

労災疾病臨床研究事業費補助金

事務所衛生基準規則に関する研究—妥当性と国際基準との調和

令和元—3年度 総合研究報告書

研究代表者 武 藤 剛

令和4（2022）年 3月

労災疾病臨床研究事業費補助金

事務所衛生基準規則に関する研究—妥当性と国際基準との調和

総合研究報告書

<研究代表者>

武藤 剛 北里大学医学部衛生学 講師

<研究分担者>

花里 真道 千葉大学予防医学センター 准教授
橋本 晴男 北里大学医学部衛生学 非常勤講師
齊藤 宏之 労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所人間工学研究グループ 上席研究員
中村 裕之 金沢大学医薬保健研究域長学域長 医学系環境生態医学公衆衛生学 教授
横山 和仁 順天堂大学医学部衛生学講座 客員教授
松平 浩 東京大学医学部附属病院22世紀医療センター 特任教授
遠藤 源樹 順天堂大学医学部公衆衛生学講座 准教授

<研究協力者>

浦川 加代子 公益財団法人パブリックヘルスリサーチセンター ストレス科学研究所 客員研究員
吉本 隆彦 昭和大学医学部衛生学公衆衛生学講座 講師
川又 華代 東京大学医学部附属病院 22 世紀医療センター
藤井 朋子 東京大学医学部附属病院 22 世紀医療センター 特任研究員
岡 敬之 東京大学医学部附属病院 22 世紀医療センター 特任准教授
笠原 諭 東京大学医学部附属病院麻酔科・痛みセンター 助教
大森 由紀 北里大学医学部衛生学 助教
堀口 兵剛 北里大学医学部衛生学 教授
江口 尚 産業医科大学 教授
石井 理奈 北里大学医学部衛生学 非常勤講師
石橋 桜子 順天堂大学大学院医学研究科
辻口 博聖 金沢大学医薬保健研究域医学系環境生態医学公衆衛生学 助教
原 章規 金沢大学医薬保健研究域医学系環境生態医学公衆衛生学 准教授
大矢 めぐみ 順天堂大学医学部衛生学講座／千葉大学大学院医学研究院人工知能医学
高橋 麻衣 マウントサイナイ医科大学ベスイスラエル病院

目 次

I. 総括研究報告書	
事務所衛生基準規則に関する研究—妥当性と国際基準との調和	7
武藤 剛	
II. 分担研究報告書	
1. オフィス環境／ビル管理の安全性・利便性・健康快適性に関する国内外の認証基準と テレワーク・フリーアドレス・個別分散形態の事務作業場による健康影響や生産性影響の調査	
花里 真道	59
2. 室内環境における温湿度，一酸化炭素ならびに二酸化炭素の基準の妥当性の検討と、 室内空気環境の基準と推計モデル（換気シミュレーター）ならびに テレワーク・在宅勤務の環境整備状況と心身への健康影響の調査	
齊藤 宏之	75
3. 多様性を包摂したグローバル現代型健康オフィスにおける室内空気環境の可視化 や、テレワーク・分散型事務作業の労働衛生管理に関する分析	
武藤 剛、遠藤 源樹、橋本 晴男	92
4. 国際社会における室内の照度・騒音・振動の快適基準	
中村 裕之	112
6. 事務所室内環境と心理的影響（気分）・生産性に関する調査と、 新しい柔軟な働き方に対するSEWB評価尺度日本語版の開発	
横山 和仁	118
7. 腰痛や肩こりの予防に資するオフィス環境・エルゴノミクス・テレワークと痛み に関する国内外の知見の分析	
松平 浩	137
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	151
IV. 研究成果の刊行物・別刷	157

I．総括研究報告書

労災疾病臨床研究事業費補助金
総括研究報告書

事務所衛生基準規則に関する研究 ―妥当性と国際基準との調和―

研究代表者 武藤 剛 北里大学医学部衛生学 講師

研究要旨

昭和47年に定められた事務所衛生基準規則（以下、事務所則）は、事務所における各種衛生基準を定めている。しかし、分煙や禁煙の広がり、空調設備の機能向上、パソコンやIT機器を用いたデスクワークの普及はもとより、テレワークや、固定席を設けないフリーアドレス制オフィスの出現、女性・障害者・外国人労働者の増加に示されるような、労働形態・室内職場環境・労働者自身の多様性に富む現代の室内執務環境について、改めて基準の妥当性や国際認証基準との整合性を検討する必要が生じている。これらを踏まえ、本研究は以下のサブテーマを主目的に、3年計画で遂行した。

（１）安全性・利便性・健康/快適性の観点からの事務所則各項目の国際/国内認証基準との調和【国内外の認証基準との整合性・調和】（２）温湿度や室内空気環境、救急用具備品、災害や転倒・腰痛予防、多様性対応等に関する各項目と基準の妥当性の検討【現行／新規追加候補項目の基準妥当性】（３）各基準項目に関する国内・国際基準との整合性【室内環境測基準や快適職場の検証】。

研究 1

国際的には、建築・ビル管理の観点より、2006年の国連環境計画金融イニシアチブと国連グローバル・コンパクトにより策定されたPrincipal for Responsible Investment以降、ESG(Environment, Social, Governance)を基本とした評価が普及しつつある。これは、オフィスワーカーが知的生産性向上を健康な状態で実現するための取り組みとして、大きく、建物・室の基本性能、運営管理、プログラムに分け、基本性能をさらに、①健康・快適性（空間・内装、音、光、空気空調、リフレッシュ、運動）、②利便性（移動空間・コミュニケーション、情報通信、災害対応）、③安全性確保（有害物質、水質、セキュリティ）の観点から評価する。わが国ではCASBEE(建築物総合環境性能評価システム)や、国土交通省のとりまとめによる、健康・快適なビル認証をめざす提言（ESG投資の普及促進に向けた勉強会/最終とりまとめ（平成30年3月））のベースとなる複数の評価ツール（SWOチェックリスト（日本サステナブル建築協会）、BOMA360パフォーマンスプログラム（全米ビル協会、日本ビルディング協会連合会）、WELL Building Standard、Fitwell（米国疾病管理予防センター(CDC)）等）が提案されている。健康オフィスに関する国内外の認証制度を調査し、WELL、Fitwel、CASBEE-WOの3種の認証制度の概要・評価指標を整理し、各々の評価割合を得た。

新型コロナウイルス感染拡大対策の一環でリモートワークの導入が進んでいる。しかし、在宅勤務時における生産性と身体活動の関連に関するエビデンスは限られている。建設会社1社のオフィスワーカーを対象として、プレゼンティーズムと在宅勤務時の身体活動の関連を調査した。ストレッチなどの軽運動を1日1回以上実施する者で生産性の高い関連がみられた。

研究2

温度、相対湿度、一酸化炭素、二酸化炭素の国内外における各基準値基準値の文献レビューを行った。相対湿度の基準値40～70%RHに関しては、低湿度側の基準値40%RHは概ね妥当だが、70%RHは高湿度における影響を考えるとやや不十分な可能性が指摘された。一酸化炭素ならびに二酸化炭素については、空調または機械式換気ありの場合の基準値10ppmおよび1000ppmは妥当と考えられる一方で、これらがいない場合の基準値50ppmおよび5000ppmは高すぎる可能性が指摘された。現行の基準値の妥当性が確認された一方で、一部の基準値については将来的な改訂の余地を残す。

事務所室内空気環境の二酸化炭素室内濃度の推定から、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対策に用いることが出来る換気シミュレーターの構築を行い、その実証と妥当性の検討を行った。本シミュレーターは在室者数、活動状態、部屋の容積、換気回数または換気量（不明な場合は推定値）により部屋の中の二酸化炭素濃度を見積もり、換気状況の可否を評価する。シミュレーターによる推測値を実測値と比較すると、多くの環境において良い一致性が見られたことから、COVID-19対策における換気の良否の判断用のみならず、事務所等における換気管理用として有用である。

COVID-19感染拡大に伴って多くの組織で実施されたテレワーク（特に在宅勤務）において、作業環境整備状況等と心身の健康状態への影響について、大規模インターネット調査を用いて解析した。その結果、作業環境整備が十分に行われていない場合において、心身の健康状態に影響が生じることがわかった。また、在宅勤務中に子供や要介護者に仕事を妨げられることがある場合においてかなり大きな負の影響がみられた一方、同居人との関係が良好である場合や、気分転換やリフレッシュできる場所や環境の整備によって影響が軽減されることが明らかとなった。テレワークや在宅勤務は今後も続くと思われることから、事務所のみならず、在宅勤務環境の整備とそれに向けた必要条件の抽出が重要となる。

研究3

昨今の働き方の多様化に伴い、わが国の現代型オフィス環境は、労働者側の観点では、女性や高齢者、外国人（様々な文化的背景）の増加、就労形態の観点では、オフィス内フリーアドレス制、オープンスペース活用、同一オフィス内の多様な職種（正規・非正規雇用、派遣、委託請負による客先常駐）、さらにテレワークの進展による事務作業場所の分散化が進んでいる。従来の作業（職場）環境に内在する健康障害リスクとしての物理的因子（騒音、照度、振動ほか）や化学的因子（室内

化学物質)に加えて、心理的因子や生物学的因子の大きさが指摘されている。

①多様性の観点(女性・高年齢・請負下請客先常駐・外国等多様な文化的背景)、②健康危機管理の観点(救急・感染症(生物学的リスク)、テレワークの一層の普及等)からの国内外の文献を収集した。海外の室内環境関連基準値等では最新の欧州規格(EN 16798-1:2019)が注目される。これにもとづくと、わが国の基準の温度範囲(17℃~28℃)は同規格に全く適合できず、「21℃~25.5℃」などのより良い目標値に向けた改善を検討する価値がある。照明については、同様に事務所・会議室等(300ルクス)、廊下・階段(100ルクス)の各照度に関して改善の余地がある。二酸化炭素は、わが国の基準値(1000 ppm)は、現状の各国の基準値・指針値と比較して遜色はなかった。しかし一方、室内の二酸化炭素濃度と健康影響や業務効率との関係については、最近1000 ppm以下の領域でも多くの研究がされ、1000 ppmを下回る濃度を境に、健康上の訴えや業務効率に有意差があったとの報告が複数ある。また600~800ppmを基準値とする新たなビル管理の指針が出ている。室内の二酸化炭素濃度については、わが国では二酸化炭素の不適合率は40%以上と高い。以上から、現在の基準値(1000 ppm)を下げる、または現在の基準の遵守を強化する方策を検討する時期に来ていると考えられる。職場環境と業務効率の向上で、働き方改革に寄与すると共に、国民全体の労働生産性を押し上げられる可能性がある。

次に、COVID-19感染クラスターリスク低減を目的とした、室内CO₂濃度ならびに呼気CO₂拡散濃度推計による閾値換気モデルと室内環境評価可視化モデルを構築した。この理論を用いて実際の執務事務所内作業場の室内環境について、在室者身体呼吸活動量・SARS-CoV-2伝播力(実効再生産数)・地域流行状況・室内機械換気量(風量測定)実測値をもとにクラスターリスクを定量評価し改善策を検討するとともに、室内安全性(生物学的曝露)を確保するために必要な換気方法の検討を行った。with COVID-19時代の、人が集う空間(事務作業場)づくりでは、換気と室内気流(動線)に着目した室内(インテリア)デザインが必須となり、室内空気の安全性を可視化するための気流シミュレーションや3密indexの妥当性検証、病原性可視化は今後必要な課題として浮き彫りとなった。節電エネルギー効率や脱炭素社会推進の観点から換気強化をどのように実現するか、SDGs視点からの検討が今後必須となる。

研究 4

照度に関する「事務所衛生基準規則第10条」が改正された(令和4年12月1日施行)。その背景には、高年齢労働者にも働きやすい環境を整備するため、高年齢者等の雇用の安定等に関する法律が改正(平成25年)されたり、人生100年時代構想会議(平成30年とりまとめ)が制定されたりするなど、高年齢労働者に対する安全衛生管理が重要視されるようになってきた。その象徴が照度に対する基準の下限の引き上げである。作業区分が「一般的な事務作業(300ルクス)以上」、「付随的な事務作業(150ルクス以上)」の2区分になり、さらに精密な作業を行うにあたっては、J

IS Z9110「照明基準総則」などを参照し、対応作業に合わせた照度を定めることとされるという付帯事項がついている。

しかしながら、この改正は今後のさらなる照度基準の見直しを視野に入れているとも考えられる。なぜならば、本法規で定められているのはあくまで「最低照度」であり、安全かつ快適な視環境を十分に確保しているとはいえる状況ではなくなってきたのである。すなわち、「JIS照明基準を満たしている=快適な視環境である」とはいえない。2016年6月、日本建築学会 環境工学委員会より発表される「新しい規準」は、重要な照明要件にも関わらずこれまでは計算が困難であった「輝度」も、近年急速に発達した照明シミュレーションソフトによって算出可能であるという前提に立ち、「照度」≠「私たちが感じている明るさ」ではないことから、視環境とエネルギーの最適化を目指した新たな枠組みの提示がなされている。輝度を用いる新しい基準では、「照明消費電力密度」による評価に基づけば、高い省エネルギー性も期待できる。

輝度が国際的な基準になるためには、輝度を用いることの上述の長所が、測定や評価の複雑さを理由に基準とされにくいという短所をはるかに凌駕することが証明され、その基準値に対する医学的な根拠が確定すれば、輝度を用いた国際的な基準を用いることにより、将来のユニバーサルデザインを取り入れた快適な事務環境が実現され、省エネ効果も大いにもたらされると考えられる。一方、コロナ禍で加速された在宅勤務での労働安全衛生規則における衛生基準は、事務所同様に適用されることを考えれば、まずはJIS基準を柔軟に運用することが求められる。

研究 5

事務所環境と心理的影響（気分）に関して、影響因子6項目（騒音・温度・湿度・照明・事務所デザイン・化学物質）を示す23文献を抽出し、環境ストレス因子と心理的影響について検討した。特に騒音の因子は、仕事の能率性（パフォーマンス）低下と強い関連がみられた。騒音・照明・温度を適正な状態に保持し、オフィス労働者の生産性を高める工夫が必要であるが、すべての事務所でオープンスペースが有効とはいえない可能性がある。6因子は互いに複合的な関連もあり、労働者の文化的背景や個人特性（年齢、性別、性格、ストレス耐性）、職場条件（職種、労働時間、裁量度、仕事の複雑性、支援の程度）を考慮して検討する必要がある。次に、テレワークが生産性や労働者の心理・メンタルヘルスにどのような影響をもたらすか文献調査を行った。テレワークにより仕事とプライベートの区別が困難になったり、メンタルヘルス不調の早期感知が難しくなる可能性がある。VDT（筋骨格や視覚）環境整備や、home to work&work to home conflict対応が課題である。COVID-19感染症の拡大長期化とともに、従来から取り入れられていたテレワークがさらに普及をみせている。従来の固定事務所内の固定席で行う事務作業というオフィスワーカーの働

き方に加えて、労働者が個々散在した作業環境で、インターネット接続のクラウド環境の仮想オフィスにアクセスしながら行う働き方が組み合わせつつある。さらに、働き方の多様性の一つとして注目される、「柔軟な働き方（Flexible work）」の抱える潜在的な健康・社会生活リスクに関して、自己を危険にさらす働き方（Self-Endangering Work Behavior, SEWB）を中心に、文献を検討した。またSEWB評価尺度日本語版を開発し、信頼性と妥当性を検討した。

研究6

少子高齢化の進展により労働供給に制約がある中で、特に高齢者雇用に対する社会的な配慮が必要となる。高齢労働者は、加齢による機能低下から作業負担が増加、就労困難/健康損失等の問題が生じ、生産性の低下にも繋がる可能性がある。特に腰痛は健康を損なう原因の上位を占めており、その対策は喫緊の課題である。

高齢労働者が健康的に働くことが出来、且つ生産性が確保できる職場づくりに、人間工学が注目を集めており、中でもエルゴノミクスは「人間と作業環境との適切な関係を人間の特性から究明する学問」として応用範囲が広く、工業製品デザイン・ソフトウェア設計、工場のライン設計などにも取り入れられている。

本研究では、適切なオフィス環境構築の参考事例を提示することを目的に「腰痛予防に資するオフィス環境・エルゴノミクスに関する国内外のエビデンス」に関する文献レビューを行った。Sit-stand workstationは特定の集団では筋骨格系不快感に効果量は少ないものの有益であることがあきらかになった。腰痛予防に関して、適切な人間工学と高さ調節可能なワークステーションを使用する際に、個別のトレーニング/教育が必要とされる。現場への導入を考えて教育用の資材が必要となる。また勤務時間の1日を通して姿勢を変えることの重要性を想起させるようなシステムの構築が効果的であるものと予想される。

次に、新型コロナウイルス感染症流行による緊急事態宣言および外出自粛に伴う身体の痛みの変化やテレワークの導入状況等を調査し、痛みの変化と働き方との関連について検討した。20～64歳の痛みを有する就労者1,999人の調査結果によると、新型コロナウイルスの感染拡大を機に、痛みが増悪している就労者が15%にのぼり、その痛みの部位は首・肩・頭・腰が多かった。テレワークを開始、あるいはその頻度が増加した者は全体の27%であった。労働機能障害の割合は、痛みが増悪した群で有意に高かった。多変量解析の結果から、テレワークの開始/頻度の増加と痛みの増悪に有意な関連を認めた。また、痛みが増悪した者の割合は、テレワークを開始/頻度が増加して、かつ身体活動量が減少した群で最も高いという結果が得られた。本調査結果から、テレワークを推進するにあたり、痛みへの対策を考慮する必要があることが示唆された。さらに、テレワークを実施している企業の従業員を対象に、「肩こり・腰痛対策」のオンラインセミナーを実施し、痛みの程度の変化や、仕事への影響を検討すると、A社では、セミナー3週間後に肩こりまたは腰痛のあった56

2名中71名が痛みなしに改善し、痛みによる仕事への影響が大いにあると回答したものが肩こり・首の痛みで6.4%減少し、腰痛は4.4%減少した。B社では、セミナー5ヶ月後も肩こり・腰痛対策を実施している頻度が「毎日」または「週に2・3回程度」と回答したものが57.8%で、さらにそれらの取り組みが仕事のパフォーマンスに役立っていると71.9%が回答した。このことから、オンラインセミナーがテレワーカーの肩こり・腰痛を軽減し、生産性の低下を防ぐ可能性が示唆された。これらの対策を各労働者が実施するだけでなく、オンライン会議の前後に体操を組み込むなど組織的に実施すれば、より定着に役立つのではないかと考えられる。

<研究分担者>

花里 真道
千葉大学予防医学センター准教授

橋本 晴男
北里大学医学部衛生学非常勤講師

齊藤 宏之
労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所上席研究員

中村 裕之
金沢大学医薬保健研究域長医学系環境生態医学公衆衛生学教授

横山 和仁
順天堂大学医学部衛生学講座客員教授

松平 浩
東京大学医学部附属病院22世紀医療センター特任教授

遠藤 源樹
順天堂大学医学部公衆衛生学講座准教授

<研究協力者>

浦川 加代子
国際医療福祉大学

岡 敬之
東京大学医学部附属病院特任准教授

吉本 隆彦
昭和大学医学部講師

藤井 朋子
東京大学医学部附属病院22世紀医療センター特任研究員

大森 由紀
北里大学医学部衛生学助教

堀口 兵剛
北里大学医学部衛生学教授

江口 尚
産業医科大学教授

石井 理奈
北里大学医学部衛生学

辻口 博聖
金沢大学医薬保健研究域医学系助教

原 章規
金沢大学医薬保健研究域医学系准教授

A. 研究目的

昭和47年に定められた事務所衛生基準規則（以下、事務所則）は、事務所における各種衛生基準を定めている。しかし、分煙や禁煙の広がり、空調設備の機能向上、パソコンやIT機器を用いたデスクワークの普及はもとより、テレワークや、固定席を設けないフリーアドレス制オフィスの出現、女性・障害者・外国人労働者の増加に示されるような、労働形態・室内職場環境・労働者自身の多様性に富む現代の室内執務環境について、改めて基準の妥当性や国際認証基準との整合性を検討する必要性が生じている。これらを踏まえ、本研究は以下のサブテーマを主目的に、3年計画で遂行した。

（1）安全性・利便性・健康/快適性の観点からの事務所則各項目の国際/国内認証基準との調和【国内外の認証基準との整合性・調和】

（2）温湿度や室内空気環境、救急用具備品、災害や転倒・腰痛予防、多様性対応等に関する各項目と基準の妥当性の検討【現行／新規追加候補項目の基準妥当性】（3）各基準項目に関する国内・国際基準との整合性【室内環境測基準や快適職場の検証】。

研究1

オフィス環境／ビル管理の安全性・利便性・健康快適性に関する国内外の認証基準と、テレワーク・フリーアドレス・個別分散形態の事務作業場による健康影響や生産性影響の調査

（研究分担者 花里真道）

昭和 47 年に定められた事務所衛生基準規則（以下、事務所則）は、事務所における各種衛生基準を定めている。しかし、分煙や禁煙の広がり、空調設備の機能向上、IT 機器を用いたデスクワークの普及はもとより、テレワークや、固定席を設けないフリーアドレス制オフィスの出現、女性・障害者・外国人労働者の増加に示されるような、労働形態・室内職場環境・労働者自身の多様性に富む現代の室内執務環境について、改めて基準の妥当

性や国際認証基準との整合性を検討する必要性が生じている。

国際的には、イノベーションの誘発、生産性の向上、人材の獲得の観点から、よりよいオフィス空間や環境への関心が高まっている。また、近年の健康経営や ESG（Environment, Social, Governance）投資などの視点も加わり、オフィスワーカーの健康を増進させる空間づくりへの期待や関心も高まり、いくつかの認証制度が運用されている。本研究では、代表的な認証制度として WELL（WELL Building Standard）と Fitwel、国内からは CASBEE-WO（Wellness Office）の計 3 種の認証基準の指標を比較した。

2020 年 4 月、新型コロナウイルス対策の措置としての「緊急事態宣言」発令に伴い、在宅勤務をはじめとするリモートワークを導入する企業が急速に増加した。「緊急事態宣言」解除後、在宅勤務とオフィス勤務を併用した働き方が模索されている。この新しい働き方が定着するかどうかを左右する要因のひとつとして、在宅勤務の生産性に依存することが指摘されている。在宅勤務時の生産性調査では、生産性が向上したという声もある一方、反対に低下したという声もあり、結果は一定ではない。また、オフィスワーカーの生産性に関する研究では、身体活動が生産性向上に寄与する可能性が報告されているが、在宅勤務時の身体活動と生産性に関する研究は見られない。なお、コロナ禍の下、在宅勤務による運動への影響について詳述する研究は見られるようになった。例えば、コロナ禍の下、在宅勤務の増加が身体活動の機会が低下したことを実証する研究では、座位の時間が在宅勤務によってどのくらい増加したのか述べている。また、テレワーク・自宅待機による運動不足の解消に焦点を当て with コロナの生き方の一端を詳述したものでは、在宅勤務時のエネルギー消費量から運動と食事の視点で対

策が述べられている。本研究では、在宅勤務とオフィス勤務併用の新しい働き方において、在宅勤務時の身体活動と生産性との関連を明らかにすることを目的とした。

研究2

室内環境における温湿度・一酸化炭素ならびに二酸化炭素の基準の妥当性の検討と、室内空気環境の基準と推計モデル（換気シミュレーター）ならびに、テレワーク・在宅勤務の環境整備状況と心身への健康影響の調査

（研究分担者 齊藤宏之）

事務所衛生基準規則は昭和47年（1972年）に制定された省令である。制定から長い年月が経過していることから、実情に合っていない記述も散見される。特に、本規則中に規定されている基準値等については、その妥当性を検証し、必要があれば基準値の再検討を行う必要があると考えられる。こうした事情を踏まえ、本グループでは「室内環境における温湿度、一酸化炭素ならびに二酸化炭素の基準の妥当性の検討」を担当した。

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対策における三密防止の観点から事務所内の換気的重要性が指摘される。換気の悪い密閉空間において複数のクラスターが報告されていること、SARS-CoV-2ウイルスが飛沫核感染（空気感染の一種）を起こす可能性が指摘されていること、ならびに空気感染する感染症（結核等）において換気回数と感染症との間の関連性が報告されていることがその根拠とされる。必要な換気回数については、概ね2回/時（一人あたり必要換気量として30m³/時）が必要とされている。一方、以前から人間の呼気由来のCO₂濃度を指標とした換気管理が行われてきており、Covid-19対策としても有用と考えられる。上述した一人あたり必要換気量30m³/時を確保するためには事務所則にて規定されているCO₂基準濃度（1000ppm）を維持することで達成することができると

されている。CO₂の実測が可能な場合は、そのモニタリングで良好な換気を維持することが可能である。しかしながら、CO₂測定の手段がない場合にはこの方法で換気状況の可否を判断することができない。CO₂測定の手段がない場合においても利用可能な簡易的なツールの開発が望まれた。このため、室内のCO₂濃度を見積もることにより室内の換気状況の可否を評価することが出来るシミュレーターを開発し妥当性を検討した。

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行に伴い、2020年春より多くの組織がテレワーク、特に在宅勤務に突入したが、本来であれば入念に準備の上で実施されるべきであったものが半ば強制的に実施されてしまったことにより、多くの問題が顕在化した。このうち、労務管理や情報セキュリティの問題は業務への影響が甚大であったため、優先して対策が講じられたが、作業環境の整備は個々の所有物・管理物に関するものであることから、必ずしも対策が十分取られてこなかった。例として、在宅勤務を行う場所が十分でない場合、机・椅子・照明などの整備が不十分である場合、温湿度や騒音等の問題がある場合、通信環境や情報端末の性能が不十分な場合などである。これらは解決が比較的容易なものがある一方で、住居の狭さに起因する問題は対策が困難である。

厚生労働省の「テレワークの適切な導入及び実施の推進のためのガイドライン」（2021年3月制定）では、自宅等で在宅勤務を行う際の作業環境整備の留意点として、事務所衛生基準規則、労働安全衛生規則及び情報機器作業における労働衛生管理のためのガイドラインは一般には適用されないものの、これらの衛生基準と同等の作業環境となるよう、事業者は労働者に対して教育・助言を行うこと、チェックリストを活用することにより自宅等の作業環境に関する状況の報告を求めること、必要に応じて労使が協力して改善を図るとしている。

一方で、事業所によってはテレワーク・在宅

勤務を本格導入したところも多く、COVID-19流行によって生じたテレワーク・在宅勤務への動きは、昨今の働き方改革の進展、労働形態の多様化と相まって、COVID-19流行が終息した後も変わらないと考えられている。このことから、テレワーク、特に在宅勤務の環境を如何に整備していくかは、事務所環境同様、重要であると考えられる。本研究では、大規模インターネット調査を用い、在宅勤務の環境整備状況等による心身の健康状態への影響についての調査を検討した。

研究3

多様性を包摂したグローバル現代型健康オフィスにおける室内空気環境の可視化や、テレワーク・分散型事務作業の労働衛生管理に関する分析

(分担者: 武藤剛/橋本晴男/遠藤源樹)

昨今の働き方改革の進展、労働形態の多様化に伴い、事務所労働環境を取巻く状況は日々変化を遂げている。特にわが国の今後の就労環境を鑑みると、労働者側の観点では、女性や高齢、外国人(様々な文化的背景)の増加といった多様性の進展が予想される。就労形態としても、オフィス内フリーアドレス制、オープンスペース活用、同一オフィス内の多様な職種(正規・非正規雇用、派遣、委託請負による客先常駐)、さらにテレワークの進展による事務作業場所の分散化が進んでいる。さらに従来の作業(職場)環境に内在する健康障害リスクとしての物理的因子(騒音、照度、振動ほか)や化学的因子(室内化学物質)に加えて、心理的因子や生物的因子の大きさが指摘されつつある。そして事務所環境としても、健康障害防止の観点からの最低限の基準から、快適職場づくり、ひいては(無意識のうちに)さらに健康推進の効果をあげる健康オフィス(healthy workplace)の考え方がみられるようになってきている。こうした状況を踏まえて本年度は、①多様性の観点(女性・高齢・請負下請客先常駐・外

国等多様な文化的背景)、②健康危機管理の観点(COVID-19をはじめとする感染症(生物学的リスク)やテレワーク・個別分散型事務作業等)の観点から分析した。さらに文献調査として、下記の2点に焦点をあてた。

1. 国際機関、海外各国の安全衛生行政機関、安全衛生関連学会、室内環境に関する業界団体などによる規制値、基準値、指針、指導状況などを調査した。ここでは特に、わが国で空気環境基準への不適合率が高い二酸化炭素の濃度に関し一定の重点を置いた。
2. 室内における二酸化炭素の濃度に関して、海外の基準値や指針値、濃度測定結果の実態、室内在席者への健康影響や業務効率との関連について、最新の研究状況や知見などを労働衛生管理の視点から調査した。

研究4

国際社会における室内の照度・騒音・振動の快適基準

(研究分担者 中村裕之)

照度に関する「事務所衛生基準規則第10条」が改正された(令和4年12月1日施行)。その背景には、高齢労働者にも働きやすい環境を整備するため、高齢者等の雇用の安定等に関する法律が改正(平成25年)されたり、人生100年時代構想会議(平成30年とりまとめ)が制定されたりするなど、高齢労働者に対する安全衛生管理が重要視されるようになってきた。その象徴が照度に対する基準の下限の引き上げである。作業区分が「一般的な事務作業(300ルクス以上)」、「付随的な事務作業(150ルクス以上)」の2区分になり、さらに精密な作業を行うにあたっては、JIS Z9110「照明基準総則」などを参照し、対応作業に合わせた照度を定めることとされるという付帯事項がついている。

研究5

テレワークにおける事務所室内環境と心理的影響や生産性に関する文献調査

(研究分担者 横山和仁)

オフィス室内環境の心理的影響や生産性との関連はこれまで国内外で様々な研究がおこなわれてきている。本グループでは、事務所環境と心理的影響（気分）に関する文献調査を担当した。さらに、テレワークに焦点をあて、心理的影響や生産性に関する文献調査を実施した。

厚生労働省の「働き方改革」¹⁾では、我が国は、「少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少」「育児や介護との両立など、働く方のニーズの多様化」などの状況に直面しているとして、投資やイノベーションによる生産性向上とともに、就業機会の拡大や意欲・能力を存分に発揮できる環境を作ることを重要な課題としている。このため、「働く方の置かれた個々の事情に応じ、多様な働き方を選択できる社会を実現し、働く方一人ひとりがより良い将来の展望を持てるようにすることを目指しています」と述べている。これに伴い、「柔軟な働き方」として、テレワーク、副業・兼業などを挙げている。首相官邸サイト²⁾でも、兼業・副業やフリーランスなど、新しい働き方を定着させ、リモートワークにより地方創生を推進することが示されている。

今年度は、柔軟な働き方 (Flexible work) の抱える潜在的な健康・社会生活リスクに関して、検討した。

研究6

テレワーカーの腰痛肩こりに対するオンラインセミナーに関する研究

(研究分担者 松平浩)

少子高齢化の進展により労働供給に制約がある中で、限られた労働供給を効率的に就業に結び付けることは重要な課題であり、高齢者雇用に対しては社会的な配慮が必要となる。高齢労働者においては、加齢による機能低下から作業

負担が増加、就労困難/健康損失等の問題が生じ、生産性の低下にも繋がる可能性がある。

特に腰痛は有訴者率が高い症状であり、人口1000人当たり、男性91.8人、女性115.5人である。また、腰痛症で通院している者の割合は人口1000人当たり、男性41.4人、女性56.6人である¹⁾。腰痛は仕事を含む生活に大きな影響があらわれる。腰痛により生活の質 (QOL) は大きく損なわれる。仕事への影響の中で、疾病休業 (absenteeism) の影響も大きく、イギリスでは疾病休業の12.5%が腰痛が原因であるといわれている²⁾。一方で、休務はしていない (出勤している) が仕事に影響のある状態 (presenteeism) の影響はさらに大きく、日本人労働者での調査において腰痛のpresenteeismによる損失は3番目に大きい³⁾。

本邦での高齢労働の腰痛に関しては社会福祉施設などで増加傾向にあり、2019/11/27に開催された「第4回人生100年時代に向けた高年齢労働者の安全と健康に関する有識者会議」においても、働く高齢者の腰痛について一層の対策が求められるとされるなど、その対策は喫緊の課題である。

高齢労働者が健康的に働くことが出来、且つ生産性が確保できる職場づくりに、人間工学が注目を集めており、中でもエルゴノミクスは「人間と作業環境との適切な関係を人間の特性から究明する学問」として応用範囲が広く、工業製品デザイン・ソフトウェア設計、工場のライン設計などにも取り入れられている。本研究では、適切なオフィス環境構築の参考事例を提示することを目的に「転倒・骨折・腰痛予防に資するオフィス環境・エルゴノミクスに関する国内外のエビデンス」に関する文献レビューを行った。

働き方改革や新型コロナウイルスの影響によりテレワークが急速に普及した。テレワークは、通勤時間や移動のコストの軽減やワークライフバランスの充実といったメリットがある一方、

コミュニケーション不足や就労環境が不適切といったことからストレスや痛みの増悪といったデメリットも報告されている。

新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、就労者は日々の生活行動の自粛に加えて、テレワークの開始など働き方にも変化を迫られた。未曾有の感染症拡大によりテレワークを導入する企業が加速的に増加している中、痛みを抱える就労者の実態を把握することは、働き方の変化に備えた痛みへの対策を検討する上で重要である。本研究では、新型コロナウイルス感染症流行下に行ったアンケート調査をもとに、痛みを有する就労者の痛みの変化、労働機能障害およびテレワークの状況等を把握し、それらの関連について検討した。

2020年に全国の20～64歳を対象に実施したインターネット調査によると、新型コロナウイルスの感染拡大を機に、痛みが増悪している就労者が15%にのぼり、その痛みの部位は首・肩・頭・腰が多かった。また、テレワークの導入・増加が痛みの増加と関連しており、かつ、身体活動量が減少した群では痛みが増悪したものの割合がもっとも高いという結果がであった。そこで、テレワークを実施している従業員を対象にオンラインでの肩こり・腰痛対策のセミナーを実施し、それらの症状への影響を検討した。

B. 研究方法とその結果

上記の目的に基づき、以下の分担研究を行った。大半は文献調査を主体とし倫理審査の範疇外であるが、一部、インターネットを利用した分析調査については、個々の調査ごとに各研究者所属施設における倫理審査の受審承認をへて実施した。

研究1

<方法>

ELL、Fitwel、CASBEE-WOの各基準について、評価方法を確認、評価指標を一覧し、評価割合について整理する。

<結果>

WELLは、健康増進に繋がる建築物・空間を認証する国際認証制度で、2014年に運用されている。登録、評価、提出、検証、認証というプロセスを経る。2020年2月時点で、58ヶ国で277件の認証があり、3748件認証待ちの登録状態にある。日本では、5件認証があり31件が登録状態にある。認証費用は、5000 sq feetの規模で、約127万円である。

評価項目は、「空気 (Air)」、「水 (Water)」、「栄養 (Nourishment)」、「光 (Light)」、「運動 (Fitness)」、「快適性 (Comfort)」、「精神 (Mind)」の7カテゴリで、100 個の中項目 (Feature) に、205評価指標がある。建築環境の分野から、空気や水、光など、特定できる曝露因子をもつカテゴリがあるとともに、建築計画の分野から、快適性や精神性など室の機能やレイアウトなどデザインに関わる要因のカテゴリもある。

必須条件 (Preconditions) と最適化条件 (Optimizations) の2種類があり、最適化条件の達成度合いにより認証種類が区別される。80%達成以上達成するとプラチナ、40%～80%達成するとゴールド、他はシルバーという認証区別がある。

Fitwelは、WELLと比較してより、簡便・安価で運用される認証制度として2017年より運用されている。米国CDCにより開発がスタートした特徴がある。2020年2月時点で、世界40ヶ国で、370件認証があり、980件が認証待ちの登録状態にある。日本からは1件の登録に留まる。認証費用は、5000 sq feetの規模で約66万円である。

評価項目は、「ロケーション (LOCATION)」、「建物へのアクセス (BUILDING ACCESS)」、「屋外空間 (OUTDOOR SPACES)」、「エントランスと地上階 (ENTRANCES AND GROUND FLOOR)」、「階段吹抜け (STAIRS)」、「室内環境 (INDOOR ENVIRONMENTS)」、「ワークスペース (WORKSPACES)」、「共有スペース (SHARED

SPACES)」「水の供給 (WATER SUPPLY)」「カフェテリアと調理食品店 (PREPARED FOOD AREAS)」「自動販売機とスナックバー (VENDING MACHINES AND SNACK BARS)」「緊急操作 (EMERGENCY PREPAREDNESS)」の12カテゴリで、73評価指標がある。指標ごとのウェイト付き得点が計算され144点満点で評価される。125～144点は三つ星 (★★★)、105～124点は二つ星 (★★)、90～104点は一つ星 (★)である。WELLと同様、建築環境の指標と建築計画の指標の両面がある。

CASBEE-WOは、国内の認証制度で、2019年に運用が開始した。2020年2月時点で8件が先行認証されている。認証費用は、5000 sq feetの規模で約50～70万円である。

評価項目は、5大カテゴリ (1健康性・快適性、2利便性、3安全・安心性、4運営管理、5プログラム)に、16中カテゴリ (空間・内装、音環境、光・視環境、熱・空気環境、リフレッシュ、運動、移動空間・コミュニケーション、情報通信、災害対応、有害物質対策、水質安全性、セキュリティ、維持管理計画、満足度調査、災害時対応、プログラム)があり、計60評価指標で評価される。配点は、5大カテゴリの各々20点で計100点である。WELLと同様、建築環境の指標と建築計画の指標の両面がある。

(評価割合)

WELLの必須条件の評価割合を図1に示す。空気、水、栄養など、数量として測定できうる項目の比重が大きい。WELLの最適化条件の評価割合を図2に示す。加点要素として、精神性、身体活動、光環境など、デザインや建築計画に関わる要素の比重が大きい。

Fitwelの評価割合はWELLと比較して、LOCATION、ACCESS、OUTDOOR SPACES、ENTRANCEなど、建物の立地環境、外構など、外部アクセスの重要性を捉えている特徴がある。近年の建造環境・都市デザインと健康に関する研究を十分に考慮していると言える。室内空間ではSHARED SPACES

の充実を高く評価している。

CASBEE-WOの評価割合は健康増進プログラムや移動空間・コミュニケーション、維持管理計画などの比重を高く設定している。差がでる部分の評価比重を高く設定していると考えられる。

<方法> 東京と大阪の2つのオフィスビルに勤務する建設会社のオフィスワーカーを対象に、健康、行動、オフィス環境に関して、2016年から継続調査を行っている。2020年12月の5回目調査に参加し回答に欠損がなく、在宅勤務を実施したことのある642名 (男性484名、女性158名)の回答を分析対象とした。

目的変数は、オフィスワーカーのパフォーマンスの高さとした。WHO-HPQ (Health and work Performance Questionnaire)を用い、パフォーマンスを絶対的プレゼンティズム 0 (最悪のパフォーマンス)から 100 (最も優れたパフォーマンス)で計測し、80以上とした。

説明変数は、在宅勤務日のストレッチやラジオ体操などの軽運動の頻度 (1回未満/週、1-4回/週、1回以上/日)とした。平均歩数は、会社から貸与されているiPhoneもしくは個人使用のスマホのデータを参照し月別に回答させ、6月から12月の平均値を算出し、三分位した (5059歩以下/日、5060-6720歩/日、6721歩以上/日)。

共変量は性別、年代、職種、職階、在宅勤務頻度、在宅勤務日のひとり作業時間 (6時間未満/日、6時間/日、7時間以上/日)、会議頻度 (2回未満/週、2-3回/週、4回以上/週)、テキストメッセージでの仕事の会話頻度 (3回未満/日、3-9回/日、10回以上/日)、電話やビデオ通話での仕事の会話頻度 (2回未満/日、2回/日、3回以上/日)とした。

絶対的プレゼンティズムの記述統計、度数分布を求めた。次にロジスティック回帰分析にて、オッズ比(OR)と95%信頼区間 (95%CI)を算出した。分析にはSPSS ver.25を用いた。

＜結果＞

絶対的プレゼンティーズムの度数分布は、最小値0.0、最大値100.0、最頻値50.0、平均値62.2、標準偏差17.0であった。絶対的プレゼンティーズム80以上をアウトカムとしたロジスティック回帰分析を実施した。絶対的プレゼンティーズムが80以上の者は140人（21.8%）であった。在宅勤務時のストレッチやラジオ体操などの軽運動の頻度が1回未満／週と比較して、1回以上／日実施する者はパフォーマンスが高い関連が見られた（OR=1.77, $p=0.029$ ）。また、歩数が5059歩以下／日と比較して、6721歩以上／日歩く者はパフォーマンスが高い関連が見られた（OR=1.83, $p=0.029$ ）。在宅勤務日のひとり作業時間、会議頻度、テキストメッセージでの仕事の会話頻度とパフォーマンスに関連は見られなかったが、電話やビデオ通話での仕事の会話頻度が中程度（2回／日）と比較したとき、低頻度（2回未満／日）の者はパフォーマンスが低い関連が見られた（OR=0.51, $p=0.024$ ）。在宅勤務の頻度とパフォーマンスには関連が見られなかった。

本研究の絶対的プレゼンティーズムの平均値は62.2（標準偏差17.0）であり、先行研究における平均値60.0（標準偏差18.5）と同等であった¹¹。在宅勤務時に毎日のストレッチやラジオ体操などの軽運動および一定以上の歩行とパフォーマンスの高さに関連がみられた。先行研究では、勤務時間内に週1回1時間の高強度の運動と、週6日30分の中強度身体活動を行った群のパフォーマンスが高いことを報告している。また別の調査では、「アクティブレスト」という休み時間に行う運動（週3-4回の10分間のランチフィットネス）を行った群の作業効率が向上することを示している。運動不足が課題とされる在宅勤務時にストレッチやラジオ体操、歩行などの軽運動を毎日実施することが、パフォーマンス向上に寄与する可能性が示唆された。

（１）より効果的な身体活動の検証

在宅勤務時のパフォーマンス向上に関わる研究は、まだ発展途上にあり、本研究で示唆した身体活動とパフォーマンス向上の関係については、より具体的で丁寧な検証をしていくことが求められる。身体活動の低下を改善するために取り組んでいることを検証した先行調査では、散歩、筋肉トレーニング、ランニング、サイクリング、スイミング、ヨガ、ストレッチ、リングフィットアドベンチャー、エレベータを利用しないなどの選択肢を設け、より取り組んでいる活動の種類が何かを検証している。また、30分のエクササイズで脳疲労が解消されることを明らかにした研究も見られる。本研究では、身体活動をストレッチやラジオ体操などの軽運動、1日の平均歩数を対象に、オフィスワーカーのパフォーマンスの高さを検証したが、在宅勤務時のパフォーマンス向上に、より効果的な身体活動の種類が何か、どの程度の活動量が適切か、どのタイミングで行うべきかなどの観点から研究を深めていくことで、在宅勤務時のより具体的な改善策を示すことに寄与するものになると考える。

（２）身体活動以外の要素との比較

在宅勤務時のパフォーマンスを向上させる手段は、身体活動に限らず、作業環境をより良くする、植物を設置する、休憩を小まめにとる、睡眠時間を十分にとる、コミュニケーションがとりやすい環境にするなど、複数の要素との関連も含めて検証することが望ましい。リモートワークと心身の健康に関する調査では、在宅勤務経験者を対象にリモートワークでの労働生産性や睡眠、精神・心理などを含めた事前アンケート調査とウェアラブルデバイスを用いた活動量（座位時間）と睡眠を実測し、それらのデータから労働生産性

は前日の睡眠時間と低活動頻度が高いと影響することを論じている。しかし、身体活動を座位時間に絞って検証されていることから、体を動かす視点を含めた検証は不十分である。そこで、パフォーマンスの向上に寄与する多様な要素（睡眠時間、植物を置く、執務空間の環境など）を特定し、（１）の効果的な身体活動と比較することは、相対的な視点から身体活動の有効性を示すことにつなげることができると思う。

（３）新たな指標の開発

「これからのテレワークでの働き方に関する検討会」では、単にテレワークを推進すること自体が目的ではかえって非効率な業務運営や労働者にとっても望ましくない形になる可能性があり、新しい生活様式に対応した働き方として組織が適切に労務管理を行い、個々が安心して働けるものであることでテレワークも生産性の向上に資するものであると指摘している。適切な労務管理をする手段として、例えば、在宅勤務時の個々の健康面やパフォーマンス面などを何かしらのデータを基に、組織、個々それぞれがマネジメントすることも予想される。本研究である在宅勤務時のパフォーマンス向上に寄与する身体活動について、（１）（２）で提案したことは、在宅勤務時のパフォーマンス度を表す新たな指標の開発にもつながるものと考えられる。そして、新たな指標をウェアラブルデバイスなどに反映し表示・データ管理することも視野に入れることができる。今後の研究活動を通じて、在宅勤務とオフィス勤務を併用する新しい働き方がより効果のある形で進むことを期待する。

研究 2

＜方法＞

温度，湿度，一酸化炭素，二酸化炭素の国内外

における各基準値基準値の確認を行うとともに、文献レビューを実施した。

＜結果＞

文献レビューの結果，相対湿度の基準値40～70%RHに関しては，低湿度側の基準値40%RHは概ね妥当だが，70%RHは高湿度における影響を考えるとやや不十分な可能性が指摘された。一酸化炭素ならびに二酸化炭素については，空調または機械式換気ありの場合の基準値10ppmおよび1000ppmは妥当と考えられる一方で，これらが無い場合の基準値50ppmおよび5000ppmは高すぎる可能性が指摘された。

＜方法＞

1) 換気シミュレーターの開発

在室者から一定速度で発生するCO₂が一定量の換気空気と完全混合されるモデルを仮定すると，室内のCO₂濃度は次式によって求められることが知られている。

$$C - C_0 = \frac{G}{Q} \left(1 - e^{-\frac{Q}{V}t} \right) * 10^6$$

（ここで，C：CO₂濃度，C₀：CO₂の初期濃度，G：CO₂の発生量，Q：換気量，V：部屋の容積，t：経過時間とする。）

定常状態（t=∞）を仮定すると，室内CO₂濃度は次式で表される（図1）。

$$C = \left[\frac{G}{Q} * 10^6 \right] + C_0$$

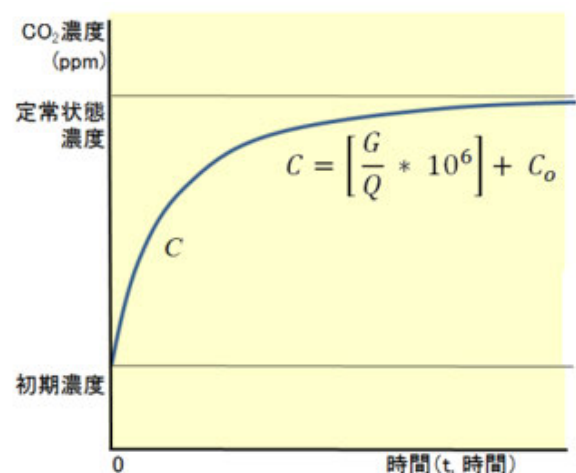


図1：CO₂濃度の経時変化のモデル

CO₂発生濃度は在室者数ならびに一人あたりの呼吸発生量から次式の通り見積もることができる。

$$G = C_e * n * R * k * 10^{-6}$$

$$= n * k * 0.01794$$

この結果、定常状態の室内CO₂濃度は次式で表される。

$$C = \left[\frac{n * k * 0.01794}{Q} * 10^6 \right] + 400$$

(ここで、n: 在室者数, k: 呼吸量の大きさ表す係数とする。)

この原理を用いた換気シミュレーターをMicrosoft Excelを用いて構築した。なお、換気はあるが換気量が不明の場合は、部屋の種類(用途)に応じた換気量の推定値を、換気がないか停止中の場合は建築物の種類に応じた換気回数の推定値を用いた。

(2) シミュレーターの実証

様々な換気状況(換気なし、換気あり・換気量不明、換気あり・換気量)の様々なタイプの部屋(一戸建て建て住居、マンション、オフィス、教室等)において、換気シミュレーターによって得られた値と実測値を比較、その一致度について検討した。

<結果>

(1) シミュレーターの開発・公開

Microsoft Excelを用いたシミュレーターを開発し、2020年4月に日本産業衛生学会 産業衛生技術部会のWebサイトにて公開した⁶⁾。また、英語版についても同年12月に日本産業衛生学会のWebサイトにて公開した⁷⁾。

(2) シミュレーターの実証

シミュレーターによる推定値を実測値と比較したところ、換気後(入室後)の時間が一定時間以上の場合における一致度が高い一方で、この時間が短い場合の一致度が低い例が見られた

(図2)。これは本シミュレーターでは平衡に達した場合を仮定して推定値を算出しているためであると考えられる。

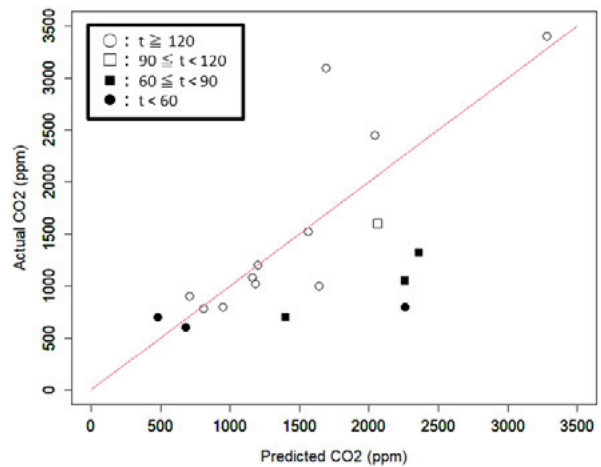


図2：実測値と推定値(平衡値)の比較

経過時点における推定値を用いて比較した結果、換気回数が不明、あるいは換気なしの場合も含めて、大半のケースにおいて比較的高い一致度が見られた(図3)。

その一方で、一部の環境においては推定値と実測値の一致度が良くない例がみられた。これは、換気回数の推定値と、実際の換気量との間に乖離があったためと思われる(図4)。特に、住宅に常時換気が義務付けられた2003年の建築基準法改正以前に建造された鉄筋コンクリート製住居にて、推定値よりも実測値のほうが高い結果が見られた。

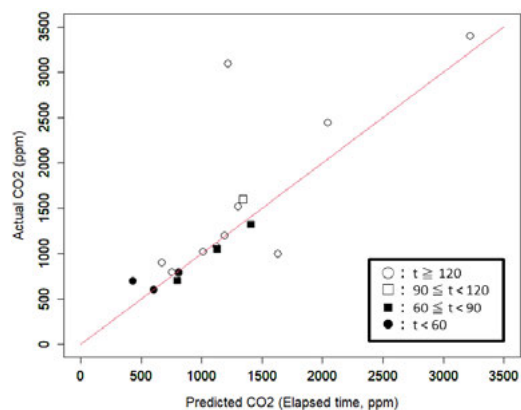


図3：実測値と経過時間時点での推定値の比較

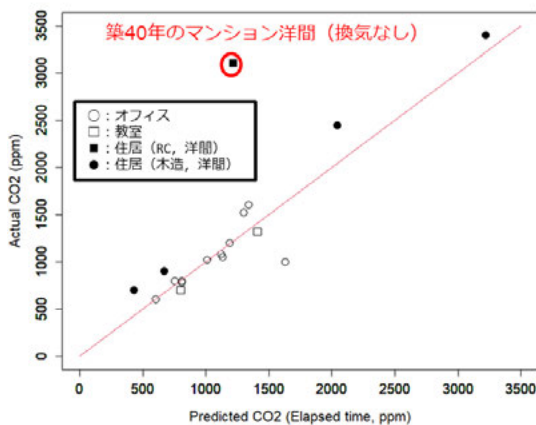


図4：部屋のタイプ別に見た、実測値と経過時間時点での見積り値の比較

<方法>

COVID-19に伴うテレワーク・在宅勤務への突入から約1年半経過後の2021年9月～10月に実施された、「日本におけるCOVID-19問題による社会・健康格差評価研究」(The Japan COVID-19 and Society Internet Survey, JACSIS)のデータを用いた解析を行った。JACSISはインターネット調査を用いた全国の15～79歳の男女を対象とした調査であり、全調査対象者31,000のうち、本研究では調査時点において過去1ヶ月間に在宅勤務を行ったことのある20～64歳の男女5448名を対象とした。

心身の健康影響の指標としては、SSS-8(身体症状スケール)およびK6(非特異的ストレス指標)を用い、これらに対する在宅勤務における作業環境の整備状況等や、性別、年齢、婚姻状況、在宅勤務の頻度について、多重ロジスティック回帰を用いた解析を行った。JACSIS研究全体の倫理審査を受審し承認をへて実施した。

<結果>

(1) 身体症状スケール(SSS-8)を指標とした多重ロジスティック回帰結果

身体症状スケール(SSS-8)を指標として多重ロジスティック回帰を行った結果を図1に示す。SSS-8 ≥ 12 を目的変数とした多重ロジスティック回帰において有意に低いオッズを示し

た項目は、年齢(20代を対照とした40代、50代、60代)、作業環境整備状況のうち、「机の上は仕事をするのに十分な明るさである」、「机の上には十分なスペースがある」、「室内の温度・湿度は快適である」、「静かな環境である」、「通信環境が安定している」、「気分転換やリフレッシュできる場所や環境がある」であった。また、「同居人との関係が良好である」も有意に低かった。一方、性別(男性に対する女性)、「子供がいることで仕事に支障をきたすことがある」、「要介護者がいることで仕事に支障をきたすことがある」は有意に高いオッズ比を示した。

(2) 非特異的ストレス指標(K6)を指標とした多重ロジスティック回帰結果

非特異性ストレス指標(K6)を指標とした多重ロジスティック回帰結果を図2に示す。K6 ≥ 5 を目的変数とした多重ロジスティック回帰の結果、有意に低いオッズ比であった項目は、年齢(20代を対照とした30代、40代、50代、60代)、婚姻状態(既婚)、作業環境整備状況のうち「室内の温度や湿度は快適である」、「静かな観葉である」、「通信環境が安定している」、「気分転換やリフレッシュできる場所や環境がある」であった。また、「同居人との関係が良好である」、自分の自由にできる時間が「増えた」についても、有意に低いオッズ比であった。一方、「座卓やこたつ等で作業をしている」、「要介護者がいることで仕事に支障をきたすことがある」は有意に高いオッズ比を示した。

身体症状スケール(SSS-8)、非特異性ストレス指標(K6)ともに、作業環境整備が良好である場合においてオッズ比が低い値であったことから、作業環境を適切に整備することが心身を健康に保つために重要であることが示された。その一方で、同居人との関係性や、同居人、特に子供や要介護者によって作業に支障をきたすかどうか心身の健康に重要であることも示さ

れた。今後、COVID-19が終息した後においても、テレワーク、特に在宅勤務への流れは変わらないと推測されることから、労働者の心身の健康を守るためには、従来の事務所同様、在宅勤務の環境整備が非常に重要であると考えられる。

研究3

<方法>

国際機関、海外各国の安全衛生行政機関、安全衛生関連学会、室内環境に関する業界団体等のホームページ、出版物、規格、ガイドラインなどを文献調査した。論文については、主に労働衛生技術関連の出版物、学会誌を中心にキーワード検索などにより調査した。特に労働衛生技術分野で国際的に広く認知されている、AIHA（アメリカ産業衛生協会）とACGIH（アメリカ産業衛生専門家会議）によるJOEH（Journal of Occupational and Environmental Hygiene）誌に注目して調査した。

<結果>

1. 国際機関、海外各国の安全衛生行政機関、安全衛生関連学会、室内環境に関する業界団体などの調査結果

WHO では屋外の一般環境に関しては健康に関する各種化学物質の規制値を定めている。一方で屋内の空気質（indoor air quality）に関しては、2006年の専門家による会議（Global Update of the WHO Guidelines for Air Quality, WHO）において、次の二つの分野、すなわち生物因子（カビ）および特定の有害化学物質に関してガイドラインを優先して作成することが提案され、その後以下のガイドラインが発行され現在ホームページに掲載されている。

- Biological indoor air pollutants: dampness and mould (2009)
- Chemical indoor air pollutants: selected pollutants (2010)

これら2件が優先的に作成された背景としては、世界的に、カビ及び特定有害化学物質による健

康障害の発生及びその防止が、室内空気環境に関する重要な課題と認識されたと推定できる。

「Biological indoor air pollutants: dampness and mould (2009)」では、真菌類、微生物、ダニ、ウイルスなどの健康影響、湿度との関係、ばく露評価の方法、サンプリング法、湿度管理のための換気方法などが詳細に述べられている。室内の湿度に関する基準値や指針などは見いだせなかった。

生物的因子への暴露の評価に関しては、カビなどの目視観察や臭気に関して建物の居住者への聞き取りによる調査、同様に専門家による建物内の調査、及び気中の真菌類などのサンプリングや培養法などに関して詳細に記述がある。ただし、総じて暴露の評価は標準化が困難で難しいとしている。また気中の真菌類等の濃度等に関する基準値や指標値も示されていない。

「Chemical indoor air pollutants: selected pollutants (2010)」では、次の8因子について、指標値（ガイドライン）を定めている。わが国で室内濃度指針値がある一酸化炭素とホルムアルデヒドについては指針値もそれぞれ示す。一酸化炭素とホルムアルデヒドの指針値は、わが国の室内濃度指針値より、やや厳しく（小さく）なっている。

- Benzene
- Carbon Monoxide (Co)
 - 15 minutes - 100 mg/m³
 - 1 hour - 35 mg/m³
 - 8 hours - 10 mg/m³ (8.6ppm)
 - 24 hours - 7 mg/m³ (6.0ppm)
- Formaldehyde
 - 0.1 mg/m³ - 30-minute average
- Nitrogen Dioxide (No₂)
- Naphthalene
- Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)
- Radon
- Tetra- And Tri-chloroethylene

欧州規格のなかで、建物の換気に関する規格「Energy performance of buildings-Ventilation for buildings EN 16798-1:2019 [2]」があり、ビル等の建物内の温度、換気（CO₂濃度）、湿度、照明、騒音などに関する具体的な指針を示している。なお、この規格の旧版はEN 15251:2007である。

温度に関してはオフィス、及び居住用の空調のある建物についてそれぞれ、夏期の冷房時の最高温度、及び冬季の暖房時の最低温度の範囲の指針を示している。これによれば、オフィスについては標準的な範囲（カテゴリーⅡ）として20℃から26℃、より望ましい範囲として21℃から25.5℃（カテゴリーⅠ）としている。最も低いレベル（カテゴリーⅣ）の範囲は18℃から28℃である。

カテゴリーの定義を下表に示す。カテゴリーⅠは「子供や老人、障がいのある人など特別の必要性のある人に適用されてよいレベル」としている。

わが国の衛生管理基準の温度範囲（17℃～28℃）はこのカテゴリーⅣを更に下回るものであり、一般労働者に関して改善の余地が明らかにあるレベルと考えられる。更に、高齢者や障がいのある労働者に関して環境を向上される意味からは、最上位のカテゴリーⅠ（21℃～25.5℃）、または少なくともカテゴリーⅡ（20℃～26℃）を目標にすることを検討する価値があると考えられる。

二酸化炭素（換気）

室内の二酸化炭素濃度は一般に、換気の良否の指標として扱われる。本規格では、室内の二酸化炭素濃度が外気中の濃度をどれだけ上回って良いかの指標値を示している。これは、後に述べるASHRAEによる指針の設定方法と同様である。現在の大気中の二酸化炭素濃度は平均で約380 ppm、都市部においては400から450 ppm との数値があるので、外気の二酸化炭素濃度を仮に400 ppm とすれば、室内の濃度はカテゴリー

Ⅰで950 ppm、カテゴリーⅡで1200 ppm となる。なお、わが国の衛生管理基準は1000ppm以下である。

湿度

調湿機能のある建物について次のような範囲で指標が示されている。なお、わが国の管理基準は40%以上70%以下である。

照明

オフィスの執務机や会議室、データ処理、タイピング、学校の教室などにおいては500ルクス以上を指標値としている。旧版のEN 15251にはさらに細かい場所別の指標照度が示されており、廊下で100ルクス以上、階段で150ルクス以上となっている。わが国の事務所の照度基準（JIS Z9110）では事務室、会議室、印刷室、電子計算機室等で300ルクス以上、廊下、階段で100ルクス以上であるので、改善の余地があると考えられる。

騒音

ここで騒音とは建物内の一般的な騒音レベルを言うのではなく、換気などの空調設備から発生する騒音のことを言う。空調設備からの騒音が大きいと、居住者が空調能力を下げたり切ったりして、所定の空調を達成することができない。これを防止する目的で空調設備からの騒音レベルを規制する。国立大学の建物内の多数の教員居室や学生室の職場巡視結果に基づくと、二酸化炭素の濃度が1000 ppm を超えているケースが過半数であり、その一部は換気音が大きく不快なために換気スイッチを切っていることが原因であった。

オフィスの執務室に関しての標準的レベル（カテゴリーⅡ）として、等価騒音レベルで、35から40デシベル（dBA）以下の指針が示されている。わが国にこのような空調設備からの騒音を規制する指標があるかどうかは、現在のところ確認できていない。

米ASHRAE

ASHRAE（American Society Of Heating,

Refrigerating And A-C Engineers, アメリカ暖房冷凍空調学会)はASHRAE Standard 62.1として、良好な室内空気質を確保するための換気の要件を定めている。室内の二酸化炭素濃度を換気効率の代替指標としており、室外の二酸化炭素濃度より 700 ppm を超えないことが、多くの居住者にとって満足できる(人間の体臭に関して不快でない等)環境を維持するために必要であるとしている。外気の二酸化炭素濃度を300-500 ppm とすれば指標となる室内濃度は1000-1200ppm とする。以上は、室内居住者からの二酸化炭素発生量を20 L/hrとし、外気が15cfm (7.5L/sec) /人の一定速度で取り入れられ、室内の空気と均一に混合された時の定常状態での二酸化炭素濃度を示す考え方で、換気に関し他の機関の指針などにも広く使用されている。

なお、最近では省エネの圧力が強まっているため、換気の維持や強化によるエネルギー消費と二酸化炭素で代表される室内空気環境のバランスをとることが重要であるとしている。

米OSHA

OSHA (Occupational Safety and Health Administration, 労働安全衛生庁)はそのOSHA Technical ManualのSection III, Chapter 2中で、「室内空気質の調査」の項目を設け、技術的な資料や指標、分析方法等を示している。過去10年間の約500件の建物内の空気環境調査の結果については、米NIOSHの報告を引用し、問題の原因が以下であったとしている。

- Inadequate ventilation - 52%
- Contamination from inside building - 16%
- Contamination from outside building - 10%
- Microbial contamination - 5%
- Contamination from building fabric - 4%
- Unknown sources - 13%

微生物に汚染による原因が5%となっている。わが国では微生物による室内汚染の問題はそれほど聞かないように思われるが、この5%との数値のわが国と比較しての多寡については、現在判断が困難である。

推奨されるオフィスの換気量については、ASHRAEによる15cfm/人(前述のASHRAEの値)を推奨している。

空気中または水中の微生物のサンプリングについても記述がある。ここで「汚染されていることの指標」として以下を挙げている。ただしこの数値は、不安全あるいは有害な環境であることを必ずしも意味しないとも述べている。他の公的機関等の文書ではこのような指標は全く得られていないので、この指標値はユニークな(または貴重な)ものと言える可能性がある。

- 1,000 viable colony-forming units in a cubic meter of air
- 1,000,000 fungi per gram of dust or material
- 100,000 bacteria or fungi per milliliter of stagnant water or slime

その他の機関

米CDCとNIOSH、および米EPA(環境保護庁)については、室内空気質に関する管理上のガイドンス等を多数出しているが、温度、湿度、二酸化炭素(換気)、生物学的因子に関する具体的な指標値などは見いだせていない。一般論として、アメリカでは事務所則のように室内環境を測定するような法令の要求は特にない。また室内環境の測定が組織的または系統的に行われているわけでもない。最近では省エネのために換気を落とす傾向にあり、室内の汚染物質濃度は上がる傾向にあるという。

AIHA(アメリカインダストリアルハイジーン協会)は室内環境の測定に関わる専門家が多く参加する団体である。AIHAからは、室内空気質に

関する指針などは出されていない模様だが、測定に関する総説や書籍があり、今後調査の予定である。

室内の二酸化炭素濃度（指標値等）

前章で述べたように、室内の二酸化炭素濃度については内外でいくつかの基準が定められている。それ以外で目についたものを以下に挙げた。学校環境衛生基準（文科省）では「換気の基準として二酸化炭素は、1500ppm 以下であることが望ましい」としている。英国の学校の基準では、教室内の二酸化炭素は1500ppm 以下としている。

フィンランドでは換気の基準として、二酸化炭素濃度で1200ppmが定められている。オランダではピーク値として1200 ppm が定められており、スウェーデンでは1000 ppm以下 が定められている。

最近のビル評価システムである「WELL Building Standard」および「RESET」は、業務効率の向上を目的とした、従来の基準を超えた室内空気環境の基準を設定している。「WELL Building Standard」は人が多い空間においては二酸化炭素のレベルを800ppm以下に保つことを求めている。「RESET」の基準は、同様に二酸化炭素の最大許容濃度を1000 ppm とするとともに、「高業務効率を発揮できる部屋(high performance space)」として600 ppm との目標を提示している。

室内の二酸化炭素濃度と健康影響や業務効率との関係

二酸化炭素の職業性曝露の基準値は、ACGIH、日本産業衛生学会ともに5000 ppm である。一般的にこれより低い濃度であっても、頭痛や眠気などが生ずると言われている。以下に、二酸化炭素濃度（換気の良否）と健康影響または業務効率などとの関係を検討した研究を示す。

Vehviläinenは、被験者を二つのグループに分

け、換気を調整することにより、一方の 平均の二酸化炭素濃度を2700 ppm、他方を900 ppm とし、その中で4時間作業させて覚醒度、眠気、その他の生理的測定を行った。この結果、後者に比べて前者のグループでは集中力の低下、頭痛、足の冷え、目の刺激、寒気などが発生した。特に頭痛が症状として最も明らかであった。後者のグループでは特に問題はなかった。

Traubeは論文中でASHRAEで決めている基準よりも換気を強化した場合、シックビル症候群の減少や、認識力の改善という効果が見られたとの報告を複数引用している。特に以下のAllenの報告について述べている。被験者24人の6日間の目隠しテストで、外気の換気量と認識力スコアとの比較を行った。VOCが一般の建物より低い条件においては認識力スコアが61%上昇し、また換気速度が大きく二酸化炭素レベルの低い条件においては101%上昇した。もしこのような条件が労働環境として実現できれば経済的な効果は計り知れないほど大きいものになるとしている。

カリフォルニア大学のLawrence Berkeley National Laboratoryは、Fiskの大規模な文献レビューの結果を紹介している。Fiskによれば、数十校の学校内の二酸化炭素の濃度は時間平均値で500ppmから5000ppm（きわめて悪い状況）まで分布していた。また、文献レビューを総合すると、二酸化炭素濃度と学生の作業効率は換気の強化によって明らかに向上し、また健康上の症状、欠席率も減少したとしている。学校では二酸化炭素のレベルは上昇しやすく、また窓を開けることによってしか換気できないような状況もあるので、二酸化炭素のセンサを備えてその警報によって窓を開け換気を促す策も良いのではないかと述べている。

Tsaiらは111人のオフィスワーカーについてオフィスの二酸化炭素濃度、温度、湿度、PM2.5とシックビル症候群との関係を調べ相関分析を行った。この結果、二酸化炭素が800ppm以上の

レベルでは目の刺激や上気道の症状と相関がある結果となった。また、他の研究の引用があり、二酸化炭素濃度が500ppmを超えた場合に健康上の症状の訴えが多かったという結果 (Hill) , および午後の二酸化炭素濃度の平均値が1000ppm以上の場合、800ppm以下に比較し下気道中の症状と相関があった結果 (Sieber) を紹介している[12]。

以上の研究では、室内の二酸化炭素濃度を外気との換気の有効性 (換気量) の指標として取り扱っている。したがって、換気量が変わることにより二酸化炭素濃度も変わるが、同時に (各研究の条件にもよるが) 温度、湿度、空気中の汚染物質 (contaminants) などとも変化している。したがって二酸化炭素濃度が純粋に変更や業務効率に与える影響を見ているとは限らず、二酸化炭素の直接の影響については議論のあるところである。

Satishらは上記の論点に関して解説している。それによると、伝統的にはむしろ気中汚染物質が影響しており、二酸化炭素の直接の影響はないとの考え方もされてきたという。但し、2000年以降になり、二酸化炭素の純粋な影響があるとの報告が見られてきた。以下の研究はその他の条件を一定とし、二酸化炭素による単独の影響を評価したものである。

先行的な研究はKajtarらによってなされた。実験用のチャンバーに二酸化炭素を供給して600 ppm から5000 ppm までの環境を作り、被験者の認識力に関し調査した。この結果600 ppm に比較して、3000 ppm ではやや小さな、また4000ppmでは明らかな認識力の差が見られた。

Satishらは、外気との換気率を一定とし室温も一定に保ち、二酸化炭素をボンベから供給し濃度600, 1000, 2500 ppmの3条件を設定し、各被験者群に2.5時間の9種類の判断を伴う作業をさせ、各条件での判断力指標を測定した。その結果、各二酸化炭素のレベル間において統計的に有意な判断力の差が観察され、特に2500ppmで

の判断力低下が顕著だった。また、以下の考察をしている。

カリフォルニアとテキサスの小学校の環境サーベイの結果によると、二酸化炭素の平均濃度は1000ppmを超えており、そのうち多数は2000ppmを超え、さらにテキサスの教室の21%ではピークの濃度が3000ppmを超えていた (Corsi, Whitmore) 。このような濃度では生徒が学習や試験において不利益を被っている可能性がある。大学の試験会場などでも人の密度が高いことから、二酸化炭素濃度が高い可能性がある。一方でアメリカのオフィスについては一般に二酸化炭素の濃度は低いという。100件のオフィスを測定した結果では二酸化炭素のピーク値が1000ppm を超えたのは5パーセントのみであった (Perily) 。ただし会議室では1900ppmまで上昇したとの報告もある (Fisk) 。人の密度が高い航空機の客室の濃度を調査した8件の研究では、二酸化炭素の平均値は1000ppmを超えており最大時の濃度は4200ppm だったとの報告がある (Committee on Air Quality in Commercial Aircraft) 。以上から、二酸化炭素濃度の作業効率への影響に関しては、経済的な面、特定の人に対しての不利益等の面から考慮される価値があり、省エネのために建物の換気を落としてよいという動きに歯止めをかける可能性がある」と述べている。

<方法>

(多様性：がん患者復職社会心理生活状況)
2018年に厚生省遠藤源樹研究班が行ったインターネットがん患者調査において、18-65歳がんサバイバー回答者について、復職や心理社会的状況を分析した。Hospital Anxiety and Depression Scale Japanese version (HADS) で抑うつや不安症状を測定した。1,610名 (回答率13.9 %) のうち、2000年以前のがん診断や診断前から精神疾患診断をうけていた者等を除外し、1,234名を分析対象とした (男性：690名、女性：544名) 。順天堂大学医学部研究等倫理

委員会の承認を得て実施した。

（健康危機管理：COVID-19クラスター予防をめざした室内空気環境の可視化）

2020年1-8月国内で発生したCOVID-19クラスター事例のうち報道でその室内環境（形状、室内使用状況）や感染状況（在室者数、COVID-19感染（発症）者数）が把握できた事例について、室内CO2濃度の推計値を算出し、COVID-19発生状況との関連を分析した。また構築したクラスターリスクモデルをもとに実際の執務事務所環境の空気関連変数（機械換気風量、気流動線）を実測し、リスクの定量化と改善策を検討する中で、生物学的曝露リスクからの室内安全性の推進にむけた必要条件を抽出した。

＜結果＞

【1】多様性の観点からの分析

§ 1-1 § 女性活躍の視点

1986年に男女雇用機会均等法が施行され約30年、女性に対する企業による就業継続支援は広く日本社会に浸透しつつある。しかし少子高齢化による労働力不足という喫緊の課題ともあいまって、女性のライフコースや就業世代で罹患しやすい疾病も見据えた、より一層の包括的なサポートが求められている。結婚・妊娠・出産・育児というイベントと就労の両立はもちろん、貧血・乳がん・子宮頸がん・20-30代女性のやせ（低栄養）といった疾病治療や健康課題解決と就労の両立という視点の重要性も高まりつつある。

近年、がん患者の職場復帰（return to work）や就業継続（stay at work）支援に対する社会的注目が高まっているが、20-40代では女性の方が男性よりがん罹患率が高い（20代で男性の1.6倍、30代で男性の3倍）。女性活躍の視点から事務所オフィス環境整備を検討する際、乳がん、婦人科がんといった女性特有のがんに対する重症化予防（検診受診勧奨）と罹患後の就業継続支援、さらにがん治療による生殖機能への影響に対する支援（がんと妊孕性）の観点

が求められる¹⁾。

遠藤源樹准教授による日本の大企業の職域コホートの疫学調査（Endo et al, J Cancer Surviv, 10, 320, 2016）からは、就労女性のがんによる病休期間中央値は、乳がんの場合（時短勤務での復職では）91日、（フルタイム勤務での復職では）209日であった。女性生殖器がんの場合は（時短勤務）83日、（フルタイム勤務）172日であった。この結果から、乳がんや婦人科がんは、大腸がん・胃がんといった早期復職が可能な癌種と、膵臓がん・肝臓がん・血液がんといった病休が長期化しやすい癌種の中間のカテゴリーに入る。進行度によるが、乳がんの手術だけであれば2週間程度で入退院、復職が可能であることが多いことから、本調査で解析したような大企業では、術後化学療法や放射線治療の期間中も病休していたことが予想される。いずれにせよ、一般的な中小企業の病休期間が3か月程度ということとを考慮すると、職場（人事総務）や産業保健スタッフが積極的な支援をしない場合、就労女性のがん罹患による退職とならざるを得ない場合が十分ありうるであろう。さらに、術後早期に復職できたとしても、多くの乳がん治療では化学療法や放射線治療を外来通院で併用することから、通院時間や治療副作用と就労の両立を支援する姿勢も求められる。なおこの日本の大企業職域コホートでは、がん罹患病休復職後の5年勤務継続率は、乳がんでは63.4%、女性生殖器がんでは67.8%である。これは胃がんと同程度であり、企業が復職継続（stay at work）支援を充実させれば、乳がんや婦人科がんに罹患したとしても、本人が希望する限り復職後長く仕事を続けられる可能性を示している。また、乳がんでは再建術が進んでいるとはいえ、乳房や子宮といった女性特有の臓器の喪失感をはじめとして、がん罹患がメンタル面に与える影響も無視できない。同コホートの解析でも、がん罹患後の復職後・再病休の理由として、少なくない割合でメンタル

ヘルス不調があがっている。がん復職後のメンタルヘルス不調による再病休率は、復職1年後で1.00%、2年後で2.77%、5年後で4.68%に上り、同大企業コホートの一般集団での新規メンタルヘルス不調病休率0.48%/年に比較して有意に高いと考えられる。Cancer-related fatigue（がん関連疲労）や睡眠障害を含め、がんサバイバーのメンタルヘルスも考慮した職域からの支援に資するような休憩室の設計を考える必要がある。

厚労省遠藤源樹研究班が行ったインターネット乳がん患者調査（2018）における、18-69歳女性について、復職や離職状況を分析すると、269人の女性のうち40人（15%）が乳がん診断後1年で仕事を辞めていた。多変量解析の結果から、教育歴の低さ（Odd ratio 3.80（1.23-11.7））等が退職と有意に関連ある因子としてあげられた。

次にJ-FEMA study研究班（代表：遠藤源樹准教授）が国内不妊治療クリニックで実施した患者就労実態調査の1,727名の女性のうち、治療開始時に働いていた1,075名について分析すると、このうち179名（17%）がその後仕事を退職していた。多変量解析で退職と関連する因子を探索すると、教育歴の低さ（OR 1.58（1.07-2.34））、治療期間が2年以上と長いこと（OR 1.82（1.15-2.89））があげられた。また労働者の属性として非正規雇用（OR 2.65（1.61-4.37））、職場のハラスメント（OR 1.71（0.98-2.99））や支援がないこと（OR 1.91（1.28-2.86））も関連要因としてあげられた。このような労働者の多様性を前提とし、事務作業と個人の健康状態（私傷病や不妊治療）の両立を支援するために、事務所環境として望まれる休憩室・休養室の在り方について、次年度以降分析をすすめていく。

労働基準法における母性保護規定では、産後8週間の就業は禁止されている。育児介護休業法で定める、産後8週以降の育児休業の取得

期間は、企業規模に関わらず10-12ヶ月の取得者が最多（31.1%）、次いで12-18ヶ月（27.6%）となっている（いずれも2015年）。一方で3割以上の女性が産後10か月未満で復職している（平成27年度厚生労働省雇用均等基本調査）。産後過半数の女性が、分娩後3日頃からの情緒不安定・涙もろさ・抑うつ気分・不安感といったいわゆるマタニティー・ブルーを経験するが、通常は数日で、長くても1か月ほどでおさまる。一方、産後うつ病は、産後1か月以内に発症することが多く、産後6か月間で10人に1人がかかるとされる。したがって、産後まもなく、育児休業が短期で復職する女性に対しては、産業保健スタッフが積極的にメンタルヘルスクアを心がけながら支援を行うことが重要と考えられ、女性用休養室についてこの観点を取り入れたものとするのが望まれる。また産後6か月から1年以内の女性では特に、職場で搾乳する場所の確保の悩みも生じやすい。母乳保育の継続や乳腺炎の予防のために、3-4時間ごとに搾乳して冷凍保存し保冷バッグで持ち帰ることが望ましい。女性用休養室（休憩室）のレイアウトについてカーテンを取り付けるなどちょっとした工夫により、産後早期に復職した女性従業員が休養室を搾乳のスペースとして使用できる²⁾。

一方、国民健康・栄養調査（平成27年）によると、BMI 18.5 kg/m²未満で定義する「やせ」の割合は、女性全体では11.1%、うち20歳代では22.3%、30歳代では15.5%にのぼる。これは諸外国、特に先進国と比較して異例の高さといわれ、健康日本21(第二次)の数値目標に、「20歳代女性のやせの者の割合を20%以下」が設定されている。一方、わが国では低出生体重児の増加が指摘されている。経済協力開発機構(OECD;先進30か国)加盟国の平均6.5%に対して、わが国の低出生体重児は9.1%とされる(2003年)。この要因としては、母親の年齢等、人口動態統計で把握できる変数以外の因子（多胎妊娠、妊

妊娠前の母親のやせ、喫煙、妊娠中の体重増加抑制等）の関与の可能性が指摘されているとともに、やせ体型妊産婦で妊娠中の体重増加が少ないほど、light-for-date児発症が多いという報告がある。またカルシウム・鉄といった栄養摂取不足にとどまらず、多くの若いやせ女性にみられる運動不足ともあわせ、筋量や骨量（骨密度）低下から、将来のサルコペニアや骨粗鬆症のリスクも指摘されている。これらのことから、20-30歳代の女性に対する、食生活・栄養教育の重要性が示唆される。米国のオフィスビル認証基準には食堂に関する規程を含むものがあるが、わが国のオフィスで栄養の視点を考える際、この観点は不可避である。

§ 1－2 § 高年齢労働者活躍の視点

わが国の少子高齢化の進展と生産年齢人口の減少や、高年齢者雇用安定法改正（2013年）の流れをうけ、今後さらに高年齢就業者が増加することが予想される。高年齢労働者の特徴として、身体機能の低下（転倒しやすい・骨折しやすい）、感覚機能の低下（見にくい・聞こえにくい）、生理機能（代謝機能や睡眠の質）の低下、精神機能（短期記憶力や感情制御力）の低下等が挙げられている^{3,4)}。また、がんや脳心血管疾病等の罹患者も多いことから、治療と仕事の両立支援の観点が重要となる。事務所オフィス環境における対応策としてこれらの観点からの事例やエビデンスを収集していく。

高年齢就業者の増加は、有病労働者の増加すなわち治療と仕事の両立が継続的に求められる状況が多くなることを意味する³⁾。この両立支援においては、がん・脳心血管疾患・糖尿病をはじめとする生活習慣病・非特異的慢性腰痛（運動器疾患）といった疾病に加え、がんや難病で見過ごされがちなinvisible symptoms（ケモブレイン（化学療法中の一過性認知機能低下）やcancer related fatigue（非特異的疲労）、睡眠障害）等に対する対策が必要とされ

ることがある。さらに糖尿病に対するインスリンや自己免疫疾患（関節リウマチ）等に対する自己注射の普及に伴い、就業の合間（休憩時間等）にこれらの自己処置が可能となるようなプライバシーに配慮したスペースの確保が求められる。具体的には下記が検討項目となる。

- ・ 休養室の拡充（cancer related fatigue、自己注射、捕食（消化管術後））
- ・ 作業デスク（着席作業に限らない柔軟度、可動式）
- ・ 室内空気環境（香水をはじめとする臭い：空気清浄機器、スポット空調（温度の個人差対応））
- ・ 色弱・視覚障害がある労働者にもわかりやすい表示の工夫（トイレ、エレベータ、避難経路）
- ・ 聴力障害がある労働者にもわかりやすい、非常時の音声以外（赤色灯等）視覚化装置
- ・ オストメイト（トイレ）設置

§ 1－3 § 外国文化圏を背景とする労働者やLGBTQsの観点

言語や文化的背景、宗教等の多様性に対応できるオフィス環境整備として以下が抽出された。

- ・ 掲示や表示の絵表示化
- ・ トイレや休憩室の対応（宗教上必要となる対応可能なスペース、LGBTQsアクセスしやすいトイレ）

また、migrant workers特有のメンタルヘルス・感染症の問題や、わが国の医療体制（産業保健体制）の仕組みの伝え方の課題が浮き彫りとなっている⁴⁾。

§ 1－4 § 請負下請常駐スペース

近年の第3次産業では、多くの業務をアウトソーシングとして外部に業務委託する形態が増加している。その中で、IT業界や医療機関では、発注元（エンドユーザー）や元請けの事業

場内に、業務委託を受注した下請け企業の社員が恒常的に常駐して作業を行う場合が少なくない。特にIT業界では元請けから下請けの末端に至る多階層構造が常態化しており、元請け先に常駐する下請け社員に関する労働安全衛生上の課題が指摘されている。

多段階構造の元請け一下請け構造が常態化しているIT業界では、元請け先に常駐する下請けのシステムエンジニアの労働安全衛生上の課題として、労務時間や長時間残業の管理不徹底や、元請けと下請け間での安全衛生上の意識やルールの齟齬・安全衛生管理担当者が存在しないことによる下請け企業社員の被る不利益の実態が浮き彫りとなっている。オフィス室内作業環境の観点では、IT関連（システムエンジニア）下請け客先常駐労働者の調査から、常駐室内の作業環境（温湿度・照度・空調・騒音・室内人員密度（気積））に関する不都合な条件について、自身の所属先（下請け）から元請け（客先）への要望により改善可能な状態であるのはわずか30.9%であった⁵⁾。IT系下請常駐労働者の約7割が室内環境の改善について元請けにその要望を伝えられず、元請け側も問題点を把握しないもしくは把握しても改善しない実態について、今後改善策を検討する余地が大きいと考えられる。

【2】健康危機管理の観点からの分析（生物学的曝露対策：テレワーク下の産業保健活動）

❖ IoT機器を活用したモニタリング ❖

快適職場づくりや、一步すすんで、そこで働くオフィスワーカーが無意識のうちに健康（行動をとる）支援を享受できる空間づくりについて、IoTを活用した動きが国内でもみられる。作業個人的位置情報を活用した職場マネジメントは、フリーアドレス（固定席のない）オフィス室内執務空間で活用されはじめている。ビーコン（Bluetooth low energy(BLE)信号の周囲30メートル発信端末）とスマートフォンを組み合わせた個人所在のリアルタイム可視化に

とどまらず、出勤とその日の業務内容を認識してIoT制御のフリーアドレス用座席指定システムを導入する企業が少数ながら出てきている。

COVID-19蔓延時代前は、いかに生産性をあげるための事務所内の個々の労働者の繋がり作り（動線の交わり）をめざすか、それをメンタルヘルス対策に繋げるかといった課題があげられていた。COVID-19蔓延による生物学的曝露（健康危機管理）対策として、逆の発想でこれを職域内の濃厚接触者トレーシングに活用しようという試みがでてきている。

このように、IoT機器による事務所内の労働者（オフィスワーカー）個々人をモニタリングし、事務所内の環境因子として光（照明）・温湿度・音・香り、そして生物学的リスク等に関する測定分析、労働者側の因子として座位・立位を含めた姿勢や動線、作業と休憩等の情報について、集約と最適化IoT制御をめざす試みが今後求められている。

❖ 生物学的リスクへの対応 ❖

季節性インフルエンザのみならず、新興・再興感染症などグローバル化の進展に伴う事務所室内環境における生物学的リスクに対する対策の必要性が高まっている。

これまでに海外を中心に、特に室内換気、空調を介した真菌やアレルゲンに関する調査がいくつみられる。いずれもまだ室内環境基準値として設定できるレベルには至っていない。また生物学的リスクについて曝露と室内換気について複数のモデルが提示されている。室内環境・換気について生物学的曝露低減の観点から実装しうる指標の開発が求められる。

2020年初頭からCOVID-19感染症が国内外の最重要社会問題となっている。SARS-CoV-2ウイルスのヒトヒト感染伝播を疫学解析すると、感染者（spreader）から接触者に等しい確率で伝播するというより、ある特定の環境下でより強い感染伝播をみとめるとされてきた。それがいわゆる3密（密接・密集・密閉：3Cs：crowded

spaces, close-contact settings, closed spaces) である。そして、SARS-CoV-2ウイルスの感染伝播経路が飛沫・接触感染のみならずエアロゾル感染も少なからず存在する可能性が指摘されるにつれ、職域の特に事務所環境内のCOVID-19クラスターリスクをどのように定量評価してリスク低減措置をとるか、という喫緊の課題が検討されてきた。特に国内クラスター発生当初（2020年2-5月）から、宴会室内・ジム・ライブハウス等の密閉環境がとりあげられるとともに、それらの室内環境に共通する因子として、室内CO2濃度高値が推定されてきた。もともと事務所衛生基準規則でも室内空気環境の評価（換気の評価）として活用されてきたCO2濃度について、これが実際にCOVID-19感染クラスターリスクを反映するのかについて、検討を行った。

2020年2-7月に国内で発生したCOVID-19クラスター室内空間について、その室の形状やおおよその建築構造物、在室者数、使用（在室者呼吸活動）状況、使用（在室者同室滞在）時間、その後判明したCOVID-19感染者数が報道で公開されたものについて、これらの変数を収集した。それをもとに、上記換気シミュレータを用いて、まず室内推計CO2濃度を算出した。なお、室内滞在時間によって生物学的曝露の量が異なることは自明であるから、単位時間（1時間）あたりの感染者数に変換し、単位時間あたりの感染者数（時間感染率）と室内推計CO2濃度の関係を分析した。

実際のSARS-CoV-2感染曝露リスクは、感染者（spreaderと呼ぶ）の呼吸中のウイルス粒子含有エアロゾル自体にある。在室者全員によるCO2濃度は、室内の換気状況を反映するが、感染リスク定量化をより正確に検討するには、感染者（spreader）の呼吸中CO2拡散濃度を評価すべきである。したがって、2020年上半期の国内COVID-19感染状況（IgG抗体価保有率が0.5%程度かそれ以下）を鑑みて、spreaderは当初1

名であった（感染者1名が同空間に滞在した）と仮定し、そのspreader呼吸CO2の室内拡散濃度と、単位時間あたりの感染発生日（時間感染率）の関係を対数変換して分析した。

理論上、呼吸活動度（ $k=3$ ）がある程度活発な状況（酒宴懇親会、身体活動のある程度伴う公演、合唱団等）において、少なくとも我々の解析したクラスター事例から類推する限りは、2020年上半期に国内で流行したSARS-CoV-2ウイルスによる室内空間クラスターの発生の可能性をゼロに近づけるための、spreader CO2拡散濃度は70ppm未満（x切片）であると算出できる。そしてこれに対応する最低室内換気量が求められる。なおこの値は、空間内在室者の密接度や対面状況を勘案（それらの変数を投入）しても大差なく、この結果からは、SARS-CoV-2ウイルスの感染伝播経路におけるエアロゾル感染の割合が、当初の想定（飛沫・接触のみあるいはそれが主体）より大きい可能性がある。なお、在室者（spreader）の呼吸活動状況によって、クラスター発生を阻止しうる呼吸CO2拡散濃度とそれに応じた最低必要換気量は変動することになる。

ヒトが呼吸活動で吐き出す呼吸粒子エアロゾルの室内動態については、動態解析ソフトを用いて可視化することができ、室内の換気状況の変数を投入することで、spreader呼吸エアロゾルによるCOVID-19感染曝露リスクを、呼吸CO2濃度を基に可視化することが可能となる。

この理論的背景をもとに、様々な室内（執務事務室、食堂、大きな声をだすスペース）について室内CO2濃度、在室者（感染者spreader）呼吸拡散CO2濃度の推定値をもとにしたCOVID-19クラスターリスクを評価し、高リスク空間について、換気改善ならびにマイクロ飛沫（エアロゾル）滞留リスクの高い室内局所空間の改善にむけた検討を行った。その結果、図のように、換気には①十分な排気、②十分な吸気（給気）、③気流動線が在室者空間を通過するの3条件が

必要であることが抽出された。

つまり室内空間を気流トンネルと解釈し、空気が室内に入って出ていくまでの動線を意識すること、それを可視化し室内環境改善に用いることの重要性が示唆された。

①多様性の観点（女性・高年齢・請負下請客先常駐・外国等多様な文化的背景）、②健康危機管理の観点（救急・感染症（生物学的リスク）等）の観点からの文献・パイロット実態調査と、室内CO₂濃度や呼気排出CO₂拡散濃度推計によるCOVID-19クラスターリスク可視化モデル構築により、現代型グローバルオフィス環境整備に求められる検討課題について分析をすすめた。

研究4

<方法>

1) JIS照明基準の「推奨照度」

そこで、現実的な照度設定の参考にされているのが、JIS照明基準の「推奨照度」である（JIS Z 9110:2010 照明基準総則）。

JIS 照明基準は、領域における「作業」に対して推奨照度を定めているので、空間全体で推奨照度を維持する必要はない。例えば、「事務所一事務室」の推奨照度 750 ルクスは、事務作業を行う「机上面」において必要な照度であり、事務室内であっても、事務作業を行わない場所や通路などでは 750 ルクスを維持する必要はない。

人間が照度の違いを感覚的に認識するには、1.5 倍以上の照度差が必要とされている。つまり、100 ルクスとの違いを認識するには 150 ルクス以上必要である。このことを踏まえ、推奨照度には、それに対応する設計照度の範囲が次のように定められている（JIS Z 9110:2011 照明基準総則）。

加齢に伴い、網膜に到達する光の量は減少していくため、高齢者の作業には若年者より高い照度が必要である。年齢層や作業内容

を考慮した照明計画を行う必要がある。JIS 照明基準の推奨照度は、通常の視覚で行われる、通常の作業を想定しているため、「視覚条件が通常と異なる場合には、設計照度の値は、推奨照度の値から照度段階で少なくとも 1 段階上下させて設定してもよい」とされている。

設計照度を 1 段階高く設定することが望ましい場合は次の通りである。

- a) 対象となる作業者の視機能が低いとき
 - b) 視作業対象のコントラストが極端に低いとき
 - c) 精密な視作業であるとき
- 設計照度を 1 段階低く設定することが望ましい場合は、次の通りである。
- d) 対象が極端に大きい、または対象のコントラストが高いとき
 - e) 領域での作業時間または活動時間が極端に短いとき

JIS 照明基準では、照度の他に、照度均斉度、不快グレア、演色性についても推奨値を定めている。

3) 業務ビルの照度基準の国際比較 （IEA/OECD, LIGHT' S LOBOUR' S LOST Policies for energy-efficient lighting, 2006）

欧米諸国の多くは照度基準を 500 ルクス以下に指定しているのに対し、わが国の労働安全衛生規則で定める照度基準は、「精密な作業」において 300 ルクス以上としている。

<結果>

1) 照度 ≠ 「私たちが感じている明るさ」ではない

多くの人が携わる設計業務において、抛りどころとなる基準は必要であり、現在は JIS 照明基準がそれを担っている。一方で、JIS では考慮されていない照明要件のなかにも重要なものはあり、「JIS 照明基準を満たしている=快適な視環境である」とはいえない。

2016 年 6 月、日本建築学会 環境工学委員会

より発表される「新しい規準」は、重要な照明要件にも関わらずこれまでは計算が困難であった「輝度」も、近年急速に発達した照明シミュレーションソフトによって算出可能であるという前提に立ち、「照度」≠「私たちが感じている明るさ」ではないことから、視環境とエネルギーの最適化を目指した新たな枠組みの提示がされている。

2) 輝度とは

これまで照度を基準に考えられて来たが「順応」を中心に考えると、輝度バランスを整えることが快適な環境づくりとなる。照度と輝度の違いを簡単にいうと「対正面に届く光の量が照度・対象面が発する光の量が輝度」である。作業するためには適正照度が求められるが、空間を構成するには輝度が大切ということになる。同じ空間に同じ照度の光を配置しても、空間を構成する要素の反射で印象が大きく変わる。黒で統一された空間などは、大量の光を投入しても明るい空間という印象を作ることとはできないが、白で統一された空間だと、少ない光で明るい空間という感覚を提供することができる。つまり、空間の要素を考慮し、輝度配置を行い、照度を設定することが大切である。

すなわち、照度が、単位面積あたりに入射する光の量であり、単位は lx (ルクス)。光源によって照らされている面の明るさの程度を表す。それに対して輝度は、光源や被照面が発するある方向への光度を、その方向への見かけ上の面積で割った値である。単位は cd/m² (カンデラ毎平方メートル)。人の目に入る光の量を表す。照度は「ある面にどれだけの光が到達しているか」を表しているのに対し、輝度は「その面から反射された光が、ある方向から見ている人の目にどれだけ届いているか」を表している。現在の照明計画で一般的

に用いられているのは、水平面（机上面や床面など）の照度分布であるが、実際に感じている“明るさ”を表現しているのは、照度分布ではなく、輝度分布だといえる。

加齢に伴い、網膜に到達する光の量は減少していくため、高齢者の作業には若年者よりも高い照度が必要である。年齢層や作業内容を考慮した照明計画を行う必要がある。JIS 照明基準の推奨照度は、通常の視覚で行われる、通常の作業を想定しているため、「視覚条件が通常と異なる場合には、設計照度の値は、推奨照度の値から照度段階で少なくとも1段階上下させて設定してもよい」とされている。

設計照度を1段階高く設定することが望ましい場合は次の通りである。

- a) 対象となる作業者の視機能が低いとき
- b) 視作業対象のコントラストが極端に低いとき
- c) 精密な視作業であるとき

設計照度を1段階低く設定することが望ましい場合は、次の通りである。

- d) 対象が極端に大きい、または対象のコントラストが高いとき
- e) 領域での作業時間または活動時間が極端に短いとき

JIS 照明基準では、照度の他に、照度均斉度、不快グレア、演色性についても推奨値を定めている。

3) 業務ビルの照度基準の国際比較 (IEA/OECD, LIGHT' S LOBOUR' S LOST Policies for energy-efficient lighting, 2006)

表 照度と輝度の違い

	照度	輝度
単位	Lx (ルクス)	cd/m ² (カルデラ毎平方メートル)
計算の難しさ	簡単	難しい
見る方向による影響	なし	あり
被照面の反射率による影響	なし	あり
適用	机の上などの作業面の明るさを検討したいとき	空間の明るさ感や実際の雰囲気を検討したいとき

研究 5

<方法>

事務所環境と気分に関する研究論文について、Pub Med (Web版) を使用して75文献を収集した。その中から、事務所環境のさまざまな条件について検討するために影響因子6項目を示す23文献を抽出し、環境ストレス因子と心理的影響に関する知見をまとめた。

検索式は、Office AND (temperature OR humidity) AND ((mood OR emotion) OR performance) AND workers NOT environment である (実施日2019/11/07)。

<結果>

1992年から2019年までの23文献を分析対象として、環境ストレス因子の「騒音」「温度」「湿度」「照明」「事務所デザイン」「化学物質」の6項目についてどのような影響があるのかを検討した。

1. 騒音の影響

温度、空気の質、騒音、化学物質の存在などを含めた室内環境は、職場の仕事の満足度、感情的幸福、健康、欠勤との関係に影響を与えることが示唆されている。職場の室内環境において労働者が感じる快適性には「騒音」が最も強く影響していることが報告されている。他にも「騒音」が仕事の能率性 (パフォーマンス)

スを低下させることが多く報告されている。114人のオフィス労働者を対象とした8か月間の縦断研究において、環境ストレス因子としての「騒音」「照明」「温度」の不適切な状態は、労働者の健康状態 (気分、頭痛、「オフ」感) を低下させ、間接的にパフォーマンスを低下させることが報告されている。

騒音の中でも、Pawlaczyk-Luszczyńska M (2006) らの報告では、実験室環境とフィールド調査の両方において低周波騒音 (LFN) に曝された場合、主観的評価として不快感が示されていた。騒音の影響に焦点をあてた研究では、騒音曝露労働者群 (交通警察官39名) と対照群 (市役所事務職員42名) との比較研究がある。結果は、2群間では認知および情緒プロフィール (POMS) に顕著な差は認められなかったが、騒音曝露労働者は、習慣的な環境ストレス因子に曝露された時、ストレスに対する高い脳感受性を選択的に示したことから、「騒音」ストレスが常態化することでより刺激に反応しやすくなることが示唆された。

一方、騒音ではないが、職場で流されるBGM (background music) の影響について検討するために実験を実施した研究がある¹⁵⁾。対象者は32名の大学生を3群に

分けて、グループ[a]は10分間の注意力テスト中に音楽を聴き、グループ[b]は全く音楽がなく、グループ[c]は注意力テストの10分前に音楽を聴かせる条件で実施した結果、注意力テスト中に音楽を聴いた群は、得点のばらつきが極めて大きく、BGMは労働者のパフォーマンスに影響を与えていることが示唆された。人の情動に影響する音楽が、必ずしも環境に効果的な影響を与えるとはいえず、知覚する対象者によっては雑音のような不快な刺激として知覚される可能性があると考えられる。ホテルや病院などの待合室で流される癒し効果を期待したBGMと異なり、作業をしている事務所環境で流されるBGMには、受け取る対象者によっては「騒音」になる可能性がある。

2. 温度の影響

Sakellaris IA (2016) らの報告では、主観的IEQと労働者の快適さとの関係性を評価したところ、快適性には「騒音」が最も強く影響し、次いで「空気の質」、「光」、「温度」の順であった。

高気温または低気温に起因する温度不快感 (thermal discomfort) はオフィス労働者の生産性に負の影響を及ぼしていた⁶⁾。この研究では、参加者は、実験室での曝露中にコンピュータ化神経行動試験を行い、心拍変動 (HRV) および脳波 (EEG) を含む生理学的パラメータを測定した。いくつかの主観的評価尺度 (Thermal sensation votes (TSV)、POMS、Well-being and motivation) を用いて、参加者の気分、幸福感、モチベーション、および作業による負担感を評価した。暑すぎるという不快感 (warm discomfort)

t) は参加者の幸福感に悪影響を及ぼし、HRVの高頻度 (HF) に対する低頻度 (LF) の比率を増加させることが分かった。このことから、主観的評価尺度は生産性に対する室内環境 (IEQ) の効果を評価する際の神経行動機能尺度の補足として有用であることが示された。事務所環境において温度不快感には個人差があり、労働者の主観的評価に基づいて温度設定をする必要があると考えられる。

3. 湿度の影響

学校における厨房施設の環境の湿気に着目して調査した結果、湿度が高い環境では微生物濃度が高く、厨房労働者だけでなく事務員の呼吸器および全身症状を悪化させていた。

また、オフィス労働者を対象に勤務時間の大半を30%~60%の相対湿度 (relative humidity, RH) の条件で過ごした人は、乾燥状態で過ごした人よりも勤務中のストレスが25%少ない結果が示され、睡眠の質とも間接的な関連を見出した。さらに、RHの最適値が約45%付近に存在することが示唆されている。前述した温度と合わせて、適度な湿度の設定が身体と心理の両方の健康維持のために必要である。

4. 照明の影響

オフィス環境における昼間の労働時間中の高青色白色光 (blue-enriched white light) への曝露の影響を調査するために、各参加者は2つの照明条件に曝露され、それぞれ4週間継続した。1つは高青色白色光 (17000K) 白色光 (4000K) であり、その順序はフロア間でバランスをとり、質問票および評価尺度を用いて

8週間の介入期間を通して、覚醒度、気分、睡眠の質、パフォーマンス、精神的努力 (mental effort)、頭痛および眼の緊張、および気分を評価した。その結果、白色光 (4000K) と比較して、高青色白色光 (17000K) は、覚醒 ($P < 0.0001$)、陽性気分 ($P = 0.0001$)、パフォーマンス ($P < 0.0001$)、夕方の疲労 ($P = 0.0001$)、易刺激性 ($P = 0.004$)、集中力 ($P < 0.0001$) および眼の不快感 ($p = 0.002$) を改善し、高青色白色光では、昼間の眠気が減少し ($P = 0.0001$)、夜間睡眠の質 ($P = 0.016$) は改善していた。

適切な照度だけでなく、高青色白色光 (blue-enriched white light) は白色光 (4000K) と比較して、より効果的であることが示唆された。

5. 事務所デザインの影響

「職場デザイン (特に、個人別オフィスと共有オフィスの比較) は労働者の健康に影響するか?」どうかを検証する目的で、2000年から2017年の間に発表された論文に限定されたシステマティック・レビューを実施したところ、各オフィスと比較した共有オフィスまたはオープンプランオフィスの健康への影響を扱った15件の関連研究が同定された。この結果から、個別オフィスと比較して、共有またはオープンオフィススペースは従業員の健康に有益ではなく、スタッフの健康、福利および生産性に有害な影響を及ぼすというこれまでの研究結果と一致していることが明らかにされた。

また、米国のオフィスビルを中心に、主観的に評価した室内環境パラメータと建物の特徴が入居者の満足度に影響するこ

とを検討するため、建設環境センターが10年間に351のオフィスビルの52,980人の入居者に実施したウェブ調査のデータを分析した¹²⁾。その結果、最も重要なパラメータは、空間量に対する満足度

(オッズ比OR 1.57、95%CI:1.55~1.59)、雑音レベル (OR 1.27、95%CI:1.25~1.29)、視覚的プライバシー (OR 1.26、95%CI:1.24-1.28) であったことから、オフィスビルの設計者にはこれら3点を配慮した建築が推奨されることが考えられる。オフィス労働者は、窓の近くの個室が与えられたときに、自分の作業空間と建物に最も満足するであろうと示唆している。

6. 化学物質の影響

シックハウス症候群は、現代のオフィスビルの労働者の訴える一連の症状に与えられた用語であり、外気の供給が減少したときに建物内から発生する汚染物質の蓄積により起こると仮定されている。

シックビルディング症候群に典型的な症状、筋骨格症状、および報告された屋内環境曝露、心理状態、労働ストレス、および職場における対人関係の間の関係を、3つの建物の624人の事務所労働者を対象に調査した研究では、症状の有病率は3つの建物で同様であったが、女性は男性よりも、3つの建物すべてにおいてほとんどの症状を訴える傾向が高く、心理的・症状および性別が、シックハウス症状の有意な独立予測因子であることを示した。また、シックハウスの自覚症状と室内環境の関連では、4つのオフィスビルにおける外気供給の変化が労働者の自覚症状と室内環境の認識に及ぼす影響を検討した結果、外気供給の増加は、職場環境に

対する労働者の認識やシックハウス症候群の典型症状に影響しなかった報告もみられた。

最近、日本では都市ごみ焼却炉（MSWI）のダイオキシン問題が社会問題となったことから、このストレスの多い出来事が労働者にもたらした影響に関心があり、MSWI労働者のメンタルヘルス状態をオフィス労働者と比較して評価することを意図した研究がある。対象は、2つのMSWI工場および1つの地方自治体の公務員、健康管理に従事していた20人の国家公務員、および55人のMSWI労働者であった（いずれも男性）。被験者に年齢、教育キャリア、および労働スケジュールについてインタビューを実施し、POMSおよびGHQ30を用いて被験者の気分状態を評価した。POMSは、Tension - Anxiety、Depression - Dejection、およびFatigueレベルが、健康管理作業群で高いことを示した。GHQ30では、全身疾患、社会機能障害、不安・不快気分状態が、健康管理者群で異常に逸脱していることが示された。GHQ30スコアで評価した全身精神衛生状態も、事務労働者群で異常に逸脱した。これらの結果は、健康管理作業群のメンタルヘルス状態はMSWI作業群より悪いことを示した。これは、ダイオキシンに曝露されたのではないかという恐怖によって増強されたMSWI作業員のストレスは、行政職員が通常被っているストレスを超えていないことを意味している。

化学物質による症状に対応するには、心理的症状、性別などを考慮して、換気、温度などの環境ストレス因子を適正に保

つ必要があると考えられる。

<方法>

インターネットを利用した在宅勤務（テレワーク）に対して、テレワークが労働者のパフォーマンスまたは健康にどのような影響を及ぼすか検討する文献調査を行った。

2020年9月28日にPubMedで、remote-work、Telework × Performanceおよび(On-line work + Telework) × Healthをキーワードとして検索を行い、それぞれ、35、14および349の文献が該当したので、これらの抄録を検討し、目的に沿う文献を抽出した。

<結果>

テレワークは多種多様な概念を含み、(Table 1)、多くの業種をカバーするものとなっている。Dingel JJ & Neiman B (2020) は、米国のすべての職種について在宅作業の可能性を分類し、米国の雇用の37%は在宅で完全に遂行できるが、都市や産業によるかなりのばらつきがあると報告した。また、在宅で可能な仕事は、通常、これが不可能な仕事よりも賃金は高い。一方、在宅で不可能な仕事は、米国の全賃金の46%を占めている。我々の分類を他の85カ国に適用すると、低所得国では、在宅で可能な仕事の割合が低いことがわかった。

テレワークは、弾力的な勤務を可能とするため、特に、障がいをもつ労働者に役立つとされている。Nishina M.

(2010) は、テレワークは通勤を必要としないため、省コスト・環境にも優

れている。テレワーキングシステムは、安全性の向上など、さまざまなメリットがあり、生活のさまざまな場面に应用できると考え、進行性筋ジストロフィーおよび交通事故による右半身まひの男性労働者2例のケーススタディーを行った。著者は、テレワークの安全性、経済的、環境上の利点が実証されたとしている。

Ekberg K. ら (2016) は、2015年10月14～16日に米国マサチューセッツ州ホプキントンで開催された「障害を予防するための雇用者慣行の改善研究」会議にもとづき、新しい労働様式 (alternate work arrangement) として、(a) 短期・一時雇用 (b) 小規模職場 (c) 仮想的労働/テレワーク (d) lone workers (フリーランス) を挙げている。職場復帰 (RTW) および職場での障害予防に対して、これらを含めた柔軟な労働様式の検討が必要としている。

Murray B & Kenny S. (1990) のアイランドでの調査は、重度身体障害者のテレワークの状況を示した。彼らに対する介護は、採用、テレワークに適した仕事の特定、事業主によるテレワークの管理に引き継がれている。また、在宅勤務は、在宅勤務が主たる場合からこれと従来のオフィス活動を組み合わせたものまで、非常に柔軟であることも示唆された。テレワークは、重度障害者のための新たな機会を創出すると同時に、雇用中に障害者となった人々が職を維持できるようにできると結論づけられた。しかし、コンピュータや高度情報通信技術の利用に

ついては、労働者が適切な訓練を受けることが重要であり、多くの場合、在宅訓練が必要である。

Linden M. & Milchus K. (2014) は、雇用上の配慮 (accommodation) という便益にもかかわらず、障がい者のテレワークの普及率は一般集団ほど高くないとして、米国で全国横断調査を行った。この結果、ホワイトカラーおよび知的職種ではテレワークが他の職種の2倍実行しやすく、うちテレワークを行うものは弾力的なスケジュール運用が非実行者比べ2倍行いやすかった。テレワーク労働者の47%のみがテレワークを仕事上の配慮ととらえており、そのうち57%がテレワークに満足し、また76%が仕事の遂行に重要であると報告した。弾力的なスケジュール運用は、特にテレワークを配慮とみなす人々にとっては、従来方式の雇用による苦痛や疲労の減少が主な便益であった。テレワークに対する満足度があまり高くなかったことは、他の雇用関連の障壁の存在を示唆する。

一方、テレワークはエネルギー消費と大気汚染を減少するという主張がある。

Kitou E. & Horvath A. (2003) は、テレワークおよびテレワーク以外のシナリオにシステムモデルを適用し、企業または家庭を職場とした場合のそれぞれで、移動、暖房、冷房、照明および電子・電気機器使用による温室効果ガスほかの大気排出量を定量化した。米国のデータを用いた解析により、典型的なテレワークは大気への排出ガスを削減する可能性があることが分かった。

しかし、一連の可能性のあるパラメータに対して確率論的分析を行うためにモンテカルロ・シミュレーションを用いたところ、汚染物質により影響が異なることが示唆された。即ち、CO₂、NO_x、SO₂、PM10、COは減少するが、N₂O、CH₄は減少しない。テレワークにより、通勤の影響は減少する可能性があるが、自宅で過ごすことによる影響はこれらの削減を相殺する可能性がある。職場をテレワーク時に他の労働者と共有するか、全く無人としないとオフィスに関わる影響を低減できない可能性がある。テレワークの発展が見込まれる州（カリフォルニア州、ジョージア州、イリノイ州、ニューヨーク州、テキサス州）では、テレワークによって排出量を節約することができるが、通勤や気候パターンおよび電力の組み合わせに依存する。環境に有益なテレワークプログラムは、主に通勤パターン、エネルギー使用、職場や家庭環境、設備に依存する。

一般の労働者にとってテレワークがどのようなメリットがあるか、実証研究が重要となっている。Allen TDら（2015）は、その総説で、在宅勤務（telecommuting）は、ますます一般的になってきており、研究者および実務家の双方から大きな関心を集めているとして、在宅勤務の定義と概念および研究対象が多様であるとのべている。前者については、在宅勤務の定義により導き出される結論が影響されることを述べている。また、仕事—家庭葛藤、態度、および労働の結果（仕事の満足

度、組織のコミットメントと一体感、ストレス、パフォーマンス、賃金、離職等）に対する在宅勤務の影響を検討する必要があるとしている。さらに、健康上の問題として在宅勤務に伴う人間工学的問題、身体活動低下、食事の不摂生を挙げている。Fetzner MA（2003）は、PROCEMPA（Porto Alegre市のデータ処理会社）を対象とした事例研究により、テレワークの実行には、技術、組織、心理、法、労働組合の側面からの検討が必要であることを示した。Hoffman KE. ら（2020）は、テキサス大学放射線腫瘍学部門（放射線腫瘍学、放射線物理学および実験放射線腫瘍学）の職員を対象に、遠隔作業の影響の把握、ならびにCOVID-19ウイルス終息後の持続可能性を電子メールにより調査した。981名中575名（59%）が回答した。回答者のうち、ある程度の燃え尽き（burn out）を訴えたものは32%であった（前年の同じ調査は40%）。その割合は、放射線腫瘍部の教員および治療者が最も高かった（それぞれ47%および44%）。自宅で勤務した職員の大半はその経験に肯定的であった（74%、323/436）。この肯定的な感覚は、燃え尽きの減少と関連していた（P = 0.030）。また、在宅勤務を好まない理由は、子供/家族ケアと情報技術の問題であることが示唆された。燃え尽きは、COVID前と比してCOVID-19期間に増加しなかった。在宅勤務への移行をほとんどの労働者がプラスと受け止め、各職種にとって燃え尽きを減らす大きなメリットとなったとして

いる。

Steidelmüller C. ら (2020) は、テレワークには弾力性向上などのメリットがあるが、テレワークとプレゼンティーズム (presenteeism) などの自己危険行動 (self-endangering behavior) との関連が明らかであると指摘している。著者らは、European Working Conditions Survey 2015の6th waveに回答した25,465人を解析したところ、在宅テレワークとプレゼンティーズムには正の関係があり、かつにプレゼンティーズムの評価尺度を変更した感度分析に対してこの結果はrobustであったと報告した。プレゼンティーズムは特定の疾患でみられるが、事業者は在宅テレワークに関連する潜在的リスクを認識し、自己危険行動を減らすようにすべきであるといえる。

在宅勤務は、仕事と家庭のバランスをとる上で有利であろうか？ Duxbury L. & Halinski M. (2014) は、1週間に1時間以上在宅勤務 (テレワーク) に従事した1,806人の男女専門職のデータの分析により、1週間当たりのテレワークの時間数が、仕事負担 (1週間当たりの労働時間) による緊張 (労働役割過負荷) を減少させるが、家庭の負担 (1週間当たりの育児時間) ・役割過剰 (緊張) の減少は少ないことを示した。すなわち、テレワークは労働者の職場での負担軽減にはなるが、家庭の助けにはならなかった。

Higgins C. ら (2014) は弾力的な労働様式 (FWA; Flexible Work Arrangements) と仕事-家庭葛藤について、介

護作業員16,145人を調査した。この結果、フレックスタイムおよびテレワークでは、9~17時固定勤務および圧縮勤務週 (CWW; Compressed Work Weeks) スケジュールより仕事によるWFC (Work-to-Family Conflict) が高く、9~17時スケジュール作業より、特に仕事の負担が高い場合、家庭によるFWC (Family-to-Work Conflict) が高かった。この結果は、フレックスタイムやテレワークよりも、固定勤務およびCWWスケジュールの効果的な利用により、仕事-家庭葛藤を減らし、ひいては従業員のメンタルヘルスを改善できることを示唆している。

テレワークがワーク-ライフバランス (WLB) に及ぼす影響について、Jacukowicz A. & Merecz-Kot D. (2020) は、オンライン労働者189人 (オンライン常駐が必要) と通常オフィス労働者200人 (主に他の部門とのコミュニケーションと情報検索にインターネットを使用) を対象とした調査から、オンライン作業の方がWLBの満足度が有意に低く、仕事-家庭葛藤がより高かったと報告している。一方、Manssour A. B. (2003) は、テレワークがジャーナリスト活動の生産性や質を高め、個人生活と労働環境を改善するとしている。テレワークによる労働者の心身の影響についての検討も必要である。Robertson MM. ら (2012) は、これまでと違った場所で勤務するテレワーカーの増加に伴い、安全衛生の問題がますます重要になっているとしている。新しい課題への対処には、マクロ人間工学

的アプローチまたは作業システムが必要である。これらにより、テレワーカーの健康と安全に対する組織的、心理社会的および職場リスク因子の影響を解明する。個人―集団―組織の各レベルのアプローチが必要である。また、Golden TD.& Schoenleber AH. (2014) は文献研究により、テレワーカーが援助申請行動 (help-seeking behavior) を取る際の主観的負担と意志の理解が、個人及び組織に対して効果的・生産的な影響をもたらすとしている。さらに、Konradt U. ら (2000) は、テレワーカーのためのヘルスサークル (HC) という活動を提唱した。彼らは、3回のHCセッションを開催し、各セッションでは、専門的なファシリテーターによる講演後、参加者が選んだ議題、即ち、家庭用コンピュータの技術的問題、時間管理、上司、同僚、顧客とのコミュニケーション、本社からの孤立感、について討議した。参加者はこれらストレス要因を議論するほか、互いの経験の交流と外部専門家の支援に基づく具体的な対処戦略を策定した。HCにおける個人的経験の交換と情報提供が非常に有用であり、対処戦略策定に役立つことが明らかになった。さらに、2か月後の質問紙調査では、参加者が対照群のテレワーカーよりもストレス因子の有意な改善を報告した。De Croon EM. ら (2005) は、オフィスの3つの側面、即ち (1) オフィスの場所 (例えば、テレワークか従来型か)、(2) レイアウト (例えば、オープンレイアウトか個別か)、

(3) 使用法 (例えば、固定か共有か)、がオフィス労働者の労働負荷、資源、短期・長期反応にどのように影響するかを文献レビューした。その結果、オープンオフィスがプライバシーおよび仕事の満足度を低下させることを明らかにした。さらに、証拠は少ないが、オープンオフィスは認知的作業負荷を増強し、かつ対人関係を悪化させること、ワークステーション間が近いことが認知的作業負荷を増強し、プライバシーを減少させること、さらに、デスク共有がコミュニケーションを改善することが示唆された。新しい様式のオフィスには人間工学の関与が労働者の労働負荷、資源および福利を保護する上で有意義な役割を果たすことを示唆する。特にオープンオフィスの影響に注意を払うべきである。

Mula A. (2018) は、職場におけるスタンディング・デスク導入を論じている。座ることが喫煙と同じとされて頻繁に座ることをできるだけ避ける傾向が広がっている。長時間着席を必要とするため、コンピュータベースのワークステーションでスタンディング・デスクが導入されている。しかし、長期の立位が人間システムにも有害な影響を及ぼし得ることを議論することが重要である。「座ることは新しい喫煙である」という言葉を、「移動しないことは新しい喫煙である」という言葉に置き換えることができれば、健康的なコンピュータ作業環境・方法を解明することができる。

<方法>

柔軟な働き方 (Flexible work) の抱

える潜在的な健康・社会生活リスクに関して、文献を中心に考察した。また、SEWB評価尺度日本語版（後述）を開発した。

＜結果＞

1. テレワーク／リモートワーク

Allen TD et al の総説³⁾は、リモートワークに相当する用語を”Telecommuting”として、既存の文献で取り上げられた概念を表1のようにまとめている。この総説では、”Telecommuting”は、ますます一般的になってきており、研究者および実務家の双方から大きな関心を集め、その定義と概念および研究対象が多様であり、研究面では、定義により結論が影響されることが述べられている。また、仕事—家庭葛藤、仕事への態度、および労働の結果（仕事の満足度、組織のコミットメントと一体感、ストレス、パフォーマンス、賃金、離職等）に対する在宅勤務の影響を検討する必要があるとしている。

表1 Telecommunicatingの概念	
Distributed work	労働者が地理的な境界を越えて働き、共通の目標を達成するために、ある程度のコンピューターを介したコミュニケーション。
Flexible work arrangements	標準的な労働日に、従来の時間的・空間的境界を越えて働くことを可能にするオプション。
Remote work	労働者が通勤圏を越えた場所に居住し、勤務する。通常、フルタイムのテレワークを含み、代替地への勤務場所の変更につながる可能性。
Telecommuting	1. 通勤の一部または全部を電気通信（telecommunication）技術により代替。

	2. 従来の職場や自宅から離れ、一定時間働く。コミュニケーションはコンピューターを使った技術による。 3. 電気通信技術に支えられた在宅勤務。 4. 通信技術に支えられて、通常の職場以外の場所で労働者が業務を遂行する体制。 5. 情報通信技術の利用によって、個人が従来の職場に通勤しなくてすむ労働環境に変更。 6. 労働者が自宅や地理的に便利な他の場所で、正規の職務を遂行できる仕組み。
Telework	1. 次のいずれかの働き方 (a) 自宅又はサテライトオフィスからのリモートワーク、(b) 主として現場で行われるテレワーク、(c) 家庭、仕事及び現場の状況を組み合わせて、働くことができるネットワーク。 2. 情報通信を利用して、職場外で業務の一部又は全部を行う業務組織形態。 3. 労働の成果を生み出し、提供するための共同の場所（コロケーション）に依存しない、技術を介したコミュニケーションと高度な情報処理能力に依存する労働。 4. 通常の職場以外の場所で、技術的なつながりに支えられて、労働者が通常業務を遂行する仕組み。
Virtual teams	空間的・地理的に分散した労働形態。一般的に、比較的短期間、技術依存型のコミュニケーション、かつ対面交流の不足が特徴。

2. 自己を危険にさらす働き方 (Self-Endangering Work Behavior)

(1) 概念

Dettmers, J et al ⁴⁾によれば、柔軟な働き方への要求が次第に高まる中、企業は、労働者に自己管理と自己規律にもとづく組織的・管理的慣行を適用し、日常業務の遂行に対する労働者のコントロールを向上させている。これらの慣行は、個人の成長と、仕事と私生活の調整の機会を提供するが、その結果として自

律性と自己管理の要求が増加し、労働者に過剰な負荷を与えることになる。さらに、労働者は、多大な仕事量や自己管理の必要性に応じて、自己搾取的で健康に悪影響を与えるような対処行動

(coping) をとるようになる。彼らは、この対処行動を、自己を危険にさらす働き方 (Self-Endangering Work Behavior, 以下、SEWB) と呼んでいる。

この論文中に引用されたKrause, A et alの論文⁵⁾では、こうした対処行動の8

つの類型が挙げられている。すなわち、
(1) 労働時間の延長と回復の放棄
(extension of work time and not
taking time to recover) 、
(2) 労働密度の強化 (work
intensification) 、
(3) 疾病就業 (sickness
presenteeism) 、
(4) 心身の状態を保つための刺激物乱用
(abuse of stimulants in an attempt
to optimize internal states) 、
(5) リラックスを促進するための鎮静剤
乱用 (abuse of sedative substance to
facilitate relaxation) 、
(6) 仕事の質の低下 (reducing quality
of work) 、 (7) 安全規定違反 (failure
to comply with security
regulations) および
(8) ごまかし (faking) である。

Dettmers, J et al ⁴は、仕事の負担への対処行動には逃避的 (avoidance) および能動的 (active) 対処があり、ストレスによる心身影響を前者は増悪し、後者は緩和するとしている。しかしながら、SEWBは能動的対処行動ではあるが、従来の理解とは異なり、労働者の心身に悪影響を及ぼすと指摘している。また、過度の労働という点でSEWBはワーク・エンゲイジメントやオーバーコミットメントと共通するが、SEWBが特定の観察可能な行動であるのに対して、後2者は心理的状态を表すと述べている。同じく、過度の労働をもたらすワーカホリズムが内的動機にもとづくのに対して、SEWBは自律性と自己管理のプレッシャーという外的要

因からもたらされるとしている。彼らは、SEWBは、労働目標の達成に関しては機能的であるが、健康および長期的な労働能力に関しては有害な影響を及ぼすと示唆している。

(2) 柔軟な働き方における対処行動 —エンゲイジメント、ディスエンゲイ メントおよびSEWB

Deci, N et al⁶⁾によれば、柔軟な働き方をする労働者は、自分自身を管理し、かつ仕事の目標達成に責任を負う必要がある。彼らは、柔軟な働き方をする労働者の対処行動として、エンゲイジメント、ディスエンゲイジメントおよびSEWBを取り上げ、専門家グループ (エンジニア、建築家、コンピューター技術者、広告業者、弁護士など) 485人を対象とした調査で、これらの対処行動を比較検討した。対象者の半数以上は、労働時間およびいつ働くかを自分で決めることが可能であった。

Deci, N et alは、エンゲイジメントは、ストレスまたは関連する感情に対処することを目的とし、ストレスに対する能動的な行動、計画およびサポートの探索から成り、労働者に好ましい心身影響を与えると考えた。逆に、ディスエンゲイジメントは、回避、すなわち行動的・精神的な離脱または拒否であり、問題に積極的に直面することを回避して感情的な緊張を軽減することを目的とし、しばしば心身の不健康状態をもたらすと想定した。彼らは、これら2つの対処行動を既存の尺度で評価し、SEWBについては、5つの下位尺度 (21項目、5段階

リッカート尺度) から成る自記式質問票、を用いて測定した。

調査の結果、対象者の感情的疲弊 (emotional extension) と心身の自覚症状 (psychosomatic complaints) のいずれも、SEWB (extension of working hoursを除く) により増加していた。この増加は、エンゲイジメント、ディセンゲイジメント、仕事の負担および仕事の資源 (上司のサポート、自律性、フィードバック) を重回帰分析で調整して観察された。したがって、SEWBそれ自体が対象者の健康に負の影響を及ぼすと結論付けた。

(3) 疾病就業 (sickness presenteeism) と疲弊 (exhaustion)

体調不良で休むべきなのに出勤している状態は、一般的にプレゼンティーズム (presenteeism) と呼ばれるが、「病気をもちながら出勤している状態」、「出勤している労働者の健康問題に関連した労働生産性損失」、あるいは「出勤している労働者の生産性低下」を意味することもある⁷⁾。SEWBの文脈では、この「病気をもちながら出勤している状態」 (working despite illness) を疾病就業 (sickness presenteeism) としている。

Knecht Met al⁸⁾は、労働者にある程度の裁量を持たせる間接的管理 (indirect control) は、自律性を保証する反面、自己管理の負担を増加させるとして、間接的管理下にある労働者607人の調査により、仕事の負担、SEWBと (exhaustion) の関係を検討した。結果は、SEWBが仕事の負担と疲労との関連を

部分的に説明することを示していた。これには、intensification of working hours, extension of working hoursおよびfakingといった要素が関与していたが、working despite illnessは関与していなかった。

Steidelmüller C et al⁹⁾は、テレワークと疾病就業で表されるSEWBとの関連が明らかであると指摘している。彼らは、「Sixth European Working Conditions Survey 2015」に回答した25,465人を対象として在宅テレワークと疾病就業の関係を検討した。対象者のうち過去1年間に病気であるにもかかわらず働いたことがある者は38%であった。解析の結果、疾病就業の頻度 (prevalence) と週当たりのテレワークの回数と正の関係が観察された。この傾向は、性別によらず、またPC使用者、慢性疾患の無い者あるいは常勤者に限っても同様であった。さらに、疾病就業の評価尺度を変更した感度分析に対してこの結果はロバストであることが認められた。彼らは、事業者は在宅テレワークに関連する潜在的リスクを認識し、SEWBを減らすようにすべきであるとしている。

(4) SEWB評価尺度日本語版 (J-SEWB) の開発

本研究では、もともとドイツ語であったSEWB評価尺度の日本語版 (J-SEWB) を開発し、その妥当性と信頼性を検証した¹⁰⁾。SEWB評価尺度は「労働時間の強化」、「労働時間の延長」、「回復/余暇活動の控え」、「病気にもかかわらず働く」、「刺激物質の使用」の5つの下位尺度を構成する21項目で成っており、各項目を

日本語に翻訳し、逆翻訳を検討して用語を確定した。

その後、インターネット調査会社に登録された常勤被雇用者600人に対してJ-SEWBをオンラインで実施し、内部一貫性（クロンバックの α 係数）および因子の妥当性（主因子法による分析後エカマックス回転）を検討した。クロンバックの α 係数は、5つの下位尺度で0.846から0.964の範囲であり、21項目合計で0.957であった。因子分析では各下位尺度に対応する5つの因子が抽出された。21項目合計スコアは、柔軟な作業（裁量労働制ほか）と長時間労働と関連していた。

3. ワーク・ライフ・バランス

Duxbury L. & Halinski M¹¹⁾は、1週間に1時間以上在宅勤務（テレワーク）に従事した1,806人の男女専門職のデータの分析により、1週間当たりのテレワークの時間は、仕事負担（1週間当たりの労働時間）による緊張（労働役割過負荷）を減少させるが、家庭の負担（1週間当たりの育児時間）・役割過剰（緊張）の減少は少ないことを示した。すなわち、テレワークは労働者の職場での負担の軽減にはなるが、家庭の助けにはならなかった。

Higgins C et al¹²⁾は、柔軟な労働形態（FWA; Flexible Work Arrangements）と仕事-家庭葛藤

（WFC; Work-to-Family Conflict）について、介護作業員16,145人を対象に検討した。この結果、フレックスタイムおよびテレワークでは、9～17時固定勤務および圧縮勤務週（CWW; Compressed Work Weeks）スケジュールより、仕事による

WFCが高かった。また、9～17時固定勤務より、特に仕事の負担が高い場合、家庭によるFWC（Family-to-Work Conflict）が高かった。この結果は、フレックスタイムやテレワークよりも、固定勤務およびCWWスケジュールを効果的に利用することにより、WFCを減らし、ひいては労働者のメンタルヘルスを改善できることを示唆している。

テレワークがワーク・ライフ・バランス（WLB）に及ぼす影響について、Jacukowicz A. & Merecz-Kot D¹³⁾は、オンライン労働者189人（オンライン常駐が必要）と通常オフィス労働者200人（主に他の部門とのコミュニケーションと情報検索にインターネットを使用）を対象とした調査から、オンライン作業の方がWLBの満足度が有意に低く、WFCがより高かったと報告している。

ここでは、SEWBを中心に取上げたが、最後に挙げたワーク・ライフ・バランスの問題にも、その関与が推定される。なお柔軟な働き方の総合的な評価や対応の指針としては、厚生労働省から「テレワークの適切な導入及び実施の推進のためのガイドライン」が本年3月に発表されているので、参考にする必要がある¹⁴⁾。

今回開発したJ-SEWBは、満足のいく信頼性と構成概念の妥当性を備えた、日本人労働者のSEWBを評価するための効果的なツールであると思われる。今後、この尺度を使用した日本人労働者を対象とする調査研究が待たれる。

研究6

<方法>

医学中央雑誌およびOvid Medlineで検索を行った。労働者，勤労者，腰痛，Occupational Injuries, Prevention & Control，職場環境，エルゴノミクスなどの検索語を用い，医学中央雑誌では3件，Medlineでは19件がヒットした。アブストラクトの内容から本研究と関連があると考えられたのは7件であった。このうち入手可能だった7件の全文を読み，その中から主要な1文献を中心にレビューを行った。

倫理的配慮： 文献レビューであり，特に倫理的配慮は必要がない。

＜結果＞

2016年11月17日以前に公開された文献のメタ解析を実施し、腰痛に焦点を当てて、座位・立位ワークステーションと筋骨格不快感との関係を扱ったシステマティックレビューに関して要旨をまとめた。

（背景情報）

- 米国労働者にて就業時間の約3分の2がsedentaryである、NHANES 2003-2006の研究で米国成人のsedentaryの時間を測定、1日8 - 9時間であることが報告されている。sedentaryなライフスタイルと中枢脂肪症、リポタンパク質リパーゼとの間に関連性があり、心血管系疾患を含めた死亡率が増加している。

- sedentaryが主な原因であると考えられる身体的な不快感をオフィスワーカーの60%が訴えている。

- コンピューター作業中の首と肩の筋肉の持続的な緊張は、痛みの発生の素因として特定されている。

- 長時間の静的姿勢を軽減し、生理学的および生体力学的負荷を最小限に抑える作業位置の開発に多くの注意が向けられている。座位姿勢を比較すると、疲労と快適性に違いがあることを示され、たとえば、腕を支えて座り、背もたれの傾きを大きくすると、椎間板と背中筋肉にかかる圧縮力が減少する。長時間座位では筋骨格痛が生じるだけでなく、これらの障害を治療せずに放置すると、重大な労働災害が発生し、医療費・労働生産性低下にて数十億ドルの経済損失が発生する可能性がある。

- トレッドミルデスクなどの運動ワークステーションは、長時間の座位に関連する筋骨格の不快感と心臓代謝の懸念に対処するために登場した。いくつかの研究では、座りがちな時間、肥満度指数、および筋骨格の不快感の減少が示されるものの、仕事のパフォーマンス上昇に関して結果は一貫していない。高コスト、スペースを要する、ワークステーション上ですべての作業タスクを完了するのが困難であるなどの理由から、トレッドミルデスクは実用的ではない。

（結果）

- 2016年11月17日以前に公開された文献のメタ解析を実施。Sit-stand workstationと筋骨格不快感との関係を検討

- 12論文をPick up, 8論文でメタアナリシス

- Sit-stand workstationの筋骨格

不快感に与える影響の標準化平均差 (Standardised mean difference :SMD) は-0.2395であり、95%信頼区間は-0.437～-0.023であった。解釈に関しては以下に示す。

●8文献中、1文献において (Karacolis, 2016) がmaleとfemaleに分けて結果が提示されているので、SMDの95%CIが9つ提示されている。複数の研究において、同じ構成要素を測定するために異なるツールが使われている場合に連続データを統合するためのSMDが用いられる。SMDは、もとの測定単位ではなく、標準偏差 (SD) の単位として介入効果を表すもので平均差 (ベースラインから研究終了までの変化、または研究終了時の値) を当該研究の対照群での標準偏差で割ることにより、平均差を標準化したものである。

●コーエンによる効果サイズの解釈は、 < 0.40 : 小さい効果、 $0.40 \sim 0.70$: 中等度の効果、 > 0.70 : 大きい効果となっており、本研究の結果は小さい効果ということになる。

●funnel プロットにて公表バイアスを表示しているが「funnel プロットによって公表バイアスが評価できる前提として、精度が小さい研究から大きな研究まである程度、縦軸がばらつく必要があり、観察研究のように、症例数設計をしにくい場合は、精度は相対的に大きくばらつくはずであるが、無作為化臨床試験のように厳密な症例数設計を行う場合は、精度が研究間でばらつきにく

いため、funnel プロットによる公表バイアスの視覚的検討は困難である」ことから参考として提示している。

funnel プロットが左右対称性であれば横軸と縦軸の相関は0になることを利用して、ケンドールの順位相関係数を計算のうえ公表バイアスの有無を検定しており、本研究においては実質的な出版バイアスはない。

本研究では、適切なオフィス環境構築の参考事例を提示することを目的に「腰痛予防に資するオフィス環境・エルゴノミクスに関する国内外のエビデンス」に関する文献レビューを行った。

主要な1文献を中心にレビューを行い、Sit-stand workstationは特定の集団では筋骨格系不快感に効果量は少ないものの有益であることがあきらかになった。腰痛予防に関して、適切な人間工学と高さ調節可能なワークステーションを使用する際に、個別のトレーニング/教育が必要とされる。現場への導入を考えると教育用の資材が必要となる。また勤務時間の1日を通して姿勢を変えることの重要性を想起させるようなシステムの構築が効果的であるものと予想される。

<方法>

1. 調査方法

インターネット調査パネルへの登録者から、全国の就労者を対象にWeb調査を

行った（調査期間：2020年7月～8月）。対象は、20歳～64歳で、過去4週間で身体のどこかに痛みがあったと回答し、かつ就労している者（パート、アルバイト、派遣、フリーランスなどを含む）とした。完全失業者、就業していない学生・専業主婦・退職後の者は除外した。本研究は、東京大学大学院医学系研究科・医学部倫理委員会にて承認された後に実施した。

2. 調査項目

調査項目は、基本情報（年齢、性別、身長、体重、婚姻状況、最終学歴）、就業形態、業種、過去4週間における痛みの有無、新型コロナウイルスの感染拡大による緊急事態宣言および外出の自粛に伴う、①痛みの変化の有無および変化した部位、②テレワークの導入状況、③身体活動量の変化、④ストレスの変化とした。

痛みの変化については、「新型コロナウイルスの感染拡大による緊急事態宣言および外出の自粛により、あなたの痛みに、どのような影響がありましたか」という問いに対して、「大変強くなった／いくらか強くなった／変わらない／いくらか軽くなった／大変軽くなった、またはほとんど無くなった」の中から1つ選択してもらった。変化した痛みの部位について、頭、首、背中、肩、肘、手首・手、腰・でん部、大腿、膝、足首・アキレス腱・足部・足趾、その他、の中から回答してもらった。

テレワークの導入状況は、「新型コロナウイルスの感染拡大による緊急事態宣言および外出の自粛を機に、テレワークが増えましたか」という問いに対して、次

の中から1つ選択してもらった：①テレワークが出来ない職種である、②テレワークが可能な職種であるが、導入されていない、③新型コロナを機にテレワークが始まった、④以前からテレワークが導入されていて、テレワークの時間は変わっていない、⑤以前からテレワークが導入されているが、テレワークの時間が増えた、⑥以前からテレワークが導入されているが、テレワークの時間が減った、⑦現在、働いていない（休職中を含む）。上記のうち、③または⑤を選択した就労者を「テレワーク導入／増加あり」、それ以外の者を「テレワーク導入／増加なし」として、2群に区分した。

身体活動量およびストレスについては、新型コロナウイルス感染拡大による外出の自粛等による主観的な変化の程度を、5件法（大いに減った／少し減った／変わらない／少し増えた／大いに増えた）で回答してもらった。

労働機能障害は、Fujinoらが開発したWFun（Work Functioning Impairment Scale）を用いて評価した³⁾。WFunは体調不良時の仕事への影響度を7問で評価する質問票であり（7～35点）、点数が高いほど労働機能障害の程度が大きいことを示す。先行研究³⁾を基に、21点以上を（中等度以上の）労働機能障害ありとした。

3. 統計解析

痛みの変化について、解析対象者を「痛み増悪あり」「痛み増悪なし」の2つに区分し、多変量ロジスティック回帰分析を用いて、痛みの増悪に対するオッズ比（OR）および95%信頼区間（CI）を

算出した。労働機能障害の割合の比較は、カイ二乗検定を用いた。P<0.05を有意差ありとした。

＜結果＞

過去4週間で身体のどこかに痛みがあったと回答した4,028名のうち、就労している者は1,999名（解析対象者）であった。解析対象者は、男性70.3%、平均年齢は42.4歳（標準偏差11.6）であった。新型コロナウイルスの感染拡大による緊急事態宣言および外出の自粛に伴う痛みの変化については、痛みが増悪した（大変強くなった／いづらか強くなった）が15%、変わらないが74%、軽減した（いづらか軽くなった／大変軽くなった）が11%であった（図1）。痛みが増悪した身体部位は、首、肩、頭、腰・でん部が多かった。

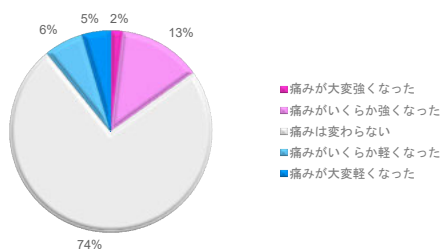


図1. 新型コロナウイルス感染拡大による緊急事態宣言および外出の自粛に伴う痛みの変化

解析対象者の中で、「テレワーク導入／増加あり」に該当した者は536名

（26.8%）であった。新型コロナウイルスの感染拡大による身体活動量の変化は、

減少（大いに減った／少し減った）が48%、不変が43%、増加（少し増えた／大いに増えた）が9%であった。ストレスの変化については、増加（大いに増えた／少し増えた）が46%、不変が43%、減少（少し減った／大いに減った）が11%であった。

テレワークと痛みの増悪との関連を検討した結果、「テレワーク導入／増加なし」と比較して、「テレワーク導入／増加あり」の痛みの増悪に対する調整OR（95%CI）は、2.13（1.62-2.81）であった（表）。

表. テレワークと痛みの増悪との関連

		痛み悪化 n (%)	Adjusted* OR (95%CI)
テレワーク	導入／増加あり	126 (23.5)	2.13 (1.62-2.81)
	導入／増加なし	176 (12.0)	1.00

* 性、年齢、BMI、身体活動量、ストレスで調整

身体活動量の変化（減少あり、なし）とテレワークの状況（導入／増加あり、なし）の組合せにより、対象者を4つに区分してサブ解析を行った。「テレワーク導入／増加なし・身体活動量減少なし」群を参照点とすると、痛みの増悪に対する調整OR（95%CI）は、「テレワーク導入／増加あり・身体活動量減少なし」で3.06（1.86-5.05）、「テレワーク導入／増加なし・身体活動量減少あり」で4.47（3.14-6.36）、「テレワーク導入／増加あり・身体活動量減少あり」で7.45（5.09-10.90）であった（図2）。

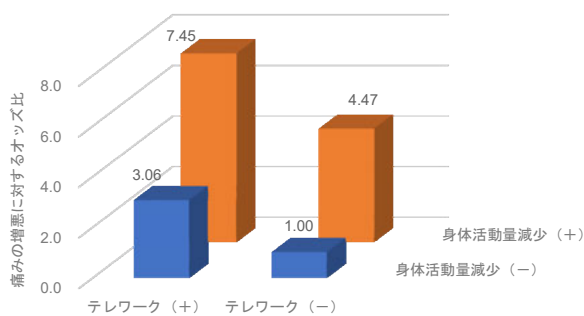


図2. テレワークと身体活動量の組合せと痛みの増悪との関連

労働機能障害を示す者の割合を、テレワークおよび痛みの増悪別に図3に示す。「テレワーク導入／増加あり」群で15.9%、「テレワーク導入／増加なし」群で17.2%で両者に差は見られなかった ($p=0.470$)。一方、「痛み増悪あり」群で30.5%、「痛み増悪なし」群で14.4%で両者に有意差を認めた ($p<0.001$)。

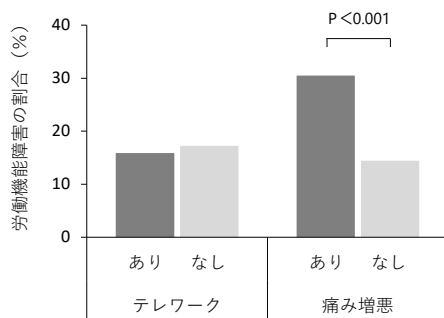


図3. テレワーク／痛みの増悪別の労働機能障害の割合

＜方法＞

1. A社（花王株式会社）

2021年7月に腰痛・肩こり対策セミナー「これだけ体操でGENKIチャレンジ」と題してオンラインセミナーを実施した。健康診断予約時の問診にて「腰痛」「肩

こり・首の痛み」が慢性化していると回答した14,000名を対象にダイレクトメールにて参加を呼び掛けた。参加者は申込時に、症状の程度、労働生産性、講師への質問について回答した。

セミナー内容は、首の不調/肩こりの対策（眼精疲労を含む）、腰痛の基本対策（ハリ胸ふりケツ）、腰痛“これだけ体操”、ぎっくり腰対策、“貯金”（おすすめ筋トレ）、座る環境、左右差、健康長寿にむけて、肥満の話、転倒予防！いきいき健康体操、その他の事前質問への回答、マインドフルネス、美ポジ体操について1時間実施した。参加者は、オンラインセミナー当日と、事後に録画をオンデマンドで視聴できることとした。解析方法は、カイ二乗検定を用いた。 $P<0.05$ を有意差ありとした。

2. B社（株式会社エクサ）

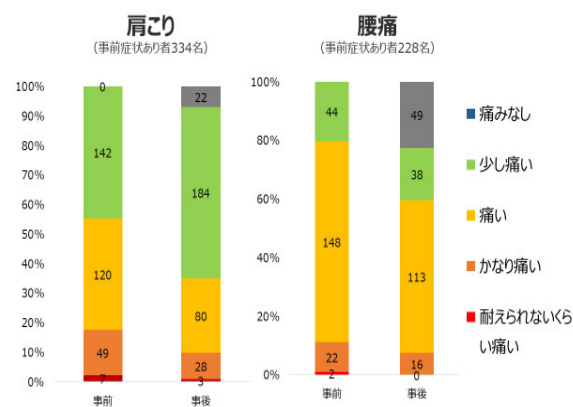
2021年5月「テレワーク×腰痛・肩こり×運動不足」と題してオンラインセミナーを実施した。企画の段階で健康保険組合と人事、保健師が相談した。在宅勤務が多く腰痛・肩こり対策の一環として衛生委員会にて承認を得て参加を呼び掛けた。参加者は社内イントラネットで事前にエントリーし、痛みの程度、在宅勤務の困りごとについてのアンケートに回答した。セミナー時間は、多くの人が参加できるように、1回30分とし、同じ内容を2回実施した。

＜結果＞

1. A社

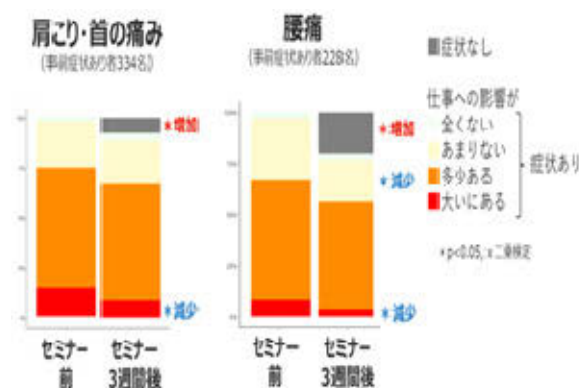
リアルタイムで視聴した者が585名（視聴時間内訳：15分未満55名、15分以上30分未満40名、30分以上45分未満54名、

45分以上60分未満62名、60分以上374名)、録画視聴回数は395回であった。セミナー後のアンケート回答者数は535名であった。セミナー内容に関しては、「参加してよかった」、「やや良かった」が424名(89%)で、その理由として「体操がすぐできそう、続けられそう(89人)」、「知りたかったことが知れた(85人)」、「わかりやすかった(73人)」、「体操の効果を実感した(46人)」といった回答が多くあげられた。その他には、「社内のメンバーと数名で受講しましたが、久しぶりに人と交流しながら一緒に体を動かすことができ、とても楽しかったです。その後もメンバーと連絡をとりながらお互いにチェックし合い、続けることができました。本当に楽しかったし、リフレッシュすることが出来ました」の感想が聞かれた。痛みの程度は、申込時に肩こり・首の痛みありが334名(痛みの程度内訳:耐えられないくらい痛い7名、かなり痛い49名、痛い120名、少し痛い142名)、腰痛ありが228名(痛みの程度内訳:耐えられないくらい痛い2名、かなり痛い22名、痛い148名、少し痛い44名)であったが、セミナー3週間後には肩こり・首の痛みありが22名減少して312名(痛みの程度内訳:耐えられないくらい痛い3名、かなり痛い28名、痛い80名、少し痛い184名)、腰痛ありが49名減少して179名(痛みの程度内訳:耐えられないくらい痛い0名、かなり痛い16名、痛い113名、少し痛い38名)であった。(図1)



【図1 セミナー前後の肩こり腰痛の程度】

仕事への影響は「大いにある」が肩こり・首の痛みありの者のうち、6.4%減少し、腰痛ありの者のうち4.4%減少した。(図2)



【図2 肩こり腰痛の仕事影響度変化】

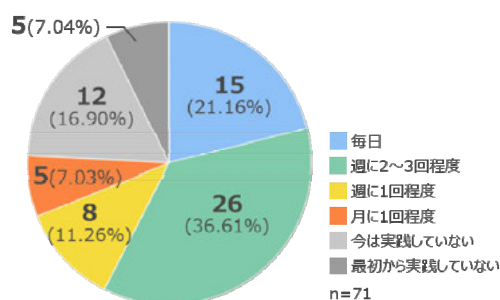
2. B社

事前アンケートで在宅勤務の困りごと(複数回答可、n=56)として身体各部の不調ありが35名(52.2%)で部位は腰・肩・首の痛み22名(32.8%)、目の疲れや痛み6名(8.9%)、その他の部位の痛み7名(10.4%)であった。運動不足・体力低下・体重増加が26名(38.8%)、作業環境が不適合だというものが11名(16.4%)、メンタルの不調が8名

(11.9%)、ライフスタイルの変化が6名(9.0%)、姿勢の悪化6名(8.9%)、その他(日光に当たる機会が少ない、たばこを吸いすぎるなど)7名(10.4%)であった。

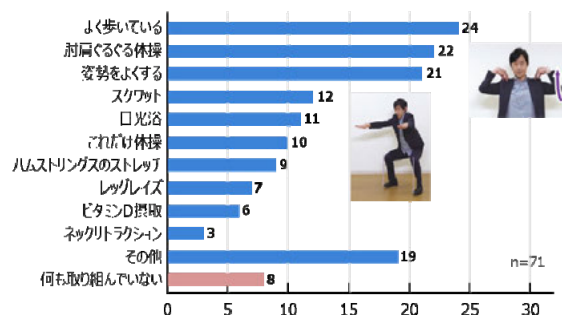
セミナー内容(n=153名)に関しては、良かった117名(76.5%)、ほぼ良かった30名(19.6%)、普通4名(2.6%)、あまり良くなかった1名(0.7%)、良くなかった1名(0.7%)であった。実践してみようと思うことがあったが150名(98.0%)、なかったが3名(2.0%)であった。

受講5ヶ月後のアンケート(n=71)では、現在も何らかの取り組みを続けているかに対して、毎日:15名(21.2%)、週に2~3回程度:26名(36.6%)、週に1回程度:8名(11.3%)、月に1回程度:5名(7.0%)、今は実践していない:12名(16.9%)、最初から実践していない5名(7.0%)であった(図3)。



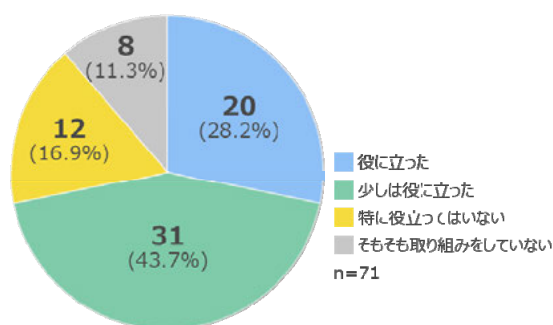
【図3 セミナー後の対策実施状況】

現在取り組んでいることは(複数回答可、n=71)、よく歩いている、肘肩ぐるぐる体操、姿勢をよくする、スクワット、日光浴であった(図4)。



【図4 セミナー後の取り組み内容】

また、それらの取り組みが仕事のパフォーマンスに役立ったかについては、役に立った20名(28.2%)、少しは役に立った31名(43.7%)、特に役立っていない12名(16.9%)、取り組みをしていない8名(11.3%)であった(図5)。



【図5 取り組みが仕事のパフォーマンスに与える影響】

D. 考察

今回の研究では、テレワークを実施する2社の従業員を対象に肩こり・腰痛対策のオンラインセミナーをそれぞれ1時間・30分間実施した。

A社では、事前に講師への質問を受けるなどの工夫をした。セミナー内容について肯定的な意見が89%と多くを占めた。否定的な意見からは、当日の音声対策(音声が聞き取りづらかった)が課題として挙げられた。またセミナー前は562

名が肩こり腰痛の痛があったもののセミナー3週間後には71名が痛みなしに改善した。さらに痛みによる仕事への影響が大いにあると答えたものは肩こり・首の痛みで6.4%減少し、腰痛は4.4%減少した。

B社では、受講者のうち95%は「良かった・ほぼ良かった」と回答し、セミナー5ヶ月後も「よく歩いている」、「肘肩ぐるぐる体操」、「姿勢をよくする」、「スクワット」などを実施している頻度が「毎日」「週に2・3回程度」が57.8%であった。さらにそれらの取り組みが仕事のパフォーマンスに役立っていると71.9%が回答した。

肩こりや首の痛み、腰痛といった筋骨格系疼痛は、プレゼンティーイズム（出勤はしているものの、生産性が低下している状態）をもたらす健康問題として挙げられており³⁾、さらにテレワーク実施により悪化する傾向にある痛みを、オンラインセミナーで改善ができる可能性が示唆された。実際、健康経営の評価項目として、生産性の低下防止に肩こり・腰痛等の筋骨格系の症状の予防のための具体的な支援として、セミナーやアプリの使用といった取り組みも含まれている⁴⁾。

これらの対策を各労働者が実施するだけでなく、オンライン会議などを活用して担当者を設定し、「今日の体操」を会議の前後で取り入れることも行動変容に役立つのではないかと考えられる。

D. 健康危険情報

該当事項なし

E. 研究発表

各分担報告の中で記載する。

F. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

2. 実用新案登録

3. その他

1・2・3ともに該当事項なし

Ⅱ. 分担研究報告書

オフィス環境／ビル管理の安全性・利便性・健康快適性に関する国内外の認証基準と
テレワーク・フリーアドレス・個別分散形態の事務作業場による
健康影響や生産性影響の調査

研究分担者 花里真道 千葉大学予防医学センター 准教授

研究要旨

国際的には、建築・ビル管理の観点より、2006年の国連環境計画金融イニシアチブと国連グローバル・コンパクトにより策定された Principal for Responsible Investment 以降、ESG(Environment, Social, Governance)を基本とした評価が普及しつつある。これは、オフィスワーカーが知的生産性向上を健康な状態で実現するための取組みとして、大きく、建物・室の基本性能、運営管理、プログラムに分け、基本性能をさらに、①健康・快適性(空間・内装、音、光、空気空調、リフレッシュ、運動)、②利便性(移動空間・コミュニケーション、情報通信、災害対応)、③安全性確保(有害物質、水質、セキュリティ)の観点から評価する。わが国では CASBEE(建築物総合環境性能評価システム)や、国土交通省のとりまとめによる、健康・快適なビル認証をめざす提言(ESG 投資の普及促進に向けた勉強会/最終とりまとめ(平成 30 年 3 月))のベースとなる複数の評価ツール(SWO チェックリスト(日本サステナブル建築協会)、BOMA360 パフォーマンスプログラム(全米ビル協会、日本ビルディング協会連合会)、WELL Building Standard、Fitwell(米国疾病管理予防センター(CDC))等)が提案されている。健康オフィスに関する国内外の認証制度を調査し、WELL、Fitwel、CASBEE-WO の 3 種の認証制度の概要・評価指標を整理し、各々の評価割合を得た。

テレワーク・フリーアドレス・個別分散形態の事務作業場による健康影響や生産性影響の調査に関する文献調査を実施した。その結果、情報機器での作業に起因する健康への影響、運動不足による健康への影響、換気不足による健康への影響、食習慣の乱れによる健康への影響、メンタルヘルスへの影響、といった課題が得られた。また、テレワーク、在宅勤務環境の評価ツールの必要性が指摘できた。

新型コロナウイルス感染拡大対策の一環でリモートワークの導入が進んでいる。しかし、在宅勤務時における生産性と身体活動の関連に関するエビデンスは限られている。建設会社1社のオフィスワーカーを対象として、プレゼンティーズムと在宅勤務時の身体活動の関連を調査した。ストレッチなどの軽運動を1日1回以上実施する者で生産性の高い関連がみられた。

新型コロナウイルス感染拡大対策の一環でリモートワークの導入が進んでいる。しかし、在宅勤務時における生産性と身体活動の関連に関するエビデンスは限られている。建設会社1社のオフィスワーカーを対象として、プレゼンティーズムと在宅勤務時の身体活動の関連を調査した。ストレッチなどの軽運動を1日1回以上実施する者で生産性の高い関連がみられた。在宅勤務時の身体活動を向上させる要因と生産性との更なる研究が期待される。

A.研究背景および目的

昭和47年に定められた事務所衛生基準規則（以下、事務所則）は、事務所における各種衛生基準を定めている。しかし、分煙や禁煙の広がり、空調設備の機能向上、IT機器を用いたデスクワークの普及はもとより、テレワークや、固定席を設けないフリーアドレス制オフィスの出現、女性・障害者・外国人労働者の増加に示されるような、労働形態・室内職場環境・労働者自身の多様性に富む現代の室内執務環境について、改めて基準の妥当性や国際認証基準との整合性を検討する必要性が生じている。

国際的には、イノベーションの誘発、生産性の向上、人材の獲得の観点から、よりよいオフィス空間や環境への関心が高まっている。また、近年の健康経営やESG(Environment, Social, Governance)投資などの視点も加わり、オフィスワーカーの健康を増進させる空間づくりへの期待や関心も高まり、いくつかの認証制度が運用されている。本研究では、代表的な認証制度としてWELL(WELL Building Standard)とFitwel、国内からはCASBEE-WO(Wellness Office)の計3種の認証基準の指標を比較し、事務所則の検討に活かす基礎資料を得ることを目的とする。

2020年4月、新型コロナウイルス対策の措置としての「緊急事態宣言」発令に伴い、在宅勤務をはじめとするリモートワークを導入する企業が急速に増加した。「緊急事態宣言」解除後、在宅勤務とオフィス勤務を併用した働き方が模索されている。この新しい働き方が定着するかどうかを左右する要因のひとつとして、在宅勤務の生産性に依存することが指摘されている¹。在宅勤務時の生産性調査では、生産性が向上したという声もある一方、反対に低下したという声もあり、結果は一定ではない^{2,3,4}。また、オフィスワーカーの生産性に関する研究では、身体活動が生産性向上に寄与する可能性が報告されているが⁵、在宅勤務時の身体活動と生産性に関する研究は見られない。なお、コロナ禍の下、在宅勤務による運動への影響について詳述する研究

は見られるようになった。例えば、コロナ禍の下、在宅勤務の増加が身体活動の機会が低下したことを実証する研究では、座位の時間が在宅勤務によってどのくらい増加したのか述べている^{6,7}。また、テレワーク・自宅待機による運動不足の解消に焦点を当て with コロナの生き方の一端を詳述したもの⁸では、在宅勤務時のエネルギー消費量から運動と食事の視点で対策が述べられている。本研究では、在宅勤務とオフィス勤務併用の新しい働き方において、在宅勤務時の身体活動と生産性との関連を明らかにすることを目的とする。

B.研究方法

WELL、Fitwel、CASBEE-WOの各基準について、評価方法を確認、評価指標を一覧し、評価割合について整理する。

テレワーク・分散型執務が労働者の健康にもたらす影響に関する国内外の調査研究の成果について、学術論文のみならず、インターネット記事、プレスリリース、報道など様々な文献を対象として調査した。

東京と大阪の2つのオフィスビルに勤務する建設会社のオフィスワーカーを対象に、健康、行動、オフィス環境に関して、2016年から継続調査を行っている⁹。2020年12月の5回目調査に参加し回答に欠損がなく、在宅勤務を実施したことのある642名（男性484名、女性158名）の回答を分析対象とした。

目的変数は、オフィスワーカーのパフォーマンスの高さとした。WHO-HPQ(Health and work Performance Questionnaire)¹⁰を用い、パフォーマンスを絶対的プレゼンティーズム0(最悪のパフォーマンス)から100(最も優れたパフォーマンス)で計測し、80以上とした。

説明変数は、在宅勤務日のストレッチやラジオ体操などの軽運動の頻度(1回未満/週、1-4回/週、1回以上/日)とした。平均歩数は、会社から貸与されているiPhoneもしくは個人使用のスマホのデータを参照し月別に回答させ、6月

から12月の平均値を算出し、三分位した（5059歩以下／日、5060- 6720歩／日、6721歩以上／日）。

共変量は性別、年代、職種、職階、在宅勤務頻度、在宅勤務日のひとり作業時間（6時間未満／日、6時間／日、7時間以上／日）、会議頻度（2回未満／週、2-3回／週、4回以上／週）、テキストメッセージでの仕事の会話頻度（3回未満／日、3-9回／日、10回以上／日）、電話やビデオ通話での仕事の会話頻度（2回未満／日、2回／日、3回以上／日）とした。

絶対的プレゼンティーズムの記述統計、度数分布を求めた。次にロジスティック回帰分析にて、オッズ比(OR)と95%信頼区間(95%CI)を算出した。分析にはSPSS ver.25を用いた。

C.研究結果

（認証の概要）

WELLは、健康増進に繋がる建築物・空間を認証する国際認証制度で、2014年に運用されている。登録、評価、提出、検証、認証というプロセスを経る。2020年2月時点で、58ヶ国で277件の認証があり、3748件認証待ちの登録状態にある。日本では、5件認証があり31件が登録状態にある。認証費用は、5000 sq feetの規模で、約127万円である。

評価項目は、「空気(Air)」、「水(Water)」、「栄養(Nourishment)」、「光(Light)」、「運動(Fitness)」、「快適性(Comfort)」、「精神(Mind)」の7カテゴリで、100個の中項目(Feature)に、205評価指標がある。建築環境の分野から、空気や水、光など、特定できる曝露因子をもつカテゴリがあるとともに、建築計画の分野から、快適性や精神性など室の機能やレイアウトなどデザインに関わる要因のカテゴリもある。

必須条件(Preconditions)と最適化条件(Optimizations)の2種類があり、最適化条件の達成度合いにより認証種類が区別される。80%達成以上達成するとプラチナ、40%～80%達成するとゴールド、他はシルバーという認証区

別がある。

Fitwelは、WELLと比較してより、簡便・安価で運用される認証制度として2017年より運用されている。米国CDCにより開発がスタートした特徴がある。2020年2月時点で、世界40ヶ国で、370件認証があり、980件が認証待ちの登録状態にある。日本からは1件の登録に留まる。認証費用は、5000 sq feetの規模で約66万円である。

評価項目は、「ロケーション(LOCATION)」「建物へのアクセス(BUILDING ACCESS)」「屋外空間(OUTDOOR SPACES)」「エントランスと地上階(ENTRANCES AND GROUND FLOOR)」「階段吹抜け(STAIRS)」「室内環境(INDOOR ENVIRONMENTS)」「ワークスペース(WORKSPACES)」「共有スペース(SHARED SPACES)」「水の供給(WATER SUPPLY)」「カフェテリアと調理食品店(PREPARED FOOD AREAS)」「自動販売機とスナックバー(VENDING MACHINES AND SNACK BARS)」「緊急操作(EMERGENCY PREPAREDNESS)」の12カテゴリで、73評価指標がある。指標ごとのウェイト付き得点が計算され144点満点で評価される。125～144点は三つ星(★★★)、105～124点は二つ星(★★)、90～104点は一つ星(★)である。WELLと同様、建築環境の指標と建築計画の指標の両面がある。

CASBEE-WOは、国内の認証制度で、2019年に運用が開始した。2020年2月時点で8件が先行認証されている。認証費用は、5000 sq feetの規模で約50～70万円である。

評価項目は、5大カテゴリ(1健康性・快適性、2利便性、3安全・安心性、4運営管理、5プログラム)に、16中カテゴリ(空間・内装、音環境、光・視環境、熱・空気環境、リフレッシュ、運動、移動空間・コミュニケーション、情報通信、災害対応、有害物質対策、水質安全性、セキュリティ、維持管理計画、満足度調査、災害時対応、プログラム)があり、計60評価指標で評価される。配点は、5大カテゴリの各々20点で計100点である。WELLと同様、建築環境の指標と建築計画の

指標の両面がある。

(評価割合)

WELL の必須条件の評価割合を図 1 に示す。空気、水、栄養など、数量として測定できうる項目の比重が大きい。WELL の最適化条件の評価割合を図 2 に示す。加点要素として、精神性、身体活動、光環境など、デザインや建築計画に関わる要素の比重が大きい。

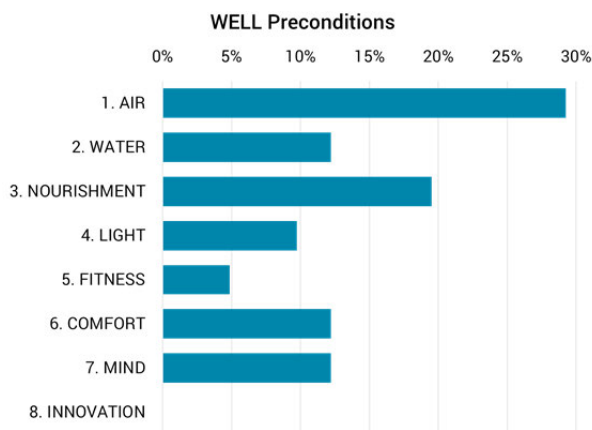


図 1 WELL の必須条件の評価割合

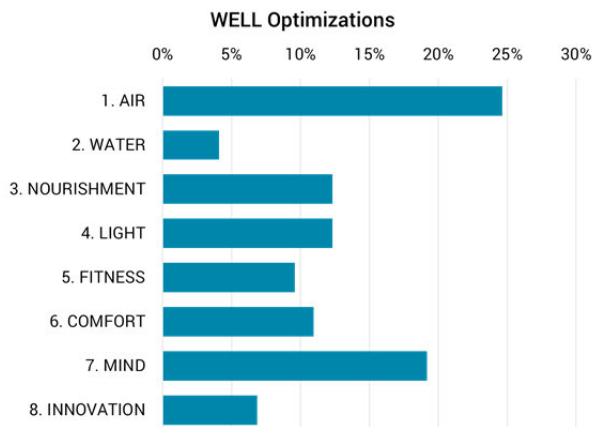


図 2 WELL の最適化条件の評価割合

Fitwel の評価割合を図 3 に示す。WELL と比較して、LOCATION、ACCESS、OUTDOOR SPACES、ENTRANCE など、建物の立地環境、外構など、外部アクセスの重要性を捉えている特徴がある。近年の建造環境・都市デザインと健康に関する研究を充分に考慮していると言える。室内空間

では SHARED SPACES の充実を高く評価している。

CASBEE-WO の評価割合を図 4 に示す。健康増進プログラムや移動空間・コミュニケーション、維持管理計画などの比重を高く設定している。差がでる部分の評価比重を高く設定していると考えられる。

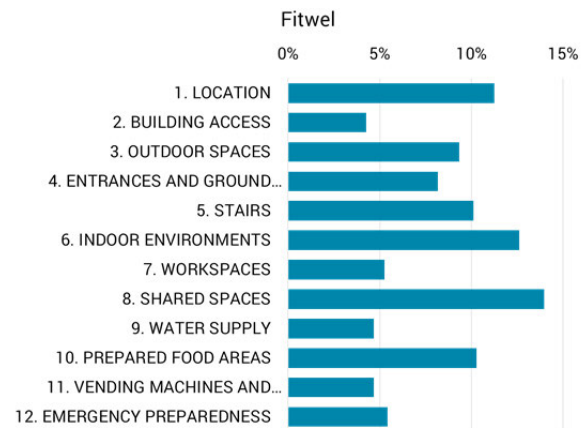


図 3 Fitwel の評価割合

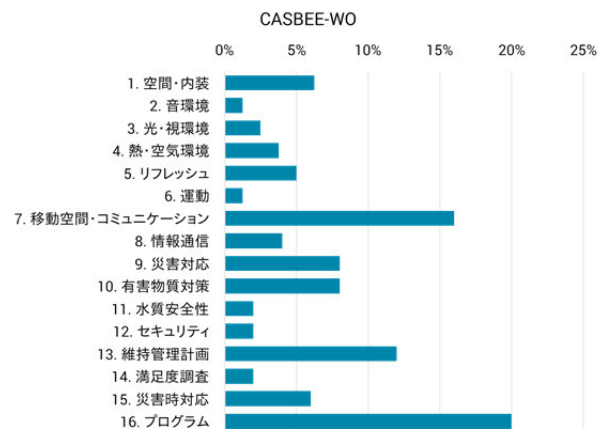


図 4 CASBEE-WO の評価割合

厚生労働省の「テレワークにおける適切な労務管理のためのガイドライン」は、事業者に対し、テレワークを行う作業場が、事務所衛生基準規則（昭和 47 年労働省令第 43 号）、労働安全衛生規則および「情報機器作業における労働衛生管理のためのガイドライン」（令和元年 7 月 12 日基発 0712 第 3 号）の衛生基準と同等の作業環境となるよう、テレワークを行う労働者に助言等を行うことが望ましいとしていた。

2020 年 4 月に緊急事態宣言が発出されたことを契機に、テレワーク・分散型執務による健康への影響に関し、多様な主体が調査研究を行っている。以下では、これらの調査研究で着目されている主な健康影響について、関連する見解を概観する。

日本国内)

1) 情報機器での作業に起因する健康への影響

土田ら(2020)は、2020 年 5~6 月に相次いで発表された東京商工会議所や東京都によるアンケート調査の結果を踏まえ、テレワーク実施上の問題や健康影響を、「情報機器作業に起因するもの」と、働く時間や場所を選択できる「テレワークという働き方がもたらすもの」の 2 種類に大別している。そして、前者を「目の疲れ」と「首・肩・腰などの筋肉の疲労」に整理している。これらは、従来からその適切な実施のための指導や啓発が行われてきたものの、十分に実行されているとは言えず、あらためて情報機器作業を健康的に行うための労働衛生管理の徹底が求められると指摘している。

第一三共ヘルスケア株式会社のアンケート調査によれば、コロナ禍に伴うテレワーク導入前と比較して肩・腰等の痛みが悪化した人は 57%にも達する。また、レノボ・ジャパン合同会社が実施したアンケート調査の結果では、在宅勤務時の作業環境は、書斎等の執務室を使用している人は 44%にとどまり、ダイニングテーブルが 33%、リビングの椅子やソファが 29%だった。作業環境が十分に整っていないことが、身体への負担増につながっている恐れがある。

2) 運動不足による健康への影響

コロナ禍によって、身体活動量が減少していることを示したデータが発表されている。筑波大学大学院久野研究室と健康機器メーカーの株式会社タニタは、東京都内にオフィスがある大手企業の社員約 100 人を対象に調査を実施した。その結果によれば、新型コロナの影響を受ける前は 1 日の平均歩数は約 1 万 1,500 歩だったが、

テレワーク・分散型執務に切り替えた後は 29%減少した。中には 1 日の歩数が 70%減少し、1 日 2,700 歩程度と、厚生労働省が推奨している 1 日 8,000 歩を大幅に下回るケースも報告されている。テレワーク・分散型執務が進めば進むほど、身体活動が個人の裁量に大きく左右されることになり健康格差が広がるとの指摘もある。

身体活動量の減少は、肥満、肥満症、メタボリックシンドローム、フレイル、糖尿病、脂質異常症、高血圧、骨粗鬆症、サルコペニアなどの生活習慣病につながる。テレワーク・分散型執務の増加は、これらの疾病の発症率や症状の進行に影響する恐れがある。さらに、運動不足が肥満や生活習慣病を招くことが、免疫力低下につながり、新型コロナウイルス感染症による重症化のリスクを高めるとも指摘されている。

3) 換気不足による健康への影響

テレワーク・分散型執務の広がり、個々人が自分の執務環境の空気質を管理する立場になったことを意味する。新型コロナウイルスの感染防止対策としての換気の必要性は、政府の広報活動を通じて多くの国民が知るところとなったものの、実際に家庭における換気を十分に行えているかは疑問である。株式会社 CoLife が 2020 年 3 月に実施した調査によれば、2020 年 2 月 28 日に厚生労働省が発表した「新型コロナウイルスの感染が疑われる人がいる場合の家庭内での注意事項」に沿って、日中 2~3 時間ごとに窓や扉を開け、部屋の空気を新鮮に保つことができている人は、23.9%にとどまっている。また、ダイキン工業株式会社による同年 11 月の調査では、コロナ禍の中で窓開け換気を実施している人に頻度を尋ねたところ、最も多かったのは「1 日 1 回」(33.5%)で、1 時間に 2 回以上している人は 24.8%だった。通常のエアコンには換気機能が付いていないことの認知率が低いこともあり、テレワーク環境の空気質を望ましい水準(CO₂濃度が 1,000ppm 以内、建築物衛生法における室内濃度基準)に常時維持できている人の割合は大きくないと推測される。

建築物衛生法の基準は、1000ppm を超えると倦怠感、頭痛、耳鳴り、息苦しさ等の症状が増加することや、疲労度が著しく上昇することに基づき定められたものである。CO₂ の室内濃度を1000 ppm 以下に抑えることで、シックビル症候群の症状や生産性への影響を防止できる。

4) 食習慣の乱れによる健康への影響

新型コロナウイルスの影響でテレワークを余儀なくされた人の多くは、肥満に悩まされている。「コロナ太り」「リモート太り」といった言葉もみられる。そのもの株式会社が30代～40代のテレワークを経験したことがある会社員を対象に2020年11月に実施した調査の結果では、テレワークや自粛期間を経て、太ったと思う人は62.9%にのぼった。

肥満の大きな要因として、「間食」の増加が挙げられている。職場よりも自宅の方が、食べるものが身近にあり、誰の目も気にすることなく、いつでも食べることができることが原因だと指摘されている。そのもの株式会社の調査では、7割以上の人が間食を取る機会が増えたとしている。また、テレワーク環境になって、自分の姿が周りの人から見られる機会が減ったことも、別の要因としてあげられている。

5) メンタルヘルスへの影響

新型コロナウイルスの感染拡大に直面し、在宅勤務が社会全体で一気に導入されたことで、多くの働き手は新しい執務環境への適応を迫られることになった。長い時間を日々過ごすことになった新しい執務環境は、生活リズムの乱れやストレスの増加といったメンタルヘルスに影響する要因を生んでいる。

生活リズムの乱れ

コロナ禍においてテレワーク・分散型執務が急速に進み、仕事とプライベートの切り替えがうまくできず、オーバーワークになりがちであることが指摘されるようになった。また、思うように能率が上がらなかったり、同僚の様子、上司の評価が気になったりすることも、オーバーワ

ークに拍車をかける要因としてあげられている。オーバーワークに、周りの人が見えないことによる不安や新型コロナウイルスへの感染の不安が積み重なることにより、ますます生活リズムが乱れてしまうことが危惧されている。

中国のレノボ・グループによるビジネスパーソン2万人を対象とした調査では、在宅執務の問題点について、日本では「仕事と生活（プライベート）の切り分けが難しい」を挙げた人が最も多かった。まじめな従業員ほど「成果を出さねば」とプレッシャーを感じ頑張りすぎる傾向があり、働く場所と生活の場所が同じテレワーク・分散型執務では、気持ちを切り替えにくく、隠れ残業にもつながっているとの指摘もみられる。

生活リズムの乱れは、食事や就寝時間が不規則になることで引き起こされる。自律神経に支障を来し、不眠、集中力の低下、寝ても疲れが取れない（疲労感）、食欲の低下、肌荒れ等、様々な症状の原因になる。

ストレスの増加

これまでと大きく違う執務環境は、重大なストレス源となっている。株式会社リクルートキャリアが2020年9月に実施したアンケート調査では、対象者（全国の20～60代、N=2,272）の59.6%が、テレワーク前にはなかった仕事上のストレスを感じたことがあると回答していた。そのうち、いまだにストレスが解消できていない人は67.7%いたが、雑談をする機会がある人はこれが63.2%なのに対し、雑談の機会がない人は77.3%に達していた。株式会社月間総務が2020年9月に全国の総務担当者255名を対象に行ったアンケート調査結果によれば、新型コロナウイルスの感染拡大以降における従業員のメンタル不調の要因としては、「テレワークによるコミュニケーション不足・孤独感」が60.0%で最も多く、「外出しないことによる閉塞感」が56.5%、「新型コロナウイルス感染への不安感」が54.9%と続いている。なお、リモートワーク環境における上司から部下へのハラスメントが問題視される一方、上司もハラスメントになることを恐れて積

極的なコミュニケーションに躊躇してしまう状況も生じている。

また、家族の生活空間で仕事をすることで、自分のペースで働きにくいと感じる、家族が生活スタイルの変化を強いられることによってお互いへの不満が増してしまう、といった家族との関わりにおけるストレス要因も見逃せない。

海外)

海外においても、コロナ禍が起こる以前から、テレワーク・分散型執務の健康影響については多角的な検討が行われてきた。国際労働機関 (ILO) と European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (Eurofound) は、テレワークの動向と政策的含意に関する共同調査研究を実施し、2017 年にその結果を発表した。EU 加盟国 (10 カ国) に加え、米国、ブラジル、インド、アルゼンチン、日本を含む 15 カ国を対象とするこの調査研究の報告書は、VDT 作業による身体への負荷、オーバーワーク、孤独感といった要因により、テレワークが働き手の健康に影響を及ぼしている可能性を示唆している。

英国では、専門家団体である Institute of Occupational Safety and Health が、Home office, mobile office: managing remote working という手引きを 2014 年に発行し、幅広い視点 (光・温熱・空気環境、安全・防火、空間とプライバシー、労務管理、等) からの環境整備の必要性を訴えた。また、同国の非営利組織 Nuffield Health は 2019 年、様々な業界・規模で働く 7,000 名以上の個人を対象に行った調査を踏まえ、The effects of remote working on wellbeing, stress and productivity という白書を発表した。同白書は、リモートワークは従業員のウェルビーイングに総じて肯定的な影響をもたらすとしつつ、注意すべき点を多角的に指摘し、とりわけ孤独感 (isolation) のメンタルヘルスへの影響には配慮が必要だとしている。

コロナ禍のもとでテレワーク人口が世界的に急拡大した中で、その健康影響に注目する調査研究が実施されている。Tripi ら (2020) は、コロ

ナ禍を原因とする強制的な社会的隔離は、身体的活動の低下や非健康的な行動様式と相まって、身体的・精神的な悪影響を生じさせているのではないかとしている。Moretti ら (2020) は、イタリアで 51 人の在宅勤務者を調査し、41.2%が腰痛を、23.5%が首痛を抱えていたと報告している。これはイタリアの勤労者における従来平均 (順に約 9%、約 5%) を上回っている。また、Aetna International が米国、英国、シンガポール、アラブ首長国連邦の 4 カ国で 2020 年 9 月に実施したアンケート調査によれば、従業員にとって在宅勤務をすることの健康上の懸念として大きいのは、肥満 (43%)、メンタルヘルス問題 (33%)、ストレス (32%)、腰痛等の筋骨格系の不調 (31%)、倦怠感・不眠 (27%) が上位 5 位だった。

Oakman ら (2020) は、2007 年から 2020 年 5 月までに発表された在宅勤務の健康影響に関する研究論文のメタ分析を行った。スクリーニングの結果残った 23 の論文では、痛み、健康に関する自己申告、安全、ウェルビーイング、ストレス、うつ、倦怠感、生活の質、緊張、幸福感という 10 の健康関係のアウトカムが扱われていた。

フィンランドの The Center for Occupational Safety は、コロナ禍の第一波の最中である 2020 年 4 月にリモートワーク環境の評価シートを発行した。執務空間・環境の適正さ (人間工学に配慮した仕事机・椅子、光、温熱、空気、騒音、等)、社内コミュニケーションの円滑さ、IT 環境、社内制度、労働時間と労務管理が含まれており、幅広い視点から設定されている。

アイルランド政府は 2021 年 1 月、Making Remote Work: National Remote Work Strategy を発表。緊急対応的に導入されたリモートワークが理想的ではない執務環境を生んでいるケースが多い一方、リモートワークが今後の働き方の重要な部分として定着するとの認識を示した上で、その推進に向けた国家戦略を示している。その一環で、働き手にとってのメンタルヘルスを重要な課題として明記している。

在宅勤務とオフィス勤務併用の新しい働き方において、在宅勤務時の身体活動と生産性との関連について、下の図 1 に絶対的プレゼンティーズムの度数分布を示す。最小値 0.0、最大値 100.0、最頻値 50.0、平均値 62.2、標準偏差 17.0 であった。

表 1 に絶対的プレゼンティーズム 80 以上をアウトカムとしたロジスティック回帰分析の結果を示す。絶対的プレゼンティーズムが 80 以上の者は 140 人 (21.8%) であった。在宅勤務時のストレッチやラジオ体操などの軽運動の頻度が 1 回未満/週と比較して、1 回以上/日実施する者はパフォーマンスが高い関連が見られた (OR=1.77, p=0.029)。また、歩数が 5059 歩以下/日と比較して、6721 歩以上/日歩く者はパフォーマンスが高い関連が見られた (OR=1.83, p=0.029)。在宅勤務日のひとり作業時間、会議頻度、テキストメッセージでの仕事の会話頻度とパフォーマンスに関連は見られなかったが、電話やビデオ通話での仕事の会話頻度が中程度 (2 回/日) と比較したとき、低頻度 (2 回未満/日) の者はパフォーマンスが低い関連が見られた (OR=0.51, p=0.024)。在宅勤務の頻度とパフォーマンスには関連が見られなかった。

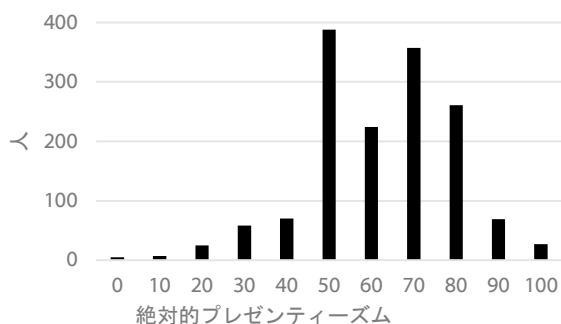


図 1 絶対的プレゼンティーズムの度数分布

表 1 絶対的プレゼンティーズム 80 以上をアウトカムとしたロジスティック回帰分析

		n	OR	95% CI	
性別	男性	484	1		
	女性	158	0.84	0.45	1.55
年代	30歳未満	124	1		
	30-49歳	269	1.22	0.62	2.42
	50歳以上	249	1.93	0.87	4.29
職種	管理的な仕事	143	1		
	技術的な仕事	364	0.76	0.46	1.25
	事務的な仕事	135	0.58	0.30	1.12
職階	役付職	272	1		
	総合職・専任職	319	0.61	0.34	1.11
	その他	51	0.54	0.25	1.18
在宅勤務頻度	1-3日/月	178	1		
	1日/週	167	0.92	0.53	1.60
	2日/週	189	0.91	0.53	1.57
	3日/週	91	1.61	0.81	3.19
	4日以上/週	17	0.88	0.23	3.42
在宅勤務日のひとり作業時間(日)	6時間未満	209	1		
	6時間	128	1.11	0.64	1.94
	7時間以上	305	1.02	0.64	1.63
在宅勤務日の会議頻度(週)	2回未満	197	1		
	2-3回	229	0.89	0.52	1.55
	4回以上	216	1.15	0.64	2.04
在宅勤務日のテキストメッセージでの仕事の会話頻度(日)	3-9回	227	1		
	3回未満	155	1.27	0.75	2.15
	10回以上	260	1.2	0.74	1.94
在宅勤務日の電話やビデオ通話での仕事の会話頻度(日)	2回	166	1		
	2回未満	190	0.51	0.29	0.92
	3回以上	286	0.73	0.45	1.16
在宅勤務日のストレッチやラジオ体操などの軽運動の頻度	1回未満/週	209	1		
	1-4回/週	215	1.15	0.68	1.95
	1回以上/日	218	1.77	1.06	2.95
6-12月の平均歩数(日)	5059歩以下	214	1		
	5060-6720歩	214	1.51	0.90	2.55
	6721歩以上	214	1.83	1.07	3.13
太字:p<0.05					

本研究の絶対的プレゼンティーズムの平均値は 62.2 (標準偏差 17.0) であり、先行研究における平均値 60.0 (標準偏差 18.5) と同等であった¹¹。在宅勤務時に毎日のストレッチやラジオ体操などの軽運動および一定以上の歩行とパフォーマンスの高さに関連がみられた。先行研究では、勤務時間内に週 1 回 1 時間の高強度の運動と、週 6 日 30 分の中強度身体活動を行った群のパフォーマンスが高いことを報告している¹²。また別の調査では、「アクティブレスト」という休み時間に行う運動 (週 3-4 回の 10 分間のランチフィットネス) を行った群の作業効率が向上することを示している¹³。運動不足が課題とされる在宅勤務時に^{14,15} ストレッチやラジオ体操、歩行などの軽運動を毎日実施することが、パフォーマンス向上に寄与する可能性が示唆された。

考察

国内外の3認証制度の評価指標を概覧した。総論として次の点が考察された。国内外のエビデンスに基づいた評価指標であるが、健康の増進に係る指標であるため、低いエビデンスレベルの文献も多数含まれるといえる。そのため、ひとつひとつの項目がどの程度の影響を及ぼすかに関する議論には及んでいない。総体として多くの評価指標を達成する建築物・空間であれば、健康増進に寄与するはずであるという仮定に基づく評価体系である点に注意が必要である。これらの認証を取得した建築物で、オフィスワーカーの健康が増進されているか否かの評価に関する今後の研究報告が待たれる。

評価指標には、明確な曝露因子が想定できる建築環境の指標と空間計画や機能計画など、建築計画の指標の両面がある。また、評価割合は、認証制度によって異なる。

（1）テレワーク・分散型執務の健康影響

テレワーク・分散型執務の健康影響については、従来から研究がある程度進んできていたが、コロナ禍を背景とした影響については実証的な知見がまだ乏しく、その蓄積が待たれるところである。テレワークの健康影響は複雑であり、個々の働き手の状況によっても異なる。しばしば正・負両面に働くという点も特筆すべきである。さらに、国内外の多くの組織では、実務的な要請からある程度の対策が講じられ、適応のプロセスが進んできている。このような点を幅広く考慮した、管理手法のきめ細かい設計に役立つ実証研究が求められる。

なお、これまでの研究は在宅勤務による健康影響が主対象であり、テレワーカーの中でも、主に自宅以外の場所で執務している人（モバイルワーカー、ノマドワーカー）については、相対的に研究が進んでいない。

（2）管理手法について

テレワーク・分散型執務がもたらす健康影響の管理手法については、従来からの執務環境に関する知見を援用する形で、実務的要請に応え

るための様々な提案が行われている。こうした提案の多くは実証研究の裏付けを備えているが、自宅や第三の場所という新しい環境へ効果的に導入するためには、さらなる研究の余地は小さい。

Oakman ら（2020）は、10の健康関係のアウトカムは、従業員への組織的なサポート、同僚によるサポート、社会とのつながり（業務外）、そして仕事と家庭との間の葛藤のレベルに、強く影響されていたことを指摘している。これらを、組織における管理者の手法として、あるいは行政による促進策として、より具体化することは有望なアプローチである。

すでに共通の理解が形成されている点として、仕事と生活との線引きの重要性がある。アイルランド政府は、リモートワークに関する国家戦略の中で、つながらない権利（right to disconnect）を盛り込んだ行動規範の導入を2021年第一四半期に予定していることを明らかにしている。日本でも、時間外の業務連絡に関するルール明確化が急がれている。いずれも法的拘束力は伴わない枠組みが想定されているが、効果的なルールの設計が期待される。

有力な管理手段に、テレワーク環境の評価シート（チェックリスト）がある。英国の Institute of Occupational Safety and Health は、2014年に発行した手引き Home office, mobile office: managing remote working の中で、リモートワーカーが記入する Assessment checklist for remote working と Feedback checklist for remote working、および第三者が記入する Audit checklist for remote working というツールセットを提供している。これは体系的が高いが、今日の環境に鑑みた更新が望まれる。一方、フィンランドの The Center for Occupational Safety が提供する評価シートは、A4形式で1枚にまとめた簡素なものだが、盛り込んでいる内容が多岐にわたるため、これを使用した個々のテレワーカーの状況把握は概括的なものにとどまる場合が多いと推測できる。こうした課題を克服する評価手法を開発することに

より、テレワーク・分散型執務の改善に貢献できる可能性がある。

（１）より効果的な身体活動の検証

在宅勤務時のパフォーマンス向上に関わる研究は、まだ発展途上にあり、本研究で示唆した身体活動とパフォーマンス向上の関係については、より具体的で丁寧な検証をしていくことが求められる。身体活動の低下を改善するために取り組んでいることを検証した先行調査⁸では、散歩、筋肉トレーニング、ランニング、サイクリング、スイミング、ヨガ、ストレッチ、リングフィットアドベンチャー、エレベータを利用しないなどの選択肢を設け、より取り組んでいる活動の種類が何かを検証している。また、30分のエクササイズで脳疲労が解消されることを明らかにした研究¹⁶も見られる。本研究では、身体活動をストレッチやラジオ体操などの軽運動、1日の平均歩数を対象に、オフィスワーカーのパフォーマンスの高さを検証したが、在宅勤務時のパフォーマンス向上に、より効果的な身体活動の種類が何か、どの程度の活動量が適切か、どのタイミングで行うべきかなどの観点から研究を深めていくことで、在宅勤務時のより具体的な改善策を示すことに寄与するものになると考える。

（２）身体活動以外の要素との比較

在宅勤務時のパフォーマンスを向上させる手段は、身体活動に限らず、作業環境をより良くする、植物を設置する、休憩を小まめにとる、睡眠時間を十分にとる、コミュニケーションがとりやすい環境にするなど、複数の要素との関連も含めて検証することが望ましい。リモートワークと心身の健康に関する調査¹⁷では、在宅勤務経験者を対象にリモートワークでの労働生産性や睡眠、精神・心理などを含めた事前アンケート調査とウェアラブルデバイスを用いた活動量（座位時間）と睡眠を実測し、それらのデータから労働生産性は前日の睡眠時間と低活動頻度が高いと影響することを論じている。しかし、身体活動を座位時間に絞って検証されていることから、体を動かす視点を含めた検証は不十分である。

そこで、パフォーマンスの向上に寄与する多様な要素（睡眠時間、植物を置く、執務空間の環境など）を特定し、（１）の効果的な身体活動と比較することは、相対的な視点から身体活動の有効性を示すことにつなげることができると思う。

（３）新たな指標の開発

「これからのテレワークでの働き方に関する検討会」¹⁸では、単にテレワークを推進すること自体が目的ではかえって非効率な業務運営や労働者にとっても望ましくない形になる可能性があり、新しい生活様式に対応した働き方として組織が適切に労務管理を行い、個々が安心して働けるものであることでテレワークも生産性の向上に資するものであると指摘している。適切な労務管理をする手段として、例えば、在宅勤務時の個々の健康面やパフォーマンス面などを何かしらのデータを基に、組織、個々それぞれがマネジメントすることも予想される。本研究である在宅勤務時のパフォーマンス向上に寄与する身体活動について、（１）（２）で提案したことは、在宅勤務時のパフォーマンス度を表す新たな指標の開発にもつながるものと考えられる。そして、新たな指標をウェアラブルデバイスなどに反映し表示・データ管理することも視野に入れることができる。今後の研究活動を通じて、在宅勤務とオフィス勤務を併用する新しい働き方がより効果のある形で進むことを期待する。

E.健康危険情報

なし

F.研究発表・学会発表

なし

G.知的財産権の出願・登録

なし

H.参考文献

- 1) 厚生労働省. テレワークにおける適切な労務管理のためのガイドライン. 2018.
- 2) 原史朗. 室内 CO2 濃度を換気の指標として利用する研究. COVID-19 AI・シミュレーショ

- ンプロジェクト. 内閣官房. 2020.
- 3) Crawford, Joanne & Macalman, Laura & Jackson, Craig. The health and well-being of remote and mobile workers. Occupational medicine (Oxford, England). 61. 385-94. 2011.
 - 4) Government of Ireland. Making Remote Work: National Remote Work Strategy. 2021.
 - 5) Institute of Occupational Safety and Health (IOSH). Home office, mobile office: managing remote working. 2014.
 - 6) Llave, Oscar & Messenger, Jon. (2018). Working anytime, anywhere: the effects on the world of work. Occup Environ Med. 75. A219.2-A220.
 - 7) Moretti A, Menna F, Aulicino M, Paoletta M, Liguori S, Iolascon G. Characterization of home working population during COVID-19 emergency: A cross-sectional analysis. Int J Environ Res Public Health. 2020. p.17. 6284.
 - 8) Nuffield Health. The effects of remote working on wellbeing, stress and productivity. Whitepaper. <https://www.nuffieldhealth.com/article/the-effects-of-remote-working-on-wellbeing-stress-and-productivity>.
 - 9) Oakman, J., Kinsman, N., Stuckey, R. et al. A rapid review of mental and physical health effects of working at home: how do we optimise health?. BMC Public Health 20, 1825 (2020).
 - 10) Tripi, Stefano & Mattei, Giorgio. COVID-19 and Public Administration: implications of smart working for management and workers' mental health. Burden of Disease Attributable to Problems in the Economic Situation and Treatments Required for the Population (BUDAPEST-RP).
 - 11) 森川正之. 新型コロナと在宅勤務の生産性: 企業サーベイに基づく概観.; 2020.
 - 12) 内閣官房 成長戦略会議事務局 経済産業省 経済産業政策局. コロナ禍の経済への影響に関する基礎データ.; 2021.
 - 13) 3DEVELOPMENT NRE. 第 1 回 働く場所と生産性についての意識調査 (2020 年 5 月実施) . 2020.
 - 14) CHICAGO BOOTH REVIEW. Are we really more productive working from home? August 18, 2021.
 - 15) 関紅美花. オフィス共用空間における身体活動が知的生産性に及ぼす影響に関する被験者実験. 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集. 2018;8:193-196.
 - 16) 公益社団法人日本ファシリティマネジメント協会. ころとからだのウェルビーイング研究部会. 新型コロナウイルスの感染拡大に伴う中長期的な在宅勤務の実施がワーカーのウェルビーイングに及ぼす影響とその対策に関する検討. 2020 年 4 月 28 日.JFMA ホームページ http://www.jfma.or.jp/news/JFMA_OvercomeCOVID19.html, (参照 2022 年 2 月 28 日) .
 - 17) Int J Environ Res Public Health. Home Working and Physical Activity during SARS-CoV-2 Pandemic: A Longitudinal Cohort Study. National Library of Medicine. December 10, 2021.
 - 18) 田中喜代次. テレワーク・自宅待機に伴う運動不足・体力低下・有所見率増高への対策. 筑波大学体育系紀要 44.13-21. 2021
 - 19) 石川敦雄, et al. オフィス環境はワーク・エンゲイジメント, 健康, 行動にどのように影響を及ぼすか? その 1: 調査概要および基本統計量. 日本建築学会大会学術講演梗概集. 2017.
 - 20) 世界保健機関. 健康と労働パフォーマンスに関する質問紙 (短縮版) 日本語版.
 - 21) 健康経営評価指標の策定・活用コンソーシアム. 健康経営評価指標の策定・活用事業 成果報告書.; 2016.
 - 22) Justesen JB, Søgaard K, Dalager T, Christensen JR, Sjøgaard G. The Effect of Intelligent Physical Exercise Training on Sickness Presenteeism and Absenteeism among Office Workers. J Occup Environ Med. 2017;59(10):942-948.
 - 23) Michishita R, Jiang Y, Ariyoshi D, et al. The Introduction of an Active Rest Program by Workplace Units Improved the Workplace Vigor and Presenteeism among Workers: A Randomized Controlled Trial. J Occup Environ Med. 2017;59(12):1140-1147.
 - 24) NOMURA REAL ESTATE DEVELOPMENT. With コロナ時代の働く場所と生産性に関する意識調査①.; 2020.
 - 25) Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, et al. Compendium of physical activities: An update of activity codes and MET intensities. Med Sci Sports Exerc. 2000;32(9 SUPPL.).
 - 26) Women's Health. Why A Lunchtime Sweat Session Could Be The Cure For Burnout. Women's Health. 2021 年 10 月 28 日.
 - 27) 山本義春. 東京大学大学院教育学研究科. リモートワークと心身の健康～ウィズ・コロナの日常を調査してみた～. 教育学部・教育学研究科主催 ウェビナー「ウィズ・コロナ、ポストコロナの教育を考える」. 2020 年 10 月 17 日.
 - 28) これからのテレワークでの働き方に関する検討会. これからのテレワークでの働き方に関する検討会報告書. 2020 年 12 月 25 日.

付表 1 WELL の必須条件の一覧

カテゴリ	指標数	評価割合		番号	小項目
AIR	12	29%	P	1	Air Quality Standards
			P	2	Smoking Ban
			P	3	Ventilation Effectiveness
			P	4	VOC Reduction
			P	5	Air Filtration
			P	6	Microbe And Mold Control
			P	7	Construction Pollution Management
			P	8	Healthy Entrance
			P	9	Cleaning Protocol
			P	10	Pesticide Management
			P	11	Fundamental Material Safety
			P	12	Moisture Management
WATER	5	12%	P	30	Fundamental Water Quality
			P	31	Inorganic Contaminants
			P	32	Organic Contaminants
			P	33	Agricultural Contaminants
			P	34	Public Water Additives
NOURISHMENT	8	20%	P	38	Fruits And Vegetables
			P	39	Processed Foods
			P	40	Food Allergies
			P	41	Hand Washing
			P	42	Food Contamination
			P	43	Artificial Ingredients
			P	44	Nutritional Information
			P	45	Food Advertising
LIGHT	4	10%	P	53	Visual Lighting Design
			P	54	Circadian Lighting Design
			P	55	Electric Light Glare Control
			P	56	Solar Glare Control
FITNESS	2	5%	P	64	Interior Fitness Circulation
			P	65	Activity Incentive Programs
COMFORT	5	12%	P	72	Accessible Design
			P	73	Ergonomics: Visual And Physical
			P	74	Exterior Noise Intrusion
			P	75	Internally Generated Noise
			P	76	Thermal Comfort
MIND	5	12%	P	84	Health And Wellness Awareness
			P	85	Integrative Design
			P	86	Post-Occupancy Surveys
			P	87	Beauty And Design I
			P	88	Biophilia I – Qualitative

付表 2 WELL の最適化条件の一覧

カテゴリ	指標数	評価割合		番号	小項目
AIR	18	25%	O	13	Air Flush
			O	14	Air Infiltration Management
			O	15	Increased Ventilation
			O	16	Humidity Control
			O	17	Direct Source Ventilation
			O	18	Air Quality Monitoring And Feedback
			O	19	Operable Windows
			O	20	Outdoor Air Systems
			O	21	Displacement Ventilation
			O	22	Pest Control
			O	23	Advanced Air Purification
			O	24	Combustion Minimization
			O	25	Toxic Material Reduction
			O	26	Enhanced Material Safety
			O	27	Antimicrobial Activity for Surfaces
			O	28	Cleanable Environment
			O	29	Cleaning Equipment
			n/a	P9	Advanced Cleaning

WATER	3	4%	0	35	Periodic Water Quality Testing
			0	36	Water Treatment
			0	37	Drinking Water Promotion
NOURISHMENT	9	12%	0	46	Safe Food Preparation Materials
			0	47	Serving Sizes
			0	48	Special Diets
			0	49	Responsible Food Production
			0	50	Food Storage
			0	51	Food Production
			0	52	Mindful Eating
			n/a	P1	Food Environment
			n/a	P7	Strategic Dining Design
LIGHT	9	12%	0	57	Low-Glare Workstation Design
			0	58	Color Quality
			0	59	Surface Design
			0	60	Automated Shading And Dimming Controls
			0	61	Right To Light
			0	62	Daylight Modeling
			0	63	Daylighting Fenestration
			n/a	P2	Light at Night
			n/a	P3	Circadian Emulation
FITNESS	7	10%	0	66	Structured Fitness Opportunities
			0	67	Exterior Active Design
			0	68	Physical Activity Spaces
			0	69	Active Transportation Support
			0	70	Fitness Equipment
			0	71	Active Furnishings
COMFORT	8	11%	n/a	P8	Injury Prevention
			0	77	Olfactory Comfort
			0	78	Reverberation Time
			0	79	Sound Masking
			0	80	Sound Reducing Surfaces
			0	81	Sound Barriers
			0	82	Individual Thermal Control
			0	83	Radiant Thermal Comfort
MIND	14	19%	n/a	P4	Impact Reducing Flooring
			0	89	Adaptable Spaces
			0	90	Healthy Sleep Policy
			0	91	Business Travel
			0	92	Building Health Policy
			0	93	Workplace Family Support
			0	94	Self-Monitoring
			0	95	Stress And Addiction Treatment
			0	96	Altruism
			0	97	Material Transparency
			0	98	Organizational Transparency
			0	99	Beauty And Design II
			0	100	Biophilia II – Quantitative
Innovation	5	7%	n/a	P5	Health Through Housing Equity
			n/a	P6	Education Space Provisions
			0	101	Innovation Feature I
			0	102	Innovation Feature II
			0	103	Innovation Feature III
			0	104	Innovation Feature IV
			0	105	Innovation Feature V

付表3 Fitwel の指標一覧

カテゴリ	指標数	評価割合	ID	SUB-TITLE	STRATEGY
1. LOCATION	4	11%	1.1	Walkability	Building located in an area with a Walk Score of 50 or above
			1.2	Walkability	Building located in an area with a Walk Score of 70 or above
			1.3	Walkability	Building located in an area with a Walk Score of 90 or above
			1.4	Proximity To Transit	Locate a transit stop within a 1/2 mile or 800 meters of a main building entrance
2. BUILDING ACCESS	6	4%	2.1	Pedestrian Route to Transit	Provide a universally accessible pedestrian route between the main building entrance and a transit stop
			2.2	Commuter Survey	Conduct an occupant commuter survey for regular occupants
			2.3	Bicycle Parking	Provide regular occupants access to bicycle parking
			2.4	Active Commuter Showers	Provide regular occupants access to showers and lockers
			2.5	Incentivizing Transit	Provide regular occupants access to transit benefits
			2.6	Efficiency Parking	Implement parking efficiency practices
3. OUTDOOR SPACES	8	9%	3.1	Outdoor Space Amenities	Provide regular occupants access to an outdoor space amenity
			3.2	Walking Trail	Provide regular occupants access to an outdoor walking trail
			3.3	Outdoor Fitness Area	Provide regular occupants access to an outdoor fitness area
			3.4	Restorative Garden	Provide regular occupants access to an outdoor restorative garden
			3.5	Farmers Market	Provide regular occupants access to a farmers market
			3.6	Fruit and Vegetable Garden	Provide regular occupants access to a fruit and vegetable garden
			3.7	Pathway and Parking Area Lighting	Provide lighting in all outdoor spaces, pathways, and parking areas
			3.8	Tobacco- and Smoke-Free Outdoor Spaces	Establish and implement a tobacco- and smoke-free policy for all outdoor spaces
4. ENTRANCES AND GROUND FLOOR	8	8%	4.1	Tobacco- and Smoke-Free Signage	Provide tobacco- and smoke-free signage at all entrances and outdoor areas
			4.2	Main Pedestrian Entrance	Orient a main building entrance towards an outdoor pedestrian area
			4.3	Main Entrance Amenities	Include sidewalk amenities at main building entrances
			4.4	Safe Entry and Exit Lighting	Provide continuous lighting at all building entrances
			4.5	Publicly Accessible Use	Provide a publicly accessible use on the ground floor
			4.6	Activate Pedestrian Areas	Orient the publicly accessible use directly to an outdoor pedestrian area
			4.7	Local Amenities Advertising	Provide a permanent display advertising local amenities
			4.8	Entryway Systems	Provide entryway systems at all building entrances
5. STAIRS	6	10%	5.1	Stair Access	Provide access to at least one stair that connects building floors
			5.2	Stair Location	Locate the stair in an equally or more prominent area than escalators or elevators
			5.3	Stair Design	Implement active design strategies in the stair design
			5.4	Stair Signage	Place educational point-of-decision signs promoting stair use at elevator call areas
			5.5	Stair Visibility	Increase visibility of the stair
			5.6	Stair Safety	Implement best practices in stair safety
6. INDOOR ENVIRONMENTS	8	13%	6.1	Tobacco- and Smoke-Free Environment	Establish and implement a tobacco- and smoke-free policy for all indoor areas
			6.2	Asbestos-Safe Property	Confirm that asbestos has been properly abated and control measures are implemented
			6.3	Indoor Air Quality (IAQ) Policy	Establish and implement an Indoor Air Quality (IAQ) Policy
			6.4	Indoor Air Quality Testing	Conduct regular Indoor Air Quality (IAQ) testing
			6.5	IAQ Testing Results	Share Indoor Air Quality (IAQ) testing results with regular occupants
			6.6	Green Purchasing Policy	Establish and implement a Green Purchasing Policy
			6.7	Chemical Storage Ventilation	Provide separate ventilation in all areas with chemical use or storage
			6.8	Integrated Pest Management	Establish and implement an Integrated Pest Management (IPM) Plan
7. WORKSPACES	5	5%	7.1	Natural Daylight	Provide regular occupants access to natural daylight
			7.2	Views of Nature	Provide regular occupants access to views of nature
			7.3	Operable Shading	Provide regular occupants access to operable shading
			7.4	Active Workstations	Provide regular occupants access to active workstations
			7.5	Thermal Control	Provide regular occupants access to thermal control devices
8. SHARED SPACES	13	14%	8.1	Bathroom Cleaning Protocol	Establish and implement a regular cleaning protocol for bathrooms
			8.2	Hand-Washing Signage	Provide permanent educational signs promoting hand-washing in bathrooms
			8.3	Common Break Areas	Provide regular occupants access to a common break area
			8.4	Break Areas Cleaning Protocol	Establish and implement a regular cleaning protocol for all break areas
			8.5	Quiet Room	Provide regular occupants access to a dedicated quiet room
			8.6	Lactation Rooms and Stations	Provide regular occupants access to a sufficient number of dedicated lactation rooms
			8.7	Multi-purpose Room	Provide regular occupants access to a multi-purpose room
			8.8	Exercise Room	Provide regular occupants access to a dedicated exercise room

			8.9	Fitness Facility	Provide regular occupants subsidized access to a fitness facility
			8.1	Crop Share Drop-Off	Provide regular occupants access to crop share or other fresh food delivery programs
			8.11	Health Programming	Establish and implement health promotion programming for regular occupants
			8.12	Occupant Satisfaction Survey	Conduct an occupant satisfaction survey for regular occupants
			8.13	Stakeholder Collaboration Process	Establish and Implement a Stakeholder Collaboration Process
9. WATER SUPPLY	3	5%	9.1	Universally Accessible Water Supply	Provide a sufficient number of universally accessible water supplies
			9.2	Water Bottle Refilling Station	Provide bottle refilling stations at water supplies
			9.3	Water Quality	Conduct regular water quality testing
10. PREPARED FOOD AREAS	4	10%	10.1	Healthy Food and Beverage Policy	Establish and implement a healthy food and beverage policy as rigorous as the Fitwel Food and Beverage Standard in a prepared food area
			10.2	Choice Architecture	Implement choice architecture practices in a prepared food area
			10.3	Pricing Incentives	Implement pricing incentive practices in a prepared food area
			10.4	Water Access	Provide access to free water supplies in a prepared food area
11. VENDING MACHINES AND SNACK BARS	4	5%	11.1	Healthy Vending Machines and Snack bars	Establish and implement a healthy food and beverage policy as rigorous as the Fitwel Food and Beverage Standard for vending machines and snack bars
			11.2	Vending and Snack Bar Choice Architecture	Implement choice architecture practices for vending machines and snack bars
			11.3	Vending and Snack Bar Pricing Incentives	Implement pricing incentive practices for vending machines and snack bars
			11.4	Water Access	Provide access to free water supplies near vending machines and snack bars
12. EMERGENCY PREPAREDNESS	4	5%	12.1	Emergency Preparedness Plan	Establish and Implement a comprehensive Emergency Preparedness Plan
			12.2	Automated External Defibrillator (AED)	Install a sufficient number of Automated External Defibrillators (AED)
			12.3	Certified First Responders	Provide a sufficient number of Certified First Responders (CFR)
			12.4	Emergency Address Notification	Provide an automated emergency address notification system

付表4 CASBEE-WOの指標一覧

区分	評価割合	カテゴリ	指標数	評価割合		
Qw1 健康性・快適性	20%	空間・内装	10	6%	1.1 レイアウトの柔軟性	1.1.1 空間の形状・自由さ 1.1.2 荷重のゆとり 1.1.3 設備機器の区画別運用の可変性
					1.2 知的生産性を高めるワークスペース	
					1.3 内装計画	1.3.1 専有部の内装計画 1.3.2 共用部の内装計画
					1.4 作業環境	1.4.1 オフィス什器の機能性・選択性 1.4.2 OA機器等の充実度
					1.5 広さ	
					1.6 外観デザイン	
		音環境	2	1%	2.1 室内騒音レベル	
					2.2 吸音	
		光・視環境	4	3%	3.1 自然光の導入	
					3.2 グレア対策	3.2.1 開口部のグレア対策 3.2.2 照明器具のグレア対策
					3.3 照度	
		熱・空気環境	6	4%	4.1 空調方式及び個別制御性	
					4.2 室温制御	4.2.1 室温 4.2.2 外皮性能
					4.3 湿度制御	
					4.4 換気性能	4.4.1 換気量 4.4.2 自然換気性能
		リフレッシュ	8	5%	5.1 オフィスからの眺望	
					5.2 室内の植栽・自然とのつながり	
					5.3 室外(敷地内)の植栽・自然とのつながり	
					5.4 トイレの充足性・機能性	
					5.5 給排水設備の設置自由度	
					5.6 リフレッシュスペース	
		運動	2	1%	5.7 食事のための空間	
					5.8 分煙対応、禁煙対応	
Qw2 利便性	20%	移動空間・コミュニケーション	4	16%	6.1 運動促進・支援機能	
					6.2 階段の位置・アクセス表示	
					1.1 動線における出会いの場の創出	
					1.2 EV 利用の快適性	
Qw3 安全・安心性	20%	災害対応	4	8%	1.3 バリアフリー法への対応	
					1.4 打ち合わせスペース	
					2.1 高度情報通信インフラ	
		有害物質対策	4	8%	1.1 耐震性	1.1.1 躯体の耐震性能 1.1.2 免振・制振・制震性能 1.1.3 設備の信頼性
					1.2 災害時エネルギー供給	
					2.1 化学汚染物質	
					2.2 有害物質を含まない材料の使用	
					2.3 有害物質の既存不適格対応	2.3.1 アスベスト、PCB 対応 2.3.2 土壌汚染等対応
		水質安全性	1	2%	3.1 水質安全性	
		セキュリティ	1	2%	4.1 セキュリティ設備	
Qw4 運営管理	20%	維持管理計画	6	12%	1.1 維持管理に配慮した設計	
					1.2 維持管理用機能の確保	
					1.3 維持保全計画	
					1.4 維持管理の状況	1.4.1 定期調査・検査報告書 1.4.2 維持管理レベル
					1.5 中長期保全計画の有無と実行性	
		満足度調査	1	2%	2.1 満足度調査の定期的実施等	
		災害時対応	3	6%	3.1 BCPの有無	
					3.2 消防訓練の実施	
					3.3 AEDの設置	
Qw5 プログラム	20%	プログラム	3	20%	メンタルヘルス対策、医療サービス	
					社内情報共有インフラ	
					健康増進プログラム	

室内環境における温湿度、一酸化炭素ならびに二酸化炭素の基準の妥当性の検討と、
室内空気環境の基準と推計モデル（換気シミュレーター）ならびに
テレワーク・在宅勤務の環境整備状況と心身への健康影響の調査

研究分担者 齊藤宏之

独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 上席研究員

研究要旨

温度、相対湿度、一酸化炭素、二酸化炭素の国内外における各基準値基準値の文献レビューを行った。相対湿度の基準値 40～70%RH に関しては、低湿度側の基準値 40%RH は概ね妥当だが、70%RH は高湿度における影響を考えるとやや不十分な可能性が指摘された。一酸化炭素ならびに二酸化炭素については、空調または機械式換気ありの場合の基準値 10ppm および 1000ppm は妥当と考えられる一方で、これらが無い場合の基準値 50ppm および 5000ppm は高すぎる可能性が指摘された。現行の基準値の妥当性が確認された一方で、一部の基準値については将来的な改訂の余地を残す。

事務所室内空気環境の二酸化炭素室内濃度の推定から、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対策に用いることが出来る換気シミュレーターの構築を行い、その実証と妥当性の検討を行った。本シミュレーターは在室者数、活動状態、部屋の容積、換気回数または換気量（不明な場合は推定値）により部屋の中の二酸化炭素濃度を見積もり、換気状況の可否を評価する。シミュレーターによる推測値を実測値と比較すると、多くの環境において良い一致性が見られたことから、COVID-19 対策における換気の良否の判断用のみならず、事務所等における換気管理用として有用である。

COVID-19 感染拡大に伴って多くの組織で実施されたテレワーク（特に在宅勤務）において、作業環境整備状況等と心身の健康状態への影響について、大規模インターネット調査を用いて解析した。その結果、作業環境整備が十分に行われていない場合において、心身の健康状態に影響が生じることがわかった。また、在宅勤務中に子供や要介護者に仕事を妨げられることがある場合においてかなり大きな負の影響がみられた一方、同居人との関係が良好である場合や、気分転換やリフレッシュできる場所や環境の整備によって影響が軽減されることもわかった。テレワークや在宅勤務は今後も続くと思われることから、事務所のみならず、在宅勤務環境の整備とそれに向けた必要条件の抽出が重要となる。

<研究協力者>

橋本 晴男 北里大学／東京工業大学
武藤 剛 北里大学／千葉大学

述も散見される。特に、本規則中に規定されている基準値等については、その妥当性を検証し、必要があれば基準値の再検討を行う必要があると考えられる。

A. 研究背景および目的

事務所衛生基準規則は昭和 47 年（1972 年）に制定された省令である。制定から長い年月が経過していることから、実情に合っていない記

こうした事情を踏まえ、本グループでは「室内環境における温湿度、一酸化炭素ならびに二酸化炭素の基準の妥当性の検討」を行った。

事務所等における換気的重要性については、二

酸化炭素やVOCs等による健康影響防止の目的で従来より重要視されてきたが、新型コロナウイルス感染症（Covid-19）対策における三密防止の観点からにわかに脚光を浴びている¹⁾。Covid-19対策における換気に関しては、現時点で直接的なエビデンスは報告されていないが、換気の悪い密閉空間において複数のクラスターが報告されていること²⁾、Covid-19が飛沫核感染（空気感染の一種）を起こす可能性が指摘されていること³⁾、ならびに空気感染する感染症（結核等）において換気回数と感染症との間の関連性が報告されていること⁴⁾から、Covid-19においても換気が重要であると考えられている。必要な換気回数については、概ね2回/時（一人あたり必要換気量として30m³/時）が必要とされている。

一方、以前から人間の呼気由来のCO₂濃度を指標とした換気管理が行われてきており⁵⁾、Covid-19対策としても有用と考えられる。上述した一人あたり必要換気量30m³/時を確保するためには事務所則にて規定されているCO₂基準濃度（1000ppm）を維持することで達成することができるとされている。CO₂の実測が可能な場合は、CO₂濃度にてCovid-19対策で求められる良好な換気を維持することが可能である。しかしながら、CO₂測定の手段がない場合にはこの方法で換気状況の可否を判断することができない。Covid-19対策のために換気の悪い状況を改善することは急務であり、CO₂測定の手段がない場合においても利用可能な簡易的なツールの開発が望まれた。このため、室内のCO₂濃度を見積もることにより室内の換気状況の可否を評価することが出来るシミュレーターを開発し妥当性を検討した。

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の流行に伴い、2020年春より多くの組織がテレワーク、特に在宅勤務に突入したが、本来であれば入念に準備の上で実施されるべきであったものが半ば強制的に実施されてしまったことにより、多くの問題が顕在化した。このうち、労務管理や情報セキュリティの問題は業務への影響が甚大であったため、優先して対策が講じられたが、

作業環境の整備は個々の所有物・管理物に関するものであることから、必ずしも対策が十分取られてこなかった。例として、在宅勤務を行う場所が十分でない場合、机・椅子・照明などの整備が不十分である場合、温湿度や騒音等の問題がある場合、通信環境や情報端末の性能が不十分な場合などである。これらは解決が比較的容易なものがある一方で、住居の狭さに起因する問題は対策が困難である。

厚生労働省の「テレワークの適切な導入及び実施の推進のためのガイドライン」（2021年3月制定）では、自宅等で在宅勤務を行う際の作業環境整備の留意点として、事務所衛生基準規則、労働安全衛生規則及び情報機器作業における労働衛生管理のためのガイドラインは一般には適用されないものの、これらの衛生基準と同等の作業環境となるよう、事業者は労働者に対して教育・助言を行うこと、チェックリストを活用することにより自宅等の作業環境に関する状況の報告を求めること、必要に応じて労使が協力して改善を図るとしている¹⁾。

一方で、事業所によってはテレワーク・在宅勤務を本格導入したところも多く、COVID-19流行によって生じたテレワーク・在宅勤務への動きは、昨今の働き方改革の進展、労働形態の多様化と相まって、COVID-19流行が終息した後も変わらないと考えられている。このことから、テレワーク、特に在宅勤務の環境を如何に整備していくかは、事務所環境同様、重要であると考えられる。

本研究では、大規模インターネット調査を用い、在宅勤務の環境整備状況等による心身の健康状態への影響についての調査を検討した。

B. 研究方法

温度、湿度、一酸化炭素、二酸化炭素の国内外における各基準値基準値の確認を行うとともに、文献レビューを実施した。

(1) 換気シミュレーターの開発

在室者から一定速度で発生する CO₂ が一定量の換気空気と完全混合されるモデルを仮定すると、室内の CO₂ 濃度は次式によって求められることが知られている。

$$C - C_o = \frac{G}{Q} \left(1 - e^{-\frac{Q}{V}t}\right) * 10^6$$

(ここで、C: CO₂ 濃度, C₀: CO₂ の初期濃度, G: CO₂ の発生量, Q: 換気量, V: 部屋の容積, t: 経過時間とする。)

定常状態 (t=∞) を仮定すると、室内 CO₂ 濃度は次式で表される (図 1)。

$$C = \left[\frac{G}{Q} * 10^6 \right] + C_o$$

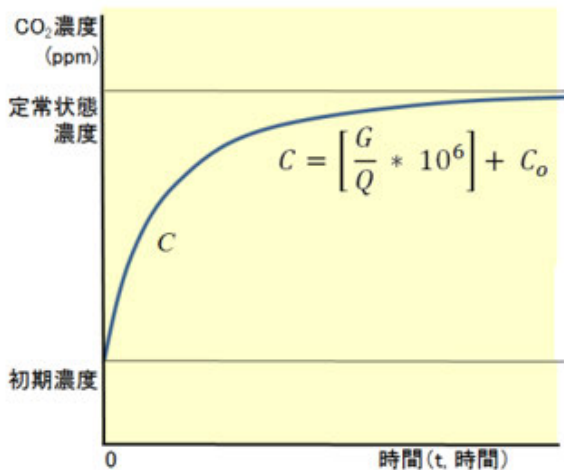


図 1 : CO₂ 濃度の経時変化のモデル

CO₂ 発生濃度は在室者数ならびに一人あたりの呼気発生量から次式の通り見積もることができる。

$$\begin{aligned} G &= C_e * n * R * k * 10^{-6} \\ &= n * k * 0.01794 \end{aligned}$$

この結果、定常状態の室内 CO₂ 濃度は次式で表される。

$$C = \left[\frac{n * k * 0.01794}{Q} * 10^6 \right] + 400$$

(ここで、n: 在室者数, k: 呼吸量の大きさ表す係数とする。)

この原理を用いた換気シミュレーターを Microsoft Excel を用いて構築した。なお、換気はあるが換気量が不明の場合は、部屋の種類

(用途) に応じた換気量の推定値を、換気がないか停止中の場合は建築物の種類に応じた換気回数の推定値を用いた。

(2) シミュレーターの実証

様々な換気状況 (換気なし, 換気あり・換気量不明, 換気あり・換気量) の様々なタイプの部屋 (一戸建て建て住居, マンション, オフィス, 教室等) において、換気シミュレーターによって得られた値と実測値を比較、その一致度について検討した。

COVID-19 に伴うテレワーク・在宅勤務への突入から約 1 年半経過後の 2021 年 9 月～10 月に実施された、「日本における COVID-19 問題による社会・健康格差評価研究」(The Japan COVID-19 and Society Internet Survey, JACSIS) のデータを用いた解析を行った²⁾。JACSIS はインターネット調査を用いた全国の 15～79 歳の男女を対象とした調査であり、全調査対象者 31,000 のうち、本研究では調査時点において過去 1 ヶ月間に在宅勤務を行ったことのある 20～64 歳の男女 5448 名を対象とした。

心身の健康影響の指標としては、SSS-8 (身体症状スケール) および K6 (非特異的ストレス指標) を用い、これらに対する在宅勤務における作業環境の整備状況等や、性別、年齢、婚姻状況、在宅勤務の頻度について、多重ロジスティック回帰を用いた解析を行った。

C. 研究結果

文献レビューの結果、相対湿度の基準値 40～70%RH に関しては、低湿度側の基準値 40%RH は概ね妥当だが、70%RH は高湿度における影響を考えるとやや不十分な可能性が指摘された。一酸化炭素ならびに二酸化炭素については、空調または機械式換気ありの場合の基準値 10ppm および 1000ppm は妥当と考えられる一方で、これらが無い場合の基準値 50ppm および 5000ppm は高すぎる可能性が指摘された。

(1) 換気シミュレーターの開発・公開

Microsoft Excel を用いたシミュレーターを開発し、2020 年 4 月に日本産業衛生学会 産業衛生技術部会の Web サイトにて公開した⁶⁾。また、英語版についても同年 12 月に日本産業衛生学会の Web サイトにて公開した⁷⁾。

(2) シミュレーターの実証

シミュレーターによる推測値を実測値と比較したところ、換気後（入室後）の時間が一定時間以上の場合における一致度が高い一方で、この時間が短い場合の一致度が低い例が見られた（図 2）。これは本シミュレーターでは平衡に達した場合を仮定して推測値を算出しているためであると考えられる。

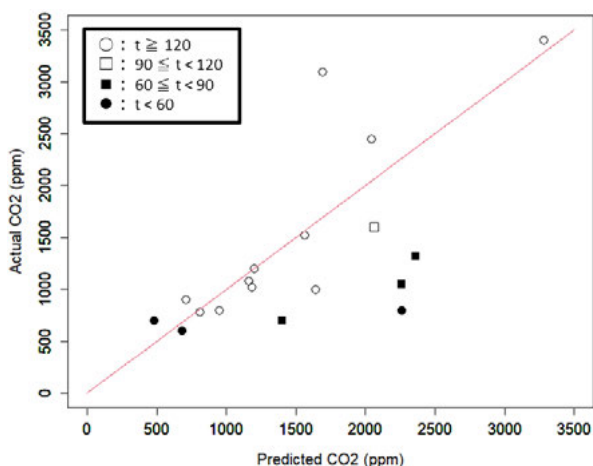


図 2：実測値と推定値（平衡値）の比較

経過時点における推定値を用いて比較した結果、換気回数が不明、あるいは換気なしの場合も含めて、大半のケースにおいて比較的高い一致度が見られた（図 3）。

その一方で、一部の環境においては推定値と実測値の一致度が良くない例がみられた。これは、換気回数の推定値と、実際の換気量との間に乖離があったためと思われる（図 4）。特に、住宅に常時換気が義務付けられた 2003 年の建築基準法改正以前に建造された鉄筋コンクリート製住居にて、推定値よりも実測値のほうが高い結果が見られた。

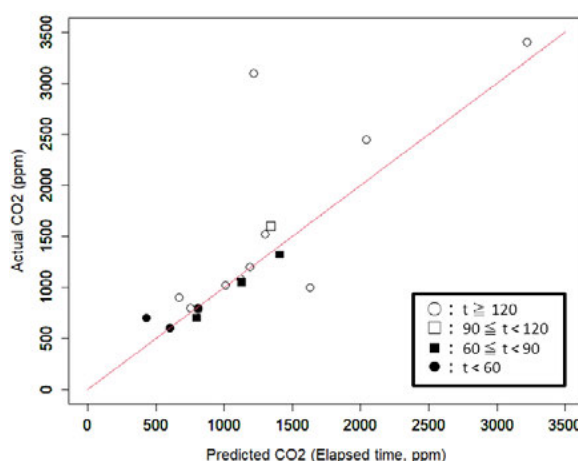


図 3：実測値と経過時間時点での推定値の比較

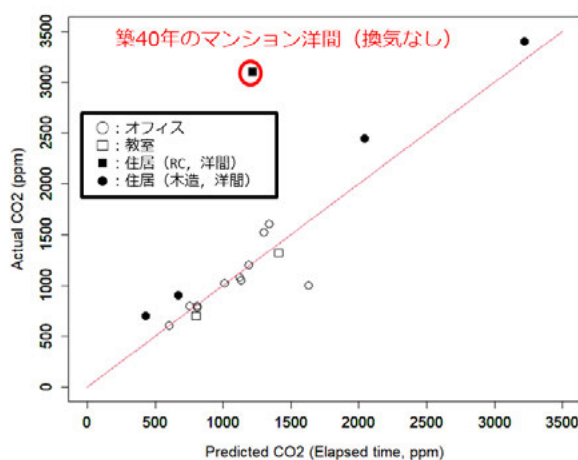


図 4：部屋のタイプ別に見た、実測値と経過時間時点での見積り値の比較

大規模インターネット調査による、在宅勤務の環境整備状況等による心身の健康状態への影響についての調査

(1) 身体症状スケール (SSS-8) を指標とした多重ロジスティック回帰結果

身体症状スケール (SSS-8)³⁾ を指標として多重ロジスティック回帰を行った結果を図 1 に示す。SSS-8 ≥ 12 を目的変数とした多重ロジスティック回帰において有意に低いオッズを示した項目は、年齢 (20 代を対照とした 40 代, 50 代, 60 代)、作業環境整備状況のうち、「机の上は仕事をするのに十分な明るさである」、「机の上には十分なスペースがある」、「室内の温度・湿度は快適である」、「静かな環境である」、「通信環境が安定している」、「気分転換やリフレッシュできる場所や環境がある」であった。また、

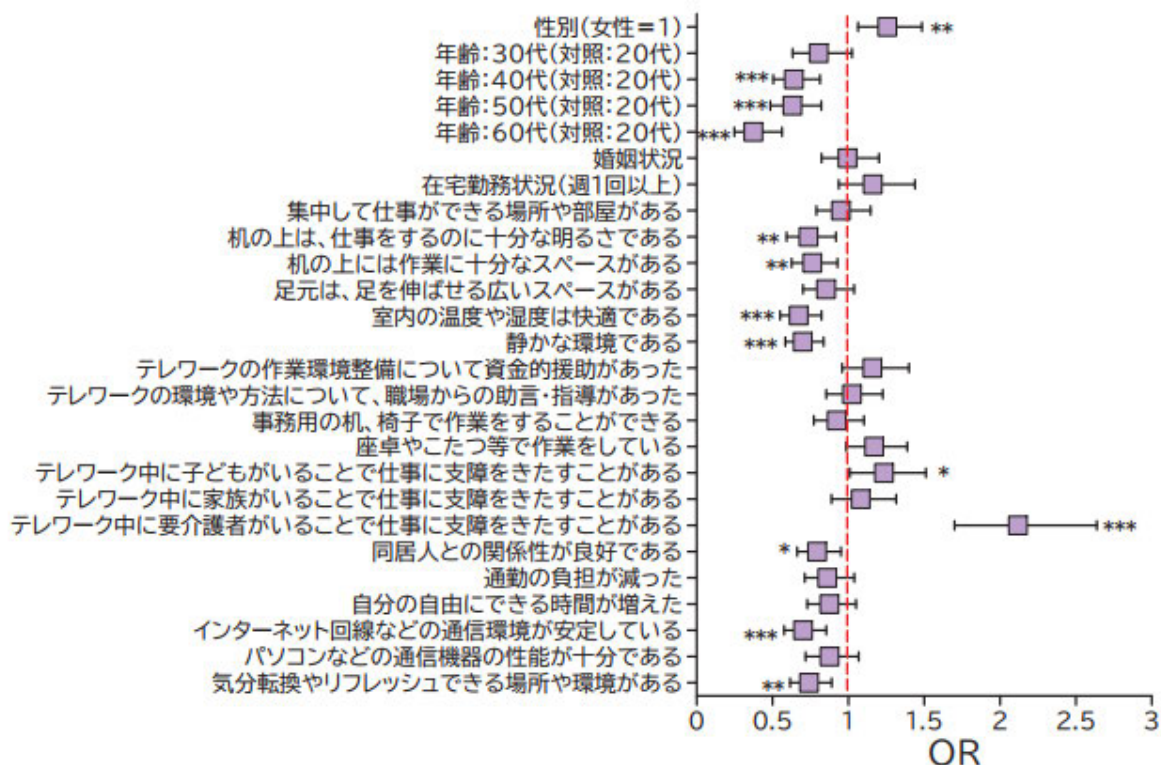


図1:身体症状スケール(SSS-8) ≥ 2 を指標とした多重ロジスティック回帰結果

「同居人との関係性が良好である」も有意に低かった。一方、性別（男性に対する女性）、「子供がいることで仕事に支障をきたすことがある」、「要介護者がいることで仕事に支障をきたすことがある」は有意に高いオッズ比を示した。

(2) 非特異的ストレス指標（K6）を指標とした多重ロジスティック回帰結果

非特異性ストレス指標（K6）⁴⁾を指標とした多重ロジスティック回帰結果を図2に示す。K6 ≥ 5 を目的変数とした多重ロジスティック回帰の結果、有意に低いオッズ比であった項目は、年齢（20代を対照とした30代、40代、50代、60代）、婚姻状態（既婚）、作業環境整備状況のうち「室内の温度や湿度は快適である」、「静かな環境である」、「通信環境が安定している」、「気分転換やリフレッシュできる場所や環境がある」であった。また、「同居人との関係性が良好である」、「自分の自由にできる時間が増えた」についても、有意に低いオッズ比であった。一方、「座卓やこたつ等で作業をしている」、「要介護者がいることで仕事に支障をきたすことがあ

る」は有意に高いオッズ比を示した。

D. 考察

今回開発・公開した換気シミュレーターは、大半の環境において見積り結果と実測値の間に比較的良好な一致性が見られた。換気回数が不明あるいは機械換気がない場合は、建造物のタイプや部屋の用途による換気量の推定値を用いているが、そのような場合においても一致性が高かったことから、今回採用した推定値が概ね妥当であったと考えられる。

その一方で、CO₂濃度の推定値と実測値との間の一致度が良くない事例が見られた。これはシミュレーターで用いた換気量の推定値と実際の換気量の間に乖離があったためと考えられる。特に、住宅に常時換気が義務付けられる以前に建造された鉄筋コンクリート製住居において推定値よりも実測値のほうが高い値が観察されていたが、これは換気のない場合に適用される推定換気量（コンクリート製建造物、0.5回/時）よりも実際の換気量が低かったためであると考えられる。今後、さらに実測結果に基づいた検

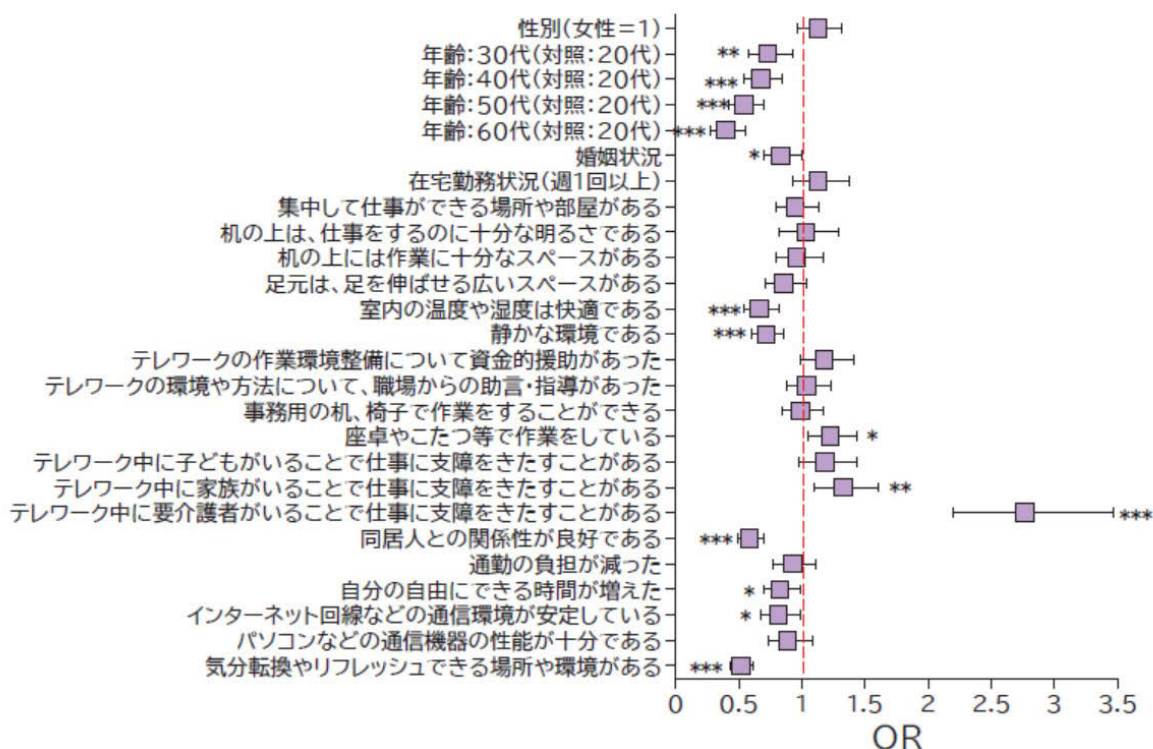


図 2: 非特異性ストレス指標 (K6) ≥ 5 を指標とした多重ロジスティック回帰結果

討を行い、シミュレーターのさらなる精度向上を図る予定である。

今後、在宅勤務やテレワーク等が進むことを考慮すると、換気を評価するために必要な CO_2 の実測が難しいケースが増えてくることが想定される。今回開発したシミュレーターにより、簡易的に換気の良否を示すことが可能となることで、作業場の空気質管理が確実に行われることが期待される。

テレワークの作業環境に関する分析からは、身体症状スケール (SSS-8)、非特異性ストレス指標 (K6) とともに、作業環境整備が良好である場合においてオッズ比が低い値であったことから、作業環境を適切に整備することが心身を健康に保つために重要であることが示された。その一方で、同居人との関係性や、同居人、特に子供や要介護者によって作業に支障をきたすかどうか心身の健康に重要であることも示された。今後、COVID-19 が終息した後においても、テレワーク、特に在宅勤務への流れは変わらないと推測されることから、労働者の心身の健康

を守るためには、従来の事務所同様、在宅勤務の環境整備が非常に重要であると考えられる。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表・学会発表

論文和文

1. 齊藤宏之、武藤剛、花里真道、橋本晴男: 職域で新型コロナウイルスに向き合う⑩ 職域室内空間の新型コロナウイルス感染症クラスター阻止を目的とした 3 密定量化と可視化の試み—室内 CO_2 濃度を推定する換気シミュレーターの構築と実証—。産業医学ジャーナル 44: 35-41, 2021.

学会発表

1. 貴志孝洋、中原浩彦、中村修、山内武紀、武藤剛、飯田裕貴子、齊藤宏之、山田憲一、山野優子、橋本晴男. COVID-19 対策に活用可能な換

気シミュレーターの開発（第一報）基本的な考え方. 第94回日本産業衛生学会（口演）. 2021. 5

2. 齊藤宏之、山内武紀、武藤剛、貴志孝洋、中原浩彦、中村修、飯田裕貴子、山野優子、橋本晴男. COVID-19 対策に活用可能な換気シミュレーターの開発（第二報）実測値の比較. 第94回日本産業衛生学会（口演）2021. 5

3. 齊藤宏之. コロナ禍に伴う在宅勤務における作業環境の諸問題の概要. 第32回日本産業衛生学会全国協議会, 産業衛生技術部会シンポジウム. 口演. 津. 2021年12月4日

G. 知的財産権の出願・登録

特に記載するものなし

H. 参考文献

- 1) Peder Wolkoff, Indoor air humidity, air quality, and health – An overview. *Int J Hyg Environ Health* 221 (2018) 376-390.
- 2) 東賢一, 室内環境中における二酸化炭素の吸入曝露によるヒトへの影響. *室内環境* 21, 113-120, 2018.
- 3) C L Townsend, R L Maynard, Effects on health of prolonged exposure to low concentrations of carbon monoxide. *Occup Environ Med* 2002;59:708-711.
- 1) 田辺新一, 山本佳嗣, 緒方壮行: 新型コロナウイルス感染症における換気について. *建築防災* 2020. 10, 24-31.
- 2) Nishiura H, Oshitani T, Kobayashi T, et al., Closed environments facilitate secondary transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19). *medRxiv preprint*, Feb 28, 2020. 0029272. <https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272>
- 3) 篠原直秀: コロナウィルスの感染対策に有用な室内環境に関連する研究事例の紹介. *Indoor Environment* 23(2) 99-106, 2020.
- 4) 古屋博行: 室内 CO2 濃度測定による結核感染リスクの推定に関する総説. *結核* 93(8) 479-483, 2018.
- 5) 田中俊六, 岩田利枝, 土屋喬雄他: 最新建築環境工学 改定4版, 第5章—換気と通風. 井上書院, 2014.
- 6) 日本産業衛生学会 産業衛生技術部会: 新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) 対策用換気シミュレーター. http://jsoh-ohe.umin.jp/covid_simulator/covid_simulator.html (2020/4/27 公開)
- 7) Japan Society for Occupational Health: “VENTILATION SIMULATOR” (COUNTERMEASURE AGAINST NOVEL CORONAVIRUS— TOOL TO ALLOW SIMPLIFIED ESTIMATION OF THE ADEQUACY OF VENTILATION). https://www.sanei.or.jp/images/contents/436/Ventilation%20Simulator_Homepage.pdf (2020/12/15 公開)
- 1) 厚生労働省, テレワークの適切な導入及び実施の推進のためのガイドライン. <https://www.mhlw.go.jp/content/000759469.pdf> (2022年2月21日確認)
- 2) 日本における COVID-19 問題による社会・健康格差評価研究 (JACSIS Study). <https://jacsis-study.jp/> (2022年2月21日確認)
- 3) 松平 浩 ほか, 日本語版 Somatic Symptom Scale-8 (SSS-8 [身体症状スケール]) の開発— 一言語的妥当性を担保した翻訳版の作成—. *心身医学* 56, p.931-937, 2016.
- 4) National Comorbidity Survey, K10 and K6 Scales. https://www.hcp.med.harvard.edu/ncs/k6_scales.php (2022年2月21日確認)

現行の事務所則ならびに 他の基準値の確認



			気温	相対湿度	CO	CO2
空調なし	室内環境の環境基準	第3条			50ppm以下	5000ppm以下
空気調和設備	供給空気	第5条			10ppm以下	1000ppm以下
	室内環境の環境基準		17℃以上 28℃以下	40%以上 70%以下		
機械換気設備	供給空気				10ppm以下	1000ppm以下
燃焼器具	換気	第6条			50ppm以下	5000ppm以下
学校環境衛生基準		第1条	10℃以上 30℃以下	30%以上 80%以下	10ppm以下	1500ppm以下

低湿度についてのレビュー



- 30～50%RHと比較して低湿度(<30%)と高湿度(>50%)の両方で呼吸器症状の軽微な増加 (Angeleon-Gaetz 2016)
- 加湿中(30～40%RH)では非加湿(20～30%RH)と比較して乾燥症状(乾燥感, 皮膚・眼の刺激と痒み, 喉・鼻の乾燥)が有意に小さかった (Reinikainen 1992)
- 高温条件において, 非加湿条件で乾燥症状とSBSが増加。RHが25～35%から増加するとSBSが減少。加湿によって乾燥感とSBSは減少と結論 (Reinikainen & Jaakkola 2001)
- アンケートデータから屋内生産性指標を計算したところ, 乾燥したオフィスで生産性の低下が見られた (Wilk 2011)
- 30%RHにおいてまばたき頻度が大幅に増加 (Sunwoo 2006)

Peder Wolkoff, Indoor air humidity, air quality, and health - An overview.
 Int J Hyg Environ Health 221 (2018) 376-390

低湿度による健康影響のまとめ

- 眼・上気道の刺激について
 - 眼・上気道の刺激は、オフィスでのアンケート調査での上位2症状。
 - 「乾燥」によって眼や鼻などの粘膜刺激を訴える率が増加。
 - ただし、乾燥空気だけの影響ではなく、「ほこりっぽい空気」の影響も考えられる（乾燥による再発塵の増加）。
 - 加湿によって粘膜刺激が軽減
- オフィスの「屋内生産性指数」が低RHによって低下。
 - 加湿によって粘膜刺激が軽減され、作業能率向上の可能性。
- インフルエンザウィルスは絶対湿度が低い方が生存率が高い。
 - ウィルスの種類によって異なる。
 - 低湿度における粒子の再飛散性も影響する可能性あり。
- 眼・上気道周辺の湿度と、建物構造の湿度（粉塵やVOCの放出に関連）は別個に考える必要がある。
 - 「乾燥空気」「湿潤空気」の定義は再検討が必要。

低湿度による健康影響のまとめ

- オフィスの「屋内生産性指数」が低RHによって低下。
 - 加湿によって粘膜刺激が軽減され、作業能率向上の可能性。
- インフルエンザウィルスは絶対湿度が低い方が生存率が高い。
 - ウィルスの種類によって異なる。
 - 低湿度における粒子の再飛散性も影響する可能性あり。
- 眼・上気道周辺の湿度と、建物構造の湿度（粉塵やVOCの放出に関連）は別個に考える必要がある。
 - 「乾燥空気」「湿潤空気」の定義は再検討が必要。

高温湿度による健康影響



□ “Dump Building”問題

- 「Dampness」による呼吸器症状（咳嗽，喘鳴，喘息）へのオッズ比は1.4～2.2，倦怠感，頭痛，気道感染などのリスクも上昇（Bornehag 2001）
- 住居のDampnessにおけるメタアナリシスにて，上気道症状，咳嗽，喘鳴，喘息について1.3～1.7倍のオッズ比で有意に悪化（Fisk 2007）
- 集合住宅の調査において，結露・風呂場の湿気・カビ臭さ・水漏れと目や鼻，のどの刺激症状，咳，顔の皮膚の刺激症状，頭痛や倦怠感に1.5～3倍台のオッズ比で有意に関連，量－反応関係が存在（Engvall 2011）

DampnessとSBSの関係



表1 カビまたは結露のいずれか1つと両方がある場合のオッズ比（札幌とその近郊の戸建て住宅 n=564）

	発症・悪化群 (n=91)		多病群 (n=55)	
	オッズ比 (95%信頼区間)	P value	オッズ比 (95%信頼区間)	P value
いずれもない	基準		基準	
カビまたは結露あり	1.78 (1.06-2.84)	0.03	1.80 (0.99-3.28)	0.06
カビと結露（両方）あり	3.80 (2.11-6.84)	<0.001	4.05 (2.02-8.10)	0.001
P for trend	<0.001		<0.001	

（文献（12）より）（西條，岸，佐田ら，2002）

表2 Dampnessの指標の各症状に対する調整オッズ比（札幌市の戸建て住宅：n=317）

	窓の結露 調整オッズ比 (95%信頼区間)	カビの発生 調整オッズ比 (95%信頼区間)
皮膚症状	2.76 (1.31-5.82)**	2.15 (0.95-4.87)
眼の症状	2.49 (1.18-5.25)*	2.75 (1.21-6.25)*
鼻の症状	1.95 (0.93-4.08)	2.57 (1.09-6.05)**
喉・呼吸器の症状	2.30 (1.13-4.69)*	2.38 (1.03-5.50)*
精神・神経症状	2.12 (0.98-4.57)	1.28 (0.48-3.39)
いずれかの症状あり	2.39 (1.39-4.11)**	1.98 (1.02-3.85)*

*P<0.05, **P<0.01

調整：性，年齢，喫煙，ペット，家で過ごす時間，世帯人数，アレルギーや喘息の既往

（文献（13）より）（Saijo, Kishi, Sata et al, 2004）

西條，吉田，岸：「シックハウス症候群への湿度環境・生物学的汚染の影響」日本衛生学雑誌 64, 665-671, 2009

相対湿度の至適範囲

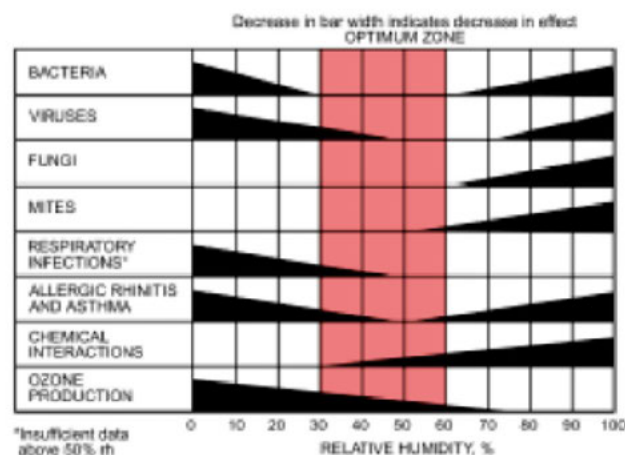


Fig. 1 Optimum Humidity Range for Human Comfort and Health
(Adapted from Sterling et al. 1985)

2016 ASHRAE HVAC System and Equipment Handbook, Ch. 22.

CO2についての文献レビュー



室内環境中における二酸化炭素の吸入曝露によるヒトへの影響

東 賢一*

室内環境 21, 113-120, 2018

近畿大学医学部環境医学・行動科学教室 〒589-8511 大阪狭山市大野東377-2

Effects of inhalation exposure to carbon dioxide on human health in indoor environment

Kenichi AZUMA*

Department of Environmental Medicine and Behavioral Science, Kindai University Faculty of Medicine

要 旨

1970年に制定された建築物衛生法の二酸化炭素の環境衛生管理基準は、1000 ppmを超えると倦怠感、頭痛、耳鳴り、息苦しさ等の症状が増加することや、疲労度が著しく上昇することに基づき定められたものである。二酸化炭素に関する近年の増数のエビデンスが、500～5000 ppmの範囲における二酸化炭素濃度の上昇と生理学的変化(血液中の二酸化炭素分圧や心拍数の上昇等)を確認している。また、1000 ppm程度の低濃度域におけるシックビルディング症候群(SBS)関連症状については、多くの疫学研究で報告されている。ヒトにおける生理学的変化は二酸化炭素によるものと考えられるが、低濃度域におけるSBS症状については、他の汚染物質との混合曝露による影響の可能性が高いと考えられる。近年、1000 ppm程度の二酸化炭素に短時間曝露した際の二酸化炭素そのものによる生産性(意思決定能力や問題解決能力等)への影響が示唆されており、このような影響は社会経済への影響が懸念されることから、慎重な対応が必要であると考えられる。建物内の二酸化炭素の室内濃度を1000 ppm以下に抑えることで、SBS症状や生産性への影響を防止できる。大気中の二酸化炭素濃度が上昇し続けているが、地球温暖化のみならず、室内の二酸化炭素濃度の維持管理のためにも大気中二酸化炭素濃度の低減に関する早急な対策が必要である。

諸外国におけるCO2の基準値



表1 諸外国における二酸化炭素の室内空気質ガイドライン

諸外国	設定年	室内濃度の指針値(ppm)	対象
カナダ保健省	1987	3500以下 (許容可能な長期曝露範囲)	居住空間
カナダ保健省	1995	1000未満 (換気の指標)	オフィス環境
シンガポール環境省	1996	1000未満 (8時間平均, 換気の指標)	空調設備を有するオフィスビル
ノルウェー厚生省	1999	1000未満 (最大値, 室内空気汚染の指標)	居住空間
中国環境保護総局	2002	1000未満 (24時間平均)	住宅とオフィス
中国香港特別行政区	2003	8時間平均 最良質: 800未満 良質: 1000未満	機械換気や空調設備を有する建物や閉鎖空間
韓国環境部	2003	1000以下	大規模店舗, 医療機関等
ドイツ連邦環境庁	2008	1000未満 (無害とみなされる) 1000~2000 (有害性が上昇する) 2000超 (許容できない)	
台湾環境保護庁	2012	1000以下 (8時間平均)	公共の室内空間

東賢一, 室内環境 21, 113-120, 2018

CO2基準値の設定根拠 (建築物衛生法, 1000ppm)



- 古典的なCO2の健康影響についての知見
 - 5000ppm以上で呼吸数がガス交換が必要なレベル以上に増加し, 呼吸系統に付加的な重荷を負わせる。
 - 700~1000ppmを二酸化炭素の許容濃度とみなすとの提言 (Pettenkoferら, 1881年)
- 1000ppmの吸入実験で呼吸, 循環器系, 大脳の電気活動に変化, 室内濃度として1000ppmを超えるべきではないと提言
- これらがWHO「住居の衛生基準に対する生理学的基礎」(1968年)で引用。これを根拠に建築物衛生法の基準値 (= 事務所則の基準値) が決定されたと考えられる。

東賢一, 室内環境 21, 113-120, 2018

低濃度CO₂の吸入曝露による 生体影響



□ シックビルディング症候群（SBS）について

- 21の論文中約半数の研究で、800ppm未満でSBS症状が減少（Seppanen 1999）
- 米国BASE研究にて、一日平均800ppm以下の領域でも室内平均濃度と外気濃度の差が100ppm（最大濃度との差が250ppm）上昇すると粘膜刺激と下気道症状が有意に上昇（Apte 2000, Erdmann 2004）
- スウェーデン調査（674～1450ppm）にてCO₂が100ppm上昇すると頭痛が有意に増加（Norback 2008）
- 1000ppm以上のCO₂に暴露した学童で乾性咳と鼻炎の症状が有意に増悪（Simoni 2010）
- 台湾の事務所労働者にて、800ppm以上で目や上気道の刺激が報告（Tsai 2012）
- 保育所（1000～2000ppm）にて200ppm上昇で有意な喘鳴の増加（Carreiro-Martins 2014）
- 550～1320ppmの濃度域において、100ppm上昇と頭痛等の関連あり（Azuma, 2018）
- SBSについては、他の室内空気汚染物質、ヒト由来の汚染物質の影響が関与している可能性あり（CO₂濃度と他の室内汚染物質濃度、居住者数、外気導入量との高い相関が指摘）。

低濃度CO₂の吸入曝露による 生体影響



□ 自律神経機能，精神運動機能

- 500～4000ppmでも血中CO₂分圧が上昇し、心拍変動や抹消血液循環増加が報告（McNaughton 2016, Vehvilainen 2016）
- 1500ppm数時間曝露で、600ppmに比べて血圧上昇や心拍数上昇（Kajtar 2012）
- 1000ppmで有意に意思決定能力が低下（Satish 2012）

CO2によるSBSのリスク増加



TABLE IV. Odds Ratios and 95% Confidence Intervals for Associations between Risk Factors and SBS

SBS Groups and Individual Symptoms	Age ≥ 40 Years vs. < 40 Years			Sex Female vs. Male			Allergic History ^a Yes vs. No			Smoking Habit Yes vs. No			CO ₂ Concentration < 500 ppm vs. > 800 ppm		
	OR	95% CI	P-value	OR	95% CI	P-value	OR	95% CI	P-value	OR	95% CI	P-value	OR	95% CI	P-value
Eye irritation	1.4	0.4-4.7	0.6212	5.6	2.2-14.1*	0.0003	2.3	1.0-5.4*	0.0467	0.8	0.3-2.0	0.5875	1.7	1.1-2.7*	0.0099
Tired or strained eyes	0.8	0.3-2.7	0.7747	0.6	0.2-1.4	0.2223	1.6	0.7-3.9	0.2659	0.6	0.2-1.5	0.2831	1.7	1.1-2.7*	0.0171
Dry, itching, or irritated eyes	1.6	0.5-4.9	0.4444	6.5	2.6-16.5*	<0.0001	1.8	0.8-4.0	0.1246	0.7	0.3-1.7	0.3902	1.8	1.2-2.8*	0.0083
Nonspecific Symptoms	1.4	0.6-3.2	0.4608	2.6	1.2-6.0*	0.0199	2.4	1.1-5.0*	0.0253	1.0	0.4-2.4	0.9691	1.4	0.9-2.2	0.1927
Headache	1.0	0.4-2.6	0.9794	2.4	1.1-5.2*	0.0241	2.0	1.0-4.0*	0.0413	0.8	0.3-2.1	0.6670	1.7	1.0-3.0	0.0620
Unusual tiredness, fatigue, or drowsiness	1.5	0.3-7.4	0.6456	0.9	0.4-2.3	0.8969	2.6	1.2-6.0*	0.0209	0.7	0.3-1.5	0.3432	1.0	0.6-1.7	0.8527
Tension, irritability, or nervousness	5.7	0.8-41.8	0.0645	3.6	1.7-7.7*	0.0012	2.7	1.2-6.2*	0.0185	2.8	1.0-7.8	0.0325	1.3	0.8-2.2	0.2880
Difficulty in remembering things or in concentrating	1.8	0.6-5.8	0.3061	2.9	1.3-6.4*	0.0077	2.5	1.2-5.2*	0.0116	1.0	0.5-2.4	0.9230	1.7	1.0-2.9*	0.0441
Dizziness or lightheadedness	1.0	0.3-3.2	0.9735	2.1	0.8-5.2	0.1151	2.2	0.9-5.9	0.0975	1.3	0.4-4.1	0.6959	1.4	0.8-2.3	0.2503
Feeling depressed	1.6	0.2-12.4	0.6458	1.6	0.5-5.7	0.4616	3.6	1.1-11.4*	0.0324	0.5	0.1-2.0	0.3303	1.4	0.7-2.6	0.3172
Nausea or upset stomach	N/A ^b			3.3	1.0-11.3	0.0540	1.9	0.5-7.0	0.3079	1.2	0.3-5.5	0.8203	0.8	0.3-1.8	0.5276
Upper Respiratory Symptoms	2.7	0.6-11.1	0.1734	3.1	1.3-7.0*	0.0084	2.0	0.9-4.8	0.0993	1.7	0.5-5.4	0.3901	1.7	1.0-2.7*	0.0326
Sore or dry throat	2.5	0.3-18.3	0.3806	3.7	1.4-9.6*	0.0078	2.3	0.8-6.4	0.1024	0.6	0.2-2.2	0.4538	1.6	0.9-2.9	0.1332
Stuffy or runny nose, or sinus congestion	2.1	0.3-15.6	0.4792	2.3	0.7-7.0	0.1539	3.0	1.1-8.1*	0.0317	1.3	0.4-4.0	0.7261	1.2	0.6-2.3	0.5930
Cough	N/A ^b			2.6	0.9-7.9	0.0883	4.2	1.5-12.1*	0.0071	1.2	0.2-6.0	0.8236	0.8	0.4-1.6	0.5637
Sneezing	3.0	0.4-21.9	0.2862	2.8	1.1-6.8*	0.0277	1.8	0.7-4.5	0.2045	1.4	0.5-3.9	0.5661	1.1	0.6-2.0	0.8348
Lower Respiratory Symptoms	0.8	0.2-3.7	0.8138	1.7	0.5-5.4	0.3828	4.2	1.4-12.7*	0.0103	0.6	0.12-4	0.4718	1.5	0.8-2.6	0.2053
Wheezing ^c	0.3	0.0-3.0	0.3006	N/A ^b			6.4	0.8-49.7	0.0741	0.2	0.0-1.8	0.1666	0.7	0.2-2.7	0.5659
Chest tightness	1.6	0.2-12.4	0.6458	1.6	0.5-5.7	0.4616	3.6	1.1-11.4*	0.0324	0.5	0.1-2.0	0.3303	1.4	0.7-2.6	0.3172
Shortness of breath	0.7	0.1-5.8	0.7287	1.7	0.4-7.8	0.5034	11.0	2.3-53.2*	0.0028	0.7	0.1-5.9	0.7105	1.0	0.4-2.3	1.0000
Skin irritation	N/A ^b			3.5	1.3-9.2*	0.0122	1.9	0.7-5.4	0.2162	0.6	0.2-1.6	0.2727	0.9	0.4-2.0	0.8084

^aAllergic history refers to sinusitis, asthma, eczema, hay fever, allergies to dust, mold, or pets.

^bN/A indicates that the model failed to carry out any estimations because the sample count was too low.

^cIndicates that the GEE model estimation has statistical significance (p -value < 0.05).

Dai-Hua Tsai et al., Office Workers' Sick Building Syndrome and Indoor Carbon Dioxide Concentrations. J Occup Environ Hyg 9, 345-351, 2012.

CO2濃度と健康影響のまとめ



表3 二酸化炭素濃度と健康等への影響のまとめ

二酸化炭素濃度 (ppm)	生理変化	精神運動機能	症状	室内基準等
500 以上	pCO ₂ , 心拍数, 心拍変動, 血圧, 末梢血液循環		700 ppm以上でシックビルディング症候群の症状 ^a	
1,000以上		認識能力(意思決定, 問題解決等)	学童の喘息症状の増悪 ^a	居住空間における室内空気質指標値
5,000 以上				労働環境基準(8時間加重平均値TWA)
10,000 以上	呼吸数増加, 呼吸性アシドーシス, 代謝性酸中毒(血中Caや尿中濃度の低下), 脳血流増加, 分時換気量増加			
50,000 以上			めまい, 頭痛, 混乱, 呼吸困難	
100,000 以上			激しい呼吸困難に続き, 嘔吐, 失見当, 高血圧, 意識消失	労働環境基準(短時間限界値STEL)

^a 共存する室内汚染物質による影響の可能性が高い

東賢一, 室内環境 21, 113-120, 2018

文献レビュー (CO)



Table 2. 空気汚染物質と汚染実態、既存基準、提案水準及び対策など^{a)}

対象物質	実 態	既 存 基 準	提 案 水 準	対策・その他
一 酸 化 炭 素 (1 ppm = 1.145 mg/m ³)	屋外 0.01-0.20 ppm (自然環境)	事務所・一般環境 日本 10 ppm (ビル管理法・環境基準；1時間値の日平均) 20 ppm (学校保健法)	随時的：10 ppm以下 その他：2 ppm以下、出来れば1.5 ppm以下 (COの人体影響は、COHb ^{a)} のレベルにより決まるが、WHOでは一般人での許容最大レベルを2.5-3.0%としている。COHbは環境濃度と暴露時間により影響されるが2%以下に保つためには、環境濃度を10 ppm以下にする必要がある。但し、受動喫煙の場合、感覚的には2 ppmを超えると不快感、目痛み等が出現するので、短い時間では10 ppm以下、その他では2 ppm以下を提案した。感覚的影響には個人差があるので、出来れば1.5 ppmが望ましい ^{b)}	・発生源 (喫煙場所) の制限 ・喫煙場所 (居間) に特別な排気装置を設置 ・開放型暖房器使用制限。少ないくともFF ^{c)} 式の設置が望ましい ・調理器具使用時換気確保 (大量の排気ガス、水蒸気、臭気が出るので、直接室外に排気する装置必要)
	17.5 ppm (都市・8時間値)	米国 10mg/m ³ (8時間環境基準；EPA, 1時間ASHRAE ^{d)}) 40 mg/m ³ (1時間値)		
	屋内 台所：10-30 ppm カフェテリア 0.7 ppm (禁煙席) 3-5 ppm (喫煙席)	カナダ 11 ppm以下 (8時間平均濃度) 25 ppm以下 (1時間平均濃度) WHO・ヨーロッパ ^{e)} 100 mg/m ³ (15分間STEL ^{f)}) 60 mg/m ³ (30分間：TWA ^{g)}) 30 mg/m ³ (1時間：TWA ^{g)}) 10 mg/m ³ (8時間：TWA ^{g)})		
	事務所ビル 日本 (2.8±1.3 ppm) 米国 (1.75-5.2 ppm)	WHO・ヨーロッパ ^{e)} 100 mg/m ³ (15分間STEL ^{f)}) 60 mg/m ³ (30分間：TWA ^{g)}) 30 mg/m ³ (1時間：TWA ^{g)}) 10 mg/m ³ (8時間：TWA ^{g)})		
		産業現場 日本 50 mg/m ³ (産業衛生学会勧告値)		
		米国 55 mg/m ³ (8時間許容値ACGIH ^{h)})		

市川勇，松村年郎：室内空気環境基準の現状，衛生化学 43, 162-173, 1997

文献レビュー (CO)



- 健康な男子において、COHb濃度4~6%で骨格筋に悪影響，運動能力の低下 (Adir, 1999)
- 2.5~4%の血中COHbレベルが「若い健康な男性の短期最大運動時間の減少」に関連
- 2.7-5.1%COHbのレベルは「運動時間の減少 虚血性心疾患の患者の胸痛 (狭心症) の増加」
- 2.20%のCOHbのレベルは、「視知覚、聴覚、運動および感覚運動パフォーマンス、警戒、および神経行動パフォーマンスの他の尺度に対する明確な影響」
(大気質基準に関する専門委員会, 1994)

文献レビュー（CO）



- 最近の研究にて、低濃度COへの長時間曝露が脳に微妙な影響を与えることが示唆（Townsend 2002）
- 認知能力のテストでは、COHbレベルが増加するにつれて被験者のエラー数と完了時間が増加し、5%のCOHbで効果が明らかになった。
- 1%, 3%, 5%のCOHbレベルに4時間曝露した結果、特に応答時間と効率の点で5%のパフォーマンスが悪かった。
- COHbレベルが1.10%（周囲のCO濃度が17から100 ppmまで変化した）の被験者は、認知能力試験の多くの部分、著しく低いスコアを示した。

文献レビュー（CO）



- WHO：血中COHbレベルが2.5%を超えないようにするために、空气中CO濃度について下記のガイドラインを発行（WHO, 1999）
 - 100 mg/m³ (87.1 ppm) for 15 minutes
 - 60 mg/m³ (52.3 ppm) for 30 minutes
 - 30 mg/m³ (26.1 ppm) for 1 hour
 - 10 mg/m³ (8.7 ppm) for 8 hours

文献レビュー（まとめ）



□ 湿度

- 低湿度では皮膚や粘膜系の影響，SBSの問題
- 高湿度ではDumppnessの問題（SBSとの関連性）
- 現状の40～70%RHで妥当かどうか？

□ CO₂

- 1000ppm前後の低濃度でもSBS増加や能率低下が報告
- 現状の1000ppm（空調 or 機械換気あり）は維持すべき？
- 空調なしの場合の5000ppmはどうする？

□ CO

- 低濃度長時間曝露による影響が指摘
- WHOはCOHb 2.5%を超えないために，8.7 ppm×8時間，26.1 ppm×1時間，52.3ppm×30分を規定。
- 現行の10ppm（空調or機械換気あり）は概ね妥当として，空調なしの50ppmは高すぎないか？

多様性を包摂したグローバル現代型健康オフィスにおける室内空気環境の可視化や、 テレワーク・分散型事務作業の労働衛生管理に関する分析

研究分担者 武藤 剛 北里大学医学部衛生学 講師
遠藤 源樹 順天堂大学医学部公衆衛生学 准教授
橋本 晴男 北里大学／東京工業大学 非常勤講師／前特任教授

研究要旨

昨今の働き方の多様化に伴い、わが国の現代型オフィス環境は、労働者側の観点では、女性や高年齢、外国人（様々な文化的背景）の増加、就労形態の観点では、オフィス内フリーアドレス制、オープンスペース活用、同一オフィス内の多様な職種（正規・非正規雇用、派遣、委託請負による客先常駐）、さらにテレワークの進展による事務作業場所の分散化が進んでいる。従来の作業（職場）環境に内在する健康障害リスクとしての物理的因子（騒音、照度、振動ほか）や化学的因子（室内化学物質）に加えて、心理的因子や生物的因子の大きさが指摘されている。

①多様性の観点（女性・高年齢・請負下請客先常駐・外国等多様な文化的背景）、②健康危機管理の観点（救急・感染症（生物学的リスク）、テレワークの一層の普及等）からの国内外の文献を収集した。海外の室内環境関連基準値等では最新の欧州規格(EN 16798-1:2019)が注目される。これにもとづくと、わが国の基準の温度範囲(17℃～28℃)は同規格に全く適合できず、「21℃～25.5℃」などのより良い目標値に向けた改善を検討する価値がある。照明については、同様に事務所・会議室等(300ルクス)、廊下・階段(100ルクス)の各照度に関して改善の余地がある。二酸化炭素は、わが国の基準値(1000 ppm)は、現状の各国の基準値・指針値と比較して遜色はなかった。しかし一方、室内の二酸化炭素濃度と健康影響や業務効率との関係については、最近では1000 ppm以下の領域でも多くの研究がされ、1000ppmを下回る濃度を境に、健康上の訴えや業務効率に有意差があったとの報告が複数ある。また600~800ppmを基準値とする新たなビル管理の指針が出ている。室内の二酸化炭素濃度については、わが国では二酸化炭素の不適合率は40%以上と高い。以上から、現在の基準値(1000 ppm)を下げる、または現在の基準の遵守を強化する方策を検討する時期に来ていると考えられる。職場環境と業務効率の向上で、働き方改革に寄与すると共に、国民全体の労働生産性を押し上げられる可能性がある。

次に、COVID-19感染クラスターリスク低減を目的とした、室内CO₂濃度ならびに呼気CO₂拡散濃度推計による閾値換気モデルと室内環境評価可視化モデルを構築した。この理論を用いて実際の執務事務所内作業場の室内環境について、在室者身体呼吸活動量・SARS-CoV-2伝播力（実効再生産数）・地域流行状況・室内機械換気量（風量測定）実測値をもとにクラスターリスクを定量評価し改善策を検討するとともに、室内安全性（生物学的曝露）を確保するために必要な換気方法の検討を行った。with COVID-19時代の、人が集う空間（事務作業場）づくりでは、換気と室内気流（動線）に着目した室内（インテリア）デザインが必須となり、室内空気の安全性を可視化するための気流シミュレーションや3密indexの妥当性検証、病原性可視化は今後必要な課題として浮き彫りとなった。節電エネルギー効率や脱炭素社会推進の観点から換気強化をどのように

<研究協力者>

大森 由紀
北里大学医学部

堀口 兵剛
北里大学医学部

江口 尚
産業医科大学／北里大学

石井 理奈
北里大学医学部

石橋 桜子
順天堂大学大学院

大矢 めぐみ
順天堂大学／千葉大学／理化学研究所

高橋 麻衣
マウントサイナイ医科大学ベスイスラエル病院

A. 研究背景および目的

昨今の働き方改革の進展、労働形態の多様化に伴い、事務所労働環境を取巻く状況は日々変化を遂げている。特にわが国の今後の就労環境を鑑みると、労働者側の観点では、女性や高年齢、外国人（様々な文化的背景）の増加といった多様性の進展が予想される。就労形態としても、オフィス内フリーアドレス制、オープンスペース活用、同一オフィス内の多様な職種（正規・非正規雇用、派遣、委託請負による客先常駐）、さらにテレワークの進展による事務作業場所の分散化が進んでいる。さらに従来の作業（職場）環境に内在する健康障害リスクとしての物理的因子（騒音、照度、振動ほか）や化学的因子（室内化学物質）に加えて、心理的因子や生物学的因子の大きさが指摘されつつある。そして事務所環境としても、健康障害防止の観点からの最低限の基準から、快適職場づくり、ひいては（無意識のうちに）さらに健康推進の効果をあげる健康オフィス（hea-

lthy workplace）の考え方がみられるようになってきている。こうした状況を踏まえて本年度は、①多様性の観点（女性・高年齢・請負下請客先常駐・外国等多様な文化的背景）、②健康危機管理の観点（COVID-19をはじめとする感染症（生物学的リスク）やテレワーク・個別分散型事務作業等）の観点から分析した。国際機関、海外各国の安全衛生行政機関、安全衛生関連学会、室内環境に関する業界団体などによる規制値、基準値、指針、指導状況などを調査した。ここでは特に、わが国で空気環境基準への不適合率が高い二酸化炭素の濃度に関し一定の重点を置いた。室内における二酸化炭素の濃度に関して、海外の基準値や指針値、濃度測定結果の実態、室内在席者への健康影響や業務効率との関連について、最新の研究状況や知見などを労働衛生管理の視点から調査した。

B. 研究方法

（多様性：がん患者復職社会心理生活状況）2018年に厚労省遠藤源樹研究班が行ったインターネットがん患者調査において、18-65歳がんサバイバー回答者について、復職や心理社会的状況を分析した。Hospital Anxiety and Depression Scale Japanese version (HADS) で抑うつや不安症状を測定した。1,610名（回答率13.9%）のうち、2000年以前のがん診断や診断前から精神疾患診断をうけていた者等を除外し、1,234名を分析対象とした（男性690名、女性544名）。

（多様性：不妊治療中患者就労調査）2018年に遠藤源樹准教授を代表とするJ-FEMA study研究班が国内不妊治療クリニックで実施した患者就労実態調査の1,727名の女性について分析した。両調査とも順天堂大学医学部研究等倫理委員会の承認を得て実施した。

文献調査は以下のように行った。国際機関、海外各国の安全衛生行政機関、安全衛生関連学会、室内環境に関する業界団体等のホームページ、出版物、規格、ガイドラインなどを調査した。論文については、主に労働衛生技術関連の出版

物、学会誌を中心にキーワード検索などにより調査した。特に労働衛生技術分野で国際的に広く認知されている、AIHA（アメリカ産業衛生協会）と ACGIH（アメリカ産業衛生専門家会議）による JOEH（Journal of Occupational and Environmental Hygiene）誌に注目した。

（健康危機管理：COVID-19 クラスター予防をめざした室内空気環境の可視化）

2020 年 1-8 月国内で発生した COVID-19 クラスター事例のうち報道でその室内環境（形状、室内使用状況）や感染状況（在室者数、COVID-19 感染（発症）者数）が把握できた事例について、室内 CO2 濃度の推計値を算出し、COVID-19 発生状況との関連を分析した。また構築したクラスターリスクモデルをもとに実際の執務事務所環境の空気関連変数（機械換気風量、気流動線）を実測し、リスクの定量化と改善策を検討する中で、生物学的曝露リスクからの室内安全性の推進にむけた必要条件を抽出した。

C. 研究結果

多様性の観点からの分析

§ 1－1 § 女性活躍の視点

1986 年に男女雇用機会均等法が施行され約 30 年、女性に対する企業による就業継続支援は広く日本社会に浸透しつつある。しかし少子高齢化による労働力不足という喫緊の課題ともあいまって、女性のライフコースや就業世代で罹患しやすい疾病も見据えた、より一層の包括的なサポートが求められている。結婚・妊娠・出産・育児というイベントと就労の両立はもちろん、貧血・乳がん・子宮頸がん・20-30 代女性のやせ（低栄養）といった疾病治療や健康課題解決と就労の両立という視点の重要性が高まる。

近年、がん患者の職場復帰（return to work）や就業継続（stay at work）支援に対する社会的注目が高まっているが、20-40 代では女性の方が男性よりがん罹患率が高い（20 代で男性の 1.6 倍、30 代で男性の 3 倍）。女性活躍の視点から事務所オフィス環境整備を検討する際、乳が

ん、婦人科がんといった女性特有のがんに対する重症化予防（検診受診勧奨）と罹患後の就業継続支援、さらになん治療による生殖機能への影響に対する支援（がんと妊孕性）の観点求められる¹⁾。

遠藤源樹准教授による日本の大企業の職域コホートの疫学調査（Endo et al, J Cancer Surviv, 10, 320, 2016）からは、就労女性のがんによる病休期間中央値は、乳がんの場合（時短勤務での復職では）91 日、（フルタイム勤務での復職では）209 日であった。女性生殖器がんの場合は（時短勤務）83 日、（フルタイム勤務）172 日であった。この結果から、乳がんや婦人科がんは、大腸がん・胃がんといった早期復職が可能な癌種と、膵臓がん・肝臓がん・血液がんといった病休が長期化しやすい癌種の中間のカテゴリーに入る。進行度によるが、乳がんの手術だけであれば 2 週間程度で入退院、復職が可能であることが多いことから、本調査で解析したような大企業では、術後化学療法や放射線治療の期間中も病休していたことが予想される。いずれにせよ、一般的な中小企業の病休期間が 3 か月程度ということとを考慮すると、職場（人事総務）や産業保健スタッフが積極的な支援をしない場合、就労女性のがん罹患による退職とならざるを得ない場合が十分ありうるであろう。さらに、術後早期に復職できたとしても、多くの乳がん治療では化学療法や放射線治療を外来通院で併用することから、通院時間や治療副作用と就労の両立を支援する姿勢も求められる。なおこの日本の大企業職域コホートでは、がん罹患病休復職後の 5 年勤務継続率は、乳がんでは 63.4%、女性生殖器がんでは 67.8%である。これは胃がんと同程度であり、企業が復職継続（stay at work）支援を充実させれば、乳がんや婦人科がんには罹患したとしても、本人が希望する限り復職後長く仕事を続けられる可能性を示している。また、乳がんでは再建術が進んでいるとはいえ、乳房や子宮といった女性特有の臓器の喪失感をはじめとして、がん罹患がメン

タル面に与える影響も無視できない。同コホートの解析でも、がん罹患者の復職後・再病休の理由として、少なくない割合でメンタルヘルス不調があがっている。がん復職後のメンタルヘルス不調による再病休率は、復職1年後で1.00%、2年後で2.77%、5年後で4.68%に上り、同大企業コホートの一般集団での新規メンタルヘルス不調病休率0.48%/年に比較して有意に高いと考えられる。Cancer-related fatigue (がん関連疲労) や睡眠障害を含め、がんサバイバーのメンタルヘルスも考慮した職域からの支援に資するような休憩室の設計を考える必要がある。

厚労省遠藤源樹研究班が行ったインターネット乳がん患者調査(2018)における、18-69歳女性について、復職や離職状況を分析すると、269人の女性のうち40人(15%)が乳がん診断後1年で仕事を辞めていた。多変量解析の結果から、教育歴の低さ(Odd ratio 3.80(1.23-11.7))等が退職と有意に関連ある因子としてあげられた。

次にJ-FEMA study 研究班(代表:遠藤源樹准教授)が国内不妊治療クリニックで実施した患者就労実態調査の1,727名の女性のうち、治療開始時に働いていた1,075名について分析すると、このうち179名(17%)がその後仕事を退職していた。多変量解析で退職と関連する因子を探索すると、教育歴の低さ(OR 1.58(1.07-2.34))、治療期間が2年以上と長いこと(OR 1.82(1.15-2.89))があげられた。また労働者の属性として非正規雇用(OR 2.65(1.61-4.37))、職場のハラスメント(OR 1.71(0.98-2.99))や支援がないこと(OR 1.91(1.28-2.86))も関連要因としてあげられた。このような労働者の多様性を前提とし、事務作業と個人の健康状態(私傷病や不妊治療)の両立を支援するために、事務所環境として望まれる休憩室・休養室の在り方について、次年度以降分析をすすめていく。

労働基準法における母性保護規定では、産後

8週間の就業は禁止されている。育児介護休業法で定める、産後8週以降の育児休業の取得期間は、企業規模に関わらず10-12ヶ月の取得者が最多(31.1%)、次いで12-18ヶ月(27.6%)となっている(いずれも2015年)。一方で3割以上の女性が産後10か月未満で復職している(平成27年度厚生労働省雇用均等基本調査)。産後過半数の女性が、分娩後3日頃からの情緒不安定・涙もろさ・抑うつ気分・不安感といったいわゆるマタニティー・ブルーを経験するが、通常は数日で、長くても1か月ほどでおさまる。一方、産後うつ病は、産後1か月以内に発症することが多く、産後6か月間で10人に1人がかかるとされる。したがって、産後まもなく、育児休業が短期で復職する女性に対しては、産業保健スタッフが積極的にメンタルヘルスカケアを心がけながら支援を行うことが重要と考えられ、女性用休養室についてこの観点を取り入れたものとするのが望まれる。また産後6か月から1年以内の女性では特に、職場で搾乳する場所の確保の悩みも生じやすい。母乳保育の継続や乳腺炎の予防のために、3-4時間ごとに搾乳して冷凍保存し保冷バッグで持ち帰ることが望ましい。女性用休養室(休憩室)のレイアウトについてカーテンを取り付けるなどちょっとした工夫により産後早期に復職した女性従業員が休養室を搾乳のスペースとして利用できる²⁾。

一方、国民健康・栄養調査(平成27年)によると、BMI 18.5 kg/m²未満で定義する「やせ」の割合は、女性全体では11.1%、うち20歳代では22.3%、30歳代では15.5%にのぼる。これは諸外国、特に先進国と比較して異例の高さといわれ、健康日本21(第二次)の数値目標に、「20歳代女性のやせの者の割合を20%以下」が設定されている。一方、わが国では低出生体重児の増加が指摘されている。経済協力開発機構(OECD;先進30か国)加盟国の平均6.5%に対して、わが国の低出生体重児は9.1%とされる(2003年)。この要因としては、母親の年齢等、人口動態統計で把握できる変数以外の因子(多胎妊娠、

妊娠前の母親のやせ、喫煙、妊娠中の体重増加抑制等）の関与の可能性が指摘されているとともに、やせ体型妊産婦で妊娠中の体重増加が少ないほど、light-for-date 児発症が多いという報告がある。またカルシウム・鉄といった栄養摂取不足にとどまらず、多くの若いやせ女性にみられる運動不足ともあわせ、筋量や骨量（骨密度）低下から、将来のサルコペニアや骨粗鬆症のリスクも指摘されている。これらのことから、20-30 歳代の女性に対する、食生活・栄養教育の重要性が示唆される。米国のオフィスビル認証基準には食堂に関する規程を含むものがあるが、わが国のオフィスで栄養の視点を考える際、この観点は不可避である。

§ 1－2 § 高年齢労働者活躍の視点

わが国の少子高齢化の進展と生産年齢人口の減少や、高年齢者雇用安定法改正（2013 年）の流れをうけ、今後さらに高年齢就業者が増加することが予想される。高年齢労働者の特徴として、身体機能の低下（転倒しやすい・骨折しやすい）、感覚機能の低下（見にくい・聞こえにくい）、生理機能（代謝機能や睡眠の質）の低下、精神機能（短期記憶力や感情制御力）の低下等が挙げられている^{3, 4)}。また、がんや脳心血管疾病等の罹患者も多いことから、治療と仕事の両立支援の観点が重要となる。事務所オフィス環境における対応策としてこれらの観点からの実例やエビデンスを収集していく。

高年齢就業者の増加は、有病労働者の増加すなわち治療と仕事の両立が継続的に求められる状況が多くなることを意味する³⁾。この両立支援においては、がん・脳心血管疾患・糖尿病をはじめとする生活習慣病・非特異的慢性腰痛（運動器疾患）といった疾病に加え、がんや難病で見過ごされがちな invisible symptoms（ケモブレイン（化学療法中の一過性認知機能低下）や cancer related fatigue（非特異的疲労）、睡眠障害）等に対する対策が必要とされることがある。さらに糖尿病に対するインスリンや自己免

疫疾患（関節リウマチ）等に対する自己注射の普及に伴い、就業の合間（休憩時間等）にこれらの自己処置が可能となるようなプライバシーに配慮したスペースの確保が求められる。具体的には下記が検討項目となる。

- ・休養室の拡充（cancer related fatigue、自己注射、捕食（消化管術後））
- ・作業デスク（着席作業に限らない柔軟度、可動式）
- ・室内空気環境（香水をはじめとする臭い：空気清浄機器、スポット空調（温度の個人差対応））
- ・色弱・視覚障害がある労働者にもわかりやすい表示の工夫（トイレ、エレベータ、避難経路）
- ・聴力障害がある労働者にもわかりやすい、非常時の音声以外（赤色灯等）視覚化装置
- ・オストメイト（トイレ）設置
- ・照明の照度や色、場所の時間的調節^{13, 14)}



(図) 照明の工夫による室内快適性の演出¹³⁾

Table 1: Experimental condition
Percentages indicate the maximum illuminance ratio

ceiling condition (525 lx) ceiling:100% wall:0%	
ceiling > wall condition (514 lx) ceiling:85% wall:50%	
ceiling < wall condition (518 lx) ceiling:50% wall:85%	
wall condition (526 lx) ceiling:0% wall:100%	

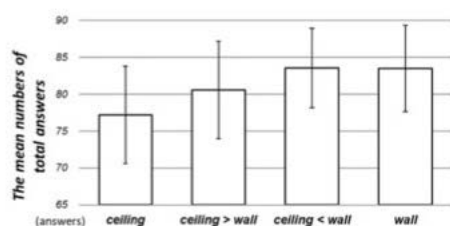
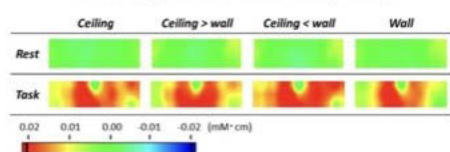


Figure 9: The mean number of total answers for arithmetic tasks by 11 subjects

Table 2: The mean changes in the oxy-Hb concentrations during the rests (top) and the arithmetic tasks (bottom)



(図) 室内照明の位置と作業効率¹⁴⁾

§ 1－3 § 外国文化圏を背景とする労働者やLGBTQsの観点

言語や文化的背景、宗教等の多様性に対応できるオフィス環境整備として以下が抽出された。

- ・ 掲示や表示の絵表示化
- ・ トイレや休憩室の対応（宗教上必要となる対応可能なスペース、LGBTQs アクセスしやすいトイレ）

また、migrant workers 特有のメンタルヘルス・感染症の問題や、わが国の医療体制（産業保健体制）の仕組みの伝え方の課題が浮き彫りとなっている⁴⁾。

§ 1－4 § 請負下請常駐スペース

近年の第3次産業では、多くの業務をアウトソーシングとして外部に業務委託する形態が増

加している。その中で、IT 業界や医療機関では、発注元（エンドユーザー）や元請けの事業場内に、業務委託を受注した下請け企業の社員が恒常的に常駐して作業を行う場合が少なくない。特に IT 業界では元請けから下請けの末端に至る多段階構造が常態化しており、元請け先に常駐する下請け社員に関する労働安全衛生上の課題が指摘されている。

多段階構造の元請け一下請け構造が常態化している IT 業界では、元請け先に常駐する下請けのシステムエンジニアの労働安全衛生上の課題として、労務時間や長時間残業の管理不徹底や、元請けと下請け間での安全衛生上の意識やルールの齟齬・安全衛生管理担当者が存在しないことによる下請け企業社員の被る不利益の実態が浮き彫りとなっている。オフィス室内作業環境の観点では、IT 関連(システムエンジニア)下請け客先常駐労働者の調査から、常駐室内の作業環境(温湿度・照度・空調・騒音・室内人員密度(気積))に関する不都合な条件について、自身の所属先(下請け)から元請け(客先)への要望により改善可能な状態であるのはわずか 30.9%であった⁵⁾。IT 系下請常駐労働者の約 7 割が室内環境の改善について元請けにその要望を伝えられず、元請け側も問題点を把握しないもしくは把握しても改善しない実態について、今後改善策を検討する余地が大きいと考えられる。

1. 国際機関, 海外各国の安全衛生行政機関, 安全衛生関連学会, 室内環境に関する業界団体などの調査結果

(1) WHO

WHO では屋外の一般環境に関しては健康に関する各種化学物質の規制値を定めている。一方で屋内の空気質(indoor air quality)に関しては、2006 年の専門家による会議(Global Update of the WHO Guidelines for Air Quality, WHO)において、次の二つの分野、すなわち生物因子(カビ)および特定の有害化学物質に関してガイドラインを優先して作成することが提案され、その後以下のガイドラインが発行され

現在ホームページに掲載されている。

- Biological indoor air pollutants: dampness and mould (2009)
- Chemical indoor air pollutants: selected pollutants (2010)

これら 2 件が優先的に作成された背景としては、世界的に、カビ及び特定有害化学物質による健康障害の発生及びその防止が、室内空気環境に関する重要な課題と認識されたと推定できる。

「Biological indoor air pollutants: dampness and mould (2009)」では、真菌類、微生物、ダニ、ウイルスなどの健康影響、湿度との関係、ばく露評価の方法、サンプリング法、湿度管理のための換気方法などが詳細に述べられている。室内の湿度に関する基準値や指針などは見いだせなかった。

生物学的因子への暴露の評価に関しては、カビなどの目視観察や臭気に関して建物の居住者への聞き取りによる調査、同様に専門家による建物内の調査、及び気中の真菌類などのサンプリングや培養法などに関して詳細に記述がある。ただし、総じて暴露の評価は標準化が困難で難しいとしている。また気中の真菌類等の濃度等に関する基準値や指標値も示されていない。

「Chemical indoor air pollutants: selected pollutants (2010)」では、次の 8 因子について、指標値(ガイドライン)を定めている。わが国で室内濃度指針値がある一酸化炭素とホルムアルデヒドについては指針値もそれぞれ示す。一酸化炭素とホルムアルデヒドの指針値は、わが国の室内濃度指針値より、やや厳しく(小さく)なっている。

- Benzene
- Carbon Monoxide (Co)
 - 15 minutes – 100 mg/m³
 - 1 hour – 35 mg/m³
 - 8 hours – 10 mg/m³ (8.6ppm)
 - 24 hours – 7 mg/m³ (6.0ppm)
- Formaldehyde
 - 0.1 mg/m³ – 30-minute average
- Nitrogen Dioxide (No₂)

- Naphthalene
- Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)
- Radon
- Tetra- And Tri-chloroethylene

(2) 欧州規格

欧州規格のなかで、建物の換気に関する規格「Energy performance of buildings-Ventilation for buildings EN 16798-1:2019 [2]」があり、ビル等の建物内の温度、換気(CO₂濃度)、湿度、照明、騒音などに関する具体的な指針を示している。なお、この規格の旧版は EN 15251:2007 である[3]。

① 温度

温度に関してはオフィス、及び居住用の空調

Category	Corresponding CO ₂ concentration above outdoors in PPM for non-adapted persons
I	550 (10)
II	800 (7)
III	1 350 (4)
IV	1 350 (4)

のある建物についてそれぞれ、夏期の冷房時の最高温度、及び冬季の暖房時の最低温度の範囲の指針を示している。これによれば、オフィスについては標準的な範囲(カテゴリー II)として 20℃から 26℃、より望ましい範囲として 21℃から 25.5℃(カテゴリー I)としている。最も低いレベル(カテゴリー IV)の範囲は 18℃から 28℃である。(下表)

カテゴリーの定義を下表に示す。カテゴリー I は「子供や老人、障がいのある人など特別の必要性のある人に適用されてよいレベル」としている。

わが国の衛生管理基準の温度範囲(17℃～28℃)はこのカテゴリー IV を更に下回るものであり、一般労働者に関して改善の余地が明らかにあるレベルと考えられる。更に、高齢者や障がいのある労働者に関して環境を向上される意味からは、最上位のカテゴリー I (21℃～25.5℃)、または少な

くともカテゴリー II (20℃～26℃)を目標にすることを検討する価値があると考えられる。

② 二酸化炭素(換気)

室内の二酸化炭素濃度は一般に、換気の良否の指標として扱われる。本規格では、室内の二酸化炭素濃度が外気中の濃度をどれだけ上回って良いかの指標値を示している(下表)。これは、後に述べる ASHRAE による指針の設定方法と同様である。現在の大気中の二酸化炭素濃度は平均で約 380 ppm、都市部においては 400 から 450 ppm との数値があるので[4]、外気の二酸化炭素濃度を仮に 400 ppm とすれば、室内の濃度はカテゴリー I で 950 ppm、カテゴリー II で 1200 ppm となる。なお、わが国の衛生管理基準は 1000ppm 以下である。

③ 湿度

調質機能のある建物について次のような範囲で指標が示されている。なお、わが国の管理基準は 40%以上 70%以下である。

Category	Operative temperature °C	
	Minimum for heating (winter season), approximately 1,0 clo	Maximum for cooling (summer season), approximately 0,5 clo
I	21,0	25,5
II	20,0	26,0
III	19,0	27,0
IV	18,0	28,0

Table 4 — Categories of indoor environmental quality

Category	Level of expectation
IEQ _I	High
IEQ _{II}	Medium
IEQ _{III}	Moderate
IEQ _{IV}	Low

④ 照明

オフィスの執務机や会議室、データ処理、タイピング、学校の教室などにおいては 500 ルクス以上を指標値としている。旧版の EN 15251 にはさらに細かい場所別の指標照度が示されており、廊

下で 100 ルクス以上、階段で 150 ルクス以上となっている。わが国の事務所の照度基準 (JIS Z9110) では事務室、会議室、印刷室、電子計算機室等で 300 ルクス以上、廊下、階段で 100 ルクス以上であるので、改善の余地があると考えられる。

⑤ 騒音

ここで騒音とは建物内の一般的な騒音レベルを言うのではなく、換気などの空調設備から発生する騒音のことを言う。空調設備からの騒音が大きいと、居住者が空調能力を下げたり切ったりして、所定の空調を達成することができない。これを防止する目的で空調設備からの騒音レベルを規制する。筆者の個人的な経験(国立大学の建物内の多数の教員居室や学生室の職場巡視結果)に基づくと、二酸化炭素の濃度が 1000 ppm を超えているケースが過半数であり、その一部は換気音が大きく不快なために換気スイッチを切っていることが原因であった。

オフィスの執務室に関しての標準的レベル(カテゴリー II)として、等価騒音レベルで、35 から 40 デシベル (dBA) 以下の指針が示されている。わが国にこのような空調設備からの騒音を規制する指標があるかどうかは、現在のところ確認できていない。

(3) 米 ASHRAE

ASHRAE (American Society Of Heating,

Category	Design relative humidity for dehumidification, %	Design relative humidity for humidification, %
I	50	30
II	60	25
III	70	20

Refrigerating And A-C Engineers, アメリカ暖房冷凍空調学会)は ASHRAE Standard 62.1 として、良好な室内空気質を確保するための換気の要件を定めている[5]。室内の二酸化炭素濃度を換気効率の代替指標としており、室外の二酸化炭素濃度より 700 ppm を超えないことが、多くの居住者にとって満足できる(人間の体臭に関して不

快でない等)環境を維持するために必要であるとしている。外気の二酸化炭素濃度を 300-500 ppm とすれば指標となる室内濃度は 1000-1200ppm とする。以上は、室内居住者からの二酸化炭素発生量を 20 L/hr とし、外気が 15cfm (7.5L/sec)/人の一定速度で取り入れられ、室内の空気と均一に混合された時の定常状態での二酸化炭素濃度を示す考え方で、換気に関し他の機関の指針などにも広く使用されている。

なお、最近では省エネの圧力が強まっているため、換気の維持や強化によるエネルギー消費と二酸化炭素で代表される室内空気環境のバランスをとることが重要であるとしている。

(4) 米 OSHA

OSHA (Occupational Safety and Health Administration, 労働安全衛生庁) はその OSHA Technical Manual の Section III, Chapter 2 中で、「室内空気質の調査」の項目を設け、技術的な資料や指標、分析方法等を示している[6]。

過去 10 年間の約 500 件の建物内の空気環境調査の結果については、米 NIOSH の報告を引用し、問題の原因が以下であったとしている。

- Inadequate ventilation - 52%
- Contamination from inside building - 16%
- Contamination from outside building - 10%
- Microbial contamination - 5%
- Contamination from building fabric - 4%
- Unknown sources - 13%

微生物に汚染による原因が 5%となっている。わが国では微生物による室内汚染の問題はそれほど聞かないように思われるが、この 5%との数値のわが国と比較しての多寡については、現在判断が困難である。

推奨されるオフィスの換気量については、ASHRAE による 15cfm/人(前述の ASHRAE の

値)を推奨している。

空気中または水中の微生物のサンプリングについても記述がある。ここで「汚染されていることの指標」として以下を挙げている。ただしこの数値は、不安全あるいは有害な環境であることを必ずしも意味しないとも述べている。他の公的機関等の文書ではこのような指標は全く得られていないので、この指標値はユニークな(または貴重な)ものと言える可能性がある。

- 1,000 viable colony-forming units in a cubic meter of air
- 1,000,000 fungi per gram of dust or material
- 100,000 bacteria or fungi per milliliter of stagnant water or slime

(5) その他の機関

米 CDC と NIOSH, および米 EPA(環境保護庁)については、室内空気質に関する管理上のガイダンス等を多数出しているが、温度、湿度、二酸化炭素(換気)、生物学的因子に関する具体的な指標値などは見いだせていない。一般論として、アメリカでは事務所則のように室内環境を測定するような法令の要求は特にない。また室内環境の測定が組織的または系統的に行われているわけでもない。最近では省エネのために換気を落とす傾向にあり、室内の汚染物質濃度は上がる傾向にある。

AIHA(アメリカインダストリアルハイジーン協会)は室内環境の測定に関わる専門家が多く参加する団体である。2020 年初期段階で AIHA からは、室内空気質に関する指針などは出されていない。

2. 室内の二酸化炭素濃度について

(1) 室内の二酸化炭素濃度の指標値等

室内の二酸化炭素濃度については内外でいくつかの基準が定められている。

学校環境衛生基準(文科省)では「換気の基準として二酸化炭素は、1500ppm 以下である

ことが望ましい」としている。英国の学校の基準では、教室内の二酸化炭素は1500ppm以下としている[4]。

フィンランドでは換気の基準として、二酸化炭素濃度で1200ppmが定められている[7]。オランダではピーク値として1200ppmが定められており、スウェーデンでは1000ppm以下が定められている[8]。

最近のビル評価システムである「WELL Building Standard」および「RESET」は、業務効率の向上を目的とした、従来の基準を超えた室内空気環境の基準を設定している。

「WELL Building Standard」は人が多い空間においては二酸化炭素のレベルを800ppm以下に保つことを求めている。「RESET」の基準は、同様に二酸化炭素の最大許容濃度を1000ppmとするとともに、「高業務効率を発揮できる部屋(high performance space)」として600ppmとの目標を提示している[9]。

(2) 室内の二酸化炭素濃度と健康影響や業務効率との関係

二酸化炭素の職業性曝露の基準値は、ACGIH、日本産業衛生学会ともに5000ppmである。一般的にこれより低い濃度であっても、頭痛や眠気などが生ずると言われている。以下に、二酸化炭素濃度(換気の良否)と健康影響または業務効率などとの関係を検討した研究を示す。

Vehviläinen は、被験者を二つのグループに分け、換気を調整することにより、一方の平均の二酸化炭素濃度を2700ppm、他方を900ppmとし、その中で4時間作業させて覚醒度、眠気、その他の生理的測定を行った。この結果、後者に比べて前者のグループでは集中力の低下、頭痛、足の冷え、目の刺激、寒気などが発生した。特に頭痛が症状として最も明らかであった。後者のグループでは特に問題はなかった。

Traube は論文中でASHRAEで決めている基準よりも換気を強化した場合、シックビル症候群の減少や、認識力の改善という効果が見ら

れたとの報告を複数引用している[9]。特に以下のAllenの報告について述べている。被験者24人の6日間の目隠しテストで、外気の換気量と認識力スコアとの比較を行った。VOCが一般の建物より低い条件においては認識力スコアが61%上昇し、また換気速度が大きく二酸化炭素レベルの低い条件においては101%上昇した[10]。もしこのような条件が労働環境として実現できれば経済的な効果は計り知れないほど大きいものになるとしている。

カリフォルニア大学のLawrence Berkeley National Laboratoryは、Fiskの大規模な文献レビューの結果(*)を紹介している[11]。Fiskによれば、数十校の学校内の二酸化炭素の濃度は時間平均値で500ppmから5000ppm(きわめて悪い状況)まで分布していた。また、文献レビューを総合すると、二酸化炭素濃度と学生の作業効率は換気の強化によって明らかに向上し、また健康上の症状、欠席率も減少したとしている。学校では二酸化炭素のレベルは上昇しやすく、また窓を開けることによってしか換気できないような状況もあるので、二酸化炭素のセンサを備えてその警報によって窓を開け換気を促す策も良いのではないかと述べている。(*筆者注：この内容の詳細についてはさらに調査が必要と考える。)

Tsai らは111人のオフィスワーカーについてオフィスの二酸化炭素濃度、温度、湿度、PM2.5とシックビル症候群との関係を調べ相関分析を行った。この結果、二酸化炭素が800ppm以上のレベルでは目の刺激や上気道の症状と相関がある結果となった。また、他の研究の引用があり、二酸化炭素濃度が500ppmを超えた場合に健康上の症状の訴えが多かったという結果(Hill)、および午後の二酸化炭素濃度の平均値が1000ppm以上の場合、800ppm以下に比較し下気道中の症状と相関があった結果(Sieber)を紹介している[12]。

以上の研究では、室内の二酸化炭素濃度を外気との換気の有効性(換気量)の指標として取

り扱っている。したがって、換気量が変わることにより二酸化炭素濃度も変わるが、同時に(各研究の条件にもよるが) 温度、湿度、空気中の汚染物質 (contaminants) などとも変化している。したがって二酸化炭素濃度が純粋に変更や業務効率に与える影響を見ているとは限らず、二酸化炭素の直接の影響については議論のあるところである。

Satish らは上記の論点に関して解説している[13]。それによると、伝統的にはむしろ気中汚染物質が影響しており、二酸化炭素の直接の影響はないとの考え方もされてきたという。但し、2000 年以降になり、二酸化炭素の純粋な影響があるとの報告が見られてきた。以下の研究はその他の条件を一定とし、二酸化炭素による単独の影響を評価したものである。

先行的な研究は Kajtar らによってなされた。実験用のチャンバーに二酸化炭素を供給して 600 ppm から 5000 ppm までの環境を作り、被験者の認識力に関し調査した。この結果 600 ppm に比較して、3000 ppm ではやや小さな、また 4000ppm では明らかな認識力の差が見られた[14, 15]。

Satish らは、外気との換気率を一定とし室温も一定に保ち、二酸化炭素をボンベから供給し濃度 600, 1000, 2500 ppm の 3 条件を設定し、各被験者群に 2.5 時間の 9 種類の判断を伴う作業をさせ、各条件での判断力指標を測定した。その結果、各二酸化炭素のレベル間において統計的に有意な判断力の差が観察され、特に 2500ppm での判断力低下が顕著だった。また、以下の考察をしている。

カリフォルニアとテキサスの小学校の環境サーベイの結果によると、二酸化炭素の平均濃度は 1000ppm を超えており、そのうち多数は 2000ppm を超え、さらにテキサスの教室の 21%ではピークの濃度が 3000ppm を超えていた (Corsi, Whitmore)。このような濃度では生徒が学習や試験において不利益を被っている可能性がある。大学の試験会場などでも人の密度

が高いことから、二酸化炭素濃度が高い可能性がある。一方でアメリカのオフィスについては一般に二酸化炭素の濃度は低いという。100 件のオフィスを測定した結果では二酸化炭素のピーク値が 1000ppm を超えたのは 5 パーセントのみであった (Perily)。ただし会議室では 1900ppm まで上昇したとの報告もある (Fisk)。人の密度が高い航空機の客室の濃度を調査した 8 件の研究では、二酸化炭素の平均値は 1000ppm を超えており最大時の濃度は 4200ppm だったとの報告がある (Committee on Air Quality in Commercial Aircraft)。以上から、二酸化炭素濃度の作業効率への影響に関しては、経済的な面、特定の人に対しての不利益等の面から考慮される価値があり、省エネのために建物の換気を落としてよいという動きに歯止めをかける可能性がある」と述べている。

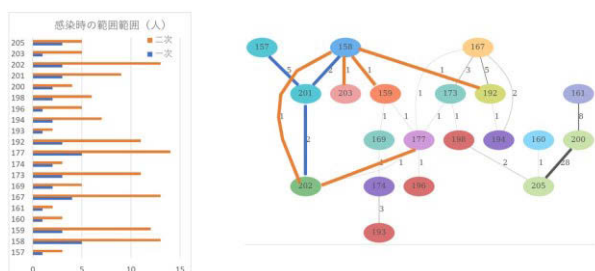
健康危機管理の観点からの分析 (生物学的曝露対策: テレワーク下の産業保健活動)

❖ IoT 機器を活用したモニタリング ❖

快適職場づくりや、一歩すすんで、そこで働くオフィスワーカーが無意識のうちに健康 (行動をとる) 支援を享受できる空間づくりについて、IoT を活用した動きが国内でもみられる⁶⁾。作業個人者の位置情報を活用した職場マネジメントは、フリーアドレス (固定席のない) オフィス室内執務空間で活用されはじめている。ビーコン (Bluetooth low energy (BLE) 信号の周囲 30 メートル発信端末) とスマートフォンを組み合わせた個人所在のリアルタイム可視化にとどまらず、出勤とその日の業務内容を認識して IoT 制御のフリーアドレス用座席指定システムを導入する企業が少数ながら出てきている。

COVID-19 蔓延時代前は、いかに生産性をあげるための事務所内の個々の労働者の繋がり作り (動線の交わり) をめざすか、それをメンタルヘルス対策に繋げるかといった課題があげられていた。COVID-19 蔓延による生物学的曝露 (健康危機管理) 対策として、逆の発想でこれを職

域内の濃厚接触者トレーシングに活用しようという試みがでてきている（国内Pi 社モデル）。



このように、IoT 機器による事務所内の労働者（オフィスワーカー）個々人をモニタリングし、事務所内の環境因子として光（照明）・温湿度・音・香り、そして生物学的リスク等に関する測定分析、労働者側の因子として座位・立位を含めた姿勢や動線、作業と休憩等の情報について、集約と最適化 IoT 制御をめざす試みが今後求められている。

❖ 生物学的リスクへの対応 ❖

季節性インフルエンザのみならず、新興・再興感染症などグローバル化の進展に伴う事務所室内環境における生物学的リスクに対する対策の必要性が高まっている。

これまでに海外を中心に、特に室内換気、空調を介した真菌やアレルゲンに関する調査がいくつかみられる^{7, 8, 9)}。いずれもまだ室内環境基準値として設定できるレベルには至っていない。また生物学的リスクについて曝露と室内換気について複数のモデルが提示されている^{10, 11, 12)}。室内環境・換気について生物学的曝露低減の観点から実装しうる指標の開発が求められる。

2020 年初頭から COVID-19 感染症が国内外の最重要社会問題となっている。SARS-CoV-2 ウイルスのヒトヒト感染伝播を疫学解析すると、感染者（spreader）から接触者に等しい確率で伝播するというより、ある特定の環境下でより強い感染伝播をみとめるとされてきた。それがいわゆる 3 密（密接・密集・密閉：3Cs：crowded spaces, close-contact settings, closed spaces）である。そして、SARS-CoV-2 ウイルス

の感染伝播経路が飛沫・接触感染のみならずエアロゾル感染も少なからず存在する可能性が指摘されるにつれ、職域の特に事務所環境内の COVID-19 クラスターリスクをどのように定量評価してリスク低減措置をとるか、という喫緊の課題が検討されてきた。特に国内クラスター発生当初（2020 年 2-5 月）から、宴会室内・ジム・ライブハウス等の密閉環境がとりあげられるとともに、それらの室内環境に共通する因子として、室内 CO2 濃度高値が推定されてきた。室内 CO2 濃度推計モデルの構築と妥当性検証¹³⁾については、本研究事業の他分担パートに詳細を譲るが、もともと事務所衛生基準規則でも室内空気環境の評価（換気の評価）として活用されてきた CO2 濃度について、これが実際に COVID-19 感染クラスターリスクを反映するのかについて、検討を行った。

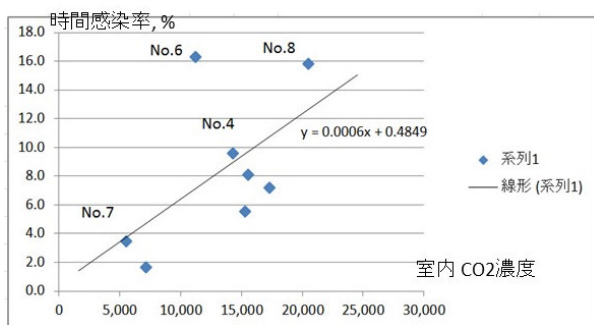


2020 年 2-7 月に国内で発生した COVID-19 クラスター室内空間について、その室の形状やおおよその建築構造物、在室者数、使用（在室者

呼吸活動) 状況、使用 (在室者同室滞在) 時間、その後判明した COVID-19 感染者数が報道で公開されたものについて、これらの変数を収集した。それをもとに、上記換気シミュレータを用いて、まず室内推計 CO2 濃度を算出した。なお、室内滞在時間によって生物学的曝露の量が異なることは自明であるから、単位時間 (1 時間) あたりの感染者数に変換し、単位時間あたりの感染者数 (時間感染率) と室内推計 CO2 濃度の関係を分析した。

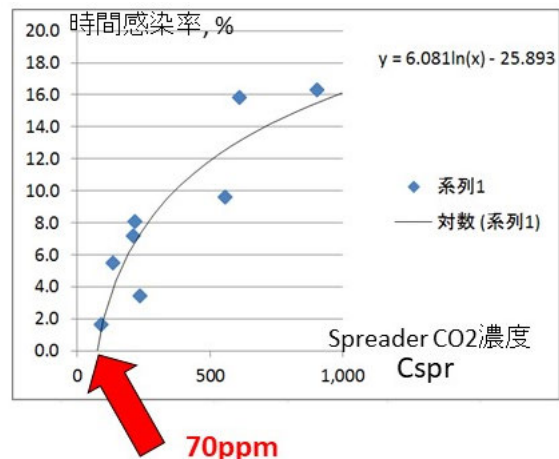
	場所	CO ₂ 濃度 (ppm)	時間感染率 (%)	在室者数 (人)
1	飲酒を伴う飲食	17,350	7.2	80
2	大声で歌を歌う	15,575	8.1	70
3	大声で歌を歌う	15,305	5.5	110
4	飲酒を伴う飲食	14,350	9.6	25
5	大声で歌を歌う	7,170	1.6	74
6	大声で歌を歌う	11,260	16.3	12
7	大声で歌を歌う	5,580	3.4	22
8	大声で歌を歌う	20,545	15.8	33

2020 年前半国内 8 か所の COVID-19 クラスター室内の CO2 濃度推定値と単位時間当り感染者の関係



実際の SARS-CoV-2 感染曝露リスクは、感染者 (spreader と呼ぶ) の呼気中のウイルス粒子含有エアロゾル自体にある。在室者全員による CO2 濃度は、室内の換気状況を反映するが、感染リスク定量化をより正確に検討するには、感染者 (spreader) の呼気中 CO2 拡散濃度を評価すべきである。したがって、2020 年上半期の国内 COVID-19 感染状況 (IgG 抗体価保有率が 0.5% 程度かそれ以下) を鑑みて、spreader は当初 1 名であった (感染者 1 名が同空間に滞在した) と仮定し、その spreader 呼気 CO2 の室内拡散濃度と、単位時間あたりの感染発生源 (時間感染

率) の関係を対数変換して分析した。

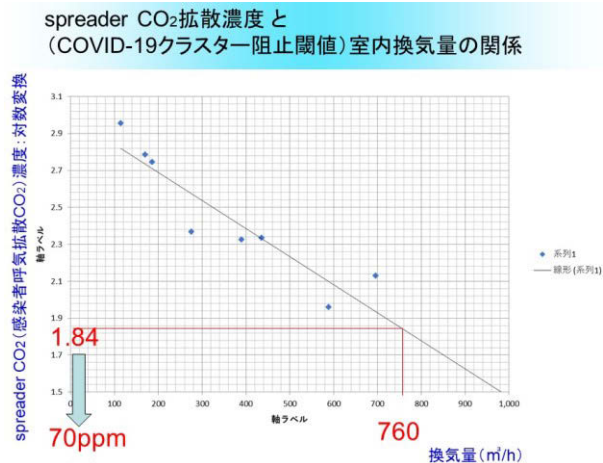


$x=70.6 (10^{(1.849)})$ のとき $y=0$ となる。
→ 「閾値」= 70ppm

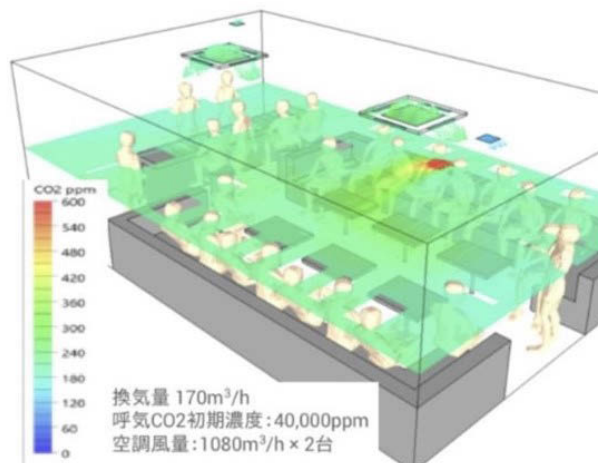
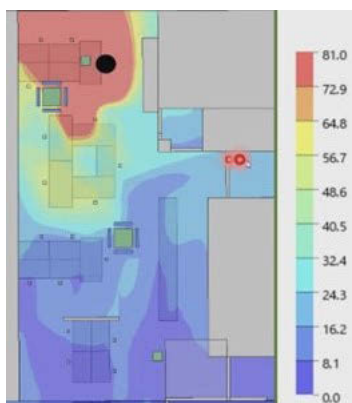
相関係数 $r^2=0.905$

この図で示されるように、理論上、呼吸活動度 ($k=3$) がある程度活発な状況 (酒宴懇親会、身体活動のある程度伴う公演、合唱団等) において、少なくとも我々の解析したクラスター事例から類推する限りは、2020 年上半期に国内で流行した SARS-CoV-2 ウイルスによる室内空間クラスターの発生の可能性をゼロに近づけるための、spreader CO2 拡散濃度は 70ppm 未満 (x 切片) であると算出できる。そしてこれに対応する最低室内換気量が求められる。なおこの値は、空間内在室者の密接度や対面状況を勘案 (それらの変数を投入) しても大差なく、この結果からは、SARS-CoV-2 ウイルスの感染伝播経路におけるエアロゾル感染の割合が、当初の想定 (飛沫・接触のみあるいはそれが主体) より大きい可能性がある。なお、在室者 (spreader) の呼吸活動状況によって、クラスター発生を阻止する呼気 CO2 拡散濃度とそれに応じた最低必要換気量は変動することになる。

k	閾値, C_{spr} , ppm	閾値換気量 Q , m ³ /h
1	210	84.8
2	140	339
3	70	769
4	52.5	1357
5	42	2120



またヒトが呼吸活動で吐き出す呼気粒子エアロゾルの室内動態については、動態解析ソフトを用いて可視化することができ、室内の換気状況の変数を投入することで、spreader 呼気エアロゾルによる COVID-19 感染曝露リスクを、呼気 CO₂ 濃度を基に可視化することが可能となる (Pixiedusttechnology 社との共同分析)。

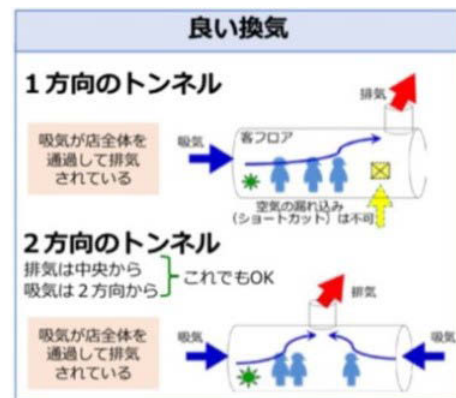


この理論的背景をもとに、様々な室内（執務事務室、食堂、大きな声をだすスペース）について室内 CO₂ 濃度、在室者（感染者 spreader）呼気拡散 CO₂ 濃度の推定値をもとにした COVID-19 クラスターリスクを評価し、高リスク空間について、換気改善ならびにマイクロ飛沫（エアロゾル）滞留リスクの高い室内局所空間の改善にむけた検討を行った。その結果、図のように、換気には①十分な排気、②十分な吸気（給気）、③気流動線が在室者空間を通過するの3条件が必要であることが抽出された。

■ 換気のポイント

1	十分な「排気」	機械換気（排気）能力が最重要（その位置も） 厨房の排気を利用してよい
2	十分な「吸気」	吸気口が確保されていること（その位置も重要） 空気の漏れ込み（ショートカット）は不可
3	この結果として気流が客フロア全体を通過すること その補助としてサーキュレーターなどを用いてもよい	

つまり室内空間を気流トンネルと解釈し、空気が室内に入って出ていくまでの動線を意識すること、それを可視化し室内環境改善に用いることの重要性が示唆された。



D. 考察

わが国の事務所衛生基準規則の数値の妥当性や、一般の労働者、さらには高齢の労働者や障がいがある人にとって働きやすい環境のための改善の余地という観点から、海外の室内環境関連機関や団体に関する調査結果を踏まえると、2019年版の最新の欧州規格（EN 16798-1）に注目したい。温度に関してはわが国の基準の温度範囲（17℃～28℃）は、欧州規格が定める4段階の温度範囲のカテゴリー中、最も下位のカテゴリー（Ⅳ）よりもさらに外れており、一般労働者に関して改善の余地が明らかにあると考えられるとともに、高齢者や障がいのある労働者への環境を向上させる意味からは、最上位のカテゴリー（Ⅰ，21℃～25.5℃）または少なくとも次位のカテゴリー（Ⅱ，20℃～26℃）を目標にすることを検討する価値があると考えられる。照明については欧州規格に比較すると、わが国の照度基準のうち、事務所・会議室等（300ルクス）、廊下・階段（100ルクス）に関して改善の余地があると考えられる。

二酸化炭素に関しては、わが国の事務所衛生基準値である 1000 ppm は、欧州規格、ASHRAE、その他各国の基準値・指針値と比較して遜色の無いものと考えられる。室内の二酸化炭素濃度と健康影響や業務効率との関係については、従来から 1000 ppm を超える領域において濃度と健康影響等の相関が報告されている。最近では 1000 ppm 以下の領域でも多くの研究がされており、例えば 500 ppm, 600 ppm, 800 ppm 等の値を境にして、健康上の訴えや認識力・判断力に有意差があったとの研究が複数あることに着目したい。特に Satish らの研究は室内二酸化炭素濃度を換気の良否の指標として扱わず、二酸化炭素が純粋に作業効率に影響したとの結論を出していることが重要である。また最近のビル評価システム（WELL Building Standard」等）では、業務効率の向上を目的として、従来の基準を超えた 600～800ppm という

基準を設定している。

一方で海外における室内の二酸化炭素の測定結果からは、特に学校などにおいて 1000 ppm を優に超える状況が多発していることが見て取れる。わが国の事務所則に基づく測定においても、二酸化炭素の不適合率は 40%以上と突出して高い。従って、わが国の事務室等では明確な認識と伴わないものの、健康への影響や業務効率の低下が既に起きている可能性がある。以上の状況を鑑みて、一般の労働者、さらには高齢者や障がいを持った方のオフィスでの健康影響の防止や快適性、業務効率の向上を考えた時に、現在の基準（1000 ppm）を下げることで、または現在の基準を保ったままでその遵守を強化する方策を検討する時期に来ていると考えられる。この結果として、働き方改革に寄与するのみでなく、国民全体の生産性を押し上げる効果の可能性があると考えられ、経済的な効果も極めて大きいと推定される。また、法制度面からの規制だけでなく、二酸化炭素モニターを普及させその警告（アラーム）によって換気を強化するなど環境改善の意識向上を図ることも、現実的な対策となると考えられる。

①多様性の観点（女性・高齢・請負下請客先常駐・外国等多様な文化的背景）、②健康危機管理の観点（救急・感染症（生物学的リスク）等）の観点からの文献・パイロット実態調査と、室内 CO2 濃度や呼気排出 CO2 拡散濃度推計による COVID-19 クラスターリスク可視化モデル構築により、現代型グローバルオフィス環境整備に求められる検討課題について分析をすすめた。

- ☞with COVID19時代の、人が集う空間づくりでは、「換気と室内気流（動線）」に着目したデザインが必須
- ☞目に見えない空気を可視化するための、気流シミュレーション、3密index、病原性の可視化（気中空間PCR）は今後追究すべき課題
- ☞節電エネルギー効率→換気強化→脱炭素との両立をどう図るか。SDGs視点での室内デザインとは

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表・学会発表

和文英文雑誌

1. 武藤剛、石井理奈、神田橋宏治、大矢めぐみ、横山和仁. 遠隔機器や IoT・AI 等を活用した産業保健活動の展開. 保健の科学. 62(1)45-51, 2020.
2. 浦川加代子、横山和仁、武藤剛. 事務所環境と気分に関する研究の文献検討. 産業医学ジャーナル 43(5)99-106, 2020.
3. 武藤剛、石橋桜子、遠藤源樹、大森由紀、横山和仁. 化学物質等の環境問題に対するリスクコミュニケーション—持続可能な社会の実現に向けた全世代型 SDGs 環境・健康リテラシーの展望— 保健の科学 62(10):678-685, 2020.
4. 神田橋宏治、石澤哲郎、梶木繁之、武藤剛、守田祐作、大神明. 遠隔機器を用いた労働者の健康管理：産業保健領域における遠隔機器を用いた健康管理のシステムティックレビューと遠隔産業医面接に関する法制度の現状. 産業医学レビュー. 33: 59-81, 2020.
5. H Saito, T Ohmae, H Tsuruoka, G Muto et al. Initiatives by Health Checkup Institutions to increase the implementation rates of specific health guidance by registered dietitians. 日健康医誌 (8):21-26, 2020.
6. Mitsui K, Endo M, Muto G et al. Predictors of resignation and sick leave after cancer diagnosis among Japanese breast cancer survivors: a cross-sectional study. BMC Public Health. 21(1):138, 2021, in press.
7. Imai Y, Endo M et al. Risk factors for resignation from work after starting infertility treatment among Japanese women: Japan-Female Employment and Mental health in assisted reproductive technology (J-FEMA) study. Occup Environ Med, in press, 2020.
8. 武藤剛ほか (分担執筆). 第2部 免疫機能における栄養の役割. 第1章. 免疫系のしくみ—生体防御における炎症と栄養. 国民の栄養白

書 2020 年版. 感染症の流行と栄養の今後—感染症との闘いの歴史に学ぶ新しい栄養の道. 日本医療企画 (東京). 2021.

9. 武藤剛ほか (分担執筆). 第8章. 考慮すべき社会情勢制度—社会保険 (3) 労災保険・年金保険・雇用保険. 総合診療専門研修公式テキストブック. 日本専門医機構 総合診療専門医検討委員会編. 日経 BP 社 (東京). 2020.
10. M Tejamaya, W Phanprisit, J Kim, F-J Tsai, Go Muto, D Miller, A Reginald, N Granadillos, C Capule, M B Z Farid, Y-W Lin, J Park, R-Y Chen, K H Lee, J Park, H Hashimoto, H Kwon, C Yoon, C Padungtod, E A Safira, D-U Park. Characteristics of COVID-19 infection clusters occurring among workers in several Asia-Pacific countries. Ind Health, 2022 January, in press.
11. M Derek, F Tsai, J Kim, M Tejamaya, V Putri, G Muto, A Reginald, W Phanprasit, N Granadillos, M Farid, C Capule, Y Lin, J Park, R Chen, K Lee, J Park, H Hashimoto, C Yoon, C Padungtod, D Park. Overview of legal measures for managing workplace COVID-19 infection risk in several Asia-Pacific countries. Saf Health Work. 12(4)530-535, 2021.
12. Kanamori S, Kondo N, Takamiya T, Kikuchi H, Inoue S, Tsuji T, Kai Y, Muto G, Kondo K. Social participation and mortality according to company size of the longest-held job among older men in Japan: A 6-year follow-up study from the JAGES. J Occup Health. 2021 Jan;63(1):e12216.
13. M Endo, K Matsui, R Akaho, K Mitsui, Y Yan, Y Imai, Y Ueda, Go Muto, G A Deshpande, Y Terao, S Takeda, M Saito, K Hayashi, K Nishimura, T Tanigawa. Depressive and anxiety symptoms among Japanese cancer survivors: Japan cancer survivorship research project. BMC Cancer, 2022 January, in press.

14. M Endo. How do gynecologists face to social problems among women cancer survivors? J. Obstet. Gynaecol. Res. 47(5):1651-53, 2021.

15. 武藤剛, 小島健一, 山崎友丈, 遠藤源樹, 石井里奈, 福田洋, 大森由紀, 横山和仁: 元請一下請構造(請負・業務委託)に起因する第3次産業の労働安全衛生の課題と解決へ向けた展望—IT および医療業における実態調査. 産業医学ジャーナル 44: 90-97, 2021.

16. 齊藤宏之, 武藤剛, 花里真道, 橋本晴男: 職域で新型コロナウイルスに向き合う⑩ 職域室内空間の新型コロナウイルス感染症クラスター阻止を目的とした3密定量化と可視化の試み—室内CO₂濃度を推定する換気シミュレーターの構築と実証—. 産業医学ジャーナル 44: 35-41, 2021.

17. 武藤剛, 片桐諒子, 大矢めぐみ, 後藤温, 福田洋, 遠藤源樹, 横山和仁: 健診後受療行動予測モデルの開発—健診・レセプトビッグデータにAIを適用する試み—. 産業医学ジャーナル 44: 64-68, 2021.

18. 武藤剛. 食事環境における良好な換気とは—エアロゾル感染の予防と、安全・安心な会食の実現に向けて. 国民の栄養白書 2021年度版. 49-64, 日本の食と栄養が創る新時代の健康. 日本医療企画(分担執筆), 2022.

19. 武藤剛: 特集: がん患者の就労継続 産業医としてどう関わるか 主治医との連携に向けた職場づくり. 月刊保団連 6月号: 29-35, 2021.

20. 武藤剛. 患者の治療と仕事の両立支援(総論・前編)—仕事を考慮した治療選択の提示で、働く患者への社会的処方—. プライマリ・ケアの理論と実践. 日本プライマリ・ケア連合学会監修(分担執筆). 日本医事新報社. 2021.

21. 武藤剛. 患者の治療と仕事の両立支援(総論・後編)—医療用語を仕事の作業の言語に翻訳した主治医意見書が鍵. プライマリ・ケアの理論と実践. 日本プライマリ・ケア連合学会監

修(分担執筆). 日本医事新報社. 2021.

22. 武藤剛. どう進める? 両立支援【第1回】両立支援を、働く人の健康危機管理として捉え、実践する国内外の動向. 安全と健康(中央労働災害防止協会). 40-43. Vol. 23(1), 2022.

23. 武藤剛. どう進める? 両立支援【第2回】がんリテラシーと企業の持続可能性を高める. 安全と健康(中央労働災害防止協会). 35-37, Vol. 23(2), 2022.

24. 武藤剛. どう進める? 両立支援【第3回】両立継続を支えるための社内外のリソースの活用. 安全と健康(中央労働災害防止協会). 46-48, Vol. 23(3), 2022.

学会発表

1. Muto G.: Current guidelines and strategies against COVID-19 clusters at workplaces in Japan - a model for evaluating 3Cs using indoor exhaled CO₂ prediction system. The 12th IOHA International Scientific Conference, IOHA 2021, Korea(Web開催), 9/11-15, 2021.
2. 武藤剛, 花里真道, 横山和仁, 遠藤源樹, 黒沢美智子, 大森由紀, 和田耕治: 新型コロナウイルス感染予防対策コンサルテーション連携: 室内クラスター化の阻止. 第80回日本公衆衛生学会総会, 新宿, 12/21-23, 2021.
3. 黒沢美智子, 稲葉裕, 武藤剛, 横山和仁: 難病法施行前後のペーチェット病医療受給者疫学像の変化. 第80回日本公衆衛生学会総会, 新宿, 12/21-23, 2021.
4. 武藤剛: 乳がん患者への「社会的処方箋」の国内外の動向 - 就労意見書作成支援ソフトによる、医師業務軽減と処方スキルの標準化 -. 第29回日本乳癌学会学術総会, 横浜, 7/1-3, 2021.
5. 中村奈桜, 星研一, 山岸夏子, 成田厚子, 山田美智治, 高橋豊, 毛内寛子, 武藤剛, 橋本晴男: CPX(心肺運動負荷試験)施行時の当院での感染予防対策. 第27回日本心臓リハビリテーション

ン学会学術集会, 千葉(Web 開催), 6/19-20, 2021.

6. 石橋桜子, 武藤剛, 横山和仁, 遠藤源樹, 石井理奈, 大矢めぐみ, 大森由紀, 中沢豊, 向江友佑, 橋本晴男, 和田耕治:職域の COVID-19 予防対策コンサルテーション-行政・産業保健・環境衛生の新たな連携. 第94回日本産業衛生学会, 松本(Web 開催), 5/18-21, 2021.

7. 武藤剛, 橋本晴男, 和田耕治, 横山和仁, 遠藤源樹, 大森由紀, 堀口兵剛, 花里真道:呼気 CO₂ と室内粒子動態予測による 3 密の可視化 - COVID-19 クラスターリスク評価. 第 94 回日本産業衛生学会, 松本(Web 開催), 5/18-21, 2021.

8. 貴志孝洋, 中原浩彦, 中村修, 山内武紀, 武藤剛, 飯田裕貴子, 齊藤宏之, 山田憲一, 山野優子, 橋本晴男:COVID-19 対策に活用可能な換気シミュレーターの開発(第一報)基本的な考え方. 第94回日本産業衛生学会, 松本(Web 開催), 5/18-21, 2021.

9. 齊藤宏之, 山内武紀, 武藤剛, 貴志孝洋, 中原浩彦, 中村修, 飯田裕貴子, 齊藤宏之, 山田憲一, 山野優子, 橋本晴男:COVID-19 対策に活用可能な換気シミュレーターの開発(第二報)実測値の比較. 第 94 回日本産業衛生学会, 松本(Web 開催), 5/18-21, 2021.

H. 知的財産権の出願・登録

特に記載すべきものなし

I. 参考文献

1. 武藤剛ら. 少子高齢化対策としての職業生活と健康・社会問題の両立: 妊孕性保護、育児ならびに疾病治療に対する支援. 日本衛生学雑誌 73:200-209, 2018.

2. 武藤剛ら. 職場からの女性の健康支援—就労と女性のライフコース両立をめざして—保健の科学 59:680-687, 2017.

3. 武藤剛, 横山和仁, 北村文彦. 疾病と就労の両立支援—産業医と主治医の連携の観点から—

産業医学ジャーナル 39(4), 2016.

4. 武藤剛, 富田茂, 遠藤源樹, 横山和仁. 外国人労働者の職場の安全衛生: 外国圏出身労働者の健康課題と解決への展望—メンタルヘルス、感染症と医療体制. 産業医学ジャーナル. 34(3):41-46, 2020.

5. 武藤剛. 元請け—下請け構造 (請負・業務委託) に起因する第 3 次産業の労働安全衛生問題とその解決に関する研究: 情報関連 (IT) および病院内滅菌中小事業者を例として. 平成 30 年度産業医学調査研究助成調査研究報告書. 産業医学振興財団. 1-26, 2019.

6. 武藤剛, 石井理奈, 神田橋宏治, 大矢めぐみ, 横山和仁. 遠隔機器や IoT, AI を活用した産業保健活動の展開. 保健の科学 62(1):45-51, 2020.

7. Ramachandran, Adgate, and Fredrickson et al. Indoor Air Quality in two urban elementary schools - measurements of airborne fungi, carpet allergens, CO₂, temperature, and relative humidity. Journal of Occupational and Environmental Hygiene. 2:553-366, 2005.

8. Niemeier, Sivasubramani, and Grinshpun et al. Assessment of fungal contamination in moldy homes: comparison of different methods. Journal of Occupational Environmental Hygiene. 3(5):262-273, 2006.

9. Mota, Gibbs, and Ortiz et al. Seasonal fine and coarse culturable fungal constituents and concentrations from indoor and outdoor air samples taken from an arid environment. Journal of Occupational and Environment Hygiene. 5:511-518, 2008.

10. To, Wan, and Kwan et al. A methodology for estimating airborne virus exposure in indoor environments using the spatial distribution of expiratory aerosols and virus viability characteristics. Indoor Air 18:425-438, 2008.

11. Khare and Marr. Simulation of vertical concentration gradient of influenza viruses in dust resuspended by walking. *Indoor Air* 25:428-440, 2015.
12. Cheng, Wang and Liao et al. Assessing coughing-induced influenza droplet transmission and implications for infection risk control. *Epidemiology Infection* 144:333-345, 2016.
13. 日比野治雄. 感覚を数値化する方法. デザインで心を操る, *Science Technology. 医歯協MATE*, 328, 2022. 1.
14. E Kakehashi, J.S. Choi, S Takekawa, A Suzuki, M Kimura, H Hibino. Physiological and Psychological Effects of OLED Lighting Location on Office Work Efficiency. *Int J Affective Engineering*, 17(2):99-107, 2018.
- [1] WHO guidelines for indoor air quality.
Available from: URL:
<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/policy/who-guidelines-for-indoor-air-quality>
- [2] Energy performance of buildings- Ventilation for buildings. BS EN 16798-1:2019.
- [3] Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. BS EN 15251:2007.
- [4] Caul F. et al. Indoor Air Quality, An introduction. ASHRAE Ireland Section 2016. Available from: URL:
<http://www.energycork.ie/wp-content/uploads/2016/12/ASHRAE-IAQ.pdf>
- [5] Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ANSI/ASHRAE Standard 62.1-2013, ASHRAE.
- [6] Indoor Air Quality Investigation. OSHA Technical Manual, Section III, Chapter 2. Available from: URL:
https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_ii/otm_iii_2.html
- [7] Vehviläinen T. et al. High indoor CO₂ concentrations in an office environment increases the transcutaneous CO₂ level and sleepiness during cognitive work. *J Occup Environ Hyg.* 2016;13(1):19-29.
- [8] Benjamin J. et al. Indoor air quality in U.K. school classrooms ventilated by natural ventilation windcatchers. *International Journal of Ventilation* 2012;10(4):323-337.
- [9] Traube C. et al. Considerations for the design and energy modeling of new commercial buildings with increased ventilation rates. 2018 Building Performance Analysis Conference and SimBuild co-organized by ASHRAE and IBPSA-USA, Chicago, IL September 26-28, 2018.
- [10] Allen J. et al. Associations of cognitive function scores with carbon dioxide, ventilation, and volatile organic compound exposures in office workers: a controlled exposure study of green and conventional office environments. *Environmental Health Perspectives* 124: 805-812. ASHRAE. 2016.
- [11] Berkeley Lab, Indoor Air Quality, Scientific Finding Resources Bank, 2020. Available from: URL:
<https://iaqscience.lbl.gov/topic/ventilation-outdoor-air>
- [12] Tsai DH. et al. Office workers' sick building syndrome and indoor carbon dioxide concentrations. *J Occup Environ Hyg.* 2012; 9(5):345-51.
- [13] Satish U. et al, Is CO₂ an indoor

pollutant? Direct effects of
low-to-moderate CO₂ concentrations on
human decision-making performance.
Environ Health Perspect. 2012 Dec;
120(12):1671–1677.

- [14] Kajtar L. et al., Examination of influence
of CO₂ concentration by scientific
methods in the laboratory. In:
Proceedings of Healthy Buildings 2003,
7–11 December 2003. Singapore: Stallion
Press, 176–181, 2003.
- [15] Kajtar L. et al, Influence of
carbon-dioxide pollutant on human
well-being and work intensity. In:
Proceedings of Healthy Buildings 2006,
4–8 June 2006, Lisbon, Portugal:
Universidade do Porto, 85–90, 2006.

事務所衛生基準規則に関する研究—妥当性と国際基準との調和
国際社会における室内の照度・騒音・振動の快適基準

研究分担者 中村 裕之 金沢大学医薬保健研究域医学系 衛生学・公衆衛生学 教授

研究要旨

照度に関する「事務所衛生基準規則第 10 条」が改正された（令和 4 年 12 月 1 日施行）。その背景には、高年齢労働者にも働きやすい環境を整備するため、高年齢者等の雇用の安定等に関する法律が改正（平成 25 年）されたり、人生 100 年時代構想会議（平成 30 年とりまとめ）が制定されたりするなど、高年齢労働者に対する安全衛生管理が重要視されるようになってきた。その象徴が照度に対する基準の下限の引き上げである。作業区分が「一般的な事務作業（300 ルクス以上）」、「付随的な事務作業（150 ルクス以上）」の 2 区分になり、さらに精密な作業を行うにあたっては、JIS Z9110「照明基準総則」などを参照し、対応作業に合わせた照度を定めることとされるという付帯事項がついている。

しかしながら、この改正は今後のさらなる照度基準の見直しを視野に入れているとも考えられる。なぜならば、本法規で定められているのはあくまで「最低照度」であり、安全かつ快適な視環境を十分に確保しているとはいえる状況ではなくなっているのである。すなわち、「JIS 照明基準を満たしている＝快適な視環境である」とはいえない。2016 年 6 月、日本建築学会 環境工学委員会より発表される「新しい規準」は、重要な照明要件にも関わらずこれまでは計算が困難であった「輝度」も、近年急速に発達した照明シミュレーションソフトによって算出可能であるという前提に立ち、「照度」≠「私たちが感じている明るさ」ではないことから、視環境とエネルギーの最適化を目指した新たな枠組みの提示がなされている。輝度を用いる新しい基準では、「照明消費電力密度」による評価に基づけば、高い省エネルギー性も期待できる。

輝度が国際的な基準になるためには、輝度を用いることの上述の長所が、測定や評価の複雑さを理由に基準とされにくいという短所をはるかに凌駕することが証明され、その基準値に対する医学的な根拠が確定すれば、輝度を用いた国際的な基準を用いることにより、将来のユニバーサルデザインを取り入れた快適な事務環境が実現され、省エネ効果も大いにもたらされると考えられる。一方、コロナ禍で加速された在宅勤務での労働安全衛生規則における衛生基準は、事務所同様に適用されることを考えれば、まずは JIS 基準を柔軟に運用することが求められる。

＜研究協力者＞

金沢大学医薬保健研究域医学系
衛生学・公衆衛生学 辻口博聖

金沢大学医薬保健研究域医学系
衛生学・公衆衛生学 原 章規

A. 研究背景および目的

照度に関する「事務所衛生基準規則第 10 条」が改正された（令和 4 年 12 月 1 日施行）。その背景には、高年齢労働者にも働きやすい環境を整備するため、高年齢者等の雇用の安定等に関する法律が改正（平成 25 年）されたり、人生

100 年時代構想会議（平成 30 年とりまとめ）が制定されたりするなど、高年齢労働者に対する安全衛生管理が重要視されるようになってきた。その象徴が照度に対する基準の下限の引き上げである。作業区分が「一般的な事務作業（300 ルクス）以上」、「付随的な事務作業（150 ルク

ス以上）」の 2 区分になり、さらに精密な作業を行うにあたっては、JIS Z9110「照明基準総則」などを参照し、対応作業に合わせた照度を定めることとされるという付帯事項がついている。（表 1）。

表 1 照度に関する「事務所衛生基準規則第 10 条」の改正（令和 4 年 12 月 1 日施行）

作業の区分	基準
一般的な事務作業（PC を扱うなど情報機器作業も含める）	300 ルクス以上
付随的な事務作業（資料の袋詰めやクリップ留めなど文字を読み込む必要のない作業）	150 ルクス以上

表 2 JIS 照明基準の「推奨照度」（JIS Z 9110:2010 照明基準総則）

対象	照度
設計製図、印刷工場での植字、校正	750 ルクス
住宅内での勉強スペース	750 ルクス
美容室	1,000 ルクス
ショーウィンドウの重要部	1 万ルクス
学校の学習空間	500-750 ルクス程度

B. 研究方法

1) JIS 照明基準の「推奨照度」

そこで、現実的な照度設定の参考にされているのが、JIS 照明基準の「推奨照度」である（JIS Z 9110:2010 照明基準総則）。

JIS 照明基準は、領域における「作業」に対して推奨照度を定めているので、空間全体で推奨照度を維持する必要はない。例えば、「事務所—事務室」の推奨照度 750 ルクスは、事務作業を行う「机上面」において必要な照度であり、事務室内であっても、事務作業を行わない場所や通路などでは 750 ルクスを維持する必要はない。

人間が照度の違いを感覚的に認識するには、1.5 倍以上の照度差が必要とされている。つまり、

100 ルクスとの違いを認識するには 150 ルクス以上必要である。このことを踏まえ、推奨照度には、それに対応する設計照度の範囲が次のように定められている（JIS Z 9110:2011 照明基準総則）。

加齢に伴い、網膜に到達する光の量は減少していくため、高齢者の作業には若年者よりも高い照度が必要である。年齢層や作業内容を考慮した照明計画を行う必要がある。JIS 照明基準の推奨照度は、通常の視覚で行われる、通常の作業を想定しているため、「視覚条件が通常と異なる場合には、設計照度の値は、推奨照度の値から照度段階で少なくとも 1 段階上下させて設定してもよい」とされている。

設計照度を 1 段階高く設定することが望まし

い場合は次の通りである。

- a) 対象となる作業者の視機能が低いとき
- b) 視作業対象のコントラストが極端に低いとき
- c) 精密な視作業であるとき
設計照度を1段階低く設定することが望ましい場合は、次の通りである。
- d) 対象が極端に大きい、または対象のコントラストが高いとき
- e) 領域での作業時間または活動時間が極端に

短いとき

JIS 照明基準では、照度の他に、照度均斉度、不快グレア、演色性についても推奨値を定めている。

3) 業務ビルの照度基準の国際比較

(IEA/OECD, LIGHT'S LOBOUR'S LOST Policies for energy-efficient lighting, 2006)

表3 業務ビルの照度基準の国際比較 (IEA/OECD, LIGHT'S LOBOUR'S LOST Policies for energy-efficient lighting, 2006)

国	オフィス	商店
日本 (JIS)	750 ルクス	500 ルクス
アメリカ・カナダ	200—500	200—500
フランス	425	100—1000
ドイツ	500	300
オーストラリア	160	160

欧米諸国の多くは照度基準を 500 ルクス以下に指定しているのに対し、わが国の労働安全衛生規則で定める照度基準は、「精密な作業」において 300 ルクス以上としている。

C. 研究結果

1) 照度 ≠ 「私たちが感じている明るさ」ではない

多くの人が携わる設計業務において、拠りどころとなる基準は必要であり、現在は JIS 照明基準がそれを担っている。一方で、JIS では考慮されていない照明要件のなかにも重要なものはあり、「JIS 照明基準を満たしている=快適な視環境である」とはいえない。

2016 年 6 月、日本建築学会 環境工学委員会より発表される「新しい規準」は、重要な照明要件にも関わらずこれまでは計算が困難であった「輝度」も、近年急速に発達した照明シミュレーションソフトによって算出可能であるという

前提に立ち、「照度」≠「私たちが感じている明るさ」ではないことから、視環境とエネルギーの最適化を目指した新たな枠組みの提示がされている。

2) 輝度とは

これまで照度を基準に考えられて来たが「順応」を中心に考えると、輝度バランスを整えることが快適な環境づくりとなる。照度と輝度の違いを簡単にいうと「対正面に届く光の量が照度・対象面が発する光の量が輝度」である。作業するためには適正照度が求められるが、空間を構成するには輝度が大切ということになる。同じ空間に同じ照度の光を配置しても、空間を構成する要素の反射で印象が大きく変わる。黒で統一された空間などは、大量の光を投入しても明るい空間という印象を作ることはいないが、白で統一された空間だと、少ない光で明るい空間という感覚を提供することができる。つまり、空間の要素を考慮し、輝度配置を行い、照度を設定することが大切である。

すなわち、照度が、単位面積当たりに入射する光の量であり、単位はlx（ルクス）。光源によって照らされている面の明るさの程度を表す。それに対して輝度は、光源や被照面が発するある方向への光度を、その方向への見かけ上の面積で割った値である。単位はcd/m2（カンデラ毎平方メートル）。人の目に入る光の量を表す。照度は「ある面にどれだけの光が到達しているか」を表しているのに対し、輝度は「その面から反

射された光が、ある方向から見ている人の目にどれだけ届いているか」を表している。現在の照明計画で一般的に用いられているのは、水平面（机上面や床面など）の照度分布であるが、実際に感じている“明るさ”を表現しているのは、照度分布ではなく、輝度分布だといえる。表4に照度と輝度の違いを纏めた。

表4 照度と輝度の違い

	照度	輝度
単位	Lx（ルクス）	cd/m2（カンデラ毎平方メートル）
計算の難しさ	簡単	難しい
見る方向による影響	なし	あり
被照面の反射率による影響	なし	あり
適用	机の上などの作業面の明るさを検討したいとき	空間の明るさ感や実際の雰囲気を検討したいとき

D. 考察

1) 輝度導入の背景と目的

室内における適切な照明環境の形成や普及を目的として、エネルギー有効利用の観点を含みながら、照明環境設計のための要件を示し、可能なものについては推奨値または目標値を定める（「1.1 基準の目的（AIJES-L0002-2016）」より）。本基準の背景には、2011年3月に発生した東日本大震災および福島第一原子力発電所の事故に伴う電力供給不足がある。この非常事態による節電の経験をきっかけに、「照明設計が照度に偏重し過ぎている状態を見直し、できる限り小電力で本来あるべき照明環境を創造するために、照明環境設計方法および照明環境の基準の構築」を行ったのが本基準である。そのため、「エネルギー消費を最小限に抑える」ことに重点を置き、「省エネルギー基準」を定めている。また、近年の照明シミュレーションソフトの発達により、私たちでも簡易計算による輝度分布

の算出が可能になったことを受け、設計基準の中心に「照度」ではなく「輝度」を据えている。この点も、既存の照明基準と異なる、大きな特徴であるといえる（『照明環境に関する緊急提言』（日本建築学会環境工学委員会・光環境運営委員会、2011年5月）

2) 「ターゲット照明」と「タスク照明」の違い

アンビエント照明と対になる存在として、現在広く認識されているのは「タスク照明」である。「タスク照明」は“作業を行う場所”に対する局部照明を指すのに対し、「ターゲット照明」は“視対象（作業を行う場所を含む）”に対する局部照明を指す。すなわち、「ターゲット照明」における手法のひとつが「タスク照明」、という位置づけになる。エネルギーの有効利用を前提とする本基準では、昼光においても本設計基準を適用するものとし、積極的な昼光利用を促している。つまり、設計上では「窓などの開口部＝照明器具」として取り扱う。

3) 設計規準

本規準では、作業、活動または用途の大分類ごとに、設計要件に応じた推奨値を定めている（照明環境の設計規準（AIJES-L0002-2016）」より抜粋）。輝度を中心とした設計規準を満たすことに加え、「最も少ない電力消費で最大の効果が得られるような照明手法を採用する」ことが求められています。その際、省エネルギー性の指標となっているのが「照明消費電力密度」である（照明消費電力量密度および照明消費電力密度の算出（AIJES-L0002-2016）」より）。本規準では、作業、活動または用途が「事務」の場合に、「5 W/m²以下」という目標値を定めている。

4) 今後の展望

「アンビエント照明とターゲット照明」という理念の導入によって、設計規準の中心は「輝度」にする。「照明消費電力密度」による評価に基づいた、高い省エネルギー性を要求している。輝度が国際的な基準になるためには、輝度を用いることの上述の長所が、測定や評価の複雑さを理由に基準とされにくいという短所をはるかに凌駕することが証明され、その基準値に対する医学的な根拠が確定すれば、輝度を用いた国際的な基準を用いることにより、将来のユニバーサルデザインを取り入れた快適な事務環境が実現され、省エネ効果も大いにもたらされると考えられる。

一方、コロナ禍で加速された在宅勤務での労働安全衛生規則における衛生基準は、事務所同様に適用されることを考えれば、まずは JIS 基準を柔軟に運用することがまずは求められる。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表・学会発表

<論文発表>

1. Fumihiko Suzuki, Shigefumi Okamoto, Sakae Miyagi, Hiromasa Tsujiguchi, Akinori Hara, Thao Thi Thu Nguyen, Yukari Shimizu, Koichiro Hayashi, Keita Suzuki, Shingo Nakai, Masateru Miyagi, Takayuki Kannon, Atsushi Tajima, Hirohito Tsuboi, Tadashi Konoshita, Hiroyuki Nakamura: Relationship between Decreased Mineral Intake Due to Oral Frailty and Bone Mineral Density: Findings from Shika Study. *Nutrients* 13(4) DOI10.3390/nu13041193. 2021.
2. Koichiro Hayashi, Hiromasa Tsujiguchi, Daisuke Hori, Yohei Yamada, Yukari Shimizu, Thao Thi Thu Nguyen, Yuri Hibino, Yasuhiro Kambayashi, Akinori Hara, Hiroyuki Nakamura: The association between overweight and prevalence of food allergy in Japanese children: a cross-sectional study. *Environ Health Prev Med.* 2021 Apr 5;26(1):44. doi: 10.1186/s12199-021-00960-2. 2021.
3. Naotoshi Sugimoto, Masanori Katakura, Kentaro Matsuzaki, Mayumi Miyamoto, Eri Sumiyoshi, Taizo Wada, Akihiro Yachie, Hiroyuki Nakamura, Osamu Shido: Ginger facilitates cell migration and heat tolerance in mouse fibroblast cells.. *Mol Med Rep.* 2021 Apr; 23(4): 250. Published online 2021 Feb 2. doi: 10.3892/mmr.2021.11889. 2021.
4. Miyagi S, Takamura T, Nguyen TTT, Tsujiguchi H, Hara A, Nakamura H, Suzuki K, Tajima A, Kannon T, Toyama T, Kambayashi Y, Nakamura H: Moderate alcohol consumption is associated with impaired insulin secretion and fasting glucose in non-obese non-diabetic men. *J Diabetes Investig.* 2021 May;12(5):869-876. doi: 10.1111/jdi.13402. Epub 2020 Oct 13. 2021.

5. Megumi Oshima, Tadashi Toyama, Akinori Hara, Miho Shimizu, Shinji Kitajima, Yasunori Iwata, Norihiko Sakai, Kengo Furuichi, Masakazu Haneda, Tetsuya Babazono, Hiroki Yokoyama, Kunitoshi Iseki, Shin-Ichi Araki, Toshiharu Ninomiya, Shigeko Hara, Yoshiki Suzuki, Masayuki Iwano, Eiji Kusano, Tatsumi Moriya, Hiroaki Satoh, Hiroyuki Nakamura, Hirofumi Makino, Takashi Wada: Combined changes in albuminuria and kidney function and subsequent risk for kidney failure in type 2 diabetes.. *Observational Study BMJ Open Diabetes Res Care*. 2021 Jun;9(1):e002311. doi: 10.1136/bmjdr-2021-002311. 2021.
 6. Hirohito Tsuboi, Yui Takakura, Hiromasa Tsujiguchi, Sakae Miyagi, Keita Suzuki, Thao Thi Thu Nguyen, Kim Oanh Pham, Yukari Shimizu, Yasuhiro Kambayashi, Naoko Yoshida, Akinori Hara, Hiroyuki Nakamura: Validation of the Japanese Version of the Center for Epidemiologic Studies Depression Scale—Revised: A Preliminary Analysis. *Behavioral Sciences* 11(8) 107-107. <https://doi.org/10.3390/bs11080107>, 2021.
 7. Youhei Yamada, Haruki Nakamura, Hiromasa Tsujiguchi, Akinori Hara, Sakae Miyagi, Takayuki Kannon, Takehiro Sato, Kazuyoshi Hosomichi, Thao Thi Thu Nguyen, Yasuhiro Kambayashi, Yukari Shimizu, Kim Oanh Pham, Keita Suzuki, Fumihiko Suzuki, Tomoko Kasahara, Hirohito Tsuboi, Atsushi Tajima, Hiroyuki Nakamura: Relationships among the β 3-adrenargic receptor gene Trp64Arg polymorphism, hypertension, and insulin resistance in a Japanese population. *PLOS ONE* 16(8) e0255444-e02554440. doi: 10.1371/journal.pone.0255444. eCollection 2021.
 8. Yayoi Inomata, Masato Takeda, Nguyen Thao, Mizuo Kajino, Takafumi Seto, Hiroyuki Nakamura, Kazuichi Hayakawa: Particulate PAH Transport Associated with Adult Chronic Cough Occurrence Closely Connected with Meteorological Conditions: A Modelling Study. *Atmosphere* 2021, 12(9), 1163; <https://doi.org/10.3390/atmos12091163>.
 9. Akinori Hara, Phat Minh Nguyen, Hiromasa Tsujiguchi, Masaharu Nakamura, Yohei Yamada, Keita Suzuki, Fumihiko Suzuki, Tomoko Kasahara, Oanh Kim Pham, Haruki Nakamura, Yasuhiro Kambayashi, Yukari Shimizu, Thao Thi Thu Nguyen, Sakae Miyagi, Takayuki Kannon, Takehiro Sato, Kazuyoshi Hosomichi, Atsushi Tajima, Hiroyuki Nakamura: Effect of β 3 -adrenergic receptor gene polymorphism and lifestyle on overweight Japanese rural residents: A cross-sectional study. *Obesity Science & Practice*.
 10. Akihiro Nomura, Takehiro Sato, Hayato Tada, Takayuki Kannon, Kazuyoshi Hosomichi, Hiromasa Tsujiguchi, Hiroyuki Nakamura, Masayuki Takamura, Atsushi Tajima, Masa-Aki Kawashir.: Polygenic risk scores for low-density lipoprotein cholesterol and familial hypercholesterolemia.. *Journal of human genetics*. 2021 Nov;66(11):1079-1087. doi: 10.1038/s10038-021-00929-7.
- G. 知的財産権の出願・登録
特に記載すべきものなし
- H. 参考文献
特になし

事務所室内環境と心理的影響（気分）・生産性に関する調査と、 新しい柔軟な働き方に対する SEWB 評価尺度日本語版の開発

研究分担者 横山 和仁 国際医療福祉大学大学院 教授

研究要旨

事務所環境と心理的影響（気分）に関して、影響因子6項目（騒音・温度・湿度・照明・事務所デザイン・化学物質）を示す23文献を抽出し、環境ストレス因子と心理的影響について検討した。特に騒音の因子は、仕事の能率性（パフォーマンス）低下と強い関連がみられた。騒音・照明・温度を適正な状態に保持し、オフィス労働者の生産性を高める工夫が必要であるが、すべての事務所でオープンスペースが有効とはいえない可能性がある。6因子は互いに複合的な関連もあり、労働者の文化的背景や個人特性（年齢、性別、性格、ストレス耐性）、職場条件（職種、労働時間、裁量度、仕事の複雑性、支援の程度）を考慮して検討する必要がある。次に、テレワークが生産性や労働者の心理・メンタルヘルスにどのような影響をもたらすか文献調査を行った。テレワークにより仕事とプライベートの区別が困難になったり、メンタルヘルス不調の早期感知が難しくなる可能性がある。VDT（筋骨格や視覚）環境整備や、home to work&work to home conflict対応が課題である。COVID-19感染症の拡大長期化とともに、従来から取り入れられていたテレワークがさらに普及をみせている。従来の固定事務所内の固定席で行う事務作業というオフィスワーカーの働き方に加えて、労働者が個々散在した作業環境で、インターネット接続のクラウド環境の仮想オフィスにアクセスしながら行う働き方が組み合わされつつある。さらに、働き方の多様性の一つとして注目される、「柔軟な働き方（Flexible work）」の抱える潜在的な健康・社会生活リスクに関して、自己を危険にさらす働き方（Self-Endangering Work Behavior, SEWB）を中心に、文献を検討した。またSEWB評価尺度日本語版を開発し、信頼性と妥当性を検討した。

<研究協力者>

国際医療福祉大学

赤坂心理・医療福祉マネジメント学部

浦川 加代子

A. 研究背景および目的

オフィス室内環境の心理的影響や生産性との関連はこれまで国内外で様々な研究がおこなわれてきている。事務所環境と心理的影響（気分）に関する文献調査を担当した。

オフィス室内環境の心理的影響や生産性との関連はこれまで国内外で様々な研究がおこなわれてきている。テレワークに焦点をあて、心理的影響や生産性に関する文献調査を実施した。

厚生労働省の「働き方改革」¹⁾では、我が国は、「少子高齢化に伴う生産年齢人口の減少」「育児や介護との両立など、働く方のニーズの多様化」などの状況に直

面しているとして、投資やイノベーションによる生産性向上とともに、就業機会の拡大や意欲・能力を存分に発揮できる環境を作ることを重要な課題としている。このため、「働く方の置かれた個々の事情に応じ、多様な働き方を選択できる社会を実現し、働く方一人ひとりがより良い将来の展望を持てるようにすることを目指しています」と述べている。これに伴い、「柔軟な働き方」として、テレワーク、副業・兼業などを挙げている。首相官邸サイト²⁾でも、兼業・副業やフリーランスなど、新しい働き方を定着させ、リモートワークにより地方創生を推進することが示されている。柔軟な働き方 (Flexible work) の抱える潜在的な健康・社会生活リスクに関して、検討した。

B.研究方法

事務所環境と気分に関する研究論文について、Pub Med (Web 版) を使用して 75 文献を収集した。その中から、事務所環境のさまざまな条件について検討するために影響因子 6 項目を示す 23 文献を抽出し、環境ストレス因子と心理的影響に関する知見をまとめた。

検索式は、Office AND (temperature OR humidity) AND ((mood OR emotion) OR performance) AND workers NOT environment である (実施日 2019/11/07)。

インターネットを利用した在宅勤務 (テレワーク) に対して、テレワークが労働者のパフォーマンスまたは健康にどのような影響を及ぼすか検討する文献調査を行った。

PubMed で、remote-work、Telework ×

Performance および (On-line work + Telework) × Health をキーワードとして検索を行い、それぞれ、35、14 および 349 の文献が該当したので、これらの抄録を検討し、目的に沿う文献を抽出した (2020.9.28)。

柔軟な働き方 (Flexible work) の抱える潜在的な健康・社会生活リスクに関して、文献を中心に考察した。また、SEWB 評価尺度日本語版 (後述) を開発した。

C.研究結果

1992 年から 2019 年までの 23 文献を分析対象として、環境ストレス因子の「騒音」「温度」「湿度」「照明」「事務所デザイン」「化学物質」の 6 項目についてどのような影響があるのかを検討した。

1. 騒音の影響

温度、空気の質、騒音、化学物質の存在などを含めた室内環境は、職場の仕事の満足度、感情的幸福、健康、欠勤との関係に影響を与えることが示唆されている²⁾。職場の室内環境において労働者が感じる快適性には「騒音」が最も強く影響していることが報告されている¹⁾。他にも「騒音」が仕事の能率性 (パフォーマンス) を低下させることが多く報告されている。114 人のオフィス労働者を対象とした 8 か月間の縦断研究において、環境ストレス因子としての「騒音」「照明」「温度」の不適切な状態は、労働者の健康状態 (気分、頭痛、「オフ」感) を低下させ、間接的にパフォーマンスを低下させることが報告されている³⁾。

騒音の中でも、Pawlaczyk-Luszczyńska M (2006) らの報告では、実験室環境とフ

フィールド調査の両方において低周波騒音 (LFN) に曝された場合、主観的評価として不快感が示されていた。騒音の影響に焦点をあてた研究では、騒音曝露労働者群 (交通警察官 39 名) と対照群 (市役所事務職員 42 名) との比較研究がある⁴⁾。結果は、2 群間では認知および情緒プロフィール(POMS)に顕著な差は認められなかったが、騒音曝露労働者は、習慣的な環境ストレス因子に曝露された時、ストレスに対する高い脳感受性を選択的に示したことから、「騒音」ストレスが常態化することでより刺激に反応しやすくなることが示唆された。

一方、騒音ではないが、職場で流される BGM (background music) の影響について検討するために実験を実施した研究がある¹⁵⁾。対象者は 32 名の大学生を 3 群に分けて、グループ[a]は 10 分間の注意力テスト中に音楽を聴き、グループ[b]は全く音楽がなく、グループ[c]は注意力テストの 10 分前に音楽を聴かせる条件で実施した結果、注意力テスト中に音楽を聴いた群は、得点のばらつきが極めて大きく、BGM は労働者のパフォーマンスに影響を与えていることが示唆された。人の情動に影響する音楽が、必ずしも環境に効果的な影響を与えるとはいえず、知覚する対象者によっては雑音のような不快な刺激として知覚される可能性があると考えられる。ホテルや病院などの待合室で流される癒し効果を期待した BGM と異なり、作業をしている事務所環境で流される BGM には、受け取る対象者によっては「騒音」になる可能性がある。

2. 温度の影響

Sakellaris IA (2016) らの報告では、主観的 IEQ と労働者の快適さとの関係性を評価したところ、快適性には「騒音」が最も強く影響し、次いで「空気の質」、「光」、「温度」の順であった¹⁾。

高気温または低気温に起因する温度不快感 (thermal discomfort) はオフィス労働者の生産性に負の影響を及ぼしていた⁶⁾。この研究では、参加者は、実験室での曝露中にコンピュータ化神経行動試験を行い、心拍変動 (HRV) および脳波 (EEG) を含む生理学的パラメータを測定した。いくつかの主観的評価尺度 (Thermal sensation votes (TSV)、POMS、Well-being and motivation) を用いて、参加者の気分、幸福感、モチベーション、および作業による負担感を評価した。暑すぎるという不快感 (warm discomfort) は参加者の幸福感に悪影響を及ぼし、HRV の高頻度 (HF) に対する低頻度 (LF) の比率を増加させることが分かった。このことから、主観的評価尺度は生産性に対する室内環境 (IEQ) の効果を評価する際の神経行動機能尺度の補足として有用であることが示された。事務所環境において温度不快感には個人差があり、労働者の主観的評価に基づいて温度設定をする必要があると考えられる。

3. 湿度の影響

学校における厨房施設の環境の湿気に着目して調査した結果、湿度が高い環境では微生物濃度が高く、厨房労働者だけでなく事務員の呼吸器および全身症状を悪化させていた¹⁶⁾。

また、オフィス労働者を対象に勤務時間

の大半を 30%～60%の相対湿度 (relative humidity, RH) の条件で過ごした人は、乾燥状態で過ごした人よりも勤務中のストレスが 25%少ない結果が示され、睡眠の質とも間接的な関連を見出した。さらに、RH の最適値が約 45%付近に存在することが示唆されている²⁰⁾。前述した温度と合わせて、適度な湿度の設定が身体と心理の両方の健康維持のために必要である。

4. 照明の影響

オフィス環境における昼間の労働時間中の高青色白色光 (blue-enriched white light) への曝露の影響を調査するために、各参加者は 2 つの照明条件に曝露され、それぞれ 4 週間継続した。1 つは高青色白色光 (17000K) 白色光 (4000K) であり、その順序はフロア間でバランスをとり、質問票および評価尺度を用いて 8 週間の介入期間を通して、覚醒度、気分、睡眠の質、パフォーマンス、精神的努力 (mental effort)、頭痛および眼の緊張、および気分を評価した。その結果、白色光 (4000K) と比較して、高青色白色光 (17000K) は、覚醒($P<0.0001$)、陽性気分($P=0.0001$)、パフォーマンス($P<0.0001$)、夕方の疲労($P=0.0001$)、易刺激性($P=0.004$)、集中力($P<0.0001$)および眼の不快感($p=0.002$)を改善し、高青色白色光では、昼間の眠気が減少し($P=0.0001$)、夜間睡眠の質($P=0.016$)は改善していた⁹⁾。

適切な照度だけでなく、高青色白色光 (blue-enriched white light) は白色光 (4000K) と比較して、より効果的であることが示唆された。

]

5. 事務所デザインの影響

「職場デザイン (特に、個人別オフィスと共有オフィスの比較) は労働者の健康に影響するか?」どうかを検証する目的で、2000 年から 2017 年の間に発表された論文に限定されたシステマティック・レビューを実施したところ、各オフィスと比較した共有オフィスまたはオープンプランオフィスの健康への影響を扱った 15 件の関連研究が同定された。この結果から、個別オフィスと比較して、共有またはオープンオフィススペースは従業員の健康に有益ではなく、スタッフの健康、福利および生産性に有害な影響を及ぼすというこれまでの研究結果と一致していることが明らかにされた⁸⁾。

また、米国のオフィスビルを中心に、主観的に評価した室内環境パラメータと建物の特徴が入居者の満足度に影響することを検討するため、建設環境センターが 10 年間に 351 のオフィスビルの 52,980 人の入居者に実施したウェブ調査のデータを分析した¹²⁾。その結果、最も重要なパラメータは、空間量に対する満足度 (オッズ比 OR 1.57、95%CI:1.55～1.59)、雑音レベル (OR 1.27、95%CI:1.25～1.29)、視覚的プライバシー (OR 1.26、95%CI:1.24-1.28) であったことから、オフィスビルの設計者にはこれら 3 点を配慮した建築が推奨されると考えられる。オフィス労働者は、窓の近くの個室が与えられたときに、自分の作業空間と建物に最も満足するであろうと示唆している。

6. 化学物質の影響

シックハウス症候群は、現代のオフィスビルの労働者の訴える一連の症状に与えられた用語であり、外気の供給が減少したときに建物内から発生する汚染物質の蓄積により起こると仮定されている¹⁸⁾。シックビルディング症候群に典型的な症状、筋骨格症状、および報告された屋内環境曝露、心理状態、労働ストレス、および職場における対人関係の間の関係を、3つの建物の624人の事務所労働者を対象に調査した研究では、症状の有病率は3つの建物で同様であったが、女性は男性よりも、3つの建物すべてにおいてほとんどの症状を訴える傾向が高く、心理的症状および性別が、シックハウス症状の有意な独立予測因子であることを示した¹⁹⁾。また、シックハウスの自覚症状と室内環境の関連では、4つのオフィスビルにおける外気供給の変化が労働者の自覚症状と室内環境の認識に及ぼす影響を検討した結果、外気供給の増加は、職場環境に対する労働者の認識やシックハウス症候群の典型症状に影響しなかった報告もみられた¹⁸⁾。

最近、日本では都市ごみ焼却炉（MSWI）のダイオキシン問題が社会問題となったことから、このストレスの多い出来事が労働者にもたらした影響に関心があり、MSWI労働者のメンタルヘルス状態をオフィス労働者と比較して評価することを意図した研究がある⁵⁾。対象は、2つのMSWI工場および1つの地方自治体の公務員、健康管理に従事していた20人の国家公務員、および55人のMSWI労働者であった（いずれも男性）。被験者に年齢、

教育キャリア、および労働スケジュールについてインタビューを実施し、POMSおよびGHQ30を用いて被験者の気分状態を評価した。POMSは、Tension-Anxiety、Depression-Dejection、およびFatigueレベルが、健康管理作業群で高いことを示した。GHQ30では、全身疾患、社会機能障害、不安・不快気分状態が、健康管理者群で異常に逸脱していることが示された。GHQ30スコアで評価した全身精神衛生状態も、事務労働者群で異常に逸脱した。これらの結果は、健康管理作業者のメンタルヘルス状態はMSWI作業員より悪いことを示した。これは、ダイオキシンに曝露されたのではないかという恐怖によって増強されたMSWI作業員のストレスは、行政職員が通常被っているストレスを超えていないことを意味している。化学物質による症状に対応するには、心理的症状、性別などを考慮して、換気、温度などの環境ストレス因子を適正に保つ必要があると考えられる。

環境ストレス因子としての「騒音」「照明」「温度」の不適切な状態は、労働者の健康状態（気分、頭痛、「オフ」感）を低下させ、間接的にパフォーマンスを低下させることが明らかである。

その中でも、労働者が感じる快適性には「騒音」が最も強く影響しており、仕事の能率性（パフォーマンス）を低下させることから、最も配慮されなければならない環境ストレス因子である。また、高気温または低気温に起因する温度不快感（thermal discomfort）はオフィス労働者の生産性に負の影響を及ぼしていたことから、適正な温度設定が必要である。照度

が不足した環境は不適切であり、高青色白色光（blue-enriched white light、17000K）は、白色光（4000K）と比較して、良い効果を与えていた。

事務所のデザインについては、環境ストレス因子としての「騒音」「照明」「温度」を適正な状態に保持して、さらにオフィス労働者のパフォーマンスを高める工夫が必要であることが示された。すべての事務所でオープンスペースが有効であるとはいえない。

ヨーロッパ諸国の1306人のオフィス労働者を対象に健康状態（1項目）、仕事満足度（8項目）、感情的幸福（5項目）、欠勤の自己申告レベル（1項目）について調べたところ、職場環境（干渉・複雑性・職場での教育）の4条件において、仕事が複雑で双方向のやり取りが増すにつれてその影響は大きい²⁾ことが示唆された。このように職場の条件によって人に与える影響が異なる。

また、職場の環境ストレス因子は、「騒音」「照明」「温度」「湿度」「換気」「化学物質」など複合的である。さまざまな環境ストレス因子と労働者の気分の関係性を検討する場合には、環境ストレス因子の統制と、対象者の文化的背景や個人特性（ex.年齢、性別、性格、ストレス耐性）、および労働者の置かれた職場条件（ex.職種、労働時間、裁量度、仕事の複雑性、支援の程度）を考慮して検討をする必要があるといえる。

テレワークは多種多様な概念を含み（Table 1）、多くの業種をカバーするものとなっている。Dingel JI & Neiman B（2020）は、米国のすべての職種につい

て在宅作業の可能性を分類し、米国の雇用の37%は在宅で完全に遂行できるが、都市や産業によるかなりのばらつきがあると報告した。また、在宅で可能な仕事は、通常、これが不可能な仕事よりも賃金は高い。一方、在宅で不可能な仕事は、米国の全賃金の46%を占めている。我々の分類を他の85カ国に適用すると、低所得国では、在宅で可能な仕事の割合が低いことがわかった。

テレワークは、弾力的な勤務を可能とするため、特に、障がいをもつ労働者に役立つとされている。Nishina M.（2010）は、テレワークは通勤を必要としないため、省コスト・環境にも優れている。テレワーキングシステムは、安全性の向上など、さまざまなメリットがあり、生活のさまざまな場面に応用できると考え、進行性筋ジストロフィーおよび交通事故による右半身まひの男性労働者2例のケーススタディーを行った。著者は、テレワークの安全性、経済的、環境上の利点を実証されたとしている。

Ekberg K.ら（2016）は、2015年10月14～16日に米国マサチューセッツ州ホプキントンで開催された「障害を予防するための雇用者慣行の改善研究」会議にもとづき、新しい労働様式（alternate work arrangement）として、(a)短期・一時雇用 (b)小規模職場 (c)仮想的労働/テレワーク (d) lone workers（フリーランス）を挙げている。職場復帰（RTW）および職場での障害予防に対して、これらを含めた柔軟な労働様式の検討が必要としている。

Murray B & Kenny S.（1990）のアイル

ランドでの調査は、重度身体障害者のテレワークの状況を示した。彼らに対する介護は、採用、テレワークに適した仕事の特典、事業主によるテレワークの管理に引き継がれている。また、在宅勤務は、在宅勤務が主たる場合からこれと従来のオフィス活動を組み合わせたものまで、非常に柔軟であることも示唆された。テレワークは、重度障害者のための新たな機会を創出すると同時に、雇用中に障害者となった人々が職を維持できるようにできると結論づけられた。しかし、コンピュータや高度情報通信技術の利用については、労働者が適切な訓練を受けることが重要であり、多くの場合、在宅訓練が必要である。

Linden M. & Milchus K. (2014) は、雇用上の配慮 (accommodation) という便益にもかかわらず、障がい者のテレワークの普及率は一般集団ほど高くないとして、米国で全国横断調査を行った。この結果、ホワイトカラーおよび知的職種ではテレワークが他の職種の 2 倍実行しやすく、うちテレワークを行うものは弾力的なスケジュール運用が非実行者比べ 2 倍行いやすかった。テレワーク労働者の 47% のみがテレワークを仕事上の配慮ととらえており、そのうち 57% がテレワークに満足し、また 76% が仕事の遂行に重要であると報告した。弾力的なスケジュール運用は、特にテレワークを配慮とみなす人々にとっては、従来方式の雇用による苦痛や疲労の減少が主な便益であつた。テレワークに対する満足度があまり高くなかったことは、他の雇用関連の障壁の存在を示唆する。

一方、テレワークはエネルギー消費と大気汚染を減少するという主張がある。Kitou E. & Horvath A. (2003) は、テレワークおよびテレワーク以外のシナリオにシステムモデルを適用し、企業または家庭を職場とした場合のそれぞれで、移動、暖房、冷房、照明および電子・電気機器使用による温室効果ガスほかの大気排出量を定量化した。米国のデータを用いた解析により、典型的なテレワークは大気への排出ガスを削減する可能性があることが分かった。しかし、一連の可能性のあるパラメータに対して確率論的分析を行うためにモンテカルロ・シミュレーションを用いたところ、汚染物質により影響が異なることが示唆された。即ち、CO₂、NO_x、SO₂、PM₁₀、CO は減少するが、N₂O、CH₄ は減少しない。テレワークにより、通勤の影響は減少する可能性があるが、自宅で過ごすことによる影響はこれらの削減を相殺する可能性がある。職場をテレワーク時に他の労働者と共有するか、全く無人としないとオフィスに関わる影響を低減できない可能性がある。テレワークの発展が見込まれる州（カリフォルニア州、ジョージア州、イリノイ州、ニューヨーク州、テキサス州）では、テレワークによって排出量を節約することができるが、通勤や気候パターンおよび電力の組み合わせに依存する。環境に有益なテレワークプログラムは、主に通勤パターン、エネルギー使用、職場や家庭環境、設備に依存する。

一般の労働者にとってテレワークがどのようなメリットがあるか、実証研究が重要となっている。Allen TD ら (2015)

は、その総説で、在宅勤務 (telecommuting) は、ますます一般的になってきており、研究者および実務家の双方から大きな関心を集めているとして、在宅勤務の定義と概念および研究対象が多様であるとのべている。前者については、在宅勤務の定義により導き出される結論が影響されることを述べている。また、仕事-家庭葛藤、態度、および労働の結果 (仕事の満足度、組織のコミットメントと一体感、ストレス、パフォーマンス、賃金、離職等) に対する在宅勤務の影響を検討する必要があるとしている。さらに、健康上の問題として在宅勤務に伴う人間工学的問題、身体活動低下、食事の不摂生を挙げている。Fetzner MA (2003) は、PROCEMPA (Porto Alegre 市のデータ処理会社) を対象とした事例研究により、テレワークの実行には、技術、組織、心理、法、労働組合の側面からの検討が必要であることを示した

Hoffman KE. ら (2020) は、テキサス大学放射線腫瘍学部門 (放射線腫瘍学、放射線物理学および実験放射線腫瘍学) の職員を対象に、遠隔作業の影響の把握、ならびに COVID-19 ウイルス終息後の持続可能性を電子メールにより調査した。981 名中 575 名 (59%) が回答した。回答者のうち、ある程度の燃え尽き (burn out) を訴えたものは 32% であった (前年の同じ調査は 40%)。その割合は、放射線腫瘍部の教員および治療者が最も高かった (それぞれ 47% および 44%)。自宅で勤務した職員の大半はその経験に肯定的であった (74%、323/436)。この肯定的な感覚は、燃え尽きの減少と関連していた ($P =$

0.030)。また、在宅勤務を好まない理由は、子供/家族ケアと情報技術の問題であることが示唆された。燃え尽きは、COVID 前と比して COVID-19 期間に増加しなかった。在宅勤務への移行をほとんどの労働者がプラスと受け止め、各職種にとって燃え尽きを減らす大きなメリットとなったとしている。

Steidelmüller C. ら (2020) は、テレワークには弾力性向上などのメリットがあるが、テレワークとプレゼンティーズム (presenteeism) などの自己危険行動 (self-endangering behavior) との関連が明らかであると指摘している。著者らは、European Working Conditions Survey 2015 の 6th wave に回答した 25,465 人を解析したところ、在宅テレワークとプレゼンティーズムには正の関係があり、かつにプレゼンティーズムの評価尺度を変更した感度分析に対してこの結果は robust であったと報告した。プレゼンティーズムは特定の疾患でみられるが、事業者は在宅テレワークに関連する潜在的リスクを認識し、自己危険行動を減らすようにすべきであるといえる。

在宅勤務は、仕事と家庭のバランスをとる上で有利であろうか? Duxbury L. & Halinski M. (2014) は、1 週間に 1 時間以上在宅勤務 (テレワーク) に従事した 1,806 人の男女専門職のデータの分析により、1 週間当たりのテレワークの時間数、仕事負担 (1 週間当たりの労働時間) による緊張 (労働役割過負荷) を減少させるが、家庭の負担 (1 週間当たりの育児時間)・役割過剰 (緊張) の減少は少ないことを示した。すなわち、テレワークは

労働者の職場での負担軽減にはなるが、家庭の助けにはならなかった。

Higgins C. ら（2014）は弾力的な労働様式（FWA; Flexible Work Arrangements）と仕事－家庭葛藤について、介護作業者 16,145 人を調査した。この結果、フレックスタイムおよびテレワークでは、9～17 時固定勤務および圧縮勤務週（CWW; Compressed Work Weeks）スケジュールより仕事による WFC（Work-to-Family Conflict）が高く、9～17 時スケジュール作業より、特に仕事の負担が高い場合、家庭による FWC（Family-to-Work Conflict）が高かった。この結果は、フレックスタイムやテレワークよりも、固定勤務および CWW スケジュールの効果的な利用により、仕事－家庭葛藤を減らし、ひいては従業員のメンタルヘルスを改善できることを示唆している。

テレワークがワーク－ライフバランス（WLB）に及ぼす影響について、Jacukowicz A. & Merecz-Kot D.（2020）は、オンライン労働者 189 人（オンライン常駐が必要）と通常オフィス労働者 200 人（主に他の部門とのコミュニケーションと情報検索にインターネットを使用）を対象とした調査から、オンライン作業者の方が WLB の満足度が有意に低く、仕事－家庭葛藤がより高かったと報告している。一方、Manssour AB.（2003）は、テレワークがジャーナリスト活動の生産性や質を高め、個人生活と労働環境を改善するとしている。

テレワークによる労働者の心身の影響についての検討も必要である。Robertson MM. ら（2012）は、これまでと違った場所

で勤務するテレワーカーの増加に伴い、安全衛生の問題がますます重要になっているとしている。新しい課題への対処には、マクロ人間工学的アプローチまたは作業システムが必要である。これらにより、テレワーカーの健康と安全に対する組織的、心理社会的および職場リスク因子の影響を解明する。個人－集団－組織の各レベルのアプローチが必要である。また、Golden TD. & Schoenleber AH.（2014）は文献研究により、テレワーカーが援助申請行動（help-seeking behavior）を取る際の主観的負担と意志の理解が、個人及び組織に対して効果的・生産的な影響をもたらすとしている。さらに、Konradt U. ら（2000）は、テレワーカーのためのヘルスサークル（HC）という活動を提唱した。彼らは、3 回の HC セッションを開催し、各セッションでは、専門的なファシリテーターによる講演後、参加者が選んだ議題、即ち、家庭用コンピュータの技術的問題、時間管理、上司、同僚、顧客とのコミュニケーション、本社からの孤立感、について討議した。参加者はこれらストレス要因を議論するほか、互いの経験の交流と外部専門家の支援に基づく具体的な対処戦略を策定した。HC における個人的経験の交換と情報提供が非常に有用であり、対処戦略策定に役立つことが明らかになった。さらに、2 か月後の質問紙調査では、参加者が対照群のテレワーカーよりもストレス因子の有意な改善を報告した。

De Croon EM. ら（2005）は、オフィスの 3 つの側面、即ち（1）オフィスの場所（例えば、テレワークか従来型か）、

(2) レイアウト (例えば、オープンレイアウトか個別か)、(3) 使用法 (例えば、固定か共有か)、がオフィス労働者の労働負荷、資源、短期・長期反応にどのように影響するかを文献レビューした。その結果、オープンオフィスがプライバシーおよび仕事の満足度を低下させることを明らかにした。さらに、証拠は少ないが、オープンオフィスは認知的作業負荷を増強し、かつ対人関係を悪化させること、ワークステーション間が近いことが認知的作業負荷を増強し、プライバシーを減少させること、さらに、デスク共有がコミュニケーションを改善することが示唆された。新しい様式のオフィスには人間工学の関与が労働者の労働負荷、資源および福利を保護する上で有意義な役割を果たすことを示唆する。特にオープンオフィスの影響に注意を払うべきである。

Mula A. (2018) は、職場におけるスタンディング・デスク導入を論じている。座ることが喫煙と同じとされて頻繁に座ることをできるだけ避ける傾向が広がっている。長時間着席を必要とするため、コンピュータベースのワークステーションでスタンディング・デスクが導入されている。しかし、長期の立位が人間システムにも有害な影響を及ぼし得ることを

議論することが重要である。「座ることは新しい喫煙である」という言葉を、「移動しないことは新しい喫煙である」という言葉に置き換えることができれば、健康的なコンピュータ作業環境・方法を解明することができる。

テレワークにより仕事とプライベートの区別が困難になったり、メンタルヘルス不調の早期感知が難しくなる可能性がある。VDT (筋骨格や視覚) 環境整備や、home to work&work to home conflict 対応が課題である。

1. テレワーク／リモートワーク

Allen TD et al の総説³⁾ は、リモートワークに相当する用語を”Telecommuting”として、既存の文献で取り上げられた概念を表1のようにまとめている。この総説では、”Telecommuting”は、ますます一般的になってきており、研究者および実務家の双方から大きな関心を集め、その定義と概念および研究対象が多様であり、研究面では、定義により結論が影響されることが述べられている。また、仕事—家庭葛藤、仕事への態度、および労働の結果 (仕事の満足度、組織のコミットメントと一体感、ストレス、パフォーマンス、賃金、離職等) に対する在宅勤務の影響を検討する必要があるとしている。

表1 Telecommunicating の概念

Distributed work	労働者が地理的な境界を越えて働き、共通の目標を達成するために、ある程度のコンピューターを介したコミュニケーション。
Flexible work arrangements	標準的な労働日に、従来の時間的・空間的境界を越えて働くことを可能にするオプション。
Remote work	労働者が通勤圏を越えた場所に居住し、勤務する。通常、フルタイ

	ムのテレワークを含み、代替地への勤務場所の変更につながる可能性。
Telecommuting	1. 通勤の一部または全部を電気通信（telecommunication）技術により代替。 2. 従来の職場や自宅から離れ、一定時間働く。コミュニケーションはコンピューターを使った技術による。 3. 電気通信技術に支えられた在宅勤務。 4. 通信技術に支えられて、通常の職場以外の場所で労働者が業務を遂行する体制。 5. 情報通信技術の利用によって、個人が従来の職場に通勤しなくてすむ労働環境に変更。 6. 労働者が自宅や地理的に便利な他の場所で、正規の職務を遂行できる仕組み。
Telework	1. 次のいずれかの働き方 (a)自宅又はサテライトオフィスからのリモートワーク、(b)主として現場で行われるテレワーク、(c)家庭、仕事及び現場の状況を組み合わせて、働くことができるネットトワーク。 2. 情報通信を利用して、職場外で業務の一部又は全部を行う業務組織形態。 3. 労働の成果を生み出し、提供するための共同の場所（コロケーション）に依存しない、技術を介したコミュニケーションと高度な情報処理能力に依存する労働。 4. 通常の職場以外の場所で、技術的なつながりに支えられて、労働者が通常業務を遂行する仕組み。
Virtual teams	空間的・地理的に分散した労働形態。一般的に、比較的短期間、技術依存型のコミュニケーション、かつ対面交流の不足が特徴。

2. 自己を危険にさらす働き方

(Self-Endangering Work Behavior)

(1) 概念

Dettmers, J et al ⁴⁾によれば、柔軟な働き方への要求が次第に高まる中、企業は、労働者に自己管理と自己規律にもとづく組織的・管理的慣行を適用し、日常業務の遂行に対する労働者のコントロールを向上させている。これらの慣行は、個人の成長と、仕事と私生活の調整の機会を提供するが、その結果として自律性と自己管理の要求が増加し、労働者に過剰な負荷を与えることになる。さらに、労働者は、多大な仕事量や自己管理の必要性

に応じて、自己搾取的で健康に悪影響を与えるような対処行動 (coping) をとるようになる。彼らは、この対処行動を、自己を危険にさらす働き方 (Self-Endangering Work Behavior, 以下、SEWB) と呼んでいる。

この論文に引用された Krause, A et al の論文 ⁵⁾では、こうした対処行動の8つの類型が挙げられている。すなわち、

- (1) 労働時間の延長と回復の放棄 (extension of work time and not taking time to recover)、
- (2) 労働密度の強化 (work intensification)、
- (3) 疾病就業 (sickness presenteeism)、

- (4) 心身の状態を保つための刺激物乱用 (abuse of stimulants in an attempt to optimize internal states)、
- (5) リラックスを促進するための鎮静剤乱用 (abuse of sedative substance to facilitate relaxation)、
- (6) 仕事の質の低下 (reducing quality of work)、(7) 安全規定違反 (failure to comply with security regulations) および
- (8) ごまかし (faking) である。

Dettmers, J et al⁴は、仕事の負担への対処行動には逃避的 (avoidance) および能動的 (active) 対処があり、ストレスによる心身影響を前者は増悪し、後者は緩和するとしている。しかしながら、SEWB は能動的対処行動ではあるが、従来の理解とは異なり、労働者の心身に悪影響を及ぼすと指摘している。また、過度の労働という点で SEWB はワーク・エンゲイジメントやオーバーコミットメントと共通するが、SEWB が特定の観察可能な行動であるのに対して、後2者は心理的状态を表すと述べている。同じく、過度の労働をもたらすワーカホリズムが内的動機にもとづくのに対して、SEWB は自律性と自己管理のプレッシャーという外的要因からもたらされるとしている。彼らは、SEWB は、労働目標の達成に関しては機能的であるが、健康および長期的な労働能力に関しては有害な影響を及ぼすと示唆している。

(2) 柔軟な働き方における対処行動

—エンゲイジメント、ディスエンゲイジメントおよび SEWB

Deci, N et al⁶⁾によれば、柔軟な働き方をする労働者は、自分自身を管理し、かつ仕事の目標達成に責任を負う必要がある。彼らは、柔軟な働き方をする労働者の対処行動として、エンゲイジメント、ディスエンゲイジメントおよび SEWB を取り上げ、専門家グループ (エンジニア、建築家、コンピューター技術者、広告業者、弁護士など) 485 人を対象とした調査で、これらの対処行動を比較検討した。対象者の半数以上は、労働時間およびいつ働くかを自分で決めることが可能であった。

Deci, N et al は、エンゲイジメントは、ストレッサーまたは関連する感情に対処することを目的とし、ストレスに対する能動的な行動、計画およびサポートの探索から成り、労働者に好ましい心身影響を与えると考えた。逆に、ディスエンゲイジメントは、回避、すなわち行動的・精神的な離脱または拒否であり、問題に積極的に直面することを回避して感情的な緊張を軽減することを目的とし、しばしば心身の不健康状態をもたらすと想定した。彼らは、これら2つの対処行動を既存の尺度で評価し、SEWB については、5つの下位尺度 (21 項目、5段階リッカート尺度) から成る自記式質問票、を用いて測定した。

調査の結果、対象者の感情的疲弊 (emotional extension) と心身の自覚症状 (psychosomatic complaints) のいずれも、SEWB (extension of working hours を除く) により増加していた。この増加は、エンゲイジメント、ディスエンゲイジメント、仕事の負担および仕事の資源 (上司のサポート、自律性、フィードバック) を重

回帰分析で調整して観察された。したがって、SEWB それ自体が対象者の健康に負の影響を及ぼすと結論付けた。

(3) 疾病就業 (sickness presenteeism) と疲弊 (exhaustion)

体調不良で休むべきなのに出勤している状態は、一般的にプレゼンティーイズム (presenteeism) と呼ばれるが、「病気を持ちながら出勤している状態」、「出勤している労働者の健康問題に関連した労働生産性損失」、あるいは「出勤している労働者の生産性低下」を意味することもある⁷⁾。SEWB の文脈では、この「病気を持ちながら出勤している状態」(working despite illness) を疾病就業 (sickness presenteeism) としている。

Knecht Met al⁸⁾は、労働者にある程度の裁量を持たせる間接的管理 (indirect control) は、自律性を保証する反面、自己管理の負担を増加させるとして、間接的管理下にある労働者 607 人の調査により、仕事の負担、SEWB と (exhaustion) の関係を検討した。結果は、SEWB が仕事の負担と疲労との関連を部分的に説明することを示していた。これには、intensification of working hours, extension of working hours および faking といった要素が関与していたが、working despite illness は関与していなかった。

Steidelmüller C et al⁹⁾は、テレワークと疾病就業で表される SEWB との関連が明らかであると指摘している。彼らは、「Sixth European Working Conditions Survey 2015」に回答した 25,465 人を対象として在宅テレワークと疾病就業の関係を検討した。

対象者のうち過去 1 年間に病気であるにもかかわらず働いたことがある者は 38% であった。解析の結果、疾病就業の頻度 (prevalence) と週当たりのテレワークの回数と正の関係が観察された。この傾向は、性別によらず、また PC 使用者、慢性疾患の無い者あるいは常勤者に限っても同様であった。さらに、疾病就業の評価尺度を変更した感度分析に対してこの結果はロバストであることが認められた。彼らは、事業者は在宅テレワークに関連する潜在的リスクを認識し、SEWB を減らすようにすべきであるとしている。

(4) SEWB 評価尺度日本語版 (J-SEWB) の開発

本研究では、もともとドイツ語であった SEWB 評価尺度の日本語版 (J-SEWB) を開発し、その妥当性と信頼性を検証した¹⁰⁾。SEWB 評価尺度は「労働時間の強化」、「労働時間の延長」、「回復/余暇活動の控え」、「病気にもかかわらず働く」、「刺激物質の使用」の 5 つの下位尺度を構成する 21 項目で成っており、各項目を日本語に翻訳し、逆翻訳を検討して用語を確定した。

その後、インターネット調査会社に登録された常勤被雇用者 600 人に対して J-SEWB をオンラインで実施し、内部一貫性 (クロンバックの α 係数) および因子的妥当性 (主因子法による分析後エカマックス回転) を検討した。クロンバックの α 係数は、5 つの下位尺度で 0.846 から 0.964 の範囲であり、21 項目合計で 0.957 であった。因子分析では各下位尺度に対応する 5 つの因子が抽出された。21 項目

合計スコアは、柔軟な作業（裁量労働制ほか）と長時間労働と関連していた。

3. ワーク・ライフ・バランス

Duxbury L.& Halinski M¹¹⁾は、1週間に1時間以上在宅勤務（テレワーク）に従事した1,806人の男女専門職のデータの分析により、1週間当たりのテレワークの時間は、仕事負担（1週間当たりの労働時間）による緊張（労働役割過負荷）を減少させるが、家庭の負担（1週間当たりの育児時間）・役割過剰（緊張）の減少は少ないことを示した。すなわち、テレワークは労働者の職場での負担の軽減にはなるが、家庭の助けにはならなかった。

Higgins C et al¹²⁾は、柔軟な労働形態（FWA; Flexible Work Arrangements）と仕事－家庭葛藤（WFC; Work-to-Family Conflict）について、介護作業員16,145人を対象に検討した。この結果、フレックスタイムおよびテレワークでは、9～17時固定勤務および圧縮勤務週（CWW; Compressed Work Weeks）スケジュールより、仕事によるWFCが高かった。また、9～17時固定勤務より、特に仕事の負担が高い場合、家庭によるFWC（Family-to-Work Conflict）が高かった。この結果は、フレックスタイムやテレワークよりも、固定勤務およびCWWスケジュールを効果的に利用することにより、WFCを減らし、労働者のメンタルヘルスを改善できることを示唆している。

テレワークがワーク・ライフバランス（WLB）に及ぼす影響について、Jacukowicz A.& Merecz-Kot D¹³⁾は、オンラ

イン労働者189人（オンライン常駐が必要）と通常オフィス労働者200人（主に他の部門とのコミュニケーションと情報検索にインターネットを使用）を対象とした調査から、オンライン作業の方がWLBの満足度が有意に低く、WFCがより高かったと報告している。

テレワークを中心とする柔軟な働き方のネガティブな面について、いくつか文献を紹介した。ここでは、SEWBを中心に挙げたが、最後に挙げたワーク・ライフ・バランスの問題にも、その関与が推定される。なお、柔軟な働き方の総合的な評価や対応の指針としては、厚生労働省から「テレワークの適切な導入及び実施の推進のためのガイドライン」が本年3月に発表されているので、参考にする必要がある¹⁴⁾。

今回開発したJ-SEWBは、満足のいく信頼性と構成概念の妥当性を備えた、日本人労働者のSEWBを評価するための効果的なツールであると思われる。今後、この尺度を使用した日本人労働者を対象とする調査研究が待たれる。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表・学会発表

<論文発表>

1. 浦川加代子、横山和仁、武藤剛. 事務所環境と気分に関する研究の文献検討. 産業医学ジャーナル 43(5)99-106, 2020.
2. 横山和仁: 国内外の産業医学に関する文献紹介 柔軟な働き方(Flexible work)の健康・社会生活リスク:

Self-Endangering Work Behavior を中心として産業医学ジャーナル. 産業医学ジャーナル 44(6), 100-104, 2021.

3. Yokoyama K., Nakata A., Kannari A., Nickel F., Deci N., Krause A., Dettmers J.: Development of the Japanese version of the Self-Endangering Work Behavior (J-SEWB) scale. Juntendo Medical Journal 2022. (in press)

<学会発表>

1) 横山和仁: Self-Endangering Work Behavior 評価尺度日本語版の作成と妥当性・信頼性の検証. 第 28 回日本行動医学学会学術総会、東京、2021 年 11 月 27～28 日.

2) 横山和仁: Self-Endangering Work Behavior (SEWB) 評価尺度日本語版の妥当性と信頼性. 第 92 回日本衛生学会学術総会、西宮市、2022 年 3 月 21～23 日.

G. 知的財産権の出願・登録
特に記載すべきものなし

H. 参考文献

1. Sakellaris IA, Saraga DE, Mandin C, Roda C, Fossati S, de Kluizenaar Y, Carrer P, Dimitroulopoulou S, Mihucz VG, Szigeti T, Hänninen O, de Oliveira Fernandes E, Bartzis JG, Bluysen PM. Perceived Indoor Environment and Occupants' Comfort in European "Modern" Office Buildings: The OFFICAIR Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2016 Apr 25;13(5). pii: E444. doi: 10.3390/ijerph13050444. PubMed PMID: 27120608; PubMed Central PMCID: PMC4881069.

2. Soriano A, Kozusznik MW, Peiró JM, Mateo C. Mediating role of job satisfaction, affective well-being, and health in the relationship between indoor environment and absenteeism: Work patterns matter! *Work*. 2018;61(2):313-325. doi: 10.3233/WOR-182802. PubMed PMID: 30373981.

3. Lamb S, Kwok KC. A longitudinal investigation of work environment stressors on the performance and wellbeing of office workers. *Appl Ergon*. 2016 Jan;52:104-11. doi: 10.1016/j.apergo.2015.07.010. Epub 2015 Jul 25. PubMed PMID: 26360200.

4. Chiovenda P, Pasqualetti P, Zappasodi F, Ercolani M, Milazzo D, Tomei G, Capozzella A, Tomei F, Rossini PM, Tecchio F. Environmental noise-exposed workers: event-related potentials, neuropsychological and mood assessment. *Int J Psychophysiol*. 2007 Sep;65(3):228-37. Epub 2007 May 3. PubMed PMID: 17544162.

5. Nakayama O, Ohkuma K. Mental health status of municipal solid waste incinerator workers compared with local government office workers. *Ind Health*. 2006 Oct;44(4):613-8. PubMed PMID: 17085923.

6. Lan L, Lian Z, Pan L. The effects of air temperature on office workers' well-being, workload and productivity-evaluated with subjective ratings. *Appl Ergon*. 2010 Dec;42(1):29-36. doi: 10.1016/j.apergo.2010.04.003. Epub 2010 May 15. PubMed PMID: 20478555.

7. Clohessy S, Walasek L, Meyer C. Factors influencing employees'

- eating behaviours in the office-based workplace: A systematic review. *Obes Rev*. 2019 Aug 27. doi: 10.1111/obr.12920. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 31456340.
8. Richardson A, Potter J, Paterson M, Harding T, Tyler-Merrick G, Kirk R, Reid K, McChesney J. Office design and health: a systematic review. *N Z Med J*. 2017 Dec 15;130(1467):39-49. Review. PubMed PMID: 29240739.
 9. Viola AU, James LM, Schlangen LJ, Dijk DJ. Blue-enriched white light in the workplace improves self-reported alertness, performance and sleep quality. *Scand J Work Environ Health*. 2008 Aug;34(4):297-306. Epub 2008 Sep 22. PubMed PMID: 18815716.
 10. Brasche S, Bullinger M, Schwab R, Gebhardt H, Herzog V, Bischof W. Comparison of risk factor profiles concerning self-reported skin complaints and objectively determined skin symptoms in German office workers. *Indoor Air*. 2004 Apr;14(2):137-43. PubMed PMID: 15009420.
 11. Ishihara I, Ikushima M, Horikawa J, Haraga M, Kawamoto R, Murase C, Tashiro T, Tsutsui Y, Kawashima M, Kasai H, Yamazaki S, Majima Y, Kurokawa Y. A very low level of magnetic field exposure does not affect a participant's mental fatigue and stress as much as VDT work. *J UOEH*. 2005 Mar 1;27(1):25-40. PubMed PMID: 15794590.
 12. Frontczak M, Schiavon S, Goins J, Arens E, Zhang H, Wargocki P. Quantitative relationships between occupant satisfaction and satisfaction aspects of indoor environmental quality and building design. *Indoor Air*. 2012 Apr;22(2):119-31. doi: 10.1111/j.1600-0668.2011.00745.x. Epub 2011 Oct 20. PubMed PMID: 21929547.
 13. Salamone F, Belussi L, Danza L, Ghellere M, Meroni I. An Open Source "Smart Lamp" for the Optimization of Plant Systems and Thermal Comfort of Offices. *Sensors (Basel)*. 2016 Mar 7;16(3). pii: E338. doi: 10.3390/s16030338. PubMed PMID: 26959035; PubMed Central PMCID: PMC4813913.
 14. Pawlaczyk-Luszczynska M, Szymczak W, Dudarewicz A, Sliwińska-Kowalska M. Proposed criteria for assessing low frequency noise annoyance in occupational settings. *Int J Occup Med Environ Health*. 2006;19(3):185-97. PubMed PMID: 17252670.
 15. Lessenger JE. Five office workers inadvertently exposed to cypermethrin. *J Toxicol Environ Health*. 1992 Apr;35(4):261-7. PubMed PMID: 1578509.
 16. Lignell U, Meklin T, Putus T, Vepsäläinen A, Roponen M, Torvinen E, Reeslev M, Pennanen S, Hirvonen MR, Kalliokoski P, Nevalainen A. Microbial exposure, symptoms and inflammatory mediators in nasal lavage fluid of kitchen and clerical personnel in schools. *Int J Occup Med Environ Health*. 2005;18(2):139-50. PubMed PMID: 16201205.
 17. Chen YC, Wu YC, Chie WC. Effects of

- work-related factors on the breastfeeding behavior of working mothers in a Taiwanese semiconductor manufacturer: a cross-sectional survey. *BMC Public Health*. 2006 Jun 21;6:160. PubMed PMID: 16787546; PubMed Central PMCID: PMC1538587.
18. Menzies R, Tamblyn R, Farant JP, Hanley J, Nunes F, Tamblyn R. The effect of varying levels of outdoor-air supply on the symptoms of sick building syndrome. *N Engl J Med*. 1993 Mar 25;328(12):821-7. PubMed PMID: 8441426.
 19. Bachmann MO, Myers JE. Influences on sick building syndrome symptoms in three buildings. *Soc Sci Med*. 1995 Jan;40(2):245-51. PubMed PMID: 7899936.
 20. Razjouyan J, Lee H, Gilligan B, Lindberg C, Nguyen H, Canada K, Burton A, Sharafkhaneh A, Srinivasan K, Currim F, Ram S, Mehl MR, Goebel N, Lunden M, Bhangar S, Heerwagen J, Kampschroer K, Sternberg EM, Najafi B. Wellbuilt for Wellbeing: Controlling Relative Humidity in the Workplace Matters for Our Health. *Indoor Air*. 2019 Oct 30. doi: 10.1111/ina.12618. [Epub ahead of print]
 21. Koren K, Pišot R, Šimunič B. Active workstation allows office workers to work efficiently while sitting and exercising moderately. *Appl Ergon*. 2016 May;54:83-9. doi: 10.1016/j.apergo.2015.11.013. Epub 2015 Dec 22.
 22. Nayak T, Zhang T, Mao Z, Xu X, Zhang L, Pack DJ, Dong B, Huang Y. Prediction of Human Performance Using Electroencephalography under Different Indoor Room Temperatures. *Brain Sci*. 2018 Apr 23;8(4). pii: E74. doi: 10.3390/brainsci8040074.
 23. Alberdi A, Aztiria A, Basarab A. Towards an automatic early stress recognition system for office environments based on multimodal measurements: A review. *J Biomed Inform*. 2016 Feb;59:49-75. doi: 10.1016/j.jbi.2015.11.007. Epub 2015 Nov 21.
 1. Allen TD., Golden TD., Shockley KM.: How Effective Is Telecommuting? Assessing the Status of Our Scientific Findings. *Psychol Sci Public Interest* 16: 40-68, 2015.
 2. De Croon EM., Sluiter JK., Kuijer PP., et al.: The effect of office concepts on worker health and performance: a systematic review of the literature. *Ergonomics* 48:119-134, 2005.
 3. Dingel JL., Neiman B.: How many jobs can be done at home? *J Public Econ* 189: 104235, 2020.
 4. Duxbury L., Halinski M.: When more is less: An examination of the relationship between hours in telework and role overload. *Work* 48: 91-103, 2014.
 5. Ekberg K., Pransky GS., Besen E., et al.: New Business Structures Creating Organizational Opportunities and hallenges for Work Disability Prevention. *J Occup Rehabil* 26: 480-489, 2016.
 6. Fetzner MA.: Viability of telework at PROCEMPA. *Cyberpsychol Behav* 6: 15-31, 2003.
 7. Golden TD., Schoenleber AH.: Toward a deeper understanding of the willingness to

- seek help: the case of teleworkers. *Work* 48: 83-90, 2014.
8. Higgins C., Duxbury L., Julien M.: The relationship between work arrangements and work-family conflict. *Work* 48: 69-81, 2014.
 9. Hoffman KE., Garner D., Koong AC., et al.: Understanding the Intersection of Working from Home and Burnout to Optimize Post-COVID19 Work Arrangements in Radiation Oncology. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 108: 370-373, 2020.
 10. Jacukowicz A., Merecz-Kot D.: Work-related Internet use as a threat to work-life balance -a comparison between the emerging on-line professions and traditional office work. *Int J Occup Med Environ Health* 33: 21-33, 2020.
 11. Kitou E., Horvath A.: Energy-related emissions from telework. *Environ Sci Technol* 15: 3467-3475, 2003.
 12. Konradt U., Schmook R., Wilm A., et al.: Health circles for teleworkers: selective results on stress, strain and coping styles. *Health Educ Res* 15: 327-338, 2000.
 13. Linden M., Milchus K.: Teleworkers with disabilities: characteristics and accommodation use. *Work* 47:473-483, 2014.
 14. Manssour AB.: Flow in journalistic telework. *Cyberpsychol Behav* 6: 31-39, 2003.
 15. Mula A.: Ergonomics and the standing desk. *Work* 60: 171-174, 2018.
 16. Murray B., Kenny S.: Telework as an employment option for people with disabilities. *Int J Rehabil Res* 13: 205-214, 1990.
 17. Nishina M.: Applications of teleworking based on a study of disabled workers. *Ind Health* 48: 292-295, 2010.
 18. Robertson MM., Schleifer LM., Huang YH.: Examining the macroergonomics and safety factors among teleworkers: development of a conceptual model. *Work* 41:2611-2615, 2012
 19. Steidelmüller C., Meyer SC., Müller G.: Home-Based Telework and Presenteeism Across Europe. *J Occup Environ Med* 2020.
1. 厚生労働省：「働き方改革の実現に向けて」
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000148322.html>
 2. 首相官邸：成長戦略ポータルサイトー新しい働き方の定着
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/portal/new_workstyle/
 3. Allen TD, Golden TD, Shockley KM: How Effective Is Telecommuting? Assessing the Status of Our Scientific Findings. *Psychological Science in the Public Interest* 16(2):40-68, 2015.
 4. Dettmers J., Deci N., Baeriswyl S., et al.: Self-Endangering Work Behavior. *Healthy at Work* 37-51, 2016.
DOI:10.1007/978-3-319-32331-2_4.
Springer, Switzerland.
 5. Krause A, Baeriswyl S, Berset M et al.: Selbstgefährdung als Indikator für Mängel bei der Gestaltung mobil-flexibler

- Arbeit: Zur Entwicklung eines Erhebungsinstruments. [Selfendangering behavior as an indicator for shortcomings in the design of mobile and flexible work]. Wirt Psych 4:49- 59, 2014. (in German).
6. Deci N, Dettmers J, Krause A, Berset M: Coping in Flexible Working Conditions - Engagement, Disengagement and Self-Endangering Strategies. Journal Psychologie des Alltagshandelns (Psychology of Everyday Activity) 9: 49-65, 2016.
 7. 武藤武司：プレゼンティーイズム—これまでの研究と今後の課題. 産業医学レビュー 33:25-57, 2020.
 8. Knecht M., Meier G., Kraus A., et al.: Endangering one's health to improve performance? How indirect control triggers social momentum in organizations. Gr Interakt Org (2017) 48:193- 201.
 9. Steidelmüller C., Meyer SC., Müller G.: Home-Based Telework and Presenteeism Across Europe. J Occup Environ Med 62: 998-1005, 2020.
 10. Yokoyama K., Nakata A., Kannari A., Nickel F., Deci N., Krause A., Dettmers J.: Development of the Japanese version of the Self-Endangering Work Behavior (J-SEWB) scale. Juntendo Medical Journal 2022. (in press)
 11. Duxbury L., Halinski M.: When more is less: An examination of the relationship between hours in telework and role overload. Work 48(11): 91-103, 2014.
 12. Higgins C., Duxbury L., Julien M.: The relationship between work arrangements and work-family conflict. Work 48(11): 69-81, 2014.
 13. Jacukowicz A., Merecz-Kot D.: Work-related Internet use as a threat to work-life balance -a comparison between the emerging on-line professions and traditional office work. Int J Occup Med Environ Health 33(11): 21-33, 2020.
 14. 厚生労働省：テレワークの適切な導入及び実施の推進のためのガイドライン . https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/shigoto/guideline.html

腰痛や肩こりの予防に資するオフィス環境・エルゴノミクス・テレワークと痛み に関する国内外の知見の分析

研究分担者 松平 浩

東京大学医学部附属病院 22 世紀医療センター

運動器疼痛メディカルリサーチ&マネジメント講座 特任教授

研究要旨

少子高齢化の進展により就労高齢者が増加している。高齢労働者は、加齢による機能低下から作業負担が増加、就労困難/健康損失等の問題が生じ、生産性の低下にも繋がる可能性がある。特に腰痛は健康を損なう原因の上位を占め、対策は喫緊の課題である。高齢労働者が健康的に働くことが出来、生産性が確保できる職場づくりに、人間工学が注目を集めており、中でもエルゴノミクスは「人間と作業環境との適切な関係を人間の特性から究明する学問」として応用範囲が広く、工業製品デザイン・ソフトウェア設計、工場のライン設計などにも取り入れられている。本研究では、適切なオフィス環境構築の参考事例を提示することを目的に「腰痛予防に資するオフィス環境・エルゴノミクスに関する国内外のエビデンス」に関する文献レビューを行った。Sit-stand workstationは特定の集団では筋骨格系不快感に効果量は少ないものの有益であることがあきらかになった。腰痛予防に関して、適切な人間工学と高さ調節可能なワークステーションを使用する際に、個別のトレーニング/教育が必要となる。勤務時間の1日を通して姿勢を変えることの重要性を想起させるようなシステムの構築が効果的であるものと予想される。

次に、新型コロナウイルス感染症流行による緊急事態宣言および外出自粛に伴う身体の痛みの変化やテレワークの導入状況等を調査し、痛みの変化と働き方との関連について検討した。20～64歳の痛みを有する就労者 1,999 人の調査結果によると、新型コロナウイルスの感染拡大を機に、痛みが増悪している就労者が 15%にのぼり、その痛みの部位は首・肩・頭・腰が多かった。テレワークを開始、あるいはその頻度が増加した者は全体の 27%であった。労働機能障害の割合は、痛みが増悪した群で有意に高かった。多変量解析の結果から、テレワークの開始/頻度の増加と痛みの増悪に有意な関連を認めた。また、痛みが増悪した者の割合は、テレワークを開始/頻度が増加して、かつ身体活動量が減少した群で最も高いという結果が得られた。本調査結果から、テレワークを推進するにあたり、痛みへの対策を考慮する必要があることが示唆された。さらに、テレワークを実施している企業の従業員を対象に、「肩こり・腰痛対策」のオンラインセミナーを実施し、痛みの程度の変化や、仕事への影響を検討すると、A社では、セミナー3週間後に肩こりまたは腰痛のあった 562 名中 71 名が痛みなしに改善し、痛みによる仕事への影響が大いにあると回答したものが肩こり・首の痛みで 6.4%減少し、腰痛は 4.4%減少した。B社では、セミナー5ヶ月後も肩こり・腰痛対策を実施している頻度が「毎日」または「週に2・3回程度」と回答したものが 57.8%で、さらにそれらの取り組みが仕事のパフォーマンスに役立っていると 71.9%が回答した。セミナーの有効性が示唆された。オンライン会議の前後に体操を組み込むなど組織的に実施すれば、より定着に役立つのではないかと考えられる。

＜研究協力者＞

吉本 隆彦
昭和大学医学部

川又華代
東京大学医学部附属病院 22 世紀医療センター

藤井 朋子
東京大学医学部附属病院 22 世紀医療センター

岡 敬之
東京大学医学部附属病院 22 世紀医療センター

A. 研究背景および目的

少子高齢化の進展により労働供給に制約がある中で、限られた労働供給を効率的に就業に結び付けることは重要な課題であり、高齢者雇用に対しては社会的な配慮が必要となる。高齢労働者においては、加齢による機能低下から作業負担が増加、就労困難/健康損失等の問題が生じ、生産性の低下にも繋がる可能性がある。

特に腰痛は有訴者率が高い症状であり、人口1000人当たり、男性91.8人、女性115.5人である。また、腰痛症で通院している者の割合は人口1000人当たり、男性41.4人、女性56.6人である¹⁾。腰痛は仕事を含む生活に大きな影響があらわれる。腰痛により生活の質 (QOL) は大きく損なわれる。仕事への影響の中で、疾病休業(absenteeism)の影響も大きく、イギリスでは疾病休業の12.5%が腰痛が原因であるといわれている²⁾。一方で、休務はしていない(出勤している)が仕事に影響のある状態(presenteeism)の影響はさらに大きく、日本人労働者での調査において腰痛のpresenteeismによる損失は3番目に大きい³⁾。

本邦での高齢労働の腰痛に関しては社会福祉施設などで増加傾向にあり、2019/11/27に開催された「第4回人生100年時代に向けた高年齢労働者の安全と健康に関する有識者会議」においても、働く高齢者の腰痛について一層の対策が求められるとされるなど、その対策は喫緊の課題である。

高齢労働者が健康的に働くことが出来、且つ生産性が確保できる職場づくりに、人間工学が注目を集めており、中でもエルゴノミクスは「人間と作業環境との適切な関係を人間の特性から究明する学問」として応用範囲が広く、工業製品デザイン・ソフトウェア設計、工場のライン設計などにも取り入れられている。

本研究では、適切なオフィス環境構築の参考事例を提示することを目的に「転倒・骨折・腰痛予防に資するオフィス環境・エルゴノミクスに関する国内外のエビデンス」に関する文献レビューを行った。

新型コロナウイルス感染症の大流行に伴い、世界各国で社会的行動制限を含む様々な政策がとられた。我が国においても2020年4月に緊急事態宣言が発令され、新たな生活様式へと変化せざるを得ない状況となった。そのような情勢の中、慢性的な痛みを抱える者を対象にした海外の調査では、この社会的行動制限の間に半数以上もの人が痛みが増悪したと報告している^{1,2)}。痛みは個人のQOLを低下させるだけでなく、労働生産性の低下の主要因といわれており、痛みの悪化がもたらす社会的影響は大きいことが想定される。

就労者は日々の生活行動の自粛に加えて、テレワークの開始など働き方にも変化を迫られた。未曾有の感染症拡大によりテレワークを導入する企業が加速的に増加している中、痛みを抱える就労者の実態を把握することは、働き方の変化に備えた痛みへの対策を検討する上で重要である。本研究では、新型コロナウイルス感染症流行下に行ったアンケート調査をもとに、痛みを有する就労者の痛みの変化、労働機能障害およびテレワークの状況等を把握し、それらの関連について検討した。

働き方改革や新型コロナウイルスの影響によりテレワークが急速に普及した。テレワークは、通勤時間や移動のコストの軽減やワークライフバランスの充実といったメリットがある一方、コミュニケーション不足や就労環境が不適切といったことからストレスや痛みの増悪といったデメリットも報告されている¹⁾。2020年に全国の2

0～64歳を対象に実施したインターネット調査によると、新型コロナウイルスの感染拡大を機に、痛みが増悪している就労者が15%にのぼり、その痛みの部位は首・肩・頭・腰が多かった。また、テレワークの導入・増加が痛みの増加と関連しており、かつ、身体活動量が減少した群では痛みが増悪したものの割合がもっとも高いという結果がであった²⁾。そこで、テレワークを実施している従業員を対象にオンラインでの肩こり・腰痛対策のセミナーを実施し、それらの症状への影響を検討した。

B. 研究方法

医学中央雑誌および Ovid Medline で検索を行った。労働者、勤労者、腰痛、Occupational Injuries, Prevention & Control, 職場環境, エルゴノミクスなどの検索語を用い、医学中央雑誌では3件、Medline では19件がヒットした。アブストラクトの内容から本研究と関連があると考えられたのは7件であった。このうち入手可能だった7件の全文を読み、その中から主要な1文献を中心にレビューを行った。

インターネット調査パネルへの登録者から、全国の就労者を対象に Web 調査を行った（調査期間：2020年7月～8月）。対象は、20歳～64歳で、過去4週間で身体のどこかに痛みがあったと回答し、かつ就労している者（パート、アルバイト、派遣、フリーランスなどを含む）とした。完全失業者、就業していない学生・専業主婦・退職後の者は除外した。本研究は、東京大学大学院医学系研究科・医学部倫理委員会にて承認された後に実施した。

調査項目は、基本情報（年齢、性別、身長、体重、婚姻状況、最終学歴）、就業形態、業種、過去4週間における痛みの有無、新型コロナウイルスの感染拡大による緊急事態宣言および外出の自粛に伴う、①痛みの変化の有無および変化した部位、②テレワークの導入状況、③身体活動量の変化、④ストレスの変化とした。

痛みの変化については、「新型コロナウイルス

の感染拡大による緊急事態宣言および外出の自粛により、あなたの痛みは、どのような影響がありましたか」という問いに対して、「大変強くなった／いづらか強くなった／変わらない／いづらか軽くなった／大変軽くなった、またはほとんど無くなった」の中から1つ選択してもらった。変化した痛みの部位について、頭、首、背中、肩、肘、手首・手、腰・でん部、大腿、膝、足首・アキレス腱・足部・足趾、その他、の中から回答してもらった。

テレワークの導入状況は、「新型コロナウイルスの感染拡大による緊急事態宣言および外出の自粛を機に、テレワークが増えましたか」という問いに対して、次の中から1つ選択してもらった：①テレワークが出来ない職種である、②テレワークが可能な職種であるが、導入されていない、③新型コロナを機にテレワークが始まった、④以前からテレワークが導入されていて、テレワークの時間は変わっていない、⑤以前からテレワークが導入されているが、テレワークの時間が増えた、⑥以前からテレワークが導入されているが、テレワークの時間が減った、⑦現在、働いていない（休職中を含む）。上記のうち、③または⑤を選択した就労者を「テレワーク導入／増加あり」、それ以外の者を「テレワーク導入／増加なし」として、2群に区分した。

身体活動量およびストレスについては、新型コロナウイルス感染拡大による外出の自粛等による主観的な変化の程度を、5件法（大いに減った／少し減った／変わらない／少し増えた／大いに増えた）で回答してもらった。

労働機能障害は、Fujino らが開発した WFun (Work Functioning Impairment Scale) を用いて評価した³⁾。WFun は体調不良時の仕事への影響度を7問で評価する質問票であり(7～35点)、点数が高いほど労働機能障害の程度が大きいことを示す。先行研究³⁾を基に、21点以上を（中等度以上の）労働機能障害ありとした。

痛みの変化について、解析対象者を「痛み増悪あり」「痛み増悪なし」の2つに区分し、多変量

ロジスティック回帰分析を用いて、痛みの増悪に対するオッズ比 (OR) および 95%信頼区間 (CI) を算出した。労働機能障害の割合の比較は、カイ二乗検定を用いた。P<0.05 を有意差ありとした。A 社 (花王株式会社)

2021 年 7 月に腰痛・肩こり対策セミナー「これだけ体操で GENKI チャレンジ」と題してオンラインセミナーを実施した。

健康診断予約時の問診にて「腰痛」「肩こり・首の痛み」が慢性化していると回答した 14,000 名を対象にダイレクトメールにて参加を呼び掛けた。参加者は申込時に、症状の程度、労働生産性、講師への質問について回答した。

セミナー内容は、首の不調/肩こりの対策 (眼精疲労を含む)、腰痛の基本対策 (ハリ胸ふりケツ)、腰痛“これだけ体操”、ぎっくり腰対策、“貯金” (おすすめ筋トレ)、座る環境、左右差、健康長寿にむけて、肥満の話、転倒予防！いきいき健康体操、その他の事前質問への回答、マインドフルネス、美ポジ体操について 1 時間実施した。参加者は、オンラインセミナー当日と、事後に録画をオンデマンドで視聴できることとした。解析方法は、カイ二乗検定を用いた。P<0.05 を有意差ありとした。

B 社 (株式会社エクサ)

2021 年 5 月「テレワーク×腰痛・肩こり×運動不足」と題してオンラインセミナーを実施した。企画の段階で健康保険組合と人事、保健師が相談した。在宅勤務が多く腰痛・肩こり対策の一環として衛生委員会にて承認を得て参加を呼び掛けた。参加者は社内イントラネットで事前にエントリーし、痛みの程度、在宅勤務の困りごとについてのアンケートに回答した。セミナー時間は、多くの人が参加できるように、1 回 30 分とし、同じ内容を 2 回実施した。

C. 研究結果

2016 年 11 月 17 日以前に公開された文献のメタ解析を実施し、腰痛に焦点を当てて、座位・立位ワークステーションと筋骨格不快感との関係

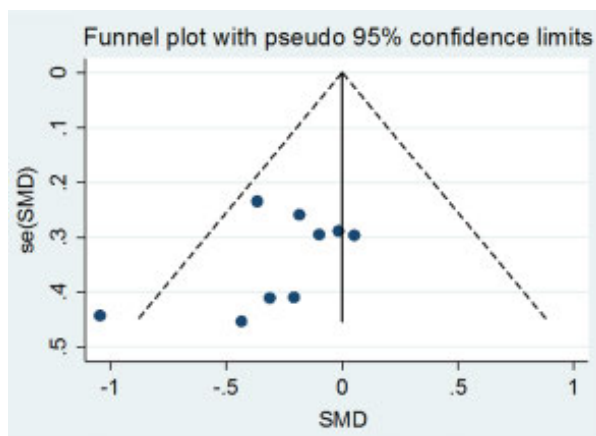
を扱ったシステマティックレビュー⁴⁾に関して要旨をまとめた。

(背景情報)

- 米国労働者にて就業時間の約 3 分の 2 が sedentary である、NHANES 2003-2006 の研究で米国成人の sedentary の時間を測定、1 日 8 - 9 時間であることが報告されている。sedentary なライフスタイルと中枢脂肪症、リポタンパク質リパーゼとの間に関連性があり、心血管系疾患を含めた死亡率が増加している。
- sedentary が主な原因であると考えられる身体的な不快感をオフィスワーカーの 60% が訴えている。
- コンピューター作業中の首と肩の筋肉の持続的な緊張は、痛みの発生の素因として特定されている。
- 長時間の静的姿勢を軽減し、生理学的および生体力学的負荷を最小限に抑える作業位置の開発に多くの注意が向けられている。座位姿勢を比較すると、疲労と快適性に違いがあることを示され、たとえば、腕を支えて座り、背もたれの傾きを大きくすると、椎間板と背中の筋肉にかかる圧縮力が減少する。長時間座位では筋骨格痛が生じるだけでなく、これらの障害を治療せずに放置すると、重大な労働災害が発生し、医療費・労働生産性低下にて数十億ドルの経済損失が発生する可能性がある。
- トレッドミルデスクなどの運動ワークステーションは、長時間の座位に関連する筋骨格の不快感と心臓代謝の懸念に対処するために登場した。いくつかの研究では、座りがちな時間、肥満度指数、および筋骨格の不快感の減少が示されるものの、仕事のパフォーマンス上昇に関して結果は一貫していない。高コスト、スペースを要する、ワークステーション上ですべての作業タスクを完了するのが困難であるなどの理由から、トレッドミルデスクは実用的ではない。

(結果)

- 2016 年 11 月 17 日以前に公開された文献のメタ分析を実施。Sit-stand workstation と筋骨格不快感との関係を検討
- 12 論文を Pick up, 8 論文でメタアナリシス
- Sit-stand workstation の筋骨格不快感に与える影響の標準化平均差(Standardised mean difference :SMD)は-0.2395 であり、95%信頼区間は-0.437~-0.023 であった。解釈に関しては以下に示す。
- 8 文献中、1 文献において (Karacollis,2016)が male と female に分けて結果が提示されているので、SMD の 95%CI が 9 つ提示されている。複数の研究において、同じ構成要素を測定するために異なるツールが使われている場合に連続データを統合するための SMD が用いられる。SMD は、もともとの測定単位ではなく、標準偏差 (SD) の単位として介入効果を表すもので平均差 (ベースラインから研究終了までの変化、または研究終了時の値) を当該研究の対照群での標準偏差で割ることにより、平均差を標準化したものである。
- コーエンによる効果サイズの解釈は、<0.40: 小さい効果、0.40~0.70: 中等度の効果、> 0.70: 大きい効果となっており、本研究の結果は小さい効果ということになる。
- funnel プロットにて公表バイアスを表示しているが「funnel プロットによって公表バイアスが評価できる前提として、精度が小さい研究から大きな研究まである程度、縦軸がばらつく必要があり、観察研究のように、症例数設計をしにくい場合は、精度は相対的に大きくばらつくはずであるが、無作為化臨床試験のように厳密な症例数設計を行う場合は、精度が研究間でばらつきにくいため、funnel プロットによる公表バイアスの視覚的検討は困難である」ことから参考として提示している。



funnel プロットが左右対称性であれば横軸と縦軸の相関は 0 になることを利用して、ケンダーの順位相関係数を計算のうえ公表バイアスの有無を検定しており、本研究においては実質的な出版バイアスはない。

WHOファクトシート

筋骨格系の症状 (Musculoskeletal conditions) 2019. 11. 26

重要事項

- 筋骨格系の症状は、身体的障がい世界的に主要な要因であり、その中で腰痛は単独の障がい原因として第1位となっています。
- 筋骨格系の症状と傷が、高齢者に限られるのではなく、各年齢層を通じて広く存在します。3人に1人から5人に1人の割合の人々（子供を含む）に、筋骨格系の痛みがあります。
- 筋骨格系の症状が悪化すると、可動性や器用さが著しく制限され、仕事を早期にあきらめることにつながります。貯蓄した富を減少させ、社会的役割に参画する能力を低減させます。
- 持続的ながん性疼痛以外の痛みの症状のほとんどは、筋骨格系の症状に原因が求められます。
- 複数の疾患を抱える状態の中で、筋骨格系の症状は3分の1から半分と高い割合（ことに高齢者において）で見られ、またうつ病との関連も非常によく見られます。
- 筋骨格系の症状は往々にしてうつ病と関連し、その他の慢性的な症状を引き起こすリスクを高めます。

© World Health Organization. この文書は、世界保健機関(WHO)のメディアセンターが管理しているファクトシートのウェブ版の一部です。2019年3月にWHOが更新した最新のデータに基づいて作成されています。この文書は、WHOのウェブサイトに掲載されています。更新されたデータはWHOのウェブサイトに掲載されています。この文書は、WHOのウェブサイトに掲載されています。

- 高齢労働者の腰痛: 糖尿病、高血圧、がん、心臓疾患等の併存症を増やし、早期リタイアにつながる

Schofield DJ, et al. Med J Aust 189, 2008

Sedentary lifestyle

- 座りすぎによるハザード比は、死亡1.24、糖尿病1.91

Biswas A, et al. Ann Intern Med 162, 2015

- 世界で一番座っている時間が長い国は？
日本 サウジアラビア 中央値が約7時間

Bauman A, et al. Am J Prev Med 41, 2011

- 日本人が1日8時間座っていると死亡リスクは1.2倍

Inoue M, et al. Ann Epidemiol 2008



長時間の静的姿勢を軽減し、生理/生体力学的負荷を最小限に抑える作業環境が必要

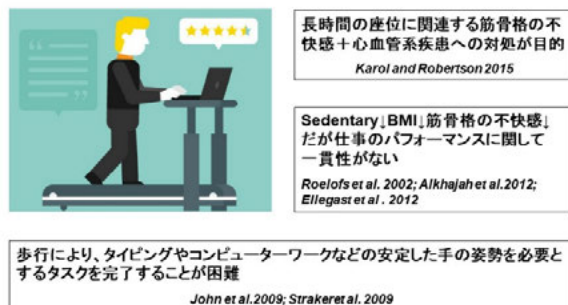
Sit-stand workstation のほうが良い？



長時間の同一姿勢による負荷を軽減

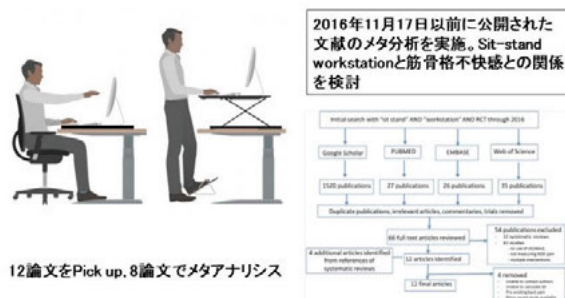
Karakolis, Barrett, Callaghan 2016

Treadmills desk



高コスト+高スペース+ワークステーション上ですべての作業タスクを完了するのが困難なため、実用的ではない

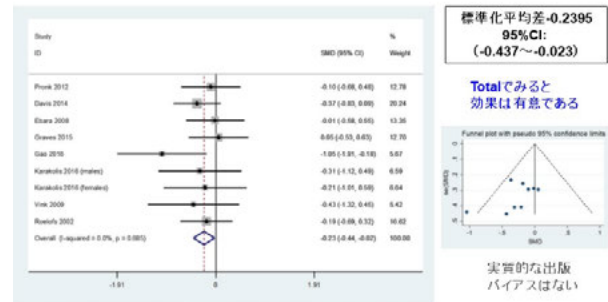
Sit-stand workstation = 職場での座位時間を短縮するための提案されたソリューション、多くの企業で筋骨格系の不快感を軽減するために導入



Agarwala S. Sit-stand workstations and impact on low back discomfort: a systematic review and meta-analysis. *Ergonomics* 61(4):538-552, 2018

筋骨格不快感の測定法

VAS: 1-100 (n = 3), NRS: 0-10 (n = 4), 5点スケール (n = 1)



1~2ポイントの変化 (0~10ポイントスケール) が患者集団で意味がある
 Minimal Clinically Important Difference (MCID)

- 適切な人間工学と高さ調節可能なワークステーションの使用に関する個別のトレーニング/教育の必要性
- 1日を通して姿勢を変えることの重要性を人々に思い出させるシステムを持つことの重要性
- Sit-stand workstationは特定の集団では多かれ少なかれ有益であり、身体の種類にさまざまな影響を与える

Sit-stand workstationの使用で筋骨格系疾患の不快感がわずかに減少する

ただし、どの特定のレジメが最もインパクトがあり、有効かを特定する文献は不足している

●ブレイク(座りっぱなしの中断)すると死亡リスク↓

Diaz KM Ann Intern Med 167, 2017

過去 4 週間で身体のどこかに痛みがあったと回答した 4,028 名のうち、就労している者は 1,999 名 (解析対象者) であった。解析対象者は、男性 70.3%、平均年齢は 42.4 歳 (標準偏差 11.6) であった。新型コロナウイルスの感染拡大による緊急事態宣言および外出の自粛に伴う痛みの変化については、痛みが増悪した (大変強くなった/いくらか強くなった) が 15%、変わらないが 74%、軽減した (いくらか軽くなった/大変軽くなった) が 11% であった (図 1)。痛みが増悪した身体部位は、首、肩、頭、腰・でん部が多

かった。

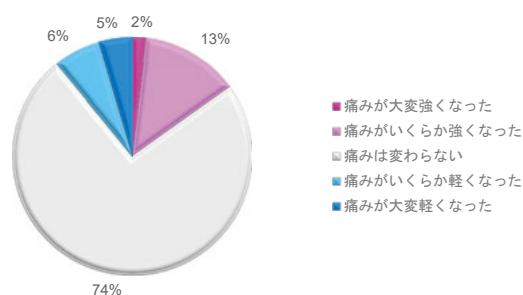


図 1. 新型コロナウイルス感染拡大による緊急事態宣言および外出の自粛に伴う痛みの変化

解析対象者の中で、「テレワーク導入／増加あり」に該当した者は 536 名 (26.8%) であった。新型コロナウイルスの感染拡大による身体活動量の変化は、減少 (大いに減った／少し減った) が 48%、不変が 43%、増加 (少し増えた／大いに増えた) が 9% であった。ストレスの変化については、増加 (大いに増えた／少し増えた) が 46%、不変が 43%、減少 (少し減った／大いに減った) が 11% であった。

テレワークと痛みの増悪との関連を検討した結果、「テレワーク導入／増加なし」と比較して、「テレワーク導入／増加あり」の痛みの増悪に対する調整 OR (95%CI) は、2.13 (1.62-2.81) であった (表)。

表. テレワークと痛みの増悪との関連

		痛み悪化 n (%)	Adjusted* OR (95%CI)
テレワーク	導入／増加あり	126 (23.5)	2.13 (1.62-2.81)
	導入／増加なし	176 (12.0)	1.00

* 性、年齢、BMI、身体活動量、ストレスで調整

身体活動量の変化 (減少あり、なし) とテレワークの状況 (導入／増加あり、なし) の組合せにより、対象者を 4 つに区分してサブ解析を行った。「テレワーク導入／増加なし・身体活動量減少なし」群を参照点とすると、痛みの増悪に対する調整 OR (95%CI) は、「テレワーク導入／増加

あり・身体活動量減少なし」で 3.06 (1.86-5.05)、「テレワーク導入／増加なし・身体活動量減少あり」で 4.47 (3.14-6.36)、「テレワーク導入／増加あり・身体活動量減少あり」で 7.45 (5.09-10.90) であった (図 2)。

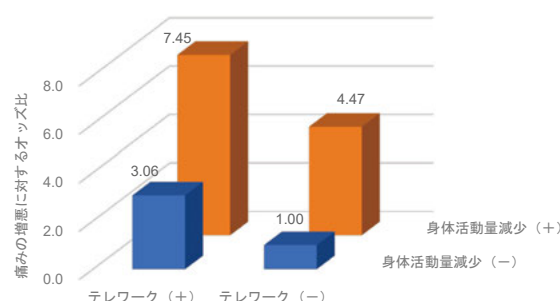


図 2. テレワークと身体活動量の組合せと痛みの増悪との関連

労働機能障害を示す者の割合を、テレワークおよび痛みの増悪別に図 3 に示す。「テレワーク導入／増加あり」群で 15.9%、「テレワーク導入／増加なし」群で 17.2% で両者に差は見られなかった ($p=0.470$)。一方、「痛み増悪あり」群で 30.5%、「痛み増悪なし」群で 14.4% で両者に有意差を認めた ($p<0.001$)。

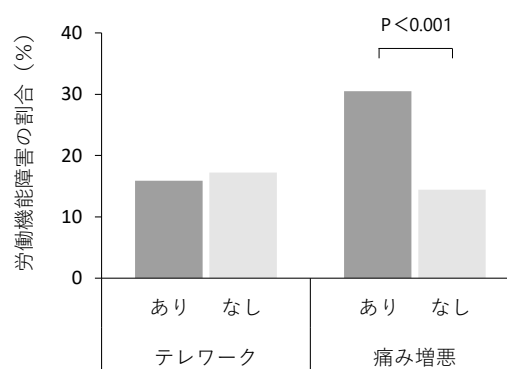


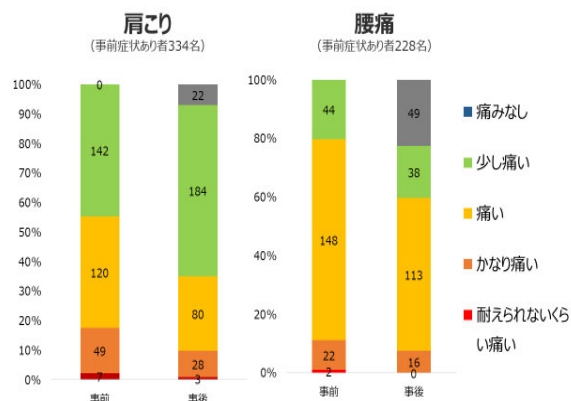
図 3. テレワーク／痛みの増悪別の労働機能障害の割合

1. A 社

リアルタイムで視聴した者が 585 名 (視聴時間内訳: 15 分未満 55 名、15 分以上 30 分未満 40 名、30 分以上 45 分未満 54 名、45 分以上 60 分未満 62 名、60 分以上 374 名)、録画視聴回数は 395 回であった。セミナー後のアンケート回答者数は 535 名であった。セミナー内容に関しては、

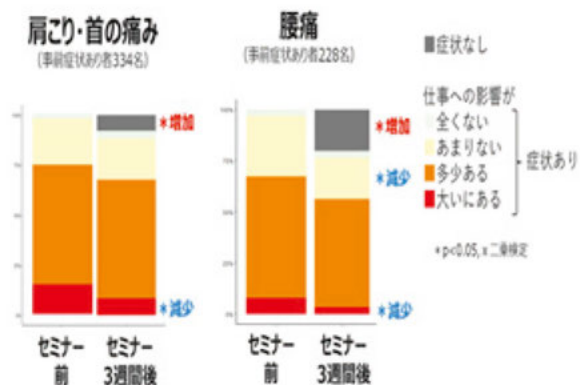
「参加してよかった」、「やや良かった」が424名（89%）で、その理由として「体操がすぐできそう、続けられそう（89人）」、「知りたかったことが知れた（85人）」、「わかりやすかった（73人）」、「体操の効果を実感した（46人）」といった回答が多くあげられた。その他には、「社内のメンバーと数名で受講しましたが、久しぶりに人と交流しながら一緒に体を動かすことができ、とても楽しかったです。その後もメンバーと連絡を取りながらお互いにチェックし合い、続けることができました。本当に楽しかったし、リフレッシュすることが出来ました」といった感想が聞かれた。

痛みの程度は、申込時に肩こり・首の痛みありが334名（痛みの程度内訳：耐えられないくらい痛い7名、かなり痛い49名、痛い120名、少し痛い142名）、腰痛ありが228名（痛みの程度内訳：耐えられないくらい痛い2名、かなり痛い22名、痛い148名、少し痛い44名）であったが、セミナー3週間後には肩こり・首の痛みありが22名減少して312名（痛みの程度内訳：耐えられないくらい痛い3名、かなり痛い28名、痛い80名、少し痛い184名）、腰痛ありが49名減少して179名（痛みの程度内訳：耐えられないくらい痛い0名、かなり痛い16名、痛い113名、少し痛い38名）であった。（図1）



【図1 セミナー前後の肩こり腰痛の程度】

仕事への影響は「大いにある」が肩こり・首の痛みありの者のうち、6.4%減少し、腰痛ありの者のうち4.4%減少した。（図2）



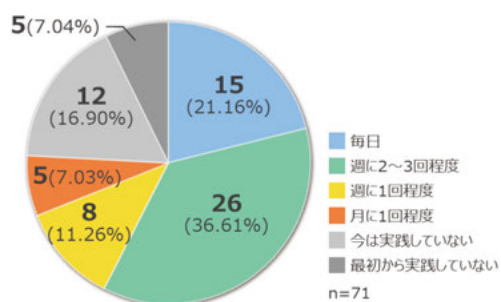
【図2 肩こり腰痛の仕事への影響度の変化】

2. B社

事前アンケートで在宅勤務の困りごと（複数回答可、n=56）として身体各部の不調ありが35名（52.2%）で部位は腰・肩・首の痛み22名（32.8%）、目の疲れや痛み6名（8.9%）、その他の部位の痛み7名（10.4%）であった。運動不足・体力低下・体重増加が26名（38.8%）、作業環境が不適合だというのが11名（16.4%）、メンタルの不調が8名（11.9%）、ライフスタイルの変化が6名（9.0%）、姿勢の悪化6名（8.9%）、その他（日光に当たる機会が少ない、たばこを吸いすぎるなど）7名（10.4%）であった。

セミナー内容（n=153名）に関しては、良かった117名（76.5%）、ほぼ良かった30名（19.6%）、普通4名（2.6%）、あまり良くなかった1名（0.7%）、良くなかった1名（0.7%）であった。実践してみようと思うことがあったが150名（98.0%）、なかったが3名（2.0%）であった。

受講5ヶ月後のアンケート（n=71）では、現在も何らかの取り組みを続けているかに対して、毎日：15名（21.2%）、週に2～3回程度：26名（36.6%）、週に1回程度：8名（11.3%）、月に1回程度：5名（7.0%）、今は実践していない：12名（16.9%）、最初から実践していない5名（7.0%）であった（図3）。



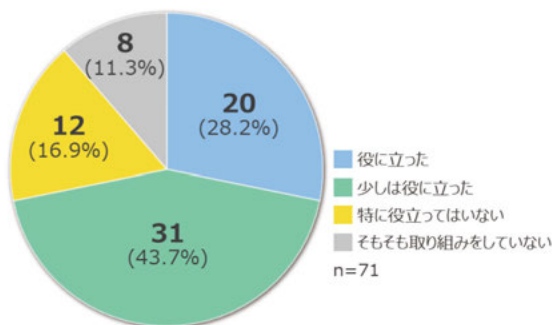
【図3 セミナー後の対策実施状況】

現在取り組んでいることは（複数回答可、n=71）、よく歩いている、肘肩ぐるぐる体操、姿勢をよくする、スクワット、日光浴であった（図4）。



【図4 セミナー後取り組んでいる内容】

また、それらの取り組みが仕事のパフォーマンスに役立ったかについては、役に立った20名（28.2%）、少しは役に立った31名（43.7%）、特に役立っていない12名（16.9%）、取り組みをしていない8名（11.3%）であった（図5）。



【図5 取り組みが仕事のパフォーマンスに与える影響】

D. 考察と結論

本研究では、適切なオフィス環境構築の参考事例を提示することを目的に「腰痛予防に資す

るオフィス環境・エルゴノミクスに関する国内外のエビデンス」に関する文献レビューを行った。

主要な1文献を中心にレビューを行い、Sit-stand workstation は特定の集団では筋骨格系不快感に効果量は少ないものの有益であることがあきらかになった。

腰痛予防に関して、適切な人間工学と高さ調節可能なワークステーションを使用する際に、個別のトレーニング/教育が必要とされる。現場への導入を考えて教育用の資材が必要となる。また勤務時間の1日を通して姿勢を変えることの重要性を想起させるようなシステムの構築が効果的であるものと予想される。

高齢労働者が健康的に働くことが出来、且つ生産性が確保できる職場づくりに、Sit-stand workstation を導入することは筋骨格系不快感に効果量は少ないものの有益であるものと予想される。教育資材やシステム構築を念頭に置いて、Sit-stand workstation の導入を視野に入れることも対策の一つとなり得る。

本研究では、全国の20歳～64歳の身体の痛みを抱える就労者1,999名を対象に、新型コロナウイルス感染拡大に伴う緊急事態宣言および外出自粛による痛みの変化、労働機能障害およびテレワークの実施状況等に関する実態調査を行った。その結果、新型コロナウイルスの感染拡大を機に、痛みが増悪している就労者が15%にのぼり、その痛みの部位は首・肩・頭・腰が多かった。多変量解析の結果から、テレワークの導入／頻度の増加は痛みの増悪と関連していることが明らかとなった。また、テレワークを導入／増加して、かつ身体活動量が減少した群は、痛みが増悪した者の割合が最も高いという結果が得られた。労働機能障害を示す就労者の割合はテレワーク実施の有無には関連が無かったが、痛みが増悪していると労働機能障害を示す就労者の割合が有意に高かった。

解析対象者のうち、約4人に1人がテレワークを開始／頻度が増加したと回答していた。こ

の働き方の変化は、予期せぬ新型コロナウイルスの感染拡大に伴って急遽やむなく進められた企業が多いことが想定され、テレワークの環境や備品等の整備が不十分であることが推測される。新型コロナウイルスの感染が流行している最中に実施された在宅勤務者の特性を調べたスペインでの調査では、自宅での仕事環境（適切な椅子や机など）が十分ではなく、また在宅勤務に関連した痛み部位として、腰や首が多かったことが報告されている⁴⁾。床に座ってのPC作業や、画面が比較的小さいノートPCでの長時間作業は、姿勢不良や同一姿勢の持続から生じる頸部痛／肩こり、腰痛を代表とする筋骨格系疼痛を発生／悪化させる可能性が高い。実際に今回の調査でも、痛みが増悪した身体部位は、首・肩・腰が多かった。これらの筋骨格系疼痛は、プレゼンティズム（出勤しているものの、生産性が低下している状態）をもたらす健康問題の主要因であることを我々はこれまでに明らかにしてきた⁵⁾。今後、テレワークを推進するにあたり、労働生産性の向上の為に作業環境やセルフケアなどを含む労働衛生管理の視点が重要であると考ええる。

テレワークをしていると、社内での細かな移動や通勤での移動機会が無くなり、身体活動量が減少する可能性が考えられる。そこで、テレワークと身体活動量の変化の組合せから、対象者を4つに区分して解析を実施した。その結果、テレワークを開始／頻度が増加して、かつ身体活動量が減少した群で、痛みが増悪した者の割合が最も高かった。身体活動の減少（physical disuse）が痛みの慢性化に関与すること⁶⁾や、余暇の身体活動が慢性腰痛のリスクを低下させる⁷⁾などの報告を踏まえると、身体活動は痛みのマネジメントに重要な要素であることが理解できる。本結果より、テレワーク実施者に対して身体活動を減らさない／高める指導・介入が必要であることが示唆された。新型コロナウイルスの感染蔓延下におけるテレワークの健康への影響に関する報告の中でも、筋骨格系疼痛のリスク軽減のために、自宅の労働環境整備や身体活動

の促進などの予防策が提案されている⁸⁾。

本調査では、労働生産性低下の一つの指標として労働機能障害を評価した。興味深いことに、予期せぬ感染症の拡大により急遽進められたテレワークにもかかわらず、テレワーク実施者は非実施者と同程度の労働生産性を示し、痛みが悪化した群で生産性が低下している者が多いという結果であった。テレワークは職場の上司や同僚とコミュニケーションが十分にとれなかったり、仕事時間と家庭時間の線引きが難しいなどが懸念されているが、主観的な仕事のパフォーマンスという点ではテレワーク非実施者と同程度であった点は注目に値する。柔軟性のある働き方の一つとして、場所や時間の自由度の高いテレワークを政府は今後も推進していく方針であり、その際には労働生産性の低下を招く痛みへの対策を常に心掛ける必要があると考える。

今回の研究結果を解釈するにあたり、いくつか注意すべき点がある。第一に、テレワークの実施状況による企業特性が十分に考慮できていない点である。テレワークを導入できる企業は、大企業でデスクワーク中心の業種が多い可能性が考えられる。テレワークを導入した、またはテレワークの頻度が増えたと回答した割合の高い業種（情報通信業、金融業・保険業など）に限定して解析したところ、本研究結果と類似の結果が得られたが、未測定の交絡因子の影響は否定できない。第二に、本調査は横断研究であるため、因果関係を検証することはできない。痛みが増悪したために、身体活動量が減少した可能性も考えられる。

本調査より、痛みを抱える就労者のうち、新型コロナウイルスの感染拡大を機に痛みが増悪している者が15%にのぼることが明らかとなった。また、痛みが増悪した群では労働機能障害を示す者の割合が高かった。痛みの増悪とテレワークの実施に関連を認め、さらにテレワークを実施し、かつ身体活動量が減少している就労者は痛みが増悪している割合が高いことが示された。今後テレワークを推進するにあたり、就労者の

身体活動の維持／増加に加え、痛みへの対策も考慮する必要があることが示唆された。

今回の研究では、テレワークを実施する 2 社の従業員を対象に肩こり・腰痛対策のオンラインセミナーをそれぞれ1時間・30分間実施した。

A 社では、事前に講師への質問を受けるなどの工夫をした。セミナー内容について肯定的な意見が 89%と多くを占めた。否定的な意見からは、当日の音声対策（音声聞き取りづらかった）が課題として挙げられた。またセミナー前は562名が肩こり腰痛の痛があったもののセミナー3週間後には71名が痛みなしに改善した。さらに痛みによる仕事への影響が大いにあると答えたものは肩こり・首の痛みで 6.4%減少し、腰痛は 4.4%減少した。

B 社では、受講者のうち 95%は「良かった・ほぼ良かった」と回答し、セミナー5ヶ月後も「よく歩いている」、「肘肩ぐるぐる体操」、「姿勢をよくする」、「スクワット」などを実施している頻度が「毎日」「週に 2・3 回程度」が 57.8%であった。さらにそれらの取り組みが仕事のパフォーマンスに役立っていると 71.9%が回答した。

肩こりや首の痛み、腰痛といった筋骨格系疼痛は、プレゼンティーイズム（出勤はしているものの、生産性が低下している状態）をもたらす健康問題として挙げられており³⁾、さらにテレワーク実施により悪化する傾向にある痛みを、オンラインセミナーで改善ができる可能性が示唆された。実際、健康経営の評価項目として、生産性の低下防止に肩こり・腰痛等の筋骨格系の症状の予防のための具体的な支援として、セミナーやアプリの使用といった取り組みも含まれている⁴⁾。これらの対策を各労働者が実施するだけでなく、オンライン会議などを活用して担当者を設定し、「今日の体操」を会議の前後で取り入れることも行動変容に役立つのではないかと考えられる。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表・学会発表

吉本隆彦, 藤井朋子, 岡敬之, 笠原諭, 松平浩: テレワークによる痛みへの影響～新型コロナウイルス感染症流行下における実態調査～. 第 94 回日本産業衛生学会. 口演. 松本. 2021 年 5 月

G. 知的財産権の出願・登録

特に記載すべきものなし

H. 参考文献

- 1) 平成 28 年国民生活基礎調査
- 2) Bevan S, Quadrello T, McGee R, et al. Fit for work? Musculoskeletal disorders in the European workforce. The Work Foundation Report. 2012
- 3) Nagata T, Mori K, Ohtani M, et al. Total Health-Related Costs Due to Absenteeism, Presenteeism, and Medical and Pharmaceutical Expenses in Japanese Employers. J Occup Environ Med. 2018; 60(5): e273-e280.
- 4) Agarwala S, Sit-stand workstations and impact on low back discomfort: a systematic review and meta-analysis, Ergonomics 61(4);538-552, 2018
- 1) Nieto R, Pardo R, Sora B, et al. Impact of COVID-19 Lockdown Measures on Spanish People with Chronic Pain: An Online Study Survey. J Clin Med. 9:3558, 2020.
- 2) Hruschak V, Flowers M, Azizoddin DR, et al. Cross-sectional study of psychosocial and pain-related variables among patients with chronic pain during a time of social distancing imposed by the coronavirus disease 2019 pandemic. Pain. 162:619-629, 2021.
- 3) Nagata T, Fujino Y, Saito K, et al. Diagnostic Accuracy of the Work

- Functioning Impairment Scale (WFun): A Method to Detect Workers Who Have Health Problems Affecting their Work and to Evaluate Fitness for Work. *J Occup Environ Med.* 59:557-562, 2017.
- 4) Moretti A, Menna F, Aulicino M, et al. Characterization of Home Working Population during COVID-19 Emergency: A Cross-Sectional Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 17:6284, 2020.
 - 5) Yoshimoto T, Oka H, Fujii T, et al. The Economic Burden of Lost Productivity due to Presenteeism Caused by Health Conditions Among Workers in Japan. *J Occup Environ Med.* 62:883-888, 2020.
 - 6) Vlaeyen JWS, Linton SJ. Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. *Pain.* 85:313-332, 2000.
 - 7) Shiri R, Falah-Hassani K. Does leisure time physical activity protect against low back pain? Systematic review and meta-analysis of 36 prospective cohort studies. *Br J Sports Med.* 51:1410-1418, 2017.
 - 8) Bouziri H, Smith DRM, Descatha A, et al. Working from home in the time of COVID-19: how to best preserve occupational health? *Occup Environ Med.* 77:509-510, 2020.
- 1) 厚生労働省「テレワークの適切な導入及び実施の推進のためのガイドライン」
<https://www.mhlw.go.jp/content/000759469.pdf>
 - 2) Yoshimoto T, et al. Pain Status and Its Association with Physical Activity, Psychological Stress, and Telework among Japanese Workers with Pain during the COVID-19 Pandemic. *Int J Environ Res Public Health* 18:5595, 2021
 - 3) Nagata T, et al. Total Health-Related Costs Due to Absenteeism, Presenteeism, and Medical and Pharmaceutical Expenses in Japanese Employers. *J Occup Environ Med* 60:e273-e280, 2018
 - 4) 経済産業省「令和3年度健康経営度調査(サンプル)」
https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/healthcare/downloadfiles/R3_kenkokeieidochosa_sample.pdf

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

報告書

発表者氏名	報告書名	巻号	出版地	出版年	ページ
武藤 剛 遠藤 源樹 花里 真道 橋本 晴男 齊藤 宏之 中村 裕之 横山 和仁 松平 浩	事務所衛生基準規則に関する研究—妥当性と国際基準との調和 労災疾病臨床研究事業費補助金 令和元—3年度総合研究報告書 (本冊子)	令和3年度	神奈川	2022年	1-281

雑誌

発表者氏名	論文タイトル	発表誌名	巻号	ページ	出版年
武藤剛、石井理奈、 神田橋宏治、大矢めぐみ	遠隔機器やIoT・AI等を活用した産業保健活動の展開	保健の科学	62 (1)	45-51	2020
浦川加代子、横山和仁、武藤剛	事務所環境と気分に関する研究の文献検討	産業医学ジャーナル	43 (5)	99-106	2020
神田橋宏治、石澤哲郎、梶木繁之、武藤剛、守田祐作、大神明	遠隔機器を用いた労働者の健康管理：産業保健領域における遠隔機器を用いた健康管理のシステムティックレビューと遠隔産業医面接に関する法制度の現状	産業医学レビュー	33 (1)	59-81	2020
武藤剛、石橋桜子、遠藤源樹、大森由紀、横山和仁	化学物質等の環境問題に対するリスクコミュニケーション—持続可能な社会の実現に向けた全世代型SDGs 環境・健康リテラシーの展望—	保健の科学	62 (10)	678-685	2020
Yuya Imai, Motoki Endo, Keiji Kuroda, Kiyohide Tomooka, Yuko Ikemoto, Setsuko Sato, Kiyomi Mitsui, Yuito Ueda, Gautam A	Risk factors for resignation from work after starting infertility treatment among Japanese women: Japan-Female Employment and Mental health in Assisted repr	Occupational and Environmental Medicine	78 (6)	426-432	2020

Deshpande, Atsushi Tanaka, Rikikazu Sugiyama, Koji Nakagawa, Yuichi Sato, Yasushi Kuribayashi, Atsuo Itakura, Satoru Takeda, Takeshi Tanigawa	ductive technology (J-FEM A) study				
Kiyomi Mitsui, Motoki Endo, Yuya Imai, Yuito Ueda, Hiroko Ogawa, Go Muto, Yan Yan, Gautam A. Deshpande, Yasuhisa Terao, Satoru Takeda, Takeshi Tanigawa, Katsuji Nishimura, Kazuhiko Hayashi, Mitsue Saito and Akatsuki Kokaze	Predictors of resignation and sick leave after cancer diagnosis among Japanese breast cancer survivors: a cross-sectional study	BMC Public Health	21:1 38	1-9	2021
M Tejamaya, W Phan prsit, J Kim, F-J Tsai, Go Muto, D M iller, A Reginald, N Granadillos, C Capule, M B Z Fari d, Y-W Lin, J Par k, R-Y Chen, K H L ee, J Park, H Hash imoto, H Kwon, C Y oon , C Padungtod, E A Safira, D-U P ark.	Characteristics of COVID-19 infection clusters occurring among workers in several Asia-Pacific countries.	Ind Health		in press	2022

M Derek, F Tsai, J Kim, M Tejamaya, V Putri, G Muto, A Reginald, W Phanprasit, N Granadillos, M Farid, C Capule, Y Lin, J Park, R Chen, K Lee, J Park, H Hashimoto, C Yoon, C Padungtod, D Park.	Overview of legal measures for managing workplace COVID-19 infection risk in several Asia-Pacific countries.	Saf Health Work.	12 (4)	530-535	2021
M Endo.	How do gynecologists face to social problems among women cancer survivors?	J. Obstet. Gynaecol. Res.	47 (5)	1651-53	2021
齊藤宏之, 武藤剛, 花里真道, 橋本晴男	職域室内空間の新型コロナウイルス感染症クラスター阻止を目的とした3密定量化と可視化の試みー室内CO ₂ 濃度を推定する換気シミュレーターの構築と実証ー	産業医学ジャーナル	44	35-41	2021
武藤剛, 片桐諒子, 大矢めぐみ, 後藤温, 福田洋, 遠藤源樹, 横山和仁	健診後受療行動予測モデルの開発ー健診・レセプトビッグデータにAIを適用する試みー	産業医学ジャーナル	44	64-68	2021
武藤剛	食事環境における良好な換気とはーエアロゾル感染の予防と、安全・安心な会食の実現に向けて	国民の栄養白書	2021 年度版	49-64	2022

IV. 研究成果の刊行物・別刷

特集

IoT・AI, 遠隔機器を活用した保健・医療活動

遠隔機器やIoT・AI等を活用した 産業保健活動の展開

武藤 剛¹⁾, 石井 理奈²⁾, 神田橋宏治³⁾
大矢めぐみ⁴⁾, 横山 和仁⁵⁾

はじめに

IT機器等の技術革新により,これまで「現地・現物・現実」にて行われてきた産業保健活動に,変化が起き始めている。実際に,産業医による面接指導の一部では,法令にもとづくものとして,情報通信機器(遠隔機器等)の活用も補助的になされてきている¹⁾。保険診療や医療の分野では,すでにオンライン機器等を用いた活動について,その功罪に関する学術的な検証や行政的な方針が少しずつ示されつつあり,産業保健活動でも今後同様の動きが見込まれる。

本稿では,労働衛生5管理の観点からその現状を整理し,展望を述べる。

1. 熱中症対策におけるIoT活用

筆者らが世話人の1人として2019年5月に日本産業衛生学会内に立ち上げた遠隔産業衛生研究会では,研究会設置申請書において,遠隔産業衛生の定義を「空間・時間的距離のある2点を結び付ける機器(デバイス,ネットワーク)を活用した産業衛生活動,すなわち,リアルタイム動画通信,

動画記録媒体,ネットワークプラットフォーム,ウェアラブルモニターセンサー(リアルタイム記録媒体)等の機器を活用した産業衛生活動」としている²⁾。

現在,すでにわが国の労働衛生の現場で実用化されているIoTデバイスとして,まず,熱中症対策としての機器があげられる。近年の夏季酷暑の影響もあり,警備業や建設業,製造業のうち,特に労働者の単独作業が多い現場では,熱中症による労働災害防止に向けた取り組みとしての活用事例がみとめられる。

富士通が開発した労働安全衛生,特に作業管理と作業環境管理におけるIoTシステムは,①GPSや加速度計による労働者の位置情報ならびに作業姿勢(座位,立位,臥位)情報,②労働者の生体モニター(心拍数ほか),③作業環境(1分ごとの温度,湿度,気圧等)計測情報等の収集を,各労働者のセンサー(腕時計型のバイタルセンシング・GPSバッジ)を介して,遠隔の管理者に伝達するものである(図1)³⁾。収集情報は独自のAIアルゴリズムによって解析され,①熱ストレスや身体負荷推定(心拍数と温湿度から算出),②転倒・転落検知(加速度や気圧から身体姿勢情報を

筆者:1) むとう こう(北里大学医学部衛生学講師)

2) いしい りな(フェミナス産業医事務所)

3) かんだばし こうじ(合同会社DB-SeeD代表,としま昭和病院)

4) おおや めぐみ(順天堂大学医学部衛生学,千葉大学大学院医学研究院人工知能医学)

5) よこやま かずひと(順天堂大学客員教授,国際医療福祉大学大学院教授)

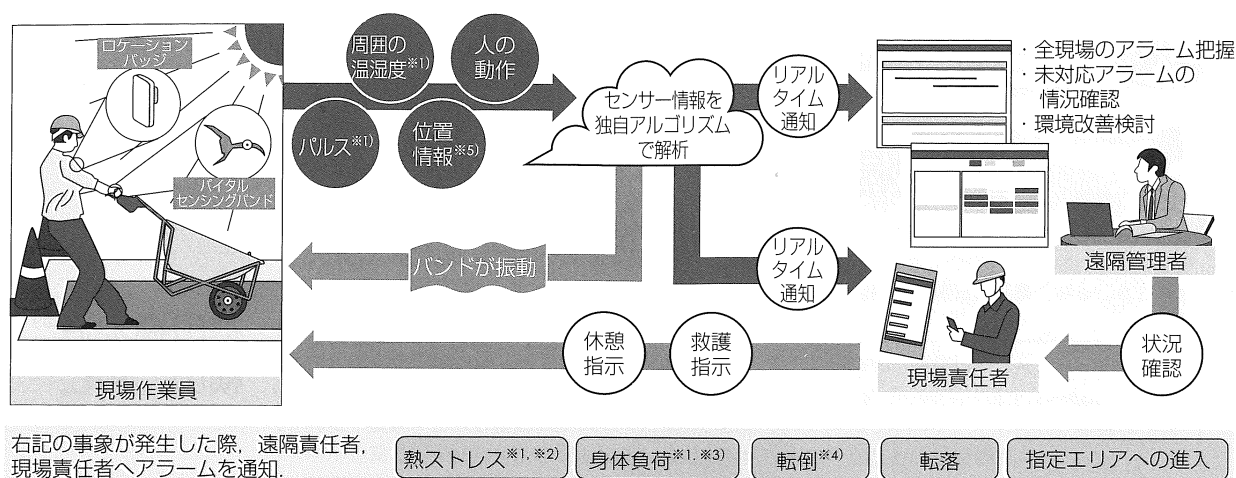


図1 熱中症対策としてのIoTシステム（富士通³⁾）

- ※1) バイタルセンシングバンドを装着時に対応。
 ※2) 熱ストレス：日本生気象学会の「WBGTと気温、湿度との関係」をもとに、温湿度にパルス数を加えて算出。
 ※3) 身体負荷：カルボネン法などの指標をもとに、パルス数から算出した活動による身体負荷を推定。
 ※4) ロケーションバッジを使用した場合「転倒検知」、バイタルセンシングバンドを使用した場合「転倒の後、一定時間起き上がれないことを検知する」が可能。
 ※5) 屋内位置情報の取得にはロケーターまたは、ビーコンが必要。ロケーター使用時は、別途サーバなどの構築が必要。

算出)を行う。このデータはリアルタイムにフィードバックされ、①労働者本人へ休憩を促すバイブレーション通知（現場監督者へも同情報を通知）、②転倒や転落のおそれに対して監督者への救護指示・労働者の位置情報の提供という形で活用される。同様のIoTシステムは、他複数社からの提供や、さらに付加価値をつけた研究段階のシステムもみられ、今後さらなる発展が期待される。

2. オフィス空間でのIoT活用

同様に、作業員個人の位置情報を活用した職場マネジメントは、フリーアドレス（固定座席のない）オフィス室内執務空間でも活用されはじめている。ビーコン（Bluetooth low energy（BLE）：信号の周囲30メートル発信範囲）とスマートフォンを組み合わせた個人所在のリアルタイム可視化に留まらず、出勤してその日の業務内容を認識してIoT制御のフリーアドレス用座席指定システム⁴⁾を導入する企業が少数ながら出てきている。

また、オフィス空間の室内環境と労働者の動

き、動線や姿勢をIoT制御することで、コミュニケーションを含めた働き方の最適化をめざし、取り組みも実験段階として行われており、検証の成果と実装化が期待される^{5,6)}。具体的には、環境因子として光（照明）・温湿度・音・香り等に関する測定分析、労働者側の因子として座位・立位を含めた姿勢や動線、作業と休憩等の情報について、集約と最適化IoT制御をめざしている。

さらに、生産性向上と健康障害防止という観点に留まらず、健康経営の観点から、働くだけでより健康になるオフィスづくりにIoTを活用する取り組みもみられる⁷⁾。例えば、健康階段「ta-tta-tta」は、IoTを活用して、階段を利用するオフィスワーカーに、階段を昇ることをつい楽しく感じさせる映像を投影する技術である。階段に設置されたセンサーと労働者個人が持っているタグが連動し、個人の利用履歴に応じて変化する映像を、階段を昇るタイミングにあわせて投影することで、毎日の階段を昇る行動のモチベーションを高めるねらいがある。働き方改革とあいまって、テレワークやフレックス勤務の推進により、各オフィスワーカーがさまざまな時間・空間に点在し

資料1 リアルタイムモニターと小型カメラによる化学物質個人曝露の見える化
(中央労働災害防止協会⁸⁾)

VEM サービス
ウェアブル 料金 ¥33,600～

◇ビデオカメラとセンサーを使い
ばく露を「見える化」する。

◇測定後、測定結果を元に今後の
対策について指導を行う。
※3ステップでできます。詳細をご覧ください！



「見える化」で問題解決をサポート

◇作業環境測定や
特殊健康診断の結果が不良
「見える化」でばく露やばく露作業を特定し、
環境改善方法や適切な作業方法を助言します。

◇リスクアセスメントの実施
現場のリスクアセスメントを進めるために、
「見える化」でばく露状況を把握し、
高濃度はばく露作業を特定します。

もっと
ばく露を
知ることが
できる

**ばく露の「見える化」が
化学物質管理を変える!!**

3 Step で「見える化」

Step1 事前打ち合わせ
「見える化」についての説明と打ち合わせを行います。「見える化」にはビデオカメラによる作業の映像とモニタリング装置による測定データを同期再生させるシステムを用います。

Step2 測定
作業者にリアルタイムモニターとウェアラブルカメラを取り付け、作業中測定を行います。測定時間は、事前打ち合わせで決定します。

Step3 結果説明・助言
測定結果について、関係者の皆様に説明します。今後の対策について一緒に話し合うと共に、専門家として助言を行います。

まずは最寄りの安全衛生サービスセンターまでご連絡ください

労働衛生調査分析センター	03-3452-3976
大阪労働衛生センター	06-6448-3464
北海道安全衛生サービスセンター	011-512-2031
東北安全衛生サービスセンター	022-261-2821
関東安全衛生サービスセンター	03-5484-6701
中部安全衛生サービスセンター	052-682-1731
中国四国安全衛生サービスセンター	082-238-4707
九州安全衛生サービスセンター	092-437-1664

もっとばく露を知ることができる **JISHA 中災防**
Association of Japanese Industrial Safety and Health

ながら仕事をする働き方が一般的になる中で、労働衛生3管理の観点からも、各個人と職場環境双方から得られた情報のIoT管理の必要性は、今後さらに大きくなると考えられる。

3. 化学物質管理におけるIoT活用

わが国でも化学物質曝露の3管理における個人曝露測定の知見が増えており、そのツールとしてリアルタイムモニターを活用する事例がある。

もっともシンプルなのは、直読式計器（リアルタイムモニター）を作業者の体に装着して曝露物質を連続的に測定し、その記録状況から、作業後に経時的な曝露について評価できるものである。このリアルタイムモニターと小型動画カメラを組み合わせたシステムはすでに実用化されており（資料1）⁸⁾、具体的にどの作業現場のどの作業工程で個人曝露への影響が大きいのか、詳細な分析と対策に向けた重要なデータを得ることが可能である。また、測定データを別地点へ送信して遠隔制御を行う機器も実用化されており、ガス検知器やVOC（揮発性有機化合物）モニターを労働者に装着して連続的な測定を行ってコントロール室

へ送信するものもある。アラームやパニック警報、マンダウン警報機能（センサーが一定時間、動きを感知しない場合に自動で警報を発報することで、労働者が倒れた場合の警報となる）が搭載されている場合は、緊急時の対応も可能となる。さらに、熱中症対策機器と同様、GPSの位置情報も活用して、個人曝露測定・リアルタイムモニターと同期させながら、より詳細かつリアルタイムな曝露源の特定と双方向の対応を可能とする機器も開発中である。

4. 産業医等、産業保健スタッフによる面談における遠隔機器の活用

医療の現場では、平成30年度診療報酬改定でオンライン診療料が新設され、遠隔診療の制度面での整備が行われつつある。労働安全衛生5管理の中でも健康管理等の領域で、面談に遠隔機器を活用する動きは徐々にみられるが、その運用方法や労働者への効果、安全性等の評価については未検証の部分が多い。

労働安全衛生法ならびに厚生労働省通達では、2019年10月現在、労働者に対する医師の面接指

導のうち、長時間労働者に対する面接指導とストレスチェック制度（労働者の心理的な負担の程度を把握するための検査）に伴う面接指導の2つに関して、「原則として直接対面によって行うことが望ましく、情報通信機器を用いた面接指導を行った場合も、労働者の心身の状況を把握し、必要な指導を行うことができる状況で実施するのであれば、直ちに法違反となるものではない」との形で、遠隔機器を併用して活用することが容認されている¹⁾。この中では、実際の運用にあたっての前提・留意要件があり、①衛生委員会で調査審議して事前に労働者に通知すること、②（実施医師について）i）当該事業場の産業医、ii）過去1年以上、当該事業場の健康管理を担当、iii）過去1年以内に当該事業場の職場巡視をした、または面談対象者と直接対面の指導を行った、③（面談環境について）i）相互に表情・顔色・声・しぐさなど確認できる（音声のみの電話は認められない）、ii）プライバシーへの配慮、iii）情報セキュリティの確保（情報漏洩や不正アクセス対策）、iv）機器操作の容易さ、v）緊急時対応の体制、等が示されている。

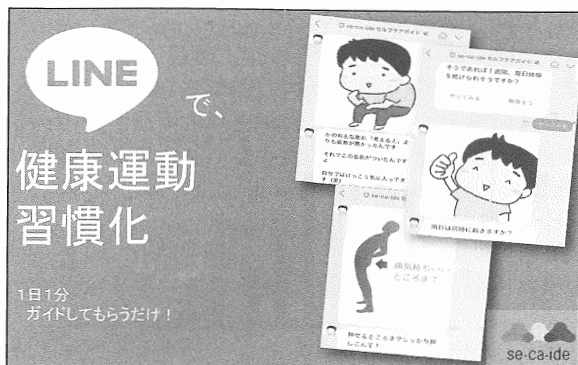
労働安全衛生法の体系は、原則として事業場単位での活動である。しかし従来型の1カ所の大工場での集団集約型の労働現場から、時間（フレックス勤務）・空間（多施設での小規模分散型事業や、テレワークといった個別行動での勤務）的な多様性に富んだ労働形態が広がっている現在、「原則として直接対面」を維持しつつも、「現実として遠隔機器を用いた面談（併用）」している場面は少なくないと想定される。上記の法令・通達で容認されている長時間労働者面接指導・ストレスチェック実施後の面接指導の2つに留まらず、職場復帰面談や健康相談等、活用範囲は実際には徐々に広がっているのが実情である⁹⁾。

実際の運用方法については各産業医をはじめとする産業保健スタッフが、事業場の実際や緊急時の対応可否等に応じて手探りで行っているのが現実と思われる。特に、どの状況で直接対面を必須とするか（どの状況であれば、遠隔機器活用面談

が容認されるか）、実際の通信技術や面談場所のセキュリティ・プライバシー確保の担保等について、見解は定まっていない。診療・医療における対応¹⁰⁾や、これまで行われてきた海外駐在員向けの遠隔支援の実際¹¹⁾に準じて、産業保健領域での指針づくりが望まれる。なお、近年、オンライン産業医等の名称で、原則オンライン完結型と解釈できかねない産業保健サービスを打ち出す事業者が散見される。冒頭に述べたように産業保健活動は、労働安全衛生法をはじめとする法令等を遵守しながら、労働安全衛生5管理の原則に沿った実践によりはじめて成り立つものである。産業医をはじめとする産業保健スタッフの役割は、事業者との信頼関係とともに独立した中立性を基本とする。職場巡視による事業場（作業環境）や労働者の就業状況（作業そのもの）に対する理解を基本とし、はじめて産業医・産業保健スタッフとしての意見が可能となるものであり、オンライン面談のみでの対応（もしくはそれを主体とする対応）では、臨床医・医療機関スタッフとしての健康相談・意見の域を出るものになりえない。オンラインを主体とする活動は、法令違反と指摘されうるばかりか、産業保健活動の実践の根幹を踏まえず、保健活動の質を安易に低下するものと考えざるを得ない。労働者自身へ提供される産業保健サービスの質の向上をめざした遠隔機器の活用について、事業者を含めた周知が重要と考えられる。

5. 遠隔機器による健康推進・ヘルスプロモーションへの展開—産業保健—

高齢者医療確保法にもとづく特定保健指導に関しては、2013年よりICTを活用した遠隔保健指導が認められている^{12,13)}。それに付随して、禁煙（ニコチン依存症）やNASH（非アルコール性脂肪肝炎）、睡眠、腰痛（筋骨格系慢性疼痛）等の生活習慣関連疾患について、健康保険組合を主体としたオンライン指導・IoT・アプリの開発が進んでいる。その一例として、例えば、SNSで不調の



資料2 首こり肩こり・腰痛予防改善プログラムアプリ
「se・ca・ide (self care guide サービス)」
(se・ca・ide¹⁴⁾)

改善予防に役立つ健康運動の習慣化をめざし、1日1分人工知能のガイドによるセルフケアの実現を図るアプリの実証実験が行われている(資料2)¹⁴⁾。

このような遠隔機器を用いた健康推進、ヘルスプロモーション活動の特徴として、対象者が楽しみながら取り組むことができた場合の継続性の高さがあげられる。さらに、個人にダイレクトに介入できる特性から、対象者が所属する事業場の規模等によらずサービスを提供できる点がある。中小事業場における産業保健活動の充実化は、これまで長年の課題であったが、アプリ等による労働者への直接介入ツールの登場は、事業場規模による産業保健サービス提供の格差を、根幹から解消する可能性を秘めている。ただし、アプリが提供するサービス内容自体が保健・医療・科学の観点から妥当なものであることが前提となるのは論を待たない。健康保険組合の医師職や事業場の産業保健スタッフが、各々の専門職としての観点から適切なツールを選び、紹介することの重要性は肝に銘じる必要があろう。

6. AIを活用した産業保健・ヘルスプロモーション活動

人工知能(AI:機械学習やディープラーニング)を産業保健活動に活用しようという試みも、すでに始まっている¹⁵⁾。筆者らは、全国約100健

保が保有する、被保険者の定期健診ならびに医療レセプトが突合されたデータセットを活用し、AIをヘルスプロモーションや行動変容支援に活かす分析を行っている。労働安全衛生法に基づく定期健康診断で血糖・脂質・血圧の項目で受診勧奨レベル判定となった、未治療者約10万人の医療機関受診/受療行動を追跡して解析した上で、このデータセットをもとに、training: test set=5:5や7:3でランダム分割して、図2に示す各アルゴリズムのうちもっとも高い検出性能(AUC)を有するモデル構築を行った(論文投稿中)。この予測モデルからは、健診時の採血・問診項目結果から、医療機関受診勧奨レベル判定となった対象者が、その後1年間に実際に受療行動をとるかどうかの予測が可能となり、産業保健スタッフがどの対象者を健康支援のターゲットにするか戦略を立てる際の重要な個別化予測情報となりうる(図2)。同様の考え方で、職場のメンタルヘルス対策や熱中症、治療と仕事の両立支援へ既存ビッグデータをもとにしたAI活用モデルが構築されつつあり、今後の実装展開が期待される。

7. 遠隔機器を活用したD to D連携や、産業保健スタッフ自身の教育・実践活動の質の向上へ向けてー

保険診療の枠組みでは、放射線や病理の画像診断に関してD to D(医師間)連携にオンライン機器を活用する仕組みが進んでいる。同様に産業保健の分野でも、D to D連携に遠隔機器を活用できる可能性がある。例えば、職場復帰支援を含む、治療と仕事の両立支援の分野では、こころの健康問題のみならずがんを初めとするさまざまな疾病において、職場復帰時に産業医と主治医の連携が必要となる場面がある¹⁶⁻¹⁸⁾。現在は文書(主治医意見書/両立支援様式)や産業保健スタッフが労働者(患者)本人と主治医外来に同行する形の連携が多いが、遠隔機器の活用により、本人の同意を前提とした医療機関と職場の連携がより円滑に行われ、結果として両立支援を大きく推進する可能

Algorithm	関数/ R パッケージ名
generalized linear model	glm/ caret
Artificial neural networks	nnet/ caret
K-nearest neighbors	knn/ caret
Random forest	rf/ caret
Support vector machines (radial kernel)	svmRadial/ kernlab
Gradient boosted trees	xgb Tree/ xgboost
Lasso regression	glmnet (with glmnetUtils)
Ridge regression	glmnet (with glmnetUtils)

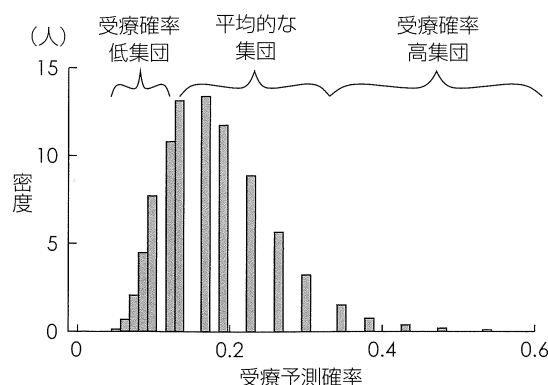


図2 機械学習アルゴリズム（左）と、それらを活用した定期健診後受療行動予測モデルによる分析例（右）

性がある。D to D 連携に留まらず、事業場内での総括管理として、遠隔地での衛生委員会での活用についても検討の余地がある¹⁹⁾。

さらに遠隔機器を活用することで、産業医間のD to Dを推進することも技術的に可能である。多くの嘱託非常勤産業医や産業看護職は、一事業場を単独で担当していることが多いため、困難事例を抱えた際の相談先が少ないことが従来より指摘されてきた。臨床という医局に存在するものが産業保健領域で少ない中、遠隔機器を活用することで、駆け出し産業医・産業看護職がベテランの先輩にコンサルトすることで、専門職が提供する産業保健サービスの質の向上に寄与できる可能性が高い。今後のシステムづくりと効果検証が期待される。

おわりに

IoT や遠隔機器の技術進歩はめざましく、技術先行により産業保健の領域での活用が手探りで進んでいるのが実態である。関連法令の理念に則りながら、労働者・事業者双方の利益となるべく、5 管理と中立公正な立場の原則を念頭に、実践サービスの質の向上をめざした技術の有効活用と効果検証が期待される。

本稿の内容の一部は、厚生労働省労災疾病臨床研究事業費補助金「事務所衛生基準規則に関する研究—安

当性と国際基準との調和（令和元-3 年度、代表者：藤剛）」による。また執筆に際し、花里真道千葉大学准教授、橋本晴男東京工業大学教授、松平浩幸京大教授、吉村健佑千葉大学教授、片桐諒子国立がん研究センター分析疫学研究室研究員らに貴重なご助言をいただいた。謝して記す。

文 献

- 1) 厚生労働省：情報通信機器を用いた労働安全衛生法第 66 条の 8 第 1 項及び第 66 条の 10 第 3 項の規定に基づく医師による面接指導の実施について。発令 0915 第 5 号, 2015.9.15. <https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzenisei12/pdf/150918-2.pdf> (2019 年 11 月 27 日現在)
- 2) 日本産業衛生学会：遠隔産業衛生研究会. <https://enkaku-sangyoeisei-kenkyukai.jimdosite.com/> (2019 年 11 月 27 日現在)
- 3) 富士通：IoT 安全管理支援ソリューション. <https://www.fujitsu.com/jp/solutions/innovative/iot/uware/solutions/svuw-aa/> (2019 年 11 月 27 日現在)
- 4) SIOS：キーポート・ソリューションズ, フリーアドレス用座席指定システム「オフィスダーツ」. <https://i.sios.com/news/press/20180920-kps-darts.html> (2019 年 11 月 27 日現在)
- 5) オカムラ：未来のオフィス空間『point 0 marunouchi』において実証実験を開始. http://www.okamura.co.jp/company/topics/office/2019/point_0_start.php (2019 年 11 月 27 日現在)
- 6) 竹中工務店：新たなワークスタイルを促す空間デザインの効果を検証. <https://www.takenaka.co.jp/news/2016/08/01/index.html> (2019 年 11 月 27 日現在)
- 7) 竹中工務店：生きる場所をつくる健築。健康階

- 段「ta-tta-tta」IoTでオフィスの階段利用を促進する新技術. <https://kenkou-kenchiku.jp/case/20181101/>(2019年11月27日現在)
- 8) 中央労働災害防止協会(中災防):大阪労働衛生総合センター. ばく露の見える化「VEMサービス」. https://www.jisha.or.jp/oohsc/VEM_service/index.html (2019年11月27日現在)
 - 9) 北田昇平:産業保健における遠隔面談の有用性について. 精神科治療学, 34(2):181-184, 2019.
 - 10) デジタル・フォレンジック研究会「医療」分科会, メディカルITセキュリティフォーラム合同委員会:「医療情報システムの安全管理に関するガイドライン」対応のための手引き Ver1.00. 2016. <https://digitalforensic.jp/wp-content/uploads/2016/02/idfmitsf-medi-guideline-4-160301-Ver1.00.pdf> (2019年11月27日現在)
 - 11) 岸本泰士郎:日本医療研究開発機構によるJ-INTEREST研究の概要と成果. 精神科治療学, 34(2):153-157, 2019.
 - 12) 厚生労働省:特定保健指導における情報通信技術を活用した面接による指導の実施について. 健発0801第1号, 保発0801第8号, 2013. https://www.mhlw.go.jp/bunya/shakaihoshou/iryo/seido01/dl/info03j-130822_01.pdf(2019年11月27日現在)
 - 13) 厚生労働省:情報通信技術を活用した特定保健指導の初回面接の実施について. 健発0209第1号, 保発0209第8号, 2018. <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12000000-Hokenkyoku/0000196587.pdf>(2019年11月27日現在)
 - 14) se・ca・ide:肩こり首こり・腰痛予防改善プログラムアプリ. <https://www.secaide.me/>(2019年11月27日現在)
 - 15) 日本産業衛生学会:産業保健AI研究会. <https://www.sanpoai.com/>(2019年12月6日現在)
 - 16) Naito G et al.: Information exchange using a prescribed form and involvement of occupational health nurses promotes occupational physicians to collaborate with attending physicians for supporting workers with illness in Japan. Industrial Health, 57(1):10-21, 2019.
 - 17) 武藤 剛ほか:疾病と就労の両立支援—産業医と主治医の連携の観点から—. 産業医学ジャーナル, 39(4):90-94, 2016.
 - 18) 武藤 剛ほか:嘱託産業医と主治医の連携. 保健の科学, 57(9):595-602, 2015.
 - 19) 厚生労働省:産業医制度の在り方に関する検討会報告書. 2016. <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000146365.html> (2019年11月27日現在)

事務所環境と気分に関する研究の文献検討

浦 川 加代子 横 山 和 仁 武 藤 剛

要 約

事務所環境と気分に関する研究論文について、1992年から2019年までの事務所環境の影響因子6項目を示す22文献を抽出した。環境ストレス因子の「騒音」「温度」「湿度」「照明」「事務所デザイン」「化学物質」の6項目についてどのような影響があるのかを検討した結果、労働者が感じる快適性には「騒音」が最も強く影響しており、仕事の能率性（パフォーマンス）を低下させていることから、最も配慮されなければならない環境ストレス因子といえる。

1. はじめに

事務所環境と気分に関する研究論文について、Pub Med（Web版）を使用して75文献を収集した。その中から、事務所環境のさまざまな条件について検討するために影響因子6項目を示す22文献を抽出し、環境ストレス因子と心理的影響に関する知見をまとめることが目的である。

検索式は、office AND (temperature OR humidity) AND (mood OR emotion OR performance) AND workers NOT environment である（実施日2019/11/07）。検索された論文のタイトル及びアブストラクトを著者らが検討し該当するものを入手した。

結果は、表1。職場環境と気分に関する研究論文に示す。1992年から2019年までの22文献を分析対象として、環境ストレス因子の「騒音」「温度」「湿度」「照明」「事務所デザイン」「化学物質」の6項目についてどのような影響があるのかを検討した。

2. 結果と考察

2-1. 騒音の影響

温度、空気質、騒音、化学物質の存在などを含めた室内環境は、職場の仕事の満足度、感情的幸福、健康、欠勤との関係に影響を与えることが示唆されている^{1, 2)}。職場の室内環境に

おいて労働者が感じる快適性には「騒音」が最も強く影響していることが報告されている³⁾。他にも「騒音」が仕事の能率性（パフォーマンス）を低下させることが多く報告されている。114人のオフィス労働者を対象とした8か月間の縦断研究において、環境ストレス因子としての「騒音」「照明」「温度」の不適切な状態は、労働者の健康状態（気分、「オフ」感など）を低下させ、間接的にパフォーマンスを低下させることが報告されている³⁾。

騒音の研究でも、Pawlaczyk-Luszczyńska M (2006) の報告では、実験室環境とフィールド調査の両方において低周波騒音（LFN）に曝された場合、主観的評価として不快感が示されていた⁴⁾。騒音の影響に焦点をあてた研究では、騒音曝露労働者群（交通警察官39名）と対照群（市役所事務職員42名）との比較研究がある⁴⁾。結果は、2群間では認知および情緒プロフィール（POMS）に顕著な差は認められなかったが、騒音曝露労働者は、習慣的な環境ストレス因子に曝露された時、ストレスに対する高い脳感受性を選択的に示したことから、「騒音」ストレスが常態化することでより刺激に反応しやすくなることが示唆された。

一方、騒音ではないが、職場で流されるBGM（background music）の影響について検討するために実験を実施した研究がある¹⁵⁾。対象者は32名の大学生を3群に分けて、グループ[a]は

表1 職場環境と気分に関する研究論文 (No.1)
Table1. Characteristics of reviewed studies of Occupational stress and mood. (No.1)

No.	Author [Ref.No.]	Year	Purpose	Sample	Scale	Results
1	Sakellaris IA, Saraga DE, Mandin C, Roda C et al.	2016	室内環境の主観的評価と労働者の快適性との関係を分析し、個人および建物特性の両方の影響を調べる。	欧州8カ国（フィンランド、フランス、ギリシャ、ハンガリー、イタリア、オランダ、ポルトガル、スペイン）の167の「近代的」オフィスの7441人の労働者にアンケート調査を実施	オフィス環境のIEQ項目（温度の快適性、騒音、光、および室内空気質に対する満足度）と室内環境パラメータ（例えば、暑すぎる/寒すぎる、高湿度/乾燥、室内/室外騒音、自然/人工光、臭気）に関する詳細項目の両方を用いて室内環境の質（Indoor Environment Quality, IEQ）を評価	ロジスティック回帰分析で主観的IEQと労働者の快適さとの関係を評価したところ、快適性には「騒音」が最も強く影響し、次いで「空気の質」、「光」、「温度」の順であった。労働者により健康で快適な状態を提供するため、労働者と建物の特性の両方を考慮に入れるべきである。
2	Soriano A, Kozusznik MW, Peiró JM, Mateo C.	2018	職場環境における室内環境と欠勤（absenteeism）との関係、および仕事の満足度、感情的幸福度（affective well-being）、および健康の影響を分析する。	ヨーロッパ諸国の1306人のオフィス労働者	劣悪と見なされた室内環境（6項目）、健康状態（1項目）、仕事満足度（8項目）、感情的幸福（5項目）、欠勤の自己申告レベル（1項目）、職場環境（干渉・複雑性・職場での教育）	仕事の満足度、感情的幸福、および健康は、室内環境と欠勤との関係に影響し、職場環境によって仕事に関する両方向のやり取りが増すに連れてその影響は大きい。
3	Lamb S, Kwok KC.	2015	不良な室内環境（IEQ）が仕事のパフォーマンスと健康に及ぼす影響を8か月間、縦断調査	114人のオフィス労働者	温度の快適さ、照明の快適さおよび騒音の不快感の主観的評価、仕事パフォーマンスの指標、およびパフォーマンスと幸福度の背景にある個人要因に関する調査261件のオンライン調査に参加した。	不適切なIEQを環境ストレス因子としてほとんどの状況で自己申告された仕事パフォーマンスと客観的に測定した認知能力を2.4%～5.8%、稀な例では最大14.8%低下させることが示された。環境ストレス因子は、労働者の健康状態（気分、頭痛、「オフ」感）を低下させ、間接的にパフォーマンスを低下させる。
4	Chioevenda P, Pasqualetti P, Zappasodi F, Ercolani M et al.	2007	長期の職業性騒音曝露が、神経生理学的および情緒状態、特に注意と作業記憶、に影響するか否かを調べる、また体性感覚 P300 に対する特定のストレス（交通騒音）と非特異的ストレスの影響の比較（Stroop 試験）	騒音曝露労働者群（交通警察官39名）と対照群（市役所事務職員42名）との比較	WAIS-R から注意力、記憶力、論理能力を測定、年齢・性別・教育別に調整した、STAI-Y、POMS による不安と気分を測定した。	体性感覚（電気）弁別作業中に記録されたベースライン認知電位（P300）の振幅は、対照よりも騒音曝露労働者で高く、この増強は、より低いレベルの特性不安およびより良好な気分プロフィールに関連した。騒音曝露労働者は、習慣的な環境ストレス因子に曝露された時、ストレスに対する高い脳感受性を選択的に示した。
5	Nakayama O, Ohkuma K.	2006	都市ごみ焼却炉（MSWI）労働者のメンタルヘルス状態をオフィス労働者と比較して評価する。	対象は、2つのMSWI工場および1つの地方自治体の公務員、健康管理に従事していた20人の国家公務員、および55人のMSWI労働者であった（いずれも男性）	被験者に年齢、教育キャリア、および労働スケジュールについてインタビューを行った。POMSおよびGHQ30を用いて被験者の気分状態を評価した。	健康管理作業者のメンタルヘルス状態はMSWI作業より悪いことを示した。
6	Lan L, Lian Z, Pan L.	2010	室内気温（17℃、21℃、28℃）が生産性に及ぼす影響を、ボランティア参加者21名を対象に実験的に研究した。	イタリア参加者21名	実験室での曝露中にコンピュータ化神経行動試験を行い、心拍変動（HRV）および脳波（EEG）を含む生理学的パラメータも測定した。いくつかの主観的評価尺度を用いて、参加者の気分、幸福感、モチベーション、および作業による負担感を評価した。	高気温または低気温に起因する温度不快感（thermal discomfort）はオフィス労働者の生産性に負の影響を及ぼし、また、主観的評価尺度は生産性に対するIEQの効果を評価する際の神経行動機能尺度の補足として有用である。
7	Clohessey S, Walasek L, Meyer C.	2019	本システムティック・レビューは、オフィス労働者の食行動に影響する要因を取り巻く証拠を特定し、統合することを目的とした。	文献検索は、2008年1月から2018年4月の間に英語で発表された研究に限定した。計5,017件の論文をスクリーニングし、適格性を評価し、そのうち22件の論文（n=23）を本レビューに含めた。		職務役割、職場食環境、およびオフィススペースの職場の社会的側面に関連した職場での食行動に影響する多くの因子が明らかになった。既存の研究のほとんどは、オフィス勤務が食行動に悪影響を及ぼすことを示唆している。
8	Richardson A, Potteg, Paterson M, Hardin T et al.	2017	従業員の健康に及ぼす職場デザインの影響に関する最近の研究を、個人と職場を比較して系統的にレビューする。	2000年から2017年の間に発表された論文に限定してシステムティック・レビューを実施し、各オフィスと比較した共有オフィスまたはオープンプランオフィスの健康への影響を扱った15件の関連研究	「職場デザイン（特に、個人別オフィスと共有オフィスの比較）は労働者の健康に影響するか？」	個別オフィスと比較して、共有またはオープンオフィススペースは従業員の健康に有益ではなく、スタッフの健康、福利および生産性に有害な影響を及ぼすという結果と一致していることが明らかにされた。

9	Viola AU, James LM, Schlangen LJ, Dijk DJ.	2008	オフィス環境における昼間の労働時間中の高青色白色光 (blue-enriched white light) への曝露の影響を調査した。	2つのオフィスフロアの104人のホワイトカラー労働者のうち94名の参加者 [平均年齢 36.4 (SD10.2) 歳] を解析。	各参加者は2つの新しい照明条件に曝露され、それぞれ4週間続いた。1つは高青色白色光 (17000K) 白色光 (4000K) から成った。その順序はフロア間でバランスをとった。質問票および評価尺度を用いて、8週間の介入期間を通して、覚醒度、気分、睡眠の質、パフォーマンス、精神的努力 (mental effort)、頭痛および眼の緊張、および気分を評価した。	日中の労働時間中に高青色白色光に曝露すると、注意力、パフォーマンス、および夕方の疲労が改善する。
10	Brasche S, Bullinger M, Schwab R, Gebhardt H, et al.	2004	主観的皮膚感覚 (skin sensation) と客観的な皮膚症状に影響を及ぼす要因 (impact factor profile) が一致するかを、ProKlimA プロジェクト (1994~1999) のデータを用いて調べた。	925人のオフィス労働者	皮膚の水分および皮脂含量の測定。皮膚感覚を評価する質問票に回答した。	皮膚感覚の主観的知覚に対する有意なリスクは、女性であること、ソフトウェア不慣れ、仕事の特性が好ましくないことおよびアレルギー疾患であった。皮膚水分量の客観的検査では、高い濃度の全揮発性有機化合物および低い相対湿度で有意なリスク増加が検出された。
11	Ishihara I, Ikushima M, Horikawa J, Haraga M, et al.	2005	視覚表示端末 (VDT) 作業中の磁場 (MF) への曝露が労働者の精神的疲労に影響するか、または精神・生理学的変化に関連するストレスを誘発するかを調べる。	37名の学生	Incredibly Short Profiles of Mood States (ISP) を VDT 作業前後の心理的ストレスおよび精神疲労の指標、唾液クロモグラニン A および尿中 8-ヒドロキシデオキシアノシン (8-OH-dG) を VDT 作業前後の生理学的変化として使用した。	VDT 参加者に対する MF 曝露の有意な健康影響を検出しなかった。VDT 作業自体が彼らの精神疲労および精神生理学的状態に影響することを示唆した。
12	Frontczak M, Schiavon S, Goins J, Arens E, et al.	2012	米国のオフィスビルを中心に、主観的に評価した室内環境パラメータと建物の特徴が入居者の満足度に影響することを検討した。	建設環境センターが10年間に351のオフィスビルの52,980人の入居者に実施したウェブ調査のデータを分析した。	室内環境パラメータ、作業空間、および建物の特徴に対する満足度に関する7点の順序尺度質問を使用した。	作業空間の満足度を最大化するために最も重要なパラメータは、空間量に対する満足度、雑音レベル、視覚的プライバシーであり、オフィス労働者は、窓の近くの個室にあるときに、自分の作業空間と建物に最も満足するだろう。
13	Salamone F, Belussi L, Danza L, Ghellere M, et al.	2016	スマートランプは、マイクロコントローラ、温度・相対湿度の統合センサー、いくつかの他のモジュール、および3Dプリンタから成る。このスマートデバイスは、通常オフィスで使われるデスクランプに似ているが、空調機と直接対話することで室内の温度快適性を調整することができる。スマートランプの設計、開発、実用化について検討した。	4名の作業員	4名の作業員が常駐するオフィスにスマートランプを設置し、夏場の室内温度快適性と冷房消費量を評価した。	スマートランプの適用がエネルギー消費を効果的に低減し、温度快適性を最適化することを示した。
14	Pawlaczyk-Luszczynska M, Szymczak W, Dudarewicz A, Sliwińska-Kowalska M.	2006	職場環境における低周波騒音 (LFN) を評価し、仕事パフォーマンスへの妨げと影響を抑制する方法を提案する。	①実験室：聴力が正常 (25 dB HL) の21.8±2.1歳の55人のボランティア、②フィールド調査：低周波騒音 (LFN) に曝露した男性労働者35人	被験者は45~65 dBのA強調 SPL で異なる雑音を聴き、100スコアのグラフィカル評価尺度を用いて不快感を評価した。フィールド調査で同様のグラフスケールを用いて職場での騒音不快感を評価した。	低周波騒音 (LFN) の主観的評価と3つの曝露基準による結果との間に線形関係が観察された。
15	Shih YN, Huang RH, Chiang HS.	1992	作業への集中度とバックグラウンド音楽との関連を調べるため、被験者の注意力テスト (attention test) のスコアに対する音楽の影響を解析した。	32人の大学生を3群に分けた	グループ [a] は10分間のテスト中に音楽を聴き、グループ [b] は全く音楽がなく、グループ [c] は注意力テストの10分前に音楽を聴いた。実験は雑音がない環境で実施した。次に、各群の平均得点と誤答率を求めた。	音楽がない群と比較して、検査前に音楽を聴いた群は注意力テスト得点が高かったが (音楽の補助効果である可能性が高い)、群、注意力テストに音楽を聴いた群は、得点のばらつきが極めて大きかった。BGM は労働者のパフォーマンスに影響を与えている。
16	Lignell U, Meklin T, Putus T, Vepsäläinen A, et al.	2006	学校における厨房施設の微生物条件が他の施設とどのように異なるかを調べ、職員の状態も調査した。	湿気でダメージを受けた6つの学校と2つの基準学校で微生物調査を行った。	厨房職員の症状を質問紙で調査し、また鼻洗浄液 (NAL) 中の炎症反応を測定した。	湿気によるダメージは、厨房および他の施設の両方で気中微生物濃度を増加させた。呼吸器および全身症状は、湿気のダメージのある環境では厨房労働者および事務員の双方に認められた。

17	Chen YC, Wu YC, Chie WC.	2006	母乳育児に優しい政策と職場関連因子が働く母親の行動に及ぼす影響を評価する	有効な質問票998件を収集し、回収率は75.3%であった。	台湾の大手半導体メーカーでアンケートを用いて、女性従業員の母乳育児行動、育児、および最近生まれた子を育てる際の職場の状態に関するデータを収集した。	調査回答者の66.9%が、平均56日の出産休暇中に最初に母乳を与えていた。授乳室や授乳休憩の提供にかかわらず、事務作業や会社の母乳育児への配慮を知っている作業者を中心に、職場復帰後も母乳育児を続けたのはわずか10%であった。
18	Menzies R, Tambllyn R, Farant JP, Hanley J, et al.	1993	4つのオフィスビルにおける外気供給の変化が労働者のシックハウスの自覚症状と室内環境の認識に及ぼす影響を明らかにする。	4つの建物の1838名の労働者のうち、1546名(84%)が本研究に参加した。	3つの連続する2週間の期間の各々で、各建物の換気システムをランダムに操作して、1回につき1人・1分あたり20または50ft ³ (0.57または1.4m ³)の外気を室内環境に1週間供給した。	外気供給の変化は(換気量の変化)、被験者のオフィス環境の評価または症状と関連しなかった。
19	Bachmann MO, Myers JE.	1995	シックビルディング症候群に典型的な症状、筋骨格症状、および報告された屋内環境曝露、心理状態、労働ストレス、および職場における対人関係の間の関係を明らかにする。	3つの建物の624人の事務所労働者	アンケート調査によって、個人の環境、職場環境、心理社会的項目には皮膚症状などの身体症状を含む、POMS、Karasekの職業性ストレスに基づく仕事関連項目を調査した。	女性は男性よりも、3つの建物すべてにおいてほとんどの症状を訴える傾向が高かった。心理的症状、性別、建物関連疾患の重要な予測因子であることを示している。
20	Razjouyan J, Lee H, Gilligan B, Lindberg C, et al.	2019	オフィス労働者の健康と幸福度(well being)を改善するための戦略における相対湿度(relative humidity, RH)の役割に関する新しい展望を提供する。RHと、ストレス応答、身体活動(Physical activity, PA)、および睡眠の質の関連を調べた。	4つの連邦政府の多様なオフィス労働者グループ(n=134)	胸部に心拍変動モニターを3日間連続で装着させ、同時に、職場のRHと温度を測定した。	勤務時間の大半を30%~60%のRHの条件で過ごした人は、勤務時間の大半を乾燥状態で過ごした人よりも、勤務中のストレスが25%少なかった。RHの最適値が約45%付近の狭い範囲内に存在する可能性を示唆する。
21	Koren K, Pisot R, Šimunić B.	2016	シミュレーションされたオフィスデスク中の非座位のオフィス労働者の作業と運動を同時に分析する	13名(神経筋疾患、心疾患の既往がない)大学職員	酸素摂取量、心拍数、発汗、主観的努力、心拍変動時間と誤り、および約80 Wでの自転車こぎまたははなしての30分間の運動中の認知機能をモニターした。	中等度強度運動は、生理学的応答の増加を示し作業タスク実行時間を増加させるが、エラー率を増加させない。
22	Nayak T, Zhang T, Mao Z, Xu X, et al.	2018	脳波検査(EEG)を用いて記録した脳信号から、異なる室内温度(22.2および30℃)によって起こる誘発されるオフィス作業中のパフォーマンスを予測することを試みた。	7名の被験者	EEG、皮膚温、心拍数、および温度調査質問票を収集した。	EEG パワースペクトル密度(PSD)の有効性は最も高いR ² (>0.70)をもたらした。これは他の生理学的信号を予測因子として用いるよりも17倍高く、より頑健(robust)であることを示した。

10分間の注意力テスト中に音楽を聴き、グループ [b] は全く音楽がなく、グループ [c] は注意力テストの10分前に音楽を聴かせる条件で実施した結果、注意力テスト中に音楽を聴いた群は、得点のばらつきが極めて大きく、BGMは労働者のパフォーマンスに影響を与えていることが示唆された。人の情動に影響する音楽が、必ずしも環境に効果的な影響を与えないといえず、知覚する対象者によっては雑音のような不快な刺激として知覚される可能性があると考えられる。ホテルや病院などの待合室で流される癒し効果を期待したBGMと異なり、作業をしている事務所環境で流されるBGMには、受け取り対象者によっては「騒音」になる可能性がある。

2-2. 温度の影響

Sakellaris IA (2016) らの報告では、主観的IEQと労働者の快適さとの関係を評価したところ、快適性には「騒音」が最も強く影響し、次いで「空気の質」、「光」、「温度」の順であった¹⁾。

高気温または低気温に起因する温度不快感(thermal discomfort)はオフィス労働者の生産性に負の影響を及ぼしていた⁶⁾。この研究では、参加者は、実験室での曝露中に神経行動試験を行い、心拍変動(HRV)および脳波(EEG)を含む生理学的パラメータを測定した。いくつかの主観的評価尺度(Thermal sensation vote(TSV), POMS, Well-being and motivation)を用いて、参加者の気分、幸福感、モチベーション、および作業による負担感を評価した。暑

すぎるという不快感 (warm discomfort) は参加者の幸福感に悪影響を及ぼし、HRVの高頻度 (HF) に対する低頻度 (LF) の比率を増加させることが分かった。このことから、主観的評価尺度は生産性に対する室内環境 (IEQ) の効果を評価する際の神経行動機能尺度の補足として有用であることが示された。事務所環境において温度不快感には個人差があり、労働者の主観的評価に基づいて温度設定をする必要があると考えられる。

2-3. 湿度の影響

学校における厨房施設の環境の湿気に着目して調査した結果、湿気が高い環境では微生物濃度が高く、厨房労働者だけでなく事務員の呼吸器および全身症状を悪化させていた¹⁶⁾。

また、オフィス労働者を対象に勤務時間の大半を30%~60%の相対湿度 (relative humidity, RH) の条件で過ごした人は、乾燥状態で過ごした人よりも勤務中のストレスが25%少ない結果が示され、睡眠の質とも間接的な関連を見出した。さらに、RHの最適値が約45%付近に存在することが示唆されている²⁰⁾。前述した温度と合わせて、適度な湿度の設定が身体と心理の両方の健康維持のために必要である。

2-4. 照明の影響

オフィス環境における昼間の労働時間内の高青色白色光 (blue-enriched white light) への曝露の影響を調査するために、各参加者は2つの照明条件に曝露され、それぞれ4週間継続した。1つは高青色白色光 (17000K)、もう1つは白色光 (4000K) であり、その順序はフロア間でバランスをとり、質問票および評価尺度を用いて8週間の介入期間を通して、覚醒度、気分、睡眠の質、パフォーマンス、精神的努力 (mental effort)、頭痛および眼の緊張、および気分を評価した。その結果、白色光 (4000K) と比較して、高青色白色光 (17000K) は、覚醒 ($P<0.0001$)、陽性気分 ($P=0.0001$)、パフォーマンス ($P<0.0001$)、夕方の疲労 ($P=0.0001$)、易刺激性 ($P=0.004$)、集中力 ($P<0.0001$) および眼の不快感 ($p=0.002$) を改善し、高青色白色光では、昼間の眠気が減少した ($P=0.0001$)、夜間睡眠の質 ($P=0.016$) は改

善していた⁹⁾。

適切な照度だけでなく、高青色白色光 (blue-enriched white light) は白色光 (4000K) と比較して、より効果的であることが示唆された。

2-5. 事務所デザインの影響

「職場デザイン (特に、個人別オフィスと共有オフィスの比較) は労働者の健康に影響するか?」どうかを検証する目的で、2010年から2017年の間に発表された論文に限定されたシステムティック・レビューを実施したところ、各オフィスと比較した共有オフィスまたはオープンプランオフィスの健康への影響を扱った15件の関連研究が同定された。この結果から、個別オフィスと比較して、共有またはオープンオフィススペースは従業員の健康に有益ではなく、スタッフの健康、福利および生産性に有害な影響を及ぼすというこれまでの研究結果と一致していることが明らかにされた⁸⁾。

また、米国のオフィスビルを中心に、主観的に評価した室内環境パラメータと建物の特徴が入居者の満足度に影響することを検討するため、建設環境センターが10年間に351のオフィスビルの52,980人の入居者に実施したウェブ調査のデータを分析した¹²⁾。その結果、最も重要なパラメータは、空間量に対する満足度 (オッズ比OR 1.57, 95%CI:1.55~1.59)、雑音レベル (OR 1.27, 95%CI:1.25~1.29)、視覚的プライバシー (OR 1.26, 95%CI:1.24~1.28) であったことから、オフィスビルの設計者にはこれら3点を配慮した建築が推奨されることが考えられる。オフィス労働者は、窓の近くの個室が与えられたときに、自分の作業空間と建物に最も満足するであろうと示唆している。

2-6. 化学物質の影響

シックハウス症候群 (シックビルディング症候群) は、現代のオフィスビルの労働者の訴える一連の症状に与えられた用語であり、外気の供給が減少したときに建物内から発生する汚染物質の蓄積により起こると仮定されている¹⁸⁾。

シックハウス症候群に典型的な症状、筋骨格症状、および報告された屋内環境曝露、心理状態、労働ストレス、および職場における対人関

係の間の関係を、3つの建物の624人の事務所労働者を対象に調査した研究では、症状の有病率は3つの建物で同様であったが、女性は男性よりも、3つの建物すべてにおいてほとんどの症状を訴える傾向が高く、心理的症状および性別が、シックハウス症状の有意な独立予測因子であることを示した¹⁹⁾。

また、シックハウスの自覚症状と室内環境の関連では、4つのオフィスビルにおける外気供給の変化が労働者の自覚症状と室内環境の認識に及ぼす影響を検討した結果、外気供給の増加は、職場環境に対する労働者の認識やシックハウス症候群の典型症状に影響しなかった報告もみられた¹⁸⁾。

最近、日本では都市ごみ焼却炉 (MSWI) のダイオキシン問題が社会問題となったことから、このストレスの多い出来事が労働者にもたらした影響に関心があり、MSWI労働者のメンタルヘルス状態をオフィス労働者と比較して評価することを意図した研究がある⁵⁾。対象は、2つのMSWI工場および1つの地方自治体の公務員、健康管理に従事していた20人の国家公務員、および55人のMSWI労働者であった (いずれも男性)。被験者に年齢、教育キャリア、および労働スケジュールについてインタビューを実施し、POMS および GHQ30を用いて被験者の気分状態を評価した。POMS は、Tension-Anxiety, Depression-Dejection, および Fatigue レベルが、健康管理作業群で高いことを示した。GHQ30では、全身疾患、社会機能障害、不安・不快気分状態が、健康管理者群で異常に逸脱していることが示された。GHQ30スコアで評価した全身精神衛生状態も、事務労働者群で異常に逸脱した。これらの結果は、健康管理作業者のメンタルヘルス状態はMSWI作業群より悪いことを示した。これは、ダイオキシンに曝露されたのではないかとこの恐怖によって増強されたMSWI作業員のストレスは、行政職員が通常被っているストレスを超えていないことを意味している。

化学物質による症状に対応するには、心理的症状・性別などを考慮して、換気、温度などの環境ストレス因子を適正に保つ必要があると考えられる。

3. 結論

環境ストレス因子としての「騒音」「照明」「温度」の不適切な状態は、労働者の健康状態 (気分、「オフ」感など) を低下させ、間接的にパフォーマンスを低下させることが明らかである。

その中でも、労働者が感じる快適性には「騒音」が最も強く影響しており、仕事の能率性 (パフォーマンス) を低下させることから、最も配慮されなければならない環境ストレス因子である。また、高気温または低気温に起因する温度不快感 (thermal discomfort) はオフィス労働者の生産性に負の影響を及ぼしていたことから、適正な温度設定が必要である。照度が不足した環境は不適切であり、高青色白色光 (blue-enriched white light, 17000K) は、白色光 (4000K) と比較して、良い効果を与えていた。

事務所のデザインについては、環境ストレス因子としての「騒音」「照明」「温度」を適正な状態に保持して、さらにオフィス労働者のパフォーマンスを高める工夫が必要であることが示された。すべての事務所でオープンスペースが有効であるとはいえない。

ヨーロッパ諸国の1,306人のオフィス労働者を対象に健康状態 (1項目)、仕事満足度 (8項目)、感情的幸福 (5項目)、欠勤の自己申告レベル (1項目) について調べたところ、職場環境 (干渉・複雑性・職場での教育) の4条件において、仕事が複雑で双方向のやり取りが増すにつれてその影響は大きい²⁾ことが示唆された。このように職場の条件によって人に与える影響が異なる。

また、職場の環境ストレス因子は、「騒音」「照明」「温度」「湿度」「換気」「化学物質」など複合的である。さまざまな環境ストレス因子と労働者の気分の関係性を検討する場合には、環境ストレス因子の統制と、対象者の文化的背景や個人特性 (ex. 年齢、性別、性格、ストレス耐性)、および労働者の置かれた職場条件 (ex. 職種、労働時間、裁量度、仕事の複雑性、支援の程度) を考慮して検討をする必要があるといえる。

この研究は令和元年度労災疾病臨床研究事業

費補助金 (No.190402-01) により行われた。

引用文献

- 1) Sakellaris IA, Saraga DE, Mandin C, Roda C, Fossati S, de Kluizenaar Y, Carrer P, Dimitroulopoulou S, Mihucz VG, Szigeti T, Hanninen O, de Oliveira Fernandes E, Bartzis JG, Bluysen PM. Perceived Indoor Environment and Occupants' Comfort in European "Modern" Office Buildings: The OFFICAIR Study. *Int J Environ Res Public Health*. 2016 Apr 25;13(5). pii: E444. doi: 10.3390/ijerph13050444. PubMed PMID: 27120608; PubMed Central PMCID: PMC4881069.
- 2) Soriano A, Kozusznik MW, Peiró JM, Mateo C. Mediating role of job satisfaction, affective well-being, and health in the relationship between indoor environment and absenteeism: Work patterns matter! *Work*. 2018;61(2):313-325. doi: 10.3233/WOR-182802. PubMed PMID: 30373981.
- 3) Lamb S, Kwok KC. A longitudinal investigation of work environment stressors on the performance and wellbeing of office workers. *Appl Ergon*. 2016 Jan;52:104-111. doi: 10.1016/j.apergo.2015.07.010. Epub 2015 Jul 25. PubMed PMID: 26360200.
- 4) Chioyenda P, Pasqualetti P, Zappasodi F, Ercolani M, Milazzo D, Tomei G, Capozzella A, Tomei F, Rossini PM, Tecchio F. Environmental noise-exposed workers: event-related potentials, neuropsychological and mood assessment. *Int J Psychophysiol*. 2007 Sep;65(3): 228-37. Epub 2007 May 3. PubMed PMID: 17544162.
- 5) Nakayama O, Ohkuma K. Mental health status of municipal solid waste incinerator workers compared with local government office workers. *Ind Health*. 2006 Oct; 44(4) : 613-8. PubMed PMID: 17085923.
- 6) Lan L, Lian Z, Pan L. The effects of air temperature on office workers' well-being, workload and productivity-evaluated with subjective ratings. *Appl Ergon*. 2010 Dec; 42(1): 29-33. doi: 10.1016/j.apergo.2010.04.003. Epub 2010 May 15. PubMed PMID: 20478555.
- 7) Clohessy S, Walasek J, Meyer C. Factors influencing employees' eating behaviours in the office-based workplace: A systematic review. *Obes Rev*. 2019 Aug 27. doi: 10.1111/obr.12920. [Epub ahead of print] PubMed PMID: 31456340.
- 8) Richardson A, Bitter J, Paterson M, Harding T, Tyler-Merrich G, Kirk R, Reid K, McChesney J. Office design and health: a systematic review. *N Z Med J*. 2007 Dec 15; 130 (1467) : 39-49. Review. PubMed PMID: 29240739.
- 9) Violu AU, James LM, Schlangen LJ, Dijk DJ. Blue-enriched white light in the workplace improves self-reported alertness, performance and sleep quality. *Scand J Work Environ Health*. 2008 Aug; 34(4): 297-306. Epub 2008 Sep 22. PubMed PMID: 18815716.
- 10) Brasche S, Bullinger M, Schwab R, Gebhardt H, Herzog V, Bischof W. Comparison of risk factor profiles concerning self-reported skin complaints and objectively determined skin symptoms in German office workers. *Indoor Air*. 2004 Apr; 14(2) : 137-43. PubMed PMID: 15009420.
- 11) Ishihara I, Ikushima M, Horikawa J, Hara M, Kawamoto R, Murase C, Tashiro T, Tsubui Y, Kawashima M, Kasai H, Yamazaki S, Tajima Y, Kurokawa Y. A very low level of magnetic field exposure does not affect a participant's mental fatigue and stress as much as VDT work. *J UOEH*. 2005 Mar 1; 27(1): 25-31. PubMed PMID: 15794590.
- 12) Frontczak M, Schiavon S, Jans J, Arens E, Zhang H, Wargocki P. Quantitative relationships between occupant satisfaction and satisfaction aspects of indoor environment quality and building design. *Indoor Air*. 2012 Apr; 22(2): 119-31. doi: 10.1111/j.1600-0668.2011.00745.x. Epub 2011 Oct 20. PubMed PMID: 21929547.
- 13) Salamone J, Belussi L, Danza L, Ghellere M, Meroni M. An Open Source "Smart Lamp" for the Optimization of Plant Systems and Thermal Comfort of Offices. *Sensors (Basel)*. 2016 Mar 7; 16(3). pii: E338. doi: 10.3390/s16030338. PubMed PMID: 26959035; PubMed Central PMCID: PMC4813913.
- 14) Pawlaczyk-Luszczynska M, Szymczak W, Dudarewicz A, Sliwińska-Kowalska M. Proposed criteria for assessing low frequency noise annoyance in occupational settings. *Int J Occup Med Environ Health*. 2006; 19(3) : 185-97. PubMed PMID: 17252670.
- 15) Shih YN, Huang RH, Chiang HS. Correlation between work concentration level and background music: a pilot study. *Work*. 2009;33(3):329-33. doi:10.3233/WOR-2009-0880. PubMed PMID: 19759431.
- 16) Lignell U, Meklin T, Putus T, Vepsäläinen A, Roponen M, Torvinen E, Reeslev M, Pennanen S, Hirvonen MR, Kalliokoski P, Nevalainen A. Microbial exposure, symptoms and inflammatory mediators in nasal lavage fluid of kitchen and clerical personnel in schools. *Int J Occup Med Environ Health*. 2005; 18(2): 139-50. PubMed PMID: 16201205.
- 17) Chen YC, Wu YC, Chie WC. Effects of work-related factors on the breastfeeding behavior of working mothers in a Taiwanese semiconductor manufacturer: a cross-sectional survey. *BMC Public Health*. 2006 Jun 21;6:160. PubMed PMID: 16787546; PubMed Central PMCID: PMC1538587.
- 18) Menzies R, Tamblyn R, Farant JP, Hanley J, Nunes F, Tamblyn R. The effect of varying levels of outdoor-air supply on the symptoms of sick building syndrome. *N Engl J Med*. 1993 Mar 25;

- 328(12): 821-7. PubMed PMID: 8441426.
- 19) Bachmann MO, Myers JE. Influences on sick building syndrome symptoms in three buildings. Soc Sci Med. 1995 Jan; 40(2): 245-51. PubMed PMID: 7899936.
- 20) Razjouyan J, Lee H, Gilligan B, Lindberg C, Nguyen H, Canada K, Burton A, Sharafkhaneh A, Srinivasan K, Currim F, Ram S, Mehl MR, Goebel N, Lunden M, Bhargava S, Heerwagen J, Kampschroer K, Sternberg EM, Najafi B. Wellbuilt for Wellbeing: Controlling Relative Humidity in the Workplace Matters for Our Health. Indoor Air. 2019 Oct 30. doi: 10.1111/ina.12618. [Epub ahead of print]
- 21) Koren K, Pišot R, Štambić B. Active workstation allows office workers to work efficiently while sitting and exercising moderately. Appl Ergon. 2016 May; 54:83-9. doi: 10.1016/j.apergo.2015.11.013. Epub 2015 Dec 22.
- 22) Nayak T, Zhang T, Mao Z, Xu X, Zhang L, Peng DJ, Dong B, Huang Y. Prediction of Human Performance Using Electroencephalography under Different Indoor Room Temperatures. Brain Sci. 2018 Apr 23; 8(4): pii: E74. doi: 10.3390/brainsci8040074.

うらかわ かよこ	順天堂大学保健看護学部教授 順天堂大学医学部衛生学講座 協力研究員
よこやま かずひと	国際医療福祉大学大学院医学 研究科公衆衛生学専攻教授 順天堂大学医学部衛生学講座客 員教授
むとう ごう	北里大学医学部衛生学講師

遠隔機器を用いた労働者の健康管理：産業保健領域における 遠隔機器を用いた健康管理のシステマティックレビューと 遠隔産業医面接に関する法制度の現状

Workers' Health Management by Using Remote Devices: Systematic Review of Health
Management by Using Remote Devices in Occupational Health and Current Status of
Legal System for Remote Occupational Interviews

神田橋 宏 治
石 澤 哲 郎
梶 木 繁 之
武 藤 剛
守 田 祐 作
大 神 明

＜ 要 約 ＞

遠隔機器を用いた産業場面での健康管理の中で、特に労働者の健康管理に資する現在までの知見をシステマティックレビューの形式で整理した。和文は医学中央雑誌web版を、英文はPubMedを使用し、和文は「産業保健」もしくは「産業衛生」と「面接」もしくは「面談」と「遠隔」を、英文は「Occupational Health」and「Telehealth」を検索キーワードとし、2000年以降の総説、原著論文、症例報告・事例および学会報告に限って検索した。結果、和文15本、英文18本の計33本を組み入れた。遠隔機器を用いた健康管理では、減量支援やメンタルヘルス対策において一部効果が報告されているものの、効果検証を行った報告は少ないことが明らかとなった。さらに、産業医等の医療職による遠隔面談（面接）については、ストレスチェックや過重労働について幾つかの指針が示されているものの、その他については明文化されたものはなく、医療サービスなどの周辺領域で適用されている法令な

神田橋宏治：日本産業衛生学会 遠隔産業衛生研究会
石澤 哲郎：日本産業衛生学会 遠隔産業衛生研究会
梶木 繁之：日本産業衛生学会 遠隔産業衛生研究会、産業医科大学 産業生態科学研究所
産業保健経営学
武藤 剛：日本産業衛生学会 遠隔産業衛生研究会、北里大学 医学部衛生学
守田 祐作：日本産業衛生学会 遠隔産業衛生研究会、産業医科大学 産業生態科学研究所
健康開発科学
大神 明：日本産業衛生学会 遠隔産業衛生研究会、産業医科大学 産業生態科学研究所
作業関連疾患予防学

どを参考に、企業毎で運用に関するルールを制定することが望まれる。さらに、産業保健分野での法制度の整備や学会のガイドラインなどの発行も期待される。

キーワード：遠隔産業保健、遠隔面接、遠隔健康管理、オンライン診療、occupational health、telehealth、telemedicine

I はじめに

日本産業衛生学会 遠隔産業衛生研究会では、「遠隔産業衛生」を「空間・時間的距離のある2点を結びつける機器（デバイス、ネットワーク）を活用した産業衛生活動」と定義している。遠隔産業衛生がカバーする範囲は、作業環境管理、作業管理、健康管理等多岐にわたるものの、これまで遠隔産業衛生の有用性に関する報告は少ない。その背景には、体重減量、行動変容などの健康管理について、必ずしも人間が介在する必要がないことも理由として挙げられる。さらにIT機器などの進歩でこれまで「現地・現実・現物」にて行われてきた産業保健活動にも変化が起き始めている。特に産業医の遠隔医師面接はすでにストレスチェックや過重労働面談などでも一部行われている。これらの遠隔面接指導は特に遠方の事業場で働く労働者に対して時間の節約という点で大きな利益をもたらしており、今後これらの活動は、会議への参加や職場巡視、健康相談などへの発展も予想される。さらに保険者が実施する特定保健指導や一般的な医療行為（診療行為）等、産業保健に隣接する分野においては、遠隔による指導や医療面接において、遠隔技術を有効活用する方向で議論が進められている。

一般診療分野では、平成30年度の診療報酬改定で初めてオンライン医学管理料が新設され、同年に「オンライン診療の適切な実施に関する指針について」（平成30年3月30日付け医政発0330第46号厚生労働省医政局長通知、以下「オンライン診療指針」）が公表された。またオンライン診療指針により、名称が従来の「遠隔診療」から「オンライン診療」に変更されている。2020年2月現在、実施件数は少ないものの、本格的にオンライン診療を実施できる素地が徐々に整いつつある。一方で産業保健活動の分野においても、働き方改革による労働時間規制の強化やストレスチェック義務化などに伴い、遠隔産業医面接のニーズが急速に高まっている。しかし、現時点では遠隔産業医面接に関連した法令や指針は極めて少なく、「法的に遠隔産業医面接が可能か」、「どのような手段や実施体制が必要か」といった点について、ほとんど議論がなされていない。

そこで本稿では、産業保健の健康管理について遠隔機器の有用性に関する論文を網羅的に抽出し、目的・面接指導の実施者・対象者・実施手段・これまでに判明している効果の視点で知見を整理する。また、法制度については、遠隔産業医面接に関する現在の法制度的状況および今後の論点について、オンライン診療など周辺領域の法制度についても紹介しつつ考察する。

Ⅱ 方法

Ⅱ－１ 産業保健に関する遠隔面接・指導もしくは労働者向けの遠隔技術を用いた健康管理サービス（面接・面談の補助や代理手段として活用可能なもの）のシステマティックレビュー

和文論文の検索は、2019年12月23日に医学中央雑誌web版を、英文論文の検索は、2019年12月24日に文献データベース MEDLINE (PubMed) を使用してそれぞれ行った。論文の検索期間は2000年以降とし、和文検索式は（「産業保健」もしくは「産業衛生」と（「面接」もしくは「面談」）と「遠隔」とし、論文の種類を総説、原著論文、症例報告・事例および学会報告に限って検索した。英文論文の検索式は（(Occupational Health) and (Telehealth)）とし総説、原著論文、症例報告・事例および学会報告に限って検索した。検索した論文のタイトル、抄録および本文を共著者らが精読し、以下の基準を満たす論文を組み入れた。

和文論文の適格基準は、日本語で書かれていて、①産業保健分野の取り組みであり、②労働者に関連する面接・面談について記載されていることもしくは、③産業保健スタッフが関わっていないものの、労働者を対象にした健康管理サービスで面接・面談の補助（オプション）や代理手段として活用可能なもの、とした。英文論文の適格基準は英文で書かれていて、①産業保健分野の取り組みであり、②労働者に関連する面接・面談について記載されていることもしくは、③産業保健スタッフが関わっていないものの、労働者を対象にした健康管理サービスで面接・面談の補助（オプション）や代理手段として活用可能なもの、とした。適格基準に該当するかどうか判断に迷うものについては、共著者全員で組み入れ・除外の検討、判断を行った。組み入れられた論文は、1) 目的、2) 面接指導（もしくは健康管理サービス）の実施者、3) 面接指導（もしくは健康管理サービス）の対象者、4) 用いられる機器やアプリケーションの視点、5) 遠隔機器を用いた健康管理の効果ごとに整理した。

Ⅱ－２ 遠隔産業医面接に関する法制度の現状とまとめ

法務博士（司法試験合格）と産業医の資格を有する共著者1名が実施した。対象となる法制度は、「医療者（医師以外も含む）による遠隔面接」全般に関する日本国内の関連法令および通達、通知、事務連絡、指針、ガイドラインおよび関連文献とし、1997年以降に公表されたものとした（法令は除く）。選択した法令等の適用妥当性については他の共著者全員の合意があるものとした。

Ⅲ 結果

Ⅲ－１ 産業保健に関する遠隔面接・指導もしくは労働者向けの遠隔技術を用いた健康管理サービス（面接・面談の補助や代理手段として活用可能なもの）のシステマティックレビュー

産業保健に関する遠隔面接・指導もしくは労働者向けの遠隔技術を用いた健康管理サービス

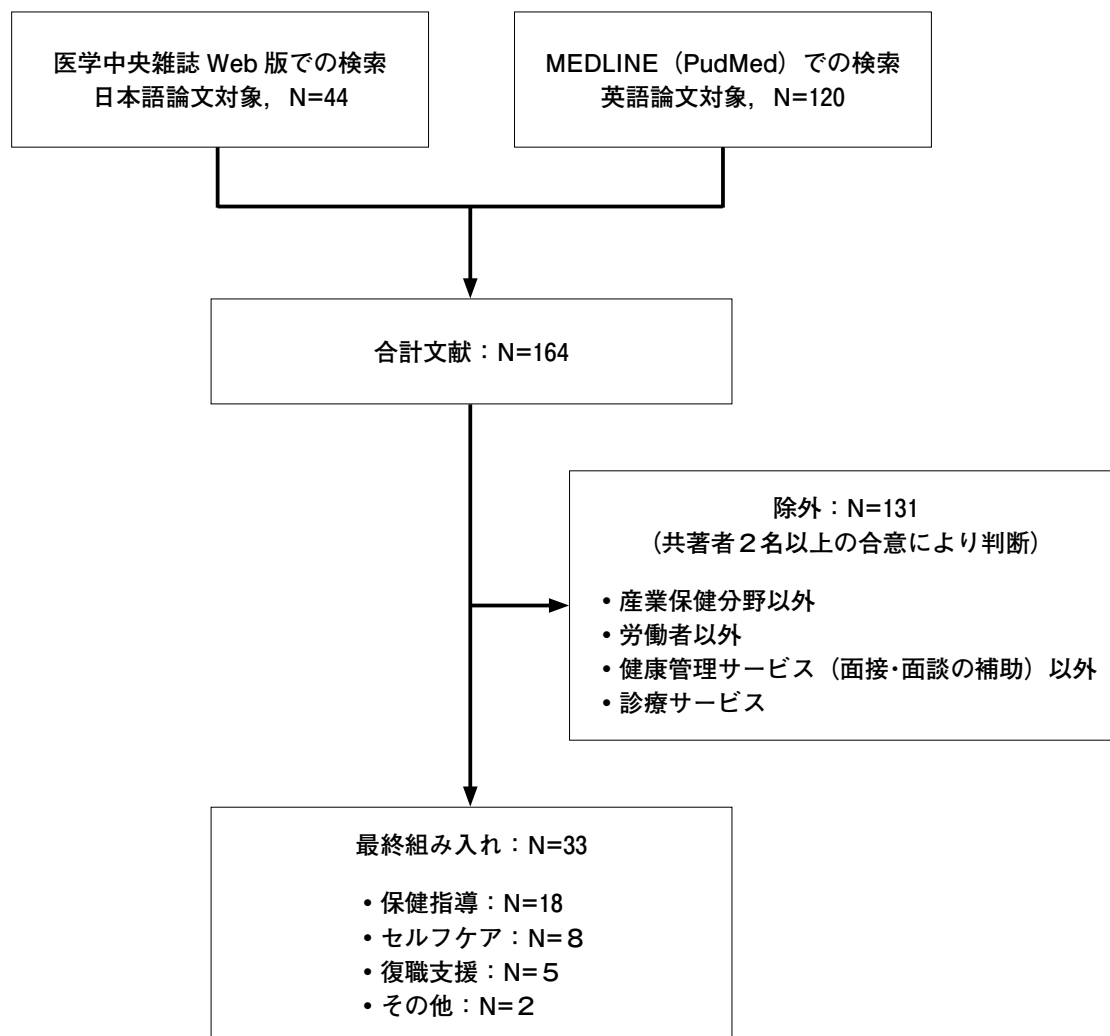


図1 対象論文の選定フロー

についての論文検索の結果、2つのデータベースから164本の論文が検索され（和文44本、英文120本）、最終的に33本（和文15本、英文18本）が本レビューに採用された（図1）。

Ⅲ－１－(1) 遠隔機器を用いる目的

遠隔機器を用いる目的で整理すると、「医療職が介入しないe-ラーニングやセルフケアアプリを用いたセルフケア」、「医療職との双方向コミュニケーションが行われる医療相談（保健指導）」、「復職支援に関連したもの」の3パターンが確認された。具体的には保健指導が18本、セルフケアが8本、復職支援に関するものが5本、その他が2本であった。遠隔機器を用いた介入の目的としては、保健指導が最も多く（18本）、その内7本が学会発表の抄録で、その他に遠隔保健指導の法的検討¹⁾、遠隔保健指導の事例報告^{2,3)}、肥満予防のための遠隔保健指導の課題⁴⁾、遠隔認知行動療法を受けた人の感想に関する質的研究⁵⁾、遠隔機器を用いた保健指導の

効果検証を行ったランダム化比較試験（RCT：5本）であった。

セルフケア8本の内訳はメンタルヘルスの向上を目的としたものが5本⁶⁻¹⁰⁾と半数以上を占め、疲労軽減を目的としたものが2本^{11,12)}、筋骨格系のセルフケアが1本¹³⁾であった。

復職支援は6本で、内訳は産業医を対象とした遠隔面接の意識調査の学会発表（抄録）¹⁴⁾、Web会議システムを用いた遠隔面接の事例報告¹⁵⁾、産業保健専門家による復職面談のスーパーバイズの実態報告¹⁶⁾などで、遠隔面接の効果を記した文献は少なかった。

TV面談システムによる面接において、相談者の応答時間を比較した研究では、メンタル不調者の応答時間は長かったものの有意差は見られず、また対象人数も限定されていた¹⁷⁾。病院の専門看護職がインターネットを用いて行う介入プログラム（復職支援）のプロトコル論文¹⁸⁾が報告されていた。繰り返し休業する労働者への復職支援のe-ラーニングによる介入効果を検証した論文（RCT）が存在した¹⁹⁾。

Ⅲ－１－(2) 面接指導の実施者

面接指導の実施者は大きく3群にわけられた。1群目は「ほぼ人間が介入しないプログラムや人工知能（AI）による面接指導」、2群目はそういった「プログラムに人間による面接指導や促しを組み合わせるもの」、3群目は「人間だけが行うもの」であった。

1群目として全自動化されたプログラムによるものが3本あり、これらはすべて海外の文献であった^{7, 9, 11)}。そのうち1本は週1回、自傷リスク等の確認のためにスタッフが電話連絡を行っていた⁷⁾。また上記プログラム以外として、本邦のうつ病教育用Webサイトを労働者が閲覧し自主学習することで、抑うつ症状やワーク・エンゲージメントが改善していた¹⁰⁾。

2群目としてWebを用いたプログラム等に専門職の面接を組み合わせたものが10本あり^{4, 6, 8, 10, 13, 18-20, 31, 32)}、これらは専門職の関与の程度も様々であった。例えば、病欠欠勤の多いグループを、自動化されたプログラムによる「e-health」、それに産業医の面談を加えた「e-health＋産業医による面談」、「無介入」の3群に分け介入を行った論文では、病欠を減らすことにe-healthは無効であり、産業医を実際に訪れた労働者が少なかったため、「e-health＋産業医」の効果は評価不能であるとする研究があった¹⁹⁾。一般のオフィスワーカーを対象に行った研究では、ネット上の認知行動療法（iCBT）と専門家による毎週の宿題提出およびフィードバックが1年後のうつ病の新規発症を有意に減らしたとする報告（RCT）があった¹⁰⁾。これら「web＋専門職による面接」を組み合わせた論文において面接者を職種別に分類すると、産業医1本¹⁹⁾、看護職2本^{18, 32)}、心理療法家4本^{6, 8, 10, 31)}、不明が2本^{4, 20)}であった。

3群目として純粋に人間の面接者だけが行っていると判断された論文は19本挙げられた。このうち実施者は産業医が8本^{1, 14-16, 21-23, 33)}と最も多く、次に保健師・看護職が7本^{2, 21, 24-28)}、その他は心理療法家や家庭医、資格不明などであった。この群の特徴としては日本における産業医が行う法定の従業員面談ならびに保健師による従業員の保健指導に関する論文が多いことであった。欧米における産業医・家庭医による面談のうち2本は現状報告に関するもので、少な

い医療スタッフで国全体の産業保健をどう賄うかというイギリスからの提言²⁹⁾とアメリカ退役軍人会で、産業医を対人業務の実施者ではなく、「面談を担当する医師に対するコンサルタント」として使うことで再就職の支援がうまくいったという報告であった¹⁹⁾。

産業医や保健師が行う遠隔面接指導の効果や条件を検証するという取り組みは、本邦独自のやり方で国際的な趨勢としては、何らかの web-based のプログラムに加えて専門家による遠隔面接指導やメールによる行動変容の促しという研究のプロトコル論文が多く発表されていた。

Ⅲ－１－(3) 対象者

遠隔機器を用いた面接や指導の対象者については労働者である場合の他、医療者等に助言やコンサルトを行うといった形での使用に関する論文が見られた。

Ⅲ－１－(3)－ア 労働者を対象とする場合

レビュー論文では大半が、対象者として一般的な労働者を設定していた。その内訳は、労働者一般を対象とし種々の疾病の１次予防（罹患予防）を行う場合や、治療中の労働者を対象として２次予防（重症化予防）や治療効果の増強を行う場合、そして治療休業中の労働者を対象として３次予防（職場復帰支援等）を行う場合に大別された。１次予防と２次予防あわせて29本、３次予防が２本であった。疾病の種類として、１次予防・２次予防は、肥満をはじめとする生活習慣病^{2, 3, 21, 24, 26-28, 30, 32)}、メンタルヘルス不調^{5-10, 15, 17, 19, 25, 31, 33)}、筋骨格系疾患¹³⁾が、３次予防は、メンタルヘルス不調¹⁴⁾、がん¹⁸⁾が挙げられた。

労働者の職種としては、調査フィールドとして大企業を設定している論文が多かったが、特に、遠隔機器を用いる利点を活かせる事例として、通常の枠組みでは産業保健サービスが届きにくい中小事業場労働者を対象としたもの^{21, 29)}や、陸上のトラック運転手¹²⁾、航空機のパイロット¹¹⁾といった遠隔地への移動のため拠点を継続的に産業保健サービスを提供することが物理的に困難な職種を対象としたものが散見された。わが国で以前より行われていた海外拠点に勤務する労働者に対する国際間遠隔機器活用の報告文献も見られた³⁾。また多くの文献は、企業のフルタイム労働者を対象として実証をしていたが、同様に遠隔機器を用いる利点を活かし、短時間や単発、季節性労働者といった常勤体制でない労働者を対象とするなど、雇用形態によらず機器を活用するものも見受けられた^{12, 20)}。またスマートフォンやインターネットによる何らかの介入指導を行うタイプの機器は、必然的にそれらの機器の使用に慣れている労働者が対象となりやすく、場合によってはこれらの機器活用にサポートを要することも考えられた。一般的に若年層のほうがこれらの機器に親和性が高いとされるが、50～60歳であれば、高年齢労働者でも遠隔機器の活用が見込める²⁴⁾といった海外文献もみられた。

Ⅲ－１－(3)－イ 医療職を対象とする場合

遠隔機器を活用することで、産業保健スタッフと医療職（主に産業保健になじみのうすい臨

床側医療職)の連携を実現し、医療機関の現場から産業保健サービスの一部を患者(労働者)に提供し得よう意図したアメリカからの文献が存在した¹⁹⁾。

Ⅲ－１－(4) 面接指導に用いられる機器やアプリケーション

今回の結果では、電話による対応^{5, 16, 20, 24)}とインターネット上のWebサイトに利用者のパソコンやスマートフォンからアクセスし支援者(臨床心理士、精神科医、一般臨床医; general practitioner、産業医など)がメールベースでサポートを行う取り組み^{6-8, 11, 13, 16, 18, 19, 30, 31)}が数多く紹介されていた。またウェアラブル機器を装着し活動量を記録しながらその情報をもとに遠隔でカウンセリングを行う取り組みも報告されていた²⁰⁾。2000年代は主に電話による遠隔サポートについての報告が多かったものの、2010年代になるとインターネット環境下でパソコンやスマートフォンを用いたサポートの事例が多くなる傾向が見られた。

日本国内では、40歳未満の肥満者(男性)に対し、「集団教育とマンツーマンの保健指導、その後毎月の電子メールによる励ましと体重入力(Web上)を行う群」と、それらに加えて「少人数でのセッションと計4回の電話・電子メールによる支援を行う群」を比較した論文で、3ヶ月後に有意な体重減少が見られたとの報告があった³²⁾。また海外(ドイツ)においても、電話による継続的なコーチングにより肥満が解消したとの報告がなされた²⁴⁾。

国内においては医師(産業医)及び看護職(産業看護職)などによる遠隔地の従業員に対する面接指導や保健指導などの事例が報告されていた^{15, 26, 33)}。特に近年の情報通信機器の発達に伴い、電話に加えてWeb会議システムを用いた面接事例の報告が散見された。また、電子メールを用いた特定保健指導後の事後措置の事例も報告されていた。メンタルヘルスのセルフケアのツールとして東京大学の「うつめど。」(<http://www.utsumed-neo.xyz/>)などインターネットを経由したWeb上のツールも開発されていた¹⁰⁾。海外では専門職による面接指導は、Web上で本人が自主的に取り組んだ内容に対するフィードバックの一部として行われるか、期限をすぎた場合のリマインドメッセージを送る機能と共に行われていた^{6, 8, 11, 13, 18, 19, 30)}。インターネット通信網などを利用し、スマートフォンやパソコンの通信機能を用いて面接指導を行っている事例は確認されなかった。

Ⅲ－１－(5) 遠隔機器を用いた健康管理の効果

論文数は少ないものの、遠隔機器を用いた健康管理の効果をRCTで評価した論文(文献)が存在した。

電話による保健指導の効果をRCT(2群比較)で検証した論文では、コントロール群(体重測定のみ)と比較して介入群では有意に減量効果が見られた²⁴⁾。電話による保健指導(電話群)、インターネットを用いた保健指導(インターネット群)、減量パンフレット配布のみ(コントロール群)の3群の減量効果を比較したRCT(3群比較)では、介入後12ヶ月で電話群では0.2kg、インターネット群では0.8kg、コントロール群よりも体重が減少していた(統計的有意

差なし)³⁰⁾。集団保健指導と電話やメールの支援（電話メール追加群）、集団保健指導（集団指導群）、何もしない（コントロール群）のRCT（3群比較）では、12週間でコントロール群と比べて集団指導群で2.2kg、電話メール追加群で4.3kgと有意な体重減少を認めた（統計的有意差あり）³²⁾。

身体活動量向上のため身体活動量計を遠隔モニタリングし、遠隔カウンセリングを行ったRCT（2群比較）では、コントロール群と比較し、介入群では身体活動量の向上は認めなかった²⁰⁾。

Webで行う減酒支援介入（e-ラーニング）のRCT（2群比較）では、Webの減酒支援に精神科医の遠隔コーチングの支援を付与した場合とそうでない場合のいずれも、コントロール群に比べて6週間後と6ヶ月後で飲酒量が有意に減少した。精神科医の遠隔コーチングはあった方がe-ラーニングの実施率は高いものの、コーチングなしと比べて減酒量には有意な差は見られなかった³⁴⁾。

7週間にわたりWeb上でのストレスマネジメント教育の効果を見たRCT（2群比較）では、コントロール群と比較して介入群では、介入直後（7週間後）と6ヶ月後のPSS-10（Perceived Stress Scale）が有意に改善していた³⁵⁾。

6週間にわたり問題解決技法や認知療法をWeb上で学習するHappy@Work（RCT：2群比較）では、学習直後、6ヶ月後、12ヶ月後において、従来の企業におけるケア（コントロール群）と比較し、介入群ではCES-D（抑うつ度）やMBI（バーンアウト尺度）、欠勤日数に有意な差は見られなかった^{8, 36, 37)}。

Web上の認知行動療法プログラム（iCBT）とWebページ学習（うつめど。）に関するRCTが紹介されていた¹⁰⁾。iCBTは半年間のRCT（2群比較）で、抑うつ症状の改善³⁸⁾、1年後のうつ病新規発症を有意に減少させ³⁹⁾、ワーク・エンゲージメントも有意に向上させた⁴⁰⁾。「うつめど。」は、過去1ヶ月以内にうつ病などで病院を受診した人に対し、4ヶ月間の介入を行い1ヶ月後の抑うつ症状を有意に改善させ⁴¹⁾、ワーク・エンゲージメントの低い労働者のワーク・エンゲージメントを改善させた⁴²⁾。

復職支援として、繰り返し休業する労働者へ「従来のケアに加えて復職支援のe-ラーニングを行う（介入群）」と「従来通りのケア（コントロール群）」を比較したRCT（2群比較）では、病気休業の頻度に有意な減少は認めなかった¹⁹⁾。

Ⅲ－２ 遠隔産業医面接に関する法制度の現状とまとめ

Ⅲ－２－(1) 遠隔産業医面接と医師法第20条の関係

一般診療であるか産業保健活動であるかにかかわらず、医師が遠隔面接を実施する際に第一に問題となるのは、無診察での治療や書面の交付を禁止する医師法第20条との関係である。この規定は、医療が危険を内在するものであり、診察せずに治療を行うことは予期せぬ健康被害を発生させるおそれがあるため、これを回避することを目的としたものである。つまり、非対

面で実施される遠隔産業医面接が医師法第20条に規定される「診察」に該当せず、なおかつ治療や書面の交付を行う「医療行為（医行為）」であるとすれば、当該面接は違法となる可能性がある。

医師法第20条：医師は、自ら診察しないで治療をし、若しくは診断書若しくは処方せんを交付し、自ら出産に立ち会わないで出生証明書若しくは死産証書を交付し、又は自ら検案をしないで検案書を交付してはならない。但し、診療中の患者が受診後二十四時間以内に死亡した場合に交付する死亡診断書については、この限りでない。

なお、医師法第20条等における「診察」とは、「問診、視診、触診、聴診その他手段の如何を問わないが、現代医学から見て、疾病に対して一応の診断を下し得る程度のもの」をいう（平成9年12月24日付け健政発第1075号厚生省健康政策局長通知）。また、「医療行為」については法律上明確な規定はないが、通達等では「医師の医学的判断及び技術をもってするのでなければ人体に危害を及ぼし、又は危害を及ぼすおそれのある行為」と定義されている（平成17年7月26日付け医政発第0726005号厚生労働省医政局長通知）。さらに、仮に遠隔産業医面接が医療行為に該当する場合は、医療行為の実施できる場所を定めた医療法の規定との関連も問題となる。

医療法第1条の2第2項：医療は、国民自らの健康の保持増進のための努力を基礎として、医療を受ける者の意向を十分に尊重し、病院、診療所、介護老人保健施設、介護医療院、調剤を実施する薬局その他の医療を提供する施設（以下「医療提供施設」という。）、医療を受ける者の居宅等（居宅その他厚生労働省令で定める場所をいう。以下同じ。）において、医療提供施設の機能に応じ効率的に、かつ、福祉サービスその他の関連するサービスとの有機的な連携を図りつつ提供されなければならない。

しかし、産業医の職務は医師法ではなく労働安全衛生規則第14条で規定されており、学校保健安全法施行規則第22条で規定されている学校医業務などと同様に、その職務は医師法が規制する診療や治療などの医療行為に該当しないと解釈されている。また、実際の業務内容としても、産業医業務は保健衛生活動が中心であり、医療行為のような「人体に危害を及ぼすおそれのある行為」とはいえない。「産業医業務が医療行為ではない」ことを明示的に定めた法律や通達は認めないが、例えば日本医師会が作成した、日本医師会医師賠償責任保険制度および産業医・学校医等の医師活動賠償責任保険に関する資料では、「日医医賠償保険は、医療行為によって生じた身体の障害について損害賠償請求された場合を補償の対象としているため、産業医や学校医等の活動において医療行為以外とされたものについては補償の対象とはならず、保険金が支払われない。」と明記されている⁴⁴⁾。またオンライン診療指針においても、遠隔産業医面接は医療行為である「オンライン診療」ではなく、「遠隔健康医療相談（医師）」の一つとして例示されている。

以上より、遠隔産業医面接は原則として医療行為に該当しないため、非対面診療の禁止を定めた医師法第20条との関係でただちに違法となるものではない。

Ⅲ－２－(2) オンライン診療に関する法制度的規制

次に、遠隔産業医面接と対比するため、ここ数年で議論が進んでいるオンライン診療についての法制度的状況を解説する。まず、オンライン診療指針におけるオンライン診療の定義は、「遠隔医療のうち、医師－患者間において、情報通信機器を通して、患者の診察及び診断を行い、診断結果の伝達や処方等の診療行為を、リアルタイムにより行う行為」とされている。遠隔産業医面接と異なり、オンライン診療が医療行為であり医師法第20条の適用を受けることには争がないため、オンライン診療の法的論点としては、情報通信機器を用いた医師面接が同条の「診察」に該当するか否かが問題となってきた。

まず、情報通信機器を用いたオンライン診療の是非について、初めて厚生労働省の判断が示されたのは平成9年の通知（平成9年12月24日付け健政発第1075号厚生省健康政策局長通知）である。本通知により、「直接の対面診療による場合と同等ではないにしてもこれに代替し得る程度の患者の心身の状況に関する有用な情報が得られる場合には、遠隔診療を行うことは直ちに医師法第20条等に抵触するものではない」との解釈が示された（平成15年、平成23年および令和元年に一部改正）。ただし、留意事項として「初診及び急性期の疾患に対しては、原則として直接の対面診療によること」といった記載があることに加え、オンライン診療が可能な事例として以下の2つが挙げられており、それ以外のケースでオンライン診療が実施可能かどうか明らかではなかった。

*平成9年12月24日付け健政発第1075号厚生省健康政策局長通知の一部を引用

ア 直接の対面診療を行うことが困難である場合（例えば、離島、へき地の患者の場合など往診又は来診に相当な長時間を要したり、危険を伴うなどの困難があり、遠隔診療によらなければ当面必要な診療を行うことが困難な者に対して行う場合）

イ 直近まで相当期間にわたって診療を継続してきた慢性期疾患の患者など病状が安定している患者に対し、患者の病状急変時等の連絡・対応体制を確保した上で実施することによって患者の療養環境の向上が認められる遠隔診療（例えば別表に掲げるもの）を実施する場合

実際のところ、平成9年に上記通知が出された当時は情報通信機器の性能が不十分であったため、デバイスなどのリソース面からも、対面診療に代替し得る程度の情報を得られるようなオンライン診療を実施するのは困難であった。しかし、その後の情報通信技術の発達により、対面診療を代替し得るオンライン診療が技術的には可能となったため、オンライン診療が許容される状況について、より具体的な判断が求められるようになった。これに対し、平成27年の厚生労働省事務連絡（平成27年8月10日付け事務連絡厚生労働省医政局長通知）において、以

下の2点の判断が示された。

＊平成27年8月10日付け事務連絡厚生労働省医政局長通知の一部を引用

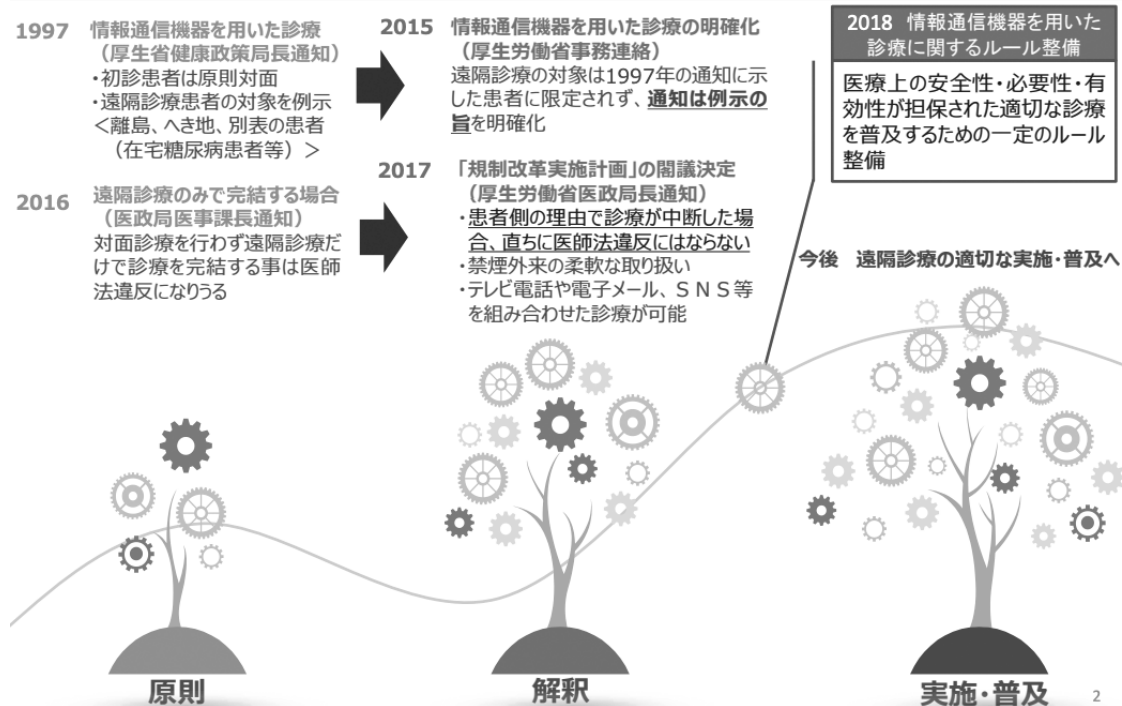
- ・平成9年の通知にある「離島、へき地の患者の場合」などの文言は例示であり、記載以外の患者を対象としても適用し得ること
- ・「患者側の要請に基づき、患者側の利点を十分に勘案した上で、直接の対面診療と適切に組み合わせて行われるときは、遠隔診療によっても差し支えないこととされており、直接の対面診療を行った上で、遠隔診療を行わなければならないものではない」こと

この事務連絡により、オンライン診療が多くの疾患を対象とし得ること、必ずしも初診時の対面診療は必須ではないことが明らかになった。そしてこれ以降、様々なオンライン診療関連サービスが開発・提供されるようになった。一方で、一部の医療機関では「SNSによる情報だけで薬を処方する」といった不適切なサービスが行われるようになり、オンライン診療の乱用による患者への不利益が懸念されるようになった。そのため、平成28年には東京都福祉保健局医療政策部医療人材課長による照会に対し、「電子メール、SNS等の文字及び写真のみによって得られる情報により診察を行うもので、直接の対面診療に代替し得る程度の患者の心身の状況に関する有益な情報を得られないと考えられる場合」また「対面診療を行わず遠隔診療だけで診療を完結させるものである場合」は医師法第20条違反になりうる、との回答も出されている（平成28年3月18日付け医政医発0318第7号厚生労働省医政局医事課長通知）。なお、これらの通達や事務連絡において、治療期間全体を通じて対面診療を全く実施しない、いわゆる完全オンライン診療は原則として認められていなかった。しかし、平成29年の通知（平成29年7月14日付け医政医発0714第4号厚生労働省医政局長通知）で以下の例外が具体的に示され、保険者が実施する禁煙外来など一部の分野に限定し、初診も含めたオンライン診療が明確に許容されるようになった。

＊平成29年7月14日付け医政医発0714第4号厚生労働省医政局長通知の一部を引用

- ・保険者が実施する禁煙外来については、定期的な健康診断・健康診査が行われていることを確認し、患者側の要請に基づき、患者側の利益と不利益を十分に勘案した上で、医師の判断により、直接の対面診療の必要性については柔軟に取り扱っても直ちに医師法第20条等に抵触するものではないこと。
- ・患者側の理由により診療が中断し、結果として遠隔診療のみで診療が実施された場合には、直接の対面診療が行われなくとも直ちに医師法第20条等に抵触するものではないこと。
- ・当事者が医師及び患者本人であることが確認できる限り、テレビ電話や、電子メール、ソーシャルネットワーキングサービス等の情報通信機器を組み合わせた遠隔診療についても、直接の対面診療に代替し得る程度の患者の心身の状況に関する有用な情報が得られる場合には、直ちに医師法第20条等に抵触するものではないこと。

情報通信機器を用いた診療と「医師法第20条無診察診療の禁止」（1948年）に関するこれまでの経緯



「情報通信機器を用いた診療に関するガイドライン作成検討会」資料より⁴⁵⁾

図2 情報通信機器を用いた診療と医師法第20条に関する経緯

このように、オンライン診療に関する法制度的状況は、医師法第20条の解釈に関する厚生労働省からの通知や事務連絡を中心に変遷してきた。一方で、今後の更なる普及・推進のためには、医療上の安全性・必要性・有効性が担保された適切なオンライン診療を普及させていく必要があり、一定のルール整備が求められていた。そのため平成30年2月から厚生労働省の「情報通信機器を用いた診療に関するガイドライン作成検討会」で検討がなされ、同年3月にオンライン診療指針が公表された⁴⁵⁾。今後のオンライン診療については、オンライン診療指針に基づいて適法性が判断されることが期待されている（オンライン診療指針策定の経緯については図2を参照）。一方で、オンライン診療指針の公表後も「初診時の対面診療なしでED治療薬がオンライン処方される」などの不適切なオンライン診療がなされている実態があったため、より安全・有効なオンライン診療が実施されるように指針の明確化をすることを目的に、令和元年7月に指針の一部が改訂された（令和元年7月31日付け医政発0731第7号厚生労働省医政局長通知）。また本改訂により、保険者以外の実施主体による禁煙外来やアフターピル処方などについて、条件付きながら対面診療不要なオンライン診療行為は拡大されている。

Ⅲ－２－(3) 遠隔産業医面接に関連する法制度的規制

これまでに述べた通り、オンライン診療についてはここ数年で急速に法制度が整備されつつ

ある。一方で、産業保健分野である遠隔産業医面接については、いまだ十分な検討がなされていない。現時点で参照できる遠隔産業医面接に関する法制度的規制は、以下の2点のみである。

1) オンライン診療指針

オンライン診療指針では、遠隔医療を「情報通信機器を活用した健康増進、医療に関する行為」と定義し、「オンライン診療」、「オンライン受診勧奨」、「遠隔健康医療相談（医師）」、「遠隔健康医療相談（医師以外）」の4つに分類している（表1）。そして産業医の業務に関する遠隔面接は、「遠隔医療相談（医師）」に例示として挙げられている。

遠隔健康医療相談（医師）：遠隔医療のうち、医師－相談者間において、情報通信機器を活用して得られた情報のやりとりを行い、患者個人の心身の状態に応じた必要な医学的助言を行う行為。相談者の個別的な状態を踏まえた診断など具体的判断は伴わないもの。

別表記載の通り、遠隔健康医療相談（医師）にはオンライン診療指針が原則として適用されないことが明記されている。そのため、例えばオンライン診療では必須である情報通信手

表1 オンライン診療指針 別表

別添 オンライン診療・オンライン受診勧奨・遠隔健康医療相談で実施可能な行為（対応表）

	オンライン診療	オンライン受診勧奨	遠隔健康医療相談（医師）	遠隔健康医療相談（医師以外）
指針の適用	○	○（一部適用外）	×	×
情報通信機器を通じた診察行為	○	○	×	×
情報通信手段のリアルタイム・同時性（視覚・聴覚情報を含む。）	○ （文字等のみ不可）	○ （文字等のみ不可）	— （必須ではない）	— （必須ではない）
初診	×	○	—	—
処方	○	×	—	—
受診不要の指示・助言	—	○	○	○
一般的な症状に対する り患可能性のある疾患名の列挙	—	—	○	○
患者個人の状態に対する り患可能性のある疾患名の列挙	○	○	×	×
一般用医薬品の使用に関する助言	○	○	○	○
患者個人の心身の状態に応じた 医学的助言	○	○	○	×
特定の医療機関の紹介	○	○	○	○

「オンライン診療の適切な実施に関する指針」（平成30年3月（令和元年7月一部改訂）厚生労働省）より
 ※なお、本論文が公開される2020年5月現在、新型コロナウイルス感染症の感染拡大に関連した時限的・特例的な取り扱いとして、オンライン診療の規制緩和がなされている（令和2年4月10日付け事務連絡厚生労働省医政局医事課通知）。具体的には初診からのオンライン診療や、聴覚情報しか得られない電話を用いたオンライン診療が一時的に許容されているが、この点については本論文では触れないものとする。

段のリアルタイム・同時性は、遠隔産業医面接の実施にあたり必ずしも要件とされていない。一方で面接内容に関する制限として、「患者個人の状態に対する罹患可能性のある疾患名の列挙」はできず、一般的な病状についてしか情報提供できないこととされている。

2) 「情報通信機器を用いた面接指導の実施について」通達（以下「平成27年通達」）

オンライン診療ガイドラインが原則として適用されない遠隔産業医面接において、現時点で唯一の法制度的規制は、産業医の法定業務である長時間労働者面接と高ストレス者面接に関する平成27年通達である（平成27年9月15日付け基発0915第5号厚生労働省労働基準局長通達）。平成27年通達により、労働安全衛生法第66条の8第1項の規定に基づく医師による面接指導（いわゆる長時間労働者に対する面接指導）及び同法第66条の10第3項の規定に基づく医師による面接指導（いわゆるストレスチェック制度における面接指導）については、遠隔産業医面接を実施できる要件が定められている。

まず、平成27年通達に関わる上記の遠隔産業医面接では、面接指導を行う医師と労働者とが相互に表情、顔色、声、しぐさ等を確認できるものであることが必要であり、映像を伴わない電話による面接指導の実施は認められない（＝テレビ電話など映像情報を得ることができる手段での実施のみ許容される）。また、面接をする医師は、以下のいずれかの要件を満たす必要がある。

- * 平成27年9月15日付け基発0915第5号厚生労働省労働基準局長通達の一部を引用
- ・面接指導を実施する医師が、対象労働者が所属する事業場の産業医である場合。
- ・面接指導を実施する医師が、契約（雇用契約を含む）により、少なくとも過去1年以上の期間にわたって、対象労働者が所属する事業場の労働者の日常的な健康管理に関する業務を担当している場合。
- ・面接指導を実施する医師が、過去1年以内に、対象労働者が所属する事業場を巡視したことがある場合。
- ・面接指導を実施する医師が、過去1年以内に、当該労働者に直接対面により指導等を実施したことがある場合。

これらの要件は、主に定期的に職場巡視を行なっている産業医を念頭に置いたものである。なお2番目の要件のみ、過去の職場巡視や対面対応を要求していないが、これは本社事業所の産業医などが遠隔産業医面接を実施することを許容する規定と解される。その他、情報セキュリティが確保されていること、衛生委員会での調査審議及び労働者への周知がなされていること、労働者のプライバシーに配慮していること、緊急時の対応について整備されていることなども、遠隔産業医面接実施に必要な要件とされている。

Ⅲ－２－(4) 産業医以外の産業保健スタッフによる遠隔面接の法制度的規制

遠隔産業医面接に関連して、保健師など産業医以外の産業保健スタッフが実施する遠隔面接の法制度的規制についても言及する。この点、医師以外の産業保健スタッフには医師法第20条の規制は及ばない上、前述の通り産業保健活動は医療行為に含まれない。また、保健師やカウンセラー等の心理職の配置が企業にとって法的義務ではないこともあり、産業医以外の産業保健スタッフの遠隔面接について規制する法制度は、現在のところ見当たらない。なお、オンライン診療指針では、医師以外による遠隔医療面接は「遠隔健康医療相談（医師以外）」という一つのカテゴリーにまとめられている（表1を参照）。本カテゴリーの例示として「子ども医療電話相談事業における看護師等の相談対応」が挙げられているが、明示されていないものの「保健師による健康相談」、「心理職による電話カウンセリング」、「栄養士による食事指導」などもこれに準ずるものと考えられる。遠隔健康医療相談（医師以外）は、「患者個人の心身の状態に応じた医学的助言」ができない点を除けば、遠隔産業医面接が含まれる遠隔健康医療相談（医師）と同様に取り扱われており、オンライン診療指針の直接適用がない点も同様である。そのため、保健師による遠隔健康相談の可否などを検討する際には、遠隔産業医面接で述べた論点がそのまま当てはまると思われる。

ところで、企業内の産業保健活動そのものではないが、健康保険組合主導で行われる特定保健指導は法定の面接指導である（高齢者の医療の確保に関する法律第18条を参照）。そのため遠隔特定保健指導の実施については一定の規制がなされており、初回面接については平成25年の厚生労働省通知（平成25年8月1日付け健発0801第1号厚生労働省健康局長、保発0801第8号厚生労働省保険局長）で、実施計画の策定や報告などが義務付けられた。しかし、平成29年に国への実施計画の事前届出が廃止され（平成29年5月15日付け事務連絡厚生労働省保険局医療介護連携政策課データヘルス・医療費適正化対策推進室通知）、平成30年から実施計画の報告も不要とされる（平成30年2月9日付け健発0209第9号厚生労働省健康局長通知、保発0209第8号厚生労働省保険局長通知）など、近年はより柔軟に遠隔特定保健指導が実施できるように規制緩和が進められている。

Ⅲ－２－(5) 遠隔産業医面接の法制度的論点

平成27年通達の対象である、ストレスチェック後の高ストレス者面接と長時間労働者面接については、通達の規制に沿って行うことで適法に遠隔産業医面接を実施することができる。一方、それ以外の産業医面接、例えば「復職希望者に対する産業医面接」、「がん患者の両立支援に関する産業医面接」などについては、そもそも明確に産業医の法定業務と定められていないこともあり、遠隔産業医面接の実施を規制する法制度は存在しない。しかし、産業医が対象者の心身の状態を正確に把握するために十分な情報を得る必要がある点は、法定の面接であるか否かに関わらず同様である。よって法定業務外の遠隔産業医面接であっても、これが産業医による面接として法的に許容されるためには、一定の制約があると考えられる。当然ながら、平

成27年通達の要件を満たす産業医面接については適切な遠隔産業医面接であると判断できるが、以下のような様々なケースが問題となり得る。これらについては明確な結論が出ていないため、問題点・論点のみを記載する。

Ⅲ－２－(5)－ア 面接実施者に関する論点

遠隔産業医面接を実施する必要性が高いケースとして、産業医の選任義務がなく、定期的な職場巡視がなされていない50名未満の小規模事業所のスポット対応（休復職面接など）が考えられる。これに対し、平成27年通達では遠隔産業医面接の実施者要件として、当該事業所の産業医であることや、過去に事業所の健康管理等に関わっていたことが求められている。しかし小規模事業所の実情として、これらの要件を満たす医師がいないことが珍しくないため、そのような場合にどこまで遠隔産業医面接が許容されるか問題となる。

Ⅲ－２－(5)－イ 面接手段に関する論点

平成27年通達では「映像を伴わない電話による面接指導の実施は認められない」と明記されている。一方で平成27年通達の対象外である遠隔産業医面接について、こういった通信手段が許容されるか、という点は明確ではない。まず電話による産業医面接は、面接対象者の音声を確認できる一方、視覚による情報が得られず十分な体調確認ができるか疑問があるため、平成27年通達では明確に除外されている。一方で、産業医面接よりも規制が厳しい一般診療場面であっても、一定の条件下で電話再診が許容されていることから、電話による産業医面接が許容される場面もあり得ると思われる。

次にメールやSNSによる産業医面接は、聴覚の情報すら得られず、テキストメッセージのみの情報しか得られない。これは取得情報の少なさに加えて、本人確認の可否も問題になることから、オンライン診療ではチャットなどのみによる診療行為は明確に否定されている（「オンライン診療の適切な実施に関する指針」に関するQ & Aについて：平成30年12月26日付け医政医発1226第3号厚生労働省医政局医事課長通知、令和元年7月31日医政医発0731第3号厚生労働省医政局医事課長通知（改訂））。ただし、オンライン診療指針において、遠隔健康医療相談についてはオンライン診療と異なり情報通信手段の「リアルタイム・同時性」が必須とされていない点にも留意する必要がある。例えば、従業員からの相談に対してメールやSNSで対応するケースなどは、一定の範囲で許容される余地があるように思われる。

Ⅲ－２－(5)－ウ 面接内容に関する論点

オンライン診療指針において、遠隔産業医面接が含まれる遠隔健康医療相談（医師）では『「患者個人の状態に対する罹患可能性のある疾患名の列挙」はできず、あくまで一般的な病状についてしか情報提供できない』ことが定められている（表1参照）。これを厳格に解釈すると、以下のような様々なケースが遠隔健康医療相談（医師）ではなく、オンライン診療指針の

適用がある「オンライン受診勧奨」のカテゴリーに含まれる可能性がある。

- ・定期健康診断結果で高血糖を認めた場合に、産業医から「糖尿病の可能性が高いため、医療機関の受診が必要である」といった情報提供を行うこと
- ・無断欠勤が続き、うつ病が疑われる従業員に、産業医がメンタルクリニック受診を勧めること

仮に、これらの遠隔産業医面接がオンライン受診勧奨の要件を満たす必要がある場合は、「面接はテレビ電話で実施する」、「産業医・面接対象者ともに身分証明書を提示する」、「診察室と同レベルの閉鎖空間で実施する」など、オンライン診療指針に記載されている様々な規制の対象となる。医療行為と産業保健業務は完全に切り離せるものではないが、遠隔産業医面接の適切な実施のために、オンライン診療指針における位置付けについて議論を深める必要があると思われる。

Ⅲ－２－(6) 情報セキュリティや個人情報保護に関する論点

遠隔産業医面接では、電子的に医療情報を扱うことになるため、情報セキュリティに関する様々な法令や指針との整合性も問題となる。詳細については本稿では触れないが、オンライン診療指針では、個人情報保護法以外にも以下のようなガイドラインや通知が挙げられ、オンライン診療の実施にあたってはこれらの基準を満たす必要があることが明記されている。

- * オンライン診療指針で挙げられている情報セキュリティ関係のガイドラインや通知
- ・医療情報システムの安全管理に関するガイドライン（平成17年3月31日付け医政発第0331009号・薬食発第0331020号・保発第0331005号厚生労働省医政局長、医薬食品局長及び保険局長連名通知）
 - ・クラウドサービス事業者が医療情報を取り扱う際の安全管理に関するガイドライン（平成30年7月31日策定 総務省）
 - ・医療情報を受託管理する情報処理事業者における安全管理ガイドライン（平成20年3月策定、平成24年10月15日改正 経済産業省）
 - ・個人情報の適切な取扱いに係る基幹システムのセキュリティ対策の強化について（依頼）（平成27年6月17日付け老発0617第1号・保発0617第1号厚生労働省老健局長及び保険局長連名通知）
 - ・医療・介護関係事業者における個人情報の適切な取扱いのためのガイダンス（平成29年4月14日付け個情第534号・医政発0414第6号・薬生発0414第1号・老発0414第1号個人情報保護委員会事務局長、厚生労働省医政局長、医薬・生活衛生局長及び老健局長連名通知）

また、遠隔産業医面接と直接関連するものではないが、平成30年7月6日に公布された「働

き方改革を推進するための関係法律の整備に関する法律」による改正後の労働安全衛生法第104条第3項に基づき、事業者が業務上知り得た従業員の心身の状態に関する情報についての情報保護規定が強化されている点にも注意が必要である（平成30年9月7日付け労働者の心身の状態に関する情報の適正な取扱いのために事業者が講ずべき措置に関する指針公示第1号）。

Ⅳ 考察

Ⅳ－１ 産業保健に関する遠隔面接・指導もしくは労働者向けの遠隔技術を用いた健康管理サービス（面接・面談の補助や代理手段として活用可能なもの）のシステムティックレビュー

産業保健領域において、遠隔機器を用いた面接・指導もしくは労働者向けの遠隔技術を用いた健康管理サービスに関する報告は未だ少ない。加えて介入の効果検証まで到達しているものはさらに少ないものの、既存のエビデンスからは「減量支援」や「メンタルヘルスのe-ラーニング」に一定の効果が見られている。一方「医療職と利用者が双方向でコミュニケーションを取りながら実施する面接」については、医療施設での遠隔医療に関する報告が散見され、産業保健領域への応用も期待される。わが国の産業保健体制に置き換えると、ベテラン産業医が経験の浅い産業医を支援する場合や、産業医が主治医と連携して労働者（患者）を支援する場合への応用可能性も示唆される。

遠隔機器を用いた面接・指導の実施にあたっては、利用者（医療職ならびに労働者双方）の年齢層による機器などとの親和性の度合いについても検証が必要であろう。さらに遠隔機器使用の限界として、もともと健康に関心の高い層がより遠隔機器を使用しやすい可能性があらう。これは健康指導やヘルスプロモーション教育一般にも該当すると考えられ、健康無関心層でも活用できる魅力をもつ機器の使用が一つの課題と考えられる。

遠隔診療の複数の論文をレビューしたEkelandらは、遠隔技術による介入を「効果あり」、「期待できる」、「限定的」の3つに分類し、報告している⁴³⁾。いずれの分類でも、介入の対象は精神疾患、糖尿病やがん、慢性心不全などの慢性疾患が大半を占め、それに脳卒中の遠隔リハビリテーションが続いた。遠隔技術による介入で「効果あり」に分類されたものには、精神科疾患を対象にした精神科診療または心理療法に関するものが最も多く、次いで慢性疾患に対する遠隔診療が続いた。慢性心不全では遠隔モニタリングが比較的多く用いられていた。

これらを踏まえ、産業保健領域における遠隔面接・指導や健康管理サービスを遠隔技術で実施する場合は、遠隔医療の分野で効果がすでに明らかとなっているものを参照することが有用と思われる。特に産業保健領域での医師（産業医）面接や指導の対象となる疾患の多くは、生活習慣病などの慢性疾患やメンタルヘルス不調が多くを占めると考えられ、遠隔機器による面接・指導との相性は良いと考えられる。しかし、現時点で遠隔機器を用いた面接・指導の効果を示した報告は少なく、今後は産業保健分野においても遠隔機器を用いた面接・面談の有効性を検証し、知見として蓄積していくことが必要である。

遠隔診療に関するレビュー⁴³⁾では、利用者の満足度や情報セキュリティについても評価がなされている。遠隔診療は患者、医療職ともに満足度が一貫して高く、対面していないことによる不都合や、プライバシーの問題は検出されなかった。これらは臨床研究を行う上での配慮が行われた結果であることに注意が必要であるものの、遠隔機器を用いること自体による不利益は少ないようである。

Ⅳ－２ 遠隔産業医面接に関する法制度の現状とまとめ

平成30年にオンライン診療指針が定められたことを契機に、オンライン診療については徐々に法規制が固まりつつある。その一方で遠隔産業医面接については、本稿で挙げた論点以外にも、未だ検討すべき課題が山積している。しかし、長時間労働の規制強化やリモートワークの推進といった働き方改革の流れにより、遠隔産業医面接のニーズがこれまでになく高まっているのも事実である。また、新型コロナウイルス感染拡大に伴う、在宅ワーク化や感染拡大防止のため、通常対面で行っていた面接の遠隔化ニーズが急速に高まっている。今後の方向性としては、これまで産業保健のサポートが十分に届かなかった小規模事業所に所属する従業員の健康増進や、効率的な医療資源の活用を目指し、より柔軟に遠隔産業医面接を実施できる体制づくりが望ましいと思われる。一方で、不十分な情報収集や関係者との信頼形成の不備による従業員への不利益はあってはならないことであり、あくまで遠隔産業医面接は産業医の負担軽減ではなく、会社全体の産業保健活動推進や従業員の健康増進の観点で語られるべきであろう。なお、具体的な枠組みを考える上では、議論が大きく先行しているオンライン診療分野が参考になる。オンライン診療指針では、オンライン診療の安全性を担保し、診療として有効な問診、診断等が行われるために必要なものを「最低限遵守すべき事項」として挙げている。これらのうち、遠隔産業医面接でも参考になる事項を以下に抜粋する。

* オンライン診療指針から準用可能な遵守事項

「適用対象」

- ・初診は、原則として直接の対面による診療を行うこと
- ・急病急変患者については、原則として直接の対面による診療を行うこと

「診察方法」

- ・患者の状態について十分に必要な情報が得られていると判断できない場合には、速やかにオンライン診療を中止し、直接の対面診療を行うこと
- ・同時に複数の患者の診療を行ってはならないこと
- ・医師の他に医療従事者等が同席する場合は、その都度患者に説明を行い、患者の同意を得ること
- ・騒音のある状況等、患者の心身の状態に関する情報を得るのに不適切な場所でオンライン診療を行うべきではないこと

- 第三者に患者の心身の状態に関する情報の伝わることを防ぐよう、医師は物理的に外部から隔離される空間においてオンライン診療を行わなければならないこと（患者側も同様）
「知識の取得」
- 医師は、オンライン診療に責任を有する者として、医療関係団体などによる研修の受講等により情報通信機器の使用や情報セキュリティ等に関する知識の習得に努めること

さらに産業保健分野の特殊性を考慮し、面接主体である産業医と従業員のみならず、事業主や安全衛生委員会など関係者の合意を遠隔産業医面接の要件とすることも検討すべきであろう¹⁾。労働者の健康管理及び健康増進に資する適切な遠隔産業医面接の実施を担保するために、様々な課題について各関係者や学会等での話し合いを進める必要があると思われる。

診療分野では「オンライン診療の適切な実施に関する指針」が存在する。先述した複数の論文^{1,15)}でも指摘されているとおり、産業保健領域においても遠隔機器を用いた面接指導を行う際には、企業毎に「対象疾患」や「シチュエーション」についての運用ルールを設けるべきと考えられる。また、今後は行政機関（厚生労働省など）や学術団体（日本産業衛生学会など）からのガイドラインの発行なども期待される。

Ⅳ－３ 本研究の限界

本稿では、前段でシステマティックレビューを行った。和文は医学中央雑誌web版を、英文は文献データベースMEDLINE（PubMed）を用いて検索を行ったが、それ以外の検索エンジンを用いておらず、産業保健分野における遠隔面接や面談について、今回採用した以外の論文の存在が考えられる。また各国の産業保健制度が異なっていることもあるため、それぞれの知見の日本の産業保健現場への応用には注意を要する。

後段では、遠隔産業医面接に関連する現在の法制度に関して、法務博士の資格を持つ産業医1名により概観をまとめた。本研究には弁護士などの法曹有資格者は関与しておらず、労働安全衛生に精通した法学専門家による妥当性の担保がなされていない。また産業衛生分野の遠隔面接の法的論点に関する文献が非常に少なく、先行研究との比較検討が十分にできていない点が限界として挙げられる。

<引用情報 / 引用論文>

- 1) 八幡勝也. 産業保健での遠隔保健相談のための検討. 日本遠隔医療学会雑誌. 2008;4:117-120.
- 2) 尾崎伊都子, 小西美智子, 片倉和子. 電子メールを用いた生活習慣改善のための保健指導のあり方 (第2報): 長期的な効果を導くフォローアップ (地域看護活動報告). 日本地域看護学会誌. 2011;13:99-105.
- 3) 田中暢子, 加藤千恵子, 渋谷英雄. メンタルヘルスの問題をもつ海外赴任者に対するオンラインカウンセリングの可能性に関する一考察. メンタルヘルスの社会学. 2010;16:71-80.

- 4) Walthouwer MJL, Oenema A, Soetens K, et al. Implementation of web-based interventions by Dutch occupational health centers. *Health Promot Int*. 2017;32:818-830.
- 5) Bee PE, Lovell K, Lidbetter N, et al. You can't get anything perfect: "User perspectives on the delivery of cognitive behavioural therapy by telephone". *Soc Sci Med*. 2010;71:1308-1315.
- 6) Ebert DD, Lehr D, Smit F, et al. Efficacy and cost-effectiveness of minimal guided and unguided internet-based mobile supported stress-management in employees with occupational stress: a three-armed randomised controlled trial. *BMC Public Health*. 2014;14:807.
- 7) Schneider J, Foroushani PS, Grime P, et al. Acceptability of online self-help to people with depression: users' views of MoodGYM versus informational websites. *J Med Internet Res*. 2014;16:e90.
- 8) Geraedts AS, Kleiboer AM, Wiezer NM, et al. Web-based guided self-help for employees with depressive symptoms (Happy@Work) : design of a randomized controlled trial. *BMC Psychiatry*. 2013;13:61.
- 9) Shahrestani A, Van Gorp P, Le Blanc P, et al. Unified Health Gamification can significantly improve well-being in corporate environments. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*. 2017;4507-4511.
- 10) 今村幸太郎, 川上憲人. 情報通信技術を用いた遠隔精神保健 (特集Ⅱ 精神科遠隔医療). *精神科 = Psychiatry*. 2017;30:425-430.
- 11) van Drongelen A, Boot CR, Hlobil H, et al. Process evaluation of a tailored mobile health intervention aiming to reduce fatigue in airline pilots. *BMC Public Health*. 2016;16:894.
- 12) Greenfield R, Busink E, Wong CP, et al. Truck drivers' perceptions on wearable devices and health promotion: a qualitative study. *BMC Public Health*. 2016;16:677.
- 13) Hutting N, Dettaille SI, Heerkens YF, et al. Experiences of participants in a self-management program for employees with complaints of the arm, neck or shoulder (CANS) : A mixed methods study. *J Occup Rehabil*. 2017;27:35-48.
- 14) 種子摂子, 大岡忠生, 唐澤崇, 他. オンラインでの産業医面接に関する意識調査 (学会発表). *産業精神保健*. 2019;27 (増刊) :162.
- 15) 北田昇平. 産業保健における遠隔面談の有用性について. *精神科治療学*. 2019;34:181-184.
- 16) Eaton JL, Mohr DC, Mohammad A, et al. Implementation of a novel occupational and environmental medicine specialty teleconsultation service: the VHA experience. *J Occup Environ Med*. 2015;57:173-177.
- 17) 昇淳一郎, 木村映善, 石原謙. Web会議システム使用時の音声応答時間を活用したメンタルヘルス不調者の精神運動性評価に関する検討 (JTAA 2014 NAGASAKI 第18回日本遠隔医療学会学術大会: 地域医療と在宅医療の融合を支援する) — (在宅医療支援). *日本遠隔医療学会雑誌*. 2014;10:134-136.
- 18) Tamminga SJ, Hoving JL, Frings-Dresen MH, et al. Cancer@Work — a nurse-led, stepped-care, e-health intervention to enhance the return to work of patients with cancer: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2016;17:453.
- 19) Notenbomer A, Roelen C, Groothoff J, et al. Effect of an ehealth intervention to reduce sickness absence frequency among employees with frequent sickness absence: Randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2018;20:e10821.
- 20) Reijonsaari K, Vehtari A, Kahilakoski OP, et al. The effectiveness of physical activity monitoring and

distance counseling in an occupational setting-Results from a randomized controlled trial (CoAct) . BMC Public Health. 2012;12:344.

- 21) 寒河江敏明, 衛藤理砂, 清瀧聡. 小規模事業場の健康管理体制構築 Web遠隔面談による保健指導有効性の検証 (学会発表). 産業衛生学雑誌. 2013;55:376.
- 22) 八幡勝也. 遠隔保健指導についての法的検討 (学会発表). ITヘルスケア誌. 2010;4:110-118.
- 23) 八幡勝也, 林田耕治. 産業保健におけるTV会議保健指導(学会発表). 産業医科大学雑誌. 2009;31:113.
- 24) Kempf K, Röhling M, Martin S, et al. Telemedical coaching for weight loss in overweight employees: a three-armed randomised controlled trial. BMJ Open. 2019;9:e022242.
- 25) 古川壽亮, 早坂佑. 職場における遠隔認知行動療法プログラムの展開 勤労者を対象とした電話CBT無作為割り付け比較試験. 認知療法研究. 2013;6:143-146.
- 26) 佐藤左千子, 山田優子, 他. 特定保健指導における遠隔保健指導と対面指導の効果に関する比較検討 (学会発表). 産業衛生学雑誌 2011;53:57.
- 27) 玉本ルミ子, 岩谷久美子. 継続支援に遠隔支援システムを用いた減量を目的とする従業員への保健指導の効果 (学会発表). 日本看護科学学会学術集会講演集. 2008;28th:534.
- 28) 中谷久美子, 三好哲子, 萩原聡. 30歳代従業員への定期的双方向通信による指導の有効性について (学会発表). 産業衛生学雑誌. 2004;46 (臨増) :358.
- 29) Nicholson PJ. Occupational health services in the UK—challenges and opportunities. Occup Med. 2004;54:147-152.
- 30) Gussenhoven AH, van Wier MF, Bosmans JE, et al. Cost-effectiveness of a distance lifestyle counselling programme among overweight employees from a company perspective, ALIFE@Work: a randomized controlled trial. Work. 2013;46:337-346.
- 31) Boß L, Lehr D, Berking M, et al. Evaluating the (cost-)effectiveness of guided and unguided Internet-based self-help for problematic alcohol use in employees-a three arm randomized controlled trial. BMC Public Health. 2015;15:1043.
- 32) Ozaki I, Watai I, Nishijima M, et al. Randomized controlled trial of Web-based weight-loss intervention with human support for male workers under 40. J Occup Health. 2019;61:110-120.
- 33) 八幡勝也. TV会議システムによる産業医の健康相談事例. 日本遠隔医療学会雑誌. 2007;3:299-300.
- 34) Boß L, Lehr D, Schaub MP, et al. Efficacy of a web-based intervention with and without guidance for employees with risky drinking: results of a three-arm randomized controlled trial. Addiction. 2018;113:635-646.
- 35) Ebert DD, Heber E, Berking M, et al. Self-guided internet-based and mobile-based stress management for employees: results of a randomised controlled trial. Occup Environ Med. 2016;73:315-323.
- 36) Geraedts AS, Kleiboer AM, Twisk J, et al. Long-term results of a web-based guided self-help intervention for employees with depressive symptoms: randomized controlled trial. J Med Internet Res. 2014;16:e168.
- 37) Geraedts AS, Kleiboer AM, Wiezer NM, et al. Short-term effects of a web-based guided self-help intervention for employees with depressive symptoms: randomized controlled trial. J Med Internet Res. 2014;16:e121.
- 38) Imamura K, Kawakami N, Furukawa TA, et al. Effects of an Internet-based cognitive behavioral

- therapy (iCBT) program in Manga format on improving subthreshold depressive symptoms among healthy workers: a randomized controlled trial. *PLoS One*. 2014;9:e97167.
- 39) Imamura K, Kawakami N, Furukawa TA, et al. Does Internet-based cognitive behavioral therapy (iCBT) prevent major depressive episode for workers? A 12-month follow-up of a randomized controlled trial. *Psychol Med*. 2015;45:1907-1917.
- 40) Imamura K, Kawakami N, Furukawa TA, et al. Effects of an internet-based cognitive behavioral therapy intervention on improving work engagement and other work-related outcomes: an analysis of secondary outcomes of a randomized controlled trial. *J Occup Environ Med*. 2015;57:578-584.
- 41) Imamura K, Kawakami N, Tsuno K, et al. Effects of web-based stress and depression literacy intervention on improving symptoms and knowledge of depression among workers: A randomized controlled trial. *J Affect Disord*. 2016;203:30-37.
- 42) Imamura K, Kawakami N, Tsuno K, et al. Effects of web-based stress and depression literacy intervention on improving work engagement among workers with low work engagement: An analysis of secondary outcome of a randomized controlled trial. *J Occup Health*. 2017;59:46-54.
- 43) Ekeland AG, Bowes A, Flottorp S. Effectiveness of telemedicine: a systematic review of reviews. *Int J Med Inform*. 2010;79:736-771.
- 44) 日本医師会医師賠償責任保険制度 産業医・学校医等の医師活動賠償責任保険【解説】：日本医師会 2016.
- 45) 情報通信機器を用いた診療に関するガイドライン作成検討会 第1回資料1 「情報通信機器を用いた診療の経緯について」. 厚生労働省 2018.

特集

生命・環境倫理とリテラシー



化学物質等の環境問題に対する リスクコミュニケーション —持続可能な社会の実現に向けた全世代型 SDGs 環境・ 健康リテラシーの展望—

武藤 剛^{1,2)}, 石橋 桜子³⁾, 遠藤 源樹³⁾, 大森 由紀¹⁾, 横山 和仁^{3,4)}

はじめに

2020年初頭からの新型コロナウイルス感染症(COVID-19)の世界大流行は、21世紀のグローバル化の進展で人類が培ってきた科学技術の叡智をもってしても制御に困難をきたす危機が、地球にいまでも容易に訪れることを図らずも露呈した。この新しい感染症は、環境微生物とヒトの共存、免疫応答と生体防御に関する免疫学・疫学の両者の根源的命題をいくつもわれわれに提示してきている。そして、経済活動との両立に関する自粛派・非自粛派、マスクの着用派・非着用派、PCR検査拡大派・限定派といったさまざまに相反する両論(過激論者も含む)、百家争鳴の混沌を来し、その中で生きる市民がどのように情報を得て、価値判断の基準とし、行動するか、という行動医学の根源的命題をも露わとしてきている。ここ30年のわが国を振り返っても、地下鉄サリン事件・福島第一原子力発電所事故・和歌山毒物カレー事件やタリウム事件といった環境物質による急性中毒/慢性健康障害の事例は枚挙にいとまがない。地球温暖化をはじめ、種々の気象変動に伴う豪雨や、地震、津波、噴火をはじめ、さまざま

な環境変動(災害)による影響が頻発する動乱の世にあり、本稿では、人類の英知たる(自然および社会)科学的知見に関する情報の伝播・一般市民の収集と活用について、その実態とあり方について検討する。

1. 日本人の環境・安全に対する意識と、知識・行動の乖離

日本人は古来より、四季折々の自然変化や地震、台風をはじめ、さまざまな気象条件の中で農耕文化を形成してきた文化人類学的背景により、周囲の自然環境に対する受容意識や安全安定に対する意識が高いといわれる。実際、世界価値観調査の結果からも、他国民に比して環境・安全に対して相対的に高い意識をもつことが示唆されている¹⁾。

同調査の結果からは同様に、わが国では「自然は共存すべきもの」と考える人の割合が相対的に高く、特に1990年代のバブル後・平成時代以降は、人間が幸福になるためには「自然に従う」と考える人が「自然を利用・自然を征服」よりも多い推移を示している²⁾。

- 筆者：1) むとまごう (北里大学医学部衛生学講師、千葉大学予防医学センター特任助教)
2) いしはし さくらこ (順天堂大学医学部衛生学協力研究員)
3) えんどう もとき (順天堂大学医学部准教授)
4) おおもり ゆき (北里大学医学部衛生学助教)
5) よこやま かずひと (順天堂大学医学部客員教授、国際医療福祉大学大学院教授)

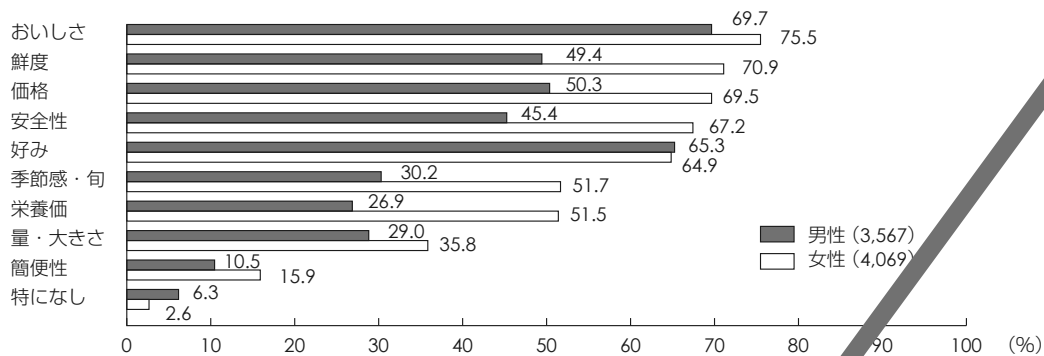


図1 食品を選択する際に重視する点「問：あなたはふだん食品を選択する際にどのようなことを重視していますか：複数回答可」(厚生労働省, 2014³⁾より作図)

このように、自然環境や安全に対する意識が元来高い国民性ではあるが、一方で実際の日本人の日常生活の中では、その行動規範に環境や安全の意識が直接的に反映はされていないという逆説的なデータが見受けられる。例えば、平成26年国民健康・栄養調査では、食品を選ぶ際に重視する項目として「安全性」は、50代以下では価格・おいしさより低順位であり、60代以上ではやや順位が上がるとはいえ、男女とも1位ではない(図1)³⁾。日本人にとって、厳しい気象や災害をもたらす自然は畏れ敬うもので、環境の安全や安寧を願う気持ちを抱きつつも、日常の生活での行動原理は、経済性や利便性を重視することが少なくないことが浮き彫りとなっている。

そして人類が安全を手に入れる大きな手段となりうる科学技術について、日本人の理解度が他国に比して相対的に低いというデータが出されていることは、日本人の科学技術・環境生命リテラシーやリスクコミュニケーションを考える上で看過できない事実である。平成15年版科学技術白書⁴⁾には、科学技術の基礎知識理解度として、正誤問題の正答率を他国と比較した結果が提示されている。設問は以下の11問であった。

- ①地球の中心部は非常に高温である (○)
- ②すべての放射能は人工的につくられたものである (×)
- ③われわれが呼吸に使っている酸素は植物からつくられたものである (○)

- ④赤ちゃんが男の子になるか女の子になるかを決めるのは父親の遺伝子である (○)
- ⑤レーザーは音波を集中することで得られる (×)
- ⑥電子の大きさは原子の大きさよりも小さい (○)
- ⑦抗生物質はバクテリア同様ウイルスも殺す (×)
- ⑧大陸は何万年もかけて移動しており、これからも移動するだろう (○)
- ⑨現在の人類は原始的な動物種から進化したものである (○)
- ⑩ごく初期の人類は恐竜と同時代に生きていた (×)
- ⑪放射能に汚染された牛乳は沸騰させれば安全である (×)

わが国での調査は2001年とやや古いが、この時点での日本人の理解度は、EU平均を下回る下位層に位置する結果であった。今回のCOVID-19に限らず、〇〇に××が効くといったコメントがテレビワイドショーで流れた途端に全国の店頭から××が瞬く間に消えてしまう infodemic な現象は何度となく繰り返されており、2001年当時の状況は現在でも大きく変わっていないと考えて大きな間違いはなさそうである。

科学技術を礎に安全が志向される医療の分野でも、同様である。2008年に国立国語研究所・病院の言葉委員会が実施した医療者と一般市民の医療用語の理解度に関する調査からは、両者の乖離が想像以上に大きい実態が浮き彫りとなっている(図2)⁵⁾。本調査では、特に、合併症・予後・

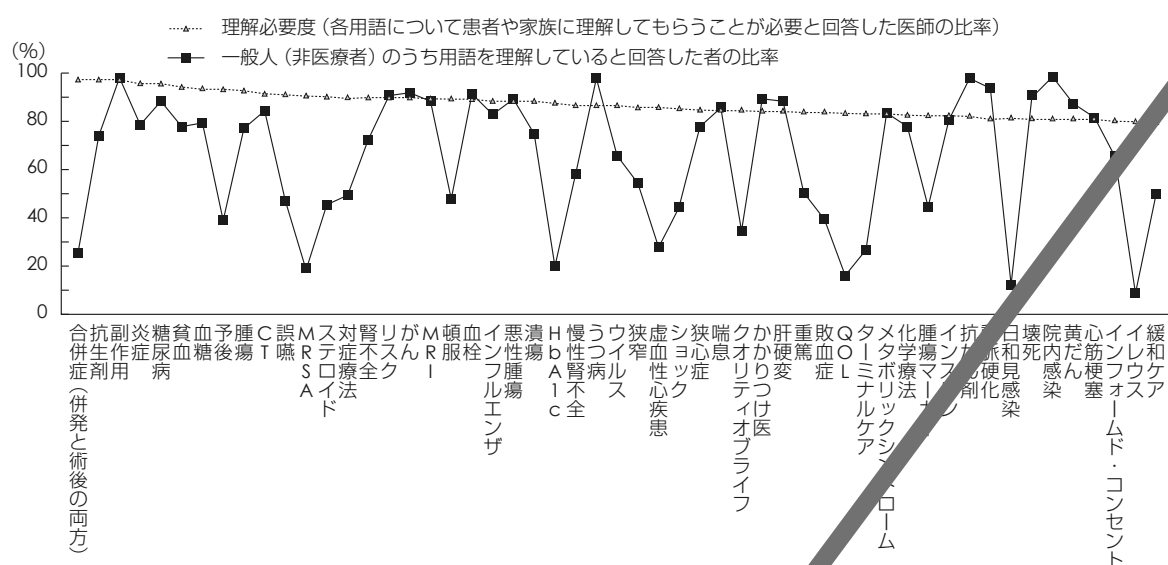


図2 医療用語の理解度に関する専門職と市民の乖離 (国立国語研究所「病院の言葉」委員会, 2008⁵⁾より作図)
用語理解度は、質問票に記された用語の説明に対し「知っていた」と回答した者の比率。

MRSA・HbA1c・虚血性心疾患・QOL・日和見感染・イレウスといった用語で、一般市民の理解度はさきわめて低いとされ、われわれヘルスケア専門職がその前提を知らずして情報を伝えようとしても、本来の意図とおりに市民に伝わらない可能性が高いことは想像に難くない。これらの実態からは、われわれがリテラシーやリスクコミュニケーションを考える上で、たとえ環境や安全に市民の関心や意識は高くても、知識や行動がそれに伴っていないことが多い事実を前提として、対策を考えていく必要が不可欠となる。

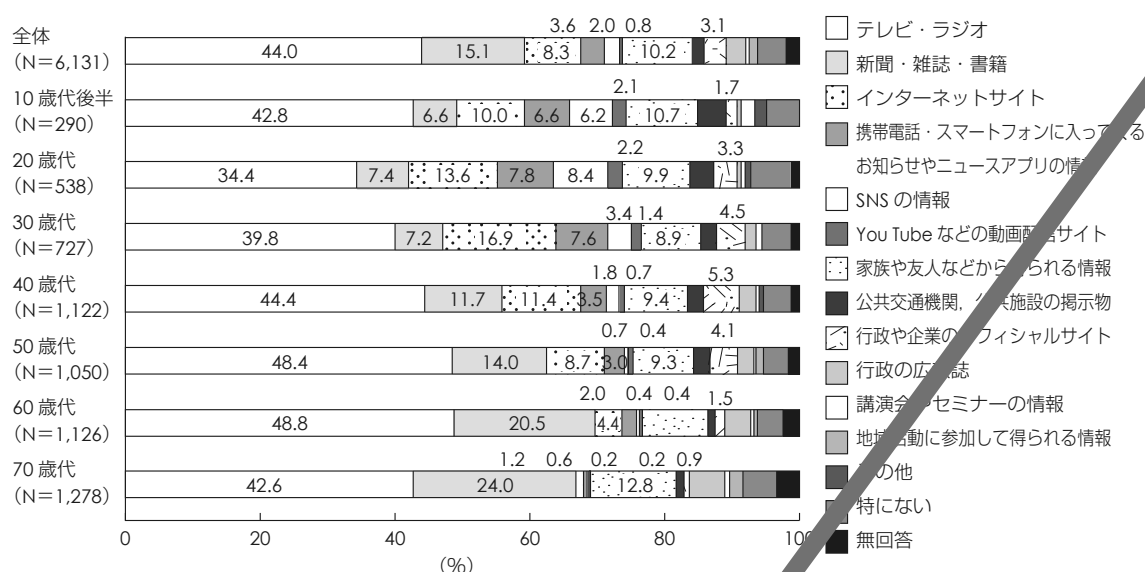
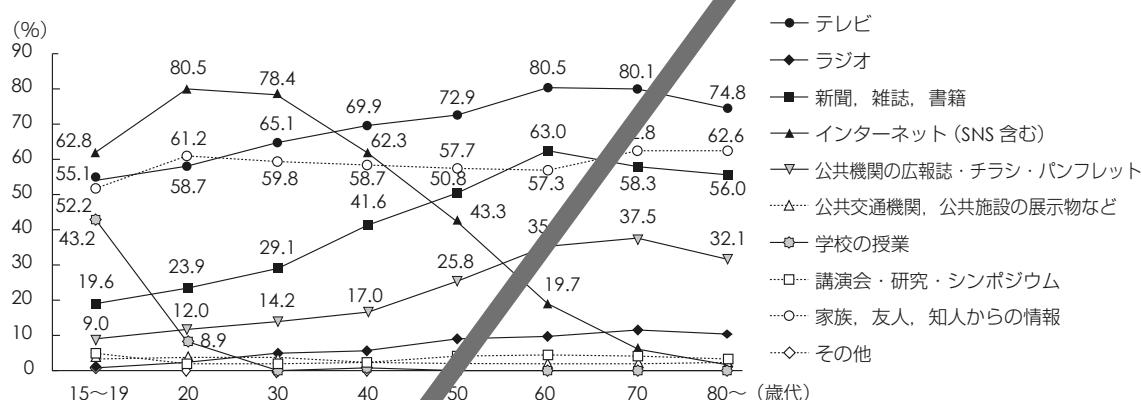
2. 健康・環境に関する情報の取得源

情報の真偽はともかく、一般市民は健康・安全や環境に関する情報をどこから得ているのだろうか。また、どの情報媒体を信頼しているのだろうか。2019年に消費者庁が行った消費者意識基本調査の結果からは、「暮らしの中で注意すべき情報(詐欺や製品の安全性等)」の入手先として、全世代でテレビ・ラジオが1位にあげられ、情報源の信頼度でも同様にテレビ等が約4割をしめた。2位以降については、若年世代ではインターネット

やSNS、スマートフォンニュースアプリ等の広義のネット情報が約25%を、60歳代以降のシニア層では新聞や行政の広報誌がほぼ同様の割合を占め、実態が明らかにされ、テレビ以外の媒体については世代間で大きな違いがあることが示されている(図3)⁶⁾。同様に、消費購買品に関してトラブルを避けるために(安全確保のために)活用する情報源についても、若年者ではインターネットとテレビが大半をしめ、中高年層ではテレビ・新聞が大半をしめる結果となっている(図4)⁷⁾。なお、家族・友人・知人などのいわゆる口コミは、全世代でほぼ一定の割合をしめていることは興味深い。このように、全世代でテレビの優位性を認めるものの、それ以外の媒体については世代間で大きな違いがあることを前提に、環境・健康に関する正しい情報伝達ツールを考えることが肝要となる。

3. 化学物質等の安全に関するリスクコミュニケーション

これらの実態を前提に、国は市民に対するリスクコミュニケーション活動を実施してきている。

図3 暮らしの中で注意すべき安全性情報の入手源の信頼度(消費者庁, 2020⁶⁾)図4 消費者トラブルにあわないために参考にする情報源(消費者庁, 2017⁷⁾)
N=6009, Multiple Total (複数回答の質問で、回答数合計を回答者数で割った比)=264.0%

消費者庁では、特に福島第一原発事故以後、食品中の放射性物質に関する活動を行ってきている。風評被害の実態調査によると、消費者の購入行動に一定の効果はありそうであるが、一方で震災からの時間経過の割にはいまだに科学的ではない先入観が根強いとも解釈できよう(図5)。

環境省は長年、化学物質に関するリスクコミュニケーション活動を実施してきている。2012年以降、一般市民・労働者・事業者・行政・学識経験者等のさまざまな主体によって、化学物質と環境

に関する意見交換を行って合意形成を行い、化学物質に関する国民の安全・安心の確保に向けた政策提言をめざす場として、「化学物質と環境に関する政策対話」が継続的に実施されてきている⁹⁾。特に2018年の対話では、化学物質と環境リスクに関する理解力向上に向けた取り組みとして、さまざまな世代の参加や各主体(行政・事業者・教育機関・市民)ごとの取り組みと主体間連携の重要性が指摘されている。また、それ以前から、第二次環境基本計画(平成12年閣議決定)を基本とし

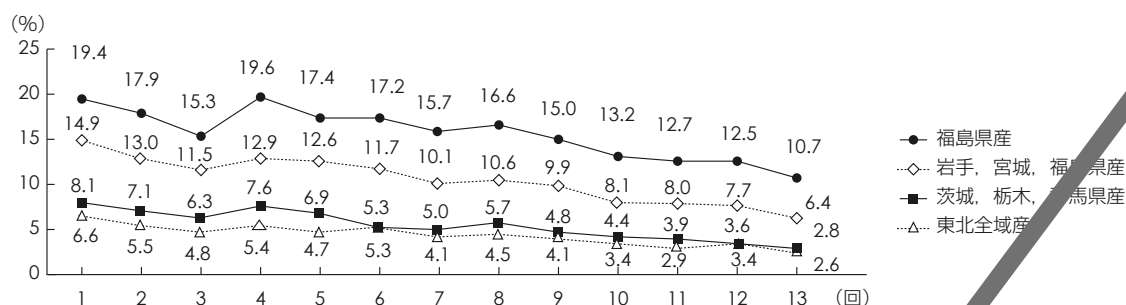


図5 食品中の放射性物質に関するリスクコミュニケーション「消費者が購入をためらう産地」

(消費者庁, 2020⁶⁾: 風評被害に関する消費者意識の実態調査)

※第1回(2013年)～第10回は年2回, 第11回(2018年)からは年1回調査。

て、化学物質に関するリスクコミュニケーション推進に向けた情報提供や人材育成の取り組みが行われてきている¹⁰⁾。人材育成として、2003年以降、対話の推進を担う「化学物質アドバイザー」制度を設け、市民グループの勉強会や企業の社内研修、市民・企業向けセミナーの講師として、中立的な立場で化学物質に関する科学的知見を市民に伝える取り組みを進めてきている。2019年までの17年間にわたり、講師派遣実績は570件を超える。また、環境省ホームページでは、化学物質のリスクコミュニケーション推進のためのサイトを設置し、市民・子ども・専門家向けそれぞれに即した科学的知見を紹介し理解と行動に役立つ情報発信を続けてきている(図6)¹⁰⁾。

このように、消費者庁、環境省、厚生労働省はじめ、関係省庁によるリスクコミュニケーションの取り組みは以前からみられるものの、対話集会や検討会、セミナー、ホームページでの発信といった性格上、特に関心の強い市民の参画は得られる一方で、広く一般市民に向けた周知にまでは至っていないとも考えられる。前述した世代間の情報取得媒体の差を考慮しながら、特に若年層向けには、インターネット上のSNSや動画サイト等、時代に即した実践的な取り組みの推進が求められており、食品の安全性に関して、消費者庁Twitter、Facebookを通じた発信や、多言語版作成による多言語性を考慮した取り組みがはじまっている⁶⁾。

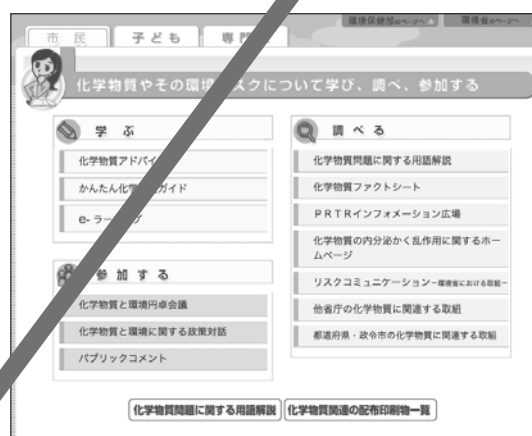


図6 化学物質に関するリスクコミュニケーションの推進(環境省¹⁰⁾)

4. 世代と個人特性で層別化し、潜在的な意識と行動(エシカル消費)に働きかけるアプローチ

本年7月からのレジ袋有料化に伴い、プラスチックごみに由来するマイクロプラスチックの海洋汚染に関心が高まりつつある。プラスチックごみ問題は、レジ袋に限った話ではなく、ペットボトル、ストロー、発泡スチロールをはじめ、日常生活で何気なく使用するさまざまな消費行動の一端にすぎない。しかし、コンビニ・スーパー利用時に毎回聞かれるレジ袋有無の問いかけが一般市民に与える潜在心理的影響は、計り知れないであろう。

レジ袋有料化前の2019年消費者意識基本調査

自己重視度 高		環境重視度 低	環境重視度 高
自己優先型	バランス型		
・ 自己の利益や他人からの評価に敏感 ・ 40 歳未満の若い年齢層が多い、管理職を除く会社員等や学生が多い ・ インターネット、携帯電話、スマートフォンに接触が多い	・ 環境や社会貢献と自己の利益、両方への意識が高い ・ 全年齢層、職業に片寄りなく存在 ・ いずれのメディアにも幅広く接触		
無頓着型	環境優先型		
・ いずれの項目についても比較的応答が薄い ・ 全年齢層、職業に片寄りなく存在、比較的男性が多い ・ メディアへの接触状況について特徴はない	・ 環境や社会貢献への意識が高い ・ 50 歳以上の年齢層が多く、女性が多い、専業主婦・主夫が多い ・ 新聞・雑誌、行政の広報誌に接触が多い		
自己重視度 低			

図7 消費行動における環境重視度の4類型（消費者庁、2020⁶⁾：消費者意識基本調査）

からは、市民全体として、使い捨てプラスチック製の包装や製品に対する意識はある程度醸成されていることがうかがえる⁶⁾。さらに踏み込んで、個々人の消費行動における環境に対する意識の向上をめざして、環境重視度を類型化する試みを示したのが図7である。この4類型ごとに生活に関する情報源を分析してみると、環境優先型の人々は、新聞・雑誌、行政の広報誌等、紙媒体を情報源とすることが多く、自己優先型の人々は、反対にインターネット・携帯電話・スマートフォン、SNS、動画配信サイトといったウェブ関連メディアを情報源とすることが多い傾向が認められた⁶⁾。環境優先型は50歳以上や女性が多く、自己優先型は管理職を除く20・30代が多い傾向もあることから、環境に関する情報発信はこのような対象の層別化を念頭に置かれることが求められるよう。

このように、市民全体への広報と、対象を層別化してより効果的に情報を伝える方法の2種類を併用することが重要と考えられる。前者に対しては図8に示すように、2018年10月に環境省が立ち上げたプラスチック・スマートキャンペーンを

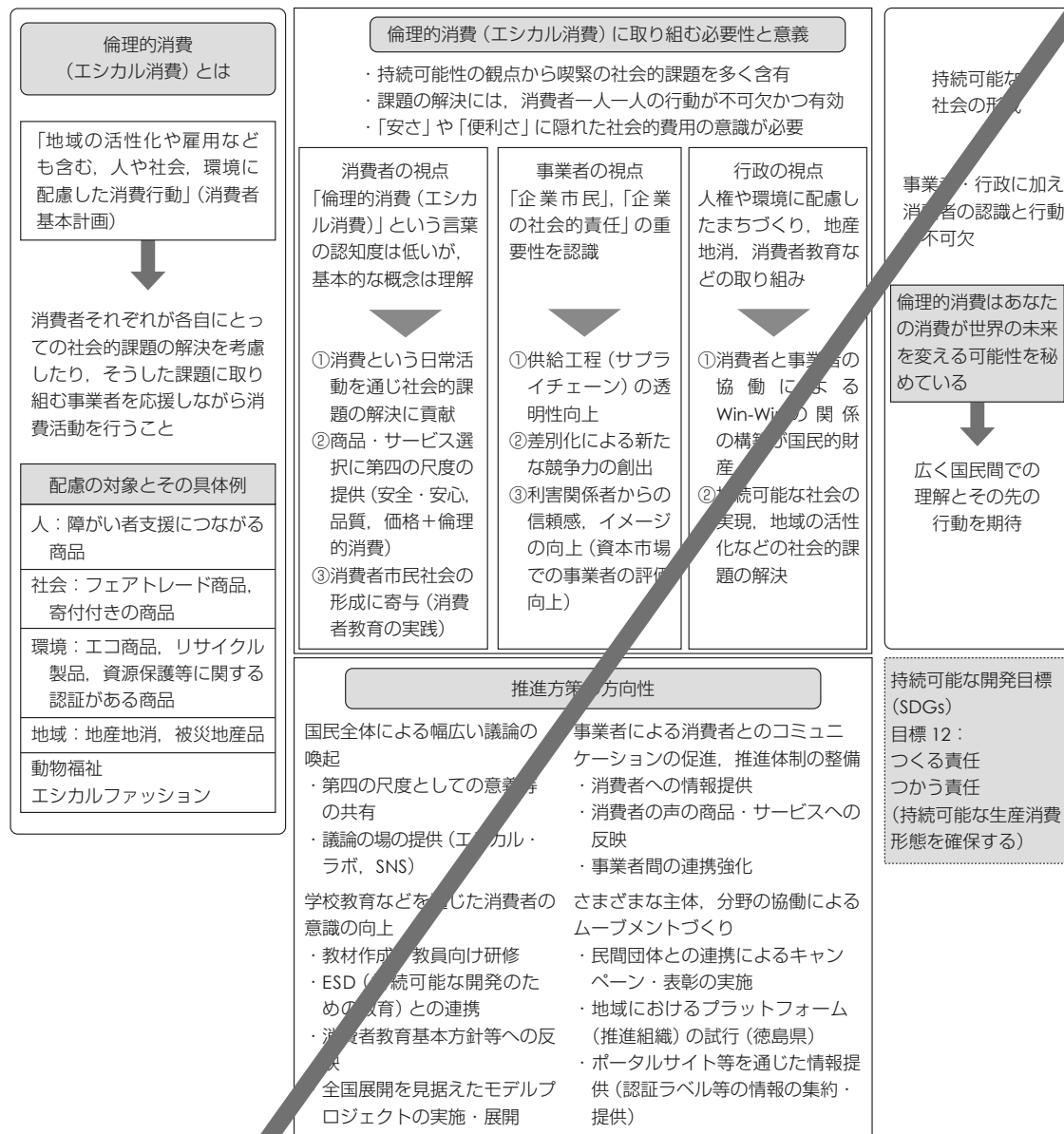


図8 プラスチック・スマート（環境省⁷⁾）



図9 水産エコラベル「マリン・エコラベル・ジャパン」（マリン・エコラベル・ジャパン協議会¹²⁾）

ロゴを用いて広報していることがその一例である。また、生態系や資源の持続性に配慮した方法で漁獲・生産された水産物や食品を表示する水産エコラベル「マリン・エコラベル・ジャパン」（水産庁）も、消費者市民一般への周知をめざしている点で同様の事例である（図9）。後者については、前述の若年者を中心とした自己優先型の市民をターゲットに、インターネット等彼らの目にとまりやすい層別化した広報はもとより、生活の場である職場や学校での取り組みや、行動経済学のナッジ（そっと後押し：気づきのきっかけを与えることで良い選択をするような促し）の考え方を活用した取り組みが重要となる。2017年に消費者庁と国民生活センターが徳島に開設した消費者行政新未来創造オフィスでは、この考え方にもとづき、健康と生活に関する社会実験が実施されている⁶⁾。このような複数の方法を用いることで、「エシカル消費（倫理的消費）」の概念や実践を普及することが現在めざされている（図10）。エシカル消費とは、個人の活動・消費行動が社会全体や地球環境に影響を及ぼしようという自覚のもとにSDGs社会の実現に向けて望まれる選択を行うことを指す用語である。各個人、一般市民が、化学

図10 エシカル消費（倫理的消費）とは（消費者庁、2020^{6）}

物質を含む環境問題について、リスクコミュニケーションを実践する1つの新たな形態にとらえることができよう。そして、消費活動の供給者・事業者側についても、消費者・一般市民に対するリスクコミュニケーションを積極的に行って、現在の消費者のみならず未来・次世代をも含めてSDGs社会の実現をめざす環境志向型のサステナ

ブル経営（消費者志向経営）が、大きな潮流となっていくことが期待されている（図11）。

おわりに

近年多発する気象災害・新興感染症（COVID-19）、環境災害に直面し、環境や生命に関する科学

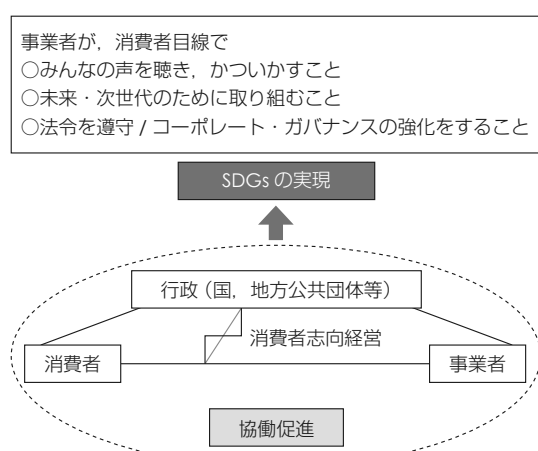


図11 消費者志向経営（サステナブル経営）とは（消費者庁，2020⁶⁾）

的知見をどのように市民が得るか，行政や専門家集団，事業者がどのように提供するか，リスクコミュニケーションに関する需要は増す一方である。infodemic な世界で，情報の拡散の研究¹³⁾やその健康・環境問題に対する活用の理解構築¹⁴⁾も試みられている。本稿は現在までの取り組みと今後の展望を概説したが，サイエンスコミュニケーションの分野を（本職の片手間であく）本業として取り組む人材の確保・育成にわれわれが積極的にかかわる重要性を改めて痛感する。

本稿の内容の一部は，厚生労働省労災疾病臨床研究事業費補助金「事務所衛生基準規則に関する研究—妥当性と国際基準との調和（令和元-3年度代表武藤剛）」による。また執筆に際し，花里真道千葉大学准教授，橋本晴男東京工業大学教授，中村裕之金沢大学教授，松平浩東京大学教授らに貴重なご助言をいただいた。謝して記す。

文 献

- 1) 世界価値観調査：World Values Survey. <http://www.worldvaluessurvey.org> (2020年9月8日現在)

- 2) 統計数理研究所：自然と人間との関係—日本人の国民性調査。2013. <https://www.ssm.ac.jp/kokuminsei/index.html> (2020年9月8日現在)
- 3) 厚生労働省：平成26年国民健康・栄養調査。2014. <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000106405.html> (2020年9月8日現在)
- 4) 文部科学省：平成15年版 科学技術白書。2003.
- 5) 国立国語研究所「病院の言葉」委員会：医療者に対する用語意識調査（2008年3月），非医療者に対する理解度等の調査（2008年8月）。
- 6) 消費者庁：令和2年版消費者白書。2020. https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_research/white_paper/ (2020年8月13日現在)
- 7) 消費者庁：平成29年版消費者白書。2017. https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_research/white_paper/ (2020年8月13日現在)
- 8) 消費者庁：令和元年版消費者白書。2019. https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_research/white_paper/ (2020年8月13日現在)
- 9) 環境省：化学物質と環境に関する政策対話. <http://www.env.go.jp/chemi/communication/seisakutaiwa/index.html> (2020年8月13日現在)
- 10) 環境省：化学物質やその環境リスクについて学び，調べ，参加する. <http://www.env.go.jp/chemi/communication/index.html> (2020年8月13日現在)
- 11) 環境省：プラスチック・スマート. <http://plastics-smart.env.go.jp/> (2020年8月13日現在)
- 12) マリン・エコラベル・ジャパン協議会：HP. <https://www.melj.jp/> (2020年8月13日現在)
- 13) Wang W et al. : Modeling and maximizing influence diffusion in social networks for viral marketing. Appl Netw Sci, 3 (1) : 6, 2018.
- 14) Lutkenhaus R et al. : Tailoring in the digital era : Stimulating dialogues on health topics in collaboration with social media influencers. Digit Health, 2019.



OPEN ACCESS

Original research

Risk factors for resignation from work after starting infertility treatment among Japanese women: Japan-Female Employment and Mental health in Assisted reproductive technology (J-FEMA) study

Yuya Imai ,¹ Motoki Endo ,¹ Keiji Kuroda,^{2,3} Kiyohide Tomooka,¹ Yuko Ikemoto,² Setsuko Sato,¹ Kiyomi Mitsui,⁴ Yuito Ueda,¹ Gautam A Deshpande,⁵ Atsushi Tanaka,⁶ Rikikazu Sugiyama,³ Koji Nakagawa,³ Yuichi Sato,⁷ Yasushi Kuribayashi,⁸ Atsuo Itakura,² Satoru Takeda,² Takeshi Tanigawa ¹

► Additional material is published online only. To view, please visit the journal online (<http://dx.doi.org/10.1136/oemed-2020-106745>).

For numbered affiliations see end of article.

Correspondence to

Professor Takeshi Tanigawa, Department of Public Health, Juntendo University Graduate School of Medicine, Bunkyo-ku 113-8421, Japan; tt9178tt9178@gmail.com

Received 29 May 2020

Revised 28 October 2020

Accepted 9 November 2020

ABSTRACT

Objective To elucidate the risk factors associated with resignation from work of Japanese women undergoing infertility treatment.

Methods A total of 1727 female patients who attended a private fertility clinic in Japan participated in the Japan-Female Employment and Mental health in Assisted reproductive technology study. Questions related to demographic, clinical and socioeconomic characteristics were employed in the questionnaire. Out of the 1727 patients, 1075 patients who were working at the time of initiating infertility treatment and felt infertility treatment incompatible with work were included in the analysis. Risk factors for resignation were assessed by using multivariable logistic regression models.

Results Among 1075 working women who started infertility treatment, 179 (16.7%) subsequently resigned. Multivariable-adjusted ORs for resignation in those with lower educational background and infertility for ≥ 2 years were 1.58 (95% CI: 1.07 to 2.34) and 1.82 (95% CI: 1.15 to 2.89), respectively. The OR for resignation in non-permanent workers undergoing infertility treatment was 2.65 (95% CI: 1.61 to 4.37). While experiencing harassment in the workplace approached significance, lack of support from the company was significantly associated with resignation after starting infertility treatment, with ORs of 1.71 (95% CI: 0.98 to 2.99) and 1.91 (95% CI: 1.28 to 2.86), respectively.

Conclusion One-sixth of women resigned after starting infertility treatments. It was found that factors related to education, infertility duration and work environment were significantly associated with resignation. Reducing the physical and psychological burden endured by women, for example, by increasing employer-provided support, is vitally important in balancing infertility treatment with maintenance of work life.

INTRODUCTION

In the USA, Europe and high-income Asian countries, the number of women receiving treatments for infertility has increased in the recent years.^{1–3} This phenomenon is largely understood in the context of increasing age at marriage and childbearing, as

Key messages

What is already known about this subject?

- Psychological distress brought about by infertility treatment is related to absence from work.
- The difficulties of combining work and infertility treatment are associated with job insecurity.
- Few preliminary studies show risk factors for resignation after starting infertility treatment despite continued high treatment expenses until the end of treatment.

What are the new findings?

- Lower educational background, longer duration of infertility, non-permanent worker, harassment experience in the workplace and lack of support within the company were identified as risk factors for resignation after initiating infertility treatment.

How might this impact on policy or clinical practice in the foreseeable future?

- Prior to infertility treatment, providing special care such as infertility treatment leave, in addition to psychological support, to those who have these risk factors may reduce the tendency of resigning from work.
- This finding may contribute to policy development to secure a healthy work life for patients undergoing infertility treatment.

well as increasing attainment of higher education among women in the last half-century.^{4–6} Nonetheless, ovarian function declines with age, with peak fertility occurring in the early 20s and decreasing at 32 years, with rapid subsequent declines in ovarian reserve from 35 to 38 years.⁷ Gynaecological diseases that alter conception and successful pregnancy, including endometriosis and uterine myoma, also increase with the cumulative number of ovulations and menstruations. Given the complex interplay between these numerous social and biological factors, when women wish to have children later



© Author(s) (or their employer(s)) 2020. Re-use permitted under CC BY-NC. No commercial re-use. See rights and permissions. Published by BMJ.

To cite: Imai Y, Endo M, Kuroda K, *et al.* *Occup Environ Med* Epub ahead of print: [please include Day/Month/Year]. doi:10.1136/oemed-2020-106745

Workplace

after marriage, conception and successful pregnancy are more difficult. Since the first in vitro fertilisation (IVF) baby in the UK in 1978,⁴ treatment for infertility has improved remarkably over the last several decades. Infertility treatments typically consist of either the timing method, artificial insemination with husband's semen or assisted reproductive technology (ART), which includes IVF and intracytoplasmic sperm injection (ICSI).⁸

In Japan, there has been a decline in the number of births to about half in the last 40 years, with 1 708 643 babies born in 1978 to 918 400 babies in 2018. Despite this, approximately 1 in 5.5 Japanese couples opts for infertility treatment and this number continues to increase.⁹ The highest number of ART cases in the world is currently yielded in Japan,^{2,3} with 447 790 cycles and 54 110 neonates—about 1 in 18.1 neonates born in 2016 were conceived via ART treatment.³

While more women are choosing to undergo infertility treatment, balancing infertility treatment with work is affected by various factors, including demographic, clinical and socioeconomic characteristics.^{2,10–12} Maintaining employment can be challenging for women undergoing infertility treatments with regard to physical, mental and economical impacts. Notably, infertility treatment, especially ART procedures, may require frequent and sudden clinic visits depending on the individual's menstruation cycle—and as such, some women consequently decide to resign from their work despite continued high expenses until treatment success.¹³ Moreover, ART is not covered by the Japanese National Health Insurance, and this adds further substantial out-of-pocket expenses.¹⁴ The Japanese Government, Ministry of Health, Labour and Welfare, developed a financial subsidy programme to help reduce the economical impact on a specific infertility treatment including examinations.^{15,16} As it varies among local government policies and largely depends on the contents of applicable procedures, the subsidy programmes benefit 150 000 Japanese yen (JPY) (approximately 1100 British pounds (GBP), converted with the average exchange rate in August 2020: 139.3 JPY/GBP) at maximum per one cycle of an IVF or ICSI, which generally costs JPY300 000–500 000 (2200–3600 GBP) in Japan. However, it is also restricted by frequency of treatments (≤ 6 times), annual household incomes ($< \text{JPY}7.3$ million, 52 420 GBP) and the age of wife (≤ 42 years). Thus, as many women receiving infertility treatment continue to struggle with unavoidable dilemmas in the workplace, an understanding of how society can best support working women undergoing infertility treatment is warranted.^{7,10}

To our knowledge, there have been no large-scale epidemiological studies in Asia investigating resignation in female patients who undergo infertility treatment. The objective of this study was to clarify the risk factors for resignation in the included population. A clearer understanding of these factors may facilitate public institutions and companies to regulate and improve their support systems for women undergoing infertility treatments.

MATERIALS AND METHODS

Study population

The Japan-Female Employment and Mental health in ART (J-FEMA) study, organised in November 2017, is a cross-sectional, multicentre survey of female patients attending fertility clinics in Japan and which established a database of factors associated with infertility treatment in Japan. The study enrolled female patients aged ≥ 20 years who attended the following four fertility clinics: (1) Sugiyama Clinic Shinjuku in Tokyo (located on Honshu mainland, capital of Japan, with a population of 14 million residents); (2) Sugiyama Clinic Marunouchi in Tokyo; (3) Saint Mother

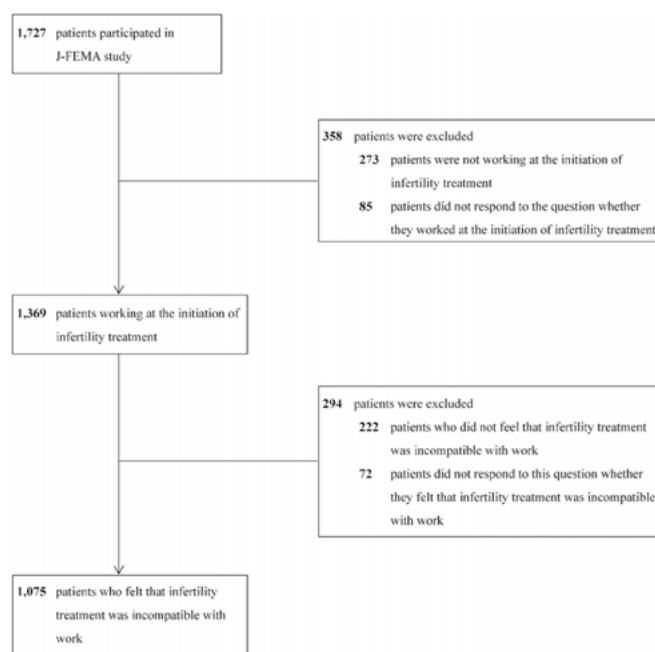


Figure 1 Flow chart of study population included in the analysis. J-FEMA, Japan-Female Employment and Mental health in Assisted reproductive technology.

Hospital Infertility Clinic in Fukuoka prefecture (located on Kyushu island, an urban-suburban area 650 miles southwest of Tokyo, with a population of 5 million residents) and (4) Takasaki ART Clinic in Gunma prefecture (located on Honshu mainland, a suburban-rural area 76 miles north of Tokyo, with a population of 2 million residents).¹⁷ A total of 1727 female patients participated in the J-FEMA study between August and December 2018. As illustrated in figure 1, 1369 (79.3%) patients reported working at the time of initiation of their infertility treatment. Among these patients, 1075 felt that undergoing infertility treatment was incompatible with work and hence they were included in the analysis dataset because they were presumed struggling to stay at work with undergoing infertility treatment.

Questionnaires and variables

The analysis used an anonymous self-administered questionnaire developed for the study. In this study, those who reported that they had worked at initiation of infertility treatment and 'left the job' in response to the question 'why had the patient's work status changed after starting infertility treatment ("changed the job" or "left the job")' were defined as resigning from work. The questionnaire included the following data: age; age at marriage; age at initiation of ART; educational background; infertility treatment (duration of infertility and ART experience) and work environment including company size (< 50 , 50–999 and ≥ 1000 employees), employment type (permanent worker defined no fixed end date for their employment, non-permanent worker defined contract and part-time worker, self-employed and other workers), harassment experience in workplace after starting infertility treatment (yes or no) and infertility treatment-relevant support from company (yes or no). Variables were classified respectively into the following categories: age was categorised as < 35 , 35–39 or ≥ 40 years; educational background was categorised as university degree or more advanced ('higher educational background') versus other ('lower educational background') and

duration of infertility was categorised as <2 years versus ≥ 2 years.

Statistical analyses

Pearson's χ^2 test was used to describe the age-specific characteristics of patients, and the association between potential risk factors and employee resignation. The ORs of factors including resignation after adjustment for patient age, educational background, duration of infertility, employment type, harassment experience in workplace after starting infertility treatment and support from company were analysed using a multivariable logistic regression analysis (forced entry method). All statistical analyses were performed with IBM SPSS for Windows (V.25.0; IBM, Armonk, New York, USA). All probability values for statistical tests were two-tailed, and values of $p < 0.05$ were regarded as statistically significant.

RESULTS

In the present study, 1075 Japanese female workers who reported working at the initiation of infertility treatment were included in the analysis. Mean and SD of age, age at marriage and age at initiation of ART were 37.5 (4.7), 32.2 (5.0) and 36.9 (8.8) years, respectively. The mean (SD) of infertility duration was 3.2 (2.7) years.

Demographic characteristics of the study population according to the patient resignation status are described in table 1. There was a total of 179 (16.7%) patients who resigned after starting infertility treatment. Resignation rates were significantly higher in those who had lower educational background ($p < 0.01$), had been infertile for ≥ 2 years ($p < 0.01$), were non-permanent workers ($p < 0.001$), had any harassment experience in the workplace after starting infertility treatment ($p < 0.01$) or had experienced lack of infertility treatment-relevant support from their company ($p < 0.01$).

The results of the multivariable analysis of risk factors for resignation after starting infertility treatment are presented in table 2. The multivariable-adjusted OR and 95% CIs in those who had a lower versus higher educational background was 1.58 and 1.07–2.34, respectively. After adjustment, patients who had been infertile for ≥ 2 years showed a significantly higher risk of resigning (OR 1.82; 95% CI: 1.15 to 2.89) versus those with shorter duration of infertility. Similarly, OR of resignation in non-permanent workers was substantially higher at 2.65 (95% CI: 1.61 to 4.37) compared with that of permanent workers. Although the association of harassment experience in the workplace with resignation after starting infertility treatment approached significance (OR 1.71; 95% CI: 0.98 to 2.99), lack of company support was associated with a nearly doubled risk of resignation after starting infertility treatment (OR 1.91; 95% CI: 1.28 to 2.86).

DISCUSSION

As far as we know, this is the first large-scale study in Asia to study the risk of resignation in female patients who are employed at the initiation of infertility treatment. The present study revealed that over one-sixth of female patients who felt that infertility treatment was incompatible with work resigned after starting the treatment despite the continued expense the treatment requires.¹³ The resignation rate in our study was substantially higher than that found previously (15.6% in 2018) among general female workers of prime working age (25–54 years).¹⁸ The mean age of patients at marriage in our study (32.2 years) was slightly older than that of the general female

population in Japan in 2018 (31.2 years).⁵ In addition, the mean age of patients at initiation of ART was 36.9 years. Delivery by women at an advanced maternal age, which was previously rare, is no longer uncommon in the recent years.¹⁹ However, as fertility peaks in the early 20s, decreasing at 35–38 years as the ovarian reserve rapidly decreases,⁷ and the success rate of ART decreasing further with advanced age,³ we reasonably assume that providing health support to patients undergoing infertility treatment is worth much attention.²⁰

Our study revealed that five factors were significantly associated with resignation in women receiving infertility treatment. Lower educational background was significantly associated with resignation. Several studies have shown that lower education and female gender are strong predictors of long-term sickness absence and resignation.²¹ Additionally, Cheng *et al*²² also reported that lower educational attainment yields higher levels of job insecurity, while those who have professional attainments were found to have the lowest levels of job insecurity. In our study, although no significant difference was observed in the age at marriage between those with lower and higher educational attainment, factors such as age and age at initiation of ART, as well as duration of infertility, cost of infertility treatment, non-permanent worker and self-employed and others were significantly higher in those with lower education. By contrast, annual salaries of both patient and partner and the infertility treatment-relevant support from the patient's company were significantly lower in those with lower education (online supplemental table 1). In contrast to trends seen in higher educated patients,^{4–6} this deduction may be explained by multiple factors, including lack of knowledge and consequent delayed access to infertility treatment and poor career-orientation²³ due to the lower educational background—although this is speculative because the reasons of resignation might not be always simple. However, education is a key dimension of socioeconomic position and a higher level of education provides knowledge, skills, values and attitudes that are likely to support healthier choices and protect one's self from job loss.²⁴

In this study, it was found that longer duration (≥ 2 years) of infertility was also significantly associated with resignation. Although longer durations of treatment might allow for more opportunities for resignation due to the longer period of observation, infertility is in itself a risk factor for adverse pregnancy outcomes, and longer durations of infertility are associated with greater risk.²⁵ As longer duration to conceive has been robustly associated with greater distress,^{13 26} the interactions between emotional and physical problems associated with infertility treatment are complex and likely to be compounded by the difficulties of combining work, treatment and associated job insecurity.²⁷ In addition, the initial eagerness to seek treatment may diminish over time, with patients having more likely to consider the idea of infertility as a reality.²⁸ Female workers who have been infertile for ≥ 2 years might already have a higher risk for resignation at the time of the diagnosis of infertility.⁸ The National Institute of Clinical Excellence guidelines propose an immediate IVF cycle for those meeting formal criteria providing that duration of regular unprotected intercourse is longer than 2 years.²⁹ Considering age and success rates, patients may tend to focus more on their infertility treatment rather than staying at work.

Non-permanent workers resigned from work have significantly higher rates than permanent employees. Based on the Survey on Employment Trends conducted by the Japanese Government in 2018, the average (SD) of proportion of non-permanent female workers is 53.4% (14.1) in Japan.¹⁸ The higher proportion of permanent workers in our study might be considered because of

Workplace

Table 1 Demographic characteristics of the study population by resignation status in those who had worked at initiation of infertility treatment and felt that infertility treatment was incompatible with work

Variables categories	Number (%)						Resignation rate (%)	P value*
	Total		Not resigned		Resigned			
N	1018		839	(78.0)	179	(16.7)	16.7	
Age (years)								
<35	274	(27.3)	225	(27.2)	49	(27.4)	17.9	0.97
35–39	358	(35.6)	293	(35.5)	65	(36.3)	18.2	
≥40	373	(37.1)	308	(37.3)	65	(36.3)	17.4	
Age at marriage (years)								
<35	587	(66.2)	473	(65.3)	114	(69.9)	19.4	0.21
35–39	215	(24.2)	184	(25.4)	31	(19.0)	14.4	
≥40	85	(9.6)	67	(9.3)	18	(11.0)	21.2	
Age at initiation of ART (years)								
<35	216	(31.7)	168	(30.2)	48	(38.1)	22.2	0.23
35–39	266	(39.0)	221	(39.7)	45	(35.7)	16.9	
≥40	200	(29.3)	167	(30.0)	33	(26.2)	16.5	
Educational background†								
Higher	544	(53.8)	468	(56.2)	76	(42.5)	14.0	<0.01
Lower	468	(46.2)	365	(43.8)	103	(57.5)	22.0	
Duration of infertility (years)‡								
<2	304	(31.6)	267	(33.8)	37	(21.5)	12.2	<0.01
≥2	659	(68.4)	524	(66.2)	135	(78.5)	20.5	
ART experience								
No	262	(26.1)	217	(26.2)	45	(25.3)	17.2	0.79
Yes	743	(73.9)	610	(73.8)	133	(74.7)	17.9	
Company size at the initiation of infertility treatment (employees)								
<50	219	(32.6)	162	(32.7)	57	(32.4)	26.0	0.67
50–999	231	(34.4)	166	(33.5)	65	(36.9)	28.1	
≥1000	221	(32.9)	167	(33.7)	54	(30.7)	24.4	
Employment type at the initiation of infertility treatment								
Permanent worker§	475	(70.6)	374	(74.7)	101	(58.7)	21.3	<0.001
Non-permanent worker§	99	(14.7)	54	(10.8)	45	(26.2)	45.5	
Self-employed and others	99	(14.7)	73	(14.6)	26	(15.1)	26.3	
Harassment experience in workplace due to infertility treatment								
No	889	(90.7)	743	(92.1)	146	(84.4)	16.4	<0.01
Yes	91	(9.3)	64	(7.9)	27	(15.6)	29.7	
Infertility treatment-relevant support from company¶								
Yes	401	(42.2)	347	(44.5)	54	(31.4)	13.5	<0.01
No	550	(57.8)	432	(55.5)	118	(68.6)	21.5	

*Pearson's χ^2 test.

†Educational background: university and graduate school as 'higher educational background'; and junior high school, high school and junior college/technical school/university dropout as 'lower educational background'.

‡The median duration of infertility.

§Permanent worker defined no fixed end date for their employment; non-permanent worker defined contract and part-time worker; self-employed and other worker.

¶Infertility treatment-relevant support including, but not limited to, reduction in work-hours, hours-leave and flexible working style.

ART, assisted reproductive technology.

treatment cost and flexibility in work life-treatment balance, and not everyone can undergo infertility treatment, especially ART treatment. Therefore, patients who undergo infertility treatment tend to be permanent workers and they may be over-represented in this study. However, our findings are in accordance with prior study showing the risk for sick leave in shift workers compared with scheduled workers.¹² Suga *et al*³⁰ previously reported that non-regular employees more frequently changed their occupations five times more than regular employees do; part-time and short-term contract employees were 12 times more likely to have occupation changes. Non-permanent workers have substantially more barriers to taking the frequent or sudden leaves of absence that are frequently required during infertility treatment while

still being engaged in their jobs.²⁶ Temporary agency work is considered a more unfavourable employment status than those with permanent work arrangements and has been associated with precarious labour and life situations.³¹ In contrast, permanent workers may opt to continue working out of economic necessity,³⁰ as well as a fear that job security at a similar pay and position might not be wholly guaranteed on returning to work after childbearing.³² A reduction of fertility after job loss is one of the many difficulties women face when re-establishing their careers.³³ Workplace structures that provide a choice of working styles for women wanting to conceive or give birth should cater to non-permanent staff.²⁰

Table 2 Associations with resignation after starting infertility treatment in those who had worked at initiation of infertility treatment who felt that infertility treatment was incompatible with work

Variables categories	Multivariable OR (95% CI)*	P value
Age (years)		
<35	1.00	
35–39	0.81 (0.50 to 1.33)	0.41
≥40	0.87 (0.53 to 1.43)	0.58
Educational background†		
Higher	1.00	
Lower	1.58 (1.07 to 2.34)	0.02
Duration of infertility (years)‡		
<2	1.00	
≥2	1.82 (1.15 to 2.89)	0.01
Employment type at the initiation of infertility treatment		
Permanent worker§	1.00	
Non-permanent worker§	2.65 (1.61 to 4.37)	<0.001
Self-employed and others	1.23 (0.70 to 2.15)	0.47
Harassment experience in workplace due to infertility treatment		
No	1.00	
Yes	1.71 (0.98 to 2.99)	0.06
Infertility treatment-relevant support from company¶		
Yes	1.00	
No	1.91 (1.28 to 2.86)	<0.01

Further information regarding the characteristics of patients subanalysed by educational background are shown in online supplemental table 1.

*Each OR was adjusted for all other variables in the table.

†Educational background: university and graduate school as 'higher educational background'; and junior high school, high school and junior college/technical school/university dropout as 'lower educational background'.

‡The median duration of infertility.

§Permanent worker defined no fixed end date for their employment; non-permanent worker defined contract and part-time worker; self-employed and other worker.

¶Infertility treatment-relevant support including, but not limited to, reduction in work-hours, hours-leave and flexible working style.

Although significantly more women who resigned from their work reported an experience of harassment at the workplace, this association, though approaching statistical significance, did not remain significant after a multivariable analysis. In our study, 1 in 11 patients experienced harassment in their workplace during infertility treatment. This was lower than that reported in 'Pregnancy and Maternity-Related Discrimination and Disadvantage: Experiences of Mothers', published by the government of the UK, in which 20% of mothers experienced harassment or negative comments related to pregnancy or flexible working from their employer and/or colleagues.³⁴ Chan *et al*¹⁰ reported that gender-based workplace bullying is experienced by nearly 40% of general female employees. However, our study showed that one-third of those who felt harassment eventually resigned from work, which was much higher than the 17.1% resignation rate in female workers in a general population in 2018.¹⁸

Another identified risk factor for resignation investigated in this study is the lack of employer support for patients. Those who had not received support from their company had a significantly higher risk of resignation compared with those who felt adequately supported. Most patients who undergo infertility treatment have anxiety about the uncertainty in their future.³⁵ Infertility distress has been previously observed to be higher in unemployed women, women with difficulty in taking time off work and women who paid for treatment expenses by themselves.²⁶ In addition to clinical emphasis to improve service

delivery and to assess the need for psychological counselling, larger social contexts and social science frameworks will also be important.³⁶ Formalised infertility treatment leave programmes may be important to stabilise working conditions and promote an understanding among all workers of the necessity of such programmes in the workplace.³⁰

Most importantly, job displacement reduces average fertility. Fertility decline has been strongly associated with unemployment increase—a relationship that remains significant at all ages.³⁷ Difficulties experienced in combining treatment and work suggest that increased support is needed and hence must be considered. In the past seven decades, the total fertility rate (TFR) was reduced to half, with global TFR decreasing to 2.4.¹ As replacement level fertility is essential to maintain population size in high-income countries,¹⁷ infertility has been recognised by WHO as a critical public health issue. Although many countries have prompted various pronatal policies such as fertility subsidies, childcare allowances and fertility-related pension schemes in the hope of boosting fertility rates,³⁸ none of these policies directly promotes earlier age at childbearing.³⁹ In Japan, TFR has been in a similar decline, decreasing to just 1.42 in 2018⁵; the number of births in 2018 was 918 400 and this figure continued to fall to fewer than 900 000 in 2019—the lowest level since Japan's Vital Statistics survey in 1899.⁵ One in 5.5 Japanese couples has encountered problems with fertility requiring examination and treatment.^{8,9} Although several policies and guidelines have been enacted in Japan in an attempt to reverse these trends, they have focused almost exclusively on general healthcare, maternity care, prenatal and perinatal health management and child-care.^{14–40} Establishing and improving social systems including, but not limited to, the alleviation of family income restriction for subsidisation that enables infertile women, regardless of educational level and employment type, to pursue lifestyles conducive to childbearing, while actively working is a pressing issue. Specific workplace policies, guidance for supervisors and flexibility in fertility clinic times due to the requirement of sudden and frequent leaves for numerous tests and treatments would significantly help employees during their treatment and would greatly reduce the psychological distress, thereby potentially influencing physical health and treatment outcomes.²⁷

The strength of the present study investigating factors of infertility treatment associated with resignation from work was its comprehensive survey design, widely conducted in female patients attending fertility clinics. The large sample size allowed us to robustly examine the associations of infertility-related and work-related factors with regard to resignation after adjustment of multiple clinically and socially relevant confounders despite some missing data. Nonetheless, several limitations warrant discussion. First, the J-FEMA study was based on a self-reported questionnaire without face-to-face interviews or diagnoses by clinical specialists. Thus, it was susceptible to recall or information bias, and the possibility that patients might have misunderstood the meanings of questions or misremembered their responses cannot be entirely ruled out. However, the association between infertility treatment and resignation is likely not to have been overestimated as our study population excluded those who failed to answer questions regarding being subject to harassment or receiving support from their company. Second, reasons for resignation are likely complex and multifactorial, and not solely due to infertility treatment. Although some workers may have not been forced to resign, this was not explored in the questionnaire and, therefore, the association between infertility treatment and resignation might be overestimated in this case. However,

Workplace

given that other unexplored positive factors, such as partner income and family support may help women to better balance infertility treatments and work, we do not expect this limitation to drastically affect the trends identified in our analysis. In future studies, more structured questions using other tools such as dynamic-response surveys may provide further clarity to these important questions.

In conclusion, one-sixth of female patients who felt that infertility treatment was incompatible with work resigned from work after starting infertility treatment despite ongoing treatment expenses. Risk factors related to educational background, infertility duration and work situation were identified as significantly associated with resignation in female workers attending fertility clinics. Further longitudinal and prospective studies are warranted to more comprehensively understand the association between infertility treatment and work life. This understanding will facilitate and secure a healthy work life for patients undergoing infertility treatment.

Author affiliations

¹Department of Public Health, Juntendo University Graduate School of Medicine, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

²Department of Obstetrics and Gynecology, Juntendo University Faculty of Medicine, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

³Center for Reproductive Medicine and Implantation Research, Sugiyama Clinic Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo, Japan

⁴Department of Hygiene, Public Health, and Preventive Medicine, Showa University, Shinagawa-ku, Tokyo, Japan

⁵Department of General Internal Medicine, Juntendo University Faculty of Medicine, Bunkyo-ku, Tokyo, Japan

⁶Saint Mother Hospital Infertility Clinic, Kitakyushu, Fukuoka, Japan

⁷Takasaki Art Clinic, Takasaki, Gunma, Japan

⁸Center for Reproductive Medicine and Endoscopy Sugiyama Clinic Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

Acknowledgements The authors are grateful to the staff and patients of the J-FEMA study for their valuable contributions.

Contributors IY provided substantial contribution to the conception, analysing data, drafting of the manuscript. ME contributed to the substantial design of the work, acquisition of data, drafting of the manuscript and critical revisions and obtained the funding of the study. KK contributed to the design of the work and made critical revisions. KT contributed to the analysis of data and also participated in the critical revisions in the paper. YI helped in the analysis of data and made critical revisions. SS helped in the interpretation of the data and critical revision. KM contributed to the interpretation of data and critical revision. YU, GAD, AI, ST and TT helped in the interpretation of data and critical revision. AT, RS and YK contributed to the acquisition of data and critical revision. KN and YS helped in the acquisition of data and critical revision of the paper.

Funding This study was supported by a Grant-in-Aid for Scientific Research from 'KAKENHI' (grant number: 18K17395) to ME.

Competing interests None declared.

Patient consent for publication Not required.

Ethics approval The study protocol was reviewed and approved by the Ethics Review Committee of Juntendo University Graduate School of Medicine (No. 18-008, Tokyo, Japan).

Provenance and peer review Not commissioned; externally peer reviewed.

Data availability statement No data are available.

Supplemental material This content has been supplied by the author(s). It has not been vetted by BMJ Publishing Group Limited (BMJ) and may not have been peer-reviewed. Any opinions or recommendations discussed are solely those of the author(s) and are not endorsed by BMJ. BMJ disclaims all liability and responsibility arising from any reliance placed on the content. Where the content includes any translated material, BMJ does not warrant the accuracy and reliability of the translations (including but not limited to local regulations, clinical guidelines, terminology, drug names and drug dosages), and is not responsible for any error and/or omissions arising from translation and adaptation or otherwise.

Open access This is an open access article distributed in accordance with the Creative Commons Attribution Non Commercial (CC BY-NC 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt, build upon this work non-commercially,

and license their derivative works on different terms, provided the original work is properly cited, appropriate credit is given, any changes made indicated, and the use is non-commercial. See: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>.

ORCID iDs

Yuya Imai <http://orcid.org/0000-0002-9125-3358>

Motoki Endo <http://orcid.org/0000-0002-1025-4202>

Takeshi Tanigawa <http://orcid.org/0000-0003-3373-4492>

REFERENCES

- Murray CJL, Callender CSKH, Kulikoff XR, *et al*. Population and fertility by age and sex for 195 countries and territories, 1950–2017: a systematic analysis for the global burden of disease study 2017. *The Lancet* 2018;392:1995–2051.
- Adamson GD, de Mouzon J, Chambers GM, *et al*. International Committee for monitoring assisted reproductive technology: world report on assisted reproductive technology, 2011. *Fertil Steril* 2018;110:1067–80.
- Ishihara O, Iwa SC, Kuwahara A, *et al*. Assisted reproductive technology in Japan: a summary report for 2016 by the ethics Committee of the Japan Society of obstetrics and gynecology. *Reprod Med Biol* 2019;18:7–16.
- Tierney K, Cai Y. Assisted reproductive technology use in the United States: a population assessment. *Fertil Steril* 2019;112:1136–43.
- Statistics of Japan. Vital statistics. Available: <https://www.e-stat.go.jp/en> [Accessed 18 Sep 2020].
- World Economic Forum. The global gender gap report. Available: <http://reports.weforum.org/global-gender-gap-report-2020/> [Accessed 18 Sep 2020].
- Fritz R, Jindal S. Reproductive aging and elective fertility preservation. *J Ovarian Res* 2018;11:1–8.
- Farquhar C, Marjoribanks J. Assisted reproductive technology: an overview of Cochrane reviews. *Cochrane Database Syst Rev* 2018;8:CD010537.
- National Institute of Population and Social Security Research. Annual population and social security surveys (the National fertility survey). Available: http://www.ipss.go.jp/site-ad/index_english/Survey-e.asp [Accessed 18 Sep 2020].
- Chan CMH, Wong JE, Yeap LLL, *et al*. Workplace bullying and psychological distress of employees across socioeconomic strata: a cross-sectional study. *BMC Public Health* 2019;19:1–8.
- Yang H-M, Choo J. Socioeconomic inequalities in self-rated health: role of work-to-family conflict in married Korean working women. *Women Health* 2019;59:921–36.
- Hammer PEC, Garde AH, Begtrup LM, *et al*. Night work and sick leave during pregnancy: a national register-based within-worker cohort study. *Occup Environ Med* 2019;76:163–8.
- Payne N, Seenan S, van den Akker O. Experiences of involuntary childlessness and treatment in the UK: what has changed in 20 years? *Hum Fertil* 2019;1–8.
- Maeda E, Ishihara O, Saito H, *et al*. Age-Specific cost and public funding of a live birth following assisted reproductive treatment in Japan. *J Obstet Gynaecol Res* 2014;40:1338–44.
- Ministry of Health Labour and Welfare. Fertility policies. Available: https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kodomo/kodomo_kosodate/boshi-hoken/funin-01.html [Accessed 18 Sep 2020].
- Sakamoto H, Rahman M, Nomura S. *Japan health system review*. New Delhi: World Health Organization Regional Office for South-East Asia, 2018.
- Statistics of Japan. Population estimates. Available: <https://www.e-stat.go.jp/en> [Accessed 18 Sep 2020].
- Statistics of Japan. Survey on employment trends. Available: <https://www.e-stat.go.jp/en> [Accessed 18 Sep 2020].
- Nakagawa K, Kuroda K, Sugiyama R. Clinical strategies for art treatment of infertile women with advanced maternal age. *Reprod Med Biol* 2019;18:27–33.
- Nomura K, Karita K, Araki A, *et al*. For making a Declaration of countermeasures against the falling birth rate from the Japanese Society for hygiene: summary of discussion in the Working group on academic research strategy against an aging Society with low birth rate. *Environ Health Prev Med* 2019;24:1–6.
- Notenbomer A, van Rhenen W, Groothoff JW, *et al*. Predicting long-term sickness absence among employees with frequent sickness absence. *Int Arch Occup Environ Health* 2019;92:501–11.
- Cheng Y, Chen C-W, Chen C-J, *et al*. Job insecurity and its association with health among employees in the Taiwanese general population. *Soc Sci Med* 2005;61:41–52.
- Lim S-J, Raymo JM. Nonstandard work and educational differentials in married women's employment in Japan: patterns of continuity and change. *Int J Social* 2014;44:84–107.
- Flach PA, Groothoff JW, Bültmann U. Identifying employees at risk for job loss during sick leave. *Disabil Rehabil* 2013;35:1835–41.
- Luke B. Pregnancy and birth outcomes in couples with infertility with and without assisted reproductive technology: with an emphasis on US population-based studies. *Am J Obstet Gynecol* 2017;217:270–81.
- Yilmaz T, Yazici S, Benli T. Factors associated with infertility distress of infertile women: a cross-sectional study. *J Psychosom Obstet Gynaecol* 2020;41:275–81.
- Payne N, Seenan S, van den Akker O. Experiences and psychological distress of fertility treatment and employment. *J Psychosom Obstet Gynaecol* 2019;40:156–65.

- 28 Shen L, Xing L. Analyses of medical coping styles and related factors among female patients undergoing in vitro fertilization and embryonic transfer. *PLoS One* 2020;15:e0231033.
- 29 National Institute for Health and Care Excellence. Fertility problems: assessment and treatment. *NICE clinical guideline* 2013;156:21–2.
- 30 Suga R, Tsuji M, Tanaka R, *et al.* Factors associated with occupation changes after pregnancy/delivery: result from Japan Environment & Children's pilot study. *BMC Womens Health* 2018;18:1–11.
- 31 Hünefeld L, Gerstenberg S, Hüffmeier J. Job satisfaction and mental health of temporary agency workers in Europe: a systematic review and research agenda. *Work & Stress* 2020;34:82–110.
- 32 Kim J-H, Oh SS, Bae SW, *et al.* Gender discrimination in the workplace: effects on pregnancy planning and childbirth among South Korean women. *Int J Environ Res Public Health* 2019;16:2672–12.
- 33 Del Bono E, Weber A, Winter-Ebmer R. Clash of career and family: fertility decisions after job displacement. *J Eur Econ Assoc* 2012;10:659–83.
- 34 Government UK. Pregnancy and Maternity-Related discrimination and disadvantage: experiences of mothers, 2016. Available: <https://www.gov.uk/government/publications/pregnancy-and-maternity-related-discrimination-and-disadvantage-final-reports> [Accessed 18 Sep 2020].
- 35 Massarotti C, Gentile G, Ferreccio C, *et al.* Impact of infertility and infertility treatments on quality of life and levels of anxiety and depression in women undergoing in vitro fertilization. *Gynecol Endocrinol* 2019;35:485–9.
- 36 Greil AL, Slauson-Blevins K, McQuillan J. The experience of infertility: a review of recent literature. *Social Health Illn* 2010;32:140–62.
- 37 Matysiak A, Sobotka T, Vignoli D. The great recession and fertility in Europe: a Sub-national analysis. *Eur J Popul* 2020;23.
- 38 Shaw D, Guise J-M, Shah N, *et al.* Drivers of maternity care in high-income countries: can health systems support woman-centred care? *Lancet* 2016;388:2282–95.
- 39 Ng WL, Wang Y-C. Waiting as a signal: why women are delaying fertility? *Econ Model* 2020;87:471–9.
- 40 Cabinet Office. Annual report on the declining birthrate. Available: <https://www8.cao.go.jp/shoushi/shoushika/whitepaper/measures/english/w-2018/index.html> [Accessed 18 Sep 2020].

RESEARCH ARTICLE

Open Access



Predictors of resignation and sick leave after cancer diagnosis among Japanese breast cancer survivors: a cross-sectional study

Kiyomi Mitsui¹, Motoki Endo^{2*} , Yuya Imai², Yuito Ueda², Hiroko Ogawa², Go Muto³, Yan Yan⁴, Gautam A. Deshpande⁵, Yasuhisa Terao⁶, Satoru Takeda⁶, Takeshi Tanigawa², Katsuji Nishimura⁷, Kazuhiko Hayashi⁸, Mitsue Saito⁹ and Akatsuki Kokaze¹

Abstract

Background: In Japan, 55.5% of breast cancer survivors (BCSs) are of working age, so various perspectives regarding return to work (RTW) after cancer diagnosis need to be considered. Therefore, this study aimed to clarify the risk factors for resignation and taking sick leave (SL) among BCSs in continued employment at the time of diagnosis.

Methods: A web-based retrospective cross-sectional survey was conducted on BCSs using data from a 2018 Japanese national research project (Endo-Han) commissioned by the Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan. The subjects were women aged 18–69 years who had been diagnosed with breast cancer for the first time at least 1 year previously. The risk factors for resignation and taking SL after breast cancer diagnosis, including age at diagnosis, education level, cancer stage, surgery, chemotherapy, radiotherapy, employment status, and occupational type, were then analyzed using a logistic regression model.

Results: In total, 40 (14.9%) of 269 BCSs quit their jobs at least 1 year after being diagnosed with breast cancer. The results of the multivariable analysis indicated that lower education level (odds ratio [OR]: 3.802; 95% confidence interval [CI]: 1.233–11.729), taking SL (OR: 2.514; 95%CI: 1.202–5.261), and younger age at diagnosis (OR: 0.470; 95%CI: 0.221–0.998) were predictors of resignation. Of 229 patients who continued working, SL was taken by 72 (31.4%). In addition, undergoing surgery was found to be a predictor of taking SL (OR: 8.311; 95%CI: 1.007–68.621).

Conclusions: In total, 40 (14.9%) of 269 BCSs quit their jobs at least 1 year after being diagnosed with breast cancer. The results of this study indicated that younger age, lower education level, and taking SL were predictors of resignation after breast cancer diagnosis.

Keywords: Breast cancer survivors, Resignation, Sick leave, Return to work

* Correspondence: phdmotokiendo@gmail.com

²Department of Public Health, Juntendo University Faculty of Medicine, Tokyo, Japan

Full list of author information is available at the end of the article



© The Author(s). 2021 **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

Background

The number of breast cancer survivors (BCSs), along with their 5-year survival rates, continue to rise steadily in Japan because of early detection and advances in treatment [1]. As breast cancer survival rates have increased, issues surrounding the quality of life (QOL) of BCSs, including palliative care, mental health, and employment, have received more attention [2–5]. In 2015, approximately 55.5% of the 83,959 BCSs in Japan belonged to a working age group, typically defined as 20–64 years old [6]. As the number of working women has been increasing in Japan [7], it is expected that more working-age women will be diagnosed with breast cancer in the near future, following trends seen in Western countries [8–10]. In Japan, it seems there has been more interest in striking a balance between cancer treatment and work [11]. In 2016, the Japanese government amended the Cancer Control Act (this law sets out a duty for employers to strive to keep cancer survivors [CSs] working) and published guidelines outlining support for individuals undergoing therapy during working life to aid employers in providing better support to employees with cancer, similar to the Netherlands [11].

Maintaining employment after breast cancer diagnosis remains an important issue for not only BCSs and their families, but also employers and society [12]. Previous studies suggest that maintaining employment after breast cancer diagnosis is affected by three primary domains: personal factors (e.g., age, sex, education), clinical factors (e.g., cancer site, cancer stage), and work-related factors (e.g., company size, social support resources) [9, 12, 13]. Return to work (RTW) after cancer diagnosis is undoubtedly challenging for a variety of reasons, including physical symptoms (e.g., cancer-related fatigue, pain, hair loss, nausea) [14]; however, unemployment (not working) after breast cancer diagnosis has also been shown to reduce QOL [2–4], and previous studies have found that BCSs are more likely to be unemployed [15, 16]. As a contributing factor, breast cancer has been shown to be associated with long RTW times, as well as a lower cumulative RTW rate, compared with individuals with gastric or female genital cancer [17].

Moreover, predictors of work resignation (quitting work) among BCSs include contract or part-time work, with these types of workers demonstrating higher odds of resignation compared with regular and full-time workers [18]. However, the relationship between resignation and treatment modality or individual factors has not been fully clarified, and less attention has been paid to predictors of resignation and sick leave (SL) among BCSs in Japan. In Japan, BCSs who remain on SL often seem to experience financial difficulties because after using up their paid leave, they only receive more than 60% of their salary as a sickness allowance during SL [19].

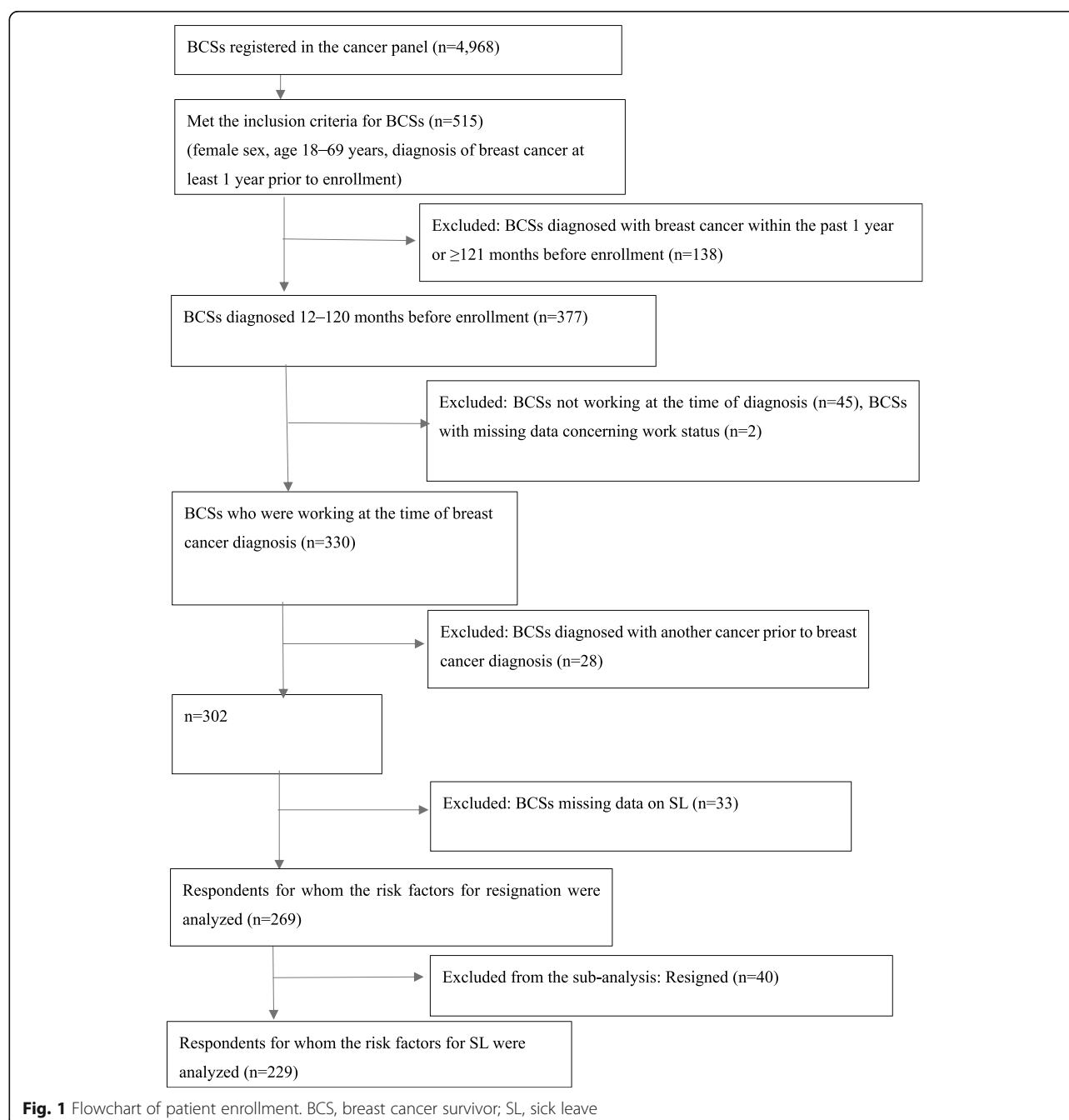
Given this background, the objective of this study was to clarify the predictors of resignation and SL among BCSs in continued employment. Clarifying these predictors could be expected to aid health care providers in supporting CSs who continue to work, and to provide evidence that assists physicians, health care staff, and employers in establishing and improving work support systems for BCSs [20].

Methods

Study participants

A web-based retrospective cross-sectional survey was conducted on BCSs using data from a 2018 Japanese national research project (Endo-Han) commissioned by the Ministry of Health, Labour and Welfare (MHLW) of Japan. The project developed a questionnaire asking for information about the following factors: age at time of diagnosis; education level; cancer stage; treatment, including surgery, cancer chemotherapy, and radiotherapy; employment status and type (permanent vs. non-permanent work); occupational type (office worker vs. non-office worker); and history of SL use and resignation. Women aged 18–69 years who had been diagnosed with breast cancer for the first time at least 1 year previously were eligible for participation. On January 17–18, 2018, an online questionnaire (in Japanese) was sent via e-mail to 4968 BCSs (age range: 18–69 years) who had registered with the commercial cancer panel Macromill (www.macromill.com/global/index.html). The reward for answering was in the form of points according to the number of questions answered; these points could then be redeemed as cash or exchanged for items.

The inclusion criteria were female sex, age 18–69 years, and first breast cancer diagnosis occurring at least 1 year previously. Participants who had been diagnosed with breast cancer within the past 1 year or ≥ 121 months (1–10 years after the date of breast cancer diagnosis) ($n = 138$), were not working at the time of breast cancer diagnosis ($n = 45$), had missing data ($n = 2$), had a history of cancer other than breast cancer ($n = 28$), or provided unclear answers regarding SL ($n = 33$) were excluded (Fig. 1). Finally, 269 respondents were subjected to analysis. The response rate (10.4%; 515/4968 breast cancer patients) was relatively low. However, this response rate was almost similar to that observed in a previous study using the same research company [20]. Subgroup analyses of predictors of SL excluded 40 patients who resigned without taking SL. Patients who reported continuing to work after breast cancer diagnosis without taking any time off and those reporting RTW following diagnosis after taking time off using annual paid vacation allowance (annual leave) were classified into the “no SL” group, whereas patients who reported RTW after taking time off for recuperation using SL, unscheduled absences,



or leaves of absence due to insufficient annual paid vacation time were classified into the “SL” group.

The following terms are generally defined as follows in Japan: RTW: returning to the workforce, resignation: leaving a job, SL: after workers use up their paid leave, this generally becomes known as SL; during SL, employees are paid >60% of their usual remuneration by their health insurance in accordance with the Labor Standards Act of Japan [19].

Statistical analysis

Risk factors for resignation were analyzed after classifying the patients into continued employment vs. resignation groups. The chi-squared test and multiple logistic regression analysis were performed with the following covariate independent variables: age at time of diagnosis (median: <47 vs. ≥47 years), educational attainment (higher education level [i.e., university, graduate school] vs. lower education level [i.e., high school, vocational

school, junior college]); cancer stage (early [0, I] vs. advanced [II–IV]); surgery (yes/no); cancer chemotherapy (yes/no); radiotherapy (yes/no); employment status (permanent vs. nonpermanent [i.e., contract, temporary, other]); occupation type (office work vs. non-office work); and SL (yes/no). The dependent variable was continued employment vs. resignation. Multiple logistic regression analysis including all variables was performed to analyze the risk factors for resignation.

In a sub-analysis of the continued employment group, risk factors for taking SL were explored after classifying the patients into no SL vs. SL groups. To analyze the risk factors for SL, the chi-squared test and multiple logistic regression analysis including all variables were performed using the above covariate independent variables, with SL (yes/no) as the dependent variable. Data were analyzed using SPSS Statistics for Windows ver. 25 (IBM Corp. Armonk, NY, USA), with significance for all tests set at $p < 0.05$. The need for informed consent was waived in line with ethical guidelines in medical and health research involving human subjects in Japan [21]. This study was approved by the Juntendo University Ethics Review Committee (Approval No. 2018042). The medical ethics committee of Juntendo University informed us that informed consent was not required because the previously existing data were anonymous and impossible to concatenate; therefore, no associated correspondence table is provided, in accordance with national guidelines [21].

Results

Of the 269 BCSs analyzed, 40 (14.9%) resigned from their jobs after being diagnosed with cancer (Table 1). Median age at the time of cancer diagnosis was 46.0 years (range: 19–69; age < 47 years ($n = 143$ [53.2%]); age ≥ 47 years ($n = 126$ [46.8%])). Mean duration from breast cancer diagnosis to the date of the survey was 55.9 months (approximately 4.5 years). In addition, 73 BCSs (27.1%) had a higher education level, and 163 (60.6%) had early-stage cancer. Regarding treatment methods, 250 (92.9%), 199 (74.0%), and 174 (64.7%) BCSs had experienced surgery, cancer chemotherapy, and radiotherapy, respectively. Regarding occupation type, 117 (43.5%) and 160 (59.5%) BCSs were permanent and desk workers, respectively, and 95 (35.3%) had taken SL.

As shown in Table 2, multivariable logistic regression analysis regarding risk factors for resignation identified significant odds ratios (ORs) for the following three factors: lower education level (OR: 3.802; 95% confidence interval [CI]: 1.233–11.729; $p = 0.020$), taking SL (OR: 2.514; 95%CI: 1.202–5.261; $p = 0.014$), and age ≥ 47 years (OR: 0.470; 95%CI: 0.221–0.998).

Of 229 BCSs who had not resigned (at 1 year after diagnosis), 72 (31.3%) took SL because of cancer treatment (Table 3). Multivariable analysis regarding the risk factors for taking SL demonstrated significance only for surgery (OR: 8.311; 95%CI: 1.007–68.621; $p = 0.049$), as shown in Table 4.

Discussion

To the best of our knowledge, other than Saito et al. [18], who carried out a cross-sectional study ($n = 105$) that investigated work-related as opposed to clinical factors (e.g., cancer stage, surgery), this is the first study to investigate predictors of job resignation and SL among BCSs in Japan. We found that 14.9% of the BCSs in this study quit their jobs at least 1 year after being diagnosed with breast cancer. In addition, the post-cancer diagnosis resignation rate differed significantly according to education level, cancer stage, and occupational type. A systematic review reported that CSs were more likely to be unemployed than were healthy controls (33.8% vs. 15.2%, respectively; pooled relative risk: 1.37, 16], which suggests that developed countries support CSs to avoid potentially high numbers of resignations [20]. The resignation rate (14.9%) of BCSs in this study was lower than that reported in the previous systematic review [16]. Endo et al. [20] reported that resignation rates were quite low among total cancer in Japan (12.4%), where it is very difficult and uncommon for employers to fire employees. The Labor Contract Act of Japan states the following: “A dismissal shall, if it lacks objectively reasonable grounds and is not considered to be appropriate in general societal terms, be treated as an abuse of right and be invalid” [20].

This study found that age at diagnosis, lower education level, and taking SL were predictors of resignation after breast cancer diagnosis; predictors of taking SL were limited to having undergone surgery. We therefore speculated that being highly educated or taking SL might be confounded by being able to access the SL scheme for workers at larger companies easily, as the SL system is better established in larger than in smaller companies [20]. Since the results from this study might depend on the availability of SL, the relationship between the length of SL or the work environment and resignation after breast cancer diagnosis should be studied in the future.

Regarding predictors of resignation after breast cancer diagnosis, first, our findings indicated that younger BCSs resigned more frequently than their older counterparts, in accordance with previous studies that argue that young BCSs have a higher risk of losing paid employment because breast cancer and its associated treatment

Table 1 Basic characteristics of the analyzed respondents ($n = 269$)

Variable	Resigned ($n = 40$) n (%)	Not resigned ($n = 229$) n (%)	p-value
Age at time of diagnosis, y			
< 47	26 (65.0)	117 (51.1)	0.104
≥ 47	14 (35.0)	112 (48.9)	
Education level			
Higher (university, graduate school)	4 (10.0)	69 (30.1)	0.007**
Lower (high school, vocational school, junior college)	36 (90.0)	160 (69.9)	
Cancer stage			
Early (0, I)	18 (45.0)	145 (63.3)	0.029*
Advanced (II–IV)	22 (55.0)	84 (36.7)	
Surgery			
No	1 (2.5)	18 (7.9)	0.325
Yes	39 (97.5)	211 (92.1)	
Chemotherapy			
No	9 (22.5)	61 (26.6)	0.582
Yes	31 (77.5)	168 (73.4)	
Radiotherapy			
No	17 (42.5)	78 (34.1)	0.303
Yes	23 (57.5)	151 (65.9)	
Type of employment			
Permanent	17 (42.5)	100 (43.7)	0.891
Non-permanent	23 (57.5)	129 (56.3)	
Occupation type			
Office work	17 (42.5)	143 (62.4)	0.018*
Non-office work	23 (57.5)	86 (37.6)	
Sick leave			
No	17 (42.5)	157 (68.6)	0.001**
Yes	23 (57.5)	72 (31.4)	

* < 0.05, ** < 0.01

are often more aggressive at a younger age, suggesting that young BCSs may experience more severe long-term adverse effects, including those that are work-related (or related to substance of work) [22, 23]. In addition, older people may have more knowledge and technology related to the companies and work compared with younger people [16, 20]. Our data suggest that older BCSs may be more reticent to resign, given the typical age-associated difficulties in finding new employment. However, Fantoni et al. [24] reported that older age was associated with difficulty continuing work and a higher risk of unemployment. Further studies exploring the reasons behind resignation are therefore warranted.

Second, patients with lower compared with higher educational attainment were found to be at higher risk for resignation. This finding is consistent with previous

studies of non-Asian populations [12, 25–28]. However, a comparison of resignation rates with studies from other countries warrants careful consideration, given the important differences in socioenvironmental factors, including the widely differing regulation of medical leave provision by national systems and the availability of company-based health care resources [29]. In addition, income has been shown to be correlated with education level: lower income has been found to be associated with an increased likelihood of resignation and unemployment among BCSs [12, 25, 30–32]. Furthermore, educational attainment is likely related to occupation type, with less educated individuals more likely to be working in physically demanding jobs such as manual labor [33]. A MHLW survey in Japan found that people with lower education levels were more likely to have physically

Table 2 Univariable and multivariable logistic regression analysis regarding risk factors for resignation

		Univariable		Multivariable	
		OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value
Age at time of diagnosis, y	< 47 (n = 143)	1 (ref)		1 (ref)	
	≥ 47 (n = 126)	0.563 (0.279–1.132)	0.107	0.470 (0.221–0.998)	0.050*
Education level	Higher (university, graduate school) (n = 73)	1 (ref)		1 (ref)	
	Lower (high school, vocational school, junior college) (n = 196)	3.881 (1.330–11.325)	0.013	3.802 (1.233–11.729)	0.020*
Cancer stage	Early (0, I) (n = 163)	1 (ref)		1 (ref)	
	Advanced (II–IV) (n = 106)	2.110 (1.071–4.158)	0.031	1.989 (0.875–4.518)	0.101
Surgery	No (n = 19)	1 (ref)		1 (ref)	
	Yes (n = 250)	3.327 (0.432–25.649)	0.249	3.115 (0.357–27.154)	0.304
Chemotherapy	No (n = 70)	1 (ref)		1 (ref)	
	Yes (n = 199)	1.251 (0.563–2.777)	0.583	0.923 (0.345–2.468)	0.873
Radiotherapy	No (n = 95)	1 (ref)		1 (ref)	
	Yes (n = 174)	0.699 (0.353–1.385)	0.304	0.746 (0.345–1.611)	0.455
Type of employment	Permanent (n = 117)	1 (ref)		1 (ref)	
	Non-permanent (n = 152)	1.049 (0.532–2.068)	0.891	0.655 (0.306–1.402)	0.276
Occupation type	Office work (n = 160)	1 (ref)		1 (ref)	
	Non-office work (n = 109)	2.250 (1.138–4.447)	0.020	1.898 (0.906–3.973)	0.089
Sick leave	No (n = 174)	1 (ref)		1 (ref)	
	Yes (n = 95)	2.950 (1.485–5.859)	0.002	2.514 (1.202–5.261)	0.014*

* < 0.05

Table 3 Basic characteristics of patients who did not resign after breast cancer diagnosis (n = 229)

		Sick leave n (%)	No sick leave n (%)	p-value
Age at time of diagnosis, y	< 47	37 (51.4)	80 (51.0)	0.951
	≥ 47	35 (48.6)	77 (49.0)	
Education level	Higher (university, graduate school)	19 (26.4)	50 (31.8)	0.403
	Lower (high school, vocational school, junior college)	53 (73.6)	107 (68.2)	
Cancer stage	Early (0, I)	39 (54.2)	106 (67.5)	0.052
	Advanced (II–IV)	33 (45.8)	51 (32.5)	
Surgery	No	1 (1.4)	17 (10.8)	0.015*
	Yes	71 (98.6)	140 (89.2)	
Chemotherapy	No	16 (22.2)	45 (28.7)	0.306
	Yes	56 (77.8)	112 (68.6)	
Radiotherapy	No	25 (34.7)	53 (33.8)	0.886
	Yes	47 (65.3)	104 (66.2)	
Employment status	Permanent	26 (36.1)	74 (47.1)	0.118
	Non-permanent	46 (63.9)	83 (52.9)	
Occupation type	Office work	39 (54.2)	104 (66.2)	0.080
	Non-office work	33 (45.8)	53 (33.8)	

* < 0.05

Table 4 Univariable and multivariable logistic regression analysis regarding risk factors for taking sick leave

		Univariable		Multivariable	
		OR (95% CI)	p-value	OR (95% CI)	p-value
Age at time of diagnosis, y	< 47 (n = 117)	1 (ref)		1 (ref)	
	≥ 47 (n = 112)	0.983 (0.562–1.717)	0.951	0.777 (0.432–1.396)	0.398
Education level	Higher (university, graduate school) (n = 69)	1 (ref)		1 (ref)	
	Lower (high school, vocational school, junior college) (n = 160)	1.303 (0.700–2.429)	0.404	1.202 (0.624–2.316)	0.583
Cancer stage	Early (0, I) (n = 145)	1 (ref)		1 (ref)	
	Advanced (II–IV) (n = 84)	1.759 (0.993–3.114)	0.053	1.545 (0.818–2.919)	0.180
Surgery	No (n = 18)	1 (ref)		1 (ref)	
	Yes (n = 211)	8.621 (1.125–66.099)	0.038	8.311 (1.007–68.621)	0.049*
Chemotherapy	No (n = 61)	1 (ref)		1 (ref)	
	Yes (n = 168)	1.406 (0.731–2.706)	0.307	0.969 (0.454–2.069)	0.935
Radiotherapy	No (n = 78)	1 (ref)		1 (ref)	
	Yes (n = 151)	0.958 (0.533–1.724)	0.886	0.884 (0.467–1.672)	0.704
Employment status	Permanent (n = 100)	1 (ref)		1 (ref)	
	Non-permanent (n = 129)	1.577 (0.889–2.800)	0.120	1.373 (0.751–2.508)	0.303
Occupation type	Office work (n = 143)	1 (ref)		1 (ref)	
	Non-office work (n = 86)	1.660 (0.939–2.935)	0.081	1.457 (0.793–2.677)	0.225

* < 0.05

demanding jobs such those in the hospitality and wholesale and retail trade industries [34]. Employees with more physically demanding jobs such as manual labor and blue-collar work are more susceptible to resignation [12, 25, 28, 35, 36]. Petersson et al. [37, 38] reported that higher education level was related to greater dedication to work, and that RTW was earlier in patients who valued their work more highly.

Third, our results indicated that the risk of resignation was substantially higher among BCSs who took SL after breast cancer diagnosis than among those who did not. These findings are consistent with previous studies that showed a correlation between length of SL and RTW, with longer SL making RTW and continued employment more difficult [39, 40]. Conversely, Azarkish et al. [27] found no relationship between taking SL and job loss. Longer SL is reported to be associated with more invasive treatment, advanced breast cancer, and economic deprivation, all of which are factors related to unemployment [25, 40, 41].

Regarding predictors of taking SL, our findings indicated that BCSs who had undergone surgery took SL more frequently than those who had undergone nonsurgical interventions. The distinction between BCSs who undergo surgery and those who do not suggests a relation to cancer stage (early or advanced) because almost all BCSs undergo surgery, except for those with stage IV cancer, in which distant metastasis is apparent. Previous

studies have reported that breast cancer surgery is associated with SL lasting 1 month or longer [42, 43], and that the median duration of hospitalization among BCSs in Japan is about 6.79–10.37 days [44]. Surgical treatment may result in challenging sequelae, including scar pain, fatigue, lymphedema, and reduced range of motion, particularly in the arm and chest region; these symptoms increase the time to RTW and are related to unemployment [45]. Wennman-Larsen et al. [46] reported that arm morbidity shortly after surgery affected 10% of BCSs, and that 60% of these patients were on SL; SL was linked to arm morbidity, axillary clearance, and strenuous work posture. More invasive surgery is also related to more advanced breast cancer, which leads to more severe sequelae and longer SL [41]. Petersson et al. [47] proposed that various side effects related to surgery impair work capacity and lead to longer SL in occupations requiring strenuous work postures.

This study did have some limitations. First, recall bias is possible given the nature of the self-report questionnaire design. In particular, as cognitive function may be adversely affected by some forms of treatment, some of the respondents may have been unable to remember when they had been diagnosed with breast cancer or to report how their work had changed after diagnosis. Second, this study was affected by survivorship bias, a form of selection bias, as BCSs who died before completing the questionnaire were excluded. Because BCSs who had

been diagnosed with breast cancer within 1 year prior to participation in this study were excluded, we speculate that the resignation rate among BCSs was underestimated because of the death of patients who had left their jobs soon after diagnosis, especially in cases of advanced-stage disease. In addition, younger patients may have felt more comfortable than older patients given the online delivery and design of the survey. Third, SL systems depend on their company rules, so it might be difficult to discuss the risk factors of resignation more strictly. However, as the number of days of annual paid leave is stipulated by the Labor Standards Act [19], and the SL process after using up annual paid leave is common among all Japanese companies, it seems that there is less effect on the risk of SL among BCSs among different companies. Fourth, the response rate was relatively low (10.4%) because a response was required within 2 days of receiving the questionnaire. It might be possible to increase the response rate by extending the response period. Finally, the sample size was small because a large number of respondents were ultimately excluded from analysis; further large-scale investigations are required to corroborate our results.

As a future task, while we provided little clinical implications based on the findings of this research, a prospective cohort study (such as an RTW intervention study) involving working BCSs in Japan is needed to clarify the association between clinical factors (symptoms) and work-related factors among BCSs.

Conclusion

This study investigated the risk factors for resignation and taking SL after breast cancer diagnosis in Japan. The results indicated that 14.9% of the women diagnosed with BC from the January 17–18, 2018 registry and who were employed at the time of diagnosis quit their job at least 1 year after diagnosis. Younger age at breast cancer diagnosis, a lower education level, and taking SL were identified as predictors of resignation after breast cancer diagnosis, while surgery was associated with the highest risk of taking SL.

Supplementary Information

The online version contains supplementary material available at <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10168-2>.

Additional file 1. A working condition questionnaire for breast cancer survivors

Abbreviations

BCSs: Breast cancer survivors; CSs: Cancer survivors; QOL: Quality of life; RTW: Return to work; SL: Sick leave

Acknowledgements

Not applicable.

Authors' contributions

KM contributed to the study conception, data analysis, and drafting of the manuscript. ME designed the research, obtained funding, acquired the data, drafted the manuscript, and revised the text critically. YI, YU, HO, GM, YY, GD, YT, ST, TT, KN, KH, MS, and AK designed the questionnaire, collected the data, and reviewed the manuscript critically. All authors have read and approved the final manuscript for submission and attest to the validity and legitimacy of the data and their interpretation.

Funding

This study was funded by a grant from the MHLW of Japan (Research Grant (Gan-taisaku-ippan-012 to Motoki Endo). The funder had no role in study design, data collection and analysis, decision to publish, or preparation of the manuscript.

Availability of data and materials

The datasets analyzed during the current study are not publicly available. In addition, due to security aspects, data can be analyzed only in a safe place. Researchers may contact the corresponding Author for questions concerning the data.

Ethics approval and consent to participate

This study was approved by the Juntendo University Ethics Review Committee (Approval No. 2018042). The medical ethics committee of Juntendo University informed us that informed consent was not required because the previously existing data were anonymous and impossible to concatenate; therefore, no associated correspondence table is provided, in accordance with national guidelines [21].

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare that they have no conflicts of interest.

Author details

¹Department of Hygiene, Public Health, and Preventive Medicine, Showa University, Tokyo, Japan. ²Department of Public Health, Juntendo University Faculty of Medicine, Tokyo, Japan. ³Department of Hygiene, Kitasato University School of Medicine, Sagami-hara, Kanagawa, Japan. ⁴Department of Palliative Medicine, Juntendo University Graduate School of Medicine, Tokyo, Japan. ⁵Department of General Medicine Juntendo University, Tokyo, Japan. ⁶Department of Obstetrics and Gynecology, Juntendo University Faculty of Medicine, Tokyo, Japan. ⁷Department of Psychiatry, Tokyo Women's Medical University School of Medicine, Tokyo, Japan. ⁸Department of Chemotherapy and Palliative Care, Tokyo Women's Medical University Hospital, Tokyo, Japan. ⁹Department of Breast Oncology, Juntendo University School of Medicine, Tokyo, Japan.

Received: 19 March 2020 Accepted: 5 January 2021

Published online: 14 January 2021

References

- Matsuda TAW, Marugame T, Ioka A, Tsukuma H, Sobue T. Monitoring of Cancer Incidence in Japan - Survival 2006-2008 Report (Center for Cancer Control and Information Services, National Cancer Center, 2016) population-based survival of cancer patients diagnosed between 1993 and 1999 in Japan: a chronological and international comparative study. *Jpn J Clin Oncol*. 2016;41:40–51.
- Timperi A, Ergas I, Rehkopf D, Roh J, Kwan M, Kushi L. Employment status and quality of life in recently diagnosed breast cancer survivors. *Psycho-Oncology*. 2013;22(6):1411–20.
- Muliira RS, Salas AS, O'Brien B. Quality of life among female Cancer survivors in Africa: an integrative literature review. *Asia Pac J Oncol Nurs*. 2017;4(1):6–17.
- Schmidt ME, Scherer S, Wiskemann J, Steindorf K. Return to work after breast cancer: The role of treatment-related side effects and potential impact on quality of life. *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2019 Jul;28(4):e13051. <https://doi.org/10.1111/ecc.13051>. Epub 2019 Apr 29.
- Aziz NM. Cancer survivorship research: state of knowledge, challenges and opportunities. *Acta Oncol*. 2007;46(4):417–32.

6. Cancer Information Service NCC, Japan: Cancer registry and statistics. 2015.
7. Ministry of Internal Affairs and Communications J: Statistics Japan. 2016.
8. Mehnert A. Employment and work-related issues in cancer survivors. *Crit Rev Oncol Hematol*. 2011;77(2):109–30.
9. Tamminga SJ, de Boer AG, Verbeek JH, Frings-Dresen MH. Return-to-work interventions integrated into cancer care: a systematic review. *Occup Environ Med*. 2010;67(9):639–48.
10. Ministry of Health Law, and Welfare, Japan.: Report of Japanese government committee for work support among Japanese cancer survivors "Gankanja keikensya no syurousien no arikata ni kansuru kentoukai houkokusyo" (in Japanese). 2014.
11. Guideline for supporting balance between treatment and work at workplace [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000115267.html].
12. van Muijen P, Weevers NL, Snels IA, Duijts SF, Bruinvels DJ, Schellart AJ, van der Beek AJ. Predictors of return to work and employment in cancer survivors: a systematic review. *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2013; 22(2):144–60.
13. Clarke TC, Christ SL, Soler-Vila H, Lee DJ, Arheart KL, Prado G, Caban-Martinez A, Fleming LE. Working with cancer: health and employment among cancer survivors. *Ann Epidemiol*. 2015;25(11):832–8.
14. Feuerstein M. *Work and Cancer survivors*. Springer. 2011. https://www.springer.com/gp/book/9780387720401.
15. Grinshpun A. Unemployment following breast cancer diagnosis: a population-based study. *Breast (Edinburgh)*. 2018;44:24–8.
16. de Boer AG, Taskila T, Ojajarvi A, van Dijk FJ, Verbeek JH. Cancer survivors and unemployment: a meta-analysis and meta-regression. *JAMA*. 2009; 301(7):753–62.
17. Endo M, Haruyama Y, Takahashi M, Nishiura C, Kojimahara N, Yamaguchi N. Returning to work after sick leave due to cancer: a 365-day cohort study of Japanese cancer survivors. *J Cancer Surviv*. 2016;10(2):320–9.
18. Saito N, Takahashi M, Sairenchi T, Muto T. The impact of breast cancer on employment among Japanese women. *J Occup Health*. 2014;56(1):49–55.
19. Labor Standards Act. 1949. http://www.japaneselawtranslation.go.jp/law/detail?id=2236&vm=&re=
20. Endo M, Muto G, Imai Y, Mitsui K, Nishimura K, Hayashi K. Predictors of post-cancer diagnosis resignation among Japanese cancer survivors. *J Cancer Surviv*. 2020;14(2):106–13. https://doi.org/10.1007/s11764-019-00827-0. Epub 2019 Nov 13.
21. Ministry of Health LaW, Japan: Ethical guidelines for medical and health research involving human subjects in Japan Hito wo taisyotosuru igakukeikennkyuunikansuru rinrishishin (in Japanese). 2017.
22. Paalman CH, van Leeuwen FE, Aaronson NK, de Boer AG, van de Poll-Franse L, Oldenburg HS, Schaapveld M. Employment and social benefits up to 10 years after breast cancer diagnosis: a population-based study. *Br J Cancer*. 2016;114(1):81–7.
23. Bloom JR, Stewart SL, Napoles AM, Hwang ES, Livaudais JC, Karliner L, Kaplan CP. Quality of life of Latina and euro-American women with ductal carcinoma in situ. *Psychooncology*. 2013;22(5):1008–16.
24. Fantoni SQ, Peugniez C, Duhamel A, Skrzypczak J, Frimat P, Leroyer A. Factors related to return to work by women with breast cancer in northern France. *J Occup Rehabil*. 2010;20(1):49–58.
25. Wang L, Hong B, Kennedy S, Chang Y, Hong C, Craigie S, Kwon H, Romerosa B, Couban R, Reid S, et al. Predictors of unemployment after breast Cancer surgery: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Clin Oncol*. 2018;36(18):1868–79.
26. Lindbohm ML. Early retirement and non-employment after breast cancer. *Psycho Oncol*. 2014;23(6):634–41.
27. Azarkish F, Mirzaii Najmabadi K, Latifnejad Roudsari R, Homaei Shandiz F. Factors related to return to work in women after breast Cancer in Iran. *Iran Red Crescent Med J*. 2015;17(9):e19978.
28. Taskila T, Lindbohm ML. Factors affecting cancer survivors' employment and work ability. *Acta Oncol*. 2007;46(4):446–51.
29. Sempere M, Gimeno D, Serra C, Plana M, Martinez JM, Delclos GL, Benavides FG. Organizational return to work support and sick leave duration: a cohort of Spanish workers with a long-term non-work-related sick leave episode. *J Occup Environ Med*. 2011;53(6):674–9.
30. Blinder V, Patil S, Eberle C, Griggs J, Maly RC. Early predictors of not returning to work in low-income breast cancer survivors: a 5-year longitudinal study. *Breast Cancer Res Treat*. 2013;140(2):407–16.
31. Basic Survey on Wage Structure gakureki,nennreikaikyuu,kigyokibobetutingin [https://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/chingin/kouzou/z2018/dl/03.pdf].
32. Drolet M, Maunsell E, Brisson J, Brisson C, Mâsse B, Deschênes L. Not working 3 years after breast cancer: predictors in a population-based study. *J Clin Oncol*. 2005;23(33):8305–12.
33. Amir Z, Brocky J. Cancer survivorship and employment: epidemiology. *Occup Med*. 2009;59(6):373–7.
34. Ministry of Health LaW: Number of hired employees by industry, sex, occupational career and educational level. 2009.
35. Spelten E, Sprangers MAG, Verbeek JHAM. Factors reported to influence the return to work of cancer survivors: a literature review. *Psycho-Oncology*. 2002;11(2):124–31.
36. Carlsen K, Dalton S, Diderichsen F, Johansen C. Risk for unemployment of cancer survivors: A Danish cohort study. *Eur J Cancer*. 2008;44(13):1866–74.
37. Petersson L-M. How do women value work shortly after breast cancer surgery and are their valuations associated with being on sick leave? *J Occup Rehabil*. 2013;23(3):391–9.
38. Wolvers MDJ, Leensen MCJ, Groeneveld IF, Frings-Dresen MHW, De Boer AGEM. Predictors for earlier return to work of cancer patients. *J Cancer Surviv*. 2018;12(2):169–77.
39. Endo M, Haruyama Y, Muto G, Kiyohara K, Mizoue T, Kojimahara N, Yamaguchi N. Work sustainability among male Cancer survivors after returning to work. *J Epidemiol*. 2018;28(2):88–93.
40. Amir Z, Moran T, Walsh L, Iddenden R, Luker K. Return to paid work after cancer: a British experience. *J Cancer Surviv*. 2007;1(2):129–36.
41. Arfi A, Baffert S, Soilly A-L, Huchon C, Reyat F, Asselain B, Neffati S, Rouzier R, Héquet D. Determinants of return at work of breast cancer patients: results from the OPTISOINS01 French prospective study. *BMJ Open*. 2018;8(5): e020276.
42. Jaggi R. Treatment decisions and employment of breast cancer patients: results of a population-based survey. *Cancer*. 2017;123(24):4791–9.
43. Kotani H. The investigation study using a questionnaire about the employment of Japanese breast cancer patients. *Jpn J Clin Oncol*. 2018; 48(8):712–7.
44. Ministry of Health Law, and Welfare, Japan: Overview of patient surveys. https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/kanja/17/dl/03.pdf. 2017.
45. Zomkowski K, Cruz de Souza B, Pinheiro da Silva F, Moreira G, de Souza Cunha N, Sperandio F. Physical symptoms and working performance in female breast cancer survivors: a systematic review. *Disabil Rehabil*. 2018; 40(13):1485–93.
46. Wennman-Larsen A. Arm morbidity and sick leave among working women shortly after breast cancer surgery. *Eur J Oncol Nurs*. 2013;17(1):101–6.
47. Petersson L-M, Vaez M, Nilsson M, Saboonchi F, Alexanderson K, Olsson M, Wennman Larsen A. Sickness absence following breast cancer surgery: a two-year follow-up cohort study. *Scand J Caring Sci*. 2018;32(2):715–24. https://doi.org/10.1111/scs.12502. Epub 2017 Oct 19.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions



Advance Publication

INDUSTRIAL HEALTH

Received: October 7, 2021

Accepted: January 4, 2022

J-STAGE Advance Published Date: January 12, 2022

Characteristics of COVID-19 infection clusters occurring among workers in several Asia-Pacific countries

COVID-19 INFECTION CLUSTERS IN WORKPLACES

Mila TEJAMAYA¹, Wantanee PHANPRISIT², Jiwon KIM³, Feng-Jen TSAI⁴, Go MUTO⁵, Derek MILLER⁶, Alex REGINALD⁷, Nelia GRANADILLOS⁸, Carmela CAPULE⁹, Marina Bt ZAINAL FARID¹⁰, Yu-wen LIN¹¹, Jihoon PARK¹², Ruey-Yu CHEN¹³, Kyong Hui LEE¹⁴, Jeongim PARK¹⁵, Haruo HASHIMOTO¹⁶, Haesong KWON¹⁷, Chungsik YOON¹⁸, Chantana PADUNGTOD¹⁹, Elsy As SAFIRA²⁰, Dong-Uk PARK^{3*}

¹Faculty of Public Health, University of Indonesia, Indonesia

²Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Mahidol University, Thailand

³Department of Environmental Health, Korea National Open University, Republic of Korea

⁴Ph.D. program in Global Health and Health Security, Taipei Medical University, Taiwan

⁵Department of Hygiene, Kitasato University School of Medicine, Japan

⁶D Miller Consultancy, New Zealand

⁷Christian Medical College, Vellore, India

⁸Occupational Safety and Health Center, Republic of the Philippines

⁹Industrial Hygienists Association of the Philippines, Republic of the Philippines

¹⁰Malaysian Industrial Hygiene Association, Malaysia

¹¹Department of Public Health, Fu-Jen Catholic University, Taiwan

¹²National Institute of Chemical Safety, Ministry of Environment, Republic of Korea

¹³School of Public Health, Taipei Medical University, Taiwan

¹⁴The 65th Medical Brigade, U.S. Army, United States

¹⁵Department of Environmental Health Sciences, Soonchunhyang University, Korea

¹⁶Hashimoto Occupational Safety and Hygiene Consulting, Japan

¹⁷Changjo Industrial Safety and Health, Republic of Korea

¹⁸Department of Environmental Health Sciences, Institute of Health and Environment, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Republic of Korea

¹⁹Division of Vector-borne Diseases, Department of Disease Control, Ministry of Public Health, Thailand

²⁰Indonesian Industrial Hygiene Association, Indonesia

The authors #1–5 contributed equally to this work as the first author.

*Correspondence: Prof. Dong-Uk Park

Department of Environmental Health, Korea National Open University

86, Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul, Korea 03087

E-mail: pdw545@gmail.com TEL: +82-2-3668-4707

Abstract

The types of workplaces and occupations with coronavirus 2019 (COVID-19) clusters vary between countries and periods. We aimed to characterize major occupational groups with mass outbreaks of COVID-19 infections in several Asia-Pacific countries. Data on the major occupations or workplaces reporting COVID-19 cases in workplaces from January 2020 to July 2021 was collected from industrial hygiene professionals in nine countries. The proportion of workers accounted for 39.1 to 56.6% of the population in each country. The number of workers covered in the national statistics varies among nations based on their definition of a worker. None of the countries examined here have systematically collected occupational data on COVID-19 illnesses and deaths classified by type of industry, occupation, or job. Most countries experienced COVID-19 clusters among health and social care workers (HSCW) in hospitals or long-term care facilities. The types of occupations or workplaces with virus clusters in some participating countries included prisons, call centers, workplaces employing immigrants, garment facilities, grocery stores, and the military, which differed among countries, except for a few common occupations such as HSCW and those populated by immigrants. Further study is necessary in order to seek ways to control infection risks, including revisions to industrial-health-related laws.

Keywords: COVID-19, Infection, Asian Network of Occupational Hygiene (ANOH), Occupation virus cluster, Workplace

INTRODUCTION

Since the coronavirus 2019 (COVID-19) pandemic emerged in China in December 2019, the number of infection cases has significantly varied among countries and over time. Most countries have experienced waves of mass COVID-19 infections based on their geographical location, differences in weather conditions and local environments, and public health policy.

Globally, specific workplaces have become centers of COVID-19 outbreaks: call centers in the Philippines; meat processing plants in the U.S., Germany, Ireland, and Canada; and nursing homes in all countries¹⁻⁴). Even when the risk of infectious disease, including COVID-19, does not originate in the workplace, workers infected outside the workplace can transmit a virus to co-workers. Individual workers and workplaces with environments vulnerable to viral infection can be a source of potential mass transmission. Workplaces can play an essential role in spreading a disease⁵). Understanding the wide range of occupations that could be exposed to infection or disease due to the work activities involved is vital for planning risk management and worker communication. Nevertheless no country has systematically collected occupational data on COVID-19-induced illnesses and deaths classified by type of industry or occupation, even though daily statistics on the incidence and death rate of COVID-19 cases have been officially reported⁶). COVID-19 statistics usually show the number of confirmed cases classified by region, sex, and age—but the occupational factors associated with COVID-19 risk remain elusive. With the ongoing COVID-19 epidemic, there is a pressing need to characterize the role of the workplace in disease transmission, especially regarding the variety of work tasks that could promote the spread of infectious disease^{7, 8}). Given that a resurgence can occur at any time, information about the mass outbreaks of COVID-19 that have been experienced in respective countries needs to be shared and discussed in order to ensure that such outbursts are not repeated.

Occupational health (OH) professionals have intimate experience of the impact of work

on the health of workers, in circumstances such as this COVID-19 pandemic. The primary aim of OH is to protect workers' health from hazardous agents generated in workplaces. The Asian Network for Occupational Hygiene (ANOH) is the scientific association among OHs from 17 Asia-Pacific countries. A total of 22 board members along with the president generally decide on key efforts including education, conferences, and academic activities, etc. We believe that the views of ANOH board members would, hence, be particularly appropriate for evaluating the effects of this pandemic on workers in the context of health and work.

This study aims to compare major occupational groups with COVID-19 mass outbreaks and to share information useful for infection control by summarizing and providing an overview of COVID-19 clusters in workplaces in different countries. Our results can be used to help devise countermeasures against COVID-19 infection risk and protect workers from infection risk in workplaces.

SUBJECTS AND METHODS

Participating countries and COVID-19 data collection

International professional bodies within the Asian Network of Occupational Hygiene (ANOH) were accessed to collect information about COVID-19 mass outbreaks among workers⁶). The patterns and scales of COVID-19 infections as of July 31, 2021 differ among the 16 ANOH member countries (Table 1). OHs, including ANOH board members in nine of these countries, voluntarily participated in this study to characterize COVID-19 infection clusters occurring in workplaces. Those who joined as authors have great industrial hygiene experience at academic institutions or in the governmental and industry sector.

The incidence of and death rates due to COVID-19 infection among ANOH member countries, including the countries participating in this study, were cited from the WHO website as

of July 31, 2021 (<https://covid19.who.int/>). We examined national COVID-19 statistics from each country to determine whether they were classified by occupational characteristics such as standardized industry classification (SIC) and occupational classification (SOC), as is done with the classification of industrial accidents.

(TABLE 1 HERE)

Collection of the major occupational groups with COVID-19 outbreaks

This study was undertaken using research-designed standardized forms to collect major occupational groups or workplaces with COVID-19 clusters. These standardized means for collecting the information or data from participating countries have been detailed elsewhere⁶⁾. The standardized tables used in this study were open-ended and shared and updated via email or other forms of telecommunication among the authors. The information contained in these tables was provided, reviewed, and discussed by the authors for ensuring the accuracy of the information. The critical information gathered and discussed is as follows;

- The proportion of workers within the population based on the definition of an employee in each country
- The five most frequently-reported occupations or jobs or workplaces with a mass outbreak of COVID-19 in each country. First, we collected the numbers of occupational clusters if there is nation-level statistics classified by occupational factors. If there were no such nation-level statistics, authors representing in each country were asked to subjectively evaluate relative ranking of occupations, jobs and workplaces with the clusters within country. This qualitative ranking of clusters was made specifically by authors' subjective evaluation of clusters occurring workplaces based on the information reported by either media or health authority etc. COVID-19 clusters in the workplace were compared and

summarized as of July 31, 2021.

- Major risk factors for causing mass outbreaks. Authors in each country were asked to list qualitatively key factors causing COVID-19 infection clusters in workplaces or among jobs in terms of basic preventive ways of mitigating the risk of virus infection such as engineering control including ventilation, the provision of personal protective equipment (PPE)

Focus groups constitute a research or evaluation method applied by OH experts for the purpose of collecting qualitative or quantitative data related to virus clusters occurring in workplaces through interactive and directed discussions not only within a country, but also among countries⁹). Authors in each country were asked to list key qualitative factors causing COVID-19 infection clusters in workplaces or among jobs in terms of basic preventive means of mitigating the risk of virus infection, such as engineering control including ventilation and the provision of PPE. We attempted to ensure that the qualitative assessment methods and results were as reliable and scientific as possible by requiring the co-authors to reach consensus through discussion within each country and to engage in consultations with an ANOH member industrial hygiene society.

RESULTS AND DISCUSSION

Proportion of workers in the population

The percentage of workers accounted for in the overall population ranged from 39.1 to 56.6% (Table 2). The definition of a worker varies among countries, but generally excludes the self-employed. Most of the workers who have short-term or one-off employment contracts mediated by platform businesses, or the “gig economy”, are often excluded from the labor protections offered to conventional employees. According to Heymann *et al.* (2020)’s analysis of

the database of legislative guarantees for paid leave for personal illness in 193 UN member states during the COVID-19 pandemic, 58% of them lacked provisions to ensure that self-employed and gig economy workers have access to paid sick leave benefits¹⁰).

(TABLE 2 HERE)

Major occupations with cluster outbreaks of COVID-19 by country

We found that types of occupations or job groups occurring in workplaces were both different and similar among countries (Table 3). This result is only a qualitative ranking of occupations, jobs, and workplaces with clusters without the exact numbers and can only be compared within a given country because of the lack of national COVID-19 statistics classified by occupational factors. We discuss here the types of occupations or workplaces with the most frequently reported mass outbreaks of COVID-19 in each country.

(TABLE 3 HERE)^{11, 12)}

Health and social care workers (HSCW)

Most of the countries studied reported experiencing COVID-19 clusters among HSCW, which may be similar worldwide. It has been well-known that HSCWs are among the groups most vulnerable to infectious disease, including COVID-19. Since COVID-19 first emerged in China in December 2019, most studies have continued to report cluster outbreaks in hospitals and various types of social-welfare-related facilities—including senior care facilities, psychiatric hospitals, long-term care facilities, and nursing homes^{13–15}).

COVID-19 statistics worldwide demonstrate a particular severity among individuals residing in long-term care facilities. More than 40 percent of all reported COVID-19 deaths in the U.S. have occurred in nursing homes¹⁶). The spread of infection may have originated from staff,

possibly before they displayed apparent symptoms, and contributed to the extensive spread of COVID-19 in nursing homes¹⁷⁾. There is a possibility that they could be a source of COVID-19 infections and mass infections as they continue to commute, while patients hospitalized in welfare-related hospitals pose relatively lower risks of virus transmission since they were tested prior to admission.

A shortage of PPE, long exposure to large numbers of infected patients, inadequate training on infection prevention and control, and exposure to unrecognized COVID-19 patients have been the most prominent determining causes^{18, 19)}. Any recognition that the hospital is not only a service space for patients to be cared for and treated, but also a workplace where HSCW should be able to work safely and without risks to their health, is rare²⁰⁾.

Detention, correctional facilities, and prisons

Mass clusters of COVID-19 in prisons were reported in the Republic of Korea. The highest number of new daily COVID-19 cases came in late December 2020 at a corrections and detention center in South Korea. Virus transmissions tied to the detention center marked the single-largest outbreak incident, triggering concerns that the prison could become a new cluster of infections¹²⁾. This result is in agreement with COVID-19 outbreaks in prisons and jails reported in China, the U.S., and elsewhere^{21–23)}. One study using U.S. state and federal prison data found COVID-19 infection rates five times higher in prisoners than in the general public²³⁾. Inadequate ventilation systems, limited PPE availability, overcrowding, poor health services, and a large proportion of individuals susceptible to COVID-19 are vital factors that have led to the spread of infection. In addition, their architectural and structural characteristics make prisons potential epicenters for infectious disease. Throughout the world, prisons have been regarded as a perfect environment for the spread of infection^{24, 25)}.

Migrant workers

Three countries reported mass clusters of COVID-19 among migrant workers; the Republic of Korea, Taiwan, Malaysia and Thailand²⁶⁾. Our results are in agreement with existing studies reporting that poor living and working conditions, including cramped workers' dormitories and unsanitary conditions, led to the rapid transmission of infection of COVID-19 among migrant workers²⁷⁾. The United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR) reports millions of refugees and migrants in camps and detention centers worldwide²⁸⁾. A significant number of these migrants are low- or semi-skilled workers who live in conditions that feature social overcrowding and inadequate hygiene²⁹⁾. On top of that, they have few labor rights, which impacts their capacity to reject poor or dangerous working conditions. Similarly, they are less likely to complain about poor working conditions and actualize their occupational health and safety rights and entitlements³⁰⁾. Their living conditions and overcrowding in dormitories could provide an environment vulnerable to infection, such as through the mingling of residents in common areas and shared facilities, including toilets and recreational, cooking, and dining areas. In addition, many essential workers employed in precarious jobs with low pay and poor job security are immigrants or migrant workers, which can increase their susceptibility to social and health inequities^{29, 31)}.

Call centers

Mass outbreaks at call centers among the participating countries were reported only in the Republic of Korea. Consistent cluster outbreaks have appeared at call centers throughout the country from the beginning of the pandemic, resulting in an attack rate of 43.5% (95% CI 36.9–50.4%)³²⁾. Most of these employees had worked without face masks being continuously engaged in phone calls through headsets within an enclosed space. Call centers are known for their poor working conditions, a lack of influence by employees, high job demands, often being crowded,

lacking ventilation, having workers close by, and generating contaminated body fluids through the response to calls. These outbreaks demonstrate how a high-density work environment can become a potential source and site for intensive transmission and spread of COVID-19 infection. Most large companies and governmental bodies maintain own their call centers, and they vary widely in terms of the work environment and employment status provided to workers.

Retail and grocery

Workers employed at the largest logistics center for online retailers in several countries have contracted COVID-19 (Table 3). Retail establishments have been reported to be linked to COVID-19 outbreaks among both employees and customers, indicating that the infection risk is higher in relatively crowded stores visited by lower-income customers³³). Large logistics centers and warehouses are generally used as spaces where products and parcels are sorted, loaded, and delivered nationwide. Logistics maintains both room-temperature warehouses and low-temperature storage facilities, which can be conducive environments for viral contamination. PPE such as helmets, goggles, gloves, and shoes was reportedly shared by multiple employees in Korea, facilitating the spread of COVID-19. Moreover, multiple firms shared a logistics center. Grocery store employees have also been at high risk for developing infections. Lan *et al.* (2020) found that 20% of grocery store workers in the U.S. tested positive for COVID-19³⁴). Factors that increase their risk include encountering a high volume of customers (who may or may not have been wearing masks, especially in the early days of the pandemic) and the inability to social distance.

Garment

COVID-19 cluster outbreaks occurred among readymade garment (RMG) workers in both India and Indonesia. An overcrowded working environment in a small space was a

significant factor. COVID-19 infection may be closely with the nature of the RMG workplace, characterized by unhygienic and unsafe working environments, hazardous conditions in factories, and a lack of safety equipment, has led to health vulnerabilities among RMG workers in South and Southeast Asia³⁵). In Indonesia, even though there was no official statement from the government about an outbreak in the garment industry, local online news claimed that inconsistency in health protocol implementation, including the wearing of face masks, has caused COVID-19 transmission in the garment industry in Klaten³⁶). Garment factory workers, along with wholesale market vendors, large-scale construction workers, migrant laborers, and HSCW, are among the occupations reported to have a major cluster of infections in India. These outbreaks have been sporadically highlighted in the mass media but confirmed official reports are largely lacking.

Other jobs or workplaces with COVID-19 clusters

COVID-19 clusters among other occupations and essential workers, including military personnel, teachers, religious workers, transportation workers, factory workers, and quarantine hotel workers, have been reported in public facilities or either one or two countries studied (Table 3). This study summarizes that COVID-19 clusters are likely to occur in workplaces and occupations where workers remain in enclosed, crowded settings and at factories that accommodate company dormitories. Some of the outbreaks that occurred among workplaces and jobs may be due to an outbreak in other communities outside the workplace. The number of confirmed virus cases and type of occupations or workplaces with clusters may vary greatly between countries due to differences in the level of national prevention measures and actions taken against COVID-19, the quality of the public health system, and features of industries and jobs.

The COVID-19 pandemic is changing the paradigm regarding high-risk occupations.

Several types of jobs or professions in the manufacturing, services, and construction industry that have not been traditionally regarded as at a high risk for industrial accidents have been vulnerable to infections like COVID-19. No country maintains nation-level statistics regarding infection biohazard-caused diseases classified by occupational factors, making it impossible to compare high infection risk occupations among countries⁶⁾.

The main limitation in listing the major jobs or workplaces with relatively the most COVID-19 patients within each country is that they cannot be directly compared among countries due to the lack of international COVID-19 statistics classified by occupational factors, unlike in the case of internationally standardized industrial accident statistics. The type of jobs or workplaces with virus clusters and major factors causing infection clusters can differ depending on the circumstances and response capacity of the country or workplace and the pandemic period. In addition, the references used to evaluate and list the type of jobs or workplaces and major factors causing COVID-19 clusters were not fully cited due to difficulties such as language barriers and lack of acceptance as journal references. International collaborate studies often might have these inherent limitations. Nonetheless, this study provides the opportunity to describe significant occupations and workplaces with the most frequent COVID-19 virus clusters by country, albeit informally.

Conclusions

Types of jobs and workplaces where cluster outbreaks frequently occurred were different among countries, except for certain common professions or groups such as HSCW and immigrants. There are high-risk occupational factors for COVID-19 regardless of the type of occupation or workplace: dense work environments with a lack of ventilation, residing in dormitories without proper distancing rules, inadequate infection control measures, and shortage of essential PPE supplies. Types of jobs or workplaces with clusters may vary greatly between

countries due to differences in the level of national prevention measures and actions taken against COVID-19, the quality of the public health system, and features of industries and jobs. This study recommends that COVID-19 infection statistics should be classified by standardized occupational variables to allow them to be compared among countries. Further study is necessary in order to seek ways to control infection risks, including revisions to industrial-health-related laws.

CONFLICT OF INTEREST

All authors have no conflicts of interest to declare.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

A.S. and K.J. conceived the ideas; K.J. and R.L.M. collected the data; R.L.M. and P.A.K. analyzed the data; and A.S. and K.J. led the writing; M.T., W.P., J.K., J.P. and D.P. drafted the work or revised it critically for important intellectual content; F-J.T., G.M., D.M., A.R., N.G., C.C., M.B.Z.F., Y.L., R.C., K.H.L., J.P., H.H., H.K., C.Y., C.P., E.S. contributed to data acquisition, analysis and interpretation of results; D.P. led all process of the work.

REFERENCES

1. Collin H. Cargill meat-processing plant south of Montreal says 64 workers infected with COVID-19. <https://www.cbc.ca/news/canada/montreal/cargill-cham%C2%ACbly-covid-19-shut-down-1.5563539>. Accessed June 2, 2021.
2. Deutsche Welle. Coronavirus outbreak closes German meat-packing plant. <https://www.dw.com/en/coronavirus-outbreak-closes-german-meat-packing-plant/a-53374478>. Accessed June 2, 2021.
3. McSweeney E. COVID-19 Outbreaks at Irish Meat Plants Raise Fears over Worker Safety. <https://www.theguardian.com/environment/2020/may/01/covid-19-outbreaks-at-irish-meat-plants-raise-fears-over-worker-safety>. Accessed June 2, 2021.
4. Coleman J. Meatpacking worker told not to wear face mask on job died of coronavirus: report. <https://thehill.com/policy/finance/496595-meatpacking-worker-told-not-to-wear-face-mask-on-job-died-of-coronavirus>. Accessed June 2, 2021.
5. Kurgat EK, Sexton JD, Garavito F, Reynolds A, Contreras RD, Gerba CP, Leslie RA, Edmonds-Wilson SL, Reynolds KA (2019) Impact of a hygiene intervention on virus spread in an office building. *Int J Hyg Env Health* **222**, 479–85.
6. Derek M, Tsai FJ, Kim J, Tejamaya M, Putri V, Muto G, Reginald A, Phanprasit W, Granadillos N, Bt Zainal Farid M, Capule CQ, Lin Y-W, Park J, Chen R-Y, Lee KH, Park J, Hashimoto H, Yoon C, Padungtod C, Park DU (2021) Overview of legal measures for managing workplace COVID-19 infection risk in several Asia-Pacific countries. *Saf Health Work* **12**, 530–5.
7. Edwards CH, Tomba GS, de Blasio BF (2016) Influenza in workplaces: transmission, workers' adherence to sick leave advice and European sick leave recommendations. *Eur J*

- Public Health **26**, 478–85.
8. Webster R, Liu R, Karimullina K, Hall I, Amlôt R, Rubin G (2019) A systematic review of infectious illness presenteeism: prevalence, reasons and risk factors. *BMC Public Health* **19**, 1–13.
 9. Morgan DL (1996) Focus groups. *Annu Rev Sociol* **22**, 129–52.
 10. Heymann J, Raub A, Waisath W, McCormack M, Weistroffer R, Moreno G, Wong E, Earle A (2020) Protecting health during COVID-19 and beyond: a global examination of paid sick leave design in 193 countries. *Glob Public Health* **15**, 925–34.
 11. Ministry of Health. COVID-19: Source of cases. What we know about how COVID-19 has spread since the virus arrived in New Zealand. <https://www.health.govt.nz/our-work/diseases-and-conditions/covid-19-novel-coronavirus/covid-19-data-and-statistics/covid-19-source-cases>. Accessed December 6, 2021.
 12. Korea Disease Control and Prevention Agency (KDCA). Coronavirus (COVID-19), Republic of Korea, Press release. http://ncov.mohw.go.kr/en/tcmBoardList.do?brdId=12&brdGubun=125&dataGubun=&ncvContSeq=&contSeq=&board_id= (in Korean). Accessed November 11, 2021.
 13. Iversen K, Bundgaard H, Hasselbalch RB, Kristensen JH, Nielsen PB, Pries-Heje M, Knudsen AD, Christensen CE, Fogh K, Norsk JB (2020) Risk of COVID-19 in health-care workers in Denmark: an observational cohort study. *Lancet Infect Dis* **20**, 1401–8.
 14. Harrington C, Ross L, Chapman S, Halifax E, Spurlock B, Bakerjian D (2020) Nurse staffing and coronavirus infections in California nursing homes. *Policy Polit Nurs Pract* **21**, 174–86.
 15. Nienhaus A, Hod R (2020) COVID-19 among health workers in Germany and Malaysia. *Int J Environ Res Public Health* **17**, 4881.

16. Dean A, Venkataramani A, Kimmel S (2020) Mortality rates from COVID-19 are lower in unionized nursing homes: study examines mortality rates in New York nursing homes. *Health Aff* **39**, 1993–2001.
17. Kittang BR, Von Hofacker S, Solheim SP, Krüger K, Løland KK, Jansen K (2020) Outbreak of COVID-19 at three nursing homes in Bergen. *Tidsskrift Nor Legeforen* **140**, 32815356.
18. Heinzerling A, Stuckey PMJ, Scheuer T, Xu K, Perkins KM, Resseger H, Magill S, Verani JR, Jain S, Acosta M (2020) Transmission of COVID-19 to health care personnel during exposures to a hospitalized patient—Solano County, California, February 2020. *Morb Mortal Wkly Rep* **69**, 472–6.
19. Zhou P, Huang Z, Xiao Y, Huang X, Fan XG (2020) Protecting Chinese healthcare workers while combating the 2019 novel coronavirus. *Infect Control Hosp Epidemiol* **41**, 745–6.
20. Ki M (2015) 2015 MERS outbreak in Korea: hospital-to-hospital transmission. *Epidemiol Health* **37**, e2015033.
21. The Chinese Government. Report of COVID-19 on 21 February 2020. <http://www.gov.cn/xinwen/gwylflkjz25/wzsl.htm>. Accessed June 20, 2021.
22. Jiménez MC, Cowger TL, Simon LE, Behn M, Cassarino N, Bassett MT (2020) Epidemiology of COVID-19 among incarcerated individuals and staff in Massachusetts jails and prisons. *JAMA Netw* **3**, e2018851.
23. Saloner B, Parish K, Ward JA, DiLaura G, Dolovich S (2020) COVID-19 cases and deaths in federal and state prisons. *JAMA* **324**, 602–3.
24. Yang H, Thompson JR (2020) Fighting COVID-19 outbreaks in prisons. *BMJ* **369**, m1362.

25. Canada KE, Barrenger SL, Robinson EL, Washington KT, Mills T (2020) A systematic review of interventions for older adults living in jails and prisons. *Aging Ment Health* **24**, 1019–27.
26. Wahab A (2020) The outbreak of COVID-19 in Malaysia: pushing migrant workers at the margin. *Soc Sci Humanit Open* **2**, 100073.
27. Moroz H, Shrestha M, Testaverde M (2020) Potential responses to the COVID-19 outbreak in support of migrant workers. Working Paper of World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33625>. Accessed November 13, 2021.
28. United Nations High Commissioner for Refugees (UNHCR). UN Refugee Agency steps up COVID-19 preparedness, prevention and response measures. <https://www.unhcr.org/news/press/2020/3/5e677f634/un-refugee-agency-steps-covid-19-preparedness-prevention-response-measures.html>. Accessed June 20, 2021.
29. Reid A, Ronda-Perez E, Schenker MB (2021) Migrant workers, essential work, and COVID-19. *Ame J Ind Med* **64**, 73–7.
30. Sargeant M, Tucker E (2009) Layers of vulnerability in occupational safety and health for migrant workers: case studies from Canada and the UK. *Policy Pract Health Saf* **7**, 51–73.
31. Syed IU (2016) Labor exploitation and health inequities among market migrants: a political economy perspective. *J Int Migr Integr* **17**, 449–65.
32. Park SY, Kim YM, Yi S, Lee S, Na BJ, Kim CB, Kim JI, Kim HS, Kim YB, Park Y (2020) Coronavirus disease outbreak in call center, South Korea. *Emerg Infect Dis* **26**, 1666.
33. Fields S. Risk of getting covid at the grocery store is higher in low-income neighborhoods. Marketplace, 30 November 2020. <https://www.marketplace.org/2020/11/30/risk-of-getting->

covid-at-the-grocery-store-is-higher-in-low-income-neighborhoods/. Accessed February 17, 2021.

34. Lan FY, Filler R, Mathew S, Buley J, Iliaki E, Bruno-Murtha LA, Osgood R, Christophi CA, Fernandez-Montero A, Kales SN (2020) COVID-19 symptoms predictive of healthcare workers' SARS-CoV-2 PCR results. *PloS ONE* **15**, e0235460.
35. Kabir H, Maple M, Usher K, Islam MS (2019) Health vulnerabilities of readymade garment (RMG) workers: a systematic review. *BMC Public Health* **19**, 1–20.
36. Tekstil Post. Create a New Cluster in Klaten! 31 Garment Factory Employees Exposed to COVID-19. <https://www.tekstilpost.id/index.php/2020/09/03/buat-klaster-baru-di-klaten-31-pegawai-pabrik-garmen-mendak-terpapar-covid-19/>. Accessed June 20, 2021.

LIST OF TABLES

TABLE 1. Incidence of and death rate for COVID-19 infections as of July 31, 2021

TABLE 2. General statistics for workforces based on the definition of employees each country

TABLE 3. The five most frequently reported occupations or jobs with mass outbreaks[†] of
COVID-19 by country as of July 31, 2021

Table 1. Incidence of and death rate for COVID-19 infections as of July 31, 2021

Country	Cumulative incidence rate (/100,000 populations)	Cumulative fatality (/100,000 populations)
Australia	132.0	3.6
China ^a	8.2	0.4
Hong Kong	159.9	2.8
India ^b	2,290.9	30.7
Indonesia ^b	1,246.6	34.4
Japan ^b	722.5	12.0
Malaysia ^b	3,384.7	27.4
Mongolia	5,037.6	24.9
New Zealand ^b	52.1	0.5
Republic of Korea ^b	386.9	4.1
Republic of the Philippines ^b	1,442.6	25.3
Singapore	1,108.7	0.6
Sri Lanka	1,442.2	20.5
Taiwan ^b	65.7	3.3
Thailand ^b	855.7	7.0
Vietnam	145.0	1.2

Note: The data on infected patients in China includes those in Hong Kong and Taiwan in the WHO counting system.

^aThe data for Hong Kong and Taiwan was obtained from Worldometer website (<https://www.worldometers.info/coronavirus/>).

^bParticipating countries in this study.

Table 2. General statistics for workforces based on the definition of employees each country

Country (year cited)	Population	Number of employees (Proportion, %)	Inclusion of the self-employed	Inclusion of platform business workers ^a
India (2020)	1,028,610,000	402,235,000 (39.1)	No	No
Indonesia (2020)	275,825,067	128,454,184 (46.6)	No	No
Japan (2020)	125,620,000	66,460,000 (52.9)	Yes	Yes
Malaysia (end of 2019)	32,730,000	15,073,400 (46.1)	Yes	No
New Zealand (2020)	5,112,300	2,734,000 (53.4)	No	No
Republic of Korea (2019)	51,779,000	27,088,000 (52.3)	No	No
Republic of the Philippines (2020)	109,480,590	45,332,000 (41.4)	Yes	Yes
Taiwan (2020)	23,570,000	11,520,000 (48.9)	Yes	Yes
Thailand (2019)	66,558,935	37,702,701 (56.6)	No	No

^aConnecting consumers with contractors (or workers) through online platform businesses to perform tasks, also known as the gig economy.

Table 3. The five most frequently reported occupations or jobs with mass outbreaks[#] of COVID-19 by country as of July 31, 2021

Country	The five most frequent occupations/workplaces with mass outbreaks ^a	Major risk factors for causing mass outbreaks ^b
India	Wholesale market	Lack of awareness
	Religious sites	Overcrowding
	Slums	Lack of use of PPE
	Wholesale market vendors	Poor hygiene practice Non-compliance with regulations
	Military school	Information not available
Indonesia	Health care workers	Exposure to infected patients Overcrowding Group cycling activities
	Cigarette factory	Exposure to infected workers Lack of PPE
	Electronics factory	Exposure to infected workers Lack of ventilation
	Offices (government offices, offices in high-rise buildings, etc.)	Overcrowding, insufficient ventilation Poor indoor air quality
	Garment	Exposure to infected workers Poor indoor air quality
Japan ^c	Health care workers (licensed 5,749)	Exposure to infected patients/poor infection control
	Social insurance, social welfare, and care services such as childcare professionals (unlicensed) (321)	Poor infection control
	Health care industry (unlicensed) (238)	Exposure to infected patients/poor infection control
	Transport and postal activities such as bus, taxi, or truck drivers (216)	Poor infection control
	Industries unable to be classified (147)	Poor infection control
Malaysia	A factory with migrant workers making gloves	Migrant workers living in dense shared quarters
	Vehicle workshops	Overcrowding of work premises – inadequate physical distancing
	Construction	Non-compliance with government SOP
	Public institutions, including hospitals (health care workers)	Poor ventilation

Country	The five most frequent occupations/workplaces with mass outbreaks ^a	Major risk factors for causing mass outbreaks ^b
	Supermarkets	Close proximity
New Zealand ⁽¹⁾	NZ does not break down cases by occupation, but by clusters	Mainly overseas links and social gatherings outside of work
	Health care workers	Exposure to infected patients/lack of PPE/poor infection control
	Workplaces with migrant workers	-
	Call center	Lack of PPE/lack of ventilation/dense working area/poor infection control
Republic of Korea ⁽²⁾	Retailer: logistics	Share PPE/lack of ventilation/dense working area/poor infection control
	Detention center	Lack of PPE/lack of ventilation/dense facility/poor infection control
	Food and dining facility/religious facility/army.	Lack of ventilation/frequent contact/poor infection control
	Others	-
	Health care workers and police/military personnel	Client interaction
Republic of Philippines	Public/company transport facilities, manufacturing/production areas, canteens while eating, lounges/rest areas	Areas where workers converge
	Designated smoking areas	Non-use of PPE
	Workplaces with migrant workers	Exposure from original countries/poor infection control of workers
	Health care workers	Exposure to infected patients/lack of PPE/poor infection control
Taiwan	Pilots	Exposure from flied countries/dense working area/poor infection control
	Entertainment sites	Dense facility/Poor infection control
	Quarantine hotel workers	Exposure to infected patients/dense working area/poor infection control
Thailand	Construction worker camps	Unaware of COVID-19, No PPE

Country	The five most frequent occupations/workplaces with mass outbreaks ^a	Major risk factors for causing mass outbreaks ^b
	Cold storage factory	Migrant workers in the community. Crowded places, which are high-risk areas, Lack of PPE
	Shoe factory	Poor infection control, Lack of PPE
	Workplaces with migrant workers	Migrant workers in the community. Crowded places, which are high-risk areas, Lack of PPE
	Entertainment site	Poor infection control, Lack of PPE
Abbreviation : PPE, personal protective equipment.		

^aThe ranking of clusters was qualitatively determined by the authors based on either news media or official reports by the health authority.

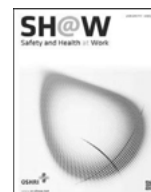
^bListed qualitatively by the authors in each country and summarized by country.

^cReleased by the Japanese government as of July 31, 2021.



Contents lists available at ScienceDirect

Safety and Health at Work

journal homepage: www.e-shaw.net

Original article

Overview of Legal Measures for Managing Workplace COVID-19 Infection Risk in Several Asia-Pacific Countries



Miller Derek¹, Feng-Jen Tsai^{2,☆}, Jiwon Kim³, Mila Tejamaya⁴, Vilandi Putri⁵, Go Muto⁶, Alex Reginald⁷, Wantanee Phanprasit⁸, Nelia Granadillos⁹, Marina Bt Zainal Farid¹⁰, Carmela Q. Capule¹¹, Yu-Wen Lin¹², Jihoon Park¹³, Ruey-Yu Chen¹⁴, Kyong Hui Lee¹⁵, Jeongim Park¹⁶, Haruo Hashimoto¹⁷, Chungsik Yoon¹⁸, Chantana Padungtod¹⁹, Dong-Uk Park^{3,*}

¹ D Miller Consultancy, New Zealand² Ph.D. Program in Global Health and Health Security, Taipei Medical University, Taiwan³ Department of Environmental Health, Korea National Open University, Republic of Korea⁴ Faculty of Public Health, University of Indonesia, Indonesia⁵ Indonesian Industrial Hygiene Association, Indonesia⁶ Department of Hygiene, Kitasato University School of Medicine, Japan⁷ Christian Medical College, Vellore, India⁸ Department of Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Mahidol University, Thailand⁹ Occupational Safety and Health Center, Philippines¹⁰ Industrial Hygiene (Custodian) Health & Safety, PETRONAS Group HSSE, Malaysia¹¹ Industrial Hygienists Association of the Philippines, Inc., Philippines¹² Department of Public Health, Fu-Jen Catholic University, Taiwan¹³ National Institute of Chemical Safety, Ministry of Environment, Republic of Korea¹⁴ School of Public Health, Taipei Medical University, Taiwan¹⁵ Force Health Protection & Preventive Medicine, MEDDAC-Korea, Unit #15281, US Army, United States¹⁶ Department of Environmental Health Sciences, Soonchunhyang University, Republic of Korea¹⁷ Hashimoto Occupational Safety and Hygiene Consulting, Japan¹⁸ Department of Environmental Health Sciences, Institute of Health and Environment, Graduate School of Public Health, Seoul National University, Republic of Korea¹⁹ Division of Vector-borne Diseases, Department of Disease Control, Ministry of Public Health, Thailand

ARTICLE INFO

Article history:

Received 26 May 2021

Received in revised form

17 August 2021

Accepted 22 August 2021

Available online 26 August 2021

Keywords:

COVID-19

Infectious disease risk

Personal protective equipment

ANOI(Asian Network of Occupational Hygiene)

ABSTRACT

Background: Despite the lack of official COVID-19 statistics, various workplaces and occupations have been at the center of COVID-19 outbreaks. We aimed to compare legal measures and governance established for managing COVID-19 infection risks at workplaces in nine Asia and Pacific countries and to recommend key administrative measures.

Methods: We collected information on legal measures and governance from both general citizens and workers regarding infection risks such as COVID-19 from industrial hygiene professionals in nine countries (Indonesia, India, Japan, Malaysia, New Zealand, Republic of the Philippines, Republic of Korea, Taiwan, and Thailand) using a structured questionnaire.

Results: A governmental body overseeing public health and welfare was in charge of containing the spread and occurrence of infectious diseases under an infectious disease control and prevention act or another special act, although the name of the pertinent organizations and legislation vary among countries. Unlike in the case of other traditional hazards, there have been no specific articles or clauses describing the means of mitigating virus risk in the workplace that are legally required of employers, making it difficult to define the responsibilities of the employer. Each country maintains own legal systems regarding access to the duration, administration, and financing of paid sick leave. Many workers may not have access to paid sick leave even if it is legally guaranteed.

* Corresponding author. Department of Environmental Health, Korea National Open University, 86, Daaffnehak-ro, Jongno-gu, Seoul, 03087, Republic of Korea.

E-mail address: pdw545@gmail.com (D.-U. Park).

☆ The author contributed equally to this work as the first author.

Conclusion: Specific legal measures to manage infectious disease risks, such as providing proper personal protective equipment, education, engineering control measures, and paid sick leave are recommended to be stipulated in Industrial safety and health-related acts.

© 2021 Occupational Safety and Health Research Institute, Published by Elsevier Korea LLC. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

1. Introduction

Countries around the globe have implemented national prevention and response systems for COVID-19, including lockdowns, multiple levels of social distancing, different types of legal measures, and so on, focusing on containing the risk of virus in various public facilities. Typically, social activities, workplaces, and hospital facilities involving indoor mass gatherings and frequent contact have accounted for the largest portion of confirmed outbreaks. The primary interventions against COVID-19 in most countries seemed to focus on the prevention of community infection, and the development of policies to control infection in the workplace or by occupation has been relatively neglected. Approximately 18.4% (26.7 million) of all workers in the United States are employed in occupations where exposure to disease or infection occurs at least once per month [1].

Workplaces are one of the major places at the center of COVID-19 outbreaks around the world, including call centers in Republic of the Philippines; meat-processing plants in the United States, Germany, Ireland, and Canada; as well as nursing homes in all affected countries (which are especially vulnerable to infection) [2,3]. These outbreaks underscore the importance of physical proximity (density), ventilation, hygiene, and sanitary installations in workplace as determinants of risk during a pandemic. In the wake of the worldwide spread of COVID-19, characterizing the contribution of workplaces to disease transmission has become a crucial public health measure, especially given the variety of work tasks that could promote the spread of infectious disease and the contribution of workplace settings in the spread of viruses observed in previous epidemics or pandemics [4,5]. Considering the crowded environment common in many workplaces, not only individual workers but also the workplace itself can be a source of potential mass transmission.

In the Republic of Korea, as of February 2021, nearly 61% of new mass cluster infections were reported from workplaces with crowded and closed environments in terms of people, space, and ventilation [6], even though it was not the incidence within a specified period of time. The workplace is a key locus for public health interventions that could protect both workers and the communities they serve. To our knowledge, no study has reported on the legal measures enacted in occupational safety and health acts, even though there are a number of studies reporting on outbreaks in certain occupations or workplaces [7,8]. Protecting the health and safety of workers is a prerequisite to maintain economic activity without requiring confinement and/or lockdown measures. The aims of this study are to provide an overview of legal measures and governance for managing COVID-19 infection risk and protecting workers from it in selected Asia and Pacific countries and to recommend key occupational health and safety elements that all employers should implement to mitigate infection risk as a general obligation of employers.

2. Materials and methods

2.1. Participating countries

We accessed international networks of occupational hygiene professionals for this study. Among the 17 member countries of the

Asian Network of Occupational Health(ANO), representatives of the nine countries, namely Indonesia, India, Japan, Malaysia, New Zealand, Republic of the Philippines, Republic of Korea, Taiwan and Thailand, voluntarily participated in the study. There were no particular scientific criteria for their selection. Some of the ANOH board members who designed this study and developed the structured questionnaire were invited to respond to this standardized form and collaborate in this international study. They are either the current or former president of an industrial hygiene society in the participating countries and are mainly from academic institutions and the governmental and industry sector. The information from each country was systematically collected, reviewed, and discussed to ensure the accuracy of the information and finally integrated into the results of this study.

2.2. Legal acts and governance for controlling COVID-19 infection risk

The legal acts and governmental structures that have been implemented in each country to control COVID-19 infection risk were collected and compared. Governmental bodies and acts to protect citizens and workers from infectious disease were also examined and compared according to the level of law. In particular, specific clauses stipulated in acts requiring employers to protect workers, including infected and potentially infected workers, from infectious diseases are listed. Using a structured questionnaire, we collected legal measures and governance frameworks intended for preventing and controlling infectious disease risks such as COVID-19. Standardized forms were developed to collect qualitative information related to the management of infectious diseases such as COVID-19, focusing on the presence of legal measures and type of government authorities dealing with legislation. Key information collected and discussed is as follows:

- The presence of infectious disease controls related to acts
- Governmental bodies and structures for the control of infectious disease, and cooperation among them
- The presence of an article stipulating the control of infectious disease in industrial safety and health-related acts
- The presence of legal articles to protect the job security of workers from COVID-19 risks

Standardized tables with respondent instructions were sent to all co-authors, collected, confirmed again through either e-mail or online meetings, and finally organized as the results tables for this study.

3. Results

Regulations and administrative organizations in each country intended to control the risk of infectious diseases such as COVID-19 are summarized. A governmental body overseeing public health and welfare (PHW) is found to be in charge of controlling the spread and occurrence of infectious diseases hazardous to citizens' health, including workers (Table 1), under the local infectious disease control-related act or special act, although the name of the organization and legal act differ among countries. According to all

Table 1
Administrative surveillance system to monitor COVID-19 cases among the general population and employees

Country	For general population		For employees in workplaces	
	Governmental ministry	Frontline organization	Governmental ministry	Frontline organization
India	Ministry of Health and Family Welfare	National Center for Disease Control	Ministry of Health and Family Welfare	National Center for Disease Control
Indonesia	Ministry of Health	- Committee for Handling COVID-19 and National Economic Recovery (KCPEN) - COVID-19 Response Acceleration Task Force	Ministry of Health, Ministry of Manpower	- Committee for Handling COVID-19 and National Economic Recovery - COVID-19 Response Acceleration Task Force
Japan	Ministry of Health, Labor and Welfare	Office for Novel Coronavirus Disease Control, Cabinet Secretariat	Ministry of Health, Labor and Welfare	Office for Novel Coronavirus Disease Control, Cabinet Secretariat
Malaysia	Ministry of Health	Ministry of Health	Ministry of Human Resources	Department of Occupational Safety & Health (DOSH)
New Zealand	Ministry of Health	Ministry of Health	Ministry of Health, WorkSafeNZ	Ministry of Health, WorkSafeNZ
Republic of the Philippines	Department of Health	Disease Prevention and Control Bureau	Department of Labor and Employment	Occupational Safety and Health Center
Republic of Korea	Ministry of Health and Welfare	Korea Disease Control and Prevention Agency	Ministry of Employment and Labor	Korea Occupational Safety and Health Agency
Taiwan	Ministry of Health and Welfare	Taiwan Centers for Disease Control	Ministry of Health and Welfare	Taiwan Centers for Disease Control
Thailand	Ministry of Public Health	Public Health Emergency Operation Center	Ministry of Public Health, Ministry of Labor	Public Health Emergency Operation Center

the acts, not only individual citizens but also all government ministries and local/provincial governments must cooperate with the PHW's policies, including administrative orders against infectious diseases (Table 2). Most countries have implemented a special act and/or a governmental task force for managing COVID response. Compensation for absences due to compliance with public health guidance is available for workers in every country by means of paid leave and sickness benefits. Each country maintains its own legal system and customs regarding access to and the duration, administration, and financing of paid sick leave (Table 3). No country has specific articles or clauses describing the means of mitigation of virus risk in the workplace that are legally required of employers, making it difficult to define the responsibilities of the employer.

The local ministry of labor or manpower, which is responsible for workers in terms of occupational safety and accidents, should cooperate with the activities of the PHW. The duty of employers to protect employees from hazardous agents, including infection risk, can be regarded as among the general duties described in occupational safety health laws. Unlike other traditional hazardous agents, however, no country has stipulated specific articles or clauses for controlling infectious diseases in the workplace under an Industrial Safety and Health Act (ISHA) with which employers must comply (Table 4). Thus, all countries have regulations regarding the prevention of health effects caused by biohazard, but none of them include specific clauses related to infectious diseases such as COVID-19.

4. Discussion

This study found that no country has specifically stipulated legal articles in its ISHA act detailing an employer's duty to contain risks of infectious diseases such as COVID-19 in the workplace (Tables 2 and 4), regardless of the difference in the incidence and death rate of COVID-19 infection among countries. The United States has no federal Occupational Safety and Health Administration standard or regulation that specifically outlines precautions that employers are required to implement to control COVID-19 exposure in the workplace. Workplaces are not considered a typical place of origin of infectious diseases such as COVID-19. However, workers who contracted a virus elsewhere can spread infectious disease to co-workers, resulting in a mass infection in a workplace. Clusters of

cases among various types of occupations and workplaces have been observed since the emergence of COVID-19 in December 2019 [2,9,10]. For example, medical staff and other workers in nursing homes could trigger mass COVID-19 infections as they commute, while hospitalized patients pose relatively lower risks of virus transmission because they are tested before admission. During an infectious disease outbreak, workplaces can play an important role in both spreading the disease [11,12] and helping to halt the spread of disease through proper workplace practices and policies [4,13]. All countries have a General Duty Clause in their regulations, stipulating that employers have an obligation to provide an environment free from recognized hazards that can cause or are likely to cause death or serious harm to their employees (Table 4). Specific virus response measures should be implemented in workplaces to both swiftly identify infected workers and to allow them to self-quarantine, resulting in containing and/or delaying the spread of COVID-19. Without proper enforcement, there is an increasing reliance on employers' voluntary adherence to guidelines, leaving workers' protections at risk. To ultimately contain and reduce the spread and transmission of COVID-19, proper legal response measures from the occupational health field should be enforced to combat infection risk. Legal measures against infectious disease risk may differ not only by type of infectious risk but also by type of industry and occupation in terms of the use of appropriate personal protective equipment (PPE), education, the practice of individual hygiene, and engineering control measures.

First of all, employers should provide proper PPE to workers. Respirators are confirmed to be the most effective tool to protect workers from the risk of respiratory tract infection. Any scarcity of PPE can lead to allowing extended wear and reuse of masks, raising concern about their effectiveness [14]. In particular, policies aimed at providing resources to obtain additional direct care staff and PPE for vulnerable hospitals and nursing homes, particularly in areas with rising community COVID-19 case rates, are needed to reduce the national COVID-19 infection risk. McGarry et al (2020) reported that more than one in five staff members from 98% of nursing homes in the United States experienced a severe shortage of PPE [15]. The level of access to essential PPE during the COVID-19 pandemic varied substantially among countries. In a cross-sectional study conducted in May 2020 in Ethiopia, 31%, 27.4%, 15.9%, 14.5%, and 14.2% of health care workers (HCW) (n = 422)

Table 2

Governmental organization and relevant legislation to control infectious diseases, including COVID-19

Country	Responsible governmental body	Applicable law(s), date of enforcement	Purposes of act	Presence of article/ clause on protecting employees/workers
India	Ministry of Law and Justice	Epidemic Diseases Act, 1897, Epidemic Diseases (Amendment) Ordinance, 2020	To provides for the prevention of the spread of dangerous epidemic diseases. The Ordinance amends the Act to include protections for healthcare personnel combatting epidemic diseases and expands the powers of the central government to prevent the spread of such diseases.	Yes*
Indonesia	Ministry of Health	Law on Health (Law No. Number 36/2009) (Oct 2009)	To maintain and increase the degree of public health as high as possible based on the nondiscriminative, participative, and sustainable principles in the framework of the formation of Indonesian human resources, as well as increasing the resilience and competitiveness of the nation for national development.	Yes
Japan	Ministry of Health, Labor and Welfare, and Cabinet Secretariat	Act on Special Measures for Pandemic Influenza and New Infectious Diseases Preparedness and Response (February 2021)	To protect the lives and health of the people and minimize the impact on their lives and economy by strengthening measures against infectious diseases such as new influenza.	No
Malaysia	Malaysian National Security Council (Prime Ministers Department) & Ministry of Health	Prevention and Control of Infectious Diseases Act 1988 (Act 342)	To govern the prevention and control transmission of infectious diseases.	No
New Zealand	Ministry of Health	COVID-19 Public Health Response Act 2020 (May 2020)	To support a public health response to COVID-19 that prevents and limits the risk of COVID-19 and avoids or mitigates the adverse effects of the COVID-19 outbreak and is coordinated, orderly, and proportionate and allows for social, economic, and other factors to be taken into account and is economically sustainable and allows for recovery of MIQF costs and has enforceable measures.	Yes
Republic of the Philippines	Department of Health	Mandatory Reporting of Notifiable Diseases and Health Events of Public Health Concern Act (July 2018)	To protect the people from public health threats through the disease surveillance of notifiable diseases including emerging and re-emerging infectious diseases, diseases for elimination and eradication, epidemics, and health events including chemical, radionuclear, and environmental agents of public health concern and provide an effective response system.	No
Republic of Korea	Korea Disease Control and Prevention Agency, Ministry of Health and Welfare	Infectious Disease Control and Prevention Act (April 2020)	To contribute to improving and maintaining citizens' health by preventing the occurrence and epidemics of infectious diseases hazardous to citizens' health, and prescribing necessary matters for the prevention and control thereof.	Yes
Taiwan	Ministry of Health and Welfare	Special Act for Prevention, Relief and Revitalization Measures for Severe Pneumonia with Novel Pathogens (April 2020)	To effectively prevent and control severe pneumonia with novel pathogens (COVID-19), protect the health of the people, and mitigate the impact of the disease on the domestic economy and society.	Yes
Thailand	Department of Diseases Control, Ministry of Public health	Communicable Disease Act B.E. 2558 (March 2016)	To prevent and control communicable diseases	No

MIQF, managed isolation and quarantine facility.

*It prohibits acts of violence against health-care service personnel and damage to property.

responded as having access to gloves, facemask, goggles, shoes, and aprons, respectively [16]. There was even an outbreak cluster caused by sharing some PPE in one large logistics centers and warehouses in the Republic of Korea where products and parcels are sorted, loaded, and delivered nationwide, allowing workers to share protective clothing, helmets, goggles, gloves, shoes, and more, making it easier to spread COVID-19. The government may subsidize workplaces suffering from economic difficulties under

COVID-19, especially small- and medium-sized enterprises, for supplying PPE to their employees.

Second, proper engineering control measures by type of work environment, including ventilation, partitions, booths, and more, should be stipulated in ISHA. Several types of engineering control measures should be applied to facilities or buildings with a high risk of infection. There have been several clusters occurring in occupations with an often-crowded enclosed work environment and

Table 3

The presence of legal articles under which employers must protect the job security of workers from COVID-19 risk*

Country	Guaranteed paid leave during the period of such hospitalization, quarantine, or isolation	May not dismiss, or otherwise treat unfavorably, employees with infectious risk	Subside the cost of granting a paid leave for infected workers	Ban on discrimination against workers either infected with infectious diseases or suspected of having symptoms	Employment retention subsidies
India	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Indonesia	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Japan	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Malaysia	Yes	Yes	Yes	No	No
New Zealand	Yes*	No	No	No	Yes
Republic of the Philippines	Yes	Yes	Yes	No	Yes
Republic of Korea	No	Yes	Yes	No	Yes
Taiwan	No	Yes	Yes	Yes	Yes
Thailand	Yes	Yes	Yes	No	Yes

*Not indicated specifically all legal acts stipulated to protect job security of workers in several nation-level ministries.

those that lack ventilation, such as call centers, fitness/dance/sports centers, detention centers, prisons, and others—all of which can be regarded as facilities susceptible to infection clusters [9,17–19]. Technical guidelines on operating building systems such as heating, ventilation, and air conditioning systems can provide practical guidance for preventing the spread and transmission of airborne infectious aerosols during epidemics. The guidelines usually cover supply systems, higher air change rates, increased filtration, and exhaust systems designed to minimize re-entrainment of contaminated air [20].

Third, administrative measures including education, social distancing rules in workplaces, and individual hygiene should be legally implemented to reduce the transmission of COVID-19. Scientific knowledge and effective methodologies for controlling the risk of infectious disease should be transferred to employers and workers through education and other means, raising individual worker's perceptions of risk of viruses and inspiring them to protect themselves from infection [21]. Instruction and assessment of

proper hygiene practices, such as donning and doffing of PPE as well as hand hygiene techniques, are to be encouraged [22]. Social distancing rules for specific locations in workplaces should be developed with the understanding of and respect for ethnic and cultural needs; in Singapore, for instance, spatial rearrangement was made to assist social distancing for Muslim daily prayers [23].

Fourth, there should be legal and social protections for workers who contract COVID-19. All countries have implemented legal measures to protect workers who are either infected or suspected of having symptoms such as required self-quarantine, paid sick leave, family sick leave, and more (Table 4). Globally, paid sick leave is now more widely accessible than ever after the COVID-19 crisis—although statutory paid sick leave is either not in place or remains limited in some countries [24]. In many countries, sick leave and other benefits are not always available for workers in certain sectors and types, in spite of the presence of a related law [25]. This lack of access is often exacerbated in small- and medium-sized enterprises by various barriers to occupational health interventions [26,27]. The absence of a statutory paid sick leave system contributes to greater health and economic risks in a public health crisis [28–30]. Heymann et al (2020) analyzed a database of legislative guarantees of paid leave for personal illness in 193 United Nations member states and reported that 27% of countries do not guarantee paid sick leave from the first day of illness and 58% of countries do not have explicit provisions to ensure self-employed and gig economy workers have access to paid sick leave benefits [30]. Reportedly, sick presenteeism contributes to a high attack rate during an infectious disease epidemic [31,32] and puts colleagues, residents, and visitors alike at risk [33]. A cluster outbreak at a call center in the Republic of Korea was reported after asymptomatic employees continued to come to work [9]. As this case indicates, many workers may not have access to paid sick leave even if it is legally guaranteed; however, we were unable to find data that quantify the gap between the law and practice.

In summary, to contain the transmission of infectious diseases, generalized legal measures such as provision of proper PPE, education, engineering control measures, and paid sick leave are recommended to be applied flexibly and diversely to various situations such as type of working environments and practices, job, season, infectious diseases, and level of endemic and pandemic.

This study has several limitations. First, the specific scope, quality, and efficiency of the implementation of legal articles or guidance related to the protection of workers from infectious diseases were not studied. Dichotomous classification (yes or no) on

Table 4

Legal articles related to protection of workers from infectious diseases*

Country	The presence of employer's general duty to protect workers from infectious disease risk such as COVID-19	The presence of specific articles or clause related to the prevention of biological hazard in enforcement decree under act	The presence of specific articles or clause related to the prevention of infectious disease in enforcement decree under act	The presence of COVID-19 related circular letter or guidance or scheme or fact sheets
India	Yes	No	No	Yes
Indonesia	Yes	Yes	No	Yes
Japan	Yes	Yes	No	Yes
Malaysia	Yes	No	No	Yes
New Zealand	Yes	No	No	Yes
Republic of the Philippines	Yes	Yes	Yes	Yes
Republic of Korea	Yes	Yes	No	Yes
Taiwan	Yes	Yes	No	Yes
Thailand	Yes	No	No	Yes

*Not indicated specifically, all legal acts stipulated to protect the job security of workers through several nation-level ministries.

the presence of legal acts insufficiently reflects all details, necessitating a framework for further elaboration to evaluate the similarities and differences between the countries in terms of legal aspects and authorities. Our results obtained from only nine countries may not be generalizable to other Asia-Pacific countries with different legal measures in the workplace to protect employees from hazardous agents, including infectious diseases.

In conclusion, unlike other hazardous agents originally generated from manufacturing, infectious disease risks were not regarded as an occupational factor, making it difficult to define the responsibility of the employer. No country was found to stipulate a specific article or clause in ISHA on measures to mitigate or prevent the spread of infectious disease risks in the workplace that are legally required of employers. The proposed legal measures include providing proper PPE, education, engineering control measures, and paid sick leave for responding properly to risks of infection diseases such as COVID-19 should be considered in ISHA.

Conflicts of interest

All authors have no conflicts of interest to declare.

References

- [1] Baker MG, Peckham TK, Seixas NS. Estimating the burden of United States workers exposed to infection or disease: a key factor in containing risk of COVID-19 infection. *PLoS One* 2020;15:e0232452.
- [2] McSweeney E. COVID-19 Outbreaks at Irish meat plants raise fears over worker safety [Internet]. London (United Kingdom): The Guardian. 2020 May 1 [cited 2020 June 2]. Available from: <https://www.theguardian.com/environment/2020/may/01/covid-19-outbreaks-at-irish-meat-plants-raise-fears-over-worker-safety>.
- [3] Coleman J. Meatpacking worker told not to wear face mask on job died of coronavirus: report [Internet]. Washington DC (NW): The Hill. 2020 May 7 [cited 2020 June 2]. Available from: <https://thehill.com/policy/finance/496595-meatpacking-worker-told-not-to-wear-face-mask-on-job-died-of-coronavirus>.
- [4] Edwards CH, Tomba GS, de Blasio BF. Influenza in workplaces: transmission, workers' adherence to sick leave advice and European sick leave recommendations. *Eur J Public Health* 2016;26:478–85.
- [5] Webster R, Liu R, Karimullina K, Hall I, Amlôt R, Rubin G. A systematic review of infectious illness presenteeism: prevalence, reasons and risk factors. *BMC Public Health* 2019;19:1–13.
- [6] The Hankyoreh. About 61% of new mass cluster infections occurred in workplaces [Internet]. Seoul: The Hankyoreh. 2021 March 1 [cited 2021 April 2]. Available from: <http://www.hani.co.kr/arti/society/health/984971.html> (in Korean).
- [7] Barranco R, Ventura F. COVID-19 and infection in health-care workers: an emerging problem. *Med Leg J* 2020;88:65–6.
- [8] Nienhaus A, Hod R. COVID-19 among health workers in Germany and Malaysia. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:4881.
- [9] Park SY, Kim Y-M, Yi S, Lee S, Na B-J, Kim CB, Kim J-I, Kim HS, Kim YB, Park Y. Coronavirus disease outbreak in call center, South Korea. *Emerg Infect Dis* 2020;26:1666.
- [10] Gómez-Ochoa SA, Franco OH, Rojas LE, Raguindin PF, Roa-Díaz ZM, Wyssmann BM, Guevara SLR, Echeverría LE, Glisic M, Muka T. COVID-19 in health-care workers: a living systematic review and meta-analysis of prevalence, risk factors, clinical characteristics, and outcomes. *Am J Epidemiol* 2021;190:161–75.
- [11] Kurgat EK, Sexton JD, Garavito F, Reynolds A, Contreras RD, Gerba CP, Leslie RA, Edmonds-Wilson SL, Reynolds KA. Impact of a hygiene intervention on virus spread in an office building. *Int J Hyg Environ Health* 2019;222:479–85.
- [12] Danovaro-Holliday MC, LeBaron CW, Allensworth C, Raymond R, Borden TG, Murray AB, Icenogle JP, Reef SE. A large rubella outbreak with spread from the workplace to the community. *JAMA* 2000;284:2733–9.
- [13] Kumar S, Grefenstette JJ, Galloway D, Albert SM, Burke DS. Policies to reduce influenza in the workplace: impact assessments using an agent-based model. *Am J Public Health* 2013;103:1406–11.
- [14] O'Hearn K, Gertsman S, Sampson M, Webster R, Tsampalieros A, Ng R, Gibson J, Lobos A-T, Acharya N, Agarwal A. Decontaminating N95 and SN95 masks with ultraviolet germicidal irradiation does not impair mask efficacy and safety. *J Hosp Infect* 2020;106:163–75.
- [15] McGarry BE, Grabowski DC, Barnett ML. Severe staffing and personal protective equipment shortages faced by nursing homes during the COVID-19 pandemic: study examines staffing and personal protective equipment shortages faced by nursing homes during the COVID-19 pandemic. *Health Aff* 2020;39:1812–21.
- [16] Mulu GB, Kebede WM, Worku SA, Mittiku YM, Ayelign B. Preparedness and responses of healthcare providers to combat the spread of COVID-19 among North Shewa zone hospitals, Amhara, Ethiopia, 2020. *Infect Drug Resist* 2020;13:3171.
- [17] Jang S, Han SH, Rhee J-Y. Cluster of coronavirus disease associated with fitness dance classes, South Korea. *Emerg Infect Dis* 2020;26:1917.
- [18] Meyer JP, Franco-Paredes C, Parmar P, Yasin F, Gartland M. COVID-19 and the coming epidemic in US immigration detention centres. *Lancet Infect Dis* 2020;20:646–8.
- [19] Nelson B, Kaminsky DB. A COVID-19 crisis in US jails and prisons. *Cancer Cytopathol* 2020;128:513.
- [20] Centers for Disease Control and Prevention (CDC). COVID-19 ventilation in buildings [Internet]. Atlanta, GA (USA): CDC. 2021 Mar 23 [cited 2021 Apr 10]. Available from: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/ventilation.html>.
- [21] Lupton D. Risk and emotion: towards an alternative theoretical perspective. *Health Risk Soc* 2013;15:634–47.
- [22] Wong C-K, Tsang DN-C, Chan RC-W, Lam ET-K, Jong K-K. Infection risks faced by public health laboratory services teams when handling specimens associated with coronavirus disease 2019 (COVID-19). *Saf Health Work* 2020;11:372–7.
- [23] Ng WT. COVID-19: protection of workers at the workplace in Singapore. *Saf Health Work* 2021;12:133–5.
- [24] Organisation for Economic Cooperation and Development. OECD Policy Responses to Coronavirus (COVID-19) - paid sick leave to protect income, health and jobs through the COVID-19 crisis. Paris (France): OECD. 2020. p. 1–25. Available from: <https://www.oecd.org/coronavirus/policy-responses/paid-sick-leave-to-protect-income-health-and-jobs-through-the-covid-19-crisis-a9e1a154/#:~:text=The%20United%20States%20introduced%20two,EUR%20460%20per%20working%20day>.
- [25] Jung HW, Sohn M, Chung H. Designing the sickness benefit scheme in South Korea: using the implication from schemes of advanced nations. *Health Policy Manag* 2019;29:112–29.
- [26] Kim E-A. Social distancing and public health guidelines at workplaces in Korea: responses to coronavirus disease-19. *Saf Health Work* 2020;11:275–83.
- [27] Kongtip P, Yoosook W, Chantanakul S. Occupational health and safety management in small and medium-sized enterprises: an overview of the situation in Thailand. *Saf Sci* 2008;46:1356–1368.
- [28] Kumar S, Quinn SC, Kim KH, Daniel LH, Freimuth VS. The impact of workplace policies and other social factors on self-reported influenza-like illness incidence during the 2009 H1N1 pandemic. *Am J Public Health* 2012;102:134–40.
- [29] Zhai Y, Santibanez TA, Kahn KE, Black CL, de Perio MA. Paid sick leave benefits, influenza vaccination, and taking sick days due to influenza-like illness among US workers. *Vaccine* 2018;36:7316–23.
- [30] Heymann J, Raub A, Waisath W, McCormack M, Weistroffer R, Moreno G, Wong E, Earle A. Protecting health during COVID-19 and beyond: a global examination of paid sick leave design in 193 countries. *Glob Public Health* 2020;15:925–34.
- [31] Widera E, Chang A, Chen HL. Presenteeism: a public health hazard. *J Gen Intern Med* 2010;25:1244–7.
- [32] Yi J-S, Kim H. Factors related to presenteeism among South Korean workers exposed to workplace psychological adverse social behavior. *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:3472.
- [33] Drago R, Miller K. Sick at work: infected employees in the workplace during the H1N1 pandemic. Briefing Paper No. B264. Institute for Women's Policy Research; 2010.

How do gynecologists face to social problems among women cancer survivors?

Motoki Endo 

Department of Public Health, Juntendo University Faculty of Medicine, Tokyo, Japan

Abstract

In recent decades, surgical techniques, new anticancer drugs' development, and radiation equipment have led to continuous improvements in cancer survival rates and quality of life of cancer survivors (CSs). While 61.0% of gynecological cancer survivors (GCS) in Japan belonged to a working-age group (20–64 years old), the number of working GCS within the working-age population has increased. In Japan, it seems that there has been more interest in striking a balance between cancer treatment and work, especially since 2016 when the Cancer Control Act was amended and national guidelines for working CSs were published. Maintaining employment after gynecological cancer diagnosis remains an important issue for not only GCS and their families but also employers and society. GCS suffered from various symptoms including cancer-related fatigue, pain, menopausal symptoms, lymphedema, and psychological distress, which made maintaining employment difficult for them. Full return to work (RTW) rate at 365 days after the initial days of sick leave among was 77.6% and median time to full RTW among GCSs was 172 days. Five-year work continuance rate after RTW among GCSs was 63.4%. It is better for gynecologists to write a certificate for workplace in words of not “symptoms,” but “caseness words (such as, workable as long as it is sedentary or clerical work. Partial RTW (4-h work, 6-h work) might be desirable for a while after RTW,” in order to support GCSs' maintaining employment.

Key words: gynecological cancers, quality of life, return to work.

Gynecological cancers among working population

In developed countries, gynecological cancers (cervical, endometrial, and ovarian) are the major causes of mortality for women,¹ which differ in median age at diagnosis, treatment type, and prognosis.² Particularly, cervical cancer is not only the leading cause of death for women in their 20s and 30s³ but also has a major impact on pregnancy and delivery.⁴ In recent decades, surgical techniques, new anticancer drugs' development, and radiation equipment have led to continuous improvements in cancer survival rates and quality of life (QOL) of cancer survivors (CSs).^{2, 5, 6}

In 2015, approximately 61.0% ($n = 22\,195$) of the 36 373 GCSs in Japan belonged to a working-age group (typically defined as 20–64 years old), while 55.5% of breast CSs belonged to a working-age group.³ The number of GCSs within the working-age population has increased in developed countries.^{7–9} The reasons for this are as follows: first, the number of senior employees (especially >60 years old) has been increasing.¹⁰ In particular, there are concerns about cancer morbidity among employees in their 60s, who are working as non-regular employees following their retirement at the age of 60. Second, more women are working in Japan.¹⁰ According to national statistics, since the 1990s, the percentage of women in the labor force has increased, and the number of dual-income households now greatly

Received: December 6 2020.

Accepted: January 30 2021.

Correspondence: Motoki Endo, 2-1-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8421, Japan.

Email: mo-endo@juntendo.ac.jp

exceeds the number of single-income households.¹⁰ Third, due to the advances in medical treatment, such as the reduced burden placed on the body by endoscopic treatment and the increased efficacy of chemotherapy and radiotherapy, the GCSs' prognosis has improved, and more GCSs are able to return to work (RTW).¹¹ Furthermore, the number of GCSs who are able to RTW is expected to continue to rise.^{11, 12} In Japan, it seems that there has been more interest in striking a balance between cancer treatment and work, especially since 2016 when the Cancer Control Act (this law sets out a duty for employers to strive to keep CSs working) was amended and national guidelines for working CSs were published.¹³

Sick leave system in Japan

Regarding the sick leave system in Japan, no law conveys rights on, or provides social payments to, employees who are not able to work due to sick leave. However, the Labor Contract Act states, "A dismissal shall, if it lacks objectively reasonable grounds and is not considered to be appropriate in general societal terms, be treated as an abuse of right and be invalid".¹⁴ The maximum duration of sick leave varies depending on the company. In the Japanese sick leave system, reduced working schedules involving part-time sick leave combined with part-time work are not so common. The fact is that many small- and medium-sized enterprises in Japan do not have an established sickness insurance system. We presume that CSs who work at small- or medium-sized enterprises have no choice but to quit due to their companies' economic circumstances, among other factors.

Maintaining employment after gynecological cancer diagnosis

Maintaining employment after gynecological cancer diagnosis remains an important issue for not only GCSs and their families but also employers and society.¹⁵ Because GCSs often suffer from clinical symptoms and conflicts over work (e.g. physical demands at work or difficult relationships with superiors and colleagues), maintaining employment can be challenging for them.¹⁶ ¹⁷ In previous studies, it was reported that GCSs suffered from various symptoms including cancer-related fatigue, pain, menopausal symptoms, lymphedema, gastrointestinal symptoms (constipation, nausea), and psychological distress,² which made maintaining

employment difficult for GCSs.⁹ In particular, cancer-related fatigue (CrF) is the symptom that represents the biggest obstacle to CSs returning to work.¹⁸ In particular, chemotherapy reduces the QOL of CSs and produces various symptoms including general malaise, psychological distress, and mental disorders.¹⁸ Early-stage cancer patients who are treated using endoscopic methods alone might only suffer minor CrF and might be able to retain sufficient physical strength to allow them to work.¹⁸ The restoration and maintenance of sufficient physical strength for employment is the key to allowing CSs to RTW in a sustainable manner.⁹ Regarding the psychological distress, about 30% to 50% of cancer patients have reported experiencing sleep disorders (especially midsleep awakening), and the maintenance of mental health is also extremely important.⁹

RTW and work continuance among gynecological cancer survivors

As for RTW, Endo et al. reported that full RTW rate at 365 days after the initial days of sick leave among GCSs was 77.6% and median time to full RTW among GCSs was 172 days.¹¹ The rate of RTW declined over time after the initial day of sick leave; the RTW rate was highest in the first quarter of the year, followed by the second quarter.^{19, 20} The shape of the distribution of sick leave duration until RTW day was reported to be heavily right-skewed.²¹ As for work sustainability after RTW, Endo et al. reported that 5-year work continuance rate after RTW among GCSs was 63.4%.²² CSs might fear the recurrence or progression of their disease, which might act as a strong stressor, even years after the initial diagnosis.²³ Especially, female CSs struggle more to stay in work, raise their children, and live a normal life.²⁴

In order to support gynecological cancer survivors' maintaining employment

It is better for gynecologists to write a certificate for workplace in words of not "symptoms," but "caseness words," in order to support GCSs' maintaining employment.

In occupational health, "caseness" refers to objective events that interfere with the performance of work, such as "going to the toilet about 10 times a day," "admitting a sudden absence of 3 or more days in a month," which are related to "deviations from normal work management".²⁵ The medical institutions' language mainly uses "symptoms" for patient

management, and the workplaces' language mainly uses "caseness words" for employee management²⁵. This difference in the use of "language" makes it difficult to support the balance between treatment and work. There is often a certificate by gynecologists, for example, "diagnosis: cervical cancer. This patient can work from 20 December 2020. She has severe fatigue and diarrhea".²⁵ If a workplace receives such a medical certificate, the workplace is often confused as to what and how to take care of it. Therefore, physicians should write a certificate by using "caseness words," not "symptoms." For example, "diarrhea" should be translated into "she leaves her seat five to ten times a day to go to the toilet." "Fatigue" should be translated into "workable as long as it is sedentary or clerical work. Partial RTW (4-h work, 6-h work) might be desirable for a while after RTW." This translation ability from "symptoms" to "caseness words" should be crucial item that gynecologists and healthcare staffs should have. It is desirable for gynecologists to write a better certificate in terms of "caseness words" when GCSs are returning to work after sick leave.

Conflict of interest

None declared.

References

1. Ferlay J, Shin HR, Bray F, Forman D, Mathers C, Parkin DM. Estimates of worldwide burden of cancer in 2008: GLOBOCAN 2008. *Int J Cancer*. 2010;127(12):2893–917.
2. Holland JC, Breitbart WS, Jacobsen PB, Loscalzo MJ, McCorkle R, Butow PN. *Psycho-Oncology*. Oxford, England: Oxford University Press; 2015. p. 121–33 (chapter 118). <https://global.oup.com/academic/product/psycho-oncology-9780199363315?cc=jp&lang=en&>.
3. National Cancer Center J. Cancer registry and statistics. *Cancer information service*; 2014. <https://ganjoho.jp/public/index.html>.
4. Perrone AM, Bovicelli A, D'Andrilli G, Borghese G, Giordano A, De Iaco P. Cervical cancer in pregnancy: analysis of the literature and innovative approaches. *J Cell Physiol*. 2019;234(9):14975–90.
5. Verdecchia A, Francisci S, Brenner H, Gatta G, Micheli A, Mangone L, et al. Recent cancer survival in Europe: a 2000–02 period analysis of EURO-CARE-4 data. *Lancet Oncol*. 2007;8(9):784–96.
6. Ito Y, Miyashiro I, Ito H, Hosono S, Chihara D, Nakata-Yamada K, et al. Long-term survival and conditional survival of cancer patients in Japan using population-based cancer registry data. *Cancer Sci*. 2014;105(11):1480–6.
7. Mehnert A, de Boer A, Feuerstein M. Employment challenges for cancer survivors. *Cancer*. 2013;119(Suppl 11):2151–9.
8. Endo M, Haruyama Y, Takahashi M, Nishiura C, Kojimahara N, Yamaguchi N. Returning to work after sick leave due to cancer: a 365-day cohort study of Japanese cancer survivors. *J Cancer Surviv*. 2016;10(2):320–9.
9. Feuerstein M. *Work and cancer survivors*. New York: Springer-Verlag; 2011. <https://www.springer.com/gp/book/9780387720401>.
10. Ministry of Internal Affairs and Communications Japan: *Statistics Japan*. Tokyo, Japan: Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications, Japan; 2016.
11. Endo M, Haruyama Y, Takahashi M, Nishiura C, Kojimahara N, Yamaguchi N. Returning to work after sick leave due to cancer: a 365-day cohort study of Japanese cancer survivors. *J Cancer Surviv*. 2016;10(2):320–329.
12. Amir Z, Moran T, Walsh L, Iddenden R, Luker K. Return to paid work after cancer: a British experience. *J Cancer Surviv*. 2007;1(2):129–36.
13. Guideline for supporting balance between treatment and work at workplace. <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000115267.html>.
14. Ministry of Health L, Welfare, Japan. *Labor Contract Act*. Tokyo, Japan: Ministry of Health, Labor, Welfare, Japan; 2007. http://www.japaneselawtranslation.go.jp/law/detail_main?vm=&id=5.
15. van Muijen P, Weevers NL, Snels IA, Duijts SF, Bruinvels DJ, Schellart AJ, et al. Predictors of return to work and employment in cancer survivors: a systematic review. *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2013;22(2):144–60.
16. Feuerstein M, Todd BL, Moskowitz MC, Bruns GL, Stoler MR, Nassif T, et al. Work in cancer survivors: a model for practice and research. *J Cancer Surviv*. 2010;4(4):415–37.
17. Taskila T, Martikainen R, Hietanen P, Lindbohm ML. Comparative study of work ability between cancer survivors and their referents. *Eur J Cancer*. 2007;43(5):914–20.
18. Joachim Weis MH. *Cancer-related fatigue*. Springer Healthcare Communications, UK: Springer Healthcare; 2015. <https://www.springer.com/gp/book/9781907673757>.
19. Marino P, Luis Sagaon T, Laetitia M, Anne-Gaelle le CS. Sex differences in the return-to-work process of cancer survivors 2 years after diagnosis: results from a large French population-based sample. *J Clin Oncol*. 2013;31(10):1277–84.
20. Roelen CA, Koopmans PC, Groothoff JW, van der Klink JJ, Bultmann U. Sickness absence and full return to work after cancer: 2-year follow-up of register data for different cancer sites. *Psychooncology*. 2011;20(9):1001–6.
21. Hensing G. Swedish council on technology assessment in health care (SBU). Chapter 4. Methodological aspects in sickness-absence research. *Scand J Public Health Suppl*. 2004;63:44–8.
22. Endo M, Haruyama Y, Muto G, Imai Y, Mitsui K, Mizoue T, et al. Recurrent sick leave and resignation rates among female cancer survivors after return to work: the Japan sickness absence and return to work (J-SAR) study. *BMC Public Health*. 2019;19(1):1248.
23. Hodges LJ, Humphris GM. Fear of recurrence and psychological distress in head and neck cancer patients and their carers. *Psychooncology*. 2009;18(8):841–8.
24. Inhestern L, Beierlein V, Bultmann JC, Moller B, Romer G, Koch U, et al. Anxiety and depression in working-age cancer survivors: a register-based study. *BMC Cancer*. 2017;17(1):347.
25. Endo M, Mitsui K. Work and cancer survivorship in Japan. *Gan To Kagaku Ryoho*. 2019;46(10):1491–6.



職域室内空間の新型コロナウイルス感染症クラスター 阻止を目的とした3密定量化と可視化の試み —室内CO₂濃度を推定する 換気シミュレーターの構築と実証—

齊 藤 宏 之 武 藤 剛 花 里 真 道 橋 本 晴 男

要 約

新型コロナウイルス対策として3密回避と換気の徹底が提唱されているが、その定量的な評価指標は確立されていない。従来より室内換気の指標として解釈されてきた室内CO₂濃度について、室内平衡濃度推定値を予測するシミュレーションを構築し、実測値と比較して妥当性を検証した。また、室内CO₂濃度や在室感染者呼気CO₂室内拡散濃度推定値とCOVID-19感染クラスター発生数との関連の分析から、理論的にクラスター化を阻止しうる閾値換気量を計算し、呼気粒子動態可視化への実装を展開中である。

はじめに

2020年初頭から、新型コロナウイルス感染症(COVID-19)が国内外で猛威を奮っている。医療機関のみならず多くの職域におけるクラスター発生が報道され、特に室内環境における感染対策は喫緊の課題である。COVID-19を引き起こすSARS-CoV-2ウイルスのヒト-ヒト感染ルートには、接触・飛沫・そしてエアロゾル感染が指摘され^{1, 2)}、いわゆる「3密」を避けることが重要とされてきた³⁾。本稿ではこの3密の定量的な評価指標を構築する第一段階として構築した室内CO₂濃度の推定モデル(換気シミュレーター)と、その妥当性の検討を紹介する。さらに、この推定モデルを用いて、2020年1～8月に日本国内で報道された室内(職域を含む)COVID-19クラスター発生と推定CO₂濃度との関連を検討するとともに、在室感染者の推定呼気CO₂室内拡散濃度の分析から理論的に算出したクラスター化阻止限界値と、それを室内呼気粒子動態解析に組み込んで感染クラス

ター阻止予測指標の可視化として実装する試みを紹介する。

I. 3密回避のための換気と、室内CO₂濃度を用いた評価

2020年初めのCOVID-19の国内流行早期段階より、積極的疫学調査等から、SARS-CoV-2ウイルスの感染経路として、通常2メートル以内の距離の人に伝播する飛沫感染や接触感染では説明しえない経路の存在が指摘されてきた。その共通項目として、「密接・密集・密閉」からなる3密空間や大声を出す空間での滞在が浮かび上がってきた。この3密の概念は、3Cs(closed spaces, crowded places, close-contact settings)⁴⁾とも表現されるが、わが国の感染予防環境対策の主軸の一つとして広く一般に認知されることとなった。3密や大声に共通する感染経路として浮上してきたのが、微細な5μm未満の飛沫(核)粒子が換気の悪い空間で空気中を漂うことによる「マイクロ飛沫感染」という概念である。

現段階では、結核菌や麻疹ウイルスで従来から指摘されてきた空気感染と飛沫感染の中間に位置づけられている。口から出た飛沫はまもなく水分が蒸発し半分程度の大きさの飛沫核となり、その多くは沈着せず空气中を漂うことになる。これがエアロゾルであり、室内空間滞在者の感染成立阻止のために、エアロゾル中のウイルスを換気または不活化によって除去・無毒化することが求められる⁵⁾。エアロゾル中のSARS-CoV-2ウイルス生存半減期中央値が1.1時間という報告⁶⁾からは、一定時間同空間に滞在する在室者集団によるクラスター発生阻止のために、換気によるリスク低減が重要と示唆される。換気によって空気感染を抑止できることは結核等においてこれまでに報告があり⁷⁾、同様の考え方で換気を励行すべく、その定量的な評価指標の設定が重要な課題となる。

室内換気の指標として、ヒトの呼吸によって発生する二酸化炭素(CO₂)を用いることは古くから用いられてきた⁸⁾。しかし、リアルタイムにCO₂を測定する手段がない状況は多く、そのような場合、換気の良否を簡易に判定できるツールが有用である。このような考えをもとに、われわれ日本産業衛生学会 産業衛生技術部会の有志からなるチームは、2020年4月の第1回緊急事態宣言前後より、簡易的にCO₂濃度を見積もることによって室内の換気状況を評価可能な換気シミュレーターの構築を開始した。

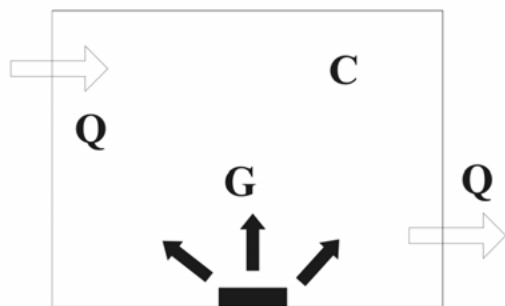


図1 (A) 室内空間のCO₂濃度算出モデル

Ⅱ. 換気シミュレーターの原理と構築

在室者から一定速度で発生するCO₂が一定量の換気空気と完全混合するモデルを仮定する。図1 (A) のように、在室者から発散されるCO₂発生量と室内外の換気量を模擬的に仮定する。経過時間 $t = \infty$ で平衡状態に達すると、室内濃度は図1 (B) に示す計算式で表される。

CO₂の発生量(G)は発生源である在室者の人数と、1人あたりの呼吸発生量から見積もることが可能であり、安静時の呼吸発生量6.5L/分、呼吸中のCO₂濃度4.6%を用いると、定常状態の室内CO₂濃度は次式で表される。

$$C = \left[\frac{n \cdot k \cdot 0.01794}{Q} * 10^6 \right] + 400$$

(n：在室者数，k：呼吸の大きさを表す係数，
C₀ = 400ppm とする)

この式では、在室者数(n)，呼吸の大きさを表す係数(k)，換気量(Q)の情報が必要となる。このうち、kは在室者の呼吸活動の程度によって見積もることが可能である(表1)。換気量Qについては、既知の場合はその値を、換気装置があるものの換気量が不明な場合は部屋の使用目的による推定値を、換気なしまたは停止中の場合は建築形式による推定値を用いる。

本シミュレーターにおける換気良否を示す目

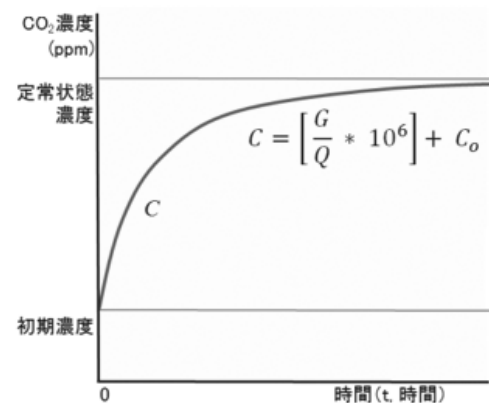


図1 (B) 室内CO₂濃度の経時変化のモデル

C：CO₂濃度 (ppm)，C₀：CO₂の大気中濃度，
G：CO₂ (在室者合計) 発生量 (m³/時)，Q：換気量 (m³/時)

表1 呼吸活動度係数 k 値と適用例

活動状態の区分	k	活動の例（室内での活動）
標準時	1	一般的な事務作業（着席）
ごく軽度の動き	2	頻繁な電話応対，発言の多い会議，ゆるいストレッチ，ランニングマシン（遅い歩行，3～4 km/h）
軽度の動き	3	軽作業，ラジオ体操，ストレッチ，ランニングマシン（速めの歩行，6 km/h）
運動など （軽い～激しい）	5	筋トレ，ランニングマシン（ジョギング，9 km/h），スポーツ一般，筋肉労働

標CO₂濃度としては，事務所衛生基準規則等で規定されている1,000ppmを用いた．これは，この基準を維持することにより，標準的な在室状況で空気感染を抑止できるとされている換気回数，2回/時（1人あたり必要換気量として30m³/時）に相当する換気量が確保できるとされていることによる．

この原理を活用して，Microsoft Excelを用いたモデルを構築し，換気シミュレーターとして，2020年4月に日本産業衛生学会 産業衛生技術部会のWebサイトで公開した⁹⁾（原理の詳細については，Webサイトに掲載されている説明文書を参照）．国内外からの反響と問い合わせが相次ぎ，英語版を同年12月に同サイトで公開した¹⁰⁾．

Ⅲ. 換気シミュレーターの実証

換気シミュレーターの算出する推計室内濃度

値が，実際の室内環境とどの程度適合するか，シミュレーターの性能実証を行った．図2に示すように，様々な室内環境において換気シミュレーターによる推定値と実測値を比較したところ，換気後（入室後）の時間が一定時間（概ね60～90分程度）以上経過している場合における一致度が高い一方で，経過時間が短い場合には一致度が低い傾向がみられた．これは，本シミュレーターにおいて，平衡に達した定常状態の濃度を用いた推測を行っていることによると考えられる．実際，経過時間における推測値にて比較したところ，大半のケースにおいて一致度が良好であった（図3）．このことから，多くの室内環境において本シミュレーターは有効であると考えられる．

一方で，一部の環境においては推測値よりも実測値のほうが高い傾向が見受けられた．これは換気量（換気回数）の推定値よりも実際の換

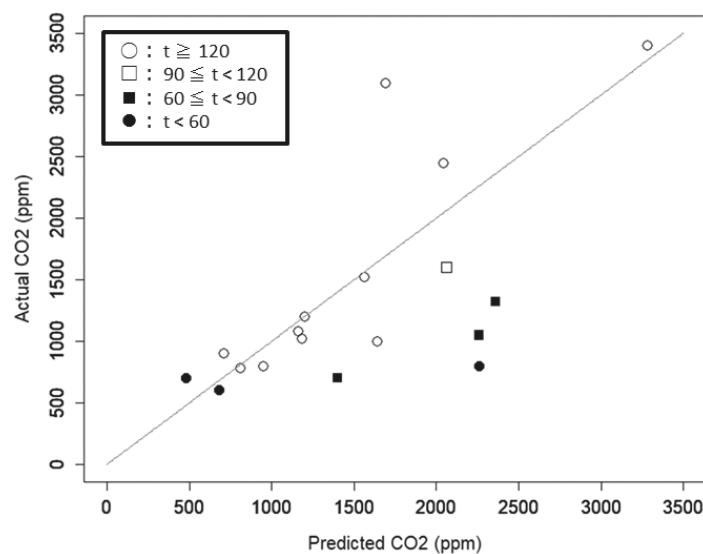


図2 実測値と推定値（平衡値）の比較

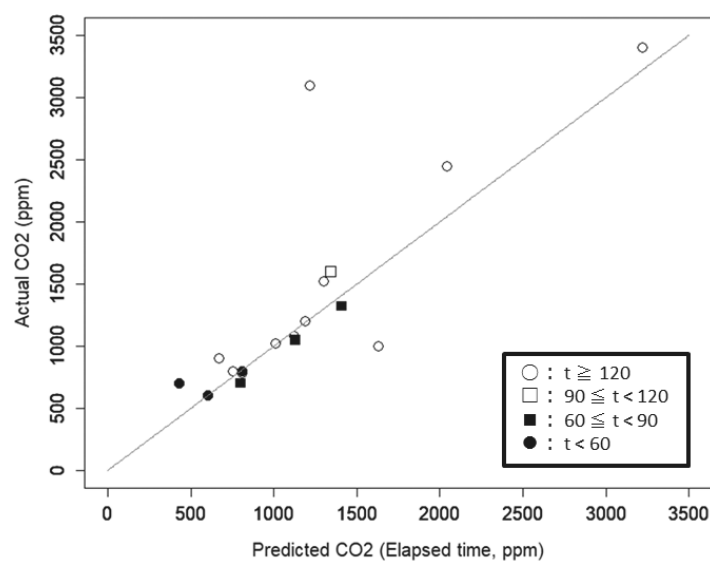


図3 実測値と経過時間時点での推定値の比較

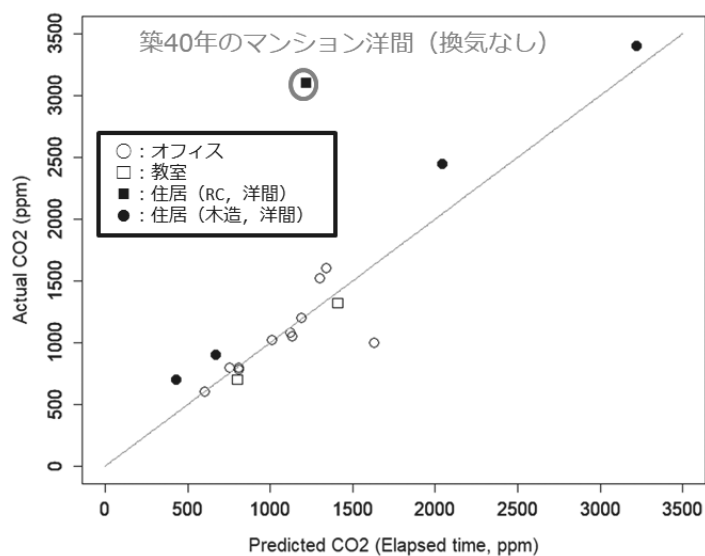


図4 部屋のタイプ別にみた、実測値と経過時間時点での見積り値の比較

気量のほうが小さかったためと考えられる (図4)。特に、住宅に常時換気が義務づけられた2003年の建築基準法改正以前に建築された鉄筋コンクリート製住居において、換気量 (換気回数) の推定値が適切でない可能性が示唆された。今後、さらに実測結果に基づいた換気量 (換気回数) の推定値の検討を進め、シミュレーターのさらなる精度向上を行う予定である。

Ⅳ. 室内CO₂濃度や感染者呼気CO₂室内散濃度の推計に基づく、COVID-19感染クラスターリスク予測の試み

2020年2～7月に国内で発生したCOVID-19クラスター室内空間について、その室の形状やおおよその建築構造物、在室者数、使用 (在室者呼気活動) 状況、使用 (在室者同室滞在) 時間、その後に判明したCOVID-19感染者数が報

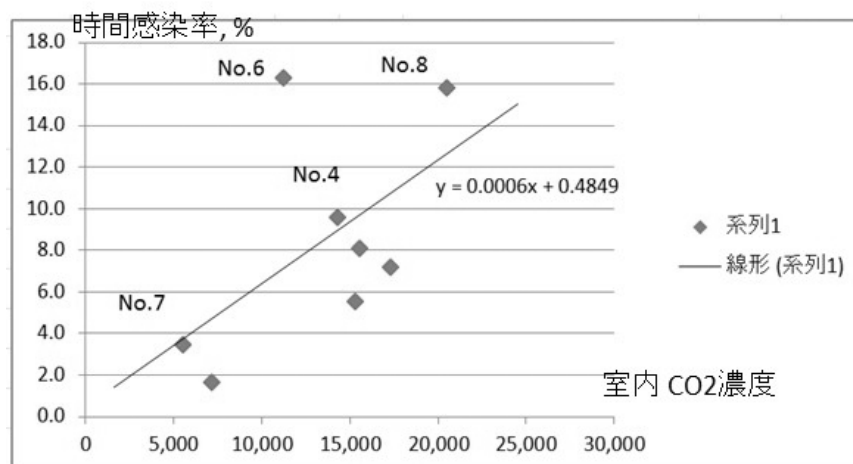


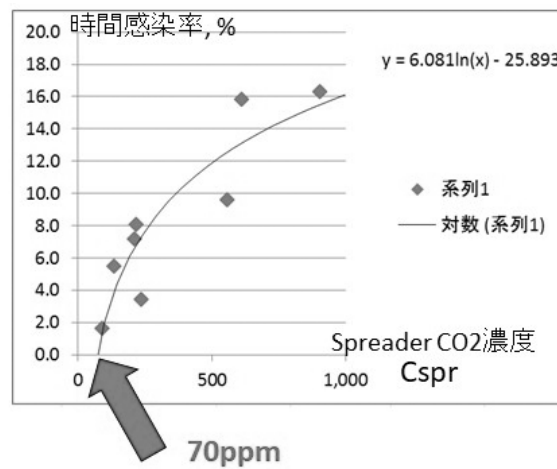
図5 室内 CO₂ 濃度（平衡推計値）と単位時間あたり COVID-19感染者（PCR 陽性者）数の関係

道で公開されたものについて、これらの変数を収集した。大声（歌を含む）をだす室内空間が6，飲酒を伴うパーティー空間が2含まれ、いずれも呼吸活動度係数k値を3とした。本換気シミュレーターを用いて、これらの室内推計CO₂濃度（平衡値）を算出した。なお、室内滞在時間によって生物学的曝露の量が異なることは自明であるから、1クラスター空間からのCOVID-19感染者数（実数）を単位時間（1時間）あたりの感染者数に変換し、単位時間あたりの感染者数（時間感染率）と室内推計CO₂濃度の関係について分析した（図5）。

図5で示されるNo.4, No.6, No.7, No.8クラスターは、やや単位時間あたりCOVID-19感染数（時間感染率）が高めであるが、これらに共通するのは、比較的少人数の在室者から多数の感染が判明したクラスターということである。地域流行状況が比較的抑えられている（2020年4～5月の国内大都市圏のSARS-CoV-2ウイルスIgG抗体価保有率は0.5%前後といわれた）状況において、ある1名のCOVID-19感染者（これをSpreaderと呼ぶことにする）が室内空間に滞在し呼気中にウイルス含有エアロゾルを排出した場合、比較的小さく狭い閉鎖空間の同時刻に比較的小規模の在室者が滞在する室では、他者へのSpreader呼気エアロゾルの生物学的曝露が相対的に多くなると予想される。つまり、在室者全員からの呼気エアロゾル（この多少を推定するものが室内全体の平衡値

CO₂濃度である）以上に、究極的にはSpreader個人の排気したエアロゾルが他者に曝露する程度を減らすことが感染予防に寄与すると考えられる。この観点により、換気シミュレーターで推定した室内全体のCO₂濃度平衡値を、Spreader個人の呼気排出CO₂の室内拡散濃度に変換し、単位時間あたりのCOVID-19感染者数（時間感染率）との関係を対数変換したものが図6である。この図で示されるx切片の70ppmは、理論上、呼吸活動度k値=3の活動をする場合、在室感染者（1名）の呼気CO₂室内拡散濃度を70ppm未満とする強い室内換気状況であれば、SARS-CoV-2ウイルスによる室内在室者クラスターを防止できると予測する。そしてこの呼気CO₂室内拡散濃度を可能とする換気量（閾値換気量）は約770m³/時と計算される。なお、この閾値呼気CO₂拡散濃度や閾値換気量は、在室者の室内呼吸活動度k=3とし、SARS-CoV-2ウイルスの感染力が2020年4～7月期の国内流行株のものという前提に留意したい。k=1での閾値換気量は約85m³/時となる。このように同空間に異なる呼吸活動度（k値）で滞在したり、あるいは今後、SARS-CoV-2ウイルス変異による感染力の変化がみられる場合は、この閾値も変動することになる。

ヒトが呼吸活動で吐き出す呼気粒子エアロゾルの室内動態については、動態解析ソフトを用いて可視化できる。したがって、室内の換気状況の変数を投入することで、Spreader呼気エア



$x=70.6 (10^{(1.849)})$ のとき $y=0$ となる。
→「閾値」=70ppm

図6 Spreader 呼気 CO₂ 拡散濃度と単位時間あたり COVID-19感染者（PCR 陽性者）数の関係

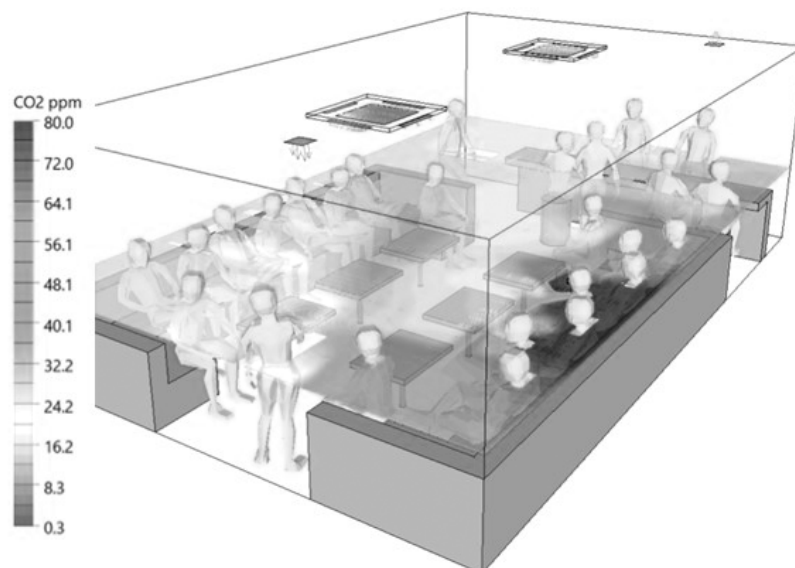


図7 呼気粒子動態可視化と閾値呼気拡散室内 CO₂濃度による COVID-19感染クラスターリスク予測

ロゾルによる COVID-19感染曝露リスクを、呼気 CO₂室内拡散濃度を基に可視化することが可能となる(図7)。このエアロゾル動態と感染リスクの可視化によって、曝露低減をめざした室内の人の配置、アクリル板やサーキュレーターの設置方法、室内で空気が滞留しやすい場所の同定と CO₂リアルタイムセンサーの適切

な設置場所の提示など、様々な室内環境対策の提言が可能となる。

おわりに

職域室内環境における COVID-19感染対策は、飛沫・接触感染対策やマスク着用（飛沫飛

散・曝露防止)をはじめ、体調確認体制、濃厚接触／疑い者自宅待機体制など個人と組織の行動・マネジメントの総合力をもって対処することが基本である^{11, 12)}。しかし感染爆発がいまだに一進一退で、SARS-CoV-2 ウイルスの501Y変異株等による感染力増大が指摘される現在、個人や組織の行動変容に加えて、人々が活動する室内環境の上流対策(環境からの感染経路遮断)とその評価が喫緊の課題である。ワクチンによる能動・集団免疫の構築までの期間、事業をはじめとする人間の社会活動と感染阻止の両立にむけて、3密の定量化や3密index(指数)の提唱に向けて、本予測モデルの精度向上に邁進し、国内外の叡智の結集を祈ってやまない。

換気シミュレーターの構築で共同作業を行った、日本産業衛生学会 産業衛生技術部会のチーム一同、特に貴志孝洋、中原浩彦、中村修、山内武紀、飯田裕貴子、山田憲一、山野優子の各先生方に深く御礼申し上げる。また室内粒子動態の挙動について、奥田知明(慶應義塾大学)、鍵直樹(東京工業大学)の両教授に、COVID-19感染対策全般について和田耕治教授(国際医療福祉大学)に、それぞれ大変貴重なご意見を頂戴した。改めて御礼申し上げる。さらに呼気粒子動態とリスク可視化実装について、ピクシーダストテクノロジーズ株式会社(代表取締役:落合陽一)の技術協力を得た。本研究の一部は、厚生労働省労災疾病臨床研究事業(事務所則班:研究代表者 武藤剛, R1-3)である。

文 献

- 1) Liu Y, et al: Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals. *Nature* 582:557-560, 2020.
- 2) Fennelly KP, et al. Particle sizes of infectious aerosols: implications for infection control. *Lancet Respir Med* 8:914-24, 2020.
- 3) 田辺新一, 山本佳嗣, 緒方壮行: 感染症対策と避難その1 新型コロナウイルス感染症における換気について. *建築防災* 513:24-31, 2020.
- 4) Furuse Y, et al: Clusters of Coronavirus Disease in Communities, Japan, January-April 2020. *Emerg Infect Dis* 26(9):2176-9, 2020.
- 5) 篠原直秀: 新型コロナウイルスの感染対策に有用な室内環境に関連する研究事例の紹介(第一版). 室内環境学会. 2020. <http://www.siej.org/sub/sarscov2v1.html>
- 6) van Doremalen N, et al.: Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 382:16, 2020.
- 7) 古屋博行: 室内CO₂濃度測定による結核感染リスクの推定に関する総説. *結核* 93(8):479-483, 2018.
- 8) 田中俊六, 岩田利枝, 土屋喬雄他: 最新建築環境工学 改定4版, 第5章 換気と通風. 井上書院, 2014.
- 9) 日本産業衛生学会 産業衛生技術部会: 新型コロナウイルス感染症(COVID-19)対策用換気シミュレーター. http://jsoh-ohe.umin.jp/covid_simulator/covid_simulator.html (2020年4月27日公開)
- 10) Japan Society for Occupational Health: "Ventilation Simulator" (Countermeasure Against Novel Coronavirus - Tool to Allow Simplified Estimation of The Adequacy of Ventilation) . https://www.sanei.or.jp/images/contents/436/Ventilation%20Simulator_Homepage.pdf (2020年12月15日公開)
- 11) 職域のための新型コロナウイルス感染症対策ガイド 第4版. 日本産業衛生学会・日本渡航医学会, 2020. <https://www.sanei.or.jp/images/contents/416/COVID-19guide1215koukai.pdf>
- 12) 和田耕治: 新型コロナウイルス感染予防のために私たちができること. 厚生労働科学研究費COVID-19研究班成果物. 2021. <https://plaza.umin.ac.jp/~COVID19/index.html>

さいとう ひろゆき	労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
むとう ごう	北里大学医学部衛生学 千葉大学予防医学センター
はなざと まさみち	千葉大学予防医学センター
はしもと はるお	橋本安全衛生コンサルタントオフィス

産業医に役立つ最新の研究報告

健診後受療行動予測モデルの開発

— 健診・レセプトビッグデータに AI を適用する試み —

武 藤 剛 片 桐 諒 子 大 矢 めぐみ 後 藤 温
福 田 洋 遠 藤 源 樹 横 山 和 仁

要 約

治療と仕事の両立支援では、がんや難病といった職場復帰支援が中心となる疾病に加えて、糖尿病や心血管疾患といった、早期治療介入とその継続による重症化予防が大きな役割を果たす疾病も対象となる。全国80企業健保に所属する健診受診者の要受診判定該当者53万人（治療継続者を除く）について、その後1年間の当該項目での医療機関受療行動をレセプトデータ（病名または処方）で追跡した。ハイリスク群でも、血糖高値の50%、血圧高値の62%、脂質高値の76%は、医療機関への受療行動が確認できなかった。受療が確認できた場合のさらにその後1年間の受療継続は、血糖や血圧で約4割、脂質で2割にとどまる。行動に寄与する個別因子、環境因子を抽出し、行動予測に基づく個別化保健指導の実装が期待できる。

1. 背 景

「治療と仕事の両立」とは、「病気を抱えながらも、働く意欲・能力のある労働者が、仕事を理由として治療機会を逃すことなく、また、治療の必要性を理由として職業生活の継続を妨げられることなく、適切な治療を受けながら生き生きと就労を続けられること」とされる¹⁾。前者は、糖尿病や高血圧といった生活習慣病の早期スクリーニング、受診勧奨、受診継続支援という重症化予防が軸になる²⁾が、年1回の健康診断の後、事後措置の実態がどうなっているか、大規模データでの受療行動は未解明な部分が残っている。私たちの研究チームは、企業健保の健診・レセプト大規模データを分析し、その実態解明ならびに受療行動に寄与する因子の抽出、行動予測モデルの構築を試みた³⁾。

2. 方法と結果

日本医療データセンター(現・株式会社JMDC)

が収集管理する国内約80の企業健康保険組合の加入者の匿名連結不能加工情報について、2008年4月から2016年3月までの6年間に健康診断を受診した1,892,920名の血糖（空腹時血糖、HbA1c）、血圧（収縮期・拡張期）、脂質（LDL、HDL、TG）の3項目を分析した。標準的な健診・保健指導プログラム（改訂版、2013）に準拠した要受診勧奨基準（血圧：収縮期血圧 sBP ≥ 140 mmHg または拡張期血圧 dBP $\geq$

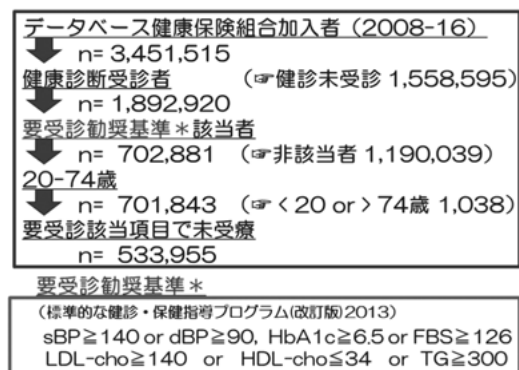


図1 解析フローチャート

90mmHg, 血糖：空腹時血糖 $\geq 126\text{mg/dL}$ またはHbA1c $\geq 6.5\%$, 脂質：LDL コレステロール $\geq 140\text{mg/dL}$ またはHDL コレステロール $\leq 34\text{mg/dL}$ または中性脂肪 $\geq 300\text{mg/dL}$ のいずれか1つ以上に該当し, かつ, 健診受診月から過去4か月を遡って当該項目のレセプト(病名または処方)がない(つまり治療継続中ではない)20~74歳の533,955人を解析対象とした(図1)。その内訳は, 男性387,440人(就労者99.8%), 女性146,515人(就労者40.1%)である。健診受診後1年間の初回医療機関受療行動を追跡し, 当該項目に対応するレセプト(病名または処方)が発生した場合を受療と定義して, カプランマイヤー法で累積未受療率を推定した。さらに, ロジスティック回帰モデルによる受療行

動推進/抑制関連因子の同定, ならびにCox比例ハザードモデル, 種々の機械学習アルゴリズムを用いた受療行動予測モデル構築を検討した。データをランダムに50:50で分割し, モデル構築と妥当性検証にそれぞれを使用した。

健診受診後1年間追跡における累積未受療率を図2に示す。3項目の中では血糖高値の受療行動が最も良く, 35%程度が健診後1年間に最低1回は受療していた。3項目のうち2項目該当している場合も, 約30%は受療していた。一方で, 血压高値の場合は約20%, 脂質高値では約15%ほどしか受療していなかった。

次に, ハイリスク重症群173,906人に限定した場合の同様の受療行動を図3に示す。ハイリスク重症群の定義は, 血压:収縮期血压 sBP $\geq$

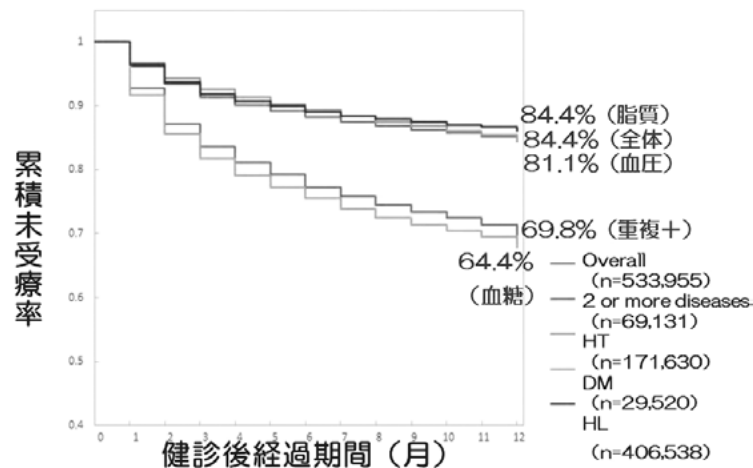


図2 健診後1年間の当該項目医療機関受療行動

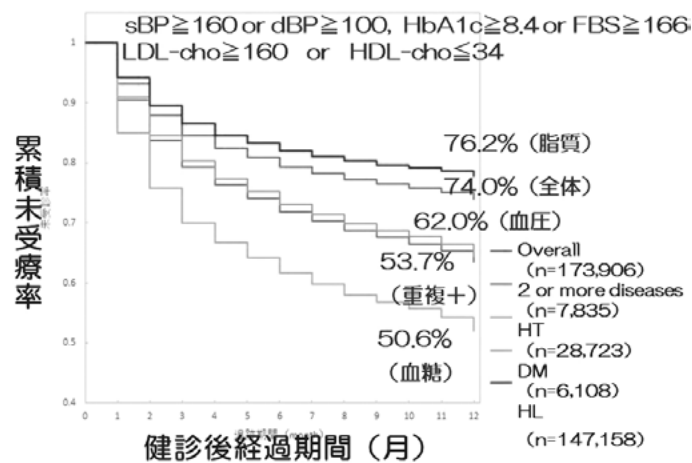


図3 ハイリスク重症群の健診後1年間の受療行動

160mmHg または拡張期血圧 dBP $\geq$ 100mmHg, 血糖：空腹時血糖 $\geq$ 166mg/dL または HbA1c $\geq$ 8.4%, 脂質：LDL コレステロール $\geq$ 160mg/dL または HDL コレステロール $\leq$ 34mg/dL または中性脂肪 $\geq$ 300mg/dL) とした。この場合、血糖高値では約50%, 2項目該当や血圧高値では約40%が受療していた。一方で、脂質高値では約25%の受療にとどまった。

図2で示した受療行動をとった80,062人について、その後の治療継続状況について初回受療後からさらに1年間追跡したのが図4である。ここでは、3か月以上同一の該当項目でのレセプト発生がない場合を脱落とした。その結果、全体では1年後まで治療継続できたのは約25%にとどまり、脂質ではわずか2割程度であった。

一方、血圧と血糖、2項目以上該当の場合の継続率は4割前後であったが、過半数は脱落したという結果だった。

図2の初回受療行動について、性年代別に層別化したのが図5である。年齢層が高いほど受療行動を認め、その傾向は男女とも同様であった。女性のほうが男性よりやや受療行動が良い傾向があるが、40歳代ではほぼ差を認めなかった。さらに就労している女性だけに限定すると、ほぼ男性と同様の累積未受療率であった。

受療行動の推進／抑止に関連する因子について、特定健康診査での問診項目すべてについて検討すると、「生活習慣改善の取組を開始している・改善の意欲あり・腹囲基準値以上・自覚症状あり・1年の体重増加が3kg以上・20歳比体

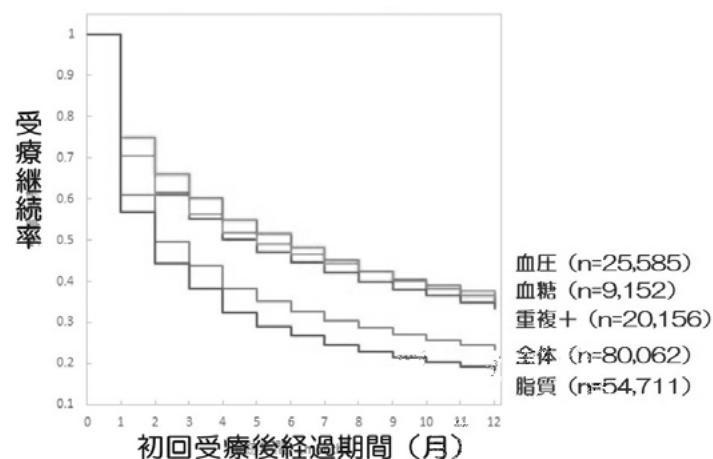


図4 健診後医療機関受療者のその後の治療継続状況（受療後さらに12か月追跡：3か月受療なしで脱落）

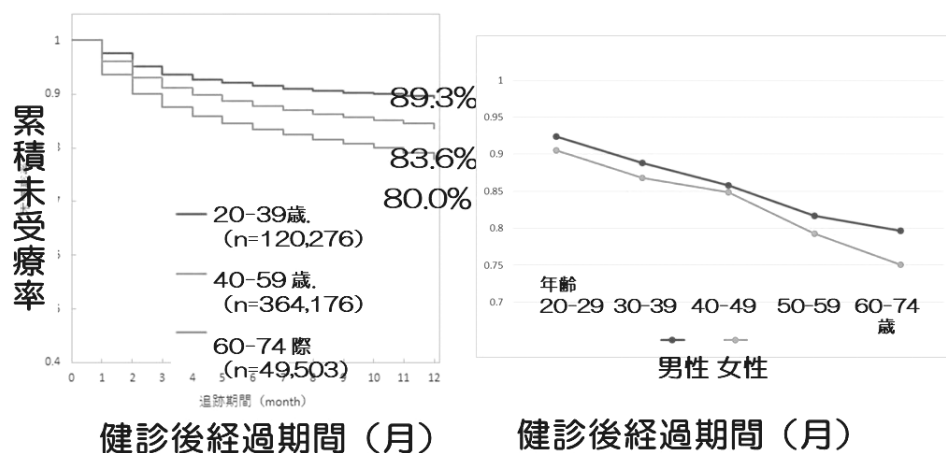


図5 性年代別の受療行動

重増加・食べる速度が速い・食習慣が悪い・あまりよく眠れない」といった項目が、受療行動促進と関連していることが示唆された。また、個人属性とは別に、集団属性として、「所属健保が健診に（法の定める必要最低限以上の項目を採血）投資している」、関係性の属性として、「(女性の場合のみ) 配偶者が被扶養家族となっている（つまり専業主夫）」ことが受療行動促進となる可能性が示唆された。

3. 考 察

50万人規模の大規模データにおける健診後1年間の受療行動分析から、3項目の中では血糖が最も受療行動につながることで、年代が高いほ

うが受療すること、男女差は少なく、むしろ仕事をする女性は男性とまったく変わらないことが明らかとなった。また、体重増加を含めた何らかの自覚症状を認識していることが受療行動につながりやすい。集団属性因子として、健診に投資額が大きい健保に所属していることが受療行動の推進と関係することは、ナッジの観点から受療行動促進を目指す観点で興味深い。関係性について、妻が専業主婦の場合に夫の受療行動が促進されるわけではないが、(きわめて数は少数だが) 夫が専業主夫の場合に妻の受療行動は促進されていた。このような関係性の女性は、相対的にヘルスリテラシーや自己管理能力が高いのであろうか。なお、特定健診開始時期から本分析のデータ期間を前半（2008～2012

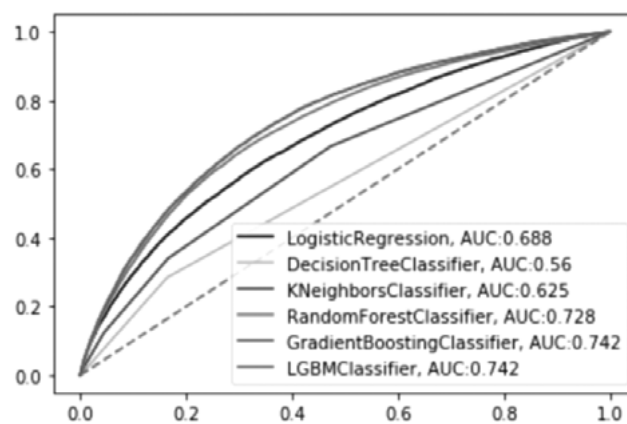


図6 機械学習アルゴリズムと識別能 (discrimination)

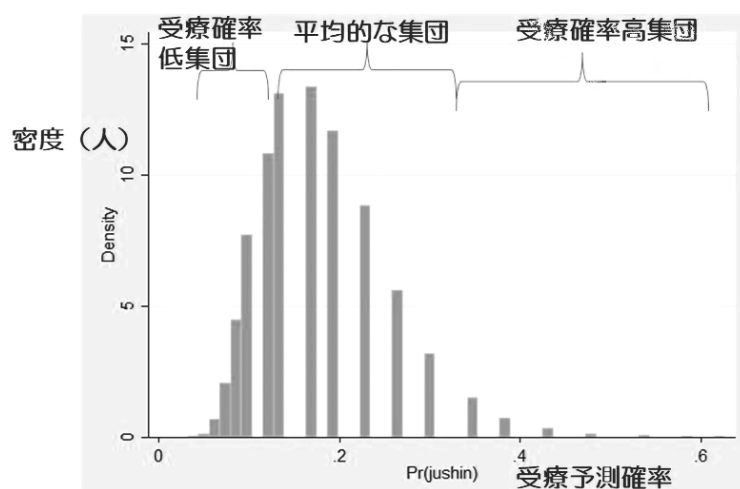


図7 受療行動予測モデルの活用

年)と後半(2012~2016年)に分けても、受療行動の結果に変化を認めなかった。

本分析は、国内の企業健保のデータベースを活用している。このため、結果の一般化の限界として、自営業やフリーランス専従者が加入する国民健康保険(国保データベース:KDB)や、中小企業の多くが加入する全国健康保険協会(協会けんぽ)とは異なる結果である可能性があることに留意したい。

抽出された受療行動推進/抑制に関わる変数をスコア化し、行動予測モデルを構築した。機械学習(ML)アルゴリズムとして、generalized linear model, artificial neural networks, K-nearest neighbors, Random forest, Support vector machines (radial kernel), Gradient boosted trees, Lasso regression, Ridge regression等を試し、各々のAUCを計算したものを図6に示す⁴⁾。より識別能(discrimination)の高いモデルの構築と、実測値との照合による妥当性検討を実施していく。

このような健診後受療行動予測モデルを実装化していくことで、事後措置や保健指導の際、自主的に受療する群・少し後押しすれば受療する群・まったく受療する可能性が低い群に層別化することが可能となる。その予測分析をもとに、より受療行動効果の高い、個別化事後措置・保健指導を実装化することが急務となっている。

文 献

- 1) 厚生労働省. 治療と職業生活の両立等の支援に関する検討会報告書. (2012年8月)
<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002ecf1-att/2r9852000002ecj9.pdf>
- 2) Go Muto et al. Harmonizing work with diseases treatment and prevention. Ind Health. 57 (1) :1-2, 2019.
- 3) 武藤剛ら. 治療と職業生活の両立支援-連携による重症化予防とFitness for Work. 総合健診 45(2):336-343, 2018.
- 4) 武藤剛ら. 遠隔機器やIoT・AI等を活用した産業保健活動の展開. 保健の科学. 62(1):45-51, 2020.

むとう ごう	北里大学医学部衛生学 講師 千葉大学予防医学センター／ Design Research Institute
かたぎり りょうこ	国立がん研究センター 社会と 健康研究センター 疫学研究部
おおや めぐみ	理化学研究所 情報統合本部 医療データ数理推論チーム 千葉大学医学研究院 人工知 能医学
ごとう あつし	横浜市立大学大学院 医学群 データサイエンス研究科 ヘル スデータサイエンス専攻 教授
ふくだ ひろし	順天堂大学大学院医学研究科 先端予防医学・健康情報学講 座 特任教授
えんどう もとき	順天堂大学医学部公衆衛生学 講座 准教授
よこやま かずひと	国際医療福祉大学大学院 教 授 順天堂大学医学部 客員教授

第2部 ▶ 日本人を取り巻く食環境

第1章

食事環境における 良好な換気とは

—エアロゾル感染の予防と、
安全・安心な会食の実現に向けて—

武藤 剛

(北里大学医学部衛生学／千葉大学予防医学センター・Design Research Institution)

1 何をどう食べるかに加え、誰と食べるか

WHO 憲章（1948（昭和23）年）の定義によると、「健康とは、肉体的、精神的、および社会的に完全に良好な状態であり、単に疾病または病弱の存在しないことではない」とされる（Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.）ことは周知のとおりである。栄養についても同様の文脈で捉えると、食事による身体の機能維持増進、心理的な効果に加え、社会的に良好な状態（well-being）の構築を考えることが重要となる。つまり、栄養・食事による幸せ・幸福感の創出である。食事の社会的効果とは、食を文化的な営為と捉え、誰とどのように食べ、何を語り、あるいは語らずとも時空や意識を共有する状況として意味づけるものである。

会食・共食の文化人類学、社会学的な意味づけはかつてからなされてきているが、近年、わが国の高齢者約3万人を対象とし、孤食と共食を比較して、健康度を分析する調査が行われてきている。千葉大学の近藤克則教授らのチームは、2010（平成22）年から全国に在住する高齢者を3年間追跡調査し、まず対象者を家族と同居しているか、または独居（一人暮らし）かに区分したうえで、その各々のカテゴリーで普段から食事を誰かととる（共食）ことが多いか、一人でとる（孤食）が多いかを調べた¹⁾。家族と同居している高齢者は、男性で97%、女性で94%が食事を他者にとって（共食）いたが、独居の高齢者は、男性で85%、女性で79%が普段食事を一人で（孤食）とっていた。

これらの分類カテゴリーごとに、3年後のうつ傾向を比較すると、特に一人暮らしの男性は顕著に、普段から一人で食べている（孤食）と、2.7倍うつ傾向になりやすい可能性が示唆された（図1）¹⁾。このように、何をどう食べるかに加え、誰と食べるか、他者と

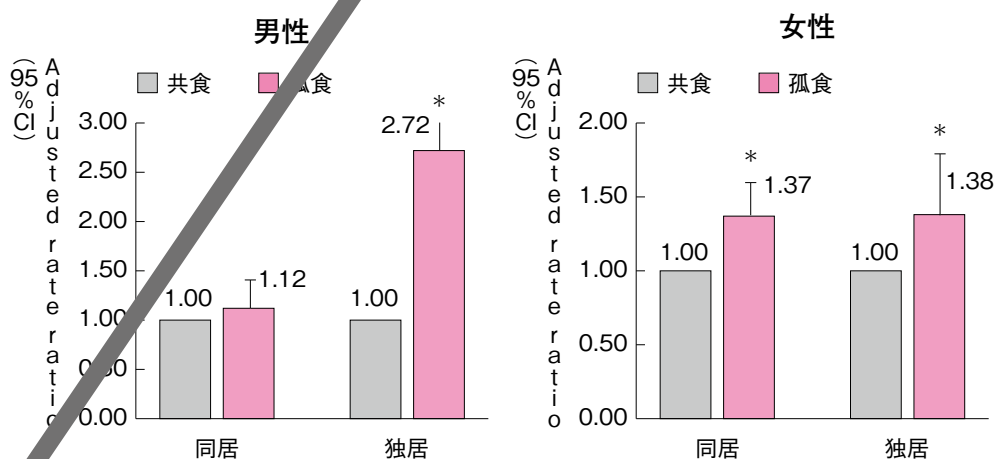


図1 ひとり暮らしの男性が一人で食事をしている（孤食）と、うつ傾向に2.7倍なりやすい

(Ghani Y, et al. : Eating alone and depression in older men and women by cohabitation status: The JAGES longitudinal survey. Age Ageing 44 (6) :1019-1026, 2015)

食べるか（共食）という観点から、食事の健康維持増進への関わりについて、より考えを深めていくことが必要となる。

2 新型コロナウイルスの感染経路 —接触・飛沫・飛沫核(エアロゾル)—

COVID-19 感染症の流行早期段階より、わが国では保健所による積極的疫学調査から、SARS-CoV-2 ウイルスの感染経路として、通常2 m以内の距離の人与人之间伝播する飛沫感染や、接触感染では説明しえない経路の存在が指摘されてきた²⁾。その共通項目として、「密接・密集・密閉」からなる3密空間や、大声を出す空間での滞在が浮かび上がってきた。この3密の概念は、3Cs (closed spaces、crowded places、close contact settings) とも表現され、わが国の感染予防環境対策の主軸の1つとして広く一般に認知されることとなる。3密や大声に共通する感染経路として浮上してきたのが、微細な5 μ m 未満の飛沫（核）粒子が換気の悪い空間で空気中を漂うことによる「マイクロ飛沫感染」という概念である。現段階では、結核菌や麻疹ウイルスで従来から指摘されてきた空気感染と飛沫感染の中間に位置づけられている。口から出た飛沫はまもなく水分が蒸発し、半分程度の大きさの飛沫核となり、その多くは沈着せず空気中を漂うことになる。これがエアロゾルであり、室内空間滞在者の感染成立阻止のために、エアロゾル中のウイルスを換気または不活化によって除去・無毒化することが求められる³⁾。エアロゾル中のSARS-CoV-2 ウイルス生存半減期中央値は1.1時間という報告⁴⁾からは、一定時間同空間に滞在する在室者集団によるクラスター発生阻止のために、換気によるリスク低減が重要と示唆される。換気によって空気感染を抑止できることは結核などにおいてこれまでに報告があり⁵⁾、同様の考え方による換気を心がけ、実践し、うへではその定量的な評価指標を設定し、「見えない空気」のきれい度合を可視化⁶⁾することが重要な課題となる。

3 室内換気を定量的に評価する —3密と安全の可視化への取り組み—

室内換気の指標として、ヒトの呼吸によって発生する二酸化炭素 (CO_2) を用いることは古くから用いられてきた。実際に、換気良好を示す目標 CO_2 濃度としては、事務所衛生基準規則等にて規定されている1,000ppmを用いることが多い。昨今は、飲食店をはじめ、人が集い活動する室内環境に CO_2 センサーを置いて、リアルタイムに CO_2 を測定する場面が増えてきている。われわれの研究チームは、もともとオフィス室内環境の基準値

の策定に携わってきていたことから、新型コロナウイルスの室内クラスターリスクの評価指標として、呼気から排出され唾液などの分泌物に混じって室内を汚染するウイルス微粒子を含むマイクロ飛沫の汚染度合いを、室内CO₂濃度から推定できるのではないかと着想し、その検証を進めてきた。

われわれ日本産業衛生学会産業衛生技術部会の有志からなるチームは、2020（令和2）年4月の第1回緊急事態宣言前後の段階で、簡易的に室内のCO₂濃度を見積もることによって換気状況を評価できる換気シミュレーターを開発し、ホームページ上で公開を開始した（図2）^{6,7)}。

図3に示すように、多くの室内環境で、この換気シミュレーターによる室内CO₂濃度推計値（2時間以上経過の平衡値ではなく、実時間経過時点の算出値）は、実測値とほぼ変わらなかったが、築年数が経ち、かつ気密性が高い鉄筋コンクリート住居の寝室では、

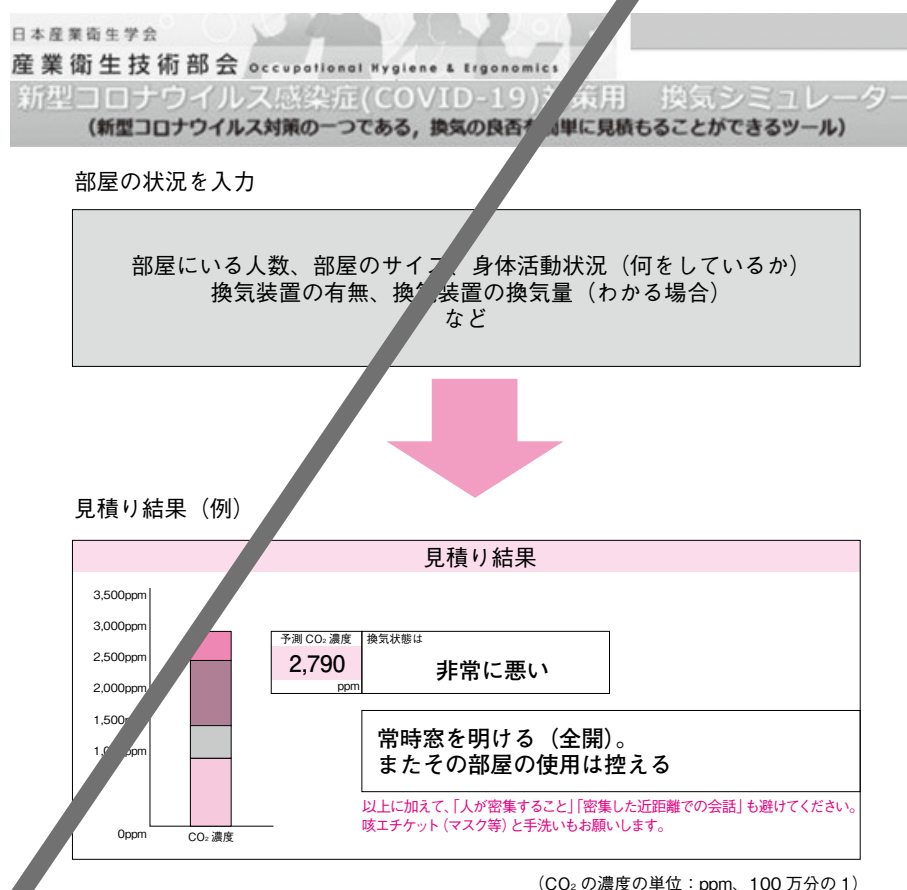
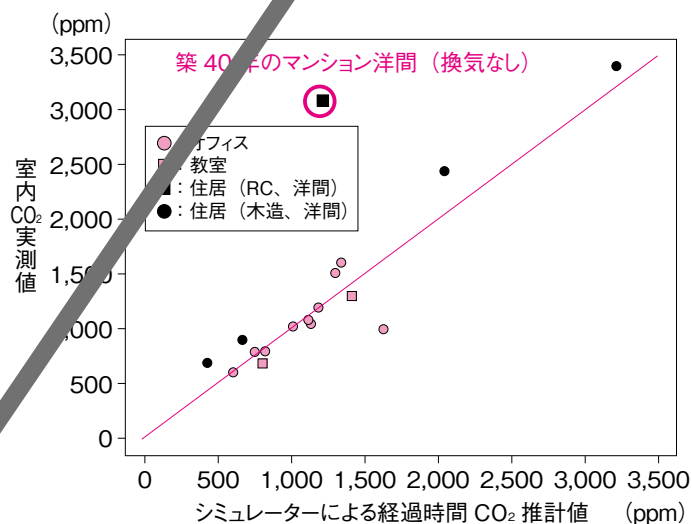


図2 人数や機械換気、身体活動量の変数から室内CO₂濃度を推計する換気シミュレーター

（日本産業衛生学会 産業衛生技術部会：新型コロナウイルス感染症（COVID-19）対策用換気シミュレーター。
http://jsoh-ohc.umin.jp/covid_simulator/covid_simulator.html）

実測値が推計値を遥かに上回る値を示した。新型コロナウイルスは当初から同居家族内感染の多さが指摘されてきているが、同居家族の場合、普段からの近接性（飛沫・接触感染）に加え、寝室をはじめとする換気が悪い密閉（3 密）空間（室内 CO₂ 濃度が高く感染者の呼気排出エアロゾル（マイクロ飛沫）のばく露量が多い空間）に長時間滞在することが感染成立の高リスクとなることと極めてよく合致すると考えられる。

新型コロナウイルスの国内流行早期（2020 年）に相次いだクラスター室内空間を私たちが分析したところ、3 密たる換気の悪い空間に 1~2 時間以上滞在し、飲酒を伴う飲食や、歌・踊りを集団で行った場合、その部屋の推定 CO₂ 濃度と、単位時間あたりに感染が成立（のちに感染が判明）した人数の割合に一定の相関関係を認めた（表 1、図 4）。さらに、室内に spreader と呼ぶ感染者（無症候感染者）が滞在した場合、この spreader が排出した呼気のマイクロ飛沫を他者がばく露する程度が感染を成立させないほど低いレベルであればその空間はクラスター化しないと考えられることから、spreader が排出した呼気 CO₂（ガス状分子）が拡散してどの程度室内で希釈されたらよいか、感染を成立させない閾値を求め、それを可能とする閾値室内換気量を算出することが可能である（図 4）。分析に用いた 2020（令和 2）年前半に国内流行した SARS-CoV-2 ウイルスの感染伝播力から算出した閾値を、呼気エアロゾル動態分析に適用して可視化したものが図 5 である。2021（令和 3）年に入り漸次的に変異株が出現し、感染力が増大したことから、感染力の増減によって、この閾値を変動させることが本リスク予測モデルは可能である。また換気



年数が古く気密性の高い鉄筋コンクリート住宅（特に寝室）では、実測値が推計値を大きく上回った。

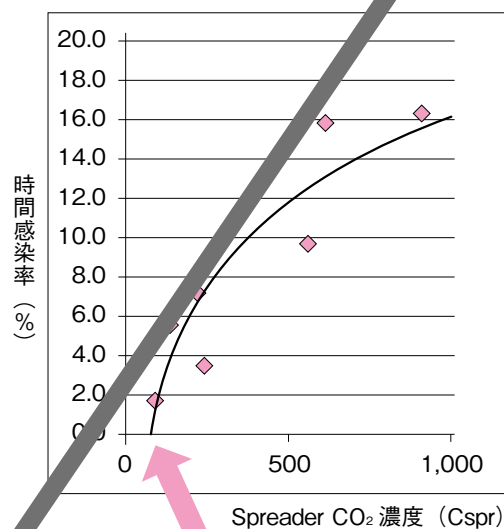
図 3 換気シミュレーターによる室内 CO₂ 濃度推計値と実測値の比較

（武藤剛ほか：産業医学ジャーナル 44（3）. 35-41, 2021）

表 1 2020 年前半の国内 8 か所のクラスター（飲酒を伴う飲食場 2 か所、大きな声での歌や踊りの場 6 か所）室内の CO₂ 濃度推計値と、滞在 1 時間当たりの感染率（のちに SARS-CoV-2 PCR 陽性が判明した感染者の割合）の関係

	場所	CO ₂ 濃度 (ppm)	時間感染率 (%)	在室者数 (人)
1	飲酒を伴う飲食	17,350	7.2	80
2	大声で歌を歌う	15,575	8.1	70
3	大声で歌を歌う	15,305	5.5	110
4	飲酒を伴う飲食	14,350	9.6	25
5	大声で歌を歌う	7,170	1.6	74
6	大声で歌を歌う	11,260	16.3	12
7	大声で歌を歌う	5,580	3.4	22
8	大声で歌を歌う	20,545	15.8	33

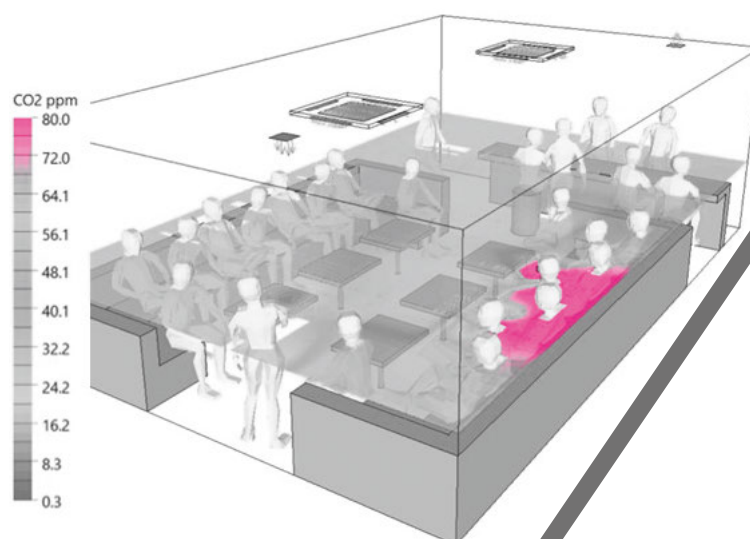
（武藤剛ほか：産業医学ジャーナル 44（3）：35-41，2021）



理論上、感染確率が 0（クラスター阻止）となる
感染者の呼気 CO₂ 濃度拡散平衡値
→ クラスターを阻止する閾値換気量

図 4 各クラスター空間の滞在 1 時間当たり感染率と、感染者（spreader）の呼気拡散 CO₂ 濃度推計値

（武藤剛ほか：産業医学ジャーナル 44（3）：35-41，2021）



図の赤色範囲は、当該室内換気量、気流道線と、2020 年以前の感染伝播力を仮定した際の、クラスター化高リスク領域を示す。

図 5 クラスターを理論上阻止する閾値呼吸 CO_2 室内拡散濃度を、排出エアロゾル動態分析に適用した、エアロゾルリスクの可視化
(武藤剛ほか：産業医学ジャーナル 44 (3), 35-41, 2021)



図 6 実験ハウス内での換気実証試験— CO_2 および粉塵のリアルタイムモニタリング

(千葉県松戸市と千葉大学予防医学センターの共同事業)

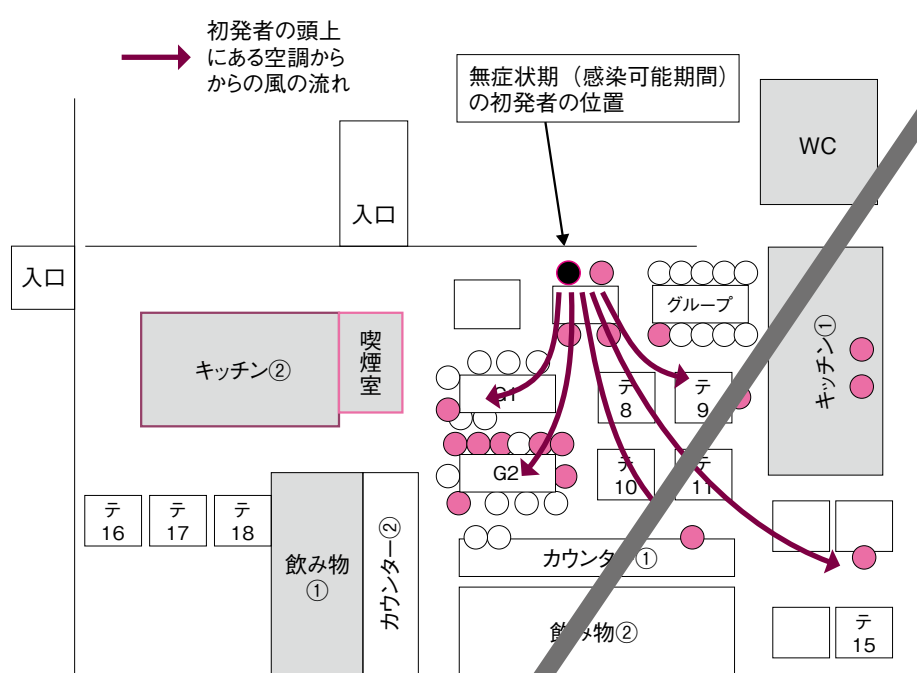
シミュレーターの特徴として、室内の人間側の身体呼気活動量の変数を入れていることから、大声で騒ぎながら（飲酒を伴いながら）食事をするのか、黙食主体で静かに（まじでお通夜のように）食事をするのかといった、食べる際のマイクロ飛沫排出量の変数も、本モデルは調整可能である。なお、元来、呼気CO₂というガス状分子と、マイクロ飛沫・エアロゾルという、粉塵微粒子（口や鼻から排出された飛沫が即座にその水分を蒸発させて空気中を漂う、約5μm以下の細かな粒子）は別々の物質であるが、われわれのCO₂センサーとPM1 粉塵計を用いた実験から、室内の気流の同一の流れに両者が乗って移動するために同一の挙動と見なしうることを確認している（図6）。

4

会食の場における新型コロナウイルスクラスターと対策に向けた取り組み

2020年当初、3密の概念が生まれるきっかけとなったのが、ライブハウスや屋形船で発生したクラスターのニュース報道である。屋形船自体は、厨房に強力に換気扇がついていることが想定されるが、当時は冬であり、報道された提供写真からは、客席自体はすしづめ満席のどんちゃん騒ぎで窓やドアは締め切っていたことが推定された。このような室内環境では、厨房の換気扇は厨房内の空気の入替えには役立っても、客席内の換気にはほとんど寄与しなかったと想定され、これからの状況からわれわれが推定した室内CO₂濃度も桁外れに高い値であった。飲食店クラスターは、家族内感染に比べれば事例数としては多くないが、ノロウイルス食中毒のように1件当たりの感染数は多くなる可能性があり、図7のように密閉室内でのエアフロー気流にのったマイクロ飛沫感染が疑われた事例も報告されている⁸⁾。このことから、①室全体の換気（外気との入れ替え）を強化して、室内CO₂濃度でモニタリングすること、②室内気流の入口と出口を意識し、空気を取り入れ口と排出口（換気扇）を結ぶ気流動線が、客席全体を通り道とするよう（気流動線がショートカットしないよう）意識すること、③室の構造上これらが困難な場合は、空気清浄機（強力な集塵機能を有する）の活用や、サーキュレーター（扇風機）の使用により窓から排気する流れを後押しすることが重要となる。

会食の場でのクラスターを防ぐべく、2020年のパンデミック当初から国内外でさまざまな取り組みが行われてきている（図8, 9）⁹⁾。緊急事態宣言や蔓延防止措置の長期化に伴い、時短や休業を余儀なくされる飲食店側からの積極的な取り組みもみられ、商工会議所と自治体・アカデミアが連携して意識啓発に乗り出す取り組みもみられている（図10）¹⁰⁾。私たちも、環境医学の観点から、上述した独自開発技術を用いた、会食の場の室内環境コンサルティング・改善提案を行ってきている¹⁷⁾。



初発者（無症状感染者）はエアコン直下に位置し、室内気流で感染伝播（赤丸が陽性者）を広げた可能性が指摘された。

図 7 マイクロ飛沫感染の関与が疑われた居酒屋クラスター事例

（加来浩器：アウトブレイク調査のススメ（第2版）／防衛医学研究センター，2021）



図 8 新しい会食様式として紹介された海外のデザイン

（Coronavirus : un designer a trouvé la solution pour les restaurants.<https://www.cnews.fr/food/2020-05-18/coronavirus-un-designer-trouve-la-solution-pour-les-restaurants-956123?fbclid=IwAR145UwVpOg-QwceHnNWDfowh4SGZ702RsoGVkEWVAFYjJ-F85IxxBsGMr4>, 2020 年 5 月記事）



図9 飲食店でみられる掲示（2021年）



図10 商工会議所や飲食店独自の取り組み（2021年3月）

（松戸青年会議所：松戸青年会議所・松戸商工会議所青年部有志による飲食店における新たな感染対策（和田耕治ほか）。<https://matsudo-jc.com/2021/04/02/6432/>）

5 会食の場における感染対策—接触(食器)・飛沫(パーティション)・飛沫核／マイクロ飛沫(換気)

感染経路別に、会食の場や飲食店における感染対策を考えることが重要である。接触感染対策として、食器の共有を避けて個人ごとに取り分けることが求められた。飛沫対策として、**図 11** のようにアクリル板をはじめとするパーティションが使用されることが多いが、設置するからには有効に用いることが重要である。**図 11** の2名の会食者が、この場で初めて会い、飲食を共にする場合はこのアクリル板は有効であるが、もともと同居家族または同じ職場の同僚として同じ車でこの飲食店に出向いている場合は、この会食の場で集う以前に感染が成立している可能性がある。テーブル内にアクリル板を置くケースと、テーブル間に置くケースがみられるが、いずれにせよ、会食に集う人たちがどのような集団（家族・職場・初めて会う集団）なのかによってアクリル板の使用法を柔軟に考えることが求められる。またアクリル板を設置しても、高さが低すぎる（飛沫が対面の相手に届いてしまう）場合や、高すぎる場合（完全に壁のようになってしまうと、相手に声が届か

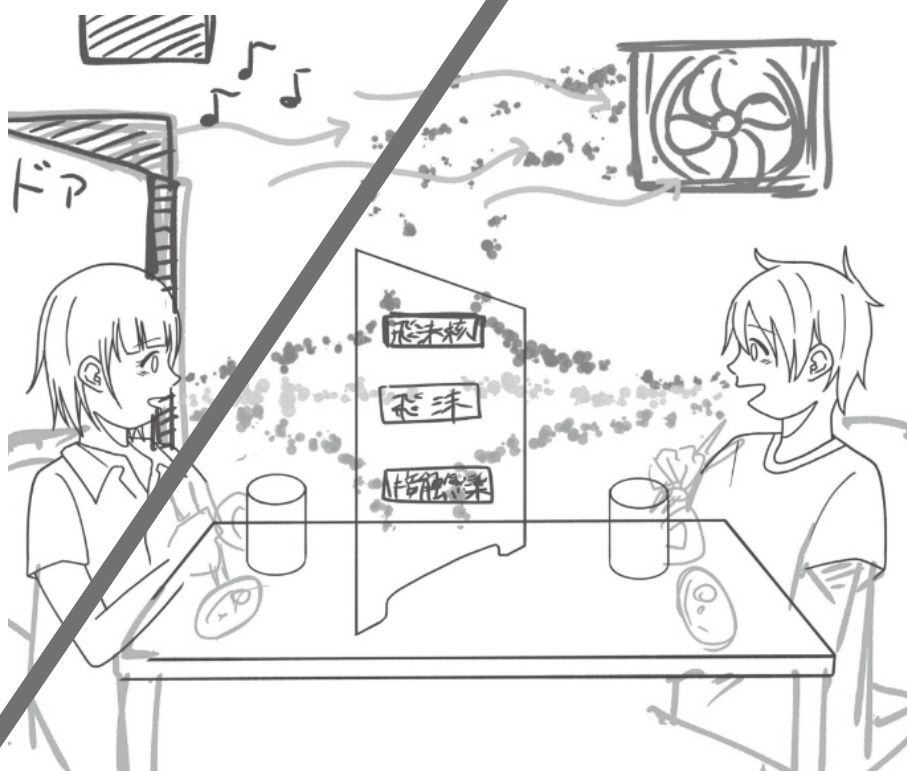


図 11 会食の場における感染対策—接触（食器）・飛沫（パーティション）・飛沫核エアロゾル（換気）

ないので大声を出さざるを得ず、かえって飛散飛沫量が増大する)があるため、座位の際の口や鼻の高さと飛沫の飛散状況を想定して、アクリル板を適切に設置することが求められる。また、会食環境・店内BGMの音量が大きいと、必然的に会話の音量は大きくなり、飛沫飛散量が増大する。BGMの音量を大きくしすぎないことが、環境設定の上では重要である。

飛沫核(マイクロ飛沫)・エアロゾル対策として、各都道府県の飲食店認証基準で、「良好な換気」が求められることが多いが、せいぜい2方向対角線上の窓開けやCO₂センサー設置程度であり、具体的な運用や評価法の記載はみられない。われわれは、これまでの上述の取り組みや国内外のガイダンス^{11~13)}をもとに、飲食店内の科学的な換気実証調査ならびに提言を千葉県松戸市の事業として実施した^{14,15)}(図12、表2)。水分が飛んで細かな微粒子となったマイクロ飛沫は、室の天井側に向けて漂うことから(図13)、壁上方や天井側の換気扇・排気口から速やかに排出されることが望まれる。室の機械換気が弱い場合、すべてのエアロゾルは排気されず、残存した微粒子は壁をつたって床面へ降下するため、壁際や角・奥まった空間に滞留する(図14)。それを前提とし、①十分な排気を確保する(機械換気・換気扇)、②室内への空気の流れ入れ口を確保する(換気扇をつけるだけでは、気流動線が有効に活用されない)、③室をトンネルとイメージし、空気が入って出ていく動線上に客席が位置し、飲食客席の滞留空気が速やかに天井から排気されるこ

■ 換気のポイント

1	十分な「排気」	機械換気(排気)能力が最重要(その位置も) 厨房の排気を利用してもよい
2	十分な「吸気」	吸気口が確保されていること(その位置も重要) 空気の漏れ込み(ショートカット)は不可
3	この結果として気流が客フロア全体を通過すること その補助としてサーキュレーターなどを用いてもよい	

■ 換気のパターン

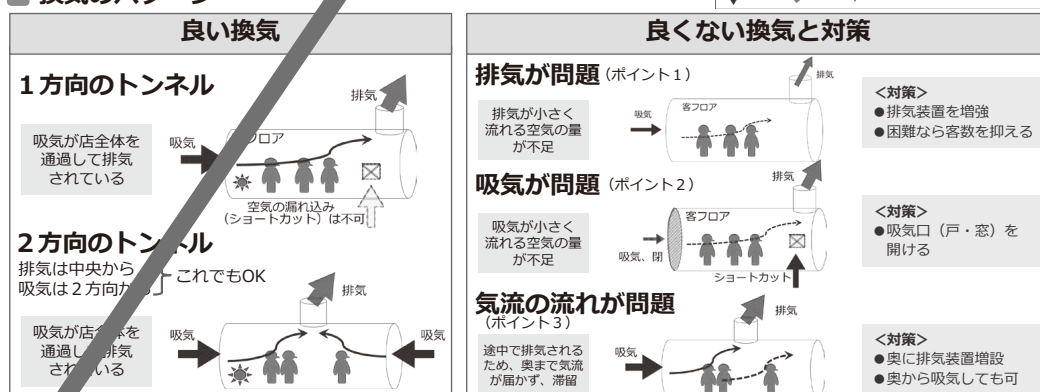


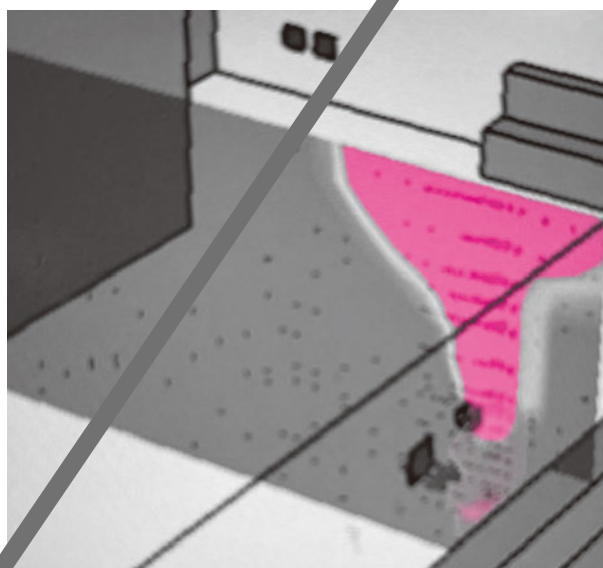
図12 飲食店や会食の場における換気のポイント

(日本晴男ほか: 飲食店対象感染症アドバイザー制度実施報告書。 https://www.city.matsudo.chiba.jp/jigyosya/chushoncov/advisor_houkoku.html, 2021年10月)

表 2 CO₂ モニタリングによる換気リアルタイム評価—室全体の換気量・換気回数の把握
CO₂ 濃度などから換気状況を確認

一人当たり 換気量	・一人当たり、どの程度の換気量が確保できるかを図る指標 ・基準は 30m³/h だが、一般的な静かな事務作業時を想定している ・在室者の活動度（呼吸量）に応じて、必要換気量は増加する ・居酒屋では会話機会が多くなるため 2 倍（60m³/h）以上が必要になり、宴会や歌など人が騒ぐ場面では 3 倍（90m³/h）以上が必要 ・一人当たり換気量の求め方：換気量 ÷ 在室者数
換気回数	・1 時間に空気が入れ替わる回数 ・静かな事務作業を行う一般的なオフィスでは、2～3 回 / 時が目安 ・一人当たりの換気量・床面積に応じて望ましい換気回数は異なる ・飲食店においては、2m² では 12 回 / 時、1m² では 24 回 / 時が望ましい ・換気回数の求め方：換気量 ÷ (床面積 × 天井の高さ)
CO ₂ 濃度	・換気状況の目安となる指標 1,000ppm 以下 → 良い 1,000～1,500ppm → やや悪い 1,500～2,500ppm → 悪い 2,500～3,500ppm → 非常に悪い 3,500ppm 超え → 極めて悪い

（橋本晴男ほか：飲食店対象感染症アドバイザー制度実施報告書。 https://www.city.matsudo.chiba.jp/jigyosya/chushoncov/advisor_houkoku.html, 2021 年 10 月）



口から排出された微粒子は天井方向へ漂い、室外へ排気される。
図の赤色範囲は、当該室内換気量、気流道線と、2020 年前半の感染伝
播力を仮定した際の、クラスター化高リスク領域を示す。

図 13 エアロゾルの動態シミュレーション

（武藤剛ほか：飲食店対象感染症アドバイザー制度実施報告書。 https://www.city.matsudo.chiba.jp/jigyosya/chushoncov/advisor_houkoku.html, 2021 年 10 月）

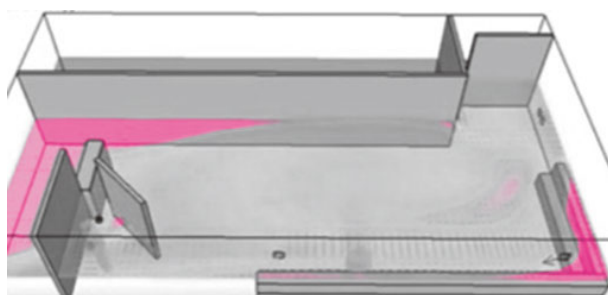


図 14 エアロゾルの動態シミュレーション

機械換気が弱い場合、一度で室外へ排気されなかった残存微粒子は壁につたって床方向へ下降し滞留する。
(武藤剛ほか：飲食店対象感染症アドバイザー制度実施報告書. https://www.city.matsudo.chiba.jp/jigyosya/chushoncov/advisor_hokoku.html, 2021 年 10 月)

とを心がけることが重要となる。なお、前述のようにエアロゾルは天井側に漂うことから、室の天井まで覆うような仕切り（ビニールカーテンなど）は、天井付近のエアロゾル排気を妨げる可能性があり、天井付近には空気の流れを確保しておくことを留意したい。和室でみられる欄間は、その観点から、室上方の空気を排気し室全体の換気をよくする良いしくみである。実証試験を実施したバー・スナックを含むさまざまな形態の飲食・カラオケの場のエアロゾル気流シミュレーションと換気評価の詳細は、松戸市ホームページで公開されているので、ぜひ参考にしていきたい¹⁵⁾。

何をどう食べるかに加え、誰とどのくらいの環境で食べるか、食事の社会的意義や健康効果が改めて問われている。ポストコロナの時代は、会食・共食を安全かつ安心して行う環境づくりや食環境デザインについて、科学的な定量指標を用いた評価と実践が求められて



図 15 室内換気の方法

(松戸市広報：デルタ株には換気が重要 広報まつど 2021 年 9 月 15 日号. https://www.city.matsudo.chiba.jp/shisei/matsudo_kouhou/kouhou/kouhou2021/20210915.files/210915_web.pdf)

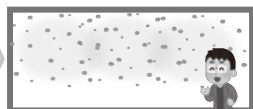
なぜ換気、エアロゾル対策が必要？

- 新型コロナウイルス感染症の感染経路の一つである**エアロゾル感染**
- エアロゾルは長時間空中を漂うため、**換気が十分でない空間では、感染者から離れた場所でも感染リスクが高くなります。**
- マスクを着用していても、隙間から小さな飛沫は漏れて空中を漂い、エアロゾル感染の可能性があります。

冬場は
特に注意

換気を行って
エアロゾルを
排出する必要あり

密閉空間では
エアロゾル滞留



換気が十分なら
滞留しない



調査で判明！

換気のポイント

Point
1

- 空気の入と出口をつくる。

※ 空気の出口は、一般に換気扇や排気装置。厨房の換気扇やレンジフードも役立つ。
機械換気（排気）がある場合は、まずは、機械換気を有効に活用することを考える。
※ 空気の入口は、一般的にドアや窓。

Point
2

- 入口から出口までの空気の動線が
フロア全体を通過している。
(通過しないエリアは滞留しやすい)

- 空気の流れの障害は禁物
空気の動線上で、途中の窓などから
空気が入ったり、出たりすると換気効率低下

Point
3

- 空気が滞留するエリアは、**扇風機などで空気の流れる方向に向かって風を起こす。**
(流れる方向と反対向きには流さない→流れを阻害するため)
- または、**性能の良い空気清浄機（HEPAフィルター付きのもの）を置く。**
ただし、空気清浄機は補助的に用いるものなので、フロア全体の空気の流れが
一定程度ある場所に使うこと。

図16 会食の場・飲食店でのエアロゾル対策

(橋本晴男ほか：飲食店対象感染症アドバイザー制度実施報告書。 https://www.city.matsudo.chiba.jp/jigyosya/chushoncov/advisor_houkoku.html, 2021年10月)

いる。今回ご紹介した知見や実証調査（図15、16）をもとに、人々が集い、幸せを感じながら飲食を楽しむことができる日常が確保できることを願ってやまない。

引用文献

- 1) Tani Y, et al. : Eating alone and depression in older men and women by cohabitation status: The JAGES longitudinal survey. Age Ageing 44(6) :1019-1026, 2015.
- 2) 齊藤宏志ほか：職域室内空間の新型コロナウイルス感染症クラスター阻止を目的とした3密定量化と可視化の試み—室内CO2濃度を推定する換気シミュレーターの構築と実証。産業医学ジャーナル 44(2) : 35-41, 2021.
- 3) 篠原直秀：新型コロナウイルスの感染対策に有用な室内環境に関連する研究事例の紹介(第一版). <http://www.siej.org/sub/sarscov2v1.html>
- 4) van Doremalen N, et al. : Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. N Engl J Med 382(16) : 1564-1567, 2020.

- 5) 古屋博行：室内CO₂濃度測定による結核感染リスクの推定に関する総説. 結核 93(8)：479-483, 2019.
- 6) 日本産業衛生学会 産業衛生技術部会：新型コロナウイルス感染症(COVID-19)対策用換気シミュレーター. http://jsoh-ohe.umin.jp/covid_simulator/covid_simulator.html
- 7) Japan Society for Occupational Health: "VENTILATION SIMULATOR"(COUNTERMEASURE AGAINST NOVEL CORONAVIRUS — TOOL TO ALLOW SIMPLIFIED ESTIMATION OF THE ADEQUACY OF VENTILATION). https://www.sanei.or.jp/images/contents/436/Ventilation%20Simulator_Homepage.pdf
- 8) 加来浩器：アウトブレイク調査のススメ(第2版). 防衛医学研究センター, 2021.
- 9) Coronavirus : un designer a trouvé la solution pour les restaurants <https://www.cnews.fr/food/2020-05-18/coronavirus-un-designer-trouve-la-solution-pour-les-restaurants-956123?fbclid=IwAR145UwVpOg-QwceHNnWDFowh4SGZ702RsoCwKEWVAFYjJ-F85lxwBsGMr4> (2020年5月記事)
- 10) 松戸青年会議所：松戸青年会議所・松戸商工会議所青年部有志による飲食店における新たな感染対策. <https://matsudo-jc.com/2021/04/02/6432/>
- 11) WHO : Roadmap to improve and ensure good indoor ventilation in the context of COVID-19. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240059280> (2021年3月)
- 12) Lewis D : The Challenges of making indoors safe. Nature 592 : 22-25, 2021.
- 13) Health and Safety Executive : Ventilation and air conditioning during the coronavirus (COVID-19) pandemic. <https://www.hse.gov.uk/coronavirus/equipment-and-machinery/air-conditioning-and-ventilation/index.htm>
- 14) 武藤剛ほか：気流調査による効果的な換気方法実証調査—飲食店3密対策のその先へ. <https://matsudo-jc.com/2021/07/06/6492/> (2021年7月)
- 15) 武藤剛ほか：飲食店対象感染対策アドバイザー制度実施報告書. https://www.city.matsudo.chiba.jp/jigyosya/chushoncov/adviser_houkoku.html (2021年10月)
- 16) 松戸市広報：デルタ株には換気が重要. https://www.city.matsudo.chiba.jp/shisei/matsudo_kouhou/kouhou/kouhou2021/20210915.files/210915_web.pdf (2021年9月15日号)
- 17) magickiri™ planning (Pixie Dust Technologies, Inc) : 室内の集団活動における、感染症への安全・安心を評価し高める技術—. <https://www.youtube.com/watch?v=kOmAHfx5hPA>



武藤 剛

2007年千葉大学医学部卒業。国立国際医療センター(膠原病内科)、慶應義塾大学大学院(免疫学微生物学)、独立行政法人医薬品医療機器総合機構、順天堂大学医学部(衛生学)、Harvard T.H.Chan School of Public Health (Takemi Research Fellow)を経て2018年より現職。総合内科専門医・社会医学系指導医・産業衛生専門医。専門は環境分子長寿疫学、産業衛生学。

