

労働安全衛生総合研究所年報

Annual Report

of

National Institute of Occupational Safety and Health, Japan

2024

令和6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6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) 業績評価委員会・厚生労働省の評価	2
4. 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	5
1) 連携大学院制度の推進	5
2) 大学客員教授等の派遣	5
3) 若手研究者等の受け入れ	5
4) 行政・労働安全衛生機関等への支援	5
5) 研究職員の海外派遣制度の活用等	5
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確立	6
14. 運営交付金以外の収入の確保	7
1) 競争的研究資金、受託研究の獲得と活用	7
2) 自己収入の確保	7
15. 人事に関する計画	7
1) 方針	7
2) 人員の指標	7
3) 職員の人事・給与制度	7
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	9
1. 名称及び所在地	9
2. 設立目的	9
3. 沿革	9
4. 組織	12
1) 組織図	12
2) 部、センター、研究グループの主な業務内容	12
3) 内部進行管理のための会議・委員会及び法定管理者	12
III. 職員等	16
1. 職員	16
2. フェロー研究員、客員研究員等	19
1) フェロー研究員	19
2) 客員研究員	19
IV. 予算・決算等	20

1. 経費の節減	20
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)	20
3. 受託収入	20
4. 外部研究資金	20
5. 謝金収入等	22
V. 敷地建物、施設設備等	23
1. 敷地、建物	23
2. 大型施設・設備(令和6年度購入分)	23
3. 外部貸与対象の研究施設・設備	23
4. 図書室蔵書数	24
VI. 独立行政法人評価に関する有識者会議による評価(抄)	25

資料編

I. 調査研究業務等の実施に関する資料	26
1. 研究課題一覧(2.3.4.の課題別のページ付き)	26
2. 協働研究成果概要	32
3. プロジェクト研究成果概要	43
4. 基盤的研究成果概要	91
II. 調査研究成果の普及・活用に関する資料	149
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	149
2. 研究調査の成果一覧	153
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	187
4. インターネット等による調査・研究成果情報の発信	194
5. 講演会・一般公開等	196
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	200
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	202
1. 労働衛生に関するWHO協力センター(WHO-CC)交流会の概要	202
2. 研究振興のための国際学術誌の発行と配布	202
1) Industrial Health 誌の発行・配布	
3. 若手研究者等の育成	204
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	210

附属表一覧

表 1-1 協働研究課題(2課題)	26
表 1-2 プロジェクト研究課題(10課題)	26
表 1-3 基盤的研究課題(41課題)	26
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29課題)	27
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20課題)	30
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	149
表 2-2 国際機関に設置された委員会等への出席	151

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	152
表 2-4	原著論文として国際誌(英文等)に公表された成果	153
表 2-5	原著論文として国内誌(和文)に公表された成果	158
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	159
表 2-7	原著論文に準ずるものとして国内誌(和文)に公表された成果	160
表 2-8	査読付き報告等として学会誌等に公表された成果	161
表 2-9	査読なし総説論文又は解説等として公表された成果	161
表 2-10	著書又は単行本として公表された成果	165
表 2-11	研究調査報告書一覧(競争的資金及び委員会等)	166
表 2-12	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)	168
表 2-13	研究所出版物として公表された成果	168
表 2-14	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)	169
表 2-15	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)	170
表 2-16	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)	173
表 2-17	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)	175
表 2-18	国際学会の活動への協力	187
表 2-19	国内学会の活動への協力	188
表 2-20	国際誌編集委員等(Industrial Health誌を除く)	191
表 2-21	国内誌編集委員等(労働安全衛生研究誌を除く)	192
表 2-22	職員が授与された表彰及び学位等	193
表 2-23	研究所刊行物の発行状況	194
表 2-24	テレビ・ラジオ放送による報道	194
表 2-25	新聞・雑誌等による報道	194
表 2-26	安全衛生技術講演会プログラム	196
表 2-27	研究所一般公開の概要(清瀬地区)	196
表 2-28	研究所一般公開の概要(登戸地区)	198
表 2-29	研究所見学の受け入れ状況	200
表 2-30	登録特許	200
表 2-31	登録商標	201
表 2-32	登録意匠	201
表 2-33	特許出願	201
表 3-1	Industrial Health誌における論文の種類別投稿数の推移	202
表 3-2	Industrial Health Vol.62 (2024)における論文の種類別及び号別の掲載数	203
表 3-3	Industrial Health誌における論文の種類別掲載数の推移	203
表 3-4	Industrial Health Vol.62 (2024)における筆頭著者の所属地域ごとにみた論文掲載状況	203
表 3-5	連携大学院制度に基づく協定先一覧	204
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)	204
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	205
表 3-8	行政・労働安全衛生機関等への支援実績	206
表 3-9	海外協力実績	209
表 3-10	研究協力協定の締結状況	210

※ 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 6 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 9 年目の業務報告書である。

年度当初の職員数は 115 名(うち研究職 84 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 4 研究部、2 室)、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、10 研究グループ、3 グループ及び査察室の体制である。

予算(決算)額は厚生労働省からの運営費交付金 32 億 5110 万 2 千円(31 億 2398 万 4 千円)、施設整備費補助金 2 億 5037 万 9 千円(2 億 4093 万 4 千円)、労災疾病臨床研究事業費補助金 7 億 2717 万 6 千円(6 億 3404 万 1 千円)のほか、外部研究資金の獲得として競争的研究資金 5387 万 8 千円、受託研究 3124 万 9 千円がある。以下に令和 6 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、湘南地区で実施した協働研究「有機粉じん毒性評価のための包括的基盤構築」において、令和 6 年度は、大型動物(家畜ブタ・マイクロミニピッグ)を用いた研究を行い、成果の一部としてラットでは見出せなかった労働者に類似の広義間質線維化病変をブタ肺で明らかにすることに成功した。

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、意見交換を述べ 19 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 4 期の 1 年度目)に取り組んだ(事案研究、予防研究[疫学研究、実験研究、対策実装研究])。令和 5 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。加えて、本センター専用のポータルサイト「健康な働き方に向けて」(<https://records.johas.go.jp/>)において、研究成果や国内外の最新の知見等を紹介した。行政施策への貢献として、過労死等防止対策推進シンポジウムでの講演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。また、労働・社会面の調査研究を担う社会労働衛生研究グループとも緊密に連携した。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 年度から緊急作業員の生涯にわたる疫学調査が開始され、令和元年度からの第 2 期 5 年間分の調査を労働者放射線障害防止研究センターが受託した。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た。全国がん登録制度や人口動態統計調査との照合により、がん罹患や死因別死亡頻度の評価も進めている。さらに、令和 3 年度からは、国が行う緊急作業員の現住所や就業状態の調査である現況調査の実施と各医療機関が受託する健康相談の実施管理を受託している。令和 6 年度から始まった疫学調査の第 3 期では、当センターが受託機関の施設指定を受け、それまでと同様の調査を継続している。

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、過重労働に関する睡眠と疲労回復機序の研究、経皮ばく露による健康障害が懸念される産業化学物質の予測とそのばく露管理手法に関する研究、労働環境中化学物質のリアルタイム計測・濃度推定および状態変化に対応した捕集・分析に関する研究、先進医学解析技術を用いた職業性肺疾患の基盤的研究を進めている。

令和 6 年度計画に基づき、プロジェクト研究は 10 課題を実施し、基盤的研究は年度途中から開始した課題を含め 41 課題を実施した。

行政からの要請を受け、「理工系大学等における技術者育成を目的とした安全衛生教育の展開方法についての研究」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) 内部評価委員会

令和 6 年度計画に基づき、すべての研究課題を対象として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) 業績評価委員会・厚生労働省の評価

業績評価委員会労働安全衛生研究評価部会において、協働研究、プロジェクト研究、行政要請研究の合計 6 課題が事後評価を受けた。評価の平均点は、目標値である 3.5 点を上回る 4.07 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 7 課題が評価を受け、「非常に政策効果が期待できる」が 2 課題、「政策効果が期待できる」が 5 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. 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（関連資料 表 2-1～表 2-3）

「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、行政検討会、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「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドラインに関する問答について」(安全課建設安全対策室長、令和 6 年 4 月 5 日付け事務連絡)、「化学物質による健康障害防止のための濃度の基準の適用等に関する技術上の指針の一部を改正する件」(令和 6 年 5 月 8 日付け技術上の指針公示第 26 号)、「ISO 13855:2024 Safety of machinery - Positioning of safeguards with respect to the approach of the human body」の改正(2024 年 11 月)、一般社団法人日本クレーン協会規格「JICAS 2209-2024; 積載形トラッククレーン過負荷制限装置の基準」の改正(2024 年 9 月)、「JIS Z 2274; 金属材料の回転曲げ疲れ試験方法」の改正(2024 年 11 月)、鋼構造架設設計施工指針【2024 年版】(令和 7 年 1 月 20 日)等の法令・通達、国内外の基準等の制定・改定等 13 件に反映された。

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 32 名の研究員が、計 27 件の学会賞あるいは講演賞等を、日本産業衛生学会、日本機械学

会、土木学会、日本労働科学学会、日本エアロゾル学会等から受賞した。

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 2-23～表 2-25）

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、各種イベント情報等をホームページに掲載した。

2) 刊行物、メールマガジン、報道等

令和 5 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平均 1712 件であった。

また、特別研究報告 SRR-No.54 を刊行し、令和 5 年度に終了した 2 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。さらに、技術資料 TD-No.10 を刊行し、同じく研究所のホームページに掲載した。

その他、一般誌等に論文・記事を寄稿し研究成果の普及等を行うとともに、フォークリフトの労働災害に関する取材等、テレビ・ラジオ、新聞・雑誌等による報道 19 件に協力した。

7. 講演会等の開催（関連資料 表 2-26～表 2-28）

1) 安全衛生技術講演会

安全衛生技術講演会を、令和 6 年 9 月にオンライン形式で開催した。令和 6 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、35 都道府県から計 360 名の参加登録があった。

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主催で「粉じん・火災安全研修(中級/技術編:ハイブリッド:令和 7 年 3 月 13 日～14 日)(初級/基礎編:ハイブリッド:令和 6 年 9 月 2 日～3 日)」を開催した。

3) 研究所一般公開

令和 6 年度は対面形式で開催した。清瀬地区では令和 6 年 4 月 17 日に、登戸地区では令和 7 年 2 月 27 日にそれぞれ実施し、研究所の研究活動について、施設紹介、実験デモ、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 2-30～表 2-33）

研究所が保有する特許等は、登録特許 17 件、登録商標 2 件、登録意匠 3 件、特許等出願は 7 件、うち特許実施件数は 2 件であった。これら知的財産の活用促進を図るため、20 件の登録特許(うち特許権 17、意匠権 3)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 6 年度は、工場内でタンクの洗浄中に発生した爆発災害をはじめとする計 10 件の労働災害の原因調査に着手した。また、令和 6 年度に実施した「山岳トンネル建設工事現場で発生した肌落ち災害」の調査に関連して研究員が労働基準監督署におけるトンネル工事災害防止講習会にて講演をおこなうとともに、同報告書の内容が厚生労働省の災害防止パンフレット「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害を防

止しましょう」に活用された。

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6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6年度は、溝掘削工事現場で発生した土砂崩壊災害など計8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3件報告した。厚生労働省による業績評価に関するアンケートでは、回答があった計8件の平均点は2.90点(満点3点)と高い評価を得た。

4) 調査内容の公表

「移動式クレーンの転倒災害」、「トンネル工事における型枠崩壊災害」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

令和6年4月に行われた第13回労働衛生に関するWHO協力センター国際ネットワーク会議(The13thGNWCCOH、モロッコ)に参加し、今後3年間(2024-2027)のWHO本部の労働者の健康に関する活動目標は(1)医療従事者の労働安全衛生、(2)健康的で安全なレジリエントな職場と全ての人のために、(3)産業保健と気候変動、(4)インフォーマルとギグエコノミーにおける産業保健サービス等が重視されていること等を収集した。

令和6年7月に日韓蒙のWHO-CCとモンゴル呼吸器学会による「職業性肺疾患:アスベスト関連疾患国際会議」を共催、2025年9月に安衛研-ベトナム国立環境・衛生研究所(NIOEH)共催セミナー「Measurement and management of occupational noise(職業性騒音の測定と管理)」を開催し85名(延べ人数)が参加、2025年1月にシンガポールで開催されたFirst GHHIN Southeast Asia Heat Health Forumに参加するなどして、アジア地域の労働衛生に関する課題と研究ニーズについて収集した。

令和7年7月に大阪万博にあわせて計画されているGISHW(安全・健康・ウェルビーイングに関する国際イニシアティブ会議)の情報を収集した。

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23件、国外164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222編で、そのうちの掲載論文数は51編であった。また、掲載論文の国別/地域別内訳は、欧米9.8%、アジア7.8%、オセアニア9.8%、日本(当研究所を除く)52.9%、当研究所11.8%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1.6となった。

J-STAGE(科学技術情報発信・流通統合システム/独)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、受理論文の刊行前早期公開(Advance Publications)、更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6年度は世界各国から書誌事項に58万件を超えるアクセス、並びにおよそ27.7万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、各1,000部刊行し、国内大学・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/独)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長岡技術科学大学、北里大学、東京電機大学、筑波大学において、研究員が客員教授、客員准教授等として延べ 8 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

産業医科大学、東京大学大学院等大学及び大学院に対して延べ 37 名の研究員が客員教授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 25 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

労働大学の産業安全専門官研修、労働基準監督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。

令和 6 年度はデンマーク労働環境研究センター(デンマーク)とシュツットガルト大学(ドイツ)へ各々 1 名の研究員を派遣した。また、令和 7 年度の派遣研究員の選考を行った。

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 10 か国 15 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 30 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

労働衛生に関する WHO 協力センター(WHO Collaborating Centre for Occupational Health)の今期(2023-2027)の TOR(委託事項)は次の 2 点であり、活動を開始した。

①To Support WHO's efforts in building capacities for the development and implementation of occupational health and safety programs for health workers(医療従事者の労働安全衛生プログラムの開発と実施のための WHO の取り組み能力構築支援、担当:吉川徹、高橋正也、山本健也、久保智英、蘇リナ)

②To inform WHO's work on neglected noise problems and methods to collect noise measurement(顧みられない騒音の問題と騒音測定方法に関する WHO 活動への情報提供、担当:高谷一成、柴田延幸)

このうち②については、第 1 四半期 4 月、ベトナム国立職業環境保健研究所、タイグエン CDC に訪問し、騒音に関する調査研究について協議を行った。4 月 25-26 日に第 13 回労働衛生に関する WHO 協力センター国際ネットワーク会議(GNWCCOH)に参加し、2024-2028 年の GNWCCOH の業務のためのマスタープランにあわせ、労働安全衛生総合研究所の 2023-2027 年の WHO との委託事項について報告、協議した。

WHO 協力センターの活動として第 34 回国際産業保健学会 (ICOH2024) に出席し、産業保健に関する研究や実践の国際動向を収集した。今後の WHO 協力センターの活動に生かすことができる情報としては以下のことなどが議論されていた。

- a. アスベストによる健康被害は依然として国際的な課題であること
- b. WHO の国際リスク報告でも職業がんは増加傾向で対策が急務であること
- c. 職域でのたばこ、飲酒、身体不活発に対してより強力な介入が必要であること
- d. COVID-19 対応の経験から健康危機管理時の医療従事者/ファーストレスポンドーの健康安全の優先度が高いこと
- e. 健康格差対策、ギグワーカー対策、AI 活用、サプライチェーン対応による安全健康確保が重要なこと

第 2 四半期 7 月～9 月に令和 5 年 7 月～令和 6 年 7 月の WHO 協力センターの活動のまとめと本部への報告準備を行った。TOR①に関連して令和 6 年 7 月に日韓蒙の WHO-CC とモンゴル呼吸器学会による「職業性肺炎患:アスベスト関連疾患国際会議」を共催し、労働安全衛生総合研究所からは職場環境改善に関する講義を行った。令和 6 年 9 月には TOR②に関して、労働安全衛生総合研究所-ベトナム国立環境・衛生研究所 (NIOEH) 共催セミナー「Measurement and management of occupational noise (職業性騒音の測定と管理)」を開催し延べ 85 名が参加した。

第 3 四半期 10 月～12 月に、WHO の Division of Healthier Populations の Ivan D. Ivanov より The Global Technical Advisory Group for the WHO/ILO Global Policy Brief に関する参加の打診があり、令和 7 年 4 月のジュネーブでの国際会議参加に関する調整を行った。

第 4 四半期は令和 7 年 7 月に大阪万博にあわせて計画されている GISHW (安全・健康・ウェルビーイングに関する国際イニシアティブ会議) について、WHO-CC の関わり方を検討した。また、令和 7 年 1 月にシンガポールで開催された First GHHIN Southeast Asia Heat Health Forum に時澤研究員が参加し、2017-2023 期に WHO-CC の TOR としても実施した地球温暖化と暑熱対策に関連した労働衛生研究の成果を報告した。

13. 機動的効率的な業務運営体制の確立

令和 6 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・所長代理・管理部長・管理部次長・研究推進・国際センター長及び首席 (研究担当)、管理第二課長を構成員とする「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・所長代理・管理部長・管理部次長・研究推進・国際センター長及び首席、管理第二課長、労働災害調査分析センター長、3 研究センター長、3 領域長が出席する「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 回開催した。

令和 6 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、内部評価委員会及び業績評価委員会労働安全衛生研究評価部会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。

研究員 (専門業務型を含む) の業績については、①研究業績・業務実績、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行った。さらに部長等に対しては、管理職業務に着目した業績評価基準を加え、評価を行った。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(11名)及び若手総合業績優秀研究員(3名)を表彰し、研究員のモチベーション維持・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 47 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 3124 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 6210 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」(3 億 6968 万円)、「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」(225 万 5 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 115 名であり、年度末の常勤職員数は 113 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 6 年度における情報公開開示請求はなかった。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について、研究倫理審査委員会規程に基づき、登戸地区では、外部委員(学識経験者、一般の立場を代表する者等)6 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、31 件の研究計画について厳正な審査を行い、湘南地区では、外部委員(同)3 名及び内部委員 7 名からなる研究倫理審査委員会を 4 回開催し、31 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、両地区とも利益相反審査・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厚生労働行政推進調査事業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。清瀬地区では、外部委員 3 名、内部委員 3 名からなる安全分野研究倫理審査委員会を 1 回開催し、迅速審査 15 件の審査結果を承認し、議事要旨を研究所ホームページに公開した。併せて、利益相反審査・管理委員会において 1 件の研究計画について利益相反審査を行い利益相反に該当しないことを確認した。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(登戸地区)に関しては、「動物愛護管理法」により環境省が定めた「飼養保管基準」に基づき、厚生労働省が策定した「研究機関における動物実験の実施に関する基本指針」(以下、基本指針)を具体化した「動物実験規程及び動物実験委員会規程(登戸地区)」を定めホームページに公開し運用している。また、湘南地区の加入に伴い規程の改訂の必要があったため、委員会において改定案を審議した(両規程は令和 6 年 11 月に施行)。登戸地区では過去 2 回第三者機関による外部検証をうけ、法令順守がなされていることを確認している。令和 6 年度は動物実験委員会(以下、委員会)を 2 回(対面 1 回、メール会議 1 回)開催し、動物系統維持計画承認申請に対して厳正な審査を行った。また「令和 5 年度動物実験の適正な実施に関する自己点検・評価報告書」を委員会に提出し承認されたものをホームページに公開した。さらに委員会委員による現場視察を 1 回行い、適正に動物が飼育され、実験計画に従い適正に動物実験が行われていることを確認した。規程で年 1 回以上実施することになっている教育訓練を、高橋祐次氏(国立医薬品食品衛生研究所安全性生物試験研究センター毒性部)を招聘し、委員会委員、令和 6 年度動物実験実施者、令和 7 年度動物実験予定者、飼育担当者を対象として、「動物実験概論内容(法令の概要含む)」、「in vivo 毒性試験研究者が考える代替法の将来展望」をテーマとして実施した。さらに、厚生労働大臣官房厚生科学課より、基本指針に基づく実施状況について照会があり、アンケートに回答した。また、環境省に提出する「動物愛護法改正に関する厚生労働省からの問い合わせについて(動物実験関係)」への情報を機構本部を通じて提出した。

動物実験(湘南地区)に関しても、登戸地区同様、「動物実験規程及び動物実験委員会規程(湘南地区)」を定めホームページに公開し運用している。令和 6 年度は動物実験委員会を 4 回開催し、化学物質の有害性調査に係る動物実験計画に対して厳正な審査を行った。

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・所長代理・管理部長・管理部長次・研究推進・国際センター長及び首席(研究担当)、管理第二課長を構成員とする「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・所長代理・管理部長・管理部長次・研究推進・国際センター長及び首席、管理第二課長、労働災害調査分析センター長、3 研究センター長、3 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
湘南地区 〒251-8555 神奈川県藤沢市村岡東二丁目26番地の1
湘南ヘルスイノベーションパーク B44F

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	日本バイオアッセイ研究センター
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。	

日 付	産業安全研究所	産業医学総合研究所	日本バイオアッセイ研究センター
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。		
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。	労働安全衛生法改正(化学物質有害性調査制度発足) 実験動物試験施設の整備について国会決議。
昭和 57 年 (1982)			日本バイオアッセイ研究センター設立。 厚生労働省委託の「化学物質の有害性調査(がん原性試験)」開始。
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。		環境省からの試験受託を開始。
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。		民間企業からの試験受託を開始。
昭和 61 年 (1986)	皇太子殿下 行啓。	3 代所長に興重治 就任。	
昭和 63 年 (1988)	建設安全実験棟が清瀬実験場に竣工。		

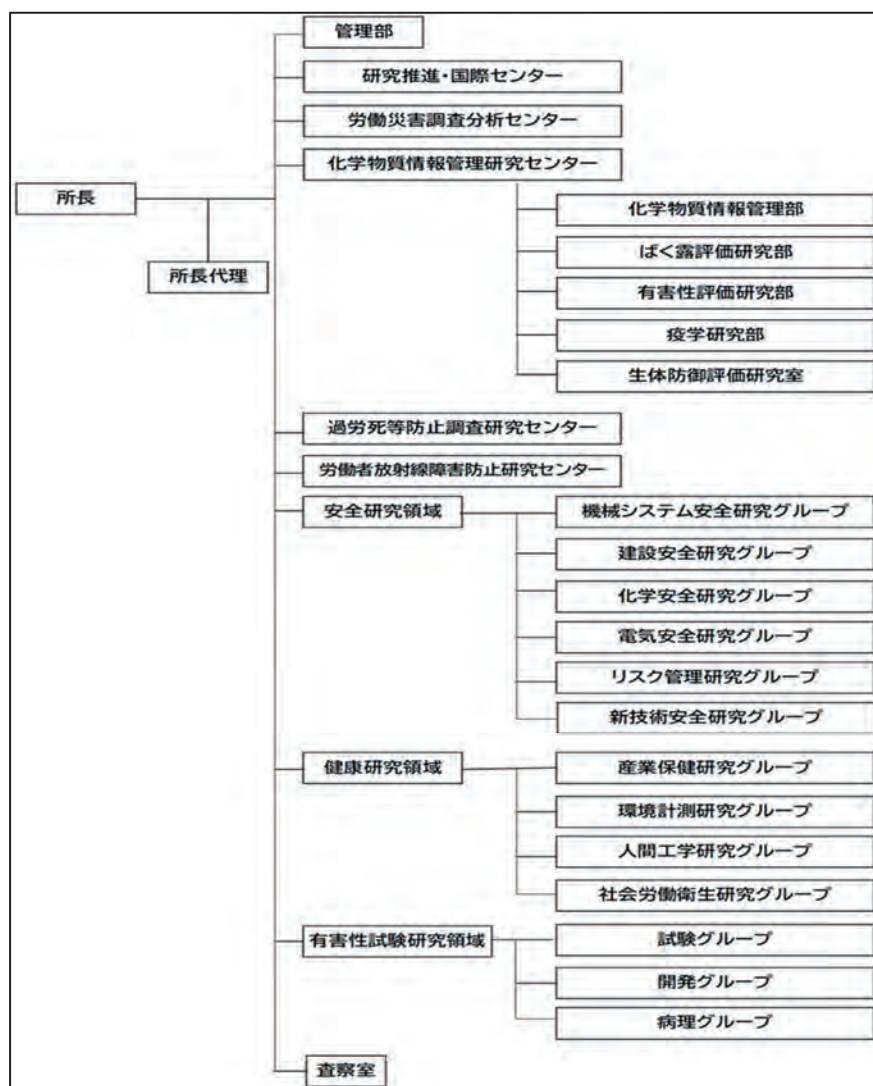
日 付	産業安全研究所	産業医学総合研究所	日本バイオアッセイ研究センター
平成元年 (1989)			化審法、農取法、安衛法の 3 つの GLP に適合 (以後 3 年毎に更新)。
平成 2 年 (1990)	電気安全実験棟及び環境安全実験棟が清瀬実験場に竣工。 11 代所長に田中隆二 就任。	天皇陛下 行幸。	
平成 3 年 (1991)	12 代所長に木下鈞一 就任。	4 代所長に山本宗平 就任。	
平成 4 年 (1992)	総合研究棟及び材料・新技術実験棟が清瀬実験場に竣工。 新庁舎が完成。 田町庁舎より移転。		
平成 6 年 (1994)	13 代所長に森崎繁 就任。		
平成 7 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	日本バイオアッセイ研究センター
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。	厚生労働省委託の「ナノマテリアルの有害性調査」開始。
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	日本バイオアッセイ研究センター
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。	中央労働災害防止協会を離れ、独立行政法人労働者健康安全機構に統合。
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。	
令和 5 年 (2023)	3 代所長に鷹屋光俊 就任。	
令和 6 年 (2024)	日本バイオアッセイ研究センターを閉所し、その業務を労働安全衛生総合研究所が引き継ぎ、新たに労働安全衛生総合研究所湘南地区(神奈川県藤沢市)を設置。	

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"> ・所長または所長代理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(管理第二課及び管理第三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"> ・所長または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(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管理第二課、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>管理第三課においては、次の事務をつかさどる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・試験研究業務の企画、執行の総合調整、連絡等に関すること。 ・職員の給与、文書、会計、物品及び営繕に関すること(管理第三課、有害性試験研究領域及び査察室に係るものに限る。)
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。 ・研究員及び試験研究員の人事、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、分析及び評価に関すること。 ・安全データシートの標準例の作成、改定及び提供に関すること。 ・厚生労働省が定める事業者に自律的な管理が求められる化学物質等に係るガイドラインの作成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。

部、センター、 研究グループ	所 掌 業 務
	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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。 ・電磁氣的現象及び電気エネルギーに係る災害防止に関すること。

部、センター、 研究グループ	所 掌 業 務
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。
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。
試験グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・化学物質等の有害性に関する試験の実施に関すること。 ・試験精度等の維持及び向上のための試験及び研究に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、有害性試験研究領域の試験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。
開発グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・試験方法の迅速化・効率化・高精度化等を図るための試験・評価法等の開発に関すること。 ・有害性試験研究領域の試験及び研究に用いる被験物質等の毒性学的特性の分析に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
病理グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・有害性試験研究領域の試験及び研究における病理診断・解析等に関すること。 ・試験法開発に寄与するための職業性疾患の病態解明に関すること。 ・前号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
査察室	<ul style="list-style-type: none"> ・有害性試験研究領域が実施する試験における査察に関すること。

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、管理部次長、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、研究推進・国際センター国際担

会議名称	出席者
	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、領域長
2) 幹部会	所長、所長代理、管理部長、管理部次長、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、管理部次長、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、同センター各部長、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／情報システム委員会
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	7) 保護具着用管理責任者
2) 組換え DNA 実験安全主任者	8) 公正採用選考人権啓発推進員
3) RI 実験施設運営管理者	9) 電気主任技術者
4) 衛生管理者	10) 建築物環境衛生管理技術者
5) 防火・防災管理者	11) 水質管理責任者
6) 化学物質管理者	12) 特別管理産業廃棄物管理責任者

Ⅲ. 職員等

1. 職員

(令和6年4月1日現在)

			研 究 職									試 験 研 究 職						事 務 職						合計	
職 名	所 長	所長代理	部長・センター長 首席研究員	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	任期付研究員	計	部 長	室 長	技術専門役	上席試験研究員	主任試験研究員	計	部 長	次 長	課 長	係 長	一般職員	計	
人数	1	1	14	0	26	10	1	8	24	85	1	1	7	2	2	13	1	1	1	4	10	17	115		

管理部	所長	鷹 屋 光 俊	管理課			
	所長代理	大 幢 勝 利		課長(事)	松 平 淳	
			管理係	係長	櫻 井 夏 樹	
				係員	三 輪 敏 伸	
	部長	橋 本 弘 幸		〃	町 田 俊 和	
	次長	松 平 淳				

契約係	係長	佐藤	麻理
	係員	北野	瑠子
	〃	原田	航
	〃	田倉	聖士
出納係	係員	千葉	瑞季

管理第二課			
	課長	安江	睦
管理係	係長	池田	成平
	主任	植草	剛
	係員	中溝	絵里
契約係	係長	藤代	丈弘
	係員	岩本	奈々子
支援係	係員	中山	裕通

研究推進・国際センター			
	センター長	島田	行恭
	首席研究員	大塚	輝人
	〃	柴田	延幸
	企画専門員	中島	淳二
	任期付研究員	榊原	智之

労働災害調査分析センター			
	センター長	玉手	聡
	研究員	柴田	圭

化学物質情報管理研究センター			
	センター長（嘱）	城内	博
	センター長代理（嘱）	小野	真理子
	調査役	矢吹	陽子

化学物質情報管理部			
	部長	山本	健也
	任期付研究員	緒方	ゆうこ
	〃	奈良	志ほり
	〃	重田	善之

ばく露評価研究部			
	部長	齊藤	宏之
	上席研究員	山田	丸
	〃	萩原	正義
	主任研究員	中村	憲司
	任期付研究員	緒方	ひろこ
	〃	金子	剛大
	〃	張	璇

有害性評価研究部			
	部長（併任）	中野	真規子
	上席研究員	柳場	由絵
	任期付研究員	富岡	征大

疫学研究部			
	部長	中野	真規子
	任期付研究員	小林	澄貴

生体防御評価研究室			
	室長（併任）	柳場	由絵
	任期付研究員	王	斉
	〃	岩瀬	真喜子

実験動物管理室			
	室長（併任）	小林	健一

過労死等防止調査研究センター			
	センター長	高橋	正也
	統括研究員	吉川	徹

労働者放射線障害防止研究センター			
	センター長（嘱）	大久保	利晃
	センター長代理（嘱）	溝上	哲也

機械システム安全研究グループ			
	部長（併任）	崔	光石
	統括研究員	濱島	京子
	上席研究員	山際	謙太
	〃	本田	尚
	〃	山口	篤志
	〃	岡部	康平
	主任研究員	緒方	公俊

建設安全研究グループ			
	部長	日野	泰道
	統括研究員	高梨	成次
	上席研究員	高橋	弘樹
	〃	堀	智仁
	〃	吉川	直孝
	主任研究員	平岡	伸隆
	任期付研究員	金	恵英
	〃	和	暢

化学安全研究グループ

部 長	八 島	正 明
主任研究員	水 谷	高 彰
研究員	西 脇	洋 佑

電気安全研究グループ

部 長	崔	光 石
上席研究員	三 浦	崇
主任研究員	遠 藤	雄 大
任期付研究員	庄 山	瑞 季

リスク管理研究グループ

部 長	佐 藤	嘉 彦
統括研究員	大 西	明 宏
上席研究員	高 橋	明 子
任期付研究員	和 崎	夏 子
〃	谷 部	好 子

新技術安全研究グループ

部 長	齋 藤	剛
研究員	平 内	和 樹
任期付研究員	小 山	秀 紀
〃	羽 鳥	康 裕

産業保健研究グループ

部 長	佐々木	毅
上席研究員	久 保	智 英
〃	井 澤	修 平
主任研究員	松 元	俊
研究員	佐 藤	ゆ き
〃	西 村	悠 貴
任期付研究員	菅 谷	渚
〃	元 木	敬 太

環境計測研究グループ

部 長	高 橋	幸 雄
統括研究員	小 嶋	純
上席研究員	安 彦	泰 進
〃	井 上	直 子
主任研究員	高 谷	一 成

人間工学研究グループ

部 長	岩 切	一 幸
上席研究員	劉	欣 欣
〃	松 尾	知 明
〃	時 澤	健
主任研究員	池 田	大 樹
〃	蘇	リ ナ
研究員	小 山	冬 樹
〃	杜	唐慧子

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	加 島	遼 平
〃	高 田	琢 弘

試験グループ

部長（嘱）	鈴 木	正 明
統括研究員	小 林	健 一
技術専門役	平 井	繁 行
〃	菊 地	芳 典
〃	米 山	賢 吾
〃	舟 木	貞 裕
主任試験研究員	古 川	佑 介
〃	三 角	恭 兵

登戸分室

室長（嘱）	加 納	浩 和
技術専門役	竹 内	哲 也

開発グループ

部長（併任）	柴 田	延 幸
上席研究員	豊 岡	達 士
技術専門役	佐々木	俊 明
上席試験研究員	馬場本	絵 未
研究員	天 本	宇 紀

病理グループ

部 長	梅 田	ゆ み
技術専門役	高 信	健 司
上席試験研究員	山 野	荘太郎

査察室

室 長	武	信
-----	---	---

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6年度末現在、以下の30名にフェロー研究員の称号を付与している。

1) 前田 豊	11) 永田 久雄	21) 小川 康恭
2) 浅野 和俊	12) 久永 直見	22) 豊澤 康男
3) 安達 洋	13) 本間 健資	23) 小木 和孝
4) 岩崎 毅	14) 本山 建雄	24) 北村 文彦
5) 河尻 義正	15) 森永 謙二	25) 横山 和仁
6) 岸 玲子	16) 鶴田 寛	26) 富田 一
7) 日下 幸則	17) 斉藤 進	27) 金子 善博
8) 小泉 昭夫	18) 神山 宣彦	28) 梅崎 重夫
9) 神代 雅晴	19) 平田 衛	29) 浅田 和哉
10) 武林 亨	20) 宮川 宗之	30) 藤本 康弘

2) 客員研究員

令和6年度中の委嘱はなかった。

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 6 年度における運営費交付金（決算）は 31 億 2398 万 4 千円、3 件の労災疾病臨床研究事業費補助金（決算）は 6 億 3404 万 1 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 6210 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	3 億 6968 万円
	3) 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	225 万 5 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 3124 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) 特定機械等の安全衛生対策等に活用できる先進的なデジタル技術の現状把握及び活用への課題抽出	3 709 000
	2) 陸上貨物運送業を対象とした Minds 参照型腰痛予防対策ガイドラインの策定と予防対策の普及実装の推進	2 000 000
	3) 無線操作が可能な天井クレーンの日本国内における設置状況の調査と安全性の分析	1 944 000
	4) 諸外国における外国人労働者への安全衛生教育の実施手法及び我が国での実効可能性に関する研究	6 100 000
	5) 飲料水中の有機リン化合物の健康影響評価に関する研究	200 000
	6) 陸上貨物運送業を対象とした Minds 参照型腰痛予防対策ガイドラインの策定と予防対策の普及実装の推進	2 350 000
	7) 電動工具を用いた石綿等の切断作業等における粉塵発散抑制装置の効果の実証研究	2 144 000
労働疾病臨床研究	1) 有害業務に係る特殊健康診断の諸課題に対する実態把握と課題解決のための調査研究	1 000 000
	2) 石綿関連疾患の治療法開発に貢献する新規疾患モデル開発についての研究	1 050 000
日本学術振興会	1) 粉末の形状がマグネシウム合金と水の発熱反応とその熱危険性に与える影響	800 000
	2) スパース構造学習を用いた作業動作解析に基づく転倒リスク推定法の開発	1 600 000
	3) トンネル建設現場における肌落発生要因を考慮した肌落ちリスク低減対策に関する研究	100 000

種 類	研 究 課 題 名	配分額(円)
	4) 転倒における視覚的不注意の要因および影響	1 000 000
	5) 時間という認知枠組みの発達への天変地異による影響	0
	6) 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	0
	7) 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	0
	8) 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	0
	9) 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	600 000
	10) 絶縁体間で発生する静電気放電の着火危険性の調査	1 400 000
	11) 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	100 000
	12) 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	0
	13) 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と体温調節に及ぼす影響	21 000
	14) 職業感染ばく露後サーベイランスと医療従事者の労務管理支援に関する研究	1 700 000
	15) 循環調整を介する視触覚情報統合のメカニズム	600 000
	16) 油中におけるソフトマテリアルの超高摩擦発現メカニズムの解明と超耐滑靴底の開発	100 000
	17) COVID-19感染拡大下における心理的影響－前向きコホート研究による検討	340 000
	18) オルトトルイジン等芳香族アミンによる健康影響に関するコホート研究	100 000
	19) 学童期の子どものピレスロイド系農薬への曝露と発達障がいとの関連	0
	20) 加熱式たばこの身体的および精神的影響	1 300 000
	21) 精密鼻腔模型の開発とエアロゾル粒子の鼻腔沈着に関する実験的評価	1 280 000
	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	3 200 000
	23) ヒトの日常生活におけるハロゲン化多環芳香族炭化水素類の包括的曝露・リスク評価	2 500 000
	24) 爪の試料を利用した慢性ストレス指標の確立：メンタルヘルス不調との関連の検証	5 600 000
	25) 胎児期および生後の環境によるエピゲノム変化が ASD の症状多様性に与える影響の解明	200 000
	26) うつ病の再発予防に寄与する AI アルゴリズム技術の開発	100 000
	27) 靴底と床面の画像を用いた摩擦係数推定に基づく革新的耐滑性評価システム開発への挑戦	200 000
	28) 職業特性に基づく勤務中身体活動と座位時間も客観的評価と最適値の提案	700 000
	29) プラスチック添加剤の経皮曝露を含めた包括的リスク評価スキームの構築	1 000 000
	30) イオン付着型移動度分析技術を用いた多成分リアルタイム環境モニタリングの新展開	3 440 000
	31) 溶接ヒューム成分の皮膚ばく露による金属アレルギー発症リスクに関する研究	1 100 000
	32) 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	80 000
	33) 学校安全衛生管理体制の運用実態分析と自治体間比較による効果と課題に関する調査研究	170 000
	34) 1細胞解像度で紐解くじん肺アトラスの創出	1 500 000
	35) 職業性膀胱がんの予防に資する短期尿路上皮発がんスクリーニングシステムの開発	150 000
	36) ブタとシングルセル解析で挑む MWCNT 肺疾患の病態解析	1 900 000
	37) 粉塵誘発性肺疾患の ILA 概念による再定義	100 000

種 類	研 究 課 題 名	配分額(円)
独立行政 法人環境 再生保全 機構環境 研究総合 推進費	1) マイクロプラスチックと吸着物質の相互作用による海洋汚染促進効果の解明	400 000
政府受託 等	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	7 940 024
	2) 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)	17 492 557
	3) 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)	5 568 673
	4) 防振手袋の振動軽減性能の改良に関する研究(民間受託)	248 450

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	19 434
2) 施設貸与収入	466
3) 知的財産使用料	886
4) その他	17 944
(合計)	38 730

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・物性実験棟 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 6 年度購入分）

清 瀬 地 区	登 戸 地 区
1) マーカレスモーションキャプチャ装置 2) ガスクロマトグラフ質量分析装置 3) ワンショット3D形状測定機 4) 燃焼排ガス処理装置 5) 時系列粒子画像流速計	1) 顕微ラマン分光装置 2) サーバー (DC) 場所的バックアップ 3) 加熱脱着装置付ガスクロマトグラフ質量分析計 (2 式) 4) 誘導結合プラズマ質量分析装置 5) ガスクロマトグラフィー質量分析装置 6) トレッドミル装置
湘 南 地 区	
1) 凍結標本作成装置	

3. 外部貸与対象の研究施設・設備

清 瀬 地 区	登 戸 地 区
1) ワイヤロープ疲労試験機 2) 100 トン構造物疲労試験機 3) フルデジタル制御油圧疲労試験機 4) 風洞実験装置 5) 3000kN 垂直荷重試験機 6) 1000kN 垂直荷重試験機 7) 遠心力戴荷実験装置 8) 熱流束式自動熱量計 セタラム C-80 9) 反応熱量計 Super CRC Omnical 社製 10) ガスクロマトグラフ質量分析計 GCMS-QP2010 11) 紫外可視分光光度計 日立分光光度計 UV1900i 12) 靴すべり試験機 13) 押し倒し方式靴・床すべり測定機 14) 移動型靴・床すべり測定機	1) 低周波音実験室 2) 半無響室 3) 手腕振動実験施設 4) 局所排気装置実験施設 5) 低温 (生化学) 実験室 6) ISO7096 に準拠した座席振動伝達測定システム 7) 12 軸全身振動時系列分析システム 8) モーションシミュレータ 9) 振動サンプリング装置 10) 溶接ロボット 11) 汎用水銀分析装置 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) イオンクロマトグラフ

	14) 原子吸光光度分析装置 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) FTIR 17) PID ガスモニタ 18) 粒度測定及びゼータ電位測定装置 19) 2 電圧ポテンシオスタット 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) 21) 脳内神経伝達物質測定装置 22) フローサイトメーター 23) CASA(コンピュータ画像解析精子分析器) 24) 小動物脳血流測定装置 25) 動物血球計数装置 26) 紫外線処理システム付き凍結マイクローム 27) 画像解析装置 28) 自動核酸抽出装置 29) リアルタイム PCR 装置 30) 紫外線細胞照射装置
--	--

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 6 年度 受入数 (内数)	和 書	20 599 冊 (297 冊)	9 234 冊 (175 冊)	29 833 冊 (472 冊)
	洋 書	3 742 冊 (8 冊)	5 141 冊 (12 冊)	8 883 冊 (20 冊)
	(計)	24 341 冊 (305 冊)	14 375 冊 (187 冊)	38 716 冊 (492 冊)
製本雑誌 (うち令和 6 年度分)		24 097 冊 (97 冊)	21 862 冊 (53 冊)	21 862 冊 (150 冊)
購入雑誌	和雑誌	41 誌	1 誌	42 誌
	洋雑誌	9 誌	16 誌	25 誌
	(計)	50 誌	17 誌	67 誌
寄贈交換誌	和雑誌	126 誌	78 誌	204 誌
	洋雑誌	1 誌	3 誌	4 誌
	(計)	127 誌	81 誌	208 誌

研究所の各種研究業務を支援するため清瀬地区、登戸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6年8月、独立行政法人評価に関する有識者会議第56回労働WGにおいて、令和5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(A)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. 労働安全衛生施策の企画・立案に貢献する研究の推進

以下の理由等により、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。

厚生労働省の政策担当部門との頻繁な協議、政策評価結果に基づいた研究内容の軌道修正等を行った結果、プロジェクト研究、協働研究、行政要請研究について、外部評価における研究成果の評価(目標毎年度 3.25 点以上)が令和元年度から令和5年度の各年度において目標を達成しており、達成度は令和元年度を除き 120%を超えている。5 年度間で平均 4.11 点、達成度 126.5%の実績を得ており、評価できる。厚生労働省から「政策効果が期待できる」との評価を受けた研究報告書の割合(目標毎年度 80%以上)についても、令和元年度から令和5年度の各年度において対目標値の 125%の成果を得ている。

さらに、法令・基準の制定及び改定等への貢献した件数(目標毎年度 10 件以上)についても、令和元年度から令和5年度の各年度において目標を達成しており、中期計画5年間の目標の50件に対し、令和5年度までの実績累計は72件であり、目標を大幅に上回った。

調査及び研究の成果については、ホームページに掲載するとともに、その際は国民に理解しやすく活用しやすいものに努めたほか、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するなど掲載方法を工夫した結果、ホームページへのアクセス数(目標毎年度 240 万回以上)は、令和元年度から令和5年度の各年度において目標を達成しており、中期目標の1200万回に対し令和5年度までの累計実績は1483万回であり、中期目標を上回った。

2. 労働災害調査事業

以下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。

厚生労働省からの要請に基づき、迅速かつ適切に研究員を現地に派遣して調査を行い、高度な実証実験やデータ解析等の実施により調査結果を作成し、速やかに厚生労働省に報告することに努めた結果、厚生労働省等依頼元からの評価(目標毎年度平均 2.0 点以上)では、令和元年度から令和5年度の各年度において対目標値の 120%以上の平均点を得ており、5 年度間で平均 2.80、達成度 140.0%の実績であったことは評価できる。

また、労働災害調査事業の一環として、災害情報のデータベース化を進めており、今後、当該データベースに対して体系的に整理及び分析し、これを踏まえた再発防止対策や災害防止のための研究への活用及び反映を行うための準備を進めた。

さらに、「クラブトロリ式橋形クレーンのワイヤロープ切断災害」、「ビル建築工事現場で発生したアース・ドリルの転倒災害」、「鋳造用補助剤製造工場における粉じん爆発災害」、「トンネル掘削中の爆発災害」の計4件を災害調査報告書の要約版として研究所のホームページで公表した。

令和5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		A	—	—

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 (2 課題)

研究課題	頁
(1) 行動災害防止に関する総合的研究	32
(2) 有機粉じん毒性評価のための包括的基盤構築	38

表1-2 プロジェクト研究課題 (10課題)

研究課題	頁
(1) 吊り上げ用具類の寿命予測手法の開発	43
(2) 大型建設機械の安定設置に必要な地耐力に関する研究	48
(3) 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	51
(4) 化学物質の危険性情報の整備及びリスクアセスメントへの活用に関する研究	57
(5) 絶縁体の帯電に起因する静電気災害対策の強化に関する研究	64
(6) 腰痛予防と持ち上げ重量に関する研究	70
(7) 過重労働に関する睡眠と疲労回復機序の研究	75
(8) 経皮ばく露による健康障害が懸念される産業化学物質の予測とそのばく露管理手法に関する研究	79
(9) 労働環境中化学物質のリアルタイム計測・濃度推定および状態変化に対応した捕集・分析に関する研究	85
(10) 先進医学解析技術を用いた職業性肺疾患の基盤的研究	87

表 1-3 基盤的研究課題 (41 課題)

研究課題	頁
a. 化学物質情報管理研究センター	
(1) 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	91
(2) 産業化学物質の生殖影響評価に関する実験的研究	92
(3) 粒子状物質の表面特性と毒性の関係性に関する研究	93
(4) 防護服・保護具着用による WBGT 補正值の妥当性についての研究	96
(5) 「職場における化学物質のリスク評価」の検討対象物質に関する考察	97
(6) インジウム取り扱い作業における肺影響のコホート研究	99
(7) 線虫を用いた産業化学物質の有害性評価試験法確立の試みー主に神経毒性について	100
(8) わが国の化学物質管理を考慮に入れた職業小～細分類に関する検討	102
(9) 小型拡散サンプラーを用いた労働現場における保護器具の有効性評価手法の開発	104
(10) 溶接ヒューム成分のリスク評価のための皮膚吸収性調査	106
(11) 混合有機溶剤の吸脱着と吸着材料の関係性に関する研究	108
(12) 化学防護手袋に関する透過性の簡易測定方法開発に向けた検討:経皮吸収物質含有製品を対象にした方法	109
(13) インハラブルエアロゾル測定法評価のための粗大粒子発生法の検討	112
(14) 労働環境空気中に存在する感作性物質の測定法に関する研究	113
b. 安全研究領域	
(1) 遠隔操縦型ロボット等の安全性指標の検討	114
(2) 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	116

研究課題	頁
(3) 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	117
(4) 建設用ゴンドラの側面開口率および開口形状が風荷重下の応答に及ぼす影響に関する研究	118
(5) ロールボックスパレットの積載重量の実態と簡便な測定手法に関する検討	119
(6) 視覚的不注意が移動時の環境適応動作に与える影響ークロスリアリティ技術を用いた検討ー	120
(7) ウェアラブルデバイスと機械学習を用いた社会福祉施設の作業実態把握システムに関する基礎的検討	122
(8) 爆発圧力と静圧による容器破壊の差異	123
(9) 感電災害の文献調査と統計分析およびその活用方法の検討	124
(10) 建設作業者の安全行動を促進する安全教育ツールの検証	125
(11) 自律移動ロボットの衝突防止方策の設計に関する基礎的研究	126
(12) 歩行支援機器の運動学的分析と安全性・使用性の評価	128
(13) 歩行動作の三次元計測に基づく転倒リスク推定手法の検討	129
(14) 転倒災害のリスクと防止に対する労働者の意識	130
(15) くさび足場の緊結部の緩みによる構造安定性に関する研究	132
c. 健康研究領域	
(1) 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	133
(2) 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	134
(3) うち水インナーによる暑熱負担の軽減効果	136
(4) 法改正による労働時間と労災件数への因果効果の推定	138
(5) 職場における暴言およびその内容が労働者に与える影響についての実験的検証	139
(6) 勤務中身体活動が循環器系自律神経機能に及ぼす影響の検討	141
(7) 有機溶剤蒸気に関する作業環境測定のための異種固体捕集剤の利用の研究	142
(8) 振動感覚閾値を援用した新たな評価指標の衝撃振動作業評価への検討	143
(9) 労働者における過敏性腸症候群の悪化にかかわる心理社会的要因および就労状況への影響	144
(10) 質量分析法によるリスクアセスメント対象化合物の簡便な測定法の検討	145
(11) 重量物取り扱いにおける筋力と腰部負荷の関係	146
(12) 労働時間把握の正確さに関する認識についての検討	148

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 29 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) 諸外国における外国人労働者への安全衛生教育の実施手法及び我が国での実効可能性に関する研究	吉川 直孝	井上里鶴 (麗澤大), 高橋明子, 和崎夏子, 大幢勝利, 平岡伸隆	R6~R8
	(2) 特定機械等の安全衛生対策等に活用できる先進的なデジタル技術の現状把握及び活用への課題抽出	山際 謙太	濱島京子, 山口篤志, 緒方公俊	R6~R8
	(3) 無線操作が可能な天井クレーンの日本国内における設置状況の調査と安全性の分析	山際 謙太	濱島京子, 岡部康平	R6~ R6
文部科学省 科学研究費補助金	(1) 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	依田珠江 (獨協大), 大谷秀憲 (姫路獨協大)	R3~R7
	(2) ヒトの日常生活におけるハロゲン化多環芳香族炭化水素類の包括的曝露・リスク評価	王 齊	雨谷敬史, 野呂和嗣, 大曲遼, 徳村雅弘 (静岡県立大)	R4~R6
	(3) 爪の試料を利用した慢性ストレス指標の確立:メンタルヘルス不調との関連の検証	井澤 修平	菅谷渚	R5~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		(4) イオン付着型移動度分析技術を用いた多成分リアルタイム環境モニタリングの新展開	高谷 一成	的場史郎 (高エネルギー加速器研究機構), 酒井康弘 (東邦大)	R6~R8
	基盤 研究(C) 一般	(1) 循環調整を介する視触覚情報統合のメカニズム	羽鳥 康裕	石井圭 (産業技術総合研究所)	R4~R6
		(2) 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
		(3) 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~R6
		(4) 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~R6
		(5) 加熱式たばこの身体的および精神的影響	胡 歆		R5~R7
		(6) 精密鼻腔模型の開発とエアロゾル粒子の鼻腔沈着に関する実験的評価	山田 丸	和田匡士 (大阪府環境農林水産総合研究所), 加藤伸之 (名古屋国際工科専門職大), 緒方裕子 (ひろこ)	R5~R7
		(7) オルト-トルイジン等芳香族アミンによる健康影響に関するコホート研究	中野真規子	武林亨 (慶應義塾大)	R4~R6
		(8) COVID-19 感染拡大下における心理的影響—前向きコホート研究による検討—	菅谷 渚	山本哲也 (徳島大), 内海千種 (徳島大)	R4~R6
		(9) 職業特性に基づく勤務中身体活動と座位時間の客観的評価と最適値の提案	蘇 リナ	松尾知明	R6~R8
		(10) 職業感染ばく露後サーベイランスと医療従事者の労務管理支援に関する研究	吉川 徹	細見由美子 (国際安全センター), 國島広之 (聖マリアンナ医科大), 網中眞由美 (国立看護大), 黒須一見 (国立感染症研究所), 吉川悦子 (日本赤十字看護大), 竹内由利子 (大原記念労働科学研究所), 岩浅巧 (石巻専修大)	R6~R8
	若手 研究 (B)	(1) 絶縁体間で発生する静電気放電の着火危険性の調査	遠藤 雄大		R5~R6
		(2) 粉末の形状がマグネシウム合金と水の発熱反応とその熱危険性に与える影響	西脇 洋佑		R6~R8
		(3) スパース構造学習を用いた作業動作解析に基づく転倒リスク推定法の開発	平内 和樹		R6~R9
		(4) 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~R6
		(5) 溶接ヒューム成分の皮膚曝露による金属アレルギー発症リスクに関する研究	岩瀬真喜子		R6~R8

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
	研究活動 スタート 支援	(1) 転倒における視覚的不注意の要因および影響	和崎 夏子		R5~R6
	挑戦的萌芽研究	(1) 時間という認知枠組みの発達への天変地異による影響	谷部 好子	山田幸恵 (東海大)	R6~R6
政府受託	厚生労働省	(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	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 (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), 吉川徹, 佐々木毅, 久保智英, 井澤修平, 劉欣欣, 松尾知明, 池田大樹, 松元俊, 佐藤ゆき, 西村悠貴, 鈴木一弥, 茂木伸之, 木内敬太, 山内貴史, 守田祐作, 高橋有記, 中辻めぐみ, 田原裕之	R3~R8
		(2) 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	栗原治 (量子科学技術研究開発機構), 辻村憲雄, 百瀬琢磨 (日本原子力研究開発機構), 谷口信行 (自治医科大), 宮川めぐみ (宮川病院), 大石和佳, 今泉美紗 (放射線影響研究所), 水野光仁 (星総合病院), 大神明, 江口尚, 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), 溝上哲也, 林奉権, 胡歆	R6~R11
		(3) 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, 王瑞生, 緒方裕子(ゆうこ)	R4~R6
		(4) 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	高橋 正也	小林秀行 (高知県立大), 高見具広 (JILPT), 藤本隆史 (JILPT), 加島遼平, 高田琢弘, 王薈琳, 佐々木毅, 佐藤ゆき	R6~R8
		(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2024	吉川 徹	山内貴史 (東京慈恵会医科大), 茂木伸之, 佐々木毅, 守田祐作, 田原裕之, 高橋正也	R6

※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 20 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) 飲料水中の有機リン化合物の健康影響評価に関する研究	徳村 雅弘 (静岡県立大)	王 齊	R4~R6
		(2) 陸上貨物運送業を対象としたMinds参照型腰痛予防対策ガイドラインの策定と予防対策の普及実装の推進	榎原 毅 (産業医科大)	石井賢治 (大原記念労働科学研究所), 菅間敦 (成蹊大), 瀬尾明彦 (東京都立大), 田中孝之 (北海道大), 谷直道 (産業医科大), 平内和樹, 岩切一幸, 杜唐慧子	R6~R8
厚生労働行政 推進調査事業 費補助金		(1) 電動工具を用いた石綿等の切断作業等における粉じん発散抑制措置の効果の実証研究	古賀 純子 (芝浦工業大)	鷹屋光俊, 山田丸, 緒方裕子, 齊藤宏之, 萩原正義, 金子剛大	R6
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, 井上彰臣 (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
独立行政法人 環境再生保全 機構環境研究 総合推進費		(1) マイクロプラスチックと吸着物質の相互作用による海洋汚染促進効果の解明	野呂 和嗣 (静岡県立大)	秋山諭 (大阪府立環境農林水産総合研究所), 王 齊	R5~R7
順天堂大学		(1) 被災地の総合診療に資する健康リスク評価推定のための疫学的研究	横川 博英 (順天堂大)	佐藤ゆき	R4~R6
産業保健 調査研究		(1) 日本語版MAPOインデックスの手引き作成及び良好事例の収集	筒井 保博 (福岡産業保健総合支援センター)	市川富美子 (福岡産業保健総合支援センター), 谷直道 (産業医科大), 岩切一幸	R6
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 (高知県立大), 王薈琳	R4~R6
	基盤研究 (B) 一般	(1) 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)	金恵英	R4~R6
		(2) 油中におけるソフトマテリアルの超高摩擦発現メカニズムの解明と超耐滑靴底の開発	山口 健 (東北大)	柴田圭	R5~R7
		(3) うつ病の再発予防に寄与するAIアルゴリズム技術の開発	山本 哲也 (徳島大)	吉本潤一郎 (藤田医科大), 木村穰 (関西医科大), 菅谷渚	R3~R7
		(4) 学校安全衛生管理体制の運用実態分析と自治体間比較による効果と課題に関する調査研究	小川 正人 (東京大)	川上康彦 (兵庫教育大), 荒井英治郎 (信州大), 植竹丘 (共栄大), 櫻井直輝 (放送大), 山本健也	R5~R7

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
		(5) プラスチック添加剤の経皮曝露を含めた包括的リスク評価スキームの構築	徳村 雅弘 (静岡県立大)	王 齊	R6～R8
	基盤研究 (C) 一般	(1) トンネル建設現場における肌落ち発生要因を考慮した肌落ちリスク低減対策に関する研究	林 久資 (西日本工業大)	岡崎泰幸(松江工業高専), 吉川直孝	R5～R7
		(2) 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
		(3) 学童期の子どものピレスロイド系農薬への曝露と発達障がいとの関連	西原 進吉 (北海道大)	池田敦子 (北海道大), 小林澄貴	R5～R7
	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) 靴底と床面の画像を用いた摩擦係数推定に基づく革新的耐滑性評価システム開発への挑戦	山口 健 (東北大)	西駿明 (東北大), 柴田圭	R6～R7
	挑発的開拓研究	(1) 胎児期および生後の環境によるエピゲノム変化がASDの症状多様性に与える影響の解明	岸 玲子 (北海道大)	宮下ちひろ (北海道大), 伊藤佐智子 (北海道大), 須山聡 (北海道大病院), 山崎圭子 (北海道大), 山口健史 (北海道大), 岩田啓芳 (北海道大), 東條真希 (北海道大), Rahel Ketema(北海道大), 小林澄貴	R5～R7
政府受託	厚生労働省	(1) 有害業務に係る特殊健康診断の諸課題に対する実態把握と課題解決のための調査研究	森 晃爾 (産業医科大)	立道昌幸 (東海大), 山本健也	R5～R7

2. 協働研究成果概要

(1) 行動災害防止に関する総合的研究【4年計画の2年目】

高橋 明子(リスク管理研究 G), 島田 行恭(同), 和崎 夏子(同), 柴田 圭(同), 大西 明宏(同),
大幡 勝利(所長代理), 高橋 弘樹(建設安全研究 G), 金 恵英(同), 日野 泰道(同),
小山 秀紀(新技術安全研究 G), 平内 和樹(同), 菅 知絵美(同),
中村 俊介(横浜労災病院)

【研究期間】 令和 5～令和 8 年度

【実行予算】 44 887 千円(令和 6 年度)

【研究概要】

(1) 背景

第 13 次労働災害防止計画(2018 年度～2022 年度)では、第三次産業の労働災害防止対策が重点事項の 1 つとして推進された[1]。しかし、計画期間中も労働災害は増加し、特に小売業や社会福祉施設などを中心に第三次産業の労働災害の増加は顕著であった。

また、令和 3 年の第三次産業の事故の型の内訳をみると、転倒災害が最も多く 22,352 件(27.8%)、次いで動作の反動・無理な動作が 13,031 件(16.2%)であり、労働者の作業行動に起因する災害(以下「行動災害」という)が 4 割以上を占めていた[2]。このため、第 14 次労働災害防止計画(2023～2027 年度)の計画案では、重点事項の 1 つとして「労働者の作業行動に起因する労働災害防止対策の推進」が掲げられた[3]。その結果、従来型の労働災害防止対策とは異なる、労働者の行動災害防止に関する安全対策の検討が求められている。

製造業や建設業などの業種では、これまで労働災害防止の重点業種として対策が行われ、熟練した安全管理の専門家による管理が確立されている。それに対し、労働災害の増加が著しい第三次産業については、参入する労働者数の増加に比べて安全管理の仕組みが十分に確立されておらず、他業種と比較して人、時間、費用などのリソースの面での制約も多いと考えられる。そのため、第三次産業においては、これらの制約も念頭に置いて、作業環境、労働者、管理体制など総合的な観点から行動災害防止に関する安全対策を検討する必要がある。

以上を踏まえ、本研究では、行動災害防止のための研究として、第三次産業の中でも特に労働災害の増加が著しい小売業と社会福祉施設を対象とし、行動災害の中で最も多く発生している転倒災害に着目して、これらの業種の特徴に即した安全対策を検討することとする。

さらに、実際の行動災害は人の転倒に起因して、死亡などの重篤な労働災害が発生すること多い。そ

して、死亡災害の多くは頭部外傷や脳損傷等に伴って発生すると考えられるため、転倒発生後における外傷の予防策や被害軽減策についても検討することとする。

(2) 目的

本研究では、医学、工学、心理学、及び安全管理の観点からの学術的知見を踏まえた上で、労働者健康安全機構の労災病院及び労働安全衛生総合研究所が協働して行動災害防止に関する総合的研究を行う。この実施にあたっては、第 14 次労働災害防止計画の記載に基づき「科学的根拠に基づいた安全対策の提案」を基本方針とした。

具体的な研究は、2 つのサブテーマから構成される。サブテーマ 1 は小売業と社会福祉施設における転倒災害の発生を防止するための研究であり、サブテーマ 2 は転倒発生後における外傷の予防策や被害軽減策を検討するための研究である。

サブテーマ 1 は、小売業と社会福祉施設の転倒災害の発生防止を目的として、安全管理、作業者のスキル、作業環境の観点から下記の 3 項目を実施する。

- a.小売業と社会福祉施設を対象に安全管理に関する実態調査を行い、各業種の労働現場の安全管理の問題点を明らかにする。(「安全管理」に着目)
- b.作業の専門性の高い社会福祉施設については、作業者のスキルに着目し、作業者が転倒を防止し安全に作業するために必要なノンテクニカルスキルを抽出、整理する。(「作業者のスキル」に着目)
- c.小売業や社会福祉施設で頻発するすべり転倒対策に関する研究として、被験者実験を通して、官能評価(人の感覚器を使って行う評価)や靴底形状等からの摩擦係数の推定などにより、作業環境のすべりリスクの程度を示す摩擦係数を簡易的に評価できる手法を開発する。(「作業環境」に着目)

以上の a.～c.をまとめ、小売業と社会福祉施設における転倒災害の発生防止を中心とした安全対策の提案をする。

これに対し、サブテーマ 2 は、転倒発生後における外傷の予防策や被害軽減策を検討するための研究である。この研究では、特に頭部外傷や脳損傷等を伴う重篤な行動災害に着目する。具体的には、作業者

が冰雪環境や水に濡れた環境で足を滑らせて転倒し、後頭部を強打、階段や段差等の保護具着用義務がない程度の高低差のある場所で足を踏み外す等により転倒して頭部を強打、作業者が転倒した際に、段差その他の何らかの障害物で頭部を打撃した結果、脳に回転衝撃が作用した事例など、小売業と社会福祉施設を中心とした転倒災害を対象とする。

サブテーマ 2 では、以上のような行動災害を対象に、人体ダミーを用いた実験的検証と人体傷害解析用シミュレータを用いた解析的検証に基づき、保護帽等による具体的な予防策と被害軽減策を重点的に検討する。その際、保護帽などの使用条件も科学的根拠に基づき実験的・解析的検証を行う。

以上の総合的研究によって、第 14 次労働災害防止計画のアウトプット指標の提案をすることができ、小売業と社会福祉施設の転倒災害発生率の低減と、頭部外傷と脳損傷等を伴う重篤な行動災害の予防と被害軽減に貢献し、第 14 次労働災害防止計画のアウトカム指標の目標達成に資する。

(3) 方法

1) サブテーマ 1 『小売業と社会福祉施設における転倒防止に関する研究』

サブテーマ 1 については、4 年間の計画で、3 つの柱、具体的には「安全管理」、「作業者のスキル」、「作業環境」に着目し、研究を実施する。

1-1) 小売業と社会福祉施設における安全管理の実態調査

「安全管理」に着目し、小売業と社会福祉施設の安全管理に関する実態調査を行う。具体的には、小売業と社会福祉施設を対象に、企業や施設で実施している安全管理の方法や安全管理上の問題点等に関するインタビュー調査を行い、各業種の労働現場の安全管理の問題点を明らかにする。研究対象者について、小売業は労働安全衛生総合研究所で研究実績のあるスーパーマーケットの管理者を対象とする予定である。社会福祉施設は介護サービスを提供する施設の中では、「施設系」「短期入所系」「通所系」の労働災害が多いことが指摘されているため[4]、「施設系」「短期入所系」「通所系」の施設の管理者を中心に選定する予定である。

1-2) 社会福祉施設の転倒防止を中心としたノンテクニカルスキルの調査

「作業者のスキル」に着目し、社会福祉施設の作業者が転倒を防止し、安全に作業するために必要なノンテクニカルスキルについて定性・定量的に整理、考察する。具体的には、転倒防止を中心として安全に作業をする上での問題点や転倒等の事故を防止するための作業上での確認ポイント、事故を防止するための自

主的な工夫点等に関するインタビュー調査を行い、更にその結果を踏まえて作成したアンケートを Web にて実施し、安全に作業するために必要なノンテクニカルスキルを定量的に整理する。研究対象者については、管理者への調査と同様に、「施設系」「短期入所系」「通所系」の施設の作業者を中心に選定し、可能であれば安全作業に関するノンテクニカルスキルを備えていると考えられるベテラン作業員(実務経験 10 年以上を目安)を対象とする予定である。

1-3) 小売業と社会福祉施設におけるすべり転倒防止に向けた簡易すべり評価手法の開発と応用

「作業環境」に着目し、小売業や社会福祉施設で頻発するすべり転倒防止に向けた簡易すべり評価手法の開発と応用に関する研究として、被験者実験を行う。具体的には、小売業と社会福祉施設の労働現場において想定される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(床反力を計測するためのセンサ)等を用いて対象者(健康者)に立った状態(立位)と椅子に座った状態(着座)で、片方のみの前方一方向の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し、実際の労働現場への実装に向けて、同評価手法によりすべりを適正に評価できるかを確認する。さらに、靴底の形状から摩擦係数を推定する近似式を構築し、小売業と社会福祉施設の労働現場で使用される靴底と作業床の組み合わせにおける推定可能性について検討する。なお、今回は立った状態(立位)のみを対象とするが、今後、椅子に座った状態(着座)を追加する場合には、別途倫理審査委員会に申請する。

以上の研究結果をまとめ、労働安全衛生総合研究所技術資料(TD)を作成し、小売業と社会福祉施設における転倒災害の発生防止を中心とした安全対策を提案する。

2) サブテーマ 2 『頭部外傷と脳損傷等を伴う重篤な行動災害の予防と被害軽減に関する研究』

サブテーマ 2 については、4 年間の計画で研究を実施する。

まず当研究所でこれまでに実施した労働災害の分析結果を基に、小売業と社会福祉施設を中心に頭部外傷と脳損傷等を伴う重篤な行動災害を予防又は被害軽減するための仮説を検討する。具体的には、転倒時の頭部外傷や脳損傷に係る典型災害と、転倒時の傷病や部位、重篤度等に係る要因を基に、医師等の専門家の意見も踏まえた上で、重篤な頭部外傷と脳損傷等を伴う行動災害の保護帽等による予防策と被害軽減策の仮説を提案する。

次に、労働災害の分析結果を基に設定した仮説の妥当性を確認するために、加速度センサを埋め込んだ人体ダミーを用いた典型災害事例の再現実験を実施する。得られた実験データは、脳や臓器に伝わる衝撃まで部位ごとにシミュレートできるバーチャル人体モデル及び人体傷害解析用シミュレータを用いて解析する。この解析は人体傷害解析用シミュレータの専門メーカーの協力も得て行う。当該実験及び解析結果に基づき実験及び解析方法を改良し、保護帽等による予防策と被害軽減策の高度化を目指す。

以上の実験及び解析による検討結果に基づき、頭部外傷と脳損傷等の予防策及び被害軽減策を保護帽などの使用条件も含め具体的に提案する。この提案は、医学的、工学的、心理的、管理的の様々な観点から検討する。また、成果を原著論文等にまとめて科学的根拠として確立するとともに、現場に分かりやすい形で普及促進できるように、研究所のホームページや職場のあんぜんサイト等での公表や一般の方にも分かりやすいパンフレットの作成に取り組む。

【研究成果】

本年度の研究成果を報告する。

(1) サブテーマ 1 『小売業と社会福祉施設における転倒防止に関する研究』

1) 小売業と社会福祉施設における安全管理の実態調査

令和 6 年度は、社会福祉施設の管理者を対象とした安全管理の実態に関するインタビュー調査を行うため、社会福祉に関する業界団体に協力を得て、調査対象施設の選定を行った。準備が整い次第、調査を実施する予定である。

2) 社会福祉施設の転倒防止を中心としたノンテクニカルスキルの調査

令和 6 年度は、社会福祉施設で働く介護労働者の転倒防止のための行動（以下、転倒防止行動）を抽出するため、高齢者福祉施設で働くベテランの介護福祉士 30 名（男性：12 名、女性：18 名、年齢：43.2±7.4 歳、実務経験年数：16.3±4.5 年）を対象に、自己および同僚の転倒防止行動について、インタビュー調査を行った。主な質問項目は、高齢者福祉施設の利用者（高齢者）の介助時における自己および同僚の転倒防止行動、施設内での移動時における自己および同僚の転倒防止行動であった。インタビューで得られた発話データをもとに KJ 法を用いて分析を行った。その結果、「介助時の自己の転倒防止行動」が 189 項目抽出され、8 カテゴリー中見出し 56 項目に分類された。また、「移動時の自己の転倒防止行動」が 65 項目抽出され、5 カテゴリー 28 項目の中見出しに

分類された。今後、「同僚の転倒防止行動」についても分析する予定である。これまで労働者の転倒しないためのスキル（行動）に着目した研究は見当たらないため、新しい視点での転倒防止対策の素案を抽出できたと言える。

3) 小売業と社会福祉施設におけるすべり転倒防止に向けた簡易すべり評価手法の開発と応用

令和 6 年度は、小売業と社会福祉施設において使用される機会が多い作業靴、厨房用靴、安全靴等 37 種類を対象に、靴底の 3 次元形状を広範囲・高速度・高精度で測定できる装置を用いて測定を行った。これにより、靴底のマクロ形状とともに、面単位での算術平均高さ、突出山部高さ、突出谷部高さ、山部とコア部の負荷面積率、谷部とコア部の負荷面積率、スキューネス、クルトシス、表面性状のアスペクト比、最小自己相関長さ、山の頂点密度等の表面粗さパラメータも取得した（図 1）。これらの形状と摩擦係数の関係の解明の始めとして、昨年度に実施した油塗布ステンレス鋼板上における摩擦係数の測定から得られた、すべり速度 0.3m/s における動摩擦係数の値から 2 つに分けた試験靴群に対して、同表面粗さパラメータに統計的有意な差があるか検討を行った。すべりの危険性がある指標として安全靴の耐滑性基準が定められている JIS T 8101 を参考に、動摩擦係数 0.2 未満を低摩擦群、0.2 以上を高摩擦群とした。その結果、2 群間においていずれの表面粗さパラメータにも統計的有意な差は見られなかった（図 2）。これから示唆されるのは、平滑面上におけるすべりやすい状況での動摩擦係数はミクロな表面形状には影響されにくく、表面粗さパラメータでは表せないマクロな形状、例えば溝深さやブロックのアスペクト比、ブロックの端部曲率等に影響されやすい可能性があること、靴種類が 37 足では不足であり、サンプルサイズを増やす必要があること等が挙げられる。

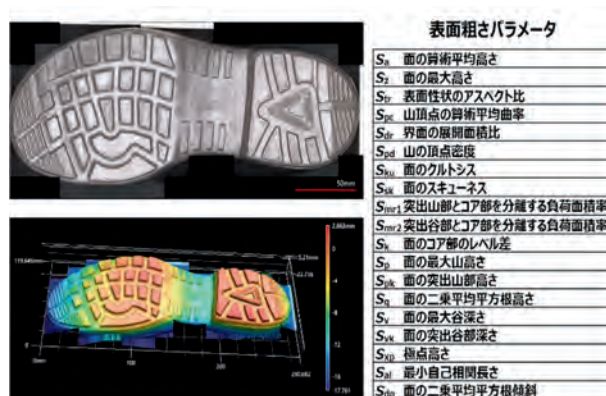


図 1 靴底の 3 次元形状測定例

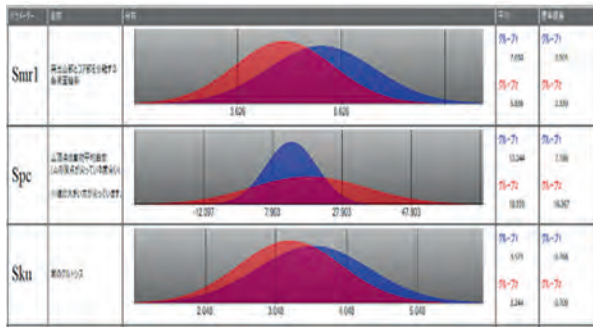


図 2 2 群における表面粗さパラメータの値の分布の例

(2) サブテーマ2『頭部外傷と脳損傷等を伴う重篤な行動災害の予防と被害軽減に関する研究』

1) 人体ダミーを利用した頭部外傷と脳損傷等の予防と被害軽減に関する実験的研究

令和 6 年度は、人体ダミーを用いて転倒時の頭部衝撃に関する実験を実施した(図 3)。実験には、Hybrid III 成人男性歩行者用ダミーを使用した。ダミーの頭部には加速度計と角速度計をそれぞれ 3 台取り付け、胸部には小型のデータ収録装置、アンプモジュール、バッテリーを集約した。データ収録装置は制御用ノート PC と磁石式コネクタケーブルで接続し、転倒の開始と同時に自動で切り離される仕組みとした。

また、実験の統制を図るため、専用の試験装置を製作した。この装置は、ダミーを最大 1 m の高さまで持ち上げ可能なリフターと、電気機械式の切り離し装置を備えたスリングから構成されている。ダミーの挙動は高速カメラで記録し、計測システム、切り離し装置、カメラを同期信号発生装置により同期させた。これにより、スリングの切り離しと同時にダミーの転倒が開始され、計測と撮影が行われる仕組みとした。

本装置を用いて、初期姿勢角度、異なる床材(鋼板など)および頭部保護具(ヘッドガード、産業用ヘルメット)による後方転倒時の頭部衝撃を計測した。その結果、床材が鋼板で保護具非装着の条件では、頭部傷害基準(HIC₁₅)が極めて高く、平地での転倒であっても頭部外傷のリスクが大きいことが確認された。一方、保護具を装着することで HIC 値は低減し、一定の衝

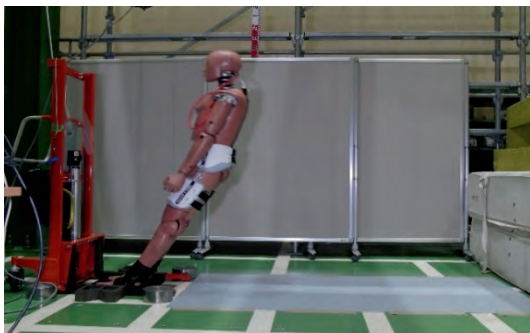


図 3 人体ダミーを用いた転倒実験の様子

撃緩和効果が確認された。しかしながら、いずれの条件においても HIC 値はしきい値を超えており、重傷化のリスクは依然として残された。今後は、転倒時の頭部衝撃をより効果的に軽減するための保護具の要件について、さらに検討を進める予定である。

2) 人体傷害解析用シミュレータを利用した頭部外傷と脳損傷等の予防と被害軽減に関する解析的研究

令和 6 年度は、頭部外傷および脳損傷を伴う重篤な労働災害に着目し、高さ 2 m 以下の低所からの墜落・転落時における人体損傷の分析を実施した。令和 5 年度に得られた解析結果の検証および解析精度の向上を目的として、成人男性を模擬した有限要素人体モデル「THUMS (Total Human Model for Safety)」[6][7]を用いた衝突解析と、人体ダミー (HYBRID III Pedestrian) を用いた転落実験を同時に実施した。

解析および実験により得られた頭部加速度応答をもとに、頭部傷害基準(HIC: Head Injury Criterion)[8]を算出し、頭部損傷の程度を評価した。評価には15ミリ秒の時間間隔で計算される HIC₁₅ を用いた。これは衝突時における頭部損傷リスクおよび重篤度を定量的に示す指標である。実験および解析のケースは表 1 に示す通りであり、足部の角度と頭部の高さをパラメータとして設定した。図 4 には転落角度 20 度の転落例を示している。表 2 には、各ケースにおける解析結果および実験結果を示している。結果より、転落高さが増加するにつれて、頭部に作用する最大加速度も増加する傾向が確認された。実験と解析の両方において、同様の傾向が得られている。一方で、HIC₁₅ の値が 3000 を超える場合、たとえ頭部高さが 88 cm (1 m 未満) であっても致命的な損傷が生じる可能性があることが示唆された。これは、転倒時に人が自然に取る防御姿勢を解析モデルや実験で完全に再現することが難しく、衝突時のエネルギー分散が正確に再現されていないことが一因と考えられる。

表 1 実験および解析ケース

No.	転落角度 θ [°]	頭の高さ [cm]
1	10	41
2	20	68
3	30	88
4	40	107



(a) 人体モデルの解析



(b) 人体ダミーの実験

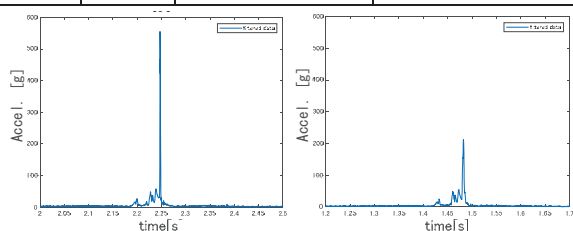
図4 転落角度 20 度の転落例

さらに、ヘルメットの有効性を検証するため、一般的な墜落防止用ヘルメットを着用させた転落実験を実施した。ヘルメット着用の有無による比較実験は、頭部高さ 133 cm、足元高さ 20 cm、傾斜角 45 度という条件下で行った。

図 5 には、ヘルメット未着用時(図 5(a))および着用時(図 5(b))における頭部合成加速度の時刻歴を示している。得られたデータからは、ヘルメットを着用することで最大加速度が約 3 分の 1 に低減されることが確認された。また、HIC₁₅ 値はヘルメット未着用時に 5189 であったのに対し、着用時には 1288 まで低下しており、頭部損傷の重篤度が大幅に軽減された。これにより、一般的な墜落防止用ヘルメットにおける優れた防護効果が定量的に示された。

表 2 実験および解析結果

Case	角度 [°]	最大合成 加速度 [G]	HIC ₁₅
実験	10	117	188
	20	323	1543
	30	503	over 3000 (3680)
	40	729	over 3000 (7543)
解析	10	202	769
	20	299	1714
	30	388	over 3000 (3855)
	40	439	over 3000 (3729)



(a) ヘルメット未着用 (b) ヘルメット着用

図 5 頭部合成加速度の時刻歴

【参考文献】

- [1] 厚生労働省 (2018) 第 13 次労働災害防止計画, <https://www.mhlw.go.jp/content/11200000/001074135.pdf> (2024 年 5 月 23 日参照)
- [2] 厚生労働省 (2023) 職場のあんぜんサイト, 労働災害統計 令和 4 年 労働災害統計確定値, <https://anzeninfo.mhlw.go.jp/user/anzen/tok/anst00.html> (2024 年 5 月 23 日参照)
- [3] 厚生労働省 (2023) 第 14 次労働災害防止計画, <https://www.mhlw.go.jp/content/11200000/001116307.pdf> (2024 年 5 月 23 日参照)
- [4] 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.
- [5] JIS T 8101:2020 安全靴
- [6] 名田彩希子 (2023) 人体傷害解析モデル THU MS®の活用—モデル概要編一, 計算工学, Vol.28, No.1, pp.26-1-6. https://www.jsces.org/activity/journal/08_vol28no1_Nada_02_web.pdf (2024 年 6 月 28 日参照)
- [7] Total Human Model for Safety (THUMS) <https://www.toyota.co.jp/thums/>
- [8] 中野正博, 松浦弘幸, 玉川雅章, 山中真, 行正徹, Masami Kubota (2010) 頭部損傷基準(HIC)の理論的分析, バイオメディカル・ファジィ・システム学会誌, Vol.12, No.2, pp.57-63.

【研究業績・成果物】

【原著論文】

- 1) Kaylie Lau, Takeshi Yamaguchi, Kei Shibata, Toshiaki Nishi, Geoff Fernie and Atena Roshan Fekr (2024) Machine learning prediction of footwear slip resistance on glycerol-contaminated surfaces: a pilot study. Applied Ergonomics, Vol. 117, 104249, pp なし.

【国内外の研究集会発表】

- 1) 菅知絵美, 梅崎重夫, 大嶋勝利 (2023) 社会福祉施設における転倒による頭部外傷や脳損傷等の労働災害分析, 日本転倒予防学会プログラム・抄録集, p161
- 2) 柴田圭 (2024) 転倒災害の現状と防止対策について, 第 97 回日本産業衛生学会, 教育講演 1.
- 3) 柴田圭 (2024) 転倒災害におけるすべりの評価・対策について, 第 83 回全国産業安全衛生大会 in 広島, マネジメントシステム・リスクアセスメント分科会.

- 4) Haeyoung Kim, Katsutoshi Ohdo, Yasumichi Hino, Hideki Oyama, Hiroki Takahashi (2024) Impact simulation of occupational falls from low heights with human models of THUMS (Total Human Model for Safety), International Workshop on Industrial Safety Engineering 2024 (I-WISE 2024).
- 5) 金恵英, 大幢勝利, 日野泰道, 小山秀紀, 高橋弘樹, 岡村昌浩(2024), 低所から転落時の人体損傷解析:THUMS (Total Human Model for Safety)を用いた人体損傷解析, 第57回安全工学研究発表会.
- 6) 菅知絵美, 小山秀紀, 池田博康, 大幢勝利 (2024)小売業における転倒災害による頭部外傷や脳損傷等の特徴, 日本転倒予防学会11回学術集会, 抄録集, p.98.
- 7) 小山秀紀, 池田博康 (2025) 人体ダミーを用いた後方転倒による頭部衝撃の測定, 第33回日本人間工学会システム大会.

(2) 有機粉じん毒性評価のための包括的基盤構築【3年計画の3年目】

梅田 ゆみ(病理 G)、山野 莊太郎(同)、豊岡 達士(開発 G)、齋藤 美佐江(病理 G)、
妹尾 英樹(同)、高信 健司(同)、鈴木 正明(試験 G)、菊地 芳典(同)、米山 賢吾(同)、
天本 宇紀(開発 G)、馬場本 絵未(同)、王 瑞生(化学物質情報管理研究 C)、
大塚 義紀(北海道中央労災病院)、新井 佐知子(麻布大学)、上家 潤一(同)、
高須 正規(岐阜大学)、平田 暁大(同)、岸本 卓巳(岡山水清会病院)、
甲田 茂樹(高知県立大学)

【研究期間】 令和4～令和6年度

【実行予算】 9760千円(令和6年度)

【研究概要】

(1) 背景

架橋型アクリル酸系水溶性高分子化合物(以下、アクリル酸系ポリマー)の吸入性粉じんを取り扱う工場の労働者に、肺線維化、間質性肺炎および肺気腫等の肺疾患が生じる事象が発生した[1, 2]。当時、アクリル酸系ポリマーの吸入性粉じんによる呼吸器の有害性は国際的にも報告されておらず、呼吸器疾患の発生機序等が不明であった。そこで我々は病態の把握等を目的に前期協働研究において3年間(令和元年度～3年度)の研究を実施した。その結果、齧歯類を用いたアクリル酸系ポリマー肺毒性機序の詳細な把握と慢性期までの病態の時空間的変遷を明らかにした[3]。加えて、用量反応関係からNOAEC: 0.3 mg/m³およびLOAEC: 1 mg/m³を明らかにした[4]。

しかし、前期までの研究により齧歯類でみられた病態は患者の肺にみられたものとは異なっていた点も明らかになり、外挿性の課題が生じていた。さらに、現在の労働環境では多種多様なポリマーが存在しており、その有害性についてはこれまで体系的に評価されていない点も課題としてあった。そこでポリマーを基軸とした有機粉じんの毒性評価のための基盤構築を目的とした本研究がスタートした。

我々は本課題を遂行するために、「毒性評価のための動物代替法開発」として培養細胞を用いた研究や「吸入ばく露代替法の開発」としてラットを用いた“乾”式気管内投与法の開発、および、「大型動物を用いた研究」としてブタを用いた研究を柱に計画がされていた。しかし、研究施設の移転が決まり、2023年度における動物施設の閉鎖、及び2023年度中のラボ引越が計画され、上記経営判断の実施に沿って研究計画を変更する必要が生じた。具体的には、培養細胞及びラットを用いた実験においては2023年までのデータで終わらせると共に、獣医大学の協力を得て実施する「ブタ実験」にリソースを集中させて、研究を継続することが2023年2月10日の評価部会にて承認された。

(2) 目的

本研究の目的はアクリル酸系ポリマーに端を発して、近年の日本の労働衛生上問題となった「有機粉じんを介した労働災害」を繰り返さないために、更には今後同様の労働災害事案を国際的にも生じさせないために、多種多様なポリマーを基軸とした有機粉じんの毒性評価のための評価系について体系的な情報整理と基礎研究実施による基盤構築を行い、有機粉じんの有害性評価の迅速化・高度化・標準化のためのスクリーニング手法開発、及び法令改正に資するエビデンスを集積する事である。

より具体的には、本研究に先立ち行なった齧歯類を用いたアクリル酸系ポリマー投与実験では、労働者の呼吸器病変を再現できないという課題があった。そこで、本研究において、職業性肺疾患の好発部位である小葉間隔壁と呼吸細気管支周囲間質(広義間質)を持つ動物を探索することから実施した。その結果、ブタはじん肺等の職業性呼吸器疾患を引き起こす好発部位である広義間質が発達した肺を持つ動物であることが明らかになった[5]。本報告は、ブタを用いた実験において、ヒトのじん肺疾患モデルとして有用であるか検討することに目的を絞り、令和6年度に実施した内容となる。

(3) 方法

1) 使用動物と投与物質

雄マイクロミニピッグ(体重 8-10 kg)は富士マイクラ株式会社(静岡)より導入し、家畜豚(体重 6.5-7.4 kg)は株式会社シムコ(千葉)より導入した。馴致期間を経てのち、実験を実施した。被験物質として、以下を肺内へ投与した。

- ①アクリル酸系ポリマー(100 CLPAH)(富士フイルム和光純薬、大阪)1.5 mg/kgBW、15 mg/kgBW
- ②ポリヘキサメチレングアニジン PHMG-HCl(Hebei Jinhong Chemical 株式会社、中国河北省)1.5 mg/kgBW、0.15 mg/kgBW
- ③アクリル酸系ポリマー(100 CLPAH)(富士フイルム和光純薬、大阪)20 mg/kgBW、
- ④非架橋型アクリル酸系ポリマー(PAH)(富士フイルム和光純薬、大阪)20 mg/kgBW

2) マイクロミニピッグの CT 撮影

被験物質投与前、投与後 3 日、1 週間、2 週間、3 週間、4 週間、2 ヶ月、3 ヶ月（解剖前）に胸部 CT イメージを取得した。

撮影の当日は絶食とした。ブトルファノール（明治アニマルヘルス、熊本）、メドミジン塩酸塩（共立製薬、東京）およびミダゾラム（日医工、富山）による三種混合麻酔薬(MMB)の筋肉内投与(0.09 ml/kg)で鎮静、挿管処置を施した後、2-5%イソフルラン（ヴィアトリス製薬、東京）麻酔下で Alexion Advance 16 列 CT (Canon Medical Systems)で 胸部 CT イメージを獲得した。麻酔管理下の過剰換気により自発呼吸を停止させ、管電圧 120kV、仰臥位、スライス厚 1.0 mm の条件下で非造影 CT イメージを取得した。

撮影後は、アチパメゾール塩酸(0.02~0.04mg/kg)を投与し、覚醒を確認した。

3) 投与方法

マイクロミニピッグでは、麻酔の覚醒時における事故防止のため、絶食させた後、CT 撮影と同様の MMB で鎮静させ、速やかに気管挿管処置を実施した。イソフルランでの麻酔下で気管支鏡(TOKIBO、東京)を用いて、クーデック気管支ブロッカーチューブ（大研医器株式会社、大阪）を装着し、右肺に①アクリル酸系ポリマーまたは②PHMG-HCl を投与した。

家畜豚では、離乳豚（約 10kgBW、1 ヶ月齢）を用いて、メドミジン(0.06mg/kg)+ミダゾラム(0.2mg/kg)+ブトルファノール(0.2mg/kg)を 0.1ml/kg 頸部筋肉注射(21G・1 1/2 針)により鎮静したのち、耳介静脈よりチアミラールナトリウム（50mg/kg）を 21G 翼状針で投与し、意識消失を確認した。その後開口させ、気管支鏡 Ambu® aScope™4 ブロンコ（アンブ株式会社、東京）で右中後葉の 1 次気管支を確認しながら、クーデック気管支ブロッカーチューブを留置し、③アクリル酸系ポリマーまたは④非架橋型アクリル酸系ポリマーを投与した。

なお、マイクロミニピッグ及び家畜豚とも、被検物質の投与時には、実験者の暴露を避けるため、N95 マスク、ゴーグル、帽子、ガウンを使用した。

4) 解剖及びサンプリング

マイクロミニピッグ、家畜豚ともに当該委員会で承認された方法で動物を安楽死させた。

マイクロミニピッグでは、3 か月の観察の後、安楽殺処置として、前述の MMB で鎮静処置(0.09ml/kg)した後、チオペンタール（ニプロ ES ファーマ、大阪）を静脈より投与(10mg/kg<)した。チオペンタールによる深麻酔が得られたことを確認し、15% KCl（丸石製薬、大阪）の投与により心停止させた。全身臓器の状態を肉眼的に観察したのち、肺を摘出した。摘出後、速やか

に臓器の温度を下げるため、4℃に冷却してある D-PBS（富士フイルム和光純薬、大阪）を左右の気管支より洗浄瓶を用いて肺全体が膨らむ程度（各約 200ml）注入し、on ice にて 10 分程度臓器の温度を低下させた。左肺は対照部位として、右肺は病変部位を中心に約 5mm 厚で切り出しを実施した。

分子生物学的解析用には、正常対照部位として、左後葉の3領域（領域 A、B 及び C）を採取した。領域 A は臓側/壁側胸膜+肺泡領域（胸膜と肺泡 under2mm 程度をつけて）、領域 B は細気管支+肺泡+隔壁（先ほどの領域 A から内部に 10mm 程度）、及び領域 C は BVB+静脈（肺スライスの中心部に陣取る脈管+気管支をくり抜いて）とした。病変部では、右後葉を個体ごとの病変の状況に応じて1領域から3領域を採取した。

病理組織学的解析用として、左肺は対照部位として、右肺はシングルセル解析用サンプルと対面で切り出した肺を、10%中性緩衝ホルマリン液にて 48-72 時間浸漬固定した。

家畜豚では、投与 1 ヶ月後に、投与時と同様に鎮静させ、耳介静脈よりチアミラールナトリウム 100mg/kg を投与して体動消失し完全に意識を消失したことを確認し、腋窩動脈より放血殺した。全身臓器の状態を肉眼的に観察したのち、肺臓器を摘出した。摘出した肺は 10%中性緩衝ホルマリン液にて 48-72 時間浸漬固定した。

5) 病理組織標本作製

浸漬固定された肺はさらにカセットに入るサイズ（約 2.5cm×2cm）に再度切り出しを行い、ホルマリン後固定を実施し、パラフィン包埋工程へと進めた。

パラフィン包埋工程としては、後固定終了後軽く水洗し、70%エタノールに 6 時間浸漬後、密閉式自動固定包埋装置（サクラファインテックジャパン（株）製 VIP-6AI）を用いて処理し、パラフィン包埋ブロックを作製した。パラフィン包埋ブロックは、薄切機（リトラーム REM-710、大和光機株式会社）にて約 3~4µm 厚で薄切して FFPE 病理切片を作製した。

HE 染色、特殊染色（マッソントリクローム染色、エラスチカワンギーソン染色やアルシアンブルー染色）、及び免疫組織化学的染色（Desmin や α SMA）は既報の染色法[3, 6]に従って実施した。

(4) 研究の特色・独創性

有機粉じんは、労働環境で吸入性の微粒子（＝個体）として存在する有機化合物である。鳥の羽、花粉や木材粉じんなどの生物由来粒子はよく知られており、主にアレルギー性疾患（労働衛生上の問題は職業性喘息等）の発症有無が注目されていた。しかし、近年 2 種類の有機化合物による事案が生じた。1 つは 2000

年代に大韓民国で発生した加湿器除菌剤事件であり、Polyhexanethylene guanidine phosphate (PHMG)を中心とした化学物質が原因であった。加えてもう1つは、2017年に日本ではアクリル酸系ポリマーの吸入による職業性肺疾患の労働災害事例が生じた。これら2件の事例で観察された臨床病態は肺における線維化でありアレルギー性疾患ではない。

ポリマーの毒性機序は、「モノマーを含む低分子化学物質に特徴的である細胞内への取り込みと代謝活性化による毒性発現」等の従来の毒性機序と異なり、多種多様なポリマーの物理化学的な複雑性及び多様性について体系的に整理し、毒性のベクトル(傷害性、感作性、線維原性、発がん性など)についても合わせて整理が必要である。さらに労働者の安全衛生上、これまでの化学物質の管理の延長線で考えるべきか、について改めて認識する必要がある、このような着眼点は労働衛生上独創性が高いと考えている。

加えて本研究では、実験動物として多用される齧歯類における肺の解剖学的な弱点を克服したブタ(大型動物)を用いた呼吸器毒性の評価系開発など、有機粉じん毒性を詳細に評価するための非常にチャレンジングな研究テーマを予定しており、将来の有機粉じんの体系的な毒性評価系構築のために価値のある萌芽研究的役割も有する。

【研究成果】

本年度の研究成果を報告する。

(1) マイクロミニピッグを用いた実験の結果

肉眼的観察では、アクリル酸系ポリマーを 15.0 mg/kgBW 投与した右肺では、後葉と中葉の境目に乳白色の結節(φ20mm)を認めた、これら2つの肺葉では肺表面に白色の亀甲模様が顕著に認められた(図1左)。また、切り出し断面においても顕著な隔壁の肥厚を認めた。加えて、CT撮影によりコンソリデーションを認めた領域は、剖検により、乳白色の結節である事が確認できた(図1中央及び右)。結節には、部分的に黄色調や白色調の強い領域も認められた。

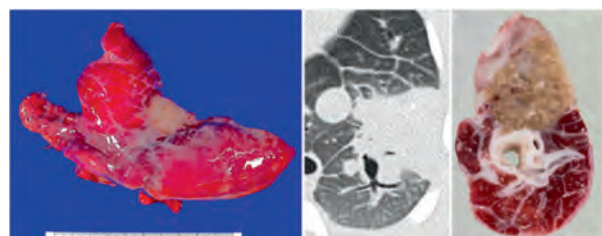


図1 アクリル酸系ポリマーを 15.0 mg/kgBW 投与したマイクロミニピッグの肺

左:解剖時の肉眼像、後葉と中葉の境界に乳白色結節(矢印)、中央:解剖前の HRCT 画像、右:切り出し時、右後葉の断面

PHMG-HCl を 1.5 mg/kgBW 投与した右肺では、後葉と中葉の境界面で癒合および陥没が認められ、白色化していた(図2左)。切り出し後、線維化を思わせる白色領域の広がり観察された。一部、白色領域内では隔壁の肥厚が観察された(図2中央及び右)。

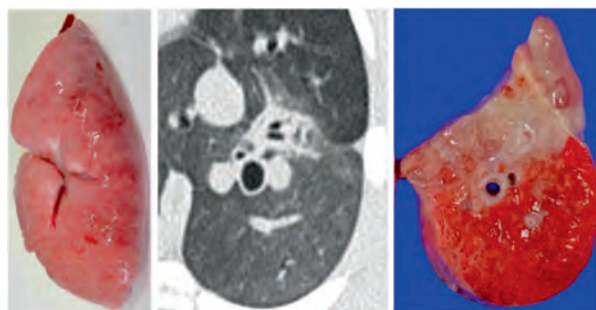


図2 PHMG-HCl を 1.5 mg/kgBW 投与したマイクロミニピッグの肺

左:解剖時の肉眼像、中央:解剖前の HRCT 画像、右:切り出し時、右後葉の断面

病理組織解析の結果からは、HE 染色標本の観察により、アクリル酸系ポリマーを投与した肺には、気管支血管束周囲の間質(軸位間質)や、小葉間隔壁では線維増殖性の肥厚が認められた(図3)。これらの線維性増殖病変はマッソントリクローム染色やエラスチカワンギーソン染色により膠原線維の増生であることを確認した(図4)。

PHMG・HCl を投与した肺では、肉眼的に白色を呈した病変部において、傷害性変化やその修復に関わる組織変化が観察され、その一部で小葉間隔壁の肥厚も認められた(図5)。病変部には既存の肺胞構造が消失し、間質組織で埋められ、その一部に上皮の再生像が認められた。また、強い傷害性変化として、

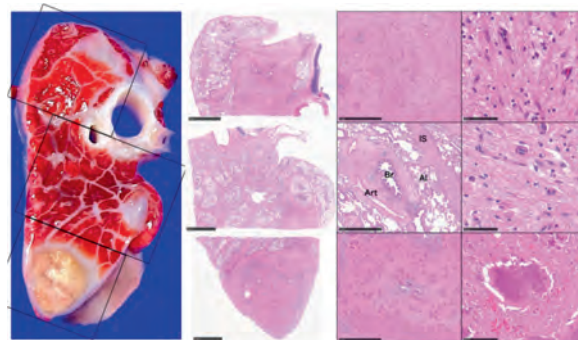


図3 アクリル酸系ポリマーを 15.0mg/kgBW 投与したマイクロミニピッグの肺

左:解剖時の肉眼像(切出時断面)、後葉腹側に乳白色結節、右:H&E 染色病理組織像、IS:小葉間隔壁の肥厚、Br:気管支、Art:動脈、Al:肺胞

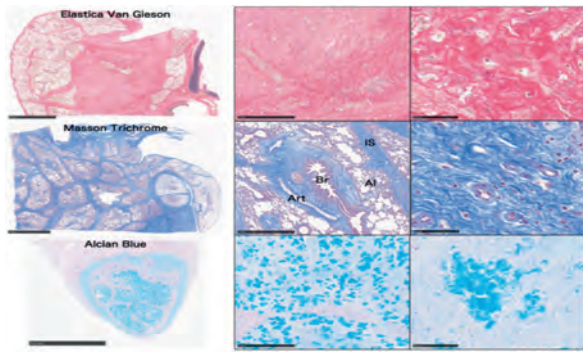


図 4 アクリル酸系ポリマーを 15.0mg/kg BW 投与したマイクロミニピッグの肺

上段:エラスチカワンギンソン染色像、赤;弾性繊維、中段:マッソントリクローム染色像、青;弾性繊維、下段:アルシアンブルー染色像、空色;アクリル酸系ポリマー、IS;小葉間隔壁の肥厚、Br;気管支、Art;動脈、Al;肺泡

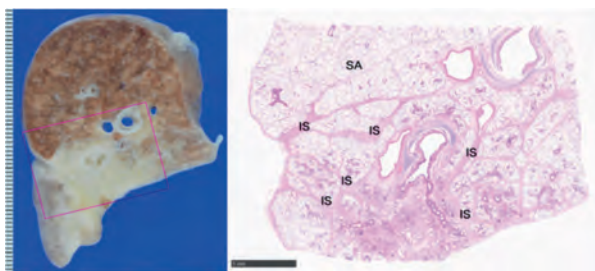


図 5 PHMG-HCl を 1.5 mg/kg BW 投与したマイクロミニピッグの肺

左:肉眼像(切出時断面)、後葉腹側に白色領域を観察、右:HE 染色病理組織像、SA;病変周囲領域、IS;小葉間隔壁の肥厚

気管支周囲の軟骨が壊死している像も観察された(図 6)。加えて、PHMG・HCl を投与した肺でも小葉間隔壁の肥厚が認められたが、この変化はアクリル酸系ポリマーの変化とは異なっていた。アクリル酸系ポリマーでは前述のとおり、膠原繊維の増殖による小葉間隔壁の肥厚であったが、PHMG・HCl を投与した肺には、平滑筋組織の増殖が観察された。平滑筋の増殖は平滑筋繊維マーカーである Desmin や α SMA 抗体による免疫組織化学的染色より確認した(図 7)。

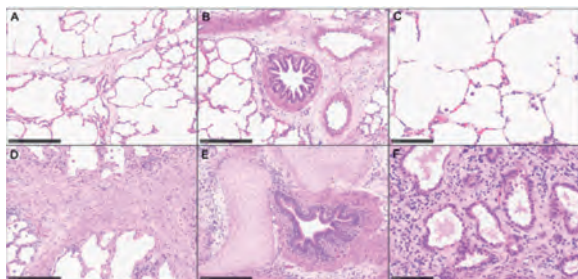


図 6 PHMG-HCl を 1.5 mg/kg BW 投与したマイクロミニピッグの肺

A: 非病変部(図 5 の SA)小葉間隔壁、B: 気管支周囲領域、C: 肺泡領域、D: 小葉間隔壁の肥厚、E: 軟骨の壊死、F: 病変部肺泡領域、HE 染色

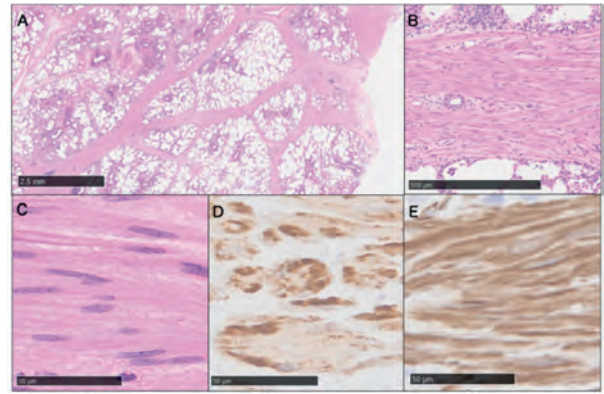


図 7 PHMG-HCl を 1.5 mg/kg BW 投与したマイクロミニピッグの小葉間隔壁の肥厚

A, B, C: HE 染色病理組織像、D: α SMA 抗体、E: Desmin 抗体による免疫組織化学的染色像

(2) 家畜豚を用いた非架橋型及び架橋型アクリル酸系ポリマーの比較実験

家畜豚を用いて、非架橋型アクリル酸系高分子化合物(非架橋型アクリル酸系ポリマー)と架橋型アクリル酸系ポリマーの肺への影響を比較した。その結果、架橋型アクリル酸系ポリマーは気管支血管束周囲の間質(軸位間質)や、小葉間隔壁など、広義間質での病変を主体とする一方で、非架橋型アクリル酸系ポリマーは肺泡領域を主体とする病変であった(図 8)。

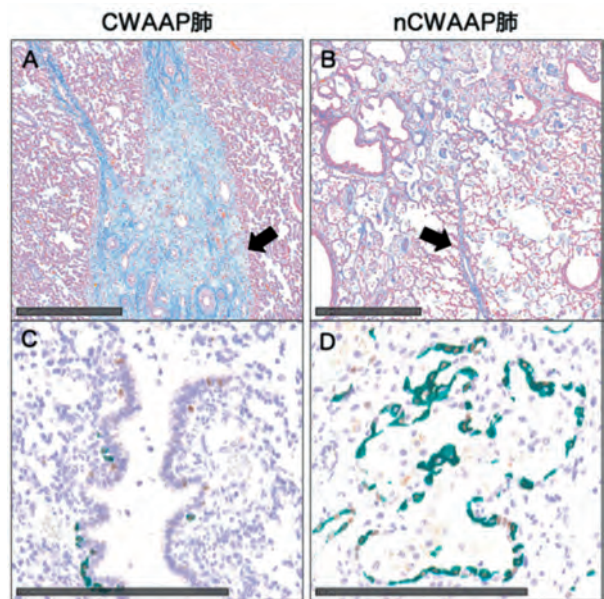


図 8. 架橋型アクリル酸系ポリマー(CWAAP)と、非架橋型アクリル酸系ポリマー(nCWAAP)を投与した肺 A, B: Masson Trichrome 染色(膠原繊維: 青)、矢印は小葉間隔壁 C, D: CK5/p63 2重染色(基底細胞)

以上のとおり、令和 6 年度研究の実施により、ラットでは見出せなかった労働者に類似の広義間質における線維化病変をマイクロミニピッグの肺に投与した実験で明らかにすることに成功した。

非架橋型及び架橋型アクリル酸系ポリマーの比較実験を行ったところ、架橋の有無により肺の病変が質的に異なることが見出せた。

上記実験に並行して、職業性肺疾患の好発部位である呼吸細気管支や小葉間隔壁の有無を中心に 30 種以上の哺乳類肺を解剖学的に比較し、ヒトに類似した肺を持つブタを見出した結果を総説にまとめ、令和 6 年度に招待論文として掲載された。

【参考文献】

- [1] 厚生労働省 (2017) 報道発表資料. <https://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000163568.html> (2025 年 5 月 23 日参照).
- [2] Kishimoto, T., Okamoto, K., Koda, S., Ono, M., Umeda, Y., Yamano, S. et al. (2023) Respiratory disease in workers handling cross-linked water-soluble acrylic acid polymer. *PloS one*, 18(4), e0284837.
- [3] Yamano, S., Takeda, T., Goto, Y., Hirai, S., Furukawa, Y., Kikuchi, Y. et al. (2023) Mechanisms of pulmonary disease in F344 rats after workplace-relevant inhalation exposure to cross-linked water-soluble acrylic acid polymers. *Respiratory Research*, 24 (1), 47.
- [4] Takeda, T., Yamano, S., Goto, Y., Hirai, S., Furukawa, Y., Kikuchi, Y. et al. (2022) Dose-response relationship of pulmonary disorders by inhalation exposure to cross-linked water-soluble acrylic acid polymers in F344 rats. *Particle and Fibre Toxicology*, 19 (1), 27.
- [5] Umeda, Y., Izawa T., Kazama, K., Arai, S., Kamiie, J., Nakamura, S., Hano, K., Takasu, M., Hirata, A., Rittinghausen, S. & Yamano, S. (2025).

Comparative anatomy of respiratory bronchioles and lobular structures in mammals. *J Toxicol Pathol*, 2024-0071.

- [6] Yamano, S., Umeda, Y. (2025) Fibrotic pulmonary dust foci is an advanced pneumoconiosis lesion in rats induced by titanium dioxide nanoparticles in a 2-year inhalation study. *Part Fibre Toxicol* 22, 7.

【研究業績・成果物】

[総説論文]

- 1) Umeda Y, Izawa T, Kazama K, Arai S, Kamiie J, Nakamura S, Hano K, Takasu M, Hirata A, Rittinghausen S & Yamano, S. (2025). Comparative anatomy of respiratory bronchioles and lobular structures in mammals. *J Toxicol Pathol*, 2024-0071.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 山野 荘太郎 (2024) ブタを用いた職業性肺疾患研究の基盤構築に関する研究, 第 97 回日本産業衛生学会.
- 2) 山野 荘太郎 (2024) 粒子状化学物質の呼吸器毒性評価におけるブタの有用性, 第 41 回エアロゾル科学・技術研究討論.
- 3) 山野 荘太郎 (2024) 大型動物を用いた職業性肺疾患研究の高度化, 第 72 回日本職業・災害医学会学術大会.
- 4) 山野 荘太郎, 梅田 ゆみ (2025) 偶蹄類と先進医学解析技術を駆使したバイオエアロゾルの健康影響評価新機軸の開拓, 第 16 回大気バイオエアロゾルシンポジウム.

[受賞]

- 1) 山野 荘太郎, 梅田 ゆみ (2024) 第 41 回エアロゾル科学・技術研究討論会, 井伊谷賞, 粒子状化学物質の呼吸器毒性評価におけるブタの有用性.

3. プロジェクト研究成果概要

(1) 吊り上げ用具類の寿命予測手法の開発 【4年計画の4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】 20 000 千円(令和6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状で応力振幅と破断までの繰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手法を検討する。

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見られず、クレーン等の独自の成果が与えられる。クレーンの稼働を想定した除荷ステップを組み込むことができる。また、S 曲げ、U 曲げ試験の実施やロープ直径 d とシーブ直径 D の比を変えることもできる。

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。

【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) 損傷度に基づく交換寿命の推定

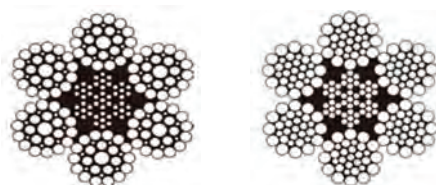
本テーマでは、往復駆動型ワイヤロープ疲労試験機(以下、ロープ疲労試験機)を用いて、S 曲げおよび U 曲げを受けるワイヤロープの破断寿命を実験的に取得している。以下、それぞれの疲労試験を S 曲げ疲労試験、U 曲げ疲労試験とよぶ。両疲労試験は、図 1 に示すロープ疲労試験機 2 台を使用している。試験対象とするワイヤロープは、図 2 に示すような直径 $d_R=16$ mm の IWRC 6×Fi(29)および IWRC 6×WS(31)としている。ロープ疲労試験機には、ワイヤロープに S 曲げ、または U 曲げを与えるために滑車が搭載されており、当該滑車の直径 D_S は 256 mm である。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。両疲労試験における繰返し速度は 10 cycles/min であり、ワイヤロープに負荷される荷重(以下、ロープ荷重)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。最大ロープ荷重は、巻上げ用のワイヤロープに対する最大の安全率が 5.0 であることを基に決定している。JIS G 3525 によれば試験対象としているワイヤロープの規定破断力は 173 kN であることから、したがって、最大ロープ荷重は 34.6 kN である。昨年度につづき、ワイヤロープの交換時期の推定を目的に、損傷度とワイヤロープの残存強度の関係について整理している。なお、試験は S 曲げ疲労試験および U 曲げ疲労試験を実施しているが、IWRC 6×WS(31)の U 曲げ疲労試験については、図 3 に示すように、有

効な疲労試験データを得るのに長期間要することから除外している。各ロープ荷重が負荷されて破断した際の繰返し数を損傷度 100%として、損傷度が約 90%, 75%, 50%, 25%となるロープ(以下、損傷ロープ)、および JIS 廃棄基準に到達した損傷ロープをロープ疲労試験機により作成した。得られた損傷ロープは、残存強度を取得するため引張試験に供した。図 4 に損傷度と残存強度比の関係を示す。縦軸の残存強度比は規定破断力 173 kN を基準とした比である。

IWRC 6×Fi(29)では、S 曲げ、U 曲げにかかわらず、いずれのロープ荷重においても損傷度 50%まではほぼ直線的に低下し、損傷度 50 %以降は残存強度が低下していく。また、損傷度 60 – 65 %程度で規格破断力 173 kN まで低下する傾向が見られた。したがって、損傷度が 70 %を超えると、規定破断力を満足しない。また、JIS B 8836 の廃棄基準(6d の長さにおいて谷断線が 2 本以上)に達した損傷ロープは、その残存強度から損傷度 80 – 90 %にあるものと考えられた。実際のクレーンで使用されるワイヤロープの目視検査において、谷断線を見逃した場合、ワイヤロープが切れるまで猶予がないことから注意が必要といえる。次に、S 曲げを受けた IWRC 6×WS(31)の残存強度は、ロープ荷重により大きく変化しており、ロープ荷重が小さいほど残存強度が早く低下する。廃棄基準に達した損傷ロープの損傷度は 7 割前後にあり、IWRC 6×Fi(29)と比べると、廃棄基準に到達してから破断まで猶予がある。IWRC 6×Fi(29)に比べると、廃棄基準を見逃してワイヤロープが破断に至るということは起こりにくいものと推定されるが、一部は破断寿命の 15%で廃棄基準に到達していることから、非常に安全側の評価となり、経済的ではない側面がある。



図 1 往復駆動型ワイヤロープ疲労試験機



(a) IWRC 6×Fi(29) (b) IWRC 6×WS(31)

図 2 試験対象としているワイヤロープ

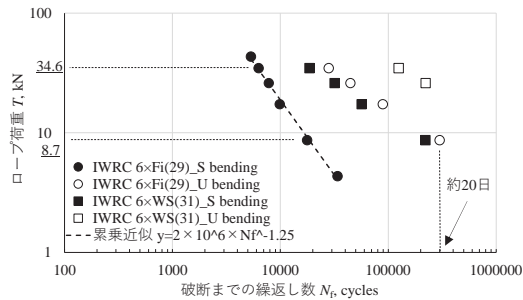
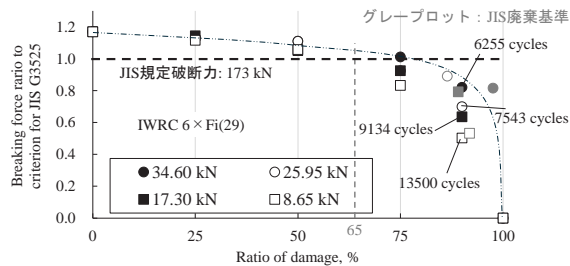
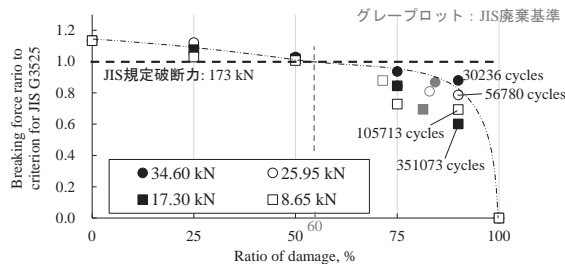


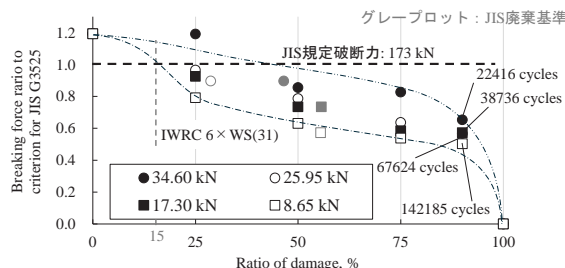
図3 ロープ荷重と破断繰返し数の関係



(a) IWRC 6x29, S 曲げ試験



(b) IWRC 6x29, U 曲げ試験



(c) IWRC 6x31, S 曲げ試験

図4 損傷度と残存強度比の関係

2) 変動荷重(4段階荷重)を受けるロープの破断寿命

S 曲げ疲労試験および U 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から、累積損傷則における基準線 $D=1$ を作成した。累積損傷則が成立すれば、ロープ荷重が変動しても、 $D=1$ に収束すると言える。そこで、累積損傷則が成立するか検討するため、IWRC 6x29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 U 曲げ疲労試験を実施した。なお、S 曲げ疲労試験の結果は昨年度の成果として述べている。

<試験条件>

①設定した4段階の荷重のうち、2段階、3段階または

4段階の荷重が1 cycle ごとに変動

②設定した4段階の荷重が1 cycle ごとに変動、かつ荷重が切り替わる際に除荷される

なお、②の試験条件は、実際のクレーン作業における、つり荷がない(除荷された)状態を再現するものとして検討した。上記①、②の条件によって破断したロープに負荷された荷重は多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、破断に至るまでに負荷された荷重とその回数を記録し、破断繰返し数との割合から、一定荷重を負荷したものとして見なせる等価ロープ荷重 T_{eq} を以下のように計算した。

$$T_{eq} = \frac{1}{N_f} \cdot \sum_{i=1}^4 T_i \cdot N_i$$

ここで、 N_f :破断繰返し数、 T_i :ロープ荷重、 $N_i:T_i$ が負荷された回数である。得られた試験結果を図5に示す。縦軸は等価ロープ荷重 T_{eq} であり、横軸は破断繰返し数である。これまでの研究成果より、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 $\pm 35\%$ 程度に収まっている。これに対し、①の条件で試験を行ったところ、 $D=1$ 未満であり、最大で $0.5D$ であった。また、②の試験条件の特徴である除荷を考慮した試験を実施したところ、破断寿命に大きな変化が現れなかったことから、U 曲げにおいては、破断寿命における除荷の影響はほぼないものと考えられる。除荷の有無にかかわらず、一定荷重試験によって得られる基準 $D=1$ を使用してワイヤロープの交換寿命を予測することは危険側の評価になるといえる。ここで、図4(b)で示す U 曲げ試験後の損傷度と残存強度の結果と検討する。図4(b)によれば、 $0.5D$ (損傷度 50%)で JIS 廃棄基準にあり、十分使用できるように見えるが、一方で図5によると $0.5D$ では破断する可能性がある。したがって、使用履歴から累積損傷が計算でき、かつ U 曲げを受ける場合、 $0.4D$ 程度を目安にすれば安全率の面から見ても安全が担保されと考えられる。一方で、使用履歴が不明なものは、非破壊検査装置の導入、JIS 廃棄基準よりも厳しい評価が推奨される。

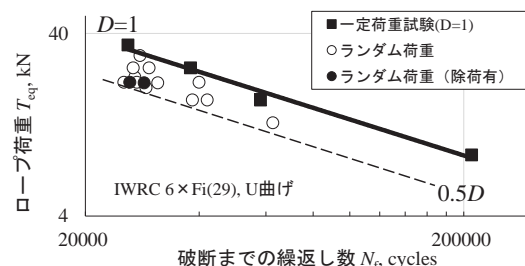


図5 変動荷重および除荷を受けるワイヤロープの破断寿命

(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ト測定

図 6 に示すように、ワイヤロープ疲労試験機にロープテストを取り付け、試験中のワイヤロープの損傷状態を連続的に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、ロープテストの信号特性を取得した。

2) テスタ信号の特徴量の抽出

図 7 は、図 6 に示す試験環境下で取得したロープテスト信号の計測結果の一例である。グラフ横軸はロープテストを通過したワイヤロープの軸方向位置である。縦軸はロープテスト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。ロープ張力 17.3kN、中断回数 5000 回と 7500 回の最終サイクルの信号電圧を示している。疲労試験中断後の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 (R-1、R-2、R-3...) し、分解調査によってロープの軸方向位置と素線断線状態の関係を取得した。得られた素線断線数と各素線径から、1 ピッチあたりのロープの減少面積を算出し、ロープ断面積で正規化することでロープ減少面積率を計算した。図 7 にロープテストでの測定位置における減少面積比の計算結果を第 2 軸にプロットで示す。面積減少率の増加に伴ってロープテストの出力も増加傾向にあることがわかる。

図 8 にロープ張力 17.3 kN の時の中断回数 5000 回と 7500 回のロープテストの出力と素線断線数の関係を示す。縦軸の V_{out} はロープテストの出力を任意の領域で平均した値であり、図 7 の R-1~R-3 の領域のテスト出力の平均値を出力した。疲労試験の繰り返しが増加し、3000 回を経過したあたりで V_{out} が不連続に増加しており、初期の断線が生じたものと推定できる。その後 4000 回を経過したあたりで V_{out} が急激に増加している。中断回数 5000 回の分解調査の結果、R-1~R-3 の領域の面積減少率の平均は 6% 程度であった。繰り返しの増加に伴ってテスト出力の平均値 V_{out} も増加傾向にあることがわかる。

図 7 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。、ロープの損傷状態を表す面積減少率とロープテスト出力にある程度の相関があることから、目視確認できない断線についてもロープテストで断線の検出が可能であり、図 8 に示すように特に初期断線を精度よく検出できると考える。

3) ワイヤロープの有限要素モデル開発

これまでに取得したワイヤロープ及びストランドの機械的特性 (引張特性、曲げ特性) と素線に生じるひずみ特性の試験結果と解析結果を比較し、ストランドについては妥当性が確認できた。ストランドについて、図

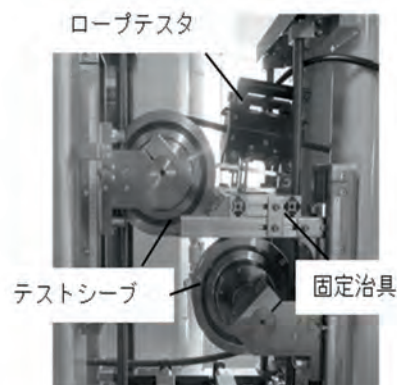


図 6 ワイヤロープテスト測定の様子

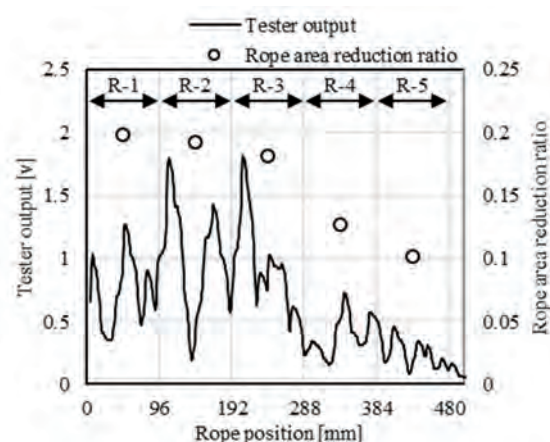


図 7 テスタ信号電圧とロープ断面積減少率の関係

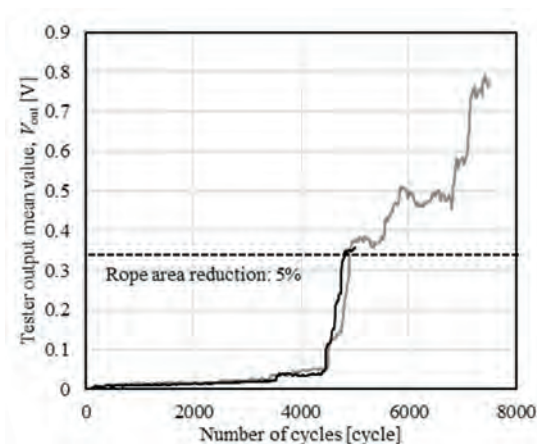


図 8 ロープテスト出力と素線断線数の関係

9 に示すような引張曲げ疲労試験を実施し、素線の疲労寿命を測定した。引張曲げ疲労試験をモデル化することで、試験中に素線に生じる応力を計算した。図 10 にストランドの引張曲げ解析の変形図を示す。解析によって得られた素線の応力結果から素線の疲労寿命を予測した結果、実測値とよく一致することを確認した。

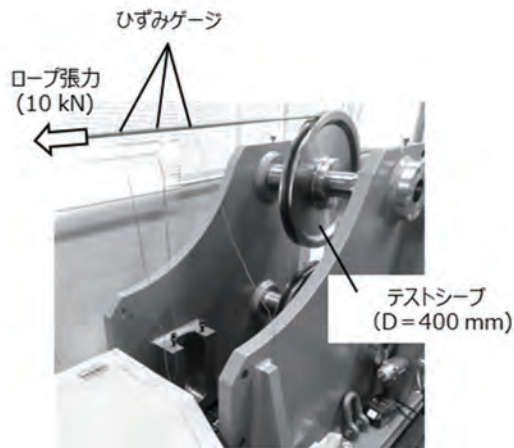


図9 引張曲げ解析の変形図

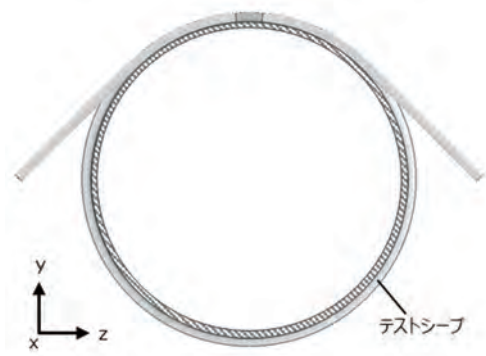


図10 引張曲げ解析の変形図

【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特別研究報告, 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】

[国内外規格の発行]

- 1) JIS Z 2274(2024), 金属材料の回転曲げ疲れ試験方法

[原著論文(国際誌, 和文誌)]

- 1) Masatoshi OGATA, Atsushi YAMAGUCHI, Kenta YAMAGIWA, Naoya KURAHASHI and Satoshi IZUMI(2024) Finite element modeling for single-twisted Fi(29) strand that reproduces strand stiffness and wire stress. Mechanical Engineering Journal, Vol.11, No.6 (2024), no page description.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 山口篤志, 本田尚, 山際謙太, 佐々木哲也 (2024) S 曲げ疲労試験により損傷したクレーン用ワイヤロープの非破壊検査について-IWRC 6×Fi(29)の場合-, 安全工学シンポジウム 2024, 講演番号 GS-6-1.
- 2) 本田尚, 山口篤志, 佐々木哲也 (2024) 鋼心ワイヤロープの断線数と破断力の関係, 安全工学シンポジウム 2024, 講演番号 GS-6-2.
- 3) 緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 倉橋直也(2024) シーブ上での繰り返し曲げを受ける IWRC 6×Fi(29)ワイヤロープの変動張力を考慮した損傷予測手法の提案. 日本機械学会 2024 年度年次大会, S171-06.
- 4) 山口篤志, 緒方公俊, 本田尚, 山際謙太 (2024) 磁気探傷試験による損傷したクレーン用ワイヤロープの非破壊試験 (IWRC 6×WS(31)の場合), 日本機械学会 2024 年度年次大会, 講演番号 S171-07.
- 5) 緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 倉橋直也 (2024) シーブ上で繰り返し引張曲げを受けるワイヤロープ素線の破面解析. 第 18 回フラクトグラフィシンポジウム.
- 6) 山際謙太 (2024) Vision Transformer を用いたフラクタル画像の分類. 第 18 回フラクトグラフィシンポジウム.
- 7) 山際謙太 (2024) 「金属の破断面解析と機械学習の融合研究の紹介」, 第 75 回白石記念講座「データ駆動型材料開発の最前線とその適用例」.

(2) 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3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】 9,850千円(令和5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ができるものの、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(ボストンコード法)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、独創性が高く、学術的にも重要な意義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正確に把握する必要がある。地盤の支持力を求める試験として平板載

荷試験があるが、1箇所計測に5～8時間要するため、地盤の支持力を求める方法としてあまり利用されていないのが現状である。本研究では、平板载荷試験と同様に重機を反力とした試験であり、短時間で支持力調査が可能な「現場地耐力試験(BCT)」による計測を推奨している。

本年度はR4年度からR6年度に実施したBCTの結果を分析して、クレーン設置地盤が有するべき必要性能(支持力)について検討した。一般的に、地盤の支持力は平板载荷試験等の载荷試験を実施して沈下量 $s=30\text{mm}$ に相当する载荷圧力を極限支持力 q_u と定義している。しかしながら、 $s=30\text{mm}$ は地盤における塑性域(わずかな圧力の増加によって大きな沈下が発生する可能性のある領域)であることが多く見受けられる。そのため、少なくともクレーンの接地圧が地盤の弾性範囲内で使用することが安全上必要不可欠と考えられる。

図1にローム地盤のBCT試験結果の一例を示す。本研究では、载荷圧力 q と沈下量 s が直線関係を示す領域を「弾性域」、弾性域よりも s が大きな領域を「塑性域」と定義した。図より前述のとおり $s=30\text{mm}$ の時の q が極限支持力 q_u であるが、図1の結果から q_u は q - s 関係が直線ではない領域、すなわち塑性域であることが確認できる。ここで本研究では、 q - s 関係が直線関係を示す弾性域での最大値载荷圧力を降伏強度 q_y と定義した。図2に q_y と q_u の比較を示す。全体的に $q_u=q_y$ のラインよりも上側に分布していることが確認できる。 $q_u=q_y$ のラインよりも下側の灰色で示した部分は弾性域であることから、全ての結果において q_u は弾性域の値であることがわかる。また、 q_y と q_u を比較すると q_u は q_y の1.5～2.5倍であった。

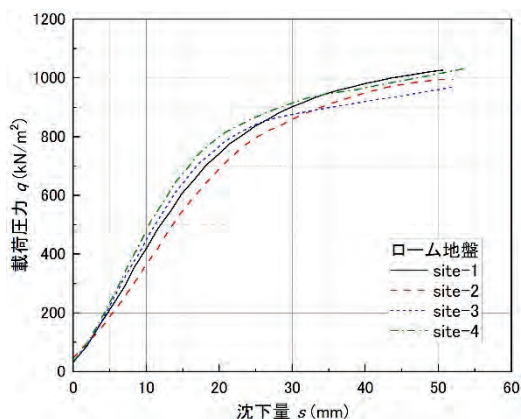


図1 現場地耐力試験(BCT)の結果の例

移動式クレーンの転倒防止に関する検討では、作用荷重は短期荷重とみなし q_u を短期の安全率 $F_s=1.5$ で除した短期許容支持力 $q_{a1.5}$ により検討されるケース

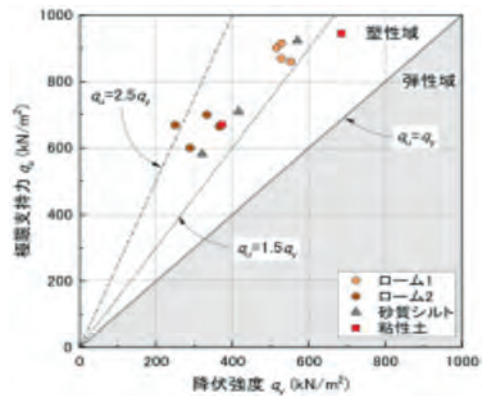


図2 降伏強度 q_y と極限支持力 q_u の比較

が多い。図3に q_a と q_y の比較を示す。短期許容支持力 $q_{a1.5}$ はラインよりも上側に分布しており、 $q_{a1.5}$ は q_u よりもわずかに大きい。そのため、 $q_{a1.5}$ の値は塑性域であり、短期の安全率 $F_s=1.5$ は安全上適切でない可能性が明らかとなった。一方、一般の構造物の基礎設計では長期的な安全率として $F_s=3.0$ が一般的に用いられている。長期の安全率を用いて算出した許容支持力 $q_{a3.0}$ も図中に示したが、 $q_{a3.0}$ はラインよりも下側に位置していることから、全て弾性域内に管理できていることがわかる。そのため、 q_u を用いて検討する際には長期の安全率($F_s=3.0$)を使用することが妥当であると考えられる。

以上の結果から、建設機械の転倒防止対策として、設置地盤に必要な支持力性能は、長期の許容支持力 $q_{a3.0}$ が機械の最大接地圧 $P_{a\max}$ よりも大きいことを確認する必要があることがわかった。

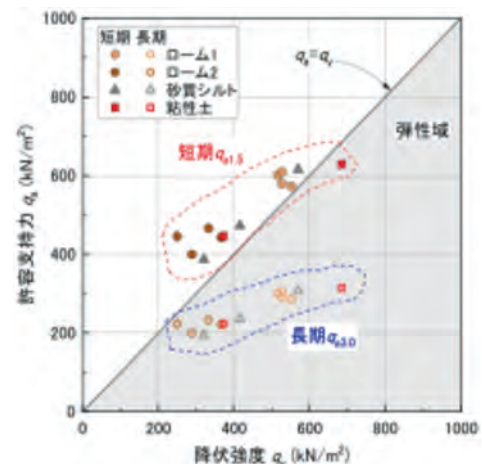


図3 降伏強度 q_y と許容支持力 q_a の比較

(2) 地盤養生に関する研究

大型建設機械の転倒防止措置として、地表面に碎石を敷設する場合がある。碎石を敷設した場合、荷重分散法(ボストンコード法)により機械設置時の安定性を検討している。その際、荷重の分散角 α は30度や45度が一般的に採用されている。この値は機械設置時の安全性を大きく左右する重要なパラメータである。

本研究では、碎石の敷設による荷重分散効果(分散角)を確認するため、これまで3つの現場で実大実験を行った。R6年度は新たに2つの現場で実験を行った。Site-1は「礫混じり砂粒分質砂」であり、Site-2は「シルト」である。それぞれ原地盤の上に再生碎石(RC40)を厚さ $H=0.15\text{m}$ と 0.3m の厚さで堆積させた後、振動ローラーを用いて締め固めた。

図4に原地盤のBCTの結果を示す。Site-1およびSite-2の q_u はそれぞれ $q_{u1}=50.3\text{kN/m}^2$ 、 $q_{u2}=503.5\text{kN/m}^2$ であり、Site-2はSite-1に比べて約10倍の支持力を有していた。

図5および図6に原地盤と碎石を敷設した地盤のBCTの結果を示す。Site-1の結果を示した図5では、原地盤に比べ碎石を敷設した地盤では同一沈下量に対する q の増加を確認できる。 $s=30\text{mm}$ における q_u を比較すると、 $H=0.15\text{m}$ の q_u は $q_{u0.15}=174.1\text{kN/m}^2$ 、 $H=0.3\text{m}$ の q_u は $q_{u0.3}=203.3\text{kN/m}^2$ であり、碎石層の厚さとともに q_u が増加している。一方、Site-2の結果を示した図6では、 $H=0.15\text{m}$ の q_u は $q_{u0.15}=545.7\text{kN/m}^2$ 、 $H=0.3\text{m}$ の q_u は $q_{u0.3}=778.6\text{kN/m}^2$ であった。この結果から、原地盤の強度が高いSite-2では、原地盤の q_u と碎石を 0.15m 敷設した条件の $q_{u0.15}$ に大きな差は無く、碎石が薄い条件では荷重分散効果が非常に小さい。

建設機械設置時の安定性は一般的に式(1)に示す荷重分散法により検討されている。

$$\sigma' = \frac{\pi D^2}{(D + 2 \times H \times \tan \alpha)^2} \times \sigma \quad (1)$$

ここで、 H は碎石の厚さ、 α は载荷圧力、 σ' は碎石層下の支持地盤に作用する分散後の圧力、 D は载荷板の直径、 α は分散角である。

それぞれの結果から逆解析的に α を求めると、Site-1は $\alpha=26.8$ 度、Site-2は $\alpha=6.9$ 度であった。これらの結果から、支持地盤の土質や強さの違いによって接地圧力の分散効果は異なり、さらに、現行の $\alpha=30$ 度を標準とした検討は危険側の可能性があることがわかった。

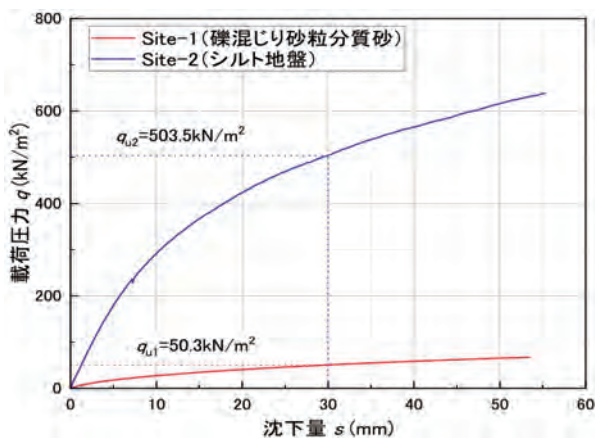


図4 BCT 試験結果

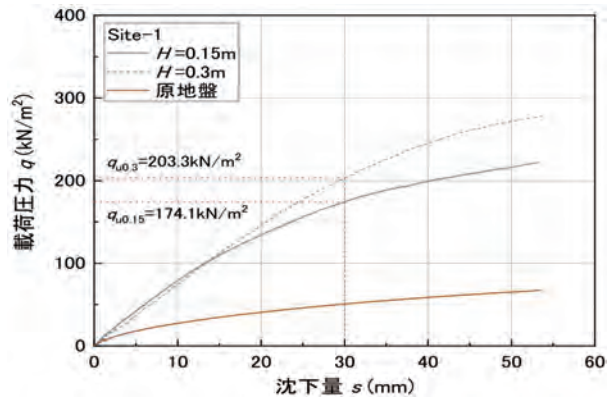


図5 碎石敷設地盤の試験結果(Site-1)

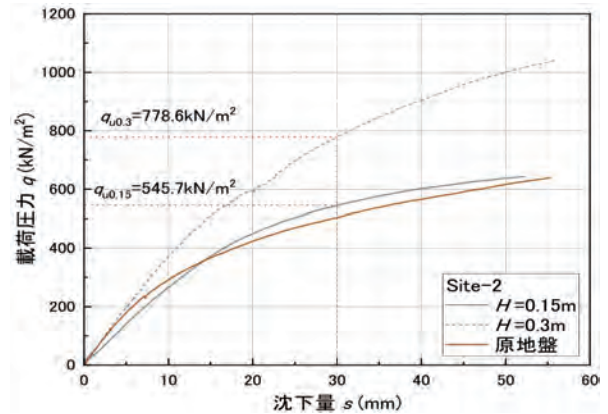


図6 碎石敷設地盤の試験結果(Site-2)

【研究業績・成果物】

【その他の専門家向け出版物】

- 堀智仁 (2024) 移動式クレーンにおける敷板へのアウトリガー偏心設置の危険性, 建設機械施工, vol.76, No.9, pp.22-26.

【国内外の研究集会発表】

- 堀智仁, 玉手聡 (2024) 载荷試験と衝撃試験による支持力および地盤反力係数の比較, 安全工学シンポジウム2024 講演予稿集, pp.294-297.
- 堀智仁, 玉手聡, 片岡裕二, 田村繁雄 (2024) クレーン転倒防止のための支持力照査に関する一考察, 第59回地盤工学研究発表会, 24-4-2-06
- 片岡裕二, 田村繁雄, 堀智仁, 玉手聡 (2024) 载荷試験と貫入試験による地盤の支持力評価に関する一考察, 地盤工学会, 第59回地盤工学研究発表会, 24-4-2-05.
- 堀智仁, 玉手聡 (2024) 支持地盤に敷設した碎石の荷重分散効果, 令和6年度土木学会全国大会第79回年次学術講演会, VI-734.
- 堀智仁, 玉手聡 (2024) 建設機械設置地盤の地耐力調査に関する実験的考察, 令和6年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集, pp.105-108.

(3) 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【4年計画の2年目】

日野 泰道(建設安全研究 G), 平岡 伸隆(同), 高橋 弘樹(同), 吉川 直孝(同),
金恵英(同), 大幡 勝利(所長代理), 伊藤 和也(東京都市大学)

【研究期間】 令和5～令和8年度

【実行予算】 23 431 千円(令和6年度)

【研究概要】

(1) 背景

第14次労働災害防止計画に向けた論点(厚労省)によれば、令和3年の死亡災害 867 人のうち、建設業は全体の 1/3 を占めており、このような重篤な災害防止への取り組みの必要性が挙げられているなど、行政的・社会的ニーズが高い。

とりわけ建設業では、施工段階に応じて現場環境が刻々と変化するため、それに適した適切な安全対策を講じることが災害防止の観点から重要である。

しかしながら、現場環境に応じた適切な対策のあり方については、十分な整理ができていない状況にあり、とりわけ中小建設業者においては、安全衛生管理能力が十分でなく、その向上に向けた情報提供(教育ツールの提供等)が必要と考えられる。この点については、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(厚生労働省)においても取り上げられているところである。

(2) 目的

施工段階に応じた災害発生リスクを抽出し、具体的な防止対策のあり方について、3 大災害の 2 つに該当する以下についての検討を行う。

サブテーマ1: 墜落制止用器具を用いた工法の安全

性に関する検討

サブテーマ2: 新技術を活用した崩壊・倒壊災害防止手法の検討

(3) 方法

サブテーマ1では、墜落災害防止対策の柱の一つである墜落制止用器具に焦点をあて、同器具を用いた具体的な工法のあり方について実験的・解析的に検討を行う。特に本研究では、住宅建設工事の施工段階に応じた墜落防止対策のあり方と、各段階での墜落制止用器具の使用方法などに注目して検討を行う。

サブテーマ2では、斜面掘削工事における斜面崩壊やトンネル建設工事における落盤・肌落ちに起因する土砂崩壊災害をモデルケースとして、施工段階に応じたリスクについて明らかにし、BIM/CIM モデルを活用した3次元(場合によっては時間軸も追加した4次元)表現の効果についての検討等を行う。また、斜面崩壊対策として、ICT 技術を活用した斜面監視・点検手法について検討を行う。トンネル工事に対しては、肌落ち災害が少なからず発生しており、適切な吹き付けコ

ンクリートのあり方について、科学的観点から整理する。

【研究成果】

(1) サブテーマ 1

本年度は、墜落制止用器具を用いた具体的な工法として、垂直親綱に墜落制止用器具を取り付ける場合、および安全ブロックを用いる場合に焦点をあてて検討を行った。

1) 垂直親綱を対象とした実験の概要

本検討では、主に墜落制止時の最大荷重と最大伸びについて検討を行った。

実験概要を図1に示す。

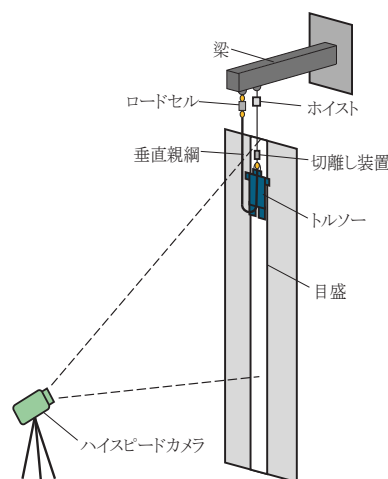


図1 実験概要

実験に用いた垂直親綱は、墜落防止対策として用いられている中では径の太い、直径 18 mm のナイロン製の三つ打ちロープである。図1に示すように、垂直親綱の端部を、ロードセルを介して梁に設置し、垂直親綱のもう一方の端部を質量 100 kg のトルソーに設置した。実験では、切り離し装置を用いてトルソーを自由落下させ、墜落制止した時の垂直親綱に作用する最大荷重 P_m と最大伸び x_m を計測した。垂直親綱に作用する最大荷重 P_m は、垂直親綱に設置したロードセルにより計測し、垂直親綱の最大伸び x_m は、実験の様子を撮影したハイスピードカメラの動画を用いて、トルソー近くに設置した目盛りの値を目視により読み、次式により求めた。

実験変数は、親綱の初期長さ x_0 (4 m、6 m、8 m、10 m の 4 種類) とトルソーの自由落下距離 h_0 (0.85 m、1.7 m、2.55 m、3.4 m の 4 種類) である。

$$x_m = L - L_0 - x_0 \quad \cdots(1)$$

ここで、 x_m :垂直親綱の最大伸び(m)

L :墜落制止時におけるトルソー下端部の
目盛りの読み値(m)

L_0 :墜落制止前におけるトルソー下端部の
目盛りの読み値(m)

x_0 :親綱の初期長さ(m)

2) 垂直親綱を対象とした実験の結果

実験結果を図2に示す。図の縦軸は垂直親綱に作用した最大荷重 P_m であり、横軸は垂直親綱の最大伸び x_m である。なお、図中の丸点は計測結果であり、0点を通る直線は垂直親綱の初期長さごとに求めた近似値である。図2より、トルソーの自由落下距離が同じであっても、使用する垂直親綱が長いほど、最大荷重は小さくなる一方、最大伸び(つまり、落体が落下する最大距離)が大きくなることが分かった。

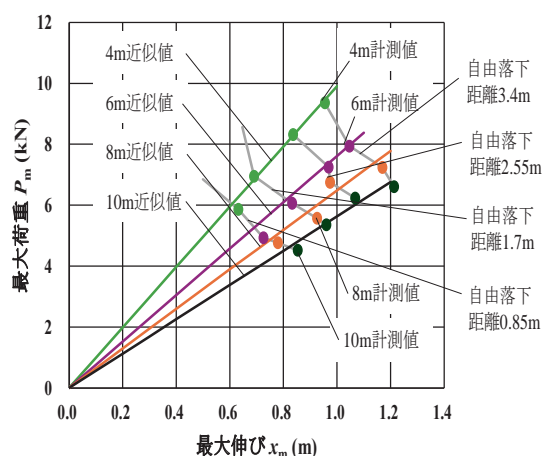


図2 垂直親綱の最大荷重と最大伸びの関係

この実験結果を垂直親綱に生じた最大応力 σ_m と最大ひずみ ε_m の関係により示したのが図3である。

$$\sigma_m = \frac{P_m}{A} \quad \cdots(2)$$

$$\varepsilon_m = \frac{x_m}{x_0} \quad \cdots(3)$$

ここで、 A :垂直親綱の断面積(mm²)

本実験の範囲では、使用する垂直親綱の長さが短い場合(本検討の範囲では緑色で示す4mの結果)ほど、同一応力における最大ひずみが大きくなる傾向がみられた。したがって、各種長さを有する垂直親綱を使用した場合の最大落下距離は、長さの短い垂直親

綱における最大応力と最大ひずみの関係を数式化することによって、安全側の推定値を算出できる可能性がある。今後、ショックアブソーバとの組み合わせを含め、各種長さを有する垂直親綱の使用基準(推定される最大荷重と最大落下距離)などについて検討を進めていく予定である。

3) 安全ブロックを対象とした研究の概要

墜落防止対策として、平成31年1月に墜落制止用器具の規格が制定され、フルハーネス型の墜落制止用器具が現場で普及し使用されるようになってきた。しかし、基本的には6.75mを超える作業箇所で使用することが想定されているため、墜落災害が数多く発生している住宅建設工事の墜落防止対策としての課題が残されている。

この点、安全ブロック(図3参照)は、墜落を検知するとロック機能が作動する特性を有しており、6.75mよりも低い箇所でも、墜落制止し重大な災害を防止できる可能性がある。そこで本検討では、現在日本で流通する安全ブロックを対象とした落下試験を実施し、その基本的な墜落制止性能について検討を行った。



図3 安全ブロックと実験時写真

4) 安全ブロックを対象とした実験の概要

安全ブロックとは、ワイヤーロープないし繊維ロープを収納したリール状の器具で、一定の張力を保ちつつゆるやかにロープが送り出されることによって、作業に支障を生じさせない一方、急激なロープの送り出しが生じた場合(墜落を検知した場合)には、ロック機能が働き、それ以上ロープが送り出されない機能(墜落制止機能)を有し、従来から高所作業とみなされないはしご昇降時の安全対策として主に用いられてきた安全器具である。実験に用いた安全ブロックは、計7社9種類とし、国内で流通するほぼ全てのメーカーの製

品を対象としている。実験は、重さ 100 kg の落体を図 4 に示す方法で落下させ、その際に発生した衝撃荷重と最大落下距離を測定した。本実験の目的は、墜落制止時の衝撃荷重と最大垂下量が目標とする許容値以下となりうるかを確認することである。具体的な値としては、衝撃荷重では墜落制止用器具の規格で定めるタイプ 1 のショックアブソーバの最大荷重である 4kN 程度であること、最大垂下量については、労働安全衛生規則上、高さ 2m 以上を高所作業とされているため、2m 未満であることとした。なお本研究では、安全ブロックと落体との連結に使用する連結ベルトとして、Type-1 に相当するショックアブソーバを配置した場合についても検討を行った。

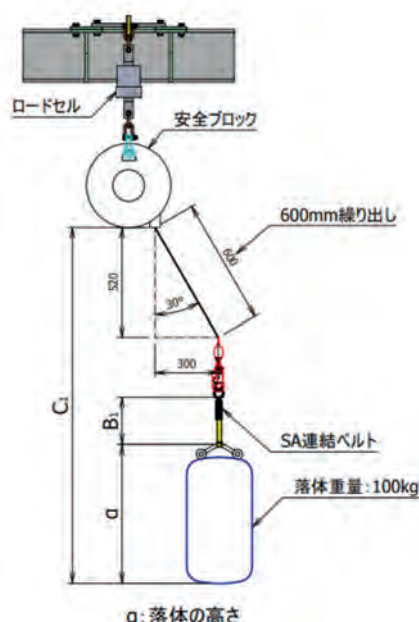


図 4 実験方法

5) 安全ブロックを対象とした実験の結果

実験結果の一覧を表 1 に示す。なお図中の衝撃荷重は JIS 規格²⁾で算出される平均値ではなく、実験で得られた最大値をそのまま示している。

安全ブロックを用いて墜落制止をした場合、墜落制止時の衝撃荷重は、ショックアブソーバを用いない場合では、製品によるバラつきが大きく、最小で 3.1kN (試験体 A)、最大で 8.7kN (試験体 H) となり、目標とする許容値を大幅に上回る荷重が作用することが明らかとなった。一方、ショックアブソーバを用いた場合では、最大で 5kN (試験体 B) となるものがあつたものの、他は概ね 4kN 程度となり、目標とする許容値の範囲となることがわかった。これらの衝撃荷重の差を安全ブロックの種類ごとで比較すると、実験を行った範囲では、

衝撃荷重は全ての安全ブロックにおいて、ショックアブソーバを用いた方が小さくなり、相対的にみると、最大で 4.3kN の衝撃荷重を減少できることがわかった。

一方、実験前の段階では、ショックアブソーバを使用することによって、ショックアブソーバが過剰に伸び、墜落制止時の落下距離が大きくなることが懸念されていたが、ショックアブソーバの使用によって増加する落下距離は、相対的にみて最大で 46 cm で、その差は後述のとおり、問題となり得ない程度のものであり、むしろ落下距離が 84 cm 短くなるケースもみられた。そしてその絶対値に着目すると、その落下距離は、全てのケースで 1m 程度未満となっており、高所作業とみなされる高さ 2m からの墜落に対して有効に機能することが確認された。

表 1 実験結果一覧(垂直落下試験)

種類	SA	衝撃荷重 [kN]	衝撃荷重の差 <SA有-SA無>	落下距離 (静止時)	落下距離の差 <SA有-SA無>
A	有	2.5	-0.6	64	5
	無	3.1		59	
B	有	5.0	-2.2	109	46
	無	7.2		63	
C	有	2.7	-	112	-
	無	-		-	
D	有	2.9	-0.4	68	39
	無	3.3		29	
E	有	2.8	-1.1	54	20
	無	3.9		34	
F	有	4.7	-0.7	65	15
	無	5.4		50	
G	有	3.2	-0.9	32	17
	無	4.1		15	
H	有	4.4	-4.3	48	-84
	無	8.7		132	
I	有	3.9	0.0	55	8
	無	3.9		47	

※SA:ショックアブソーバのこと

(2) サブテーマ 2

本年度、サブテーマ 2 では主に以下 3 項目について実施した。

1) 施工段階に応じた災害発生リスクの検討(土木工事)

一般社団法人日本トンネル技術協会の安全環境小委員会に委員として参画し、会員各社の過去 10 年程度の肌落ち災害事例(ヒヤリハットを含める。)及び肌落ち災害防止対策の好事例をアンケート調査することを企画した。令和 6 年 8 月をメ契として、全国のトンネル建設工事の施工者にアンケートを実施したところ、26 社から回答があり、現在それらの回答を集計中であ

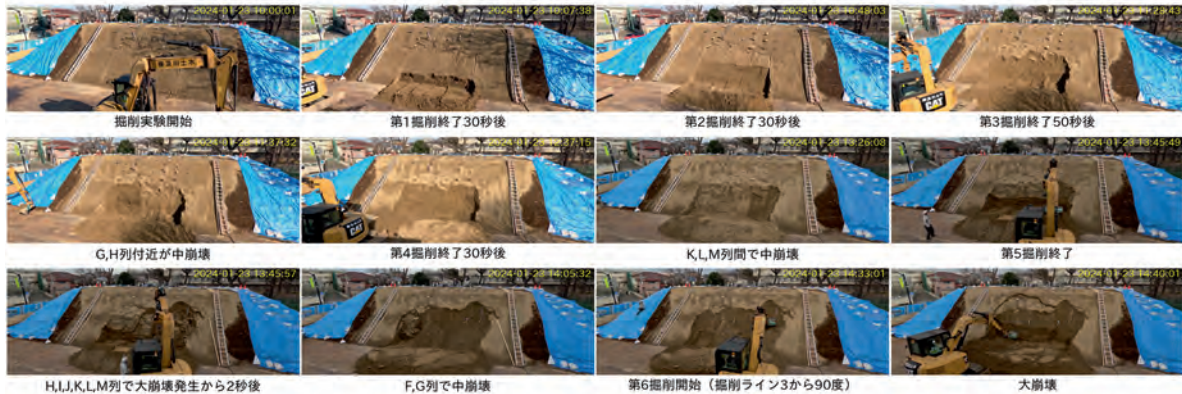


図5 掘削実験期間のイベントの様子

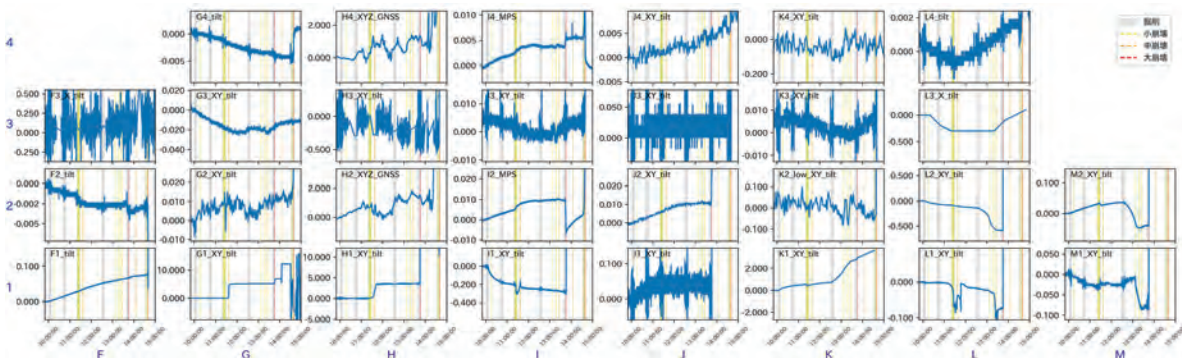


図6 掘削実験期間の斜面部に設置されたセンサから得られた計測値の時系列変化

る。アンケートの項目には、肌落ち災害が発生した施工段階(削孔、装薬、ずり出し、コソク、一次吹き、支保工建て込み、二次吹付け、ロックボルト打設等)を聞く設問もあり、施工段階に応じた肌落ち災害発生リスクを抽出できるアンケートとなっている。

また、各個人が特定のテーマごとに簡易にリスク分析が手軽にできるように、死亡災害・死傷災害の簡易なデータベース検索 web アプリの開発・試験公開を行った。職場のあんぜんサイトで公開されている死亡災害データベース、死傷災害(死亡・休業 4 日以上)データベースをソースとしたもので、災害状況からキーワード検索が可能である。厚労省安全衛生部安全課、災害調査分析センター等に共有し、2024 年 10 月現在で、のべ 39 ユーザーに使用いただいている。

2) 機械学習による土砂崩壊の異常検知手法の開発

掘削時の斜面動態モニタリングデータを得るための基礎的な実験として、遠心模型実験を実施した。試料に「まさ土」を用いて 1 ケース、「山砂」を用いて 2 ケース実施した。遠心模型実験の崩壊実験結果は、複数の機械学習手法によって異常検知アルゴリズムを構築している。

また、安衛研敷地内で実大斜面崩壊実験を実施した。盛土を造成し、その斜面上方に 4 大学、センサメー

カー企業 9 社が参画し、傾斜計を始めとした斜面動態観測センサを設置し、斜面下方を崩壊に至るまで掘削することによって、切土掘削工事中の土砂崩壊を再現する。完成した盛土の写真を図 4 に示す。盛土は、高さ 4.0 m、幅 30 m、奥行き 16 m であり、関東ロームによって構築した土台と、山砂によって構築した計測斜面の 2 層構造とした。掘削はドラグ・ショベルを用いて行い、掘削断面は斜距離 1.2 m ごとに掘削ラインを 3 ライン設定し、1つのラインから角度を変えて 22 度ずつ、計 6 回掘削した。

実験は最初の 6 日間を事前計測期間、掘削を行う 7 日目を掘削実験期間とした。試験開始 5 日目には、最大時間雨量 5 mm/h、連続雨量 31 mm の降雨が観測

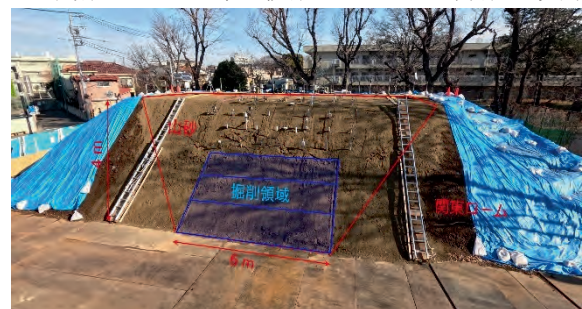


図7 実験盛土

され、これによって斜面の山砂部に変状が確認された。この影響によって、一部のセンサの計測値が大きく変化したため、本稿のデータ整理では、掘削前の7日目10時の計測値で初期値補正を行った。図5に掘削実験期間のイベントの様子、図6に掘削実験期間の斜面部に設置されたセンサから得られた計測値の時系列変化を示す。掘削実験期間である7day10:02:15に第1掘削を開始した。

実験の結果、斜面上に設置された動態センサによって、大きな崩壊前には計測値の急激な変化が確認され、砂質土の斜面においても傾斜計や表層ひずみ計によって事前に崩壊の予兆を捉えられることがわかった。局所的な崩壊や小・中規模の崩壊では、崩壊領域の近くのセンサは反応し予兆を捉えることができた。一方で小規模な崩壊では崩壊領域直近のセンサのみが反応しており、センサの設置位置が非常に重要になることが示唆された。

現在、このデータを用いてAIによる異常検知について検討している。また、2025年2月に第2段となる実験を実施しており、台風期などを含む長期的なデータ取得し、その後に掘削によって崩壊させる実験を行った。この結果についても合わせて分析する。

3) 土砂崩壊防止のためのトンネル切羽の安定に関する検討

令和6年3月26日付けで「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策に係るガイドライン」が改正（基発0326第1号の厚生労働省労働基準局長通達）された。これは、令和5年度に実施した行政要請研究「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」でとりまとめた報告書を受けた改正であるが、本研究においても追跡的に検討を重ねた成果である。特に、肌落ちガイドラインに記載されている対策（補助ベンチ付き全断面工法、鏡吹付け、鏡ボルト、フォアポーリング等）について、3次元有限要素解析により各対策を再現し、地山等級ごとに各対策の切羽押し変位抑制率をまとめた。抑制率により各対策の効果を指標化でき、肌落ちガイドラインに記載された対策の選定に有用な指標になると考えている。なお、地山は弾塑性体、支保部材は弾性体であり、総じて連続体という条件下での指標であることを明記する必要がある。

【参考文献】

- [1] E. Eberhardt (2001) Numerical modelling of three-dimension stress rotation ahead of an advancing tunnel face, *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences*, vol. 38, pp.499-518.
- [2] Osvaldo P.M. Vitali, Tarcisio B. Celestino, Anto

nio Bobet (2018) 3D finite element modelling optimization for deep tunnels with material nonlinearity, *Underground Space*, vol. 3, issue 2, pp. 125-139.

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) Tatsuya Shibata, Kazuya Itoh, Naotaka Kikkawa, Nobutaka Hiraoka, Surendra B. Tamrakar, Yasuo Toyosawa (2024) Analysis of labour accidents caused by slope failure during slope cutting and application of rapid checklist for risk management in Japan, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)*, Vol.30, No.2.
- 2) 中島卓哉, 尾崎匠, 牛田貴士, 松丸貴樹, 仲山貴司, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也 (2024) 遠心模型実験による掘削過程を考慮した掘削土留め工の変形・土圧評価, *地盤工学ジャーナル*, Vol.19, No.2, pp.183-196.

[その他の専門家向け出版物(英文, 和文)]

- 1) 伊藤真一, 平岡伸隆, 三木拓也, 北岡貴文 (2024) 講座 地盤工学×AI 第5回ディープラーニング(時系列データ), *地盤工学会誌*, Vol. 72, No.7, pp.69-77.
- 2) 吉川直孝 (2024) 安全衛生管理-1, 令和6年度研修 若手建設技術者のための施工技術の基礎(II), 一般社団法人日本建設業連合会, 一般財団法人全国建設研修センター, pp.141-175.

[特別講演、パネルディスカッション等]

- 1) 吉川直孝 (2024) 山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策について, 多治見・恵那労働基準監督署「トンネル工事災害防止講習会」.
- 2) 吉川直孝 (2024) ハザードとリスクのはなし, 一般社団法人和合館工学舎オンラインセミナー (2回).

[国内外の研究集会発表]

- 1) 高橋弘樹, 日野泰道 (2024) 墜落制止時の垂直親綱に作用する荷重の計算, *安全工学シンポジウム2024 講演予稿集*, pp.128-129.
- 2) 高橋弘樹, 日野泰道 (2024) 屋根からの墜落災害防止のための安全対策 その11 墜落制止時の垂直親綱に作用する最大荷重と最大伸びの関係, *日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)*, 1565, 材料施工, pp.1129-1130.
- 3) 日野泰道, 高橋弘樹, 金恵英 (2024) 経年ラッセルネットの墜落制止性能に関する基礎的研究, *日本建築学会大会学術講演梗概集*, 1564, 材料施工, pp.1127-1128.
- 4) 日野泰道, 高橋弘樹, 金恵英 (2024) 安全ネット

- の墜落制止性能に関する基礎的研究、安全工学シンポジウム 2024 講演予稿集, pp268-269.
- 5) 笠 佑輝, 平岡伸隆, 中根良太, 中條優樹, 伊藤和也 (2024) 多層パーセプトロンによる表層ひずみデータを用いた斜面崩壊の異常検知, 第 51 回関東支部技術研究発表会, III-56.
 - 6) 中條優樹, 中根良太, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2024) 線形回帰モデルによる斜面掘削後の表層ひずみ速度の異常検知, 第 51 回関東支部技術研究発表会, III-61.
 - 7) 平岡伸隆, 中根良太, 伊藤和也 (2024) SfM-MVS を用いた盛土の 3 次元点群計測, 第 59 回地盤工学研究発表会, 23-4-5-05.
 - 8) 中空智輝, 安原英明, 平岡伸隆 (2024) Multi-Layer Perceptron を用いた傾斜角度予測モデルの開発と考察, 第 59 回地盤工学研究発表会, 24-12-2-01.
 - 9) 中根良太, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2024) 斜面モニタリングデータから算出した異常検知精度による機械学習モデルの比較, 第 59 回地盤工学研究発表会, 23-13-1-05.
 - 10) 中條優樹, 平岡伸隆, 中根良太, 笠 佑輝, 伊藤和也 (2024) 線形回帰モデルによる斜面表層ひずみ速度の異常検知における斜面掘削後立入基準とハイパーパラメーターの検討, 第 59 回地盤工学研究発表会, 24-7-3-03.
 - 11) 平岡伸隆, 安原英明, 木下尚樹, 岩佐直人, 伊藤和也, 石田優子 (2024) 砂質土斜面の掘削工事における斜面動態モニタリングデータの崩壊予兆, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, III-117.
 - 12) 中條優樹, 平岡伸隆, 中根良太, 伊藤和也 (2024) 線形回帰モデルによる斜面表層ひずみ速度の異常検知における立入判定基準の検討, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, III-116.
 - 13) 中根良太, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2024) 勾配ブースティング決定木 による斜面崩壊の異常検知, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, III-115.
 - 14) 岩佐直人, 藤井俊逸, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2024) 実大斜面掘削実験による簡易伸縮計を用いた斜面掘削作業時の危険度判定, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, III-114.
 - 15) 井出真朱, 平岡伸隆, 中條優樹, 伊藤和也 (2024) MiDaS を用いた画像解析による掘削工事の斜面変状の可視化, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, IV-159.
 - 16) 安國恭平, 伊藤和也, 平岡伸隆, 小山倫史, 菊本統 (2024) 2020 年度のデータを用いた市町村版 GNS2023 の作成, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, IV-42.
 - 17) 吉川直孝, 大幢勝利, 豊澤康男, 林真紀 (2024) 建設業における英国と日本の安全衛生教育について, 安全工学シンポジウム 2024, PDF.
 - 18) 砂田楓, 関屋英彦, 吉川直孝, 伊藤和也 (2024) 施工時荷重下においてセグメントリングに生じるひずみ応答の解析的検討, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, III-264, 2p.
 - 19) 吉川直孝, 伊藤和也, 竿本 英貴 (2024) FEM による切羽押出変位抑制率の算出—肌落ち災害防止対策の評価に向けて—, 第 59 回地盤工学研究発表会, DS-10-09, 2p.

(4) 化学物質の危険性情報の整備及びリスクアセスメントへの活用に関する研究【4年計画の2年目】

佐藤 嘉彦(リスク管理研究 G), 八島 正明(化学安全研究 G), 大塚 輝人(研究推進・国際 C),
水谷 高彰(化学安全研究 G), 西脇 洋佑(同), 島田 行恭(研究推進・国際 C),
崔 光石(電気安全研究 G), 角田 博代(化学物質情報管理研究 C)

【研究期間】 令和5～令和8年度

【実行予算】 23 510 千円(令和6年度)

【研究概要】

(1) 背景

1) 化学物質の危険性についてのリスクアセスメントの推進における課題

化学物質の規制が、自律的管理を基軸とする規制に移行した。化学物質の自律的管理においては、事業者が自ら実施するリスクアセスメントの結果に基づき、ばく露防止のための措置等を適切に実施する必要がある。また、化学物質については、有害性だけではなく、危険性についてのリスクアセスメントも実施し、危険有害性による災害を防止する必要がある。化学物質の有害性についてのリスクアセスメントにおいては、化学物質の気中濃度等を当該化学物質のばく露限界と比較する方法によってリスクの見積りが行われている。

一方、化学物質の危険性についてのリスクアセスメントでは、爆発や火災に至る事象の進展や、爆発や火災によって生じる影響が様々であるために、それらの現象を予測するためには種々の危険性に関する情報(引火温度、発火温度、爆発範囲等)が必要となる。また、安全データシート(SDS)に記載されていない危険性に関する情報(最小着火エネルギー、爆発限界酸素濃度、爆発圧力等)も数多くある。以上のことから、化学物質の有害性についてのリスクアセスメントにおける有害性情報の位置づけが明確であるのに対し、化学物質の危険性についてのリスクアセスメントにおける危険性情報の位置づけが明確でない。

さらに、上記の危険性に関する情報は、物質の取扱状況(温度、取扱量等)や作業に使用する設備等の状況やレイアウト、作業方法等と組み合わせて、爆発・火災に至る事象の進展や最終的な影響の検討、及び効果のあるリスク低減措置の検討に必要となる。これまでに、上記の点を踏まえた化学物質の危険性に関するリスクアセスメントの進め方(安衛研手法)を技術資料[1, 2, 3]等の当所の刊行物としてまとめ、広く公開している。安衛研手法では、リスク見積り及びリスクレベルの決定には判断の根拠を明確にして、客観的に見積もる必要があると指摘している。客観的に見積もるためには、各々の災害に至るシナリオにおける事象の進展や最終的な影響を、種々の危険性に関する情報等に基づき予測する必要がある、その具体的な予測方法をリスクアセスメントの進め方と関連付けて示すことが求めら

れる。

そのため、化学物質の危険性についてのリスクアセスメントにおける危険性情報の位置づけを明確にするとともに、化学物質の危険性についてのリスクアセスメントにおけるリスク見積り及びリスクレベルの決定を客観的に行うことを支援するために、物質の危険性に関する情報等がリスクアセスメントにおけるリスク見積り及びリスクレベルの決定にどのように関わるかを明示することが必要である。

2) リスクアセスメントの基盤となる危険性情報における課題

化学物質の危険性についてのリスクアセスメントを実施するには、取り扱う化学物質の危険性に関する情報は必要不可欠である。当研究所では、これまでに化学物質の危険性に関する情報として、物質単体の引火温度[4, 5]、発火温度[6, 7]、反応性物質の発熱開始温度[8, 9, 10]等を系統的に取得し、提供している。

一方、近年では、急速に発展した情報産業を背景として、各種の電子機器や通信機器に高出力二次電池や半導体素子が多用されている。高出力二次電池については、電池を含む電子機器が廃棄物リサイクル工程に混入し、発煙・発火トラブルとなっている事例が急増しており、廃棄物リサイクル工程に従事する労働者の被災が懸念される。また、半導体素子の原材料であるレアメタル・貴金属の回収工程や金属薄膜の洗浄工程では、種々の化学物質(各種金属、酸、金属塩、界面活性剤)が使用されており、それらの物質が意図せず混合し、爆発性物質が生成したり、急激な反応が生じたりして、労働者が被災した事例がある。

以上のような急速に発展した産業において使用される化学物質等については、危険性に関する情報が十分でなく、そもそも危険性があると特定されないことも多い。危険性があると特定されなければ、爆発・火災に至るシナリオも同定されず、有効なリスク低減措置を講ずることができないこととなる。そのため、上記に示したような爆発・火災災害を防止するためには、技術の進展に即して、その技術において使用される化学物質等の危険性に関する情報を整備するとともに、その危険性が発現することを防止するための安全対策に有用な知見を提供していく必要がある。

(2) 目的

本研究では、化学物質の危険性についてのリスクアセスメントにおける危険性情報の位置づけを明確にす

るとともに、化学物質の危険性についてのリスクアセスメントにおけるリスク見積り及びリスクレベルの決定を客観的に行うことを支援するために、物質の危険性に関する情報等に基づき、爆発・火災に至る事象の進展や最終的な影響を検討する際の具体的な検討方法を、リスクアセスメントの進め方と関連付けて体系的にまとめ、提供する。

また、近年災害が目立ってきている、急速に進展・普及している技術において使用されている化学物質・混合物(高出力二次電池、半導体原材料等)の危険性に関する情報を収集・整備する。また、廃棄物リサイクル施設や金属回収・洗浄工程等における危険性に関する情報を収集・整備する。得られた危険性に関する情報に基づき、安全な取扱い方法や爆発・火災災害に対する安全対策を検討し、提案する。

(3) 方法

(1)で示した課題を解決するため、本研究は、以下の2つの方法で行う。

1) (サブテーマ1)化学物質の危険性情報に基づいた事象評価方法と危険性についてのリスクアセスメントの進め方との関連付け

化学物質の危険性に関する特性値(引火点、爆発範囲、自然発火温度等)と、爆発・火災に至る事象進展及び最終的な影響の評価手法との関係を整理する。以上の情報を、リスクアセスメントの進め方と関連付けて、リスクアセスメントの各段階(化学物質の危険性の特定、リスクの見積り、リスク低減措置の検討等)で評価すべき事項をまとめる。さらに、これまでに得てきた研究成果を活用して、危険性についてのリスクアセスメント、特に化学物質の危険性の把握や事象進展の検討を支援する情報や支援ツールを整備・開発し、提供する。

2) (サブテーマ2)技術の進展に即した化学物質・混合物の危険性情報の整備及び安全対策の提案

近年頻発している高出力二次電池及び半導体原材料に関する爆発・火災災害を念頭に置き、これらの爆発・火災に対する安全対策を検討するために、車両用リチウムイオン二次電池の爆発・火災危険性については、基本的な燃焼性を測定するとともに、廃棄物リサイクル施設で誤ってリチウムイオン二次電池が混入した場合を想定した実験を行う。また、レアメタルリサイクル処理プロセス(湿式製錬)の爆発・火災危険性について、硝酸・過酸化水素などの酸存在下での金属溶解時の熱挙動の測定と反応機構の分析を行う。また、エネルギー共結晶などの新規特性を有する反応性物質の危険性を分析し、情報を整理する。上記で得られた知見に基づき、廃棄物リサイクル施設や金属回収・洗浄工程等における爆発・火災災害に対する安全対策

を構築・提案し、急速に進展・普及している技術において使用されている化学物質・混合物の危険性に関する情報を整備する。

【研究成果】

今年度の本研究の各サブテーマにおける成果は以下のとおりである。

(1) サブテーマ1の研究成果

1) 爆発・火災に至る現実的な事象進展等の検討方法とリスクアセスメントの進め方との関連付け

可燃性物質を用いた開放系作業を対象として、化学物質の性状や生じる事象ごとに整理した、シナリオ同定において検討する事項と関係する爆発・発火特性と、技術資料 JNIOOSH-TD-No.7 に示した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情報を元にして、危害の発生可能性及び重篤度を見積もる際に考慮すべき事項を整理した。

また、物質の爆発・発火特性等について、危害の発生可能性及び重篤度の大小を判別する指標の値を検討した。

さらに、対象物質の最小着火エネルギーと着火源による着火エネルギーとの関係を個別に検討する必要がある可燃性の浮遊粉じんについて、静電気放電に起因する爆発・火災の起こりやすさを評価するための評価支援システム(静電気リスク評価支援システム)の構成要素を検討し、開発を始めた。静電気リスク評価支援システムの構成画面を図1に示す。

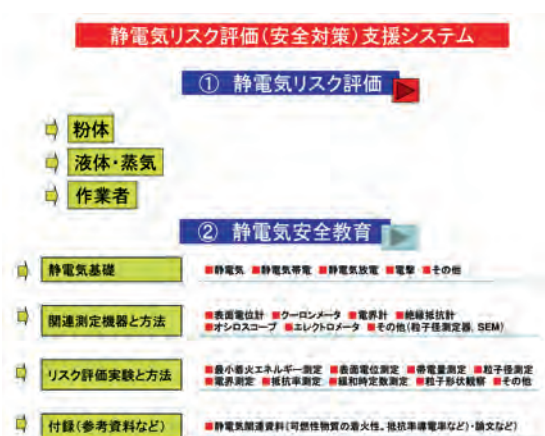


図1 静電気リスク評価支援システムの構成

2) GHS 分類の物質危険性把握への適用に対する妥当性評価

粉体については、燃焼性のみならず、その他の反応性も、粒子径やその他の性状に強く依存することが予想されるため、過炭酸ナトリウムを対象として、物質

の粒子径を変化させて、燃焼試験を実施し、その燃焼挙動の変化を把握するとともに、商用で供給されている当該物質の SDS の記載を調査した。図 2 に燃焼試験時の外観を示す。

その結果、同一物質であっても粒子径や形状等が異なる製品であれば、取り扱い物質の粒子性状における危険性と SDS の記載とに乖離が生じないように試験

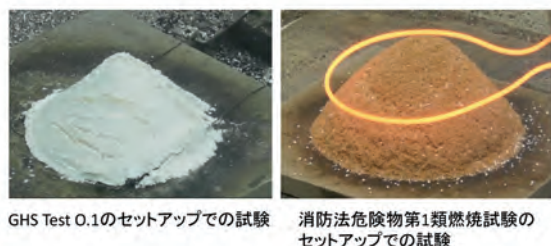


図 2 燃焼試験時の外観

実施が必要であること、化学物質の危険性のリスクアセスメントを SDS に基づき行うのであれば、GHS 分類や消防法危険物の分類を決定した根拠に関する情報や、物質の性状に関する情報が容易に得られる手段が構築されていることが必要であると考えられた。

3) 事業所等調査

自律的管理を基軸とする規制への移行への準備状況、危険性に対するリスクアセスメントを実施するにあたっての課題等について、国内の労働者数 300 人未満の約 2000 の中小規模の製造業事業場を対象に、アンケート調査を実施した。その結果、危険性に対するリスクアセスメントの実施に関連のある要因として、事業場の労働者数(事業場の規模)、化学物質の製造の有無、安全管理者の選任の有無があった。また、利用されている手法は、CREATE-SIMPLE 及び危険性初期リスク評価ツールが主であり、爆発・火災災害に至るシナリオが十分に検討されていないことが示唆された。さらに、図 3 に示すように、リスクアセスメントの実施で困難を覚えた事項や実施できなかった理由として、労働者数が多い事業場ほど、「十分な知識を持った人材がいなかった」を挙げている回答率が高くなる一方、労働者数が少ない事業場ほど、「特に困ったことはない」を挙げている回答率が高くなった。

4) 物質の状態等を考慮した引火点・発火点等の機械学習による予測

引火性の液体について米国化学工学会の DIPPR データベース並びに労働安全衛生総合研究所での過去の試験データを基に引火点試験時の液体の取り扱い条件、引火点、物性値を整理したデータベースを作成した。整理したデータベースを用いて得られた、各測定装置で得られた引火点と物質の沸点との関係性を図 4 に示す。回帰分析並びに決定木法を用いた

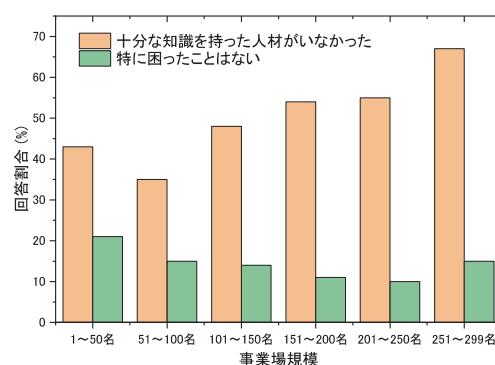


図 3 リスクアセスメントの実施で困難を覚えた事項や実施できなかった理由の調査結果

機械学習によって、引火点試験時の取り扱い条件による引火点の変動の大きさを他の条件で得られた引火点の値、または沸点、燃焼熱、分子量から予測可能であることが分かった。

また、試験方法が確立しておらず、過去の試験データも整理されていない、灯心効果を受けた引火点について、実験からデータベースの補完に必要なデータを得ることを目的に、簡易的な試験手法の開発を行った。

5) 異常反応に関するリスクアセスメント事例の作成

外部有識者、企業有識者等で構成される検討委員会において、暴走反応及び混合危険に関するリスクアセスメントの事例案の検討を継続した。また、事例案に関する説明を追加した資料(技術資料 TD を想定)の作成を開始した。

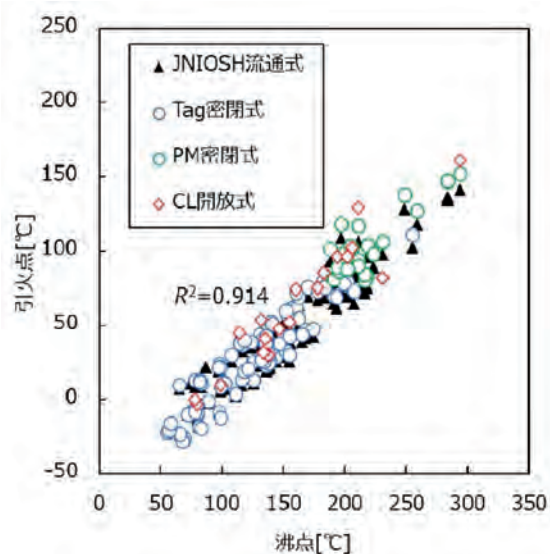


図 4 各測定装置で得られた引火点と物質の沸点との関係性

(2) サブテーマ2 の研究成果

1) リチウムイオン電池 (LIB) の発火・燃焼挙動の爆発特性の調査

リチウムイオン二次電池の工業展を見学し、最新情報の収集を行った。実験装置に試験用ブースと空圧プレス機を導入し、円筒形 LIB (18650 型) の圧縮時の発火挙動を実験で調べ、発火までの電池側壁の温度変化、火花の噴出と内容物の飛散状況を調べた (図 5)。切断直後に発火する場合と時間遅れを伴い、10 分以上経過してから発火する場合があった (図 6)。発火までの温度変化によると、切断直後から昇温して高温 (106℃) になるが、その後熱暴走せずに発火しない場合があった。充電率が 0% に近いものは切断しても発火しなかった。



図 5 試験用ブース

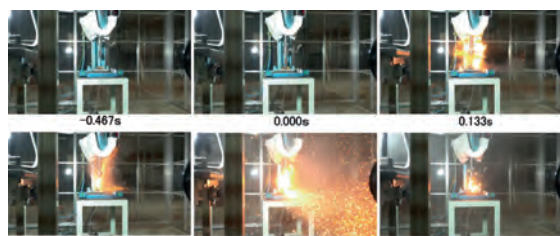


図 6 LIB 切断直後の発火の様子

2) 半導体用金属材料の燃焼危険性の最新データの収集

燃焼実験用の金属粉を作製するため、実験室既存の真空誘導加熱装置(IH)を使い、球形 Mg 粉の作製を試みた。実験の結果、結晶が成長した Mg 粉が作製できたが、装置器具に固着 (溶着) して試料として取り出せないことがわかった。方法を変更して作製を試みることにした。

3) 電池等廃棄物リサイクル施設での初期火災検出

リチウムイオン電池の圧壊用の新たな実験装置が完成したのでにおいセンサーと CO センサー、光セン

サーなどを使って切断後の発火検出の方法を検討した。併せて、消火方法について検討した。

4) 湿式製錬プロセスの危険性の測定

過酸化水素および塩酸を用いた LIB 正極材 (リチウムコバルト酸化物(LCO)およびリン酸鉄リチウム(LFP)) の湿式精錬プロセスについて、小型反応熱量計を用いた反応危険性の調査を実施し、過酸化水素や塩酸の量および正極材の比率による熱的危険性の変化を明らかにした。過酸化水素の量が多いほど、また LFP 比率が高いほど激しい発熱が見られたが、塩酸の量の影響は複雑であり、濃塩酸となる量では発熱を加速させた一方で、希塩酸の条件では過酸化水素が安定化され、塩酸添加なしの条件に対して最大の発熱速度が抑制される結果が得られた (図 7)。結果として、同じ LIB 正極材であってもリサイクル対象の成分比により危険性が大きく変化すること、危険性のスクリーニング時に酸の影響を詳細に調査しない場合、危険性の過小評価に繋がるおそれがあることが示された。また、湿式精錬など複数の化学物質が混合し、考慮すべき濃度・量の組み合わせが非常に多いプロセスで危険性調査の負荷が大きくなる問題について、ベイズ最適化を用いた実験計画による解決を試みた。モデルには網羅的な濃度・量の影響の探索を実施した、危険性情報が既知の前述の湿式精錬プロセスを用い、ベイズ最適化法の指示する実験条件により、危険な反応条件の特定が可能であるか検証を行った。結果として、ベイズ最適化法により目的値とした最も発熱速度が高くなる条件について、より少ない試験回数で特定可能であることが明らかとなった一方で、2 番目に危険性の高い組み合わせなどの目的値外の条件の見逃しに繋がりがうる問題も確認され、ベイズ最適化法と対象プロセスの特性を理解した上での利用が望ましいことが示された。

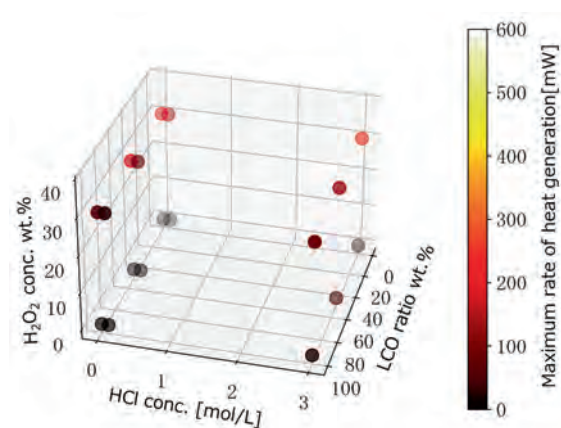


図 7 湿式精錬条件と最大発熱速度の関係性

5) 過炭酸ナトリウムの火災危険性に関する調査

過炭酸ナトリウム(炭酸ナトリウム過酸化水素付加物)の熱分解の危険性について、周辺の雰囲気ガスの影響を強く受けることが明らかになったことから、大気中にも多く存在する二酸化炭素の影響を調査した。加圧条件での加速試験より、二酸化炭素は過炭酸ナトリウムの発熱分解を促進することに加え、過酸化物に由来するピークを有する物質を生成、蓄積することで不安定化することが明らかとなった。

6) 最新の科学技術の進展に合わせた危険性情報の収集

最新の研究や産業の動向から、急速に技術が進展・普及している化学物質の危険性に関して情報の収集を行い、特に災害発生時の被害が大きくなる可能性の高い火薬関連技術について、近年の研究動向・需要の調査を行い、また近年開発が進んでいる共結晶を用いた新規火薬および低煙化を目的とした新規火薬の安定性について火薬学会等における実験的な研究への協力を行った。

バイオマス固体燃料の一つのPKS(パーム椰子殻、図8)についての爆発・発火危険性を実験で調べた。SIT(自然発火試験装置)による最低発火温度は90～100℃にあり、木粉やセルロース粉に比べてかなり低いことがわかった。爆発下限濃度、最小着火温度、くすぶり温度、燃え拡がり速度などを測定した。



図8 PKSの外観

【参考文献】

- [1] 島田行恭, 佐藤嘉彦, 板垣晴彦 (2016) プロセスプラントのプロセス災害防止のためのリスクアセスメント等の進め方. 労働安全衛生総合研究所技術資料 JNIOOSH-TD-No.5.
- [2] 島田行恭, 佐藤嘉彦, 高橋明子 (2021) 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—開放系作業における火災・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 JNIOOSH-TD-No.7.

- [3] 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 JNIOOSH-TD-No.8.
- [4] 柳生昭三 (1987) 引火温度と爆発限界の関係線図(第1集). 産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-86.
- [5] 柳生昭三 (1988) 引火温度と爆発限界の関係線図(第2集). 産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-87-2.
- [6] 柳生昭三 (1975) 発火温度データ(第1集). 産業安全研究所技術資料 RIIS-TN-75-3.
- [7] 柳生昭三 (1975) 発火温度データ(第2集). 産業安全研究所技術資料 RIIS-TN-75-7.
- [8] 森崎繁, 駒宮功額, 内藤道夫 (1983) 反応性物質の熱安定性に関する研究—熱分析及び断熱測定—. 産業安全研究所特別研究報告 RIIS-SRR-83-1.
- [9] 森崎繁, 安藤隆之 (1987) 反応性物質の DSC データ集. 産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-87, No. 1.
- [10] 安藤隆之, 藤本康弘, 森崎繁 (1989) 反応性物質の DSC データ集(2). 産業安全研究所安全資料 RIIS-SD-89.

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) Mieko Kumasaki, Mao Yamashita, Yosuke Nishiwaki, Teruhito Otsuka and Yoshihiko Sato (2024) Investigation of an optimization method for time constants to calibrate reaction calorimeters. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 89, July 2024, 105308.
- 2) Yosuke Nishiwaki (2024) Effect of humidity on moisture absorption of sodium percarbonate and its thermal hazard, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 91, October 2024, 105409.
- 3) Kazuki Inoue, Yosuke Nishiwaki, Mieko Kumasaki, Shinya Matsumoto and Ken Okada (2024) Synthesis of environmentally friendly energetic cocrystal derived from commodity chemicals, Chemical Communications, Vol.60, pp. 13963-13966.
- 4) Kazuki Inoue, Yosuke Nishiwaki, Shinya Matsumoto, Ken Okada and Mieko Kumasaki (2025) Enhancement of the burning performance of

ammonium nitrate via cocrystallization. Science and Technology of Energetic Materials, Vol. 85, No. 6, pp. 61-65.

- 5) 西脇洋佑 (2025) グレーバ炬を用いた自己発熱性試験による空気流動が活性炭の自然発火温度へ与える影響の調査, 労働安全衛生研究, Vol.18, No.1, pp.15-21.

[その他の専門家向け出版物]

- 1) 西脇洋佑, 山下真央, 大塚輝人, 佐藤嘉彦, 熊崎美枝子 (2024) 多段階を考慮した反応熱量計の時定数補正手法, 労働安全衛生研究, Vol.17, No. 1, pp.71-77.
- 2) 西脇洋佑 (2024) 炭酸ナトリウム過酸化水素付加物(過炭酸ナトリウム)の熱危険性, セイフティエンジニアリング, Vol.213, pp.4-8.
- 3) 西脇洋佑 (2024) リチウムイオン電池の火災危険性, TIIS ニュース, No.296, pp.4-5.
- 4) 西脇洋佑 (2025) リチウムイオン電池の発火メカニズムに関する研究の動向, 静電気学会誌, Vol. 49, No.2, pp.36-41.
- 5) 八島正明 (2024) 廃棄物処理施設における火災・爆発事故と対策事例, 第 1 回:貯槽, サイロ, 環境技術会誌, No.195, pp.40-42.
- 6) 八島正明 (2024) 廃棄物処理施設における火災・爆発事故と対策事例, 第 2 回:破砕機, 環境技術会誌, No.196, pp.40-42.
- 7) 八島正明 (2024) 廃棄物処理施設における火災・爆発事故と対策事例, 第 3 回:コンベヤ, 環境技術会誌, No.197, pp.37-39.
- 8) 網島宏, 中川昌樹, 島田行恭, 佐藤嘉彦 (2024) 特集化学工学年鑑 2024, 14.プロセス安全管理, 化学工学, Vol.88, No.10, pp.504-513.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 井上一樹, 西脇洋佑, 熊崎美枝子, 岡田賢 (2024) 硝酸アンモニウム/4-アミノ-1,2,4-トリアゾール共結晶の合成と燃焼挙動, 一般社団法人火薬学会 2024 年度春季研究発表会講演要旨集, p.36.
- 2) 塩田謙人, 西脇洋佑, 上田颯, 藤原笑子, 藤崎陽次, 朝原誠, 松本幸太郎, 高橋良堯, 北川一敬, 吉野悟 (2024) 火工品を用いた湖沼の水質改善の可能性に関する検討, 一般社団法人火薬学会, 2024 年度春季研究発表会講演要旨集, p.38.
- 3) 西脇洋佑, 塩田謙人, 井上慶彦, 松本幸太郎, 志田浩, 毛利剛, 伊東山登, 松永浩貴, 吉野悟 (2024) 多用途に適用可能な無煙玩具煙火組成に関する検討, 一般社団法人火薬学会, 2024 年度春季研究発表会講演要旨集, p.39.
- 4) 西脇洋佑, 井上一樹, 熊崎美枝子 (2024) グリシ

ン/硝酸アンモニウム共結晶の熱挙動, 一般社団法人火薬学会 2024 年度春季研究発表会講演要旨集, p.54.

- 5) 西脇洋佑 (2024) 炭酸ナトリウム過酸化水素付加物の発火危険性, 2024 年度日本火災学会研究発表会, 発表概要集, pp.17-18.
- 6) 崔光石, 佐藤嘉彦 (2024) 粉体を取り扱う現場における静電気リスク評価支援システムに関する一考察, 安全工学シンポジウム 2024 講演予稿集, pp.208-211.
- 7) 佐藤嘉彦 (2024) 化学物質の危険性のリスクアセスメントにおける可燃性物質の爆発・発火特性値の活用方法の検討, 安全工学シンポジウム 2024 講演予稿集, pp.231-235.
- 8) 角田博代, 佐藤嘉彦 (2024) アンケートによる製造業中小規模事業場における危険性に係るリスクアセスメント実施の実態調査, 安全工学シンポジウム 2024 講演予稿集, pp.238-241.
- 9) 中美駿, 西脇洋佑, 熊崎美枝子 (2024) 二酸化炭素暴露による過炭酸ナトリウムの危険性変化, 安全工学シンポジウム 2024 講演予稿集, pp.306-307.
- 10) 西脇洋佑 (2024) 測定装置や取り扱い条件による引火点の変動とその予測に関する研究, 安全工学シンポジウム 2024 講演予稿集, pp.316-319.
- 11) 佐藤嘉彦 (2024) 危険性の簡易リスクアセスメントにおける発生可能性と重篤度の見積り方の検討, 化学工学会第 55 回秋季大会講演予稿集, K207.
- 12) 西脇洋佑 (2024) ベイズ最適化を用いたリチウム回収のための湿式製錬プロセスの発熱危険性調査, 化学工学会第 55 回秋季大会講演予稿集, K208.
- 13) 佐藤嘉彦 (2024) 可燃性物質の爆発・発火特性を活用した爆発・火災災害の起こりやすさを見積もる指標の検討, 第 57 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.19-22.
- 14) 角田博代, 佐藤嘉彦, 西脇洋佑, 板垣晴彦 (2024) 化学物質の性状を考慮した危険性の情報伝達のあり方の検討, 第 57 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.85-88.
- 15) 八島正明 (2024) 集じん機用バグフィルターの接地に関する導通性, 第 57 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.97-100.
- 16) 八島正明 (2024) PKS(パーム椰子殻)堆積時の火災危険性に関する測定, 第 57 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.193-196.
- 17) 崔光石, 佐藤嘉彦 (2024) 粉体を取り扱う現場における静電気リスク評価支援システムに関する一考察(その2), 第 57 回安全工学研究発表会講演

予稿集, pp.197-200.

18) 八島正明 (2024) リチウムイオン電池の切断による発火危険性, 第 57 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.241-244.

19) 中美駿, 西脇洋佑, 熊崎美枝子 (2024) 二酸化炭素による過炭酸ナトリウムの経時変化, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.249-250.

[講演会・セミナー等]

1) 八島正明 (2024) バイオマス発電所・廃棄物リサイ

クル施設の火災安全, 防災学術連携体 Web 研究会(日本火災学会主催).

2) 八島正明 (2024) 粉体取扱い施設における粉じん爆発・火災の事例, 粉体工学会「粉体の機械的単位操作に関する参加型講演会 (第 10 回) ～次世代粉体ハンドリング～」.

3) 八島正明 (2024) 木質ペレット等の爆発・火災の防止について, 国際粉体工業展 (POWTEX) 東京 2024, 粉じん爆発情報セミナー.

(5) 絶縁体の帯電に起因する静電気災害対策の強化に関する研究【4年計画の1年目】

遠藤 雄大(電気安全研究 G)、崔 光石(同)、三浦 崇(同)、庄山 瑞季(同)、
長田 裕生(春日電機株式会社)、鈴木 輝夫(同)、金 佑勁(広島大学)

【研究期間】 令和6～令和9年度

【実行予算】 24 500 千円(令和6年度)

【研究概要】

(1) 背景

近年、火災に占める静電気に起因する火災の割合は増加傾向にあり[1]、危険物施設火災の主要な着火源にもなっている[2]。静電気災害(火災、爆発)の約半数は、衣服、粉体、容器内流動体、管内液体の帯電に起因するものであり[1]、その多くは、導体と比較して帯電防止が困難な絶縁体と考えられる。昨今の半導体や化学産業では、製品の高品質化を目的として製造設備にステンレス等の金属配管ではなくフッ素樹脂製の配管等を使用する機会が増えており、静電気帯電の危険性がますます増加する傾向にある。また、今後の動向として、着火性の高いナノ粉体や水素ガス等の使用機会の増加が予想され、絶縁体から発生する比較的エネルギーの小さなブラシ放電のような静電気放電が着火源となり得るケースも増加するものと考えられる。

現在、労働現場において静電気安全対策の資料として広く参考にされている、研究所発行の静電気安全指針 2007 [3]においては、絶縁材料製の容器や配管についてはそもそも使用自体が推奨されておらず、使用上の制限も厳しく設定されており、近年の労働現場の状況に則しているとは言い難い。これを改訂し、絶縁材料製品の使用を前提として、より高度かつ合理的な安全対策を新たに示す必要がある。

また、第14次労働災害防止計画の重点事項「(6) 業種別の労働災害防止対策の推進」および、「(8) 化学物質等による健康障害防止対策の推進」においてリスクアセスメントに基づく労働災害防止が求められているが、近年の絶縁体関連の静電気リスクに関する定量的データの不足および、データの取得方法等も十分に確立されておらず、リスクアセスメントを適切に実施できる環境とは言い難い。

以上のように、静電気災害対策の強化は労働災害件数の減少を目指すうえでの優先的課題であり、絶縁体の帯電に起因する火災の防止は特に重要と考えられる。これを実現するうえで、近年の労働現場における絶縁性材料の使用状況に則した静電気安全指針の改訂および、静電気災害に対するリスクアセスメント実施環境の構築が課題といえる。

(2) 目的

本研究では、帯電絶縁体から発生する静電気放電

に起因する災害防止対策の強化を目的とする。ここで得られる研究成果(災害発生メカニズム等に関する科学的知見、新たな災害防止技術)は、静電気安全指針の改訂時や、静電気リスクアセスメントを実施する際の参考データとなる。また、静電気安全指針の改訂も並行して行い、従来指針の問題点(産業界の動向にそぐわない、内容の不足)の改善を図る。

(3) 方法

本研究では、近年の産業界の動向、統計データ[1]や災害事例のほか、企業から寄せられた相談内容等を参考に、特に優先度が高いと考えられる各種絶縁体(衣類、粉体、容器、配管、液体)の静電気帯電・放電に関する3つのサブテーマを構成し、研究を進める。

1) サブテーマ1: 絶縁性容器・配管の帯電に起因する静電気災害に関する研究

本研究では、絶縁性容器や配管の帯電に起因する静電気災害に関する4つの研究課題について研究を実施する。ここでは、2つの絶縁体間で発生する静電気放電による可燃性ガスの着火危険性調査や、送液用フッ素樹脂チューブの静電気帯電による破損メカニズムの調査およびチューブの帯電状況を検知する新たな技術の開発、帯電ミストや粉じんからの着火性放電の発生リスクの見積りに用いる静電気量測定方法の妥当性確認のほか、気体制御下での絶縁性粒体の配管輸送時の摩擦帯電特性の調査を行う。

2) サブテーマ2: 充てん粉体における電荷分布の可視化と除電技術の開発

本研究では、産業現場における充てん帯電粉体から発生する静電気放電による火災・爆発災害の防止対策の強化につながる、粉体層内部の三次元電荷分布測定手法の確立および、新たな均一除電技術の開発を目指す。これらにより、高精度な帯電危険性評価が可能となり、また、その危険性を効果的に低減可能となる。

3) サブテーマ3: 産業用フレキシブルコンテナの静電気危険性および防止対策に関する研究

本研究では、粉体の投入・排出により摩擦帯電した産業用フレキシブルコンテナ(FIBC)に起因する着火・爆発事故の防止を目的として、FIBC および作業着(作業服)の静電気危険性の定量的評価に加えて、双極性除電器によるFIBCの静電気抑制・低減評価を実施する。その他、静電気安全指針の改訂および防爆関連の指針や規格の調査を行う。

【研究成果】

(1) サブテーマ 1: 絶縁性容器・配管の帯電に起因する静電気災害に関する研究

1) 絶縁体間で発生する静電気放電による着火危険性の調査

静電気帯電した絶縁体と、それとは逆極性に帯電もしくは非帯電の絶縁体との間でも静電気放電が発生することが一部では知られているが、静電気関連の各種安全指針[3]-[5]でもこの種の放電については触れられておらず、研究もほとんど行われていないことから着火能力すら不明である。将来的に労働現場等において使用機会の増える水素等の低着火エネルギーの可燃性ガスを着火させる可能性について現時点では否定できないため、着火危険性の解明および有効な安全対策を示す必要がある。そこで本研究では、この種の静電気放電について、基礎的特性および、着火危険性を実験により調査する。

初年度は、帯電した絶縁体(PTFE)と、非帯電の絶縁体(PTFE)との間で発生する静電気放電について、電荷量測定および高速カメラを用いた撮影を行った(図1参照)。双方の絶縁体の背面には高電圧電極および接地電極を装着することで、表面間の電位差を大きくし放電が発生しやすい条件とした。

±100 kVの高電圧を印加した場合には、放電の電荷量は、一般的な可燃性ガスに対して着火能力を持つブラシ放電に近い値となることを確認した(図2参照)。一方で、撮影された放電形状(図3参照)からは、放電の空間的な密度はブラシ放電よりも低いことから着火危険性も同様に低くなるものと推測される。

2) 気体を制御した絶縁性粒体の配管輸送での静電気対策

絶縁性の高いガラス表面の摩擦帯電は静電気放電の原因となり、例えばガラス基板上の電気回路形成における不良の発生や静電気災害の原因となるなどの問題を引き起こす。現在のところ、フッ化水素ガスを用いたエッチングによってガラス表面に凹凸を付け[6]、接触面積を減らすことで静電気を低減することが試みられている。

ガラスの本質的な静電気発生の原因の究明、および発生を制御(低減)する技術の開発を目指し、工業的に広く使用されているステンレス、およびアルミニウムといった一般的な金属試料と無アルカリガラスの摩擦静電気の発生において、フッ化水素ガスで処理したガラス面の静電気特性の変化について実験的な研究を行った。

我々が開発した真空中でのすべり摩擦による静電気発生量の測定装置を用いた測定により、フッ化面での帯電量は、連続で測定した未処理の無アルカリガラ

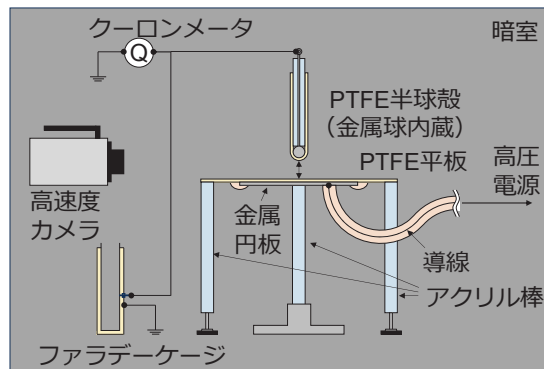


図1 絶縁体間で発生する静電気放電の電荷量測定および撮影装置

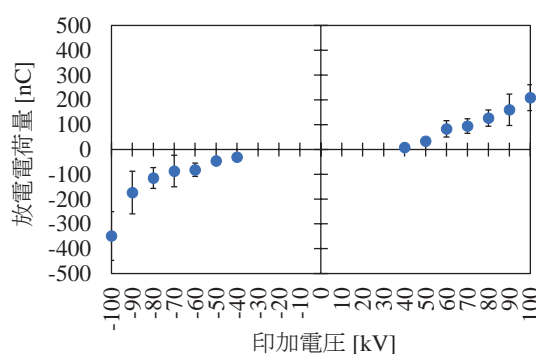


図2 放電電荷量測定結果

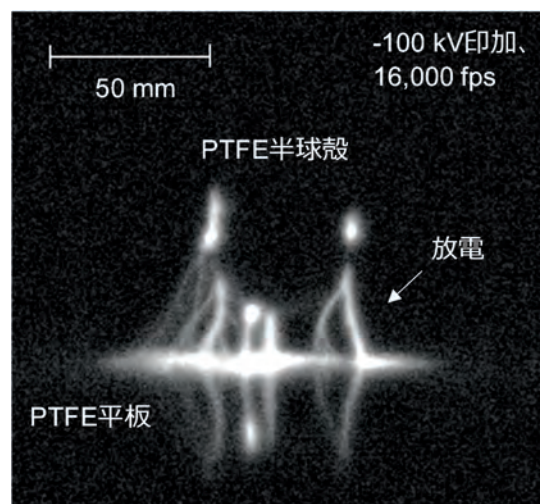


図3 高速度カメラで撮影された静電気放電

ス面の帯電量よりも少なくなることが確認された。

静電気発生量の低減効果の大きさは、摩擦させる金属の種類によって異なることも明らかになった。静電気を低減する効果のより大きな改質方法と金属材料の組み合わせについてさらに詳しく研究を進める。

(2) サブテーマ 2: 充てん粉体における電荷分布の可視化と除電技術の開発

1) 粉体層内電荷分布の可視化および電荷緩和モデルの確立

充てん装置および測定システムの設計・製作を行った。また、粉体充てん設備における高さ方向の電荷緩和を考慮した電場解析を実施した。その結果、電荷緩和を考慮しない場合とは異なる充てん粉体内の電荷密度および電界強度が得られ、本モデルを用いることでより現実に近い危険性評価が可能となることが分かった。

2) 異符号帯電粉体の均一混合による除電技術の開発

電極間距離や配置、印加電圧の大きさなど、装置の仕様決定に必要な基礎実験を行い、混合粒子の凝集性や帯電性について確認した。また粉体混合除電システムの設計・製作を行った。

3) 自己放電式粉体排出口による除電技術の開発

海外の大学と協力して、充てん粉体を除電する舌状電極の設計および製作を行い、それらを実規模貯蔵槽に実装して粉体充てん実験を実施した。その結果、舌状電極の利用によって帯電した充てん粉体が除電され、充てん貯蔵設備内で発生する静電気放電を抑制できることが分かった。またその応用として、実用化に向けた配管用キャップ式除電器を開発・設計し、その効果を確認する実験を行った結果、十分な除電効果を得られることが分かった。

(3) サブテーマ 3:産業用フレキシブルコンテナの静電気危険性および防止対策に関する研究

産業現場ではフレキシブルコンテナ(FIBC)を使用して投入・排出作業が行われており、その過程でFIBCと粉体との摩擦により静電気帯電が発生する。帯電したFIBCからの静電気放電によって、可燃性粉体の着火・爆発事故が頻繁に発生している。このような事故を未然に防ぐためにFIBCを使用する工程において静電気危険性を定量的に評価するとともに防止対策を提案する。本研究においては、次の3つの項目を実施する。

項目 1:産業用 FIBC の静電気危険性評価

新型クーロンメータにより産業現場で使用されるFIBCの静電気危険性を定量的に評価する。

項目 2:作業者および作業服の静電気危険性評価

実際の産業現場で着用されている複数の作業服の摩擦帯電、静電誘導による電位と放電特性、及びその危険性について定量的に評価する。

項目 3:双極性除電器による FIBC の静電気抑制・低減評価

静電気災害防止対策として双極性除電器によるFIBCの静電気抑制・低減評価を行う。

以下に1年目の主な研究成果として、項目1、項目

2について述べる。

1) 項目 1: 産業用 FIBC の静電気危険性評価

絶縁性 FIBC における内袋有または無の場合の静電気危険性の違いを調べるため、絶縁性 FIBC の表面電位を計測した。絶縁性 FIBC 本体の表面電位 V_s は正極性として急峻に増加し、約+110 kV をピークに減衰する。本来の測定距離 d ($= 100$ mm)で割った場合に算出される絶縁性 FIBC の電界は+11.0 kV/cm であり、絶縁性 FIBC (絶縁体)と表面電位計(導体)との間で発生するブラシ放電のしきい値(5 kV/cm)を超えていることから、内袋有無のどちらの場合でもブラシ放電が発生する可能性は高いといえる。また、 V_s の最大値からその 37% 値までの時間は内袋有では 1,896 s、無では 1,645 s であり、内袋有の方が無よりも若干緩やかに減衰したものの、大きな差は見られない。そこで、絶縁抵抗計を用いて内袋有無の体積抵抗率を測定した所、それぞれ $3.68 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{m}$ (厚み:0.45 mm、5 回の平均値)、 $3.02 \times 10^{13} \Omega \cdot \text{m}$ (厚み:0.40 mm、5 回の平均値)であった。なお、表面電位の電荷緩和時間(時定数 τ)から得られた ρ_v の値も実測値とよく一致した。これらの結果より、今回実験で使用した FIBC は内体有無に大きな影響は受けず、いずれの場合でも高帯電性物質に分類される。

2) 項目 2:作業者および作業服の静電気危険性評価

帯電した作業服から発生する静電気放電による着火危険性を調べるために絶縁性シートとの摩擦によって作業服を帯電させ、作業服から接地された金属球に向かって発生する静電気放電の電荷量 Q および放電前後の表面電位 V_1 と V_2 の定量的評価を行った。作業服のサンプルは写真 1 に示されるように一般的な作業服(S-1、S-2、S-5、S-6)と JIS T 8118 および IEC 61340-4-9 に基づいた作業服(S-3、S-4)である。

結果によると、絶縁性ゴム手袋を着用した場合、わずか 3 回の摩擦で一般的な作業服の V_1 が+32.4~+71.6 kV に達し、静電気放電が発生したものの、 Q は約 20 nC と小さい。これは、作業服が絶縁性で電荷を溜め込みやすいため、表面電位が高くなり、金属球が接近した際にブラシ放電が発生して一部の電荷が放出したことが原因として考えられる。一方、帯電防止仕様の作業服(S-3、S-4)では、摩擦後の電位が 0~+2.3 kV と低く、S-3 では静電気放電が発生しなかった。これは、摩擦・剥離時の導電性糸からの自己放電によって、帯電電荷が中和されたことが原因として考えられる。

また、S-4 は表面電位が低いにも関わらず、 Q は最大で+203 nC であった。摩擦後の S-4 と接地金属球の間で火花放電が発生したと考えられるため、この場合の危険性評価を行ったところ、S-4 以外の作業服は、



写真 1 各作業服のサンプル

体積抵抗率が $1.2 \times 10^{10} \Omega \cdot m$ 以上であったのに対し、S-4 は $2.0 \times 10^7 \Omega \cdot m$ オーダーであった。他の作業服に比べて導電性が非常に高いため、S-4 と金属球表面との間で危険性が高い火花放電(写真 2)が発生したと考えられる。また、S-4 から発生した放電電荷量 Q_m が +203 nC(最大値)、 V_1 とおよび V_2 がそれぞれ +2.5 kV と 0 kV である時、放電エネルギー $W = 1/2 Q_m (V_1 - V_2) = 0.25 \text{ mJ}$ であり、これは、最小着火エネルギーが 0.25 mJ 以下の可燃性ガスまたは溶剤が着火し得る危険なレベルである。

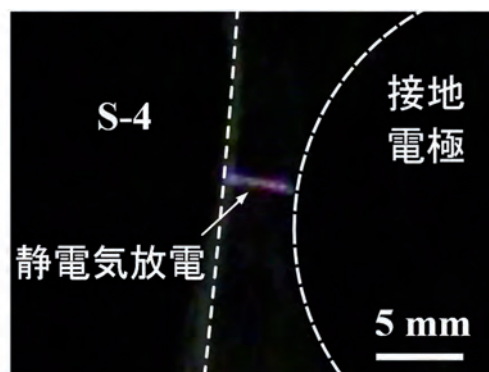


写真 2 S-4 からの静電気(火花)放電

【参考文献】

- [1] 総務省消防庁, 火災年報.
- [2] 総務省消防庁, 消防白書.
- [3] 労働安全衛生総合研究所, JNOSH-TR-No.42, 静電気安全指針 2007.
- [4] IEC, IEC TS 60079-32-1:2013, Explosive atmospheres - Part 32-1: Electrostatic hazards, guidance.
- [5] NFPA, NFPA77 (2024), Recommended Practice on Static Electricity.
- [6] Yoshitaka Ono, Yasuo Hayashi, Shu-hei Urashima, Hiroharu Yui (2022) Glass etching with gaseous hydrogen fluoride: Rapid management of surface nano - roughness. International Journal of Applied Glass Science, Vol.13, No.9, pp.676-683.

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) Yuki Osada, Mizuki Shoyama, Teruo Suzuki, Kwangseok Choi (2024) Experimental study on charge transfer measurement of electrostatic discharges generated on surface of insulative flexible intermediate bulk container using novel Coulomb meter. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol.89, 105314.
- 2) Myra Martel, Matthew Taylor, Shelley Kirychuk, Kwangseok Choi, Huiqing Guo, Lifeng Zhang (2025)

Electrostatic Particle Ionization for Reduction of Livestock and Potash Dust. Atmosphere, Vol.16, No.1, 87.

- 3) Mizuki Shoyama, Yuki Osada, Kwangseok Choi (2025) Electrostatic elimination effect of multiplemetal rods on loading powder. Powder Technology, Vol.452, 120543.
- 4) 崔光石, 遠藤雄大, 鈴木勇祐, 柳田建三, 白松憲一郎 (2024) 粉体塗料用静電塗装ガンからの異常放電による着火危険性に関する実験的研究. 労働安全衛生研究, Vol.17, No.2, pp.113-118.

[その他の専門家向け出版物]

- 1) 庄山瑞季 (2024) 静電気放電による粉体の爆発・火災および防止対策. セイフティ・エンジニアリング, Vol.215, pp.10-15.
- 2) 鄭起赫, 崔光石 (2024) 韓国における電気自動車の火災事故と消火方法の課題. 労働安全衛生研究, Vol.18, No.1, pp.55-57.
- 3) 崔光石 (2025) 静電気災害防止のための基礎知識. 火薬と保安, Vol.57, No.1, 2025 (通巻 170), pp.30-35.

[特別講演, パネルディスカッション等]

- 1) 遠藤雄大 (2024) 引火性液体取り扱い時の静電気災害発生メカニズム. 2025 年第 1 回静電気学会研究会.
- 2) Kwangseok Choi (2024) 日本の労働災害防止研究

について. Spring Conference of KOSOS (The Korean Society of Safety), Jeju, Republic of Korea.

[国内外の研究集会発表]

- 1) Yuta Endo (2024) Simple evaluation method for spray electrification tendency of liquid, The 1st Asian Symposium for Building Future of Plasma (ASBFP), p.18.
- 2) Yuta Endo, Kwangseok Choi (2024) Research on fires caused by static electricity during handling of flammable liquids, International Workshop on Industrial Safety and Engineering 2024 (I-WISE2024).
- 3) 遠藤雄大 (2024) 液体噴出帯電の簡便な危険性評価方法における湿度影響の調査, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, pp.324-325.
- 4) 三浦崇, 安田興平 (2024) フッ化水素ガスにより表面改質した無アルカリガラスの金属との摩擦静電気特性, 第 48 回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2024, pp.201-202.
- 5) 遠藤雄大 (2024) 液体噴出帯電の簡便な危険性評価方法における湿度の影響, 第 48 回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2024, pp.203-204.
- 6) 遠藤雄大 (2024) 絶縁体間で発生する静電気放電の電荷量測定, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.103-104.
- 7) 遠藤雄大 (2024) 不導体間で発生する静電気放電の電荷量測定, 2025 年度静電気学会春期講演会, 講演論文集, pp.97-98.
- 8) 庄山瑞季, 長田裕生, Wolfgang Schubert, Jung Kihyuk, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 配管端の自己放電用舌状電極による充てん粉体の除電効果, 安全工学シンポジウム 2024 講演予稿集, pp.206-207.
- 9) 庄山瑞季, 長田裕生, 崔光石 (2024) 針電極付き配管端キャップによる充てん粉体の除電効果, 第 48 回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2024, pp.199-200.
- 10) Mizuki Shoyama, Yuki Osada and Kwangseok Choi (2024) Electrostatic neutralization of loading powder using pipe-end cap with needle electrodes, Proceedings of 59th IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, 2024.
- 11) 庄山瑞季, 崔光石, 長田裕生, 鈴木輝夫 (2024) 粉体貯蔵設備で発生する静電気危険性の新たな評価手法と複数の接地金属棒による充てん粉体の除電効果についての検討, 第 72 回全国消防技術者会議, 令和 6 年度 消防防災科学技術賞 受賞作品概要, p.10.
- 12) 庄山瑞季, 長田裕生, Wolfgang Schubert, Jung Kihyuk, 崔光石 (2024) 舌状電極を利用した充てん粉体の除電と放電抑制効果, 粉体工学会 2024 年度 秋期研究発表会, 講演要旨集 pp.50-51.
- 13) 庄山瑞季, 長田裕生, Wolfgang Schubert, Jung Kihyuk, 崔光石 (2024) 粉体貯蔵設備の充てん配管における新たな自己放電式除電技術の開発, 第 57 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.101-102.
- 14) 庄山瑞季 (2024) 粉体の充てん速度が貯蔵設備内の電荷蓄積および静電気放電に及ぼす影響, 第 72 回日本職業・災害医学会学術大会要旨集, P.別 80.
- 15) Kwangseok Choi, Yuta Endo, Takaaki Mizutani and Kenzo Yanagida (2024) Evaluation of the ignitability of a handheld electrostatic powder spray gun using new spark ignition test apparatus, The 9th Asian Particle Technology Symposium (APT2024).
- 16) 長田裕生, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 高帯電した絶縁性フィルム上で発生する沿面放電の可視化と電荷量測定(その 2), 第 25 回静電気学会春期講演会, 2024 年度静電気学会春期講演会論文集, pp.51-52.
- 17) 崔光石, 佐藤嘉彦 (2024) 粉体を取り扱う現場における静電気リスク評価支援システムに関する一考察, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, pp.208-211.
- 18) 鄭起赫, 崔光石, 遠藤雄大, 水谷高彰, 柳田建三 (2024) 小型火花点火試験装置による液体用静電塗装ガンの異常放電の危険性評価, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, pp.212-213.
- 19) 長田裕生, 鄭起赫, 庄山瑞季, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 粉体排出における内袋なしの絶縁性フレキシブルコンテナから発生する静電気の帯電・放電特性, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, pp.214-217.
- 20) 長田裕生, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 接地針電極によって帯電フィルムから発生する沿面放電の特性, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, pp.204-205.
- 21) 庄山瑞季, 長田裕生, Wolfgang Schubert, Jung Kihyuk, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 配管端の自己放電用舌状電極による充てん粉体の除電効果, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, pp.206-207.
- 22) 崔光石, 鄭起赫, 遠藤雄大, 水谷高彰, 柳田建三 (2024) 小型火花点火試験装置による液用静電塗装ガンの異常放電の着火危険性評価, 第 48 回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2024, pp.193-196.

- 23) 長田裕生, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 負極性帯電フィルムの横からアプローチして発生する接地針電極からの沿面放電に関する実験的研究, 第48回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2024, pp.5-8.
- 24) 庄山瑞季, 長田裕生, 崔光石 (2024) 針電極付き配管端キャップによる充てん粉体の除電効果, 第48回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2024, pp.199-200.
- 25) 崔光石, 佐藤嘉彦 (2024) 粉体を取り扱う現場における静電気リスク評価支援システムに関する一考察(その2), 第57回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.209-212.
- 26) 崔光石, 庄山瑞季, 鄭起赫, 長田裕生, 鈴木輝夫 (2024) 内袋有無における絶縁性フレキシブルコンテナの静電気特性, 第57回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.215-216.
- 27) 庄山瑞季, 長田裕生, 崔光石 (2024) 粉体貯蔵設備の充てん配管における新たな自己放電式除電技術の開発, 第57回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.113-114.
- 28) 長田裕生, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 接地針電極を負極性帯電フィルムの横からアプローチして発生する沿面放電の実験的研究—接地針電極の曲率半径とPET フィルムの厚みへの影響—, 第57回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.213-214.
- 29) 崔光石, 柳田建三 (2025) 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, 第40回塗料・塗装研究発表会, 講演予稿集, pp.6-9.

[受賞]

- 1) 崔光石, 長田裕生, 宮林善也, 鈴木輝夫 (2024) 令和6年度消防防災科学技術賞(一般の部) 消防防災機器等の開発・改良 優秀賞(静電気放電用クーロンメータ).
- 2) 庄山瑞季, 崔光石, 長田裕生, 宮林善也, 鈴木輝夫 (2024) 令和6年度消防防災科学技術賞(一般の部) 消防防災科学論文優秀賞(粉体貯蔵設備で発生する静電気危険性の新たな評価手法と複数の接地金属棒による充てん粉体の除電効果についての検討).

(6) 腰痛予防と持ち上げ重量に関する研究【4年計画の4年目】

岩切 一幸(人間工学研究 G), 杜 唐慧子(同), 小山 冬樹(同),
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), 日下 聖(同)

【研究期間】 令和3～令和6年度

【実行予算】 12,272千円(令和6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る。しかしながら、我が国において、取扱い重量と腰痛との関係については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%)までとなるように努めることとなっている[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、最大重量値は、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、身体のひねり角度、持ち上げ頻度、物の持ち易さなどを考慮したリスクアセスメントにより、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、重量物の取扱いは、最大重量値だけではなく、ISO 11228-1のようなリスクアセスメントの実施が必要と思われる。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、最大重量値を欧米人と同様の25kgとして良いのかは不明である。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

る日本人の最大重量値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した。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業種とした。ここでの重量物とは、軽量な物まで含むが、人や動物は含まないものとした。また、最大重量値は、定常的な重量物取扱い作業とし、持ち上げ作業に加え、運搬、押す、引く、転がすなどの作業も対象とした。

(3) 方法

本研究は、以下の4つの調査・実験にて構成した。

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て、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いて提供された、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10,208件とした。解析対象項目は、災害が発生した都道府県、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、休業見込日数、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。

②Web アンケート調査

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、体重の割合での重量制限が腰痛予防効果に及ぼす影響と、取扱い重量を何kgまでに抑制すれば重量物の取扱いによる腰痛リスクを抑制できるかについて検討した。対象は、商業、製造業、運輸交通業、建設業の労働者各7,500名の計30,000名とした。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について検討した。10,208 件の業務上腰痛データの電子化作業は、研究 2 年目から開始し、研究 4 年目までかかった。

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、調整変数を年齢、身長、体重、喫煙の有無、職業性ストレス、作業姿勢、姿勢変化の有無としたロジスティック回帰分析を行い、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 L5-S1 腰部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 2 年目から研究 4 年目まで実施した。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 名を目標値とした。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角度を測定し、動画撮影により作業姿勢や動作を記録した。また、労働者の基本情報を腰痛などの主観評価とともに測定し、取扱う物の重量値も測定した。解析では、各種作業における労働者の腰部椎間板圧縮力を推定した。

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)ごとの最大重量値を明らかにすることを目的とした、実験室での L5-S1 腰部椎間板圧縮力測定を開始した。この実験は、研究 2 年目から研究 4 年目まで実施した。対象者は性別、年齢、身長、BMI(体重)の異なる日本人とし、取扱う重量値は 3 kg~28 kg とした。図 1 には、英国安全衛生庁(HSE)が提案する各位置での推奨最大重量値を示す。本実験では、日本人における、これらの最大重量値の作成を目指した。最大重量値の決定には、重量物を保持できることに加え、腰痛リスクが高まるとされる腰部椎間板圧縮力が 3,400 N を

超えない範囲とした。

また、得られたデータを用いて、「職場における腰痛予防対策指針」で規定されている、体重の割合での重量制限が、腰痛予防効果に及ぼす影響について検討した。

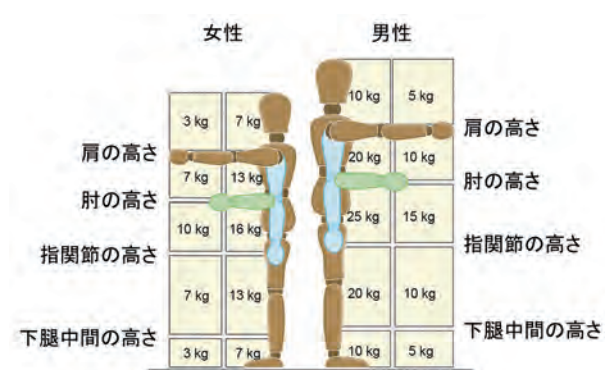


図 1 英国安全衛生庁の推奨最大重量値

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した。これに加え、② Web アンケート調査で収集したデータを元に、重量物を押す・引く作業および転がす作業における重量値と腰痛との関係についても検討した。

4) 研究 4 年目(令和 6 年度)

前年度と同様に、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して実施した。

①- ii 業務上腰痛と重量値との関係に関しては、労働者死傷病報告の自由記述欄の電子化が完了したことから、解析を行った。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、調整変数を性別、年齢、業種、作業姿勢とするロジスティック回帰分析を実施した。休業見込日数は、日数が長いほど重症な腰痛と考えられることから、この解析では腰痛の重症度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に関しては、全データの収集が完了した。今後は、腰痛リスクの高まる腰部椎間板圧縮力 3,400N を超える作業が、作業内にどの程度含まれるかを検討する。

④実験室での腰部椎間板圧縮力測定に関しては、性別(男/女)、年齢(20-30 代/40-50 代/60-70 代)、身長(<33.3%ile/33.3-66.6%ile/≥ 66.6%ile)、BMI(体重)(<18.5/18.5-25.0/≥25.0)の異なる 69 名のデータを収集した。これらのデータを用いて、重量物を保持する位置(高さと体からの距離)ごとの最大重量値を検討した。また、体重の割合での重量制限が腰痛予防に有用であるかを検討した。

最終的には、①～④の結果をまとめ、重量物の持ち上げおよび運搬における日本人の最大重量値を提案する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特色は、日本人の持ち上げ・運搬に関する最大重量値を、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、労働現場に適した最大重量値を提案できると考えている。

【研究内容・成果】

研究 4 年目にあたる令和 6 年度の研究成果を以下に記す。

①- ii 業務上腰痛と重量値との関係

取扱い重量値が腰痛の重症度(休業見込日数)に及ぼす影響について検討した。使用したデータは、2018 年および 2019 年の労働者死傷病報告(休業 4 日以上)の内、重量物の持ち上げ、持ち下げ、運搬作業により被災し、かつ取扱い重量値が記載された災害性腰痛 2,418 件とした。また、このデータは、重量値ごとに<10kg (439 件)、10-20kg (898 件)、20-30kg (611 件)、≥30kg (470 件)の 4 グループに分割した。休業見込日数は、4-7 日(807 件)、8-14 日(682 件)、15-30 日(601 件)、≥31 日(328 件)とした。

多項ロジスティック回帰分析の結果、休業見込日数 4-7 日に対する休業見込日数 8-14 日および 15-30 日において、休業見込日数と重量値との間に有意な関係は認められなかった(図 2、図 3)。一方、休業見込日数 4-7 日に対する休業見込日数≥31 日においては、取扱い重量値が重くなるほど休業見込日数≥31 日のオッズ比が大きくなった(図 4)。特に、30kg 以上の重量値では、<10kg に比べて有意に大きなオッズ比を示した。1 か月以上の長期休業となる腰痛は、重症な腰痛と考えられる。このことから、30kg 以上の重量値を取扱う者は、重症な腰痛を発症するリスクが高いと示唆される。

②Web アンケート調査

Web アンケート調査は、令和 5 年度までに全ての解析が終了したため、令和 6 年度の研究成果はない。

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腰部負荷を明らかにすることを目的に、労働者にウェアラブルデバイスを装着させて 256 名分のデータを収集した。その内の一部データに関しては、最も負担の大きな作業を再現する模擬作業を実施して測定した。データは解析中である。

④実験室での腰部椎間板圧縮力測定

実験室実験で得られた男性 10 名(29 歳～55 歳)のデータを用いて、体重の 40%の重量物を持ち上げ

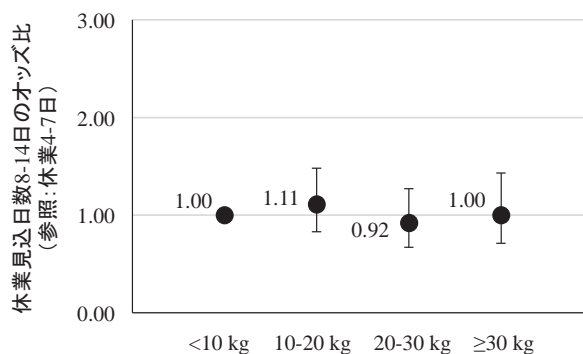


図 2 休業見込日数 8-14 日と取扱い重量値との関係

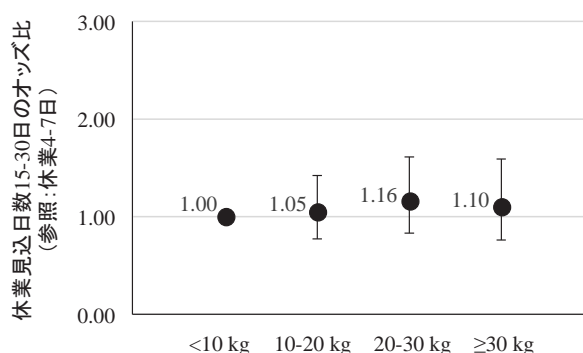


図 3 休業見込日数 15-30 日と取扱い重量値との関係

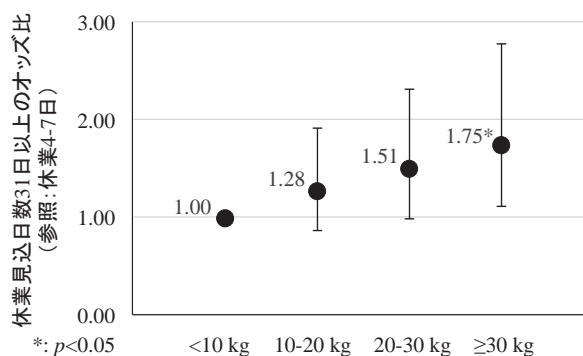
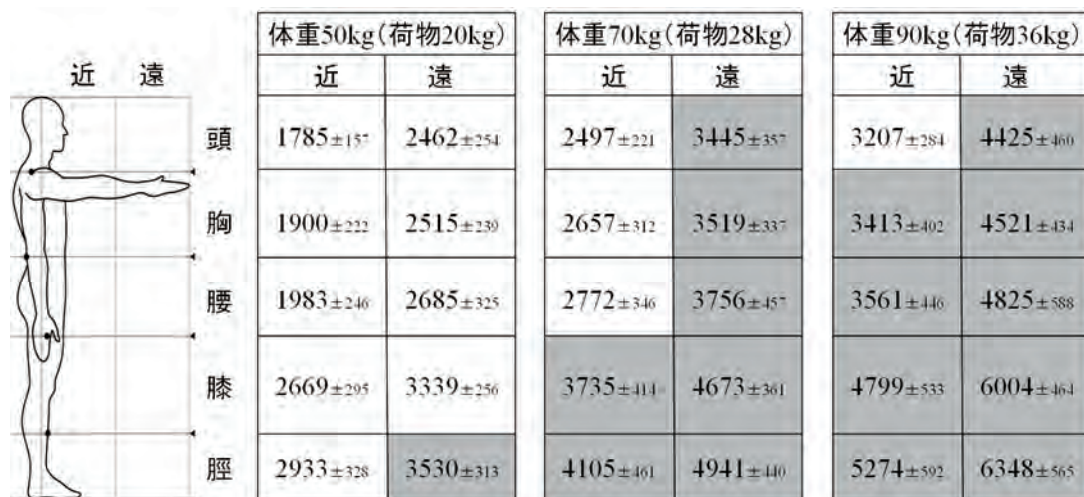


図 4 休業見込日数 31 日以上と取扱い重量値との関係

た際の腰部椎間板圧縮力をシミュレーションにて算出した。この計算では、解析プログラム上において、男性の体重を 50kg、70kg、90kg に変化させ、それぞれ 20kg、28kg、36kg の重量物を持ち上げている状態を作り出した。重量物を持ち上げる位置は、頭、胸、腰、膝、脛の高さと、体から近いまたは遠いの計 10 区画とした。シミュレーションの結果、体重が重くなるほど、腰痛リスクが高いとされる 3,400N を超える区画が多くなった(図 5)。この結果は、体重の重い人ほど、体重の割合での重量制限による腰痛予防効果が低くなる



※区画内の数値は平均値±標準偏差(N)、背景がグレー色の部分は平均値が3400N以上

図5 体重の割合で取扱い重量を制限した場合の体重別腰部椎間板圧縮力

ことを示している。このことから、日本人男性において体重の40%での重量制限では、十分に腰痛を予防できないと示唆された。女性データに関しては、現在解析中である。

また、重量物を保持する位置ごとの最大重量値に関しては、全データの解析に多大な時間を要することから、ここでは予備解析した男性11名分(28歳～55歳)の結果のみを示す。この解析では、持ち上げ可能であり、かつ腰部椎間板圧縮力が3,400Nを超えない重量値を算出した。その結果、最大重量値は体に近い腰の高さで最も重い重量となり、その値は20kgであった(図6)。この他の区画における最大重量値は、腰の高さから高くなるまたは低くなるほど軽くなり、また体から離れるほど軽くなった。英国男性の推奨最大重量値は、最大25kgとなっている[8]。このことから、解析途中ではあるものの、日本人男性の最大重量値は、

その値よりも低くなる可能性が示された。女性データに関しては、現在解析中である。

①～④の結果より、「職場における腰痛予防対策指針」[3]で示されている体重の割合での重量制限では、腰痛を十分に予防できないことが示唆された。また、解析途中ではあるものの、日本人の最大重量値は、ISO11228-1[6]や英国[8]で定められている25kgよりも軽い重量になると思われる。今後は、残りのデータ解析を進め、日本人における性別や年齢ごとの最大重量値を提案する。

【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. Risk assessment of pushing and pulling (RAPP) tool, 2016.

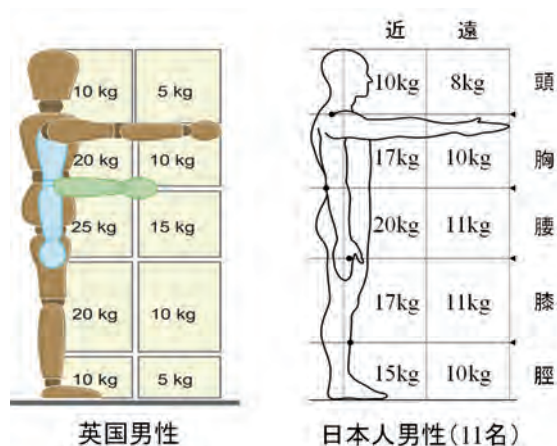


図6 重量物を保持する位置ごとの最大重量値

【研究業績・成果物】

[原著論文等]

- 1) Kazuyuki Iwakiri, Takeshi Sasaki, Tanghuizi Du, Keiichi Miki, Fuyuki Oyama (2024) Manual rolling load and low back pain among workers in Japan: a cross-sectional study. *Journal of Occupational Health*, 66(1): uiae015.
- 2) Kazuyuki Iwakiri, Takeshi Sasaki, Midori Sotoyama, Tanghuizi Du, Keiichi Miki, Fuyuki Oyama (2024) Effect of occupational pushing and pulling combined with improper working posture on low back pain among workers. *Industrial Health*, 62: 62-66.

[国内の研究集会発表]

- 1) 岩切一幸, 佐々木毅, 杜唐慧子, 三木圭一, 小山冬樹 (2024) 押す引く作業と不適切な作業姿勢の

組み合わせが腰痛に及ぼす影響, 第 97 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (Suppl.), p.658.

- 2) 杜唐慧子, 岩切一幸, 小山冬樹 (2024) 20 代から 50 代の日本人男性における持ち上げ重量制限値. 第 97 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (Suppl.). p.659.
- 3) 小山冬樹, 杜唐慧子, 岩切一幸 (2024) 体重の割合による持ち上げ重量上限値と腰部負担の関係—腰部椎間板圧縮力からの検討—. 日本人間工学会第 65 回大会, 1C1-2.

[国内規格]

- 1) 日本産業規格 JIS Z8505-1「人間工学—手作業による取扱い—第 1 部:持ち上げ, 持ち下げ及び運搬」(2025 年 1 月 20 日).

(7) 過重労働に関する睡眠と疲労回復機序の研究【4年計画の2年目】

久保 智英(産業保健研究 G), 松元 俊(同), 井澤 修平(同), 西村 悠貴(同),
劉 欣欣(人間工学研究 G), 池田 大樹(同), 吉川 徹(過労死 C),
有竹 清夏(埼玉県立大学), 玉置 應子(理化学研究所)

【研究期間】 令和5～8年度

【実行予算】 8195千円(令和6年度)

【研究概要】

(1) 背景

過労死等防止調査研究センターの労災復命書の分析によって、過労死が多発している運輸業において、早朝・不規則勤務のパターンで働く者に過労死事案が多いことが明らかにされた¹⁾。当初は、長時間労働で働くトラックドライバーで過労死事案が多いと思われていた。しかし、単なる長時間労働で働くよりも、長時間労働に加えて生体リズムに反する働き方である早朝・不規則勤務で過労死事案が多いことについて、もし、それが本当であるならば過重労働による健康障害等を防ぐため、新たな過労のリスクファクターとして科学的な検証が必要である。

早朝・不規則勤務と過労死発症の関連性を考える上では、最新の2つの睡眠科学の知見が有用である。2つの知見ともに約10年間の追跡研究であるが、1つは他の睡眠段階に比べて、早朝時刻に長く出現する特性を持つREM睡眠の欠如が約10年後の死亡率に強く結びついていたという報告(Zhang et al. 2019)²⁾と、もう1つの知見でもREM睡眠の欠如が循環器疾患やガン等による死亡と関連するという報告(Leary et al. 2020)³⁾がなされている。いずれの知見もREM睡眠が健康確保に重要な役割を担っていることを示唆したものだが、そのメカニズムについては解明されていない。それらの知見をもとに早朝・不規則勤務で働くことを考えた場合、早朝・不規則勤務はREM睡眠が多く出現する時刻帯の前に起床して、仕事に従事することになるので、REM睡眠の現れ方に強く影響する働き方としてもとらえることができる。また、REM睡眠は情動処理や循環器負担にも関連する可能性が指摘されていることから、本研究により、科学的なエビデンスを提供できれば過重労働による健康障害等の予防という社会的なインパクトに加えて、REM睡眠のメカニズムの解明という点で世界に向けた学術的な貢献にもなりえる。

(2) 目的

労災復命書には科学的な検証に活用できる生体情報の記載が不足しているため、本研究において現場調査と実験室実験の手法を用いて、過労死の事案研究により抽出された新たな過労のリスクファクターとして考えられる早朝・不規則勤務の健康影響と、それを防ぐための数値基準等の提供を見据えた実践的な予防策を検討することが本研究の目的である。

(3) 方法

本研究は初年度に引き続き、参加者数を増やすために現場調査と実験研究を実施した。その際、現場調査と実験研究では得られた結果を比較できるように極力、同じ指標(反応時間検査、血圧、睡眠脳波等の睡眠測定、疲労自覚症、ストレスの生化学的指標等)を用いて測定を行った。

1) 現場調査

長時間労働や短い勤務間インターバル、高ストレス等での様々な過労状況をとらえるため、実際の労働者を対象として現場調査を行う。初年度と次年度において、計100名から200名程度の労働者を対象として1週間程度の観察調査を実施する。参加者の選定には産業保健スタッフのネットワークの活用とモニター会社を通じてリクルートすることとする。調査前に、労働時間の結果等を把握して、対象者を絞り込んで、こちらが希望する調査対象者をできるだけ測定できるような工夫をする。本年度では長時間労働群50名、統制群50名を対象に10日間の観察調査を行った。なお、対象者は長時間労働の頻度が高い情報通信業で働くIT労働者を選定した。

2) 実験研究

過労死の事案研究から抽出された早朝・不規則勤務の健康影響を検証するため、長時間労働条件、早朝勤務条件、早朝・不規則勤務条件等の条件を設定し、それぞれ10日間の模擬実験を行う。実験条件は5日間、1日4時間睡眠の睡眠短縮期間を設けるが、睡眠時間の総量は同じにして、それぞれ睡眠を取得するタイミングを変えて実施する。本年度は初年度に引き続き、各条件の値と比較する上での参考値とする一晩の断眠(40時間断眠)実験の追加実験を行った。初年度では9名のデータだったが、本年度新たに3名のデータが追加されて12名のデータを得ることができた。

(4) 研究の特色・独創性

本研究のユニークな点は、対策重視型の知見の提供を念頭に、実験室実験で用いる予定の疲労検査や循環器、睡眠脳波、自覚症等の指標と極力、同じ測定指標を用いて現場調査を行うことにある。それにより、たとえば、長時間労働者や、11時間未満の勤務間インターバルで頻繁に働く者等の過労状態の測定データを得て、実験研究で得られた結果と比較した際に、研究結果に実践的な解釈ができるようになる。具体的には、現場調査と実験研究の結果を組み合わせ、何日以上、早朝・不

規則勤務で働く状態(実験研究)は時間外労働 80 時間以上の過労死ラインで働いた状態(現場調査)と同程度の疲労度になるので控えるべき、あるいは「月何回以上、11 時間未満の勤務間インターバルがある状態(現場調査)は、1 晩徹夜した状態(実験研究)と同程度の疲労度になるので控えるべき」といった明確な数値基準の提供を目指すこととする。

【研究内容・成果】

令和 6 年度の研究成果は以下の通りである。

(1) 現場調査:

初年度では 100 名の情報通信業の IT 労働者を対象として 10 日間の観察調査を実施した(平均年齢±標準偏差;44.7±9.1 歳、男性 82 名、女性 18 名)。事前の調査において過去半年間の一か月当たりの平均残業時間を 40 時間以上行っていた 50 名を長時間労働群、20 時間未満だった 50 名を統制群とした。参加者には起床時と就床時の 1 日 2 時点、自身のスマートフォンで実施する疲労検査を行うように教示した。疲労検査の内容は、3 分間の Psychomotor Vigilance Task (反応時間検査)や Visual Analogue Scale (VAS)法による主観的な疲労であった。それに加えて血圧測定も起床時と就床前に行った。以下に、収縮期血圧、拡張期血圧、主観的疲労感(VAS)の結果について統制群(0-20h)と長時間労働群(>40h)に分けて月曜から日曜日までの平均値と標準誤差の変化をプロットして示す。

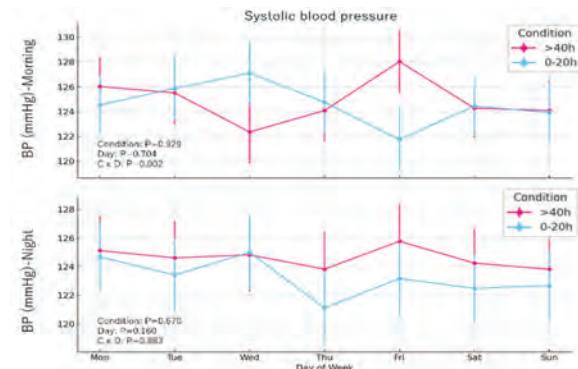


図 1 長時間労働群と統制群の収縮期血圧の変化

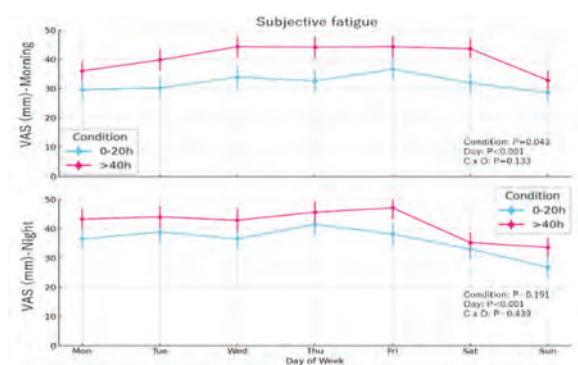


図 2 長時間労働群と統制群の拡張期血圧の変化

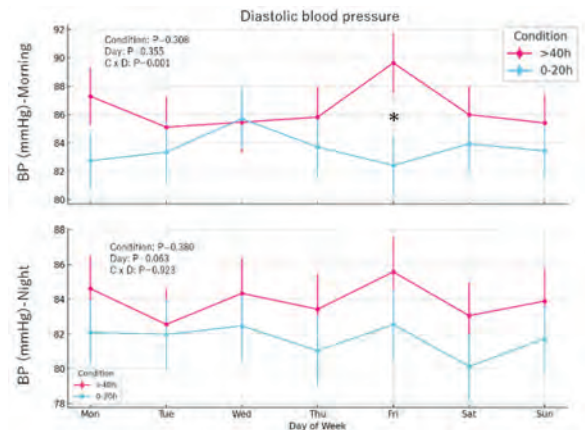


図 3 疲労感の変化

結果としては長時間労働群の方が血圧、疲労感ともに高い結果であった。起床時(Morning)の方が就床前(Night)に比べて両指標とも悪化する傾向が見られた。曜日による日間変動に関しては金曜日で最も成績が悪くなる傾向が観察された。統計検定の結果、収縮期血圧と拡張期血圧の起床時においてそれぞれ交互作用が観察された(P=0.002, P=0.001)。疲労感に関しては起床時において条件の主効果(P=0.043)が検出された。また起床時と就床前ともに曜日に主効果(ともに P<0.001)が見られた。これらのデータは今までの研究が質問紙や横断調査による知見が多かったのに対して、長時間労働の循環器負担を日間変動として詳細に示した点で価値のあるものだと考えられる。

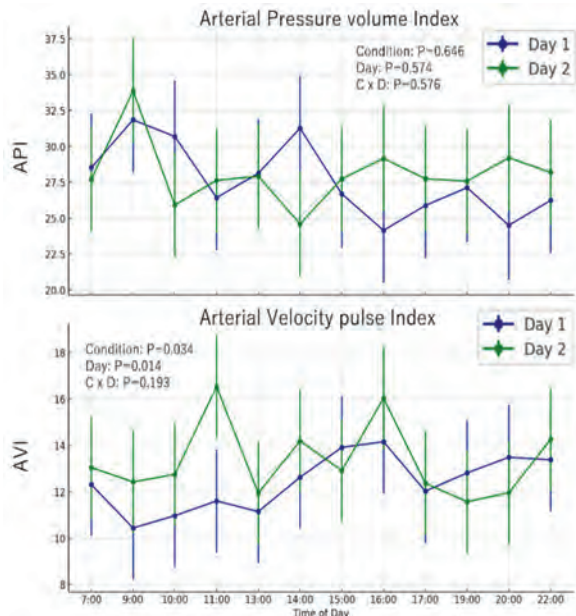


図 4 断眠 1 日目と 2 日目の血管指標の比較

(2) 断眠実験:

初年度から次年度にかけて実験室に 3 泊 4 日の日程で行った 40 時間の断眠実験を実施した。初年度、参加者は 9 名(平均年齢±標準偏差;44.4±6.0 歳、男性 5 名、

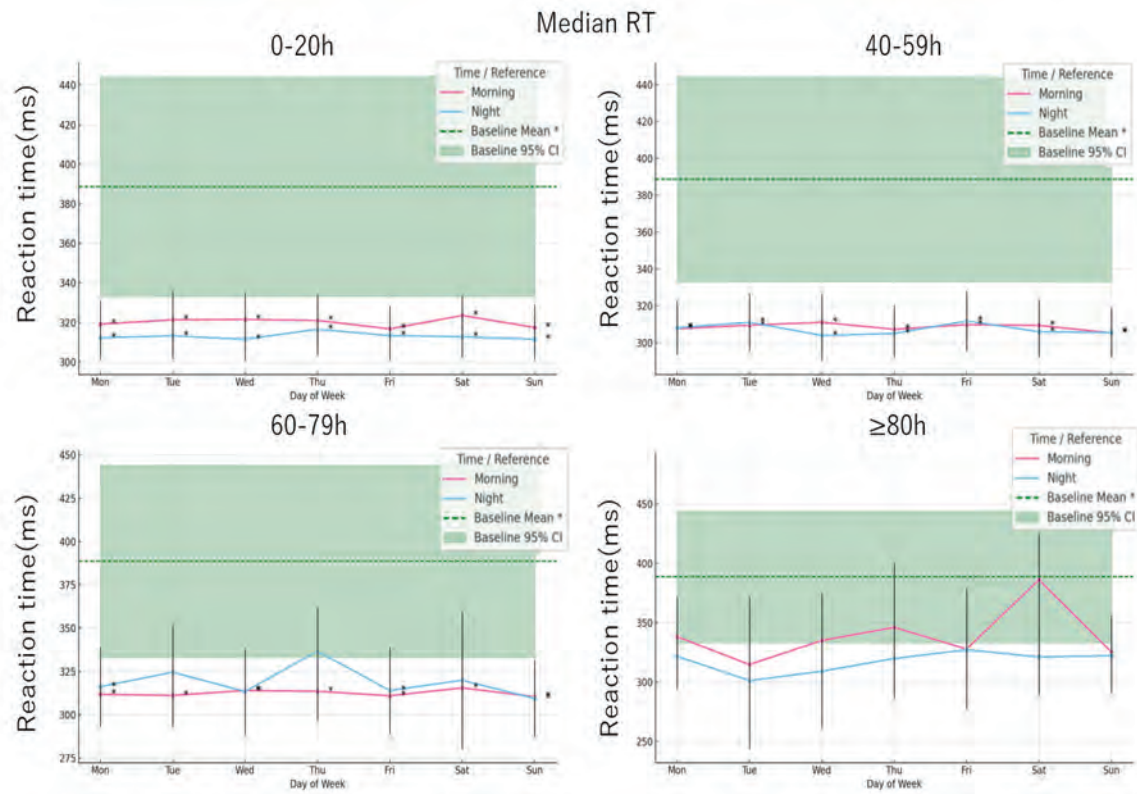


図 5. 現場調査と断眠実験における反応時間検査の比較

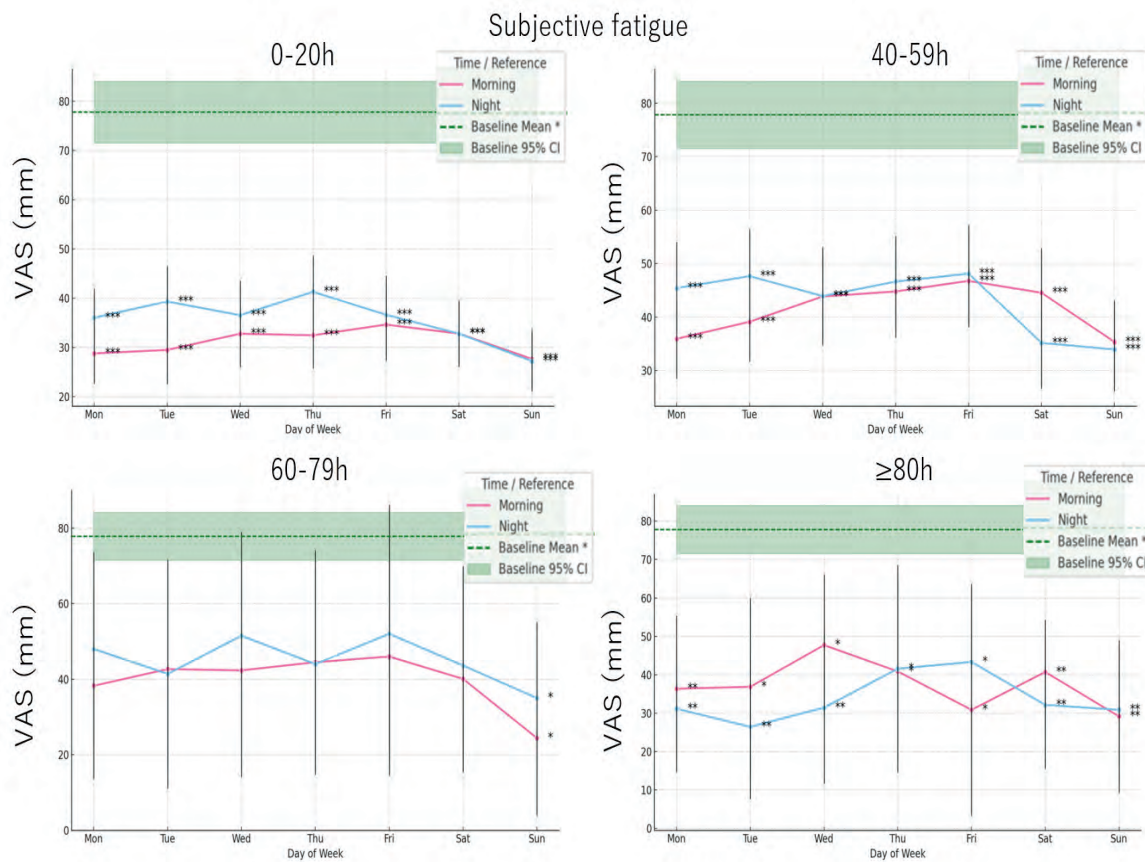


図 6. 現場調査と断眠実験における疲労感の比較

女性4名)であったが、参加者数を増やすために次年度に3名追加して最終的には12名(平均年齢±標準偏差;44.0±7.3歳、男性7名、女性5名)になった。実験期間中、現場調査と同様に参加者自身のスマートフォンを用いて疲労検査を定期的実施した。それ以外には睡眠脳波や血圧、唾液によるストレスホルモン等も測定した。本報告では血圧測定によって得られた血管の硬さの指標である Arterial Pressure volume Index (API; 上腕の血管の硬さ)と Arterial Velocity pulse Index (AVI; 全身的な血管の状態)を報告する。なお、今回の解析では初年度の9名のデータを解析対象とした。

図4に40時間の断眠が血管指標に与える影響を検討した結果を示した。データは9名の平均値と標準誤差を示している。APIとAVIの結果を時刻ごとに断眠1日目(断眠前)と断眠2日目(断眠後)に分けて図示した。結果、上腕の硬さの指標であるAPIに関しては断眠による影響は見られなかったものの、全身的な血管の状態を示すAVIにおいては断眠2日目において状態が悪化する傾向に有意差が検出された($P=0.034$)。従来の研究では慢性的な睡眠不足や長期的な観察による血管指標の悪化が報告されていたのに対して、本研究では40時間断眠という急性の断眠でも変化が認められた点が特筆すべきものだと言える。その理由としてはこれまでの断眠実験では若年層を被験者とするものが多かったのに対して、今回の被験者は対象年齢を働き盛りの年代を想定してリクルートしたことが関係していたと考えられる(被験者の平均年齢は44歳)。血管の硬さは動脈硬化や過労死の原因の1つでもある循環器疾患につながるものなので、本研究の結果から、とりわけ働き盛りの年代については急性の断眠状態を伴うような働き方は配慮する必要性が改めて示唆される。

(3) 現場調査と断眠実験の比較

現場調査と断眠実験で同じスマートフォンによる疲労検査を実施した。月の平均的な残業時間の長さ別(0-20h, 40-59h, 60-79h, ≥80h)に起床時と就床前の反応時間(Median RT)と疲労感(VAS)の曜日による変化の値と、40時間の断眠時の結果を比較した。現場調査と断眠実験の際にスマートフォンによる疲労検査で得られた反応時間(中央値)の結果を図5に、疲労感の結果を図6にそれぞれに示した。Baseline Meanが40時間の断眠実験での結果で、現場調査の起床時がMorning、就床前がNightを意味している。

統計検定は Benjamini-Hochberg 補正を適用した Welch の t 検定を曜日ごとの起床時(Morning)と就床前(Night)で40時間断眠(Baseline Mean)と比較した。結果、反応時間検査においては月残業 0-20h 群、40-59h 群、

60-79h 群までは40時間断眠との有意差が検出されていることから、40時間断眠のレベルまでは悪化していなかった。一方、過労死ラインである≥80h群では有意差は検出されていないので、そのような働き方をしている場合、40時間断眠のレベルまで悪化することが示唆された。しかしながら、同じように主観的な疲労感をプロットした図6の結果では、≥80h群の疲労感は40時間断眠と有意差が各曜日で検出されているので、そこまで悪化していないことが分かる。この結果は、過労死ライン程度の長時間労働では客観的な反応時間検査の結果では断眠時と同じレベルまでに悪化しているものの、主観的には悪化していないということを示す結果である。この結果は長時間労働の有害性の重篤度を示す上では非常に重要なデータであると考察される。

【参考文献】

- [1] 酒井一博、佐々木司(2017). 運輸業・郵便業における過労死(脳・心臓疾患)の予測及び防止を目的とした資料解析に関する研究. 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」分担研究報告書.
- [2] Zhang J, Jin X, Li R, Gao Y, Li J, Wang G (2019) Influence of rapid eye movement sleep on all-cause mortality: a community-based cohort study. *Aging (Albany NY)*. 13;11(5):1580-1588. doi: 10.18632/aging.101858. PMID: 30867337; PMCID: PMC6428105.
- [3] Leary EB, Watson KT, Ancoli-Israel S, Redline S, Yaffe K, Ravelo LA, Peppard PE, Zou J, Goodman SN, Mignot E, Stone KL. Association of Rapid Eye Movement Sleep With Mortality in Middle-aged and Older Adults. *JAMA Neurol*. 2020 Oct 1;77(10):12.

【研究業績・成果物】

[国内外の研究集会発表]

- 1) 久保智英、松元俊、池田大樹、西村悠貴、劉欣欣、井澤修平、吉川徹、有竹清夏、玉置應子 (2025) 過労死ラインで働く者の疲労影響、断眠実験と現場調査のハイブリット・アプローチ, 第98回日本産業衛生学会抄録集, p.445.
- 2) 池田大樹、久保智英、松元俊、井澤修平、西村悠貴、劉欣欣 (2025) 過労死ライン相当の長時間労働が疲労関連指標に及ぼす影響, 10日間の観察調査研究, 第98回日本産業衛生学会抄録集, p.626.

(8) 経皮ばく露による健康障害が懸念される産業化学物質の予測とそのばく露管理手法に関する研究

【5年計画の2年目】

柳場 由絵(有害性評価研究部), 豊岡 達士(開発 G), 王 斉(生体防御評価研究室),
岩瀬 真喜子(同), 小野 恵美(同), 天本 宇紀(有害性評価研究部), 王 瑞生(同),
山本 健也(化学物質情報管理部), 伊藤 昭好(同), 中原 浩彦(同), 萩原 正義(ばく露評価研究部),
鷹屋 光俊(所長), 鈴木 正明(試験 G), 馬場本 絵未(開発 G)

【研究期間】 令和5～9年度

【実行予算】 13 803 千円(令和6年度)

【研究概要】

(1) 背景

昨今、o-toluidine や MOCA 等、芳香族アミン類を取り扱う労働者らに職業性膀胱がんの発生が相次ぎ社会的な問題となった。これらの事例は、管理濃度や許容濃度を遵守していても、皮膚から化学物質が取り込まれ健康障害が生じることがあるということを示すものである。これを契機に産業化学物質の経皮ばく露が注目を集めることになった。しかしながら、産業化学物質の皮膚吸収性等については従来より知見が不足しており、その評価方法自体も確立されていない状況であった。これを受けて我々は、プロジェクト研究「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」(第Ⅰ期経皮プロ研:R1～R4)を立ち上げ、産業化学物質の皮膚吸収性等を 3D 培養皮膚やブタ皮膚で評価する手法を確立すると共に、種々の被検物質の皮膚吸収性等を検証することで、物質の皮膚吸収性・透過性・蓄積性を物質の物理化学的特性(特に、水オクタノール分配係数)に基づいて、ある程度予想できるであろうことを示してきた。第Ⅰ期経皮プロ研では、上述の通り、「試験系の確立」、「物質の皮膚吸収性等の予測」といった基礎的部分において一定の成果を得つつある。しかし、化学物質の経皮ばく露による健康障害の予防に向けて、「経皮ばく露評価法確立後の生物学的モニタリング手法と指標の開発」や、「ハザードコミュニケーション情報の提供」といった経皮ばく露により健康障害(特に、がん等慢性影響)が懸念される物質に対するアラート等を含め、現場への応用をより強く意識した広義の「ばく露管理」までは網羅されておらず、化学物質の経皮ばく露による健康障害の予防に向けて、この部分が課題として残っていた。

また、皮膚刺激性物質や皮膚感作性物質による皮膚障害(主に短期影響)は、現場における化学物質健康障害事案の中で最も発生頻度が高いとされているが、皮膚刺激性・腐食性、皮膚感作性が未だ不明な物質が多く存在する。

これらのことを背景に、今回提案するプロジェクト研究は、「第Ⅰ期経皮プロ研」を補完し、発展させる「第Ⅱ期経皮プロ研」と位置付け、「経皮ばく露による健康障害が懸念される産業化学物質の予測とそのばく露管理手法

に関する研究」に取り組む。

(2) 目的

第Ⅱ期経皮プロ研では、主に、「産業化学物質の経皮ばく露評価法モデルの確立」と「ハザードコミュニケーション情報の提供」を目指した現場応用に重きをおいた研究を展開し、産業化学物質の経皮ばく露による健康障害を予防するに資する情報を得ることを目的とする。

(3) 方法

GHS 対象物質約 3000 物質を様々な条件で仕分けた上で、実験研究・現場調査を実施していき、最終的には、経皮ばく露により健康障害が強く懸念される物質を見極め、ばく露管理を提案していくイメージである。

①化学物質の毒性情報・防護策・使用量等の情報の整備

物質の仕分けに係る物質物性情報、毒性情報、物質動態・代謝情報、ばく露指標、災害事例、作業形態等の既存情報を収集し「第Ⅰ期経皮プロ研」の成果を基に整理する。さらに、本研究の②、③によって得られた研究知見を随時追加していき、JNIOOSH Hazard database (DB) を作成する。

②経皮吸収のある化学物質の効果的な透過試験方法および生物学的モニタリング手法の確立

種々の条件で絞り込んだ物質について、「生物学的モニタリング手法の確立・指標の開発」、「皮膚吸収性等評価手法の信頼・妥当性の検証、及び、皮膚吸収性等予測の高精度化」、「経皮ばく露による慢性障害が強く懸念される物質についての詳細毒性研究」を実施する。

・吸収性等評価手法の信頼・妥当性の検証、及び、皮膚吸収性等予測の高精度化

3D 培養皮膚・Ex vivo (ブタ皮膚・ヒト皮膚)によるこれまで検討してきた方法と OECD テストガイドラインとの相違点からより適した試験方法を確立する。

・生物学的モニタリング手法の確立・指標の開発

既存情報の収集(①)から有害性が高く生物学的モニタリング指標(BEI)がある物質について、生物学的モニタリングに適した試料、採取タイミングを確立する。一方、BEIの無い物質は in vitro 実験および in vivo 実験から BEI となりうる物質の同定を行う。

既存情報の収集(①)から有害情報が無いもの(乏しいもの)について、3D 培養皮膚・Ex vivo による皮膚透過性実験から皮膚吸収性の特徴を確認する。また、in vitro

実験から DNA 損傷性を有する可能性が見出された物質については、詳細な毒性実験を実施する。

③刺激性・腐食性物質、感作性物質の評価方法

刺激/腐食性・感作性が既知の物質について、その物質が刺激性等を有する条件を毒性学的に見出し、GHS 刺激/腐食性・感作性未分類物質に対するスクリーニング手法や判定条件の提案をする。

④作業現場での防護策の提案・ばく露評価方法の検証

物学的モニタリング指標によるばく露評価の現場検証を実施すると共に、経皮ばく露により健康障害が懸念される化学物質について、作業現場における防護策等ばく露管理手法の提案をする。

(4) 研究の特色・独創性

現場応用に重きをおいたプロジェクト研究を実施することで、産業化学物質の経皮ばく露による健康障害を予防するに資する情報が得られることが期待される。また、本研究を通して作成される JNIOOSH Hazard DB は産業化学物質の経皮ばく露に特化した国内唯一の情報源としての特色・独創性を有することが期待される。

【研究内容・成果】

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) 物質の仕分けに係る物質物性情報、使用情報、毒性情報、物質動態・代謝情報、ばく露指標

第 1 期経皮プロ研で作成した物性情報リストをもとに、化学物質に対応した化学防護手袋情報を入力し作業者が化学防護手袋を選ぶために役立つ情報の収集をしている。また、既存のばく露指標、生物学的モニタリング指標、化学物質の用途、排出量、使用量等の情報の追加している。加えて、有害性に閾値のない物質については、各化学物質の NOAEL を QSAR による計算で求め化学物質のリスク評価情報を追加している。他方、保護具の選択のためにこの情報を活用するため、手袋選択ツールを作成している。

(2) 化学物質の経皮吸収性に関する情報の継続的補足、および生物学的モニタリングに関する指標の探知・手法の開発

RI 標識体を用いた実験方法は、実験が行える化学物質が限定されており、化学物質の経皮吸収性に関する情報を継続的に補足するため、質量分析法を活用することが必要である。また、生物学的モニタリング指標の探知・手法の開発についても、質量分析法は方法の一つとしてあげられる。そこで、ブタ皮膚に対して、非 RI 標識の化学物質を添加し、その透過性を GC-MS (7890B-5977A MSD, Agilent)を用いて、分析できるか否かを検討した。現在のところ、52 種類の作業環境測定対象物質をブタ皮膚に添加し、皮膚を透過する物質を同時定量分析することを試みている。定量分析方法では、GC-MS

への注入量を 1 μ L とする場合、測定対象物質の検出下限値(LOD)は 0.50–26 pg (メタノールを除く;メタノールは溶媒または装置由来のブランク値の影響により、LOD が 500 pg とした)であり、すべての測定対象物質が検量線のダイナミックレンジ(物質により下限は 5-500 pg; 上限は 10000 pg)において $r^2 > 0.99$ であり、精度が高い分析方法であることを確認した。本分析方法を用いて、52 種類の有機溶剤の皮膚透過性に対して、スクリーニング評価を行った。その結果、混合溶液における評価対象物質の皮膚透過係数は物質の分子量と $\log K_{ow}$ (オクタノール/水分配係数の常用対数)に強く依存することが示された(図 1)。

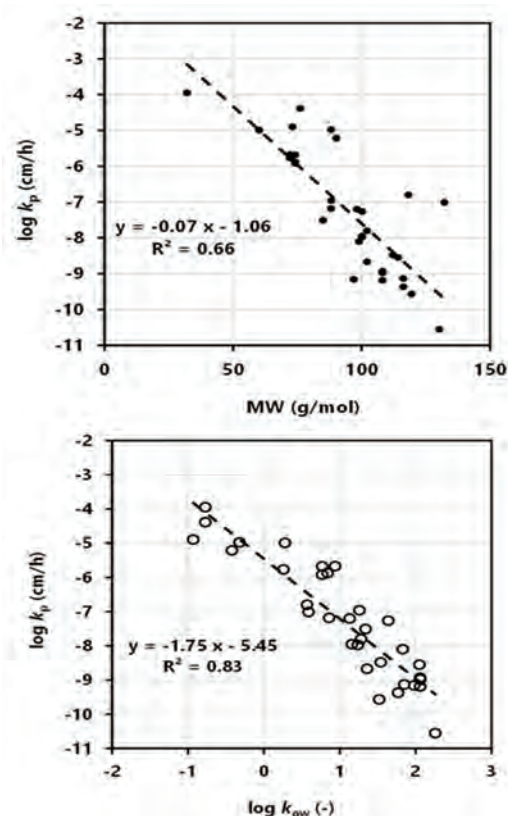


図 1 皮膚透過係数と物質の分子量と $\log K_{ow}$ (オクタノール/水分配係数の常用対数)の関係性

また、被験物質としてトルエンおよび PBS で希釈した *N,N*-ジメチルホルムアミド(DMF, 0.5vol%)をブタ皮膚に添加し、皮膚透過性実験を行った。その結果は、PBS で希釈した DMF の透過率が極めて低くなることが観察された(図 2)。この結果を受け、評価対象物質の物性、共存物質の種類などを考慮し、化学物質の皮膚透過性に影響を与える要因と透過メカニズムを考察するために、*N,N*-ジメチルホルムアミドに加え、エチレングリコールモノメチルエーテル(EGME)とシクロヘキサノール(CH-ol)をモデル物質として、一連の実験を行った。

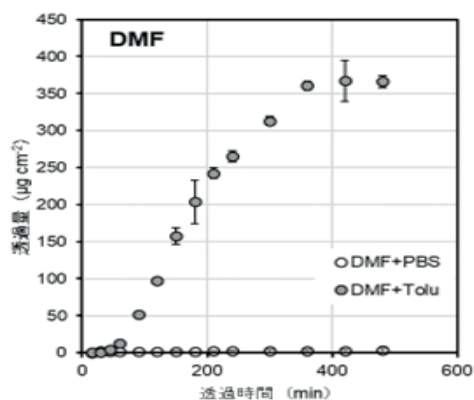


図2 混合物による皮膚透過性

N,N-ジメチルホルムアミドとエチレングリコールモノメチルエーテルの $\log K_{ow}$ はそれぞれ-0.93 と-0.77 であり、いずれも水と任意の比率で混合できる物質である。シクロヘキサノールの $\log K_{ow}$ は 1.64 であり、トルエンなどの非極性溶媒に溶けやすいが、水への溶解度は約 3.6 g/100mL (25°C) である。また、*N,N*-ジメチルホルムアミドとエチレングリコールモノメチルエーテルの分子の構造が大きく異なっており、それぞれアミドとエーテル類の化合物に分類される。これらの 3 種類の物質について、原液を添加する場合(希釈せず)、PBS およびトルエンで希釈して添加する場合の皮膚透過性を評価した。物質の皮膚透過性は透過係数により評価を行った。透過係数は式(1)により算出した。

$$K_p = \frac{J_{ss}}{C_{donor}}(1)$$

K_p は透過係数 (cm h^{-1})、 J_{ss} は定常状態の透過速度 ($\text{g cm}^{-2} \text{h}^{-1}$)、 C_{donor} は添加溶液中の対象物質の濃度 (g cm^{-3}) である。 J_{ss} と C_{donor} は実験により得られたパラメータである。

N,N-ジメチルホルムアミドの透過係数は、トルエンで希釈した場合に高くなり、原液および PBS で希釈した場合のそれぞれ約 20 倍と 70 倍であった(図3)。また、*N,N*-ジメチルホルムアミドの実験結果と類似し、エチレングリコールモノメチルエーテルについてもトルエンで希釈した場合の透過係数が最も高かった。一方、トルエン自体の皮膚透過性が低いことを確認したため、*N,N*-ジメチルホルムアミドとエチレングリコールモノメチルエーテルはトルエンと一緒に皮膚を透過したことではないと考えられた。*N,N*-ジメチルホルムアミドとエチレングリコールモノメチルエーテルは、いずれも親水性物質である。トルエンを溶媒とした場合、*N,N*-ジメチルホルムアミドとエチレングリコールモノメチルエーテルはトルエンから皮膚中の水に分配されやすく、レセプター液に対して、皮膚中の水含有量が非常に低いため、一度皮膚中に移行した *N,N*-ジメチルホルムアミドとエチレングリコールモノメチルエーテルは迅速にレセプター液に移行したと考えられた。

シクロヘキサノールの実験では、原液の場合に比べ、トルエンと PBS で希釈した場合にそれぞれ約 130 倍と 50 倍高くなり、シクロヘキサノールは極性溶媒および非極性溶媒の両方においても皮膚透過性が増加したことが示された。これらの結果から、有機溶剤製品に含まれる物質の皮膚透過性を評価する場合、共存物質の影響を考慮する必要があることが示された。

また、より幅広い物性を持つ化学物質の皮膚透過性を評価するために、現在一部の芳香族アミンや有機リン系化合物などに対して、LC-MS/MS を用いた分析方法の開発に着手している。

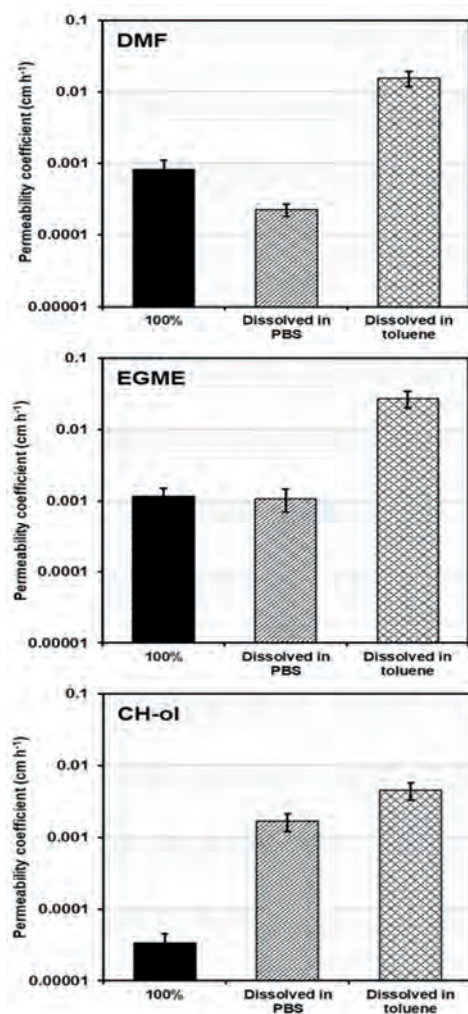


図3 希釈する物質による皮膚透過性への影響

(3) 経皮ばく露による慢性障害が強く懸念される物質の詳細毒性解析について

2,4-ジニトロトルエン(2,4-DNT)は、その蒸気圧は極めて低く、また第一期研究において、3D 皮膚に対する透過性が高いことが確認されている。加えて、2,4-DNT の IARC 発がん性分類は Group 2B であることから、経皮ばく露による慢性障害が強く懸念される物質の一つと考

えられた。2,4-DNT の DNA 損傷性を γ H2AX によって確認したところ、0.3mM から明らかな γ H2AX 誘導が検出され、2,4-DNT の DNA 損傷能は、オルトトリジンよりも明らかに強いものであることが判明した。なお、2,6-DNT についても、同様に DNA 損傷性を確認し、2,6-DNT の DNA 損傷能は、2,4-DNT よりも低いことを明らかにした(オルトトリジンと同等程度、図 4)。

さらに、2,4-DNT の DNA 損傷誘導メカニズムを検証したところ、2,4-DNT は、細胞内活性酸素種量を増加させることにより、DNA を損傷するであろうことが示唆された(図 5)。

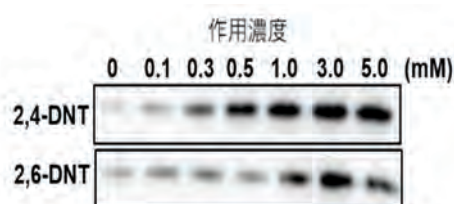


図 4 γ H2AX を指標にした DNA 損傷検出

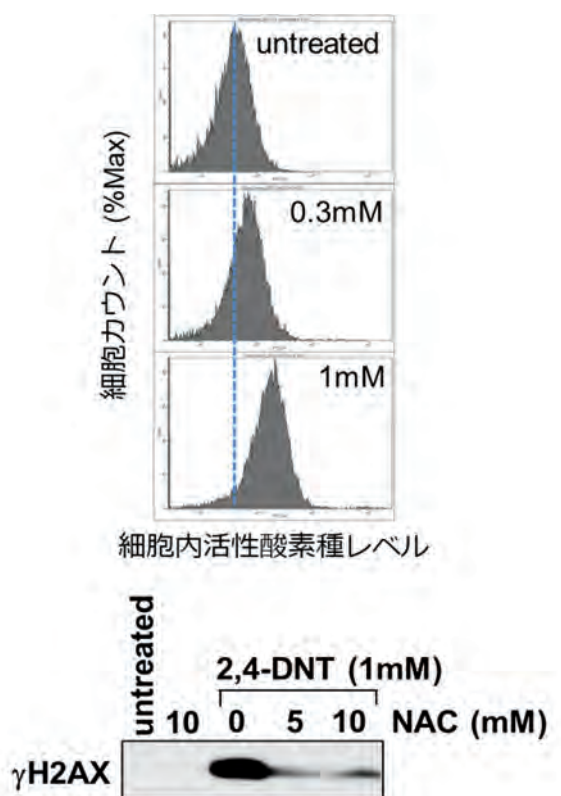


図 5 DNA 損傷誘導における活性酸素種の関与

また、オルトトリジンの詳細毒性解析に新たに着手した。オルトトリジン (蒸気圧 0.0001mmHg 以下、LogKow: 2.3)であり、その物性から判断して経皮ばく露が主要なばく露経路となりうる物質である(労働災害事例報告の記述からも現場ではオルトトリジンの皮膚接触が発生して

いるであろうことが推察される)。これまでの我々の研究において、オルトトリジンは3D皮膚に対する透過性が極めて高いことが判明している。また、 γ H2AX スクリーニングにより DNA 損傷誘導強度を検証したところ、オルトトリジンは 0.1mM 以下の濃度で γ H2AX 誘導することが示され、強 DNA 損傷性物質であることが示唆されたため、さらに詳細に毒性検証を実施した。

オルトトリジンはヒト肝臓培養細胞株 (HepG2)に対して、作用時間 6h で 0.01mM の濃度から 0.5mM の濃度範囲で作用濃度依存的に γ H2AX 誘導をすることが明らかになった(図 6)。本条件では、Apoptotic な細胞死は観察されておらず、この γ H2AX 誘導はオルトトリジンによる DNA 損傷生成であると考えられる。さらに DNA 損傷生成メカニズムについて、まずは活性酸素種の関与の面から検討したところ、抗酸化剤 N-acetylcysteine では、オルトトリジンが誘導する γ H2AX を部分的にしか抑制することができなかった(図 5)。この結果より、オルトトリジンは直接的に DNA に結合し、付加体を形成しているのではないかと推測された。この点については、さらに検証が必要である。

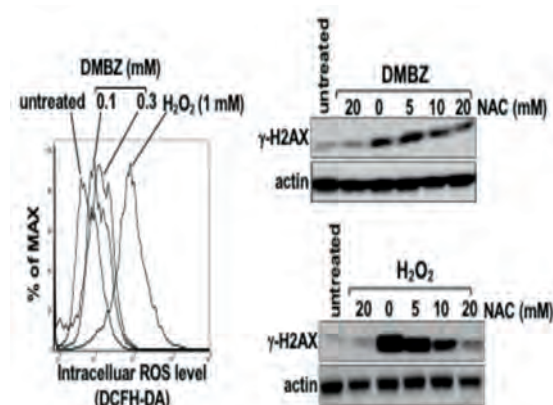


図 6 DNA 損傷誘導における活性酸素種の関与

(4) 急性経皮毒性、及び、皮膚刺激/腐食性・感作性が既知の物質についての情報整理に関して

第 1 期プロ研の実施期間中に開催した「皮膚等障害化学物質の選定のための検討会」において、保護具が義務となる皮膚等障害化学物質の中には、GHS 分類において、皮膚刺激/腐食性・感作性が区分 1 のもの、及び、急性経皮毒性が区分 1 のものが含まれることになっている。しかしながら、GHS 分類では、これら情報が不明なものが多数ある。そこで、本年は優先的に GHS 分類を決定すべき化学物質 (未分類で区分 1 となりうる可能性が高い物質)の絞り込み方法について検討している。現在のところ、特に、急性経皮毒性について、強い経皮毒性を持つ化合物の構造類似性に着目し、経皮毒性に関連する可能性がある構造 (官能基) を推定し、構

造からは、①アリル基、②ビニル基、③ニトリル基をもつ化学物質に絞り込むのが妥当であると判断した。これら構造を有する化合物について、*in vitro*での毒性を検証することを予定していたが、より包括的な*in silico*構造活性相関((Q)SAR)による毒性予測が利用できるようになったため、仕切り直しをした。まずは、GHSの経皮急性毒性の結果において、混合物を除外した区分1物質(約50種類)、区分2物質(約80種類)、区分3物質(約240種類)について、*in silico*毒性解析を実施し、それぞれの区分に代表される特徴的な毒性学的エンドポイントを探るためのデータベースを構築した。なお、今回実施した*in silico*毒性解析では、ソフトウェアが提供する約900種類の構造アラートを最大57種類の毒性学的エンドポイントにあてはめ、霊長類(ヒト、サル)、マウス、ラット、ラビットに対する毒性発現の可能性を証拠の確からしさから7段階で評価している(Impossible<Improbable<Doubted<Equibocal<Plausible<Probable<Certain)。

データベース解析では、まず、各毒性エンドポイントについて、その毒性の発現可能性が“Plausible”以上である物質が各区分にどの程度占めるかを算出した。その結果、GHS経皮急性毒性の区分1、2、3の順で上記割合が高くなる毒性エンドポイントには、「肝毒性:区分1(47%)、区分2(42%)、区分3(31%)」、「皮膚感作性:区分1(68%)、区分2(53%)、区分3(43%)」、「コリンエステラーゼ阻害:区分1(45%)、区分2(16%)、区分3(12%)」、「*In vivo*染色体異常:区分1(27%)、区分2(14%)、区分3(12%)」、「催奇形性:区分1(14%)、区分2(10%)、区分3(5%)」等が含まれていた。従って、GHS経皮急性毒性の区分が定まっていない物質について、*in silico*毒性解析を実施し、上記の毒性エンドポイント発現可能性が複数項目で“Plausible”以上である物質ほど、経皮急性毒性を示す可能性が高いものと考えることができる。実際に、GHS経皮急性毒性の区分が定まっていない物質、ただし、蒸気圧:5mmHg以下、LogKow: -1.5~5の範囲で、かつ、経口急性毒性:区分5、該当せずではなく、皮膚刺激・腐食性区分1、眼刺激性区分1、皮膚感作性区分1、既存皮膚吸収性有害物質のいずれにも該当しない569物質について*in silico*解析を実施し、経皮急性毒性を示す可能性が高い物質を探るためのデータベースを構築した。本データベースにおいて、例えば、上記の「肝毒性」、及び「コリンエステラーゼ阻害」の両方で“Plausible”以上である物質をスクリーニングすると「りん酸2-クロロ-1-(2,4-ジクロロフェニル)ビニル=ジメチル」等13物質が示された。ここでスクリーニングされた物質は実際に*in vitro*で細胞毒性を検証する予定である。

他方、GHS経皮急性毒性の区分によって、細胞毒性

の程度がどのようになるのかを予備的に検証している。肝臓モデル細胞株(HepG2)、もしくは、マウス線維芽細胞(3T3 A31)に、GHS経皮急性毒性の各区分に該当する物質(現在までに25種類)を10 μ Mから10mMの範囲で48時間作用し、その後、LDH assay, WST-8 assay, NRU assay等を実施し細胞毒性を評価した(図7)。

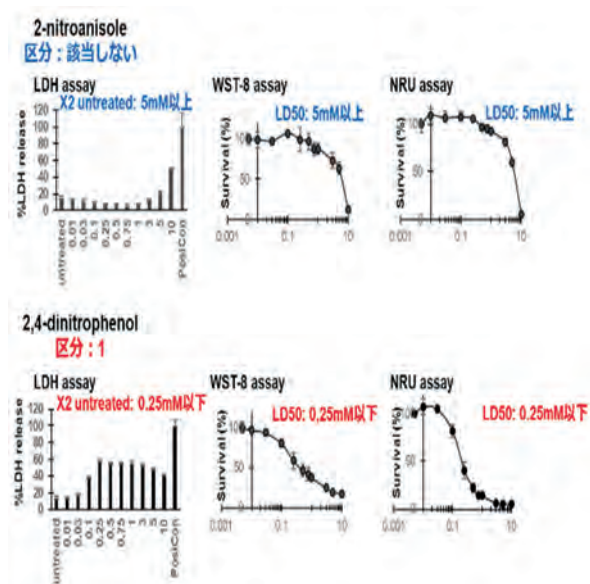


図7 肝臓モデル細胞株(HepG2)におけるGHS経皮急性毒性の各区分に該当する物質の細胞毒性

被験物質数が少ないため確定的なところは言えないが、被験物質が細胞毒性を示し始める濃度は、概してGHS区分が1に近いほど低い傾向にある。ただし、GHS区分1の物質であっても、ニコチンやシアナイド系物質のように、動物において中枢神経系に影響するような物質では、細胞レベルでの毒性は検出が困難であることが示唆されている。

【研究業績・成果物】

[その他の専門家向け出版物]

- 1) 柳場由絵 (2024) 皮膚等障害化学物質と保護具. 作業環境, Vol. 45, No.5, pp.4-20.
- 2) 豊岡達士 (2024) 経皮ばく露が問題となる化学物質の特性や皮膚吸収性有害物質について. セイフティダイジェスト, Vol.75, pp.2-7
- 3) Nakano M, Gi M, Toyooka T, Suzuki S, Wanibuchi H, Takebayashi T (2025) Occupational health topics series on the effects of chemicals: epidemiological and toxicological risk assessments of ortho-toluidine for bladder cancer. J Occup Health. Jan 7;67(1)
- 4) 柳場由絵 (2025) 生物学的モニタリングによる健康影響評価の原理と活用方法. 作業環境, Vol. 46, No.2, pp.41-45.

[国内外の研究集会発表]

- 1) Makiko Iwase (2024) Evaluation of Dermal Absorption of Welding Fume Components by Elemental Imaging. Occupational and Environmental Exposures of Skin to Chemicals (OEESC) Conference, OEESC Education Details, online.
- 2) Qi Wang, Megumi Ono, Makiko Iwase, Yukie Yanagiba (2024) Initial evaluation of skin permeability of organic solvents based on a method developed using a Franz diffusion cell. ISES 2024 Annual Meeting, #245.
- 3) 柳場由絵, 王 齊, 小野恵美, 岩瀬真喜子, 王瑞生 (2024) N, N- ジメチルホルムアミドの皮膚透過性に関する検討, 日衛誌, 第 79 巻, 第 94 回学術総会講演集号 S202.
- 4) 王 齊, 小野恵美, 岩瀬真喜子, 柳場由絵 (2024) 混合有機溶剤に関する経皮ばく露評価方法の開発および皮膚透過性の初期評価, 産衛誌, 第 66 巻, p459.
- 5) 王 齊, 小野恵美, 岩瀬真喜子, 柳場由絵 (2024) 有機溶剤の皮膚透過性に影響を及ぼす要因解析, 第 3 回環境化学物質合同大会, 要旨集, pp.692-693.
- 6) 王 齊, 小野恵美, 岩瀬真喜子, 柳場由絵 (2024) 有機化合物の皮膚透過性へのマトリックスによる影響の評価, 環境科学会 2024 年会, 要旨集, p177.
- 7) 柳場由絵 (2024) 経皮吸収化学物質と化学防護手袋着用 of の意義. 第 18 回日本健康支援学会年次学術大会シンポジウム「個人用保護具 (PPE: Personal Protective Equipment) を科学する～その立ち位置と現状～」, 産衛誌, 第 66 巻, p.289.
- 8) 柳場由絵, 王 齊, 小野恵美, 岩瀬真喜子 (2024) フラント拡散セルを用いた有機化合物の皮膚透過性評価方法の検討, 第 72 回日本職業・災害医学会会誌, プログラム・抄録集, 第 72 巻臨時増刊号, p.82.
- 9) 王 齊, 小野恵美, 岩瀬真喜子, 柳場由絵 (2024) 混合溶剤中の有機化合物の皮膚透過性に影響を与える要因の検討 2024 年室内環境学会学術大会, pp.75-76.
- 10) 豊岡達士, 祁永剛, 堀口兵剛, 甲田茂樹, 王瑞生 (2024) 2-メルカプトベンゾチアゾールの DNA 損傷性に関する検討, 第 51 回産業中毒・生物学的モニタリング研究会, 要旨集, p15.
- 11) 豊岡達士 (2024) γ -H2AX を指標とした化学物質により誘発される DNA 損傷性に関する研究, 第 53 回日本環境変異原ゲノム学会, 令和 6 年度日本環境変異原ゲノム学会研究奨励賞受賞講演, p.52.
- 12) 柳場由絵 (2025) 皮膚透過性の初期評価: 混合有機溶剤の影響を調べる, 第 22 回日本防護服協議会学術総会予稿集, pp.107-108.
- 13) 柳場由絵, 王 齊, 小野恵美, 楊 舒涵, 田川瑛梨, 三宅祐一 (2025) 混合有機溶剤に対する化学防護手袋の耐透過性評価の妥当性について, 日衛誌, 第 80 巻, 第 95 回学術総会講演集号, S266.
- 14) 小野恵美, 王 齊, 岩瀬真喜子, 柳場由絵 (2025) 複数物質の情報を同時に確認できる保護手袋選択ツールの開発, 日衛誌, 第 80 巻, 第 95 回学術総会講演集号, S267.
- 15) 豊岡達士 (2025) 皮膚吸収性有害物質に関する研究等取り組みと今後の展開, 第 95 回日本衛生学会学術総会, メインシンポジウム「健康で豊かな未来のために」, 日衛誌, 第 80 巻, 第 95 回学術総会講演集号, S115.

(9) 労働環境中化学物質のリアルタイム計測・濃度推定および状態変化に対応した捕集・分析に関する研究
【3年計画の2年目】

鷹屋 光俊(所長), 萩原 正義(ばく露評価研究部), 山田 丸(同), 緒方 裕子(ひろこ)(同),
高谷 一成(環境計測研究 G), 齊藤 宏之(ばく露評価研究部), 金子 剛大(同),
張 璇(同), 日達 清(同), 村瀬 めぐみ(同)

【研究期間】 令和5年～令和7年度

【実行予算】 13 048 千円(令和6年度)

【研究概要】

(1) 背景

厚生労働省は、「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」(以下、あり方検討会)での議論をうけ、職場の化学物質を従来の政省令で細かく対策を指示する方法から、自律管理へと規制の方向を変更することとし、既に関連政省令の改正が始まっている。自律管理の対象となる化学物質は、当面对象となり得る物質だけで約 2900 種にも及ぶ。化学物質の管理・対策には、ばく露アセスメントが不可欠であるが、2900 種の物質の多くは、ばく露アセスメントに必要なサンプリング・分析方法が確立されていない。

(2) 目的

自律管理の為にばく露アセスメントを実施するために足りない知見を提供する事を目的とする。その際、2900 種類もの化学物質の分析方法を開発・提示することは研究所のみの体制では不可能であるため、リアルタイム計測の適用条件、サンプラーの改良、測定を伴わない定性的評価方法の精度向上など、特定の物質に限定しない結果を広く応用可能な知見を提供する事を中心とする。加えて、作業現場で反応・重合などを起こす可能性がある化学物質の分析に関する知見を得ることも目的とする。

(3) 方法

研究所内の工学実験棟内の既存および新設の3つのチャンバーを利用して、ガス・蒸気状物質(塗料・塗装用シンナーなどを予定)、粒子状物質(溶接ヒュームを予定)を模擬的に発生させ、各種のリアルタイムモニターによる測定を行い、混合物(有機化合物)、作業中で揮発あるいは逆に凝縮する蒸気(有機化合物)、発生源から距離・時間経過により凝集状態が変化する粒子(溶接ヒューム・エアロゾルジェネレーター(粉体発じん装置)で発生させた粉じん粒子)について、リアルタイム計測をより正確に活用するために必要な条件を検討する。有機化合物のリアルタイムモニターとして、物質依存性が無いが小型で安価な光イオン化検出器(PID)と、物質特異的な応答特性を有し、研究所でプロトタイプを開発した IMS(イオン移動度スペクトロメーター)を併用することにより蒸気の組成変化などの情報を得ることを目指す。

作業現場で反応・重合などを起こす可能性がある化学物質の例としてイソシアネート類の分析方法の評価を行

う。

(4) 研究の特色・独創性

ガス状物質のリアルタイム計測は広く行われているが、実現現場での検証あるいは、実験台上の小型ボックス内での試験に限られる。本研究では、工学実験施設内のチャンバーを活用して、条件制御下で、実スケールに近い実験を行う点に特色がある。

リアルタイム計測については、濃度の時間変化について着目されているが、混合物の混合比、蒸気と粒子の存在割合、粒径分布など対象物質の質的变化の影響に関する知見は限られており、そこを明らかにするとともに、その知見をリアルタイム計測に限定せず、通常の化学分析におけるサンプラーの正確性の検証についてフィードバックすることに本研究の独創性がある。

【研究内容・成果】

(1) 粒子状物質

手動レーザー溶接および自動レーザー溶接現場において、これまでに実施したヒュームの測定(リアルタイムエアロゾル測定装置によるモニタリングおよびヒュームを捕集したフィルタの分析)の結果について解析を進めた。その結果、溶接オペレータの個人ばく露濃度は、別の定点位置における濃度測定値よりも低い値が観測された。これは、ヒュームプルームがオペレータとは反対方向に強い指向性を持って拡散したことによると考えられる。したがって、オペレータ以外の作業員、特に作業員がヒュームの噴出方向に位置した場合、オペレータのばく露濃度以上になる可能性が示唆された。

また、光散乱式デジタル粉じん計による測定では、各溶接条件および測定位置により K 値に大きなばらつきが見られた。一方で、溶接作業の実施タイミングと相対濃度の変動が一致する傾向も確認され、ヒューム濃度増減の指標として活用できる可能性も示唆された。今後、光散乱式デジタル粉じん計が現場でのばく露管理に活用可能かどうか、さらに検討を進める必要がある。

(2) 蒸気状化学物質:

前年度に引き続き、9-(メチルアミノメチル)アントラセンを含浸させたフィルタ(MAMA-GFF)を用いたイソシアネート類の測定方法を検証した。MAMA-GFF は、室温保存 7 日・冷蔵保存 90 日後の MAMA の保存率が 89 ~ 106%と高く、良好な安定性を示した。また、MAMA-GFF を用いたヘキサメチレンジイソシアネートの添加回

収実験を行い、回収率はかなり低い結果となった。これは、溶媒中と気中におけるMAMAとイソシアネートの反応機構が異なっている可能性があるかと推察された。今後、気中イソシアネート類の発生方法を検討し、MAMA-GFFを用いた測定方法の更なる検証を行う予定である。

(3) 分析装置の開発

本年度は、先行して実施してきた基盤的研究で得られたIMS装置の問題点を解決するために、機械学習を取り入れた濃度推定法を考案した。IMS装置では、環境条件(主に温度と湿度)によって水クラスターの量や大きさが異なるため、ピークシフト定量法による濃度推定では毎回、測定前に検量線を得る必要があることが基盤的研究で明らかとなった。そこで本研究では、ピークシフト量による濃度推定ではなく、機械学習によるピーク形状から濃度推定を行う手法を考案した。その結果、機械学習に使用したデータ数はまだ少ないが、作業環境中でよく用いられているトルエンにおいて、温湿度に依存することなくピーク形状から正確に濃度推定を行うことに成功した。

【参考文献】

- [1] 厚生労働省 (2021) 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, <https://www.mhlw.go.jp/content/11303000/000807679.pdf>
- [2] 厚生労働省 (2022) 労働安全衛生規則等の一部を改正する省令 (令和4年厚生労働省令第91号)

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) Kazunari Takaya, Nobuyuki Shibata, Masayoshi Hagiwara, Mitsutoshi Takaya, Shiro Matoba (2024) Real-time monitoring of the work environment using ion-mobility spectrometry, Environmental and Occupational Health Practice, Vol. 6, 2023-0025-OA.

- 2) Kazunari Takaya, Nobuyuki Shibata, Masayoshi Hagiwara, Mitsutoshi Takaya (2024) Development of an ion mobility spectrometer for real-time measurement of chemical substances in the work environment., Occupational Medicine, Vol. 74, Issue Supplement1, i347.

[国内外の研究集会発表]

- 1) Kazunari Takaya, Nobuyuki Shibata, Masayoshi Hagiwara, Mitsutoshi Takaya (2024) Development of an ion mobility spectrometer for real-time measurement of chemical substances in the work environment, 34th International Congress on Occupational Health.
- 2) Kazunari Takaya, Nobuyuki Shibata, Masayoshi Hagiwara, Mitsutoshi Takaya, Shiro Matoba (2024) Real-time monitoring at high concentrations around the short-term exposure limit of toluene using ion-mobility spectrometry, 25th International Mass Spectrometry Conference.
- 3) 高橋果林, 高谷一成, 柴田延幸, 萩原正義, 鷹屋光俊, 的場史朗, 小泉哲夫 (2024) イオン移動度分析装置による揮発性化学物質測定における機械学習を用いた濃度推定, 第49回原子衝突学会.
- 4) 山田丸 (2024) 溶接作業現場でのエアロゾル測定とばく露対策, 日本エアロゾル学会エアロゾルシンポジウム シリーズ5.
- 5) 山田丸, 緒方裕子, 村瀬めぐみ, 萩原正義, 齊藤宏之, 鷹屋光俊 (2024) 自動レーザ溶接装置を用いた溶接作業現場におけるヒューム濃度測定に関する事例研究, 第63回日本労働衛生工学会抄録集, p.18-19.
- 6) Maromu Yamada, Hiroko Ogata, Megumi Murase, Mitsutoshi Takaya (2024) Particle Concentration and Size Distribution of Welding Fumes during Laser Welding Operation of Stainless Steel: A Case Study. 13th Asian Aerosol Conference, Abstract Book, p.42.

(10) 先進医学解析技術を用いた職業性肺疾患の基盤的研究【4年計画の1年目】

山野 荘太郎(病理 G), 梅田 ゆみ(同), 齋藤 美佐江(同)

【研究期間】 令和 6～9 年度

【実行予算】 19 980 千円(令和 6 年度)

【研究概要】

(1) 背景

我が国において化学物質の管理は大きな転換点を迎えた。厚労省は 2021 年 7 月に「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」を公表し、これまでの法令遵守型から自律的な管理への移行が示された。弊施設が属する独立行政法人労働者健康安全機構は、今回の抜本的な化学物質管理の社会実装を先導する立場を取りながら、一方でその先(15 次労働災害防止計画に資する着想等)を見据えて、労働者を化学物質の慢性ばく露に起因した慢性不可逆性疾患から守る方法、すなわち労働災害を防止する方法を模索し続けなければならない。

職業性肺疾患は、労働作業中に有害な粉じんや環境汚染物質などを吸入する事で生じる呼吸器疾患の総称である。じん肺は「粉じんを吸入する事で肺に生じた線維増殖性変化を主体とする疾病」と定義される職業性肺疾患の 1 種であり、珪肺等に代表されるように進行性肺線維化巣を誘発する粉じんが多数知られている。加えて近年ナノマテリアル等新素材の開発が加速しており、有害性が懸念される新規化学物質は急速に増加している。また、無機粉じんのみならずアクリル酸系ポリマーといった有機粉じんを吸い込むことで呼吸器疾患が生じる労働災害が近年日本で発生しており、大きな問題となった。さらに、じん肺は原発性肺癌等を合併する事も重要視されており、じん肺リスクの可能性がある粒子状物質の有害性影響評価を適切に行うことは喫緊の課題である。

我々研究チームはこれまでに、OECD テストガイドラインを参考にして齧歯類を用いた化学物質の呼吸器疾患を含む全身諸臓器の有害性評価を実施しており、多数の論文報告をしてきた(参考文献 1-7)。しかし、アクリル酸系ポリマーの事例では、労災患者の肺疾患を齧歯類モデルでは再現できない問題に直面し、齧歯類の疾患再現性の限界/脆弱性に直面した(参考文献 1,2 及び 8)。この問題を解決するため、30 種を超える哺乳類の肺臓器を種横断的に比較し、偶蹄類がヒト肺に極めて類似していることを見出した(参考文献 9)。

2024 年、労働安全衛生総合研究所(以下安衛研)は、研究所として初の医学生物学的拠点が湘南地区にて始動した。これまでの安衛研の取り組みに加え、先進的な医学生物学研究の時流を踏まえ、労災疾病/労働衛生に対し疾患学の観点から貢献・発展することが期

待されている。そのため本研究申請は、湘南地区の研究立ち上げとして必須の財源としての側面を有する。

(2) 目的

本研究の目的として、化学物質により誘発される職業性肺疾患について、1 細胞解像度での空間トランスクリプトーム解析による、包括的データベース(統合空間アトラス)構築及び摂動解析による疾患機序解明/バイオマーカー開発に資する基盤的研究を実施し、1 細胞解像度により職業性肺疾患の発症-進展機序を理解する。本研究を遂行することで、先進医学解析技術を駆使し、ヒトへ高い外挿性を担保する試験法開発に資する基盤的研究成果が提供できることが期待される。

(3) 方法

本年度においては、主に研究基盤技術の湘南研究所における立ち上げが中心となる。

空間トランスクリプトーム(ST)解析技術について Visium HD, Stereo-Seq など、利用可能な最新 ST 解析技術について検討し、使用予定の正常または疾患肺の実験動物サンプル(先行研究により作成された、ブタ肺を用いた)に最適な方法を選定する。具体的には、各種 ST 解析技術に対して凍結組織切片またはパラフィン包埋切片を作製し、ST 解析結果の比較を行う。比較検討結果を元に、継続的に使用する ST 技術を選定し、既に動物実験を実施した際に作成した肺疾患サンプル(ブタを用いて誘発した結晶質シリカ誘発肺など)を用いて解析を行う。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特色として先進医学解析技術を利活用する事が挙げられる。

空間トランスクリプトーム(ST)とは、組織切片上で組織/細胞の位置・構造情報と紐づいた網羅的な遺伝子発現情報を得ることで、新たな視点からのトランスクリプトーム解析が可能となる技術である。2020 年 Nature Method 誌の「Method of the year」に選ばれた先進医学解析技術(参考文献10-11)であり、組織切片上で組織・細胞の位置や構造情報と紐づいた網羅的な遺伝子発現情報を得ることができる。そのため、病理診断と共に、同定された形態学的変化を伴う細胞の遺伝子シグネチャーを究明することができるため、同細胞の細胞内シグナルや細胞間コミュニケーションの特定、追ってはその微小環境の解明に有用な技術として注目されている。

NIOSH や ACGIH 等を含めて、国際的な労働衛生研究機関において、職業性疾患に焦点を当てて、先進

的な医学解析を駆使し、疾患発症機序に迫り、1細胞解像度でのデータベース(アトラス)を作成している、との発表・報道等はなく、世界に先駆けて JOHAS から開始が可能であり、極めて独創性は高い。本研究の遂行により、試験研究全般における有害性調査業務の実施能力向上のみならず、新規試験法開発へ向けた基盤的成果を提供できるものと確信している。

【研究内容・成果】

本年度の研究成果は以下の通りである。

(1) 空間トランスクリプトーム解析関係

本年度は研究開始年度につき、現時点で利活用可能な ST 技術の調査を行った。その結果、2024 年 8 月時点における利用可能な ST のプラットフォームにおいて、解析予定の偶蹄類(実験動物)サンプルに適応があり、かつホルマリン固定パラフィン標本材料からの解析可能であるものとして、STOmics 社の Stereo-Seq のみであった(参考文献 11)。本技術の空間解像度はわずか 220 nm であり、直径 4000 nm 程度の赤血球と比較しても約 18 倍も微小な領域を区別して位置情報付きの遺伝子発現データが取得可能である。すなわち、単一細胞以下の空間解像度を持って、解析を進めることができる技術であることが整理された。次に、Stereo-Seq プラットフォームを用いて ST 解析を行うにあたり、用いるサンプルの品質管理を行う必要がある。今回は、空間情報を保持したまま組織切片上で RNA の品質を確認する手法として、beta-actin 遺伝子の組織切片での発現を ISH 法で確認する方法を選択した。その結果、解析予定のサンプルで組織切片上から beta-actin のシグナルが病変部位及び周囲正常組織共に観察され、Stereo-Seq 解析に十分耐えるサンプルを得ている事が確認された。本研究成果は、実験病理組織技術研究会誌に投稿し、掲載された(原著論文 3)。Stereo-Seq OMNI の解析ワークフローを図 1 に示した。プロトコル

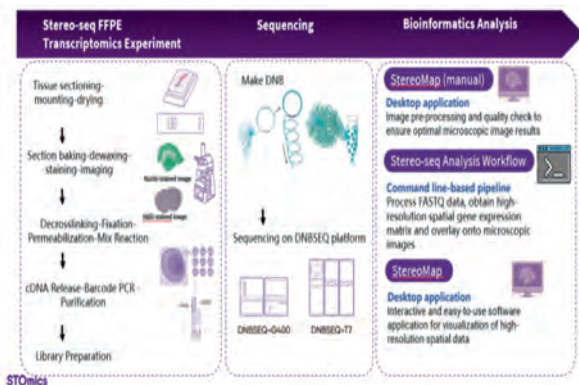


図 1 Stereo-Seq OMNI のワークフロー
(STOmics 社ホームページより引用)

に従い、特殊なチップ(1 cm X 1 cm)が貼り付けられたスライドガラスにホルマリン固定パラフィンブロック由来の切片を薄切し、貼り付けると共に、ssDNA を染色し、画像を取得した。その後スライドガラス上で各種試薬をプロトコルに従い反応させ、組織由来の RNA をチップにキャプチャーさせた後に逆転写反応により cDNA を得ると共に、次世代シーケンサーを用いて配列情報を取得し、専用のパイプラインにてデータ解析を実施した。ブタに誘発した珪肺、及び同一ブタの正常肺を用いた解析結果を図 2 に示す。

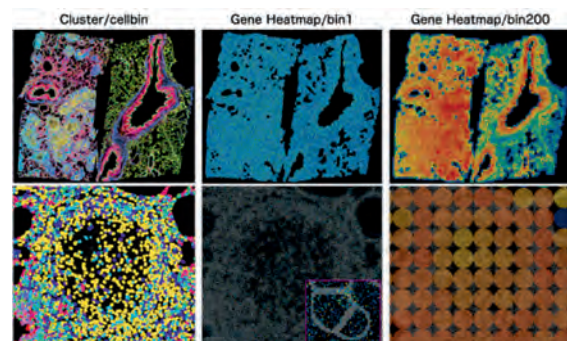


図 2. Stereo-Seq OMNI の解析結果(ブタ肺組織)

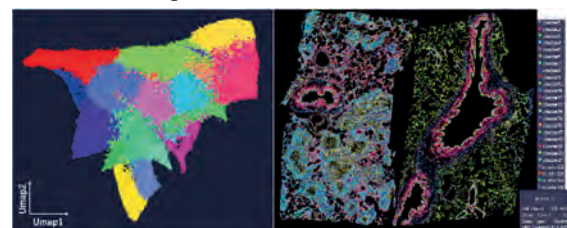


図 3. UMAP 図及び各種クラスターの局在

図 2 には、1 cm X 1 cm 面積に対して、左に珪肺、右に正常肺をマウントしたサンプルの細胞単位(左端)、220 nm 単位(bin1, 中央)及び bin200 単位でのルーペ像(上段)及び拡大像(下段)を示した。これまでの解析プラットフォームの一般的な解析解像度は bin200 に近似しており、1つの bin 内には細胞数十個が格納されるサイズ感であり、1 細胞解像度には程遠い事が視覚的に理解できる。その一方で、Stereo-Seq OMNI では最小で 220 nm 直径の解像度を有し(図 2 中央)、細胞セグメンテーション内に無数の計測ドットが格納されており、解像度が sub-cellular レベルであることが確認できる。本研究では ssDNA 染色結果をもとに細胞をセグメンテーションした後、その細胞単位で発現する遺伝子を再計算し、1 細胞単位(cellbin)でクラスター解析を行った(図 2 左)。その結果、合計 25 種類のクラスターが同定された(図 3)。珪肺結節を構成する病理局在に対して、複数種類の特徴的な細胞クラスターを同定することに成功し、特に線維化傾向の強い病変領域において黄色で示すクラスター6が見出された。また、病変周囲

の肺泡領域と病変が全く近隣に存在しない肺泡領域との比較では、構成される細胞種が異なることも併せて明らかとなった。これは結晶質シリカを投与した肺領域において、その影響が珪肺結節の発症のみならず、周囲の肺泡構成細胞の遺伝子発現シグネチャーにも影響している事を示すものである。今後、これら同定された細胞クラスターに特徴的な発現を示す遺伝子の同定、及びその遺伝子機能の検討や、遺伝子発現を包括的に捉え、分子性学的特徴を検討することで、疾患特異的な細胞の特性、他の細胞とのインタラクションを元に疾患発症・増悪のメカニズムを究明することが期待される。

以上より、今年度の研究成果として、労働安全衛生総合研究所にて空間オミクス技術を用いた職業性肺疾患研究を開始することができた。次世代の労働安全衛生に資する基盤的研究として、先進の医学研究テクノロジーを駆使し、これまでの諸先輩方の研究成果に次なるマイルストーンを積み、労働安全衛生/労災疾病の予防、防止に貢献したい。

また、本研究は R6-R9 年度で予定されていたが、R6 年度の研究成果を元に、R7-R10 年度の研究期間で協働研究として多施設連携をとり発展的に再出発する事となった。研究対象も実験動物サンプルから実臨床サンプルへと、より労働者/労災疾病患者へ研究成果を還元できると共に、労働安全衛生行政に一層貢献することが期待される。

【参考文献など】

- [1] Takeda T, Yamano S, Goto Y, Hirai S, Furukawa Y, Kikuchi Y, Misumi K, Suzuki M, Takanobu K, Senoh H, Saito M, Kondo H, Daghlia G, Hong YK, Yoshimatsu Y, Hirashima M, Kobashi Y, Okamoto K, Kishimoto T, Umeda Y. Dose-response relationship of pulmonary disorders by inhalation exposure to cross-linked water-soluble acrylic acid polymers in F344 rats. *Part Fibre Toxicol.* 2022 Apr 8;19(1):27. doi: 10.1186/s12989-022-00468-9. Erratum in: *Part Fibre Toxicol.* 2022 May 13;19(1):35. doi: 10.1186/s12989-022-00475-w.
- [2] Yamano S, Takeda T, Goto Y, Hirai S, Furukawa Y, Kikuchi Y, Misumi K, Suzuki M, Takanobu K, Senoh H, Saito M, Kondo H, Kobashi Y, Okamoto K, Kishimoto T, Umeda Y. Mechanisms of pulmonary disease in F344 rats after workplace-relevant inhalation exposure to cross-linked water-soluble acrylic acid polymers. *Respir Res.* 2023 Feb 13;24(1):47. doi: 10.1186/s12931-023-02355-z.
- [3] Yamano S, Takeda T, Goto Y, Hirai S, Furukawa Y, Kikuchi Y, Kasai T, Misumi K, Suzuki M, Takanobu K, Senoh H, Saito M, Kondo H, Umeda Y. No evidence for carcinogenicity of titanium dioxide nanoparticles in 26-week inhalation study in rasH2 mouse model. *Sci Rep.* 2022 Sep 2;12(1):14969. doi: 10.1038/s41598-022-19139-y.
- [4] Yamano S, Goto Y, Takeda T, Hirai S, Furukawa Y, Kikuchi Y, Kasai T, Misumi K, Suzuki M, Takanobu K, Senoh H, Saito M, Kondo H, Umeda Y. Pulmonary dust foci as rat pneumoconiosis lesion induced by titanium dioxide nanoparticles in 13-week inhalation study. *Part Fibre Toxicol.* 2022 Sep 14;19(1):58. doi: 10.1186/s12989-022-00498-3.
- [5] Kasai T, Hirai S, Furukawa Y, Misumi K, Takeda T, Goto Y, Takanobu K, Yoneyama K, Yamano S, Senoh H, Umeda Y. Lung carcinogenicity by whole body inhalation exposure to Anatase-type Nano-titanium Dioxide in rats. *J Toxicol Sci.* 2024;49(8):359-383. doi: 10.2131/jts.49.359.
- [6] Yamano S, Umeda Y. Fibrotic pulmonary dust foci is an advanced pneumoconiosis lesion in rats induced by titanium dioxide nanoparticles in a 2-year inhalation study. *Part Fibre Toxicol.* 2025 Apr 18;22(1):7. doi: 10.1186/s12989-025-00623-y.
- [7] Goto Y, Saito A, Takanobu K, Senoh H, Saito M, Umeda Y, Yamano S. Carcinogenicity and testicular toxicity of 2-bromopropane in a 26-week inhalation study using the rasH2 mouse model. *Sci Rep.* 2023 Jan 31;13(1):1782. doi: 10.1038/s41598-023-28825-4.
- [8] Kishimoto T, Okamoto K, Koda S, Ono M, Umeda Y, Yamano S, Takeda T, Rai K, Kato K, Nishimura Y, Kobashi Y, Kawamura T. Respiratory disease in workers handling cross-linked water-soluble acrylic acid polymer. *PLoS One.* 2023 Apr 21;18(4):e0284837. doi: 10.1371/journal.pone.0284837.
- [9] Umeda Y, Izawa T, Kazama K, Arai S, Kamiie J, Nakamura S, Hano K, Takasu M, Hirata A, Rittinghausen S, Yamano S. Comparative anatomy of respiratory bronchioles and lobular structures in mammals. *J Toxicol Pathol.* 2025 Apr;38(2):113-129. doi: 10.1293/tox.2024-0071.
- [10] Method of the Year 2020: spatially resolved transcriptomics. *Nat Methods* 18, 1 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41592-020-01042-x>.
- [11] Chen A, Liao S, Cheng M, Ma K, Wu L, Lai

Y, Qiu X, Yang J, Xu J, Hao S, Wang X, Lu H, Chen X, Liu X, Huang X, Li Z, Hong Y, Jiang Y, Peng J, Liu S, Shen M, Liu C, Li Q, Yuan Y, Wei X, Zheng H, Feng W, Wang Z, Liu Y, Wang Z, Yang Y, Xiang H, Han L, Qin B, Guo P, Lai G, Muñoz-Cánoves P, Maxwell PH, Thierry JP, Wu QF, Zhao F, Chen B, Li M, Dai X, Wang S, Kuang H, Hui J, Wang L, Fei JF, Wang O, Wei X, Lu H, Wang B, Liu S, Gu Y, Ni M, Zhang W, Mu F, Yin Y, Yang H, Lisby M, Cornell RJ, Mulder J, Uhlén M, Esteban MA, Li Y, Liu L, Xu X, Wang J. Spatiotemporal transcriptomic atlas of mouse organogenesis using DNA nanoball-patterned arrays. *Cell*. 2022 May 12;185(10):1777-1792.e21. doi: 10.1016/j.cell.2022.04.003. Epub 2022 May 4. PMID: 35512705.

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) 岸本卓巳, 岡本賢三, 山野荘太郎, 梅田ゆみ, 武田知起, 加藤勝也, 河村哲治 (2024) 有機粉じんによる新たなじん肺, 呼吸器内科, 45(5) 511-515.
- 2) Kasai T, Hirai S, Furukawa Y, Misumi K, Takeda T, Goto Y, Takanobu K, Yoneyama K, Yamano S, Senoh H, Umeda Y. Lung (2024) carcinogenicity by whole body inhalation exposure to Anatase-type Nanotitanium Dioxide in rats, *J Toxicol Sci*, 2024;49(8):359-383. doi: 10.2131/jts.49.359.
- 3) Saito M (2024) 空間トランスクリプトーム解析を前提としたブタ肺組織のホルマリン固定パラフィン標本作製の検討, *Jpn J Histotech* 32: 87-91.
- 4) Umeda Y, Izawa T, Kazama K, Arai S, Kamiie J, Nakamura S, Hano K, Takasu M, Hirata A, Rittinghausen S, Yamano S (2025) Comparative anatomy of respiratory bronchioles and lobular

structures in mammals, *J Toxicol Pathol*, Apr;38(2):113-129. doi: 10.1293/tox.2024-0071.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 山野荘太郎, 梅田ゆみ (2024) ブタを用いた職業性肺疾患研究の基盤構築, 第 97 回日本産業衛生学会.
- 2) 後藤裕子, 武田知起, 山野荘太郎 (2024) 気管内投与したフラーレンナノウィスカーのラット肺内での形態変化と毒性影響, 第 3 回環境化学物質合同大会.
- 3) 山野荘太郎, 梅田ゆみ (2024) 化学物質により誘発される齧歯類の肺病変における回復性, 第 51 回日本毒性学会学術年会.
- 4) 山野荘太郎, 梅田ゆみ (2024) 粒子状化学物質の呼吸器毒性評価におけるブタの有用性, 第 41 回エアロゾル科学・技術研究討論会.
- 5) 山野荘太郎, 梅田ゆみ (2024) ブタを用いた肺疾患研究プラットフォームの創設, 第 60 回日本肺サーファクタント・界面医学会学術研究会.
- 6) 山野荘太郎 (2024) 大型動物を用いた職業性肺疾患研究の高度化, 第 72 回日本職業・災害医学会学術大会.
- 7) 山本樹, 青木清乃, 高野洋志, 山本采佳, 山野荘太郎, 大島正伸, 八尾良司, 渡邊利雄, 田中知明, 大木理恵子 (2024) p53 標的遺伝子 p53PAD5 は腸管上皮細胞にストレス抵抗性を付与することで放射線耐性を増強させる, 第 47 回日本分子生物学会年会.
- 8) 山野荘太郎 (2024) 職業性肺疾患の研究に最適な動物とは?, 令和 6 年度 NHO 近畿中央呼吸器センター学術講演会.
- 9) 山野荘太郎, 梅田ゆみ (2024) 偶蹄類と先進医学解析技術を駆使したバイオエアロゾルの健康影響評価新機軸の開拓, 第 16 回大気バイオエアロゾルシンポジウム.

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) 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

- 1) 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。
- 2) 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。
- 3) 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。
- 4) 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) 水透析法を用いた個別粒子分析

- 1) 前年度に確立した水透析法の最適条件を用いて、これまでに現場調査で捕集した溶接ヒューム試料について個別粒子分析を行う。

(2) 透析法の応用方法の検討

- 1) 透析後に用いた溶液による粒子の析出を除去するための洗浄方法を検討する。
- 2) 生体溶液を用いた透析を行い、水透析との違いを検討する。

(3) 金属成分の分析

- 1) 水溶性、非水溶性金属成分の分析方法を検討する。
- 2) これまでに現場調査で捕集した溶接ヒューム試料について、金属成分の分析を行うとともに、水溶性、非水溶性金属成分の分析を行う。
- 3) 個別粒子分析とバルク分析による金属の分析結果を比較検討する。

【研究成果】

(1) 水透析法を用いた個別粒子分析

- 1) 前年度に確立した水透析法について、水透析前後での粒子の移動及び流出について再度検討を行った。非水溶性の PSL 粒子を用いて、SEM 自動撮影と粒子画像解析を行うことで、より広範囲の面積で検討した結果、水透析前後での粒子の移動及び流出は確認されなかった。
- 2) 水透析法の最適条件を用いて、他の標準粒子への適用性を確認した。AgCl、NaCl、マンガンフェライト、ヘマタイトを用いて水透析法を行った結果、AgCl、NaCl では KCl と同様に水透析後の SEM 観察を行えたが、マンガンフェライトとヘマタイトでは水透析後に粒子が広範囲に移動しており、水透析前後での同一粒子の確認が困難であった。粒子種により水透析法への適用性が異なる可能性が示唆された。

(2) 透析法の応用方法の検討

- 1) 溶解性金属成分の分析に使用される 0.1M HCl 溶液を用いた透析方法について検討した。
- 2) HCl 透析を行う際に、透析後の洗浄方法を検討し、1~2 回水で洗浄する方法で試料観察に影響

がないことを確認した。しかし、HCl 透析後の試料乾燥時に、金属シャーレに白色の析出物が確認され、試料台に残った HCl 溶液が原因で腐食した可能性がある。

- 3) KCl、NaCl、PSL 粒子を用いて HCl 透析を行った結果、水透析と同様の結果を示すことが確認できたが、実験条件の検討などに時間を要したため、生体溶液を用いた検討および実試料の個別粒子分析までは行えなかった。

(3) 金属成分の分析

- 1) フィルターに捕集した溶接ヒュームの前処理方法及び分析条件の検討を行った。
- 2) 溶接ヒュームの標準粒子を ICP-AES で分析し、実験方法の妥当性および回収率を確認した。
- 3) レーザ溶接の現場調査で捕集したフィルター試料の金属成分を ICP-AES で分析し、使用する材料や捕集場所、サンプラーの違いによる金属成分濃度の違いを確認した。

(2) 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

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

本勧告では、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。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。こ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。

(3) 方法

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（卵巣等）の組織学的変化、遺伝子発現及び受胎能について調べる。

(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】

当初計画にあった、クロムの生殖毒性実験には入らないこととし、引き続きニッケルの影響を検出するための反復投与実験と繁殖能の検討を行う。R5 年度に行った結果をもとに、投与用量および期間を精査し、生殖毒性が確実に捉えられるプロトコルにて投与実験を行う。性ホルモン（エストロゲン、プロゲステロン等）合成や卵胞発育に関わる遺伝子の発現変化を調べる。生殖機能を調べるため、繁殖能の実験では R5 年度に行ったプロトコルで確定した方法に準拠し、被験物質を投与しない無処置雄個体との同居により、出産率、産児数等の母動物の視点に立った生殖影響、児動物の発達・生殖指標を併せて調べることにより、生殖発生毒性に関わる一連のデータを取得する。また、これまで未着手であった、雄性成熟マウスへの反復投与を行い、精巣重量、血中ホルモン値（テストステロン、5 α -DHT 等）、精巣および精巣上皮尾部における精子数・精子運動能解析といった指標をもとに、生殖毒性を調べることとする。R5 年度に引き続き、R6 年度は投与用量および期間をさらに吟味した実験計画のもとで、ニッケルの実験（反復投与実験、繁殖能）を行う。再現性のある知見を得よう実験を進める。

【研究成果】

ニッケルを雌成熟マウスに（15 mg/kg/日、2 週間）にて反復投与終了後、無処置の雄と同居し、自然分娩によって得られた児の生殖発達を若齢以降にも引きつづき調べた。児の成熟時に体重、肝臓、腎臓、副腎、卵巣、精巣及び精巣上体重量において、投与群は対照群と比べて差はみられなかったが、投与群の雌においては若齢期と同様、有意差はな

いものの、子宮重量が低下していた。血液学的検査においては雌雄ともに投与群に変化はみられなかった。次にニッケルの反復投与(15 mg/kg/日、2週間)による雄成熟マウスへの影響を調べた。投与期間中、投与群と対照群との間で体重変化は見られなかった。投与終了後、血液学的検査において

投与群と対照群との間に変化は見られなかった。腎臓、副腎及び精巣上体重量において投与群と対照群との間で差がなく、肝臓と精巣重量においては投与群に有意な低下が認められた。さらに詳細を調べるため、その他の指標の変動を調べている。

(3) 粒子状物質の表面特性と毒性の関係性に関する研究

天本 宇紀(有害性評価研究部), 豊岡 達士(同), 柳場 由絵(同), 王 瑞生(同),
山田 丸(ばく露評価研究部)

【研究概要】

(1) 背景

じん肺の一種であるけい肺は、結晶質シリカを含む粉じんを10年以上の長期にわたって吸入し続けることで発症する「慢性けい肺」が一般的な症例である。一方で、我が国の結晶質シリカ粉末製造業やオーストラリアの人造大理石加工業における近年のけい肺多発事例では、慢性けい肺よりも早期に発症する「急進けい肺」や「急性けい肺」の症例が散見されている。けい肺の発症に至るまでの期間は、結晶質シリカの吸入量に依存して短縮されることが知られており、現在の作業環境測定における粉じんの管理濃度も、遊離けい酸の含有率、つまり、結晶質シリカの純度を変数とした式により決定されている。しかしながら、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病に関する労働衛生学的研究」(以下、シリカ協働研究)では、高純度かつ微小な結晶質シリカ粒子であっても、粒径や表面特性などの個々の粒子が有する物性的特徴によって毒性が変化することが判明しており、けい肺の早期発症には、吸入した粉じんの「量」だけでなく「質」も影響していると考えられる。そのため、現在の管理方法では、毒性の異なる粉じんを同様に管理している可能性があり、予期せぬじん肺を引き起こす原因となりうるため、粉じんの物性的特徴に合わせた、より的確なじん肺予防対策を講じる必要があると考えられる。特に、シリカ協働研究では、結晶質シリカ粒子の表面に化学的な修飾を行うことで毒性が減衰したこと、比較的毒性が低いとされる非晶質シリカでも非常に高い毒性を示す粒子が存在したことから、粒子内部よりも粒子表面をキャラクター化することの重要性が判明しつつあるが、どのような表面特性により毒性が増強されるのかについては、決定的な情報は未だ不足した状況にある。

(2) 目的

上記の背景を踏まえ、本研究では、粉じん作業労働者のじん肺発症を予防することを目的に、主に結晶質と非晶質の両タイプのシリカ粒子を対象に、粒子状物質の毒性を左右する要因となる表面特性の解明と、粒子状物質の簡便な表面活性評価法の開発を試みる。

1) 結晶質シリカ粒子の毒性評価

本項では、結晶質シリカ粒子の製造工程(粉碎、酸洗浄、加熱処理、表面修飾等)の条件により変化する表面特性を解明し、それらの毒性影響を評価する。また、結晶質シリカの結晶多形(石英、クリストバライト、トリジマイト等)による毒性影響についても検討する。

2) 非晶質シリカ粒子の毒性評価

合成方法の違いやメソ孔の有無など、物性の異なる非晶質シリカ粒子を比較することで、シリカ協働研究において、特定の非晶質シリカ粒子が強毒性を示した理由を解明するとともに、非晶質シリカでもけい肺を引き起こしうるのか否かについて検討する。

3) 金属酸化物粒子の毒性評価

シリカ粒子の毒性発現メカニズムには、表面の水酸基(-OH)が主に関与していると考えられている。そこで、同様に表面に水酸基を持つ金属酸化物粒子(酸化鉄、酸化アルミニウム、酸化チタン等)について、水酸基と毒性強度の関係や、毒性発現メカニズムの違いを検討し、溶接工肺等、けい肺以外のじん肺の原因となりやすい粒子状物質の特徴を解明する。

4) 粒子状物質の表面活性評価法の開発

シリカ粒子の毒性発現メカニズムは、粒子表面が生体膜を損傷することが発端とされる。シリカ協働研究では、シリカ粒子の生体膜損傷能(表面活性)を代替的に評価する方法として、赤血球を用いた溶血性試験の利用可能性を検討し、良好な結果が得られている。本項では、引き続き、粒子状物質の簡便な毒性試験法としての溶血性試験の利用可能性

を検討するとともに、微量の試料で評価可能という溶血性試験の利点を活かし、作業環境測定等でフィルターに捕集した粉じんの毒性評価を試み、労働者が実際に吸入する粉じんの毒性評価法としての利用を検討する。

5) 粒子状物質の *in chemico* 毒性試験法の開発

溶血性試験には、赤血球の入手方法や保存期間等、生体試料を用いる試験法ならではの問題点がいくつか存在した。そこで、より手軽な粒子状物質の毒性評価を可能にするため、培養細胞や生体試料を使用せず、化学反応のみで毒性評価を行う *in chemico* 毒性試験法の開発を試みる。

(3) 方法

1) 粒子状物質の毒性評価

粒子状物質の毒性評価は、主に、マクロファージや肺上皮細胞等、じん肺に関連する培養細胞を用いた *in vitro* 実験により実施する。具体的には、生存率や損傷度を指標とした細胞毒性試験に加え、炎症性サイトカイン等を指標にした、じん肺に関連性の高い炎症反応や線維化の評価も実施する。また、NLRP3 インフラマソーム関連の経路を中心に、じん肺の発症メカニズムの解明を試みる。本研究で使用する粒子状物質は、電子顕微鏡で形態を観察するとともに、粒径分布やゼータ電位等、各種物性分析を実施する。なお、*in vitro* 実験で特徴的な結果が得られた粒子状物質については、ラットへの気管内投与等、*in vivo* 実験でその毒性を検証する。

2) 粒子状物質の表面活性評価法の開発

協力者あるいは日本赤十字社から入手した赤血球を使用し、各種粒子状物質の溶血性試験を実施する。なお、被験物質には、上述の毒性評価実験で使用した粒子状物質を使用し、細胞毒性と溶血性の相関性を解析する。

3) 粒子状物質の *in chemico* 毒性試験法の開発

生体膜に類似したリン脂質から構成されるリポソームに、蛍光色素等の標識化合物を内包させた標識化合物内包リポソームを調製する。各種粒子状物質を標識化合物内包リポソームに作用し、リポソーム外に漏出した標識化合物量により、粒子状物質のリポソーム損傷能を評価するとともに、リポソーム損傷能と細胞毒性や溶血性との相関性を解析する。

(3) 研究の特色・独創性

本研究の特色は、粒子状物質の表面特性に起因する毒性の変化を解明し、これをじん肺の予防に反映しようとする点にある。本研究の遂行によって得られる結果やノウハウの蓄積は、現在、予防的アプローチに基づいた暫定的なばく露対策が行われて

いるナノマテリアルについて、より具体的な方法を提案することのできる価値が高いものと考えられる。また、粒子状物質の毒性評価は、培養細胞や動物等、生物を利用した手法が一般的に行われており、今回、新たに開発を試みるリポソームを利用した *in chemico* 毒性試験法は、化学物質のみで完結できる独創性の高い手法だと考えられる。

【研究計画】

(1) 結晶質シリカ粒子の毒性評価及び非晶質シリカ粒子の毒性評価

共同研究先の企業から提供予定の、産地、製造方法、結晶度、結晶多形、形状等、物性の異なる様々なシリカ粒子の毒性を比較し、シリカ粒子の毒性上昇に關与する物性の解明を試みる。また、当該企業が製造する熔融非晶質シリカ粒子も提供される予定のため、これまでの実験で使用してきた合成非晶質シリカ粒子との毒性比較を実施し、非晶質シリカ粒子の製造方法の違いによる影響を評価する。

(2) 粒子状物質の表面活性評価法の開発

上記(1)の実験で細胞毒性試験を実施した結晶質シリカ粒子及び非晶質シリカについて、溶血性試験を実施し、細胞毒性と溶血性の相関性を解析する。

(3) 粒子状物質の *in chemico* 毒性試験法の開発

R5 年度に引き続き、蛍光物質内包巨大リポソームの調製法の確立を試みる。また、調製したリポソームに各種シリカ粒子を作用し、*in chemico* 毒性試験法への利用可能性を検討する。

【研究成果】

(1) 結晶質シリカ粒子の毒性評価及び非晶質シリカ粒子の毒性評価

今年度は、共同研究先の企業から提供を受けた、結晶質 10 種、非晶質 2 種の計 12 種のシリカ粒子について、物性分析と細胞毒性評価を実施した。本試料群は、半導体封止材用シリカ粒子の一連の製造工程で発生する中間品及び完成品であり、①珪石破碎(破碎状石英粒子)→②疎水化加工(破碎状疎水化石英粒子)→③溶融(球状非晶質シリカ粒子)→④焼成(球状石英粒子)→⑤焼成(球状クリストバライト粒子)といった、形状や結晶構造の異なる多様なシリカ粒子である。また、本試料のメディアン径は、30 μ m、10 μ m、2 μ m の 3 群に大きく分けられる。以下に記載する物性分析と細胞毒性評価の結果については、共同研究先の企業へ報告し、意見交換を行った。

1) 物性分析

最初に、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いた試料の形態観察を行ったところ、メディアン径に関わらず、全試料中に粒径が 1 μ m 程度の微小な粒子が含まれることが確認された。粒子の形状は、同一試料内であれば、大小関わらず同様の形状を有していた。一方、球状の試料間で比較すると、球状非晶質シリカ粒子は、真円に近い粒子であったのに対し、球状石英粒子及び球状クリストバライト粒子は、楕円形の粒子が多い傾向にあった。次に、X 線回折装置(XRD)を用いた結晶構造解析を行ったところ、石英粒子とクリストバライト粒子では、各々に対応する結晶構造のピークが見られたのに対し、非晶質シリカ粒子では、ブロードのピークが見られた。また、微小な粒子ほど結晶化度及び結晶子サイズが低い傾向にあったことから、破砕が進むにつれて結晶構造が減少する可能性が示唆された。その他、球状石英粒子には、10%ほどのクリストバライトが含まれていること、球状非晶質シリカ粒子と球状クリストバライト粒子には、0.1%ほどの極微量の石英が含まれていることが確認された。最後に、フーリエ変換赤外分光光度計(FTIR)を用いた表面官能基解析を行った。シリカ粒子の表面に存在するシラノール基(Si-OH)は、結合状態の違いによって3種類に細分化されるが、この内、isolated 型のシラノール基が、強毒性を示しうることが報告されている。この isolated 型シラノール基は、シリカ粒子の破砕や加熱により増加するとされているが、本試料群では、球状非晶質シリカ粒子にのみ存在することが確認された。

2) 細胞毒性評価

本試料群の細胞毒性は、肺胞を構成する細胞である、マクロファージ(M Φ)及びII型肺胞上皮細胞(AT2)の2つの培養細胞を使用して、細胞傷害性(LDH)、炎症誘発性(IL-1 β)、遺伝毒性(γ -H2AX)の3つの毒性指標により評価した。前提として、今回の細胞毒性評価の結果は、粒径及び粒度分布の違いが大きく影響したものと予想される。そのため、その他の物性による毒性への影響については、まだ検討の余地が残るところではあるが、いくつか興味深い傾向が判明したため、その内容を以下に記載する。

3) メディアン径について

メディアン径が 10 μ m 前後の結晶質シリカ粒子 4 種の細胞傷害性について、メディアン径もしくは比表面積との相関関係を調べたところ、比表面積の方がメディアン径よりも高い相関係数が得られることが判明した。これは、同等のメディアン径を有する粉末であっても、粒度分布の広がり異なることで、強毒性を示すサブミクロン粒子の含有量に違いが生じた

ために起きた現象だと予想される。現状、労働者が粉末の毒性を判断する際、吸入性粉じんに該当する大きさであるか否かが一つの基準となっているが、本結果は、粉末のメディアン径でこれを判断した場合、安全な粉末として誤った評価をするおそれがあることを示唆するものである。作業環境測定によって大気中に浮遊する粉じんを評価することが重要であることに変わりはないが、吸入性粉じんの含有率を SDS に記載する等、有害な粒子を含む粉末であることを周知することが、予期せぬ健康障害の防止につながると考えられる。

4) 非晶質シリカについて

球状非晶質シリカ粒子の毒性は、その原材料である破砕状疎水化石英粒子に比べ、全ての毒性指標において約 1.5 倍高い数値を示した。現行の基準では、非晶質シリカの方が安全だと考えられているが、本結果は、表面修飾により、結晶質シリカと非晶質シリカの毒性強度が逆転する可能性を示唆するものである。一方、球状非晶質シリカ粒子の毒性は、その加工品である球状石英粒子に比べ、0.5~0.7 倍ほど低い数値を示しており、表面修飾されていない通常の結晶質シリカ粒子よりも弱毒性だと考えられる。しかし、各種毒性指標の数値は、少なくとも安全だと言い切れるものではなく、健康障害を起こすおそれが十分にあるため、より詳細な検討を行う必要がある。

5) 形状について

球状石英粒子と破砕状石英粒子の毒性を比較したところ、ほとんどの毒性指標において、同程度の数値を示した。シリカ粒子の破砕は、形状、表面官能基、活性酸素種量等を変化させるため、毒性上昇を招くものと考えられてきたが、球状であっても強毒性を示しうることが示唆された。

(2) 粒子状物質の in chemico 毒性試験法の開発

昨年度に引き続き、蛍光物質内包巨大リポソームの調製を試みた。巨大リポソームの調製には、W/O エマルジョンが油層から水層へ移行する際に脂質二重膜を形成することを利用した、界面通過法を選択した。蛍光物質は、適切なタイミングで添加することで、親水性/疎水性を問わず、リポソーム中に内包することが可能である。生成された蛍光物質内包巨大リポソームは、蛍光顕微鏡により存在を確認し、界面活性剤(TritonX)の添加により崩壊することを確認した。しかし、本手法で生成可能な巨大リポソームの量が少ない(もしくは蛍光物質の内包率が低い)こと、時間経過とともに蛍光物質が漏出する(もしくはリポソームが崩壊する)ことなど、考案する新たな毒性試験法への利用にあたっての課題が多

く見られた。引き続き、リポソームを構成するリン脂質の種類や割合、蛍光物質の種類等、調製条件の

検討を行い、in chemico 毒性試験法の開発を目指す。

(4) 防護服・保護具着用による WBGT 補正値の妥当性についての研究

齊藤 宏之(ばく露評価研究部), 薩本 弥生(横浜国立大学), 澤田 晋一(東京福祉大学), 佐藤 真理子(文化学園大学), 傳法谷 郁乃(神奈川大学), 熊谷 慎介(アゼアス株式会社), 林 祐一郎(東レ株式会社), 石橋 玄規(旭・デュボン フラッシュスパン プロダクツ), 岩城 哲男(テクノヒル)

【研究概要】

(1) 背景

熱中症予防対策として、WBGT 値による暑熱環境評価が広く用いられており、防災計画においても熱中症対策として WBGT による管理が必要とされている。WBGTは環境指標であるため、防護服等の着衣による暑熱負荷については別途補正が必要となる。このことから、ACGIH-TLV、英国標準規格、ISO などにより様々な補正値が提案されてきた。現時点では ACGIH-TLV と ISO7243 (JIS Z 8504) でそれぞれ別の補正値が提案されており、厚労省の通達でも JIS Z 8504 の補正値(CAV)が引用されており、幾つかの着衣組み合わせに対する補正値が提案されているが、各補正値に相当する衣服の例示がなく、現場で用いるには難があることが指摘されている。また、呼吸保護具やヘルメット、手袋等、防護服以外の補正については言及されていない。このことから、有効な暑熱対策につなげるためには、補正値の妥当性、各種防護服の補正値の推定、ならびに保護具の補正値の必要性等、さらなる検討が必要である。

(2) 目的

ISO7243 (JIS Z 8504)ならびに通達にて用いられている衣服補正値の妥当性ならびに、各種市販防護服がどの補正値に該当するかについて明らかにする。また、現段階で補正値が示されていない保護具についても、補正の必要性についての検討を行う。

(3) 方法

各種作業着及び防護服や保護具の着用時における暑熱負荷についての文献調査を行い、それぞれの補正値についての検討を行うとともに、各種市販防護服の蒸発熱抵抗値を発汗サーマルマネキンにより計測し、文献値から蒸発熱抵抗値から CAV 値の推定式を用いて推定値を求める。それから、各種防護服がどの補正値に該当するかを推定する。さらに、各種保護具については熱放散のメカニズム等を考慮した熱負荷についての検討を行い、補正の必要性について議論する。なお、対象となる作業着及び防護服については、一般に作業現場にて用

いられているもの(綿製作業服、ツナギ、不織布製ツナギ、SMS 不織布製ツナギ、不透湿化学防護服等)を想定している。市販作業服、防護服ならびに保護具を用いた評価を行うが、結果は同様の素材を用いた作業着・防護服に対して一般化したものとして示すことを検討する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究は、熱中症防止対策として用いられている WBGT による暑熱環境評価において必要な衣服補正についての妥当性や、各種防護服の例示を検討するもので、ISO (JIS)や通達への反映を通して熱中症予防に寄与することが可能となる。

【研究計画】

- ・前年度に引き続き、各種防護服の着用時における暑熱負荷についての文献調査により、各補正値の設定根拠についての確認を行う。
- ・前年度に引き続き、各種市販防護服の透湿性(蒸発熱抵抗)や保温性についての試験結果や、メーカー側の公開しているデータを用いて、各種防護服の WBGT 補正値の推定を行う。
- ・人工気象室における発汗サーマルマネキンによる実験や、被検者実験による安静時及び動作時の換気計測による見かけの蒸発熱抵抗値の推定と文献からの補正値との比較により、補正値の妥当性を検証する。また、同様の手法により呼吸保護具、ヘルメット、防護手袋、長靴等の保護具の補正値の必要性についての検討を行う。

【研究成果】

- ・JIS Z 8504 (ISO7243)にて引用している ISO 9920 に記載されている各防護服の値を用いて、ある程度の CAV の推定が可能であることが示された。
- ・昨年度試験を実施した7種類の防護服に加え、15種類の防護服(CAV=0~2 が想定されるもの)について、JIS にて規定された通気度、透湿度、水蒸気通過抵抗の試験を外部委託にて行った。その結果、CAV=0~2 が想定される防護服の水蒸気通過定数は大きく分けて3つの群に分けられた。
- ・皮膚と生地との空間を考慮した水蒸気通過抵抗について、共同研究者の検討結果をもとに試験を外

部委託にて行った結果、生地との隙間を 1cm とした場合で発汗サーマルマネキンを用いた安静時蒸発熱抵抗との相関性が高い結果が得られた。

- ・今年度追加で実施した 8 種類の防護服について、発汗サーマルマネキンを用いた安静時蒸発熱抵抗の測定を年度後半に実施する予定である。
- ・国内学会にて 4 件の発表を行った。

(5)「職場における化学物質のリスク評価」の検討対象物質に関する考察

緒方 裕子(ゆうこ)(化学物質情報管理部), 山本 健也(同), 豊岡 達士(有害性評価研究部),
緒方 法親(株式会社日本バイオデータ)

【研究概要】

(1) 背景

我が国の産業界で使用されている化学物質の数はおよそ 5 万 6 千物質と言われている。化学物質による健康障害を防止するため、化学物質の危険有害性(ハザード)の収集・調査を起点とするリスク管理を行うことが化学物質管理の基軸となっている。化学物質規制体系がそれまでの個別管理から事業者による自律的な管理を基軸とする規制へと移行し、リスク評価を実施する義務の生じる物質が大幅に拡大している。事業場での化学物質のリスクアセスメントを容易にするため、厚労省版コントロールバンディングや CREATE-SIMPLE 等のリスクアセスメントツールが公開されている。ツールは専ら GHS 区分情報を使用し、GHS の危険有害性クラスと分類区分から有害性分類を行い、最もハザードレベルが高い分類結果に紐づいた管理目標濃度と取扱量等をもとにリスク判定が行われる。そのうち、発がん性区分 1 や生殖細胞変異原性区分 1 または 2 は有害性が最も高いものとして管理目標濃度が最も低く設定される。しかしながら、国際機関、主要各国等の公的機関で作成された評価文書等広範な情報源からの情報収集・専門家による精査^[1]、GHS に基づく化学物質等の分類方法に関する日本産業規格(JIS)で定めた基準に従って行われた政府による GHS 分類済の約 3300 物質においても、そのおよそ 2/3 にデータ不足等による「分類できない」が付与されており^[2]、化学物質のそれら項目の有害性は十分に特定された状態であると言い難い。この問題に対しては、化学物質の有害性を特定するために行う有害性調査が適切に実施されることが重要であるが、事業者が現在の GHS 分類基準に適合する発がん性や生殖細胞変異原性に係る試験を充分に行うのは容易でなく^[3]、また動物福祉の観点から、試験データに乏しい化学物質の毒性メカニズムに関する知見を与え、分子開始イベントからヒト健康影響に至るまでの経路として整理された有害性発現経路(AOP)に組み込み得る新しいアプローチや方法論

(New Approach Methodologies: NAM)を用いた有害性評価が推進されている。我が国では職場で使われる化学物質による労働者の健康障害を防ぐことを目的として、厚生労働省が開催するリスク評価関係検討会の中で、化学物質の発がん性に関連する情報の収集や種々の化学物質の発がん性についてスクリーニング評価が行われてきた。それら物質のいくつかはがん原性指針や、強い変異原性が認められた化学物質による健康障害を防止するための指針に追加され、ばく露情報を加味したリスク評価の結果健康障害リスクの高い物質は特定化学物質障害防止規則に追加された。しかしながら、本検討会においてスクリーニングから除外された物質や評価途上の物質を含む対象になった物質や評価状況に関する全体像については報告されていない。本検討会で検討対象となった物質や評価状況について整理を行うことは、化学物質の発がん性等の可能性について調査を行う際の課題を整理し、現状試験データが不足する化学物質についての知見を得るために有益と考えられる。

(2) 目的

そこで本研究では、①リスク評価関係検討会の中で検討対象となった物質や各々の物質に対し発がん性等の可能性を判定するために行われた評価方法や試験方法、評価状況の整理、②現状試験データが不足する化学物質に対する NAM ベースの評価手法の適用可能性に関する検討を実施する。

(3) 方法

1) 初めに、厚生労働省 HP「職場における化学物質のリスク評価／4. リスク評価関係検討会一覧／現在のリスク評価関係検討会」の化学物質のリスク評価に係る企画検討会、化学物質のリスク評価検討会、有害性評価小検討会、発がん性評価ワーキンググループ、遺伝毒性評価ワーキンググループの各検討会・各回(意見交換会を除く)の資料等ページに掲載された資料の収集を行う。なお調査範囲は化学物質のリスク評価に係る企画検討会、化学物質のリスク評価検討会および有害性評価小検討

会は平成 21 年度から令和 3 年度、発がん性評価ワーキンググループ(WG)は平成 25 年度から令和 3 年度、遺伝毒性評価ワーキンググループ(WG)は平成 25 年度から令和 2 年度とする。次に、得られた資料のうちファイル名に”対象物質”、”候補物質”、”物質一覧表”、”整理表”等の単語を含む資料をもとに調査対象資料を選定し、調査対象資料から検討対象となった物質の抽出と重複の統合等の整理を行う。次に、検討対象物質の職場で使われる化学物質の中での位置づけを把握するため、抽出した物質について安衛法または化審法の官報公示整理番号を Nite-CHRIP データベースから収集し、物質構造分類に紐づく大分類番号の数字の対応関係を整理した上で集計し Nite-CHRIP の安衛法対象物質での集計結果と比較を行う。検討対象物質の産業上での位置づけを把握するため、検討対象物質のうち化審法官報公示整理番号が付与されている物質について、化審法対象物質の製造輸入数量実績表との照合を行う。また用途について Nite-CHRIP 等の情報を収集し整理する。また特化則、がん原性指針、強い変異原性が認められた化学物質による健康障害を防止するための指針への該当確認を Nite-CHRIP 等により行う。次に各々の化学物質に対して行われた評価状況を概観するため、まず調査対象資料中での記載内容の他、職場の安全サイトや厚生労働省 HP「職場における化学物質のリスク評価」/5. 職場で使用される化学物質の発がん性評価の加速化／スクリーニング試験の結果」項に記載の試験結果を抽出し物質に割り当てる。得たマトリクス状のデータについて、出現回数等の指標で分析を実施する予定である。

2) 本研究では NAM として毒性ゲノミクスに位置する^[4]トランスクリプトーム解析を扱う。整理した化学物質について、化学物質の CAS 番号をもとに Scifinder-n、Nite-CHRIP、US-EPA Substance Registry Services、OECD QSAR Toolbox、Pubchem 等から SMILES や InChI 等で表現された構造情報を収集し構造が特定される物質について ClassyFire による構造分類を実施、構造的特徴を整理する。次に、OECD QSAR toolbox の profiling 機能を用いた発がん性／遺伝毒性に関する構造アラートの調査、試験データの有無に関する GHS 分類結果の確認や 1)で整理した発がんのおそれに関して付与された区分や専門家評価、用途、製造量等の情報等から 1-2 物質の候補化学物質を選択する。候補化合物に対して in vitro 系／対照区と化学物質処理区の二群間での RNA-seq を用いた比較トランスクリプトーム解析による発現変動遺伝子(DEGs)の抽出を

行う。細胞株は、現在 in vitro 小核試験等の遺伝毒性試験を行う際に汎用され^[5]、がん抑制に関わる p53 タンパク質の野生型 をもつヒトリンパ芽球細胞(TK6 細胞)を用いる予定である。DEGs 中での DNA 損傷応答に関係する遺伝子^{[6][7]}の存在の有無の確認を含め、候補化学物質が引き起こし得る生理的応答について考察する。

4) 研究の特色・独創性

本研究の特色はリスク評価関係検討会の中で発がん性に関する調査として検討対象となった物質や評価手法の全容を入手可能な資料を基に明らかにすることにある。現時点までで、本検討会に関連する報告としては特定の物質の測定手法^[8]や試験手法^[9]に限られ、検討対象物質に着目して整理した報告はない。また、職場で使われる化学物質に係る労働安全衛生法届出物質(Nite-CHRIP 上で 56,933 物質;2023 年 3 月 1 日時点)や研究対象物質を化学物質構造で整理した試みはない。

【研究計画】

(1) リスク評価関係検討会検討対象物質から健康障害のおそれのある物質の探索

前年度の評価状況の整理で評価未了に分類した物質の中で、労働安全衛生法の規定する事業者による有害性調査の対象外となっている既存化学物質に対し、健康障害のおそれがある物質が残されていないか探索を行う。探索指標としては行政等機関により付された区分を利用し、政府による GHS 分類／生殖細胞変異原性区分を利用する予定である。該当した物質について物理化学的性質、用途、製造輸入量等に係る情報や NITE-CHRIP 上に収録のある国内外の評価書等を収集し整理を行う。

(2) データが不足する検討対象物質に対する細胞のトランスクリプトーム解析

前年度の化学物質 DB での構造確認作業で取得した構造記述子を用いて部分構造探索を行う。評価未了物質の中から候補化学物質を選択し、はじめに培養細胞を用いて物質の添加濃度と細胞数計測から得られる生細胞密度の関係を評価し、候補物質の添加濃度範囲を設定する。次いで設定した添加濃度で処理した細胞等に対しトランスクリプトーム解析を行う。

【研究成果】

研究計画(1)については、前年度の整理で評価未了と分類した物質のうち特定の基準を満たす 45 物質について情報収集・比較を行った結果、一部の物質で発がん性に関するばく露防止措置が国内規制において求められていないものの、海外の規制で同等の措置が求められていることを明らかにし

た。ここまでの結果について原著論文にまとめ国際誌に投稿した。

研究計画(2)については、非遺伝毒性発がん性物質のリファレンス物質である 3-methylcholanthrene (CAS 56-49-5)を用いてヒト TK6 細胞に対する薬剤処理試験を行い 24 時間作用後の細胞生存率を測定し単回帰分析を実施した。検定の結果、回帰直線 $y=ax+b$ の傾き a が 0 であるという帰無仮説は棄却されなかった。また上記条件で処理した細胞の RNA 抽出を行った。得た RNA について品質確認とシーケンス委託を行った。

【参考文献】

- [1] 森田健, 化学物質の GHS 健康有害性分類における考慮事項, Bull. Natl Inst. Health Sci., 136.
- [2] 「政府による GHS 分類結果」の全対象物質の危険有害性区分一覧表 list_all.xlsx (2022.09 更新)、https://www.nite.go.jp/chem/ghs/ghs_download.html (2023 年 3 月 8 日アクセス)
- [3] M. Woutersen et al, Does REACH provide sufficient information to regulate mutagenic and carcinogenic substances? Human and Ecological Risk Assessment, 2018, 25(1), p.1-20.
- [4] Kinaret PAS et al., Transcriptomics in Toxicogenomics, Part I: Experimental Design, Tech

nologies, Publicly Available Data, and Regulatory Aspects. Nanomaterials (Basel). 2020, 15, 10(4), 750.

- [5] E. Lorge et al., Standardized cell sources and recommendations for good cell culture practices in genotoxicity testing, Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis, 2016, 809, 1-15.
- [6] Buick JK et al., Integration of metabolic activation with a predictive toxicogenomics signature to classify genotoxic versus nongenotoxic chemicals in human TK6 cells. Environ Mol Mutagen. 2015, 56(6), 520-34.
- [7] Fortin AV et al., Application of a new approach methodology (NAM)-based strategy for genotoxicity assessment of data-poor compounds. Front Toxicol. 2023, 23(5), 1098432.
- [8] Takeuchi A et al., Determination method for nitromethane in workplace air. J Occup Health. 2010;52(3):194-7.
- [9] 福島昭治, 発がん物質の同定:新しい発がん試験法の開発と動物から人への外挿, 労働安全衛生研究, 2008 年 1 巻 2 号, pp.141-149.

(6) インジウム取り扱い作業における肺影響のコホート研究

中野 真規子(疫学研究部), 小林 澄貴(同), 永滝 陽子(慶應大), 岩澤 聡子(防衛医科大)

【研究概要】

(1) 背景

インジウムは、液晶テレビ、タッチディスプレイパネル等の透明電極に使用されている主要材料のレアメタルである。本研究は、健康な 28 歳男性が、間質性肺炎の合併症による両側気胸による死亡例 (Homma, et al.2003)を契機に、2003 年から開始した国内複数のインジウム取り扱い工場における企業が自主的にインジウム曝露と間質性肺炎の因果関係を確認する目的で開始した疫学調査である (Hamaguchi, et al. 2008; Nakano, et al. 2009)。本研究は、貴重なインジウム曝露者に対する世界唯一の規模のコホート研究で、肺がん罹患率は、2018 年までに 2 名 (Nakano, et al. 2019)、2022 年に 1 名を認めている。今後の肺発がん性の確認は、社会的に注目されている課題である。

(2) 目的

本研究による肺がん罹患者の観察を継続し、インジウム曝露による遅発性肺影響(肺がん含む)の自

然史を解明することである。

(3) 方法

2003 年から開始した国内複数のインジウム取り扱い工場で、肺影響を主とした健康調査を行う。

- 1) 対象者:インジウム取り扱い工場のインジウム曝露者(過去曝露者も含む)と非曝露者(対照群)
- 2) 除外基準:同意をえられなかった者
- 3) 調査項目:健康調査票、血清インジウム濃度、血清 KL-6、SP-D(間質性肺炎マーカー)等、肺機能検査(肺拡散能検査含む)、胸部 CT 等

(4) 研究の特色・独創性

本研究の最大の特色は、2003 年から約 20 年間維持している貴重なフィールドがあることで、インジウム曝露開始から遅発性肺疾患発症までの潜伏期間を考慮すると、まさにこれからの観察が重要である。肺がん罹患との関連を認めた時は、新たな自然史となる。また、因果関係の証明に必須な、時間性(コホート研究の強み)、初回調査時の曝露指標(血清インジウム)のデータがあることから閾値を検討で

きる。さらには、2012年からは特定化学物質第2類、特別管理物質に指定され、特殊健康診断を事業者の義務で実施しているが、自主的健康診断として始まった本研究は、事業者および労働者の化学物質の自律管理への対応のモデルケースの一つになり、自律的な労働衛生対策に取り組むためのよい経験になる。つまり、遅発性肺疾患の有無を積極的に観察することは、インジウム曝露による肺影響の新しい自然史であり、人における発がん性の確認は行政的・社会的ニーズもあり、その結果を国内外へ発信できる創造性がある。

【研究計画】

各事業所との調整継続を行う。ばく露評価として血清インジウム濃度の測定のため、まず、測定機関

の選定(血清インジウム濃度)を行う。影響指標の血清 KL-6 等は(株)SRL、胸部 CT 等は(株)フリールにて行い、調整は随時行う。また、疫学調査先は 1 事業所にて計画する。

【研究成果】

事業所と調整を行い、小規模事業所で血清インジウム濃度を測定し、肺機能検査(肺拡散能検査)、胸部 CT、日本語版 ATS-DLD 呼吸器症状標準質問票を用いた面談を実施し詳細な影響評価をした(春季)。また、当該事業所の特殊健康診断結果を受領した(冬季)。加えて、当該事業所の疫学調査を追跡調査する。

(7) 線虫を用いた産業化学物質の有害性評価試験法確立の試み—主に神経毒性について

富岡 征大(有害性評価研究部)、豊岡 達士(同)、王 瑞生(同)、中野 真規子(同)

【研究概要】

(1) 背景

2022 年に日本の化学物質の管理は法令による管理から「自律的な管理」に移行することが決定され、産業化学物質の管理は大きな転換期を迎えている。また、2023 年度から開始されている第 14 次労働災害防止計画では、危険性・有害性が把握されている化学物質についてリスクアセスメントを行っている事業場の割合を 2025 年までに 80%以上とする目標が掲げられた。同行動計画によると、労働災害において特定化学物質障害予防規則等による規制の対象外となっている物質によるものが全体の 8 割を占めている。今後、化学物質の危険有害性に関する情報の充実、各事業場における化学物質の適切な管理が労働災害の予防に重要な役割を果たすといえる。化学物質のリスクを特定するために、「化学品の分類および表示に関する世界調和システム(GHS)」に基づいて分類されたデータベースが活用されている。現在、GHS 分類により 3 千種もの化学物質の危険有害性が体系的に分類されている。一方で、分類の根拠となる科学的データはまだ十分とは言えず「分類できない」とされる物質が多く存在する。例えば、全身曝露に伴う特定標的臓器毒性において「分類できない」物質は半数程度存在する。今後、有害性評価に関するデータを充実させ、化学物質の有害性の正しい認識が進めば、労働災害の発生が減少することが期待できる。化学物質の GHS 分類の根拠となる動物実験データには哺乳動物などの高等動物を用いた研究が使われる。しか

し近年、高等動物を用いた動物実験の規制が強まっており、培養細胞を用いた *in vitro* による毒性試験法など、代替法の確立が進められている。その手法は遺伝毒性や、皮膚、眼などの局所毒性に関わるものが多くあるが、全身曝露に伴う神経系や生殖器官などの特定臓器への影響を試験する代替手法の開発は困難な面がある。一方、近年、化学物質の動物への影響を初期の分子反応から、細胞、組織、個体、集団の各レベルでの毒性作用までを体系的に把握しようとする AOP(Adverse outcome pathway)の確立が進んでいる。下等動物から高等動物に至る様々な生物における AOP が提案されており、それらはデータベース化が進められている。分子や細胞機能の種間保存性を考慮して、AOP の多様なデータを統合、利用し、研究を進めることで動物を用いた有害性評価研究の効率化及び削減が進むことが期待できる。上記の背景から、高等動物モデルの代替、縮小に向けて、倫理的な問題を多く含まない下等動物を用いた有害性評価法を開発し毒性作用機構を確立することは、産業化学物質の有害性評価研究の推進、さらには化学物質の有害性分類の促進に寄与できると考えられる。特に、培養細胞を用いた *in vitro* 試験が困難である全身曝露に伴う特定臓器への影響を微小な下等動物で評価する手法は、現存手法を補完しうると考えられる。例えば、近年多発している剥離剤に含まれるベンジルアルコール吸入や経皮曝露による神経系や腎臓への障害の事例のように、臓器毒性により労働災害を引き起こす可能性のある未知の未規制化学物質が存在する恐れ

がある。下等動物を用いて有害性が未知の化学物質が臓器毒性を引き起こす可能性を高スループットで評価し、ヒトへの有害性の理解の手助け、手掛かりにすることで安全な産業化学物質の運用につながると考えられる。線虫 *C. elegans* (以下、線虫と記す) は遺伝学や神経科学などの学術分野でモデル生物として広く使用されている。線虫は神経系をはじめ各種器官をもち、全身曝露により吸収された化学物質は各種器官に作用し、その影響を解析することが可能である。線虫の 302 個のニューロンよりなる神経回路網は完全に記述されており、行動を指標に運動、感覚応答、学習など各種の神経機能のハイスループットな解析が可能である。これまでに、線虫を用いた研究に基づいた毒性作用機構の報告も幾つかとなされており、今後毒性学分野におけるモデル生物となることが期待される。

(2) 目的

本研究では線虫を用いた産業化学物質の神経毒性評価法を確立し、線虫と高等動物における毒性とを比較することで線虫を用いた試験法の有用性を評価することを目的とする。さらに、線虫における産業化学物質の神経毒性作用機構を明らかにする。

(3) 方法

本研究は中枢神経毒性や末梢神経毒性を持つことが知られる複数の産業化学物質を用いて、下記の方法に従い研究を進める。用いる化学物質は、有機溶剤中毒予防規則の対象となっている有機溶剤や神経毒性作用が知られる金属イオンなどから労働災害の有無や化学構造などを基に選択する。

1) 線虫を用いた神経毒性アッセイ系の確立

緩衝液中に溶解した対象化学物質の希釈系列中に成虫の線虫を入れ、化学物質を曝露させる。曝露中及び曝露後の線虫の運動性、感覚応答、学習能を定量的に解析し、未処理のコントロールと比べた時の異常をモニターすることで、作用濃度に依存した毒性を評価する。同時に、解毒酵素の発現を指標とした解毒反応蛍光レポーターを用いて、対象の化学物質に対する解毒反応をモニターする。対象とする各化学物質について、毒性作用や解毒反応を指標にした線虫に対する毒性の大きさ、他の動物での毒性指標(最小毒性量(LOAEL)など)や許容濃度を指標にしたヒトに対する毒性の大きさを比較することで線虫を用いた毒性評価法の有用性を評価する。

2) 有害化学物質が作用する機構(AOP)の確立

上記 A の解析により線虫に対して神経毒性(運動性、感覚応答、学習等の異常)が見られた化学物質に注目し、有害性発現機構を分子及び細胞の各レ

ベルで明らかにする。以下に示すような線虫の遺伝学的アプローチや蛍光分子イメージングなどを主に用いる。

① 遺伝学的スクリーニング等により有害性物質が作用すると予測される分子群(分子複合体やシグナル伝達経路など)を同定し、分子機能と有害性作用との関係性を明らかにする。

② 変異体や形質転換体等を用いて有害性化学物質が作用する細胞種を特定し、有害物質を作用させたときの形態及び機能変化を蛍光分子イメージングなどにより解析する。以上で得られた結果を分子反応、細胞、個体の各レベルでまとめ AOP を提案する。

(4) 研究の特色・独創性

線虫を用いた産業化学物質の有害性に関わる研究は実施例が少なく、産業で使用される化学物質の線虫に対する有害性を体系的調べ、他の動物モデルによる評価法と比較することで線虫を用いた試験法を評価する本研究と類似した研究の報告はなく、独創的な研究であるといえる。これまで、動物レベルの毒性試験には哺乳類が主に使用されている。多様な評価手法が確立されており、試験結果がヒトに対する有害性へ適応可能である一方で、哺乳動物使用の倫理的なことが問題視されつつある。本研究で確立を目指す線虫を用いた手法は、倫理的な障壁が低いことに加えて、必要な設備や作業労力の面でも、汎用性の高い手法であるといえる。また、線虫は古くから遺伝学や神経科学に用いられてきており、高等動物と比較して単純な構造を持つため、高等動物を用いた解析では行うことが困難であり労力を要するような実験を短時間で行うことが可能である。従って、新規の毒性作用機構を効率的に解明できる可能性を秘めている。線虫は哺乳類と同様に約 2 万個の遺伝子をもち、60~80%のヒトと類似の遺伝子(ホモログ)をもつ。神経系に関して、神経間の接続様式、神経興奮、神経伝達など哺乳類と同様の機能を多く持つ。従って、線虫で明らかになった毒性の作用機構は高等動物に応用できる可能性がある。

【研究計画】

(1) 解毒反応アッセイ系の確立

R5 年度計画 14-1 に記した詳細に従い、異物ストレス応答性タンパク質を用いた解毒反応アッセイ系を確立した後、R5 年度(3)の解析で明らかになった有害性化学物質に対する線虫の解毒反応を順次計測し、毒性作用と解毒反応の関係性を明らかにする。

(2) 産業化学物質の毒性評価

R5 年度に続き、産業現場で汎用される、または労働災害が報告されている有機溶剤に注目し、線虫に対する毒性を運動性の定量解析法により評価していく。

(3) 有害化学物質が作用する分子群の同定

R5 年度の解析から、ベンジルアルコールや酢酸メチルなどの有機溶剤は哺乳動物と同様に線虫に強い神経毒性を与える可能性が示唆されたため、変異体スクリーニング、ゲノムシーケンス解析等により有害性物質が作用する分子群/経路を同定する。また、アセトンやメチルエチルケトンなどの低分子ケトン類は、コラーゲンからなる線虫の下皮組織に有害作用を及ぼす可能性が示唆された。R6 年度では分子生物学手法により、この可能性を検証する。

(4) 有害化学物質が作用する細胞の同定:

R6 年度(4)の解析で同定する予定の「有害性物質が作用する分子群」が働く細胞を遺伝学や分子生物学的手法により明らかにし、有害性物質が作用

する細胞を特定する。これにより、注目する産業化学物質の毒性発現機構を分子及び細胞レベルで確立する。これらの知見は、産業化学物質の毒性バイオマーカーの開発等に役立つことが期待できる。

【研究成果】

- (1) 共焦点顕微鏡を用いた蛍光イメージング法により、化学物質曝露に伴う解毒反応をモニターするアッセイ系を確立した。この系は有害物質に由来する活性酸素の定量に有用であることを確かめた。
- (2) 主に有機則に該当する 30 種の有機溶剤の運動毒性を調べ、その毒性の強さは脂溶性と相関することを明らかにした。また、官能基に依存して現れる各有機溶剤固有の神経毒性作用を発見した。
- (3) 遺伝学スクリーニングにより特定の有機溶剤に対する神経毒性に耐性を示す線虫を単離した。次項で示すように、研究の継続により分子及び細胞レベルでの毒性作用機序の解明が期待できる。

(8) わが国の化学物質管理を考慮に入れた職業小～細分類に関する検討

小林 澄貴(疫学研究部)、中野 真規子(同)

【研究概要】

(1) 背景

1) わが国における就業者数の現状と職業分類

2023 年 2 月現在、わが国の就業者数は 6,667 万人であり(厚生労働省労働力人口, 2023)、わが国の労働者はさまざまな職業に就いている。さまざまな職業を分類するのにわが国では総務省の日本標準職業分類や日本標準産業分類、厚生労働省の職業分類等が使われている。職場の化学物質の曝露と健康影響との関連に関する疫学研究を進めていく上で、実際の職業分類を使うのがよいのかを検討することが外せない。わが国の先行研究では、フィンランド国立職業保健研究所が構築した職務曝露マトリクス(FinJEM)に着目してわが国のデータの取り込みを検討したもの、対象物質やデータ構造の差が予想以上に大きく、実際に取り込みを行うまでは至らなかった報告がある(齊藤ら, 2010)。海外の職業ツールをそのまま使うことは、現在わが国では困難である状況にある。

2) 産業疫学研究における職業分類

職業に関わる労働環境要因ががんの原因の一つとして現在示唆されているものの(Tarvainenら, 2017; van der Linden ら, 2023)、わが国ではまだがん疾病に対する職業のモニタリングシステムがない。これまでにわが国の産業疫学分野でのがん等の遅発性の

疾病に関する論文が報告されており、男性労働者では総務・管理、サービス業、及び農林水産業で肺がん、胃がん、直腸がんの発生率が高かった報告(Eguchi ら, 2017)、また男性の屋外労働者は扁平上皮がんのリスクが高かった報告(Cai ら, 2020)がある。これらの研究の限界点として職業大分類が使われており、職業大分類と化学物質曝露の健康影響との関連から、職業の特定には限界がある。例えば、オフセット印刷工場従事者の場合、職業大分類は生産工程従事者、職業中分類は製品製造・加工処理従事者、職業小分類は印刷・製本従事者にあたる。また、産業大分類は製造業、産業中分類は印刷・同関連業、産業小分類は印刷業、産業細分類はオフセット印刷業にあたる。実際、職業分類や産業分類の小分類から細分類までいかないと特定の工程にたどり着けない。わが国の先行研究で、病院調査による職業がんが含まれているか否かの検証は職業分類の小分類でおこなう必要があると指摘されている(松本ら, 2015)。さらに、急性の疾病にあたる労働災害の発生は製造業の製造工程で多いこと(水野, 2010)や農業の収穫作業工程で多いこと(Kogler ら, 2015)等が報告されている。急性や遅発性の疾病の発症には産業や作業工程等も関連するので、健康影響が発生した時にさかのぼって職業の情報を把握するためには、産業や作業工程等を

加味した小分類～細分類での職業分類を提案する必要がある。

3) 第 14 次労働災害防止計画及び行政的・社会的ニーズとの関連性

第 14 次労働災害防止計画では、危険性又は有害性が把握されている化学物質のうち義務対象となっていない物質について、リスクアセスメントを行っている事業場の割合を 2025 年までに 80%以上にすることとなっている。本研究によって健康診断に記載したほうがいい産業分類と作業工程等を加味した職業分類を見える化し提案することで、事業場における化学物質管理につなげる。また、厚生労働省の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で、がん等の遅発性の疾病の把握に関して複数の労働者が同種のがんに罹患し外部機関の医師が必要と認めた場合は業務との関連性を解明する必要があると提言されている。職場の化学物質の曝露と健康影響との関連に関わる職業分類を検討する本研究はこの行政的・社会的ニーズに沿っている。新しい分類の提案は、労働災害における傷病と業務との間の因果関係を判断する材料の質の向上として安全衛生上の利点につながる。さらに、将来的には、本研究で得られた基礎的資料を元にして、職業における化学物質の曝露による健康影響評価につなげる。

(2) 目的

職業分類に関して、国内および海外の職業分類の比較整理を行い、新しい職業分類(小分類と細分類の組合せ)を提案することを目的とする。

(3) 方法

- ①国内および海外の文献検索をおこない、職業分類(産業分類・作業工程等を含む)に関する近年の国内及び海外の研究動向を把握する。
- ②国内および海外の職業分類の比較と整理を行う。
- ③急性的な疾病にあたる労働者死傷病報告を使って、職業分類を検討する。
- ④遅発的な疾病を起こしうる 作業工程等を踏まえた職業分類を検討する。
- ⑤新しい職業分類を提案する。さらに可能であれば、病院を開拓し、新しい職業分類を使って 1 施設での予備検証をおこなう。

(4) 研究の特色・独創性

申請者らは当該研究分野をこれまで先導してきた実績があり、化学物質に関する疫学研究に関して豊富な経験を有している。これまでの研究で職業分類を使った研究があるものの、職業大分類を使ったところが研究の限界点となっていることに着目した。

現在までの知見と経験を踏まえ、申請者らは職場における化学物質管理に関する疫学研究を進めていく上で、はじめに産業分類と作業工程等を加味した職業分類を検討しておく必要があると考えた。こうした着想は、環境疫学のバックグラウンドをもつ研究代表者と労働者の産業疫学のバックグラウンドをもつ研究分担者の協同によって初めて可能になった。研究の独創性 本研究で職業分類を検討することで、将来、よりよい研究デザインを使った職場における化学物質の曝露と健康影響との関連に関する疫学研究を進めるものになり、これからのわが国の職域における自律的な化学物質管理を実現するための基盤となる。さらに、本研究で検討された職業分類を使って、化学物質の曝露による健康影響評価が将来可能になることが期待できる。

【研究計画】

(1) 労働者死傷病報告の検討

職業分類・産業分類・作業工程等の比較整理を行う。

(2) 遅発性の疾病を起こしうる職業分類の検討

病職歴調査データを使って、更に検討を行う。

(3) 新しい職業分類の検討と提案

公的データの価値を高めるための今後の職業分類の取り方について、労働者死傷病報告データや病職歴調査データを用いて更に検討をおこなう。

(4) 新しい職業分類のパイロット研究を実施する病院開拓

この代わりに病職歴調査データを使って遅発性の疾病と職業分類との関連を検討する。

【研究成果】

(1) 労働者死傷病報告の検討

2020 年のデータを使って発生状況をまとめ、第 97 回日本産業衛生学会(2024 年 5 月)と第 34 回日本産業衛生学会全国協議会(10 月)で学会発表し、産業衛生学雑誌に投稿した。

(2) 遅発性の疾病を起こしうる職業分類の検討

2024 年 3 月に倫理審査委員会で承認を受けた後、病職歴調査データが 9 月に入手できた。病職歴調査データを整理中である。

(3) 新しい職業分類の検討と提案

日本標準産業分類・職業分類を使って行うことが望ましいと判断し、それを使って分類した。

(4) 病職歴調査データを使って遅発性の疾病と職業分類との関連を検討(新しい職業分類のパイロット研究を実施する病院開拓の代わり)

上述(2)と同じ。

(9) 小型拡散サンプラーを用いた労働現場における保護器具の有効性評価手法の開発

王 齊(生体防御評価研究室), 柳場 由絵(同), 齊藤 宏之(ばく露評価研究部),
小野 恵美(有害性評価研究部), 岩瀬 真喜子(生体防御評価研究室),
雨谷 敬史(静岡県立大学), 三宅 祐一(横浜国立大学), 榎本 孝紀(柴田科学(株)),
鈴木 浩(同), 福島 靖弘(同), 深澤 英(同)

【研究概要】

(1) 背景

作業環境における労働者が特定の化学物質を長期的に高濃度でばく露し、重篤な健康被害をもたらす危険がある。工業的に多く使用される揮発性有機化合物(VOC)は、常圧で沸点が 50–260℃の有機化合物の総称であり、比較的ガス化しやすいため、主に経気道によりヒトへばく露することが認識される。最近の研究では、作業者の経気道 VOC ばく露量と尿中代謝物濃度の乖離が観察され、作業環境における溶媒の飛沫等が作業者の手や腕などの皮膚に付着し、経皮吸収により作業者へばく露することが報告されている。溶媒等の付着の他、VOC がガスとして経皮吸収され、ヒトへばく露することがある(例えば *N,N*-ジメチルホルムアミド)。この場合、VOC が作業服を通過して全身の皮膚により吸収され、ヒトへばく露することが考えられる。また、労働者の安全意識、マスクの使用状況、職場の環境条件の変化など要因の影響により、実際の労働現場において、マスクの効果検証が困難であり、VOC の経気道ばく露量が過小評価されている可能性もある。化学物質のばく露により労働者の健康リスクを低減するために、労働現場における保護器具の有効性評価および化学物質のばく露経路の解明が非常に重要である。保護器具の有効性評価およびばく露経路の解明をするために、労働現場における保護器具内の VOC 濃度を測定することが必要であるが、労働者の作業を支障しない前提で、空間容積が限られている防毒マスク・作業服内の VOC 濃度を測定することは非常に困難である。

(2) 目的

本研究では、小型の拡散サンプラーを活用し、労働現場に適用される防毒マスク・作業服内の VOC 濃度の測定方法を検討し、労働現場において保護器具の有効性評価が可能となる手法を確立する。プロジェクト研究である「経皮ばく露による健康障害が懸念される産業化学物質の予測とそのばく露管理手法に関する研究」(R5–R9)と連携し、労働現場におけるガスとしての VOC 経皮ばく露可能性の初期評価を行い、産業化学物質の管理手法体系構築を目指して、次期プロジェクト研究実施案を策定する。

(3) 方法

個人ばく露測定用の拡散サンプラー(パッシブサンプラー)は、動力が必要ない、体積が小さく軽いために、本研究では拡散サンプラーを活用して保護器具の有効性を評価する手法として提案する。具体的に、防毒マスクの気密性が不十分である場合や吸収缶が破過する場合などのリスクを考慮し、マスク内に拡散サンプラーを装着して非破壊的測定方法を開発し、口鼻付近の VOC 濃度を測定する。また、労働者の作業への支障を極力低減することを考慮しながら、拡散サンプラーを作業服内に装着し、皮膚表面付近の VOC 濃度の測定方法を開発する。拡散サンプラーを用いて VOC 濃度を測定する場合、濃度を求めるための不可欠なパラメータであるサンプリングレートの変化を考慮しなければならないため、マスク・作業服内におけるサンプリングレートの変化に影響する要因をリストアップし、拡散サンプラーの加工・改良により保護器具の有効性評価手法を開発し、適用範囲を評価する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究では、小型の拡散サンプラーを用いた個人ばく露測定方法を精緻化し、限られた空間容積である防毒マスク・作業服内の VOC 濃度を測定できる新たなアプローチをかけることが独創的である。また、研究室での基礎研究だけではなく、本研究は実際の労働現場の状況に相応しいことを大前提としてデザインされることが一つの特色である。さらに、プロジェクト研究である「経皮ばく露による健康障害が懸念される産業化学物質の予測とそのばく露管理手法に関する研究」(R5–R9)と連携して実施することで、本研究の成果を実装化して、空气中 VOC の個人曝露測定手法・生物学的モニタリング手法を融合し、定常状態を維持することが困難な労働現場においても、VOC 経気道ばく露量の評価・経皮ばく露実態の把握について、独創性かつ将来性を有する手法である。

【研究計画】

(1) 防毒マスク内の VOC 濃度測定手法の開発

継続的に防毒マスク内における拡散サンプラーの固定方法を検討する。R5 年度においてゼムクリップを用いて試作したホルダーを異なるタイプのマス

クに装着し、その有用性を評価する。また、当該試作ホルダーを改良する予定である。

(2) 作業服内の VOC 濃度測定手法の開発

継続的に作業服内における拡散サンプラーの装着方法を検討する。R5 年度で試作したホルダーに基づいて、その開口率により SR 変化の有無を検討する予定である。開口率による SR の変化がない場合、ホルダーの材料(現在:ポリカーボネート)を反応性・吸着性の低いテフロン樹脂に変更する予定である。

(3) サンプラーの選定と本研究での適用範囲評価

使用時のマスク内の温度、湿度、気流速度の実測または情報を収集する。呼吸について異なるシナリオを想定し、温度、湿度、気流速度の変化範囲を実測または計算する。

(4) モデル物質の選定・分析方法の開発

将来、本法を用いて労働現場で多種類の VOC に対してスクリーニング測定する場合、定量分析法が対応できない物質の存在を考慮し、定性分析法を開発する予定である。

【研究成果】

(1) 防毒マスク内の VOC 濃度測定手法の開発

今年度、市販の 7 種類の防毒マスクを購入し、ゼムクリップを用いてマスク内における拡散サンプラーの固定方法を検討した。6 種類の異なるタイプのマスクに拡散サンプラーを装着することが可能であった。また、これらのマスクを試着したところ、サンプラーの脱落や変形、皮膚との接触がないことを確認した。

(2) 作業服内の VOC 濃度測定手法の開発

R5 年度で試作したホルダーに対して、使用時における拡散サンプラーのサンプリングレートの変化の有無を検討した。拡散サンプラーをそれぞれ市販ホルダーおよび本研究で開発したホルダーに固定し(n=4)、5 種類の VOCs(酢酸エチル、トルエン、酢酸ノルマルブチル、1-ブタノール、エチレングリコールモノブチルエーテル)を捕集して、捕集量を比較した。2 種類のホルダーに装着したサンプラーによる VOCs の捕集量の比はほとんど 1 であり、ホルダーによるサンプラーの捕集効率の変化がみられず、開発したホルダーが有用であることが示された。しかし、ホルダーはポリカーボネートで試作したものであり、使用時のアルコール消毒や測定対象物質との接触などにより劣化すること、測定対象物質

を吸着することが考えられる。今年度では、反応性・吸着性の低いテフロン樹脂でホルダーを作成した。また、防毒マスク内・作業服内の VOCs 濃度測定手法開発の一環として、研究代表者の既往研究の成果を踏まえて拡散サンプラーを用いた VOCs を捕集するときのサンプリングレート推算方法の開発を継続して行っている^{[1][2]}。

(3) サンプラーの選定と本研究での適用範囲評価

拡散サンプラーは環境条件の影響を受けて測定結果が変化する可能性がある。一方、ヒトの身体活動強度により呼吸域の温度、湿度、気流速度が一般環境より極端に高くなる可能性がある。そのため、マスク内で拡散サンプラーを使用する場合、マスク内の環境条件を把握することが非常に重要である。今年度、環境計測と人間工学の手法を融合し、トレッドミルを用いた Bruce protocol による身体活動強度を段階的に変化させながら、防毒マスク内の温度、湿度、気流速度を実測し、その変化範囲について初期評価を行った。身体活動強度の評価指標である代謝当量(METs)の増加(約 1.0-8.0)とともに、マスク内の温度、湿度が減少する傾向であったが、その範囲はそれぞれ約 32.5-34.0°C、80-90%であった。一方、温度、湿度の変化傾向と異なり、気流速度は増加する傾向であり、その範囲は約 1-4 m/s であった。

(4) モデル物質の選定・分析方法の開発

活性炭を用いて空気中の VOCs を捕集する場合、二硫化炭素は一般的な抽出溶剤として使用することが多い。二硫化炭素は、極性が高い物質に対して脱着効率が低いことがある。労働現場で多種類の VOCs に対してスクリーニング分析を行う場合、二硫化炭素を用いて脱着できない物質の存在を考慮し、2-フェノキシエタノールを抽出溶剤として、幅広い物性を持つ VOCs に対応可能な一斉分析方法を開発した^[3]。

【参考文献】

- [1] 王 齊ほか, 地球環境, 28(2):155-162, 2024. https://doi.org/10.57466/chikyukankyo.28.2_155
- [2] Omagari R., Wang Q., et al., Air Quality, Atmosphere & Health, 17:857-864, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11869-023-01485-z>
- [3] Wang Q. et al., Chemosphere, 350:140980, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.140980>

(10) 溶接ヒューム成分のリスク評価のための皮膚吸収性調査

岩瀬 真喜子(有害性評価研究部), 柳場 由絵(同), 小野 恵美(同), 王 瑞生(同),
山田 丸(ばく露評価部), 緒方 裕子(ひろこ)(同), 小椋 康光(千葉大学)

【研究概要】

(1) 背景

溶接ヒュームは令和3年より特定化学物質に指定され、健康影響への懸念が高まりつつある産業化学物質である^[1]。溶接ヒュームとは、アーク溶接の際に発生する金属蒸気が大気中で急激に冷却され、酸化・凝固することで生じる極めて微細な固体粒子を指す^[2]。固体粒子の大きさは0.005~20 µm程度であり^[3]、アークプラズマから遠く温度が低いほど、粒子間凝集によって成長し、粒径が大きくなる^[4]。現在、溶接作業者は呼吸器を介した溶接ヒュームばく露への懸念から、呼吸用保護具の着用が義務付けられている^[1]。しかし、皮膚を介したばく露については情報が非常に限られており、これまでほとんど考慮されてこなかった。溶接ヒュームの主成分として、鉄、マンガン、クロム、ニッケルなどの金属類が含まれる^[5]。このうちクロムおよびニッケルは、皮膚感受性や発がん性が指摘される金属元素であり、アレルギー性皮膚炎や皮膚がんを引き起こす可能性がある^[6,7]。また、これらの金属元素を含む路上粉じん^[8]や無機金属粉末^[9]は皮膚膜を透過することが報告されており、溶接ヒューム成分も同様に皮膚から吸収され、皮膚表面や全身への障害をもたらす可能性がある。したがって、呼吸器のみならず皮膚を介したばく露を評価することも、溶接ヒュームの健康リスクを把握する上で重要である。金属の経皮吸収には、皮膚表面の温度や汗の組成(塩、アミノ酸、タンパク質など)、pHなどが影響する可能性がある。さらに、固体の粒子状物質の場合、その大きさや溶解性などが体内取り込みに影響すると考えられる。実際に、ニッケルナノ粒子の経皮吸収率はニッケルマイクロ粒子の約40倍であったことが報告されており、粒径が小さく比表面積が大きいほど、汗中で溶解しやすく吸収されやすいと考えられる^[10]。このように、一般に不溶性の粒子は角層を通過しないため、溶解速度が経皮吸収におけるもっとも重要な因子と考えられてきたが、一方で、金属粒子そのものの皮内取り込みや吸収については不明である。例えば、毛孔や汗腺のような細孔部分や皮膚の損傷部分に粒子が集積し、皮膚深部に入り込むことで、金属イオンに長期にさらされたり、粒子が全身循環に入り各臓器へと分布したりする可能性がある^[11]。したがって、細孔部分と皮膚損傷の存在が、粒子の経皮吸収に

どのように影響するかを調査することも、溶接ヒューム成分のばく露評価において重要である。

(2) 目的

本研究では、溶接ヒューム成分の経皮ばく露を発端とする金属吸収特性を明らかにすることを目的とした。具体的には、溶接ヒュームの主要成分である酸化鉄および酸化マンガン粒子を用いて、粒径による経皮吸収速度への影響や皮内分布を解析する方法を確立する。さらに、確立した方法をもとに異なる組成の溶接ヒューム成分について解析することで、元素組成、ばく露環境、皮膚損傷の有無ごとのばく露評価につなげることを目指す。

(3) 方法

1) 金属粒子の経皮吸収特性評価法の開発

溶接ヒューム成分の皮膚透過性と蓄積性を *in vitro* で評価するため、モデル物質を用いて評価法を確立する。被験物質には、溶接ヒュームの主要成分である酸化鉄および酸化マンガンからなるナノ粒子またはマイクロ粒子を用いる。皮膚モデルとして、ヒト三次元培養皮膚およびヒト皮膚と近いブタの摘出皮膚を用いる。また、本実験では皮膚損傷の影響を推定するために、擦過皮膚プロトコル^[12]に従い損傷した皮膚を用いる。被験物質をフランツセルにセットした皮膚表面に塗布し、24時間までのばく露後、各皮膚層における粒子の分布と大きさ、形状、金属濃度を解析する。さらに、24時間ばく露後に皮膚表面から被験物質を除去し、1週間にわたって皮内に残った被験物質のモニタリングを行う。これにより、長期的な蓄積の評価を行う。解析には、走査型電子顕微鏡(SEM)や透過型電子顕微鏡(TEM)による観察の他、高感度な元素検出器である誘導結合プラズマ質量分析計(ICP-MS)による元素定量分析を用いる。必要に応じて、元素のイメージングと定量化が可能なレーザーアブレーション(LA)—ICP-MS^[13]や、ナノ粒子の粒径分布や元素組成をハイスループットかつ高感度に解析できる単一粒子(sp) ICP-MS、非対称フロー・フィールドフローフラクシオネーション(AF4)—ICP-MS など^[14]の使用を検討する。

2) 溶接ヒューム成分の経皮吸収特性の評価

溶接ヒューム成分認証標準物質(MSFW-1、SSWF-1)を用いて、経皮吸収特性を元素組成および皮膚損傷の有無の観点から評価する。解析には手順1)で確立した方法を用いる。

(4) 研究の特色・独創性

溶接ヒュームのばく露リスクを評価するには、呼吸器のみならず皮膚を介したばく露も考慮すべきであるが、経皮吸収の可能性にはほとんど注目されてこなかった。本研究はその溶接作業環境中におけるばく露リスク評価の暗部にスポットライトを当て、短期的のみならず長期的な影響をも解明しようとする初の試みである。固体の粒子状物質、特に溶接ヒュームの経皮ばく露とその健康影響に着目した研究は例がなく、独創性が高いと言える。また、本研究では粒径と皮膚損傷による経皮吸収への影響を解析することで、ばく露環境や皮膚の状態ごとのリスク評価につなげることを目的としている。本研究で得られる知見は、溶接ヒュームを扱う作業環境中における健康障害防止策の提案に寄与するものであり、労働安全衛生上の意義は大きい。さらに、本研究で構築する金属粒子の経皮吸収評価法は、溶接ヒューム以外の物質にも適用可能であり、今後の粒子状物質の経皮ばく露研究の指標になると考えられる。

【研究計画】

(1) 金属粒子の経皮吸収特性評価法の開発

酸化マンガン粒子を用いて、金属粒子の皮膚への吸収、透過、蓄積を評価する方法を検討する。前年度では基盤となるばく露方法および ICP-MS と電子顕微鏡を用いた解析法の検討を行ったので、本年度では実際に金属粒子をばく露した時の経皮吸収特性を評価することを試みる。本実験では金属粒子の大きさと皮膚損傷の有無に着目し、各皮膚層における粒子の分布と大きさ、形状、金属濃度を解析する。

(2) 溶接ヒューム成分の経皮吸収特性の評価

溶接ヒューム成分認証標準物質 (MSFW-1、SSWF-1) を用いて、経皮吸収特性を評価する。実験では、特に元素組成、皮膚損傷の有無による影響に注目し、解析には手順(1)で確立した方法を用いる。実際の溶接ヒューム成分が使用可能な場合は、元素組成や粒径、溶解速度等の情報も併せて分析する。

【研究成果】

今年度は主に、溶接ヒュームの主成分である酸化マンガン(II,III)を用いて、皮膚吸収性評価を行った。実験ではフランツ拡散セルを使用した。ユカタンマイクロブタの皮膚に酸化マンガン粒子と人工汗液の懸濁液をばく露し、最長 8 時間までのインキュベート後、皮膚とレセプター液中のマンガン濃度を ICP-MS 法により測定した。その結果、マンガンは真皮を透過しないものの、皮内に吸収されることがわかつ

た。そこで、LA-ICP-MS 法を用いて、皮膚に吸収された金属の元素イメージングを行ったところ、表皮で粒子状のものを含む高濃度のマンガン蓄積が確認され、真皮には溶解したマンガンが移行することがわかった。真皮に粒子状の酸化マンガンが移行しないことは、組織染色を用いた顕微鏡観察からも裏付けられた。一方で、表皮付近の毛穴とその下部で非常に高濃度のマンガン蓄積が確認され、真皮部分では最も高いレベルだったことから、毛穴の存在が金属の皮膚吸収性における重要因子である可能性が示唆された。さらに、元素イメージングで得られた知見に補足するため、三次元培養皮膚を用いた酸化マンガン懸濁液の表皮透過速度の解析も行った。真皮には毛細血管が存在するため、真皮に金属イオンが到達するという事は、その金属が体循環に入る、すなわち全身影響が発生する可能性があることを意味する。そこで、三次元培養皮膚のようなごく薄い試料を用いて、レセプター液に到達したマンガン濃度を測定することで、真皮への金属イオンの到達時間(表皮透過速度)を解析することを検討した。ばく露時間とレセプター液中マンガン濃度の近似曲線から表皮透過開始時間を求めたところ、約 40 分で透過したことがわかった。このことは、金属粒子が皮膚に付着した場合、約 40 分で体循環に入る可能性があることを示唆している。続いて、粒径の異なる酸化ニッケル粒子(ナノサイズ:約 50 nm、マイクロサイズ:約 5 μ m)を用いて同様の検討を行った。比較の結果、マイクロ粒子では表皮でわずかに濃度が上昇したのみで、真皮への移行はほとんど見られなかった。一方、ナノ粒子では表皮への蓄積および真皮への浸透が確認された。このことから、粒子サイズおよびそれに伴う溶解速度の違いが、金属粒子の皮膚吸収性に影響を与えることが示唆された。

【参考文献】

- [1] 厚生労働省, 令和 2 年 4 月の特定化学物質障害予防規則・作業環境測定基準等の改正(塩基性酸化マンガンおよび溶接ヒュームに係る規制の追加), 2021.
- [2] K. Donaldson et al., Part. Fibre Toxicol., 2, 10, 2005.
- [3] A. A. Ennan et al., J. Aerosol Sci., 64, 103–110, 2013.
- [4] M. Shigeta et al., Q. J. JAPAN Weld. Soc., 33, 365–375, 2015.
- [5] N. Floros, Weld. World, 62, 311–316, (2018).
- [6] IARC, Agents Classified by the IARC Monographs, 2023.

- [7] 日本産業衛生学会, 許容濃度等の勧告(2021年度), 産衛誌, 63, 179-211, 2021.
- [8] G. C. Magnano et al., Environ. Pollut., 292, 18353, 2022.
- [9] F. L. Filon et al., Toxicol. Vit., 23, 574-579, 2009.
- [10] M. Crosera et al., Chemosphere, 145, 301-306, 2016.
- [11] E. Kimura et al., YAKUGAKU ZASSHI, 132, 319-324, 2012.
- [12] R. L. Bronaugh, R. F. Stewart, J. Pharm. Sci., 74, 1062-1066, 1985.
- [13] M. Iwase et al., J. Toxicol. Sci., 46, 193-198, 2021.
- [14] B. Meermann, V. Nischwitz, J. Anal. At. Spectrom., 33, 1432-1468, (2018).

(11) 混合有機溶剤の吸脱着と吸着材料の関係性に関する研究

金子 剛大(ばく露評価研究部), 齊藤 宏之(同), 山田 丸(同), 萩原 正義(同)

【研究概要】

(1) 背景

有機溶剤は、化学合成工業のほか、多様な業種にて塗装、洗浄および接着等で幅広く使用されている。有機溶剤は一般的に揮発性が高く、作業者に蒸気としてばく露、吸引されやすい。この有機溶剤の吸引は、急性中毒のみならず、慢性中毒も引き起こす。このため、作業環境測定や防毒マスクの観点から、吸着材を用いた有機溶剤蒸気の吸着に関する研究が実施されてきたが、その多くが単一成分の蒸気であり、混合系においても主に一般的またはそれに類似した成分が対象となっていた。一方、労働現場で使用されている有機溶剤の大部分は混合系であり、昨今の化学物質規制・規則等にも関連して、その組成も多様化していることから、実際の作業環境に即した研究を行う必要がある。防毒マスクに関連する厚生労働省通達においても、「適切な吸収缶の使用」(技術上の指針公示第 24 号)および「本来の対象物質と異なるリスクアセスメント対象物に対して除毒能力又は捕集性能が著しく不足する場合がある」(基発 0918 第 3 号)と記載されている。さらに、基発 0525 第 3 号では、「混在する 2 種類以上の有毒ガス等についてそれぞれ合格した吸収缶を選定すること」と明示されており、労働者の有機溶剤ばく露を低減・防止するためには、混合有機溶剤の実状についての情報収集・整理とともに、その混合有機溶剤の吸脱着に関して、吸着材の性状との関係性、さらには吸脱着によるその性状の変化も含めた科学的データや学術的知見の報告、提供が必要である。

(2) 目的

吸着材への混合有機溶剤の吸脱着における成分分配や脱着性等の特性を明確にする。また、吸着材についてもその吸着能を報告するだけでなく、各種性状と混合有機溶剤吸脱着の関係性および吸

脱着前後の性状変化の有無についても明らかにする。さらに、適切な実験系・システムの構築および多様な組成の混合有機溶剤蒸気への適用可能性についても検討、検証を行う。

(3) 方法

実使用、また市販の混合有機溶剤についての情報収集および本研究領域に関連する JIS 等による有機溶剤の吸着に関する手法や評価法等の調査を行う。また、吸着材について、その性状をはじめに詳細に観察、測定および評価する。混合有機溶剤はその実状を考慮し、また吸着材は防毒マスクや捕集剤としての利用の有無に関わらずに市販品から、ともに数種類程度を選定してその組み合わせを変えることにより、吸着質である混合有機溶剤と、吸着材の両面からの考察を行う。吸脱着測定では、はじめに液相で事前実験を行い、その成分分配や吸着材の性状変化を評価し、蒸気での測定に移行する。なお、液相および蒸気どちらにおいても、比較として単一成分での測定および評価も実施する。さらに、蒸気での測定では、その有機溶剤成分の揮発性等の特性を考慮した適切な蒸気の発生系および吸着系、さらにその測定系についても検討する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究は、実際の労働現場環境に即した混合有機溶剤について、市販吸着材を用いて吸脱着特性を明らかにするものであり、その研究成果や学術的知見の報告・提供はもとより、市販・実用的な吸着質および吸着材を対象にしていることで、行政機関等から知見を求められた際の具体的な情報提供、さらには防毒マスク・吸収缶吸着剤等の改良・開発への寄与も可能となる。また、吸脱着測定に際して検討する実験系・システムの構築は、今後新たに使用される、またはすでに使用されている混合有機溶剤成分の吸脱着特性の解析や評価にも応用できると考えている。

【研究計画】

混合有機溶剤や活性炭、また吸脱着測定法等に関する調査および情報収集を、行政的・社会的ニーズや、従来の調査研究との差異の観点からも継続的に行う。

吸着材としては活性炭から最大で 2 種類を順次選定し、または令和 5 年度中に選定したものについて、その性状の分析、解析および評価を実施する。なお、この分析等は有機溶剤の吸着および脱着測定の前後も実施する。

同様に選定した混合有機溶剤を用いて、活性炭による液相吸脱着測定を実施する。この際、混合系のほかにその構成成分(単一成分)系についても検討していくこととする。

【研究成果】

混合有機溶剤や活性炭、また吸脱着測定法等に関する調査および情報収集では、関連告示・通達・調査(労働安全衛生調査等)報告等とともに、当該研究との関連性が高い分野、領域における論文や報告書などを主として、幅広く実施した。また、学協会や協議会等での最新研究動向調査、併せて業界関係者、専門家からの全般的な情報収集も行った。

活性炭 2 種類に関しては、前年度中に有機ガス対応防毒マスク用途活性炭および対照として同じく有機ガス吸着が可能な溶剤回収用途活性炭それぞれ一種の選定、入手を完了している。キャラクターゼーションともよばれる「材料特性評価」においては、情報収集成果も踏まえて、吸着に関与する表面化学的特性および多孔質特性を評価対象項目とした。

微細構造観察とともに、前者に対してはエネルギー分散型蛍光 X 線分析(Na 以上の成分の定量)、粉末 X 線回折測定(結晶相同定、結晶子サイズや面間隔等の算出)、電子スピン共鳴測定(不対電子に関する情報の取得)を実施した。また、昨年度までに得られた測定結果のより詳細な解析、および種々のデータの組み合わせによる新たな評価も行った。結果として、活性炭 2 種の材料特性評価から、有期ガス用防毒マスク用では多種元素それぞれの酸化物の存在や表面における構造欠陥割合が大きいことなどが特徴として挙げられ、炭素材料としての炭素結晶の完全性は小さい、言い換えれば構造が多様であることが判明した。くわえて、不対電子量が多く存在していることも明らかとなり、これらの因子が吸着ならびに保持特性に複合的に関与している可能性が材料特性評価から考えられた。現在、硬 X 線光電子分光分析や新規解析法も活用した複数の手法による多孔質特性評価等も実施中である。なお、有機溶剤の吸着および脱着測定の前後も評価は、活性炭の材料特性評価の重要性や経時変化の影響検証などの観点から、詳細かつ広範な材料特性評価を重点対象としたために現時点で未実施である。

液相吸着測定に関しても、実労働環境中では有機溶剤は蒸気としてばく露するケースが大部分であること、また本分野における活性炭の材料特性評価に関する基礎的、基盤的な知見の蓄積の観点から、同様に活性炭の多角的な材料特性評価を優先的に実施することとした。

(12) 化学防護手袋に関する透過性の簡易測定方法開発に向けた検討:経皮吸収物質含有製品を対象にした方法

柳場 由絵(生体防御評価研究室), 王 斉(同), 小野 恵美(有害性評価研究部),
三宅 祐一(横浜国立大学)

【研究概要】

(1) 背景

労働者が労働現場において特定の化学物質に対して長期的な高濃度ばく露は重篤な健康被害につながるリスクがある。そこで労働者の健康リスクを低減させるため、日本では労働安全衛生法等によって化学物質が管理されているが、管理濃度や許容濃度を遵守していたとしても、化学物質のばく露による労働者の健康被害は生じている。最近では、オルトトルイジンははじめ化学物質が経皮吸収する事により労働者へばく露し、労働災害が起こっ

た事例が報告されている。このような社会的な問題を受けて、労働者が職場で化学物質の使用に関連して健康を害することなく安全に働くことができるように、労働安全衛生法の化学物質の規制体系が令和 4 年に改定され、GHS 分類で危険性・有害性が確認された全ての物質について事業者により自律的に管理することが義務付けられ、事業者が自律的に化学物質の管理ができる環境整備が必要となった。令和 6 年度からは保護具着用責任者が選任され、適した保護具の着用が義務(一部は努力義務)化される。化学物質の経皮ばく露防止対策

の一つとして、化学防護手袋の着用が挙げられる。事業者が化学防護手袋の選択に当たっては、「取扱い説明書等に記載された試験化学物質に対する耐透過性クラスを参考として、作業で使用する化学物質の種類及び当該化学物質の使用時間に応じた耐透過性を有し、作業性の良いものを選ぶこと」が留意事項として定められている。しかし、事業所で使用する化学物質は多岐にわたり、耐透過性情報が見つけれない場合もある。このような場合、作業に適した手袋を選定するために、手袋の透過性について簡易的に評価できる手法が有用となる。さらに、化学防護手袋の耐透過性情報は JIS T8116 試験により求められた結果に準じており、JIS 規格での試験が可能な施設に限られているため、全ての手袋製造業者で実施できるとは限らない。しかし、有効な簡易的な評価方法が開発されることで、より多くの情報が事業所、労働者に提供されることになると考えられる。労働現場で使用している皮膚吸収が懸念される化学物質を含有する製品は単一の化学物質だけでなく混合物であることが多いことにもかかわらず、現在、化学防護手袋の選定に必要な情報は、保護具メーカーが提供する単体の化学物質についての透過性情報や、WILEY Quick Selection Guide に示されている単体としての化学物質の官能基により適した素材の手袋を選択するための情報をもとに選定されており、混合物としての透過性については JIS 規格では混合物の評価方法の試験規定が無いため、混合物での化学防護手袋の透過性試験は実施されない。現状では、混合物を扱う場合の保護具の選択は、SDS に記載される化学物質のうち、最も含有量の多い物質の手袋透過性情報を参考に保護具の選択する方法を取ることとなる。一方、混合物の組み合わせにより評価対象物質の手袋透過速度が変わる可能性があることが指摘されている。また、今年度スタートしたプロジェクト研究「経皮ばく露による健康障害が懸念される産業化学物質の予測とそのばく露管理手法に関する研究」において化学物質の分析方法を検討過程で行ったブタ皮膚を用いた皮膚透過性実験結果から、トルエンで希釈した N,N-ジメチルホルムアミド (DMF) (0.5vol%) を皮膚に添加した場合と PBS で希釈した DMF (0.5vol%) を皮膚に添加した場合、PBS で希釈した DMF の透過率が極めて低くなることが観察された。このような現状から、労働現場への混合物としての手袋透過性情報を提供すること、また、各事業所で新規化学物質に対する透過性を判断するための情報・手法を提供することは急務とされる。

(2) 目的

化学防護手袋の透過性について事業者が情報を得やすくするため、下記の 3 点を目的とする。

- 1) 保護具着用義務物質に対する化学防護手袋透過性の簡易測定方法を確立する。
- 2) 混合化学物質に対して防護手袋の透過性評価方法を検討する。
- 3) 混合物については、共存物質による評価対象物質の手袋透過性変化の有無に対して予備的に検討する(労働現場における経皮吸収物質含有製品を扱う際の保護手袋の選択および交換頻度について情報提供)。

(3) 方法

- 1) 保護具着用義務物質に対する化学防護手袋透過性の簡易測定方法の確立

対象とする物質は、R6 年度から保護具の着用が義務(努力義務)となる皮膚等障害性化学物質から選択し、本研究で提案する実験方法について JIS T8116 と比較することにより簡易測定方法の妥当性を確認する。

安衛研内での JIS T 8116 試験方法を確立する。評価対象物質候補はトルエン、キシレン、エチレングリコールモノ-n-ブチルエーテル、酢酸イソブチル、ベンジルアルコール、オルトトルイジン、アニリン、N,N-ジメチルホルムアミド等とする。これらは剥離剤や希釈剤、塗料、染料、洗浄剤等に含まれる物質である。また、対象の候補物質には発がん性がある(疑われる)物質が含まれる(IARC の発がん性分類において、オルトトルイジンはグループ 1、N,N-ジメチルホルムアミドはグループ 2A に分類されている)。

- 2) 混合化学物質に対する防護手袋の透過性評価方法の検討

化学防護手袋の透過性評価方法について下記の測定方法を検討し、JIS T 8116 試験方法との比較を行うことで簡易方法の妥当性について検討する。

- a. フランツセルに化学防護手袋を装着し、レセプター液として PBS または人工汗液を用い、化学物質の透過性の経時変化について検討を行う。
- b. フランツセルを用い、化学防護手袋の下層(レセプター相側)に活性炭フィルターを装着し、サンプリング時間ごとに活性炭フィルターを回収する。
- c. 化学物質を充填した裏返した化学防護手袋をデシケーターに収納し、ガス捕集チューブを取り付けた吸引ポンプでサンプリングを行う。サンプリング時間毎に捕集チューブを回収する。
- d. 化学物質を充填した化学防護手袋をデシケーターに収納し、ガス検知器を用いてリアルタイムで空気中の物質濃度を測定し、透過状況を把握する。

混合化学物質に対して JIS T 8116 試験法の適応と防護手袋の妥当性が確認された簡易測定方法を用いた透過性評価方法の妥当性を検討する。

評価対象物質候補はトルエン、キシレン、エチレングリコールモノ-n-ブチルエーテル、酢酸イソブチル、ベンジルアルコール、オルトトルイジン、アニリン、N,N-ジメチルホルムアミド等とし、これらは剥離剤や希釈剤、塗料、染料、洗浄剤等に含まれる物質である。これらの化学物質を混合し、モデル物質として使用する。

a. モデル物質の化学防護手袋の透過性について JIS T 8116 により検討を行う。

b. モデル物質の化学防護手袋の透過性について a で確立した簡易測定方法により検討を行う。

3) 混合物について、共存物質による評価対象物質の手袋透過性変化の有無に対する予備的検討

労働現場における経皮吸収物質含有製品を扱う際の保護手袋の選択および交換頻度について情報を提供する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究では、単物質および混合物を対象とした簡易の手袋透過性評価方法の確立を目指し、予備的検討を行う。さらに、経皮吸収物質含有製品を模擬した混合化学物質を用いることで、労働現場で必要となる化学防護手袋の透過性について簡易的な試験法の開発を試みるのが一つの特色である。また、経皮ばく露評価用のフランチセルを活用して化学物質の手袋透過性を評価することが本研究の独創性である。

【研究計画】

簡易測定方法を行った対象物質および対象物質の化学防護手袋透過性と JIS T 8116 規格で実施した試験結果を比較し、上記の測定方法と JIS T 8116 規格試験から求められる透過性との比較を行い、本研究で提案する簡易測定方法の妥当性を検討する。

JIS T 8116 での対象物質を混合させたモデル物質について、JIS T 8116 による化学防護手袋の透過性を確認する。

【研究成果】

保護具着用義務物質に対する化学防護手袋透過性の簡易測定方法の確立について、今年度、デシケーターを用いて手袋耐透過性の測定方法を開発した。試験対象とした手袋は、天然ゴム製の手袋、ニトリル・ネオプレン製の耐薬品手袋、ニトリル製の耐薬品手袋、3 種類であった。モデル物質は、皮膚等障害化学物質等に該当するトルエンと 1-ブタノール(単物質または混合物)であった。手袋を裏

返して、指先の部分を切り出し、500 μ L の評価対象物質をいれた後、ダブルクリップで密封した。物質を入れた手袋をデシケーター内につるし、ミニポンプに連結したチャコールチューブでデシケーター内の空気を捕集した。捕集後のチャコールは二硫化炭素で抽出し、GC/MS で分析を行った。実験開始後、5 分毎にチャコールチューブを交換し、デシケーター内における空気中の物質濃度の経時変化を観察し、濃度が明らかに上昇する時点を破過時間と設定した。合計捕集時間は、天然ゴム製手袋とニトリル・ネオプレン製耐薬品手袋の場合に 30 分であり、ニトリル製耐薬品手袋の場合に 60 分であった。トルエンについては、天然ゴム製手袋の場合、0 分での濃度が 1000 μ g/L 以上であった。ニトリル・ネオプレン製耐薬品手袋の場合、5 分から濃度が上昇して 10 分の時点で濃度が約 600 μ g/L であった。ニトリル製耐薬品手袋の場合、20 分から濃度が上昇して 25 分の時点で濃度が約 150 μ g/L であった。JIS T 8116 に基づいた耐透過性試験によるトルエンの破過時間は、ニトリル・ネオプレン製手袋で 6 分、ニトリル製手袋で 10~30 分であるため、今回対象とした手袋の耐透過性はニトリル製>ニトリル・ネオプレン製>天然ゴム製の順に高いと考えられ、得られた結果が妥当であることが示唆された。1-ブタノールについては、天然ゴム製手袋の場合、5 分から濃度が上昇して、10 分の時点で濃度が約 10 μ g/L であったが、ニトリル・ネオプレン製耐薬品手袋とニトリル製耐薬品手袋の場合、実験中において破過が観察されなかった。1-ブタノールについての JIS T 80116 に基づいた耐透過性試験による破過時間は、天然ゴム製手袋では実施されていないが、ニトリル・ネオプレン製手袋の耐透過時間は 434 分、ニトリル製手袋の耐透過時間は>480 分であるとされている。さらに、デシケーター内の 1-ブタノールの濃度は、トルエン濃度の数百分の 1 程度(天然ゴム製の場合)であったことから、1-ブタノールはトルエンと比較して透過性が低いことが示された。

混合物に対して、JIS 法および簡易法における妥当性の検討については、トルエンと 1-ブタノールを含むラッカーシンナーを対象物質として上記と同様の方法でトルエンと 1-ブタノールの濃度変化を観察した。トルエンと 1-ブタノールはいずれも、天然ゴム製手袋の場合に約 0 分、ニトリル・ネオプレン製耐薬品手袋の場合に約 5 分、ニトリル製耐薬品手袋の場合に約 25 分から濃度が上昇した。混合物中のトルエンおよび 1-ブタノールの濃度の経時変化は、トルエン単物質を添加させた場合と同様の傾向を示した。1-ブタノールは混合物中の含有率が 4%と低い

にも関わらず、単物質のときと比べてデシケーター内の濃度が数倍から数千倍増加した。混合物を使用する場合は、他の透過性が高い組成の影響を受けて、1-ブタノールのような透過性が低い物質の透過性が上昇する場合があることが示唆された。

共存物質による評価対象物質の手袋透過性変化の有無に対して予備的検討については、現在トルエンと1-ブタノールの混合率を変えた場合、トルエン、1-ブタノールの濃度変化が混合率の違いにより変化がするかどうかについて検討している。

(13) インハラブルエアロゾル測定法評価のための粗大粒子発生法の検討

山田 丸(ばく露評価研究部)、緒方 裕子(ひろこ)(同)、村瀬 めぐみ(同)

【研究概要】

(1) 背景

粒子状物質のばく露評価においては、粒径によって体内沈着部位が異なることから、粒径情報が重要なパラメータとなる(ISO7708:1995)。肺深部まで到達するレスピラブル粒子(50%カット径 4 μ m)は、肺疾患に直接関係することからこれまで多くの研究が行われ、知見が蓄積されている。一方で、より粗大なインハラブル粒子(50%カット径 100 μ m)については、管理が必要な健康被害が発生しているものの、レスピラブル粒子に比べ、ばく露評価の知見は非常に限られている。粒径に着目したエアロゾル粒子の測定は、第14次防の「化学物質等による健康障害防止対策の推進」および自律的管理における化学物質のばく露測定に関連するテーマであり、その中でもインハラブル粒子測定法の評価は重要な課題であると考ええる。

(2) 目的

インハラブル粒子の測定法を評価するためには、気中に発生させた基準となる粒子の測定を通じて、得られた測定値を評価、検討する必要がある。本研究では、インハラブル粒子の測定法の評価または開発に用いる、基準となる粗大粒子発生法を検討し、発生システムを構築することを目的とする。

(3) 方法

粗大粒子を安定して発生させるために、以下の項目を実施し、専用の発生システムを構築する。

・情報収集:粗大粒子の発生法・測定法、インハラブル粒子に関連する職業性疾病、作業現場でのインハラブル粒子ばく露評価に関する情報を収集し、整理する。

・発生システムの構築:所内の既設装置(小型チャンバー、エアロゾル発生装置)を組み合わせてシステムを構築する。必要に応じて部品の取り付けや交換を行う。

・標準となる粗大粒子の原料選択:4 μ m以上の粉体材料から、評価に適切な材料を選定する。その後、上記発生システムを用いて発生を試みる。

・発生の実安定性の評価:上記システム・材料によって発生させた粗大粒子を、所内の既設エアロゾル測定装置により測定を行い、粒子発生の実安定性を評価する。

(4) 研究の特色・独創性

粗大粒子の測定は重要ではあるが、微小粒子とは異なる運動をする(重力や慣性力の影響を強く受ける)ことから、捕集および測定が難しく、その測定法や測定装置の性能評価には改善の余地が残されている。また、気中に存在する粗大粒子の個数は微小粒子よりも圧倒的に少ないが、質量濃度に換算すると1個存在しただけでも大きな影響を及ぼすため、粗大粒子の測定は重要である。このような測定の困難さから、粗大粒子測定法の室内実験事例や現場調査事例は少なく、これから実施例を蓄積していく必要がある。本研究で検討する発生法は、独自の手法として提案できる可能性がある。

【研究計画】

(1) 粗大粒子発生用の粉体の選定

試薬検索サイト等から、4 μ m以上で発生実験に適した粉体素材を選定する。

(2) 発じんシステムの構築

発じんシステムは、発じん装置、チャンバー、排気装置からなる。それらの組み合わせを検討し、発じんシステムを構築する。

・発じん装置は、エジェクター式ダストフィーダー(DF-3、柴田科学)または回転ブラシ式ダストフィーダー(RBG Professional、Palas社)を使用する。

・チャンバーは、ステンレス製の角形または円形の小型チャンバーを用いる。

・排気装置は、発生条件に応じて改造する。

(3) 情報収集

粗大粒子の発生法、インハラブル粒子による職業性疾病、作業現場でのインハラブル粒子ばく露評価に関する情報を収集する。

【研究成果】

(1) 粗大粒子発生用の粉体の選定

実験で使用する粉体について、空気動力学径 4

μm 以上であること、球状であること、有害性が低いこと、単分散に近い粒径分布を有することを条件に、粉体製造会社および試薬会社のホームページ等から情報を収集した。その結果、ガラスビーズ、ジルコニアビーズ、球状酸化アルミ粉体がこれらの条件を満たし、かつ市販されていることを確認した。このうち、球状酸化アルミは販売ロットの関係から入手が困難であったため、ジルコニアビーズおよびガラスビーズを試験用粗大粒子として選定した。

(2) 発じんシステムの構築

発じんシステムに必要な発じん装置、チャンバー、

排気装置を、研究所工学棟内に設置した。また、2種類のエアロゾル発生装置として、エジェクター式ダストフィーダー(DF-3、柴田科学)および回転ブラシ式ダストフィーダー(RBG Professional、Pala 社)をセットアップした。さらに、チャンバー内の気中粗大粒子濃度の測定に使用するエアロゾルセンサー(Welas、Pala 社)の装置特性を確認した。

(3) 情報収集

インハラブルサンプラーの性能評価に関する資料および、インハラブル粒子の体内での沈着部位に関する資料を調査し、関連情報を収集した。

(14) 労働環境空气中に存在する感作性物質の測定法に関する研究

張 璇(ばく露評価研究部)、小野 真理子(化学物質情報管理 研究センター)、
齊藤 宏之(ばく露評価研究部)、山田 丸(同)、萩原 正義(同)、
戸次 加奈江(国立保健医療科学院)

【研究概要】

(1) 背景

感作性物質へのばく露は、労働者にアレルギー反応を引き起こし、死に至ることもある。感作性物質として広く知られるイソシアネート類は主にポリウレタンの原料として使用されており、幅広い分野かつ多様な作業でばく露する恐れがある。国内外問わず、イソシアネート類による接触性皮膚炎ばかりでなく、喘息、化学性肺炎等となった労災事例が認められている。NIOSH や ACGIH は労働現場でよく使用されているTDI、MDIといった6種類のイソシアネートモノマー、HSEはTRIG(総反応性イソシアネート類)のばく露基準値を設定している。日本では、特定化学物質第2類物質であるTDIは以前より管理濃度に基づいて管理されているが、さらにHDI、IPDI、HMDIについても令和5年度化学物質管理に係る専門家検討会において濃度基準値が新たに設定され管理されることとなった。一方、現行の作業環境測定法については、「捕集用試薬が要冷凍であり、保存期間が短い」が指摘されており、しかも、イソシアネートモノマーのみが測定対象となっている。しかし、イソシアネートの有害性は、イソシアネート基(-NCO)に由来するため、モノマー以外に複数個が繋がったオリゴマーも有害性に寄与するため、正しくイソシアネート類のばく露評価を行うためには、英国等で採用しているTRIG測定を含め、実際の労働環境に即したイソシアネート類の測定法に関する研究が必要である。

(2) 目的

イソシアネート類は高反応性であり、高感度で測定する必要があるため、誘導体化法で測定されている。

しかし、イソシアネート及誘導体化試薬の種類によって、捕集及び誘導体化の効率、試薬及び誘導体の安定性、及び対応できる分析装置が異なるなどの課題がある。また、サンプラーについてもいくつかの問題点がある。例えば、フィルターは、添加可能な誘導体化試薬の量に上限があり、濃度の高い環境では捕集が不十分、又は捕集直後に現場での抽出作業の必要がある。インピンジャー法の捕集効率は高いが、携帯しにくく、容器が破損しやすいことや誘導体化試薬の揮発などの欠点があり、現状ではあまり使用されていない。市販サンプラーはいくつか開発されているが、高価であるため、一般の事業場での自律管理には不向きである。そこで、本研究は、既存法を基に、重合度の異なるイソシアネート類の濃度を正確に定量することに着目し、労働現場に適用可能なより安価かつ簡易な捕集—分析法の確立を目的としている。

(3) 方法

- ・イソシアネート類を含む市販製品を用い、既存法で重合度の異なるイソシアネート類を定量する可能性を検証する。
- ・既存法の検証結果を踏まえ、労働現場での自律管理に向け、サンプラー、誘導体化試薬又は分析装置等を再検討する。
- ・イソシアネート類を取り扱う作業を考慮した発生法を検討し、捕集—分析法を評価検討する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究は、数多くの問題点が残されているイソシアネート類の捕集—分析法について、実際の労働現場においてガス・粒子相に存在する、モノマーだけでなく、重合度の異なるイソシアネート類(ポリイソシア

ネート等)の濃度を正確に評価することを目指している。また、本研究で確立される測定手法は、イソシアネート類のような高反応性又は半揮発性を持つ化学物質の捕集—分析法の開発又は改良にも参考できると考えられる。

【研究計画】

(1) 標準試薬での分析方法の検討

労働現場でよく使用されているポリイソシアネートを複数選定する。それらの標準試薬を用い、作業環境測定法等を参考に、分析条件を検討する。

(2) 市販製品での分析検証

上記のポリイソシアネートを含む市販製品を複数選定する。確立された分析方法でそれらに含むイソシアネート類の定量分析の可能性を検証する。同時に、市販サンプラーとの比較実験を行う。その結果に基づき、重合度の異なるイソシアネート類の定量について作業環境測定法等の有効性又は改良すべき点をまとめる。

【研究成果】

イソシアネートを取扱う国内外のメーカーを複数問い合わせし、塗料や接着剤用ポリウレタンの原料であるヘキサメチレンジイソシアネート(HDI)のオリゴマー市販製品を入手できたため、これらを対象に研究を行っている。

(1) 標準試薬での分析方法の検討

オリゴマー中-NCO 濃度の測定には、イソシアネートモノマーと同種オリゴマー誘導体の検出器リスポンスが一定範囲内で一致することを基準とし、オリゴマー中に含む-NCO 含有物質を特定し、さらにモノマーの検量線によって定量する方法が用いられてい

る。そのため、まず、HPLC-FLD/UV を用いて、誘導体化試薬である 9-(N-methylaminomethyl) anthracene (MAMA)によって誘導された HDI モノマー誘導体(HDI-MAMA)の分析条件(検出器の種類、バッファの種類、移動相の比率及び流量など)を検討した。

(2) 市販製品での分析検証

1) HDI オリゴマー市販製品の分析条件の検討

市販製品 4 種を MAMA で誘導体化させてから、上記確立された条件で分析を行った。その結果、UV 370/254nm のリスポンス比が HDI-MAMA の $\pm 20\%$ 以内であることを基準とし、-NCO を含む物質が複数特定できた。しかし、分離されていないピークも観察された。他の研究では、分離されていないピークを一体として扱い、特定と定量を行っている。従って、個々のピークを特定するため、分析条件を見直し、分離度を改善する必要があるかを、検討する予定である。さらに、UV 370 nm での分析感度が低いため、低濃度サンプル中対象濃度の特定が難しい。-NCO 濃度の過小評価を防ぐためには、-NCO を含む濃度の特定基準を再検討する必要がある。

2) 誘導体化反応進行状況の確認

モノマーとオリゴマー 1 種を用いて、溶液中における誘導体化反応の進行状況を初歩的に確認した。その結果、反応の所要時間は HDI 及び MAMA の濃度、MAMA:HDI モル比に影響されることが分かった。また、上記条件を問わず、モノマー及びオリゴマー誘導体について、反応後二週間程度の保存安定性が確認できた。今後、溶液中における反応状況の更なる確認、及び捕集材における反応状況の確認を行う予定である。

b. 安全研究領域

(1) 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), 谷川 民生(同),
大原 賢一(名城大学)

【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】

令和 5 年度に把握した技術的課題について追加実験するとともに管理・運用面の課題と合わせて整理して全体を安全性評価指標の観点で総括する。

公衆(携帯)5G 通信網での IEC 規格に適合する無線通信安全通信の導入は、現時点では生産性を確保できずに実用性に欠けるものと判断し、それに準拠または代替する遠隔通信制御方式を検討する。また、引き続き他機関と連携して、イネーブル式手動運転の有効性確認、非常停止機能の実効性確認、VR 環境操縦の有用性確認などを実施する。

マニピュレータを有するロボット等に対しては産業用ロボットと同等の安全教育を推奨する。そのための根拠をより具体的に示すため、遠隔操縦特有のリスクを整理して現行の安衛則や JIS 規格との整合性から検討する。また、既に優れたマニピュレータ技術を持つ大学機関の参画/協力を得て実験環境の拡充に取り組むとともに、遠隔操縦ロボットの規格化に積極的な団体との連携も図る。

マニピュレーションの技術開発に優れた機関と連携が取れる場合には、この基盤研究の範疇では対応できないとして除外した遠隔マニピュレーションの安全性検証を主題とする次期プロジェクト研究の提案について検討する。そのための動向調査も加えて行いつつ、他機関との連携体制の継続/拡充を図る。

【研究成果】

双腕ロボット(マニピュレータ)の研究者(名城大)より、本研究課題への参画が得られたため産業用ロボットと同等の機能や性能を有するロボットとのリスク比較

を行うことで、双腕ロボット等に対しても産業用ロボットと同等の安全教育が必要であることを重点に検討し、情報発信等で活動展開することとした。

(1) 無線通信機器の国内マーケット調査

公衆(携帯)5G 通信網でも利用できる IEC 規格に適合する無線安全通信機器の国内普及状況についてインターネットで調査した。公衆ではない LAN による安全通信については国内大手メーカーも製品を販売しているが、5G 等の公衆無線でも使用できる通信機器については製品を見つけることができなかった。そのため、海外メーカーについてもカタログを収集して調査したが、カタログ調査では規格適合品を見つけることができなかった。再度、調査して国内メーカー等に一度確認を取ることにした。

(2) 5G 通信安定性現状確認

無線通信安全通信の導入には安定した通信品質が必要であるため、出張等を利用して 5GWiFi ルータでの通信安定性について現場調査した。大学等は比較的郊外にあるが 5G 基地局が設置されている場所も多く、5G のアンテナ受信感度は良いため、研究所内の移動ロボットと接続して通信品質を確認した。高速通信は実現されているが持続せず、頻繁に接続が切断されることが多かった。SA 方式ではない現時点での通信方式では、通信の不安定性から十分な生産性を確保できず、実用性に欠けるものと判断された。IEC の安全通信に代替する遠隔通信制御方式の検討を進める。

(3) 操縦インタフェースの検証

イネーブル式手動運転の有効性確認、および、非常停止機能の実効性確認として、昨年度開発した VR 操縦システムを用いた仮想環境での操作において、物理的なリモコンを用いる場合と物理的なリモコンを用いない場合でのイネーブル操作の操作性について簡単な実験で動作確認した。物理的なリモコンを用いなくてもハンドジェスチャ(手を握るなどの動作や状態の認識)でイネーブル機能の模擬は可能であり、操作性においては大きな違いは確認されなかった。物理的なリモコンのイネーブル操作は手が塞がるため、非常停止釦を操作するための制約が生まれ、例えば、両手での複雑な操縦ができなくなる。そのため今後はハンドジェスチャでのイネーブル機能の模擬が主流となると予想され、ジェスチャの認識精度が安全性に影響を及ぼすものと考えられる。ハンドジェスチャ等でのイネーブル機能の適用範囲について詳細に検討する必要がある。

(4) 遠隔操縦資格化の必要性(根拠)検討

産業用ロボットの特別教育が義務化された背景と技術的課題を確認し、死亡事故等の主要因である

「不意の作動」が遠隔操縦型ロボット等でも発生しうる危険事象であることから、マニピュレータを有するロボット等に対しては遠隔手動操作であっても、産業用ロボットと同等の安全教育が推奨されることを学会発表等で議論した。これに対して、「不意作動」対策の現状について質問を受けるとともに幾つか興味深い提案があった。引き続き検討して情報発信する。

(5) 双腕ロボットのリスクアセスメント

マニピュレーション技術に明るい研究者の参画を得たことから、急速に普及している接客や配膳などで活用され始めたマニピュレーションを有する自律型ロボットのリスクアセスメントを実施することで、完全手動型と完全自律型とのリスクの違いを明確化する取り組みを開始した。接客等での活用に対して、現行の産業用ロボットの安全規則でも問題なく適用可能であるかなどを、リスクアセスメントを通じて確認を進める。

(2) 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(研究推進・国際 C)、佐藤 嘉彦(リスク管理研究 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～」(2021 年 7 月)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詳細な検討はなされていない。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)の実施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の推進につながる内容について調査・検討を行う。

(3) 方法

化学物質の自律的管理に関する調査を行うとともに、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・情報をまとめる。

- ①関係省庁における取り組み
- ②関係団体における支援状況
- ③化学物質の危険性と有害性のリスク管理の違い
- ④プロセス安全管理と化学物質の自律的管理の比較
- ⑤化学物質管理者の選任と職務内容に関する考察

⑥厚生労働省委託事業(化学物質情報管理研究センター委託事業)への参画

⑦化学物質管理者専門的講習及び講師養成講習の講師担当

⑧事業場訪問によるヒアリング調査

(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とともに、化学物質の自律的管理を推進するための課題とそれに対する提言をまとめる。

【研究計画】

化学物質の自律的管理に関連する政省令改正及びそれぞれの施行が進行しており、今後、事業場等による具体的な取り組み状況と関連団体における支援方法が明らかになってくる。また引き続き、化学物質管理者講習も開催されており、制度に対する具体的課題も明らかになっている。令和 6 年度は、業界団体、災防団体及び事業場へのヒアリング調査を行い、化学物質の自律的管理を推進するための課題とそれに対する提言をまとめる。

【研究成果】

(1) 化学物質の簡易 RA 手法検討委員会への参加

化学物質の簡易 RA ツールの一つである「CREATE-SIMPLE」の改良版検討委員会に参加した。今回の改良では保護具選定の機能が強化され、2024 年 5 月に改良版(Ver 3.1)が公開されている。また今後の改良の方向性などについても議論され、ツール利用者の立場からみた提案を行った。

(2) 化学物質の自律的管理の推進に関する課題

業界団体及び災防団体の取り組み状況を調査する。また、事業場を訪問し、化学物質の自律的管理の

取り組み状況などについて、ヒアリング調査を行い、課題等を整理した。以下、概要を示す。

- 1) 化学物質の自律的管理の推進に関する課題
 - ①法令順守から自律的管理に移行された背景と目的が正しく理解されていないこと
 - ②化学物質の製造者・提供者・使用者により異なる対応が示されていること
 - ③濃度基準値の設定や保護具着用など具体的な方法が提供されていることが自律的管理の妨げになっている場面もあること
 - ④化学物質の危険性に対する自律的管理の取り組みも必要なこと
- 2) 化学物質管理者の役割に関する課題
 - ①化学物質管理者が対応すべき職務が広範囲にわたること
 - ②既存の安全管理者、衛生管理者に対して、化学物質管理者の位置付けが明確にされていないこと
- 3) 中小規模事業場における化学物質の自律的管理に関する課題
 - ①政省令改正されたことを知らない事業場もあること

- ②中小規模事業場で自律的管理を行うための支援が必要であること

(3) (2)の課題に対する提言

上記課題に対して、事業場、大学等研究機関、行政を含む公的機関への提言をまとめた。以下、それぞれに対する提言の観点を示す。

1) 事業場などへの提言

労働災害防止を目的として、より安全な作業環境を整備するために、どのような体制を構築し、どのような意識を持って安全衛生活動に取り組むべきか？

2) 大学など研究機関への提言：

化学物質の自律的管理の推進を支援するために、どのような研究に取り組み、また研究成果を事業場での安全衛生活動に活かすために、どのような形で提供すべきか？

3) 行政を含む公的機関への提言

化学物質の自律的管理を推進するために、行政を含む公的機関など(業界団体、防災団体も含む)は、どのような支援策を提供すべきか？

(3) 建物の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(所長代理)

【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所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8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) Step1. 風洞実験の実施

令和5年度に製作した中規模ビルのマンションを対象として、解体段階を考慮して風洞実験を実施する。その際に、防音パネル頂部高さでの大気境界層を模擬するため、ラフネスブロックを用いて流入風の調整を行う。

(2) Step2. 実験結果の分析および解析

風力の瞬間値が最大になる危険な場所を特定する。さらに、風力の瞬間値が最大になる発生メカニズムの検討をする。数値流体解析を実施し、解体模型周りの流れ場を可視化してこのメカニズムに関して詳しく検討する。

(3) Step3. 成果発表

海外学会、国内学会、研究会において研究成果を発表する。また、論文を執筆、投稿する。

【研究成果】

(1) 流入風作成

実験で用いる縮尺 1/60 の 8 階建てマンション模型の防音パネル高さよりも十分高い位置までの境界層乱流を生成することを試みた。大気境界層を模擬するために、測定部の最上流部に設置するスパイアのサイズを調整した。スパイアの調整により測定部の床面に設置するチェーンとラフネスブロックの数を大幅に減少することができた。8 階建てマンションの防音パネル

頂部高さを基準としたとき、生成された気流は基準高さの 1.5 倍程度の高さまで荷重指針の粗度区分 3 の乱流境界層と概ね一致した。

(2) 中規模ビル(8 階建てマンション)の足場に作用する風荷重評価

建物の解体工事での防音パネル付き足場の風による倒壊事故の低減に貢献することを目指し、風洞実験によりパネルの風力係数を求める。その結果と技術指針を比較し、防音パネルの安全性について検討する。以下の解体段階で風荷重を測定している。その際に、瞬間値である最大値の評価のため、既存の計測時間を 2 倍にし、アンサンブル平均の数が 10 回できるように計測し、最大値を評価している。

- ・解体無し模型(測定済み, データまとめ中)
- ・側面開口部を有する解体模型(測定済み)
- ・前面中央部開口部を有する解体模型(測定予定)
- ・屋上半分解体模型(測定予定)。

(3) PIV (Particle Image Velocimetry) 可視化デモ実験の実施

PIV 装置および数値流体分析ソフトを用いて開口部付近の流れ場を確認する。そのため、可視化デモ実験を行い、次年度の研究で流れの詳細が分析できる体制を整えた。

(4) 研究成果発表

風工学学会誌と研究所のコラムに流入境界層の生成方法に関して投稿した。8 階建てマンションの実験が終わり次第、その研究成果をまとめて来年度に開かれる予定の国際学会 APSS2025 で成果を発表する。また、論文集にも投稿する予定である。

(4) 建設用ゴンドラの側面開口率および開口形状が風荷重下の応答に及ぼす影響に関する研究

高梨 成次(建設安全研究 G)

【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の設備である。風に対して非常に敏感な応答を示す構造物である。これまでに縮小モデルを用いた風洞実験によってその特性を調べたが、ゴンドラ側面の開口率の影響やゴンドラ形状の違いによる影響は十分に検討できていない。そのためそれらの影響に関する資料が関係団体から求められている。

(2) 目的

ゴンドラ搬器の側面の開口率を変化させることによるゴンドラの風応答の特性を実験的に調べる。またゴ

ンドラ搬器の側面は一般的には千鳥パンチングメタルが採用されているが、他の方式による開口形状での影響を調べることを目的とする。

さらに、ゴンドラの形状が風応答に及ぼす影響を調べる。

(3) 方法

縮小模型を作成し、風洞実験によって行うことを計画している。風洞実験では、ゴンドラに対する風向を変化させて基本的なデータの収集を図る。

(4) 研究の特色・独創性

これまでに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、本研究は独創的であると考えられる。

【研究計画】

令和 5 年度に引き続き、ゴンドラメーカー、ユーザー各社と協議をして、ゴンドラの側面開口率および開口形状をパラメータとした実験を実施し、より風に対して安定性が高いゴンドラを模索する。また、ゴンドラの形状および付帯物によって風に対して安定性を高めるための創意工夫を重ねる。

【研究成果】

安全工学シンポジウムにおいて発表を行った。安全工学研究発表会に投稿し、12月に口頭発表を行った。

研究のタイトルに従い、ゴンドラ側面の開口率を変化させた実験を繰り返し、それが風応答の低減につながる可能性を模索したが、望んでいた結果は得られなかった。そのため、ゴンドラに付帯物を取り付ける等の対策を行った。何通りかの付帯物を取り付けて風洞実験を試みた結果、1 種類ではあるが、ゴンドラの風応答の低減に期待できる対策を見つけることができた。

(5) ロールボックスパレットの積載重量の実態と簡便な測定手法に関する検討

大西 明宏(リスク管理研究 G), 柴田 圭(同)

【研究概要】

(1) 背景

現在までにロールボックスパレット(以下、RBP)に積載された荷の重量の実態は把握されておらず、作業者が安全に取扱い可能な範囲にあるのかを検証することは不可能である。また、取扱い可能な範囲にあることが確認できても RBP の転倒などによる労災防止を効果的に実施するには積載重量に応じた取扱いリスクの管理が重要であり、そのためには基盤となる RBP 積載重量データベースの作成が求められる。

(2) 目的

本研究では全日本トラック協会、陸上貨物運送事業労働災害防止協会(陸災防)、中央労働災害防止協会(中災防)等の協力を得ることで複数の RBP 取扱い事業場を対象に、多数の RBP 積載重量等の実測調査を行い、その結果をもとにした業種・業態、RBP サイズ別の RBP 積載重量データベースを作成することを目的とした。また、現場で RBP の積載重量を簡便に測定できる手法についても検討することにした。

(3) 方法

本研究の内容を説明し、協力が得られた物流施設等の事業場にスロープ付きの 1,000kg フロアスケールを持ち込み、RBP の積載重量(RBP 本体を含む)、主に何が積み上げられているのかを把握するための積み荷写真の撮影、RBP 本体の重量を把握するために寸法やメーカー等の情報を記録することにした。なお、RBP に積まれる荷は多岐に渡るが、測定の協力が得られる事業場の業種・業態の範囲で集計し、データベース化する。また、RBP 積載重量の簡便な測定手法については、キャスターの車輪を揃えてからプッシュプルゲージを介して RBP を動かした際の力をもとに積載重量の算出式を求めるものであり、測定に必要な条件や

測定誤差の範囲等を検討する。

(4) 研究の特色・独創性

RBP 本体の耐荷重は示されているが、実際の RBP の積載重量のデータは存在しないため、現実的に人力で取扱うことができる RBP の積載重量がわかっていなかった。本研究ではその範囲をデータベースとして示すことで、現場での RBP 積載重量の制限を検討する基礎的資料を提供することができるものと考えられる。また、現状では床に内蔵された特殊な台秤がない限り RBP の重さを測定できない状況にあるが、RBP 積載重量の簡便な測定手法を見出すことができれば、事前に耐荷重を超えていないか等を確認できるようになる。このような現場で RBP の積載重量管理ができる手法が確立されることで、人力では無理な積載での RBP 取扱いを未然に防ぎ、RBP の転倒による下敷き災害の防止につながる実践的な提案になるものと考えている。

【研究計画】

ロールボックスパレットおよびカートトラックの追加データ取得を進め、積載荷重 50kg 区分の業種・業態別のデータベース作成を進める。また、RBP 積載重量の簡便な測定手法については、RBP にプッシュプルゲージを固定するための治具を試作し、RBP の適切な動かし方等を検討の上で測定手法の考案を目指すことにした。

【研究成果】

(1) RBP 積載重量実測調査

物流施設 3 ヶ所および小売業のバックヤード 1 ヶ所の合計 4 ヶ所を対象に測定を実施した、その結果、ロールボックスパレットは 1,012 台、カートトラックは 130 台のデータを取得した。当初の予想とは異なり、積載重量は 200kg 未満のものが多かったが、4 つの現場

での測定値であることからデータベースとしてはある程度の信頼性のある結果であると思われる。この測定結果は人力によるRBPの取扱い許容重量との関係について検討した内容を日本人間工学会第66回大会にて発表する予定である。また、最終的にまとめた成果に関しては労働安全衛生研究等へ投稿する予定である。

(2) 簡易的な積載重量の測定手法の開発

プッシュプルゲージを用いる方法だとRBPに積載された荷の重心位置によって測定値に大きな差が生じることが判明した。そのため、プッシュプルゲージを用いたRBPの押し・引きによる簡易的な測定方法を考案することは不可能であった。そのため、通常の秤を用いた大掛かりな測定方法のみが唯一の手段であることが確認された。

(6) 視覚的不注意が移動時の環境適応動作に与える影響—クロスリアリティ技術を用いた検討—

和崎 夏子(リスク管理研究 G), 高橋 明子(同), 平内 和樹(新技術安全研究 G), 菅間 敦(成蹊大学)

【研究概要】

(1) 背景

労働災害において、休業4日以上 の転倒災害は全体の23%(33,672件)を占めており、最も多い事故の型である。このことから、第14次労働災害防止計画(14次防)では、労働者の作業行動に起因する労働災害防止対策の推進として、転倒災害対策に取り組む事業場の割合を2027年までに50%以上とすることをアウトプット指標として定めており、転倒災害防止に関する研究を行うことが急務である。厚生労働省が運営する「職場のあんぜんサイト」^[1]における労働災害(死亡・休業4日以上)データベースより転倒災害状況をみると、労働者の「不注意」に伴う転倒事故が少なくない。

労働災害は、不安全な状態(物的要因)および不安全な行動(人的要因/ヒューマンエラー)により生じると説明され、労働災害発生原因全体のうち約96%は、労働者の不安全な行動に起因する。私たちの日常ではヒトが持つ注意資源の容量を超える多くの情報が存在するため、それに対して注意を奪われてしまい、特に労働現場では特定の作業に注意を集中させてしまう。こうした注意の配分が不適切な状態が、事故を引き起こす要因の一つとして捉えられている^[2]。

転倒災害は「ながら行動」時に多く発生することが報告されているが、その理由の一つとして、視覚的な注意が別の対象へ集中することによる外界への注意の低下が挙げられる^[2]。また、こうした際に生じる歩行(姿勢)の乱れは転倒を起こす可能性を高める^[3,4]。視覚的な注意が適切に働いていない状況では、その他の環境要因(周囲の明るさなど)に問題がなくとも、視覚的な認知がうまくできない。つまり、「注意が逸れることが転倒災害の原因の一つ」という一般的な解釈における注意が逸れるという状態は、視覚的不注意という状態になっている可能性がある。労働災害に関する研究において、視覚的不注意と災害をつなぐ知見は

必ずしも多くない。

(2) 目的

本研究では、視覚的不注意が移動時(直線歩行、90°方向転換歩行、またぎ動作)の環境適応動作に与える影響を明らかにすることを目的とする。上述したように、歩行の乱れは転倒を起こす可能性を高めると同時に、環境適応動作(日常的な例では、地面の凸凹に対して適切に足を配置するなど)の低下を招く。そこで実験では、状況にバリエーションを持たせることが可能なクロスリアリティ技術(VRあるいはMR)を用いて、足元に様々な種類の表面テクスチャや物理的な段差などの障害物を提示し、実験参加者をさまざまに歩行させる(直線歩行、90°方向転換歩行、またぎ動作)と同時に注意に対する操作を行い、足元から視覚的な注意をそらす(詳細は後述する)。課題遂行時の姿勢をモーションキャプチャシステムにて計測し、通常歩行時における姿勢からの逸脱度合い、つまり歩行の乱れより、視覚的不注意がどのように影響するのか明らかにする。

(3) 方法

心理学の分野では、注意はいくつかの種類に分類できる。代表的な種類としては、外発的な注意(無意識的・自動的な注意)と内発的な注意(意識的・能動的な注意)が挙げられる^[5]。

実験では、外発的な注意を操作する方法として、歩行時に実験参加者の周辺視野に強いフラッシュ光を提示し足元からの注意をそらす(視覚的不注意をもたらす)。内発的な注意を操作する方法として、VR空間に数列を提示しそれを逆唱させることにより認知的負荷をかけ、能動的に足元から視覚的な注意をそらす。その際の歩行姿勢をモーションキャプチャシステムにて計測し、通常歩行時と視覚的な注意を操作した条件における身体重心左右動揺幅などを比較する。なお、外発的な注意および内発的な注意の操作に関しては、視覚刺激だけに限定せず、聴覚刺激(大きな音)など、実

際の労働現場を模した刺激を提示することを考える。

1) 実験 1: 床面の条件設定のための予備実験

実際の労働現場を想定し、VR/MR 環境内において床のテクスチャを操作し、実験参加者を歩行させる。具体的には、足下への視覚的注意が必要となる①幅が狭い床、②滑りやすそうに見える仮想的なテクスチャの上を歩行する条件、③物理的に滑りやすい材質の上を歩行する条件、④物理的に滑りやすい材質に滑りにくそうに見える仮想的なテクスチャを提示し歩行する条件(ミスマッチ条件)を考えている。こうした床上における歩行姿勢をモーションキャプチャシステムにて計測する。これにより歩行が安定あるいは不安定になる足元の視覚条件が明らかになる。上記の注意の操作と同様、足元に提示するコンテンツにおいても実際の労働現場を模した刺激を提示するなど(例えば建設現場における足場など)、逐次調整していく予定である。

2) 実験 2: 本実験

実験 1 で調べた視覚的状況において外発的注意および内発的注意を操作し、歩行姿勢を計測する。前者の注意操作ではフラッシュ回数の回答課題、後者は逆唱課題を行う。この実験により、注意をそらすことにより転倒につながる環境適応動作の低下がみられるのかがわかる。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特色は、「転倒」という現実的な問題に、心理学的に確立されている「視覚的注意」に関する実験パラダイムを VR/MR 環境で取り組む点にある。また、注意の種類に基づき、視覚的不注意と転倒に関与する環境適応動作の関係を探ろうとする点が独創的である。

【研究計画】

令和 5 年度に実施した災害分析の結果より、不注意がもたらされる要因に着目した転倒災害防止のための取り組みが必要であること、また、不注意となる対象のほとんどが足元の障害物であることがわかった。そこで、令和 6 年度は以下の実験を実施する予定である。

不注意をもたらす要因の一つである精神疲労と年齢に着目し、若年労働者層および高齢労働者層に対して、計算課題により注意の覚醒度を低下させたのち、VR 空間にて障害物の跨ぎ動作を実施する。その際の疲労度や障害物と足のクリアランスを計測し、転倒との関係を明らかにする。昨年度に引き続き上述の実験を実施し、あらかじめ設計したサンプル数のデータを取りきり、結果を原著論文としてまとめる。

【研究成果】

実験の結果、精神疲労は全年代で転倒リスクを高めるが、その要因は年代で異なり、高齢労働者層ではバランス機能の低下や精神疲労への感受性の低さが、若年労働者層では精神疲労と省エネルギー動作の併存がリスク要因となることが示唆された。これにより、年齢特有のリスクが精神疲労で顕在化することが示され、若年期からの早期指導・教育の重要性が示唆された。これらの成果は、国際会議(33rd International Congress of Psychology 2024 年 7 月、International Workshop on Industrial Safety Engineering 2024, 9 月)にて発表した。また、原著論文が国際誌(Scientific Reports)に掲載された。

【参考文献】

- [1] 厚生労働省. 職場のあんぜんサイト, 労働災害(死亡・休業 4 日以上)データベース. https://anzeninfo.mhlw.go.jp/anzen_pgm/SHISYO_FND.html.
- [2] 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, 43(1), 11-16.
- [3] 村田賢太・松原誠二 (2017) スマートフォン使用による視覚的注意の定位が衝突回避歩行に及ぼす影響. 理学療法科学, 32(5), pp.597-601.
- [4] 下田隼人・佐藤春彦・鈴木良和 (2008) 身体重心の左右変動に基づく歩行の動的安定性評価. 理学療法科学, 23(1), pp.55-60.14;411(6839), p.798-801.
- [5] Pashler, H., Johnston, J. C., & Ruthruff, E. (2001). Attention and performance. Annual review of psychology, 52(1), 629-651.

(7) ウェアラブルデバイスと機械学習を用いた社会福祉施設の作業実態把握システムに関する基礎的検討

平内 和樹(新技術安全研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

第三次産業の労働災害防止対策は、第 13 次労働災害防止計画において、重点事故の 1 つに定めら

れ、その推進が図られてきたが、特に小売業や社会福祉施設を中心に労働災害の増加が著しい。社会福祉施設の労働災害増加の要因の 1 つは、働き手の不足により、労働者 1 人当たりの業務負担が増加し、安

全に行動する余裕などを失うことである。そのため、業務負担を改善するために、「いつ(時間)、どこで(場所・空間)、誰が(人物)、どのような業務を実施しているか(行動)」というように、作業実態を把握することが重要である。

社会福祉施設の労働者の作業実態を把握するために、ウェアラブルデバイス(以下、WD)の活用が期待されている。近年のスマートウォッチをはじめとする市販のWDは、心拍数、歩数、加速度、ストレス状態、さらには血中酸素濃度などが測定可能な手軽な生体計測機器となっており、いくつかの指標を統合し、さらに、機械学習やディープラーニングのモデルを組み合わせることにより、労働者の作業実態の把握につながる。ウェアラブルデバイスを用いた行動認識に関する研究は、日常生活における基本的な行動を対象としたデータセットが多く、社会福祉施設のような場面における作業実態把握に関する知見は必ずしも多くない。

(2) 目的

本研究は、社会福祉施設で多く発生する事故の型である「動作の反動、無理な動作(以下、動作の反動とする)」に着目し、動作の反動による労働災害が多く発生する社会福祉施設の作業を対象としたWDと機械学習を用いた作業実態把握システムに関する基礎的検討を行う。

(3) 方法

本研究は、1)現行WDに関する調査、2)社会福祉施設における動作の反動に関する労働災害の調査、3)WDと機械学習を用いた作業実態把握システムの検討を行う。

1) 現行WDに関する調査

国内外の文献および関連資料等の調査に基づいて、WDの作業行動認識やその他関連研究への応用状況について明らかにする。

2) 社会福祉施設における動作の反動に関する労働災害の調査

社会福祉施設における労働者の作業実態が労働災害発生に与える影響について定量的に明らかにするために、厚生労働省の労働災害(死亡・休業4日以上)データベースを用いて、社会福祉施設で発生する動作の反動の労働災害の調査を行う。

3) WDと機械学習を用いた作業実態把握システムの検討

社会福祉施設で典型的に実施される作業(移乗介助、入浴介助など)を再現した実験を実施し、WDの測定データからどの作業を行っているか認識する機械学習モデルの構築を行う。

(4) 研究の特色・独創性

WDと機械学習を用いた作業実態把握システムが構築できれば、1日の介護者の行動から労働災害発生の原因となる行動要因を発見できるようになり、労働災害のリスク要因の深堀りや、災害予防を促進または阻害する要因の把握のために貢献し、労働災害発生メカニズムの解明に役立つ情報を提供できる。長期的には、より多くの作業行動データを取集することで、労働災害の発生しやすい労働者の行動と発生しにくい労働者の行動が可能になり、労働災害防止策の立案に貢献できる。

【研究計画】

令和5年度に引き続き労働災害データベースに基づく分析を行う。さらに、ウェアラブルデバイスを用いた作業実態把握システムの検討として、令和5年度の文献調査および予備実験等に基づいて、測定指標や作業負担を識別するための機械学習アルゴリズムの選定を含む実験内容の検討を行う。実験内容の検討が終わり次第、研究倫理審査の申請を行い、令和6年度末から本実験を行う。

【研究成果】

本年度は、(1)自然言語処理を応用した労働災害事例の分析と(2)ウェアラブルデバイスを用いた作業実態把握システム構築のための実験環境構築を行った。

(1) 自然言語処理を応用した労働災害事例の分析

平成18年から平成29年の労働災害(死亡・休業4日以上)データベースを基に、社会福祉施設における起因作業に関するテキスト分類を行った。はじめに、労働災害データベースから、社会福祉施設に関連し、事故の型が動作の反動、無理な動作である労働災害事例6789件のデータを抽出した。次に、標本調査の基準に基づき360件のデータをランダム抽出し、それらのデータに「介護作業員の腰痛予防対策チェックリスト」を参考にラベルを付与した。ラベルは①着衣時の移乗介助、②日着衣時の移乗介助、③移動介助、④食事介助、⑤体位変換、⑥清拭介助、⑦おむつ交換、⑧トイレ介助、⑨入浴介助、⑩送迎業務、⑪生活援助、⑫その他とした。

はじめに、Huggingface transformers ライブラリにて提供されている事前学習モデルを用いて、zero shot classification により前述のラベルに分類できるか検討した。結果として、正答率は約6%であり、モデルの学習が必要であることが示唆された。そこで、transformers をファインチューニングして再度テキスト分類精度の評価を行った。ラベルを付与したデータの90%を学習に、残りの10%で分類精度を評価した。ファインチューニングしたモデルによるテキスト分類を10回実施したところ、正答率の平均は68.3%となっ

た。また、誤分類されているテキストは「体位変換」を「着衣時の移乗介助」として認識する事例が多くを占めた。この原因として、一連の移乗介助動作の中には「体位変換」も含まれることが多く、学習の過程で移乗介助作業のテキスト内に体位変換と関連する内容が含まれていたことが原因と考えられる。そのため、単一のラベル付与ではなく、複数のラベルの付与の必要性などが示唆された。

(2) ウェアラブルデバイスを用いた作業実態把握システム構築のための実験環境構築

社会福祉施設での作業の実態とウェアラブルデバイスで計測される項目の関係について調査が必要との指摘を受けたことから保有しているウェアラブルデバイスで測定できる項目と移乗介助などの介助動作

の関係について調査を行った。ウェアラブルデバイスで測定できる項目は加速度、ジャイロセンサ、心拍センサが利用可能であり、現在は測定のためのアプリケーションの開発を行っている。移乗介助動作を対象とした作業分析として、文献や作業教育のためのインターネット上で公開されている移乗介助動作の映像を基に、経営工学的視点による作業分析、作業工程分析を行っている。前述の労働災害データの分析でも明らかになったように、移乗介助動作の中には体位変換や起き上がり介助などのいくつかの動作が含まれている。社会福祉施設における負荷の大きい作業を認識するためには、基本的な作業動作要素を認識し、その一連の組み合わせをもって作業内容を判定する必要があることが明らかになった。

(8) 爆発圧力と静圧による容器破壊の差異

水谷 高彰(化学安全研究 G), 斎藤 寛泰(芝浦工業大学), 山口 篤志(機械システム安全研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

ガス爆発による災害のシナリオの一部に容器破壊がある。密閉容器内でガス爆発が発生した時、爆発の威力が容器の強度を上回ると容器が破壊し、被害が拡大する。一方、積極的に脆弱部を設け、安全に爆発の威力を逃す技術(圧力放散口)もある。しかし、ガス爆発、特に爆燃による容器破壊については十分明らかになっているとは言えない。

(2) 目的

本研究では、密閉容器の内圧上昇による破壊について、静圧による圧力上昇とガス爆燃による圧力上昇との差異について実験的に明らかにすることにより、ガス爆発の危険性がある容器の設計およびガス爆発災害のシナリオ同定に資することを目的とする。

(3) 方法

本研究では、減肉し脆弱部を設けた容器内でガス爆発を発生させ、容器を破壊する実験を行う。また、研究分担者 2)である山口らが既に行った水の静圧による容器破壊と比較する。これらの結果により、密閉容器の内圧上昇による破壊について、静圧による圧力上昇とガス爆燃による圧力上昇との差異について実験的に明らかにする。

(4) 研究の特色・独創性

静圧による容器の破壊については、前述の通り山口らの研究例など、実験的にも明らかになっている点が多い。また、容器に衝撃荷重がかかった場合については、エネルギー保存則を用いた評価やばね質量系モデルと動荷重係数を用いたモデルなど、理論的

にも研究が進んでいるが、爆発の様に同時に熱負荷もかかる例については直接適用することはできない。爆薬の試験(鉄管試験)については報告例があったが、爆燃と異なり超音速の現象であるため、適用できなかった。爆風や衝撃波が建物(主にコンクリート構造物)に与える影響については、建築分野で研究例が散見される。また、圧力放散口の設計については、同様の試験を行っている可能性があるが、放散口が作動した後の現象についての研究例が主であり、作動時の実験結果については企業の非公開のノウハウに属するためか、公開されている報告は見当たらなかった。

【研究計画】

(1) 静圧での検証実験

山口らの研究成果を参考に、爆燃で発生する圧力と同程度の静圧で容器が破壊する様子を観測する。容器には薄肉の金属容器を用いる。容器には、内圧計測用のセンサだけでなく、歪みゲージなどを取り付け、破壊に至るまでの変形を計測する。

(2) 水素・メタンを用いた爆発・破壊実験

圧力や熱の変動速度がことなる水素およびメタンの空気混合ガスを用い、静圧での検証実験と同様の実験を行う。混合ガスは必要に応じて、初圧(0.01~1MPa程度)、可燃性ガス濃度(爆発範囲)を変えて実験を行う。また、高感度の温度センサ(微小径の熱電対を予定)を用いることにより、熱の伝達状況も確認する。静圧での検証実験と本実験の実験結果を比較する。

【研究成果】

静圧での検証実験では、容器の破壊を研究対象とするため、破壊試料として用いる容器を高精度で製作する必要がある。一方、実験の安全性の面から、より低圧で破壊する容器が望ましいため、できるだけ肉薄の容器である必要がある。精度と肉厚の両方の要請

から、はじめに肉厚 1 mm 程度のアルミニウム製容器を設計した。山口らの研究成果を参考に、設計上の破壊圧力の静圧で容器が破壊する様子を水で観測した。空気での実験や再現実験を経たのち、次の研究項目である実際のガス爆燃による破壊を試みた。

(9) 感電災害の文献調査と統計分析およびその活用方法の検討

三浦 崇(電気安全研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

近年、労働現場における感電災害についての調査や問い合わせが増えていることを踏まえ、感電災害に関しての文献調査や統計分析などの基礎的な研究を進める必要が生じている。以前は安全衛生年鑑によって感電災害に関する統計分析や解説が毎年報告されていたが、現在は感電災害の発生状況などに関する情報が不足しているという懸念がある。具体的には、特別教育の教科書編纂での相談、啓発活動への依頼等があり、これらの基礎となる資料が不足していることも一つの原因ではないかと考えられる。

(2) 目的

これまでに安全衛生年鑑で実施されてきた統計分析手法を基礎として、現在不足している感電災害の統計分析について実施する。さらに、得られた資料を啓発活動等へどのように応用できるのかを検討する。将来的には、電気の利用拡大に伴う感電災害の発生可能性の把握とその防止方法についての検討を当研究所で継続的に実施していくための基礎を構築することにつなげたい。

(3) 方法

国内で公表されてきた過去の感電災害分析についての文献調査を行う。次に、公表されている労働災害事例の統計分析の実施し、その結果の公表方法の検討を行う。また、海外での感電災害発生状況の文献調査を行う。

(4) 研究の特色・独創性

現在、感電災害の現状把握や防止への対策について、分かりやすく分析された基本となる資料が不足しているため、本研究で実施する。

【研究計画】

- (1) 過去の統計分析資料(安全衛生年鑑等)の調査(分析手法の把握など)
- (2) 公表されている労働災害事例データベースについて分析方法の検討
- (3) 寄稿、安全講座、中災防講義、等における活用方法の検討

【研究成果】

過去の統計分析資料(安全衛生年鑑等)の調査(分析手法の把握など)を実施した。

また、公表されている労働災害事例データベースについて分析方法の検討を行った。

得られた結果を専門誌への寄稿、安全講座の実施、中災防講義等で活用する方法を検討した。

・機関紙「北海道のでんき第 772 号」に原稿「統計でみる感電災害の特徴-夏の感電危険性」を寄稿し掲載(2024 年 8 月号)

・中災防 安全管理後期コース「電気災害の防止」講義

・中災防 電気取扱作業特別教育インストラクターコース(低圧)」講義(2 回)

・統計分析の結果を安全工学シンポジウムにて発表(6 月)。

・真空工業会安全委員会主催作業安全教育講座にて「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」を講演(2024 年 9 月、2025 年 2 月)。

労働災害における感電災害は交流が主たる原因となっており、高圧以上(600V を超える)と低圧(600V 以下)では発生状況が大きく異なることが分かった。近年は低圧の死亡災害が高圧よりも多く、研究対象を低圧電気に絞っていく方針を固めた。

(10) 建設作業者の安全行動を促進する安全教育ツールの検証

高橋 明子(リスク管理研究 G), 久保 智英(産業保健研究 G), 三品 誠(有限会社サイビジョン、名古屋大学)

【研究概要】

(1) 背景

建設業では、足場や墜落制止用器具を法令等によって規制する工学的対策や、雇入れ時や作業変更

時の安全教育、自主的な危険予知活動を行う管理的対策が実施されている。しかし、作業者がリスクをわかった上で危険な行動をとる不安全行動に対してはこれらの対策で十分に防ぐことができない。建設業は作業員や作業チームの問題、特に作業員の行動や振る舞い、能力の問題が事故原因の 70%を占めることが報告されていることから^[1]、作業員の不安全行動は、労働災害の発生に関わる看過できない課題である。このことから、どのような要因が作業員の不安全行動を促進するのか、反対に、どのような要因が作業員の安全行動を促進するのかについて調べて、これらの知見を基に有効な安全対策を検討する必要があると考えられる。

我々は、建設作業員の安全行動に着目し、令和 3 年度と令和 4 年度に、厚生労働科学研究費補助金による研究課題「作業経験の異なる建設作業員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」において、インタビュー調査^[2]と質問紙調査^[3]によって建設作業員の安全行動を促進する要因を検討した。その結果、建設作業員が特定の(具体的な)自覚や認識をもつことにより安全行動が促進されることが明らかとなった。しかし、その中でも特に、建設作業員が“ケガ・事故により自己や他者へどんな影響を与えてしまうかについて具体的にイメージできること”が、安全行動を促進する主要な要因として認められた。これらの結果を受け、令和 5 年度には同課題において、建設作業員が労働災害による自己や他者への影響をイメージすることを支援するようなカードゲーム形式の安全教育ツールを試作した。

(2) 目的

本研究は、令和 5 年度に試作した安全教育ツールを改良し、ツールの建設業での適用可能性と訓練効果の検証を行う。それにより、建設作業員の安全行動を効果的に促進する安全教育ツールを検討することを目的とする。

(3) 方法

1) 建設作業員及び安全管理者を対象とした建設業での適用可能性に関するインタビュー調査

住宅生産団体連合会工事 CS・安全委員会に参加するハウスメーカーの建設作業員や安全管理者を対象に、試作した安全教育ツールを使用してもらい、建設業の安全活動におけるツールの適用可能性や持続可能性についてインタビュー調査を行う。

2) インタビュー調査に基づいた安全教育ツールと手順動画の改良

1)のインタビュー調査の結果に基づき、令和 5 年度に試作した安全教育ツールについて改良を行う。

3) 建設作業員を対象とした改良した安全教育ツールの訓練効果に関する予備的検証

建設作業員を対象に、改良した安全教育ツールについて訓練効果を予備的に検討する。訓練効果の指標としては、訓練後の事故率の低下や作業員の行動の変容、意識の変容が挙げられるが、ツールを改良する中で、適切な指標を選定する予定である。安全教育ツールとしての定着可能性も検討したい。

(4) 研究の特色・独創性

本研究は、先行研究でのインタビュー調査と質問紙調査により科学的に明らかにした建設作業員の安全行動の促進要因に関する知見を基に、安全教育ツールを作成・改良する点が特色である。また、これまで建設業において労働災害をイメージする訓練や、それをカードゲーム形式で実施する訓練は見当たらず、この訓練の安全活動への適用可能性や訓練効果を検証する本研究は、独創性の高い研究だと言える。

【研究計画】

住宅生産団体連合会工事 CS・安全委員会に参加するハウスメーカーの建設作業員や安全管理者を対象に、厚生労働科学研究費補助金による研究課題にて試作した安全教育ツールを使用してもらい、建設業の安全活動におけるツールの適用可能性についてインタビュー調査を行う。可能であれば、3 社程度(建設作業員 10 名程度、安全管理者 3 名程度)にお願いする予定である。インタビュー調査の結果を基に、ツールの改良のアイデアを整理する。

【研究成果】

当初の計画では、厚生労働科学研究費補助金による研究課題にて試作した安全教育ツールについて、建設業の安全活動への適用可能性に関する現場の意見を聞くため、建設作業員や安全管理者にツールを使用してもらい、インタビュー調査を行う予定であった。しかし、現場教育を効果的にするための関連領域の研究を調べる中で、教育工学やシリアスゲームなど、様々な専門的視点を踏まえ、ツールの内容の再検討をする必要があることがわかった。そこで、インタビュー調査は令和 7 年度以降に実施することとし、令和 6 年度は、学習者の学習意欲を高める ARCS モデルを用いた検討や、ゲームに学習要素を含め、学習者がゲームをすれば学習してほしい項目を自然と学習できるようなシリアスゲームを用いた検討を行った。

成果の公表については、安全教育ツールの試作に関して、2024 年 6 月に安全工学シンポジウム 2024 にて研究発表を行った。また、建設作業員の安全行動の促進要因に関する知見について、応用心理学研究へ原著論文として投稿するとともに、2024 年 7 月に ICP2024(国際心理学会、チェコ)にて研究発表を行

い、さらに、2024 年 10 月に株式会社 LIXIL の安全大会での特別講演も行った。

【参考文献】

- [1] Haslam, R. A., Hide, S. A., Gibb, A. G. F., Gyi, D. E., Pavitt, T., Atkinson, S., Duff, A.R. (2005) Contributing factors in construction accidents, *Applied Ergonomics*, 36, pp.401-415.

- [2] 高橋明子, 三品誠. (2023) 大工職の建設作業における不安全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.

- [3] 高橋明子, 三品誠, 菅知絵美. (2023) 建設作業における安全行動の促進要因の分析, *日本応用心理学会第 89 回大会発表論文集*, p.48.

(11) 自律移動ロボットの衝突防止方策の設計に関する基礎的研究

齋藤 剛(新技術安全研究 G), 池田 博康(同), 芳司 俊郎(同), 清水 尚憲(同)

【研究概要】

(1) 背景

労働力不足の深刻化をうけ、製造業からサービス業に至る様々な分野において、荷物搬送、清掃、配膳、警備といった業務の省力化・省人化を目的に、センサ情報から周囲環境を認識し、自己の位置を推定しながら、経路生成や走行動作制御を自らの判断で実行して目標地点まで走行する自律移動ロボット(以下、AMR)の利用が広がっている^[1]。しかし、人と隔離されずに共存・協働してタスクを実行する特性上、障害物検知や位置推定に関わる機能の誤りに起因した衝突災害の増加が懸念される。AMR が空間を容易に認識できる情報通信環境を社会的に整備することで安全を確保する施策も提唱されてはいる^[2]が、AMR に実装すべき最も基礎的な安全技術として信頼できる方策を確立し、標準化することが必要である。

AMR において衝突防止を目的に実装される方策(以下、衝突防止方策)は、人を検知する手法の違いから次の 3 つに大別される:

- ① LiDAR など AMR 本体に搭載された検知装置を用いる方策^[3](以下、搭載式方策)
- ② イメージセンサなど AMR の動作環境に設置された検知装置を用いる方策^[4](以下、監視式方策)
- ③ BLE ビーコンなど発信器を人に携帯させ、その信号の受信で検知する方策^[5](以下、携帯式方策)

個々の方策ごとに高精度化・高機能化の研究が進められているが、現状では、いずれも信頼できる衝突防止を単独で達成することは困難である。さらに、これらの方策を包括的に比較し、それぞれの適用限界や選択する際の優先順などを論じた研究は行われておらず、AMR 全体として衝突防止を達成する上で基本となる設計・構築の考え方も整理されていない。このため、各方策の「検知機能の限界」に由来するリスクは、運用上の残留リスクとして周囲の人の注意にその管理が委ねられているのが現状である。

(2) 目的

本研究では、AMR に適用可能な検知手法の異なる衝突防止方策を体系的に整理し、各々の適用限界や選択する際の優先順、効果的な統合などについて基礎的検討を行う。得られた結果に基づき、AMR に想定される種々のアプリケーションに対して、衝突防止方策を安全防護として実装する際の指針となる基本原則(以下、基本設計原則)の策定に取り組む。

(3) 方法

この目的に対し、本研究では以下の 1)~4)を実施する:

1) 安全性能基準の調査

AMR 及び自律制御の安全性に関する国内外の規格・技術基準などを調査し、AMR が標準的に達成すべき安全性能の基準指標を明確化する。

2) 衝突防止技術の動向調査

国内外の市販製品情報や関連する学術報告などから、AMR に適用可能な人検知技術及び衝突防止技術の情報を網羅的に収集し、互いの関係が把握できるようマッピングを図る。

3) 特性評価実験

既存の AMR 及び 3D-LiDAR などを用いて、搭載式/監視式/携帯式の衝突防止方策が実現できる実験環境を構築する。実際の運用シチュエーションを再現した試験を行って各方策の動作特性を把握し、それぞれの長短所や適用の限界、特定の場面での留意点などを分析する。

4) 基本設計原則の策定

以上の結果に基づき、AMR の安全防護として衝突防止方策を設計・構築する際に指針となる基本原則の策定を検討する。ここでは、人検知方式を選択する際の優先順や異なる方策の効果的な統合などについて、具体的な方法論と留意点を示す。

(4) 研究の特色・独創性

様々な形式の衝突防止方策が提案され、高精度化や高機能化の研究が進められているが、これらを包括的に比較し、それぞれの長短所や適用の限界を考慮

して、方策を選択する際の優先順や異なる方式の効果的な統合といった視点から、衝突防止方策を設計・構築する際の基本設計原則を論じた研究はない。

【研究計画】

(1) 安全性能基準の調査

AMR 及び自律制御の安全性に関する国内外の規格・技術基準などを調査し、種々のアプリケーションで AMR が標準的に達成すべき安全性能基準について明らかにする。

(2) 衝突防止技術の動向調査

国内外での市販製品の状況や関連する学術報告などから、AMR に適用可能な衝突防止に関連する環境認識や接近検知、衝突予測などの技術情報を収集する。

(3) 特性評価実験

既存の AMR 及び 3D-LiDAR などを用いて、搭載式／監視式／携帯式の衝突防止方策が実現できる実験環境を整備する。また、実際に AMR が利用されている製造業・物流業などの現場を訪問し、実験で再現すべき運用シチュエーションを整理する。

【研究成果】

(1) 安全性能基準の調査

AGV やサービスロボットなど自律移動する機械の安全性に係る ISO/JIS 規格及び AMR を対象に発行された ANSI 規格から、衝突防止に関連する安全要求事項を比較し、標準的な AMR が達成すべき安全性能基準を整理した。結果として、障害物回避のための手段の構造を特に指定していない(非接触式と接触式の両方の適用を認めている)ものが多い中、ANSI R15.08 は、接触式の装置は非接触式の装置を補完する二次的な方策と位置付けており、注目される。一方、方策に要求される安全性能については、総じて運用シチュエーションに対するリスクアセスメントの結果に基づいて設計者が選択することを定めているが、リスク評価基準は統一されていない。

(2) 衝突防止技術の動向調査

障害物検知に一般的に用いられる、国内外で市販されている障害物検知センサ及び接触検知センサについて、製品カタログや技術報告などをもとに、検知

範囲や分解能などの基本性能を調査し、検知原理(検知に利用する物理量／検知方法)ごとに整理した。今後、種々の運用シチュエーションにおける個々の特性を比較し、相互を補完するような効果的な統合などを検討していく。

(3) 特性評価実験

搭載式衝突防止方策については、AMR に搭載されている LiDAR, 3D 画像センサ、超音波センサを本研究での検討対象に定め、各々の停止距離を測定する環境を整備し、特性を比較することとした。携帯式衝突防止方策については、LiDAR の死角からの作業者の経路進入を想定し、走行面から高さ 3m の位置に 3D 距測画像センサを設置し、検討の対象となる具体的な方策とした。携帯式衝突防止方策については、市販の作業者接近検知システムを試験対象に選定し、既存の AMR に実装できるよう改修を行った。AMR に搭載された検知機本体が発生する磁界の範囲(最大 8m)内に、警報機能を備えたセミアクティブ IC タグを装着した作業者が入ると、AMR を一時停止するとともに作業者に警報アラームを鳴らすシステムとしている。

【参考文献】

- [1] 日経 BP コンサルティング. 「新技術安全研究に関する調査」報告書, 2022: pp. 42-51.
- [2] 経済産業省/デジタルアーキテクチャ・デザインセンター, 自律移動ロボットアーキテクチャ設計報告書, 2022.
- [3] 例えば、貞本敦史, 山本大介, 高橋宏昌. 全方向移動自律走行ロボットの安全速度監視モジュール, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2020 講演予稿集. 2020: 1A1-C06(1)-(3).
- [4] 例えば、日本電気株式会社. News Room NEC — 安全性を維持しながら搬送効率を 2 倍向上させる搬送ロボットの制御技術を開発 —, 2022. https://jpn.nec.com/press/202201/20220127_01.html
- [5] 例えば、三浦淳, 水野節郎, 荒井満浩. BLE ビーコン発信機と高精度な屋内位置測位システムの開発, 経営情報学会 2017 年秋季全国大会講演予稿集, 2017: pp.52-54.

(12) 歩行支援機器の運動学的分析と安全性・使用性の評価

小山 秀紀(新技術安全研究 G)、池田 博康(同)

【研究概要】

(1) 背景

歩行支援機器を用いたリハビリテーションは、脊髄損傷者の歩行を支援し、運動機能回復に寄与すると

とされている。一方で、皮膚トラブルや転倒リスクなどの課題も報告されている。特に機器フレームが使用者の下肢形状に適合しない場合には、接触部位に過剰な圧力やずれが生じ、皮膚トラブルを誘発するおそれ

がある。このような課題に対処するために、申請者らは吉備高原医療リハビリテーションセンターと共同で、安全性と使用性に配慮したリハビリテーション用歩行支援機器の開発に取り組んできた(協働研究:せき損等職業性外傷の予防と生活支援に関する総合的研究)。これまでに、各部の調節機構を備えた試作機を開発し、各機能が正常に動作することを確認している。しかし、関節角度や歩行速度などの歩行パラメータの最適化や、脊髄損傷者を対象とした検証が課題となっている。そこで本研究では、脊髄損傷者の運動機能回復および職場復帰支援を視野に入れ、歩行支援機器の運動学的特性、安全性、使用性について検討する。

(2) 目的

本研究の目的は、試作した歩行支援機器の運動学的特性、安全性、使用性を実験的に明らかにすることである。また、得られた結果に基づき、安全性と使用性を両立する機器の機能や仕様を提案・精緻化することを目指す。

(3) 方法

実験は、健常者を対象に機器の安全性が確認された後、脊髄損傷者を対象とした実験への移行を検討する。1年目は健常者を対象に歩行支援機器の評価を行う。使用する試作機は、股関節と膝関節にアクチュエータを備え、コンピュータ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。また、各部に調整機構を備えており、個々の身長や下肢の形状に合わせることが可能である。さらに、動作プログラムは専用ソフトウェアで任意に調整することができる。実験では被験者が装置を装着して歩行テストを実施する。運動学的評価項目には、マーカレスモーションキャプチャを用いた股・膝関節角度、歩行速度、ストライド長を調べる。安全性の評価では、セッション前後の生体情報の変化(心拍、血圧、酸素飽和度)、質問紙を用いた主観的な痛み、不快感、および疲労感の程度を調べる。使用性の評価項目には、装置の着脱時間や容易さ、System Usability Scale (SUS) や Quebec User Evaluation of the Satisfaction with Assistive Technology (QUEST 2.0)を用いた使用感や満足感が含まれる。2年目には、医療従事者の協力を得て、脊

髄損傷者を対象に歩行支援機器の評価を行う。実験手順や使用機材、評価項目は1年目と同様であるが、使用者に応じて歩行テストの内容に配慮する。

(4) 研究の特色・独創性

脊髄損傷者用の歩行支援機器の安全性や使用性に関する研究は限られており、歩行支援機器を装着した状態での歩行を定量的に分析した研究はほとんど報告されていない。このため、本研究は、安全で使いやすい歩行支援機器の臨床応用に向けた新たなアプローチとして位置づけられる。

【研究計画】

歩行支援機器の運動学的分析と安全性、使用性について評価する。運動学的評価項目には、マーカレスモーションキャプチャによる下肢関節角度、歩行速度、ストライド長を調べる。安全性の評価項目には、質問紙による主観的な痛みや不快感、疲労感とする。さらに、使用性の評価では、装置の着脱時間、質問紙による使用感や満足感の評価を行う。なお、実験により得られた機器の要改善点は必要に応じて修繕又は改良を施す。

【研究成果】

令和6年度は、健常者を対象に収集した歩行データを基に、運動学的特性、安全性、使用性について解析を行った。その結果、装着歩行時の股関節および膝関節角度の推移は、通常歩行と類似したパターンを示し、相関分析によりその類似性が裏付けられた。また、装着後の痛み、不快感、疲労感の主観評価はいずれも低値であり、調整機構付きの機器が装着者の身体形状に対して高い適合性を有していることが確認された。一方、技術的改良として、機器の動作プログラムおよび杖の操作インタフェースの改良、バッテリーの小型・軽量化を実施し、動作検証を通じて設計通りの基本機能が実現可能であることを確認した。さらに、機器の動作ログ出力機能を追加し、設定変更が動作に与える影響を検証することで、歩行パラメータの最適化および歩行速度の向上を図ることができた。

これらの成果は、学術論文(国際誌)1件、国際会議2件、国内学会2件、安全衛生技術講演会にて発表した。また、「こども震が関見学デー」のために試作した歩行支援機器の紹介動画を作成した。

(13) 歩行動作の三次元計測に基づく転倒リスク推定手法の検討

羽鳥 康裕(新技術安全研究 G)、平内 和樹(同)

【研究概要】

(1) 背景

令和5年度における休業4日以上死傷災害の約

27%が転倒によるものである。特に高齢者の場合、転倒によるケガは運動機能の低下をもたらすため、生活の質を大幅に低下させる。そのため、転倒を予防す

るための対策が望まれている。

転倒しやすい人は歩行速度が遅いことや歩幅の変動が大きいことが知られている。しかし、多くの研究は実験室環境（例：遮蔽物が存在しない）で直線歩行を行う際の歩行動作が測定されている。死傷災害データベースには、「通路の角を曲がる際に足を滑らせ転倒した」、「急いで通路を曲がる際に、足がもつれて転倒した」という事例が報告されており、実験室環境で得られた知見が、実環境における歩行にどの程度適用できるかは必ずしも明らかではない。本研究は、方向転換（行動要因）や視界の制限（環境要因）が転倒に関係すると仮定し、日常接する環境における歩行動作と転倒リスクの関係を検討する。このような検討を行うことにより、実際の環境における転倒リスク評価を行う上で有用な知見が得られると考えられる。

また、簡便な転倒リスク評価方法を提供することは実際の労働環境でリスク評価を行う上で有用である。簡便な転倒リスク評価のために、非接触デバイスである深度センサによって取得した距離情報と、接触デバイスである VR デバイスによって収集した関節位置の情報が使用できることを検討する。

(2) 目的

本研究の目的は二点ある。一点目は、日常接する環境における歩行動作と転倒リスクの関係を評価し、転倒リスクを定量化するための指標を検討することである。二点目は、労働環境等で転倒リスク評価を行うことを見据えた、歩行動作の簡便な評価方法を検討することである。

(3) 方法

1) 転倒リスクに関係する歩行動作の検討

環境要因（e.g., 視野の遮蔽）や行動要因（e.g., 直線歩行、方向転換）を条件として設定した歩行計測実験を行う。視野の遮蔽は壁の配置により行うが、実物の壁はモーションキャプチャシステムによる姿勢計測の妨げとなるため、仮想現実（Virtual Reality; VR）技術を用いた実験を行う。VR 空間上に壁を配置し、その空間内を歩行する課題を課し、その際の身体姿勢を計測する。転倒リスクは、定量的な指標とアンケートの組み合わせにより評価する。転倒リスクに関係する歩行パラメータを調べることで、転倒リスクが高い人が取っている身体動作を抽出する。

2) 歩行動作の簡便な評価方法の検討

歩行動作の簡便な評価は二種類の方法で行う。一つ目の方法は、VR デバイスによる位置と姿勢のトラッキングを利用した方法である。モーションキャプチャシステムは高価で、遮蔽の影響を受けることから、実験室環境外での使用が難しい。近年の VR デバイスで主流となっている Inside-out 方式では、遮蔽のある環

境下でも VR デバイスの位置と姿勢の計測が可能である。VR デバイスによる歩行動作計測の精度を評価することにより、実環境下における歩行分析に利用できることを検討する。二つ目の方法は、深度センサで計測した奥行情報を用いた身体動作の推定である。深度センサは通常のカメラと異なり、プライバシーや機密情報に配慮した撮影が可能であるという利点がある。距離情報から歩行動作を計測することができれば、労働環境での活用につながると考えられる。

(4) 研究の特色・独創性

従来の研究では、歩行パラメータ（歩行速度や歩幅の変動の大きさ）を実験室環境内の直線歩行によって測り、転倒リスクとの関係を評価していた。このような評価は重要であるが、曲がり角のような視界の制限がある環境や、方向転換が必要な場面における行動と転倒リスクとの関係を評価できていない。本研究は、現実に近い環境における歩行動作を計測し、転倒リスクとの関係を検討することに特色がある。

【研究計画】

実験室実験により、転倒リスクに関連する歩行動作を抽出する。VR を使用することにより視界が制限された環境を再現する。その環境中を歩行する実験を行い、歩行中の身体姿勢を計測する。姿勢情報はマーカーレスモーションキャプチャシステム（Theia3D）および VR デバイス（Meta Quest Pro, VIVE Ultimate Tracker）により収集する。距離情報は深度センサ（Intel Realsense）により収集する。転倒リスクは定量的な指標（Timed up & go テスト）およびアンケート（過去 1 年間の転倒経験と転倒に対する抗力感）により評価し、転倒リスクに関連する歩行動作を検討する。

【研究成果】

歩行計測に関する文献調査を実施し、実験課題の詳細を検討した。見通しの良い環境では、方向転換時に視線は進行方向に一致する。現実世界では曲がり角や障害物など見通しの悪い場所があり、進行方向に視線を向けられない場合がある。視線が進行方向から逸れることは、歩行にネガティブな影響を与える可能性が考えられる。しかし、カーブミラーを見る場合、近い将来に起こる衝突回避のための備えを行うことができるため、急な方向転換を避けられるというポジティブな影響も存在する。両者が歩行動作や転倒に与える影響を検討するために、見通しの悪い曲がり角にミラーを設置した環境で歩行を行う実験を実施することにした。

若年成人 20 名を対象に、ヘッドマウントディスプレイ上に呈示される曲がり角のある仮想的な廊下を歩行する実験を実施した。歩行動作の簡易的な計測が可能であることを検討するために、手に持っているコント

ローラーや足首に装着したトラックの位置情報から算出した歩行パラメータとマーカレスモーションキャプチャから算出した歩行パラメータを比較した。その結果、歩行パラメータの誤差は概ね 10% 以下であったことから、VR デバイスによる簡便な歩行動作計測は可能であると考えられる。また、転倒経験に基づいて、転倒群と非転倒群に分けて歩行動作の分析を行っ

た。非転倒群に比べて転倒群は足上げの高さが低いことや、曲がり角における歩幅のバラツキが大きいことが分かった。研究成果は、国際会議 1 件、国内会議 1 件の発表を行った。VR デバイスを利用した簡便な歩行動作分析については論文投稿の準備を進めている。

(14) 転倒災害のリスクと防止に対する労働者の意識

谷部 好子(リスク管理研究 G)、高橋 明子(同)

【研究概要】

(1) 背景

墜落・転落災害、はさまれ・巻き込まれ災害などが減少傾向にあるのに対し、転倒災害発生件数は増加傾向にある。第 14 次労働災害防止計画(以下、14 次防、令和 5 年 3 月、厚生労働省)はとくに中高年での転倒事故発生件数を重視し、

- ・増加が見込まれる転倒の年齢層別死傷年千人率を令和 9 年までに男女ともその増加に歯止めをかける。
- ・転倒による平均休業見込日数を令和 9 年までに 40 日以下とする。

をアウトカム指標として掲げた。

転倒発生件数を減少させるのを難しくしている背景要因として下記が考えられる。

- ① 転倒しやすい群である高齢者が労働現場に増加
- ② 予防が人に依存する行動災害であり、人の入れ替わりの激しい社会福祉業界などで予防が困難
- ③ 転倒災害リスク・転倒災害防止に対する軽視

本研究は要因③「転倒災害リスク・転倒災害防止に対する軽視」を研究対象として取り上げる。

厚生労働省を始めとする機関が転倒災害防止のために作成したリーフレット類の冒頭には「転倒しただけで労働災害につながるという大げさに思われるかもしれませんが」、「たかが転倒と甘く見ることはできません」など、転倒災害の軽視に警鐘を鳴らす言葉が添えられている。

さらに「転倒防止・腰痛予防対策の在り方に関する検討会 中間整理」(令和 4 年 9 月 27 日)には下記の文言があり、労働者・事業者の意識改革を図る必要が訴えられている。

「転倒や腰痛は、重篤な災害ではないという思い込みの広がりや、日常生活でも発生し得る災害であることから、事業者や労働者が職場の問題として対策に取り組む必要性の認識が低い傾向にある(後略)」

しかしながら、労働者・事業者が本当に転倒リスクを軽視しているのか、また、軽視しているとしたらどのよう

に軽視しているのかを明らかにするデータは見当たらなかった。逆に、「令和 4 年 労働安全衛生調査(実態調査)」によると、8 割以上の事業者が手すりの設置や整理・整頓・清掃・清潔など何らかの転倒予防策を講じている。労働者を対象とした転倒災害についての意識調査は見つからなかった。

(2) 目的

本研究は転倒災害のリスクとその防止が本当に軽視されているのか、軽視されているとしたらどのように軽視されているのか、を、労働者を対象とした意識調査により明らかにする。どのような群の労働者がどのように転倒災害リスク・転倒災害防止を意識しているかが分かれば、転倒災害防止の意識啓発により役立つツール・資料等を提供できるようになる。調査対象業種は転倒災害への対策の遅れがしばしば指摘される第三次産業とする。最終的にはこの調査の成果を反映し、これまで意識啓発が手薄だったといわれる第三次産業の労働者や女性に訴求しやすい転倒災害防止のパンフレットを作成する。本研究は 14 次防が目標として掲げる「自発的に安全衛生対策に取り組むための意識啓発」及び「労働者(中高年齢の女性を中心に)の作業行動に起因する労働災害防止対策の推進」の実現に直結する。

(3) 方法

労働者を対象とした転倒災害リスクに関するオンライン意識調査を実施する。

(4) 研究の特色・独創性

転倒予防には労働者・事業者による日々の主体的な取り組みの継続が重要である。これまで、この自発的・継続的な取り組みのための意識改革が訴えられていながら、実際に労働者が転倒災害リスク・転倒災害予防をどのようにとらえているかの意識調査は行われてこなかった。本研究は転倒災害が他の労働災害に比して、また作業効率・時間に比して、どのように「軽視」されているか(あるいは軽視されていないか)明らかにする。対象は転倒災害防止対策がなかなか

進まないといわれる第三次産業の労働者とする。この分野の労働者の転倒災害リスク意識の実態を知ること、第三次産業の労働者により効果的に転倒災害の危険を知らせ、転倒災害を防止したいという主体的な意識を呼び起こすような啓発ツール・資料等を提供できるようにする。

【研究計画】

以下の調査等を実施する。

- (1) 調査 1: 転倒災害の発生頻度・重傷度は他の労働災害のそれらに比べて軽視されているか

認知神経科学の先行研究により、健常成人は自分の身によくないことが起きる確率を低く見積もることが知られている。この偏向した見積もりを楽観性バイアス(Sharot, 2011 for review)という。高橋、三浦(2016)は労働災害発生確率の見積もりにも楽観性バイアスが見られることを示した。

そこで、本研究は、転倒災害リスクの見積もりに対する楽観性が他の労働災害リスクの見積もりに対するそれより大きいかをオンライン意識調査により検証する。

1) 調査内容

対象業種ごとに上位いくつかの労働災害を取り上げ、研究参加者がそれらの労働災害で骨折・打撲傷・関節障害・創傷を負う可能性と負傷した場合の休業日数を見積もるよう求める。

- ・ 社会福祉・・・動作の反動・無理な動作、転倒、墜落・転落、激突、交通事故(道路)
 - ・ 各種商品小売・・・転倒、墜落・転落、動作の反動・無理な動作、切れ・こすれ、はさまれ・巻き込まれ
- 回答方式はヴィジュアル・アナログ・スケール(VAS)とする。

他に、回答者の属性(年齢・性別・経験年数・作業種別・職場で行われている転倒予防対策・労働災害経験)を尋ねる。人数は社会福祉・各種商品小売各500人とする。参加者の年齢が極力均等にばらつくようにリクルートする。

2) 解析

労働災害頻度については、まず、それぞれの参加者について、VASで得た負傷種別ごとの可能性を労働災害別に合算する。次にこの負傷可能性合計値について、労働災害種別をまたいだ平均値・標準偏差を求め、これらをもとに負傷可能性合計値をzスコアに変換する。労働災害で休業する可能性の実zスコアは、「休業4日以上死傷災害に係る労働者死傷病報告 全件データ」(厚生労働省)と雇用者数データ(総務省統計)を組み合わせで労働災害ごとに算出する。このとき、年齢と性別でデータを絞り込む。労災発生頻度の実zスコアから負傷可能性見積もりのzスコアを引いた値が、その参加者の労働災害頻度の認識

ギャップを示す指数となる。

休業日数については、「休業4日以上死傷災害に係る労働者死傷病報告 全件データ」(厚生労働省)から実休業日数を得る。このデータで休業日数は「2週間以上 1月未満」等の6階層で登録されている。そこで、年齢と性別で絞り込んだデータにおける休業日数の最頻値となる階層の真ん中の日数を実重傷度として用いることとする。見積もり重傷度としては負傷可能性が最も高いと見積もられた負傷種別について回答された休業日数を解析に用いる。実重傷度から見積もり重傷度を引いた値を労働災害重傷度の認識ギャップを示す指数とする。

頻度・重傷度とも、認識ギャップ指数がプラスであれば、その労働災害が自身の身に起きるリスクについて参加者が楽観視していることを示す。頻度・重傷度それぞれについて労働災害種別を要因とする分散分析を行う。各種労働災害のなかでも転倒災害がとくに楽観視されているとしたら、その見積もり頻度あるいは重傷度は有意に他の労働災害より大きくなるはずである。

次に、転倒災害リスクの認識ギャップに属性を加味して多変量回帰分析を実施し、転倒を楽観しやすい労働者属性を明らかにする。

- (2) 調査 2: 転倒災害防止は作業効率に比べて軽視されているか

調査 1では複数の労働災害リスクに対する転倒災害リスクの相対的な見積もりが算出されるが、転倒災害リスクがタイムプレッシャーのある中どのように軽視されるかは不明である。調査2では効率に対する転倒防止の相対的優先度を測定する。

1) 調査

小売店舗や社会福祉施設の従業員を対象に意識調査を実施する。それぞれの事業所に即した状況設定で、転倒災害を避けるための安全行動に費やせる時間・転倒災害を招きやすい不安全行動で節約できる時間を回答するよう求める。

具体的には、参加者は転倒災害を招きやすい不安全行動の描かれたシナリオを読み、自身がシナリオの状況に置かれたことを想像して、不安全行動を選択することに伴う時間的・精神的ベネフィットと主観的転倒リスク、不安全行動敢行意図を回答する。同時に職業性ストレス簡易調査票を基に作成した質問紙でストレス状況を回答する。人数は各種商品小売・社会福祉とも計200人とする。

2) 解析

「職場のストレス」と「不安全行動敢行意図」という二つの構成概念を想定し、職場のどのようなストレスが転倒につながる不安全行動の敢行意図を高めている

か、パス解析を用い検証する。

(3) 研究成果:転倒災害を防止する自発的行動を継続的に呼び起こすパンフレット等啓発資料の作成

調査1、2の成果を反映し、転倒災害防止意識を啓発するパンフレット等を作成する。このパンフレットはターゲットとする業界の労働者に配布し、アンケートあるいはインタビューにて評価してもらう。14次防は中高年齢の女性労働者に転倒災害が多いこと、第三次産業への就労者が増加するのにもない対策のノウハウが蓄積されない労働者の作業行動に起因する労働災害が増加していることを指摘し、「労働者(中高年齢の女性を中心に)の作業行動に起因する労働災害防止対策の推進」を目標に掲げている。背景には、これまで作成されてきた転倒災害対策のパンフレット等には作業服・ヘルメットを着用した男性のイラストが多く使

われてきたため、第三次産業の労働者、特に女性にこれらの周知資料が訴求しなかったとの指摘(「転倒防止・腰痛予防対策の在り方に関する検討会」(第2回議事録、令和4年6月13日)がある。小売り・社会福祉業界の実態に即した啓発資料の作成という点においても、本研究により作成するこのパンフレットには意義がある。

【研究成果】

調査1については、令和6年度にデータ収集を完了した。令和7年度には学会発表2件を予定している。学術雑誌に投稿する論文を執筆する。

調査2については、調査結果を踏まえ、学会発表1件を行った。

(15) くさび足場の緊結部の緩みによる構造安定性に関する研究

和 暢(建設安全研究 G)、高橋 弘樹(同)、日野 泰道(同)、金 恵英(同)

【研究概要】

(1) 背景

第14次労働災害防止計画において、足場に関連する事故は建設業全体の17.8%に占め、建設事故の2番目の要因となっていることが示されている。足場の種類は沢山あるが、平成21年～平成26年の統計により、枠組み足場と単管足場・くさび緊結式足場は災害が最も多い種類である。また、単管足場・くさび緊結式足場の災害は近年若干増える傾向がある。また、足場が不安定となると、作業者がバランスを崩し、墜落する危険も考えられる。くさび緊結式の構造に関する基準は、単管足場の基準が準用されており、くさび緊結式足場特有のくさび緊結部については、打ち込む方法と程度が明示されていない。緊結部の耐力は、建設時には安全基準を満たしているものの、使用するうちに緊結部が徐々にゆるみ、耐力が低下するリスクがある。現在、点検で緊結部の緩みがあれば叩いて打ち込むことになっているが、作業者の経験と主観的な判断により打ち込みの深さが決まっている。そこで、くさび緊結部の客観的な評価方法が必要と考える。

(2) 目的

これらの研究背景により、本研究の目的はくさび足場のくさび緊結部の評価基準を提案し、更にくさび足場の全体的な構造安定性を明確にし、安全リスクを把握する。研究オブジェクトは二つに分けられる。

1)くさび足場のくさび緊結部に着目し、その緩みの安全リスクの評価基準を特定する手法を開発する。

2)解析場に更に合理的なくさび緊結部の解析モデルを検討し、全体的なくさび足場の構造安定性を評価する。

(3) 方法

様々なくさび緊結部の形状・サイズを調べ、典型的な形状から着手する。実験でくさび緊結部には、支柱から手すり材等に伝達する力を調べ、緊結部の打ち込み深さと伝達したせん断応力の関係を明らかにする。その関係に基づいて緊結部の打ち込むべき深さの提案を試みる。また実験結果に基づいて、解析場に単純なピンではなく、3次元方向にばねモデルを設定し、合理的なばね剛性を模索する。それを足場全体に適用し、構造安定性を検討する。

(4) 研究の特色・独創性

くさび緊結足場は40年ほど使われたが、その構造に関する基準は、未だに単管足場の基準が準用され、独自のものはない。くさび緊結部についても、打ち込み深さ等について検討された研究はなく、基準も定められていない。これらの基準の提案を模索する点に独創性がある。

【研究計画】

今年度前半は、職場のあんぜんサイトや仮設工業会の資料などを使用し、くさび緊結式足場に関する災害分析を行い、災害に対して危険な要素をまとめる。更に、市販の多いくさび足場に対して、緊結部の形状やサイズ等を統計し、典型的な緊結部モデルから着手し、解析場で事前調査行う。具体的には、FEM解析でくさび緊結部に通常の耐力を試算し、その結

果より、適切な実験用機材の規模や計測用ゲージの型番等を特定する。

後半には解析結果等に基づいて実験計画を立て、前半の成果公表の準備を行う。

【研究成果】

職場の安全サイトや仮設工業会の資料を基に、災害に関連する危険要素を調査した。その結果、くさび緊結部に関する基準が欠如していること、およびくさび緊結式足場に関連する災害の多くが足場自体に起因するという視点が不足していることが明らかになっ

た。このため、くさび緊結部の重要性を重視し、関連する基準の整備が必要であることが確認された。

また、市販されているくさび足場に対して、くさび緊結部材の実験を準備している。この実験により、くさび緊結部の接触面および接触圧力の範囲を明確にすることが期待される。また、実験のコストを削減するため、モデルの簡易化を検討している。

今後は、簡易化した FEM 解析結果を基に、くさび緊結部の通常の耐荷力を試算し、実験に適切な機材および計測機器を特定する予定である。同時に、労働安全衛生研究への投稿準備を進める。

c. 健康研究領域

(1) 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ある(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)を調べることである。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かと期待される。

(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】

今年度からの被験者実験を 3 年目前半の早い時期までに終えたい。その後、低周波音による振動感覚による作業への影響に関する被験者実験に移行する。詳細は未定であるが、この実験では、低周波音曝露条件下で被験者に模擬作業(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したいと考えている。この実験では、昨年度まで実施していたプロジェクト研究で使用した機材を活用予定である。

【研究成果】

測定周波数範囲を従来の 16~50Hz から 10~100Hz に拡大し、「頭部の振動感覚」閾値及び比較用の聴覚閾値を測定した(被験者は男性 6 名、女性 3 名の計 9 名)。このうち、「頭部の振動感覚」閾値については、聴覚の影響をマスクするために 55dB(A)の背景騒音(ホワイトノイズを元に作成)が存在する状態で測定した。

その結果、周波数の低い側に拡大した 10、12.5Hz の「頭部の振動感覚」閾値は、聴覚閾値よりもやや高いという、過去の 16~50Hz の周波数範囲と同様の結

果となった。また、今回の被験者群でも 40、50Hz 付近で「頭部の振動感覚」閾値曲線の傾きが緩くなるという、過去と同様の傾向が見られた。これらのことから、10、12.5Hz の「頭部の振動感覚」閾値は、16～50Hz の測定結果を 10Hz まで自然に延長した特徴を有していると考えられた。一方、周波数の高い側に拡大した 63、80、100Hz の「頭部の振動感覚」閾値は、100Hz へ向かって音圧レベルが漸減する結果となった。過去のデータからは、40、50Hz 付近で「頭部の振動感覚」が極小になる可能性も考えられたが、そうはならなかった。但し、63～100Hz では聴覚の影響を排除できていない可能性もあるため(被験者ごとのばらつきが大きい)、この周波数範囲の測定データの信頼性についてはさらに検討が必要である。

周波数範囲を拡大した「頭部の振動感覚」閾値の測定とは別に、過去の測定データ(16～50Hz の純音による「頭部の振動感覚」閾値(延べ 61 名分)、及び低周波域複合音による「頭部の振動感覚」閾値(延べ 11 名分))を、低周波音の影響評価にどのように利用

できるのかを考察した。その結果、50Hz 純音での「頭部の振動感覚」閾値を基準として 16～50Hz の各周波数での「頭部の振動感覚」閾値の“50-Hz 等価値”を計算すれば、複合音による「頭部の振動感覚」閾値を各周波数成分の“50-Hz 等価値”のパワー和として良好に予測できることが分かった(この議論は、50Hz 以外の周波数を基準にしても同様に成り立つ)。これは、純音による閾値を、低周波音による「頭部の振動感覚」評価の荷重曲線として利用できる可能性を示唆するものである。可聴域騒音の場合には等ラウドネスレベル曲線に基づく A 特性荷重曲線によって騒音の感覚的大きさの評価が可能であるが、低周波音による「頭部の振動感覚」の評価にも、それに似た考え方を適用できる可能性を示す結果と考えられた。振動感覚は、低周波音による心理的影響の主要因の一つと考えられるため、将来的に、音の大きさだけでなく振動感覚の影響も含めて考慮することで、低周波音による心理的影響(不快感、アノイアンス等)のより適切な評価方法の確立に繋がることが期待される。

(2) 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(所長)、
牧場 史郎(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)、高橋 果林(東京情報デザイン専門職大学)

【研究概要】

(1) 背景

人体における化学物質摂取量の約 6 割は吸入によるとされており、一日の大半を高濃度の化学物質中で過ごす可能性のある作業従事者の正確な化学物質ばく露量を把握することは、作業従事者の健康管理を行う上で非常に重要である。作業従事者の化学物質のばく露許容は、ばく露の積算量、すなわち作業時間全体の平均ばく露濃度である 1 日8 時間、1 週間(作業日数 5 日間)40 時間の時間荷重平均濃度 Time-weighted Average (TWA) を定められた閾値よりも低くすることにより達成されるが、有害性の極めて高い一部の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。そこで前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に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前基盤的研究で明らかとなった。

(2) 目的

本研究では、前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。また前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、前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・獨創性

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、本装置は獨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】

実用化を見据え、測定毎に検量線を得ずに測定できるように、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い、常に一定環境下で測定できるようにする。

作業環境中で重要な化学物質について対象範囲をさらに拡張するために、様々な作業環境中の化学物質について検量線のデータベースを作成する。

トルエン以外の化学物質についても事故事例を基に模擬作業を行い、模擬作業中の化学物質のリアルタイム測定を行う。また公定法である GC/MS による分析と比較して性能評価を行う。

完成したプロトタイプの小型化および製品化のために民間企業との共同研究を目指す。

【研究成果】

本年度は STEL(短時間ばく露限界値)および天井値付近の濃度にて厚生労働省で公開されている事故事例を基に模擬作業を行い、開発した本装置において測定を行った。その結果、公定法で定められている GC/MS による測定と同程度の精度(誤差数%)でリアルタイム測定を行えることを確認した。検量線については一次曲線ではなくイオン化効率に即した近似曲線を適応することで、昨年度よりも精度よくばく露濃度を求めることに成功した。また、家庭用電源からの電気ノイズ(50Hz)をデータ処理により取り除くことで、分解能も向上した。現在、機械学習を利用することにより、検量線を得なくても濃度推定する手法を開発中である。今年度の研究成果により、国際誌原著論文 1 編、国際会議 2 件、国内学会 2 件発表した。

(3) 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), 松本 竜文(アシックススポーツ工学研究所), 瀧井 靖歩(同),
福田 誠(麗澤大学)

【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、課題 1(暑熱環境の有効範囲)、課題 2(電動ファン付き作業服の種類)、課題 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)【課題 1】

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)【課題 2】

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)【課題 3】

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。

a.課題 3-1

作業途中にインナーへ水分を追加する方法である。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。

b.課題 3-2

インナーの素材として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、1 つ目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。

c.課題 3-3

インナーを湿らせる水分にメントールを含ませることのメリットとデメリットを検証する。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 課題(課題 1、課題 2、課題 3-1～3-3)について検証する。被験者は 20～40 歳の健康成人男性 8 名とする。

1) 課題 1

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、主観的感覚)を比較する。

2) 課題 2

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) 課題 3-1

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。

4) 課題 3-2

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であるため、3-1 で検証した作業途中の水分追加を 20 分おきに行う。

5) 課題 3-3

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ど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】

課題 3-2(インナーの素材比較)を前年度から引き続き行い 6 月までにデータを取り終える。課題 3-1(追加のうち水の方法)を 7~9 月、課題 3-3(メントール含有うち水の効果)を 10 月~3 月にそれぞれ実施する。

課題 3-1 においては、うち水の追加手法の確立が目的であり、チューブをインナーに取り付けた製品や腰にミスト噴霧の製品を取り付ける場合など、インナーの浸潤と乾燥のバランスを評価する。課題 3-2 は、4 名の被験者を対象に、綿素材または速乾性素材のインナーにうち水を行った際の皮膚温および皮膚血流の変化、さらにインナーの蒸発特性を評価する。課題 3-3 は、8 名の被験者を対象に、3 試行(ドライインナー、真水のうち水インナー、メントール含有のうち水インナー)の暑熱負担軽減効果を評価する。

【研究成果】

前年度に途中であった課題 2 の解析を終了した。ベスト型の電動ファン付き作業服とうち水インナーの併用は、深部体温の上昇を抑制する効果はなかったものの、皮膚温、心拍数、全身発汗量、そして温熱感覚の上昇を有意に抑える効果が確認された。ジャケット型の電動ファン付き作業服とうち水インナーの併用効果と比べると、総合的には劣ることが明らかとなった。またこれらの結果は、作業着を着用しない T シャツのみのコントロール条件に対して確認されたことから、軽装になることよりも電動ファン付き作業服を着用してうち水インナーを併用する身体冷却の方が、対策として効果が大きいことを示唆した。課題 3-2(インナーの素材比較)の実験において、研究倫理審査の承認を受けたものの、室温・相対湿度の設定を変更する必要が生じたため再審査を受けた。6 月までにデータを取り終える予定であったが、12 月までかかる見込みである。現在 3 分の 2 のデータを取り終えた段階における結果の傾向として、うち水の量が同じ場合は速乾性のポリエステルより綿素材のインナーの方が効果は大きく、厚手の綿素材でうち水の量が増えたとさらに効果が大きくなる。課題 3-1 のうち水の追加手法について、課題 2 のプロトコル内で 1 時間の歩行運動の休憩中にうち水を追加したところ、皮膚温はわずかに低下したものの、深部体温等に影響はみられなかった。インナーの水分は 2 時間程度で乾き切ることから、作業中に追加するよりも、2 時間に 1 回は休憩をとり、その間にうち水を追加する方が現実的であることが考えられた。課題 3-3 は、市販の衣類用メントール含有スプレーを用いて被験者実験を行う予定であったが、文献調査から、メントールの皮膚への塗布が皮膚温の上昇をまねき、結果として運動中の深部体温も上げるとの報告があったため、実施しないこととした。ネガティブな影響のある製品を評価する意義も考えられたが、メントールとファンとの併用で冷感が強すぎる問題があり、実験の倫理的な側面から懸念がある。

(4) 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(同)、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) ステップ 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<利用データ>

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)

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)

③「労働力調査」の調査票情報個票データ(2006-2021)

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)

<最終的に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(データ 4 より)、平均労働時間(データ 2,3 より)・労働時間 60 時間以上割合(データ 2,3 より)
独立変数: 都道府県レベルの平均労働時間(データ 2,3 より)・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(データ 2 より)、本社の従業員数(データ 3 より)

2) ステップ 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) ステップ 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える。ここでは法改正の因果効果は、単なる処置群の前後比較ではなく、法律改正の因果効果の大きさであると考えられる。これを集計レベルの回数だけ繰り返し、法律改正の因果効果の大きさの平均値で法改正による処置群への平均処置効果を推定する。この分析で重要な仮定は、処置(法改正)前の時間トレンドが同じことである。これに対処するため施行前のデータを取得・確認することに加え、トレンドを一致させるために、ぎりぎり猶予適応企業と非猶予企業のサンプルに絞って都道府県集計値を再作成してから分析を行う。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) ステップ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^[1]。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、ステップ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。

【研究計画】

- ・学会発表
- ・コメントに基づいての追加分析
- ・論文の執筆と投稿

【研究成果】

割増賃金率の引き上げは平均労働時間の減少等にはほとんど寄与しなかったが、月60時間以上の残業者割合を減少させる効果を持っていることが判明した。全体への影響は軽微なものの、過労死の防止等の観点からは月60時間以上という超長期残業の予防に寄与している可能性が示唆された。研究結果を4件の学会発表と研究所の技術講演会にて報告した。

追加研究案として、ストレスチェックの短期的効果の検討も開始した。

【参考文献】

- [1] 深堀遼太郎・萩原里紗(2014)「法廷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」三田村商学研究,57(4).

(5) 職場における暴言およびその内容が労働者に与える影響についての実験的検証

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を上司(589件中21.7%が精神的攻撃、以下同様)や先輩(258件中19.4%)から受けたケースだけでなく、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^[1]。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 らは^[2]、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、パワハラの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^[3]。このように、職場におけるパワハラの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にも本研究の成果が活用されう。

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】

2 年目である令和 6 年度は、初年度に実施した WEB 調査の解析、およびその結果を受けた本実験の実施を予定している。

(1) WEB 調査の解析

令和 5 年 11 月に行った調査結果について、本実験で使用する刺激の選定とともに、個人特性と暴言ばく露の関係についても解析を進める。本実験に使用する刺激は、個人間でばらつきがことなく、情動価や覚醒度が一定水準を超えたものとする。個人特性との関連については、情動価や覚醒度を従属変数、個人特性を説明変数とした回帰分析を中心に行う。

(2) 本実験

選定した音声刺激を用いて、脳波の事象関連電位(ERP)を主たる指標とする実験室実験を行う。暴言音声に対する反応性を計測するとともに、個人特性

に関する指標も複数取得して、暴言に対する反応が個人によってどの程度異なるかについても検討を行う。また、実験中に使用した音声刺激は初年度の WEB 調査と同様の方法で主観評定を実施し、ERP との関連も検討する。

【研究成果】

(1) WEB 調査の解析

令和 5 年 11 月に行った WEB 調査の結果について解析を行った。本データは、(2)で述べる本実験用の音声刺激を選定することに使用するとともに、暴言聴取時の反応と本人の個人特性との関係について明らかにすることを目的に解析を進めた。結果、聴取の結果として不快な情動を一定程度呼び起こすことが確認でき、特に個人間でその程度のばらつきが少ない音声刺激を選出することができた。これらの刺激は、(2)の本実験においてばく露刺激として使用した。また、暴言聴取時の反応と個人特性の関係を見た解析では、「職場における暴言は(時には)必要である」

という傾向を持つなど、過去に職場で暴言を聴取した経験が、暴言に対する印象評価や聴取前後の気分の変化と関連することが示された。

(2) 本実験

(1)の結果を基に倫理審査を申請し、9 月に承認を得た。令和 6 年 11 月より参加候補者と面接を開始し、面接を通過した者から実験を実施している。12 月までに 42 名のデータを取り終える予定で進めている。実験では、脳波の事象関連電位を主たる指標として実験を行う。暴言音声聴取することに対する反応を個人ごとに評価するとともに、個人特性との関連検討も行う予定で進めている。

【参考文献】

- [1] e.g, Leach et al. *Occup Environ Med* 74(1):pp.72-79, 2017.
- [2] *J Occup Environ Med* 60(12):pp.1067-1072, 2018.
- [3] *Organ Behav Hum Decis Process*.109:29-44, 2009.

(6) 勤務中身体活動が循環器系自律神経機能に及ぼす影響の検討

蘇 リナ(人間工学研究 G)、松尾 知明(同)、久保 智英(産業保健研究 G)、松元 俊(同)

【研究概要】

(1) 背景

現在、少子高齢化が進む日本では、労働力の減少が重要な課題となっており、この課題解決に向けた方策として、労働者が「年齢に関わらず、長く元気に働くことの実現」が必要であると考え。その実現に向け、労働者の「身体活動(physical activity、PA)」に着目し、労働者の疾病予防に向けた研究に取り組むことは有益であると考えている。この視点に関連した国際的指標として、「WHO 身体活動・座位行動に関するガイドライン」がある。本ガイドラインでは、「座りっぱなしの時間を減らし、中強度から高強度の PA を週 150 分以上に行うことを推奨する」として、勤務中を含む日常環境下における全ての PA を積極的に行うことを推奨している(2020 年 11 月、更新版公表)。他方、近年「勤務中 PA」に関する興味深い研究が注目を集めている。当該研究では勤務中及び余暇中の PA と死亡率の関係について、104,046 人を 10 年間追跡調査した結果(Copenhagen General Population Study)、余暇中 PA が多いほど死亡率が 40%低下し、勤務中 PA が多いほど死亡率が 27%増加することが示された(Holtermann A et al., *Eur. Heart J*, 2021)

デンマーク国立労働衛生研究所の Holtermann et al. (*Br J Sports Med*, 2012) が提唱した「Physical Activity Paradox」と呼ばれる概念は、余暇中 PA がも

たらす健康利益に対して、業務中 PA を身体的負担と捉え、その量が多いほど健康リスクが高まるという視点に立っている。これは、全ての PA を“善”と捉える WHO ガイドラインとは異なっている。以上の学術的背景を踏まえると、健康維持・増進に向けて「WHO がこれほど PA を推奨しているのに、勤務中 PA が多いほどなぜ健康と平均寿命が悪くなるのか？」という疑問が生じる。一方、「Physical Activity Paradox」に関する生理学的メカニズムについては、PA の「頻度、強度、時間」が自由にコントロールできる余暇中 PA に対して、自己コントロールができない勤務中 PA は「疲労と回復」のバランスが崩れることによる身体的過負荷が、循環器系自律神経機能の異常や血圧上昇を引き起こす可能性があると考えられている(Hallman et al, *PLOS ONE*, 2017)。しかし、「Physical Activity Paradox」に関するこれまでのエビデンスは、「北欧」の「肉体労働者 (Blue-collar worker)」に偏っており、労働環境や働き方が異なる日本の労働者に関する研究は進んでいない。日本では、労働時間そのものが長く、我々の先行研究では、全業種の勤務時間の平均値は 9.6 時間であった(So et al., *JSPFSM*, 2018)。すなわち、睡眠時間を除いた覚醒中 PA の約 5 割以上が勤務中に行われるのであれば、勤務中の過ごし方が健康状態に及ぼす影響度は大きいと考えられる。しかし、勤務中 PA については、日本国内の労働衛生

分野では、まだ十分に注目されておらず、働く人の健康にどのような影響を及ぼすのかについて、さらなる研究が求められている。勤務中 PA が労働者の健康維持・増進につながる活動であるためには、まず「勤務中 PA が循環器系を含む生理学的反応に及ぼす影響」を明らかにする必要があるが、様々な働き方や労働環境を踏まえた視点での取り組みはこれまでにない。

(2) 目的

本研究では、「日本の労働環境下」における勤務中 PA の多寡が循環器系自律神経機能に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。さらに、今後、勤務中 PA が健康状態に及ぼす影響を疫学的に検討することを目指し、労働現場をデータ収集の柱とした職種別勤務中 PA のデータベース構築を目指す。

(3) 方法

勤務中 PA が多い職種(運搬・清掃職、建設・採掘従事者など)と少ない職種(事務職など)の労働者を対象としたデータ収集を行う。勤務中 PA の評価方法は、3 軸加速度計と座位行動測定機器を用いて評価する。また、循環器系自律神経機能についてはホルター心電計の装着による睡眠中の心拍変動を用いる。身体活動と循環器系自律神経機能を評価するために 24 時間、7 日間の測定機器の装着を求める。

【研究計画】

1 年目(令和 5 年度)に収集したデータを分析し、学会発表による公開に向けた作業を行う。また、勤務中の PA が多い業種に焦点を当てたデータを収集する。

労働現場からデータを収集するために、協力企業募集に向けた活動を行う。本研究では、勤務中 PA が多い職業(運搬・清掃職、建設・採掘従事者等)と少ない職業(事務職等)から、それぞれ 50 名ずつ、合計 100 名のデータ収集を目指す。研究の進行に伴い、研究協力先の募集も同時に行っているため、十分な協力先が確保できない場合は、研究支援企業と連携し、参加者を確保する方針を取る。

【研究成果】

(1) データ収集の準備と開始

2023 年から 2024 年にかけて、職種ごとの勤務中 PA (Occupational PA:OPA) と心拍変動 (Heart Rate Variability: HRV) のデータ収集を行った。

(2) 倫理審査とデータ収集概要

2023 年 8 月に倫理審査の承認を取得し、その後、所内実験および協力企業でのデータ収集を開始した。協力企業を募るため、ブライト 500 認定企業 700 社に向けてリーフレットを配布したところ、7 社から問い合わせがあり、そのうち 4 社が協力に応じた。これまでに所内実験から 17 名、4 社の協力企業から 45 名のデータを収集し、合計 62 名分のデータが収集できた。

(3) データ処理と解析の進捗状況

収集したデータのうち、シフト勤務の 5 名とデータ不備があった 2 名を除いた 55 名分について、現在データ処理と解析を進めている。対象者は職種に基づいて勤務中の身体活動量が少ない群(low OPA: 管理職、事務職、営業・企画、研究)と多い群(high OPA: 販売・サービス、運搬・清掃、医療・福祉、保安職)に分類した。

(4) 解析結果の概要

1) 対象者の属性と身体活動量の比較

low OPA 群(38 名): 座位時間が長く、軽度の身体活動量が少ない傾向が見られた。

high OPA 群(17 名): 軽度および中等度の身体活動量が多く、座位時間が短いことが確認された。

2) 自律神経機能の解析結果

現在、対象者のうち 11 名(low OPA 群 8 名、high OPA 群 3 名)のデータ解析が完了している。

1) 勤務中の HRV

・low OPA 群では、交感神経活動が低く、長時間の座位に関連している可能性が考えられる。

・high OPA 群では、交感神経と副交感神経の両方の活動が高いことが確認された。

2) 睡眠中の HRV

・low OPA 群では、副交感神経活動が高い傾向が確認された。

・high OPA 群では、睡眠中の交感神経活動がやや高く、LF/HF 比も高い傾向が見られた。

(7) 有機溶剤蒸気に関する作業環境測定のための異種固体捕集剤の利用の研究

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 N-F28-03 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。

(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、今後も取り上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にすること自体も実用上有益な情報となる。

【研究計画】

令和 5 年度においてガスクロマトグラフでの低濃度領域から管理濃度までの定量的測定が可能であることがわかった有機溶剤(イソブチルアルコール、イソプロピルアルコール、ベンゼン、クロロホルム、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、1,1,1-トリクロロエタン)を主要な対象として、低濃度領域を中心とした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を中心とした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にする。

【研究成果】

令和 6 年度の研究計画に示した有機溶剤(イソブチルアルコール、イソプロピルアルコール、ベンゼン、クロロホルム、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、1,1,1-トリクロロエタン)を対象として、ごく低濃度の領域(ここでは管理濃度の 10 分の 1 以下の濃度)を中心とした活性炭捕集剤での脱着率測定をまず進めた。これらの終了を受けて次にシリカゲル捕集剤での脱着率測定に移り、現在も進行中である。これまでの結果から、上記の低濃度領域と、より高い濃度領域とでは活性炭捕集剤およびシリカゲル捕集剤での脱着率の優劣が入れ替わる有機溶剤が複数あり、これらの精度の良い測定のためには濃度に応じて双方の捕集剤を使い分けることが有効となる可能性が示された。一方で、今年度の結果からは双方の捕集剤による脱着率がそれぞれの濃度であまり変わらない有機溶剤も見られた。

(8) 振動感覚閾値を援用した新たな評価指標の衝撃振動作業評価への検討

柴田 延幸(研究推進・国際 C)、高谷 一成(環境計測研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

振動障害新規認定患者数は、250～300 人程度で横ばい状態であるが、高年齢労働者の増加が顕著である今日、振動ばく露作業従事者の全振動ばく露量および振動ばく露期間は増大傾向にあり、振動障

害発症リスクの増大が懸念される。近年、末梢神経系症状を主徴とし、末梢循環系の症状(主に白指)を伴わない比較的軽度の事例が顕在化しつつある。

(2) 目的

本研究では、振動障害予備群の早期発見およびリスク評価・管理に資する指標の開発を目的として、末

梢神経系の初期症状として出現しやすいとされる振動感覚に着目し、個体差や気温・体温等の環境条件の影響を受けやすい平時の閾値とは異なる指標を得る。代表者が実施した先行研究では、上昇法によって求めた閾値と下降法によって求めた閾値を用いることによって、室温や指先皮膚温などの環境条件に左右されることのない普遍的な指標を抽出することに成功し、この指標が振動の長期ばく露総量を反映しうることを明らかにした。本研究はこの指標が衝撃振動ばく露に対して同様の普遍性を保つかどうか検討することを目的とする。

(3) 方法

被験者に実工具振動を模したくりかえし衝撃振動をハンドルを介してばく露させて、ばく露後の振動感覚閾値の変化の経過を一定時間間隔で 30 分後まで測定する。測定後の閾値データは、ベースライン補正を施したのち、代表者らが新たに提案している VPTW (vibrotactile perception threshold width) を算出して、この値の時間経過依存性、および振動ばく露歴依存性、振動強度依存性を検討する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究は、振動感覚閾値を援用した新たな評価指標の振動障害予備群早期発見への可能性にもとづき、この指標の衝撃振動への適用可能性を被験者を用いた実験室実験により検討することを特色とし、得られる成果を振動障害予備群の早期発見に役立てることを目標としている。代表者が実施した先行研究で

は、上昇法によって求めた閾値と下降法によって求めた閾値を用いることによって、室温や指先皮膚温などの環境条件に左右されることのない普遍的な量を抽出することに成功し、この量が振動の長期ばく露総量を反映しうることを明らかにした。この新たな知見は極めて独創性であり、本研究はこの量が衝撃振動ばく露に対して同様の普遍性を保つかどうかを検討する。

【研究計画】

(1) 新たに導入したパラメータをもとに規格化された波形条件に対して、被験者を用いた予備実験及びばく露後の振動感覚閾値測定を行い、データ解析をもとに条件の妥当性を検討する。

(2) コントロール群相当の被験者に対して衝撃振動ばく露およびその後の振動感覚閾値測定実験を行い、データ解析を行う。

【研究成果】

実験条件を詰めていく予備実験を予定の半分程度実施した時点で、加振波形の高周波数帯にひずみが生じるようになり、最終的に加振出力をあげることが困難な状況に至った。目視による調査の結果、加振機コイルに巻き付けてある銅線末端の端子破損と巻きのゆるみが認められたため、現在その他の破損等がないかを含めて現在、業者持ち帰りのうえ検査中。修理完了後、再取り付け・動作確認を経て、残りの予備実験を行う予定。

(9) 労働者における過敏性腸症候群の悪化にかかわる心理社会的要因および就労状況への影響

菅谷 渚(産業保健研究 G)、佐々木 毅(同)、井澤 修平(同)

【研究概要】

(1) 背景

過敏性腸症候群 (irritable bowel syndrome: IBS) は機能性胃腸障害の一つであり、その発症と悪化にストレスが関連する代表的な消化器系心身症である。オンライン調査で得られた一般人口における有病率は最新の診断基準である Rome IV では 4% 程度、以前の基準である Rome III では 10% とされ (Sperber et al, 2021)、その罹患率の高さに伴う医療経済的な問題も指摘されてきた (Black et al, 2020)。IBS 保有者は不安・抑うつなどの強い例が多く、症状に関連したネガティブな認知 (症状を脅威的、コントロール不可能なものと捉えるなど) や回避行動 (トイレに行けない状況を避けるなど) も見られ、臨床場面では心理療法が適用されることもある (Sugaya et al, 2022)。先行研究では、

労働者における IBS は、心身の健康や就労状況に影響を与えることが報告されている。一般集団における先行研究と同様に、IBS を有する労働者は、生活の質 (QOL) の低下 (Buono et al, 2017)、精神疾患の高い有病率 (Buselli et al, 2021)、バーンアウト (Hod et al, 2020)、睡眠関連の問題 (Liu et al, 2022) を示した。さらには、そのような IBS に伴う様々な心身の問題がプレゼンティーズムや欠勤、労働生産性といった就労にかかわる問題を示していた (Frändemark et al, 2018; Goodoory et al, 2022)。また、IBS と交代勤務の関連性は以前から報告されており、メタアナリシスでは、IBS が交代勤務者に多いことが示唆された (Wang et al, 2022)。労働者における IBS の研究はここ数年でやや増加傾向にあるが、上述の通り、これまでの研究は、IBS の有無による差異を明らかにすること、交代

勤務と IBS の関連を示すことに主眼が置かれてきた。一方で、「ストレスナーになりうる仕事上の負担感・裁量権など交代勤務以外の様々な仕事の特徴がどのように腹部症状の悪化につながるのか」、「IBS に起因する身体的・精神的弊害(腹部症状の程度や症状に関連した認知・行動反応など)が後の就労状況にどのような影響を及ぼすのか」といった、仕事や IBS の特徴を考慮した対策により貢献しうる精緻な分析が未だ乏しい。また日本人における労働者の IBS に関する知見も極めて限られている。

(2) 目的

本研究の目的は、①IBS を有する労働者の心理的特徴や就労に関する問題を明らかにした上で、②腹部症状の悪化要因を仕事の特徴も含めた心理社会的側面から明らかにし、③さらには IBS の有無はじめ各変数が 1 年後の就労状況(休業、離職など)にどのように寄与するかを示すことである。

(3) 方法

本研究では労働者を対象にオンライン調査を実施する。

1) 1 回目調査

20 歳以上 50 歳未満の労働者 1200 人(50 歳以上での発症は器質的疾患の疑いが強くなるため)。所定労働時間週 30 時間未満、会社経営者・役員・自営業は除外基準とする。世界的に用いられている最新の IBS の診断基準である RomeIV に基づいたスクリーニング調査を 20000 人に実施した上で、IBS の診断基準を満たす人を 600 名、満たさない人を 600 名抽出したうえで本調査を行う。

2) 2 回目調査(1 年後)

1 回目調査の対象者に追跡調査を行う。IBS の保有をはじめどのような身体的・心理社会的要因が 1 年間の欠勤、休職、退職に関連するかについて分析を行う。調査項目としては、腹部症状重症度、腹部症状に関連した不適応的な認知・行動反応、不安・抑うつ、職業関連ストレスナー、プレゼンティーズム、欠勤・休業など就労状況などを含める予定である。

(4) 研究の特色・独創性

本研究計画は、対策の構築に資するエビデンスの蓄積が未だ十分でない労働者の IBS 研究において、職業上のストレスナーとなりうる仕事の特徴や就労上問題となりうる IBS に特化した諸問題(腹部症状やそれに特化した心理的変数)を組み入れて縦断的な検討により実態を解明しようとするものである。そのことにより、IBS を保有する労働者に対してどのような症状悪化要因、もしくは就労の問題につながる症状関連の要因にアプローチすべきかについて有益な情報を提供することができる。

【研究計画】

取得済みのデータの解析を行った結果について学会発表を行うと同時に、論文投稿を進める。また、10 月には 1 回目調査から 1 年後の追跡調査を実施する。その後 2 回分のデータについて解析を行い、次年度の学会発表と論文執筆の準備を進める予定である。

【研究成果】

当初の予定通り、1 回目のオンライン調査を委託した調査会社(株式会社 Hamon)に追跡調査を依頼し、10 月 5~18 日に調査を実施した。447 名分のデータが得られた。現在、得られたデータを解析しながら、論文執筆を進めている。

(10) 質量分析法によるリスクアセスメント対象化合物の簡便な測定法の検討

井上 直子(環境計測研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

平成 28 年 6 月 1 日から、事業場におけるリスクアセスメントが義務付けられた。化学物質のリスクアセスメントには、化学物質等の有害性等を元にリスクの程度を見積もる方法や、作業場の気中濃度を測定しばく露限界値と比較する方法等がある。事業者はリスクアセスメント手法を選択できるため、より安価な方法で実施する事業者が多いと予測されるが、定期的に作業環境の測定・把握することは、見落としリスクによる有害物質からのばく露を回避できると考えられる。そのため、安価・迅速・簡便・安全に行える測定によ

るリスクアセスメントの方法を提案することは、測定によるリスクアセスメントを採用しやすくなり、事業者や労働者にとって有用な情報となり得る。

(2) 目的

作業環境測定の分析方法に、定性・定量性が高く多くの化学物質に用いられている、ガスクロマトグラフィー(GC)や液体クロマトグラフィー-紫外吸収検出(LC/UV)等を用いた方法があるが、どちらも化学物質により適したカラムを選択する必要がある。LC の場合は移動相にアセトニトリル(リスクアセスメント対象物質)やメタノール等の有機溶媒を多く必要とするため、分析者へのばく露や有機溶媒供給不足時期に

おける測定への影響が懸念される。また、リスクアセスメントは作業環境測定と比較し、対象物質数が多い。そのため、本研究では、リスクアセスメントに導入しやすいより安価・迅速・簡便・安全な分析法を提案するために、スクリーニング測定方法を開発し、導入の可能性を検討する。

(3) 方法

本研究では、GC や LC などのクロマトグラフィーを用いない、リスクアセスメント対象物質のためのスクリーニング法開発を行う。GC や LC/UV 等はカラムを用いるため、分析対象化合物に応じて分離条件の検討や、測定時は分析時間を必要とする。また、分離を行うことで溶出されない化学物質が存在する可能性もある。そのため、GC や LC を使用しない、検出器のみの分析法を開発することで、時間短縮、カラムおよびキャリアガスや移動相溶媒の削減により費用低減した、多くの化合物の同時分析可能な分析法を開発する。また、クロマトグラフィーを使用しないことにより定性性は低下するため、検出器に汎用性の高い質量分析計(MS)を使用し、さらに MS 条件によるスペクトル変化を用いて、定性性の向上を検討する。

(4) 研究の特色・独創性

クロマトグラフィーを使用しない分析方法を開発し提案することにより、クロマトグラフィーによる分析法では検出されなかった化学物質等も含めて、試料中に存在する総化学物質を把握することができるため、想定していない化学物質についても把握することができる。また、有機溶媒を使用する工程や使用量を減らすことで有機溶剤及び有害物質へのばく露、試薬コストや分析時間が低減により、分析コスト等が低減す

るため、測定によるリスクアセスメントを採用しやすくなると考えられる。

【研究計画】

(1) 質量分析計(MS)による溶液中試料の分析条件の検討

モデル化合物として芳香族アミン類を用いて標準試料を調製し、これを試料として用いて、MS の測定条件を変化させ、その物質の MS による検出パターンを測定する。また、実試料分析を想定した場合、芳香族アミン誘導体のうち、熱分解等により芳香族アミンが生じる化合物は、分析に影響すると推測されるため、MS の条件検討および検出パターンを測定する。さらに、標準品のみの場合と比較し、クロマトグラフィーを用いずに定性的に分析が行える条件について検討を行う。

(2) 類似化合物による定量方法の検討

類似化合物を用いて、混合条件下での定量方法の検討を行う。MS の測定条件を変化させて標準品のみとの検出感度を比較し、定量範囲を測定する。カラムを使用し測定した場合と比較する。

【研究成果】

カラム不使用条件下での定性性の高い分析条件の検討のため、モデル化合物として *o*-トルイジン(*ot*)およびその同位体 2 種(重水素標識体、*d2*、*d3*)を用いて、MS の測定条件(イオン電圧)及び移動相の溶液組成を変化させ、分析条件の検討を行った。試料は短時間(0.22 分)での分析が可能であり、また、*d3/d2* の面積比は *ot/d2* と比較して差が見られ、条件変化等による感度差を分析に用いることによる定性性の向上の可能性が示唆された。

(11) 重量物取り扱いにおける筋力と腰部負荷の関係

杜 唐慧子(人間工学研究 G), 岩切 一幸(同), 小山 冬樹(同)

【研究概要】

(1) 背景

業務上腰痛は、業務上疾病の約 6 割を占めており、労働安全衛生における取り組むべき重要な課題となっている。この業務上腰痛の約 4 分の 1 は、「荷姿の物」の取り扱いによって起きており、重量物の取り扱いは腰痛を引き起こす主要因となっている。重量物の取り扱いと腰痛との関係については、プロジェクト研究「腰痛予防と持ち上げ重量に関する研究」(R4～R6 年度、以下重量物プロ研と記載)において取り組んできた。その結果、腰より低い位置での重量物の取り扱いでは、腰部負荷が大きくなるが、腰より高い位置での重量物の取り扱いでは、腕の筋力の影響が

大きく関わっていた。これにより、筋力の強い人では、持ち上げの際に荷物と身体の重心の位置を自力で調整することにより、腰にかかる負荷が少ない、適切な作業姿勢を取りやすい可能性がある。また、腰部筋力が増大すれば、腰椎にかかる力が分散され、腰痛リスクが低くなる可能性も考えられる。先行研究では、体幹筋と下肢の筋力低下が腰痛と関連すると報告されていることから、筋力は腰痛予防に着目すべき要因と考えられる。このようなことから、重量物の取り扱い作業における筋力と腰部負荷の関係を明らかにすることは、労働者の腰痛予防さらには腰部負担の改善につながると思われる。

(2) 目的

本研究では、実験室での被験者実験において、重量物取り扱い時の筋力と腰部負荷との関係について検討し、筋力による腰部負荷の軽減効果について明らかにする。また実験では、筋力や年齢などの個人的特性ごとに重量制限値を算出し、個人的特性に合った腰痛予防対策の提案を目指す。

(3) 方法

研究対象者は、筋力トレーニングの習慣があるか、または重量物を取り扱う仕事を週 4 回以上行っている 20 代～50 代の日本人男性 20 名とする。対象群とする運動や力仕事を行っていない者は、重量物プロ研の被験者から選定する。ただし、規定数が不足する場合には追加実験を行う。研究対象者の個人的特性としては、年齢、身長、体重、体脂肪率、筋肉量、筋力とする。体脂肪率と筋肉量は 体組成計にて測定し、筋力は握力および体幹機能評価テストにて評価する。作業内容は、重量物を 持ち上げ、保持、運搬とする。取り扱う重量は、5kg、8kg、10kg、13kg、15kg、18kg、20kg、23kg、25kg、28kg、30kg の 11 条件から選定する。作業中には、姿勢・動作と床にかかる力を三次元動作解析システム(三次元動作解析装置 VICON、床反力計 Kistler)を用いて測定する。得られたデータは、姿勢動作データと身体にかかる外力を基に、Anybody ソフトを用いて筋力や腹圧をシミュレーションし、逆動力学の手法にて重量物取り扱い時の腰部椎間板圧縮力(第 5 腰椎と第 1 仙椎間の圧縮力)を算出する。各作業における腰部椎間板圧縮力は、腰痛リスクが高まるとされる 3400N と比較し、その値に収まりかつ取り扱うことができた最大の重量値を算出する。その後、筋力の強い群(筋トレ・重量物作業従事者)と弱い群(対照群)において、作業姿勢、重量制限値、腰部椎間板圧縮力を比較する。個人的特性を考慮したリスクアセスメント方法の提案では、NIOSH lifting equation (米国労働安全衛生研究所の持ち上げ計算式)を参考にする。NIOSH lifting equation では、①重量制限値、②水平位置、③垂直位置、④垂直移動距離、⑤角度、⑥頻度、⑦把持のし易さの 7 つの値より、重量上限値(≤重量制限値)を算出し、腰痛リスクを推定する。本研究では、得られたデータに加え、重量物プロ研にて収集した様々な年齢、身長、体型の人による持ち上げ動作と腰部椎間板圧縮力のデータと併せて、姿勢、動作、重量物の重さ、取り扱い位置、体脂肪率、筋肉量、筋力評価結果、年齢などのパラメーターと腰部椎間板圧縮力との関係を解析し、

各パラメーターの係数を検討してリスクアセスメント方法を提案する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特色は、筋力や体組成(体脂肪率、筋肉量)などの個人的特性を考慮して、腰痛問題にアプローチすることである。従来の腰痛予防ガイドラインでは、重量物の重さや取り扱い位置、移動距離などに焦点を当ててきた。しかし、腰痛に関連する個人的特性である筋力や姿勢については検討していない。労働現場での腰痛問題が長年にわたり改善されていないことから、新しい視点からの検討が必要と考えられる。この研究の知見は、労働現場での腰痛予防のための個別化されたアプローチを提案する際の科学的根拠になると考えられる。また、筋力などの鍛えられる能力と腰部負荷との関連性を明らかにすることで、労働者が自ら能動的に腰痛予防に取り組むことが可能と考えられる。これらの特色と独創性により、この研究は職業関連性腰痛の予防と改善に新たな視点を提供し、労働安全衛生に貢献することが期待される。

【研究計画】

(1) 予備実験

まずは数名の実験参加者を対象にした予備実験を行い、持ち上げ重量の設定、筋力の計測評価方法と解析プログラミングの構成を検討する。

(2) 本実験

予備実験の結果をもとに、本実験を実施する。本実験の参加者は 20 名とするが、測定可能な人数までとする。

【研究成果】

(1) 予備実験

10 月に研究倫理委員会の承認を得た後、複数回の予備実験を行い、実験のプロトコルを確定した。筋力の測定項目は握力、背筋力、背筋+脚筋力の 3 項目とし、体組成から筋量を評価する指標には FFMI (除脂肪体重指数)を採用した。また、腰部負荷解析プログラミングでは体脂肪率を考慮するように修正した。

(2) 本実験

本実験の被験者募集とマネジメントを調査委託会社に依頼し、20～50 代で筋力トレーニング習慣を有する者、または重量物取り扱い経験が豊富な労働者を対象に絞った。11 月上旬は募集および選定を実施し、11 月中旬より被験者実験を開始できるように進めている。年度末までには、被験者 15～16 名分のデータ収集を実施する予定である。

(12) 労働時間把握の正確さに関する認識についての検討

高田 琢弘(社会労働衛生研究 G)、高橋 正也(同)、佐々木 毅(産業保健研究 G)

【研究概要】

(1) 背景

2017 年の「労働時間の適正な把握のために使用者が講ずべき措置に関するガイドライン」の策定や「勤務間インターバル」の導入促進など、労働時間管理への関心は高まっている。長時間労働が過労死等を引き起こす主要な要因の一つであることは明らかであり、その削減が必要である。しかし、過去の過労死事案では、事業場で記録されていた労働時間と実労働時間が乖離していたことが指摘されており(高見、2023)、一部の事業場では労働時間を適正に把握できていない可能性が考えられる。

(2) 目的

本研究では、「労働者が自身の労働時間を正確に把握できていると認識しているかどうか(労働時間把握の正確さに関する認識)」について解明し、労働時間の適正な把握が労働者の心身に及ぼす影響について検討することを目的とする。また、「職場の労働時間把握方法に満足しているか(満足感)」についても検討する。具体的には、労働時間把握の正確さに関する認識(および満足感)の実態把握のための WEB 調査を行い、心理社会的適応との関連について検討を行う。

(3) 方法

調査会社に委託し、2 つの WEB 調査を行う。研究 1 では、製造業等の労働者を対象として、自身および職場の「労働時間把握の正確さに関する認識」と「労働時間把握方法の満足感」について、探索的に検討する。また、これらの認識・満足感と心理社会的適応(ストレス・抑うつ・幸福感・ワークエンゲイジメント等)との関連を検討する。研究 2 では、研究 1 の結果を踏まえ、過労死等の多発が指摘されている重点業種(外食産業、IT 産業等)を対象とした調査を実施する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特色・独創性として、労働者本人のみでなく、職場の労働時間把握方法に関する認識についても回答を求める点が挙げられる。そのため、社会的望ましさの影響が出にくくなることが予想され、労働時間把握の実態をより正確に測定できる可能性がある。

さらに、これまで未検討であった「労働時間把握の正確さに関する認識と満足感」について、客観的なデータを提供できる点も挙げられる。それらのデータは行政施策等への貢献も期待でき、大いに有益であると考えられる。

【研究計画】

- ・既存データ(社会労働衛生研究 G が実施した「令和 3～4 年度 事業場調査」)の分析を行う。この調査は、3,587 事業場(令和 3 年度)および 3,112 事業場(令和 4 年度)から回答が得られ、各事業場における労働時間の把握方法に関するデータが含まれている。

- ・既存データの分析結果をそれぞれ論文としてまとめ、学会誌に投稿する。

- ・WEB 調査の調査内容を検討し、研究倫理申請を行う。研究倫理審査委員会の承認を得られた後、調査実施の準備を行う。

- ・調査会社に委託し、WEB 調査を実施する。データ収集が完了した後、データ分析を行う。

- ・WEB 調査の分析結果をまとめ、学会誌へ投稿する。

【研究成果】

当初の予定通り、令和 6 年度は既存データ(「令和 3～4 年度事業場調査」)の分析を行った。分析結果は、第 34 回日本産業衛生学会全国協議会でポスター発表を行い、1 編の論文が「労働安全衛生研究」に「調査報告」として掲載された。既存データの分析結果は、2025 年度中に学術論文としても 1 編投稿する予定である。さらに、WEB 調査に関しては、令和 6 年度中に調査を実施し、1,482 名分のデータを収集した。分析結果は、第 98 回日本産業衛生学会で口頭発表を行い、「産業衛生学雑誌」に「原著論文」として投稿中である。

これまでの研究結果としては、「令和 3～4 年度事業場調査」を分析した結果、約 2 割の事業場で客観的な労働時間把握方法が用いられておらず、従業員規模・業種によって労働時間把握方法の傾向が異なることが示された。また、Web 調査等の結果、労働時間が正確であると認識している労働者や、労働時間把握方法に満足している労働者ほど、心理社会的適応が良好であるという可能性が示唆された。

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	大規模建設工事計画審査委員会 委員長他
2) 厚生労働省	農業機械の安全対策に関する検討会 委員
3) 厚生労働省	無線操作式天井クレーンの運転に係る資格の在り方に関する検討会 委員
4) 厚生労働省	簡易リスクアセスメント手法検討委員会 委員
5) 厚生労働省	供用適正評価 (FFS) に基づくボイラー等の維持基準等検討事業における専門委員会 委員
6) 厚生労働省	化学物質管理に係る専門家検討会 座長他
7) 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 座長他
8) 厚生労働省	第 14 次防労働災害防止計画の検証等事業委員会 委員
9) 厚生労働省	国が定める濃度基準値候補物質の測定手法検討に係る WG 委員
10) 厚生労働省	職場における化学物質管理における濃度基準値の検討に係る専門家会議 委員他
11) 厚生労働省	薬事・食品衛生審議会 (毒物劇物部会) 臨時委員
12) 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 委員
13) 厚生労働省	労働政策審議会安全衛生分科会じん肺部会 委員
14) 厚生労働省	労働安全衛生法に基づく一般健康診断の検査項目等に関する検討会 構成員
15) 厚生労働省	個人防護具の回転備蓄に関する調査等支援業務 WG 委員
16) 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
17) 厚生労働省	長時間労働医師への面接指導の実施に係る研修事業有識者委員会 委員
18) 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
19) 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議 構成員
20) 厚生労働省	業種別リスクアセスメントマニュアル作成に係る専門家検討会 委員
21) 厚生労働省	化学物質の自律的管理のための適切な測定方法等検討委員会 委員
22) 厚生労働省	安衛法 GLP 査察専門家
23) 厚生労働省	関係研究機関動物実験施設協議会 幹事
24) 厚生労働省	変異原性試験等結果検討委員
25) 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
26) 厚生労働省	経皮ばく露評価委員会 委員
27) 厚生労働省	職場における熱中症予防対策の周知事業検討委員会 委員
28) 厚生労働省	物流施設等における労働災害防止対策の実施状況等に関する調査検討委員会 委員
29) 厚生労働省	工作物石綿事前調査者講習標準テキストの効果検証 (フォローアップ) 及び更新のための検討会 座長
30) 厚生労働省	石綿の啓発に係るリスクコミュニケーション等検討会 座長
31) 国土交通省	建設機械施工の自動化・自律化協議会 委員他
32) 国土交通省	航空管制官の疲労管理の高度化に関する有識者検討会 委員
33) 農林水産省	農作業安全検討会 委員
34) 農林水産省	農業資材審議会農薬分科会 委員他
35) 環境省	熱中症環境保健マニュアルの検討・改訂業務 WG 委員
36) 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 委員
37) 環境省	子どもの健康と環境に関する全国調査 (エコチル調査) 北海道ユニットセンター 疫学専門委員
38) 総務省	公害等調整委員会 専門委員
39) 総務省	ISO/TC94/SC14 国内審議委員会 協力委員

委員会等の名称

- 40) 内閣府 食品安全委員会肥料・飼料等専門調査会等 専門参考人
- 41) 消費者庁 食品衛生基準審議会 臨時委員
- 42) 人事院 安全専門委員会 委員
- 43) 人事院 心の健康づくり指導委員会職場環境改善 WG 座長他
- 44) 人事院 国家公務員の心の健康の問題による長期病休者の円滑な職場復帰のための支援手法の開発業務 委員
- 45) 東京労働局 TOKYO 小売業 SAFE 協議会 委員
- 46) 消防庁 救助技術の高度化等検討委員会 委員
- 47) 東京消防庁 警防業務事故再発防止対策検討部会 委員
- 48) 東京消防庁 第 26 期火災予防審議会 委員
- 49) 埼玉労働局 埼玉県介護施設 SAFE 協議会 支援協力事業者
- 50) 埼玉労働局 埼玉県小売業 SAFE 協議会 支援協力事業者
- 51) 東京都 新型コロナウイルス感染症後遺症タスクフォース 構成員
- 52) 東京都 環境影響評価審議会 委員
- 53) 東京都 東京 iCDC 専門家ボード 構成員
- 54) 埼玉県 化学物質対策専門委員会 委員
- 55) 厚木市 セーフコミュニティ職場（労働）の安全対策委員会 委員
- 56) 中央労働災害防止協会 倫理審査委員会 委員
- 57) 建設業労働災害防止協会 低所からの墜落・転落防止対策に関する専門部会 委員
- 58) 建設業労働災害防止協会 木造家屋等建築工事安全対策委員会 委員
- 59) 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
- 60) 建設業労働災害防止協会 建設業における化学物質管理者講習用教材作成に関する検討会 委員
- 61) 陸上貨物運送事業労働災害防止協会 逸走防止部材実証調査委員会 委員
- 62) 陸上貨物運送事業労働災害防止協会 労働災害防止対策検討委員会
- 63) 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
- 64) 国立研究開発法人産業技術総合研究所 ISO/TC229 (ナノテクノロジー) 標準化国内審議委員会 委員
- 65) 国立研究開発法人産業技術総合研究所 ISO/TS12901-2:2014 (ナノテクノロジー) JIS 原案作成委員会 委員
- 66) 独立行政法人高齢・障害・求職者雇用支援機構職業能力総合大学校 職業訓練用教科書（金属加工系）改訂・執筆内容検討委員会
- 67) 独立行政法人製品評価技術基盤機構 技術専門家
- 68) 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
- 69) 公益社団法人産業安全技術協会 理事
- 70) 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
- 71) 公益社団法人日本保安用品協会 JIS T8106 原案作成委員会 委員長
- 72) 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
- 73) 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
- 74) 公益社団法人日本作業環境測定協会 作業環境測定ガイドブック 4 (金属類) 編集委員会 委員長
- 75) 公益社団法人日本医師会 医療勤務環境評価センター 委員
- 76) 公益社団法人東京都医師会 産業保健委員会 委員
- 77) 公益社団法人日本看護協会 看護労働委員会 委員
- 78) 公益社団法人全国労働衛生団体連合会 メンタルヘルス専門委員
- 79) 一般財団法人日本溶接協会 安全衛生・環境委員会 幹事委員
- 80) 一般財団法人日本規格協会 JIS (Z7252、Z7253) 原案作成委員会 委員
- 81) 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
- 82) 一般財団法人地方公務員安全衛生推進協会 自治体産業医活動調査に係る検討会 委員

委員会等の名称	
83) 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	
84) 一般社団法人日本クレーン協会 技術審議委員会 委員	
85) 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	
86) 一般社団法人日本クレーン協会 ロープ委員会 委員長	
87) 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	
88) 一般社団法人日本クレーン協会 クレーン委員会 委員	
89) 一般社団法人日本クレーン協会 ゴンドラ委員会 委員	
90) 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	
91) 一般社団法人日本クレーン協会 機能安全分科会 委員	
92) 一般社団法人日本クレーン協会 材料評価分科会 委員	
93) 一般社団法人仮設工業会 単品承認審査委員会 委員長	
94) 一般社団法人仮設工業会 認定検査審査委員会 委員長	
95) 一般社団法人仮設工業会 技術委員会 委員	
96) 一般社団法人仮設工業会 承認審査委員会 委員	
97) 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	
98) 一般社団法人日本電気協会 需要設備専門部会 委員他	
99) 一般社団法人日本電気協会 電気安全関東委員会 幹事他	
100) 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	
101) 一般社団法人日本電気協会 澁澤賞受賞者選考委員会	
102) 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 委員他	
103) 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	
104) 一般社団法人日本ボイラ協会 理事	
105) 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	
106) 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 トンネル発破作業における自動化・遠隔化技術に関する技術検討委員会 委員	
107) 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	
108) 一般社団法人日本産業保健法学会 参与	
109) 一般社団法人日本森林技術協会 林業機械の自動運転・遠隔操作に関する安全対策検討会 委員	
110) 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 委員他	
111) 一般社団法人日本化学工業協会 JIS Z 7252 及び JIS Z 7253 改正のための JIS 原案作成委員会 委員	
112) 一般社団法人日本人間工学会 ISO/TC159 国内対策委員会 委員他	
113) 一般社団法人日本化学工業協会, LRI 学術諮問会議 委員	
114) 一般社団法人日本音響学会 音響規格委員会 幹事他	
115) 一般社団法人日本音響学会 音響規格委員会 ISO/TC 43/SC1 専門委員会 幹事他	
116) 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	
117) 一般社団法人日本機械学会 ISO/TC108/SC4 国内委員会 委員長	
118) 一般社団法人日本農業機械化協会 農林水産省補助事業事業推進委員会 委員	
119) 一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会 作業環境管理専門家・化学物質管理専門家指導用マニュアル作成検討会 委員	

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) IEC TC31,SC31G,J,M General Meeting (防爆) (イギリス, エジンバラ)	大塚 輝人
2) IEC TC31 adh61 (ロボット・ドローン) MT60079-11 (本質安全防爆) (カナダ, カルガリー)	大塚 輝人
3) ISO/TC39/SC10/WG3 (工作機械の安全性:旋盤) 第 22 回及び第 30 回国際会議 (Web)	齋藤 剛

委員会等の名称	担当研究員
会議) 開催 2 回	
4) ISO/TC39/SC10/WG1 (工作機械の安全性:プレス機械) 第 30 回国際会議 (トロント) 及び第 31 回国際会議 (Web 会議) 開催 2 回	齋藤 剛
5) ISO/TC199/WG11 (機械類の安全性:機械類への常設接近手段) 第 11 回及び第 13 回国際会議 (Web 会議) 開催 2 回	齋藤 剛
6) ISO/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 24 回及び第 25 回国際会議 (Web 会議) 開催 2 回	齋藤 剛
7) ISO/ISO/TC199/WG6 (機械類の安全性:安全距離と人間工学) 第 27 回国際会議 (Web 会議)	齋藤 剛
8) ISO/TC43/SC1/WG 17 国際会議 (Web 会議) 開催 7 回	高橋 幸雄
9) ISO/TC43/SC1 (騒音) 総会 (Web 会議)	高橋 幸雄
10) ISO/TC43 (音響) 総会 (Web 会議)	高橋 幸雄
11) ISO/TC108/SC4 国際会議 (Web 会議)	柴田 延幸
12) ISO/TC159/SC5/WG1 国際会議 (Web 会議) 開催 2 回	齊藤 宏之
13) ISO/TC146/SC2/WG8 国際会議 (Web 会議) 開催 4 回	柳場 由絵
14) ECOSOC Sub-Committee of Experts on the Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS 専門家小委員会) 第 46 回及び第 47 回国際会議 (スイス) 開催 2 回	西脇 洋佑 小野真理子 柳場 由絵
15) OECD-24th Meeting of the Working Party on Manufactured Nanomaterials (Web 会議)	山田 丸
16) 38th OECD Working Party on Good Laboratory Practice (WPGLP) 国際会議 (Web 会議)	小林 健一 柳場 由絵
17) INHAND Respiratory Organ Working Group 国際会議 (Web 会議) 開催 7 回	山野荘太郎

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) 国立研究開発法人産業技術総合研究所 無人航空機(ドローン)の防爆構造に関する国際標準化有識者委員会 委員	大塚 輝人
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 認証管理委員会委員	大塚 輝人
4) 公益社団法人産業安全技術協会, TIIS 認証管理委員会委員	大塚 輝人
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 シールド工法 委員	吉川 直孝
6) 公益社団法人土木学会 トンネル標準示方書改訂委員会 山岳工法 委員	吉川 直孝
7) 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
8) 一般財団法人日本規格協会 フレイル標準化技術小委員会, オブザーバー	柴田 圭
9) 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
10) 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
11) 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	山際 謙太
12) 一般社団法人日本高圧力技術協会 圧力容器規格委員会幹事会 幹事長	山際 謙太
13) 一般社団法人日本真空工業会 安全委員会 委員	三浦 崇
14) 一般社団法人日本電機工業会 第 31 小委員会委員 副委員長	大塚 輝人
15) 一般社団法人日本人間工学会 ISO/TC159 国内対策委員会分科会・作業部会 委員	平内 和樹
16) 一般社団法人日本人間工学会 ISO/TC159/SC3 国内分科会 委員	大西 明宏
17) 一般社団法人日本溶接協会 WES2820 原案作成委員会 委員	山口 篤志
18) 一般社団法人日本溶接協会 化学機械溶接研究委員会 委員	山口 篤志
19) 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

委員会等の名称	担当研究員
20) 全国自動ドア協会 エレベータ開閉装置 JIS 原案作成委員会 委員他	岡部 康平
21) 一般社団法人日本ロボット工業会 サービスロボットの衝撃吸収型接触検知外装カバーの試験方法に関する国際標準化調査専門委員会 委員	岡部 康平
22) 一般社団法人日本毒性病理学会 毒性病理用語・診断基準の国際統一化事業 (IN-HAND Project) 呼吸器 WG 委員	山野 荘太郎
23) 一般財団法人日本規格協会 フレイル及びプレフレイル予備群と日常生活歩行速度測定等に関する国際標準化国内委員会 委員他	平内 和樹
24) 中央労働災害防止協会 労働安全衛生マネジメントシステム等の普及啓発に関する検討委員会 委員	平内 和樹
25) 一般社団法人日本機械学会 材料力学部門ハーバート振子硬さ試験法基準原案作成委員会 委員	山口 篤志
26) IEC/TC31 (防爆) エキスパート	大塚 輝人
27) JIS C 9300-7 原案作成委員会 委員	三浦 崇
28) ISO/TC146/SC2 エキスパート他	鷹屋 光俊
29) ISO/TC159/SC5 委員&エキスパート (人間工学—物理環境)	齊藤 宏之
30) ISO/TC283 国内審議委員会 委員	吉川 徹
31) ISO/TC 43/SC 1 委員他	高橋 幸雄
32) ISO/TC108/SC4 委員	柴田 延幸
33) OECD WPEA (ばく露評価ワーキングパーティー) 専門家	小野真理子

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) Teruhito Otsuka, Satoru Mochida, Takashi Furuya (2024) Quantitative classification of equipment protection level in concept of zone classification with downtime of protective measures, Journal of Loss Prevention in the Process Industries 89, 105322. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2024.105322
2) Yuki Osada, Mizuki Shoyama, Teruo Suzuki, Kwangseok Choi (2024) Experimental study on charge transfer measurement of electrostatic discharges generated on surface of insulative flexible intermediate bulk container using novel Coulomb meter, Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Available online 16 April 2024, 105314.
3) Myra Martel, Matthew Taylor, Shelley Kirychuk, Kwangseok Choi, Huiqing Guo, Lifeng Zhang (2025) Electrostatic Particle Ionization for Reduction of Livestock and Potash Dust, Atmosphere 2025,16,87.
4) Masatoshi Ogata, Atsushi Yamaguchi, Kenta Yamagiwa, Naoya Kurahashi, Satoshi Izumi (2024) Finite element modeling for single-twisted Fi(29) strand that reproduces strand stiffness and wire stress. Mechanical Engineering Journal, Vol.11, Issue6, https://doi.org/10.1299/mej.24-00299 .
5) Tatsuya Shibata, Kazuya Itoh, Naotaka Kikkawa, Nobutaka Hiraoka, Surendra B. Tamrakar, Yasuo Toyosawa (2024) Analysis of labour accidents caused by slope failure during slope cutting and application of rapid checklist for risk management in Japan, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE), Vol.30, No.2.
6) Mieko Kumasaki, Mao Yamashita, Yosuke Nishiwaki, Teruhito Otsuka, Yoshihiko Sato (2024) Investigation of an optimization method for time constants to calibrate reaction calorimeters. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol.89, 105308.

- 7) Kazuki Inoue, Yosuke Nishiwaki, Mieko Kumasaki, Shinya Matsumoto, Ken Okada (2024) Synthesis of environmentally friendly energetic cocrystal derived from commodity chemicals, *Chemical Communications*, Vol.60, 13963-13966.
- 8) Yosuke Nishiwaki (2024) Effect of humidity on moisture absorption of sodium percarbonate and its thermal hazard. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Vol.91, 105409.
- 9) Kazuki Inoue, Yosuke Nishiwaki, Shinya Matsumoto, Ken Okada, Mieko Kumasaki (2025) Enhancement of the burning performance of ammonium nitrate via cocrystallization, *Science and Technology of Energetic Materials*, Vol.85(6), pp.61-65.
- 10) Mizuki Shoyama, Yuki Osada, Kwangseok Choi (2025) Electrostatic elimination effect of multiple metal rods on loading powder, *Powder Technology*, 120543.
- 11) Kei Shibata, Akihiro Ohnishi, Satoshi Asahina, Takeshi Yamaguchi (2024) Slip-resistance of rubbers and polymer fibers as shoe sole on dry and wet ice surfaces, *Tribology International*, Vol.198, 109867.
- 12) Hideki Oyama, Hiroyasu Ikeda (2025) Design and functional evaluation of an adjustable powered exoskeleton for gait assistance, *Technology and Disability*, pp.1-13, <https://doi.org/10.1177/10554181241311689>
- 13) Yasuhiro Hatori, Zheng-Xiong Yuan, Chia-Huei Tseng, Ichiro Kuriki Satoshi Shioiri (2024) Modeling the dynamics of contextual cueing effect by reinforcement learning, *Journal of Vision*, 24(12):11, pp.1-23.
- 14) Zobida Islam, Shohei Yamamoto, Yosuke Inoue, Toru Honda, Shuichiro Yamamoto, Tohru Nakagawa, Hiroko Okazaki, Hiroshi Ide, Toshiaki Miyamoto, Takeshi Kochi, Takayuki Ogasawara, Makoto Yamamoto, Naoki Gonmori, Kenya Yamamoto, Toshitaka Yokoya, Maki Konishi, Seitaro Dohi, Isamu Kabe, Tetsuya Mizoue (2025) Impact of the COVID-19 pandemic on the incidence of cardiovascular metabolic risk factors among workers: results from the Japan Epidemiology Collaboration on Occupational Health study, *J Epidemiol Community Health*, Vol.79, No.3, pp.193-199. DOI:10.1136/jech-2024-222703.
- 15) Yuki Nishimura, Michihiro Ohashi, Taisuke Eto, Sayuri Hayashi, Yuki Motomura, Shigekazu Higuchi, Masaya Takahashi (2025) Association of self-monitoring performance of cognitive performance with personal diurnal preference when sleep-deprived, *Chronobiology International*, Vol.42, No.1, pp.122-132.
- 16) Xuan Zhang, Hao Zhang, Yan Wang, Pengchu Bai, Lulu Zhang, Akira Toriba, Seiya Nagao, Nobuo Suzuki, Masato Honda, Zhijun Wu, Chong Han, Min Hu, Ning Tang (2025) Estimation of gaseous polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and characteristics of atmospheric PAHs at a traffic site in Kanazawa, Japan, *J. Environ. Sci.*, Vol.149, pp.57-67, <https://doi.org/10.1016/j.jes.2023.09.009>
- 17) Sumitaka Kobayashi, Yasuaki Saijo, Mariko Itoh, Naomi Tamura, Maki Tojo, Hiroyoshi Iwata, Takeshi Yamaguchi, Yoshiya Ito, Reiko Kishi, The Japan Environment and Children's Study (JECS) Group (2025) Effects of the maternal work environment on psychological distress during pregnancy: A cross-sectional research, the Japan Environment and Children's Study, *J Occup Environ Med*, Vol.67, pp.89-99.
- 18) Sumitaka Kobayashi, Yasuaki Saijo, Hiroyoshi Iwata, Takeshi Yamaguchi, Naomi Tamura, Mariko Itoh, Maki Tojo, Yoshiya Ito, Reiko Kishi, The Japan Environment and Children's Study (JECS) Group (2025) Association between the occupation of pregnant women's partners and risks of infant low birth weight and preterm birth in a prospective birth cohort, the Japan Environment and Children's Study, *J Occup Environ Med*, Vol.67, pp.161-170.
- 19) Saria Hoshino, Kazushi Noro, Qi Wang, Takashi Amagai (2025) Fragrance, volatile organic compound, and particulate matter emissions from incense burning, Observations and risk assessments for household rooms and temples in Japan, *Atmospheric Environment*. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2024.120930>.
- 20) Rina So, Fumiko Murai, Jaehoon Seol, Tomoaki Matsuo (2025) The impact of occupational sitting time and occupation on cardiometabolic health in Japanese workers, *International Archives of Occupational and Environmental Health*, Vol.98, pp.25-32.

- 21) Nozomi Aoki, Mai Suzuki, Yuki Sato, Hirohide Yokokawa, Toshio Naito (2025) Relationship between tea intake and cedar pollen allergy, a population-based cross-sectional study, *J Nutr Sci*, DOI:10.1017/jns.2024.96.
- 22) Masanori Kono, Takuhiro Takada, Kengo Yokomitsu. (2025) The Effect of Cooperation with Conspicuous on a Pigeon's Behavior under the Random Ratio Schedule, *Psychol Rec*, Vol.75, pp.23-33. DOI:<https://doi.org/10.1007/s40732-024-00624-x>
- 23) Makiko Nakano, Min Gi, Tatsushi Toyooka, Shugo Suzuki, Hideki Wanibuchi, Toru Takebayashi (2025) Occupational health topics series on the effects of chemicals, epidemiological and toxicological risk assessments of ortho-toluidine for bladder cancer, *J Occup Health*, Vol.67, No.1:uiaf005. DOI:10.1093/joccuh/uiaf005.
- 24) Makiko Iwase, Yu-Ki Tanaka, Yasunori Fukumoto, Noriyuki Suzuki, Yasumitsu Ogra (2025) Laser Ablation Coupled with LC-ICP-MS for Local Speciation of Trace Elements in Tissues, *Anal Chem*, Vol.97, No.9, pp.5306-5312. DOI:<https://doi.org/10.1021/acs.analchem.5c00153>
- 25) Maki Tojo, Hiroyoshi Iwata, Naomi Tamura, Takeshi Yamaguchi, Kenji J Tsuchiya, Satoshi Suyama, Taku Obara, Akio Nakai, Toshio Yoshikawa, Toyoki Yamagata, Mariko Itoh, Keiko Yamazaki, Sumitaka Kobayashi, Reiko Kishi (2025) Association between small for gestational age and motor coordination difficulties in children aged 5-6 years, *Insights from the Hokkaido Study on Environment and Children's Health*, *Brain Dev*, Vol.47, p.104296.
- 26) Haonan Zhao, Xiaojie Zheng, Guo Lin, Xiaomin Wang, Huiyuan Lu, Pengpeng Xie, Siqi Jia, Yiyan Shang, Yan Wang, Pengchu Bai, Xuan Zhang, Ning Tang, Xingshun Qi (2025) Effects of air pollution on the development and progression of digestive diseases: an umbrella review of systematic reviews and meta-analyses, *BMC Public Health*, Vol.25, No.183, <https://doi.org/10.1186/s12889-024-21257-3>
- 27) Islam Z, Yamamoto S, Inoue Y, Honda T, Yamamoto S, Nakagawa T, Okazaki H, Ide H, Miyamoto T, Kochi T, Ogasawara T, Yamamoto M, Gonmori N, Yamamoto K, Yokoya T, Konishi M, Dohi S, Kabe I, Mizoue T (2024) Impact of the COVID-19 pandemic on the incidence of cardiometabolic risk factors among workers, results from the Japan Epidemiology Collaboration on Occupational Health study, *J Epidemiol Community Health*, jech-2024-222703. DOI:10.1136/jech-2024-222703.
- 28) Jaehoon Seol, Rina So, Fumiko Murai, Tomoaki Matsuo (2024) Association between physical activity patterns of working-age adults and social jetlag, depressive symptoms, and presenteeism, *Journal of occupational health*, Vol.66, No.1, Article uiae068.
- 29) Kashima R, Takahashi M (2024) Causal effects of promotion to managerial positions on mental health and satisfaction in Japanese male workers, *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 1-20, Vol.98, No.1, pp.79-98. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00420-024-02113-8>,
- 30) Ko Nakanishi, Mami Muto, Sachiko Itoh, Sumitaka Kobayashi, Takeshi Yamaguchi, Hiroyoshi Iwata, Naomi Tamura, Momoko Koishi, Machiko Kasai, Emi Kikuchi, Nanae Yasuura, Reiko Kishi, Yoshiaki Sato (2024) Vitamin D concentration in maternal serum during pregnancy, Assessment in Hokkaido in Adjunct Study of the Japan Environment and Children's Study (JECS), *PLOS ONE*, Vol.19, pe0312516.
- 31) Mariko Itoh, Sumitaka Kobayashi, Shinkichi Nishihara, Chihiro Miyashita, Keiko Yamazaki, Naomi Tamura, Satoshi Suyama, Atsuko Ikeda, Sachiko Itoh, Yu Ait Bamai, Takeshi Yamaguchi, Hideyuki Masuda, Sharon Hanley, Reiko Kishi (2024) Association between prenatal tobacco exposure and attention-deficit/hyperactivity disorder related characteristics at 6 and 8 years: a birth cohort in Japan, *BMJ Open*, Vol.14, pe087406.
- 32) Tomohide Kubo, Hiroki Ikeda, Shuhei Izawa, Yuki Nishimura (2024) How many monthly nighttime-sleep opportunities are optimal for recovery from fatigue among shift-working nurses? A 1-month sleep log observational study to test anchor nighttime sleep in Japan, *BMJ Public Health*, 2(2):e01438, 10.1136/bmjph-2024-001438.
- 33) Xinxin Liu, Hiroki Ikeda, Yuki Nishimura, Shun Matsumoto, Tomohide Kubo (2025) Effects of different break patterns during driving on cardiovascular responses in male drivers, *Industrial Health*, <https://doi.org/10.2486/indhealth.2024-0144>

- 34) Yukie Yanagiba, Megumi Ono, Tatsushi Toyooka, Rui-Sheng Wang (2024) Preliminary evaluation of ex vivo and in vivo skin permeability of aromatic amines, PLOS ONE, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0316150>
- 35) Yuko Hakamata, Shinya Mizukami, Shuhei Izawa, Hiroaki Hori, Mie Matsui, Yoshiya Moriguchi, Takashi Hanakawa, Yusuke Inoue, Hirokuni Tagaya (2024) Contextual memory bias in emotional events: Neurobiological correlates and depression risk. Psychoneuroendocrinology, p.107218. <https://doi.org/10.1016/j.psyneuen.2024.107218>
- 36) Yuna Kakimoto, Kazushi Noro, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai (2024) Determining the Exposure Routes and Risk Assessment of Isocyanates in Indoor Environments, Archives of Environmental Contamination and Toxicology. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00244-024-01097-3>
- 37) Atsuko Ikeda, Megasari Marsela, Chihiro Miyashita, Takeshi Yamaguchi, Yasuaki Saijo, Yoshiya Ito, Hiroyoshi Iwata, Sachiko Itoh, Mariko Itoh, Keiko Yamazaki, Naomi Tamura, Sumitaka Kobayashi, Reiko Kishi; Japan Environment and Children's Study Group (2024) Heavy metals and trace elements in maternal blood and prevalence of congenital limb abnormalities among newborns: the Japan Environment and Children's Study, Environ Health Prev Med, Vol.29, p.36.
- 38) Saria Hoshino, Kazushi Noro, Miyu Moriya, Ayana Komatsu, Qi Wang, Yuichi Miyake & Takashi Amagai (2024) Quantitative evaluation of nicotine and particulate matter exposure for passive- and non-smokers via a nicotine passive sampler and a particulate matter sensor, Air Quality, Atmosphere & Health. DOI:<https://doi.org/10.1007/s11869-024-01591-6>
- 39) Hidenori Matsukami, Junki Saito, Qi Wang, Yuichi Miyake (2024) Impact of tightening environmental regulations against long-chain perfluoroalkyl acids on composition of durable water repellents containing side-chain fluorinated polymers, Science of the Total Environment, 940, 173708. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173708>
- 40) Md. Khadimull Bashar, Kazushi Noro, Qi Wang, Masahiro Tokumura, Ikuko Mori, Ryo Omagari, Mohammad Raknuzzaman, Anwar Hossain, M. Rafiqul Islam, Mahmud Hossain, Shofiqul Islam, Takashi Amagai (2024) Trace Metal Contaminations in Bangladeshi Rice: Their Concentration and Risk Assessment, Water, Air, & Soil Pollution, 235, 592. DOI:<https://doi.org/10.1007/s11270-024-07391-z>
- 41) Hu Huan, Nakagawa Tohru, Honda Toru, Yamamoto Shuichiro, Mizoue Tetsuya (2024) Association of conventional cigarette smoking, heated tobacco product use and dual use with hypertension, Int J Epidemiol, Vol.53, No.3, dyae114. DOI:10.1093/ije/dyae114.
- 42) Huan Hu, Tohru Nakagawa, Toru Honda, Shuichiro Yamamoto, Takeshi Kochi, Hiroko Okazaki, To shiaki Miyamoto, Takayuki Ogasawara, Naoki Gommori, Makoto Yamamoto, Maki Konishi, Yosuke Inoue, Isamu Kabe, Seitaro Dohi, Tetsuya Mizoue (2024) Development and Validation of a Cardiovascular Disease Risk Prediction Model for the Japanese Working Population: The Japan Epidemiology Collaboration on Occupational Health Study, J Atheroscler Thromb. DOI:10.5551/jat.64919.
- 43) Hiroki Ikeda, Tomohide Kubo, Shuhei Izawa, Nanako Nakamura-Taira, Toru Yoshikawa, Rie Akamatsu (2024). Joint association of daily rest periods and sleep duration with sick leave: a one-year prospective cohort study of daytime employees in Japan. Industrial Health, <https://doi.org/10.2486/in dhealth.2024-0069>
- 44) Tsukada YT, Aoki-Kamiya C, Mizuno A, Nakayama A, Ide T, Aoyama R, et al. JCS/JCC/JACR/JATS 2024 Guideline on Cardiovascular Practice With Consideration for Diversity, Equity, and Inclusion. Circ J. 2025:CJ-23-0890.
- 45) Chihiro Moriishi, Shuhei Izawa, Shunta Maeda, Hironori Shimada (2024) Prolonged perceived stress predicts fingernail cortisol increase: A longitudinal study, J Psychiatr Res, Vol.179, pp.8-14.
- 46) Shuhei Izawa, Toru Yoshikawa, Nanako Nakamura-Taira, Chihiro Moriishi, Rie Akamatsu, Hiroki Ikeda, Tomohide Kubo (in press) Workers' experiences of improvements in the work environment and mental health problems: a web-based 1-year prospective study of Japanese employees, Journal of Occupational Health, Vol.66(1), DOI:[org/10.1093/jocuh/uiae054](https://doi.org/10.1093/jocuh/uiae054)

- 47) Yuki Sato, Hirohide Yokokawa, Reiko Suzuki, Tomoko Goto, and Toshio Naito (2024) The association between milk and dairy products intake and insomnia symptoms among Japanese adults in community-based cohort, *Nutrition and Health*, DOI:10.1177/02601060241283133.
- 48) Nagisa Sugaya, Tetsuya Yamamoto, Naho Suzuki, Chigusa Uchiumi (2024) Loneliness and social isolation factors under the prolonged COVID-19 pandemic in Japan: A two-year longitudinal study, *JMIR Public Health and Surveillance*, Vol.10, e51653.
- 49) Hidenori Otani, Takayuki Goto, Yuki Kobayashi, Heita Goto, Yuri Hosokawa, Ken Tokizawa, Mina yuki Shirato (2024) The fan cooling vest use reduces thermal and perceptual strain during outdoor exercise in the heat on a sunny summer day, *Int J Biometeorol*, Vol.68, pp.1625-1635.
- 50) Huan Hu, Haruka Miyake, Takeshi Kochi, Toshiaki Miyamoto, Hiroko Okazaki, Isamu Kabe, Aki Tomizawa, Tohru Nakagawa, Toru Honda, Shuichiro Yamamoto, Maki Konishi, Shohei Yamamoto, Yosuke Inoue, Seitaro Dohi, and Tetsuya Mizoue (2024) Association of conventional cigarette smoking, heated tobacco product use, and dual use with hearing loss: A working population-based study, *Tob Induc Dis*.2024;22:10.18332/tid/187302.
- 51) Kazunari Takaya, Nobuyuki Shibata, Masayoshi Hagiwara, Mitsutoshi Takaya, Shiro Matoba (2024) Real-time monitoring of the work environment using ion-mobility spectrometry, *Environmental and Occupational Health Practice*, Vol.6, 2023-0025-OA.
- 52) Kazuyuki Iwakiri, Takeshi Sasaki, Tanghuizi Du, Keiichi Miki, Fuyuki Oyama (2024) Manual rolling load and low back pain among workers in Japan: a cross-sectional study, *J Occup Health*, Vol. 66, No.1, uiae015. DOI:10.1093/joccuh/uiae015.
- 53) Keita Kiuchi, Hidehiro Umehara, Koushi Irizawa, Xin Kang, Masahito Nakataki, Minoru Yoshida, Shusuke Numata, Kazuyuki Matsumoto. (2024) An Exploratory Study of the Potential of Online Counseling for University Students by a Human-Operated Avatar Counselor, *Healthcare*, 12(13), pp.1287-1309.
- 54) Keita Kiuchi, Toru Yoshikawa, Masaya Takahashi (2024) Analyzing 11 Years of Workers' Compensation for Overwork-Related Health Issues in Japan (2010–2020): Current Trends and Future Strategies for Prevention, *J Work Heal Safe Reg*, 2(2), pp.1-31.
- 55) Keita Kiuchi, Xin Kang, Ryota Nishimura, Manabu Sasayama, Kazuyuki Matsumoto (2024) Causal Effects of High Stress Assessed via Interviews on Mental and Physical Health: Toward Computer Agent-Driven Stress Assessment, *J Occup Environ Med*, X(10), pp.1097-1109.
- 56) Kuwahara K, Ohkubo T, Inoue Y, Honda T, Yamamoto S, Nakagawa T, Okazaki H, Yamamoto M, Miyamoto T, Gommori N, Kochi T, Ogasawara T, Yamamoto K, Konishi M, Kabe I, Dohi S, Mizoue T. Blood pressure classification using the Japanese Society of Hypertension Guidelines for the Management of Hypertension and cardiovascular events among young to middle-aged working adults. *Hypertens Res*, 2024 Jul;47(7):1861-1870. DOI:10.1038/s41440-024-01653-3. Epub 2024 Apr 8. PMID: 38584158.
- 57) Mai Shindo, Maho Ishida, Masahiro Tokumura, Qi Wang, Yuichi Miyake, Takashi Amagai, Masakazu Makino (2024) Determination of Potential Dermal Exposure Rates of Phosphorus Flame Retardants via the Direct Contact with a Car Seat using Artificial Skin, *Chemosphere*, 353, 141555. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.141555>
- 58) Nagisa Sugaya (2024) Work-related problems and the psychosocial characteristics of individuals with irritable bowel syndrome: an updated literature review, *Biopsychosocial Medicine*, Vol.18, p.12.
- 59) Nagisa Sugaya, Shuhei Izawa, Takeshi Sasaki (2024) Psychosocial characteristics of workers with irritable bowel syndrome and its relationship with abdominal symptoms and work productivity, *Journal of occupational health*, Vol.66, No.1, uiae012.
- 60) Naomichi Tani, Fumiko Ichikawa, Susumu Oda, Olga Menoni, Marco Tasso, Kazuyuki Iwakiri, Masaharu Kumashiro, Takeshi Ebara, Yasuhiro Tsutsui (2024) Validity and reliability of Japanese version of the MAPO index for assessing manual patient handling in nursing homes, *J Occup Health*, Vol.66, No.1, uiae016. DOI:10.1093/joccuh/uiae016.

- 61) Shuhei Izawa, Nanako Nakamura-Taira, Chihiro Moriishi, Toru Yoshikawa, Rie Akamatsu, Hiroki Ikeda, Tomohide Kubo (2024) Protocol for a web-based study on the work environment and daily lifestyle of Japanese employees. *Industrial health*, Vol.62, No.2, pp.102-109.
- 62) Taisuke Eto, Yuki Nishimura, Hiroki Ikeda, Tomohide Kubo, Ana Adan, Shingo Kitamura. (2024). The Japanese version of the reduced morningness-eveningness questionnaire, *Chronobiology International*, Vol.41, No.4, pp.561-566.
- 63) Yu Ait Bamai, Chihiro Miyashita, Atsuko Ikeda, Keiko Yamazaki, Sumitaka Kobayashi, Sachiko Itoh, Yasuaki Saijo, Yoshiya Ito, Eiji Yoshioka, Yukihiko Sato, Reiko Kishi, Michihiro Kamijima, Shin Yamazaki, Yukihiko Ohya, Nobuo Yaegashi, Koichi Hashimoto, Chisato Mori, Shuichi Ito, Zentarō Yamagata, Hidekuni Inadera, Takeo Nakayama, Tomotaka Sobue, Masayuki Shima, Hiroshige Nakamura, Narufumi Suganuma, Koichi Kusuvara, Takahiko Katoh (2024) Prenatal risk factors of indoor environment and incidence of childhood eczema in the Japan Environment and Children's Study, *Environ Res*, Vol.252(Part 2), p.118871.
- 64) Yumi Umeda, Takeshi Izawa, Kei Kazama, Sachiko Arai, Junichi Kamiie, Shinichiro Nakamura, Kazuki Hano, Masaki Takasu, Akihiro Hirata, Susannen Rittinghausen, Shotaro Yamano (2024) Comparative anatomy of respiratory bronchioles and lobular structures in mammals, *J Toxicol Pathol* 49(8) 359-383 2025.
- 65) Tatsuya Kasai, Shigeyuki Hirai, Yusuke Furukawa, Kyouhei Misumi, Tomoki Takeda, Yuko Goto, Kenji Takanobu, Kengo Yoneyama, Shotaro Yamano, Hideki Senoh, Yumi Umeda (2024) Lung carcinogenicity by whole body inhalation exposure to Anatase-type Nano-titanium Dioxide in rats, *The Journal of Toxicological Sciences*, Vol.49, No.8, pp.359-383. <https://doi.org/10.2131/jts.49.359>
- 66) Yusuke Furukawa, Hideki Senoh, Shigeyuki Hirai, Kyohei Misumi, Tatsuya Kasai (2024) Carcinogenicity of butyraldehyde in rats by a two-year inhalation study, *The Journal of Toxicological Sciences*, Vol.49, No.9, pp.385-398. <https://doi.org/10.2131/jts.49.385>
- 67) Hideki Senoh, Masaaki Suzuki, Hirokazu Kano, Tatsuya Kasai, Shoji Fukushima (2024) Comparison of Single and Multiple Intratracheal Administrations for Pulmonary Toxic Responses of Multi-Walled Carbon Nanotubes in Rats, *Nanomaterials*, Vol.14 (24). <https://doi.org/10.3390/nano14242019>
- 68) Saho Kobayashi, Hiroki Kashiwagi, Kenichi Kobayashi, Masaaki Kohzaki (2025) 4,4'-Methylenedianiline (2-chloroaniline) induces chromosomal aneuploidy associated with premature cohesion separation in mammalian cells: A possible carcinogenesis pathway, *Ecotoxicol Environ Safety*, Vol.293, 117981.
- 69) Hiroyuki Kato, Motonori Sato, Aya Naiki-Ito, Shingo Inaguma, Makoto Sano, Masayuki Komura, Yuko Nagayasu, Kuang Xiaochen, Akihisa Kato, Yoichi Matsuo, Hideaki Ijichi, Satoru Takahashi (2024) The role of DPYD and the effects of DPYD suppressor luteolin combined with 5-FU in pancreatic cancer, *Cancer Med*. 2024 Aug;13(16):e70124. DOI:10.1002/cam4.70124.

表 2-5 原著論文として国内誌(和文)に公表された成果

- 1) 崔光石, 遠藤雄大, 鈴木勇祐, 柳田建三, 白松憲一郎 (2024) 粉体塗料用静電塗装ガンからの異常放電による着火危険性に関する実験的研究, *労働安全衛生研究*, Vol.17, No.2, pp.113-118.
- 2) 中島卓哉, 尾崎匠, 牛田貴士, 松丸貴樹, 仲山貴司, 平岡伸隆, 吉川直孝, 伊藤和也 (2024) 遠心模型実験による掘削過程を考慮した掘削土留め工の変形・土圧評価, *地盤工学ジャーナル*, Vol.19, No.2, pp.183-196.
- 3) 金恵英, 高橋皓太郎, 木村吉郎, 高橋弘樹, 大嶋勝利 (2024) 解体工事の段階を考慮した防音パネル付き足場の耐風性検討, *土木学会, 構造工学論文集*, Vol.70A, pp.313-320.
- 4) 八島正明 (2024) 産業現場からのガス溶断用圧力調整器の回収と測定—その2:ダイヤフラムと入口フィルターの分解測定—, *安全工学*, Vol.63, No.4, pp.232-238.
- 5) 八島正明 (2024) 産業現場からのガス溶断用圧力調整器の回収と測定—その3:圧力計窓とばねの分解測定—, *安全工学*, Vol.63, No.4, pp.239-246.
- 6) 西脇洋佑 (2025) グレーバ炉を用いた自己発熱性試験による空気流動が活性炭の自然発火温度へ与える影響の調査, *労働安全衛生研究*, Vol.18, No.1, pp.15-21.

国内誌(和文)に公表された論文名

- 7) 三浦崇, 安田興平 (2025) フッ化水素ガスでの表面改質による無アルカリガラスの金属との摩擦電気低減効果, 静電気学会誌, Vol.49, No.2, pp.54-61.
- 8) 和崎夏子, 高橋明子 (2024) 不注意に起因する労働災害の特徴, 労働安全衛生研究, Vol.17, No.2, pp.93-104.
- 9) 高田琢弘, 加島遼平, 王薈琳, 小林秀行, 佐々木毅, 高橋正也 (2025) 事業場における労働時間把握方法の実態-業種・従業員規模・時間外労働時間に着目して, 労働安全衛生研究, Vol.18, No.1, pp.23-30.
- 10) 加島遼平, 高田琢弘, 小林秀行, 王薈琳, 佐々木毅, 高橋正也 (2025) 日本の正社員労働者における職場のソーシャルサポートと精神的健康の関連—縦断調査による検討—, 医療経済研究, Vol.36, No.2, pp.172-190.
- 11) 王琰, 白芄楚, 張璇, 張露露, 大野耕平, 松木篤, 塚脇真二, 唐寧 (2025) 金沢市の大気中におけるマイクロプラスチックの検出, 日本海域研究, Vol.56, pp.37-49.
- 12) 吉川徹, 佐々木毅, 高橋正也 (2024) 東日本大震災に関連した脳・心臓疾患の過労死等労災認定事案の分析結果からみた災害時の過重労働対策の力点, Vol.3, No.1, pp.144-152.
- 13) 吉川徹 (2024) 労災保険特別加入者(自営業者・中小事業主・一人親方等)における過労死等事案の特徴からみた過労死等防止視点, Vol.3, No.1, pp.52-59.
- 14) 岩浅巧, 吉川徹, 高橋正也 (2024) 過労死等事案から探る船員の労働災害の実態と防止対策の検討, 産業衛生学雑誌, Vol.66, No.6, pp.314-328.
- 15) 木内敬太, 吉川徹 (2024) 精神障害の労災認定事案における心理的負荷としてのパワーハラスメントの動向, 産業精神保健, Vol.32, No.3, pp.258-265.
- 16) 永峰大輝, 野原理子, 石松宏章, 吉川徹 (2024) 学術大会における位置モニターを用いた新しい動向把握システムの活用, 産業精神保健, Vol.32, No.3, pp.298-303.
- 17) 増岡里紗, 佐藤清香, 赤松利恵, 井澤修平, 中村菜々子, 吉川徹, 池田大樹, 久保智英 (2024) 労働生産性に対する不眠と朝食欠食の関連, 日本健康教育学会誌, Vol.32, No.3, p.148-155.
- 18) 高橋潤也, 中島均, 平林諒祐, 小嶋純, 奥野勉, 藤井信之 (2024) マグネシウム合金のミグ溶接時に発生する溶接ヒューム, 軽金属溶接, Vol.62, No.4, pp.21-25.
- 19) 緒方裕子, 山田丸, 鷹屋光俊 (2024) 個別粒子の水溶性および非水溶性成分測定における電子顕微鏡を用いた水透析法の検討, 労働安全衛生研究, Vol.17, No.2, pp.87-92.
- 20) 岸本卓巳, 岡本賢三, 山野荘太郎, 梅田ゆみ, 武田知起, 加藤勝也, 河村哲治 (2024) 有機粉じんによる新たなじん肺, 呼吸器内科, Vol.45, No.5, pp.511-515.
- 21) 齋藤美佐江 (2024) 空間トランスクリプトーム解析を前提としたブタ肺組織のホルマリン固定パラフィン標本作製の検討, 実験病理組織技術研究会誌, Vol.32, No.1, pp.87-91.

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) Atsushi Yamaguchi, Yu Togasaki, Takashi Honda, Tetsuya Sasaki (2024) EFFECT OF DYNAMIC RECRYSTALLISATION ON THE FATIGUE LIFE OF THE OUT-OF-PLANE GUSSET WELDED JOINT TREATED BY ULTRASONIC IMPACT TREATMENT, ASME Pressure Vessels and Piping Conference, PVP2024-122582 (PDF), p.1-5.
- 2) Akihiro Yorita, Yasuhisa Hirata, Kohei Okabe, Bakir Hadžić, Parvez Mohammed, Mario Radke, Matthias Rätsch, Naoyuki Kubota (2024) Is it necessary to set up a personality for the development of ai robots with a qualitative identity?, ICRES 2024, pp.171-182.
- 3) Kakuya Iwata, Kohei Okabe, Akiya Kamimura (2024) Research of Inclusive social service in fall accident of drone and advanced air mobility, 63rd Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE), pp.121-124.
- 4) Kohei Okabe (2024) Simple Analysis and Assessment Method for Activities of Daily Living Based on Joint Range of Motion to Develop Teaching/Recommender System, pp.143-148, 63rd Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE), pp.27-30.

- 5) Kazuya Sano, Naotaka Kikkawa, Kazuya Itoh, Naoaki Suemasa, Tsuyoshi Tanaka, Takeharu Konami and Shingo Taniyama (2024) Research on anti-seismic reinforcement method of existing residential dry masonry retaining wall by centrifuge tilting test and 3D DEM, 8th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, OS-7-05, pp.7-10.
- 6) S. Moriguchi, M. Otsubo, A. Oya, A. Kono, M. Taue, H. Saomoto, S. Kajiyama, N. Kikkawa, Y. Nakata (2024) EVALUATING THE IMPACT OF DEM PARAMETERS ON THE ANGLE OF REPOSE, IS-Grenoble 2024:International Symposium on Geomechanics from Micro to Macro, pp.1-4, CD-ROM.
- 7) Yuki Nakajo, Nobutaka Hiraoka and Kazuya Itoh (2024) ENTRY CRITERIA FOR ANOMALY DETECTION IN SURFACE STRAIN VELOCITY POST-SLOPE EXCAVATION USING LINEAR REGRESSION MODEL, The 14th International Conference on GEOMATE 2024, pp.174-179.
- 8) Kim, H., Konno, S., Yasuda, T., Kimura, K., Katsuchi, H., Wang, J. (2024) Crosswind characteristics around bridge main tower with wind barrier, 9th International Colloquium on Bluff Body Aerodynamics and Applications, pp.604-607.
- 9) Mizuki Shoyama, Yuki Osada, Kwangseok Choi (2024) Electrostatic neutralization of loading powder using pipe-end cap with needle electrodes, Proceedings of 59th IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, 4 頁.
- 10) Tsuyoshi Saito, Hiroyasu Ikeda (2024) Proposal of Method to Consider Supporting Actions by Caregivers in Risk Evaluation of Robotic Devices for Nursing Care, Proc. of 11th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems (SIAS2024), 6 頁.
- 11) Hideki Oyama, Hiroyasu Ikeda (2024) Enhancing safety and usability in the design of a powered exoskeleton for spinal cord injury, Proceedings of the 11th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems (SIAS 2024), 6 頁.
- 12) Shoken Shimizu, Kazan Omata, Masaki Nobuhiro, Shogo Araya, Yuka Koremura, Rieko Hojo (2024) Study on Dangerous and safe errors of human towards realizing collaborative safety -Examine of workability using safety/danger signals on tablet-, Proceedings of the 11th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems (SIAS 2024), 4 頁
- 13) Hayashi Y., Kiuchi K., Shimojo S., Abe L., Watanabe E. (2025) A Comparative Study of Older and Younger Adults Using Solution-Focused Brief Therapy with an Active Listening Counseling Robot, In Proceedings of the 2025 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction, pp.1337-1341.
- 14) Toshiki Takanabe, Kotaro Kashihara, Kazuyuki Matsumoto, Keita Kiuchi, Xin Kang, Ryota Nishimura, Manabu Sasayama (2024) Multimodal Emotion Recognition and Dataset Construction in Online Counseling, 38th Pacific Asic Conference on Language, Information and Computation, Proceedings, pp.C261-C269.
- 15) Mori D., Matsumoto K., Kang X., Sasayama M., Kiuchi K. (2024) SMACS: Stress Management AI Chat System, Proceedings of the 16th International Joint Conference on Knowledge Discovery, Knowledge Engineering and Knowledge Management -Vol.2, pp.167-174.

表 2-7 原著論文に準ずるものとして国内誌(和文)に公表された成果

報告等の名称

- 1) 島田行恭 (2023) 事故発生時のシナリオにおける人間の関与ーヒューマンエラー防止対策の検討ー, 安全工学, Vol.62, No.6, pp.373-379.
- 2) 島田行恭 (2024) 化学工学年鑑 2024 14.1.2 国内の学協会の出版物 14.2 国内の法規関連の動向, 化学工学, Vol.88, No.10, pp.505-507.
- 3) 伊藤真一, 平岡伸隆, 三木拓也, 北岡貴文 (2024) 講座 地盤工学×AI 第 5 回ディープラーニング (時系列データ), 地盤工学会誌, Vol.72, No.7, pp.69-77.
- 4) 佐藤嘉彦 (2024) 特集化学工学年鑑 2024 14.3.2 国内の事故・事故調査報告書の公開状況, 14.4.2 国内学術論文, 化学工学, Vol.88, No.10, pp.509-513.

報告等の名称
5) 久保智英 (2024) ICT の発展と労働時間法政策の課題:働く人々のオフの量と質の確保の重要性, 日本労働法学会誌,137 号, pp.159-162.
6) 城内博 (2024) 化学物質の自律的な管理ー背景, 現状、今後ー, 安全工学, Vol.63, No5, pp.275-280.
7) 笠井辰也 (2024) 基礎講座 発がん性物質のばく露限界値の設定:多層カーボンナノチューブ (MWNT-7) の吸入試験結果から, 労働衛生工学, Vol.63, No.12, p51.
8) 豊岡達士 (2024) 三酸化アンチモン (三酸化二アンチモン) 発がん分類第 2 群 A:発がん性分類の提案理由書原案作成, 産業衛生学雑誌, Vol.66, pp.275-276.

表 2-8 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) Nagisa Sugaya, Tetsuya Yamamoto, Chigusa Uchiumi (2024) A 2-year longitudinal study examining the change in psychosocial factors under the COVID-19 pandemic in Japan. Scientific Data, Vol.11, No.544
2) 矢吹陽子, 城内博 (2025) 職場における危険物等に起因する死傷災害の発生状況ー火傷, 熱傷の視点からー, 労働安全衛生研究, Vol.18, No.1, pp.39-47.
3) 高田琢弘, 加島遼平, 小林秀行, 王薈琳, 佐々木毅, 高橋正也 (2025) 事業場における労働時間把握方法の実態ー業種・従業員規模・時間外労働時間に着目してー, 労働安全衛生研究, Vol.18, No.1, pp.23-30.
4) 吉川徹, 佐々木毅, 高橋正也 (2024) 東日本大震災に関連した脳・心臓疾患の過労死等労災認定事案の分析結果からみた災害時の過重労働対策の力点, 日本産業保健法学会誌, Vol.3, No.1, pp.144-152.
5) 小林健一, 大谷勝己 (2025) 経済協力開発機構 GLP における査察官養成制度及び査察当局への現地評価訪問制度について, 労働安全衛生研究, Vol.18, No.1, pp.49-54.

表 2-9 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) 大幢勝利 (2024) 巻頭言:産業安全技術協会の認証制度と合板足場板について, TIIS ニュース, No.298, p.3.
2) 島田行恭 (2025) 事故におけるヒューマンエラーの分類とその対策, SE Report, Vol.218, pp.15-21.
3) 大塚輝人 (2024) 危険箇所におけるインターロックの考え方, セイフティ・エンジニアリング, 第 51 巻 (3) 216 号, pp.4-9.
4) 野田和俊, 大塚輝人 (2024) スマート保安と IoT, TIIS ニュース 216 号, pp.4-6.
5) 崔光石, 庄山瑞季 (2024) 静電気放電による粉体の爆発・火災および防止対策, SE, Vol.214, pp.10-15.
6) 崔光石 (2025) 静電気災害防止のための基礎知識, 火薬と保安, Vol.57, No.1, 2025 (通巻 170), pp.30-35.
7) 鄭起赫, 崔光石 (2025) 韓国における電気自動車の火災事故と消火方法の課題, 労働安全衛生研究, Vol.18, No.1, pp.55-57.
8) 山際謙太 (2024) 新東名高速道路河内川橋工事現場を探访して, クレーン, Vol.62, No.725, pp.47-51.
9) 山際謙太 (2025) 破面解析と機械学習の融合研究, ボイラ研究, No.449, pp.2-8.
10) 濱島京子 (2024) DX で安全管理を実現するために何を考えるか, ボイラ研究, No.447, pp.31-36.
11) 濱島京子 (2024) PowerBI を用いた労働災害データ可視化事例, 安全衛生コンサルタント, Vol.44, No.152, pp.38-46.
12) 濱島京子, 福田隆文, 中村瑞穂, 南山靖博 (2024) 高等教育機関での機械安全教育の普及を目指して, セイフティエンジニアリング, Vol.51, No.4, pp.10-15.
13) 山口篤志 (2024) 減肉を有する圧力設備における供用適性評価 (FFS) の適用と残存強度係数の妥当性検証, ボイラ研究, No.445, pp.4-10.
14) 緒方公俊 (2024) ワイヤロープの疲労に関する研究, 産業保健 21, No.116, p.28.

- 15) 堀智仁 (2024) 移動式クレーンにおける敷板へのアウトリガー偏心設置の危険性, 建設機械施工, Vol.76, No.9, pp.22-26.
- 16) 金恵英 (2024) 風洞における乱流境界層生成の試み, 日本風工学誌, Vol.49, No.3, pp.250-252.
- 17) 金恵英 (2024) BBAA IX 参加報告, 日本風工学誌, Vol.49, No.4, pp.34-36.
- 18) 八島正明 (2024) 廃棄物処理施設における火災・爆発事故と対策事例 第1回貯槽, サイロ, 環境技術会誌, No.195, pp.148-150.
- 19) 八島正明 (2024) 廃棄物処理施設における火災・爆発事故と対策事例 第2回破砕機, 環境技術会誌, No.196, pp.40-42.
- 20) 八島正明 (2024) 廃棄物処理施設における火災・爆発事故と対策事例 第3回コンベヤ, 環境技術会誌, No.197, pp.37-39.
- 21) 八島正明 (2025) 廃棄物処理施設における火災・爆発事故と対策事例 第4回(最終回)安全装置, 環境技術会誌, No.198, pp.40-42.
- 22) 山隈瑞樹, 八島正明 (2025) 粉じん爆発情報セミナー, 粉体技術, Vol.17, No.3, pp.55-58.
- 23) 西脇洋佑 (2024) リチウムイオン電池の火災危険性, THS ニュース, No.296, pp.4-5.
- 24) 庄山瑞季 (2024) 粉体を取り扱う産業現場の静電気対策に関する研究, 産業保健 21, Vol.118, p.28.
- 25) 大西明宏 (2024) テールゲートリフター作業の安全対策と課題, 安全と健康, Vol.25, No.6, pp.20-24.
- 26) 平内和樹 (2024) 原因や対策を学び職場の転倒事故を防ぐ (第1回) 転倒による労働災害の傾向を知る, ボイラ・ニュース 2月号, pp.3-4.
- 27) 平内和樹 (2024) 原因や対策を学び職場の転倒事故を防ぐ (第2回) 加齢と転倒, ボイラ・ニュース 3月号, p.6.
- 28) 平内和樹 (2024) 原因や対策を学び職場の転倒事故を防ぐ (第3回) 外的要因による転倒の対策, ボイラ・ニュース 4月号, pp.3-4.
- 29) 柴田圭 (2024) フレームアイ原因や対策を学び職場の転倒事故を防ぐ (第4回) すべりによる転倒の傾向, ボイラ・ニュース 2024年5月号, pp.5-6.
- 30) 柴田圭 (2024) フレームアイ原因や対策を学び職場の転倒事故を防ぐ (第5回) すべりのメカニズム, ボイラ・ニュース 2024年6月号, pp.4-5.
- 31) 柴田圭 (2024) フレームアイ原因や対策を学び職場の転倒事故を防ぐ (第6回) すべりの測定方法, ボイラ・ニュース 2024年7月号, pp.5-6.
- 32) 柴田圭 (2024) フレームアイ原因や対策を学び職場の転倒事故を防ぐ (第7回) すべりの対策, ボイラ・ニュース 2024年8月号, pp.4-5.
- 33) 柴田圭 (2024) 転倒災害の原因と防止対策のポイント, 安全衛生コンサルタント, Vol.44, No.152, pp.24-30.
- 34) 柴田圭 (2024) 各年代の転倒災害の実態, 安全と健康, Vol.25, No.11, pp.28-31.
- 35) 柴田圭 (2025) 原因や対策を学び職場の転倒事故を防ぐー各年代の転倒災害の実態ー, クレーン, Vol.63, No.1, pp.37-40.
- 36) 柴田圭 (2025) 原因や対策を学び職場の転倒事故を防ぐーつまずき転倒とすべり転倒の実態と対策ー, クレーン, Vol.63, No.3, pp.47-52.
- 37) 和崎夏子 (2024) 原因や対策を学び職場の転倒事故を防ぐ (第8回) 不注意と転倒, ボイラ・ニュース 2024年9月号, pp.4-5.
- 38) 谷部好子 (2024) 身体運動に伴う時間知覚の変調ータイミング知覚の神経科学ー, VISION, Vol.36, pp.156-162.
- 39) 小野真理子 (2025) データ分析で学ぶ化学物質管理 No.1 化学物質による労働災害を俯瞰する, 安全と健康, Vol.76, No.1, pp.44-46.
- 40) 小野真理子 (2025) データ分析で学ぶ化学物質管理 No.2 洗浄剤による災害を減らすために, 安全と健康, Vol.76, No.2, pp.41-43.
- 41) 小野真理子 (2025) データ分析で学ぶ化学物質管理 No.3 経皮吸収物質について考える, 安全と健康, Vol.76, No.3, pp.36-39.

- 42) 小野真理子 (2024) 化学物質対策コーナーNo.1 職場における化学物質管理の法令改正と建設現場で必要な対策, 建設の安全, Vol.6, pp.7-10.
- 43) 小野真理子 (2024) 化学物質対策コーナーNo.2 災害事例から学ぶ化学物質の危険・有害性, 建設の安全, No.606, pp.9-12.
- 44) 小野真理子 (2024) 化学物質対策コーナーNo.3 建設業向けリスク管理マニュアルとは何か, 建設の安全, No.608, pp.18-21.
- 45) 小野真理子 (2025) 化学物質対策コーナーNo.4 建設業向けリスク管理マニュアルとは何か, 建設の安全, No.610, pp.14-16.
- 46) 小野真理子 (2024) 14 次防を踏まえた化学物質管理に係る省令改正～重要性が増す個人用保護具への理解と着用の義務, 労働安全衛生コンサルタント, Vol.44, No.150, pp.245-247.
- 47) 城内博 (2024) 化学物質の自律的な管理への大転換ーその背景・意味, 14 次防との関わりー, 労働安全衛生研究, Vol.17, No.2, 巻頭言, pp85-86.
- 48) 山本健也 (2024) リスクアセスメント対象物への対応③, 労働衛生管理, Vol.36, No.1, p43-52.
- 49) 奈良志ほり (2025) SDS を学ぼう, SDS の役割を学ぶ, 安全衛生のひろば, Vol.66, No.1, pp.8-9.
- 50) 奈良志ほり (2025) SDS を学ぼう, SDS の基本を学ぶ, 安全衛生のひろば, Vol.66, No.2, pp.50-51.
- 51) 奈良志ほり (2025) SDS を学ぼう, SDS に関連する法令を学ぶ, 安全衛生のひろば, Vol.66, No.3, pp.6-7.
- 52) 高橋正也 (2025) はじめに, 週刊医学のあゆみ, Vol.292, No.7, p.537.
- 53) 高橋正也, 吉川徹 (2025) 過労死等研究の今後の方向性, 週刊医学のあゆみ, Vol.292, No.7, pp.575-578.
- 54) 高橋正也 (2024) 過労死等防止に関する調査研究と社会実装への道筋, 連合総研レポート DIO, Vol.399, No.7, pp.21-28.
- 55) 高橋正也 (2024) 睡眠と産業事故・交通事故, 産業医学ジャーナル, Vol.47, No.5, pp.79-87.
- 56) 高橋正也 (2024) 超過勤務や睡眠不全関連事故のニュースを聞いたときに何を考えるか?ー睡眠医学的エビデンスの重要性, medicina, Vol.61, No.6, pp.954-957.
- 57) 佐々木毅, 吉川徹 (2025) 過労死等労災事案の経年的特徴, 医学のあゆみ, Vol.292, No.7, pp.538-542.
- 58) 久保智英 (2025) 職場の特性に応じたテラーメイドの疲労対策の重要性:職場の疲労カウンセリング, 医学のあゆみ, Vol.292, No.7, pp.553-556.
- 59) 久保智英 (2025) 介護現場の健康確保ー働き過ぎや交代勤務の疲労を蓄積させないポイント, ケアワーク, 375 巻 3 月号, pp.10-12.
- 60) 久保智英 (2024) No.1 過労死等防止調査研究センター (RECORDs) の紹介, 保健指導リソースガイド, <https://tokuteikenshin-hokensidou.jp/opinion/003/017/no1-records.php>
- 61) 久保智英 (2024) No.2 働く人々の睡眠で大切なポイントー量・質・タイミング, そして就寝前のディタッチ, 保健指導リソースガイド, <https://tokuteikenshin-hokensidou.jp/opinion/003/017/no2-2024.php>
- 62) 久保智英 (2024) No.3 労働者の疲労回復の 3 原則:疲れたら休む, 休める, 休ませる, 保健指導リソースガイド, <https://tokuteikenshin-hokensidou.jp/opinion/003/017/no3-3-1.php>
- 63) 久保智英 (2024) [総論]労働者の疲労の原因は働き方:疲れたら休む, 休める, 休ませる社会の実現に向けて, 安全と健康, Vol.25, No.10, pp.17-21.
- 64) 久保智英 (2024) 研究報告:働く人々の疲労回復におけるオフの量と質の確保の重要性ー勤務間インターバルとつながらない権利, ビジネス・レーバー・トレンド, 12 月号, <https://www.jil.go.jp/kokunai/blt/ba cknumber/2024/12/index.html>
- 65) 久保智英 (2024) 自主対応型の疲労対策としての職場の疲労カウンセリングの可能性, 産業保健と看護, Vol.16, No.3, pp.63-68.
- 66) 久保智英 (2024) ICT の発展と労働時間法政策の課題:働く人々のオフの量と質の確保の重要性, 日本労働法学会誌, 137 号, pp.159-162.
- 67) 高橋幸雄 (2025) ISO/TC43/SC1 の標準化スキームと安全衛生関連の規格例(聴覚保護具). 安全衛生コンサルタント, No.153, pp.36-41.

- 68) 小嶋純 (2024) 局所排気装置等の設置と性能確保に必要な測定(1), 作業環境, Vol.45, No.6, pp.37-44.
- 69) 小嶋純 (2025) 局所排気装置等の設置と性能確保に必要な測定(2), 作業環境, Vol.46, No.1, pp.49-57.
- 70) 小嶋純 (2024) 「ばく露リスク低減措置 事例集」の紹介, 安全衛生コンサルタント, Vol.44, No.150, pp.46-54.
- 71) 小嶋純 (2024) 「作業環境管理専門家」および「化学物質管理専門家」向け指導用マニュアルの紹介, 安全衛生コンサルタント, Vol.44, No.151, pp.51-56.
- 72) 小嶋純 (2025) ISO 規格と労働安全衛生法規ー安全装置・保護具等の構造要件の中の国際規格ー, 安全衛生コンサルタント, Vol.45, No.153, pp.53-58.
- 73) 井上直子 (2024) 海外研究紹介 Journal of Occupational and Environmental Hygiene, Vol.20, No.12, 2023), 作業環境, Vol.45, No.4, pp.51-53.
- 74) 井上直子 (2025) 海外研究紹介 Journal of Occupational and Environmental Hygiene, Vol.21, No.5-6, 2024), 作業環境, Vol.46, No.1, pp.64-68.
- 75) 劉欣欣, 池田大樹, 松尾知明, 蘇 リナ (2025) 過労死等防止調査研究センター実験研究の成果, 医学のあゆみ, Vol.292, No.7, pp.557-560.
- 76) 金子剛大 (2024) 海外研究紹介 Journal of Occupational and Environmental Hygiene, Vol.45, No.3-4, 2024), 作業環境, Vol.45, No.6, pp.46-50.
- 77) 西村悠貴, 吉川徹, 高橋正也 (2024) シンポジウム:働く人のストレスと自殺 日本の過労自殺の現況と関連要因, ストレス科学, Vol.39, No.1, pp.1-10.
- 78) 吉川徹, 高橋有記 (2024) 特集:医療現場が変わる 医療を変える,医師の過労死・過労自殺の実態と医師の働き方改革への期待, 労働の科学, Vol.79, No.7, pp.22-26.
- 79) 吉川徹 (2024) 「感染予防のための個人防護具 (PPE) の基礎知識とカタログ集 2022 年度」の解説と臨床現場での活用法, 感染対策 ICT ジャーナル:ヴァンメディカル, Vol.19, No.2 2024spring, pp.88-94.
- 80) 吉川徹 (2024) 土屋健三記念賞受賞者のその後「社会とつながる産業安全保健のフォアキャスティング/バックキャスティング」, 健康開発, Vol.28, No.4, pp.81-89.
- 81) 茂木伸之, 吉川徹 (2025) 地方公務員における過労死等の現状と課題, 週刊医学のあゆみ, Vol.292, No.7, pp.567-570.
- 82) 大塚篤司, 吉川徹 (2024) 医師による医師のための Chat GPT 入門 臨床がはかどる魔法のプロンプト, 病院, Vol.83, No.8, pp.592-601.
- 83) 石井賢治, 鈴木一弥, 吉川徹 (2025) 過労死等防止調査研究センター対策実装研究チームの成果, 医学のあゆみ, Vol.292, No.7, pp.561-566.
- 84) 吉川悦子, 鈴木明, 吉川徹 (2024) 韓国の中小企業における産業保健サービスの現状, 健康開発 (Health development) /健康開発科学研究会編, Vol.28, No.3, pp.68-72.
- 85) 松元俊 (2024) トラックドライバーの健康問題 (前編), 安全衛生のひろば, Vol.65, No.9, pp.34-35.
- 86) 松元俊 (2024) トラックドライバーの健康問題 (後編), 安全衛生のひろば, Vol.65, No.10, pp.44-45.
- 87) 松元俊 (2024) 安全に健康にシフトワークを行うためのレシピ, 医療労働, No.684, pp.2-5.
- 88) 木内敬太 (2024) コーチング心理学の実践・研究の最新動向と医学領域での応用, 心療内科学会誌, Vol.28, No.3, pp.53-59.
- 89) 木内敬太 (2024) 心理的ディタッチメントー物理的にも心理的にも仕事から離れる, 産業ストレス研究, Vol.31, No.4, p.413.
- 90) 松尾知明 (2024) 産業保健の現場に体力科学研究の成果を, 産業保健と看護, Vol.16, No.6, pp.530-535.
- 91) 蘇リナ (2024) 職場における効果的な健康管理:新しい心肺持久力評価ツールの提案.産業保健と看護, Vol.16, No.6, pp.536-541.
- 92) 中野真規子 (2024) じん肺 インジウム肺, 呼吸器内科, Vol.45, No.5, pp.464-469.

総説論文又は解説等の名称

- 93) 中野真規子, 大前和幸 (2024) インジウム取り扱い作業者のコホート研究 動物実験のエビデンスからのリスクマネジメント, 産業医学ジャーナル, Vol.47, No.6, pp41-46.
- 94) 野見山哲生, 圓藤吟史, 圓藤陽子, 大前和幸, 熊谷信二, 長野嘉介, 東賢一, 石竹達也, 市場正良, 市原学, 伊藤昭好, 伊藤由起, 岩澤聡子, 上山純, 梅田ゆみ, 奥田裕計, 加藤貴彦, 上島通浩, 荻田香苗, 川本俊弘, 日下幸則, 諏訪園靖, 祖父江友孝, 竹内靖人, 竹下達也, 武林亨, 塚原照臣, 内藤久雄, 中野真規子, 原邦夫, 福島哲仁, 保利一, 堀江正知, 宮内博幸, 宮川宗之, 森本泰夫, 山内武紀, 山野優子, 池田敦子, 各務竹康, 魏民, 樺田尚樹, 竹内文乃, 辻真弓, 豊岡達士, 森松嘉孝, 上野晋, 原田浩二, 堀口兵剛, 山本健也 (2024) 許容濃度等の勧告(2024 年度), 産業衛生学雑誌, Vol.66, No.5, pp.207-239.
- 95) 西村悠貴, 吉川徹, 高橋正也 (2024) 日本の過労自殺の現況と関連要因, ストレス科学, Vol.39, No.1, pp.1-10.
- 96) 池田大樹 (2024) 働き方 (出社勤務, 在宅勤務) と勤務時間外における仕事の連絡の影響を検討した研究 (機構で取り組む研究紹介 29), 産業保健 21, Vol.117, p.28.
- 97) 山本健也 (2024) 特集1「管理職とみんなでつくる「メンタルヘルス」にいい職場」メンタルヘルス不調の要因とサインの見つけ方, 教育研修, 5 月号, pp.20-22.
- 98) 山本健也 (2024) 第 29 回産業医・労働衛生管理従事者交流集会 特別講演「新たな職場の化学物質管理での産業医の役割と準備～リスクアセスメントから健康診断, その結果への対応～」, 岡山県医師会報, No.1619, pp12-13.
- 99) 山本健也 (2024) リスクアセスメント対象物への対応, 安全衛生コンサルタント, Vol.151, No.44, pp.28-34.
- 100) 山本健也 (2024) リスクアセスメント対象物への対応①, 労働衛生管理, Vol.35, No.2, pp3-8.
- 101) 山本健也 (2024) リスクアセスメント対象物への対応②, 労働衛生管理, Vol.35, No.3, pp.3-8.
- 102) 山本健也 (2024) 特集「リスクアセスメント対象物健康診断に関するガイドライン」をめぐって リスクアセスメント対象物健康診断における産業医の役割, 産業医学ジャーナル, Vol.47, No.3, pp.7-11.
- 103) 奈良志ほり (2024) 測定士のための学び舎 (67) シリーズ 14 化学物質管理ツール(3)職場の化学物質の自律的な管理に活用するための SDS の読み方, 作業環境, Vol.45, No.3, pp.35-43.
- 104) 齊藤宏之 (2024) 熱中症対策アップデート～保護具・保安用品を活用した有効な熱中症対策～, セイフティダイジェスト, Vol.70, No.4, pp.2-6.
- 105) 齊藤宏之 (2024) 熱中症対策アップデート, クレーン, Vol.62, No.6, pp.39-44.
- 106) 齊藤宏之 (2024) 陸運業において求められる熱中症対策について, 陸運と安全衛生, No.664, pp.3-7.
- 107) 緒方裕子 (2024) 海外研究紹介 Journal of Occupational and Environmental Hygiene, Vol.20, No.11, 2023, 作業環境, Vol.45, No.3, pp.51-53.
- 108) 金子剛大 (2024) 炭素材料および金属-炭素複合材料による水素収着挙動の解明, 日本大学理工学部理工学研究所事業報告書, pp.133-134.
- 109) 王齊, 小野恵美, 岩瀬真喜子, 柳場由絵 (2024) 2023 年室内環境学会学術大会 大会長奨励賞 優秀ポスター賞(正会員・法人会員)受賞の言葉, 室内環境学会誌, Vol.27, No.1, p.69.
- 110) 豊岡達士 (2024) 経皮ばく露が問題となる化学物質の特性や皮膚吸収性有害物質について, セイフティダイジェスト, Vol.70, pp.2-7.

表 2-10 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 (2025) 鋼構造架設設計施工指針 2024 年版, A5 事故事例, pp.316-335, 一般社団法人土木学会.
- 2) 島田行恭 (2024) 化学物質管理における労働安全衛生法の基礎知識と改正における対応のポイント, 第 2 章労働安全衛生法におけるリスクアセスメント, 第 1 節労働安全衛生法におけるリスクアセスメント, 第 2 節化学物質の危険性に対するリスクアセスメントの進め方, pp.15-20, pp.21-35, 株式会社情報機構.
- 3) 城内博 (2025) 新建築物の環境衛生管理第 2 版, 4.5.3 照度と照度基準, 4.5.4 情報機器作業と健康, p p.71-77, 公益財団法人日本建築衛生管理教育センター.

著書又は単行本の名称

- 4) 山本健也 (2025) 産業医のための化学物質管理, 株式会社労働調査会.
- 5) 山本健也 (2025) はじめの一步から, より良い学校へ 公立学校の安全衛生ハンドブック, pp.2-10, 一般財団法人地方公務員安全衛生推進協会.
- 6) 吉川徹 (2025) 産業保健マニュアル改訂第 8 版(追補,改正), 医療機関追記「医師の働き方改革」の概略, pp.22-24, 株式会社南山堂.
- 7) 吉川徹, 細見由美子 (2024) 自信がもてる! 血管へのアプローチ 採血と静脈路確保, Section 4 医療者のリスクとその予防 3) 針刺し対策 発生時の対処, Vol.52, No.13, pp.1349-1354, 医歯薬出版株式会社.
- 8) 久保智英, 松元俊, 池田大樹, 井澤修平, 西村悠貴, 木内敬太 (2025) 「疲れたら休む・休める・休ませる」を実現するために 職場の疲労対策のヒント, 中央労働災害防止協会.
- 9) 高橋正也 (2024) オックスフォード睡眠医学ハンドブック, 睡眠と職場そして運転, pp.310-23, 丸善出版株式会社.
- 10) 高橋正也 (2024) 未来を拓く交通・安全学, 公益財団法人国際交通安全学会編, 健康起因事故, pp.209-12, 丸善出版株式会社.
- 11) 久保智英, 太田充彦 (2024) テキスト健康科学改訂第 3 版, 睡眠・休養と健康, 第4章人間の活動と健康, pp.190-193, 株式会社南江堂.
- 12) 池田大樹 (2024) 睡眠の百科事典, 日本睡眠学会編, 睡眠慣性, pp.280-281, 丸善出版株式会社.
- 13) 池田大樹 (2024) 睡眠の百科事典, 日本睡眠学会編, 自己覚醒, pp.308-309, 丸善出版株式会社.
- 14) 池田大樹 (2024) 産業保健現場のデータ活用術, 研究デザインの種類と選び方, pp.116-119, 株式会社メディカ出版.
- 15) 山本健也 (2024) プライマリケア医のための働く世代のみかた, 日本プライマリケア連合学会監修, II-2: 職業・就業状況を知る, 4.有害業務に従事しているとわかったら, pp.108-115, 株式会社南山堂
- 16) 松元俊 (2024) 睡眠学の百科事典, 日本睡眠学会編, 交代制勤務, pp.214-215, 丸善出版株式会社.
- 17) 小嶋純 (2024) 作業環境管理専門家指導用マニュアル, 作業環境改善等の提案, 第 6 章意見書の作成, 第 7 章事例集, pp.29-65, 厚生労働省.
- 18) 小嶋純 (2024) 化学物質管理専門家指導用マニュアル, リスクの低減措置提案, 第 7 章結果確認及び助言書の作成, 第 8 章事例集, pp.38-68, 厚生労働省.

表 2-11 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) 玉手聡, 堀智仁 (2024) 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 5 年度実施状況報告書, pp.1-4.
- 2) 日野泰道, 大嶋勝利, 高橋弘樹 (2024) 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, 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 5 年度総括研究報告書, pp.3-7.
- 3) 日野泰道, 大嶋勝利, 高橋弘樹 (2024) 安全ネットの固定点数に着目した実験的検討, 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 5 年度分担研究報告書, pp.9-21.
- 4) 日野泰道, 大嶋勝利, 高橋弘樹 (2024) 経年劣化の影響に関する実験的検討, 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 5 年度分担研究報告書, pp.25-35.
- 5) 日野泰道, 大嶋勝利, 高橋弘樹 (2024) 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, 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 5 年度総括研究報告書, pp.2-44.
- 6) 金恵英 (2024) 東京湾アクアラインの橋梁部の強風時走行規制に関する流体・橋梁・車両シミュレーションによる車両の転倒リスクに関する検討, 東日本高速道路株式会社関東支社, 共同研究最終報告書, pp.1-160.
- 7) 金恵英 (2024) 強風時の橋梁上の車両安定解析と合理的交通規制法の提案, 科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金基盤研究(C), 令和 5 年度最終報告書.

報告書の名称

- 8) 佐藤嘉彦 (2024) 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, 科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金, 令和 5 年度実施状況報告書, pp.1-4.
- 9) 高橋明子, 島田行恭, 平内和樹, 菅間敦, 島崎敢, 石垣陽, 中嶋良介, 三品誠, 西野真菜 (2024) 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～令和 5 年度総合研究報告書.
- 10) 高橋明子, 島田行恭, 平内和樹, 菅間敦, 島崎敢, 石垣陽, 中嶋良介, 三品誠, 西野真菜 (2024) 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 5 年度総括・分担研究報告書.
- 11) 柴田圭, 山口健, 大西明宏 (2024) 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学術研究助成基金助成金基盤研究 (C), 令和 5 年度実施状況報告書, pp.1-4.
- 12) 柴田圭, 山口健, 大西明宏 (2024) 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, 科学研究費事業学術研究助成基金助成金基盤研究 (C), 令和 3～令和 5 年度研究成果報告書, pp.1-7.
- 13) 和崎夏子 (2024) 転倒における視覚的不注意の要因および影響, 科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金, 令和 5 年度実施状況報告書.
- 14) 羽鳥康裕 (2024) 光景が持つ時空間構造の脳内表現が知覚に与える影響, 科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金, 令和 5 年度研究成果報告書, pp.1-8.
- 15) 羽鳥康裕 (2024) 循環調整を介する視触覚情報統合のメカニズム, 科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金, 令和 5 年度実施状況報告書, pp.1-4.
- 16) 谷部好子 (2024) 時間という認知枠組みの発達への天変地異による影響, 科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金 (萌芽), 令和 5 年度実施状況報告書.
- 17) 平内和樹 (2024) 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, 科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金, 令和 5 年度実績報告書 (研究実績報告書), pp.1-3.
- 18) 平内和樹 (2024) 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, 科学研究費助成事業学術研究助成基金助成金, 令和 5 年度研究成果報告書, pp.1-7.
- 19) 庄山瑞季 (2024) 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学術研究助成基金助成金 (若手研究) 令和 5 年度研究成果報告書.
- 20) 庄山瑞季 (2024) 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学術研究助成基金助成金 (若手研究), 令和 5 年度実績報告書.
- 21) 徳村雅弘, 王齊 (2024) 飲料水中の有機リン化合物の健康影響評価に関する研究, 厚生労働科学研究費補助金健康安全確保総合研究分野食品の安全確保推進研究, 令和 4 年度総括研究報告書, pp.1-33.
- 22) 劉欣欣 (2024) 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, 令和 6 年過労死等防止対策白書, pp.159-160.
- 23) 劉欣欣 (2024) ドライバーの心血管系負担に対する休憩効果の検討, 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, 令和 5 年度分担研究報告書, pp.248-254.
- 24) 吉川徹, 茂木伸之, 山内貴史, 守田祐作, 田原裕之, 佐々木毅, 高橋正也 (2024), 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, 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 (教職員に関する分析), 令和 6 年度報告書, pp.1-35.
- 25) 久保智英, 松元俊, 西村悠貴, 池田大樹, 井澤修平, 玉置敦子, 佐藤文彦 (2024) 職場の疲労特性を反映した AI 勤怠スケジューラーによる交替勤務介護労働者への介入調査, 労働安全衛生総合研究所, 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.212-215.
- 26) 高橋正也 (2024) 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, 厚生労働省, 令和 5 年度総括研究報告書, pp.1-26.

表 2-12 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) 大塚輝人 (2024) 規制と自主保安, 安全工学, Vol.63, No.2, pp.111-113.
2) 大塚輝人 (2025) ヒューマンファクターに関する新たなリスク評価の考え方の検討, 安全工学, Vol.64, No.1, pp.62-63.
3) コウハクル・ワサナ, 金佑勁, 崔光石 (2024) Asia Pacific Symposium on Safety 2023 (APSS2023)開催報告, 安全工学, Vol.63, No.2, pp.114-115.
4) 吉川直孝 (2024) JTA 国際委員会 ITA 小委員会.第 50 回 ITA 総会報告および世界トンネル会議 (深圳) 報告 WG5:工事中の安全衛生, トンネルと地下, Vol.55, No.10, pp.71-82.
5) 西脇洋佑 (2024) 2024 年度火薬学会春季研究発表会レビューSession5. EXPLOSION, Vol.34, No.2, p.149.
6) 遠藤雄大, 崔光石 (2024) 静電気災害防止研究会の活動報告, 安全工学, Vol.63, No.5, pp.342-345.
7) 高橋明子 (2024) 日本応用心理学会第 89 回大会報告 研究発表を終えて, 応用心理学のクロスロード, Vol.16, p.30.
8) 柳場由絵 (2025) 生物学的モニタリングによる健康影響評価の原理と活用方法, 作業環境, Vol.46, No.2, pp.41-45.
9) 柳場由絵 (2024) 皮膚等障害化学物質と保護具, 作業環境, Vol.45, No.5, pp.4-20.
10) 齊藤宏之 (2024) 技術専門家の倫理的課題についてー第 97 回日本産業衛生学会 (広島) における企画を通してー, 健康開発, Vol.29, No.2.
11) 小嶋純 (2024) 編集後記, 安全衛生コンサルタント, Vol.44, No.152, p.101.
12) 宮本俊明, 山本健也, 軸丸靖章, 張江正信, 夏井智毅, 加部勇 (2024) 化学物質の自律的管理における作業環境管理と健康管理, 作業環境, Vol.45, No.4, pp.4-26.
13) 吉川徹, 中村康彦(2024) Interview 病院職員のメンタル疾患からの復職支援, 病院, Vol.83, No.8, pp.593-601.
14) 永野千景, 柴田延幸, 東久保一郎, 中市健志, 丸山太一, 井上仁郎 (2024) 騒音障害防止ガイドライン改訂ーこれからの騒音障害防止対策ー, 作業環境, Vol.45, No.3, pp.4-20.

表 2-13 研究所出版物として公表された成果

成果の名称
1) 菅間敦, 島田行恭, 高橋明子, 平内和樹, 中嶋良介, 西村崇宏 (2024) 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, 特別研究報告 JNIOOSH-SRR-No.54-1-0, pp.1-7.
2) 菅間敦, 中嶋良介, 高橋明子, 平内和樹, 島田行恭 (2024) 高所作業における行動特性の評価およびバーチャルな高所作業の訓練環境構築に関する研究, 特別研究報告 JNIOOSH-SRR-No.54-1-1, pp.9-12.
3) 高橋明子, 三品誠, 菅間敦 (2024) 360 度映像を用いた効果的な建設作業ハザード知覚訓練の検討, 特別研究報告 JNIOOSH-SRR-No.54-1-2, pp.13-19.
4) 高橋弘樹, 高梨成次, 堀智仁 (2025) 建築物の解体工事における外壁倒壊の防止対策, 技術資料 JNIOOSH- TD-No.10 (2025), pp.1-97.
5) 井澤修平, 久保智英, 池田大樹, 吉川徹, 中村菜々子, 赤松利恵 (2024) 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, 特別研究報告 JNIOOSH-SRR-No54, pp.21-25.
6) 井澤修平, 吉川徹, 中村菜々子, 森石千尋, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2024) 職場環境改善とメンタルヘルスの関連:大規模な労働者の集団における縦断的調査, 特別研究報告 JNIOOSH-SRR-No54, pp.39-42.
7) 中村菜々子, 井澤修平, 吉川徹, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2024) 労働者のストレスのセルフケアに関する縦断的調査, 特別研究報告 JNIOOSH-SRR-No54, pp.27-31.

成果の名称
8) 池田大樹, 久保智英, 井澤修平, 中村菜々子, 吉川徹, 赤松利恵 (2024) 睡眠のセルフケアとメンタルヘルスの関連:大規模な労働者の集団を対象とした縦断的調査, 特別研究報告 JNIOOSH-SRR-No.54, pp.33-37.

2) 学会・研究会における発表・講演

表 2-14 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)

発表・講演された論文名
1) Katsutoshi Ohdo (2024) Trends and Prospects of Construction Safety in Japan. Keynote speaker, Spring Conference of KOSOS (The Korean Society of Safety), Jeju, Republic of Korea.
2) Kwangseok Choi (2024) 日本の労働災害防止研究について, Spring Conference of KOSOS (The Korean Society of Safety), Jeju, Republic of Korea.
3) Qi Mengtong, Kohei Okabe, Makoto Itho (2025) International Comparison on Trust in Care Robots, Workshop, International Symposium on Community-centric Systems and Robots (CcSR2025).
4) Kim H., Konno S., Yasuda T., Kimura K., Katsuchi H., Wang J. (2024) Crosswind characteristics around bridge main tower with wind barrier, 9th International Colloquium on Bluff Body Aerodynamics and Applications.
5) Tsuyoshi Saito, Kazuki Hiranai (2024) Trends and issues of occupational safety in Japan reflecting technological innovations, 24th Conference and Exhibition on Occupational Safety and Health (CO SH 2024), Kuala Lumpur.
6) Tsuyoshi Saito (2024) Research activities of JNIOOSH in relation to the utilisation of new digital technologies, Working Group for the preparation of 20th EU-Japan labour Symposium, Brussels.
7) Yan Wang, Pengchu Bai, Lulu Zhang, Xuan Zhang, Seiya Nagao, Shingo Matsumoto, Tamon Yamashita, Masaaki Yoshida, Ning Tang (2024) Characteristics of concentration and emission of PM2.5-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and nitro-PAHs (NPAHs) based on a comparison of urban and background stations in Shimane from 2022 to 2024. K-INET International Symposium 2024, Understanding the Current State of Transboundary Pollution-1 ATMOSPHERE & INTEGRATION, Abstracts, p.63.
8) Pengchu Bai, Chau-Thuy Pham, Yan Wang, Lulu Zhang, Xuan Zhang, Seiya Nagao, Ning Tang (2025) Research on the characteristic of biogenic secondary organic aerosol tracers in Asia. K-INET International Symposium 2024: Understanding the Current State of Transboundary Pollution-1 ATMOSPHERE & INTEGRATION, Abstracts, p.40.
9) Ken Tokizawa (2025) Novel practical body cooling techniques and wearable measurements for core temperature in occupational heat exposure, 1st Global Heat Health Information Network Southeast Asia Heat Health Forum, Panel Presentation Heat at work: Exertional Heat Stress, Productivity & Performance, https://ghhin.org/2025-southeast-asia-heat-health-forum/
10) R.S. Wang, M. Suda, Z. Weng (2024) Genotoxic effects of styrene exposure as modified by the knock-out of Aldh2 gene in mice, 58th Congress of the European Societies of Toxicology, Toxicology Letters, Vol.399, Supplement2, p.S346.
11) Huan Hu, Toshiteru Okubo (2024) Low dose radiation exposure and the risk of hypertension: a retrospective cohort study, 16th International Radiation Protection Association meeting, abstract book, p.68.
12) Rina So (2024) Physical Activity and Physical Fitness of Japanese Workers: Analyzing the Impact on Health and Medical Costs. 2024 Korean Industrial Hygiene Association Summer Conference. Abstract apps.

表 2-15 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)

発表・講演された論文名	
1)	島田行恭 (2024) 全員参加で取り組む労働災害防止のための安全管理活動, 第 97 回日本産業衛生学会シンポジウム1「多様化する社会で第 14 次防災計画にどう対応するか」, 産業衛生学雑誌, Vol.66 臨時増刊号, p.173.
2)	高松達朗, 豊澤康夫, 北村修, 貴志孝洋, 上村達也, 島田行恭, 堀愛 (2024) 第 14 次労働災害防止計画の概要と計画目標の効果検証等, 第 97 回日本産業衛生学会シンポジウム1「多様化する社会で第 14 次防災計画にどう対応するか」, 産業衛生学雑誌, Vol.66 臨時増刊号, p.170.
3)	大塚輝人 (2024) OS-6 爆発安全対策への取り組み 労働安全からみた爆発安全対策の現状と提言, 安全工学シンポジウム 2024.
4)	大塚輝人 (2024) パネルディスカッション, ヒューマンファクターを考慮した定量的リスク解析, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.1-2.
5)	濱島京子 (2024) 安全を教える (学ぶ) 基礎部分, 第 34 回安全管理の最新動向講習会 (安全工学会主催).
6)	吉川直孝 (2024) 安全衛生管理-1, 令和 6 年度研修 若手建設技術者のための施工技術の基礎(II), 一般社団法人日本建設業連合会及び一般財団法人全国建設研修センター.
7)	金恵英 (2024) 強風時橋梁上の車両安定性に関する研究, 非定常空気力学研究会・構造物の空気力研究会(AHLOS), 一般社団法人日本鋼構造協会.
8)	八島正明 (2024) バイオマス発電所・廃棄物リサイクル施設の火災安全, 防災学術連携体 Web 研究会講演(日本火災学会主催).
9)	八島正明 (2024) 粉じん爆発・火災の防止と安全なガス溶断作業のための啓発活動, 安全工学会北川学術賞記念講演.
10)	八島正明 (2024) 粉体取扱い施設における粉じん爆発・火災の事例, 粉体工学会「粉体の機械的単位操作に関する参加型講演会(第 10 回)～次世代粉体ハンドリング～」.
11)	三浦崇 (2024) 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, 作業安全教育講座(日本真空工業会主催)VACUUM2024 セミナー.
12)	三浦崇 (2025) 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, 一般社団法人日本真空工業会 JVIA 安全委員会主催第 28 回作業安全教育講座.
13)	遠藤雄大 (2025) 引火性液体取り扱い時の静電気災害発生メカニズム, 2025 年第 1 回静電気学会研究会.
14)	庄山瑞季 (2024) 粉体充てん時に発生する静電気放電および除電技術, 2024 年度第 1 回静電気学会研究会.
15)	庄山瑞季, 崔光石, 長田裕生, 鈴木輝夫 (2024) 粉体貯蔵設備で発生する静電気危険性の新たな評価手法と複数の接地金属棒による充てん粉体の除電効果についての検討, 第 72 回全国消防技術者会議, 令和6年度消防防災科学技術賞受賞作品概要, p.10.
16)	庄山瑞季 (2024) 粉体の充てん速度が貯蔵設備内の電荷蓄積および静電気放電に及ぼす影響, 令和 6 年度日本職業・災害医学会学術大会抄録集, p.80.
17)	柴田圭 (2024) 転倒災害の現状と防止対策について, 第 97 回日本産業衛生学会教育講演.
18)	柴田圭 (2024) 転倒災害におけるすべりの評価・対策について, 第 83 回全国産業安全衛生大会マネジメントシステム・リスクアセスメント分科会.
19)	齋藤剛 (2024) 機械のリスクアセスメントとリスク低減の一般原則, 農業食料工学会北海道ブロックテーマセッション 2024.
20)	平内和樹 (2025) AI を活用した安全管理に関する研究事例の紹介と今後の展望, 高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所安全ワークショップ.
21)	緒方裕子, 山本健也 (2025) 職場における化学物質に関する化学構造データセットの構築, 日本化学会第 105 回春季年会, [PA]-2am-33.
22)	柳場由絵 (2025) 皮膚透過性の初期評価:混合有機溶剤の影響を探索, 第 22 回日本防護服協議会学術総会, 予稿集, pp.107-108.

- 23) 中野真規子 (2024) 肺がん罹患予防としての血清 KL-6 値は？インジウム取り扱い作業者のコホート研究から、日本肺サーファクタント・界面医学会第 60 回学術研究会, 抄録, p.10.
- 24) 高橋正也 (2024) 医師の働き方改革について:シンポジウム 4「医師の働き方改革と医療者のストレス」, 第 40 回日本ストレス学会学術総会, ストレス科学, Vol.39, No.2, p.48.
- 25) 高橋正也 (2024) 職域における睡眠と休養:シンポジウム 19「睡眠と休養 2024:安心安全を衛る最新の知見から一睡眠・休養に関する委員会企画」, 第 83 回日本公衆衛生学会総会, 抄録集, p.124.
- 26) 吉川徹 (2024) 過労死等事例分析からみえてきたもの:シンポジウム 3「過労死等防止対策はどこに進んでいくのか～労働時間対策、メンタルヘルス対策、ハラスメント対策～」, 第 34 回日本産業衛生学会全国協議会, 講演集, p.83.
- 27) 吉川徹 (2024) 産業保健の視点からみた医師の働き方改革における画期的な進展:シンポジウム 12「医療従事者のための産業保健研究会シンポジウム」, 第 34 回日本産業衛生学会全国協議会, 講演集, p.133.
- 28) 吉川徹 (2024) ステークホルダー会議を通じて取り組む運輸業・建設業の過労死等防止対策:シンポジウム「中小企業を支えるコミュニティ」, 日本産業衛生学会中小企業安全衛生研究会第 58 回全国集会, 抄録集, p.7.
- 29) 吉川徹 (2024) 特別講演:医療従事者が安心して健康に働くために, 令和 6 年度産業医学推進協議会第 2 回学術集会, 抄録集, p.1.
- 30) 吉川徹 (2024) 次のパンデミックに向けた個人防護具最新事情:新型コロナウイルス感染症パンデミックと個人防護具, 第 39 回日本環境感染学会総会・学術集会抄録集, Vol.39, Suppl, p.250.
- 31) 吉川徹 (2024) 本セッションの趣旨:シンポジウム 3「これからの労働時間法制のあり方と健康確保ー労働のオンとオフの境界線」, 日本産業保健法学会第 4 回学術大会, 抄録集, Vol.4, Suppl, p.56.
- 32) 吉川徹 (2024) 医師の精神障害による過労死等の実態と医師の働き方改革への期待:シンポジウム 3「医師の働き方改革と法ー研修医過労死事案をめぐって」, 日本産業保健法学会第 4 回学術大会抄録集, Vol.4, Suppl, p.102.
- 33) 吉川徹 (2024) デジタルヘルスと労働:自由論題 (ショート) S1, 日本労働科学学会第 5 回年次大会, 講演集, pp.46-50.
- 34) 吉川徹 (2024) 医療安全を支える医療従事者の安全健康と労働災害防止:社会医学系専門医必修研修, 第 97 回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌, Vol.66, Suppl, p.35.
- 35) 吉川徹 (2024) 座長の言葉:シンポジウム 6「職場における新型コロナウイルス感染症の罹患後症状を考える」, 第 97 回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌, Vol.66, Suppl, pp.195-199.
- 36) 吉川徹 (2024) シンポジウム 10「建設業における過労死・過労自殺の実態からみた産業保健チームへの期待」, 第 97 回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌, Vol.66, Suppl, p.216.
- 37) 吉川徹 (2024) 自由集会:公的職場における産業医ネットワーク「ポストコロナ禍の公的職場における課題」, 第 97 回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌, Vol.66, Suppl, p.407.
- 38) 吉川徹 (2024) 特別講演:職業感染制御研究会のこれまでとこれから, 一般社団法人職業感染制御研究会 2024 年度 (通算 30 回), 抄録集, p.1.
- 39) 吉川徹 (2024) オンラインを活用した参加型職場環境改善 (POWI) プログラムの開発と実践, 産業衛生学雑誌, Vol.66, No.3, p.137.
- 40) 中西麻由子, 吉川徹, 中辻めぐみ, 高橋正也, 鈴木一弥, 石井賢次他 (2024) 一般口演:中小企業向けの過労死等防止のためのセルフチェックシートの開発続報, 第 97 回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌, Vol.66, Suppl, p.490.
- 41) 守田祐作, 吉川徹, 高橋正也 (2024) 一般口演:脳・心臓疾患の過労死等事案におけるラクナ梗塞と過重負荷の関連, 第 97 回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌, Vol.66, Suppl, p.508.
- 42) 小木和孝, 長須美和子, 佐野友美, 吉川悦子, 吉川徹他 (2024) 一般口演:産業保健国際研修における参加型手法の活用, 第 97 回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌, Vol.66, Suppl, p.510.
- 43) 三芝丈典, 吉川徹 (2024) シンポジウム 11 (産業保健法学会共催) 模擬裁判:時代の変化による人材の不要化 化学物資へのばく露被害, 第 34 回日本産業衛生学会全国協議会, 講演集, p.125.
- 44) 久保智英 (2024) 健康で安全なシフトワークのあり方を考える.シンポジウム 12 健康を維持するシフトワークに我々はどのように取り組むべきか, 第 44 回日本看護科学学会学術集会.

- 45) 久保智英 (2024) 疲れたら休む, 休める, 休ませるために産業疲労研究に求められること, 第 4 回日本産業衛生学会産業疲労研究会第 100 回定例研究会.
- 46) 久保智英 (2024) 交代勤務看護師を対象とした勤務間インターバルの延長による疲労と眠気への効果, 第 48 回日本睡眠学会シンポジウム 13 眠気に伴う事故・パフォーマンス低下の防止に向けた最新の知見, 抄録集, p.129.
- 47) 久保智英 (2024) 働く人々の疲労回復におけるオフの量と質の確保の重要性 勤務間インターバルとつながらない権利, 第 134 回労働政策フォーラム:ICT の発展と労働時間政策の課題「つながらない権利」を手がかりに.
- 48) 久保智英 (2024) 働く人々の疲労回復におけるにおけるオフの量と質の確保:勤務間インターバルとつながらない権利, 第 4 回日本産業保健法学会シンポジウム 3 これからの労働時間法制のあり方と健康確保ー労働のオンとオフの境界線, 抄録集, p.57.
- 49) 久保智英 (2024) 産業疲労研究者としての過密労働の定義と対策に関する考察, 第 4 回日本産業保健法学会連携学会シンポジウム 2 裁判所による産業ストレスの認定を検証する (4), 抄録集, p.100.
- 50) 久保智英 (2024) 働く人々における睡眠の重要性:勤務間インターバルとつながらない権利, 一般社団法人日本産業保健師会 2023 年度第 3 回研修会.
- 51) 久保智英 (2024) デジタルヘルスツールを用いた労働科学研究と今後の展望, 日本労働科学学会第 5 回年次大会シンポジウムデジタルヘルスと労働科学, 抄録集, p.32.
- 52) 久保智英 (2024) 新版疲労蓄積度自己診断チェックリストの開発経緯と今後の展望:研究者の立場から, 第 97 回日本産業保健法学会シンポジウム働く人々の疲労リスク管理を考える:新版疲労蓄積度自己診断チェックリストの活用と展開, 産業衛生学雑誌, Vol. 66,臨時増刊号, p.176.
- 53) 井澤修平 (2024) 論文の作成・投稿過程の留意点, 第 37 回日本健康心理学会シンポジウム研究構想から論文執筆・審査過程における留意点ー日本健康心理学会における研究活動の活性化と論文投稿の推進を目指してー.
- 54) 井澤修平 (2024) ストレスの客観的測定, 第 32 回日本産業ストレス学会教育講演, 産業ストレス研究, Vol.32, No.1, pp.41-42.
- 55) 松元俊 (2024) トラックドライバーの不規則勤務の健康問題とその対策. 第 34 回日本産業衛生学会全国協議会, シンポジウム 15 運送業における 2024 年問題と労働者への影響, 講演集, p.146.
- 56) 小嶋純 (2024) 職業病と労働衛生の歴史, 第 50 回局所排気装置等労働衛生工学会基調講演.
- 57) 池田大樹 (2024) 勤務時間外の仕事の連絡が労働者の健康に及ぼす影響:出社・在宅勤務という働き方に着目して, 第 72 回日本職業・災害医学会学術大会.
- 58) 池田大樹 (2024) 勤務間インターバルの利点と課題, 第 83 回全国産業安全衛生大会.
- 59) 杜唐慧子 (2024) 日本人における持ち上げ重量制限値の検討ー逆動力学モデルを用いた腰部負荷の評価, 筋骨格モデルによるバイオメカニクス解析入門 (日本機械学会分野連携企画), pp.24-131 .
- 60) 山田丸 (2024) 溶接作業現場でのエアロゾル測定とばく露対策, 日本エアロゾル学会エアロゾルシンポジウムシリーズ 5 (要旨学会ウェブサイト掲載).
- 61) 山田泰行, 青木和浩, 窪田敦之, 水野基樹, 山中航, 鈴木宏哉, 渡部宙, 細井咲希, 甲斐素子, 鈴木大地, 和気秀文, 仲尾豊樹, 吉川徹, 吉川悦子, 鳥居塚崇, 竹内由利子, 小木和孝, 森田なつき, 小倉かさね, 山本康貴 (2024) スポーツイベントの満足度を高める参加型改善 (スポーツ PAOT) の実践-産学官民連携によるプロスポーツイベントの改善活動, 日本人間工学会第 65 大会抄録集, Vol.65, Suppl, 2E1-4.
- 62) 佐々木毅 (2024) 副業・兼業に係る健康管理の実態と対策, 日本産業保健法学会第 4 回学術大会, 抄録集, p.74.
- 63) 松元俊 (2024) トラックドライバーの不規則勤務の健康影響と対策の方向性, 過労死防止学会第 10 回大会, 共通論題「物流の 2024 年問題と働き方改革の課題ー過労死等防止の視点から」, 報告要旨, 学会 HP で会員限定公開.
- 64) 菅谷渚 (2024) Neuropsychopharmacology Reports 誌の査読者および著者の視点から, 2024 年度アルコール・薬物依存関連学会合同学術総会シンポジウム研究成果の国際発信:アソシエートジャーナル Neuropsychopharmacology Reports 誌の活用法, 日本アルコール・薬物医学会雑誌, Vol.59, No.3 (Suppl.), p.88.

発表・講演された論文名

- 65) 木内敬太 (2024) WEB 配信ワークショップ B ブリーフセラピーにおける生成 AI 活用の可能性と課題, 第 16 回日本ブリーフセラピー協会学術会議.
- 66) 木内敬太, 荒木光, 吉田悟 (2024) 産業分野の REBT 事例—カウンセリング AI を活用した実践, 日本人生哲学感情心理学会ラショナルリビングの会 2024 年第 2 回研修会「医療・産業分野の REBT 実践家の事例報告」.
- 67) 柴田延幸 (2024) 海外事例とともに見る騒音障害防止ガイドラインの改訂の意義と今後について, 日本音響学会第 152 回 (2024 年秋季) 研究発表会講演論文集, p.30.
- 68) 大谷勝己 (2024) 有害物質. 第 46 回安全工学セミナー・化学品を扱うプロセスの災害防止・物質危険性講座・有害物質, 安全工学会, pp.1-53.
- 69) 小野真理子 (2024) 職場における化学物質管理の法令改正と個人用保護具使用時に求められること, 第 98 回日本産業衛生学会シンポジウム 21, S21-1 保護具を科学する, 産業衛生学雑誌, Vol.66, 臨時増刊号, p.286.
- 70) 柳場由絵 (2024) 経皮吸収化学物質と化学防護手袋着用の意義, 第 18 回日本健康支援学会年次学術大会シンポジウム「個人用保護具 (PPE: Personal Protective Equipment) を科学する ～その立ち位置と現状～」, 産業衛生学雑誌, Vol.66, p.289.
- 71) 山野荘太郎, 梅田ゆみ (2024) 化学物質により誘発される齧歯類の肺病変における回復性, 第 51 回日本毒性学会学術年会シンポジウム 3 (日本毒性病理学会合同シンポジウム), 日本毒性病理学会からのトピック: 薬物誘発病変の回復性, 学会プログラム p.35
- 72) 山野荘太郎, 梅田ゆみ (2024) 粒子状化学物質の呼吸器毒性評価におけるブタの有用性, 第 41 回エアロゾル科学・技術研究討論会特別セッション, 討論会講演要旨集, p.17
- 73) 山野荘太郎 (2024) 大型動物を用いた職業性肺疾患研究の高度化, 第 72 回日本職業・災害医学会学術大会.
- 74) 山野荘太郎, 梅田ゆみ (2025) 偶蹄類と先進医学解析技術を駆使したバイオエアロゾルの健康影響評価新機軸の開拓, 第 16 回大気バイオエアロゾルシンポジウム.
- 75) 豊岡達士 (2024) ベリリウム及びその化合物の労働衛生管理における我が国の課題と現状, 第 35 回日本微量元素学会. シンポジウム職域に関連する微量元素の免疫および神経毒性, 抄録集, p.44.
- 76) 豊岡達士 (2024) γ -H2AX を指標とした化学物質により誘発される DNA 損傷性に関する研究, 第 53 回日本環境変異原ゲノム学会, 令和 6 年度日本環境変異原ゲノム学会研究奨励賞受賞講演. p.52.
- 77) 豊岡達士 (2025) 皮膚吸収性有害物質に関する研究等取り組みと今後の展開, 第 95 回日本衛生学会学術総会, メインシンポジウム健康で豊かな未来のために. 抄録集, S115.

表 2-16 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) Kwangseok Choi, Yuta Endo, Takaaki Mizutani, Kenzo Yanagida (2024) Evaluation of the ignitability of a handheld electrostatic powder spray gun using new spark ignition test apparatus, The 9th Asian Particle Technology Symposium (APT2024), PS10-002.
- 2) Muhammad Firdaus Maulana, Yugo Okamoto, Kohei Okabe, Eri Sato-Shimokawara (2024) Developing a Support System to Keep Motivation for Home Exercise Based on Multi-Modal Sensors, The 38th Annual Conference of the JSAP, 4Xin2-103.
- 3) Yugo Okamoto, Muhammad Firdaus Maulana, Kohei Okabe, Eri Sato-Shimokawara, Yeung Cheuk Lung (2024) Exercise Support System with Fuzzy-based Performance Scoring: Analysis of Squat Motivation Enhancement Poster, International Symposium on Community-centric Systems and Robots (CcSR2025).
- 4) Haeyoung Kim, Katsutoshi Ohdo, Yasumichi Hino, Hideki Oyama, Hiroki Takahashi (2024) Impact Simulation of Occupational Falls from low Heights with Human Models of THUMS (Total Human Model for Safety), IWISE, Pukyung University-Korea.

- 5) Kim, H., Konno, S., Yasuda, T., Kimura, K., Katsuchi, H, Wang, J. (2024) Crosswind characteristics around bridge main tower with wind barrier 9th International Colloquium on Bluff Body Aerodynamics and Applications.
- 6) Yosuke Nishiwaki (2024) Exothermic reaction of magnalium powder with water, 8th International Symposium on Energetic Materials and their Applications, p.31.
- 7) Yuta Endo (2024) Simple evaluation method for spray electrification tendency of liquid, The 1st Asian Symposium for Building Future of Plasma (ASBFP).
- 8) Yuta Endo, Kwangseok Choi (2024) Research on fires caused by static electricity during handling of flammable liquids, I-WISE (International Workshop on Industrial Safety Engineering) 2024.
- 9) Mizuki Shoyama, Yuki Osada, Kwangseok Choi (2024) Electrostatic neutralization of loading powder using pipe-end cap with needle electrodes, Proceedings of 59th IEEE Industry Applications Society Annual Meeting.
- 10) Kei Shibata, Akihiro Ohnishi, Takeshi Yamaguchi, Satoshi Asahina (2024) Ice grip performances of rubbers and polymer fibers as shoe sole on dry and wet ice surfaces, 22nd Congress of the International Ergonomics Association, Jeju, Republic of Korea.
- 11) Natsuko Wasaki, Kazuki Hiranai, Akiko Takahashi (2024) Effect of mental fatigue on obstacle-crossing: An experimental study on virtual reality space, 33rd International Congress of Psychology (ICP2024), Prague, Czech Republic.
- 12) Sachie Yamada, Yoshiko Yabe (2024) Posttraumatic Growth and Time Perception of Childhood Disaster Experience: A Case Study, The 33rd International Congress of Psychology.
- 13) Kazuki Hiranai, Yasuhiro Hatori, Atsushi Sugama (2024) Evaluation of changes in joint movement based on calculating correlation anomaly score: Application in the pushing tasks with momentary loss of external force, 22nd Triental Congress of the International Ergonomics Association, Mus 4-S-4.
- 14) Yasuhiro Hatori, Yu Fang, Masaki Emoto, Kazuki Hiranai, Satoshi Shioiri (2024) Investigation of head and eye coordination while watching natural scene movies on ultrahigh-definition display, The 16th Asia Pacific Conference on Vision, 22C-30.
- 15) Maromu Yamada, Hiroko Ogata, Megumi Murase, Mitsutoshi Takaya (2024) Particle Concentration and Size Distribution of Welding Fumes during Laser Welding Operation of Stainless Steel: A Case Study, 13th Asian Aerosol Conference, Abstract Book, p.42.
- 16) Yuichi Miyake, Qi Wang, Kazushi Noro, Takashi Amagai (2024) Development of an efficient and safe analytical method for volatile organic compounds using 2-phenoxyethanol as a novel alternative solvent, ISES 2024 Annual Meeting, p.307.
- 17) Rina So, Fumiko Murai, Tomoaki Matsuo (2024) Occupational vs. Leisure Physical Activity: Health Impacts in Japanese workers, 10th International Society for Physical Activity and Health Congress, Abstract apps.
- 18) Qi Wang, Megumi Ono, Makiko Iwase, Yukie Yanagiba (2024) Initial evaluation of skin permeability of organic solvents based on a method developed using a Franz diffusion cell. ISES 2024 Annual Meeting, p.245.
- 19) Madoka Mizobuchi, Qi Wang, Takashi Amagai, Hajime Fukazawa, Yasuhiro Fukushima, Yoshihiro Suzuki (2024) Parameter Estimation on Passive Sampling Method for Individual Exposure Assessment of Volatile Organic Compounds, ISES 2024 Annual Meeting, p.483.
- 20) Hiroko OGATA, Maromu YAMADA, Mitsutoshi TAKAYA, Isamu OGURA (2024) Evaluation of Surface Collection Efficiency of Polycarbonate Membrane Filters by SEM Observation for Application in Occupational Health, 13th Asian Aerosol Conference, AAC2024 Abstract Book, p.47.
- 21) Eri Tagawa, Qi Wang, Takashi Amagai, Yuichi Miyake (2024) A Simplified Pretreatment Method and Effects of Meteorological Factors on Silicone Passive Sampling Method for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and their Halogenated Derivatives, 44th International Symposium on Halogenated Persistent Organic Pollutants (POPs), Proceeding, pp.21-24, Singapore.

発表・講演された論文名

- 22) Mariko Ono-Ogasawara (2024) Manuals Selecting Chemical Protective Gloves and Respiratory Protective Equipment for the Construction Industry, Occupational and Environmental Exposure to Skin to Chemicals, OEESC2024.
 - 23) Masahiro Tokumura, Yuri Nishimura, Qi Wang, Ryo Omagari, Kazushi Noro, Anwar Hossain, Mohammad Rakunuzzaman, Takashi Amagai, Masakazu Makino (2024) Prediction and Evaluation of Removal of Antibiotics in Actual Wastewaters by Various Oxidation Processes Using Machine Learning Approach, International Water Association (IWA) World Water Congress & Exhibition 2024, Toronto Canada.
 - 24) Makiko Iwase (2024) Evaluation of Dermal Absorption of Welding Fume Components by Elemental Imaging, Occupational and Environmental Exposures of Skin to Chemicals (OEESC) Conference, OEESC Education Details, online.
 - 25) Tomohide Kubo, Shun Matsumoto, Yuki Nishimura, Hiroki Ikeda, Shuhei Izawa, Fumihiko Sato (2024) Use of AI shift-scheduler app for improving sleep among shift-working caregivers: 4-month interventional study with cross-over design, The 27th Conference of the European Sleep Research Society, Online abstract.
 - 26) Kazunari Takaya, Nobuyuki Shibata, Masayoshi Hagiwara, Mitsutoshi Takaya, Shiro Matoba (2024) Real-time monitoring at high concentrations around the short-term exposure limit of toluene using ion-mobility spectrometry, 25th International Mass Spectrometry Conference, Abstract Book posters, p.100.
 - 27) Fumiko Murai, Rina So, Jaehoon Seol, Tomoaki Matsuo (2024) A novel step-test protocol enabling individual measurements with no special equipment, 2024 ACSM Annual Meeting, World Congress on Exercise is Medicine, Abstract apps.
 - 28) Kazunari Takaya, Nobuyuki Shibata, Masayoshi Hagiwara, Mitsutoshi Takaya (2024) Development of an ion mobility spectrometer for real-time measurement of chemical substances in the work environment, 34th International Congress on Occupational Health.
 - 29) Rina So, Fumiko Murai, Jaehoon Seol, Tomoaki Matsuo (2024) Impact of occupational physical activity on cardiometabolic health in Japanese workers, 2024 ACSM Annual Meeting, World Congress on Exercise is Medicine, Abstract apps.
 - 30) Tomoaki Matsuo, Rina So, Fumiko Murai, Yuki Nishimura, Jaehoon Seol, Katsuyoshi Mizukami (2024) Development of a theoretical model and questionnaire regarding worker's mental fitness, 2024 ACSM Annual Meeting, World Congress on Exercise is Medicine, Abstract apps.
 - 31) Yuichi Miyake, Qi Wang, Takashi Amagai (2024) Occurrence and risk of novel alternative phosphate flame retardants on indoor dust collected from Japanese dwellings, 11th International symposium on flame retardants (BFR2024), Proceeding, p.147.
-

表 2-17 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) 島田行恭 (2024) 化学物質の自律的管理に関する考察－法令順守を超えた自律的管理とは－, 安全工学シンポジウム 2024, GS-3-1.
- 2) 島田行恭 (2024) 化学物質の自律的管理の推進に関する課題, 化学工学会第 55 回秋季大会, K206.
- 3) 島田行恭 (2024) 化学物質の自律的管理に関する考察－自律的管理推進の課題に対する提言－, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.125-128.
- 4) 玉手聡, 堀智仁, 菊田亮一 (2024) 棒状センサーを用いた溝肩と溝壁における崩壊前のせん断ひずみ計測, 地盤工学会, 第 59 回地盤工学研究発表会, 24-8-3-01.
- 5) 玉手聡, 堀智仁 (2024) 小規模な土砂崩壊による労働災害の発生状況と安全基準, 令和 6 年度土木学会全国大会, 第 79 回年次学術講演会, VI-735.
- 6) 横浜勝司, 菊田亮一, 玉手聡, 堀智仁 (2024) 斜面崩壊に対する表層ひずみ棒センサーの反応に関する屋外計測, 地盤工学会, 第 59 回地盤工学研究発表会, 24-8-3-02.

- 7) 横浜勝司, 玉手聡, 堀智仁, 菊田亮一 (2025) 屋外掘削溝地盤の崩壊前兆把握および土砂ガードによる崩壊土の移動防止効果, 地盤工学会北海道支部技術報告集, Vol.65, pp.113-120.
- 8) 菊田亮一, 玉手聡, 堀智仁 (2024) 溝掘削工事で使用する被災防止システムの改良と実験的検証, 地盤工学会, 第 59 回地盤工学研究発表会, 23-13-2-06.
- 9) 菊田亮一, 玉手聡, 堀智仁 (2024) 浅く狭い溝内の作業者を崩土から遮断する簡易な防護システムの実験的検証, 令和 6 年度土木学会全国大会, 第 79 回年次学術講演会, VI-868.
- 10) 斎藤怜太, 横浜勝司, 玉手聡, 堀智仁, 菊田亮一 (2024) 浅い溝掘削工事における土砂ガードの有用性についての実験的検討, 地盤工学会, 第 59 回地盤工学研究発表会, 23-13-2-07.
- 11) 西山遼, 横浜勝司, 玉手聡, 堀智仁, 菊田亮一 (2024) 土砂ガードを設置した掘削地盤の破壊遅延効果の実験的検討, 地盤工学会, 第 59 回地盤工学研究発表会, 23-13-2-08.
- 12) 崔光石, 長田裕生, 庄山瑞季, 鈴木輝夫 (2024) 作業服から発生する静電気放電に関する実験的研究, 2024 年度日本火災学会研究発表会, 研究発表会概要集, pp.41-42.
- 13) 崔光石, 佐藤嘉彦 (2024) 粉体を取り扱う現場における静電気リスク評価支援システムに関する一考察(その 2), 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.197-200.
- 14) 崔光石, 佐藤嘉彦 (2024) 粉体を取り扱う現場における静電気リスク評価支援システムに関する一考察, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, pp.208-211.
- 15) 崔光石, 佐藤嘉彦 (2024) 粉体を取り扱う現場における静電気リスク評価支援システムに関する一考察(その 2), 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.209-212.
- 16) 崔光石, 柳田建三 (2025) 可燃性粉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, 第 40 回塗料・塗装研究発表会, 講演予稿集, pp.6-9.
- 17) 崔光石, 長田裕生, Jung Kihyuk, 庄山瑞季, 鈴木輝夫 (2024) 内袋有無における絶縁性フレキシブルコンテナの静電気特性, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.203-204.
- 18) 崔光石, 庄山瑞季, 長田裕生, 鈴木輝夫 (2024) 内袋有無における絶縁性フレキシブルコンテナの静電気特性, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.215-216.
- 19) 崔光石, 鄭起赫, 遠藤雄大, 水谷高彰, 柳田建三 (2024) 小型火花点火試験装置による液用静電塗装ガンの異常放電の着火危険性評価, 第 48 回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2024, pp.193-196.
- 20) 鄭起赫, 崔光石, 遠藤雄大, 水谷高彰, 柳田建三 (2024) 小型火花点火試験装置による液体用静電塗装ガンの異常放電の危険性評価, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, pp.212-213.
- 21) 長田裕生, 鄭起赫, 庄山瑞季, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 粉体排出における内袋なしの絶縁性フレキシブルコンテナから発生する静電気の帯電・放電特性, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, pp.214-217.
- 22) 長田裕生, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 接地針電極によって帯電フィルムから発生する沿面放電の特性, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, pp.204-205.
- 23) 長田裕生, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 接地針電極を負極性帯電フィルムの横からアプローチして発生する沿面放電の実験的研究—接地針電極の曲率半径と PET フィルムの厚みへの影響—, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.213-214.
- 24) 長田裕生, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 負極性帯電フィルムの横からアプローチして発生する接地針電極からの沿面放電に関する実験的研究, 第 48 回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2024, pp.5-8.
- 25) 山際謙太 (2024) Vision Transformer を用いたフラクタル画像の分類, 第 18 回フラクトグラフィシンポジウム, 日本材料学会フラクトグラフィ部門委員会.
- 26) 山際謙太 (2024) 金属の破断面解析と機械学習の融合研究の紹介, 第 75 回白石記念講座「データ駆動型材料開発の最前線とその適用例」, 日本鉄鋼協会.
- 27) 濱島京子, 菅知絵美, 大塚輝人 (2024) BI ツールによる労働災害データ視覚化の試み, 安全工学シンポジウム 2024, pp.242-245.
- 28) 濱島京子 (2024) 工学教育に貢献する労働安全衛生, 公益法人日本工学教育協会第 72 回年次大会・工学教育研究講演会, 講演論文集, pp.116-117.

- 29) 濱島京子 (2024) 安全管理と新技術を共存させるための思考の整理 (フレームワークとしての安全確認型), 日本機械学会 2024 年度年次大会, 講演予稿集, J171-01.
- 30) 本田尚, 山口篤志, 佐々木哲也 (2024) 鋼心ワイヤロープの断線数と破断力の関係, 安全工学シンポジウム 2024, GS-6-2.
- 31) 山口篤志, 本田尚, 山際謙太, 佐々木哲也 (2024) S 曲げ疲労試験により損傷したクレーン用ワイヤロープの非破壊検査について—IWRC 6×Fi (29) の場合—, 安全工学シンポジウム 2024, GS-6-1.
- 32) 山口篤志, 緒方公俊, 本田尚, 山際謙太 (2024) 磁気探傷試験による損傷したクレーン用ワイヤロープの非破壊試験 (IWRC 6×WS (31) の場合), 日本機械学会 2024 年度年次大会, S171-07.
- 33) 岡部康平, 堀智仁 (2024) 遠隔操縦型ロボット等における安全管理の検討, 第 51 回知能システムシンポジウム講演集 A3, pp.9-12.
- 34) 岡部康平 (2024) 自律化技術の社会実装に求められる品質と管理, 第 15 回横幹連合コンファレンス, D-1-1.
- 35) 岩田拓也, 阿部裕幸, 有隅仁, 岡部康平, 神村明哉 (2024) 冒険安全文化を支える技術, 第 15 回横幹連合コンファレンス, D-1-2.
- 36) 齊夢桐, 岡部康平, 伊藤誠 (2024) 介護ロボットの信頼感に関する国際比較, 第 15 回横幹連合コンファレンス, D-1-4.
- 37) 寄田明宏, 平田泰久, 岡部康平, 久保田直行 (2024) AI ロボットの質的同一性に基づく首尾一貫感覚向上のシナリオ, 第 15 回横幹連合コンファレンス, D-1-5.
- 38) 久保田直行, 寄田明宏, 大保武慶, 岡部康平, 平田泰久 (2024) 人間共生システムにおける機械学習, 第 15 回横幹連合コンファレンス, D-1-6.
- 39) 岡部康平 (2024) 適応自在 AI ロボット開発における RRI 実践の取り組み, 第 42 回日本ロボット学会学術講演会, 3L4-06.
- 40) 寄田明宏, 平田泰久, 岡部康平, 久保田直行 (2024) 質的同一性を持った AI ロボットの介護コミュニケーション支援, 第 42 回日本ロボット学会学術講演会, 3L4-05.
- 41) 岡部康平 (2024) 介護ロボットの自律化と安全性の考察, 第 25 回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, 3A7-09.
- 42) 寺道彩穂, 大原賢一, 岡部康平 (2024) 人共存空間でのサービスロボット利用に向けた保護方策, 第 25 回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, 3G4-11.
- 43) 緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 倉橋直也 (2024) シープ上での繰り返し曲げを受ける IWRC 6×Fi (29) ワイヤロープの変動張力を考慮した損傷予測手法の提案, 日本機械学会 2024 年度年次大会, S171-06.
- 44) 緒方公俊, 山口篤志, 山際謙太, 倉橋直也 (2024) シープ上で繰り返し引張曲げを受けるワイヤロープ素線の破面解析, 第 18 回フラクトグラフィシンポジウム, pp.1-4.
- 45) 日野泰道, 高橋弘樹, 金英恵 (2024) ラッセルネットの基本性能に関する研究, 安全工学シンポジウム 2024, PDF.
- 46) 日野泰道, 高橋弘樹 (2024) 経年ラッセルネットの墜落制止性能に関する基礎的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), 材料施工, pp.1127-1128.
- 47) 高梨成次 (2024) 建物形状の違いが建設用ゴンドラの風応答に及ぼす影響に関する実験的研究, 安全工学シンポジウム講演予稿集, pp.288-291.
- 48) 高梨成次 (2024) 建設用ゴンドラの風応答を低減するための試行実験に関する報告, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.195-196.
- 49) 高橋弘樹, 日野泰道 (2024) 墜落制止時の垂直親綱に作用する荷重の計算, 安全工学シンポジウム 2024, OS-10-4.
- 50) 高橋弘樹, 日野泰道 (2024) 屋根からの墜落災害防止のための安全対策その 11 墜落制止時の垂直親綱に作用する最大荷重と最大伸びの関係, 日本建築学会大会学術講演梗概集(関東), 材料施工, pp.1129-1130.
- 51) 吉川直孝, 大幢勝利, 豊澤康男, 林真紀 (2024) 建設業における英国と日本の安全衛生教育について, 安全工学シンポジウム 2024, PDF.

- 52) 吉川直孝, 伊藤和也, 竿本 英貴 (2024) FEM による切羽押出変位抑制率の算出—肌落ち災害防止対策の評価に向けて—, 第 59 回地盤工学研究発表会, DS-10-09, 2p.
- 53) 砂田楓, 関屋英彦, 吉川直孝, 伊藤和也 (2024) 施工時荷重下においてセグメントリングに生じるひずみ応答の解析的検討, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, III-264, 2p.
- 54) 土井琳太郎, 吉川直孝, 伊藤和也 (2025) トンネル切羽における肌落ち災害防止対策の効果に関する有限要素解析, 第 52 回関東支部技術研究発表会, CD-ROM.
- 55) 堀智仁, 玉手聡 (2024) 載荷試験と衝撃試験による支持力および地盤反力係数の比較, 安全工学シンポジウム 2024 講演予稿集, pp.294-297.
- 56) 堀智仁, 玉手聡, 片岡裕二, 田村繁雄 (2024) クレーン転倒防止のための支持力照査に関する一考察, 地盤工学会, 第 59 回地盤工学研究発表会, 24-4-2-06.
- 57) 片岡裕二, 田村繁雄, 堀智仁, 玉手聡 (2024) 載荷試験と貫入試験による地盤の支持力評価に関する一考察, 地盤工学会, 第 59 回地盤工学研究発表会, 24-4-2-05.
- 58) 堀智仁, 玉手聡 (2024) 支持地盤に敷設した碎石の荷重分散効果, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, VI-734.
- 59) 堀智仁, 玉手聡 (2024) 建設機械設置地盤の地耐力調査に関する実験的考察, 令和 6 年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集, pp.105-108.
- 60) 平岡伸隆, 中根良太, 伊藤和也 (2024) SfM-MVS を用いた盛土の 3 次元点群計測, 第 59 回地盤工学研究発表会, 23-4-5-05.
- 61) 中空智輝, 安原英明, 平岡伸隆 (2024) Multi-Layer Perceptron を用いた傾斜角度予測モデルの開発と考察, 第 59 回地盤工学研究発表会, 24-12-2-01.
- 62) 中根良太, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2024) 斜面モニタリングデータから算出した異常検知精度による機械学習モデルの比較, 第 59 回地盤工学研究発表会, 23-13-1-05.
- 63) 中根良太, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2024) 勾配ブースティング決定木による斜面崩壊の異常検知, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, III-115.
- 64) 中條優樹, 平岡伸隆, 中根良太, 笠佑輝, 伊藤和也 (2024) 線形回帰モデルによる斜面表層ひずみ速度の異常検知における斜面掘削後立入基準とハイパーパラメーターの検討, 第 59 回地盤工学研究発表会, 24-7-3-03.
- 65) 中條優樹, 平岡伸隆, 中根良太, 伊藤和也 (2024) 線形回帰モデルによる斜面表層ひずみ速度の異常検知における立入判定基準の検討, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, III-116.
- 66) 平岡伸隆, 安原英明, 木下尚樹, 岩佐直人, 伊藤和也, 石田優子 (2024) 砂質土斜面の掘削工事における斜面動態モニタリングデータの崩壊予兆, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, III-117.
- 67) 岩佐直人, 藤井俊逸, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2024) 実大斜面掘削実験による簡易伸縮計を用いた斜面掘削作業時の危険度判定, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, III-114.
- 68) 井出真朱, 平岡伸隆, 中條優樹, 伊藤和也 (2024) MiDaS を用いた画像解析による掘削工事の斜面変状の可視化, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, IV-159.
- 69) 井出真朱, 平岡伸隆, 伊藤和也, 中條優樹 (2024) 単画像深度推定モデル Monodepth2 による掘削工事中斜面の異常検知, 第 21 回地盤工学会関東支部発表会 GeoKanto2024, 調査 1-2.
- 70) 井出真朱, 中條優樹, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2025) Zoe Depth を用いた斜面崩壊の画像解析, 第 52 回土木学会関東支部技術研究発表会, IV-61.
- 71) 安國恭平, 伊藤和也, 平岡伸隆, 小山倫史, 菊本統 (2024) 2020 年度のデータを用いた市町村版 GNS2023 の作成, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, IV-42.
- 72) 大沼豪, 金恵英, 木村吉郎 (2024) 箱桁に作用する非定常空気力の数値流体解析の検討, 第 51 回土木学会関東支部技術研究発表会, CD-ROM.
- 73) 羽原和希, 木村吉郎, 金恵英 (2024) 数値流体解析 (CFD) による斜円柱周りの流れ場の解析の試み, 第 51 回土木学会関東支部技術研究発表会, CD-ROM.
- 74) 椎橋寛人, 金恵英, 木村吉郎, 勝地弘 (2024) 変断面箱桁橋梁における横風に対する風洞実験による防風柵の検討, 令和 6 年度全国大会第 79 回年次学術講演会.

- 75) 金恵英, 大嶋勝利, 日野泰道, 小山秀紀, 高橋弘樹, 岡村昌浩 (2024) 低所から転落時の人体損傷解析: THUMS (Total Human Model for Safety) を用いた人体損傷解析, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集.
- 76) 八島正明 (2024) 集じん機用バグフィルターの接地に関する導通性, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.97-100.
- 77) 八島正明 (2024) PKS (パーム椰子殻) 堆積時の火災危険性に関する測定, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.193-196.
- 78) 八島正明 (2024) リチウムイオン電池の切断による発火危険性, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.241-244.
- 79) 石川怜, 熊崎美枝子, 水谷高彰 (2024) 無声放電を用いた乾燥空気減量オゾナイザにおける反応生成物の解析, 第 33 回日本オゾン協会年次研究講演会, 講演集, pp.47-50.
- 80) 西脇洋佑, 秋吉美也子, 岡田賢, 佐藤嘉彦 (2024) 硝酸-塩酸混合溶液の経時変化と金属接触時の反応挙動測定, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, GS-7-3.
- 81) 西脇洋佑 (2024) 測定装置や取り扱い条件による引火点の変動とその予測に関する研究, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, GS-7-5.
- 82) 井上一樹, 西脇洋佑, 熊崎美枝子, 岡田賢 (2024) 硝酸アンモニウム/4-アミノ-1,2,4-トリアゾール共結晶の合成と燃焼挙動, 一般社団法人火薬学会 2024 年度春季研究発表会講演要旨集, p.36.
- 83) 塩田謙人, 西脇洋佑, 上田颯, 藤原笑子, 藤崎陽次, 朝原誠, 松本幸太郎, 高橋良堯, 北川一敬, 吉野悟 (2024) 火工品を用いた湖沼の水質改善の可能性に関する検討, 一般社団法人火薬学会 2024 年度春季研究発表会講演要旨集, p.38.
- 84) 西脇洋佑, 塩田謙人, 井上慶彦, 松本幸太郎, 志田浩, 毛利剛, 伊東山登, 松永浩貴, 吉野悟 (2024) 多用途に適用可能な無煙玩具煙火組成に関する検討, 一般社団法人火薬学会 2024 年度春季研究発表会講演要旨集, p.39.
- 85) 西脇洋佑, 井上一樹, 熊崎美枝子 (2024) グリシン/硝酸アンモニウム共結晶の熱挙動, 一般社団法人火薬学会 2024 年度春季研究発表会講演要旨集, p.54.
- 86) 西脇洋佑 (2024) 炭酸ナトリウム過酸化水素付加物の発火危険性, 2024 年度日本火災学会研究発表会, 発表概要集, pp.17-18.
- 87) 西脇洋佑 (2024) ベイズ最適化を用いたリチウム回収のための湿式製錬プロセスの発熱危険性調査, 化学工学会第 55 回秋季大会, SY-76.
- 88) 中美駿, 西脇洋佑, 熊崎美枝子 (2024) 二酸化炭素暴露による過炭酸ナトリウムの危険性変化, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, GS-7-1.
- 89) 中美駿, 西脇洋佑, 熊崎美枝子 (2024) 二酸化炭素による過炭酸ナトリウムの経時変化, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.249-250.
- 90) 三浦崇 (2024) 感電労働災害の事例と統計の活用ー現在利用できるデータについて, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, GS-1-1.
- 91) 三浦崇, 安田興平 (2024) フッ化水素ガスにより表面改質した無アルカリガラスの金属との摩擦静電気特性, 第 48 回静電気学会全国大会, 11pD-9.
- 92) 遠藤雄大 (2024) 液体噴出帯電の簡便な危険性評価方法における湿度影響の調査, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, pp.324-325.
- 93) 遠藤雄大 (2024) 液体噴出帯電の簡便な危険性評価方法における湿度の影響, 第 48 回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2024, pp.203-204.
- 94) 遠藤雄大 (2024) 絶縁体間で発生する静電気放電の電荷量測定, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.103-104.
- 95) 遠藤雄大 (2025) 不導体間で発生する静電気放電の電荷量測定, 2025 年度静電気学会春期講演会, 論文集, pp.97-98.
- 96) 庄山瑞季, 長田裕生, Wolfgang Schubert, Jung Kihyuk, 鈴木輝夫, 崔光石 (2024) 配管端の自己放電用舌状電極による充てん粉体の除電効果, 安全工学シンポジウム 2024, pp.206-207.

- 97) 庄山瑞季, 長田裕生, 崔光石 (2024) 針電極付き配管端キャップによる充てん粉体の除電効果, 第 48 回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2024, pp. 199-200.
- 98) 庄山瑞季, 長田裕生, Wolfgang Schubert, Jung Kihyuk, 崔光石 (2024) 舌状電極を利用した充てん粉体の除電と放電抑制効果, 粉体工学会 2024 年度秋期研究発表会, 講演要旨集, pp.50-51.
- 99) 庄山瑞季, 長田裕生, Wolfgang Schubert, Jung Kihyuk, 崔光石 (2024) 粉体貯蔵設備の充てん配管における新たな自己放電式除電技術の開発, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.101-102.
- 100) 庄山瑞季, 長田裕生, 崔光石 (2024) 粉体貯蔵設備の充てん配管における新たな自己放電式除電技術の開発, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演予稿集, pp.113-114.
- 101) 佐藤嘉彦 (2024) 化学物質の危険性のリスクアセスメントにおける可燃性物質の爆発・発火特性値の活用方法の検討, 安全工学シンポジウム 2024, GS-3-2.
- 102) 佐藤嘉彦, 秋吉美也子, 西脇洋佑, 岡田賢 (2024) 硝酸-塩酸混合溶液と金属との反応危険性の調査 (1) DSC 測定と化学平衡計算による検討, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, GS-7-2.
- 103) 佐藤嘉彦 (2024) 危険性の簡易リスクアセスメントにおける発生可能性と重篤度の見積り方の検討, 化学工学会第55回秋季大会, K207, USB.
- 104) 佐藤嘉彦 (2024) 可燃性物質の爆発・発火特性を活用した爆発・火災災害の起こりやすさを見積もる指標の検討. 第 57 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 19-22.
- 105) 佐藤嘉彦, 秋吉美也子, 西脇洋佑, 岡田賢 (2025) 金属積層薄膜と硝酸-塩酸混合溶液との混合危険性評価. 化学工学会第 90 年会, 講演要旨, PC236.
- 106) 角田博代, 佐藤嘉彦, 西脇洋佑, 板垣晴彦 (2024) 化学物質の性状を考慮した危険性の情報伝達のあり方の検討, 第 57 回安全工学研究発表会, 講演要旨集, pp.85-88.
- 107) 角田博代, 佐藤嘉彦 (2024) アンケートによる製造業中小規模事業場における危険性に係るリスクアセスメント実施の実態調査, 安全工学シンポジウム 2024, GS-3-4.
- 108) 大西明宏, 柴田圭 (2024) テールゲートリフター使用時におけるロールボックスパレット等の逸走防止措置としての性能要件, 日本人間工学会第 65 回大会, 2C3-6.
- 109) 大西明宏, 柴田圭, 高野倉雅人 (2024) トラック荷台からの降り動作と下肢筋力の関係, 第 45 回バイオメカニズム学術講演会 (SOBIM2024), 1C2-4, pp.145-146.
- 110) 高橋明子, 三品誠, 島田行恭, 平内和樹, 菅間敦, 島崎敢, 石垣陽, 中嶋良介 (2024) 建設作業者の安全行動を促進するための安全教育ツールの試作, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, GS-10-5.
- 111) 菅間敦, 島崎敢, 石垣陽, 高橋明子 (2024) 脚立作業の転落リスク評価に向けたスコア化に関する基礎的検討, 日本人間工学会第 65 回大会, 2D1-1.
- 112) 島崎敢, 石垣陽, 西岡虎太郎, 菅間敦, 三品誠, 高橋明子 (2024) 脚立使用ルールの知識・遵守率と動画教材による自己評価の変化, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, GS-10-4.
- 113) 高橋明子, 三品誠, 菅間敦 (2024) 現場ニーズに基づく視覚教材を用いた有効な建築作業ハザード知覚訓練の検討, 第 72 回日本職業・災害医学会, 抄録集, pp.別 81
- 114) 柴田圭, 大西明宏 (2024) ゴム製氷上耐滑靴と樹脂繊維不織布の乾燥および湿潤氷面における靴底としての耐滑性, 日本人間工学会第 65 回大会, 2D1-6.
- 115) 和崎夏子, 高橋明子 (2024) 不注意による労働災害の発生傾向, 安全工学シンポジウム 2024, 講演予稿集, GS-10-1.
- 116) 橋本悠那, 和崎夏子, 竹内龍人 (2024) 仮想現実空間における大きさの恒常性, 日本視覚学会 2024 夏季大会, 2p.16
- 117) 齋藤剛, 池田博康 (2024) 自律移動する車両系荷役運搬機械の安全基準に関する考察, 第 25 回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, pp.3733-3735.
- 118) 平内和樹, 羽鳥康裕, 菅間敦 (2024) 危険事象の経験が姿勢制御と力の発揮戦略に与える影響の基礎的検討, 日本人間工学会第 65 回大会, 1D3-6.
- 119) 平内和樹, 瀬尾明彦, 谷直道, 榎原毅 (2024) 3 次元姿勢推定アルゴリズムによる NIOSH Lifting equation の簡易計算アプリケーションの提案, 第 31 回作業関連運動器障害研究会定例会, 一般演題, 演題 1.

- 120) 平内和樹, 羽鳥康裕, 菅間敦 (2024) 危険事象の経験による作業動作の変化に関する運動学的分析, 日本人間工学会関東支部第 54 回大会, A3-2.
- 121) 北條理恵子, 小山秀紀, 池田博康 (2024) 歩行支援機器使用者及び介助者の安全性評価に関する研究ーリスクアセスメントを応用した事例ー, 安全工学シンポジウム 2024, GS-10-4.
- 122) 小山秀紀, 池田博康 (2024) カーボン材を活用した脊椎損傷者用動力付外骨格型機器の下腿フレームの軽量化, 日本人間工学会第 65 回大会, 2F4-4.
- 123) 小山秀紀, 池田博康 (2024) 人体ダミーを用いた後方転倒による頭部衝撃の測定, 第 33 回日本人間工学会システム大会, セッション 2-2.
- 124) 羽鳥康裕, 石井圭 (2024) 課題非関連の視触覚情報の呈示による触覚感度の変調, 第 29 回日本バーチャルリアリティ学会大会, 1A1-02.
- 125) 羽鳥康裕, 石井圭 (2024) 課題非関連の視触覚情報呈示による後続刺激に対する感度変化の個人差, 第 15 回多感覚研究会, 講演番号 13.
- 126) 羽鳥康裕, 平内和樹 (2025) 仮想現実技術を用いた自然な歩行動作計測手法の検討, 第 45 回臨床歩行分析研究会, pp.6-9.
- 127) 菅知絵美, 濱島京子, 大塚輝人 (2024) 労働災害における業種と事故の型との可視化, 安全工学シンポジウム 2024, pp236-237.
- 128) 濱島京子, 菅知絵美, 大塚輝人 (2024) BI ツールによる労働災害データ視覚化の試み, 安全工学シンポジウム 2024.
- 129) 菅知絵美 (2024) 労働災害における業種と休業見込期間との関連, 日本機械学会 2024 年度年次大会, 予稿集, S171-03.
- 130) 菅知絵美, 小山秀紀, 池田博康, 大嶋勝利 (2024) 小売業における転倒災害による頭部外傷や脳損傷等の特徴, 日本転倒予防学会 11 回学術集会, 抄録集, p.98.
- 131) 菅知絵美, 濱島京子, 大塚輝人 (2024) オープンデータを用いた労働災害の年次比較, 第 57 回安全工学研究発表会, 予稿集, pp.285-286.
- 132) 菅知絵美, 濱島京子, 大塚輝人 (2024) オープンデータを用いた労働災害の年次比較, 安全工学会ポスター発表.
- 133) 池田博康, 小山秀紀 (2024) 外骨格型歩行支援機器装着者のための操作インタフェースの改善, 第 42 回日本ロボット学会学術講演会, 3B4-01.
- 134) 小野真理子, 日達清, 萩原正義 (2024) 自律的管理にかかる測定法の検証についてーエチレングリコール, フルフルーラー, 第 63 回日本労働衛生工学会, K-23.
- 135) 中村菜々子, 井澤修平, 吉川徹, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2025) 労働者におけるストレスマネジメント行動変容ステージ移行の縦断的検討, 第 31 回日本行動医学会学術総会・第 26 回日本子ども健康科学会学術大会合同開催, 抄録集, p.107.
- 136) 緒方裕子^{ひろこ}, 山田丸, 村瀬めぐみ (2025) 個別粒子分析法における走査型電子顕微鏡を用いた水透析法の応用方法の検討, 第 16 回大気バイオエアロゾルシンポジウム, 要旨集, pp.10-11.
- 137) 佐藤ゆき, 高橋正也, 松尾知明, 佐々木毅, 深澤健二 (2024) JNIOOSH 職域コホート研究による労働者の職業性ストレスの経年変化と特徴, 第 35 回日本疫学会学術総会講演集, Journal of Epidemiology, Vol. 35, p.166.
- 138) 金子剛大, 萩原正義, 山田丸, 齊藤宏之 (2025) 気相吸着用活性炭の物理的・化学的特性評価, 日本化学会第 105 春季年会, 講演番号[PBJ]-3vn-28.
- 139) 安彦泰進 (2024) 環境測定での活性炭・シリカゲル捕集剤における有機溶剤脱着率の濃度変化, 2024 年吸着ーゼオライト合同研究発表会 (第 37 回日本吸着学会研究発表会・第 40 回ゼオライト研究発表会), 要旨集, p.241.
- 140) 安彦泰進 (2025) 作業環境測定での固体捕集剤における有機溶剤抽出効率の濃度変化, 日本化学会第 105 春季年会, 講演予稿集 (Web), [A] D502-3am-04.
- 141) 安彦泰進 (2025) 環境測定におけるシリカゲル捕集剤と有機溶剤抽出効率の濃度変化, 日本セラミックス協会 2025 年会, 講演予稿集 (Web), 2D12.

- 142) 柳場由絵, 王齊, 小野恵美, 楊舒涵, 田川瑛梨, 三宅祐一 (2024) 混合有機溶剤に対する化学防護手袋の耐透過性評価の妥当性について, 日本衛生学雑誌, Vol.80 (第 95 回学術総会講演集号), S266.
- 143) 柳場由絵, 王齊, 小野恵美, 岩瀬真喜子 (2024) フランツ拡散セルを用いた有機化合物の皮膚透過性評価方法の検討, 第 72 回日本職業・災害医学会誌, プログラム・抄録集, 第 72 巻臨時増刊号, 別 82.
- 144) 楊舒涵, 田川瑛梨, 王齊, 柳場由絵, 小野恵美, 三宅祐一 (2024) 化学防護手袋の耐透過性における溶剤中揮発性有機化合物の組成の影響, 2024 年室内環境学会学術大会, pp.111-112.
- 145) 齊藤宏之 (2025) 建設業における暑熱環境と生体指標の遠隔モニタリング事例について, 日本産業衛生学会第 17 回遠隔産業衛生研究会自由集会.
- 146) 齊藤宏之 (2024) 生地の水蒸気通過抵抗値による WBGT 着衣補正值 (CAV) の推定の試み (第一報), 第 63 回日本生気象学会大会, 日本生気象学会雑誌, Vol.61, No.2. p.S32.
- 147) 齊藤宏之, 薩本弥生, 澤田晋一, 佐藤真理子, 傳法谷郁乃, 熊谷慎介, 林祐一郎, 石橋玄規, 岩城哲男 (2024) 防護服・保護具着用による WBGT 補正值の妥当性について (第二報) 生地の水蒸気通過抵抗による推定の試み, 第 63 回日本労働衛生工学会, 抄録集, p.28-29.
- 148) 齊藤宏之, 薩本弥生, 佐藤真理子, 傳法谷郁乃, 澤田晋一, 熊谷慎介, 小久保佳明, 石橋玄規, 岩城哲男 (2024) WBGT における着衣補正值 (CAV) の推定について—生地の水蒸気通過抵抗による推定の試み—, 第 97 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (Suppl.), p.460.
- 149) 小野恵美, 王齊, 岩瀬真喜子, 柳場由絵 (2024) 複数物質の情報を同時に確認できる保護手袋選択ツールの開発, 日本衛生学雑誌, Vol.80 (第 95 回学術総会講演集号), S267.
- 150) 王齊, 小野恵美, 岩瀬真喜子, 柳場由絵 (2024) 混合溶剤中の有機化合物の皮膚透過性に影響を与える要因の検討, 2024 年室内環境学会学術大会, p.75-76.
- 151) 王齊, 柳場由絵, 齊藤宏之, 小野恵美, 岩瀬真喜子, 三宅祐一, 雨谷敬史, 鈴木浩, 鈴木義浩, 福島靖弘, 深澤英 (2024) パッシブサンプラーを用いた揮発性有機化合物の濃度測定に向けたサンプリングレートの推算方法, 第 63 回日本労働衛生工学会, 抄録集, p.38-39.
- 152) 金子剛大, 萩原正義, 山田丸, 齊藤宏之 (2024) 有機溶剤蒸気吸着活性炭の種々の性状および物性の評価, 第 63 回日本労働衛生工学会, 抄録集, pp.56-57.
- 153) 小林澄貴, 中野真規子 (2024) 化学物質による疾病の女性休業者の属性に関する検討—労働者死傷病報告, 第 34 回日本産業衛生学会全国協議会, 講演集, p.252.
- 154) 高橋希実, 溝渕円香, 王齊, 雨谷敬史, 深澤英, 福島靖弘, 鈴木義浩, 三宅祐一 (2024) 迅速な個人曝露評価に向けたパッシブ法における揮発性有機化合物のサンプリングレート推算方法の高精度化, 2024 年室内環境学会学術大会, pp.103-104.
- 155) 田川瑛梨, 王齊, 雨谷敬史, 三宅祐一 (2024) 多環芳香族炭化水素類およびそのハロゲン化誘導体の職業曝露に起因した発がんリスク評価, 2024 年室内環境学会学術大会, pp.77-78.
- 156) 西原進吉, 小林澄貴, 伊藤真利子, 須山聡, 岸玲子 (2024) 学童期の子どものネオニコチノイド系農薬に対する日常曝露と ADHD 傾向との関連, 第 83 回日本公衆衛生学会総会, 抄録集, p.252.
- 157) 守田祐作, 石澤哲郎, 神田橋宏治, 齊藤宏之, 櫻木園子, 佐々木那津, 澤田有喜子, 村山亜矢子, 武藤剛, 渡辺千秋, 吉川徹, 梶木繁之 (2024) 音声入力を活用した面談記録作業のタイピング負荷軽減, 作業効率化の Pilot Study, 第 34 回日本産業衛生学会全国協議会, 抄録集, p.255.
- 158) 山田丸, 緒方裕子^{ひろこ}, 村瀬めぐみ, 萩原正義, 齊藤宏之, 鷹屋光俊 (2024) 自動レーザ溶接装置を用いた溶接作業現場におけるヒューム濃度測定に関する事例研究, 第 63 回日本労働衛生工学会, 抄録集, pp.18-19.
- 159) 和田郁乃, 近藤未来斗, 酒井康弘, 的場史朗, 高谷一成 (2024) イオン付着方式によるイオンモビリティ分光計の試作, 第 18 回東邦大学複合物性研究センターシンポジウム.
- 160) 井上直子 (2024) サロゲート物質を含む試料溶分量の変動による α -トルイジン分析への影響, 第 35 回クロマトグラフィー科学会議, CHROMATOGRAPHY 第 35 回クロマトグラフィー科学会議, 要旨集, Vol.45, No.Supplement 2, p.37.
- 161) 柿本祐奈, 王齊, 野呂和嗣, 三宅祐一, 雨谷敬史 (2024) 室内空気およびハウスダスト中の多環芳香族炭化水素類およびそのハロゲン化誘導体のリスク評価, 第 37 回日本リスク学会年次大会, D1-4.
- 162) 岩瀬真喜子, 小野恵美, 王齊, 柳場由絵 (2024) LA-ICP-MS 法による溶接ヒューム成分の皮膚吸収性評価, メタルバイオサイエンス研究会 2024, 講演プログラム・要旨集, p.71.

- 163) 金子剛大, 萩原正義, 山田丸, 齊藤宏之 (2024) 有機ガス用活性炭における材料評価手法の検討および防毒マスク活性炭の特異性初期評価, 日本産業衛生学会第1回関東地方会学会, 講演集, p.53.
- 164) 金子剛大, 萩原正義, 山田丸, 齊藤宏之 (2024) 有機溶剤蒸気吸着に対応した気相用活性炭の多角的材料評価, 第12回日本セラミックス協会関東支部若手研究発表交流会, 講演番号 6.
- 165) 溝渕円香, 王齊, 雨谷敬史, 深澤英, 福島靖弘, 鈴木義浩, 三宅祐一 (2024) 揮発性有機化合物パッシブ法における脱着率の構造物性相関解析と新規脱着溶媒の検討, 2024 年室内環境学会学術大会, pp.99-100.
- 166) 高橋幸雄 (2024) 周波数特性の異なる騒音へのばく露による高齢者の作業阻害について, 第63回日本労働衛生工学会, 抄録集, pp.50-51.
- 167) 山田丸, 緒方裕子^{ひろこ}, 小野真理子, 鷹屋光俊, 村瀬めぐみ, 加藤伸之 (2024) 個別粒子分析法に基づく溶接ヒューム粒子のキャラクタリゼーションとばく露評価に関する研究, 第72回日本職業・災害医学会学術大会, 抄録集.
- 168) 柴田延幸 (2024) 末梢神経系障害を主徴とする振動障害予備群早期発見に向けてーVPTW 適用に向けた従来検診方法の調査ー, 日本産業衛生学会振動障害研究会.
- 169) 滝川哲也, 王齊, 高橋ゆかり, 野呂和嗣, 三宅祐一, 雨谷敬史 (2024) 室内空気およびハウスダスト中の多環芳香族炭化水素類およびそのハロゲン化誘導体のリスク評価, 第37回日本リスク学会年次大会, D1-8.
- 170) 滝川哲也, 王齊, 高橋ゆかり, 野呂和嗣, 三宅祐一, 雨谷敬史 (2024) 室内空気およびハウスダスト中の多環芳香族炭化水素類およびそのハロゲン化誘導体の汚染実態, 2024 年室内環境学会学術大会, pp.163-164.
- 171) 中西康, 武藤麻未, 伊藤佐智子, 小林澄貴, 山口健史, 岩田啓芳, 田村菜穂美, 岸玲子, 佐藤嘉晃 (2024) 北海道妊婦の血中ビタミンD濃度の実態調査, 第35回日本成長学会学術集会, 日本成長学会誌, Vol.30, No.2, p.91.
- 172) 東久保一朗, 畑中智江, 武田葵, 中市健志, 柴田延幸, 和田哲郎 (2024) 騒音個人ばく露測定における測定器衝撃センサーの必要性, 第63回日本労働衛生工学会抄録集, pp.52-53.
- 173) 内田亜美, 徳村雅弘, 王齊, 野呂和嗣, 雨谷敬史, 牧野正和 (2024) ウォーターサーバーの飲料水に含まれる有機リン化合物の汚染実態調査とその汚染要因の検討, 2024 年室内環境学会学術大会, pp.147-148.
- 174) 富岡征大, 豊岡達士, 王瑞生, 中野真規子 (2024) 線虫*C. elegans*を用いた産業化学物質の行動毒性と有害性発現機構の解析, 第47回日本分子生物学会年会, 予稿集, OP1-12.
- 175) 野呂和嗣, 山口夏純, 王齊, 雨谷敬史 (2024) シロアリ防除剤の室内濃度とヒトへの初期リスク評価, 第37回日本リスク学会年次大会, C2-2.
- 176) 高田琢弘, 加島遼平, 王薈琳, 小林秀行, 佐々木毅, 高橋正也 (2024) 業種・従業員規模・時間外労働時間と事業場における労働時間把握方法の関連, 第34回日本産業衛生学会全国協議会, 抄録, p.247.
- 177) 高田琢弘, 加島遼平, 王薈琳, 小林秀行, 佐々木毅, 高橋正也 (2024) 職場のソーシャルサポートと精神的健康・疲労の回復状況の関連ー日本人労働者を対象とした横断調査と追跡調査の比較ー, 日本パーソナリティ心理学会第33回大会, 抄録, p.76.
- 178) Pengchu Bai, Yan Wang, Lulu Zhang, Xuan Zhang, Akira Toriba, Ning Tang (2024) Investigation of carbonaceous aerosol sources in the Noto Peninsula during the cold season, 第65回大気環境学会年会, 講演要旨集, p.209.
- 179) Yan Wang, Pengchu Bai, Lulu Zhang, Xuan Zhang, Seiya Nagao, Shingo Matsumoto, Tamon Yamashita, Masaaki Yoshida, Ning Tang (2024) Characteristics of concentration and emission of PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and nitro-PAHs (NPAHs) based on a comparison of urban and background stations in Shimane in 2022, 第65回大気環境学会年会, 講演要旨集, p.197.
- 180) Yan Wang, Pengchu Bai, Lulu Zhang, Xuan Zhang, Xin Chou, Nobuo Suzuki, Masato Honda, Seiya Nagao, Shingo Matsumoto, Tamon Yamashita, Masaaki Yoshida, Ning Tang (2024) Characteristics and Health Risks of PM_{2.5}-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and nitro-PAHs (NPAHs) in Shimane in 2022, 令和6年度日本環境毒性学会総会, 講演要旨集, pp.10-11.

- 181) 高橋果林, 高谷一成, 柴田延幸, 萩原正義, 鷹屋光俊, 的場史朗, 小泉哲夫 (2024) イオン移動度分析装置による揮発性化学物質測定における機械学習を用いた濃度推定, 第 49 回原子衝突学会, 講演概要集, p.72.
- 182) 時澤健 (2024) ファン付きウェアと湿潤インナーウェアの組み合わせによる蒸散性身体冷却の効果, 第 78 回日本体力医学会大会, 要旨集, p.205.
- 183) 時澤健 (2024) 電動ファン付き作業服にインナーの浸潤を組み合わせた新しい身体冷却, 2024 年度第 2 回温熱環境研究会, 要旨集, pp.4-5.
- 184) 徳村雅弘, 村松孝亮, 王斉, 三宅祐一, 雨谷敬史, 牧野正和, 石橋龍太郎, 安保貴永, 皆川正和 (2024) 炭素材料併用型フォトフェントン反応による汚染物質除去機構の反応速度論的解析, 環境科学会 2024 年会, 要旨集, p.89.
- 185) 富岡征大, 豊岡達士, 王瑞生 (2024) *C. elegans* を用いた産業化学物質の行動毒性評価法の開発, 第 47 回日本神経科学大会, 抄録集, 3O13e-04.
- 186) 和田郁乃, 酒井康弘, 的場史朗, 高谷一成 (2024) イオン移動度分析装置のためのイオン源シミュレーション, 第 49 回原子衝突学会, 講演概要集, p.82.
- 187) 井上直子 (2024) 試料溶液中のサロゲート物質の濃度変化による o-トルイジン分析への影響, 日本分析化学会第 73 年会, 要旨集, p.743.
- 188) 永井大貴, 齋藤隼輝, 王斉, 雨谷敬史, 三宅祐一 (2024) 臭素マスバランス解析に基づく繊維製品中の臭素系難燃剤の包括的分析と未知臭素化合物の同定, 第 3 回環境化学物質合同大会, 要旨集, pp.122-123.
- 189) 王斉, 小野恵美, 岩瀬真喜子, 柳場由絵 (2024) 有機化合物の皮膚透過性へのマトリックスによる影響の評価, 環境科学会 2024 年会, 要旨集, p.177.
- 190) 王斉, 小野恵美, 岩瀬真喜子, 柳場由絵 (2024) 有機溶剤の皮膚透過性に影響を及ぼす要因解析, 第 3 回環境化学物質合同大会, 要旨集, pp.692-693.
- 191) 溝渕円香, 王斉, 雨谷敬史, 深澤英, 福島靖弘, 鈴木義浩, 三宅祐一 (2024) 個人曝露評価に向けた揮発性有機化合物パッシブ法の脱着率推算方法の検討, 第 3 回環境化学物質合同大会, 要旨集, pp.365-366.
- 192) 溝渕円香, 王斉, 雨谷敬史, 福島靖弘, 鈴木義浩, 深澤英, 三宅祐一 (2024) 労働安全衛生法に基づくリスク評価のための揮発性有機化合物パッシブ法の検討とデータベース構築, 環境科学会 2024 年会, 要旨集, p.55.
- 193) 佐藤彩, 佐藤ゆき, 鈴木智恵子, 鈴木礼子 (2024) 睡眠時間, 起床時刻, 就寝時刻と朝食欠食及び日本型食生活, 第 78 回日本体力医学会大会, 予稿集, p.210.
- 194) 笹川珠羽, 増岡里紗, 赤松利恵, 井澤修平, 中村菜々子, 吉川徹, 池田大樹, 久保智英 (2024) 食事時間が不規則な労働者の特徴, 第 71 回日本栄養改善学会学術総会.
- 195) 寺内恵美子, 佐藤ゆき, 小西敏郎, 土屋勇人, 鈴木礼子 (2004) 地域における小児がん経験者の栄養摂取状況—小児と AYA 世代の現状—, 第 71 回日本栄養改善学会学術総会, 栄養学雑誌, Vol.82, No.5, p.360.
- 196) 菅原莉央, 大貫蘭美, 池田美樹, 岡崎美穂, 加藤ひより, 杉本凜, 高本奈美, 嶋原美智子, 佐藤ゆき (2024) 保護者の食育経験と学童の食との関係についての実態調査, 第 71 回日本栄養改善学会学術総会, 栄養学雑誌, Vol.82, No.5, p.394.
- 197) 増岡里紗, 赤松利恵, 井澤修平, 中村菜々子, 吉川徹, 池田大樹, 久保智英 (2024) 労働者の朝食習慣の変化による労働生産性の変化量の検討, 第 71 回日本栄養改善学会学術総会.
- 198) 池田大樹, 久保智英 (2024) 勤務間インターバルと睡眠の規則性の関連: 日勤労働者を対象とした 2 週間の観察調査研究, 日本睡眠学会第 48 回定期学術集会, プログラム・抄録集, p.264.
- 199) 田川瑛梨, 王斉, 雨谷敬史, 三宅祐一 (2024) シリコンパッシブ法における環境影響の評価と補正方法の精緻化, 環境科学会 2024 年会, 要旨集, p.53.
- 200) 田川瑛梨, 王斉, 雨谷敬史, 三宅祐一 (2024) シリコンパッシブ法における多環芳香族炭化水素類の捕集速度への風速影響評価と補正方法の検討, 第 3 回環境化学物質合同大会, 要旨集, pp.126-127.
- 201) 内田亜美, 徳村雅弘, 王斉, 野呂和嗣, 雨谷敬史, 牧野正和 (2024) ウォーターサーバーの飲料水中に含まれる有機リン化合物の汚染要因の検討, 第 3 回環境化学物質合同大会, 要旨集, pp.784-785.

- 202) 白芑楚, 王琰, 張露露, 張璇, 本田匡人, 鈴木信雄, 丑欣, 長尾誠也, 鳥羽陽, 唐寧 (2024) 能登半島で観測した毒性の強い炭素性エアロゾルの経年変動, 令和6年度日本環境毒性学会総会, 講演要旨集, pp.8-9.
- 203) 楊舒涵, 田川瑛梨, 王齊, 柳場由絵, 小野恵美, 三宅祐一 (2024) 保護手袋における混合揮発性有機化合物の耐透過性の評価, 第3回環境化学物質合同大会, 要旨集, pp.301-302.
- 204) 高橋希実, 溝渕円香, 王齊, 雨谷敬史, 深澤英, 福島靖弘, 鈴木義浩, 三宅祐一 (2024) 迅速な個人曝露評価に向けた揮発性有機化合物パッシブ法における網羅的サンプリングレート推算法, 第3回環境化学物質合同大会, 要旨集, pp.363-364.
- 205) Hiroki Ikeda, Tomohide Kubo, Yuki Nishimura, Shuhei Izawa (2024) Effects of work-related electronic communication during non-working hours after work from home and office on worker health, 労働時間日本学会第9回研究集会.
- 206) 池田大樹, 久保智英, 井澤修平, 中村菜々子, 吉川徹, 赤松利恵 (2024) 勤務間インターバルと睡眠時間の組み合わせと病気欠勤の関連:WEB 縦断調査, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66, 臨時増刊号, p.663.
- 207) 緒方裕子^{ゆうこ}, 山田丸, 鷹屋光俊 (2024) 走査型電子顕微鏡を用いた気中粒子の水溶性・非水溶性を考慮したばく露評価の条件検討, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66, 臨時増刊号, p.657.
- 208) 加島遼平, 高橋正也, 佐々木毅 (2024) 割増賃金率上昇による労働時間・離職休職への影響, 第97回日本産業衛生学会.
- 209) 加島遼平, 高橋正也, 佐々木毅 (2024) 割増賃金増加による残業時間と長時間残業者割合への因果効果の推定, 日本労働科学学会第5回年次大会.
- 210) 木内敬太, 久保智英, 松元俊, 守田祐作 (2024) OL36-1 過労徴候しらべ改訂版の開発と COSMIN に基づく妥当性検証, 産業衛生学雑誌, 第66巻, 臨時増刊号, p.521.
- 211) 久保智英, 松元俊, 西村悠貴, 池田大樹, 井澤修平, 佐藤文彦 (2024) 職場の疲労特性を反映した AI 勤怠スケジューラーによる交代勤務介護労働者への介入調査, Vol.66, 臨時増刊号, p.547.
- 212) 胡歆, 大久保利晃 (2024) 福島原発緊急作業者の疫学調査:現時点までの結果, 第97回日本産業衛生学会, 抄録, p.501.
- 213) 小林澄貴, 中野真規子 (2024) 職場の化学物質等による疾病発生の実態に関する調査:記述疫学研究, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66, 臨時増刊号, p.649.
- 214) 菅谷渚, 井澤修平, 佐々木毅 (2024) 過敏性腸症候群を伴う労働者における心理社会的特徴と腹部症状・労働生産性の関連因子, 第97回日本産業衛生学会.
- 215) 高谷一成, 的場史朗, 鈴木則道, 中山誠健 (2024) 室内空気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 III, 第12回イオン移動度研究会.
- 216) 中野真規子, 永滝陽子, 田中昭代, 小林澄貴, 大前和幸 (2024) インジウム曝露と肺と腎の重複がんについての症例報告:コホート研究20年目の観察, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66, 臨時増刊号, p.469.
- 217) 松尾知明, 蘇リナ, 村井史子, 西村悠貴, 薛載勲, 日野俊介, 水上勝義 (2024) 精神的体力 (mental fitness) の評価ツール開発に向けた取り組み, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66, p.485.
- 218) 井澤修平, 吉川徹, 中村菜々子, 赤松利恵, 池田大樹, 久保智英 (2024) 職場環境改善の経験とメンタルヘルスの関連:ウェブによる大規模縦断調査, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66, 臨時増刊号, p.613.
- 219) 永滝陽子, 中野真規子, 大前和幸, 武林亨 (2024) ヒト血漿, 血清中の PFAS 測定, 第3回環境化学物質合同大会, 要旨集, pp.730-731.
- 220) 王齊, 小野恵美, 岩瀬真喜子, 柳場由絵 (2024) 混合有機溶剤に関する経皮ばく露評価方法の開発および皮膚透過性の初期評価, 産業衛生学雑誌, Vol.66, p.459.
- 221) 岩瀬真喜子, 小野恵美, 王齊, 柳場由絵 (2024) 元素イメージングによる溶接ヒューム成分の皮膚吸収性の初期評価, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66, p.470.
- 222) 岩切一幸, 佐々木毅, 杜 唐慧子, 三木圭一, 小山冬樹 (2024) 押す引く作業と不適切な作業姿勢の組み合わせが腰痛に及ぼす影響, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (Suppl.), p.658.

- 223) 吉川徹, 佐々木毅, 高橋正也 (2024) 外食産業における過労死等の労災認定事案と自殺事案の特徴, 日本労働科学学会第5回年次大会, 講演集, pp.46-50.
- 224) 佐藤ゆき, 嶋原美智子, 近藤亜水美 (2024) 保護者の就労状況と児の食生活習慣への影響, 第71回日本小児保健協会学術集, 小児保健研究, Vol.83, p.128.
- 225) 市川富美子, 谷直道, 岩切一幸, 筒井保博 (2024) 介護施設の組織診断型腰痛リスク評価法である J-MAPO インデックスの社会実装への試み, 日本労働科学学会第5回年次大会講演集, p.84.
- 226) 小山冬樹, 杜唐慧子, 岩切一幸 (2024) 体重の割合による持ち上げ重量上限値と腰部負担の関係—腰部椎間板圧縮力からの検討—, 日本人間工学会第65回大会, 1C1-2.
- 227) 小川真規, 荒川梨津子, 太田由紀, 小森友貴, 中村賢治, 榎本宏子, 松崎賢, 三木明子, 吉川徹他 (2024) 関東地方の医療機関における産業保健活動状況と働き方改革の準備状況, 第97回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌, Vol.66, Suppl, p.671.
- 228) 松元俊, 久保智英, 井澤修平, 池田大樹 (2024) 過労死事案に基づく「過労徴候しらべ」へのトラックドライバーの不規則勤務の影響, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (Suppl.), p.547.
- 229) 上松葵, 中市健志, 柴田延幸 (2024) 屋外作業場における等価騒音レベルの推計 (実測結果から音響パワーレベルの算出), 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (Suppl.), p.545.
- 230) 菅谷渚, 井澤修平, 佐々木毅 (2024) 過敏性腸症候群を伴う労働者における職業性ストレス要因と心身の問題および労働生産性の関連, 第65回日本心身医学会総会ならびに学術講演会.
- 231) 西口翔, 秋山美代, 菅谷渚, 稲森正彦 (2024) 急性疾患後の摂食嚥下障害患者に関する退院90日後経口摂取回復の予測因子, 第66回日本老年医学会学術集会.
- 232) 西村悠貴, 池田大樹, 松元俊, 久保智英, 劉欣欣 (2024) 長時間運転中の注意資源と休憩の取り方の関連, 日本生理人類学会第85回大会, 概要集, p.53.
- 233) 村井史子, 蘇リナ, 薛載勳, 松尾知明 (2024) 職場や自宅で自己測定可能な心肺持久力評価方法, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66, p.536.
- 234) 谷直道, 市川富美子, 織田進, Olga Menoni, Marco Tasso, 岩切一幸, 神代雅晴, 榎原毅, 筒井保博 (2024) 組織診断型の腰痛リスク評価法である日本語版 MAPO インデックスの開発, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (Suppl.), p.657.
- 235) 杜唐慧子, 岩切一幸, 小山冬樹 (2024) 20代から50代の日本人男性における持ち上げ重量制限値, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (Suppl.), p.659.
- 236) 渡辺裕晃, 佐々木毅, 甲田茂樹, 松葉史子, 伊藤昭好, 原邦夫, 堤明純, 丸山正治, 山口秀樹 (2024) 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97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (Suppl.), p.632.
- 237) 茂木伸之, 高橋正也 (2024) 過労死等の労災認定事案のトラックドライバーの運行パターンの検討 2010-2019, 日本労働科学学会第5回年次大会, 講演集, p.60
- 238) 茂木伸之, 高橋正也 (2024) 道路貨物運送業における精神障害による過労死等の労災不支給事案の検討, 第97回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (増刊号), p.444.
- 239) 劉欣欣, 池田大樹, 西村悠貴, 松元俊, 久保智英 (2024) ドライビングシミュレータ運転中の心血管系反応と休憩の効果, 第97回産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (Suppl.), p.658.
- 240) 劉欣欣, 池田大樹, 西村悠貴, 松元俊, 久保智英 (2024) 運転中の心血管系反応に対する異なる休憩パターンの影響, 日本生理人類学会第85回大会, 抄録集, p.87.
- 241) 山野正太郎, 梅田ゆみ (2024) プタを用いた肺疾患研究プラットフォームの創設, 日本肺サーファクタント・界面医学会第60回学術研究会.
- 242) 山野正太郎, 梅田ゆみ (2024) 大型動物を用いた職業性肺疾患研究の高度化, 第72回日本職業・災害医学会学術大会.
- 243) 山野正太郎, 梅田ゆみ (2024) 粒子状化学物質の呼吸器毒性評価におけるプタの有用性, 第41回エアロゾル科学・技術研究討論会.
- 244) 山野正太郎, 梅田ゆみ (2025) 偶蹄類と先進医学解析技術を駆使したバイオエアロゾルの健康影響評価新機軸の開拓, 第16回大気バイオエアロゾルシンポジウム.

- 245) 風間啓, 山野荘太郎, 梅田ゆみ, 恩田賢 (2025) ヤギを用いた職業性肺疾患モデルの作成, 第 12 回神奈川県獣医師会学術大会.
- 246) 山野荘太郎, 梅田ゆみ (2024) ブタを用いた職業性肺疾患研究の基盤構築, 第 97 回日本産業衛生学会.
- 247) 山野荘太郎, 梅田ゆみ (2024) ブタを用いた肺疾患研究プラットフォームの創設, 第 41 回エアロゾル科学・技術研究討論会.
- 248) 高信健司, 妹尾英樹, 齋藤美佐江, 古川佑介, 山野荘太郎, 梅田ゆみ (2025) ブチルアルデヒドのラットと rasH2 遺伝子改変マウスを用いた吸入発がん性試験の腫瘍発生, 第 41 回日本毒性病理学会, 抄録, p.95.
- 249) Kenichi Kobayashi, Hiroki Kashiwagi, Katsumi Ohtani (2024) Effects of nickel administration on the reproductive system in female mice, J Toxicol Sci, Vol.49 (Suppl.), S411-412.
- 250) 小林健一, 柏木裕呂樹, 大谷勝己 (2024) マウス生殖機能における塩化ニッケル投与の影響, 第 97 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.66 (Suppl.), p.672.
- 251) 小林健一, 柏木裕呂樹, 大谷勝己 (2025) マウス生殖発生に及ぼすニッケル投与の影響, 第 97 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.80 (Suppl.), p.244.
- 252) 梶原一絵, 蔵持智也, 板谷朋亮, 金眞淑, 佐野誠, 鈴木孝浩 (2024) L-dopa 投与による腭癌マウスの嗅球神経細胞変性と嗅覚過敏症の緩和効果, 第 71 回日本麻酔科学会, 抄録, PD01-05.
- 253) 金眞淑, 大島雪乃, 板谷朋亮, 梶原一絵, 蔵持智也, 和田平, 中村孝博, 榛葉繁紀, 伊地知秀明, 佐野誠, 鈴木孝浩 (2024) 腭腫瘍特異的 *Bmal1* 欠損マウスの病理組織学的ならびに血漿サイトカイン解析, 第 31 回日本時間生物学会学術大会, 抄録, p.128.
- 254) 蔵持智也, 梶原一絵, 大島雪乃, 板谷朋亮, 佐野誠, 鈴木孝浩 (2024) 高用量トラマドールの腭癌マウスにおける腫瘍ならびに微小環境への影響, 第 71 回日本麻酔科学会, 抄録, Q07.
- 255) 板谷朋亮, 大島雪乃, 梶原一絵, 蔵持智也, 佐野誠, 鈴木孝浩 (2024) プレガバリンの腭癌モデルにおける腫瘍微小環境の改善効果, 第 71 回日本麻酔科学会, 抄録, PD01-01.
- 256) 天本宇紀, 山田丸, 豊岡達士 (2024) 微小化傾向にある半導体封止材用シリカ粒子の肺細胞毒性比較, 産業衛生学雑誌, Vol.66, 臨時増刊号, p.654.
- 257) 豊岡達士, 祁永剛, 堀口兵剛, 甲田茂樹, 王瑞生 (2024) 2-メルカプトベンゾチアゾールの DNA 損傷性に関する検討, 第 51 回産業中毒・生物学的モニタリング研究会, 要旨集, p.15.

3. 学会活動等

表 2-18 国際学会の活動への協力

役 職 名 等	氏 名
1) International Tunnelling and Underground Space Association (ITA) WG5 Health and Safety in Works Member Nation	吉川 直孝
2) International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE), TC204 Underground Construction Nominated Member	吉川 直孝
3) International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE), TC305 Megacities Corresponding Member	吉川 直孝
4) Working Time Society (ICOH 下部組織) Board Member	吉川 直孝
5) CINP (The International College of Neuropsychopharmacology) Early Careers Committee Advisory member	吉川 直孝

表 2-19 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 理事, 企画委員会 副委員長 静電気災害防止研究会 副主査, 普及委員会 委員 広報委員, 静電気災害防止研究会 委員		崔 光石 大塚 輝人 遠藤 雄大 庄山 瑞季
2) 公益社団法人地盤工学会 TC105 国内委員会 委員, 国際地盤工学会 (ISSMGE) TC302 国内委員 第 9 期・第 10 期代議員, 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, 地盤工学におけるデジタルセンシング技術とその評価技術及び活用方法に関する研究委員会 委員		吉川 直孝 平岡 伸隆
3) 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 安全問題研究委員会土木工事安全小委員会 幹事長, 安全問題研究委員会 安全工学シンポジウム実行委員会 委員長, 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 安全問題研究委員会 幹事長, 論文賞選考委員会 委員 斜面工学研究小委員会 委員, 安全問題研究委員会 委員 構造工学委員会 若手構造技術者連絡小委員会 委員	大幢 勝利 吉川 直孝 高橋 弘樹 平岡 伸隆 和 暢	
4) 公益社団法人日本火災学会 理事, 刊行委員会 副委員長 編集小委員会 委員		崔 光石 八島 正明
5) 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
6) 一般社団法人火薬学会 評議員, 爆発安全専門部会 委員 国際小委員会 委員長, 企画委員会 委員, モビリティ安全専門部会 委員		佐藤 嘉彦 西脇 洋佑
7) 一般社団法人日本風工学会 風災害研究会 委員 風災害調査連絡委員会 委員, 風工学編集・広報委員会 委員		高橋 弘樹 金 恵英
8) 一般社団法人日本建築学会 仮設構造運営委員会 委員		高橋 弘樹
9) 一般社団法人日本鋼構造協会 構造物と風研究小委員会 委員		金 恵英
10) 一般社団法人日本機械学会 産業・化学機械・安全部門運営委員会 部門幹事, 理工系学生向け安全衛生教育研究会 主査 ISO・JIS 学会標準委員会 委員		濱島 京子 柴田 延幸
11) 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 関東支部会 評議員 大会実行委員	大西 明宏, 岩切 一幸 大西 明宏, 高橋 明子, 岩切 一幸 吉川 徹 杜 唐慧子	
12) 一般社団法人静電気学会 代議員 静電気学会誌編集委員会 委員, 静電気基礎研究委員会 幹事		崔 光石 遠藤 雄大
13) 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, 庄山 瑞季
14) 一般社団法人日本トンネル技術協会		

	役 職 名 等	氏 名
	ITA 小委員会 幹事, 同技術統括 WG 主査, 安全環境小委員会 幹事, 同肌落ち対策 WG 幹事, 50 周年記念事業実行委員会幹事会 委員	吉川 直孝
15)	一般社団法人電気設備学会 電気設備におけるアークフラッシュ事故による熱傷防止に関する調査研究委員会	崔 光石
16)	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
17)	バイオメカニズム学会 評議員	大西 明宏
18)	日本産業保健法学会 安全衛生法の未来学構想委員会 委員	平岡 伸隆
19)	公益社団法人日本産業衛生学会 代議員 鷹屋 光俊, 山本 健也, 吉川 徹, 齊藤 宏之, 山田 丸, 中野真規子, 豊岡 達士, 久保 智英, 梅田 ゆみ, 山野荘太郎 国際交流事業 WG WG 長, 労働衛生国際協力研究会 世話人代表, 医療従事者のため の産業保健研究会 世話人, 災害産業保健研究会 世話人, 第一次産業保健研究会 関東地方会 幹事他, 許容濃度等に関する委員会 臨時起案委員 関東地方会 幹事他, 関東産業衛生技術部会 世話人, 産業衛生技術部会 事務局, ダ イバーシティ推進委員会 委員 広報委員, 編集委員, 産業衛生技術部会 幹事他, 関東地方会 幹事他, 産業衛生技術 部会 事務局長他, 関東産業衛生技術部会 副部長他, 遠隔産業衛生研究会 世話 人, 温熱環境研究会 世話人 許容濃度等に関する委員会ベリリウムの許容濃度に関する WG 他, 産業中毒・バイオリジカ ルモニタリング研究会 世話人, ISO/TC94/SC14 国内審議委員会 協力委員 許容濃度等に関する委員会 委員, 職業性呼吸器疾患研究会 世話人 学術委員会 委員, 産業疲労研究会 世話人 許容濃度等に関する委員会 委員 許容濃度等に関する委員会 臨時起案委員 産業疲労研究会 代表世話人 作業関連性運動器障害研究会 代表世話人 作業関連性運動器障害研究会 世話人 関東地方会 健康的な職場づくり研究会 世話人 学術委員会 若手研究者の会 世話人 振動障害研究会 世話人 作業関連性運動器障害研究会 世話人	吉川 徹 山本 健也 中村 憲司 齋藤 宏之 豊岡 達士 中野真規子 久保 智英 梅田 ゆみ 竹内 哲也 松元 俊 岩切 一幸 杜 唐慧子 松尾 知明 池田 大樹 柴田 延幸 平内 和樹
20)	公益財団法人 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
21)	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, COVIT-19 対策委員会 委員	吉川 徹
22)	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
23)	一般社団法人日本睡眠学会 幹事	高橋 正也
24)	一般社団法人日本体力医学会 評議員	松尾 知明, 時澤 健
25)	日本行動医学会 評議員 広報委員会 委員長, 渉外委員会 副委員長, 倫理委員会 副委員長	高橋 正也, 井澤 修平 井澤 修平

	役 職 名 等	氏 名
26)	日本ストレス学会 評議員	井澤 修平
27)	日本生理人類学会 代議員 関東支部委員 理事	岩切 一幸, 劉 欣欣, 西村 悠貴, 小山 冬樹 岩切 一幸 劉 欣欣
28)	日本先天異常学会 評議員, 編集委員会委員, 教育委員会委員他, 神経管閉鎖障害に関する理事長特命ワーキンググループ 委員	小林 健一
29)	日本労働衛生工学会 会長 副会長, 編集委員長 理事 編集委員	鷹屋 光俊 齊藤 宏之 鷹屋 光俊, 山田 丸, 中村 憲司, 齊藤 宏之, 萩原 正義 萩原 正義, 緒方 ひろこ 裕子
30)	生殖発生毒性東京セミナー 実行委員	小林 健一
31)	局所排気装置等労働衛生工学研究会 運営委員長	小嶋 純
32)	炭素材料学会エコカーボン研究会 幹事	安彦 泰進
33)	労働時間日本学会 会長	高橋 正也
34)	日本生気象学会 熱中症予防研究会 委員長 熱中症予防研究会 委員	齊藤 宏之 時澤 健
35)	日本健康支援学会 評議員	松尾 知明
36)	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
37)	日本健康心理学会 研究推進委員会 副委員長	井澤 修平
38)	日本生理心理学会 評議員	井澤 修平
39)	一般社団法人日本衛生学会 代議員 日本衛生学会エキスパート	吉川 徹 小林 健一
40)	一般社団法人日本公衆衛生学会 公衆衛生モニタリング・レポートメンバー(環境保健)	小林 澄貴
41)	日本環境変異ゲノム学会 評議員, 第二編集員	豊岡 達士
42)	公益社団法人日本繁殖生物学会 編集委員会委員	小林 健一
43)	一般社団法人日本疫学会 代議員	中野真規子
44)	日本労働科学学会	

役 職 名 等	氏 名
副会長・常任理事	高橋 正也
45) 一般社団法人日本神経精神薬理学会 評議員	菅谷 渚
46) 日本不安症学会 評議員	菅谷 渚
47) 日本アルコール・アディクション医学会 学術評議員, 将来構想委員	菅谷 渚
48) 一般社団法人日本心身医学会 代議員, 財務委員	菅谷 渚
49) 原子衝突学会 ポスター賞審査委員	高谷 一成
50) 一般社団法人日本毒性病理学会 評議員	梅田 ゆみ, 山野 荘太郎
51) 一般社団法人日本病理学会 評議員	佐野 誠
52) 一般社団法人職業感染制御研究会 副理事長, 総務・財務委員会 委員長, エピネット日本版サーベイランス委員会 委員長, 個人防護具に関する検討委員会 副委員長	吉川 徹
53) その他 医療勤務環境マネジメント研究会, 監事	吉川 徹
フィットテスト研究会産業部会, 副代表	吉川 徹
一般社団法人日本産業法学会 理事/企画運営委員会 主幹	吉川 徹
Testis Workshop 精子形成・精巣毒性研究会 評議員	大谷 勝己
Integrated Sleep Medicine Society Japan 理事	高橋 正也
寛容と連携の日本動機づけ面接学会 理事	木内 敬太
日本実行機能コーチング協会 理事	木内 敬太
国際呼吸保護学会(ISRP) 日本支部 理事	小野真理子
産業中毒・バイオロジカルモニタリング研究会 世話人	豊岡 達士

表 2-20 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) Frontiers in Chemical Engineering, Review Editor on the Editorial Board of Mixing and Particle Technology	庄山 瑞季
2) ITE Transactions on Media Technology and Applications, Associate Editor	羽鳥 康裕
3) Journal of Occupational Health, Associate Editor	齊藤 宏之
4) Environmental and Occupational Health Practice, Associate Editor	齊藤 宏之
5) Asian Journal of Atmospheric Environment, Associate Editor (Springer)	山田 丸
6) Associate Editors	王 瑞生
7) Scientific Reports (Nature)	大久保利晃
8) Journal of Occupational Health (Wiley)	高橋 正也
9) Environmental and Occupational Health Practice (Wiley)	高橋 正也
10) Journal of Work Health and Safety Regulation	高橋 正也
11) Journal of Work Health and Safety Regulation, Editor (The Japan Association of Occupational Health Law)	吉川 徹

	雑誌名(学会・発行機関)	氏	名
12)	Journal of Occupational Health, Field Editor (Ergonomics field, The Japan Society for Occupational Health)	久保	智英
13)	Environmental and Occupational Health Practice, Associate Editor (The Japan Society for Occupational Health)	久保	智英
14)	Archives of Industrial Hygiene and Toxicology (Arhiv za higijenu rada i toksikologiju) Advisory Editorial Board (Institute for Medical Research and Occupational Health, Croatia)	久保	智英
15)	Journal of Occupational Health, Associate Editor	井澤	修平
16)	Journal of Physiological Anthropology (BMC)	西村	悠貴
17)	BioPsychoSocial Medicine (Springer Nature)	菅谷	渚
18)	Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, Member of Editorial Board (Sage Publishing Company)	高橋	幸雄
19)	Journal of Occupational Health, Editors	劉	欣欣
20)	Journal of Occupational Health, Associate Editor	劉	欣欣
21)	Journal of PHYSIOLOGICAL ANTHROPOLOGY, Editors	劉	欣欣
22)	Journal of PHYSIOLOGICAL ANTHROPOLOGY, Associate Editor	劉	欣欣
23)	Environmental and Occupational Health Practice, Associate Editor	劉	欣欣
24)	Journal of Occupational Health, Associate Editor	時澤	健
25)	Frontiers in Physiology, Review Editor (Frontiers Media)	時澤	健
26)	The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine	松尾	知明
27)	Principles and Methods of Assessing the Work Environment, Scientific Board (CIOP-PIB)	柴田	延幸
28)	The Journal of Toxicological Sciences, Editorial board (The Japanese Society of Toxicology)	小林	健一
29)	Fundamental Toxicological Sciences, Editorial board (The Japanese Society of Toxicology)	小林	健一
30)	The Journal of Reproduction and Development, Editorial board (The Society for Reproduction and development)	小林	健一
31)	Congenital Anomalies (The Japanese Teratology Society), Associate editor	小林	健一
32)	Congenital Anomalies (The Japanese Teratology Society), Associate editors-in-chief (Regulatory Science and Epidemiology)	小林	健一

表 2-21 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)	土木学会論文集編集委員会安全問題編集小委員会 委員 (土木学会)	高橋	弘樹
3)	土木学会論文賞選考委員会 委員 (土木学会)	高橋	弘樹
4)	土木学会論文集編集委員会 C 分冊編集小委員会 委員 (土木学会)	平岡	伸隆
5)	西部支部「第 12 回土砂災害に関するシンポジウム」編集委員会 委員 (土木学会)	平岡	伸隆
6)	安全問題討論会特集号 編集委員 (土木学会)	吉川 直孝, 平岡	伸隆
7)	総合安全工学研究所 SE 誌 編集委員 (総合安全工学研究所)	大塚	輝人
8)	映像情報メディア学会誌 編集委員 (映像情報メディア学会)	羽鳥	康裕
9)	作業環境編集委員 委員長 (日本作業環境測定協会)	鷹屋	光俊
10)	労働衛生工学 編集委員長 (日本労働衛生工学会)	齊藤	宏之
11)	労働衛生工学 編集委員 (日本労働衛生工学会)	山田 丸, 萩原 正義, 中村 憲司, 金子 剛大, 張 璇	
12)	産業衛生学雑誌 Associate Editor (日本産業衛生学会)	齊藤	宏之
13)	繊維状物質研究 編集委員 (一般社団法人日本繊維状物質研究協会)	山田 丸, 中村 憲司	

雑誌名(学会・発行機関)	氏 名
14) 行動医学研究 編集委員 (日本行動医学会)	高橋 正也
15) 産業保健と看護 編集同人 (メディカ出版)	吉川 徹
16) 産業精神保健 編集委員 (一般社団法人日本産業精神保健学会)	吉川 徹
17) 日本産業ストレス学会 編集委員	井澤 修平
18) 日本ストレス学会 編集委員	井澤 修平
19) 小児保健研究編集委員会 編集委員 (日本小児協会)	佐藤 ゆき
20) 行動医学研究 編集委員 (日本行動医学会)	菅谷 渚
21) 日本アルコール関連問題学会雑誌 編集委員 (日本アルコール関連問題学会)	菅谷 渚
22) 日本アルコール・薬物医学会雑誌 編集委員 (日本アルコール・アディクシオン医学会)	菅谷 渚
23) ストレス科学研究 編集委員 (パブリックヘルスリサーチセンター)	菅谷 渚
24) 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
25) 産業衛生学雑誌 編集委員 (日本産業衛生学会)	時澤 健, 劉 欣欣
26) 体力科学 編集委員 (日本体力医学会)	松尾 知明
27) 感情心理学研究 編集委員他 (日本感情心理学会)	高田 琢弘

表 2-22 職員が授与された表彰及び学位等

内容	氏 名
1) 土木学会安全問題討論会実行小委員会 貢献賞	大幡 勝利
2) 令和 6 年度消防防災科学技術賞一般の部/消防防災機器等の開発・改良 優秀賞	崔 光石
3) 日本機械学会産業・化学機械と安全部門 論文表彰	山口 篤志, 緒方 公俊 山際 謙太, 佐々木哲也
4) 計測自動制御学会 SI 部門学術講演会 優秀講演賞	岡部 康平
5) 土木学会安全問題実行小委員会 貢献賞	高橋 弘樹
6) 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会 優秀講演者	平岡 伸隆
7) 2023 年度安全工学会 北川学術賞	八島 正明
8) 令和 6 年度消防防災科学技術賞一般の部/消防防災科学論文 優秀賞	庄山 瑞季, 崔 光石
9) 日本トライボロジー学会 2023 年度技術賞	柴田 圭
10) 計測自動制御学会 SI 部門講演会 (SI2024) 優秀講演賞	齋藤 剛, 池田 博康
11) 日本建築衛生管理教育センター 厚生労働大臣表彰	城内 博
12) 日本衛生学会英文雑誌 Environmental Health and Preventive Medicine (EHPM) 2024 年度 The Best Reviewer Award	小林 澄貴
13) 13th Asia Aerosol Conference, 2nd Place Winner Poster Presentation.	山田 丸
14) 2024 年室内環境学会学術大会 会長奨励賞 (優秀ポスター賞)	王 齊
15) 米国科学研究名誉協会 (Sigma Xi (Scientific Research Honor Society)) フルメンバー選出	久保 智英
16) 環境科学会 論文賞	王 齊
17) 日本神経精神薬理学会 NPPR Reviewer Awards 2024	菅谷 渚
18) 健康開発科学研究会 土屋健三郎記念産業医学推進賞	山本 健也
19) 第 97 回日本産業衛生学会 優秀演題賞	王 齊
20) 第 97 回日本産業衛生学会 優秀演題賞	菅谷 渚
21) 第 97 回日本産業衛生学会 優秀演題賞	杜 唐慧子
22) 第 97 回日本産業衛生学会 産業衛生技術部会奨励賞	岩切 一幸
23) 日本労働科学学会第 5 回年次大会 優秀ポスター賞	岩切 一幸
24) 2024 年度日本エアロゾル学会 井伊谷賞	山野莊太郎

内容	氏 名
25) 第12回神奈川県獣医師会学術大会 奨励賞	山野 荘太郎
26) 日本産業衛生学会 優秀論文賞	天本 宇紀
27) 日本環境変異ゲノム学会 令和6年度研究奨励賞	豊岡 達士

4. インターネット等による調査・研究成果情報の発信

表 2-23 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.62 No.3	A4 72 頁 280
	Vol.62 No.4	A4 59 頁 280
	Vol.62 No.5	A4 65 頁 280
	Vol.62 No.6	A4 87 頁 280
	Vol.63 No.1	A4 106 頁 280
	Vol.63 No.2	A4 106 頁 280
2) 労働安全衛生研究	Vol.17 No.2	A4 73 頁 1,000
	Vol.18 No.1	A4 61 頁 1,000
3) 特別研究報告	JNOSH-SRR-No.54 (2024)	A4 42 頁 400
4) 技術資料	JNOSH-TD-No.10 (2024)	A4 97 頁 300
5) 安衛研ニュース	No.183～No.194	メール形式 20,542
6) 令和5年度年報	A4 204 頁	1,050

表 2-24 テレビ・ラジオ放送による報道

発表先	氏 名
1) NHK ニュース7・ニュース9, NHK News WEB「働く現場の熱中症最多 命守る取り組みは」(2024年8月21日)	齊藤 宏之
2) NHK ラジオ深夜便「[特集・過労死防止法制定から10年] 遺族が語る癒えない苦しみと課題」(2024年11月30日-12月1日)	高橋 正也
3) NHK 首都圏情報ネタドリ, 「「疲れがとれない」というあなたへ...“大人の休み方”の極意とは」(2024年7月19日)	久保 智英
4) NHK 大阪 (https://www3.nhk.or.jp/news/html/20241101/k10014625921000.html) 「“夫は会社に殺された” 手放せなかったスマホ」(2024年11月1日)	久保 智英
5) テレビ東京 (https://www.youtube.com/watch?v=zMD9YmbzHPk) 「航空管制官の疲労管理強化へ 国交省 検討会を初開催」(2025年1月25日)	久保 智英
6) NHK (https://www3.nhk.or.jp/news/html/20250120/k10014698471000.html) 「国交省 管制官の疲労度管理を話し合う初会合 羽田衝突事故受け」(2025年1月25日)	久保 智英

表 2-25 新聞・雑誌等による報道

発表先	氏 名
1) 物流ウィークリー「どうしてなくなるのかフォークリフトの労働災害」(2024年10月10日)	大西 明宏
2) ARS(株式会社新樹者「防水工事現場における熱中症の予防策」(2024年6月25日)	齊藤 宏之
3) 朝日新聞「事故直後の作業員健康影響調査」(2024年4月29日)	大久保利晃
4) 朝日新聞「加熱式たばこに高血圧リスク(有害性、紙巻きより低いとは言えず)」(2024年11月8日)	大久保利晃
5) 朝日新聞「高橋まつりさんの後輩だった息子、5年後に減らない過労自殺」(2024年6月19日)	高橋 正也

発表先	氏	名
6) 時事通信および Yahoo!ニュース「休日の業務連絡」対応する？しない？◆ぼやけるオン・オフの境目 (2024年4月19日)	久保 池田	智英 大樹
7) へるすあっぷ21「疲労蓄積度自己診断チェックリスト」改正:疲労リスク管理のさらなる推進についての議論 第97回日本産業衛生学会シンポジウムより, pp.28-29 (2024年9月号)	久保	智英
8) 日本経済新聞「休日も「つながりたい権利」あり？仕事を離れると不安」(2024年11月7日)	久保	智英
9) 読売新聞朝刊特集面「「つながらない権利」について」(2024年12月20日)	久保	智英
10) Yahoo!ニュース(https://news.yahoo.co.jp/articles/49c05b0c8e44e2ccee8ad2b9e6888274d91be9d9)「航空管制官の疲労低減に向けた有識者検討会を初開催, 3月までに取りまとめ 国交省」(2025年1月25日)	久保	智英
11) ダイヤモンド・オンライン「「メール即レス」だけで休日が終わってない？“見えない労働時間”に支配されない休み方」(2025年3月17日) https://diamond.jp/articles/-/360932	久保	智英
12) 日本農業新聞「電動ファン付き作業服の使用法」(2024年9月12日)	時澤	健
13) 時事ドットコム (時事通信社)「「休日の業務連絡」対応する？しない？◆ぼやけるオン・オフの境目【時事ドットコム取材班】# 令和に働く」(2024年4月4日)	池田	大樹

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6年9月26日(木)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、全国各地から定員360名の参加登録があり、大変盛況な講演会を開催できた。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。



オンライン配信の様子



質疑応答の様子

表 2-26 安全衛生技術講演会プログラム

1) 勤務間インターバル制度の利点と課題	人間工学研究グループ 主任研究員 池田 大樹
2) 法改正による職場環境と労働者の健康状態への影響	社会労働衛生研究グループ 任期付研究員 加島 遼平
3) すべり転倒の現状と評価・対策について	リスク管理研究グループ 研究員 柴田 圭
4) 脊髄損傷者のための動力付外骨格型機器の開発	新技術安全研究グループ 任期付研究員 小山 秀紀

2) 研究所の一般公開

(1) 清瀬施設

令和6年度の清瀬地区の研究所一般公開は、4月17日(水)13時から16時45分まで対面形式で開催された。対面での開催は5年ぶりとなったが、事前予約をいただいた多数の来場者を迎えることができた。平日にもかかわらず、近隣のみならず遠方からも来場があり、計138名に参加いただいた。

来場者アンケートの結果、4段階による満足度評価は、「4(満足)」が52.2%、「3(やや満足)」が28.3%、「2(やや不満)」が4.3%、「1(不満)」が0%、「無回答」が15.2%であり、ほとんどの来場者に満足いただけたものと考えられる。公開では、所内6カ所の会場において、最新の研究成果の紹介、実験デモおよびポスター展示などを実施した。

表 2-27 研究所一般公開の概要(清瀬地区)

a. 実験等公開

1) 金属材料や鋼構造物の破壊試験で活躍する試験機	材料・物性実験棟
2) 墜落実験施設の紹介	墜落・転落防止実験棟
3) リチウムイオン電池の圧壊による発火実験	配管等爆発実験施設
4) 粉体投入時におけるサイロ内部の電気危険性評価	電気安全実験棟
5) 複合現実(MR)を用いた高所作業体験	共同研究実験棟
6) 統合生産システムの支援的保護装置など機械の安全対策	機械安全システム実験棟

b. 一般公開の様子



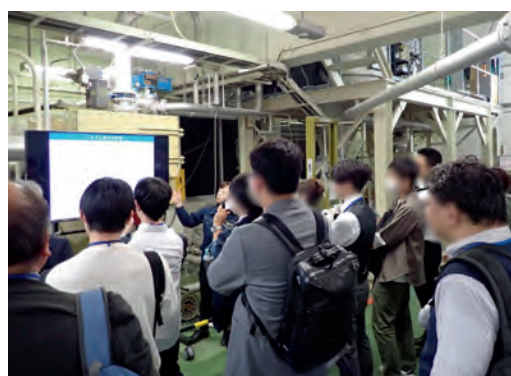
1) 金属材料や鋼構造物の破壊試験で活躍する試験機



2) 墜落実験施設の紹介



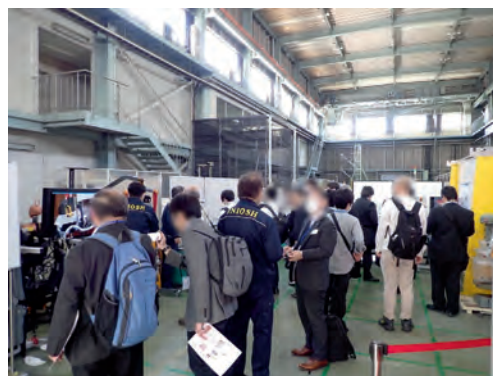
3) リチウムイオン電池の圧壊による発火実験



4) 粉体投入時におけるサイロ内部の電気危険性評価



5) 複合現実(MR)を用いた高所作業体験



6) 統合生産システムの支援的保護装置など機械の安全対策

(2) 登戸施設

登戸地区では、令和7年2月27日(木)13:30～17:20に令和6年度一般公開を開催した。現地開催は、平成31年度以来の開催であった。今回は、労働衛生関連の業界関係者向けの内容とし、参加人数を絞った上で開催した。事前参加登録者は50名、当日参加者は42名であった。公開内容は、講演(2演題)、施設見学・体験コーナー(4か所)、研究紹介ポスター展示(17件)、個別相談(4名)であった。また、過去のオンライン一般公開で作成したコンテンツを令和7年1月31日(金)～3月14日(金)の期間のみ限定公開した。開催後の来場者アンケートの結果、42名中19名(回答率45.2%)から回答をいただき、全体の満足度は「満足」が18名、「やや満足」が1名と大変高い評価をいただき、各公開内容についても、約7～9割が「満足」、残りが「やや満足」であった。

表 2-28 研究所一般公開の概要(登戸地区)

a. 展示

展示内容	実験棟等	会場
1) 研究所・組織の紹介 2) 研究成果のポスター発表	管理棟	玄関ロビー 食堂

b. 講演

演題・演者	実験棟等	会場
1) ケミサポからはじめる情報調査のコツ 奈良志ほり (化学物質情報管理部)	研究本館	2 階 会議室
2) 健康に安全に働くための条件を整える 高橋 正也 (過労死等防止調査研究センター)		

c. 施設見学・体験コーナー

演題・主担当者	実験棟等	会場
1) 労働者の体力・身体活動に関する研究 松尾 知明 (人間工学研究グループ)	研究本館	2 階 実験室
2) 電子顕微鏡によるエアロゾル粒子の観察 山田 丸 (ばく露評価研究部)		電子顕微鏡室
3) 人間工学実験室(動作解析技術の応用) 杜 唐慧子 (人間工学研究グループ)		5 階 実験室
4) 特殊健康診断実施状況(対象作業別)の経年オープンデータを 活用した視覚化シートの紹介 中野真規子 (疫学研究部)		5 階 会議室

d. 個別相談

内容・対応者	実験棟等	会場
1) 安衛法改正に伴う化学物質管理について 城内 博 (化学物質情報管理研究センター)	研究本館	4 階 会議室
2) 企業における化学物質管理(対策・教育)について 小野真理子 (化学物質情報管理研究センター)		2 階 Web 用 会議室
3) 化学物質管理および濃度基準値に関するもの 山本 健也 (化学物質情報管理部)		2 階 Web 用 会議室
4) 過労死等防止のための調査研究に関するもの 吉川 徹 (過労死等防止調査研究センター)	管理棟	2 階 会議室

e. 一般公開の様子



1) 受付



2) 研究所・組織の紹介(玄関ロビー)



3) ポスター展示 1 (食堂)



4) ポスター展示 2 (食堂)



5) ポスター展示 3 (食堂)



6) 講演会場 (開演前)



7)「ケミサポからはじめる情報調査のコツ」



8)「健康に安全に働くための条件を整える」



9)「労働者の体力・身体活動に関する研究」



10)「電子顕微鏡によるエアロゾル粒子の観察」



11) 人間工学実験室「動作解析技術の応用」



12)「特殊健康診断実施状況 (対象作業別) 経年オープンデータを活用した視覚化シート紹介」

3) 研究所見学の受け入れ状況

表 2-29 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) 機構理事長, 理事	視察	R6. 4. 8
2) 東京労働局職員	施設見学	R6. 4.22
3) 機構本部新任役員	視察	R6. 5.31
4) 機構本部新規採用職員	施設見学	R6. 6. 7
5) 東京都中小企業診断士協会	施設見学	R6. 6. 7
6) 厚生労働省化学物質対策課	視察	R6. 7. 8
7) 機構理事長, 理事他	視察	R6. 7. 8
8) 機構理事	視察	R6. 7.17
9) 厚生労働省労働基準局インターンシップ	施設見学	R6. 8.21
10) 機構本部部長他	視察	R6. 8.23
11) 厚生労働省新規採用職員	施設見学	R6. 8.26
12) 厚生労働省労働基準局安全衛生部長計画課長他	視察	R6. 8.28
13) 厚生労働省労働基準局長	視察	R6. 9. 3
14) 機構本部部長他	視察	R6. 9. 6
15) 機構本部部長他	視察	R6. 9.11
16) 安全衛生部長他	視察	R6. 9.13
17) 機構本部室長他	視察	R6. 9.25
18) JICA 課題別	施設見学	R6. 9.27
19) 厚生労働省労働基準局安全衛生部若手職員	施設見学	R6.10. 1
20) 建設業労働災害防止協会	施設見学	R6.10. 2
21) 労働基準局長	視察	R6.10.16
22) 厚生労働省安全衛生部化学物質対策課	視察	R6.10.17
23) 機構理事他	視察	R6.10.17
24) 日本技術士会	施設見学	R7. 1.29

6. 知的財産の活用、特許

1) 登録特許等

表 2-30 登録特許

発明の名称 (特許番号)	発明者	実施件数
1) 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	1
2) 高電圧検出器 (特許第 5058281 号)	富田一, 崔光石, 他機関 2 名	
3) 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	
4) 電荷量測定装置 (特許第 5474001 号)	崔光石, 他機関 2 名	
5) 安全装置 (特許第 5747019 号)	大塚輝人, 他機関 1 名	
6) 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	
7) 粉体の除電装置 (特許第 5950963 号)	崔光石, 他機関 2 名	
8) 土砂遮断装置 (特許第 6431239 号)	玉手聡, 堀智仁, 他機関 2 名	
9) 粉粒体の帯電装置 (特許第 6351549 号)	崔光石, 他機関 2 名	
10) 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	
11) 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	1

発明の名称 (特許番号)	発明者	実施件数
12) 静電気測定装置 (特許第 6818328 号)	崔光石, 他機関 1 名	
13) 貫入型パイプひずみ計 (特許第 4942348 号)(TLO より移管)	玉手聡	
14) 貫入型パイプひずみ計 (特許第 5500374 号)(TLO より移管)	玉手聡	
15) 接地確認装置 (特許第 7057978 号)	崔光石, 他機関 2 名	
16) 放電電荷量測定装置 (特許第 7270904 号)	崔光石, 他機関 3 名	
17) 電気特性測定装置 (特許第 7568204 号)	崔光石, 他機関 2 名	

表 2-31 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 2-32 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	
3) 氷上耐滑用オーバーシュール (意匠第 17814311 号)	大西明宏, 柴田圭, 他機関 2 名	

2) 特許等出願

表 2-33 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) 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	
6) 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	
7) 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

令和 6 年度には、WHO との当研究所「労働衛生に関する WHO 協力センター」(WHO Collaborating Centre for Occupational Health, JPN-76, 以下 WHO-CC)の TORs(委託事項、令和 5(2023)年 7 月・令和 9(2027)年 7 月)である①医療従事者の労働安全衛生プログラムの開発と実施のための WHO の取り組み能力構築支援、担当：吉川徹、高橋正也、山本健也、久保智英、蘇リナ)、②顧みられない騒音の問題と騒音測定方法に関する WHO 活動への情報提供、担当：高谷一成、柴田延幸)の 2 本柱を進めた。特に②TOR については、令和 6 年 4 月にベトナム国立職業環境保健研究所、タイグエン CDC に訪問し、騒音に関する調査研究について協議を行い、安衛研-ベトナム国立環境・衛生研究所(NIOEH)共催セミナー「Measurement and management of occupational noise (職業性騒音の測定と管理)」を開催し 8 5 名(延べ人数)が参加した。

令和 6 年 4 月に第 13 回労働衛生に関する WHO 協力センター国際ネットワーク会議 (The13thGNW CCOH、モロッコ)及び第 34 回国際産業保健学会 (ICOH2024、モロッコ)に参加し、産業保健に関する研究や実践の国際動向を収集した。令和 6 年 7 月に日韓蒙の WHO-CC とモンゴル呼吸器学会による「職業性肺疾患：アスベスト関連疾患国際会議」、令和 7 年 1 月にシンガポールで開催された First GH HIN Southeast Asia Heat Health Forum 等に WHO-CC としての活動成果を報告した。令和 6 年 9 月に The Global Technical Advisory Group for the WHO/ILO Global Policy Brief に関する参加の打診があり、当研究所 WHO-CC として参加の意向を示し準備を行ったが、その後、米国が WHO を脱退したため同プロジェクトは中止となった。

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 (2017 年～2024 年)

Year	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
(1) Editorial	6	6	7	6	6	7	7	7
(2) Foreword	0	0	1	0	0	0	0	0
(3) Review article	12	22	25	23	27	16	14	28
(4) Original article	173	206	181	217	219	183	161	159
(5) Short comm.	17	18	11	10	9	6	13	9
(6) Case report	2	9	5	2	5	5	5	9
(7) Field report	14	12	7	5	12	4	8	3
(8) Country report	6	4	2	7	4	5	0	4
(9) Research strategy	1	1	0	0	0	0	2	0
(10) Letter to the Editor	0	2	0	1	7	1	2	1
(11) Others	0	0	0	0	0	0	0	2
計	231	280	239	271	289	227	212	222

表 3-2 INDUSTRIAL HEALTH Vol. 62 (2024) における論文の種類別及び号別の掲載数

	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6	総計
(1) Editorial	1	1	1	1	1	1	6
(2) Foreword	0	0	0	0	0	0	0
(3) Review article	1	0	0	0	0	0	1
(4) Original article	4	6	4	3	5	7	29
(5) Short comm.	1	0	1	2	0	1	5
(6) Case report	0	0	1	0	1	0	2
(7) Field report	1	1	1	1	1	0	5
(8) Country report	0	0	0	0	0	0	0
(9) Research strategy	0	0	0	0	0	0	0
(10) Letter to the Editor	0	0	0	1	0	0	1
(11) Others	0	0	0	0	0	2	2
計	8	8	8	8	8	11	51

表 3-3 INDUSTRIAL HEALTH における論文の種類別の掲載数推移 (2015～2024 年)

Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Volume	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
Impact Factor	1.057	1.168	1.115	1.319	1.471	2.179	2.707	2.0	1.8	1.6
(1) Editorial	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
(2) Foreword	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
(3) Review article	4	2	7	3	18	4	6	5	1	1
(4) Original article	44	44	40	41	32	38	29	38	30	29
(5) Short comm.	2	3	4	6	6	3	0	4	2	5
(6) Case report	2	1	0	4	1	2	0	0	3	2
(7) Field report	4	8	4	3	3	6	3	4	5	5
(8) Country report	4	4	2	5	0	2	2	2	2	0
(9) Research strategy	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
(10) Letter to the Editor	1	0	1	0	0	0	0	3	0	1
(11) Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
計	67	68	64	68	68	61	46	62	49	51

表 3-4 INDUSTRIAL HEALTH Vol. 62 (2024) における筆頭著者の所属地域ごとにみた論文掲載状況
(2024 年度は特集号発刊なし)

	全論文		通常号論文		特集号論文	
	数	%	数	%	数	%
(1) 欧州	5	9.8	5	11.6	0	0.0
(2) 北米	2	3.9	1	2.3	1	12.5
(3) 中南米	0	0.0	0	0.0	0	0.0
(4) 中近東	1	2.0	1	2.3	0	0.0
(5) アジア	4	7.8	4	9.3	0	0.0
(6) オセアニア	5	9.8	3	7.0	2	25.0
(7) アフリカ	1	2.0	1	2.3	0	0.0
(8) 国内・所内	6	11.8	6	14.0	0	0.0
(9) 国内・所外	27	52.9	22	51.2	5	62.5
計	51	100.0	43	100.0	8	100.0

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 [H16.10.1]	社会人教授	大学院工学研究科 (システム安全概論, システム安全考究II): 芳司 俊郎
北里大学 [H18.10.1]	客員教授	大学院医療系研究科: 豊岡 達士
	客員准教授	大学院医療系研究科: 高橋 正也
東京電機大学 [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
国立大学法人筑波大学 [R2.4.1]	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) 東京女子大学 (非常勤講師, コミュニケーション統計法, 文化心理学)	菅 知絵美
2) 明治大学 (非常勤講師, 安全学概論)	濱島 京子
3) 東京大学大学院 (非常勤講師, Advanced Geotechnical Engineering)	吉川 直孝
4) 東京理科大学 (非常勤講師, 防災科学概論)	吉川 直孝
5) 早稲田大学 (非常勤講師, Soil Mechanics)	吉川 直孝
6) 慶應義塾大学 (客員教授, 公衆衛生学)	中野真規子
7) 東京理科大学 (客員教授)	高橋 正也
8) 広島大学大学院 (客員教授, 公衆衛生学)	吉川 徹
9) 帝京大学大学院 (客員准教授)	吉川 徹
10) 横浜市立大学 (客員准教授, 公衆衛生学)	菅谷 渚
11) 千葉大学予防医学センター (客員研究員, 予防医学センター)	高谷 一成
12) 東邦大学大学院 (客員准教授, 物理学)	高谷 一成
13) 北里大学 (非常勤講師, 医療衛生学)	小野真理子
14) 北里大学大学院 (非常勤教師, 衛生学)	王 瑞生
15) 慶應義塾大学 (非常勤講師, 公衆衛生学, 看護医療学, 健康マネジメント)	中野真規子
16) 東邦大学 (客員講師, 衛生学)	中野真規子
17) 天使大学 (非常勤講師, 環境保健学)	小林 澄貴
18) 徳島大学 (非常勤講師, 公衆衛生学)	大久保利晃
19) 産業医科大学 (非常勤講師, 公衆衛生学)	吉川 徹
20) 東京大学 (非常勤講師, SPH)	吉川 徹
21) 産業医科大学 (非常勤講師, 人間工学)	久保 智英
22) 昭和大学 (兼任講師, 公衆衛生学)	菅谷 渚
23) 岡山大学大学院 (非常勤講師, 公衆衛生学)	菅谷 渚
24) 横浜市立大学 (非常勤講師, 医学教育学)	菅谷 渚
25) 産業医科大学 (非常勤講師, 人間工学)	岩切 一幸
26) 武蔵野大学 (非常勤講師, 生理実験演習)	岩切 一幸
27) 日本社会事業大学 (非常勤講師, 社会の認識)	加島 遼平

	名 称 (講義・実習)	担当研究員
28)	産業医科大学 (非常勤講師, 産業医学実務講座)	山本 健也
29)	東京大学 (非常勤講師, ストレスマネジメント)	山本 健也
30)	産業医科大学 (非常勤講師, 公衆衛生学)	吉川 徹
31)	新潟大学 (講師, 職業感染管理)	吉川 徹
32)	長野県立看護大学 (講師, 職業感染管理)	吉川 徹
33)	産業医科大学 (非常勤講師, 産業医学基本講座)	久保 智英
34)	産業医科大学 (非常勤助教, 産業生態科学)	山本 健也
35)	東洋大学 (講師, 生命科学部特別講義)	豊岡 達士
36)	東邦大学 (非常勤講師, 機能生物学特論/機能生物学)	小林 健一
37)	日本大学 (非常勤講師, 医学部麻酔科学)	佐野 誠

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) 産業用フレキシブルコンテナの静電気危険性および防止対策に関する研究	4名 韓国産業安全保健研究院 2名, JSS マニュファクチャリング株式会社, 1名, 春日電機株式会社 1名	崔 光石
2) 産業用フレキシブルコンテナの静電気危険性および防止対策に関する研究	1名 東京理科大学	崔 光石 庄山 瑞季
3) 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	山口 篤志 山際 謙太
4) アルミニウム合金の疲労強度に及ぼすショットピーニングの影響	1名 東京電機大学	山口 篤志 本田 尚
5) タイヤ用スチールコードの応力解析モデルの妥当性確認に関する研究	1名 東京大学	緒方 公俊 山際 謙太
6) 山岳トンネル工事における肌落ち災害防止対策に関する研究	1名 東京都市大学	吉川 直孝 平岡 伸隆
7) 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	平岡 伸隆 吉川 直孝
8) 風荷重に対する足場等の安全性に関する研究	6名 東京理科大学	金 惠英 高橋 弘樹
9) 紫外線照射下におけるガス組成分析	1名 横浜国立大学	水谷 高彰
10) 過炭酸ナトリウムの安定性に関する研究	1名 横浜国立大学	西脇 洋祐 佐藤 嘉彦
11) 帯電絶縁体間で発生する静電気放電の測定	2名 職業能力開発総合大学校	遠藤 雄大
12) 有機溶剤の噴出帯電量測定方法および、帯電ミストの空間電荷密度算出方法の習得	2名 不二製油株式会社	遠藤 雄大
13) イオン付着型移動度分析技術を用いた多成分リアルタイム環境モニタリングについて	2名 東邦大学	高谷 一成 柴田 延幸

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)	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) 」	大嶋	勝利
2)	一般財団法人日本規格協会、化学物質管理者専門的講習「化学物質の危険性に対するリスクアセスメント、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」(計6回)	島田	行恭
3)	一般財団法人日本規格協会、化学物質管理者専門的講習講師養成講座「化学物質の危険性に対するリスクアセスメント」	島田	行恭
4)	特定非営利活動法人安全工学会、第45回安全工学セミナー「プラント安全設計」	島田	行恭
5)	関西ライフライン研究会、第143回定例研究会における話題提供(講演)「建設工事における労働災害、及び溝掘削工事における土砂崩壊災害の防止」	玉手	聡
6)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター、第87回安全管理L-6「爆発災害の防止」	大塚	輝人
7)	兵庫県消防学校、「工場電気設備防爆指針と危険箇所の精緻な判定」	大塚	輝人
8)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター、令和6年度特別研修講座第1回 CANON 静電気安全対策コース「静電気災害・障害の実例と対策」	崔	光石
9)	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】(計2回)	崔	光石
10)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター、令和6年度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
11)	粉体塗装研究会、2024年第4回研究会セミナー「粉体塗料用静電ハンドスプレイ装置の安全性について」	崔	光石
12)	一般社団法人静電気学会、2024年度静電気学会講習会「静電気災害の実例と対策～基礎・計測・除電技術、液体災害、粉体災害～「静電気に起因する可燃性粉体の爆発・火災と対策」	崔	光石
13)	一般社団法人日本高圧力技術協会、「保全分野へのAI適用」	山際	謙太
14)	日本ばね学会、第25回基礎技術セミナー「ばねのフラクトグラフィ(破面解析)破面解析の座学及び実習」	山際	謙太
15)	日本材料学会高温強度部門委員会、EBSD講習	山際	謙太
16)	中央労働災害防止協会、安全管理後期コース	日野	泰道
17)	中央労働災害防止協会、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(計6回)	日野	泰道
18)	一般社団法人仮設工業会、計画作成参画者の厚生労働大臣が定める研修「仮設構造物に関する知識」(計2回)	日野	泰道
19)	建設業労働災害防止協会愛知県支部、はしご・脚立等からの墜落防止、転倒・腰痛予防の研修	日野	泰道
20)	一般社団法人仮設工業会、計画作成参画者の厚生労働大臣が定める研修「仮設構造物に関する知識」	高橋	弘樹
21)	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)」(計2回)	高橋	弘樹
22)	一般社団法人仮設工業会、計画作成参画者の厚生労働大臣が定める研修「仮設構造物に関する知識」	高橋	弘樹
23)	一般社団法人日本建設業連合会、一般財団法人全国建設研修センター、令和6年度研修「若手建設技術者のための施工技術の基礎」	吉川	直孝
24)	多治見・恵那労働基準監督署、トンネル工事災害防止講習「山岳トンネル工事の切羽における肌落ち災害防止対策について」	吉川	直孝
25)	一般社団法人和合館工学会、オンラインセミナー「ハザードとリスクの話」	吉川	直孝
26)	特定非営利活動法人安全工学会、第46回安全工学セミナー「粉じん爆発危険物質」	八島	正明
27)	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(初級/基礎編)「粉じん爆発の基礎知識」「災害統計と事故事例からみた危険性」	八島	正明

講演の名称	担当研究員
28) 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)「金属粉の爆発, 粉体の火災に関する知識」「事故調査の視点, 事故防止対策の解説」	八島 正明
29) 国際粉体工業展 (POWTEX) 東京 2024, 粉じん爆発情報セミナー「木質ペレット等の爆発・火災の防止について」	八島 正明
30) 公益財団法人総合安全工学研究所, プロセス安全セミナー「粉じん爆発と火災の基本的知識と災害事例」	八島 正明
31) 廃棄物処理施設技術管理協会, 令和 6 年度第 3 回 Web 講習「廃棄物処理施設における安全対策—爆発・火災の基礎知識を中心に—」	八島 正明
32) SURE コンソーシアム, 第 30 回リサイクル技術セミナー「リサイクル工程における粉じん爆発・火災の事例と対策」	八島 正明
33) 公益社団法人日本作業環境測定協会北信支部長野分会, 令和 6 年度研修「化学物質リスクアセスメントにおける爆発火災危険性」	水谷 高彰
34) 中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 第90回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
35) 中央労働災害防止協会東京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」L-2 低圧の電気に関する基礎知識, L-3 低圧の電気設備に関する基礎知識(計 2 回)	三浦 崇
36) 労働大学校, 令和 6 年度産業安全専門官研修「感電災害の防止対策」(低圧電気取扱者向け感電防止対策)	遠藤 雄大
37) 中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 令和 6 年度安全衛生専門講座第 37 回 静電気安全対策コース「液体取り扱い時の静電気対策」(液体取り扱い時の静電気対策に関する講演および静電気実験の実演)	遠藤 雄大
38) 中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 令和 6 年度特別研修講座第 1 回 CANON 静電気安全対策コース「静電気の基礎」	庄山 瑞季
39) 中央労働災害防止協会, 安全・衛生管理士研修,「行動災害における労働災害防止について」	柴田 圭
40) 群馬労働局, 令和 6 年度群馬産業安全衛生大会「転倒災害防止について」	柴田 圭
41) 公益社団法人日本産業衛生学会関東産業医部会, 研修「職場における転倒災害防止」	柴田 圭
42) 一般財団法人日本規格協会, 化学物質管理者専門的講習「衛生工学的対策, 個人用保護具, 実習」他 (計 3 回)	小野真理子
43) 建設業労働災害防止協会, 建設業における化学物質管理説明会「建設業における化学物質取扱い作業リスク管理マニュアル」(計 3 回)	小野真理子
44) 一般財団法人日本規格協会, 保護具着用管理責任者講習	小野真理子
45) 建設業労働災害防止協会, 建設業における化学物質管理者講習に係る支部講師要点説明会「化学物質に関する法令改正と建設業における化学物質取扱い作業別リスク管理マニュアル作成の背景」	小野真理子
46) 建設業労働災害防止協会, 建設業 (土木工事向け) における化学物質取扱い作業リスク管理マニュアル説明会「新たな化学物質管理について」(計 3 回)	小野真理子
47) 一般財団法人地方公務員安全衛生推進協会, 新任安全衛生管理者研修	山本 健也
48) 山梨県庁, 研修「職場の力は働く人の健康から～安全衛生推進者等のための職場のヘルスマネジメント～」	山本 健也
49) 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
50) 岡山県医師会, 産業研修会「新たな『職場の化学物質管理』での産業医の役割と準備」	山本 健也
51) 中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 有機溶剤業務従事者教育インストラクターコース講師	山本 健也
52) 山梨県教育委員会, 研修「メンタルヘルス不調者の職場復帰支援のポイント」	山本 健也
53) 埼玉産業保健総合支援センター, 研修「リスクアセスメント対象物健康診断について」	山本 健也
54) 山梨県医師会, 産業研修「新たな『職場の化学物質管理』での産業医の役割と準備」	山本 健也
55) 神奈川県労働局, 化学物質管理の傾向と対策セミナー in YOKOHAMA「気軽にできる化学物質の対策について」	山本 健也

	講 演 の 名 称	担当研究員
56)	中央労働災害防止協会, 衛生工学衛生管理者講習講師「職業性疾病の予防に関する知識」, 関東安全衛生サービスセンター (計2回), 東京安全衛生教育センター (計1回)	山本 健也
57)	東邦大学医師会, 産業研修「職場の新たな化学物質管理 (自律的管理)と産業医との接点」	山本 健也
58)	神奈川県労働局, 化学物質管理の傾向と対策セミナーinCHIGASAKI「気軽にできる化学物質の対策について」	山本 健也
59)	地方公務員安全衛生推進協会, 研修 (三重県庁)「学校職場のメンタルヘルス対策」	山本 健也
60)	東京都臨床検査技師会病理細胞診検査研究班, 第6回研修「職域における新たな化学物質管理～法令改正の概要と病理検査室での対応について～」	山本 健也
61)	地方公務員安全衛生推進協会, 研修 (大阪)「職場の過重労働対策」「衛生管理の問題点と対策」	山本 健也
62)	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
63)	神奈川県労働局, 監督官・査察官研修 (計2回)	山本 健也
64)	地方公務員安全衛生推進協会, 研修 (東京)「職場の過重労働対策」「衛生管理の問題点と対策」	山本 健也
65)	中央労働災害防止協会関東安全衛生サービスセンター, 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
66)	一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会神奈川支部, 研修「職場の新たな化学物質管理 事業場外専門職としての接点と対応」	山本 健也
67)	産業医科大学, 産業医学実践研究「産業医に必要な健康診断の知識」	山本 健也
68)	産業医科大学, 産業医科大学東京集中講座「特殊健康診断」	山本 健也
69)	一般財団法人日本規格協会, 化学物質管理者専門的講習	奈良志ほり
70)	一般財団法人日本規格協会, 化学物質管理者専門的講習講師養成講座	奈良志ほり
71)	公益社団法人高分子学会, 接着と塗装研究会「接着と塗装に関する最新の法規制」(労働安全衛生法政省令改正に基づく職場における自律的な化学物質管理への対応)	奈良志ほり
72)	一般財団法人日本規格協会, 化学物質管理者専門的講習 (計2回)	奈良志ほり
73)	アイパークインスティテュート株式会社, 安衛法改正:化学物質の自律的管理に向けたセミナー「労働安全衛生法政省令改正に基づく職場における自律的な化学物質管理への対応」	奈良志ほり
74)	一般財団法人日本規格協会, 化学物質管理者専門的講習	奈良志ほり
75)	一般財団法人日本規格協会, 化学物質管理セミナー「改正労働安全衛生規則等への対応」	奈良志ほり
76)	埼玉産業保健総合支援センター, 熱中症対策セミナー	齊藤 宏之
77)	建設業労働災害防止協会, 粉じん対策教育ビデオ作成協力	齊藤 宏之
78)	公益財団法人神奈川県予防医学協会, かながわ健康支援セミナー「職場における熱中症対策」	齊藤 宏之
79)	石灰石鉱業協会, 保安講演「職場における熱中症発生状況と有効な対策について」	齊藤 宏之
80)	埼玉産業保健総合支援センター, 産業保健セミナー「換気について考える」	齊藤 宏之
81)	埼玉産業保健総合支援センター, 化学物質管理セミナー「化学物質の自律的管理～実際にやってみよう!!」	齊藤 宏之
82)	一般財団法人日本規格協会, 保護具着用管理責任者講習 (計3回)	柳場 由絵
83)	一般財団法人日本規格協会, 化学物質管理セミナー「改正労働安全衛生規則等への対応」	柳場 由絵
84)	東京本郷合同法律事務所内メンタルヘルス・過労死等労災センター, 第3回静岡研究会「過労死事案の分析研究と最近の認定基準改定」	吉川 徹
85)	沖縄県総務部職員厚生課, 実地研修「職場環境改善とメンタルヘルス」	吉川 徹
86)	三重県, 産業保健研修会第1回スキルアップ専門研修「働く人々における疲労リスク管理の重要性:勤務間インターバル、睡眠、疲労チェックリスト」	久保 智英
87)	株式会社高齢者住宅新聞社, 第20回介護経営サミット「職場の特徴に応じたオーダーメイドの疲労対策の重要性」	久保 智英
88)	産業医科大学, 特命講師フォローアップ研修「職場における疲労リスクの管理の重要性」	久保 智英
89)	厚生労働省, 過労死等防止対策推進シンポジウム (神奈川)「疲れたら休む、休める、休ませる社会の実現に向けて」	久保 智英

	講 演 の 名 称	担当研究員
90)	公益財団法人パブリックヘルスリサーチセンター, WEB 教育講演「働く人々における疲労リスク管理の重要性」(労働者の疲労蓄積度自己診断チェックリスト (2023 年改訂版) に関する講演)	久保 智英
91)	東京都医師会, 令和 6 年度産業医基礎・生涯研修「トラック運送業での不規則勤務の健康影響と対策」	松元 俊
92)	日本乗員組合連絡会議, 定期総会「パイロットを対象とした疲労リスク管理についてー不規則勤務の安全健康リスクより」	松元 俊
93)	全国厚生連労働組合連合会, 第 36 回看護集会「看護師が安全に健康に働き続けるために必要な不規則勤務スケジュール見直しの提案」	松元 俊
94)	日本医療労働組合連合会, 2024 年度春看護要求実現全国交流会「看護師が安全に健康に働き続けるための交替制勤務スケジュール」	松元 俊
95)	公益社団法人産業安全技術協会, 令和 6 年労働衛生教育研究会「過労死等事例から考える職場のメンタルヘルス問題の未然防止」	木内 敬太
96)	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」(計 2 回)	高橋 幸雄
97)	東京産業保健総合支援センター, 認定産業医研修	小嶋 純
98)	職業能力開発総合大学校, 令和 6 年度職業訓練指導員研修	小嶋 純
99)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 衛生工学衛生管理者コース	小嶋 純
100)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 局所排気装置定期自主検査者コース	小嶋 純
101)	公益社団法人東京労働基準協会連合会, 石綿作業主任者技能講習	小嶋 純
102)	公益社団法人東京労働基準協会連合会, 特定化学物質・四アルキル鉛等作業主任者技能講習	小嶋 純
103)	労働大学校, 衛生業務専門研修「腰痛防止対策」	岩切 一幸
104)	中央労働災害防止協会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
105)	独立行政法人労働政策研究・研修機構, 政策研究会「勤務時間外の仕事の連絡が労働者の健康に及ぼす影響: 出社・在宅勤務という働き方に着目して」	池田 大樹
106)	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「振動リスクの管理」	柴田 延幸
107)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター, 第 21 回振動工具取扱い・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

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)	WHO 協力センターの活動として、ベトナム国立職業環境保健研究所、タイグエン CDC に訪問し、騒音に関する調査研究について協議 (ベトナム, 4/21-24)	2
2)	第 13 回労働衛生に関する WHO 協力センター国際ネットワーク会議 (GNWCCOH) に参加, 当研究所の活動を紹介 (モロッコ・マラケシュ, 4/28-5/4)	1
3)	第 34 回国際産業保健学会 (ICOH2024) に出席し, 産業保健に関する研究報告, 研究・実践の国際動向を収集 (モロッコ・マラケシュ, 4/28-5/4)	2
4)	The Korean Society of Safety (KOSOS) (韓国安全工学会) に参加招待講演 (韓国済州島 5/8-10)	2
5)	The Korean Society of Safety (KOSOS) との MoU 再締結	
6)	Thai Thammasat University からの研修受け入れ (5/22)	15
7)	日韓蒙の WHO 協力センターとモンゴル呼吸器学会による「職業性肺疾患: アスベスト関連疾患国際会議」に参加, 職場環境改善のためのチェックリストの使い方のレクチャーを実施 (オンラインワークショップ, 7/1)	1
8)	化学物質の危険有害性を分類する GHS 区分を提案する国際会議に出席 (国連本部@ジュ)	3

名 称 (内容)	受入/参加人数
ネーブ, 7/3-5)	
9) National Institute of Occupational and Environmental Health, Vietnam との国際研究協力協定 (MoU) の締結	2
10) 安衛研-ベトナム国立環境・衛生研究所 (NIOEH) 共催セミナー「Measurement and management of occupational noise (職業性騒音の測定と管理)」の開催	85(延べ人数)
11) National Institute of Occupational Safety and Health との国際研究協力協定 (MoU) の再締結	
12) JICA によるインドネシア, ヨルダン, トルコ, カザフスタン, ブータン行政官等の中央労働災害防止協会への研修協力として見学の受け入れ (9/27)	7
13) Asia Pacific Symposium on Safety 2025 に関する International Program Committee 参加 (8/2)	1
14) 第 20 回日 EU シンポジウム (日本と EU との雇用・労働分野における定期意見交換会) 準備会合への出席, 発表及び出席者間の討議への参加 (ベルギー (ブリュッセル) 及びスペイン (ビルバオ), 10/1-6)	1
15) IEC TC31 (防爆に関する国際規格作成委員会) Edinburgh, UK (10/19-25) へ Expert 派遣	1
16) The International Social Security Association (座長 Dr. Oswald Losert) から、現在作成中の静電気災害に関するパンフレットの内容について相談対応 (11/11)	1
17) 韓国雇用労働部から監督官研修の受け入れ (11/12)	7(+1 通訳)/3
18) 韓国忠北大学との MoU 再締結	
19) 韓国釜慶大学との MoU 再締結	
20) IEC TC31 (防爆に関する国際規格作成委員会) Calgary, CA (3/26-30) へ Expert 派遣	1

4. 研究協力

表 3-10 研究協力協定の締結状況(～令和 6 年度)

協定先	国	協定締結	令和 6 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 2024 年(令和 6 年)9 月更新	MoU 更新
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 2025 年(令和 7 年)2 月更新	MoU 更新
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 2024 年(令和 6 年)4 月更新	MoU 更新
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	特になし
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	協定終了

協定先	国	協定締結	令和6年度の主な活動
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 2024年(令和6年)12月更新	MoU更新
ローベル・ソウベ労働安全衛生研究所 (IRSST)	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	協定終了
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 2024年(令和6年)11月更新	MoU更新
安全生産科学研究院	中国	2016年(平成28年)2月制定	協定終了
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 2024年(令和6年)5月更新	MoU更新
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	特になし
ベトナム国立環境・衛生研究所 (NIOEH)	ベトナム	2024年(令和6年)8月締結	MoU締結

労働安全衛生総合研究所年報

令和 6 年度版

発 行 日 令和 8 年 1 月 23 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)

F A X 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
2024



JNIOSH

NATIONAL INSTITUTE OF
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

1-4-6, Umezono, Kiyose, Tokyo 204 0024, JAPAN