

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3年度 総括・分担研究報告書

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

総括・分担研究報告書

令和3年度（3年計画の3年目）

<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
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

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 武藤 剛	7
II. 分担研究報告書	
1. 在宅勤務時の身体活動と生産性との関連 花里 真道	37
2. 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	43
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	47
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	56
6. 新しい働き方のもたらすもの：SEWB評価尺度日本語版の開発 横山 和仁	62
7. 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 松平 浩	68
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	79
IV. 研究成果の刊行物・別刷	83

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―

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

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

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、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。

今年度は、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（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するとともに、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していくか、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。

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5

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、文献を用いて検討した。また、SEWB評価尺度日本語版を開発し、その信頼性と妥当性を明らかにした。

研究6

新型コロナウイルス感染症の拡大により、我々のライフスタイルや働き方は変更を余儀なくされ、テレワークを導入する企業が増加している。このような緊急事態において、就労者の労働生産性の低下の主要因とされる痛みの実態を把握することは、職域における痛みへの対策を検討する上で重要である。テレワークは、労働生産性を低下させる要因として挙げられている肩こり・腰痛などの痛みを増悪させることが懸念されている。そこで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した。

その結果、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。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

石橋 桜子

順天堂大学医学部大学院医学研究科

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

在宅勤務時の身体活動と生産性との関連

（研究分担者 花里真道）

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する。

研究2

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）

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。

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。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)

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。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> 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。

<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がる可以考虑。

(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>

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 \geq 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 \geq 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は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>

（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）。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

インターネットがん患者調査（2018）における、18-65歳がんサバイバーについて、復職や心理社会的状況を分析した。分析対象1,234名（男性：690名、女性：544名）のうち、HADS-

depression、HADS-anxietyスコアの平均値はそれぞれ4.08、4.78であり、抑うつ症状・不安感をもつがんサバイバーはそれぞれ9.0%、21.8%だった。多変量解析の結果、高年齢（60歳以上は39歳以下に比べてodds ratio(OR) 0.39(0.17-0.90)）、がん診断から10年以上経過（は、診断から0-4年経過に比べてOR 0.55(0.32-0.96)）、は有意に抑うつ状態が低い傾向であった。同様に不安症状についても、高年齢はOR 0.27(0.15-0.49)、診断から10年以上経過はOR 0.62(0.42-0.90)と有意に低かった。また治療法別では、化学療法をうけたサバイバーは、OR 1.56(1.10-2.20)と不安症状が有意に高かった。

就労者の高齢化や30-50代の就労女性の増加とともに、がん治療と仕事を両立する労働者が今後も増えることが見込まれる。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・休養室の在り方が望まれている。

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。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必要となる。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。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

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。

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。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（在室者呼気活動）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。

理論上、呼気活動度（ $k=3$ ）がある程度活発な状況（酒宴懇親会、身体活動がある程度伴う公演、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）の呼気活動状況によって、クラスター発生を阻止しうる呼気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。

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。

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。

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—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）

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にはできないが、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。

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>

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	<ol style="list-style-type: none"> 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	<ol style="list-style-type: none"> 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 al⁴⁾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 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、後二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、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を中心に取り上げたが、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た。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>

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)

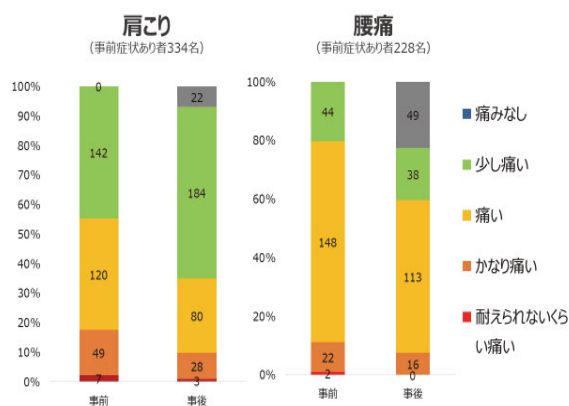
2021年5月「テレワーク×腰痛・肩こり×運動不足」と題してオンラインセミナーを実施した。企画の段階で健康保険組合と人事、保健師が相談した。在宅勤務が多く腰痛・肩こり対策の一環として衛生委員会にて承認を得て参加を呼び掛けた。参加者は社内イントラネットで事前にエントリーし、痛みの程度、在宅勤務の困りごとについてのアンケートに回答した。セミナー時間は、多くの人に参加できるように、1回30分とし、同じ内容を2回実施した。

<結果>

1. A社

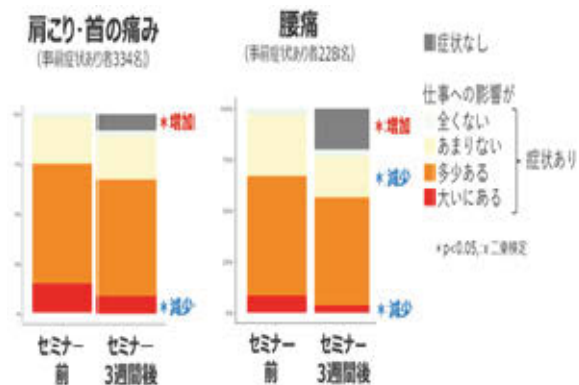
リアルタイムで視聴した者が585名(視聴時間内訳:15分未満55名、15分以上30分未満40名、30分以上45分未満54名、45分以上60分未満62名、60分以上374名)、録画視聴回数は395回であった。セミナー後のアンケート回答者数は535名であった。セミナー内容に関しては、「参加してよかった」、「やや良かった」が424名(89%)で、その理由として「体操がすぐできそう、続けられそう(89人)」、「知りたかったことが知れた(85人)」、「わかりやすかった(73

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】

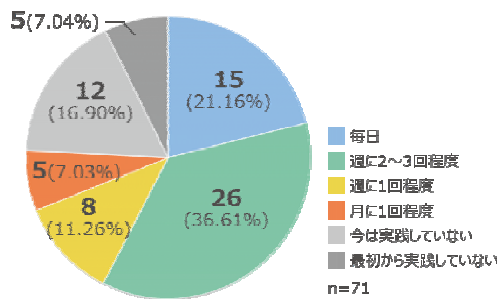
2. B社

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

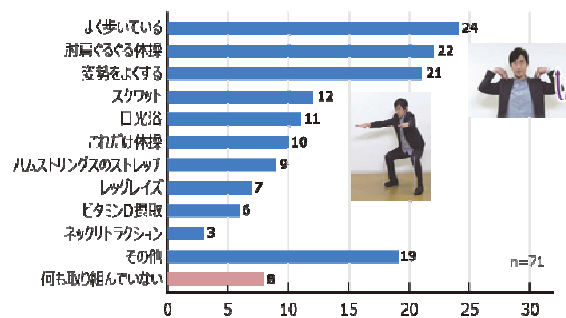
(98.0%)、なかったが3名(2.0%)であった。

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】

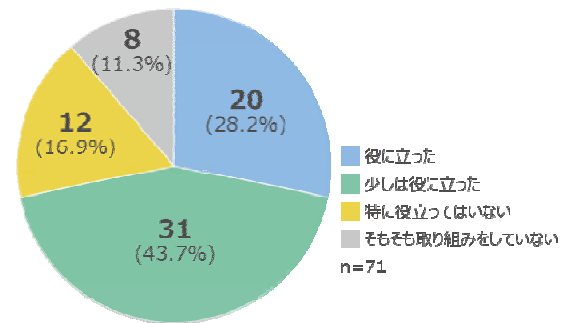
現在取り組んでいることは(複数回答可、n=71)、よく歩いている、肘肩ぐるぐる体操、姿勢をよくする、スクワット、日光浴であった(図4)。



【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)。

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った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

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 在宅勤務時の身体活動と生産性との関連

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

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

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

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

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。

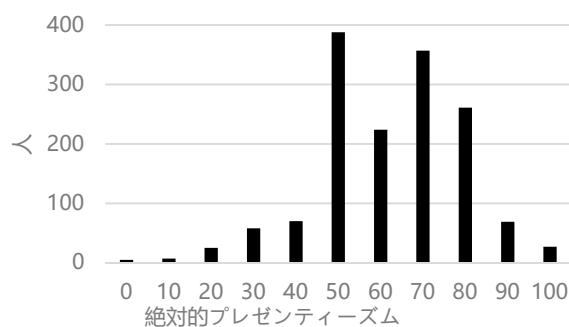


図 1 絶対的プレゼンティーズムの度数分布

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					

考察

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。

D.今後の課題や方向性の考察

（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がるができると思う。

（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) 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.
- 2) 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.
- 3) 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.
- 4) CHICAGO BOOTH REVIEW. Are we really more productive working from home? August 18, 2021.
- 5) 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.
- 6) 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) .
- 7) 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.
- 8) 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
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) 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.
- 12) 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.
- 13) 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.
- 14) 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.
- 15) 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.).
- 16) Women's Health. Why A Lunchtime Sweat Session Could Be The Cure For Burnout. Women's Health. 2021 年 10 月 28 日.
- 17) 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.
- 18) 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.

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 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

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を行うことは重要と考えられる。

<研究協力者>
なし

A. 研究背景および目的

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

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

(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、「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。

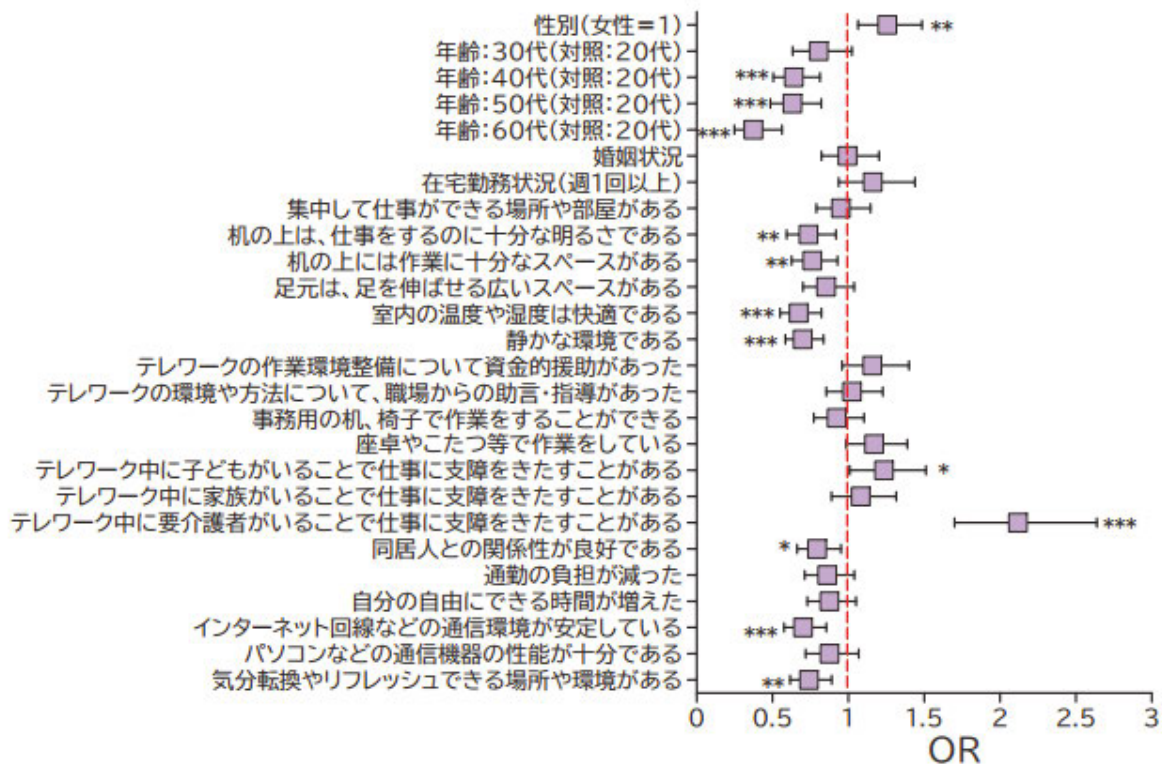


図1:身体症状スケール(SSS-8) ≥ 12 を指標とした多重ロジスティック回帰結果

(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。

D. 考察

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

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

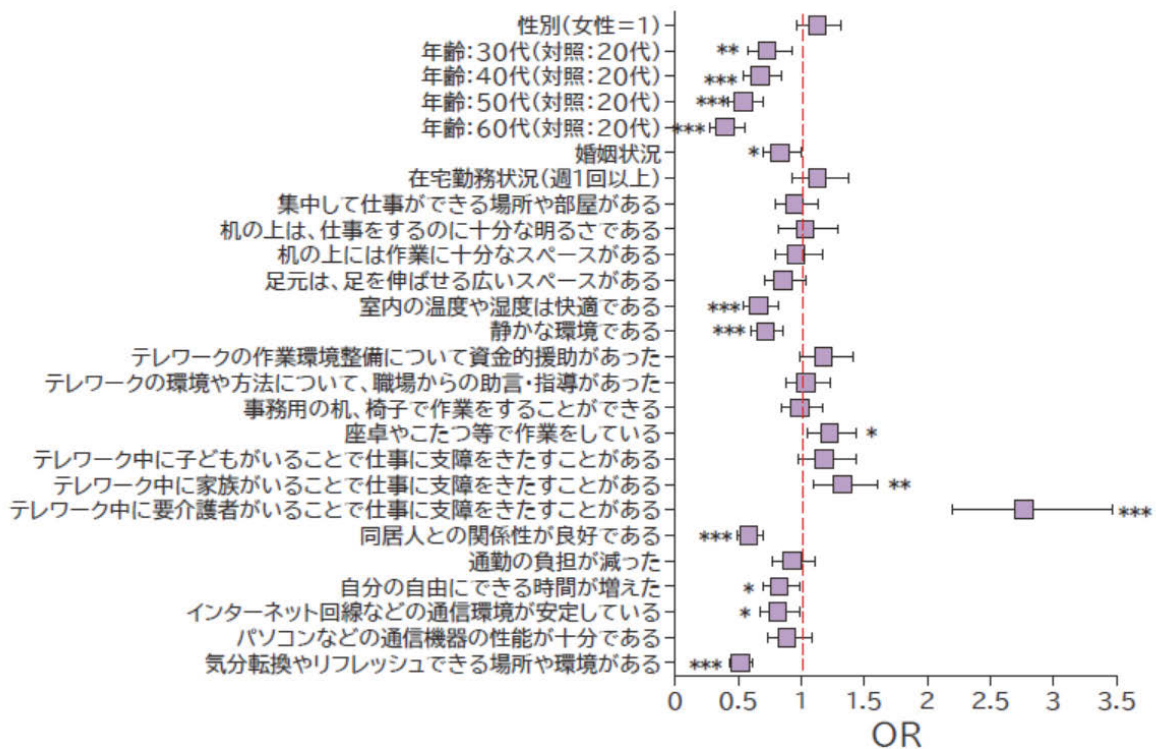


図2: 非特異性ストレス指標 (K6) ≥ 5 を指標とした多重ロジスティック回帰結果

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) 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://jaesis-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—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)

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 北里大学医学部衛生学 非常勤講師

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。

今年度は、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（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するとともに、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、室内空気的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していくか、SDGs 視点からの検討が今後必須となる。

<研究協力者>

大森 由紀
北里大学医学部

石井 理奈
北里大学医学部

堀口 兵剛
北里大学医学部

石橋 桜子
順天堂大学大学院

江口 尚
産業医科大学／北里大学

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。

B. 研究方法

【研究1】（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）。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。

【研究2】（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

【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）。女性活躍の観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、さらには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がん患者調査 (2018) における、18-65歳がんサバイバーについて、復職や心理社会的状況を分析した。分析対象1,234名 (男性:690名、女性:544名) のうち、HADS-depression、HADS-anxiety スコアの平均値はそれぞれ4.08、4.78であり、抑うつ症状・不安感をもつがんサバイバーはそれぞれ9.0%、21.8%だった。多変量解析の結果、高年齢 (60歳以上は39歳以下に比べて odds ratio (OR) 0.39 (0.17-0.90))、がん診断から10年以上経過 (は、診断から0-4年経過に比べて OR 0.55 (0.32-0.96))、は有意に抑うつ状態が低い傾向であった。同様に不安症状についても、高年齢は OR 0.27 (0.15-0.49)、診断から10年以上経過は OR 0.62 (0.42-0.90) と有意に低かった。また治療法別では、化学療法をうけたサバイバーは、OR 1.56 (1.10-2.20) と不安症状が有意に高かった。

就労者の高齢化や30-50代の就労女性の増加とともに、がん治療と仕事を両立する労働者が今後も増えることが見込まれる。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・休養室の在り方が望まれている。

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)といった疾患に加え、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)}



気分よく過ごせるように、一日のサーカディアンリズムに合わせて照明の照度や色味を変える。その場合、気づかないくらいゆっくり変化させる。季節によって、夏は寒色系、冬は暖色系を基調とし、一日の時間帯や空間のゾーンを考慮してメリハリを付けるよう、照明の照度や色味を綿密に計画する。

(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%	

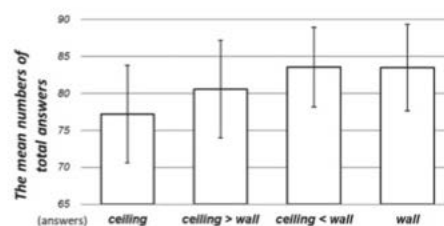
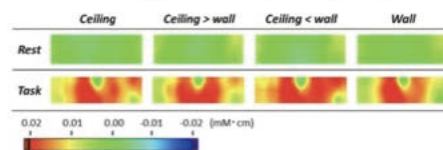


Figure 9: The mean number of total answers for arithmetic tasks by 11 subjects

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。

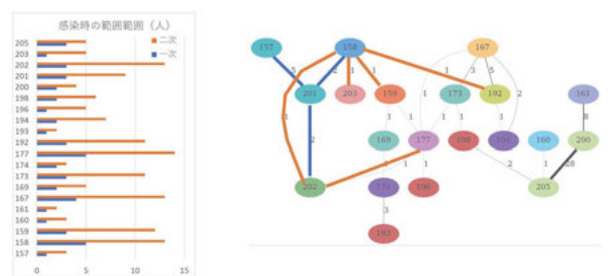
【2】健康危機管理の観点からの分析（生物学的曝露対策：テレワーク下の産業保健活動）

❖ 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⁶⁾。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ます。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。

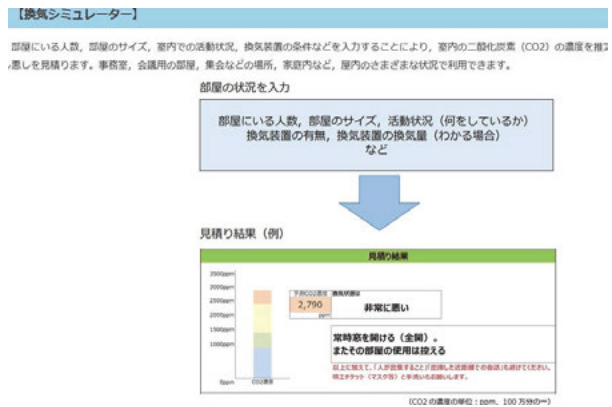
❖ 生物学的リスクへの対応 ❖

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。

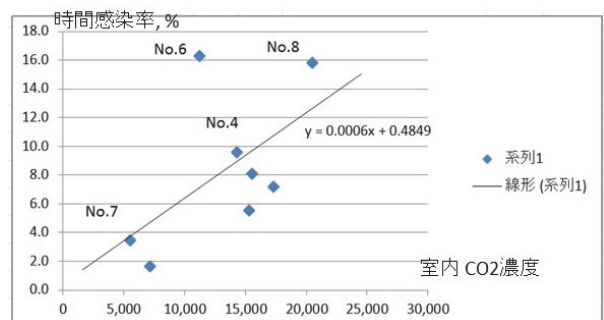
2020年初頭からCOVID-19感染症が国内外の最重要社会問題となっている。SARS-CoV-2ウイルスのヒトヒト感染伝播を疫学解析すると、感染者 (spreader) から接触者に等しい確率で伝播するというより、ある特定の環境下でより強い感染伝播をみとめるとされてきた。それがいわゆる3密 (密接・密集・密閉: 3Cs: crowded spaces, close-contact settings, closed spaces) である。そして、SARS-CoV-2ウイルスの感染伝播経路が飛沫・接触感染のみならずエアロゾル感染も少なからず存在する可能性が指摘されるにつれ、職域の特に事務所環境内の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^t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 (在室者呼気活動) 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

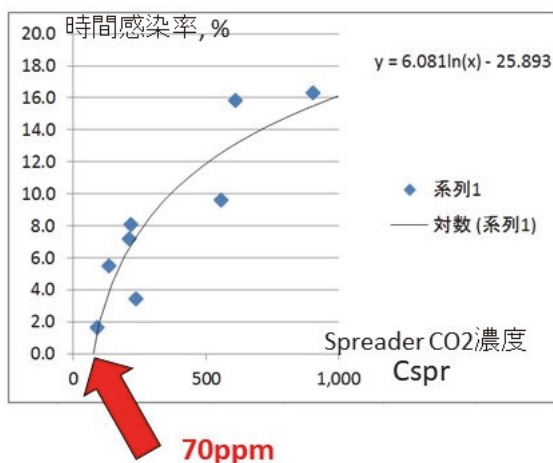
2020年前半国内8か所のCOVID-19クラスター室内のCO2濃度推定値と単位時間当り感染者の関係



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症者 (時間感染率) の関係を対数変換して分析した。

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) の呼気活動状況によって、クラスター発生を阻止しうる呼気 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。

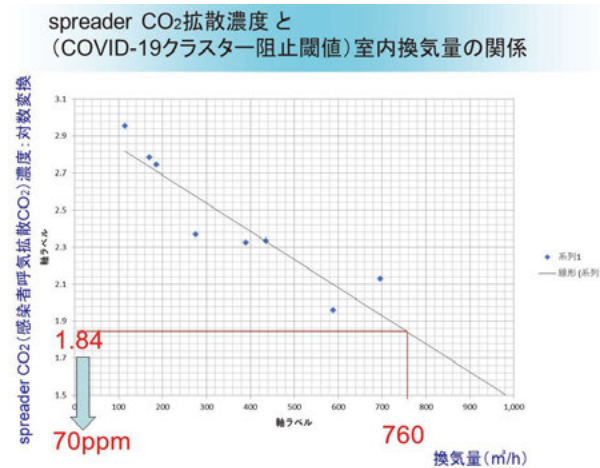
k	閾値, Cspr, ppm	閾値換気量 Q, m3/h
1	210	84.8
2	140	339
3	70	769
4	52.5	1357
5	42	2120



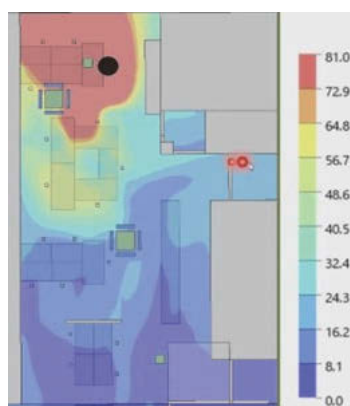
$x=70.6 (10^{(1.849)})$ のとき $y=0$ となる。
→ 「閾値」= 70ppm

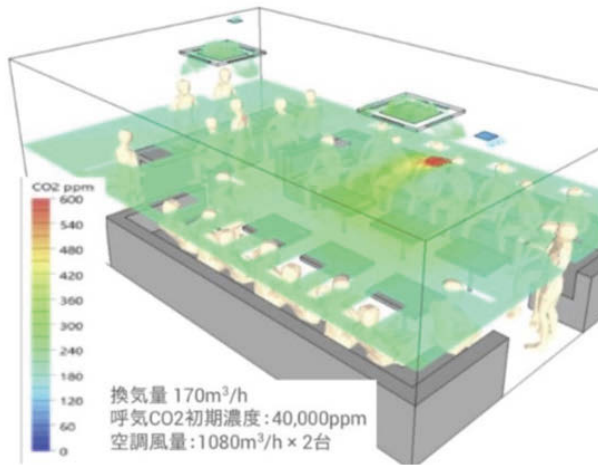
相関係数 $r^2=0.905$

この図で示されるように、理論上、呼気活動度 ($k=3$) がある程度活発な状況 (酒宴懇親会、身体活動がある程度伴う公演、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



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)。



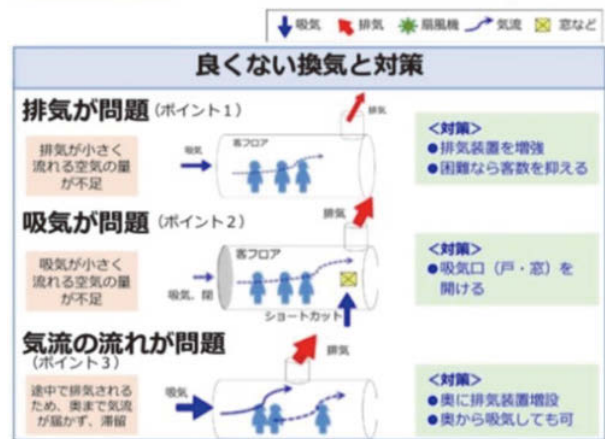
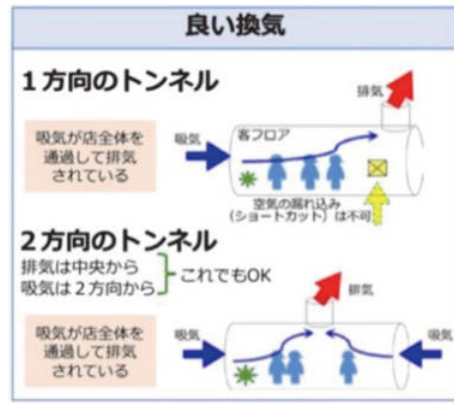


この理論的背景をもとに、様々な室内（執務事務室、食堂、大きな声をだすスペース）について室内CO₂濃度、在室者（感染者 spreader）呼気拡散CO₂濃度の推定値をもとにしたCOVID-19クラスターリスクを評価し、高リスク空間について、換気改善ならびにマイクロ飛沫（エアロゾル）滞留リスクの高い室内局所空間の改善にむけた検討を行った。その結果、図のように、換気には①十分な排気、②十分な吸気（給気）、③気流動線が在室者空間を通過するの3条件が必要であることが抽出された。

■ 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

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. 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.
2. M Derek, F Tsai, J Kim, M Tejamaya, V Putri, G Muto, A Reginald, W Phanprisit, 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.
3. 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.
4. 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.
5. M Endo. How do gynecologists face to social problems among women cancer survivors? *J. Obstet. Gynaecol. Res*. 47(5):1651-53, 2021.
6. 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.
7. 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構築と実証—. *産業医学ジャーナル* 44: 35-41, 2021.
8. 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.
9. 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.

和文書籍総説

1. 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.
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.

6. 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: 難病法施行前後のベテラリティ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. 元請け一下請け構造 (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.

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たとも考えられる。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にはできないが、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/m ² （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 規準の目的（AIJES-L0002-2016）」より）。本規準の背景には、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」を行ったのが本規準である。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、「省エネルギー規準」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、設計規準の中心に「照度」ではなく「輝度」を据えている。この点も、既存の照明規準と異なる、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規準では、昼光においても本設計規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, Shigeiko 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/bmjdc-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 $\beta 3$ -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 $\beta 3$ -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.

<学会発表>

1. 長瀬洋之, 岩永賢司, 田中明彦, 増子裕典, 斎藤純平, 鈴川真穂, 町田健太朗, 原田紀宏, 相良博典, 檜澤伸之, 井上博雅, 谷口正実, 中村裕之, 東田有智, 大田健. 非2型喘息の増悪予測因子—Tenascin-C と IL-6 の有用性—. 第70回日本アレルギー学会学術大会. ミニシンポジウム. 横浜. 2021年10月9日

2. 小田嶋博, 松崎寛司, 村上洋子, 赤峰裕子, 吉野彩子, 高見昭憲, 早川和一, 原章規, 中村裕之: 福岡における大気汚染物質と小児呼吸器患者における症状の関連に関する研究. 第70回日本アレルギー学会学術大会. ポスター. 横浜. 2021年10月8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
特になし

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 新しい働き方をもたらすもの：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

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、文献を用いて検討した。また、SEWB 評価尺度日本語版を開発し、その信頼性と妥当性を明らかにした。

<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

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。

今回は、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。

B. 研究方法

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。

C. 研究結果

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	<ol style="list-style-type: none"> 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済む労働環境に変更。 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	<ol style="list-style-type: none"> 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 al⁴⁾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 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、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.& Merez-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。

D. 考察と結論

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た。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) 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.

2) 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. 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—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：プレゼンティーズムー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

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

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

政府は、場所や時間の自由度が高いテレワークを柔軟性のある働き方の一つとして今後も推進していく方針である。しかしテレワークが労働生産性を低下させる要因として挙げられている肩こり・腰痛などの痛みを増悪させることが懸念されている。そこで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した。

その結果、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。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

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 balan

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

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、多くの人に参加できるように、1回30分とし、同じ内容を2回実施した。

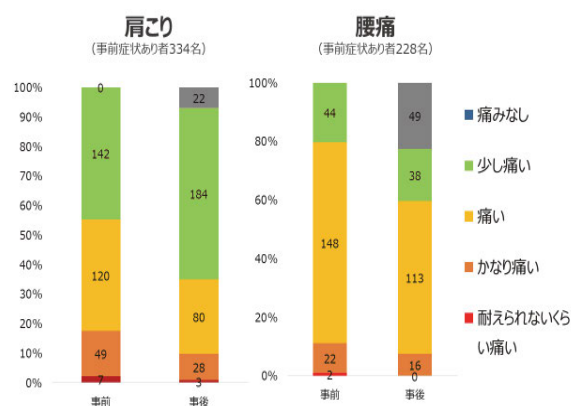
C. 研究結果

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」といった感想が聞かれた。

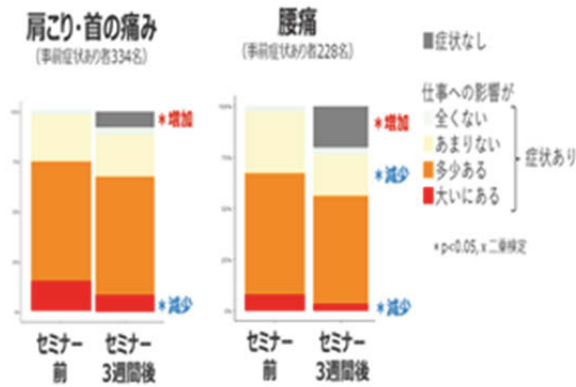
痛みの程度は、申込時に肩こり・首の痛みありが334名（痛みの程度内訳：耐えられないくらい痛い7名、かなり痛い49名、痛い120名、少し痛い142名）、腰痛ありが228名（痛みの程度内訳：耐えられないくらい痛い2名、かなり痛い22名、痛い148名、少し痛い44名）であったが、セミナー3週間後には肩こり・首の痛みありが22名減少して312名（痛みの程度内訳：耐えられないくらい痛い3名、かなり痛い28名、痛い80名、少し痛い184名）、腰痛ありが49名減少して179名（痛みの程度内訳：耐えられないくらい痛い0名、かなり痛い16名、痛い113名、少し痛い38名）であった。（図1）



【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)



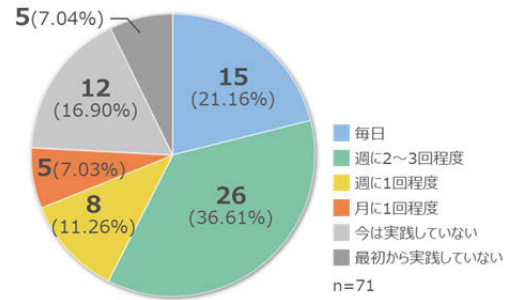
【図 2 肩こり腰痛の仕事への影響度の変化】

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、タバコを吸いすぎるなど）7 名（10.4%）であった。

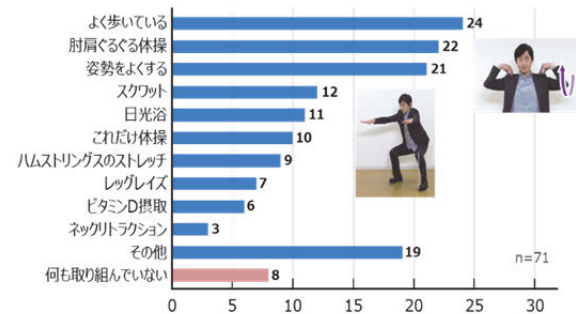
セミナー内容（n=153 名）に関しては、良かった 117 名（76.5%）、ほぼ良かった 30 名（19.6%）、普通 4 名（2.6%）、あまり良くなかった 1 名（0.7%）、良くなかった 1 名（0.7%）であった。実践してみようと思うことがあったが 150 名（98.0%）、なかったが 3 名（2.0%）であった。

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）。



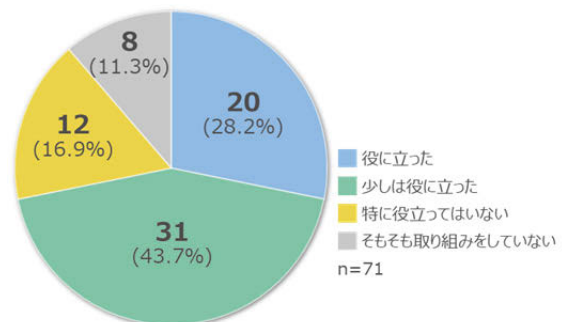
【図 3 セミナー後の対策実施状況】

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

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。

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

特に記載すべきものなし

H. 参考文献

- 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_kenkokeieidochoosa_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3年度総括・分担研究報告書 (本冊子)	令和3年度	神奈川	2022年	1-139

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
M Tejamaya, W Phanprsit, 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		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

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 PHANPRSIT², 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 homes¹³⁻¹⁵).

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
New Zealand ⁽¹⁾	Supermarkets	Close proximity
	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
	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
Taiwan	Health care workers	Exposure to infected patients/lack of PPE/poor infection control
	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.

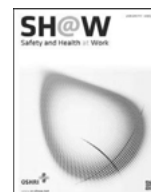
^bListed qualitatively by the authors in each country and summarized by country.

^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

ANOH(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(ANOH), 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 (KCPPE) - 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 LZ, 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;46:1356–1368.31.
- [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气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。

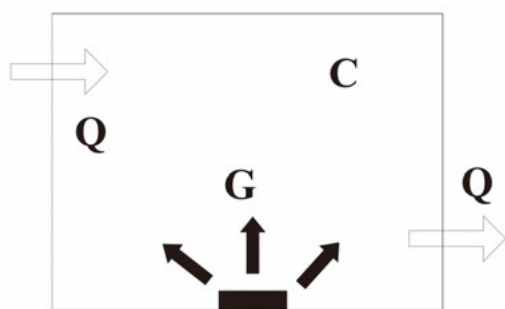


図1 (A) 室内空間のCO₂濃度算出モデル

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人あたりの呼気発生量から見積もることが可能であり、安静時の呼気発生量6.5L/分、呼気中の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

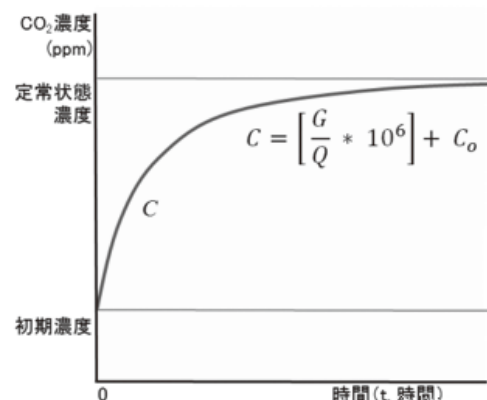


図1 (B) 室内CO₂濃度の経時変化のモデル

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制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定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定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

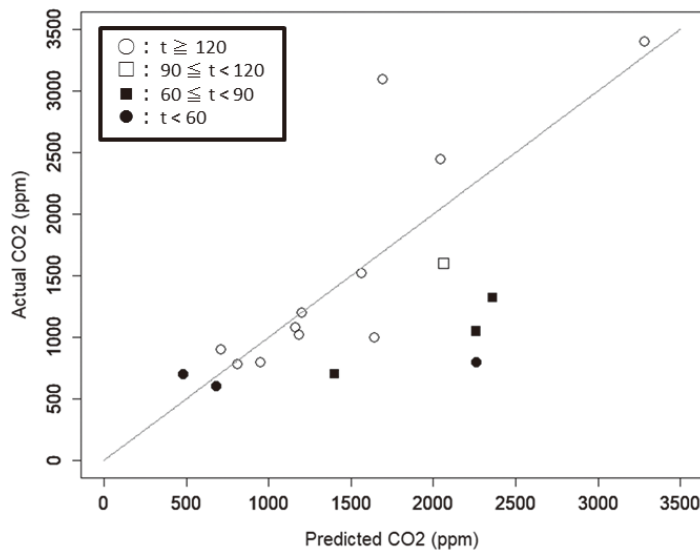


図2 実測値と推定値 (平衡値) の比較

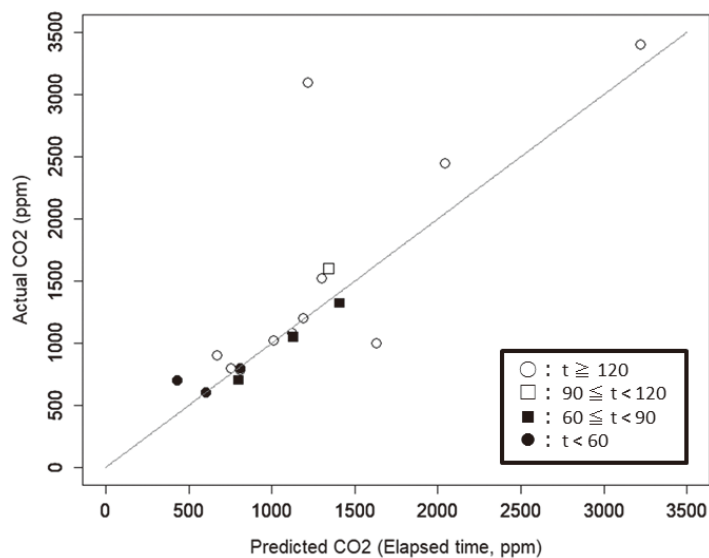


図3 実測値と経過時間時点での推定値の比較

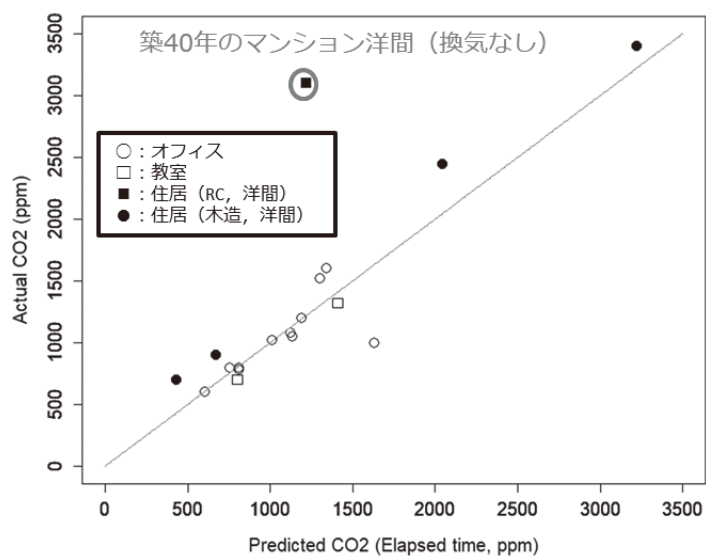


図4 部屋のタイプ別に見た、実測値と経過時間時点での見積り値の比較

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

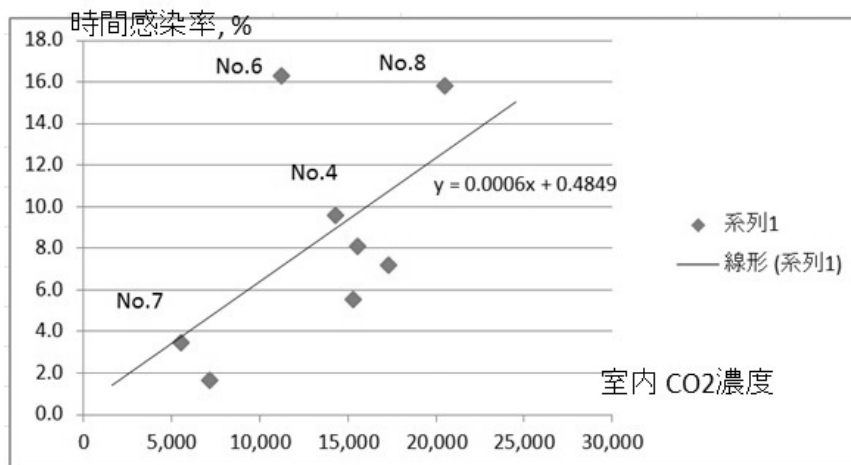


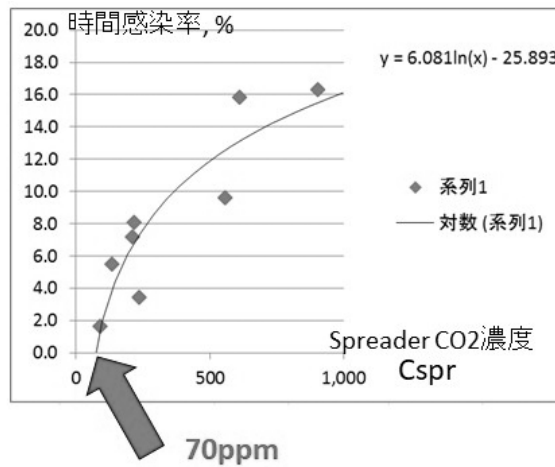
図5 室内 CO₂濃度（平衡推計値）と単位時間あたり COVID-19感染者（PCR 陽性者）数の関係

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

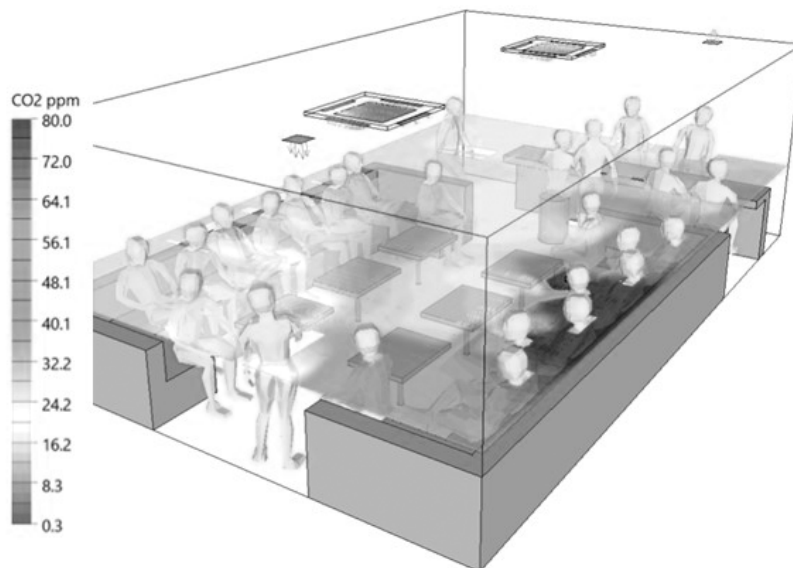


図7 呼気粒子動態可視化と閾値呼気拡散室内 CO₂ 濃度による COVID-19感染クラスターリスク予測

ロズルによる 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定方法、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ます。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ます。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(事務所別班: 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

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⁾。

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



2. 方法と結果

日本医療データセンター(現・株式会社JMDC)

図1 解析フローチャート

90mmHg, 血糖:空腹時血糖 ≥ 126 mg/dLまたはHbA1c $\geq 6.5\%$, 脂質:LDLコレステロール ≥ 140 mg/dLまたはHDLコレステロール ≤ 34 mg/dLまたは中性脂肪 ≥ 300 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, Kaplan-Meier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

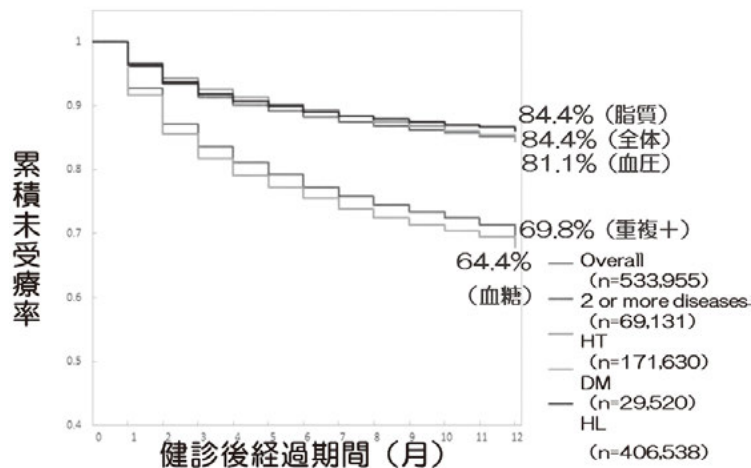


図2 健診後1年間の当該項目医療機関受療行動

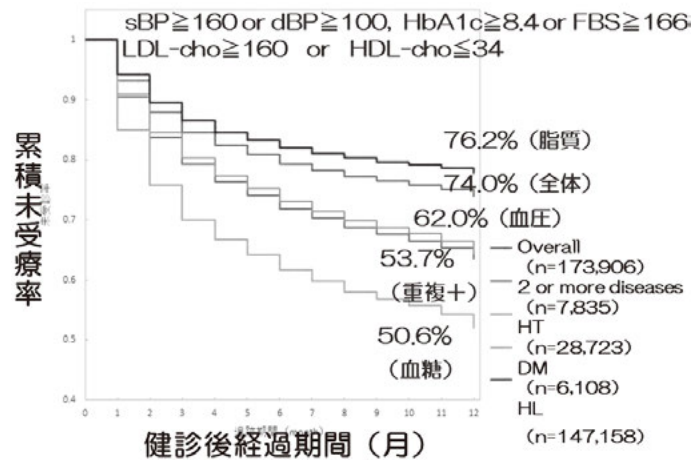


図3 ハイリスク重症群の健診後1年間の受療行動

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

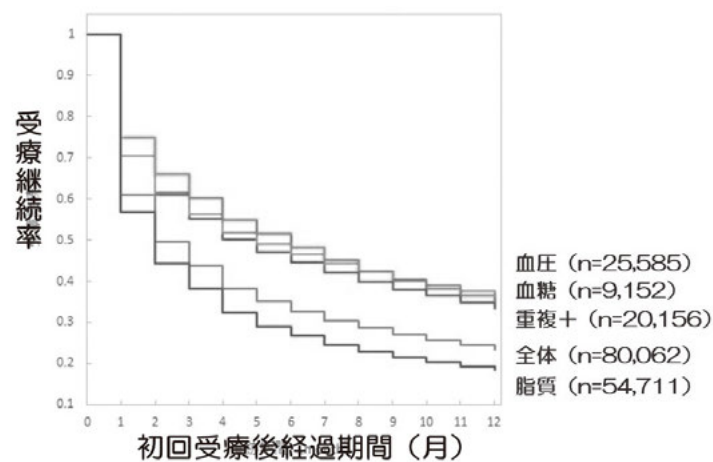


図4 健診後医療機関受療者のその後の治療継続状況（受療後さらに12か月追跡：3か月受療なしで脱落）

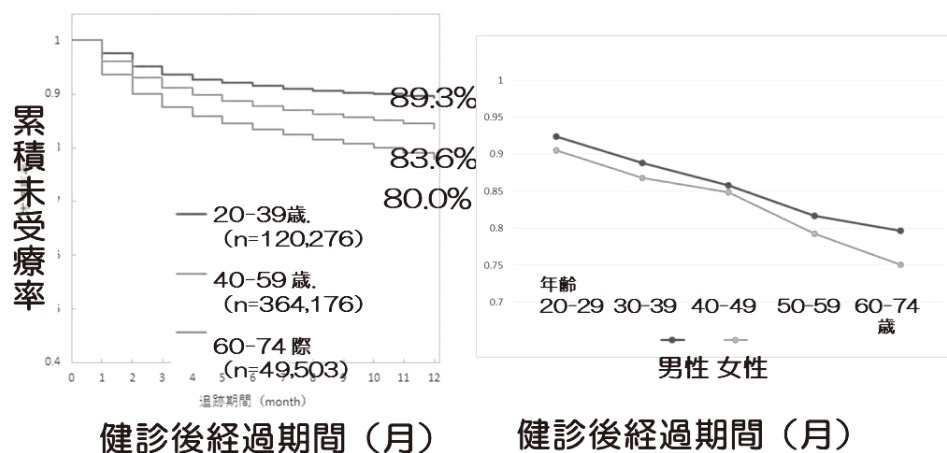


図5 性年代別の受療行動

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

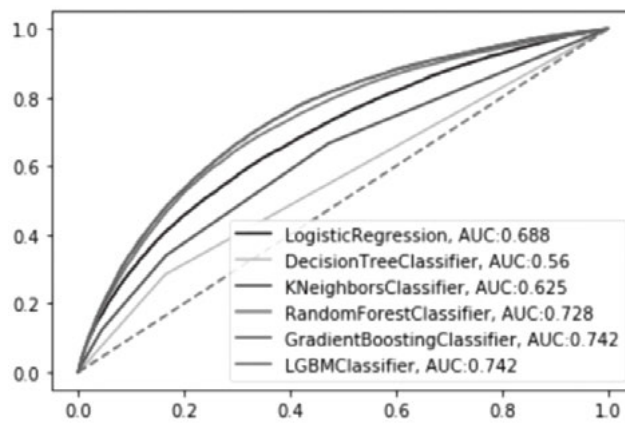


図6 機械学習アルゴリズムと識別能 (discrimination)

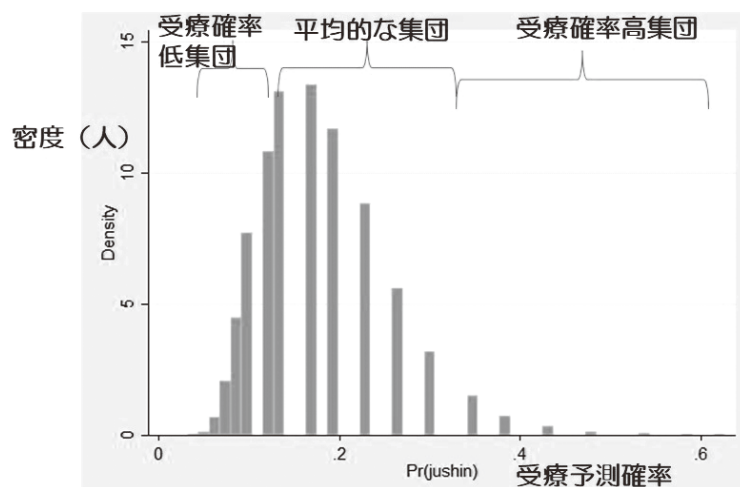


図7 受療行動予測モデルの活用

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/2r9852000002ecf-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して捉え、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%が食事を他者ととって（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

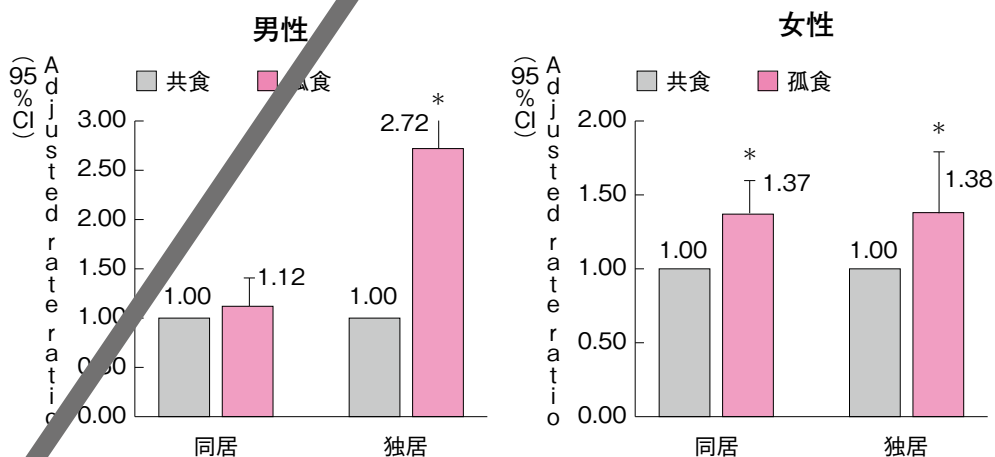


図1 ひとり暮らしの男性が一人で食事をしている（孤食）と、うつ傾向に2.7倍なりやすい
 (Suzuki Y, et al. : Eating alone and depression in older men and women by cohabitation status: The JAGES longitudinal survey. Age Ageing 44 (6) :1019-1026, 2015)

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、実践のうえ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」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(CO₂)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CO₂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CO₂センサーを置いて、リアルタイムにCO₂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、

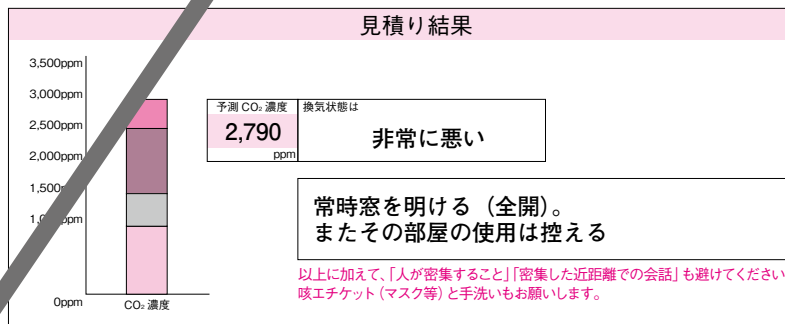


部屋の状況を入力

部屋にいる人数、部屋のサイズ、身体活動状況（何をしているか）
換気装置の有無、換気装置の換気量（わかる場合）
など



見積り結果（例）



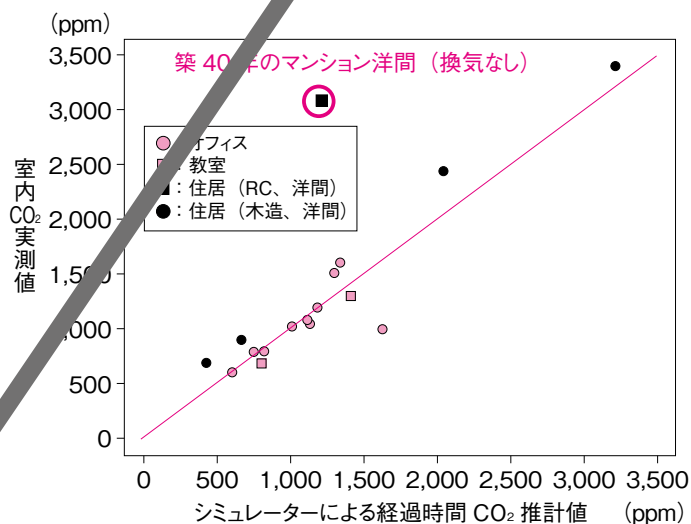
（CO₂の濃度の単位：ppm、100万分の1）

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られた（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。

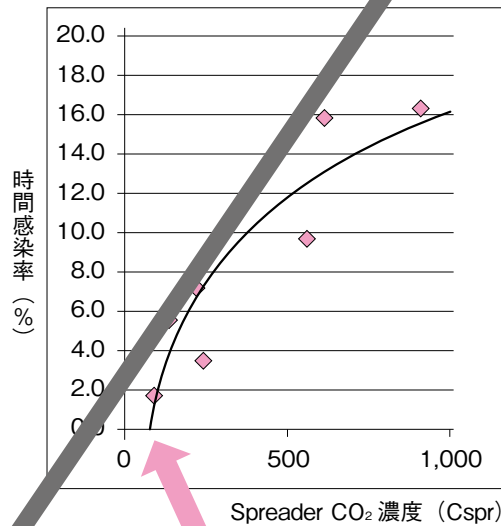
図3 換気シミュレーターによる室内CO₂濃度推計値と実測値の比較

（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	15.3	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

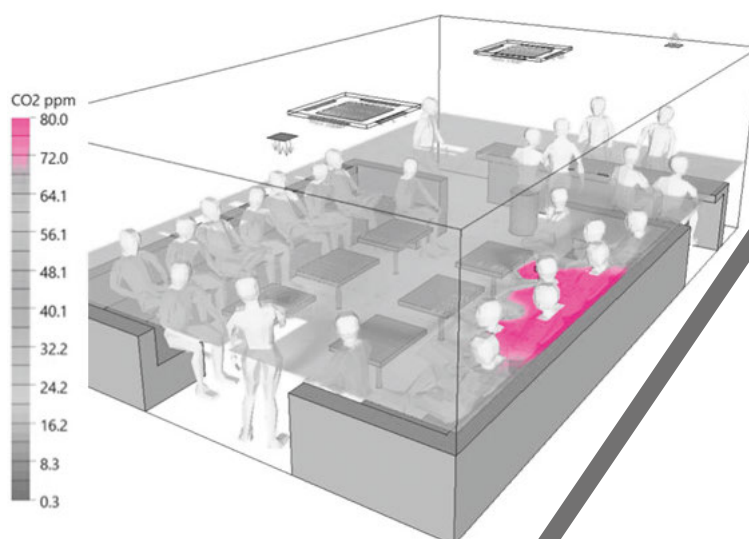
(武藤剛ほか. 産業医学ジャーナル 44 (3) : 35-41, 2021)



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年前年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CO₂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—CO₂ および粉塵のリアルタイムモニタリング

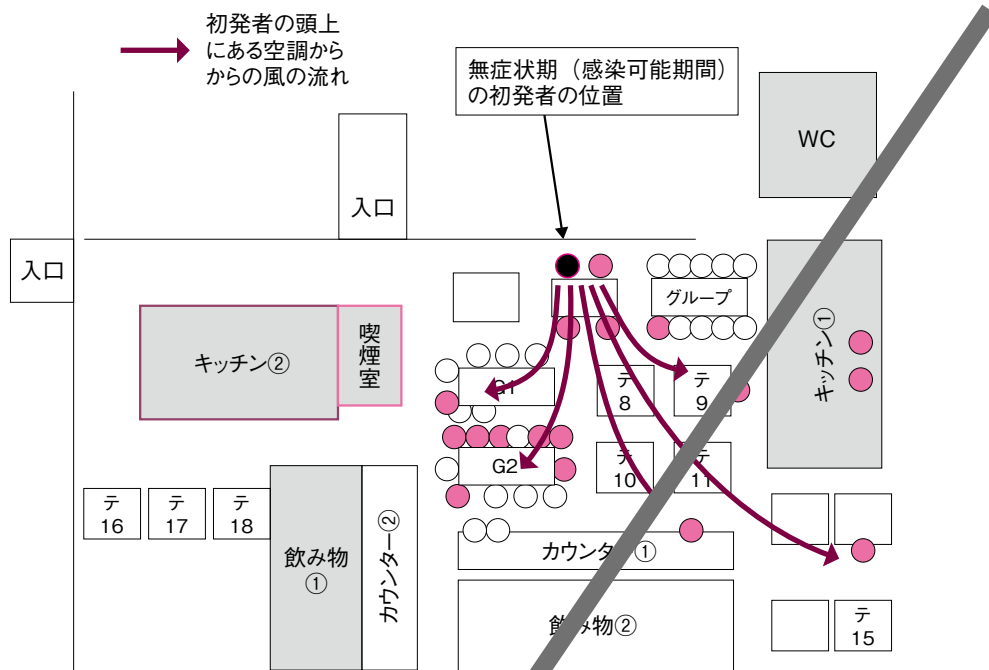
(千葉県松戸市と千葉大学予防医学センターの共同事業)

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の気流のつい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）を結び気流動線が、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ーション・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-F85IxxwBsGMr4>, 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る。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向かっている場合は、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

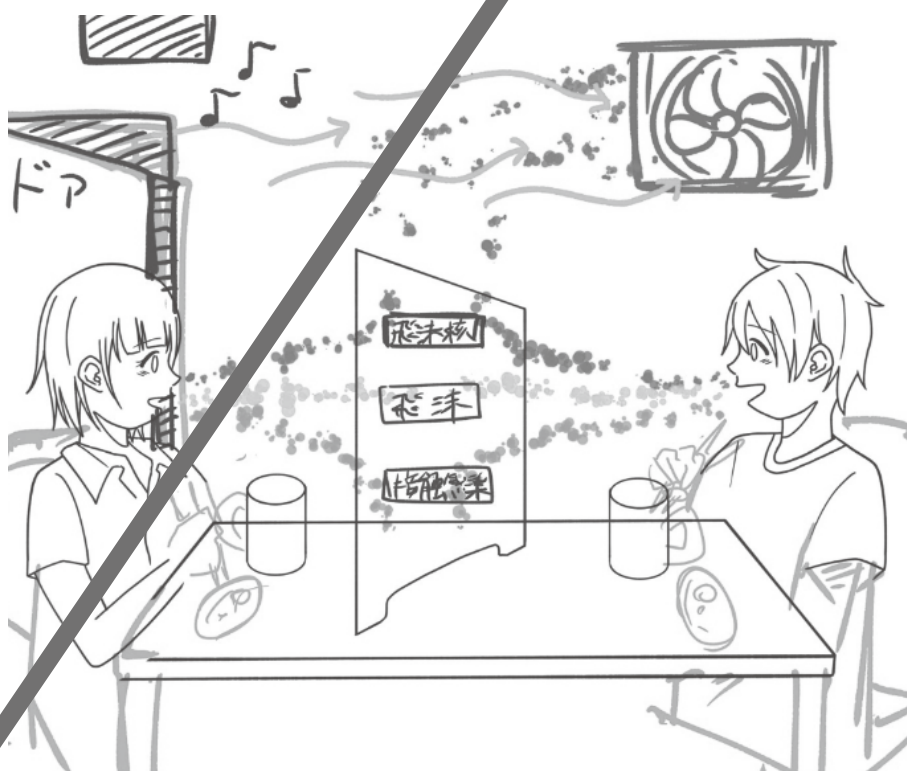


図 11 会食の場における感染対策—接触(食器)・飛沫(パーティション)・飛沫核エアロゾル(換気)

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

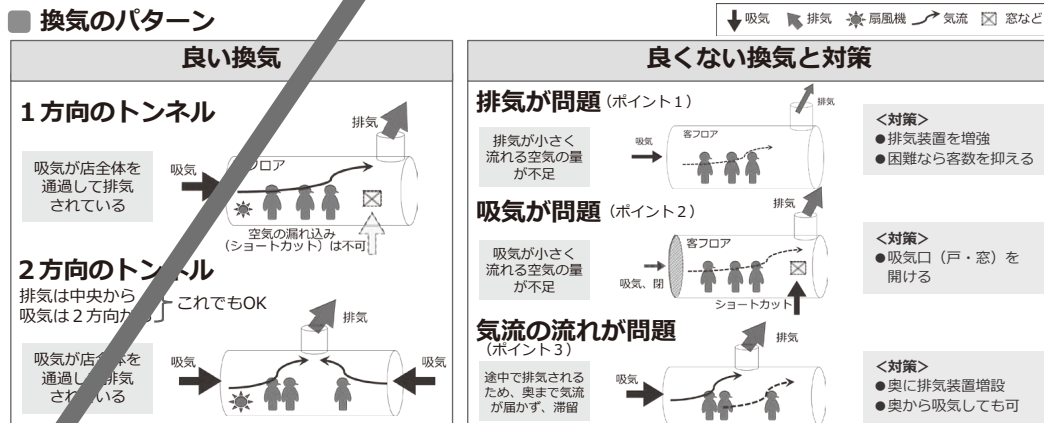


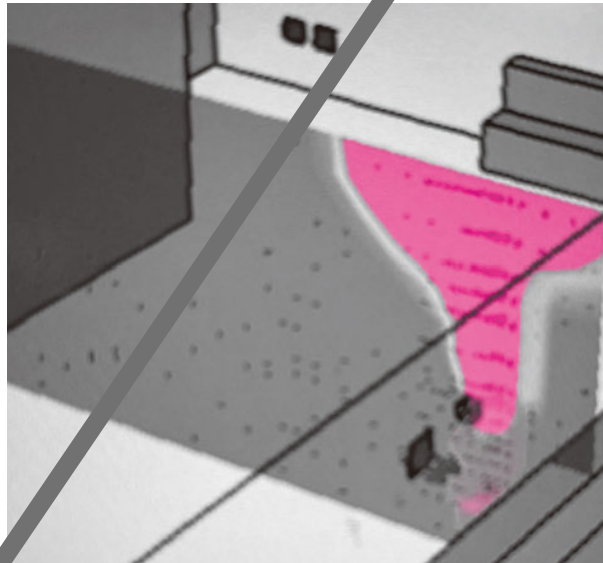
図12 飲食店や会食の場における換気のポイント

(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/dvisor_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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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)

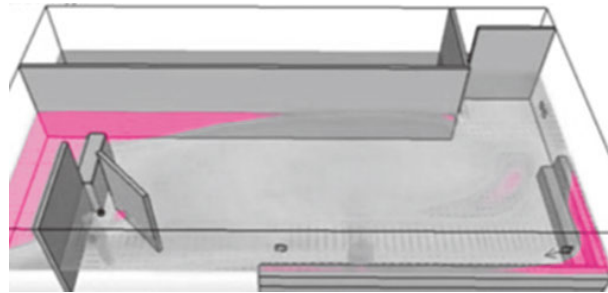


図 14 エアロゾルの動態シミュレーション

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、誰とどの様な環境で食べるか、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

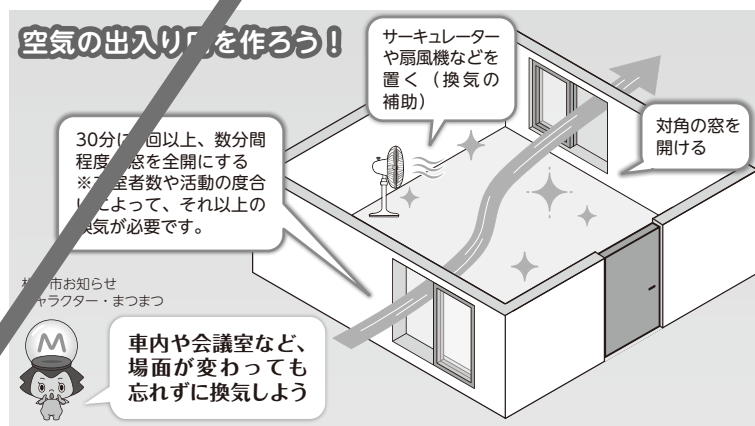


図 15 室内換気の原則

(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)

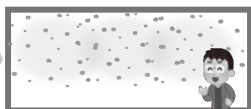
なぜ換気、エアロゾル対策が必要？

- 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気中を漂うため、**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気中を漂い、エアロゾル感染の可能性があります。



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

- 空気の入口と出口をつくる。
※ 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)
- 空気の流れの阻害は禁物
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(7) : 35-41, 2021.
- 3) 笹原直秀：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, 2017.
- 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) 加來浩器：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-QwceHNnWDFowh4SGZ702RsoCkEWVAFYjJ-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/9789240057280> (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/kouhou/2021/20210915.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。

