

高齢労働者に対する物理的因子の影響に関する研究

Study on the effects of physical factors on older workers

柴田延幸*1, 外山みどり, 齊藤宏之*2, 高橋幸雄*3, 時澤 健*4, 佐藤明彦*5, 上野 哲*6,
山口さち子*7, 澤田晋一*8, 久永直見*9, 赤川宏幸*10

研究推進・国際センター*1 化学物質情報管理研究センターばく露評価研究部*2 環境計測研究グループ*3 人間工学研究グループ*4 労働災害調査分析センター*5 東洋大学*6 国立研究開発法人情報通信研究機構*7 東京福祉大学*8 CKD 株式会社*9 株式会社大林組*10

■SHIBATA Nobuyuki, SOTOYAMA Midori, SAITO Hiroyuki, TAKAHASHI Yukio, TOKIZAWA Ken,
SATO Akihiko, UENO Satoru, YAMAGUCHI-SEKINO Sachiko, SAWADA Shinichi, HISANAGA Naomi and
AKAGAWA Hiroyuki

近年、医療の進歩や個々人の健康リテラシーの向上により長寿化が一層進みつつある。さらに、社会保障の切り下げや雇用延長なども予想され、高齢労働者の人口は増加の傾向にある。それに伴い、労働災害に被災する高齢労働者も増加しつつある。一方、加齢により生理的機能が変化することは明らかであり、騒音、振動、暑熱などの物理的環境について、科学的根拠に基づく高齢労働者に対する必要な要件や配慮を明らかにし、改善策を提案することは、高齢労働者向け職場改善につながるとともに労働災害減少の一助となると考えられる。

本プロジェクト研究では、騒音、振動、暑熱の物理因子が高齢労働者に及ぼす諸影響の特徴を明らかにすることにより、作業環境に必要な要件や配慮等の改善策および高齢労働者がさらされるリスクを評価する指標の提案を検討した。

1 研究の背景

近年高齢労働者の人口は増加の一途である。彼らが直面している安全と健康に関する現状と課題を踏まえて、令和元年度に開催された「人生 100 年時代に向けた高齢労働者の安全と健康に関する有識者会議」では、今後取り組むべき対策について議論がされるとともに先進技術の紹介と将来像の模索が行われた。その成果としてとりまとめた「人生 100 年時代に向けた高齢労働者の安全と健康に関する有識者会議の報告書」¹⁾によれば、60 歳以上の雇用者数は過去 10 年間で 1.5 倍に増加しており、労働災害における休業 4 日以上²⁾の死傷者数のうち、60 歳以上の高齢労働者が占める割合は、26%と増加傾向にある。高齢労働者は、特に商業や保健衛生業をはじめとする第三次産業で増加の傾向にあり、今後高齢者の就労が

一層進むと予測される中、高齢労働者が安心して安全に働くことができる職場環境の整備が望まれている。

この状況を踏まえ、厚生労働省は安全と健康確保のために事業者及び労働者が取り組むべき事項として、通達：「高齢労働者の安全と健康確保のためのガイドライン」の策定について²⁾（令和 2 年 3 月 16 日付け基安発 0316 第 1 号）およびパンフレット：「高齢労働者の安全と健康確保のためのガイドライン」³⁾をとりまとめた。これによれば職場環境の改善として、以下に示すような取り組みの推奨が掲げられている。

- ・身体機能の低下を補う設備・装置の導入
- ・高齢労働者の特性を考慮した作業管理

しかしながら、製造業や建設業等作業現場では身体機能の低下を補う設備・装置の導入を許す空間的余裕がない場合も圧倒的に多い。また、上記のような業種では、職人化した作業者が長年にわたって同じ職種で同様な作業に従事している場合が多い。このような場合、経験にもとづいた作業の（自分なりの）最適化がなされている場合が多く、おのずと各人の体力と技能に応じた作業管理が結果として行われている傾向がある。

一方、工期に追われての長時間作業や順化を超えた暑熱環境下での作業など、外的な要因による労働環境の変化などに対する過度の疲労の蓄積や疲労の回復機能の低下などは、高齢労働者にとって柔軟に対応できるのではなく、蓄積性の影響が危惧されるような騒音ばく露

*1 労働安全衛生総合研究所研究推進・国際センター

*2 労働安全衛生総合研究所化学物質情報管理研究センター
ばく露評価研究部

*3 環境計測研究グループ

*4 人間工学研究グループ

*5 労働災害調査分析センター

*6 東洋大学

*7 国立研究開発法人情報通信研究機構

*8 東京福祉大学

*9 CKD 株式会社

*10 株式会社大林組

連絡先：〒214-8585 神奈川県川崎市多摩区長尾 6-21-1
労働安全衛生総合研究所 研究推進・国際センター 柴田延幸
E-mail: shibata@h.jniosh.johas.go.jp

や振動ばく露などに対する潜在的影響も高齢労働者には存在している可能性もあり得る。したがって、前掲のガイドラインにも示されているように、

- ・高齢労働者の健康や体力の状況の把握
- ・高齢労働者の健康や体力の状況に応じた対応などが当然必要となる。

2 研究の概要

本プロジェクト研究では、作業環境において労働者の健康を阻害する要因となる物理因子の中でもさまざまな製造業や建設業等ではばく露が想定される騒音、振動、暑熱を対象として、高年労働者にこれらの物理因子が及ぼす諸々の影響の特徴を明らかにすることにより、作業環境に必要な要件や配慮等の改善策および高年労働者がばく露するリスクを評価する指標の提案を検討した。

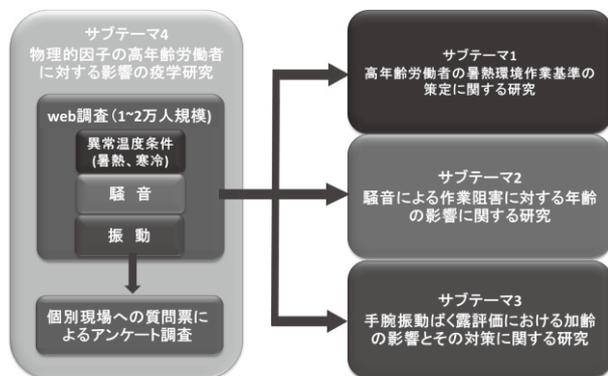


図1 プロジェクト全体とサブテーマ間の連関

プロジェクト研究全体の構成（図1参照）としては、疫学調査研究と個別の物理因子に着目した実験的研究に分かれる。大規模 web アンケート調査を主体とする疫学調査（サブテーマ4）では、まず特定の物理因子と業種の関連性の調査・分析を実施し、その結果をもとに個別の物理因子ごとに以下に示す目的のもとと実験的研究（サブテーマ1~3）を実施した。

サブテーマ1:高年齢労働者の暑熱対策基準の策定に関する研究

加齢とともに体温調節反応は弱まることが報告されている。しかし定量的に評価された研究はなく、WBGT 基準値の補正を高年齢労働者に当てはめるには、熱放散反応が减弱した結果として深部体温がどの程度上がるかを若年者と比較する必要がある。また、WBGT 基準値を上回る暑熱環境においては、何らかの対策を講じるが、深部体温の上昇を抑制する身体冷却に実用的な方法はなく、新たな身体冷却方法の考案が求められている。

本サブテーマでは、高年齢労働者における熱中症の実態把握や、熱中症と年齢との関係を統計的に明らかにするとともに、WBGT と生理学的な暑熱負担の関係を実験によって明らかにすることによって、高年齢労働者向けの WBGT 基準値の補正值を提示し、高年齢労働者の熱中

症予防に寄与することを目的とした。1) 被験者実験では、4段階の WBGT における暑熱負担を若年者群と高齢者群で比較すること、および電動ファン付き作業服のインナーを浸潤させる身体冷却の効果を検証した。2) 現場調査では、実際の建設作業員から得た心拍数と作業員のばく露されている WBGT 値を解析することにより、若齢群に比べた高齢群の傾向を比較した。3) 労働災害データの解析では、災害復命書等の労災データを解析することにより、高齢労働者における熱中症ならびに暑熱環境に起因した事故災害の傾向について検討した。

サブテーマ2:騒音による作業阻害に対する年齢の影響に関する研究

種々の音響特性（周波数スペクトル等）の騒音をばく露するという条件下で、高齢被験者群（聴力正常と聴力低下の2群）と若年被験者群に作業課題を行わせ、その処理スピード、正確性、作業遂行時の主観的感覚（うるささ、不快度など）などを測定した。その結果を被験者群間、ばく露条件間で比較することで、騒音による作業阻害の程度についての高年齢労働者群の特徴を見出し、高年齢労働者にとって適した作業環境、特に音環境を整備するための一助とする。

サブテーマ3:手腕振動ばく露評価における加齢の影響とその対策に関する研究

高年齢労働者（高年齢ばく露群と高年齢非ばく露群を想定）を対象とした被験者実験を実施し、作業を模擬した手腕振動にばく露した際の指先振動感覚閾値の測定およびハンドル把持状態の力学的応答を測定した。指先振動感覚閾値の測定結果より、高年齢労働者の指先振動感覚特性を明らかにするとともに高年齢労働者の振動ばく露リスクを評価するための指標の開発を行った。また、力学的応答から高年齢労働者の振動伝達特性および姿勢安定性を明らかにする。得られる高年齢ばく露群および高年齢非ばく露群のデータを若年者群のデータと比較することにより、作業環境において高年齢労働者が注意すべき点および配慮等の改善策について考察するとともに高年齢労働者がさらされるリスクを評価する指標の提案を検討した。

サブテーマ4:物理的因子の高年齢労働者に対する影響の疫学研究

高齢労働者を中心に物理的因子による業務上疾病に関する大規模 Web 調査を実施した。14176 人から回答が得られ、業務上各物理因子にばく露されている割合は暑熱、寒冷、騒音、振動の順に多く、障害を受けた人の割合は、暑熱、振動、騒音、寒冷の順に多かった。物理的因子による業務上疾病に影響を与えられと考えられる要因や、作業様態、労働の三管理、個人が行っている疾病防止対策、個人の疾病に対する知識等もアンケートに加え結果を分析した。

3 研究の成果

サブテーマ 1: 高齢労働者の暑熱対策基準の策定に関する研究

1) 被験者実験

若年者 (28±4 歳) および高齢者 (66±4 歳) を対象に同じ産熱量となる 1 時間の運動を, WBGT27°C (室温 30.0°C・相対湿度 65%), 28.5°C (室温 32.5°C・相対湿度 60%), 30°C (室温 35.0°C・相対湿度 55%), そして 31.5°C (室温 37.0°C・相対湿度 50%) で行った. 深部体温の指標となる直腸温のピーク値は, WBGT が 1°C 上がると深部体温は高齢者群で 0.1°C, 若年者群で 0.05°C 上がる傾きとなった. また, WBGT31.5°C (室温 37.0°C・相対湿度 50%) において, 電動ファン付き作業服のファンを稼働し, さらにインナーを浸潤させる身体冷却を行った. その際の運動に伴う直腸温の上昇は, ファンを稼働せず乾いたインナーを用いたコントロール条件と比較して半減した (1.3°C±0.3°C vs. 0.7°C±0.2°C, p<0.05).

以上の実験から, 高齢労働者における暑熱環境における熱中症予防対策として, 軽作業時の WBGT 基準値を 1°C 下げること, および基準値を上回る環境においては, 対策の 1 つとして電動ファン付き作業服のインナーを浸潤させる身体冷却が有効である可能性が示された.

2) 現場調査

建設現場で働く作業者にリストバンド型心拍計および活動量計を装着し, 作業中の心拍数および活動量を取得するとともに, 心拍数からのビーコン信号による作業場所データと, 現場の複数箇所に設置した WBGT 測定器の結果より, 作業者がばく露されている WBGT 値を推定した. また, 作業者に装着した小型動画カメラによる動画を解析することにより, 作業内容, 作業強度を把握した. これらのデータにより, 作業強度別の WBGT と心拍数の関連性を解析した.

研究期間中に有効なデータセットが得られたのは, 計 20 名であり, 年齢の内訳は 10~20 代 6 名, 30 代 1 名, 40 代 5 名, 50 代 4 名, 60 代 3 名, 70 代以上 1 名であった. 解析の結果, WBGT 値と心拍数の間には目立った関連性は見られなかったが, 作業強度に基づいた WBGT 基準値 (JIS Z8504 の附属書 A) からの超過度と心拍数, 及び, WBGT 基準値からの超過度と, [180-年齢]からの心拍数超過度の関連性を見たところ, いずれも弱い正の相関が確認された. また, 年齢を若年群 (10~40 代) と高齢群 (50 代以上) で区分して WBGT 超過度と心拍数超過度の関連を見たところ, 若干ではあるが高齢群の方が心拍数超過度が高い傾向が見られ, 回帰直線の傾きも急であった. さらに, 高齢群では WBGT (-) かつ心拍数 (+), すなわち WBGT 値が基準値未満であるにも関わらず心拍数が基準値を超過しているケースが若年群よりも多く見られることが観察された. 対象者数が限定されるため, 結論を出すには不十分ではあるが, 高齢者の熱中症

発症リスクが高いことの一部を表している可能性が示唆された.

3) 労働災害データの解析

当研究所が管理している災害調査復命書のうち, 2011~2020 年 (2012 年を除く) の計 176 件の熱中症死亡災害のデータを解析した. このうち, 高齢労働者 (60 歳以上) に該当するデータは 31 例であった.

企業規模別に解析したところ, 10 人未満の零細企業が 84 例 (48%) とほぼ半数を占め, 10~49 人が 61 例 (35%), 50~99 人が 13 例 (7%) と, 100 人未満の小規模企業での熱中症死亡災害が 8 割以上を占めていた. これを被災者の年齢区分とあわせて考えると, 熱中症死亡者の多くが小規模企業で働く高齢者であることがわかった. このことから, 高齢者の熱中症災害を防止するためには, 小規模な企業における対策を強化する必要があることが示唆された.

サブテーマ 2: 騒音による作業阻害に対する年齢の影響に関する研究

4 種類の騒音ばく露 (音無しを含む) 条件下で被験者に PC 作業を行わせ, 騒音の周波数特性による作業阻害の程度 (処理スピード, 正確性, 騒音に対する主観的印象) を調べた. 被験者は, (高齢+聴力正常) 群, (高齢+聴力低下) 群, 若年群の 3 群で, 各群とも 4 名の計 12 名である.

ばく露条件は, 音無し, ピンクノイズ, 高周波域を強調したホワイトノイズ, 低周波域を強調したホワイトノイズの 4 種類である. 音無し以外の 3 種類のテスト音はいずれも定常的な音で, やや騒がしいオフィスを想定して, 音圧レベルは被験者頭部位置で 65 dB(A) とした. 各条件でのばく露時間は 20 分である. 被験者には, その間に PC 作業をできるだけ正確に, かつ多くをこなすように教示をした.

PC 作業の処理スピード, 正確性については, 必ずしも音無し条件が最も良い結果とはならなかった. 処理スピード (20 分のばく露時間中の全処理数) については, 全被験者群ともに, 4 条件について群内での明確な差は見られなかった. (高齢+聴力低下) 群では, 他の 2 群と比較して処理スピードが遅かったが, テスト音による差は不明確であった. 作業の正確性については, 明確な傾向は見られなかった. (高齢+聴力正常) 群では, 一部のテスト音について音無し条件よりもエラー率が上昇したが, (高齢+聴力正常) 群や若年群では, 逆に, 一部のテスト音ではエラー率が低下するという結果になった.

やや騒がしいオフィスの音環境を想定した程度の音圧レベルの騒音へのばく露では, 高齢被験者への作業阻害を明確に見出すことは難しいと言える. 一般的なオフィスの範疇に入る音環境であれば, 音によって高齢労働者の作業が阻害される可能性は低いと推測できる.

サブテーマ 3: 手腕振動ばく露評価における加齢の影響とその対策に関する研究

1) 振動障害予備群早期発見のための新しい指標 VPTW の提案

新しい振動感覚覚モデルとして、振動刺激と振動感覚の知覚との間にループ状の関係(ヒステリシス)を確立するヒステリシスモデルを提案した。同モデルは、刺激を印加する際の接触面における力学的条件が刺激強度上昇時と下降時では異なることに着目し、上昇法による閾値と下降法による閾値の差(VPTWと定義)は材料特性等も含めた接触系固有の諸特性によって決まり、周囲温度などの環境条件や、指先の生理的・生体力学的条件等の条件の影響をほとんど受けないものと仮定し新しい指標の候補とした。これに対して、上昇法による閾値と下降法による閾値の単純算術平均である指先振動感覚閾値(VPT)は、周囲温度などの環境条件や、指先の生理的・生体力学的条件等によって明らかに影響を受けることが知られており、明らかなVPTの永久閾値移動は症状の進行した手腕振動発症者にしか認められず、振動障害予備群を発見するための指標とはなり得ない。

模擬手腕振動タスク実施終了後の回復過程におけるVPTを5分間隔でばく露終了後30分経過するまで測定して、VPTWの経時変化および被検者群間比較を行ったところ、試験周波数125HzにおけるVPTWは、非ばく露群では高齢者および若年者に関係なく値は経時的に不変であること、高齢者ばく露群のVPTWは非ばく露群よりも有意に大きい値を示し、かつ経時的に変動した。このことから、VPTWを新たな指標とすることにより、手腕振動の長期ばく露による高年齢労働者の蓄積性の健康影響および手腕振動発症のリスク評価の可能性が示された。

2) VPTWを用いた高年齢労働者の蓄積性振動ばく露リスク評価の検討

高年齢労働者の手腕振動障害リスクを評価する際の手法として、新指標VPTWと繰り返し手腕振動ばく露後の指先振動感覚閾値(VPT)の残留閾値移動を組み合わせることにより、高年齢労働者の長期的な手腕振動ばく露による蓄積性リスクの評価および潜在的な手腕振動障害予備群のスクリーニング手法への有効性の検討を行った。

その結果、繰り返し手腕振動ばく露後のVPTW(試験周波数:125Hz)は、非ばく露群においては、ばく露の繰り返し数が増えても経時的に不変であり、高齢者ばく露群のVPTWは非ばく露群よりも有意に大きい値を示し、かつ経時的に変動した⁴⁾。一方、非ばく露群の残留閾値移動(TTS)は、手腕振動ばく露の繰り返し回数が増加するにつれて有意に増加した。以上のことから、手腕振動障害予備群の末梢神経系障害の初期症状の指標として、VPTWと残留TTSを併用することにより、高年齢労働者の長期的な手腕振動ばく露による蓄積性リスクの評価および潜在的な手腕振動障害予備群のスクリーニングが可能であることが示された。

サブテーマ 4: 物理的因子の高年齢労働者に対する影響の疫学研究

高年齢労働者は物理因子(振動、騒音、温熱等)へのばく露により障害が発症するリスクが高くなると考えられる。年齢、性別、職種による各物理因子のばく露状況や障害の割合及び対策状況を明らかにするために、労働者を対象に大規模Web調査(回答数1.4万人)を実施した。ばく露を受けた物理因子では、暑熱(43.8%)、寒冷(33.6%)、騒音(29.3%)、振動(16.7%)の順に多かった。障害を受けた人の割合は、暑熱(10.8%)、振動(6.5%)、騒音(4.6%)、寒冷(4.3%)の順に多かった。職種に関しては、ブルーカラー(建設・採掘、生産工程、運搬・清掃・包装、輸送・機械運転等)がホワイトカラー(管理職、専門・技術職、事務等)よりもいずれの物理因子についてもばく露を受ける率が高かったが、ばく露を受けて障害が発生する割合はホワイトカラーが高かった。年齢については、暑熱、寒冷は、45-49歳のばく露率が最も高く振動や騒音では若年者が多かった。障害率は、暑熱と寒冷で若年ほど高く振動と騒音は年齢差がほとんどなかった。熱中症対策では、体温計測やファン付き服では若年者の対策率が高かったが、休憩時間、朝食摂取、睡眠時間、通気性のいい帽子では高齢者の対策率が高かった。また、振動の防振手袋に関しては若年者の対策率が高かった。

業務上暑熱ばく露を受けている人を対象として、熱中症の発症率は慢性疾患なしで28.8%ありで40.2%だった。疾患別では、腎不全(66.7%)、皮膚疾患(63.0%)、自律神経障害(61.7%)、精神疾患(56.6%)の順に熱中症発症率は高く、その他の疾患では心疾患(46.5%)、糖尿病(45.5%)であった。複数の病気を併発している人ほど熱中症発症率は高く、病気の個数によって1個(35.3%)、2個(42.9%)、3個(46.0%)、4個(60.0%)、5個(65.0%)となった。服薬についての熱中症発症率は、服薬なし(29.1%)、服薬あり(38.5%)であった。服薬の種類では、抗てんかん薬(73.3%)、抗ヒスタミン薬(64.6%)、利尿薬(57.6%)、鎮痛薬(56.3%)、睡眠薬(54.8%)の順に熱中症発症率が高かった。服薬数別の熱中症発症率は、1種類(35.1%)、2種類(41.2%)、3種類(49.6%)、4種類(60.8%)、5種類(61.9%)と数が多くなるにしたがって高かった。

アンケートに回答した建設・採掘従事者(以下、「建設」)は1498人、生産工程従事者(以下、「生産」)は2294人だった。その中で、業務上暑熱ばく露を受けていると回答した人は建設で1274人、生産で1160人であった。業務上暑熱ばく露を受けていると回答した人の中で、個人の熱中症対策の実施率が高いものは、「職場への水分の持参」(建設:80%、生産:70%)、「自覚症状の有無と関係なく水分摂取」(建設:77%、生産:70%)、「定期的な水分摂取」(建設:76%、生産:70%)、「朝食摂取」(建設:65%、生産:69%)、「複数人で作業」(建設62%、生産:42%)であった。26個の熱中症対策の実施率の平均値は建設で39%、生産で29%であった。事業所の熱中症対策の実施率は、「休憩場所の設置」(建設:61%、生

産:64%)，“健康診断の実施”(建設:56%,生産:63%)，“作業場で自由に休憩可能”(建設:59%,生産:35%)，“暑い時の休憩頻度の増加”(建設:61%,生産:24%)，“暑熱基準を超える場所での作業”(建設:48%,生産:30%)であった。17個の事業所の熱中症対策の実施率の平均値は建設で39%,生産で24%であった。業務上の熱中症経験と関連が有意だった熱中症対策は、個人対策では建設において“熱中症にならないよう天候に注意”，“塩分の定期的な摂取”，“直射日光の下での保護帽の着用”，“十分な睡眠”，“暑い時は休憩を長めにとる”，“暑い場所，時間帯を避ける作業計画”等であった。生産工程では“職場への水分持参”のみであった。事業所の対策の中で有意だったのは，建設で“1日1回以上の巡視”，“WBGTの職場内での表示”，“暑熱基準を超える場所での作業”，“暑熱基準を超えた場合の対策の有無”，“作業服に対するアドバイス”であり，生産工程では“暑熱順化期間を設ける”であった。

振動に関しては， χ^2 検定の結果”手に衝撃が伝わる工具の使用”と”手の指が白くなった“，“手や指の冷えを感じやすくなった”，“手や指がしびれる”，”手，指，肘の関節が痛い“，“手の指がこわばる”，“手の力が入りにくくて，仕事がしにくい”との間に有意な関係性があることが示され

た。同様に，騒音に関しては”職場で大きな音が発生する機械の使用”と”耳の聞こえが悪いと感じる”，“耳鳴りがする”，“めまいがする”の間の有意な関係性が示された。

参 考 文 献

- 1) 厚生労働省. 人生100年時代に向けた高齢労働者の安全と健康に関する有識者会議報告書へエイジフレンドリーな職場の実現に向けて. 2019. .
<https://www.mhlw.go.jp/content/11302000/000585317.pdf> (最終アクセス日 2023年7月28日)
- 2) 厚生労働省. 高齢労働者の安全と健康確保のためのガイドライン」の策定について(令和2年3月16日付け基安発0316第1号). 2020.
- 3) 厚生労働省. エイジフレンドリーガイドライン(高齢労働者の安全と健康確保のためのガイドライン). 2022.
<https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/000815416.pdf> (最終アクセス日 2023年7月28日)
- 4) Nobuyuki Shibata (2023) Residual shift of vibrotactile perception thresholds following repeated hand-arm vibration exposure: screening parameter for early signs of neurosensory disorders. *Vibration*, 6(3), pp.599-609.

研究業績リスト

課題名：高年齢労働者に対する物理的因子の影響に関する研究

令和元年度（2019年）		
1	その他の専門家向け出版物	柴田延幸（2019）手腕振動ばく露作業における作業管理について．セーフティダイジェスト，Vol.65，No.11，pp.2-7.
2	その他の専門家向け出版物	柴田延幸（2019）手腕振動ばく露作業で使用が推奨される保護具とその関連規格について．セーフティダイジェスト，Vol.65，No.12，pp.2-8.
3	その他	上野 哲（2019）熱中症の暑熱基準を適用するときの注意点，安衛研ニュース，129号．
令和2年度（2020年）		
1	国内学術集会	上野 哲，柴田延幸，高橋幸雄，齋藤宏之，外山みどり（2020）高年齢労働者に対する物理因子の健康影響に関する Web 調査．～その1 暑熱ばく露～第93回日本産業衛生学会，産業衛生学雑誌，Vol. 62，(Suppl.)，p.375.
2	国内学術集会	高橋幸雄，上野 哲，柴田延幸，齋藤宏之，外山みどり（2020）高年齢労働者に対する物理因子の健康影響に関する Web 調査．～その2 騒音ばく露～第93回日本産業衛生学会，産業衛生学雑誌，Vol. 62，(Suppl.)，p.375.
3	国内学術集会	柴田延幸，上野 哲，高橋幸雄，齋藤宏之，外山みどり（2020）高年齢労働者に対する物理因子の健康影響に関する Web 調査．～その3 振動ばく露～第93回日本産業衛生学会，産業衛生学雑誌，Vol. 62，(Suppl.)，p.376.
令和3年度（2021年）		
1	国際学術集会	Satoru Ueno, Naomi Hisanaga, Nobuyuki Shibata (2022) Investigation of heat stroke risk factor in the workplace by large-scale web survey. 33rd International Congress on Occupational Health 2022 (ICOH 2022), Safety and health at Work, Vol. 13 Suppl. S270.
2	国際学術集会	Nobuyuki Shibata (2021) Prediction of vibration-isolating performance of gloves for tri-axial tool-specific vibration. Proceedings of 27th International Congress of Sound and Vibration, Presentation No. 1131.
3	国内学術集会	上野 哲，柴田延幸，久永直見（2021）業務上における各熱中症対策の実施率と有効性の評価．第94回日本産業衛生学会，産業衛生学雑誌，Vol.63，臨時増刊号，p.412.
4	国内学術集会	上野 哲（2021）夏季屋外作業時の呼吸による放熱の割合．第35回日本神経救急学会学術集会，プログラム・抄録集，p.80.
5	国内学術集会	上野 哲，柴田延幸，久永直見（2021）慢性疾患や服薬が熱中症発症率に及ぼす影響：大規模 Web 調査結果から．第69回日本職業・災害医学会学術大会，日本職業・災害医学会会誌，Vol.69，臨時増刊号，別121.
6	国内学術集会	柴田延幸（2021）末梢神経系障害を主徴とする振動障害予備群早期発見の試み．第33回日本産業衛生学会振動障害研究会，抄録集なし．
令和4年度（2022年）		
1	原著論文	Ken Tokizawa (2023) Effects of wetted inner clothing on thermal strain in young and older males while wearing ventilation garments. Front Physiol, Vol.14, 1122504.
2	原著論文	Nobuyuki Shibata (2022) Vibrotactile perception thresholds following short-term exposure to hand–arm vibration: application for identifying potential workers at risk of neurosensory disorders. Vibration, 5(4), pp.803-816.
3	国内学術集会	時澤 健（2021）高齢者と若年者における WBGT と運動時体温調節反応の関係，第76回日本体力医学会，要旨集，p.218.
4	国内学術集会	時澤 健（2022）電動ファン付きジャケットとインナーの浸潤による暑熱負担の軽減効果，第61回日本生気象学会大会，要旨集，p.48.
5	国内学術集会	齋藤宏之，澤田晋一，赤川宏幸，山田昇吾，笠井泰彰，飯塚浩二（2022）建設業における暑熱環境レベルと心拍数の関連性についての検討（第一報），第95回日本産業衛生学会，産業衛生学雑誌 64 (Suppl.)，p.347.
6	国内学術集会	齋藤宏之，澤田晋一，赤川宏幸，山田昇吾，笠井泰彰（2022）建設業におけるIoT技術を用いた熱中症予防対策と，心拍数と暑熱環境の関連性について，第61回日本労働衛生工学会，抄録集，pp.122-123.

高年齢労働者に対する物理的因子の影響に関する研究

7	国内学術集会	柴田延幸（2022）高年齢労働者増加時代における振動障害予備群早期発見の試み．日本職業・災害医学会会誌第 70 卷 臨時増刊号プログラム・抄録集，別 58.
8	国内学術集会	柴田延幸（2022）繰り返し振動ばく露後の VPT 閾値幅の変化および残留閾値移動．第 34 回日本産業衛生学会振動障害研究会，抄録集なし．