

労働安全衛生総合研究所年報

Annual Report

of

National Institute of Occupational Safety and Health, Japan

2022

令和4年度



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

目 次

本 編

I. 令和4年度の業務概要	1
1. 労働現場のニーズの把握と業務への積極的な反映	1
2. 労働現場のニーズ及び行政ニーズに沿った調査及び研究の実施	1
3. 研究評価の実施	2
1) 内部評価	2
2) 外部評価・厚生労働省の評価	2
4. 成果の積極的な普及・活用	2
1) 労働安全衛生に関する法令、国内外の基準制定・改定への科学技術的貢献	2
5. 原著論文、学会発表等の促進	2
6. インターネット等による研究成果情報の発信	3
1) ホームページ	3
2) 刊行物、メールマガジン、報道等	3
7. 講演会等の開催	3
1) 安全衛生技術講演会	3
2) 民間機関等との共催	3
3) 研究所一般公開	3
8. 知的財産の活用促進	3
9. 労働災害の原因調査・鑑定・照会等の実施	3
1) 労働災害の原因調査等の実施	3
2) 鑑定・照会等への対応	3
3) 原因調査結果等の報告	3
4) 調査内容の公表	3
10. 労働安全衛生分野の研究の振興	4
1) 国内外の技術・制度等に関する調査	4
2) 最先端研究情報の収集	4
3) 国際学術誌及び和文学術誌の発行と配布	4
11. 若手研究者等の育成への貢献	4
1) 連携大学院制度の推進	4
2) 大学客員教授等の派遣	4
3) 若手研究者等の受け入れ	4
4) 行政・労働安全衛生機関等への支援	4
5) 研究職員の海外派遣制度の活用等	4
12. 研究協力の促進	5
1) 研究協力協定等	5
2) 研究交流会等	5
3) 共同研究	5
4) 世界保健機関(WHO)労働衛生協力センター	5
13. 機動的効率的な業務運営体制の強化	5
14. 運営交付金以外の収入の確保	6
1) 競争的研究資金、受託研究の獲得と活用	6
2) 自己収入の確保	6
15. 人事に関する計画	6
1) 方針	6
2) 人員の指標	6
3) 職員の人事・給与制度	6
16. 公正で的確な業務の運営	7
1) 研究不正の予防	7
2) 情報の公開	7
3) 競争的資金に係る内部監査等	7
4) 研究倫理審査	7
5) 遵守状況等の把握	7
6) セキュリティの確保	7
II. 業務運営体制	8
1. 名称及び所在地	8
2. 設立目的	8
3. 沿革	8
4. 組織	10
1) 組織図	10
2) 部、センター、研究グループの主な業務内容	10
3) 内部進行管理のための会議・委員会及び法定管理者	10
III. 職員等	14
1. 職員	14
2. フェロー研究員、客員研究員等	16
1) フェロー研究員	16
2) 客員研究員	16

IV. 予算・決算等	17
1. 経費の節減	17
1) 施設経費の節減	
2) 研究経費の節減	
2. 運営費交付金、労災疾病臨床研究事業費補助金(厚生労働省)	17
3. 受託収入	17
4. 外部研究資金	17
5. 謝金収入等	18
V. 敷地建物、施設設備等	19
1. 敷地、建物	19
2. 大型施設・設備(令和4年度購入分)	19
3. 外部貸与対象の研究施設・設備	19
4. 図書室蔵書数	20
VI. 独立行政法人評価に関する有識者会議による評価(抄)	21

資料編

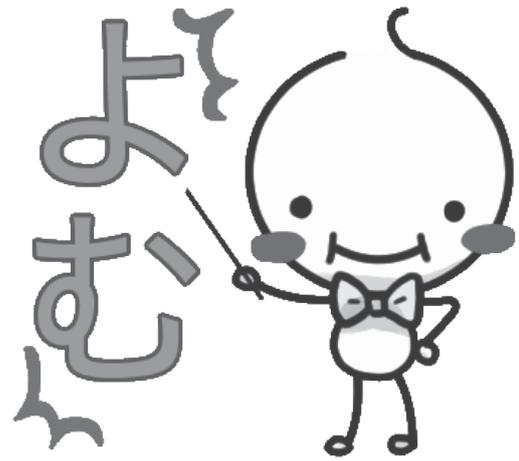
I. 調査研究業務等の実施に関する資料	22
1. 研究課題一覧(2.3.4.の課題別のページ付き)	22
2. 協働研究成果概要	26
3. プロジェクト研究成果概要	45
4. 基盤的研究成果概要	88
II. 調査研究成果の普及・活用に関する資料	130
1. 国内外の労働安全衛生の基準制定・改定への科学技術的貢献	130
2. 研究調査の成果一覧	135
1) 刊行物・出版物	
2) 学会・研究会における発表・講演	
3. 学会活動等	163
4. インターネット等による調査・研究成果情報の発信	169
5. 講演会・一般公開等	170
1) 安全衛生技術講演会	
2) 研究所の一般公開	
3) 研究所見学の受け入れ状況	
6. 知的財産の活用、特許	175
1) 登録特許等	
2) 特許等出願	
III. 国内・国外の労働安全衛生関係機関等との協力の推進に関する資料	178
1. 労働衛生に関するWHO協力センター(WHO-CC)交流会の概要	178
2. 研究振興のための国際学術誌の発行と配布	178
1) Industrial Health 誌の発行・配布	
3. 若手研究者等の育成	180
1) 大学との連携	
2) 若手研究者等の受け入れ	
3) 行政・労働安全衛生機関等への支援	
4) 海外協力	
4. 研究協力	184

附属表一覧

表 1-1 協働研究課題(4課題)	22
表 1-2 プロジェクト研究課題(9課題)	22
表 1-3 基盤的研究課題(34課題)	22
表 1-4 外部研究資金による研究課題(研究員等が研究代表者を務めた27課題)	23
表 1-5 外部研究資金による研究課題(研究員等が分担研究者あるいは共同研究者を務めた8課題)	25
表 2-1 国内の行政・公的機関に設置された委員会等への委員等としての参画	130

表 2-2	国際機関に設置された委員会等への出席	133
表 2-3	労働安全衛生の国内外基準の制定にかかわる委員会等への委員としての参画	134
表 2-4	原著論文として国際誌(英文等)に公表された成果	135
表 2-5	原著論文として国内誌(和文)に公表された成果	139
表 2-6	原著論文に準ずるものとして国際誌(英文等)に公表された成果	140
表 2-7	査読付き報告等として学会誌等に公表された成果	140
表 2-8	査読なし総説論文又は解説等として公表された成果	141
表 2-9	著書又は単行本として公表された成果	145
表 2-10	研究調査報告書一覧(競争的資金及び委員会等)	146
表 2-11	その他の専門家・実務家向け出版物に公表された成果(国際誌及び国内誌)	147
表 2-12	研究所出版物として公表された成果	148
表 2-13	国際学術集会にて発表・講演された成果(特別講演, シンポジウム, ワークショップ等)	149
表 2-14	国内の学術集会にて発表・講演された成果(特別講演, シンポジウム, ワークショップ等)	149
表 2-15	国際学術集会にて発表・講演された成果(一般口演, ポスター等)	150
表 2-16	国内の学術集会にて発表・講演された成果(一般口演, ポスター等)	151
表 2-17	国際学会の活動への協力	162
表 2-18	国内学会の活動への協力	163
表 2-19	国際誌編集委員等(Industrial Health誌を除く)	166
表 2-20	国内誌編集委員等(労働安全衛生研究誌を除く)	167
表 2-21	職員が授与された表彰及び学位等	168
表 2-22	研究所刊行物の発行状況	168
表 2-23	テレビ・ラジオ放送による報道	169
表 2-24	新聞・雑誌等による報道	169
表 2-25	安全衛生技術講演会プログラム	170
表 2-26	研究所一般公開の概要(清瀬地区)	171
表 2-27	研究所一般公開の概要(登戸地区)	172
表 2-28	研究所見学の受け入れ状況	175
表 2-29	登録特許	175
表 2-30	登録商標	176
表 2-31	登録意匠	176
表 2-32	特許出願	176
表 3-1	Industrial Health誌における論文の種類別投稿数の推移	177
表 3-2	Industrial Health Vol.60 (2022)における論文の種類別及び号別の掲載数	178
表 3-3	Industrial Health誌における論文の種類別掲載数の推移	178
表 3-4	Industrial Health Vol.60 (2022)における筆頭著者の所属地域ごとにみた論文掲載状況	178
表 3-5	連携大学院制度に基づく協定先一覧	179
表 3-6	非常勤講師等の実績(連携大学院制度によるものを除く)	179
表 3-7	大学等からの実習生・研修生の受け入れと指導実績	180
表 3-8	行政・労働安全衛生機関等への支援実績	180
表 3-9	海外協力実績	183
表 3-10	研究協力協定の締結状況	183

※ 研究成果概要中にある図表は記載していません。



本 編

I. 令和 4 年度の業務概要

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(以下「研究所」という。)は、平成 28 年 4 月 1 日をもって独立行政法人労働者健康福祉機構と独立行政法人労働安全衛生総合研究所の統合により発足した。本報は研究所発足 7 年目の業務報告書である。

年度当初の職員数は 98 名(うち研究職員 81 名)であり、管理部、研究推進・国際センター、労働災害調査分析センター、化学物質情報管理研究センター(うち 3 研究部)、過労死等防止調査研究センター、労働者放射線障害防止研究センター及び 10 研究グループの体制である。

予算(決算)額は厚生労働省からの運営費交付金 23 億 7843 万 9 千円(22 億 8653 万円)、施設整備費補助金 6 億 7252 万 2 千円(5 億 6998 万 7 千円)、労災疾病臨床研究事業費補助金 7 億 1566 万 7 千円(6 億 9603 万 4 千円)のほか、外部研究資金の獲得として競争的研究資金 4237 万 2 千円、受託研究 3499 万 9 千円がある。以下に令和 4 年度の業務実績を示す。

1. 労働現場のニーズの把握と業務への積極的な反映

研究所ホームページ上での研究成果紹介や企業、団体等による研究所見学、業界・事業者団体が開催する講演会、シンポジウム及び研究会への参加、研究員が個別事業場を訪問するなどあらゆる機会を利用して調査研究に係る労働現場のニーズや関係者の意見を把握した。

労働現場で把握した実態を基に政府からの受託研究として「過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究」を引き続き実施した。

また、研究所が実施した災害調査をきっかけに、厚生労働省から平成 30 年 9 月に「高純度結晶性シリカの微小粒子を取り扱う事業場における健康障害防止対策等の徹底について」が発出されたが、災害調査で危惧された呼吸器疾病の実態を把握するため協働研究「高純度結晶性シリカにばく露して発症した呼吸器疾患に関する労働衛生学的研究」を引き続き実施した。さらに、職場のベリリウムのばく露状況とその健康影響を検討するため、令和 2 年 4 月より新たな協働研究を実施することとした。

労働安全衛生施策の企画・立案に貢献できるよう厚生労働省等との意見・情報交換会を通じて、労働安全衛生に関するニーズの把握に努め、プロジェクト研究については、研究員と厚生労働省の政策担当部門との調整を図り、意見交換をのべ 7 回実施した。

2. 労働現場のニーズ及び行政ニーズに沿った調査及び研究業務の実施(関連資料 表 1-1~表 1-5)

過労死等防止対策推進法(平成 26 年 6 月 27 日公布、同年 11 月 1 日施行)の制定を踏まえ、平成 26 年 11 月 1 日に設置した過労死等防止調査研究センターにおいて、「過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究」(第 3 期の 2 年度目)に取り組んだ。令和 3 年度の研究結果を研究報告書に取りまとめ、厚生労働省に提出した。研究報告書の内容については、厚生労働省ホームページに公表され、10 月に厚生労働省が取りまとめる過労死等防止対策白書に盛り込まれるとともに、厚生労働省関係部局や関係省庁などで活用された。事案・疫学・実験研究に加えて令和 3 年度から新設した対策実装研究では、運輸業と建設業を対象にステークホルダー会議ならびにタスクフォース会議等を通じて、健康ハイリスク者、重層構造、中小規模事業場への産業保健サービス、健康行動への変容支援、職場環境改善活動に関するアクションをそれぞれ計画し進めた。行政施策への貢献として、過労死等としての精神障害の労災認定基準に関する専門検討会や勤務間インターバル制度導入促進のための広報事業検討委員会に委員として参加した。さらに、地方公務員の過労死等に係る公務災害認定事案に関する調査研究を総務省からの受託として進めた。

東京電力福島第一原子力発電所の事故収拾作業に従事した緊急作業員約 2 万人に対し、国は平成 23 年度から健康相談や健診などの長期的健康管理を行っている。その一環として、平成 26 年度からは緊急作業員の生涯にわたる疫学調査が開始されており、令和元年度からの第 2 期 5 年間分の同調査の実施を労働者放射線障害防止センターが受託した。第 1 期の業務を継承し、全国の医療機関の協力を得て 47 都道府県に分布する対象者の健康調査を実施している。また、がん罹患や死亡の頻度を比較するため、全国がん登録制度や人口動態統計調査との照合を進めている。さらに、令和 3 年度からは、疫学調査の基礎デ

一タ収集にかかわる、国が行う緊急作業員全体の健康相談や現況調査の実施を受託している。

厚生労働省の政策担当部門との意見交換を踏まえ、労働災害の減少及び労働者の健康管理に結びつく研究課題・テーマを設定し、吊り上げ用具類の寿命予測手法の開発、腰痛予防と持ち上げ重量に関する研究、労働者のストレスの評価とメンタルヘルス不調の予防に関する研究を開始した。

令和4年度計画に基づいて、プロジェクト研究9課題を実施した。基盤的研究については、年度途中から開始した課題を含め、34課題を実施した。

行政からの要請を受けて、山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策のあり方についての研究をはじめ7課題についての調査研究を実施した。

3. 研究評価の実施

「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成28年12月21日内閣総理大臣決定)に基づき規定されている研究所の内部評価委員会及び業績評価委員会労働安全衛生研究評価部会(以下、「安衛研究部会」という。)において評価を実施した。研究評価は、他の研究機関等の行う研究との重複の排除及び大学等との共同研究における研究所の貢献度を研究計画作成時に明確にさせた上で実施した。

1) 内部評価

令和4年度計画に基づき、すべての研究課題を対象として4回(令和4年5月、6月、10月、11月)の内部評価委員会を開催した。研究課題について、公平性、透明性、中立性の高い評価を実施するため、事前評価では、目標設定、研究計画、研究成果の活用・公表、学術的視点等5項目、中間評価では研究の進捗及び今後の計画、行政的・社会的貢献度、研究成果の公表、学術的貢献度等5項目、終了評価では目標達成度、行政的・社会的貢献度、研究成果の公表、学術的貢献度等5項目について、それぞれ5段階の評価を行い、その結果を研究計画や予算配分等に反映した。

2) 外部評価・厚生労働省の評価

安衛研究部会(外部評価)において、協働研究、プロジェクト研究、行政要請研究の合計7課題が事後評価を受けた。評価の平均点は、目標値である3.25点を上回る4.4点であった。

厚生労働省から「政策効果が期待できるか」の評価については、協働研究、プロジェクト研究、行政要請研究で合計9課題が評価を受け、「非常に政策効果が期待できる」が3課題、「政策効果が期待できる」が6課題の判定で、全課題が評価点2点以上であり、目標である2点以上が80%を達成した。

4. 成果の積極的な普及・活用 (関連資料 表 2-1～表 2-3)

1) 労働安全衛生に関する法令、国内外の基準制定・改定への科学技術的貢献

「建設作業の安全性」、「機械類の安全性」、「静電気安全」等の分野をはじめとして研究所の職員が、ISO、IEC、JIS等国内外の基準の制定・改定等を行う検討会等へ委員長等として参画し、知見、研究所の研究成果等を提供するとともに、国際会議に研究員が日本の技術代表等として出席した。

出席した国際機関委員会等に研究成果を提供する等の貢献をするとともに、研究成果が船員法施行規則等の一部を改正する省令(令和4年4月15日公布)、化学設備等定期自主検査指針における目視検査の取り扱いについて(令和4年4月20日、基安化発0420第2号)、昇降設備・保護帽の義務付けを2t以上5t未満の車に拡大およびテールゲートリフター特別教育の義務化(省令改正)、陸上貨物運送事業における荷役作業の安全対策ガイドラインの策定について(通達)等の法令・通達等12件及びJIS B7922:2023、電子式湿球黒球温度(WBGT)指数計、電子式WBGT指数計の自然湿球温度推定等の国際・国内規格等7件に、それぞれ反映された。

5. 原著論文、学会発表等の促進 (関連資料 表 2-4～表 2-22)

国内外の学会、研究会、事業者団体における講演会等での発表、原著論文等の論文発表件数について、研究員ごとに目標を設定する等により積極的に推進した。

また、延べ21名の研究員が、計15件の学会賞あるいは講演賞等を、日本産業衛生学会、安全工学会、計測自動制御学会ほかから受賞した。

6. インターネット等による研究成果情報の発信（関連資料 表 2-22～表 2-24）

1) ホームページ

和文学術誌「労働安全衛生研究」と「Industrial Health」を、J-STAGE(科学技術情報発信・流通統合システム／(国研)科学技術振興機構)で公開した。研究所が刊行する国際学術誌「Industrial Health」(年6回発行)、和文学術誌「労働安全衛生研究」(年2回発行)、特別研究報告等の掲載論文、技術資料等の研究成果の全文をホームページ上に公開するとともに、閲覧者の利便性向上の観点から、必要に応じて日本語及び英語による要約を併せて公開した。

また、YouTubeにJNIOOSHチャンネルを登録し、実験動画等を公開するとともに、新型コロナウイルス感染症の影響を受けて中止となったイベント等の開催中止案内やイベント代替の情報等をホームページに掲載した。

研究所ホームページ上の「研究業績・成果」、「刊行物」(「Industrial Health」、「労働安全衛生研究」等)へのアクセス件数は194万回となり、機構全体としてアクセス件数は目標の240万回を上回った。

2) 刊行物、メールマガジン、報道等

令和3年度労働安全衛生総合研究所年報を発行するとともに、メールマガジン(安衛研ニュース)は、12回配信し、内外における労働安全衛生研究の動向、研究所主催行事、刊行物等の情報提供を行った。なお、メールマガジンの配信数は月約1772件であった。

また、特別研究報告SRR-No.52を刊行し、令和3年度に終了した4件のプロジェクト研究について、その研究成果を広報するとともに、研究所のホームページに掲載した。

その他、一般誌等に91件の論文・記事を寄稿し、研究成果の普及等を行うとともに、国内のテレビ局から静電気と湿度の関係についてなどの取材2件のほか、ロールボックスパレットの労災防止、暑熱下の熱中症対策、労災分析によりわかった過労の兆候等について、新聞・雑誌等の取材6件に協力した。

7. 講演会等の開催（関連資料 表 2-25）

1) 安全衛生技術講演会

安全衛生技術講演会を令和4年9月にオンライン形式で開催した。令和4年度は4名の研究員による一般講演を行った。研究所ホームページやメールマガジンにより周知した結果、30都道府県から計200名を超える参加登録があり、他に海外からの参加もあった。開催方法や各講演内容についても大変ご好評をいただき、また次回もオンラインでの開催を希望する意見が多く寄せられた。

2) 民間機関等との共催

一般社団法人日本粉体工業技術協会との共催で「粉じん・火災安全研修(中級/技術編)(初級/基礎編)」をLive配信・Web研修により実施した。

3) 研究所一般公開（関連資料 表 2-26～表 2-27）

新型コロナウイルス感染症の影響により、令和4年度はオンライン開催とした。清瀬地区では令和4年12月2日～9日に、登戸地区では令和5年2月13日～28日にそれぞれ実施し、研究所の研究活動について、実験映像やプレゼンテーション資料等により紹介した。

8. 知的財産の活用促進（関連資料 表 2-29～表 2-32）

研究所が保有する特許は、登録総数は23件、登録商標は2件、特許出願総数は9件、登録意匠は2件、特許実施総数は2件であった。これら知的財産の活用促進を図るため、23件の登録特許について、研究所のホームページにその名称、概要等を公表している。

特許権の取得を進めるため、年度末に行う研究員の業績評価において「特許の出願等」を評価材料の一つとして評価を行うとともに、特許権の取得に精通した清瀬・登戸両地区の研究員を業務担当者として選任し、特許取得に関する研究員の相談に対応した。

9. 労働災害の原因調査・鑑定・照会等の実施

1) 労働災害の原因調査等の実施

令和4年度はビル解体工事現場で発生した外壁の倒壊災害をはじめとする計8件の労働災害の原因調査に着手した。また、神奈川労働局からの要請を受けて、労働基準監督官および厚生労働技官に技術研

修にて講義を行った。さらに、当研究所で行った労働基準監督官フォローアップ研修において災害調査事例を紹介するとともに災害調査の依頼方法などについて指導した。

2) 鑑定・照会等への対応

労働基準監督署、警察署等の捜査機関からの依頼により令和4年度に開始した鑑定等は9件であった。

3) 原因調査結果等の報告

高度な実験や解析を必要とするため時間を要するもの等を除き、結果は速やかに依頼元へ報告している。令和4年度は工場で発生した酸素欠乏症疑い災害など計10件の災害調査について、厚生労働省に調査結果を報告した。また、鑑定・照会等については依頼元である労働基準監督機関等に調査結果等を8件報告した。アンケートを実施し、回答があった計16件の平均点は2.69点(満点3点)であった。

4) 調査内容の公表

「ジブクレーン上部旋回体の倒壊災害」、「泥上掘削機の転覆災害」など計4件について、特定の企業名等は削除する等、企業の秘密や個人情報の保護に留意しつつ災害調査報告書を研究所のホームページで公表した。

10. 労働安全衛生分野の研究の振興

1) 国内外の技術・制度等に関する調査 (関連資料 表 2-1～表 2-3)

国際研究集会、ISO や OECD の国際会議等への参加(Web、現地)の機会を利用し、国内外の研究所・諸機関が有する知見等の調査、情報収集を行い、国内関係機関等に提供した。

2) 最先端研究情報の収集

世界保健機関(WHO)が Web 教育ツール(OpenWHO コース)として公開している職場における COVID-19 の体系的な教育研修の教材、COVID-19 対策の日本語翻訳版(令和3年度に作成)を、本年度は産業衛生学雑誌に公表するなどして、教材の周知並びに普及を目指した。

3) 国際学術誌及び和文学術誌の発行と配布

a. Industrial Health (関連資料 表 3-1～表 3-4)

国際学術誌「Industrial Health」を年6回刊行し、国内26件、国外203件の大学・研究機関等に配布した。Industrial Health 誌への投稿論文数は227編で、そのうちの掲載論文数は62編であった。また、掲載論文の国別/地域別内訳は、欧米27.5%、アジア・オセアニア19.4%、日本(当研究所を除く)30.6%、当研究所16.1%となっており、広く国内外からの投稿論文を集めた。Industrial Health 誌のインパクトファクターは、2.0となった。

J-STAGE(科学技術情報発信・流通統合システム/国研)科学技術振興機構)を通じ Industrial Health 誌の創刊号からの全掲載論文が閲覧可能であること、受理論文の刊行前早期公開(Advance Publications)、さらには海外の著名データベースサービス(PubMed, PubMed Central(PMC), CrossRef, EBSCO, INSPEC, ProQuest 等)との相互リンクが毎年増加していることから、令和4年度は世界各国から書誌事項に43万件を超えるアクセス、並びにおよそ19.3万件の全文ダウンロードが行われるなど、幅広く活用された。

b. 和文学術誌「労働安全衛生研究」

和文学術誌「労働安全衛生研究」を年2回刊行し、国内約900の大学・研究機関等に配布した。

J-STAGE(科学技術情報発信・流通統合システム/国研)科学技術振興機構)に掲載し、全論文を検索し、閲覧できるようにしている。

11. 若手研究者等の育成への貢献 (関連資料 表 3-5～表 3-8)

1) 連携大学院制度の推進

連携大学院協定を締結している6大学のうち、長岡技術科学大学、日本大学、北里大学、東京電機大学、東京都市大学において、研究員が客員教授、客員准教授等として延べ13名が任命され、教育研究活動を支援した。

2) 大学客員教授等の派遣

東京大学、青山学院大学大学院等大学及び大学院に対して延べ29名の研究員が非常勤講師等として支援を行った(連携大学院制度に基づく派遣を除く)。

3) 若手研究者等の受け入れ

国内の大学・研究機関から延べ 29 名の若手研究者等を受け入れ、修士論文、卒業論文等の研究指導を行った。

4) 行政・労働安全衛生機関等への支援

労働政策研究・研修機構労働大学校の産業安全専門官研修、労働衛生専門官研修等外部機関が行う研修において、最新の労働災害防止技術等についてオンライン講義等を行った。

このほか、都道府県労働局が実施する技術研修、中央労働災害防止協会等が行う研修会等に対し、講師として多くの研究員を派遣、またはオンライン参加した。

5) 研究職員の海外派遣制度の活用等

研究職員の資質・能力の向上等を図るため、研究職員を外国の大学若しくは試験研究機関等に派遣する制度として在外研究員派遣規程を制定(平成 27 年 1 月)し、研究職員の海外派遣制度を導入してきたが、令和 4 年度は新型コロナウイルス感染症の影響により派遣を中止した。

12. 研究協力の促進

1) 研究協力協定等(関連資料 表 3-9~表 3-10)

現在も協定期間中の 5 か国 9 機関の研究機関と労働安全分野において研究協力協定に基づく情報交換、研究協力を進めた。

また、WHO をはじめとする国際機関等の活動への協力を行った。

2) 研究交流会等

フェロー研究員として 42 名を委嘱した。(Ⅲ.2 参照)

この他、研究協力協定を締結した大学・研究機関との共同研究、研究員の国際学会への派遣等を通じて、内外の最先端研究情報の収集に努めた。

3) 共同研究(関連資料 表 1-1~表 1-5, 表 3-7 等)

労働安全衛生分野の広い範囲で、研究協力協定を締結した研究機関や連携大学院、民間企業等との共同研究を推進した。また、共同研究等の実施に伴い、研究員を他機関へ派遣するとともに、他機関から若手研究者等を受け入れた。

4) 世界保健機関(WHO)労働衛生協力センター

2022 年 4 月に、第 4 回 WHO 協力センター国内連携会議(WCC 連携会議)が開催され、ポスターセッションにて「産業保健現場における感染症管理に関する技術的レビューの開発支援」という演題名で発表(産業医科大学産業生態科学研究所と共同で)。また 2022 年 4 月、ベトナムで開催された WHO 共催ワークショップ(The 10th National Scientific Conference and NIOEH 40th Anniversary Celebration Program)に参加し、呼吸用保護具フィットテストの情報提供を行った。2022 年 11 月には、カンボジア・シェムリアップ市にて第 4 回 WHO 協力センター西太平洋地域会議が行われ、研究推進・国際センターから 1 名が参加した。これまでの労働衛生に関する WHO 協力センターとしての活動を報告すると共に、今後の活動プラン等について活発な意見交換を行った。また、WHO 協力センターとしての更新にあたって、COVID-19 パンデミック後の世界の保健環境を踏まえた労働衛生対策の視点について、WHO 西太平洋地域事務局の専門官及び韓国、ベトナム、豪州等の WHO 協力センターの参加者と意見交換を行った。

13. 機動的効率的な業務運営体制の確立

令和 4 年度計画に基づき所長のリーダーシップの下で業務運営体制の確立を図った。内部統制の確立及び研究所内における情報伝達の円滑化を図る観点から、研究所の重要な意思決定に関する議論や業務の進捗管理を行う場として所長・管理部長・研究推進・国際センター長等を構成員とする「幹部会」を原則として月 2 回、業務執行状況の報告及び検証を行う場として所長・管理部長・研究推進・国際センター長及び 3 研究センター長、2 研究領域長等が出席する「拡大幹部会」を年 2 回、各地区の部長等会議を原則として週 1 回、それぞれ新型コロナウイルス感染症の防止のためオンラインにて開催した。

令和 4 年度計画に基づく業務運営を適正かつ的確に遂行するため、前年度に引き続き、清瀬・登戸両地区に年度計画の主な項目ごとの業務担当者を適材適所に配置し、両地区が一体となって業務を推進した。

また、研究開発力強化法に基づき、平成 30 年 12 月 21 日付けで策定した「独立行政法人労働者健康安

全機構における研究者等の人材活用等に関する方針」を独立行政法人労働者健康安全機構のホームページに公表して当該方針に基づく取組みを推進している。

効率的な研究業務を推進するため、各研究グループにおける日常的な研究の進捗管理、内部評価委員会・安衛研究部会(外部評価)の開催による厳正な研究課題評価、研究討論会、情報交換会及び労働災害調査報告会等の各研究管理手法を組み合わせ、調査研究の質の維持・向上を図った。併せてこれらの進行状況を定期的に部長等会議や拡大幹部会、幹部会等に報告し、検証することを徹底し、調査研究の的確な内部進行管理を行った。

一方、研究員の業績評価については、部長等管理職に着目した評価項目を業績評価基準に設け評価を行った。研究員については①研究業績、②対外貢献、③所内貢献(研究業務以外の業務を含む貢献)の観点からの個人業績評価を引き続き行った。当該業績評価は、公平かつ適正に行うため、研究員の所属部長等、領域長及び所長による総合的な評価の仕組みの下で実施した。

清瀬・登戸両地区における研究員の個人業績評価システムを引き続き活用し、評価結果については、人事管理等に適切に反映させるとともに、評価結果に基づく総合業績優秀研究員(3名)、研究業績優秀研究員(6名)及び若手総合業績優秀研究員(2名)を表彰し、研究員のモチベーションの維持・向上に役立てた。

14. 運営交付金以外の収入の確保

1) 競争的研究資金、受託研究の獲得と活用 (関連資料 表 1-4, 表 1-5)

競争的研究資金等の外部研究資金の獲得について、公募情報の共有・提供や、組織的に若手研究員に対する申請支援を行い、厚生労働科学研究費補助金、日本学術振興会科学研究費補助金等 31 件の競争的研究資金を獲得した。

受託研究については、国から 1 件、その他 3 件の合計 4 件で 3499 万 9 千円を獲得した。また、労災疾病臨床研究事業費補助金事業による「過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究」(2 億 6906 万 6 千円)、「放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究」(4 億 2696 万 8 千円)がある。

そのほか、外部研究資金獲得のため公益団体、業界団体、企業等に訪問し、受託研究資金獲得の活動を行った。

2) 自己収入の確保

貸与可能研究施設・設備リストを見直し、施設・設備の減価償却等に伴う貸与料の適正化を図るとともに、利用者の目的施設の把握を容易にするために類似施設のグルーピングを行った。また、施設・設備の有償貸与の促進を図るためホームページの内容を分かり易くするなど、周知を図った。大学等の研究機関や民間企業との間で共同研究により施設の共同利用を進めた。さらに、特許権の実施許諾、成果物の有償頒布化による自己収入の確保を図っている。

15. 人事に関する計画

1) 方針

a. 研究員の採用

研究者人材データベース(JREC-IN)への登録、学会誌への公募掲載等により、産業安全と労働衛生の研究を担う資質の高い任期付き研究員の採用活動を行った。

新規研究員の採用に際しては、全て公募を行い、原則 3 年間の任期付研究員として採用し、3 年後、それまでの研究成果等を評価した上で、任期を付さない研究職員として採用した。

なお、任期を付さない研究職員を採用する場合は、研究経験等を踏まえ、慎重に採用決定することとしている。

b. 若手研究員等の資質向上と環境整備

新規採用者研修、研究討論会等を実施するとともに新たに採用した若手研究員については、研究員をメンターとして付けて研究活動を支援した。

フレックスタイム制に関する協定に基づき、柔軟な勤務時間体系の運用を図ることにより、育児・介護と仕事の両立ができるような環境整備に努めている。

専門型裁量労働制により、一定の研究員に対し労働時間の自己管理を図り、調査研究成果の一層の向

上を期待するとともに、さらに育児・介護と仕事の両立ができるような環境整備に努めている。

採用に当たって個々の事情に応じた勤務時間等に配慮するとともに、車椅子の方に対しては、勤務がしやすいように職場のレイアウトを工夫するなど、環境の整備に努めている。

2) 人員の指標

年度当初の常勤職員数は 98 名であり、年度末の常勤職員数は 97 名となった。

3) 職員の人事・給与制度

研究所の研究・技能労務職員の期末・勤勉手当については、職員の勤務成績を考慮した国家公務員の給与制度に準じ、適正な給与水準を維持した。

16. 公正で的確な業務の運営

1) 研究不正の予防

「研究活動における不正行為の取扱いに関する規程」及び「科研費補助金等取扱規程」等に基づき研究不正の防止に取り組んだ。

2) 情報の公開

個人情報保護規程に基づき、個人情報保護管理者及び保護担当者を選任し、研究所が保有する個人情報の適切な利用及び保護を推進した。

令和 4 年度における情報公開開示請求は 0 件であった。情報の公開については、独立行政法人通則法等に基づく公表資料(財務諸表等)のみならず、公正かつ的確な業務を行う観点から、調達関係情報、特許情報、施設・設備利用規程等を研究所のホームページ上で積極的に公開した。

3) 競争的資金に係る内部監査等

科学研究費補助金取扱規程に基づき、科学研究費研究課題に対する内部監査を実施した。

4) 研究倫理審査

研究倫理審査委員会(登戸地区)では、研究倫理審査委員会規程に基づき、学識経験者、一般の立場を代表する者等の外部委員 7 名及び内部委員 9 名からなる研究倫理審査委員会を 3 回開催し、27 件の研究計画について厳正な審査を行い、議事要旨を研究所ホームページに公開した。また、安全分野では、外部委員 5 名、内部委員 2 名からなる安全分野研究倫理審査委員会を 2 回開催し、迅速審査 4 件の審査結果を承認するとともに、3 件の研究計画について厳正な審査を行い、議事要旨を研究所ホームページに公開した。

利益相反審査・管理委員会規程に基づき、利益相反審査・管理委員会において科学研究費補助金及び厚生労働科学研究費補助金などの外部資金による研究について審査を実施した。また、全研究員を対象に、研究倫理教育・研究不正防止説明会を e-learning によって実施した。

動物実験に関しては、令和 4 年度は動物実験委員会を計 2 回開催し、実験計画書の承認申請等に対して厳正な審査を行った。また「動物実験の適正な実施に関する自己点検・評価報告書」をホームページに公開した。実地調査は 1 回行い、適正に動物が飼育されていることを確認した。教育訓練に関しては、「動物実験の実践倫理」(社団法人日本実験動物学会編)を動物実験委員会委員、令和 4 年度動物実験実施者、令和 5 年度動物実験予定者および飼育担当者の対象者に対して実施し、全員が受講した。さらに教育訓練の参考資料として「実験動物の飼養及び保管並びに苦痛の軽減に関する基準の解説」(平成 29 年 10 月、環境省)を対象者に向けて提示し、参照・活用を促した。

5) 遵守状況等の把握

内部統制の確立及び研究所内における情報伝達の円滑化を図る観点から、研究所の重要な意思決定に関する議論や業務の進捗管理を行う場として所長・管理部長・研究推進・国際センター長等を構成員とする「幹部会」を原則として月 2 回、業務執行状況の報告及び検証を行う場として所長・管理部長・研究推進・国際センター長及び労働災害調査分析センター長、3 研究センター長、2 研究領域長等が出席する「拡大幹部会」を年 2 回、各地区の部長等会議を原則として週 1 回、それぞれ新型コロナウイルス感染症の防止のためオンラインにて開催した。

6) セキュリティの確保

全職員に対して、情報セキュリティを含む研修を実施し、遵守の徹底を図った。

II. 業務運営体制

1. 名称及び所在地

名称：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

所在地：清瀬地区 〒204-0024 東京都清瀬市梅園一丁目4番6号

登戸地区 〒214-8585 神奈川県川崎市多摩区長尾六丁目21番1号

2. 設立目的

事業場における災害の予防並びに労働者の健康の保持増進及び職業性疾病の病因、診断、予防その他の職業性疾病に係る事項に関する総合的な調査及び研究を行うことにより、職場における労働者の安全及び健康の確保に資することを目的とする。

3. 沿革

日付	産業安全研究所	産業医学総合研究所
昭和17年(1942)	東京市芝区(現 東京都港区)に厚生省産業安全研究所として設立。 初代所長に武田晴爾 就任。	
昭和18年(1943)	産業安全参考館を開設。	
昭和22年(1947)	労働省の発足とともに、労働省産業安全研究所となる。	
昭和24年(1949)	2代所長に中島誠一 就任。	栃木県鬼怒川のけい肺労災病院と同一敷地内に労働省労働基準局労働衛生課分室として「けい肺試験室」が設立。
昭和27年(1952)	3代所長に高梨湛 就任。	
昭和29年(1954)	産業安全参考館を産業安全博物館と改称。	
昭和31年(1956)		労働省設置法により労働衛生研究所が設立され、川崎市中原区に新庁舎を建設。 庶務課、職業病部第1課、第2課、労働環境部第1課、第2課の2部5課となる。 初代所長に山口正義 就任。
昭和32年(1957)		労働衛生研究所が開所。 職業病部に第3課、第4課、労働環境部に第3課が新設され、2部8課となる。
昭和35年(1960)		労働生理部第1課、第2課、環境部に第4課が新設され、3部11課となる。
昭和36年(1961)	大阪市森之宮東之町に大阪産業安全博物館を開設。一般に公開。	
昭和38年(1963)		国際学術誌「Industrial Health」が創刊。
昭和39年(1964)	4代所長に山口武雄 就任。	
昭和40年(1965)		実験中毒部第1課、第2課が新設され、4部13課となる。
昭和41年(1966)	東京都清瀬市に屋外実験場を設置。	
昭和42年(1967)	庁舎改築のため、屋外実験場の一部を仮庁舎として移転。	
昭和43年(1968)	5代所長に住谷自省 就任。	「働く人の健康を守る座談会」において、産業医学総合研究所の設立が要望される。 労働省は産業医学に関する総合研究所の創設を提唱する。
昭和45年(1970)	2部7課を廃し、4部に再編成。 6代所長に上月三郎 就任。	研究部門の課制を廃止して主任研究官制とし、4部1課となる。 第63回国会において産業医学総合研究所の創設について附帯決議がなされる。
昭和46年(1971)	新庁舎落成。産業安全会館開館。産業安全博物館を産業安全技術館と改称。	
昭和47年(1972)	労働安全衛生法制定。	

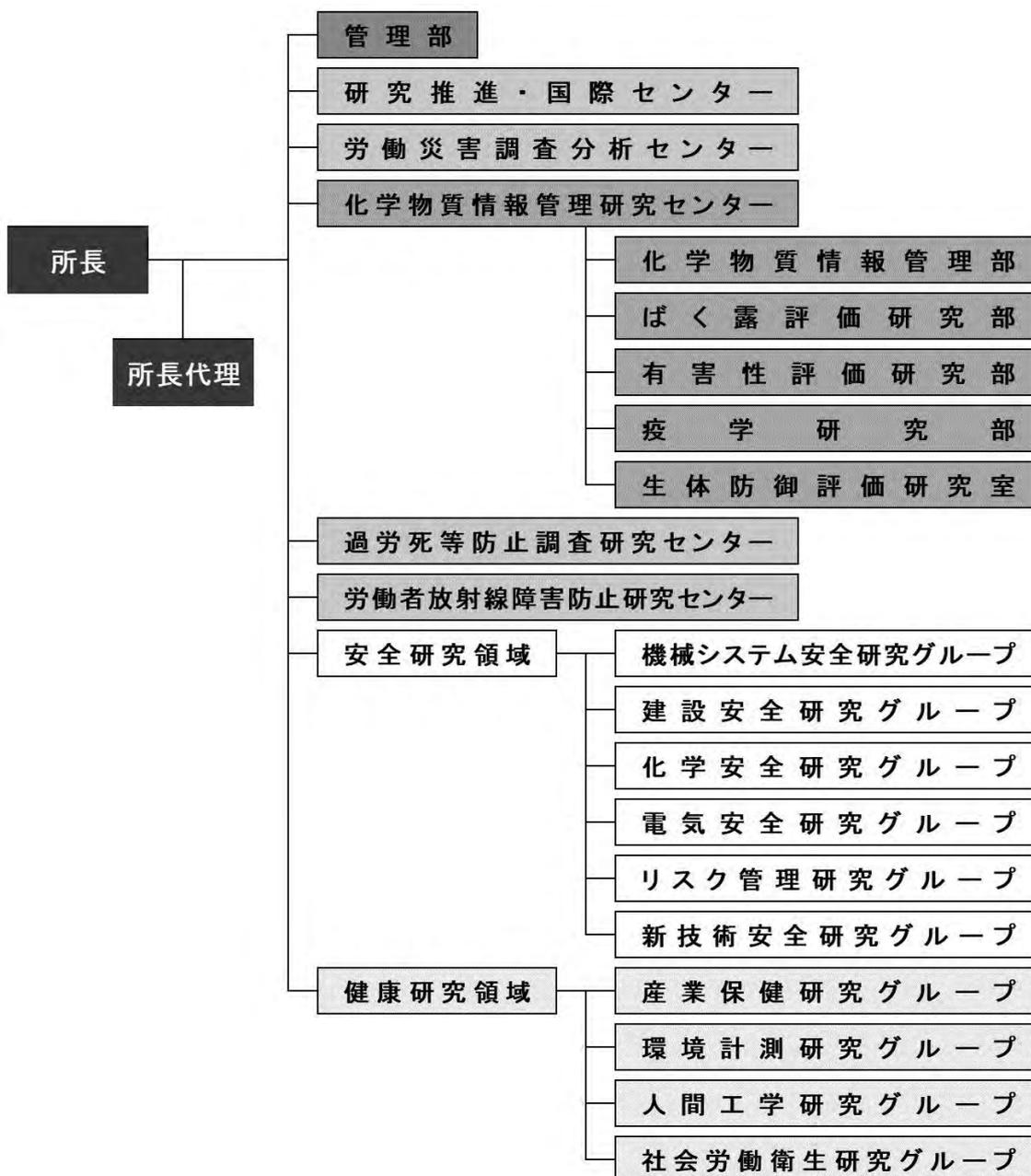
日付	産業安全研究所	産業医学総合研究所
昭和49年(1974)	7代所長に秋山英司 就任。	
昭和51年(1976)		産業医学総合研究所が川崎市多摩区において開所。初代所長に山口正義 就任。 組織は庶務課、労働保健研究部、職業病研究部、実験中毒研究部、労働環境研究部の4部1課となる。 労働疫学研究部が新設され5部1課となる。
昭和52年(1977)	8代所長に川口邦供 就任。	2代所長に坂部弘之 就任。人間環境工学研究部が新設され、6部1課となる。 皇太子殿下 行啓。 WHO 労働衛生協力センターに指定される。
昭和58年(1983)	9代所長に森宣制 就任。	
昭和59年(1984)	機械安全システム実験棟が清瀬実験場に竣工。	
昭和60年(1985)	化学安全実験棟が清瀬実験場に竣工。 10代所長に前郁夫 就任。	
昭和61年(1986)	皇太子殿下 行啓。	3代所長に輿重治 就任。
昭和63年(1988)	建設安全実験棟が清瀬実験場に竣工。	
平成2年(1990)	電気安全実験棟及び環境安全実験棟が清瀬実験場に竣工。 11代所長に田中隆二 就任。	天皇陛下 行幸。
平成3年(1991)	12代所長に木下鈞一 就任。	4代所長に山本宗平 就任。
平成4年(1992)	総合研究棟及び材料・新技術実験棟が清瀬実験場に竣工。新庁舎が完成。 田町庁舎より移転。	
平成6年(1994)	13代所長に森崎繁 就任。	
平成7年(1995)	機械研究部を機械システム安全研究部、土木建設研究部を建設安全研究部、化学研究部を化学安全研究部、電気研究部を物理工学安全研究部と改称。	
平成8年(1996)		開所20周年記念講演会を開催。
平成9年(1997)	14代所長に田畠泰幸 就任。	5代所長に櫻井治彦 就任。 企画調整部と5研究部に研究組織を改編。
平成10年(1998)	共同実験棟が竣工。	
平成12年(2000)	15代所長に尾添博 就任。	6代所長に荒記俊一 就任。「21世紀の労働衛生研究戦略協議会最終報告書」を刊行。
平成13年(2001)	厚生労働省の発足とともに、厚生労働省産業安全研究所となる。 独立行政法人通則法の施行に伴い、独立行政法人産業安全研究所となる。 初代理事長に尾添博 就任。	厚生労働省の発足とともに、厚生労働省産業医学総合研究所となる。 独立行政法人通則法の施行に伴い、独立行政法人産業医学総合研究所となる。 初代理事長に荒記俊一 就任。
平成17年(2005)	2代理事長に鈴木芳美 就任。	

日付	労働安全衛生総合研究所
平成18年(2006)	独立行政法人産業安全研究所法の一部改正に伴い、両研究所が統合され、独立行政法人労働安全衛生総合研究所となる。初代理事長に荒記俊一 就任。
平成21年(2009)	2代理事長に前田豊 就任。
平成26年(2014)	3代理事長に小川康恭 就任。 「過労死等調査研究センター」設置。
平成27年(2015)	「内部監査室」設置。

日付	労働安全衛生総合研究所
平成 28 年 (2016)	独立行政法人労働者健康福祉機構と統合し、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となる。初代所長に豊澤康男 就任。
平成 31 年 (2019)	2 代所長に梅崎重夫 就任。
令和 2 年 (2020)	「化学物質情報管理研究センター(化学物質情報管理部、ばく露評価研究部、有害性評価研究部)」、「労働者放射線障害防止研究センター」設置。
令和 3 年 (2021)	「新技術安全研究グループ」、「社会労働衛生研究グループ」設置。
令和 4 年 (2022)	「化学物質情報管理研究センター(疫学研究部、生体防御評価研究室)」設置。 墜落・転倒防止実験棟が清瀬地区に竣工。

4. 組織

1) 組織図



2) 部、センター、研究グループの主な業務内容

部、センター、研究グループ	所 掌 業 務
管理部	<p>管理課においては、次の事務をつかさどる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・所長の秘書業務に関すること。 ・職員の人事に関すること(研究推進・国際センターの所掌に属するものを除く。) ・職員の給与、公印の管守、文書、会計、物品及び営繕に関すること(管理第二課の所掌に属するものを除く。) ・前各号に掲げるもののほか、労働安全衛生総合研究所の所掌事務で他の所掌に属さないもの。 <p>管理第二課においては、次の事務をつかさどる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・所長代理の秘書業務に関すること。 ・職員の給与、文書、会計、物品及び営繕に関すること(管理課、研究推進・国際センター及び労働災害調査分析センターの一部並びに化学物質情報管理研究センター、過労死等防止調査研究センター、労働者放射線障害防止研究センター及び健康研究領域に係るものに限る。) <p>なお管理課においては、日本バイオアッセイ研究センターにおける給与及び会計に関する事務を行うことができる。</p>
研究推進・国際センター	<ul style="list-style-type: none"> ・労働安全衛生総合研究所の所掌に係る調査及び研究の企画、立案、調整並びに業務管理に関すること。 ・労働安全衛生総合研究所の研究予算の配分及び執行管理に関すること。 ・労働安全衛生総合研究所の所掌に係る共同研究、受託研究、科学研究費助成事業、厚生労働科学研究費補助金による研究事業、競争的資金その他外部資金に関すること(契約の締結に関する事項を含む。) ・労働安全衛生総合研究所の所掌に係る調査及び研究に係る事項に関する実施、指導、援助、普及広報等に関すること。 ・労働安全衛生総合研究所の所掌に係る調査及び研究の評価に関すること。 ・研究員の人事、業績評価、能力開発及び研修に関すること。 ・労働安全衛生総合研究所における学術専門書等の図書資料の収集、管理に関すること。 ・労働安全衛生研究の振興に関すること。 ・国内外における労働安全衛生関連情報の収集、分析及び提供に関すること。 ・国際的な研究交流及び共同研究に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
労働災害調査分析センター	<ul style="list-style-type: none"> ・労働安全衛生法(昭和47年法律第57号)第96条の2第1項の調査及び同条第2項の立入検査を含む行政からの労働災害の原因調査等の実施依頼等に係る調整に関すること。 ・労働災害に係る資料の整理、保管、データベース化に関すること。 ・労働災害の統計的解析に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
化学物質情報管理部	<ul style="list-style-type: none"> ・化学物質及び粉じん(以下「化学物質等」という。)に関する取扱い情報、国内外の規制、危険有害性情報等の収集及び分析に関すること。 ・化学物質等に関する労働災害の分析に関すること。 ・化学物質情報管理研究センターの調査及び研究に関し、関連する外部の機関との連絡及び調整に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、化学物質情報管理研究センターの調査及び研究に関することで他の部の所掌に属さないもの。
ばく露評価研究部	<ul style="list-style-type: none"> ・化学物質等によるばく露の推定・測定、ばく露評価並びにばく露量の低減及び管理に関すること。 ・化学物質等によるばく露の実態を把握するための現地調査に関すること。

部、センター、 研究グループ	所 掌 業 務
	<ul style="list-style-type: none"> ・化学物質等に関する労働安全衛生法第96条の2第1項の調査及び同条第2項の立入検査の実施に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
有害性評価 研究部	<ul style="list-style-type: none"> ・化学物質等の危険有害性の評価に関すること。 ・化学物質等による健康障害の原因解明、発生機序及び早期発見のための指標開発等の予防対策に関すること。 ・化学物質等による生体影響の評価、評価系の開発及びその応用に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
疫学研究部	<ul style="list-style-type: none"> ・厚生労働省が定める化学物質等に係るばく露管理値の設定及び改定に必要な科学的知見の提供等に関すること。 ・化学物質等に係る健康管理対策の科学的有効性の検証及び新たな手法の開発に関すること。 ・特殊健康診断結果その他の健康情報及び化学物質等のばく露情報に関する疫学的解析並びに解析結果を踏まえた健康確保対策に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
生体防御評価 研究室	<ul style="list-style-type: none"> ・化学物質等の防護対策に係る性能の評価及び検証に関すること。 ・化学物質等を原因とする中毒等の予防措置対策に係る評価及び検証に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
実験動物管理室	<ul style="list-style-type: none"> ・化学物質情報管理研究センターの調査及び研究に用いる実験動物の飼育及び管理に関すること。 ・前号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
過労死等防止 調査研究 センター	<ul style="list-style-type: none"> ・過労死等の予防のための調査及び研究に関すること。 ・前号に関し、関連する外部の機関との連絡及び調整に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
労働者放射線 障害防止研究 センター	<ul style="list-style-type: none"> ・放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究に関すること。 ・前号に関し、関連する外部の機関との連絡及び調整に関すること。 ・その他放射線障害防止に係る労働衛生研究に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
機械システム 安全研究 グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・産業災害の予防のための機械、器具、その他の設備及びその取扱いに関すること。 ・機械、器具、その他の設備の設計、製造の安全に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、安全研究領域の調査及び研究に関することで他の研究グループの所掌に属さないもの。
建設安全研究 グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・産業災害の予防のための建設工事で使用する機械、器具、その他の設備及びその取扱いに関すること。 ・建設物の設計、建設工事の施工の安全に関すること。
化学安全研究 グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・産業災害の予防のための化学的危険性を有する物質及びその取扱いに関すること。 ・化学的危険性を有する物質、プロセス反応による産業災害の予防のための機械、器具、その他の設備及びその取扱いに関すること。
電気安全研究 グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・産業災害の予防のための電氣的危険性を有する機械、器具、その他の設備及びその取扱いに関すること。 ・電気エネルギー及び電磁氣的現象に係る災害防止に関すること。
リスク管理研究 グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・労働安全衛生管理及びリスク管理に係る調査及び研究に関すること。 ・ヒューマンファクター、人間工学等に基づく労働災害防止対策に係る調査及び研究に関すること。

部、センター、研究グループ	所 掌 業 務
新技術安全研究グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・技術革新によって生み出される製造物、工作物、その他の設備及び無体物(以下「新技術製造物等」という。)の設計及び製作の安全に関すること。 ・新技術製造物等の取扱いに関すること。 ・産業災害を予防するための新技術製造物等の利用に関すること。
産業保健研究グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・社会心理的環境や労働条件が労働者の健康に及ぼす影響の解明とその予防対策に関すること。 ・職業性疾患あるいは作業関連疾患の発症・増悪に影響を与える要因及び予防対策に関すること。 ・職業性ストレスの評価と対策に関すること。 ・労働者のメンタルヘルスに関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、健康研究領域の調査及び研究に関することで他の研究グループの所掌に属さないもの。
環境計測研究グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・作業環境中の有害因子の計測技術に関すること。 ・作業環境中の有害因子を除去する局所排気・換気技術及び労働衛生上必要な保護具に関すること。 ・騒音、振動、暑熱・寒冷等の物理的要因による疾病の発症及び予防対策に関すること。
人間工学研究グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・労働者が使用する機械、器具、その他の設備の人間工学的な見地からの評価、標準化に関すること。 ・職場の有害要因その他健康の保持増進を阻害する要因が労働者の労働生理機能に与える影響の解明とその予防対策に関すること。
社会労働衛生研究グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・事業場の安全衛生活動、労働者の職業生活等に関する実態調査に関すること。 ・過労死等の健康障害をもたらす労働・社会分野の要因に関すること。

3) 内部進行管理のための会議・委員会及び法定管理者

a. 所内会議

会議名称	出席者
1) 拡大幹部会	所長、所長代理、管理部長、管理課長、管理第二課長、研究推進・国際センター長、研究推進・国際センター研究推進担当首席研究員、労働災害調査分析センター長、化学物質情報管理研究センター長、過労死等防止調査研究センター長、労働者放射線障害防止研究センター長、研究領域長
2) 幹部会	所長、所長代理、管理部長、管理課長、管理第二課長、研究推進・国際センター長、研究推進・国際センター研究推進担当首席研究員
3) 部長等会議	所長、所長代理、管理部長、管理課長、管理第二課長、研究推進・国際センター長、研究推進・国際センター研究推進担当首席研究員、労働災害調査分析センター長、化学物質情報管理研究センター長、過労死等防止調査研究センター長、労働者放射線障害防止研究センター長、各研究グループ部長／部長代理

b. 各種委員会等

1) 研究倫理審査委員会	8) 組換え DNA 実験安全委員会
2) 「Industrial Health」編集委員会	9) 特許審査会
3) 「労働安全衛生研究」編集委員会	10) 電算機委員会／情報セキュリティ委員会
4) 内部評価委員会	11) 動物実験委員会
5) 防火管理委員会	12) 図書運用委員会
6) 安全衛生委員会	13) TM/研究員情報交換会
7) 放射線安全委員会	14) 保有個人情報管理委員会

c. 法定管理者等一覧

1) 放射線取扱主任者	6) 公正採用選考人権啓発推進員
2) 組換え DNA 実験安全主任者	7) 電気主任技術者
3) RI 実験施設運営管理者	8) 建築物環境衛生管理技術者
4) 衛生管理者	9) 水質管理責任者
5) 防火・防災管理者	10) 特別管理産業廃棄物管理責任者

Ⅲ. 職員等

1. 職員

(令和4年4月1日現在)

職名	研 究 職										事 務 職					合計	
	所長	所長代理	部長	センター長	室長	統括研究員	上席研究員	主任研究員	企画専門員	調査役	研究員	任期待研究員	計	部長	課長		係長
人数	1	1	13	0	32	12	0	6	16	79	1	2	4	10	17	98	

	所長	梅崎重夫	研究推進・国際センター
	所長代理	甲田茂樹	センター長
管理部			大嶋勝利
			柴田延幸
			大塚輝人
管理課	部長	多和田治彦	上席研究員
			三木圭一
			高橋弘樹
	課長	今村剛	研究員
			古瀬三也
管理係	係長	櫻井夏樹	任期待研究員
			榊原智之
	係員	田倉聖士	企画専門員
			中島淳二
			労働災害調査分析センター
			センター長
契約係	係長	山田理恵子	玉手聡
			水谷高彰
	係員	北野瑤子	
			化学物質情報管理研究センター
			センター長
			城内博
出納係	係員	石本亜希子	センター長代理
			伊藤昭好
			化学物質情報管理部
管理第二課	課長	宮下健彦	部長
			山本健也
管理係	係長	池田成平	任期待研究員
			緒方裕子
	主任	植草剛	
			ばく露評価研究部
	係員	中溝絵里	部長
契約係	係長	藤代丈弘	鷹屋光俊
			山田丸
	係員	加藤瞳子	上席研究員
			萩原正義
			中村憲司
			任期待研究員
			緒方裕子

有害性評価研究部				電気安全研究グループ			
部長	王	瑞	生	部長	崔	光	石
上席研究員	小	林	健	上席研究員	三	浦	崇
〃	柳	場	由	主任研究員	遠	藤	雄
〃	豊	岡	達				
任期付研究員	小	林	沙	リスク管理研究グループ			
〃	天	本	宇	部長	島	田	行
				上席研究員	大	西	明
疫学研究部				〃	高	橋	明
				主任研究員	呂		健
生体防御評価研究室				〃	菅	間	敦
				任期付研究員	柴	田	圭
実験動物管理室							
室長（併任）	王	瑞	生	新技術安全研究グループ			
				部長	芳	司	俊
過労死等防止調査研究センター				部長代理	齋	藤	剛
センター長	高	橋	正	任期付研究員	平	内	和
センター長代理	吉	川	徹	〃	庄	山	瑞
労働者放射線障害防止研究センター				産業保健研究グループ			
センター長	大	久	保	部長	佐	々	木
	利	晃		上席研究員	久	保	智
				〃	井	澤	修
機械システム安全研究グループ				研究員	松	元	俊
部長	佐	々	木	〃	佐	藤	ゆ
上席研究員	本	田	尚	〃	西	村	悠
〃	濱	島	京				
〃	山	際	謙	環境計測研究グループ			
〃	山	口	篤	部長	外	山	み
主任研究員	岡	部	康	部長代理	高	橋	幸
任期付研究員	緒	方	公	統括研究員	小	嶋	純
				〃	上	野	哲
建設安全研究グループ				上席研究員	齊	藤	宏
部長（併任）	大	幢	勝	〃	山	口	さ
部長代理	高	梨	成	〃	安	彦	泰
〃	日	野	泰	主任研究員	井	上	直
上席研究員	吉	川	直	研究員	高	谷	一
〃	堀	智	仁				
主任研究員	平	岡	伸	人間工学研究グループ			
				部長	岩	切	一
化学安全研究グループ				上席研究員	劉	欣	欣
部長（併任）	崔	光	石	〃	松	尾	知
部長代理	八	島	正	〃	時	澤	健
上席研究員	佐	藤	嘉	主任研究員	池	田	大
任期付研究員	西	脇	洋	〃	蘇	リ	ナ
				研究員	小	山	冬
				任期付研究員	杜	唐	慧

社会労働衛生研究グループ

部長（併任） 高 橋 正 也
任期付研究員 小 林 秀 行
" 加 島 遼 平

2. フェロー研究員、客員研究員等

労働安全衛生分野に優れた知識及び経験を有する所外の専門家・有識者又は研究者等との連携を深め、研究所が実施する調査・研究内容の質的向上及び効率的遂行を図ることを目的として、フェロー研究員の称号の付与及び客員研究員の委嘱を行っている。

1) フェロー研究員

令和4年度末現在、以下の42名にフェロー研究員の称号を付与している。

- | | | |
|-------------|-------------|---------------|
| 1) 前 田 豊 | 15) 鈴 木 芳 美 | 29) 三 枝 順 三 |
| 2) 浅 野 和 俊 | 16) 武 林 亨 | 30) 平 田 衛 |
| 3) 安 達 洋 | 17) 永 田 久 雄 | 31) 宮 川 宗 之 |
| 4) 有 藤 平八郎 | 18) 久 永 直 見 | 32) 小 川 康 恭 |
| 5) 池 田 正 之 | 19) 堀 井 宣 幸 | 33) 松 村 芳 美 |
| 6) 市 川 健 二 | 20) 本 間 健 資 | 34) 茅 嶋 康 太 郎 |
| 7) 岩 崎 毅 | 21) 松 井 英 憲 | 35) 豊 澤 康 男 |
| 8) 臼 井 伸之介 | 22) 本 山 建 雄 | 36) 小 木 和 孝 |
| 9) 内 山 巖 雄 | 23) 新 村 和 哉 | 37) 澤 田 晋 一 |
| 10) 河 尻 義 正 | 24) 櫻 井 治 彦 | 38) 篠 原 也 寸 志 |
| 11) 岸 玲 子 | 25) 森 永 謙 二 | 39) 北 村 文 彦 |
| 12) 日 下 幸 則 | 26) 鶴 田 寛 | 40) 横 山 和 仁 |
| 13) 小 泉 昭 夫 | 27) 斉 藤 進 | 41) 富 田 一 |
| 14) 神 代 雅 晴 | 28) 神 山 宣 彦 | 42) 金 子 善 博 |

2) 客員研究員

令和4年度は、新型コロナウイルス感染症の影響により委嘱しなかった。

IV. 予算・決算等

1. 経費の節減

1) 施設経費の節減

研究所において、平成 28 年度から電子決裁システムを導入し、業務の効率化を図っている。平成 28 年度に労災病院にも接続できるように整備していたテレビ会議システムは、令和 2 年度に Web 会議システムに移行し、各機関との Web 会議ができるようにした。また、電子メールや共有文書のクラウド化を進め、研究所外での業務が円滑に行えるようにしている。

2) 研究経費の節減

契約については、平成 27 年 5 月 25 日総務大臣決定の「独立行政法人における調達等合理化計画の取り組みの推進について」に基づき、事務・事業の特性を踏まえ、PDCA サイクルにより、公正性・透明性を確保しつつ、自立かつ継続的に調達等の合理化に取り組むため、「調達等合理化計画」を策定し、一般競争入札等を原則とした、適切な調達手続の実現に取り組んだ。

2. 運営費交付金、労災疾病臨床研究事業費補助金（厚生労働省）

令和 4 年度における運営費交付金(決算)は 22 億 8653 万円、2 件の労災疾病臨床研究事業費補助金(決算)は 6 億 9603 万 4 千円であった。

種類	研究課題名	配分額
労災疾病臨床研究事業費補助金	1) 過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究	2 億 6906 万 6 千円
	2) 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究	4 億 2696 万 8 千円

3. 受託収入

国から 1 件、その他から 3 件の合計 4 件で 3499 万 9 千円を獲得した。

4. 外部研究資金

種類	研究課題名	配分額(円)
厚生労働科学研究費補助金	1) 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究	2 200 000
	2) 機械設備に係るリスクアセスメント支援システムの開発	7 500 000
	3) 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究	4 924 000
	4) 作業経験の異なる建設作業者のリスク回避の認知過程に関する特性分析とリスク回避行動促進のための支援デバイスの検討	1 895 000
	5) 建設工事における建設工事従事者を対象とする新たな安全衛生確保のための制度構築に資する研究	3 335 000
	6) 墜落による危険を防止するためのネット経年劣化を含めた安全基準の作成に資する研究	5 385 000
労災疾病臨床研究	1) 遅発性健康障害の予防に資する健康モニタリングの方法に関する調査研究	3 104 000
日本学術振興会	1) 労働者の体力と座位行動に着目した疫学研究:職域コホート研究創立と介入策確立	1 900 000
	2) 土砂崩壊の予兆を「見える化」する新技術の実証試験	600 000
	3) トンネル建設現場における肌落ち災害抑制技術の開発	100 000
	4) 強度と勾配を統制した磁場条件による造骨細胞系への影響評価	0
	5) 勤務中座位行動が労働者の循環器系反応および自立神経活動に及ぼす影響	600 000
	6) 夜勤によるパフォーマンス低下と自己評価に関する研究	0
	7) 働く人々の幸福感・肯定感情の免疫・遺伝子発現機序の解明と産業保健現場での応用	100 000
	8) ウェットな氷面上でのすべり転倒抑制効果を有する硬質繊維混紡耐滑靴底の開発	100 000
	9) 摩擦に起因するすべり・つまずき転倒機構の解明に基づく転倒予防靴底・床材料の開発	100 000
	10) 反復ばく露を用いた産業化学物質の遺伝毒性スクリーニング及びメカニズム解析	900 000
	11) 労働者の心理的ディタッチメントとメンタルヘルス不調に対する実行機能の影響の解明	500 000
	12) 作業環境測定試料分析の自動化を視野に入れた固相抽出法の高精度化の検討	800 000

種 類	研 究 課 題 名	配分額(円)
	13) 医療従事者の職業感染サーベイランスと曝露後対応及び労務管理支援手法に関する研究	600 000
	14) 誘導帯電現象を利用した気相中の微粒子積層技術の研究	1 000 000
	15) チタン-銅-硝酸-塩酸共存系における爆発性物質の同定及び安全取扱技術の確立	650 000
	16) 特徴抽出を用いた作業動作解析に基づく姿勢安定性評価法の構築	1 300 000
	17) 強風時の橋梁上の車両安定性解析と合理的交通規制法の提案	599 350
	18) 強風時橋梁上の車両相互干渉を考慮した非定常空気力のモデル構築と強風規制基準の確立	500 000
	19) こころが通うベビーロボットの開発と体験的な感情への影響	50 000
	20) 日射量と湿度の複合作用が暑熱環境下の運動時の持久性能力と体温調整に及ぼす影響	30 000
	21) ケイパビリティアプローチに基づく福祉交通システムの実績と調査分析プログラムの開発	100 000
	22) ウェアラブル深部体温計の実用化と暑熱負担フィールド調査	2 000 000
厚労行政推進調査事業費補助金	1) 新しい生活様式に即した熱中症予防対策の評価及び推進のための研究	700 000
官民による若手研究者発掘支援事業費助成金	1) 遠隔勤務者のストレス高精度早期検出のためのマルチモーダル感情推定技術の開発	800 000
政府受託	1) 地方公務員の過労死等に係る公務災害認定事業に関する調査研究事業	7 973 771
	2) 吊り足場からの墜落災害(民間受託)	1 430 000
	3) AI ロボット群標準化のための安全評価基準策定(民間受託)	20 005 529
	4) 組織的介入による多角的な職場のメンタルヘルス対策の効果検証を目的とするクラスター無作為化比較試験(民間受託)	5 590 000

注)配分額は研究に使用できる直接経費金額。

5. 謝金収入等

種 類	金額(千円)
1) 謝金収入	15 221
2) 施設貸与収入	147
3) 知的財産使用料	418
4) その他	12 749
(合計)	28 535



研究所紹介 昔の田町庁舎

V. 敷地建物、施設設備等

1. 敷地、建物

種別	清瀬地区	登戸地区
土地	34 533 m ²	22 945 m ²
建物	1) 本部棟 3 934 m ² 2) 機械安全システム実験棟 1 770 m ² 3) 建設安全実験棟 1 431 m ² 4) 化学安全実験棟 1 079 m ² 5) 電気安全実験棟 1 444 m ² 6) 環境安全実験棟 1 090 m ² 7) 材料・新技術実験棟 2 903 m ² 8) 共同研究実験棟 1 478 m ² 9) 施工シミュレーション施設 504 m ² 10) 配管等爆発実験施設 703 m ² 11) 墜落・転倒防止実験棟 728 m ² 12) その他 604 m ² (小計) (17 668 m ²)	1) 管理棟 1 282 m ² 2) 研究本館 9 277 m ² 3) 動物実験施設 2 525 m ² 4) 音響振動実験施設 391 m ² 5) 工学実験施設 919 m ² 6) その他 412 m ² (小計) (14 806 m ²)

2. 大型施設・設備（令和4年度購入分）

清瀬地区	登戸地区
1) 断熱熱量計	1) Tobii Pro Fusion 視線/瞳孔計測用アイトラッカー
2) リニア駆動型ワイヤロープ疲労試験機の空冷式油圧源	2) 超低温フリーザー等
3) 1 000 kN アクチュエーターの制御装置	3) 光散乱式パーティクルサイザー
4) 疲労試験機制御システム	4) サンプル密閉式超音波破碎装置
5) 可燃性ガス・粉体分析用ガスクロマトグラフ分析装置	5) 分析天秤

3. 外部貸与対象の研究施設・設備

清瀬地区	登戸地区
1) 高温箱型電気炉	1) 低周波音実験室
2) 超深度カラー3D形状測定顕微鏡	2) 半無響室
3) 簡易無響室	3) 手腕振動実験施設
4) 風洞実験装置	4) 局所排気装置実験施設
5) 高速度ビデオカメラ	5) 低温(生化学)実験室
6) 共焦点レーザー顕微鏡	6) ISO7096に準拠した座席振動伝達測定システム
7) 粒度分布測定装置	7) 12軸全身振動時系列分析システム
8) 高速度現像デジタル直視装置	8) モーションシミュレータ
9) 100トン構造物疲労試験機	9) 振動サンプリング装置
10) 3 000 kN 垂直荷重試験機	10) 溶接ロボット
11) 250 kN 水平荷重試験機	11) 汎用水銀分析装置
12) 曲げ・圧縮試験機	12) レーザーアブレーション(LA)付き誘導結合プラズマ質量分析計(ICP-MS)
13) 建材試験装置	13) イオンクロマトグラフ
14) 構造物振動試験機	14) 原子吸光光度分析装置
15) 100 kN 荷重載荷試験機	15) X線分析室(X線回折装置・蛍光X線装置・ビード試料作製装置)
16) 遠心力載荷実験装置	16) FTIR
17) 施工シミュレーション施設	17) PID ガスモニタ
18) ひずみデータ収録システム	
19) 汎用小型旋盤	

20) フライス盤	18) 粒度測定及びゼータ電位測定装置
21) 模擬人体接触モデル	19) 2 電圧ポテンシオスタット
22) フルハーネスの落下試験装置	20) 電子顕微鏡(走査型分析電子顕微鏡, 透過型分析電子顕微鏡)
23) 靴すべり試験機	21) 脳内神経伝達物質測定装置
24) 吹上げ式粉じん爆発試験装置(ハートマン式試験装置)	22) フローサイトメーター
25) タグ密閉式自動引火点試験器	23) CASA(コンピュータ画像解析精子分析器)
26) ペンスキーマルテンス密閉式自動引火点試験器	24) 小動物脳血流測定装置
27) セタ密閉式引火点試験器	25) 動物血球計数装置
28) 高精度潜熱顕熱分離型示差走査熱量計	26) 紫外線処理システム付き凍結マイクローム
29) 熱流束式自動熱量計	27) 画像解析装置
30) 反応熱量計	28) 自動核酸抽出装置
31) 加速速度熱量計	29) リアルタイム PCR 装置
32) ハートマン式粉じん最小着火エネルギー試験装置	30) 紫外線細胞照射装置
33) ガスクロマトグラフ	
34) ガスクロマトグラフ質量分析計	
35) 紫外可視分光光度計	
36) FT-IR ガス分析装置	
37) エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置	
38) 大型熱風循環式高温恒温器	
39) 中規模爆発実験室	
40) 人工気象室	
41) 環境試験室	
42) 導電率測定装置	
43) 煙火葉着火エネルギー測定装置	

貸与対象の研究施設・設備の詳細は研究所ホームページで紹介している。
<https://www.jniosh.johas.go.jp/announce/guidance.html#rental>

4. 図書室蔵書数

区 分		清 瀬 地 区	登 戸 地 区	合 計
単行本 ()内は令和4年度 受入数(内数)	和書	19 515 冊 (91 冊)	8 886 冊 (150 冊)	28 401 冊 (241 冊)
	洋書	3 628 冊 (12 冊)	5 070 冊 (28 冊)	8 698 冊 (40 冊)
	(計)	23 143 冊 (103 冊)	13 956 冊 (178 冊)	37 099 冊 (281 冊)
製本雑誌(うち令和4年度分)		23 922 冊 (255 冊)	21 755 冊 (100 冊)	45 677 冊 (355 冊)
購入雑誌	和雑誌	48 誌	1 誌	49 誌
	洋雑誌	46 誌	16 誌	62 誌
	(計)	94 誌	17 誌	111 誌
寄贈交換誌	和雑誌	162 誌	80 誌	242 誌
	洋雑誌	2 誌	3 誌	5 誌
	(計)	164 誌	83 誌	247 誌

研究所の各種研究業務を支援するため両地区に図書室を設置している。

VI. 独立行政法人評価に関する有識者会議による評価(抄)

令和4年8月、独立行政法人評価に関する有識者会議第45回労働WGにおいて、令和3年度における機構の業務実績の評価が行われた。

機構全体の評価は、中期計画における所期の目標を達成している(B)と認められた。

評価項目は多々あるが、研究所に関わる評価項目は、「国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項」のうちの2項目である。

1つは「労働安全衛生施策の企画・立案に貢献する研究の推進」であり、次の理由等によって、中期目標の所期の目標を上回る成果が得られている(A)と評価された。

労働安全衛生の総合的研究機関として有する専門的な知見や臨床研究機能等、機構内の複数の施設が有する機能等を連携させて行う協働研究として、研究所は「過労死等の防止等に関する研究」「脊髄損傷等の予防及び生活支援策に関する研究」「化学物質による健康障害の予防及びばく露評価に関する研究」等、労働災害の減少及び被災労働者の社会復帰の促進に結びつく研究課題・テーマにつき重点化し、研究を実施している。

プロジェクト研究(15課題)、協働研究(6課題)、基盤的研究(22課題)、行政要請研究(8課題)を実施した結果、法令・基準の制改定等へ12件貢献し、外部評価における研究成果の評価平均4.06点/(満点5点)を得た。加えて、すべての研究報告書が「政策効果が期待できる」と評価を受けた。

もう1つは、「労働災害調査事業」であり、次の事項などが評価され、中期目標の所期の目標を上回る成果が得られている(A)と評価された。

厚生労働省からの依頼に基づく労働災害の原因の調査については、労働災害調査分析センターの下で調整を行い、迅速かつ適切に実施している。実施体制については、あらゆる事案に対応できるよう、建設分野、機械分野、化学分野等の複数の専門家によるチームを編成し、研究所が有する高度な科学的知見が必要とされる災害調査等を実施している。また、労働災害調査分析センターの体制強化や災害情報のデータベース化に着手するなどが認められた。

令和3年度は、災害調査「高純度シリカによる肺疾患事案」を契機として更なる科学的エビデンスを収集するため、令和2年度より労災病院と研究所等による協働研究を引き続き実施している。また、「テルハつりチェーンの破断災害」「下水道工事における水没災害調査」「農薬製造工場における中毒災害」など3件の災害調査報告書を研究所のホームページで公表している。

加えて、同年度に災害調査報告、鑑定等の結果を9件報告しているが、同調査等の依頼元に対して実施したアンケート結果で、目標である平均2.0点を大きく上回る2.89点(満点3点)を得た。なお、令和3年度に依頼元に調査結果等を報告した件数は、厚生労働省からの依頼による災害調査が10件、労働基準監督署、警察署等の捜査機関からの依頼に基づく鑑定等が8件であった。

令和3年度 業務実績報告書 労働者健康安全機構 評価項目(抄)

事 項	評 価 項 目	主務大臣評価	重要度	難易度
国民に対して提供するサービスその他の業務の質の向上に関する事項	労働安全衛生施策の企画・立案に貢献する研究の推進	A	高	—
	労働災害調査事業	A	—	—
中 略				
(機構全体の)総合評価		B	—	—

資料編

I. 調査研究業務等の実施に関する資料

1. 研究課題一覧

表 1-1 協働研究課題(4 課題)

研究課題	頁
(1) せき損等の職業性外傷の予防と生活支援に関する総合的研究	26
(2) 高純度結晶性シリカにばく露して発症した呼吸器疾病に関する労働衛生学的研究	33
(3) ベリリウム化合物等の取扱作業等へのばく露防止及び健康管理に関する研究	36
(4) 病院における労働環境の実態把握及び円滑な業務運営につなげる安全衛生対策研究	40

表1-2 プロジェクト研究課題(9課題)

研究課題	頁
(1) 帯電防止技術の高度化による静電気着火危険性低減に関する研究	45
(2) 人間特性支援による安全管理及び教育手法に関する研究	51
(3) 吊り上げ用具類の寿命予測手法の開発	58
(4) 大型建設機械の安定設置に必要な地耐力に関する研究	63
(5) 産業化学物質の皮膚透過性評価法の確立とリスク評価への応用に関する研究	66
(6) 高年齢労働者に対する物理的因子の影響に関する研究	70
(7) 健康のリスク評価と衛生管理に向けた労働体力科学研究	76
(8) 腰痛予防と持ち上げ重量に関する研究	81
(9) 労働者のストレスの評価とメンタルヘルス不調の予防に関する研究	85

表 1-3 基盤的研究課題(34 課題)

研究課題	頁
a. 化学物質情報管理研究センター	
(1) 溶接ヒューム粒子の粒径および形状を考慮したばく露評価法の検討	88
(2) 透析法による労働環境中の気中粒子からの金属成分の溶出に関する研究	89
(3) 労働環境空気中の粒子状クロムの化学状態別分析に関する研究	90
(4) 小型センサーによる粉じん相対濃度測定法の検討	91
(5) 産業化学物質の生殖影響評価に関する実験的研究	92
(6) ミストおよびガスとして存在する有機化合物の分析方法についての検討	93
b. 安全研究領域	
(1) 金属粉じん爆発に関する粒子の表面性状と着火性の関係	94
(2) シールドセグメントの崩壊災害等の防止に関する研究	95
(3) トラック荷台等からの転落防止に求められる昇降設備の検討	96
(4) 建設用ゴンドラの風に対する安定性に関する研究	97
(5) 交差フレームに受圧シートを張った土砂遮断装置の高度化に関する研究	97
(6) 機械学習を災害事例分析に適用するための特徴量データベースの構築に関する研究	99
(7) 新技術が労働安全に及ぼす影響に関する調査研究	100
(8) 足こすり動作による簡易すべり官能評価手法に関する研究	101
(9) 機械学習を用いた作業姿勢判別と操作力推定に基づく反動作業の転倒リスク評価に関する検討	102
(10) 遠隔操縦型ロボット等の安全性指標の検討	103
(11) 機械学習による斜面動態観測データの異常検知に関する研究	104

研究課題	頁
(12) 水分が関係する化学反応による過炭酸ナトリウム発火事故の防止に関する研究	106
(13) 高空隙率で充填物が存在する容器内での可燃性ガス爆発	108
(14) 反応危険を考慮したリスクアセスメント等の事例研究	110
(15) 化学物質の危険性に対するリスク管理のあり方に関する調査研究	110
(16) 労働災害統計データの修正および災害関連データ公開方法の予備的検討	111
(17) サイロ内に投入された帯電粒子の堆積機構と安全対策技術の開発	112
(18) 建物解体時に使用する足場の耐風対策に関する実験的検討	113
c. 健康研究領域	
(1) 職場における暴言の間接的聴取が作業者のパフォーマンスと精神的健康に与える影響	115
(2) 在宅勤務者の作業環境および姿勢・動作を評価する指標の開発とその妥当性の検証	117
(3) 低濃度有機溶剤蒸気に関する作業環境測定のための固体捕集剤の研究	118
(4) 個人騒音ばく露測定導入に向けた騒音測定・評価方法の構築と個人騒音ばく露計の試作	120
(5) 低周波音による振動感覚の知覚とその影響に関する研究	121
(6) 作業環境中の測定のためのイオン移動度分析装置の実用化	122
(7) うち水インナーによる暑熱負担の軽減効果	123
(8) 労働社会分野における不健康リスクと労働者の機会保障の評価	125
(9) 法改正による労働時間と労災件数への因果効果の推定	126
(10) 業務上熱中症予防のための労災病院の熱中症データ分析	128

表 1-4 外部研究資金による研究課題(研究員等が研究代表者を務めた 27 課題)

資金の種類	研究課題名	研究代表者	分担・共同研究者※	研究期間
厚生労働省 厚生労働科学研究費補助金	(1) 機械設備に係るリスクアセスメント支援システムの開発	齋藤 剛	濱島 京子, 芳司 俊郎, 清水 尚憲, 池田 博康, 梅崎 重夫	R2~R4
	(2) 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究	吉川 直孝	大幢 勝利, 平岡 伸隆, 堀 智仁, 高橋 弘樹	R2~R4
	(3) 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究	大塚 輝人	遠藤 雄大	R2~R4
	(4) 建設現場における建設工事従事者を対象とする新たな安全衛生確保のための制度構築に資する研究	平岡 伸隆	吉川 直孝, 大幢 勝利	R3~R4
	(5) 作業経験の異なる建設作業者のリスク回避の認知過程に関する特性分析とリスク回避行動促進のための支援デバイスの検討	高橋 明子	島田 行恭, 菅間 敦, 平内 和樹	R3~R5
	(6) 墜落による危険を防止するためのネットの経年劣化等を含めた安全基準の作成に資する研究	日野 泰道	大幢 勝利, 高橋 弘樹	R4~R5
科学研究費補助金 文部科学省	(1) 労働者の体力と座位行動に着目した疫学研究:職域コホート研究創立と介入策確立	松尾 知明	田中 喜代次(筑波大), 甲斐裕子(明治安田厚生事業団体力医学研究所), 蘇 リナ	R1~R5
	(2) ウェアラブル深部体温計の実用化と暑熱負担フィールド調査	時澤 健		R3~R7

資金の種類	研究課題名		研究代表者	分担・共同研究者※	研究期間
文部科学省 科学研究費補助金	基盤研究(C) 一般	(1) 土砂崩壊の予兆を「見える化」する新技術の実証試験	玉手 聡	堀 智仁	R2~R5
		(2) トンネル建設現場における肌落ち災害抑制技術の開発	吉川 直孝		R2~R4
		(3) ウェットな氷面上でのすべり転倒抑制効果を有する硬質繊維混紡耐滑靴底の開発	柴田 圭	山口 健(東北大), 大西 明宏	R3~R5
		(4) チタン-銅-硝酸-塩酸共存系における爆発性物質の同定及び安全取扱技術の確立	佐藤 嘉彦	岡田 賢(産業技術総合研究所)	R4~R6
		(5) 強風時の橋梁上の車両安定性解析と合理的交通規制法の提案	金 恵英		R4~R5
		(6) 強度と勾配を統制した磁場条件による造骨細胞系への影響評価	山口さち子		H31~R4
		(7) 医療従事者の職業感染サーベイランスと曝露後対応及び労務管理支援手法に関する研究	吉川 徹		R3~R5
		(8) 作業環境測定試料分析の自動化を視野に入れた固相抽出法の高精度化の検討	井上 直子		R3~R5
	若手研究(B)	(1) 勤務中座位行動が労働者の循環器系反応および自立神経活動に及ぼす影響	蘇 リナ		R2~R4
		(2) 労働者の心理的ディタッチメントとメンタルヘルス不調に対する実行機能の影響の解明	木内 敬太		R3~R5
		(3) 反復ばく露を用いた産業化学物質の遺伝毒性スクリーニング及びメカニズム解析	小林 沙穂		R3~R7
		(4) 誘導帯電現象を利用した気相中の微粒子積層技術の研究	庄山 瑞季		R3~R5
		(5) 特徴抽出を用いた作業動作解析に基づく姿勢安定性評価法の構築	平内 和樹		R4~R5
	研究活動スタート支援	(1) 夜勤によるパフォーマンス低下と自己評価に関する研究	西村 悠貴		R1~R4
	政府受託	JST	(1) AIロボット群標準化のための安全評価基準策定	岡部 康平	
厚生労働省		(2) 過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究	高橋 正也	酒井一博, 佐々木 司, 北島洋樹, 石井賢治(大原記念労働科学研究所), 池添弘邦, 高見具広, 藤本隆史, 石井華絵(労働政策研究・研修機構), 深澤健二(アドバンテッジリスクマネジメント)	R3~R5
		(3) 放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究	大久保 利晃	明石真言, 栗原 治, 数藤由美子(量子科学技術研究開発機構), 百瀬琢磨(日本原子力研究開発機構), 祖父江友孝(大阪大), 谷口信行(自治医科大), 宮川めぐみ(宮川病院), 大石和佳, 小笹晃太郎(放射線影響研究所), 星北斗(星総合病院), 大神明, 真船浩介, 喜多村紘子(産業医科大), 佐々木 洋(金沢医科大), 吉永信治(広島大)	H31~R5
		(4) 遅発性健康障害の予防に資する健康モニタリングの方法に関する調査研究	山本 健也	松岡雅人(東京女子医科大), 上野 晋(産業医科大), 立道昌幸(東海大), 小川真規(自治医科大), 能川和浩(千葉大), 中野真規子(慶應義塾大), 鷹屋光俊, 王 瑞生, 緒方裕子(ゆうこ)	R4

資金の種類	研究課題名	研究代表者	分担・共同研究者※	研究期間
総務省	(5) 地方公務員の過労死等に係る公務災害認定事業に関する調査研究事業	吉川 徹	山内貴史(東京慈恵会医科大), 高田琢弘(東海学園大)	R4

※連携研究者は含めていない。

表 1-5 外部研究資金による研究課題(研究員等が分担研究者あるいは共同研究者を務めた 8 課題)

資金の種類	研究課題	研究代表者	分担・共同研究者	研究期間	
厚生労働省 厚生労働科学研究費補助金	(1) 「新しい生活様式」に即した熱中症予防対策の評価及び推進のための研究	横堀 将司 (日本医科大)	神田 潤(帝京大), 鈴木健介(日本体育大), 阪本太吾(日本医科大), 林田 敬, 伊香賀 利治(慶應義塾大), 登内道彦(気象業務支援センター), 三宅康史(帝京大), 上野 哲	R4 ~ R5	
日本医療研究 開発機構	(1) 組織的介入による多角的な職場のメンタルヘルス対策の効果検証を目的とするクラスター無作為化比較試験	堤 明純 (北里大)	吉田憲吾(情報基盤開発), 今村幸太郎(東京大), 櫻谷あすか(東京女子医科大), 江口 尚, 上彰 臣(産業医科大), 渡辺和弘, 引地博之(北里大), 吉川 徹, 井澤修平	R3 ~ R7	
文部科学省 科学研究費補助金	基盤研究(A) 一般	(1) ケイパビリティアプローチに基づく福祉交通システムの実装と調査分析プログラムの構築	後藤 玲子 (帝京大)	神林 龍, 小塩隆士(一橋大), 小林秀行, 王 薈琳	R4 ~ R5
	基盤研究(B) 一般	(1) 働く人々の幸福感・肯定感情の免疫・遺伝子発現機序の解明と産業保健現場での応用	中田 光紀 (国際医療福祉大)	永田智久(産業医科大), 内田 由紀子(京都大), 島津明人(慶應義塾大), 阿久津 聡(一橋大), 井澤修平	R1 ~ R4
		(2) 摩擦に起因するすべり・つまずき転倒機構の解明に基づく転倒予防靴底・床材料の開発	山口 健 (東北大)	柴田 圭	R2 ~ R4
		(3) 強風時橋梁上の車両相互干渉を考慮した非定常空気力のモデル構築と強風規制基準の確立	勝地 弘 (横浜国立大)	金 惠英	R4 ~ R6
	基盤研究(C) 一般	(1) 日射量と湿度の複合作用が暑熱環境下の運動時の持久性能力と体温調整に及ぼす影響	大谷 秀憲 (姫路獨協大)	後藤 平太(九州共立大), 細川 由梨(早稲田大), 時澤 健	R4 ~ R6
挑戦的 萌芽研究	(1) こころが通うベビーロボットの開発と体験的な感情への影響	高橋 真理 (文京学院大)	小山 秀紀	R4 ~ R6	

2. 協働研究成果概要

(1) せき損等の職業性外傷の予防と生活支援に関する総合的研究【4年計画の4年目】

高木 元也(新技術安全研究 G), 齋藤 剛(機械システム安全研究 G), 岡部 康平(同),
小山 秀紀(新技術安全研究 G), 菅 知絵美(同), 池田 博康(同), 北條 理恵子(同), 梅崎 重夫(所長),
三上 容司(横浜労災病院), 東川 晶郎(関東労災病院),
古澤 一成(吉備高原医療リハビリテーションセンター), 六名 泰彦(同),
谷本 義雄(同), 武田 正則(同), 山田 義範(同),
井口 浩一(埼玉医科大学総合医療センター), 石井 桂輔(帝京大学医学部付属病院)

【研究期間】 令和元～令和4年度

【実行予算】 64 470 千円(令和4年度)

【研究概要】

(1) 背景

厚生労働省第13次労働災害防止計画(2018～2022年度)では、疾病を抱える労働者の健康確保対策の推進が重点事項に掲げられている。その中では、脊髄損傷を負った労働者等の職場復帰支援のため、労災病院等において、職場復帰を見据えた入院時からの医療機関の継続的な支援方法等に関する研究を推進すること、職場で職務に適応できるためのリハビリテーション技術及び機器の開発を推進することが掲げられている。これまで職業性外傷の予防に関わる研究は、労働災害の未然防止を主に行われてきたが、それに加えて、現状の労働災害の実態を踏まえ、医療データの活用により、重症度の低減という新たな視点での研究が求められている。

一方、日本では毎年5000人近くの脊髄損傷者が発生している。日本脊髄障害医学会による外傷性脊髄損傷の全国調査(平成30年)によると、外傷性脊髄損傷の受傷原因は「平地転倒」が最も多く、その転倒災害が最も多い小売業等第三次産業の労働災害防止はわが国の重点課題とされている。脊髄損傷による麻痺、疼痛等は完治が困難な場合もあり、脊髄損傷者の社会復帰には本人はもとより介護者にとっても大きな負担となっている。近年では、このような脊髄損傷等の対象者に、リハビリテーション治療を目的とした歩行支援機器(Powered exoskeletonとも呼ばれる)が、国内の臨床現場でも活用され始めている。

これまでの臨床報告によれば、歩行支援機器は脊髄損傷者の歩行再建に有用となる可能性が示されており、様々な機種での成果が報告されている。しかしながら、歩行中の不安定性や転倒、皮膚トラブルなどのリスクが報告されており、一定の講習と実施訓練を受けた同伴者を配置することが求められている。このように安全の一部が人的支援に依存しているにもかかわらず、介助者のサポートを前提とする安全性に関するガイドラインは存在せず、標準化も進んでいない

のが現状である。歩行支援機器の中には、病院外での利用を想定した個人用も実在することを踏まえると、介助者を含めた利用者を保護するための諸要件について検討し、機器の更なる改善や、安全対策に繋げることが必要と考えられる。また、歩行支援機器は、海外製のものが多く、日本人の身長や体形を考慮すると実際の使用に際しては不具合が生じる部分が見込まれ、日本人の身体的特徴に見合った仕様・設計が将来的に求められると考えられる。

このほか歩行支援機器での訓練により、運動量の増加、消化器症状の改善、免疫機能の改善等の歩行訓練以外の報告もあり、前年度までの報告でも認められている。引き続き自立歩行支援以外の医学的所見の変化等も把握する必要があると思われる。

以上のことから、本協働研究においては、以下の3テーマを重点的に研究する。

- ・医療データ分析に基づく工学的対策の検討
職業性外傷の医療データの分析を行い、労働災害における受傷機転、受傷部位、受傷程度、障害等を踏まえた受傷程度低減策等を提案する。
- ・歩行支援機器使用者及び介助者の安全性及び臨床効果に関する検討
利用者に対する歩行支援以外の身体・精神的な影響の解明及び介助側からの各歩行支援機器に対する安全性の確認手順の提案を行う。
- ・歩行支援機器モデル構想の提案
新たな歩行支援機器を試作することも視野に入れ、現状の歩行支援機器の安全性及び使用性向上の方策の提案を行う。

(2) 目的

せき損等職業性外傷の予防策と生活支援策の推進を図る。そのため、既存の歩行支援機器の安全性と使用性の向上を図るための対策、および新たな支援機器の開発を念頭に日本人にとってより安全かつ使い勝手の良い歩行支援機器の在るべき姿を模索する。

(3) 方法

これまで、当研究所(JNIOOSH)と吉備高原医療リハ

ビリテーションセンター(KRC)では、脊髄損傷患者が使用する支援機器の実態調査を行い、安全上の問題点や臨床的効果を明らかにしてきた経緯がある。これらの蓄積情報も利用しながら、以下の3つのサブテーマを設けて、JNIOOSHとKRCの協働研究を推進する。

1) 医療データ分析に基づく工学的対策の検討

運動器外傷データである Rosai Orthopaedic trauma Database for Exploratory Outcome Study (RODEO Study)及び日本外傷学会のデータバンク等、医療データを用いた労働災害における受傷機転、受傷部位、受傷程度、障害等の分析を行う予定である。加えて、医学及び工学に関する有識者から構成される合同の専門家委員会を組織し、受傷程度低減策を両側面から討議したうえで、受傷低減策を提案する。

2) 歩行支援機器の安全性及び臨床効果に関する検討

1)での分析結果を参照し、せき損の現状とニーズを把握しながら、以下の2つに大別して研究を行う。

2-1) 歩行支援機器の臨床効果の検討

脊髄損傷者の医学・心理的データを随時採取し、歩行支援機器の短期・長期使用における利用者の身体・精神的影響を調べる。

2-2) 歩行支援機器使用者及び介助者の安全性評価の検討

既存機及び新たに開発の新機種も含めた、歩行支援機器の介助者のための装着・介助手順及び留意事項等を記載したチェックリストを作成し、各機種についてのリストの妥当性検証を行い、介助リストの標準化・ガイドライン化を目指す。

上記の2-1)と2-2)の結果は、随時3)の改造機種または新規機種の開発に反映させる。

3) 歩行支援機器モデル構想の提案

これまでに行った、特に ReWalk を対象にした安全上の問題点や臨床的効果の把握の蓄積データを利用しながら、さらなる調査・分析を加え、現状の歩行支援機器の安全性と使用性を向上させる対策を提案する。既存歩行支援機器を対象に安全性と使用性に関する問題点を抽出し、機器側の安全性と人を含めた協調安全システムの安全性の観点で方策を検討する。この段階では、リハビリ現場での歩行支援機器使用の分析から得られる安全性に関するチェックリストの内容を反映するとともに、2)の分析結果をもとに、新たな歩行支援機器を試作することも視野に入れ、歩行支援機器のモデル(プロトタイプ)を試作し、これを利用して同様の実験的評価を試みる。

試作については、外部公募による企画競争入札方式で実施する。試作した歩行支援機器プロトタイプの有効性評価を評価委員会により実施し、安全性と使

用性を両立する歩行支援機器の機能や仕様標準を提案する。なお、既存機器の改造が困難な場合は新たな歩行支援機器を試作することも視野に入れる。

(4) 研究の特色・独創性

これまでの安全研究は、「事故の型」と「起因物」に着目した研究が基本であり、「障害」に着目した研究は少ない。また、労働災害の未然防止だけでなく、受傷程度低減や被災した労働者の治療から、退院後の生活支援まで考慮した研究報告は不足している。リハビリテーション科医や理学療法士などの医学に関わる専門家と、安全に関わる専門家が連携し、脊髄損傷者を対象とした歩行支援機器について研究する点は、両施設の協働でしか実現できないものである。

また、歩行支援機器を装着する患者だけではなく、介助者の安全性について考慮した臨床調査や安全チェックリストの作成は、従来の臨床研究とは異なるものであり、介助者を含めた利用者の安全性という新たな視点を提供する。さらに、当研究所が保有する機能安全等の安全技術や、本研究を通して得られた調査結果を機器の仕様検討に活かすことは、使用性を損なわず安全性を考慮した新たな機器設計に寄与することが期待できる。

【研究成果】

(1) 医療データ分析に基づく工学的対策の検討

1) 医療データの分析

横浜労災病院と関東労災病院における RODEO Study の対象者の電子カルテから取得できた転倒の発生状況データの統計解析を行った。具体的には、転倒時の行動(例えば、歩行中等、斜路歩行中等)と転倒時のパターン(例えば、滑って、つまずいて)を分類し、受傷者属性、受傷時間、骨折部位、受傷程度などとの関連について統計解析を行った。その結果、転倒時の行動または転倒パターンにより骨折部位が異なることなどが明らかとなり、今年度、研究成果を論文にとりまとめた。

2) 転倒等労働災害防止対策の提案

小売業、飲食店の転倒等労働災害防止をテーマに、産業医、安全専門家、実務者等で構成する検討会を昨年度に続き開催した。

今年度の調査項目を以下に示す。

- ・小売業等労働災害防止活動取り組み事例調査
- ・社会心理学的アプローチに基づく小売業従事者対象実態調査
- ・海外 Web 文献調査による安全教育等事例調査

これらの調査研究成果を基に、これまでの小売業、飲食店の労働災害防止に関する研究成果を加え、安全衛生教育用テキスト「小売業等における労働災害

防止の進め方」を作成した。目次を表 1 に示す。

表 1 小売業、飲食店における労働災害防止の進め方

第 1 章 労働災害発生状況
1. 全産業の労働災害発生状況
2. 小売業、飲食店の労働災害発生状況
第 2 章 小売業、飲食店の業態別労働災害の特徴
1. 小売業
2. 飲食店
第 3 章 労働災害防止推進上の課題
1. 小売業における安全上の課題
2. 飲食店における安全上の課題
3. 高齢の女性の転倒災害の多発
4. 従業員の労働災害防止意識の低さ
第 4 章 労働災害防止の具体的な取り組み
1. 労働災害発生メカニズム
2. 法令で定められた安全衛生管理
3. 産業医等に期待される安全指導
4. 具体的な労働災害防止対策(好事例)
第 5 章 転倒災害防止に向けて
1. 転倒災害の心理的・内的要因
2. 転倒経験者インタビュー調査
3. 働く人一人ひとりの転倒リスクを測る
4. 転倒予防体操
5. 転倒災害データ(RODEO Study)分析
第 6 章 おわりに

3) 研究成果の検証

本テキストの効果を検証し適宜追加・修正を行うため、埼玉産業保健総合支援センター、東京産業保健総合支援センターと連携を図り、産業医等を対象に本テキストを用いた研修を実施した。全受講者数は 47 人で、受講後のアンケート調査では、有効回答 39 のうち、「とても理解しやすかった」と「ある程度理解しやすかった」が計 38 人と高い効果が確認できた。

(2) 歩行支援機器の安全性及び臨床効果に関する検討

本テーマでは、歩行支援機器使用者及び介助者の安全性、外骨格を用いた歩行訓練の臨床効果及び使用者に対する歩行支援以外の身体・精神的な影響の解明、介助者からの各歩行支援機器に対する安全性の確認手順(安全チェックリスト)の確立を試み、以下の成果を得た。

1) 歩行支援機器の安全性に関する作業標準に沿ったリスクアセスメント

昨年度に引き続き、KRC における歩行訓練場面の録画映像を用いて、歩行支援機器を利用する際の安全上の問題点や使用性等を把握するために、主に外骨格型歩行支援機器 FREE Walk の使用者及び介助者の歩行支援機器の利用状況について、分析を行った。図 1 に FREE Walk にて歩行訓練介助を行った際の介助者のリスクアセスメントの対象行動例を示す。同様に、歩行訓練の対象者である FREE Walk を装着

する使用者の行動も分析した。その際に、介助者、使用者間での会話も抜き出し、音声入力の実行も行った。以上の分析をまとめて、歩行訓練介助者及び外骨格型歩行支援機器使用者の行動解析表を作成した。これは、本機器を初めて装着する際の、最終的な微調整(フィッティング)から始まり、車いすから椅子への移動、本機器の装着、立ち上がり、歩き始め、直線歩行、方向転換、歩行停止、椅子に座る、本機器の脱着、椅子から車いすへの移動の各段階についての詳細解析であり、この結果を基に作業手順からのリスクアセスメントを行った。

リスクアセスメントの結果、転倒による重大な危害が想定されたが、外骨格型歩行支援機器を使用した歩行訓練時の介助者の転倒に至る危険源として、介助時の姿勢が大きなウェイトを占めていることが示唆された。特に、本機器使用者が初心者である場合は、介助者への負担が大きく、使用者とともに介助者がよるめき、転倒のリスクが懸念される場面が複数(方向転換の際、立位から椅子への座位になる時など)認められた。

介助を低リスク状態で行うため、また、負担の少ない介助姿勢を長時間に亘って行うことを可能にするためには、介助者の最適な姿勢の保持や重心の安定化等の対策が不可欠である。既に、本機器使用者用保護具や姿勢保持(転倒防止)用具などを使用される場合もあるが、今後は本機器使用者のみならず、介助者も含めた姿勢のアンバランス状態の早期検知による転倒回避など、これらの用具に依存しない方策も考えられる。加えて、転倒が不可避という前提であるならば、転倒した際の介助者及び本機器使用者の安全確保のための環境の改善(例えば歩行路周辺の緩衝材配置)に加えて、転倒後の救出等を含めた包括的リスク低減方法を検討すべきであろう。

2) 介助者からの各歩行支援機器に対する安全性の確認手順のための安全チェックリスト

外骨格型歩行支援機器 ReWalk 及び FREE Walk の安全性の確認手順を確実に実行するための安全チェックリストについて、介助者用のチェックリスト内容のための議論を KRC と行った。その結果、経験豊富な介助者と初心者用に明確な記述分けを行うことで、実際の臨床場面で役立つものと、初心者が学習できる要素も含んだものとの差別化を図り、2 種類の歩行支援機器に対し、それぞれ 2 種類の安全チェックリストが完成した。これにより、使用の目的に応じた安全チェックリストの最適な使い分けができるようになった。すなわち、経験豊富な介助者にとっては、即自的な安全行動の確認用、あるいは安全な介助の記録の蓄積用に使用することができ、初心者にとっては自身の介助行

FREE Walk	
① 準備	
② 車いすからいすへの移乗	
③ 装着	<ul style="list-style-type: none"> 両手で右足先を取り両手で右足首を挟んで持ち上げて床に置きフリーウォークの装着を始める 右手で右足首を持ち左手をフリーウォークの関節下を持ち、右手で右足を持ち上げ膝を曲げて上げフリーウォークにはめる 右手で右足を優しく押し左手で添えて両手で足先をフリーウォークにはめる 少し両手で調整してならした後、右手をフリーウォークに触り、体を左前面に移動しながら左手をフリーウォークの外側に置く 介助者の左足を左にずらして両手で挟むようにして膝をフリーウォークにはめる 左手を利用者の腰の方に伸ばし、確認するように触る 体を利用者の左足の前に戻し介助者の左足の膝を上げ右足の膝をついてしゃがむ 両手で利用者の右足の装着をする 介助者2が目線を気にしている利用者の左のお尻の側面に向けてのぞき込むように近づく 目線を戻して右手を利用者の右足に触る 両手で膝下に膝とふくらはぎの間の部分の装着を調整する
④ 立ち上がり	
⑤ 歩き始め	
⑥ 直進	
⑦ 方向転換(左右回り)	
⑧ 停止	
⑨ 椅子への移動	
⑩ 着席	
⑪ 脱着	

図1 リスクアセスメントのための行動分析(装着段階の抜粋)

外骨格型機器使用の安全チェックリスト

このチェックリストは、動力付外骨格型機器を用いた歩行リハビリテーションを安全に実践するにあたって、理学療法士が取り組むべき主要な項目を挙げたものです。チェックリストには、外骨格使用の禁忌事項に加え、介助にあたる理学療法士の怪我や転倒のリスクに関わる項目も含まれています。未チェックの項目箇所は、速やかに改善し、対策を講じましょう。以下の欄に記入と、該当する口欄にチェック「✓」を入れてください。

チェック者	機器使用者、介助者	実施回数	回目	訓練実施日	/	/
役割	A	<input type="checkbox"/> 採寸	<input type="checkbox"/> 機器の適合調整	<input type="checkbox"/> 接触介助	<input type="checkbox"/> 近接監視	<input type="checkbox"/> 緊急時対応
	B	<input type="checkbox"/> 採寸	<input type="checkbox"/> 機器の適合調整	<input type="checkbox"/> 接触介助	<input type="checkbox"/> 近接監視	<input type="checkbox"/> 緊急時対応
機器	<input checked="" type="checkbox"/> ReWalk	<input type="checkbox"/> Free Walk				

主に機器使用者のための安全チェック

個人特性							
身長は 150～190cm ですか。	<input type="checkbox"/>						
体重は 100kg 未満ですか。	<input type="checkbox"/>						
上肢機能に障害がないことを確認していますか。	<input type="checkbox"/>						
肩関節の可動域制限がないことを確認していますか。	<input type="checkbox"/>						
股関節伸展 0° 以上の拘縮がないことを確認していますか。	<input type="checkbox"/>						
膝関節屈曲 10° 以上の拘縮がないことを確認していますか。	<input type="checkbox"/>						
足関節背屈 0° 以上の拘縮がないことを確認していますか。	<input type="checkbox"/>						
使用者は機器の使用方法を理解していますか。	<input type="checkbox"/>						
重度の骨粗しょう症 (Tスコア 3.0 以下) がないことを確認していますか。	<input type="checkbox"/>						
下肢の著大な拘縮、異所性骨化がないことを確認していますか。	<input type="checkbox"/>						
機器の動きを阻害する下肢の異常な痙性がないことを確認していますか。	<input type="checkbox"/>						
皮膚状態に問題がないことを確認していますか。(褥瘡、開放創、皮膚炎、アレルギーなど)	<input type="checkbox"/>						
認知機能に問題がないことを確認していますか。	<input type="checkbox"/>						
妊娠中ではないことを確認していますか。	<input type="checkbox"/>						
探型							
血圧をチェックしていますか。	<input type="checkbox"/>						
機械を使用した歩行について周囲の人が把握していますか。							
介助者はヘルビックバンドをしっかりと把持していますか。	<input type="checkbox"/>						
前方にも介助者がいますか。	<input type="checkbox"/>						
着席							
椅子を使用者の後方に設置していますか。	<input type="checkbox"/>						
使用者は杖を後方についていますか。	<input type="checkbox"/>						
着席時にヘルビックバンドが椅子に確実に乗っていますか。	<input type="checkbox"/>						
訓練後の皮膚管理							
機器の取り外し後に、皮膚に赤みや圧迫痕が見られませんか。							
腹部	<input type="checkbox"/>	体幹側方	<input type="checkbox"/>	仙・尾骨	<input type="checkbox"/>	大転子突起部	<input type="checkbox"/>
大腿前面	<input type="checkbox"/>	脛骨隆起部	<input type="checkbox"/>	腓骨頭	<input type="checkbox"/>	踵骨	<input type="checkbox"/>

図2 経験豊富な介助者用 ReWalk の安全チェックリスト(抜粋)

動のレベル向上を確認するためのツールとしての機能も併せた使用が可能となった。

図 2 に、ReWalk の経験豊富な介助者用の安全チェックリストを例示する。これは KRC の介助者の意見が反映されており、実際の機器メーカーからも有効であるとの感触を得ている。

3) 外骨格を用いた歩行訓練の臨床効果

KRC では、2018 年 11 月から 2021 年 10 月にかけて 16 名(昨年度は 5 名)の脊髄損傷患者に対し、ReWalk または FREE Walk を用いた歩行リハビリテーションを実施し、大腸通過時間、免疫学的検査、酸素消費量計測、体力評価、心理検査などを行った。以下に、歩行訓練の臨床効果に関する研究成果を述べる。

歩行速度とエネルギー消費の調査では、ReWalk (6 名)、FREE Walk (4 名)を用い、歩行 6 分間の消費エネルギーを呼気ガス代謝モニターで計測した。両者ともに 3~4 METs の運動強度であった。また、ReWalk (2 名)は従来の下肢装具の結果と比較した。ReWalk は、長下肢装具と比べて、歩行速度の増加と、エネルギー消費率の減少を認めた。FREE Walk (4 名)でも同様の傾向を示し、継手付 KAFO (Knee-Ankle-Foot Orthosis)と比べて、歩行速度の増加と、エネルギー消費率の減少を認めた。

また、脊髄損傷者における外骨格を用いた 40 分間の歩行によるマイオカイン動態への影響を調べるために、完全対麻痺者 21 例に対して、歩行前、歩行直後、歩行終了 2 時間後に採血を実施した。21 例全体では 40 分間の歩行によって血中の IL-6 濃度の変化は様々であった。21 例について、主観的運動強度 (RPE) の尺度の一つである Modified Borg Scale を用いて、40 分間の歩行がどの程度の運動強度であったかを観察し、マイオカイン動態との関係を検討した。この度の運動が、“ややきつい”に相当する Modified Borg Scale で 4 以上の者が 10 例、4 未満の者が 11 例であった。Modified Borg Scale で 4 以上の群では、運動前に比べて運動直後に血中 IL-6 濃度は有意に上昇し、運動 2 時間後も上昇は継続した。一方、Modified Borg Scale で 4 未満の群では、40 分の歩行後も血中 IL-6 濃度に有意な変化はなく、2 時間後も変化はなかった。また、Modified Borg Scale で 4 以上の群、4 未満の群、両群ともに腫瘍壊死因子(TNF- α)は、経過中に増加することはなかった。

さらに、外骨格使用時における杖の使い方について計測を行った。外骨格の使用ではロフストランドクラッチと呼ばれる前腕支持型杖が必要となる。ここでは、杖にかかる垂直荷重を定量的に把握する目的から、杖に圧縮引張センサを取り付けて、ReWalk を装

着した脊髄損傷者 A と FREE Walk を装着した脊髄損傷者 B における、歩行時の杖にかかる荷重を比較検討した。FREE Walk では、杖を交互につくのに対し、ReWalk は杖を同時につくという点が特徴的で、FREE Walk を装着した脊髄損傷者 A での杖荷重は最大で体重比約 30 % で左右差は少なく、ReWalk を装着した脊髄損傷者 B では最大で体重比約 15 % で左右差が見られた。これらの計測手法により、各歩行支援ロボットを用いた時の左右の杖にかかる垂直荷重を定量的に示すことが可能となった。

(3) 歩行支援機器モデル構想の提案

今年度は、脊髄損傷者用歩行支援機器のプロトタイプ改良と評価実験を行い、それらの成果をまとめた。主な改良内容は、介助者用の非常停止スイッチの追加、歩行トリガの変更、構造フレームの一部改良、腹部固定具の追加である。これらの改造仕様には、KRC のリハビリテーション科医や理学療法士らの意見を取り入れた。

評価実験では、健常者がプロトタイプを装着して歩行や立ち座り動作を自己の意図通りに実行することができた。歩行パターンは通常歩行と類似の傾向を示した。ただし、専用ソフトウェアを用いて、関節角度や歩行速度の微調整が必要となる。この実験を通じて、各部の調整機能の有効性も確認され、非常停止の方法や介助者・装着者への音声フィードバックの方法など、さまざまな知見を得ることができた。

以下に装置の概要と評価実験について述べる。

1) 装置

開発したプロトタイプを図 3 に示す。この装置は、外側系構造のフレームに中型超偏平アクチュエータを取り付けて股関節と膝関節を動力化し、プログラマブルロジックコントローラ(PLC)制御により歩行や立ち座り動作のプログラムを実行する。本体は、日本人の平均的な体型に合わせて設計され、各部調整機能により個人の身長や下肢形状(X・O 脚)の違いに対応する。アクチュエータは、減速比 1:101 の減速装置とブラシレス DC モーターで構成され、最大トルク 90.9 Nm を発生し、一気に立ち上がるために必要なトルクを満足する。歩行時の制御方式は、骨盤帯に取り付けられたモーションセンサの角度信号を歩行トリガとして、装着者が体幹を前傾させると、モーターを駆動させる仕組みとなっている。各動作では、前腕部支持型杖のグリップに取り付けられた無線式操作インタフェースにより動作モードの切り替えや歩行停止が可能である。また、別途制作された調整用ソフトウェアを用いることで、動作プログラムを個別に変更可能である。

2) 制御方法

操作インタフェースを含む動作プログラムの実行フ

ローを図 4 に示す。装着者は、原点(座位)復帰後にサーボ停止状態の外骨格を装着する。その後、立位モードを選択し、決定した後に立ち上がり動作を行う。立位移動が成功した後、各軸アクチュエータはサーボ停止状態で立位を維持する。立位状態で歩行モードを選択すると、歩行開始トリガ待ちとなり、使用者が設定した角度を超えて前傾したことをモーションセンサで検出すると、歩行が自動的に開始される。歩行中に歩行停止スイッチを押すと、遊脚が最短経路で立位状態に戻り、サーボが停止する。着座動作は立位状態から座位モードを選択し、決定した後に開始され、座位移動が完了するとサーボが停止する。

非常停止はどの動作モードでも機能する。非常停止の際は動作が直ちに停止し、サーボは ON の状態を維持する。非常停止の解除の後、サーボが OFF になり、介助者による手動操作によって座位や他の姿勢への移行が可能となる。このとき、モータのバックドライバビリティは約 11 Nm であるため、介助者の手動動

作に対しては大きな支障とはならない。なお、機器異常時のモータドライバの保護機能による自動停止後の手順も上記と同様である。

3) 歩行プログラムの調整

歩行に必要なパターンは、PLC のメモリに蓄積された歩行の基本パターンに対して、装着者の状態に応じて各関節軸のパラメータに変更を加えたものを用いる。基本となる歩行パターンは健常者の正常歩行を参考としているが、実際には次に述べる方法で作成した合成歩行である。

基本的な歩行パターンは、ランチョ・ロス・アミーゴ病院方式の 8 つの歩行相(IC、LR、MSt、TSt、PSw、ISw、MSw、TSw)を参照して設定された区間に対し、軸毎に 4 つの歩行パラメータ(関節角度・速度・加速度・加減速)を準備し、それぞれを順次接続することで歩行を実現する。図 5 に歩行相における股関節角と膝関節角の変化を示す。縦軸は関節角度を示し、これらを変更することで、屈曲・伸展の大きさの変更が可能となる。また、横軸は時間軸に対応し、速度・加速度・加減速を変更することにより、屈曲・伸展の時期を早める、あるいは遅らせることが可能となる。立位・座位モードに関しても、基本パターンを準備しておき、同様の手続きでパラメータの変更が可能である。

4) 実験と結果

プロトタイプ of 動作特性を調べるため、歩行や立ち座りの基礎動作が正常に行われるかどうか検証した(本稿では歩行実験のみ記載)。本実験の手続きは、労働者健康安全機構本部医学系研究倫理審査委員会の承認(通知番号 2022-17)を得て実施した。

対象は、健常成人 10 名(男性 7 名、女性 3 名)であった。被験者の平均身長は 167 cm(範囲:152~179 cm)、BMI は 21(範囲:17~25)であった。

実験では、プロトタイプ of 装着の有無による股関節と膝関節の角度、歩行速度、ストライド長を調べた。実験条件は、6 m の距離を通常歩行とプロトタイプを装着した歩行を実施した。転倒防止のため、装着歩行の際は後方に介助者を配置した。



図 3 脊椎損傷者用歩行支援機器のプロトタイプ

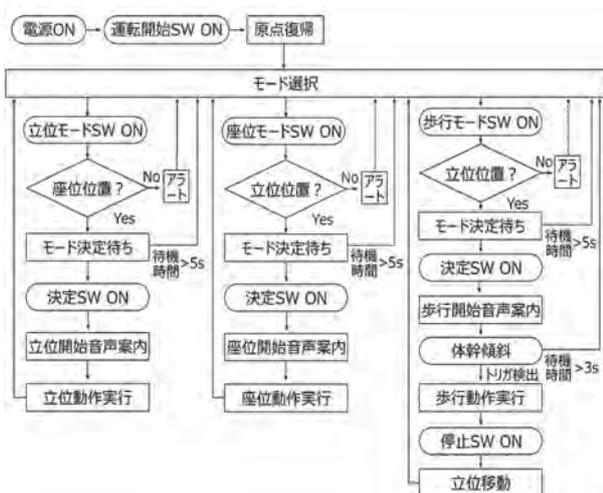


図 4 動作プログラムのフローチャート

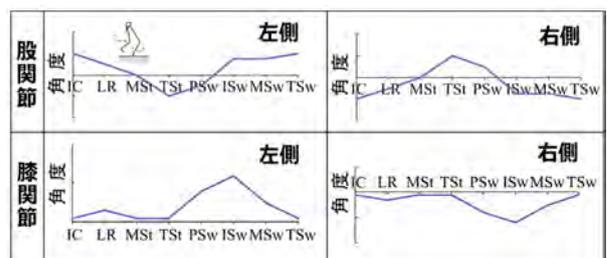


図 5 基本的な歩行パターン

計測装置には、マーカレスモーションキャプチャ(e-skin MEVA、Xenoma)を用いた。このシステムは、衣服のように身に着けることができ、複数の慣性式センサが配置されている。図 6 上は、プロトタイプを装着した歩行の様子を示す。マーカレスモーションキャプチャを用いることで、3 軸の加速度、角速度、関節角度のデータが得られ、3 次元の骨格モデルで再現することもできる(図 6 下)。

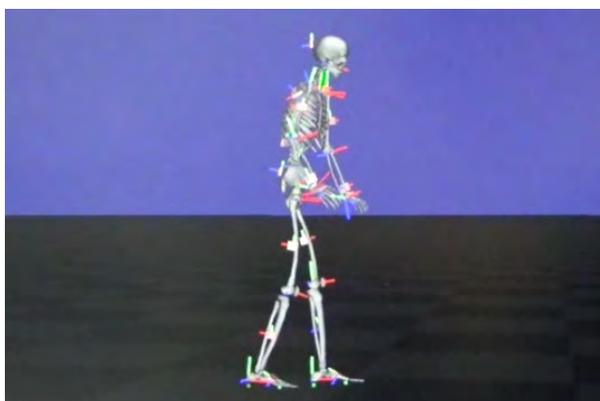
解析では、個々の被験者によって歩行時間が異なるため、遊脚期と立脚期を 1 回ずつ含む一歩行周期を 100 %として、関節角度のデータを正規化した。また、股関節角と膝関節角の最大値(屈曲角ピーク値)と最低値(伸展角ピーク値)を代表させ、装着の有無による違いを比較した。

実験の結果、全ての被験者において、プロトタイプによる装着歩行が問題なく実行できることが確認された。図 7 は、外骨格の有無による股関節と膝関節の一歩行周期の歩行パターンを示す。

股関節については、通常歩行と装着歩行では類似した歩行パターンが観察され、屈曲角のピーク値も同等であった。しかし、装着歩行では通常歩行に比べて伸展方向への変化が小さかった。



装着歩行の様子



装着歩行を再現した骨格モデル

図 6 プロトタイプを装着した歩行実験の様子

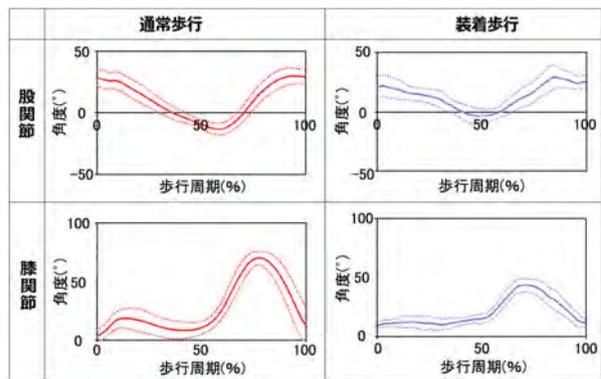


図 7 一歩行周期の股・膝関節角の変化

図中の縦軸は関節角度を示し、(+)は屈曲方向、(-)は伸展方向を示す。横軸は遊脚期と立脚期を 1 回ずつ含む一歩行周期を 100 %として正規化。実線は平均、破線は標準偏差、n = 10。

膝関節に関しては、通常歩行と装着歩行では歩行パターンが類似していたが、装着歩行では立脚初期における屈曲が見られず、屈曲角のピーク値が小さかった。また、装着歩行における歩行速度は通常歩行の約 1/10 であり、ストライド長も装着歩行が通常歩行に比べて短かった。

これらの結果から、調整用ソフトウェアを用いて、関節角度や歩行速度の歩行パラメータの微調整が必要となることが分かった。

5) まとめ

健常者を対象とした歩行実験により、歩行支援機器の機能が実現されたことが確認された。今後はさらなる改善や調整を行い、脊髄損傷者による装着歩行の検証を検討したいと考えている。

【研究業績・成果物】

[事例報告]

- 1) 小山秀紀, 池田博康 (2023) 脊髄損傷者用動力付外骨格型機器のプロトタイプ開発, 労働安全衛生研究, Vol.16, No.2, pp.143-149.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 小山秀紀 (2023) 脊髄損傷者用動力付外骨格型機器の試作評価, 第 60 回日本リハビリテーション医学会学術集会, 4-P-3-2.
- 2) 小山秀紀, 池田博康 (2022) 脊髄損傷者用動力付外骨格型機器の構造試作, 日本人間工学会第 63 回大会, 2G4-02.
- 3) 池田博康, 小山秀紀 (2022) 外骨格型歩行支援機器の駆動・操作システムの試作評価, 第 40 回日本ロボット学会学術講演会. 3A2-04.

[研修会]

- 1) 高木元也 (2022) 日医認定産業医制度研修「小売業、飲食店における労働災害防止の進め方」, 埼玉産業保健総合支援センター, および, 東京産業保健総合支援センター.

(2) 高純度結晶性シリカにばく露して発症した呼吸器疾患に関する労働衛生学的研究【3年計画の3年目】

甲田 茂樹(所長代理), 鷹屋 光俊(ばく露評価研究部), 山田 丸(同), 中村 憲司(同),
王 瑞生(有害性評価研究部), 小林 健一(同), 柳場 由絵(同), 豊岡 達士(同),
天本 宇紀(同), 久保田 久代(研究推進・国際 C),
横田 ゆみ(日本バイオアッセイ研究センター), 山野 莊太郎(同), 武田 知起(同),
岸本 卓巳(アスベスト疾患研究・研修センター), 三浦 元彦(東北労災病院),
大塚 義紀(北海道中央労災病院), 五十嵐 毅(同), 岡本 賢三(同),
横山 多佳子(旭労災病院), 伊藤 圭馬(同), 本間 浩一(獨協医大), 西村 泰光(川崎医大), 加藤 勝也(同)

【研究期間】 令和2～令和4年度

【実行予算】 29,687千円(令和4年度)

【研究概要】

(1) 背景

岐阜労働局から労働安全衛生総合研究所に依頼された労働災害調査をきっかけにして平成29年6月に厚生労働省より「高純度結晶性シリカの微小粒子を取り扱う事業場における健康障害防止対策等の徹底について」という通知が発出された。本案件は高純度結晶性シリカ(99.9%以上)の微小粒子(平均粒径1 μm 程度)を製造している工場で極めて短期間(3~7年程度)でけい肺が集団発生した。

米国のNIOSHはHazard Reviewとして2002年に“Health Effects of Occupational Exposure to Respirable Crystalline Silica”をまとめ、けい肺には①慢性けい肺(10年以上低濃度のシリカばく露)、②急進けい肺(5~10年で発症)、③急性けい肺(数週間~5年のシリカ高濃度ばく露)の3タイプを報告しているが、②と③について詳細を記述していない。岐阜のけい肺事案が事実であるのならば、現行の労働安全衛生法規や労働衛生管理の手法や内容に大きな影響を及ぼす可能性がある。この協働研究を通じて災害調査で危惧された呼吸器疾病の実態を把握する必要がある。

(2) 目的

今回の呼吸器疾病の事案について、労働衛生的な観点から原因を究明して、疾病防止に資する作業環境及び作業管理、健康管理等の労働衛生管理を具体化させるためには以下の4つの目的を持って研究を立ち上げる必要がある。

①極めて短期間で発症・進行するけい肺の原因はなにか? → 吸入性粉じんの濃度が高いから? ばく露したシリカの粒子が微細だから? シリカの純度が極めて高いから?

②極めて短期間で発症・進行するけい肺はどのような臨床病像なのか? → 慢性けい肺と同様なのか? 急性けい肺のような肺胞蛋白症なのか? 病変部位や繊維化の程度は? 繊維化以外の病変は?

③極めて短期間で発症・進行するけい肺を労働で

予防するためにはどのようにすれば良いのか? → リスクの評価は個人ばく露か作業環境測定か? 粒度分布の情報は必要か? 発じんを防止する効果的な対策とは? 防じんマスクで十分か?

④極めて短期間で発症・進行するけい肺をどのように経過観察していけば良いのか? → 従来のじん肺健診(胸部レントゲン、健診間隔)でけい肺の重症化を予防できるのか? 従来の作業転換の時期は適切か? 合併する肺がんを早期発見できるのか?

(3) 方法

上記の研究目的を追求するために、ばく露評価研究班(鷹屋・山田・中村・篠原)、毒性影響研究班(王・小林・柳場・豊岡・西村)、臨床研究班(岸本・三浦・岡本・加藤・他)、労働衛生保護具等研究班(鷹屋・山田・日本保安用品協会)の4つを組織することとした。今回の労災事案のように高純度結晶性シリカにばく露して短期間でけい肺を発症させた企業を含めて、同様の高純度結晶性シリカを生産している企業等に協力を求めて、労働現場に赴いて高純度結晶性シリカにばく露する作業内容や作業環境・作業管理の状況等についてばく露評価研究班が確認する。

具体的には作業環境測定及び個人ばく露測定を実施して、法定管理濃度やNIOSHなどの国際機関の提案している許容濃度と比較するだけでなく、OPC等の測定機器を用いてばく露しているシリカの粒度分布等を確認するなどして、高純度結晶性シリカばく露に伴うリスク評価を行う。現場で生産されている高純度結晶性シリカは動物を用いた毒性影響試験でも使用するため確保する予定である。

さらに、高純度結晶性シリカの生産に従事する労働者の健康状態や呼吸器疾病の罹患状況を把握するために、健康調査表を用いたアンケート調査と必要な放射線医学的検査(胸部レントゲンやCT検査など)を実施する。必要に応じて、事業所が実施しているじん肺検診等も確認する。これらの調査研究から高純度結晶性シリカにばく露する労働者の呼吸器疾病の臨床像を解明する。併せて退職者の健康状態も可能であれば把握する。これらの調査研究には臨床研究班があたるが、当該企業の所在地などを考慮して共

同研究者を増やす予定である。

シリカばく露による慢性けい肺は古典的な職業性
疾病としてあまりにも有名であるが、今回のような極めて
短期間で発症する急進けい肺のような事例が多数
確認された報告はない。従って、慢性けい肺と発症メ
カニズムがどのように異なるのか、高濃度ばく露量の
影響なのか、高純度シリカの影響なのか、微小粒子ば
く露による影響なのか、毒性学的に未解明な事象が
多い。さらに、シリカは IARC が発がん分類をグルー
プ 1 としているが、高純度結晶性シリカの微小粒子ば
く露が発がん性にどのように係わっているのか、免疫
機能にどのような影響を与えるのか、等についても検
討する必要がある。これらの研究は毒性影響研究班
が担当する。

最後に粉じん職場で従来より防じんマスクが呼吸保
護具として活用されているが、今回のような微小粒子
の発じん職場でどの程度有効なのか、確認する必要
があるため労働衛生保護具等研究班が担当する。

(4) 研究の特色・独創性

高純度結晶性シリカは半導体の充填剤として使用
されてきたが、これほどまでにシリカの純度が高く微細
な粒子が産業現場に出回ってきたのはここ 10 年くら
いである。その意味で、本研究は新たな素材を用いた
労働現場における職業病を解明し、発症防止策を提
案するという特色を有する研究となる。さらには、じん
肺法や粉じん則などで一括りにされてきたシリカを巡
る労働衛生管理を見直す情報を提供できることとな
り、労働安全衛生行政に大いに貢献できる可能性が
ある。また、前出した U.S.NIOSH の Hazard Review
“Health Effects of Occupational Exposure to Respirable
Crystalline Silica”や文献検索結果などから、医学情
報の少ない急進けい肺について解明できるのであれば、
極めて有意義な労働衛生上の研究といえる。

【研究内容・成果】

令和 4 年度における研究内容は前年度の研究を引
き継いで In Vitro 及び In Vivo の実験研究を行った。
また、令和 3 年度に実施した現場調査について、デー
タを整理し、シリカ粒子のばく露防止に向けた方策に
ついて検討した。

In Vitro の研究では、今まで懸案となってきた高純
度結晶性シリカが、亜急性毒性を示す理由がどこにあ
るのかを中心に検討した。肺胞上皮細胞、及びマクロ
ファージを用いた細胞毒性実験から、まず、シリカ粒
子の粒径は、細胞毒性に大きく依存することが示され
た。基本的に粒径 1 μm 以上では、粒径が大きくなる
ほど細胞毒性は軽減されるが(細胞に粒子が取り込ま
れにくくなるため)、粒径 1 μm 以下では、粒径 0.4 μm

付近の粒子で最も強い細胞毒性を示すことを明らか
にした。これは単純に粒径が小さくなるにつれ毒性が
増強されるわけではないことを示すものであり、興味
深い結果と言える。また、純度がほぼ同じである各社
が製造する結晶性シリカ粒子を分級により、粒径を合
わせた上で細胞毒性を検証したところ、同じ粒径で
あっても、細胞毒性が異なることが明らかになった。こ
のことは、各社が製造する結晶性シリカ粒子の製造方
法の違いに起因するであろう粒子表面の状態の違い
により、細胞毒性が変化することを示唆するものであ
る。なお、けい肺を発症する過程の初期において、重
要なイベントになる炎症について、上記各種結晶性シ
リカ粒子をマクロファージに作用し、IL-1 β 等の炎症
性サイトカインの放出を検証したところ、概ね細胞毒
性の結果と一致する結果が得られている。

これらの結果は、現行の結晶性シリカ粒子の管理
方法に一石を投じるものである。すなわち、現行で
は、結晶性シリカ粒子は、粒径や粒子表面状態の違
いを考慮せずに、ほぼ同一に管理されているが、実
際には粒径、粒子表面状態は、毒性に強く影響する
ため、例えば、事業所が管理濃度や許容濃度を遵守
していたとしても、毒性が高い粒子であれば、健康障
害が生じるおそれがあることを意味している。今後、こ
のような結晶性シリカ粒子の毒性特性を考慮し、その
管理方法を議論していく必要があるものと考えられる。

他方、昨年度から、結晶性シリカ粒子の毒性を簡便
にスクリーニングできる系の構築に取り組んでおり、医
療機器の生物学的安全性評価に用いられる赤血球
溶血性試験をシリカ粒子に応用すると、シリカ粒子に
よる赤血球溶血性の程度が、シリカ粒子による細胞毒
性のある程度反映するという結果が得られていたた
め、令和 4 年度は、実際に急性けい肺が問題とな
った事業所で製造されたシリカ粒子を含め、約 20 種類
のシリカ粒子について赤血球溶血性を検証した。

その結果、けい肺の毒性学的研究に頻用され、毒
性が高いことで知られる Min-U-Sil-5 と呼ばれる結
晶性シリカ粒子よりも強く赤血球溶血性を示す粒子が 4
種類存在していた。またこれら粒子は、細胞毒性試験
においても、強毒性を示すことが確認された。これら、
In Vitro 研究の成果は、産業衛生学雑誌「シリカ粒子
の炎症誘発性の予測を目的とした赤血球溶血性試験
の利用に関する検討」、安全衛生コンサルタント誌「結
晶質シリカの物性と毒性の関係について」に掲載され
た。また、第 95 回日本産業衛生学会で発表した「シリ
カ粒子の炎症誘発性を予測するための赤血球溶血
性試験の検討」は、若手優秀演題賞を受賞した。その
他、日本薬学会第 143 年会、第 96 回日本産業衛生
学会において口頭発表した。また、In Vivo の研究で

は、ラットに対して結晶性シリカの気管内投与及び経気道ばく露を実施した。結晶性シリカばく露群では、In Vitro の結果同様、ばく露した結晶性シリカの種類ごとに異なる病理像を示し、特に気管内投与群では、非常に珍しい融合性線維化病変モデルの作成に成功した。

令和3年度に実施した高純度シリカ粉末製造工場における結晶性シリカのばく露、及び、作業環境の本調査の測定結果を整理し、当該事業場作業者のばく露実態を明らかにするとともに、ばく露源の特定に関する有用な知見を得た。同時に、今回の調査では結晶性シリカ粉じんの詳細な測定を行うため多数の装置や分析法測定法を駆使して現場調査を実施したが、その中でも個人ばく露測定用の粉じん計(フィルターユニット付き)によるモニタリングは作業・作業環境管理に効果的であることが確認された。また、パーティクルカウンターによる粒径分布のリアルタイム測定や電子顕微鏡による個別粒子分析法についても、データ解析法の検討はまだ必要であるが、許容濃度が低いシリカ粉じん等のモニタリングに有効であることが示された。

本研究では、急進性けい肺の原因になりうる結晶性シリカの粒子特性を部分的に明らかにした。また、実労働現場におけるシリカ粒子の取扱いの実態を把握すると共に、シリカ粒子のばく露評価において、個人ばく露測定が有用であること等の知見蓄積することができた。これらの知見は、じん肺法や粉じん則など

で一括りにされてきたシリカを巡る労働衛生管理を見直すきっかけになる貴重な情報であると考えられる。

【研究業績・成果物】

[論文等]

- 1) 天本宇紀 (2022) 結晶質シリカの物性と毒性の関係について, 安全衛生コンサルタント, Vol.42, No.144, pp.20-26.
- 2) 天本宇紀, 豊岡達士, 山田丸, 柳場由絵, 王瑞生, 甲田茂樹 (2023) シリカ粒子の炎症誘発性の予測を目的とした赤血球溶血性試験の利用に関する検討, 産業衛生学雑誌, Vol.65, No.3, pp.125-133.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 天本宇紀, 豊岡達士, 山田丸, 柳場由絵, 王瑞生, 甲田茂樹 (2022) シリカ粒子の炎症誘発性を予測するための赤血球溶血性試験の検討, 第95回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64, 臨時増刊号, p.515. *若手優秀演題賞受賞
- 2) 天本宇紀, 豊岡達士, 山田丸, 柳場由絵, 王瑞生, 甲田茂樹 (2023) 結晶質シリカ粒子の粒子特性と細胞毒性の関係について, 日本薬学会第143年会, Web 要旨集, 28P2-am1.
- 3) 天本宇紀, 豊岡達士, 山田丸, 柳場由絵, 王瑞生, 甲田茂樹 (2023) 結晶質シリカ粒子の毒性発現に関与する粒子特性について, 第96回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.65, 臨時増刊号, p.512.

過労死等防止調査研究センター

(RECORDs : Research Center for Overwork-Related Disorders)

ポータルサイト「健康な働き方に向けて」



RECORDs

<https://records.johas.go.jp/>

(3) ベリリウム化合物等の取扱作業等へのばく露防止及び健康管理に関する研究【4年計画の3年目】

(安衛研分担) ベリリウム取扱労働者のばく露実態調査、及び ALMB 法の運用に関する研究

研究代表者:松尾 正樹(中部労災病院)

安衛研分担者:豊岡 達士(有害性評価研究部), 柏木 裕呂樹(同), 王 瑞生(同),

山田 丸(ばく露評価研究部), 鷹屋 光俊(同), 甲田 茂樹(所長代理)

研究分担者:横山 多佳子(旭労災病院)

【研究期間】 令和2～令和5年度

【実行予算】 16000千円(令和4年度:人件費含)

【研究概要】

(1) 背景

ベリリウムは原子番号4、原子量9.012のアルカリ土類の軽量かつ強靱な金属であり、物理化学的に安定で電気や熱の伝導性が高く、酸化抵抗性の高さなどから機械、通信、コンピュータ、航空宇宙産業、原子力産業など多くの分野で用いられている。一方で、ごく微量のばく露によってもベリリウム感作が成立し、感作した状態でその後も継続的なばく露を受けることで、肺類上皮細胞肉芽腫病変を特徴とする慢性ベリリウム症(CBD:Chronic Beryllium Disease)を発症しうることが知られている。現在のところ CBD の治療法は確立されておらず、線維化の進行により呼吸不全を呈し致命的となることもある。

我が国において、ベリリウム、及びベリリウム含有率1%以上の化合物(ただし、合金である場合は含有率3%以上)は、特定化学物質障害予防規則による第一類特定化学物質に指定されており、その気中管理濃度は 0.001 mg/m^3 である。しかしながら、実際には3%以下のベリリウム合金を取り扱う我が国の事業所において CBD の発生が報告されている。他方、米国ではベリリウム含有率0.1%の合金から管理対象としており、2018年には米国安全衛生労働局(OSHA)がベリリウム衛生管理における Final Rule を発効し、許容ばく露限界値を $2\text{ }\mu\text{g/m}^3$ から $0.2\text{ }\mu\text{g/m}^3$ (8時間平均)へ引き下げ、さらに短時間ばく露限界値(STEL)として、 $2\text{ }\mu\text{g/m}^3$ (15分間)を新たに設定した。また、Final Rule では、作業者の健康管理を含め、職場のベリリウム衛生管理における雇用者責任が明確にされた。これらのことを踏まえると、我が国におけるベリリウムばく露状況及び、その健康影響の把握は喫緊に必要であり、ベリリウムのばく露評価、衛生管理のあり方について検討することは、我が国のベリリウム産業を健全に維持・発展させるために必須である。

ベリリウム感作の発見、及び CBD の診断には、ベリリウムを抗原としたリンパ球幼若化(増殖)試験(BeLPT: Beryllium lymphocyte proliferation test)が用いられるが、リンパ球増殖を評価するトリチウムチミジン法による現行法では測定値のばらつきが大きく、判

定が困難な場合も多いことが問題となっていた。本協働研究における研究グループでは先行研究において、細胞の蛍光性色素代謝を指標に細胞数を評価するアラマブルー法(ALMB法)が BeLPT に応用可能であり、精度よくベリリウム感作を検出できることを示した。

ALMB法は精度が高く、放射性同位元素を使用しない等、いくつかの点でトリチウムチミジン法に比べて利点があり、今後ベリリウム作業者の健康管理に利用できる可能性があると期待される。また、CBDの早期発見には初期変化を捉えるためのCT検査が重要であり、被曝低減のために低線量CTの応用も検討すべきであると考えられる。実際に、米国OSHAが要求する健康診断項目には、BeLPT及び、CTスキャン等が定められている。一方、我が国でベリリウム作業者に実施されている特殊健康診断項目には、CBDが免疫学的疾患であるにも関わらず、免疫学的検査(BeLPT)の項目がなく、胸部X線単純撮影は項目としてはあるものの、当該手法ではCBD初期病変を捉えることは困難である。これらのことから特殊健康診断の見直しを視野にいれ、我が国におけるBeLPTのシステムティックな運用方法、及びCTスキャンによるCBD初期病変の診断基準等を整備していく必要がある。

CBDは労災補償の対象であるが、CBDと臨床像、病理学的所見が酷似する病変に肺サルコイドーシスがある。ここで懸念されることは、CBDであるのに、肺サルコイドーシスの診断を受け、本来受けるべきである補償から漏れている患者が存在する可能性があることである。実際に、米国、ドイツ、イスラエルにおいて、肺サルコイドーシス患者を精査した結果、CBDであったという報告がなされている。現在のところ、CBDと肺サルコイドーシスを画像または病理診断で鑑別することは困難であると考えられているが、BeLPT及び職歴ヒアリング等で裏付けをとりながら、肺サルコイドーシスとCBDの臨床的鑑別方法を開発することは医学的に重要な課題であり、さらに、誤診断者にしかるべき対応をすることは、社会的に必要であると考えられる。併せて、ベリリウム感作状態は臨床的には無症状であるが、将来CBDに発展する蓋然性が高いため、感作者の医学的・社会的にいかに関心を持っていくかを同時に考えていく必要がある。

CBD 患者の医学的対応について、CBD には免疫抑制剤であるステロイドが投与されることが多いが、標準的な対処法は確立されていない。我々の先行研究では早期にステロイド療法をはじめること、症状の悪化を遅らせることができるであろうことを見出しており、今後、ステロイド療法を始めるステージの検討や、投与量、効果持続性等を見極め、CBD の治療法を確立することが重要であると考えられる。

第 13 次労働災害防止計画では、計画の重点事項として「化学物質等による健康障害防止対策の推進」が掲げられており、本研究を実施することは、労働安全衛生政策に貢献するとともに、第 13 次労働災害防止計画の推進に大きく寄与するものであると考えられる。

(2) 目的

本研究では 3 つの研究課題を設定している。各課題の目的は以下の通りである。

- ①ベリリウム取扱事業場労働者を対象とした臨床研究
・ベリリウムばく露集団における、ALMB 法によるベリリウム感作スクリーニング、及び低線量 CT 検査を実施し、ばく露実態、生化学指標、臨床所見等の関連性に関する総合的知見の蓄積を図り、②の知見も合わせることで、ベリリウム作業者の健康管理、具体的には、これまで見直しが行われていなかった特殊健康診断項目の見直しの提案を目指す。
- ②ベリリウム取扱労働者のばく露実態調査、及び ALMB 法の運用に関する研究
・ベリリウム取扱事業場におけるばく露実態を明らかにし、ばく露評価手法の開発、特に、現場で問題となる比較的高濃度のベリリウムによる短時間ばく露をいかに評価していくかを検討するとともに、ばく露防止対策のあり方を提案する。
・臨床的 CBD 認定患者、サルコイドーシス患者、ベリリウムばく露集団、健常者に ALMB 法による BeLPT(以下、ALMB-BeLPT)を実施し、ベリリウム感作判定に関するさらなるデータの蓄積を図り、ALMB-BeLPT のシステムティックな運用を目指す。
- ③CBD 診断基準開発、治療及び肺サルコイドーシスとの鑑別に関する研究
・職業性肺疾患である慢性ベリリウム肺の診断に必要な知見の確立に加え、肺サルコイドーシスと CBD の類似点と相違点を明らかにし、CBD 診断基準作成に資するデータの蓄積を図る。また CBD の臨床経過、治療法の検討も視野に入れ、健康管理手帳の交付要件の見直し案や労災認定の基準の見直しの提案を目指す。

(3) 方法

本研究は、中部労災病院、旭労災病院、労働安全

衛生総合研究所(以下、安衛研と略す)からなる 3 つの研究班を立ち上げ、協働で研究を実施する。以下では、安衛研が担当する研究課題「ベリリウム取扱労働者のばく露実態調査、及び ALMB-BeLPT の運用に関する研究」について主に記載する。なお、「ベリリウム取扱事業場労働者を対象とした臨床研究」は中部労災病院(研究代表者:松尾)が担当し、③「CBD 診断基準開発、治療及び肺サルコイドーシスとの鑑別に関する研究」は、旭労災病院(研究分担者:横山)が担当する。また、ベリリウム取扱事業場との折衝や、厚生労働省との調整を要するため、機構本部研究試験企画調整課と密に連携して行う。

ベリリウム取扱労働者のばく露実態調査では、労働現場に赴いてベリリウムにばく露する作業内容や作業環境・作業管理の状況等について労働安全衛生総合研究所が確認する。具体的には、作業環境測定及び個人ばく露測定を実施して、法定管理濃度や OSHA などの機関が提案している許容濃度と比較するなどの評価を行う。また、ベリリウム取扱作業員に対して ALMB-BeLPT によるベリリウム感作の調査、ベリリウム感作の感受性に影響していると考えられている遺伝子多型(HLA-DPB1 E69)の解析等を実施する。

ALMB-BeLPT の運用に関する研究では、CBD 患者、及びベリリウム非取扱者(サルコイドーシス患者含む)について、ALMB-BeLPT を実施し、ベリリウム感作の判定基準を確定する。また、将来的な特殊健康診断における実施を見込み、現実的に実施可能な試験条件(手順等)を考案する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特色は、労災病院の呼吸器専門医師と、安衛研の研究者を中心に、協働で、現在規制対象外である含有濃度 3 %以下のベリリウム合金を扱う事業所を主対象に、ばく露状況や健康障害の実態とベリリウム感作との関連、CT による健康障害の早期評価の可能性、免疫学的知見などを総合的に解析する点である。本研究によって得られる知見は、我が国のベリリウム衛生管理やベリリウム取扱作業員の健康管理の見直しに直結するものと考えられる。

また、我が国における CBD と肺サルコイドーシスについて比較検討した報告や、肺サルコイドーシス患者に対して詳細なベリリウムばく露歴の聴取や BeLPT について検討した報告はない。両疾患が臨床的、病理学的に類似した特徴をもつことから、肺サルコイドーシス症例にベリリウムばく露や感作の観点からアプローチすることは独創的な研究と考える。また、慢性ベリリウム症の長期の臨床経過についてはその報告は少ないため、症例集積による検討によって治療法の確立も期待される。

(5) 研究内容・成果

安衛研が担当する「ベリウム取扱労働者のばく露実態調査、及びALMB-BeLPTの運用に関する研究」を中心に令和4年度の研究成果を記載する。

1) ベリウム取扱労働者のばく露実態調査

本省との意見交換やWEB情報等からベリウムの取扱の有無を独自調査した上で、対象事業所を選定、事業所担当者、現場産業者並びに監督者らと、WEB会議を通じて研究の趣旨等を説明、研究への参加を継続的に呼びかけてきた。令和4年度は研究参加に前向きな返答を得た4社について、作業内容、作業人数、頻度、ばく露対策の状況等についてのアンケート調査、事前現場調査(現時点で4社のうち3社)、作業者のCT検査(臨床班担当)、血液検査(ALMB-BeLPT:15名)を実施した。

1-1) 現場事前調査について

A社:ベリウム銅部品のメンテナンス作業を確認した。メンテナンス作業では、作業用ボックス内で、空気回転式研磨機を使用し一定の形状に整えるという作業であった。研磨後に、ボックス内の拭き取り清掃があり、集められた削りカスをみると、ベリウム銅を含む研磨粉塵が作業中にボックス内にかなりの量発生していることが確認された。なお、作業者はフルフェイス型の防塵マスクを着用し、作業にあっていた。ただし、作業用ボックスの導入は近年ということであったため、それ以前は、ベリウム含有粉塵が、作業場に飛散していた可能性がある。(本調査と血液検査等は辞退のため未実施)。

B社:粉末酸化ベリウムや他金属粉を原料に用いた製品の製造を行っている。事前調査では、実際の作業はなかったものの、作業者に個人ばく露装置を装着した上で作業を模した動きをしてもらい、原料の秤量・混合・仮焼・粉碎・溶解等、ベリウムばく露の可能性のある工程を確認した。作業者は、専用防護服、ガスマスク、手袋等を着用した上で、ドラフト等工学的対策がなされた作業場で作業をしていた。調査結果は、別途実施した血液検査、CT検査の結果と共に、フィードバックし、本調査を実施した。

C社:資材にベリウム等を蒸着処理する装置のメンテナンス作業(非正常作業)について、個人ばく露測定装置等を利用して簡易調査を実施した。なお、当該装置は完全密閉で運転されるため、通常作業において、ばく露が生じる可能性は低いと考えられる。調査結果は、別途実施した血液検査、CT検査の結果と共に、フィードバックし、本調査を実施した。

1-2) 血液検査について

ベリウム取扱作業員15名についてALMB-BeLPTを実施し、ベリウム感作の可能性を調査した。その結

果、図1に示すように15名中2名がベリウム感作の疑いがある判定基準 $S.I.=1.1$ を超えていた(13.3%)。本結果について、実験手技のテクニカルな影響がないかを慎重に検証し、これらに影響はなく、偶発的な結果ではないと結論した。また、これまでのベリウム感作についての研究において、ベリウムを扱う各種職業における作業員の感作率は2~18%程度であることが報告されており、本結果はサンプル数が少ないものの、矛盾する結果ではないと考えられる。今後、労災病院で別途実施されているCT検査の結果と併せて、ベリウムの感作の可能性を判断する予定である。

2) ALMB法の運用に関する研究

2-1) ベリウム感作判定基準について

これまでにベリウム取扱経験者約80名を対象にALMB-BeLPTを実施し、ベリウム感作者のリンパ球において、リンパ球増殖が惹起される $BeSO_4$ の濃度範囲を見出すと共に臨床所見と突き合わせ、 $Stimulation Index (S.I.)=1.1$ 以上になったときに、ベリウム感作有り(陽性)という暫定判定基準値を設定した。一方で、この判定基準値は、ベリウム取扱経験者を対象とした検討から設定したものであるため、判定基準値を確固たるものにするためには、ベリウムを取り扱ったことがない者(ネガティブコントロール:健康者)を対象にした検討が必須である。

本研究では令和2年度からネガティブコントロール群のALMB-BeLPTを実施し、継続的にデータを収集している。令和4年度実施分を含めるとネガティブコントロールとして合計47名分のデータを蓄積することができた。感作判定の暫定基準値として $S.I.=1.1$ をこれまで設定していたが、ベリウム非取扱者(ネガティブコントロール)のALMB-BeLPT実施数が大幅に増えたため、検体の中には、 $S.I.=1.1$ に肉薄したり、それをわずかに超える検体が約2%存在することがわかってきた。ネガティブコントロールはベリウム感作者ではな

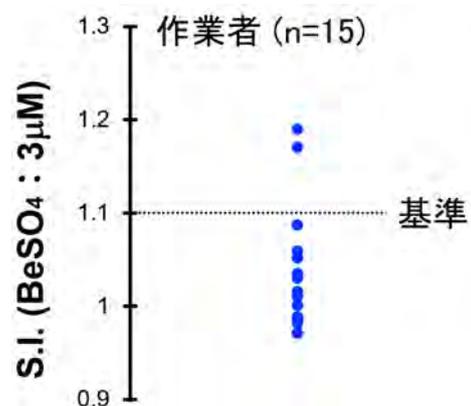


図1 ベリウム取扱作業員におけるBeLPT

いことを前提にしているため、S.I.=1.1 を判定基準とすると、本試験系では、約 2 % がテクニカルな問題等で偽陽性が発生するものと考えられる。他方、CBD 患者では、S.I.=1.4 以上が安定して記録されるために、感作判定基準値としては、グレーゾーン(再検査領域)、例えば S.I.=1.1~1.2、の設定を検討数が必要と考えられる。

2-2) CBD 類似疾患との鑑別について

CBD は肺サルコイドーシスと臨床初見、病理学的初見が酷似しているため、両者を区別するには BeLPT が必須である。本研究では、③「CBD 診断基準開発、治療及び肺サルコイドーシスとの鑑別に関する研究」の一環で、サルコイドーシス患者についても ALMB-BeLPT を実施しており、令和 3 年度までに 22 名のサルコイドーシス患者について検討した。令和 4 年度も継続的にサルコイドーシス患者における ALMB-BeLPT を実施し、現時点で合計 28 名分のデータを蓄積した。

サルコイドーシス患者における ALMB-BeLPT の S.I. は、いずれも CBD 患者の S.I. のように高値を記録しないものの、S.I.=1.1 を超えるものが 8 検体存在した。これら、サンプルについては、別途トリチウムチミン法による BeLPT、及び、顕微鏡下における細胞形態観察等を実施しており、その結果より、ベリリウム感作を疑うべき検体が一部存在していた。

アンケート調査から、8 名のうち、6 名は自動車部品関連の製造、金型加工、溶接等の金属加工を経験しており、これら業務については、ベリリウムを含む部品等、ベリリウムとの接触が完全に否定できるものではない。これら被験者らとは、研究分担者の横山医師(旭労災)と共に、電話、若しくは対面のヒアリングを実施してきたが、現時点では、患者本人の自覚として、明らかにベリリウムばく露を疑うような業務内容は確認できていない。S.I. 値は免疫抑制剤の使用の有無等によって変動することが示唆されているため、臨床サイドと情報共有した上で、ベリリウム感作の有無を慎重に

見極める必要がある。

他方、ドイツの研究グループの報告によると、職歴等から再検査が必要と考えられた 84 名の肺サルコイドーシス患者をリクルートし、BeLPT を実施したところ、34 名が、実は CBD であったことが示されている。これは、40 % 近くの肺サルコイドーシス患者が CBD である場合があり得ることを示唆するものである。この報告を鑑みると、本研究では肺サルコイドーシス患者 28 名のうち 8 名、約 28 % が ALMB-BeLPT で高値を示したが、この割合は十分にあり得るものである。

HLA-DPB1 遺伝子多型検査では、令和 4 年度の検討を含めると、ネガティブコントロール、CBD 患者、サルコイドーシス患者の合計 80 名分のデータを蓄積することができた。結果として、全体の 70 % が HLA-DPB1(E69) を保有していた。これは、日本人約 3,000 名の HLA 多型を調べたデータベースによる HLA-DPB1(E69) の保有率と一致しており、日本人が、ベリリウムに感受性が高い可能性があることを示唆するものである。CBD 患者 2 名については、2 名とも HLA-DPB1(E69) を保有していた。一方で、ネガティブコントロールとサルコイドーシス患者については、今回の検査からは、両群で HLA-DPB1(E69) の保有率が大きくかわることを示唆するような結果は得られていない。

今後も、感作判定基準値策定、及び、CBD の鑑別のために、ネガティブコントロール、及びサルコイドーシス患者に ALMB-BeLPT を継続的に実施し、ヒストリカルデータの蓄積をはかる必要がある。

【研究業績・成果物】

[その他の専門家向け出版物]

- 1) 豊岡達士, 甲田茂樹, 柏木裕呂樹, 山田丸, 王瑞生, 鷹屋光俊, 横山多佳子, 松尾正樹 (2022) ベリリウム含有合金の溶接における衛生管理のポイントーベリリウムおよびその化合物による健康障害の防止に向けてー, 溶接技術, Vol.70, No.7, pp.56-62.

(4) 病院における労働環境の実態把握及び円滑な業務運営につなげる安全衛生対策研究【3年計画の2年目】

吉川 徹(過労死等防止調査研究 C), 久保 智英(産業保健研究 G), 井澤 修平(同), 松元 俊(同), 佐々木 毅(同), 林 務(関東労災), ニツ矢 浩一郎(九州労災・門司 MC), 川上 澄香(浜松医科大学), 上床 輝久(京大医), 磯部 昌憲(京大医), 高橋 正也(過労死等防止調査研究 C)

【研究期間】 令和3～令和5年度

【実行予算】 5,660千円(令和4年度)

【研究概要】

(1) 背景

医療、福祉業に従事する労働者は830万人を越え、そこで働く労働者の安全と健康の確保は重要な課題である[1,2]。これまで、医師、看護師、臨床検査技師などの医療関係有資格者等(以下「医療専門職」という。)は長時間労働や不規則勤務、精神的負担等、医療労働に関連した健康障害リスクが報告されており[3-5]、働き方改革でも関心事項として、その取り組みが多面に進められている[6]。

一方、医療のチーム医療が推進される中[7]、健全な病院経営を支える病院事務局の役割は大きい。病院事務局に従事する職員(以下「病院事務局職員」という。)は、医療専門職の支援や診療科間の調整、患者と職員・地域住民等からの苦情対応、施設基準の取得や診療報酬請求業務、安全衛生委員会事務局や経理関係事務等の病院運営の根幹に関わる重要な役割を担い、必要不可欠な人材である。

しかし、病院事務局職員の健康と安全の実態やその確保策については、これまで十分取り上げられてこなかった。例えば、過労死等防止調査研究センターによる過労死等の事案の調査研究からは、医療・福祉業の過労死等285件(平成22年1月から平成27年3月)のうち、病院事務局に従事する職員の過労死等は66件(23.2%)を占め、うち脳・心臓疾患は14件、精神障害は52件報告されている[8,9]。病院事務局に従事する職員の被災が全体の4分の1を占めており、その防止策の検討が急がれる。

さらに、2020年からのCOVID-19パンデミックは、医療専門職をはじめとする病院職員は感染リスクのある中で働いており、COVID-19に関連した労災請求件数は3万件前後と激増している[10]。医療従事者は直接的な感染リスクがあるという点以外にも様々なストレスがある中で病院職員は業務を行わなければならないため、今後COVID-19パンデミックに関連した精神障害等の過労死等事案が日本のみならず世界中で課題となっている。COVID-19流行時の労働者における精神健康の関連要因は、組織および個人レベルでの対策が指摘され、

医療従事者は特に精神健康が悪化しやすい集団であると指摘されている[11]。しかし、現在、わが国において流行中のCOVID-19の問題を受けて、どれくらいの医療機関が職員のメンタルヘルスを守るためのこうした知見を活かし、即座に柔軟に対策を講じることができたのか、また、そうした対策がとられていた場合に効果があったのかは知見が限られる。加えて、周囲から得られうるサポートを把握しコミュニケーションをとるなどの様に、個人的な要因によって左右され得るものも含まれているため、管理者側が行う対応だけでなく、個人的な対応や資質についても、メンタル不調の予防要因として扱い、その効果を検討する必要がある。更に、これまでの大規模感染症流行時の病院職員のメンタルヘルスに関する調査は主に医師や看護師などフロントラインの医療専門職が注目されることが多かった。今回のCOVID-19の流行時においては、病院事務局職員も感染リスクのある中で業務を行っており、また新型コロナウイルス禍でも業務継続するための調整役等も担っていると考えられ、着目すべき職種といえる。今後、流行の長期化が懸念されるなか、上記の点を明らかにすることは労働衛生上、重要な課題となる。

(2) 目的

上記の背景を踏まえ、本研究では2つのテーマを取り上げ、病院における労働安全衛生対策と円滑な病院運営の両立に資する研究を行うことを目的とする。

1) サブテーマ1:事務職員の過重労働

1つ目として、これまでスポットがあたっていない「病院事務局職員」に着目し、労働環境の実態把握と改善策の提案研究を行う等により、過重労働防止と共に円滑な業務運営につなげる知見を得ることを目的とする。具体的には3つの研究を実施する。なおサブテーマ1のヒアリングでは、研究分担者の在籍する、関東労災病院、九州労災病院門司メディカルセンターおよび本部を対象とし、アンケート調査では実施許可の得られた全ての労災病院の事務職員および調査会社にモニターとして登録されている医療機関で働く事務職員を対象とする。

ア 病院事務局職員の労働環境の実態の把握

イ 病院事務局職員の過重労働による健康障害防止のための具体的事例の収集と対策視点の整

理

ウ 病院事務局職員の過重労働による健康障害防止のための支援ツールの開発

2) サブテーマ 2:COVID-19 とメンタルヘルス

2 つ目として、コロナ禍で一層の負担がかかっている病院職員の精神的影響の把握と、それを踏まえた対策を検討することで、この切迫した社会情勢下であっても業務運営を継続させる方策を模索することを目的とする。具体的には 4 つの研究を実施する。なお、令和 2 年度から安衛研では COVID-19 に対応した複数の労災病院の職員に対するヒアリング等による基盤研究(川上ら)を実施しており、本研究におけるサブテーマ 2 では、当該基盤研究を引き継ぐかたちで構成する。なおサブテーマ 2 における対象は、実施許可の得られた全ての労災病院の職員および調査会社にモニターとして登録されている一般の医療従事者とする。

特に令和 4 年度は、得られたデータを活用して、コロナ禍での離職予防という視点で、病院勤務者の離職意向と新型コロナウイルスの院内対策への実施数と満足度の関連性を横断調査によって検討する。

- ・ COVID-19 流行時の院内対策の実態把握
- ・ COVID-19 流行時のメンタル不調者の割合の把握
- ・ 病院職員のメンタルヘルスを守るうえでの院内対策や個人要因の効果検証
- ・ 迅速で柔軟な組織対応を可能とした要因の把握

(3) 方法

1) サブテーマ 1:事務職員の過重労働

関東労災病院および九州労災病院門司メディカルセンター及び本部に勤務する病院事務局職員を対象とした聞き取り(ヒアリング)調査と、実施許可の得られた全ての労災病院の事務局職員と調査会社にモニターとして登録されている医療機関で働く事務職員を対象とした質問紙調査により、その労働環境の実態を把握する。病院の産業医等による産業保健活動等の情報から良好事例を収集し、作成された職場改善ツール(改善マニュアル等)の利用に伴う変化について、組織における変化や担当者による変化を記録、観察し、得られた結果をツール改善の参考にする。図 1 は対象施設におけるヒアリング調査方法を図示した。なお質問紙調査内容については、聞き取り(ヒアリング)調査を踏まえて作成し、整次別途倫理審査委員会に申請する。

2) サブテーマ 2:COVID-19 とメンタルヘルス

実施許可の得られた労災病院職員および調査会社にモニターとして登録されている一般の医療従

事者を対象とし、ヒアリング調査とアンケート調査、心理検査等の実施や生理学的指標の取得により、業務に関連した負担感や心身の状態、勤務環境改善に関する意見を収集する。得られた結果について、上司や同僚からのサポートと院内対策への満足度等の関連性や、病院勤務者の離職意向と新型コロナの院内対策における実施数と満足度等について解析および考察を行う(図 2)。

令和 4 年度はモニター会社に登録していた病院勤務者(主に医師、看護師、事務職等)を対象に、第 6 波期間中の 2022 年 3 月 1 日から 10 日に Web アンケートを実施した結果を解析する。アンケートの内容は基本属性、離職意向、これまでの先行研究や発表者らが行った医療従事者へのヒアリング調査の結果をもとにした新型コロナウイルスへの院内対策 19 項目(標準予防策等)の実施有無への認知とそれら対策への総合的満足度(10 段階評価)であった。平均値を用いて院内対策の合計数(9 以上と未満(基準))と満足度(低と高(基準))をそれぞれ 2 値に分類し、離職意向は流行前と比べて「変わらない」を基準に「多い」、「かなり多い」の回答者を離職意向有りとした。解析方法はロジスティクス回帰分析を用いて性別、年齢、婚姻状況、職種、コロナ流行地、コロナ専門病棟の有無を調整して、調整オッズ比を算出した。



図 1 事務局職員の過重労働の調査方法

- (1) COVID-19時の院内対策の実態把握
- (2) COVID-19時のメンタル不調者の割合の把握
- (3) 病院職員のメンタルヘルスを守るうえでの院内対策や個人要因の効果検証
- (4) 迅速で柔軟な組織対応を可能とした要因の把握

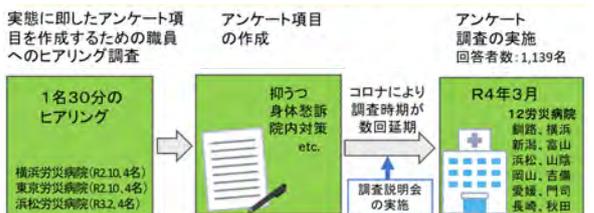


図 2 COVID-19 とメンタルヘルスの研究

なおサブテーマ 1 において有害事象が発生した場合は、研究代表者と研究分担者である林務もしくは二ツ矢浩一郎で対応する。

サブテーマ 2 において有害事象が発生した場合は、研究協力者である精神科医(京都大学 磯部昌憲、上床輝久)と連携して対応することとし、必要があれば相談者に医療機関の受診を勧めることとする。なお緊急性の高い事案については、相談者の了解のもと、研究代表者から院長、事務局長や産業医などに連絡を取り対応する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特色・独創点は 4 つある。第一に、これまで医療・福祉業で、その過重性や業務の負担要因が明らかにされてこなかった病院を支える病院事務局職員を対象としている点、第二に、職場環境の改善に資する対策ツールを主要なアウトプット(成果物)の一つとしている点、第三に、COVID-19 に関連した業務による病院職員のメンタルヘルスへの影響と対策に着目した点、第四に、単なる横断研究や観察研究でなく、労災病院をフィールドとした現場の産業医等と安全衛生の研究者が協働で実証的研究を行う点である。これらの調査を通じて得られる過重労働防止の支援ツール開発研究の知見は、他業種・他職種に应用到パッケージ化できる可能性がある。

【研究内容・成果】

本研究の各サブテーマにおける、令和 4 年度の成果は以下の通りである。

(1) サブテーマ 1: 事務局職員の過重労働

令和 3 年度(1 年目)に実施したヒアリング調査に引き続き、A 病院: 中堅・若手スタッフ 6 名(総務、会計、医事)、B 病院: 中堅・若手スタッフ 3 名(総務、会計、医事)へ対面でのヒアリング調査を 2022 年 5 ~6 月に実施した。

ヒアリングで得られたデータを書き起こし、KJ 法を用いた病院事務職に特徴的な負担業務の整理を行ない、18 項目の特徴的な負担内容を整理した(図 3)。得られた結果に基づいて、病院事務職の仕事の負担感に関する 11 の質問項目案を作成した(表 1)。共同研究者と会議の場を通じて、質問項目内容を精査し、本質問項目を含む病院事務職アンケートのドラフトを作成した。

令和 5 年度(3 年目)には、質問紙調査を行い、結果を手引に反映させる予定である。

また、令和 5 年度の完成を目指す手引きのコンテンツとなる過重労働による健康障害防止のための具体的事例の収集と対策視点の整理を行い、手引

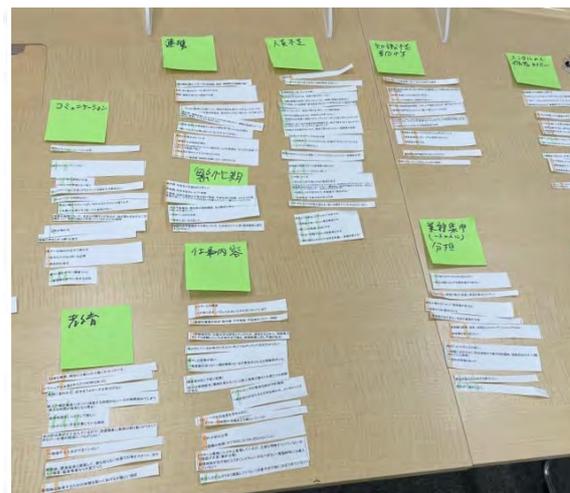


図 3 KJ 法を用いた病院事務職に特徴的な負担業務の整理

表 1 病院事務職の業務負担感に関する質問(案)

	そ	ま	や	ち
	だ	あ	ち	が
	う	う	が	う
	だ	う	う	う
(1) 一人ですべての仕事をこなさなければいけない	1	2	3	4
(2) 病院事務職として担当する仕事があるため、休暇をとりにくい	1	2	3	4
(3) 職場の業務量に対して人員が不足している	1	2	3	4
(4) 部署間のコミュニケーションや連携が不足している	1	2	3	4
(5) 正規職員とそれ以外の職員の間で業務の分担が難しい	1	2	3	4
(6) 仕事を立て込み、忙しくなる時期が定期的にある	1	2	3	4
(7) 患者のクレームに対応をしなければいけない	1	2	3	4
(8) 医療スタッフへの対応に気を使う	1	2	3	4
(9) 病院の事務職の仕事は評価されていない	1	2	3	4
(10) 今の仕事について十分な引継ぎや説明を受けていない	1	2	3	4
(11) 病院の事務職の仕事に必要な知識が不足している	1	2	3	4

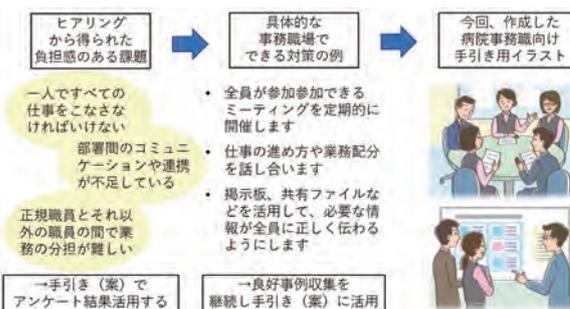


図 4 ヒアリング調査から得られた課題と対策、イラスト例

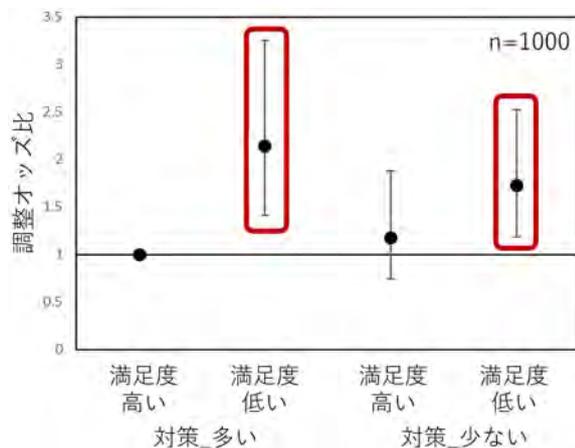
となるいくつかの事例を整理した(図 4)。また、令和 4 年度にはメンタルヘルスアクションチェックリストの 24 項目を参照して、病院事務職向け手引き用イラストを作成した。

(2) サブテーマ 2: COVID-19 とメンタルヘルス

モニター会社に登録していた病院勤務者 1 000 名の結果を解析したところ、離職意向の有無に対し

て院内対策の数の多さには有意性は示されなかった。一方、満足度が低い群に比べて、高い群では調整オッズ比が 0.570 (95%CI;0.426-0.764) で、離職意向が有意に低下していた。次に、院内対策の数の多さに満足度の高低を掛け合わせ、院内対策が多くてかつ満足度が高い群を基準とした場合の調整オッズ比を算出した。結果、調整オッズ比に有意性が示されたのは院内対策多い+満足度低い群で 2.141 (1.410-3.252)、院内対策少ない+満足度低い群で 1.727 (1.183-2.522) であった(図5)。院内対策少ない+満足度高い群は 1.181 (0.743-1.878) で有意差は観察されなかった。この傾向は労働時間の長さ別の検討でも変わらなかった。医師以外については対策への満足度が低いことが離職意向に結びつく傾向が示された(図6)。

2年目の調査分析により、病院勤務者の離職意



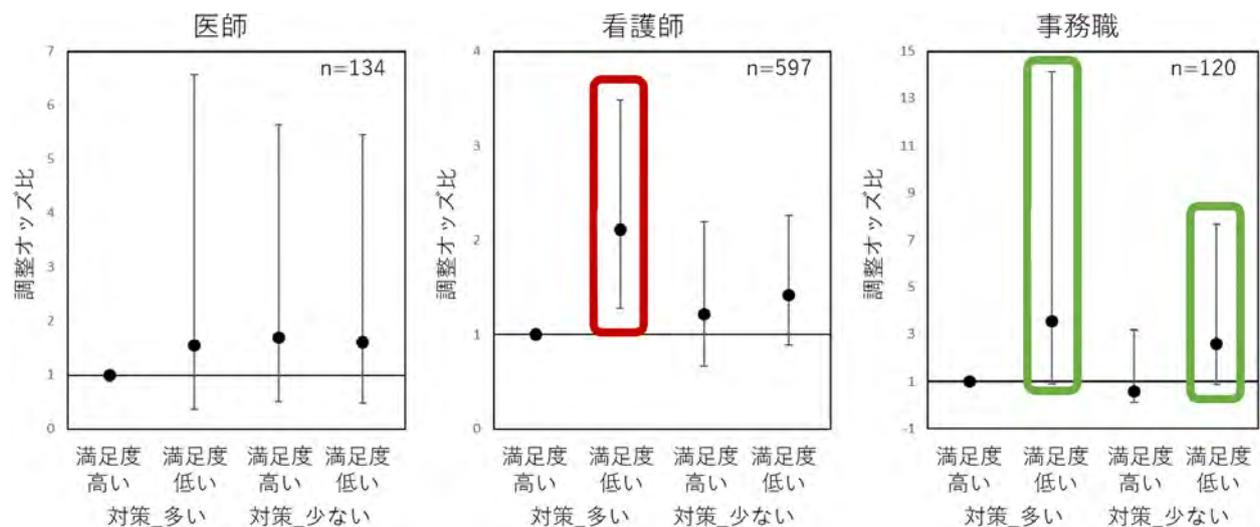
性別、年齢、婚姻状況、職種、コロナ流行地、コロナ専門病棟の有無を調整

図5 対策数と満足度からみた離職意向

向には院内対策の数の多さよりも、院内対策への満足度の関連性が強いことが示唆された。つまり、病院勤務者における離職予防には現場のニーズを把握して、院内対策の立案に反映させるプロセスが重要であると考察された。

【参考文献】

- [1] 厚生労働省 (2014) 医療従事者の勤務環境の改善について, http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/iryuu/quality/.
- [2] 吉川徹 (2007) 医療従事者の労働安全衛生(特集 医療従事者/介護労働者の労働安全衛生—医療/介護現場で起きている問題とその対策のポイント), 安全衛生コンサルタント, Vol.27, No.84, pp.7-17.
- [3] 三木明子 (2002) 産業・経済変革期の職場のストレス対策の進め方 各論4.事業所や職種に応じたストレス対策のポイント:病院のストレス対策, 産業衛生学雑誌, Vol.44, No.6, pp.219-223.
- [4] 日本看護協会 (2018) 看護職の健康と安全に配慮した労働安全衛生ガイドライン:公益社団法人日本看護協会.
- [5] 佐々木毅, 甲田茂樹, 堤明純 (2010) 医療職場における安全衛生リスク評価法の確立 人間工学・ストレス対策プログラム, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, No.40, pp.115-119.
- [6] 中嶋義文, 木戸道子, 吉川徹, 相澤好治, 松本吉郎 (2018) 医師の働き方と勤務環境改善の方策, 産業医学レビュー, Vo.31, No.2, pp.111-128.
- [7] 厚生労働省 (2010) チーム医療の推進に関する検討会報告書.



性別、年齢、婚姻状況、職種、コロナ流行地、コロナ専門病棟の有無を調整

図6 対策数と満足度からみた離職意向(職種別)

- [8] 吉川徹 (2019) 医師の過労死:医師の勤務環境改善につなげるために(特集 働き方改革における産業保健の推進), 日本医師会雑誌, The Journal of the Japan Medical Association, Vol.148, No.7, pp.1301-1304.
- [9] 吉川徹, 高田琢弘, 菅知絵美, 佐々木毅, 山内貴史, 高橋正也, 梅崎重夫 (2018) 医療・福祉における労災認定事案の特徴に関する研究, 平成 29 年度労災疾病臨床研究事業費補助金「過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究, pp.27-55.
- [10] 厚生労働省 (2022) 新型コロナウイルス感染症に関する労災請求件数等, <https://www.mhlw.go.jp/content/000627234.pdf>. (Accessed on 31 May)
- [11] 佐々木那津, 川上憲人 (2021) 新型コロナウイ

ルス感染症流行と労働者の精神健康:総説, 産業医学レビュー, Vol.34, No.1, pp.17-50.

【研究業績・成果物】

[国内外の研究集会発表]

- 1) 吉川徹 (2022) 新型コロナウイルス感染症の小括ー第 7 波をふりかえりつつ、冬どう迎えるかーCOVID-19 対応と医療従事者の健康安全支援, 日本職業・災害医学会会誌, Vol.70 (Suppl.), p.別 85.
- 2) 久保智英, 川上澄香, 井澤修平, 松元俊, 佐々木毅, 吉川徹 (2022) 新型コロナウイルス感染症 1, 病院勤務者の離職意向と新型コロナウイルスにおける院内対策の実施数と満足度, 日本職業・災害医学会会誌, Vol.70 (Suppl.), p.別 99.

職場の化学物質管理総合サイト

ケミサポ

<https://cheminfo.johas.go.jp/>

リニューアルオープン

3. プロジェクト研究成果概要

(1) 帯電防止技術の高度化による静電気着火危険性低減に関する研究【4年計画の4年目】

三浦 崇(電気安全研究 G)、崔 光石(同)、遠藤 雄大(同)、長田 裕生(春日電機株式会社)、鈴木 輝夫(同)、松永 武士(産業安全技術協会)、吉原 俊輔(同)、櫻井 宣文(旭サナック株式会社)、白松 憲一郎(同)、安田 興平(AGC 株式会社)

【研究期間】 令和元～令和4年度

【実行予算】 14000千円(令和4年度)

【研究概要】

(1) 背景

静電気による「火災」「爆発」「高温・低温物との接触」などの静電気災害発生件数は、製造業(雇用者数は産業全体の18%)が全産業の76%(=25/33)を占めている。また、火災や爆発は死亡災害につながりやすい。可燃性物質や粉じんを取り扱う事業場、また管轄する監督署においても、このような災害の防止は重要な課題である。しかし、静電気は危険性の可視化が難しく、対処が困難でもあるため、事業場・監督署の両者からの災害防止に関する問合せがあり、行政的にも社会的にも当研究所発の情報のニーズが高い。静電気災害発生の傾向と課題について次に述べる。

近年(平成14～28年)では危険物施設火災の着火原因として静電気放電が2割弱で最多であり、出火原因物質の約半数が第4類危険物(可燃性液体)で占められていた(消防白書)。よって、静電気と可燃性液体の組み合わせの災害発生危険性は高い状況と言える。加えて、危険物施設の数も減少傾向にあるが火災発生件数は微増傾向にあり(消防白書)、火災の発生率は増加傾向と言える。また季節性に関しても、静電気による障害・災害は季節とあまり関係なく(10～3月15件、4～9月17件:平成18～26年死傷病報告抽出データベース)、年間を通して発生している。静電気災害は製造現場の環境(空調除湿環境、超高速運動、高絶縁物性、着火性液体・粉じん取扱業務)の影響が大きいと考えられる。

しかし、逆に言えば製造工程や環境を見直すことで危険性の低減(未然防止や再発防止)は十分に見込まれる。当研究グループのこれまでの成果である噴出帯電低減対策やガス制御による静電気抑制手法についてさらに研究を進め、低速輸送法、接地法、加湿法などの従来の技術に新技術を加えることで、帯電防止技術を高度化することが必要である。

また製造業は世界的に激しい競争の中にあり、革新的な技術が生み出される一方で、危険性の高まりも注視しなければならない。静電塗装技術はその一例であり、表面処理において塗料の節約や仕上がりの

美しさから最も優れており、今後ますます広がる傾向にある一方で、同時に(静電気発生も含む)高電圧と可燃性溶剤の組み合わせから火災・爆発の労働災害も起きている。しかし現在、(特に海外製品の)静電塗装機に関する安全性を評価する手段(規格など)が国内では具体化されていないという問題がある。非接地・接地不良(静電気火災の7割にも及ぶ)の排除や高電圧放電による電磁ノイズ(EMC)障害も含めて検討しなければならない。

第13次労働災害防止計画では、計画の重点事項の第1番目として「死亡災害の撲滅を目指した対策の推進」をあげており、「重篤な災害の防止対策」が具体的取組としてあげられている。火災や爆発では、件数は相対的に少ないが感電と並んで死傷災害の中で死亡災害が占める割合が高い(火災11%、感電11%、爆発9%、全体平均0.81%、平成29年労働災害統計確定値より算出)災害である。火気厳禁の中で起こる火災爆発災害の着火源は静電気の可能性が高く、これを抑制する技術の開発と普及は死亡災害の撲滅に寄与するものである。

また、技術の普及には効果の確実性(科学的根拠等)が得られていることが重要である。静電気発生の基礎的なメカニズムを解明し、静電気低減技術の信頼性を高めることで、技術的指針や関連規則への反映等が期待され、科学的根拠、国際動向を踏まえた施策推進にも寄与するものと期待される。また、静電塗装機に関する国外指針調査等により、国際動向を注視することも求められている。

(2) 目的

本研究課題は、静電気着火危険性低減に直結する新技術の開発や既存技術の高度化を進め、それらの方法を科学的に検証し確定させることが目的である。これまでに電気安全研究グループでは液体帯電測定、摩擦帯電測定、粉体帯電測定の信頼性の高い基礎技術取得、電気防爆や静電気に関する指針の策定などに努めてきた。これらのポテンシャルを最大限に活用し、背景で述べた静電気災害防止における着火危険性低減という課題に対して、次の3つの目標を掲げる。

- ・可燃性液体の輸送に伴う帯電・放電特性の解明と液体帯電量低減手法の開発

- ・ 気体雰囲気静電気が静電気に与える影響の解明と固体帯電量低減手法の開発
- ・ 静電気着火危険性のある機器に対する総合的に安全性を評価する手法の開発

(3) 方法

目標に対し、対応する次の 3 つのサブテーマを展開してプロジェクト研究を実施する。

- ・ 可燃性液体の静電気災害防止に関する研究
- ・ 雰囲気気体制御による静電気抑制技術の開発
- ・ 静電塗装設備の安全性評価手法に関する研究

研究所と技術協会・民間業者・業界団体等と連携して共同で研究を推進する計画である。また、各サブテーマの研究結果のマッチングを行い、融合して生まれる新手法や新たな応用についても常に検討する。

(4) 研究の特色・独創性

研究計画は、原因調査を担当した火災事故の発生状況、当研究所に寄せられた産業現場におけるヒヤリハット情報をもとに立案するため、その成果は産業現場の事故防止に直結したものとなる。

従来の加湿による静電気除去とは違い、ガスを工夫すれば完全乾燥であるにも関わらず静電気を抑制できる技術は国内外でまだ知られていないため、当研究所が先んじて技術の確立を目指す。

国内では具体化されていない可燃性溶剤を使用する静電塗装機の着火に関する安全性評価の手段(実験装置・方法、規格など)、接地不良の計測、電磁ノイズ耐性に関して技術の高度化を図ることで、総合的な安全性評価手法を開発する。

静電気着火危険性低減という課題に対し、従来手法の高度化と新手法の開発を織り交ぜた計画となっており、総合力を備えた戦略的研究である。

【研究成果】

本年度も引き続き新型コロナウイルス感染症対策に伴う制限がありながらの研究実施となったが、リモートの活用などにより、会議や成果公表等への影響を最小限に抑え、研究計画を大きく変更することなく遂行できた。

(1) 可燃性液体の静電気災害防止

液体がノズル等から噴出し、液滴を形成するような場合、液体とノズルの双方が噴出帯電という静電気帯電現象により数 kV の高電位になり、可燃性混合気に対して着火性の静電気放電(火花放電)を発生する危険性がある。現在までに、噴出帯電については、どのような液体が、どのような条件で、どの程度帯電するのか、十分に解明されていない状況にある。また、噴出された液体がミストを形成する場合、高引火点引火性液体であっても、静電気放電により常温で着火する

危険性があるが、その着火危険性に関する知見が乏しい。

前年度までに、酢酸エチル等の酢酸エステルの噴出帯電量がその他の液体と比較して顕著に大きくなることを確認した。また、噴霧ノズルに電圧を印加する噴出帯電量低減手法についても検討し、酢酸エステルについては効果が見られなかったが、比較的導電率の高い水道水やイソブチルアルコールについては有効性が確認された。また、粒径約 5 μm の灯油ミストの着火エネルギーが 1 mJ 以下となることが実験により確認されたことから、火花放電以外の静電気放電による着火危険性があると考えられる。

本年度は、噴出帯電量を簡易的に評価する方法について研究した。現在までに、噴出帯電量が液体の種類とノズル材料の組み合わせに特に強く依存することを確認している。そこで本研究では、任意の液体とノズル材料の組み合わせごとの潜在的な帯電危険性を評価する方法を開発した。本方法は、ノズルを模擬した材料片に液体試料を少量滴下した後、これをエアブローガンを用いて一瞬で吹き飛ばし、前後の材料片の電荷量を測定するものである(図 1)。

噴出帯電量は液体の流速にも依存するが、本方法は極めて高流速での噴出を想定したものと見える。実験の結果、本方法で得られた帯電特性は、これまでに噴霧ノズルを用いて測定して得られた帯電特性とも概ね一致し、帯電量の大きさも従来データと同等以上となった。したがって、本方法により、噴霧ノズルからの噴出帯電を再現できており、また、噴出帯電の危険性を妥当に評価可能と考えられる。

さらに、灯油ミストのブラシ放電による着火危険性を調査するために、外部電界により発生する模擬的なブラシ放電を点火源として、粒径約 5 μm の灯油ミストの着火実験を行った(図 2)。実験の結果、常温下で灯油ミストが着火することを確認した(図 3)。

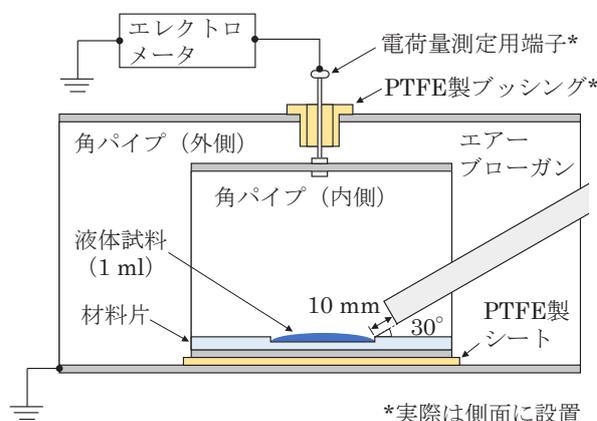


図 1 噴出帯電量の簡易評価方法

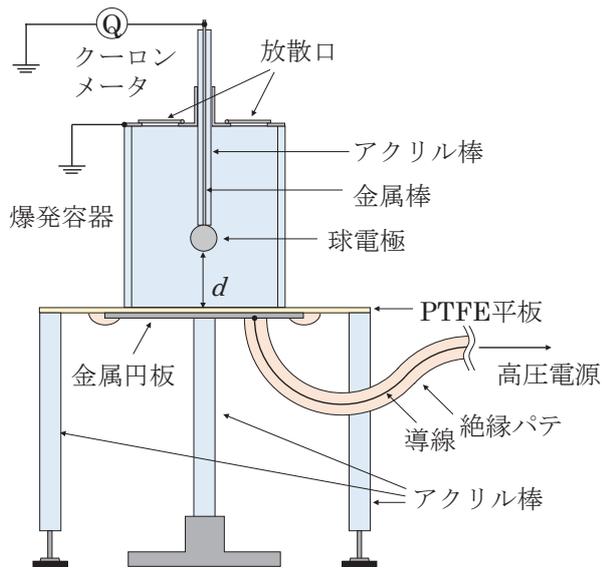


図2 灯油ミスト着火実験装置

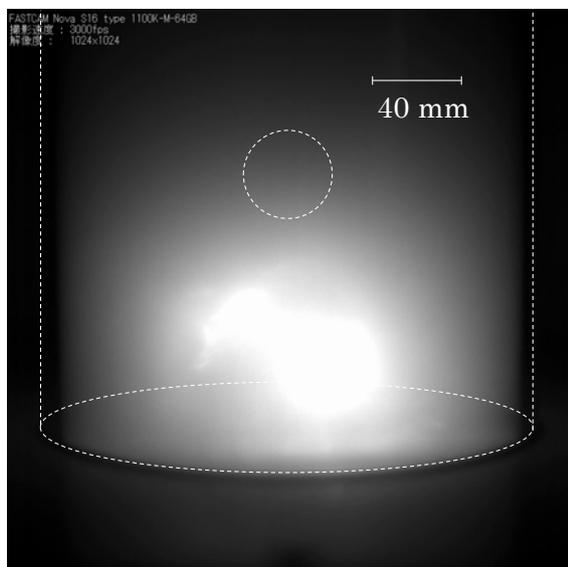


図3 灯油ミストの着火の様子

また、ブラシ模擬放電がブラシ放電の典型的な特徴を有すること、放電電荷量等も一般的な方法により発生したブラシ放電と同等となることも確認できたことから、灯油等の高引火点引火性液体ミストはブラシ放電により着火する危険性があると考えられる。

(2) 雰囲気体制御による静電気抑制技術の開発

摩擦や剥離といった静電気が発生する状況において、雰囲気の気体(純ガス、混合ガス、加湿空気)が静電気を抑制する効果を定量的に測定し、効率的に除電する気体の条件を導き出す。この応用技術を確認なものにするために、帯電密度や放電スペクトルなどの基礎物理量を測定した上で除電されるメカニズムについて研究し、その理解を深める。そして、技術の普及を促すため、コストを考慮した技術開発も進め

る。

粒体の製造や取り扱いにおいて、金属容器・配管に代えて、容器そのものやライニングとしてガラスやフッ素樹脂が使われている。しかし、一般にガラスや樹脂は絶縁性が高く、電荷を溜め込みやすいため、静電気の発生が著しいという欠点がある。特に粒体は取り扱う体積(質量)に対して表面積が大きくなるため、相対的に大きな静電気を蓄積し、その影響は大きくなる。静電気は電気力を発生するため、粒体が付着するなどのハンドリングの不具合を引き起こす。粒体の取り扱いでは静電気は発生しない方が望ましい。

これまでの基礎的な研究により、減圧した窒素や乾燥空气中で金属と絶縁体を摩擦すると、発生した静電気は接触点付近で放電(マイクロギャップ放電)し、この緩和効果によって、大気中での静電気発生量よりも低減されることが分かっている。本年度では、減圧による静電気抑制効果について検証した。

本研究では、帯電しやすいアルミナ粒体を対象として、ガラス管内でのすべり摩擦で発生する静電気を低減するために有効な真空度について調査するため、気体圧力を制御して粒体の静電気を測定した。

まず初めに、真空引きによる静電気緩和現象の観察を行った。実験装置を図4に示す。球状(直径1 mm)のアルミナ粒体を真空引き可能なガラス管(ホウケイ酸ガラス、Duran®)に入れて、内部が大気圧(気温18.5℃、相対湿度34%)の時に攪拌した。摩擦静電気が発生し、いくつかのアルミナ粒体は揺らしても落ちない程度でガラス管の内壁に付着した。次に、スクロール真空ポンプで容器内の空気を抜くと、図4の右の写真のように、粒体は自重で落下した。これは、減圧(気圧を大気圧以下にすること、真空)することで、ガラス面と粒体間や粒体表面間でマイクロギャップ放電が起き、電荷の中和によって静電気が緩和されたのではないかと考えられる。

アルミナ粒子の摩擦後の帯電量を測定するため、真空容器を作製した。実験装置を図5に示す。真空容器は、ガラス管の両端を金属容器とし、一方を接地してアルミナ粒子を溜めておき、他方をエレクトロメータに接続した。エレクトロメータで電荷を測定しながら、接地した側を上を持ち上げて、アルミナ粒子をおよそ40度の傾斜ですべり落とし、電荷測定側の金属容器に入れた。次に、接地側を下げてアルミナ粒子を戻し、再び持ち上げて測定側に流し込んだ。これを3回繰り返す。次に、真空バルブを開けて室内空気を容器内に導入し、続けて同じ操作を3回繰り返して、大気圧での測定も行った。アルミナ粒体がガラス管内を

すべり降りて金属容器に入ると電荷は正に増加した。これは、アルミナがガラスとの摩擦で正に帯電したことを示している。このときの変化量をアルミナの帯電量とした。

図 6 にアルミナの帯電量の圧力依存性を示す。大気圧での測定結果は、真空の実験後に気体を導入して測定した結果も含まれる。気体圧力が低くなるほど、アルミナの帯電量は減少した。これは、ガラスとの摩擦帯電が起きながらも、同時にマイクロギャップ放電や連鎖的な表面放電等が発生して電荷が中和するため、放電が起きやすい低気圧下では、大気圧下よりも正味の帯電量が減少したと考えられる。よって、図 4 で観測された減圧するとアルミナの付着が取り除

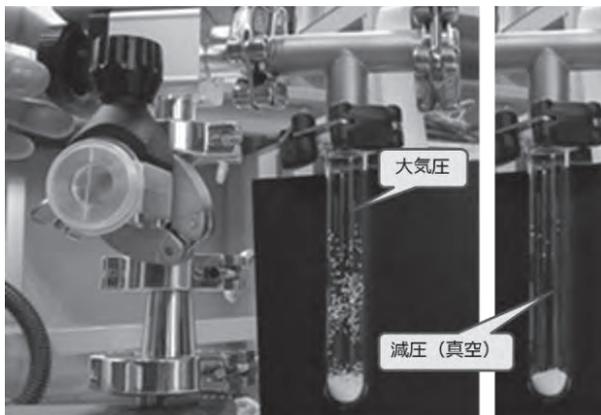


図 4 真空引きによる静電気緩和現象の観察

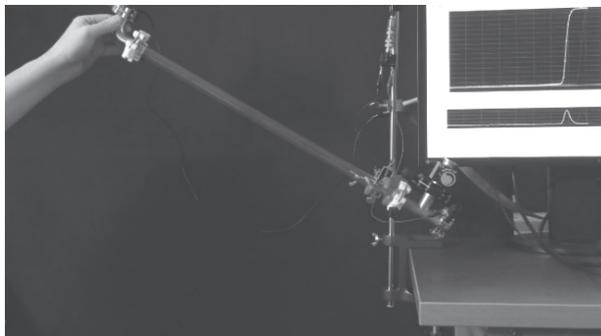


図 5 アルミナ粒体の摩擦帯電量測定装置

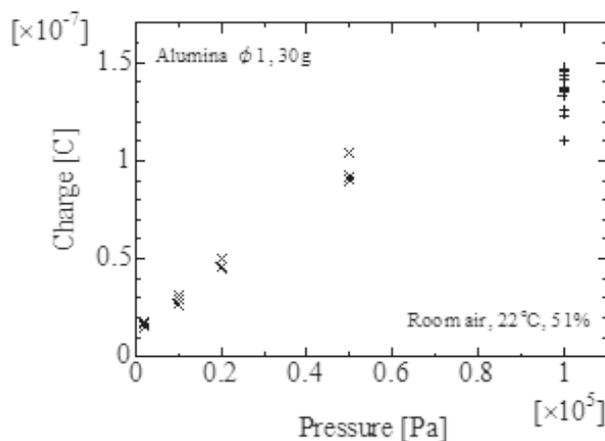


図 6 アルミナ粒体の帯電量の気体圧力依存性

かれたのは、放電によって帯電が中和し、静電気力が低下したことが裏付けられた。

密閉できる容器の場合、内部を 0.1~0.5 気圧程度に減圧することで、減圧に応じた粒体の帯電を大気圧での発生量よりも小さく抑制できる可能性が見いだされた。

(3) 静電塗装設備の安全性評価手法

静電塗装設備は高電圧の使用による着火性静電気放電、被塗装物体(導体)の接地不良などによる火災・爆発の危険性がある。本年度は、粉体用静電ハンドスプレイ装置の着火に関する安全性評価のための指針および簡易式ハンディタイプ接地確認機器の開発を中心に実施した。その主な研究成果を以下に述べる。

1) 静電塗装機の着火に関する安全性評価

図 7 の粉体用静電ハンドスプレイ装置の技術指針(JNOSH-TR-50 : 2022)について、委員会の審議を経て、3 月に発行し、関係団体などに約 1 000 部送付した。本指針の構成は次のとおりである。

1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 用語および定義
4. 安全要求事項
 - 4.1 一般
 - 4.2 アクセサリー
5. 試験
 - 5.1 一般
 - 5.2 試験方法
 - 5.3 アクセサリー類の試験

参考文献

なお、本指針での最も重要なポイントは、粉体用静電ハンドスプレイ装置から発生する単発スパークの最大放電エネルギーが 2 mJ を超えないように設計・製造しなければならないことである。また、本指針の火花点火試験により、その性能が満たされているかを確認することである。特に、故障により制御装置の安全機能が失われた時でも、点火しないことを火花点火試験により確認しなければならない。

2) 簡易式ハンディタイプ接地確認装置の開発

接地確認装置とは、ある導体の接地状態を確認するものであり、本体とプローブで構成されている。測定原理は、接地確認装置内部のコンデンサ容量と測定対象物の静電容量による電位の分割によるものであり、測定対象物が接地されていればコンデンサの電圧はゼロに、接地されていなければ所定の値になる。

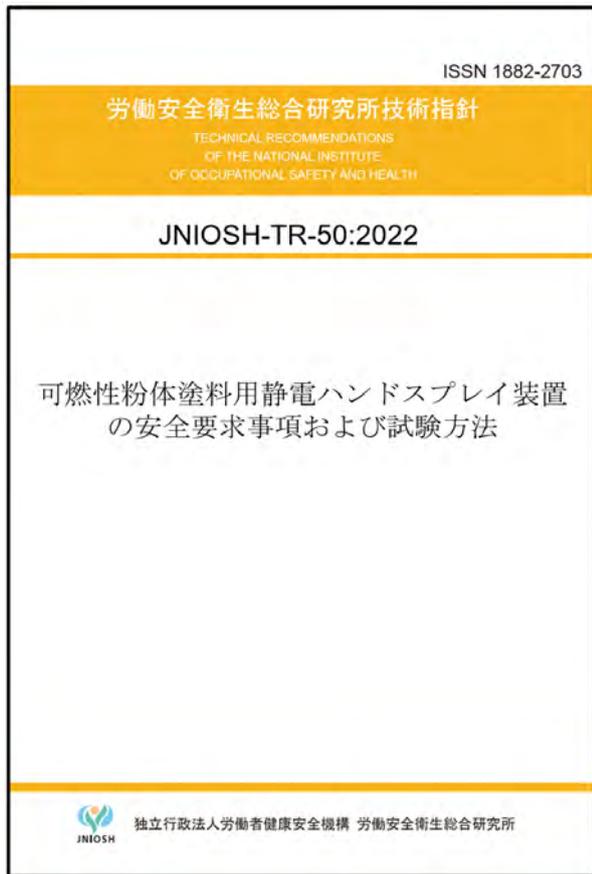


図7 粉体用静電ハンドスプレイ装置の技術指針



図8 ハンディータイプ接地確認装置(簡易式)

今回は接地確認装置を産業現場に、より普及させるため、簡単な構造でのハンディータイプ接地確認装置の開発を行った(図8)。簡易式接地確認装置を用いて模擬実験で性能試験を実施した結果、①導体の接地可否(接地:緑色ランプ点灯、非接地:赤色ランプ点灯)が簡単に確認できること、②防爆場所でも安全に使用できること、などが確認された。

【研究業績・成果物】

[原著論文・総説]

- 1) 遠藤雄大 (2022) 少量の液体試料を用いた噴出帯電の危険性評価方法に関する検討, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.137-142.
- 2) 卞晶煥, 大塚輝人, 崔光石 (2022) 韓国の「重大災害処罰等に関する法律」の主な内容—重大労働災害を中心に—, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.193-194.
- 3) 崔光石 (2022) 可燃性液体塗料用静電ハンドスプレイ装置の安全要求事項および試験方法, 労働安全衛生総合研究所技術指針, JNIOSH-TR-49:2021.
- 4) Wookyung Kim, Rinrin Saeki, Yasuko Ueno, Tomoyuki Johzaki, Takuma Endo, Kwangseok Choi (2023) Effect of Particle Size on the Minimum Ignition Energy of Aluminum Powders. Powder Technology, Vol.415, 118190.
- 5) Mohsen Isaac Nimvaria, Milad Taghavivand, Kwangseok Choi, Andrew Sowinskia, Poupak Mehrania (2023) Velocity Measurement of Pneumatically Conveyed Particle via a Simple Current Signal Technique and the Influence of Electrostatic Charge. Powder Technology, Vol.413, 118018.

[解説等]

- 1) 崔光石 (2022) 静電気災害防止のために知っておくべき基礎知識と勘違いしがちな対策(前編)(後編), TIIS ニュース, No.288, pp.5-8, No.290, pp.4-6.
- 2) 遠藤雄大, 三浦崇, 庄山瑞季, 崔光石 (2023) 技術指針「可燃性液体塗料用静電ハンドスプレイ装置の安全要求事項および試験方法」の発行・公開, 労働安全衛生研究, Vol.16, No.1, pp.99-102.

[特別講演等]

- 1) 遠藤雄大 (2022) 液体取り扱い時の静電気対策, 安全衛生専門講座 第36回静電気安全対策コース(中災防)
- 2) 遠藤雄大 (2022) 引火性液体に関する静電気災害の発生メカニズムに関する研究, 第1回電気災害調査研究情報交換会.
- 3) 三浦崇 (2022) 気体を制御した静電気低減技術, 第1回電気災害調査研究情報交換会.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 遠藤雄大 (2022) 液体噴出帯電の簡便な危険性評価方法に関する検討, 安全工学シンポジウム 2022, pp.194-195.
- 2) 遠藤雄大, 崔光石, 仲山朝陽 (2022) ブラシ放電による灯油ミストの着火危険性について, 第 55 回安全工学研究発表会, pp.51-54.
- 3) 丸野忍, 笹原康平, 遠藤雄大 (2022) 不導体間で発生する静電気放電の着火性評価, 第 55 回安全工学研究発表会, pp.59-60.
- 4) 三浦崇 (2022) ガラス表面とアルミナ粒体の摩擦静電気の減圧による低減効果, 第 46 回静電気学会全国大会講演予稿集, 8pD-2.
- 5) 三浦崇 (2023) 金属試料と無アルカリガラスの摩擦帯電量の測定方法, 電気学会全国大会, IB011-B1.
- 6) 長田裕生, 宮林善也, 鈴木輝夫, 崔光石 (2022) 新型クーロンメータによる絶縁性フレキシブルコンテナからの静電気放電の電荷量測定, 第 23 回静電気学会春期講演会論文集, pp.45-46.
- 7) 崔光石, 長田裕生, 宮林善也, 鈴木輝夫 (2022) 絶縁性フレキシブルコンテナからの静電気放電電荷量測定に関する研究, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会, 22p-F407-1.
- 8) 崔光石, 長田裕生, 鈴木輝夫 (2022) 作業服から発生する静電気放電に関する予備研究, 日本火災学会研究発表会, pp.35-36.
- 9) 飯干璃大, 上野寧子, 佐伯琳々, 金佑勁, 崔光石 (2022) アルミニウムの粉塵爆発における粒径が最小着火エネルギー(MIE)及び最小爆発濃度(MEC)に及ぼす影響, 日本火災学会研究発表会, pp.37-38.
- 10) 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫, 崔光石 (2022) コンピュータシミュレーションによる粉体連続投入過程で発生する電界分布の検討(その 2), 安全工学シンポジウム 2022, pp.330-333.
- 11) 崔光石 (2022) 可燃性液体塗料用静電ハンドスプレイ装置に関する安全指針(JNIOOSH-TR-49 : 2021). 第 46 回静電気学会全国大会講演論文集, pp.83-84.
- 12) 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫, 崔光石 (2022) 新型クーロンメータによる粉体サイロ内部の突起物からの放電電荷量測定の試み. 第 46 回静電気学会全国大会講演論文集, pp.97-100.
- 13) 崔光石, 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫 (2022) 新型クーロンメータを用いたサイロ内部の金属性突起物から発生する静電気放電の電荷量測定, 第 55 回安全工学研究発表会, pp.55-58.
- 14) 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫, 崔光石 (2022) コンピュータシミュレーションによる粉体連続投入過程で発生する電界分布の検討(その 3), 第 55 回安全工学研究発表会, pp.129-132.
- 15) 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫, 崔光石 (2023) 粉体充てん時に接地金属材から発生する静電気放電と除電およびエネルギー分散効果, 静電気学会春季講演会, 1p-8.
- 16) 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫, 崔光石 (2023) 粉体充てん時に接地金属材から発生する静電気放電と除電およびエネルギー分散効果, 第 24 回静電気学会春期講演会論文集, pp.47-48.

[特許]

- 1) 長田裕生, 崔光石, 鈴木輝夫 (2022) 接地確認装置, 特許第 7057978 号.



研究所紹介 空気粉体輸送の静電気帯電・放電の調査

(2) 人間特性支援による安全管理及び教育手法に関する研究【4年計画の3年目】

菅間 敦(リスク管理研究 G), 高橋 明子(同), 島田 行恭(同), 平内 和樹(新技術安全研究 G),
中嶋 良介(電気通信大学), 西村 崇宏(国立特別支援教育総合研究所)

【研究期間】 令和2～令和5年度

【実行予算】 10530千円(令和4年度)

【研究概要】

(1) 背景

平成29年に発生した978件の死亡災害のうち、258件(26.4%)は墜落・転落であり、災害原因のトップを占めている。また業種別にみると死亡災害は建設業で323件と最も多く発生し、そのうち135件が墜落・転落である。このように死亡災害を防止する上で建設業における墜落・転落災害の防止は非常に重要な位置を占める。厚生労働省の策定する第13次労働災害防止計画(以下、13次防)においても、建設業における墜落・転落災害等の防止は業種別の重点対策に挙げられており、早急な対応が求められている。

墜落・転落災害の発生原因には、作業者の不安全行動や現場の不安全な状態が関係している場合が多い。例えば製造業では死傷災害の89%(平成25年)、建設業では同86%(平成26年)に何らかの不安全行動が関係している。労働安全衛生法では、このような不安全状態の改善や不安全行動の周知・教育に対して、事業場ごとに安全管理体制を構築すること、また事業主および安全管理者等が管理・監督することが義務づけられている。

しかし墜落・転落災害は作業者の行動に起因して発生するため、職場巡視による作業環境の調査だけでは本質的な災害対策は困難であることが指摘されている[1]。そのため安全管理者が作業内容や作業者の行動について事前に予測し、適切な管理・監督ができるような取組が必要である。また、教育を受ける側である作業者についても、若手作業者は危険な場面に遭遇した経験の少なから危険感受性が低下していることや、熟練作業者は高齢化による認知機能や運動機能の変化を自覚しにくいことなどが指摘されており、墜落・転落災害のリスクを高める要因の一つとなっている。このような社会的背景から、昨今の労働現場では、安全管理者が職場の安全衛生状態を把握し災害防止対策等の管理・監督を適切に実行することや、作業者が十分な安全衛生教育・訓練を受け、安全衛生に対する意識を高めることが求められている。

職場の安全管理・教育に関する支援技術として、昨今ではバーチャルリアリティ(以下、VR)を用いたシステムが国内外で利用されはじめている[2]。VR型システムの多くは、頭部装着型デバイスであるヘッドマウン

トディスプレイ(以下、HMD)に高精度のバーチャル映像を投影する仕組みとなっている。例えば建設業の作業管理システムとして、BIM(Building Information Modeling)で設計したデータをVRデータに変換しBIM空間内に没入できるよう投影することで、設計イメージの共有やミスの早期発見等を行うシステムが導入されている。また危険体感システムとして、高所からの転落や加工機械への巻き込まれなど、現実には再現困難な現象をVRによって体験させるものも開発されている[3]。これらのVRシステムは、あたかも作業現場内にいるような没入感を感じられるため、従来のコンピュータや書類を使った手法と比べ、直感的に理解しやすい特徴がある[2]。そのため設備や機器の設計段階や、作業工程の準備段階で労働災害リスクを発見し危険源をあらかじめ取り除くことや、新規入場者教育の効果向上への貢献が期待されている。13次防でも就業構造の変化や働き方の多様化に対応するため「危険の見える化」の推進や、「危険体感教育および震災に備えた対策の推進」が掲げられており、今後様々な事業場への導入が進むことが予想される。

しかし作業現場における安全管理・教育等の支援を行うためには、作業者がどのように職場の危険源を知覚し、災害発生リスクを見積っているかなど、作業者の危険認知および行動決定のプロセスを明らかにする必要があるが、そのような作業者視点に立った調査・研究は、国内の建設業および墜落・転落に関してはほとんど行われていない。仮に作業者が危険源を見落としやすい状況や、リスクを過小評価しやすい作業があるとするれば、危険源の発見やリスクの適切な評価を支援するシステム等を構築することで、危険源の発見およびリスク評価の支援が可能となる。また同様の理由から、作業者への教育および訓練を効果的かつ効率的に行う手法の提案が可能となる。これらの手法は、上述のVRシステムなどと組み合わせることで相乗効果を生み出し、より高度な安全管理・教育手法の実現が期待できる。

(2) 目的

本研究では、安全管理者等に要求される業務のうち、「作業環境および作業方法から生じる危険への対処や事故防止措置」、「作業の安全についての教育・訓練」に着目し、これらの業務支援に寄与するシステムの構築を志向する。具体的には、効果的な支援システムの構築に必要な知見の提供のため、作業者の認知・行動特性を踏まえた業務支援手法について研

究を行う。

本プロジェクト研究ではサブテーマを含まず、単一のテーマに対して研究を行う。具体的には、墜落・転落のリスクのある場面を対象として、①作業者の注視・行動特性を支援する安全管理手法の検討と、②作業者の認知・行動特性に基づいた教育手法について検討する。

(3) 方法

本研究では以下の Step 1 から Step 4 までの方法を用いて研究を進める。

1) Step 1: 国内の実態調査、海外資料・文献の収集

国内の建設業を対象として、安全管理者の業務内容・方法、安全衛生教育の内容・方法・頻度等を調査する。また、海外で発行されている教育用資料やパンフレットを収集し、目的や視点等について分析し、公表資料の内容に反映する。

2) Step 2: 実験研究

2-1) 注視・行動特性を支援する安全管理手法

作業者のハザード知覚特性を明らかにするため、作業中の注視点や注視時間の分析を行い、作業内容やタイムプレッシャー、注意度などの要因が注意特性に与える影響を分析する。また経験者と初心者の比較から、経験による知覚・行動特性の変化を分析する。

作業環境(場所)や作業手順によって変動するリスクに対する、作業者の主観的なリスク評価特性を明らかにするため、小タスクを複数含む作業や、複数の場所で移動しながら作業を行う場合について、作業行動や主観評価に基づいた分析を行う。

2-2) 認知・心理特性に基づいた教育手法

作業熟練者のハザード知覚特性を認知心理学的分析により明らかにする。具体的には、熟練者にヒアリングを行い、ハザード知覚に必要な要素(作業現場でどこを見ているか、どのような知識を有するか、ハザード抽出スキルをどのように獲得したか、など)を明らかにする。

作業現場において作業者が見るべきハザードについて、場所、順序、注視時間などを HMD やタブレット端末などの情報提示デバイスを用いて明示するシステムを構築する。またそのシステムを用いて初心者等に対してハザード知覚に関する教育を行った際に、教育効果があるかを検証する。

作業者の継続的な教育・訓練において、有効かつ現実場面に適用可能な手法を検討するため、作業者の自己理解スキルに着目し、コーチング技法を取り入れた教育訓練手法の立案とその効果検証等を行う。

3) Step 3: 普及資料の作成・公開

建設業で見落としがちなハザードや過小評価しや

すいリスクをとりまとめた資料を作成・公開する。またそれらをわかりやすく表示する手法について成果公表する。また、安全衛生教育に有効な教育手法をわかりやすくまとめた資料として公開する。

4) Step 4: 意見交換

研究成果や作成した資料を元に、企業の安全管理者等を対象として、安全管理・教育業務の高度化・簡便化に貢献可能か意見交換を行う。また厚生労働省、災防団体、業界団体、VR ユーザ企業、VR メーカー企業とも意見交換を行う。

(4) 研究の特色・独創性

作業者の注視・行動特性に基づく安全管理、および認知・行動特性に基づく安全教育手法は、安全管理者等の能力向上や作業者の危険感受性の向上、職場の安全文化の醸成に有用であると考えられる。また VR システム等は将来発生する可能性のある危険状態を事前に模擬体験することができるため、発生確率は低いが発生した場合に結果の重大性の高い事象のリスクアセスメント等にも有用と考えられる。

現在の労働安全衛生管理および教育は、作業者の動きなど人間特性に関する情報をどのように取得・管理すべきかについてはほとんど検討がなされていない。その情報取得と提示に関する方法論の確立と、教育等を通じた安全管理者や作業者の行動変容に対する効果について検証することができれば社会的インパクトは大きい。

【研究内容・成果】

本年度の研究成果について、(1)作業者の注視・行動特性を支援する安全管理手法、および(2)作業者の認知・心理特性に基づいた教育訓練手法、の観点からそれぞれ報告する。

(1) 作業者の注視・行動特性を支援する安全管理手法の検討

Virtual Reality(VR)や Augmented Reality(AR)、Mixed Reality(MR)など Extended Reality(XR)による訓練の効果を検証したメタ解析[4]により、XR システムは通常の訓練手法と同等の効果を持つことが示されている。ただし課題の種類によって訓練前後のパフォーマンスへの影響に差が生じることも報告され、身体的課題の訓練ではパフォーマンスが有意に向上するが、認知的課題および身体との複合課題では有意にならなかった。このことから、XR 環境は特に高所作業現場での移動や軽作業等の身体的作業の訓練に適している可能性が示唆されている。また、高所作業をサラウンドスクリーン VR で再現した研究[5]では、足場映像に実物の足場板を追加して歩行課題を行った際の効果を検証したところ、歩行パターン、姿勢の不安

定性スコア、心拍間隔の反応に違いが見られた。このことから VR の高所足場モデルに実物の足場板を加えるなど感覚刺激をサポートすることで、XR の高所環境下での効果向上が期待される。このような背景から、著者らは高所作業環境の訓練システムの開発と安全管理・教育に寄与する知見を明らかにすることを目的とし、足場板など実物のオブジェクトとの相互作用環境をつくりやすい MR システムを用いて訓練システムを構築することとした(国内外の研究集会発表 5)。

1) 支援システムについて

MRシステムの概要を図1に示す。MR空間の表示にはビデオスルー型ヘッドマウントディスプレイ(MREAL Display MD-20、Canon)を用いた。構造物を再現する手法としては、Unity 等による 3D CG の表示のほかに、複雑な表面形状を再現可能な点群データへの没入を採用した。点群データの計測は、3D レーザースキャナー(Focus S、FARO)を用いて複数箇所から撮影し、大規模点群活用ソフトウェア(Infipoints、Elysium)にてデータの統合と編集を行った。点群データ表示アプリケーション(MREAL for Infipoints)で表示し、研究参加者に提示した。また、手すりなど体験者が手で触れることで没入感を高めると考えられることから、3D CAD データまたは CG データを表示し、実空間には現物のオブジェクトを位置合わせて設置することとした。また先行研究[5]に基づいて、足場の軋み等を再現するために足場板を位置合わせて配置した。

MR 環境下での行動計測は、生理指標として心拍および皮膚電気活動(Electrodermal Activity、EDA)、運動計測としてモーションキャプチャ、加速度計による位置・加速度と、ロードセル・フォースプレートによる外力、心理指標として没入感に関する主観評定およびSSQ(Simulator Sickness Questionnaire)を測定する環

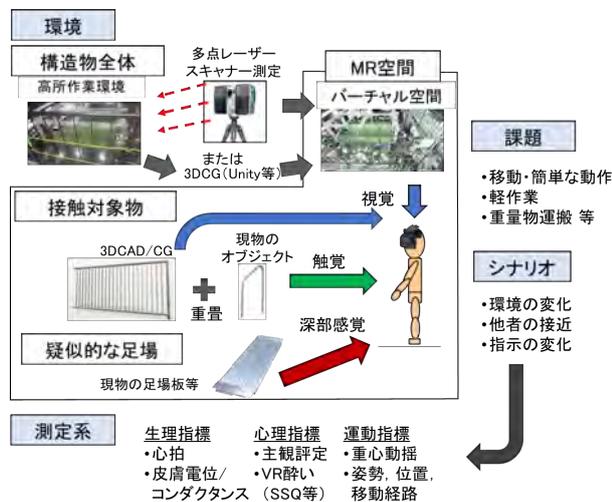


図1 提案システムの構成

境とした。

システムの検証のため、図2のように、高さ約10m(3階屋根上相当)の建設作業用足場を高所作業環境とし、足場上部に立った状態を再現した。課題動作は、HMDを装着した状態で足場板上に立ち、周辺環境の目視、足場板上での移動により周辺確認を行わせた。その後、足場の端部から下方をのぞき込んで高さを確認した後、1歩分前方へ自発的にジャンプ(映像中では足場の無い空中への転落)させた。

2) 生理反応の測定

高所作業環境下での精神的ストレスによる生理反応測定のため、EDAによる検証を行った。EDAには電極の電位差を外部から電流を流すことなく直接計測するEndosomatic法と、電極間に微弱な電流を流し見かけの抵抗を計測するExosomatic法があり、従来はExosomatic法による皮膚コンダクタンス反応(SCR)や皮膚抵抗反応(SRR)計測が主流であったが、近年は波形の解釈がやや複雑になるものの時間応答に優れたEndosomatic法による測定も多くみられる[6]。そこで本研究では皮膚電位計(SPN-01、SKINOS)を用いて皮膚電位反応(SPR)と皮膚電位レベル(SPL)を測定した。当該機器の時間分解能はSPLが最大1Hz、SPRが10Hzである。研究参加者1名の時系列データの例を図3に示す。

はじめにSPR波形に着目すると、周囲の確認や歩行の開始のような体動発生時と、精神的ストレスを受ける下方のぞき込みや疑似的な飛び降り動作時にそれぞれ負方向へ急峻なピークが出現していることがわかる。ピークの持続時間は2~3秒程度であり、歩行程度の速度であれば対応が可能であることが示唆される。一方SPL波形は、足場に立った開始時と比較して、歩行時と、下方のぞき込み・飛び降り時において、電位が負方向へと持続的に変動していた。また、

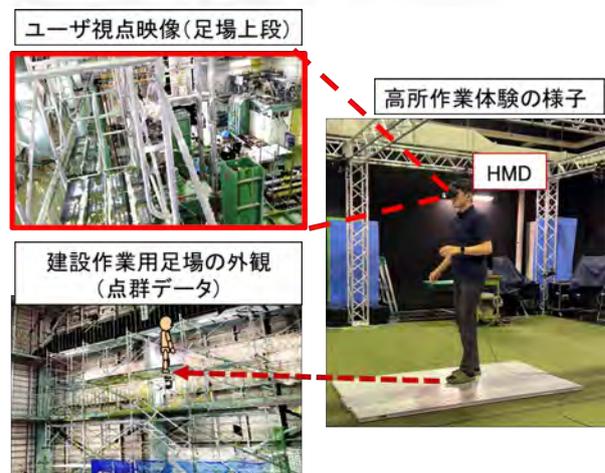


図2 建設作業用高所足場のMR体験時の様子

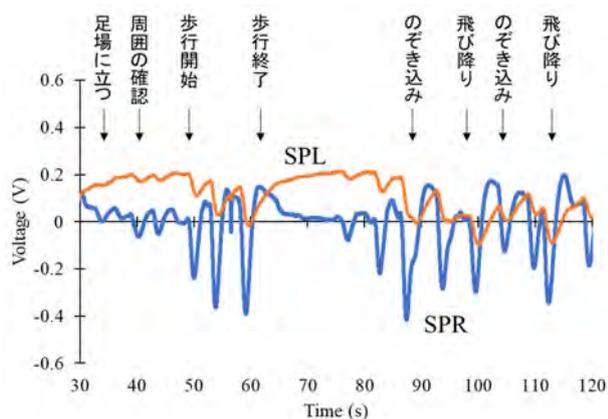


図3 高所足場のMR体験時のEDA測定例

ピークの発生タイミングは SPR と同期するが、量的な変化は SPR より大きく、図3 中では飛び降り時に電位変化が大きくなる傾向がみられた。

令和5年度は、測定項目を増やした上で、測定データを蓄積し、機械学習等を用いながら、ストレス反応のレベルを評価する必要がある。その上で、コンテンツやシナリオの変化、触覚提示の有無等による比較検証を行う予定である。

(2) 作業者の認知・行動特性に基づいた教育訓練手法の検討

建設業における作業者の認知・心理特性に基づいた教育手法を検討した。令和3年度に引き続き、1) 視覚教材のメディア形態と提示装置の違いによるハザード知覚訓練効果の比較実験のデータ分析を行った。さらに、2) IE 視点を用い、建設現場における新人作業者の教育方法を実験的に検討した。これらについて報告する。

1) 視覚教材のメディア形態と提示装置の違いによるハザード知覚訓練効果の比較実験データの分析

1-1) トレーニングシステムによる効果の検証

建設業において、ハザード知覚能力の重要性が注目されており、VR 機器など高度な技術を用いたハザード知覚向上のためのトレーニングシステムの作成と効果検証が行われている[7]~[10]。しかし、これらは個々のトレーニングシステムの効果検証にとどまり、視覚教材の効果的な提示条件について言及されていない。また、近年 VR 機器などが比較的安価に入手できるようになり、それらの安全教育への活用が期待されている。VR 装置を用いる場合、それらが酔いやメンタルワークロードに与える影響など、従来の安全教育では検討されない要素があるため、VR 装置を用いた安全教育について、学習効果だけでなく、生体や心理に与える影響も考慮した総合的な教育訓練効果を検討する必要がある。

以上から、新人作業者を対象とした安全教育を想

定し、メディア形態や提示装置の異なる視覚教材を用いたハザード知覚訓練を実施して、記憶の程度と視覚教材の学習者の生体や心理への負担を測定した。それにより、視覚教材によるハザード知覚訓練の効果的な情報提示の条件を検討した。

1-2) 実験の概要

実験は、参加者が建築作業の複数のハザードを含め、360度映像で作成した視覚教材を数分間視聴し、ハザードに関する情報の記憶課題と訓練の主観的負担の評価をするものであった。このとき、実験条件としてメディア形態と提示装置の組み合わせを4条件、すなわち、①全天球静止画・HMD、②全天球動画・HMD、③全天球静止画・PCモニター、④2D静止画・PCモニター、を設定し、実験条件間で記憶課題の成績と主観的評価を比較した。実験参加者は、18~25歳(平均21.3±1.9歳)の建設作業未経験者で、自己申告にて視力0.7以上、視野と色覚に問題のない男性40名であった。各実験条件に10名ずつ割り当て、被験者間計画とした。(視覚教材の作成方法と実験手順の詳細については令和3年度の年報を参照)。

令和3年度に実験を実施し、令和4年度に実験データの分析を行った。本報では主な結果として、危険情報の内容の記憶課題、ハザード位置の記憶課題、各記憶課題のメンタルワークロードの結果を示す。

1-3) ハザードの情報と位置の記憶

実験参加者が視覚教材を視聴した際、建築作業のハザードについて危険情報(ハザード、発生事象、ハザードに対する対処行動)を吹き出しで示したが、これらの危険情報の内容をどのくらい記憶できたかについて実験条件間で比較した。その結果、どの実験条件も平均点が非常に高く(40点満点中35.6~38.9点)、実験条件間で有意差は認められなかった($F(3,36) = 1.250, p = 0.306, \eta^2 = 0.094$)。全天球の3条件は360度の空間内で能動的に危険情報を探索する必要があるのに対し、2D静止画・PCモニター条件は眼前のPCモニターに危険情報が提示されるため、全天球3条件の危険情報の探索時間が長くなると考えられたが、この条件の違いは危険情報の内容の記憶に影響しなかった。

次に、ハザードの位置をどのくらい記憶できたかを調べるため、ハザード位置について1/20縮尺の建築模型上で指摘してもらい、ハザードを床面に投影した正解領域から実験参加者が指摘した点までの最短直線距離(以下、ズレ幅)の合計値を算出した。その結果、全天球静止画・HMD条件と全天球静止画・PCモニター条件が、2D静止画・PCモニター条件よりも有意にズレ幅が小さかった(それぞれ $p < 0.001, p < 0.01$) (図

4)。この結果は、森田他(2019) [11]と類似の結果であった。

さらに、各記憶課題のメンタルワークロードをNASA-TLX[12]を用いて測定した。危険情報の内容の記憶課題について、NASA-TLX の下位項目の点を実験条件間で比較した結果、作業成績について全天球静止画・PC モニタ条件が 2D 静止画・PC モニタ条件よりも有意に良く評価され($p < 0.05$)、フラストレーションについて全天球静止画・HMD 条件と全天球動画・HMD 条件が、2D 静止画・PC モニタ条件よりも有意に低く評価された(それぞれ $p < 0.01$ 、 $p < 0.001$)。しかし、実験後のインタビューで、2D 静止画・PC モニタ条件の複数の実験参加者が、危険情報の内容の記憶課題とハザード位置の記憶課題を同時に課されたことに負担を感じていた。このことから、危険情報の内容の記憶課題のメンタルワークロードの結果はハザード位置の記憶課題に影響を受けたと考えられ、危険情報の内容の記憶課題に関するメンタルワークロードの結果については慎重にとらえる必要があった。

ハザード位置の記憶課題について、NASA-TLX の下位項目の点を実験条件間で比較した結果、作業成績について全天球静止画・HMD 条件と全天球静止画・PC モニタ条件が、2D 静止画・PC モニタ条件よりも有意に良く評価され(それぞれ $p < 0.05$ 、 $p < 0.001$)、フラストレーションについて全天球静止画・HMD 条件と全天球動画・HMD 条件が、2D 静止画・PC モニタ条件よりも有意に低く評価された(それぞれ $p < 0.05$ 、 $p < 0.05$) (図5)。実験後のインタビューから、すべての実験条件で多くの実験参加者が開口部のような固定物を基にハザード位置を認知する方略を用いた。全天球の3条件は360度方向を自由に観察し、この方略を任意に利用できたが、2D 静止画・PC モニタ条件は受動的に映像が提示され、この方略をあまり任意に利用できなかった。このことにより、2D 静止画・PC モニタ条件のハザード位置の記憶課題の成績が悪くメンタルワークロードが高かったと考えられた。

1-4) 効果的なメディア形態と提示装置の提案

以上の結果から、360度映像を用いたハザード知覚訓練の効果的なメディア形態と提示装置の組み合わせについて訓練別に提案する。まず現場などを限定せず一般的な建築作業に関するハザード知覚訓練を実施する場合、学習者は危険情報の内容を学習できれば良い。危険情報の内容の記憶課題はどの実験条件も成績が良かったことから、本研究と同様の360度映像の教材を用いる場合、どのメディア形態と提示装置の組み合わせでも高い訓練効果が期待できる。

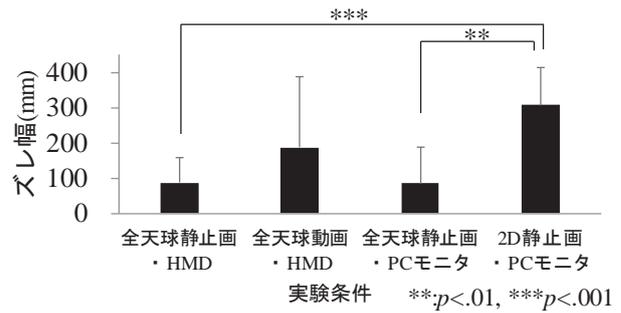


図4 ハザード位置の記憶課題

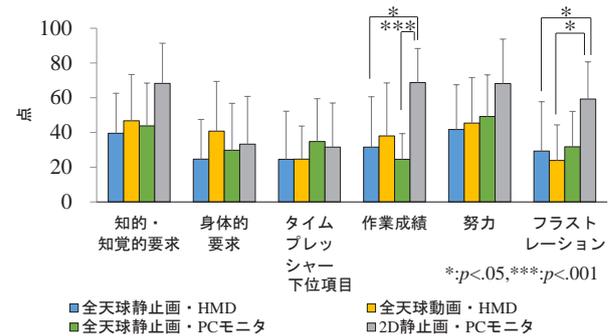


図5 ハザード位置の記憶課題のメンタルワークロード

また、特定の現場などでのハザード知覚訓練を実施する場合、危険情報の内容だけでなく、ハザード位置も学習する必要がある。ハザード位置の記憶課題は全天球静止画を用いた場合のズレ幅が有意に小さく、作業成績に関するメンタルワークロードも小さかった。このことから、特定の現場などでは全天球静止画を用いると高い学習効果を期待できる。このとき、学習者の学習を支援するため、映像内の基準となる固定された対象、例えば、開口部などを明示することも望ましい。

本研究の結果について、日本人間工学会第63回大会にて発表した。また、原著論文として投稿中である。

2) IE 視点を用いた建設現場における新人作業者の教育方法に関する検討

令和3年度は、建設現場を対象とした作業順守率向上のための作業手順マニュアルについて検討し、動画を用いて作業マニュアルを提示することで作業順守率が高まることが示された。しかし、すべての建設作業について動画を用いることは現実的でなく、活用方法を検討する必要があったため、製造業で広く活用されているIE(Industrial Engineering)手法を用いて建設現場の実態を調査した。その結果、建設作業は非定型作業が多く、作業方向により作業性が異なることが明らかとなった。

そこで、令和4年度は、建設作業を模擬した非定型作業を含む課題を設定し、どのような作業で動画を活用すべきか、どのような作業者に教示すべきかについて、実験的に検討した。

2-1) 課題作業および実験条件の設定

課題作業として、実験参加者には採寸や貼り付け、ネジ締め作業を課した。はじめに作業完了時の完成図を提示し、作業に必要な用具(脚立、電動ドライバー)の使い方を動画により教育した。その後、3種類の方法で作業手順を教示し、課題作業をしてもらった。作業手順の教示方法の条件として、何も教えない場合(以下、「教えない」条件)、事前に紙の作業マニュアルを提示する場合(以下、「教える」条件)、事前に実験参加者自身が作業手順を考える場合(以下、「考える」条件)の3条件を設定した。また、作業方向による作業性の違いを検討するため、作業方向の条件として、床面、机面、壁面、天井面の4条件を設定した。

実験参加者は教示方法別に4名ずつ割り当てた。まず実験参加者は実験内容について説明を受け、実験参加の同意をした。次に、作業着と保護具を装着し、用具の使い方に習熟した後、課題作業を実施した。

2-2) 実験結果

「教えない」条件と「考えさせる」条件は平均作業時間が同程度であったが、「教える」条件は短くなり、特

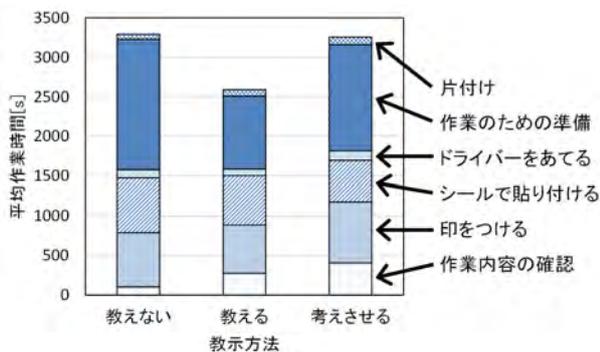


図6 教示方法別の平均作業時間

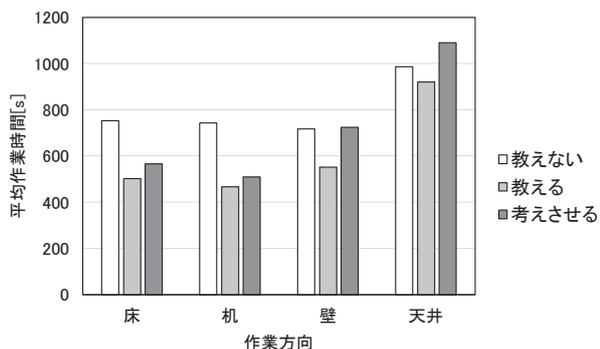


図7 作業方向ごとの教示方法別の平均作業時間

に作業のための準備の時間が短かった(図6)。また、作業方向ごとの平均作業時間は、同じ作業でも作業方向により平均作業時間が大きく異なった(図7)。さらに、床面と机面は「教える」条件と「考えさせる」条件の平均作業時間が短かったが、壁面と天井面は「教える」条件の平均作業時間が短かった。このことから、脚立を使用しない作業では「教える」条件と「考えさせる」条件が有効だが、脚立を使用する作業では「教える」条件が有効であることがわかった。これは、初心者にとって脚立上の作業域が想像しづらく、脚立の置きなおしなどが影響していると考えられた。

以上の結果から、建設作業の新人作業員には、「教える」という教示方法が有効であり、特に脚立作業の作業域の想像しづらさを教育することが必要であることが示された。

【参考文献】

- [1] Nadhim E, Hon C., Xia B., Stewart I., Fang D. (2016) Falls from Height in the Construction Industry: A Critical Review of the Scientific Literature. *Int J Environ Res Public Health*. Vol.13, No.7, p.638.
- [2] Li X., Yi W., Chi H., Wang X., Chan APC (2018) A Critical Review of Virtual and Augmented Reality (VR/AR) Applications in Construction Safety. *Autom Constr*. Vol.86, pp.150-62.
- [3] 河合隆史 (2019) VR 空間におけるクロスモダリティ活用への取り組み. *バイオメカニズム学会誌*, Vol.43, No.1, pp.11-16.
- [4] A. D. Kaplan, J. Cruik, M. Endsley, S. M. Beers, B. D. Sawyer, P. A. Hancock (2021) The Effects of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality as Training Enhancement Methods: A Meta-Analysis, *Hum. Factors*, Vol.63, No.4, pp.706-726.
- [5] H. Hsiao, P. Simeonov, B. Dotson, D. Ammons, T.-Y. Kau, S. Chiou (2005) Human Responses to Augmented Virtual Scaffolding Models, *Ergonomics*, Vol.48, No.10, pp.1223-1242.
- [6] L. Lu, Z. Xie, H. Wang, L. Li, X. Xu (2022) Mental Stress and Safety Awareness During Human-Robot Collaboration - Review, *Appl. Ergon.*, Vol.105, p.103832.
- [7] Albert A., Hallowell M. R., Kleiner B., Chen A., Golparvar-Fard M. (2014) Enhancing Construction Hazard Recognition with High-Fidelity Augmented Virtuality. *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol.140, No.7.
- [8] Sacks R., Perlman A., Barak R. (2013) Construction Safety Training using Immersive Virtual Reality. *Construction Management and Economics*, Vol.31, No.9, pp.1005-1017.

- [9] Eiris R., Jain A., Gheisari M., Wehle A. (2020) Safety Immersive Storytelling using Narrated 360-Degree Panoramas: A Fall Hazard Training within the Electrical Trade Context. *Safety Science*, Vol.127, 104703.
- [10] Lin K. Y., Son J. W., Rojas E. M. (2011) A Pilot Study of a 3D Game Environment for Construction Safety Education. *Journal of Information Technology in Construction*, Vol.16, pp.69-83.
- [11] 森田裕介, 長濱澄, 大秦一真, 田尻圭祐 (2019) ヘッドマウントディスプレイを用いた全天球画像の提示による実空間再現性に関する一考察, *日本教育工学会論文誌*, Vol.43 (Suppl.), pp.129-132.
- [12] 芳賀繁, 水上直樹 (1995) 日本語版 NASA-TLX によるメンタルワークロード測定—各種室内実験課題の困難度に対するワークロード得点の感度—, *人間工学*, Vol.32, No.2, pp.71-79.

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) Atsushi Sugama, Takahiro Nishimura, Kouki Doi, Shigenobu Shimada, Manabu Chikai, Kiyohiko Nunokawa, Shuichi Ino (2022) Evaluation of Musculoskeletal Workload of Manual Operating Tasks using a Hydraulic Jack Based on Ergonomic Postural Analysis and Electromyography: A Case Study of Non-Professional Young Male Users, *Work*, Vol.72, No.2, pp.677-685.
- 2) 高橋明子, 三品誠 (2022) 大工職の建設作業者のハザード知覚スキル獲得プロセスに関する探索的検討, *労働科学*, Vol.97, No.2, pp.31-47.

[その他の専門家向け出版物]

- 1) 瀬尾明彦, 肥田拓哉, 菅間敦, 平内和樹, 茅原崇徳, 倉元昭季 (2022) 人間工学評価ツールの現状について, *人間工学*, Vol.58, No.3, pp.123-

126.

- 2) 菅間敦 (2022) 人間の許容・適応限界事典, 第VIII章 生活・健康 16.「同一姿勢・作業」, pp.606-610, 朝倉書店.
- 3) 菅間敦 (2022) 人間工学を知って作業を安全に (第1回～第3回), *安全衛生のひろば*, Vol.64, No.1, pp.22-23, No.2, pp.21-22, No.3, pp.22-23.
- 4) 菅間敦 (2022) 労働者の姿勢・動作分析による脚立・はしごからの転落災害防止への応用, *バイオメカニズム学会誌*, Vol.47, No.1, pp.9-15.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 西野真菜, 高橋明子, 菅間敦, 平内和樹, 島田行恭, 石垣陽, 島崎敢, 三品誠, 中嶋良介 (2022) 建設現場における作業者に提示する作業手順マニュアルの相違が作業効率と作業安全に及ぼす影響の分析, *安全工学シンポジウム2022*, pp.314-317.
- 2) 高橋明子, 三品誠 (2022) 建築作業ハザード知覚訓練の効果と精神的負担—360度映像の提示形態の違いによる比較—, *日本人間工学会第63回大会*, 2F3-06.
- 3) Atsushi Sugama, Kazuki Hiranai, Akisue Kuramoto, Akihiko Seo (2022) Investigation of Postural Balance and Lower Limb Loads While Squatting with Various Foot Positions, *Abstract Book of International Conference of Slips, Trips, and Falls (STF Sendai)*, p.55.
- 4) 菅間敦, 平内和樹, 倉元昭季, 瀬尾明彦 (2022) しゃがみ姿勢での機能的安定性限界の測定と下肢姿勢を考慮した推定手法の検討, *人間工学*, Vol.58 (Suppl.), 2E4-03.
- 5) 菅間敦, 平内和樹 (2022) Mixed Reality を用いた高所作業訓練システムの構築と効果検証に関する基礎的検討, *日本人間工学会関東支部第52回大会講演集*, pp.56-57.

(3) 吊り上げ用具類の寿命予測手法の開発【4年計画の2年目】

山際 謙太(機械システム安全研究 G), 山口 篤志(同),
緒方 公俊(同), 本田 尚(同), 佐々木 哲也(同)

【研究期間】 令和3～令和6年度

【実行予算】 42700千円(令和4年度)

【研究概要】

(1) 背景

ワイヤロープはクレーンを始めとして種々の産業機械に使用されているが、これが突然破断することによる労働災害が後を絶たない。ワイヤロープの破断を防止するためには、定期的な検査を行って表面から見える素線の破断数やロープ直径の減少をチェックし、廃棄基準(JIS B8836、ISO 4309)に達している場合には交換することが一般的には行われている。

しかし、当研究所のこれまでの研究[1]によってIWRC(鋼心)ワイヤロープでは、表面ではなく内部の素線破断(不可視断線)が先行するため、表面の検査ではワイヤロープの破断を防止できないことが明らかになっている。また断線数による廃棄基準は断線箇所の見落としも考えられることから、検査者の能力に依存する。

一方、ワイヤロープに作用する公称応力と破断までのシーブ通過回数が片対数グラフで直線になることから、破断防止のためにはワイヤロープに負荷される荷重が一定の場合には、シーブ通過回数で寿命を予測すればよいことも明らかになっている[1]。しかし、実際のワイヤロープに作用する荷重は、一定ではないことの方が多いため、実用化のためには使用中に荷重が変動する場合の寿命予測法を確立する必要がある。変動荷重が作用する際の寿命予測法を構築することで、検査者の能力に依存しない定量的な余寿命評価法を確立できる。これは、第13次労働災害防止計画の重点事項である「科学的根拠、国際動向を踏まえた施策推進等」に資するものである。

(2) 目的

本研究の目的は、ワイヤロープの寿命予測法の確立である。特に張力が変動する条件下での、寿命及び残存強度予測法の確立を目的とする。

本プロジェクト研究は、次の2つのサブテーマから構成される。

①変動荷重下におけるワイヤロープの疲労累積損傷評価

②ワイヤロープ損傷検出による寿命および残存強度予測

(3) 方法

先述の目的に対し、対応するサブテーマを展開してプロジェクト研究を実施する。

1) 変動荷重下における疲労累積損傷評価

これまでの研究で、一定の応力振幅の元では両対数グラフ上で応力振幅と破断までの繰り返し数の間に比例関係があることが明らかになっていた[1]。しかし、例えば実機クレーンの場合、吊り荷の重さは吊り荷ごとに異なることから、ワイヤロープに作用する応力振幅は一定ではない。したがって、余寿命評価を行うためには応力振幅が変動する状況下で疲労試験を行い、累積損傷則が成立することを確認する必要がある。本サブテーマではクレーン用ワイヤロープについて、一定サイクルごとに張力を変動させた疲労試験を行い、累積損傷則の成立の成否を確認するとともに、ワイヤロープの破断寿命データや負荷履歴データの収集および分析から、ワイヤロープの残存寿命や残存強度を推定するための予測式を検討する。

2) 損傷検出による寿命および残存強度予測

現在生産されている大型の移動式クレーン等では、作業及び荷重などの数値を保存するロガー機能がついていることから、例えば吊り上げロープに作用した荷重などは記録を取ることができる。一方で、車両積載型クレーンなどにおいては、ロガー機能が搭載されておらず、荷重の記録が不明であることが多い。本テーマではこのようなワイヤロープにおいても、余寿命の評価を行う仕組みを構築する。

具体的にはワイヤロープの表面状態の写真、ワイヤロープテストの信号と1)で得られた実験結果を関連づけ、ディープラーニング等の機械学習により推論用モデルを作成する。これにより、荷重履歴が明らかでないワイヤロープについても、余寿命等の評価が可能となる。並行してワイヤロープの有限要素解析を行い、これまで不明であったワイヤロープの内部応力について解析を行う。これらの結果を合わせた、余寿命推定ソフトウェア等の仕組みを構築する。

(4) 研究の特色・独創性

ワイヤロープの疲労試験を行うための試験機(ワイヤロープ疲労試験機)は、国内公的機関では当研究所のみが保有しており、他はワイヤロープメーカーが数台保有しているのみである。所有している試験機は3台であり、損傷を検出可能なワイヤロープテスト等を、これら試験機に搭載させることで、ワイヤロープの負荷履歴と疲労による損傷状態を詳細に解析できる。これらワイヤロープの疲労試験および疲労解析を同時に実施できるのは当研究所のみが行えることであり、この点に特色と独創性がある。

1) 変動荷重下における疲労累積損傷評価

変動荷重が負荷できるワイヤロープ試験を有している機関は他にみられず、クレーン等の独自の成果が与えられる。ワイヤロープ試験機には、ロープテストが搭載されることから、疲労試験中における損傷の検出または損傷の進行を検出できる。

2) 損傷検出による寿命および残存強度予測

荷重履歴が不明で内部断線が生じやすい鋼心ワイヤロープであっても、余寿命および残存強度の予測が可能になる。これまでの研究でワイヤロープテストを用いた断線検知までは可能になっており、本研究では余寿命推定まで拡張するところに特色がある。

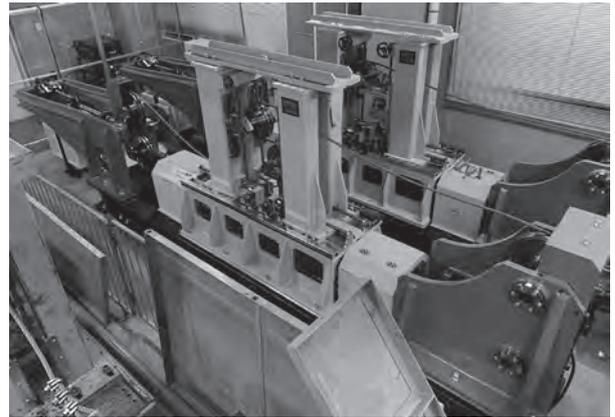


図1 往復駆動型ワイヤロープ試験機

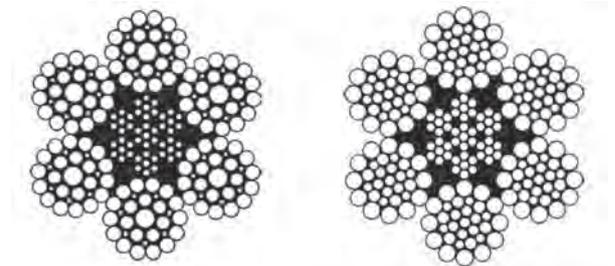
【研究内容・成果】

今年度、本研究の各サブテーマにおける成果は以下の通りである。

(1) 変動荷重下における疲労累積損傷評価

1) 往復駆動型ワイヤロープ試験機を使用したS曲げ疲労試験、およびU曲げ疲労試験の実施

本サブテーマでは、往復駆動型ワイヤロープ試験機を用いて、S曲げおよびU曲げを受けるワイヤロープの破断寿命をそれぞれ実験的に取得した。以下、それぞれの疲労試験を「S曲げ疲労試験」、「U曲げ疲労試験」とよぶ。両疲労試験は、図1に示す往復駆動型ワイヤロープ試験機2台を使用している。試験対象とするワイヤロープは、図2に示すような直径 $d_R = 16$ mmのIWRC 6×Fi(29)およびIWRC 6×WS(31)とした。試験機には、ロープにS曲げ、またはU曲げを与えるために滑車が搭載されており、ロープが通過する滑車の直径 D_S は256 mmである。したがって、ロープ直径 d_R と滑車の直径 D_S の比 D_S/d_R は16である。全試験における繰返し速度は10 cycles/minであり、試験荷重は規格破断力の1/5を最大値として、3/20、1/10、1/20としている。最大試験荷重は、クレーン用ワイヤロープの安全率が5である¹⁾ことを基に決定している。試験対象としているワイヤロープの規格破断力は173 kNである[2]ことから、最大試験荷重は34.6 kNである。得られた疲労試験結果の一部を図3に示す。IWRC 6×Fi(29)およびIWRC 6×WS(31)ともにU曲げによる破断寿命のほうが長い。これは、S曲げはロープが180°の折り返し曲げである一方、U曲げは一方の180°の曲げのみであることから、曲げ方向はロープの疲労強度に影響していると考えられる。また、IWRC 6×Fi(29)に注目すれば、ロープ荷重が低いほど、S曲げによる破断寿命に対するU曲げの破断寿命は長くなる。IWRC 6×Fi(29)およびIWRC 6×WS(31)のS曲げによる破断寿命に注目すると、IWRC 6×WS(31)の方が破断寿命は長い。これはロープの素線構成が影



(a) IWRC 6×Fi(29) (b) IWRC 6×WS(31)

図2 試験ロープ

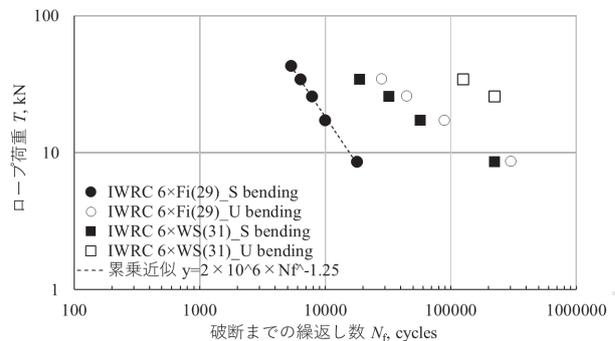


図3 ワイヤロープ疲労試験結果

響していると考えられる。

2) 変動荷重(2段階荷重)を受けるロープの破断寿命

1)で実施したS曲げ疲労試験によって得られたロープ荷重と破断寿命の関係は、累積損傷則における基準曲線 $D = 1$ としてマスターカーブを作成できる。累積損傷則が成立すれば、ロープ荷重が変動しても、 $D = 1$ に収束するといえる。そこで、累積損傷則が成立するか検討するための足がかりとして、IWRC 6×Fi(29)を対象に、以下の条件でロープ荷重を変動させ、ロープが破断するまでS曲げ疲労試験を実施した。

- ①ロープ荷重を低荷重から高荷重へ切替
- ②ロープ荷重を高荷重から低荷重へ切替

③荷重切替時の繰返し数: 1 500、3 000、4 500、9 000 cycles

上記①と②の条件によって破断したロープに負荷された荷重は 2 段階であることから、破断寿命と直接結びつけて評価することができない。そこで、破断寿命のうち、③の荷重切替時まで繰返し数と、荷重切替後から破断するまで繰返し数の割合を、それぞれのロープ荷重に乗ずることで、一定荷重を負荷したものと見なせる等価ロープ荷重 T_{eq} を以下のように計算した。

$$T_{eq} = \frac{1}{N_f} \cdot \sum_{i=1}^N T_i \cdot (N_i - N_{i-1})$$

ここで、 N_f : 破断繰返し数、 T_i : 試験ロープ荷重、 N_i : T_i が変動するまでの総繰返し数(なお、 $N_0 = 0$)である。①から③により得られる結果を T_{eq} で整理した。結果を図 4 に示す。切替後の荷重が高い試験により得られたプロットを黒塗り点、切替後の荷重が低い試験により得られたプロットを白抜き点としている。1) で得られた S 曲げを受ける IWRC 6×Fi(29)の疲労強度である $D = 1$ に対して、切替後の荷重が高い試験の場合、破断寿命は $D = 1$ 以下であった。一方で、切替後の荷重が低い試験の場合、多くの破断寿命は $D = 1$ 以上であった。また、変動荷重(2 段階荷重)により得られた破断寿命は、 $D = 1$ に対して約±35%程度に収まっている。荷重変動回数が増えることで、 $D = 1$ に収束していくかは今後の検討課題である。

3) 繰返し数と素線断線数の関係の調査

繰返し数と素線断線数の関係の調査および、素線断線の進行状態を確認するため、4 段階のロープ荷重において、破断まで繰返し数 N_f を基準に、 N_f の直前、 $3/4 N_f$ 、 $1/2 N_f$ 、 $1/4 N_f$ で止めた損傷ロープを作製し、ピッチ毎に分解調査を実施した。調査対象のロープは IWRC 6×Fi(29)である。ロープが滑車を通る範囲において、図 5 に示すように 1 ピッチ(約 $6d$)ごとに切り出し、分解調査した。図 6 に一例として、ロープ荷重 34.6 kN において繰返し数が破断直前(≒ N_f)における素線断線数の計測結果を示す。素線断線は中心から 7 ピッチ分まで確認される。また、滑車を 2 つ通過する完全 S 曲げ(±180°曲げ)範囲においては、損傷も多く、交換基準となる総素線数の 10%素線断線 [3]である 14 本を大きく超えている。また、 $1/2 N_f$ のときの素線断線数を調査したところ、L-2~R-2 において、bed 素線の破断 1 本が確認された。このことから、素線は完全 S 曲げ範囲における bed 素線から破断していき、繰返し数が大きいほど bed 素線の断線が増えるとともに core 素線の断線が増えていくものと考えられる。

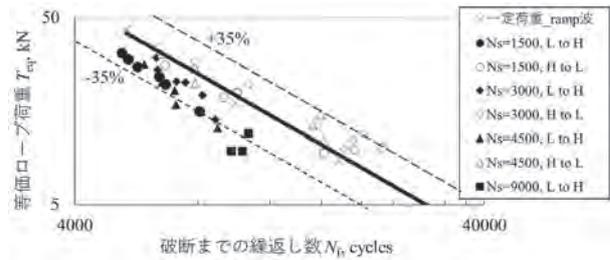


図 4 2 段階荷重を受けるロープの破断寿命

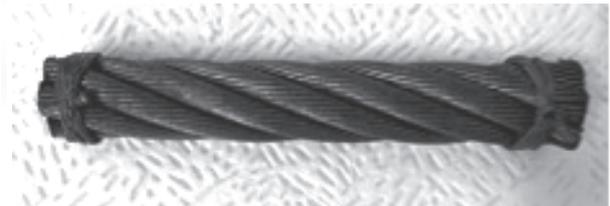


図 5 切り出した 1 ピッチ(約 $6d$)の外観

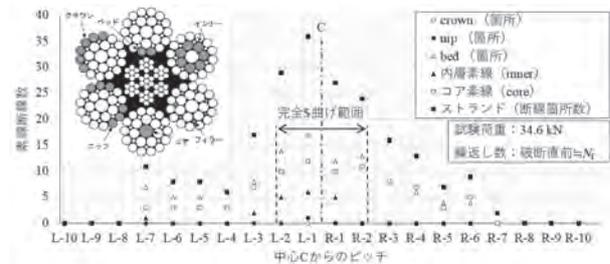


図 6 素線断線数の計測結果

(ロープ荷重: 34.6 kN、繰返し数: 破断直前(≒ N_f))

(2) 損傷検出による寿命および残存強度予測

1) 疲労損傷ロープのロープテスタ測定

図 7 に示すように、ワイヤロープ疲労試験機にロープテスタを取り付け、試験中のワイヤロープの損傷状態を逐次取得する試験環境を構築した。この試験環境下でロープ張力及び中断回数を変更した疲労試験を実施し、ロープテスタの信号特性を取得中である。

2) テスタ信号の特徴量の抽出

図 8 は、図 7 に示す試験環境下で取得したロープテスタ信号の計測結果の一例である。グラフ横軸はロープテスタを通過したワイヤロープの軸方向位置である。縦軸はロープテスタから得られた信号電圧と 1 サイクル目の信号電圧との差分値である。図 8(a)はロープ張力 34.6 kN、中断回数 3 000 回の結果、図 8(b)はロープ張力 8.65 kN、中断回数 9 000 回の結果である。両者とも破断荷重の約半分の繰返し数で中断した。疲労試験中断後のワイヤロープについて、ロープ軸方向の素線断線状態を調査するために分解調査を実施した。ワイヤロープをおよそ 1 ピッチに相当する $6d$ (d はロープ径)の長さで小片化し、各サンプル内のストランド及び IWRC を構成する素線の断線本

数を計測した。図 8 にロープテスタでの測定位置における素線断線本数の計測結果をプロットで示す。図 8 の横軸の補助目盛線の間隔が、分解調査した 6d の

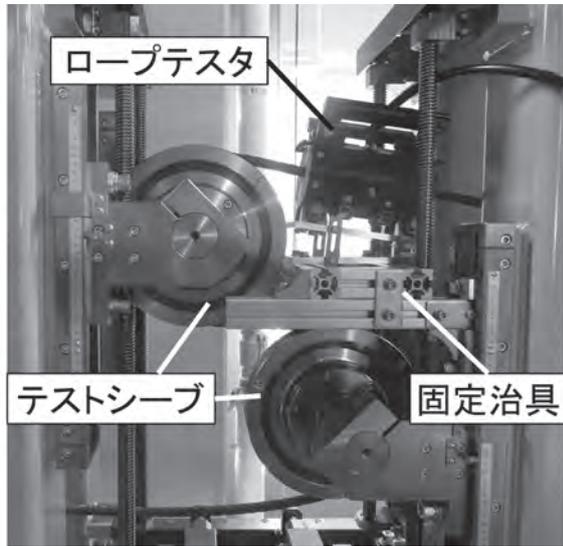
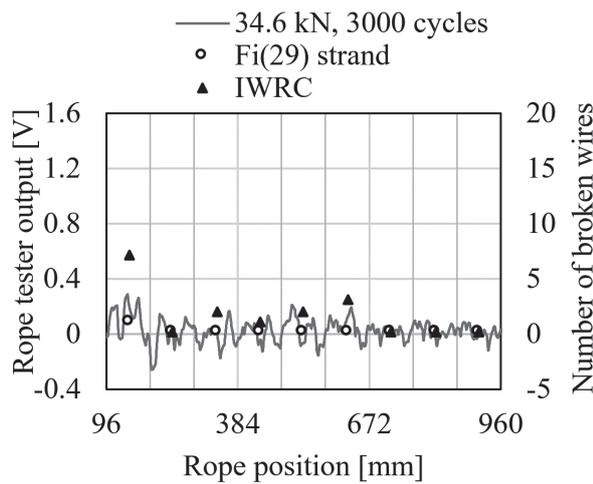
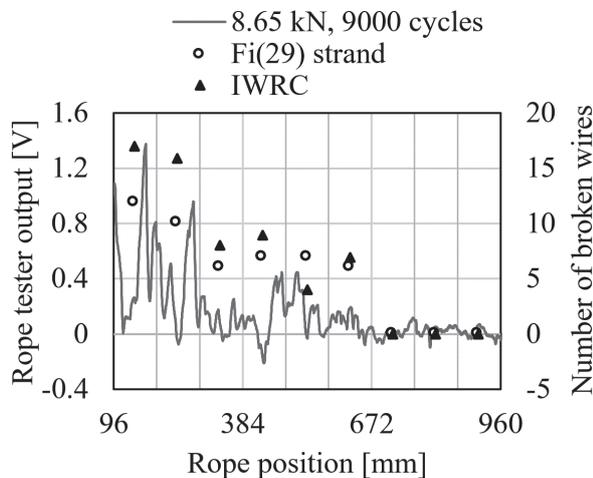


図 7 ワイヤロープテスタ測定の様子



(a) ロープ張力 34.6 kN、中断回数 3 000 回



(b) ロープ張力 8.65kN、中断回数 9 000 回

図 8 ロープテスタ出力と素線断線数の関係

長さに対応する。図 8(a)(b)ともに破断寿命に対して約半分の繰り返し数であるが、ロープ張力が小さい 8.65 kNの方が素線の断線が進行していることがわかる。

また、素線断線数が大きいほど、ロープテスタの出力が大きく、ロープテスタ出力と素線断線本数の相関が得られている。図 8 に示す素線断線はすべてロープ内部に位置する断線であった。これらの目視確認できない断線についてもロープテスタで検出可能であることが確認できた。

現在、その他の張力、中断回数の条件について疲労試験とロープテスタ計測を実施中であり、図 8 で得られたロープテスタ信号と素線断線の関係を分析していく。得られた結果から、信号の特徴と内部断線の関係の解明に取り組んでいく。

3) ワイヤロープの有限要素モデル開発

ワイヤロープの機械的性質を取得するため、ワイヤロープの 3 点曲げ試験を実施し、荷重変位関係を取得した。図 9 に試験の様子を示す。図 9 に示すロープ中央部の上治具を油圧アクチュエータで押すことで荷重を負荷し、このときの荷重と変位関係を取得した。図 10 にワイヤロープ(IWRC 6×Fi(29)、直径 14 mm)の荷重変位曲線の測定結果を示す。

ワイヤロープの曲げ変形の特長として、負荷時と除荷時で荷重変位曲線の経路が異なるヒステリシスを有することがわかる。3 点曲げ試験によって得られた曲

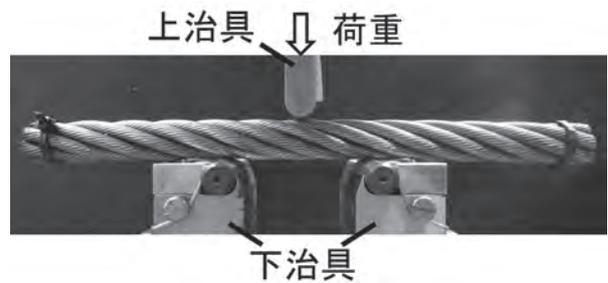


図 9 3 点曲げ試験の様子

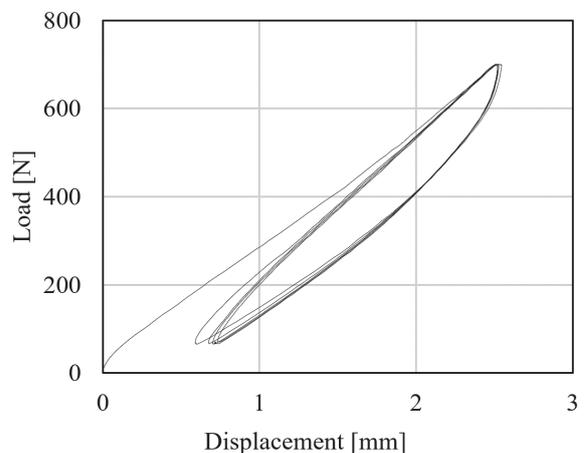


図 10 荷重と変位の関係

げ特性、前年度取得した径方向圧縮特性などのワイヤロープの機械的特性の試験結果を活用し、ワイヤロープの有限要素モデルと実験の検証と妥当性確認(V&V)を実施中である。

【参考文献】

- 1) 本田尚, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也 (2014) 動索の経年損傷評価, 独立行政法人労働安全衛生総合研究所, SRR-No.44, pp.5-17.
- 2) JIS G 3525:2013, ワイヤロープ, 日本規格協会.
- 3) 厚生労働省, クレーン構造規格.

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) 緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也, 泉聡志 (2022) 素線形状の定式化によるワイヤロープ断面内の断線位置推定手法の提案, 日本機械学会論文集, Vol.88, No.908, pp.1-20.
- 2) 緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也 (2022) ロープ断面内の位置を考慮した IWRC 6×Fi(29)の素線断線評価, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.113-122.
- 3) 太田仁衣奈, 緒方公俊, 山際謙, 泉聡志 (2022) IWRC ワイヤロープの有限要素モデリングによる軸方向と径方向剛性の再現, 日本機械学会論文集, Vol.88, No.913, 22-00144.

[総説他]

- 1) 本田尚 (2022) クレーン用ワイヤロープの経年損

傷と非破壊検査-ワイヤロープの経年損傷とメカニズム-, 実務&展望, No.327, pp.3-6.

- 2) 本田尚 (2022) クレーン用ワイヤロープの経年損傷と非破壊検査-鋼心ワイヤロープの可視断線と非破壊検査-, 実務&展望, No.328, pp.2-7.
- 3) 山口篤志 (2022) クレーン用ワイヤロープの経年損傷と非破壊検査-非破壊検査による素線断線の検出-, 実務&展望, No.329, pp.3-7.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也, 泉聡志 (2022) IWRC 6×Fi(29)の素線断線状態が2段階張力S曲げ疲労試験の疲労寿命に及ぼす影響, 資源・素材講演集, Vol.9, No.2, 3406-12-02.
- 2) 緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也, 倉橋直也, 泉聡志 (2022) IWRC 6×Fi(29)の素線断線を考慮した2段階張力S曲げ疲労寿命予測手法の開発, 日本材料学会第35回疲労シンポジウム, 講演番号50.
- 3) 緒方公俊, 泉聡志, 山際謙太 (2022) 曲げ変形を再現する鋼心ワイヤロープの有限要素モデリング, 日本機械学会第35回計算力学講演会, 講演番号2-06.
- 4) 山口篤志, 緒方公俊, 本田尚 (2022) 複数の損傷を有するワイヤロープ 6×24 の残存強度評価, 安全工学シンポジウム2022, pp.386-387.
- 5) 山口篤志, 本田尚, 緒方公俊 (2022) 長期間使用された玉掛けワイヤロープの残存強度評価, 第55回安全工学研究発表会, pp.207-208.



研究所紹介 統合生産システム内への人の安全な進入

(4) 大型建設機械の安定設置に必要な地耐力に関する研究【4年計画の1年目】

堀 智仁(建設安全研究 G), 玉手 聡(労働災害調査分析 C)

【研究期間】 令和4～令和7年度

【実行予算】 9850千円(令和4年度)

【研究概要】

(1) 背景

建設現場では、移動式クレーン等の転倒災害が度々発生しているが、その原因の多くは地耐力不足によるものである。さらに、地耐力不足であるにもかかわらずクレーン作業を行った背景には、クレーン設置地盤の調査が簡単でないことに加えて、支持地盤の必要性能自体が明確でなく、また養生地盤の支持性能が不明確なことがある。

くい打機の転倒防止に関する規則(安衛則 第173条 転倒防止)では、軟弱な地盤に機械を設置する場合は沈下防止のため、敷板、敷角の使用を義務付けている。また、移動式クレーンでは、転倒防止のために地形及び地質の状態を把握することを求め(クレーン則 第66条の2)、地盤が軟弱で転倒のおそれがある場合は、作業を禁止している(クレーン則 第70条の2)。しかしながら、「軟弱」の定義が具体的でなく必要な地盤性能が明らかとされていない。さらに、大型建設機械の設置では作用荷重の増大により「敷板、敷角」による沈下防止レベルを超える。したがって、建設機械の転倒災害を防止するためには、設置地盤に必要な性能を示した上で、その性能を確かめるための地盤の調査法と養生方法を明らかにする必要がある。

(2) 目的

本研究の目的は、大型建設機械の設置地盤に必要とされる支持性能を定義した上で現場の地耐力を迅速かつ精度良く計測できる調査法を提案するとともに、設置した機械の沈下を防ぐ養生方法を明らかにすることである。本研究では大きく2つの研究テーマで構成される。

1) 地盤調査法に関する研究

地盤の強さを求める試験には、標準貫入試験やコーン貫入試験等、様々な方法があるが、機械設置時の安定確認には必ずしも実用的でない側面があった。具体的には、地盤内部の硬軟の分布を知ることはできるものの、変動性が高い表面の支持力調査法として適当でなく、また、接地圧力に対する発生沈下量を推定できない問題があった。そこで、安衛研では「現場地耐力試験」(以下、BCT という)を開発した。BCTは重機の自重を反力とする簡易試験であり、載荷応力と沈下量の関係を直接求められる特徴を有し、さらに1箇所の実施に20分という短時間での実施が可能

な利点がある。そこで本研究では、BCT とその他の地盤調査の結果を比較して地耐力確認の適切な試験方法について明らかにする。

2) 地盤の養生に関する研究

大型建設機械の転倒防止では、敷板の使用に加え、地表面に碎石を敷設する方法や、セメント系固化材で地盤改良して養生する。これらの地盤養生では、荷重分散法(ポストンコード法)による地耐力照査が行われる。同手法で使用されている荷重分散角は、安全性を左右する重要なパラメータであるが現在標準として用いられている値は先行研究において危険側に評価されるケースのあることが明らかとなった。そこで、本研究では、適切な地盤の照査の方法について模型実験と実大実験を実施して明らかにする。具体的には、敷板の地盤養生効果や、碎石およびセメント改良地盤の荷重分散角を再検証し、適切な検討方法を提案することを目的としている。

(3) 方法

1) 地盤調査法に関する研究

実大実験にて、BCT とその他の試験方法の結果を比較する。BCT による地耐力確認について広くデータを収集する。

2) 地盤養生に関する研究

敷板を使用した場合や、地盤の仮設的な補強方法であるセメント系固化材により改良した地盤や碎石を敷設した地盤について、模型実験および実大実験により、地盤の養生効果を検証する。

(4) 研究の特色・独創性

建設業では生産効率を向上させるため、大型の施工機械や移動式クレーン等の荷役機械の需要の増加や、さらなる大型化の需要が高まっている。機械の大型化に伴い機械重量も増加するため、既存の検討手法では対応できない案件も見受けられる。本研究の特色は、既存の検討手法における改善点を実験的に明らかにしようとしていることである。また、建設機械の転倒防止に関して、地盤の強度に着目しているのは、当研究所の研究チームだけであり、地盤崩壊に起因する転倒災害に着目した研究は国内外でほぼ皆無である。そのため独創的であり学術的にも高い意味を持つと考えられる。

【研究内容・成果】

(1) 地盤調査法に関する研究

移動式クレーンや大型建設機械の転倒防止に関する検討では、事前に地盤の支持力を把握する必要

がある。本研究では、直接的に地盤の支持力を求めることができる BCT(図 1)と、ランマーの落下の衝撃を利用して間接的に地盤の支持力を求める「簡易支持力測定器(CAS)」(図 2)を 2 現場で実施した。両現場とも砂質土地盤であり、現場 1 は商業施設の建設現場(細粒分質砂質礫)、現場 2 は資材置き場(細粒分質礫質砂)であった。現場 1 では、BCT を 4 箇所実施し、CAS は BCT の試験箇所を取り囲むように各試験箇所で 5 回実施した。現場 2 においても同様に BCT および CAS を 5 箇所で実施した。

BCT の試験結果から地盤反力係数 K と極限支持力 q_u を求め、CAS の試験結果から得られた K および試験結果から換算して得られた q_u の値を比較した。ここで、地盤反力係数 K とは、BCT における載荷圧力 q と沈下量 s の弾性域での傾きである。 q_u については、地盤工学会の基準に定められた方法で求めた。

図 3 に BCT と CAS の K を比較した結果を示す。 K については、現場 1 では BCT と CAS の結果に明確な相関関係が確認できなかったのに対して、現場 2 については BCT と CAS の結果に良好な相関関係が確

認できた。一方、 q_u の比較を示した図 4 では、両現場とも CAS から求めた支持力は BCT から求めたそれよりも著しく小さい結果であった。現場 1 および現場 2 ともに極限支持力 q_u が比較的高い地盤であったため、そのような条件では載荷試験によって得られた結果と衝撃試験によって得られた結果は一致しないことがわかった。

(2) 地盤養生に関する研究

移動式クレーンの使用状況によってはアウトリガーを敷板の端部に設置せざるを得ない場合がある。そこで本研究では、移動式クレーン設置時にアウトリガーを敷板に偏心設置した場合の地盤養生の効果を検証するため模型実験を行った。



図1 現場地耐力試験(BCT)の概要



図2 簡易支持力測定器(CAS)の概要

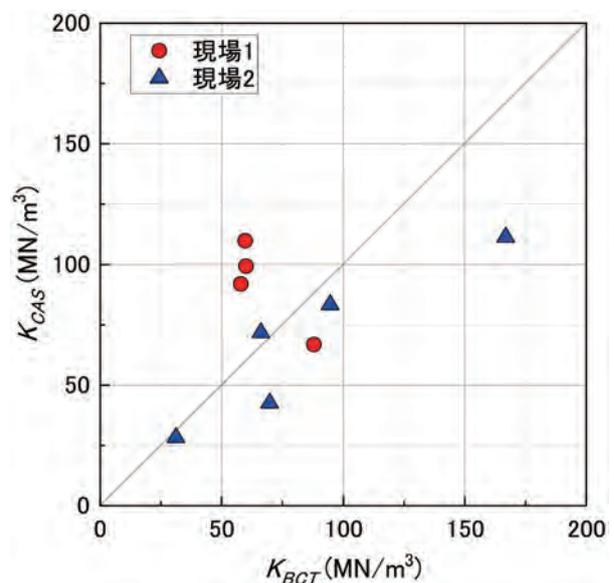


図3 地盤反力係数 K の比較

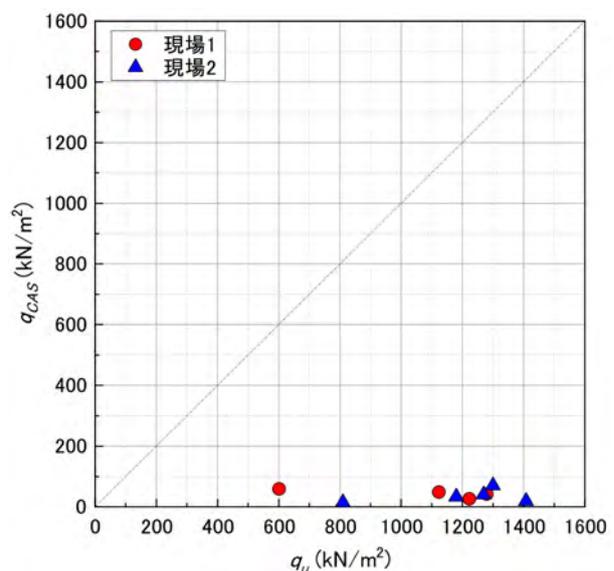


図4 極限支持力 q_u の比較

図 5 に模型実験の概要を示す。1/20 スケールの敷板モデル(42 mm×40 mm×1 mm)を作製して載荷試験を行った。地盤は関東ロームを用いて締固め圧 20 kPa と 100 kPa の 2 種類の強度の異なる模型地盤を作製した。荷重の載荷位置は敷板の中央に加え、中央から偏心させた 4 箇所である。載荷圧力 q と沈下量 s の比例限界の値 q_y を求め、中央載荷条件における比例限界の値で除したものを降伏強度比 R_{qy} と定義した。また、敷板中央からの偏心の割合を偏心度 R_e と定義した。偏心度 R_e は式(1)によって算出される値である。

$$R_e = \sqrt{\left(\frac{e_b}{b/2}\right)^2 + \left(\frac{e_d}{d/2}\right)^2} \quad (1)$$

ここで、 b および d は敷板の辺の長さ、 e_b および e_d は敷板中央からの偏心量である。

図 6 に不降伏強度比 R_{qy} と偏心度 R_e の関係を示す。図より、 R_{qy} は R_e の増加とともに低下していることが確認できる。軟弱な地盤を模擬するため締固め圧 20 kPa で作製した地盤の結果では、端部(偏心 B、 $R_e = 0.63$)の R_{qy} は 0.56、角部(偏心 D、 $R_e = 0.90$)は 0.43 であり、それぞれ中央載荷に比べ、端部で 44 %、角

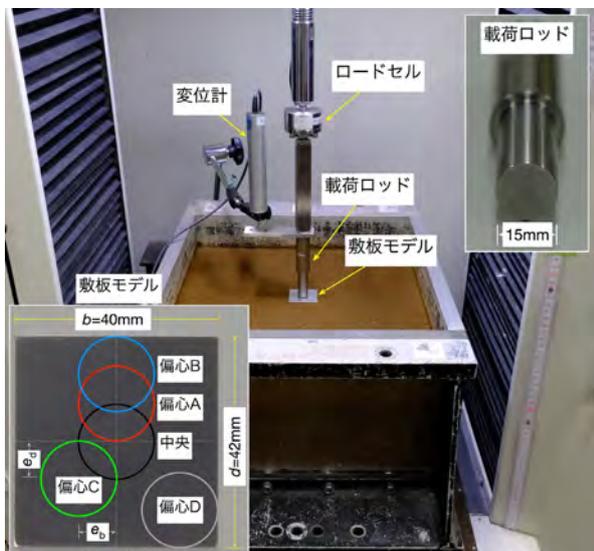


図 5 模型実験の概要

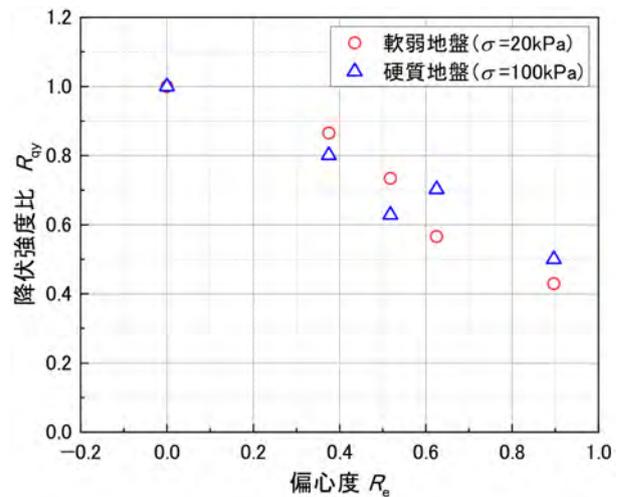


図 6 降伏強度比 R_{qy} と偏心度 R_e の関係

部で 57 % 低下することがわかった。堅土な地盤を模擬するため締固め圧 100 kPa で作製した地盤の結果では、端部(偏心 B、 $R_e = 0.63$)の R_{qy} は 0.70、角部(偏心 D、 $R_e = 0.90$)は 0.50 であり、堅土を模擬した地盤においても、端部で 30 % の低下、角部で 50 % 低下することが確認された。

以上の結果から、 R_{qy} は R_e の増加とともに低下し、その傾向は地盤強度の違いによらないことがわかった。また、敷板の角部にアウトリガーを設置した場合は中央に載荷した場合に比べ、地盤の養生効果が 1/2 以下に低減することが実験により明らかになった。

【研究業績・成果物】

[その他の専門家向け出版物]

- 堀智仁 (2022) ドラグ・ショベルのつり荷走行時の荷振れが作業半径増加に与える影響, 建設機械施工, Vol.74, No.9, pp.19-23.

[国内外の研究集会発表]

- 堀智仁, 玉手聡, 若原千恵 (2022) 載荷試験と衝撃試験による地盤反力係数の比較, 第 57 回地盤工学研究発表会, 21-2-3-03.
- 堀智仁, 玉手聡 (2022) 載荷試験と衝撃試験の支持力の比較に関する基礎的検討, 土木学会全国大会年次学術講演会, IV-458.

(5) 産業化学物質の皮膚透過性評価法の確立とリスク評価への応用に関する研究【4年計画の4年目】

王 瑞生(有害性評価研究部), 豊岡 達士(同), 小林 健一(同), 柳場 由絵(同), 小林 沙穂(同), 柏木 裕呂樹(同), 須田 恵(研究推進国際C), 鷹屋 光俊(ばく露評価研究部), 山田 丸(同), 小野 真理子(化学物質情報管理部), 甲田 茂樹(所長代理)

【研究期間】 平成31～令和4年度

【実行予算】 13 801 千円 (令和4年度)

【研究概要】

(1) 背景

経気道ばく露は、産業現場において、労働者が受ける化学物質ばく露の主要な経路であることがよく認識されている。一方で、最近大きな社会問題となった化学工場におけるオルトトルイジン(*o*-toluidine、OT)等、芳香族アミン類による膀胱がん発生事例では、作業環境の気中化学物質濃度は基準値以下であったにもかかわらず、従業員の尿中では当該化学物質が高濃度に検出されるという、気中・尿中濃度の乖離が観察されており、皮膚を経由した吸収が多量にあったと推測されている。

本事例にみるように、職業性発がん等の遅発性健康障害防止のために、今後、産業化学物質の経皮吸収性を考慮したより高度なリスク評価の実施が必須である。しかしながら、産業化学物質の経皮透過性に関する知見は、現状限定的である。例えば、膀胱がん事例において主原因物質の一つであると推測されるオルトトルイジンについては、皮膚透過性があるとする報告が少ないながらも存在するが、リスク評価に欠かせない定量的透過速度データならびに物質間透過性比較データ等の情報は存在せず、リスク評価および、ばく露防止対策が後手に回ったことが否定できない。加えて、化学物質の構造・物性・反応性等に基づいた皮膚透過性の違いや、皮膚透過性と毒性の関係に関する系統立った情報は皆無である。

それゆえに、現場で使用されている数多くの化学物質の皮膚透過性を効率的にスクリーニング可能なシステムを開発し、実効的なリスク評価に資する知見の蓄積を図ることが喫緊の課題である。

(2) 目的

化学物質経皮ばく露の低減対策策定に有用なデータやツールを提供するために、皮膚透過性を効率的にスクリーニングできるシステムを確立し、現場で使用頻度が高い化学物質の皮膚透過性評価を実施すると共に、化学物質の構造・物性・反応性等に基づいた皮膚透過性に関する知見を蓄積する。最終的には、化学物質の皮膚透過性および毒性を加味した総合的な化学物質有害性評価と対応を提案することを目的とする。

これをもって第13次労働災害防止計画に掲げられ

る「リスクアセスメントの結果を踏まえた作業等の改善」、「化学物質の有害情報の的確な把握」、「有害性情報等に基づく化学物質の有害性評価と対応の加速」を推進する。

(3) 方法

本研究における実験方法の概略は以下の通りである。なお、本年度実施した個別実験については、その方法も併せて、【研究成果】に記載する。

1) 人工3次元培養皮膚を用いた *in vitro* 皮膚透過性評価手法の確立

既知の皮膚透過性および非透過性の化学物質を用いた人工3次元培養皮膚自体の評価および特性(適用範囲と限界)を把握する。化学物質の構造・物性・反応性等に基づいた皮膚透過性の系統的解析を実施する(透過するか否かのみでの定性的なものではなく、透過速度を算出する定量的解析)。必要に応じて人工ヒト皮膚近似膜と3次元皮膚モデルにおける化学物質透過性を比較検証する。

2) *In vitro* 皮膚透過性評価手法による主要産業化学物質の皮膚透過性スクリーニング

産業衛生学会「許容濃度勧告」において経皮ばく露の可能性のある化学物質約70種類を中心とし、必要に応じてSDS対象663物質から産業使用頻度やIARC発がんリスト等を参考に対象化学物質を選定する。さらに物質の絞り込みとして、発がんリストの上位の物質、放射性ラベル物質の入手可能性、生物学的モニタリング指標(BEI: Biological Exposure Indices)設定の有無、蒸気圧、現場の使用状況等を考慮する。

上記対象物質の皮膚透過性の違いによるグループ分類(3~4程度)を実施する。化学物質皮膚透過性と毒性情報をリンクさせる。また、皮膚透過性(高)のグループから順次毒性情報の収集、および *in vitro* における毒性試験(細胞毒性試験、DNA損傷性試験等)を実施する。

3) *Ex vivo* における皮膚透過性の検証

In vitro の検討で皮膚透過性(高)のグループに分類された物質の数種について *ex vivo* (動物摘出皮膚)における皮膚透過性を検証する。必要に応じてヒト摘出皮膚における検証を実施する。

4) *In vivo* における検討

経皮吸収既知のモデル物質を使用し、ばく露方法・分析方法等を確固たるものとし、*in vivo* 経皮吸収研究モデルを確立する。*In vitro* スクリーニングで見い

だされた経皮吸収優先対応すべき化学物質について、体内動態、生体内代謝、毒性影響の検討、生物学的ばく露指標の探索を行う。

5) 総合的検証と産業化学物質の皮膚透過性を考慮したリスク評価モデルの確立

In vitro, ex vivo 及び in vivo における化学物質皮膚透過性結果および既存皮膚透過予測式との整合性等を検証し、リスク評価に資するヒト外挿モデルを考案する。皮膚透過性結果に毒性情報を加味し、第 13 次労働災害防止計画に沿った総合的な化学物質有害性評価と対応を提案する。

(4) 研究の特色・独創性

3次元培養皮膚を用いて産業化学物質の皮膚透過性評価システムを構築し、多量の産業化学物質の皮膚透過性スクリーニング実施しようとする点に関して、産業化学物質の皮膚透過性に関する研究報告は、動物摘出皮膚を用いて 2 000 年以前に実施されたものが主であり、3次元培養皮膚を応用しようとする例はない。動物摘出皮膚を用いた試験系では、技術・倫理面からの限界により、当該試験系では試験実施可能回数が限られていることはもちろん、結果も化学物質が皮膚を透過するか否かの定性的なものになりがちであり、リスク評価の際に重要となる定量的な皮膚透過速度の算出や物質間比較等が困難であった。本研究で提案するように 3次元培養皮膚を利用することで、これらの問題を克服することができる。また、3次元培養皮膚は動物摘出皮膚に比べ、均一性に優れるため、より信頼度の高い結果が得られると期待される。

化学物質の構造・物性・反応性等に基づいた皮膚透過性を系統的に明らかにしようとする点に関して、化学物質に皮膚透過性には化学物質の分子量、電荷、脂溶性等が影響を与えると考えられているが、実際には非常に複雑であり不明な点が多い。本検討では、3次元培養皮膚の特性を生かし、多物質解析を実施するため、この中で化学物質の構造・物性・反応性等を系統化し、皮膚透過性に影響する因子とその特性を整理する。本検討の実施は、将来的に in silico 予測の基盤になると期待される。

皮膚透過性情報に毒性情報を加味し、リスク評価を実施しようとする点に関して、皮膚透過性が高い物質の中にも、毒性の強弱があるはずであり、皮膚透過性情報に毒性情報を加味することで、例えば、高透過性・強毒性物質や、高透過性・弱毒性物質等を簡易に見極めることができる。これにより対応すべき化学物質の順位付けができ、効率的なリスク評価、実効的な防護対策の実施が可能になると期待できる。このような取り組みはこれまでに類を見ない。

【研究成果】

令和 4 年度は (1)~(4)について検討した。また、本研究に関して、行政検討会「皮膚等障害化学物質の選定のための検討会」を実施したので(5)に報告する。

(1) In vitro 皮膚透過性評価手法による産業化学物質の皮膚透過性評価(スクリーニング)

これまでの研究において、蒸気圧が十分に低い化学物質については、物質のオクタノール/水分配係数(Log K_{ow})から、皮膚透過性、吸収性、蓄積性の高い物質をある程度予測できるであろうことを示してきた。特に、皮膚透過性については、被検物質の半量が 3次元培養皮膚を透過する時間を $T_{1/2}$ (50%)としたとき、物質の Log K_{ow} を変数とし、 $T_{1/2}$ (50%)を見出す透過時間予測近似式(Ver.1)を示すことができた。

昨年度は、予測近似式を検証するために、Log K_{ow} が-2~6 程度の 12 物質について 3次元培養皮膚における皮膚透過性を検討し、1 物質を除き、予測近似式から大きく外れないことを確認した。また、これら物質の結果も加味し、より一般性のある予測近似式(Ver.2)を作成した。なお、皮膚透過性の予測が大きく外れた物質は、皮膚細胞の DNA またはタンパク質を強く結合していたことを明らかにしている。

今年度は、予測近似式(Ver.2)を、さらに一般化するために、次の 10 物質について検討した(括弧内は Log K_{ow} の値を示す。)

2,4-Dichlorophenol (3.7), Nitrobenzene (1.9),
Biphenyl (4.0), 2,4-Dinitrochlorobenzene (2.3),
Phenol (1.5), 4-Chlorobenzylamine (1.7),
2-Nitrotoluene (2.3), 4-Chlorobenzyl Alcohol (2.0),
Resorcinol (1.2), 3-Nitrobenzyl Alcohol (1.2)

Log K_{ow} が 3 以下である 8 物質についての $T_{1/2}$ (50%)は予測式から大きく外れることはなかったが、2,4-dichlorophenol 及び biphenyl では、予測式よりも透過時間がやや早まる結果となった。予測式では、Log K_{ow} が 3 以上のプロットが少ないため、今回得られた結果を慎重に判断し、予測近似式(Ver.3)を作成する予定である。

(2) In vitro (3次元培養皮膚) と ex vivo (動物摘出皮膚) の関係性について

RI 標識されていない化学物質(RI 標識体としての販売がない産業化学物質)について、皮膚透過性実験をおこなうため、3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン(3,3'-dichloro-4,4'-diaminodiphenylmethane、MOCA)と同様に蓄積性がやや高いことが予想される Log K_{ow} が 3~4 付近の化学物質について Log K_{ow} が 3.3 の 2,4,5-trichloro-phenoxy acetic acid、Log K_{ow} が 4.09 の O,O-ジメチル-O-[3-メチル-4-(メチルチオ)フェ

ニル]ホスホロチレート、Log K_{ow} が 3.12 の *o*-xylene について、LC/MS、GC/MS での分析条件を決定し、それぞれの検出限界値、定量下限値を求めた。実際の透過性実験のサンプルで測定が可能かどうかの検討を行う予定である。これまで不足していた Log K_{ow} 3~4 の物質 (RI 標識体の販売のない物質) を増やすことで蓄積性が高い可能性が示唆される物質についての *in vitro* (3次元培養皮膚) と *ex vivo* (動物摘出皮膚) の関係性について検討を行う。

(3) In vivo 皮膚透過性試験

MOCA と OT を経皮投与した動物の尿を加水分解処理の有り無しにより MOCA と OT のピークに変化が見られるかどうか、また、代謝物の検出が可能かどうかの検討を行っている。

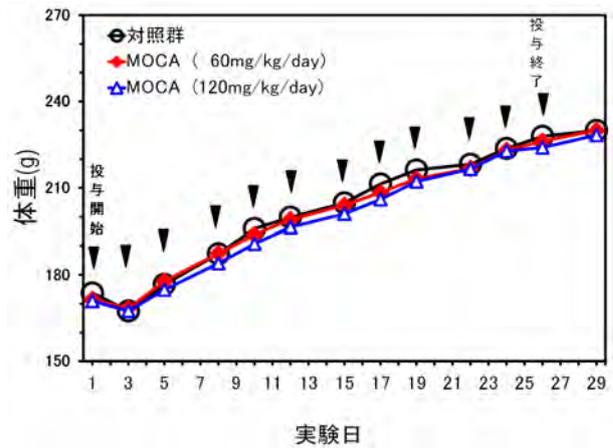
(4) MOCA による染色体異数性の解析

これまで MOCA が、オルトトルイジンやベンジジン等の芳香族アミン類と比べ、姉妹染色体の早期分離 (コヒーシオン異常) を強く引き起こすことを報告してきたが、このような染色体異常は、細胞のがん化に繋がる染色体異数性を引き起こす可能性が高いため、本年度は、その点について動物実験を含む解析を行った。

MOCA によって引き起こされる分裂異常の詳細について、培養細胞において分裂期チェックポイントのタンパク質 (BubR1、MAD2) の局在を免疫染色により観察したところ、分裂期を早期に脱した G1 期の細胞において、BubR1 と MAD2 が集積し続けていることを見出した。次にラットにおいて、MOCA が染色体異数性を引き起こすかを含む毒性について経皮投与により検討した。週 3 回、4 週間にわたり計 12 回、MOCA (0、60、120 mg/kg/日) を投与したところ、投与期間中を通して、投与群は対照群と比べ体重に有意差は認められなかった (図 1)。腎臓や膀胱重量に有意差はなかった一方、脾臓および肝臓において、120 mg/kg/日投与群における有意な重量増加が認められた (図 2)。胸腺由来の細胞を培養し染色体数を調べたところ、60 及び 120 mg/kg/日ばく露群において染色体数の減少や一部増加が認められ、MOCA の分裂異常による染色体異数性が *in vivo* でも示された。

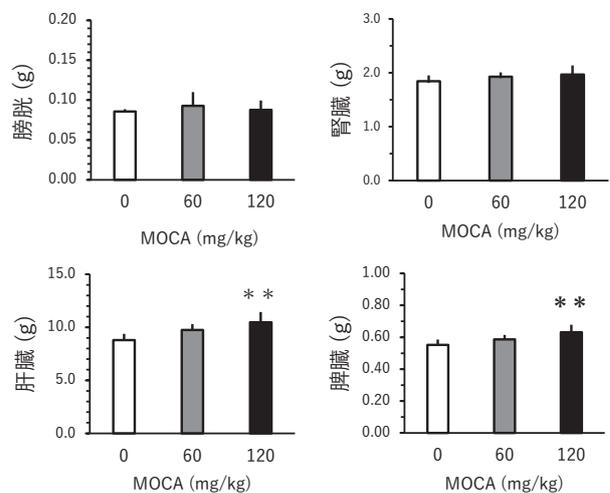
以上から既知の DNA 損傷性に加え、染色体異数性も発がんのメカニズムに関与している可能性が考えられた。現在 MOCA の発がん標的臓器の一つである肺においても FISH 法により染色体異数性を検討中であり、MOCA 毒性のさらなる詳細が明らかとなる見込みである。

上記以外に、120 mg/kg/日ばく露群において膀胱内異物、腎臓病変も認められた。さらに赤血球数およびヘマトクリット値の有意な増加と血小板の減少等、



投与期間中、ばく露群は対照群と比べて有意な差がなかった。

図 1 MOCA 反復経皮ばく露による体重変化



肝臓および脾臓において、120 mg/kg/日群は対照群と比べて有意な重量増加が見られた (**P < 0.01)

図 2 MOCA 反復経皮ばく露による臓器重量

MOCA による血液毒性が経皮投与によっても引き起こされることが確認されるという興味深い知見が得られた。

(5) 皮膚等障害化学物質の選定のための検討会

令和 3 年度年報で報告したとおり、GHS 対象の約 3 000 物質について、その蒸気圧、及び Log K_{ow} 、急性毒性、発がん性等を調査し、さらに、ACGIH、NIOSH、OSHA、DFG、HSE、産業衛生学会が勧告する Skin Notation 等の記載状況を整理したデータベースを作成した。今年度は、データベースに、さらに Skin Notation が表記されるに至った理由や GHS 有害性情報を付け加えた。また、このデータベースを活用し、令和 6 年度から、各種保護具の使用が義務となる皮膚等障害化学物質の中でも、特に、皮膚から吸収され健康障害が生じるおそれがある物質 (皮膚吸収性有害物質) を、行政検討会「皮膚等障害化学物質の選定のための検討会」を開催し、選定した。

【研究業績・成果物】

[原著論文・総説]

- 1) Qi Y, Toyooka T, Horiguchi H, Koda S, Wang RS (2022) 2-Mercaptobenzothiazole Generates γ -H₂AX via CYP2E1-Dependent Production of Reactive Oxygen Species in Urothelial Cells. *J Biochem Mol Toxicol*, Vol.36, No.6, e23043.
- 2) Saho Kobayashi, Hiroki Kashiwagi (2023) DNA Damage Mediated by 4,4'-Methylenebis (2-chloroaniline) Cannot be Detected via the DNA Damage Marker γ -H₂AX: A Case Study, *Fund Toxicol Sci*, Vol.10, No.1, pp.21-25.
- 3) 小林沙穂, 本岡大社, 柏木裕呂樹, 豊岡伸哉, 小林健一 (2023) 芳香族アミン類 MOCA の DNA 酸化損傷に関する研究—ラット肝臓における 8-ヒドロキシ-2'-デオキシグアノシンの検討—, *労働安全衛生研究*, Vol.16, No.1, pp.45-49.
- 4) 小林沙穂, 柏木裕呂樹, 豊岡達士 (2023) 産業化学物質の *in vitro* 反復ばく露毒性試験法構築に向けた試み—職業性膀胱がん関連物質 MOCA を例とした単回ばく露との比較検討—, *労働安全衛生研究*, Vol.16, No.1, pp.65-70.

[報告書]

- 1) 皮膚等障害化学物質の選定のための検討会報告書, <https://www.mhlw.go.jp/content/11300000/001097501.pdf>

[解説等]

- 1) 豊岡達士 (2022) 化学物質管理最前線. 経皮ばく露が問題となる化学物質の物性的特徴. *安全と健康*, Vol.23, pp.54-57.

[特別講演等]

- 1) 豊岡達士 (2022) 産業化学物質の経皮ばく露による遅発性疾患の予防に向けて—どのような特性の物質に気を付けるべきなのか?—, *労働安全衛生技術講演会, 労働安全衛生総合研究所*.
- 2) 豊岡達士 (2022) 特別講演「経皮ばく露による遅発性疾患の予防にむけて—物質の物性と皮膚吸収等の関係について」, 第 81 回全国産業安全衛生大会.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 豊岡達士, 柏木裕呂樹, 柳場由絵, 馬場本絵未, 後藤裕子, 祁永剛, 王瑞生, 甲田茂樹 (2022) 産業化学物質の皮膚吸収性等と物理化学的特徴の関係に関する検討, 第 95 回日本産業衛生学会, *産業衛生学雑誌*, Vol.64 (Suppl.),

p.479.

- 2) 祁永剛, 豊岡達士, 柏木裕呂樹, 王瑞生, 堀口兵剛, 甲田茂樹 (2022) オルトフェニレンジアミンの皮膚吸収性、及び DNA 損傷誘導に関する検討, 第 95 回日本産業衛生学会, *産業衛生学雑誌*, Vol.64 (Suppl.), p.368.
- 3) 小林沙穂, 小林健一, 柏木裕呂樹, 王瑞生 (2022) 芳香族アミン類 MOCA ラット経口投与によるリンパ組織における細胞周期の予備的解析, 第 95 回日本産業衛生学会, *産業衛生学雑誌*, Vol.64 (Suppl.), p.475.
- 4) 王瑞生, 須田恵, 柳場由絵, 祁永剛, 豊岡達士, 甲田茂樹 (2022) マウスにおけるベンジルアルコール吸入ばく露後の体内動態, *産業衛生学雑誌*, Vol.64 (Suppl.), p.369.
- 5) 豊岡達士, 祁永剛, 王瑞生, 甲田茂樹 (2022) 3D ヒト培養皮膚における皮膚透過性が予想外であった物質の毒性について—オルトフェニレンジアミンの皮膚蓄積性と DNA 損傷性に関する研究, 第 49 回産業中毒・生物学的モニタリング研究会抄録集, p.20.
- 6) Rui-Sheng Wang, Yukie Yanagiba, Tatsushi Toyooka, Shigeki Koda (2022) Characteristics of the Percutaneous Absorption of MBOCA and its Pharmacokinetics in Rats After Dermal Contact, *Society of Toxicology 61st Annual Meeting, The Toxicologist*, Vol.186 (Suppl.), p.282.
- 7) R. S. Wang, Y. Yanagiba, M. Suda, Y. Qi, T. Toyooka (2022) The Behavior of Chemicals Within the Skin Influences their Toxicokinetics After Percutaneous Absorption. *16th International Congress of Toxicology, Abstracts / Toxicology Letters*, Vol.368 (Suppl.), pp.S243-S244.
- 8) Yonggang Qi, Tatsushi Toyooka, Hyogo Horiguchi, Rui-Sheng Wang, Shigeki Koda (2022) Genotoxicity Assessment of Six Aromatic Amines using γ -H₂AX. *The 7th Asian Conference on Environmental Mutagens*,
- 9) 小林沙穂, 柏木裕呂樹, 小林健一 (2022) 芳香族アミン類 MOCA は分裂期の異常により染色体異数性を引き起こす—MOCA 新規発がんメカニズムの解明—, 第 45 回分子生物学会年会, 1P-469.
- 10) 小林健一, 柏木裕呂樹, 小林沙穂 (2023) MOCA の反復経皮投与におけるラット血液毒性, 第 93 回日本衛生学会学術総会講演集, S212.

(6) 高齢労働者に対する物理的因子の影響に関する研究【4年計画の4年目】

柴田 延幸(環境計測研究 G), 外山 みどり(人間工学研究 G), 齊藤 宏之(環境計測研究 G), 高橋 幸雄(同), 上野 哲(同), 時澤 健(人間工学研究 G), 佐藤 明彦(労働災害調査研究 C), 澤田晋一(東京福祉大学), 久永直見(CKD 株式会社), 赤川宏幸(大林組)

【研究期間】 平成 31～令和 4 年度

【実行予算】 12 186 千円 (令和 4 年度)

【研究概要】

(1) 背景

近年、高齢労働者人口は増加の一途をたどり、労働災害に被災する高齢労働者も増加している。今後、社会保障の切り下げや定年延長などが予想され、高齢労働者がさらに増加する可能性がある。一方、加齢により生理的機能が変化することはすでに知られており、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することにより、高齢労働者が働きやすい職場となるよう改善策の提案を行い、最終的には労働災害を減らす一助になると考えられる。

(2) 目的

当研究では、騒音、振動、暑熱の物理因子に対する高齢労働者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を提案することを目的とする。扱う物理因子を騒音、振動、暑熱の 3 因子とし、因子ごとに設けた実験を主体とする 3 つのサブテーマと疫学研究のサブテーマ、合計 4 つのサブテーマのもと、研究を遂行する。サブテーマごとの目的は以下の通りとする。

1) 暑熱環境作業基準の策定

高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、高齢労働者向けの WBGT 基準値の補正值を提示し、高齢労働者の熱中症予防に寄与する。

2) 騒音による作業阻害に対する年齢の影響

一般に高齢者では若年者と比較して高周波域の聴力が特徴的に低下していることから(例えば、Kurakata et al. (2011) Acoust Sci Tech, Vol.32, No.1)、同じ騒音でも主観的な感じ方が若年者とは異なり、その心理的・生理的影響にも差が出る可能性がある。本研究では、高齢者群と若年者群での騒音による作業阻害の程度の違いを調べることで、騒音による作業への影響についての高齢者群の特徴を明らかにする。その結果に基づき、高齢労働者に適した職場の音環境の提言を目指す。

3) 手腕振動ばく露評価における加齢の影響と対策

加齢により手腕振動の感覚閾値が上昇することがあることは知られており、高齢労働者と若年者では振動ばく露に対する心理的・生理的および力学的応答に大きな差が生じる可能性がある。本研究では、手腕振動にばく露した際の高齢労働者の心理的・生理的および力学的応答を調べるとともに、それらをすでに知見を得ている若年者の心理的・生理的および力学的応答と比較することにより、高齢労働者の心理的・生理的および力学的応答および作業環境において想定される注意点を明らかにする。

4) 物理的因子の影響の疫学研究

物理的因子による疾病に関する高齢労働者の現状を把握し、対策のために必要なデータをアンケート調査で分析する。そのことにより、高齢労働者の物理的因子による疾病の減少に寄与する。

(3) 方法

1) 暑熱環境作業基準の策定

1-1) 被験者実験

60 歳代の健常成人男性 10 名(高齢者群)および 20～30 歳代の健常成人男性 10 名(若年者群)が参加する計画のうち、残りの若年齢群 4 名のデータを取得する。被験者は 5 回の異なる試行を、3 日以上の間隔をあけて行い、初回は身体計測および最大酸素摂取量の測定を行う。2～5 回目は、同じ作業負荷を異なる暑熱環境下でランダムに行う。過去の東京における夏季の温湿度データを参考に、WBGT 27.0 °C(室温 30.0 °C、相対湿度 65 %:警戒レベル)、WBGT 28.5 °C(室温 32.5 °C、相対湿度 60 %:厳重警戒レベル)、WBGT 30 °C(室温 35.0 °C、相対湿度 55 %:厳重警戒レベル)、そして WBGT 31.5 °C(室温 37.0 °C、相対湿度 50 %:危険レベル)の 4 種類の暑熱環境を設定する。被験者は作業服を着用し、室温 25.0 °C および相対湿度 50 % の環境下に入室し 30 分間安静する。その後、いずれかの暑熱環境の室温および相対湿度に変更し作業負荷を開始する。15 分間のサイクリング運動を 60 W の負荷で行い、10 分間の休憩の後、15 分間のアームクランキング運動を 20 W の負荷で行う。10 分間の休憩の後、同様にサイクリング運動、休憩、アームクランキング運動の順で行う。合計して、60 分間の運動と休憩時間 30 分を含め、90 分間の暑熱ばく露とする。どちらの運動もエルゴメータを用いて回転数は 60±5 回転/分とし、座位姿勢で行う。

深部体温として直腸温、皮膚温を胸部、上腕部、大

腿部、および下腿部の 4 点から全身平均皮膚温、局所発汗率および皮膚血流を前額部、胸部、前腕部、および大腿部において連続して測定する。また、血圧、心拍数、酸素摂取量、実験前後の体重減少率、および心理学的な暑熱負担として、温度感覚、温熱的不快感、口渇感、身体的疲労感、精神的疲労感を Visual Analog Scale を用いて評価する。

すべてのデータの取得を完了させ、統計解析を行う。また高年齢労働者向けに暑熱負担を軽減する対策を考案する。

1-2) 現場調査

昨年度実施した調査結果の解析を進めるとともに、建設現場における作業者を対象とした調査を行う。対象作業にはリストバンド型心拍計および活動量計を着用し、作業中の心拍数ならびに活動量を取得するとともに、心拍計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 値を推定する。作業内容・作業強度については、COVID-19 感染拡大の影響で立ち入りが制限されることから、作業者に装着した小型カメラによる映像を解析することにより把握を行い、作業強度別の WBGT と心拍数の関連性についての解析を行う。

1-3) 労働災害データの解析

昨年度までに整理した死亡労働災害データを元に、災害調査復命書の調査を実施し、概ね過去 10 年間の死亡災害の状況についての解析を行う。

2) 騒音による作業阻害に対する年齢の影響

種々の音響特性(周波数スペクトル、音圧レベル等)の騒音をばく露するという条件下で、高齢被験者群(55 歳以上)と若年被験者群(20~30 代)で、必要ならば中間層群(40~54 歳)にも作業課題を行わせ、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)を測定する。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について高齢被験者群の特徴を見出す。

3 年目は、予備実験を実施することにより、実験条件の確認等を行った。

3) 腕振動ばく露評価における加齢の影響と対策

最終年度となった 3 年目(3 のみ 3 年計画)は、振動障害の主徴である白ろう病より発現率が 3 倍高いとされる前駆症状の一つ「末梢神経障害」を振動障害予備群のスクリーニング指標として提案した VPTW (下降法によって得られた指先振動感覚閾値 Td(dB) と上昇法によって得られた指先振動感覚閾値 Ta(dB) の差 Td-Ta) の妥当性の最終評価として、これまでに 60~75 歳の高齢者ばく露群(G1)、60~75 歳の高齢者非ばく露群(G2)、20 代の若年者非ばく露群(G3)の

各 10 名ずつ計 30 名に対して行った振動ばく露後の VPT 回復測定試験の結果を統計的に解析して、高齢者の振動ばく露作業において懸念される蓄積性の影響を提案する新指標 VPTW でモニタリングする可能性について検討した。

また、振動ばく露作業をするうえで着用が推奨される防振手袋について、着用による疲労の影響の違いを高齢者と若年者で比較検討するために手袋着用時の模擬手腕振動ばく露作業時の前腕及び上腕における筋電測定を行った。

4) 物理的因子の影響の疫学研究

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アンケート調査を実施する。質問項目は、高温条件だけでなく寒冷条件、振動、騒音等も含め現状把握をする。作業様態、労働の三管理、個人が行っている疾病防止対策や個人の知識についての質問も含める。物理的因子による業務上疾病と関連性が指摘されている項目はアンケートに含め疾病との関連性を検討する。

(4) 研究の特色・独創性

1) 暑熱環境作業基準の策定

今後増加することが予想される高齢労働者の熱中症対策について、高齢労働者特有の問題点を把握し、高齢者向けの基準値を提示することが本研究の特色である。高齢者と熱中症に関する研究は多くなされているが、そのほとんどが一般生活環境におけるものであり、高齢労働者の熱中症についての研究はほとんどなされていないことから、独創性は高いと考える。

2) 騒音による作業阻害に対する年齢の影響

本サブテーマの特色は、種々の騒音へのばく露条件下で、高齢被験者と若年被験者の作業遂行性にどのような差があるのかを調べる点にある。高齢者に対する騒音の影響についての研究は過去にも多くあるが、特に作業阻害に着目した、同一ばく露条件下での若年者との比較研究は少ない。

3) 手腕振動ばく露評価における加齢の影響と対策

手腕振動ばく露に対する高年齢労働者の心理的・生理的および力学的応答特性を明らかにすることを特色とし、得られる成果を高年齢労働者の手腕振動ばく露管理に役立てることを目標としている。これまでの研究では、平時における指先振動感覚閾値の加齢影響に関する研究結果のみの報告が若干あるのみであったが、本研究では手腕振動ばく露後の指先振動感覚閾値の過渡的な変動特性に着目してその加齢影響を明らかにしようとしている点、また高年齢労働者の手腕振動ばく露における周波数補正特性を明らかにしようとしている点に独創性を見出すことができる。

4) 物理的因子の影響の疫学研究

高齢労働者に関する物理的因子の業務上疾病についての実態把握や作業様態、労働管理、業務上疾病の知識や防止策のアンケート調査をおこなう。物理的因子全般についての対策に重点を置いたアンケート調査は少ない。特に高齢労働者についての研究はほとんどなされていないことから、独創性は高いと考える。複数の業種に対してアンケートを実施することも本研究の特色である。

【研究内容・成果】

1) 暑熱環境作業基準の策定

1-1) 被験者実験

高齢者群と若年者群の暑熱負担を比較すると、WBGTが高くなるほど、深部体温の指標となる直腸温(図1)の差が大きくなる反応が見られた。WBGTと深部体温の回帰式から求めると、WBGTが1℃上がると深部体温は、高齢者群で0.1℃、若年者群で0.05℃上がる。軽作業のWBGT基準値を超える31.5℃で90分作業を行った場合、高齢者群ではISO 12894で定める深部体温の上限値38.0℃に達する。同じ条件で、若年者群では37.6℃にとどまる。したがって、高齢者群を若年者群と同程度にするためには、WBGTを2℃下げる必要があるが、上限値を下回る程度に抑えるのであれば1℃下げることが想定される。

高年齢労働者向けの暑熱負担軽減対策について、電動ファン付き作業服を着用する際に、インナーを浸潤させ蒸散性熱放散を亢進させる方法について検討を行った。その結果、乾いたインナーを着用する条件と比べて深部体温の上昇は小さく、全身発汗量は少なかった(図2)。効果に若年者群と高齢者群で違いはなかった。加齢とともに発汗は少なくなることから、汗に頼らず暑熱負担が軽減される本方法は、高年齢労働者に最適であると考えられる。

1-2) 現場調査

令和4年度は、建設現場にて作業している12名の建設作業員から心拍数、活動量計、WBGT値ならびに作業内容・作業強度のデータを得た。動画から作業内容を類推し、ISO 8996に基づいて作業強度を割り当てた。その上で、研究全体で有効なデータが得られた計20名のデータの解析を行った。対象者の年齢内訳は、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名である。

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

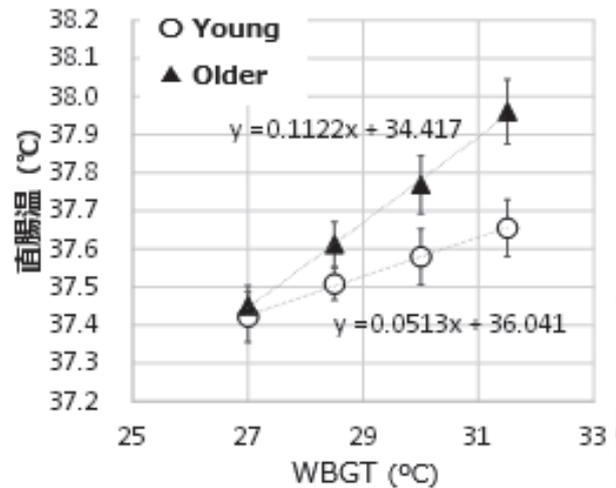


図1 WBGTと直腸温の最高値
Young(若年者群)、Older(高齢者群)

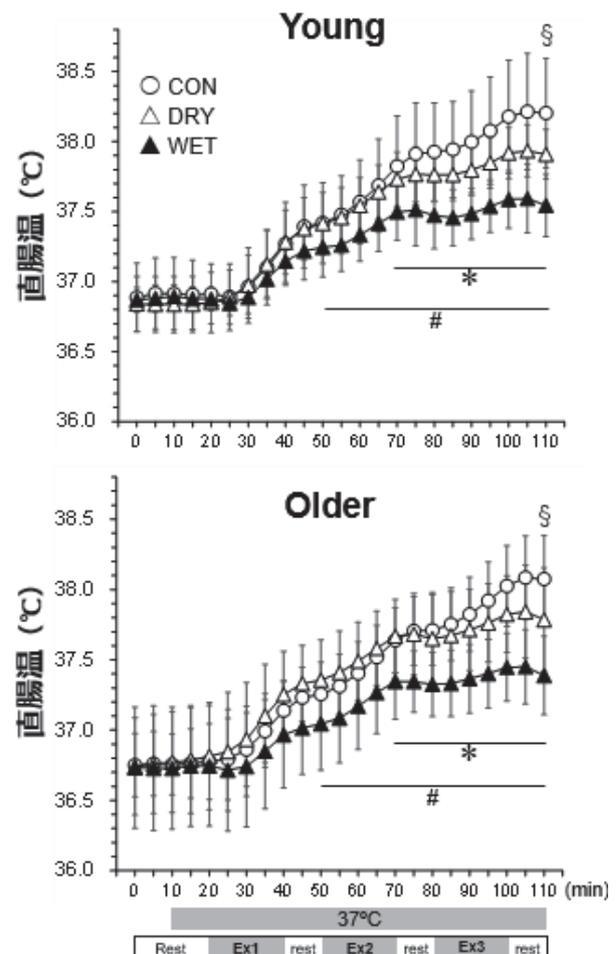


図2 若年者群(Young)および高齢者群(Older)における直腸温の変化

CON: 乾いたインナーを着用し電動ファン付き作業服のファンを稼働しない試行、DRY: 乾いたインナーを着用し電動ファン付き作業服のファンを稼働する試行、WET: 濡れたインナーを着用し電動ファン付き作業服のファンを稼働する試行。*: $p < 0.05$, CON vs. WET, #: $p < 0.05$, DRY vs. WET, §: $p < 0.05$, CON vs. DRY

一年齢]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は高いという傾向が見られ、回帰直線の傾きも急であった(図3)。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端を表している可能性が示唆された。

1-3) 労働災害データの解析

清瀬地区・災調センターにて2011~2020年の熱中症死亡災害の災害調査復命書の調査を実施した(n=176)。このうち、高年齢労働者(60歳以上)に該当するデータは31例(60代20例、70代9例、80代2例)であった。また、事業場規模別では10人未満の零細企業が84例(48%)、10~49人が61例(35%)、50~99人が13例(7%)と、小規模な事業場での熱中症発生が8割以上を占めていた(図4)。さらに熱中症死亡者を事業所規模別、年代別にみたところ、熱中症で死亡した高齢者の多くが小規模事業所にて罹災していることがわかった(表1)。このことから、高齢者の熱中症災害を防止するためには、小規模事業場における対策を強化する必要があることが示唆された。

また、気象庁のサイトより発生場所近傍の気象データ(発生時刻の気温及び、発生日の最高気温)を得た。このうち、屋外での発生事例(n=134)について、若年群(50歳未満)と高齢群(50代以上)で発生時刻の気温及び日最高気温の分布を比較したところ、明確な差は見られなかった。

2) 騒音による作業阻害に対する年齢の影響

令和4年度(4年目)の実験では、前年度までと同じく、江川の研究(SRR-No.13(1993))で使用された作業課題(前年度の年報を参照)を使用した。騒音のばく露条件も、「ばく露音無し」、「ピンクノイズ」、「低周波域を強調したホワイトノイズ」、「高周波域を強調したホワイトノイズ」の4種類(いずれもばく露時間は20分)で、前年度と同じである。但し、予備実験の結果を参考に、より明確な結果が得られることを期待して、ばく露する騒音の音圧レベルを60dB(A)から65dB(A)に引き上げた。被験者には、各ばく露時間内にできるだけ正確に、またできるだけ早く作業を行うように(多くの処理を行うように)指示をした。さらに、各ばく露音に対する被験者の主観的印象を評定尺度法(「非常に小さい」:1、「小さい」:2、「やや小さい」:3、「どちらともいえない」:4、「やや大きい」:5、「大きい」:6、「非常に大きい」:7の7段階での評価)で尋ねた。

被験者は、「高齢(55歳以上)+聴力正常群」、「高齢(55歳以上)+聴力低下群」及び「若年(20~30代)

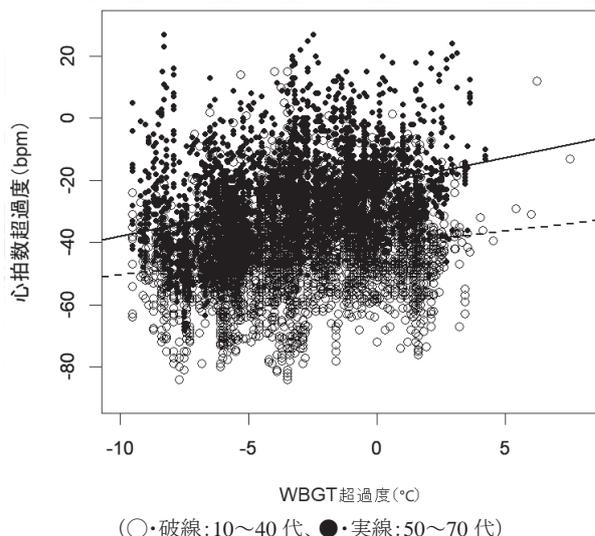


図3 年齢区別のWBGT超過度と心拍数超過度の関連性

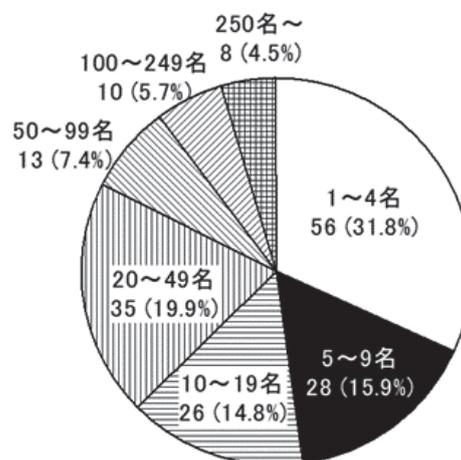


図4 熱中症死亡者の事業所規模別内訳

表1 熱中症死亡者の事業所規模別・年代別内訳

事業場規模	10代	20代	30代	40代	50代	60代	70代	80代	合計
1~4名	2	5	10	16	13	5	5	0	56
5~9名	1	1	3	7	11	2	2	1	28
10~19名	0	1	5	6	8	5	0	1	26
20~49名	0	2	8	9	8	6	2	0	35
50~99名	0	1	2	3	5	2	0	0	13
100~249名	0	1	0	7	2	0	0	0	10
250名~	0	1	1	2	4	0	0	0	8
合計	3	12	29	50	51	20	9	2	176

群」の3群各4名(計12名)である。

結果の一例として、表2に「高齢+聴力正常群」の4名の結果を示す。ばく露音が変わっても、処理数やエラー率(ここでは、スケール選択の誤り、または数値入力の際の誤りのどちらかがあった場合をエラーとした)にはほとんど影響が無いことが分かる。

次に、図5~図8に、3つの被験者群での評定尺

表 2 「高齢+聴力正常群」での実験結果の一例

	ばく露音			
	音無し	ピンク	ホワイト (高域強調)	ホワイト (低域強調)
処理数	320	319	290	289
処理時間 平均値 [sec]	14.9	14.9	16.4	16.5
処理時間 SD [sec]	7.2	5.6	6.8	4.3
エラー数 (エラー率[%])	34 (10.6)	34 (10.7)	35 (12.1)	39 (13.5)

度法によるばく露音の印象評価の結果を示す。「若年群」と「高齢+聴力正常群」は、ばく露音に対してよく似た印象を持っていることが分かる。それに対して「高齢+聴力低下群」は、他の2群と比較して印象の強度が弱いように見える(極端な印象にならないことが多い)。

3) 手腕振動ばく露評価における加齢の影響と対策

振動障害予備群のスクリーニングとして末梢神経障害の兆候をモニタリングすべく提案した新指標 VPTW は、手腕振動のばく露履歴がない場合には年齢に関係なく直近の振動ばく露とそれによる回復過程の影響を受けないことが示された。また、高齢者ばく露群の VPTW は、非ばく露群の VPTW よりも優位に高い値を示すとともに振動ばく露後の急性影響として値が不安定に変動した。この傾向は、模擬的にばく露させた手腕振動の種類(単発長持続または繰り返し)に関係なく一貫したものであったことから、振動障害予備群のスクリーニング指標として極めて有効であることが示された(図 9)。

また、繰り返し振動ばく露後の残留振動感覚閾値移動(TTS)は、高齢者ばく露群では繰り返し数の増加に対して有意な値の変化は認められず、回復係数も大きかったが、非ばく露群では年齢に関係なく繰り返し数の増加に伴い残留 TTS の値は優位に増加した。したがって、VPTW と残留 TTS を組み合わせることにより、振動ばく露による蓄積性の影響を評価することが可能であることが示された(図 10)。

防振手袋着用による疲労の影響の違いを高齢者と若年者で比較検討するために手袋着用時の模擬手腕振動ばく露作業時の前腕及び上腕における筋電測定を行った結果によると、高齢者はばく露群および非ばく露群の区別に関係なく握力の維持が若年者より難しいこと、手袋の厚さが大きいと結果として握り径が大きくなり、このことが疲労を助長させることが明らかになった。このことから、高齢者には防振材が薄い手袋の方が対疲労性の点では向いていることが示された。

4) 物理的因子の影響の疫学研究

温熱、寒冷、振動、騒音の 4 つの物理因子の労働

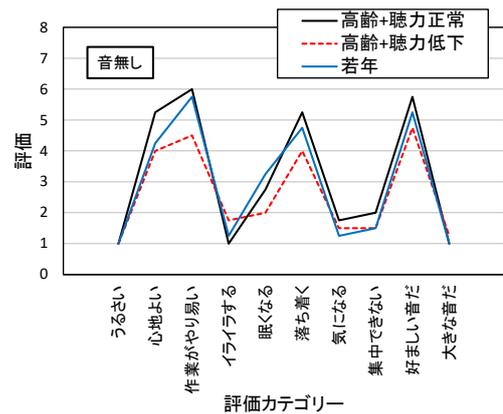


図 5 ばく露音が無い時の印象評価

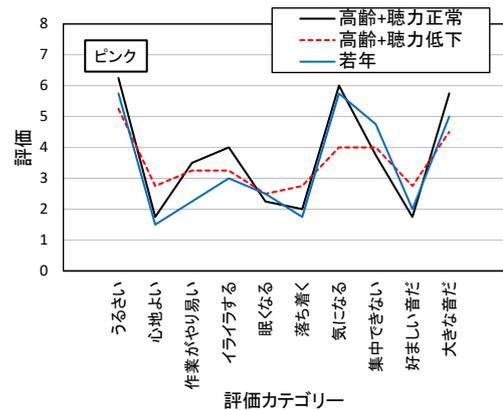


図 6 ばく露音の印象評価(ピンクノイズ)

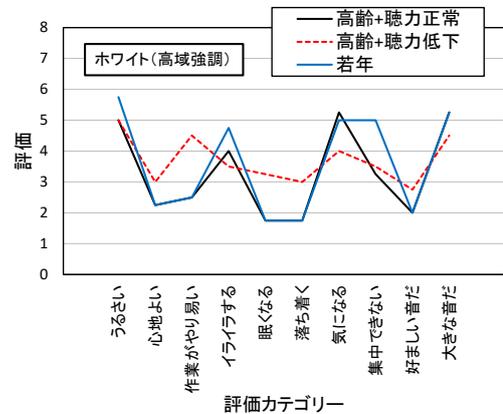


図 7 ばく露音の印象評価(ホワイトノイズ高域強調)

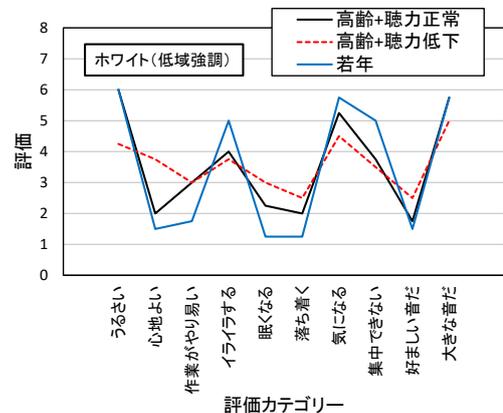


図 8 ばく露音の印象評価(ホワイトノイズ低域強調)

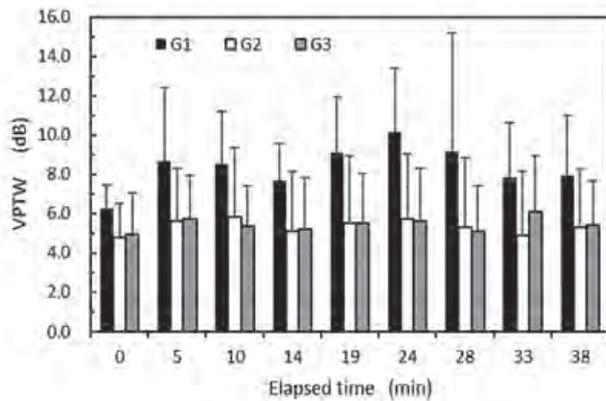


図9 VPTW(125 Hz)の時間変化

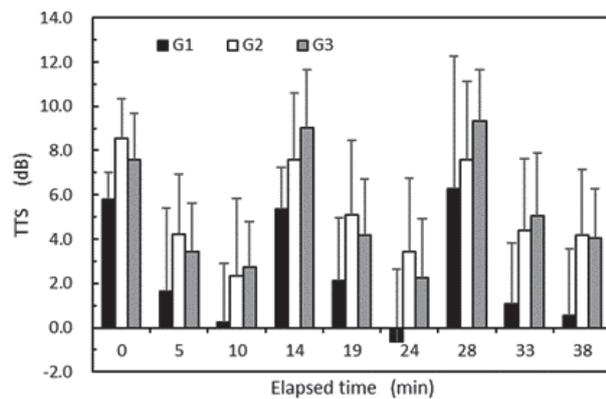


図10 残留 TTS(125 Hz)の時間変化

表3 年齢別・物理因子別の障害率(男性)

年齢	暑熱障害数 /ばく露数	寒冷障害数 /ばく露数	振動障害数 /ばく露数	騒音障害数 /ばく露数
20-29	▲31.2%	▲24.7%	42.8%	18.8%
30-34	▲30.1%	▲18.9%	38.8%	19.8%
35-39	27.5%	13.9%	35.5%	13.4%
40-44	24.7%	14.0%	36.9%	14.1%
45-49	26.4%	10.7%	36.6%	16.0%
50-54	21.9%	▽8.9%	36.9%	16.1%
55-59	24.8%	▽8.5%	38.3%	15.0%
60-64	▽18.5%	▽7.7%	41.6%	17.4%
65-	▽15.7%	▽7.0%	28.2%	13.8%
平均	24.7%	12.4%	37.6%	16.1%

者に対する影響について大規模 Web 調査を行った。14 176 人の労働者から回答があった。年齢別の内訳は、20～34 歳(2 887 人)、35～44 歳(3 192 人)、45～54 歳(3 419 人)、55～64 歳(3 224 人)、65 歳以上(1 454 人)であり、55 歳以上の高年齢労働者からも相当数のサンプルが得られた。回答者の地域は全国に及んだ。“仕事中に各物理的因子にさらされることがありますか？”の質問への回答で、温熱(43.8%)、寒冷(33.6%)、振動(16.7%)、騒音(29.3%)のばく露率が得られた。“各物理的因子にさらされることにより健康障害が起きたことがありますか？”の質問に対して、ば

く露を受けた人の中で障害が発症した割合(以下、障害率)を求めると、振動(38.3%)、暑熱(26.7%)、騒音(15.7%)、寒冷(12.8%)の順に高かった。

各物理因子の障害率を男性に関して年齢別に比較すると表3のように、暑熱に関しては20～34歳が有意に高く、60歳以上で有意に低くなった。寒冷に関しても若年者の20～34歳で有意に高く、50歳以上で有意に低かった。振動、騒音では年齢に関して有意差がなかった。女性は4つの物理因子について年齢で有意差がなかった。

【研究業績・成果物】

【原著論文】

- 1) 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) 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*, Vol.5, No.4, pp.803-816.

【国内外の研究集会発表】

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 齊藤宏之, 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 1 報), 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.347.
- 4) 齊藤宏之, 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.
- 5) 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, Vol.70 (Suppl.), p.別 58.
- 6) 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.
- 7) Satoru Ueno, Naomi Hisanaga, Nobuyuki Shibata (2022) Investigation of Heat Stroke Risk Factor in the Workplace by Large-scale Web Survey. *Safety and Health at Work*, Vol.13 (Suppl.), International Congress on Occupational Health (ICOH 2022), S270.

(7) 健康のリスク評価と衛生管理に向けた労働体力科学研究【3年計画の3年目】

松尾 知明(人間工学研究 G), 蘇 リナ(同), 時澤 健(同), 小山 冬樹(同),
西村 悠貴(産業保健研究 G), 甲田 茂樹(所長代理),
田中 喜代次(筑波大学), 水上 勝義(同), 日野 俊介(株式会社ルネサンス)

【研究期間】 令和2～令和4年度

【実行予算】 21,223千円(令和4年度)

【研究概要】

(1) 背景

「少子高齢化・労働人口減少」の問題が顕在化している中、“病気を予防し元気に働き続けること”へのニーズは、労働者個人、事業場、国、いずれの立場からも今後ますます高まりそうである。この問題で課題先進国とされる本邦において、疾病予防の観点から“労働者の体力”に関わる知見を深め、得られた研究成果を国内外に発信する意義は大きい。

“体力”の概念としては持久力や筋力など身体機能のイメージが先行するが、学術的には、体力を“身体的要素”と“精神的要素”の2要素で捉えようとする考えが古くからある[1]。人が様々なばく露因子から身を守る力(体力)には、身体的体力(Physical Fitness: PF)だけでなく、精神的体力(Mental Fitness: MF)も必要とする考え方である。従来、このような考え方は、体力の構成概念を説明する際に用いられる程度であったが、うつ病などの精神疾患に罹患する労働者が多い昨今の現状に鑑みると、労働者の体力をPFとMFの両面から検討し、疾病予防に役立てることは、現代に生きる労働者の健康を守る上で合理的であり、重要と思われる。しかし、このような視点から取り組まれた研究は国内外で見当たらない。我々はこの課題に疫学研究の手法を用いて取り組もうとしているが、そのためにはまず、労働者の実状を的確に捉えるための評価指標が必要となる。

PFの中でも疾病との関わりが特に強いのが心肺持久力(Cardiorespiratory Fitness: CRF)である。いくつかの要因(高血圧、喫煙、糖尿病など)の中で死亡リスクへの影響が最も強いのはCRFであったことが示されるなど[2]、CRFは疾病予防の観点で重要とされる。しかし、著名な学会(American Heart Association)が「多くの重要なリスクファクターの中で唯一定期検査の項目でないのはCRFである」と問題提起[3]したことからも分かるように、CRFは疾病予防策として普及していない。本邦では、1988年の労働安全衛生法改正によりTHP(トータルヘルスプロモーションプラン)が推進され、その一環として労働者のCRFを定期的に検査したり、その向上を図ったりする試みがなされたが、CRF評価が労働者の健康管理に根付いたわけではない。その大きな要因と

して検査法の問題が挙げられる。CRF評価のゴールドスタンダードは、運動負荷試験で測定される最大酸素摂取量(VO_{2max})であるが、 VO_{2max} 測定は対象者がきつい運動をする必要があったり、測定に時間がかかったりするため汎用性に欠け、一般化しにくい。文部科学省は20～64歳の成人に対し、 VO_{2max} 測定の代替法として20mシャトルランや急歩を提示[4]しているが、汎用性に欠ける点では VO_{2max} 測定と同じである。CRFを労働者の健康管理に活用するためには、簡便、且つ、安全な検査法が必要である。

他方、MFに関しては、体力の構成要素として提唱[1]されてはいるものの、その概念が先行研究で深く掘り下げられているわけではない。したがって本研究では、労働者のMFを定義したり、その理論モデルを構築したりするところから始める必要がある。労働者の心理状態に関わる理論としてよく知られているものには、“ワーク・エンゲイジメント[5]”、“SOC(首尾一貫性)[6]”、“レジリエンス[7]”などがある。これらにはそれぞれ評価指標(質問票)が存在するが、評価指標開発に当たっては、事前に理論生成のための質的研究がなされている場合が多い。本研究のMFについても、理論生成に向けた質的研究がまず必要となる。

(2) 目的

本研究では“労働者の体力”を「健康を脅かす様々なばく露因子から労働者自身が自らを守る力であり、PFとMFの2要素から成るもの」と定義した上で、職域における疫学調査や健康管理施策での活用を企図したPF・MFそれぞれの評価指標を検討すると共に、それら評価指標を用いた大規模調査を効率的に行うためのデータ収集システムを構築する。

(3) 方法

1) PF評価の妥当性検証のための介入実験とデータ収集システムの構築

本研究のPF評価にはCRF値を用いた。我々は本研究に先行し、労働者のCRFを簡便、且つ、安全に評価する方法を開発する研究に取り組み、 VO_{2max} 測定の代替法として質問票(WLAQ)[8]や簡易体力測定法(JNIOOSH Step Test: JST)[9]を提案している。これらの研究では、WLAQやJSTによる推定 VO_{2max} と実測 VO_{2max} との関係を横断的に分析

し、推定値の妥当性を示した。しかし、それら推定値でCRFを定期的に評価する場合、実測値の変化の程度を推定値で追従できなければならない。その検証には横断研究では十分でなく、縦断研究が必要である。令和2年度(1年目)にこの検証を目的とした介入実験を行い、令和3~4年度(2~3年目)にデータ分析と学会や論文での成果公表を行った。

また、本研究では、企業などの事業場でPFやMFのデータを収集するための、また、収集データの分析結果を健康情報として参加者に返却するための仕組み(Webサイトやアプリ、サーバー等を連動させたデータ収集システム)の構築を課題として掲げている。1~2年目は、先行研究で指標開発の目途がついているPF評価に関わる部分のシステム構築を進め、最終年度である今年度(令和4年度)は、MF評価に関わる部分の構築にも取り組んだ。

2) MF評価指標の検討

本プロジェクト研究では、MF研究の萌芽期としてその基盤を形成するため、評価指標開発に向けたデータ収集を行った。その手順は以下の通りである。

令和2年度(1年目)には、本研究内でPFとMFをいかに定義するかを検討するとともに、労働者の心理状態に関するすでに確立された理論(ワーク・エンゲイジメントやSOCなど)について、理論そのものや理論に基づいた質問票が開発された経緯を精査する作業を行った。

令和3年度(2年目)には、MF理論生成に向けた質的研究と、令和4年度に予定している被験者実験に向けた予備実験を行った。質的研究の方法は、Modified Grounded Theory Approach (M-GTA法) [10]に基づく、インタビュー形式による調査を採用した。M-GTA法は理論生成を目的とした質的研究で活用されている研究手法である。

令和4年度(最終年度)には、インタビュー調査のデータを用いて質問票(Occupational Mental Fitness Questionnaire: OMFQ)を開発したうえで、OMFQやスマートホンアプリ、ウェアラブル機器、唾液等から情報を取得する被験者実験を行った。

(4) 研究の特色・独創性

本研究により、労働者のPFとMFを調査するための評価指標とそのツールが考案され、それらを疫学調査で活用するためのデータ収集システムが構築された。その結果、体力を身体面と精神面の両面から捉えることにより労働者の疾病予防策を検討する、国内では唯一の、国際的にも貴重な疫学調査研究の基盤が構築された。

【研究成果】

(1) PF評価の妥当性検証のための介入実験とデータ収集システムの構築

運動トレーニングによる実測VO_{2max}の変化に、WLAQやJSTによる推定VO_{2max}がどの程度連動するかを検証する介入実験を令和2年度(1年目)に行った。運動介入により対象者(15人)の実測VO_{2max}の平均値は有意に増加し、非トレーニング期間に有意に減少したが、実測高値を過小評価する特徴のある重回帰モデル法による推定では、介入によるVO_{2max}の増加分を適切に評価できておらず、補正が必要であることが分かった。補正した推定VO_{2max}は実測VO_{2max}の変化に概ね連動した。この結果を国内学会や国際誌で発表した。

システム構築に関わる成果を以下に示す。本研究の期間内に、企業等で勤務する労働者のデータを効率的に得るためのITコンテンツを複数開発し、一部のコンテンツは本研究の実験や調査に活用した。

1) 活動日誌Webアプリ

研究参加者が、起床、就寝、出勤、退勤等の時刻をスマートホンで簡単に記録できるWebアプリを開発した。これまでは紙冊子を参加者一人ひとりに配布し、記録していたが、このシステムを用いることで、対象者だけでなく、分析担当者の負担が大きく軽減した。

2) HANAE2

ウェアラブル機器で得られる身体活動量等のデータや活動日誌アプリから得られるデータをスピーディに処理するためのシステムを開発した。システムを使うことによるデータ収集の効率化の程度をまとめ、国内学会で発表した。



図1 活動日誌Webアプリシステム

3) 質問調査 Web システム

企業等に勤務する労働者が WLAQ や OMFQ に回答するための Web システムを開発した。本システムは、参加者サイト、企業の調査担当者サイト、研究所の調査担当者サイトと、それらの情報を管理するデータベースで構成される。その特徴は、参加者が自身のパソコンやスマートフォンを用いて質問に回答できる点、協力企業と研究所間のデータの受け渡しを、参加者の氏名やメールアドレス、社員番号などの個人情報を省いた形で行える点、自動集計されたデータセットを CSV ファイルで速やかにダウンロードできる点などである。このシステムを用いることで、数千人規模の企業複数社の調査を、数名の担当者のみで効率よく行うことが可能になった。

4) MF アプリ

日常生活内で感じる“職務に対する意気込み”に関する情報をスマートフォンで記録するための Web システムを開発した。

5) 各種動画

開発した体力検査法(JST)や推奨運動プログラムに関わる動画を制作した。

6) 結果返却システム

測定結果(評価値)を参加者に効率的にフィードバックするための Web システムを開発した。

7) 疫学調査用ポータルサイト

共同研究先の企業等の従業員が上述の各種コンテンツにアクセスするための Web サイトを制作した。

(2) MF 評価指標の検討

1) MF 理論生成に向けた質的研究

本研究では、“労働者の体力”を「健康を脅かす様々なばく露因子から労働者自身が自らを守る力であり、PF と MF の 2 要素から成るもの」、また、PF を「身体を継続的に活動させるために体内に保持されている肉体エネルギー」、MF を「職務に向き合った際に体躯や神経を発動させるための主観的な精神エネルギー」とそれぞれ定義した。図 5 に示すように、労働者が職務に向き合うにあたっては、資本となる肉体エネルギーだけでなく、それを発動させるための精神エネルギーも重要と捉える見方である。広辞苑では“エネルギー”を“活動の源として体内に保持する力”と説明している。体力の精神的要素の意義を唱える猪飼[1]は、体力をエネルギー論的に考察することの重要性を説いており、また、トップアスリートの心理研究で著名な Jim Loehr[11]も、試合や記録に挑むアスリートの精神状態をエネルギーの観点から説明している。本研究での PF や MF の概念は、これらの学説を支持する立場から形成した。



図 2 体力検査法(JST)の説明動画



図 3 結果返却サンプル

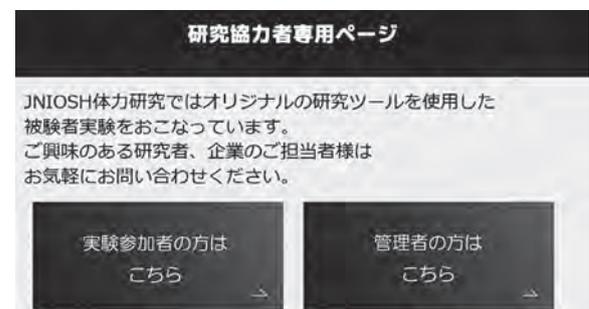


図 4 データ収集・評価システムのポータルサイト

令和 3 年度に MF 理論モデルの生成に向けた質的研究として、25~65 歳の労働者男女 50 名を対象に、M-GTA 法によるインタビュー調査を行った。各対象者に対し、半構造化法による 90 分程のインタ

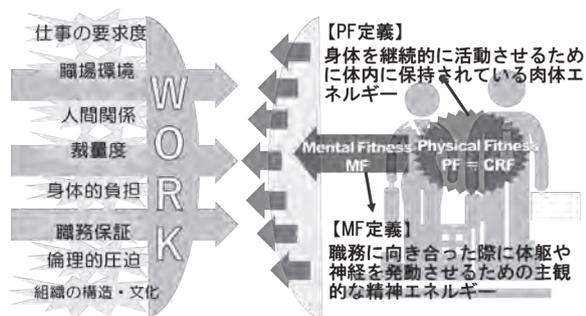


図5 PFとMFの定義と位置づけ

ビューをビデオ通話形式で行い、文字化した録音データを分析した。分析の結果、以下の構成概念からなるMF理論モデルを定めた。まず、MFを2つの大概念(カテゴリー)、すなわち、オフエンシブ要因(一歩踏み出すための気力/満足感)とディフェンシブ要因(踏みとどまるための気力)から成るものとし、オフエンシブ要因は、「適職意識」など10個の概念で、ディフェンシブ要因は、「評価への欲求・他者との比較」など7つの概念でそれぞれ構成されるものとした。この結果を国内学会で発表し、現在、論文発表作業を進めている。令和3年度はさらに、MR理論に基づいた質問票OMFQを開発した。

2) MF評価法開発に向けた被験者実験

今年度(令和4年度)は、MF評価法開発に向けた被験者実験に取り組んだ。実験には労働者男女85人が参加した。取得したデータは、

- ①対象者が日常生活内で感じる“職務に対する意気込み”に関する情報(MFアプリ)
- ②労働者の心理状態を表す既存の質問票やOMFQから得られる情報
- ③コルチゾールや心拍変動(自律神経)など、ストレスに関与することが知られている生体情報
- ④PFに関する情報(CRF評価値)

である。

現在、データ分析作業を進めており、まとも次第、学会発表や論文発表を行う。

【参考文献】

- [1] 猪飼道夫 (1967) 日本人の体力, 心とからだのトレーニング, 日本経済新聞社.
- [2] Jonathan Myers, Manish Prakash, Victor Froelicher, Dat Do, Sara Partington, J Edwin Atwood (2002) Exercise Capacity and Mortality Among Men Referred for Exercise Testing. The New England Journal of Medicine, 14; 346 (11): pp.793-801.
- [3] Robert Ross, Steven N Blair, Ross Arena, Timothy S Church, Jean-Pierre Després, Barry A

Franklin, William L Haskell, Leonard A Kaminsky, Benjamin D Levine, Carl J Lavie, Jonathan Myers, Josef Niebauer, Robert Sallis, Susumu S Sawada, Xuemei Sui, Ulrik Wisløff (2016) Importance of Assessing Cardio-respiratory Fitness in Clinical Practice: A Case for Fitness as a Clinical Vital Sign: A Scientific Statement from the American Heart Association. Circulation, Vol.134, No.24, pp.e653-e699.

- [4] 文部科学省新体カテスト実施要項 https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/stamina/03040901.htm(最終アクセス日 2023年6月19日)
- [5] Wilmar B. Schaufeli, Akihito Shimazu, Jari Hakanen, Marisa Salanova, Hans De Witte (2019) An Ultra-short Measure for Work Engagement, European Journal of Psychological Assessment, Vol.35, No.4, pp.577-591.
- [6] Monica Eriksson, Bengt Lindström (2005) Validity of Antonovsky's Sense of Coherence Scale: A Systematic Review. Journal of Epidemiology and Community Health, Vol.59, No.6, pp.460-466.
- [7] 井隼経子 (2017) 心のレジリエンスを測定する, Re 特集レジリエンス, Vol.194, pp.48-51.
- [8] Tomoaki Matsuo, Rina So, Masaya Takahashi (2020) Workers' Physical Activity Data Contribute to Estimating Maximal Oxygen Consumption: A Questionnaire Study to Concurrently Assess Workers' Sedentary Behavior and Cardio-respiratory Fitness. BMC Public Health. Vol.20, No.1, p.22.
- [9] Tomoaki Matsuo, Rina So, Masaya Takahashi (2020) Estimating Cardiorespiratory Fitness from Heart Rates Both During and After Stepping Exercise: A Validated Simple and Safe Procedure for Step Tests at Worksites. European Journal of Applied Physiology, Vol.120, No.11, pp.2445-2454.
- [10] 木下康仁 (2003) グラウンデッド・セオリー・アプローチの実践, 弘文堂.
- [11] Jim Loehr, Tony Schwartz (2003) The Power of Full Engagement, Free Press.

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) Tomoaki Matsuo, Rina So, Fumiko Murai (2022) Improved VO_{2max} Estimation by Combining a Multiple Regression Model and Linear Extrapolation Method. Journal of Cardiovascular Development and Disease. Vol.10, No.1, p.9.
- 2) Tomoaki Matsuo, Rina So, Fumiko Murai (2023) Estimation Methods to Detect Changes in Cardiorespiratory Fitness Due to Exercise Training and Subsequent Detraining. European Journal of

Applied Physiology, Vol.123, No.4, pp.877-889.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 松尾知明, 蘇リナ, 村井史子, 西村悠貴, 日野俊介, 水上勝義 (2022) 労働者の精神的体力 (Mental Fitness)に関する質的研究, 第 77 回日本体力医学会大会抄録集, p.237.
- 2) 村井史子, 蘇リナ, 松尾知明 (2022) 大規模疫学調査に向けた「労働者生活活動時間調査票(JNIOOSH-WLAQ)」の Web 化, 第 24 回日本運動疫学会学術総会抄録集, p.41.
- 3) Tomoaki Matsuo, Rina So, Fumiko Murai (2023) Estimation Methods for Detecting Changes in Cardiorespiratory Fitness Due to Exercise Training and Subsequent Detraining. Annual Meeting of American College of Sports Medicine, Denver, USA.
- 4) 松尾知明, 蘇リナ, 村井史子, 西村悠貴, 日野俊介, 水上勝義 (2023) 精神的体力の理論モデル生成に向けた質的研究, 第 96 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.65, p.336.
- 5) 薛載勳, 蘇リナ, 村井史子, 松尾知明 (2022) 日勤労働者の勤務日における睡眠・活動リズムと心肺持久力との関係～activPAL を用いた Non-parametric Actigraphy 分析:横断的検討～, 第 25 回日本運動疫学会学術総会抄録集, p.45.
- 6) 蘇リナ, 村井史子, 中村有里, 薛載勳, 松尾知明 (2022) 職種別・男女別にみた日本人労働者の座位時間と健康リスク, 第 25 回日本運動疫学会学術総会抄録集, p.46.
- 7) 村井史子, 蘇リナ, 中村有里, 松尾知明 (2022) 大規模疫学調査に向けたデータ収集、身体活動分析ツールの開発～Web 活動日誌、HANAE2 の紹介～, 第 25 回日本運動疫学会学術総会抄録集, p.4.

[講演]

- 1) 松尾知明 (2022) 一般公開特別講演「健康リスクとカラダの力(身体的体力・精神的体力)」, 労働安全衛生総合研究所.



研究所紹介 夏期建設現場における暑熱ストレスの評価

(8) 腰痛予防と持ち上げ重量に関する研究【4年計画の2年目】

岩切 一幸(人間工学研究 G), 杜 唐慧子(同), 小山 冬樹(同), 外山 みどり(環境計測研究 G),
佐々木 毅(産業保健研究 G), 三木 圭一(同),
泉 博之(日本製鋼所 M&E 株式会社), 田中 孝之(北海道大学)

【研究期間】 令和3～令和6年度

【実行予算】 13 284 千円 (令和4年度)

【研究概要】

(1) 背景

厚生労働省「業務上疾病発生状況等調査」によると、業務上腰痛は、新型コロナウイルス感染症に関連する疾患を除くと、業務上疾病の約6割を占め、労働者の安全衛生を考える上で重要な問題となっている[1]。また、先行研究によると、腰痛の生涯有訴率は83.4%、腰痛で1日以上仕事を休んだことのある者は24.6%にのぼると報告されている[2]。これらの腰痛の多くは、複合的な要因により生じている。その要因のなかでも、「重量物の持ち上げ」は、腰痛発生の主なリスク要因と考えられている。しかしながら、我が国においては、取扱い重量と腰痛との関係について十分に検討されていない。

厚生労働省「職場における腰痛予防対策指針」によると、人力による持ち上げ重量は、男子労働者が体重の40%まで、女子労働者が体重の24%(男性の60%)までとなっている[3]。また、女性労働基準規則[4]および年少者労働基準規則[5]によると、最大の重量制限値は、断続作業において30kgまで、継続作業において20kgまでとなっている。一方、国際標準化機構のISO 11228-1では、体重や体格に係わらず最大重量値が25kg(米国では23kg)までとなっている[6]。さらに、この国際規格では、垂直・水平の移動距離、身体の内ねり角度、持ち上げ頻度、物の持ち易さなどを考慮して、作業内容ごとの重量値を算出する方法が提案されている。

今後我が国においても、重量物の取扱いにおいて、重量値だけではなく、持ち上げ頻度や移動距離などを考慮していく必要がある。このことから、ISO 11228-1の導入は必要と考えられる。しかしながら、欧米人に比べて体格の小さな日本人においても、最大重量値を欧米人と同様の23～25kgとして良いのか明らかではない。この点を検討する方法としては、疫学調査および生体力学的実験の2つのアプローチが考えられる。疫学調査では、取扱う重量値や作業姿勢を調査し、腰痛と重量値との関係を検討する必要がある。また、生体力学的実験では、労働現場や実験室において、作業中の腰部椎間板圧縮力(腰にかかる力)を測定し、腰痛リスクを抑えられる重量値を検討する必要がある。

(2) 目的

本研究では、重量物の持ち上げおよび運搬における日本人の重量制限値(最大重量)を明らかにすることを目的とした、疫学調査および生体力学的実験を実施する。対象は、定常的に重量物を取扱う商業(卸売り・小売り)、製造業、運輸交通業(運輸・郵便)、建設業の4業種とする。ここでの重量物とは、軽量の物まで含むが、人や動物は含まないものとする。また、重量制限値は、ISO 11228-1と同様に、原則、定常的な重量物取扱い作業における値とする。

(3) 方法

本研究は、以下の4つの調査・実験にて構成する。

①労働者死傷病報告の分析

- i 業務上腰痛の発生状況分析
- ii 業務上腰痛と重量値との関係

②Web アンケート調査

③労働現場での腰部椎間板圧縮力推定

④実験室での腰部椎間板圧縮力測定

1) 研究1年目(令和3年度)

①-i 業務上腰痛の発生状況分析

労働災害データである休業4日以上労働者死傷病報告を用い、業務上腰痛の発生状況を明らかにすることを目的とした分析を行った。対象は、厚生労働省労働衛生課からの災害分析協力依頼に基づき提供された、新型コロナウイルス感染症がまん延する前の2018年および2019年の業務上腰痛10208件とした。解析対象項目は、労働者死傷病報告を提出した都道府県、災害発生日時、事業場の労働者数、被災者の年齢、性別、経験年数、起因物、休業見込期間、業種(労働基準法別表第一の分類区分:大分類、中分類)などとした。解析では、労働者死傷病報告の対象項目について単純集計およびクロス集計を行った。また、都道府県別、性別、年齢別のデータに関しては、総務省労働力調査の年平均(基本集計)[7]における2018年および2019年の就業者数をもとに、就業者10万人あたりの調整値を算出した。

②Web アンケート調査

持ち上げおよび運搬時の重量値と腰痛との関係を明らかにすることを目的としたWeb アンケート調査を実施した。この調査では、我が国で行っている体重割合での重量制限の腰痛予防効果と取扱い重量を何kgまでに抑えれば腰痛発生を抑えられるかを検討した。対象は、商業、製造業、運輸交通業、建設業の労働

者各 7 500 名、計 30 000 名とした。そのうち、性別および年齢の分布は、総務省労働力調査報告書[7]を活用し、業種ごとに日本の労働力構成に準じて割り当てた。調査項目は、基本情報(性別、年齢、身長、体重、喫煙の有無、業種など)に加え、仕事に支障をきたす腰痛の有無、働き方(労働時間など)、作業姿勢(不良姿勢、姿勢変化の有無)、重量物(持上げる・運搬などの取扱い状況、取扱い時間、回数、運搬距離、重量値)、職業性ストレス(仕事の量的負担度、コントロール度、上司・同僚からのサポート度)などとした。調査時期は、2022 年 1 月であった。

2) 研究 2 年目(令和 4 年度)

①-ii 業務上腰痛と重量値との関係

労働者死傷病報告(休業 4 日以上)のデータには「災害発生状況及び原因」に関する自由記述があり、その中には災害発生時に取扱っていた重量値や作業内容などが記載されている。ここでは、それらの手書き情報を電子化し、業務上腰痛と重量値との関係を明らかにすることを目的とした解析を行う。業務上腰痛の 10 208 件分のデータ入力、研究 2 年目から開始した。この入力作業は、最大で研究 4 年目まで実施する。データ解析は入力完了次第実施し、その解析では従属変数を業務上腰痛の休業見込日数、独立変数を重量値、調整因子を性別、年齢、作業姿勢などとするロジスティック回帰分析を実施する。休業見込日数は日数が多いほど重度な腰痛と考えられることから、この解析では重度腰痛と関連した重量値を探る。

②Web アンケート調査

前年度に実施した Web アンケート調査の結果を解析した。解析では、従属変数を仕事に支障をきたす腰痛の有無、独立変数を重量値、調整因子を年齢、身長、体重、喫煙の有無、職業性ストレス、作業姿勢、姿勢変化の有無などとしたロジスティック回帰分析により、仕事に支障をきたす腰痛と重量値との関係について検討した。

③労働現場での腰部椎間板圧縮力推定

労働現場における労働者の椎間板圧縮力を推定することを目的とした現場測定を開始した。この測定は、研究 4 年目まで実施する。対象者は、建設業 54 名、製造業 72 名、運輸交通業 36 名、商業 36 名の計 198 名とする。データの収集方法は、業務委託により各労働現場に測定者を派遣し、ウェアラブルデバイスにより腰部の屈曲角度やひねりを測定し、動画撮影により作業姿勢や動作を記録する。また、労働者の基本情報を主観評価(腰痛など)とともに測定し、取扱う物の重量値も測定する。これらのデータを元に、各種作業における労働者の椎間板圧縮力を推定する。

④実験室での腰部椎間板圧縮力測定

重量物を取扱う位置(身体からの距離や高さ)ごとの重量制限値を明らかにすることを目的とした、実験室での腰部椎間板圧縮力測定を開始した。この実験は、研究 4 年目まで実施する。対象者は性別、年齢、身長、体重の異なる日本人とし、取扱う重量値は 3 kg ~ 30 kg の範囲内とする。図 1 には、英国安全衛生庁(HSE)が提案する各位置での重量制限値を示す。本実験では、日本人における、これらの重量制限値の作成を目指す。重量制限値の決定には、腰部椎間板圧縮力が腰痛リスクの目安である 3 400 N を超えない最大重量を用いる。



図 1 英国安全衛生庁(HSE)の重量制限値

3) 研究 3 年目(令和 5 年度)

①-ii 業務上腰痛と重量値との関係、③労働現場での腰部椎間板圧縮力推定、④実験室での腰部椎間板圧縮力測定を継続して実施する。

4) 研究 4 年目(令和 6 年度)

令和 5 年度と同様に、①-ii 業務上腰痛と重量値との関係、③労働現場での腰部椎間板圧縮力推定、④実験室での腰部椎間板圧縮力測定を継続する。その後、①~④の調査・実験結果をまとめ、性別や年代別での重量制限値を提案する。

(4) 研究の特色・獨創性

本研究の特色は、日本人の持上げ・運搬に関する重量制限値を、科学的根拠に基づいて体系的に検討することである。また、生体力学的研究に留まらず、疫学調査も併せて実施することにより、労働現場に適した重量制限値を提案できると考えている。

【研究内容・成果】

(1) 業務上腰痛と重量値との関係

研究 2 年目にあたる令和 4 年度には、労働者死傷病報告(休業 4 日以上)における「災害発生状況及び原因」のデータ入力を開始し、3 276 件分の入力完了した。

(2) Web アンケート調査

Web アンケート調査では、対象 4 業種の労働力人口約 3 000 万人の 0.1 % に相当する、労働者 30 000 人(4 業種×7 500 名)から回答を得た。このうち、解析対象者は、重量値を記載していない者、重量値は記載しているが 55 kg を超える重量を取扱っている者、重量物を押す・引く・転がすを行っている者を除いた 21 924 名(男性 14 779 名、女性 7 145 名)とした。さらにこれらのデータは、男女ごとに「体重の割合での重量区分」と「特定の重量での重量区分」に分類した。

[体重の割合での重量区分]

- ・グループ A: 重量物取扱いなしの者
- ・グループ B: 体重の 40 % 以下(男性)または 24 % 以下(女性)の重量物を取扱っている者
- ・グループ C: 体重の 40 % を超える(男性)または 24 % を超える(女性)の重量物を取扱っている者

[特定の重量での重量区分]

- ・重量物取扱いなしの者
- ・ 1 kg 以上 5 kg 未満の重量物を取扱っている者
- ・ 5 kg 以上 10 kg 未満の重量物を取扱っている者
- ・ 10 kg 以上 15 kg 未満の重量物を取扱っている者
- ・ 15 kg 以上 20 kg 未満の重量物を取扱っている者
- ・ 20 kg 以上 25 kg 未満の重量物を取扱っている者
- ・ 25 kg 以上 30 kg 未満の重量物を取扱っている者
- ・ 30 kg 以上の重量物を取扱っている者

解析では、男女別にグループ A、B、C ごとの腰痛有訴率を算出して 2×3 の χ^2 検定を実施し、さらに事後検定として 2×2 の χ^2 検定(ボンフェローニ補正)を行った。また、男女別に従属変数を仕事に支障をきたす腰痛の有無、独立変数を体重の割合または特定の重量での重量区分、調整因子を年齢、身長、体重、喫煙の有無、業種、職業性ストレス、作業姿勢、姿勢変化の有無としたロジスティック回帰分析(強制投入法)を実施し、オッズ比(OR)と 95% 信頼区間(95% CI)を算出した。

表 1 に男性および女性の腰痛有訴率を示す。男女ともに、グループ B の腰痛有訴率はグループ A に比べて有意に高く($p < 0.001$)、さらにグループ C の腰痛有訴率はグループ B に比べて有意に高かった($p < 0.001$)。

表 1 男性および女性の腰痛有訴率

	グループA	グループB	グループC
重量物の取扱い	取扱いなし	体重の40% /24%以下	体重の40% /24%超
男性	25.5%	39.2%	47.3%
女性	16.9%	26.4%	38.0%

p値はいずれも<0.001

図 2 および図 3 に独立変数を体重の割合での重量区分とした男女ごとのロジスティック回帰分析の結果を示す。男性における腰痛のオッズ比は、グループ A に比べ、グループ B が 1.40 と有意に高く、グループ C ではさらに 1.74 と有意に高かった(図 2)。また女性においても同様に、腰痛のオッズ比は、グループ A に比べ、グループ B が 1.26 と有意に高く、グループ C ではさらに 2.06 と有意に高かった(図 3)。

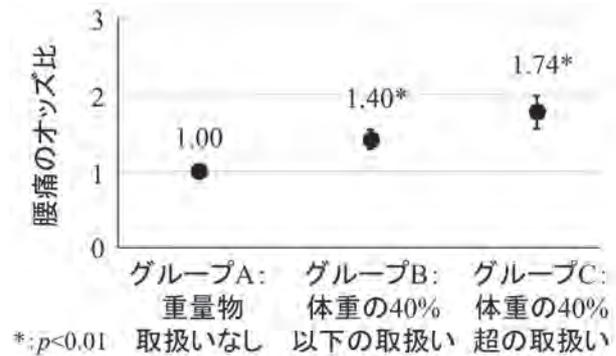


図 2 男性における体重の割合での重量区分と腰痛との関係

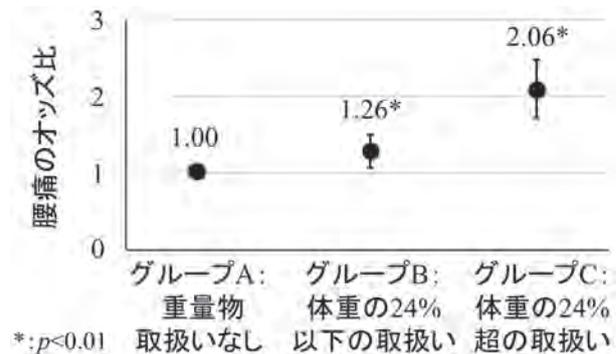


図 3 女性における体重の割合での重量区分と腰痛との関係

図 4 および図 5 に独立変数を特定の重量での重量区分とした男女ごとのロジスティック回帰分析の結果を示す。男性における腰痛のオッズ比は、1~5 kg が 0.95、5~10 kg が 0.94 であり、重量物取扱なしとの間に有意差は認められなかった(図 4)。一方、重量物が 10 kg 以上になると、腰痛のオッズ比は、10~15 kg から順に 1.25、1.54、1.62、1.58、1.75 と、重量物取扱なしに比べて有意に高かった。また女性においても同様に、腰痛のオッズ比は、1~5 kg が 1.33、5~10 kg が 1.05 と重量物取扱なしとの間に有意差は認められなかった(図 5)。一方、重量物が 10 kg 以上の腰痛のオッズ比は、10~15 kg から順に 1.46、1.51、1.89、3.00、2.67 と、重量物取扱なしに比べて有意に高かった。

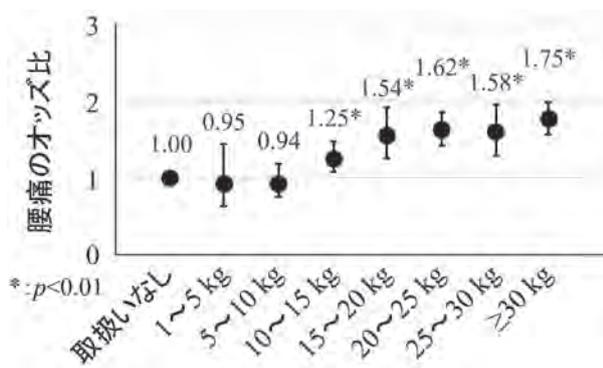


図4 男性における特定の重量での重量区分と腰痛との関係

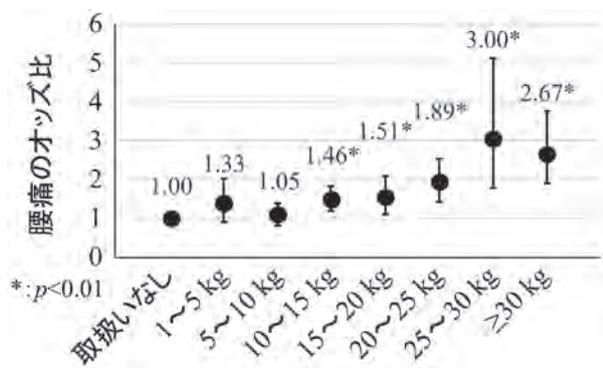


図5 女性における特定の重量での重量区分と腰痛との関係

以上の結果より、取扱う重量を男性において体重の40%以下、女性において体重の24%以下に制限することは、それらを超える重量を取扱うことに比べて腰痛予防効果が認められた。しかしながら、その制限も重量物を取扱わないことに比べると、十分な腰痛予防効果は認められなかった。一方、男女ともに10kg未満の重量値であれば、重量物の取扱いがない場合と有意な違いはなかった。これらのことから、取扱う重量を10kg未満に抑えれば、男女ともに腰痛を予防できると示唆される。制限する重量を何kgにするかは今後さらに検討する必要はあるが、少なくとも体重の割合での重量制限では、十分に労働者の腰痛を予防できないと思われる。

(3) 労働現場での腰部椎間板圧縮力推定

東京都、千葉県、長崎県などの建設現場におい

て、建設業に従事する様々な職種の54名の労働者から、建設作業における作業態様別の椎間板圧縮力、取扱っている物の重量値、作業姿勢、腰痛の有無などを測定した。今後、重量値と腰痛との関係について解析していく。

(4) 実験室での腰部椎間板圧縮力測定

性別、年齢、身長、体重の異なる日本人を対象に、実験室での腰部椎間板圧縮測定を開始した。今後、さらに実験を進めていく。

【参考文献】

- [1] 厚生労働省, 業務上疾病発生状況等調査 平成16年~令和3年.
- [2] Fujii T, Matsudaira K (2013) Prevalence of Low Back Pain and Factors Associated with Chronic Disabling Back Pain in Japan. *Eur Spine J.* Vol.22, pp.432-438.
- [3] 厚生労働省, 職場における腰痛予防対策指針, 平成25年6月18日付け基発0618第1号.
- [4] 女性労働基準規則, 昭和61年労働省令第3号.
- [5] 年少者労働基準規則, 昭和29年労働省令第13号.
- [6] ISO 11228-1. Ergonomic-Manual Handling- Part 1: Lifting, Lowering and Carrying. Second Edition, 2021-10.
- [7] 総務省統計局, 労働力調査 年平均(基本集計).
- [8] Health and Safety Executive. Manual Handling at Work: A Brief Guide. 2020.

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) Kazuyuki Iwakiri, Takeshi Sasaki, Midori Sotoyama, Tanghuizi Du, Keiichi Miki, Fuyuki Oyama (2023) Effect of Relative Weight Limit Set as a Body Weight Percentage on Work-related Low Back Pain Among Workers. *PLOS ONE.* Vol.18, No.4, e0284465.

[調査報告]

- 1) 岩切一幸, 佐々木毅, 三木圭一 (2022) 2018年及び2019年労働者死傷病報告における業務上腰痛の発生状況, *産業衛生学雑誌*, Vol.64, No.6, pp.354-366.

(9) 労働者のストレスの評価とメンタルヘルス不調の予防に関する研究【3年計画の2年目】

井澤 修平(産業保健研究 G), 久保 智英(同),
池田 大樹(人間工学研究 G), 吉川 徹(過労死等防止調査研究 C),
中村 菜々子(中央大学), 赤松 利恵(お茶の水女子大学)

【研究期間】 令和3～令和5年度

【実行予算】 4000千円(令和4年度)

【研究概要】

(1) 背景

職場環境における心理社会的ストレスが健康を悪化させることは多く報告されており、労働安全衛生上の大きな問題である。その対策の一つとして、2015年12月よりストレスチェック制度が施行された。ストレスチェックは、主にメンタルヘルス不調の一次予防を目的にしており、その具体的な対策として、セルフケア(本人のストレスへの気づきと対処の支援)の促進と職場環境の改善が位置づけられている。

しかしながら、セルフケアに関しては、例えば、実施マニュアルでは、食生活、睡眠、運動、リラクゼーションなどの具体的な項目があげられているが、本人が実施するセルフケアが実際にメンタルヘルス不調を予防するかについては、エビデンスは限定的である。また、ストレスチェックによって、これらのセルフケアを実際に始めた人は少数であることも報告されている。

また、職場環境改善に関しては、心理的なストレスを減少させるエビデンスは報告されているが、その効果は、従業員の積極的な関与の度合いや経営陣・上司からのサポートの度合いに左右されることが報告されている。また、実施にあたっては、現場の抵抗や負担感、効果的で簡易な手法のわかりにくさ、取り組み継続が形骸化することへの危惧などの問題もあげられている。特に、今回のような制度の中で、事業所が主体的に行う職場環境改善が、実際に労働者の心理的なストレスを減少させるかについては、エビデンスが不足している。

(2) 目的

本研究では、上記の問題点を考慮して、セルフケアや職場環境改善がメンタルヘルス不調の予防に果たす効果を、労働者を対象に縦断的に検証する。また、これらの効果は、業種、事業所規模などの労働者が置かれている環境によって大きく異なることも予想されることから、様々な業種を含む大規模な労働者サンプルを対象に検証を行うこととする。

(3) 方法

本研究では、労働者20000人の2年間の追跡調査を行う。対象は、インターネット調査会社に登録されているモニターとし、日本労働者の男女比、業種等の分布を反映される形で対象者を抽出する。調査では、

セルフケアに関する項目、職場環境改善に関する項目、ストレスチェックに関する項目、背景要因・職場要因の項目、抑うつ症状に関する項目、疾病休業に関する項目を含める。セルフケアの実施や職場環境改善の体験の有無が、高ストレス状態、抑うつ症状、疾病休業などと関連するかを縦断的に検証する。

(4) 研究の特色・独創性

ストレスチェック制度は始まって比較の日も浅く、その効果に関するエビデンスも十分ではない。本研究は、ストレスチェック制度の大きな構成要素であるセルフケアと職場環境改善に注目し、その効果を20000人という大規模な労働者集団を対象に縦断的に調査を行うことが大きな特色である。具体的なエビデンスが示されることにより、今後のストレスチェック制度の実施に関して、より説得力のある提言を行うことが可能となる。

【研究成果】

(1) 方法

2022年2～3月に労働者20000人を対象に1回目の調査(ベースライン調査)をオンライン上で実施し、2022年度はそのデータの解析を行った。また、2023年2～3月に2回目の調査(1回目の追跡調査)を実施した。1回目の調査のデータについては、職種ごとに職場環境改善とメンタルヘルス不調の関連を検討しており、本稿ではその結果について報告する。

職場環境改善については、先行研究[1]やいきいき職場づくりのための参加型職場環境改善の手引き[2]を参考に24の職場環境改善の項目を作成した。24項目は、4つの領域(仕事の進め方、作業場・オフィス環境、職場の人間関係・相互支援、安心できる職場のしくみ)によって構成されており、各項目について、「1年以上前から取り組まれている」「最近1年間で取り組まれるようになった」「取り組まれなかった。今後必要である。」「取り組まれなかった。特に必要ない。」「うちの職場には該当しない。」の選択肢で回答を求めた。

メンタルヘルス不調については、K6尺度[3]によって評価した。K6尺度は、過去30日間の抑うつ・不安の症状をたずねる6項目からなり、本研究では、13点以上を精神的不調として扱った。

職種については、管理職、専門職、技術職、事務職、技術を必要とする生産技能職、機械を操作する生産技能職、身体を使う作業が多い生産技能職、

サービス職、その他の職種について当てはまるものを選択させた。本研究では、管理職、専門技術職、事務職、生産技能職、サービス職によって分類を行った。

統計解析は、現在の職場の在籍期間が1年未満の労働者、その他の職種を選択した労働者を除き、17533名のデータが分析対象となった。経験した職場環境改善の数を独立変数、精神的不調(K6 得点 13点以上)を従属変数としたロジスティック回帰分析を実施した。職場環境改善については、4つの領域(仕事のすすめ方、作業場・オフィス環境、職場の人間関係・相互支援、安心できる職場のしくみ)についてそれぞれ経験した数(1年以上前から取り組まれている、最近1年で取り組まれるようになった)を算出し(範囲0~6)、強制投入した。また、ロジスティック回帰分析は、全体のサンプルと、職種ごと(管理職、専門技術職、事務職、生産技能職、サービス職)に実施した。調整なしのオッズ比に加えて、個人要因(年齢、性別、

教育歴、婚姻状況、世帯年収)と職場要因(業種、雇用形態、事業場規模、夜勤、フルテレワーク、長時間労働)を調整したオッズ比を算出した。

(2) 結果・考察

本研究の対象者の特徴は表1に示すとおりである。ロジスティック回帰分析によるオッズ比(調整前)をみると、全体のサンプルでは、仕事のすすめ方(OR = 0.95 [95%CI 0.92-0.99])、職場の人間関係・相互支援(OR = 0.88 [95%CI 0.85-0.92])、安心できる職場のしくみ(OR = 0.95 [95%CI 0.91-0.98])の3領域に関する職場環境改善を経験しているほど、精神的不調のオッズ比が低くなることが示された。また職種ごとの分析では、管理職では安心できる職場のしくみ(OR = 0.86 [95%CI 0.75-0.98])、専門技術職と事務職では職場の人間関係・相互支援(OR = 0.85 [95%CI 0.79-0.93]; OR = 0.83 [95%CI 0.77-0.90])、サービス職では仕事のすすめ方(OR = 0.88 [95%CI 0.81-0.96])、職

表1 対象者の特徴

	全 体	管 理 職	専 門 技 術 職	事 務 職	生 産 技 能 職	サ ー ビ ス 職
N	17533	1870	3981	5280	2631	3771
年齢, 平均±SD	42.2 ± 10.0	49.0 ± 7.2	41.1 ± 10.0	41.7 ± 9.7	42.4 ± 9.7	40.5 ± 10.3
性別(女性), n(%)	7,797 (44.5)	172 (9.2)	1,466 (36.8)	3,357 (63.6)	571 (21.7)	2,231 (59.2)
教育歴(> 12年), n(%)	13,004 (74.2)	1,587 (84.9)	3,607 (90.6)	4,107 (77.8)	1,226 (46.6)	2,477 (65.7)
婚姻(既婚), n(%)	9,277 (52.9)	1,475 (78.9)	2,281 (57.3)	2,501 (47.4)	1,307 (49.7)	1,713 (45.4)
世帯年収, n(%)						
400万円未満	4,883 (27.9)	62 (3.3)	688 (17.3)	1,508 (28.6)	963 (36.6)	1,662 (44.1)
400-800万円	8,141 (46.4)	703 (37.6)	1,987 (49.9)	2,459 (46.6)	1,339 (50.9)	1,653 (43.8)
800万円以上	4,509 (25.7)	1,105 (59.1)	1,306 (32.8)	1,313 (24.9)	329 (12.5)	4,56 (12.1)
K6 (≥ 13), n(%)	1,935 (11.0)	119 (6.4)	418 (10.5)	609 (11.5)	311 (11.8)	478 (12.7)
第二次産業, n(%)	4,682 (26.7)	717 (38.3)	1,146 (28.8)	1,236 (23.4)	1513 (57.5)	70 (1.9)
非正規雇用, n(%)	3,875 (22.1)	9 (0.5)	314 (7.9)	1,062 (20.1)	795 (30.2)	1,695 (44.9)
事業場規模, n(%)						
50人未満	5,760 (32.9)	400 (21.4)	943 (23.7)	1,705 (32.3)	911 (34.6)	1,801 (47.8)
50-99人	2,071 (11.8)	194 (10.4)	433 (10.9)	560 (10.6)	422 (16.0)	462 (12.3)
100-299人	2,619 (14.9)	292 (15.6)	666 (16.7)	747 (14.1)	456 (17.3)	458 (12.1)
300-999人	2,462 (14.0)	310 (16.6)	695 (17.5)	779 (14.8)	324 (12.3)	354 (9.4)
1000-4999人	2,170 (12.4)	330 (17.6)	604 (15.2)	715 (13.5)	225 (8.6)	296 (7.8)
5000人以上	2,451 (14.0)	344 (18.4)	640 (16.1)	774 (14.7)	293 (11.1)	400 (10.6)
夜勤, n(%)	1,832 (10.4)	57 (3.0)	494 (12.4)	97 (1.8)	600 (22.8)	584 (15.5)
フルテレワーク, n(%)	921 (5.3)	145 (7.8)	397 (10.0)	317 (6.0)	21 (0.8)	41 (1.1)
長時間労働(週60時間以上), n(%)	948 (5.4)	187 (10.0)	249 (6.3)	154 (2.9)	180 (6.8)	178 (4.7)

表2 職場環境改善と精神的不調の関連

調整済みオッズ比 (95%信頼区間)

職場環境改善の領域	全 体	管 理 職	専 門 技 術 職	事 務 職	生 産 技 能 職	サ ー ビ ス 職
仕事のすすめ方	0.95 (0.91-0.99)	0.93 (0.80-1.07)	0.97 (0.90-1.05)	0.98 (0.92-1.06)	0.97 (0.88-1.08)	0.88 (0.81-0.96)
作業場・オフィス環境	1.03 (0.99-1.08)	1.09 (0.93-1.27)	1.09 (1.00-1.20)	1.03 (0.95-1.11)	0.92 (0.83-1.03)	1.09 (0.98-1.20)
職場の人間関係・相互支援	0.88 (0.84-0.92)	0.93 (0.80-1.08)	0.83 (0.77-0.91)	0.84 (0.78-0.91)	0.92 (0.82-1.03)	0.91 (0.84-0.98)
安心できる職場の仕組み	0.96 (0.92-1.00)	0.85 (0.73-0.98)	0.96 (0.88-1.04)	0.96 (0.90-1.03)	0.99 (0.89-1.11)	0.97 (0.89-1.04)

場の人間関係・相互支援 (OR = 0.91 [95%CI 0.85-0.99]) のオッズ比が有意であった。また、これらの結果は、個人要因・職場要因を調整したロジスティック回帰分析でも同様であった(表 2)。

全体的には、職場環境改善を経験している労働者は、メンタルヘルス不調のオッズ比が低いという結果が得られた。1 つの職場環境改善につき、5~10 % 程度の精神的不調のオッズ比の低下が認められた。これは、過去の職場環境改善を実施した介入研究の結果とも大きく矛盾しない結果となった[4]。

また、本分析では同時に職場環境改善とメンタルヘルスの関連は、職場環境改善の内容や、対象とする職種によっても異なる事を示した。職場の人間関係・相互支援に関する職場環境改善は、3 つの職種(専門技術職、事務職、サービス職)においてメンタルヘルスとの関連が認められた。職場ストレスは対人的な要素が一番大きいことを考えると妥当な結果であるかもしれない。また、仕事のすすめ方に関する職場環境改善はサービス職で、安心できる職場の仕組みに関する職場環境改善は管理職で、それぞれ精神的不調のオッズ比を低くする結果が認められた。

これらの結果は対象とする職種によって職場環境改善の効果が異なることを示唆している。一方で、作業場・オフィス環境に関する職場環境改善は精神的不調との関連は認められず、また、生産技能職では、精神的不調と関連のある職場環境改善の領域は認められなかった。

本稿で報告した結果は、横断的な調査データの分析に基づくものであり、職場環境改善と精神的不調の因果関係の解釈には十分な注意が必要である。今後、2年目の調査データも含めた解析を実施していく予定である。

【参考文献】

- [1] 吉川徹, 川上憲人, 小木和孝, 堤明純, 島津美由紀, 長見まき子, 島津明人 (2007) 職場環境改善のためのメンタルヘルスアクションチェックリストの開発, 産業衛生学雑誌, Vol.49, No.4, pp.127-142.
- [2] 吉川徹 (2018) 職場環境改善の工夫の検討, 平成29年度厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業「ストレスチェック制度による労働者のメンタルヘルス不調の予防と職場環境改善効果に関する研究」分担研究総括報告書, pp.188-228.
- [3] Toshi A. Furukawa, Norito Kawakami, Mari Saitoh, Yutaka Ono, Yoshibumi Nakane, Yosikazu Nakamura, Hisateru Tachimori, Noboru Iwata,

Hidenori Uda, Hideyuki Nakane, Makoto Watanabe, Yoichi Naganuma, Yukihiko Hata, Masayo Kobayashi, Yuko Miyake, Tadashi Takeshima, Takehiko Kikkawa (2008) The Performance of the Japanese Version of the K6 and K10 in the World Mental Health Survey Japan. *Int J Methods Psychiatr Res.*, Vol.17, No.3, pp.152-158.

- [4] Montano D, Hoven H, Siegrist J. (2014). Effects of Organizational-level Interventions at Work on Employees' Health: A Systematic Review. *BMC Public Health*, Vol.14, p.135.

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) Izawa S., Nakamura-Taira N., Yoshikawa T., Akamatsu R., Ikeda H., Kubo T. (2022) Conversation Time and Mental Health During the COVID-19 Pandemic: A Web-based Cross-sectional Survey of Japanese Employees. *J Occup Health*, Vol.64, No.1, e12334.
- 2) 原田和弘, 井澤修平, 中村菜々子, 吉川徹, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2022) 労働者における他の人と行う運動とストレス反応およびメンタルヘルス不調との関連, 体力科学, Vol.71, pp.417-429.
- 3) Ikeda H., Kubo T., Izawa S., Nakamura-Taira N., Yoshikawa T., Akamatsu R. (2022) The Joint Association of Daily Rest Periods and Sleep Duration with Worker Health and Productivity: A Cross-sectional Web Survey of Japanese Daytime Workers. *Int J Environ Res Public Health*, Vol.19, Issue 17, 11143.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 井澤修平, 吉川徹, 中村菜々子, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2022) 職場環境改善の経験とメンタルヘルスの関連:ウェブによる横断的調査, 第95回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.446.
- 2) 井澤修平, 吉川徹, 中村菜々子, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2022) 職場環境改善とメンタルヘルスの関連:大規模データを利用した職種ごとの検討, 第29回日本行動医学会学術総会抄録集, p.34.
- 3) 筒井順子, 中村菜々子, 井澤修平, 吉川徹, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2022) 月経前症状に対する市販薬使用の有無と職務パフォーマンスの関連性, 第29回日本行動医学会学術総会抄録集, p.31.
- 4) 池田大樹, 久保智英, 井澤修平, 中村菜々子, 吉川徹, 赤松利恵 (2023) 勤務間インターバルと睡眠時間の組み合わせと職業性ストレス、病欠の関連:横断調査, 第96回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.65 (Suppl.), p.325.

4. 基盤的研究成果概要

a. 化学物質情報管理研究センター

(1) 溶接ヒューム粒子の粒径および形状を考慮したばく露評価法の検討

山田 丸, 緒方 裕子(ひろこ), 鷹屋 光俊(ばく露評価研究部), 小野 真理子(化学物質情報管理部)

【研究概要】

(1) 背景

ACGIH(2013)は粒径別にマンガンを及びその化合物のばく露限界値を勧告し、IARC(2017)は溶接ヒュームがヒトに対する発がん性がある物質(Group 1)であると分類した。日本では令和3年4月から溶接ヒュームを特定化学物質に追加し、溶接ヒューム(マンガンを及びその化合物)の濃度測定が義務化された。現法令では吸入性のマンガンを及びその化合物粒子のみが測定対象となっているが、溶接ヒュームは様々な形状・サイズ・化学組成の粒子で構成される。溶接ヒュームによるリスクをより正確に理解するためには、サイズ・形状ごとにヒュームの元素組成データを蓄積する必要がある。

(2) 目的

溶接によって発生するヒュームは、様々なサイズ・形状を有し、粒径・形状ごとに異なる元素組成や混合状態を有すると考えられる。粒子の粒径・形状・元素組成が異なれば、呼吸器内の沈着部位や沈着後の体内への取り込み過程が変わる。そこで、電子顕微鏡分析を通して得られるこれらの情報を蓄積することにより、溶接ヒューム中の粒子形状またはサイズ別のばく露評価法を検討する。

(3) 方法

- 溶接作業現場で、実際の作業中に発生する溶接ヒュームを捕集し、エネルギー分散型 X 線分析装置が取り付けられた走査電子顕微鏡(SEM/EDS)により粒子の粒径、形状、粒子の構成元素に基づき粒子を分類する。同時にリアルタイムモニターで粒径分布を測定する。
- Multiple Path Particle Dosimetry Model (MPPD) (Anjilvel and Asgharian, 1995; RIVM, 2002)に基づく沈着部位のモデルにより、粒径・形状ごとに分類したヒューム粒子の簡易的な呼吸器内沈着部位推定を行う。
- 現場測定で解析を行うためのデータが不足する場合は、模擬的に溶接ヒュームを発生させ、データを補う。

(4) 研究の特色・独創性

現行の作業環境測定やばく露測定では、レスピラブル粒子(約4 μm 以下の粒子全体)の濃度に基づいてばく露を評価している。研究レベルでは、ヒューム

粒子の体内沈着部位をより正確に把握するために、空気力学径でいくつかの粒径に区切って捕集し濃度を測定しているが、粒子形状・粒径とその元素組成を紐付けて分析は行われていない。

本研究では、粒子形状・粒径ごとに元素組成を分析して粒子を分類することで、沈着部位をより精密に議論するという点で、新規で独創的な研究である。

【研究計画】

(1) 現場調査

岡山産業保健センターから紹介してもらい、2現場にて作業環境での定点測定を実施する。現場調査では、リアルタイム測定装置及びフィルターヒューム捕集を行う。捕集した試料は、研究所にて主に SEM/EDS 分析を行う。

(2) 溶接ヒュームの分析

SEM/EDS により溶接ヒューム粒子一つ一つの形状および元素組成の分析を実施する。得られたデータに基づき、粒子形状・元素組成の評価及び粒子の分類法を検討する。

(3) ヒュームの沈着部位推定

MPPD を用い、上記により得られたパラメータから粒子の沈着部位の推定を行う。

(4) 溶接ヒューム模擬発生に関する情報収集

【研究成果】

(1) 現場調査

令和4年10月および12月に岡山県内の溶接作業を行っている事業場2カ所において環境中の気中粒子測定を実施した。作業現場での気中粒子の測定項目と内容は以下の通りである。

- リアルタイム測定装置: 粉じん計(相対質量濃度)、NanoScanSMPS(ナノ～サブミクロンサイズの粒径分布)、OPS(サブミクロン～ミクロンサイズの粒径分布)
- フィルター捕集試料: 秤量(粉じん質量濃度)、蛍光 X 線分析(バルクの元素組成)、SEM/EDS 分析(個別粒子の元素組成)

(2) 溶接ヒュームの分析

上記(1)で測定したデータ、およびフィルターに捕集した試料の分析を実施し、初期結果ではあるが、今回初めて NanoScanSMPS を現場に持ち込んだことで、溶接ヒュームの粒径はナノサイズに個数濃度ピークがあることが確認された。SEM/EDS の分析では、亜

鉛元素が高頻度で検出されるなど、別の研究で実施した現場調査と異なる特徴が観測された。今後、粒径と元素組成に着目してデータ解析を行うことで、詳細なばく露評価に繋がることが想定される。

(3) ヒュームの沈着部位推定

MPPD モデルによる計算準備を整えた。(2)のデー

タを整理し、そのパラメータを当モデルに用いることで粒子の沈着部位の推定が可能となる。

(4) 溶接ヒューム模擬発生に関する情報収集

現場、書籍、及び溶接の実技講習を受けるなどして、室内で溶接ヒュームを模擬発生させる準備を実施した。

(2) 透析法による労働環境中の気中粒子からの金属成分の溶出に関する研究

緒方 裕子(ひろこ)(ばく露評価研究部), 山田 丸(同), 鷹屋 光俊(同)

【研究概要】

(1) 背景

有害性が報告されている金属には、化学形態や溶解性により体内への取り込みや毒性が大きく異なるものがある。令和3年4月からアーク溶接作業により発生する溶接ヒュームが特定化学物質に追加され、ヒュームのばく露管理指標としてマンガンを測定することとなっている。しかし、ヒュームにはクロムやニッケルなど水溶性・非水溶性により有害性が異なる金属も含まれており、ヒュームとしてばく露された場合の有害性については不明な点が多い。また、気体が冷却されて生成する溶接ヒュームは、溶接の種類や発生条件などにより粒径や組成が変化するため、ばく露についても評価が難しい。

(2) 目的

電子顕微鏡を用いた個別粒子分析では、粒子の大きさや形状、組成などの情報を得ることができる。また、一般大気環境分野では、個別粒子について水溶性・非水溶性成分を調べる水透析法という方法がある。本研究では、この水透析法を労働衛生分野に応用し、労働環境中の粒子の金属成分について、個別粒子分析と生体溶液を用いた透析法を適用することで、生体毒性などへも重要な情報となる金属成分の溶解性について知見を得ることを目的としている。

(3) 方法

- ・ 試験粒子を用いて、水や生体溶液を用いた透析法の検討を行う。
- ・ 金属成分の分析条件を検討し、労働環境中の金属濃度と個別粒子分析結果を比較する。
- ・ 試験的に発生させた標準粒子や、実際に労働環境中で捕集した粒子に対し、水や生体溶液を用いた透析法を適用し、金属成分の溶出について調べる。
- ・ 粒子の特徴と金属成分の溶出に対する関連性を調べる。

(4) 研究の特色・独創性

労働衛生分野において、電子顕微鏡を用いた個別

粒子分析や、バルク分析による生体溶液への溶解性については既存研究がいくつかある。しかし、本研究では大気環境分野で用いられている透析法を労働衛生分野に応用することで、個別粒子における金属成分の溶出について調べる点に独創性がある。

【研究計画】

(1) 透析法の応用方法の検討

- ・ 透析法に適用可能な粒子の捕集方法、捕集材の検討を行う。
- ・ 標準粒子や金属粒子の発生方法、発生条件を検討する。
- ・ 試験的に発生させた粒子を捕集し、水を用いた透析法について検討する。

(2) 透析法に使用する生体溶液の検討

- ・ 透析後に再び個別粒子分析を行う必要があるため、透析に用いる生体溶液を検討し、透析後の試料の処理方法についても検討する。
- ・ 標準粒子を用いて、透析条件(温度、時間など)による溶出への影響を検討する。

(3) 金属成分の分析方法の条件検討

- ・ 労働環境中の金属濃度を個別粒子分析結果と比較するため、ICP-AES や ICP-MS 等の金属成分の分析方法についての条件検討を行う。

【研究成果】

(1) 透析法の応用方法の検討

透析法に適用可能な粒子の捕集方法、捕集材の検討を行った。標準粒子として水溶性の塩化カリウム(KCl)粒子を用いて検討した結果を以下に示す。

- ・ ニュークリポアフィルターを用いた場合に、コーティングの素材および方法による水透析への影響を検討した結果、炭素蒸着、オスミウム蒸着、白金スパッタリングは、粒子捕集前にコーティングすることで水透析への影響はないことが確認できた。しかし、タングステンスパッタリングでは水透析後にフィルターの帯電が確認されたため、適用できないことが分かった。
- ・ SEM 用プレートを用いた場合に、素材および方法

による水透析への影響を検討した結果、Cu と Ti では水透析後に粒子が残存することが確認され、Mo では表面酸化による影響か、プレート表面が水透析後に変質することが確認され、検討したプレートの素材では水透析でも使用するの難しい状態である。

- TEM 用メッシュを用いた場合に、膜の種類による水透析への影響を検討した結果、膜の種類としてコロジオン膜は強度が低く、サンプラーの捕集により膜が破れることが確認された。Butvar は強度に問題ないことは確認できたが、メッシュの部分に粒子のようなものが確認された。水透析の影響は検討できて

いない。

(2) 透析法に使用する生体溶液の検討

水透析法の検討に時間を要しているため、まだ生体溶液の検討は行っていない。水透析でも標準粒子の溶け残りが確認されたため、まずは生体溶液の検討ではなく酸性およびアルカリ性の溶液を用いた透析法を検討し、透析後に溶液による粒子析出を除去するための洗浄方法の検討が必要である。

(3) 金属成分の分析方法の条件検討

ICP-AES と ICP-MS による金属成分の分析方法について条件検討を行った。溶接ヒュームの現場調査において金属成分分析用の試料を捕集した。

(3) 労働環境空気中の粒子状クロムの化学状態別分析に関する研究

鷹屋 光俊(ばく露評価研究部), 山田 丸(同), 緒方 裕子(ひろこ)(同)

【研究概要】

(1) 背景

2018 年に六価クロム Cr(VI)について、ACGIH の TLV が $0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ という極めて低い水準に変更になるとともに新たに三価クロム Cr(III)も $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ という低い水準の TLV が設定された。現行の日本のクロムに関する作業環境測定はクロム酸(六価)について $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ であり、また三価については設定がないため、今後クロムに係わるばく露評価を適切に実行するためには、技術的な開発を必要とする。

(2) 目的

溶接、クロム鍍金といった関係する労働者が多く、また鉄などの妨害元素の濃度が高い実労働環境に適用可能な、Cr(IV)の高感度分析法および Cr(III)と Cr(VI)を区別可能な分析方法を開発する。

(3) 方法

ごく少数の研究機関が保有している高機能な装置を利用するのではなく、多くの測定機関・分析会社が保有している、誘導結合プラズマ発光分光装置(ICP-AES)、誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)、蛍光X線分析装置(XRF)、X線分析装置付き走査電子顕微鏡(SEM-EDS)による金属濃度測定を用い、Cr(IV)とCr(III)の分離は化学的な方法を組み合わせた方法を採用する。

化学的な分離方法としては、計画段階ではキレートディスクによる固相抽出分離(SPE)、修飾シリカゲル薄層クロマトグラフ分離(TLC)の2つの方法について、分離および分析方法全体の定量下限などの評価を実施する。

(4) 研究の特色・独創性

労働環境気中粒子に着目し、鉄などの妨害物質が

多い環境で、Cr(IV) と Cr(III)の両方を分析することを目指す点について本研究の特色・独創性がある。

【研究計画】

(1) 既存方法の評価

既存の Cr(VI)の分析方法のうち、アルカリ抽出-電気加熱原子吸光/ICP-AES/MS 法については、装置の感度としては対応できるが、共存する Cr(III)の影響が評価されていない問題がある。そこで、アルカリ抽出方法(7%炭酸ナトリウム法、2%炭酸ナトリウム-3%水酸化ナトリウム法)における Cr(III)の影響を定量的に評価する。

(2) TLC による分離

Cr(IV) と Cr(III)の陰イオン交換が可能であり水系移動相を使用可能な複数の TLC プレートを選択し、分離条件を検討する。分離したプレート上の Cr の定量をXRFあるいはSEM-EDSで行う条件を検討する。

(3) キレートディスクによる分離

Cr(III) と Cr(VI)の分離が可能なキレートディスクを用い、労働環境由来の試料に特徴的な妨害物質(メッキ液では硫酸、溶接ヒュームでは鉄やマンガ)等の共存下での分離条件を検討する。

【研究成果】

(1)の実験結果を踏まえ、(2)ではなく、(3)に注力することとした。(1)については、Cr(III)の影響評価までは至っていないが Cr(VI)の分析について定量下限を求めるとともに、既存方法の前処理の小変更により既存方法を改良した分析手順について、定量下限の再評価を行い、第 61 回労働衛生工学会で発表した。

イオンクロマトグラフについてNIOSH法の試料注入量を小容量化した上での定量下限評価を行い、NIOSH法の1/4の試料量でも分析が可能であること

を確認した。この実験成果を元に、NIOSH 法が国内で実施する際の最大の障害である特定メーカーの分離カラムでしか使用できない問題を解消するために、各種のカラムのアプリケーションデータなどを参考にカラムを選択した。

ICP-MS/AES については、ICP-MS において、ガイドブック法の前処理を NIOSH のイオンクロマトグラフ用の前処理に変更し、さらに希釈率を上げることにより目標濃度の分析が可能であることを確認。一方 ICP-

AES では希釈では感度が足りず、試料分解に用いた炭酸ナトリウムの除去が必要な事を確認した。この知見を元に(3)のキレートディスクによる Cr(III) と Cr(VI) に使用するキレート剤の候補を選択する。

また(3)のキレートディスクによる分離で、キレートディスク側に残る Cr(III)の分析を蛍光 X 線分析で行えるかどうかを検討した結果、感度的に可能であることを確認した。

(4) 小型センサーによる粉じん相対濃度測定法の検討

中村 憲司(ばく露評価研究部), 大塚 輝人(化学安全研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

作業者に測定機器を装着して行う測定において、測定に伴う作業者の負担を軽減することが重要である。平成 29 年度から実施したトンネル建設工事における粉じん測定に関する行政要請研究においても、デジタル粉じん計を装着することに対して否定的な意見があった。粉じん測定には有機ガス測定に使用する VOC モニターのような簡易的に濃度レベルや濃度変動が確認できる機器がないため、比較的高額で重量もあるデジタル粉じん計を使用しなければならないが、より簡易な機器で測定ができるようになれば現場での管理への有効活用が期待される。

(2) 目的

本研究では、簡易的な測定方法として近年 PM2.5 測定等に使用する目的で開発されている小型センサーに着目し、労働環境を想定した粉じん濃度環境での使用の可能性について検証する。これまで清瀬地区のプロジェクト研究及び令和元年度に実施した基盤的研究において、PM2.5 用に開発された小型のセンサーとデジタル粉じん計の比較実験を静置した状態で行い、両者の相関を検証している。また、PM2.5 を対象とした機器の測定範囲と労働環境で求められる測定範囲の差は、光源の調整で対応可能であることも確認している。そこで本研究では、特に作業者に装着して使用することを想定し、作業者が移動している状況での比較実験を行い、移動に伴う空気取込みの差などが測定に及ぼす影響について評価する。

(3) 方法

チャンバー内に試験粉体(AC ダスト fine)を散布し、その中でデジタル粉じん計と小型センサーの比較実験を行う。作業者が移動しながら作業することを模擬して、実験者に両機器を装着してチャンバー内を

適宜移動し、移動時と静止時の比較を行う。ポンプやファンがない小型センサーについては、ファンを取り付けて実験結果に影響を及ぼすかどうか併せて評価する。

(4) 研究の特色・独創性

小型センサーは PM2.5 を対象に開発されたものがほとんどであり、環境測定用に静置した状態での使用を前提にしている場合が多い。測定者が身につけて実測した報告例はあるが、他の機器との比較は静置した状態で行っている。個人サンプリングに使用することを想定するならば装着者が常に動いている状況での比較が必須であり、本研究はそこに着目している。本研究では個々の製品が利用可能であるかどうかを評価するのではなく、利用可能なセンサーに必要な要件や改善方法等についてまとめることで、評価対象としなかった機器についても有用な知見となるように研究を進める。

【研究計画】

- ・比較実験を行うチャンバーを設置し、濃度発生を確認する。
- ・作業者が移動しながら作業することを模擬して、実験者に両機器を装着してチャンバー内を適宜移動し、移動時と静止時の比較を行う。過去の実験と異なり粉じん濃度が高い状態でチャンバー内に実験者が入るため、漏えい・ばく露防止のための対策(防護服の着用、呼吸用保護具内の濃度測定等)についても検討する。
- ・ポンプやファンがない小型センサーについては、ファンを取り付けて実験結果に影響を及ぼすかどうか評価する。
- ・過去の研究で得られた成果と合わせ、論文および学会発表を行う。

【研究成果】

小型センサーの選定および購入、粉じん測定実験

の準備(特に人を使わない実験方法について)等を進めた。令和5年度にセンサーの性能評価実験を実施

したいと考えている。

(5) 産業化学物質の生殖影響評価に関する実験的研究

小林 健一(有害性評価研究部), 大谷 勝己(同), 柏木 裕呂樹(同)

【研究概要】

(1) 背景

労働者の安全及び健康の確保には十分な配慮が必要である。職場における労働者の健康障害を予防することを目的として、日本産業衛生学会により許容濃度等の勧告がなされている。なかでも生殖毒性物質においては、疫学的研究・調査報告のヒトにおける証拠の報告や動物実験から得られた毒性情報にもとづき、生殖毒性分類がなされている。

本分類提案において、実験や再実験が適切になされていれば、毒性区分の判断が変わっていたと考えられるような証拠不十分な産業化学物質が存在する。また、改正女性労働基準規則の観点からは、対象物質を含有する製品を取り扱う業務、ばく露の恐れがある業務に関して適切な化学物質管理が求められている。

本課題で対象とする重金属(ニッケル、クロム)は、合金、機械部品、メッキ等の用途で旧来より労働現場で使用されているにもかかわらず、生殖毒性に関する知見が乏しく、またその発現機序の証拠が不十分である。

(2) 目的

勧告では、生殖毒性分類の判定基準として第1群は「疫学調査等によりヒトにおいて十分な証拠が示されているものを分類する(以下略)」、第2群は「適切な動物実験により生殖毒性を示すと十分な証拠が示されており、ヒトで生殖毒性を示すと判断されるものを分類する(以下略)」、第3群は「ヒトや実験動物において限定的な証拠が示されているものを分類する。この群に分類されるのは、ヒトでの報告や動物実験等により生殖毒性が疑われる場合である。(以下略)」旨の記載がされている。

第3群に分類された8つの産業化学物質のなかから生殖毒性の証拠不十分であるニッケルおよびクロムを主な対象とする。両物質ともにヒトおよび動物ともに明確な証拠はなく、生殖毒性第3類に分類されている。実験動物を用いた生殖系への毒性影響について詳細に調べ、リスク評価のための有害性情報の基礎となるデータの収集を行う。労働者にとって重要な問題と考えられる低濃度ばく露による毒性の評価において、まずは対象物質の生殖毒性ポテンシャルを見極

め、遺伝子変化・組織変化等を調べることで毒性所見を明確に把握することを目的とする。

(3) 方法

陽性対照物質(カドミウム;生殖毒性第1群の物質)および被験物質(ニッケル、クロム;生殖毒性第3群の物質)を実験動物に投与し、特に雌性生殖器官における影響の検索に着目し、生殖に関連した部位(卵巣、生殖洞、等)の組織学的変化、遺伝子発現等について調べる。さらに生殖機能の解析として妊孕能について調べる。

(4) 研究の特色・独創性

第3群に分類された産業化学物質の生殖毒性では、疫学的報告はもとより動物実験による証拠が不十分であり、今後リスク評価に用いるデータが必要である。本研究では特に雌における生殖影響のエンドポイントとして着目し、必要に応じて雄の影響も補完しながら、生殖毒性を予知・評価できる動物データ蓄積を目指す。

【研究計画】

雌動物にニッケルを投与し、まず雌性生殖器(卵巣、子宮、外生殖洞等)への毒性影響を調べる(陽性対照としてカドミウム投与群を設置し、被験物質の影響を比較検討する)。生殖系に関連する血中ホルモン(性ステロイドホルモン濃度等)や生殖器、標的組織・細胞に発現しているホルモン受容体・ホルモン合成酵素等の遺伝子レベルの発現変化について調べる。さらに可能であれば妊孕能、各生殖器における生体防御因子の発現と毒性影響の関連、神経内分泌的支配影響について検討する。

まず生殖毒性ポテンシャルを明確に把握するために、比較的高い用量を単回および頻回投与を行った後、生殖器の毒性所見を観察し、低用量ばく露による生殖毒性の有害性発現経路解明に向けての予備的データを取得する。

【研究成果】

まずニッケルの単回投与(0、15、60 mg/kg)による雌成熟マウスへの影響を調べた。投与24時間後に剖検したところ、体重、代謝系臓器(肝臓および腎臓)および生殖器(卵巣、子宮)重量において投与群は、対照群と比べ変化はみられなかった。

次にニッケルを雌成熟マウスに単回投与(0、15、

30、60 mg/kg)し、投与後 14～15 日後剖検した。投与終了後、投与群間における体重変化はみられなかった。その期間、臍垢スメア採取により発情周期を調べたところ、投与群では、発情間期が 5 日以上続く不規則な周期がみられ、4～5 日間隔の正常な発情周期を示していなかった。採材時、肝臓、腎臓、副腎、卵巣および子宮重量において、投与群は対照群と比べて

差はみられなかった。なお、血液学的検査では、投与群では赤血球数、ヘモグロビン量およびヘマトクリット値が減少していた。

現在、採材した血漿中のメタロチオネイン濃度、エストロジェンおよびプロゲステロン濃度の測定により投与の影響に関する解析を進めているところである。

(6) ミストおよびガスとして存在する有機化合物の分析方法についての検討

萩原 正義(ばく露評価研究部), 日達 清(同), 鷹屋 光俊(同), 小野 真理子(化学物質情報管理部)

【研究概要】

(1) 背景

近年、橋梁等の塗装はく離作業中に意識不明になるなど有機溶剤中毒の疑いのある事例が複数報告されている。はく離剤の主成分(含有量 30～40 wt%)であるベンジルアルコールによる急性中毒が原因である可能性がある。ベンジルアルコールは揮発性が低いが、塗装はく離作業においては閉鎖空間ではく離剤を 1.0 kg/m²(標準塗布量)と大量に噴霧・吹付するため、蒸気とミストとが混在する。その作業環境中のベンジルアルコール濃度は数百 ppm と極めて高濃度になり、中毒を引き起こした可能性がある。このように、蒸気(気体)とミスト(液体)が混在する作業場において、保護具の選定や換気設備の評価などのばく露防止対策を行うために、気中濃度を正確に測定する必要がある。

(2) 目的

ガスとミストとが混在する状態での有機化合物を正確に分析する方法は十分確立されていない。本研究の目的は、こうした状態で存在する有機化合物の適切な測定法を提案することである。

(3) 方法

まず、液体マスフローコントローラーを用いた装置を組み立て、有機溶剤のミストを安定的に発生させる方法を確立する。次に、ガスとミストとが混在する状態の有機化合物を捕集する方法について検討していく。ガスとミストとを別々に分析する方法、あるいは一緒に分析することができればその方法についても検討を加える。

(4) 研究の特色・獨創性

ガスとミストとが混在する状態での有機化合物を正確に分析する方法は十分確立されておらず、困難が予想される。しかし、より現場に近い条件での知見を

得ることによって、我が国の労災防止とリスク管理に貢献する。

【研究計画】

有機溶剤としてベンジルアルコールを対象とする。液体マスフローコントローラーを用いた装置を組み立て、有機溶剤のミストを安定的に発生させる方法を確立し、ガスとミストとが混在する状態の有機化合物を捕集する方法について検討していく。ミストは粉じんと同様に捕集すべきと考えられるが、そのままでは捕集したものがガスとして抜けていくことが予想される。それをどのように再捕集すべきか等について検討する。

【研究成果】

ガスとミストとが混在する状態の有機化合物を捕集するため、ガス用の吸着捕集管(活性炭)の前段にフィルター(ガラスファイバーフィルター等)を連結したサンプラーを用意した。これでベンジルアルコールのガス・ミストを捕集できるか検証中である。ガスに関しては活性炭で捕集できることをこれまでの研究で確認している。ミストに関して、フィルターのみでの吸着・脱着試験(通気無し)と、活性炭管を連結した状態でのフィルター部分の添加回収試験(通気有り)、および添加した状態での保存性を試験中である。

また、ベンジルアルコールを主成分(55～65 wt%)とする塗膜はく離剤を用いた作業中に発生した労働災害(令和 4 年 9 月)の現場調査において、試験中のサンプラーを応用し捕集を行った。

実験条件を詰めるための現場の実態に関する情報収集として、化学物質情報管理研究センターが協力している建設業労働災害防止協会の「建設業における化学物質のリスクアセスメントマニュアル作成に係る現場測定」に同行し、ビル等の建設現場での実際の作業状況について把握した。

b. 安全研究領域

(1) 金属粉じん爆発に関する粒子の表面性状と着火性の関係

八島 正明(化学安全研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

1) 金属系の粉じん

粉じん爆発・火災災害の原因となった可燃性粉体の種類について、1987年から2010年まで安衛研が調べた結果、全117件(約5件/年)のうち62件が金属粉じんであり、そのうち、アルミニウム粉及びその合金粉が23件、マグネシウム粉及びその合金粉が19件であった。

金属の中でも、アルミニウム粉あるいはマグネシウム粉が原因となった事故災害の割合は高い。このことから、粉じん爆発・火災災害の防止対策においては、これら金属系の粉じんを対象に、優先的に取り組むべきである。

2) 古い粉体の着火性

マグネシウム合金研磨粉じんの爆発・火災に関する、ある災害調査において、電気スパークが着火源と考えられた検証実験で、古い粉じんでは着火しにくかったが、新しい粉じんでは容易に着火した事例がある。これについて、粉体X線回折装置(XRD)を使った結晶解析によると、酸化物の形成が認められ、これが不燃性に関係していることが推定された。

また、アルミニウム粉じんの爆発・火災の調査によると、現場から採取した粉をすぐに調べた時には着火したが、時間が経過してから調べた時には着火しなかったという事例もある。アルミニウムの場合は、保護的な酸化膜の形成が着火を抑制しているといわれる。

古い粉体が着火しにくいのは、保管中に吸湿等で変質(凝集、大粒化、表面酸化、不純物の付着など)したためと考えられるが、そのことが粉じん爆発における着火性、燃焼性とどのように関係しているのかは定量的には明確になっていない。

以上のことから、災害調査において、本来着火しやすい粉じんでありながら、時間が経ってから燃焼性を調べたり、現場に保管してあった(燃え残った)古い試料を採取して調べたりすることで不燃性の粉じんと判断されることがあり得る。当該粉じんの可燃性に対して、逆の結果をもとに再発防止対策が講じられるとすれば、事故災害が再発する可能性がある。安衛研が判断を誤って行政側に報告したり、産業界に公表したりすることは避けなければならない。

3) 表面性状

近年、カルシウムなどの添加による「難燃性マグネシウム合金」が開発され、輸送用構造材料として注目

されている。このような合金は、表面に保護的な酸化物を形成することで着火しにくくしたものである。

しかし、安衛研での研究[1]によると、バルク状(塊)では抑制効果があっても、粉状になると、火花放電で容易に着火することが明らかになっている。そのような表面性状と着火性が容易になる性質は明確になっていない。

(2) 目的

本研究では、マグネシウムやアルミニウムなど金属系の粉じんの爆発について、着火に及ぼす経年劣化による変質や粒子表面の性状の影響を実験的に明らかにすることを目的とする。

(3) 方法

本実験では、雰囲気制御した加速試験で作製した試料あるいは異なる研磨条件で作製した試料を使い、a)粉の経年劣化による着火性の違い、b)酸化層形成の制御による着火性の違い、c)吸湿による粒子の変質と着火性の違いなどを調べる。

(4) 研究の特色・独創性

本研究は、粒子表面の性状を制御するための加速試験などを行い、着火性を調べることに独創性がある。

【研究計画】

(1) 経年劣化による着火・燃焼性

経年劣化による着火・燃焼性に関して加速劣化試験を行い、酸化物の形成とその影響を調べる。試料として、アルミニウム及びその合金粉、ケイ素粉などについて調べる。

(2) 保護膜となる酸化層の着火に及ぼす影響

難燃性マグネシウム合金では微量添加されたカルシウムなどの酸化膜により、難燃化が図られている。しかし、初年度の難燃性マグネシウム合金の板と粉の着火性実験によると、酸化層は加熱源(着火源:裸火、放射熱、熱面、火花放電)の種類によっては安定な保護膜とはならないことが明らかになっている。

(3) 酸化層と形状を制御した粉体の作製

球形試料のほうが酸化層の理論的な考察が容易となる。そこで、球形で酸化層が形成していないマグネシウム粉の作製を実験室にある真空誘導加熱炉(IH)を使って試みる。

【研究成果】

(1) 経年劣化による着火・燃焼性

経年劣化による着火・燃焼性に関して、アルミニウム粉と亜鉛粉を対象に恒温恒湿槽を使った加速劣化

試験を行い、酸化させ、酸化物の形成と粉じん爆発性を調べた。

恒温恒湿槽の設定条件は 80 °C、80 %とし、144 h までとした。加速劣化後の測定項目として、TG-DTA 熱分析、粉末 X 線回折測定(XRD)、走査型電子顕微鏡観察(SEM)、試料断面元素分析(SEM-EDS)、浮遊粉じんの爆発下限濃度とした。

アルミニウム粉については小ガス炎試験では着火性が見られず、また堆積状態で燃え拡がりも見られないため、燃え拡がり速度は求められない。そこで、浮遊粉じん状態の爆発下限濃度のみで燃焼性を判断した。

(2) 保護膜となる酸化層の着火に及ぼす影響

水素化マグネシウム粉の着火性に関して、新たな熱面加熱装置を製作した。昇温過程での粉体表面の変化を顕微鏡撮影した。実験の結果、脱離で放出した水素のマグネシウム粉の発火への寄与は小さいか、あるいは無視できるものと考えられた。

新たに粒子径の大きい水素化マグネシウムをメーカーから提供してもらい、燃焼危険性の評価方法について検討した。

【参考文献】

[1] 八島正明 (2017) 金属粉じんの空気中の保管による経年変化と燃焼性の関係, 第 55 回燃焼シンポジウム講演論文集, pp.170-171.

(2) シールドセグメントの崩壊災害等の防止に関する研究

吉川 直孝(建設安全研究 G), 平岡 伸隆(同), 伊藤 和也(東京都市大学)

【研究概要】

(1) 背景

海底地盤下のシールド工法を用いた建設工事において、シールドセグメントが崩壊し、坑内が水没した災害等、社会的なインパクトの大きい重大災害が発生している。同災害では、コスト削減のため、同セグメントの厚さを標準的な厚さよりも薄くし、またセグメント間の継ぎ手も簡略化したものであった。

そのため、施工時にセグメントに加わる土水圧、シールドマシンの競りによる圧力、ジャッキによる圧力等により、Key となるセグメントが抜け出し、セグメントリングが崩壊し、坑内に海底地盤が流入し作業員 5 名が死亡する災害であった。

そこで、本研究では、シールド工法において支保として多く使用される鉄筋コンクリートセグメントの耐力等を適切に把握するため、セグメント模型を作製し、様々な圧力条件下でのセグメントの応力ひずみ挙動を計測し、また個別要素法と呼ばれる数値解析手法により、その挙動を予測する。これにより、適切なセグメントの寸法、セグメント間の継ぎ手の有無等が検討できると考えている。

(2) 目的

シールドセグメントでは、セグメントの適切な寸法、継手等を明らかにする。

(3) 方法

セグメント模型実験については、セグメントの厚さ、弧長等をパラメータとして、種々のセグメント模型を作製する。これらの各セグメントに対し、等方的な圧力、偏圧、施工時荷重としてジャッキ圧等を作用させ、個々のセグメントの曲げモーメント(M)と軸力(N)の挙動を評価

する。

検討結果から、厚さ、弧長について、セグメントの適切な寸法等を提示する。また、それら実験を個別要素法によりシミュレートする。

(4) 研究の特色・独創性

鉄筋コンクリートセグメントの縮尺模型を作製し、種々の圧力下での個々のセグメントに作用する曲げモーメント(M)と軸力(N)を評価している研究は、研究代表者が調べた限りでは皆無である。また、それらを個別要素法によりシミュレートした研究もない。

【研究計画】

(1) セグメント模型実験

セグメント模型実験により、セグメント分割型に対して、厚さの異なるセグメント模型を作製し、M-N 強度を検討する。その際、コンクリートの M-N 破壊包絡線を超過するか否か、注意深く観察する。

(2) シミュレーション計算

セグメントリングについて、個別要素法及び有限要素法によるシミュレーションを実施し、セグメントの曲げモーメント(M)と軸力(N)の挙動を実験結果と比較検討する。

【研究成果】

(1) セグメント模型実験

セグメント模型の単体曲げ試験を実施し、解析パラメータを取得した。また、セグメントに分割された模型(分割型)およびリング状の模型(一体型)それぞれに対して載荷除荷試験を実施し、セグメント継手の効果を調べた。試験に際して、それぞれの模型の内外径にひずみゲージを貼り付け、ひずみ値から曲げモーメント(M)と軸力(N)を算出し、M-N 強度と破壊包絡線を

比較した。

その結果、セグメントに分割された模型の方が曲げモーメントが大きく、破壊包絡線に近づく傾向を示した。つまり、セグメント間を物理的に締結することによって、セグメントに加わる曲げモーメントを低減できることがわかった。

(2) シミュレーション計算

3次元個別要素法により、セグメント模型に対する単体曲げ試験及び載荷除荷試験をシミュレートした。

荷重又は圧力とひずみ関係を実験結果と比較したところ、単体曲げ試験及び載荷除荷試験ともに、おおむね解析結果が実験結果を表現していた。

また、3次元弾塑性有限要素プログラムでも単体曲げ試験及び載荷除荷試験をシミュレートしたところ、単体曲げ試験においては同様にピーク荷重までの荷重とひずみ関係はよく一致し、載荷除荷試験についてはセグメント模型の引張ひずみの発生メカニズムをよく理解できた。

(3) トラック荷台等からの転落防止に求められる昇降設備の検討

大西 明宏(リスク管理研究 G)、柴田 圭(同)、高野倉 雅人(神奈川大学)

【研究概要】

(1) 背景

陸上貨物運送事業において労働災害が減少していない実情を踏まえ実施してきた行政要請研究「陸上貨物運送事業における労働災害の背後要因及び発生要因の分析と新たな労働災害防止対策の検討(平成 29～30 年度)」において、荷役作業時の災害の特徴として、トラック荷台からの転落等が全体の 2 割以上で最も多く、とりわけ荷台昇降によるものが 3 割から 4 割を占めることがわかった。

この原因として考えられるのが、トラック荷台へのアクセスとして必要な昇降設備が不適切であるため、作業者が適切に移動できないこと等が挙げられる。しかしながらトラック荷台等に昇降設備を設けるには車両法令の範囲内で対応しなければならないため、作業者にとって理想的と言える設備を提供するのが困難な状況も想定される。

(2) 目的

トラック荷台等に必要な昇降設備であるハンドルやステップ等に求められる最低限の条件(幅や形状、位置など)を被験者実験で明らかとし、適切な昇降方法を提案するための基礎的資料を得ることを目的とする。

(3) 方法

ユーザーや業界団体等へのヒアリングにより実際に用いられている昇降方法を調査する。この調査結果等を踏まえ、複数の昇降方法(設備)を実現するためトラック荷台にステップおよびグリップを架装し、昇降しやすい条件を見出すための被験者実験を実施し、昇降する際の身体加速度の大きさや重心位置の変化等の運動学的な評価とあわせて主観的評価を行うことにした。

(4) 研究の特色・独創性

理想的な条件を見出すのではなく、現状のトラック荷台(バンボディ部を含む)に架装可能な条件の中から実

現可能なものを提案するものであり、すぐにでも応用可能な成果を目指す点において特色および独創性があると考えている。

【研究計画】

取得済みの男女 22 名分の腰部動揺データに加え、床反力データ等の分析を継続すると共に、片手グリップにならざるを得ない荷台後部(リヤ)部での昇降方法(とりわけ降り)について、グリップを使うことなく現状よりも安定した動作が可能な方法を検討した。

今年度は荷台昇降動作が下肢筋力と関連性が高く、下肢筋力のみを測定することで昇降動作の不安定さを事前にスクリーニングする可能性についても追加実験にて検討した。

【研究成果】

22 名のうち追加実験に参加できたのは 17 名であった。下肢筋力として膝伸展力と立ち上がりテストの 2 種類を課したところ、いずれも両手グリップ使用による昇降時の腰部動揺とは相関しなかったものの、片手グリップ使用の昇降時は相関係数が高かった。これは 3 点保持できない昇降は大きな下肢筋力を要求されるが、3 点保持ができればそれほど下肢筋力を使わずに昇降できることを証明した結果であったと考えられ、当初の仮説通り、ステップ使用と 3 点保持の重要性が確認できた。

また、これまでの分析結果の一部は令和 4 年 11 月に開催された第 43 回バイオメカニズム学術講演会にて口頭発表を行った。その他にも今年度の追加実験の結果等、発表すべきデータが多く残っており、令和 5 年 11 月に開催予定の第 44 回バイオメカニズム学術講演会等での発表を検討している。次年度以降も積極的に学会発表を続け、最終的に学術論文としてまとめる予定である。

(4) 建設用ゴンドラの風に対する安定性に関する研究

高梨 成次(建設安全研究 G), 高橋 弘樹(同)

【研究概要】

(1) 背景

建設用ゴンドラは建設物の外壁工事および窓ガラスや外壁の清掃等に供する施設である。構造的な特徴は、屋上からワイヤーロープによってつり下げられる非常に軽量な設備である。そのため、一般的な管理風速である 10 分間平均風速 10 m/sec よりも小さな風に対してさえ不安定になることがある。

特に外壁の上端部や左右の出隅部において不安定になる傾向があると指摘されている。また、風向による影響も大きいと言われている。しかしながら、それらに対する工学的な検討は一切なされていないのが現状である。そのため、建設用ゴンドラの作業を安全に実施するために、風に対する安定性を工学的に評価する必要がある。

(2) 目的

建設用ゴンドラの施工対象である建物の形状やゴンドラの設置位置ならびに風向に応じた、建設用ゴンドラの安定性を工学的に評価する。それをクレーン協会および関連業界に周知することを本研究の目的とする。

さらに、ゴンドラ製造会社において、風対策を講じ、実施している例が確認されているが、それに対する工学的な検討および限界風速等を検討することも本研究の目的の一つとする。

(3) 方法

建物の幅、奥行き、高さをパラメータとしたモデルを作成し、その上端や角部にゴンドラのモデルを設置して風洞実験を実施する。同時に風向(ゴンドラの側面からの風、背面からの風)をパラメータとした実験を実施する。その時のゴンドラの挙動を加速度計で計測し、安定性に関する評価を行う。

ただし、風荷重は乱流および境界層の影響を考慮し

ない一様流とした最もシンプルな実験を実施し、ゴンドラの挙動を加速度計により計測したデータを収集することを目的とする。

(4) 研究の特色・独創性

これまでも多くの耐風設計に関する研究は行われているが、工事用ゴンドラの作業床のように何物にも緊結されておらず、ただワイヤーロープでぶら下げられているだけの物体の挙動に関する研究は他に類を見ない。これまでに工事用ゴンドラを対象とした学術的研究は見受けられないことから、本研究は極めて独創的であると考えられる。

【研究計画】

前年度同様に縮小模型を用いた風洞実験を実施する。実験の主たるパラメータはゴンドラのつり下げ長さとする。同時にゴンドラと建物の相対的な位置関係および風向方向に関しても検討を続ける。

さらに、前年度の研究によりゴンドラが建物の出隅部にある時に風を受けると大きく揺れやすい傾向にあることがわかった。それに対して、出隅部が角張っているのか、丸みを帯びているのかによる影響を実験的に調べる。

これらと並行して、ゴンドラ側面のパンチングメタルの開口率をパラメータとして、その影響を実験的に調べる。

【研究成果】

ゴンドラと建物の離間距離をパラメータとした実験を実施した。その結果、ゴンドラと建物の離間距離が大きいほど、ゴンドラが揺れやすくなることがわかった。

可搬型ゴンドラで使用されることが多い長方形ゴンドラと常設型ゴンドラで使用されることが多いオーバル型ゴンドラの風応答の比較を行ったところ有意な差は確認できなかった。

(5) 交差フレームに受圧シート張った土砂遮断装置の高度化に関する研究

玉手 聡(建設安全研究 G), 堀 智仁(同)

【研究概要】

(1) 背景

先行研究では小規模な溝工事における作業者の被災防止をターゲットに個人用保護機材「土砂遮断装置(特許第 6431239 号)」(以下、土砂ガードという)を提案した。背景には、深さ 1.5 m 未満の浅い掘削では土止め支保工の使用が必ずしも義務づけられてない一方で重篤な被害も多く発生していることがあった。また、この

ような小規模工事で簡易に使用できる被災防止の手段(機材)も存在しないという問題があった。

そこで新たな保護機材として「土砂ガード」を着想した。崩土衝突時の抵抗機序や構造的な必要強度の実験的な検証を重ね実用化に至った。今後も現場での利用状況や改善点などを調査する必要がある。

(2) 目的

本研究の目的は、実用化後の土砂ガード技術を追

跡調査すると共にさらなる安全のための性能的な向上を図ることである。具体的には「妻側の崩壊防止」や「矢板との併用による相乗効果」の検討である。

加えて、カナダの労働安全衛生研究所(IRSST)は本技術を支持しており共同研究を通じて土砂ガードの国際展開も図りたいと考えている。

(3) 方法

本研究の実施方法は実験と解析及び現場調査の3つを考えている。具体的には、土砂ガードに組み合わせ可能な妻側機材の検討と、矢板との組み合わせによる新たな抑止の提案であり、いずれも土砂ガード技術をベースとする応用研究である。土圧に対する抵抗機序の理論的な検討に基づいて実験的な検証を行う。特に実験では遠心模型実験による小型レベルから検討をスタートさせ段階的に実大規模へレベルアップさせる。実験的な検証に基づいて災害防止への有効性を明らかにする。

本研究の実施については、国内企業や国内外の研究機関との連携も予定している。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特色と独創性は、溝掘削工事における土砂崩壊災害の防止のため新たな土止め支保工の形を提案する部分にある。他の研究機関等では行われていない独創的な研究と考える。

【研究計画】

令和3年度に遠心模型実験による第1段階の検証を行ったところ、「妻側対策」と「矢板併用」の両技術について高い効果が確認された。小型模型レベルにおいては仮定した機序が確かめられたことから令和4年度は実大規模レベルへと検証を高度化させた。具体的には以下の通りである。

- ・ 土砂遮断装置の実用化後における追跡調査を令和4年度も継続し、現場での利用状況やユーザー意見等を調査した。また、国内外の研究機関等と情報交換を行った。
- ・ 妻側対策については、小型模型での検証から明らかになった効果を実大規模レベルで検証するための受圧板を試作した。この試作では、必要サイズや強度を解析した上で構造や材料が異なるタイプも製作し、妻側崩壊実験で効果を比較した。
- ・ 矢板併用による効果の検証については、土砂遮断装置が矢板を支持する部分の境界条件をヒンジや単純支持の条件などにパターンを変えて検証した。併せて、実験用治具の設計・製作を行って実大実験を行った。また、衝突実験による上限条件における載荷での損傷等も確認した。

【研究成果】

(1) 実用化後の追跡調査

令和3年7月から特許第6431239号の実施企業である日本スピードショア(株)が土砂遮断装置の販売とレンタルを開始しており、ユーザーに使用条件、感想、要望等を調査した。

利用状況は令和4年9月末までの約1年間に、レンタルが3314台日、販売は13台であった。利用地域は北海道から九州までの21都道府県であり、溝条件は深さ0.5mから1.5mまで、幅は0.6mから2.0mまでであり、利用目的も水道、ガス、通信と様々であった。

ユーザーからの評価はおおむね高く、「安心感がある」、「設置が容易」、「軽くて便利」といった意見が多かった。改善の要望では、「2名が同時に入れるロングタイプ(大型)」の希望や逆に「幅0.6mの狭い溝用で深さが1.2m以下用のタイプ(小型)」を希望する意見があった。様々な施工の条件に対応するためにはバリエーションの充実が必要なのことがわかった。

(2) 妻側対策の検討

本検討は、掘削溝の「妻側」壁面が崩落した際に、土砂遮断装置の内部で作業中の労働者に危害が及ばないようにすることを目的とした。

ここでは土砂遮断装置の妻側に追加設置する機材を検討するものであり、具体的には妻側受圧板を設置してそこからの崩土を遮断するものである。

令和3年度に遠心模型実験から明らかになった土砂遮断効果を実大規模レベルで検証するために令和4年度は2タイプの機材を試作した。

一つは、アルミ板材と、その裏面に設けた係止部材と、板材の表面下部に設けたフランジで構成されるものである。もう一つは、板材(アルミ板)の部分をシート材に変えたものである。これは2つの実験から板部の剛性の違いが遮断効果に与える影響を比較するためである。なお、本技術は「土砂遮断装置用土止め材」として本年特許出願した。

試作した受圧板は土砂遮断装置が持つ構造的な特長を利用したものであり、Xフレームに係止するだけで設置を完了できる簡単さに特徴がある。そして、この設置によって生まれる2つの抵抗力、すなわち水平移動に対する摩擦抵抗力と転倒モーメントに抵抗する安定モーメントが崩土の自重によって発揮される。

実大実験から崩土の遮断効果は両タイプに認められシンプルな構造にもかかわらず十分な性能を有することが確かめられた。また、シートタイプについては崩土の鉛直荷重成分によって生じた張力が板材と変わらない遮断効果を発揮し、軽量化も可能にした。そのため来年度(令和5年度)は受圧シートのデザインと係止の方法を改善した検証を行う予定である。

(3) 矢板併用による効果の検証

本検討は土砂遮断装置に矢板を併用することの性能向上効果を調べることを目的とした。

土砂遮断装置単体では崩土を受圧するとシートにたわみを生じ内部の残存空間は減少するが、溝の深さ 1.5 m 以下、幅 0.8 m 以上の条件では少なくとも幅は 0.45 m 以上となることを先行研究で確認した。すなわち生存空間を確保できることがわかった。

今回の応用的研究では受圧シートの外側に矢板を設置するとシートのたわみがほぼゼロになることから変位の制約が厳しい条件や深さ 1.5 m 以上 2 m 未満のやや深い溝で利用できる可能性が明らかとなった。

そこで、深さ 2 m、幅 0.8 m の危険側の溝条件を再現して土砂遮断装置単体と矢板併用の場合を比較した。その結果、両方において崩土は支持され十分な強度を有していることがわかった。一方、残存空間(幅)については両者に差が見られ、併用ケースでは 0.64 m 以上であったものの単体の方では 0.40 m に減少した。したがって、目標値の 0.45 m をわずかに下回った。

さらに矢板の構造についても検討した。これは矢板の上下にフランジを有するタイプとの比較であり、土砂遮断装置の梁の動きを拘束することで幅方向にも

変位させないものである。もう一つは、フランジ無しの標準矢板タイプである。フランジ有りのタイプではシート材に代わって矢板材が張力を負担する。標準タイプでは両側面のシート張力で土圧に抵抗する。両タイプともに支持性能はほぼ互角に見られ、残存幅はフランジタイプが 0.60 m、標準タイプで 0.56 m であった。

フランジの位置が上下に変な構造にできれば異なる溝幅でも変位を抑止できることから次年度はその構造について検討する。

静的荷重と動的荷重(衝撃)を載荷する実験を行って、構造的な耐力を検証した。その結果、5 kN の静的荷重と 3 kN のローラー衝突では構成部材に変形は見られず十分な耐力を有していることがわかった。

以上より、本研究では先行研究において開発した土砂遮断装置について、その実用化後の使用状況やユーザー意見を調査するとともに、その防護性能の高度化を目的とする 1)妻側の土砂遮断と 2)矢板との併用により性能向上、の 2 点について技術的な検討を行った。従来の土止め支保工とは異なる新たな防護措置を提案することによって、これまで防げることができなかった労働災害を無くすことを目標としており、引き続き高度化の検討を進める予定である。

(6) 機械学習を災害事例分析に適用するための特徴量データベースの構築に関する研究

呂 健(リスク管理研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

労働災害の防止と減少を目的とする研究において、労災事例データベースを用いた労災事例の分析は重要である。第 13 次労働災害防止計画には「AI やビッグデータを活用した労働災害の防止に関する調査研究を推進する」と記されている。

(2) 目的

本研究は、代表的 AI 手法の一つである機械学習手法を「職場のあんぜんサイト」に掲載されている「労働災害(死傷)データベース」(以下、「労災 DB」と略す。)の分析に適用するため、学習データの準備手法を検討する。この手法に基づいて、将来、機械学習及び AI を用いた災害事例分析を実現することにより、労働災害発生要因の変化に確実に対応し、災害発生傾向の予測及び行政施策の検討に信憑性の高い根拠を与える。

(3) 方法

現在実施中の基盤的研究では、災害事例に関する情報が不足している場合には労災 DB のテキスト部分

からの情報抽出により補うことを検討してきた。また、機械学習手法では、最初の手順として、適用対象とする問題(実世界モデル)のデータから、モデルの特性を表す各種の数値(「特徴量」と呼ぶ)に変換し、特徴量データベースを構築する必要がある。

現在の基盤的研究の成果を踏まえ、本研究では、以下を検討する。

- ・ 労災 DB 以外の労災事例データベースからデータを補う手法
- ・ データの数値化変換などによる特徴量データベースを構築する手法
- ・ 特徴量 DB の構築を行うとともに、機械学習を活用する手法

(4) 研究の特色・独創性

新しい AI 技術を用いた労災 DB の有効な活用に関する研究であり、特色がある。

【研究計画】

事故の型、起因物など災害属性を区別せず、全災害事例を対象として頻出語を抽出して、対応するベクトルを用いて災害状況の特徴を表す場合、「負傷」、「被害

者」など共通語がかなりの割合を占める。このため、特徴量 DB を構築するためには、各事例の事故の型や起因物など属性に依存する局所の特徴を表す用語が必要である。そこで、下記の通り研究計画を1年間延長することにした。

上記問題を解決するために、局所の特徴を意味する用語を新たに追加した特徴量 DB の構築について下記を実施する：

- ・「はさまれ」や「転倒」など災害の多い事故の型に対し、事故の型に依存する特徴語（「事故の型特徴語」）を抽出し、「事故の型ベクトル」を作成する。
- ・各起因物大分類に対し、起因物に依存する特徴語（「起因物特徴語」）を抽出し、「起因物ベクトル」を作成する。
- ・頻出語ベクトルに、事故の型ベクトル及び起因物ベクトルを統合・追加し、特徴量 DB を構築する。

また、機械学習や AI 手法を用いた労働災害発生傾向の分析・予測を目標として、現在、構築中の特徴量 DB を基に、特定の課題や分野での機械学習や AI 手法の適用を試みる。例えば、現在検証中の頻出語に基づく統計的方法による災害パターンの分類手法の応用として、教師ありの機械学習手法の導入により機械学習や AI 手法の活用を試みる。

【研究成果】

「事故の型=転倒」(平成 26～28 年:約 20 000 件)の事例に対し、自然言語処理 AI モデルの文ベクトル計

算法を用いて特徴量ベクトルを作成した。

「起因物=動力機械」(平成 26～28 年:10 000 件)の事例、及び「起因物=仮設物、建築物、構築物等」(平成 26～28 年:23 000 件)の事例に対し、同じ文ベクトル計算法を用いて特徴量ベクトルを作成した。

作成した特徴量ベクトルの応用として、「災害状況」の分類や類似性の検索手法を検討した。類似性検索の具体例として、同一事例に対する記述文が異なる 2 つのデータベース（「職場のあんぜんサイト」の「労働災害(死傷)データベース」と、「労働災害死亡データベース」）に対して、類似事例の検索を行った。

検索結果の精査と改善はまだ必要だが、約半数程度の検索作業において、同一事例が類似事例に含まれた結果であった。最も、同一事例において、「死傷データベース」と「死亡データベース」は異なる報告者からの異なる文章なので、このような同一性検索の精度向上は課題になる。一方、この検索の基礎になっている文ベクトルを作成するための AI モデルの改善により、検索精度の向上も可能と考える。

もう一つの応用として、特徴量ベクトルを用いた分類手法を開発し検証した。具体的には「災害状況」の日本語文書をディープラーニングで学習し、「事故の型」の自動認識(分類)の検証を行った。製造業の死傷災害事例 9 万件を用いた検証では、80%の正解率を達成した。

(7) 新技術が労働安全に及ぼす影響に関する調査研究

芳司 俊郎(新技術安全研究 G), 池田 博康(同), 齋藤 剛(同)

【研究概要】

(1) 背景

第 13 次労働災害防止計画において、技術革新への対応として、「これまでの産業用ロボットの定義に当てはまらないロボットの安全対策や安全基準・規格等を検討する」「技術革新を見越した上で、人と機械の安全な協働の方策等について必要な基準を検討する」「IoT 等を活用した労働災害の防止や労働者の健康確保に関する調査研究を推進する」等が重点事項として示されている。

(2) 目的

協働ロボットや IoT を用いた機器などの新技術の普及が進むものと考えられている。これにより、新技術を用いた監視装置など安全水準の向上が図られることが考えられる一方、機器の不意な動作などによる労働災害が懸念されている。このため、新技術の労働安全上の課題について明らかにする必要がある。

(3) 方法

- ・ AI や IoT などの新技術の現状や今後の方向性などについて、調査する(専門機関の情報を得る)。
- ・ 調査結果を踏まえ、新技術による労働安全への影響(効果や留意点)を検討する。
- ・ 新技術の労働安全上の課題をとりまとめ厚労省に報告する。

(4) 研究の特色・独創性

従来、労働災害防止対策は、労働災害が発生してから調査・検討することが一般的であったが、今後、産業現場への普及が見込まれる新技術に関しては、職場への導入が進んでいない段階で検討し必要な対策を提案することが求められる。

【研究計画】

- ・ VR、MR、AR、AMR に関する現状等の調査を実施
- ・ 新技術に関する労働安全上の課題のとりまとめ

- ・ 機械安全に関する検討及び厚生労働省への報告
- 【研究成果】**

(1) 機械安全に関する検討会

検討会においては、機械作業にかかるリスクアセスメントを中心に議論が進められた。検討会において、機械作業にかかるリスクアセスメントは、化学物質の取扱いにかかるリスクアセスメント(コントロールバンディング)と比較して、危険源同定が難しいことなどの意見が出された。

これらを踏まえ、以下の点について検討を進めた。厚生労働省から意見を伺って、改めて検討を行いとりまとめた。

- ・ 機械メーカーのリスクアセスメントの義務化

- 法第 43 条または第 43 条の 2 の改正
- ・ 機械を使用する事業場のリスクアセスメント義務化
法第 28 条の 2 の改正
- ・ ユーザーへの危険情報の提供の義務化
規則第 24 条の 13 の改正

(2) 新技術の実態調査

現在、VR、MR、AR、AMR に関する現状等の調査を行っており、調査結果がまとまり次第、新技術に関する労働安全上の課題をとりまとめ、新技術安全コンソーシアムに報告した。

新技術安全コンソーシアムの意見を付して厚生労働省に報告した。

(8) 足こすり動作による簡易すべり官能評価手法に関する研究

柴田 圭(リスク管理研究 G), 大西 明宏(同)

【研究概要】

(1) 背景

第 13 次労働災害防止計画における死傷災害全体の目標として、死傷者数の増加が著しい業種において事故の型に着目した対策を講じることにより、死傷者数を 2017 年と比較して 5 年で 5 % 以上減少させる必要があるが、増加傾向にあるのが現状である。重点業種に、陸上貨物運送事業・小売業・社会福祉施設・飲食店があるが、それぞれ転倒事故が最も多い、あるいは、2 番目に多い。

その要因の多くはすべり・つまずきである。これまでも耐滑性のある安全靴を使用するなど対策が取られているにもかかわらず転倒事故が多いのは、JIS の測定環境と異なる労働環境では耐滑靴であっても摩擦係数が異なり、労働者がそれに対応できていない、あるいは気づいていない可能性がある。

実際のすべりリスクを評価するためには、労働環境における摩擦を数値化する必要があるが、機械的な摩擦係数測定では時間的・人的コストが高いため、現場でより簡便にすべりを評価する手法の開発が必要である。

(2) 目的

本研究では、人間の感覚(官能評価)のみでの評価を目指して、簡易的な足こすり動作による摩擦とすべり官能評価の関係を明らかにし、足こすり動作による簡易すべり官能評価手法を開発することを目的とする。

(3) 方法

様々な床面と靴底の組み合わせにおいてフォースプレート等を用いて足こすり動作による摩擦係数を測定し、同時にすべりにくさについて官能評価を Visual

Analog Scale を用いて行う。その結果より、すべり官能評価から統計的に有意に摩擦係数を予測できる手法を抽出する。

さらに、現行の摩擦係数の安全基準に対する判別可能性を検討し、場合によっては被験者のグループ分けを行い、摩擦を適正に評価できる被験者群を選出する。そして、摩擦を適正に評価できる被験者が労働現場においても適正に評価できるか確認するため、実際の労働現場、あるいはそれに近い環境でのすべりリスク評価の妥当性を検討する。

ここでのすべりリスクは、一般的な耐滑性の基準となる摩擦係数により、4 段階に分類する。

(4) 研究の特色・独創性

床面や靴底の耐滑性を向上させる研究は数多くあるが、足こすり動作による摩擦係数とすべり官能評価の関係を明らかにした研究はなく、また、足こすり動作による適正に摩擦やすべりリスクを評価するという試みは例がなく、極めて独創的といえる。

【研究計画】

前年度から引き続き、被験者を用いた基礎的な摩擦試験・官能評価試験を行う。そして、摩擦とすべり官能評価の関係による分類・分析、および解析を行う。

得られた結果について、人間工学、設計工学、あるいは Tribology International 等のジャーナルへの適合性を検討し、原著論文を投稿する。

【研究成果】

- 主な成果を以下に示す。
- ・ 足こすり動作では、立位・着座ともに摩擦力の増加に伴いすべり抵抗評価値が増加する傾向にある。

- ・ 摩擦を有意に知覚できる被験者は、摩擦係数が低くすべりリスクの高い危険な床を官能評価にて判

別できる。

(9) 機械学習を用いた作業姿勢判別と操作力推定に基づく反動作業の転倒リスク評価に関する検討

平内 和樹(新技術安全研究 G), 菅間 敦(リスク管理研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

平成 31 年/令和元年度の労働災害統計によれば、墜落・転落は死亡者数が、転倒は死傷者数が最も多い事故の型であり、さらなる労働災害の減少のために重点的に対策を実施する必要がある。

墜落・転落および転倒は、反動・反力などの外力、作業環境、作業動作の変化が作業姿勢を乱し、姿勢バランスが崩れることが発生の一因である。そのため作業姿勢の変化を観察し、姿勢の乱れを検出する技術の開発が、上述の事故の予防・未然防止のために重要と考えられる。しかしその実現のためには、転倒しやすい作業姿勢の特徴の定量的評価や、外力の影響を作業姿勢の観察から予測する手法の確立など、いくつかの未解決課題が存在する。

これらの課題を解決するために、機械学習や AI など、近年応用分野が拡大しつつある手法を活用した評価技術の開発が期待される。

(2) 目的

機械学習を用いた転倒しにくい作業姿勢の特徴抽出手法や、外力推定に基づく転倒リスク評価法を提案するための基礎的知見を収集することを目的とする。

(3) 方法

操作力の大きさや足位置を実験因子とした被験者実験を行い、身体重心(COM)、操作力、床反力、床反力作用点、作業姿勢、主観的な姿勢の不安定感などの測定を行う。測定されたデータの分析に基づいて、転倒しにくい作業姿勢の特徴抽出手法や外力推定に基づく転倒リスク評価法について検討する。

(4) 研究の特色・独創性

墜落・転落や転倒の予防のために、機械学習による作業姿勢の乱れの予測を試みた研究はこれまでにない。機械学習による作業姿勢の特徴抽出や外力推定技術が実現すれば、姿勢制御戦略の可視化や、転倒リスクの詳細な推定を可能にする技術が提供できる。

【研究計画】

令和 4 年度は、機械学習による作業姿勢の特徴抽出手法と外力推定手法の提案に関する基礎的知見の収集のために、以下の項目について取り組む。

- ・ 押し作業中の突発的な反力減少による姿勢動揺に操作力の大きさと足位置が与える影響の調査
- ・ 主観的な姿勢の不安定感と作業動作の特徴の関係の調査

【研究成果】

(1) 押し作業中の突発的な反力減少による姿勢動揺に操作力の大きさと足位置が与える影響の調査

突発的な操作反力減少を再現する装置を用いた被験者実験を実施し、COM、操作力、床反力、床反力作用点、主観的な姿勢の不安定感について計測および分析を行った。結果として、足を前に踏み出して押し作業を行うことで、突発的な操作反力減少発生後の COM 変化量および速度、すなわち姿勢動揺が抑制されることを示した。

また、発揮する操作力が大きくなることで、突発的な反力減少発生前の COM の前方への変化量が増加し、姿勢動揺が増加することを示した。

(2) 特徴抽出に基づく姿勢の不安定感に影響を与える作業動作の抽出

突発的な操作反力減少が発生した時の作業動作の特徴を捉えるために Lasso 回帰による特徴選択を行った。本研究では、発揮する力の大きさと足の配置を変更した突発的な操作反力減少を伴う押し作業を模した実験で計測された作業姿勢および主観的な姿勢の不安定感を分析対象とした。主観的な姿勢の不安定感を目的変数とし、反力外乱発生前の各関節角度の変化量(最大値と最小値の差)を説明変数とした Lasso 回帰を用いて分析を行い、足位置条件により選択される特徴がどのように変化するか明らかにした。

足を前に出した条件では、体幹前傾角、右膝関節屈曲角、右足関節底屈角、左膝関節屈曲角が主要な動作特徴として選択された。本研究では、実験参加者 15 名中 13 名が右足を前に踏み出しており、右足を前に踏み出した時の膝や足関節の変化を Lasso 回帰による特徴抽出は反映している可能性が示された。

次に足を揃えて押す条件では、体幹前傾角、右股関節屈曲角、左足関節背屈角が主要な動作特徴として選択された。足を揃えて支持基底面が狭くなる条件では、体重を利用して力を発揮するため、体幹をより傾ける必要がある。Lasso 回帰による特徴抽出は、前述の力発揮方法の変化による動作変化を反映してい

る可能性が示された。

また、足を前に踏み出す場合と揃えた場合では、選択される特徴量が異なり、足位置による作業姿勢変化の影響を Lasso 回帰が反映していることが示された。

上記の研究成果は学会発表および論文にて公表した。また、(1)および(2)で測定した実験データについて、足の踏み出しの有無に作業姿勢が与える影響や、足の踏み出しが操作力と床反力の経時変化に与える影響について分析し、公表した。

(10) 遠隔操縦型ロボット等の安全評価指標の検討

岡部 康平(機械安全研究 G), 堀 智仁(建設安全研究 G), 和田 一義(東京都立大学), 伊藤 誠(筑波大学), 岩田 拓也(産業技術総合研究所)

【研究概要】

(1) 背景

携帯電話網の高速通信技術 5G の普及に伴い、建設機器や産業用機械類を現場から遠く離れた遠隔地で人が手動操縦する高速通信技術の実用化が、政府主導で急速に進められている。

このような遠隔操縦型機械類は人が手動操作するため、仮にそれらが産業用ロボットと同等の機構であっても、産業用ロボットとして通常有すべき安全性を備える必要がなく、また、安全管理においても、特別教育等の規制を受けないことになる。

遠隔操縦型ロボット等は、これまでの産業用ロボットに対する安全管理の枠に収まらない、新たな使用形態が急速に産業化される状況にある。

(2) 目的

遠隔地で人が手動で操縦するロボット等の安全性を評価するための指標を検討する。産業用ロボットとサービスロボットとを区別せずに安全性を規定する規格化の活動が国際的に始まりつつあるが、遠隔操縦に着目した検討が今後なされるかは不明である。また、実用事例が世界的にも乏しいため、遠隔操縦型の危険性は具体的に把握されていない。

そこで、高速通信 5G を活用するロボット技術の社会実装を目指す都立大の実験環境にて、遠隔操縦に伴う危険性を把握するとともに、労働環境で要求される安全性の評価指標を検討する。

(3) 方法

ローカル 5G 環境を整備し高速通信技術の特徴を把握するとともに、ロボット等を安全に遠隔操縦するための技術課題を抽出する。また、操縦環境を模擬し、遠隔操縦するために必要な支援情報や性能、さらに、操縦者に求められる技能についても検討する。

(4) 研究の特色・独創性

他機関との連携により、最新の通信技術(ICT)及びロボット技術(RT)の融合領域での実験検証を目指す。その一方で、古い歴史のある、自動車や航空機の運転評価技法や人間中心設計(HCD)の視点から安全性課題

の明確化を図る。これにより、最新技術の性能限界とその対策の検討を実現させる。

【研究計画】

産業機械や建設機械だけでなく他分野で実用化が進んでいる遠隔操縦技術全般に関して、幅広く動向調査し、それらの検証手法や評価指標の適用を検討する。実証実験などの現場訪問及び関係者らとの意見交換も積極的に実施する。また、次年度に向けて実験機材を選定し性能確認する。

(1) 動向調査

ロボット分野に加え、自動車分野、航空分野、建設分野の遠隔操作技術について幅広く調査を実施し、関連技術と教育等の制度の状況を把握する。建設分野においては、土木研究所や防災研究所などの研究活動との連携も図る。

(2) 実験機材の選定

ローカル 5G 環境を構築するために必要な機材を選定し、簡易的に性能を把握する。5G 広域通信網は都立大学の設備を利用する。ローカル 5G の小規模通信網は、WiFi6 を用いて簡易的な環境を構築する。遠隔操縦環境は仮想環境(VR)および仮想現実(AR・MR)の情報提示装置に着目して機種選定する。

(3) 性能検証方法の調査

IEC による機能安全の通信方式および最新の通信装置について調査し、実環境での実際の機能ないし性能を確認する方法を検討する。また、操縦技能を評価する手法についても広く調査を行う。

【研究成果】

遠隔操縦技術全般に関して、幅広く動向調査し、それらの検証手法や評価指標の適用を検討した。また、関係者らとの意見交換を実施した。引き続き、実証実験などの現場訪問を実施する予定である。

(1) 動向調査

ドローンの遠隔操縦技術が先行しているため、今後も重点的に調査対象とすることとした。産総研と連携して企業の開発動向も調査する。建設分野においては、土木研究所(国総研)とロボットの定義や重機操

作の自律化・無人化について意見交換し、今後も継続的に情報共有を図ることとなった。重機等の自動化全般における標準化の活動として土木研が主体となって開発が進められているデジタル・プラットフォームの動向を継続的に調査し参考とする。

(2) 実験機材の選定

都立大のローカル 5G 通信機器を見学、調査するとともに、土木研等との意見交換の結果、現時点では 5G で期待された高速通信の 28 GHz 帯は通信距離の関係から活用法(実用化)が限定され、管理・運用も容易ではないことから、4K 等の高画質配信などによる遠隔操縦は、WiFi6、WiFi6e による通信環境がより実用的であることなどを確認し、最新の WiFi6 無線機器で広域通信できる機器を使用することとした。

一方、携帯電話網 5G においては、端末(無線子機)の機種が全体的に少なく、ロボット等の接続を想定した機種(Ethernet 接続可能)が限定されており、遠隔操縦技術の活用において普及の課題となっていることなどが確認された。WiFi6 と同様に調達して実測する予定である。

遠隔操縦環境は仮想環境(VR)および仮想現実

(AR・MR)の情報提示装置に着目して調査を実施しており、予算の関係から次年度に調達する計画とした。

(3) 性能検証方法の調査

5G および WiFi6 の特徴とされる低遅延について実機を調達後に実測して検証する予定である。これにより、遠隔操縦において無線通信による非常停止の実効性を確認する。IEC の無線通信における機能安全への適合が可能であるかなどの検証を進める。

一方、操縦技能の評価については、(1)にて実施した動向調査の結果を踏まえ、筑波大と連携して、仮想環境(VR)での身体的操縦(指等のジェスチャ操作)に注目して操作性や使用性の検討を進めることとした。

ドローンや重機では操縦系(ハンドルや操縦桿等のインタフェース)が標準化されているのに対して、サービスロボット等では標準となるものがなく、スマートフォンなどの様々な機材や情報端末が使用されており、現状は開発の過渡期であり、新たな操作系を想定した評価指標の検討が今後の重要な技術課題になると判断した。

(11) 機械学習による斜面動態観測データの異常検知に関する研究

平岡 伸隆(建設安全研究 G), 吉川 直孝(同)

平内 和樹(リスク管理研究 G), 伊藤 和也(東京都市大学)

【研究概要】

(1) 背景

斜面掘削工事現場において、労働災害の防止措置を講じるには、施工中、施工後の斜面の安定性を評価する必要がある。そのためには、地盤調査によって得られた情報をもとに、掘削勾配・高さを適切に設計することによって安全性を担保し、さらに日常点検や異常時点検、降雨後の点検によって斜面の安全性を評価する必要がある。

近年、建設業界では、建設 DX、i-Construction などといったキーワードの拡がりとともに、ICT 技術の急速な発達によって高精度の計測装置が安価に入手できるようになり、これらを活用したモニタリング技術が取り入れられるようになってきている。「モニタリング」すなわち「斜面動態観測」は計測機器を設置する分コストは増すが、定量的な計測値を元に、リアルタイムに斜面安定性を評価することが可能であり、これを施工に反映させながら工事を進めていく情報化施工は、労働災害防止の観点から極めて有効な手段といえる。

ただし、斜面動態観測によって安全性を確保する

上で、最も重要でかつ評価が難しい点が、得られた計測データがどのようなになったら「危険」と判断するのかという点である。斜面崩壊を対象としたデータの評価手法については、崩壊データの蓄積が少なく研究段階といえる。また、平成 27 年に発出された「斜面崩壊による労働災害の防止対策に関するガイドライン(平成 27 年 6 月 29 日付け基安発 0629 第 1 号)」においても斜面変状時の措置としてモニタリングが挙げられているものの、具体的な評価方法についての記載はなく、学術的な検証に基づいた提案が望まれる。

(2) 目的

上記の背景を踏まえ、本研究では斜面動態観測結果を利用した、斜面の異常検知手法について検討し、そのアルゴリズムおよびプロセスの構築と提案を目的とする。特に斜面動態モニタリングにおける異常度の定義、異常度の閾値、予測のアルゴリズムに重点をおく。ここで、データの予測モデルが重要となるが、従来の予測手法および最新の機械学習手法を取り入れ検討を行う。

なお、計測機器は、傾斜計や伸縮計といった普及している機器を想定するが、微小な変形を時系列で

捉えられる計測機器であれば、どのようなものでも適用可能なアルゴリズムの構築を目指す。

(3) 方法

本研究には、斜面崩壊の様子を捉えた計測データ及びその疑似データが必要であり、過去の実験結果や新たな実験によってデータを蓄積する。また、最も重要なのはデータの分析であり、その具体的な方法を以下に示す。

1) 崩壊実験

- ・ 遠心模型実験: 土試料を用いて崩壊実験を行う。掘削装置を搭載し、各種センサを設置した斜面を掘削によって崩壊を発生させ、計測値によって斜面動態を記録する。
- ・ 実大斜面崩壊実験: 自然斜面の崩壊実験を実施し、各種計測器によってデータを収集する。

2) 異常検知によるデータ分析

過去の実験データおよび本研究での実験データを用いて、異常検知アルゴリズムについて検証する。時系列データの異常検知について、自己回帰、状態空間モデル、機械学習等の手法を試す。必要に応じて疑似データを使用した検証も行う。また斜面崩壊の異常検知に適した計測機器の要件についても言及する。

(4) 研究の特色・獨創性

新たな計測機器の開発等の研究は盛んに行われてきたが、それらのデータを使ってどのように危険と判定するのかのアルゴリズムを検証した事例は少ない。現象が緩慢である地すべりに対して計測値の基準を設けている事例はあるが、現象が速い斜面崩壊は、計測機器を使ったモニタリングによる閾値について、各種指針等に記載されている事例はない。

また崩壊予測に関する研究も、福囿式を基本とした理論をベースとしている研究が多いが、崩壊直前にしか適応できず、地盤に応じたパラメータが必要など、運用には課題が残る。本研究は、地盤工学的なアプローチよりも、データサイエンス的なアプローチであり、より汎用性の高いモデルの構築が期待できる。

また、斜面掘削において、その安定性を確保するためには地盤調査による地質や地盤強度等の把握が最も重要であることに疑う余地はないが、調査費が高額で省略・簡略化されがちであり、また自然物である斜面の把握は極めて困難であることから、次善策としてのモニタリングの有効性は高いものと考えられる。

【研究計画】

(1) 異常検知における予測モデルの検証

自己回帰モデル、状態空間モデル等の基本的な時系列分析手法について検討し、基礎を固める。

(2) 原位置実験

大規模な降雨による自然斜面の崩壊実験に参画予定である。掘削等の崩壊ではないが、多くの種類の計測機器を設置予定であり、崩壊に至るデータ傾向はそれほど違いがないと考えられるため、データ収集を行う。

(3) 遠心模型実験

掘削による崩壊データが手元に多くなく、遠心模型実験によって掘削による崩壊を再現し、そのデータを収集する。

【研究成果】

(1) 異常検知における予測モデルの検証

遠心模型実験による地下水位上昇による斜面崩壊データを主に用いて、機械学習による異常検知について検討した。AI による危険度評価として、崩壊に至った大量のモニタリングデータから、その特徴を学習した AI モデルを構築し、計測データをリアルタイムでそのモデルに評価させることで、アラートを出すという手法が考えられる。この手法は、学習の過程において、崩壊するデータとはどのような特徴があるのかという地盤工学的なアプローチが可能なものの、そもそも大量の崩壊データを用意することが難しく、さらに様々な種類の土質・地盤構造へ適用できるのか、またこれから工事をする計測対象斜面の崩壊データは存在しないという課題がある。

そこで、本研究では、計測開始から一定期間のデータを、変状がない「正常データ」とし、そのデータを用いてモデルの学習を行う。こうすることで、AI モデルは正常データであれば予測可能なモデルとなり、異常なモニタリングデータを入力したときに予測ができず、予測値と実際の計測値に乖離が生じ、それを元に異常度を算出可能である。

異常度の閾値には、分位点(パーセンタイル)を用いた手法や、統計学的に判断可能なマハラノビス距離を用いて設定した。予測モデルは、機械学習モデルから 20 モデル(Linear Regression, Lasso Regression, Ridge Regression, Elastic Net, Least Angle Regression, Lasso Least Angle Regression, Orthogonal Matching Pursuit, Bayesian Ridge, Passive Aggressive Regressor, Huber Regressor, K Neighbors Regressor, Decision Tree Regressor, Random Forest Regressor, Extra Trees Regressor, AdaBoost Regressor, Gradient Boosting Regressor, Extreme Gradient Boosting, Light Gradient Boosting Machine, CatBoost Regressor, Dummy Regressor)、深層学習モデルから 2 モデル(LSTM モデル、LSTM を用いた AutoEncoder)を使用して検討した。

モデルのチューニング度合いによって結果は変化し、どのモデルが一番良いかという判断が、現状では

比較しづらいが、深層学習の AutoEncoder モデルがハイパーパラメータの探索なしでも一定の精度があり、汎用性が高いことが確認できた。

一方で、線形回帰などの単純なモデルでも、今回の検証データに対しては異常検知が可能であり、掘削による崩壊データや重機の振動、日射や降雨などの気象環境にさらされた複雑なデータを用いた場合についてさらなる検証が必要である。

(2) 原位置実験

高知県にて、高さ約 9 m の自然斜面の崩壊実験を実施した。当初は、センサ機器を設置した斜面に、人工的な降雨(散水)を与え、崩壊させる予定であったが、用意した散水量では崩壊に至らず変状もみられなかった。そこで、後日掘削による崩壊実験に切り替

え、法先掘削によって斜面を崩壊させた。

(3) 遠心模型実験

斜面モニタリングにおいて、掘削による崩壊時のデータ収集、計測設置位置・計測時間間隔・精度(バイアスとバリエーション)について検討するため遠心模型実験を実施した。遠心場掘削装置の故障により、当初の予定より遅れたが、掘削実験を 1 ケース実施した。

本研究は次期プロジェクト研究「建設工事の施工段階に応じた災害発生リスクとその防止対策に関する研究」サブテーマ 2 に引き継ぎ、実大の斜面での崩壊実験や遠心模型実験の結果から異常検知手法の確立を目指す。今後さらに普及拡大していく ICT 技術を活用した情報化施工において、管理的対策の在り方を示す研究となるよう邁進する。

(12) 水分が関係する化学反応による過炭酸ナトリウム発火事故の防止に関する研究

西脇 洋佑(化学安全研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

反応性の高い物質の火災・爆発は物質を使用する労働者の死傷に繋がるほか、発生後に災害対処のための人員が死傷することもあり、災害発生の未然防止が望まれる。現在、火災・爆発による災害は、第 13 次労働災害防止計画でも撲滅が目的とされる死亡災害の発生へ容易に発展しうるため、各事業者には事故の未然防止と発生時の適切な対処が求められている。

反応性の高い物質の事故原因の中でも水分が関係する反応による発火は、予測と適切な対処が難しい。これは、発熱を伴う化学反応に加え、蒸発による相変化など温度上昇に従って水分の影響が変化するため、通常の相変化の影響を考えない発火の理論式では対応できないこと、また対処に通常の消火や延焼防止策で利用されている水が使用できないことが原因として挙げられる。

日本においても、水分が関係する反応からマグネシウムやゴミ固形燃料などが発火し、爆発・火災による死亡事故に発展した事例が報告されており、発火への対策が求められている。また、令和 2 年度には洗剤工場において、過炭酸ナトリウムの水との反応が原因と疑われる発火と爆発的な燃焼を伴う火災により 4 名が亡くなる事故が発生しており、水との反応の危険性の解明はより重要性を増している。

(2) 目的

まず、近年消防法における危険物として新たに追加され、その詳細な性質が明らかになっていない過炭

酸ナトリウムの熱安定性及び混触危険性に関する基礎的な知見を得て、災害に繋がらう危険な取り扱い条件を明らかにすることを第一の目的とする。過炭酸ナトリウムの安全性に関する情報を社会に提供することで、労働者が死傷する今後の災害発生を未然に防止する他、過炭酸ナトリウムに関する災害発生時の調査時の迅速な原因究明にも貢献できることが期待される。

また、過炭酸ナトリウムの熱安定性や混触危険性に関する調査を通じて、安定性に寄与するパラメータを特定することを目指す。すでに危険性が知られている水に加えて安定性を低下させる要因が解明されることで、より安全な過炭酸ナトリウムの利用が可能になることが考えられる。

加えて、本研究では過炭酸ナトリウムの水との接触時の発熱反応を中心に調査を行うが、この際、分析のため開発した手法は他の水との反応性が高い化学物質や他の過酸化水素付加物にも応用できると考えられる。

よって、過炭酸ナトリウムのみならず、幅広い化学物質の熱的危険性への対策や適切な評価が可能になり、化学物質を扱う事業者にも所属する労働者の安全性向上が期待される。

(3) 方法

過炭酸ナトリウムの熱安定性および混触危険性を明らかにするため、過炭酸ナトリウム単体に加え、水および他の化学物質との混合時の発熱量をカルベ式熱量計 C80 などの双子型反応熱量計で測定を行う。他の化学物質としては、塩酸、硝酸といった酸やアセ

トンなどの代表的な有機溶媒のほか、性質が過酸化水素に近いことを想定し、塩化第二銅や水酸化ナトリウムなど過酸化水素で特異的な挙動が得られた物質を添加して実験を行う。

また、熱量計で得られた、水と接触時の過炭酸ナトリウムの発熱反応の挙動について速度論的解析を行い、活性化エネルギーや頻度因子といった反応速度パラメータの算出を行う。得られた反応速度パラメータの温度や混触物質による変動をまとめ、過炭酸ナトリウムの安定に必要な要因の整理を行う。

さらに、断熱熱量計による自己加熱による温度上昇挙動の測定から、得られた速度パラメータと発火危険性の関係性を検証する。

加えて、得られた知見を基に、過炭酸ナトリウムを除く過酸化水素付加物について、過炭酸ナトリウムで得られた知見の応用が可能であるか、実験的に調査を行う。

(4) 研究の特色・獨創性

令和 2 年度に 4 名が亡くなった工場火災の原因と疑われる化学物質に注目し、特に水との反応性に加えて今後の災害防止を目的とした広範な混触危険性に注目した点が研究の特色である。

また、熱伝導率など熱特性に関する知見の不足している過炭酸ナトリウムについて、熱特性に基づく発火危険性の分析を試みる点、さらに水との反応という発熱の測定に蒸発潜熱の影響が生じることで、正確な測定が難しい現象に対して、分析手法および解析手法の改良から取り組む点について、研究の独自性を有する。

【研究計画】

(1) 反応熱量計による発熱挙動測定

過炭酸ナトリウム単体の熱分解および過炭酸ナトリウムと水との反応について反応熱量計による測定を行う。得られた発熱挙動を基に速度論的な解析を行うことで、反応速度パラメータを算出する。熱量計にはカルベ式熱量計を検討しているが、分析装置を改良し水との反応の条件を調整することが容易な微量反応熱量計 SuperCRC での測定でも同様の実験を行う。

(2) 反応前後の熱特性の測定

水との反応前後の過炭酸ナトリウムの熱特性(熱伝導率および比熱)の測定を行い、発火危険性の計算を行う。

(3) 混触時の発熱挙動測定

過炭酸ナトリウムと塩化第二銅、水酸化ナトリウム、

アセトン、塩酸といった代表的な混触危険性が考えられる物質との反応を SuperCRC で測定し、発熱量と反応速度を求める。得られた知見を基に令和 5 年度以降の混触危険性のデータの取得対象を選定するほか、混触により反応性が変化するメカニズムの調査を化学分析と熱量計での測定を組み合わせることで行う。

【研究成果】

(1) 単体の熱分解と水との反応の熱量測定

示差型断熱熱量計により過炭酸ナトリウム単体の熱分解による温度上昇挙動を測定し、液体水分との接触により反応暴走に至る温度が低下することを明らかにした。また、反応熱量計により、水と接触した際の発熱挙動を測定し、接触する水分量が増加することで発熱量も増加することが示された。

グレーバ炉では自作の水蒸気発生装置で乾燥アルゴンガス、湿潤アルゴンガス雰囲気それぞれで熱分解挙動を測定したが、差異は見られなかった。そこで、水蒸気と過炭酸ナトリウムの関係性を明らかにするため、水溶性の酸化性固体に対する吸湿性測定手法を検討し、過炭酸ナトリウムの潮解性および吸湿性を明らかにした。さらに、過マンガン酸カリウムによる滴定から潮解時に発熱反応が進行することを確認した。

上記の成果に関連して、2022 年度秋季火薬学会および第 55 回安全工学研究発表会で発表を実施した。

(2) 水との反応前後の熱特性の測定

(1)の成果より、潮解後に発熱反応が進行するという仮説と異なる発火までのシナリオが明らかになったことから、過炭酸ナトリウムの熱特性(熱伝導率および比熱)の測定を次年度に変更し、代わりに、(3)で令和 5 年度に予定していた危険性情報の整理を実施した。

(3) 水との反応後の混触危険性の測定

計 9 種類の溶媒及び塩、酸の混触危険性について反応熱量計を用いて調査し、広範な化学物質と過炭酸ナトリウムの混触危険性を整理した。まず、上記塩のうち、塩化鉄および塩化銅、ジメチルスルホキシド、水酸化ナトリウムは過炭酸ナトリウムの発熱速度を上昇させる一方で、エタノール、アセトン、希硫酸は発熱速度を低下させることがわかった。次亜塩素酸ナトリウムの接触は瞬間的な発熱速度上昇を招く一方で、発熱量を低下させることが示された。特に激しい発熱を示した塩化鉄との混触反応について速度論的解析を行い、その危険性を整理した。

(13) 高空隙率で充填物が存在する容器内での可燃性ガス爆発

水谷 高彰(化学安全研究 G), 斎藤 寛泰(芝浦工業大学)

【研究概要】

(1) 背景

充填物が存在する容器内でのガス爆発は RDF、生ゴミ、小豆、ガスボンベなど数多く発生しており、ほとんどの災害が死亡災害に至っている。ところが、充填物内部でガス爆発がどのように伝ばするかについては水素などの一部のガスや、爆発限界濃度より低濃度のガスの燃焼については研究が盛んに行われているが、有機物の熱分解で発生するメタン、一酸化炭素などのガスについては研究例が少なく、そのメカニズムが明らかになっていないとは言えない。

(2) 目的

本研究では容器内に充填物が存在する条件下で爆発が発生した場合、充填層にガス爆発がどのように伝ばするかを実験的に明らかにすることにより、充填物存在下でのガス爆発について災害シナリオ同様に資する情報を提供することを目的とする。

(3) 方法

容器内に充填物と爆発性混合ガスを満たし、充填層上方で着火することにより爆発圧力や火炎伝ば状況などを計測し、充填物の影響を明らかにする。

(4) 研究の特色・獨創性

充填物によるガスの流体抵抗については Kozeny Carman の式などが知られている。また、ガス爆発の障害物による加速については配管内でのガス爆燃や、開放空間でのガス爆燃について、実験やシミュレーションなど多くの研究例がある。

また、配管内の充填物がガス爆発に与える影響について研究例が散見されるものの、水素など一部のガスに集中しており、実際の容器でのガス爆発を想定した場合、必要な情報が不足しており、ガス爆発への充填物の影響やガス爆発が充填物に与える影響を推測することは難しい状況にある。以上の点から、本研究は獨創性があるといえる。

【研究計画】

内径 100 mm、長さ 200 mm の円筒形密閉容器に着火装置、圧力センサ、観測窓を取り付け、爆発実験装置とする。はじめは充填物には不燃性のガラスビーズを用い、ガスの燃焼のみを研究対象とする。

試験ガスは真空まで脱気した後、最も爆発最大圧力が高くなる組成である化学量論組成に予混合した可燃性ガスと空気の混合ガスを導入することにより、均一な可燃性混合ガスを形成する。対象ガスは、配管での先行研究例が多い水素だけでなく、配管内での先行研究では充填物内で容易に消炎するが、高酸素濃度下では爆ごうも観測されるとの報告があるメタンや、熱分解ガスの主要成分であるにもかかわらず先行研究例に乏しい一酸化炭素も対象とする。

【研究成果】

大気圧、化学量論組成の水素、メタンおよび一酸化炭素を用い 1.6 リットル円筒形密閉容器内での上端着火によるガス爆発における、直径 3 mm および 30 mm のガラスビーズが与える影響について実験的に明らかにした。容器体積が同じならビーズが導入されることにより、最大爆発圧力は減少し、その影響は直径 3 mm のガラスビーズの方が顕著であった。

メタンおよび一酸化炭素の直径 3 mm のガラスビーズを用いた実験以外では、ガラスビーズ導入に伴い最大昇圧速度が上昇した。最大昇圧速度は容器容積の影響を受け、容積の 1/3 乗に反比例することが知られているため、爆発指数は最大昇圧速度に容器容積の 1/3 乗を乗じて評価する。本研究でもガラスビーズによる容積減少効果を考慮して補正を行ったが、その傾向は変わらなかった。

このことは、ガラスビーズにより火炎が加速し、爆発指数が増加したことを示す。特に、水素の直径 3 mm のガラスビーズを用いた実験では爆発指数の激しい上昇が見られた。配管内の水素のガス爆発は充填物などにより容易に爆ごうに転移(DDT)することが知られているが、本研究の結果は、小さい容器でも DDT に近い現象が起きていることを示唆した。この特性は、圧力放散孔など安全対策を検討する上で重要である。今後、これらの特性を示すメカニズムを解明するために充填物や着火位置、混合ガスの種類など比較する条件を増やして検討する必要がある。

上記の成果について、第 55 回安全工学研究発表会で発表した。

(14) 反応危険を考慮したリスクアセスメント等の事例研究

佐藤 嘉彦(化学安全研究 G), 島田 行恭(リスク管理研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

第13次災害防止計画では、重点事項として死亡災害の撲滅を目指した対策の推進が挙げられている。一方、暴走反応等の反応危険に関係する火災・爆発等の災害は重篤度が高くなる傾向があると指摘されている。そのため、死亡災害の撲滅を目指すためには、反応危険に関係する火災・爆発等の災害を継続的に減らしていく必要がある。

災害のリスクを小さくするには、的確なリスクアセスメント(以下、RA と略す。)の結果に基づき、効果的なリスク低減措置を講ずる必要がある。しかし、化学物質を製造・取り扱い・使用する工程(プロセス)におけるRA等を的確に実施するには、対象とするプロセスや設備・装置、関連する作業・操作、さらには取り扱い物質に関する反応危険等に関する豊富な知識と経験が必要となり、的確なRA等の実施を困難なものとしている。

われわれは、的確なRA等の実施を支援することを目的として、これまでにプロセスにおける火災・爆発等の災害を防止するためのRA等の進め方をまとめた。また、そのRA等の進め方では、反応危険を考慮したRA等の進め方を明示的に示していなかったため、そのRA等の進め方に沿って、反応危険を考慮したRA等を実施するための参考情報を技術資料として取りまとめて公開した。この技術資料の内容については、特にバッチプロセスを多用する業界や、大学等の小規模反応実験を行う研究機関等から強い関心が寄せられている。このような反応危険を考慮したRA等の既存の事例は極めて少なく、事例の提供の要望が多く寄せられている。

(2) 目的

反応危険を考慮したRA等の事例を作成・提供し、バッチプロセス等における反応危険に関係する火災・爆発等の災害を防止するための的確なRA等を支援することを目的とする。

(3) 方法

反応危険を考慮したRA等の実施を支援するために、反応危険による火災・爆発等を防止するためのRA等実施の参考情報を用いてRA事例を作成する。

発行予定の技術資料の試行を依頼している複数の事業場の協力を得て、反応危険を考慮したRA等の事例を作成する。なお、文献調査で得られない反応危険の情報は、反応危険確認試験(熱量計等による実測)により得る。

作成したRA等実施事例の公開可能な部分を資料としてまとめ、事業場の了解を得た上で公開する。

RA等事例の作成を通して明らかになった課題を整理する。

(4) 研究の特色・独創性

反応危険を考慮したRA等の既存の事例は極めて少なく、その事例を作成・提供することが本研究の特色となる。

【研究計画】

(1) 反応危険を考慮したRA等の事例の作成

反応危険を考慮するための参考情報を用いたRA等の試行に興味を有している複数の事業場において、ヒアリングを行って対象とするプロセスを確定する。

RAの対象とするプロセスの物質・プロセス条件・機器等の情報、マニュアル、図面等の情報を入手し、参考情報を用いて安衛研手法によるRA等を実施する。

RAを実施する際には、事業場関係者との議論の場を設けて行う。

(2) 反応危険確認試験による反応危険の同定

文献調査のみでは得られない反応危険に関する情報について、熱量計等による測定を行い、反応危険を同定する。

同定した結果は、(1)のRA等の実施に反映させる。

【研究成果】

(1) 反応危険を考慮したRA等の事例の作成

研究者による議論や、事業場におけるヒアリングにおける議論により、RAの事例作成に必要な以下の事項をまとめた。

- RA実施の対象とするプロセスとして、図面、作業手順等が設定できるプロセスとする。(化学物質の合成手順を検討する研究開発段階は対象としない。)
- 図面及び作業手順等が設定できるのであれば、プロセスのスケールは問わない。(ベンチスケール、パイロットスケール、実規模のいずれも対象とできるものとする。)
- すでに稼働しているプロセスのため、リスク低減措置として管理的対策のみしか検討しないような事例は作成しない。技術的対策等も併せて検討する事例を作成する。(ベンチスケール試験、パイロットスケール試験で検討するケースが多いと思われる。)
- プロセスや操作手順のすべてを解析対象とするのは多大な労力を必要とするため、操作手順の一部を取り上げ、その取り上げた手順に対してRA事例を作成することとする。

- ・ RA の事例を作成した際に判断しづらかったところは、判断しづらかった理由及び解析時にどのように判断したかを記録しておき、RA を実施する際の課題として整理する。
- ・ 暴走反応の事例と混合危険の事例をそれぞれ作成する。

(2) 反応危険確認試験による反応危険の同定

事業場におけるヒアリング調査により、旧製薬協プロセス安全研究会において発表された以下の反応危険性評価事例を収集した。

- ・ アルカリ下での過酸化水素水を用いた処理及び亜硫酸ナトリウムによる過酸化物の処理
- ・ オキシ塩化リンの水による処理

当該事例において、基本的な反応危険に関する情報が整理されていたため、試験の必要性が低いことを確認した。

以上のように、反応危険の同定についての情報及び反応危険を考慮した RA 等の事例作成についての必要な要件についての整理を行った。以上の成果を基に、今後の研究で RA 事例の作成を行っていく。

なお、当初は研究期間を 2 年間としていたが、令和 5 年度に開始するプロジェクト研究で実施する「化学物質の危険性についてのリスクアセスメントを支援する情報の整備」の一環として実施することが望ましく、基盤的研究としては今年度で終了することに変更した。

(15) 化学物質の危険性に対するリスク管理のあり方に関する調査研究

島田 行恭(リスク管理研究 G), 佐藤 嘉彦(化学安全研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

厚生労働省では化学物質による労働災害の防止を目的とした化学物質管理のあり方について検討し、報告書「職場における化学物質等の管理のあり方に関する検討会 報告書～化学物質への理解を高め自律的な管理を基本とする仕組みへ～」をまとめている。この報告書では、リスクアセスメント(Risk Assessment、以下 RA と略す。)の対象となる化学物質の追加、化学物質の自律的管理体制の確立と中小企業支援の強化などがまとめられ、今後、支援のための具体的な取り組みを行うこととなっている。

一方、検討会では化学物質の有害性の観点を中心に議論がなされているが、火災・爆発発生などの化学物質の危険性に関する課題についての具体的な議論はなされていない。このため、事業場は規制対象とされる化学物質について、その危険性のリスク管理に対する支援を期待することができないまま、化学物質管理(GHS ラベル整備、SDS 発行、RA 実施など)の規制強化への対応を求められることとなる。

(2) 目的

化学物質の危険性に対するリスク管理支援を目的とした取り組みに関する調査を行うことにより、行政による施策検討の参考とすることができる資料・情報をとりまとめる。特に中小規模事業場での化学物質管理支援に繋がる内容について調査・検討を行う。

(3) 方法

以下に示す化学物質のリスク管理に関する調査を行う。

- ・ 化学物質の危険性と有害性のリスク管理方法の違いに関する調査

いに関する調査

- ・ 関係省庁における取り組みに関する調査
- ・ 関係団体における支援状況に関する調査
- ・ 化学物質の危険性に対するリスク管理支援策検討の参考とすることができる資料・情報のとりまとめ

(4) 研究の特色・独創性

化学物質管理は危険性(火災・爆発等)と有害性(健康障害)の 2 つの側面について対応しなければならないが、従来、厚生労働省における取り組みのほとんどは有害性(慢性疾病)への対応を中心に検討・実施されている。本研究では、化学物質の危険性に焦点をあて、取り組むべきリスク管理のあり方について検討する。

化学物質取扱作業の安全衛生に関する関係省庁における取り組みについて調査する。

厚生労働省による支援策検討の参考となる資料・情報をまとめる。

【研究計画】

以下に示す化学物質のリスク管理に関する調査を行い、行政施策立案(検討)の参考になる資料・情報をまとめる。

- ①化学物質の危険性と有害性のリスクの取り扱い方について、テクニカルとノンテクニカルそれぞれの観点から違いを明確にし、危険性に対するリスク管理を行う上での問題点及び取り上げるべき課題を整理する。
- ②総務省消防庁、経済産業省などによる取り組みを調査・比較することで、厚生労働省が取り組むべき対象を明確にする。
- ③関係する業界団体及び防災団体による支援のため

の取組状況などを調査し、化学物質管理に関する実態を把握する。

- ④ ①～③の結果を基に、化学物質の危険性に対するリスク管理のあり方と、今後、進めるべきリスク管理支援策検討の参考にすることができる資料・情報をとりまとめる。
- ⑤ 化学物質取り扱い作業の安全問題に関する厚生労働省による委託事業計画立案への提案と事業委託先による検討会への参加・提案を行う。

【研究成果】

(1) 危険性と有害性の RA 等の進め方の違い

化学物質の自律的管理は「RA 等の実施を基本とすること」と捉えることができる。化学物質の有害性については、実作業での労働者のばく露量等を測定又は推定し、濃度基準値と比較することで労働者の健康への影響を評価する。一方、化学物質の危険性については、評価基準は示されていないため、従来通りの RA を実施し、リスク低減措置を検討・実施することが求められる。本年度は、以下の 4 つの観点から、「危険性」と「有害性」に対する RA 等の進め方の相違点を整理した。

- ・ SDS 情報の活用
- ・ 労働災害発生の経緯(シナリオ)の想定
- ・ リスクの定義と見積もり・評価
- ・ リスク低減措置の検討・実施

(2) 関係省庁における取り組みに関する調査

石油コンビナート等における災害防止対策検討関係省庁連絡会資料を参考に、関係 3 省庁(厚生労働省、総務省消防庁、経済産業省)による化学物質管理・化学プラント運用に対する取り組みを調査し、化学工学年鑑 2022 の第 14 章プロセス安全管理(化学工学, Vol.86, No.10)にまとめた。

(3) 関係団体における実施支援に関する調査

業界団体として日本化学工業協会、石油化学工業協会、石油連盟などと、災害防止団体として全国危険物安全協会、高圧ガス保安協会、中央労働災害防止協会などによる支援状況を調査し、上記化学工学年鑑 2022 でまとめた。また、日本労働安全衛生コンサルタント会主催の労働安全研修会講師を通して、コンサルタントと意見交換を行っている。

(4) 化学物質の危険性に対するリスク管理のあり方と化学物質管理者専門的講習への参画

化学物質の自律的管理の一環として、危険性に対する検討も重要であることを強調し、その具体的な実施方法などを日本規格協会が発行する「化学物質管理者専門的講習テキスト 総合版—リスクアセスメント対象物製造事業場・取扱い事業場向け、(2023 年 6 月出版予定)」の分担執筆によりまとめた。また、このテキストを利用した化学物質管理者専門的講習会などで講義を行い、講習会参加者からの要望などをヒアリングしている。

(5) 厚生労働省委託事業(みずほリサーチ&テクノロジーズ受託)への参加と提案

1) 化学物質管理者講習テキスト作成委員会

「～リスクアセスメント対象物製造事業場向け～化学物質管理者テキスト」(2023 年 3 月に第 1 版公開)のうち、主に化学物質の危険性に関する部分(危険性(爆発・火災)に起因する労働災害事例、化学物質の危険性に対する RA、化学物質の危険性に対するリスク低減措置検討・実施の順番)のとりまとめに協力した。

2) 化学物質の簡易 RA 手法検討委員会

化学物質の簡易 RA ツールのひとつである「CREATE-SIMPLE」の改良版検討において、主に化学物質の危険性の RA 実施部分について提案した。2023 年 5 月に改良版(Ver 2.5)が公開されている。

(16) 労働災害統計データの修正および災害関連データ公開方法の予備的検討

濱島 京子(機械システム安全研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

建設業を筆頭に、労働安全衛生管理業務の DX 化への取り組みが始まっている。建設業労働災害防止協会の委員会「ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会」では、労働安全衛生関連法令や労働災害事例および労働災害統計を ICT システムに取り込む提案がなされており、DX に対応できるデータの公開が望まれる状況にある。

産業界には、公開データの機械判読性向上を望む

声がある。令和 3 年度に実施した基盤的研究「機械による労働災害事例研究のための標準テキストデータの整備」の内容を安全工学シンポジウム 2021 で発表した際、ある企業の方から「製品評価技術基盤機構(NITE)や消費者庁の事故情報データバンクシステムのデータを利用するときに、まさに機械判読性の点で困ったことがあった。CSV 提供が増えるとありがたい。」というコメントを頂いている。

DX 対応可能なデータとは、機械判読可能なデータを意味する。残念ながら現在、職場のあんぜんサイトを

で公開されている「労働災害統計」のデータは、令和 2 年 12 月に総務省統計局が発表した「統計表における機械判読可能なデータの表記方法の統一ルール」を満たさきれていない。

(2) 目的

労働災害統計データを修正し機械判読可能なデータとして公開する。

統計データと労働災害データベース(2021 年基盤的研究で作成済データ)の連携を可能とするためのデータ基盤を構築する。

(3) 方法

職場のあんぜんサイトで公開されている労働災害統計データ(Excel ファイル)を、「統計表における機械判読可能なデータの表記方法の統一ルール」に従い修正する。また、統計データを用いた分析を容易にするため、データ形式をクロスからリストへ可能であれば変換する。

データ基盤として清瀬地区 Microsoft 365 の Microsoft Dataverse を試用する。

データ基盤上に修正した統計データと、令和 3 年度に実施した基盤的研究「機械による労働災害事例研究のための標準テキストデータの整備」で整備したデータを載せ、データの連結方法を探る。

(4) 研究の特色・独創性

建設業労働災害防止協会が「労働安全衛生管理 DX」を提案するなど、労働安全衛生業務にデータが積極的に活用されようとしている。本研究は、そうした社会的な動きに向けてデータを提供するものである。

【研究計画】

職場のあんぜんサイト「労働災害統計集」にある Excel データを対象に「統計表における機械判読可能なデータの表記方法の統一ルール」を満たすよう整形する。

Microsoft Dataverse(清瀬地区 M365 テナント内)仕様の調査および試用をする。そして Microsoft Dataverse 上に、整形済統計データと、令和 3 年度に実施した基盤的研究「機械による労働災害事例研究のための標準テキストデータの整備」で整備したデータをインポートしデータ連結方法などを探る。

整形済統計データを安衛研 Web サイト等で公開する。

【研究成果】

(1) 安衛研 Web サイトでの公開

令和 3 年度に実施した基盤的研究「機械による労働災害事例研究のための標準テキストデータの整備」の成果(整備済データ)を厚生労働省および機構本部から了承を得て公開した。

公開後 1 ヶ月程度で約 6 000 アクセスを確認した。ただし CSV/TSV が計 80 ファイルあるため、1 人が全ファイルダウンロードしたとすると、実人数は約 65 人である。

(2) 試作レポートの共有化

「清瀬地区 Microsoft Dataverse でのデータ共有」を予定していたが、Power BI Pro に変更して清瀬地区 Microsoft 365 ユーザー全員にライセンスを付与し、本研究で試作したレポートの共有化をした。

ただし、試作段階のため、不具合や未完箇所が残っており、基盤環境のサンプルとの扱いとした。

(17) サイロ内に投入された帯電粒子の堆積機構と安全対策技術の開発

庄山 瑞季(新技術安全研究 G), 崔 光石(電気安全研究 G), 松坂 修二(京都大学)

【研究概要】

(1) 背景

近年、粉体を取り扱う労働現場において、サイロへの充填または排出時の爆発・火災事故が目立つ。粉体の乾式輸送では、配管壁面や他の粒子と接触・摩擦して粒子が帯電する。これらの粒子が配管を通過したのちサイロに投入されると、サイロ内に粒子が堆積して電荷も蓄積される。これにより、堆積粒子層とサイロ内壁の間で放電が生じ、条件によっては火災や粉じん爆発などの重大な事故を引き起こす可能性があるため、労働災害防止の観点から、粉体充填時の静電気現象を明らかにする必要がある。

当研究グループが行った従来研究では、実規模サイズのサイロに樹脂粉末を投入する実験により、堆積

粒子層表面での放電現象が確認された。また、粒子層の表面形状が放電位置に影響を及ぼす可能性が示唆された。しかしながら、サイロ内に粉体が投入されてから堆積層を形成するまでの過程が依然不明であり、サイロ内の静電気現象の解明には、堆積表面の形状を決定する個々の帯電粒子の運動を明らかにする必要がある。

これらの粒子は、充填中に時々刻々と変化するサイロ内空間電場および粒子間相互作用の影響を受けて複雑な挙動を示すと考えられ、個々の粒子の帯電量、堆積粒子層の形状や表面電位、粒子の空間密度などのパラメータを適切に考慮しなければならない。さらに、粉体充填時の安全対策として、サイロ内の放電抑制技術および投入粒子の除電技術の開発を併せ

て進める必要がある。

(2) 目的

サイロ内空間電場における帯電粒子の運動と堆積メカニズムの解明、電極挿入による放電抑制効果についての検証および粉体混合による除電技術の開発を目的とする。

(3) 方法

1) 帯電粒子の運動と堆積メカニズムの解明

実験データを利用した 3 次元有限要素法によるサイロ内の電場解析、およびサイロに投入された帯電粒子の軌跡の計算を行う粒子の堆積機構と静電気放電危険性を明らかにする。

2) 電極挿入による放電抑制技術の開発

サイロ内空間電場の電界強度がフラットかつ小さくなる電極構成についての検討を行うため、電場解析によってサイロ内部に様々な構成の電極を挿入した場合の空間電場への影響を調べる。

3) 粉体混合による除電技術の開発

極性の異なる粉体を二方向から供給、混合しながら充填する除電技術を開発する。振動と電場を利用して粒子を帯電・浮揚させる連続分散供給装置 2 台から異なる極性の帯電粒子を供給させ、均一に混合・除電する実験を行う。

また、浮揚粒子の撮影と帯電量の測定、および混合度の定量評価を実施する。さらに、装置間に形成される重畳電場における粒子の運動を計算し、混合メカニズムを解明する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究では、実際の産業現場を模擬した実規模サイズのサイロを用いて、静電気現象に特化した実験および評価を行う。また、粉体充填時の安全対策として、電極挿入による新しい放電抑制法の提案を試みる。

さらに、充填粉体を予め 2 つに分け、それぞれ異符号に帯電させた上で混合しながら除電する充填技術の開発は、世界でも類を見ない独自の試みである。

【研究計画】

粉体混合による除電技術の開発に必要な装置の設計・製作を行う。個々の粒子の挙動を予測して装置設計に反映させるため、粒子運動に関する数値計算も併せて行う。また、サイロ内に複数の棒電極を取り付けた場合の粉体充填実験を行う。サイロ内における帯電粒子の運動と堆積メカニズムの解明に必要な電場解析および帯電粒子の運動計算の結果と実験結果との比較により、電極挿入による放電抑制効果の検証を行う。得られた成果は、学会またはシンポジウムで発表する。

【研究成果】

(1) 帯電粒子の運動と堆積メカニズムの解明

3 次元有限要素法によるサイロ内の電場解析、および粒子運動の計算に必要なデータ取得実験を行い、得られた成果を国内の学会および国際学術誌で発表した。

(2) 電極挿入による放電抑制技術の開発

電極挿入時の放電抑制効果について解析および実験・データ解析を行った。得られた成果は国内の学会で発表した。

(3) 粉体混合による除電技術の開発

粉体混合による除電技術の開発に必要な装置の設計・製作を行い、数十 μm オーダーの異粒子を混合する実験を行った。また、3 次元有限要素法による電場解析および個々の粒子の運動解析を実施し、混合メカニズムの解明に取り組んだ。さらに、それらの成果を国内外の学会・研究会および国際学術誌等で公表した。

(18) 建物解体時に使用する足場の耐風対策に関する実験的検討

金 恵英(建設安全研究 G)、高橋 弘樹(同)、大幢 勝利(研究推進・国際 C)

【研究概要】

(1) 背景

最近の台風等の強風時における足場の倒壊による被害状況について調査すると、建物の解体工事等における倒壊災害が多発していることが明らかとなった。建物の解体工事等においては、がれきの飛散を防止するため防音パネルを使用することが多いが、強風時において防音パネルは、メッシュシートのように容易に取り外したり巻き取ったりすることができないことが倒壊災害の要因の一つと考えられる。

そこで、令和 3 年度までのプロジェクト研究「建築物の解体工事における躯体の不安定性に起因する災害防止に関する研究」で、解体工事で使用される防音パネル付きの足場を対象に、風洞実験により足場に作用する風荷重を測定し、解体工事における足場の耐風対策を検討した。その結果、開口部がある場合には、足場の耐風対策を規定する技術指針の値を超える風荷重が観測された測定点が多く確認された。しかしながら、具体的な倒壊防止対策の検討にまでは至っていないことから、風洞実験等を実施し、その

対策について検討する必要がある。

なお、厚生労働省で開催された建設業における墜落・転落防止対策の充実強化に関する実務者会合の報告書(令和4年10月)に「今後も、風荷重等、足場に関する新たな科学的知見の更なる収集を図り、データに基づいた対応を検討する必要がある」と掲げられていることから、本研究は喫緊の課題である。

(2) 目的

解体工事における足場ならびに防音パネルは、解体工事の段階に応じて様々な形状になり、その各段階において作用する風荷重分布を求める必要がある。そのため、本研究では、風洞実験を行い防音パネル付き足場に作用する風荷重の特性を、解体工事の各段階において検討する。

また、既存の技術指針の風荷重と比較しながら、風荷重が最大になる箇所の特定制およびその発生メカニズムを検討することで、足場の強風による倒壊事故を低減することを目的としている。

(3) 方法

4階建ての団地と10階建てのマンションを対象として、様々な解体段階で風洞実験により風荷重を測定する。解体段階を考慮し、模型形状は、a)解体なし模型、b)建物の外壁1面が解体され残りの3面にパネルを設置したコの字解体模型、c)屋上部分のみを解体した屋上解体模型、d)屋上部分全体と4階部分の半分を解体した屋上全体4階半分解体模型の4種類を想定する。

(4) 研究の特色・独創性

建築物の解体工事の段階に応じて足場の耐風安全性を検討する研究は、これまでされたことがなく独創性が高い。

【研究計画】

(1) 風洞実験の準備

流入風の状態により建物周りの流れ場が大きく変化

するため、対象の建物まわりの気流の状態を再現するのは非常に重要である。そのため、スパイヤー、バリアー、チェーンなどを用いて境界層および乱れを生成し、流入風を作成する。なお、足場の風荷重に及ぼす壁つなぎの強度を評価するために必要な実物大実験を行うため、並行して一般社団法人仮設工業会と共同研究を行う。

(2) 風洞実験の実施

団地モデルを対象に風洞実験を実施する。各解体段階での風荷重分布を計測する。評価時間などを注意しながら、風力の最大値を求める。測定風向は24風向で各ケースごとに得られた結果をまとめる。

【研究成果】

4階建ての団地を対象とした本研究の実験では、技術指針の作成時に実施された実験時の気流の状態よりも流入気流を改善し、模型頂部高さでの乱れを想定している気流の代表値とほぼ一致させた。模型には24風向から風を作用させ、ロードセルで計測した風荷重から風力係数を求め、最大・最小値などを算出し、比較・検討した。

その結果、a)解体なし模型では、技術指針から求められる風力係数を超える測定点は2点だった。一番安全だと思われる解体が進んでいない状況では、技術指針の近い値になっていることがわかった。一方、b)コの字解体模型では、技術指針の値を超えている測定点が多くあり、その位置は開口部に近かった。開口部ができることで、内部に空気が吹き込むことによる圧力の上昇と、外部に流れの剥離が起きて圧力が下がることの2つの要因で大きな負の風力係数の値になると考えられる。d)屋上全体4階半分解体模型では、屋上と4階半分上の境界に技術指針の値を超える測定点が多く観察された。

c. 健康研究領域

(1) 職場における暴言の間接的聴取が作業者のパフォーマンスと精神的健康に与える影響

西村 悠貴(産業保健研究 G), 佐々木 毅(同), 久保 智英(同), 松元 俊(同)

【研究概要】

(1) 背景

1) 対象とする労働環境: 職場における暴言

職場には、その手段や関係性によって様々な種類のハラスメントが存在し、労働安全衛生上、解決すべき重要な問題である。日本労働組合総連合会は、2019年5月に実施した「仕事の世界におけるハラスメントに関する実態調査 2019」の結果の中で、全体の38%の労働者が「職場でハラスメントを受けたことがある」と回答したことを明らかにしている。

また、職場で受けたハラスメントの行為類型では「脅迫・名誉棄損・侮辱・ひどい暴言などの精神的攻撃」が41.0%を占めており、その他ハラスメント(詳細不明:42.9%)やセクシュアルハラスメント(26.7%)などと並んで、深刻な職場環境が依然存在していることを示している。また先の調査では、暴言などの精神的な攻撃については、上司(589件中21.7%が精神的攻撃、以下同様)や先輩(258件中19.4%)から受けただけでなく、同僚(170件中15.3%)や部下(17件中23.5%)からの攻撃も一定数報告されており、必ずしも職場における上下関係に依らずに存在する幅広い問題であることが示唆されている。

2) 関連する先行研究等

パワハラなど職場における暴言・暴力・いじめなどが労働者の健康に与える影響については、多くの研究が行われ、レビュー論文も多く執筆されている(e.g., Leach et al. *Occup Environ Med* 74(1):72-79, 2017)。労働災害の補償申請に関する調査復命書の当研究所による解析でも、業務上の出来事によって精神障害を発症したと認められた事案では、「仕事内容や量の大きな変化」に次いで「(ひどい)嫌がらせ、いじめ、または暴行を受けた」や「上司とのトラブルがあった」といった出来事が多く認められている。また、労災事案の中でも精神障害発症後の自殺事案の解析結果からも、精神事案全体の傾向と同様に「仕事内容や量の大きな変化」に次いで上司や顧客とのトラブルが多く報告されており、深刻な影響をもたらしていることが示されている。

一方で、上で紹介したようなこれまでの研究は、パワハラの被害者に対する影響に着目した研究が圧倒的多数であり、パワハラが職場環境の悪化に与える影響に関しては研究が十分であるとは言えない。先行する事例として Tsuno らによる 2018 年の報告(*J Occup Environ Med* 60(12):1067-1072)では、パワハラに特有

の健康影響として周囲への影響(スピルオーバー効果)に着目し、パワハラが存在がその職場の職員の健康やモチベーションに与える影響を長期的な視点で検証した結果、職場にパワハラが存在すると回答した職員は追跡調査時にメンタル不調のリスクが高く、離職の意思も高まっていた。また、Porath と Erez は、他者に対する暴言をごく短時間目撃するだけで(暴言を直接受けなくても)、作業パフォーマンス、発想力、他者に対する親切さのいずれについても、暴言を受けなかった群と比較して最大で 6 割前後低下することを報告している(*Organ Behav Hum Decis Process* 109:29-44, 2009)。このように、職場におけるパワハラは直接的な被害者でなくても、労働者の生産性と健康の両面に悪影響を及ぼすことが示されてきている。一方で、長期的な影響の原因を理解し、対策をとるには暴言聴取な即時的な影響も明らかにする必要がある。また、暴言の現場を目撃する人よりも、他者に対する暴言を聞きながら職務に当たる労働者のほうが多いことが想定されるにも関わらず、暴言を聞いてしまうことによる影響に絞った研究も見当たらない。

3) 本研究の対象範囲

本研究では、暴言のパフォーマンスと精神衛生への影響を明らかにするにあたり、パワハラで発せられる暴言が、それを聞いてしまった労働者のパフォーマンスにどのように影響を及ぼすのかを検証する。これは特に、音の持つ伝搬性の高さ(≒影響範囲の広さ)に着目したからである。また、視覚的にネガティブな情報を提示し影響を検証した研究は多く存在するが、聴覚を通してネガティブな情報(今回の場合は暴言)を受け取った時の人の心理生理的反応を検証した研究は比較的少なく、学術的にも研究が求められている分野である。

4) 本研究の行政的貢献

本研究の成果は、パワハラによる職場環境の悪化を通して多くの労働者の健康のみならず生産性をも損なうことを客観的に示すことにより、対策の重要性を周知し動機づけすることが期待される。また、今後も少なからず生じてしまうであろう暴言の直接的・間接的な被害者に対して、どのようなケアが有効なのか検討する際も本研究の成果が活用される。

さらに、本研究によってパワハラは企業業績に貢献しないどころか悪影響であることが示されれば、生産性向上にはパワハラの撲滅が有効であることが実証できる。そうすれば既に行われた法令整備と合わせ、

雇用主などに対して、パワハラ対策を実施するより強い動機付けとなることが期待される。

(2) 目的

今日のパワハラでは、必要以上の叱責や人格を否定するような暴言といった精神的攻撃が多く見受けられる。そのような暴言にはネガティブな情動情報が含まれており、聞いた人のパフォーマンスに影響することが予想される。そこで本研究では、直接の暴言の被害者ではない労働者が暴言を聞いてしまった場合において、認知作業パフォーマンスに生じる影響およびその回復過程を Web アンケート調査で検証する。

アンケート調査では、職場でパワハラを受けた経験のみならず、パワハラの現場を目撃してしまった、あるいは聞いてしまった経験に重点を置き、現代社会におけるパワハラの実態について調査を行う。併せてどのような対策が組織や個人のレベルで採られているのかも調査し、調査対象者の精神的健康、ストレス、生産性などとの関連を明らかにする。また、暴言の実態(内容や頻度、加害者と被害者の関係性)についても調査を行うことで、今後予定している実験室実験へ労働現場の実態を反映することを目的としている。

(3) 方法

1) 調査対象者

オンライン調査会社にモニター登録されている被雇用者 500 名程度。予算の効率的な執行のため、当研究所の労働災害(精神障害)データベースから特に具体的出来事「(ひどい)嫌がらせ、いじめ、または暴行を受けた」の該当数や該当率が高い業種(金融業、卸売・小売業、製造業など)の労働者に絞った調査を行う。また、調査の実施に当たっては現場の産業保健スタッフの協力を得ることも検討している。

2) 調査内容

- ・ 属性(性別・年代・業種・職種)
- ・ 自身のパワハラ被害(類型・関係性・相談など)
- ・ 自身が見聞きしたパワハラ被害(同上)
- ・ 自身や所属組織でとっている対策
- ・ 精神的健康・ストレス・労働生産性の質問項目

3) 解析方法

回答の記述統計の算出によって、職場に存在するパワハラ(特に暴言)の現状を把握するとともに、どのような対策が労働者の健康や生産性を守ることにつながるのか、精神的健康指標や生産性の指標をアウトカムとした回帰分析的手法で明らかにする。

【研究計画】

追跡調査の結果解析を令和 3 年度中から実施し、令和 4 年度にも継続して実施する。得られた結果については、逐次学会発表や論文を通して対外的に公表することとする。

【研究成果】

(1) 追跡調査の解析(暴言経路別の影響解析)

令和 3 年度の 12 月に行った追跡調査(Web)では 500 名の有効回答を得ることができ、追跡率は 62.5 % だった。令和 4 年度はこの追跡データをもとに、暴言の経路(直接・間接・その両方)や、テキストマイニングを用いた解析(次項)を行った。Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)による睡眠障害リスクをアウトカムとするロジスティック回帰分析を行ってオッズ比を算出したところ、直接的な暴言被害によるオッズ比 [95% 信頼区間]が 5.92 [1.45-25.2]、間接的な被害で 2.67 [1.03-6.50]、両方の被害で 7.66 [1.89-31.2](すべて職位、夜勤の有無、年齢階級、性別、婚姻状態で調整済み)となり、いずれの暴言経路でも暴言被害なしとくらべて有意に睡眠障害のオッズ比が高くなっていた。以上から、暴言は直接的な被害者のみならず、同じ職場にいる別の労働者へも強い影響を及ぼしている可能性が示された。

(2) テキストマイニングによる暴言種別の影響解析

Web 調査では暴言の実例(これまでに聞いた暴言の内容)について自由記述式で収集していたため、その記述内容(単語の出現数)をテキストマイニング(MeCab)で解析した。その結果、バカ・クソといった人格否定系、殺す・死ぬと言った死ぬ系、クビ・辞めろと言った解雇系、使えない・能無しといった仕事能力系、そしてその他の 5 類型に暴言を分類することができた。そして、これらの暴言種への曝露と PSQI スコアの関連を、追跡調査データを用いてロジスティック回帰で分析した。結果、仕事能力系の暴言被害が、有意な PSQI スコアとの関連を示した(オッズ比 7.25 [1.87-30.3])。以上から、人格否定や解雇に関わるような暴言よりも、仕事の能力を否定されることがよく眠れないなどの睡眠障害リスクと関連している事が示された。なお、死ぬ系の暴言被害によるオッズ比も 2.36 [0.209-24.6]と高かったが、n 数による検出力不足から有意な関連が示されなかった可能性がある。

(3) 成果発表

これらの成果については、日本産業衛生学会 産業疲労研究会 第 94 回定例研究会(令和 4 年 2 月)、第 29 回日本産業ストレス学会(令和 4 年 3 月)、および日本生理人類学会第 86 回大会(令和 4 年 10 月)のシンポジウムにて発表した。参加者からは結果について興味深いと言った感想とともに、今後の実験研究への期待が示された。

さらに、学会発表等でのコメントを反映した論文原稿を執筆し、英文誌に原著論文として投稿した。

(2) 在宅勤務者の作業環境および姿勢・動作を評価する指標の開発とその妥当性の検証

杜 唐慧子(人間工学研究 G), 岩切 一幸(同), 外山 みどり(同), 時澤 健(同), 小山 冬樹(同)

【研究概要】

(1) 背景

令和 2 年春から広まった新型コロナウイルス感染症の影響により、多くの者が在宅勤務を強いられるようになった。また、政府が推進する働き方改革においても、在宅勤務を含むテレワークが推奨されている。在宅勤務は、通勤負担がなくなるといったメリットがある一方で、オフィスのように十分な作業環境を整えることができないといったデメリットがある。これまでは、比較的、テレワークのシステムや作業環境が整った者のみが在宅勤務を行ってきた。しかし、新型コロナ禍においては、システムや作業環境が整っていない者までも在宅勤務となっている。このような者は、個々の生活スタイルにおいて、本来適切ではない姿勢や動作において仕事をしていると思われる。厚生労働省は Web ページ「自宅等でテレワークを行う際の作業環境整備」において、在宅勤務時の椅子、机、照明、空調に関する推奨値などを示している。しかし、そのような推奨値を確保するのは容易ではない。その様な中、生活スタイルに合わせた様々な在宅勤務環境が労働者の身体的負担や疲労感にどのような影響を与えるのか、またそれをどのように評価すべきなのかを検討することは有用と考える。

(1) 目的

そこで本研究では、在宅勤務者の作業環境および姿勢・動作を評価する指標を作成し、その妥当性を検証することを目的とする。

(3) 方法

1) 実験室実験

実験室実験において、作業環境や姿勢・動作を評価する指標を提案する。事前のヒアリング調査(以下、事前調査と記載)により、在宅勤務で行われている代表的な作業環境や姿勢・動作をピックアップし、実験条件を設定する。実験条件は、例えば、食卓・椅子を用いた椅座位姿勢にてデスクトップ PC を使用、テーブル・ソファを用いた椅座位姿勢にてノート PC を使用、こたつ台を用いた床に座る姿勢にてノート PC を使用などとする。実験参加者には、実験条件ごとに 1 時間の VDT 作業を行わせる。測定項目は、首、肩・腕、腰などの三次元的な動作角度および動作の変化頻度、肩と腰部の筋電図(僧帽筋と脊椎起立筋)、心拍数、主観評価などとする。三次元的な動作角度およびその変化頻度は、予め測定した動作範囲および生理学的・主観的な評価を元に数値化する。例えば、首の角度の場合、ニュートラルな直立姿勢時の角度を

基準にし、そこからの可動域限界角度を測定する。その間の角度を、先行研究などをもとに、ニュートラルゾーン(0 度～可動域の約 50%)、エラスティックゾーン(可動域の約 50%～可動域限界値)などに分類して、作業時の姿勢を点数化する。点数は 100 点を満点とし、点数化する項目は首の角度、肩・腕の角度、腰の角度、僧帽筋の筋電図、脊椎起立筋の筋電図、心拍数、各部位の主観評価などとする。これにより、各条件における平均点数と標準偏差を算出し、例えば、食卓と椅子を用いた椅座位姿勢においてデスクトップ PC を使用する場合の評価得点を確定する。動作角度の測定に関しては、従来の磁気式または慣性式センサーなどを使用するが、より計測の便利さと精度を上げるため、位置情報を取得する全世界測位衛星装置(GNSS: Global Navigation Satellite System)を実験参加者に装着し、探索的にそれらの装置が人の姿勢変化や動作を捉えられるか検証する。

2) アンケート調査

在宅勤務者 200 名を対象に、アンケート調査により、在宅勤務時の椅子・机、作業姿勢、動作の有無、使用 PC(ノート/デスクトップ)、作業時間、パフォーマンス、自覚症状(首、肩・腕、腰などの負担感や疲労感)、身体パラメータ(身長、体重)などを調査する。在宅勤務時の椅子・机と作業姿勢は、1)の結果をもとに点数化する。自覚症状またはパフォーマンスの結果を従属変数、在宅勤務時の椅子・机と作業姿勢の結果を数値化したもの、動作の有無、作業時間、身体パラメータを独立変数として、重回帰分析により、各係数を算出する。これは、200 名中 150 名に対して行い、残りの 50 名には 150 名のデータで得られたモデルを当てはめてその妥当性について検討する。以上のことにより、作業環境や姿勢・動作が在宅勤務者の身体的負担や疲労感へ与える影響を評価する指標の完成を目指す。さらには、評価指標に基づいて作業環境や姿勢・動作の改善策を提案し、小規模の介入研究により、評価指標の効果を検証する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特色は、在宅勤務者の作業環境や姿勢・動作を系統的に評価する指標を提案することである。現在、在宅勤務者の作業環境を人間工学的な視点から評価する指標はなく、とりわけ様々な生活スタイルに合わせた内容のものもない。また、本研究では、萌芽的な研究として GNSS センサーを用いた人の姿勢や動作を測定するウェアラブルセンサーの有効性についても検討する。バイオメカニクス研究の分野にお

いては、今後、個々の詳細なデータ収集に加え、簡便かつ大量のデータ収集と系統的な分析が求められる。GNSS センサーによる姿勢や動作の測定は、船やトラクターなどの乗り物に関しては応用されているが、人の姿勢や動作には用いられていない。もしこれが実現すれば、在宅勤務以外の労働現場などにも応用することができ、ビックデータの収集ツールとして有用と考える。

【研究計画】

(1) 在宅勤務における作業環境および作業姿勢・動作の評価モデルの作成

アンケート調査で得られた作業環境(椅子・机・端末)と作業姿勢・動作に関するデータは、実験室実験の結果をもとに点数化する。この点数と作業時間、作業内容、作業頻度、身体パラメータを独立変数とし、自覚症状またはパフォーマンスの結果を従属変数として、重回帰分析を行う。これは、被験者 4 700 名の 80% の人数に対して行う。残りの 20% の人数に対しては、得られた回帰モデルを当てはめて、その妥当性を検証する。

(2) 回答者へのフィードバック

アンケート回答者には、作成した評価モデルを、マクロ機能を使って Excel に組み込み、作業姿勢・動作や作業環境の問題点を抽出できるようにし、その問題にあったアドバイスをフィードバックする。

(3) 評価モデルのアプリケーションソフトの開発

在宅勤務における作業環境および作業姿勢・動作の評価モデルは、多くの人に簡単に利用していただけるようにアプリケーションソフトを作成し、研究所ホームページにて公開する。

【研究成果】

(1) アンケート調査の解析と発表

集計したデータのうち 4 112 名分を解析し、その研究成果を発表した。ロジスティック回帰分析の結果、首、腕、腰、下肢の痛みを訴えていた者は、男性に比べて女性の方が多く、また労働時間が長い者ほど多い傾向にあった。使用している机のうち、ワークデスク、ダイニングテーブル、こたつは、首と腰の痛みと関連しなかったが、小型のキャンプテーブルや子供机などは首と腰の痛みと関連した。また、使用している椅子のうち、ソファおよび座布団は首の痛みと関連し、座布団および座椅子は腰の痛みと関連した。在宅勤務者が感じる主観的な作業効率は、キャンプテーブルや子供机など、さらには座布団を使用する人において低く、またデスクトップ PC に比べてノート PC において低い傾向があった。体に合っていない机(キャンプテーブルや子供机)や背もたれのない椅子(座布団)の使用は、身体的負担を増大させ、作業効率の低下をまねくと考えられた。

(2) 在宅勤務における作業環境を評価するリーフレットの作成

評価モデルの作成について検討した。この評価モデル作成のための分析では、重回帰分析、数量化 I 類、カテゴリー回帰分析等の手法を用いて、従属変数や独立変数を変えて様々な解析を行った。しかし、どのモデルも精度が低かった(最も高い重相関係数 $R = 0.277$ 、決定係数 $R^2 = 0.077$)。このことから、評価モデルを作成するのではなく、在宅勤務中の作業環境を評価して改善案を提案するリーフレットを作成することに変更した。現在リーフレットが完成しており、研究所ホームページにて掲載した。

(3) 低濃度有機溶剤蒸気に関する作業環境測定のための固体捕集剤の研究

安彦 泰進(環境計測研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

労働安全衛生法に基づく作業環境測定における有機溶剤蒸気の濃度測定では、より低濃度での精確な測定への関心が近年持たれている。この測定のための代表的な固体捕集剤として用いられている活性炭は、有機溶剤の種類や濃度によって捕集後の抽出の効率(脱着率)が好ましくなく、測定精度に影響を生じることが以前から指摘されている。一方、シリカゲルは乾燥剤としても多用される親水性の物質であり、極性有機化合物(水溶性のあるアルコール類など)の蒸気の測定に有効であるとして、疎水性の活性炭を補う捕

集剤として利用されているが、これらの有効な使い分けについての詳細は未だ不明な点が多いのが現状である。

(2) 目的

平成 30 年度までに実施した基盤的研究では、ごく低濃度の領域(作業環境評価基準に定められる管理濃度としておよそ 10 分の 1 以下)ではむしろ活性炭捕集剤のほうが高い抽出効率(脱着率)を示すアルコール類の事例が見られ、この精度の良い測定のためには活性炭捕集剤のほうが有効である可能性を示す結果となった。これより逆に、上記の低濃度領域で活性炭捕集剤での脱着率が低い有機化学物質に対

しては、シリカゲル捕集剤のほうが有効となる可能性がある。そこで本研究では、双方の捕集剤の相互の効果的な利用に向けて、これらの実態の解明をさらに進めることを目的とする。

(3) 方法

「作業環境測定ガイドブック」においては、活性炭ならびにシリカゲル双方の捕集管の測定対象として全く同じ有機溶剤の表が示されており、双方の効果の違いについては触れられていない。そこで目的に記載した考えを元に、複数の有機化学物質に対して、特に管理濃度の10分の1以下の領域での双方の捕集剤の脱着率測定についての対照実験を進める。測定方法は実際の作業環境測定における有機溶剤成分の吸着・抽出により近い状態を実現する、直接添加法を採用する。対象とする有機溶剤の選定については後述の研究計画に記載する。

(4) 研究の特色・独創性

作業環境測定でのサンプリングのための吸着材料の研究は、大学・研究機関等での取り組み自体が非常に少ない。特に材料系の研究者には労働環境は研究対象としてほとんど意識されておらず、今後も取りあげられる可能性は小さい。また、本研究では活性炭やシリカゲル個々の試料での有機溶剤蒸気の吸着・脱着性能において新しい学術・実用的知見を得ることが期待される。加えて、各捕集剤の低濃度領域での脱着率の詳細を明らかとすること自体も、実用上有益な情報となる。

【研究計画】

令和3年度に引き続き、作業環境評価基準において取り上げられるアルコール類(イソブチルアルコール、イソプロピルアルコールなど)について、管理濃度としておよそ10分の1以下の低濃度領域での活性炭捕集剤とシリカゲル捕集剤での脱着率測定の対照実験を行う。各捕集剤は日本国内での代表的な捕集管製品から取り出したものを使用し、使用重量を統一したうえで室温(25℃程度)での測定を行う。

また、活性炭捕集剤を用いた場合に低濃度領域での脱着率が好ましくないと判断される有機溶剤が存在する。代表者の予備的文献調査によりおよそ8種類の有機溶剤(ベンゼン、クロロホルム、ジクロロメタン、

1,2-ジクロロエタン、1,2-ジクロロプロパン、メチルエチルケトン、スチレン、1,1,1-トリクロロエタン)に顕著な傾向があることが分かっており、これらについても同様に低濃度領域での活性炭捕集剤とシリカゲル捕集剤での脱着率測定の対照実験を行う。

以上の結果より、各有機溶剤に対する活性炭およびシリカゲルの各捕集剤の脱着率の各データを整理・比較しそれらの挙動を把握することで、固体捕集方法によるごく低濃度での有機溶剤蒸気の測定においていずれの捕集剤を用いるのが望ましいかを明らかとする。

【研究成果】

本研究での有機溶剤成分の測定実験において中心的役割を担う装置であるガスクロマトグラフ(島津製作所 GC-14B PST)での測定におけるノイズの発生がその後も止まらず、データの取得は行えるものの測定毎の装置の状態に変動があることから、十分な議論を行うに足るものであるかについて疑問が生じた。結果として同装置での測定をいったん中止し、所内の他の装置の利用または紫外可視分光光度計による測定への転換を検討したが、いずれも本研究での適用は困難であると判断された。この時点で、今後の研究の継続にはガスクロマトグラフの更新が最も望ましいとの結論に達した。

上記の検討作業の間は、令和3年度までに実施した各基盤的研究の成果に基づく呼吸保護具(防毒マスク)に関する解説記事原稿の依頼が(公社)産業安全技術協会よりあったためにその作成にあたったほか、活性炭捕集剤における有機溶剤脱着率の濃度依存性の議論を日本産業衛生学会・日本労働衛生工学会だけでなく理工学系の各学会においても行った。

その後現在の装置の整理を検討する前にガスクロマトグラフに圧縮空気を送り込むエアコンプレッサーとの間にあるフィルターの清掃とシリカゲルの交換を念のため再度行ったところ、ノイズの発生がほぼ無くなっていることがわかった。以降、継続的な使用に耐える状態にまで復旧が出来たかどうかの確認の運転を行ってきたが目立った変化はなく、今後の使用は可能となったと考えられる。

(4) 個人騒音ばく露測定導入に向けた騒音測定・評価方法の構築と個人騒音ばく露計の試作

柴田 延幸(環境計測研究 G), 大屋 正晴(リオン株式会社), 中市 健志(同), 佐藤 成(同)

【研究概要】

(1) 背景

「騒音障害防止のためのガイドライン(平成4年10

月1日付け基発第546号)」見直しに向けて、令和3年度に騒音障害防止のためのガイドライン見直しのための検討会が開催された。これまで同ガイドライン

が施行されてから 25 年以上の間、同ガイドラインがリスト化している騒音ばく露作業場および騒音が高いと思われる作業に関する見直しや A 測定と B 測定からなる現行の騒音作業場の管理方法の問題点等が指摘されてきたが、その本質は、騒音ばく露作業の多様性および作業内容によっては起こり得る作業員動線の複雑さにもかかわらず、日本独自の「場の管理」だけで作業員の騒音ばく露管理をすることの限界である。

当該ガイドラインの見直しでは、個人ばく露測定の必要性の検討とその導入方法が論点となる。しかし、これまで我が国における騒音ばく露管理は「場の管理」であったため、騒音の個人ばく露測定の導入にあたっては、測定・評価方法の構築およびそれを実現するうえで必要となる機能や実用性を備えた騒音個人ばく露計の開発が必要である。

(2) 目的

本研究の目的は、「場の管理」と併用方式となる可能性を想定したうえでの騒音の個人ばく露測定・評価方法を構築するとともに、それを実現するうえで必要となる機能・実用性を備えた個人騒音ばく露計を共同研究先企業の手を借りて開発することである。

(3) 方法

1) 個人騒音ばく露計の試作開発および作業現場における実用性の検討

「場の管理」と併用方式となる可能性を想定したうえで、以下の計画にしたがって実施する。

- ・ 必要な表示・演算・管理機能の検討(安衛研)
- ・ 個人騒音ばく露計の試作開発(企業側)
- ・ 実験室(人工耳を有するマネキンおよび被験者を使用)及び騒音作業場での装置特性(指向性、過大評価・過小評価の可能性など)の検討(安衛研および企業の共同実施)
- ・ 作業現場における実用性(取付位置や形状等)の検討(安衛研)
- ・ 騒音作業場(例、高熱、騒音源が移動する等)での実用性の実験的検討

2) 耳内装着型ばく露計の開発と、実用性の検討

1)の装置では作業時の装着に制約が生じる場合を考慮し、耳内装着型ばく露計を試作開発し、その実用性を検討する。本ばく露計は、聴覚保護具としての機能も見込まれることから、1)と同様の検討加えて、実験室実験(人工耳を有するマネキンおよび被験者を使用)にて遮音性の検討および従来測定との比較検討(測定精度や補正の必要性等)も行う。

3) 「場の管理」と併用方式における騒音の個人ばく露測定・評価方法を構築

1) と 2)の結果を踏まえて、「場の管理」と併用方式

となった場合の騒音の個人ばく露測定・評価方法を構築するとともに、注意すべき点等を明らかにする。

(4) 研究の特色・独創性

本研究では、「騒音障害防止のためのガイドライン」の見直しに向けて、現在開発途上にある「新型個人騒音ばく露計」および「耳内装着型個人騒音ばく露計」を用いて、論点となる個人ばく露測定の導入方法(測定および評価方法)を検討することを目的とする。職業性騒音のばく露許容基準は、大半の国々で 85 dBA・8 時間を基準としているが、測定および評価方法は国・地域によって異なる。このため、本研究で得られる成果をもとに我が国の騒音ばく露管理に適した測定方法および評価方法を構築して、ガイドライン改定にフィードバックすることを特色とする。また、現在開発途上の「耳内装着型個人騒音ばく露計」は遮音性との両立を目指すものであり、独創性が高い。

【研究計画】

(1) 個人騒音ばく露計の試作開発および作業現場における実用性の検討

試作機について、事前にマネキンを用いて、装着位置による誤差と至適位置について検討を行う。騒音作業場に出向き、既存評価法(A 測定、B 測定)や既存の個人ばく露計との差異、装置特性(指向性、過大評価・過小評価の可能性など)、作業性への影響を検討する。これにより、現場で使用する際の注意点などの情報を得る。

その結果を踏まえて、「場の管理」と併用方式となった場合の騒音の個人ばく露測定・評価方法を構築するとともに、注意すべき点等を明らかにする。

(2) 耳内装着型ばく露計の開発と、実用性の検討

耳内装着型ばく露計の試作機について、その実用性を検討する。人工耳を有するマネキンで騒音伝達性(あるいは遮蔽性)をホワイトノイズで評価した後、ランダムノイズや実際の工具の音を用いて同様の検討を行う。また、マネキンを用いて測定精度や補正の必要性等のばく露評価のための基礎的検討を行う。更に、ヒトボランティアで聴力検査やスピーチテストにより遮音性について評価する。

【研究成果】

(1) 個人騒音ばく露計の試作開発および作業現場における実用性の検討

世界的な電子部品の調達難航により、プロトタイプ機の完成が遅延したが、今年度下半期に完成した。ホワイトノイズ、ピンクノイズ、振動工具の実測定騒音レベル(10 タイプ)の 3 種類の波形を用いてマネキンを用いた無響室での測定を実施した。測定結果より、プロトタイプ機の指向特性および同機の装着位置による測定レベル誤差と至適位置について検討を行った。

個人ばく露計の指向特性(マイクロホン自身の指向特性と個人ばく露計の形状に依存する指向特性の和)は、極めて良好で顕著な異方性を呈さないことが示された。

振動工具の実測定騒音を使用した際、特定の周波数帯域で過大評価が生じる傾向を認めたため、特性を再調整した。

(2) 耳内装着型ばく露計の開発と、実用性の検討

世界的な電子部品の調達難航により、プロトタイプが完成が遅延したが、今年度下半期に入って耳内装着型ばく露計のプロトタイプが完成した。ホワイトノイズ、ピンクノイズ、振動工具の実測定騒音レベル(10タイプ)の3種類の波形を用いてマネキンを用いた無響室での測定を実施した。測定結果より、プロトタイプ機の指向特性を解析した。また、同機の測定値と個人ばく露計の装着位置ごとの測定値の比較検討を行った。

得られた測定結果より、当機を用いて騒音の個人

ばく露評価を実施する際に必要となる周波数ごとの補正值の算出を行い、テーブル化を図った。

(3) 全体進捗状況のまとめ

世界的な電子部品の調達難航および電子部品の急激な価格上昇によりプロトタイプが完成が大幅に遅延したが、今年度下半期に入ってようやく完成したので、無響室において、試作された個人騒音ばく露計と耳内装着型ばく露計の指向特性などの測定を実施した。

当初、複数の騒音作業場での測定を予定していたが、新型コロナウイルス感染拡大の状況下調整が難航したため、過去の別研究課題で測定したさまざまな騒音ばく露作業における実測騒音波形を使用することにより、無響室での実験室測定を実施した。

また、進捗が遅延していたため、現時点での学会発表等の成果の公表はないが、令和5年度の学会発表に向けて準備中である。

(5) 低周波音による振動感覚の知覚とその影響に関する研究

高橋 幸雄(環境計測研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

低周波音(周波数が概ね 100 Hz 以下の音)には、聴覚での知覚に加え、振動感覚を知覚させるという特徴がある。この振動感覚の閾値は聴覚閾値よりも高いが、産業用機器から発生するような中・高レベルの低周波音の場合には、不快感やアノイアンス、さらには作業効率低下やエラー率増加の一因となる可能性がある。しかしながら、現状では、その影響については未解明の点が多い。

(2) 目的

本研究の目的は、以下の2点である。まず一つは、低周波音による振動感覚の知覚特性をより詳しく調べることで(過去の研究代表者による研究から測定周波数範囲を拡大)。もう一つは、その振動感覚による作業への影響(作業効率やエラー率の変化)を調べることで。これらの結果は、低周波音の影響評価や対策について有益な知見を提供することにつながると期待される。

(3) 方法

本研究の主体は、低周波音実験室での被験者実験である。振動感覚の知覚特性については、これまでよりも周波数範囲を拡大して閾値や等感度レベルを測定し、聴覚による知覚特性と比較・検討する。作業への影響については、低周波音曝露条件下で模擬

作業(PC プログラムによる作業を想定)を行わせ、曝露する低周波音(曝露なし条件を含む)の違いによる作業効率、エラー率の変化の差を測定・比較することで、振動感覚の影響を検討する。

(4) 研究の特色・独創性

聴覚による低周波音の知覚特性(聴覚閾値や等ラウドネスレベル等)や、音としての低周波音の影響(アノイアンス等の心理的影響や、作業効率の低下等の作業への影響)については、過去に多くの研究例がある。しかしながら、低周波音による振動感覚の知覚特性、またその影響に関する研究については、研究代表者の研究例(Takahashi, J Low Freq Noise Vib Active Control, 32 (1+2) (2013)、Takahashi, Proc. Inter-Noise 2012 (2012)等)以外にはほとんどない。

【研究計画】

初年度(令和4年度)の研究内容としては、被験者実験により、低周波音による振動感覚の知覚特性を測定することを想定している。ここでの振動感覚としては、過去の研究代表者の研究を継続して頭部で知覚される「頭部の振動感覚」を使用する。

過去の研究代表者の研究では、16~80 Hzの周波数範囲で、「頭部の振動感覚」の閾値・等感度レベルを測定した。本研究では、この周波数範囲を拡大してデータを蓄積することを考えている。閾値・等感度レベルの測定には、被験者調整法を用いる。周波数の

低い側では、少なくとも10 Hz程度まで拡大したい。16 Hz付近では聴覚閾値と「頭部の振動感覚」閾値が互いに近付くことが分かっているが、さらに低い周波数域まで測定範囲を拡大することで、その周波数域で聴覚閾値と振動感覚閾値が一致するのか(別個の感覚として区別可能)、あるいは一致しないのか(別個の感覚として区別不可能)を明らかにできる可能性がある。周波数の高い側では聴覚の影響が強くなるので実験は難しいかもしれないが、可能であれば、125～160 Hz程度まで拡大したい。この周波数域では「頭部の振動感覚」はほとんど知覚されない可能性が高いが、何らかの結果が得られれば、それは新しい知見となる。

【研究成果】

前年度(令和3年度)の事前評価における評価コメントに従い、初年度(令和4年度)の被験者実験は第4四半期のみを実施予定であったが、他業務の都合

により実施できなかったため、2年目(令和5年度)以降に実施することとした。これまでは被験者実験の準備として、低周波音実験室の音響特性(暗騒音、周波数特性、音圧レベル分布)の確認を実施し、実験遂行に問題が無いことを確認済みである。

また、本研究の参考資料とするために、近年の他の研究者による低周波音による振動感覚に関するの研究事例を調べた。その結果、ここ2～3年の間、振動感覚の知覚に関連する研究例が国内で若干報告されていることが分かった(Tagusari et al. (2022) J Low Freq Noise Vib Active Control, 41 (1)、横島 他 (2020) 日本音響学会騒音・振動研究会 2020年11月、米村 他 (2021) 日本音響学会騒音・振動研究会 2021年2月、酒井 他 (2022) 日本音響学会騒音・振動研究会 2022年2月等)。低周波音による影響を生じさせる要因の一つとして、振動感覚も注目されていることを示していると考えられる。

(6) 作業環境中の測定のためのイオン移動度分析装置の実用化

高谷 一成(環境計測研究 G)、柴田 延幸(同)、萩原 正義(ばく露評価研究部)、鷹屋 光俊(同)、的場 史朗(高エネルギー加速器研究機構 物質構造科学研究所)、小泉 哲夫(立教大学)

【研究概要】

(1) 背景

化学物質については、瞬間でも超えてはならない天井値や、15分間の短時間許容濃度が設定されているものがある。このような有害性の高い化学物質に関しては、作業時間全体を通してのばく露量が8時間加重平均(8h-TWA)許容濃度を下回っているにもかかわらず、特定作業時のピーク濃度が短時間許容濃度 Short-Term Exposure Limit (STEL)を上回ることが起こりえる。しかし、GC/MSを使用した現在主流の作業環境測定法では、労働者の化学物質ばく露濃度の瞬間値を得ることは事実上不可能である。そこで現在推進中の基盤的研究において、リアルタイムに作業環境中の化学物質測定を行える装置としてイオン移動度分析装置の開発を行った。イオン移動度分析装置はGC/MSなどの質量分析装置と異なり、大気圧中で化学物質の定性、定量分析を行えるため、真空装置を必要としない。そのため、可搬型の分析装置となり作業者が携帯することも可能である。また分析時間がわずか数十秒と非常に短いことや、質量分析装置と異なり、質量数ではなく、幾何学的構造(衝突断面積)によって選別するため、同質量数の化学物質も同定可能であることも特徴として挙げられる。

完成したプロトタイプによる測定において、各種洗浄などを行う工場で幅広く使用されているメチルエチ

ルケトンやトルエンのリアルタイム測定を行うことに成功した。しかしながら、イオン移動度分析装置を用いたリアルタイム測定にはいくつかの問題点があることが現在推進中の基盤的研究で明らかとなった。

(2) 目的

本研究では、現在推進中の基盤的研究で明らかとなったイオン移動度分析装置による作業環境中の化学物質のリアルタイム測定を行う上での問題点を解決し、本装置の実用化を目指すことを目的とする。

イオン移動度分析装置において作業環境中に存在するような高濃度化学物質の濃度測定は、化学物質イオン量がイオン化可能量限界値に達してしまっているため、従来のようにピークの強度や面積値から濃度推定を行うことができない。そこで我々は、共存する水クラスターイオンと化学物質イオンの合成ピークのピークシフト量から濃度推定を行う手法を考案した。しかしながら、本手法による濃度推定では、温度や湿度といった環境条件に大きく依存するため、測定をする前に標準ガスを用いて校正曲線を得る必要がある。本装置の実用化を考えると、測定毎に校正曲線を得ることは現実的ではない。そこで、温度や湿度を常に一定に保つ機構を取り入れることにより、一度得た校正曲線を繰り返し使用することができる。

また現在推進中の基盤的研究において、化学物質の種類によって排気速度が異なることがわかった。化

学物質の排気速度は測定時間に直結しているため、完成したプロトタイプでは化学物質によって 10 秒から 50 秒までの測定時間に幅を持っている。本研究では、排気時間を短縮するための機構を考え、全ての化学物質において 10 秒以内の排気時間の実現を目指す。装置を改良した後、本装置の実用化に向けた性能評価試験を行うことを考えている。

(3) 方法

本研究では、令和 3 年度の基盤的研究によって開発したイオン移動度分析装置をベースとして装置改良を行う。温度、湿度を一定に保つために、乾燥剤と温度調節のできるヒーターを装置に導入する。本装置に最適な乾燥剤とヒーターの組み合わせについての調査および実験を行う。また排気系の化学物質依存性の原因を調べるために様々な化学物質を用いて排気速度について調べる。得られた結果を検討し、排気系の改良を行う。最後にメチルエチルケトンやトルエンを用いて工場での洗浄作業を模した模擬作業を行い、実際に作業環境中の化学物質のリアルタイム測定を行うことで、本装置の性能評価を行う。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特徴としては、従来の GC/MS 分析では得ることが困難であった短時間ばく露を測定することや、作業環境の化学物質の動向をリアルタイムにモニターすることが可能になるといった点が新しく、本装置は独創的なばく露評価ツールとして十分に期待できる。リアルタイムモニターとして PID (Photon Ionization Detector)があるが、PID は導入された空気中の全ての化学物質に紫外線を照射するため、イオン化エネルギーが照射される紫外線のエネルギーより低い場合はすべてイオン化される。そのため、化学物質が高濃度で複数種共存している場合は、個別定量は非常に難しく、定量的な分析は困難となる。本装置は作業環境中の化学物質を正確にリアルタイムに測定することを目的としている。本装置による測定により労働衛生に関する研究の幅が広がると共に、化学物質リアルタイムモニターとして、現場の作業従事者の安心安全お

よび健康の確保に貢献できると考えている。

本研究では、実用化に向けて温度や湿度の調整、排気系の改良を行うことで、短時間ばく露が重要となる化学物質に対する網羅的な警報装置、多成分リアルタイムモニタリングなどへの実用化も期待でき、特許や製品化も十分に考えられる。

【研究計画】

- ・ 乾燥剤としてシリカゲルやモレキュラーシーブについて様々な形状やサイズのものを購入したうえで、サンプルガスの流量を変えながら最も湿度が低くできる条件を選定する。
- ・ 温度可変ヒーターを購入し、最も精度の高い測定が行える最適な装置温度を検討する。
- ・ 温度、湿度を一定にコントロールしたうえで、様々な測定環境条件化において、実験結果の再現性を確認する。

【研究成果】

令和 3 年度の研究計画で予定していた乾燥剤による湿度除去およびヒーターによる温度調整を行った実験を行うための予備実験として、まず作業環境中での測定化学物質(メチルエチルケトン、エタノール、トルエン)の測定濃度範囲について調べた。前基盤的研究で考案した到着時間スペクトルのピークシフト量による定量法によって、従来の IMS では不可能であった作業環境中に存在するような高濃度化学物質も分析できるようになった。本基盤的研究では、ピークシフト量の検量線を複数成分に分割して検量線を引くことにより定量化範囲をさらに 1 桁拡張することに成功した。従来の IMS では低濃度で 2 桁程度の定量化範囲であったのに対して、我々は低濃度(数十 ppm)から高濃度(数千 ppm)までの 3 桁程度の定量化範囲を実現し、作業環境中の化学物質モニターから特定作業による高濃度ばく露の警報装置としてまで使用できる幅広い定量化範囲を実現することに成功した。本基盤的研究の成果は国際誌による論文発表および国際会議や国内学会で発表をおこなった。

(7) うち水インナーによる暑熱負担の軽減効果

時澤 健(人間工学研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

職場における熱中症による死傷者数は依然として多い状況にある。令和 3 年「STOP!熱中症クールワークキャンペーン」では新たにプレクーリングが取り入れられ、作業前や休憩中に積極的に身体を冷やす対策

が推奨された。一方で作業中のクーリングには、通気性の良い作業着や身体冷却機能をもつ服の着用が推奨され、実際には電動ファン付き作業服や保冷剤入りのベストの使用が進んでいる。しかしながら、これらの着用のみでは温熱的不快感の軽減や皮膚表面の体温のみを下げる効果が主で、深部体温を下げる

効果は小さいことが先行研究によって明らかになっており、新しい身体冷却手法が求められている。

電動ファン付き作業服は、上着の内部に風を送る対流性熱放散と、汗を気化させることによる蒸散性熱放散によって体温上昇を防ぐ仕組みである。このうち蒸散性は、対流性より熱放散能に優れているものの、発汗に依存することになり、汗が少ない場合や対流が進んで汗が乾いてしまうと、熱放散量が小さくなってしまふ。そこで、予めインナーシャツを湿らせておくことで、汗に頼らない蒸散性熱放散を促進させることができる(うち水インナーと呼ぶ)。この効果の可能性については、現在進行中のプロジェクト研究(高年齢労働者に対する物理的因子の影響に関する研究)において検証し始めている。3名分のデータであるが、1時間の暑熱下歩行で対策なしでは深部体温の上昇が1.3℃であるのに対し、電動ファン付き作業服を用いると1.1℃にやや抑制され、そこにうち水インナーを加えると0.8℃まで抑制された。本研究課題では、その有効性の範囲や発展性についてさらに検証を行う。

(2) 目的

暑熱下作業による体温上昇を抑える身体冷却として、電動ファン付き作業服にうち水インナーを加える手法の効果について明らかにすることを目的とし、1)暑熱環境の有効範囲、2)電動ファン付き作業服の種類、3)効果を増強させる追加手法についてそれぞれ検討する。

1) 暑熱環境の有効範囲

体温を上回る暑熱環境の場合、上着の内部に熱風が入ることとなり、身体への熱伝導が熱放散を上回る可能性がある。また高湿度の暑熱環境の場合、気化が生じ難く蒸散性熱放散が小さくなる可能性がある。そこで、室温40℃・相対湿度30%、および室温32℃・相対湿度80%(どちらもWBGT:31℃)において、うち水インナーの効果を明らかにすることを目的とする。

2) 電動ファン付き作業服の種類

電動ファン付き作業服には従来の長袖タイプと、最近ではベストタイプが普及している。ベストは動きやすさでは優れているものの、体幹部のみが冷やされ気化が進みやすくなることから、その有効性を長袖タイプと比較することを目的とする。

3) 効果を増強させる追加手法

うち水インナーの有効性は期待されるものの、効果をさらに大きくする余地がある。

3-1) インナーへの水分追加手法

予めインナーに湿らせた水分だけでは1時間以内に乾いてしまうため、作業に支障のない形でインナーを追加で湿らせる方法を作り、その効果を検証するこ

とを目的とする。

3-2) インナーの素材

保水性の高い綿ではなく、速乾性の高い繊維を用いたインナーを用いることで、蒸散性熱放散を促進する。気化が進みやすくなるため、3-1)に検証する作業途中の水分追加の有効性を明らかにした後に検証する。うち水インナーのインナー素材として、綿と速乾性繊維のどちらがより効果的かを明らかにすることを目的とする。

3-3) インナーへのメントール

最近では爽快感を得るために製品化されたメントール含有スプレーを衣服に浸み込ませることが一般的になっているため、うち水インナーに用いられる可能性がある。過度なメントール刺激では、温熱感覚が惑わされる可能性があるため、生理学的な応答と心理学的な反応の関連性を明らかにすることを目的とする。

(3) 方法

目的で挙げた5つの課題(1, 2, 3-1, 3-2, 3-3)について検証する。被験者は20~40歳の健常成人男性8名とする。

1) 暑熱環境の有効範囲

うち水インナーの方法として、綿素材の長袖Tシャツを身体にフィットするよう着用し、スプレーを用いてTシャツに37℃の水を350mlふきかける(Tシャツから水が垂れ落ちない上限量)。その上に電動ファン付き作業服を着用し、上着の背面にある2つのファンを稼働する。室温40℃・相対湿度30%または室温33℃・相対湿度80%(どちらもWBGT:31℃)において、インナーを湿らせずファンも稼働しない条件(コントロール)、インナーを湿らせずファンを稼働する条件(ドライインナー)、そしてうち水インナーの3条件で、軽作業(歩行)時の体温調節反応(直腸温、皮膚温、発汗率、皮膚血流、主観的感觉)を比較する。

2) 電動ファン付き作業服の種類

電動ファン付き作業服として、長袖タイプとベストタイプを着用した際のコントロール条件とうち水インナー条件をそれぞれ実施し比較する。

3) 効果を増強させる追加手法

3-1) インナーへの水分追加手法

作業途中にインナーへ水分を追加する方法として、バイクライダー用に製品化されているものを用いる。チューブを腰から首回りにつなげて、腰のボトルから水を押し出し、首回りからインナーに水を浸透させる。暑熱下歩行開始から30分後に200mlを追加し、追加しない条件と比較する。

3-2) インナーの素材

インナーの素材として、綿と速乾性繊維の比較を行う。速乾性繊維のインナーの吸水量は綿の約半分

あるため、3-1)で検証した作業途中の水分追加を20分おきに行う。

3-3) インナーへのメントール

作業途中の水分追加にメントールを含ませる場合と含ませない場合とで比較を行う。暑熱環境を段階的に変化させた際の温熱感覚や、作業負荷を段階的に変化させた際の疲労感も合わせて評価する。

(4) 研究の特色・独創性

熱中症対策製品として電動ファン付き作業服はここ数年で広く浸透しているが、その効果は限定的である。特に深部体温の上昇を抑える効果が小さいが、熱中症は深部体温の過度な上昇から発症することが多い。本研究課題で提案する身体冷却方法(うち水インナー)は、深部体温の上昇を抑える効果を非常に手軽な方法で増大させるものであり、波及効果は大きいと思われる。衣服を湿らせるという身体冷却方法は、先行研究においてTシャツのみの着用で扇風機の風を当てるという方法が検証されているが、酷暑下では効果が疑問視されている。しかし本研究では、インナーとして着用するTシャツを湿らせる点でアプローチが異なっており、暑熱負担を軽減する対策としての範囲の暑熱環境で有効となるのかも検証する。

【研究計画】

1)と2)の実験内容について研究倫理審査に申請し承認を受ける。1)を実施し、8名の被験者に6試行(2つの環境設定:高温と高湿度×3条件:コントロールとうち水インナーの有無)を実施する。環境設定は、室温40℃・相対湿度30%、および室温32℃・相対湿度80%(どちらもWBGT:31℃)とする。それぞれの設定で、コントロール(電動ファン付き作業服なし)、電動ファン付き作業服あり+ドライインナー、そして電動ファン付き作業服あり+うち水インナーの3条件を行う。軽作業に相当するスピードで1時間歩行を行い、その際の体温調節反応(直腸温、皮膚温、発汗率、

皮膚血流)および主観的感覚(温熱感覚、不快感、疲労感)を測定する。

【研究成果】

1)のデータ取得を2月までにすべて終えた。計画通り進んでおり、3月から2)をスタートした。1)の研究結果について、すべての解析は終了していないが、以下の通りである。

電動ファン付き作業服のファン稼働とインナーの浸潤を行う「うち水インナー」と、ファン稼働無しと乾いたインナーの組合せの「コントロール」を比較すると、室温40℃・相対湿度30%、および室温32℃・相対湿度80%の両環境条件ともに、作業負荷による深部体温(直腸温)の上昇は、うち水インナーの方で0.3~0.4℃低かった。また、両環境条件ともに、うち水インナーの発汗量はコントロールの約半分となり、温度感覚、温熱的不快感および疲労感も低くなった。

以前にうち水インナーの効果を検討した際には、室温37℃・相対湿度50%であったが、体温を上回る暑熱環境の場合(室温40℃)、電動ファン付き作業服の内部に熱風が入ることとなり、身体への熱伝導が熱放散を上回る可能性が懸念された。また、高湿度の暑熱環境の場合(相対湿度80%)、気化が生じ難く蒸散性の熱放散が小さくなる可能性があった。しかし上記の結果から、高温または高湿であっても、うち水インナーの効果は発揮され、深部体温の上昇、脱水、そして心理学的負担を軽減させることが示唆された。上限となる環境条件をさらに調べる必要性も考えられるが、いずれの条件もWBGTが31℃と作業基準値の上限であることから、この範囲での有効性を証明するに留める。

3月に行われた日本生理学会において成果を公表した。また、3)で実施する予定のインナー素材の検証について、繊維・衣料メーカー(アシックススポーツ工学研究所)と共同研究を行う契約を締結した。

(8) 労働社会分野における不健康リスクと労働者の機会保障の評価

小林 秀行(社会労働衛生研究 G)、高橋 正也(過労死等防止調査研究センター)、
佐々木 毅(産業保健研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

社会疫学の知見によると、不健康のリスクは社会経済状態の脆弱な個人に発現すると考えられる。これに基づけば、過労死や過重労働に起因する不健康には、労働時間や労働負荷等の身体的要因に加えて、社会的公正が達成されていないことの影響とみることができる。健康に向けた社会的公正を達成するには、

ディーセントな生活と機会の保障が求められ、政策評価の手法としてケイパビリティ・アプローチが示唆されている(Ruger 2004)。

(2) 目的

過労死や過重労働に起因する不健康の防止を推進する社会的側面の施策を検討するために、過重労働に伴う不健康のリスク発現と社会的公正の達成との関連を検証する。社会的公正の達成の程度を評価す

るためにケイパビリティ・アプローチに基づいて労働者のディーセントな職業生活と機会の保障に着眼し、その実態と過重労働や不健康の発現とを追跡調査し、その関係を分析する。

(3) 方法

質問紙調査票を1年に数回、継続して労働者に配布して追跡調査を行う。対象者は過労死防止対策重点業種(例として運送業を想定し、研究所と研究交流のある業界団体に調査協力を依頼する)より20事業所を選定し、各事業所の労働者20名を対象者とする。調査票は事業所を通じて配布し、回収は研究者宛て郵送とする。質問紙調査票の項目は、労働の状況や労働衛生上の対策に関する項目(健診やセルフチェック)、労働生活の実態、ケイパビリティ評価指標ICECAP-A、機会保障の状況を表す仕事のプロセスの状況とする。分析に当たっては、同一事業所の固定効果を勘案し個人単位で変動の検討を行う。

(4) 研究の特色・独創性

社会的公正やディーセントな職業生活はILOの重点課題にも挙げられている。本研究では社会的公正の実現にディーセントな生活と機会の保障との2側面が重要だとするケイパビリティ・アプローチに注目する。ケイパビリティ評価にあたっては、達成されている状況に対する個人の効用等の帰結的評価に加えて、機会の可能性集合の大きさや達成プロセスなどの非帰結的評価を盛り込むことになる。本研究ではケイパビリティ指標ICECAP-Aを用いるほか、労働生活のプロセスより機会保障の実態を捕捉する非帰結的評価を試みる。

【研究計画】

(1) 調査票作成

以下の項目群からなる自記式質問紙調査票を作成する。

- ・ 労働の状況(労働時間・日数、賃金、業務内容、労働負荷、疲労・休息の状況)
- ・ 労働衛生指標(健康状態、健診所見、ストレスチェック)
- ・ ケイパビリティ指標(ICECAP-A)
- ・ 仕事のプロセスに関する客観的状況の抽出

(9) 法改正による労働時間と労災件数への因果効果の推定

加島 遼平(社会労働衛生研究 G), 高橋 正也(過労死等防止調査研究センター),
佐々木 毅(産業保健研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

近年 EBPM (Evidence Based Policy Making) という

過労死防止対策の重点業種の業界団体に調査目的・内容・意義を説明し、事業所の選定を依頼する。事業所に説明し協力を依頼する。また、必要な倫理審査の申請を行う。

(2) 第1回調査とその分析

20事業所に対象者の選定と20人分の調査票・返信用封筒の配布を依頼する。データ回収・入力後に集計・分析を実施する。

(3) 第2回調査に用いる質問紙調査票の修正

【研究成果】

当初、運輸業の事業場にて質問紙調査を実施する計画であった。調査の設計を進める段階で既存の研究の参照や業界団体スタッフからの聞き取りを行ったところ、ケイパビリティと関連する仕事のプロセス等が十分に明らかにされていないことが分かり、令和4年度には事業場関係者に対するヒアリング調査を実施することになった。運輸業業界団体の労働安全衛生委員会の委員が経営する企業2社において、運転者・運行管理者・経営者計8名を対象にヒアリング調査を実施した。

ヒアリング結果より、運輸業就業者が自ら業務改善を考案して職員間で自発的に共有しあうなどする中で達成感や職場内での交流を得たり、運行スケジュールと合わせながら家族との余暇の時間や慢性疾患の受診予定を組んでいたりと、睡眠パターンや飲酒の習慣について自律的に整えることなどを通じて、職業生活も私生活も充実させていることが分かった。こうしたことを通じて、運輸業就業者は、ケイパビリティ尺度ICECAP-Aは「安定感・安心」、「達成感」、「愛情・友情・助け合い」、「自立」、「楽しみ・喜び」という5項目から構成されているが、ヒアリング調査の中で語られた運輸業就業者の経験はこれらの項目と関連しており、働き方の条件整備や事業場における支援策によって就業者のケイパビリティが向上していることが示唆された。

なお、当初、質問紙調査を業界団体の紹介を受けて実施する計画であったが、困難な状況であり、質問紙調査の実施フィールドの再検討が必要である。

政策評価に基づく政策策定が重要視されている。労働安全衛生政策においても、ストレスチェックの義務化、健康診断の義務化、労働時間の45時間以下の

義務化といったように労働者の安全を守るために様々な安全衛生施策が導入されてきた。どのような施策に因果効果がどの程度あったのかを知ることは、今後の安全衛生政策の策定をより効果的なものにするうえで重要である。しかし、実際にこれらの様々な施策が労働者の労働時間と労災被害をどれだけ減らしたのかについての政策評価はほとんどなされてこなかった。

(2) 目的

本研究の最終目標は、過去の政策変化が実際にどの程度人々の労働時間に影響を与え、どの程度過労死を減らしたのかという因果効果を明らかにし、今後の適切な安全衛生施策立案に繋げることである。その基盤となる研究として、本研究では、具体的に過去に起きた 2008 年労働基準法改正(2010 年施行、主たる変化は割増賃金率の上昇)、2018 年労働基準法改正(2019 年施行、主たる変化は労働時間の罰則付き上限規制)のそれぞれが、労働時間をどれだけ減らしたか、また労災件数をどれだけ減らしたのかという側面から政策の因果効果の推定を行うことを目的とする。

(3) 方法

本研究は、次の 4 ステップで分析を行う。

1) データ結合による分析データの都道府県レベルの集計値パネルデータの構築

1-1) 利用データ

- ・ データ 1:「経済センサス(事業所・企業統計調査)」の調査票情報事業所個票データ、名寄せデータ、2006、2009、2012、2014、2016、2019、2021
- ・ データ 2:「賃金構造基本統計調査」の事業所・個人票の調査票情報個票データ、2006-2021
- ・ データ 3:「労働力調査」の調査票情報個票データ、2006-2021
- ・ データ 4:厚生労働省補償課によりプレスリリースされる「労災補償状況」の原データ、2006-2021

1-2) 構築する分析データに入る具体的な変数群

- ・ 従属変数: 都道府県レベルの疾患別の労災請求件数・労災支給決定件数・うち死亡請求件数・うち死亡決定件数、平均労働時間・労働時間 60 時間以上割合
- ・ 独立変数: 都道府県レベルの平均労働時間・事業所の労働時間の分散・事業所の労働者年齢・事業所の労働者年齢の分散・事業所の平均給与・事業所の平均賞与・事業所の労働者数・男女比率・正社員比率・大卒比率、本社の従業員数

2) 2006～2021 年にかけての労働時間の労災件数との関係の把握

2006～2021 年にかけての都道府県レベルの各年の集計値パネルデータを用いて、週 35 時間以上の

常勤相当の労働者の平均労働時間が 1 時間増加するとどの程度の労災(請求・支給決定)件数が増えるかを、重回帰分析とポアソン回帰分析の 2 種類で検討する。

3) 2010 年法改正施行の労働時間と労災件数への効果の政策評価

2008 年 12 月に労働基準法改正案が可決された。改正の重要な点は、週 60 時間以上の労働時間に対する割増賃金率が 1.25 倍から 1.50 倍に引き上げられる点である。割増賃金率の上昇は、産業・資本金・従業員数により、2010 年 4 月に施行される非猶予企業と 2023 年 4 月に適応される猶予企業とに厳密に線引きがなされた。データ 1 より労働者の勤める事業所が猶予企業か否かを特定し、猶予企業別に各年の都道府県集計値を作成する。

次に、施行の非猶予企業を処置群、施行猶予企業を統制群と考え、差の差分分析(Difference in Difference)を行う。法律施行の前の時間トレンドの傾向(2008～2009 の変化)が同じならば、統制群の 2009～2010 の変化の仕方は、法施行が仮になかったときの処置群の変化であると考えられる。近年確立されてきた統計学を用いた因果推論推定手法である。この分析により法改正による労働時間と労災件数への効果を検討する。

4) 2019 年法改正施行の労働時間の労災件数への効果の政策評価

労働基準法改正案が 2018 年 7 月に可決した。改正の重要な点は、36 協定を結んだ後の労働時間に罰則付きで上限が設けられた点である。一部産業に例外はあるが、この法改正も 2019 年 4 月の施行非猶予企業と 2020 年 4 月施行の猶予企業とに分類された。2 群に分けられない例外業態を外してステップ 3 と同様の分析を行い、法改正による労働時間と労災件数への効果を検討する。

(4) 研究の特色・独創性

深堀・萩原(2014)が慶應パネルを利用し、2008 年法改正の労働時間への効果を確認し、長時間労働者の労働時間が減少することを示した。しかし、彼らは法改正の影響を受ける労働者かどうかの厳密な区分ができない点、労災件数にどれだけ効果を持つかを明らかにしていない。本研究では、厳密な区分ができ、2)を組み合わせて労災件数への影響を確認可能な点が特色である。

【参考文献】

- [1] 深堀遼太郎・萩原里紗(2014) 法定割増賃金率の引き上げが時間外労働時間および有給休暇の付与・取得に与える影響: 2008 年労働基準法改正の効果分析, 三田商学研究, 57 (4).

【研究計画】

- ・ データの申請取得
- ・ データの結合・加工
- ・ 分析 2)を行う
- ・ 分析 3)を行う
- ・ 分析 4)を行う

【研究成果】

政府統計データの 2 次利用申請の手続きを行い、

データ1～4 賃金構造基本統計調査等の取得が完了した。また、他も安全衛生施策として 2015 年のストレスチェックの導入の因果効果についても本研究内で分析を行うことを決定し、厚労省から労働安全衛生調査(実態調査)の事業所票の個票データについても取得を行った。現在は取得データを分析に向けて結合を行っており、結合後データを用いた分析が待たれる。

(10) 業務上熱中症予防のための労災病院の熱中症データ分析

上野 哲(環境計測研究 G), 中森 知毅(横浜労災病院),
中村 俊介(横浜労災病院), 野口 英一(戸田中央医科グループ)

【研究概要】

(1) 背景

業務上の熱中症は、対策を打ち出しているにもかかわらず死傷災害数は減少していない。そのため、第 13 次労働災害防止計画では熱中症が重点対策の一つに選ばれており、業務上熱中症による死亡者数の 5%減少が数値目標となっている。業務上熱中症の新たな対策を作成するには、熱中症の疫学分析が必要であるが、熱中症の労災データは重症のみであるため数が限られている。そのため、よりデータ数が多い熱中症救急搬送データを用いて業務上の熱中症を分析することを行ってきた。

しかし、消防庁が示す熱中症救急搬送データには正確性が欠くところがある。令和 3 年度までの基盤研究で病院に保管されている熱中症で救急科を訪れた人のカルテを調べたところ、救急車で来院した時の診断名や重症度が病院で診察や治療を受けた後の最終診断と異なる場合があることや救急車以外で救急科に来院した人が救急搬送者数の約 2 倍に上ることが明らかになった。

(2) 目的

カルテに記載されている熱中症を発症した人のデータをより詳細に分析し、職業性熱中症の予防につなげる。

(3) 方法

次の統計分析を行うためにデータベースを構築する。①熱中症発症時の環境や作業内容、②熱中症発症までの時間、③熱中症発症時に現れた症状、④入院日数、⑤転帰(帰宅、転院、死亡)。作成したデータベースを用いて、発症場所の環境や作業内容、熱中症と関係がある既往症、早期に熱中症で現れる初期症状の統計をとる。また、熱中症重症度と上記の項目との関係を χ^2 分析で求める。

(4) 研究の特色・独創性

熱中症の記録で最も詳しいと思われる病院のカルテのデータを用いて、熱中症発症時の初期症状、作業環境や作業内容、既往症と熱中症との関係を分析した例はあまりないため、独創性が高い。

【研究計画】

病院に保存されている熱中症救急搬送データと救急科に来院した熱中症に関するデータとの違いに関して令和 3 年度までで行っていた研究の結果をまとめる。データベースは横浜労災病院にあるため、必要な統計処理した上で研究所に持ってきて論文化する。

職業性の熱中症について、カルテに記載された情報(①職種、②熱中症発症時の環境や作業内容、③熱中症発症までの時間、④熱中症発症時に現れた症状、⑤既往症、⑥健康状態、⑦性別・年齢、⑧気象条件等)を整理して、熱中症対策を検討する。

【研究成果】

12 年間(2010～2021 年)の横浜労災の救急科における診療データ、横浜市消防局から提供された横浜労災に熱中症で救急搬送されたデータ及び気象庁や環境省の屋外気象観測データを突合してデータを分析した。今基盤研究では、2022 年のデータも加えて分析し以下の結果が得られた。

①カルテや救急搬送時の消防の記述から救急車が到着した場所以外で暑熱ばく露を受けた人が多かった。救急搬送元が職場だったのが 43 件だったのに対し、職場で暑熱ばく露を受けてほかの場所から救急搬送されたと推測される例が 29 件あった。救急搬送場所のみで仕事場の熱中症数を判定するのは過小評価になる可能性が示唆された。一方、住宅は搬送元の場所としては 45 件だった。家の外で暑熱ばく露を受けて家に帰った後に熱中症が悪化して救急車を呼んだと考えられる例がその内の 33 件を占めた。

暑熱ばく露を家の外で受けた時、帰宅直後の熱中症対策の重要性が示唆された。

②救急搬送され最終判断で熱中症だった人の中で、仕事関連は 32.4 %を占めた。職種では建設が 32 %を占め、運輸 8 %、製造 6 %、清掃、農業、飲食の 5 %と続いた。

③業務上の熱中症では屋外での熱中症が屋内に比べて 2.4 倍多く発生しており、屋外での熱中症の半

分近くを建設業が占めていた。

④業務上熱中症の愁訴では多い方から痙攣(攣り)の 47 %が最も多く、嘔気・嘔吐 36 %、多量発汗 27 %となった。

⑤屋外と屋内に関して、気象データとしての WBGT の値及び被災した労働者の年齢に有意差はなかった。



Safety First を訳した標語

II. 調査研究成果の普及・活用に関する資料

1. 国内外の労働安全衛生の基準制定・改定への科学技術的貢献

表 2-1 国内の行政・公的機関に設置された委員会等への委員等としての参画

委員会等の名称	
1) 厚生労働省	構造規格適合が義務付けられている機械等の買取試験事業に係る技術審査委員会 委員
2) 厚生労働省	第 14 次労働災害防止計画の検証等事業に係る総合評価落札方式技術審査委員会 委員
3) 厚生労働省	墜落制止器具の買取試験事業に係る総合評価落札方式技術審査委員会 委員
4) 厚生労働省	建設業における墜落・転落防止対策の充実強化に関する実務者会合 委員
5) 厚生労働省	建設工事従事者安全健康確保推進専門家会議 委員
6) 厚生労働省	大規模建設工事計画審査委員会 委員
7) 厚生労働省	転倒防止・腰痛予防対策の在り方に関する検討会 構成員
8) 厚生労働省	化学物質の簡易リスクアセスメント手法検討委員会 委員
9) 厚生労働省	設計・施工管理を行う技術者等に対する安全衛生教育の支援事業検討委員会 委員
10) 厚生労働省	建築物の解体・改修等における石綿ばく露防止対策等検討会・工作物に関する WG 委員
11) 厚生労働省	スマート保安の推進に対応した労働安全対策事業に係る技術審査委員会 委員
12) 厚生労働省	化学物質管理者講習テキスト作成委員会 委員
13) 厚生労働省	化学物質の簡易リスクアセスメント手法開発等事業 技術審査委員会 委員
14) 厚生労働省	「ボイラー等の自主的安全管理の推進に関する検討事業」に係る技術審査委員会 委員
15) 厚生労働省	「第三次産業労働災害防止対策支援事業」に関する検討委員会(中央労働災害防止協会受託) 委員
16) 厚生労働省	登録型式検定機関登録審査 調査員
17) 厚生労働省	建築物の解体・改修等における石綿ばく露防止対策等検討会工作物に関する WG 参集者
18) 厚生労働省	化学物質管理に係る専門家検討会 構成員
19) 厚生労働省	皮膚等障害化学物質の選定のための検討会 委員
20) 厚生労働省	安衛法 GLP 査察 専門家
21) 厚生労働省	職場における化学物質のリスク評価推進事業(委託事業)有害性評価書原案作成グループ 委員
22) 厚生労働省	変異原試験等結果検討委員会 委員
23) 厚生労働省	勤務間インターバル制度導入促進のための広報事業 委員
24) 厚生労働省	精神障害の労災認定の基準に関する専門検討会 委員
25) 厚生労働省	医療勤務環境改善マネジメントシステムに基づく医療機関の取組に対する支援の充実を図るための調査・研究委員会 委員
26) 厚生労働省	リスク評価検討会ばく露評価小検討会 委員
27) 厚生労働省	発散防止抑制措置特別実施許可に関する専門家会合 委員
28) 厚生労働省	職場における熱中症予防に用いる機器の適正な使用法等周知事業に係る総合評価落札方式技術審査委員会 委員
29) 厚生労働省	関係研究機関動物実験施設協議会 幹事
30) 厚生労働省	労災疾病臨床研究事業費補助金 事前・中間・事後評価委員会 委員
31) 国土交通省	建設機械施工の施工管理・検査基準 WG 委員
32) 国土交通省	建設機械施工の自動化・自律化協議会 委員、同安全・基本設定 WG 委員
33) 国土交通省	建設工事における安全衛生経費の確保に関する実務者検討会
34) 経済産業省	事故調査解析委員会(高圧ガス保安協会受託) オブザーバー
35) 経済産業省	World Robot Summit 実行委員会(計測自動制御学会受託) 委員
36) 経済産業省	省エネルギー等に関する国際標準の獲得・普及促進事業ドブプレーライダーによる風況観測技術の確立に係る風車音測定法分科会(日本電機工業会受託) 委員
37) 内閣府	食品安全委員会農薬第四調査会 委員、同肥料・飼料等専門調査会 委員
38) 科学技術振興機構	ムーンショット型研究開発制度に係る戦略推進会議 課題推進者

委員会等の名称

- 39) 総務省 情報通信審議会 専門委員
- 40) 総務省 公害等調整委員会 専門委員
- 41) 農林水産省 農作業安全検討会 オブザーバー、同安全性検査基準検討部会 委員、同スピードスプレヤー分科会 委員
- 42) 環境省 化学物質の内分泌かく乱作用に関連する総合的調査・研究業務に係る検討委員会(日本エヌ・ユーエス株式会社受託) 委員
- 43) 人事院 労働基準監督官採用試験 専門委員、同試験問題作成専門委員会 委員
- 44) 人事院 心の健康づくり指導委員会職場環境改善 WG 座長
- 45) 東京消防庁 警防業務事故再発防止対策検討部会 委員
- 46) 東京消防庁 第25期火災予防審議会 委員
- 47) 東京労働局 TOKYO 介護施設+Safe 協議会 委員、同小売業+Safe 協議会 委員
- 48) 東京都医師会 産業保健委員会 委員
- 49) 東京都 環境影響評価審議会 委員
- 50) 埼玉県 化学物質対策専門委員会 委員
- 51) 長野県 働き方改革検討委員会 委員
- 52) 静岡県 診療用放射性同位元素(RI)審査会 委員
- 53) 静岡市 診療用放射性同位元素(RI)審査会 委員
- 54) 郡山市 原子力災害対策委員会 アドバイザー
- 55) 岩手中部広域事務組合 不燃ごみ処理施設整備・運営事業者選定委員会 委員
- 56) GLP 各省庁連絡会議 メンバー
- 57) 福井県 鞠山北多目的クレーン調査委員会
- 58) 厚木市 セーフコミュニティ職場(労働)の安全対策委員会
- 59) 大阪商工会議所 メンタルヘルス・マネジメント検定委員会 委員
- 60) 日本学術会議 電気電子工学委員会 URSI 分科会医用生体電磁気学小委員会 委員
- 61) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 農業機械の安全性能アセスメント検討会 委員
- 62) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 農作業事故詳細調査・分析に係るアドバイザー会議 委員
- 63) 国立研究開発法人産業技術総合研究所 ISO/TS12901-2:2014 に関する JIS 原案作成委員会 委員
- 64) 国立研究開発法人産業技術総合研究所 ナノテクノロジー標準化国内審議委員会 委員
- 65) 独立行政法人製品評価技術基盤機構 技術専門家
- 66) 独立行政法人労働者健康安全機構 GHS 海外情報の収集及び整理に関する検討委員会 委員
- 67) 独立行政法人労働者健康安全機構 福島産業保健総合支援センター 産業保健相談員
- 68) 独立行政法人労働者健康安全機構 産業保健調査研究検討委員会 委員
- 69) 独立行政法人労働者健康安全機構 産業保健情報編集委員会 委員
- 70) 青山学院大学 研究倫理審査委員会 委員
- 71) 中央労働災害防止協会 JISHA 方式適格 OSHMS 認証審査委員会 委員
- 72) 中央労働災害防止協会 経皮ばく露評価委員会 委員
- 73) 中央労働災害防止協会 倫理審査委員会 委員
- 74) 中央労働災害防止協会 橋梁等における剥離剤による経皮ばく露等に関する WG メンバー
- 75) 中央労働災害防止協会 経皮ばく露等に関する検討会 委員
- 76) 中央労働災害防止協会 第三次産業労働災害防止対策支援事業検討委員会 委員
- 77) 中央労働災害防止協会 疲労蓄積度自己診断チェックリスト見直しに関する検討委員会 委員
- 78) 建設業労働災害防止協会 高度安全機械等導入支援補助金審査委員会 委員
- 79) 建設業労働災害防止協会 軸組作業時における墜落・転落災害防止対策専門部会 委員
- 80) 建設業労働災害防止協会 ICT を活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会 委員、オブザーバー、同作業部会(WG) 座長
- 81) 建設業労働災害防止協会 労働災害防止のための ICT 活用データベース申請審査委員会 委員
- 82) 建設業労働災害防止協会 建設業における化学物質管理のあり方に関する検討委員会 委員

委員会等の名称

- 83) 陸上貨物運送事業労働災害防止協会 テールゲートリフター特別教育用教材作成委員会 委員
- 84) 陸上貨物運送事業労働災害防止協会 陸上貨物運送業における荷役作業の安全対策に関する検討会 委員
- 85) 陸上貨物運送事業労働災害防止協会 業務実績評価委員会 委員
- 86) 公益財団法人安全衛生技術試験協会 労働安全コンサルタント試験委員会 委員
- 87) 公益財団法人安全衛生技術試験協会 労働安全コンサルタント試験 試験員、筆記試験員
- 88) 公益財団法人安全衛生技術試験協会 労働安全コンサルタント試験専門委員会 委員
- 89) 公益財団法人安全衛生技術試験協会 労働衛生コンサルタント試験 試験員、筆記試験員
- 90) 公益財団法人安全衛生技術試験協会 労働衛生コンサルタント試験専門委員会 委員
- 91) 公益財団法人安全衛生技術試験協会 作業環境測定士 幹事試験委員、委員
- 92) 公益財団法人日本建築衛生管理教育センター 粉じん計較正技術委員会 委員
- 93) 公益社団法人日本保安用品協会 ISO/TC94/SC15 国内審議委員会 委員
- 94) 公益社団法人日本保安用品協会 ISO/TC94/SC13 委員
- 95) 公益社団法人日本保安用品協会 保護手袋・防護服・保護めがね選択・使用・保守管理基準等検討委員会 委員
- 96) 公益社団法人日本保安用品協会 呼吸用保護具選択・使用・保守管理基準等検討委員会 委員
- 97) 公益社団法人日本作業環境測定協会 石綿分析技術評価事業検討委員会 委員長
- 98) 公益社団法人日本医師会 医師の働き方検討委員会 委員
- 99) 公益社団法人日本看護協会 看護労働委員会 委員
- 100) 公益社団法人産業安全技術協会 防爆構造電気機械器具の買取試験事業評価委員会 委員
- 101) 公益社団法人産業安全技術協会 外部編集委員会 委員
- 102) 公益社団法人産業安全技術協会 防毒電動ファン付き呼吸保護具の構造規格の策定に向けた調査研究事業に関する検討会 委員
- 103) 公益社団法人産業安全技術協会 医療用感染防護具の安全性、耐久性、適正使用に係る研究班 委員
- 104) 公益社団法人産業安全技術協会 医療用手袋の効率的な備蓄方法に関する WG 委員
- 105) 公益社団法人産業安全技術協会 呼吸用保護具の性能の確保のための買取り試験の実施に係る評価委員会 委員
- 106) 公益社団法人全日本トラック協会 過労死等防止計画フォローアップ WG 委員
- 107) 一般社団法人仮設工業会 承認審査委員会 委員
- 108) 一般社団法人仮設工業会 仮設工事における DX 時代のレジリエンス能力向上対策に関する検討委員会 委員
- 109) 一般社団法人仮設工業会 単品承認審査委員会 委員長
- 110) 一般社団法人仮設工業会 認定検査審査委員会 委員長
- 111) 一般社団法人合板仮設安全技術協会 理事
- 112) 一般財団法人地方公務員安全衛生推進協会 地方公務員の安全衛生上の課題に関する総合的な調査研究委員会作業部会 公立学校職場における安全衛生管理体制に関する研究チーム 委員
- 113) 一般社団法人産業環境管理協会 ISO/TC146(大気)国際標準化対応委員会 委員、同/WG2 分科会 委員長
- 114) 一般社団法人日本クレーン協会 JIS 原案作成分科会(移動式クレーン) 委員
- 115) 一般社団法人日本クレーン協会 技術審議委員会 委員
- 116) 一般社団法人日本クレーン協会 クレーン委員会 委員
- 117) 一般社団法人日本クレーン協会 設計原則検討委員会 委員長
- 118) 一般社団法人日本クレーン協会 ロープ委員会 委員長
- 119) 一般社団法人日本クレーン協会 移動式クレーン委員会 委員
- 120) 一般社団法人日本クレーン協会 機能安全分科会 委員
- 121) 一般社団法人日本クレーン協会 材料評価分科会 委員
- 122) 一般社団法人日本クレーン協会 タワークレーン委員会 委員
- 123) 一般社団法人日本鋼構造協会 鋼構造と風研究小委員会 委員
- 124) 一般社団法人日本高圧力技術協会 リスクベースメンテナンス(RBM)専門研究委員会本委員会 委員、同

委員会等の名称

WG 1A 委員

- 125) 一般社団法人日本高圧力技術協会 圧力設備規格審議会 委員
 126) 一般社団法人日本電気協会 電気安全関東委員会 幹事、広報推進委員、表彰選考委員
 127) 一般社団法人日本電気協会 電気安全全国連絡委員会 参与
 128) 一般社団法人日本電気協会 澁澤賞受賞者選考委員会 委員
 129) 一般社団法人日本電設工業協会 電設工業展製品コンクール 審査委員
 130) 一般社団法人日本農業機械化協会 ロボット技術安全性確保策検討委員会 委員
 131) 一般社団法人日本溶接協会 原子力研究委員会 SPN2 小委員会 幹事
 132) 一般社団法人日本溶接協会 安全衛生・環境委員会 幹事委員
 133) 一般社団法人日本溶接協会 電気溶接機部会 EMF 対応 WG 委嘱委員
 134) 一般社団法人日本粉体工業技術協会 粉じん爆発委員会 委員
 135) 一般社団法人全国登録教習機関協会 低圧電気取扱い業務等に係る特別教育のテキスト作成委員会 委員
 136) 一般社団法人日本建設機械施工協会施工技術総合研究所 建設機械の安全装置に資する技術部会 委員
 137) 一般社団法人日本能率協会 2023 産業安全対策シンポジウム企画委員会 委員
 138) 一般社団法人日本マグネシウム協会 消火器開発委員会 委員
 139) 一般社団法人日本ボイラ協会 ボイラー等の自主的安全管理の推進に関する検討事業 委員
 140) 一般社団法人日本ボイラ協会 供用適性評価(FFS)に基づくボイラー等の維持基準検討事業 委員
 141) 一般社団法人日本ボイラ協会 技術委員会 委員
 142) 一般社団法人日本ボイラ協会 取扱・制御委員会 委員
 143) 一般社団法人日本化学工業協会 LRI 学術諮問会議 委員
 144) 一般社団法人日本医学会連合 労働環境検討委員会 委員
 145) 一般社団法人日本作業環境測定協会 オキュペイショナルハイジニスト評価試験問題検討委員会 委員、同養成講座テキスト改定検討委員会 委員
 146) 一般社団法人産業環境管理協会 公害防止管理者等国家試験問題委員会 調査員
 147) 一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会 広報委員会 委員
 148) 一般社団法人日本電気計測器工業会 JIS B7922 素案作成委員会 委員
 149) システム安全エンジニア資格認定委員会 委員、同システム安全エンジニア試験 委員長
 150) レジリエンス研究推進コンソーシアム 委員
 151) NPO 法人抗がん剤ばく露対策協議会 理事
 152) 産業安全コンサルタント協会 幹事

表 2-2 国際機関に設置された委員会等への出席

委員会等の名称	担当研究員
1) ISO/TC199/WG6(機械類の安全性:安全距離と人間工学)第 20, 21, 22, 23, 24 回国際会議(Web 会議 4 回, USA)	齋藤 剛
2) ISO/TC39/SC10/WG1(工作機械の安全性:動力プレス)第 24, 25 回国際会議(Web 会議, Austria)	齋藤 剛
3) ISO/TC39/SC10/WG3(工作機械の安全性:旋盤)第 16, 17 回国際会議(Web 会議 2 回)	齋藤 剛
4) ISO/TC199/WG12(機械類の安全性:人と機械との接触に係る安全データ)第 17, 18, 19, 20 回国際会議(Web 会議 4 回)	齋藤 剛
5) IEC/TC31 CAG (MT-60079-11,MT60079-2,MT60079-7,SC31JWG2)(Web 会議)	大塚 輝人
6) ISO/TC108/SC4 (Web 会議)	柴田 延幸
7) ISO/TC 43/SC 1/WG67、同 WG17 (Web 会議)	高橋 幸雄
8) OECD WPEA OEL Subgroup (Web 会議)	小野真理子
9) ECOSOC 42nd, 43rd Sub-Committee of Experts on the Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (Web 会議 2 回)	小野真理子

委員会等の名称	担当研究員
10) OECD 6th Meeting of the Working Party on Hazard Assessment (Web 会議)	小野真理子
11) OECD 22nd Meeting of the Working Party on Manufactured Nanomaterial (Web 会議)	小野真理子
12) OECD Working Party on Exposure Assessment (Web 会議)	小野真理子
13) ISO/TC146/SC2/WG8 (Web 会議 2 回)	柳場 由絵, 鷹屋 光俊
14) ISO/TC146/SC2 (Web 会議)	鷹屋 光俊
15) 36th, 37th, OECD Working Party on Good Laboratory Practice (Web 会議, USA)	小林 健一
16) 15th OECD GLP Inspectors Training Course (Canada)	小林 健一
17) OECD On-Site Evaluation Visit (France)	小林 健一
18) 37th OECD Working Party on Good Laboratory Practice (Web 会議)	柳場 由絵

表 2-3 労働安全衛生の国内外基準の制定にかかわる委員会等への委員としての参画

委員会等の名称	担当研究員
1) 公益社団法人日本保安用品協会 JIS T 8165-2018 墜落制止用器具改正原案作成委員会 委員長	大嶋 勝利
2) 公益社団法人産業安全技術協会 IEC Ex システム国内審議委員会 委員	大塚 輝人
3) 公益社団法人産業安全技術協会 IEC 認証管理委員会	大塚 輝人
4) 公益社団法人土木学会 トンネル標準示方書改訂委員会 シールド工法 委員、同山岳工法 委員	吉川 直孝
5) 公益社団法人土木学会 トンネル標準示方書改訂委員会 開削工法 委員	平岡 伸隆
6) 公益社団法人土木学会 構造工学委員会 橋梁の耐風設計における数値流体解析ガイドライン作成小委員会 委員	金 恵英
7) 公益社団法人産業安全技術協会 IEC 認証管理委員会 委員	大塚 輝人
8) 一般社団法人日本音響学会 音響規格委員会 幹事、同 ISO/TC 43/SC 1 専門委員会 幹事	高橋 幸雄
9) 一般社団法人日本機械学会 ISO/TC108/SC4 国内委員会 委員長	柴田 延幸
10) 一般社団法人日本溶接協会 JIS C 9300-11, -12, -13 原案作成委員会 委員	三浦 崇
11) 一般社団法人日本溶接協会 電気溶接機部会技術委員会 溶接機 EMF 調査検討 WG 委員	三浦 崇
12) 一般社団法人日本電気協会 需要設備作業会 委員	遠藤 雄大
13) 一般社団法人日本電気協会 需要設備専門部会 委員、同低圧分科会 委員	遠藤 雄大
14) 一般社団法人日本電機工業会 第 31 小委員会 副委員長	大塚 輝人
15) 一般社団法人日本海事検定協会 危険物等海上運送国際基準検討委員会 委員	八島 正明
16) 一般社団法人日本人間工学会 ISO/TC159 国内対策委員会 委員、同 SC5/WG1+WG4 委員	齊藤 宏之
17) 一般社団法人日本人間工学会 ISO/TC159/SC3 (Anthropometry and biomechanics) 国内分科会 委員	大西 明宏
18) 一般社団法人日本人間工学会 ISO11228-1 の JIS Z 8505-1 原案作成 菅間 敦, 岩切 一幸 委員会 委員、同分科会 委員	
19) 一般社団法人日本粉体工業技術協会 粉じん爆発委員会 オブザーバー	庄山 瑞季
20) 一般財団法人石油エネルギー技術センター 水素インフラ規格基準委員会 副委員長	大塚 輝人
21) 一般社団法人ロボットデリバリー協会 安全委員会国際部会 委員	齋藤 剛
22) 一般社団法人日本クレーン協会 JIS 原案作成委員会 委員	佐々木哲也
23) 一般社団法人日本クレーン協会 ゴンドラ委員会 委員長	高梨 成次
24) 一般社団法人日本クレーン協会 エレベータ委員会 委員	岡部 康平
25) 一般社団法人日本高圧力技術協会 圧力設備規格審議会 委員	佐々木哲也
26) 一般社団法人日本高圧力技術協会 圧力容器規格委員会 委員、同幹事会 幹事	山際 謙太
27) 一般社団法人日本ロボット工業会 マニピュレータを備えたサービスロボット等標準化調査専門委員会 委員	岡部 康平
28) 一般社団法人日本品質管理学会 標準化委員会 委員	岡部 康平
29) 一般社団法人日本機械工業連合会 手部軽度傷害試験方法標準化部会 委員	岡部 康平

	委員会等の名称	担当研究員
30)	科学技術振興機構 ムーンショット型研究開発事業「活力ある社会を創る適応自在 AI ロボット群標準化委員会」委員	岡部 康平
31)	日本自動車協会 JIS 原案作成委員会 副委員長、同分科会 主査	岡部 康平
32)	高圧ガス保安協会 リスクアセスメント基準検討分科会 委員	島田 行恭
33)	陸上貨物運送事業労働災害防止協会 テールゲートリフター特別教育教材作成委員会 委員	大西 明宏 柴田 圭
34)	陸上貨物運送事業労働災害防止協会 陸上貨物運送業における荷役作業の安全対策に関する検討会 オブザーバー	柴田 圭
35)	IEC/TC31(防爆) Expert	大塚 輝人
36)	IEC/TC125/WG6 国内対策委員会 委員	齋藤 剛
37)	ISO/TC159 SC3 国内対策委員会 委員	菅間 敦
38)	ISO/TC108/SC4	柴田 延幸
39)	ISO/TC43/SC1、同/WG 17、同/WG 67	高橋 幸雄
40)	ISO/TC159/SC5	齋藤 宏之
41)	OECD WPMN SG8	小野真理子
42)	OECD WPHA/WPEA SG12	小野真理子
43)	OECD WPEA	小野真理子
44)	ISO/TC146/SC2	鷹屋 光俊
45)	ISO/TC146/SC2/WG 8	鷹屋 光俊, 柳場 由絵
46)	ISO/TC283 国内審議委員会	吉川 徹

2. 研究調査の成果一覧

1) 刊行物・出版物

表 2-4 原著論文として国際誌(英文等)に公表された成果

国際誌(英文等)に公表された論文名
1) Wookyung Kim, Rinrin Saeki, Yasuko Ueno, Tomoyuki Johzaki, Takuma Endo, Kwangseok Choi (2023) Effect of Particle Size on the Minimum Ignition Energy of Aluminum Powders. Powder Technology, Vol.415, 118190.
2) Mohsen Isaac Nimvaria, Milad Taghavivand, Kwangseok Choi, Andrew Sowinskia, Poupak Mehrania (2023) Velocity Measurement of Pneumatically Conveyed Particle via a Simple Current Signal Technique and the Influence of Electrostatic Charge. Powder Technology, Vol.413, 118018.
3) Yukio Nakata, Shuji Moriguchi, Shintaro Kajiyama, Ryunosuke Kido, Naotaka Kikkawa, Hidetaka Saomoto, Daiki Takano, Yosuke Higo (2022) Experimental Data of 3D Printed Granular Material for Verification of Discrete Element Modeling Simulation. Soils and Foundations, Vol.62, Issue 4 (2022) 101178.
4) Yosuke Nishiwaki, Yoshihiko Sato (2022) Exothermic Reaction of Fine and Coarse Magnesium Powders with Water. Science and Technology of Energetic Materials, Vol.83, No.1, pp.20-27.
5) Kyohei Amano, Yosuke Nishiwaki, Yoshihiko Sato, Kunihiko Suzuki, Mieko Kumasaki (2022) Effects of Ozone on the Thermal Decomposition Behavior of Guanidine Nitrate. Science and Technology of Energetic Materials, Vol.83, No.5, pp.117-124.
6) Mieko Kumasaki, Yuta Inose, Kazuki Inoue, Yoshihiko Sato, Yosuke Nishiwaki (2022) Degradation of Guanidine Nitrate upon Exposure to Nitrogen Oxide Gases. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 147, 14155-14161.
7) Shoyama Mizuki, Taiki Sugaya, Shuji Matsusaka (2022) Effective Use of External Electric Field for Charging and Levitation of Particles Under UV Irradiation. IEEE Transactions on Industry Applications Vol.58, pp.5287-5291.
8) Mizuki Shoyama, Shuhei Nishida, Sota Kai, Masatoshi Yasuda, Kwangseok Choi, Shuji Matsusaka (2022) A Novel Mixing Method for Levitated Particles Using Electrostatic Field. Advanced Powder Technology, Vol.33, Issue 11, 103812.

- 9) Tetsuo Fuchino, Teiji Kitajima, Yukiyasu Shimada, Masazumi Miyazawa (2022) Development for Prediction Model for Environmental Condition of Deterioration Phenomena for Asset Integrity Management. *Chemical Engineering Transactions*, Vol.90, No.15, pp.85-90.
- 10) Kazuhiro Takeda, Tetsuo Fuchino, Teiji Kitajima, Yukiyasu Shimada, Kenichi Iuchi, Hideo Saito (2022) A Study of Required Information for Risk Assessment in Management of Change Based on Business Process Model. *Chemical Engineering Transactions*, Vol.90, No.53, pp.313-318.
- 11) Yukiyasu Shimada, Yoshihiko Sato, Akiko Takahashi (2022) A Simple Hazard Scenario Identification Method for Risk Assessment on Chemical Hazards to Prevent Fire and Explosion for Open Space Work. *Chemical Engineering Transactions*, Vol.90, No.48, pp.283-288.
- 12) Kei Shibata, Akihiro Ohnishi (2022) Foot Rubbing Evaluation of Friction Between Shoe and Flooring. *Plos One*, Vol.17, No.9, e0275385.
- 13) Hideki Oyama, Akihisa Watanabe, Hidenori Togamie, Kageyu Noro (2022) Effects of a Chair for Ophthalmic Microsurgery on Pressure Distribution and Pelvic Tilt in Surgeons. *Work*, Vol.73, No.S1, pp.S45-S55.
- 14) Fukunaga A., Inoue Y., Nakagawa T., Honda T., Yamamoto S., Okazaki H., Yamamoto M., Miyamoto T., Kochi T., Eguchi M., Gommori N., Yamamoto K., Hori A., Konishi M., Katayama N., Kabe I., Dohi S., Mizoue T. (2023) Diabetes, Prediabetes, and the Risk of a Composite Outcome of Long-Term Sickness Absence and Pre-retirement Death Due to Physical Disorders. *J Epidemiol*, doi: 10.2188/jea.JE20220245.
- 15) Hidenori Otani, Takayuki Goto, Yuki Kobayashi, Heita Goto, Minayuki Shirato, Yuri Hosokawa, Ken Tokizawa, Mitsuharu Kaya (2023) Thermal Strain Is Greater in the Late Afternoon Than Morning During Exercise in the Gym Without Airflow and Air Conditioning on a Clear Summer Day. *Front Sports Act Living*, Vol.5, 1147845.
- 16) Hirohide Yokokawa, Mai Suzuki, Nozomi Aoki, Hiroshi Fukuda, Yuki Sato, Teruhiko Hisaoka, Toshio Naito (2023) Association Between Serum Uric Acid Levels and Achievement of Target Blood Pressure Among Japanese Community Residents with Hypertension. *Journal of Clinical Hypertension*, Vol.25, Issue 3, pp.295-303.
- 17) Kazuyuki Iwakiri, Midori Sotoyama, Masaya Takahashi, Xinxin Liu (2023) Organization Factors Influencing Quality of Work Life Among Seniors' Care Workers with Severe Low Back Pain. *Journal of Occupational Health*, Vol.65, e12378.
- 18) Kiuchi K., Sasaki T., Takahashi M., Kubo T., Yoshikawa T., Matsuo T., Liu X. (2023) Mediating and Moderating Effects of Psychological Detachment on the Association Between Stressors and Depression: A Longitudinal Study of Japanese Workers. *J Occup Environ Med*, Vol.65, No.3, pp.e161-e169.
- 19) 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.
- 20) Yuki Sato, Reiko Suzuki, Michiko Shigihara, Chieko Suzuki (2023) The Effect of Guardians' Health Literacy on the Child's Spending Time at Home: A Cross-sectional Study Among Japanese Schoolchildren. *AIMS Public Health*, Vol.10, No.1, pp.52-62.
- 21) Hirohide Yokokawa, Mai Suzuki, Nozomi Aoki, Yuki Sato, Toshio Naito (2022) Achievement of Target Blood Pressure Among Community Residents with Hypertension and Factors Associated with Therapeutic Failure in the Northern Territory of Japan. *Journal of International Medical Research*, Vol.50, No.10, doi: 10.1177/03000605221126878.
- 22) Hiroki Ikeda, Xinxin Liu, Fuyuki Oyama, Takahide Akama, Shuhei Izawa, Masaya Takahashi (2022) Effects of Short Sleep Duration on Hemodynamic and Psychological Responses under Long Working Hours in Healthy Middle-aged Men: An Experimental Study. *Industrial Health*. Vol.60, No.6, pp.535-547.
- 23) Kazuro Shimokawa, Mami Ishikuro, Taku Obara, Hirohito Metoki, Satoshi Mizuno, Satoshi Nagaie, Masato Nagai, Chizuru Yamanaka, Hiroko Matsubara, Mayumi Kato, Yuki Sato, Soichi Ogishima, Takako Takai-Igarashi, Masahiro Kikuya, Atsushi Hozawa, Fuji Nagami, Shinichi Kuriyama, Takashi Suzuki, Kengo Kinoshita, Masayuki Yamamoto, Hiroshi Tanaka (2022) A Knowledge Representation Model for Family Relationship to Three Generation. *Bioinformatics*, Vol.18, No.12, pp.1166-1172.
- 24) Makoto Okawara, Tomohiro Ishimaru, Toru Yoshikawa, Michiko Kido, Yoshifumi Nakashima, Anna Nakayasu, Kokuto Kimori, Satoshi Imamura, Kichiro Matsumoto (2022) Working Hours, Side Work, and Depressive Symptoms in Physicians: A Nationwide Cross-sectional Study in Japan. *J Occup Health*. Vol.64, No.1, e12377.

- 25) 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*, Vol.5, No.4, pp.803-816.
- 26) Rina So, Fumiko Murai, Tomoaki Matsuo (2022) Association of Cardiorespiratory Fitness with the Risk Factors of Cardiovascular Disease: Evaluation using the Japan Step Test from the National Institute of Occupational Safety and Health. *J Occup Health*, Vol.64, No.1, e12353.
- 27) Taisuke Eto, Shingo Kitamura, Kana Nishimura, Kota Takeoka, Yuki Nishimura, Sang-il Lee, Michihiro Ohashi, Akiko Shikano, Shingo Noi, Shigekazu Higuchi (2022) Circadian Phase Advances in Children during Camping Life According to the Natural Light-dark Cycle. *J Physiol Anthropol*. Vol.41, Article number 42.
- 28) Tanaka M., Komaki Y., Toyooka T., Ibuki Y. (2022) Butyrate Enhances γ -H₂AX Induced by Benzo[a]pyrene. *Chem Res Toxicol*, Vol.35, No.12, pp.2241-2251.
- 29) Tomoaki Matsuo, Rina So, Fumiko Murai (2022) Improved VO_{2max} Estimation by Combining a Multiple Regression Model and Linear Extrapolation Method. *J Cardiovasc Dev Dis*, Vol.10, No.1, e9.
- 30) Tomohide Kubo, Shun Matsumoto, Shuhei Izawa, Hiroki Ikeda, Yuki Nishimura, Sayaka Kawakami, Masako Tamaki, Sanae Masuda (2022) Shift-work Schedule Intervention for Extending Restart Breaks after Consecutive Night Shifts: A Non-randomized Controlled Cross-Over Study. *Int J Environ Res Public Health*, Vol.19, Issue 22, 15042.
- 31) Tomohiro Ishimaru, Toru Yoshikawa, Makoto Okawara, Michiko Kido, Yoshifumi Nakashima, Anna Nakayasu, Kokuto Kimori, Satoshi Imamura, Kichiro Matsumoto (2022) Presenteeism in Front-line Physicians Involved in COVID19-Related Clinical Practice: A National Survey of Employed Physician Members of the Japan Medical Association. *Environmental Health and Preventive Medicine*. Vol.28, 22-00194.
- 32) Hiroki Ikeda, Tomohide Kubo, Shuhei Izawa, Nanako Nakamura Taira, Toru Yoshikawa, Rie Akamatsu (2022) The Joint Association of Daily Rest Periods and Sleep Duration with Worker Health and Productivity: A Cross-sectional Web Survey of Japanese Daytime Workers. *Int J Environ Res Public Health*, Vol.19, Issue 17, 11143.
- 33) Kazuko Kotoku, Eri Eguchi, Hideyuki Kobayashi, Shota Nakashima, Yoshiyuki Asai, Jun Nishikawa (2022) Dissonance between Human Nurses and Technology: Understanding Nurses' Experience using Technology Beds with Monitoring Functions within Clinical Nursing Practice. *Open Nursing Journal*, Vol.16, doi: 10.2174/18744346-v16-e2206100.
- 34) Kazunari Takaya, Nobuyuki Shibata (2022) Application of Ion-Mobility Spectrometry to Chemical Analysis at High Concentrations. *Atmosphere*, Vol.13, 1380.
- 35) Ken Tokizawa, Toru Shimuta, Hirofumi Tsuchimoto (2022) Validity of a Wearable Core Temperature Estimation System in Heat using Patch-type Sensors on the Chest. *J Therm Biol*, Vol.108, 103294.
- 36) Sachiko Yamaguchi-Sekino, Kazuyuki Iwakiri, Masaki Sekino, Toshiharu Nakai (2022) Evaluation of the Effects of Magnetic Field Exposure on Body Sway. *IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering*, Vol.17, Issue 7, pp.981-985.
- 37) Sachiko Yamaguchi-Sekino, Masao Taki, Miwa Ikuyo, Kaoru Esaki, Atsuko Aimoto, Kanako Wake, Noriko Kojimahara (2022) Assessment of Combined Exposure to Intermediate-Frequency Electromagnetic Fields and Pulsed Electromagnetic Fields among Library Workers in Japan. *Front Public Health*, Vol.10, 870784.
- 38) Tanghuizi Du, Kazuyuki Iwakiri, Midori Sotoyama, Ken Tokizawa (2022) Computer and Furniture Affecting Musculoskeletal Problems and Work Performance in Work from Home During COVID-19 Pandemic. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, Vol.64. No.11, pp.964-969.
- 39) Tanghuizi Du, Kazuyuki Iwakiri, Midori Sotoyama, Ken Tokizawa, Fuyuki Oyama (2022) Relationship between using Tables, Chairs, and Computers and Improper Postures When Doing VDT Work in Work from Home. *Industrial Health*, Vol.60, pp.307-318.
- 40) Yuki Sato, Masaya Takahashi, Yuko Ochiai, Tomoaki Matsuo, Takeshi Sasaki, Kenji Fukasawa, Tsuyoshi Araki, Masao Tsuchiya, Group of JNIOOSH Cohort Study (2022) Study Profile: Protocol Outline and Study Perspectives of the Cohort by the National Institute of Occupational Safety and Health, Japan (JNIOOSH Cohort). *Industrial Health*, Vol.60, No.4, pp.395-404.

- 41) Yusaku Morita, Koji Kandabashi, Shigeyuki Kajiki, Hiroyuki Saito, Go Muto, Takahiro Tabuchi (2022) Relationship between Occupational Injury and Gig Work Experience in Japanese Workers during the COVID-19 Pandemic: A Cross-sectional Internet Survey. *Industrial Health*, Vol.60, No.4, pp.360-370.
 - 42) Fukunaga A., Inoue Y., Nakagawa T., Honda T., Yamamoto S., Okazaki H., Yamamoto M., Miyamoto T., Gonmori N., Kochi T., Eguchi M., Shirasaka T., Yamamoto K., Hori A., Tomita K., Konishi M., Katayama N., Kabe I., Dohi S., Mizoue T. (2022) Diabetes, Prediabetes, and Long-term Sickness Absence due to Mental Disorders: Japan Epidemiology Collaboration on Occupational Health Study. *J Psychosom Res.*, Vol.158, 110925.
 - 43) Hu H., Fukunaga A., Yokoya T., Nakagawa T., Honda T., Yamamoto S., Okazaki H., Miyamoto T., Sasaki N., Ogasawara T., Gonmori N., Yamamoto K., Hori A., Tomita K., Nagahama S., Konishi M., Katayama N., Morioka H., Kabe I., Mizoue T., Dohi S. (2021) Non-High-Density Lipoprotein Cholesterol and Risk of Cardiovascular Disease: The Japan Epidemiology Collaboration on Occupational Health Study. *J Atheroscler Thromb*, Vol.29, No.9, pp.1295-1306.
 - 44) Jun Ojima (2022) Prevention against Carbon Monoxide Poisoning Emanating from Burning Coal Briquettes - Generation Rate of Carbon Monoxide and Ventilation Requirement. *Industrial Health*, Vol.60, No.3, pp.236-241.
 - 45) Mitsutoshi Takaya, Maromu Yamada, Kenichi Kobayashi, Ichiro Higashikubo, Masayoshi Hagiwara, Mariko Ono-Ogasawara (2022) Exposure Assessment of Nano Titanium Oxide Powder Handling using Real-time Size-selective Particle Number Concentration Measurements and X-ray Fluorescence Spectrometry - The Possibility of Exposure to Nonagglomerated Nanomaterials during the Handling of Nanomaterial Fine Powders - . *Industrial Health*, Vol.60, No.3, pp.253-265.
 - 46) Miwa Ikuyo, Kaoru Esaki, Atsuko Aimoto, Kanako Wake, Sachiko Yamaguchi-Sekino, Noriko Kojimahara, Yukihisa Suzuki, Masao Taki (2022) Measurement and Exposure Assessment of Intermediate Frequency Magnetic Fields from Electronic Article Surveillance (EAS) Gates in Libraries. *Front Public Health*, Vol.10, 871134.
 - 47) Naoko Inoue, Mitsutoshi Takaya (2022) Screening Check Test to Confirm the Relative Reactivity and Applicability of 2,4-Dinitrophenylhydrazine Impregnated-filters for Formaldehyde on other Compounds. *Journal of Occupational Health*, Vol.64, No.1, e12333.
 - 48) Qi Y., Toyooka T., Horiguchi H., Koda S., Wang RS. (2022) 2-Mercaptobenzothiazole Generates γ -H₂AX via CYP2E1-dependent Production of Reactive Oxygen Species in Urothelial Cells. *J Biochem Mol Toxicol*. Vol.36, No.6, e23043.
 - 49) Sayuri Hayashi, Yuki Nishimura, Yuki Ikeda, Hiroki Nakashima, Yuka Egashira, Masatoshi Ukezono, Shota Uono, Takashi Okada, Shigekazu Higuchi (2022) Beauty in Everyday Motion: Electrophysiological Correlates of Aesthetic Preference for Human Walking. *Neuropsychologia*, Vol.170, 108232.
 - 50) Shuhei Izawa, Nanako Nakamura-Taira, Toru Yoshikawa, Rie Akamatsu, Hiroki Ikeda, Tomohide Kubo (2022) Conversation Time and Mental Health during the COVID-19 Pandemic: A Web-based Cross-sectional Survey of Japanese Employees. *J Occup Health*, Vol.64, No.1, e12334.
 - 51) Wan-Ju Cheng, Liang-Wen Hang, Tomohide Kubo, Päivi Vanttola, Sheng-Che Huang (2022) Impact of Sleep Timing on Attention, Sleepiness, and Sleep Quality among Real-life Night Shift Workers with Shift Work Disorder: A Cross-over Clinical Trial. *Sleep*, Vol.45, No.4, zsc034.
 - 52) Yuki Nishimura, Takashi Yamauchi, Takeshi Sasaki, Toru Yoshikawa, Masaya Takahashi (2022) Overtime Working Patterns and Adverse Events in Work-related Suicide Cases: Hierarchical Cluster Analysis of National Compensation Data in Japan (Fiscal Year 2015 to 2016). *Int Arch Occ Env Hea*. Vol.95, pp.887-895.
 - 53) Yuko Ochiai, Masaya Takahashi, Tomoaki Matsuo, Takeshi Sasaki, Yuki Sato, Kenji Fukasawa, Tsuyoshi Araki, Masao Tsuchiya, Yasumasa Otsuka (2022) Health Problems Associated with Single, Multiple, and the Frequency of Months of Objectively Measured Long Working Hours: A Cohort Study by the National Institute of Occupational Safety and Health, Japan. *Int Arch Occup Environ Health*. Vol.95, No.3, pp.685-699.
-

表 2-5 原著論文として国内誌(和文)に公表された成果

国内誌(和文)に公表された論文名	
1)	大塚輝人, 持田智, 古谷隆志 (2022) ゾーン算定における換気有効度の定量化, 安全工学, Vol.61, No.2, pp.141-148.
2)	大塚輝人, 持田智, 古谷隆志 (2022) 機能安全を踏まえた精緻な判定による非危険区域の確保, 安全工学, Vol.61, No.3, pp.201-208.
3)	掛谷幸士朗, 林久資, 鷹屋光俊, 山田丸, 大塚輝人, 吉川直孝, 進士正人 (2022) 非定常 CFD 解析による換気方式の違いによるトンネル建設時の坑内粉じん濃度の変化, 土木学会論文集 F1(トンネル工学), Vol.78, No.1, pp.13-25.
4)	緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也, 泉聡志 (2022) 素線形状の定式化によるワイヤロープ断面内の断線位置推定手法の提案, 日本機械学会論文集, Vol.88, No.908, pp.1-20.
5)	緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也 (2022) ロープ断面内の位置を考慮した IWRC 6×Fi(29)の素線断線評価, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.113-122.
6)	太田仁衣奈, 緒方公俊, 山際謙太, 泉聡志 (2022) IWRC ワイヤロープの有限要素モデリングによる軸方向と径方向剛性の再現, 日本機械学会論文集, Vol.88, No.913, 22-00144.
7)	高橋弘樹, 高梨成次, 堀智仁 (2022) 建物外壁解体の転倒工法における引張材の張りに関する実験的研究, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.105-112.
8)	柴田達哉, 伊藤和也, 吉川直孝, 平岡伸隆, 鈴木隆明 (2022) 残存型枠を利用した擁壁施工中の斜面崩壊による労働災害防止の有効性, 安全問題討論会'22, Vol.78, No.2, pp.181-191.
9)	金子玲衣, 金恵英, 木村吉郎, 勝地弘, 藤野陽三 (2022) 東京湾アクアラインにおける走行車両を用いた実測に基づく横風特性の分析, 風工学研究論文集, Vol.27, pp.207-216.
10)	八島正明 (2022) 水素化マグネシウム粉じんの爆発・火災の特性, 安全工学, Vol.61, No.2, pp.102-112.
11)	八島正明 (2022) 難燃性硬質ポリウレタンフォームの燃焼性—小寸法試料を使った実験—, 日本火災学会論文集, Vol.72, No.2, pp.11-23.
12)	西脇洋佑, 山下真央, 熊崎美枝子, 大塚輝人, 佐藤嘉彦 (2022) ヒートパルスと高次の時定数を用いた反応熱量計の伝熱遅れ補正法における発熱源位置の影響, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.123-130.
13)	崔光石, 崔旻, 長田裕生, 鈴木輝夫 (2022) 双極性除電器から発生する異常放電の電荷量に関する実験的研究, 安全工学, Vol.61, No.2, pp.133-140.
14)	遠藤雄大 (2022) 少量の液体試料を用いた噴出帯電の危険性評価方法に関する検討, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.137-142.
15)	島田行恭, 佐藤嘉彦, 高橋明子 (2023) 化学物質リスクアセスメント等実施支援策に関する研究, 労働安全衛生研究, Vol.16, No.1, pp.87-92.
16)	平内和樹, 菅間敦, 島田行恭 (2023) 社会福祉施設における動作の反動, 無理な動作および転倒による労働災害の分析—提供するサービスの違いに焦点を当てた標本調査—, 労働安全衛生研究, Vol.16, No.1, pp.51-64.
17)	高橋明子, 三品誠 (2022) 大工職の建設作業者のハザード知覚スキル獲得プロセスに関する探索的検討, 労働科学, Vol.97, No.2, pp.31-47.
18)	柴田圭, 大西明宏 (2023) 労働災害における転倒発生直前の行動様式, 労働安全衛生研究, Vol.16, No.1, pp.11-27.
19)	小林沙穂, 本岡大社, 柏木裕呂樹, 豊国伸哉, 小林健一 (2023) 芳香族アミン類 MOCA の DNA 酸化損傷に関する研究—ラット肝臓における 8-ヒドロキシ-2'-デオキシグアノシンの検討—, 労働安全衛生研究, Vol.16, No.1, pp. 45-49.
20)	小嶋純 (2023) 溶接ヒュームばく露のリスク低減措置, 産業衛生学雑誌, Vol.65, No.2, pp.95-99.
21)	原田和弘, 井澤修平, 吉川徹, 中村菜々子, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2022) 労働者における他の人で行う運動とストレス反応およびメンタルヘルス不調との関連, 体力科学, Vol.71, No.5, pp.417-429.
22)	岩切一幸, 外山みどり, 高橋正也, 劉欣欣 (2022) 高齢者介護施設における介護者の労働生活の質(QWL)に関連する要因, 産業衛生学雑誌, Vol.64, No.4, pp.198-210.
23)	神林龍, 後藤玲子, 小林秀行, 王薈琳 (2022) 外出・在宅活動へのケイパビリティ・アプローチの応用の試み(2)—「A 市外出に関する調査」より, 経済研究, Vol.73, No.3, pp.225-253.

国内誌(和文)に公表された論文名

- 24) 西村悠貴, 佐々木毅, 吉川徹, 高橋正也 (2022) 職場における出来事への長期的なばく露と高ストレス判定の関連, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.95-104.
- 25) 岩浅巧, 榎原毅, 水野基樹, 吉川徹 (2022) スポーツワーケーションが就労者の健康と心理社会的側面に及ぼす効果, 人間工学, Vol.58, No.4, pp.174-185.
- 26) 久保智英 (2022) 産業保健におけるウェアラブル端末活用の近未来, 産業ストレス研究, Vol.29, No.3, p.319.
- 27) 川上澄香, 井澤修平, 久保智英, 吉川徹 (2022) 介護職におけるトラウマティックな出来事に関する研究, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.143-151.
- 28) 岩切一幸, 外山みどり, 高橋正也, 劉欣欣, 小山冬樹 (2022) 介護者の労働生活の質(QWL)評価のための簡易尺度の提案, 産業衛生学雑誌, Vol.64, No.3, pp.131-136.
- 29) 天本宇紀, 豊岡達士, 山田丸, 柳場由絵, 王瑞生, 甲田茂樹 (2023) シリカ粒子の炎症誘発性の予測を目的とした赤血球溶血性試験の利用に関する検討, 産業衛生学雑誌, Vol.65, No.3, pp.125-133.
- 30) 石丸知宏, 吉川徹, 森本泰夫 (2022) OpenWHO を活用した新型コロナウイルス感染症に関する労働安全衛生教育, 産業衛生学雑誌, Vol.65, No.2, pp.91-94.
- 31) 吉川徹 (2022) 「過労死等の防止のための対策に関する大綱」の変更(令和3年7月30日閣議決定), 産業ストレス研究, Vol.29, No.2, pp.261-262.

表 2-6 原著論文に準ずるものとして国際誌(英文等)に公表された成果

国際誌(英文等)に公表された論文名

- 1) Satoshi Tamate, Tomohito Hori, Ryoichi Kikuta (2022) Design of Personal Soil Guard System for Safer Trench Excavations in Shallow Depths. Proceedings of the 20th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Vol.2, pp.2267-2272.
- 2) Kohei Okabe, Tomohito Hori (2022) A Study on Safety Test Method of Cutting Risk by Drone Rotor Blade. Society of Instrument and Control Engineers Annual Conference (SICE2022), pp.1207-1212.
- 3) Kohei Okabe, Yasuhisa Hirata (2022) A Study of Management to Develop Adaptable AI-Enabled Robots toward Inclusive Society. Society of Instrument and Control Engineers Annual Conference (SICE2022), pp.1369-1374.
- 4) Kenji Kato, Tatsuya Yoshimi, Daiki Shimotori, Keita Aimoto, Naoki Itoh, Kohei Okabe, Naoyuki Kubota, Yasuhisa Hirata, Kondo Izumi (2022) Design of a Demonstration Space, the "Living Lab," for Monitoring Daily Activities in the Older Adult and the Assessment of Assistive Technologies. 10th International Symposium on Computational Intelligence and Industrial Applications, C2-4.
- 5) Haruka Mashiko, Naotaka Kikkawa, Nobutaka Hiraoka, Kazuya Itoh (2022) Study on Effect of Joints under Anisotropic Pressure in Segmental Tunnel Models. World Tunnel Congress 2022, 電子版.
- 6) Masahiro Ota, Mizuki Shoyama, Masatoshi Yasuda, Shuji Matsusaka (2022) Transport and Deposition of Fine Particles using Electrostatic Acceleration in a Powder Process. 9th World Congress on Particle Technology Abstract's Book, pp.31-33.
- 7) Masato Adachi, Takamichi Uemori, Tomoko Hirayama, Mizuki Shoyama, Shuji Matsusaka (2022) Electrodynamical Dust Shield with Vibration Assistance for Cleaning Lunar Regolith Particles. 9th World Congress on Particle Technology Abstract's Book, pp.65-67.
- 8) Kei Shibata, Akihiro Ohnishi (2022) Evaluation of Friction Perception by Simple Foot Rubbing. Abstracts of International Conference on Slips, Trips, and Falls (STF Sendai), p.63.

表 2-7 査読付き報告等として学会誌等に公表された成果

報告等の名称

- 1) 濱島京子 (2022) 機械判読の観点からみた労働災害データベースの課題, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.177-188.
- 2) 伊藤誠, 岩田拓也, 岡部康平 (2022) 自動化技術による社会的運輸基盤形成の動向, 品質誌, Vol.52, No.4, pp.4-9.

報告等の名称

- 3) 岡部康平, 平田泰久, 和田一義 (2022) 知能化・自律化技術による社会的基盤形成の動向, 品質誌, Vol.52, No.4, pp.10-16.
- 4) 於保鴻一, 岡部康平, 海後宗男 (2022) 自動化・自律化技術による社会基盤の品質, 品質誌, Vol.52, No.4, pp.17-23.
- 5) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 伊藤和也, 豊澤康男 (2022) 建設業における設計段階からの安全配慮に関する行政施策と地盤工学の果たす役割, 地盤工学会誌, Vol.70, No.12, pp.27-30.
- 6) 藤本将光, 檀上徹, 平岡伸隆, 酒匂一成, 深川良一 (2022) 京都市東山地域における地下水流動と斜面崩壊の特徴, 地盤工学会誌, Vol.70, No.9, pp.17-22.
- 7) 藤本将光, 檀上徹, 平岡伸隆, 酒匂一成, 深川良一 (2022) 現地モニタリングを用いた斜面崩壊監視システムー特集 災害時における最新のモニタリングおよび予測技術(後編), 環境システム計測制御学会誌, Vol.26, No.4, pp.45-49.
- 8) 大西明宏 (2022) 安全に配慮した改良型ロールボックスパレットの開発, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.189-191.
- 9) 高橋明子, 三品誠 (2023) 大工職の建設作業員におけるリスクテイキング行動と安全行動の促進要因に関する予備的検討, 労働安全衛生研究, Vol.16, No.1, pp.71-82.
- 10) Satoru Ueno, Daisuke Hayano, Eiichi Noguchi, Tohru Aruga (2022) Age and Regional Differences in the Incidence of Heat-Related Ambulance Transport in Japan. American Journal of Preventive Medicine and Public Health, Vol.8, No.10, 22-77455.
- 11) 岩切一幸, 佐々木毅, 三木圭一 (2022) 2018年及び2019年労働者死傷病報告における業務上腰痛の発生状況, 産業衛生学雑誌, Vol.64, No.6, pp.354-366.
- 12) 茂木伸之, 松元俊, 久保智英, 井澤修平, 池田大樹, 高橋正也, 甲田茂樹 (2022) 道路貨物運送業の運転業務従事者及び非運転業務従事者における労災認定された精神障害等事案の特徴, 産業衛生学雑誌, Vol.64, No.5, pp.244-252.

表 2-8 査読なし総説論文又は解説等として公表された成果

総説論文又は解説等の名称

- 1) 岡部康平, 堀智仁 (2022) ドローンの安全を診る～安全管理の動向～, セイフティエンジニアリング, Vol.208, pp.27-31.
- 2) 浅野陽一, 久保田正美, 松本光司, 五十嵐広希, 岡部康平 (2022) 産業用ドローンの安全性:現状と課題 ドローン高速航行衝突リスクの評価, 実務&展望, Vol.56, No.327, pp.26-29.
- 3) 五十嵐広希, 岡部康平 (2022) 産業用ドローンの安全性:現状と課題 ドローンのプロペラの接触リスクの評価および総括, 実務&展望, Vol.56, No.330, pp.13-17.
- 4) 五十嵐広希, 岡部康平 (2022) ドローンの安全を診る～個人保護具～, セイフティエンジニアリング, Vol.209, pp.21-25.
- 5) 本田尚 (2022) クレーン用ワイヤロープの経年損傷と非破壊検査ーワイヤロープの経年損傷と断線のメカニズムー, 実務&展望, Vol.56, No.327, pp.3-6.
- 6) 本田尚 (2022) クレーン用ワイヤロープの経年損傷と非破壊検査ー鋼心ワイヤロープの可視断線と残存強度ー, 実務&展望, Vol.56, No.328, pp.2-7.
- 7) 山際謙太 (2022) クレーン等に関するセンサー技術について特集号の掲載にあたって, クレーン, Vol.60, No.697, p.20.
- 8) 山口篤志 (2022) クレーン用ワイヤロープの経年損傷と非破壊検査ー非破壊試験による素線断線の検出ー, 実務&展望, Vol.56, No.329, pp.3-7.
- 9) 山口篤志, 岡部康平 (2022) 産業用ドローンの安全性:現状と課題ーCFRP材を使用したドローンアームの曲げ強度についてー, 実務&展望, Vol.56, No.328, pp.19-24.
- 10) 大幢勝利 (2023) 建設業における墜落・転落災害の現状と現在までの取り組み, そら, No.95, pp.8-13.
- 11) 伊藤和也, 柴田達哉, 吉川直孝, 平岡伸隆, 豊澤康男 (2023) 斜面崩壊による労働災害防止対策としての地盤リスクマネジメントー関係者間での地質・地盤リスクの情報共有ツールとしての点検表ー, 基礎工, Vol.51, No.2, pp.26-29.

- 12) 玉手聡 (2022) 建設業における労働災害の起因物と事故の型の傾向, 建設機械施工, Vol.74, No.9, pp.15-18.
- 13) Yasumichi Hino (2022) New Countermeasure for Prevention of Serious Falling Accidents under the Construction Works on the Low-Rise Housing. International Conference on Slips, Trips, and Falls (STF Sendai), p.20.
- 14) 堀智仁 (2022) ドラグ・ショベルのつり荷走行時の荷振れが作業半径増加に与える影響, 建設機械施工, Vol.74, No.9, pp.19-23.
- 15) 伊藤誠, 堀智仁 (2023) ドローンの安全を診る～遠隔操縦～, セイフティエンジニアリング, Vol.210, pp.27-31.
- 16) 卞晶煥, 大塚輝人, 崔光石 (2022) 韓国の「重大災害処罰等に関する法律」の主な内容－重大労働災害を中心に－, 労働安全衛生研究, Vol.15, No.2, pp.193-194.
- 17) 佐藤嘉彦 (2022) 火薬類取締法令の見直し及び火薬取扱いに関する労働安全衛生法令について, セイフティエンジニアリング, Vol.207, pp.16-21.
- 18) 瀧野哲郎, 佐藤嘉彦 (2022) 化学工学年鑑 2022 14.プロセス安全管理 14.3 プロセス安全事故解析の動向, 化学工学, Vol.86, No.10, pp.539-545.
- 19) 八島正明 (2022) 特集「最近の工場火災」(前文), 火災, Vol.72, No.6, p.1.
- 20) 八島正明 (2022) 労働災害における機械装置・設備から出火した火災と爆発, 火災, Vol.72, No.6, pp.20-25.
- 21) 遠藤雄大, 三浦崇, 庄山瑞季, 崔光石 (2023) 技術指針 JNIOOSH-TR-49:2021「可燃性液体塗料用静電ハンドスプレー装置の安全要求事項および試験方法」, 労働安全衛生研究, Vol.16, No.1, pp.99-102.
- 22) 崔光石 (2022) 静電気災害防止のために知っておくべき基礎知識と勘違いしがちな対策(前編), (後編), TIIS ニュース, No.288, pp.5-8, No.290, pp.4-6.
- 23) 三浦崇 (2022) 統計でみる感電災害の現状, 北海道のでんき, No.760, pp.7-11.
- 24) 大西明宏 (2022) テールゲートリフターに着脱可能な昇降板用後付け柵, 日本人間工学会「人間工学グッドプラクティス データベース」, https://www.ergonomics.jp/gpdb/gpdb-list.html?gddb_id=114.
- 25) 柴田圭 (2022) 「すべり転倒」の実態と評価・対策について, セイフティダイジェスト, Vol.68, No.11, pp.9-17.
- 26) 島田行恭 (2022) 化学工学年鑑 2022 14.プロセス安全管理 14.4 国内保安行政, 業界団体等の動向, 化学工学, Vol.86, No.10, pp.545-550.
- 27) 島田行恭 (2023) 化学物質を取り扱う事業場でのリスクアセスメント・安全対策の進め方, 化学物質管理, Vol.7, No.7, pp.11-19.
- 28) 島田行恭, 佐藤嘉彦, 高橋明子 (2023) 化学物質リスクアセスメント等実施支援策に関する研究, 労働安全衛生研究, Vol.16, No.1, pp.87-92.
- 29) 菅間敦 (2023) 人間工学を知って作業を安全に(第 1, 2, 3 回), 安全衛生のひろば, Vol.64, No.1, pp.22-23, No.2, pp.21-22, No.3, pp.22-23.
- 30) 菅間敦 (2023) 労働者の姿勢・動作分析による脚立・はしごからの転落災害防止への応用, バイオメカニズム学会誌, Vol.47, No.1, pp.9-15.
- 31) 瀬尾明彦, 肥田拓哉, 菅間敦, 平内和樹, 茅原崇徳, 倉元昭季 (2022) 人間工学評価ツールの現状について, 人間工学, Vol.58, No.3, pp.123-126.
- 32) 高木元也 (2022) エイジフレンドリーガイドライン策定の背景とそのポイント, 産業保健と看護, Vol.14, No.5, pp.44-53.
- 33) 平内和樹 (2023) One-Class Support Vector Machine による異常検知に基づく作業姿勢評価, 経営システム, Vol.32, No.2, pp.151-155.
- 34) 呂健 (2022) 死傷者の推移から見たフォークリフト労働災害の動向, 安全衛生コンサルタント, Vol.42, No.142, pp.37-40.
- 35) 芳司俊郎 (2022) 総論 新たな技術への期待と労働災害防止, 安全と健康, Vol.23, No.7, pp.7-20.
- 36) 芳司俊郎 (2022) 新たな技術の社会実装と、検査・検定制度を考える, TIIS ニュース, No.289, pp.8-11.

- 37) 芳司俊郎 (2022) 圧力容器の規格に見る安全, ボイラ研究, No.435, pp.4-8.
- 38) 伊藤昭好 (2022) 労働安全衛生マネジメントシステムの教育と実践, 健康開発, Vol.26, No.4, pp.8-14.
- 39) 山本健也 (2022) 産業保健気になる!トピックワード「14 次防」, へるすあつぷ 21, No.461, p.22.
- 40) 山本健也 (2022) 最大の教育環境=教師を守る「安全配慮義務」とは 学校教職員が「健康に働ける」ための管理職の視点と留意点, 月刊教職研修, 11月号, pp.94-97.
- 41) 山本健也 (2022) 産業保健気になる!トピックワード「リスクと自律」, へるすあつぷ 21, No.455, p.22.
- 42) 山本健也 (2022) 講座「リスクマネジメントと産業保健」 5 安全衛生リスクマネジメント (3)リスクアセスメントの実践, 産業医学ジャーナル, Vol.45, No.5, pp.30-37.
- 43) 山本健也 (2022) 産業保健気になる!トピックワード「GHSとケミカル・ヘルス・リテラシー」, へるすあつぷ 21, No.450, p.22.
- 44) 緒方裕子(ひろこ) (2022) 海外研究紹介 (Journal of Occupational and Environmental Hygiene Vol.18, No.12, 2021, Vol.19, No.5,6, 2022), 作業環境, Vol.43, No.3, pp.59-62, No.6, pp.48-52.
- 45) 天本宇紀 (2022) 結晶質シリカの物性と毒性の関係について, 安全衛生コンサルタント, Vol.42, No.144, pp.20-26.
- 46) 豊岡達士 (2022) 化学物質管理最前線 経皮ばく露が問題となる化学物質の物性的特徴, 安全と健康, Vol.23, pp.54-57.
- 47) 豊岡達士, 甲田茂樹, 柏木裕呂樹, 山田丸, 王瑞生, 鷹屋光俊, 横山多佳子, 松尾正樹 (2022) ベリリウム含有合金の溶接における衛生管理のポイントーベリリウムおよびその化合物による健康障害の防止に向けてー, 溶接技術, 7月号, pp.56-62.
- 48) 高橋正也 (2022) 特集「過労死等(脳・心臓疾患)に関する労災認定基準の見直しとその背景」, 日本産業衛生学会関東地方会ニュース, Vol.46, pp.2-3.
- 49) 高橋正也 (2022)(2023) 医学講座「ワーク・スリープ・バランス」(第1回, 第2回, 第3回, 最終回), 季刊ろうさい, Vol.53, pp.26-31, Vol.54, pp.25-30, Vol.55, pp.26-30, Vol.56, pp.28-33.
- 50) 吉川徹, 城守国斗, 木戸道子, 中嶋義文, 松本吉郎 (2022) 特集「医師の働き方改革と産業保健」日本医師会における医師の働き方改革に係る取組, 産業医学ジャーナル, Vol.46, No.1, pp.13-18.
- 51) 吉川徹 (2022) 特集「医師の働き方改革」, 日本産業衛生学会関東地方会ニュース, No.47, p.2.
- 52) 吉川徹 (2022) 中災防緑十字賞受賞の声, 日本産業衛生学会関東地方会ニュース, No.47, p.9.
- 53) 吉川徹 (2022) 医療従事者が安心して健康に働くために(第10回), 保健の科学, Vol.64, No.10, pp.695-700.
- 54) 吉川徹 (2022) ストレスチェック制度のこれまでのあゆみ, 日本精神保健福祉連盟広報誌, No.48, pp.1-7.
- 55) 吉川徹 (2022) 緑十字章を受章して, 日本産業衛生学会産業医部会会報, No.76, p.14.
- 56) 吉川徹 (2022) 医師へのドクターストップは機能するか「働き方ストップ」, Medical Tribute, Vol.55, No.15, p.6.
- 57) 吉川徹 (2022) 働き方改革関連法を含む最近の労働安全衛生に関連した法改正の動向, 月間地域医学, Vol.37, No.3, pp.301-307.
- 58) 吉川徹 (2022) 運輸業(物流業、旅客運送)における新しい働き方と産業精神保健への期待, 産業精神保健, Vol.30, 特別号, pp.96-99.
- 59) 吉川徹 (2023) 第4回 WHO 協力センター西大西洋地域フォーラム参加報告, 産業衛生学雑誌, Vol.65, No.2, p.106.
- 60) 吉川悦子, 鈴木明, 吉川徹 (2023) 韓国における小規模事業場へのメンタルヘルス支援の実際と課題, 産業衛生学会雑誌, Vol.65, No.2, p.105.
- 61) 石丸智弘, 吉川徹 (2023) OpenWHO を活用した新型コロナウイルス感染症に関する労働安全衛生教育, 産業衛生学会雑誌, Vol.65, No.2, pp.91-94.
- 62) 茂木伸之, 吉川徹 (2022) 日本の教職員の長時間労働と過労死等に影響を与える睡眠およびメンタルヘルス研究に関するレビュー, 産業精神保健, Vol.30, No.2, pp.205-210.
- 63) 大久保利晃 (2022)(2023) 産業保健の発展と産業医(14, 15, 16, 17, 18), 産業医学ジャーナル, Vol.45, No.3, pp.90-95, No.4, pp.90-95, No.5, pp.70-83, No.6, pp.83-87, Vol.46, No.1, pp.106-111.

- 64) 大久保利晃 (2022) 東電福島第一原発緊急作業従事者の疫学調査研究について, 放影協ニュース, No.112, pp.1-3.
- 65) 久保智英 (2022) 夜勤・交代制勤務に従事する看護師が疲れる理由とその対策, 看護, Vol.74, 臨時増刊号 No.14, pp.14-20.
- 66) 久保智英 (2022) 労働時間管理におけるテレワークの光と影, 安全と健康, Vol.23, No.5, pp.23-27.
- 67) 久保智英 (2022) 過労死を防ぐための働き方—休むこと, 休ませることの重要性—, 保健の科学, Vol.64, pp.386-391.
- 68) 久保智英 (2022) 仕事の反対語から考える日本人の労働観とブルシット・ジョブ, へるすあっぷ 21, No.454, p.22.
- 69) 松元俊 (2022) トラックドライバーの不規則勤務が健康に及ぼす影響とその改善策の検討, 安全衛生コンサルタント, Vol.43, No.145, pp.26-30.
- 70) 松元俊 (2022) 夜勤実態調査にちよい足して勤務シフト改善に活かす, 医療労働, No.662, pp.2-5.
- 71) 安彦泰進 (2022) 基礎講座「防毒マスク吸収缶における活性炭層での有機ガス破過と理論計算」, TIIS ニュース, No.290, pp.7-10.
- 72) 井上直子 (2022)(2023) 海外研究紹介 (Journal of Occupational and Environmental Hygiene Vol.19, No.1-2, 7-8, 2022), 作業環境, Vol.43, No.4, pp.58-61, Vol.44, No.1, pp.52-55.
- 73) Jun Ojima (2023) The Past and Future of Industrial Hygiene in Japan. Industrial Health, Vol.61, No.2, pp.89-91.
- 74) 小嶋純 (2022) 労働現場における一酸化炭素中毒事故の発生状況, 安全衛生コンサルタント, Vol.42, No.143, pp.57-63.
- 75) 齊藤宏之 (2023) 測定士のための学び舎(60) シリーズ 21 指定作業場以外の作業環境測定 事務所測定の実際(①事務所則, ②ビル管法)、作業環境, Vol.44, No.1, pp.36-38. No.2, pp.33-35.
- 76) 齊藤宏之 (2023) ポストコロナの多様な働き方とその支援策—テレワーカーの作業環境管理, 保健の科学, Vol.65, No.2, pp.93-98.
- 77) 齊藤宏之 (2023) 基礎講座「感染症防止を念頭に置いた換気対策について」, TIIS ニュース, No.291, pp.4-7.
- 78) 齊藤宏之 (2022) 暑熱環境評価における着衣補正值の導入—その経緯と対策のポイント—, 安全と健康, Vol.73, No.4, pp.21-24.
- 79) 齊藤宏之 (2022) 熱中症対策アップデート—WBGT の衣服補正ならびに電子式 WBGT の JIS 規格改定の動きを中心に—, セイフティダイジェスト, Vol.68, No.4, pp.7-11.
- 80) 齊藤宏之 (2022) 酸欠・硫化水素事故にご用心, 安全衛生のひろば, Vol.63, No.6, pp.12-20.
- 81) 齊藤宏之 (2022) 熱中症対策アップデート—現場で有効な熱中症対策を考える—, クレーン, Vol.60, No.699, pp.52-57.
- 82) 齊藤宏之 (2022) コロナ禍に伴う在宅勤務における作業環境の諸問題, 健康開発, Vol.26, No.4, pp.35-40.
- 83) 高谷一成 (2022)(2023) 海外研究紹介 (Journal of Occupational and Environmental Hygiene Vol.19, No.3-4, 9, 2022), 作業環境, Vol.43, No.5, pp.64-67, Vol.44, No.2, pp.54-56.
- 84) 高谷一成 (2022) 作業環境測定用イオン移動度分析装置の開発, 計測技術, 5月号, pp.34-38.
- 85) 高橋幸雄, 落合博明 (2022) 低周波数成分を含む騒音の測定に関する課題, 日本音響学会誌, Vol.78, No.7, pp.381-388.
- 86) Ken Tokizawa (2023) Heat-induced Labor Loss and Growing Global Concerns in a Warmer World. Industrial Health, Vol.60, No.6, pp.499-500.
- 87) 時澤健 (2022) 熱中症予防の新常識—プレクーリング—, へるすあっぷ 21, Vol.452, p.22.
- 88) 田中喜代次, 松尾知明, 林容市, 吉村隆喜 (2023) 最大酸素摂取量の重要性, 江東微研ジャーナル友, Vol.46, No.1, pp.12-18.
- 89) 田中喜代次, 松尾知明, 林容市, 吉村隆喜 (2022) 運動時や採血時、ワクチン接種時の血管迷走神経反射とその対応策, 江東微研ジャーナル友, Vol.45, No.3, pp.22-26.

総説論文又は解説等の名称

- 90) 神徳和子, 江口恵里, 中島翔太, 浅井義之, 小林秀行, 西川潤 (2022) 臨床看護師と人工知能技術の協同は可能か, *メディカル・サイエンス・ダイジェスト*, Vol.48, No.8, pp.35-38.
- 91) 小野真理子 (2023) 職場における化学物質管理システムの転換と個人用保護具に期待されること, *セイフティダイジェスト*, Vol.69, No.2, pp.12-16.

表 2-9 著書又は単行本として公表された成果

著書又は単行本の名称

- 1) 大幢勝利 (2022) 強風災害の変遷と教訓(第3版)「3.11 鋼管足場・クレーン」,「4.5 鋼管足場・クレーン」, pp.155-157, 220-222, 日本風工学会.
- 2) 濱島京子 (2022) 安全衛生を学ぼう(機械設計編)～学生を対象とした安全衛生教育教材～(設計・施工管理を行う技術者等に対する支援事業)「機械 02_02」,「機械 04_05」, <https://www.youtube.com/playlist?list=PLMG33RKISnWhjuomLR-Am92glX4nQD6ov>.
- 3) 山際謙太, 他共著 (2022) ばねのフラクトグラフィ, 全 227 頁, 日本ばね学会.
- 4) 三原泰司, 清水尚憲, 吉川直孝 (2022) 建設協調安全 実践!死亡事故ゼロ実現の新技术「第 2 章」,「第 5 章」, pp.29-38, 113-151.
- 5) 島田行恭 (2022) 重大ハザードのリスクを下げる LOPA 防護層解析 簡素化したプロセスリスクアセスメント「第 5 章 起因事象の発生頻度の特定」, pp.67-80, *Layer of Protection Analysis - Simplified Process Risk Assessment* (翻訳出版).
- 6) 南川忠男, 島田行恭, 中林大樹 (2022) 化学工学会安全部会編 業務に基づくプロセス安全マネジメントガイドライン「第 11 章 変更管理」, pp.243-262, 化学工業日報社.
- 7) 高橋明子 (2022) 応用心理学ハンドブック「Topic 11 IT 機器を用いた危険予測訓練」, 第 14 章 交通と応用心理学」, pp.702-703, 福村出版.
- 8) 菅間敦 (2022) 人間の許容・適応限界事典, 第 VIII 章 生活・健康 16「同一姿勢・作業」, pp.606-610, 朝倉書店.
- 9) 高橋幸雄 (2022) 人間の許容・適応限界事典, 第 VII 章 物理・化学・環境 8「低周波音」, pp.444-447, 朝倉書店.
- 10) 岩切一幸 (2022) 人間の許容・適応限界事典, 第 VIII 章 生活・健康 17「運搬」, pp.611-615, 朝倉書店.
- 11) 劉欣欣 (2022) 人間の許容・適応限界事典, 第 VIII 章 生活・健康 14「労働・休憩」, pp.597-600, 朝倉書店.
- 12) 高橋正也 (2022) 人間の許容・適応限界事典, 第 VIII 章 生活・健康 15「交代制勤務・夜勤」, 20「運転」, pp.601-605, 625-629, 朝倉書店.
- 13) 高橋正也, 吉川徹 (2022) 先生を、死なせない。教師の過労死を繰り返さないために、今、できること, 第 4 章いま、何が必要かー識者との意見交換を通じて「過労死リスクの高い教師の働き方をどう変えるか」, pp.178-193, 教育開発研究所.
- 14) 高橋正也 (2022) 健康・医療・福祉のための睡眠検定ハンドブック up to date, 2 章 I-4「睡眠と社会, 労働」, pp.169-176, 全日本病院出版会.
- 15) 吉川徹 (2022) 医師の健康確保措置、過労予防、医療機関での産業保健活動, 医療機関勤務環境評価センター, 評価者養成講習テキスト(基礎知識編), pp.165-207, 日本医師会.
- 16) 吉川徹 (2022) 新型コロナウイルス感染症 COVID-19 診療の手引き:別冊 罹患後症状のマネジメント 第 2.0 版「12.罹患後症状と産業医学的アプローチ」, pp.55-60, 厚生労働省.
- 17) 劉欣欣 (2022) 令和 4 年過労死等防止対策白書, 過労死等防止調査研究センターにおける実験結果の紹介, p.185.
- 18) 城内博 (2022) こう変わる! 化学物質管理 法令準拠型から自律的な管理へ, pp.1-112, 中央労働災害防止協会.
- 19) 大河内博, 緒方裕子(ひろこ), 勝見尚也, 島田幸治郎, 皆巳幸也 (2022) 富士山測候所のはなし 日本一高いところにある研究施設, 2 部 1 章 3.4「有害化学物質」, 3.5「雲を監視する」, pp.103-119, 成山堂書店.

表 2-10 研究調査報告書一覧(競争的資金及び委員会等)

報告書の名称
1) 吉川直孝, 大幢勝利 (2022) レガシーとして引き継がれていくべき労働災害防止対策等の検討, 令和 3 年度報告書(日本語版), (英語版), 建設業労働災害防止協会.
2) 大幢勝利, 吉川直孝 (2022) 2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に係る建設需要に対応した労働災害防止対策事業 実施結果報告書, 建設業労働災害防止協会.
3) 玉手聡, 堀智仁 (2022) 土砂崩壊の予兆を「見える化」する新技術の実証試験, 科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金), 令和 3 年度実施状況報告書, pp.1-4.
4) 大塚輝人, 遠藤雄大, 牧野良次, 久保田士郎 (2022) 国際的な防爆規制に対する整合性確保のための調査研究, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業, 令和 3 年度研究報告書.
5) 齋藤剛, 濱島京子, 芳司俊郎, 清水尚憲, 池田博康, 梅崎重夫, 木村哲也 (2022) 機械設備に係るリスクアセスメント支援システムの開発, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業, 令和 3 年度総括研究報告書.
6) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利 (2022) 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置に係る肌落ち災害事例の分析, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業, 令和 3 年度分担研究報告書, pp.7-20.
7) 吉川直孝, 大幢勝利, 平岡伸隆, 伊藤和也, 高橋弘樹, 堀智仁 (2022) 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置の確立に向けた研究, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業, 令和 3 年度総括研究報告書, pp.1-6.
8) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 高橋弘樹 (2022) 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置に係る BIM/CIM の活用, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業, 令和 3 年度分担研究報告書, pp.57-97.
9) 平岡伸隆, 吉川直孝, 大幢勝利 (2022) 建設現場における建設工事従事者を対象とする新たな安全衛生確保のための制度構築に資する研究, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業, 令和 3 年度総括研究報告書, pp.1-7.
10) 平岡伸隆, 吉川直孝, 大幢勝利 (2022) 建設工事における一人親方等の労働実態に係る国外の行政施策調査, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業, 令和 3 年度分担研究報告書, pp.9-103.
11) 佐藤嘉彦, 吉川直孝 (2022) 建設工事における安全衛生の確保のための設計段階の措置に係る建設地からの可燃性ガス発生による爆発災害事例の分析, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業, 令和 3 年度分担研究報告書, pp.44-56.
12) 庄山瑞季 (2022) 誘導帯電現象を利用した気相中の微粒子積層技術の研究, 科学研究費助成事業科学研究費補助金(若手研究), 令和 3 年度実施状況報告書.
13) 庄山瑞季 (2022) 複合電場と振動を利用した粒子の新しい連続分散供給と混合, 粉体工学技術センター, 研究助成成果報告書.
14) 高橋明子, 島田行恭, 菅間敦, 島崎敢, 石垣陽, 中嶋良介, 三品誠, 平内和樹, 西野真菜 (2022) 作業経験の異なる建設作業者のリスク回避の認知過程に関する特性分析とリスク回避行動促進のための支援デバイスの検討, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業, 令和 3 年度総括研究報告書.
15) 柴田圭, 山口健, 大西明宏 (2021) ウェットな氷面上でのすべり転倒抑制効果を有する硬質繊維混紡耐滑靴底の開発, 科学研究費助成事業科学研究費補助金(基盤研究 C), 令和 3 年度実施状況報告書, pp.1-4.
16) 杜唐慧子 (2022) How to Swim Faster? Focusing on the Propulsive Force and Kinematics of Swimming. 研究成果報告書(科学研究費助成事業 学術研究助成基金助成金), 若手研究, H30~R3.
17) 吉川徹, 茂木伸之, 高田琢弘, 山内貴史, 佐々木毅, 高橋正也 (2023) 令和 4 年度地方公務員の過労死等に係る公務災害認定事案に関する調査研究事業調査研究報告書, pp.1-33. (独)労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所.
18) 松元俊 (2022) 夜勤時間制限と休日配置が看護師の安全, 健康, 生活の質に及ぼす影響の検討(平成 29~令和 3 年度)成果報告書, pp.1-5, 文部科学省研究振興局.
19) 柴田延幸 (2022) 人の振動感受方向依存性と伝達位相遅れ特性を応用した乗り心地快適性の向上(平成 29 年度~令和 3 年度)成果報告書, pp.1-4, 日本学術振興会.

報告書の名称

- 20) 劉欣欣 (2022) 精神作業による心血管系負担を軽減するための休息の仕方に関する生理心理学的検討, 年度報告書 文部科学省科学研究費補助金 基盤研究(C), H29-R3.
- 21) 劉欣欣 (2022) ドライバーの心血管系負担に対する休憩効果の検討, 令和3年度労災疾病臨床研究事業費補助金「過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究」分担研究報告書, pp.264-270, 厚生労働省.
- 22) 高橋正也 (2022) 過労死等の実態解明と防止対策に関する総合的な労働安全衛生研究, 令和3年度総括研究報告書, pp.1-25, 厚生労働省.
- 23) 高橋正也, 小林秀行, 加島遼平, 王薈琳, 佐々木毅, 佐藤ゆき (2022) 令和3年度過労死等に関する実態把握のための労働・社会面の調査研究調査報告書, pp.1-324.
- 24) 高橋正也, 小林秀行, 加島遼平, 王薈琳, 佐々木毅 (2022) 令和4年度過労死等に関する実態把握のための労働・社会面の調査研究 重点業種の事業場ヒアリング調査(建設業・IT産業)報告書, pp.1-24.
- 25) 吉川徹 (2022) 医療従事者の曝露後サーベイランスツール開発と労務管理支援手法に関する研究(2017~2022) 文部科学省科学研究費助成事業研究成果報告書, pp.1-12, 日本学術振興会.
- 26) 吉川徹 (2022) 職業感染管理, 2022年度認定看護教育課程(B課程)授業概要(シラバス), p.103, 公益社団法人日本看護協会看護研修学校.
- 27) 吉川徹 (2022) 勤務医の健康の現状と支援のあり方に関するアンケート調査報告書, 日本医師会医師の働き方検討委員会.
- 28) 吉川徹 (2022) 医師の働き方の新制度施行に向けた医師の健康確保と評価・審査機能の在り方, 日本医師会医師の働き方検討委員会答申書.
- 29) 井上直子 (2022) 作業環境測定試料分析の自動化を視野に入れた固相抽出法の高精度化の検討. 2021年度 実施状況報告書 日本学術振興会科学研究費助成事業 基盤研究(C), R3-R5.

表 2-11 その他の専門家・実務家向け出版物に公表された成果(国際誌及び国内誌)

成果の名称

- 1) Hideki Oyama, Akihisa Watanabe, Hidenori Togami, Toshiaki Asano (2022) Fitting a Chair to a Surgeon's Body: an update to the IEA 2021 Report. In: Report of the International Symposium on Medical Care and Ergonomics, JES System Conference 2022. The Japanese Journal of Ergonomics, Vol.58, No.3, p.142.
- 2) 遠藤雄大 (2023) 研究室めぐり, 静電気学会誌, Vo.47, No.1, p.20.
- 3) 佐藤嘉彦 (2022) 火薬学会春季研究発表会レビューSession 11, Explosion, Vol.32, No.2, p.110.
- 4) 小嶋純 (2022) 図書紹介「働く人のための探偵」, 「改訂版 工場換気」, 安全衛生コンサルタント, Vol.42, No.143, p.105, No.144, p.71.
- 5) 小嶋純 (2022) 編集後記, 安全衛生コンサルタント, Vol.42, No.144, p.87.
- 6) 豊岡達士 (2022) 経皮ばく露による遅発性疾病の予防にむけて—物質の物性と皮膚吸収等の関係について, 第81回全国産業安全衛生大会, pp.56-62.
- 7) 鈴木陽一, 倉片憲治, 今泉博之, 佐藤洋, 赤松友成, 山崎隆志, 藤坂洋一, 内田匠, 鶴木祐史, 桑野園子, 山田一郎, 大島俊也, 高橋幸雄, 下田康平, 白橋良宏, 杉江聡, 小林知尋, 永幡幸司, 森長誠, 白木秀児, 平光厚雄, 古賀貴士, 平川侑, 澤田浩一 (2022) ISO/TC 43・ISO/TC 43/SC 1・ISO/TC 43/SC 2・ISO/TC 43/SC 3 総会—音響に関する国際規格の審議状況:2021 パリ会議(オンライン開催)—, 日本音響学会誌, Vol.78, No.4, pp.203-208, および, 騒音制御, Vol.46, No.2, pp.89-94.
- 8) 山田丸, 定永靖宗 (2022) 特集「フィールドエアロゾル観測のプラットフォーム」にあたって, エアロゾル研究. Vol.37, No.2, p.86.
- 9) 茂木伸之, 吉川徹 (2022) 日本の教職員の長時間労働と過労死等に影響を与える睡眠およびメンタルヘルス研究に関するレビュー, 産業精神保健, Vol.30, No.2, pp.205-210.

表 2-12 研究所出版物として公表された成果

成果の名称
1) 高橋弘樹, 日野泰道, 大幢勝利, 高梨成次, 堀智仁 (2022) 建築物の解体工事における躯体の不安定性に起因する災害防止に関する研究, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-1-0, pp.1-8.
2) 日野泰道, 大幢勝利, 高橋弘樹 (2022) 建築解体工事における新しい墜落防止工法に関する検討, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-1-1, pp.9-17.
3) 大幢勝利, 高橋弘樹, 日野泰道, 木村吉郎, 甲斐リサ, 倉田一平 (2022) 建物の解体工事における強風による足場の倒壊災害防止に関する風洞実験, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-1-2, pp.19-24.
4) 高橋弘樹, 高梨成次, 堀智仁 (2022) 転倒工法における外壁倒壊災害の防止に関する研究, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-1-3, pp.25-36.
5) 八島正明, 板垣晴彦, 大塚輝人, 佐藤嘉彦, 水谷高彰, 西脇洋佑, 斎藤寛泰, 熊崎美枝子 (2022) トラブル対処作業における爆発・火災の予測と防止に関する研究, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-2-0, pp.37-44.
6) 八島正明 (2022) 燃え拡がりに関する粉粒体・ペレット堆積層の特性, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-2-1, pp.45-52.
7) 八島正明 (2022) 可燃性粉粒体貯蔵時の初期火災検知に関する検証実験, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-2-2, pp.53-64.
8) 八島正明 (2022) 自然発火試験装置(SIT)とグレーバ炉による有機物の粉粒体の発火温度測定, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-2-3, pp.65-75.
9) 佐藤嘉彦 (2022) 貯槽等で発生した災害事例を参考にしたシナリオでの爆発・火災等による影響範囲の評価, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-2-4, pp.77-82.
10) 佐藤嘉彦, 八島正明 (2022) 貯槽等で発生した爆発・火災における被害・周辺影響についての検討, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-2-5, pp.83-87.
11) 水谷高彰, 斎藤寛泰 (2022) ガスセンサによる可燃物貯蔵設備内の熱分解ガス検出ー検出性能および設置位置の評価ー, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-2-6, pp.89-96.
12) 西脇洋佑, 山下真央, 大塚輝人, 佐藤嘉彦, 熊崎美枝子(2022) 熱量計における熱流束測定時の伝熱遅れの補正法, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-2-7, pp.97-101.
13) 板垣晴彦 (2022) 化学プロセス産業での爆発・火災における作業工程と事象進展の分析, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-2-8, pp.103-108.
14) 島田行恭, 佐藤嘉彦, 高橋明子, 板垣晴彦 (2022) 化学物質リスクアセスメント等実施支援策に関する研究, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-3-0, pp.109-117.
15) 島田行恭, 佐藤嘉彦, 高橋明子 (2022) 化学物質取扱い作業における災害防止のためのリスクアセスメント等実施支援策に関する検討, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-3-1, pp.119-125.
16) 高橋明子, 島田行恭, 佐藤嘉彦 (2022) 労働者の化学物質取扱い時のヒューマンエラー防止に関する検討, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-3-2, pp.127-138.
17) 佐藤嘉彦, 島田行恭, 板垣晴彦 (2022) 異常反応を考慮したリスクアセスメント等実施のための参考情報の整備, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-3-3, pp.139-148.
18) 佐藤嘉彦, 島田行恭, 板垣晴彦 (2022) 反応危険に関する参考情報を利用したリスクアセスメント等実施事例, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No.52-3-4, pp.149-154.
19) 山田丸, 鷹屋光俊, 緒方裕子(ひろこ), 小野真理子, 篠原也寸志, 加藤伸之, 韓書平, 小倉勇 (2022) 個別粒子分析法による気中粒子状物質測定の信頼性の向上に関する研究, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No52-4-0, pp.155-160.
20) 小野真理子, 山田丸 (2022) ナノマテリアルの飛散状態と曝露評価ーカーボンナノチューブとカーボンブラックについてー, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No52-4-1, pp.161-164.
21) 緒方裕子(ひろこ), 山田丸, 小野真理子, 鷹屋光俊, 小倉勇 (2022) SEM 観察に用いる気中粒子捕集用ポリカーボネートメンブレンフィルターの表面捕集効率の評価, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No52-4-2, pp.165-168.

成果の名称

- 22) 山田丸, 鷹屋光俊, 小野真理子, 緒方裕子(ひろこ) (2022) 走査電子顕微鏡を用いた個別粒子分析によるナノマテリアル凝集体の粒子密度推定及び形状のキャラクタリゼーション, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No52-4-3, pp.169-173.
- 23) 加藤伸之, 山田丸, 小嶋純, 鷹屋光俊 (2022) ステンレス鋼フラックス入りアーク溶接工程から発生する粒子状物質中の金属元素の SEM-EDS による分析方法の検討, 労働安全衛生総合研究所特別研究報告, SRR-No52-4-4, pp.175-182.
- 24) 労働安全衛生総合研究所 (2022) 可燃性粉体塗料用静電ハンドスプレー装置の安全要求事項および試験方法, 労働安全衛生総合研究所技術指針, TR-No.50, pp.1-12.
- 25) 佐藤嘉彦, 島田行恭, 板垣晴彦 (2022) 化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施のための参考資料—異常反応による火災・爆発を防止するために—, 労働安全衛生総合研究所技術資料, TD-No.8, pp.1-120.

2) 学会・研究会における発表・講演

表 2-13 国際学術集會にて発表・講演された成果(特別講演, シンポジウム, ワークショップ等)

発表・講演された論文名

- 1) Tsuyoshi Saito, Shouken Shimizu, Rieko Hojo (2022) Safeguarding Supportive System (SSS) - Application of ICT Devices to Workplace Safety Management and Comprehensive Evaluation of Effectiveness -. APEC, Human Resources Development Working Group, Online Workshop.
- 2) Kohei Okabe (2022) A Study of Management to Develop Adaptable AI-Enabled Robots Toward Inclusive Society. Society of Instrument and Control Engineers Annual Conference (SICE2022), International Award Finalist Session.
- 3) Naotaka Kikkawa (2022) Issues and Future on Occupational Safety of Construction Industry in Japan. Vision Zero Summit Japan 2022.
- 4) Jian LU (2023) Automatic Classification of Labor Accident Cases by Using Japanese Nature Language Model T5. 2nd Asia Conference on Algorithms, Computing and Machine Learning (CACML).

表 2-14 国内の学術集會にて発表・講演された成果(特別講演, シンポジウム, ワークショップ等)

発表・講演された論文名

- 1) 濱島京子 (2022) 労働安全衛生教育カンファレンス(収録動画を公開), 厚生労働省委託事業「設計・施工管理をおこなう技術者等に対する安全衛生教育の支援事業, <https://anzeneisei-kyoiku.com>.
- 2) 吉川直孝 (2022) シールド工事の災害事例と再発防止対策, シールド工事の安全に関する講演会 講演番号 4, 日本トンネル技術協会.
- 3) 緒方公俊, 植木洋輔, 石塚典男 (2022) 不飽和ポリエステル樹脂 GFRP の耐候性劣化評価, マテリアルライフ学会第 33 回研究発表会「特別講演会」, 抄録なし.
- 4) 三浦崇 (2022) 電気はなぜ危険なのか? 労働災害の事例・原因・対策について, 主催者講演・セミナー「作業安全教育講座」, Vacuum 2022 真空展, および, 第 24 回作業安全教育講座 in 関西, 真空工業会, 抄録なし.
- 5) 三浦崇 (2022) 気体を制御した静電気低減技術, 第 1 回電気災害調査研究情報交換会, 抄録なし.
- 6) 遠藤雄大 (2022) 引火性液体に関する静電気災害の発生メカニズムに関する研究, 第 1 回電気災害調査研究情報交換会講演概要集, p.4.
- 7) 遠藤雄大 (2023) 液体の帯電, 安全工学会静電気災害防止研究会 講演番号 2, 抄録なし.
- 8) 庄山瑞季 (2023) 粉体の帯電, 安全工学会静電気災害防止研究会 講演番号 3, 抄録なし.
- 9) 平内和樹 (2022) 作業負担軽減や作業性向上を目的とした異常検知に基づく姿勢や動作の問題点の検出, 日本オペレーションズ・リサーチ学会関西支部シンポジウム, 抄録なし.
- 10) 山際謙太 (2022) 3次元 EBSD 法の損傷評価と EBSD 法への機械学習の適用, 第 5 回 EBSD 法による損傷評価講習会, 抄録なし.

発表・講演された論文名

- 11) 丸山修, 安井省侍郎, 山田憲一, 鷹屋光俊, 加部勇, 武士善明 (2022) 化学物質の自律的管理への移行と作業環境測定士としての新たなかわり(パネルディスカッション), 第 43 回作業環境測定研究発表会抄録集, pp.182-183.
- 12) 井澤修平 (2022) 論文発表をエンカレッジする, 日本健康心理学会第 35 回大会機関誌編集委員会企画シンポジウム「論文投稿と審査過程における留意点 日本健康心理学会における論文投稿に関する情報共有と活性化を目指して」, pp.3-4.
- 13) 鷹屋光俊 (2022) リスクアセスメントとは一実施と結果を受けた措置の具体的方法, 日本作業環境測定協会中央シンポジウム「化学物質の個別規制から自律的管理への移行をめぐる」, 抄録なし.
- 14) 高橋正也 (2022) 過労死等労災の最新状況, シンポジウム「働き方改革のこれまで」, 第 7 回労働時間日本学会研究集会抄録集, p.7.
- 15) 井澤修平 (2022) 査読者視点からの論文執筆セミナー:採択される論文を書くには, 日本生理心理学会若手会主催「夏のウェビナー企画」, 抄録なし.
- 16) 鷹屋光俊 (2022) 招待講演「化学物質曝露のリスクと安心・安全な労働環境づくり」, 総合危機管理学会第 6 回学術集会資料, p.6.
- 17) 吉川徹 (2022) COVID-19 対策における N95 レスピレーター(N95/DS2 マスク)の除染と再利用及び N95DECON の活動, 合同シンポジウム「新型コロナウイルスパンデミックにおける職業感染予防策と危機管理」, 第 37 回日本環境感染学会総会・学術集会プログラム集, p.46.
- 18) 久保智英 (2022) 女性労働者としての交代勤務看護師の疲労と睡眠の問題と対策, 日本睡眠学会第 47 回定期学術集会シンポジウム「性ホルモンと睡眠・健康」, 抄録集, p.117.

表 2-15 国際学術集会にて発表・講演された成果(一般口演・ポスター等)

発表・講演された論文名

- 1) Naotaka Kikkawa, Nobutaka Hiraoka, Hiroki Takahashi, Katsutoshi Ohdo (2022) Risk Points for Falls and Other Risks Setting in Building Information Modeling from the Design Phase, International Conference on Slips, Trips, and Falls (STF), S1-3.
- 2) Kazuhiro Takeda, Tetsuo Fuchino, Teiji Kitajima, Yukiyasu Shimada, Kenichi Iuchi, Hideo Saito (2022) A Study of Required Information for Risk Assessment in Management of Change Based on Business Process Model, Loss Prevention 2022, 1.A.
- 3) Tetsuo Fuchino, Teiji Kitajima, Yukiyasu Shimada, Masazumi Miyazawa (2022) Development for Prediction Model for Environmental Condition of Deterioration Phenomena for Asset Integrity Management, Loss Prevention Symposium 2022, 1.B-E.
- 4) Yukiyasu Shimada, Yoshihiko Sato, Akiko Takahashi (2022), A Simple Hazard Scenario Identification Method for Risk Assessment on Chemical Hazards to Prevent Fire and Explosion for Open Space Work, Loss Prevention Symposium 2022, 1.B-E.
- 5) Atsushi Sugama, Kazuki Hiranai, Akisue Kuramoto, Akihiko Seo (2022) Investigation of Postural Balance and Lower Limb Loads while Squatting with Various Foot Positions, Abstract book of International Conference of Slips, Trips, and Falls (STF), p.55.
- 6) The Duc Luong, Hiroki Igarashi, Kosuke Yoshizaki, Ayumu Miyahara, Sota Okoshi, Telmen Batkhisig, Uganbayar Saikhanbayar, Tomoya Noake, Toshiro Houshi, Tetsuya Kimura (2022) Experimental Evaluation of Personal Protective Equipment for Small UAVs and Related Issues for Safety Standards, IEEE International Symposium on Safety, Security, and Rescue Robotics, doi: 10.1109/SSRR56537.2022.10018628
- 7) Kazuki Hiranai, Atsushi Sugama (2022) Effects of Momentary Loss of Hand Reaction Forces on Postural Balance during Manual Pushing Tasks: A Time-Series Analysis of Handling and Ground Reaction Forces, Abstract book of International Conference of Slips, Trips, and Falls (STF), p.56.
- 8) Masato Adachi, Takamichi Uemori, Tomoko Hirayama, Mizuki Shoyama, Shuji Matsusaka (2022) Electrodynamic Dust Shield with Vibration Assistance for Cleaning Lunar Regolith Particles, World Congress on Particle Technology 9, T2-OC.

発表・講演された論文名

- 9) Masahiro Ota, Mizuki Shoyama, Masatoshi Yasuda, Shuji Matsusaka (2022) Transport and Deposition of Fine Particles using Electrostatic Acceleration in a Powder Process, World Congress on Particle Technology 9, T1-OC.
- 10) Chiemi Kan, Yuka Koremura, Shoken Shimizu, Rieko Hojo (2022) Well-Being of Workers at Construction Sites in Japan - A preliminary Survey for Evaluating Validity of Well-Being Scales. 6th International Conference on Wellbeing at Work 2022, Abstract, WAW150.
- 11) R. S. Wang, T. Toyooka, Y. Qi, Y. Yanagiba, S. Koda (2023) The Relationship Between the Physicochemical Properties of Industrial Chemicals and their Percutaneous Absorption. Society of Toxicology 62nd Annual Meeting, The Toxicologist, Vol.191 (Suppl.), p.354.
- 12) Kenichi Kobayashi, Muneyuki Miyagawa, Rui-Sheng Wang, Megumi Suda, Soichiro Sekiguchi, Takeshi Honma (2023) Gestational Exposure to 2,2',4,4',5,5'-Hexachlorobiphenyl Promotes Early Eyelid Opening in the Rat. Environmental Pollution and Health Impact on Future Generation in Asian Countries. International Conference (EPHIF 2023), Abstract Booklet, p.71.
- 13) Yonggang Qi, Tatsushi Toyooka, Hyogo Horiguchi, Rui-Sheng Wang, Shigeki Koda (2022) Genotoxicity Assessment of Six Aromatic Amines using γ -H₂AX. The 7th Asian Conference on Environmental Mutagens.
- 14) Nozomi Aoki, Mai Suzuki, Yuki Sato, Hirohide Yokokawa, Toshio Naito (2022) Relationship Between Green Tea Beverage and Cedar Pollen Reactivity: A Population-based Large Cohort Study. 22nd International Congress of Nutrition, p.180.
- 15) Michiko Shigihara, Yuki Sato, Emiko Terauchi, Kae Saeki, Reiko Suzuki, Chieko Suzuki (2022) Regional Differences in Food Choice Priority and Related Social and Environmental Factors in Japanese Schoolchildren. 22nd International Congress of Nutrition, p.178.
- 16) Kazunari Takaya, Masayoshi Hagiwara, Shiro Matoba, Mitsutoshi Takaya, Nobuyuki Shibata (2022) A Real-time Gas Monitoring System Based on Ion Mobility Spectrometry for Workplace Environmental Measurements. International Mass Spectrometry Conference, Book of Abstracts, p.714.
- 17) Y. Yanagiba, T. Takeda, S. Yamano, T. Amamoto, M. Yamada, H. Kubota, M. Suzuki, M. Saito, Y. Umeda, R.-S. Wang, S. Koda (2022) Challenges in Developing a Novel Accelerated Silicosis Rat Model by Single Intratracheal Instillation of High-purity Crystalline Silica Particles. Abstracts / Toxicology Letters 368S1, S245.
- 18) R. S. Wang, Y. Yanagiba, M. Suda, Y. Qi, T. Toyooka (2022) The Behavior of Chemicals within the Skin Influences their Toxicokinetics after Percutaneous Absorption. 16th International Congress of Toxicology, Abstracts / Toxicology Letters 368S1, S243-S244.
- 19) Sachiko Yamaguchi-Sekino (2022) Occupational Non-ionizing Radiation Exposure During Image Acquisition – Evaluation of Exposure Frequency and Exposure Location Inside the Magnetic Resonance Imaging Scanner Room. BioEM2022, Program Book, p.95.

表 2-16 国内の学術集会にて発表・講演された成果(一般口演・ポスター等)

発表・講演された論文名

- 1) 緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也, 倉橋哲也, 泉聡志 (2022) IWRC 6×Fi(29)の素線断線を考慮した2段階張力S曲げ疲労寿命予測手法の開発, 日本材料学会疲労シンポジウム講演論文集, 講演番号 50.
- 2) 緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也, 泉聡志 (2022) IWRC 6×Fi(29)の素線断線状態が2段階張力S曲げ疲労試験の疲労寿命に及ぼす影響, 資源・素材 2022 予稿集, 3406-12-02.
- 3) 緒方公俊, 泉聡志, 山際謙太 (2022) 曲げ変形を再現する鋼心ワイヤロープの有限要素モデリング, 日本機械学会計算力学講演会, 講演番号 2-06.
- 4) 岡部康平, 久保田直行 (2022) 共創に向けた適応自在 AI ロボットの開発体制, LIFE2022 論文集, pp.160-163.
- 5) 岡部康平, 久保田直行, 加藤健治, 平田泰久 (2022) 適応自在 AI ロボットによる介護支援に向けたデジタルプラットフォームの開発, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 1P2-G06.

- 6) 岡部康平 (2022) 自動/自律化技術を活用する社会基盤型運輸システムの品質, 品質管理学会年次大会, セッション 3-5.
- 7) 岡部康平 (2022) 介護支援のデジタル・トランスフォーメーションによる共創促進の取り組み, 横断型基幹科学技術研究団体連合コンファレンス, D-2-3.
- 8) 岡部康平, 堀智仁 (2022) UAV プロペラケージの墜落防止性能評価, 安全工学シンポジウム 2022, pp.360-363.
- 9) 岡部康平, 堀智仁, 和田一義, 伊藤誠 (2022) 遠隔/自律型ロボット運用・管理体制の基礎検討, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 3A2-F01.
- 10) 角山浩司, 林孝次郎, 岡部康平 (2022) 安全規格改正による歩行者用自動ドアのさらなる安全性向上, 横断型基幹科学技術研究団体連合コンファレンス, D-2-2.
- 11) 岩田拓也, 岡部康平 (2022) 社会基盤型運輸システムの実現に向けて, 品質管理学会年次大会, 3-6.
- 12) 久保田直行, 岡部康平, 加藤健治, 平田泰久 (2022) 社会実装にむけたトレーラー型リビングラボにおける継続学習, 日本知能情報ファジィ学会, pp.34-39.
- 13) 小山秀紀 (2023) 座位における骨盤・脊柱アライメントと腰部筋硬度の測定, 日本人間工学会システム大会, セッション 5-3.
- 14) 小山秀紀, 池田博康 (2022) 脊髄損傷者用動力付外骨格型機器の構造試作, 日本人間工学会大会, 2G4-02.
- 15) 池田博康, 小山秀紀 (2022) 外骨格型歩行支援機器の駆動・操作システムの試作評価, 日本ロボット学会学術講演会, 3A2-04.
- 16) 齋藤剛, 池田博康, 濱島京子 (2022) 機械の設計段階における危険源同定の支援方法と手段の提案, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会講演予稿集, pp.1846-1849.
- 17) 齋藤剛, 池田博康, 濱島京子 (2022) 機械の設計段階における危険源同定支援ツールの開発(支援方法の提案とプロトタイプ概要), 日本機械学会年次大会講演論文集, S172-05.
- 18) 齋藤剛, 池田博康, 濱島京子, 芳司俊郎 (2022) 危険源同定に着目した機械設備のリスクアセスメント支援ツール, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会予稿集, pp.412-415.
- 19) 中村瑞穂, 濱島京子, 福田隆文 (2022) 厚生労働省が推進する「設計・施工管理を行う技術者等に対する安全衛生教育の支援事業」取り組み報告 その 3ー機械工学を学ぶ学生向け教材の開発・検証ー, 安全工学シンポジウム 2022, pp.454-457.
- 20) 福田隆文, 中村瑞穂, 濱島京子, 南山靖博 (2022) 厚生労働省が推進する「設計・施工管理を行う技術者等に対する安全衛生教育の支援事業」における機械工学を学ぶ学生向け教材の開発と試行による評価.PTU フォーラム 2022 講演論文集, pp.183-184.
- 21) 本田尚, 山口篤志, 佐々木哲也 (2022) クレーン用ワイヤロープの疲労寿命に及ぼす曲げ応力の効果, 安全工学シンポジウム 2022, pp.384-385.
- 22) 山際謙太 (2022) フラクトグラフィ部門委員会の活動とばねの破面解析集出版について, フラクトグラフィシンポジウム, 抄録なし.
- 23) 山際謙太 (2022) ばね等の破面解析研究委員会報告, 2022 年度日本ばね学会秋季定例会, 抄録なし.
- 24) 山口篤志, 本田尚, 緒方公俊 (2022) 複数の損傷を有するワイヤロープ 6×24 の残存強度評価, 安全工学シンポジウム 2022, pp.386-387.
- 25) 山口篤志, 本田尚, 緒方公俊 (2022) 長期間使用された玉掛けワイヤロープの残存強度評価, 安全工学研究発表会, pp.207-208.
- 26) 大幢勝利 (2022) 足場からの墜落防止対策とその効果, 安全工学シンポジウム 2022, pp.308-309.
- 27) 大幢勝利, 武石和彦 (2022) くさび緊結式足場の壁つなぎと布の効果に関する簡易計算式による検討, 日本建築学会大会, 材料施工, pp.987-988.
- 28) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 高橋弘樹 (2022) 設計段階からの安全配慮に関する BIM/CIM の活用例, 安全工学シンポジウム 2022, pp.298-301.
- 29) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 高橋弘樹, 濱島京子 (2022) 機械安全分野のリスク低減措置の基本的な考え方から地盤工学の果たす役割について, 地盤工学研究発表会, DS-6-05.

- 30) 益子時佳, 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2022) 個別要素シミュレーションにおける等方圧載荷除荷時のシールドセグメントの力学挙動, 地盤工学研究発表会, 22-5-1-06.
- 31) 益子時佳, 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2022) シールドセグメント模型に対する等方圧載荷除荷の個別要素シミュレーション, 土木学会全国大会年次学術講演会, III-348.
- 32) 益子時佳, 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2022) シールドセグメント模型に対する偏圧載荷・除荷における3次元個別要素シミュレーション, 地盤工学会関東支部発表会, 構造 4-7.
- 33) 木村吉郎, 甲斐リサ, 倉田一平, 高橋皓太郎, 金恵英, 大幡勝利 (2022) 建物解体時の足場に設置した防音パネルに作用する空気力の測定, 風工学シンポジウム講演梗概集, No.27, pp.48-54.
- 34) 高梨成次, 高橋弘樹 (2022) 建築物の解体工事における災害防止対策の検討 その 9, その 10, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.969-970, 971-972.
- 35) 高梨成次, 高橋弘樹, 堀智仁 (2022) 建築用ゴンドラの風に対する安定性に関する実験的研究, 安全工学シンポジウム 2022, pp.390-393.
- 36) 高梨成次, 高橋弘樹, 堀智仁 (2022) 強風下における建築用ゴンドラの安定性に関する実験的研究, 安全工学研究発表会, pp.79-82.
- 37) 高橋弘樹, 高梨成次, 堀智仁 (2022) 外壁解体の転倒工法における引張材の張りとなわみの関係, 安全工学シンポジウム 2022, pp.388-389.
- 38) 玉手聡, 堀智仁, 菊田亮一 (2022) 掘削工事における労働災害防止のための簡易計測システム, 安全工学シンポジウム 2022, pp.394-397.
- 39) 玉手聡, 堀智仁, 菊田亮一 (2022) 小規模な溝工事における妻側の崩壊対策の検討, 土木学会全国大会 年次学術講演会, VI-202.
- 40) 玉手聡, 堀智仁, 菊田亮一, 永尾浩一, 市山大輝 (2022) 表層ひずみ棒センサーの崩壊ブロック内外における反応, 地盤工学研究発表会, 20-12-1-06.
- 41) 玉手聡, 堀智仁, 菊田亮一, 永尾浩一, 市山大輝 (2022) 溝工事用土砂遮断システムの矢板併用についての実大実験, 土木学会全国大会年次学術講演会, VI-201
- 42) 永尾浩一, 市山大輝, 玉手聡, 堀智仁, 菊田亮一 (2022) 土砂崩壊簡易モニタリングシステムを用いた模擬溝崩壊実験の計測, 土木学会全国大会年次学術講演会, VI-438.
- 43) 横浜勝司, 玉手聡, 堀智仁, 菊田亮一 (2023) 土砂ガードによる崩壊土砂の受け止め挙動, 地盤工学会北海道支部技術報告集, Vol.63, pp.201-204.
- 44) 菊田亮一, 玉手聡, 堀智仁 (2022) 小規模な溝工事用の被災防止システムに関する必要強度の実験的検討, 安全工学シンポジウム 2022, pp.402-405.
- 45) 菊田亮一, 玉手聡, 堀智仁 (2022) 溝作業用被災防止システムの適用深さに関する実大模型実験, 地盤工学研究発表会, 21-12-1-01.
- 46) 平岡伸隆, 吉川直孝, 大幡勝利 (2022) 英国の建設業における Self-Employed の労働安全衛生について, 安全工学シンポジウム 2022, pp.290-293.
- 47) 平岡伸隆, 中根良太, 吉川直孝, 伊藤和也 (2022) LSTM および LSTM-Autoencoder モデルによる斜面表層ひずみの異常検知の比較, 土木学会全国大会年次学術講演会, CS14-03.
- 48) 平岡伸隆, 中根良太, 吉川直孝, 伊藤和也 (2022) LSTM-Autoencoder による斜面表層ひずみ計測結果の異常検知, 地盤工学研究発表会, DS-9-08.
- 49) 平岡伸隆, 中根良太, 吉川直孝, 伊藤和也 (2022) 地下水が影響する切土掘削工事における土砂災害による労働災害の防止, 日本職業・災害医学会学術大会, R2-2.
- 50) 安國恭平, 伊藤和也, 小山倫史, 菊本統, 平岡伸隆, 梶谷娑和 (2022) 自然災害に対するリスク指標 GNS の開発～市町村ごとの脆弱性の可視化について～, 安全工学シンポジウム 2022, pp.474-477.
- 51) 竿本英貴, 平岡伸隆, 吉川直孝 (2022) 斜面安定解析を対象とした機械学習アルゴリズムによるサロゲートモデル生成, 地盤工学研究発表会, DS-5-01.
- 52) 中根良太, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也 (2022) 不連続性岩盤斜面の逆算法における安定解析に関する研究, 土木学会全国大会年次学術講演会, III-194.
- 53) 中根良太, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也 (2022) 不連続性岩盤斜面の極限平衡法による斜面安定計算に関する研究, 地盤工学研究発表会, 21-8-3-03.

- 54) 中根良太, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也 (2022) 不連続面勾配の違いによる岩盤斜面の安定性の検討, 安全工学シンポジウム 2022, pp.398-401.
- 55) 中根良太, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也 (2022) 表層ひずみデータを用いた線形回帰モデルによる異常検知手法の検討, 地盤工学会関東支部発表会, 防災 4-4.
- 56) 中根良太, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也 (2022) Light GBM を用いた斜面表層ひずみデータの異常検知手法の検討, 地盤工学シンポジウム, 3-1.1.
- 57) 中根良太, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也 (2023) 表層ひずみ速度データを用いた Elastic Net による異常検知手法の検討, 土木学会関東支部技術研究発表会, III-32.
- 58) 中條優樹, 中根良太, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2023) 遠心模型実験装置を用いた切土中の斜面表層ひずみの変化に関する研究, 土木学会関東支部技術研究発表会, III-20.
- 59) 中條優樹, 中根良太, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也 (2022) 遠心場掘削シミュレーターを用いた斜面掘削実験, 地盤工学会関東支部発表会, 防災 7-2.
- 60) 堀智仁, 岡部康平 (2022) UAV のプロペラ形状が衝撃力に与える影響, 安全工学シンポジウム 2022, pp.356-359.
- 61) 堀智仁, 玉手聡 (2022) 載荷試験と衝撃試験の支持力の比較に関する基礎的検討, 土木学会全国大会年次学術講演会, IV-458.
- 62) 堀智仁, 玉手聡 (2022) 建設機械の転倒防止のための支持力照査に関する基礎的検討, 安全工学研究発表会, pp.187-190.
- 63) 堀智仁, 玉手聡, 若原千恵 (2022) 載荷試験と衝撃試験による地盤反力係数の比較, 地盤工学研究発表会, 21-2-3-03.
- 64) 大塚輝人 (2022) CFD による Negligible Extent におけるガス量の評価, 安全工学研究発表会, pp.209-210.
- 65) 大塚輝人, 持田智, 古谷隆志 (2022) 機能安全を踏まえた精緻な判定による非危険区域の確保, 安全工学シンポジウム 2022, pp.368-369.
- 66) 佐藤嘉彦, 島田行恭, 板垣晴彦 (2022) 反応危険を特定するための支援ツール及びデータベースの整備, 安全工学シンポジウム 2022, pp.414-417.
- 67) 西脇洋佑 (2022) 過炭酸ナトリウムの混触危険性に関する研究, 安全工学研究発表会, pp.197-198.
- 68) 西脇洋佑, 熊崎美枝子 (2022) 過塩素酸アンモニウム/マグネシウム混合物の湿気による劣化の研究 (II), 火薬学会春季研究発表会講演要旨集, 講演番号 17.
- 69) 西脇洋佑, 熊崎美枝子 (2022) 過塩素酸アンモニウムおよび硝酸グアニジンの吸湿挙動, 火薬学会秋季研究発表会講演要旨集, pp.89-90.
- 70) 西脇洋佑, 山下真央, 熊崎美枝子, 大塚輝人, 佐藤嘉彦 (2022) 反応熱量計におけるヒートパルスを用いた伝熱遅れ補正での発熱源位置の影響, 安全工学シンポジウム 2022, pp.412-413.
- 71) 山下真央, 西脇洋佑, 大塚輝人, 佐藤嘉彦, 熊崎美枝子 (2022) 反応熱量計における新規時定数補正法の適応条件の検討, 安全工学研究発表会, pp.199-200.
- 72) 竹内大貴, 熊崎美枝子, 堀恵一, 松井郁水, 奥雄志, 西脇洋佑 (2022) マグネシウムの反応に与える高電圧の影響, 火薬学会春季研究発表会講演要旨集, 講演番号 15.
- 73) 水谷高彰, 斎藤寛泰 (2022) 充填物が存在する高気密空間内での可燃性ガス爆発特性, 安全工学研究発表会, pp.205-206.
- 74) 八島正明 (2022) 建築用断熱材から発生する熱分解ガス・蒸気中の火炎伝ば, 日本火災学会研究発表会概要集, pp.217-218.
- 75) 八島正明 (2022) 水素化マグネシウム粉じんの発火挙動, 火薬学会春季研究発表会講演要旨集, 講演番号 2.
- 76) 八島正明 (2022) 最近の産業現場における粉じん爆発や火災の事例, 粉体工学会春期研究発表会講演要旨集, pp.86-87.
- 77) 八島正明, 板垣晴彦, 大塚輝人, 佐藤嘉彦, 水谷高彰, 西脇洋佑, 斎藤寛泰, 熊崎美枝子 (2022) トラブル対処作業における爆発・火災の予測と防止に関する研究, 日本職業・災害医学会学術大会抄録集, p.別 91.

- 78) 遠藤雄大 (2022) 液体噴出帯電の簡便な危険性評価方法に関する検討, 安全工学シンポジウム 2022, pp.194-195.
- 79) 遠藤雄大, 崔光石, 仲山朝陽 (2022) ブラシ放電による灯油ミストの着火危険性について, 安全工学研究発表会, pp.51-54.
- 80) 丸野忍, 笹原康平, 遠藤雄大 (2022) 不導体間で発生する静電気放電の着火性評価, 安全工学研究発表会, pp.59-60.
- 81) 庄山瑞季 (2022) 複合電場と振動を利用した粒子の新しい連続分散供給と混合, 粉体工学会春期研究発表会講演要旨集, pp.8-9.
- 82) 庄山瑞季, 太田昌宏, 安田正俊, 松坂修二 (2022) 静電運動制御を利用した乾式粉体の輸送と積層, 化学工学会秋季大会, DD107.
- 83) 庄山瑞季, 太田昌宏, 安田正俊, 松坂修二 (2022) 電場による乾式粉体の均質輸送と積層造形, 静電気学会全国大会, 9pC-11.
- 84) 庄山瑞季, 長田裕生, 鈴木輝夫, 崔光石 (2022) サイロ充てん時における粉体流量と比電荷の関係および静電気放電への影響, 粉体工学会秋期研究発表会, 一般 8.
- 85) 庄山瑞季, 長田裕生, 鈴木輝夫, 崔光石 (2022) 粉体の充填速度がサイロ内の静電気放電に及ぼす影響, 静電気学会全国大会講演論文集, pp.95-96.
- 86) 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫, 崔光石 (2022) コンピュータシミュレーションによる粉体連続投入過程で発生する電界分布の検討(その2), 安全工学シンポジウム 2022, pp.330-333.
- 87) 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫, 崔光石 (2022) 新型クーロンメータによる粉体サイロ内部の突起物からの放電電荷量測定の試み, 静電気学会全国大会講演論文集, pp.97-100.
- 88) 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫, 崔光石 (2022) コンピュータシミュレーションによる粉体連続投入過程で発生する電界分布の検討(その3), 安全工学研究発表会, pp.129-132.
- 89) 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫, 崔光石 (2023) 粉体充てん時に接地金属材料から発生する静電気放電と除電およびエネルギー分散効果, 静電気学会春期講演会論文集, pp.47-48.
- 90) 崔光石, 長田裕生, 鈴木輝夫 (2022) 作業服から発生する静電気放電に関する予備研究, 日本火災学会研究発表会概要集, pp.35-36.
- 91) 崔光石 (2022) 可燃性液体塗料用静電ハンドスプレー装置に関する安全指針 JN10SH-TR-49:2021, 静電気学会全国大会講演論文集, pp.83-84.
- 92) 崔光石, 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫 (2022) 新型クーロンメータを用いたサイロ内部の金属突起物から発生する静電気放電の電荷量測定, 安全工学研究発表会, pp.55-58.
- 93) 飯干璃大, 上野寧子, 佐伯琳々, 金佑勁, 崔光石 (2022) アルミニウムの粉塵爆発における粒径が最小着火エネルギー(MIE)及び最小爆発濃度(MEC)に及ぼす影響, 日本火災学会研究発表会概要集, pp.37-38.
- 94) 三浦崇 (2022) ガラス表面とアルミナ粒体の摩擦静電気の減圧による低減効果, 静電気学会講演論文集, pp.81-82.
- 95) 三浦崇 (2023) 金属試料と無アルカリガラスの摩擦帯電量の測定方法, 電気学会全国大会, IB011-B1.
- 96) 大西明宏 (2022) テールゲートリフター使用時の死亡災害の特徴, 安全工学シンポジウム 2022, pp.376-377.
- 97) 大西明宏 (2022) 改良型ロールボックスパレットの提案, 日本人間工学会大会, 2F3-1.
- 98) 大西明宏, 柴田圭, 高野倉雅人 (2022) トラック荷台部に設置される適切なステップおよびグリップ条件の検討ー降りる際の腰部の動きにもとづく評価ー, バイオメカニズム学術講演会, B5-1.
- 99) 菅知絵美, 北條理恵子 (2022) Well-being の 2 つの見解と協調安全, 安全工学シンポジウム 2022, pp.252-253.
- 100) 菅知絵美, 北條理恵子 (2022) 建設業における作業者の Well-being の介入前後の変化, 日本機械学会年次大会予稿集, S171-05.
- 101) 柴田圭, 大西明宏 (2022) すべりによる転倒リスク評価に向けた簡易足こすり動作による摩擦知覚の評価, 日本人間工学会大会, 2D4-03.

- 102) 島田行恭, 角田博代 (2022) 化学物質の自律的管理に関する考察－危険性と有害性への取り組みの違いから－, 安全工学研究発表会, pp.43-46.
- 103) 島田行恭, 佐藤嘉彦 (2022) 化学物質の危険性に対するリスクアセスメントに基づく自律的管理の取り組みに関する考察, 安全工学シンポジウム 2022, pp.424-427.
- 104) 島田行恭, 佐藤嘉彦, 高橋明子, 板垣晴彦 (2022) 化学物質リスクアセスメント等実施支援策に関する研究, 化学工学会秋季大会, CB107.
- 105) 武田和宏, 渕野哲郎, 斉藤日出雄, 北島禎二, 島田行恭, 井内謙輔 (2022) 変更管理における設計根拠情報を陽に組み込んだ因果関係モデルの提案, 化学工学会秋季大会, CB106.
- 106) 菅間敦, 平内和樹, 倉元昭季, 瀬尾明彦 (2022) しゃがみ姿勢での機能的安定性限界の測定と下肢姿勢を考慮した推定手法の検討, 人間工学, Vol.58 (Suppl.), 2E4-03.
- 107) 菅間敦, 平内和樹, 島田行恭, 高橋明子, 島崎敢, 石垣陽, 中嶋良介, 西野真菜, 三品誠 (2022) 年齢別・経験年数別の労働災害発生率の試算, 安全工学シンポジウム 2022, pp.312-313.
- 108) 菅間敦, 平内和樹 (2022) Mixed Reality を用いた高所作業訓練システムの構築と効果検証に関する基礎的検討, 日本人間工学会関東支部大会講演集, pp.56-57.
- 109) 菅間敦 (2022) ISO 11228-1 規格の概要・リスクアセスメント方法の解説, 第 95 回日本産業衛生学会自由集会 作業関連性運動器障害研究会.
- 110) 石垣陽, 島崎敢, 中嶋良介, 三品誠, 菅間敦, 平内和樹, 島田行恭, 西野真菜, 高橋明子 (2022) イキリ若手とベテランのメタ認知と教育能力向上に向けた挙動の匿名可視化, 安全工学シンポジウム 2022, pp.318-319.
- 111) 高木元也, 蟹澤宏剛 (2022) 厚生労働省が推進する「設計・施工管理を行う技術者等に対する安全衛生教育の支援事業」取り組み報告その 2－建設工学を学ぶ学生向け教材の開発・検証－, 安全工学シンポジウム 2022, pp.452-453.
- 112) 高橋明子, 三品誠 (2022) 建築作業ハザード知覚訓練の効果と精神的負担－360 度映像の提示形態の違いによる比較－, 日本人間工学会大会, 2F3-06.
- 113) 高橋明子, 三品誠, 大工職の建設作業におけるリスクテイキング行動と安全行動の促進要因－インタビュー調査による予備的検討, 日本応用心理学会大会論文集, p.15.
- 114) 高橋明子, 三品誠, 島田行恭, 菅間敦, 平内和樹, 島崎敢, 石垣陽, 中嶋良介, 西野真菜 (2022) 建設作業者の行動に着目した労働災害防止, 安全工学シンポジウム 2022, pp.310-311.
- 115) 西野真菜, 高橋明子, 菅間敦, 平内和樹, 島田行恭, 石垣陽, 島崎敢, 三品誠, 中嶋良介 (2022) 建設現場における作業者に提示する作業手順マニュアルの相違が作業効率と作業安全に及ぼす影響の分析, 安全工学シンポジウム 2022, pp.314-317.
- 116) 平内和樹, 菅間敦 (2022) 突発的な操作反力減少発生時の足の踏み出しが操作力と床反力の経時変化に与える影響の基礎的検討, 日本人間工学会関東支部大会講演集, pp.44-45.
- 117) 平内和樹, 菅間敦 (2022) 操作反力の突発的な減少により生じる作業姿勢変化の時系列特徴の抽出, 人間工学, Vol.58 (Suppl.), 2E2-02.
- 118) 平内和樹, 菅間敦, 瀬尾明彦 (2022) 深層学習による時系列異常検知手法を用いた作業姿勢や動作の変化の検出, 日本経営工学会春季大会予稿集, E09.
- 119) 岩井俊明, 平内和樹, 菅間敦, 高橋明子, 中嶋良介 (2022) 機械学習を用いた脚立作業の分析と危険作業検知システムの開発に関する基礎研究, 日本設備管理学会秋季研究発表大会論文集, pp.12-15.
- 120) 岩井俊明, 平内和樹, 菅間敦, 高橋明子, 中嶋良介 (2022) 機械学習を用いた脚立作業の分析と危険作業検知システムの開発に関する基礎研究, 日本設備管理学会秋季研究発表大会, A-1.1.
- 121) 岩井俊明, 平内和樹, 菅間敦, 高橋明子, 中嶋良介 (2023) 動画像解析と機械学習を活用した脚立作業の危険検知システムの開発に関する研究, 精密工学会春季大会学術講演会, p.33.
- 122) 瀬尾明彦, 平内和樹, 菅間敦 (2022) 保持時間と作業位置の変動が反復持ち上げ作業の連続作業時間に与える影響, 人間工学, Vol.58 (Suppl.), 2E2-05.
- 123) 芳司俊郎, 池田博康, 清水尚憲 (2022) 産業現場への AI 等の導入に関する意識調査, 計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会, 2A2-F16.

- 124) 芳司俊郎, 入沢和, 木村哲也, 齋藤剛, 池田博康 (2022) 小規模事業場の労働災害防止のための簡易リスクアセスメントの提案, 日本機械学会年次大会講演予稿集, S172-02.
- 125) 吉崎滉祐, Luong The Duc, 宮原歩, 芳司俊郎, 五十嵐広希, 勝身俊之, 門脇敏, 木村哲也 (2022) 小型 UAV のプロペラと保護具衝突時の火花発生現象の実験報告, 日本ロボット学会学術講演会予稿集, Vol.40, No.2, G1-01.
- 126) 渡辺裕晃, 甲田茂樹, 佐々木毅, 松葉史子, 伊藤昭好, 原邦夫, 堤明純, 丸山正治, 山口秀樹 (2022) 自治体職場における OSHMS 定着と安全衛生指標や活動への影響評価 第 28 報, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.461.
- 127) 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・災害医学会誌, Vol.70 (Suppl.), p.別 58.
- 128) 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, 抄録なし.
- 129) 小野真理子 (2022) 職場における化学物質管理システムの転換と個人用保護具に期待されること, 国際呼吸保護学会日本支部 2022 年度呼吸保護に関する研究発表会講演抄録集, pp.21-40.
- 130) 伊藤昭好 (2022) 新しい化学物質管理の概要, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.248.
- 131) 緒方裕子(ひろこ), 山田丸, 鷹屋光俊, 小倉勇 (2022) SEM 観察に用いる気中粒子捕集用ポリカーボネートメンブレンフィルターの表面捕集効率に対するサポートパッドの影響評価, 第 61 回日本労働衛生工学会抄録集, pp.94-95.
- 132) 鷹屋光俊 (2022) 六価クロム分析方法の定量下限の再評価, 第 61 回日本労働衛生工学会抄録集, pp.74-75.
- 133) 山田丸, 鷹屋光俊, 村瀬めぐみ (2022) ボルテックスシューカーエアロゾル発生システムを用いた結晶質シリカ検量線用フィルター作成法に関する検討, 第 61 回日本労働衛生工学会抄録集, pp.90-91.
- 134) 山田丸, 鷹屋光俊, 村瀬めぐみ (2022) 結晶質シリカエアロゾル定量のための乾式エアロゾル発生システムを用いた検量線用フィルター作成法の検討, 第 39 回エアロゾル科学・技術研究討論会アブストラクト, B305.
- 135) 天本宇紀, 豊岡達士, 山田丸, 柳場由絵, 王瑞生, 甲田茂樹 (2022) シリカ粒子の炎症誘発性を予測するための赤血球溶血性試験の検討, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.515.
- 136) 天本宇紀, 豊岡達士, 山田丸, 柳場由絵, 王瑞生, 甲田茂樹 (2023) 結晶質シリカ粒子の粒子特性と細胞毒性の関係について, 日本薬学会第 143 年会要旨集, 28P2-am1.
- 137) 王瑞生, 須田恵, 柳場由絵, 祁永剛, 豊岡達士, 甲田茂樹 (2022) マウスにおけるベンジルアルコール吸入ばく露後の体内動態, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.369.
- 138) 小林健一, 柏木裕呂樹, 小林沙穂 (2023) MOCA の反復経皮投与におけるラット血液毒性, 第 93 回日本衛生学会学術総会, 日本衛生学雑誌, Vol.78 (Suppl.), S212.
- 139) 小林沙穂, 小林健一, 柏木裕呂樹 (2022) 芳香族アミン類 MOCA は、分裂期の異常により染色体異数性を引き起こす—MOCA 新規発がんメカニズムの解明—, 第 45 回日本分子生物学会年会, 1P-469.
- 140) 小林沙穂, 小林健一, 柏木裕呂樹, 王瑞生 (2022) 芳香族アミン類 MOCA ラット経口投与によるリンパ組織における細胞周期の予備的解析, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.475.
- 141) 豊岡達士 (2022) 経皮ばく露による遅発性疾患の予防にむけて—物質の物性と皮膚吸収等の関係について, 第 81 回全国産業安全衛生大会, オンデマンド配信 特別報告 2.
- 142) 豊岡達士, 祁永剛, 王瑞生, 甲田茂樹 (2022) 3D ヒト培養皮膚における皮膚透過性が予想外であった物質の毒性について—オルトフェニレンジアミンの皮膚蓄積性と DNA 損傷性に関する研究, 第 49 回産業中毒・生物学的モニタリング研究会抄録集, p.20.
- 143) 豊岡達士, 柏木裕呂樹, 柳場由絵, 馬場本絵未, 後藤裕子, 祁永剛, 王瑞生, 甲田茂樹 (2022) 産業化学物質の皮膚吸収性等と物理化学的特徴の関係に関する検討, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.479.

- 144) 萩永剛, 豊岡達士, 柏木裕呂樹, 王瑞生, 堀口兵剛, 甲田茂樹 (2022) オルトフェニレンジアミンの皮膚吸収性及び DNA 損傷誘導に関する検討, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.368.
- 145) 柳場由絵, 武田知起, 山野荘太郎, 天本宇紀, 山田丸, 久保田久代, 鈴木正明, 齋藤美佐江, 梅田ゆみ, 王瑞生, 甲田茂樹 (2022) 気管内投与による微小な高純度結晶質シリカのラット肺への影響, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.316.
- 146) 高橋正也 (2022) プロジェクト経過報告「過労死等を防ぐための事業場並びに国家の取組」, 日本労働科学学会春季部会, 抄録なし.
- 147) 高橋正也 (2022) プロジェクト報告「過労死等を防ぐための事業場並びに国家の取組」, 日本労働科学学会第 3 回年次大会, 抄録なし.
- 148) 高橋正也 (2022) 2021 年 9 月改正「脳・心臓疾患の労災認定基準について」, 産業医学推進研究会, 関東地方会第 81 回研究会, 抄録なし. .
- 149) 茂木伸之, 高橋正也 (2022) 過労死等の労災認定事案によるトラックドライバーの運行パターンの検討, 第 27 回産業保健人間工学会, 産業保健人間工学研究, Vol.24 (Suppl.), pp.25-26.
- 150) 落合由子, 高橋正也, 松尾知明, 佐々木毅, 佐藤ゆき, 深澤健二, 荒木剛, 土屋政雄, 大塚泰正 (2022) 過去 6 か月間の労働時間状況とその後の睡眠状態との関連, 第 29 回日本行動医学会抄録集, p.33.
- 151) 吉川徹, 石丸知宏, 川上剛, 小木和孝, 佐野友美, 山本秀樹, 吉川悦子 (2022) アジア新興国における労働安全衛生体制の現状と課題: 海外拠点を持つ日本企業における産業保健専門職に求められる基本的な知識, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.287.
- 152) 吉川徹 (2022) ICOH の活動報告、ICOH 会員間の情報交流, 第 95 回日本産業衛生学会 ICOH アクティブメンバーの会(自由集会), 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.287.
- 153) 吉川徹 (2022) 溶接作業者などのフィットテストと法改正に伴うこれからのフィットテストインストラクター (FTI) の課題, 第 95 回日本産業衛生学会 産業部会フィットテスト研究会(自由集会), 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.297.
- 154) 吉川徹 (2022) 日頃の疑問点を聞いてみよう。ー医療機関における産業、保健活動の実践例, 第 95 回日本産業衛生学会 医療従事者のための産業保健研究会(自由集会), 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.294.
- 155) 吉川徹 (2022) 労働安全衛生の最近の動向: 金属アーク溶接等作業者の健康障害防止措置が N95 呼吸器防護具フィットテストに与える影響と医療用マスクの JIS 規格制定, 職業感染制御研究会学術集会プログラム集, p.2.
- 156) 吉川徹 (2022) 新型コロナウイルス感染症の小括ー第 7 波をふりかえりつつ、冬どう迎えるかーCOVID-19 対応と医療従事者の健康安全支援, 第 70 回日本職業・災害医学会会誌, Vol.70 (Suppl.), p.別 85.
- 157) 吉川徹 (2022) 医療・介護・福祉における産業保健チームの役割ー医師の働き方改革の動向を含めー, 第 87 回日本健康学会総会抄録集, pp.20-21.
- 158) 吉川徹 (2022) 労働安全分野における最近の国際動向と小規模事業場で働く魅力, 産業ストレス研究, Vol.30, No.1, p.110.
- 159) 吉川徹 (2022) 基調講演: 金属アーク溶接等作業者の呼吸器保護とフィットテストの重要性ー「厚生労働省告示第 286 号第 3 条」と「改正 JIS T 8150:2021 付属書 JD」を中心にー, 第 10 回日本繊維状物質研究学術集会抄録集, p.44.
- 160) 吉川徹 (2022) 呼吸器保護具のフィットテスト規格と制度、国内普及の課題ー「厚生労働省告示 286 号第 3 条」と「改正 JIS T8150:2021 付属書 JD」を中心にー, 産業衛生技術会研修会, 第 32 回日本産業衛生学会全国協議会講演集, p.155.
- 161) 吉川徹 (2022) 座長の言葉, 新しい時代の働き方と職場環境改善, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.207.
- 162) 吉川徹 (2022) 長時間医師面接指導の実際: 就業区分と指導区分の判定と課題, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.181.
- 163) 吉川徹, 佐々木毅, 高橋正也 (2022) 外食産業における脳・心臓疾患及び精神障害・自殺に関する過労死等労災認定事案の特徴, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.363.

- 164) 吉川徹, 守田祐作, 佐々木毅, 高橋正也 (2022) 日本における脳・心臓疾患の労災補償状況と決定時疾患(2010-2018年度), 日本循環器病予防学会誌, Vol.57, No.2, p.141.
- 165) 岩浅巧, 吉川徹 (2022) 産学官連携によるスポーツワーケーションの取り組みとその成果, 第 72 回日本体育・スポーツ・健康学会大会プログラム, p.77.
- 166) 岩浅巧, 水野基樹, 榎原毅, 吉川徹 (2022) 業界横断的な労働科学的課題「健康経営と地方創生を目指すワーケーションの展望と課題」, 日本労働科学学会第 3 回年次大会抄録集, p.7.
- 167) 吉川悦子, 安部仁美, 吉川徹(2022) 新型コロナウイルス感染症対策における産業保健看護師職に求められるコンピテンシー, 第 32 回日本産業衛生学会全国協議会講演集, p.267.
- 168) 安部仁美, 吉川悦子, 吉川徹(2022) 新型コロナウイルス感染症対策における産業看護職の役割と機能: 質問紙調査, 第 32 回日本産業衛生学会全国協議会講演集, p.267.
- 169) 吉川悦子, 吉川徹, 佐野友美, 森口次郎, 内田陽之, 水本正志, 中嶋知恵, 雑賀絢子, 小島健一, 堤明純 (2022) ストレスチェック制度を活用した遠隔による職場環境改善 IT ツール開発, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.336.
- 170) 高田琢弘, 吉川徹, 佐々木毅, 山内貴史, 高橋正也 (2022) 地方公務員の過労死等に係る公務災害認定事案の職種別の動向:「その他の職員」の内訳, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.457.
- 171) 佐藤和真, 森口次郎, 内田陽之, 小島健一, 佐野友美, 中嶋知恵, 吉川悦子, 吉川徹, 江口尚, 堤明純 (2022) 精神科医へのインタビュー調査による小規模事業場における活力ある働きやすい職場づくりへの方策, 第 32 回日本産業衛生学会全国協議会講演集, p.254.
- 172) 雑賀絢子, 森口次郎, 内田陽之, 水本正志, 中嶋知恵, 小島健一, 佐野友美, 吉川徹, 吉川悦子, 江口尚, 堤明純 (2022) 精神科医へのインタビュー調査による小規模事業場労働者のメンタルヘルスの課題解決策, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.362.
- 173) 守田祐作, 吉川徹, 高橋正也 (2022) 脳・心臓疾患の労災補償申請事案における脳内出血の部位と過重労働の関連, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.313.
- 174) 石崎由希子, 吉川徹 (2022) 建設アスベスト訴訟を振り返る, 産業保健法学会誌, Vol.2 (Suppl.2), p.75.
- 175) 立石清一郎, 吉川悦子, 森晃爾, 吉川徹, 五十嵐侑, 井上俊介, 安部仁美 (2022) 新たな新興感染症発症時に産業保健スタッフが対応すべきこと, 第 32 回日本産業衛生学会全国協議会, 産業保健研究会 (自由集会) 講演集, p.205.
- 176) 鈴木一弥, 吉川徹 (2022) 副業・兼業と労働者の健康に関する実証的研究の文献検討, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.309.
- 177) 井澤修平, 吉川徹, 中村菜々子, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2022) 職場環境改善とメンタルヘルスの関連:大規模データを利用した職種ごとの検討, 第 29 回日本行動医学会学術総会抄録集, p.34.
- 178) 井澤修平, 吉川徹, 中村菜々子, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2022) 職場環境改善の経験とメンタルヘルスの関連:ウェブによる横断的調査, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.446.
- 179) 森石千尋, 前田駿太, 井澤修平, 嶋田洋徳 (2022) 社交不安における負担感の知覚と所属感の減弱が慢性ストレス状態に及ぼす影響, 日本心理学会第 86 回大会, p.296.
- 180) 森石千尋, 前田駿太, 井澤修平, 嶋田洋徳 (2022) 慢性ストレスの変化を測定する指標としての爪コルチゾールの妥当性の検討, 第 29 回日本行動医学会学術総会抄録集, p.46.
- 181) 川崎幹子, 中田光紀, 井澤修平 (2022) 被服製造労働者の爪内のコルチゾール値による仕事のストレス評価, 第 38 回日本ストレス学会学術総会, ストレス科学, Vol.37, No.2, p.50.
- 182) 筒井順子, 中村菜々子, 井澤修平, 吉川徹, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2022) 月経前症状に対する市販薬使用の有無と職務パフォーマンスの関連性, 第 29 回日本行動医学会学術総会抄録集, p.31.
- 183) 久保智英, 松元俊 (2022) 職場の疲労特性を踏まえたオーダーメイドの現場介入調査:3交代勤務の看護師調査の事例, 産業疲労研究会第 96 回定例研究会, 抄録なし.
- 184) 久保智英, 川上澄香, 井澤修平, 松元俊, 佐々木毅, 吉川徹 (2022) 病院勤務者の離職意向と新型コロナの院内対策における実施数と満足度, 第 70 回日本職業・災害医学会学術総会, Vol.70 (Suppl.), p.99.

- 185) 久保智英, 池田大樹, 井澤修平, 土屋正雄, 三木圭一, 高橋正也 (2022) 勤務時間外の仕事メールの頻度と勤務間インターバルの長さからみた IT 労働者の疲労回復, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.395.
- 186) 川上澄香, 久保智英, 井澤修平, 吉川徹 (2022) 新型コロナウイルス感染症流行時における病院職員のメンタルヘルスの横断調査, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.393.
- 187) 吉野友実子, 佐藤凜, 石井佑果, 鈴木知沙菜, 内田杏子, 大泉玲奈, 小山はるな, 町田心, 緒形友里, 寺内恵美子, 峰村貴央, 佐藤ゆき, 佐藤彩, 小西敏郎, 鈴木礼子 (2022) 大学生の食環境とカルシウム摂取量との関連について, 第 69 回日本栄養改善学会学術総会, p.70.
- 188) 近藤亜水美, 嶋原美智子, 鈴木礼子, 鈴木智恵子, 大岩沙希, 佐藤ゆき (2022) コロナ禍における学童の食生活に関する実態調査(第 2 報), 第 69 回日本栄養改善学会学術総会, p.221.
- 189) 佐藤ゆき, 高橋正也, 落合由子, 松尾知明, 佐々木毅, 深澤健二 (2023) JNIOOSH コホート研究の進捗と中間分析結果ー労働時間と健康状態の年代別・性別の特徴ー, 第 33 回日本疫学会学術総会要旨集, p.170.
- 190) 嶋原美智子, 近藤亜水美, 鈴木礼子, 鈴木智恵子, 大岩沙希, 佐藤ゆき (2022) コロナ禍における学童の食生活に関する実態調査(第 1 報)保護者の意識から児童の食生活改善, 第 69 回日本栄養改善学会学術総会, p.221.
- 191) 青木のぞみ, 横川博英, 鈴木麻衣, 佐藤ゆき, 内藤俊夫 (2022) 地域住民のスギ花粉アレルギー抗体価と茶類摂取に関する検討, 第 680 回関東内科学地方会, 抄録なし.
- 192) 青木のぞみ, 横川博英, 鈴木麻衣, 佐藤ゆき, 内藤俊夫 (2022) 東日本大震災被災地における高血圧患者の降圧達成状況と降圧未達成の関連要因の検討, 第 119 回日本内科学会講演会, 抄録なし.
- 193) 鈴木知沙菜, 関根彩乃, 吉野友実子, 石井佑果, 小山はるな, 内田杏子, 大泉玲奈, 町田心, 緒形友里, 寺内恵美子, 峰村貴央, 佐藤ゆき, 佐藤彩, 小西敏郎, 関根愛莉, 鈴木礼子 (2022) 大学生の食物繊維摂取量についてー新型コロナウイルス感染症流行前後比較および食環境・生活状況との検討ー, 第 69 回日本栄養改善学会学術総会, p.69.
- 194) 西村悠貴 (2022) 働くヒトの生理人類学, 日本生理人類学会第 83 回大会若手シンポジウム抄録集, p.29.
- 195) 西村悠貴, 山内貴史, 佐々木毅, 吉川徹, 高橋正也 (2022) 労災自殺事案の病院受診率と関連する要因についての探索的研究, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.59.
- 196) 西村悠貴, 大橋路弘, 江藤太亮, 林小百合, 元村祐貴, 樋口重和, 高橋正也 (2022) 模擬的夜勤時のセルフモニタリングとクロノタイプとの関連について, 日本生理人類学会第 83 回大会抄録集, p.80.
- 197) 西村悠貴, 池田大樹, 松元俊, 井澤修平, 川上澄香, 玉置應子, 益田早苗, 久保智英 (2022) 夜勤・交代勤務看護師における夜勤時のセルフモニタリング成績低下について, 第 40 回日本生理心理学会予稿集, p.24.
- 198) 林小百合, 西村悠貴, 池田悠稀, 中島弘貴, 江頭優佳, 請園正敏, 魚野翔太, 岡田俊, 樋口重和 (2022) 歩容の美しさと身体動作の認知プロセス, 日本心理学会第 86 回大会抄録集, 4AM-019-PG.
- 199) 松元俊, 久保智英, 井澤修平, 池田大樹 (2022) 不規則勤務トラックドライバーの労働睡眠条件と職場での血圧の関連, 日本睡眠学会第 47 回定期学術集会抄録集, p.229.
- 200) 松元俊, 久保智英, 池田大樹, 井澤修平, 高橋正也 (2022) トラックドライバーの出勤時血圧管理の重要性, 第 70 回日本職業・災害医学会学術総会, Vol.70 (Suppl.), p.91.
- 201) 松元俊, 久保智英, 池田大樹, 井澤修平, 高橋正也 (2022) 長距離トラックドライバーの勤務中血圧値の変化とその要因の検討, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.396.
- 202) 松元俊, 久保智英, 池田大樹, 劉欣欣 (2022) 不規則勤務を行う地場トラックドライバーの疲労進展要因: パネルデータを用いた検討, 産業疲労研究会第 96 回定例研究会, 抄録なし.
- 203) 茂木伸之, 松元俊, 久保智英, 井澤修平, 池田大樹, 高橋正也, 甲田茂樹 (2022) トラックドライバーの労災認定事案における精神障害等の発症についての検討, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.391.
- 204) 安彦泰進 (2022) 活性炭を利用した有機溶剤蒸気捕集剤における脱着率の濃度依存性, 第 35 回日本吸着学会研究発表会講演要旨集, p.82.
- 205) 安彦泰進 (2023) 作業環境測定における活性炭捕集剤と有機溶剤脱着率の濃度依存性, 日本化学会第 103 春季年会講演予稿集, P3-2pm-08.

- 206) 井上直子 (2022) 親水性相互作用液体クロマトグラフィー／質量分析法による芳香族アミン分析条件の検討, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.476.
- 207) 上野哲, 中森知毅, 中村俊介, 野口英一 (2022) 熱中症救急搬送の発生場所と暑熱ばく露の場所との比較, 第 93 回日本衛生学会学術総会, 日本衛生学雑誌, Vol.78 (Suppl.), S175.
- 208) 上野哲, 中森知毅, 中村俊介, 野口英一 (2022) 熱中症による救急搬送者と確定診断で熱中症だった来院患者数との比較, 日本職業・災害医学会会誌, Vol.70 (Suppl.), p.別 115.
- 209) 上野哲, 早野大輔, 野口英一, 有賀徹 (2022) 熱中症による救急搬送者数に及ぼす年齢と夏季気象条件の地域差の影響, 第 70 回日本職業・災害医学会学術大会 労働安全衛生研究報告基調講演, 日本職業・災害医学会会誌, Vol.70 (Suppl.), p.別 90.
- 210) 上野哲 (2022) 年齢と地域気候差が熱中症発症に与える影響, 日本産業衛生学会温熱環境研究会, 電子版.
- 211) 加部勇, 安福慎一, 小嶋純, 松村芳美 (2022) 使用期限切れ「使い捨て式防じんマスク」の性能試験結果, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.517.
- 212) 高橋潤也, 中島均, 藤井信之, 小嶋純 (2022) アルミニウム合金薄板の溶接部における継手性能と施工環境の両方を考慮した溶接施工法の検討, 第 61 回日本労働衛生工学会抄録集, pp.80-81.
- 213) 齊藤宏之, 澤田晋一 (2022) 電子式 WBGT 計の主たる誤差要因としての自然湿球温度の推定方法についての検討(第四報)日射の強弱に依る係数および有効性の検証, 第 61 回日本生気象学会大会, 日本生気象学会雑誌, Vol.59, No.2, p.S35.
- 214) 齊藤宏之, 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.
- 215) 齊藤宏之, 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, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.347.
- 216) 齊藤宏之 (2022) オフィスビルの空気環境と健康影響～空気環境を適切に保つことの重要性, 第 32 回日本労働衛生学会全国協議会遠隔産業衛生研究会(自由集会), 日本産業衛生学会全国協議会講演集, p.206.
- 217) 齊藤宏之 (2022) 日本生気象学会「日常生活における熱中症予防指針」－WBGT 簡易推定図の改訂について－, 第 2 回日本産業衛生学会温熱環境研究会抄録集, pp.2-7.
- 218) 高谷一成, 的場史朗, 鈴木規道, 中山誠健 (2022) 室内空气中の揮発性有機化合物の多成分同時分析のためのイオン付着法を用いたイオン移動度分析装置の開発 II, 第 10 回イオン移動度学会, 抄録なし.
- 219) 高谷一成, 萩原正義, 的場史朗, 鷹屋光俊, 柴田延幸, 小泉哲夫 (2022) イオン移動度分析装置を用いたトルエンのリアルタイム分析, 第 47 回原子衝突学会年会講演概要集, p.92.
- 220) 山口さち子 (2022) 放射線科業務における身体負荷の状況調査, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.472.
- 221) 池田大樹 (2022) With/After コロナ時代の研究活動における知恵と課題:実験研究の立場から, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.223.
- 222) 池田大樹, 久保智英, 井澤修平, 西村悠貴 (2022) 勤務時間外の仕事の連絡と在宅勤務頻度が IT 労働者の心身に及ぼす影響に関する横断調査, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.396.
- 223) 岩切一幸, 外山みどり, 高橋正也, 劉欣欣 (2022) 腰痛を有する介護者の労働生活の質(QWL)に関わる要因, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.481.
- 224) 蘇リナ, 松尾知明 (2022) 労働者の体力評価と健康増進, 日本労働科学学会春季部会, 抄録なし.
- 225) 蘇リナ, 村井史子, 松尾知明 (2022) 労働者の座位時間評価方法の検討～activPAL、オムロン活動量計、WLAQ(調査票)を用いた横断的検討～, 第 24 回日本運動疫学会学術総会抄録集, p.40.
- 226) 蘇リナ, 村井史子, 中村有里, 松尾知明 (2022) 労働者の健康管理ツールとして開発したステップテストによる心肺持久力と心血管疾患リスクとの関係, 第 77 回日本体力医学会大会抄録集, p.239.
- 227) 蘇リナ, 村井史子, 藤居学, 渡辺早苗, 松尾知明 (2022) 労働者の心肺持久力と勤務中座位行動が心血管疾患リスクと年間医療費に及ぼす影響－日本 AIG グループの健診情報とレセプトデータを用いた検討－, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.58.

- 228) 村井史子, 蘇リナ, 松尾知明 (2022) 大規模疫学調査に向けた「労働者生活活動時間調査票(JNIOH-WLAQ)」の Web 化, 第 24 回日本運動疫学会学術総会抄録集, p.41.
- 229) 村井史子, 蘇リナ, 松尾知明 (2022) 労働者生活活動時間調査票(JNIOH-WLAQ)の Web システム構築, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.69.
- 230) 中村有里, 蘇リナ, 村井史子, 松尾知明 (2022) メタボリックシンドローム改善に向けた遠隔指導型生活習慣改善プログラムの効果, 第 77 回日本体力医学会大会抄録集, p.234.
- 231) 杜唐慧子, 岩切一幸, 外山みどり, 時澤健, 小山冬樹, 藤居学, 玉野絵利奈 (2022) 在宅勤務者の作業環境・情報機器端末ごとの自覚症状および作業効率に関する調査, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.485.
- 232) 時澤健 (2023) インナーの浸潤と衣服内換気による蒸散性熱放散の亢進は高温高湿環境下の暑熱負担を減少させる, 第 100 回日本生理学会大会要旨集, 電子版.
- 233) 時澤健 (2022) インナーの浸潤と衣服内換気の組み合わせによる新しい暑熱下運動時の身体冷却, 第 77 回日本体力医学会要旨集, p.267.
- 234) 時澤健 (2022) 衣服内換気とインナーの浸潤による蒸散性熱放散の亢進は深部体温の上昇と発汗量を半減させる, 温度生理学研究会要旨集, p.10.
- 235) 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.
- 236) 松尾知明, 蘇リナ, 村井史子 (2022) 重回帰モデルを用いた心肺持久力推定法の課題, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.59.
- 237) 松尾知明, 蘇リナ, 村井史子, 西村悠貴, 日野俊介, 水上勝義 (2022) 労働者の精神的体力(Mental Fitness)に関する質的研究, 第 77 回日本体力医学会大会抄録集, p.237.
- 238) 劉欣欣, 池田大樹, 小山冬樹, 高橋正也 (2022) 勤務中の心血管系負担の評価に脈圧は有用か: 模擬長時間労働を用いた実験研究, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.483.
- 239) 木内敬太, 康シン, 西村良太, 篠山学, 松本和幸 (2023) 就業者の精神的ストレス評価のための標準化面談手法の開発に向けた試み, 第 93 回日本衛生学会学術総会, 日本衛生学雑誌, Vol.78 (Suppl.), S221.
- 240) 木内敬太 (2022) 仕事関連の反芻思考と心理的ディタッチメントに関する研究の展望, 第 86 回日本心理学会大会抄録集, 3AM-085-PQ.
- 241) 木内敬太, 吉川徹, 高橋正也 (2022) 精神障害に関する労災認定事案の分類, 第 95 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.64 (Suppl.), p.460.
- 242) 小林秀行 (2022) 労働者の生活上の機会拡大とワークライフバランス, 第 42 回日本看護科学学会学術集会抄録, pp.686-687.
- 243) 小林秀行, 高橋正也 (2022) 就業者のケイパビリティと属性の関連の検討, 第 81 回日本公衆衛生学会総会抄録, p.251.

3. 学会活動等

表 2-17 国際学会の活動への協力

役職名等	氏名
1) International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE) TC305: Megacities 委員	吉川 直孝
2) International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE) TC204: Underground Construction in Soft Ground 委員	吉川 直孝
3) International Tunnelling and Underground Space Association (ITA) WG5 Health and Safety in Works Member Nation	吉川 直孝
4) International Congress on Occupational Health Scientific Committee (Thermal Factor) Member	上野 哲

役職名等	氏名
5) Collegium Ramazzini Emeritus Member	大久保利晃
6) Faculty of Occupational Medicine, Loyal Academy of Physicians, London Honorary Fellow	大久保利晃
7) International Commission on Occupational Health Honorary Member	大久保利晃
8) Working Time Society 選任理事	高橋 正也
9) IEEE Magnetics Society Publicity Committee, Technical Committee, Standard Committee Member	山口さち子
10) International Commission on Occupational Health 日本セクレタリ	吉川 徹
11) Joint Congress of ICHO-WOPS & APA-PFAW2023 日本実行委員	吉川 徹

表 2-18 国内学会の活動への協力

役職名等	氏名
1) 特定非営利活動法人 安全工学会 理事, 学術委員会 副委員長, 静電気災害防止研究会 主査, 国際交流 WG 主査, APSS 2023 日本側組織委員会 委員 静電気災害防止研究会 副主査, 研究発表会実行委員会 委員, 将来構想委員会 委員 企画委員会 委員	崔 光石 遠藤 雄大 大塚 輝人
2) 特定非営利活動法人 臨床トンネル工学研究所 技術研究部会 肌落ち防止小委員会 委員, トンネル建設における安全衛生のあり方に関する研究小委員会」 オブザーバー	吉川 直孝
3) 公益社団法人 地盤工学会 地盤設計・施工基準委員会 委員 TC105 国内委員会 委員 代議員, 関東支部研究委員会グループ 幹事, 関東支部防災戦略の意思決定プロセスに資 する総合的な自然災害安全性指標(GNS)実現に関する研究委員会 幹事	玉手 聡 吉川 直孝 平岡 伸隆
4) 公益社団法人 土木学会 鋼構造委員会 鋼構造架設設計施工指針改定小委員会 委員, 安全問題研究委員会土木工事安全小委員会 委員, 土木広報センター 委員 安全問題研究委員会 幹事長 安全問題研究委員会 委員 安全問題研究委員会土木工事安全小委員会 幹事長, トンネル工学委員会 職域委員, トンネル工学委員会技術小委員会地下建設における地盤リスクマネジメント検討部会 幹事 斜面工学研究小委員会 委員 構造工学委員会若手構造連絡小委員会 委員	大幢 勝利 高橋 弘樹 平岡 伸隆 吉川 直孝 平岡 伸隆 金 恵英
5) 公益社団法人 日本地すべり学会 斜面動態モニタリングデータに基づく崩壊発生予測研究小委員会 委員	平岡 伸隆
6) 公益社団法人 日本材料学会 フラクトグラフィ部門委員会 委員長, 高温強度部門委員会損傷評価 WG 委員	山際 謙太
7) 公益社団法人 日本火災学会 常務理事, 刊行委員会 委員長	佐藤 嘉彦
8) 公益社団法人 化学工学会 安全部会運営委員会 委員	島田 行恭
9) 一般社団法人 火薬学会 評議員, 爆発安全専門部会 委員 火工品専門部会 委員, 企画委員会 委員, 自動車用安全部品専門部会 委員	佐藤 嘉彦 西脇 洋佑

	役 職 名 等	氏 名
10)	一般社団法人 日本建築学会 仮設構造計画小委員会 委員, 仮設構造運営委員会 委員	日野 泰道
11)	一般社団法人 日本風工学会 風災害研究会 委員 風工学シンポジウム審査委員会 委員	大幢 勝利, 高橋 弘樹 金 惠英
12)	一般社団法人 日本機械学会 産業・化学機械と安全部門 代議員 産業・化学機械と安全部門 運営委員 標準事業委員会 委員	芳司 俊郎 濱島 京子 柴田 延幸
13)	一般社団法人 日本人間工学会 代議員 関東支部委員会 委員 関東支部 評議員 小中学校等における ICT 機器活用の人間工学ガイドライン検討委員会 委員	大西 明宏, 岩切 一幸 大西 明宏, 高橋 明子, 岩切 一幸 吉川 徹 外山みどり
14)	一般社団法人 静電気学会 代議員 放電基礎研究委員会 幹事	崔 光石 遠藤 雄大
15)	一般社団法人 日本粉体工業技術協会 粉じん爆発委員会 委員	崔 光石
16)	一般社団法人 日本トンネル技術協会 ITA 小委員会 幹事, 同展示 WG 主査, 安全環境小委員会 幹事	吉川 直孝
17)	一般社団法人 日本品質管理学会 社会基盤型運輸システム品証研究会 主査, 信頼性・安全性計画研究会 委員	岡部 康平
18)	日本ばね学会 ばね等の破面解析研究会 主査	山際 謙太
19)	日本プラント・ヒューマンファクター学会 評議員	島田 行恭
20)	バイオメカニズム学会 評議員	大西 明宏
21)	公益社団法人 日本産業衛生学会 名誉会員 代議員 甲田茂樹, 鷹屋光俊, 伊藤昭好, 山本健也, 吉川徹, 豊岡達士, 齊藤宏之, 久保智英, 中村憲司, 上野哲, 山田丸 学術委員会 委員, 広報委員会 委員 久保 智英 広報委員会 委員 齊藤 宏之 産業衛生技術部会 幹事 伊藤 昭好, 齊藤 宏之 産業衛生技術部会 事務局長, 広報委員長 齊藤 宏之 産業衛生技術部会 企画運営委員 齊藤 宏之, 中村 憲司 許容濃度等委員会 委員 山本 健也, 伊藤 昭好 許容濃度等に関する委員会 紫外線放射の許容基準に関する WG 豊岡 達士 ダイバーシティ推進委員会 委員 中村 憲司 関東地方会 幹事 山本 健也, 中村 憲司 関東産業衛生技術部会 副部長 齊藤 宏之 関東産業衛生技術部会 世話人 中村 憲司, 齊藤 宏之 作業関連性運動器障害研究会 副代表世話人 岩切 一幸 作業関連性運動器障害研究会 世話人 菅間 敦 電磁界下での作業による健康リスク研究会 幹事補佐 山口さち子 産業疲労研究会 代表世話人 松元 俊 産業疲労研究会 世話人 劉 欣欣, 久保 智英 医療従事者のための産業保健研究会 世話人 吉川 徹 遠隔産業衛生研究会 世話人 齊藤 宏之 温熱環境研究会 世話人 齊藤 宏之	大久保利晃

役職名等	氏名
若手研究者の会 世話人	池田 大樹
労働衛生国際協力研究会 世話人	吉川 徹
産業中毒・バイオロジカルモニタリング研究会 世話人	王 瑞生, 豊岡 達士
22) 公益社団法人 日本騒音制御工学会 評議員, 低周波音分科会 主査, 研究部会 委員	高橋 幸雄
23) 公益社団法人 日本心理学会 精神神経内分泌免疫学研究会 幹事	井澤 修平
24) 特定非営利活動法人 健康開発科学研究会 名誉会長	大久保利晃
25) 特定非営利活動法人 日本人生哲学感情心理学会 キャリアコンサルタント更新講習 運営委員, 研究倫理審査委員会 委員長	木内 敬太
26) 一般社団法人 日本環境感染学会 評議員, 職業感染制御委員会 副委員長	吉川 徹
27) 一般社団法人 日本救急医学会 熱中症および低体温症に関する委員会 外部委員, 熱中症診療ガイドライン 2024 編集タスクフォース 外部委員	上野 哲
28) 一般社団法人 日本産業精神保健学会 理事, 医療従事者の産業精神保健支援委員会 副委員長	吉川 徹
29) 一般社団法人 日本睡眠学会 幹事	高橋 正也
30) 一般社団法人 日本臨床睡眠医学会 副理事長	高橋 正也
31) 一般社団法人 日本体力医学会 評議員	松尾 知明, 時澤 健
32) 一般社団法人 電気学会 電磁界の健康リスク分析調査専門委員会 委員, 次世代ヘルスケアのための磁気による挑戦的技術調査専門委員会 委員, 先進的な電磁界ばく露評価基盤技術動向調査専門委員会 委員	山口さち子
33) 一般社団法人 磁気共鳴医学会 代議員, 安全性評価委員	山口さち子
34) 日本行動医学会 評議員 利益相反委員会 委員, 学術総会 大会実行委員	高橋 正也, 井澤 修平 井澤 修平
35) 日本ストレス学会 評議員	吉川 徹, 井澤 修平
36) 日本産業ストレス学会 評議員	吉川 徹
37) 日本産業保健法学会 参与	大幢 勝利, 吉川 直孝, 高橋 正也
38) 日本職業・災害医学会 評議員	上野 哲
39) 日本生理人類学会 代議員	岩切 一幸, 劉 欣欣, 小山 冬樹, 西村 悠貴
40) 日本生理心理学会 評議員	井澤 修平
41) 日本先天異常学会 評議員, 神経発生毒性学委員会 委員, 神経管閉鎖障害に関する理事長特命 WG 委員, 教育委員会 委員, 生殖発生毒性東京セミナー 実行委員	小林 健一

	役 職 名 等	氏 名
42)	日本労働衛生工学会 副会長 理事	鷹屋 光俊 鷹屋 光俊, 中村 憲司, 齊藤 宏之
43)	局所排気装置等労働衛生工学研究会 運営委員	小嶋 純
44)	炭素材料学会 エコカーボン研究会 幹事	安彦 泰進
45)	労働時間日本学会 会長 事務局 ボードメンバー	高橋 正也 池田 大樹 松元 俊
46)	日本環境変異原学会 評議員	豊岡 達士
47)	日本生気象学会 熱中症予防研究会 委員	時澤 健, 齊藤 宏之
48)	日本健康支援学会 評議員, 優秀論文賞審査委員会 委員	松尾 知明
49)	原子衝突学会 庶務委員	高谷 一成
50)	日本経済政策学会 関東部会 幹事	小林 秀行
51)	その他 Testis Workshop 精子形成・精巣毒性研究会 評議員 医療勤務環境マネジメント研究会 監事 公益社団法人 自動車技術会 ヒューマンファクター委員 日本ブリーフセラピー協会 事務局員 フィットテスト研究会 産業部会 代表 寛容と連携の日本動機づけ面接学会 理事 職業感染制御研究会 副理事長 日本実行機能コーチング協会 理事	大谷 勝己 吉川 徹 鈴木 一弥 木内 敬太 吉川 徹 木内 敬太 吉川 徹 木内 敬太

表 2-19 国際誌編集委員等(Industrial Health 誌を除く)

	雑誌名(学会・発行機関)	氏 名
1)	International Journal of Environmental Research and Public Health	菅間 敦
2)	Principles and Methods of Assessing the Work Environment, Scientific Board (CIOP-PIB)	柴田 延幸
3)	Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, Member of Editorial Board (Sage Publishing Company)	高橋 幸雄
4)	Journal of Occupational Health, Associate Editor (日本産業衛生学会)	齊藤 宏之
5)	Environmental and Occupational Health Practice, Associate Editor (日本産業衛生学会)	齊藤 宏之
6)	Journal of Occupational Health, Editors, Associate Editor (日本産業衛生学会)	劉 欣欣
7)	Journal of Physiological Anthropology, Editors, Associate Editor (日本生理人類学会)	劉 欣欣
8)	Journal of Occupational Health, Associate Editor (日本産業衛生学会)	時澤 健
9)	Frontiers in Physiology, Review Editor (Frontiers Media)	時澤 健
10)	The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine, 編集委員	松尾 知明
11)	Congenital Anomalies Clinical and Laboratory Research, Expert Reviewer (Japanese Teratology Society)	大谷 勝己

雑誌名(学会・発行機関)	氏名
12) The Journal of Toxicological Sciences, Editorial Board (The Japanese Society of Toxicology)	小林 健一
13) Fundamental Toxicological Sciences, Editorial Board (The Japanese Society of Toxicology)	小林 健一
14) Journal of Reproduction and Development, Editorial Board (The Society for Reproduction and development)	小林 健一
15) Congenital Anomalies, Editors, Associate Editor (The Japanese Teratology Society)	小林 健一
16) Scandinavian Journal of Work and Environmental Health, 編集委員 (Nordic Association of Occupational Safety and Health)	高橋 正也
17) Journal of Occupational Health, 編集委員・査読者 (Wiley)	高橋 正也
18) Environmental and Occupational Health Practice, 編集委員 (Wiley)	高橋 正也
19) Journal of Work Health and Safety Regulation, 参与・査読者(日本産業保健法学会)	高橋 正也
20) Journal of Occupational Health, Field Editor (The Japan Society for Occupational Health)	久保 智英
21) Environmental and Occupational Health Practice, Associate Editor (The Japan Society for Occupational Health)	久保 智英
22) International Journal of Environmental Research and Public Health, Guest Editor of Special Issue "Rethinking Occupational Fatigue and Recovery: Towards Sustainable Healthy Work" (MDPI)	久保 智英
23) Journal of Occupational Health, Associate Editor	井澤 修平
24) Journal of Physiological Anthropology, 編集担当幹事 (BMC)	西村 悠貴

表 2-20 国内誌編集委員等(労働安全衛生研究誌を除く)

雑誌名, (学会・発行機関)	氏名
1) クレーン 編集委員長, (日本クレーン協会)	山際 謙太
2) Jitsu・ten 実務&展望 編集委員, (ボイラ・クレーン安全協会)	山口 篤志
3) 土木学会論文集 選考委員会 委員, (土木学会)	大幢 勝利
4) 土木学会論文集 編集調整会議 委員, (土木学会)	大幢 勝利
5) 土木学会論文集 F6(安全問題) 編集小委員会委員長, (土木学会)	大幢 勝利
6) 土木学会論文集 F6(安全問題) 編集委員, (土木学会)	大幢 勝利, 高橋 弘樹
7) 土木学会論文集 F1(トンネル工学) 編集小委員会幹事長, (土木学会)	吉川 直孝
8) 土木学会論文集 C(地圏工学) 編集小委員会委員, (土木学会)	平岡 伸隆
9) 火災 編集小委員会委員, (日本火災学会)	八島 正明
10) 静電気学会誌 編集委員, (静電気学会)	遠藤 雄大
11) 人間工学 査読委員, (日本人間工学会)	菅間 敦
12) 電気学会論文誌 編集専門第一部会委員, (電気学会)	山口さち子
13) 先天異常 編集委員, (日本先天異常学会)	小林 健一
14) 日本職業・災害医学会誌 編集委員, (独立行政法人労働者健康安全機構)	上野 哲
15) 労働衛生工学 編集委員長, (日本労働衛生工学会)	齊藤 宏之
16) 産業衛生学雑誌 編集委員, (日本産業衛生学会)	齊藤宏之, 時澤健, 久保智英
17) 関東地方会ニュース 編集委員, (日本産業衛生学会)	山本 健也
18) 電気学会誌 6月号特集 チーフエディタ, (電気学会)	山口さち子
19) スポーツ科学研究 編集委員, (早稲田大学)	時澤 健
20) 体力科学 編集委員, (日本体力医学会)	松尾 知明
21) 作業環境 編集委員長, (日本作業環境測定協会)	鷹屋 光俊
22) エアロゾル研究 編集委員, (日本エアロゾル学会)	山田 丸
23) 繊維状物質研究 編集委員, (日本繊維状物質研究協会)	中村 憲司
24) 労働衛生工学 編集委員, (日本労働衛生工学会)	中村 憲司
25) 産業保健と看護 編集同人, (メディカ出版)	吉川 徹

雑誌名, (学会・発行機関)	氏 名
26) 産業精神保健 編集委員, (日本産業精神保健学会)	吉川 徹
27) REBT 研究 編集委員会事務局長, (日本人生哲学感情心理学会)	木内 敬太
28) 行動医学研究 編集委員, (日本行動医学会)	池田 大樹, 井澤 修平
29) Journal of Health Psychology Research 副編集委員長, (日本健康心理学会)	井澤 修平
30) 産業ストレス研究 編集委員, (日本産業ストレス学会)	井澤 修平
31) ストレス科学 編集委員, (日本ストレス学会)	井澤 修平
32) 小児保健研究 編集委員, (日本小児保健協会)	佐藤 ゆき

表 2-21 職員が授与された表彰及び学位等

内容	氏 名
1) Society of Instrument and Control Engineers (SICE2022), International Award Finalist	岡部 康平
2) 消防庁 消防防災科学技術賞(一般の部/消防防災機器の開発・改良) 優秀賞	崔 光石
3) 安全工学会 安全工学論文賞	遠藤 雄大, 崔 光石
4) 計測自動制御学会 学術講演会 SI 2022 優秀講演賞	岡部 康平, 堀 智仁
5) マテリアルライフ学会 論文賞	緒方 公俊
6) 地盤工学会 研究発表会優秀論文発表者賞	平岡 伸隆
7) 安全工学会 学術技術奨励賞	遠藤 雄大
8) 日本人間工学会 トップ10%査読者賞	菅間 敦
9) 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門優秀講演賞	芳司俊郎, 池田博康, 清水尚憲
10) 日本機械学会 産業・化学機械と安全部門 表彰	菅知絵美, 北條理恵子, 高木元也
11) 中央労働災害防止協会 緑十字賞	吉川 徹
12) 日本人間工学会 功労賞	外山みどり
13) 日本産業衛生学会 優秀論文賞	小嶋 純
14) 日本産業衛生学会 優秀論文賞	豊岡 達士
15) 日本産業衛生学会 若手優秀演題賞	天本 宇紀

4. インターネット等による調査・研究成果情報の発信

表 2-22 研究所刊行物の発行状況

刊行物名称	規格	発行部数
1) Industrial Health	Vol.60 No.3	A4 96 頁 350
	Vol.60 No.4	A4 213 頁 350
	Vol.60 No.5	A4 95 頁 350
	Vol.60 No.6	A4 110 頁 350
	Vol.61 No.1	A4 88 頁 350
	Vol.61 No.2	A4 148 頁 350
	2) 労働安全衛生研究	Vol.15 No.2
Vol.16 No.1		A4 105 頁 1 350
3) 特別研究報告	JNOSH-SRR-No.52 (2022)	A4 182 頁 500
4) 技術指針	JNOSH-TR-No.50 (2022)	A4 12 頁 1 000
5) 技術資料	JNOSH-TD-No.8 (2022)	A4 120 頁 500
6) 安衛研ニュース	No.159~No.170	メール形式 21 262
7) 令和3年度年報	A4 194 頁	1 100



Industrial Health



労働安全衛生研究

表 2-23 テレビ・ラジオ放送による報道

発表先	氏名
1) 毎日放送・サタデープラス, あなただけに! ご当地お天気プラスコーナー「静電気と湿度の関係に関する情報提供」, 2022年10月~2023年2月放映.	遠藤 雄大
2) NHK ラジオ深夜便, 過労死を繰り返さないために 働く人や家族、職場に何ができるのか 遺族や専門家に聞く, 11月30日.	高橋 正也

表 2-24 新聞・雑誌等による報道

発表先	氏名
1) 輸送経済, 現場を変える強い味方第7回「転倒など事故を防止」, 4月19日.	大西 明宏
2) 物流ニッポン, ロールボックスパレットの労災防止 荷主と共通認識形成, 11月11日.	大西 明宏
3) 朝日新聞「ブラックボックスだった」過労死報告、分析でみえた26の過労 兆候, 6月5日デジタル, 6月8日夕刊.	久保 智英, 松元 俊, 池田 大樹
4) Architecture Roofing Sealing (株式会社新樹社)「建設現場における暑熱下の熱中症対策」, 7月25日号.	齊藤 宏之
5) 東洋経済 ONLINE, ホワイト企業の新条件は休み時間の確保:「勤務間インターバル」導入が企業価値向上に」, 11月7日.	高橋 正也
6) 建通新聞(株式会社建通新聞社)「2024残業規制⑦ 過労が心身をむしばむ」, 3月22日.	小林 秀行

5. 講演会・一般公開等

1) 安全衛生技術講演会

労働安全衛生に関する当研究所の研究成果を皆様に広く知っていただくことを目的に、安全衛生技術講演会を令和4年9月28日(水)にオンライン形式で開催した。研究所ホームページやメールマガジンにより周知した結果、30都道府県から計200名を超える参加登録があり、他に海外からの参加もあった。開催方法や各講演内容についても大変ご好評いただき、また次回もオンラインでの開催を希望する意見が多く寄せられた。



配信会場の様子



オンラインによる講演の様子

表 2-25 安全衛生技術講演会プログラム

1. ラボ実験から見てきた長時間労働と心血管系反応	人間工学研究グループ 上席研究員 劉 欣欣
2. 産業化学物質の経皮ばく露による遅発性疾病の予防に向けて —どのような特性の物質に気を付けるべきなのか?—	有害性評価研究部 上席研究員 豊岡 達士
3. シミュレーション解析による減肉した配管の残存強度評価	機械システム安全研究グループ 上席研究員 山口 篤志
4. 斜面掘削工事中における土砂崩壊災害について	建設安全研究グループ 主任研究員 平岡 伸隆

2) 研究所の一般公開

(1) 清瀬施設

清瀬地区の研究所一般公開は、新型コロナウイルス感染症の影響により、令和4年12月2日(金)～9日(金)にオンラインで開催された。

YouTube内に開設したJNIOOSH Channelによる研究紹介動画を中心に、次の項目の紹介を行った。公開期間内において、JNIOOSH Channelで1,024回の動画視聴があった。

- ・ 貴重な実験動画を含む研究紹介動画(JNIOOSH Channel)
- ・ 論文集・報告書・リーフレット等の調査研究紹介ページ
- ・ 建物の外観
- ・ 保有する施設・実験機器

表 2-26 研究所一般公開の概要(清瀬地区)

a. 実験等の調査研究の紹介

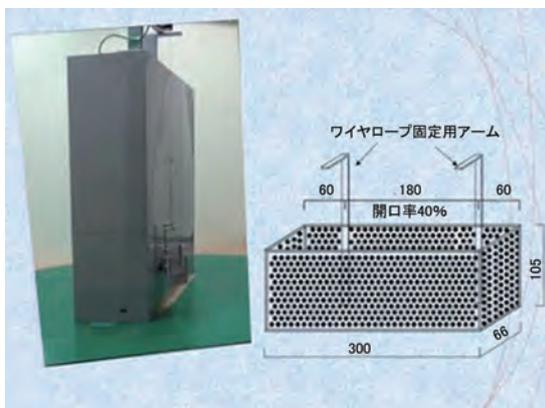
1) 土砂崩壊の兆候を「見える化」する新技術	施工シミュレーション施設
2) 建設用ゴンドラの風に対する安定性 ※	共同実験棟
3) 火災・爆発防止のための化学物質 RA でのヒューマンエラーの考え方と評価	
4) 材料の減肉による破裂現象試験	材料・新技術実験棟
5) 爆発火災データベース	化学安全実験棟
6) 機械のインターロック用に用いられる機器類 ※	機械安全システム実験棟
7) 脊髄損傷者用歩行支援機器の試作と評価 ※	
8) 建物の外壁解体の安全	建設安全実験棟
9) 自然言語処理を用いた労働災害データベースからの情報の自動抽出 ※	環境安全実験棟
10) トラック荷台からの転落を防ぐ昇降設備の重要性	
11) 液体の引火点 ※	配管等爆発実験施設
12) 爆発圧力放散ベント	
13) 粉体充填時に貯蔵槽内で発生する静電気現象 ※	電気安全実験棟
14) アルゴンガスによる静電気低減	
15) 和文誌「労働安全衛生研究」の刊行、災害調査報告書の公表	本部棟

※印は、令和4年度に新規公開。

b. 施設・機器の紹介

1) 三面擁壁	施工シミュレーション施設
2) VR 実験室	共同実験棟
3) ワイヤロープ疲労試験機	材料・新技術実験棟
4) 自然発火性試験装置(SIT)	化学安全実験棟
5) 支援的保護システム	機械安全システム実験棟
6) 3 000 kN 垂直荷重試験機	建設安全実験棟
7) 靴滑り試験機	環境安全実験棟
8) 中規模爆発実験室	配管等爆発実験施設
9) 空気輸送粉体帯電実験装置	電気安全実験棟
10) 図書閲覧室	本部棟

c. 一般公開の様子



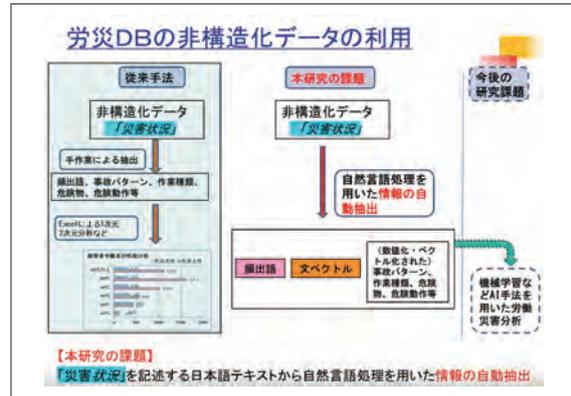
建設用ゴンドラの風に対する安定性



機械のインターロック用に用いられる機器類



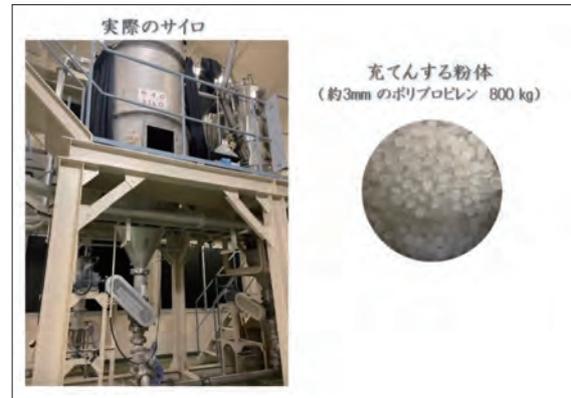
脊椎損傷者用歩行支援機器の試作と評価



自然言語処理を用いた労働災害データベースからの情報の自動抽出



液体の引火点



粉体充てん時に貯蔵槽内で発生する静電気現象

(2) 登戸施設

登戸地区の研究所一般公開は、令和5年2月13日(月)～28日(火)に、特設のWebサイトにて開催した。今年度は要因別に発表詳細を閲覧できるようデザインした。期間中に1386名(ユーザー数)が閲覧した。

視聴分析の結果、今年度も平日にアクセスが集中したが、23日は祝日にもかかわらず、休日の平均を大幅に上回る視聴数(474回)があった。これは22～24日限定の特別講演(視聴登録者数196名)が影響した可能性があり、特別講演動画への関心の高さが伺えた。また、アンケート(回答者数56名)では、「次回も参加したい」との回答が94.6%であり、高い満足度であったことが確認できた。今後の開催方式については、地方からの参加も容易なオンライン方式への希望が圧倒的であったが、オンサイトとの「ハイブリッド方式」を求める意見もあった。コンテンツについては、動画への支持が強く、中でも特別講演動画4本が上位を占めた。訪問者の中には研究所の存在を初めて知ったというコメントが複数あり、広報活動の重要性を改めて認識する結果となった。

表 2-27 研究所一般公開の概要(登戸地区)

a. 研究所紹介動画

1) 施設周遊編	登戸地区
2) 体力研究編	人間工学研究 G (登戸地区)
3) 暑熱研究編	人間工学研究 G (登戸地区)
4) 姿勢研究編	人間工学研究 G (清瀬地区)
5) 振動研究編	環境計測研究 G
6) 当研究所のテーマ“労働衛生”とは?	所長代理 甲田茂樹
7) 当研究所の活動について	所長代理 甲田茂樹

研究のご紹介

働く人の「ココロ」と「カラダ」に影響を与える要因ごとに研究をご紹介します



b. 研究紹介

1) 放射線
①放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究(動画)
②放射線業務従事者の健康影響に関する疫学研究(NEWS)の概要(動画/PDF)
2) 暑熱
①暑熱対策に関する研究(動画/PDF)
②建設業における熱中症対策(動画/PDF)
③人間工学研究 G の研究紹介(動画)
3) 過労
①過労死・過労自殺の労災認定事案の分析結果の概要(動画/PDF)
②社会労働衛生研究 G の研究紹介(動画/PDF)
③過労死等(脳・心臓疾患と精神障害)の経年変化(動画/PDF)
④過労死等としての精神障害による自殺(動画/PDF)
⑤擬長時間労働時の血行動態反応に関する研究(動画/PDF)
⑥夜間・早朝勤務の負担と毎日の睡眠や休日の過ごし方が健康へ与える影響について(動画/PDF)
4) 化学物質
①ケミちゃんによる化学物質情報管理研究 C の紹介(動画)
②化学物質と上手に付き合う(動画)
③化学物質のばく露測定はどんなふうに行われるか(動画)
④産業化学物質は皮膚からも体内に入るのか?(動画/PDF)
⑤作業環境中芳香族アミンの分析方法の開発(動画/PDF)
⑥呼吸保護具活性炭吸収缶と作業環境測定用捕集剤の機能(動画/PDF)
⑦化学物質情報管理研究 C のご紹介(動画)
⑧ばく露研究 G による分析機器の紹介(動画)
⑨有害性評価研究 G によるデモ実験の紹介(動画)
⑩環境計測研究 G の研究紹介(動画/PDF)

5) 振動・騒音 ①振動ばく露が人体に及ぼす影響(動画/PDF) ②低周波音の影響に関する研究(動画/PDF) ③大型装置を使用した全身振動実験(動画) ④環境計測研究 G の研究紹介(動画/PDF)
6) ストレス ①産業保健研究 G 紹介(動画/PDF) ②労働者の毛髪や爪に含まれたホルモンから慢性的なストレス度を把握する研究について(動画/PDF)
7) 作業負荷 ①姿勢・動作に関する研究(動画/PDF) ②介護者の QWL 簡易尺度の紹介(動画/PDF)
8) 体力・身体活動 ①労働者の体力・身体活動に関する研究(動画/PDF)

c. ツール紹介

①過労リスクを評価する「過労徴候しらべ」調査票 ②疲労 Checker (Android 版) ③介護者 QWL 簡易尺度 ④労働者の体力・身体活動に関する総合研究ツール
--

d. 特別講演動画

①快適な在宅勤務へ！在宅勤務の作業環境と姿勢動作に関する研究	人間工学研究 G	杜 唐慧子
②ストレスチェック制度を活用した職場環境改善のヒント	過労死等防止調査研究 C	吉川 徹
③化学物質自律的管理の導入～管理の要点～	化学物質情報管理研究 C	中原 浩彦
④健康リスクとカラダの力(身体的体力・精神的体力)	人間工学研究 G	松尾 知明



YouTube https://www.youtube.com/channel/UC_0oXdxDePcy-LeNwXPzSA



JNIOOSH
Channel



労働安全衛生総合研究所の最新の研究成果や、労働安全衛生に役立つ情報を発信する動画チャンネルです。

National Institute of Occupational Safety and Health, Japan (JNIOOSH) introduces the recent research and provides useful information on occupational safety and health on the video channel.

3) 研究所見学の受け入れ状況

表 2-28 研究所見学の受け入れ状況

機関等の名称	受入内容	年月日
1) 東京労働局見学	施設見学	R4. 4.19
2) 東京労働局労災補償課職員見学	施設見学	R4. 6. 7
3) 機構本部理事の視察	施設見学	R4. 7.14
4) 厚生労働省安衛部長・計画課長視察	施設見学	R4. 7.25
5) 厚生労働省インターンシップ	施設見学	R4. 9. 5
6) 機構理事長、理事、ディレクターら見学	施設見学	R4. 9.12
7) 厚生労働省安衛部長・計画課長視察	施設見学	R4. 9.27
8) 労働基準監督官フォローアップ研修	施設見学	R4.10.6, 10.27, 12.8

6. 知的財産の活用、特許

1) 登録特許等

表 2-29 登録特許

発明の名称(特許番号)	発明者	実施件数
1) 赤外分光分析用試料ホルダー(特許第 3777426 号)	小嶋純	
2) 移動式クレーンにおける転倒防止方法及び転倒防止手段(特許第 3840516 号)	玉手聡	
3) 横吊りクランプ(特許第 3858095 号)	玉手聡	
4) 補強部材を用いた斜面補強の設計支援方法及びその装置(特許第 3899412 号)	豊澤康男, 他機関 2 名	
5) クレーンにおける電撃軽減方法およびその装置ならびに電撃軽減機能を備えたクレーン(特許第 3962812 号)	富田一	
6) 異種多重シール装置(特許第 3991090 号)	齋藤剛, 他機関 1 名	
7) 斜面保護擁壁の施工及び擁壁築造ユニット(特許第 4385127 号)	伊藤和也, 豊澤康男	
8) 斜面保護擁壁の施工法(特許第 4423390 号)	豊澤康男, 伊藤和也	
9) 送風型除電電極構造及び送風型除電電極装置(特許第 4615029 号)	山隈瑞樹, 崔光石, 他機関 3 名	
10) 高電圧検出器(特許第 5058281 号)	富田一, 崔光石, 他機関 2 名	
11) 足場における足場用シートの取り付け構造(特許第 5376554 号)	豊澤康男, 大幢勝利, 高梨成次, 日野泰道, 高橋弘樹	
12) 電荷量測定装置(特許第 5474001 号)	崔光石, 他機関 2 名	
13) 安全装置(特許第 5747019 号)	大塚輝人, 他機関 1 名	
14) 静電気放電検出装置と, これを用いた静電気放電検出システム(特許第 5752732 号)	崔光石, 他機関 2 名	
15) 粉体の除電装置(特許第 5950963 号)	崔光石, 他機関 2 名	
16) 土砂遮断装置(特許第 6431239 号)	玉手聡, 堀智仁, 他機関 2 名	1
17) 粉粒体の帯電装置(特許第 6351549 号)	崔光石, 他機関 2 名	
18) ロールボックスパレット作業用手袋(特許第 6690890 号)	大西明宏, 他機関 1 名	1
19) 昇降板用後付け柵(特許第 6752458 号)	大西明宏, 山際謙太, 山口篤志, 他機関 3 名	
20) 静電気測定装置(特許第 6818328 号)	崔光石, 他機関 1 名	
21) 貫入型パイプひずみ計(特許第 4942348 号) (TLO より移管)	玉手聡	

発明の名称(特許番号)	発明者	実施件数
22) 貫入型パイプひずみ計(特許第 5500374 号) (TLO より移管)	玉手聡	
23) 接地確認装置(特許第 7057978 号)	崔光石, 他機関 2 名	

表 2-30 登録商標

商標の名称(登録番号)	備考
1) JNIOOSH (商標第 5231608 号)	
2) JNIOOSH (第 1016166A 号, 指定国:韓国)	

表 2-31 登録意匠

意匠の名称(登録番号)	発明者	実施件数
1) 貫入型パイプひずみ計(意匠第 1414627 号) (TLO より移管)	玉手聡	
2) 貫入型パイプひずみ計(意匠第 1414925 号) (TLO より移管)	玉手聡	

2) 特許等出願

表 2-32 特許出願

発明の名称(出願番号)	発明者	実施件数
1) 土中水分水位検出装置、及び方法、及び土中水分水位モニタリングシステム(特願 2018-111967)	平岡伸隆, 他機関 6 名	
2) 安全管理支援システム、および制御プログラム (特願 2018-234794)	清水尚憲, 濱島京子, 他機関7名	
3) 切羽面吹付用モルタル材料、切羽面監視システム、及びトンネル掘削方法(特願 2019-113651)	吉川直孝, 平岡伸隆, 他機関5名	
4) イオン生成装置(特願 2019-227924)	崔光石, 他機関 2 名	
5) 電気特性測定装置(特願 2020-194859)	崔光石, 他機関 6 名	
6) 覚醒状態推定装置及び覚醒状態推定方法 (特願 2019-95167)	西村悠貴, 他機関 6 名	
7) 土砂遮断構造物の強度試験方法及び強度試験装置 (特願 2021-114672)	玉手聡, 堀智仁, 他機関 1 名	
8) 放電電荷量測定装置(特願 2021-139566)	崔光石, 他機関 3 名	
9) 除電機構(特願 2021-163329)	崔光石, 他機関 2 名	

III. 国内・国外の労働安全衛生関係機関等との協力の推進に関する資料

1. 労働衛生に関する WHO 協力センター(WHO-CC)活動の概要

WHO との当研究所労働衛生に関する WHO 協力センター(JPN-76)の TORs(委託事項、2019-2023)は、①西太平洋地域における過重労働による健康障害に関するツールキットと実態報告の国際適用と促進と②西太平洋地域における職業性熱中症予防のためのツールキットと予防対策の国際適用の二本柱で進めた。COVID-19 流行下で海外と連携した TORs の実施は難しい状況であったが、令和3年度に WHO の Web 教育ツール(OpenWHO コース)の日本版作成に取り組んだ実績を踏まえた成果の普及、COVID-19 で遅れていた TORs の推進、WHO 協力センター間でのコラボレーション活動などを進めた。

2022年4月に「ポスト COVID-19 パンデミックの未来を見据えた効果的な連携・協力を考える」をテーマに第4回 WHO 協力センター国内連携会議(WCC 連携会議)が国立国際医療研究センターにてハイブリットで開催された。日本国内の WCC 35 施設、日本 WHO 協会、WHO 神戸センター、WHO 西太平洋地域より約 120 名が参加して、各施設の活動状況、情報共有が行われた。

ポスターセッションにおいては「産業保健現場における感染症管理に関する技術的レビューの開発支援」という演題で産業医科大学産業生態科学研究所と労働安全衛生総合研究所が共同で発表を行った。その内容は、職場における COVID-19 の体系的な教育研修の教材として WHO が作成した COVID-19 対策の日本語翻訳版を作成し、OpenWHO に公開したものである。本内容は産業衛生学雑誌(65 巻 2 号)「OpenWHO を活用した新型コロナウイルス感染症に関する労働安全衛生教育」においても公表され、また教材の周知並びに普及を目指した。また 2022 年 4 月には、ベトナムで開催の WHO 共催ワークショップ(The 10th National Scientific Conference and NIOEH 40th Anniversary Celebration Program)に参加し、呼吸用保護具フィットテストの情報提供を行った。

2022 年 11 月には、カンボジア・シェムリアップ市にて第 4 回 WHO 協力センター西太平洋地域会議があり、研究推進・国際センターから 1 名が参加した。同会議は東アジアや東南アジア、オーストラリアや太平洋の島嶼地域などを含む西太平洋地域で活動を行う WHO 協力センターが一堂に会して、これまでの協力センターとしての活動を報告するとともに、今後の活動プラン等について活発な意見交換が行われた。当研究所は WHO CCs on Health and the Environment (WHO CCs on HAE：環境と健康に関する WHO 協力センター)のひとつであり、2023 年 7 月に更新時期を迎えることから、会議出張中に WHO-CC の更新(redesignation)にあたって、担当の Ms Myoungsil Han と打合せを行った。

2023 年 1 月以降、次期 TORs(委託事項 2023-2027)について協議を継続した。

2. 研究振興のための国際学術誌の発行と配布

1) 「Industrial Health」誌の発行・配布

表 3-1 Industrial Health における論文の種類別投稿数の推移(2015 年～2022 年)

Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
(1) Editorial	6	6	6	6	7	6	6	7
(2) Foreword	0	0	0	0	1	0	0	0
(3) Review article	18	13	12	22	25	23	27	16
(4) Original article	223	178	173	206	181	217	219	183
(5) Short communication	5	11	17	18	11	10	9	6
(6) Case report	3	8	2	9	5	2	5	5
(7) Field report	8	11	14	12	7	5	12	4
(8) Country report	4	5	6	4	2	7	4	5
(9) Research strategy	2	1	1	1	0	0	0	0
(10) Letter to the Editor	0	3	0	2	0	1	7	1
(11) Others	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	269	236	231	280	239	271	289	227

表 3-2 Industrial Health Vol.60 (2022) における論文の種類別及び号別の掲載数

No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	Total
(1) Editorial	1	1	1	1	1	1	6
(2) Foreword	0	0	0	0	0	0	0
(3) Review article	0	3	1	0	0	1	5
(4) Original article	6	5	5	9	6	7	38
(5) Short communication	1	1	1	0	1	0	4
(6) Case report	0	0	0	0	0	0	0
(7) Field report	1	0	1	0	2	0	4
(8) Country report	0	1	0	0	0	1	2
(9) Research strategy	0	0	0	0	0	0	0
(10) Letter to the Editor	1	0	2	0	0	0	3
(11) Others	0	0	0	0	0	0	0
Total	10	11	11	10	10	10	62

表 3-3 Industrial Health における論文の種類別掲載数の推移(2013~2022 年)

Year	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Volume	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Impact Factor	1.045	1.117	1.057	1.168	1.115	1.319	1.471	2.179	2.707	2.0
(1) Editorial	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
(2) Foreword	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
(3) Review article	4	5	4	2	7	3	18	4	6	5
(4) Original article	51	37	44	44	40	41	32	38	29	38
(5) Short communication	6	7	2	3	4	6	6	3	0	4
(6) Case report	1	3	2	1	0	4	1	2	0	0
(7) Field report	2	7	4	8	4	3	3	6	3	4
(8) Country report	0	0	4	4	2	5	0	2	2	2
(9) Research strategy	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
(10) Letter to the Editor	0	0	1	0	1	0	0	0	0	3
(11) Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	70	65	67	68	64	68	68	61	46	62

表 3-4 Industrial Health Vol.60 (2022) における筆頭著者の所属地域ごとにみた論文掲載状況

	全論文		通常号論文		特集号論文	
	数	%	数	%	数	%
(1) 欧州	12	19.4	10	19.2	2	20.0
(2) 北米	5	8.1	4	7.7	1	10.0
(3) 中南米	3	4.8	3	5.8	0	0.0
(4) 中近東	1	1.6	1	1.9	0	0.0
(5) アジア	7	11.3	7	13.5	0	0.0
(6) オセアニア	5	8.1	4	7.7	1	10.0
(7) アフリカ	0	0.0	0	0.0	0	0.0
(8) 国内・所内	10	16.1	8	15.4	2	20.0
(9) 国内・所外	19	30.6	15	28.8	4	40.0
Total	62	100	52	100	10	100

3. 若手研究者等の育成

1) 大学との連携

表 3-5 連携大学院制度に基づく協定先一覧

協定先 [協定締結日]	客員教授等の氏名	
国立大学法人長岡技術科学大学 [H16.9.15]	社会人教授	専門職大学院(システム安全系「国際規格と安全技術」,「産業システム安全設計」,「安全認証と安全診断」):梅崎 重夫
	准教授	システム安全概論, 産業システム安全設計特論, 国際規格と安全技術論, 技術者倫理, 研究倫理と技術者倫理, 安全工学基礎、システム安全考究II, 実務演習 A:芳司 俊郎
	客員准教授	専門職大学院(「国際規格と安全技術」,「産業システム安全設計」):池田 博康
日本大学 [H16.12.8]	客員教授	電子情報工学科:梅崎 重夫
北里大学 [H18.10.1]	連携教授	大学院医療系研究科:王 瑞生
	客員准教授	大学院医療系研究科:高橋 正也, 豊岡 達士
東京電機大学大学院 [H24.5.1]	客員教授	工学研究科「設備安全工学」:佐々木 哲也, 本田 尚, 山際 謙太
	客員准教授	工学研究科「設備安全工学」:山口 篤志
東京都市大学大学院 [H18.4.1]	大学院准教授	工学専攻:吉川 直孝
国立大学法人山口大学 [H30.10.1]		
筑波大学大学院	客員准教授	リスク・レジリエンス工学:岡部康平

表 3-6 非常勤講師等の実績(連携大学院制度によるものを除く)

名称(講義・実習)	担当研究員
1) 東京大学(非常勤講師, 医学部)	山本 健也
2) 東京女子医科大学(非常勤講師, 衛生学公衆衛生学)	山本 健也
3) 産業医科大学(非常勤助教, 産業生態科学研究所)	山本 健也
4) 東邦大学(非常勤講師, 大学院理学研究科 機能生物学特論)	小林 健一
5) 産業医科大学(非常勤講師, 医学部 4 学年公衆衛生学)	吉川 徹
6) 東京大学(非常勤講師, SPH)	吉川 徹
7) 帝京大学(准教授, 医学部公衆衛生大学院)	吉川 徹
8) 北里大学(非常勤講師, 医療衛生学部 保健衛生学科)	小嶋 純
9) 順天堂大学(非常勤講師, 医学部衛生学公衆衛生学講座)	齊藤 宏之
10) 東京大学(非常勤講師, 工学部都市工学科)	上野 哲
11) 武蔵野大学(非常勤講師, 生理実験演習 1・2)	岩切 一幸
12) 東京大学(非常勤講師, 大学院医学研究科公共健康医学専攻)	甲田 茂樹
13) 東京大学(非常勤講師, 医学部公衆衛生学)	甲田 茂樹
14) 東京理科大学(客員教授)	高橋 正也
15) 自治医科大学医学部(非常勤講師, 環境予防医学)	高橋 正也
16) 順天堂大学(非常勤講師, 大学院医学研究科衛生・公衆衛生合同ゼミ)	久保 智英
17) 産業医科大学(非常勤講師, 産業医学基本講座)	久保 智英
18) 東京電機大学大学院(客員教授, 工学研究科設備安全工学)	山際 謙太
19) 明治大学理工学部(非常勤講師, 安全学概論)	濱島 京子
20) 東京大学大学院(非常勤講師, 工学系研究科社会基盤学専攻, Advanced Geotechnical Engineering)	吉川 直孝
21) 早稲田大学理工学術院(非常勤講師, Soil Mechanics)	吉川 直孝
22) 東京女子大学(非常勤講師, 文化心理学, 2 年次演習)	菅 知絵美
23) 西埼玉中央病院附属看護学校(非常勤講師, 人間工学)	高橋 明子

2) 若手研究者等の受け入れ

表 3-7 大学等からの実習生・研修生の受け入れと指導実績

研究テーマ	実習生の数(所属機関)	担当研究員
1) 風荷重に対する足場等の安全性に関する研究	4名 東京理科大学	大幡 勝利 高橋 弘樹
2) 静電塗装設備の安全性評価手法に関する研究 広島大学2名, 旭サナック株式会社3名, 春日電機株式会社1名, 株式会社カネカ2名		崔 光石
3) 溝工事用の簡易な土砂遮断システムの高度化に関する研究	1名 日本スピードショア株式会社	玉手 聡 堀 智仁
4) ディープラーニングの活用による破断面の自動分類	1名 東京電機大学	山際 謙太 山口 篤志
5) 連続陰極水素チャージ疲労試験によって得られる破断面の評価	1名 東京電機大学	山口 篤志 山際 謙太
6) 遠隔操縦技術の安全性評価	1名 筑波大学	岡部 康平
7) ワイヤロープの疲労強度に影響する因子についての検討	1名 東京電機大学	緒方 公俊 山口 篤志
8) シールドセグメントの崩壊災害等の防止に関する研究	2名 東京都市大学	吉川 直孝 平岡 伸隆
9) 機械学習による斜面動態観測データの異常検知に関する研究	2名 東京都市大学	吉川 直孝 平岡 伸隆
10) リチウムイオン電池の発火危険性に関する研究	1名 横浜国立大学	西脇 洋祐 佐藤 嘉彦
11) 電気災害の防止を目的とした研究	1名 職業能力開発総合大学校	遠藤 雄大
12) 可燃性液体を取り扱う作業における静電気危険性の評価方法	1名 日本非破壊検査株式会社	遠藤 雄大 崔 光石
13) サイロ内に投入された帯電粒子の堆積機構と安全対策技術の開発	3名 株式会社カネカ	庄山 瑞季 崔 光石
14) 産業化学物質の生体影響評価について	1名 北里大学	王 瑞生 豊岡 達士

3) 行政・労働安全衛生機関等への支援

表 3-8 行政・労働安全衛生機関等への支援実績

講演の名称	担当研究員
1) 厚生労働省長野労働局, 監督官・技官技術研修「地山掘削作業中の土砂崩壊災害について」	平岡 伸隆
2) 厚生労働省神奈川労働局, 監督官・技官技術研修「土砂崩壊による労働災害について」, 11月, 12月	平岡 伸隆
3) 消防庁, 全国消防救助シンポジウム「労働現場でのヒューマンエラーによる事故防止対策」	高橋 明子
4) 愛知県経済産業局, サービスロボットリスクアセスメント研修「リスクアセスメントの概要と安全設計手順」	池田 博康
5) 石川労働局, 安全衛生大会「モノづくりと安全」	芳司 俊郎
6) 新潟県労働基準協会連合会, 総括安全衛生管理者研修会「仕事と安全」	芳司 俊郎
7) 東京産業保健総合支援センター, 埼玉産業保健総合支援センターの各センター, 産業保健研修「小売業・飲食店における転倒等労働災害防止の進め方」	高木 元也
8) にいがた産業創造機構, 長岡モノづくりアカデミー「モノづくりと安全」	芳司 俊郎

	講演の名称	担当研究員
9)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 安全管理後期コース「墜落災害の防止」	大幢 勝利
10)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 足場の組立て解体等特別教育インストラクターコース「労働災害防止に関する知識(RAの基本を含む)」, 5月, 12月, 3月	大幢 勝利
11)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 安全管理講座「爆発災害の防止」	大塚 輝人
12)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, フルハーネス型墜落制止用器具特別教育インストラクターコース「労働災害の防止に関する知識」, 4月, 5月, 7月, 9月	日野 泰道
13)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 安全衛生専門講座静電気安全対策コース「静電気災害・障害の実例と対策(研究所訪問)」	崔 光石
14)	中央労働災害防止協会安全衛生教育センター, 電気取扱作業特別教育インストラクターコース「低圧電気基礎知識」, 4月, 2月	三浦 崇
15)	中央労働災害防止協会安全衛生教育センター, 安全管理講座安全管理後期コース「電気災害の防止」	三浦 崇
16)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 安全衛生専門講座静電気安全対策コース「液体取り扱い時の静電気対策(研究所訪問)」	遠藤 雄大
17)	中央労働災害防止協会, 小売業主要7団体及びサービス業等主要7団体と中災防との情報交換会「ロールボックスパレット(カゴ車)の労働災害の発生状況及び積載重量測定のお願ひについて」	大西 明宏
18)	安全工学会, 安全工学セミナー「プラント安全設計」	島田 行恭
19)	安全工学会, 安全工学地域企業(団体)支援セミナー「プロセス安全管理システムの運用とリスクアセスメントに基づく安全設計」	島田 行恭
20)	労働大学校, 安全業務専門研修「爆発・火災の防止対策」動画配信	八島 正明
21)	労働大学校, 産業安全専門官研修「感電災害の防止対策」動画配信	遠藤 雄大
22)	一般社団法人日本粉体工業技術協会, 粉じん爆発火災・安全研修【中級/技術編】、【初級/基礎編】 Live 配信・Web 研修	崔 光石 庄山 瑞季
23)	日本規格協会, 化学物質管理者専門的講習会「化学物質の危険性に対するリスクアセスメント、リスク低減措置検討・実施の順番」, 東京, 大阪	島田 行恭
24)	テクノヒル, 化学物質管理者専門的講習会「化学物質の危険性又は有害性等の調査の時期及び方法」「労働者の危険又は健康障害を防止するための措置等」, 1月, 2月, 「災害発生時の措置」, 2月	島田 行恭
25)	一般財団法人全国建設研修センター, 若手建設技術者のための施工技術の基礎「安全衛生管理-1」	大幢 勝利
26)	一般社団法人日本トンネル専門工事業協会, 労務担当者研修会「肌落ち労働災害防止対策について」	吉川 直孝
27)	公益社団法人化学工学会安全部会, Web 安全講演会「人間工学から考えるヒューマンエラー防止対策」	高橋 明子
28)	オフセット砥石安全協会 講習会「砥石を取り付けて使用する手持ち式グラインダの振動」	柴田 延幸
29)	公益社団法人日本作業環境測定協会, オキュペイショナルハイジニスト養成講座「振動リスクの管理」	柴田 延幸
30)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 振動工具取扱い作業安全衛生教育インストラクターコース「振動障害の予防に関する知識」, 「振動の測定と評価と影響評価」, 「振動測定実習」	柴田 延幸
31)	公益社団法人日本作業環境測定協会, 認定オキュペイショナルハイジニスト養成講座「騒音, 超音波のリスク管理」(前期, 後期)	高橋 幸雄
32)	東京産業保健総合支援センター, 認定産業医研修「産業保健指導員」	小嶋 純
33)	職業能力開発総合大学校, 職業訓練指導員研修「金属アーク溶接等作業における健康障害防止措置に対応した研修」	小嶋 純
34)	埼玉産業保健総合支援センター, 産業保健セミナー「職場における熱中症対策アップデート」	齊藤 宏之
35)	日本磁気共鳴医学会, 安全性講演会「生物学的影響」	山口さち子
36)	労働者健康安全機構本部産業保健課, 全国産保センター職員向け研修「化学物質の自律的管理に向けて」	伊藤 昭好

講演の名称	担当研究員
37) 東京安全衛生教育センター, 腰痛予防労働衛生教育インストラクターコース(総合)「作業管理・作業環境管理及び業務上腰痛の発生状況と改善事例」	岩切 一幸
38) 労働大学校, 衛生業務専門研修「腰痛防止対策」	岩切 一幸
39) 下谷医師会, 狛江市医師会, 北多摩医師会, 順天堂医師会, 江戸川区医師会, 葛飾区医師会, 板橋区医師会の各医師会, 日本医師会認定産業医制度産業医学研修会「職場の化学物質管理が変わる 産業医の対応」	山本 健也
40) 東京都医師会, 産業研修会「作業管理」	山本 健也
41) 地方公務員安全衛生推進協会, 職場の衛生管理研修会「衛生管理の問題点と対策」, 大阪, 東京.	山本 健也
42) 地方公務員安全衛生推進協会, 学校における安全衛生管理者研修会「学校職場等におけるメンタルヘルス対策」, 山形, 宮城, 岡山.	山本 健也
43) 中央労働災害防止協会, 衛生工学衛生管理者講習「労働生理、職業性疾病の予防に関する知識」	山本 健也
44) 中央労働災害防止協会, 衛生工学衛生管理者講習「職業性疾病の予防に関する知識」	山本 健也
45) 産業医科大学, 産業医学基本講座「化学物質による呼吸器疾患」, 「化学物質のリスクアセスメント実習」	山本 健也
46) 産業医科大学, 首都圏集中講座「職場巡視実習」, 「特殊健康診断と事後措置」	山本 健也
47) 日立製作所, 日立健康管理センター講演会「職場の化学物質管理が変わるー改正安衛法への対応ー」	山本 健也
48) 労働大学校, 企業指導業務専門研修「健康面から見た働き方改革の重要性」	高橋 正也
49) 埼玉産業保健総合支援センター, 産業保健セミナー「労働生活と睡眠」	高橋 正也
50) 全日本トラック協会, 安全衛生委員会「過労死等としての精神障害:労災補償状況について」	高橋 正也
51) 埼玉労働災害防止関係団体等連絡協議会, 埼玉産業安全衛生大会特別講演「働く人々の睡眠と健康・安全～ワーク・スリープ・バランスの実現に向けて～」	高橋 正也
52) 日本睡眠教育機構, 睡眠健康指導士上級講座「睡眠と社会」	高橋 正也
53) 厚生労働省, 過労死等防止対策推進シンポジウム「プロは眠りを大事にする」	高橋 正也
54) 自由民主党雇用問題調査会勤務間インターバル推進PT, 第2回委員会「勤務間インターバルと睡眠」	高橋 正也
55) さいたま市与野医師会, 日本医師会認定産業医制度産業医学研修会「健康で充実した労働生活と良好な睡眠」	高橋 正也
56) 安全運行サポーター協議会, あんサポセミナー2023「運輸業における働き方改革の現在・未来～改善基準告示の改定によって働き方改革は推進できるか～」第1部パネル討論コメントター	高橋 正也
57) 労働政策研究・研修機構, 労働政策フォーラム「労働と健康ー職場環境の改善と労働者の健康確保を考えるー」第2部事例紹介, パネルディスカッション, コーディネーター	高橋 正也
58) 長野県労働基準協会連合会, 長野県衛生管理研究会「過重労働と睡眠・ストレス・疲労」	佐々木 毅
59) 厚生労働省, 過労死等防止対策推進シンポジウム「オフの量と質から考える働く人々の疲労回復」	久保 智英
60) 東京労働基準協会連合会王子労働基準協会支部, 建設業労働災害防止協会東京支部北分会共催, 安全衛生表彰式講演「オンとオフから考える過労死等の予防対策:過労徴候しらべの活用に向けて」	久保 智英
61) エスビー食品, 役員会講演「オフの量と質から考える働く人々の疲労回復」	久保 智英
62) 労働者健康安全機構本部, 健康教育講演会「オンとオフから考える働く人々の疲労回復」	久保 智英
63) 新潟県 THP 推進協議会, THP 健康づくり研修会「睡眠負債を溜めないための働く人々の疲労対策」	久保 智英
64) 全国福祉保育労働組合京都地方本部高齢福祉支部, 夜勤労働を考える「安全に健康に働くための夜勤・交代勤務見直しのポイント」	松元 俊
65) 安全工学会, 安全工学セミナー「有害物質」	大谷 勝己

4) 海外協力

表 3-9 海外協力実績

名称 (内容)	受入/参加人数
1) 韓国産業安全保健公団(KOSHA)へ「労働者死傷病報告の様式」、「機械の検定合格証(シール、罰金)」、「高齢労働者に関する統計」、「労働基準監督官の復命書」等について情報提供	
2) Vision Zero Summit Japan 2022 に協賛	3名
3) International Conference on Slips, Trips and Falls Sendai 2022 に協賛	4名
4) 多彩な作業現場で活用する Behavior Based Safety(BBS)-法工学に関する国際ワークショップ(ドイツ)に参画	2名
5) 韓国の安全に関する団体・大学と Workshop for Industrial Safety and Health 2022 を共催	3名
6) 厚生労働省外国立地の登録型式検定機関審査3件に協力	1名
7) 国立ベトナム職業環境健康研究所 10周年記念学術カンファレンス:The 10th National Scientific Conference on Occupational and Environmental Health:“Cooperation for mutual development”	1名
8) Asia Pacific Safety Symposium 2023 International Organizing Committee の委員就任	1名
9) The 4th Regional Forum of WHO Collaborating Centers in the Western Pacific (Cambodia)に参加	1名
10) 国際防爆セミナー(産業技術総合研究所主催、労働安全衛生総合研究所後援)で講演	1名

4. 研究協力

表 3-10 研究協力協定の締結状況(～令和4年度)

協定先	国	協定締結	令和4年度の主な活動
米国国立労働安全衛生研究所(NIOSH)	米国	2001年(平成13年)6月制定 2006年(平成18年)6月更新 2013年(平成25年)10月更新 2019年(令和元年)5月更新	特になし
国立釜慶大学	韓国	2001年(平成13年)8月制定 2008年(平成20年)3月更新 2015年(平成27年)3月更新 2018年(平成30年)9月更新 2022年(令和4年)1月更新	IWISH2022を共催
英国安全衛生研究所(HSL)	英国	2001年(平成13年)11月制定 2004年(平成16年)11月更新	特になし
韓国産業安全衛生公団労働安全衛生研究院(OSHRI)	韓国	2001年(平成13年)11月制定 2006年(平成18年)11月更新 2012年(平成24年)4月更新 2015年(平成27年)3月更新 2018年(平成30年)4月更新 2021年(令和3年)4月更新	Jung Hwan Byeon 委員へ静電気に起因する災害(爆発・火災)の統計を提供
フランス国立安全研究所(INRS)	フランス	2002年(平成14年)4月 2018年(平成30年)6月	特になし
国立ソウル科学技術大学	韓国	2002年(平成14年)9月制定 2019年(令和元年)6月再締結 2022年(令和4年)9月更新	協定を更新
中国海洋大学	中国	2003年(平成15年)9月制定 2006年(平成18年)9月制定	特になし
国立忠北大学	韓国	2008年(平成20年)3月制定 2011年(平成23年)3月更新 2015年(平成27年)3月更新 2018年(平成30年)7月更新 2021年(令和3年)9月更新	特になし

協定先	国	協定締結	令和4年度の主な活動
ローベル・ソウベ労働安全衛生研究所(IR SST)	カナダ	2009年(平成21年)2月制定 2015年(平成27年)7月更新 2018年(平成30年)7月更新 2021年(令和3年)10月更新	特になし
オークランド大学地震工学研究センター	ニュージーランド	2015年(平成27年)10月制定 2018年(平成30年)10月制定	特になし
マレーシア労働安全衛生研究所	マレーシア	2016年(平成28年)3月制定 2018年(平成30年)11月制定 2021年(令和3年)11月更新	労働安全衛生に関連した催事等におけるロゴの相互利用協定を締結
安全生産科学研究院	中国	2016年(平成28年)2月制定	特になし
韓国安全学会	韓国	2018年(平成30年)10月制定 2021年(令和3年)10月更新	特になし
ドイツ ヴュルツブルク・シュヴァインフルト応用科学大学(FHWS)	ドイツ	2019年(令和元年)9月締結 2022年(令和4年)9月更新	協定を更新



労働安全衛生総合研究所年報

令和4年度版

発行日 令和5年12月22日 発行

発行所 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
〒204-0024 東京都清瀬市梅園 1-4-6

電話 042-491-4512(代表)

FAX 042-491-7846

ホームページ

<https://www.jniosh.johas.go.jp/>



Annual Report
of
National Institute of Occupational Safety and Health, Japan

2022

労働安全衛生総合研究所年報（令和4年度）

2022



JNIOOSH

NATIONAL INSTITUTE OF
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

1-4-6, Umezono, Kiyose, Tokyo 204 0024, JAPAN