

労災疾病臨床研究事業費補助金

熱中症予防対策におけるウェアラブルセンサーの活用と  
効果的な熱中症予防法の検証

(180801-01)

平成30年度 総括研究報告書

研究代表者 丸山 崇

平成31(2019)年3月



# 目 次

I. 総括研究報告	
1. 企業における熱中症対策の現状と先進事例調査 丸山崇、山田晋平、黒坂知絵、八谷百合子、上田陽一、東敏昭	1
2. 熱中症予防対策におけるウェアラブルセンサーの活用に関する調査 丸山崇、山田晋平、黒坂知絵、八谷百合子、上田陽一、東敏昭	9
別添資料 1 調査結果	15
別添資料 2 先進事例調査 (IoT機器)	38
II. 研究成果の刊行に関する一覧	50



労災疾病臨床研究事業費補助金  
(総括・分担) 研究報告書

企業における熱中症対策の現状と先進事例調査

研究代表者：丸山 崇 産業医科大学 医学部 第1生理学 准教授

研究要旨：

熱中症は暑熱環境において労働などの身体活動を行うことにより、脱水や電解質の喪失、深部体温の上昇などの身体影響が引き起こされ、時に生命の危機に至ることもある病態である。業務上疾病としての熱中症の発症者数(死亡数)は、平成27年464(29)人、平成28年462(12)人、平成29年544(14)人(厚生労働省「業務上疾病発生状況等調査」)となっており、特に、暑熱環境で作業する労働者は発症リスクが高く、毎年、死亡災害も発生している。熱中症は労働者の労働災害防止の観点からも、対策が必要な重要課題である。これまで、労働現場での熱中症予防対策としては、定期的な休憩や水分・塩分の補給、日頃からの体調管理、熱中症予防に関する教育などの労働衛生管理による対策が行なわれてきたが、具体的な対策内容や課題は、広く共有されていない。また、空調服やクールベストなどの熱中症対策製品の普及やIoT技術を使ったウェアラブルセンサーなどの先進的な対策が行なわれていることも知られているが、その実態は把握出来ていない。本年度、我々は「労働現場で行われている熱中症対策の現状調査」および「先進的な熱中症対策の抽出」を目的に調査票による調査を行った。

今回の調査では、調査票送付先1460事業所のうち287事業所より回答を得た(回答率19.7%)。現場での熱中症対策として、補水の励行(88.2%)、スポーツドリンクや経口補水液など補水飲料の指導(86.6%)、塩分摂取の指導(85.8%)、熱中症の教育(80.4%)、発症時の対策(85.0%)は多くの事業所で行われており、一方、補水量についての指導(43.9%)、作業短縮・中止(42.2%)など、具体的な指導は出来ていない実態が分かった。また、文書化されたマニュアルを作成している事業所は32.8%であり、体系的な対策が不十分な可能性も示唆された。特色のある熱中症対策としては、空調服やクールベスト、冷却スプレーなどの熱中症対策用品を用いている事業所が62.4%あり、一定の効果があったという回答がみられた。また、ウェアラブルセンサーなどIoT機器を用いた対策を導入している事業所が10件(3.5%)あった。

多くの事業所で休憩や水分・塩分の補給、日頃からの体調管理、熱中症予防に関する教育などの対策が通常の安全衛生活動として行われている現状が把握できた。また、設備改善や熱中症対策用品の導入など積極的な対策を行う事業所も多くあることがうかがえた。一方で、補水量や補水タイミング、休憩(作業中止)タイミングなどは、各事業所で取り組みに差異があり、今後、具体的な方策が示される必要があると考えられた。また、空調服などの熱中症対策用品については、主観的に有効であるとする事業所が多かったが、今後、効果的な導入法の検討が必要であると考えられる。今回の調査では、熱中症対策を進めるにあたっての課題も多く把握できたことで、今後の熱中症対策へ活かすことが出来る知見が集まったと考えられる。

## 分担研究者

山田晋平（産業医科大学産業保健学部安全衛生マネジメント学）

黒坂知絵（産業医科大学産業保健学部人間情報科学）

八谷百合子（産業医科大学産業保健学部産業・地域看護学）

上田陽一（産業医科大学医学部第1生理学）

東敏昭（産業医科大学学長研究室）

## A. 研究目的

熱中症は労働者に生命の危機をおよぼすこともある病態であり、労働災害防止の観点からも、予防すべき重要な課題の一つである。2018年の夏は猛暑が続き、熱中症の患者数も増加したため、社会的な課題としても注目された。このような状況の下、より効果的な熱中症対策や先進的な熱中症対策の知見を集めるため、平成30年度労災疾病臨床研究事業費補助金により本調査が行われた。今回の調査では、1) 労働現場で行われている熱中症対策の現状調査及び2) 先進的な熱中症対策の抽出を目的にアンケート調査票による調査を行った。

## B. 研究方法

総務省事業所データからランダムに選定し抽出された日本国内の事業所（1460カ所）に、郵送によるアンケート調査を行った。調査期間は、2018年8月～9月末日で、回答者は、事業所内安全衛生担当者とした。質問項目は、作業者に対する熱中症予防対策に関する事項、熱中症リスクの高い作業や作業環境に関する事項、管理体制に関する事項、先進事例・特色ある熱中症対策に関する事項、熱中症対策全般に関する事項であった。

尚、本研究は産業医科大学倫理委員会での承認を得て実施された。

## C. 研究結果

送付先1460事業所のうち287事業所より回答を得た（回答率19.7%）。業種では、製造業が57%と最も多く、建設業、医療福祉業など多業種より回答を得た。各質問項目に対する回答内訳と回答詳細を別添資料1に示す。（参照：別添資料1）

## D. 考察

### 熱中症予防対策に関する事項

「水分補給の励行はしていますか？」の質問に対し、88.15%が「はい」と答え、約9割の事業所において、熱中症対策における水分補給の励行は一般的な指導となっていることが分かる。

「水分補給の励行はしていますか？」の質問に「はい」と回答した事業所の中で、「補水飲料の種類は指導していますか？」の質問に対し、86.56%が「はい」と回答した。水分補給の励行時に、多くの事業所で「補水飲料の種類」も指導していることが分かった。

指導している補水飲料の種類に関しては、38.31%が「スポーツドリンク」を指導しており、23.81%が「経口補水液」を指導していた。経口補水液は、糖分と塩分の割合を調整することにより、腸管での水分吸収の効率を良くしていることから、脱水症状の改善には効果が高いとされている。暑熱環境での脱水改善にも効果が高いと考えられるが、市販のスポーツドリンクに比べて、コストがかかることから、熱中症の症状出現時の緊急対策用として現場に置かれ、特別な使い方をする場合が多いと考えられた。また16.88%が「水」の補水、12.55%が「お茶」の補水を指導していた。水やお茶のみの飲水が続いた場合は、体内の電解質濃度が低下し、熱中症の一つの病態である「熱けいれん」の発症リスクが高まると考えられる。コスト面の問題等もあり、水やお茶による補水しか出来ない場合もあるであろうと考え

られるため、「水」「お茶」による補水が中心になる場合は、適度な電解質補給を同時に指導する必要がある。

「補水タイミングは指導していますか？」の問いに対しては、82.61%が「はい」と回答し、補水タイミングも同時に指導している事業所が多かった。タイミングとしては、「作業前」が23.37%、「休憩時」が14.07%、「こまめに」が11.81%であり、「作業後」8.79%「口渇時」7.29%「作業者の判断」3.02%「大量発汗時」0.50%であり、熱中症リスクのある作業現場では、自覚症状を感じる前からの補水が励行されていることが伺えた。また、60分ごとや30分ごとなど時間を決めて定期的な補水を行っているケースも見られた。短時間に大量の発汗を伴う場合や口渇などの自覚症状をあまり感じない場合もあるため、作業前からの補水や定期的な補水が推奨されるが、作業現場でもこの考え方が通例として指導されていた。また、補水時は、一時的な小休憩も伴うことから連続作業による疲労軽減や体温上昇を軽減するためにも、こまめに定期的補水することは熱中症リスクを下げることに繋がると考えられる。

「補水量は指導していますか？」の質問に対しては、43.87%が「はい」と回答した。補水量に関しては、必要量が個人によって異なることや、現場状況によっても必要量が変わってくるなど、一定の指導が難しいことが考えられる。具体的な補水量としては、150～250mlが23.02%、コップ1杯が19.42%であり、作業前や各休憩時において、コップ1杯程度の補水は最低限行うように指導されていると考えられた。

「塩分摂取について指導していますか？」の質問に対しては、85.77%が「はい」と回答した。熱中症予防に塩分摂取が必要であるという知識は、一般に周知されていることが伺われる。実際の塩分摂取の方法としては、塩飴が49.55%と最も多かった。「熱中飴」など、熱中症対策用の飴が市販されているこ

となど、熱中症対策の一つのツールとして塩分入りの飴が認識され、現場で広まっていることが考えられる。また、飴は個包装されていることなどから、衛生的にも現場で取り扱いが容易であることなどが考えられる。「電解質の入った飲み物」は15.43%であり、スポーツドリンクや経口補水液で補水を行っている場合は、電解質が含まれているため、特に他の方法による塩分や電解質摂取は行っていない場合も考えられる。「塩タブレット」も14.84%の回答があったが、これも熱中症対策の商品が市販されていることなどから、熱中症対策として事業所が購入し労働者に配布している場合などがあると考えられる。塩タブレットも容易に塩分摂取が出来る方法として、現場に導入しやすい対策用品であると考えられる。

「休憩の励行はしていますか」に対し83.28%が「はい」と回答した。この中で「休憩のタイミングは指導していますか？」に対しては、81.59%が「はい」と回答した。具体的なタイミングについては、午前1回21.33%、午後1回19.94%であり、午前2回以上、午後2回以上に比べて多く、午前1回、午後1回の休憩が一般的なようであった。「環境温に応じて」は13.02%であり、事業所によっては、WBGT値などを参考に、連続作業の基準を決め、適度な休憩を取るよう作業管理を行っている事例もあった。休憩は、作業による身体負荷を軽減するためにも必要なものであり、定期的な休憩は熱中症予防において必要である。ただし、作業内容や作業場所などの状況によって、休憩が取れず、連続作業が続いてしまうこともある。また、作業者の自己判断に任せて休憩を取るよう指導する場合は、休憩を積極的に取れない場合があると考えられる。その場合は、現場監督者の判断で、管理として強制力を働かせながら休憩時間を確保する必要もあると考えられる。

「休憩場所の指導はしていますか？」に対しては、84.94%が「はい」と回答した。場所としては、「休憩所」「冷房設備のある休憩所」が併せて、52.39%

であった。「日陰」は17.78%であり、作業現場の状況により、休憩所までの移動が困難な場合などもあると考えられるが、日陰での休憩は、熱中症のリスク低減効果はあるものの、冷房設備がない場合は、体温低下の効果が少ないと考えられるため、より効果的な休憩方法が必要となる可能性がある。また、一部の回答に「車内」があった。休憩所が遠い場合などは、自動車の冷房を使用して、車内での休憩を指導している場合があり、各現場において工夫されていた。

「作業者の体調確認は行っていますか？」については、79.79%の事業所が「はい」と回答し、体調確認を行っていた。

「体調確認項目はありますか？」に対しては74.67%の事業所で、確認項目を設けて体調確認をおこなっていることが分かった。（主観的な）体調不良の有無の確認は11.88%であった。もっとも多かったのは、睡眠状況の17.73%で、その他に食事摂取（11.52%）、前日飲酒（10.99%）などの生活状況を確認する項目が見られた。自覚症状についての項目もあり、胃腸症状（下痢）（7.45%）、頭痛（7.45%）、嘔気（吐気）（6.56%）、発熱（5.14%）、風邪症状（3.37%）、めまい（2.48%）などの身体症状を確認する事業所もあることが分かった。現場監督者などが他覚的に顔色（4.79%）を確認して評価をしているという回答もあった。その他、回答に記載のあった項目としては、水分・塩分摂取（1.42%）、倦怠感（1.24%）、疲労状況（1.06%）、筋肉痛（こわばり）（0.89%）、発汗（0.71%）、服薬状況（0.53%）、血圧（0.53%）、立ち眩み（0.35%）、食欲（0.35%）、怪我（0.35%）、悪寒（0.35%）、腰痛（0.35%）、脱水症状（0.18%）、脱力感（0.18%）であった。

「体調確認のタイミングは決めていますか？」の問いに対しては、91.27%が「はい」と回答し、多くの事業所で、確認のタイミングを設定していることが分かった。タイミングとしては、始業前（39.57%）

や朝礼時（13.10%）といった、朝のタイミングで体調確認をおこなっている場合が多かった。また、暑熱作業などを行う前のタイミングで作業前（11.50%）や車両運行前（0.27%）など重要な作業の前に体調確認をおこなっている場合もあった。休憩時（20.05%）も回答が多く、朝のタイミングに加えて、休憩毎に体調確認をおこなっている場合も多いと思われた。作業中（2.41%）、業務中（0.81%）であり、一旦作業が始まると、体調確認は難しい状況もあるものと考えられる。終業時（8.56%）であり、終業時点での体調の確認が行われている現場もあった。

### 熱中症リスクの高い作業について

「貴事業所において熱中症リスクが高いと考えられる作業現場や作業職種の方はいますか？」の問いに、78.05%が「はい」と回答し、多くの事業所で熱中症の高リスク作業が存在し、対策を講じる必要があると考えられた。具体的な作業現場や職種に関する回答は、もっとも多かったのは、屋外作業であり、製造業においても、炉の周辺作業（42例）、熱源付近での作業（31例）に比べ、屋外作業（51例）、炎天下作業（19例）と回答した事業所が多く、屋外作業や炎天下作業が熱中症リスクが高いと認識されていることが分かった。また、運輸卸売業の他、専門技術・サービス業や教育・医療福祉などの業種でも回答されており、製造業や建設業に限らず熱中症予防対策が必要な作業が存在することが伺える。

「作業環境温等の評価をしていますか？」の問いに対しては、80.14%が「はい」と回答し、作業環境の評価が行われていることが分かった。具体的な評価指標としては、WBGT（37.44%）、温度（27.80%）、湿度（20.85%）が多く回答されており、実測値に基づく環境評価が行われていることが分かった。また、天気予報による予測（6.05%）、環境省情報（1.12%）、気象協会熱中症情報（0.45%）など公共に発信される情報を参考にしている例も見られた。



測定頻度としては、連続測定（26.02%）と最も多く、連続測定した上で、適宜測定値を参考にして熱中症予防に役立っている例が多いものと思われた。1日1回（11.79%）や始業前（9.35%）に関しては、1日1回の測定でも、その日の状況を大まかに推測できることから、朝の時点でその日の熱中症リスクを予測して事前に対策を講じている事業所もあると考えられた。

「熱中症リスクの高い現場近くに休憩所は設置されていますか？」に対しては、74.22%が「はい」と回答した。リスクの高い現場の近くに休憩所を設置する努力は各事業所において行われているものの、現場状況などの理由で、近くに休憩所を設置することが困難な場合もあると考えられた。

「空調設備（エアコン）はありますか？」に対しては、96.71%で「はい」と回答があり、ほとんどの休憩所には空調設備があり、体を冷やすことができる環境があることが分かった。エアコンの設定温度に関しては、28℃（22.86%）、26℃（16.43%）、25℃（12.14%）の順に多く、その他（10%）では、現場によって異なる、状況に応じて現場に任せている、といった回答も見られた。

「休憩所に熱中対策の設備があれば具体的に教えて下さい。」の質問では、冷蔵庫（30.80%）、扇風機（18.44%）、エアコン（14.10%前述あり）、製氷機（8.89%）、スポットクーラー（7.38%）、冷水器（7.18%）、シャワー（2.82%）、自動販売機（2.60%）、冷凍庫（1.30%）、ミストシャワー（0.87%）の順となった。その他では、かき氷なども対策に使っている事業所も見られた。

「ここ数年のうちに熱中症予防のための設備改善は行われましたか？」に対しては、64.81%が「はい」と答えていた。多くの企業で熱中症対策は進めているものの、設備改善までは行っていない事業所もあると考えられる。具体的な設備改善の内容としては、空調設備の導入（40.70%）が最も多く、扇風機（ファン）の設置（18.25%）、スポットクーラーの設置

（15.44%）と続いた。扇風機は、クールファンやジェットファンといった、より効果の高いタイプの扇風機が導入されている例も見られた。設備改善としては、ひさしの設置や、輻射熱防止の壁設置などは見られたが、暑熱環境を改善するための作業場所全体の改善などはほとんど見られなかった。

## 管理体制について

「熱中症防止のために、作業時間の短縮や作業の中止を行うことがありますか？」の質問に対し、「はい」は42.16%であり、作業の短縮や中止までは行わない事業所の方が多かった。「作業中止（短縮）の基準を設けてますか？」の質問に対しては、「はい」は52.89%であり、具体的にはWBGTに応じてが44.16%、気温に応じてが15.58%であり、WBGT値が基準に用いられることが多いことが分かった。

### <具体的なWBGT値や環境温による中止基準の例>

- 天気予報で高温の予測が出ているときは作業時間を2時間→30分、1時間、1時間半に短縮
- WBGT30以上はライン停止または休憩
- 気温が33℃を超えた場合は休憩10分/時
- WBGT値28℃以上のときは、1時間ごとに10分間休憩
- WBGT30超えの場合、炎天下作業中断又は作業時間短縮（休憩時間を長くする）
- 気温が33℃を超える場合は屋内待機する
- 予想最高気温が35℃を超える場合は室内仕事に移行
- 屋外作業WBGT32以上の場合 30分毎に休憩 5～10分/回
- 一部の職場でWBGT31℃以上で作業中止
- 35℃以上で屋内作業に変更
- WBGT値30以上作業中止
- WBGT33℃以上で中止
- WBGT31以上は休憩をこまめにする

- WBGTが「危険」を示す場合は1時間以上の連続作業を控え、5分程度の休憩をとる
- WBGT31以上予報で作業責任者が、早出や中止や工事時期の変更（秋以降にする）などを判断
- 緑化作業についてはWBGT30℃以上の場合中止
- 33℃で注意喚起 35℃で作業制限
- 37℃超時に作業を1時間停止
- WBGT28℃以上の注意喚起、作業60分毎の給水タイム注意喚起
- 温度、湿度、黒球温度などより算出。  
（例）中等度作業、炉前、風を感じない。  
35℃40%→116分 35℃80%→21分
- WBGTにより5段階 30分～120分で休憩15分
- WBGT35℃以上30分以上の作業禁止
- 35℃↑の時は作業見送り（やむを得ない場合除く）
- WBGT34℃以上の場合1時間おきに休憩

これらの、具体的中止基準は、他の事業所で中止基準を作成する際の目安になることが考えられる。

「熱中症発症時の対策はおこなれていますか？」の質問に対しては、85.02%が「はい」と回答した。

「現場に熱中症対策の救急備品は設置していますか？」に対しては、86.48%が「はい」と回答。備品内容としては、経口補水液(34.36%)、保冷剤(27.49%)、応急セット(13.27%)、氷(4.74%)、スポーツドリンク(4.03%)、水(2.61%)などが挙げられた。経口補水液が緊急時の補液として用いられていることや、熱中症発症時は、補液と身体の冷却が必要であることが周知されていることが伺える。熱中症患者搬送用の担架や身体冷却用に冷却タオル、うちわ、コールドスプレーなどを設置している例もあった。また、事業所内に診療所がある場合は、医師の駐在時は、すぐに点滴による補液が出来るように、点滴セットを用意している例もあった。熱中症発症時は、早急な治療が必要になってくるため、事業所内の診療所で直ぐに処置が出来れば、熱中症患者の致死率

を下げることに貢献できる可能性もあると考えられる。

「熱中症発症時のマニュアルはありますか？」の質問では、60.25%が「はい」と回答した。記載内容としては、初期対応方法(37.07%)、重症度確認方法(11.58%)、緊急連絡先(25.10%)、搬送基準(8.88%)であった。初期対応方法では、身体の冷却方法などを具体的に示す例などもあった。内容は、厚労省のマニュアルを参考にしているとした回答が複数あった他、教育時に説明されているとする回答も複数あった。

「医療機関受診の基準はありますか？」の質問に対しては、73.36%が「はい」と回答した。具体的には、症状がある時(26.30%)、症状が続く時(20.74%)、意識障害がある時(20.37%)、水分摂取不可能な時(12.96%)であった。何らかの症状がある場合は、すぐに医療機関を受診するような基準となっている事例の他、しばらく経過を見て状況が改善しない場合に医療機関を受診するような基準になっている事例などの違いが見られた。Ⅰ度又はⅡ度の熱中症で症状が改善しない場合。Ⅲ度熱中症の場合（救急搬送）など現場で重症度を判断した上で受診を検討する例もあった。また、事業所内に医師または保健師（看護師）などの医療スタッフがある場合は、何らかの症状があった場合は、すぐに専門スタッフに連絡し、医療専門スタッフが医療機関受診の可否を判断するとしている事業所も複数みられた。

「熱中症予防対策の教育は行っていますか？」の問いに対し、80.49%が「はい」と回答。

「教育のタイミングは？」の質問に対しては、年1回が29.33%で最も多く、時期として、6月(13.78%)、5月(10.26%)、7月(8.50%)、8月(4.11%)の順に多かった。また、月1回(5.87%)、年2回(4.11%)、年3回(2.05%)と複数回実施している例も見られた。

「教育方法を具体的に教えてください」の質問に対しては、講習会(講演会・研修会)(28.41%)が最も

多く、管理者からの伝達（18.11%）、チラシ（ポスター・パンフレット等）（19.22%）、安全衛生委員会（11.70%）、メール（5.85%）、eラーニング（2.51%）の回答が得られた。講演会、研修会などでは、一定の時間を費やし講師から直接話を聞くことで、教育効果は高いと考えられるが、チラシ、ポスター、メール等は啓蒙活動としては効果があると考えられるが、どの程度本人に伝わるかは受け取りかた次第となってしまう。管理者からの伝達では、管理者の伝えかたや技量によるところも多く質が担保されない。Eラーニングは、一定の教育効果があると考えられるが、コストがかかるなどの問題があると考えられる。より効率的な教育方法は今後も検討が必要であると考えられる。

「教育内容を具体的に教えて下さい。」という質問では、予防方法（34.82%）、対応方法（30.19%）、熱中症の症状（19.73%）などの内容が盛り込まれているようであった。

「文書化された熱中症マニュアル（対策指針）はありますか？」の質問に対しては、32.75%が「はい」と回答した。策定レベルは、全社レベル（46.39%）、事業所レベル（32.99%）、事業所レベル（32.99%）、部署部門レベル（12.37%）、現場レベル（4.12%）であった。文書化されたマニュアルを策定している事業所は、全体の3割程度に留まり、策定レベルとしては全社レベルが多いことから、全社的な対応マニュアル（対策指針）を策定している企業では、全社的な取り組みとして熱中症対策が行われていることが伺われた。

「熱中症対策備品は導入していますか？」の質問に対しては、62.37%が「はい」と回答した。使用経験のある対策備品では、空調服（107例）、クールベスト（70例）、ネッククーラー（77）、冷却スプレー（57）、瞬間冷却剤（8）、ミストシャワー（37）、スポットクーラー（18）、ミスト扇風機（ミストファン）（6）、クーレット（7）の回答が複数回答

として挙げられた。その他の少数回答の中にも、有用な情報が含まれていることから、別添資料1を参照されたい。

「特に、効果的だと感じる対策用品があれば教えてください」の質問に対しては、空調服が37.50%で最も多く、クールベスト9.72%、ミストシャワー5.56%、クーレット4.86%、スポットクーラー4.17%、ミスト扇風機（ミストファン）（0.69%）、冷却スプレー（3.47%）、瞬間冷却剤（1.39%）であった。あくまで個人の意見や安全担当者の主観的な見解であるが、空調服やクールベスト、クーレットといった体幹の温度上昇を抑制するための対策用品は一定の効果があるものと考えられる。

「これまで実施した熱中症対策で効果があったと感じた対策」については、多くの回答が寄せられ、大きく分類すると、

- 作業環境管理（空調等の設備改善、対策機器の導入等）
- 服（空調服、クールベスト）
- 休憩・水分補給
- 確認、声かけ
- 環境管理（WBGT、温度管理）
- 教育

に分類された。その他では、校内放送での呼びかけ強化や熱中症グッズにおいても有効とする回答もあった。これは、あくまで主観的感想であり、現場状況によっても有効性や使用利便性が異なってくると思われるが、この回答の中からヒントを得ることはできるため、別添の結果資料はとても大切であると考えられる。

「熱中症対策を行う上で、困っていることがあれば教えて下さい。」の質問に対しては、

- 省エネ・環境問題
- 本人・自覚の問題
- 費用・予算・コストの問題
- 作業との兼ね合い・中止できない

- 個人要因・個別対応
- 判断の難しさ

に大きく分類される回答がみられた。

その他では、「熱中症」の定義があいまい、制限以上の飲み物を持っていかれる、経口補水液が入手困難であったなどの回答も見られた。

「今後、導入を検討している（導入したい）熱中症対策があれば教えてください」の質問に対しては、

- 空調、スポットクーラー（17件）
- ウェアラブルセンサー（IoT機器）（15件）
- 空調服（9件）
- WBGT測定による対策（5件）

といった回答があり、予算が許せば、空調設備の増設や空調服などを導入したいという意見がうかがえた。また、ウェアラブルセンサー（IoT機器）に関しても、効果は未知数であるものの、先進的な対策として注目を受けていることもあり、今後の導入を検討している企業があることが分かった。

「今後、熱中症対策を行う上で、必要な情報や必要とされる公的機関の支援などあれば教えてください。」の質問に対しては、熱中症対策を実施する際の、費用面での補助を求める意見や、効果的な予防方法や教育内容の情報資料を求める意見が見られた。また、コンサルタント派遣や熱中症対策に対する法的な措置など、さらに踏み込んだ対策を求める意見も見られた。少数意見にも、参考になる回答が多くあり、別添資料1に回答詳細を示した。

#### D. 結論

猛暑により熱中症が社会的な問題になったこともあり、多くの事業所で熱中症対策が行われ、休憩や水分・塩分の補給、日頃からの体調管理、熱中症予防に関する教育などの対策が通常の安全衛生活動として行われている現状が把握できた。また、設備改善や熱中症対策用品の導入など積極的な対策が行わ

れている現状が把握できた。一方で、補水量や補水タイミング、休憩（作業中止）タイミングなどは、各事業所で取り組みに差異があり、今後、具体的な方策が示される必要があると考えられた。また、空調服などの熱中症対策用品については、主観的に有効であるとする事業所が多かったが、今後、効果の検証や導入法の検討が必要であると考えられる。また、予防対策を行う上での経済的補助や必要な情報提供、対策をより促進させるための法整備などの必要性も示唆された。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

なし

##### 2. 学会発表

丸山崇、山田晋平、黒坂知絵、八谷百合子、上田陽一、東敏昭  
企業における熱中症対策の現状と先進事例調査  
第92回日本産業衛生学会、名古屋国際会議場  
(2019年5月)

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

##### 1. 特許取得

なし

##### 2. 実用新案登録

なし

##### 3. その他

なし

## 熱中症予防対策におけるウェアラブルセンサー（IoT 機器）活用に関する調査

研究代表者： 丸山 崇 産業医科大学 医学部 第1生理学 准教授

### 研究要旨：

近年、インターネット技術やセンサー技術の進歩もあり、ウェアラブルセンサーにより生体指標や環境指標を計測し、そのデータを元に、熱中症の危険性を推定し早期に警告を出すシステムなどが開発されている。このようなInternet of Things(IoT)技術を利用した先進的な熱中症対策は、メディアでも取り上げられ注目を集めており、実際に労働現場で使用されていることが知られている。しかし、その使用実態やこれらの技術がどの程度効果的な対策となりうるか、検証は不十分である。今回、我々は「熱中症予防対策におけるウェアラブルセンサー（IoT機器）活用の実態を調査する」ことを目的に本研究を実施した。

本年度、当研究事業で実施した、「労働現場における熱中症対策の実態及び先進事例の調査」による調査票を用いたアンケート調査において、「IoT機器（ウェアラブルセンサーやスマートフォンなど）を利用した熱中症予防システムを導入していますか？」の質問を行い、実際に労働現場において、熱中症対策にIoT機器（ウェアラブルセンサー）が使用されている事例を抽出した。その中で、10件（3.48%）の使用報告があり、この中で、7件（4製品）がウェアラブルセンサーによって生体指標を計測し、体調変化などの予測を元に熱中症対策に応用している事例であった。

これらIoT機器（ウェアラブルセンサー）導入実績のある、事業所を訪問し、導入効果や課題についてヒアリング調査を行った。導入効果としては、導入現場では、熱中症症例は発生しなかった、予防行動に繋がった、個人毎の対策を立てやすくなった、効果的な休憩方法が見つかったなどの現場の声が聞かれ、一定の効果があったことが伺えた。また、通信が切れることがあった、アラームが多く鳴ることがあり、作業途中で対応できないことがあった、受信端末を持つ必要があり不便である、などの意見もあり課題も残る現場が把握できた。また、ウェアラブルセンサーの導入にあたり、費用対効果の面でこれ以上の導入が困難と考えている例も多くあった。現状では、暑熱環境で熱中症リスクの高い職場や個人毎に暑熱暴露量が異なり熱中症リスク評価が難しい作業現場などに限定した形で、優先的に導入する事例が多かった。今後は、価格面で低コスト化が進めば更に普及すると考えられる。

さらに、実際に労働現場において導入実績のある4製品について、開発業者へ調査を行った。予測に使われる生体指標としては、心拍パルス情報、加速度による体動の情報、衣服内や環境の温度情報などであり、各開発事業者において予測ロジックを開発し、本人や管理者への通知システムを構築していた。各開発事業者とも熱中症警告アラームを鳴らすロジックや通信システム等は、現状にとどまらず、常に改良を重ねており、年々、その精度や使いやすさは向上していた。今後、更なる機器改良が行われ、利便性に優れ、精度の高いIoT機器やシステムが構築されれば、労働現場での熱中症予防に繋がることが期待出来ると考えられた。

## 分担研究者

山田晋平（産業医科大学産業保健学部安全衛生マネジメント学）

黒坂知絵（産業医科大学産業保健学部人間情報科学）

八谷百合子（産業医科大学産業保健学部産業・地域看護学）

上田陽一（産業医科大学医学部第1生理学）

東敏昭（産業医科大学学長研究室）

## A. 研究の背景および目的

熱中症は暑熱環境において労働などの身体活動を行うことにより、脱水や電解質の喪失、深部体温の上昇などの身体影響が引き起こされ、時に生命の危機に至ることもある病態である。暑熱環境の作業現場では、日々の体調管理、作業前の体調確認、飲水の励行、電解質の摂取、適切な休憩等の熱中症予防対策が行われてきたが、熱中症による労働災害は完全には防ぐことが出来ていない。近年、インターネット通信技術の発展やセンサー技術の発展に伴い、Internet of Things(IoT)技術を用いて、体調変化を推測し、熱中症予防に応用する機器の開発が進んできている。本年度の当事業で実施した調査研究、「労働現場における熱中症対策の実際及び先進事例の調査」による調査票を用いたアンケート調査においても、「IoT機器（ウェアラブルセンサーやスマートフォンなど）を利用した熱中症予防システムを導入していますか？」の問いに対し、「はい」と回答した事業所が10件（3.48%）あった。現場導入実績のある、この10件に対しヒアリング調査および製品調査を行い、現場で熱中症防止や体調不良の検出のために用いられているIoT機器やそのシステムの詳細、現場運用時の効果、運用にあたっての問題点等を抽出した。

## B. 研究方法

### a.調査票による調査

「労働現場における熱中症対策の実際及び先進事例の調査」による調査票において、「IoT機器（ウェアラブルセンサーやスマートフォンなど）を利用した熱中症予防システムを導入していますか？」に「はい」と回答した10事業所に対し、電話でのヒアリングを行った。また、その中で承諾の得られた事業所に対して、現場訪問し、安全衛生担当者やシステム導入の担当者に直接ヒアリング調査を行なった。さらに、生体情報をもとにした熱中症予防システムと考えられる機器に関しては、開発および販売を行う販売元の担当者に製品詳細をヒアリングし、所定のフォーマットに記入回答を依頼した。

### b.IoT機器導入事業所への現場調査

IoT機器（ウェアラブルセンサー）を熱中症対策に使用していると回答した事業所の中で、生体指標を用いた熱中症予防システムを導入している事業所に依頼し、承諾が得られた5事業所に訪問し、実際の機器の詳細や使用現場、使用時の感想等のヒアリングを実施した。

### c.ウェアラブルセンサー開発企業に対するインタビュー及び調査票調査

調査票調査において、現場での使用実績のある、生体指標を用いたウェアラブルセンサー（IoT機器）を開発・販売している企業に対し、ヒアリング調査及び調査票による調査を行った。

内容は、製品概要に加え、b.IoT機器導入事業所への現場調査で確認できた、使用実績を含め、調査票を完成させた。

## C. 研究結果

### a.調査票によるIoT機器（ウェアラブルセンサー）事例の抽出

「労働現場における熱中症対策の実際及び先進事例の調査」による調査票において、「IoT機器（ウェアラブルセンサーやスマートフォンなど）を利用した熱中症予防システムを導入していますか？」に「は

い」と回答した事業所は10件であった。この10件の業種は、7件が製造業、2件が建設業、1件が学術研究であった。

この中で、心拍パルス情報や加速度による身体活動などの生体情報をセンシングし体調変化や熱中症に関するリスク評価を行い、熱中症予防システムを構築している事例が7件あり、製品としては4製品が報告された。また、2件はWBGT等の環境状態を持続計測し、作業者に伝えることで熱中症予防行動を促すシステムであった。1件は、スマートホンやメールを使用した安否確認システムを用いて、熱中症予防対策をおこなうシステムであった。

「IoT機器の使用場所は決めていますか？」の問いに対しては、

- ・空調設備の無い部屋
- ・屋外作業で使用
- ・土木現場2現場、建築2現場で試験的に導入
- ・屋外土木作業のみ
- ・製鋼暑熱職場で使用

の回答が見られた。

現場への導入にあたっては、部署を限定し、試験的に導入している事業所が多く、暑熱環境で熱中症リスクが高いと考えられる作業現場に優先的に導入されている状況であった。

「システム導入による効果はありましたか？」の問いに対しては、

- ・熱中症の予兆を検出できた。
- ・熱中症に対する各職員の意識向上につながった。
- ・常に現場および管理部門で状況がわかるため、必要時に現場への情報発信ができた。
- ・アラームにより、作業を中止することが出来た。
- ・WBGT値を指標に、注意することが出来た。

という、一定の導入効果がみられたという回答が得られた。

また、

- ・データが取得できることが確認できた。

・効果を検証中。

・実運用に向けてデータ取得を続けている。

という回答もあり、現状では試行段階であり、熱中症予防に効果的な使用が出来るかどうかは、今後の運用やデータ利用に期待している状況が伺えた。

「運用にあたっての問題点はありましたか？」の問いに対しては、

- ・もっとスマートで簡易な装置開発が必要
- ・熱中症リスクの判断としてはデータ解析等最適化する必要がある。
- ・費用対効果が悪い。
- ・アラーム多発。違検出。

という回答があった。装着のし易さなどを含めて、装置自体の問題や導入コストの問題、データ解析や熱中症リスク評価に基づくアラートの出し方の問題などが存在することが把握出来た。

<別添資料1 調査結果参照>

## b.IoT機器導入事業所への現場調査

IoT機器を熱中症予防や暑熱環境での体調管理に使用した実績のある5事業所（製造業4事業所、建設業1事業所）の現場訪問及び現場担当者へのヒアリング調査を行った。

### ①導入経緯について

- ・本社でIoT機器の導入が決まり、社内で実施事業所に選定された。
- ・前年に熱中症が複数発生し、熱中症対策が急務であったところ、新聞紙でIoT機器を使った熱中症予防の記事を見て、安全衛生担当者がメーカーに連絡を取った。
- ・安全衛生担当者が興味を持ち、複数製品の情報を集めた上で導入機器を選定した。
- ・センサー機器メーカーと共同開発を行いながら、現場実装を進めている。

### ②導入にあたっての現場の状況、現場からの意見

- ・使用方法を使用する社員に伝えるため、安全担当者が機器に習熟する必要があった。

- ・現場社員に説明会を開く必要があった。（説明は機器メーカーが担当してくれた。）

- ・暑熱環境で機器が破損するのではないかと不安があった。

- ・ほとんどの現場社員は、抵抗感なく受け入れてくれた。

### ③導入後の現場の状況、現場からの意見

（導入効果）

- ・これまで熱中症が発生していた現場で、IoT機器導入後は熱中症が発生していない。

- ・これまでではきつくても時間になるまで休憩が取れなかった、アラーム警告が鳴った場合には休憩をとる必要があるため、休憩を取りやすい。

- ・効果的な休憩の取り方が分かった。（休憩時間をしっかり取ると、その後の警告が少なくなるなど）

- ・同じ暑熱作業現場でも、個人ごとの体調が異なるため、個人ごとの対策が出来るのが非常に良い。

- ・事務所内でも、現場の状況が分かるため、暑熱環境で作業する作業者の状況を理解しやすい。

- ・作業現場ごとの特徴が分かり、今後の対策を立てやすい。

- ・個人ごとに自分のデータを見直すことで、自覚的な体調変化を客観的に見て、休憩時間などを自分で調整しやすくなった。

- ・アラームは1現場で1日10件程度で、対応も確実に出来た。

（問題点）

- ・スマートホンなど受信端末を持つ必要があり、不便である。（既に会社から支給された電話（PHS）を一台携帯しているところに、もう一台持つ必要がある。）

- ・通信が切れることがある。

- ・アラームが多くなることもあり、作業途中で対応できないことがある。

- ・センサー接触部分にアレルギー反応が起こる社員がいた。

- ・汗が多い場合は破損の危険性があるのでは無いかと不安になる。（実際に破損事例は無かった。）

- ・トイレに座る際などに誤動作が見られた。

- ・充電時にデバイスが熱を持つ。

### ④改善が期待される場所

- ・アラーム警告の精度の向上

- ・位置情報などの機能追加

- ・受信端末を軽量化または不要にする

- ・環境温度（WBGTなど）センサーやガスセンサーなども搭載して欲しい。

### ⑤その他、現場からの意見

- ・データ取得の意味でも、数年間は継続して使用したい。

- ・熱中症対策の意識向上のためにも導入効果はある。

- ・効果的な休憩方法などの熱中症対策を発見できる可能性がある。

- ・個人が自分のデータを見直すだけでも効果がある。

- ・シャツ型の場合は、多くの交換用シャツを渡す必要がある。

- ・熱中症リスクの非常に高い作業現場は、作業時間の短縮など、これまでに既に多くの対策が行われており、IoT機器を新たに使う意義は少ない。新たな作業現場、熱中症リスクが予想できない現場、一人作業が多い現場などでの使用に意義があると考えられる。

- ・多くの作業者に付けてもらいたい、現状では費用が捻出出来ない。

### c.ウェアラブルセンサー開発企業に対するインタビュー及び調査票調査

「労働現場における熱中症対策の実績及び先進事例の調査」による調査票において抽出された、生体指標をセンシングする、現場導入の実績があるウェアラブルセンサー（IoT機器）は4機種であり、各メ



ーカーへの調査によって別添資料2のウェアラブルセンサー（IoT機器）製品概要が作成された。

#### D. 考察

「労働現場における熱中症対策の実際及び先進事例の調査」による調査票において、IoT機器（ウェアラブルセンサーやスマートフォンなど）の利用経験のある事業所は10件であり、全体から見ると3.48%高い割合ではなく、まだまだ試行段階であると考えられる。しかし、導入に興味を持つ事業所は存在し、今後の広がりには期待できる。予測に使われる生体指標としては、心拍パルス情報、加速度による体動の情報、衣服内や環境の温度情報などであり、各開発事業者において予測ロジックを開発し、本人や管理者への通知システムを構築していた。

導入実績があった事業所の調査で聞かれた導入効果は、「IoT機器を導入した現場では熱中症が発生しなかった」ということである。これが、IoT機器による本当の効果であるか否かは今後の検討が必要であるが、データを本人がフィードバックして予防行動の促進に繋がるなど、総合的な作用によって熱中症が未然に防がれた可能性はある。今後の課題としては、アラーム警告の精度向上やスマートホンなど受信端末の簡素化が大きな要点であると考えられる。また、導入にあたっては、費用の捻出も大きな課題であると考えられた。

#### E. 結論

ウェアラブルセンサー（IoT機器）を熱中症予防に用いる取り組みは、既に一部の事業所で実用され、一定の成果を上げていることが分かった。一方で、未だ発展段階であり、機器の簡易化、体調変化の予測精度向上などの課題を残している実情が把握できた。

#### F. 健康危険情報

なし

#### G. 研究発表

1. 論文発表  
なし
2. 学会発表  
なし

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得  
なし
  2. 実用新案登録  
なし
  3. その他  
なし
-



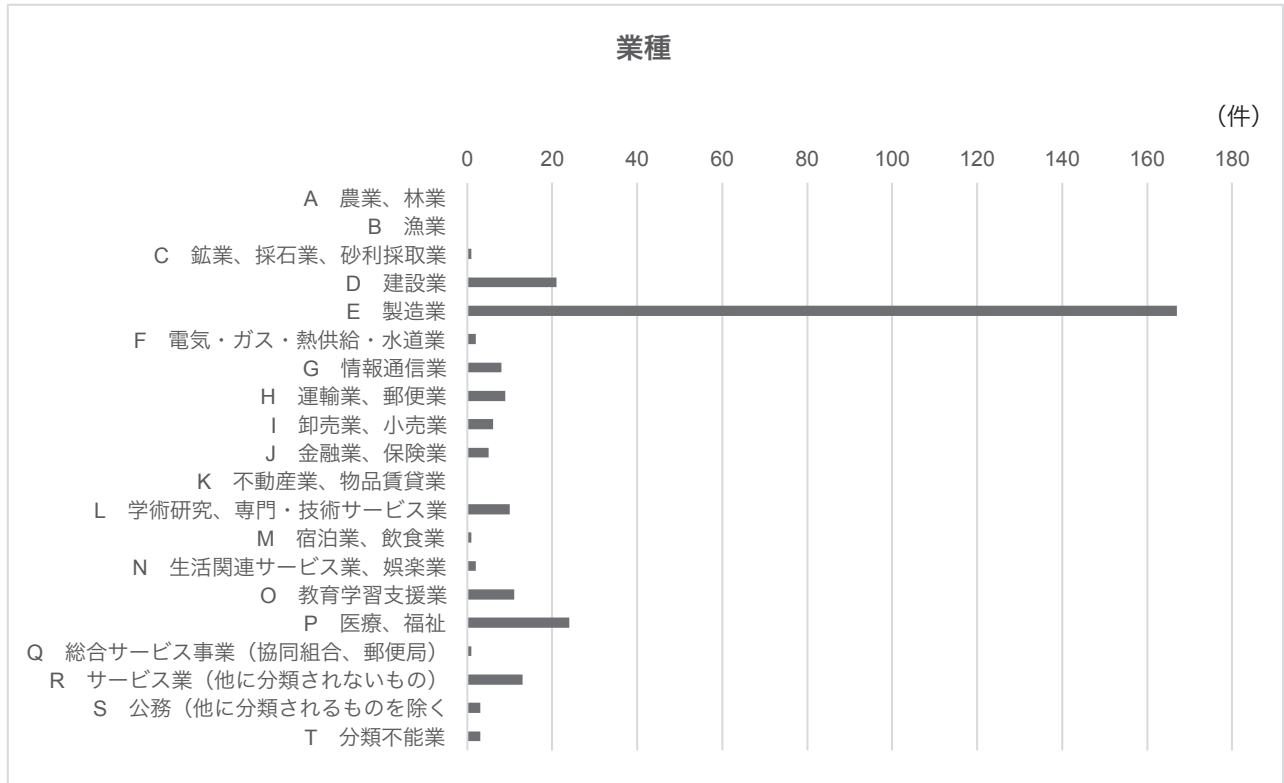
企業における熱中症対策の現状と先進事例調査[調査結果]

調査票回収件数:287 事業所(送付先 1460 事業所)

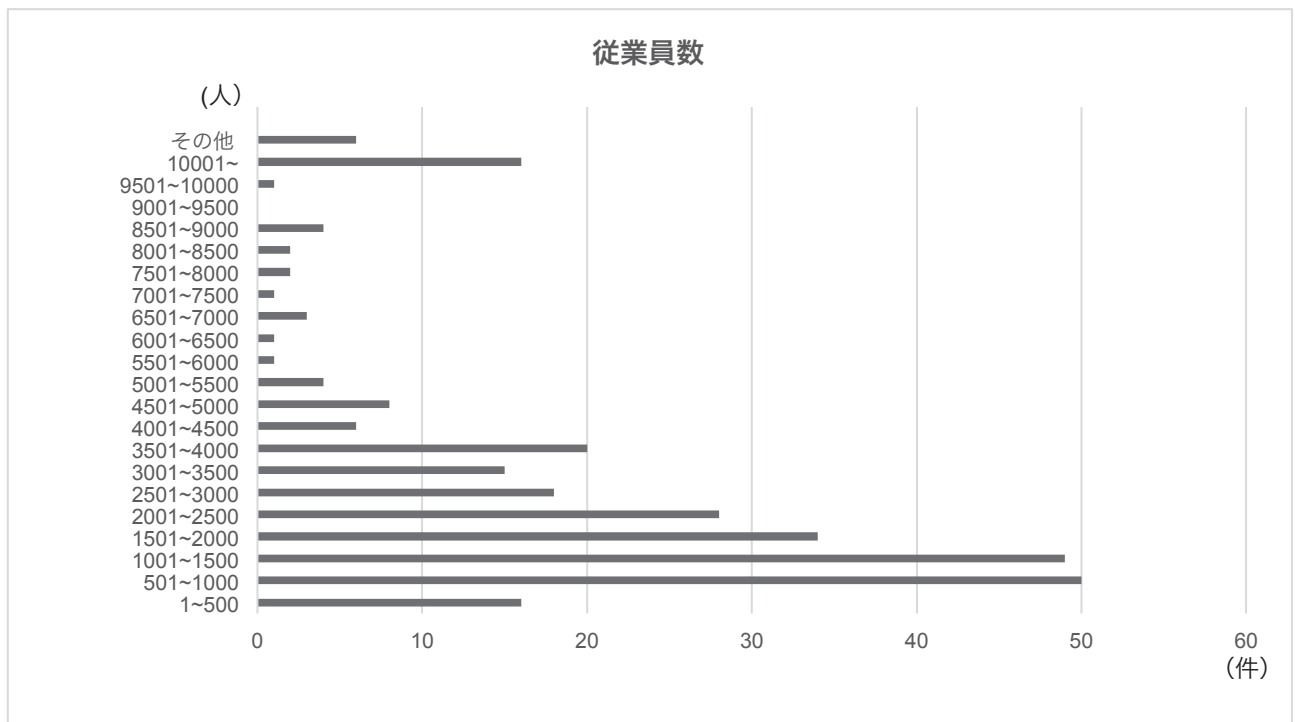
回答率:19.7%

回答企業属性:

①業種

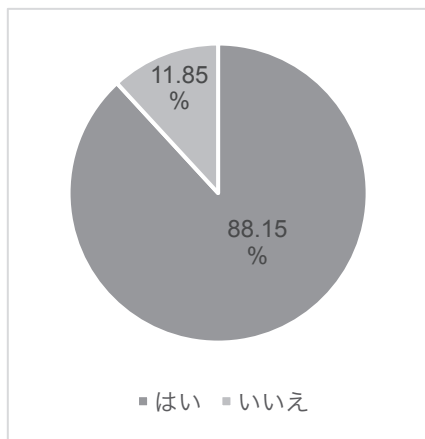


②従業員数



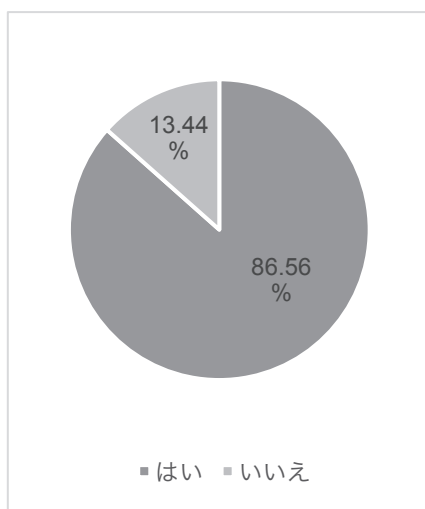
1 水分補給の励行はしていますか？

(はい) 253 (いいえ) 34

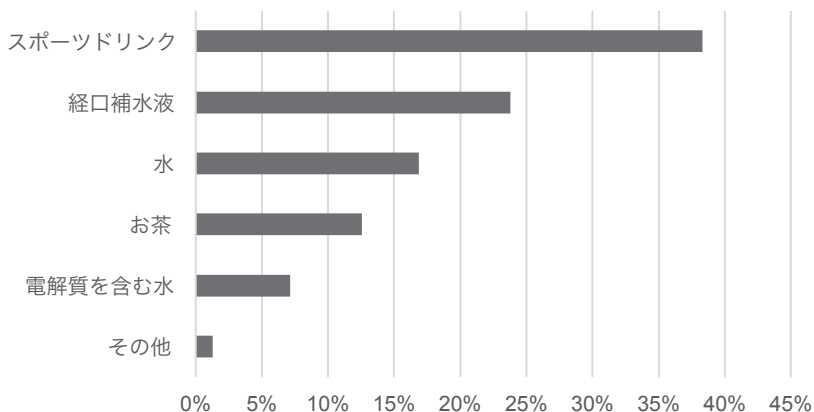


1-1 補水飲料の種類は指導していますか？

(はい) 219 (いいえ) 34

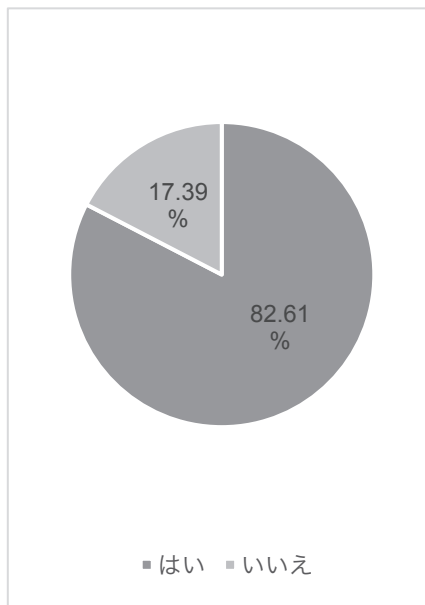


「はい」の場合、具体的に

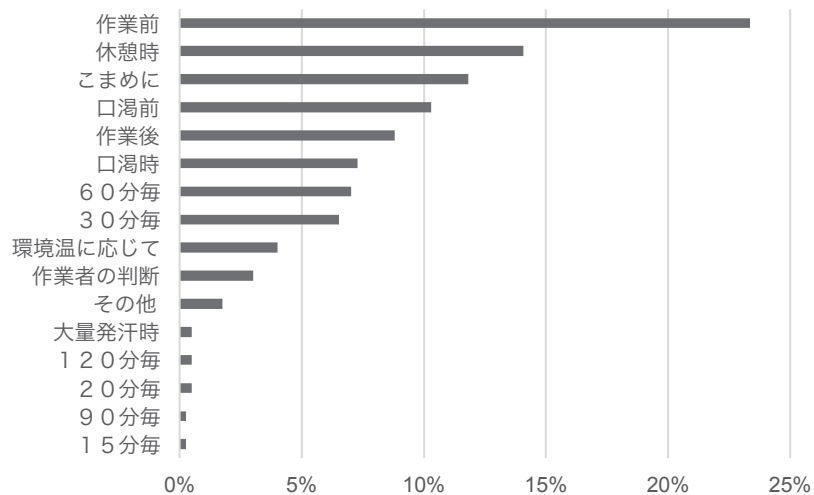


1-2 補水タイミングは指導していますか？

(はい) 209 (いいえ) 44

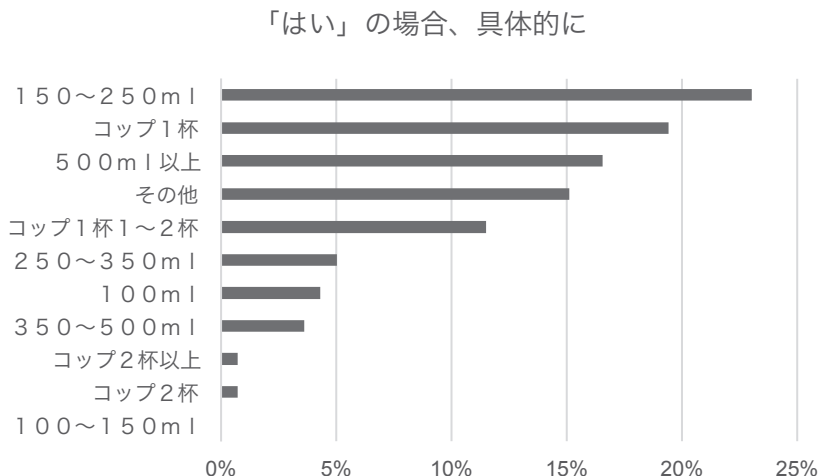
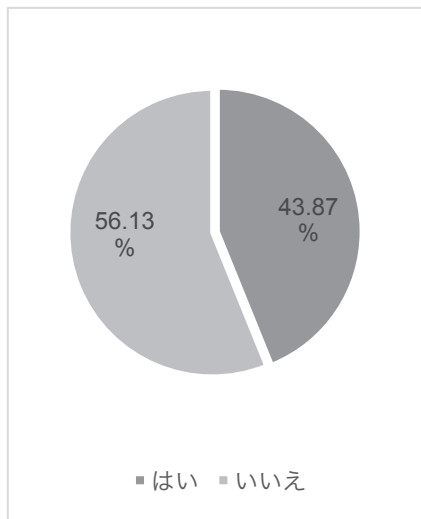


「はい」の場合、具体的に



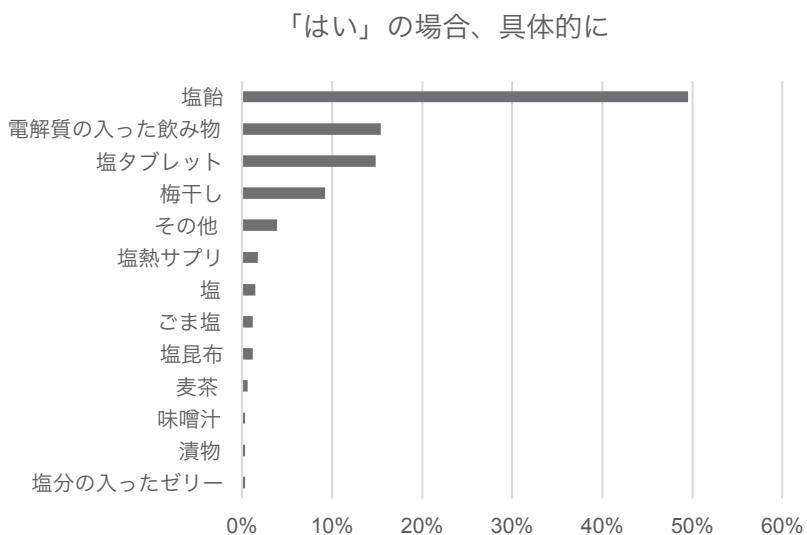
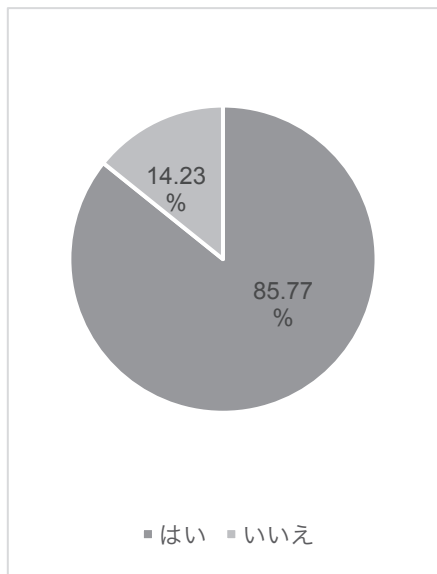
1-3 補水量は指導していますか？

(はい) 111 (いいえ) 142



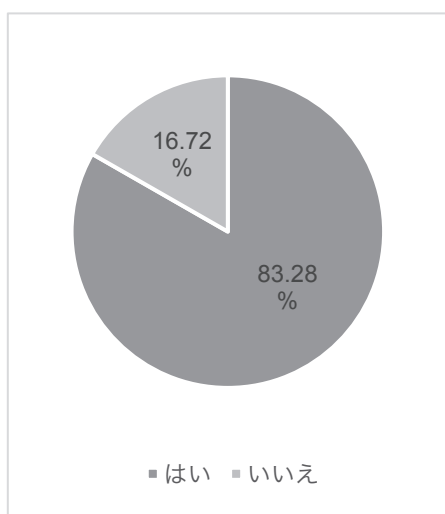
1-4 塩分摂取について指導していますか？

(はい) 217 (いいえ) 36



2 休憩の励行はしていますか？

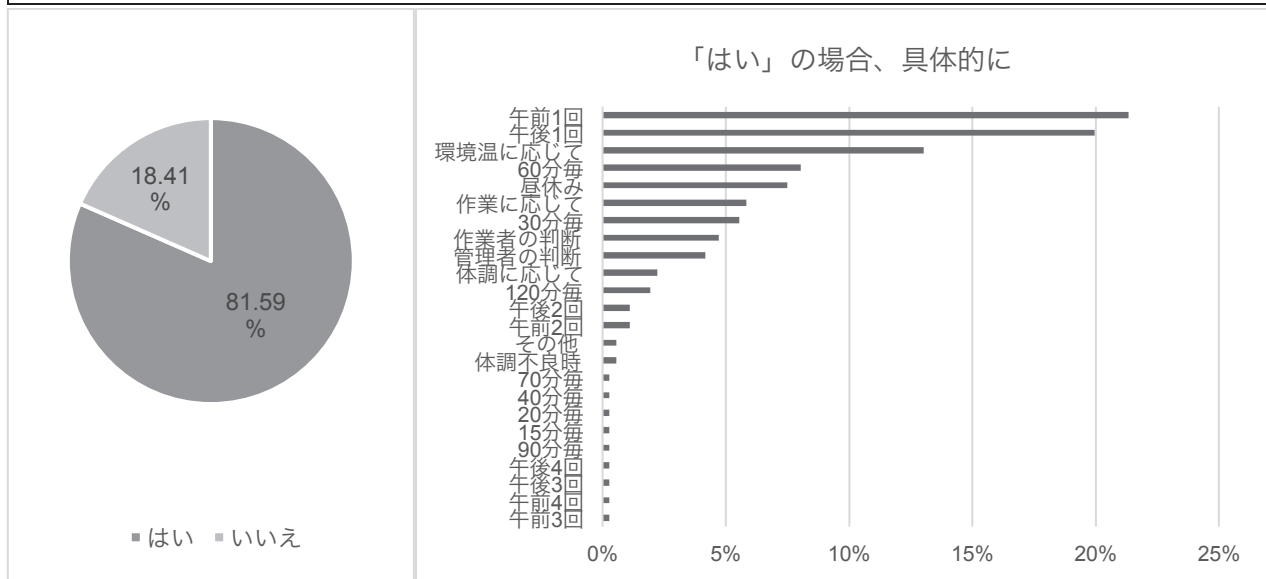
(はい) 239 (いいえ) 48



2-1 休憩のタイミングは指導していますか？

(はい) 195

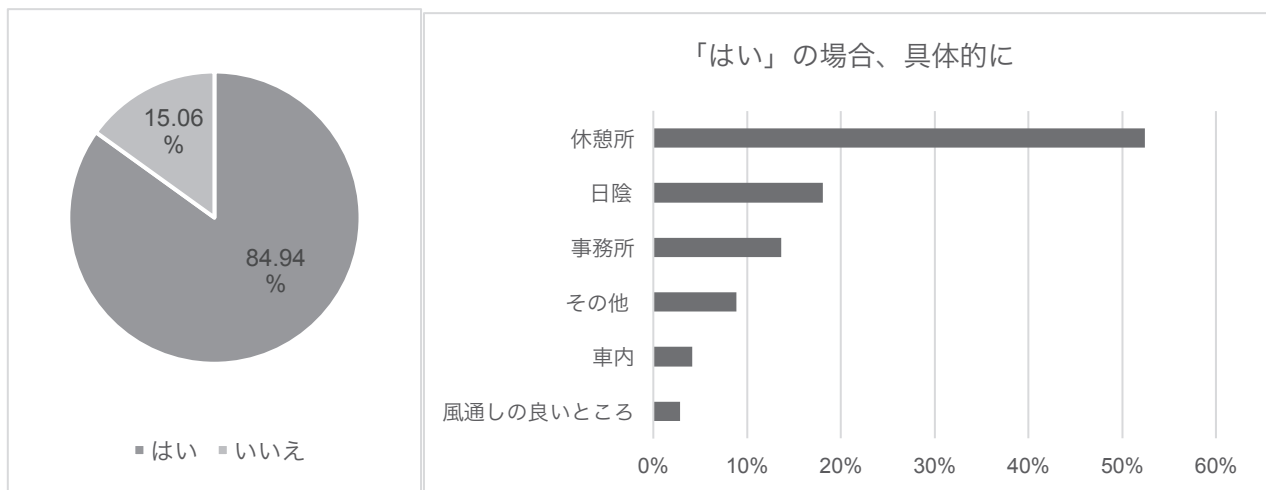
(いいえ) 44



2-2 休憩場所は指導していますか？

(はい) 203

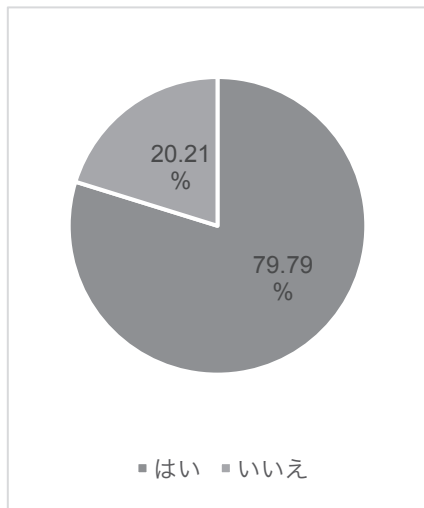
(いいえ) 36



3 作業者の体調確認は行っていますか？

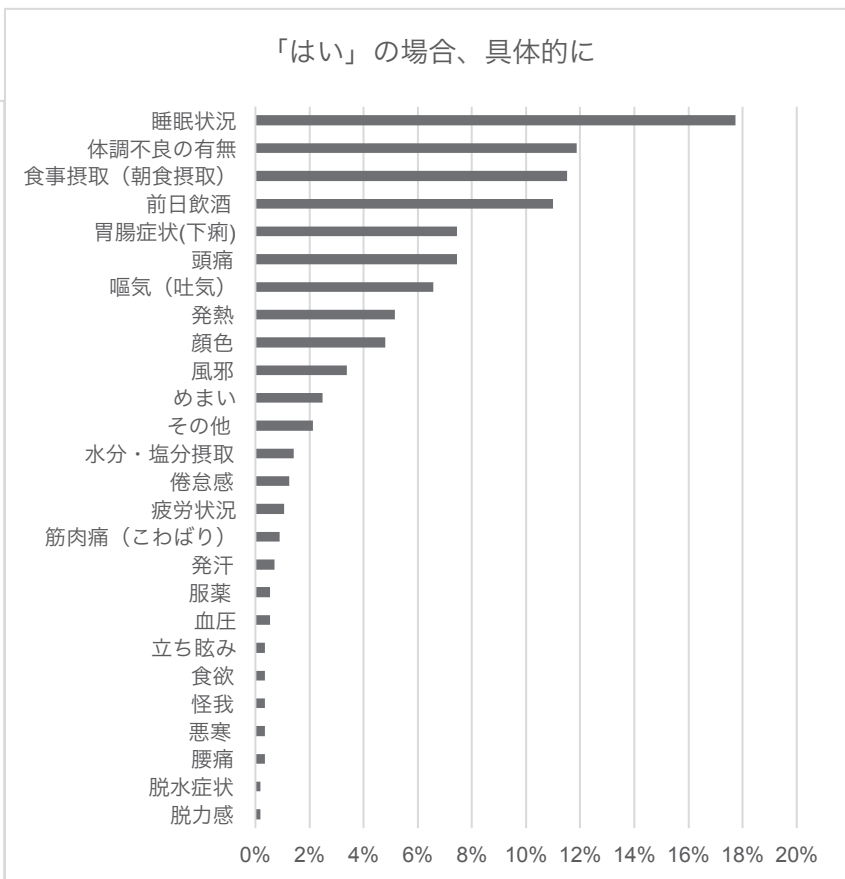
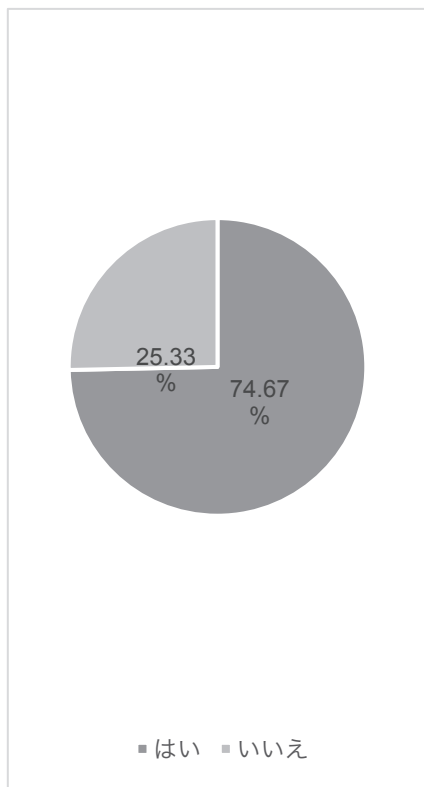
(はい) 229

(いいえ) 58



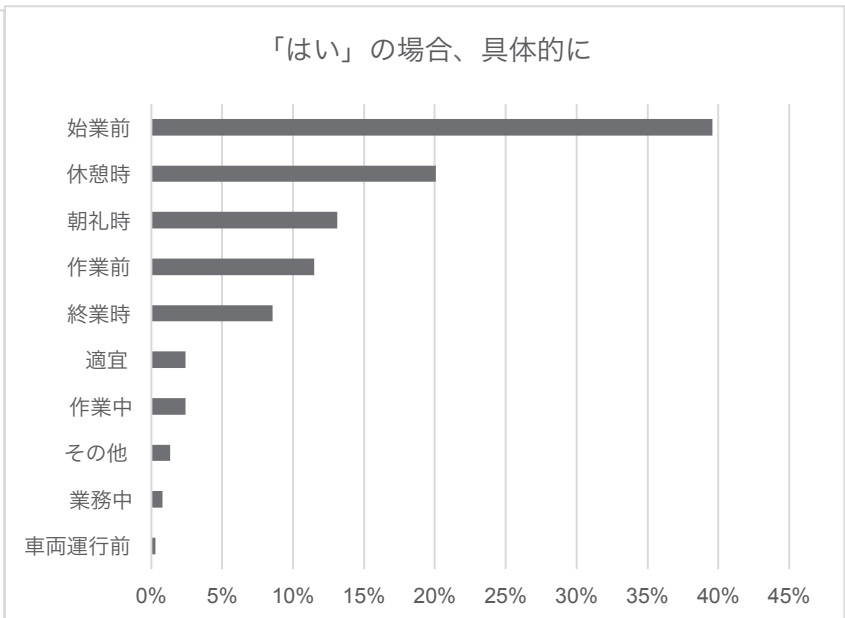
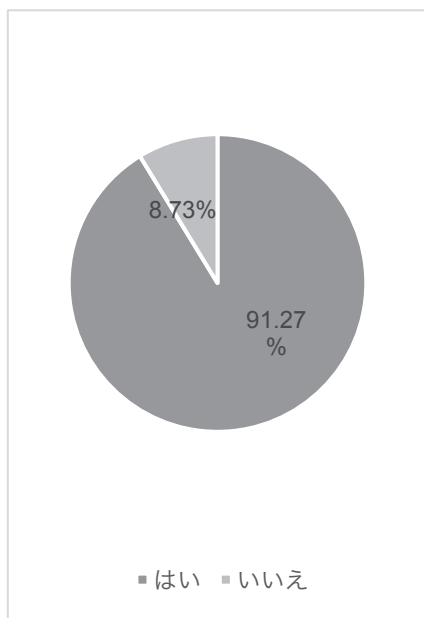
3-1 体調確認項目はありますか？

(はい) 171 (いいえ) 58



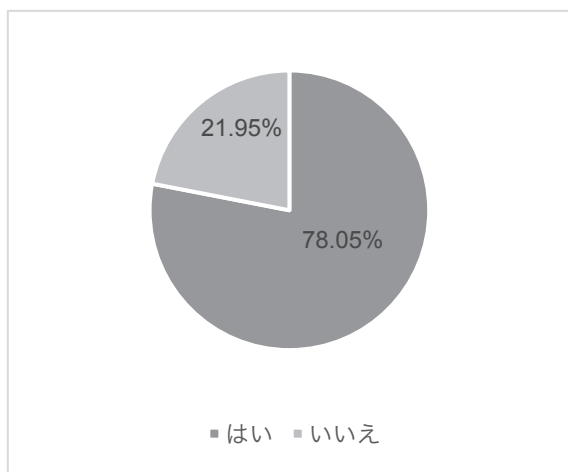
3-2 体調確認のタイミングは決めていますか？

(はい) 209 (いいえ) 20



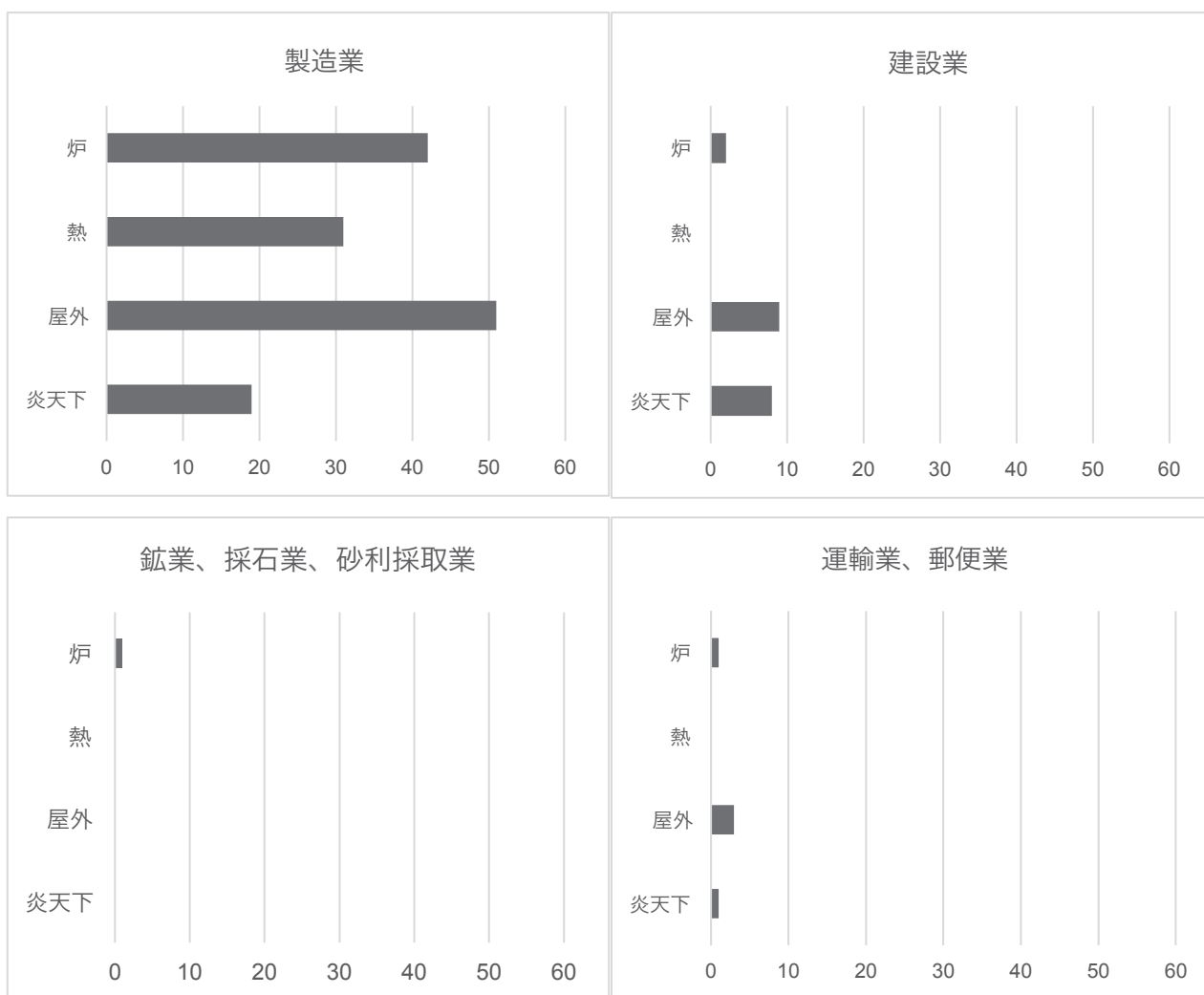
4 貴事業場において熱中症リスクが高いと考えられる作業現場や作業職種の方はいますか？

(はい) 224 (いいえ) 63

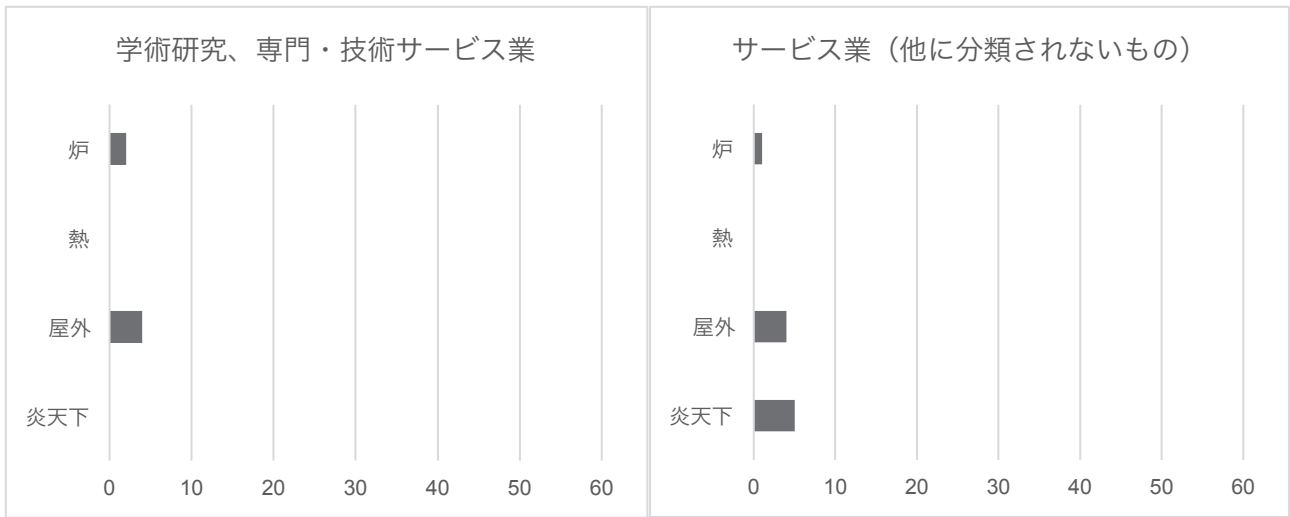


4-1 具体的に、リスクの高い作業現場や職種を全てご記入下さい。

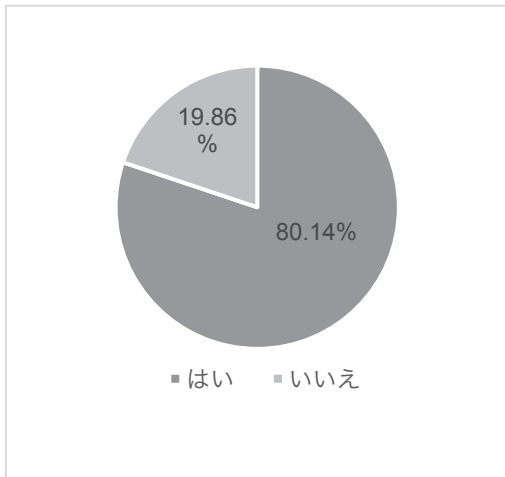
\*回答内容は、高炉作業（炉）・熱処理作業（熱）・屋外での作業（屋外）・炎天下での作業（炎天下）の4つに大きく分類された。



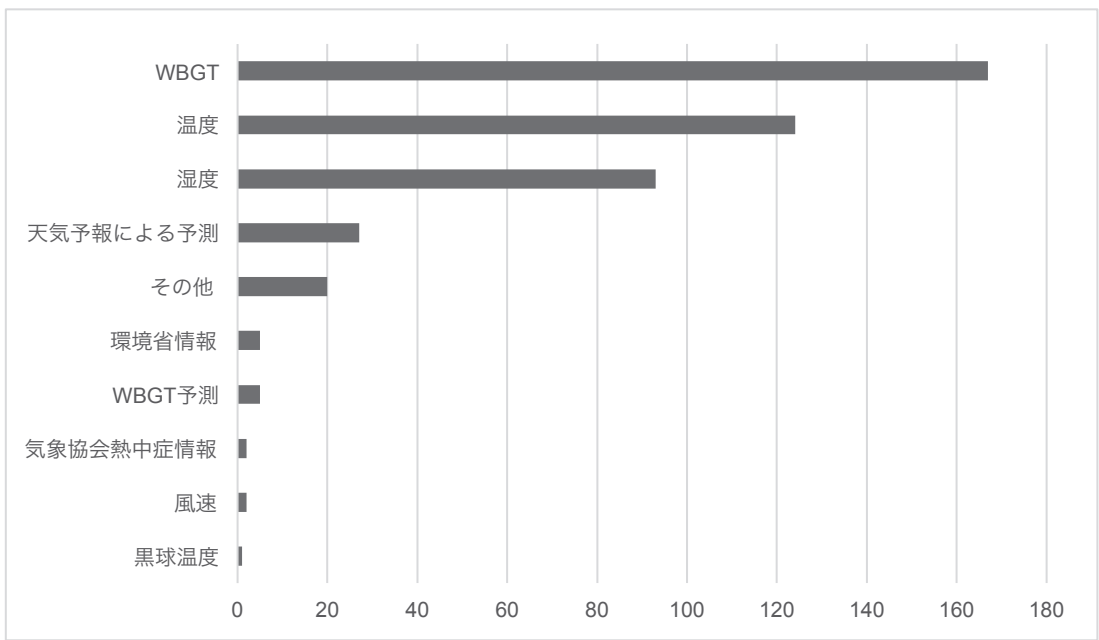




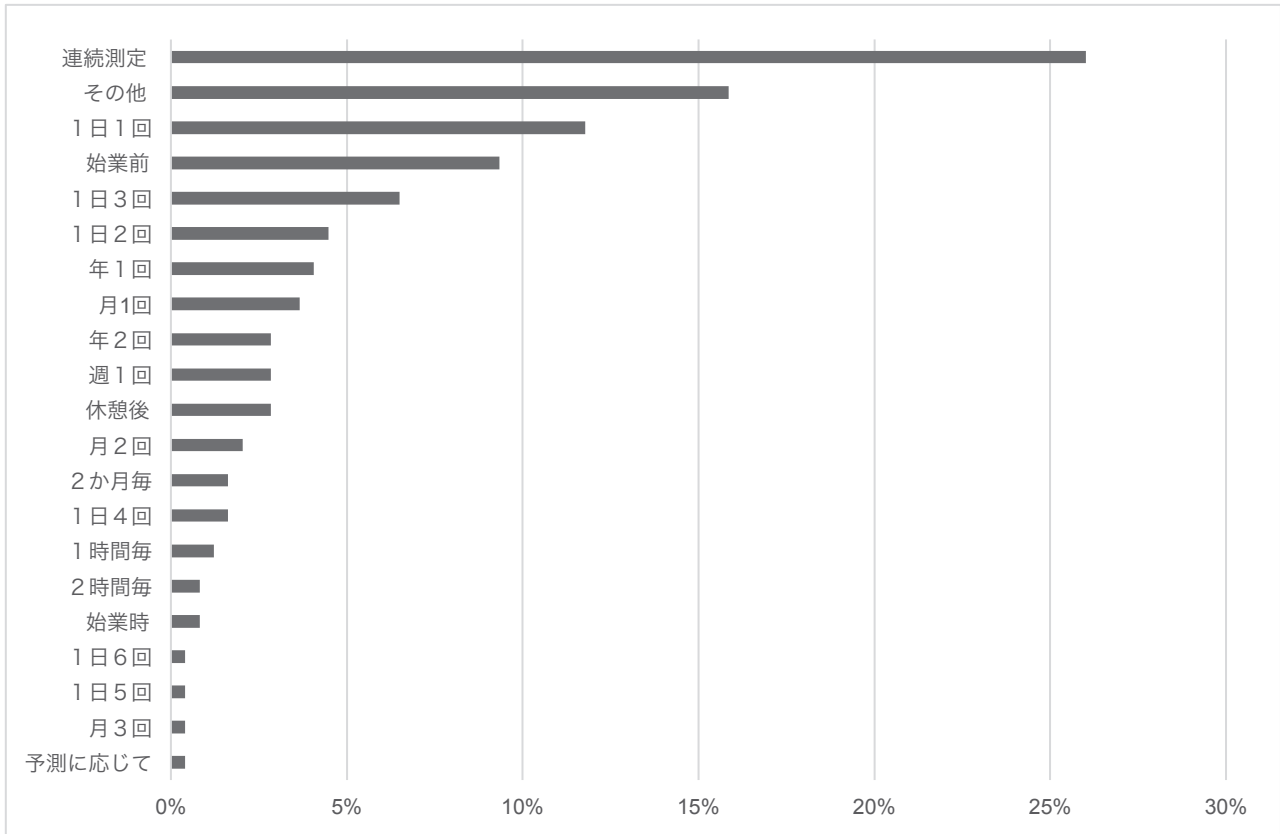
5 作業環境温等の評価をしていますか？ (はい) 230 (いいえ) 57



5-1 具体的な評価指数は何ですか？

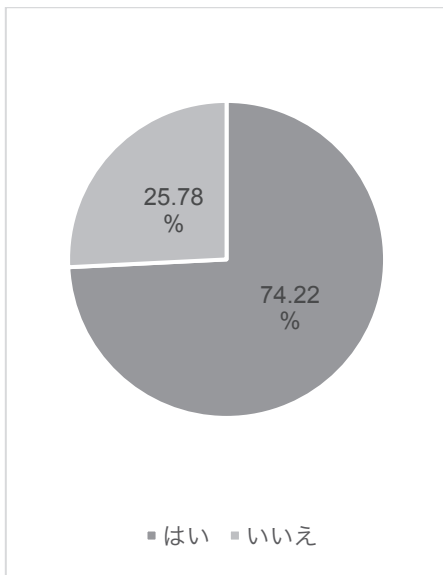


5-2 測定頻度は？



6 熱中症リスクの高い現場近くに休憩所は設置されていますか？

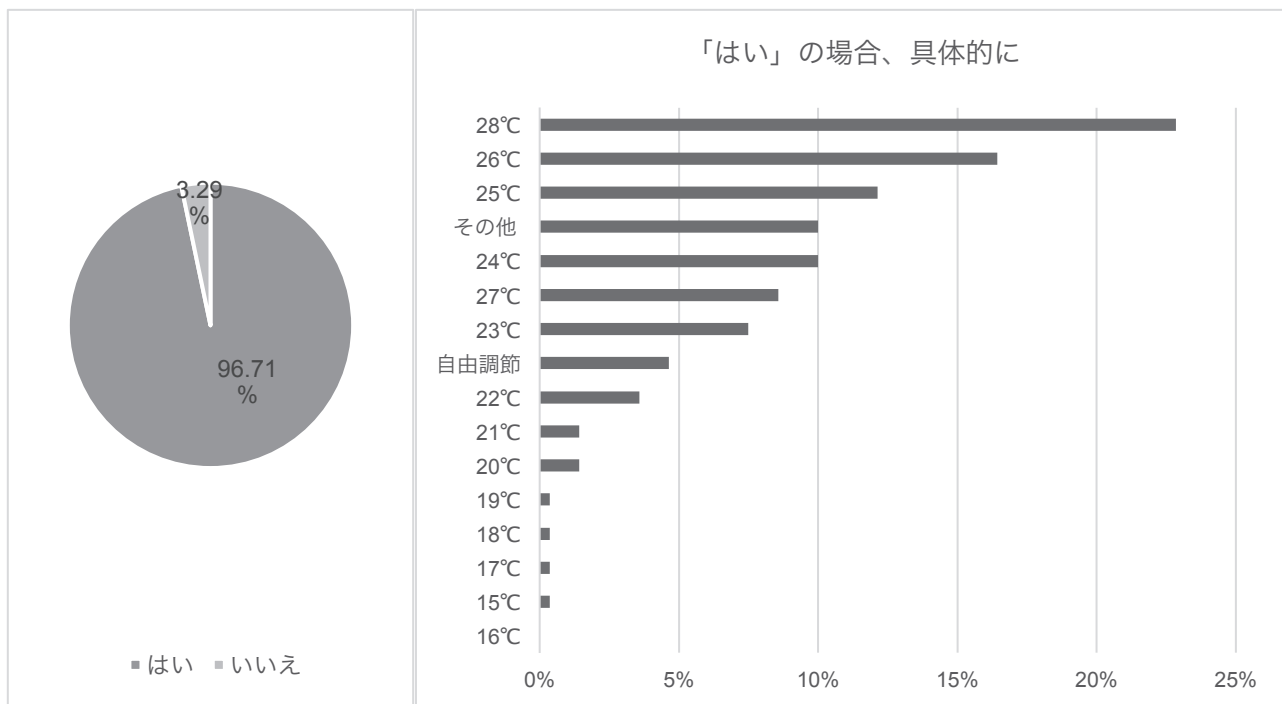
(はい) 213 (いいえ) 74



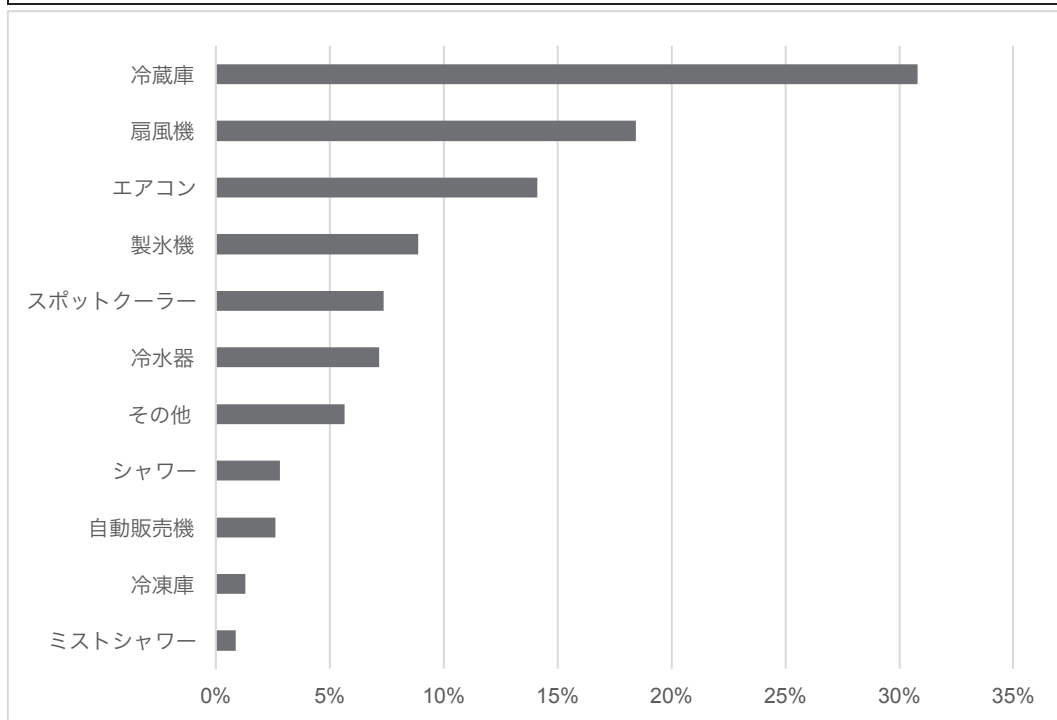
6-1 空調設備（エアコン）はありますか？

（はい） 206

（いいえ） 7

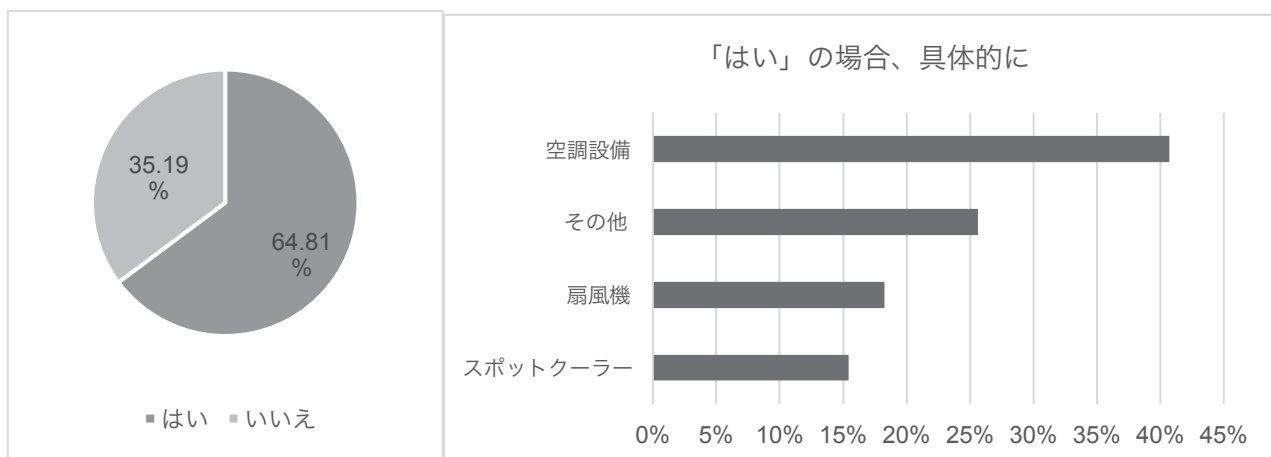


6-2 休憩所に熱中症対策の設備があれば具体的に教えてください。



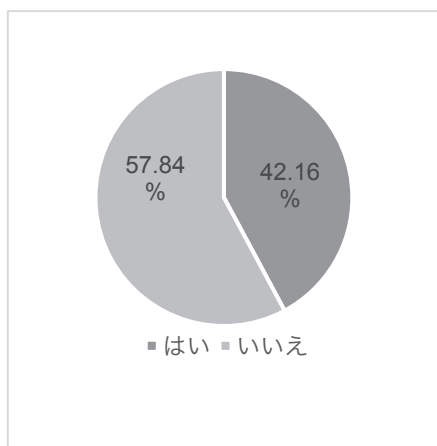
7 ここ数年のうちに、熱中症予防のための設備改善が行われましたか？

(はい) 186 (いいえ) 101



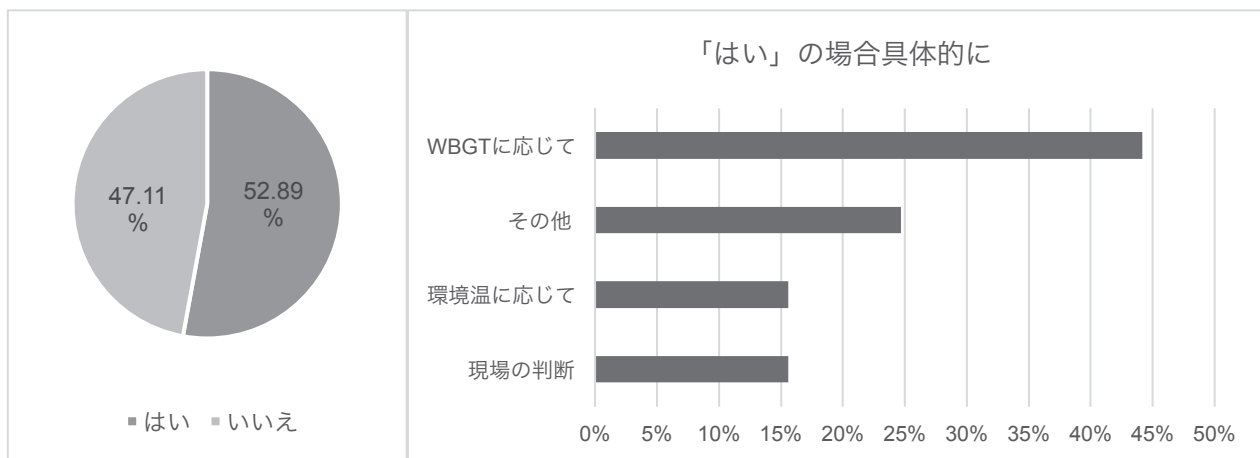
8 熱中症防止のために、作業時間の短縮や作業中止の処置を行うことがありますか？

(はい) 121 (いいえ) 166



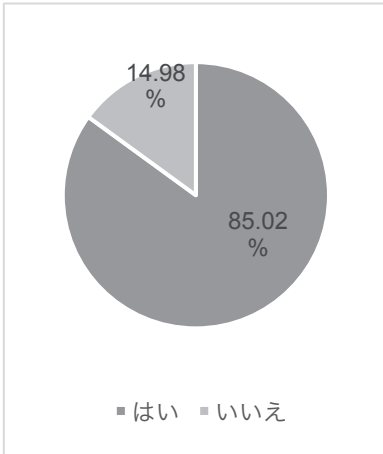
8-1 作業中止（短縮）基準を設けていますか？

(はい) 64 (いいえ) 57



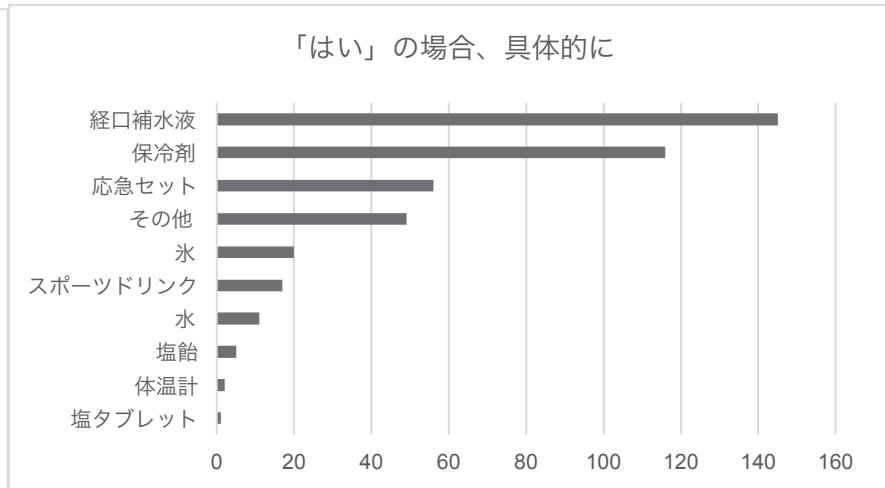
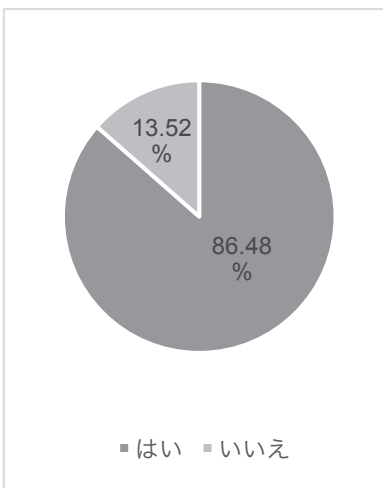
9 熱中症発症時の対策は行われていますか？

(はい) 244 (いいえ) 43



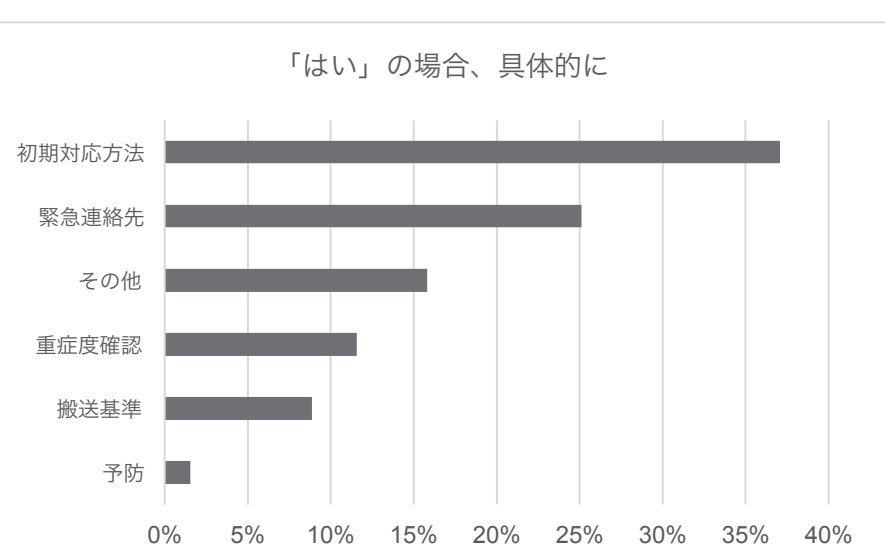
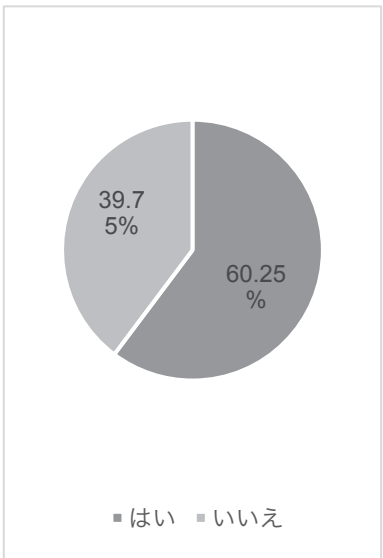
9-1 現場に熱中症対策の救急備品は設置していますか？

(はい) 211 (いいえ) 33



9-2 熱中症発症時マニュアルはありますか？

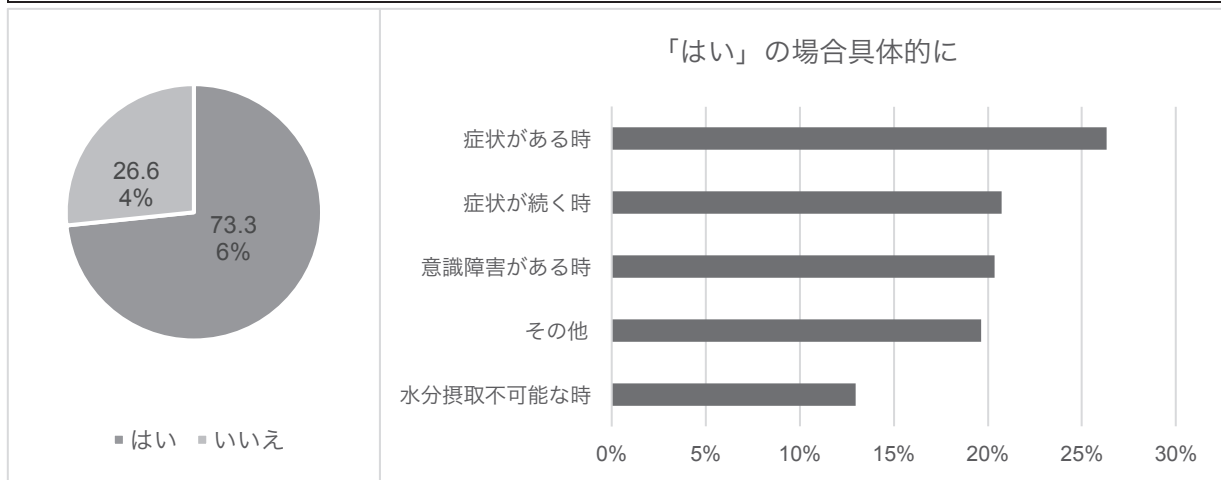
(はい) 147 (いいえ) 97



9-3 医療機関受診の基準はありますか？

(はい) 179

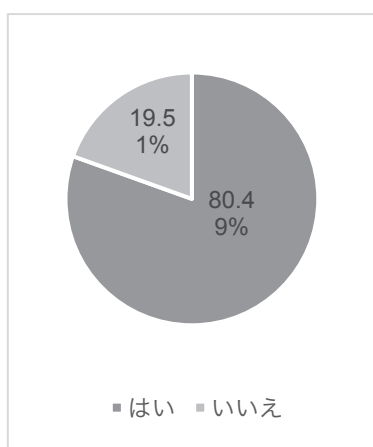
(いいえ) 65



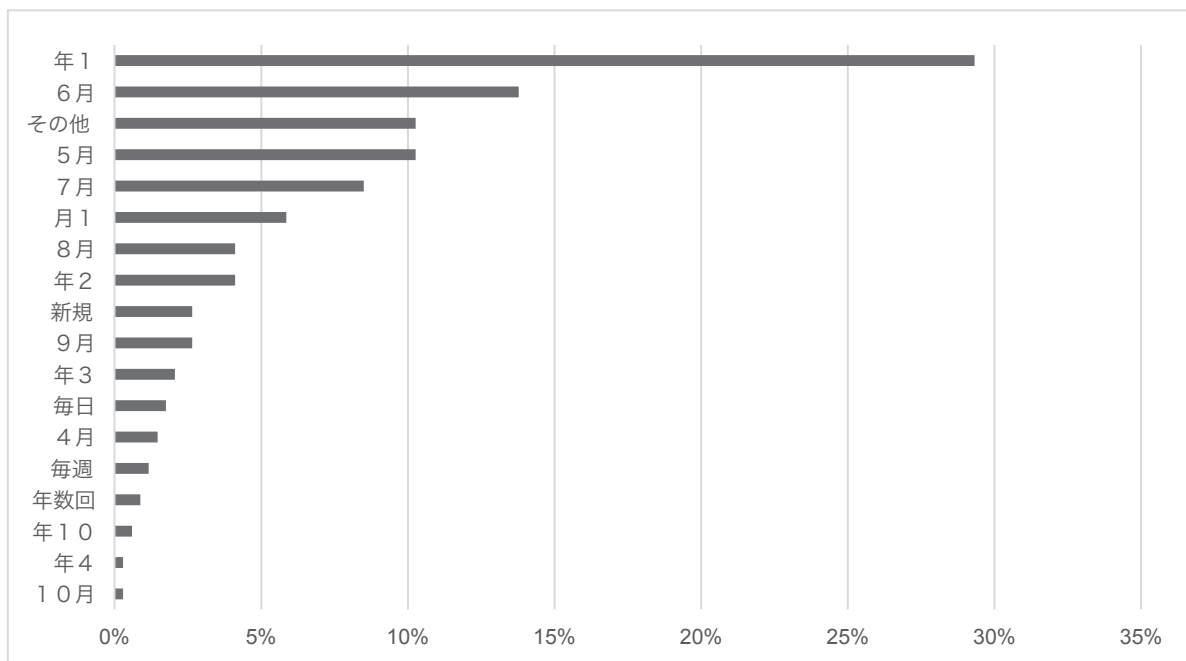
10 熱中症予防対策の教育は行っていますか？

(はい) 231

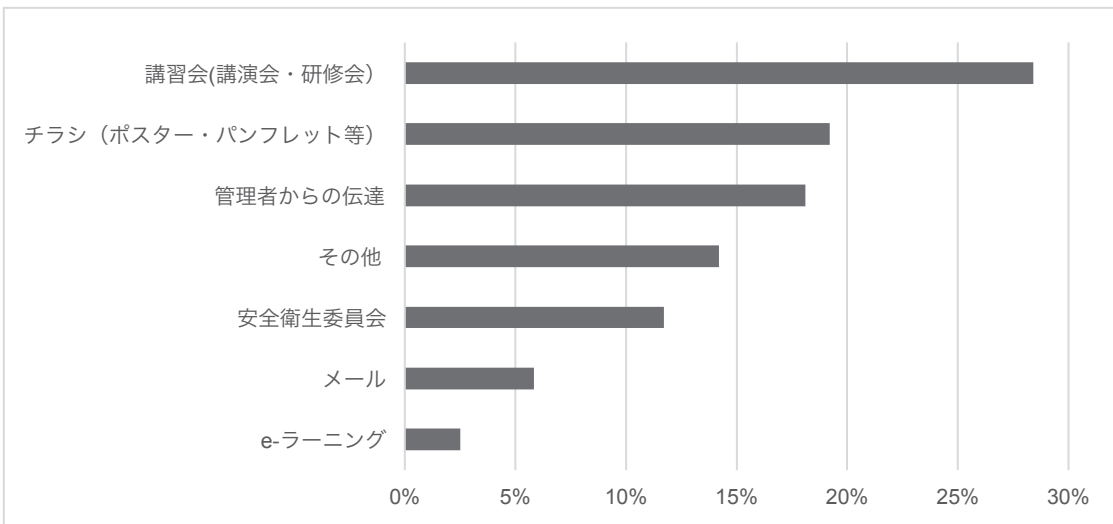
(いいえ) 56



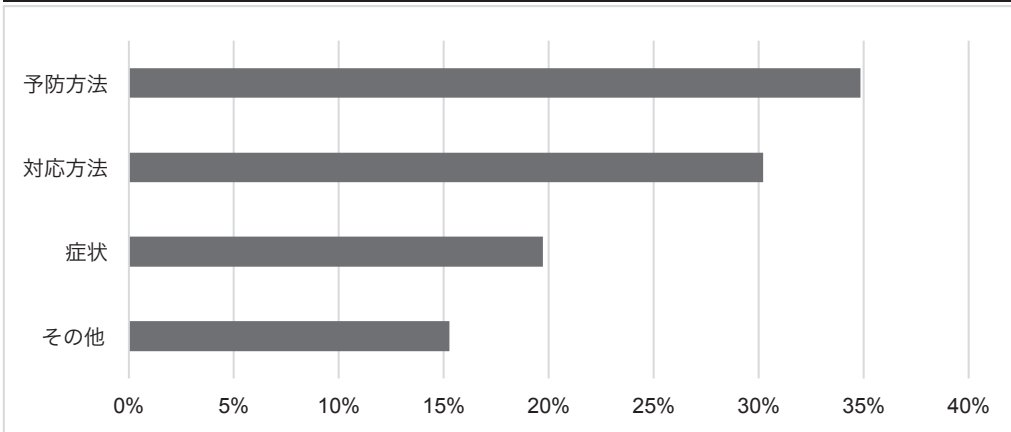
10-1 教育のタイミングは？



10-2 教育方法を具体的に教えてください。



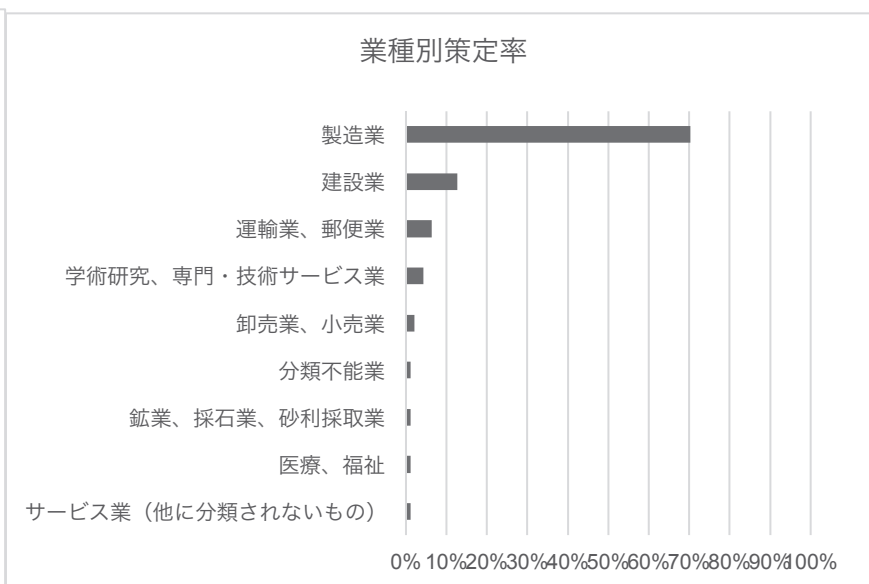
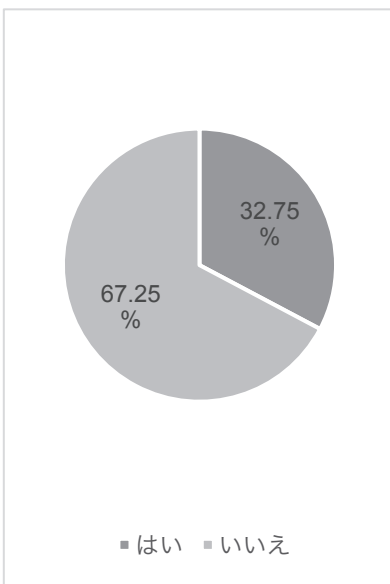
10-3 教育内容を具体的に教えてください。



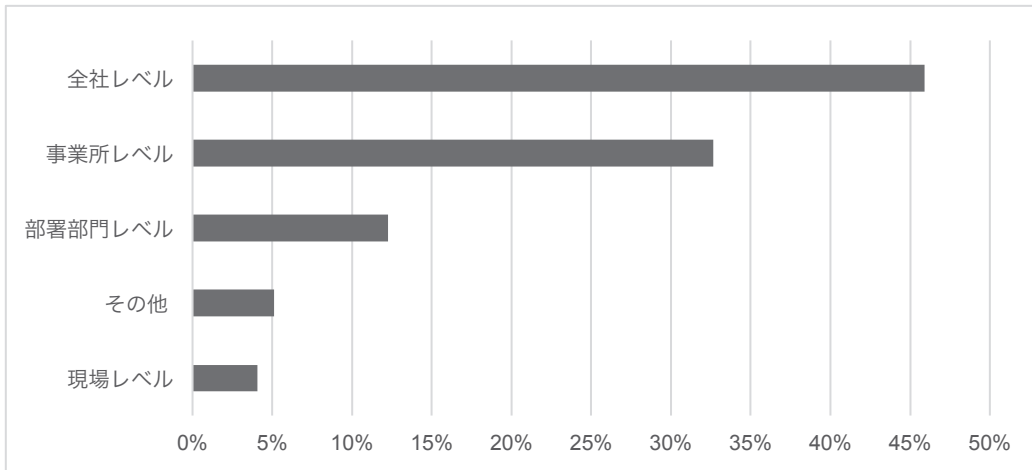
11 文書化された熱中症マニュアルはありますか？

(はい) 94

(いいえ) 193



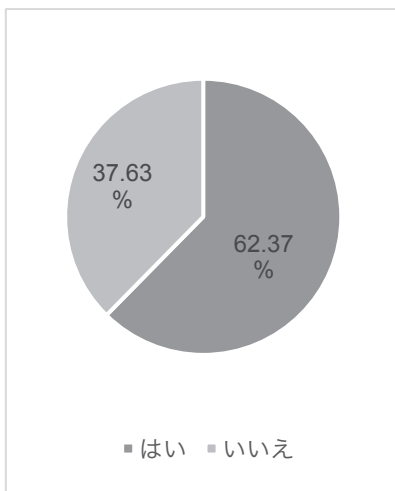
1 1 - 1 マニュアルの策定レベルは？



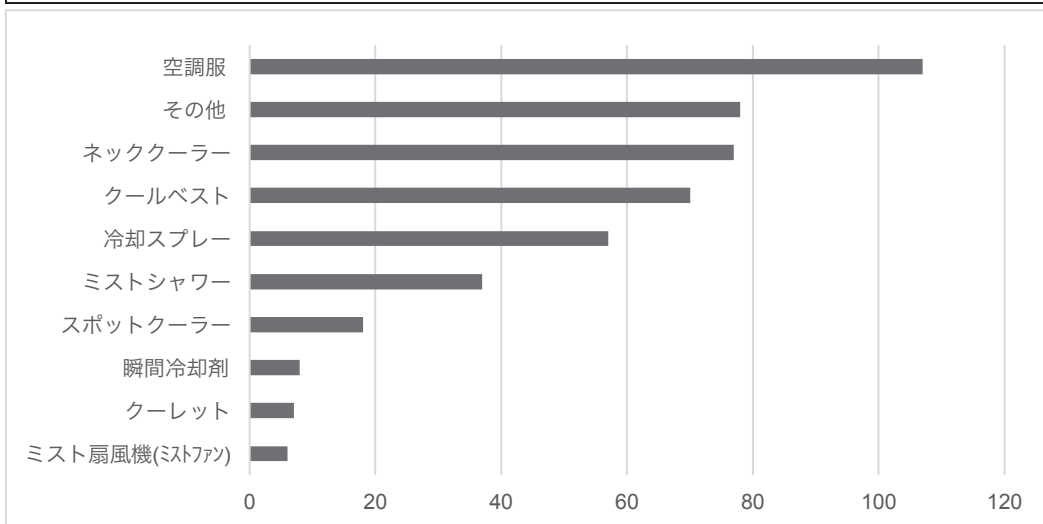
1 2 熱中症対策用品は導入していますか？

(はい) 179

(いいえ) 108



1 2 - 1 使用経験のある対策用品を全て教えてください。



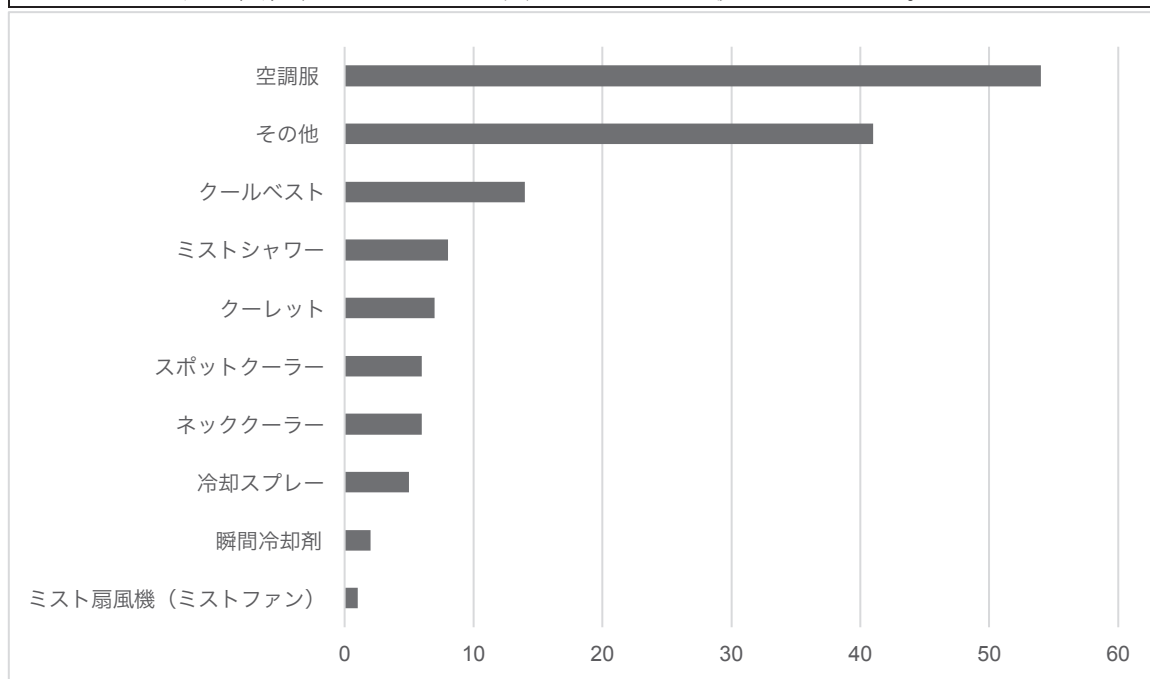
<その他の回答>

OS-1/ウォーターサーバー/霧吹き/サンネット/遮熱塗装ヘルメット/清涼ファン/冷却剤/冷却タオル/クーラーボックス/クールシート/ジェットファン/スポーツドリンク/ヘルメットの日よけ/保冷剤/経口補水液/ドライアイスベスト/瞬間冷却剤/ミスト扇風機 (ミストファン) /クーレット/塩飴 (塩分

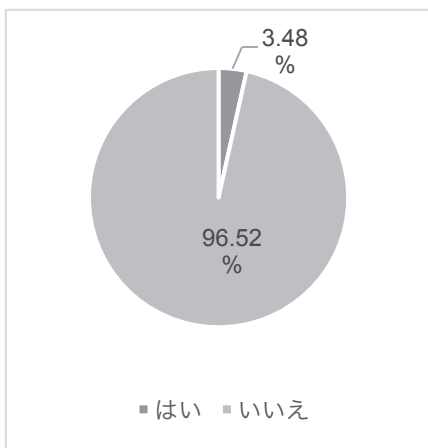


チャージの飴・塩中あめ・塩熱飴) /WBGT 値計/アイシングキャップ/アイススラリー/アイスノン/アイスバッテリー/アクエリアス/汗とりパット/頭回りグッズ/頭用保冷剤/頭を冷やすシート/アンダーシャツ/飲料水/うちわ/エアーシート/エアコン/大型ファン/気化式涼風機/気化熱式ファン/吸水性速乾性通気性の良い新素材作業服/クーラー帽子/クールインナー/クールタオル/クールヘッド/クールマフラー/クーレックス/首用コールドバンド/車用ターフ/減塩みそ汁の撤回/工業用扇風機/後頭部等の日よけ/サーキュレーター/サーモガードシステム/塩タブレット/塩熱サプリ/遮熱ヘルメット/ジャンボクーラー/職服のデザイン変更/水冷扇/すずしん帽/製氷機/扇風機/送排風機(人体ファン)/速乾性作業服/速乾性シャツ/体温計/垂れ布/通気性・吸水性の良い作業服/通気性向上型ヘルメット/漬物/デジタル温湿度計/テント/熱中症アラーム/熱中症温度計/熱中症指数系/熱中ゼリー/ひえひえリラックス/日よけネット/ファン付ベスト/フォーク用ミスト発生器/ヘルメット/ヘルメット送風機/ヘルメット用クーラー/帽子/ボルテックスチューブ/保冷用のペットボトル/マジクール/水/ミストシャワー付き扇風機/ミストスプレー/麦わら帽/メッシュ入り作業服/メッシュの防止/冷却ウォーター/冷却シート/冷却ジェル/冷却スーツ/冷却服/冷却用のユアホース/冷茶/冷凍庫/冷風機/空調入バス/空調付きスーパーハウス

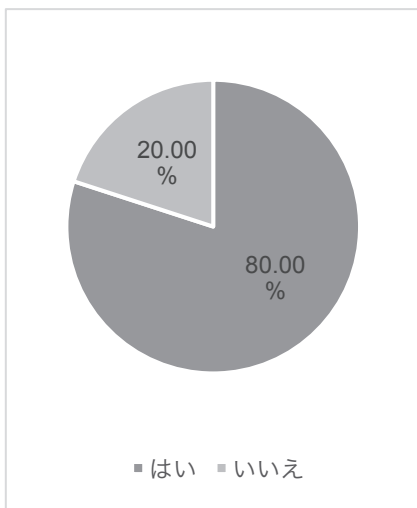
12-2 特に、効果的だと感じる対策用品があれば教えてください。



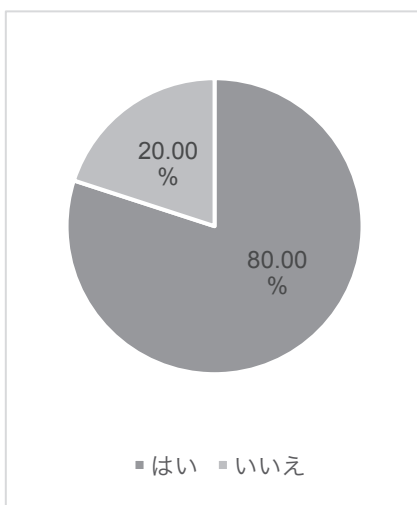
1 3 IoT 機器(ウェアラブルセンサーやスマホなど)を利用した熱中症予防システムは導入していますか? (はい) 10 (いいえ) 277

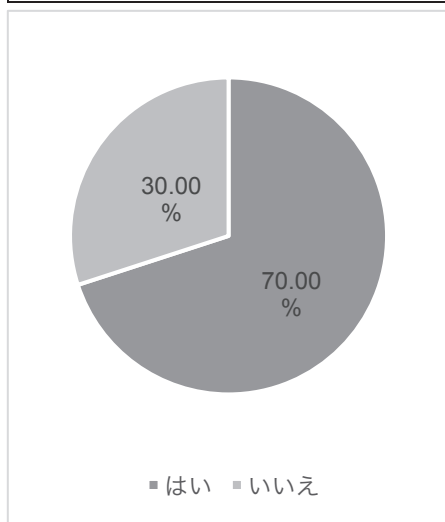


1 3 - 2 使用場所は決めていますか? (はい) 8 (いいえ) 4



1 3 - 3 システム導入による効果はありましたか? (はい) 8 (いいえ) 2





## 14 その他、御社独自の熱中症対策があれば是非教えてください。

- ・ 単独作業の禁止（各作業場では必ず複数人で作業を行う）
- ・ 熱中症対策車両の導入（エアコンを装備し休憩室として利用できる車両、OS-1等を常備、大型現場に導入）
- ・ 清涼飲料水ワンコイン販売。のぼり設置。塩熱サプリ・粉末ポカリを個人へ支給。長袖の薄手シャツ導入
- ・ 水分摂取量回数種類のチェック管理記録に加え、排尿回数も同様に管理→午前中に排尿がなければ午後は×。今年は入社前起床時の水分摂取も管理→午前中の早いタイミングの発症が多い（午前中は2/3以上）。新人・スポット作業等、経験の少ないものを要配慮者と認定し重厚な管理を実施
- ・ 温度が〇℃以上で工場の屋根に散水
- ・ 猛暑日は1.5時間毎に給水するよう携帯電話にメール送信している
- ・ 暑熱順化ウォーキング、熱中症パトロール、eラーニング、キーワード策定、動画作成、給水所作成
- ・ 熱中症注意喚起放送、毎週月曜日・最高気温が猛暑日予想日実施
- ・ 工場内で熱中症発生マップを作成、発生曜日、時間、年齢、既往歴等、詳細に分析し、細かに注意を促す
- ・ 尿の色と脱水度について、トイレにポスターを貼っている
- ・ 現場作業員へ冷たいおしぼりを休憩時に配布
- ・ WBGT測定器（身に着けるタイプ）購入し危険エリアの人に貸し出す
- ・ 熱中症情報の全社周知（インターネットの社内掲示板に下記の情報を掲示する）
  - 本日の熱中症（WBGT値・予防情報）、熱中症の救急搬送者数、熱中症対策動画
- ・ 場内一斉放送による注意喚起（WBGT予報と実況値を熱中症予防サイトで確認し、
- ・ 厳重警戒レベル・危険レベルで、水分補給・休憩の前倒し e t cを一斉放送している。

15 これまで実施した熱中症対策で効果があったと感じた対策があれば教えてください。

### 作業環境管理（空調等の設備改善、対策機器の導入等）に関するもの（55件）

- 空調対策・空調改善・空調の整備（エアコン） 24件
- スポットクーラー 12件

<回答記述例>

- エリア区画し、冷風を送気する方策
- 屋根の二重化で建屋内の温度をさげる
- 水冷式扇風機の設置
- 屋根の耐熱塗装
- 排熱設備（チラー）の屋外移設
- 気化熱式ファン

### 服（空調服、クールベスト）に関するもの（19件）

- 空調服・クールベスト 13件

<回答記述例>

- 作業員の体温を下げる工夫（空調服、クールベスト）”
- 冷却用ユアホース
- ミニ扇風機付き空調服
- 空調服（クールファンブルゾン）とアイスバッテリーの共用

### 休憩または補水に関するもの（46件）

- スポーツ飲料・経口補水液 15件

<回答記述例>

- 必ず定期的に休憩を取らせること+水分・塩分補給。無視した人が必ずなっている。
- ワンコインドリンク販売
- 水分不足は自覚症状がないため早目に水分補給するという周知
- 対策で用意した経口補水ゼリータイプはドリンクタイプより飲みやすく、体調回復に有効でした
- こまめな給水と休息
- 安全衛生委員会等で熱中症対策として水分だけでなく塩分補給の重要性を訴えかけたことが少なからず予防に繋がったと思う
- ウォーターサーバーおよび塩の配置

### 確認、声かけに関するもの（9件）

- 体調管理・体調確認 （8件）

<回答記述例>

- 熱中症が発生しやすい時期より早い時期の啓発（5月）休憩時間に職長が作業者の体調確認、補水指導を行う。
- 作業前に作業者と言葉を交わし、体調をチェックする
- 上長が始業前に体調を確認し、悪い人には帰って休んでもらうようにした事です
- 朝礼等で体調不良は申告する様徹底している

- 健康チェック表の導入（重症者が減った）

### 環境管理（WBGT, 温度）に関するもの（12件）

- 環境管理（WBGT, 温度）（10件）

<回答記述例>

- ・ 朝礼時に必ず WBGT 値の確認を行い、熱中症注意喚起を毎日行う。現場の巡視（午前午後郭回）
- ・ WBGT 値による管理基準（連続作業時間と休憩時間）
- ・ WBGT 導入による定量的な管理
- ・ WBGT 計の設置または携帯し、WBGT 値に基づく連続作業時間、休憩時間の設定と指導

### 教育に関するもの（25件）

- 教育・繰り返しの教育（22件）

<回答記述例>

- ・ 休憩、睡眠、水分補給等の教育。
- ・ 教育による意識付けが一番だと思います。  
現場の管理職の研修
- ・ 初期症状の教育

### その他

<回答記述例>

- 連続作業時間の制限等。会社でルールを定め、各職場で周知の徹底してくことは予防につながっていると感じている。
- 症状がでたらすぐに病院に行くことを徹底中
- 気象庁からの高温注意報が発令された場合に構内放送を流し、注意喚起を行った。
- 休日の過ごし方。睡眠等の体調管理
- 社内放送での注意呼びかけ
- 暑さに対する抵抗力には個人差があり、大体同じ従業員が熱中症にかかりやすいため、個人的に指導管理、
- 作業内容を変更して対応している。体調不良時に申し出ができない雰囲気を作らないこと。

16 熱中症対策を行う上で、困っていることがあれば教えて下さい。
----------------------------------

### 省エネ・環境に関するもの（5件）

<回答記述例>

- ・ 省エネ対策と兼ね合い
- ・ 地球温暖化
- ・ 外気の最高気温が高くなっている点
- ・ 作業場の高温。環境温の評価（計測）
- ・ 酷暑日の増加に伴う真夏平均気温上昇への対応

### 本人・自覚に関するもの（22件）

<回答記述例>

- ・ 本人が我慢、無理してしまい上司になかなか報告しない
- ・ 期間社員が多く、教育を行っているが” 他人事” ととらえられている感がある
- ・ 迷惑をかけるからと我慢する作業員がまだいる
- ・ 寝不足、深酒、朝食の未摂取等による体調不良にたいしての熱中症対策をどのように指導していくのか。
- ・ 本人が無理して作業し、重症化している。
- ・ 作業員の自己管理不足

### 費用・予算・コストに関するもの（28件）

<回答記述例>

- ・ 恒久対策する上で費用がかかる。
- ・ 空調服は効果大だが高価なため会社等の補助が必要。
- ・ 設備面を対策したいが予算の都合ですぐには実施できない事
- ・ 設備投資を行う場合の費用対効果の算出

### 作業との兼ね合い・作業中止に関するもの（34件）

<回答記述例>

- ・ WBGT 値が高い場合でも作業を中止できないことがある
- ・ 作業中止は大規模プラントの停止にもつながるためなかなか一斉に作業中止をすることが出来ない。
- ・ 屋外の作業で日陰がない作業場の対応ができない事
- ・ 休憩を取らせたいが、生産計画上前隔が不規則になりがち

### 個人要因・個別対応に関するもの（25件）

<回答記述例>

- ・ 糖尿病や高血圧のものに対してスポーツドリンク
- ・ 作業環境管理、作業管理はほぼ対策済みなので、労働者自身の健康管理が重要であるが、病気などの情報が正しく伝わらない。
- ・ 作業員個人により体感する温度が違ってくるので個々人に合わせた熱中症対策をすすめていくことに困っている
- ・ 高血圧や糖尿病等の疾患をもつ方の水分摂取量が難しい。説明していてもスポーツドリンクでも塩タブレットでの摂取に難色を示す方がいる。
- ・ 本人が既往症を隠して働いていた場合、適切な配置や予防ができない
- ・ 体調不良を報告せずに作業して熱中症になる例が多い。既往歴の把握も完全にはできない。
- ・ 請負社員がメインの為、直接関与することができない

### 現場での判断に関するもの（6件）

<回答記述例>

- ・ どこまで軽傷を運ぶか、医療機関に送ってよいか
- ・ 具合が悪くなった者を素人判断で様子見させることがある。
- ・ どの程度水分を取ればいいのか具体的な数字が出しにくい

## その他

<回答記述例>

- ・ 「熱中症」の定義があいまい
- ・ 制限以上の飲み物を持っていかれる
- ・ 外国人向けを充実してほしい
- ・ 喫煙者が休憩時間に十分なクールダウンができない（受動喫煙対応）。
- ・ 涼しい日が続いたあとの熱順化対応の定量的なルール化（指揮がほしい）。
- ・ 深部体温を把握する。低下させる具体的な方法
- ・ WBGT の作業中止基準（公的、科学的）が欲しい。
- ・ 作業開始前の効果的な体調チェック方法を知りたい。
- ・ 体調の見極めと緊急時の対応。
- ・ WBGT で 31℃以上の場合にはクラブ活動や授業など禁止にしたいが抵抗があり難しい
- ・ 黒球式熱中症指数計は常時鳴り続けてしまう”
- ・ 今年は OS-1 が品薄になりドキドキした
- ・ 熱中症に対する会社の基準や考え方が甘い
- ・ 今までの対策が昨年くらいから不十分になってきた（暑くなりすぎ？）

17 今後、導入を検討している（導入したい）熱中症対策があれば教えてください。
-----------------------------------------

- 空調、スポットクーラー（17件）
  - ドレンレススポットエアコン
- ウェアラブルセンサー（IoT 機器）を用いた対策（15件）
- 空調服（9件）
  - フルハーネス対応型空調服の導入（現場標準化）
  - 防爆タイプの空調服があれば導入を検討したい
- WBGT 測定による対策（5件）
  - WBGT、温度が一目でわかる電光掲示板
  - WBGT 値と作業強度に応じた休憩を規則化にすること。

（その他）

- ・ 暑熱職場へのミストシャワーの設置
- ・ シャワー室。
- ・ 製氷機の導入
- ・ 現状の対策のブラッシュアップを検討
- ・ 建屋の遮熱対策
- ・ 気流を利用した、建屋排気と熱源の水冷化
- ・ GHP(空調)の増強、建屋の見直し
- ・ 休憩時間(回数)増の検討
- ・ エリアに熱塀を抑える塗料
- ・ 一時休憩所の設置
- ・ アイスベスト等活用

- ・ 大型天井の設置、工場建屋内での部分空調
- ・ サマータイム導入を熱中症対策の観点で考えるべき。
- ・ ネットクーラーの改善
- ・ トイレに脱水兆候（尿の色等）を掲示する
- ・ 輻射熱を抑えたガス機器や IH コンロの導入

18 今後、熱中症対策を行う上で、必要な情報や必要とされる公的機関の支援などがあれば教えてください。


- ・ 熱中症対策食品等の補助対策品・設置等を導入する際の補助
- ・ 熱中症に関わる教育資料
- ・ “熱中症シンポジウムの回数を多くしてもらいたい。（医師の専門的な見識を聞きたい）
- ・ 一度熱中症に患った方の作業復帰の方法。
- ・ 病気による熱中症へのかかりやすさ（一般的に腎臓病はかなり厳しい）”
- ・ WBGT の基準を決め超えた場合の作業中止と、それに伴う工期延伸の規定
- ・ 空調服の購入の補助（高齢化が進んでおり、特に必要）。
- ・ 夏期期間の工程の確保。1日8時間労働→6時間程度（実際にも作業能率は低下している）
- ・ 設備投資に対する補助金支援
- ・ “気象庁などの長期予報でしょうか。あらかじめ暑くなるのが具体的にわかっていたら対策が事前にとりやすいです。
- ・ 今年みたいに暑くてもより快適にすごせる方法。
- ・ 英語版が必要です。
- ・ 地域（市・町）防災局との連携など
- ・ 熱中症対策への法的処置
- ・ 他企業で大きな効果があった具体的な対策・取り組みについて
- ・ 軽度の熱中症で気軽に処置してくれる医療機関
- ・ 熱中症対策グッズの情報を色々といいたきたい
- ・ 今年の気象予報（例年に比べた気温予想による熱中症注意度の連絡）
- ・ 最新予防対策商品の紹介
- ・ 職種別対策事例の簡易閲覧ができれば参考にしたい
- ・ 他社先進的な事例の公開
- ・ 個人の意識による所もあるのでCMなどで個人への意識付け
- ・ 設備投資にかかる費用の助成
- ・ “熱中症対策の作業環境管理に対して助成金を出すこと。最も有効なのは作業環境管理だが収益との兼ね合いを考えざるをえない。
- ・ 企業としては、高額投資を要する。作業管理部は二の足を踏むのが現状”
- ・ “他社の先行事例や効果の高い対策（ハード・ソフト）を公表してほしい。
- ・ これから益々と暑くなると思うのでメーカーと共同で効果的な保護具を開発してほしい”
- ・ どのような対策を実施すれば許容基準値を超えても作業がどの程度継続可能になるのかの評価、Evidenceが欲しい



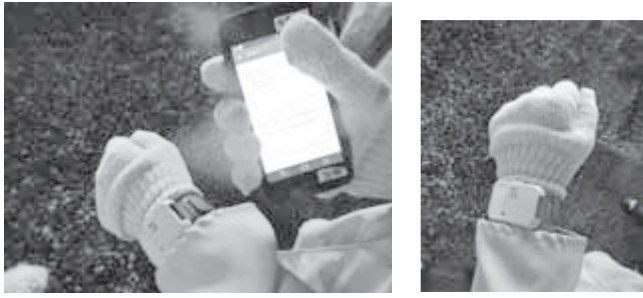
- ・ WBGT+作業強度に応じた発汗量に関するデータ、Evidenceが欲しい”
- ・ その年の暑さ予想、最新の暑熱対策グッズ
- ・ “特に今年は社会的にも熱中症が問題となったため、メディアが注目していたが
- ・ 学生の時からもっと知識をつけていた方がいいのではと思う。（学校教育）”
- ・ 定期的な情報発信（有効な対策の紹介、他社での取り組みなど）
- ・ 中小企業だけでなく大企業への補助金
- ・ コンサルタントの紹介または派遣
- ・ 連続作業時間を WBGT に応じて制限する等、法令で決めれば無理しなくなると思います。
- ・ 人や環境に配慮した機器導入に対する補助
- ・ 医療機関における医師の適切な判断。（時期を迎えると何でも熱中症と判断されがち
- ・ 低コストでの設備導入
- ・ 高齢化社会に向かって年々熱中症患者は増加すると思われるので国として真剣に取り組んでほしい

先進事例調査：ウェアラブルセンサー（IoT 機器）詳細

現場導入製品①


製品名 (商品名)	安全管理支援ソリューション (FUJITSU IoT Solution 安全管理支援ソリューション)
製造元 (開発元)	富士通株式会社 〒211-0053 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1-1
製品概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 温湿度の情報に加えて活動の状況やパルス数を元に暑熱による身体への負荷を熱ストレスレベルとして指標化。あらかじめ設定したレベルになると、作業用スマートフォンにアラーム警告を配信すると同時に、管理者にもアラームを配信し、作業者の状態を通知。</li> <li>・ センサー取得データの一部は、スマートフォンにて閲覧可能。</li> <li>・ 熱ストレス以外に転倒・転落の検知や身体負荷を推定可能。</li> </ul>
機器について (外観写真含)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ リストバンド型（着衣型）センサー。</li> <li>・ 近赤外光によるパルス計測。</li> <li>・ スマートホン経由でデータ送信</li> </ul>
センシング項目 (生体指標、環境指標等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ パルス（脈波）</li> <li>・ 体動（加速度センサー）</li> <li>・ 温湿度</li> </ul>
警告方法 (リスク判定項目等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 作業用スマートフォン周辺の温湿度とパルスから暑熱による身体への負荷を判定。</li> <li>・ リスクを3段階で表示。</li> <li>・ リスクがあらかじめ設定したレベルになった際には、スマートフォンにアラーム警告（呼び出し音、バイブレーション）</li> </ul>


	<p>オン) を鳴らす。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 転倒を感知した場合にも、アラーム警告を鳴らす。</li> </ul>																												
<p>通信方法 (ネットワークシステム)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ウェアラブルデバイス-スマートホン間: Bluetooth(通信距離 10m)</li> <li>・ スマートホン-サーバー間 (モバイル回線)</li> <li>・ データサーバーは、富士通クラウドを利用</li> </ul>																												
<p>個人画面 管理画面</p>	<div data-bbox="507 651 678 952" data-label="Image"> </div> <p>(個人画面 (スマホ))</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 熱ストレスの警告アラートが確認可能。</li> <li>・ 温湿度、パルス状況の確認</li> <li>・ アラートへの対応の記録画面</li> </ul> <div data-bbox="507 1198 1125 1523" data-label="Image"> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ID</th> <th>発生時刻</th> <th>発生場所</th> <th>アラーム種別</th> <th>発生状態</th> <th>対応者(担当者)</th> <th>対応状況</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0001</td> <td>04/05 10:07</td> <td>富士通本部</td> <td>熱ストレスアラート</td> <td>発生</td> <td>赤澤 浩一</td> <td>対応済</td> </tr> <tr> <td>0002</td> <td>04/05 10:08</td> <td>富士通本部</td> <td>熱ストレスアラート</td> <td>発生</td> <td>赤澤 浩一</td> <td>対応済</td> </tr> <tr> <td>0003</td> <td>04/05 10:11</td> <td>富士通本部</td> <td>転倒アラート</td> <td>発生</td> <td>赤澤 浩一</td> <td>対応済</td> </tr> </tbody> </table> </div> <p>(管理画面 (PC))</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 管理者が現場及び事務所内で監視 (PC、タブレット)</li> <li>・ 作業員全員の状態の一覧</li> <li>・ アラート警告の発生者は赤字で表示</li> <li>・ 対応記録の記入画面</li> </ul>	ID	発生時刻	発生場所	アラーム種別	発生状態	対応者(担当者)	対応状況	0001	04/05 10:07	富士通本部	熱ストレスアラート	発生	赤澤 浩一	対応済	0002	04/05 10:08	富士通本部	熱ストレスアラート	発生	赤澤 浩一	対応済	0003	04/05 10:11	富士通本部	転倒アラート	発生	赤澤 浩一	対応済
ID	発生時刻	発生場所	アラーム種別	発生状態	対応者(担当者)	対応状況																							
0001	04/05 10:07	富士通本部	熱ストレスアラート	発生	赤澤 浩一	対応済																							
0002	04/05 10:08	富士通本部	熱ストレスアラート	発生	赤澤 浩一	対応済																							
0003	04/05 10:11	富士通本部	転倒アラート	発生	赤澤 浩一	対応済																							

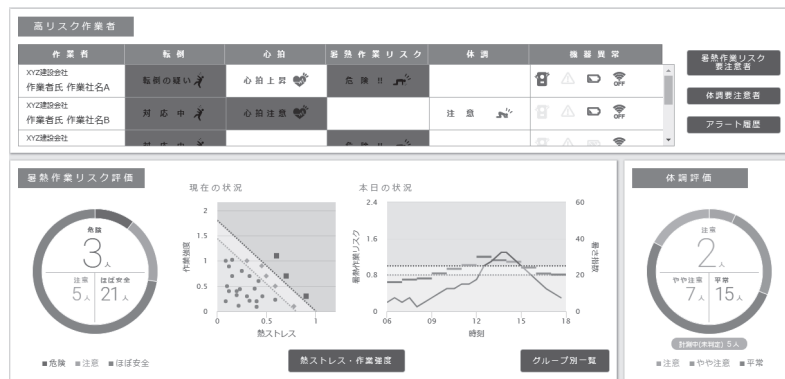
<p>使用実績 (現場実例)</p>	<p>2018年7月～9月の使用実績の一部</p> <p>製造業（樹脂製造：屋内暑熱作業現場）：50台導入  製造業（鉄鋼業：屋内暑熱作業現場）：のべ58人  製造業（鉄鋼業：屋外作業現場）：約30人  など</p> <p>＊2018年は概算でのべ1000人の使用実績。</p> <p>＊ 熱ストレスのアラートが出た場合は、休憩や水分補給を実施。また、管理者にもアラートが配信され、管理者が体調確認を行った。</p> <p>＊ 熱中症は発生していない。</p> <p>＊ 機器不良は発生していない。</p> <p>＊ 個人データが閲覧可能で、個人の体調管理に役立った。</p> <p>＊ データを分析することで、職場の特徴が把握でき、熱中症予防対策に役立てることが出来た。</p> <div data-bbox="507 1030 1152 1326">  </div>
------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

先進事例調査：ウェアラブルセンサー（IoT 機器）詳細

現場導入製品②

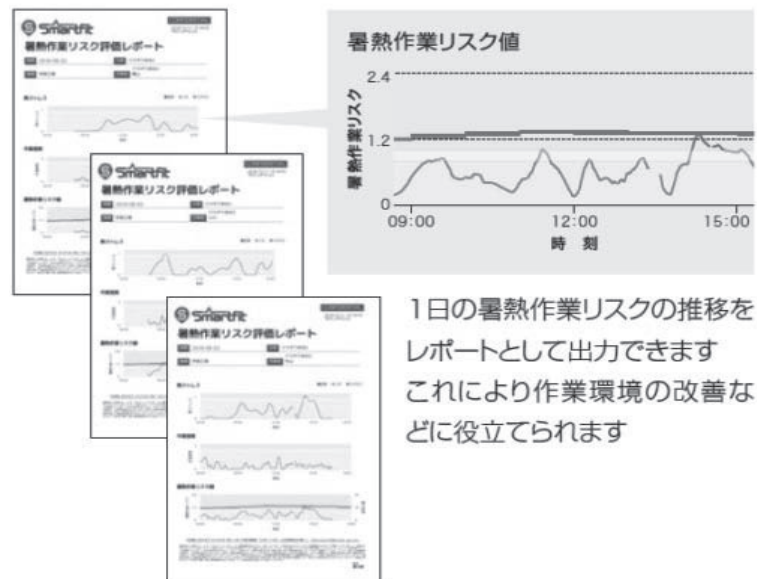
製品名 (商品名)	暑熱環境下での作業リスク管理システム (Smartfit for work)
製造元 (開発元)	倉敷紡績株式会社(クラボウ) 〒541-8581 大阪府中央区久太郎町 2-4-31
製品概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 生体情報（心拍、温度、加速度）と気象情報などを解析・評価し、「暑熱作業リスク」や「体調変化」「転倒転落」などの情報をリアルタイムに作業員や管理者にアラート通知することでリスク管理をサポートするシステム。</li> <li>・ リスク状態やデータは、スマートフォンやPCで閲覧可能。</li> <li>・ 産学の共創により開発を進めている (クラボウ・大阪大学・信州大学・日本気象協会・ユニオンツール・KDDI、セックなど)</li> </ul>
機器について (外観写真含)	<div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ウェアラブルデバイス スマート衣料(シャツ型) (Smartfit：専用シャツ+専用センサ)</li> <li>・ 一人一台のスマートフォン(作業員)を携帯</li> </ul>
センシング項目 (生体指標、環境指標等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ センシング：心拍・温度（衣服内の温度）・加速度</li> <li>・ 連携情報：気象情報(日本気象協会より)</li> <li>・ 指標             <ol style="list-style-type: none"> <li>① 熱ストレス(衣服内の温度、気象情報)と作業強度(加速度、心拍)を用いて暑熱作業リスクを評価</li> <li>② 心拍指数と体力指数を用いて体調変化を評価。機械学習(AI)機能で個々に適した評価可能。体調管理にも役立つ。</li> <li>③ 加速度を用いて、転倒転落の状態を検知。</li> </ol> </li> </ul>
警告方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 暑熱作業リスクは3段階で表示。</li> </ul>

<p>(リスク判定項目等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・リスクが高まった際には、スマートフォン(表示・音・バイブレーション)とPC(表示)にアラート通知。</li> <li>・体調変化の情報や転倒転落の状態を検知した場合にも、アラート通知(表示・音、バイブレーションなど)あり</li> </ul>
<p>通信方法 (ネットワークシステム)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ウェアラブルデバイス～スマートフォン Bluetooth(通信距離約 10m)</li> <li>・スマートフォン～サーバー (4G 通信)</li> <li>・データサーバーは、クラウドサーバー</li> </ul>
<p>個人画面 管理画面</p>	 <p>(個人画面 (スマートフォン))</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・当日の暑熱作業リスク推移が確認可能</li> <li>・現在の暑熱作業リスクレベルが確認可能</li> <li>・現在の体調変化のレベルが確認可能</li> <li>・アラート通知の表示画面(例)</li> </ul>



(管理画面 (PC))

- ・ 管理者が現場及び事務所内で監視 (PC、タブレット)
- ・ 作業員全員の暑熱作業リスク評価と体調評価の一覧を確認可能
- ・ アラート通知の該当は赤字で表示
- ・ 暑熱作業リスクの個別状態(個別の熱ストレスと作業強度のレベル)が、散布図表示にて確認可能



(レポート出力機能)

- ・ 個別の暑熱作業リスクレポートなど


<p>使用実績 (現場実例)</p>	<p>建設業・製造業・警備業・運送業・ 産業廃棄物処理業・施設管理メンテナンス業・ 小売業など</p> <p>2018年6月～2019年1月 これまで20社以上の使用実績</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 当システムの利用者において、熱中症発症者は報告されていない。</li> <li>* 熱中症予防だけでなく、体調不良者の早期発見にも役立ったという事例あり。</li> <li>* 現在、データ集積が進んでおり、今後、さらに評価精度が向上することが見込まれる。</li> </ul> <div data-bbox="459 958 1053 1388" data-label="Image"> </div> <p>(2018.10 緑十字展の展示パネルより)</p>
------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



先進事例調査：ウェアラブルセンサー（IoT 機器）詳細

現場導入製品③

製品名 (商品名)	暑熱環境下での体調管理システム (hamon)
製造元 (開発元)	ミツフジ (株) 〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2 丁目 2-3
製品概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 着衣型センサーから得られた、心臓の電氣的活動データより、連続時間時系列データにおける周波領域のパワーと高周波領域のパワーと RRI に関する他の統計量を観察することにより、異常を検知する（熱中症リスクに関するアラートを出す）。</li> <li>・ データは、スマートフォン及びパソコン（web 画面）で確認できる。</li> <li>・ 熱中症以外の、ストレスや眠気の有無等の評価メニューも提供。</li> </ul>
機器について (外観写真含)	<div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 衣服型ウェアラブルデバイス</li> <li>・ トランスミッタ（電気信号の受信、計算、送信）</li> <li>・ 独自開発の銀メッキ導電性繊維を使った電極により、心臓の電氣的活動（R 波）を計測。</li> <li>・ スマートホン（データ表示、アラート機能）</li> </ul>
センシング項目 (生体指標、環境指標等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 心拍パルス（加速度センサーも内臓）</li> </ul>

<p>警告方法 (リスク判定項目等)</p>	<p>熱負荷による体調変化を判定し、リスクありと判定された場合にアラート警告が発信される。</p> <p>*測定した RRI のデータの“meanNN”、“SDNN”、“LFnu”、“HFnu”、“LF/HF”の 5 次元確率から求められた確率モデルに基づき、Hotelling の T2 法による異常検知 (異常度) を計算。この異常度 (マハラノビス距離) と LF/HF の値に基づいて熱中症アラート算出。</p> <p>*測定メンバー同士でアラートを表示するモード (スマートホン) で情報を相互共有、また web 画面での表示および管理者へのメール配信が可能。</p>
<p>通信方法 (ネットワークシステム)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ウェアラブルデバイス-スマートホン: Bluetooth(通信距離 10m)</li> <li>スマートホン-サーバー (4G 通信)</li> <li>データサーバーは、クラウドサーバ</li> </ul>
<p>個人画面 管理画面</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>(個人画面 (スマホ))</p> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>現在の心拍数、ストレス指数、体調アラート、眠気アラートを表示</li> <li>直近 30 分間の RRI 分布、設定期間中の心拍履歴を表示</li> <li>アラート通知履歴の表示</li> <li>警告アラート通知</li> </ul> <p>(管理画面 (PC))</p>

- ・ 情報共有メンバーの状態を表示（心拍、ストレス指数、体調及び眠気の状態を表示）
- ・ アラート警告を発生者の欄に履歴表示（赤枠）
- ・ 情報共有メンバーのトレンド（過去履歴）を閲覧可能



使用実績  
(現場実例)


建設業：5社  
製造業：5社  
運輸業：3社  
官公庁他：3件



具体的に熱中症を発症する事例はなかったが、作業状況と測定結果との突合せ（検証）を実施。熱中症のリスク判断には、新たなアルゴリズム開発も進めている。



先進事例調査：ウェアラブルセンサー（IoT 機器）詳細

現場導入製品④

製品名 (商品名)	未定（熱中症予兆診断システム装置）
製造元 (開発元)	① 株式会社アドテックス 〒370-1201 群馬県高崎市倉賀野町 2454 番地 1 ② 東洋紡株式会社 〒530-8230 大阪府大阪市北区堂島浜 2-2-8 東洋紡ビル
製品概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ RSA（心拍呼吸変動）の解析により、熱中症リスクを判定。熱中症リスクが高くなると、作業者にアラーム警告を鳴らすとともに、管理者にアラーム配信。</li> <li>・ データは、スマートホンにて閲覧可能。</li> <li>・ 熱中症以外の疲労度の評価もオプションで搭載可能。</li> </ul>
機器について (外観写真含)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ Tシャツ型（着衣型）センサー。</li> <li>・ 一人一台のスマートホンを携帯</li> </ul>
センシング項目 (生体指標、環境指標等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 心拍パルス</li> <li>・ 呼吸数</li> </ul>
警告方法 (リスク判定項目等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ リアルタイムに測定結果を示し、リスクを3段階で表示、個人スマホで警告（バイブ／アラーム）と同時に管理監督者のスマホにもアラームを表示。</li> </ul>
通信方法 (ネットワークシステム)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Tシャツ型センサー→BTで個人スマホ</li> <li>・ 個人スマホから管理監督者スマホは一般通信</li> </ul>
個人画面	未定（開発中）

<p>管理画面</p>	<p>(個人画面 (スマホ))</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在の熱中症リスクが確認可能。</li> <li>・ 警告アラート通知</li> </ul> <p>(管理画面 (PC))</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 管理者がスマホで確認</li> <li>・ 作業者全員の熱中症リスクの一覧</li> <li>・ アラート警告の発生者は赤字で表示</li> </ul>
<p>使用実績 (現場実例)</p>	<p>鉄鋼業：10人</p> <p>2016年-2018年に実証実験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 暑熱作業で装置をつけて作業し、表面温度、鼓膜温度とRSAの相関を分析</li> <li>* 装着時間は30分</li> <li>* 併せて装置の小型化を推進</li> <li>* 期間中の熱中症発症者はいなかった。</li> </ul> <p>2016 (後ろにバック)                      2018 (ポシェットにタブレット。ほぼ目立たない)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>

## Ⅱ. 研究成果の刊行に関する一覧

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
なし					

労災疾病臨床研究事業費補助金

平成 30 年度 総括研究報告書

熱中症予防対策におけるウェアラブルセンサーの活用と  
効果的な熱中症予防法の検証(180801-01)

平成 31 (2019) 年 3 月

研究代表者 丸山 崇

産業医科大学 医学部 第 1 生理学

〒807-8555 北九州市八幡西区医生ヶ丘 1-1

