

労働安全衛生総合研究所年報

Annual Report

of

National Institute of Occupational Safety and Health, Japan

2018

平成三十年度



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.	平成 30 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	1
1)	内部評価	2
2)	外部評価	2
4.	成果の積極的な普及・活用	2
1)	重点研究の研究成果	2
2)	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	3
3)	労働現場における安全衛生の確保等への科学技術的貢献	3
5.	原著論文、学会発表等の促進	3
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	4
3)	研究所一般公開	4
4)	その他	4
8.	知的財産の活用促進	4
9.	労働災害の原因調査等の実施	4
1)	労働災害の原因調査等の実施	4
2)	原因調査結果等の報告	4
3)	鑑定・照会等への対応	4
4)	調査内容の公表	4
5)	労働災害の災害調査等の高度化	4
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)	労働安全衛生重点研究推進協議会	4
3)	最先端研究情報の収集	5
4)	国際学術誌及び和文学術誌の発行と配布	5
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.....	6
1)	研究協力協定等.....	6
2)	研究交流会等.....	6
3)	共同研究.....	6
4)	世界保健機関(WHO)労働衛生協力センター.....	6
13.	機動的効率的な業務運営体制の強化.....	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.....	8
1)	研究不正の予防.....	8
2)	情報の公開.....	8
3)	競争的資金に係る内部監査等.....	8
4)	研究倫理審査.....	8
5)	遵守状況等の把握.....	8
6)	セキュリティの確保.....	8
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.....	13
3)	内部進行管理のための会議・委員会及び法定管理者.....	15
III.	職員等.....	16
1.	職員.....	16
2.	フェロー研究員、客員研究員等.....	18
1)	フェロー研究員.....	18
2)	客員研究員.....	18

IV.	予算・決算等	19
1.	経費の節減	19
1)	施設経費の節減	19
2)	研究経費の節減	19
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).....	19
3.	受託収入	19
4.	外部研究資金.....	19
5.	謝金収入等	20
V.	敷地建物、施設設備等	21
1.	敷地、建物	21
2.	大型施設・設備 (平成 30 年度購入分).....	21
3.	外部貸与対象の研究施設・設備.....	21
4.	図書室蔵書数.....	22
VI.	独立行政法人評価に関する有識者会議による評価 (抄)	23
資料編		
I.	調査研究業務等の実施に関する資料	25
1.	研究課題一覧.....	25
2.	重点研究成果概要	29
3.	プロジェクト研究成果概要	50
4.	基盤的研究成果概要	128
II.	調査研究成果の普及・活用に関する資料.....	167
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.....	167
2.	研究調査の成果一覧	172
1)	刊行物・出版物.....	172
2)	学会・研究会における発表・講演.....	187
3.	学会活動等	203
4.	インターネット等による調査・研究成果情報の発信	211
5.	講演会・一般公開等.....	212
1)	安全衛生技術講演会.....	212
2)	研究所の一般公開	212
3)	International Workshop on Industrial Safety and Health (IWISH2018).....	216
4)	研究所見学の受入状況.....	218
6.	知的財産の活用、特許	219
1)	登録特許等.....	219
2)	特許出願.....	220
3)	TLO(ヒューマンサイエンス技術移転センター)へ特許業務を委託した発明	220
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.....	221

1. 交流会の概要	221
2. 研究振興のための国際学術誌の発行と配布	222
1) 「INDUSTRIAL HEALTH」誌の発行・配布	222
3. 若手研究者等の育成	224
1) 大学との連携	224
2) 若手研究者等の受入れ	225
3) 行政・労働安全衛生機関等への支援	226
4) 海外協力	232
4. 研究協力	233

附属表一覧

表 1-1 重点研究課題(5重点領域, 6課題)	25
表 1-2 プロジェクト研究課題(14課題)	25
表 1-3 基盤的研究課題(東日本大震災対応課題を含めた34課題)	25
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28課題)	26
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 務めるもの3課題)	28
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	167
表 2-2 国際機関に設置された委員会等への出席	171
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	171
表 2-4 原著論文として国際誌(英文等)に公表された成果	172
表 2-5 原著論文として国内誌(和文)に公表された成果	174
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	175
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	177
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	177
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	177
表 2-10 著書又は単行本として公表された成果	182
表 2-11 研究調査報告書一覧(競争的資金及び委員会等)	183
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)	185
表 2-13 研究所出版物として公表された成果	186
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)	187
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)	187
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)	189
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)	192

表 2-18 教育研修講演(新規性のあるもの)	203
表 2-19 国際学会の活動への協力	203
表 2-20 国内学会の活動への協力	203
表 2-21 国際誌編集委員等(INDUSTRIAL HEALTH誌を除く).....	208
表 2-22 国内誌編集委員等(労働安全衛生研究誌を除く).....	209
表 2-23 職員が授与された表彰及び学位等(平成30年度)	210
表 2-24 研究所刊行物の発行状況	211
表 2-25 テレビ・ラジオ放送による報道	211
表 2-26 新聞・雑誌等による報道	211
表 2-27 安全衛生技術講演会の概要	212
表 2-28 研究所一般公開の概要(清瀬地区)	213
表 2-29 研究所一般公開の概要(登戸地区)	214
表 2-30 研究所見学の受入状況.....	218
表 2-31 登録特許等(平成30年度登録特許2件)	219
表 2-32 特許出願状況	220
表 2-33 登録特許等(TLO特許業務委託分)	220
表 2-34 登録意匠(TLO特許業務委託分).....	220
表 3-1 産業医科大学産業生態科学研究所との研究交流会概要	221
表 3-2 INDUSTRIAL HEALTHにおける論文の種類別投稿数の推移 (2011年～2018年)	222
表 3-3 INDUSTRIAL HEALTH Vol.56(2018) における論文の種類別及び号別の 掲載数	222
表 3-4 INDUSTRIAL HEALTHにおける論文の種類別の掲載数推移 (2009～2018年)	223
表 3-5 INDUSTRIAL HEALTH Vol.56(2018) における筆頭著者の所属地域ごとに みた論文掲載状況	223
表 3-6 連携大学院制度に基づく協定先一覧	224
表 3-7 非常勤講師等の実績(連携大学院制度によるものを除く)	224
表 3-8 大学等からの実習生・研修生の受入と指導実績	225
表 3-9 行政・労働安全衛生機関等への支援実績	226
表 3-10 海外協力実績	232
表 3-11 研究協力協定の締結状況(～平成30年度)	233

本編

I. 平成30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3年目の業務報告書である。

年度当初の職員数は88名（うち研究職員76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、リスク管理研究センター、過労死等防止調査研究センター及び9研究グループの体制である。

予算（決算）額は厚生労働省からの運営費交付金19億1,187万8千円（18億8,420万4千円）、施設整備費補助金3億8,934万8千円（2億342万1千円）、労災疾病臨床研究事業費補助金1億6,783万3千円（1億4,407万3千円）のほか、外部研究資金の獲得として競争的研究資金3,788万円、受託研究4,965万6千円がある。

以下に平成30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

研究所主催による「安全衛生技術講演会」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、延べ299名の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厚生労働省からの指定型研究である「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」（第二期）、及び総務省からの委託研究である「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」（第二期）を引き続き実施した。

研究課題が労働現場のニーズを踏まえたものになっているかについて、内部評価委員会（平成30年5月、9月、11月及び12月開催）及び労働安全衛生研究評価部会（外部評価）（平成30年11月開催）において、労働現場のニーズを踏まえたものになっているかどうか等を重点的に審査した。

厚生労働省安全衛生部との間で研究所の研究について連絡会議を行い、行政施策の実施のために必要となる調査研究のテーマ等について意見・情報交換を行った。労働安全衛生に関連した国内外の学会、会議等に研究員が積極的に参加し、将来生じうる労働現場のニーズの把握に努めた。

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）

労働安全衛生総合研究所が持つ労働災害防止に係る基礎・応用研究機能と、労災病院が持つ臨床研究機能との一体化による効果を最大限発揮できる研究として、過労死等関連疾患分野、石綿関連疾患分野、精神障害分野、せき損等分野及び産業中毒等分野のすべての分野において研究を実施した。

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」（第二期）に取り組んでいる。平成30年度の研究結果を報告書に取りまとめて、令和元年5月に厚生労働省に提出した。また、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た過労死等防止対策白書に盛り込まれるとともに、関係する部局や検討会などで活用された。

平成30年度計画に基づいて、プロジェクト研究14課題を実施した。基盤的研究については、年度途中から開始した課題を含め、34課題を実施した。基盤的研究についても、プロジェクト研究と同様、研究実施の背景、研究目的、実施スケジュール等を記載した研究計画書を作成することにより適切な実施を図った。また、全ての研究課題について、研究計画及び研究の進捗状況等を内部評価委員会で評価し、その結果を予算配分や研究計画の変更等に反映させた。

行政からの要請を受けて、「陸上貨物運送事業における労働災害の背後要因及び発生要因の分析と新たな労働災害防止対策の検討」をはじめ9課題についての調査研究を実施し、4件について報告書を提出した。

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

平成30年度計画に基づき、すべての研究課題を対象として4回(平成30年5月、9月、11月、12月)の内部評価委員会を開催した。研究課題について、公平性、透明性、中立性の高い評価を実施するため、事前評価では、目標設定、研究計画、研究成果の活用・公表、学術的視点等5項目、中間評価では研究の進捗及び今後の計画、行政的・社会的貢献度、研究成果の公表、学術的貢献度等5項目、終了評価では目標達成度、行政的・社会的貢献度、研究成果の公表、学術的貢献度等5項目について、それぞれ5段階の評価を行い、その結果を研究計画や予算配分等に反映した。

2) 外部評価

労働安全衛生研究評価部会(外部評価)において、平成30年11月に、労働安全衛生分野の専門家及び法曹界の有識者から構成される労働安全衛生研究評価部会を開催し、令和元年度から開始される重点研究3課題及びプロジェクト研究6課題の事前評価、並びにプロジェクト研究3課題の事後評価を行った。これらの評価では、公平性、透明性、中立性の高い評価を実施するため、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項目のほか、「重点研究としての視点」(重点研究に限る)、「内部評価の客観性・公正性」の2項目を加えた7項目について、それぞれ5段階の評価を行った。さらに評価結果を踏まえ、研究計画の再精査を行うなど研究管理、人事管理等に反映させた。評価委員の内訳は、産業安全の学識経験者が6名、労働衛生の学識経験者が7名、法曹界の有識者が1名である(合計14名)。

労働安全衛生研究評価部会委員一覧

労働安全衛生研究評価部会委員(敬称略・50音順)		
委員長	中村 昌允	東京工業大学イノベーションマネジメント研究科 客員教授
委員	青木 和夫	日本大学理工学部 教授
委員	荒木田美香子	国際医療福祉大学小田原保健医療学部看護学科 学科長
委員	小泉 昭夫	京都大学大学院医学研究科 教授
委員	佐藤 研二	東邦大学理学部生命圏環境科学科 教授
委員	田村 裕之	総務省消防庁 消防大学校 消防研究センター 技術研究部大規模火災研究室 室長
委員	堤 明純	北里大学医学部公衆衛生学 教授
委員	内藤 恵	慶應義塾大学法学部法律学科 教授
委員	能美 健彦	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 客員研究員
委員	藤田 俊弘	IDEC株式会社 常務執行役員 技術戦略本部長
委員	保利 一	産業医科大学産業保健学部 学部長
委員	松原 雅昭	群馬大学大学院理工学府 教授
委員	横山 和仁	順天堂大学大学院医学研究科 教授
委員	渡邊 法美	高知工科大学経済・マネジメント学群 教授

4. 成果の積極的な普及・活用 (関連資料 表2-1～表2-3)

1) 重点研究の研究成果

過労死等関連疾患(過重労働)では、過労死等防止のための労災二次健診に注目し、労災病院での労災二次健診の実態に関するヒアリング調査と労災二次健診結果を利用してその実態と課題についてまとめた。平成31年3月12日の平成30年度重点研究協議会で研究結果の概要を報告した。石綿関連疾患分野では、PCM 試料と TEM 試料の対比検討を行った。精神障害(メンタルヘルス)ではケース群の症例収集を行った。せき損等(職業性外傷)については、サブテーマ1「せき損等の職業性外傷に至った根本原因の分析」では、昨年度実施した分析に新たな分析を加えたものが労働安全衛生研究に掲載され、サブテーマ2「予防のための工学的対策の検討」では、人体ダミーを用いた墜落試験結果について日本建築学会

にて発表し、サブテーマ3「生活支援策の安全性・効果の検証」では、リハビリ支援として歩行アシスト機（ReWalk）、家庭生活支援として車椅子と簡易移動式リフト、職場生活支援として褥瘡予防装置を購入して安全性の検証を実施した。

2) 労働安全衛生に関する法令、国内外の基準制定・改定への科学技術的貢献

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

出席した国際機関委員会等に研究成果を提供する等の貢献をするとともに、研究成果がハーネス型墜落制止用器具関連の労働安全衛生法関係通達等10件及び国際・国内規格等7件に、それぞれ反映された。

3) 労働現場における安全衛生の確保等への科学技術的貢献

調査及び研究で得られた科学的知見を活用した労働安全衛生に資する手法等として、浄水場におけるリスクアセスメント（労災害防止）の手引きが現場で活用されるなど、5件の手法等が導入された。

5. 原著論文、学会発表等の促進（関連資料 表2-4～表2-18）

平成30年度の国内外の学会、研究会、事業者団体における講演会等は343回となり、平成30年度計画に掲げた数値目標である340回を上回り、論文発表等は364報となり、同目標の340報を上回った。

また、14件、15名の研究員が、平成30年度労働安全衛生研究に係る表彰、日本生理心理学会優秀論文賞、安全工学論文賞等を受賞した。

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2-24～表2-26）

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／(独)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。

東日本大震災の復旧・復興工事の労働災害防止に資するため、研究所ホームページの震災関連情報コーナーを平成30年度も継続した。

安衛研ホームページへのコンテンツ公開(動画、資料等)や研究成果等がより国民に理解しやすく、かつ、活用しやすいものとなるよう見直しを進めるため、ワーキンググループを設置し、適宜見直しを行った。

イベント等は開催告知だけでなく、終了後の結果報告についても早期のタイミングでホームページに掲載した。

研究所ホームページ上の「研究業績・成果」、「刊行物」(「Industrial Health」、「労働安全衛生研究」等)へのアクセス件数は約222万回となり、機構全体としては約330万回で目標の225万回を上回った。

2) 刊行物、メールマガジン、報道等

平成29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、月1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延べ21,920件であった。

また、特別研究報告SRR-No.48を刊行し、平成29年度に終了した1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、技術指針TR-46-1～8「工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015)」を刊行し、研究所ホームページに全文を掲載した。

その他、一般誌等に136件の論文・記事を寄稿し、研究成果の普及等を行うとともに、国内のテレビ局からの取材2件のほか、ぼうこうがん、ストレスチェック、リスクアセスメント等について新聞・雑誌等からの取材13件に協力した。

7. 講演会等の開催（関連資料 表2-27～表2-30）

1) 安全衛生技術講演会

安全衛生技術講演会を平成30年9月に東京都及び同年10月に大阪市の2都市において開催した。同講演会は、「化学物質等による労働災害を防止するには」をテーマとし、4名の研究員及び1名の外部講師による講演を行った。参加者は、企業の管理者・安全衛生担当者を中心に全体で379名であった。参加者へのアンケート調査によれば、参加者数に対する「良かった」又は「とても良かった」とする割合は99%であった。

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共催で「粉じん爆発・火災安全研修【初級/基礎編】」を開催した。また、中央労働災害防止協会主催の全国産業安全衛生大会において、1名の研究員が分科会で発表を行った。

3) 研究所一般公開

清瀬地区で平成30年4月18日に、登戸地区で同年4月22日に、それぞれ一般公開を実施し、研究成果の紹介及び研究施設の公開を行った。参加者数は、清瀬地区390名、登戸地区119名で合計509名であった。

4) その他

民間企業等延べ16機関・団体からの239名の随時見学希望にも対応した。

8. 知的財産の活用促進（関連資料 表2-31～表2-35）

研究所が保有する特許は、新規に2件登録されて登録総数は38件、特許出願総数は7件、特許実施件数は3件であった。また、特許を含めたTLO委託総件数は8件である。これら知的財産の活用促進を図るため、38件の登録特許について、研究所のホームページにその名称、概要等を公表している。

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

9. 労働災害の原因調査等の実施

1) 労働災害の原因調査等の実施

労働災害の原因の調査等は、新規に火災・墜落・崩壊災害等14件の労働災害調査を実施した。

災害調査、鑑定等の報告書を送付した労働基準監督署及び都道府県労働局に対するアンケートを実施したところ、全ての回答が「非常に良かった」あるいは「ある程度役に立った」であった。

災害調査の結果が、平成 30年10月19日付け基安労発1019第1号、基安化発1019第1号「3, 3'-ジクロロ-4, 4'-ジアミノジフェニルメタン」(MOCA)による健康障害の防止対策の徹底について」に反映された。

2) 原因調査結果等の報告

爆発・墜落・崩壊災害等10件の災害調査について、依頼元である厚生労働省等に調査結果を報告した。

3) 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基づき平成30年度に開始した鑑定等は17件、労働基準監督署等からの依頼による石綿繊維の有無等労災保険給付に係る鑑別、鑑定等は5件であった。

4) 調査内容の公表

「フッ化水素回収ライン修理中に発生した爆発災害」、「医薬品原薬製造工場における遠心分離機の爆発災害」など計8件について、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の要約版を研究所のホームページで公表した。

5) 労働災害の災害調査等の高度化

災害調査の高度化のために必要な機器を選定し、デジタルマイクロスコープ用ズームレンズ・ボアレンズ、抵抗率測定装置の購入手続きを行った。

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）

国際会議への職員派遣、ISOやOECDの国際会議等の機会を利用し、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) 労働安全衛生重点研究推進協議会

労働安全衛生重点研究推進協議会において策定された「労働安全衛生研究戦略」について、研究所で実施

した研究等の実績を踏まえ、フォローアップを実施している。

3) 最先端研究情報の収集（関連資料 表3-1, 表3-10, 表3-11）

最先端研究情報の収集のため以下の活動を行った。

- ・ 韓国国立災難安全研究院と韓国労働安全衛生研究院を訪問し、機械安全の推進などについて意見交換を行った。
- ・ 韓国労働安全衛生研究院(OSHRI)と建設現場における墜落事故防止に関する意見交換を行った。
- ・ 中国安全生産科学研究院と電気災害防止に関する資料交換及び意見交換を行った。
- ・ 豪州クイーンズランド州立大学医学部の医師と12月に医療従事者の健康安全管理と職業感染制御に関する研究で意見交換を行った。
- ・ 研究協力協定やワークショップへの参加等の情報については、適宜ホームページで公表している。

4) 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3-2～表3-5）

国際学術誌「INDUSTRIAL HEALTH」を年6回刊行し、国内539件、国外369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280編で、そのうちの掲載論文数は68編であった。また、掲載論文の国別／地域別内訳は、欧米30.9%、アジア・オセアニア30.9%、日本(当研究所を除く)19.1%、当研究所8.9%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、1.319であった。

J-STAGE(科学技術情報発信・流通総合システム／国立研究開発法人科学技術振興機構)を通じINDUSTRIAL HEALTH 誌の創刊号からの全掲載論文が閲覧可能であること、受理論文の刊行前早期公開(Advance Online Publication)、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, SCOPUS, InCites, 等々)との相互リンクが毎年増加していることから、平成30年度は世界各国から書誌事項に17万件を超えるアクセス、並びにおよそ14万件の全文ダウンロードが行われるなど、幅広く活用された。

b. 和文学術誌「労働安全衛生研究」

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

J-STAGE(科学技術情報発信・流通総合システム／国立研究開発法人科学技術振興機構)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3-6～表3-9）

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9大学のうち、長岡技術科学大学、日本大学、北里大学、東京電機大学、立命館大学、東京都立大学において、研究員が客員教授等として8名、客員准教授等として5名が任命され、教育研究活動を支援した。

2) 大学客員教授等の派遣

東京大学大学院、青山学院大学大学院等大学及び大学院に対して延べ38名の研究員が非常勤講師等として支援を行った(連携大学院制度に基づく派遣を除く。)

3) 若手研究者等の受入れ

連携大学院制度に基づく研修生15名を始め、内外の大学・研究機関から延べ20名の若手研究者等を受け入れ、修士論文、卒業論文等の研究指導を行った。

4) 行政・労働安全衛生機関等への支援

労働政策研究・研修機構労働大学校の産業安全専門官研修、労働衛生専門官研修等外部機関が行う研修の研修生を受け入れ、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、産業保健推進センター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について検討し、在外研究員派遣規程を制定(平成27年1月)しており、研究職員の海外派遣制度を導入し、1名の研究員を客員研究員として派遣した。

12. 研究協力の促進

1) 研究協力協定等(関連資料 表3-11)

現在も協定期間中の8か国13機関の研究機関と労働安全衛生関係の幅広い分野において研究協力協定に基づく共同研究、情報交換、研究協力を進めた。

また、マレーシア国立労働安全衛生研究所(マレーシアNIOSH)との研究協力を進めるため、マレーシアNIOSH主催の第5回SCICOSH2018に参加し、基調講演および一般講演を行った。

2) 研究交流会等(関連資料 表3-10～表3-11)

フェロー研究員として37名、客員研究員として5名を委嘱した。

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3-8等)

労働安全衛生分野の広い範囲で研究協力協定締結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ており、この派遣又は受入れした人数は62名であった。

4) 世界保健機関(WHO)労働衛生協力センター

2015年7月13日付けで労働衛生に関する世界保健機関(WHO)協力センターの再指定が実現したのを受けて、WHOの活動計画(GMP2012-2017)の一環として推進している2つの研究課題(仕事による疲労を回復するためのツール開発、職場での暑熱リスクに対する予防戦略とツール開発)を引き続き実施し、2018年11月にはベトナムで開催された第3回WHO協力センター西太平洋地域フォーラムでこれまでの成果を報告した。2019年7月の更新に向けて準備を開始した。また、職業性呼吸器疾患に関するWHO協力センターワークショップ(2018年11月)への協力、WHOより依頼のあったベトナム政府高官のアスベスト関連訪問団の日本視察対応(2019年3月)等を行った。

13. 機動的効率的な業務運営体制の強化

平成30年度計画に基づき所長のリーダーシップの下で業務運営体制の確立を図った。内部統制の確立及び研究所内における情報伝達の円滑化を図る観点から、研究所の重要な意思決定に関する議論や業務の進捗管理を行う場として所長・管理部長・研究推進・国際センター長等を構成員とする「幹部会」を原則として月2回、業務執行状況の報告及び検証を行う場として所長・管理部長・研究推進・国際センター長及び総括領域長等が出席する「拡大幹部会」を年4回、それぞれ開催した。また、TV会議システムを活用し両地区合同の部長等会議を原則として週1回開催した。

平成30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。

一方、研究の評価については、研究推進・国際センターを中心として、それぞれの地区において内部評価委員会(臨時・秋・冬)を開催し、全研究課題を対象に統一的な基準に基づく内部評価を行った。また、重点研究3課題、プロジェクト研究9課題を対象として、労働安全衛生研究評価部会(外部評価)を開催し、外部識者の視点からの評価を併せて行った。これらの評価結果を基に、研究計画の再精査や予算配分の見直しを行った。

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・労働安全衛生研究評価部会(外部評価)の開催による厳正な研究課題評価、研究討論会、情報交換会及び労働災害調査報告会等の各研究管理手法を組み合わせ、調査研究の質の維持・向上を図った。併せてこれらの進行状況を定期的に部長等会議や拡大幹部会、幹部会等に報告し、検証することを徹底し、調査研究の的確な内

部進行管理を行った。

一方、研究員の業績評価については、部長等管理職に着目した評価項目を業績評価基準に設け評価を行った。研究員については①研究業績、②対外貢献、③所内貢献(研究業務以外の業務を含む貢献)の観点からの個人業績評価を引き続き行った。当該業績評価は、公平かつ適正に行うため、研究員の所属部長等、総括領域長、所長代理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(5名)及び若手総合業績優秀研究員(2名)を表彰し、研究員のモチベーションの維持・向上に役立てた。

14. 運営交付金以外の収入の確保

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

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

受託研究については、国から2件、民間機関からの3件の合計5件で4,965万6千円を獲得した。

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とともにチラシを作成するなど、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、研究員をチュー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。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、育児と仕事の両立ができるような環境整備に努めた。

2) 人員の指標

年度当初の常勤職員数は88名であり、年度末の常勤職員数は85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、拠点個人情報保護管理者、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。

平成30年度における情報公開開示請求は0件であった。情報の公開については、独立行政法人通則法等に基づく公表資料(財務諸表等)のみならず、公正かつ的確な業務を行う観点から、調達関係情報、特許情報、施設・設備利用規程等を研究所のホームページ上で積極的に公開した。

3) 競争的資金に係る内部監査等

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

4) 研究倫理審査

研究倫理審査委員会(登戸地区)では、研究倫理審査委員会規程に基づき、学識経験者、一般の立場を代表する者等の外部委員7名及び内部委員10名からなる研究倫理審査委員会を3回開催し、33件の研究計画について厳正な審査を行い、議事要旨を研究所ホームページに公開した。また、安全分野では、外部委員5名、内部委員7名からなる安全分野研究倫理審査委員会を2回開催し、6件の研究計画について厳正な審査を行い、議事要旨を研究所ホームページに公開した。

利益相反審査・管理委員会規程に基づき、利益相反審査・管理委員会において企業との共同研究や厚生労働科学研究費補助金などの外部資金による研究について審査を実施した。

また、全研究員を対象に、研究倫理教育・研究不正防止説明会を実施した。

実験動物委員会を2回開催し、厳正な書面審査を行うとともに、実地調査も1回行い、適正に動物が飼育されていることを確認した。また、津村秀樹氏(国立生育医療センター実験動物室長)を招き動物実験に携わる研究員を対象として、「動物実験に対する規制の内外状況」、「動物実験と社会報道」をテーマとして、動物実験において実際に問題となった事例の紹介と対策及び委員会の運営について教育訓練を実施した。

5) 遵守状況等の把握

内部統制の確立及び研究所内における情報伝達の円滑化を図る観点から、研究所の重要な意思決定に関する議論や業務の進捗管理を行う場として所長・管理部長・研究推進・国際センター長等を構成員とする「幹部会」を原則として月2回、業務執行状況の報告及び検証を行う場として所長・管理部長・研究推進・国際センター長及び総括領域長等が出席する「拡大幹部会」を年4回、それぞれ開催した。また、TV会議システムを活用し両地区合同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

厚生労働省の指示に基づき、情報の物理的な遮断措置(情報を情報系と業務系に分離)を継続して実施した。また、新規採用職員に対しては、情報セキュリティを含む研修を実施し、遵守の徹底を図った。

II. 業務運営体制

1. 名称及び所在地

名称：独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所

所在地：清瀬地区 〒204-0024 東京都清瀬市梅園一丁目4番6号

登戸地区 〒214-8585 神奈川県川崎市多摩区長尾六丁目21番1号

2. 設立目的

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

3. 沿革

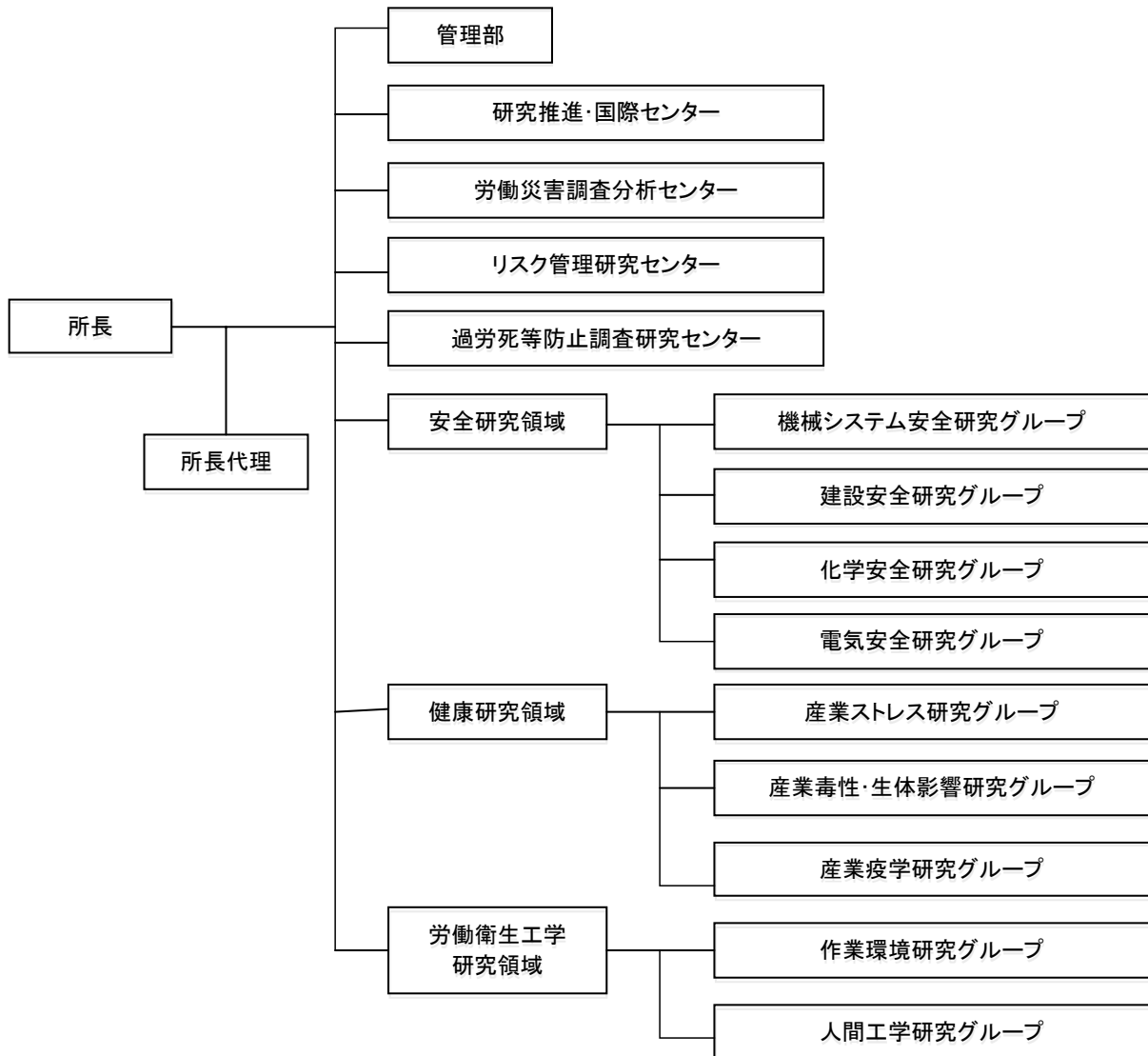
日付	産業安全研究所	産業医学総合研究所
昭和17年(1942)	東京市芝区(現 東京都港区)に厚生省産業安全研究所として設立。初代所長に武田晴爾 就任。	
昭和18年(1943)	産業安全参考館(昭和29年3月産業安全博物館と改称)を開設。	
昭和22年(1947)	労働省の発足とともに、労働省産業安全研究所となる。	
昭和24年(1949)	2代所長に中島誠一 就任。	栃木県鬼怒川のけい肺労災病院と同一敷地内に労働省労働基準局労働衛生課分室として「けい肺試験室」が設立される。
昭和27年(1952)	3代所長に高梨湛 就任。	
昭和31年(1956)		労働省設置法により労働衛生研究所が設立され、川崎市中原区に新庁舎が建設される。 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される。 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」創刊。
昭和39年(1964)	4代所長に山口武雄 就任。	
昭和40年(1965)		実験中毒部第1課、第2課が新設され、4部13課となる。
昭和41年(1966)	東京都清瀬市に屋外実験場を設置。	
昭和42年(1967)	庁舎改築のため、屋外実験場の一部を仮庁舎として移転。	

昭和43年(1968)	5代所長に住谷自省 就任。	「働く人の健康を守る座談会」において、産業医学総合研究所の設立が要望される。 労働省は産業医学に関する総合研究所の創設を提唱する。
昭和45年(1970)	2部7課を廃し、4部に再編成。 6代所長に上月三郎 就任。	研究部門の課制を廃止して主任研究官制とし、4部1課となる。 第63回国会において産業医学総合研究所の創設について附帯決議がなされる。
昭和46年(1971)	新庁舎落成。産業安全博物館を産業安全技術館と改称。 産業安全会館開館。	
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される。 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。 10月に労働疫学研究部が新設されて5部1課となる。
昭和52年(1977)	8代所長に川口邦供 就任。	2代所長に坂部弘之 就任。 人間環境工学研究部が新設され、6部1課となる。皇太子殿下 行啓。 「WHO労働衛生協力センター」に指定される。
昭和58年(1983)	9代所長に森宣制 就任。	
昭和59年(1984)	機械安全システム実験棟が清瀬実験場に竣工。	
昭和60年(1985)	化学安全実験棟が清瀬実験場に竣工。 10代所長に前郁夫 就任。	
昭和61年(1986)	皇太子殿下 行啓。	3代所長に輿 重治 就任。
昭和63年(1988)	建設安全実験棟が清瀬実験場に竣工。	
平成 2年(1990)	電気安全実験棟及び環境安全実験棟が清瀬実験場に竣工。 11代所長に田中隆二 就任。	天皇陛下 行幸。
平成 3年(1991)	12代所長に木下鈞一 就任。	4代所長に山本宗平 就任。
平成 4年(1992)	清瀬実験場に総合研究棟及び材料・新技術実験棟が竣工、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)		産業医学総合研究所20周年記念講演会開催。
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」刊行(12月)
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。	
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。 理事長に荒記俊一 就任。	
平成21年(2009)	2代理事長に前田豊 就任。	
平成26年(2014)	3代理事長に小川康恭 就任。 11月1日「過労死等調査研究センター」設置。	
平成27年(2015)	4月1日「内部監査室」設置。	
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。	

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	<ul style="list-style-type: none"> ・所長及び所長代理の秘書業務に関する事。 ・職員の人事(研究推進・国際センターの所掌に属するものを除く。)、給与、公印の管守、文書、会計、物品及び営繕に関する事。 ・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。
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事。 ・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事。 ・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事(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事。 ・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事。 ・研究員の人事、業績評価、能力開発及び研修に関する事。 ・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、管理に関する事。 ・労働安全衛生研究の振興に関する事。 ・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事。 ・国際的な研究交流及び共同研究に関する事。 ・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事。 ・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事。 ・前各号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。
リスク管理研究 センター	<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事。 ・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事。 ・労働災害の統計的解析に関する事。 ・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に係る調査及び研究に関する事で他のセンター又は研究領域の所掌に属しないもの。
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事。 ・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事。 ・前各号に掲げるもののほか、所長が特に命ずるもの。

部、センター、 研究グループ	所掌業務
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。各種仮設構造物の安全性の評価と倒壊防止技術の開発に関すること。
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。
産業ストレス研究 グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・社会心理的環境や作業条件が労働者の健康に及ぼす影響に関すること。 ・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しないもの。
産業毒性・生体影響 研究グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・産業中毒の原因解明、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。 ・産業有害因子の生体影響の評価、評価系の開発及びその応用に関すること。 ・実験動物の飼育その他の管理に関すること。
産業疫学研究 グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・職業性疾病あるいは作業関連疾病の発症・増悪に影響を与える要因及び予防対策に関すること。 ・労働者の健康保持増進に関連する要因に関すること。
作業環境研究 グループ	<ul style="list-style-type: none"> ・リスクアセスメントに資するばく露の推定・測定及びばく露評価に関すること。 ・リスクを低減するための作業環境の改善及び管理に関すること。 ・前各号に掲げるもののほか、労働衛生工学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。
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及び標準化に関すること。 ・作業環境中の有害因子を除去する工学技術に関すること。 ・労働衛生上必要な保護具の改善に関すること。

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、総括領域長、管理部長/管理部課長、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、部長
2) 幹部会	所長、所長代理、総括領域長、管理部長/管理部課長、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
3) 部長等会議	所長、所長代理、総括領域長、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、リスク管理研究センター長、過労死等防止調査研究センター長、部長/首席研究員/部長代理

b. 各種委員会等

1) 研究倫理審査委員会	12) 特許審査会
2) 「Industrial Health」編集委員会	13) LAN運営/電算機委員会
3) 「労働安全衛生研究」編集委員会	14) 動物実験委員会
4) 労働安全衛生研究評価部会	15) 図書運用委員会
5) 内部評価委員会	16) TM/研究員情報交換会
6) 防火管理委員会	17) 情報セキュリティ委員会
7) 健康安全委員会	18) 保有個人情報管理委員会
8) 安全衛生委員会	19) 契約監視委員会
9) 放射線安全委員会	20) 公共調達審査会
10) 組換えDNA安全委員会	21) 職員倫理審査委員会
11) 利益相反審査・管理委員会	22) 懲戒審査委員会

c. 法定管理者等一覧

1) 放射線取扱主任者	6) 防火管理者
2) 組換えDNA実験安全主任者	7) セクシャルハラスメント相談員
3) RI実験施設運営管理者	8) 個人情報管理者
4) 産業医	9) 電気主任技術者
5) 衛生管理者	10) 情報セキュリティ管理者

Ⅲ. 職員等

1. 職員

(平成30年4月1日現在)

職名	研究職									事務職					合計	
	所長	所長代理	部長 首席研究員	センター長	室長	統括研究員	上席研究員	主任研究員	企画専門員	研究員	任期付研究員	計	部長	課長		係長
人数	1	1	16	0	31	18	4	5	74	1	1	2	8	12	88	

所長	豊澤	康男	リスク管理研究センター	
所長代理	甲田	茂樹	センター長	島田 行 恭
総括領域長	梅崎	重夫	上席研究員	大西 明 宏
			主任研究員	呂 健 子
管理部			〃	高橋 明 子
部長	八戸	孝彦	研究員	菅 間 敦
課長	坂本	直樹		
管理係	係長	櫻井 夏樹	過労死等防止調査研究センター	
	係員	寺門 裕直	センター長	伊藤 弘 人
	係員	加藤 慎也	センター長代理	吉川 徹 毅
			上席研究員	佐々木 毅
契約係	係長	中里 拓也	任期付研究員	池田 大 樹
	主任	長安 秀樹	〃	蘇 里 ナ
	主任	渡邊 あゆみ		
	係員	今村 啓之	機械システム安全研究グループ	
管理第二係	主任	清水 達矢	部長	佐々木 哲 也
	主任	鈴木 伸太郎	部長代理	清水 尚 憲
	技能職員	鈴木 貴行	上席研究員	本田 尚 尚
			〃	齋藤 剛 太
研究推進・国際センター			〃	山際 謙 太
センター長	大嶋	勝利	〃	濱島 京 子
首席研究員	鷹屋	光俊	主任研究員	山口 篤 志
〃	崔	光石	〃	岡 部 康 平
上席研究員	久保田	均		
〃	三木	圭一	建設安全研究グループ	
〃	小林	健一	部長	高木 元 也
主任研究員	山田	丸	部長代理	高梨 成 次
〃	佐藤	嘉彦	上席研究員	日野 泰 道
企画専門員	中島	淳二	〃	高橋 弘 樹
研究員	古瀬	三也	〃	吉川 直 孝
			主任研究員	堀 智 仁
			任期付研究員	平岡 伸 隆
			化学安全研究グループ	
労働災害調査分析センター			部長	板垣 晴 彦
センター長	玉手	聡	上席研究員	八島 正 明
主任研究員	三浦	崇	〃	大塚 輝 人
			主任研究員	水谷 高 彰

電気安全研究グループ

部長 池田博康
統括研究員 大澤敦
任期付研究員 遠藤雄大

産業ストレス研究グループ

部長 原谷隆史
上席研究員 久保智英
" 井澤修平

産業毒性・生体影響研究グループ

部長 王瑞生
部長代理 三浦伸彦
統括研究員 須田 恵
上席研究員 山口さち子
主任研究員 北條理恵子
" 柳場由絵
研究員 豊岡達士

産業疫学研究グループ

部長 高橋正也
統括研究員 大谷勝己
上席研究員 岩切一幸
主任研究員 劉欣欣
" 松尾知明

作業環境研究グループ

部長 小野真理子
統括研究員 篠原也寸志
上席研究員 小嶋 純
主任研究員 安彦泰進
" 萩原正義
" 中村憲司
研究員 井上直子
任期付研究員 加藤伸之

人間工学研究グループ

部長 外山みどり
部長代理 柴田延幸
上席研究員 高橋幸雄
" 齊藤宏之
" 上野 哲健
主任研究員 時澤

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

平成30年度末現在、以下の37名にフェロー研究員の称号を付与している。

- | | | |
|-----------|------------|------------|
| 1) 前田 豊 | 17) 関根 和喜 | 33) 平田 衛 |
| 2) 浅野 和俊 | 18) 武林 亨 | 34) 宮川 宗之 |
| 3) 安達 洋 | 19) 永田 久雄 | 35) 小川 康恭 |
| 4) 有藤 平八郎 | 20) 久永 直見 | 36) 松村 芳美 |
| 5) 池田 正之 | 21) 堀井 宣幸 | 37) 茅嶋 康太郎 |
| 6) 市川 健二 | 22) 本間 健資 | |
| 7) 岩崎 毅 | 23) 松井 英憲 | |
| 8) 白井 伸之介 | 24) 本山 建雄 | |
| 9) 内山 巖雄 | 25) 柳澤 信夫 | |
| 10) 河尻 義正 | 26) 滝澤 秀次郎 | |
| 11) 岸 玲子 | 27) 櫻井 治彦 | |
| 12) 日下 幸則 | 28) 森永 謙二 | |
| 13) 小泉 昭夫 | 29) 鶴田 寛 | |
| 14) 神代 雅晴 | 30) 斉藤 進 | |
| 15) 輿 貴美子 | 31) 神山 宣彦 | |
| 16) 鈴木 芳美 | 32) 三枝 順三 | |

2) 客員研究員

平成30年度末現在、以下の5名を客員研究員に委嘱している。

- | | | |
|----------|----------|----------|
| 1) 高田 琢弘 | 3) 松本 悠貴 | 5) 吉岡 弘毅 |
| 2) 澤田 晋一 | 4) 山内 貴史 | |

IV. 予算・決算等

1. 経費の節減

1) 施設経費の節減

平成28年度から、研究所においても労災病院とテレビ会議を実施できるように整備し、研究所、労災病院、本所でテレビ会議を開催した。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。

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）

平成30年度における運営費交付金（決算）は18億8,420万4千円、労災疾病臨床研究事業費補助金（決算）は1億4,407万3千円であった。

3. 受託収入

国から2件、民間機関からの3件の合計5件で4,965万6千円を獲得した。

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) 防爆構造電気機械器具に関する国際電気標準会議（IEC）規格に関する調査研究	2,470,000
	2) 機械設備に係る簡易リスクアセスメント手法の開発に関する調査研究	1,600,000
	3) ストレス関連疾患・作業関連疾患の発症に寄与する職業因子ならびに発症を予測するバイオマーカーと自律神経バランスに関する研究	700,000
	4) 繊維状粒子の自動測定装置の精度の検証及び作業環境における測定手法	2,930,000
	5) オルトトルイジン等芳香族アミンによる膀胱がんの原因解明と予防に係る包括的研究	4,000,000
	6) 精神保健医療福祉サービスの連動性の向上と過労自殺防止対策に関する研究	3,000,000
	7) 職場における酸欠リスクの実態把握と酸欠災害の防止対策についての研究	3,500,000
労災疾病 臨床研究	1) 過重労働を背景とする事故関連事例の分析	2,000,000
日本学術 振興会	1) チタンと硝酸との反応による爆発性物質の同定及び安全取扱技術の確立	0
	2) 浅い土砂埋没時の圧迫圧力に関する実験的研究	1,200,000
	3) パイプ流を起因とした斜面崩壊発生機構に関する研究	400,000
	4) 化学物質による事故・災害防止のための教育・訓練支援システム開発に関する学際的研究	1,200,000
	5) 余震による木造建築物の倒壊危険性に屋根の重量が及ぼす影響に関する研究	900,000
	6) 高所作業中の身体動揺と認知ギャップによる転落リスク評価	800,000
	7) 豪雨斜面崩壊の予測精度の向上に向けた多地点透水試験法と浸透解析手法の構築	60,000
	8) 自然災害安全性指標（GNS）構築のための脆弱性評価の確立と防災戦略への反映	300,000
	9) 静電気災害防止を目的とした噴霧帯電の基礎的特性に関する研究	1,400,000
	10) 毛髪および爪の試料を利用した慢性ストレス指標の確立：妥当性の検証	1,000,000
	11) 労働者の疲労は悪なのか？一疲労の多様性、多義性の検討とセルフケアツールの開発	300,000
	12) 精神作業による心血管系負担を軽減するための休息の仕方に関する生理心理学的検討	1,100,000
	13) 薬物代謝酵素CYP2E1による産業化学物質毒性評価システムの確立	1,100,000
	14) 二酸化チタンナノ粒子が誘発する精巣機能障害の分子機構解明	0

種類	研究課題名	配分額(円)
日本学術 振興会	15) 化学物質の多様性に応じた雄性生殖毒性試験法の開発	800,000
	16) 「職場を健康増進の拠点」とするための労働体力科学研究	3,400,000
	17) 心疾患を発症した労働者の早期社会復帰を目的とした新しい運動療法の開発	0
	18) 人の振動感受方向依存性と伝達位相遅れ特性を応用した乗り心地快適性の向上	1,000,000
	19) 医療従事者の曝露後サーベイランスツール開発と労務管理支援手法に関する研究	1,300,000
	20) 夜勤時間制限と休日配置が看護師の安全、健康、生活の質に及ぼす影響の検討	1,300,000
	21) 日勤労働者の勤務間インターバルの規則性：その実態と問題の把握、および対応策の検討	1,600,000
	22) 労働者のストレス対処能力の向上に向けた介入方法の提案	300,000
	23) 医療被曝と脳腫瘍 MOBI-Kids Studyにおける国際比較	100,000
政府受託	1) 建設工事の設計段階における労働災害防止対策の普及促進	14,614,961
	2) 労働環境におけるドローンの対人衝突安全性の検討	9,910,000
	3) 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	31,286,941
	4) 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その2	9,504,000
民間受託	1) ロボット介護機器開発・標準化のための安全評価基準	16,390,000

5. 謝金収入等

種類	金額(千円)
1) 謝金収入	16,825
2) 施設貸与収入	640
3) 知的財産使用料	0
4) その他	9,317
(合計)	26,782

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㎡	22,945㎡
建物	(1) 本部棟 3,934㎡ (2) 機械安全システム実験棟 1,770㎡ (3) 建設安全実験棟 1,431㎡ (4) 化学安全実験棟 1,079㎡ (5) 電気安全実験棟 1,444㎡ (6) 環境安全実験棟 1,090㎡ (7) 材料・新技術実験棟 2,903㎡ (8) 共同研究実験棟 1,478㎡ (9) その他 2,774㎡ (小計) (17,903㎡)	(1) 管理棟 1,282㎡ (2) 研究本館 9,277㎡ (3) 動物実験施設 2,525㎡ (4) 音響振動実験施設 391㎡ (5) 工学実験施設 919㎡ (6) その他 412㎡ (小計) (14,806㎡)

2. 大型施設・設備 (平成30年度購入分)

清瀬地区	登戸地区
(1) 示差走査熱量測定装置	(1) 単分散エアロゾル試料供給システム
(2) ベルトスリング等破断用静的荷重負荷システム	(2) 睡眠脳波計
(3) レーザー回折式粒子径分布測定装置	(3) 一体型純水・超純水製造装置
(4) 破断面等画像自動分類計算用サーバ	(4) IBM SPSS メディカルモデル
(5) 高速度カメラによる歪み測定のステレオ化	(5) 超低温フリーザー

3. 外部貸与対象の研究施設・設備

清瀬地区	登戸地区
(1) 高温箱型電気炉	(1) 低周波音実験室
(2) 超深度カラー3D形状測定顕微鏡	(2) 半無響室
(3) 簡易無響室	(3) 手腕振動実験施設
(4) 風洞実験装置	(4) 局所排気装置実験施設
(5) 高速度ビデオカメラ	(5) 低温(生化学)実験室
(6) 共焦点レーザー顕微鏡	(6) ISO7096に準拠した座席振動伝達測定システム
(7) 粒度分布測定装置	(7) 12軸全身振動時系列分析システム
(8) 高速度現像デジタル直視装置	(8) モーションシミュレータ
(9) 100トン構造物疲労試験機	(9) 振動サンプリング装置
(10) 3000kN垂直荷重試験機	(10) 溶接ロボット
(11) 250kN水平荷重試験機	(11) 汎用水銀分析装置
(12) 曲げ・圧縮試験機	(12) レーザーアブレーション(LA)付き誘導結合プラズマ質量分析計(ICP-MS)
(13) 建材試験装置	(13) イオンクロマトグラフ
(14) 構造物振動試験機	(14) 原子吸光光度分析装置
(15) 100kN荷重載荷試験機	(15) X線分析室(X線回折装置・蛍光X線装置・ビード試料作製装置)
(16) 遠心力載荷実験装置	(16) FTIR
(17) 施工シミュレーション施設	(17) PIDガスモニタ
(18) ひずみデータ収録システム	(18) 粒度測定及びゼータ電位測定装置
(19) 汎用小型旋盤	(19) 2電圧ポテンシオスタット
(20) フライス盤	(20) 電子顕微鏡(装置名:走査型分析電子顕微鏡,透過型分析電子顕微鏡)
(21) 模擬人体接触モデル	
(22) フルハーネスの落下試験装置	
(23) 靴すべり試験機	

清瀬地区	登戸地区
(24) 吹上げ式粉じん爆発試験装置（ハートマン式試験装置）	(21) 脳内神経伝達物質測定装置
(25) タグ密閉式自動引火点試験器	(22) フローサイトメーター
(26) ペンスキーマルテンス密閉式自動引火点試験器	(23) CASA(コンピュータ画像解析精子分析器)
(27) セタ密閉式引火点試験器	(24) 小動物脳血流測定装置
(28) 高精度潜熱顕熱分離型示差走査熱量計	(25) 動物血球計数装置
(29) 熱流束式自動熱量計	(26) 紫外線処理システム付き凍結マイクローム
(30) 反応熱量計	(27) 画像解析装置
(31) 加速速度熱量計	(28) 自動核酸抽出装置
(32) ハートマン式粉じん最小着火エネルギー試験装置	(29) リアルタイムPCR装置
(33) ガスクロマトグラフ	(30) 紫外線細胞照射装置
(34) ガスクロマトグラフ質量分析計	
(35) 紫外可視分光光度計	
(36) FT-IRガス分析装置	
(37) エネルギー分散型蛍光X線分析装置	
(38) 大型熱風循環式高温恒温器	
(39) 中規模爆発実験室	
(40) 人工気象室	
(41) 環境試験室	
(42) 導電率測定装置	
(43) 煙火薬着火エネルギー測定装置	

貸与対象の研究施設・設備の詳細は研究所ホームページで紹介している (<http://www.jniosh.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 ()内は平成30年度受入 数(内数)	和書	19,140冊	(62冊)	8,041冊	(116冊)	27,181冊	(178冊)
	洋書	3,584冊	(9冊)	4,827冊	(81冊)	8,411冊	(90冊)
	(計)	22,724冊	(71冊)	12,868冊	(197冊)	35,592冊	(268冊)
製本雑誌(うち平成30年度分)		22,958冊	(200冊)	21,475冊	(76冊)	44,433冊	(276冊)
購入雑誌	和雑誌	50誌		2誌		52誌	
	洋雑誌	52誌		19誌		71誌	
	(計)	102誌		21誌		123誌	
寄贈交換誌	和雑誌	182誌		195誌		377誌	
	洋雑誌	1誌		40誌		41誌	
	(計)	183誌		235誌		418誌	

研究所の各種研究業務を支援するため両地区に図書室を設置している。

VI. 独立行政法人評価に関する有識者会議による評価(抄)

平成30年7月、独立行政法人評価に関する有識者会議第27回労働WGにおいて、平成29年度における機構の業務実績の評価が行われた。

機構全体の評定としては、おおむね中期計画における所期の目標を達成していると認められた。評定の理由としては、項目別評定は、「治療就労両立支援センター事業」においてS、「統合による効果を最大限に発揮するための研究の推進」及び「労働災害調査事業」においてAとしているが、その他11項目についてはBであり、また、全体の評定を引き下げる事象もなかった。以上のことから、厚生労働省独立行政法人評価実施要領に定める総合評定の評価基準に基づきBとされた。

研究所に関わる評定は次の通りである。

統合による効果を最大限に発揮するための研究の推進については次の理由等によってAとされた。安衛研と労災病院が一体となって、労働災害防止、職業性疾病の早期発見、治療、職場復帰支援等の研究を実施する体制の構築という国内初のチャレンジングな取組について、引き続き尽力し、工程表に沿って研究を行っている。

平成29年度は、有機粉じんによる肺疾患事案について、従来の安衛研と労災病院の研究体制に加え、毒性試験に係る能力を有する日本バイオアッセイ研究センターの3者が有機的に連携する体制をとり、より高度な相乗効果の発揮を目指し取り組んだものであったが、3者の議論、検討によってそれぞれの機能を十分に発揮出来る研究計画を立案し、迅速な研究開始が実現している。また、研究を円滑に進めるため、各分野において研究者会議を開催し、安衛研の研究者及び労災病院の研究者のほかにも機構本部の役職員も加わり、意見交換等を行うほか、安衛研の研究員が臨床現場を訪問し、実態調査を行う等、積極的な交流を図っている。

目標の達成に加え、より高度な相乗効果を発揮する体制を構築した上で、機構が一体となって迅速に対応し研究が開始できたことは、中期目標策定時より、より高い水準の相乗効果が発揮されたと考えられる。

労働者の健康・安全に係る重点的な研究の実施については次の理由等によってBとされた。労働者の健康・安全に係る重点的な研究について、機構は、労働現場の抱える喫緊の課題やニーズ等を積極的に把握するため、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、国内外の学会に参加するとともに、のべ299名の研究員が自ら情報収集等のために実際の現場に赴き、情報収集に努めている。把握した現場の課題やニーズを踏まえて、プロジェクト研究(9課題)、基盤的研究(38課題)、行政要請研究(10課題)を確実に実施し、以下の成果をあげた。

- ・労働安全衛生に関する基準の制改定への貢献15件
- ・労働安全衛生に資する手法等の作業現場への導入実績3件
- ・学会発表、講演、口頭発表348回
- ・論文発表等373報
- ・ホームページ中の研究業績・成果等へのアクセス240万回
- ・講演会の開催、研究所の一般公開各2回

また、過労死等防止調査研究センターでは、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」を引き続き実施している。

労働災害調査事業については次の事項などが評価されてAとされた。厚生労働省からの依頼に基づく労働災害の原因の調査については、労働災害調査分析センターのもとで調整を行い、迅速かつ適切に実施している。

実施体制については、あらゆる事案に対応できるよう、建設分野や機械分野、化学分野等の複数の専門家によるチームを組み、安衛研がもつ高度な科学的知見が必要とされる災害調査等を実施している。機構が行った災害調査結果により、ばく露開始から2年前後と短期間で間質性肺炎等の重篤な肺疾患を発症する有機粉じんが、作業場内に高濃度で発散しており、労働者が危険な労働環境下にあることが判明した。これを受け、有機粉じんによる肺疾患の発症機序の解明と並行して、製造者や業界団体に対して法令で規制される内容に準じた発散抑制措置や防護性の高いマスクの着用、健康診断実施等の指導・要請が速やかに行われる契機となった。

また、平成 29 年度においては、「窓拭き用ゴンドラの落下による作業者の墜落災害」、「セルロース製造工場における爆発災害」の 2 件の災害調査報告書を安衛研のホームページにおいて公表している。加えて、災害調査、鑑定等の報告書が、労働基準監督署等において、「報告書を災害の再発防止の指導や送検・公判維持のための資料として活用した」や「必要な再発防止対策が適切に記載されていた」とする割合は 100%であった。

平成 29 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	29 年度 (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	統合による効果を最大限に発揮するための研究の推進	A	○	○
	労働者の健康・安全に係る重点的な研究の実施	B	○	—
	労働災害調査事業	A	—	—
総合評定	—	B	—	—

資料編

I. 調査研究業務等の実施に関する資料

1. 研究課題一覧

表 1-1 重点研究課題 (5 重点領域, 6 課題)

分野	研究課題
① 過労死関連疾患(過重労働)	労働・生活スタイルと脳・心臓疾患に関するケース・コントロール研究
② 精神疾患(メンタルヘルス)	睡眠・疲労の問診からうつ病等の重症化の防止・早期発見を図る手法の研究・開発、普及
③ 石綿関連疾患(アスベスト)	透過電子顕微鏡による迅速な石綿繊維計測法の開発
④ せき損等(職業性外傷)	せき損等の職業性外傷の予防と生活支援に関する総合的研究
⑤ 産業中毒等(化学物質ばく露)	ベリリウム等のばく露に対する実用的健康影響評価手法の開発ーリンパ球幼若化試験の見直しと改良ー アクリル酸系水溶性ポリマーエアロゾルのばく露評価法の開発

表 1-2 プロジェクト研究課題(14課題)

研究課題
(1) 数値解析を活用した破損事故解析の高度化[H28～R1]
(2) 山岳及びシールドトンネル建設工事中の労働災害防止に関する研究[H28～R1]
(3) テールゲートリフターからの転落防止設備の開発と検証[H28～R1]
(4) 諸外国における労働安全衛生に関する施策や規制の動向調査と展開の検討[H28～H30]
(5) 大規模生産システムへの適用を目的とした高機能安全装置の開発に関する研究[H29～R2]
(6) 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[H30～R3]
(7) トラブル対処作業における爆発・火災の予測及び防止に関する研究[H30～R3]
(8) 化学物質リスクアセスメント等実施支援策に関する研究[H30～R3]
(9) 化学物質のばく露評価への個人ばく露測定の実用に関する研究[H28～H30]
(10) 防護服着用作業における暑熱負担等の軽減策に関する研究[H28～H30]
(11) 医療施設における非電離放射線ばく露の調査研究[H29～R1]
(12) 陸上貨物運送従事者の勤務体制と疲労リスク管理に関する研究[H30～R2]
(13) 介護者における労働生活の質の評価とその向上に関する研究[H30～R2]
(14) 個別粒子分析法による気中粒子状物質測定の実用性の向上に関する研究[H30～R2]

表 1-3 基盤的研究課題(東日本大震災対応課題を含めた 34 課題)

研究課題
a. リスク管理センター
(1) 建設作業者のハザード抽出スキルの分析
(2) 脚立上での作業行動と転落リスクの関係性評価
(3) 外国人労働者の労働災害防止に資する非言語標識・教材等に関する基礎的研究
b. 安全研究領域
(1) クレーン用ワイヤロープの疲労特性に影響する諸因子の検討
(2) 高温腐食環境下における非石綿ガスケットの密封特性評価
(3) 現場の地耐力調査と仮設的な補強方法の検討
(4) 地下水位変動に伴う切土斜面の崩壊危険に関する研究
(5) 次世代型の昇降・搬送用機械の安全防護の基礎検討
(6) 建築用タワークレーンマストの繰り返し荷重に対する力学的特性に関する研究
(7) 爆発・火災災害事例の要因分析
(8) 金属粉じん爆発に関する粒子の表面性状と着火性の関係
(9) 粉体充填・投入時における静電気現象の解明

研究課題	
(10) エアパージ型回転セクタ式静電界センサの実用化	
(11) 静電気放電による着火危険性評価のための発光分光特性調査	
(12) 静電気リスクアセスメント手法の改良と普及	
(13) 小規模な溝工事で使用する簡易土止めの開発	
c. 健康研究領域	
(1) ストレスチェック制度におけるセルフケアおよび面接指導の利用に関する研究	
(2) 芳香族アミン類の生体影響と活性化経路の解明	
(3) 交代勤務を視野に入れた明暗シフトによる精巣障害誘発機構の基盤的解析	
(4) 低濃度の化学物質のニオイによる行動学的変化に及ぼす年齢の影響	
(5) 吸入性粒子状物質の生体影響における予備的検討	
(6) 産業化学物質のDNA損傷性スクリーニングに関する研究:γ-H2AXシステムの高度化と応用	
(7) 芳香族アミン類の経皮吸収についての実験的検討	
(8) 産業化学物質による生殖影響評価に関する実験的研究	
(9) MOCAばく露による膀胱がん発症に関する疫学的調査研究	
d. 労働衛生工学研究領域	
(1) 多様な発散抑制措置に関する工学的研究	
(2) 作業環境測定用捕集剤の低濃度有機ガスでの利用に関する研究	
(3) 金属ヒュームの粒径と化学状態に着目した定量分析手法の開発	
(4) カーボンナノチューブエアロゾルの凝集状態に関する研究	
(5) キャピラリー電気泳動及び液体クロマトグラフィー/質量分析法による作業環境測定のための芳香族アミン分析法の開発	
(6) 3軸振動測定に基づいた防振手袋の振動伝達特性の測定と実工具振動に対する振動軽減効果の予測への応用	
(7) 救急搬送データと気象データを用いた熱中症の分析	
(8) 作業環境中の低周波音の特性・影響・認知度に関する基礎的フィールド調査	
(9) 熱中症予防のためのWBGT指数とバイタルデータの基準値の検討	

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 28 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) 繊維状粒子の自動測定装置の精度の検証及び作業環境における測定手法	小野真理子	鷹屋 光俊, 山田 丸, 中村 憲司, 加藤 伸之	H29~H30
	(2) 防爆構造電気機械器具に関する国際電気標準会議(IEC)規格に関する調査研究	大塚 輝人	遠藤 雄大, 富田 一	H28~H30
	(3) 機械設備に係る簡易リスクアセスメント手法の開発に関する調査研究	梅崎 重夫	清水 尚憲, 齋藤 剛, 濱島 京子, 島田 行恭, 吉川 直孝	H28~H30
	(4) 精神保健医療福祉サービスの運動性の向上と過労自殺防止対策に関する研究	伊藤 弘人		H29~R1
	(5) 職場における酸欠リスクの実態把握と酸欠災害の防止対策についての研究	齊藤 宏之	板垣 晴彦, 萩原 正義, 中村 憲司	H30~R1
労災疾病臨床研究	(1) 過重労働を背景とする事故関連事例の分析	梅崎 重夫	平岡 伸隆	H30~R1

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	
基盤研究 (B)一般	(1) 自然災害安全性指標(GNS)構築のための脆弱性評価の確立と防災戦略への反映	吉川 直孝		H28～H30	
	(2) 「職場を健康増進の拠点」とするための労働体力科学研究	松尾 知明	田中 喜代次(筑波大学), 蘇 リナ	H28～H30	
	(3) 二酸化チタンナノ粒子が誘発する精巣機能障害の分子機構解明	三浦 伸彦	吉岡 弘毅(金城学院大学), 大谷 勝己	H27～H30	
	(4) 毛髪および爪の試料を利用した慢性ストレス指標の確立:妥当性の検証	井澤 修平 三木 圭一	野村 収作(長岡技術科学大学), 菅谷 渚(横浜市立大学), 小川奈美子(文教大学)	H29～R1	
	基盤研究 (C)一般	(1) 化学物質による事故・災害防止のための教育・訓練支援システム開発に関する学際的研究	島田 行恭	高橋 明子	H29～R1
		(2) 余震による木造建築物の倒壊危険性に屋根の重量が及ぼす影響に関する研究	高梨 成次	大幢 勝利, 高橋 弘樹	H29～R1
		(3) 浅い土砂埋没時の圧迫圧力に関する実験的研究	玉手 聡	堀 智仁	H28～H30
		(4) チタンと硝酸との反応による爆発性物質の同定及び安全取扱技術の確立	佐藤 嘉彦		H27～H30
		(5) 豪雨斜面崩壊の予測精度の向上に向けた多地点透水試験法と浸透解析手法の構築	平岡 伸隆		H27～H30
		(6) 精神作業による心血管系負担を軽減するための休息の仕方に関する生理心理学的検討	劉 欣欣	岩切 一幸, 外山 みどり	H29～R1
(7) 医療従事者の曝露後サーベイランスツール開発と労務管理支援手法に関する研究		吉川 徹	木戸 内清(名古屋市), 網中 真由美(日本看護大学校), 佐野 友美(大原労研), 竹内由利子(大原労研), 細見由美子(国際安全センター日本事務局)	H29～R1	
(8) 夜勤時間制限と休日配置が看護師の安全, 健康, 生活の質に及ぼす影響の検討		松元 俊		H29～R1	
(9) 人の振動感受方向依存性と伝達位相遅れ特性を応用した乗り心地快適性の向上		柴田 延幸		H29～R1	
(10) 化学物質の多様性に応じた雄性生殖毒性試験法の開発		大谷 勝己	小林 健一	H27～H30	
挑戦的萌芽研究	(1) 心疾患を発症した労働者の早期社会復帰を目的とした新しい運動療法の開発	松尾 知明	牧田茂(埼玉医科大学), 蘇 リナ	H28～H30	
若手研究 (B)	(1) パイプ流を起因とした斜面崩壊発生機構に関する研究	平岡 伸隆		H28～H30	
	(2) 高所作業中の身体動揺と認知ギャップによる転落リスク評価	菅間 敦		H29～R1	
	(3) 静電気災害防止を目的とした噴霧帯電の基礎的特性に関する研究	遠藤 雄大		H30～R2	

文部科学省科学研究費補助金

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
	(4) 労働者の疲労は悪なのか？－疲労の多様性, 多義性の検討とセルフケアツールの開発	久保 智英	城 憲秀(中部大学), 劉欣欣	H27～H30
	(5) 薬物代謝酵素CYP2E1による産業化学物質毒性評価システムの確立	柳場 由絵		H29～R1
	(6) 日勤労働者の勤務間インターバルの規則性: その実態と問題の把握、および対応策の検討	池田 大樹		H29～R1
	(7) 労働者のストレス対処能力の向上に向けた介入方法の提案	蘇 リナ		H28～H30

※連携研究者は含めない

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るもの3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) オルト・トルイジン等芳香族アミンによる膀胱がんの原因解明と予防に係る包括的研究	武林 亨 (慶應大学)	鰐淵英機(大阪市立大学), 祖父江友孝(大阪大学), 中野真規子(慶応大学) 甲田 茂樹, 王 瑞生, 柳場 由絵, 豊岡 達士, 小林 健一, 小野真理子, 須田 恵	H29～R1
	(2) ストレス関連疾患・作業関連疾患の発症に寄与する職業因子ならびに発症を予測するバイオマーカーと自律神経バランスに関する研究	中田 光紀 (産業医科大学)	佐藤実, 柳原延章, 大神明, 塩田直樹, 永田智久, 大塚泰正(筑波大学), 井上彰臣(産業医科大学), 樋口善之(福岡教育大学), 江口尚(北里大学), 和泉弘人(産業医科大学), 井澤修平	H28～H30
文部科学省科学研究費補助金	(1) 医療被曝と脳腫瘍 MOBI-Kids Studyにおける国際比較	小島原典子 (東京女子医科大学)	山口さち子	H30～R2

2. 重点研究成果概要

(1) 睡眠・疲労の問診からうつ病等の重症化の防止・早期発見を図る手法の研究・開発、普及

【3年計画の3年目】

佐々木毅(過労死等調査研究C), 井澤修平(産業ストレス研究G), 池田大樹(過労死等調査研究C), 茅嶋康太郎(株式会社ボーディ・ヘルスケアサポート), 小山文彦(東邦大学), 柴岡三智(東京労災病院), 中込和幸(国立精神・神経医療研究センター 精神保健研究所)

【研究期間】 平成28～30年度

【実行予算】 2,590千円(平成30年度)

【研究概要】

(1)背景

職域のメンタルヘルス対策では、労働者のストレスへの気づきやストレス耐性の強化等の一次予防、うつ病等の早期発見・治療等の二次予防につながる具体策が求められている。労働安全衛生法一部改正案に伴い「ストレスチェック制度」が実施されているものの、従来から心身の自覚症状(ストレス反応)自己記入式調査票やweb上の問診法は多く存在するが、これまで、多くの先行知見から指摘されている不眠(睡眠不足)とうつ病との関連に基づいた簡易で実用的な調査法は未だ確立されていない。共同研究者らはこれまでの労災疾病等研究においてうつ病相のみでなく睡眠障害の重篤な者に前頭葉の血流が低下する傾向を見出し、問診票との関連も確認された。抑うつ重症度に 관련된脳機能低下等の生物学的知見を基盤とした客観性が担保された問診法が開発され広く普及すれば、健診・ドック等の予防医療現場、臨床医療現場、ひいては職域産業保健現場において有用であると思われる。

(2)目的

本研究では、不眠(睡眠不足)等を評価する指標(Insomnia Scores : ISs)と健常者レベルあるいは疾病性レベルの抑うつ(臨床的に問題となる状態)の重症度との関連を分析することで、本指標(ISs)の有効性について検証し、メンタルヘルス対策として広く現場で活用できるツールを開発することを目的とする。

(3)方法

以下の対象者群を設定したケース・コントロール研究を計画した。

・コントロール群として一般健診・人間ドック受診者: 労災病院における一般健康診断又は人間ドックを受診した約1,800名(2016年5月時点)のデータを利用した。この群では、SIGH-D(Structured Interview Guide for the Hamilton Depression Rating Scale; ハミルトンうつ病評価尺度に関する構造化面接)における睡眠の評価項目これを不眠等を評価する指標: ISs とする。引用文献: 小山文彦(2017) 睡眠の問診からメンタルヘルス不調の早期発見を図る構造化面接法の研究・開発、普及

研究報告&睡眠衛生ガイド。独立行政法人労働者健康安全機構 東京労災病院治療就労両立支援センター。)、職業性ストレス簡易調査票における疲労(3項目)・抑うつ(6項目)・不安(3項目)の12項目、慢性疼痛や生活習慣病の所見の有無等のデータを医師・保健師・心理職による構造化面接により収集された。一般健診・人間ドック受診者レベル(健常者レベル)でのISsと不安・疲労・抑うつ等との関連を検討することとした。

・ケース群として通院治療患者: 労災病院及び協力医療機関精神科等外来初診患者約150名(年間約50名)のデータ収集を計画した。この群ではISs、職業性ストレス簡易調査票における疲労・抑うつ・不安の12項目の他に、SDS(Self-rating Depression Scale; 自己評価式抑うつ性尺度)により抑うつの重症度を判定する。それらの項目間の関連を検討することにより、疾病性レベルの抑うつ(臨床的に問題になる状態)を判定する際のカットオフ値等の算出が期待できる。

以上のケース(通院治療患者群)とコントロール(一般健診・人間ドック受診者群)を性、年齢等でマッチングしてISsや不安・疲労・抑うつ等の項目でリスク比等を算出し、ISs等がどのくらいのスコアになればうつ病等の重症化に至るのかについて推測する。

(4)研究の特色・独創性

労働者の主観が反映される問診票ではなく、客観的に脳機能(前頭葉機能等)の変化と関連する抑うつや不眠あるいは疲労等の項目からなる問診法が、職域でのメンタルヘルス対策として活用できるツールとなる可能性があることが特色であり、また同時に、職域で求められる不調・疾病性の早期発見につながるツールとなる可能性を持つ点が独創的である。

【研究成果】

(1)コントロール群

東京労災病院予防医療部門(健診部・人間ドック)において2014年7月より一般健診・人間ドックを受診した者を対象とした。データの収集は構造化面接を訓練した医師、保健師、臨床心理士、産業カウンセラー、管理栄養士の面接者が実施した。面接者は睡眠や抑うつの他に参加者特性(年齢、性別、勤務体制等)に関してもデータを収集した。なお、データ取得時に参加者はインフォームドコンセントを受けており、東京労災病院HP

「この2週間のあなたの睡眠について伺います。」

1. 寝付くまでに30分以上かかることが時々ある。
..... (1点)
2. 毎日のように、寝つきが悪い。
..... (2点)
3. 夜中に目が覚めることがあるが、再び寝付ける。
..... (1点)
4. 夜中に目が覚め、寝床を離れることが多い。
..... (2点)
5. 普段より早朝に目が覚めるが、もう一度眠る。
..... (1点)
6. 普段より早朝に目が覚めることが多く、そのまま起きていたことが多い。..... (2点)

評価法：各得点を加算（「なし」は0点）、総点が3点以上は問題不眠あり

図1 不眠等を評価する指標 (Insomnia Scores: ISs)

にてオプトアウト文書を公開し、データ使用を拒否できること、拒否しても不利益はないこと等を周知している。また、本研究は労働安全衛生総合研究所の研究倫理審査委員会の承認(初回申請 通知番号:H2809)を得た後に実施した。

質問項目は、睡眠問題についてハミルトンうつ病評価尺度 (the Hamilton Depression Rating Scale ; HAM-D) の日本語版をベースに6つの質問を改変し、それらの得点を加算し不眠等を評価する指標 (ISs) として用い(図1)、調査時から過去2週間の睡眠状況について尋ねた。疲労・抑うつ・不安については職業性ストレス簡易調査票における評価尺度を用いて測定した(図2)。

収集したデータのうち、複数回受診者の2回目以降のデータを除外した有職者のうち20~64歳の日勤者1,184名については前年度報告したが、夜勤・交代勤務者も含めて解析した。夜勤者は、148名(男性146名、女性2名)で平均年齢54.2歳、交代勤務者は51名(男性34名、女性17名)で平均年齢42.2歳であった。

問題不眠がある者 (ISs スコア ≥ 3点) の割合は、日勤者で8.1%、夜勤者では14.9%、交代勤務者では11.8%と夜勤・交代勤務者の方がやや多く見受けられた。また、日勤、夜勤、交代勤務といった勤務形態と抑うつとの間に有意に関連は認められなかったものの、夜勤・交代勤務者のISsスコアは疲労、抑うつと有意な関連が認められ、夜勤・交代勤務者でも問題不眠がある者は抑うつ得点が有意に高かった。

職業性ストレス簡易調査票における
疲労 (3項目)・抑うつ (6項目)・不安 (3項目)
回答：(1) ほとんどなし、(2) 時々、
(3) 多くある、(4) ほとんどいつも

【疲労】

1. ひどく疲れている
2. へとへとだ
3. だるい

【抑うつ】

1. ゆううつだ
2. 何をしてもめんどろに感じる
3. 物事に集中できていない
4. 気分が晴れない
5. 仕事が手につかない
6. 悲しいと感じる

【不安】

1. 気がはりつめている
2. 不安だ
3. 落ち着かない

図2 疲労・抑うつ・不安を評価する指標

(2) ケース群

労災病院及び協力医療機関精神科等外来患者のうち、本研究で対象とする患者は1) 可能な限り初診者、2) 就業者(雇用者、自営業者、パートタイマー、現在休職中も含む。)、3) 対象疾患はF3(気分[感情]障害、代表例としてうつ病)またはF4(神経症性障害、ストレス関連障害及び身体表現性障害、代表例として適応障害、急性ストレス反応)を選抜する基準として各機関の精神科医に依頼した。協力医療機関でのデータ収集は2017年10月にスタートしたがそこでは外来初診患者があまり見込めない状況であったので、別の医療機関での収集を2018年6月よりスタートした。以上は、労働安全衛生総合研究所の研究倫理審査委員会の承認(変更申請 通知番号:H2902、再変更申請 通知番号:H2925)を得た後に実施した。

最終的に2019年3月までに163例の患者データが収集された(男性100名、女性63名、平均年齢42.5歳)。このデータを用い、ROC解析等を行う予定である。

【研究業績・成果物】

【その他】

- 1) 佐々木毅, 池田大樹, 茅嶋康太郎, 井澤修平, 小山文彦(2018)睡眠・疲労の問診からうつ病等の重症化の防止・早期発見を図る手法の研究. 第22回労働安全衛生総合研究所-産業生態科学研究所研究交流会

(2) 透過電子顕微鏡による迅速な石綿繊維計測法の開発【3年計画の3年目】

篠原也寸志(作業環境研究G), 甲田茂樹(所長代理), 岸本卓巳(岡山労災病院)

【研究期間】 平成28～30年度

【実行予算】 2,338千円(平成30年度)

【研究概要】

(1)背景

石綿ばく露の所見として定量的な肺内石綿量(石綿小体数または石綿繊維数)が考慮されるようになり、肺がん申請数の20%以上で石綿小体計測が実施され、その37%で肺がんリスク2倍に相当する石綿小体数が検出されたと報告されている(H27年度環境省請負業務、労働者健康福祉機構)。この申請認定に関して、残り約60%について、分析透過電子顕微鏡による石綿繊維計測(TEM計測)での評価が期待されているが、現状では少量の石綿繊維数を確定する計測に多くの日時を要し迅速な認定作業への寄与は一部に留まっている。

このため平成26年度後半より、基盤的研究としてスクリーニング手法としての迅速TEM計測法の検討を行い繊維の検出条件(アスペクト比等)を限定できるなど手法が固まりつつある。本数評価に終始する石綿小体計測と異なり、TEM計測では、石綿繊維の本数に加えて、種類、サイズ等に関する詳細な情報が得られ、ばく露様態を反映する重要な知見となるため、迅速TEM計測法の開発と利用を含めた肺内石綿繊維の研究に基づく、迅速なばく露評価技術の確立が求められている。

(2)目的

従来のTEM計測法は石綿繊維数を確定する目的が必要であるが、これと対比可能なレベルで石綿繊維数と繊維性状の把握を迅速に行うTEM計測法を検討し、従来法に対するスクリーニング法として確立することを目的とする。スクリーニング法を実施することで、被検試料の石綿繊維数が推定できることに加えて、ばく露様態と関係づけられる特定の種類・サイズの石綿繊維を明らかにできることが期待できる。

(3)方法

アスペクト比と繊維径に基づく検出繊維の定義を新たに設け、試料中の石綿繊維の分布状態から2通りの倍率での計測範囲を設定し計数する迅速TEM計測法を開発する。既存試料を使い、石綿繊維数を中心に主要繊維の種類等を従来のTEM計測法の結果と対比し迅速TEM法の感度と信頼性を明らかにする。

労災病院で石綿小体計測が実施され石綿ばく露状

況が確認できる事例を広く収集し、迅速法と従来法によるTEM計測を実施し、石綿ばく露の様態が肺内石綿繊維の特徴に反映されている状況(繊維のクリアランス、繊維サイズの変動など)を検討する。

(4)研究の特色・独創性

迅速なTEM計測法の開発により、石綿繊維数の確定を必要とする事例選択が客観的に行え、行政による認定作業の効率化に寄与できる。一方で石綿繊維の種類、構成比率、サイズ等に関する詳細な情報とばく露様態との照合により、肺内石綿繊維が保持する情報の利用価値が明らかになることが期待される。

【研究成果】

① 試料と方法

石綿ばく露による肺がんの疑いがあり、研究所で分析透過電子顕微鏡による石綿繊維計測を実施した公的依頼事例の中から、岡山労災病院において石綿小体計測を行った事例を選択し、石綿繊維の種類ごとに繊維長、繊維幅の集計を行い、肺内石綿繊維のサイズの特徴を抽出した。

また、繊維計測に使用した電顕試料の状態を、試料内に占める粒子状物質の面積、試料中に含まれる石綿繊維本数の密度から評価を行い、繊維計測条件の適否を判断する指標の検討を行った。

更に迅速計測法の手順を設定し、既知の計測結果との対応状況を検討し、迅速法による結果の評価を行った。本研究は、労働安全衛生総合研究所倫理審査委員会の承認を得て実施した。

② 結果と考察

アスペクト比と繊維長の特徴:

肺内から検出された4種類(クリソタイル、クロシドライト、アモサイト、トレモライトとアクチノライトを一括したトレモライト系繊維)のアスベストは、トレモライト系繊維を除き、8割以上がアスペクト比(繊維幅に対する長さの比)10以上の繊維であった(トレモライト系繊維では45%)。しかし、繊維幅が $0.2\mu\text{m}$ より太い場合にアスペクト比3以上である繊維を含めると、全アスベストの95%以上が含まれていた。

トレモライト系繊維以外の3種類のアスベストは、工業的に大量使用されてきたが、アモサイトの検出頻度は残りの2種類より少ない。これは、検討対象事例が石綿小体数で数千本台のばく露レベルである事と、石綿小体の多くがアモサイトに形成される事に

矛盾しない結果と考えられる。一方で検出頻度の高いクリソタイルとクロシドライトの繊維長の平均値（中央値）がそれぞれ2ないし3 μm と短い理由の評価は困難であるが、肺内からこのサイズのアスベスト繊維が多く検出されることは注意すべき点である。

トレモライト系繊維は他の3種類のアスベストに比べサイズ分布の広がり大きい。トレモライト系繊維の由来としてクリソタイルに伴う繊維が選択的に蓄積された結果とする考え方が普通であるが、これのみでサイズ特性の違いを説明する事は困難で、由来の異なるトレモライト系繊維にばく露した結果の反映とも考えられるが、具体的例での検討までは行えなかった。

計測試料状態の指標:

計測試料内に存在する粒子状物質の多少は、繊維状物質検出の妨げとなる。一定の面積を超える粒子状物質が占める面積を画像解析により求め、繊維状物質計測の妨害を少なくする粒子面積のパーセントとして3%程度が得られた。

試料の単位面積あたりに存在する石綿繊維本数は最終的な繊維数濃度（乾燥組織重量あたりの石綿繊維数）を反映するが、本数の多少は計測の効率性にも影響するため、単位面積あたり一定以上の繊維本数であることが望ましい。この本数が少ない場合には、繊維数濃度が低いことの反映か、繊維分布の偏りなどの試料状態による影響かの判断が必要となる。既存の計測試料の単位面積あたりの石綿繊維本数と検体試料量に対する繊維数濃度を検討した結果、50本/mm²程度までの石綿繊維が検出されること、また10mg前後の試料量から計測試料を作製することが目安と判断された。これらの指標は、計測条件を限定している迅速計測法の結果の妥当性を判断する上で有用と考えられた。

計測試料状態の事前評価:

現状の石綿繊維計測では、TEMによる石綿繊維計測に先立ち、位相差光学顕微鏡による石綿小体計測が実施されている。光顕試料の作製法はTEM試料作製法の前段階と同様であるため、光顕試料の観察からTEM試料状態を判断できる情報が得られる

か、検討を行った。結果として、光顕試料とTEM試料の作製上の違いである低温灰化処理の有無で、光顕試料中に存在する有機物成分がTEM試料で除去される程度が様々であるため、一概に光顕試料状態からTEM試料状態を判断できない、と考えられた。低温灰化処理は、TEM試料作製時に特にシュウ酸処理の必要性がある場合に、有効な手順であり省略できない。ただし、低温灰化せずに、アセトンで直接フィルターを溶解し、TEM試料を作製する場合は、光顕試料情報も参考になると考えられる。

迅速計測の方法と評価:

石綿繊維のサイズ特性から、アスペクト比10以上の繊維状物質を中心に検出を行うこと、広範囲の計測で角閃石系アスベストの検出を行い、高倍率における計測で、クリソタイルとクロシドライトの短繊維を中心に計測する迅速計測手順を設定し、繊維数濃度既知の数試料について迅速計測を実施した。

迅速計測結果の評価は、検出されたアスベストの特徴と試料状態に関する2つの指標から行った。迅速計測で検出されるアスベストの種類とサイズ分布の特徴は既存結果と大差なかった。試料状態に関する指標を踏まえた評価から、迅速計測で得られた結果は既知の繊維数濃度より低下する傾向がみられるものの、基本的には繊維数濃度の高低を判断できるレベルにあるものと判断された。

【研究業績・成果物】

[国内外の研究集会発表]

- 1) 篠原也寸志(2016) 分析透過電子顕微鏡による肺内石綿繊維計測法について—繊維数計測法と肺内繊維の特徴に対応した計測法—。第23回石綿・中皮腫研究会抄録集, 17-18.
- 2) 篠原也寸志(2017) アスベスト計測に使用される透過電子顕微鏡試料の状態評価法について。第24回石綿・中皮腫研究会プログラム・抄録集, 21-22.

(3) せき損等の職業性外傷の予防と生活支援に関する総合的研究 【3年計画の3年目】

高木 元也(建設安全研究 G), 日野 泰道(同), 高橋 弘樹(同), 高橋 明子(リスク管理研究 C), 菅間 敦(同), 岡部 康平(機械システム安全研究 G), 池田 博康(同), 清水 尚憲(同), 齋藤 剛(同), 梅崎 重夫(総括領域長)

【研究期間】 平成 28～30 年度

【実行予算】 33,200 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景

日本では毎年 5,000 人近くの脊髄損傷者が発生しているが、脊髄損傷による麻痺、疼痛等は完治が困難な場合もあり、脊髄損傷者の生活復帰には自身とともに介護者にとっても大変な負担となっている。

(2)目的

せき損等の職業性外傷の予防策と生活支援策の推進を図るために、以下のとおり 3 つのサブテーマを設け、労働者がせき損等の職業性外傷に至った根本原因の分析と、予防のための工学的対策及び生活支援に関する研究を行う。

①サブテーマ 1:せき損等の職業性外傷に至った根本原因の分析

②サブテーマ 2:予防のための工学的対策の検討

③サブテーマ 3:生活支援策の安全性・効果の検証

(3)方法

労働災害データなどを基礎資料とした上で、当研究所が実施した安全研究を基盤技術として、予防のための工学的対策を提案するとともに、発生した脊髄損傷への対応として、吉備高原医療リハビリテーションセンターと共同で生活支援に関する研究を行う。加えて、都道府県産業保健総合支援センター等との連携により研究成果の普及を図る。

(4)研究の特色・独創性

これまでの安全研究は“事故の型”と“起因物”に着目した研究が基本であり、“障害”に着目した研究は少ない。また、労働災害の未然防止だけでなく、被害拡大防止や被災した労働者の治療や生活支援も考慮した研究は少ない。さらに、最近、国際的に話題となっている第 4 次産業革命 (Industry 4.0) に関連する技術として、ICT や人工知能を備えて自律的に行動するスマートマシンが開発されつつあるが、これらの最新技術に当研究所が実施した生活支援ロボット及び介護支援機器の安全研究の成果を応用し、脊髄損傷者を対象とした生活支援策を検討することは高い独創性がある。

【研究成果】

(1)サブテーマ1:せき損等の職業性外傷に至った根本原因の分析

①背景

本研究では、前年度に引き続き、脊髄損傷災害の発生傾向をより詳しく検討するため、脊髄損傷災害データと厚生労働省が公表する全労働災害のデータ等を比較した。

②分析対象

脊髄損傷災害は、平成24～26年に日本の労働現場で発生した脊髄損傷による死傷災害(死亡又は休業4日以上)で、「墜落・転落」、「転倒」、「はさまれ・巻き込まれ」の3種類の事故の型のデータ387件を対象とした。分析項目は、事故の型、業種、起因物、墜落・転落時の高さ、被災者に関連する情報(年齢、性別、休業見込み日数、傷病部位)であった。比較したデータは、厚生労働省が公表している平成24～26年に発生した全労働災害の前述の3つの事故の型のデータであり、公表データがない項目については、厚生労働省の全労働災害の約1/4を無作為抽出した死傷(死亡・休業4日以上)データベース(以下、1/4抽出災害)や総務省の労働力調査の雇用者数のデータを比較データとして使用した。

③分析結果

建設業、墜落・転落災害、男性、高年齢労働者は全労働災害等と比較し、有意に脊髄損傷災害の発生する割合が高かった。一方で脊髄損傷災害に顕著な起因物はなかった。また、墜落・転落による脊髄損傷災害は3m未満からの墜落・転落により6割近くが発生しており、1m以上の高さからの墜落・転落であれば重症化する可能性が認められた。作業者のリスク認知がその後にリスクな行動をとるかどうかに影響すると考えられるため、作業者は作業場面について適切に事故の発生確率と結果の重大性(重篤度)を評価する必要がある。本研究結果は、脊髄損傷災害による重篤度を具体的に示すことができたため、労働災害による重篤度についての基礎データとして、労働現場で活用されることが期待される。

本研究の成果を労働安全衛生研究にて原著論文として発表した。

(2)サブテーマ2:予防のための工学的対策の検討

①研究コンセプト

墜落・転倒災害の予防・被害拡大防止について検討を行う。従来からの災害防止対策は事故発生を防止することを念頭においていたが、事故を 100%防ぐことは事実上困難である。例えば転倒自体は、つまずきの可能性のある段差や滑りやすい環境がなくとも発生してし

まう。そこで災害防止対策の目標を、未然防止だけでなく、事故発生時の被害軽減や事故発生後の迅速かつ適切なケアを含めた総合的な対策を確立することを視野に入れ、検討を行うこととした。本サブテーマは、この一連の課題のうち、主に災害発生時の傷害軽減策と、中高所作業中の転倒・墜落事象による身体負荷の解析を検討対象とした。

②検討1: ヘルメットの転倒時における身体保護効果に関する検討

1) 研究概要

今年度においては、一般的に普及しているヘルメットの転倒時における身体保護性能を把握するため、人体ダミーを用いた実験的検討を行った。

2) 実験諸元

実験は、①地面と転倒前の人体ダミーの頭部底面までの距離(以下、「落下高さ」と呼ぶ)、②ヘルメットの有無、③転倒姿勢の3つをパラメータとして行った。転倒姿勢としては、人体が後方へ転倒することを想定した実験と、身体が地面と平行な姿勢で落下することを想定した実験の2種類を選定した。いずれの試験においても、人体頭部は後頭部が地面と衝突することとなる。

人体ダミーとして用いたのは自動車衝突試験で用いられる HybridIII 歩行者モデル(質量 75kg)であり、その内部に 3 軸頭部加速度計と首部6分力計を設置し、転倒時における頭部および首部の傷害発生可能性について検討した。

3) 実験結果

図1に地面と平行な姿勢で落下することを想定した実験の連続写真を示す。このような姿勢で地面と衝突した場合は、落下高さにかかわらず、最初に上半身が地面と衝突した。一方頭部は、首部により支えられているため、この瞬間では地面と接していない。そしてその後、頭部に慣性力が作用し、上半身側の首部端部を支持点として頭部の回転運動(首部の後方への伸展運動)が生じ、最終的に頭部が地面と接触した。

図2に人体が後方へ転倒することを想定した実験の連続写真を示す。このような姿勢で転倒した場合は、まず最初に臀部が地面と接触する。その後慣性力が頭部および上半身に作用し、臀部を支持点として上半身の回転運動が生じるとともに、更に上半身側の首部端部を支持点として頭部の回転運動(首部の後方への伸展運動)が生じた。その結果、最終的な地面への衝突は、図1で示す姿勢の場合とは異なり、頭部が上半身よりも先となった。

表1に自動車衝突安全の分野で傷害指標として用いられている HIC(Head Injury Criterion) 値(15msec 評価値)を実験結果から計算した結果を示す。なお、この

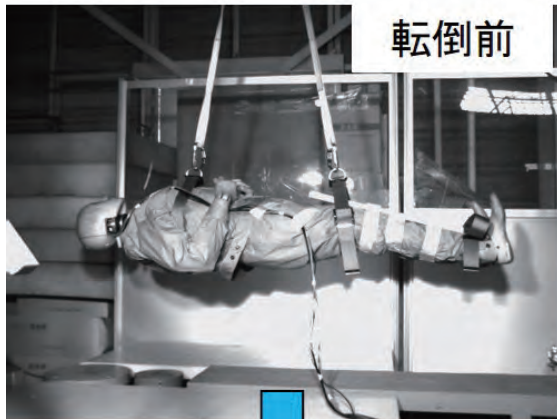
HIC 値は 700 を超える場合において、重症と評価されるものである。

まずヘルメットの頭部保護効果については、2種類の転倒姿勢のいずれにおいても、ヘルメットを着用した場合の方が HIC 値が小さくなっていることから、その効果が確認できた。また転倒姿勢の違いでみると、地面に平行な姿勢の場合と比較して、後方に転倒する姿勢の場合の方が大きな HIC 値となっていることがわかる。この原因としては、次のことが考えられる。すなわち地面と平行な姿勢の場合には、上半身が先に地面に接触し、その後、首部がダンパー(衝撃吸収装置)のような役割を担って、頭部に生じる慣性力(加速度)を小さくし、頭部が地面に衝突するまで加速度を減速させる働きを担っているものと考えられる。これに対し、後方へ転倒する姿勢の場合では、臀部が地面に衝突後、上半身および頭部が回転運動を開始し、その結果、上半身の慣性力が生じた状態で、頭部が先に地面に接触し、上半身の慣性力(質量)の影響を受けるためと考えられる。

そして本実験で得られた範囲で、その HIC 値の大きさから傷害発生可能性を検討すると、ヘルメットを着用しない場合では、落下高さ 40cm を超えると、重症化する可能性が考えられることとなる。一方ヘルメットを着用した場合でも落下高さ 80cm を超えると、やはり重症化の可能性が考えられることが、本実験により明らかとなった。

表2に実験で得られた後方伸展方向の最大モーメントの一覧表を示す。伸展方向のモーメントが大きくなると、むち打ち傷害やせき髄損傷などの危険性が高まると考えられる。この点、むち打ち傷害基準としては、47.5 N・m が一つの指標として提案されている。実験結果をみると、後方へ転倒する姿勢では、落下高さが高くなっても、モーメントは大きくなっていないことがわかる。またこの基準によれば、本実験の範囲においては、むち打ち傷害の発生可能性も低いと考えられる。一方、地面と平行な姿勢での転倒においては、落下高さに比例してモーメントが増大していることがわかる。この原因としては、先に触れたとおり、地面と平行な姿勢の場合には、首部がダンパー(衝撃吸収装置)のような役割を担って、頭部が地面に衝突するまで加速度(慣性力)を減速させる働きを担っていること、つまり頭部衝突による傷害リスクを減少させる代償として、首部に負担(せん断力)が生じていることによるものと考えられる。そして極めて重要な点は、そのモーメントの大きさは、ヘルメットを着用しても低減することができないことである。

以上から、転倒時におけるヘルメットの身体保護性能としては、頭部外傷を防ぐ上で一定の効果が期待



転倒前

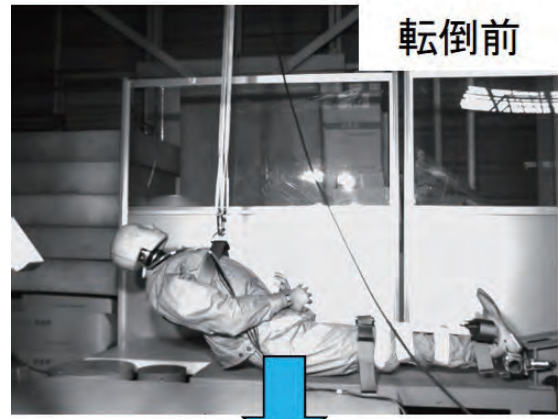


上半身が
地面衝突



頭部が地
面衝突

図1 地面と平行姿勢で落下した場合



転倒前



臀部が地
面に衝突



反動で頭
部が伸展



頭部が地
面に衝突

図2 後方に転倒した場合

できるものの、その性能としては、成人の身長を踏まえると不十分である可能性が考えられる。またむち打ち傷害やせき髄損傷を防止する観点から見ると、現行タイプのヘルメットのみでは、これを防止する効果はあまり期待できないものと思われる。そのため、これらの傷害発生を低減させる保護具が必要と考えられる。

③検討 2: 脚立からの転倒・墜落時の身体負荷に関する基礎的検討

1) 研究概要

脚立作業中の転倒・墜落は、作業者もしくは用具の

表1 実験結果により算出したHIC値

身体姿勢	ヘルメット	落下高さ	HIC (700以下)
平行	なし	30cm	132
		40cm	284
		50cm	375
	あり	30cm	17
		40cm	26
		50cm	35
		60cm	66
		70cm	112
		80cm	164
		90cm	274
100cm	298		
後方転倒	なし	30cm	289
		40cm	513
	あり	30cm	34
		40cm	41
		50cm	109
		60cm	212
		70cm	244
		80cm	576

表2 伸展方向の最大首部モーメント

身体姿勢	ヘルメット	落下高さ	伸展方向 (47.5)
平行	なし	30cm	38
		40cm	45
		50cm	50
	あり	30cm	32
		40cm	55
		50cm	48
		60cm	68
		70cm	75
		80cm	62
		90cm	92
100cm	97		
後方転倒	なし	30cm	23
		40cm	18
	あり	30cm	21
		40cm	27
		50cm	25
		60cm	21
		70cm	26
		80cm	29

バランスが崩れることによって発生すると考えられるが、そのメカニズムは十分に明らかにされていない。本研究では、脚立からの転倒時の身体挙動を解析し、傷害軽減策と未然防止策について検討を行う。今年度は、前年度に実施した脚立からの転落時の人体挙動に関する計算機シミュレーションの解析精度を高めるため、落下面の材料特性が頭部加速度や衝突時の荷重等に与える影響について検討を行った。

2) 頭部衝撃負荷と地面特性の関係

地面を变形可能な有限要素でモデル化し、土およびコンクリートを想定した条件を設定した。地面はサイズ 50 mm のソリッドメッシュとし、要素数 16 万で構成した。コンクリートは密度 2400 kg/m³、ヤング率(E)22 GPa、ポアソン比 0.2 と仮定した。また地面は N 値 10 相当とし、密度 2000 kg/m³、ポアソン比 30 MPa、ポアソン比 0.3 とした。その上で高さ 1.2 m の脚立天板上から、鉛直から 30 度傾けた姿勢の人体モデルを自由落下させ(図3)、頭部中心座標の並進加速度と頭部傷害値(HIC)を推定した。

なお HIC とは頭部加速度の時間平均を元にした値で、15 ms(HIC15)または 36 ms (HIC36)の区間内で最大値を求める。本研究では HIC15 を採用した。検証

の結果を表3に示す。頭部加速度は、床が剛体の場合の 912 G を基準にすると、コンクリートでは 874 G (95.8%)、土では 307 G (33.7%)だった。また HIC15 は剛体条件の 18960 に対してコンクリートは 17037 (89.9%)、土では 2960 (17.4%)であった。

3) 頭部衝撃基準値の評価

自動車安全テスト(NCAP)における歩行者頭部保護性能試験では評価指標として HIC15 が用いられている。この試験では速度 40 km/h の自動車との衝突を想定し、大人及び子供の頭部を模擬したダミー(頭部インパクト)を試験機からボンネット等に速度 40 km/h で発射し、

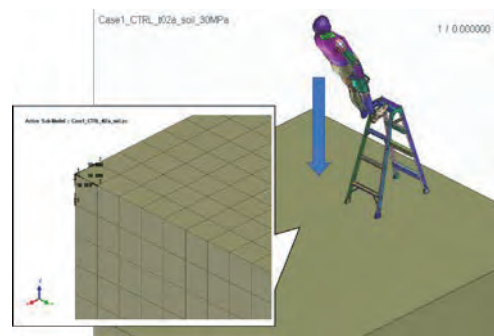


図3 地面特性を考慮した脚立上の転倒再現

表 3 各床面条件における頭部加速度および HIC₁₅の推定値

	剛体	コンクリート相当 (E=22GPa)	土相当 (E=30MPa)
加速度 [G]	912	874	307
HIC ₁₅	18960	17037	2960

頭部インパクトが受ける衝撃を測定する。HIC の評価基準として、日本(JNCAP)では5段階評価(HIC 876以下:レベル5、1016以下:レベル4、1156以下:レベル3、1296以下:レベル2、1296以上:レベル1)を行っている。また米国道路安全保険協会(IIHS)では HIC₁₅ が 560 以下で Good、700 以下で Acceptable、840 以下で Marginal、840 以上は Poor 評価となる。また欧州では Euro NCAP の頭部衝撃試験において HIC₁₅=1000 が上位基準、HIC₁₅=1350 が下位基準として定められている。したがって、これらの基準と本研究の HIC 推定値を比較すると、脚立上での転倒によって地面に落下した場合、たとえ土の地面であっても頭部衝撃負荷は受け入れがたいレベルであると考えられる。実際の怪我のリスクについては、HIC と解剖学的重傷度を示す AIS (Abbreviated Injury Scale) との関係が示されており、HIC=2000 では AIS=4 の重篤な怪我のリスクが 90%、HIC=1436 で同 50%、HIC=876 では同 10%とされている。そのため本研究の HIC 値は地面が土であっても重篤な怪我のリスクが 90%を越えることが示唆された。またコンクリートに落下した場合、HIC 値は土の場合の約 5.8 倍であり、致死リスクは非常に高いことが示された。

昨年度から今年度にかけての解析によって、脚立からの転落時の頭部衝撃負荷は、床面により頭部負荷は大きく変化するものの、柔らかい土であっても頭部負荷は自動車のボンネットとの衝突よりも高いことが示唆された。また脚立が倒れることによって頭部を負傷するリスクが高くなることがわかった。頭部への衝撃負荷はヘルメットの着用により大きく減衰することが多くの先行研究から知られており、脚立作業においてもヘルメットの着用をすることで転落時の怪我のリスクを低減する必要があると考える。現状では、法的な高所作業は立ち位置が高さ 2.0 m 以上の場合に適用され、2.0 m 以下の脚立使用時にはヘルメット等の着用義務がないため、脚立等の使用時にヘルメット着用を促進する対策が必要であると考えられる。

(3)サブテーマ3:生活支援策の安全性・効果の検証

本サブテーマでは、せき損等の職業性外傷に至った労働者らの日常生活から職業復帰までを見据えた包括的な支援策の検討を、機械安全の側面から支援すること

を主題とする。

初年度は、吉備高原医療リハビリテーションセンターを訪問し、生活支援ロボット等の工学的支援技術への需用および課題について、リハビリ生活(訓練、病棟)での支援、日常生活(家庭)での支援、職場生活での支援という3つの側面から調査した。そして、工学的支援技術の導入と活用が期待される研究課題として次の3課題を定め、各機器の市場調査や予備的検討等を行った。

- a) 歩行支援機器の用途拡大
- b) 車椅子改造
- c) リフトの改造(可搬化)

昨年度は、これらの調査結果に基づき、生活支援ロボット等の支援技術の導入可能性について本格的な検討を行った。上記の課題のうち、a) 歩行支援機器の用途拡大については、対象とする歩行支援機器を既に吉備高原医療リハビリテーションセンターで使用されている ReWalk と定め、現状では病院等の屋内施設環境でのリハビリテーション目的に留まっている使用を、個人が日常生活や職場環境にも拡大することを目標に、基本機能の確認を通じて課題を抽出した。その結果、転倒のリスクが特に高いと判断され、これに対する方策の検討に重点的に取り組むこととした。また、b) 車椅子改造については、ベッド等へ移乗する際のアームサポート(肘掛け)の役割に着目し、積極的に活用する方法を検討した。市場調査の結果、アームサポートの一部をスライディングボードのように支持座面として活用する機種や車椅子側面が開閉する機構を有した機種などがあることが確認され、それらの安全性や機能性を検討した。

今年度は、上記の2課題を継続して実施するとともに、c) リフトの改造(可搬化)にも取り組んだ。そして、検討した試作品等を吉備高原医療リハビリテーションセンターに提示し、現場の使用性・有用性について意見を得た。以下に、各課題の詳細を報告する。

a) 歩行支援機器の用途拡大

ReWalk を使用する際の動作手順としては、まず、椅子やベッド等に着座した状態で装着、次いで初期状態である「起立」姿勢をとることになる。このとき、装着者は、ReWalk が起立するタイミングに合わせて、左右に持った杖で全身を支持して持ち上げ、バランスを保ちつつ、所定の静立位姿勢を取らなければならない。タイミングのズレや杖での支持不足、すなわち、「起立の失敗」があると、ReWalk の駆動系の過負荷として検出されることにより、起立動作は中止、一時停止後、強制的に着座状態の関節角度まで戻す動作が開始される。装着者は、この着座状態に戻る動作に合わせて椅子等に座り直さなければならないが、その途中にバランスを崩すと転倒するおそれがある。実際に装着して体感することで、そのリス

クは比較的高いものと判断された。

そこで、起立失敗時の転倒防止の方策として、左右の杖各々にかかる荷重(床反力)を先端に取り付けた3分力計により計測し、両者の不一致から起立失敗・転倒の予兆を検知するシステムを試作して、実験によりその実現可能性を検証した。椅子に着座した初期姿勢から起立する際の杖先端荷重の測定結果の例を図4に示す。図4(a)は、測定開始から1秒後に安定して起立した場合の例であり、左右の杖先端荷重が起立完了までほぼ同じ値で変化している。これに対し、図4(b)は測定開始から1秒後に左側に故意に傾いた不安定な起立を行った場合であり、その後1.1秒経過後(図では2.1秒時点)に、ReWalkは着座状態に戻る動作に移行した。その間、左右の杖先端荷重には顕著な差が生じたことから、左右の杖にかかる荷重を比較し、その差が過大となった場合には、これを起立失敗・転倒の予兆として捉えることができる。例えば、荷重差の検出時に、装着者に対して警告を鳴らすことで、起立時の転倒を未然に防止できる可能性を確認できた。

b) 車椅子改造

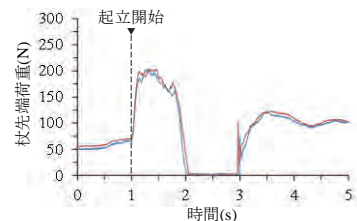
車椅子のアームレストは移乗の際に妨げとなる場合があり、このため、取り外せたり、上に跳ね上げたりできるようになっている製品もある。ただし、本サブテーマでは、このアームレスト部を移乗時に、より積極的に活用する方法を検討した。市場調査の結果、アームレストの側板(サイドガード)部分をトランスファボードとして利用できる設計の車椅子2機種があった(図5参照)。実機で可動部やスライド機構等を確認したが、特に自走式の場合は側板部分を展開するためにアームレスト上部を後ろに下げる際、機械的に連動して車輪にブレーキが掛かる等、安全上の工夫もあり、大きな問題のないことが確認された。一方、製品化はまだなされていないが、車の運転席への移乗時に有効と考えられるアームレスト及び片輪を含む側面が開閉する機構もあった。そこで、実験によりその有効性を検証する目的で、本開閉機構を備えた実機モデルを試作した。その側面開閉式車椅子を図6に示す。実験の結果、横に向けたアームレストと乗用車の扉を平行棒のように使うことで運転席への移譲を容易にする想定であったが、車両ごとの寸法等の違いの影響を受けやすく、汎用的に利用できるようにするためにはさらに改良が必要であることが分かった。

c) リフトの改造

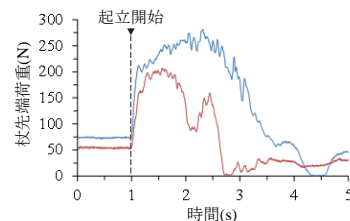
ReWalkを装着したせき髄損傷者が転倒又は何らかの原因で異常停止した場合、初期状態である着座姿勢まで介助者の支援を受けて復帰する必要がある。その際の介助者の身体的負担を軽減する機器として、図7に示す可搬型簡易リフトを考案・試作した。停止したReWalk



実験の様子



(a) 安定した起立



(b) 不安定な起立

図4 起立時の杖先端荷重測定実験と結果の例



図5 トランスファボード付き車椅子2機種
(左が介助式、右が自走式)



図6 試作した側面開閉式車椅子

の場所まで運び、伸縮式の支柱を伸展させ、ReWalkの腰部フレームにフックをかけて吊り上げる。吊り上げストラップ及び巻き上げ機構には、市販の介護用天井走行リフトの駆動系を採用しており、過巻防止装置及び無負荷時停止装置が具備されている。また、支柱は、市販の最



図7 試作した可搬型簡易リフト

大荷重100kgの伸縮式梯子の構造を利用したもので、縮小時に上部の落下速度を減速させる緩衝機構(支柱内臓)により、落下してくる踏ざんで指をはさんで負傷するリスクを最小化している。

【国内外の研究集会発表】

- 1) 高橋明子, 梅崎重夫(2019) 労働災害による脊髄損傷の発生傾向の分析—労働災害データを対象として—, 労働安全衛生研究, Vol.12, No.1, pp.41-50.
- 2) Atsushi Sugama (2018) Effects of falling patterns on head impact loads caused by occupational falls from stepladders. The 19th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems (APIEMS 2018), Proceedings, CD-ROM.

(4) ベリリウム等のばく露に対する実用的健康影響評価手法の開発 –リンパ球幼若化試験の見直しと改良

【3年計画の3年目】

王 瑞生(産業毒性・生体影響研究 G), 豊岡 達士(同), 柏木裕呂樹(同),
佐々木 毅(過労死等調査研究 C), 甲田 茂樹(所長代理)

【研究期間】 平成 28～30 年度

【実行予算】 9,668 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景・これまでの研究経緯

ベリリウムは、ベリリウム銅合金として、精密機器・自動車・産業機器等、金属ベリリウムとして、医療・軍事・航空宇宙・エネルギー産業等、国内外の種々の産業において利用されている重要な金属の一種であるが、その健康影響として、慢性ベリリウム症 (CBD: Chronic Beryllium Disease)を発症する可能性があることが知られている。CBD の発症には、そのきっかけとなる、Be 感作 (BeS: Beryllium Sensitization)と呼ばれる免疫反応が重要である。CBD は、病理学的に肺の肉芽種性炎症性病変として特徴付けられ、臨床的には、患者は咳嗽や呼吸困難を示すことが知られている。一方で、BeS は、病理学的な異常はなく、臨床的にも無症状である。BeS から CBD に発展するのは感作者の一部であると考えられており、CBD に発展する平均年数は6～15年と推測されているが、数週間以内に感作が成立し、慢性ベリリウム症に発展した例もあれば、逆に、感作後 30～40年間、CBD に発展しなかった例も報告されている¹⁴。

BeS の判定、及び CBD の診断には、ベリリウムに対するリンパ球幼若化試験 (Be-LPT: Beryllium Lymphocyte Proliferation Test)が決め手の一つとなっている⁵⁶。Be-LPT では、被験者から分離した末梢血リンパ球に *in vitro* で、ベリリウム(硫酸塩)を抗原として添加し、ベリリウムに対する感作を、リンパ球の増殖(分裂)を指標に評価する方法である。感作者のリンパ球では、ベリリウムにより細胞分裂が惹起されるため、その細胞分裂の程度を³Hチミジンの DNA 取り込み量で測定する(³Hチミジン法)。この³Hチミジン法による Be-LPT は、1980年代半ばに米国で開発され、1990年代に BeS・CBD の疫学情報を収集する中で、手法、及び判定基準の標準化がなされてきた。2001年には、DOE が標準 Be-LPT 法として頒布し⁷、その手法が現行実施されている。しかしながら、当該試験法は、測定値のバラツキが大きく、判定を困難にする場合が多々あると認識されている^{8,11}、また、当該試験法では、放射性同位元素を用いるため、放射性物質の取得・使用・処分が問題となる場所では実施が制限される。これら背景を踏まえ、ベリリウムを扱う労働者の適切な健康管理のために、現行 Be-LPT の検査成績の向上および放射性同位元素を使用しない代替法の提案が喫緊の課題

である。

昨年度までに、ALMB 法がベリリウム感作の検出に実応用の見込みがあることが示されたため、本年度(平成 30 年度)は、昨年度 Be-LPT を実施した同集団について、さらに追跡試験を実施し ALMB 法の精度を検証すると共に、ベリリウム感作における感受性に関与する可能性があることが報告されている HLA-DPB1 の遺伝子多型についても解析した。

(2)方法

(A) 対象

本研究の実施に同意した、現在または過去にベリリウム取扱経験を有する 79 名(全員男性、平均年齢 42.9 歳; 標準偏差 ± 11.4 歳)を対象とした。採血は担当機関において実施され、採血後 24 時間以内に末梢血リンパ球を分離、ALMB 法による Be-LPT を実施した。また、対象者 79 名には事前にアンケート調査を実施しており、健康状態、既往歴、飲酒・喫煙等の基本情報に加え、ベリリウム作業に関する大まかな情報を得ている。なお、本研究の実施は平成 28 年 10 月に労働安全衛生総合研究所の研究倫理審査委員会において承認されている。

(B) ALMB 法による Be-LPT

被験者から分離した末梢血リンパ球を 96-well plate に 2.5×10^5 cells/well で播種し、硫酸ベリリウムを各作用濃度 (1, 2, 3, 5, 10, 30, 100 μM) で添加した(各濃度 5 well 使用)。硫酸ベリリウム添加後、インキュベーター内 (37°C, 5% CO₂) で約 132 時間 (5.5 日間) 培養した。培養終了後に各 well に ALMB を添加し、さらにインキュベーター内に 5-6 時間静置した後、蛍光値測定を行った。蛍光値測定終了後に、同一 well に³Hチミジンを加え、そのさらに 24 時間後にリンパ球を回収、DNA 抽出を行い、液体シンチレーションカウンターにてベータ線測定を実施した。ALMB 法、及び³Hチミジン法における S.I. は、ベリリウム添加 well の実測値平均を、ベリリウム非添加 well の実測値平均で除することで算出した。

(C) HLA-DPB1 遺伝子多型解析

遺伝子解析に同意した被験者 77 名について、ルミネックス法による HLA-DPB1 の遺伝子多型解析を実施した。なお、この遺伝子解析の試験実施は平成 30 年 6 月に労働安全衛生総合研究所の研究倫理審査委員会において承認されている。

(3)研究の特色・独創性

本研究の特色は、ベリウムリンパ球幼若化試験に汎用されているトリチウムチミジン法に代わる新手法 (ALMB 法)を提案し、当該手法を実用段階にまで持っていくことである。新手法をベリウムリンパ球幼若化試験に応用するにあたり、試験条件の最適化、および陽性・陰性判断の基準値を新たに設定し、より信頼性の高い JNIOOSH 版リンパ球幼若化試験を作り上げていくというオリジナリティーの高い研究である。

(4) 結果

(A) ベリウム取扱経験者 79 名に対する ALMB 法による Be-LPT

現在または過去にベリウム取扱経験を有する 79 名 (全員男性、平均年齢 42.9 歳、標準偏差 ± 11.4 歳)を対象に、ALMB 法による Be-LPT を実施した。以下に、① ALMB 法を応用した BeLPT における陰性・陽性判定法について、② 平成 30 年度 ALMB 法暫定基準値に基づいた陰性・陽性判定について、③ 昨年度 ALMB 結果との比較、④ ベリウム作業内容との関連について記述する。

①ALMB 法による Be-LPT における陰性・陽性判断方法について

[³H]チミジン法による Be-LPT の陰性・陽性判定は、DOE が公表する「標準 Be-LPT 法」による基準を参考に、S.I.が 2.5~3.0 以上を陽性とする場合が多いようである。ただし、この判定は判断主体に依存しており、グレーゾーンが設定されているケースもある¹²⁻¹⁴。ALMB 法は新しい試験法であるため、本検討の中で、陰性・陽性判定の基準を決定していく必要があった。平成 29 年度検討において、本研究では ALMB 法における陰性・陽性判断基準値として、添加したいずれかの BeSO₄濃度で、S.I.が 1.1 以上であった場合、暫定的に陽性とした。S.I. >1.1 を一つ基準として設定したのは、次の理由による。

- ベリウムの取り扱いがない健常者ボランティアでは、BeSO₄の濃度範囲 0.1~100 μM で刺激しても S.I.が 1.1 を超えない

- 臨床上的 CBD 患者では、幼若化反応が観察された際の S.I.が 1.1 を有意に超える

- ConA 刺激によるリンパ球幼若化反応では、健常者および臨床上的 CBD 患者ともに S.I.が 1.2 以上となる。

また、平成 29 年度検討から、ある検体がベリウム感作している場合、本研究の条件下では BeSO₄作用濃度 1-5 μM の濃度範囲で、S.I. > 1.1 となるピーク値が出現

することがわかってきた。従って、この濃度範囲において、BeSO₄作用濃度を細かく設定し、複数作用濃度点の S.I.をもって判定した方が、作用濃度 1 点で判定するよりも、より確実な判定ができると考えられる。実際に平成 29 年度の現役ベリウム取り扱い作業員 14 名を対象とした追跡調査において、この複数 BeSO₄濃度における S.I.を用いた判定法を応用し、その有効性が確認できた。そこで、平成 30 年度における判定方法は、原則この判定方法に従い、BeSO₄濃度 1, 2, 3, 5 μM の 4 点における S.I.の平均値が 1.1 を超えた場合、その被験者を暫定陽性とした。

②ALMB 法暫定基準値に基づいた陰性・陽性判定

上記①に記載する方法をもって、平成 30 年度試験参加者 79 名を判定した結果、13 名を暫定陽性とした。なお、これら暫定陽性者は、同一 well で実施した [³H]チミジン法における陽性判定結果、及び顕微鏡観察によるリンパ球細胞形体変化結果とも一致していた (データ示さず)。一方で、本年度検討においては、判断が難しいケースが 14 例存在した (以降このグループを暫定陽性 (疑) とする)。陰性は、52 名であった。本年度検討において、暫定陽性 (疑)グループを設定したのは、当該グループのサンプルでは、ALMB 添加後 6 時間または 24 時間における測定で暫定基準値を超えることがあったものの、主に以下記載の理由から、感作と判定する確信が得られなかったからである。

- 暫定陽性 (疑)グループの数例は、6 時間時点の ALMB 測定では、4 点平均 S.I.が 1.1 を超えていたが、24 時間後には、S.I.が 1.1 以下になっていた。一方で、暫定陽性グループにおける S.I.は、24 時間後も高値 (>1.1)を維持していた。

- 上記とは逆に、6 時間時点の ALMB 測定では、4 点平均 S.I.が 1.1 以下であったが、24 時間後には、S.I.が 1.1 以上になっていた。

- 暫定陽性 (疑)グループでは、同一 well で実施した [³H]チミジン法における S.I.が、暫定陽性グループの S.I.と比して、明らかに低い (最大 S.I.=2.1)。なお、暫定陽性グループでは数十倍~数百倍を示す検体が多い。

- 顕微鏡観察によって、分裂に伴う細胞形体変化をしているリンパ球を見つけるのが困難であった。暫定陽性グループでは容易に見つけることができる。

暫定陽性 (疑)14 例の S.I.については、偶然には出ないと感じられるデータであり (テクニカル問題ではない)、なんらかの生物学的意義がある可能性もあるが、現時点では合理的な説明がつかない。このような暫定陽性 (疑)の扱いについては今後の課題である。

③昨年度 ALMB 結果との比較

平成29年度検討では、89名が試験に参加し、16名を暫定陽性としたが、本年度においては、この16名のうち1名が試験不参加であり、3名が判断困難（暫定陽性（疑））であった。昨年度、暫定陽性とした残りの12名は、本年度の結果も一致していた。一方で、昨年度陰性判定であったが、本年度は、暫定陽性とした者が1名いる。この1名については、昨年度は当該対象者が服用していた免疫抑制剤であるステロイド影響により、ALMB法によるBe-LPTが陰性となった可能性を考えていた者であり、本例は、ステロイドに限らず免疫抑制剤を服用している者がBe-LPTを受診した際の結果の取り扱いを考えさせられるものとして留意する必要がある。

④ベリリウム作業内容との関係

アンケート調査に記載されていた過去または現在に経験したことがあるベリリウム作業を大きく3つに分類し、A、B、C工程とした。A工程は、主に原材料からベリリウム含有率の高い銅合金を製造する工程、B工程は、主にA工程で製造されたものを溶解し製品利用するベリリウム銅合金を製造する工程、C工程は、B工程で製造されたものを研磨等加工する工程である。現時点では作業内容とALMB法による判定の間に、統計的な関連性は見いだせていない。

(B) HLA-DPB1 遺伝子多型解析

これまでの疫学調査より、HLA-DPB1 遺伝子多型が、ベリリウムに対する感受性の違いに関与することが示唆されている¹⁵⁻¹⁷。特に、HLA-DPB1 E (Glutamic acid) 69の表現型を規定するアリルを有する場合、ベリリウム感作率が高くなることが報告されている。HLA-DPB1 E69アリルとして、HLA-DPB1 *02:01、*02:02、*06:01、*09:01、*13:01、*17:01などが知られており、Silveiraら(2012年)によると、BeSまたはCBD群(502名)と、健康者コントロール群(653名)におけるHLA-DPB1 E69アリル保有状況から、ベリリウム感作リスクは、HLA-DPB1 E69アリルを2コピー有する場合、保有なしと比べてオッズ比22.8(95%信頼区間13.3-39.2)、1コピー有する場合、保有なしと比べてオッズ比8.4(95%信頼区間6.6-11.3)と報告している¹⁸。本研究では、遺伝子解析をすることに同意が得られた77名を対象にHLA-DPB1アリルについて解析した。以下に、①77名のHLA-DPB1のアリル頻度、②ALMB法によるBe-LPT結果とHLA-DPB1 E69の関係について記述する。

①対象者77名におけるHLA-DPB1のアリル頻度について

対象者のアリル頻度は、高い順から*05:01、*02:01、*09:01と続いており、この順序は、HLA研究所が公開する日本人2966人(710家族)におけるHLA-DPB1のアリル頻度順位と一致していた。また、対象者77名において、E69アリルを1コピーまたは2コピー有するのは55名(71.4%)、E69アリルなしは22名(28.6%)であった。

②ALMB法によるBe-LPT結果とHLA-DPB1 E69の関係

ALMB暫定陽性13名全員(100%)がHLA-DPB1 E69アリルを有しており、ALMB暫定陽性(疑)では13名中10名(76.9%)、ALMB陰性では、51名中32名(62.7%)が有していた。HLA-DPB1 E69の保有状況(アリルなし、1アリル、2アリル)とALMB法によるBe-LPTの結果は、カイ二乗検定により、統計学的な有意差が認められ、両者に関連性があった。

(5) 考察

平成30年度検討では、ベリリウム取り扱い経験を有する79名を対象にALMB法によるBe-LPTを実施したところ、13名が暫定陽性となり、当該集団におけるベリリウム感作率(CBD含む)は16.5%であった。なお、平成29年度検討では、89名が試験に参加し、16名を暫定陽性とし、感作率は18.8%であった。Be-LPTは、現在のところ、ベリリウム感作を発見することができる唯一の方法であるが、米国で実施されてきた³Hチミジン法によるBe-LPTでは、実測値の不安定性に起因する判定の困難性や実施施設間の結果の不一致等が問題となっていた¹⁶⁻¹⁹。本研究における、ALMB法によるBe-LPTでは、辞退者を除き昨年度、暫定陽性とした15名中12名は、本年度の結果も暫定陽性と一致しており、その一致性は高いものと考えられる。このことから、本研究における判定基準として暫定的に設定したS.I.>1.1というのは一つの基準として妥当な線であると考えられるが、本年度検討においては、S.I.>1.1に従って単純に判断することが難しい検体が散見された(暫定陽性(疑):14名)。これらをどのように取り扱うかについては、課題として残るところである。米国で実施されているBe-LPTでは、通常1回の試験において、被験者の同日に採取した血液を、2または3施設に送付し試験することになっており、各施設が判定する際には、陽性、陰性、ボーダー(判断つかず)が設定されている。このボーダーも意義があるものとして扱われており、陽性:2点、ボーダー:1点、陰性:0点と点数化され、合計点数3以上で陽性と判定する方法が主流となっているようである²⁴。例えば、3施設実施で、(陽性/ボーダー/陰性)や、(ボーダー/ボーダー/ボーダー)は3点となる

ため陽性判定になる。ALMB 法による BeLPT は、 $[^3\text{H}]$ チミジン法とは手法が異なるため、米国で実施されている判定手法をそのまま導入することは難しいと考えられるが、いずれにしても、システムティックな判定方法が必要であると同時に、バリデーション試験が必要であると考えられる。

これまでの報告におけるベリウム作業従事者の感作率は、ベリウムの取扱い業種および調査年代によって幅があるが、20%以内とするものが多い。例えば、米国における原子力軍事産業関連企業数社では、1～5%の感作率が報告されている⁴。一方、同じく米国における金属ベリウム・ベリウム合金・酸化ベリウム製造関連企業数社では2～15%の感作率が報告されている⁴。いずれも、調査年代が2000年以前では高く、2000年以降に雇用された従業員を対象に検査をした場合は感作率が低い⁴。これらの知見から判断すると、本研究における検査対象者の感作率(今年度16.5%、昨年度18.8%)は、大きく外れてはいないが、やや高めである。今回得られたアンケート調査のベリウム取扱いに関わる情報だけでは、得られたベリウム作業内容とALMBの結果からは、感作に直結する作業を結論づけるのは未だ難しい状況である。ベリウム取扱いに関する情報(作業内容や作業経験・熟練度、従事年数、防護具の着用状況など)より正確な情報を入手し、ベリウムの衛生管理に活かすためには、作業場の徹底した調査、ならびに個人ヒアリングの実施等が望ましいものと考えられる。

ベリウム感作の感受性に関連があると考えられているHLA-DPB1 E69 アリルについて、対象者77名におけるその保有状況と、ALMB法によるBeLPTの結果は、統計学的な有意差が認められ、本研究においても、ベリウム感作とHLA-DPB1 E69の関係は相関性が高いと考えられた。特に本研究では、HLA-DPB1 E69 アリルである*02:01及び*09:01のアリル頻度が、ALMB暫定陽性グループで高いことが見受けられた(*02:01:42.3%、*09:01:30.8%)。これは、HLA研究所が公開するHLA-DPB1のアリル頻度データから考えると、*02:01、*09:01はアリル出現頻度が上位2位(24.107%)、3位(9.946%)であり、当該アリルを有する母数が大きいことが理由であると考えられる。これまでの疫学知見によると、HLA-DPB1 E69 アリル02:01、09:01のベリウム感作リスクは、02:01/02:02のいずれかを2コピー有する、または1コピーずつ保有する場合、保有なしと比べてオッズ比5.4(95%信頼区間2.2-11.3)、いずれかを1コピー有する場合、保有なしと比べてオッズ比2.7(95%信頼区間2.1-3.4)であり、E69*09:01を1コピーまたは2コピー有する場合、保有なしと比べてオッズ比4.4(95%

信頼区間2.1-9.43)と報告されている¹⁸。このように、本研究、及びこれまでの報告においても、ベリウム感作とHLA-DPB1 E69の関係に高い相関性が認められたが、遺伝子多型情報を、ベリウムの衛生管理にどのように考慮すべきかについては、慎重な議論が必要である。米国NIOSHでは、HLA-DPB1 E69 アリルは、一般公衆においても広く見られること、CBD患者でもその約1/4はHLA-DPB1 non-E69アリルであることを理由に、HLA-DPB1 遺伝子解析は“CBDの発症を予測する”という意味において現時点では有用ではないとしている¹⁹。これは、現時点では、HLA-DPB1 E69アリルを保有していることは、ベリウムに関する作業に従事する場合においては、ベリウムに感作する可能性が高まるリスクファクターの一つになりうると思えるべきであろう。

(6) まとめ

本研究ではALMB法によるBe-LPTを開発し、ベリウム作業従事者に実用できる見込みが立ち、研究の当初目標を達成した。一方で、ALMB法によるBe-LPTのシステムティックな判定方法の開発、バリデーション試験、ベリウム感作に直結する作業内容の同定と適した防護対策、HLA-DPB1 遺伝子多型のベリウム衛生管理における活用の是非等、新たに出てきた課題も多くある。

米国OSHAが、昨年発行したベリウムの衛生管理におけるFinal Ruleの中で、ベリウム取り扱い従事者の健康診断に、Be-LPTとCT検査を要求するようになった²⁰。我が国におけるベリウム衛生管理は米国と比べると他国と同様遅れているのが現状である。我が国の特定化学物質障害予防規則に基づく特殊健康診断の受診対象労働者数は849人(平成29年)であるが²¹、この中で、有所見者は15人(1.8%)とされているが、現在の特殊健康診断項目にはベリウム感作の状況に着目したBe-LPTや、CBD初期病変を検出できる可能性があるCT検査が要求されていないのが実情である。また、現在特殊健康診断を受診していない、過去のベリウム作業従事者を考慮すると、ベリウムばく露を経験した可能性がある労働者は潜在的に相当数存在すると考えられる。我が国においても、特殊健康診断対象者に限定することなく、継続的にベリウム作業経験者のBeS、CBD発症状況について情報を集積し、ベリウム特殊健康診断のあり方を含め、我が国における、ベリウムの衛生管理を改めて考え直すべき時期が来ているものと考えられる。

[参考文献]

1. Newman LS, Lloyd J, Daniloff E. The natural history

- of beryllium sensitization and chronic beryllium disease. *Environ Health Perspect.* 1996, 104, Suppl 5:937-43.
2. Newman LS. and Maier L. (2001) Beryllium. In: *Clinical environmental health and toxic exposures.* Sullivan J, Krieger G, editors. 2nd ed. Philadelphia: Williams & Wilkins. p. 919-26.
 3. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) *Case Studies in Environmental Medicine Beryllium Toxicity.* WB1095, 2008
 4. An Official American Thoracic Society Statement: *Diagnosis and Management of Beryllium Sensitivity and Chronic Beryllium Disease.* *Am J Respir Crit Care* 2014, 15;190(10):e34-59
 5. Newman LS. Significance of the blood beryllium lymphocyte proliferation test. *Environ Health Perspect* 1996;104:953-956.
 6. Barna BP, Culver DA, Yen-Lieberman B, Dweik RA, Thomassen MJ. Clinical application of beryllium lymphocyte proliferation testing. *Clin Diagn Lab Immunol* 2003;10:990-994.
 7. U.S. Department of Energy: *Beryllium lymphocyte proliferation testing (BeLPT), DOE SPECIFICATION 1142-2001*
 8. Stange AW, Furman FJ, Hilmas DE. The beryllium lymphocyte proliferation test: relevant issues in beryllium health surveillance. *Am J Ind Med* 2004;46:453-462.
 9. Deubner DC, Goodman M, Iannuzzi J. Variability, predictive value, and uses of the beryllium blood lymphocyte proliferation test (BLPT): preliminary analysis of the ongoing workforce survey. *Appl Occup Environ Hyg* 2001;16:521-526.
 10. Smith DE, Golden AP, Stange AW, Barker E, Mroz M, Barón AE, Ghosh D, Maier L, Cragle D, Newman LS. Clinical and laboratory factors contributing to uninterpretable beryllium lymphocyte proliferation tests (BeLPT). *Am J Ind Med.* 2018 Jul;61(7):592-604.
 11. Middleton DC, Mayer AS, Lewin MD, Mroz MM, Maier LA. Interpreting borderline BeLPT results. *Am J Ind Med* 2011;54:205-209.
 12. Cher DJ, Deubner DC, Kelsh MA, Chapman PS, Ray RM. Assessment of the beryllium lymphocyte proliferation test using statistical process control. *Inhal Toxicol.* 2006 Oct;18(11):901-10.
 13. Middleton DC, Lewin MD, Kowalski PJ, Cox SS, Kleinbaum D. The BeLPT: algorithms and implications. *Am J Ind Med* 2006;49:36-44.
 14. Middleton DC, Fink J, Kowalski PJ, Lewin MD, Sinks T. Optimizing BeLPT criteria for beryllium sensitization. *Am J Ind Med* 2008;51: 166-172.
 15. Richeldi L, Sorrentino R, Saltini C. HLA-DPB1 glutamate 69: a genetic marker of beryllium disease. *Science* 1993;262:242-244.
 16. Maier LA, McGrath DS, Sato H, Lympany P, Welsh K, Du Bois R, Silveira L, Fontenot AP, Sawyer RT, Wilcox E, et al. Influence of MHC class II in susceptibility to beryllium sensitization and chronic beryllium disease. *J Immunol* 2003;171:6910-6918.
 17. McCanlies EC, Ensey JS, Schuler CR, Kreiss K, Weston A. The association between HLA-DPB1Glu69 and chronic beryllium disease and beryllium sensitization. *Am J Ind Med* 2004;46:95-103.
 18. Silveira LJ. et al. (2012) Chronic beryllium disease, HLA-DPB1, and the DP peptide binding groove. *J Immunol.*, 189, 4014-4023.
 19. NIOSH ALERT: Preventing sensitization and disease from beryllium exposure. DHHS (NIOSH) Publication number 2011-107
 20. OSHA: Final Rule to Protect Workers from Beryllium Exposure. 29CFR Part 1910 [Docket No. OSHA-2018-0003]
 21. 平成 30 年度 労働衛生のしおり

【研究業績・成果物】

本報告の内容は、平成 30 年度労災疾病臨床研究事業「職場における化学物質の感作性障害に対する防止措置と健康管理の有効性に関する研究」報告書に掲載される予定である。

(5) アクリル酸系水溶性ポリマーエアロゾルのばく露評価法の開発 【3年計画の3年目】

小野真理子(作業環境研究 G), 韓 書平(同), 鷹屋光俊(同), 山田 丸(同)

【研究期間】 平成 28～30 年度

【実行予算】 10,000 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景

平成 28 年度に架橋型アクリル酸系水溶性ポリマー(以下、「ポリマー」という。)を取り扱う事業所から職業ばく露による肺疾患について労災申請がなされたため、当研究所では複数回の災害調査を実施した。本ポリマーは粉体であることから、ばく露調査においてはろ過捕集による質量濃度測定を実施したが、空气中に飛散した粒子の粒径分布が不明であること、有害性の機序が不明であることから、測定対象とする粒子径に関する情報が必要である。また、本ポリマーは水溶性であり、空気中の水分で質量や状態が変化することが容易に想像される。今後、管理濃度が定められれば、同様の物質を取り扱う作業場においてばく露測定を実施することになるため、測定法を提案する必要がある。

(2)目的

以上の点を考慮し、本研究の目的は次の 3 点とする。

①ばく露評価に必要な測定法の開発:肺疾患が主たる障害であることから、対象粒子をレスピラブル粉じん(おおよそ空気力学径が 4 μm 以下で肺胞まで侵入する可能性が高い粒子)について、適切なばく露評価ができる方法を開発する。質量濃度測定以外の方法や環境測定のみならず個人ばく露測定を視野に入れて検討する。

②ポリマーエアロゾルの飛散状態の把握:エアロゾルの粒子径は、吸入時に粒子が到達する部位に影響するため、ばく露評価のために重要な情報となる。粒径別に粒子を捕集して化学分析することにより質量粒径分布の情報を得る。リアルタイム測定装置を使用して、個数粒径分布の情報を得る。

(3)方法

①ポリマーの炭素分析による測定:ポリマーはその分子量や架橋の程度によるが、ポリマーの質量のおよそ 50%が炭素であることから、ポリマーに含まれる炭素から質量を推定する方法を検討する。測定には大気エアロゾルの炭素成分を測定するために広く用いられている熱光学式炭素分析法を用いる。フィルターに捕集した粒子の質量を天秤で測る秤量値と炭素分析により求めた値を比較して、この方法の実用性を現場で確認する。

②ポリマーエアロゾルの飛散状態の把握:粒径別に粒子を捕集し、炭素分析によりポリマーを測定して、ポリマーの質量粒径分布を把握する。また、リアルタイムで

個数濃度の粒子径の分布を測定できるパーティクルカウンター等の装置を使用して、作業現場において簡便にばく露状況を把握する方法を検討する。

③湿度が測定に及ぼす影響:本ポリマーは吸湿性があるため、作業場所の湿度やポリマーの種類により質量濃度測定時に水分の影響があることが想像できる。高湿度下で測定する場合の制限について情報をまとめ、実効性のあるばく露測定法を提案する。

(4)研究の特色・独創性

本研究で対象としたポリマーは、一般消費用の化粧品などで使用されており、安全性試験では有害性を認めないものであった。しかしながら、本研究の端緒となった災害事案で、吸入ばく露による影響が初めて明らかになった。気道および肺内での沈着挙動や有害性発現の機序について、当機構の日本バイオアッセイ研究センターやアスベスト疾患研究・研修センターにおいて研究を進めている。我々の研究の成果は厚生労働行政に資するばかりでなく、それらの研究に対してもばく露濃度に関する情報を提供する。

【研究内容・成果】

本研究の成果は以下の通りである。

①ポリマーの炭素分析による測定:金の薄膜に一定量のポリマーを載せ、秤量した後、Sunset Laboratory 製のカーボンエアロゾルモニターを使用して、表 1 のプロトコルにより炭素を定量した。我々が入手した範囲のポリマーでは、OC3, OC4, EC1, EC2, EC3 に炭素のピークが認められた(図 1)。ポリマーを構成する炭素は有機性炭素(OC)であるが、本測定法では酸素が欠乏した状態で加熱して OC を測定するため、その一部が無機性の炭素に変性して EC として観察される。

表 1 炭素分析のプロトコル

		オープンガス	オープン温度(°C)
有機性炭素(OC)	OC1	He	120
	OC2	He	250
	OC3	He	400
	OC4	He	550
元素状炭素(EC)	EC1	O ₂ 2%/He	550
	EC2	O ₂ 2%/He	750
	EC3	O ₂ 2%/He	920

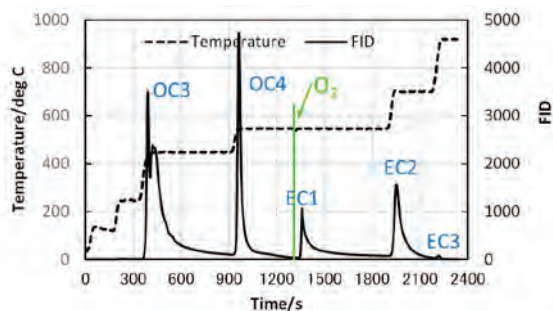


図1 典型的なポリマーの炭素分析のサーモグラム。横軸は測定時間、左縦軸はオープン温度、右縦軸は炭素検出用FIDの出力。この試料では、左からOC3, OC4, EC1, EC2が観察された。

ポリマー製品 11 種について炭素分析したところ、重合度や架橋の程度によって、ピーク面積の比率は異なるが、OC3～EC3の5個のピークが検出された。これらのピークの和をポリマー由来の炭素とする。炭素量と質量の比(Rとする)は0.414～0.539の範囲であった。ポリマー質量は炭素量をRで除して求めることができる。

②炭素濃度測定の実用性の確認: フィルターの秤量値から求める質量濃度及び炭素濃度から推定する質量濃度を用いて、実際の作業場のばく露測定をレスピラブル粒子について実施した。粒子の捕集にはNWPS-254(柴田科学製)を使用した。その結果、二つの方法の結果は±10%で良く一致した。しかしながら、1試料について捕集量が20 µgより低い値になると、天秤の感度が結果に影響するため秤量値の精度が悪くなり、炭素濃度からの推算値との一致の程度が低下した。

天秤で20 µgが精度良く測定できた場合に測定可能な粒子濃度は、作業環境測定の場合10分間で25 L捕集として0.8 mg/m³、個人ばく露測定の場合4時間600 L捕集として0.03 mg/m³となる。作業環境測定を秤量値で実施するのは感度が不足する可能性がある。作業の継続時間にもよるが、個人ばく露測定ならば秤量値によるばく露測定が可能と思われる。炭素分析は質量測定よりも桁感度が高いため、低濃度でのばく露管理が可能である(炭素分析の定量下限は各ピークについて0.001 mg)。秤量値に対する水分の影響については更に検討を進める必要がある。

③実際の現場においてSioutasカスケードインパクター(SKC製)を用いて、粒径別に粒子を捕集した試料の炭素分析を行って粒径分布を測定した。袋詰め作業のあった2カ所の現場では図2に示すように、レスピラブル粒子よりやや粒径が大きい6.6 µm以下の粒子が全体の40%程度を占めた。災害事例に肺疾患が観察されたことから、ばく露測定にレスピラブル粒子を測定することが

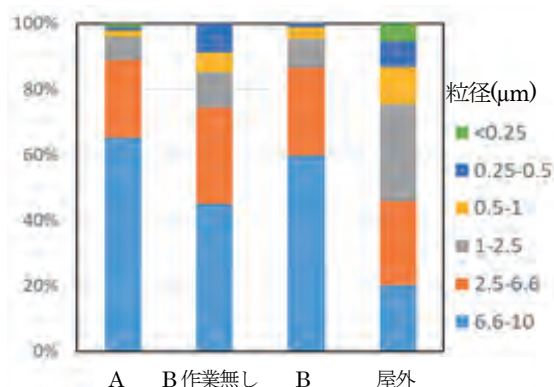


図2 作業A, B, 屋外で捕集した粒子の質量粒径分布

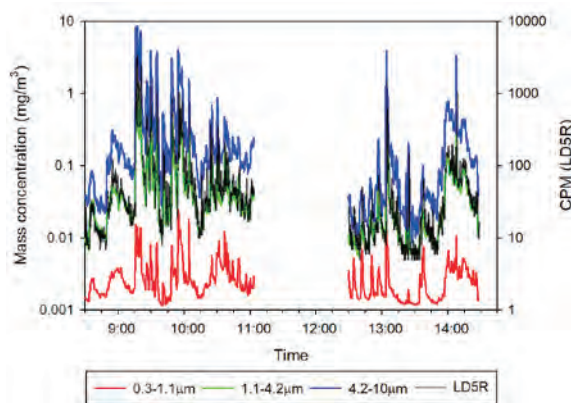


図3 リアルタイム測定装置(OPS: model 3330; TSI製)による作業Aの質量濃度変化

妥当であると考えられる。

④リアルタイム測定装置で作業A付近の浮遊粒子の個数濃度を測定し、粒子の密度を1 g/cm³と仮定して質量濃度に換算した(図3)。赤は粒径0.3～1.1 µm、緑は1.1～4.2 µmの粒子を示す。どの粒径範囲でも作業が原因と考えられる濃度変化の傾向が一致しており、広い粒径範囲のエアロゾルが発生していることが示された。

【まとめと今後の研究】

本研究では、秤量値と同程度以上の精度でポリマー濃度のばく露測定ができる方法として炭素濃度による方法を提案した。また、肺深部まで侵入するレスピラブル粒子が存在することが明らかとなったことから、ばく露評価はレスピラブル粒子について実施することが妥当であり、炭素分析は感度的に十分な方法である。

今後、管理濃度を設定するためには、健康影響が出ないばく露濃度の知見が必要になる。このため、1年間研究期間を延長して、管理濃度の策定や作業管理に役立つ研究を進めて行く。特に今年度実施ができなかった、湿度がばく露測定に及ぼす影響を定量的に評価する研究を実施する予定である。

(6) 労働・生活スタイルと脳・心臓疾患に関するケース・コントロール研究～労災保険の二次健康診断等の現状分析 【2年計画の2年目】

吉川 徹(過労死等防止調査研究C), 佐々木毅(同), 久保智英(同), 高橋正也(同), 梅崎重夫(総括領域長), 甲田茂樹(所長代理), 宗像正徳(東北労災病院), 齋藤 淳(横浜労災病院), 相澤豊昭(東京労災病院), 田中誠一(九州労災病院)

【研究期間】平成29～30年度

【実行予算】800千円(平成30年度)

【研究概要】

(1) 背景

長時間労働を含む過重労働関連の健康障害は、わが国の労働者の健康にとって深刻な問題である。平成13年には過重労働等による脳・心臓疾患の発症する危険性が高いと診断された者に対する「二次健康診断等給付」の制度(以下、「労災二次健診」という)が導入されたが、その実施状況に関する調査研究は限られる。

(2) 目的

労働者健康安全機構の重点研究「過労死等に関する研究」として、労災病院において実施されている労災二次健診の実施状況および受診者検査結果を利用し、効果的な労災二次健診の実施および検査項目等の検討を行った。

(3) 方法

本研究では、労災二次健診を実施している複数の労災病院の担当事務員および労災二次健診を担当している医師に、労災二次健診の実施に関する聞き取り調査を行った。また、協力の得られた労災病院で実施された労災二次健診の結果を用いて、電子情報によるデータベースを作成し、その実態を分析した。図1には研究全体計画を示した。

本研究の実施にあたっては、機構本部研究試験調整部の協力を得て、①労災二次健診等の実施状況について、その実施数などを調査する予備的検討を行なった。その後、②労災二次健診を実施している各労災病院に協力依頼を行い、労働安全衛生総合研究所の医師等が、実施状況に関する聞き取り調査を実施した。そして、③個人が特定されない匿名化情報としての労災保険の二次健康診断等のデータを収集し、単純集計を中心とした解析を行った。これらの結果を活用して、労災二次健診の運用に関する現状と課題、労災二次健診項目とその活用方法について検討した。本研究は労働安全衛生総合研究所倫理委員会(通知番号H2911)の承認を得て実施した。

(4) 研究の特色・独創性

本研究は過労死等の予防のための二次予防に注目している。過労死等の予防に関しては、過労死等の発

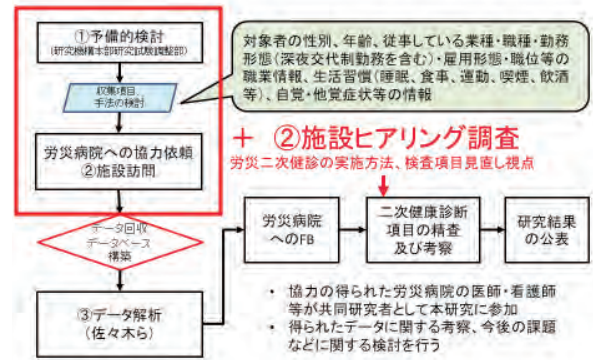


図1 労災二次健診に関する研究全体のステップ

生に影響する業務上の過重な負担の軽減等の一次予防、脳・心臓疾患罹患準備状態の労働者の早期発見・早期治療の二次予防、発生後の早期対応と職場復帰支援などの多層の予防策の検討が重要とされ、特に一次予防について時間規制などの議論が進んでいる。一方で、二次予防については労災二次健診の制度発足から15年近くが経過した現在では、その制度の運用実態の把握が限られ、より精度の高い二次健康診断項目や指標の提案も可能と考えられる。このため、本研究では、労災病院が行っている労災二次健診等の現状分析、及び過労死等防止対策に資する労災二次健診項目又は指標及び予防策の提案などを試みる点で、行政施策に反映できる課題である。さらに、労災病院と協力することで、勤労者の健康で重要な役割をもつ労災病院の機能強化に資することが可能となる。

【研究成果】

(1) 予備的検討結果

労災病院での労災二次健診等実施状況調査から、労災二次健診は0件から48件、労災二次健診と同時に実施される特定保健指導の実施件数は0件から39件まで幅があった。これらの結果から、比較的労災二次健診の受診者数が多い施設の6施設に安衛研の研究者が訪問し、聞き取り調査を行う方針とした。

(2) 施設ヒアリング調査結果

表1には、労災二次健診を担当している医師等からの労災二次健診に関する自由意見をまとめた。主に4つの視点にまとめられた。それは、(1)検査項目に対する意見、(2)保健指導の在り方に関する意見、(3)過

表1 労災二次健診に関する担当医師・担当者からの主な自由意見

<p>(1) 検査項目等に関する意見</p> <ul style="list-style-type: none"> - 一次健診での尿検査の記入項目について、±、+、++、等の表記の再考が必要である - 心エコー検査と負荷心電図の選択に関して統一基準がない - 尿中微量アルブミンの選択検査は一部の高リスク者のみが対象となっており、全例に検査を広げると、早期にリスクのある労働者に対してアプローチできる <p>(2) 保健指導のあり方に関する意見</p> <ul style="list-style-type: none"> - 保健指導を医師面接と共に実施している施設、保健師・栄養士等の指導を含み 30 分以上複数人で対応している施設もあり、施設間での保健指導の進め方に差異がある - 特定健診での保健指導と指導内容が同じで、過労死等防止視点からの保健指導として工夫できる余地がある <p>(3) 過重労働に関するばく露要因についての情報について</p> <ul style="list-style-type: none"> - 労災二次健診受診者の職業、仕事内容、時間外労働等の背景が不明 - 医師面接で職業や仕事等を聞いて指導しているが、全例にはできていない <p>(4) 健診受診者の集団の偏り</p> <ul style="list-style-type: none"> - 毎年労災二次健診を受ける複数回受診者(リピーター)がいる - 治療中の対象者が時々含まれている - 特定の企業に集中する傾向がある - 中小企業は労災二次健診の制度を知らないのではないか。知っている企業が利用しやすいのかもしれない
--

労死等を防止するために必要な職場の情報入手に関する意見、(4) 労災二次健診受診者の偏りに関する意見等が共通事項としてあげられた。

(3) 労災二次健診の結果概要

3施設より合計 137 名(男性 111 名、女性 26 名)の労災二次健診に関連したデータが得られた。図 2 には労災二次健診の受診者一次健診の結果の概要を示した。受診時の平均年齢は 52.5 歳で、最高齢労働者は 72 歳であった。労災二次健診の申し込み時に、血圧、脂質、血糖検査で有所見となっていないものが血圧では 11 件、脂質、血糖、腹囲では数件あった。

図 3 には労災二次健診における検査項目の実施状況と所見の有無を示した。労災二次健診では心臓エコー検査と負荷心電図検査の選択では、8 割が心臓エコー検査を選択していた。心臓エコー検査を受けた 110 名のうちでは 50 件(45.5%)が有所見であった。負荷心

電図検査を受けた 28 名のうち 16 件(57.1%)に異常所見が認められた。また、頸部エコー検査は 137 件すべて実施されており、所見があったものは 6 割(84 件、61.3%)に上った。微量アルブミン尿検査は 7 件(受診者の 5.1%)が実施しているのみであった。

(4) 考察とまとめ

本研究では、6 施設の労災病院における労災二次健診担当者へのヒアリングと、協力の得られた労災病院における労災二次健診に関する検査結果データを利用して、労災二次健診の実施状況の現状分析を行った。その結果、1. 過労死等防止の視点での過重労働のばく露情報に関する点、2. 労災二次健診の検査項目に関する点、3. 事後措置と保健指導のあり方に関する点、4. 労災二次健診の受診者の特性に関する点などの検討課題が整理された。最終的に、本重点研究から、効果的な労災二次健診の運用にあたっては、以下のような①から③の三つの課題に整理された。

① 過労死等防止に関連する過重労働のばく露要因の評価

過労死等の定義である「業務における過重な負荷による脳血管疾患・心臓疾患」の予防に関わる情報が不足していることが分かった。労災二次健診をより効果的に進めるためには、労災二次健診受診時に、職種や長時間労働等の過重労働の負荷要因に関する問診表を追加することで、過労死等予防に特化した、より効率的な労災二次健診となる可能性がある。これはまた、特定健康診査・特定保健指導との差別化が図ることができ、労災防止としての意義がより高まる。

② 労災二次健診の検査項目

重点研究を通じて、各協力施設からデータを収集、

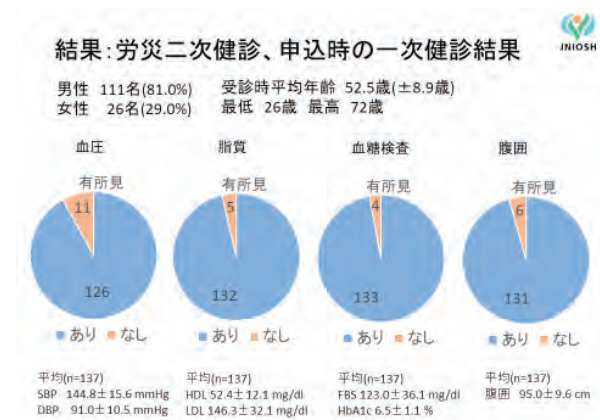


図2一次健診(定期健康診断)結果の概要

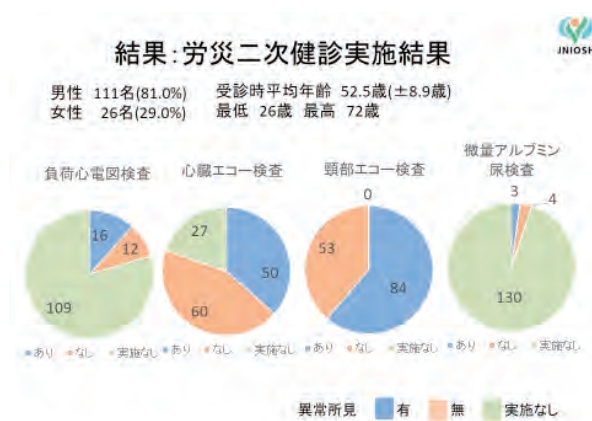


図3 労災二次健診の検査項目の実施状況と所見の有無

分析し労災二次健診受診者の特徴をまとめる素地ができた。一方で、過労死等の認定対象疾患としての循環器疾患の予防のための検査項目となっているか、判定基準等は近年の医学的知見と照らし合わせて妥当性があるか等の課題も明らかとなった。例えば運動負荷心電図検査と心エコー検査の選択方法、頸部エコーの判断基準の周知、尿中アルブミン検査の取り扱い等、すぐに検討できそうな意見も収集された。今後、対象施設が増えることで、施設聞き取り調査と労災二次健診に関する結果をもとに、検査項目見直し視点の作成をより詳細に行うことができるかもしれない。また、これらの結果は、先行研究等を活用し、収集結果を全国平均等と比較、検査実態の集計を行うことができる可能性がある。

③ 労災二次健診事後措置の充実

労災二次健診の検査項目(心エコー、負荷心電図等)の選択方法、保健指導の実施方法等は施設ごとで相違がある可能性が推測された。健診後の事後措置が不十分な事例、困難な状況もあり、労災病院における

労災二次健診の実施状況の共有は、今後の労災二次健診実施に関する実務に有用かもしれない。今後、過重労働に関連した健康管理を保健指導として助言できる手法等の検討も必要である。特に、過重労働防止に資する情報(職種や時間外労働等)を入手し保健指導を実施している労災病院があればその事例から学び、今後の調査研究を検討できるかもしれない。例えば、労災二次健診受診者は長時間労働等の過重労働の状況とストレスチェック結果等の情報も入手して保健指導を行う等である。また、折角実施している労災二次健診結果が本人に正確に伝わり、事業者による就業上の措置判定および就労改善につながっているかの課題も指摘された。健診結果に基づいて就業上の措置区分判定と保健指導が行われるが、企業側の産業医等への情報共有の方法も重要となる。また、労災二次健診は特定の企業からの依頼が多い、中小企業からの依頼は少ない等の状況が推測されたことから、労災二次健診の対象者の選定方法や周知方法についても検討が必要である。

なお、本研究を通じて、安衛研の研究者が労災病院の医師との連携の大きなきっかけとなった。今後、機構内での共同研究のネットワークの進展が期待される。

【研究業績・成果物】

なし

3. プロジェクト研究成果概要

(1) 医療施設における非電離放射線ばく露の調査研究【3年計画の2年目】

山口 さち子(産業毒性・生体影響研究 G), 王 瑞生(同), 井澤 修平(産業ストレス研究 G),
劉 欣欣(産業疫学研究 G), 岩切一幸(同), ソンスヨン(KNU),
中井 敏晴(長寿研), 今井 信也(大阪物療大学), 小林 宏一郎(岩手大学),
赤羽 学(奈良医大), Rianne Stam(RIVM), 関野 正樹(東大), 調査表・ガイダンス作成の WG

【研究期間】 平成 29～令和元年度

【実行予算】 8,000 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景

非電離放射線は普遍的な物理因子であり、波長では0.3 THz以下の電波や赤外線、可視光線、一部の紫外線などの呼称である。これらは周波数に応じた短期的影響として静磁界は力学的作用や神経刺激作用、低周波領域では神経刺激、高周波領域では発熱する。職業ばく露は国内では労働安全衛生法の対象外であるものの欧州においては欧州指令(Directive 2013/35/EU)が発令されるなど管理の潮流である。

医療施設では非電離放射線を積極的に利用した治療・診断装置が多数存在し、中でも磁気共鳴画像装置(MRI 装置)は放射線科における主要なイメージングモダリティで非電離放射線を多用する。このため、MRI 装置を取り扱う事業者は他の集団と比較して非電離放射線ばく露が頻度・強度とも特異的に高い職業集団であり、体系的な防護手段について近年議論がなされている。

MRI 装置は短期的影響が発生しうる漏洩磁界が作業環境に常時存在し(3 T 装置で 1 T 以下)、操作者はこの漏洩磁界に検査のたびにばく露される。このため労働衛生上の課題としては、第一にこの短期的影響を防護する必要があるが、MRI 検査自体は既に日常的に運用されていることを鑑みると、漏洩磁界に長期的・継続的にばく露されることによる長期的影響(特に女性診療放射線技師が増加傾向であることを考慮した発生・生殖への影響)の懸念に対し、調査や情報発信を通じて対応する必要性も生じている。

(2)目的

本研究は非電離放射線が多用される MRI 検査とその事業者に注目し、体系的な防護手段を検討する。具体的には、生体影響調査など基礎的内容から情報発信のあり方の検討など実務上必要な対応まで多段階での対応を実施し、対策立てに資すること

を目的とする。下記に実施内容を示す。

- サブテーマ 1 『放射線科業務における妊娠中の対応方針に関する研究』
 - アンケート調査及び情報発信
 - 妊娠中の MRI 検査業務のありかたを検討し、対応整備の基盤を確立する
- サブテーマ 2 『ヒトの磁界感知(磁界ばく露による生体応答)に関する研究』
 - ばく露調査など作業環境面からの展開(サブテーマ 2-1)
 - 高磁界中での生理指標測定など生体影響調査からの展開(サブテーマ 2-2)
 - 基礎的知見を充足させ、高磁界中での作業に関する対策立てに資する

(3)方法

(サブテーマ 1)

妊娠事業者の MRI 検査業務配置について、国内 MRI 設置施設及び事業者に対し調査票を郵送する。結果から現状を把握し、続いて選択方針で重要視されている項目とその背景要因を調査することで、安全性情報や今後に期待される内容を明らかにする。また、MRI 検査施設の女性事業者の妊娠・出産に関する調査を実施する。

(サブテーマ 2-1)

磁界ばく露の中枢神経系の短期的影響については作業環境面からの防止策が不十分であるため、小型磁界計を利用した事業者のばく露調査や漏洩磁界マップの活用を検討する。

(サブテーマ 2-2)

高磁界環境下(in situ)でバランス機能や脳波等の中枢神経系の生体指標を取得し、基礎的知見を充足させるとともに高磁界中での作業に関する対策立てに役立てる。

(4)研究の特色・独創性

本研究は MRI 検査の事業者の非電離放射線への対策立てに資することが目的であるが、得られた内容は国内で対応が遅れている非電離放射線ばく

露の管理のあり方の検討材料ともなりえる。

【研究成果】

(1)サブテーマ1(アンケート調査)

「放射線科業務における妊娠中の対応方針に関する研究」

①はじめに

国内で主に画像診断業務を担当する診療放射線技師は女性割合が年々増加傾向である。一方、妊娠時にMRI検査業務が継続可能かについては議論を要する問題である。非電離放射線の発生・生殖への影響については、現在まで明確な影響報告はないものの研究継続が必要とされている側面もあり[1][2]、永らく疫学研究が欠落しているMRI検査施設の女性就業者の妊娠・出産など科学的エビデンスの収集が求められている。

他方、MRI装置は既に日常的検査業務に位置付けられていることから国外では指針等を設ける団体もあるが(主な方針はスキャン中に入室しないというもの)[3]、国内に明確な基準はない。このため、現場で対策を講じる機運が高まりつつあることを考慮すると、国内で何らかの情報発信が必要な段階であると考えられる。

しかしながら、これまで国内で安全性情報自体が体系的に提供なされていない。そこで、第一に妊娠中のMRI検査業務配置に関する現状と背景要因を調査し、どのような情報提供が求められているかを明らかにする。続いて、疫学調査の長期欠落を補完し、今回の情報提供の材料となるような調査もあわせて実施する。

②実施内容

実施内容は下記のとおりである。

実施内容1:

「MRI検査業務における妊娠就業者の配置方針の背景要因の検討(消極的配置)」

実施内容2:

「MRI検査業務における妊娠就業者の配置方針の背景要因の検討(積極的配置)」

実施内容3:

「医療施設における非電離放射線のとりまとめ」

実施内容4:

「非電離放射線の研究に関する国際情勢の調査」

③実施内容詳細

実施内容1:

「MRI検査業務における妊娠就業者の配置方針の背景要因の検討(消極的配置)」

リスクマネジメントの分野における考え方として、念のための対策(precautionary action)とは有害性に対する科学的根拠がないものの念のためにとる何らかの対策を指す。非電離放射線においては、例えば国外で実施されている一般公衆を対象とした電力設備から発生する電磁界の対策などがあげられる[4]。昨年度実施した調査では、52.6%の施設で就業者の妊娠時にはMRI検査業務を妊娠前より減らす、できる限り配置しない、配置しないといった消極的な配置方針を示していた。現在までに生殖・発生に対する明確な有害性は報告されていない状況であることを考えると、このような回避措置は妊娠就業者のMRI検査業務に対し国内で自発的に「念のための対策」が取られているとみなされる状況である。

そこで本研究では消極的配置(妊娠報告後は配置を減らす、配置しない等)の意思決定における背景要因を調査し、どのような情報提供が求められているかについて検討するため、昨年度実施した妊娠就業者のMRI検査業務の配置方針に関するアンケート2072件[5]について回答背景を検討した。背景要因は回答者の非電離放射線の見解と身体負担の見解に着目した(表1)。

第一に、決定木分析で消極的配置の回答について段階的に分析を行った結果、第一～三層で非電離放射線や身体負担の見解が要因として抽出され、特に有害性に対する懸念が強く影響していた。

第二に、消極的配置の選択における非電離放射線/身体負担の見解の影響を二項ロジスティック回帰分析で検討した。独立変数は単変量解析で有意差を示した非電離放射線の「関心・知識取得状況」、「有害性の懸念」、「ばく露防護」の3項目に、「身体負担」、「基本属性」(性別、年齢、人員充足度)とした。その結果、消極的配置の選択においては、非電離放射線への興味・関心は選択に影響を及ぼさないが(関心(高): $p=0.775$ 、関心(低): $p=0.306$)、有害性やばく露防護に対する憂慮が影響を与えていることが示された。有害性に対する憂慮は懸念の有無によって選択の指向性が明確に分かれていた(有害性の懸念なし:OR:0.081, 95%CI:0.045-0.145, $p<0.0001$ 、念のための措置が必要;OR:4.491, 95%CI:2.970-6.791, $p<0.0001$ 、有害性の懸念あり;OR:5.213, 95%CI:2.416-11.250, $p<0.0001$)。「ばく露」防護についても同様に回答内容による選択

表 1 非電離放射線及び身体負荷の見解に関する設問:単純集計結果と本研究における用語の定義。[6]

調査票	本研究での表記	n	%
問 家電から発生する非電離放射線に関するガイドライン, 法令	「関心・知識取得」		
講演会を聞いたり、自分で調べたことがある	関心(高)	160	7.7
興味はあるが調べたり講演会に出たことはない	関心(低)	1424	68.7
興味はない	無関心	428	20.7
その他	—	10	0.5
無効回答・無回答	—	50	2.4
計	—	2072	100.0
問 MRI 検査と生殖・発生への影響	「有害性の懸念」		
これまでに生殖・発生への影響ありという報告はないため	有害性の懸念なし	455	22.0
これまでに生殖・発生への影響ありという報告はないが、念のための措置として	念のための措置が必要	1194	57.6
これまでに生殖・発生への影響ありという報告を聞いたことがあるため	有害性の懸念あり	80	3.9
この内容は担当方針の根拠ではない	根拠でない	227	11.0
その他	(個別に解析)	67	3.2
無回答・無効回答	—	49	2.4
計	—	2072	100.0
問 MRI 装置の漏洩磁界について	「ばく露防護」		
ばく露源からの防護が容易であるため	容易	554	26.7
ばく露源からの防護が容易でないため	容易でない	481	23.2
この内容は担当方針の根拠ではない	根拠でない	884	42.7
その他	(個別に解析)	31	1.5
無回答・無効回答	—	122	5.9
計	—	2072	100.0
問 一時的体調変化の遭遇	「一時的体調変化」		
事例に遭遇(伝聞含む)したことがある、機序も知っている	遭遇あり機序は理解	448	21.6
事例に遭遇(伝聞含む)したことがある、機序は知らない	遭遇あり機序は不明	311	15.0
事例に遭遇(伝聞含む)したことはない、機序は知っている	遭遇なし機序は理解	462	22.3
事例に遭遇(伝聞含む)したことはない、機序も知らない	遭遇なし機序は不明	817	39.4
その他	(個別に解析)	11	0.5
無回答・無効回答	—	23	1.1
計	—	2072	100.0
問 身体的負荷	「身体負荷」		
介助などの身体負荷が少ないため	身体負荷・低	808	39.0
又は低減する工夫や人員配置が可能であるため	(低減可)		
介助などの身体負荷が高いため	身体負荷・高	542	26.2
又は低減することができないため	(低減不可)		
この内容は担当方針の根拠ではない	根拠でない	569	27.5
その他	(個別に解析)	39	1.9
無回答・無効回答	—	114	5.5
計	—	2072	100.0

の指向性が異なっていたが、有意差は容易でないという回答者のみで観察された(容易でない; OR: 2.132, 95%CI: 1.447-3.143, $p < 0.0001$)。身体負荷についても同様の傾向であったが、身体負荷低い(低減可)の回答者は消極的配置を有意に控えていた(身体負荷・低(低減可); OR: 0.291, 95%CI: 0.202-0.416, $p < 0.0001$)。また、基本属性では特に年齢が選択に影響していることが明らかとなった。

以上の様に特に非電離放射線の有害性やばく露防護に対する憂慮が選択に影響していることが示された。このため、実施内容 3 において安全資料の作成を実施した。これら結果については一次集計に基づく概要を日本磁気共鳴医学会誌にて[5]、解析内容を労働安全衛生誌にて報告済みである[6]。

実施内容 2:

「MRI 検査業務における妊娠就業者の配置方針の背景要因の検討(積極的配置)」

実施内容 1 では消極的配置について着目したが、妊娠時には以前より配置回数を増やす「積極的配置」の回答も 7.6% (n=157) 報告があった[5]。このような「積極的配置」について背景にある非電離放射線への意識状況の違いや作業状況に基づく配慮の検討を行うことは、妊娠時の就業内容の話し合いの根拠材料を提供したり柔軟な対応への基盤となると考えられる。また、「積極的配置」は妊娠時に MRI 検査を代替業務として扱っていると考えることもできるため、他のモダリティと選択理由の比較を行うことで、根拠を持った代替業務提案につながる事が期待される。

そこで本研究では、妊娠報告後の配置回数を増やす「積極的配置」に着目し、選択の背景要因を考察するとともに、他の代替業務(CT、一般撮影など)との間で基本的考え方(例:ばく露防護や身体負荷)の相違について検討した。

第一に、「積極的配置」の背景にある非電離放射線への意識状況の違いや作業状況に基づく配慮の状況を検討した結果、個人属性と施設特性はほとんど関与しないが、非電離放射線への意識状況の違いや作業状況に基づく配慮の状況との関連が示され、特に「身体負荷」は「積極的配置」の選択において重要な役割であることが示された。

第二に、代替業務の選択要因を「ばく露防護の容易さ」、「身体負荷の軽減」、「勤務形態の取入れ」とし、積極的配置以外の回答も含む全回答(N=2072)について、MRI 検査とそれ以外のモダリティで要因の選択状況を比較した。その結果、MRI 検査では「ばく露防護の容易さ」と「勤務形態の取入れ」の双方が重視され選択されていた。MRI 検査以外の代替業務の選択割合は、筆頭回答が CT(n=865):20.8%、続いて受付業務等(n=646):15.6%、一般撮影(n=599):14.4%であった。これらについて、選択理由である「ばく露防護の容易さ」、「身体負荷の軽減」、「勤務形態の取入れ」の回答割合を算出し、コレスポネンス分析にて代替業務と選択理由との関連性を検討した。その結果、CT では「ばく露防護の容易さ」との関連、一般撮影では「勤務形態の取入れ」と関連が強いなど各モダリティで選択の特性が異なり、かつ MRI とも様相が異なることが示された。

第三に、配置状況についてより理解を深めるため、配置方針のうち自由回答について分類を行い内容の考察を行った結果、施設の実態に見合わない場合、慎重、否定的な意見を示す割合が7割強と高かった。

これら結果は日本放射線技師会誌に投稿中である。

実施内容 3:

「医療施設における非電離放射線」のとりまとめ

実施内容 1 からは非電離放射線の有害性やばく露防護に対する憂慮が妊娠中の MRI 検査配置を回避する要因となっていた。このため、医療施設における光・超音波以外の非電離放射線について、就業者を対象とした情報発信を目的とした資料を作成した[7][8]。資料では非電離放射線の短期的影響とその防護に関する考え方のほか、静磁界による生殖・

発生への影響の情報整理と文献調査を実施した。ここでは静磁界による生殖・発生への影響の文献調査結果について記す。

WHO EHC No. 232 (静磁界の健康影響評価書) [9]以後の静磁界による生殖・発生への影響についてアップデートを行うため、2004 年以降に発行された論文を対象として文献調査を行った。本調査はハンドサーチによる論文調査である。PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analyses: システマティックレビューおよびメタアナリシスのための優先的報告項目)に基づく選定では、対象となる論文(本件では 2004 年以降のヒトの生殖・発生における作業環境の静磁場影響)はヒットしなかった。しかしながら、動物実験による作業環境(長期ばく露、複数回ばく露、勾配ありなど)の静磁場影響を調査した報告及び胎児 MRI 検査のフォローアップ報告といった関連論文が発行されているため、本著ではこれら関連論文について一定基準での除外項目を設け、それらをクリアした論文について文献調査を行った。

対象論文は 2004 年 1 月 1 日以降に発行された論文とし、調査項目は「生殖・発生における静磁界の影響」と設定した。表 2 に検索データベース、検索ターム及び結果を示す。本著では対象を広くとるために疫学研究以外にも細胞・動物実験も対象とした。灰色文献(通常のパブリック市場に乗らないため入手困難な文献: 政府や学術機関などによる非商業出版物など)は対象外とした。検索の結果 864 件が抽出され、重複を除外した結果一次スクリーニングに進む論文は 707 件であった。一時スクリーニングでは総説論文、非英語論文、非哺乳類動物、受精前のばく露、妊娠前の雄雌単独の生殖毒性研究を除外項目とした。17 件の論文を二次スクリーニング資料とし、最低 2 名の有識者に評価を依頼した。最終的に 13 件の論文が選定された。選定された 13 件の論文は動物実験 8 報、胎児 MRI 検査に関する疫学研究 5 報であった。個別の内容では細胞・動物実験と胎児 MRI の結果からは明確な有害影響は観察されていなく、全体として既存の健康影響評価書の内容を変更するものではなかった。

続いて妊娠就業者に対する MRI 配置について国外の情報発信の状況を整理すると、騒音の観点から撮影中はその場に留まらないことが基調となっているが一部予防的措置に関する配慮について言及されるものもあり、国によっては対応方針に幅を持たせている現状であった[7][8]。リスクアセスメントの必要性に関しても言及されていた。SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health

表2 検索データベース、検索ターム及び結果。[7]

タイトル	生殖・発生における静磁界ばく露の文献調査	
調査内容	生殖・発生における静磁界ばく露の影響	
日付	2018/12/13	
データベース	PubMed	
検索者	A、B	
#	検索式	文献数
1	("Reproduction"[Mesh] OR "Fetus"[Mesh] OR "Embryonic and Fetal Development"[Mesh]) AND ("Magnetic Fields"[Mesh] OR "magnetic field*" OR "static magnetic field*") AND ("2004/01/01"[Date - Publication] : "3000"[Date - Publication])	606
2	("Pregnancy Complications"[Mesh] OR "Congenital Abnormalities"[Mesh]) AND ("Magnetic Fields"[Mesh] OR "magnetic field*" OR "static magnetic field*") AND ("2004/01/01"[Date - Publication] : "3000"[Date - Publication])	150
3	("pregnancy" OR "embryonic development") AND ("static magnetic field") AND ("2004/01/01"[Date - Publication] : "3000"[Date - Publication])	12
4	("adverse effect*" OR "miscarriage" OR "low birth weight" OR "teratogenic") AND ("static magnetic field") AND ("2004/01/01"[Date - Publication] : "3000"[Date - Publication])	5
	Total	773
データベース	電磁界情報センターデータベース	
検索者	A	
#	検索式	文献数
	発行年：2004-2018 周波数区分：静磁界／直流、研究タイプ：全て、文献タイプ：全て	
1	embryo or embryonic	10
2	pregnant or pregnancy	3
3	teratogenic	1
4	abnormality	1
5	development	17
	Total	32
データベース	EMF portal	
検索者	A	
#	検索式	文献数
	トピックス：全て、周波数範囲：直流／静的な電磁界（DC）、発行年：2004-2018	
1	embryo or embryonic or pregnancy	65

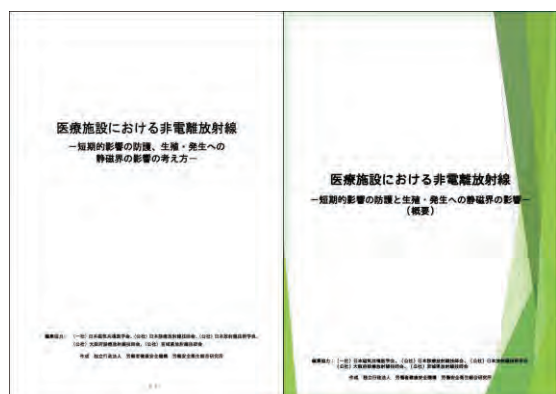


図1 実施内容1-3に基づき作成した報告書。

Risks: 新興及び新規に同定される健康リスクに関する科学委員会)の意見書(2015)[10]や ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection: 国際非電離放射線防護委員会)声明(2017)[2]からは当該分野は調査の継続が求められている状況であった。このため、「念のための対策(実施内容1参照)」に関する考え方について整理を行った。

最終的に、一般社団法人 日本磁気共鳴医学会、

公益社団法人 日本診療放射線技師会、公益社団法人 日本放射線技術学会、公益社団法人 大阪府診療放射線技師会、公益社団法人 宮城県放射線技師会の編集協力のもと報告書を作成し、2019年3月に発行した(図1)[7][8]。

実施内容4:

「非電離放射線の研究動向の調査」

医療機器において非電離放射線は積極的に利用されており、使用される周波数も機器によって異なる[7]。ICNIRP等ガイドラインにおいては患者は対象外であるが術者(作業者)はばく露機会があり、時にガイドライン値を超過することがある[10]。本研究は主に静磁界に関して調査を行っているが、それ以外の周波数についても状況を知る必要がある。そこで静磁界に加え、特に医療機器でもよく使用される商用周波数(50/60 Hz)による極低周波電磁界及び高周波電磁界(10 MHz-300 GHz)について、ばく露状況、生体影響、リスクコミュニケーションに関する大規模調査の現状について調査した。

静磁界については他国で大規模調査の状況はな

かった。極低周波電磁界については、ドイツ連邦放射線防護庁(BfS)が新規研究プログラムを開始し[11]、5. Investigation of the possible association between exposure to magnetic fields and the rate of miscarriage、8. Risk perception and risk communication が今後本研究に関係する可能性がある。高周波電磁界については国際がん研究機構による発がん性分類前後より大規模プロジェクトが実施され7件あった(いずれも実施年は2000-2018年の範囲内で、期間は3-10年程度)。このうち、米国立衛生研究所が研究助成を行ったINTEROCCと、EU FP5、ほか各国の公的機関が研究助成を行ったGERoNiMOについては、職業ばく露を取り扱っていた。特にINTEROCCにおいては極低-高周波電磁界ばく露に関するjob-exposure matrix作成を試みているが[12]、医療者に関する情報は作成されていなかった。

④サブテーマ1 成果の活用および次年度の予定
 昨年度の調査結果に基づき、今年度は解析と現場で利用できる資料作りを行った。次年度は個人宛調査票の解析に着手し、妊娠・出産に関する情報や、妊娠中のMRI業務に関する管理者と男女就業者の意識の違いなどについて解析予定である。

(2)サブテーマ2-1(現場調査)
 「作業負荷を考慮に入れた個人磁界ばく露調査」
 ①はじめに

MRI検査にともなう磁界ばく露研究は一定数行われ一時的体調変化の発生との関連が報告されているが[1][13]、作業負荷の影響は考慮されていない。MRI検査は座位時間が長い患者移乗等で身体負荷もあり、磁界ばく露による一時的体調変化について適切に評価するためには磁界ばく露と同時に作業負荷の記録を行い、その間の体調変化の記録と照らし合わせる必要がある。また、現状で活用度合いは低いものの[5]、一時的体調変化防止には作業環境情報(漏洩磁界マップ)を活用するアプローチも必要である。

そこでサブテーマ2-1では、個人磁界ばく露測定及び漏洩磁界マップの活用に関する調査を実施した。

②実施内容
 実施内容は下記のとおりである。

実施内容1:

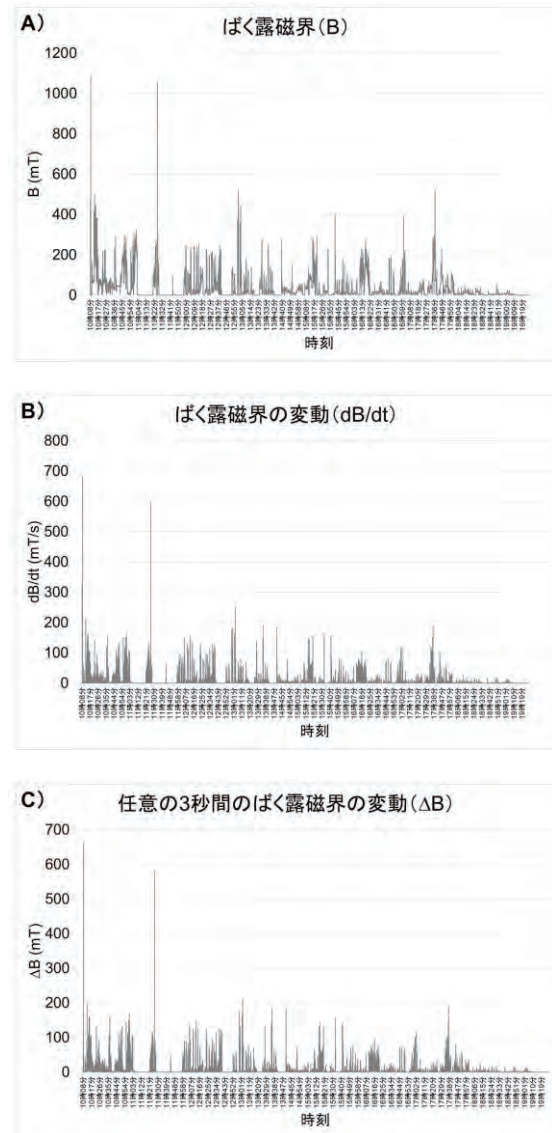


図2 個人磁界計を用いた実地テスト。3 T MRI装置周辺にて環境磁界測定作業に従事した際の記録。A) 1秒ごとのばく露磁界。B) ばく露磁界の1秒あたりの変動。C) 任意の3秒間のばく露磁界の変動。

「長期的磁界ばく露の予備的検討」

実施内容2:
 「視覚情報を付加した漏洩磁界マップの構築」

③実施内容詳細
 実施内容1:
長期的磁界ばく露の予備的検討

昨年度制作した磁界センサのMRI施設での実地テストを行い、3 T装置近傍の作業でも問題なく使用できることを確認した。サンプリングは3 T MRI装置周辺での環境磁界測定時に携帯し、約11時間30

分、サンプリングレート 1 Hz で記録した。テスト時(漏洩磁界測定実験中)の最大ばく露磁場は 1084 mT、時間当たりの変動の最大値は 680.3 mT/秒、3 秒間の磁界変動の最大値が 663.2 mT であった。2014 年の ICNIRP ガイドラインの基本制限(3 秒間の磁界変動が 2 T 以内)、参考レベル(2.7 T/秒)を下回っていた(図 2)。ICNIRP ガイドラインでは参考レベルよりも基本制限の順守が重視されるため、参考レベルの超過がガイドライン不適合にすぐさま結びつくわけではないが、業務中で dB/dt が参考レベルを超過する割合やその際の生体影響の記録は今後のガイドライン維持修正に必要であると考えられる。

活動量計は市販のものを選定し MRI 施設で実地テスト計画している。現在実験サイトの選定を行っている。

実施内容 2:

視覚情報を付加した漏洩磁界マップの構築

サブテーマ 1 の施設宛調査結果から作業環境(漏洩磁界)の認知状況が十分でないことが示されたため、昨年に引き続き視覚情報を向上した漏洩磁界マップを作製した。昨年度の重畳例では MRI 装置に対し垂直又は平行面でのみ磁界データの重畳が可能であったが、今年度は図示ソフトウェアを変更したことで任意の角度の風景画像への漏洩磁界データの重畳が可能となった(図 3)。

なお、本手法は事前学習による安全意識付けを期待するものであるが、作業環境の意識付けにおいて音刺激によるリアルタイムでの警告との比較が必要であると考えられる。

④サブテーマ 2-1 成果の活用および次年度の予定
次年度は開発した個人ばく露計について小規模集団でデータの妥当性の検証を行う。活動量計についても携帯を依頼する。

また、今年度改良した作業環境情報の提示についてウェブアンケートを通じて情報提示前—提示後の作業者の変化について調査を予定している。

(3)サブテーマ 2-2(基礎研究)

「高磁界中における脳・運動機能測定」

①はじめに

高磁界中で一時的体調変化が生じることは以前より報告があり、バランス機能や手と目の協調のタスク(Pursuit aiming II)でパフォーマンスが低下するとの報告がある[14]-[16]。また、高磁界環境下(in situ)で

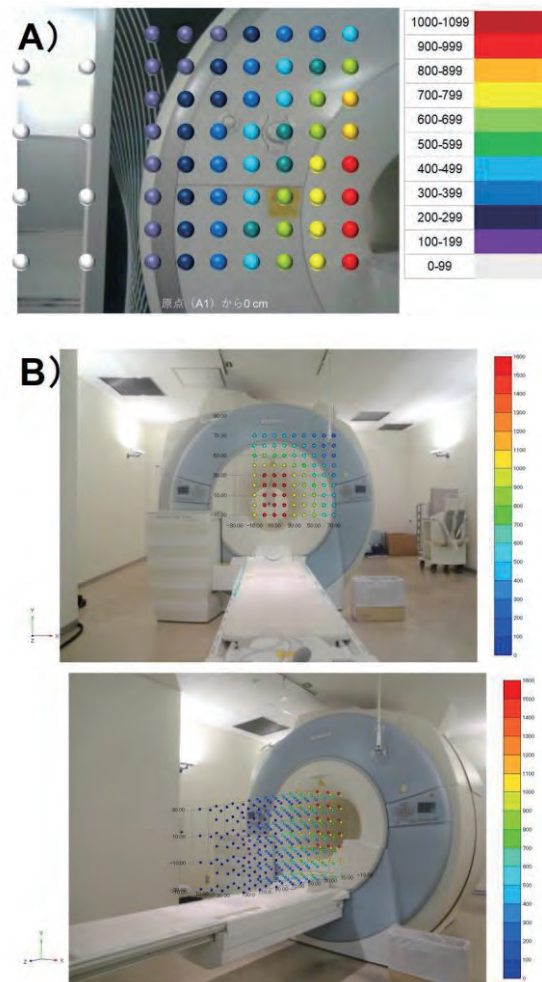


図 3 風景画像への漏洩磁界データの重畳例。A) 昨年度の重畳例。B) 改良した重畳例。

バランス機能や脳波等の中樞神経系の生体指標を取得した研究はほとんどなく、実際場で変化を観察する必要がある。

そこでサブテーマ 2-2 では、「高磁界中における脳・運動機能測定」として当該内容の調査を実施した。

②実施内容

実施内容は下記のとおりである。

実施内容 1:

「高磁界ばく露中のバランス機能変化の検討」

実施内容 2:

「高磁界ばく露中の脳機能変化の検討」

③実施内容詳細

実施内容 1:

高磁界ばく露中のバランス機能変化の検討

実験は昨年度のプロトコルを一部改変して実施

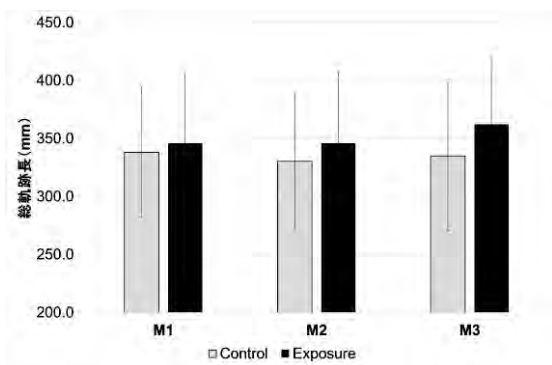


図4 測定位置ごとのコントロール条件及び磁界ばく露条件における総軌跡長の結果。

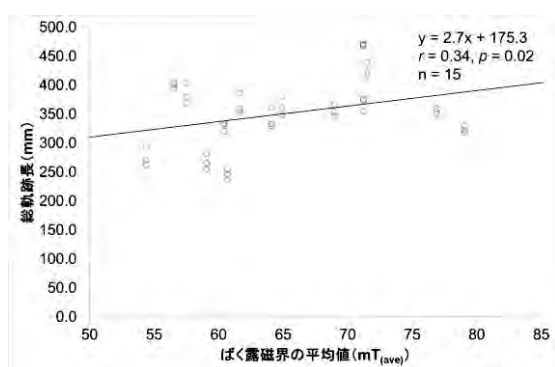


図5 平均ばく露磁界レベルと総軌跡長のプロット。

した。国立長寿医療研究センター3TMRI装置の作業者が立ち入る区画内で最も漏洩磁界の強い箇所(装置裏側ガントリ末端、高さ120cm、薬1-2T)に

5分程度頭部をばく露したのち、MRI装置より80cm程度離れた場所で閉眼直立姿勢のモーションキャプチャの測定を行った。この距離は、MRI作業従事者が頻繁に移動する距離である。モーションキャプチャの測定点、実験参加者の左肩(Marker 1)、首の付け根(Marker 2)、右肩(Marker 3)とした。実験参加者は計15名、そのうち若年層としての20代群が7名(男性3名、女性4名)、中高年層としての40-50代群が8名(男性4名、女性4名)であった。全実験参加者の平均身長(標準偏差)は164.3(7.7)cmであった。測定は、MRI検査室(MRI条件)およびその前室(Control条件)にて、測定順序をランダム化して行った。測定時間は、1条件あたり30秒とした。また、測定ごとに、実験参加者の右耳、頭の上、左耳の位置にて磁界レベルの測定を行い、平均値を算出した。モーションキャプチャの測定データからは、総軌跡長(mm)、左右軌跡長(mm)、上下軌跡長(mm)、前後軌跡長(mm)、左右最大振幅(mm)、上下最大振幅(mm)、前後最大振幅(mm)などを算

出した。ただし、ここでは総軌跡長のみの結果を記す。統計解析は、二元配置分散分析および多重比較検定(Bonferroni検定)を実施した。さらに、身体動揺の総軌跡長と磁界レベルとの関係を回帰分析にて解析した。

図4に、Marker 1~3のControl条件およびMRI条件における身体動揺の総軌跡長を示す。総軌跡長について磁界の有無と測定位置との関係について解析した結果、磁界の主効果が観察された($p=0.016$, 図4)。しかし、測定位置の主効果($p=0.874$)および磁界の有無×測定位置の交互作用($p=0.491$)に有意差は認められなかった。また、左右軌跡長、上下軌跡長、前後軌跡長、左右最大振幅、上下最大振幅、前後最大振幅について測定位置との関係を同様に解析した結果、前後軌跡長のみ磁界ばく露の主効果が観察された($p=0.040$)が、測定位置の主効果($p=0.456$)や交互作用($p=0.468$)は観察されなかった。

各マーカーの総軌跡長についてばく露磁界レベルとの相関について検討した。図5に総軌跡長と平均磁界ばく露レベルの関係を示す。ばく露磁界の増大にともない総軌跡長が有意に増加した($r=0.34$, $p=0.02$)。他のばく露パラメータについては、統計的有意差は観察されなかった。

男女差(男・女)および年代差(20代群・40-50代群)に関しては、年代差についてのみ一部項目で統計的有意差が観察された。

総軌跡長および前後軌跡長のパラメータにおいて磁界ばく露条件ではコントロール条件に比べ身体動揺が増大し、またばく露磁界レベルと総軌跡長との間に相関関係が認められた。しかしながら、実際に観察されたパラメータ値の変化は微小であり、また限定的な相関関係であったことから、全体として影響は軽微であると考えられる。

実施内容 2:

高磁界ばく露中の脳機能変化の検討

実験は東京大学進化認知センターのMRI施設にて行った。予備実験では、磁場ばく露による測定機器への影響が認められ、測定ノイズは大きいことが判明した。測定ノイズを軽減するため複数回の予備実験を実施した結果、電磁波シールド効果のある専用チューブを使用することは脳波の測定ノイズが軽減できることが認められたため、本実験ではこの方法を用いた(図6)。しかし、この方法は全ての測定機器を磁場から遮断することは不可能であるため測

定ノイズの除去は限定的であった。

本実験では、4名の健康男性が参加したが、最後の被験者は測定中に起きた原因不明の機器トラブル



図6 シールドチューブの使用イメージ。



図7 高磁界中での脳波測定の様子。

ルが原因で実験は中止となり、計3名の参加者のデータを収集できた(平均年齢 23.6歳)。被験者は座位開眼状態で磁場ばく露なし・あり条件でP300を測定した(図7)。磁場ばく露条件では、被験者の頭部位置磁場強度は約1Tであった。P300の測定では、オッドボールタスクの標準刺激と標的刺激を計180試行提示した(約6分間)。次年度は収集したデータの整理と解析を行う予定である。

④サブテーマ2-2 成果の活用および次年度の予定
サブテーマ2で実施した内容のうち、サブ2-2については知見の乏しい高磁界中での生体指標測定結果であり、既存ガイドラインの妥当性を支持する資料として有効である。次年度はサブ2-1について現場でのデータ取得に取り組む予定である。

【研究全体に関する統括】

平成30年度のサブテーマ1ではこれまでの研究内容を元に妊娠中就業者のMRI検査配置に関する情報提供を実施した。本情報は生殖可能年齢の女性就業者のいるMRI施設において非電離放射線と共存し業務を行うための手引きとなる。

サブテーマ2-1では視認性の高い漏洩磁界マップの作成と個人ばく露調査の予備測定を行った。これらは今後調査を進めることで、本調査が主目的とする体調変化防止だけでなく磁性体の吸引事故防止に関しても、現場の状況を反映した安全情報の提供が可能となると考えられる。

サブテーマ2-2では高磁界中でのバランス機能や脳波計測に取り組んだ結果、バランス機能ではMRI装置から約80cm離れた位置での作業の場合、その磁界ばく露が作業者の身体動揺に大きく影響を及ぼすものではないことが示された。この結果は、注意を及ぼすエリアの設定を検討する上で利用可能と考えられる。

【参考文献】

- [1] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP Guidelines on Limits of Exposure to Static Magnetic Fields. Health Phys. 2009; 96(4):504-514.
- [2] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP Statement on Diagnostic Devices Using Non-Ionizing Radiation: Existing Regulations and Potential Health Risks. Health Physics. 2017, 112(3):305-321.
- [3] Expert Panel on MR Safety et al., ACR Guidance Document on MR Safe Practices: 2013. Journal of Magnetic Resonance Imaging 2013; 37:501-530.
- [4] 一般社団法人電気学会 電磁界の健康リスク分析調査専門委員会編. 電磁界の健康リスク分析の動向. 電気学会技術報告 第1437号 (A部門). 2018年.
- [5] 山口さち子, 井澤修平, 前谷津文雄, 土井司, 引地健生, 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽学, 王瑞生. 本邦における妊娠中のMRI検査業務担当の現況と非電離放射線(静磁界ばく露)の意識状況調査 概要報告. 日本磁気共鳴医学会雑誌. 2018年, 第38巻4号 p103-119.
- [6] 山口さち子, 前谷津文雄, 土井司, 引地健生,

- 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽学, 井澤修平, 王瑞生. MRI 検査業務における妊娠就業者の配置方針の背景要因の検討. 労働安全衛生誌. 労働安全衛生研究. 2019年, 第12巻1号 p3-12.
- [7] 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. 「医療施設における非電離放射線—短期的影響の防護、生殖・発生への静磁界の影響の考え方—」 https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/houkou/houkoku_2018_05.html
- [8] 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. 「医療施設における非電離放射線—短期的影響の防護、生殖・発生への静磁界の影響の考え方— (概要)」 https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/houkou/houkoku_2018_05.html
- [9] World Health Organization, Environmental Health Criteria 232 Static Fields. 2006
- [10] Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Opinion on Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF). European Commission. 2015
- [11] http://www.bfs.de/EN/bfs/science-research/bfs-research-programme/grid-expansion/grid-expansion_node.html
- [12] Vila J et al., Development of a source-exposure matrix for occupational exposure assessment of electromagnetic fields in the INTEROCC study. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2017 Jul;27(4):398-408.
- [13] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Guidelines for Limiting Exposure to Electric Fields Induced by Movement of the Human Body in a Static Magnetic Field and by Time-Varying Magnetic Fields below 1 Hz. Health Physics. 2014, 106(3):418-425.
- [14] Vocht F et al., Cognitive Effects of Head-Movements in Stray Fields Generated by a 7 Tesla Whole-Body MRI Magnet. Bioelectromagnetics 2007; 28:247-255.
- [15] Nierop LE et al., MRI-Related Static Magnetic Stray Fields and Postural Body Sway: A Double-Blind Randomized Crossover Study. Magnetic Resonance in Medicine 2013; 70:232-240/
- [16] Thensohn JM et al., Vestibular Effects of a 7 Tesla MRI Examination Compared to 1.5 T and 0 T in Healthy Volunteers. ProsOne 2014; 9(3):1-8.
- 【研究業績・成果物】**
- 【その他の専門家向け出版物(英文、和文)】**
- 1) 山口さち子, 井澤修平, 前谷津文雄, 土井 司, 引地健生 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽 学, 王瑞生 (2018) 本邦における妊娠中の MRI 検査業務担当の現況と非電離放射線(静磁場ばく露)の意識状況調査 概要報告, 日本磁気共鳴医学会誌 38, 103-119.
 - 2) 山口さち子, 前谷津文雄, 土井 司, 引地健生 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽 学, 井澤修平, 王瑞生 (2018) MRI 検査業務における妊娠就業者の配置方針の背景要因の検討, 労働安全衛生誌 12, 3-12.
 - 3) Sachiko Yamaguchi-Sekino, Tsutomu Kira, Masaki Sekino, and Manabu Akahane (2019) Effects of 7 T static magnetic fields on the expression of biological markers and the formation of bone in rats, Bioelectromagnetics, Vol.40, No.1, pp.16–26. (終了済みの未分化細胞への磁場影響の動物・細胞実験であるが、継続課題として本研究にて論文発表)
- 【特別講演、パネルディスカッション等(英文、和文)】**
- 1) 第6回 電磁界ばく露に関する評価手法の動向調査専門委員会 講演(2018年4月)
 - 2) 平成30年度電子情報通信学会東北支部講演会「核磁気共鳴画像診断技術(MRI)と電磁界の生体影響」(2018年7月)
 - 3) 社団法人日本磁気共鳴医学会 基礎講座「MRの安全性」(2018年8月)
- 【国際学術集会】**
- 1) Sachiko Yamaguchi-Sekino, Shuhei Izawa, Humio Maeyatsu, Tsukasa Doi, Takeo Hikichi, Hideki Fujita, Shinya Imai, Manabu Akahane, Rui-Sheng Wang (2018) Survey of the facilities' policies on allocating pregnant staff for MRI site and an attitude survey to non-ionizing radiation in Japan. BioEM2018, Abstract book, p33.
 - 2) Masaki Sekino, Sachiko Yamaguchi-Sekino, Shoogo Ueno (2018) Biological effects of magnetic fields. The 1st International Workshop for Static Magnetic Stimulation, Abstract book, p11.

【国内学術集会】

- 1) 山口さち子, 井澤修平, 今井信也, 小林宏一郎 (2018) MRI 装置の漏洩磁界マップの利用状況とめまい等の一時的な体調変化に関する調査. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol. 60, (Suppl.), p.540.
- 2) 山口さち子, 関野正樹, 中井敏晴 (2018) 磁界下での時間感覚認知への影響. 第 57 回日本生体医工学会大会, プログラム・抄録集, p112 及び P2-9-5.
- 3) 山口さち子, 井澤修平, 前谷津文雄, 土井 司, 引地健生, 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽 学, 王瑞生 (2018) 妊娠時の MRI 検査業務配置の

選択—管理者および個人間の相違について, 第 46 回日本磁気共鳴医学会大会, Vol. 38, (Suppl.), p.337.

【研究所出版物】

- 1) 医療施設における非電離放射線—短期的影響の防護、生殖・発生への静磁界の影響の考え方—. 2019 年 3 月.
- 2) 医療施設における非電離放射線—短期的影響の防護、生殖・発生への静磁界の影響の考え方—(概要). 2019 年 3 月.

(2) 化学物質リスクアセスメント等実施支援策に関する研究【4年計画の1年目】

島田行恭(リスク管理研究 C), 佐藤嘉彦(研究推進・国際 C), 高橋明子(リスク管理研究 C),
板垣晴彦(化学安全研究 G), 梅崎重夫(総括領域長), 小野真理子(作業環境研究 G),
高木元也(建設安全研究 G)

【研究期間】 平成 30～令和 3 年度

【実行予算】 7,300 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1) 背景

① 平成 25 年度から平成 28 年度にかけて実施したプロジェクト研究の成果と普及活動

化学物質を取り扱う事業場でのプロセス災害(火災・爆発など)発生を防止するためのリスクアセスメント(Risk Assessment; RA)等の進め方の“あるべき姿”を示すことを目的とし、有識者委員会での議論を中心に検討した結果、技術資料「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、JNIOOSH-TD-No.5(2016)」をまとめた。この技術資料を活用し、災害防止団体、業界団体などの研修会にて、RA 等の正しい理解と実施を促進する活動を行った。

② 化学物質 RA の義務化への対応

平成 26 年 6 月 25 日に「労働安全衛生法の一部を改正する法律」(平成 26 年法律第 82 号)が公布され、SDS(安全データシート)の交付が義務付けられている物質については、RA 等を実施することが義務化された(平成 28 年 6 月 1 日から施行)。中小規模事業場においても、該当する化学物質を取り扱っている事業場では、その取扱量や設備規模の大小にかかわらず、RA 等を実施しなければならない。しかしながら、平成 27 年労働安全衛生調査結果や平成 29 年度に基盤的研究として行った RA 等実施状況に関するヒアリング調査などによると、多くの事業場では、以下のような理由により、事故・災害防止に結びつ的確な RA 等を実施しているとは言い難い。

- ・危険有害性のある化学物質を取り扱っているという認識がなく、RA 等実施の義務化の対象となっていることを知らない。
- ・化学物質 RA は有害性についてのみ実施すればよいと考えており、火災・爆発などの防止を目的とした危険性に対する RA 等についても実施しなければならないことを知らない。
- ・現場で行っている危険予知(KY)活動などを RA 等の実施と見なしている。このため、“過去に経験したことがない危険源も抽出し、リスク低減措置を検討する”という RA 等実施の本来の目的を達成することができていない。

- ・化学物質 RA 等実施には化学に関する専門的知識・情報が必要とされ、難しい。
- ・厚生労働省の化学物質相談窓口(民間委託開設)には、多くの問合せがあるが(平成 28 年度、約 6,800 件)、全事業場数から見ると数パーセントに過ぎない。また、相談内容は RA 以外にも多岐に渡り、RA 等実施が進んでいるとは言いがたい(委託会社から頂いたコメント)。
- ・有害性に対する RA 等実施については様々な手法・ツールが提供されているが、危険性に対する RA 等実施のために提供されているツールはその使用法が分かりにくい(導入が難しい)という理由から利用率は低く、より実用的な(簡単に実施できる)ツールの提供が望まれている。

● 行政的ニーズ

化学物質に起因する事故・災害を減少させるために、義務化した化学物質の RA を普及させることを掲げているが、危険性に対する的確な RA 等実施手法やツールを提供することができているとは言いがたい。このため、中小規模事業場でも簡単に実施できる手法・ツールを開発する必要がある。

● 社会的ニーズ

化学物質 RA 等実施の義務化に対応し、かつ安全な現場作業環境を構築するために、実用的で的確な RA 等を実施するためのより具体的な情報・資料や支援ツールの提供が望まれている。

③ 化学物質の異常反応を考慮した RA 実施の難しさ

- ・平成 23 年以降、大手化学工場を含む事業場において、火災・爆発などによる重大災害が連続して発生している。これらの事故の原因・背景に係る共通点として、事前にリスク低減対策を検討し、実装するための RA 等の実施が不十分であること、化学プロセス運転の原理原則となる化学反応等に対する理解不足などが指摘されている。
- ・化学物質単体の危険性(爆発性、引火性など)については GHS 分類や SDS での表記により把握することが可能であるが、化学反応の危険性(誤操作等による異常反応や化学物質同士の意図しない混触による反応を含む、以下、異常反応とまとめる)については GHS 分類や SDS での表記だけでは把握することが難しい。また、化学反応等に対する理

解は、化学物質 RA 等の実施に必要な不可欠な情報の一つであり、これを推進する必要がある。

- ・異常反応が事故の原因となることは、リスクアセスメント・ガイドラインなどでも指摘されているが、以下の項目等については現場の技術力に委ねられており、企業ごとにばらつきがある。
- － 異常反応の危険性を把握するのに必要なデータ(反応熱量、反応による発生ガス量、最大の反応速度に達するまでの時間等)が十分に入手できるか？
- － 異常反応が起因となる重大シナリオを如何に抽出するか？
- － 異常反応が起因となる重大シナリオに対するリスク低減措置をどのように選択するか？
- ・上記データの獲得に加え、関連する災害事例の情報も必要になるが、これらの情報を入手することは十分なリソース(作業者、試験設備、調査・分析時間等)が無ければ困難である。

● 行政的ニーズ

経済産業省、総務省消防庁、厚生労働省で組織される「石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議」では、重点検討課題として、事業者の理解を深めるための RA ツールを作成することとしている。また、厚生労働省、経済産業省、中央労働災害防止協会が組織される「製造業安全対策官民協議会」においても、RA 等などの実施レベルは事業所ごと、企業ごとにばらつきがあり、先駆的な取組事例を参考にし、より具体的な RA 等実施手法を提案することを目標としている。

● 社会的ニーズ

技術資料(JNIOOSH-TD-No.5)には化学物質 RA 等の進め方を示しているが、化学物質の異常反応を考慮した RA 等を実施するためには、より具体的なデータ(反応熱量、反応による発生ガス量、最大の反応速度に達するまでの時間など)が必要となる。大手事業場であれば、これらのデータを入手する手段はあるが、中小規模事業場を含む多くの事業場では、これらのデータを獲得するためのリソース(試験設備、人手など)が無い。このため、化学物質の異常反応を分析する上で注意すべき点や、異常反応発生から火災・爆発等に至るシナリオを検討する際に必要となる情報・データや災害事例情報、異常反応が起因となるシナリオに対するリスク低減措置の例などを提供することが望まれている。

(2)目的

(1)の背景に示した課題や行政的・社会的ニーズに対応するための研究を次の 2 つのサブテーマに分けて実施する。

(サブテーマ 1) 化学物質取扱い作業における災害防止のためのリスク管理支援策に関する研究

(サブテーマ 2) 化学物質の異常反応が起因となる災害防止のためのリスクアセスメント等実施支援策に関する研究

サブテーマ 1 では、定常業務において主に化学反応を伴わない作業・業種を対象とし、RA 等実施支援のための情報・資料の整理と提供、RA 等実施結果を活用した現場安全管理活動の進め方の提案、RA 等実施支援ツールの開発などを行う。

サブテーマ 2 では、化学物質の異常反応に対する RA 等の進め方について検討する。

(3)方法

以下のような調査・分析・検討を行い、目的とする研究成果を得る。

- ・既存の RA 手法・ツールの調査
- ・事故・災害事例などの分析に基づく化学物質取扱い作業のヒューマンエラー分析
- ・事業場や労働安全衛生コンサルタントなどへのヒアリング調査
- ・国内、海外における異常反応に関する RA 等の事例調査(国内:ヒアリング等、海外:文献調査等)及びその知見の取り込み
- ・反応熱量、反応による発生ガス量、最大の反応速度に達するまでの時間等の反応の危険性を把握するのに必要なデータの収集(文献調査)
- ・異常反応に起因する災害事例及び共通する要因の分析
- ・外部有識者委員会の設立による検討及び情報提供、普及活動への協力依頼

(4)研究の特色・独創性

- ① 事業場が化学物質 RA 等を実施するために必要とする情報(典型災害事例を含む)とこれを提供する環境を検討することで、利用者(RA 等実施者)視点を加味した RA 等実施方法及び支援ツールの開発を行う。これにより、必要最低限の努力でリスク低減措置の検討に結びつく RA 等を実施できるようにする。
- ② 化学物質取扱い作業時のヒューマンエラーは多くの中小規模事業場での事故・災害の原因となっている。事故事例に対してヒューマンエラーを分析し、作業の特徴などに従ってリスト化・提供すれば、RA 等実施の支援につながる。また、このヒューマンエラー分析は火災・爆発などのプロセス災害を防止するだけでなく、火傷や有害物等との接触などの労働災害を防止するための RA 等実施にも利用できる。

- ③ RA 等実施結果を、製造設備の運転操業前、あるいは建設現場での実作業前に実施する安全管理活動(KY 活動や現場対応・改善等を含む)に活用する方法を提案する。このことは化学物質 RA 等の結果を現場作業者に周知するという義務化に対して、具体的な進め方を提示することとなり、例えば、現場作業員の危険感受性の向上などにもつながる。また、労働安全衛生マネジメントシステムにおける RA 等実施とリスク低減措置の実施及び機能維持の仕組み(PDCA サイクル)の具体的な枠組みを示すことにもなる。
- ④ 化学物質 RA 等実施の義務化は危険性・有害性の両方を対象としているが、これまでは、研究者の専門性の違いからそれぞれ別々に検討されるとともに、事業場においても、全く別のものとして取り組まれてきた。本研究では、有害性に対する RA 等の実施状況(課題)・方法なども考慮しながら、危険性に対する RA 等の進め方などについて検討する。
- ⑤ GHS 分類や SDS に記載された情報だけでは気付くことが難しい異常反応が起因となる火災・爆発発生シナリオを想定するための情報・データを提供する。これにより、事故・災害発生後の原因調査で、「想定外のことだった」と結論付けられてきた未知の危険性をできる限り無くすような RA 等の実施とリスク低減措置の検討を促進する。
- ⑥ 化学物質の危険性を的確に把握するには、関連する情報が整備されている必要がある。化学物質の有害性についてのデータ(許容濃度、LD₅₀ など)は SDS 等により比較的容易に収集することができるが、異常反応の危険性を把握するために必要なデータの入手は困難である。本研究では、技術資料(JNIOOSH-TD-No.5)に示された情報と併せて、まずは過去に発生した災害の原因となった異常反応の危険性を把握するのに必要な情報・データを提供することで、的確な RA 等の実施を支援する。その後、災害の未然防止を目的として、潜在的に危険性の高い物質や反応などについて同様の情報・データの整理・提供等を行う。

【研究成果】

今年度の各サブテーマにおける研究成果は以下の通りである。

(1)サブテーマ 1:

サブテーマ 1 では、化学物質の危険性に対する RA 等の実施を支援するための情報収集及び資料提供を目指し、以下のような調査及び検討を行っている。

- ・既存の化学物質 RA 手法及びツール、GHS の絵表示に関する調査など
- ・事業場訪問によるヒアリング調査
- ・化学物質 RA 等実施支援のための情報・資料の整理と提供に関する検討
- ・化学物質の危険性に対する RA 等実施に関するチェックポイント集に関する検討

① 既存の化学物質 RA 手法及びツールに関する調査など

1) 文献調査

海外の公的機関などから提供されている中小規模事業場向けハザード分析用ツールについて文献調査を行った。人的資源などに制限のある中小規模事業場を対象としたリスクアセスメント実施手法として、以下の手法が確認された。

- － The CCPS preliminary screening method for chemical reactivity hazards
- － Chemical reactivity evaluation tool and Help Guides
- － HarsMeth (Hazard Assessment of highly Reactive Systems: A Methodology)

2) 化学物質の簡易 RA 手法検討委員会:厚生労働省委託事業(みずほ情報総研受託)への参加

化学物質の危険性に対する RA ツール(CREATE-SIMPLE の改良版)の開発に協力することで、行政施策動向を踏まえた簡易 RA ツールのあり方について検討を行った。また、同事業の一環として H30 年 12 月～H31 年 3 月に開催された講習会(全国 10 カ所で 12 回開催)にて、技術資料(JNIOOSH-TD-No.5)に示された RA 等の進め方及びその実施事例などを紹介するとともに、参加者との意見交換を通じて、事業場が期待するリスクアセスメント手法・ツール等について調査を行った。アンケート調査結果(みずほ情報総研が実施し、厚生労働省から結果の一部の提供を受ける)から、危険性に対する RA については以下のようなニーズが挙げられている。

(i) リスクアセスメント支援ツールに係るニーズ

- ・複数の作業を同時に行う場合に対応できるツールが必要である。
- ・リスクを見積もるだけでなく、その次のステップとしてリスク低減措置の内容を検討でき、また、作業者にロジカルに説明できるツールが欠如している。
- ・事業場によって PC 環境が様々であり、現在の RA 支援ツールが使用できない場合も生じている。このため、幅広い PC 環境に対応できる支援ツールが必要である。

- ・現在の RA 支援ツールはひとつずつ手入力が必要であるが、数百～数千の化学物質を使用している事業場には向いていないため、改善する必要がある。
- ・危険性スクリーニング支援ツールと労働安全衛生研究所が公開している危険性の RA 支援ツールとでは必要な専門知識に差があり過ぎているため、中間レベルのツールが必要である。

(ii) RA 全般に係るニーズ

- ・混合物を使用している場合、どのようにして RA を実施するかを考え方が整理されていないため、参考になる情報が必要である。
- ・指針には複数の RA 手法が挙げられているが、それぞれの手法について理解できる資料あるいは、具体的な事業者による RA の実施を支援することが可能な資料が必要である。

3) GHS の絵表示に関する教育と理解度の実態及び印象の分析

規定レベル以上の危険有害性を有する化学物質は GHS に従って、ラベル表示することが義務付けられている。ラベルに含まれる絵表示は、化学物質の危険有害性を一目でわかるようにデザインされたものであり、ハザードコミュニケーションの重要な要素であるが、約 80 種類の危険有害性を 9 つの絵表示で示しているため、現場作業者がそれらを理解できていない可能性があった。また、リスク回避行動として、絵表示を見た後の現場作業者の文字情報の確認行動を促進させる要因についても検討する必要があった。そこで、化学物質を扱う企業で働く現場作業員 353 名を対象とし、絵表示の理解度と印象、絵表示を見た後の確認行動の可能性の評価結果を分析した。

その結果、23 項目中 17 項目(全項目の 79.3%)が 40%未満の理解度である実態が明らかとなった。また、シンボルが単純で危険有害性の性質を表す絵表示は理解度が相対的に高いこと、1 つの絵表示で複数の危険有害性を読み取るのは困難であることが示された。文字情報の確認行動については、絵表示に関して知識や学習経験があること、化学物質に関するリスク認知(自分の健康や安全に対する影響の大きさ)、絵表示の示す危険有害性の想像しやすさが有意に文字情報の確認行動へ影響していた。これらの絵表示は既に現実場面で使用されているため、教育訓練によって化学物質に対するリスク認知を高め、理解度の向上、文字情報の確認行動の促進を目指すことが課題として挙げられた。

② 事業場訪問によるヒアリング調査

平成 30 年度は 7 事業場(コンテナバック洗浄、自動車部品めっき、農薬原体製造、自動車・住宅関連樹脂部品製造、土壌汚染対策事業、合成樹脂及び汎用樹脂ポリプロピレン製造、アクリル酸・精製アクリル酸の製造など)を訪問し、RA 等実施状況や安全活動等について調査を行っている。この中で、石油コンビナート等災害防止 3 省連絡会議において、RA 等実施活動が好事例として紹介されている事業場についてもその内容や安全活動等を調査した。RA 等実施推進活動の一つとして紹介することも検討する。

③ 化学物質 RA 等実施支援のための情報・資料の整理と提供に関する検討

有識者委員会(10 名の委員+オブザーバーとして化学物質対策課より 1 名)を設立し、以下に示す情報の整理や資料作成について検討している。

- ・化学物質の危険性に対する RA 等実施のための引き金事象チェックシート(装置・道具の不具合、作業・操作の不具合;ヒューマンエラー要因)
- ・ヒューマンエラーの RA での位置付け
- ・リスク見積り及び評価の参考事例情報
- ・化学物質起因災害事例データベース一覧
- ・目的別・種類別リスク低減措置一覧表(火災・爆発等防止版、ヒューマンエラー防止版)

④ 化学物質の危険性に対する RA 等実施に関するチェックポイント集に関する検討

化学物質の危険性に対する RA 等を実施する際に基本となる事項を的確に検討しているかどうかを確認・点検してもらうことを目的としたチェックポイント集の作成について検討している。このチェックポイント集は、事業場の担当者(RA 等実施の責任者)は、自社の RA 等の実施結果を見直すために用いることや、労働安全衛生コンサルタントや、労働基準監督署、労働基準監督官が事業場で指導する際の確認事項として利用することを想定している。

チェックポイントは全部で 37 項目あり、厚生労働省の RA 指針に示された手順を基本とし、これに準拠した労働安全衛生総合研究所技術資料(JNIOOSH-TD-No.5)に示された RA 等の進め方を確実に実施しているかどうかを確認するための項目を挙げている。各項目には「Yes」または「No」で回答し、「Yes」と明確に回答することができない(回答に自信が無い)項目や「No」と回答された項目については、再度見直しを行い、早急に対応する必要があるとしている。

(2)サブテーマ 2:

サブテーマ 2 では、GHS 分類や SDS での表記だ

けでは把握しづらい異常反応が起因となる火災・爆発等のプロセス災害防止を目的として、以下の課題に取り組んでいる。

- ・反応の危険性を把握するのに必要なデータ、関連災害事例の提示
- ・シナリオ抽出時に異常反応に関して注意すべき事項の提示
- ・異常反応が起因となるシナリオに対するリスク低減措置の例示

今年度は、これらの課題に対して、既存の異常反応に関する RA 等に関する調査、異常反応に関して注意すべき事項及びリスク低減措置の検討、反応の危険性を把握するために必要なデータの検討、異常反応に起因する災害事例の収集を行っている。以下に実施項目ごとの実施内容を示す。

① 既存の異常反応に関する RA 等に関する調査

国内及び海外で提案された異常反応について考慮している RA 手法・ツールを調査し、その実施手法・ツールの特徴をまとめた。その調査結果から、RA 等を実施する際の問題点や、異常反応を考慮した RA 等の的確な実施を支援する方策を検討し、提供することが望まれる事項をまとめた。

その結果、異常反応を考慮した RA 等の的確な実施を支援する方策として、いくつかの重要な事象(暴走反応、混触反応、自己反応性物質の爆発など)について代表的なシナリオを複数示し、全体のシナリオ検討の際の参考にするとともに、それらのシナリオが起り得るかを検討する際に必要なデータを関連付けて示すこと、反応の危険性を評価するためのデータを簡単な計算により予測する方法を検討し、ツールとして整備していくことなどが挙げられた。

② 異常反応に関して注意すべき事項及びリスク低減措置の検討

有識者委員会(学識経験者、企業有識者等による8名)を設立し、事業場での実情などを紹介してもらうことで、本課題での検討対象の絞り込みなどについて議論した。また、暴走反応について災害に至る代表的なシナリオを検討するために、暴走反応に至る原因及び暴走反応から生じる災害形態について関連する資料を収集し、ボウタイダイアグラムとして整理した。さらに、混触反応について災害に至る代表的なシナリオを検討するために、混触する物質及び混触する原因、並びに混触の結果生じる災害形態について関連する資料を収集し、整理を行った。

③ 反応の危険性を把握するために必要なデータの検討

上記①の調査及び②の有識者委員会での議論か

ら、反応の危険性を把握する上で必要となるデータの種類を検討した。また、反応の結果として発生する最大の放出エネルギー及び異種物質の混触危険性の有無について、既存の予測・計算ツールに関する情報を収集し、各ツールの利点及び課題を整理した。

④ 異常反応に起因する災害事例の収集及び要因分析

爆発火災データベースから、異常反応が原因となった災害事例を抽出した(計 156 件)。また、災害の経緯を調査することが可能な事例を、公開されている事故調査報告書やリレーショナル化学災害データベース RISCAD から調査した。これらの災害事例を、②で検討するボウタイダイアグラムでトレースすることにより、災害防止のために特に注意すべき要因を抽出する(平成 31 年度に実施)。

【研究業績・成果物】

[その他の専門家向け出版物(英文、和文)]

- 1) 島田行恭(2018) 化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施状況と課題. 安全衛生コンサルタント, 128, pp.46-54.

[総説他(英文、和文)]

- 1) 島田行恭(2018) 化学物質のリスクアセスメント義務化への対応状況と課題に関する考察. 安全工学, Vol.57, No.3, pp.196-205.
- 2) 武田和宏, 島田行恭(2018) 変更管理業務の見える化. 化学工学, Vol.82, No.11, pp.658-661.
- 3) 佐藤嘉彦(2019) 異常反応を考慮したリスクアセスメント等の実施の支援に関する検討. 労働安全衛生研究, Vol.12, No.1, pp. 25-32.

[国内学術集会]

- 1) 高橋明子, 島田行恭, 佐藤嘉彦(2018) 化学物質ラベルの絵表示に関する理解度と印象の分析. 人間工学会, 2F5-1.
- 2) 高橋明子, 島田行恭, 佐藤嘉彦(2018) GHSの絵表示に関する教育と理解度の実態. 安全工学シンポジウム 2018, 2-2, pp.298-301.
- 3) 島田行恭, 佐藤嘉彦, 高橋明子(2018) 作業教育・訓練のための化学物質リスクアセスメント等実施結果の活用に関する考察. 安全工学シンポジウム 2018, 2-5, pp.308-309.
- 4) 佐藤嘉彦, 島田行恭(2018) 異常反応を考慮したリスクアセスメント等の実施支援手法に関する検討. 安全工学シンポジウム 2018, 7-3, pp.390-391.
- 5) 佐藤嘉彦, 島田行恭(2018) 化学物質の危険

性に対するリスクアセスメント等実施支援策の検討. 化学工学会第 50 回秋季大会, ED209.

- 6) 島田行恭, 佐藤嘉彦, 高橋明子(2018) 化学物質のリスクアセスメント等の実施に係るチェックポイントに関する検討. 第 51 回安全工学研究発表会, 17.

[その他]

- 1) 島田行恭(2018) プラント安全設計. 第 40 回安全工学セミナー2018.
- 2) 島田行恭(2018) 化学物質における火災・爆発防止のためのリスクアセスメント等の進め方. 中央労働災害防止協会化学物質リスクアセスメント専門研修(爆発・火災防止).
- 3) 佐藤嘉彦(2018) リスクアセスメント等の実施を支援するために～異常反応を考慮した手法の開発～. 安衛研ニュース(メールマガジン) No.116.

- 4) 佐藤嘉彦(2018) 化学物質リスクアセスメント等実施支援策に関する研究について. 日本製薬工業協会環境安全衛生委員会プロセス安全研究会.

- 5) 佐藤嘉彦(2018) 異常反応に伴う危険性と災害防止対策. 一般社団法人磐田労働基準協会化学工場災害防止研究会.

- 6) 島田行恭, 佐藤嘉彦(2019) プロセス災害防止リスクアセスメント(講義と演習). 神奈川労務安全衛生協会平成 30 年度第 2 回火災爆発災害防止講習会.

- 7) 島田行恭, 佐藤嘉彦(2019) 危険性リスクアセスメントツール(安衛研手法)の紹介. 厚生労働省委託事業【改正労働安全衛生法に基づく】化学物質のリスクアセスメントと GHS ラベルを用いた How to 職場の安全衛生教育セミナー(東京, 大阪など全 12 回).

(3) テールゲートリフターからの転落防止設備の開発と検証【4年計画の3年目】

大西 明宏(リスク管理研究 C), 清水 尚憲(機械システム安全研究 G), 山際 謙太(同), 山口 篤志(同),
吉田 武(日本物流機器株式会社), 山口 勲(有限会社山口製作所)

【研究期間】 平成 28～令和元年度

【実行予算】 3,500 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景

テールゲートリフター(以下、TGL)はトラックの荷台後端に袈装される荷役省力装置である。この TGL は荷台と地面の間の移動には欠かせない装置だが、先行研究により TGL 使用に起因する休業4日以上の労働災害(TGL 起因災害)は年間で約 600 件(全ての約 0.5%)発生し、その 7 割近くが作業員や荷の転倒・転落であることから、TGL の昇降板(プラットフォーム)端部に安全柵を設置するのが妥当であることが分かっている。このようなことから既存のプラットフォームを加工するタイプと加工なしで着脱可能な安全柵の普及が必要になると考えられる。

また、作業員や荷の転倒・転落には、昇降板が地面に降りているのを確認せずに荷台の作業員が後退して転落した事例、傾いた場所で TGL を使用したことによりキャスター止まりを掛けていなかったロールボックスパレット(以下、RBP)が動き出し、地上にいた作業員が下敷きになった事例なども散見されており、荷台の最後部からの転落防止対策も重要と考えられる。

(2)目的

既存の TGL 昇降板に対応する着脱型安全柵の開発過程で明らかとなった問題点および解決策を反映した最終試作品の概要を報告する。また、荷台上部に設置した安全柵の開閉と昇降板の位置を条件とした TGL の上昇・下降インターロックシステムを試作し、模擬作業により検討した本システム運用上の課題とその解決策について整理する。

【着脱型安全柵】

①柵の仕様と強度試験

図 1 に開発した着脱型の柵を昇降板に装着する様子を示す。本柵は 28.5 φ の鉄製パイプを主たる材料とし、視認性を考慮して黄色に塗装した。寸法は床面から上部枠までの高さが 90cm、床面から中さんまでの高さは 55cm であり、市場に流通している多くの TGL に対応することを前提としたため、幅は 75cm とした。本着脱型柵は 2 ヶ所に特殊なフットレバー付のクランプを具備し、その押し圧で固定できるようになっている。なお、クランプを押さえる部分(以下、コの字部)が大きいほど強度が得られることになるが、



図 1 昇降板用後付け柵

昇降板に側部ストッパーと呼ばれる車輪止めを装着した TGL もあることから、これに干渉しないよう、事前に各社 TGL の側部ストッパー位置を調査した。その結果、側部ストッパーがあっても 4cm 以内であれば大半の昇降板に装着可能なことが確認されたことから、昇降板に差し込むコの字部の内寸は 4cm とした。

上述の仕様にて製作した柵は作業員や RBP の接触により脱落するおそれがあるため、強度試験を実施しなければならないが、TGL 柵の試験方法などの規定は存在しない。そのため、本研究では昇降板に装着した状態で、上部枠の中央部を床面に対して水平方向に引張る試験が妥当であると考え、代替手段としてこれと同様の試験を採用している建設現場の足場に用いられる枠組み足場用手すり枠(以下、手すり枠)の強度試験を流用した。この手すり枠の強度試験における認証基準を以下に示す。

- ・重り 30kg のときの水平移動量が 100mm 以下
- ・重り 100kg のときの水平移動量が 45cm 以下で、かつ、重りを 30 秒間保持

図 2 は試験結果である。30 キロでの水平移動距離は 3cm 未満であり、灰色の枠で囲んだ 100kg から 120kg までの条件において 30 秒保持し、最も重い 120kg の水平移動距離が 18cm 未満であることが確認された。ただし本柵が手すり枠の用途とは異なっており、認証基準を満たしただけで実際の運用に適しているとは言えないため、今後は積荷のある RBP の衝突試験や現場検証が重要になると考えられた。このようにいくつか検証しなければならない事項はあるものの、公知にして現場の評価を得る必要があり、基本構造としては十分に満足できる仕様になったこ

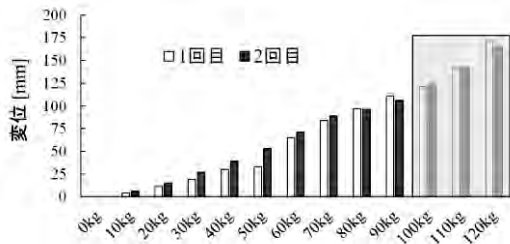


図2 強度試験の結果

とから、平成31年2月に「昇降板用後付け柵」の名称で特許出願を完了した。

【インターロックシステム】

荷台からの荷の落下等の防止を目的としたインターロックシステム(図3)は、以下の2つの装備を連動させることで機能するシステムである。

①荷台安全バー

TGLの取扱い作業でよく用いられる一般的なRBPの高さが170センチであることから、これが転落しないようバーが閉じた際に床面からバー下端までが150センチとなる扉式のものを採用した。これは荷台からの転落防止を目的としているためであり、扉式バーが荷台側のみに90度回転するようにした。バーの施錠を制御するインターロック装置は荷台の運転席側に装備した(図3)。なお、両側にダンパーを装備することでバーの開閉力を補助するようにした。

本来の目的である荷の転落防止のためのバーであることへの認識を持たせることが不可欠になると考えられた。本プロジェクト研究の成果である労働安全衛生総合研究所ならびに厚生労働省がまとめた安全作業マニュアルの方法では、作業者は荷台側からRBPを引いて運搬することになるため、RBPを動かす前に扉を開け、移動後は速やかに閉める手順が必要となる。したがって作業者にとってはこれまでより面倒なタスクが増えだけでなく、複数タスクによる混乱がエラーや災害を引き起こす可能性が否めない。

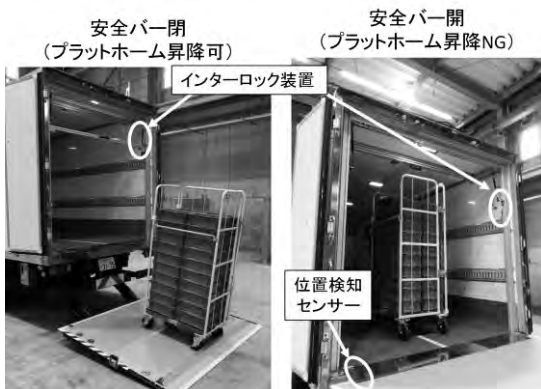


図3 インターロックシステムの外観



図4 視認性改良が必要な扉式のバー

そのため、本システム運用に則した運搬手順の教育が必要になるのは言うまでもないが、傾斜センサーとの連動による限定運用システムにすることも含めての検討が重要になると思われた。また、扉式のバー内部を空洞として荷台内部の採光性を保持した影響で、バーが閉まったまま頭部を潜って通過する様子が確認された(図4)。これはバーが閉じた際の高さが150センチであり、作業者にとっては比較的潜りやすい高さであることや、扉部の空洞によりバーの存在に気付きにくいことが理由であると考えられた。

②プラットホームの上昇・下降制御

TGL プラットホームが荷台の高さにある時のみに荷台安全バーのロックが解錠できること、なおかつバーが閉じられている時のみプラットホームの昇降が可能なシステムとするため、荷台側からプラットホームへの渡し板裏側に位置検知センサーを貼付した。これにより安全バーの開閉とプラットホーム位置を条件とするシステム構成とし、安全バーが閉じた時(施錠時)のみプラットホームが動く仕組みを実現した。

当初、位置センサーに関しては、レーザー変位計による位置検知システムを検討したが、屋外のように照度が高い場所では検知しにくい特性があることを踏まえ、本システムでは荷台側から展開する渡し板の裏側に接触センサーを貼付し、プラットホームが荷台位置にあることを検知する方式とした。しかしながら一般的なTGLでは渡し板を用いなくても荷台とTGLプラットホームが連結するようになっていたことから、渡し板を移動することによる使い勝手の悪さがうかがえた。その他にも取扱い時の手指の挟まれも懸念されることが確認された。

(3)成果の活用および次年度の予定

昇降板用後付け柵は早期の実用化につなげたいと考えている。今後は協力が得られることになった陸運業事業者を対象に現場検証を実施し、運用上の

課題を整理する予定である。また、インターロックシステムに関しては、扉式安全バーの視認性向上や現状の課題である使い勝手や挟まれ防止対策に加え、渡し板をプラットホームに移設し、直立した状態のみがTGL昇降可能となるシステムへ改良する予定である。最終的にこれらの成果を吟味した上で、TGL使用における作業標準の作成を目指す予定である。

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) 大西明宏(2018) テールゲートリフター使用に起因する労働災害の特徴. 人間工学, Vol.54, No.3, pp. 115-123.

[研究所出版物]

- 1) 大西明宏(2018) テールゲートリフターを安全に使用するために 2ステップで学ぶ 6基本&11場面別ルール (電子ファイル・A3 両面)

[その他の専門家向け出版物]

- 1) 大西明宏(2018) "運ぶ"を安全に〜ロールボックスパレット(カゴ車)を安全に使うためのポイント. 安全衛生のひろば, Vol.59, No.5, pp. 9-18.
- 2) 大西明宏(2018) ロールボックスパレット(カゴ車)を安全に使うためには 第1回:なぜロールボックスパレットは日本で普及したのか?. 陸運と安全衛生, No.589, pp. 6-7.
- 3) 大西明宏(2018) ロールボックスパレット(カゴ車)を安全に使うためには 第2回:呼称の違いによる問題. 陸運と安全衛生, No.590, pp. 12-13.
- 4) 大西明宏(2018) ロールボックスパレット(カゴ車)を安全に使うためには 第3回:RBP 取扱いの危なさ5つの災害パターン. 陸運と安全衛生, No.591, pp. 6-7.
- 5) 大西明宏(2018) ロールボックスパレット(カゴ車)を安全に使うためには 第4回:下敷き、転倒・転落による災害の対策. 陸運と安全衛生, No.593, pp. 12-13.
- 6) 大西明宏(2018) ロールボックスパレット(カゴ車)を安全に使うためには 第5回:手足の負傷、サイドバー、荷崩れ災害への対策. 陸運と安全衛生, No.594, pp. 5-7.
- 7) 大西明宏(2019) ロールボックスパレット(カゴ車)を安全に使うためには 第6回:テールゲートリフター使用時の注意点と対策. 陸運と安全衛生, No.595, pp. 8-10.
- 8) 大西明宏(2019) ロールボックスパレット(カゴ車)を安全に使うためには 第7回:テールゲートリフターの使用実態調査から. 陸運と安全衛生, No.596, pp. 5-7.

[国内外の研究集会発表]

- 1) Akihiro Ohnishi (2018) Seasonal effects of occupational falls on the same level in Japan. 20th International Congress International Ergonomics Association (IEA2018), Abstract Oral Presentation, p805, Florence, Italy.
- 2) 大西明宏(2018) 陸上貨物運送業におけるテールゲートリフター取扱いに関する実態把握. 日本人間工学会第59回大会, 講演集, 1F2-2.
- 3) 大西明宏(2018) テールゲートリフター使用時の作業者の昇降方法に関する考察. 日本人間工学会関東支部第48回大会, 講演集, pp. 22-23.
- 4) 大西明宏(2019) ロールボックスパレット使用に起因する労働災害における作業関連性運動器障害. 日本産業衛生学会第20回作業関連性運動器障害研究会, 抄録集.

[特別講演等]

- 1) 大西明宏(2017) 陸上貨物運送事業者労働災害防止協会神奈川県支部, ロールボックスパレット等安全作業研修会セミナー講師「テールゲートリフター使用時の労働災害の特徴と対策」
- 2) 大西明宏(2018) 松本労働基準協会, ロールボックスパレットに係る安全管理講習会 講演「ロールボックスパレット(カゴ車)に起因する災害の特徴と主な対策」
- 3) 大西明宏(2018) 富山県労働基準協会高岡支部, 全国安全週間説明会 講演「ロールボックスパレット(カゴ車)に起因する災害の特徴と主な対策」
- 4) 大西明宏(2018) 公益社団法人神奈川県労働安全衛生協会厚木支部, 講演「ロールボックスパレット(カゴ車)・テールゲートリフターに起因する災害の特徴と主な対策」
- 5) 大西明宏(2018) 公益社団法人神奈川県労働安全衛生協会厚木支部, 講演「陸上貨物運送事業における荷役作業の安全対策」
- 6) 大西明宏(2018) 神奈川県内陸工業団地協同組合, 講演「テールゲートリフターに起因する災害の特徴と主な対策」
- 7) 大西明宏(2019) 横須賀労働基準監督署, 荷役作業に係る労働災害防止講習会「テールゲートリフターに起因する災害の特徴と主な対策」

[特許出願]

- 1) 大西明宏, 山際謙太, 山口篤志, 吉田武, 山口敦, 山口勲(2019) 昇降板用後付け柵, 特願2019-31677.

(4) 防護服着用作業における暑熱負担等の軽減策に関する研究【3年計画の3年目】

時澤 健(人間工学研究 G), 齊藤 宏之(同), 岡 龍雄(研究推進・国際 C),
井田 浩文(㈱東京電力), 横田 真一(㈱東京パワーテクノロジー),
引田 重信(㈱日立パワーソリューションズ), 高津 衛(帝国繊維㈱),
内海 夕香(シャープ㈱), 香村 勝一(同), 篠崎 大祐(同), 城戸 克也(同),
土基 博史(㈱村田製作所), 志牟田 亨(同)

【研究期間】 平成 28~30 年度

【実行予算】 3,953 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景

有害物質に対応した防護服は、近年では原発復旧作業や感染症対応、また廃棄物取扱いや塗装など多くの作業に用いられている。その作業には、暑熱負担増加に伴う夏季の熱中症発症の危険性、さらに作業能及び動作性の低下等の身体的負担を生じる。しかしながら、その実態は十分に把握されておらず、具体的な対策はとられていない。作業の安全性にも関わる問題であり、暑さ対策のみならず、事故につながる可能性のある身体的な負担や疲労の実態を評価する必要がある。

(2)目的

防護服着用作業における①効果的で簡便な暑熱負担軽減策を考案すること、②作業能及び動作性の低下を生じる身体的負担および疲労の実態を明らかにすることを本研究の目的とする。

(3)方法

作業前身体冷却と作業中の身体冷却製品の使用を組み合わせた効果を実験室レベルで検証し、実用面での制限を考慮した上で、効果的な組み合わせを検討する。その後、現場への導入効果の検証を行う。現場での検証はアンケート調査やヒヤリングを中心とし、防護服や保護具の着用に伴う身体的負担や疲労の問題についても併せて検証する。

(4)研究の特色・独創性

防護服着用作業における実用的で効果的な暑熱負担の軽減策を考案することに第一の特色がある。また、防護服着用作業にともなう身体的負担や疲労を包括的に取り組む点にも本研究の特色がある。本プロジェクトは防護服着用作業における安全衛生に関するガイドライン作成を将来的に見据えており、そのような取り組みは世界的にみてもなく、有害性除去の物理的な観点に基づくガイドライン等が存在するのみである。

【研究成果】

①はじめに

近年のウェアラブル機器の発展により、労働現場

でも生体情報のリアルタイムモニターによって熱中症を予知する取組みが現実味を帯びてきた。しかしながら、深部体温を測定可能なウェアラブル機器はこれまでになく、新たな開発が必要とされている。そこで低侵襲連続体温測定機器の開発を進めている企業との共同研究によって、熱流補償法の原理を応用したパッチ型体温計の評価を行った。深部体温の侵襲測定として、食道温および直腸温を同時に計測し、実験室内で暑熱ばく露および作業負荷条件を設定し、パッチ型体温計の推定値と各指標との誤差および相関性を検証する。

②方法

1)実験参加者

健康成人男性 14 名(年齢:37 ± 7 歳、身長:174.2 ± 5.8 cm、体重:69.1 ± 4.1 kg)を対象とした。

2)実験手順

14 名の被験者のうち 7 名は作業服を、残り 7 名は防護服を着用した。被験者は実験室に入室後、室温 25℃、相対湿度 50%の環境で安静を 30 分間維持した。その後、センサー等の取り付けおよび着替えをし、さらに 30 分間座位安静を保った。本測定としてそのまま 15 分間安静状態を保ち、その後室温を 35℃に上げた(相対湿度は 50%のまま)。15 分座位安静の後、トレッドミルでの歩行を 4~5km/h のスピードで 60 分間行った。終了後 15 分間は室温 35℃のまま座位安静とし、引き続き室温 25℃に下げ 15 分間安静とした。

3)測定項目

深部体温の指標として、食道温および直腸温をそれぞれ熱電対およびサーミスタプローブを用いて測定した。パッチ型センサ(51mm×79mm、厚さ 10mm)を鎖骨下 3 cmに両面テープで貼り付けた。また皮膚温を胸部においてサーミスタプローブを用いて測定した。双熱流法(Kitamura et al., Med. Eng. Phys. 2010)を参考とし、パッチ型センサ内では皮膚側に 2 点およびそれぞれの点の上部にさらに 1 点サーミスタセンサを配置(計 4 点)して深部体温の推定値を求めた。実際の食道温の値と推定値との誤差を小さくするシミュレーションから最適な推定式を求めた。

インフォームドコンセントは実験開始前に口頭およ

び書面で実施した上で同意を得た。本研究は独立行政法人労働安全衛生総合研究所研究倫理委員会の承認を得た。

③結果

図1に作業服を着用して行ったグループの食道温、直腸温、そしてパッチ型センサによる深部体温の推定値の変化を示した。食道温は運動後から上昇を始め、運動終了時に0.9℃まで上昇した。運動終了後から速やかに下降した。直腸温はやや遅れて運動による上昇が起こり、運動終了10分後に最高値となる1.0℃の上昇を示した。推定値は食道温とほぼ同じ変化を示した。

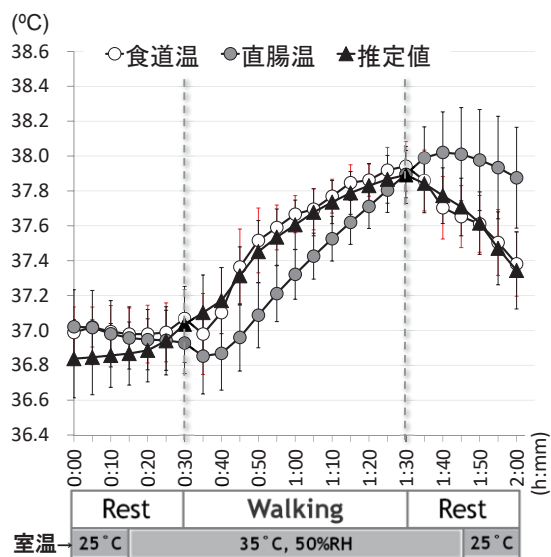


図1 作業服着用時の食道温、直腸温およびパッチ型センサによる推定値の変化(平均値±標準偏差、n=7)。

図2に防護服を着用して行ったグループの食道温、直腸温、そしてパッチ型センサによる深部体温の推定値の変化を示した。食道温は運動により1.2℃上昇した。直腸温は1.0℃の上昇となり、作業服の場合とほぼ同じ変化であった。推定値は、運動中には食道温と直腸温の間の値となり、運動後には食道温に似た下降となった。

図3に作業服着用時の食道温と推定値の Bland-Altman プロットを運動中の5分毎のデータを使用して示した。縦軸の誤差の平均値は-0.02℃、標準偏差は0.18℃であった。

図4に防護服着用時の食道温と推定値の Bland-Altman プロットを運動中の5分毎のデータを使用して示した。縦軸の誤差の平均値は-0.18℃、標準偏差は0.26℃であった。また Pearson の回帰分析により、傾きが-0.32、切片は11.93であり、相関係数は $r=0.44$ となり負の相関が認められた。

④考察

非侵襲的に深部体温を推定する研究は、有線型

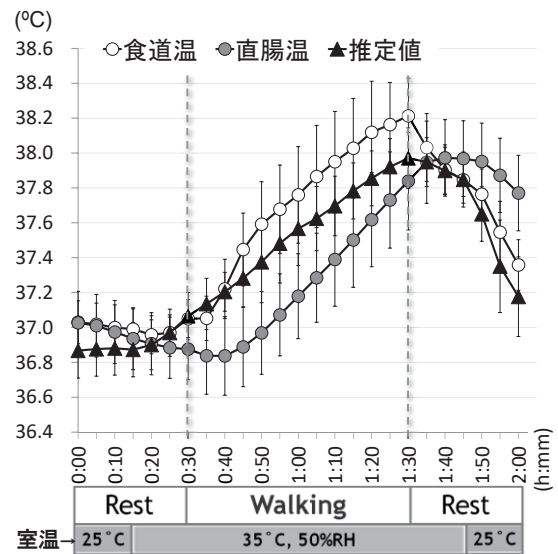


図2 作業服着用時の食道温、直腸温およびパッチ型センサによる推定値の変化(平均値±標準偏差、n=7)。

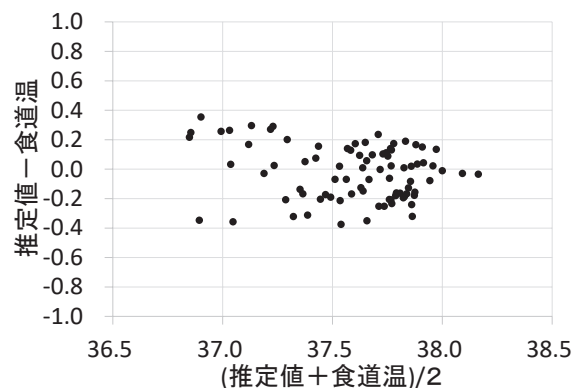


図3 作業服着用時の食道温と推定値の Bland-Altman プロット。運動中の5分毎のデータを使用。

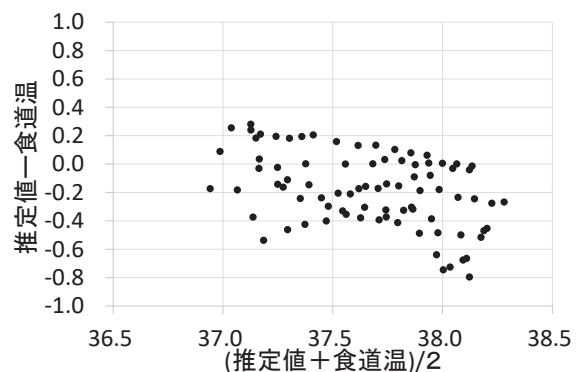


図4 作業服着用時の食道温と推定値の Bland-Altman プロット。運動中の5分毎のデータを使用。

で前額において熱流補償法の原理から推定する方法や、心拍数、皮膚温、活動量から推定する方法も近年改良が進んでいる。これらと比較して本研究に

よる推定値の誤差はほぼ同等であったが、シンプルなウェアラブル機器として優れており、作業に支障のない形態での熱中症リスク管理システムに貢献する可能性がある。

防護服着用によって食道温と推定値の誤差が大きくなり、また高温の局面で推定値が過小評価される傾向にあった。しかしながら、深部体温の指標である食道温と直腸温との間の差が大きくなっており、深部体温の推定値としては両者の間をとるものとして評価できる。

本研究では環境温度を 35℃で実施したが、体温よりも環境温度が高くなる状況や、より低い環境温度でも推定式が適用できるかどうか今後検討する必要がある。また体格、運動強度・形態などの影響も検討の余地がある。

⑤成果の活用および今後の課題

本研究結果は下記の学会において成果を報告しており、原著論文としても発表予定である。これまで3年間の研究期間で行ってきた成果は、防護服着用作業における熱中症対策の将来的なガイダンス等に活用する。また昨年度行った保冷剤に関する研究や、本年度の研究はそれぞれ製品化および特許取得へ向けて企業と連携を進める。また本年度の研究

は基盤的研究への引継ぎ研究を進める予定である。

【研究業績・成果物】

[国内外の研究集会発表]

- 1) 時澤 健, 岡 龍雄, 土基博史, 志牟田 亨 (2018) パッチ型センサを用いた暑熱下作業時の高体温検知システムの試み. 日本生理人類学会第77回大会, 要旨集, p.42
- 2) 時澤 健, 岡 龍雄, 土基博史, 志牟田 亨 (2018) パッチ型センサによる暑熱下運動時の深部体温推定法の検討. 平成 30 年度温熱生理研究会, 要旨集, p22.
- 3) Ken Tokizawa, Tatsuo Oka, Hirofumi Tsuchimoto and Toru Shimuta (2018) Estimation of core temperature by a modified dual-heat-flux method that uses wearable patch-type sensors. 7th International Conference on the Physiology and Pharmacology of Temperature Regulation, Book of Abstracts, p.39.
- 4) Ken Tokizawa, Tatsuo Oka, Hirofumi Tsuchimoto and Toru Shimuta (2019) Estimation of core temperature by a modified dual-heat-flux method that uses wearable patch-type sensors. 9th Federation of the Asian Oceanian Physiological Societies, Digital Book of Abstracts, 2P-508.

(5) 陸上貨物運送従事者の勤務体制と疲労リスク管理に関する研究【3年計画の1年目】

高橋 正也(過労死等防止調査研究 C),
 松元 俊(産業ストレス研究 G), 久保 智英(同), 井澤 修平(同), 池田 大樹(同),
 中田 光紀(国際医療福祉大学), 黒谷 一郎(陸上貨物運送事業労働災害防止協会)

【研究期間】 平成 30～令和 2 年度
 【実行予算】 2,044 千円(平成 30 年度)
 【研究概要】

(1)背景

物流の主役と言える陸上貨物運送は過重労働の一途をたどっている。平成 28 年の死傷災害(1.4 万人)は製造業(2.6 万人)、建設業(1.5 万人)に続いて多い。さらに過労死等も多発している。こうした安全衛生上の課題を解決するには、陸上貨物運送従事者(トラックドライバー)における働き方・休み方と疲労との関連を実証し、対策の考案につなげることが切に求められている。

(2)目的

トラックドライバーのなかでも労働負担が大きいことがうかがえる、深夜・早朝勤務を伴う地場の配送運転者の勤務体制、疲労、睡眠、健康と運転中外の事故との関連を検証し、疲労リスク管理という枠組みから改善策を提案する。

(3)方法

数ヶ月間程に渡る諸資料(タコグラフ、乗務記録、運転・荷役時イベント、睡眠)や健康度(健診結果、主観評価)を収集して関連を分析する。資料は事業場内で匿名化後に研究所に移動する。また調査開始前・中・後に神経行動機能、ストレスホルモンを複数回測定する。運転者の疲労、睡眠、精神的負荷などは日誌で測定する。事業場の安全文化は専門の尺度を用いて測定する。また、比較対象として、長距離運転者、非運転労働者においても同様の調査を行う。

(4)研究の特色・独創性

配送運転者を対象に疲労リスク管理*という観点か

ら取り組んだ研究は乏しく、当該職種の安全衛生の充実に役立つ知見が得られることが期待できる。なお過労死等防止調査研究センターで現在進行中である運輸業に関する調査研究は主に長距離トラック運転者が対象であり、本研究と差別化できる。

*疲労に伴う生産性低下や事故を防ぐために、経営者と労働者が一体となって、労働現場の実測データに基づいて労働環境・条件を評価し改善する仕組み。我が国では航空機乗務員、航空管制官に対して本年度より導入予定である。

【研究成果】

①はじめに

労働者の疲労が生産性低下や事故発生に寄与することは航空業界では周知の事実となっている。同様の影響が、過労死や健康起因事故という形でトラックドライバーにも多く見られるものの、その効果的な対策について示唆を与える知見は少ない。そこで、トラックドライバーの働き方・休み方の影響を受ける疲労に注目し、陸上貨物運送に特有の勤務条件と事故・健康指標との関連を明らかにするための調査を計画した。

②方法

調査にあたり、まずは 1) 研究目的に沿う運送事業場を選定して協力を仰ぐために、共同研究者から紹介をうけた、地場の配送かつ深夜・早朝運行を行う 2 事業場の健康管理担当者に勤務実態に関するヒアリングを行った。その後、2) 協力を得られた運送事業場に対して、本調査の実行可能性を確保するための研究計画立案に向けた予備調査を企画した。2) の予備調査は、A 事前調査と B 生活時間調査(図 1)から成り、生理・行動測定によらない勤務と睡眠の実態把握を行う方法をとった。

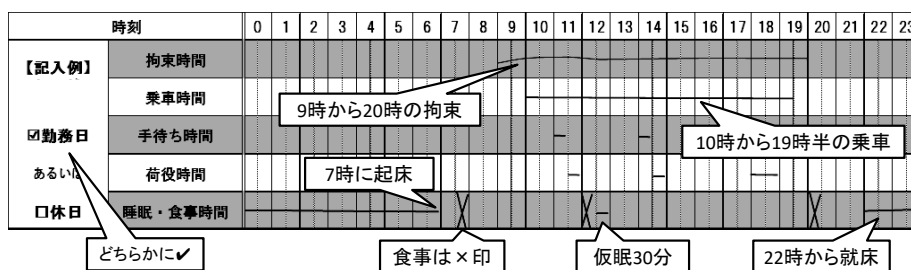


図 1. トラックドライバーを対象とした生活時間調査票(回答イメージ)

③結果

1)ヒアリング調査結果の概要

A社:トラックドライバーは食品製造業の中の配送部門にいたるため製造業に当たり、運送業ではない。工場から関係先に1日2便(午前中の配送後に一度帰庫し、午後に再度出庫する)の製品配送をルート便で行う運行形態である。ドライバーの年齢層は40歳台、50歳台に集中している。基本的な勤務時間は1:30から2:00に出勤し、15:00退勤である。したがって勤務間インターバルは約11時間であると推定される。15日で1勤務サイクルをとっており、休日は月8日である。不定期に休日出勤がある。60歳で定年延長するシステムがある。トラックドライバーの健康状態は、喫煙、肥満、高血圧が多く、睡眠時無呼吸症候群(SAS)が主な検査・治療ターゲットであったが、A社は製造業のためトラック協会の提供するSAS健診の補助が受けられないこと、治療が進まないことを問題としていた。同様に労働条件についても改善基準告示の制約を受けない状況にあった。

B社:日用化学品製造業の関連会社でありロジスティクス専門の事業場である。拠点から関係先に製品配送を日帰りで行っている。9割が男性で、平均年齢は40歳代後半であり、新規採用が少なくトラックドライバーの高齢化が進んでいる。基本的な勤務時間は5:00出勤、16:00退勤である。したがって勤務間インターバルは約13時間であると推定される。トラックドライバーの健康状態は、喫煙、肥満、高血圧が多く、健康状態は年齢関係なく二極化している印象がある。1日の食事は2回というトラックドライバーが多く、睡眠時間は6時間未満であると思われる。SASは5年ごとに検査しており、陽性の場合には治療を受けさせている。二次健診は会社負担である。

2)生活時間調査

ヒアリング調査の結果、A社ではトラック運送を行っ

ているものの業態は運輸業ではなく本研究における調査対象からは外れた。そこで、B社の協力を得て、トラックドライバー50名を対象とした約2週間の生活時間調査を実施するための準備を進めていたが、受け入れ先事業場の都合により予備調査の実施は急遽中止となった。そのため、新たに地場の配送かつ深夜・早朝運行を行うC社に調査協力を求め、許諾を得た。現在は、次年度の本調査に向けて研究計画が進行しているところである。

④考察

2社のトラックドライバーの健康管理担当者にヒアリング調査を行った結果、夜間・早朝出庫の配送運転者の年齢は就業人口統計と同様に40歳台後半に多く、喫煙・肥満・高血圧者が多いことが共通項として挙げられた。関連するSAS治療への関心は高いものの、その背景要因となる働き方・休み方を考慮した上での具体的な対策はとられていなかった。したがって、疲労リスク管理の考え方を中心とした安全・健康への予防策の提案に向けて、現場実測データに基づく労働環境・条件の評価と改善が求められることを確認した。

⑤成果の活用および次年度の予定

予備調査を実施できなかったものの、研究計画通りにヒアリング調査からトラックドライバーの日常の安全と健康のリスク管理に必要な指標として血圧と睡眠の重要性が明らかになった。この成果により、次年度は新たな運送事業場の協力の元で、夜間・早朝出庫の配送運転者において働き方・休み方と健康・安全の関連を1)短期間の血圧、睡眠、疲労等の生理・心理測定、2)長期間のデジタルタコグラフによる客観的な勤務データと点呼時データの収集、の2種類の調査より検証する予定である。

(6) 山岳及びシールドトンネル建設工事中の労働災害の防止に関する研究【4年計画の3年目】

吉川 直孝(建設安全研究 G), 大塚 輝人(化学安全研究 G), 清水 尚憲(機械システム安全研究 G), 堀 智仁(建設安全研究 G), 山際 謙太(機械システム安全研究 G), 平岡 伸隆(建設安全研究 G), 板垣 晴彦(化学安全研究 G), 中村 憲司(環境計測研究 G), 濱島 京子(電気安全研究 G), 大嶋 勝利(研究推進・国際 C), 北條 理恵子(産業毒性・生体影響研究 G), 伊藤 和也(東京都市大学)

【研究期間】 平成 28～令和元年度
 【実行予算】 6,000 千円(平成 30 年度)
 【研究概要】

(1)背景

平成 24 年から 27 年にかけて山岳トンネル落盤災害、シールドトンネル崩壊水没災害、山岳トンネル爆発災害等、トンネル建設工事中に社会的なインパクトの大きい重大災害が頻発した。落盤・崩壊災害では、施工中の切羽付近の準安定化、支保部材の耐力等を考慮する必要がある。また、爆発災害等では、トンネル坑内の可燃性ガス及び粉じん対策として、坑内の換気が義務づけられ、作業条件の改善も進められているが、最適な換気方式が明示されていないため、施工条件に応じた最適な換気方式を提案することが望まれる。

一方、近年のトンネル建設工事中の労働災害を調査分析(図 1～図 3 参照)すると、坑内に限られたスペースであることもあり、トンネル用建設機械と作業員との接触災害も多い現状にあり、建設機械等と作業員の位置を常にモニタリングするような技術も必要である。第 12 次労働災害防止計画では、製造業について「はさまれ・巻き込まれ」災害を低減させるように求めている。建設業、特にトンネル建設工事においても「はさまれ・巻き込まれ」災害は多発しており、そのほとんどは建設機械等と作業員の接触災害である。したがって、このような災害を低減させることが重

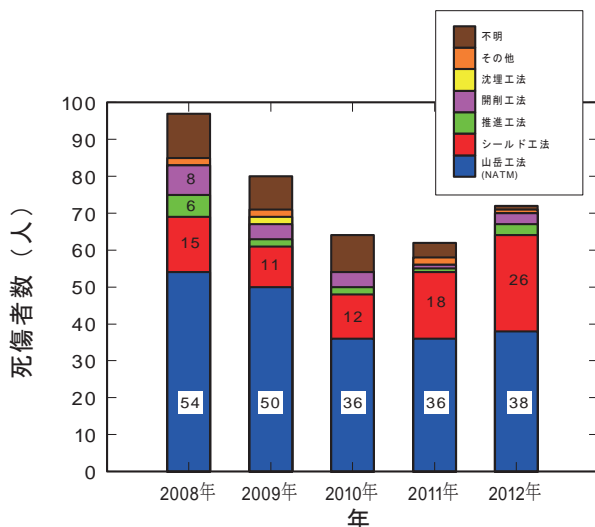


図 1 トンネル建設工事における死傷者数の推移

要である。

このような重大災害、多発災害等を防止するため、本プロジェクト研究では以下の 3 つのテーマを重点的に研究する。

(サブテーマ 1) 落盤・崩壊災害の防止に関する研究

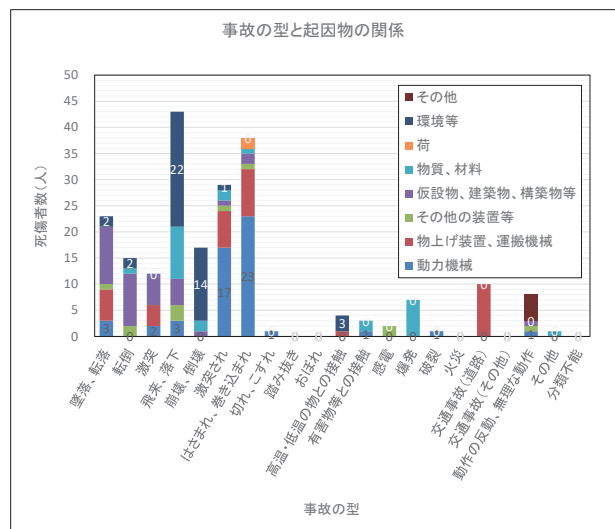


図 2 山岳工法における事故の型ごとの死傷者数 (2008年～2012年の合計)

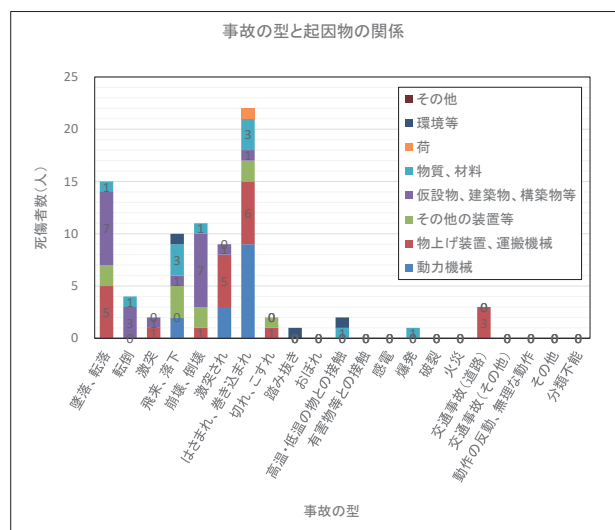


図 3 シールド工法における事故の型ごとの死傷者数 (2008年～2012年の合計)

(サブテーマ 2) 可燃性ガス及び粉じん対策に関する研究

(サブテーマ 3) トンネル用建設機械等による災害の防止に関する研究

(2)目的

本研究では、トンネル建設工事中の落盤・崩壊災害、爆発災害、粉じん障害、建設機械と作業員の接触災害を防止するための技術的な情報を行政や業界団体に提供することを目的としている。

以下、サブテーマごとにその目的を列挙する。

- ① サブテーマ 1『落盤・崩壊災害の防止に関する研究』では、山岳トンネル切羽に対しての鏡吹付けを検討し、適切な吹付け厚さを検討する。シールドセグメントでは、セグメントリングの安定に寄与する条件等について検討する。
- ② サブテーマ 2『可燃性ガス及び粉じん対策に関する研究』では、模擬実験、現場調査及び数値計算を基に、施工条件に応じた最適な換気方式を提案する。
- ③ サブテーマ 3『トンネル用建設機械等による災害の防止に関する研究』では、坑外の事務所から坑内の建設機械等と作業員の位置を把握できるモニタリングシステムを構築することを目的とする。

(3)方法

サブテーマ 1 に関連した実験では、2 つの種類の実験を実施した。1 つには、トンネルの切羽を模擬した型枠の中央に荷重ジャッキを設置し、型枠内に吹付けコンクリートを打設する。今年度は、実際に特殊繊維を混合したモルタルを型枠底面に敷設された花

崗岩に吹付けた。花崗岩の上に同モルタルを吹き付けた後、15 分後及び 1 時間養生した後、荷重ジャッキにより同モルタルを押し抜き、その若材齢の強度と変形を計測した。もう 1 つには、シールドセグメントの模型を作製し、セグメント模型に対してセグメント単体曲げ試験を実施し、セグメント模型の M-N 破壊包絡線を求めた。さらに、同セグメント模型に対して等方圧及び偏圧を作用させ、曲げモーメント(M)と軸力(N)の M-N 破壊包絡線と実際に作用した M-N 曲線の関係性を評価した。

サブテーマ 2 では、ビニールハウスを連結して高さ 2m、幅 1.8m、全長 27m の模擬トンネルを用いて、送気方式による換気での、風速計測と粉じんの滞留状況を計測する実験を行った。

サブテーマ 3 では、昨年実施した電波強度による位置測位の誤差を改善するために、今年度は TOF(Time of Flight)方式によるレーザーレーダーシステムを利用した作業員 ID と位置測位を行うための予備実験を実施した。

(4)研究の特色・独創性

トンネル建設工事中に遭遇する肌落ち、爆発、粉じん、接触等のリスクに対する低減策を総合的に検討する点に特色と独創性がある。

【研究成果】

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)サブテーマ 1:

サブテーマ 1 では、主に以下の 2 つの課題について調査研究を実施した。

- ① 特殊繊維を混合したモルタル吹付けの強度変形

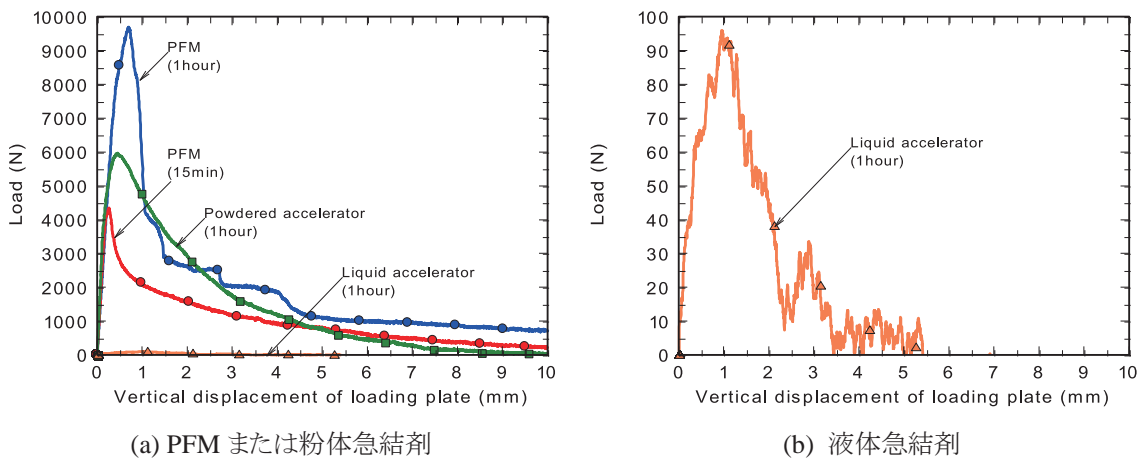
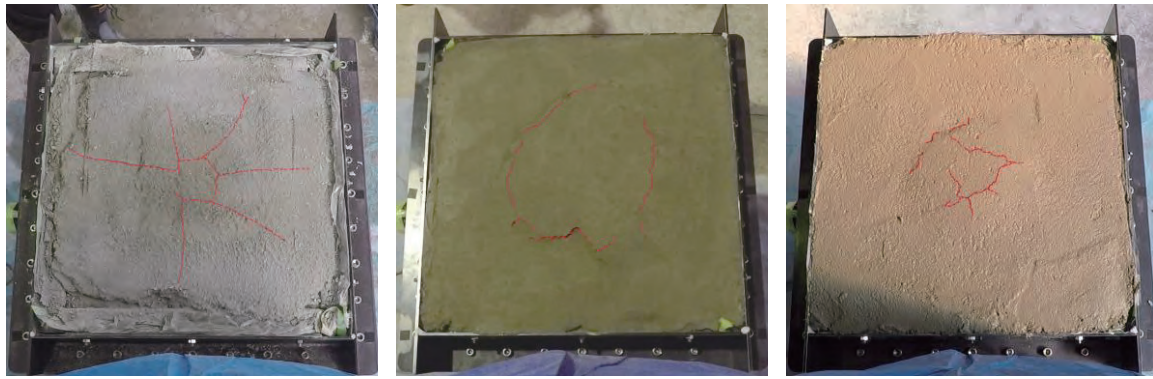


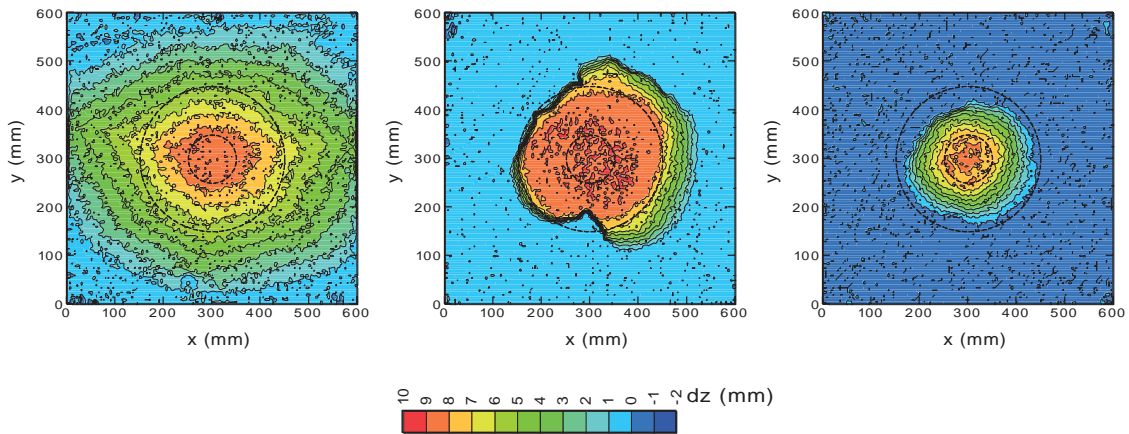
図 4 吹付けコンクリートの押し抜き荷重変位関係



(a) PFM(1hour)の表面

(b) 粉体急結剤(1hour)の表面

(c) 液体急結剤(1hour)の表面



(d)PFM(1hour)の鉛直変位分布(e)粉体急結剤(1hour)の鉛直変位分布(f)液体急結剤(1hour)の鉛直変位分布

図 5 押し抜き試験における供試体表面の様子と鉛直変位分布

特性に関する実験的検討

1) 実験概要

本研究では、特殊繊維入りモルタル吹付け (Premixed Fiber Mortar、ここでは「PFM」という。)、粉体または液体急結剤を添加した吹付けコンクリートを押し抜き実験装置 1) 上に敷設された花崗岩上に打設し、所定の養生時間後、同コンクリートを花崗岩により押し抜く実験を実施した。PFM の場合、比較的小型の吹付け機を用いて、花崗岩表面に PFM を吹付けて供試体を作製することが可能である。一方、粉体または液体急結剤を添加した場合、練り混ぜ機からフレッシュコンクリートを取り出し、岩石上に流し込むことにより供試体を作製した。配合は、PFM の場合、細骨材量 S とセメント量 C の合計 $S + C = 1770 \text{ kg/m}^3$ 、水量 $W = 354 \text{ kg/m}^3$ 、液体急結剤添加率 5% (88.5 kg/m^3) とした。一方、粉体急結剤の場合、 $W/C = 60\%$ 、 $s/a = 60\%$ 、 $C = 360 \text{ kg/m}^3$ 、 $S = 1002 \text{ kg/m}^3$ 、粉体急結剤添加率 7% (25 kg/m^3) とした。また、液体急結剤の場合、 $W/C = 45\%$ 、 $s/a = 60\%$ 、 $C = 450 \text{ kg/m}^3$ 、 $S = 977 \text{ kg/m}^3$ 、液体急結剤添加率 10% (45 kg/m^3) とした。

PFM の場合、吹付け厚さ約 20~40 mm とし 15 分養生および 1 時間養生の 2 種類の実験、粉体または液体急結剤の場合、打設厚さ 40~60 mm とし 1 時間養生の 1 種類の実験とした。花崗岩の表面は自然の節理面としているため、吹付け厚さにバラツキが生じる。押し抜き載荷速度は $2 \times 0.2 \text{ mm/min}$ とした。実験前および実験中には、3次元レーザスキャナにより、岩石表面およびコンクリート表面の 3次元座標を計測し、5 mm 間隔の格子状に 3次元座標を出力した。

2) 実験結果

押し抜き実験から得られた荷重変位関係を図 4 に示す。同図から PFM(1 hour) と粉体急結剤入り吹付けコンクリート(1 hour) を比較すると、厚さが薄いにもかかわらず、PFM(1 hour) の方が高いピーク荷重 (約 9.7 kN) を呈する。しかしながら、PFM(1 hour) の場合、荷重がピークを迎えた後、急激に抵抗を失い、粉体急結剤入り吹付けコンクリートの荷重変位関係に近づくことがわかる。その後、変位 2 mm を過ぎたあたりから、PFM(1 hour) の抵抗値の方が大きくなり、変位 8mm においても約 0.88 kN の抵抗値を有しており、

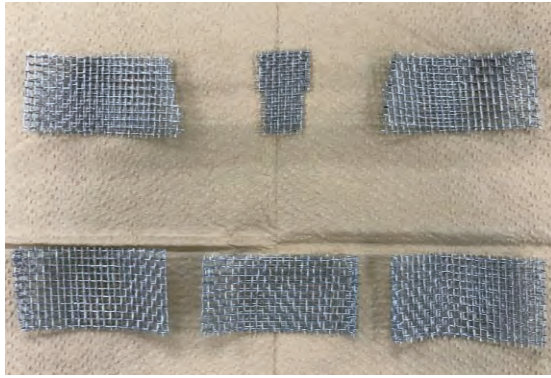


写真1 鉄筋の模型

荷重変位関係に冗長性が見受けられる。また、図-2を見ると、液体急結剤入りの吹付けコンクリートの強度発現性は著しく低いことがわかる。

次に、それぞれPFM、粉体または液体急結剤を添加した吹付けコンクリートの鉛直変位約8mmの時の亀裂性状および鉛直変位分布を図5に示す。押し抜き抵抗が大きくなると、表面に現れる変形領域も大きな領域に及ぶことがわかる。

② シールドトンネルのセグメント模型における M-N 破壊包絡線を用いた強度変形特性の評価

1) 実験概要

本研究では、小型のセグメント模型を作製し、一軸圧縮試験機を使用し、セグメント模型の単体曲げ試験を実施した。単体曲げ試験は、セグメント模型の曲げモーメント(M)と軸力(N)のM-N破壊包絡線を求めるために実施した。その後、セグメント模型に対して等方圧及び偏圧を作用させ、セグメント模型が受けるM-N曲線とM-N破壊包絡線との関係を議論した。

セグメント模型の作製方法を以下に示す。塩化ビニール製の外径150mm、内径137.5mmの型枠を用いて、6分割(K, A1, A2, A3, B1, B2)のセグメント模型(厚さ6.25mm)を作製した。これは標準セグメント1)の32分の1縮尺である。セグメントの分割には、厚さ0.15mmの銅板を用いた。セグメントの分割部に銅板を差し込み、型枠内に離型剤を塗布した。モルタル(豊浦砂:早強ポルトランドセメント:水=2:1:0.65)を攪拌した後、型枠内に脱型し、打設後の養生日数が合計28日となるよう水中養生した。各セグメントの作製方法の詳細は以下の通りである。

- ・無筋セグメント:型枠にモルタルを打設し作製した。
- ・繊維補強材入り無筋セグメント:無筋セグメントに

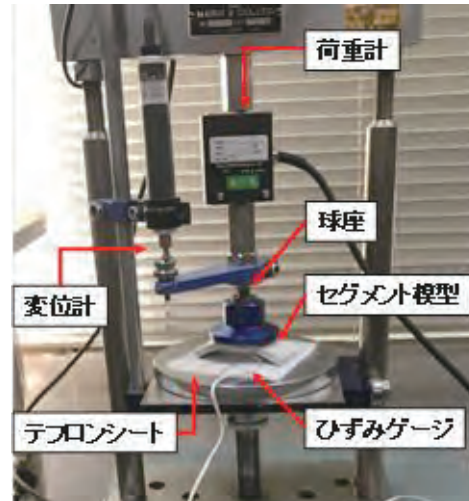


写真2 単体曲げ試験

体積比0.1%(0.156g)と1%(1.560g)の繊維補強材を配合し作製した。

・鉄筋コンクリートセグメント:鉄筋を模擬した格子状の針金をモルタルに挿入し模型を作製した。写真1に鉄筋の模型を示す。

2) 実験及び解析結果

(a) セグメント単体曲げ試験結果

セグメントの基本的な曲げ強度特性を把握するために、一軸圧縮試験装置(写真2)を用いてセグメント模型の各Aセグメントに対して単体曲げ試験を実施した。下部底盤上には、2枚のテフロンシート敷設し、セグメント模型と下部底盤の摩擦低減を図った。テフロンシート敷設後、セグメント模型を設置し下部底盤を一定速度1mm/minにて上昇させる。セグメント模型が固定端である上盤に接触させることでセグメント模型に対して曲げモーメントを生じさせる。上盤に接続されたロードセルを用いて荷重を計測し、セグメント模型にひずみゲージを内径側および外径側に取り付け、ひずみを計測した。セグメント外径側のひずみゲージ上にテフロンシートを2枚ほど敷設し、ひずみゲージを保護した状態で載荷した。

セグメントの荷重変位関係を図6に示す。同図から無筋セグメントは最大荷重約90N、繊維補強材0.1%入りセグメントは最大荷重約100N、繊維補強材1%入りセグメントは最大荷重約120N、鉄筋コンクリートセグメントは荷重約100Nにおいてひび割れ破壊が確認された。

無筋セグメント、繊維補強材0.1%入りセグメントは破壊後に変位の増加に伴い荷重は急激に低下し、脆性破壊の結果となった。繊維補強材1%入りセグメ

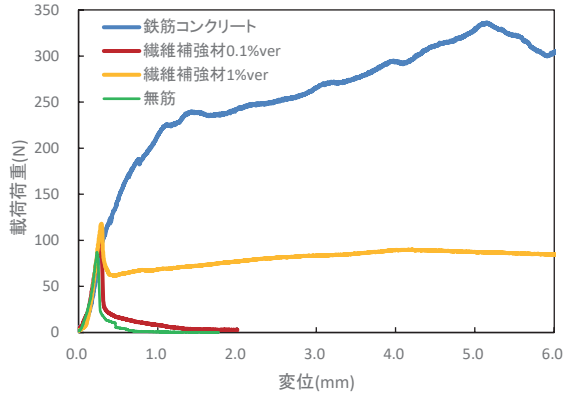


図 6 荷重変位関係

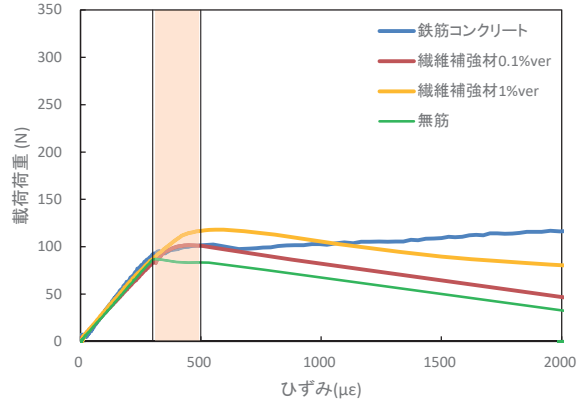


図 7 荷重ひずみ関係

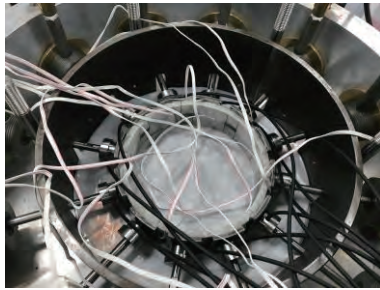


写真 3 セグメント荷重除荷試験

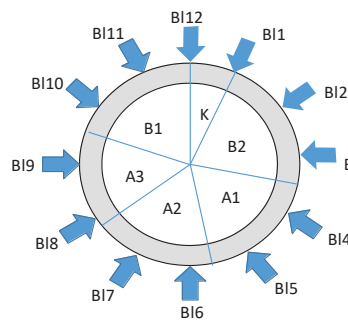


図 8 等方圧荷方法

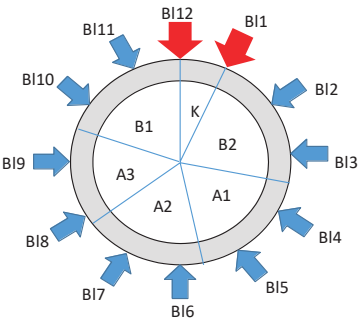


図 9 偏圧荷方法

ントは破壊後若干の冗長性が確認された。一方、鉄筋コンクリートセグメントでは延性的な破壊が確認された。次に、荷重ひずみ関係を図 7 に示す。ひずみ量は引張を正、圧縮を負とした。同図の結果から、セグメントの種類に依らずひび割れ破壊時のひずみは一定であり、その時のセグメントの内径側のひずみ量は、 $+300 \sim +500 \mu\epsilon$ となった。

(b) セグメントリングに対する荷重除荷試験

セグメントリングの周囲に設置された計 12 個のジャッキの圧力を段階的に変化させ、セグメントに対し荷重・除荷を行った(写真 3 参照)。実験条件として Case1(図 8 参照)と Case2(図 9 参照)の二つの異なる方法をおこなった。まず、Case1 では、等方的な圧力を 250kPa ほど荷重し、2.5 分間待機した後 0kPa まで除荷した。次に、Case2 として、等方的な圧力を 125kPa ほど荷重し、BI2~BI11 までのジャッキを固定し、K セグメントに対するジャッキである BI12、BI1 のみ荷重を継続することで偏圧荷重とし、偏圧 250kPa まで荷重した。その後、BI12、BI1 を 125kPa まで除荷し、さらに BI12、BI1 のみ 0kPa まで除荷した。最後に、BI12 および BI1 のみ 125kPa まで荷重し、固定していた BI2~BI11 までのジャッキを解放し等方的な

状態に戻した後、等方的に 0kPa まで除荷した。偏圧は、例えばシールドマシンとセグメントに競りが生じ、シールドマシンのテール部にセグメントが押される状況を模擬している。また、地下水の流れにより、セグメント周りの土砂が洗掘され、セグメント周囲の土水圧が局所的に除荷されてしまうことを模擬している。

等方圧荷重での応力ひずみ関係を図 10 に、偏圧荷重での応力ひずみ関係を図 11 にそれぞれ示す。等方荷重除荷の結果である図 10 を見ると、応力荷重後から除荷後まで直線的な挙動を示しており 0 に収束していることから弾性的な挙動を示している。一方、偏圧荷重除荷である図 11 を見ると、B1、B2 セグメントでは応力が 0 に収束しておらず、残留ひずみが発生している。また、K セグメントに対する偏圧荷重除荷が、セグメント全体の応力ひずみ挙動に影響を与えることがわかる。

(c) M-N 破壊包絡線にみるセグメント模型の性能

吉川ら 2)による鉄筋コンクリートにおける軸力と曲げモーメントの相互作用図を参考に以下の計算式を用いて M-N 破壊包絡線を描いた。具体的には、引張力、純曲げ破壊点、釣り合い破壊点、圧縮力の 4 点を結んだ線を M-N 破壊包絡線とした。

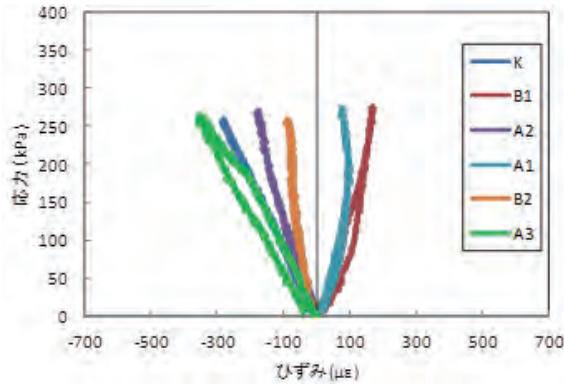


図 10 等方圧載荷応力ひずみ
(鉄筋コンクリートセグメント)

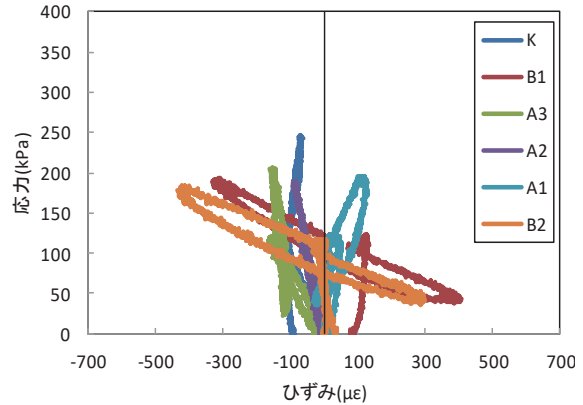


図 11 偏圧載荷応力ひずみ
(鉄筋コンクリートセグメント)

また、その線上内において等方・偏圧載荷除荷状態における M-N 図の挙動を示した。M-N 破壊包絡線を描く際に、引張力、純曲げ破壊点、釣り合い破壊点、圧縮力の算出に用いた式を以下に示す。

$$N = \left(\frac{\sigma_{in} + \sigma_{out}}{2} \right) bh \quad (1)$$

$$M = \left(\frac{\sigma_{in} - \sigma_{out}}{2} \right) \frac{I}{y} \quad (2)$$

$$N'_u = 0.85f'_c bh + f'_y A_{s2} + f'_y A_{s1} \quad (3)$$

$$N_u = f_t bh + f_y A_{s2} + f_y A_{s1} \quad (4)$$

$$N''_u = 0.85f'_c ba_b + f'_y A_{s2} - f_y A_{s1} \quad (5)$$

ここで、 N : 軸力(N)、 σ_{in} : 内径側の応力(N/mm²)、 σ_{out} : 外径側の応力(N/mm²)、 b : セグメントの幅(mm)、 h : セグメントの厚さ(mm)、 M : 曲げモーメント(Nmm)、 I : 断面二次モーメント(mm⁴)、 y : 中立軸からの距離(mm)、 N'_u : 圧縮力による終局耐力(N)、 f'_c : コンクリートの圧縮強度(N/mm²)、 f_t : コンクリートの引張強度(N/mm²)、 f_y : 鉄筋の引張強度(N/mm²)、 f'_y : 鉄筋の引張強度(N/mm²)、 A_{s1} : 引張鉄筋の断面積(mm²)、 A_{s2} : 圧縮鉄筋の断面積(mm²)、 N_u : 引張力による終局耐力(N)、 N''_u : 釣り合い偏心状態における終局耐力(N)である。なお、コンクリートの圧縮強度 f'_c は、28 日養生の円柱供試体に対する一軸圧縮強度とした。コンクリートの引張強度 f_t は、 f'_c の 1/10 とした。

単体曲げ試験における純曲げ破壊点、セグメントの載荷除荷試験時の M-N 挙動は、式(1)を用いて軸力および曲げモーメントを算出する。また、圧縮力、引張力、釣り合い破壊点は式(2)を用いて算出する。

無筋コンクリートへの等方圧載荷を図 12、偏圧載荷を図 13 にそれぞれ示す。軸力は圧縮を正、引張を負とした。無筋の B2 セグメントおよび鉄筋コンクリ

ートの A3 セグメントのひずみ値が正しく計測できていないため、それらの値は除去している。図 12 の等方載荷時では、各セグメントの軸力は負の値を示していることから、圧縮力が働いているのが分かる。また、B1、A1、A3 セグメントは曲げモーメントが正の値を示していることから外側に開く挙動が同様に観測される。また、K、A2 セグメントは曲げモーメントが負の値を示していることから内側に閉じる挙動が確認できる。除荷後にはすべてのセグメントが 0 付近まで下がっていることから弾性変形のような挙動を呈することが確認できる。図 13 での偏圧載荷除荷時では、M-N 破壊包絡線内に各セグメントの挙動が確認できることから、K セグメントに対して著しい偏圧を作用させても破壊には至らないことが推察される。しかしながら、K セグメントの隣の B1 セグメントの挙動を見ると、偏圧除荷時に純曲げ破壊点に近づく挙動を示しており、偏圧除荷がセグメントに対して危険な状況になる可能性がある。

鉄筋コンクリートセグメントでの等方載荷を図 14、偏圧載荷を図 15 にそれぞれ示す。図 14 の等方載荷では A2、B2 セグメントに引張の挙動が確認できる。図 15 の B1 および B2 セグメントを見ると、軸力が引張にまで及んでおり、外側に開く正の曲げモーメントが作用している。これは単体曲げ試験に類似した挙動である。

③ サブテーマ 1 のまとめ

特殊繊維を混合したモルタル吹付けコンクリートの強度変形特性に関する実験的検討からは、一般的な粉体または液体急結材を用いた吹付けコンクリートに比べ、特殊繊維入りモルタル吹付けコンクリートの押し抜き強度に靱性が見られた。同じ養生時間で比べると、液体、粉体急結剤、特殊繊維入りモルタ

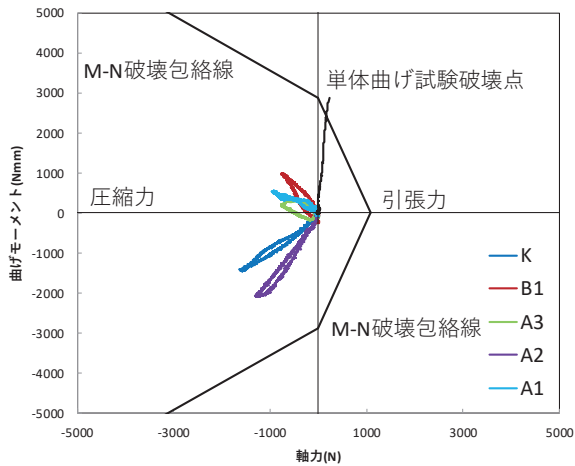


図 12 等方圧載荷 M-N 図(無筋)

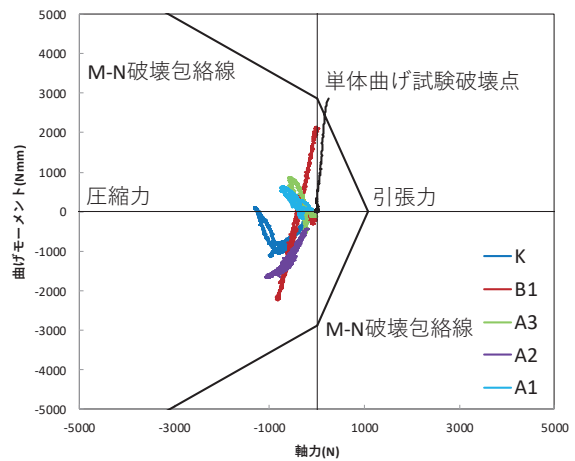


図 13 偏圧載荷 M-N 図(無筋)

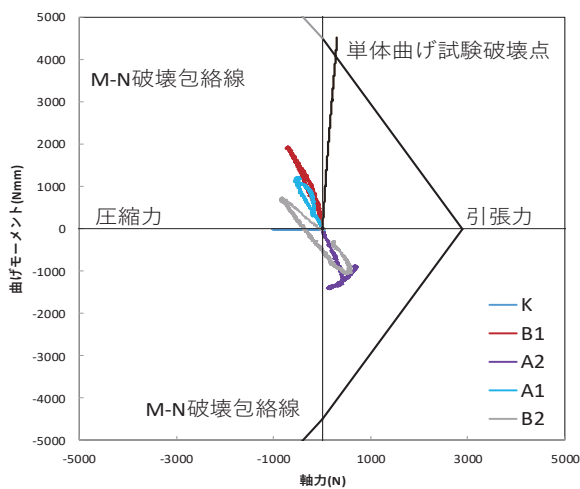


図 14 等方圧載荷 M-N 図(鉄筋)

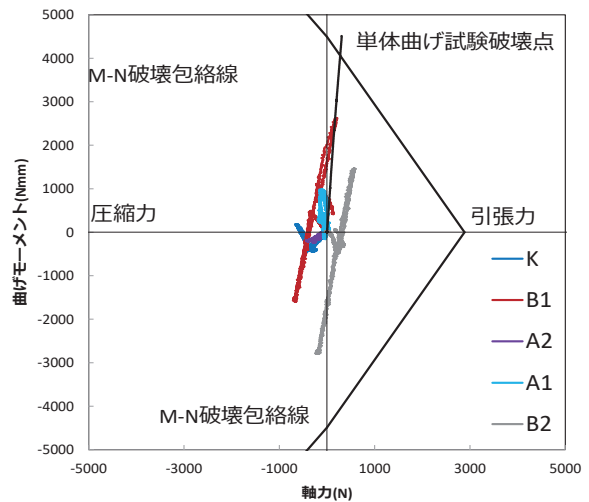


図 15 偏圧載荷 M-N 図(鉄筋)

ル吹付けコンクリートの順に強度が高くなり、また変形領域も大きなものとなった。

シールドトンネルのセグメント模型における M-N 破壊包絡線を用いた強度変形特性の評価からは、無筋、繊維補強材、鉄筋コンクリートの 3 種類の模型セグメントを作製し、単体曲げ試験の結果等から M-N 破壊包絡線を描くことで、各セグメントの性能評価を行うことができた。特に、偏圧除荷時には、偏圧作用箇所付近のセグメントに対して円周方向に引張力が作用する可能性が示唆され、施工時荷重を考慮する場合には、M-N 破壊包絡線の引張側の評価が重要になってくる可能性が示唆された。

(2)サブテーマ 2:

サブテーマ 2 では、高さ 2m 幅 1.8m のビニールハウスを連結して全長 27m の模擬トンネルを作成し、換気時の空気の混合の目安として、①切羽付近の

風速の計測、②粉じん発生装置によって切羽付近を模擬した位置から粉じんを定速で分散させた場合の粉じん滞留状況の計測を行った。図 16 に作成した模擬トンネルを示した。この模擬トンネルでは、送風機本体は模擬トンネルの外に設置し、320φの風管を接続して模擬トンネル側部から風管を導入することによって、任意の場所に吹き出し口を設置できる。図 17 に送風風管の設置位置を示した。基本となるデータを取得するため、平成 30 年度は風管からの吹き出しによってのみ換気を行った。

① 切羽付近の風速の計測

1) 実験方法

吹き出しの高さを風管中心位置で 1.8m に固定し(図 17 に示した上位置)、切羽からの距離をトンネル高さの 4 倍(=8.0m)と 6 倍(=12.0m)の 2 ケースの比較を行った。風速の計測には無指向性の微風速計 WGT-10 を使い、トンネル内の同一断面上で、風速

計はトンネル中央に高さ 1.5,1.0,0.5m、切羽に向かって左側に壁面から 0.3m、高さ 1m で設置した。各吹き出し距離で、風速計の設置断面を切羽から 1,3,5m と変え、計 6 ケースを 4 台の風速計で同時計測を行った。風速は 0.4 秒毎の瞬時値が、WGT-10 内で 10 秒間平均され、その平均値が PC へ転送されて時刻とともに記録される。実験では各条件 6 分間程度の連続計測を目安として、欠損データがある場合でも同一の PC によって取り込んでいることから、各風速計は同一の時系列の下に記録される。換気の吹き出し風速は、別途風速計によって計測した結果約 5.4 m/s であった。吹き出し口の径が 320 φ であり、トンネル断面積がおおよそ 3.2m² であることから、坑内平均風速 0.14 m/s となる。

2) 実験結果

図 18 に記録された風速の例を示す。吹き出し風速自体に揺らぎがあること、また、ビニールハウスによる模擬トンネルであるために壁面が風自体によって揺らぐこともあり、計測された風速自体も大きく変動している。基本的に上から来た風が切羽付近で下に流れ帰ってくる形で流れを作るため、図 18 (a)では上、下の風速が中、左の風速よりも大きく記録されており、切羽付近でガスもしくは粉じんが発生したとしても、速やかに新鮮空気と入れ替わる。図 2(b)には、風速計測位置を図 18 (a)と同じにしたまま、換気の吹き出し位置を 12m に変更した結果を示した。図から、換気の風自体がほとんど届いていないことが分かる。

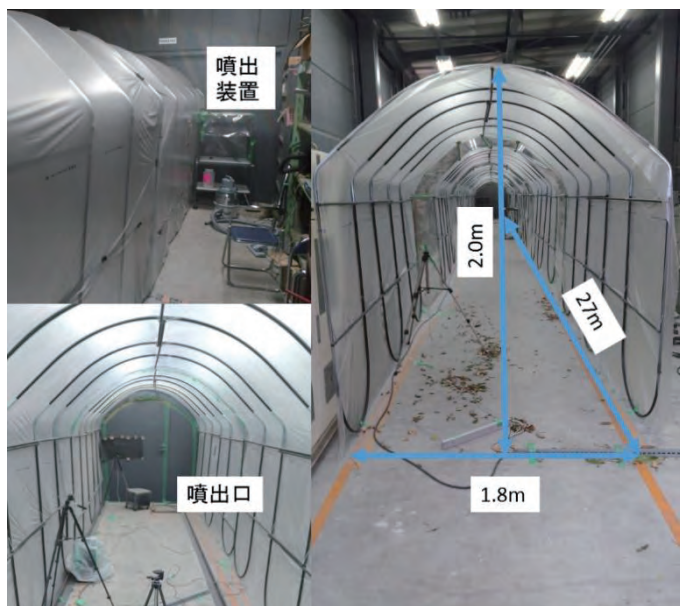


図 16 模擬トンネル(断面積 3.2 m²)

WGT-10 の仕様上、校正時の誤差として 0.05m/s があるとされており、図 18 (b)に記録された値自体は、この誤差とはほぼ同程度であることから有意とは言えないが、図 18 (a)と比較して、風速が大きく下がっていることは把握できる。

行った実験の平均風速をプロットしたのが図 19 である。図 19(a)によって、切羽から 12m の換気風管吹き出し位置からの風が、切羽に近づくとともに減衰していくことが分かる。ここでは、平均風速は誤差と同等であり、ここから風速が加速する要因が無いことから、切羽 1m 以内ではほぼ無風の状態となることが推測される。

図 19(b)は換気風管吹き出し位置が切羽から 8m の場合であり、したがって 1m での値は吹き出し位置から 7m に相当する。図 19(a)の切羽から 5m の位置も同じく、吹き出し位置から 7m に相当しており、図 19 (b)では切羽が 1m と近いので切羽の影響があるものと思われるが、図 19(a)5m と図 19(b)1m の風速は比較的良い一致をみている。

② 粉じんの滞留状況の計測

1) 実験方法

分散させる粉じんは ISO12103 -1、A1 に規定される AC ダストの Ultra Fine を用い、ドイツ Palas 社製 RBG-1000 エアロゾルジェネレータを用いて粉じんを発生させた。粉塵分散のための噴流が発生することを考慮して、粉じんの分散位置は切羽からの床中心から坑口側に 0.75 m、高さ 0.18 m 上向きで固定し、

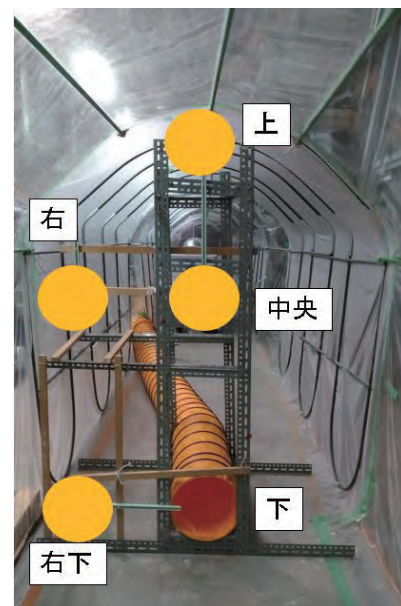


図 17 切羽から見た風管位置(左右は坑口から、風管径 φ320、風管中心位置は高さ: 上 1.8 m、中央 1.0 m、下 0.2m、右:壁から 0.3m)

吹き出し風管の位置を、切羽からの距離と、トンネル断面内で図 17 のとおり変化させた。吹き出し風管の切羽からの距離はトンネル高さの 4、5、6 倍に相当する 8、10、12 m の位置に設定した。いずれの実験も換気風速の安定を待った後、20 min を目安に粉じんの分散を行い、粉じん分散の停止後十分に粉じん濃度が下がるまで換気風量は保ったままで計測を行った。粉じん濃度は柴田科学製 LD-5R を用いた。計測位置は、1.14 m の高さで、切羽から 0.75 m、5 m、25 m 位置で、切羽に向かって左側、したがって図 17 に示した換気配管吹き出し口の反対側に、図 16 に見られる三脚によって、なるべく壁面に寄せるよう設置計測した。5 m 位置では、0.57 m の高さでの計測も併せて行い、高さによる粉じん濃度の違いも見られるようにした。

2) 実験結果

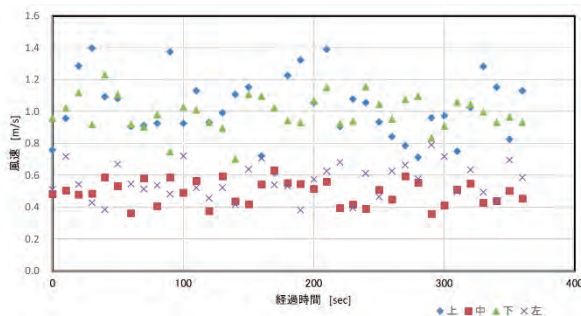
図 20 に結果の一例として風管の出口(吹き出し)位置を切羽から 8m の距離で、図 17 の各々の配置に設置した場合の粉じん濃度計の計測結果を示した。図 20 全ての実験において、風管位置から十分に離れた 25 m 位置での計測結果はほぼ 2,000 CPM を記録しており、立ち上がりの遅れは、坑内平均風速

によって粉じんが運ばれる時間を反映している。図 20 の中で比較すると、上に風管を設置した場合に比べて、他のケースでは濃度が安定せず、大きくふらついている。これは風管の設置位置によって、風の流が安定していないことを示している。その中でも右下に設置した場合は、上に続いて濃度のばらつきが小さく、比較的安定している。右下からの換気は、面内の対向する辺から最も長い距離が取れる位置であるため、切羽へ向かう風と帰ってくる風が安定しやすい。下、あるいは右下からの換気では、床に沈降した粉じんが再度吹き上げられることとなるため、より濃度の高い状況が作られ、5 m での測定で低い位置に設置した粉じん計が高い値を記録している。中央からの換気では、風が切羽に当たった後に、いずれの方向へ向かって 1m で側壁に再度当たることとなるため、流速が落ちやすく、中央の切羽へ向かう風と逆方向への流れが安定しない原因となり得る。その結果、切羽での濃度が上昇したものである。

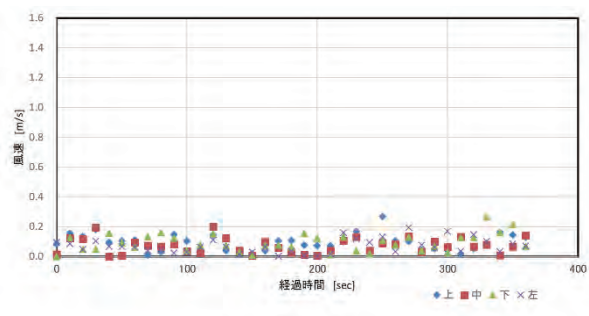
(3) サブテーマ 3:

① 研究概要

サブテーマ 3 では、トンネル作業環境において、建設機械等と作業者との接触による労働災害を防止

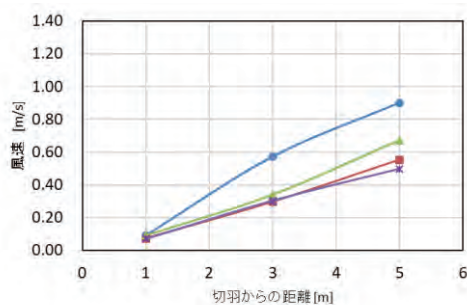


(a) 吹き出し位置 8m、風速計測位置 1m

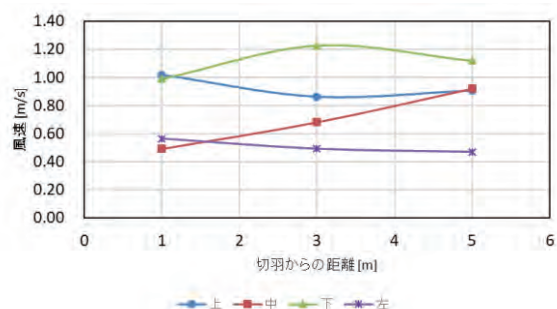


(b) 吹き出し位置 12m、風速計測位置 1m

図 18 風速計測結果



(a) 換気風管吹き出し位置 12m



(b) 換気風管吹き出し位置 8m

図 19 各条件での平均風速

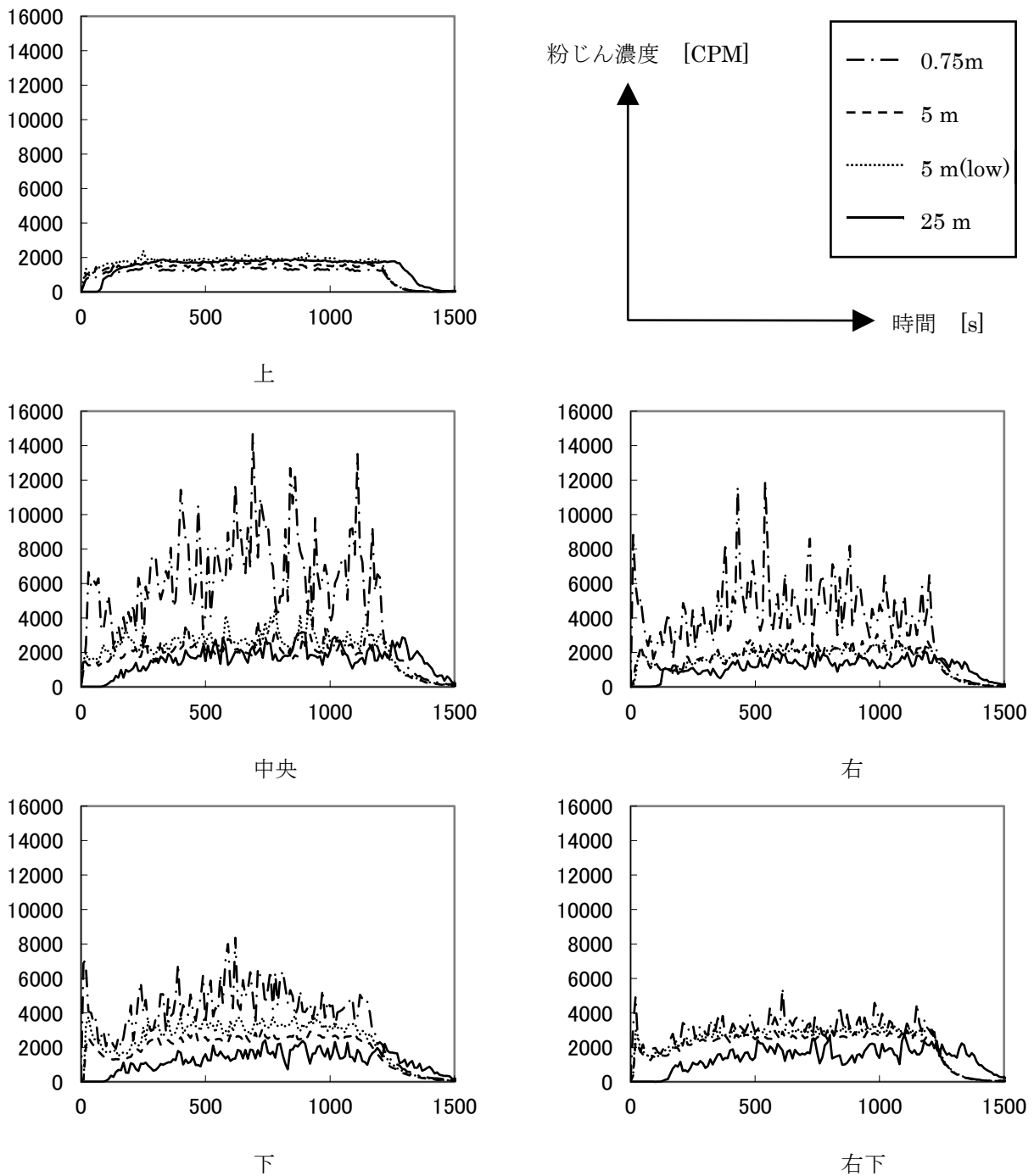


図 20 風管位置を切羽から 8 m にした場合の粉じん濃度

するために、建設機械等と作業者の位置をリアルタイムにモニタリングするためのセンサシステムの開発を目指している。今年度はトンネル内に設置されている鋼鉄製の梁への電波の反射による位置測位の誤差を低減するために、他の方式を利用したシステムについての検討を行った。

② 位置測位システムの検討

前年度までは、電波強度を利用した位置測位シス

テムの検討を行ってきた。その結果、トンネルの壁面に設置される鋼鉄製の支保工により電波が反射され、精度の高い位置測位が困難であることが判明した。そこで今年度は、電波強度とは異なる方式として以下の3つの距離測定方式について検討を行った。

1) ステレオビジョン方式

2つのカメラを平行に設置して同時に撮影し、画像処理を行うことで、撮影した物体の奥行き情報を得る

もの。装置の構成が単純でコストがかからないメリットがあるが、奥行き情報の精度が粗いというデメリットがある。また、暗い環境には不向きである。

2) ストラクチャード・ライド方式

ストライプや格子状のパターンを物体に投影し、それを別の角度に設置したカメラで撮影する。そして撮影されたパターンのゆがみ方から物体の形状と奥行きを求める。装置のコストがかかり、暗い環境では不向きとなるデメリットがあるが、奥行き精度が高いメリットがある。

3) TOF(Time of Flight)方式

TOF 方式はストラクチャードライド方式ほどではないが、奥行き精度が高く、暗い環境でも動作が可能となるメリットがある。

以上の検討結果より今年度は TOF 方式を採用している 24 レイヤーの高画角レーザーレーダー(写真 4)を利用した支援的保護システムを構築し、作業者 ID と位置測位予備実験を行った。



写真 4 予備実験で使用した 3D レーザーレーダーシステム

今回利用したセンサシステムは、センサ本体から照射するレーザー光により対象範囲に存在する物体の有無や、対象物までの距離を測定可能とするもので、対象物に照射された光が戻ってくるまでの時間差により、物体の3次元画像を取得し、毎秒 10 フレームのリアルタイムな測定が可能となる。また、検出可能領域は、水平画角垂直角最大 120 度、垂直方向に 24 レイヤーを取得できる。また、遠方のスキャンでもライン間の隙間が生じない広域走査技術でデータの抜けがない高速度な測定が可能となっている。

③ 予備実験による検討事項と結果

1) 作業者 ID のロストについて

本レーザーレーダーシステムは、対象となる物体の 3D データにより個別の ID を付与することができる。しかし、複数の作業者や建設機械が混在するトンネルの作業現場では、作業者同士、または建設機械に接近したり、重なったりする可能性が考えられる。そこで、以下の想定される状態における ID 保持の可能性について予備実験を行った。

a. 結合ロスト

2つ以上の動態が接近することにより、結合された1つの動態として検知され、その結果、動態数が減少するロスト現象(図 21 参照)。

b. ID 遷移ロスト

結合ロストに付随して発生するロスト。結合ロスト状態の動態を構成する一部の動態が移動等により再び個別の動態として検知される際に、新たに別の ID が付与され、結合ロスト前の動態 ID がロストする現象(図 21 参照)。

c. 画素不足ロスト

検知状態にある動態の検知画素が移動に伴い、不足することで発生するロスト現象。

d. 死角ロスト

検知状態にある動態が建設車両等の裏側など死角に移動し、動態全体が遮られることに伴い発生するロスト現象。

結合ロストと ID 遷移ロストに関しては、動態検知アルゴリズムを変更することにより、短時間の結合ロスト前後で ID を保持することが可能となり、また、画素不足ロストと死角ロストに関しては、レーザーレーダー本体の数を増やし、対象となる動態の画素不足や死角になることを防ぐ位置に設置することで対応できることが分かった。

2) 位置測位予備実験

レーザーレーダーとサーモカメラを組み合わせ、物体と人間の識別と、人間が様々な動きをした時の位置を測位することができるかの実験を行った。その結果、人間が物体に近づいた時に、温度差があれば、結合ロストが発生しないことが分かった。また、人間の歩行速度や姿勢の変化(立ち上がった時、しゃがんだりすることによる姿勢の変化)に対しても、4つのロストがないことが確認された(写真 5 参照)。

④ サブテーマ 3 のまとめ

今後は、このシステムをトンネル施工現場に設置して、施工中の建設車両や作業員の ID と位置を測位する実験を進める。

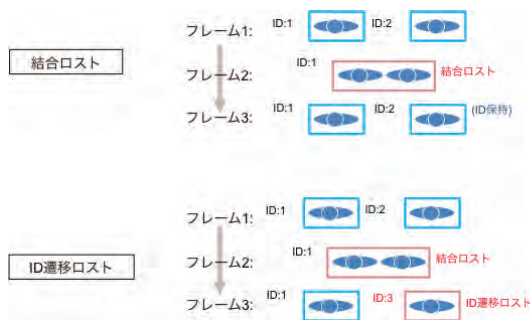


図 21 結合ロストと ID 遷移ロスト現象

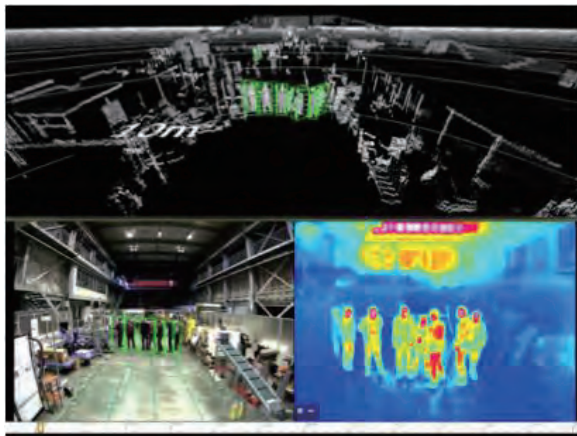


写真 5 予備実験の様子

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) Naotaka Kikkawa, Nobutaka Hiraoka, Kazuya Itoh, Rolando P. Orense (2018) Unstable behavior of segmental ring under various pressures and its discrete simulation, Industrial Health, Vo..56, pp.475-484.
- 2) 酒井健二, 岸田展明, 中村憲司, 大塚輝人, 進士正人(2018)「トンネル工事における通風換気システム評価のための中規模実験」. トンネル工学報告集, 6p, CD-ROM.
- 3) 酒井健二, 酒井喜久雄, 片谷篤史, 大塚輝人, 進士正人(2018)「坑内湧水を用いたトンネル用冷風発生装置」. トンネル工学報告集, 12p, CD-ROM.

[解説ほか]

- 1) 吉川直孝, 平岡伸隆, 堀智仁, 山際謙太, 伊藤和也(2018)落盤・崩壊災害の防止に関する研究～花崗岩上に打設したコンクリートの押し抜き実験～, 平成 30 年版建設業安全衛生年鑑, 建設業労働災害防止協会, p.55, 2018.10.19.
- 2) JTA 国際委員会 ITA 統括ワーキング(2018) 第

44 回 ITA 総会および世界トンネル会議(ドバイ) 報告, トンネルと地下, Vol. 49, No. 9, 一般社団法人日本トンネル技術協会, p. 57. (吉川直孝担当箇所).

[国内外の研究集会発表]

- 1) S Shimizu, S Umezaki, K Hamajima, M Tsuchiya, R Hojo (2018) NEWLY ESTABLISHED RESIDUAL RISK REDUCTION MEASURE OF THE SAFEGUARDING SUPPORTIVE SYSTEM (SSS) FOR TUNNEL CONSTRUCTION SITE- EXAMINATION OF RELIABILIBTY AND CONVENIENCE OF THE SSS. Proceeding of 9th Tunnel safty and ventilation symposium, pp.PS3-1-8.
- 2) R Hojo, K Hamajima, M Tsuchiya, S Umezaki, S Shimizu (2018) EFFECTIVENESS OF THE SAFEGUARDING SUPPORTIVE SYSTEM (SSS) AS A RESIDUAL RISK REDUCTION MEASURE IN TUNNEL ENVIRONMENT- QUANTITATIVE EVALUATION OF VALIDITY OF THE SSS AND BEHAVIOR OF TUNNEL WORKERS. Proceeding of 9thTunnel safty and ventilation symposium, pp. OS1-1-6.
- 3) Shimizu S., Ohtsuka H., Hamajima K., Umezaki S., Matsui K., Fukuda T., Itou H.,Takahashi S., Hojo R. (2018) The Safeguarding Supportive System (SSS) I. Study on Worker's Three-dimensional Location Detection Using Ultra-Wide Band (UWB) System under the SSS, Proceeding of 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, p.32.
- 4) 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也, 佐藤芙美 (2018)若材齢コンクリートの押し抜き機構とその個別要素シミュレーション, 第 53 回地盤工学研究発表会, 0872, M-06, pp.1741-1742.
- 5) 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也 (2018) 若材齢コンクリートの押し抜き実験, 土木学会第 73 回 年次学術講演会, III-547, pp.1093-1094.
- 6) 石川雄雅, 高德亮太, 伊藤和也, 吉川直孝, 平岡伸隆 (2018) 繊維補強されたセグメント模型に対する単体曲げ試験, 第 15 回地盤工学会関東支部発表会, 防災 5-6, pp. 259-260.
- 7) 酒井健二, 片谷篤史, 大塚輝人, 進士正人 (2018) 「坑内湧水を用いたトンネル用冷風発生装置」. 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 227-230.
- 8) 大塚輝人, 中村憲司, 板垣晴彦, 片谷篤史,

- 岸田展明, 進士正人(2018) トンネル工事における通風換気システム評価. 第 51 回安全工学研究発表会, pp. 223-226.
- 9) 中村憲司, 大塚輝人(2018) 光散乱方式による吸入性粉じんの相対濃度測定に対する分粒装置の効果の基礎的検討. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, 第 60 巻, 臨時増刊号, p. 498.
- 10) 清水尚憲, 大塚 裕, 濱島京子, 梅崎重夫, 土屋政雄, 松井克海, 福田隆文, 高橋 聖, 北條理恵子(2018) トンネル建設現場を仮想したモバイルロボット走行環境における実験現場での支援的保護システムの有効性検証. 安全工学シンポジウム 2018, プログラム, p. 12.
- 11) 北條理恵子, 松井 克海, 濱島 京子, 福田 隆文, 高橋 聖, 清水 尚憲(2018) トンネル作業環境における支援的保護システム下での作業者に対する行動分析学的介入法. 日本行動分析学会第 36 回年次大会, プログラム, p. 19.
- 12) 北條理恵子, 清水尚憲, 濱島 京子, 梅崎 重夫(2018) Safeguarding Supportive System (SSS) における3次元での作業者の位置計測. 日本プラント・ヒューマンファクター学会第 12 回総会, プログラム.

(7) 個別粒子分析法による気中粒子状物質測定信頼性の向上に関する研究【3年計画の1年目】

山田 丸(作業環境研究 G), 加藤 伸之(同), 鷹屋 光俊(同), 篠原也寸志(同), 小野真理子(同),
小倉 勇(産業総合技術研究所)

【研究期間】 平成 30～令和 2 年度

【実行予算】 21,000 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景

労働環境での粒子状物質や繊維状物質(以下、粒子等)の計測は、簡便な方法による作業環境のばく露アセスメントと、精密な測定が必要とされる職業病の原因の探索の二つに分けることができる。前者ではエアロゾル測定装置(粒子の個数や粒径を測定する装置)や粉じん計を利用することが想定されるが、それらの測定法には測定している粒子等の粒径分布や形態について精密な検討を行った基礎的なデータが欠かせない。一方、後者には、飛散している粒子の粒子径や形態、構成元素等に関する情報が必要である。二者のいずれにおいても粒子の詳細な情報が必要となり、そのために最も有効な測定装置は電子顕微鏡であるが、観察像の代表性の担保、定量性および測定者による測定結果のバラツキが問題となる。

(2)目的

走査電子顕微鏡(SEM)を用いた個別粒子分析法の検討を行い、結果の再現性の向上や代表性の担保のための分析手法を確立する。さらに、エアロゾル測定装置を用いて作業現場の測定を行う場合に問題となる、ばく露の過大/過小評価に影響を及ぼす粒子の形態等の要因を洗い出す。

(3)方法

【SEM 結果の代表性の担保】

アスベスト分析に関する手引書やエアロゾル分野の論文等で提案されている方法を参考にし、粒子等試料の捕集法、観察法、データ処理法に関して最適な条件を検討する。画像解析によるフィルター上の粒子の個数・形状・サイズ取得のアルゴリズムを検討する。SEM での分析結果の評価には、アスベスト観察等で知見が蓄積されている透過電子顕微鏡(TEM)による分析結果をリファレンスとする。なお、実験で用いる粒子等の標準試料(非凝集粒子:ラテックス粒子、KCl粒子、凝集粒子:ナノマテリアル粒子、繊維状物質:炭素の繊維状物質を代表試料とする)は、ナノマテリアル関連の基盤・プロジェクト研究で培った技術を応用する。

【エアロゾル測定装置の信頼性の向上】

SEM とエアロゾル測定装置(粒径分布測定装置やカーボンモニター等)による分析結果を突き合わせ、装置間の測定値のずれの原因を推定する。

(4)研究の特色・独創性

SEM は、TEM に比べて分析の前処理が比較的簡易であり、粒子等を捕集するためのフィルターの選択の自由度が高いことから現場測定に応用しやすい利点がある。また、SEM を用いても、高度な操作技能を要求される TEM に匹敵したデータを取得でき、自動解析による観察者由来のバラツキの低減や分析の迅速化に寄与する方法が提案可能である。

現在、労働衛生分野では、電子顕微鏡を用いた粒子等の分析に関する公定法が存在しない。非常に微細な粒子等(例えば、二酸化チタンや多層カーボンナノチューブ)の許容濃度等が示されていることを鑑み、先んじて SEM による定量手順を示すことが特色である。

【研究成果】

(1) 粒子等発生法の検討

電子顕微鏡による分析法を開発し、確立するためには、標準となる粒子発生法の確立が必要である。実験に使用する標準粒子発生法として、これまでの研究においても用いてきた、アトマイザー法(PSL(ポリスチレンラテックス)及び KCl(塩化カリウム)とボルテックスシェーカー法(ナノマテリアル粉体、繊維状粒子)の発生に関して、配管の最適化およびフィルターの高圧損失モニターの設定により、電子顕微鏡用の試料作製に適したシステムを構築した。また、翌年度実験対象とするナノ粒子凝集体の発生方法に関して文献を調査し、発生に必要な装置や部品等を検討した。

一方で、実環境中の粒子として、溶接ヒューム等に対しての個別粒子分析の適用を検討するために実験室において模擬作業による粒子等発生・サンプリングを検討し、実サンプルを得た。

(2) 粒子等捕集法および分析前処理法の検討

SEM 分析に基づき気中粒子等の濃度を推定するにあたり、気中粒子等をどのように捕集し、SEM

でその試料を分析するにどのような前処理が適しているかということを検討することは非常に重要である。本研究では、粉じんの分級捕集法の検討として、マイクロオリフィスインパクト(MOI)による粗大粒子除去特性の評価、粉じん捕集用フィルターとして用いるポリカーボネートフィルターの粉じん捕集効率のモデル計算値と実験による実測値の比較をおこなった。なお、SEMによる粉じん濃度推定値の妥当性を評価するため、リアルタイムエアロゾル測定装置による測定値との比較を行った。

実験の結果、MOIの50%カットオフ特性は粉じん捕集流量0.8~2.0 L/minで300~150 nmであった。流量0.8 L/min(面速3.5 cm/s)の条件下におけるポリカーボネートフィルターの粒子捕集効率はモデル計算値と実測値がよく一致した。SEMの粉じん濃度推定値とエアロゾル測定装置による測定値は一致するものもあったが、中には数10%以上の差があるケースも見られた。この理由の一つはフィルター上に粒子が均一に分布しておらず、SEMの高倍率観察により分析面積が制限されたためと考えられる。今後SEM分析結果の代表性の検証及びSEMによる粉じん濃度測定法のプロトコル化と自動化等の導入による分析の簡便化を目指す。

前述したように粒子等をSEMで観察する際には一般的に表面が平滑で均一の大きさの孔が空いているポリカーボネートフィルターが用いられる。このフィルターは非導電性の素材である。よって、フィルター上に捕集された粒子等の形態観察や元素分析を行う際には、事前に試料に導電性を与えるための前処理(導電性物質による試料のコーティング)が必要となる(ただし、後述するようにSEMの機種によっては蒸着せずに非導電性試料を観察できる機構を有するものもある)。実験では、コーティングの条件検討のため、コーティング材(プラチナ、タングステン、カーボン)および膜厚(1~4 nm)を変えて、加速電圧(1~20 kV)における観察像への影響を観察し、コーティング膜厚によるチャージアップ、ひび割れ、粒子表面の形状等を確認した。プラチナとタングステンコーティングによるスパッタリングコーティングを施した試料間で決定的な違いは見られなかったが、プラチナコーティングの方がより薄いコーティングでチャージアップの影響が低減された。一方、カーボンコーティングは粒状性が良いため、高倍率観察においても蒸着粒子によるアーチファクトの影響が小さかった。なお、分析で使用したSEM(JSM-7900F, JEOL製)は、低加速電圧で高解像を得る電子ビーム減速法の採用、あるいは低真空観察が可能な機

構を有しており、特定の観察条件においては導電性物質のコーティングをしなくても観察が可能である。高倍率でのナノ粒子やナノ構造の観察では、コーティングによる形状やサイズへのアーチファクトが問題となるため、観察倍率等によって適切なコーティング処理を選択することが重要であると確認された。なお、SEMに付属するエネルギー分散型X線分析器(EDS)による分析では分析対象元素のX線を妨害しないコーティング材を選択する必要がある。

次に、ポリカーボネートフィルター上に捕集した粒子に対して、フィルター上の粒子のみを検出するため、画像処理による自動分析の検討を行った。粒子の抽出方法としては、画像の二値化による粒子判別法を採用した。二値化法は、観察画像の粒子とバックグラウンドの輝度が異なることが前提条件になるが、ポリカーボネートフィルターのろ過孔のエッジ部分が粒子と同じ輝度になるため、従来の観察条件で取得した画像では粒子のみの抽出が難しい。これを解決する方法としては、SEMの分析条件の検討を行った(後述(3))。

また、フィルターの粒子保持力を評価したところ、フィルター表面が平滑であるため粒子保持力が弱く、フィルター取り扱い時の振動で捕集した粒子が動いてしまうという問題点が示唆された。今後、粒子等捕集後のフィルターの取り扱いも含め、さらなる検討が必要である。

ポリカーボネートフィルター以外のフィルターに関して、個別粒子分析への応用の観点から調査した。その際には、ポリカーボネートフィルターで捕集した粒子をSEMで分析する際に、画像解析(二値化処理)で問題となるろ過孔のエッジ効果を解決する方法がないか検討を行った。その中で、TEMによる粒子分析で用いられているフィルターの除去法の応用を考えた。実験では、セルロース混合エステルメンブレン(MCE)フィルターを選択した。フィルター除去の前処理方法として、アセトン蒸気を用いてスライドグラスにフィルター定着後、カーボン膜を蒸着し、その後TEMグリッドに接着したフィルターをアセトンにより溶解除去させる方法を用いた。従来は、フィルターの溶解除去にクロロホルムやジメチルホルムアミドを用いたり、あるいは低温灰化法を用いるが、本方法は試薬としてアセトンのみにおいて効果的にMCEフィルターを除去できることが分かった。フィルター除去法は従来TEM分析のために用いられてきた手法であるが、フィルター除去により粒子の自動分析の精度向上に寄与することが確認されれば、SEM分析においても前処理に用いられる手法とな

る。なお、SEM による低加速電圧(1~5 kV)での分析においては、表面のシグナルの影響を強く受けるため MCE フィルターの溶け残りなどが画像解析の妨害となるが、10 kV 以上ではその影響が小さくなり、粒子とバックグラウンドのコントラストがつき二値化に適した条件であった。

(3) SEM 分析条件の検討

測定自動化のためには、画像処理あるいは元素マッピングにより粒子を識別する必要がある。図 1 にフィルターに捕集した二酸化チタン粒子に対しての元素マッピングの結果を示す。分析に使用した EDS の検出素子は 150 mm² の SDD 検出器(X-Max, Oxford Instruments 製)である。分析の結果、数 100nm 以下の粒子はノイズとの分別が困難であったが、1 μ m 前後の粒子は検出可能であった。ただしその場合でも、粒子の境界や形状の把握は困難であり、本装置および方法ではレスピラブルの二酸化チタン粒子の定量評価には元素マッピングの分解能は不十分だと考える。ただし、定性的な評価には利用できると思われる。また、図 1 は二酸化チタンを試験粒子として得られた結果であり、より軽元素を多く含む粒子では検出はさらに難しくなる。

分析対象となる粒子が重金属である場合、反射電子検出器で信号を取り込み、それを画像処理して二値化することにより、粒子のみの検出が可能となる。これによりフィルター上に捕集した粒子の測定の自動化が見込まれる(Ag 粒子により検証済み)。なお、この方法は、加速電圧が高い状態で行われるため、EDS を用いて粒子の元素分析も同時に取得することが可能となる。

軽元素で構成される粒子は、二次電子像により粒子を検出する必要がある。前述したとおり、ポリカーボネートはエッジ効果により画像処理(コントラストによる二値化)で分離するのは難しいことが指摘されているが、SEM 観察条件を調整することで、サブミクロン以上の粒子に対しては、エッジと区別して、粒子のみを検出できる条件を見つけた(図 2)。

アセトンに不溶の粒子については、前述の MCE フィルターに捕集して、アセトンによるフィルターの溶解除去法を適用することで、画像解析の二値化による粒子の自動測定が可能となることを確認した。

(4) 実試料への個別粒子分析法の応用

溶接ヒュームに対して個別粒子分析を適用し、2 種類の形態(ナノ粒子凝集体と数マイクロメートルの球状粒子)があることを確認した。図 3 に形態の異なる粒子に対して個別に EDS による元素分析を行っ

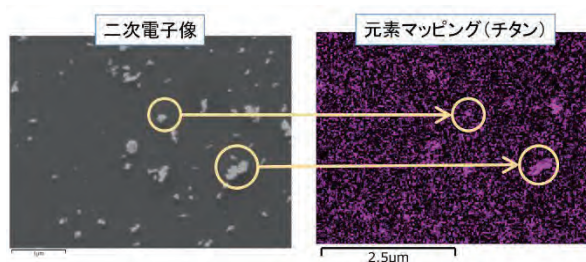


図 1 二酸化チタン粒子の二次電子像、および同一視野の元素マッピング(チタン)

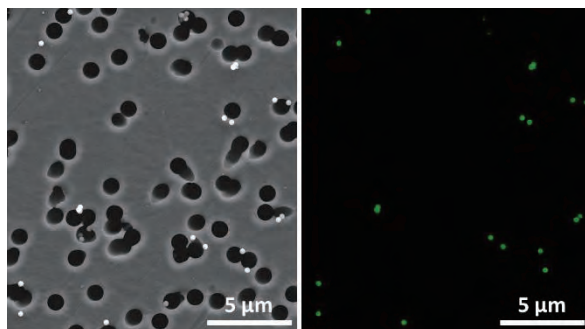


図 2 ポリスチレンラテックス粒子の二次電子像、および二値化像

た結果を示す。ナノ粒子凝集体にはビスマスが高頻度で検出された。一方の数マイクロメートルの球状粒子の方は、チタンの検出頻度が高いこと、またアルミニウムの含有量が比較的高いなど、ナノ粒子凝集体とは異なる元素組成および組成比を示した。溶接ヒュームの生成メカニズムを考察するうえで重要な情報が得られた。

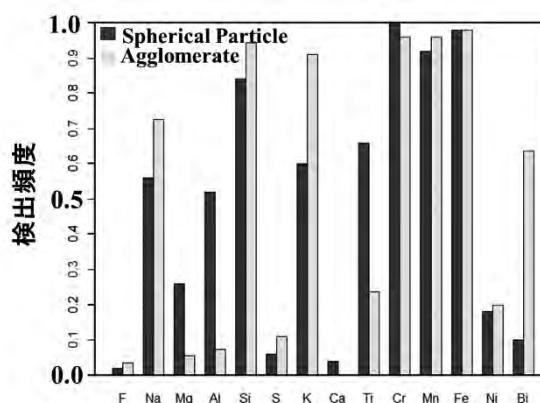


図 3 球状粗大粒子とナノ凝集粒子に含まれる元素の検出頻度。それぞれの粒子各 50 個に対して EDS により個別に分析を行い、それにより得られた結果。

炭素系粒子を分級捕集するカスケードインパクター(シウタスサンプラー)の各段で捕集された粒子を観察した結果、理論上は上段で捕集されるはずの粗大粒子が下段においても確認された。また、カーボンナノチューブの測定では、公表されている物性値からは把握できない形状のものが多く存在していることが確認され、それらの分析結果への影響等を検証する必要性が示された。

【研究業績・成果物】

【国内学術集会】

- 1) 山田 丸, Sheng-Chieh Chen, David Y.H. Pui (2018) 走査電子顕微鏡による粉じんばくろ測定に関する研究:分級器とフィルタの検討. 第91回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol. 60, p.305.
- 2) 山田 丸, Sheng-Chieh Chen, David Y.H. Pui (2018) SEM を用いた粉じん濃度測定法:ポリカーボネートフィルタによる粉じん捕集法の検討. 日本顕微鏡学会第74回学術講演会, 発表要旨集, p.199.

(8) 化学物質のばく露評価への個人ばく露測定の実用に関する研究【4年計画の3年目】

鷹屋光俊(作業環境研究 G), 萩原正義(同), 山田丸(同),
井上直子(同), 岩切一幸(産業疫学研究 G),
加藤伸之, 韓書平(作業環境研究 G)

【研究期間】 平成 28～令和元年度

内部評価会議の結果を受け 1 年延長

【実行予算】 3,800 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1) 背景

化学物質のリスクアセスメントが義務化され、関連して場の管理に加え、個人サンプラーの導入、即ち個人ばく露測定を用いるリスク評価について 12 次防で言及されている。その際、リスクアセスメントの推進には、(a)対象となる多数の化学物質の分析法の開発を効率よく行う必要がある。(b)個人サンプラーの装着が作業者に負担となる。(c)一人の労働者が様々な作業を行う現場、あるいは平均的なばく露濃度が低くても短時間の高濃度ばく露があった場合に問題となる物質について、ばく露測定の対象者・作業の選定について標準的な手順及び基本的なノウハウの蓄積がない、といった解決すべき問題がある。(以下文中の a,b,c は上記のどの問題に対応しているかを示す。)

(2) 目的

本研究の目的は上記 3 つの問題を解決することである。そのために各課題に対応して、以下の研究を行う。(a)分析法開発時に必要な標準試料の簡便な作成方法の検討、(b)高感度分析方法を利用した、サンプリング捕集量の削減とサンプラーの軽量化、並びに、サンプラー装着が作業者に与える負担の評価とより負担の少ない装着法の検討、(c)捕集量の削減に関する知見を生かして、サンプリング時間を作業毎に細分化し、作業毎のリスク判定を可能にする方法の検討。

(3) 方法

気中試料の粒子(非破壊)測定と化学分析結果を比較し、粒子測定による対象物質質量情報を持つフィルタ捕集済試料の作成法を確立する(a)。この方法を用いて気中粒子サンプラーの捕集特性の評価を行い、サンプラーの開発(b,c)や短時間捕集の可能性の検討(c)を行う。

湿度・物質濃度を実際の作業現場により近い条件に制御した気体模擬試料で、アクティブ・パッシブの双方の捕集・分析を実施し、アクティブサンプリングによる短時間捕集の可否、パッシブサンプリング適用の可否や適切な使用方法を導く(b,c)。また、より高感度が得られる熱脱着 GC-MS の適用可能性に

についても同様の整理を行う。

形状・重量などが多岐にわたるサンプラー・ポンプの装着について、模擬作業や現場で、労働者による作業のし易さや作業負担等の主観評価および動作解析により、使い勝手が良く負担の少ない形状・装着方法に関する知見を得る(b)。また今年度より、また、今年度より呼吸以外のばく露の影響として表面汚染の評価のための模擬汗と粒子状物質の反応についての基礎的検討もおこなった(c)。

(4) 研究の特色・独創性

既研究による、粒子状・気体物質の空気中への発生・測定・分析についての知見の集積をより現場に近い条件で労働者のばく露リスクアセスメントに応用する。従来高感度が得られる装置は、より低濃度まで測定する目的で選択されていたが、捕集量を減らすために高感度装置を応用するところに独創性がある。捕集量の削減により実現できると予想される作業者の負担軽減について人間工学的な評価を併せて行う点についても独創性がある。

【研究成果】

(1) 粒子状物質のサンプリングに用いるフィルタの評価

粉じんの濃度を正確に評価するための要素の一つと空気中の粉じん濃度測定用のろ過材としては、湿度による影響が少なく、圧力損失が小さな「フッ素樹脂処理ガラス繊維フィルタ(PTFE 処理フィルタ)」が推奨され、作業環境測定においてはこれまで T60A20(Pall 社)が広く使用されてきた。しかし、最近、T60A20 の製造が中止となり、他の製品の PTFE 処理フィルタの使用ケースが増えてきた。そこで、本研究では国内で購入が可能であり、作業環境測定での使用頻度が多いと思われる 4 種類の PTFE フィルタ(TF98、PG60、PG45、TX40HI20WW)の特性を把握することを目的とした。フィルタの特性評価では、粒子の捕集効率が低くなる 100nm 前後の粒子に関してその捕集効率を確認し、さらに X 線回折によるフィルタのバックグラウンドを評価して、フィルタの捕集効率を把握することが必須である。

【方法】粒子捕集性能評価では、エアロゾル発生部、フィルタ(吸入性粉じん用個人サンプラー(NWPS-

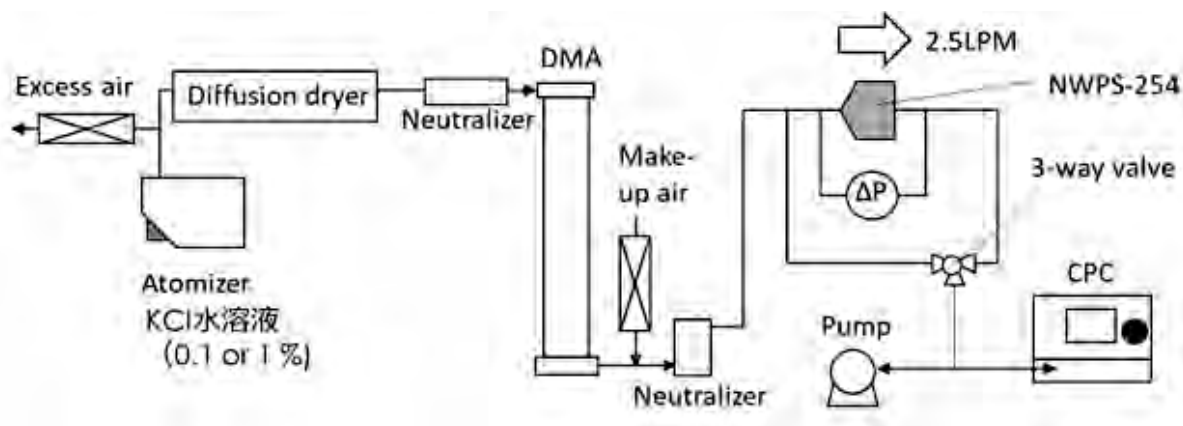


図1 フィルタ評価実験システムの概要

254、柴田科学)にセットし 2.5 L/min でエアゾルを通気)、および測定装置からなる実験システムにより粒子の捕集効率およびフィルタの圧力損失を評価した(図1)。粒子の捕集効率は、静電分級器(Model 3080、TSI社)で分級した塩化カリウムエアゾル(30~500 nmの単分散10粒径)を用い、フィルタ通過前後の粒子数濃度を凝縮粒子カウンター(Model 3776、TSI社)で測定することにより求めた。フィルタによる圧力損失は、個人サンプラーのインレット及びアウトレットの配管部に接続した差圧計(Testo 510)により測定した。

X線回折によるフィルタのバックグラウンドの評価では、ブランクの各フィルタを試料厚補正用の亜鉛板上にセットし、X線回折装置(RINT-2000、Rigaku)により $2\theta=3\sim 70^\circ$ を連続的に分析した。

【結果】図2は、NWPS254を個人サンプラーとして使用した際の各フィルタの粒子捕集効率である。図内に作業環境測定基準における粒子捕集効率である $0.3\mu\text{m}$ で95%以上の基準を破線で、またロットの違いによるバラツキをエラーバー(N=3の標準偏差)で示す。T60A20フィルタは粒径100 nmにおいて捕集効率が最も低く87%であった。それ以外のフィルタも100 nmの粒径で捕集効率が最も低かったが、いずれもT60A20よりも効率が高く92~99.6%の捕集効率であった。圧力損失はT60A20が0.47 kPaであり、他のフィルタは0.53~1.4 kPaであり、圧力損失が高いものほど捕集効率が高いという関係を示した。代替品として販売されているフィルタはいずれもT60A20よりも高い粒子捕集効率を有することが確認された。

X線回折では、どのフィルタも同じ位置にバックグ

ラウンドピーク(PTFEと亜鉛板に由来)が出現した。粒子捕集効率が低いフィルタほど、亜鉛板由来のピークが高かったが、X線回折分析においては従来の測定法で対応可能であることが確認された。

【考察】NWPS-254を使用して粉じん濃度を測定する際、T60A20から現在代替品として市販されているものに変更しても、質量濃度の過小評価にはつながらないことが示された。しかし、使用するサンプラーや捕集条件が異なると、捕集効率が異なることを留意すべきである。また、X線回折分析においても従来の方法が踏襲できることが示された。一方で、本研究では未使用のフィルタを個人サンプラーに取り付けてフィルタの粒子捕集効率評価を実施したが、実際の測定ではフィルタの吸湿影響、粉じんがフィルタ上に捕集されることによる圧力損失・捕集効率の変化、フィルタのハンドリング(ピンセットでの取り扱い、フィルタの強度等)等の影響も重要な要因であることも考慮する必要がある。

(2) 許容濃度が低い測定対象物質とより許容濃度が高い妨害物質が共存する作業場での、パッシブサンプラーの適用可能性の検討

1) 実施内容

昨年に引き続き、同じ作業環境でより高濃度で存在する場合がある、アセトンのホルムアルデヒド測定への影響について、ホルムアルデヒド捕集用2,4-dinitrophenylhydrazine (DNPH)パッシブサンプラーを用いて評価した。ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド及びアセトンと同じ濃度で混合したものを試

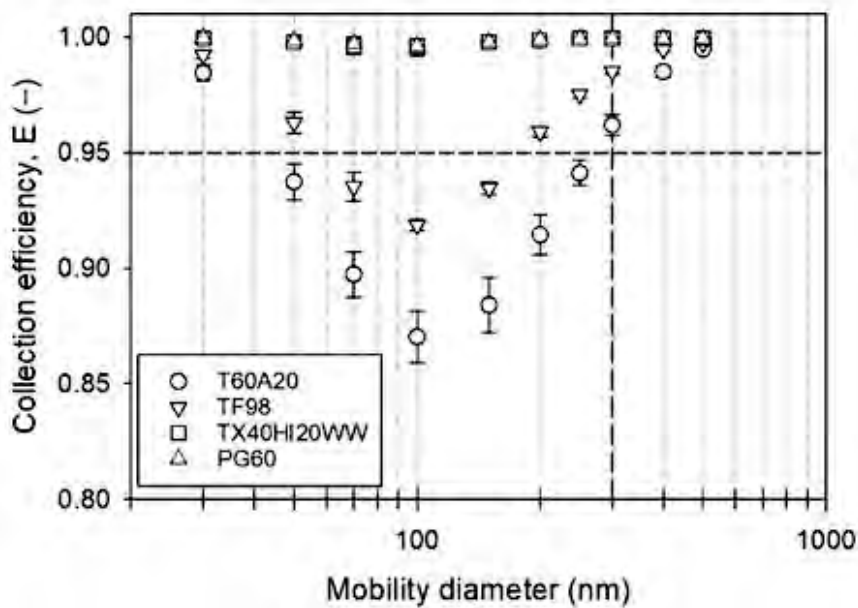


図2 フィルタの粒子径別捕集率

料とし、反応性を比較した。その結果、アセトンはホルムアルデヒドと同様に評価することが困難であることが示された。この方法は、ホルムアルデヒド以外の化合物をDNPHサンプラーにより捕集する場合の捕集の可能性及び捕集能の簡易的な評価に利用できると考えられた。また、反応性を数値的に評価するために、反応速度定数比の評価方法の検討を行い、反応速度定数比を測定した。これらの研究成果については、成果の公表のため、論文の執筆に着手している。

(3) 表面汚染評価のための模擬汗への溶解実験

有害物質のばく露については、その多くが呼吸に伴うものであるが、物質によっては経皮吸収が問題となるもの、また手指についた汚染物が皮膚に加え、口から消化器を通して体に入る可能性が知られている。経皮吸収については、労働安全衛生総合研究所が令和元年度より別の研究プロジェクトで実施するため、本プロジェクトは粒子状物質の表面汚染からのばく露リスク評価法に限り検討することとした。表面汚染からの体への取り込みに大きく影響すると考えられる粒子状物質の汗への溶解に関して基礎的知見を得ることを目的とした、模擬汗溶液への金属化合物の溶解速度評価システムの構築に着手した。最初の対象物質として、マンガン酸化物、溶接ヒュームなどを選択した。通常の金属分析の前処理条件で

は用いられない有機酸などの塩類を含む溶液での金属分析条件を確立し、マンガン酸化物に関して溶解速度の評価実験を行っている。

【研究延長について】

本研究課題については、担当者の災害調査への対応などに伴い、進捗が十分でなかったこと、「個人サンプラー測定」という形で個人ばく露測定と似ているが異なる測定方法が法定の作業環境測定に取り入れられることが決まるなど、研究開始時点とは日本の労働衛生における個人ばく露測定の位置づけが大きく変化していることなどを踏まえ、労働安全衛生総合研究所内での内部評価会議の決定を踏まえて1年間研究延長することとなった。

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) 岩切一幸, 鷹屋光俊, 山田丸, 加藤伸之, 外山みどり, 小山冬樹 (2019) 個人ばく露測定用ポンプの装着位置および形状と作業のしやすさ. 作業環境 Vol.40, pp.37-47.

[国内外の研究集会発表]

- 1) 井上直子, 鷹屋光俊 (2018) アセトン共存下を想定したDNPHパッシブサンプラーによるホルムアルデヒド測定への影響. 第91回日本産

- 業衛生学会, 第 91 回日本産業衛生学会講演集, Vol.60, No.臨時増刊号, p.415.
- 2) 井上直子, 鷹屋光俊 (2018) DNPH パッシブサンプラー捕集を想定したアセトン共存下でのホルムアルデヒドの分析評価 2. 日本分析化学会第 67 年会, 日本分析化学会第 67 年会講演要旨集, p.384.
- 3) 井上直子, 鷹屋光俊 (2018) 高濃度のアセトン共存下を想定した DNPH パッシブサンプラーによるホルムアルデヒド分析への影響. 第 58 回日本労働衛生工学会, 第 58 回日本労働衛生工学会第 39 回作業環境測定研究発表会抄録集, pp.104-105.

(9) トラブル対処作業における爆発・火災の予測と防止に関する研究【4年計画の1年目】

八島 正明(化学安全研究 G), 大塚 輝人(同), 水谷 高彰(同),
佐藤 嘉彦(同), 板垣 晴彦(同), 斎藤 寛泰(芝浦工業大学)

【研究期間】 平成 30～令和 3 年度

【実行予算】 13,350 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景

可燃性物質を扱う貯蔵施設において、自然発火などを原因とする火災がたびたび発生している。近年では、ごみ三重県ごみ固形燃料発電所での爆発・火災(2003 年)[1]のほか、民間や公的な廃棄物リサイクル施設での爆発・火災、大豆サイロでの爆発(2013年)、石炭貯蔵施設での火災・爆発(2013年)などが発生している。火災が発生した後、消火と拡大防止のため作業員がかき出し作業中に小規模爆発や急に火炎が形成して被災する事例もある。

近年、化学工業を中心として、非正常作業に該当するスタートアップやシャットダウンなどの移行作業やトラブル対処の際に爆発や火災が連続して発生している。それらの事故の原因・背景に係る共通点として、化学プロセスの運転の原理原則となる化学反応等に対する理解不足が指摘されている[2]。

中央労働災害防止協会では、「関係省庁連絡会議報告書」も踏まえ、見直しの重点項目として、爆発・火災等の重大災害の防止対策の観点からも非正常作業における安全衛生対策を見直し、報告書にまとめた[3]。取りまとめには、「労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針及び危険性又は有害性の調査に関する指針」と、同指針に示されているリスクアセスメントの手順を参考とした。同指針とリスクアセスメントの手順に示されるように、非正常作業における安全衛生対策を積極的に推進していくことは極めて重要である。リスク低減措置としては、「異常発生防止」、「異常検知手段」、「事故発生防止」、「被害の局限化」がある。

化学設備の爆発・火災の防止においては、発火を予防することが第一であり、化学物質の詳細な発熱特性を把握することが必要である。また、何らかの原因で発火した場合に、火災の進展を予測し、拡大防止の措置を講じることも必要である。この際、火災などの異常発生を検知し、事象を把握し、予測するため、温度計やガス検知器などの適切なセンサーの設置が不可欠である。さらに、異常発生時には現場作業員が緊急排出や消火等のトラブル対処作業を行うことがあるが、事象の進展を把握し、退避することを常に考えておく必要がある。

参考文献

[1]産業安全研究所:ごみ固形化燃料(RDF)の爆発・火災の危険性と安全な取扱いについて、安全ガイド NIIS-SG-No.3(2004)

[2]内閣官房, 総務省消防庁, 厚生労働省, 経済産業省, 石油コンビナート等における災害防止対策検討関係省庁連絡会議報告書(2014)

[3]中央労働災害防止協会編「化学設備等における非正常作業の安全」-「化学設備の非正常作業における安全衛生対策のためのガイドライン」の見直しに関する調査研究報告書-(2015年3月)

(2)目的

本プロジェクト研究においては、非正常作業のうち移行作業とトラブル対処作業におけるリスク低減の具体的な措置、安全方策を講じるためのデータを収集し、リスクアセスメントに資する情報を提供することを目的とする。そのため、a)化学物質の熱特性を的確に測定するための技術の開発、b)センサーによる異常発生の検出方法の開発、c)くん焼・燃え拡がり特性、さらに遷移した爆発特性の測定、d)災害事例の分析、爆風や飛しょう物による被害予測・トラブル対処の方法の提示、などに関する項目を調べる。

(3)方法

上述 a)~d)の項目をサブテーマ 1~3 とし、以下のように実施する。

(サブテーマ 1)「粉粒体堆積層の火災・爆発の危険性」

試料の大きさ(5~50 mm 程度までの粉~粒体)から実現象を検証できる最小堆積量を検討し、実験室で燃え拡がり実験を行う。また、燃え拡がり速度は危険性評価上重要な指標となる。堆積層の熱伝達は燃え拡がり速度に密接な関係があるため、実験と理論解析により、熱伝達率などを求め、燃え拡がり速度を見積もる。

(サブテーマ 2)「化学設備等の移行・トラブル対処作業における異常検出、モニタリング手法に関する研究開発」

実際に発生した災害事例を参考として爆発・火災初期に発生するガス種・濃度などを調査する。併せてガス検知器を中心として化学設備等で多用されているセンサーを設置し、災害の進展(異常反応の開始、拡大)に伴うセンサーの挙動を確認する。これら

の知見から、労働災害の予測・防止に有効なセンサーの機種選択・設置位置、モニタリング手法に関するガイドラインを策定する。また 1m³程度の規模で再現実験を行い、ガイドラインの有用性を検証する。(サブテーマ3)「化学設備等における爆発・火災等の拡大防止策の提示」

発熱・発火防止策、発火した場合の対処方法、避難のための時間と安全な距離、爆風や飛しょう物による被害予測・対策などの検討、災害事例調査と本研究で得られた知見をもとに総合的に考察し、拡大防止策としてまとめる。リスクアセスメントに資する情報を提供する。文献調査や現地調査を行い、解説記事を執筆し、研究所刊行物(技術資料)にまとめる。また、災害情報を提示するツールを提供する。さらに、SDS 等で安全に運転するのに十分なデータを得ることが難しい化学物質について、発熱性に関するデータを的確に測定する手法を開発する。

(4)研究の特色・独創性

化学物質の安定性・反応性等に関する的確なデータを的確に測定する手法を開発、普及することによって、公知の情報がない化学物質の安定性・反応性等に関する的確なデータが得られるようになり、発火等の異常な事象が起こり得るかを把握する一助となる。いわゆる粉体と呼ばれる範ちゅうを超える大粒径の固体試料の燃え拡がりや爆発への進展を対象とする本研究は、産業現場で実際に見られる爆発・火災を対象としており、成果は具体的で独創性がある。災害が進展している途中でのモニタリング手法については原子力災害対策指針(原子力規制庁、東日本大震災を踏まえた指針)など既往の情報があるが、爆発・火災を想定した実用的かつ総括的な研究例は見当たらない。

以上、本プロジェクト研究では、単に各サブテーマをまとめるだけでなく、災害事例と関連づけて考察し、具体的な防止対策を提案することに特色があり、独創性がある。

【研究成果】

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)サブテーマ 1:

サブテーマ1では、以下の項目について調査研究を実施した。

① 堆積層の燃え拡がりに及ぼす粉粒体の寸法・形状の影響

堆積層の燃え拡がりに及ぼす粉粒体の寸法・形状の影響に関して、石こう固化による手法を RDF に類似した燃焼性状を示す RPF(紙・プラスチック固化燃料)と、炭

化物が生じにくく、くん焼しにくい燃焼性状を有する PMMA(ポリメタクリル樹脂)のペレットに適用し、下方燃え拡がりにおける燃焼帯の構造を調べた。

円筒形の燃焼容器は、断熱材(内径 160 mm, 高さ 350 mm, 厚さ 50 mm)を円筒形に丸めて固定し、外側にアルミ箔を巻いた(図1)。試料の堆積高さは 300 mm である。試温度測定には保護管入りの K 型熱電対(直径 1.6 mm)を使用し、側面から一定間隔で、層の隙間の均一性を確保するため対向するように交互に差し込んだ。測定高さは 50, 100, 150, 200, 250, 290 mm である。

試料は RPF(6000 kcal 相当品, 直径約 15 mm)と PMMA ペレット(直径 15 mm×長さ 37 mm)を用いた。本研究では下方燃え拡がりを対象とし、着火には小型のガスバーナーを用い、堆積層の上面に約 2 分間接炎して行った。



図1 燃焼容器

図2に PMMA 堆積層内の下方燃え拡がりにおける温度変化を示す。測定点で温度上昇が一定時間ごとに生じていることから、燃え拡がり速度がほぼ一定であることがわかる。PMMA ペレットの熱分解温度を TG-DTA によって測定したところ、277°Cであった。そのため、温度測定位置でこの温度に達する時間をもとに燃え拡がり速度を求めると、1.5 mm/min であることがわかった。

石こう固化後の RPF と PMMA ペレットの堆積層の様子を図3に示す。RPF のほうは、炭化した領域が底部まで広がっており、不均一に燃え拡がりが生じていたことがわかった。また、堆積層上部には炭化したものが残っていた。RPF の燃え拡がりでは、RDF のそれに比べて炭化物残さ、灰分が堆積層上部に残ることで、燃焼帯への酸素の供給を阻害し、くん焼しやすいことがわかった。PMMA ペレットのほうは、堆積層上面で熔融した跡が見られた。熔融上面に

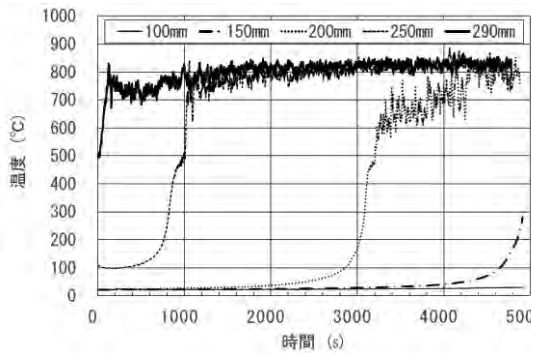


図 2 時間経過に伴う堆積層内の温度変化



図 3 堆積層内の様子

凹凸があるものの、堆積層上面全体を覆っている。熔融したものが直下の未燃焼領域に垂れ落ちている様子は見られない。鉛直方向に計測した熔融長さは7~8mmで、ペレットの寸法(15mm)よりも短い。PMMAペレットの燃え拡がりの際の温度変化は、比較的短い距離で急激に生じていることが推定される。

(2)サブテーマ2:

サブテーマ2では、主に以下の3つの項目について調査検討を実施した。

- ① モニタリング手法に着目した貯槽等の化学設備における過去の事故事例の調査と解析

Web調査によって入手した事故調査報告書、および当研究所がWeb公開している事故調査報告書について、モニタリング手法(貯槽等の温度等の計測および計測データの利用)について問題が認められる事例を収集し、事故の兆候について計測されたデータおよび、その後のトラブル対処作業について分類した。

これらの事故事例から、事故の兆候を計測できなかったため、有効なトラブル対処作業が行えなかった事例と、事故の兆候を計測できていたがトラブル対処作業の選定が適切では無かった事例に分類された。

② くん焼ガスの分析装置の試作

有機物等の熱分解、くん焼などにより発生するガスを補修するためにガス捕集装置を試作した(図4)。また、捕集したガスを分析するためFTIRガス分析装置を調整した(図5)。ガス捕集装置の性能確認のため、ラワン材片(直径15mm、長さ15mm)を約50mm堆積し、深さ約20mmの位置を電熱線で加熱した。加熱の結果、温度の上昇、燃線およびくん焼ガスの発生を確認した。

③ くん焼ガスの爆発特性の評価

くん焼ガスに含まれる、水素、一酸化炭素、メタンについて、混合ガスの爆発特性が明らかでなかったため、実験によりこれを評価した。実験の結果、一酸化炭素に微量の水素が混入した場合、爆発威力評価の一つである昇圧速度が急激に増加することが分かった。また、一酸化炭素のメタンの混合ガスでは、

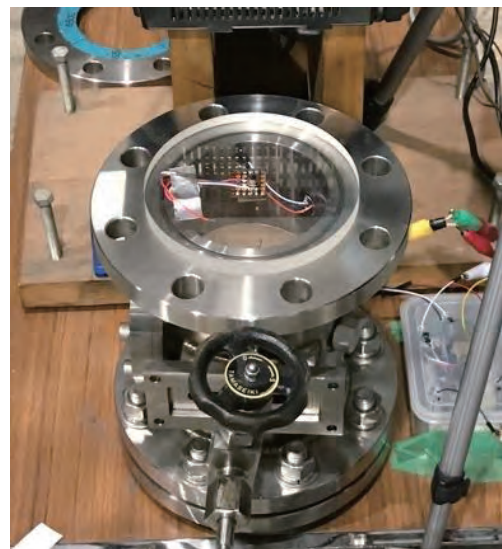


図 4 ガス捕集装置
内径 100 mm、深さ 200 mm、容積 1.57 L



図5 FTIR ガス分析装置

2つの可燃性ガスの空燃比が同程度の場合、特異的に昇圧速度が増加することが確認された(図6)。

(3)サブテーマ3:

サブテーマ3では、主に以下の3つの項目について調査検討を実施した。

① 貯槽等の化学設備における過去の事故事例の調査と解析

大規模施設の貯槽等における爆発・火災の事例、「職場のあんぜんサイト」の労働災害事例DB、JNIOOSH「爆発火災データベース」で「消火作業」をキーワードとして事例調査を行い、以下の観点でトラブル対処時に注意すべき項目や爆発・火災の予測と防止の方策などを整理した。

- ・ 粉じん爆発・粉体火災と消火作業
- ・ 暴走反応の予測・退避距離
- ・ 燃焼ガスの有害性・消火確認
- ・ トラブル対処の基本事項

また、Web 調査によって入手した事故調査報告書、文献(火災爆発事故事例集など)に掲載された事故事例を収集し、以下の情報を抽出した。

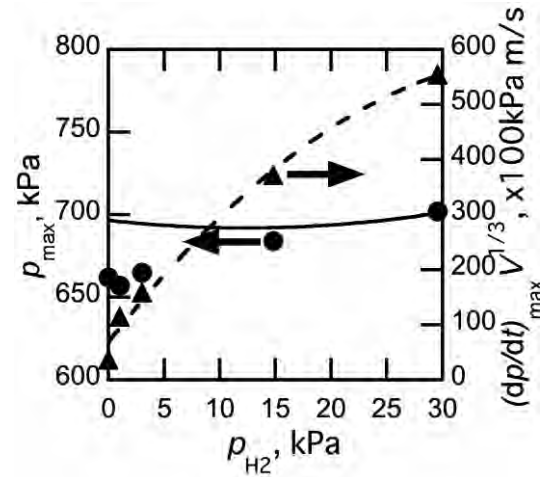
- ・ 発生日時
- ・ 事故の概要
- ・ 被害人数, 人的被害内容
- ・ 物的被害状況
- ・ 原因物質及び量
- ・ 事故の経過(時系列)

これらの事故事例から、どのような経緯で災害に及ぶ例が多いか、原因物質の種類・量と被害状況との関係などの検討を行っている。

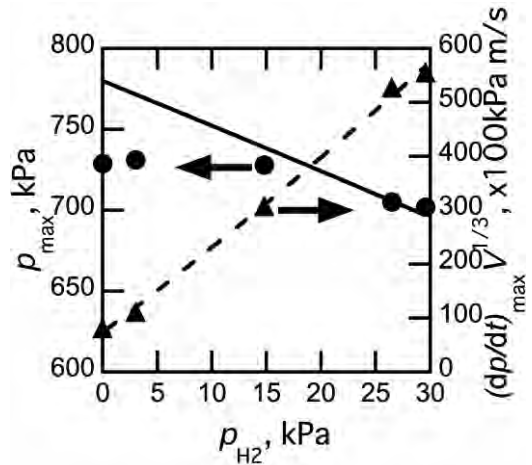
② 主な事象に対する影響度評価

影響を減らすための方策の中の最終手段である爆発圧力放散ベントに関する以下の海外の規格と国内の技術指針を比較・検討した。

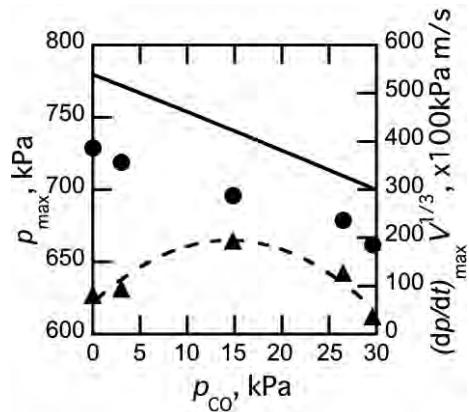
- ・ TR-No. 38(国内技術指針)



(a)H₂,CO,Air 混合ガス



(b)H₂,CH₄,Air 混合ガス



(c)CO,CH₄,Air 混合ガス

図6 水素・一酸化炭素・メタンと空気化学量論組成混合ガスの爆発圧力と昇圧速度

●: p_{\max} (実測値)、実線: p_{\max} (計算値)、▲(破線): $(dp/dt)_{\max} V^{1/3}$ (実測値)

- ・ NFPA 68

- EN 14994
- EN 14491

ガス爆発に関する放散面積は、仮想的な条件で放散面積を計算した結果、いずれの規格・技術指針でも同等となった。一方、粉じん爆発に関して、いくつかの条件で放散面積の計算を行った結果、放散圧力が大きい場合はいずれの規格・技術指針でも同等の計算結果となったが、放散圧力が小さい場合はそれぞれで計算結果が異なった。

また、過去の事事例等から爆発・火災等の事象の影響距離を概算し、異常時の被災を防ぐための安全な距離を推定する方法として、オランダ応用科学研究機構(TNO)により構築された爆風や熱放射強度等による物理的影響の算出モデルや各種爆発・火災による物理的影響により生じる人体や構造物の被害の大きさの算出モデルを調査した。

③発熱性に関するデータ(比熱・熱流束)を的確に測定するための装置等の試作

反応が生じる系内物質の比熱を正確に測定する手法の開発を目的として、断熱熱量計の補償ヒーター電流値等を抽出するための回路、測定システムを構築した(図7)。その構築したシステムで、標準試料(20%DTBP-トルエン溶液)の測定を行い、暴走反応の測定に測定システムによる影響がないことを確認した。

また、熱量計による熱流束測定時において、伝熱遅れを補正した熱流束をその場で取得できる手法の開発を目的として、現有反応熱量計の構造を調査した。同時に白金抵抗体等の入れ替えを実施した。

【研究業績・成果物】

【著書・単行本(英文, 和文)】

- 1) 八島正明(2018) 日本火災学会編 火災便

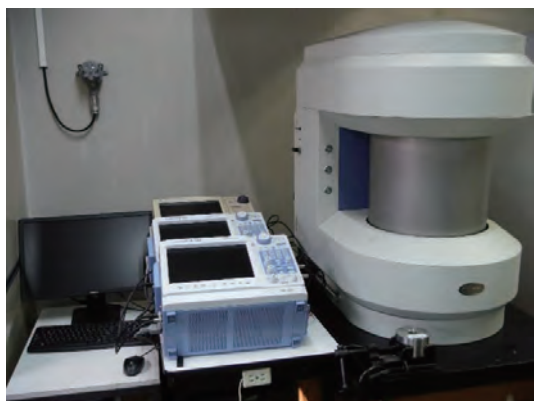


図7 測定システムの外観

覧(第4版)(分担執筆), 共立出版, pp.230-233, pp.441-446, pp.1261-1262, pp.1403-1450, pp.1466-1539.

- 2) 八島正明(2018) (一社)日本粉体工業技術協会 粉じん爆発委員会編粉じん爆発・粉体火災の安全対策(分担執筆), オーム社, (2019年2月).

【解説ほか】

- 1) 八島正明(2018) 【特集】知ってますか?! 粉じんの怖さ:安全編 粉じんによる爆発・火災の防止. 安全衛生のひろば, 中央労働災害防止協会, 59(10), pp. 19-21.
- 2) 水谷高彰(2018) 測定士のための学び舎(31)シリーズ 12 化学物質の爆発火災リスクアセスメントの基礎(1). 作業環境, Vol. 39, No.2, pp. 60-63, (公社)日本作業環境測定協会.
- 3) 水谷高彰(2018) 測定士のための学び舎(32)シリーズ 13 化学物質の爆発火災リスクアセスメントの基礎(2). 作業環境, Vol.39, No.3, pp.39-44, (公社)日本作業環境測定協会.
- 4) 水谷高彰(2018) 測定士のための学び舎(33)シリーズ 14 化学物質の爆発火災リスクアセスメントの基礎(3). 作業環境, Vol. 39, No.4, pp.47-52, (公社)日本作業環境測定協会.
- 5) 八島正明(2019) 貯槽等における爆発・火災の予測と防止—トラブル対処作業に関連して—. 労働安全衛生研究, Vol.12, No. 1, pp. 67-71.

【国内学術集会】

- 1) 八島正明(2018) RPF, PMMA ペレット堆積層内の燃え拡がり—石こう固化による層内部の観察—. 第51回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.129-130.
- 2) 水谷高彰, 斎藤寛泰(2018) バイオマスから発生するシingasの爆発燃焼特性. 第51回安全工学研究発表会講演予稿集, pp.169-170.
- 3) 八島正明(2018) 国内外の爆発圧力放散ベント規格・ガイドラインの比較検討.安全工学シンポジウム2018講演予稿集, pp. 320-323.
- 4) 八島正明, 佐藤嘉彦(2018) 貯槽等のトラブル対処中に爆発や火災に進展した事例.安全工学シンポジウム2018講演予稿集, pp.440-443.

[講演]

- 1) 八島正明(2018) 貯槽等における爆発・火災の予測と防止 -トラブル対処作業に関連して-

平成 30 年度安全衛生技術講演会(東京・9 月 25 日, 大阪・10 月 2 日).

(10) 介護者における労働生活の質の評価とその向上に関する研究【3年計画の1年目】

岩切一幸(産業疫学研究 G), 外山みどり(人間工学研究 G), 高橋正也(産業疫学研究 G),
劉 欣欣(同), 市川 洸(福祉技術研究所株式会社)

【研究期間】 平成 30～令和 2 年度

【実行予算】 10,400 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景

厚生労働省「福祉・介護人材確保対策等について」の資料[1]によると、介護職員(以下、介護者と記載)は、2020年に約25万人、2025年に約38万人不足すると推計されている。これに対し、厚生労働省は介護者の確保対策として、以下の4つを柱にすえている[1]。

- ① 潜在介護人材の呼び戻し
- ② 学生の新規参入促進
- ③ 未経験中高齢者の新規参入促進
- ④ 離職防止・定着促進

これらのうち①～③の対策によって就業する者が増えても、実効性のある④離職防止・定着促進が機能しなければ、介護者不足は解消されない。④離職防止・定着促進の具体策としては、賃金の改善やキャリアアップなどがあげられている。これらの対策は、主に介護者の離職理由をもとに作成されている[2]。しかしながら、離職理由が必ずしも「働きたい」の反対理由になるとは限らない。

欧米では、リスク管理をするだけでなく、労働生活の質(Quality of Working Life: QWL)を向上させることが必要と考えられている[3]。介護職場では、労働災害全般の防止に加え、働きやすい職場が求められており、介護者の QWL 向上が必要になっている。介護者の QWL に影響する項目としては、給与、上司や同僚との人間関係、仕事を通じた成長欲求などがあげられている[4]。これらの項目は、介護者における QWL の構成要素と考えられる。しかしながら、介護者の QWL を向上させるには、具体的にどのような項目に対し、どのような取り組みを行うべきかは分かっていない。安全衛生活動を含め、介護者の QWL の向上を図ることは、労働災害の減少、さらには離職率の低下や雇用促進にもつながると思われる。

(2)目的

そこで本研究では、介護者における QWL の向上を目的とし、現在における介護者の QWL 向上に関連する項目(以下、QWL 関連項目と記載)を明らかにして、その QWL 関連項目を向上させる取り組みを提案する。

(3)方法

2018 年度前半には、複数の高齢者介護施設にてヒアリング調査(以下、実態調査と記載)を実施し、介護者の QWL 関連項目を抽出した。2018 年度後半には、その結果をもとに調査票を作成し、全国の特別養護老人ホームを対象にしたアンケート調査(以下、全国調査と記載)を実施した。この全国調査により、介護者の QWL 関連項目を抽出した。2019 年度には、それらの項目の妥当性と QWL 向上のための具体的な取り組みを検討するための調査(以下、追跡調査と記載)を実施する。この追跡調査では、複数の介護施設を対象に、施設の取り組みや介護者の QWL などを約 2 年間追跡する。その後、2020 年度には、これらの結果をまとめ、介護者の QWL 関連項目と QWL を向上させる取り組みを提案する。また、全国調査では、介護者の腰痛や施設における福祉用具の導入数などについても調査する。

(4)研究の特色・独創性

本研究の特色は、リスク評価・管理といったマイナス面を無くすことに着目するだけではなく、介護者の QWL を向上させるといったプラス面への取り組みに着目する点である。これにより、働きやすい職場環境を構築し、介護者の離職防止や雇用促進につながると考える。

【研究成果】

(1) 実態調査

2018 年 5 月に東京都内の 2 つの特別養護老人ホームにおいて、介護者の QWL 関連項目を抽出するためのヒアリング調査を実施した。対象者は、1 施設あたり 6 名の介護者とした。また、北海道の特別養護老人ホームの管理者に対し、電話によるヒアリング調査を行った。さらに、別の介護施設の産業医や福祉用具のインストラクターなどにも、ヒアリング調査を実施した。その結果、介護者の QWL 関連項目として、まず給与の問題があげられた。次いで、同僚や上司との人間関係、仕事を通じた成長欲求(介護の技術や知識が活かしているなど)、職場の安全衛生管理体制、適正な評価、労働時間と休み、作業環境、意見の反映、サポートの有無などがあげられた。

(2) 全国調査

1) 方法

実態調査の結果をふまえ、全国調査における施設用アンケートと介護者用アンケートを作成した。施設用アンケートは施設管理者記載、介護者用アンケートは介護者記載とした。施設用アンケートと介護者用アンケートの調査項目は、以下の通りである。

<施設用アンケート>

- 施設の基本情報：施設形態、勤務体制、労働者数、介護者数、入居者数、平均要介護度、離職者数、退職者数など
- QWL 関連項目：昇進・昇給制度、初任者研修、意見交換の実施、相談窓口の設置など
- 福祉用具数
- 安全衛生活動

<介護者用アンケート>

- 介護者の基本情報：性別、年齢、経験年数、労働時間、疾患の有無など
- QWL 項目：働く意欲、働き続けたいという意思、業務に対する満足度、仕事の達成感
- QWL 関連項目：給与、人数や配置、労働時間や休み、人間関係、コミュニケーション、介護技術、裁量、昇進や役職、研修、福祉用具の活用、施設のサポート体制、安全衛生管理体制、家庭生活や個人的出来事の満足度
- 介護者が考える QWL 関連項目の順番(1～3番)
- 腰痛の状態
- 安全衛生活動
- 移乗・入浴時の介助方法
- 職業性ストレス

介護者用アンケートの QWL 関連項目は、介護施設にて改善が可能と思われる項目を 12 項目、さらに個人的な項目を 1 項目追加した計 13 項目を設けた。調査対象は、厚生労働省の介護サービス情報公表システムに登録されている、全国の特別養護老人ホーム 6,940 施設から無作為抽出した 1,000 施設とした。対象介護者は、1 施設あたり性別、年齢、経験年数の異なる介護者 8 名の計 8,000 名(1,000 施設×8 名)とした。調査期間は、2018 年 10 月～12 月であった。得られたデータは、単純集計およびクロス集計後、QWL 項目(高い)と各 QWL 関連項目(満足)との関係をロジスティック回帰分析にて解析した。ロジスティック回帰分析では、Crude と Model のオッズ比(OR)と 95%信頼区間(95%CI)を算出した。Model では、性別(男、女)、年齢群(<30 歳、30-39 歳、40-49 歳、50 歳≤)、職業性ストレス(量的負担度、コントロール度、サポート度)で調整した OR と 95%CI を算出した。介護者が考える QWL 関連項目の順番は、1

番を 3 点、2 番を 2 点、3 番を 1 点として点数化した。

2) 結果

施設用アンケートの回答数は 505 部(回収率：50.5%)、介護者用アンケートの回答数は 3,565 部(回収率：44.6%)であった。その内、解析対象施設は欠損データの多い 1 施設を除いた 504 施設とし、解析対象者は性別・年齢に欠損のある者を除いた 3,478 名(男性 1,331 名、女性 2,147 名)とした。以下に QWL の結果を記す。腰痛や福祉用具の結果については、現在解析中のため、次年度以降に報告する。

表 1 に介護施設の基本情報を示す。施設形態は、約半数の施設が多床室・従来型施設であった。事業所規模は、約 3/4 の施設が労働者 50 名以上であった。平均介護者数は 45.9 名、長期の平均入居者数は 76.0 名、入居者の平均要介護度は 4.0 であった。年間離職介護者数および年間休業介護者数は、表 1 のとおりであった。

表 1 介護施設の基本情報

n=504	% or Mean±SD
施設形態	
多床室・従来型個室	48.6
ユニットケア	33.7
複合型・それ以外	17.3
事業所規模	
労働者50名未満	24.6
労働者50名以上	73.6
介護者数	45.9 ± 21.2
施設入居者数(長期)	76.0 ± 29.5
平均要介護度	4.0 ± 0.3
年間離職介護者数	6.3 ± 5.8
年間休業介護者数	0.8 ± 1.4

表 2 に介護施設における QWL 関連項目を示す。介護者に十分な給与が払えていると思う施設は 35.5%、十分な人員が配置できていると思う施設は 15.3%、介護者は十分時間に余裕があると思う施設は 9.9%であった。一方、昇進・昇給制度の職員への通知、介護者と管理者・指導者との意見交換の実施、精神的ストレスに関する相談者・相談窓口の設置は、約 9 割の施設で行われていた。

表 3 に介護者の基本情報を示す。対象介護者は、男性が 38.3%、女性が 61.7%、両方併せた平均年齢が 39.3 歳であった。仕事の量的負担度は中間値の 7.5 より高い 9.5 であったが、仕事のコントロール度および上司・同僚からのサポートは中間値に近い値を示した。介護者の通算経験年数、勤務する施設の形

表 2 介護施設における QWL 関連項目

n=504	%
介護者に十分な給与が払えていると思う	35.5
十分な人員が配置できていると思う	15.3
介護者は十分時間に余裕があると思う	9.9
昇進・昇給制度の職員への周知	88.9
介護者と管理者・指導者との意見交換の実施	93.8
精神的ストレスに関する相談者・相談窓口の設置	90.1

表 3 介護者の基本情報

n=3,478	% or Mean±SD
性別	
男性	38.3
女性	61.7
年齢(yr)	39.3 ± 10.6
通算経験年数	
<1年	2.4
1年 ≤, <10年	44.6
10年 ≤, <20年	42.8
20年 ≤	9.9
施設形態	
多床室・従来型個室	47.7
ユニットケア	42.5
両方・それ以外	8.9
週労働時間	
<35時間	6.2
35時間 ≤, <40時間	30.3
40時間 ≤, <45時間	40.9
45時間 ≤	20.0
職業性ストレス	
仕事の量的負担度(3:ない~12:ある)	9.5 ± 1.8
仕事のコントロール度(3:ある~12:ない)	7.8 ± 1.9
上司・同僚からのサポート(6:少~24:多)	14.5 ± 3.7

態、週労働時間は、表 3 のとおりであった。表 4 に意欲、意思、満足度、達成感を示す。働く意欲が高い者は 39.5%、働き続けたいという意思が強い者は 41.6%、業務に対する満足度が高い者は 17.1%、仕事の達成感が高い者は 25.3%であった。表 5 に働く意欲が高いと関連する QWL 関連項目を、Model におけるオッズ比の高い上位 5 つを示す。働く意欲が高い者は、介護者の人数や配置に満足している者に多かった(OR: 2.93)。次いで、労働時間や休み(OR: 2.71)、人間関係(OR: 2.54)、昇進や役職(OR: 2.47)、施設のサポート体制(OR: 2.18)に満足している者に多かった。

表 6 に働き続けたいという意思が強いと関連する QWL 関連項目を、Model におけるオッズ比の高い上位 5 つを示す。働き続けたいという意思が強い者は、介護者の人数や配置に満足している者に多か

表 4 意欲、意思、満足度、達成感

n=3,478		%
働く意欲		
低い		60.2
高い		39.5
働き続けたいという意思		
弱い		58.1
強い		41.6
業務に対する満足度		
低い		82.7
高い		17.1
仕事の達成感		
低い		74.4
高い		25.3

表 5 働く意欲が高いと関連する QWL 関連項目

QWL関連項目	Model		
	OR	95% CI	p
① 人数や配置			
不満	1.00		
満足	2.93	2.02 - 4.27	<0.001
② 労働時間や休み			
不満	1.00		
満足	2.71	2.23 - 3.29	<0.001
③ 人間関係			
不満	1.00		
満足	2.54	2.13 - 3.02	<0.001
④ 昇進や役職			
不満	1.00		
満足	2.47	2.05 - 2.98	<0.001
⑤ 施設のサポート体制			
不満	1.00		
満足	2.18	1.82 - 2.63	<0.001

った(OR: 2.98)。次いで、労働時間や休み(OR: 2.94)、人間関係(OR: 2.50)、給与(OR: 2.20)、昇進や役職(OR: 2.10)に満足している者に多かった。

表 7 に業務に対する満足度が高いと関連する QWL 関連項目を、Model におけるオッズ比の高い上位 5 つを示す。業務に対する満足度が高い者は、人間関係に満足している者に多かった(OR: 4.01)。次いで、施設のサポート体制(OR: 3.76)、介護者の人数や配置(OR: 3.65)、コミュニケーション(OR: 3.25)、安全衛生管理体制(OR: 3.04)に満足している者に多かった。

表 8 に仕事の達成感が高いと関連する QWL 関連項目を、Model におけるオッズ比の高い上位 5 つを示す。仕事の達成感が高い者は、施設のサポート体制に満足している者に多かった(OR: 2.93)。次いで、裁量(OR:2.90)、人間関係(OR: 2.88)、介護者の人数や配置(OR: 2.69)、昇進や役職(OR: 2.55)に満

表 6 働き続けたいという意思が強いと
関連する QWL 関連項目

QWL関連項目	Model		
	OR	95% CI	p
① 人数や配置	不満	1.00	
	満足	2.98	2.04 - 4.36 <0.001
② 労働時間や休み	不満	1.00	
	満足	2.94	2.42 - 3.58 <0.001
③ 人間関係	不満	1.00	
	満足	2.50	2.10 - 2.97 <0.001
④ 給与	不満	1.00	
	満足	2.20	1.77 - 2.73 <0.001
⑤ 昇進や役職	不満	1.00	
	満足	2.10	1.74 - 2.52 <0.001

表 7 業務に対する満足度が高いと
関連する QWL 関連項目

QWL関連項目	Model		
	OR	95% CI	p
① 人間関係	不満	1.00	
	満足	4.01	3.23 - 4.98 <0.001
② 施設のサポート体制	不満	1.00	
	満足	3.76	3.05 - 4.64 <0.001
③ 人数や配置	不満	1.00	
	満足	3.65	2.55 - 5.22 <0.001
④ コミュニケーション	不満	1.00	
	満足	3.25	2.59 - 4.07 <0.001
⑤ 安全衛生管理体制	不満	1.00	
	満足	3.04	2.48 - 3.74 <0.001

足している者に多かった。

介護者が QWL に最も関連すると考えた項目は、給与であった。次いで、人間関係、労働時間や休み、介護者の人数や配置、家庭生活や個人的出来事と続いた。

3) 考察

介護者の働く意欲、意思、満足度、達成感に関連する主な要因としては、作業人数や配置、労働時間や休み、人間関係、施設のサポート体制、給与、安全衛生管理体制、昇進や役職、上司・同僚とのコミュニケーション、裁量などがあげられた。一方、介護者が考える順番では、給与が一番にあげられ、次いで人間関係、労働時間や休み、作業人数や配置、家庭や個人的出来事などとなった。先行研究における

表 8 仕事の達成感が高いと
関連する QWL 関連項目

QWL関連項目	Model		
	OR	95% CI	p
① 施設のサポート体制	不満	1.00	
	満足	2.93	2.43 - 3.54 <0.001
② 裁量	不満	1.00	
	満足	2.90	2.42 - 3.47 <0.001
③ 人間関係	不満	1.00	
	満足	2.88	2.39 - 3.47 <0.001
④ 人数や配置	不満	1.00	
	満足	2.69	1.89 - 3.81 <0.001
⑤ 昇進や役職	不満	1.00	
	満足	2.55	2.10 - 3.08 <0.001

介護者が離職する理由としては、結婚・出産・育児、施設運営への不満、人間関係、給与、心身の不調、労働時間や休みなどがあげられている[2]。これらの結果は、本調査の介護者が考える順番と類似している。しかしながら、介護者の意欲、意思、満足度、達成感と関連する要因とは異なった。特に給与は、介護者の意欲、意思、満足度、達成感に関連する一番の要因ではなかった。また、家庭生活や個人的出来事も、それらとの関連は低かった。これらの不一致は、今後さらに検討する必要はあるが、直接的な回答と潜在的な満足度では結果が異なることを示唆する。したがって、介護者の QWL 向上のためには、直接的な解答により得られた項目だけではなく、潜在的な満足度が関連する項目についても改善が必要と考える。

【研究全体の総括】

QWL に関する先行研究[3][4]では、労働者の QWL 構成要素とその因果関係を明らかにすることを主眼において研究が行われている。これらの内容は重要であるが、介護施設にて実行可能な改善項目は限られている。このことから、本研究では、実態調査により、介護施設にて取り組める介護者の QWL 関連項目を抽出し、全国調査において、その QWL 関連項目と介護者の QWL との関連性について検討した。先行研究[4]などから、給与が介護者の QWL に最も関連する要因と思われたが、結果は異なった。意欲、意思、満足度、達成感に強く関連したのは、作業人数や配置、労働時間や休み、人間関係、施設のサポート体制などであった。今後は、これらの項目の妥当性および具体的な改善策について明らか

にしていく予定である。

【参考文献】

- [1] 厚生労働省(2018) 福祉・介護人材確保対策等について.
- [2] 公益財団法人社会福祉振興・試験センター(2012). 平成 24 年度社会福祉士・介護福祉士

就労状況調査.

- [3] 西川真規子(2013) よりよい働き方とは一雇用の質への試験的アプローチ. 日本労働研究雑誌, No.632. 48-60.
- [4] 李政元(2011) ケアワーカーの QWL とその多様性. 関西学院大学出版会.

(11) 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

【4年計画の1年目】

高橋 弘樹(建設安全研究 G), 大幢 勝利(研究推進・国際 C), 高梨 成次(建設安全研究 G),
日野 泰道(同), 堀 智仁(同)

【研究期間】 平成 30～令和 4 年度

【実行予算】 19,000 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景

建築物の老朽化、都市の再開発、自然災害等により、各地で解体工事が行われている。解体工事に伴う労働災害も少なからず発生していると考えられ、建築物の解体工事における労働災害の調査を行った。その結果、平成 17 年から平成 26 年の建築物の解体工事中に発生した死亡災害は、建設業の死亡災害の約 7%を占めていることが分かった。解体工事における死亡災害のうち、最も件数が多かったのは、図 1 に示すように、墜落・転落であり、次いで崩壊・倒壊が多かった。この 2 つの災害で、建築物の解体工事における死亡災害の約 72%を占めていた。また、建築物の解体工事における死亡災害の多くは、小規模の事業場で発生していた。これらのことから、建築物の解体工事における労働災害を減少させるためには、小規模の事業場における墜落・転落および崩壊・倒壊に関する災害の防止対策を検討する必要があると考えられる。

一方で、第 13 次労働災害防止計画において、墜落・転落災害防止対策の充実強化を実施すること、ならびに、解体工事における安全対策を推進することが示されているところである。

(墜落・転落災害について)

解体を含めた建築工事において、死亡災害の多くは墜落に起因している。直近の厚生労働省の災害資料によると、その原因の 95%以上は「安全帯(墜落制止用器具)の不使用」である。安全帯(墜落制止用器具)の不使用の要因としては、安全帯(墜落制止用器具)の掛け替え作業の多さに伴う使用者の使用忘れ、省略作業のほか、そもそも適切な安全帯(墜落制止用器具)取付設備が現場で計画・設置できていない等がある。解体工事においては、解体中に躯体が不安定になることもあり、不安定になった躯体に安全帯(墜落制止用器具)取付設備を設置しても、躯体の強度が不明なため、安全に墜落阻止できるかは分からない。

このような問題を解決するためには、安全帯(墜落制止用器具)の掛け替えを大幅に低減し、躯体が不安定な場合でも使用できる実用的な安全帯(墜落

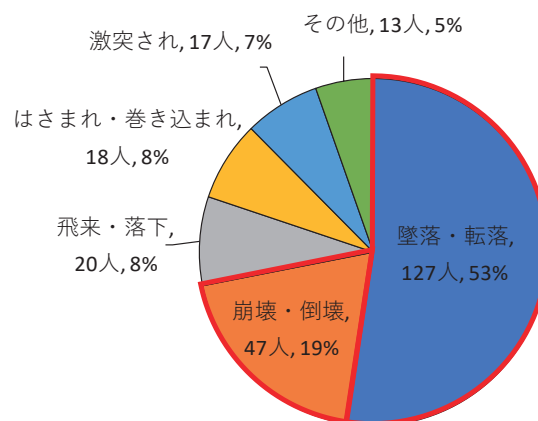


図 1 平成 17 年から平成 26 年の建築物の解体工事における死亡災害の発生状況(事故の型別)

制止用器具)取付設備を考案すると共に、その工法の適切な使用方法について明らかにする必要がある。(崩壊・倒壊災害について)

崩壊・倒壊災害においては、鉄筋コンクリート造や鉄鋼造の外壁の倒壊に起因する災害が多く見受けられた。外壁の解体では作業効率等を考慮して、重機やワイヤーロープにより外壁を転倒させる工法を用いることが多い。外壁を転倒させる際は、柱下端の一部を切削して、転倒しやすくしてから外壁を引き倒す。ただし、安全に作業を行うための柱の切削量等の具体的な基準はなく、どの程度柱を切削して良いのか分からない。このため、柱を切削しているときに、外壁が不安定となって倒壊し、作業員が下敷きになるという災害が発生している。柱下端の一部を切削する作業では、不安定になった外壁の倒壊範囲に作業員が立ち入ることも災害の原因と考えられる。

作業効率を考慮しながら災害を減らすためには、外壁を転倒させる工法において、柱下端部の切削量と外壁の力学的な安定性を評価すると共に、不安定になった外壁の倒壊範囲に作業員が立ち入らない、安全な外壁の倒壊防止方法を確立することが必要であると考えられる。

(2)目的

本研究では、建築物の解体工事における躯体の不安定性に起因する労働災害を減少させるため、災害件数の多い、墜落・転落および崩壊・倒壊に関する災害防止について、以下のようなサブテーマを設けて検討する。

(サブテーマ 1)

課題名: 建築解体工事における新しい墜落防止工法に関する検討

目的: 躯体が不安定な場合でも使用可能な、新しい墜落防止工法の安全性等について明らかにする。

(サブテーマ 2)

課題名: 外壁の倒壊災害防止に関する検討

目的: 外壁を転倒させる工法について安全性を評価すると共に、安全な外壁の倒壊防止方法を検討する。

(3)方法

(サブテーマ 1)

- ・当該工法で使用する適切な安全带(墜落制止用器具)の構造等に関する検討を行う。具体的には、様々な落下姿勢を踏まえた安全带(墜落制止用器具)の基本構造の検討(静的試験、解析的検討)、更には墜落制止時の衝撃が人体に与える影響について、有限要素モデル(THUMS)による検討を行う。
- ・当該工法で使用する適切な親綱の材質・設置方法に関して実験的検討を行う。
- ・当該工法で使用する適切な安全ブロックの送り出し速度等に関する実験的検討を行う。
- ・当該工法の総合評価と具体的な使用方法について検討し取りまとめる。

(サブテーマ 2)

- ・外壁を転倒させる工法における柱下端部の切削量と外壁の安定性を評価する。外壁の構造は災害件数の多い、鉄筋コンクリート造等を対象とし、実験と計算により検討する。
- ・不安定になった外壁の転倒を防止するため、仮設部材を用いた安全対策等を実験により検討する。

(4)研究の特色・独創性

建築物の解体工事における墜落・転落および崩壊・倒壊に関する災害防止について、工学的に研究をすることに特色・独創性がある。

(サブテーマ 1)

安全带の掛け替え作業を大幅に軽減する工法の提案を目指すものであり、独創性は高いと考える。

(サブテーマ 2)

明確になっていない外壁解体の安全性の評価を行い、安全な外壁の解体方法を示すことを目的としており、独創性は高いと考えられる。

【研究成果】

(1) サブテーマ 1:

今年度は、過去の墜落災害の状況を踏まえた上で取り組むべき課題を整理するとともに、具体的な墜落防止対策として、安全ブロックを用いた工法の可

能性について検討を行った。

1) 取り組むべき課題の整理

a) 墜落災害防止対策の基本

墜落災害防止対策の基本は、労働者を墜落させない対策を講じることであり、具体的には作業床の設置(労働安全衛生規則第 518 条第 1 項)および囲い等の設置(同規則第 519 条第 1 項)が定められている。そしてこのような措置が困難な場合において、墜落制止用器具等の使用が求められている。

b) 過去に発生した墜落死亡災害の状況

表 1 は、建設業の墜落死亡災害における被災者の墜落高さ(墜落直前の作業箇所と落下箇所までの距離)を調べたものである。具体的には平成 28 年建災防安全衛生年鑑に記載された災害概要から情報を抽出している。これによると墜落高さが 5m 以上であった死亡災害が 42%、5m 未満であった死亡災害が 51%、不明が 17%であり、おおむね墜落高さ 5m を境界として半数ずつを占めていることがわかる。このことは、墜落自体を許容した上で、作業箇所から下方の地面等への衝突を防ぐ対策(以下、「フォールアレストシステム」と呼ぶ)を講じるとすれば、墜落制止用器具の必要性能としては、墜落制止距離を墜落高さ以下とする必要があることを示している。しかしながら、墜落制止時の人体への悪影響を緩和する目的でショックアブソーバを具備したランヤードを用いる性質上、この墜落制止距離は一定以上の長さとなり、墜落直前の作業箇所から地面等までの距離を越えるものとなることが避けられない場合も想定される。とりわけ現行規格で定める墜落制止用器具として用いられるショックアブソーバとして墜落制止距離の短いタイプ 1 と呼ばれるものを用いたとしても、その墜落制止距離は 5m 程度となる可能性もある。このことは、フォールアレストシステムは、少なくともこれまで過去に発生した約半数を占める墜落死亡災害に対する有効な対策とはなり得ないことを示している。したがって、過去に発生した墜落死亡災害を防止するためには、更なる対策の工夫が必要といえる。

c) 墜落高さに依存しない墜落防止対策の必要性

図 2 にフォールアレストシステム、図 3 にレストレイントシステム(墜落危険箇所への接近防止による墜落防止対策)の概念図を示す。

通称“安全带(現在、墜落制止用器具)”の使用方法について、わが国では従来から「腰より上にランヤードのフックを掛けること」を合言葉のように言われ続けてきた。そのため図 3 に示す工法は誤りであると勘違いされ、図 2 に示す工法こそが正しい使用方法であるとされてきた。

表 1 墜落死亡災害における墜落高さ

工事の種類		墜落高さ			計
		5m未満	5m以上	不明	
土木 工事	河川	2	0	3	5
	港湾	0	0	1	1
	砂防	0	2	0	2
	橋梁	1	3	0	4
	水力ダム	0	1	0	1
	道路	1	0	4	5
	その他	1	0	0	1
	小計	5	6	8	19
建築 工事	ビル	4	8	5	17
	木造	20	8	1	29
	建築設備	1	1	0	2
	その他	13	20	5	38
	小計	38	37	11	86
設備 工事	機械	1	3	1	5
	その他	5	4	0	9
	電気通信	3	4	2	9
	小計	9	11	3	23
計		52	54	22	128
割合		41%	42%	17%	100%

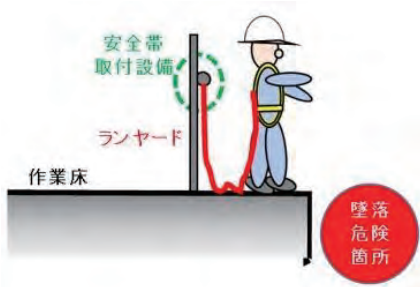


図 2 フォールアレストシステム

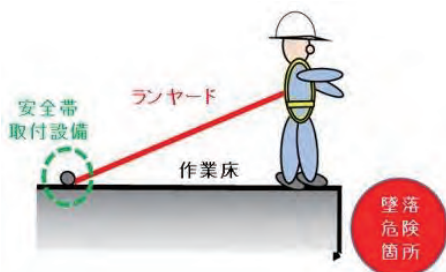


図 3 レストレイントシステム

しかしながら図 2 の工法は、墜落自体(作業床から落下にいたること)を許容するものであり、しかも十分なクリアランス(作業箇所から下方の地面あるは資材

置き場等の障害物までの距離)がない場合には、これらに激突し災害に至ることとなる。これに対して図 3 の工法は、墜落危険箇所への接近自体を防ぐものであり、労働者の墜落自体を防ぐことができるため、墜落危険箇所のクリアランスの程度にかかわらず災害防止が可能である。

つまり墜落制止用器具(通称:安全帯)の適切な使用方法とは、本来は“水平方向への配慮”が肝といえる。すなわち墜落危険箇所から“水平方向”に離れた箇所にフックを取り付けることが基本であり、この水平距離をランヤード長よりも長く取ることができれば、墜落自体を防止することができる。その上で、墜落危険箇所から十分な水平距離が取れない場合には、墜落危険箇所へ墜落に至ることが考えられるため、そこで初めて“なるべく高い箇所にフックを掛ける”という“垂直方向への配慮”が必要となる。

以上から、墜落制止用器具等を用いた墜落防止対策の基本は、墜落自体を許容する図 2 の工法(フォールアレストシステム)を採用するのではなく、墜落自体を防ぐ図 3 の工法(レストレイントシステム)を採用することであり、このことは、同じ墜落制止用器具等を用いたとしても、災害防止対策の基本的考え方が全く異なることを、作業計画者および労働者双方が適切に理解することが、災害防止の観点から極めて重要であるといえる。なお EU 指令においては、フォールアレストシステムは、レストレイントシステムが採用できない場合に採る工法として位置付けられている。

これらの知見を整理し、特別教育用テキストの作成や、監督署に対する講習を行った。

2) 安全ブロックを用いた工法の検討

a) 十分なクリアランスが確保できない場合の対策

墜落防止対策の基本となる作業床の設置、囲い等の設置の他、上記のレストレイントシステムを採用できない場合には、フォールアレストシステム(墜落自体は許容しつつも下方の地面や障害物等への衝突を防止する工法)を採用することとなる。しかしながら一定の長さを有するランヤードが連結されたハーネス型あるいは胴ベルト型墜落制止用器具を用いた場合には、5m 程度の墜落制止距離となる可能性があり、十分なクリアランスが確保できない現場では、このような対策によっては、地面等へ激突する可能性がある。とりわけ木造家屋建築工事では、屋根棟までの距離が 5m 程度である場合が大半であるため、その懸念を打開する対策が急務といえる。また過去の墜落死亡事例の大半が安全帯不使用であることから、ランヤードの掛け替え作業を極力少なくする具体的な工法の整備が求められている。

そして、その懸念を打開する工法として、安全ブロックを用いた工法が考えられる。具体的にはハーネス型墜落制止用器具にランヤードではなく、安全ブロックを連結させることで、墜落時の墜落制止距離を短くし、かつそれによって墜落制止時の人体への衝撃を緩和させるものである。図 4 に安全ブロックを用いた工法の概念図を示す。

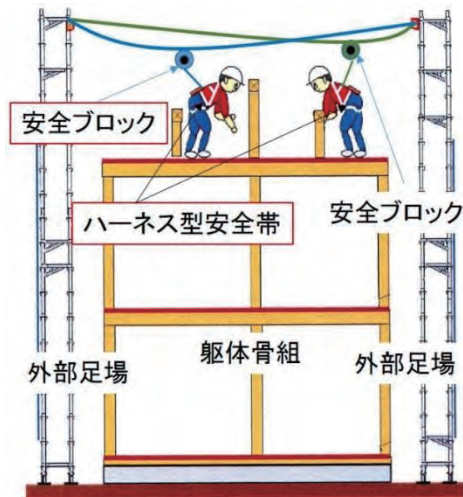


図 4 安全ブロックを用いた工法の概念図

b) 実験概要

安全ブロックを用いた工法の可能性を検証するため実物大試験を行った(なおこの試験は、建設業労働災害防止協会の事業の一環として、当研究所、安全帯メーカー、住宅メーカーが協同して実施した)。図 5 に実験の様子、図 6 に実験概要を示す。

実験は、四方に仮設足場を設置し、向かい合う足場両端に安全ブロックを取り付け、ハーネス型安全帯を着用させた人体ダミーと連結させて、落下させ、墜落阻止時の衝撃荷重と落下距離を測定した。

主な検証内容としては、衝撃荷重がいわゆるタイプ 1 と呼ばれるショックアブソーバの最大衝撃荷重である 4kN 以下にとどまるかどうかと、落下距離が 3m 以下(2 階床上と地面までの距離、あるいは小屋梁上から 2 階床上までの距離として、3m 程度と推測される)であるかに注目した。

c) 実験結果

今回行った実験の範囲では、目安となる衝撃荷重あるいは落下距離に留まる場合と、そうでない場合がみられたが、いずれの場合においても地面への人体ダミー(トルソー)の接触はなく、足場の倒壊もなかったことから、同工法が墜落防止対策として、有効なものとして利用できる可能性のあることが確認できた。

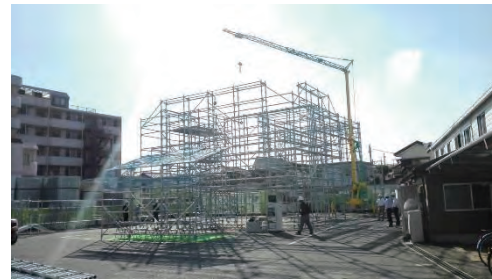


図 5 実験の様子

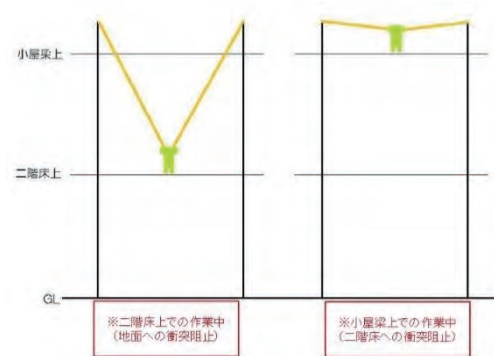


図 6 実験概要

(2) サブテーマ 2:

今年度は、解体工事の現状調査(現場調査)と実験により鉄筋コンクリート造柱の転倒に関する安全性の検討を行った。

1) 解体工事の現状調査(現場調査)

解体現場を視察し、解体工事の現状を調査した。調査結果は以下のとおりである。

- ・規模の大きな現場では、重機を用いて外壁を引き倒して解体する。外壁を倒す際は、柱の下端部の一部を切削してから倒す。
- ・バルコニー等が付いて外壁の重心が建物の外にある場合は、建物の外に外壁が倒れないように注意する必要がある。
- ・ワイヤーを用いた外壁の転倒工法は小規模な現場や重機が入れない場所等で用いられる。
- ・重機で外壁を倒す場合でも、柱下端の切削量は感覚で決めているので、削る量が定量化されれば、より安全に作業ができると思うとの回答があった。
- ・鉄骨造柱の解体の場合は、柱を倒して解体する現場もあった。しかし、工期等に余裕のある現場では、鉄骨柱を吊った状態で柱下端を切断して解体する現場もあり、必ずしも転倒させて解体する工法を用いていない現場もあった。

以上の調査結果より、鉄筋コンクリート造の外壁倒壊防止を中心に検討し、柱下端の切断量、外壁の重心をパラメータとして検討したいと考えている。

2) 鉄筋コンクリート造柱の転倒に関する安全性の検討

(a) 実験概要

今年度は鉄筋コンクリート造柱を対象にして、柱を転倒させる工法を再現した実験を行った。

実験に用いた試験体例の立面を図 7 に、試験体例の柱下端の切削部分の平面を図 8 に示す。図 7 より、試験体は柱部分と土台部分から構成される。柱部分は高さ 1.2m であり、断面寸法は 24cm×24cm である。土台部分は 1 辺が 40cm の立方体である。図 8 より、試験体の切削部分においては、コンクリートを少なめに残して、鉄筋本数を 5 本とした。

加力方法及び計測機器等の設置状況を図 9 に示す。図 9 に示すように、鉄骨冶具を用いて試験体の土台部分を反力床に固定した。試験体の柱部に鉄骨冶具を設置し、試験体の柱部分の下端から柱の引張点までの高さを 3m とするよう設定した。

試験体の引き倒しには電動ホイストを用いた。実験に用いた電動ホイストは、フックの付いたチェーンを巻き取る形式のものである。試験体から水平に 6.5m 離れた地点に、電動ホイスト本体を、鉄骨冶具を用いて設置した。電動ホイストのフックの先端を、荷重計を介して、柱の引張点に設置した。柱の引張点と荷重計はピン接合である。実験において、電動ホイストによりチェーンを巻き取って、試験体を転倒させ、その時のチェーンに作用する荷重を荷重計により計測した。また、試験体の変形性能を検討するた

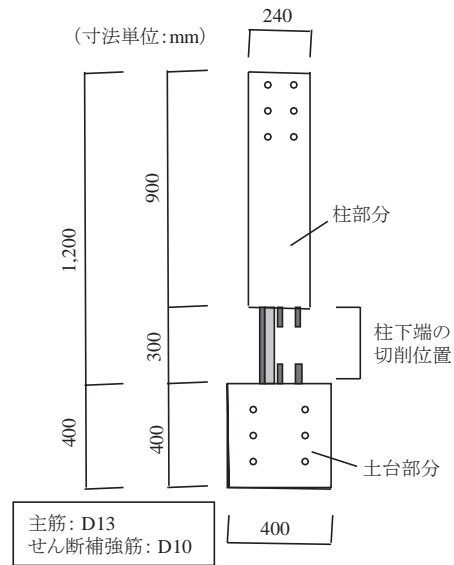


図 7 実験に用いた試験体例の立面

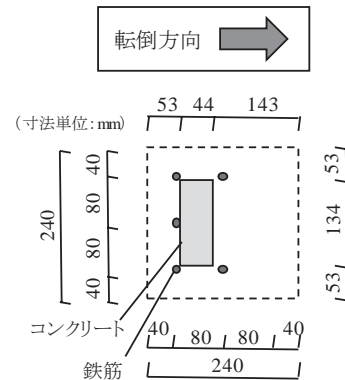


図 8 試験体例の柱下端の切削部分の平面

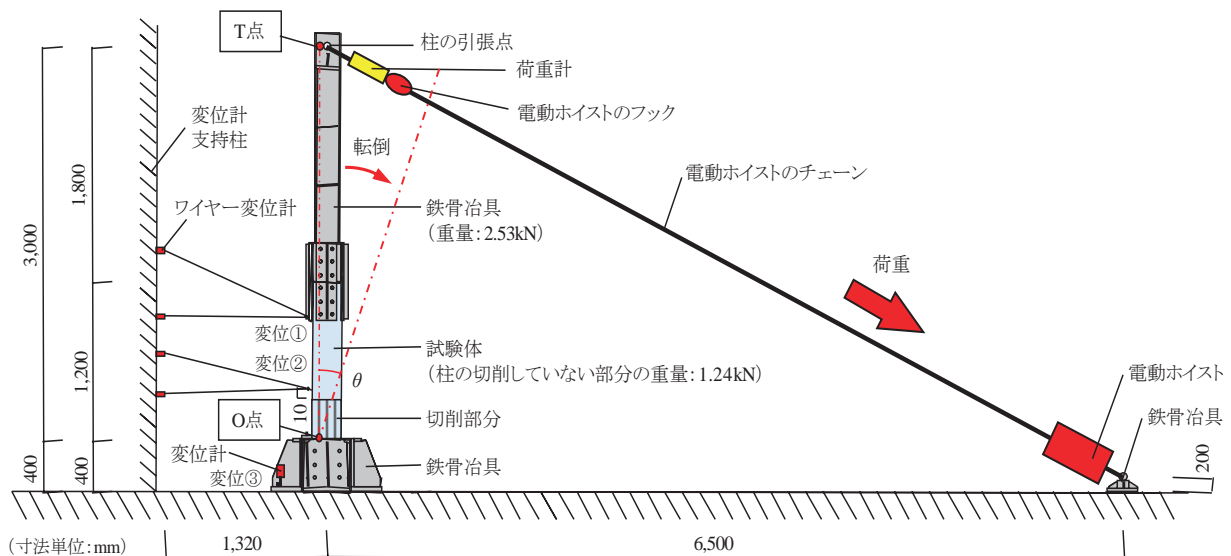


図 9 加力方法及び計測器等の設置状況

め、転倒時の試験体の変位を、変位計により計測した。

(b) 実験結果

計測結果より、柱の部材角 θ と柱下端部の曲げモーメント M を計算した。柱の部材角については、図 9 に示す O 点に対する T 点の部材角 θ を計算した。柱下端の曲げモーメント M については、柱の引張点に作用した荷重や試験体の重量が柱下端の平面の重心に作用するとして計算した。

実験結果を図 10 に示す。図の縦軸は柱下端の曲げモーメント M であり、横軸は柱の部材角 θ である。図 10 より、下端部を切削した柱が自立せずに倒壊するか否かについて検討した。最大曲げモーメントの値を M_p とし、 M_p のときの部材角を θ_p とすると、 θ が θ_p に達した場合は、柱が最大耐力に達しているので、柱は倒壊する危険があると考えられる。

θ_p までの柱下端の曲げモーメント M と部材角 θ の面積を W_p とし(図 10 の実線より計算)、 θ_p までの鉛直荷重のみによる柱下端の曲げモーメント M と部材角 θ の面積を W_{pn} とする(図 10 の点線より計算)。 W_{pn}/W_p の値は、柱が倒壊の危険に達するまでの鉛直荷重の影響を示すと考えられる。図 10 より計算すると、 W_{pn}/W_p の値は 0.13 であり、柱倒壊に及ぼす水平荷重の影響は約 13% である。柱倒壊に及ぼす鉛直荷重の影響は水平荷重の影響に比べて小さいので、今回の試験体は、水平荷重を作用させなければ、自立すると考えられる。

今後、柱下端部の切削パターンを増やすなどして、外壁倒壊の安全性について検討したいと考えている。

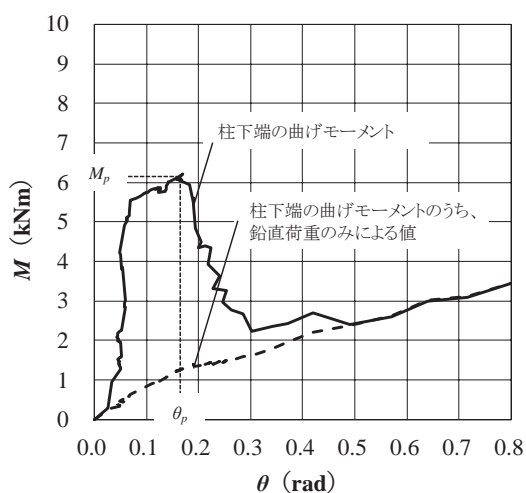


図 10 柱の曲げモーメントと部材角の関係

【研究業績・成果物】

[国内外の研究集会発表]

- 1) 高橋弘樹・大幢勝利・高梨成次(2018) 建築物の解体工事における災害防止対策の検討 その 2 死傷災害の調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北) 材料施工, 1165, pp.329-330.

[特別講演, パネルディスカッション等]

- 1) 日野泰道(2018.7.13) 厚生労働大臣が定める計画作成参画者研修会(代々木会場).
- 2) 日野泰道(2018.10.24) 厚生労働大臣が定める計画作成参画者研修会(大阪会場).
- 3) 日野泰道(2018.11.7) 墜落災害の防止対策～墜落制止用器具を中心として～, 安全衛生業務研修, 群馬労働局前橋労働基準監督署.
- 4) 日野泰道(2018.11.8) 墜落災害の防止対策～墜落制止用器具を中心として～, 安全衛生業務研修, 群馬労働局高崎労働基準監督署.
- 5) 日野泰道(2018.11.16) 墜落災害の防止対策～墜落制止用器具を中心として～, 安全衛生業務研修, 愛知労働局愛知労働基準監督署.

[国内規格等の発行]

- 1) 中央労働災害防止協会(2018) フルハーネス型墜落制止用器具の知識—特別教育用テキスト—.
- 2) 建設業労働災害防止協会(2018) 墜落制止用器具のうちフルハーネス型のものを用いて行う作業の業務に係る特別教育用テキスト—フルハーネス型安全帯使用作業特別教育—.

(12) 大規模生産システムへの適用を目的とした高機能安全装置の開発に関する研究

【4年計画の2年目】

清水 尚憲(機械システム安全研究 G), 齋藤 剛(同),
濱島 京子(同), 池田 博康(同), 北條 理恵子(同)

【研究期間】 平成 29～令和 2 年度

【実行予算】 7,500 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景

労働安全衛生規則第 150 条の 4 において、「産業用ロボット(定格出力 80W を超えるもの)に接触することにより危険が生ずるおそれがあるときは、さく又は囲い等をもうけること」と規定されている。これは、産業用ロボットと作業者は、さく又は囲いにより空間分離をすることで安全を確保するということを示している。現在、産業用ロボットを含む統合生産システムでは、様々な危険源が存在し、その危険源に対するリスクを低減するために2つの原則に沿った次のリスク低減方策が採用されている。

- ① 危険領域の外側に柵を設置することで作業者の安全を確保している(隔離の原則)。
- ② 作業者が柵の内側に侵入する場合に進入口に侵入検知センサやインターロック式ドアスイッチ等を設けて、柵の内側に作業者がいないことを条件に柵内の機械を稼働することを許可している(時間の分離)。

現在、複数の作業者が広大な領域で作業を行う大規模生産システムでは、人の資格と権限の未確認や作業者の作業位置が確認されないことによる災害が発生している。また今後、適切なリスクアセスメントの実施を条件として共存・協調作業を行うために安全柵を取り外して全方向からのアクセスを可能にする生産システムも提案されていることから、保護方策を適用した後に残る残留リスクに対する ICT 機器を利用したリスク低減方策の開発とともに事前の定性的なリスクアセスメント評価に対する有効性検証方法が求められている。

(2)目的

本研究では、ISO12100 の3ステップメソッドに従い、適切にリスクを低減した後に残留するリスクに対して、ICT 機器を組み合わせた高機能安全装置(支援的保護システム)を利用した技術的リスク低減方策と管理的リスク低減方策を組み合わせた方策の提案を行う。また、これらの方策について行政や各関連団体に情報提供を行うとともに、災害多発機械への適用の可能性を検討している。

本年度は、作業区域内に取り残されたり、健康状態の異常により倒れたりした場合を対象とした残留リスクに対して、リアルタイムな作業者の3D 位置測位についての検討を行った。

本システムについては、平成 29 年 8 月より ISO/199 WG3 にて、高機能安全装置として支援的保護システムという名称で、ISO の国際規格提案 (ISO/TR22053: Safeguarding Supportive System: SSS) を行っている。また、この審議内容は、関連する国際安全規格 ISO11161 Safety of machinery -- Integrated manufacturing systems -- Basic requirements に反映するための改正作業も同時に実施している。

(3)実験方法

本研究では、自動生産ライン内に存在する作業者の作業位置・作業姿勢の迅速な把握を目的とし、加速度センサ・傾斜センサを内蔵した UWB3D アクティブタグシステム(写真 1)を開発・試作した。そして、当所機械安全システム実験棟大実験室内に疑似的な統合生産システム(IMS)を構築し、この UWB3D アクティブタグシステムが作業者の 3 次元位置の測位が可能であるかを検証する。また、作業者の姿勢の違い(しゃがんで作業しているか、倒れているか、歩行しているか、または走っているか等)を識別できるかを検証した。



写真 1 UWB アクティブタグ RFID システム

UWB3D アクティブタグシステムの移動機は、被験者の胸に取り付け、作業者の姿勢の変化(高さ方向、加速度、傾斜)をそれぞれ測定した。そして、作業者の姿勢が変化するときの加速度、歩行、駆け足による加速度の値を観測し、姿勢・状態を判断する基準

を表 1 のように設定した。

(4)実験条件

実験では、以下の①から⑥の動線で、それぞれの状態における作業者の 3 次元位置情報と姿勢変化時における加速度の変化について計測を行った。

- ① 進入口でメイン端末操作として作業・作業登録を行い、ゾーン 1 に進入する。
- ② ゾーン 1 内でゾーン端末操作により作業・作業登録を行う。
- ③ ゾーン 1 内で作業を開始する。作業の姿勢は、上部での作業→屈む→下部での作業。
- ④ ゾーン 1 内のゾーン端末で作業終了登録を行い、ゾーン 1 を退出する。
- ⑤ 進入口でメイン端末操作を行い、退出する。
- ⑥ エリア外の制御端末にて再起動操作を行う。

表 1 姿勢変化の判断基準

動作	角度	加速度	Z軸高さ	測定結果	経過時間	判断例
倒れている	30以下	200以上検知	1m以下	測定できている/動かない	設定時間以上	転倒
しゃがんでいる	30以下	200以下	1m以下	測定できている/動いている		正常
正常歩行	30以上	100以下	1m以上	測定できている/動いている		正常
駆け足	30以上	150以上検知	1m以上	測定できている/動いている		正常

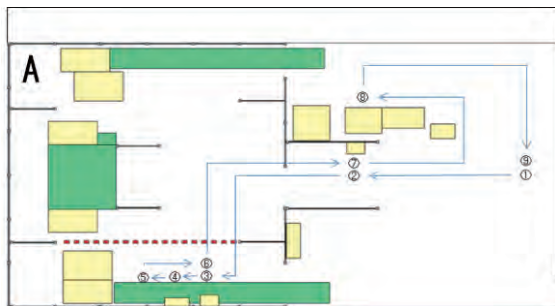


図 1 作業者の移動動線

(5)結果と考察

移動機(タグ)に内蔵した加速度センサの出力結果から作業状態を観測した。その結果、加速度センサ出力値を時系列的に見ると、歩行開始・停止、しゃがむ姿勢が観測可能となった。なお、異常値を示している場所については、金属の反射による影響が考えられるため、電波吸収体などの対策が効果的だと考えられる。本実験の結果から、作業者の位置・姿勢ともに適正に計測することが可能であることが示唆された。今後はこの測定結果をもとに実用化に向けた開発を行っていく予定である。

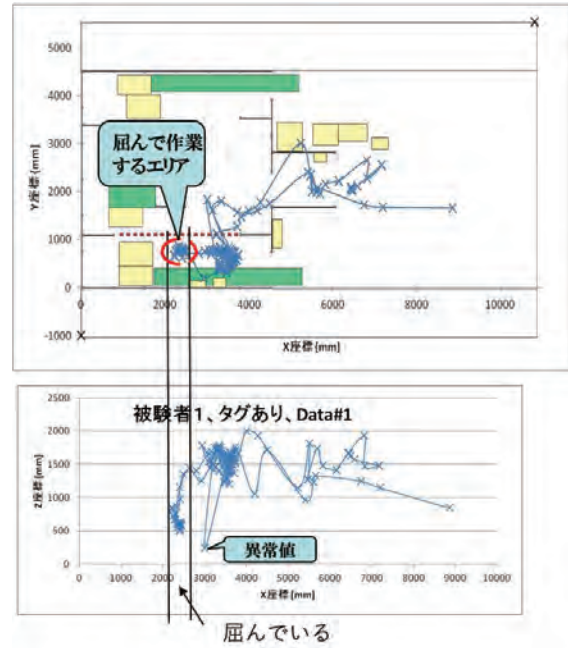


図 2 実験結果

【研究業績・成果物】

[国内外の研究集会発表]

- 1) 清水尚憲, 大塚裕, 濱島京子, 土屋政雄, 梅崎重夫, 福田隆文, 北條理恵子(2018) 機械安全-支援的保護システム(Supportive Protective System (SPS) 統合生産システム(Integrated Manufacturing System (IMS) におけるSPSのリスク低減効果. 機械学会誌論文集, 84 巻, pp.17-00425.
- 2) Matsui K., Hojo R., Ito H., Hamajima K., Umezaki S., Ohtsuka H., Fukuda T., Takahashi S. and Shimizu S. (2018) The Safeguarding Supportive System (SSS) II. Study on the reliability of the Safeguarding Supportive System (SSS) in work site of the Integrated Manufacturing System (IMS) introducing a mobile robot. Proceeding of 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, p.37.
- 3) Hamajima K., Shimizu S., Umezaki S., Tsuchiya M. and Hojo R.(2018) Safeguarding Supportive System III.The new approach using ICT in IoT ear on safety management from information communication to prediction and control of human behavior, Proceeding of 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, p.33.
- 4) Hojo R., Hamajima K., Umezaki S., Tsuchiya M.

- and Shimizu S.(2018) The Safeguarding Supportive System (SSS) IV. Experimental procedure of behavior analysis to the Safeguarding Supportive System (SSS) as a safety management approach. For appropriate prediction and control of human behavior, Proceeding of 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, p.66.
- 5) R Hojo, K Hamajima, S Umezaki and S Shimizu (2018) Examination of validity of behavioral analytical intervention under the Safeguarding Supportive System (SSS) for Integrated Manufacturing System (IMS). Proceeding of 9th conference of Association for Behavior Analysis, pp.18-20.
 - 6) 清水尚憲(2018) グローバルに通用する設計を！安全な生産現場を実現する設備設計のポイント 機械災害の現状と事例, 機械設計 11月号, pp. 13-14.
 - 7) 清水尚憲(2018) 製造業における施設、設備、機械等に起因する災害等の防止について. 安全コンサルタント会機関誌, Vol.38, pp. 7-11.
 - 8) 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～国際安全規格の安全設計思想に基づく機械安全の考え方と Industry4 時代の対応について～. 安全と健康, 第 69 巻 1 号, pp. 44-46.
 - 9) 北條理恵子, 濱島京子, 梅崎重夫, 清水尚憲 (2018)行動を科学する(動物実験から作業現場まで)行動に規則を見出す—行動分析学. 電気情報通信学会, 安全性研究会抄録集, p.3.
 - 10) 松井克海, 北條理恵子, 伊藤大貴, 濱島京子, 土屋正雄, 梅崎重夫, 大塚 裕, 福田隆文, 高橋 聖, 清水尚憲 (2018) モバイルロボットを導入した統合生産システム現場を仮想した支援的保護システムの有効性検証 –実験現場における検証. 安全工学シンポジウム 2018, プログラム, p. 12.
 - 11) 北條理恵子, 濱島京子, 梅崎重夫, 大塚 裕, 伊藤大貴, 松井克海, 土屋政雄, 高橋 聖, 福田隆文, 清水尚憲 (2018) 支援的保護システム (Supporting Protective System; SPS)を導入した実験用作業現場でのリスク低減と作業効率に関する有効性の検証. 安全工学シンポジウム 2018, プログラム, p. 11.
 - 12) 北條理恵子, 濱島京子, 清水尚憲 (2018) 産業現場における行動分析学の適用 –安全行動を強化するしくみ. 安全工学シンポジウム 2018, プログラム, p. 11.
 - 13) 濱島京子, 清水尚憲, 梅崎重夫, 土屋政雄, 北條理恵子 (2018) IoT 時代の IT 活用安全管理に関する検討–「IT を活用した新しい安全管理手法」に潜在していた心理学上の問題–. 安全工学シンポジウム 2018, プログラム, p. 11.
 - 14) 濱島京子, 清水 尚憲, 梅崎 重夫, 土屋 政雄, 北條 理恵子(2018) 活用安全管理に関する人の行動の予測と制御行動分析学的手法の適用. 2018 年度日本機械学会, プログラム, p. 29.
 - 15) 北條 理恵子, 濱島 京子, 梅崎 重夫, 大塚 裕, 伊藤 大貴, 松井 克海, 土屋 政雄, 高橋 聖, 福田 隆文, 清水 尚憲(2018) モバイルロボットを導入した実験用作業現場における作業者への行動分析学的介入法の有効性検証. 2018 年度日本機械学会, プログラム, p. 29.
 - 16) 清水 尚憲, 大塚 裕, 濱島 京子, 梅崎 重夫, 土屋 政雄, 松井 克海, 福田 隆文, 伊藤 大貴, 高橋 聖, 北條 理恵子(2018) 支援的保護システムを用いた作業者の3次元位置計測に関する妥当性検証. 2018 年度日本機械学会, プログラム, p. 29.
 - 17) 北條理恵子, 清水尚憲, 濱島 京子, 梅崎 重夫 (2018) Safeguarding Supportive System (SSS)における3次元での作業者の位置計測. 日本プラント・ヒューマンファクター学会第 12 回総会, プログラム.
 - 18) 北條理恵子, 清水尚憲, 濱島 京子, 梅崎 重夫 (2018) モバイルロボット走行中の製造作業環境における支援的保護システム (Safeguarding Supportive System, SSS) の有効性検証. 日本心理学会, 第 82 回大会発表論文集, p. 9.

(13) 数値解析を活用した破損事故解析の高度化【4年計画の3年目】

山際謙太(機械システム安全研究 G), 山口篤(同), 本田尚(同), 佐々木哲也(同)

【研究期間】 平成 28～令和元年度

【実行予算】 30,000 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景

近年の事故調査は、特に材料の破壊に起因する事故の場合(以下、破損事故)、事故の前に作用していた応力などの定量値を推定し、その上で再発防止策等を検討することが求められている。例えば第12次労働災害防止計画(以下、12次防)の中においても、重点施策の中で「科学的根拠、国際動向を踏まえた施策推進」と記載されているように、通達・法案等も科学的根拠を持って立案することが必要とされている。

クレーンの災害に限れば、図1より平成14～25年の間に機体等の折損・倒壊・転倒を原因としては延べ122名(年平均10名)が死亡している。落下を原因としては、324名(年平均27名)が死亡している。これらの災害については減少していない。また、高度経済成長期に製造されたプラントで使用されている配管、圧力容器などは設置後30～40年というものも多い。こうした長期間使用している産業機器を経年機と呼ぶ。そして、経年機の数是国内では増加していることから、事故はクレーンに限らず増える可能性がある。このような新旧様々な産業機器の事故に対して行政側のニーズとして、科学的根拠に基づいた災害調査の実施が求められている。

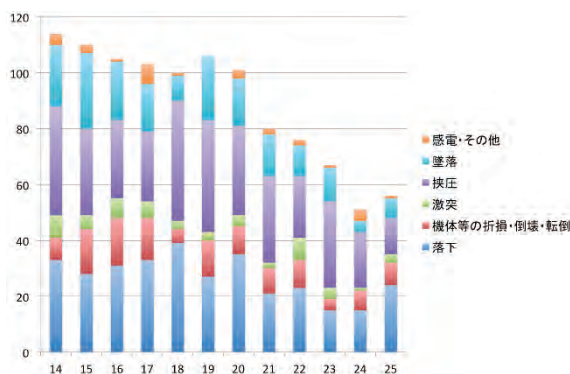


図1 クレーンによる年間死亡者数(横軸:年(平成)、縦軸:人数)

また、製造業全般においては、当然のことながらより安全な機器の設計が求められている。そして、設計する際には多くの数値解析が用いられる時代になってきた。しかし、その一方で、数値解析にはモデル化

また境界条件設定などに多くのノウハウが必要となっている点と、実際に作用している応力との乖離が問題となっている。すなわち数値解析により設計は合理化したいが、解の妥当性評価が問題となっており、社会的にも安全設計のために数値応力解析の必要性は高まってきている。

こうした事故により発生する破壊、損傷に対する科学的根拠に基づいた説明が求められているという背景のもと、山際は特定の破壊機構における破断面の数値解析手法により応力を推定する手法等の開発[1,2]、配管に生じる減肉部の形状評価[3]など損傷部の評価についての研究を行ってきた。また、山口らは減肉配管の有限要素解析と破裂試験などを実施し、残存強度について評価[4]している。

しかしながら、現在でも破断面解析であれば、数値解析による応力推定には、その過程で未だ観察者の経験に依存するところがある点と、疲労試験等の実行により推定に時間を要する点が問題である。よって、より短期間に定量性を持った推定を可能にする手法の検討が求められている。また、事故を起こした機器の応力状態を把握するために実施する有限要素解析は1)モデル化に時間を必要とする、2)事故直前の状態が不明であるため、境界条件が限定しきれないが、有限要素法により得られる応力などは境界条件に強く依存している、などの問題点が残っている。その一方で画像相関を利用した変位計測法(Digital Image Correlation: DIC)なども近年は盛んに行われている。

より定量性と信頼性を持った調査を実施するために、新しい数値解析手法の開発や新しい計測方法を導入する事で、破損事故解析をより高度にすることが期待できる。

(2)目的

数値解析を活用して、産業機械に作用する応力などの定量的な評価法を開発し、破損事故解析の高度化する。

(3)方法

破損事故解析を行う上で最もよく行われるのが、1)破断面解析と、2)応力解析である。従って、本プロジェクト研究ではこれらに焦点を当てた2本のサブテーマを持って実行する。2本のサブテーマはそれぞれ独立であるが、材料強度試験について試験片、結

果などで共有できる場合は共有していく予定である。

サブテーマ1:材料破断面の数値解析手法の開発
本テーマでは、破損事故の際に生じる破断面から、作用していた応力などの情報を破断面の電子顕微鏡像または三次元形状から数値解析により求める手法の開発を行う。

1) 試験片レベルの検討(H28～H29 半期)

実験:試験片レベルではCT試験片、丸棒試験片などを用いて疲労試験、引張試験などを行う。

手法の検討:得られた破断面の観察・三次元形状の計測などを実施し、破断面から1)応力、2) 亀裂進展方向、3)温度、4)破面様相マップ、5)類似破面などを推定する手法を検討する。

精度の検証:実験結果と照らし合わせ、精度の検証を実施する。

2) 実構造物レベルの検討(H29 半期～R1 半期)

実験:実構造物レベルでは検討中であるがクレーンのブーム、配管などを用いて疲労試験、引張試験などを行うことを計画している。

手法の検討:得られた破断面の観察・三次元形状の計測などを実施し、試験片レベルで開発された破断面から応力などを推定する手法を適用する。

精度の検証:実験結果と照らし合わせ、精度の検証を実施する。

テーマの目標:破断面の数値解析手法を開発し、破断面数値解析のフレームワークを構築する。そして、フレームワークを実施するためのアプリケーションの開発と、破断面のデータベースを構築する。

サブテーマ2:実験力学・数値解析の援用による応力評価の高度化

本テーマでは、有限要素解析などの数値応力解析を行う際に、境界条件設定のために材料強度試験の結果などを援用することで、より信頼性の高い応力評価が可能な境界条件設定方法を開発する。

1) 試験片レベルの検討(H28～H29 半期)

実験:試験片レベルではCT試験片、丸棒試験片などを用いて疲労試験、引張試験などを行う。

手法の検討:試験片表面の変位計測(DIC など)と、境界条件設定法の検討を行う。

精度の検証:実験結果と照らし合わせ、精度の検証を実施する。

2) 実構造物レベルの検討(H29 半期～R1 半期)

実験:実構造物レベルでは検討中であるがクレーンのブーム、配管などを用いて疲労試験、引張試験などを行うことを計画している。

手法の検討:構造物表面の変位計測と、境界条件設定法の検討を行う。

精度の検証:実験結果と照らし合わせ、精度の検

証を実施する。

テーマの目標:作用応力推定をするための数値解析に実験結果を援用し、信頼性の高い応力評価法を構築する。そして、実験力学を援用し、数値解析における境界条件設定方法のフレームワーク構築を行う。

(4)研究の特色・独創性

これまでの事故調査にはあまり活用されてこなかった、1)破断面の三次元形状、2)DIC などの最新の変位計測法などを積極的に活用することで事故調査を高度化するという点に特色がある。

【研究成果】

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) サブテーマ1:

破断面数値解析のフレームワークを構築する一環としてディープラーニングを活用した破断面の自動分類プログラムを開発した。また、破断面データベースに掲載するための材料強度試験を実施した。

1) ディープラーニングを応用した破断面の自動分類

破断面を調査する時に大切なこととして、類似破断面の検索がある。調査対象である破断面と類似している破断面をハンドブックで検索する、または実際にある破断面を観察して比較しながら調査対象を理解していくことはよく行われている。

また、破断面には複数の破断面の様相が混在していることが多い。例えば疲労亀裂進展の後に延性破壊を起こせば、ストライエーションである領域とディンプルである領域と分けることができる。このように、破断面の中に複数の様相がある場合、様相の分布を作成することは破断面解析において重要な解析事項である。

こうした類似破断面の検索または破断面の様相分類などに必要な技術は、破断面と破壊機構を結びつける技術である。現在は、前述のように人間の観察により行っているが、実機の破断面などは破断面の損傷または錆などの付着物が多く、判断には訓練を要し、また得られる結果は観察者の熟練度に依存してしまう欠点がある。

一方でディープラーニングは例えば筆記された数字を読み込んだ画像を数字ごとに分類するといったように、画像の認識と分類に活用されている[参考文献]。昨年度はこの技術を破断面の特に走査型電子顕微鏡(SEM)画像を分類させることができる可能性

があることから、ディープラーニングを応用した破断面性状の自動分類(性状分類AI)の開発を試みた。

昨年度は、脆性(劈開)、延性(ディンプル)、疲労(ストライエーション)の3種類の分類を行なった。今年度は、これに粒界破壊の破面を追加し、性状分類AIを用いて4種類の分類を行なった。

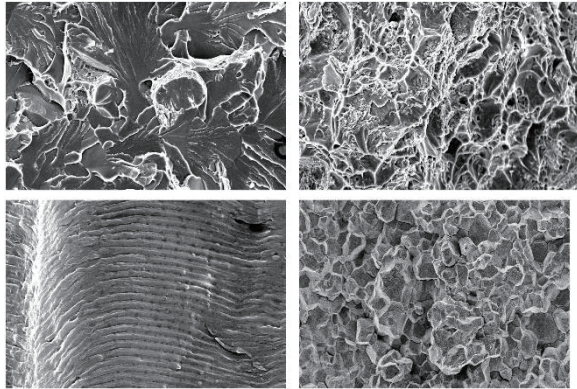


図 2 分類した破断面の例

応用したニューラルネットワークは、畳み込みニューラルネットワーク(Convolution Neural Network: CNN)である。また、ディープラーニングには教師付き学習と教師無し学習があるが、今回は教師付き学習を選択した。したがって、破断面には既に破壊機構が関連づけられている。そして、ニューラルネットワークが画像から判断した破壊機構の結果と、関連づけられている結果を比較し、等しければ正解、異なっていれば間違いとした。ディープラーニングのライブラリはGoogleが提供するTensorflowを利用した。

用意した画像は全部で325592枚である。その中で253416枚を教師用画像、72176枚をテスト用画像として学習させた。破壊機構ごとの枚数を表 1に示す。

表 1 破壊機構と画像枚数の関係

	教師用画像枚数	評価用画像枚数
延性	55808	13312
脆性	31736	10232
疲労	150000	42488
粒界	15872	6144
合計	253416	72176

分類した結果を図 3に示す。横軸は学習したエポック数、縦軸は正答率(Accuracy)を示す。ここで正答率は評価用画像の中で正解した枚数を合計枚数で除した値である。

学習回数は500エポックで打ち切った。この時の正答率は0.96であった。したがって、今年度は4種類の

破断面の分類を試みたが十分に分類可能であることを示すことができた。

次に、破断面に複数の様相がある場合、性状分類を応用して性状ごとの領域の分割を行なった。結果を図 4に示す。

図 4はシャルピー衝撃試験の破断面であり、脆性破壊と延性破壊の境界部である。この画像をメッシュ状に分割し、各領域で性状の判断を性状分類AIに行わせ、その結果を性状ごとに色で塗り分けた結果である。目視で判断する領域分割の結果とほぼ同じ結果を得ることができている。これを拡張していくことで、例えば実機の破断面は疲労破壊と延性破壊の破断面が混在していることがあるが、こうした場合は疲労破壊の領域と延性破壊の領域を分割することができると考えられる。

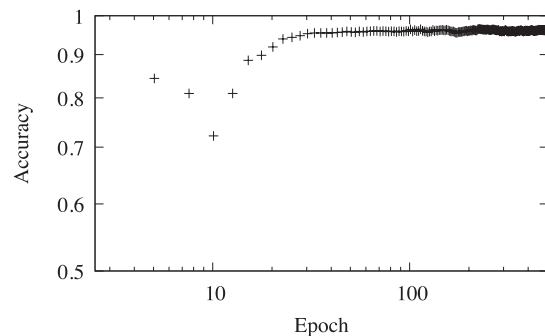


図 3 分類結果

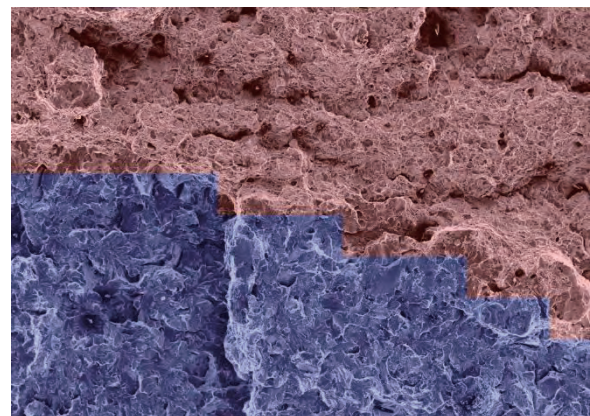


図 4 領域分割の結果(上:延性破面、下:脆性破面)

2) 破断面データベースのプロトタイプ構築について
破断面データベースは、破断面の画像を収集し、またその観察結果を記載することで、熟練解析者の知見などを保存していく仕組みである。このデータベースの構築については、日本材料学会フラクトグラフィ部門委員会と同学会疲労部門委員会との間に、フラクトグラフィデータベース小委員会(主査:山際謙

太)を設立し、材料強度試験計画等の検討を実施している。

平成30年度は疲労亀裂試験をS45C(熱処理有りの試験片)、SUS316、FCD400の鋼種において実施した。また、破断面データベースの構築を実施した。

(2)サブテーマ2:

産業機器における災害防止や災害原因究明を適切に行うために、1) 実験力学における構造物の変位測定と2) 数値解析による変位応力解析を組み合わせた構造物の応力評価方法の確立を目指している。

1) 実験力学における構造物の変位測定

近年、実験力学における構造物の応力測定として、Digital Image Correlation (DIC: デジタル画像相関法) とよばれる変位計測装置が注目され、使用され始めている。DIC は、基本的に2台以上の撮影機器を利用して行うが、構造物の形状にかかわらず、その変形を広範囲かつ3次元的に計測し、部材表面の変位やひずみを計測することが可能である。これまで、本サブテーマでは、試験条件や撮影条件による差異を検証するために、切欠きを有する試験片を用いて4点曲げ試験を実施するとともに、DICによる試験片全体の変位や切欠き先端近傍の変位情報を取得してきた。撮影条件によっては、変位の測定が困難となる箇所が現れることなどを示すと同時に、適切に得られた変位測定結果をもとに、有限要素解析へ援用し、対象の試験片の応力状態を取得できることを明らかにしている。

今年度からは、実構造物を対象としたDICによる変位測定、ひいては応力評価を行う。今年度は、比較的単純な構造物として脚立を対象にDICによる変位計測の様子を示す。踏ざんの中央に錘によって負荷を与え、踏ざんの変形量を測定した。図中の右側に示されている踏ざんの黒点のパターンは、黒色スプレーにより塗布されている。DICでは、2台カメラにより撮影された画像変化の差分を解析して、変位量を出力する。画像変化の差分は、被測定物の表面に形成された模様(本検証では、黒点のパターン)の変化から得られる。

DICにより計測された踏ざんの変位分布の様子をそれぞれ示す。荷重が負荷されたことにより、測定範囲における踏ざんの全体的な変形が確認できる。これまで、変形量は主にひずみゲージなどにより測定されてきたが、局所的な変位(またはひずみ)量しか測定できなかった。しかし、DICを利用することで、全体の変形を測定できるだけでなく、その分布状況を

可視化できる。なお、本計測において、脚立の支柱の部分については変位量が計測されなかった。これは、図中では確認しにくいですが、踏ざんと支柱の表面には段差があり、片方のカメラにおいて、この段差を撮影することが出来なかった(影になり、移すことが出来なかった)ことが原因と考えられる。

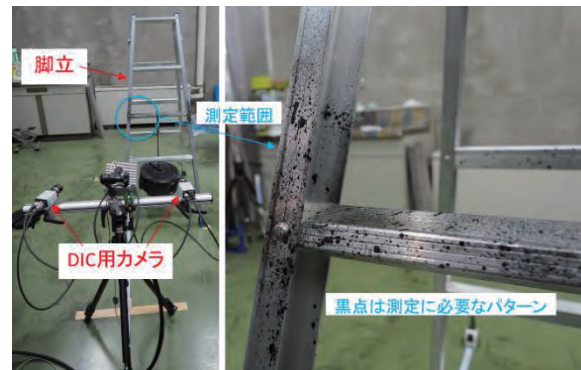


図5 DICによる変位の計測

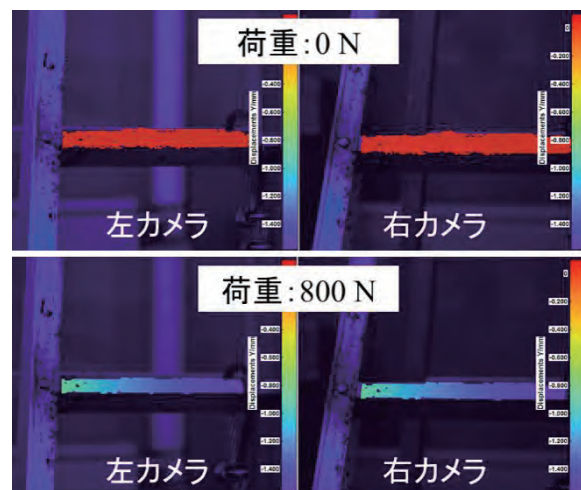


図6 DICによる変位測定

2) 数値解析による構造物の変位応力解析

有限要素解析(FE解析)などの数値解析は、破損原因となった箇所を視覚的に捉えることが可能であり、破損原因の究明に貢献してきている。しかし、FE解析を実行するにあたり、解析対象のモデル作成、境界条件の設定方法によって解析結果が変化する。根拠のある解析結果を得るためには変位境界条件等を適切に設定する必要があるが、現状では解析者自身の経験や推測に依存していることが多い。適切な境界条件を設定するためには、実験力学で得られた変位測定結果と、数値解析により得られた結果を照らし合わせていく必要がある。そこで、FE解析を図7の左側に示すような脚立の有限要素モデルを作成

し、DIC によって得られる変位情報を境界条件として用いることにより、脚立に生じる応力状態を取得する。部材の応力状態を取得するには、通常ある箇所には荷重または変位を入力し、図 7 の右側に示すような応力状態を得るのが一般的である。

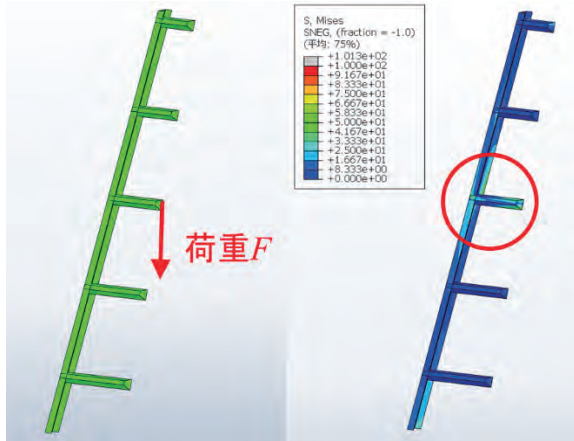


図 7 脚立の 1/2 解析モデルおよび解析結果

次に、図 8 に荷重が負荷された踏ざんと、DIC により測定された変位情報を援用した応力解析結果を示す。図 8 中の左側が、図 7 の右側に示す図中の赤丸における応力分布であり、踏ざん中央に荷重が負荷されたものである。一方、図 8 中の右側が、DIC により測定された変位情報を援用して得られた応力分布である。両者の応力分布に顕著な違いは見られないが、支柱と踏ざんを締結している箇所において、応力分布に差が見られる。なお、支柱と踏ざんはリベットにより締結されている。このリベット締結部において、最大の mises 応力の発生箇所は同じであるが、その値は 1.2 倍の差が認められ、荷重負荷のみの解析結果(図 8 左側)は過小評価となっていた。DIC によって得られた変位情報を援用して解析することは安全側の評価をする上でも有用であると考えられる。

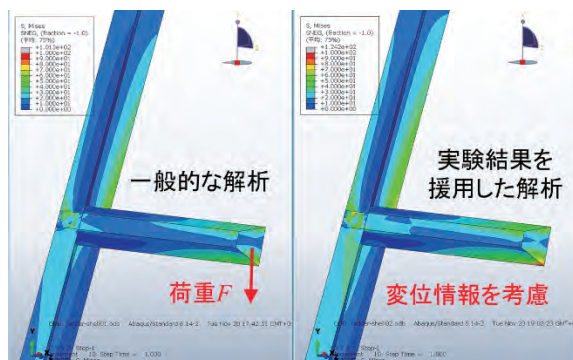


図 8 応力分布の比較

3) 実際の使用状況を考慮した変位応力解析

簡易実験レベルにおいて、検証対象物に簡易的に負荷を与え、DIC により測定された変形状態を援用して、FE 解析により検証対象物の応力状態を得る、という一連の流れは確認できた。しかし、実構造物においては、その使用方法や使用状態に応じて、変形や応力の状態は異なる。災害原因究明を行う上でも、実際に使用されている状態を再現して、その応力状態等を評価していくことは重要である。そこで、脚立を対象に、実際の使用状況を考慮した上での応力分布が取得可能であるか検証した。図 9 に脚立の使用状況を考慮した実験の様子を示す。本実験では、脚立に作業者が乗った状態における変形情報を DIC により取得し、DIC の測定結果を FE 解析に援用する。



図 9 脚立を使用した状態における DIC の測定

図 10 に DIC による測定結果を示す。脚立に対する両カメラの設置位置を変更したところ、簡易実験レベルにおいて、測定されなかった支柱部の変形情報を取得できた。これは、カメラの設置位置を変更したことにより、影となっていた段差の箇所を捉えることができ、形状の連続性が得られたためと考えられる。また、右カメラの画像においては、作業者の足が写り込んでおり、このような場合は、変位情報を取得できないため、左のカメラにおいても変位情報が示され

ない。次に、図 11 に DIC により取得した変位情報を FE 解析に援用したときの変位応力解析結果を示す。図中の左側が変位分布、右側が応力分布である。当然のことながら、変位分布は DIC による変位測定結果とよく一致している。応力分布においては、踏ざんを足で踏んだことによる分布荷重の影響が考慮されており、図 8 に示されるような、曲げの影響が出ている応力分布は示されていない。以上のように、実際に被測定物を使用して、DIC によって被測定物の変位情報を取得し、得られた変位情報を FE 解析に援用することで、被測定物の使用時における応力分布を示すことが出来た。これは、事故の検証時において、再現実験を行い、事故発生の起因となった箇所を推定するのに有効となる。また、被測定物については実構造物の使用時における応力状態を得ることで、危険箇所を早期に発見できる。今後は、より複雑な構造物を検証対象とし、測定可能な範囲や条件を整理するとともに、亀裂の早期発見などに利用可能であるか検討する。

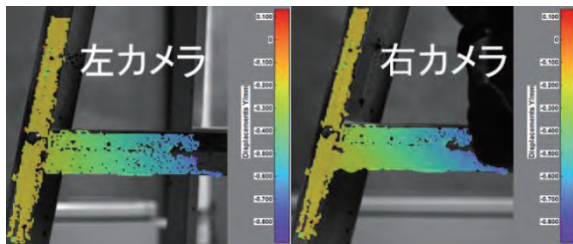


図 10 DIC による変位測定

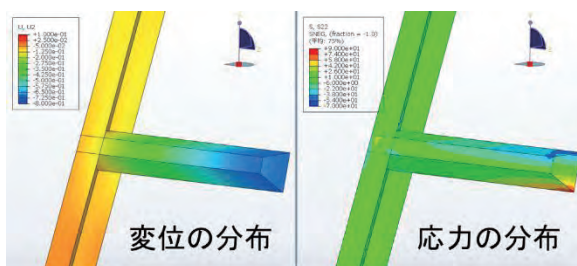


図 11 DIC の結果を援用した解析結果

参考文献

[1] Kenta Yamagiwa, Tetsuya Sasaki(2012) Estimation of Stress Ratio from Striation Observed on Fatigue Fracture Surface using Frequency Analysis, Fifth International Conference on Engineering Failure Analysis (ICEFAV)

[2] 山際謙太, 高梨正祐, 泉聡志, 酒井信介(2005) 二次元局所 Hurst 数を利用した破面特性化手法とストレッチゾーン幅の定量解析への応用. 日本機械学会論文集 A 編, Vol.71, No.705, pp.749-754.

[3] 山際謙太(2014) フラクタルの概念に基づいた配管外部減肉部と減肉模擬材の三次元形状定量評価. ボイラ研究, No. 388, pp.16-24.

[4] 山口篤志, 吉田展之, 戒田拓洋(2014) API579-1/A SME FFS-1 供用適性評価による模擬腐食配管の残存強度評価. 一般社団法人日本ボイラ協会, ボイラ研究, Vol.52, No.2, pp.72-80.

【研究業績・成果物】

[国内誌(和文)]

- 1) 山際謙太(2018) 目黒区清掃工場建替工事現場を訪ねて. クレーン, Vol.56, No.657, pp. 47-50.
- 2) 山際謙太(2018) クレーン等における労働環境変化への対応(特集記事の掲載にあたって). クレーン, Vol.56, No.654, p. 19.
- 3) 山際謙太(2018) フルハーネス型墜落制止器具を巡る動向(総括). クレーン, Vol.56, No.655, pp. 9-10

[国内外の研究集会発表]

- 1) Kenta Yamagiwa(2018) Application of deep learning for automatic classification of fracture surface's SEM Image. ICEFA8.
- 2) Atsushi YAMAGUCHI, Tsuyoshi SAITO, Hiroyasu IKEDA and Kohei OKABE(2018) Investigation of evaluation method for bending strength of artificial bones simulated a woman's upper-limb bones by using Finite Element Analysis. 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, Poster session.
- 3) Atsushi YAMAGUCHI(2018) Evaluation for remaining strength of pipes with wall thinning by FFS assessment. Eighth International Conference on Engineering Failure Analysis. presentation only.
- 4) Atsushi Yamaguchi, Nobuyuki Yoshida(2018) EVALUATION OF STRENGTH OF PIPE WITH METAL-LOSS DUE TO CUI BY FFS AND FEA WHICH CONSIDERED THE FRACTURE DUCTILITY. ASME Pressure Vessels and Piping conference, CD-ROM, PVP2018-84741, pp. 1-6.

- 5) 酒井信介, 岩崎篤, 佐々木哲也, 宮崎信弥, 石崎陽一(2018) 局部減肉健全性評価の信頼性工学的取扱い. 安全工学シンポジウム 2018 パネルディスカッション, 講演予稿集, pp. 14-17.
 - 6) 佐々木哲也(2018) 移動式クレーン限界状態設計規格の現状. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 22-23.
 - 7) 酒井信介, 岩崎 篤, 佐々木哲也, 宮崎信弥, 石崎陽一(2018) 局部減肉信頼性管理のための部分安全係数表の作成. 日本高圧力技術協会平成 30 年度春季講演会.
 - 8) 大口浩平, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也, 辻裕一(2018) デジタル画像相関法におけるキャリブレーション枚数が及ぼす変位測定精度への影響. 第 51 回安全工学研究発表会.
 - 9) 本田尚, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也 (2018) クレーン用ワイヤロープの疲労寿命に影響する因子と疲労寿命評価法の検討. 資源・素材 2018, 大会プログラム・要旨集, p. 112.
 - 10) 本田尚, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也 (2018) クレーン用ワイヤロープの疲労寿命に及ぼす曲げ方式の影響. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 364-365.
 - 11) 山際謙太(2018) ディープラーニングを活用した破断面の自動分類の試み. 第 15 回フラクトグラフィシンポジウム, USB メモリ.
 - 12) 山口篤志(2018) 供用適性評価による矩形減肉配管の運転圧力の評価. 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 209-210.
- [著書・単行本 (和文)]
- 1) 児玉猛, 山際謙太, 他 2 名編(2018) 玉掛け作業者安全必携. pp. 33-62, 中央労働災害防止協会.

(14) 諸外国における労働安全衛生に関する施策や規制の動向調査と展開の検討【3年計画の3年目】

大幢勝利(研究推進・国際 C), 日野泰道(建設安全研究 G), 吉川直孝(同),
外山みどり(研究推進・国際 C), 吉川徹(過労死等防止調査研究 C)

【研究期間】 平成 28～30 年度

【実行予算】 4,000 千円(平成 30 年度)

【研究概要】

(1)背景(主要文献, 行政的・社会的ニーズなど)

我が国の労働安全衛生は、昭和 47 年に制定された労働安全衛生法等により飛躍的に向上し、労働災害による死亡者数は制定当時の 5,600 人から 1,000 人以下にまで減少した。また、休業 4 日以上の上業務上疾病者数も、約 3 万人から 7,000 人台までに減少している。しかし、その減少数は近年横ばい状態にあり、新たな対策について検討することが重要と考えられる。このような状況の中、第12次労働災害防止計画において、労働安全衛生総合研究所の調査研究活動等を通じて国際動向を踏まえた施策推進が掲げられている。

(2)目的

本研究では、第12次労働災害防止計画に記載された対策の視点として諸外国の労働安全衛生管理に目を向け調査分析し、欧米等の制度でわが国においても労働災害の減少が見込めるものについては、我が国の優位な点を考慮して新たな対策として厚生労働省等に提言し、施策や規制の国際的整合性を担保することに貢献する。成果は、欧米諸国に発信するとともに、日本企業の進出が著しい ASEAN 諸国等に情報提供すること等により、これらの国々の安全衛生水準向上への貢献も目指す。

(3)方法

産業安全分野(特に建設安全等)、労働衛生分野(特に職業病統計等)を中心に、欧米における制度等の動向を調査、把握し、リスク・ベース・アプローチなどの安全衛生管理についての優れた制度、体系、手法等を参考に、日本の KYT 等のボトムアップ型の優れた制度を考慮して、新たな労働安全衛生管理手法を提案する。

研究方法は以下のとおりとする。

- ①欧米(特に英国中心)の法制度、安全衛生施策、実態を調査し、優れた部分は日本の制度への取り入れの提言を行う。
- ②我が国の優れた制度を考慮して、新たな労働安全衛生管理手法を提案し、厚生労働省等に提言する。
- ③成果は欧米に発信するとともに、日系企業が進出している(または見込まれる)ASEAN 諸国へも情報提供すること等により、これらの国々の安全衛生

水準向上への貢献も目指す。

(4)研究の特色・独創性

厚生労働省の重点施策に沿ったものであり、各国の法規制、施策等を広く調査し情報提供する研究はこれまでになく、独創的な研究である。

【研究成果】

(1)アジア各国の建設業の安全衛生の現状

当研究所は、アジア地域の労働安全衛生研究所会議である AOSHRI(Asia Occupational Safety and Health Research Institute)会議のメンバーであり、その参加国から過去 10 年分の労働災害の統計データを入手することにより調査を行った。入手できたデータは、韓国、台湾、シンガポール、タイであり、それに日本を加えた 5 カ国の労働災害の現状を分析[1]することとした。

1) 死亡災害発生率

労働災害発生率としては、日本では度数率や強度率で表すことが多いが、ここではアジア各国で共通に入手しやすい労働者 10 万人当たりの労働災害による死亡者数で比較することとした。図 1 は、アジア各国の過去 10 年間における建設業における労働者 10 万人当たりの死亡者数の推移である。

図 1 より、タイ、台湾、韓国は 15 人を超える非常に高い水準にあり、さらに横ばいから増加傾向にある国もある。日本は 10 人を下回り、最近はやや減少傾向にある。一方で、シンガポールは日本を下回り、減少傾向も著しく 2006 年からの 10 年間で半分程度(10 人→5 人)になっている。なお、ここには示していないが、英国では 2016 年は 1 人台であり、アジア各国に比べれば非常に少ない発生率となっている。

シンガポールは、英国の CDM を参考にした DfS (Design for Safety)という考え方を導入して設計段階から安全衛生を検討している。両国とも、プロジェクトの初期の段階から建設工事のリスクの低減策を検討しており、以上の統計データからも大きな効果を上げていると考えられる。

2) 労働災害の事故の型別発生状況

アジア各国の労働災害の発生状況を把握するため、各国の事故の型別の死亡者数と死傷者数の上位 5 型について比較することとした。表 1 と表 2 は、それぞれアジア各国の全産業と建設業における事故の型別死亡者数の上位 5 型を示す。それぞれの国の英語表記も併記したので、参考になると考えら

れる(韓国のみ韓国語→英語→日本語と変換した)。

表 1 に示す全産業の死亡者数は、韓国、シンガポールと日本が墜落・転落が最も多く、タイと台湾は車両事故(交通事故)が最も多くなっている。一方、表 2 に示す建設業の死亡者数は、タイを除き墜落・転落が最も多く、タイでも 2 番目に多くなっている。

全産業・建設業ともに、車両事故(交通事故)が多く発生しているが、韓国とシンガポールは上位になく、労働災害統計から除外されているかどうかは今後調査したいと考えている。その他では、タイや台湾では感電が上位に来ており、これらの国では注意を要する。なお、日本でも、2016 年に建設業では 8 人が感電により死亡しており、決して無視できない災害要因である。

また、表 3 と表 4 は、それぞれアジア各国の全産業と建設業における事故の型別死傷者数の上位 5 型を示す。表 1、表 2 と同様に、それぞれの国の英語表記も併記した。日本では休業 4 日以上死傷災害であるが、その他の国では今回詳細に調査できなかった。

全産業・建設業ともに、各国の上位の型は様々であるが、死亡災害で上位であった墜落・転落に加え、転倒が上位に来る国が多い。

以上より、各国の死亡災害、死傷災害の発生状況を把握したが、労働災害情報の収集方法は各国異なっているため、日本と同じ考え方でアジア各国の災害発生状況を分析することは困難である。今後は、各国の労働災害情報の収集方法を検討し、日本とアジア各国の災害発生状況を比較し、AOSHRI 会

議等を通じ、アジア各国や日本企業等に情報提供していく予定である。

(2) アジア各国や日本企業への情報提供

本研究の成果は、アジア各国(特に ASEAN 諸国)や、これらの国に進出している日本企業に情報提供した。プロジェクト期間の 3 年間に以下の情報提供を行った。

① JICA の ASEAN 諸国向け技術指導

2016 年と 2017 年に、JICA 短期派遣専門家としてマレーシアを訪問し、マレーシア・カンボジア・ラオス・ミャンマー・ベトナムの労働安全衛生担当行政官に、建設業及び中小企業における労働安全衛生管理の技術指導を行い、本研究の成果を情報提供した。

② ILO の国際トレーニングセンターに対する TV 講義

2016 年に ILO の国際トレーニングセンターに対し、Occupational safety and health management in the construction sector, OSH Best Practices in Construction Industry: Japan Perspective と題し TV 講義を行い、開発途上国の労働安全衛生担当者に本研究の成果を情報提供した。

③ APSS 2017 における Plenary Session の開催

Asia Pacific Symposium on Safety 2017 (APSS 2017)において Plenary Session を開催し、本研究の成果を公表するとともに、韓国、中国、マレーシアの研究者と労働安全衛生の課題について討議した。

④ AOSHRI への参画

アジア労働安全衛生研究所会議(AOSHRI)の分

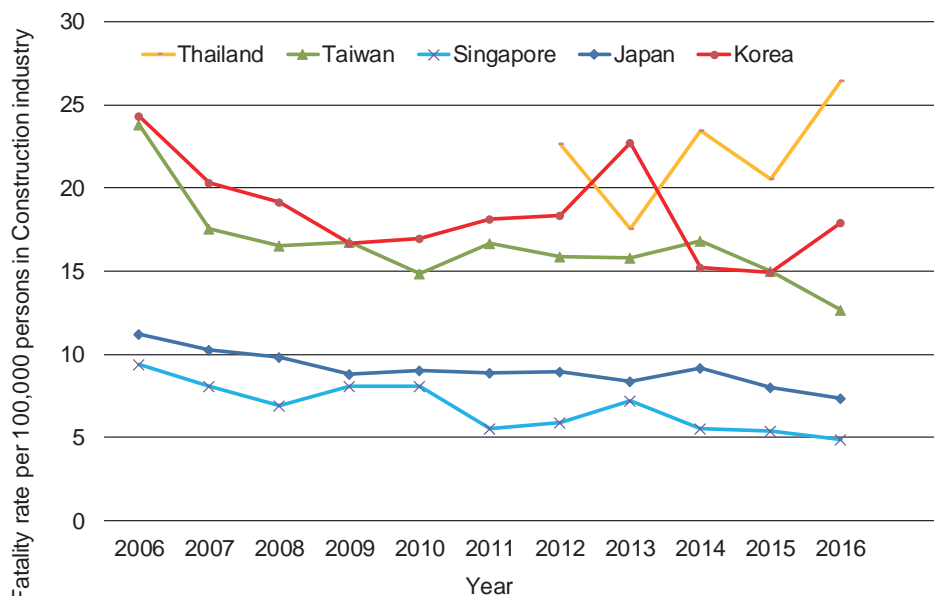


図 1 アジア各国の過去 10 年間における建設業における労働者 10 万人当たりの死亡者数の推移[1]

科会の一つである「Collaboration research project for Construction safety in Asia」のプロジェクトリーダーに大幢が就任することとなり、アジア各国に本研究の成果を公表するとともに、建設安全研究の方向性を検討することとなった。また、同分科会の一つである「Collaboration research project for Mental health in Asia(プロジェクトリーダー:シンガポール人材開発省、Dr. Gan)」に吉川が参画し、メンタルヘルス分野での研究手法立案等の調査に協力して行くこと

表1 アジア各国の全産業における事故の型別死者数の上位5型(2016年、タイのみ2017年)

タイ		韓国		台湾		シンガポール		日本	
All manufacturer 全産業	570	All industry 全産業	888	All industry 全産業	563	All industry 全産業	66	All industry 全産業	928
Vehicle accident 車両事故	252	Fall from height 墜落・転落	366	Traffic accident (road, railway) 交通事故(道路・鉄道)	271	Falls from Heights 墜落・転落	13	Fall from height 墜落・転落	232
Fall from high level 墜落・転落	101	Caught in / Between はさまれ・巻き込まれ	102	Fall from height 墜落・転落	102	Struck by Moving Objects 激突され	13	Traffic accident (road) 交通事故(道路)	218
Electric shock 感電	77	Collision 激突	101	Caught in / Between はさまれ・巻き込まれ	33	Caught in/ Between Objects はさまれ・巻き込まれ	8	Caught in / Between はさまれ・巻き込まれ	132
Materials or objects collapsed or fell on top 崩壊・落下	53	Hit by flying object 飛来物との衝突	65	Collapse 崩壊・倒壊	25	Slips, Trips & Falls 滑り・転倒	6	Collided 激突され	78
Hit or crashed by materials or objects 衝突・激突	13	Collapse 崩壊・倒壊	39	Electric shock 感電	24	Struck by Falling Objects 落下物との衝突	6	Collapse 崩壊・倒壊	57

表2 アジア各国の建設業における事故の型別死者数の上位5型(2016年、タイのみ2017年)[1]

タイ		韓国		台湾		シンガポール		日本	
Construction industry 建設業全体	139	Construction industry 建設業全体	499	Construction industry 建設業全体	86	Construction industry 建設業全体	24	Construction industry 建設業全体	294
Vehicle accident 車両事故	44	Fall from height 墜落・転落	281	Fall from height 墜落・転落	37	Fall from height 墜落・転落	6	Fall from height 墜落・転落	134
Fall from high level 墜落・転落	32	Collision 激突	46	Traffic accident (road, railway) 交通事故(道路・鉄道)	21	Struck by Moving Objects 激突され	6	Traffic accident (road) 交通事故(道路)	39
Electric shock 感電	22	Hit by flying object 飛来物との衝突	32	Collapse 崩壊・倒壊	8	Crane-related クレーン関連	3	Collapse 崩壊・倒壊	27
Materials or objects collapsed or fell on top 崩壊・落下	21	Collapse 崩壊・倒壊	32	Collided 激突され	5	Struck by Falling Objects 落下物との衝突	3	Collided 激突され	22
Building or building collapsed 建物の倒壊	4	Collided 激突され	27	Electric shock 感電	5	Collapse of Formwork/Failure of its Supports コンクリート型枠の崩壊	2	Caught in / Between はさまれ・巻き込まれ	19

となった。

⑤WHOとILOへの協力

WHOとILOの共同研究グループによる世界の職業病推計に関する新しいプロジェクト「WHO/ILO joint methodology for estimating the work-related burden of disease and injury」(focal person, Dr Yuka Ujita)が開始されており、本研究プロジェクトの研究成果等を踏まえ、労働安全衛生総合研究所の研究者の参画について検討し、WHO/ILOプロジェクトにおいて、日本の職業病統計に関する情報を提供するとことを通じて職業病罹患率の推計に関する国際共同研究に参加する方針となった。担当としては当面、Long Working Hour (参加予定、吉川)による職業性健康障害に関する領域に参加予定である。

⑥アジア各国に進出する日本企業への情報提供

一般社団法人国際建設技術協会の第5回「ODA 建設工事現場におけるコンサルタントの安全管理能力向上研修」において、英国の労働安全衛生マネジメントについてと題し講義を行い、アジア各国に進出する日本企業に本研究の成果を情報提供した。

【参考文献】

[1] 大嶋勝利, 高橋弘樹, 吉川直孝, 平岡伸隆, 豊

澤康男 (2019) アジア各国における建設業の労働災害の傾向. 土木学会令和元年度全国大会, 第74回年次学術講演会, 講演概要集.

【研究業績・成果物】

[原著論文]

- 1) 吉川直孝, 大嶋勝利, 豊澤康男, 平岡伸隆, 濱島京子, 清水尚憲(2019) 機械分野の安全学から見た建設業における安全衛生の課題と今後の方針に関する提案. 土木学会論文集F6(安全問題), Vol.75, No.1, pp. 1-11.

[報告書]

- 1) 大嶋勝利, 高木元也, 高橋弘樹, 吉川直孝, 平岡伸隆, 豊澤康男(2019) 平成30年度厚生労働省委託事業 建設工事の設計段階における労働災害防止対策の普及促進事業 報告書. 労働安全衛生総合研究所.

[その他の専門家向け出版物]

- 1) 大嶋勝利(2018) 建設現場の安全衛生改善に向けた取り組み. 建設マネジメント技術編集委員会, 建設マネジメント技術, 2018年九月号, p. 5, 東京, 経済調査会.
- 2) 吉川徹(2018) 産業安全保健国際協力の経験と

表 3 アジア各国の全産業における事故の型別死傷者数の上位 5 型(2016 年、タイのみ 2017 年)

タイ		韓国		台湾		シンガポール		日本	
All manufacturer 全産業	86,278	All industry 全産業	78,668	All industry 全産業	50,933	All industry 全産業	13,014	All industry 全産業	117,910
Cut or stabbed by material or objects 切れ・刺され	20,871	Fall of same level 転倒	15,948	Traffic accident (road, railway) 交通事故(道路・鉄 道)	21,323	Slips, Trips & Falls 滑り・転倒	3,494	Fall of same level 転倒	27,152
Materials or objects collapsed or fell on top 崩壊・落下	13,499	Fall from height 墜落・転落	14,679	Caught in / Between はさまれ・巻き込まれ	6,884	Struck by Moving Objects 激突され	2,119	Fall from height 墜落・転落	20,094
Hit or crashed by materials or objects 衝突・激突	12,293	Caught in / Between はさまれ・巻き込まれ	13,260	Cut / Abrasion 切れ・こすれ	5,969	Cut / Stabbed by Objects 切れ・刺され	1,570	Reaction to motion / Unreasonable motion 動作の反動・無理な 動作	15,081
Materials or objects or chemicals splashed into eyes 飛来物・化学薬品等 の目への曝露	10,149	Cut / Picked 切断/刺され	8,541	Fall of same level 転倒	4,701	Struck by Falling Objects 落下物との衝突	1,190	Caught in / Between はさまれ・巻き込まれ	14,136
Pinched or pulled by materials or objects 引っ掛かり・引き込ま れ	6,894	Hit by flying object 飛来物との衝突	7,246	Fall from height 墜落・転落	4,178	Caught in/ Between Objects はさまれ・巻き込まれ	1,120	Traffic accident (road) 交通事故(道路)	8,125

表 4 アジア各国の建設業における事故の型別死傷者数の上位 5 型(2016 年、タイのみ 2017 年)[1]

タイ		韓国		台湾		シンガポール		日本	
Construction industry 建設業全体	8,972	Construction industry 建設業全体	25,476	Construction industry 建設業全体	8,805	Construction industry 建設業全体	2,309	Construction industry 建設業全体	15,058
Materials or objects collapsed or fell on top 崩壊・落下	1,916	Fall from height 墜落・転落	8,699	Cut / Abrasion 切れ・こすれ	1,878	Struck by Moving Objects 激突され	473	Fall from height 墜落・転落	5,184
Cut or stabbed by material or objects 切れ・刺され	1,745	Fall of same level 転倒	3,995	Caught in / Between はさまれ・巻き込まれ	1,821	Slips, Trips & Falls 滑り・転倒	381	Caught in / Between はさまれ・巻き込まれ	1,585
Hit or crashed by materials or objects 衝突・激突	1,216	Hit by flying object 飛来物との衝突	3,368	Traffic accident (road, railway) 交通事故(道路・鉄 道)	1,647	Struck by Falling Objects 落下物との衝突	268	Fall of same level 転倒	1,512
Materials or objects or chemicals splashed into eyes 飛来物・化学薬品等 の目への曝露	1,199	Cut / Picked 切断/刺され	2,675	Caught in / Between はさまれ・巻き込まれ	893	Caught in/ Between Objects はさまれ・巻き込まれ	242	Hit by flying or falling object 飛来・落下	1,457
Fall from high level 墜落・転落	1,127	Collision 激突	2,380	Fall of same level 転倒	867	Falls from Heights 墜落・転落	232	Cut / Abrasion 切れ・こすれ	1,422

今後への期待:特集広がる産業安全保健の国際協力. 労働の科学 73(8):24-29.

- 3) 大幢勝利, 吉川直孝, 平岡伸隆, 豊澤康男 (2018) 諸外国における労働安全衛生に関する施策や規制の動向調査と展開の検討ー計画・設計段階から考える工事安全に関する海外の好事例調査ー. 平成 30 年度版 建設業安全衛生年鑑, p.58.
- 4) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 豊澤康男 (2018) 日本の建設業における安全衛生の課題, 平成 30 年版 建設業安全衛生年鑑, 建設業労働災害防止協会, p.59.

[国内外の研究集会発表]

- 1) Katsutoshi Ohdo (2018) The Effect of Fall Prevention Methods for Construction Scaffolds in Accident Prevention, Proceedings of the AHFE

2018 International Conference on Safety Management and Human Factors, Advances in Safety Management and Human Factors, Florida, USA, pp. 306-314.

- 2) Yoshikawa T, Kogi K. 1667e How we promote participatory multifaceted workplace improvements for avoiding overstrained work known as 'karoshi'. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75 (Suppl 2) A302;
DOI: 10.1136/oemed-2018-ICOHabstracts.864.
- 3) Yoshikawa T, Kogi K. 1719e Intercountry networking occupational health services in Japan and Asia. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75 (Suppl 2) A226-A227;
DOI: 10.1136/oemed-2018-ICOHabstracts.641.

- 4) 大幢勝利, 吉川直孝, 高橋弘樹, 豊澤康男 (2018) 設計から考える建設現場の安全対策の海外事例. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 150 - 153, 東京, 安全工学会.
- 5) 大幢勝利, 吉川直孝, 平岡伸隆, 豊澤康男 (2018) 計画・設計段階から考える工事安全の海外の法制度と効果. 土木学会平成 30 年度全国大会, 第 73 回年次学術講演会講演概要集, VI-516, pp. 1031-1032.
- 6) 吉川直孝, 大幢勝利, 豊澤康男, 平岡伸隆 (2018) 建設業におけるハザードとリスクについて, 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp.164-167.
[特別講演等]
- 1) 大幢勝利(2018)一般社団法人国際建設技術協会 第 5 回「ODA 建設工事現場におけるコンサルタントの安全管理能力向上研修」英国の労働安全衛生マネジメントについて.
- 2) Katsutoshi Ohdo (2018) Collaboration research project for Construction safety in Asia, AOSHRI2018.
- 3) Katsutoshi Ohdo(2018)マレーシアにおける The 5th Scientific Conference on Occupational Safety and Health (SciCOSH2018)の講演, Recent Trend of OSH in Japanese Construction Industry.
- 4) 吉川直孝(2018) 国内および海外の建設業における労働安全衛生の最近の話題, 日本橋梁株式会社 工事安全衛生協力会 平成 30 年度勉強会.

4. 基盤的研究成果概要

a. リスク管理研究センター

(1) 建設作業者のハザード抽出スキルの分析

高橋明子(リスク管理研究C)

【研究概要】

(1) 背景

[建設現場の特徴と社会的ニーズ、先行研究の課題]

建設現場は仮設状態での作業や高所作業など危険作業が多い上、現場ごとに作業環境が異なる、作業の進捗に伴い作業環境が変化する、様々な職種の作業者が混在するなどの特徴があり、作業環境が一定でない。そのため、事前の管理的対策だけで労働災害を防止するのは困難であり、作業者がその場で様々な危険要因を適切に発見し、事故リスクを回避する必要がある。

先行研究(高橋他、2013)では、タブレット端末を用い、作業者が現場の危険要因を学習するための教材を作成した。この教材については、多くの企業から問い合わせを受け、安全衛生大会にて教材として利用された。このように労働者の危険感受性や安全意識の向上に対する社会的関心は高く、労働者の危険予知活動に活用できるツールや情報に対する社会的ニーズは高い。

しかし、作業者を対象として、この教材の教育訓練効果を検討した結果、危険認知能力の向上について一定の訓練効果が認められたものの、教材の提示内容に含まれない危険要因については危険予知テストでの発見率は上がらなかった。このことから、作業者が教材による訓練をしても、危険要因の系統立てた理解はしていないと考えられた(高橋他、2016)。

そのため、危険要因を一つ一つ学習するのではなく、危険要因を概念的なカテゴリーに分け、それらのカテゴリーを学習することにより、同じ特性を持った危険要因を発見できる応用性のある教育内容を考える必要があった。

しかし、建設現場のハザードは定義されていないため、まず他分野の先行研究を参考に、建設現場のハザードを抽出、分類し、ハザード抽出スキルを明らかにする必要がある。

[参考: 他分野のハザード抽出スキルの研究]

交通分野では、交通環境に潜むハザードをそれらの特性に従って顕在的ハザード、行動予測ハザード、潜在的ハザードの3種類に分類している。蓮花(2003)は、これらのカテゴリーごとにドライバーのハザード抽

出スキルを測定し、顕在的ハザードは加齢に伴う変化はそれほどないが、行動予測ハザードと潜在的ハザードは加齢に伴い急速に低下することを報告した。このように、ハザードを分類し測定することで、高齢ドライバーのハザード抽出スキルの特徴をとらえやすくなるし、高齢ドライバーの弱点(行動予測ハザード、潜在的ハザード)を中心に教育すれば、効率的にリスクを減らせると考えられる。

(2) 目的

本研究では、交通分野のハザードの分類方法を参考に、建設現場のハザードを抽出、分類し、作業者のハザード抽出スキルを詳細に測定する。それにより、作業者のプロフィールごとのハザード抽出スキルの特性や弱点を明らかにする。さらに、その情報を労働現場へ提供し、弱点を中心とした教育内容を提案することにより、作業者のハザード抽出スキルの向上に役立てる。

(3) 方法

本研究は、①建設現場のハザードの抽出と分類(ヒアリング調査)、②建設現場のハザード分類の妥当性検討(実験)、③建設作業者のハザード抽出スキルの測定(実験)の3段階で進める予定である。

①では、安全管理担当者と作業者を対象としたヒアリング調査により、建設現場のハザードを抽出し、特性により分類する。また、ハザードの分類方法について専門家と議論する。②では、作業者を対象とし、ハザードを含む建設作業の動画(CGアニメーション)を主観的に分類する心理実験により、建設現場のハザード分類の妥当性の検討をする。③では、作業者を対象とし、ハザードを含む建設作業の動画(CGアニメーション)の危なさなどを評価する心理実験により、作業者のプロフィール(年齢、経験年数等)ごとのハザード抽出スキルの特徴を明らかにする。

(4) 研究の特色・独創性

作業者に着目し、労働災害の発生要因を検討している先行研究は、災害データや質問紙調査を用い、作業者のプロフィール、パーソナリティ、雇用状態などの要因と労働災害の発生率の関係を明らかにしているものが多い。しかし、本研究のように、作業者の現場でのハザードの抽出スキルに着目した研究は少

なく、その点が本研究の特色である。また、建設現場のハザードの定義や分類をし、作業者のハザード抽出スキルの特性を明らかにした研究は見当たらず、独創的である。

[参考： 防災計画との関連性]

第12次労働災害防止計画において、「労働者本人の無意識による不安全な行動が誘発するリスク」について労働者へ情報提供をすることにより、「労働者1人1人の安全に対する意識や危険感受性を高め」ることは、重点施策に対する具体的取り組みの1つとして明記されている。本研究によって作業者のハザード抽出スキルの特性を明らかにし、現場へ情報提供すれば、作業者がハザード抽出スキルを自覚でき、ハザードへの意識が向上すると考えられる。そのため、本研究はこの具体的取り組みに準ずるものである。

【研究計画】

当初、「建設現場のハザード分類の妥当性検討(実験)」、「建設作業者のハザード抽出スキルの測定(実験)」を分けて実施する予定であったが、同時に実施可能であるため、「建設作業者のプロフィールによるハザード抽出スキルの特性に関する実験」として実施する。

- (1)「建設作業者のプロフィールによるハザード抽出スキルの特性に関する実験」の本実験
- (2)「建設作業者のプロフィールによるハザード抽出スキルの特性に関する実験」の分析
- (3)論文の執筆

H30年度は最終年度となるため、実験で得られた結果について、論文等にまとめる。

【研究成果】

- (1)「建設作業者のプロフィールによるハザード抽出スキルの特性に関する実験」の本実験

この実験は、建設作業者を対象にハザードのリスクなどを評価してもらうことにより、建設現場のハ

ザードを特性によって定義・分類し、同時に、経験によるハザード抽出スキルの違いを明らかにするものである。それによって、特に、経験の浅い作業者が見つけられないハザードを検討した。

経験の浅い建設作業員(建築技術専門校訓練生)64名、ベテランの建設作業員21名のデータを取得した。

- (2)「建設作業者のプロフィールによるハザード抽出スキルの特性に関する実験」の分析

建設現場のハザードは起因物と落ち方の特性により、3種類(脚立、頭在開口部、潜在開口部)へ分類できた。この結果は、脚立因子が作業時、それ以外は移動時の場面が中心であったため、建設作業員は移動時と作業時のハザードのとらえ方が異なるとも考えられる。しかし、ハザードの正解率と主観評価を経験によって比較した結果、差異が見られず、本実験の結果から経験の浅い作業員にとって見つけるのが難しいハザードを明確に抽出することができなかった。一方で、実験後のヒアリングでは、複数の作業員から「経験が増えると現場の見え方が変わってくる」という意見が得られ、経験によってハザード抽出スキルが異なる可能性があった。そのため、本研究では実験方法に制約があり、適切にハザード抽出スキルが測定できなかったのか、ハザード抽出スキルの着目すべきポイントが異なるのかについて今後、検討する必要がある。

- (3)論文の執筆

ハザード抽出スキルに関連する論文を執筆した。

H30年度の成果の公表

論文1編(冷凍)、国内の学会発表1件(日本応用心理学会ワークショップ)

(2) 脚立上での作業行動と転落リスクの関係性評価

【研究概要】

- (1)背景

国内の労働災害では墜落・転落が死亡原因のトップを占めるが、主な起因物の一つに高所作業用具(脚立、踏台、足場台など)がある。研究代表者らの調査によれば、脚立に関する災害だけで死亡は年間20件以上、休業4日以上災害は約4千件発生している。また落下の高さは1.5m未満が

菅間敦(リスク管理研究C)、高橋明子(同)

多いにも関わらず、被災者の6割が1ヶ月以上休業するなど重篤な怪我をおうことも多い。

高所作業用具からの転落は、用具もしくは作業員の姿勢が崩れることで発生するが、その約7割は作業員の姿勢の崩れがきっかけであることが明らかとなっている。そこで研究代表者は人間工学的観点から高所作業の安全性について検証することが重要であると考え、これまでに脚立への立ち

方と人の姿勢安定性の関係について実験研究を実施してきた。

一方、実際の作業現場では脚立上で工具使用や荷物の取扱いを行っていたと考えられるが、作業中の反動や特殊な作業姿勢の影響が、作業者の姿勢安定性に与える影響についてはほとんど明らかにされていない。そこで、反動のある作業や特定の姿勢をとる作業について、物理的な転落リスクを姿勢動揺から評価する必要がある。また、作業者自身の姿勢安定性やリスクに対する主観的な感覚の影響も無視できない。人の姿勢バランスは予測的に制御されているため、作業者が反動の影響を正しく認識していなければ、小さい力でも予期せぬ反動となってバランスを崩すことが考えられる。そこで反動等が生じた際の姿勢の動揺を不安定感やリスクの主観評価と比較することで、潜在的な転落リスクに対する認知のギャップを明らかにすることが重要である。

(2) 目的

本研究では、実際の作業中に受ける反動が姿勢のバランスと作業者の主観的なリスクに与える影響について調査し、物理的な安定性と主観的な認知のギャップについて検証することを目的とする。

(3) 方法

初年度は、作業を発揮力や姿勢の特徴に基づいて分類した後、特に転落リスクが高いと考えられる作業を選定し、実際の反動の大きさや姿勢を調査する。また、転落リスクや姿勢安定性に対する主観評価のアンケート調査の方法について検討する。次年度は実際の作業を模擬した実験を行い、身体動揺やリスクの主観評価の計測および解析を行う。最終年度は、得られたデータから認知ギャップに対する評価関数を作業内容別に構築する。そして発揮力や足場幅に対する変化から、総合的な転落リスクを示し、高所作業用具上での発揮力の上限や必要な足場幅について検討を行う。

(4) 研究の特色・独創性

これまでの安全対策は用具の構造安定化を中心に進められてきたため、本研究のように人の姿勢バランスと主観的な感覚という人間工学的観点から安全性を検討することは非常に特色がある。特に、人の姿勢バランスについて物理的なリスクと認知とのギャップを明らかにすることはこれまでにほとんど行われていないアプローチであり、転落災害のメカニズムと防止方策について新たな視点が得られる可能性がある。

【研究計画】

平成29年度に実施した壁への押し込み作業実験のデータ解析を行う。姿勢安定性の評価指標としてZero Moment Point (ZMP) 等を用い、手の押し込み力と身体の傾斜がどのように姿勢のバランスに影響しているか評価する。また安定主観評価モデルに基づいて、実験参加者の発揮力の予想と実感を実際の発揮力や関節モーメントの値と比較し、物理量を説明変数とする心理量の定式化について検討する。また、足場の狭さが与える影響についても評価する。

実際の作業現場における手持ち工具や反動工具の使用状況を調査する。主に建設業における戸建て住宅の建設現場を想定しており、工具等の種類、作業場所、作業対象および周辺環境、足場、作業時間などを整理し、反動による転落リスクが高いと考えられる代表的な作業をリストアップし、平成30末～31年度に実施予定の実験内容に反映する。

【研究成果】

平成29年度に実施した壁への押し込み作業実験のデータ解析を行った。その結果、実際に発揮した力は身長比0.6(腰付近)の高さで最も大きくなったが、知覚した力は身長比0.85(肩付近)で最大と評価され、最大値の出現条件が異なる傾向がみられた。また知覚した力は全体的に過小評価される傾向にあった。この現象に対して我々は、反力ではなく、反力による足部トルクが姿勢バランスと知覚に影響していると仮定し、簡易な力学モデルを用いた検討を行った。

その結果、知覚した力は発揮力によるトルク成分と相関が高く、実際の発揮力には重心位置と手の高さが影響を与えることが示された。これらの知見から、力の知覚率を(知覚した力÷発揮した力)と定義し、推定式を構築した。推定式と実測値を比較したところ、比較的高い精度で知覚率を推定可能であり、力の知覚率は手の高さから強く影響を受けることが明らかとなった。高さ別にみると、身長比0.35(膝付近)の高さで知覚率が0.6を下回り最も過小評価することが示された。このことから、腰より低い高さでは発揮力を過小評価して脚立など用具の転倒につながる可能性が示唆された。

次に、大きな外力を受ける作業の代表例として、建設業等で用いられる高圧釘打ち機による作業を評価するため、現場調査を行った。現場は戸建住宅建設現場を訪問し、実際の作業の様子の観察と、作業者へのヒアリングを行った。この釘打ち作業をモデルとして、実験室で実際に釘打ち機を

使用する際の反動と作業姿勢の揺らぎ等の測定を行った。

研究成果は原著論文1件、国際会議発表1件、

国内学会発表2件となっており、予定以上に進捗した。

(3) 外国人労働者の労働災害防止に資する非言語標識・教材等に関する基礎的研究

高木元也(リスク管理研究C), 呂健(同), 庄司卓郎(産業医科大学)

【研究概要】

(1) 背景

わが国では外国人労働者が増加している。外国人労働者の受け入れの代表的なものに、外国人技能実習生制度(就労期間3年)がある。この制度は、開発途上国等の青壮年労働者を日本に受け入れ、日本の産業・職業上の技能等の移転を通じ、それぞれの国の経済発展を担う人材育成に寄与することを目的に、1993年に創設され、外国人技能実習生等の受け入れ状況は、2012年には85,925人であったものが、2014年には98,695人と近年大幅に増加している。また、国土交通省では、震災復興事業の更なる加速を図るとともに、2020年オリンピック・パラリンピック東京大会の関連施設整備等による一時的な建設需要の増大に対応するため、緊急かつ時限的措置(2020年度まで)として、国内人材の確保に最大限努めることを基本とした上で、即戦力となり得る外国人労働者の活用促進を図るため、平成27年4月から、外国人建設就労者受入事業(就労期間5年)を開始した。

このような制度の推進の背景には、受入側である日本企業の一部の業種に見受けられる慢性的で深刻な人手不足があり、このことを踏まえ、今後、外国人労働者の増加が見込まれている。

現場で外国人労働者が働くことにより、外国人特有の新たな危険要因が出現することが懸念されている。その代表的なものとしては、日本語が十分に理解できないことにより、安全指示がうまく伝わらない、緊急避難ができない、安全標識が理解できないなどにより危険に遭遇することがあげられる。

外国人技能実習生の労働災害発生状況をみても、JITCO公表データによると、2013年度の外国人技能実習生の労働災害は、全体で、休業4日以上死傷災害が394人、休業4日未満が715人と多くの労働災害が発生している。このうち建設業に限ると、2013年度では、外国人技能実習生数3,666人に対し休業4日以上死傷災害は84人と、被災率は2.3%である。一方、建設業全体では、技能労働者数は約300万人といわれており、これに対し2013年の休業4日以上死傷災害は約17000人と被災率は0.6%に過ぎず、建設現場の外

国人技能実習生の被災率の高さは際立っている。

今後、外国人労働者の増加が見込まれるのであれば、このような問題を喫緊の課題ととらえ解決していかなければならない。

すでに、厚生労働省では外国人労働者の労働災害防止のための施策を講じている。平成28年度、厚生労働省は安全衛生教育等推進要綱を定め、労働局、産業団体等に対しその推進を促しているが、その中で、教育等の推進の当たっての留意事項の一つに外国人労働者の安全教育をあげ、日本語や日本の労働慣行に習熟していない外国人労働者に対し、労働災害防止のための指示等を理解することができるように必要な日本語や基本的な合図等、事業場内における労働災害防止に関する標識、掲示等についても習得させることを求めている。また、平成30年度からスタートする第13次労働災害防止計画の推進項目案の一つに、外国人労働者等に対する非言語情報による職場の危険回避等の推進が検討されている。

これらの行政施策に対し、科学的根拠の提供による後押しが必要である。

(2) 目的

本研究では、わが国で働く外国人労働者を対象に、どのような労働災害が発生しているか、どのような安全上の課題があるかなどを明らかにするとともに、日本語が十分に理解できないことによる労働災害を防止するため、非言語の安全標識や安全教育の開発に資する基礎的・科学的な研究を行う。

(3) 方法

実態調査、労働災害データ詳細分析、非言語標識・教材の試作および効果の検証

(4) 研究の特色・独創性

わが国において外国人労働者の労働災害防止に関する研究は見受けられず、独創性を有する研究といえる。

また、労働災害防止における行政上の重点課題に掲げられているテーマに対し、行政との密な連携をとりつつ、科学的根拠に基づきその解決策を提案する点に特色がある。

【研究計画】

- (1)外国人技能実習生の実態調査
- (2)日本建築学会建設技能者問題小委員会での研究討論
- (3)大東建託との共同研究
- (4)非言語標識・教材の制作及び効果の検証

【研究成果】

- (1)外国人技能実習生の実態調査
元請業者、雇用主等を対象に実態調査(ヒアリング15社、アンケート調査(n=182))を行い、外国人技能実習生の実態、安全衛生上の課題等を抽出した。
- (2)日本建築学会建設技能者問題小委員会での研究討論
研究成果を建築生産シンポジウム等で発表した。
- (3)大東建託との共同研究
中小企業プロ研で開発した危険要因知覚教育シ

ステムをベトナム語版に改良し、大東建託の安全教育で活用し効果を検証した。

大東建託がベトナムハノイのダイナム大学で行っている入国前の実技等研修の実態調査を行い、入国前研修の効果等を抽出した。

- (4)非言語標識・教材の制作

①試作

日本語が理解できなくても理解できる非言語安全標識(イラスト)、非言語映像教材等を試作した。

②効果の検証

大手ハウスメーカーの協力の下、試作品の効果を検証した。

③試作品の改良

効果検証での指摘事項を踏まえ、試作品を改良した。

b. 安全研究領域

(1) クレーン用ワイヤロープの疲労特性に影響する諸因子の検討

本田尚(機械システム安全研究G), 山口篤志(同), 山際謙太(同), 佐々木哲也(同)

【研究概要】

(1) 背景

各種クレーンにおいて、つり荷落下やジブ倒壊といったワイヤロープの破断を原因とした労働災害が発生している。これらの労働災害は、メンテナンスコスト削減のために消耗品であるワイヤロープの点検・管理が軽視されていること、およびワイヤロープの点検・管理が素線の断線数と摩耗量のみであることに起因している。このため、ワイヤロープの破断による労働災害を防止するために、安全かつ効率的なワイヤロープの管理方法が求められている。

(2) 目的

安全かつ効率的にワイヤロープを管理するには、これまでの素線断線数および摩耗量による管理に加えて、つり上げ荷重とつり上げ回数による寿命評価手法を導入する必要がある。そのためには、ワイヤロープの疲労強度を求める必要があり、統一された標準的疲労試験方法を規格化する必要がある。本研究は、ワイヤロープの標準的疲労試験方法の規格化を目標として、ワイヤロープの疲労特性に影響する因子を明確にするとともに、各因子の疲労特性に対する影響度を調査することを目的とする。

(3) 方法

ワイヤロープのS字曲げ疲労試験を、ワイヤロープ径とシーブ径および張力を変えて行う。また、U字曲げ疲労試験を行い、S字曲げ疲労試験の結果と比較する。

(4) 研究の特色・独創性

ワイヤロープの疲労特性について研究した例は

少なく、一定のつり上げ回数に対する疲労強度を求めた例はない。また、シーブ径 D とロープ径 d の比 D/d が疲労強度に及ぼす影響を調査した例はあるが、同じ D/d でもロープ径が異なる場合の疲労強度を調査した例はない。

【研究計画】

・ S字曲げ疲労試験

直径12.5mmおよび10mmのワイヤロープを $D/d = 16$ で疲労試験を行い、直径16mmの疲労試験結果と比較することで、疲労寿命を公称応力で評価できるか調査する。

・ U字曲げ疲労試験

直径12.5mmおよび10mmのワイヤロープを $D/d = 16$ で疲労試験を行い、S字曲げ疲労試験と同様に、疲労寿命を公称応力で評価できるか調査する。

【研究成果】

- ・ S字曲げ疲労試験において、3種類のクレーン用ロープを対象に、直径の異なるワイヤロープを $D/d = 16$ で疲労試験を行ったところ、ロープ径にかかわらず、S-N線図における疲労特性は同等であった。 D/d が同一の場合、ロープ径 d が変化しても疲労特性には影響しないことを示した。
- ・ S字曲げ疲労試験とU字曲げ疲労試験のそれぞれの結果を整理し、① D/d が同一であれば、 d の影響はない、②ロープの種類によって、S-N線図における疲労特性が異なる、③ D/d や曲げモードが変化しても、S-N線図上の傾きは変化しないことを示し、クレーン用ロープの疲労特性はシーブの通過回数で整理できることを示した。

(2) 現場の地耐力調査と仮設的な補強方法の検討

堀智仁(建設安全研究G), 玉手聡(同)

【研究概要】

(1) 背景

建設機械の導入は工期やコストの縮減が期待できる反面、労働者との輻輳作業等により、機械の後退中に労働者がひかれる災害や、機械の転倒による労働災害等が発生している。建設機械の

転倒災害は、路肩からの逸脱やその崩壊によるもの、設置地盤の強度及び養生不足によるものがほとんどである。

建設機械の転倒災害の中でも、基礎工事用機械等の大型建設機械による災害は、被害が現場内のみならず、その周辺にまで及ぶことがあり、社

会的インパクトの大きな労働災害である。この災害の背景には、機械を設置する地盤の調査法が簡易でないことや、敷鉄板を用いた適切な地盤養生方法に関する知見がないこと、機械設置時の安全性を確認する方法が不明確であるなどの理由がある。

建設機械の転倒災害を防止するためには、現場の地耐力を迅速かつ精度良く計測することができる調査法を確立すると共に、敷鉄板による適切な地盤養生方法を明らかにする必要がある。

(2) 目的

地盤崩壊に起因する機械の転倒災害を防止するために、敷鉄板を用いた地盤養生方法について、模型実験により有効性を確認し、安全作業に必要な条件を明らかにする。

現場の地耐力を迅速に求めることができる現場地耐力試験について、データの蓄積を行うと共に、既存の試験方法による結果との比較を行う。

(3) 方法

敷鉄板模型を作製して、最適な敷設方法を実験的に明らかにする。有限要素法解析(FEM解析)等の数値解析も併せて実施し、実験結果の検証を行う。

地盤調査法に関する研究については、地耐力を迅速に求めることができる現場地耐力試験と既存の試験法である平板載荷試験の結果の比較を行う。データの蓄積を主な目的とし、現場での実験は専門の工事業者に協力いただき試験を実施する予定である。

(4) 研究の特色・独創性

敷鉄板の敷設方法に着目した研究は、研究代表者の知る限り国内外で研究例がない。また、敷鉄板の敷設方法に関する研究は、文科省の科研費(若手研究B)に採用されている。このことから、敷鉄板の敷設による効果的な荷重分散に関する研究は、独創的であり学術的に高い意味を持つと考える。

【研究計画】

(1) 地盤補強に関する研究

碎石の敷設により、機械の接地圧が大幅に低減することが確認されたが、碎石と敷鉄板を併用した場合の地盤養生効果について知見がないため、実験的に調査する。

機械設置時の安全性の検討では、荷重が作用する面積(有効面積)の算出が不可欠であるため、その算出方法について検討を行う。

(2) 現場地耐力試験に関する研究

前年度に引き続き、現場地耐力試験と平板載荷

試験を実施して、両試験結果の比較を行う。

(3) 技術的課題の整理

現状の問題点を整理して、解決すべき技術的課題を整理する。

【研究成果】

(1) 敷鉄板を用いた地盤養生に関する研究

敷鉄板模型を1/25スケールで作製して、その敷設方法と載荷位置の違いが地盤の補強効果に与える影響について調査した。その結果、重ね敷きの方法を工夫することにより、一枚敷きに比べ地盤の補強効果が約2.5倍に増加することが明らかになった。本研究成果は、大型の基礎工事用機械を多く使用する事業者へ情報を提供し、各社の社内マニュアル等に採用された。

(2) 碎石を用いた地盤養生に関する研究

大型建設機械の設置時に機械の接地圧を分散させる目的で碎石が敷設される場合がある。碎石敷設のメリットは、平坦性の確保が容易であることや、機械の接地圧の低減が期待できることである。

一方で、碎石を敷設した場合、一般的に荷重分散法(ボストンコード法)によって地盤に作用する圧力を算出して、安全性の評価が行われている。その分散角には30度や45度等の値が採用されている。この値は安全性を大きく左右するため、妥当性について十分検討する必要がある。本研究では、関東ロームを締固めて基盤層を作製し、その上に碎石層を模擬した珪砂3号を堆積させた模型地盤に対して支持力実験を行った。支持力実験では、大きさの異なる正方形基礎(30mm, 35mm, 60mm)を用いて荷重を与えた。

模型地盤は、基盤層の締固め圧を10, 20, 50, 100kPaの4種類の圧力で締め固めて、異なる強度を有する基盤層を作製した。碎石層を模擬した珪砂3号は相対密度が90%程度となるよう締め固めた。支持力実験の結果から、締固め圧が低い(基盤層の強度が低い)場合、碎石の敷設により、地盤の強度が高くなり、地盤の補強効果が確認された。

一方、締固め圧が高い(基盤層の強度が高い)場合、碎石を敷設した条件で、支持力が著しく低下した。この原因として、碎石層内ですべり面が卓越したことが考えられる。

以上の結果から、基盤層の強度の違いにより碎石の地盤補強効果が異なり、基盤層の強度が十分高い場合、碎石は地盤の支持力を弱める可能性が明らかになった。

(3) 現場地耐力試験に関する研究

茨城県内の試験場にて、平板載荷試験(PLT, 従来法)及び本研究所が開発した現場地耐力試

験(BCT)を実施して各試験結果を比較した。また、これらの試験に加え、重錘を落下させてその衝撃力から地盤の支持力を求めることができる簡易支持力試験もBCT試験の周辺で複数点実施した。

試験の結果、PLT(従来法)とBCTの荷重-沈下

関係はほぼ一致していることが確認された。それに対して、簡易支持力測定器を使用した実験では、中央値は前述した試験結果と大きな差はないものの、バラツキが非常に大きく、地耐力評価の方法としては不適切であることがわかった。

(3) 地下水位変動に伴う切土斜面の崩壊危険に関する研究

平岡伸隆(建設安全研究G), 吉川直孝(同), 堀智仁(同), 玉手聡(同)

【研究概要】

(1) 背景

平成25年11月、秋田県由利本荘市の市道災害防除工事中において、切土作業終了後、法面下部に斜面を安定化させるためのふとん籠を施工中、盛土が崩壊し5名が死亡する労働災害が発生した。災害発生現場では融雪水や降雨によって地下水位が常時高く、崩壊発生前には湧水が確認されていた。この地下水の排水対策が成されていなかったことが災害発生の一因とされている。

補修・復旧工事や谷埋め盛土、集水地形での工事においては、地下水位の変動に起因した災害が発生することがある。過去の労働災害から見ても、土砂崩壊による労働災害の内、斜面災害では、降雨、雪、地下水、湧水など水に関連して発生した災害は全体の約6割を占めることが報告されている。

しかし、具体的に「水」の存在がどの程度災害発生に寄与するのか、またどのような対策が有効なのか十分に検証されていない現状にある。

そこで、同種災害防止の観点から、工事対象斜面内の地下水が高い場合の崩壊危険度を解明し、それに基づいた対策案の検討が必要である。

(2) 目的

上記の背景を踏まえ、土砂崩壊による労働災害において、地形、地質といった素因と、掘削、降雨や融雪水による地下水の存在といった誘因が崩壊発生および災害規模の重大化に、どの程度の影響を及ぼすか明らかにする。また、地下水が確認される盛土の切土掘削工事現場において、施工前の計画段階での検討事項と、施工中に監視等の効果的な予防手段はあるのか明らかにすることを目的とする。

具体的な検討項目を以下に挙げる。

- 1)切土掘削工事における危険性の把握
- 2)地下水の上昇による斜面崩壊危険度の把握
- 3)切土掘削工事における安全対策の検討

(3) 方法

1)切土掘削工事における危険性の把握

・死亡災害事例の詳細分析

これまでの土砂崩壊による死亡災害について、地形、地質、工法、工事規模といった一般的な項目に加え、いくつかの「水」に関連した項目を中心に分析する。例えば、当日までの降水量別の災害発生傾向、災害発生当日の土壤雨量指数による分析、水が関連した場合の災害規模の傾向等が挙げられる。

2)地下水の上昇による斜面崩壊危険度の把握

・遠心模型実験による再現実験

遠心場において、斜面角度を変化させた盛土に対し、地下水を上昇させることで、掘削後の斜面角と斜面崩壊の限界水位の関係を明らかにする。実験条件の詳細については、死亡災害事例の分析結果を基に決定する。

・安定解析による再現計算とケーススタディ

模型実験の再現計算を実施し、安定解析の妥当性を検証する。さらに、地下水位や斜面角を変更し、その傾向分析によって危険度評価の一般化を図る。これらによって斜面角に応じた目標基準水位の設定や、地質・地形が変化した場合における危険度評価が可能になることが考えられる。

3)切土掘削工事における安全対策の検討

・遠心模型実験による施工方法案の検討 (ハード対策・施工前)

地下水を有する斜面に対し切土掘削を実施する場合、土砂崩壊の防止対策として、排水工、排土工、押え補強盛土工等の施工が挙げられる。このうち、地下水位の低下を目的とした排水工の効果については、前述の遠心模型実験による限界水位から明らかになる。法肩部を取り除く排土工、法尻部に盛土をする押え補強盛土工を実施した場合、斜面崩壊に至る限界水位がどのように変化するのか、その効果を検証する。

・斜面水分動態・変状モニタリングによる崩壊予測

の提案（ソフト対策・施工中）

地下水位が高い、もしくは上昇しやすい現場において、モニタリングシステムによる崩壊予測が有効か検証する。モニタリング項目は水分量、間隙水圧、地下水位といった水分に関わる指標、地表変位、傾斜、ひずみといった変状に関わる指標が挙げられる。一例として、施工現場において、設計時の調査ボーリング孔を利用した観測井内での水位計測によって崩壊危険度を予測することが可能か検討する。水位の閾値の決定には、切土前地形や切土後地形を基に、安定計算をし、危険水位をあらかじめ算出する。

(4) 研究の特色・独創性

国内の土砂崩壊に関する労働災害において、「水」を誘因とした災害の発生率は高いものの、これに着目して過去の事例を調査分析した例はない。また、地下水の上昇による斜面崩壊実験はいくつか実施されているが、地下水を有する斜面に対して、切土掘削を想定したケースや、その対策工法にまでに及んで検証した例は皆無である。

【研究計画】

- ・災害事例分析では分析事例の更新によってサンプルを増やし、土砂崩壊による労働災害と水分又は他の要因の関係を明らかにするためのさらなる詳細分析を進める。
- ・斜面動態モニタリングでは、室内実験に留まらず、屋外の計測結果を利用した場合、提案した手法が有効か検証していく。そのために屋外計測データの収集についても取り組む。
- ・3ケースの遠心実験の詳細な分析や、その結果を踏まえ対策工を模擬した遠心模型実験を実施する。
- ・一般に使用されている斜面安定計算手法で遠心模型実験の結果と整合性のある結果が得られるのか検証を行う。
- ・上記で得られた結果は、逐次学会発表にて外部に発表し、議論する。

【研究成果】

(1) 遠心模型実験による斜面对策工の検討（ハード対策）

昨年度の実験では、全国に分布し斜面崩壊を引き起こしやすいとされる「まさ土」を用いて、高さ5m相当、勾配40、60、75°の斜面を作成し、背面の水位を上昇させ崩壊実験を行った。これらの勾配決定には、各種基準を参考としている。まず、一般的に道路建設工事における切土勾配の基準となる「道路土工」（日本道路協会）では、砂質土の掘削勾配は1:1.2（39.8度）が広く適用されてお

り、勾配40°の検討を決定した。また、安衛則第356条において、まさ土が分類される「その他の地山」の掘削勾配は高さ2 m以上5 m未満の場合は75°、5 m以上の場合は60°の勾配で掘削するとの規定がある。本実験は高さ5 mでちょうどこれらの規則の境となるので、勾配60°および75°を採用した。実験の結果、遠心載荷後、斜面高さが5 m相当になった時点では、いずれの斜面も崩壊しておらず、上記の指針・規則による掘削勾配で地山が自立することが証明された。

しかし、その後、背面の水位を上昇させると、いずれのケースも法先付近の浸透性崩壊が確認され、その後、勾配40°では高さ1.5 mから一部が崩壊、60°勾配および75°勾配では、法先が崩壊したことで、斜面上部の支持力を失い、法肩から大崩壊を引き起こした。したがって、地下水の影響がある場合には、いずれのケースも土砂崩壊が発生し得ることが実験から証明され、また、安衛則の勾配では大崩壊に繋がる恐れがあることが分かった。

また、斜面表層に設置した表層ひずみ計の結果、崩壊前に計測値が上昇し、崩壊の予兆を検知しており、危険時の避難指標としての活用や、現象が緩慢な場合には、設計変更等の地盤技術者の判断材料になることが示唆された。

本年度は降雨時に地下水の上昇が懸念される地山や、既に地下水の高い地山に対して、ハード対策を施すことによって、斜面安定性にどのように影響するか検証するため、昨年度に引き続き遠心模型実験を実施した。先の実験で法肩からの大崩壊が発生した勾配60°の斜面を対象に、地下水を排除するため排水工を打設した斜面にて検証を行う。排水工は本設の場合、斜面全体に設置するのが一般的であるが、切土工事においては、排水パイプの鋼管が掘削の邪魔になることから、斜面下部に最低限設置した場合について検討する。

実験で模擬する排水パイプは既に流通している実際の排水パイプを参考に寸法および開孔率を決定した。参考とした排水パイプは2 mごとに継ぎ足されていく鋼管であるため、本実験においても、2 mの排水パイプ3本を斜面下部に設置した場合と、2 mのパイプを2本継ぎ足した4 mの排水パイプ3本を斜面下部に設置した場合の2ケースを実施した。

実験の結果、2 mの排水パイプにおいては無対策と比較して、背面の地下水位がより高い状態まで崩壊が発生せず、斜面安定性が向上したことが

伺えた。しかし、斜面高さと同等の地下水を背面に与えると、排水能力が追いつかず、浸透性崩壊が始まり、その後、大崩壊が発生した。一方で、4 mの排水パイプにおいては、2 mに比べて斜面の深部から地下水の上昇を抑える効果が表れ、斜面高さと同等の地下水位を与えても崩壊を起こさなかった。2 m排水パイプを設置した場合は、約1600秒まで、4m排水パイプでは最後まで斜面内の地下水の上昇を抑えており、排水パイプの効果が伺える。

これらの実験によって、想定し得る地下水量を満足に排水可能な排水パイプを打設することで、斜面の安定性は上昇することがわかった。実際の施工においても、地下水を排除する排水工を打設し、斜面内の地下水の上昇を防ぐことで、安全な切土工事が可能になるものと考えられる。

(2)斜面動態モニタリングによる崩壊予測(ソフト対策)

昨年度は、基盤的研究K-F26-05を引き継ぎ、

研究内で実施した実大斜面掘削崩壊実験で得られた計測器結果を用いて、既に普及している斜面動態モニタリングセンサにも適用可能な予測式の提案を行った。この予測式には、予測線を決定する計測値を抽出するためのパラメータが3つ含まれており、本年度はそれらの最適化について検討した。また、予測式を算定した崩壊実験は関東ロームを用いた1度の実大規模崩壊実験によって導出しているため、再現性の確認のために高さ90 cmのモデル斜面に傾斜計を設置して、まさ土および関東ロームに対して崩壊実験を行った。また、この実験では、斜面の変状を面的に可視化するために開発した新たな傾斜計を設置して、その動作テストを行った。

さらに、地下水を始めとした斜面内の水分動態を監視するための超音波による水分・水位計についても、特許出願し、製品化に向けて屋外計測を実施した。

(4) 次世代型の昇降・搬送用機械の安全防護の基礎検討

岡部康平(機械システム安全研究G), 和田一義(首都大学東京)

【研究概要】

(1) 背景

第三次産業で使用される機械設備の基本安全技術に関する研究(SRR-No.43-2)において、昇降・搬送用機械を対象とした基本安全技術の検討(SRR-No.43-2)をこれまでに実施した。この課題において分析対象とした、エレベーター、簡易リフト、垂直搬送機等の昇降機械の労働災害は、第一次・二次産業においても依然として多く、全産業分野において不適切な安全管理の抜本的改善と安全技術の更なる向上が未だ求められている。その一方で、これらの昇降機械はコンベヤ等の搬送機械と連携して動作する統合生産システムとして使用されるようになり、さらには、ロボット技術の適応として製品を工場等に保管するだけでなく、店舗に製品を自動的に陳列する自動配送・陳列システムとも融合されはじめている。

(2) 目的

上記の背景を受けて、次世代型の昇降・搬送システムは労働者と安全に共存して、さらには、荷受等で協働して稼働することが求められている。しかしながら、従来の昇降・搬送用機械は共存を前提として設計されておらず、次世代型の要求を満

たすだけの十分な安全性は備えていない。また、産業用ロボット等のロボット分野においても、労働者との共存が近年ようやく技術的に可能となり、公式にそのための要求事項が定められた状況であり、同分野の安全規格等においてもコンベヤ等の搬送機械との連携における安全性については何も具体的に規定できていない状況である。そこで、生産現場から流通現場、さらには、販売現場まで、一貫して昇降・搬送用機械や設備が安全に使用されるための設計方法や管理方法について早期の実験的検証に取り組み、未然防止に寄与することを目標とする。

(3) 方法

まず、導入規模が比較的小さい自動搬送・陳列システムを模擬的に構築し、その模擬環境において、それらシステムの自動化、自律化の研究・開発を実施する。この開発段階からリスクアセスメント等の安全性評価を実施することにより、同開発システムが実験的に安全に運用可能な段階へと移行できるように関与する。この関与により、システムの設計から運用までの現場への導入行程を把握し、各段階におけるシステムに内在する危険性の同定を可能とする。同定された危険性に対す

る一般的な保護方策を検討するとともに、重大な危険性については、保護装置等の開発や性能評価等についても実施する。

(4) 研究の特色・独創性

自動搬送・陳列システムの新規開発は共同研究として首都大学東京が実施する。システム開発において、機能面の開発・実験と安全面の検討・検証との2つの側面の開発工程を同時並行に分担して実施し、システムの実験的運用を通じて、両側面の専門分野の担当者が相互に連携することで、より早期に実践的な安全性の検証が可能になると期待される。システム開発の段階から安全性評価を実施し、それが実際に設計通りに実現されているかを確認することができる研究体制は貴重である。

【研究計画】

実店舗の情報を参考とした模擬環境において、自動搬送システムなどの自動化設備や画像認識等の自律化機能を実装し、それらの動作確認を実施する。すでに、首都大学において実現してされている機能もあるが、より自律性の高い機能の実装に取り組むことで、より現実的で複雑な自動搬送作業を実現し検証する予定である。ここで検証した機能については、次世代型として、その特徴を整理・分類するように試みる。そして、この実

際の設備に近い模擬環境と自動化システムを用いて、自律化された自動搬送・陳列設備の作業者等との共存・協同に際する危険性を、模擬環境の動作から抽出して評価する。

【研究成果】

経済産業省が主催する国際ロボット会議WRS (World Robot Summit) 2018に正式に参画することとなり、セブンイレブンの店舗を想定した、自動搬送・陳列システムの競技会を企画し、世界的な競技会の主催者側として、世界の開発現場の動向を把握した。競技会を通じて新たなロボットハンドに変わる技術改革等について知見を得ることができた。また、競技会に参加した企業等との情報共有も実施することができた。

検証実験については、競技の参加者として首都大学が開発した自動搬送システムの自動化設備や画像認識等の自律化機能の動作確認を、競技会での実物大模擬店舗で実施することができた。競技としては陳列と廃棄のうち、搬送システムの移動トラブルにより、商品陳列のみの実施に終わったが、機能としては実装された。首都大学の設備を含めて、他の参加者による搬送システムの開発経緯や実際の動作を確認することで、次世代型の特徴と危険性について多様な知見を得ることができた。

(5) 建築用タワークレーンマストの繰り返し荷重に対する力学的特性に関する研究

高梨成次(建設安全研究G), 高橋弘樹(同), 大幡勝利(研究推進・国際C), 永野康行(兵庫県立大学・シミュレーション学研究科), 森田将史(竹中工務店), 三浦拓(小川製作所), 三好朋樹(小川製作所), 牛尾好孝(省エネルギーセンター)

【研究概要】

(1) 背景

平成28までに実施した「タワークレーンのマストの耐力に関する研究」において、最大耐力を推定することは概ねできたが、さらなる検討が必要であると考えられる。さらに、同研究では、単調载荷における耐力の評価を行ったが、地震時の応答を考慮した耐震安全性に言及するためには繰り返し荷重下でのエネルギー消費能力の評価が求められる。

(2) 目的

1995年に発生した兵庫県南部地震等で、クレーン本体が落下する被害を受けている。また、2011年の東北地方太平洋沖地震、2016年の熊本地震でも同様の被害が発生している。東海地方を

中心とした大地震の発生が懸念される中、同様の被害を未然に防ぐため、タワークレーンのマストの繰り返し荷重下での力学的性能を明らかにして、設計法に反映させる資料を得ることを目的とする。

(3) 方法

地震時の挙動を模擬した繰り返し加力実験を実施し、単調载荷による力学的特性との差を明確にする。可能であれば、動的加力実験を実施して、静的加力実験による結果との整合性を図る。

(4) 研究の特色・独創性

建築用タワークレーンのマストの耐力に着目した研究は、本研究者以外に殆ど実施されていないため、独創的である。

【研究計画】

平成29年度の実験結果を基に、タワークレーン

全体をモデル化して地震応答解析を実施する。その結果に基づき、現存のタワークレーンが有する耐震性能を評価する。

また、タワークレーンの耐震安全性に向上させる提案ができる資料を実験により得ることを目標とする。

【研究成果】

前年度までの研究で、マストの危険断面となる接合部の力学的特性はエネルギー吸収性能が乏しいことが判明した。その一因は、接合部に使用

されている複数のボルトが一様に作用していないことによること。現行のタワークレーンの大規模な改修を伴わず、耐震性能を上げる試みとして、ボルト長の調整により、ボルトが降伏するタイミングを揃えることによつて、エネルギー吸収性能の向上および結合ボルトの増設することによる耐力上昇率に関する検討を実験的に試行している。それらの実験で得られた特性をモデル化して、シミュレーション解析を実施するためのプログラムを作成している。

(6) 小規模な溝工事で使用する簡易土止めの開発

玉手聡(建設安全研究G), 堀智仁(同)

【研究概要】

(1) 背景

過去10年に発生した溝工事中の土砂崩壊災害を調査すると、その発生深さは1.5m未満での死亡災害が10.2%を占めた。さらに、休業4日以上での死傷災害では値が43.4%に増加し、小規模な溝工事に危険のあることがわかった。

深さ1.5m未満の工事は一般的に崩壊防止措置の適用範囲外となっており、公共工事では基本的に土留め無しの仕様で発注されている。一方、小規模な溝工事では死亡災害もさることながら死傷災害が多く発生しており、その安全対策の検討は急務の課題である。

(2) 目的

本研究の目的は、小規模な溝工事で容易に使用可能な「非常に簡易な土止め機材」を開発することである。通常、崩壊防止では「土止め支保工」が使用されるが、この機材は重量、サイズともに大きく小規模工事での使用が容易ではない問題があった。

本研究ではこれまで前提となっていた「崩壊防止」の条件を作業者の「被災防止」に発想を転換して機材を開発する。具体的には、生存空間が確保されれば「ある程度」の変位は許容する、という新たな概念で「防護機材」を開発する。

(3) 方法

本研究の実施方法は実験を主体とした機材開発である。具体的には、試作した防護機材に崩壊土砂を作用させてその損傷等を検証する作業を繰り返して構造を最適化する。崩壊土砂から土止めに作用する土圧(設計外力)について小規模の溝工事における発生レベルを検証し、それに基づ

いた必要性能を検討する。

土止めの構造については使用材料にアルミフレームとシート材を想定しており、従来の鋼製土止めに比べて大幅な軽量化を図る予定である。なお、開発機材の構造と用法については特許出願を予定している。また、国内企業や国内外の研究機関との連携も予定している。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特色と独創性は、規制等の空白となっている掘削条件1.5m以下の小規模な溝工事に対して、人的被害の防止に特化した防護機材を開発することである。

【研究計画】

(1) 崩壊土砂から土止めに作用する圧力を推定し、これを支持する土止めの構造を検討する(第一段階の試作)。

(2) 検討結果に基づいて使用部材、サイズ等を決定し試作のための設計と製作を行う。

(3) 実大実験における計測方法を検討し、必要な準備を行う(製作を含む)。

(4) 実大規模の溝崩壊実験を行って、崩土の作用機序を解明するとともに、その圧力レベルを実測する。

(5) 実験結果を解析して、構造や強度上の問題点を整理する。その問題解決の方法も検討する。

【研究成果】

(1) 崩壊土砂によって作用する土圧の計測

・ 土圧実測するための計測装置を製作した。この装置はコンクリート製のL型擁壁の前面に土圧計を5段に設置したものである。静的な水平土圧に関する理論式(主働土圧、静止土圧、受働

土圧)は広く知られているものの、崩壊土砂のような動的土圧の導く理論式はこれまで示されていない。そこで本研究では、これを実験にて実測し、簡易な土止めにおける設計外力の検討の基礎とする。

- 本年行った予備的計測実験の結果、湿潤密度およそ 10kN/m^3 の関東ロームの条件において、深さ1.5mの溝壁から0.5mの離隔に設置した受圧壁面では最大圧力が 10kPa 程度となることと、残留(収束)値に対するピーク値の比は最大約7倍に達するとの結果が得られた。しかしながら、土圧の値と分布は受圧面の水平離隔の値によって変化する傾向が見られたことから次年度以降も引き続き実験と解析による詳細な調査を行う予定である。

(2)実験用「土砂ガード」の試作(第一段)

- 本年度得られた土圧の実測値に基づいて簡易な土止め(以下、「土砂ガード」と呼ぶ)を試作した。この試作では土圧が梁に集中的に作用する場合など想定して高強度の部材を選定するなどした。
- 土砂ガードは長さ1.5mのアルミ製単管を母材とする骨組(フレーム)構造で設計した。具体的には、まず、2本の単管を直交クランプによって回転自在に結合された「X」字形状の斜材セットを組む。X字状の斜材を左右に両端に配置させ、それを4本の水平梁で結合させる。さらに上下の梁の間には高強度のシート材を配置した。このシート材は崩壊土砂を受け止めるように働く。したがって、シートの張力が土圧に抵抗する骨組構造の機序が本研究の独創的部分な点であり、その基本的な構造については特許出願した。
- 崩土に対する抵抗の機序と、シートとフレームの相互作用を実験的に調査した。本実験では梁の長さ(幅)が0.75mと1.5mで異なる2タイプを製作し、そのガード効果も比較した。

(3)土砂崩壊実験による崩壊抑止効果の検証

- 第一点目の成果として、土砂ガードを溝内に設置すると自動で開口する機序を確認した。これは斜材の交差部を下側に偏心させて意図的

にアンバランスな状態を発生させ、その力を利用して吊り降ろし後に溝内で自動的に開口動作させるようにしたものである。これによって、土止め先行工法の理念を本装置で実現できた。

- 第二点目の成果は、土砂ガードによる崩土の遮断効果の実験的な確認である。試作した土砂ガードに崩土を衝突させる実大規模の実験を行った。この実験は先の土圧計測と同じ深さを1.5mの溝を再現し天端に盛土して不安定化させた。溝幅は上水工事で多い0.8mに設定した。本実験では、まず、土砂ガードを設置した場合と無しの場合の溝の安定度を比較した。

その結果、土砂ガード有りの場合は、その安定度自体に増加が見られた。これは斜材が方杖のように働いた効果によると考えられる。次に、崩壊の際のガード効果を観察した。土圧によってシートがたわむと同時に斜材の交差角は増加して地山側に変位した。すなわち、崩土の力を利用した水平梁は突張る抵抗動作を確認した。横断方向に見ると、土砂ガードの設置範囲外では崩土が落下したものの設置部分では土砂が遮断された。したがって、本機材を利用することで生き埋め事故は防止できる可能性が見いだされた。

- 第三点目の成果は、作用荷重の計測である。斜材と水平梁にはひずみゲージを貼り付けた。これは土砂によって生じた曲げ変形から部材に作用した荷重を換算して求めるためである。ひずみゲージの出力値と曲げモーメントの関係は予め試験して校正係数を求めた。

今後詳細な解析を進めるが、実験後の部材に残留変形等は見られず軽量のアルミパイプでも崩土をガードできた。これは、本研究の核となっている簡易な構造で土砂を遮断する機序の存在を示すものと考えられる。

- 今年の実験点として、上載盛土の一部が崩壊前に落下してシート前面と背面に堆積したために、ガード側の初期値にずれを生じた。今後は実験手法を改善し、さらに優れたデータ収集と機能検証に努めたい。

(7) 爆発・火災災害事例の要因分析

板垣晴彦(化学安全研究G), 水谷高彰(同)

【研究概要】

(1) 背景

研究所内に現存する災害資料について、整理と電子化が順調に進んできている。データの更新を引き続き進めるほか、要因の分析結果を公表することは、各分野、各方面における有用な資料となる。

(2) 目的

昭和30～平成5年を対象とした統計分析の結果を平成9年に安全資料として公表しているが、最近の事例及び昭和30年以前の事例の整理が順調に進んできている。このことから、最近の事例を対象とした分析データを示す。また、事例の収集範囲が時期により異なるために直接的な比較はしにくいものの、長期にわたる事故データの分析は、安全技術の進展の一端を示すものになると考えられる。

(3) 目標

現在は、昭和45年から平成16年までの爆発火災データベースを研究所のホームページ上で公開しているが、昭和30～45年と、平成17年以降のデータを公開する。また、データベースを用いた要因分析を行い、安全資料としてまとめる。

(4) 方法

電子化されている文字情報について、公開するために記載内容を見直す。できあがったデータベース(Excel形式)は研究所のホームページ上において公開する。

(5) 研究の特色・独創性

新規性や独創性は期待できないが、長期にわたる事故情報の公開は、多方面における基盤的な資料となることが期待される。

【研究計画】

- ・引き続き、災害資料の電子化とニュース記事のDB化を行う。
- ・遅れている平成6年以降のデータについて要因分析を実施する。

【研究成果】

- ・平成30.8に爆発火災データベース(第5次版、S40～平成19)を研究所の外部WEBページに公開
- ・建設業死亡災害DBを更新(所内公開は停止中)
- ・2007年までのデータに基づき、事故件数の推移や災害規模曲線の分析を実施した。これらの成果の一部は、学会において発表する。得られた分析データはSDとしてまとめる予定である。

(8) 粉体充填・投入時における静電気現象の解明

崔光石(電気安全研究G), 遠藤雄大(同), 鈴木輝夫(春日電機)

【研究概要】

(1) 背景

近頃、設備・装置の大型化・高速化等及び新素材の開発が日進月歩で進行しており、ますます静電気が発生しやすく、かつ、静電気災害を起こしやすい生産環境となっている。特に、プロセスにおける静電気災害は、原料などの投入作業で多く発生している。たいていの場合は、まず、可燃性溶剤蒸気が着火している。しかし、少数ながら粉体の帯電やフレキシブルコンテナ、紙袋の帯電が原因となり、溶剤がなくても着火する事例も発生している。その中、粉体充填・投入時に発生する静電気放電に関する研究は、国内外を問わずほとんどない。このような背景から、本研究では、多量の粉体を粉体槽に充填・投入する際の静電気放

電について、可視化およびその危険性の解明を行う。

(2) 目的

本研究の目的は粉体充填・投入にかかわる現場で発生する静電気放電のメカニズムおよびその危険性を解明することである。

(3) 方法

実験装置としては粉体空気輸送装置を使用する。粉体試料としては、ポリプロピレン(Polypropylene;略称PP、粒子径は2～3 mm、約800 kg)を使用する。粉体を粉体空気輸送装置の投入ホッパーに入れ、ロータリーバルブを回転させて配管内に流す。その後、圧送ブロアによって、配管内に粉体を空気輸送し、粉体槽に約800 kgまで連続投入する。なお、高感度カメラを粉体槽

上面部の点検窓に設置して、粉体槽内部で発生する静電気放電を撮影し、分析を行う。また、高感度カメラを使用し、投入ホッパーおよび作業員の周りで発生する静電気放電を撮影・分析を行う。

(4) 研究の特色・独創性

研究の特色としては、本研究の実験設備は実際の産業現場を模擬した実規模粉体空気輸送設備を使用することであり、得られた研究のデータ、成果などは産業現場に密接な情報を提供することができる。

【研究計画】

- (1) 粉体槽内の突起物から発生する静電気放電
 - ・突起物から発生する静電気放電の可視化
 - ・突起物から発生する静電気放電の電荷量などの分析
- (2) 粉体充填・排出時のフレキシブルコンテナの静電気特性
 - ・絶縁性フレキシブルコンテナからの静電気放電の分析
 - ・絶縁性フレキシブルコンテナの周りに存在する接地不良の金属からの静電気放電の分析
- (3) アミノ酸系粉体の静電気特性評価
 - ・体積抵抗率、帯電量、および最小着火エネルギー(MIE)測定

【研究成果】

- (1) 粉体槽内の突起物からの静電気(ブラシ)特性
 - ① 粉体連続充填時に、粉体槽内では、各種可燃性雰囲気着火源となりうるブラシ放電が高頻度で発生する(前年度の研究結果より)。本研究では、粉体槽内の突起物の状態(サイズ、堆積面からの距離)に着目し、突起物と粉体堆積面の間で発生するブラシ放電の着火危険性を調査した。
 - ② 放電の発生頻度、放電形状が突起物の状態に依存することを確認した。例えば、突起物の直径が大きくなるとストリーマ状に放電が進展した。
 - ③ 放電電荷量、放電電流のピーク値が突起物の状態に依存して変化することを確認した。
 - ④ 突起物の状態により、粉体槽内で発生する

ブラシ放電による着火危険性も変化することが確認できた。この結果は、やむを得ず粉体槽内に突起物が存在する場合に、ブラシ放電による着火危険性を評価するうえで有用な知見となる。

(2) 粉体充填・排出時のフレキシブルコンテナの帯電・放電

- ① 粉体のフレコン充填・排出時の粉じん爆発事故は典型的な静電気災害であるが、災害発生機序が解明されることは稀である。本研究では、絶縁性フレコン(タイプA)の帯電・放電特性を調査した。
- ② フレコン表面は絶対値100 kV以上の危険なレベル(静電気安全指針参照)に帯電することを確認した。なお、相対湿度の上昇に伴い、その値は低下した。
- ③ 帯電したフレコンに近接した浮遊導体からの静電気放電のエネルギー(5 mJ)は、各種可燃性雰囲気容易に着火させるレベルであることを確認した。
- ④ 実験により絶縁性フレコン使用時の静電気による着火危険性を確認した。災害防止のためには、環境(ゾーン)に適合したタイプのフレコンを選択するとともに、適切な使用方法(接地など)を遵守することが重要である。

- (3) アミノ酸系粉体試料“グリシン”の静電気特性
アミノ酸系粉体試料“グリシン”の体積抵抗率、帯電量およびMIEを測定し、その静電気特性を評価した。結果をまとめると、この粉体試料は体積抵抗率が平均 $2.7 \times 10^9 \Omega \cdot m$ (停止状態)と低帯電性粉体に分類されるものの、実際の比電荷は平均で61 nC/gと非常に高い値を示し、摩擦による静電気の帯電性は高かった。またMIEは540 mJで静電気放電に対しては比較的 안전한物質である。従って、今回使用した“グリシン”粉体は静電気による着火性は低いものの、摩擦による帯電性は高いため、この粉体と着火性の高い粉体を混ぜて使用することは避けることが望ましい。

(9) エアパーズ型回転セクタ式静電界センサの実用化

崔光石(電気安全研究G), 鈴木輝夫(春日電機)

【研究概要】

(1) 背景

産業界では、原材料を粉体化・微粒子化が行われたことで、原材料の輸送・貯蔵作業等の自動

化、効率化が進められ、高帯電した微粉体に起因した粉塵爆発等の災害が多発化している。これを防止するために、粉体の帯電量を把握し、必要に応じた静電気対策を施すことが肝要である。粉体の帯電量を測定する機器として静電界センサがあり、非接触で連続的に帯電量の測定が可能である。しかしながら、可燃性蒸気・粉塵が存在する危険場所で使用できる防爆構造の静電界センサはほとんどない。したがって、防爆構造の静電界センサを実用化することは、静電気に起因した災害を防止するために必要不可欠である。

(2) 目的

本研究の目的は、エアパージ型回転セクタ式静電界センサ(以下、エアパージ型静電界センサという)を実用化し、粉体プロセスでの粉体の帯電量をオンラインで連続監視ができるようにすることである。

(3) 方法

エアパージ型静電界センサは、回転セクタ式静電界センサをエアパージユニット内に収納した物で、圧力センサ、接地された円板(スリット孔あり)、回転セクタ電極、エア投入部などから構成されている。実験方法は模擬帯電板からの電界によって、静電界センサ内の回転セクタ電極に誘導電荷が生じる。検出信号をオシロスコープで観測し、誘導電圧とし評価を行う。

主な検討課題としては、

- ①IEC内圧防爆化対策をして、IP4X以上の条件をクリアする。
- ②静電界センサを小型化する。
- ③静電界センサの電界検出感度を向上する。
- ④衝撃実験をクリアする。
- ⑤防塵試験をクリアする。

(4) 研究の特色・独創性

一般環境下の電子関連半導体向け現場に適用する静電界センサの研究や開発は多数報告されているが、大量の粉体を扱う設備における防爆環境下で使用可能な静電界センサについては国内、国外でもほとんどない。また、この測定器は、粉体の帯電量の変化をオンラインで連続監視が可能となるので、粉体プロセスでの静電気対策を実施するのに有用である。

【研究計画】

エアパージ型静電界センサ(本質安全防爆、回転セクタのエアモータ駆動)の性能評価

本質安全回路の評価

内圧試験の評価

温度試験の評価

【研究成果】

内圧型静電界センサの基礎特性評価し、実験結果をまとめ、論文投稿を行った(静電気学会)。なお、エアパージ型静電界センサ(回転セクタ部)の動力源である電動モータの代わりにエアモータを使用することにより本質安全防爆構造の静電界センサの開発に成功した。その基礎特性を評価した結果、センサの検出信号Vは模擬帯電物体の電界Eに対して比例関係が確認された。さらに、従来式に比べて検出感度が大幅に改善された。このような特徴を生かして特許申請を行った。センサの回転軸にマグネットを装着し、帯電物体の極性判別に使用するホール素子との間を6 mmと置いた状態で回転させたとき、センサの正弦波の半周期の凹凸の同期検波によって極性判別が可能となった。

今後、本質安全防爆構造静電界センサの実験結果をまとめ、論文を投稿する予定である。

(10) 静電気放電による着火危険性評価のための発光分光特性調査

三浦崇(電気安全研究G)

【研究概要】

(1) 背景

水素や炭化水素のような可燃性ガスよりも、砂糖や小麦粉のような粉体の方が爆発危険性意識は低いと考えるのは妥当と言える。事実、着火エネルギーの観点から一般的に粉体の方が着火しにくい。しかし、冬場の静電気現象に代表されるような、人体などの静電気による自然発生的な火花放電は多くの可燃性粉じんを着火し、爆発災害を起こしている

ことは周知の事実である(文献:粉じん爆発・火災安全研修、静電気安全指針2007など)。

可燃性物質の危険性は、静電エネルギーを設定して人工的に発生させた火花放電を使い、最小着火エネルギーの測定値から評価されている。逆に、着火源の方のリスク評価としては、実際の火花放電の元となった静電エネルギーを知ることが必要であるが、現段階ではこれは極めて難しい。放電の条件や外観などから沿面放電、コーン放電、火花放電と

分類されて危険性が評価されているが、例えば火花放電にしてみても静電エネルギーの規模は0.1から1,000 mJまで広範囲に渡る。ある放電の着火リスクがどのくらいであるかを評価するためには、その放電から直接エネルギー規模を推定できれば、静電気放電の危険性評価水準をさらに高めることができる。

放電という不安定で確率的な現象のリスク評価方法の確立を目指すことは、社会的ニーズ、科学的根拠に基づいた行政施策ニーズに応えることができる。

(2) 目的

静電気放電の発光を分光分析から、放電の元となった静電エネルギーを求めるための基礎となるデータを網羅的に取得することが目的である。本研究課題では、静電エネルギーの規模として、1mJ、10mJ、100mJ、といった桁を決めることができる精度を目指す。

(3) 方法

実験装置は、帯電した物体や人体を模した、電極間距離や移動速度を制御する機器、コンデンサー、高電圧供給電源からなる放電発生器と、発光の持つ性質を分析する分光器、発光の時刻を記録する電磁ノイズ検知器、放電の電流量を測定する電流センサーとオシロスコープ、から構成され、全ての機器は機器制御・データ取得プログラムLabViewとパソコンで統括的に制御される。この実験構成は汎用機器ではなく、本課題を遂行するためのセットアップである。

本研究では、この装置を使用して、放電の元となった静電エネルギーと分光学的に見た放電特性との関係を詳細に調べる。従来の我々の研究により、空気中に含まれる窒素から発光特性に静電エネルギー依存性が見られており、この点を突破口として網羅的に測定・調査する。

(4) 研究の特色・独創性

スパークプラグなど点火を目的とした放電技術やプラズマの産業応用の分野では、固定した対向電極間に高電圧を印加して放電させ、その特性を調べる研究が主で、研究例も多い。一方で、静電気災害を対象とした研究では、帯電した電極が接近する過程での単発の放電が基本となるが、そのような系での放電特性や特に分光特性の調査例は見当たらない。

放電現象は、電場、電流、気体、電子の励起、光・電磁波放射、熱・音放射、などの非常に多くの基礎過程からなる複雑な現象である。本研究課題では、これらの条件の中から信号として正確な情報

を持つ可能性が高い光に着目して、放電の強弱、つまり危険性を評価しようとする試みである。学術的な研究では、実験条件を極めて制限した中で行われるが、本研究では、実際の静電気放電を直接かつ網羅的に調べるといった目的があるので、放電の基礎物理学を参照しながら、実用的な側面から放電特性を分析するという点に独創性があり、この研究の特色でもある。この研究方針は電気学会や応用物理学会の放電専門分科会でも高く評価されている。

【研究計画】

平成29年度では、10kV以上での高電圧取扱上の問題点を克服しながら、人体帯電等での着火性静電気放電で最も起こりうる10～20kVの放電について研究する。

また、平成29年度の研究から、発光現象が不安定であることがあることが判明したが、その原因は不明である。発光の測定方法(集光)について不安定要因を詳しく調べる。

帯電した導電体表面に金属針が接近して起こる静電気放電のモデルとして、接地電極を針とし、コンデンサ(帯電)側を球面電極とした放電ギャップについて実験する。

【研究成果】

これまで課題であった10kV以上での高電圧取扱上の問題点を克服し、人体帯電等での着火性静電気放電で最も起こりうる10～20kVの放電について実験した。その結果、本研究課題が主張する分光学的測定による放電エネルギー推定技術の応用範囲は、これまでの6kV以下の火花放電を拡張し、20kV以下でも同じ定式化が可能となる可能性が見出された。20kV以上については危険性を伴う実験的困難により実施できなかったが、静電気災害防止という観点からは、20kV以下においても十分に有用であると言える。

また、測定誤差が何に起因して起こるのかについての研究課題では、第1の原因として、発光スペクトルは静電エネルギーに依存しているだけではなく、放電距離にも依存していることが実験的に明らかになったことが非常に大きい。すなわち、スペクトルは静電エネルギー空間密度依存性が高いということが実験から推測された。このことを理論的にも裏付けるための調査を行っている。この現象が科学的に認定されれば、着火の不安定性(確率性)の理解が深まり、また放電危険性の評価にも大きな影響がある。

これらの成果は電気学会等専門の学会で発表し、プロシーディングスなどでの論文化も行った。

(11) 静電気リスクアセスメント手法の改良と普及

大澤敦(電気安全研究G)

【研究概要】

(1) 背景

2006年4月の改正労働安全衛生法の施行により、リスクアセスメント(RA)の実施が明示されようになり、さらに、2014年6月25日に「労働安全衛生法の一部を改正する法律」(2014年法律第82号)が公布され、ここに定められた化学物質(640種、現655種)については、RA(危険性または有害性の調査)を実施することが義務となった(2016年6月1日施行)。静電気の基礎がないとその的確な実施は不可能であるので、リスク分析の支援となる静電気RA手法を、厚労科研費(2008-2010年)の援助と欧州も含めたエキスパートおよび安全管理者の協力により、研究・開発した。災害防止にはエースカードがない。しかし理性と科学に基づいて智慧をだせば災害は低減できるとの確信のもとに誕生したものがRAである。静電気RAを実施するにあたって、RAのコンセプトに従うと、静電気着火に至るハザードを漏れがないように同定することが重要であり、同定されたハザードによるリスクを適切に見積・評価する必要がある。さらに、リスクの低減は、可燃性雰囲気形成を防止すること、静電気放電の原因となる帯電を防止すること、または、着火性放電を防止することによってなされるので、対応する静電気対策を適切に実施しなければならない。このためには静電気現象の基礎を修得する必要もあろう。その意味で、この開発ガイドラインには静電気基礎の解説も含め、静電気RAを確実に実施するための手法を提案し、運用により静電気災害未然防止に有効なことを確認している。多分、世界で最初の静電気災害未然防止に関する手法である。現在は、静電気学会静電気RA研究委員会およびワーキンググループで本手法の運用を通して普及に努めている。一度でも本手法を利用した安全管理者らには、ハザードの抜けを見つけることができた、対策の優先順位が検討できるなど好評であるが、まだ広くは普及していない。実績を積み重ねる必要がある。

(2) 目的

さらなる運用により、本手法を修正し、より活用さ

れる手法として、ガイドラインのさらなる普及に向けて改訂することが本研究の目的である。

(3) 方法

研究協力者の支援のもとに、協力者が希望したプロセスに開発手法を適用して、研究成果などの新知識の導入も含めて、随時に必要な修正を施すということを繰り返しながら検討する方法をとる。

(4) 研究の特色・独創性

これまでにない世界で唯一の開発静電気RA手法を普及させるための研究である。

【研究計画】

改訂案による運用実施による妥当性確認と静電気RA手法ガイドライン・チェックシートの改訂

【研究成果】

- (1) 運用による開発手法、ガイド、チェックシートの妥当性の検証・確認
- (2) 最新規格・研究成果の新知識を網羅して導入これにより静電気安全指針2007の内容を越えるリスク低減策(静電気対策)を提供した
- (3) ワーキンググループ活動:現場実施および運用事例の議論・有効性の再確認
リスク過大評価への対応の検討が今後の課題
- (4) ガイド「静電気リスクアセスメント」の改訂案
測定によるハザード同定、リスクアセスメントに必要な物質データ集も追加
- (5) 改訂チェックシートを用いた運用事例集の作成
- (6) 普及活動
静電気学会静電気RA研究委員会およびWG
学会講演
研究協力者事業所、民間講習会などでの講演
インターネットでのガイド公開:3200件超のダウンロード
- (7) 国際展開:ガイドの英訳
(その他)静電気学会技術賞(静電気着火のリスクアセスメント手法)を受賞

c. 健康研究領域

(1) ストレスチェック制度におけるセルフケアおよび面接指導の利用に関する研究

井澤修平(産業ストレス研究G), 久保智英(同), 三木圭一(同), 原谷隆史(同), 吉川徹(過労死等調査研究C), 中村菜々子(兵庫教育大学), 永田昌子(産業医科大学), 増田将史(イオン), 土屋政雄(アドバンテッジリスクマネジメント), 茅嶋康太郎(ボーディ・ヘルスケアサポート)

【研究概要】

(1) 背景

約6割の人が仕事や職業生活において強い不安、悩み、ストレスを感じており、また、精神疾患などの労働災害の申請件数も増加傾向を示すなど、職場におけるメンタルヘルス不調は社会的にも大きな問題になっている。このような状況をうけて、2015年12月よりストレスチェック制度が施行され、50名以上の事業所ではストレスチェックの実施が義務付けられるようになった。この制度では、主に一次予防(本人のストレスへの気づきと対処の支援及び職場環境の改善)を目的としており、副次的に二次予防(メンタルヘルス不調の早期発見と対応)を目的としている。労働者はストレスチェックの後に、セルフケアに関する情報や、高ストレスと判定された場合には面接指導に関する情報を通知される。これにより、労働者のセルフケア、またはメンタルヘルス不調の早期対応が促進され、最終的にメンタルヘルス不調が予防されることが想定されている。しかしながら、このストレスチェック制度については、開始されてからまだ間がないこともあり、その効果や、効率的な運用については、不明な点が多い。

(2) 目的

本研究では、ストレスチェック制度におけるセルフケアと面接指導の利用について注目し、これらの実態を把握するとともに、セルフケアや面接指導の利用を促進あるいは妨害している要因を明らかにすることを目的とする。

(3) 方法

ストレスチェック制度は始まったばかりであり、実際のセルフケアや面接指導の通知方法については、まだ利用できる情報は非常に限られているため、調査の前に専門家から情報収集を行う。また、先行研究のレビューや既存データの解析によって、有効なセルフケアについても検討を行う。続いて、それらの結果を踏まえて、2,000名程度の労働者を対象としたウェブ調査を行い、ストレスチェック制度のセルフケアの促進効果や面接指導の利用に関する基本的な情報を収集し、それとあわせて、これらの行動

を促進あるいは妨害している要因についても情報を収集する。最終的には、セルフケアや面接指導の利用を効率的に促進するには、どのような情報を含めた通知が望ましいかをまとめる。

(4) 研究の特色・独創性

本研究の特色は、セルフケアや面接指導の利用といった点からストレスチェック制度の実態を調査することである。ストレスチェック制度では、ストレスチェックを実施することは事業所に義務付けられているが、ストレスチェック後のセルフケアや面接指導の利用は労働者に義務付けられているわけではなく、労働者の自発性にかかっている状況である。したがって、これらの行動の実態を把握し、いかにこれらの行動を促進させるかという観点から調査を行うのは、この制度の目的であるメンタルヘルス不調の予防を考える上で、非常に重要な課題である。また、本研究では、これらの目的を達成するために、それぞれの専門家が含まれている点も特徴的な点の一つである。

【研究計画】

平成30年度は、前年度のインターネット調査のデータの解析(自由記述など)を行い、セルフケアや面接指導の利用を促進・妨害している要因(例えば、セルフケアのために何をすればいいかわからない、忙しいので時間がない)について、詳細な検討を行っていく。

また、ストレスチェックに関する労働者を対象とした調査を、企業においても行いたいと考えている。現在、データ解析をしているインターネット調査の結果も踏まえて、この調査の詳細を決定したいと考えている。

【研究成果】

本年度は一般社団法人ウエルフルジャパンの協力のもと、2社でストレスチェックに関する調査を行った。また、昨年度のインターネット調査の結果について産業衛生学会で発表を行い、それとあわせて、11月に本省安全衛生部において、調査の結果について説明を行った。

(2) 芳香族アミン類の生体影響と活性化経路の解明

柳場由絵(産業毒性・生体影響研究G), 須田恵(同), 豊岡達士(同), 小林健一(同), 王瑞生(同)

【研究概要】

(1) 背景

2016年11月に国内の化学工場において職業性膀胱がん事例が多数報告され、そこで使用されているo-トルイジン(OTD)をはじめとする芳香族アミン類が原因物質として疑われている。OTDは、米国のゴム製造工場において多数の膀胱がんが発症したことから、2012年に急遽IARCの発がん分類1に指定された物質である。欧州からも同様の事例が報告されている。芳香族アミン類は古くから染料や顔料の合成原料として広く使用されてきている。また、芳香族アミン類の一種であるベンジンを始め、当該芳香族アミン類ばく露による労働者の膀胱がんの発症事例も報告されている。厚生労働省はそのような報告を元に、ペーターナフチルアミンの製造禁止、数種の芳香族アミン類を特定化学物質に指定するなど対策を行っている。先行研究によりアニリンやOTDについて、経口ルートを中心とする動物実験が行われ、代謝経路および代謝物質についての知見がある程度蓄積されている。本研究では、芳香族アミン類のうち、膀胱がん事例の発生との関連性が疑われるOTDに関する検討を元に、既存の研究例が少ない芳香族アミン類についても研究を実施する。本研究では、OTDを含む芳香族アミン類の代謝に関わる薬物代謝酵素の同定および発がんに結びつく可能性のある中間代謝物の同定を行い、芳香族アミン類ばく露による発がんメカニズムの解明に資する。同時に、発がん性と関連する体内ばく露量を反映できるバイオマーカーの確立に有用な情報を提供する。本研究からの得られた知見は今後の芳香族アミン類の労働衛生管理に役立つと期待できる。

(2) 目的

OTDについては、気中濃度レベルと尿中濃度レベルに乖離があり、皮膚吸収の評価、適した生物学的モニタリング手法の開発が求められており、適した生物学的モニタリング手法の開発には代謝にかかわる酵素や代謝物の毒性に関する情報が必要である。そこで、OTDを含む芳香族アミンの代謝に関わる薬物代謝酵素分子種を決定し、代謝に関わる薬物代謝酵素と最終代謝産物(尿中代謝物)の関係および中間代謝物と発がん(遺伝毒性)との関連を明確に示すことを目的とする。

(3) 方法

①化学物質の代謝に関わる代謝酵素(例えば

CYP1A2、CYP2E1等)をヒト由来の細胞に導入し、過剰発現させた細胞株と、この代謝酵素をノックダウンさせた欠損型の細胞株を作製する。これらの細胞を用い、OTDを含む芳香族アミンによる遺伝毒性作用と遺伝毒性作用にかかわりのありそうな中間代謝物の同定を行う。

②野生型のマウスを用い、OTDを含む芳香族アミンを投与する群と薬物代謝酵素の阻害剤とOTDを含む芳香族アミンを同時に投与する群に分けた動物実験を行う。これらの動物の尿および血液サンプルから代謝物の同定と、投与後の臓器(肝臓および膀胱)での遺伝毒性作用を観察し、関与する酵素や代謝活性化経路を解明する。

③遺伝毒性の可能性のある代謝物を用いて、細胞および動物に投与し、代謝および毒性発現の関連性を確認する。

(4) 研究の特色・独創性

本研究は、*in vitro*と*in vivo*実験を用い、芳香族アミンばく露による中間代謝物と遺伝毒性との関連性について解明するという点が特色である。また、ヒト由来の培養細胞に薬物代謝酵素を導入し過剰発現させた細胞株と欠損型の細胞株を作製し、代謝酵素を介した毒性についてより明確に検討することができるという点で独創的である。本課題で得られる情報は、今回の化学工場での膀胱がん発生に結びつく中間代謝物の同定だけではなく、今後他の産業化学物質による類似した事例発生の予防にも有用である。

【研究計画】

作製した細胞株を用いて、芳香族アミン類の遺伝毒性作用の有無やその毒性メカニズムの解明を行う。動物実験では、野生型のマウスを用い、OTD以外の芳香族アミン類を投与し、これらの動物の尿および血液サンプルから代謝物の濃度変化と、投与後の臓器(肝臓および膀胱)での遺伝毒性作用を観察し、代謝物との関係を明確にする。

【研究成果】

LC/MS/MSによるアニリンおよび代謝物の同時測定方法が確立し、以下記述の実験に関して解析を行った。ヒトマイクロゾームまたはヒトCYPs(CYP1A1、CYP1A2、CYP2E1、CYP2C9、CYP3A4)精製酵素とアニリンを37℃で反応させアニリン代謝物の生成について解析を行った。ヒトマイクロゾームとアニリンを37℃でインキュベートさせると、アニリンの代謝物

として主に4-アミノフェノール、2-アミノフェノールが検出された。また、これらの代謝物はその後、グルクロン酸抱合酵素の働きにより抱合体へと代謝される可能性が示唆された。また、そのほかの代謝物としてアセトアニリド、アセトアミノフェンが検出された。加えて、ヒトCYPs(CYP1A1、CYP1A2、CYP2E1、CYP2C9、CYP3A4)精製酵素とアニリンを37℃で反応させ、アニリンの主な代謝物である4-アミノフェノール、2-アミノフェノールの代謝にかかわるCYPを同定した。アニリンから4-アミノフェノール、2-アミノ

フェノールへの酸化代謝にはCYP1A2、CYP2E1が主に関与していることを観察した。これら2種類の代謝物の遺伝毒性作用(DNA損傷性マーカーとして γ -H2AXの検出)について検討を一部行った。将来的には、これまでのin vitro実験での結果と実際の作業員尿での結果を比較し、4-アミノフェノール、2-アミノフェノールがバイオマーカーとして適しているかについて総合的に検討しなくてはならない。

(3) 交代勤務を視野に入れた明暗シフトによる精巣障害誘発機構の基盤的解析

三浦伸彦(産業毒性・生体影響研究G), 北條理恵子(同), 久保田久代(研究推進・国際C), 大谷勝己(産業疫学研究G), 吉岡弘毅(金城学院大)

【研究概要】

(1) 背景

明暗条件をシフトさせて生体リズムを攪乱させると、精巣機能障害が生じることを見出してきた。この結果は夜勤を伴う交代勤務者が抱える健康障害を示している可能性がある。交代勤務による生体リズムの攪乱は、睡眠障害をはじめ発がんや代謝異常など種々の健康障害を誘発することが報告されていることから、生体リズム攪乱による精巣機能障害についてより明確な情報を得る必要がある。

(2) 目的

明暗シフトにより、精子レベルで精巣機能障害(精子数及び精子運動能の低下)が生じることを明らかにしてきた。本基盤研究では、精巣機能障害誘発現象について引き続き解析を進めると共に、明暗シフトの精巣機能障害誘発メカニズムについて解析を加える。

(3) 方法

マウスを明暗シフト条件下で飼育し、精巣機能減弱が認められる6週間後に以下の指標を得る。①精子を得て体外受精法により精子の受精能を測定する、②性行動解析を行い、性行動への影響を数値化する。またメカニズム解析については、精巣レベルから高次機能(脳)レベルで精子形成ネットワークを捉えた網羅的な解析を行う。

(4) 研究の特色・獨創性

本研究で得られる結果は、交代勤務者に及ぼす精巣機能障害誘発という重要な知見を指摘するものである。一方で、交代勤務は現代社会において欠くことのできない勤務形態であることから、危険性

を提示した上で、防御方法(健康障害予防のための労働形態)を提案する独創的な研究である。

【研究計画】

明暗シフトによる精巣障害を低減する方法を探索する。そのために、サプリメント(ビタミン類、必須微量元素類など)の投与・摂食による効果などについて検討し、精巣障害回避・回復法を提言するための基礎知見とする。

【研究成果】

明暗シフトによる精巣障害を低減する方法を探索するために、精子形成に重要な亜鉛の供給実験を行った。その結果、まず対照群(通常明暗群)における亜鉛投与による精子機能(精子数、精子運動能)への影響は認められなかった。次に、明暗シフトにより減少した精子数(精巣中、精巣上体尾部中)は亜鉛(硫酸亜鉛;4 mg/L)の飲水投与により有意に上昇した。しかし精子運動能低下の有意な増加を観察できなかった。以上の結果から、亜鉛の外部供給は精子の量を回復させる可能性を見出した。

本研究において、明暗シフトによる精子機能低下には血中テストステロン濃度の有意な減少が起因する可能性を見出している。そこで視床下部-下垂体-副腎系(HPA axis)への影響を調べたところ、下垂体プロラクチンmRNAレベル、卵胞刺激ホルモン(FSH)及び黄体形成ホルモン(LH) mRNAレベル、さらには下垂体ドパミン量に明暗シフトによる影響は観察されず、脳機能を含む上流領域ではなく精巣・精巣上体尾部の組織レベルでの変化が重要と考えられた。これまでに得てきた結果から、明暗シフトによる精巣機能障害には精子数の減少が明確な影響

である。そこで精子形成過程に重要な幾つかの因子について量的変動を調べた。精子細胞が精子に変化する際には細胞質や細胞小器官が消失する必要があり、それにはセトリ細胞の貪食作用が関与する。Amph1はセトリ細胞の貪食に必須の因子であるが、明暗シフトにより精巣中のAmph1 mRNAレベルが顕著に減少することを見出した。シフトによる精子数減少を説明する一つのファクターとも考えられるが、マイクロアレイ法を用いた網羅的解析が必須であり、解析を一部行った。

本基盤研究より、(1) 概日リズム攪乱により生じる

精巣機能障害は交代勤務者の健康障害を示唆し、精子の量的・質的变化を詳細に捉え、受精能低下にも帰結することから次世代影響が懸念されること、(2) 精巣機能低下は通常明暗に戻すことで回復すること、また外部からの亜鉛供給により精子数が正常レベルにまで戻ることから予防法の可能性を示し、(3) 概日リズム攪乱による精子運動能低下にはミトコンドリア機能障害が関与すること、また精子数減少には精子形成に重要なAmph1を含む幾つかの因子の量的変動が起因することを示した。

(4) 低濃度の化学物質のニオイによる行動学的変化に及ぼす年齢の影響

北條理恵子(産業毒性・生体影響研究G), 安田彰典(同), 須田恵(同), 土屋政雄(アドバンテッジリスクマネジメント)

【研究概要】

(1) 背景

健康影響が生じないとされる規制値以下の低濃度でも、職場における有機溶剤等の揮発性化学物質の臭気で不快感や病的状態が生じた1)との報告があり、ニオイが情動や自律神経系に影響を与えていることは明らかである。一方、芳香物質の提示後に注意力の変化を感じたとの口述報告2)や、ニオイ提示後の脳波3)あるいは神経伝達物質の発現量の変化4)の報告から、ニオイが中枢神経系にも影響を与えている可能性が示唆されるが、今までにニオイそのものが中枢神経系、特に高次脳機能である記憶・学習機能等に与える影響を調べた研究はほとんど無い。そこで、平成27-28年度に、作業現場で多用される有機溶剤のニオイについて、「健康影響が生じない規制値以下の濃度であっても、作業に必要な記憶・学習機能に影響を与える」との仮説で基盤的研究を行った。その結果、低濃度の有機溶剤のニオイの提示によりラットの記憶・学習機能の一部が阻害される可能性が示唆された。加えて、ニオイへの馴化が高齢ラットでは遅延するとの結果が得られた。本基盤の研究では、ニオイによる記憶・学習機能の変化において年齢の影響を調べ、職場の労働安衛対策の策定に科学的なエビデンスを提供する。

(2) 目的

ニオイが記憶・学習機能に及ぼす影響が、年齢という要因でどのように変化するかを動物実験で実証的に検討する。

(3) 方法

平成29年度は、1) 前年度の基盤的研究の結果の十分な解析を行う、2) ニオイと年齢が記憶・学習機能に及ぼす影響を調べた先行研究のまとめを行い、総説論文にまとめる。

上記を行いながら平成29年度後半は 3) 前基盤研究で使用した動物が適齢(老齢)となっているため、その動物等を使用して、同じ動物に対する反復ばく露及び異なる動物の特定時期だけのばく露によるニオイの違いについて、実験の条件検討に着手する。

平成30年度以降は、異なる年齢のラットに対しニオイを提示し、記憶・学習機能等の変化を調べる行動実験を行う。具体的には、「毒性的実験でよく使用される7-11週齢(若年期)をはじめとして、9-12月齢(壮年期)、14月齢以上(老年期)などの年齢の異なるラットを使用し、記憶・学習課題を行わせる。課題実行中に化学物質のニオイを提示し、ニオイ提示前後の記憶・学習機能の変化の有無を調べる。」とする。標的のニオイ物質は有機溶剤に絞り、どの年齢の動物を選択するのかは、平成29年度に行う上記1)~3)を参考にして、決定する。

(4) 研究の特色・独創性

ニオイが及ぼす行動への影響を調べた研究は数少なく、さらにそのほとんどがヒトに対して精油を用いた心理学的研究であり、ニオイの評価に主観的な要因が介在する。動物でのニオイを使った研究もまた一般行動や情動、自律神経系への影響を調べるものが大半を占める。記憶・学習機能をはじめと

する高次脳機能への影響を詳細に分析するための実験はヒトでも動物でも行われておらず、本研究の結果は基礎的なデータを提供するものとなる。また、ニオイの影響が加齢によってどのように変化するかを調べる研究においては、調査紙によるものや細胞あるいはニオイ受容体レベルでは行われているが、ニオイによる行動変容が年齢により異なるのかを検証する研究は殆ど行われていない。

【研究計画】

今年度の実験では、ニオイの影響のみならず、特に老年ラットにおいて加齢による行動変化が示された。現在、毒性学的実験でよく使用される7-11週齢(若年期)、9-12月齢(壮年期)、18月齢以上(老年期)の年齢の異なるラットを使用し、行動試験を行っておりますが、平成30年度は、現在実験に使用している動物を維持し、ニオイを使用した行動実験を継続して行う。同時に、ニオイのする現場(現在、東京都と横浜市下水道局に見学を予定しております)の状況をヒアリングや調査紙等により把握

し、生じている問題を動物実験に反映させる。加齢によるニオイへの感受性の変化や行動変化に焦点をあて、用量ごとの影響も考慮した実験を行う。実際にどのような問題があるのか、その問題を動物実験でどう検証していくのかを考慮して一般行動実験を計画する。その上で、今まで行ってきた実験に加え、加齢の影響が表出しやすい試験(Gate testやトレッドミル等の協調運動機能試験や冷温感等の感覚機能テスト)も行う。加齢の変化を捉えるため、嗅上皮・嗅皮質における病理組織・分子生物学的検討も行う。

【研究成果】

平成30年度は、壮年期及び老年期(若年期は平成29年度に終了)につき記憶・学習機能を調べる行動試験を行った。その結果、壮年期および老年期は若年期に比べ、ニオイへの馴化が遅いという結果が得られた。また、実験終了後に脳と血液を採取して、行動実験時の脳の活性部位の年齢による違いを一部調べた。

(5) 吸入性粒子状物質の生体影響における予備的検討

小林健一(産業毒性・生体影響研究G), 柳場由絵(同), 大谷勝己(産業疫学研究G), 鷹屋光俊(作業環境研究G), 山田 丸(同), 久保田久代(研究推進・国際C)

【研究概要】

(1) 背景

職場環境で粒子状物質のばく露に起因するじん肺などの労働災害は、依然として多い。近年、新しいタイプ・性質の粒子状物質が産業現場に導入されて、そのばく露による健康影響が懸念されている。最近の例では、粒子状シリカの取り扱いのある事業所では、比較的短期間(1~2年程度)のばく露歴の従業員にも呼吸器障害が発生しており、これまでのシリカ粉じん障害と異なる可能性がある臨床像、疫学像が示唆されてきている。作業現場で使用された粒子状シリカのサイズや性質と呼吸器障害発生との関係は不明である。このような事例から、新しいタイプ・性質の粒子状物質による労働災害の再発を防止する点から、in vivo 実験により、その発生機序や因果関係を解明し、現状改善・対策を講じることが急務であると考えられる。

(2) 目的

健康障害が発生し、または懸念されている産業現場で使用中の粒子状化学物質を例としてシリカ

(二酸化ケイ素、SiO₂)を取り上げ、そのばく露と呼吸器障害等を含めた疾患発症との関係を解明し、予防対策の策定に科学的根拠を提示する。また、粒子状物質のばく露による呼吸器系障害を迅速に解析できるスモールスケールの評価システムモデルを気管内投与方法により検討し、確立を試みる。

(3) 方法

実験動物に SiO₂ を気管内投与し、急性や亜急性反応(生化学、免疫学、分子生物学、病理学の指標)を解析し、呼吸器系への影響を調べ、生体影響の評価を行う。

1) 実験手法の検討として、投与用試料の作製、投与方法(気管内)の確認、肺洗浄液等の試料の採集などを行う。

2) 病態生理学的検討として、急性及び亜急性反応(炎症、結節性病変など)を主な指標として、用量依存性や時間的変化の検討を行う。

3) 病理組織学的検討としては、肺の形態観察だけではなく、投与した剤の分布や可能ならば動態も併せて観察し、病態の発症と分布との関係性を調べる。従来の粒子との相違を解明するため、可

能であれば、新しい性質の粒子状物質と従来の粒子(異なるサイズ、表面修飾など)をあわせて検討する。

(4) 研究の特色・独創性

本課題は、今後、粒子状物質の呼吸器毒性に関する総合的研究を行うことを見据えた、技術的・基礎的な面から予備的なデータを収集しておくためのパイロットスタディとしての位置付けを想定している。ここで得られる毒性データや手法は、粒子状物質のリスク評価に有用な情報となると考えている。気管投与法は OECD テストガイドラインには掲載されておらず、吸入ばく露による影響との乖離を知るといふ点とともに、いかに評価系を近づけられるかという点においても重要である。これまでの歴史の中で報告の無い新たなじん肺発症の発生機序があるのか否かについての解明へと発展させることが可能となる。これは労働衛生研究領域においても新たな視点となる。

【研究計画】

実験動物を用い、SiO₂ の単回気管内投与により、適切なばく露条件の検討を行なう。動物種系統、麻酔法、分散剤、用量等、再現性の得られる手法を確定する。肺の炎症細胞障害の指標となる遺伝子群 (tumor necrosis factor- α 、transforming growth factor、collagen 等) についてリアルタイム

PCR 法により検索する。気管支肺胞洗浄液検査では、肺の炎症、細胞傷害、酸化ストレス因子(各種 cytokines、LDH、HO-1 等)の測定を行なう。

【研究成果】

現在市販されている2種類の代表的な石英シリカ (Min-U-Sil 5 silica[米国]および SiO₂ [高純度化学研究所、埼玉]) を選抜し、気管内投与のための適正なサブミクロンサイズの液中分散試料の調製と形態観察を試みた。生理食塩水に懸濁した Min-U-Sil 5 silica (100 mg/ml) を超音波処理 (0~60 分) し、分散させたところ、処理時間依存的に粒子径が小さくなりサブミクロンサイズになった。SiO₂ については、Min-U-Sil 5 silica ほどに粒子径や分散状態は安定していなかった。

電顕観察の結果、超音波処理をしていない Min-U-Sil 5 silica には多角形、棒状、針状、フレーク状といった多様な形態を呈する粒子が混在していた。引き続きシリカの詳細な検索のため、超音波処理を行った Min-U-Sil 5 silica や SiO₂ の形態を比較観察し、気管内投与に向けての液中分散試料の性状を一部明確にした。超音波処理によるシリカの結晶構造の変化の有無に関しては、X線回折法による結晶化度測定の前準備を行った。

(6) 産業化学物質のDNA損傷性スクリーニングに関する研究： γ -H2AXシステムの高度化と応用

豊岡達士(産業毒性・生体影響研究G)、柳場由絵(同)、
柏木裕呂樹(同)、王瑞生(同)

【研究概要】

(1) 背景

昨今、わが国で大きな社会問題となった職業性胆管がんや膀胱がん発症事例にみるように、産業化学物質の毒性情報のうち、発がんのファーストステップとなりうる遺伝毒性情報の把握と、そのメカニズム解明は職業性発がん防止のための最重要事項の一つである。一方、胆管がん発症事例では、その原因となった塩素系有機化合物の遺伝毒性は、従来からの微生物を使用した遺伝毒性試験がなされていたが、結果として取りこぼされていたことや、膨大な数の化学物質に加え、粒子状物質のような新しいタイプの物質への対応等を考慮すると、従来遺伝毒性試験法のみで対応するには限界がきていることは明白である。

これらを背景に、本研究提案者は平成27年度-29年度の基盤的研究において、新規DNA損傷マーカーとして注目されているヒストンH2AXに着目し、各種DNA損傷型に対応したヒストンH2AXのリン酸化応答パターンを明らかにするとともに、産業化学物質のDNA損傷性を検出するための至適作用濃度範囲・作用時間を決定した上で、ハイスループットDNA損傷性スクリーニング法(γ -H2AXシステム)の基盤を開発した。一方で、 γ -H2AXシステムをもって難代謝物質である多環芳香族炭化水素等、一部化学物質のDNA損傷性検出は難しく、その検出が課題として残っている。

(2) 目的

本研究では、上記背景を踏まえ、現行の γ -H2AXシステムを難代謝物質のDNA損傷性検出

にも対応できよう高度化すること、加えて現行の γ -H2AXシステムを用いたテスト(限定)スクリーニングを実施し、既存遺伝毒性試験との結果の相違等を体系的に整理し、産業化学物質のDNA損傷検出において γ -H2AXシステム利用が可能であるかどうかを見極めることを目的とする。具体的には以下の通り。

1. γ -H2AXシステムによるテスト(限定)スクリーニング(産業衛生学会発がん分類2群A、Bを中心にIARC発がんリスト等も考慮し選択)
2. 遺伝子導入による代謝酵素高発現細胞の作成と γ -H2AXシステムへの組み込み
3. 1.で検出された強DNA損傷性物質の損傷誘導メカニズムの解析

(3)方法

目的1について:

培養細胞に代謝酵素(CYP系)を発現するプラスミドDNAを遺伝子導入し、一定期間選択培地で選択し、代謝酵素高発現細胞を作成する。なお、多環芳香族炭化水素類(例:ベンゾピレン等)は難代謝性物質として知られているが、これらの代謝にはCYP1A1、1B1、3A4などが関与していると考えられている。また、塩素系有機化合物(トリクロロエチレン等)や芳香族アミンの代謝(オルトトルイジン等)にはCYP2e1の関与があると考えられるため、これらCYPの遺伝子導入をまずは検討する。

目的2について:

産業衛生学会発がん分類2群A、Bを中心にIARC発がんリスト等も考慮し被験物質を選択し、 γ -H2AXシステムによるテストスクリーニングを実施する(研究期間を通じて、200物質前後を予定)。被験物質については事前に十分調査した上で、複数の類(グループ)に分けて実施する。具体的な方法については以下のとおり、96 well plateに細胞を播種し、被験物質を $1\mu\text{M}$ -100mMの範囲で4時間作用する。作用後、蛍光免疫染色法を用いて γ -H2AX応答を蛍光プレートリーダーで解析する。なお、対象物質に含まれる難代謝性物質については、別途目的1で作成した代謝酵素高発現細胞においても解析をする。

目的3について:

目的2のテストスクリーニングにおいて、被験化学物質のDNA損傷性を“なし、またはあっても弱い”、“中程度”、“強い”の3段階に分類することを考えている。“非常に強い”に分類されたものの中から、産業衛生研究上重要であると考えられる物質について、過去の報告例等を勘案しながら、

DNA損傷誘導メカニズムを解析する。

【研究計画】

1. γ -H2AXシステムによるテスト(限定)スクリーニング

産業衛生学会発がん分類2群A、Bを中心にIARC発がんリスト等も考慮し被験物質を選択し、 γ -H2AXシステムによるテストスクリーニングを実施する(研究期間を通じて、200物質前後を予定)。被験物質については事前に十分調査した上で、複数の類(グループ)に分けて実施する。具体的な方法については以下のとおり、96 well plateに細胞を播種し、被験物質を $1\mu\text{M}$ -100mMの範囲で4時間作用する。作用後、蛍光免疫染色法を用いて γ -H2AX応答を蛍光プレートリーダーで解析する。

2. 1.で検出された強DNA損傷性物質の損傷誘導メカニズムの解析

テストスクリーニングにおいて、DNA損傷誘導力が被験化学物質のDNA損傷性を“なし、またはあっても弱い”、“中程度”、“強い”の3段階に分類することを考えている。“強い”に分類されるものが発見された場合、産業衛生研究上の重要性や、過去の報告例等を勘案しながら、DNA損傷誘導メカニズムを解析する。

3. 遺伝子導入による代謝酵素高発現細胞の作成

培養細胞に代謝酵素(CYP系)を発現するプラスミドDNAを遺伝子導入し、一定期間選択培地で選択し、代謝酵素高発現細胞を作成する。なお、多環芳香族炭化水素類は難代謝性物質として知られているが、これらの代謝にはCYP1A1、1B1、3A4などが関与していると考えられている。また、塩素系有機化合物や芳香族アミンの代謝にはCYP2e1の関与があると考えられるため、これらCYPの遺伝子導入をまずは検討する。

【研究成果】

1. γ -H2AXシステムによるテスト(限定)スクリーニングについて

新規購入した約40種類ほどの化学物質について、必要な被験物質を最小スケールで購入、不要化学物質は適宜廃棄する等、適切な化学物質管理ができるような体制にし、スクリーニングを一部実施した。

一方で、既所持の塩素系有機溶剤数種、芳香族アミン類数種、金属化合物数種、合計20物質程度については、スクリーニングを実施し、特に強い γ -H2AX応答を示す化学物質、逆に γ -H2AXを阻害するような化学物質を見出した。

2. 1.で検出された強 DNA 損傷性物質の損傷誘導メカニズムの解析

スクリーニングで強い γ -H2AX 応答を示した、トリクロエチレンについては、既に DNA 損傷誘導メカニズムの解析が終了しており、論文報告した。また、本結果を DNA 損傷メカニズムと併せて発表できれば学術的価値が高いと考えられるため、その解析を一部実施した。加えて、芳香族アミンの2,4-ジメチルアニリン、オルトクロロアニリンも非常に強い γ -H2AX 応答を示したため、これらのメカニズム解析を実施した。一方で、ベリリウムは、IARC 発がん性評価でグループ 1 であるにも関わ

らず、 γ -H2AX 応答が抑制されるという興味深い結果が得られ、この現象が発がんメカニズムの一端となる可能性も考えられたため、現在、ベリリウムの発がん性を γ -H2AX 応答抑制の観点から一部解析を行った。

3. 遺伝子導入による代謝酵素高発現細胞の作成

培養細胞に代謝酵素 (CYP 系) を発現するプラスミド DNA を遺伝子導入し、一定期間選択培地で選択し、代謝酵素 CYP1A1、CYP1A2、CYP2E1 高発現細胞を作成した。当該作成細胞が機能するかどうかの確証実験を一部行った。

(7) 芳香族アミン類の経皮吸収についての実験的検討

王瑞生(産業毒性・生体影響研究G), 柳場由絵(同), 小林健一(同), 豊岡達士(同), 須田恵(同)

【研究概要】

(1) 背景

2015年福井の化学工場で数十名の従業員から5名程の膀胱がん事例が報告され、労働衛生分野の大きな問題として、行政だけではなく、社会的にも注目されている。その後、この工場及び関連工場ですらに5名の発症が確認され、現在は10名の症例となった。この発生率は明らかに一般の膀胱がん発生率より著しく高い。また、発症した従業員の年齢も若年であった。このような状況から考えると、作業場の環境因子が関与している可能性が高い。本研究が当該工場における化学物質の使用・ばく露と膀胱がん発症との関連について災害調査を実施した。その結果、o-トルイジン(OT)、2,4-キシリジン(2,4-ジメチルアニリン、DMA)、アニリン(ANL)、アニシジン(ANS)等の芳香族アミン類が染料・顔料製造用原料として使用されて、環境測定などから従業員はこれらの物質のばく露を受けていたことが判明した。

OT はラットを用いた動物実験では乳腺、膀胱などのがんの発生率が高くなるとの報告がある。また、アメリカのゴム製造工場において多数の膀胱がんが発症したことから、2012年にIARCが発がん性分類1に引き上げた。福井の化学工場で発症した膀胱がん症例の従業員はいずれもOTにばく露したことから、この物質が原因物質として疑われている。他のアミン物質の発がん性情報は乏しく、現在、DMAとANLはグループ3、ANSはグ

ループ2Bとなっているが、膀胱がん発生への寄与も疑われている。

しかし、現場での調査から、OTや他のアミン類物質はいずれもばく露限界値、とりわけ最も低い日本産衛学会の許容濃度値である1ppm(OT)と比較しても極めて低いばく露量であることが判明した。一方、作業員の尿中から比較的高い濃度のOTまたはその代謝物が検出され、作業環境中濃度と大きな乖離を示した。この結果から、吸入ばく露以外の経路、つまり経皮吸収で体内に侵入したことが強く示唆された。OTとANLについては、数は少ないながら、その経皮吸収を示唆した報告があるが、定量的情報はない。また、他のアミン物質の情報は見つからない。さらに体内に入ったとして、その後どの臓器に移行するかは不明である。

職業性膀胱がんの発生原因を究明することが喫緊の課題であるが、現場で使用されていた芳香族アミンの体内侵入経路や膀胱組織への移行などの解明は必須である。

(2) 目的

芳香族アミン類の経皮吸収について定性的、定量的解析を行い、さらに標的臓器である膀胱への移行経路(血液、または尿)を解明する。このような検討から、作業現場空気中の芳香族アミン類の濃度が低いにもかかわらず、職業性膀胱がんが集団発生した原因の究明の助けとなり、現場で有効な予防対策の策定に有力な情報を提供するのが本課題の目的である。

(3) 方法

各芳香族アミン類物質が皮膚経由で体内に入るか、またどの臓器に移行するか、さらに特定の臓器でどれくらい蓄積するかなどを解析するため、放射性アイソトープでラベルした物質を実験動物の皮膚を塗布後、定期的に組織を固定し、全身及び膀胱、腎臓、肝臓などの組織での滞留を解析する。これはいわゆる“オートラジオグラフィ法”である。さらに定期的に尿を収集し、尿中への排出量やパターンを解析する。このような解析から、経皮吸収の有無だけではなく、各臓器や尿への分布・排出の時間的割合も判明することができ、各物質のがん発生への寄与を解明するには重要な手段となる。

(4) 研究の特色・独創性

産業現場で5種類程の芳香族アミン類物質が使用されたが、OTとANLの皮膚吸入について少量の定性的報告しかない。本研究はオートラジオグラフィ法を用いて、各物質の経皮吸収やその体内分布動態を定量的に解析することで、これらの物質に関して、今まで無かった情報を提供できる点は本課題の特色である。

【研究計画】

(1) 職業性膀胱がんが多発した工場では5種類の芳香族アミン類物質の使用・ばく露があった。また、発症した労働者の全員または殆どがそのうちの

OT、DMA、ANLにばく露したことがその後の調査で判明した。初年度はこれらの2-3物質について実験動物の皮膚に塗布後、定期的にオートラジオグラフィ法を用いて全身及び膀胱、腎臓、肝臓などへの移行を定量的に解析する。

(2) 収集した動物の放射性排出を定量することにより、尿中への排出パターンを解析する。

【研究成果】

・福井の化学工場の膀胱がん症例10例中の9例が2,4-ジメチルアニリン(DMA)のばく露歴があるが、この物質の経皮吸収性についての情報はほぼ無い。また本研究でインビトロ系を用いてDMAの遺伝毒性を検討した結果、o-トルイジンよりも強いと判明した。この物質が皮膚吸収の性質や体内動態を解明し、膀胱がん多発における関与の可能性を評価するために必要であると判断して、初年度は、DMAについて検討した。

・ラットの皮膚塗布実験のため、塗布量や塗布時間などを決定し、オートラジオグラフィ法を用いて全身及び膀胱、腎臓、肝臓などへの移行を定時的に(2つのタイムポイント)と定量的に(各組織における放射性)解析した。この実験を行える専門機関に必要な放射性ラベリングしたDMAを交付し、一部実験を行った。

(8) 産業化学物質による生殖影響評価に関する実験的研究

大谷勝己(産業疫学研究G), 小林健一(産業毒性・生体影響研究G),
ヴァージェ・モーセン(テヘラン大医学部、順天堂大医学部)

【研究概要】

(1) 背景

重金属を含め産業化学物質による生殖毒性が古来労働衛生上問題とされてきた。近年、女性の場合、骨に沈着した化学物質が、出産時に胎盤を通じて胎児へ大量に移行するという重大な事実が報告され、エコチル調査の様に妊娠女性、新生児、母親を対象とした世界的に追跡調査がなされている状況ではある。これらは一般環境に焦点をあわせた調査であるが、重金属が環境中に放出されるのは職場からであり、職場の中での新たな労働者の健康問題としても検討していく必要がある。これまでの基盤研究および科研費研究においてはヒトにおける妊娠初期の血中の極微量鉛が妊

娠合併症を誘発することを示し、マンガン等の別の重金属においても同様の症状が起きることをつかみつつある。

(2) 目的

本研究では労働現場で扱われているどの様な重金属が低濃度において生殖発達系にどのような影響を及ぼすかを動物実験により明らかにする。

(3) 方法

本研究では、産業化学物質(蓄積性のある対照物としてカドミウム、蓄積性のない対照物質としてフタル酸ジエステルを、被験物質としてマンガン、アンチモン等)を、雌雄の動物に投与し、雌の妊娠前・妊娠後前期・中期・後期および周産期における環境からのばく露によりどのような障害を引き起

こすかを雄性生殖毒性とも比較し実験的に検証する。特に妊娠中の母体環境は生体恒常性維持に極めて重要な役目を果たすことから、妊娠期の化学物質ばく露と母動物への影響のほか新生児の計数的指標も用い、正常な出産能力に影響がないかを多面的な手法を用いて相関性を解析する。

(4) 研究の特色・独創性

重金属には内分泌攪乱作用をもつものが数種あり、生殖系はその影響は受けやすい。しかも、微量濃度でのその作用は十分に明らかとされていない。したがって、労働環境における実験研究を行うことは、結果的に内分泌学、環境ホルモロジーに多大な貢献が見込まれる。

【研究計画】

基礎情報を取得、予備的な検討を目的として、雄、妊娠前の雌に陽性対照として用いるカドミウム(Cd)を頻回投与して、交配、妊娠着床、産児数の変化を検討し、基礎情報を取得する。さらに Cd を妊娠動物に投与して、妊娠状態の変化、出産への影響を調べ、併せて胎児・新生児の視床下部—脳下垂体—性腺系および代謝・血糖調節系にもたらす影響を生化学的、分子生物学的、組織学的手法を用いて調べる。(以下、項目)

・代謝・血糖調節に関連する血中ホルモン(インスリン等)や代謝系臓器(肝臓、腎)、脂肪細胞(皮下・内臓)等の遺伝子レベルの発現変化について調べる。

・生殖系に関連する血中ホルモン(性ステロイド等)や生殖器、標的組織・細胞に発現しているホルモン受容体・ホルモン合成酵素等の遺伝子レベルの発現変化について調べる。

【研究成果】

評価系の確立、基礎情報を取得するための予備的検討として、生殖毒性を示すことがすでに明らか因子(陽性対照としてカドミウム化合物)を妊娠マウスにばく露し、妊娠への影響を調べた。現在市販されている陽性対照のうち塩化カドミウムを、主要な器官形成期である妊娠 6 日目から雌マウスに 10 日間投与し、一般状態、体重、摂水量、摂餌量をモニタリングした。妊娠末期に帝王切開し、剖検し卵巣重量等の計数的数値を測定した。また、産児数、産児身長、産児体重も計測し、妊娠への影響を検索した。その結果をもとに、さらに妊娠前、妊娠初期、妊娠中期、妊娠末期のどの時期に作用するかを一部調べた。

(9) MOCAばく露による膀胱がん発症に関する疫学的調査研究

甲田茂樹(所長代理)

【研究概要】

(1) 背景

o-トルイジンのばく露による膀胱がん発症事案が注目されているが、厚生労働省が o-トルイジンを含めた芳香族アミン取扱作業における膀胱がん発症事案を調査する中で 3,3'-ジクロロ-4,4'-ジアミノジフェニルメタン(以下、MOCA とする)にばく露した可能性のある労働者に膀胱がんが発生した事案が確認された。安衛研は厚生労働省の依頼により当該事業所に赴いて災害調査等を実施した。しかし、MOCA を取り扱う作業は既に廃止されており、作業内容やばく露等の情報は得られずにいたが、その後、膀胱がん罹患した労働者や退職者が増加していったため、過去の MOCA 取扱いやばく露等を含めて改めて調査することとなった。その結果、2017 年 3 月末時点で当該事業所より合計 12 名の膀胱がん等が発症し、

うち MOCA にばく露していた可能性のある労働者や退職者は 10 名に上っていた。

(2) 目的

MOCA は労働安全衛生法規では特化物第 2 類として管理されてきたが、発がん物質という認識はなかった。2010 年に IARC が MOCA をグループ 1 に変更したが、その際の科学的根拠として台湾の事例報告のみ取り上げ疫学データの裏付けは希薄なものであった。これらが影響してか、日本産業衛生学会の許容濃度委員会では発がん性分類を 2A のまま据え置いた。そのようなことから MOCA のばく露による膀胱がん事案の発症状況は今後の労働衛生管理に大きな影響を与えるため、本研究の目的は当該事業所における膀胱がん事案と MOCA ばく露との関連を調査することにある。

(3) 方法

当該事業所の協力を得て以前の職歴や労働者へのインタビュー調査等から MOCA の取扱いやばく露状況を把握してばく露集団を確定する。その集団からその程度膀胱がん等が発症したかを調査・追跡することでばく露集団からの膀胱がん事案の発症リスクを推定する。今までの膀胱がん事案の発症状況から MOCA ばく露中止後かなりの年数が経ってからも膀胱がんが発症したり、膀胱がん以外の泌尿器腫瘍なども発症していることなどから他の疾患の発症状況も合わせて検討する。

(4) 研究の特色・独創性

MOCA ばく露と膀胱がん発症との因果関係については IARC 等の国際研究機関や専門とする諸学会等との見解が必ずしも一致してない。背景には両者の関連を示す疫学調査や多発事案の報告がないことがある。従って、本研究は産業保健研究で初めとなる MOCA ばく露に伴う膀胱がん事案の研究となり、産業疫学分野における職業がんの研究として大いに貢献できる可能性がある。

【研究計画】

過去の MOCA に関連したプラントの操業状況や関与した労働者等について当該事業所に赴いて協力の下、データベースを作成して MOCA ばく露集団を特定する。その後、これらの労働者あるいは退職者の健康状態等を把握するため、過去に実施されてきた健康診断(定期健康診断や昨年度からはじまった膀胱がんに関わる特殊健康診断など)や健康管理に関する情報(自主的に行われている人間ドックや病院受診など)を集めることで、膀胱がん等の疾病発症状況を把握する。

【研究成果】

当該事業所が経営統合したために、新会社への説明及び調査の実施の許可がようやく10月末に取れた。それを踏まえて当該工場における MOCA 取扱者へのアンケート調査と健康診断結果の閲覧を12月に実施した。対象者はおおよそ200名程度、内訳は現役労働者が100名、退職者が100名程度であった。さらには、膀胱がん発症者へのインタビュー調査や必要に応じたヒアリングなどで当該工場に赴いた。

d. 労働衛生工学研究領域

(1) 多様な発散抑制措置に関する工学的研究

小嶋純(作業環境研究G)

【研究概要】

(1) 背景

平成24年7月に「有機溶剤中毒予防規則等の一部を改正する省令」が施行されたことにより、一定の条件を満たせば局所排気装置等以外の発散防止抑制措置の導入が可能となった。しかし、この抑制措置には制御風速と云う単純明確な性能要件が適用されない為、その有効性を予測・判断することが難しい。また、本来局排の設置義務が無い作業においても、局排以外の発散防止措置を施すべきものがあるが、同措置に関する知見は不足している。

(2) 目的

実験および文献調査等に基づき、有害物ばく露の抑制に効果の期待できる発散防止抑制措置を設計・施工・運用する際に有用な知見を収集する。なお従来の局所排気装置についても、その適用法等について新たな知見が得られたら、随時提案する。

(3) 方法

たとえば、手作業による小物のハケ塗り・洗浄作業や樹脂・木材等の研磨切削作業など、具体的な作業形態を複数種選び、その作業に適した「局所排気装置等以外の発散防止抑制措置」の在り方等を検討する。

(4) 研究の特色・独創性

局排や「局所排気装置等以外の発散防止抑制措置」などの工学的対策の研究は、当研究所を除くと、現在、国内ではほとんど行われていない。その点で、当研究課題の独自性は主張できると考える。

【研究計画】

3年目は、「一酸化炭素中毒防止に必要な全体換気等」をサブテーマとする。一酸化炭素ばく露リス

クを伴う具体的な作業として、当初は、狭隘空間における炭酸ガスアーク溶接と練炭等による養生作業を考えていたが、前者については見送る方向とし、後者を中心に行う予定である。実験では、練炭等の燃焼時に発生する一酸化炭素の発生率(単位時間当たりの発生量)を計測する。各種練炭を専用コンロ内で燃焼させ、発生ガス全量を計測チャンバー内に導入する。同チャンバー内の一酸化炭素濃度と同チャンバー内を通過する燃焼排ガス流量および経過時間の計測値から一酸化炭素の発生率が求められる。こうして求めた発生率は、養生空間内における任意経過時間後の一酸化炭素濃度の予測、および同空間内における一酸化炭素濃度を安全レベルに低下させるのに必要な換気量の算定等に利用できるものである。

【研究成果】

実験室内で疑似作業(マネキン)と手持ち式研磨工具(ベルト・サンダー)等を組み合わせて実験モデルを構築し、そのモデルを用いて木材研磨作業を再現した。その上で、種々のばく露対策措置(※)を施し、疑似作業者の呼吸域における木材粉じん濃度(インハラブル粒子を採取)を測定した。こうして得られた木材粉じん濃度から、上記のばく露対策措置の効果と比較検証した。実験の結果、上記のばく露対策を施すことにより、木材粉じん濃度は無対策時の9.5～81%に低減できることが示された。(※)HEPAフィルター付き小型集塵機と、当研究で木材研磨作業用にデザインした排気フード(上方吸引型、側方吸引型、装着型)を併用した工学的対策法。

(2) 作業環境測定用捕集剤の低濃度有機ガスでの利用に関する研究

安彦泰進(作業環境研究G)

【研究概要】

(1) 背景

作業環境での有機ガスの測定では、捕集剤を充填した捕集管と吸引ポンプにより一定時間の濃縮捕集を行った後、有機溶媒等で対象の成分を抽出してガ

スクロマトグラフにより測定する方法(固体捕集方法)が採られる。各捕集剤による有機ガスの捕集は、捕集する空気の色に対して充分な量の捕集剤を用いることでほぼ適切に行われる。その一方、抽出においては有機ガスの種類や濃度の低さによって効率が低下

し、測定精度に大きな影響が生じることが指摘されている。

平成26年度終了の基盤的研究N-F25-05では、活性炭捕集剤の各種物性と有機ガス成分の脱着率(抽出の効率)との関係を明らかとした。一方、捕集剤としてシリカゲルを用いた製品も広く流通している。平成27年度終了の基盤的研究N-F27-03の結果では、活性炭捕集剤に比べてシリカゲル捕集剤ではその物性が有機ガス成分の脱着率にもたらす影響はより敏感なものと考えられたが、測定対象の有機化合物は2種類にとどまった。

(2) 目的

シリカゲル捕集管は極性有機化合物(水溶性のあるアルコール類など)のガスの測定に有効であるとして、活性炭捕集管を補うものとして流通しているが、実際の詳細な取り扱いには使用者に委ねられている。そのため現在において双方の捕集剤を比較した場合、それぞれで効果の高い有機ガスや、それらの脱着率の詳細は実は明らかではない。本研究はシリカゲル捕集剤での各種物性と有機ガス成分の脱着率との関係、活性炭とシリカゲル双方の捕集剤の適用がより適切な有機ガスを検討すると共に、低濃度(～数十ppm程度)での有機ガス成分の脱着率の決定方法についても検討する。

(3) 方法

平成27年度(基盤的研究N-F27-03)に測定が行えなかった極性有機化合物(主にアルコール類)などを中心とした低濃度(管理濃度としては0.5倍以下)でのシリカゲル捕集剤の脱着率の測定を進め、同捕集剤の各種物性と有機ガス成分の脱着率との関係を詳しく探る。

脱着率の決定方法については、上記のガイドブックで示される方法のうち相平衡法が取りあげられることが多く、これまでの基盤的研究においても取り組んできている。しかし、ごく低濃度(主に管理濃度の0.05倍以下)の領域での測定には精確さに問題を生じる可能性がある。直接添加法などの他の方法との比較実験を行い、それらの適性の検証を行う。

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同じ有機ガスの表(アルカン、アルケン、アルコール、エーテル、カルボン酸、ケトン、芳香族化合物)が示されており、さらに双方の効果の違いについては触れ

られていない。そこで双方の対照実験を行い、傾向の違いとそれぞれにより適切な有機ガスを明らかとする。

(4) 研究の特色・独創性

環境測定のスAMPLINGのための材料の研究は、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の測定は研究対象として意識されておらず、今後も取りあげられる可能性は小さい。また、シリカゲルは活性炭よりもさらに捕集剤としての情報が少なく、個々の試料での有機ガスの吸着・脱着性能において新しい学術・実用的知見を得ることが期待される。加えて、各捕集剤の低濃度領域での脱着率の詳細を明らかとすること自体も実用上有益な情報となる。

【研究計画】

実際の作業環境測定において参照される「作業環境測定ガイドブック」においては、活性炭捕集管ならびにシリカゲル捕集管による測定対象として同じ有機ガス(有機溶剤)の表(アルカン、アルケン、アルコール、エーテル、カルボン酸、ケトン、芳香族化合物)が示されている。しかし、各捕集管による効果の違いについては触れられていない。平成29年度までの結果を踏まえて実験の対象とする物質を選定し、それらに関する双方の捕集剤での対照実験を行う。それぞれの捕集剤の傾向の違いを明らかとし、対象としてより有効な有機ガスなどの適切な利用のあり方を検討する。

【研究成果】

前年度に引き続き、活性炭およびシリカゲル捕集剤における有機ガス成分の脱着率について、「作業環境測定ガイドブック」で示される相平衡法と直接添加法との比較実験を複数種類の有機溶剤(1-ブタノール、2-ブタノールなど)を対象として取り組み、管理濃度の1.0～0.01倍の領域での検証を進めた。

その結果、双方の捕集剤について、相平衡法は直接添加法よりも高い値を示す傾向があることがわかった。本研究での結果では、この違いはシリカゲル捕集剤においてより顕著であった。その一方、有機ガス成分濃度の変化に対しての脱着率の傾向には、いずれの捕集剤においても2つの測定方法の間で極端な違いは見られていない。

(3) 金属ヒュームの粒径と化学状態に着目した定量分析手法の開発

加藤伸之(作業環境研究G), 小嶋純(同)鷹屋光俊(研究推進・国際C),
松井康人(京都大学大学院)

【研究概要】

(1) 背景

これまでの粉じん対策は粗大粒子(吸引性粉じん)対策から始まり、一部金属等については空気動力学径で4 μm 以下の吸入性粉じんに着目されてきた。微小粉じんとしてナノマテリアルについては別途通達が発出されている。しかしながら、例えば溶接作業により発生するヒュームは、一次粒子は数十nmでありながら、発生直後から凝集状態を取り、吸入性粉じんとなることが知られている。気中に浮遊するヒュームの凝集状態や粒径に着目した形態観察や、ヒュームの化学組成に着目した先行研究がなされているが、しかしながら他のヒューム源となるロウ付けや金属の溶解炉に対する報告は極めて少ない上に、ヒュームの金属種、発生状況、距離に対する凝集度に着目し、粒径分布と化学状態を考慮しつつ、定量的に測定した例は更に少ない。

(2) 目的

労働現場の状況を想定し、粒径と化学状態に着目した測定方法を開発する。具体的には、本研究では、溶接作業などで発生するヒュームについて、化学状態、凝集状態を考慮した上で、捕集、試料の前処理法を含めて定量分析の方法を開発する。特にクロムやマンガンなどの化学状態が重要となる金属元素に対しては、化学状態と粒径によって分別された微量濃度計測を視野に入れた分析方法を検討する。

(3) 方法

本研究の工学棟において溶接ロボットを使用して、分析に使用する模擬溶接ヒュームを発生させ、粒径別に多段インパクターによる発生ヒュームの捕集を行う。その際、溶接条件を変化させて、種類の異なるヒュームを捕集する。粒径別に捕集した金属ヒューム中の対象金属(Fe、Cr、Mn等)に対し、凝集状態を電子顕微鏡により観察する。また、捕集量によって必要に応じた精度の金属分析方法を検討する。再現性が高く、作業環境測定で応用可能な分析を開発するための条件等を検討し、分析法を確立する。粒径や化学組成などの分析への影響因子も明らかにする。

(4) 研究の特色・独創性

現在の金属物質に対するばく露評価は、対象物質の質量濃度で管理されているがヒュームのように微粒子でかつ、粒径や化学組成が多様なものについては、質量濃度だけではリスク管理が不十分である可能性

がある。これらの情報を踏まえた定量分析手法の開発は本研究の特色である。本研究では溶接ヒュームを最初の目的物質とするが、本研究の成果を基礎に、ロウ付けや高温の溶解炉作業に対しても応用し、現場での測定につなげていくことができる。

【研究計画】

ステンレス溶接によってヒュームを発生・捕集し、マイクロメートルサイズや数百ナノメートルサイズのヒュームに対する六価クロムの比率を求め、溶接ヒューム内のクロムの粒径分布と化学状態に関するデータを蓄積する。

また、インハラブルおよびレスピラブルサンプラーの結果を比較・検証し、使用するフィルター素材に関しても、情報を得る。

さらに、金属ヒュームの発生と捕集までの時間と化学組成の関係を調べることで、吸入場所によってヒュームの組成に変化が生じるのか、またSEMによる形態観察を行い、EDSによるヒュームの表面領域における元素の半定量の情報を得ることで、ICP-MSやAESを用いた金属分析によるヒューム全体の金属分析と表面における金属分析を比較することにより、飛散時間とヒュームの形態・成分情報などのキャラクターゼーションに関する知見をそれぞれ得て、それらの結果をまとめる。

これらの結果を、金属ヒュームに対する個人ばく露測定とその後のリスク管理に向けて整理する。

【研究成果】

最初に、前年度の計画の1および2に示した発生後のヒュームが周囲の空間へ拡散する過程において、粒径と化学状態(六価クロム含有率)や成分組成等がどのように変化するのかについて研究を行った。

溶接作業者の呼吸域を想定した位置(発生源の上方30 cm)と、拡散後に周囲の作業者のばく露が予想される位置(発生源の上方120 cm)の2カ所で同時にサンプリングを行った。サンプリングには、吸入性粉じん測定用のサイクロン型サンプラーと分級捕集が可能なシュータスインプクターを使用した。サンプリングしたヒューム中の金属(クロム、マンガン、鉄、ニッケル)含有率と六価クロム含有率を求めて、サンプリング位置や粒径が組成に及ぼす影響を調べた。

その結果、サンプリング位置が異なってもヒューム中の金属含有率には統計的に有意な変化が認められず、距離の影響は確認できなかった。このため、サ

ンプリング位置は、どの場所に設置しても金属の含有率は一定として計測できることが示された。

一方、上記の二つのサンプリング位置(30cmと120cmの距離位置)において、粒径別にサンプリングしたヒューム中の金属含有率を比較すると、30 cm位置で採取したヒュームでは、粒径域1.0~2.5 μm と0.25~0.5 μm において鉄の含有率に有意差が認められた。また、120 cmの位置で採取したヒュームでは、1.0~2.5 μm と0.25~0.5 μm の粒径域において、マンガンの含有率に有意差が認められた。

次に電子顕微鏡による観察を行った結果、前年度までのロボット溶接時のヒュームで確認された2種の粒子(球形の粒子と、微小な球形粒子の凝集体)が、

ステンレスの半自動溶接によって発生したヒューム中にも存在することが確認された。今年度納入された高性能SEM-EDSを使用し、上記の2種の粒子について元素分析をした結果、両者の組成は異なることが明らかされた。

前年度の計画の3に示した、フィルター素材の違いが六価クロム比の測定値に及ぼす影響については、既存の研究で情報がある程度得られていることから、2種のサンプラー(シュータスインパクトとサイクロン)の違いが六価クロム比に及ぼす影響について優先して検証を行ったが、有意な差は認められなかった。

(4) カーボンナノチューブエアロゾルの凝集状態に関する研究

小野真理子(作業環境研究G)、山田丸(同)

【研究概要】

(1) 背景

工業用ナノ材料の労働環境管理について厚生労働省から通達が発出されているが、具体的な環境測定方法は確定していない。炭素系ナノ材料であるカーボンナノチューブ(CNT)のうち一種類は、がん原性物質として指定され、作業環境における測定法として当研究所の方法が採用されている。より精密にばく露評価するために電子顕微鏡による測定とエアロゾルの粒径分布についての情報が必要である。粒子状物質の作業環境における定性・定量に電子顕微鏡を活用するためのプロジェクト研究を、平成30年度から開始する予定であるため、CNTについて一部先行して開始する。

(2) 目的

炭素分析を使用する作業環境中のCNTエアロゾルを定量する方法について、他の粒子状物質が存在し、かつ、大気中に存在するすすのような物質と炭素分析で分離しにくい条件について、CNTを分離するためにエアロゾルの粒径分布を解析し、凝集に寄与する要因を明らかにする。

(3) 方法

当研究所のCNT定量法が海外でも使用されているが、様々な形状のCNTや金属粒子とCNTを分離するために電子顕微鏡を併せて導入する方法が提案されている。CNTはどのような粒径で飛散するのかを、CNTの形状と併せて検討することで、CNTの捕集時に他のエアロゾルからの影響を低減する方

法があるかどうかを検討する。海外で検討されている、全粒子から、構造や成分を考慮した上でCNT以外の粒子を除去して、CNTを定量する方法を国内で導入するための条件を明らかにする。電子顕微鏡により金属成分や、結晶構造を考慮することはもちろんであるがエアロゾルの粒径分布により粒子を分別する方法を加えて検討する。

(4) 研究の特色・独創性

炭素分析によるCNT測定法は当研究所で開発した手法であり、独創性がある。CNTの検出について海外の方法は電子顕微鏡のみを導入しているが、本研究ではエアロゾルの粒径分布を考慮に入れて、より簡便に定量する方法を構築している。

【研究計画】

最終年度であるため、今年度実施した内容を整理する。電子顕微鏡観察に適切な試料のサンプリングを実施して、エアロゾルの飛散の状態を電子顕微鏡で観察し、CNTの形状が飛散に及ぼす影響を整理して、当研究をまとめる。また、リアルタイム測定装置により発生状態を評価できるかどうか検討する。炭素分析とリアルタイム測定についての内容を基に本研究を終了し、電子顕微鏡観察に関わる部分をプロジェクト研究の成果に引き継ぐ。

【研究成果】

模擬的な粒子を発生させて、石英繊維ろ紙で捕集した試料について粒径分画ごとに炭素分析を行い、CNTもカーボンブラックもミクロンサイズの粒径範囲に粒子発生ピークがあることを確認した。今

回エアロゾルの捕集に使用しているサンプラーは粒径別にエアロゾルを捕集するために、粒子は高速でスリットを通過して、捕集面に衝突する。そのために、凝集していた粒子が衝撃で微小化するため、空气中で凝集していたのか、分離していたのかを確認することができない。そこで、各段の粒子を電子顕微鏡観察して飛散・捕集の状況を確認した。CNTの細くて長いものはミクロンサイズに凝集しており、サブミクロン粒子として観察されるのは、繊維ではない微小な粒状の不純物であった。太くて棒状のタイプ

のCNTでも緩い凝集体がミクロンサイズ粒子として観察されたが、短い繊維はサブミクロン粒子として観察された。サブミクロン粒子のピークはCNTでないこともあるが、量的にはミクロンサイズ粒子が卓越していることから、CNTの定量にはミクロンサイズの粒子濃度を測定すれば良いと言える。

以上により、①衝撃の少ない方法で粒子を捕集する必要があること、②観察像を得やすい平滑なる紙では粒子の再飛散が大きいこと、③単繊維の飛散は少ないこと、などが明らかになった。

(5) キャピラリー電気泳動及び液体クロマトグラフィー/質量分析法による作業環境測定のための芳香族アミン分析法の開発

井上直子(作業環境研究G)

【研究概要】

(1) 背景

リスクアセスメントが2016年6月より施行され、より多くの化学物質について作業環境の測定法の開発が期待されている。そのため、精度が良く高感度な分析方法だけでなく、様々な事業所でより多くの試料に対応できるように、高精度・高感度・安価・簡便な分析方法の提案が必要と考えられる。また、2015年12月に芳香族アミンを扱う現場で膀胱がんの発症が報告されたことから、特定化学物質以外の芳香族アミン分析法が求められ、基盤研究を実施してきた。作業環境測定に使用される機器以外についても芳香族アミンの測定方法を提案することは、リスクアセスメントのばく露評価において測定を導入したい事業者にとって有用な情報となり得る。

(2) 目的

本研究は芳香族アミンの測定法を探索し、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)以外の有効な分析法を提案するために、キャピラリー電気泳動法(CE)や液体クロマトグラフィー/質量分析(LC/MS)の導入の可能性を明らかにする。

(3) 方法

本研究では、作業環境測定に使用される機器以外の機器として、作業環境測定に適用可能なCEを用いた測定法の開発を行う。CEは、内径50-100 μm 程度のキャピラリー内に泳動液を満たし、試料溶液を注入後、両端に電圧を印加し、電気泳動を行う事により、試料中の化合物を分離分析する方法である。この方法は、有機溶媒量の使用量及び試

料溶剂量が少なく、HPLCと異なりカラムを変更することなく、泳動液の組成変更のみで分離条件を変更できるなどの利点がある。そのため、分析者の有機溶媒ばく露のリスクが低く、カラム等を保有する必要が無い場合、測定機関の負担が比較的軽く、リスクアセスメントのばく露評価において測定を導入したい事業者にとって使用したい分析機器の一つであると考えられる。また、LC/MSはLC/UVに比較して化合物の同定能力の高い分析機器であるが、作業環境測定では利用例が少ない。そこで、この二つの分析法を作業環境測定に適用するために、分析条件や前処理条件等を詳細に検討し、実用性のある測定法とする。

(4) 研究の特色・独創性

芳香族アミンの作業環境測定に用いられる機器は限定されているが、例えばGCによる方法では液-液抽出等の前処理操作の際に分析者が芳香族アミンにばく露するリスクが高い。芳香族アミンを分析する上で、分析者の芳香族アミンへのばく露リスクが低い分析方法が望ましい。また、作業環境中の共存物質存在下において、選択性の高い方法が望まれるが、CE等の電荷等により分離する方法は電荷をもたない化合物等と容易に分離できるため、GCでは分析が困難な現場においてもCEにより容易に分析が行える場合がある。

【研究計画】

平成30年度は平成29年度に引き続き、下記(1)について検討を行い、平成29年度の計画(2)及び平成30年度予定の(3)について研究を進める。

(1) LC/MSによる分離条件の最適化

LC/MSにより、芳香族アミンの分離条件の検討を行う。捕集試料回収時の誤操作や回収率の低下による影響を低減した、作業環境の測定方法を確立するため、サロゲート物質を用いた方法を検討する。サロゲート物質は入手が容易な物質を選定し、より汎用され易い方法を目指す。

また、分離が困難な場合等に対応した方法や、高感度化についても検討を行う。分離が困難な場合については、昨年度行った選択的な誘導体化を適用し、選択性を向上する。高感度化については、芳香族アミンをよりイオン化しやすい構造にすることにより、高感度化を検討する。

(2) CEによる分離条件の最適化

CEによる芳香族アミンの分離条件の検討を行う。LC/MSと同様にサロゲート物質を用いた方法による

分析方法を検討する。

(3) 芳香族アミン分析のCE条件の最適化の検討

芳香族アミンの捕集試料は強酸性であるため、高感度化(キャピラリー内での試料濃縮等)が適用可能な条件を検討し、最適化を行う。また、芳香族アミンの高感度検出についても検討を行う。

【研究成果】

平成30年度の年間計画(2)CEによる分離条件の最適化の予備検討を行った。

試料調製及び機器分析中での有機溶媒ばく露リスクを下げるため、有機溶媒を全く使用しない条件を用いて、CEにより芳香族アミンの検出感度確認を行った。通常の実験条件では検出感度が低く、検出感度向上のために条件検討が必要であった。

(6) 3軸振動測定に基づいた防振手袋の振動伝達特性の測定と実工具振動に対する振動軽減効果の予測への応用

柴田延幸(人間工学研究G)

【研究概要】

(1) 背景

わが国では、第11次労働災害防止計画を計画期間として振動障害予防対策が推進された。その結果、作業管理方法として作業中の振動ばく露の定量的な評価が周知・指導されるとともに保護具である防振手袋の使用奨励がおこなわれた。しかし、入手可能な振動軽減作業手袋(広義の防振手袋)は多岐を極め、実際の振動作業に対する個々の防振手袋の振動軽減効果は明らかでなく、したがって防振手袋を導入した際の作業管理の策定を困難にしている。

これは、防振手袋の振動軽減性能に関する評価方法を定めた規格であるJIS T8114 (2007) およびISO10819 (2013)にしたがって求められた防振手袋の振動軽減率が実際の振動作業に対する個々の防振手袋の振動軽減効果を表すものではないため、防振手袋を使用した際の振動作業に対する振動ばく露量を評価することができないためである。

(2) 目的

本研究の目的は、先行研究N-F27-06で確立しつつある「実工具振動に対する防振手袋の振動軽減効果の予測手法の確立」を単軸測定からより実際の振動に近い3軸振動の測定に拡張することにより、実際の振動作業における防振手袋の導入効果

を作業管理の策定に反映することを可能にすることである。

(3) 方法

前述の規格にしたがって、用意した複数の防振手袋に対して被験者を用いた振動実験を行う。手-防振手袋系の動的応答に関する測定データに周波数解析を施すことにより、3×3マトリクスに拡張した伝達関数を得る。伝達関数に影響を与える可能性のある手の把持力や振動の大きさ等の因子について、実験により影響係数を求める。得られる伝達関数および影響係数をもとに、代表的な振動工具数種類の振動波形に対する振動ばく露量の予測式を立式、実測値に対する予測精度を検証する。

(4) 研究の特色・独創性

前出の規格に基づいた防振手袋の振動軽減率を用いて実作業における振動軽減性能の予測値を得ることができる方法の確立を特色としている。さらに先行研究N-F27-06で確立しつつある「実工具振動に対する防振手袋の振動軽減効果の予測手法の確立」を単軸測定からより実際の振動に近い3軸振動の測定に拡張することにより、単なる防振手袋間の性能比較の指標でしかなかった振動軽減性能の諸指標が実用的な意味を持ち、防振手袋の実作業における振動軽減性能の予測およびその作業管理への反映が可能になる。

【研究計画】

①平成29年度実施の実験によって得られた各種防振手袋の振動伝達特性より、防振手袋ごとに周波数の関数である 3×3 マトリクス of 振動伝達関数を解析により求める。

②伝達関数の各成分に対して、ハンドル把持力や押し込み力の影響を検討するために。ハンドル把持力や押し込み力の条件を変化させて実験を行う。

【研究成果】

①平成29年度実施の実験によって得られた各種防振手袋の振動伝達特性よりをもとに解析を行い、各防振手袋サンプルごとに周波数の関数である 3×3 マトリクス of 振動伝達関数を解析により求めた。

②伝達関数の各成分に対して、ハンドル把持力や

押し込み力の影響を検討するために。ハンドル把持力や押し込み力の条件を変化させて実験を行ったところ、3軸加振においては荷重条件の違いが伝達特性に及ぼす影響は1軸加振ほど大きくなく、有意差がないことが示された。

続いて各加振軸ごとに感度解析を行ったところ、互いに他の2軸の振動による交互効果を有意に受けることにより振動加速度が増加した結果、防振手袋に埋入された防振材の動的応答がほぼ飽和に近い状態になっていることが分かった。このことが原因で、3軸加振においては荷重条件の違いが伝達特性に及ぼす影響にほとんど違いが出なかったと考えられる。

(7) 救急搬送データと気象データを用いた熱中症の分析

上野哲(人間工学研究G)

【研究概要】

(1) 背景

厚生労働省による職場における熱中症による死傷災害の発生状況(平成28年1月末時点)によると、2010年以降の熱中症死傷者数は年間400人と高留まりで推移している。第十二次防でも、熱中症を削減することが目標に挙げられており、熱中症対策は重要課題の一つである。過去の熱中症事例から気象条件や年齢性別等の個人条件と熱中症発症との関連性を詳しく疫学の面から分析して現状を把握し、予防に役立てることは有意義である。日本では熱中症の疫学データは存在するが、十分な解析は行われていない。平成28年に実施した基盤的研究で、11の大都市から集めた過去5年分の熱中症救急搬送データ(31,577件)と気象データをリンクしてデータベースを既に構築しており、そのデータベースを使って分析が可能である。

(2) 目的

熱中症の発症要因を分析するため、熱中症発症と関連性が強い気象指標を検討する。最初に、業務上と考えられる熱中症を詳しく分析する。熱中症罹災者の業種を発生場所から予測し、職種と熱中症との関連を分析する。熱中症が多い気象条件を選び出し、予防対策を立案する時の基礎資料となるようにする。また、暑熱順化や地域差が熱中症に与える影響を評価する。地方の熱中症についても大都市と比較検討しその傾向を明らかにする。

(3) 方法

熱中症の疫学データと気象データを組み合わせて作成したデータベースを用い、熱中症の発症要因を分析する。他の熱中症患者発生状況等のデータも気象データと合わせて解析する。

A) 熱中症発症に及ぼす気象因子として、日最高気温、日最低気温、日平均気温、覚知時気温、発症数時間前の平均気温、気圧、放射熱、風速、湿度が考えられる。気象の統合指標(WBGT, UCI等)を用いどの指標が熱中症発症に最適かについても検討する。

B) 発生場所が作業場である熱中症については、特に屋外作業を中心として、記述統計、クロス集計等を行う。

C) 地域差は、地方の中小都市及び市町村のデータをできるだけ集めて今までの大都市中心のデータベースに追加する。寒冷地と温暖地とを比較検討しながら分析を行う。

(4) 研究の特色・独創性

実際に起きた熱中症のデータ及び気象予測から熱中症の発生を予測することも必要である。熱中症の予測には日最高気温がよく用いられるが、午前中に熱中症が起きれば午後に観測される日最高気温は関係なくなるため熱中症発症時の気温を用いた方がより正確である。本研究では、熱中症発症時の気温だけでなく発症前の気温及び湿度、放射温度、風速等を考慮に入れる点でより正確な予測を行うこ

とが出来ると期待される。業務上の熱中症の疫学研究は少ないため、有益なデータになると思われる。熱中症の地域差については定量的な研究や日本での熱波の疫学研究は少ないため、有益なデータになると思われる。

【研究計画】

(1) 熱中症による救急搬送データの補充

過去にデータ提供をいただいた11の大都市に対し、それまでに得られたデータを提供していただくよう交渉する。今まで、全て大都市であったため、地方都市や町村へ熱中症救急搬送データの提供をお願いします。可能であれば作業に関連する熱中症の発症が特定でき、作業様態と熱中症発症との関係がつかめるようなデータの提供をお願いします。救急搬送データは気象データとリンクし仕事場で発生した熱中症を中心に解析する。

(2) 業務上熱中症発生の予測モデルの構築

気象条件、個人要因、発生場所、地域差等を考慮して予測モデルを構築する。

【研究成果】

熱中症による救急データは大都市のデータを5年

分頂くことが出来、データを解析した。地区によって熱中症が発生した作業場所の種類が異なり産業の違いを示していた。同一の都道府県でも、湾岸部と内陸部で熱中症発症率が異なり、地域差がある場合があった。屋内で発生した熱中症と屋外で発生した熱中症では気温では差が無かったが、黒球温度やWBGTでは屋外で発生した熱中症の方が屋内よりも高くなった。放射熱の影響が屋外での熱中症に影響していることが示唆された。職場で発生した熱中症の分析結果は、今年の産業衛生学会で発表した。

全国の熱中症救急搬送データを各県別に暑熱順化が熱中症発症率に与える影響について分析した。日最高WBGTがほぼ等しい7月前半と9月後半を比較した。7月前半熱中症発症率は9月前半に比べて熱中症発症率が高かった。1日に100万人当たり1人熱中症で救急搬送される日最高WBGT値は9月前半が7月前半に比べて1.5°C高かった。熱中症発症と関連が深い気象指標の探索と業務上熱中症発生の予測モデルの構築を一部行った。

(8) 作業環境中の低周波音の特性・影響・認知度に関する基礎的フィールド調査

高橋幸雄(人間工学研究G)

【研究概要】

(1) 背景

住環境において、低周波音(周波数が概ね100 Hz以下の音)が原因と疑われる影響(主にアノイアンス、不快感等の心理的影響)が社会的関心を集めている。一方、作業環境においては、騒音性難聴にはほとんど寄与しないことから、これまで低周波音が問題視されることは少なかった。しかし、例数が多いとは言えないものの、作業環境でも低周波音が原因と考えられる心理的影響が生じたケースは報告されており(高橋(1999)、Bengtsson et al.(2007)など)、潜在的には、住環境におけるのと同様の問題が発生している可能性がある。低周波音の存在によって、それが無い場合よりもアノイアンスが増加したり、作業能率が低下したりするという過去の研究例もある(Persson et al.(1988)、Pawlaczyk-Luszczynska(2005)など)ことから、作業環境における低周波音の影響の実態を把握しておくことは、労働衛生にとって将来的に必要な課題と考えられる。

(2) 目的

本研究では、以下の2点を目的とする。1つ目は、作業環境中の低周波音問題をアンケート形式で調査するための調査票様式の確立である。本研究で基本的な部分を確立し、将来、より大きな規模で同様の調査を実施することを視野に入れている。2つ目は、低周波音が発生し、それによる影響が生じている可能性がある作業環境でアンケート調査と現場測定を実施することにより、作業環境中で発生する低周波音の特性、影響との関連を把握することである。また、一般に、作業環境では低周波音の認知度が低いと考えられることから、低周波音という対象そのものの認知度(低周波音を知っているか、低周波音による影響の知識はあるか等)についても、アンケート調査によって把握したいと考えている。

なお、本研究の主対象は低周波音であるが、実際に低周波音のみが発生するケースはまれであることから、低周波音と一般的な可聴域騒音の両方を調査・測定対象とする。

(3) 方法

既存の一般的な騒音用の調査票(Fields et al.

(2001)、難波 他(2006)などを参考にして、暫定的な低周波音・可聴域騒音用調査票を試作する。協力が得られた現場(具体的なフィールドは、現在検討中)の作業者・産業保健関係者などを対象として小規模なアンケート調査(低周波音によると思われる影響が生じているか、音源となる設備は何か、周波数・音圧レベルはどれくらいか、どのような対策を実施しているか等)を実施し、その分析結果に基づいて内容に改良を加え、基本的な様式の確立を図る。また、低周波音問題の認知度を調べる項目も調査票に含めることで、現場での低周波音問題の認知度の把握を図る。

現場測定に関しては、協力が得られた現場の主要な音源設備について低周波音・可聴域騒音の測定を行い、その特性(周波数、音圧レベル、発生頻度など)を把握する。対象現場では上記のアンケート調査も実施するので、何らかの影響が生じていることがアンケート調査から判明する場合には、その影響と低周波音・可聴域騒音との関連、実施されている対策とその効果についても調べる。

(4) 研究の特色・独創性

これまで、住環境中の低周波音を対象としたアンケート調査は多くなされてきているが(Persson Waye et al.(2001)、Møller et al.(2002)など)、作業環境を対象としたものは非常に少ない。また、それらの少数例のほとんどは個別のケーススタディである。本研究で目指している、ある程度汎用的に使用できる低周波音用調査票を確立できれば、その意義は大きいと考えられる。さらに、本研究の特色として、低周波音の認知度についても調査する点が挙げられる。この試みが成功すれば、認知度と影響発生の関連についても検討できるのではないかと考えている。

【研究計画】

(1) まず、調査フィールドの選定を進める。それと並行して、既存の一般的な騒音用の調査票を参考に

して、暫定的な低周波音・可聴域騒音用調査票を試作する。質問項目は、低周波音・可聴域騒音によると思われる影響が生じているか、音源となる設備は何か、周波数・音圧レベルはどれくらいか、どのような対策を実施しているか等で、また、低周波音の認知度を調べる項目も含める。暫定版の調査票の作成後、協力が得られたフィールドにおいて、作業者・産業保健関係者などを対象とした小規模なアンケート調査を実施する。その分析結果から、当該フィールドの基本的状況を把握するとともに、低周波音に関する情報をうまく拾い上げられているか否かを検討して調査票の内容に改良を加え、基本的な様式を整える。

(2) 調査票の基本様式ができれば、それをういたアンケート調査及び低周波音・可聴域騒音測定を実施する。低周波音・可聴域騒音測定の対象設備は、上記の予備的調査で把握できた音源設備とし(そのような設備が把握できなかった場合は、当該フィールド内の主要な設備から適宜選定する)、測定項目は、周波数、音圧レベル、発生頻度などとする。この調査・測定の結果に基づき、低周波音・可聴域騒音の特性と影響の関連、低周波音の認知度と影響の関連、実施されている対策とその効果などを検討する(低周波音のみの影響を拾い上げられれば望ましい)。

【研究成果】

アンケート調査票については、住環境での騒音影響調査用の調査票(Fields et al.(2001)、難波 他(2006))をベースに、本研究の特徴である低周波音に関する項目を含めながら、作成を進めた。調査フィールドを確定し、予備的な調査(暫定的に作成した調査票によって低周波音に関する情報をうまく拾い上げられているか否かを検討し、その結果に基づいて調査票の内容に改良を加え、基本的な様式を整える)を開始した。

(9) 熱中症予防のためのWBGT指数とバイタルデータの基準値の検討

齊藤宏之(人間工学研究G)、吉川徹(過労死等研究C)、澤田晋一(東京福祉大学)、森川直洋(大林組)、赤川宏幸(同)、笠井泰彰(同)、飯塚浩二(同)、山田昇吾(同)

【研究概要】

(1) 背景

夏季建設業での熱中症災害が多発していることを受け、暑熱職場にて様々な熱中症対策が進めら

れている。心拍数などの暑熱ストレインによる熱中症対策は厚生労働省の通達でも明記されている有効な方法であり、近年ウェアラブルセンサーを用いた心拍数の評価が行われるようになってきている。

これまでに実施した基盤的研究における実験室実験にて、着衣型ウェアラブルセンサーを用いた心拍数が精度良く測定できることが確認できており、作業現場における展開が期待されるが、その一方で実際に暑熱作業現場にて用いた際にどのような基準で運用すれば効果的に熱中症予防に寄与するかについては不明な点も多く、検討する必要がある。また、現状の熱中症防止対策はWBGT値の測定ならびに作業強度に応じた代謝率区別の基準値による評価と対策が講じられているが、このWBGT基準値による評価を日本人の作業規制を行う際に適当かどうかは不明確である。

(2) 目的

本研究では夏季屋外建設現場を中心とした暑熱作業現場において、暑熱ストレス指標であるWBGT測定値と、そこに働く作業者の心拍数(暑熱ストレイン指標)を組み合わせることにより、WBGT値ならびに心拍数の関連性を解析し、作業規制の措置を取るべき基準値の設定、さらにはWBGT基準値表の妥当性の検討を行うことを目的とする。

(3) 方法

夏季屋外建設作業現場等において、実際の作業者にウェアラブルセンサーを着用してもらい、通常通りの作業中のバイタルデータ(心拍数等)のデータを収集する。WBGT値については、作業場の代表地点(数ヶ所)を据え置き型のWBGT測定器にて測定し、当日の作業者の作業場所について事前・事後に調査票にて確認することにより作業中のWBGT値を把握する。これらの値を照らし合わせることにより、WBGTレベルと人体の生理学的反応の関連性を解析する。その解析結果から、心拍数ならびにWBGT値による作業規制値の検討を行う。

なお、一部の作業者に小型WBGTロガーを装着して個人WBGT値を測定することにより、定点WBGT測定値と調査票による作業場所の特定が妥当であるかどうかの確認を行う。

体温測定については、現段階においてウェアラブル化が進んでいないため、開発状況を確認しながら、現場への展開を検討する。

(4) 研究の特色・独創性

実際に熱中症災害が多く発生している夏季屋外建設現場において、多数の作業者を対象とした大規模調査が可能である点が特色である。作業現場

のWBGT値と作業者のバイタルデータを照合・解析することにより、我が国における熱中症防止に有効な指標を見出すことが可能となることが期待される。

【研究計画】

(1) 夏季屋外建設現場(5~6ヶ所程度を予定)にて、総勢300人程度1現場あたり20~30人の作業者にウェアラブルセンサー(着衣型またはリストバンド型の心拍計、活動量計、いずれも平成28~29年の研究にて有用性・安全性を検討済み)を着用した状態で通常の作業を行ってもらい、その間の心拍数等のバイタルデータを取得する。

(2) 作業場の数ヶ所に設置した固定型WBGT測定器でWBGT値を測定し、当日の作業者の作業場所について事前・事後に調査票で確認することにより、対象者の作業中WBGT値とする。それに並行し、一部の作業者に小型WBGTロガーを装着して個人WBGT値を測定することにより、定点WBGT測定値と調査票による作業場所の特定が妥当であるかどうかの確認を行う。

(3) 得られたバイタルデータ、WBGT値ならびに作業強度を照合・解析することにより、WBGT値・心拍数各々についての基準値の検討を行う。

(4) 現場における体温測定方法について、これまでに検討を行ってきた耳温計ならびに足の甲における皮膚温度について、実際の現場での適用の可否についての検討を行う。

【研究成果】

夏季屋外建設現場7箇所において、計283人の建設作業員(15~71歳、平均40.4歳)を対象とした調査を実施した。作業員にはウェアラブル心拍計(283人中12名がシャツ型、271名がリストバンド型)ならびに活動量計を装着してもらい、通常の作業下における心拍数と活動量を取得した。

作業場におけるWBGT値は計17ヶ所の定点ポイントにおいて連続的に測定を行うと共に、1事業所の各階において測定を行い、各階の測定値の差についての検討を行った。その結果、晴天下に置いては屋上が最も高く、屋上直下の階が屋上よりも2℃程度低く、それ以下の階は屋上よりも4℃程度低く、地下階は26℃程度でほぼ一定であった。この傾向を適用することにより、測定箇所が限られる現場においても作業場所のWBGT値の推定がある程度は可能であることが示された。

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 「既存不適合機械等更新支援補助金」に係る評価委員会
2) 厚生労働省 「技術革新に対応した機械設備の安全対策の推進事業」に係る技術審査委員
3) 厚生労働省 2020 年東京オリンピック・パラリンピック競技大会大会施設工事安全衛生対策協議会 幹事会
4) 厚生労働省 VDT 作業に係る労働衛生管理に関する検討会
5) 厚生労働省 化学物質による労働者の健康障害防止措置に係る検討会及び管理濃度委員会(含座長)
6) 厚生労働省 個人サンプラーを活用した作業環境管理のための専門家検討会
7) 厚生労働省 リスク評価検討会ばく露評価小検討会
8) 厚生労働省 建設業における墜落・転落防止対策の充実強化に関する実務者会合
9) 厚生労働省 大規模建設工事計画審査委員会
10) 厚生労働省 電気自動車等の整備業務に必要な特別教育のあり方に関する検討会
11) 厚生労働省 発散防止抑制措置特別実施許可に関する専門家会合
12) 厚生労働省 薬事・食品衛生審議会取扱技術基準等調査会
13) 厚生労働省 「安全管理セミナー事業」総合評価落札方式技術審査委員会
14) 厚生労働省 「安全管理支援事業」総合評価落札方式技術審査委員会
15) 厚生労働省 労働基準局, 医療従事者勤務環境改善のための助言及び調査業務
16) 厚生労働省 安衛法 GLP 査察専門家
17) 厚生労働省 安全管理支援事業(労働安全衛生マネジメントシステムの普及促進等)及び安全管理支援事業(安全衛生教育教材の作成)に係る技術審査委員会
18) 厚生労働省 化学物質のリスク評価検討会
19) 厚生労働省 化学物質のリスク評価検討会 ばく露評価小検討会
20) 厚生労働省 架橋型アクリル酸系水溶性高分子化合物の吸入性粉じんの製造事業場で発生した肺障害の業務上外に関する検討会
21) 厚生労働省 職場における化学物質のリスク評価推進事業(有害性評価書原案作成)
22) 厚生労働省 トンネル建設工事の切羽付近における作業環境等の改善のための技術的事項に関する検討会
23) 厚生労働省 平成 31 年度「第三次産業労働災害防止対策支援事(保健衛生・陸上貨物運送)に係る総合評価落札方式技術審査委員会」
24) 厚生労働省 有害性評価原案作成委員
25) 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
26) 厚生労働省, 平成 30 年度第 1 回トンネル建設工事の切羽付近における作業環境等の改善のための技術的事項に関する検討会 オブザーバー
27) 厚生労働省健康局 厚生科学審議会専門委員
28) 厚生労働省委託事業「職場における化学物質のリスク評価推進事業」 有害性評価書原案作成グループ委員
29) 厚生労働省労働基準局 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
30) 厚生労働省 平成 30 年度「見える安全活動コンクール」優良事例選考委員会
31) 厚生労働省がん原性試験指示検討委員会
32) 厚生労働省変異原性試験結果検討委員会
33) 環境省 オリンピック・パラリンピック暑熱環境測定等検討委員会
34) 環境省委託事業「平成 29 年度化学物質の内分泌かく乱作用に関連する報告の信頼性評価作業班会議」
35) 総務省 公害等調整委員会 専門委員

委員会等の名称

- 36) 経済産業省・NTT データ経営研究所 「人とロボットの協調作業を実装したロボットシステムの設計手法の確立に向けた調査」に関する研究会主査
- 37) 国土交通省 疲労管理基準に関する勉強会
- 38) 国土交通省・公益社団法人全日本トラック協会 女性ドライバー等が運転しやすいトラックのあり方検討会
- 39) 国土交通省 建設工事における安全衛生経費の確保に関する実務者検討会
- 40) 国土交通省 操縦士の疲労管理に関する検討会
- 41) 内閣府 食品安全委員会 肥料・飼料等専門調査会
- 42) 人事院事務総局 心の健康づくり委員会職場環境改善ワーキンググループ 委員兼座長
- 43) 人事院 平成30年度労働基準監督官採用試験試験問題作成専門委員会
- 44) GHS 関係省庁会議 国連 GHS 専門小委員会への対処検討会
- 45) 消費者庁消費者安全調査委員会 専門委員
- 46) 埼玉県化学物質対策専門委員会委員
- 47) 静岡県診療用放射性同位元素(RI)審査委員
- 48) 静岡市診療用放射性同位元素(RI)審査委員
- 49) 独立行政法人産業技術総合研究所 ナノテクノロジー標準化国内審議委員会環境安全分科会
- 50) 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 工場電気設備防爆指針改正委員会 事務局
- 51) 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 防爆機器型式検定簡略化検討委員会
- 52) 独立行政法人産業技術総合研究所 ナノテクノロジー翻訳 TS 原案作成委員会
- 53) 国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 農作業事故詳細調査・分析に係るアドバイザー会議
- 54) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)研究評価委員会「低炭素社会を実現するナノ炭素材料実用化プロジェクト」分科会, NEDO 技術委員
- 55) 中央労働災害防止協会 「リスクアセスメント導入促進マニュアル及び職場の「危険見える化」の実践マニュアル検討委員会 リスクアセスメント(小売業向け)マニュアルWG」
- 56) 中央労働災害防止協会 「リスクアセスメント導入促進マニュアル及び職場の「危険見える化」の実践マニュアル検討委員会」
- 57) 中央労働災害防止協会 経皮ばく露評価委員会
- 58) 中央労働災害防止協会 測定手法検討分科会(化学物質)(分科会長)
- 59) 中央労働災害防止協会 測定手法等検討分科会(ナノマテリアル)
- 60) 中央労働災害防止協会 ナノマテリアル測定手法等検討分科会
- 61) 中央労働災害防止協会 ばく露評価委員会
- 62) 中央労働災害防止協会 フルハーネス型墜落制止用器具の使用に関する特別教育用テキスト編集委員会
- 63) 中央労働災害防止協会 保護具等検討分科会(含分科会長)
- 64) 中央労働災害防止協会 リスクアセスメント導入促進マニュアル及び職場の危険の見える化の実践マニュアル検討委員会
- 65) 中央労働災害防止協会 小売業、社会福祉施設及び飲食店における安全衛生管理体制のあり方に関する検討委員会
- 66) 中央労働災害防止協会 リスクアセスメント導入促進マニュアル及び職場の「危険の見える化」の実践マニュアル検討委員会 飲食店向け RA マニュアル WG
- 67) 中央労働災害防止協会「リスクアセスメント導入促進マニュアル及び職場の「危険の見える化」の実践マニュアル」検討委員会委員長
- 68) 建設業労働災害防止協会 ICTを活用した労働災害防止対策のあり方に関する検討委員会
- 69) 建設業労働災害防止協会 フルハーネス型安全帯に関する安全衛生教育のあり方検討会
- 70) 建設業労働災害防止協会 軸組作業時における墜落・転落災害防止対策専門部会
- 71) 建設業労働災害防止協会 2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に係る建設需要に対応した労働災害防止対策事業
- 72) 建設業労働災害防止協会 2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に係る建設需要に対応した労働災害防止対策事業運営委員会
- 73) 建設業労働災害防止協会 震災復旧・復興工事の労働災害防止対策の提言会議

委員会等の名称

- 74) 陸上貨物運送事業労働災害防止協会 トラック・荷台での荷崩れによる災害防止安全マニュアル作成委員会 委員長
- 75) 陸上貨物運送事業労働災害防止協会 労働災害防止対策委員会
- 76) 公益財団法人 全日本トラック協会 「過労死等防止計画フォローアップ WG」
- 77) 公益財団法人安全衛生技術試験協会 労働安全コンサルタント試験委員会
- 78) 公益財団法人安全衛生技術試験協会 労働衛生コンサルタント試験委員会
- 79) 公益財団法人安全衛生技術試験協会 労働衛生コンサルタント試験筆記試験員
- 80) 公益財団法人安全衛生技術試験協会 作業環境測定士試験委員会(含幹事試験員)
- 81) 公益財団法人安全衛生技術試験協会 作業環境測定士 試験員
- 82) 公益社団法人産業安全技術協会 呼吸用保護具の性能の確保のための買取り試験の実施に係る評価委員
- 83) 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
- 84) 公益社団法人産業安全技術協会(厚生労働省委託事業)「防爆構造電気機械器具の買取り試験事業」評価委員会
- 85) 公益社団法人自動車技術会 インパクトバイオメカニクス委員会
- 86) 公益社団法人全国火薬類保安協会 消費(発破)技術基準検討委員会
- 87) 一般財団法人日本海事協会 NK救命艇基準改正検討会
- 88) 一般社団法人安全・環境マネジメント協会 機能安全を活用した機械設備の安全対策の推進事業委員
- 89) 一般社団法人 真空工業会 CS 委員会
- 90) 一般社団法人 日本作業船協会 JIS F3992 作業船シーブ 改定原案作成委員会
- 91) 一般社団法人セーフティグローバル推進機構 ロボット委員会・ロボット・セーフティアセッサ認証委員会
- 92) 一般社団法人全国登録教習機関協会 ガス溶接等作業技能講習テキスト作成委員会
- 93) 一般社団法人日本機械工業連合会 ISO11161 規格検討委員会
- 94) 一般社団法人日本機械工業連合会 ISO22053 規格検討委員会
- 95) 一般社団法人日本機械工業連合会 ISO-TC199 規格検討委員会
- 96) 一般社団法人日本機械工業連合会 広大な空間における安全管理システム開発部会本委員会
- 97) 一般社団法人日本電機工業会「平成 30 年度省エネルギー等に関する国際標準の獲得・普及促進事業/風力発電システムの雷保護等に関する国際標準化」に係る風車音測定法分科会
- 98) 一般社団法人日本マグネシウム協会 消火器開発委員会
- 99) 一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会 平成 30 年度厚生労働省委託事業「ロールボックスパレットに係る安全作業講習会用教材作成検討委員会 委員長
- 100) 一般社団法人日本人間工学会 ISO/TC159/SC5/WG1+4 分科会
- 101) 一般社団法人日本人間工学会 ISO/TC159
- 102) 一般社団法人日本ロボット工業会 サービスロボットタイプ別安全性等標準化調査専門委員会 サービスロボットタイプ別安全性 WG 非接触センシングサブ WG
- 103) 一般社団法人仮設工業会 技術委員会
- 104) 一般社団法人仮設工業会 承認審査委員会
- 105) 一般社団法人仮設工業会 単品承認審査委員会
- 106) 一般社団法人仮設工業会 認定検査審査委員会
- 107) 一般社団法人埼玉県環境検査研究協会
- 108) 一般社団法人住宅生産団体連合会 工事CS・安全委員会
- 109) 一般社団法人日本クレーン協会 ISO/TC96/SC10 分科会
- 110) 一般社団法人日本クレーン協会 ISO/TC96/SC3 分科会
- 111) 一般社団法人日本クレーン協会 ISO/TC96/SC5 分科会
- 112) 一般社団法人日本クレーン協会 ISO/TC96/SC6 分科会
- 113) 一般社団法人日本クレーン協会 JIS 原案作成分科会
- 114) 一般社団法人日本クレーン協会 移動式クレーン委員会
- 115) 一般社団法人日本クレーン協会 技術審議会
- 116) 一般社団法人日本クレーン協会 クレーン誌編集委員会
- 117) 一般社団法人日本クレーン協会 ゴンドラ委員会

委員会等の名称

- 118) 一般社団法人日本クレーン協会 ワイヤロープ委員会 委員長
- 119) 一般社団法人日本機械工業連合会, 広大な空間における安全管理システム開発部会実証実験 WG
- 120) 一般社団法人日本建築学会 仮設構造運営委員会
- 121) 一般社団法人日本建築学会 仮設構造小委員会
- 122) 一般社団法人日本鋼構造協会 鋼構造と風研究小委員会
- 123) 一般社団法人日本高圧力技術協会 GFF 委員会
- 124) 一般社団法人日本高圧力技術協会 リスクベースメンテナンス(RBM) 専門研究委員会・ワーキンググループ 1
- 125) 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・ワーキンググループ 3
- 126) 一般社団法人日本高圧力技術協会 リスクベースメンテナンス(RBM) 専門研究委員会・本委員会
- 127) 一般社団法人日本高圧力技術協会 圧力設備規格審議会
- 128) 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
- 129) 一般社団法人日本電気協会 電気安全関東委員会 幹事
- 130) 一般社団法人日本電気協会 澁澤賞受賞者選考委員
- 131) 一般社団法人日本電気協会 需要設備専門部会
- 132) 一般社団法人日本電気協会 需要設備専門部会低圧分科会
- 133) 一般社団法人日本電気協会 需要設備専門部会低圧分科会-内線規程の一部改定における小委員会
- 134) 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
- 135) 一般社団法人日本電気協会関東支部 電気安全関東委員会広報推進委員
- 136) 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
- 137) 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表彰委員
- 138) 一般社団法人日本溶接協会 原子力研究委員会 SPN2 小委員会
- 139) 一般社団法人日本溶接協会 原子力研究委員会 SPN2 小委員会幹事会
- 140) 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
- 141) 一般社団法人日本溶接協会 安全衛生・環境委員会
- 142) 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 WG2 分科会委員長
- 143) 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
- 144) 公益社団法人日本作業環境測定協会 ISO22262-3 国内標準化委員会
- 145) 公益社団法人日本作業環境測定協会 総合精度管理委員会における粉じん中の遊離けい酸含有率に係るクロスチェック手法見直しのための委員会
- 146) 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
- 147) 特定非営利活動法人 安全工学会 プラント内における非防爆機器の安全な使用方法に関する調査 WG
- 148) 特定非営利活動法人 安全工学会 プラント内における非防爆機器の安全な使用方法に関する調査有識者委員会
- 149) ISO/TC159/SC5/WG1
- 150) ISO/TC94/SC13
- 151) 高圧ガス保安協会 高圧ガス試験委員会化学チェック分科会専門委員
- 152) 高圧ガス保安協会 多孔質物性能試験委員会
- 153) 高圧ガス保安協会(経済産業省委託事業)過去の事故事例の活用による保安確保技術向上の検討委員会
- 154) 高圧ガス保安協会, 事故調査解析委員会
- 155) 産業環境管理協会 ISO/TC146(大気)国際標準化対応委員会
- 156) 東京大学 東京大学環境安全総括委員会委員
- 157) 日本音響学会 ISO/TC 43 国内委員会
- 158) 日本工業標準調査会 臨時委員
- 159) 日本信頼性学会 規格・調査委員会
- 160) みずほ情報総研株式会社(経済産業省委託事業)「化学物質安全対策」に関わるGHS分類検討委員会
- 161) みずほ情報総研株式会社(厚生労働省委託事業)「簡易リスクアセスメント手法検討委員会およびモデル対策シート作成委員会」
- 162) みずほ情報総合株式会社「過労死等に関する実態把握のための労働・社会面の調査研究事業」検討委員会

委員会等の名称

163) みずほ情報総合株式会社「過労死等に関する実態把握のための労働・社会面の調査研究事業」ワーキンググループ

表 2-2 国際機関に設置された委員会等への出席

委員会等の名称	担当研究員
1) ISO/TC199/WG3(統合生産システムの安全性)	清水 尚憲
2) ISO/TC199 TR22053(支援的保護システム)	清水 尚憲
3) 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)	齋藤 剛
4) ISO/TC199/WG6(機械類の安全性:安全距離と人間工学)	齋藤 剛
5) ISO/TC39/SC10/WG1(工作機械の安全性:動力プレス)	齋藤 剛
6) ISO/TC39/SC10/WG5(工作機械の安全性:放電加工機)	齋藤 剛
7) ISO/TC39/SC10(工作機械の安全性)	齋藤 剛
8) IEC Ex 年会	大塚 輝人
9) IEC TC101 国際会議	大澤 敦
10) ISO/TC159/SC3(人体寸法と生体力学)国内対策委員会	大西 明宏

表 2-3 労働安全衛生の国内外基準の制定にかかわる委員会等への委員としての参画

委員会等の名称	担当研究員
1) 公益社団法人小型貫流ボイラ協会評議会	清水 尚憲
2) 一般社団法人日本海事検定協会 危険物等海上運送国際基準検討委員会危険性評価試験部会	板垣 晴彦
3) 一般社団法人日本人間工学会 ISO/TC159/SC3 国内分科会	菅間 敦 大西 明宏
4) 一般社団法人全国登録教習機関協会 ハーネス型墜落阻止用保護具特別教育テキスト作成委員会	清水 尚憲
5) 一般社団法人日本機械工業連合会, ISO TR22053 規格検討員会	清水 尚憲
6) 一般社団法人日本機械工業連合会, ISO11161 規格検討員会	清水 尚憲
7) IEC TC 101 PT 61340-4-2	大澤 敦
8) IEC TC 31/101 JWG29	大澤 敦
9) ISO/TC 43/SC 1	高橋 幸雄
10) ISO/TC 43/SC 1/WG 17	高橋 幸雄
11) ISO/TC146/SC2 エキスパート	鷹屋 光俊
12) OECD WPMN(ナノ材料ワーキングパーティー) SG8(ばく露の測定と低減)	小野真理子
13) 安全帯 JIS 原案作成 WG	清水 尚憲
14) 安全帯 JIS 原案作成 WG 座長	大嶋 勝利
15) 安全帯 JIS 原案作成本委員会	大嶋 勝利 清水 尚憲
16) 安全帯 JIS 原案作成本委員会 座長	豊澤 康男 島田 行恭
17) 高圧ガス保安協会, リスクアセスメント基準検討分科会	清水 尚憲
18) プロテクティブスニーカー適正化委員会	清水 尚憲

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) Muramatsua K, Miyaoka H, Kamijima K, Muramatsu Y, Tanaka Y, Hosaka M, Miwa Y, Fuse K, Yoshimine F, Mashima I, Shimizu N, Ito H and Shimizu E (2018) Performance of the Japanese version of the Patient Health Questionnaire-9 (J-PHQ-9) for depression in primary care. <i>General Hospital Psychiatry</i> Vol.52, pp.64-69.
2) Toru Yoshikawa, Asako Zempo-Miyaki, Hiroshi Kumagai, Kanae Myoenzono, Rina So, Takehiko Tsujimoto, Kiyoji Tanaka and Seiji Maeda (2018) Relationships between serum free fatty acid and pulse pressure amplification in overweight/obese men: insights from exercise training and dietary modification. <i>J Clin Biochem Nutr</i> Vol.62, pp.254-258
3) Motoyasu Honma, Takuya Yoshiike, Hiroki Ikeda and Kenichi Kuriyama (2018) COMT genotype is associated with plasticity in sense of body ownership: a pilot study. <i>Psychological Research</i> , Vol.82, No.3, pp. 634-644.
4) Hiroki Ikeda, Tomohide Kubo, Takeshi Sasaki, Xinxin Liu, Tomoaki Matsuo, Rina So, Shun Matsumoto, Takashi Yamauchi and Masaya Takahashi (2018) Cross-sectional Internet-based survey of Japanese permanent daytime workers' sleep and daily rest periods. <i>Journal of Occupational Health</i> , Vol.60, No.3, pp. 229-235.
5) Takashi Yamauchi T, Takeshi Sasaki, Toru Yoshikawa, Shun Matsumoto, Masaya Takahashi, Machi Suka and Hiroyuki Yanagisawa (2018) Differences in Work-Related Adverse Events by Sex and Industry in Cases Involving Compensation for Mental Disorders and Suicide in Japan From 2010 to 2014. <i>J Occup Environ Med</i> , Vol.60, No.4, pp. e178-e182.
6) Yukiko Iida, Toru Yoshikawa, Takehiko Murayama and Kikuji Kimura(2018) Study on quantitative and speedy fit check of respiratory Protection Equipment to prevent harmful dust exposure at the time of disaster. <i>Journal of ISRP japan Section Respiratory Protection</i> Vol.45, pp.2-10.
7) Satoru Ueno, Yoko Sakakibara, Naomi Hisanaga, Tatsuo Oka Sachiko and Yamaguchi-Sekino (2018) Heat Strain and Hydration of Japanese Construction Workers during Work in Summer. <i>Annals Work Exposure & Health</i> , Vol 62, No.5, pp. 571-582.
8) Hironobu Abiko, Mitsuya Furuse and Tsuguo Takano (2018) Relative breakthrough time (RBT) of organic vapor in activated carbon small beds in low relative humidity environment. <i>J Chem Eng Japan</i> , Vol.51, No.5, pp. 395-399.
9) Ito H, Aruga, T (2018) Japan imposes a legal overtime cap. but mental health issues are complex. <i>The Lancet Psychiatry</i> , Vol.5, pp. 616-617.
10) Zempo-Miyaki A, Kumagai H, Yoshikawa T, Myoenzono K, So R, Otsuki T, Tanaka K and Maeda S (2018) Pentraxin3 increases in adult overweight and obese men after weight-loss by dietary modification with exercise training. <i>Appl Physiol Nutr Metab</i> . p.0214.
11) Takashi Yamauchi T, Takeshi Sasaki, Toru Yoshikawa, Shun Matsumoto and Masaya Takahashi (2018) Incidence of overwork-related mental disorders and suicide in Japan. <i>OCCUP MED-OXFORD</i> . Vol.68, No.6, pp. 370-377.
12) Kotaro Imamura, Yumi Asai, Kazuhiro Watanabe, Akizumi Tsutsumi, Akihito Shimazu, Akiomi Inoue, Hisanori Hiro, Yuko Odagiri, Toru Yoshikawa, Etsuko Yoshikawa and Norito Kawakami(2018) Effect of the National Stress Check Program on mental health among workers in Japan: A 1-year retrospective cohort study. <i>J Occup Health</i> Vol.60, pp.298-306.
13) Makiko Nakano, Kazuyuki Omae, Toru Takebayashi, Shigeru Tanaka and Shigeki Koda (2018) An epidemic of bladder cancer: ten cases of bladder cancer in male Japanese workers exposed to ortho-tolidine. <i>J Occup Health</i> , Vol 60, pp. 307-311.
14) Xinxin Liu, Hiroki Ikeda, Fuyuki Oyama, Keiko Wakisaka and Masaya Takahashi (2018) Hemodynamic responses to simulated long working hours with short long breaks in healthy men. <i>Sci Rep</i> Vol.8, p.14556.
15) Kazuyuki Iwakiri, Midori Sotoyama, Masaya Takahashi, Xinxin Liu, Shigeki Koda and Kiyoshi Ichikawa (2018) Effectiveness of re-education based on appropriate care methods using welfare equipment on the prevention of low back pain among care workers: a 1. 5-year follow-up study. <i>Ind Health</i> Vol.56, pp.419-426.

- 16) Tatsushi Toyooka, Yukie Yanagiba, Yuko Ibuki and Rui-sheng Wang (2018) Trichloroethylene exposure results in the phosphorylation of histone H2AX in a human hepatic cell line through cytochrome P450 2E1-mediated oxidative stress. *Journal of Applied Toxicology*, Vol.38, No. 9, pp.1224-1232.
- 17) Tomohide Kubo, Shuhei Izawa, Masao Tsuchiya, Hiroki Ikeda, Keiichi Miki and Masaya Takahashi (2018) Day-to-day variations in daily rest periods between working days and recovery from fatigue among information technology workers: One-month observational study using a fatigue app. *Journal of Occupational Health*, Vol.60, No.5, pp. 394-403.
- 18) Kusumi I, Arai Y, Okubo R, Honda M, Matsuda Y, Matsuda Y, Tochigi A, Takekita Y, Yamanaka H, Uemura K, Ito K, Tsuchiya K, Yamada J, Yoshimura B, Mitsui N, Matsubara S, Segawa T, Nishi N, Sugawara Y, Kako Y, Shinkawa I, Shinohara K, Konishi A, Iga J, Hashimoto N, Inomata S, Tukamoto N, Ito H, Ito YM and Sato N (2018) Predictive factors for hyperglycaemic progression in patients with schizophrenia or bipolar disorder. *BJPsych Open* Vol.4, pp. 454-460.
- 19) Hiroki Ikeda, XinXin Liu, Fuyuki Oyama, Keiko Wakisaka and Masaya Takahashi (2018) Comparison of hemodynamic responses between normotensive and untreated hypertensive men under simulated long working hours. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, Vol.44, No.6, pp. 622-630.
- 20) Kei Nagashima, Ken Tokizawa and Shuri Marui (2018) Thermal comfort. *Handb Clin Neurol*, Vol.156, pp. 249-260.
- 21) Naoko Inoue (2018) Simple, selective, and identifiable analysis of aromatic monoamines with a surrogate on sulfuric acid impregnated filters by derivatization with an acid chloride reagent and HPLC with fluorescence detection. *J. Sep. Sci.*, Vol.41, No.23, pp. 4355-4362.
- 22) Yonggang Qi, Tatsushi Toyooka, Kashiwagi Hiroki, Yukie Yanagiba, Hisayoshi Ohta, Shigeki Koda and Rui-sheng Wang (2018) 24-Dimethylaniline generates phosphorylated histone H2AX in human urothelial and hepatic cells through reactive oxygen species produced by cytochrome P450 2E1. *Vol. 92*, pp. 3093-3101.
- 23) Kenichi Kobayashi, Muneyuki Miyagawa, Rui-sheng Wang, Megumi Suda, Soichiro Sekiguchi and Takeshi Honma (2018) In utero exposure to 2, 2', 4, 4', 5, 5'-hexachlorobiphenyl accelerates the onset of eye opening in rat offspring. *Fundam Toxicol Sci* Vol.5, pp.153-159.
- 24) Tachibana Y, Koizumi N, Akanuma C, Tarui H, Ishii E, Hoshina T, Suzuki A, Asano A, Sekino S and Ito H (2019) Integrated mental health care in anmultidisciplinary maternal and child health service in the community: the findings from the Suzaka trial. *BMC Pregnancy and Childbirth*.
- 25) Satoru Ueno, Shin-ichi Sawada (2019) Effects of ventilation openings in industrial safety helmets on evaporative heat dissipation. *J Occup Health*, Vol.61, No.2, pp. 157-164.
- 26) Sachiko Yamaguchi-Sekino, Tsutomu Kira, Masaki Sekino and Manabu Akahane (2019) Effects of 7 T static magnetic fields on the expression of biological markers and the formation of bone in rats. *Bioelectromagnetics*, Vol.40, No.1, pp. 16-26.
- 27) Hufei Wang, Jiamin Chen, Megumi Suda, Yukie Yanagiba, Zuquan Weng and Rui-Sheng Wang (2019) Acute inhalation co-exposure to 1, 2-dichloropropane and dichloromethane cause liver damage by inhibiting mitochondrial respiration and defense ability in mice. *J Appl Toxicol*, Vol.39, No.2, pp. 260-270.
- 28) Zuquan Weng, Yuhong Shi, Megumi Suda, Yukie Yanagiba, Toshihiro Kawamoto, Tamie Nakajima and Rui-Sheng Wang (2019) Inhalation exposure to low levels of ethyl tertiary butyl ether: Its genetic effects were significantly modified by ALDH2 activity. *Environ Mol Mutagen*, Vol.60, No.2, pp. 145-153.
- 29) Shuhei Izawa, Keiichi Miki, Masao Tsuchiya, Haruyo Yamada and Masatoshi Nagayama (2019) Hair and fingernail cortisol and the onset of acute coronary syndrome in the middle-aged and elderly men. *Psychoneuroendocrinology*, Vol.101, pp. 240-245.
- 30) Kwangseok Choi, Yuta Endo and Teruo Suzuki (2018) Experimental study on electrostatic charges and discharges inside storage silo during loading of polypropylene powders. *Powder Technology*, Vol.331, pp. 68-73.
- 31) Naotaka Kikkawa, Nobutaka Hiraoka, Kazuya Itoh and Rolando P. Orense (2018) Unstable behavior of segmental ring under various pressures and its discrete simulation. *Industrial Health*, Vol. 56, No.6, pp. 475-484.

- 32) Takashi Miura(2018) Electrostatic energy dependence of intensity ratio between nitrogen spectral lines of monovalent ion and neutral atom in electrostatic spark discharge in air. *Electrical Engineering in Japan*. 204, p29-35(7 pages) Online ISSN:1520-6416 <https://doi.org/10.1002/ej.23108>.

表 2-5 原著論文として国内誌(和文)に公表された成果

- 1) 伊藤弘人 (2018) 精神障害者の高齢化とリハビリテーション. *精神障害とリハビリテーション*, Vol.22, No.1, pp. 4-8.
- 2) 唐澤真弓, 菅 知絵美(2018) 中高年期のしあわせと健康-日比較による検討. *日本社会精神医学会雑誌* Vol.27, pp.157-165.
- 3) 浅井裕美, 今村幸太郎, 堤明純, 島津明人, 井上彰臣, 廣尚典, 小田切優子, 吉川徹, 吉川悦子, 川上憲人 (2018) ストレスチェック制度施行開始 1 年度の実施状況. 有用性および課題:労働者へのインターネット調査. *産業ストレス研究* Vol.25, pp.257-270.
- 4) 北條理恵子, 須田恵, 土屋政雄, 安田彰典 (2018) 低濃度のニオイ刺激がラットの記憶・学習機能へ及ぼす影響 - オペラント学習行動実験を用いた検討 -. *日本アロマセラピー学会誌*, Vol.16, pp. 65-69.
- 5) 湯浅晶子, 吉川悦子, 佐野友美, 竹内由利子, 吉川徹(2018) ストレスチェック制度と職場環境改善—参加型職場環境改善の実際. *ストレス科学* Vol.32, pp.386-393.
- 6) 吉川徹(2018) 職場ドックですすめるメンタルヘルス一次予防策. *産業ストレス研究* Vol.25, pp.373-383.
- 7) 細川由梨, 時澤 健(2018) 暑熱環境におけるパフォーマンスの最適化. *繊維製品消費科学* Vol.59, pp.44-48.
- 8) 高橋潤也, 中島 均, 平林諒祐, 小嶋 純, 奥野 勉, 藤井信之 (2018) アルミニウム合金およびマグネシウム合金のミグ溶接時に発生するヒュームの検討. *軽金属溶接*, Vol.56, No.12, pp.514-523.
- 9) 小野真理子, 齊藤 宏之, 山田 丸, 鷹屋 光俊(2018) オイルミストの労働衛生に関する規制とその課題. *Earozoru Kenkyu*, Vol.33, No.4, pp. 217-221.
- 10) 山口さち子, 井澤修平, 前谷津文雄, 土井 司, 引地健生 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽 学, 王 瑞生 (2018) 本邦における妊娠中の MRI 検査業務担当の現況と非電離放射線(静磁場ばく露) の意識状況調査 概要報告. *日本磁気共鳴医学会誌* Vol.38, pp.103-119.
- 11) 池田大樹, 久保智英, 松元俊, 新佐絵吏, 茅嶋康太郎(2019) 職場外・勤務時間外の働き方・休み方からみた職場環境改善の効果-1 年間の縦断調査研究-労働安全衛生研究. Vol.12, No.1, pp. 51-59.
- 12) 平光良充, 李宗子, 吉川徹, 木戸内清, 満田年宏, 綱中眞由美, 細見由美子, 黒須一見, 國島広之, 森澤雄司, 和田耕治, 森兼啓太, 森屋恭爾(2019) 年齢層別にみた医師と看護師における針刺し報告率の比較. *日本環境感染学会誌*, Vol.34, pp.45-49.
- 13) 小野真理子, 山田 丸(2019) 炭素系ナノマテリアルの飛散状態の確認 -カーボンナノチューブについて-. *労働安全衛生研究*, E-pub.
- 14) 岩切一幸, 鷹屋光俊, 山田 丸, 加藤伸之, 外山みどり, 小山冬樹(2019) 個人ばく露測定用ポンプの装着位置および形状と作業のしやすさ. *作業環境*, Vol.40, No.1, pp. 37-47.
- 15) 山口さち子, 前谷津文雄, 土井 司, 引地健生 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽 学, 井澤修平, 王 瑞生 (2018) MRI 検査業務における妊娠就業者の配置方針の背景要因の検討. *労働安全衛生誌* Vol.12, pp.3-12.
- 16) 山内貴史, 梅崎重夫, 平岡伸隆, 高橋邦彦, 須賀万智, 柳澤裕之(2018) 過重労働・過労と業務上の事故. *産業医学ジャーナル*, 9月号(Vol.41 No.5 通巻 240 号), pp. 1-4.
- 17) 清水尚憲, 大塚裕, 濱島京子, 土屋政雄, 梅崎重雄, 福田隆文, 北條理恵子(2018) 機械安全-支援的保護システム(Supportive Protective System (SPS)) 統合生産システム(Integrated Manufacturing System (IMS)) におけるSPSのリスク低減効果. *機械学会誌論文集*, 84 巻, pp. 17-00425.
- 18) 高木元也, 庄司卓郎, 呂健, 恵羅さとみ, 蟹澤宏剛(2017) 建設業における外国人労働者の活用と労働安全衛生上の課題.-元請業者対象の実態調査-. *安全工学*, Vol.57, No.3, pp. 228-234.
- 19) 吉川直孝, 大嶋勝利, 豊澤康男, 平岡伸隆, 濱島京子, 清水尚憲(2019) 機械分野の安全学から見た建設業における安全衛生の課題と今後の方針に関する提案. *土木学会論文集 F6(安全問題)*, Vol.75, No.1, pp. 1-11.

国内誌(和文)に公表された論文名

- 20) 笹原克夫, 岩田直樹, 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也(2018) 実大規模斜面の多段階掘削に伴う崩壊時刻の予測—福岡式を用いた検討—. 地盤工学ジャーナル, Vol.13, No.1, pp. 13-25.
- 21) 平岡伸隆, 吉川直孝(2018) 軟岩斜面の掘削工事におけるリスク. 労働安全衛生研究, Vol.11, No.2, pp. 85-96.
- 22) 板垣晴彦(2019) 爆発火災事例についての災害規模曲線を用いた分析. 労働安全衛生研究, <https://doi.org/10.2486/josh.JOSH-2019-0005-TA>.
- 23) 酒井健二, 酒井喜久雄, 片谷篤史, 大塚輝人, 進士正人(2018) 坑内湧水を用いたトンネル用冷風発生装置. トンネル工学報告集, 12p, CD-ROM.
- 24) 三浦崇(2019) アルゴン中でのマイクロギャップ放電による摩擦帯電緩和の効率. 静電気学会誌, Vol.43, No.1, pp. 8-12.
- 25) 三浦崇(2018) 静電気の火花放電における窒素原子とイオンの輝線強度比の静電エネルギー依存性. 電気学会論文誌 A, Vol.138, No.4, pp. 127-132.
- 26) 遠藤雄大, 大澤敦(2018) 加湿による帯電防止効果. 労働安全衛生研究, Vol.11, No.2, pp. 113-116.
- 27) 遠藤雄大, 崔光石, 鈴木輝夫(2018) 双極性除電器の防じん性能. 労働安全衛生研究, Vol.11, No.2, pp. 109-112.
- 28) 大西明宏(2018) テールゲートリフター使用に起因する労働災害の特徴. 人間工学, Vol.54, No.3, pp. 115-123.
- 29) 高橋明子, 梅崎重夫(2019) 労働災害による脊髄損傷の発生傾向の分析—労働災害データを対象として. 労働安全衛生研究, Vol.12, No.1, pp. 41-50.
- 30) 中尾許弘, 加藤善久, 菅間敦(2017) アウトリガー—体式四脚伸縮脚立“ダン吉 AN”の開発. 人間工学, Vol.54, No.3, pp. 93-97.

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) Norito Kawakami, Kotaro Imamura, Yumi Asai, Kazuhiro Watanabe, Akizumi Tsutsumi, Akihito Shimazu, Akiomi Inoue, Hisanori Hiro, Yuko Odagiri, Toru Yoshikawa and Etsuko Yoshikawa(2018) 1211 The stress check program: an evaluation of the first-year implementation of the new national workplace mental health program in japan. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75(Suppl 2)A157; DOI: 10. 1136/oemed-2018-ICOHabstracts, p.444.
- 2) Etsuko Yoshikawa, Toru Yoshikawa and Kazutaka Kogi(2018) 1311 Outcomes for facilitators through workplace environmental improvement using a participatory approach. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75(Suppl 2) A493; DOI: 10. 1136/oemed-2018-ICOHabstracts, p.1402.
- 3) Toru Yoshikawa, Kazutaka Kogi(2018) 1719e Inter-country networking occupational health services in Japan and Asia. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75(Suppl 2) A226-A227; DOI: 10. 1136/oemed-2018-ICOHabstracts, p.641.
- 4) Toru Yoshikawa, Kazutaka Kogi(2018) 1667e How we promote participatory multifaceted workplace improvements for avoiding overstrained work known as ‘karoshi’. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75(Suppl 2) A302; DOI: 10. 1136/oemed-2018-ICOHabstracts, p.864.
- 5) Ken Tokizawa, Daisuke Shinozaki, Katsuya Kido, Masakazu Kamura, Yuka Utsumi, Tatsuo Oka and Akinori Yasuda (2018) Comparison of different hands and feet cooling techniques for attenuating core temperature elevation during exercise in the heat. The Journal of Physiological Sciences, Vol.68, Suppl 1, S181.
- 6) Tomoaki Matsuo, Rina So (2018) Worker’s Cardiorespiratory Fitness Evaluation Using a 3-min Step Test with Daily Physical Activity Assessments. Medicine & Science in Sports & Exercise 50(5S), p.408.
- 7) Kazutaka Kogi, Yumi Sano, Toru Yoshikawa and Etsuko Yoshikawa(2018) Extending participatory ergonomics to work stress prevention adapted to local situations. In: Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association(IEA 2018), Copyright Springer Nature Switzerland AG 2019. by S. Bagnara et al. (Eds.), IEA2018, AISC819, pp.373-381.
- 8) Rieko Hojo, Shigeo Umezaki, Kyoko Hamajima, Masao Tsuchiya and Shoken Shimizu(2018) Risk reduction effect of the supportive protection system (SPS) at Tunnel- Part 2: Validity Evaluation of the SPS. Proceeding of World Tunnel Congress 2018, pp. 790-1-6.

- 9) Katsutoshi Ohdo(2018) The Effect of Fall Prevention Methods for Construction Scaffolds in Accident Prevention. Proceedings of the AHFE 2018 International Conference on Safety Management and Human Factors, Advances in Safety Management and Human Factors, Florida, USA, pp. 306-314.
 - 10) Satoshi Tamate, Tomohito Hori (2018) A combined study of centrifuge and full scale models on detection of threat of failure in trench excavations. International Conference on Physical Modelling in Geotechnics, Physical Modelling in Geotechnics, Vol.2, pp. 1463 - 1468. CRC Press.
 - 11) Shimizu S. , Ohtsuka H. , Hamajima K. , Umezaki S. , Matsui K. , Fukuda T. , Itou H. , Takahashi S. and Hojo R. (2018) The Safeguarding Supportive System (SSS) I. Study on Worker's Three-dimensional Location Detection Using Ultra-Wide Band (UWB) System under the SSS, Proceeding of 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, p. 32.
 - 12) S Shimizu, S Umezaki, K Hamajima, M Tsuchiya and R Hojo(2018) NEWLY ESTABLISHED RESIDUAL RISK REDUCTION MEASURE OF THE SAFEGUARDING SUPPORTIVE SYSTEM (SSS) FOR TUNNEL CONSTRUCTION SITE- EXAMINATION OF RELIABILIBTY AND CONVENIENCE OF THE SSS. Proceeding of 9th Tunnel safty and ventilation symposium, pp. PS3-1-8.
 - 13) Hojo R. , Hamajima K. , Umezaki S. , Tsuchiya M. and Shimizu S. (2018) The Safeguarding Supportive System (SSS) IV. Experimental procedure of behavior analysis to the Safeguarding Supportive System (SSS) as a safety management approach. For appropriate prediction and control of human behavior, Proceeding of 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, p. 66.
 - 14) Hamajima K. , Shimizu S. , Umezaki S. , Tsuchya M. and Hojo R. (2018) Safeguarding Supportive System III. The new approach using ICT in IoT ear on safety management from information communication to prediction and control of human behavior, Proceeding of 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, p. 33.
 - 15) Matsui K. , Hojo R. , Itou H. , Hamajima K. , Umezaki S. , Ohtsuka H. , Fukuda T. , Takahashi S. and Shimizu S. (2018) The Safeguarding Supportive System (SSS) II. Study on the reliability of the Safeguarding Supportive System (SSS) in work site of the Integrated Manufacturing System (IMS) introducing a mobile robot. Proceeding of 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, p. 37.
 - 16) R Hojo, K Hamajima, M Tsuchiya, S Umezaki and S Shimizu(2018) EFFECTIVENESS OF THE SAFEGUARDING SUPPORTIVE SYSTEM (SSS) AS A RESIDUAL RISK REDUCTION MEASURE IN TUNNEL ENVIRONMENT- QUANTITIVE EVALUATION OF VALIDITY OF THE SSS AND BEHAVIOR OF TUNNEL WORKERS. Proceeding of 9th Tunnel safty and ventilation symposium, pp. OS1-1-6.
 - 17) Tomohito Hori, Satoshi Tamate (2018) Centrifuge model test on the instability of an excavator descending a slope. Physical Modelling In Geotechnics(ICPMG2018) , pp. 383-388.
 - 18) Ohsawa A (2018) Keynote Lecture: Unified expressions of the charges transferred by brush discharges and of the onset criterion of propagating brush discharges on charged insulating coats and liners. 2018 Electrostatics Joint conference.
 - 19) Takashi Miura(2018) A study of the tribo-electrification reduction efficiency of argon-nitrogen mixtures due to micro-gap discharge at atmospheric pressure. 2018 Electrostatics Joint Conference.
 - 20) Akihiko Seo, Maki Sakaguchi, Kazuki Hiranai, Atsushi Sugama and Takanori Chihara(2018) Workload Estimation System of Sequential Manual Tasks by Using Muscle Fatigue Model. IEA2018, Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association, Vol.8, pp. 82 - 86.
 - 21) Kazuki Hiranai, Atsushi Sugama, Takanori Chihara and Akihiko Seo(2018) Evaluation of Neck Motion Due to Change in Working Velocity Based on Feature Extraction with Motion Division. IEA2018, Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association, Vol.7, pp. 332 - 337.
 - 22) Atsushi Sugama, Akihiko Seo(2018) Static postural stability on narrow platforms to prevent occupational stepladder falls. IEA2018, Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association, Vol.2, pp. 710 - 716.
-

表 2-7 原著論文に準ずるものとして国内誌に公表された成果

国内誌に公表された論文名等	
1)	甲田茂樹, 小野真理子, 鷹屋光俊, 井上直子, 萩原正義, 山田 丸, 中村憲司, 菅野誠一郎(2018) 福井県の化学工場で発生した膀胱がんに関する災害調査. 労働衛生工学, Vol.57, pp3-5.
2)	伊藤弘人(2018) からだとこころのケアの新しい関係: 非感染性疾患とメンタルヘルス. 第 18 回日本外来精神医療学会, 外来精神医療, pp. 44-46.
3)	木村吉郎, 馬場久昌, 石井誉大, 西村宏昭, 大幡勝利(2018) 空力振動時に斜円柱模型に作用する変動圧力の測定. 第 25 回風工学シンポジウム論文集, 日本風工学会, pp. 379-384.
4)	藤本将光, 野中慎介, 平岡伸隆, 深川良一(2018) 地震後に発生する亀裂を模した盛土斜面における降雨浸透特性に関する研究. Kansai Geo Symposium 2018— 地下水盤環境・防災計測技術に関するシンポジウム—, pp. 239-244, P-07.
5)	伊良知慎太郎, 平岡伸隆, 稲垣大基, 藤本将光, 田中克彦, 深川良一(2017) 室内降雨実験に基づくパイプ流周辺における地下水位変動に関する考察. Kansai Geo Symposium 2018— 地下水盤環境・防災計測技術に関するシンポジウム—, pp. 249-252, P-09.
6)	稲垣大基, 平岡伸隆, 伊良知慎太郎, 藤本将光, 田中克彦, 深川良一(2018) 超音波導波管を用いた透水性の空間分布と水分状態の把握. Kansai Geo Symposium 2018— 地下水盤環境・防災計測技術に関するシンポジウム—, pp. 175-178.

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)	井上直子 (2018) 共存物質の影響を考慮し芳香族アミンの分析方法を選択する必要性について-芳香族アミンを部分構造に持つ共存物質を想定して-. 労働安全衛生研究, Vol.11, No.2, pp. 121-124.
2)	酒井健二, 岸田展明, 中村憲司, 大塚輝人, 進士正人(2018) トンネル工事における通風換気システム評価のための中規模実験. トンネル工学報告集(CD-R), Vol.28, I-48.
3)	岡部康平(2018) 介護支援機器への期待と安全課題. 労働安全衛生研究, Vol.11, No.2, pp. 117-120.
4)	八島正明(2019) 貯槽等における爆発・火災の予測と防止-トラブル対処作業に関連して-. 労働安全衛生研究, Vol.12, No.1, pp. 67-71.
5)	佐藤嘉彦(2019) 異常反応を考慮したリスクアセスメント等の実施の支援に関する検討. 労働安全衛生研究, Vol.12, No.1, pp. 25-32.
6)	武田和宏, 島田行恭(2018) 変更管理業務の見える化. 化学工学, Vol.82, No.11, pp. 658-661.
7)	島田行恭(2018) 化学物質リスクアセスメント義務化への対応状況と課題. 安全工学. Vol.57, No.3, pp. 196-205.

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)	吉川徹(2018) 過労死・過労自殺の労働災害の実態と包括的予防策. 日精協誌 Vol.37, pp.60(586)-67(593).
2)	吉川悦子, 吉川徹(2018) 皆がいきいきと働ける職場づくりを目指して: 職場環境改善の基本. 産業保健と看護 Vol.10, pp.200-205.
3)	齊藤宏之(2018) 熱中症防止対策として重要な WBGT(黒球湿球温度) に関する最近の動向. セイフティダイジェスト, Vol.64 No.4, pp. 2-7.
4)	小嶋 純(2018) 海外研究紹介. 作業環境 Vol.39, No.3, pp.45-51.
5)	松尾知明(2018) 労働者の“身体活動・体力”に関する研究. 産業保健 21, Vol.92, p.26.
6)	劉 欣欣(2018) 長時間労働が心臓血管系に及ぼす影響. 安全衛生コンサルタント Vol.38, pp.27-31.
7)	高橋正也(2018) 夜勤を含む交代勤務とメンタルヘルス. 産業精神保健, Vol.26(特別号), pp. 127-132.
8)	高橋正也(2018) 過重労働の現状と対策. 診断と治療, Vol.106, No.5, pp. 575-579.
9)	井澤修平 (2018) 性別や年齢の影響を考慮した解析: 多変量解析. 産業保健と看護, 2018 年春季増刊, pp. 104.
10)	伊藤弘人(2018) 終末期医療における事前指示に関する国内外の動向. 日本精神病院協会雑誌, Vol.37, No.7, pp. 32-37.

- 11) 松元俊(2018)トラックドライバーの過重労働対策に関する研究. 産業保健 21, Vol.93, pp. 26.
- 12) 山内貴史, 高橋正也, 梅崎重夫, 吉川徹, 須賀万智, 柳澤裕之(2018) 東京 2020 オリンピック・パラリンピックを支える人々の健康安全対策-過重労働と健康・安全に関する知見から-. 連合総研レポート 2018 年 9 月号 pp.4-9.
- 13) 中嶋義文, 木戸道子, 吉川徹, 相澤好治, 松本吉郎(2018) 医師の働き方と勤務環境改善の方策. 産業医学レビューVol.31, pp.111-128.
- 14) 吉川徹(2018) 産業安全保健国際協力の経験と今後への期待: 特集広がる産業安全保健の国際協力. 労働の科学 Vol.73, pp.24(472)-29(477).
- 15) 時澤 健(2018) 職場における熱中症の実態と睡眠不足と熱中症の関係. 労働衛生コンサルタント Vol.38, No.127, pp. 46-53.
- 16) 齊藤宏之(2018) クレーン作業における熱中症の実態と予防対策～発生事例からみる危険性と. 取りうる予防対策. クレーン, Vol.56 No.7, pp. 35-47.
- 17) 齊藤宏之(2018) 海外研究紹介. 作業環境, Vol.39 No.4, pp. 53-59.
- 18) 小嶋 純(2018) 海外研究紹介. 作業環境 Vol.39, No.5 , pp.56-62.
- 19) 小嶋 純(2018) 海外レポート. 安全衛生コンサルタント, Vol.127, pp.66-72.
- 20) 甲田茂樹(2018) 抗癌剤の曝露対策をどのレベルで実施するのか. 日本医事新報, No.4922, pp. 24-25.
- 21) 久保智英(2018) 「距離」の取り方カギに健康問題に影響オフ時の「拘束感」. 安全スタッフ, Vol.2312, pp. 8-16.
- 22) 伊藤 弘人(2019) 製糸産業の交流と同労働環境の整備. 法と経営研究, Vol.2, pp101-102.
- 23) 伊藤 弘人, 山崎 清, 佐原 あきは, 川室 優 (2018) 二次医療圏における地域経済循環分析からみた医療を含む公共サービスの役割-非大都市部の公共サービスに求められる域内消費の強化策(第1報). 社会保険旬報, Vol.2733, pp. 6-11.
- 24) 伊藤 弘人 (2018) 行動制限最小化の PDCA サイクルをまわす. 日本精神科病院協会雑誌, Vol.37, No.12, pp. 17-20.
- 25) 池田大樹 (2018) 労働者の健康・安全における睡眠の重要性. 冷凍, Vol.93, pp.27-31.
- 26) 佐々木 毅(2018) 騒音と振動の複合ばく露による聴力低下. 騒音制御, Vol.42, No.6, pp. 279-282.
- 27) 時澤 健(2018) 職場における熱中症の実態と実用的な対策. 冷凍, Vol.93, pp. 10-14.
- 28) 時澤 健(2018) 異分野技術を活用した新しい熱中症予防対策. 産業保健 21, Vol.94, p. 26.
- 29) 小嶋 純(2018) 安全衛生情報. 安全衛生コンサルタント, Vol.128, pp.35-39.
- 30) 久保智英(2019) 交代勤務看護師の勤務間インターバルと疲労回復に関する研究. 看護, Vol.70, pp. 48-51.
- 31) 久保智英(2018) 勤務間インターバル制度と労働者の睡眠確保. 労働の科学, Vol.73, pp. 4-8.
- 32) 菅知絵美, 吉川徹 (2019) 情報通信業に携わる国内における労働者の精神的健康に関する文献レビュー. 産業精神保健, Vol.27, No.1, pp. 61-69.
- 33) 吉川徹(2019) 西アフリカにおけるエボラウイルス病の流行-緊急時対応者の安全と健康支援の取り組みの経験から-. 澁澤記念財団「青淵」, 839 号 2 月号, pp.20-22.
- 34) 井上直子 (2019) 海外研究紹介. 作業環境, Vol.40, No.1, pp. 58-63.
- 35) 山田 丸(2019) 測定士のための学び舎(36) シリーズ 13 リアルタイムモニターの活用(2) 粉じん計の原理と活用. 作業環境, Vol.40, No.1, pp. 48-53.
- 36) 高橋潤也, 中島 均, 平林諒祐, 小嶋 純, 奥野 勉, 藤井信之 (2018) アルミニウム合金およびマグネシウム合金のミグ溶接時に発生するヒューム. 軽金属溶接, Vol.57, No.2, pp.53-59.
- 37) 小嶋 純(2019) 飲食店等における受動喫煙の簡易対策. 安全衛生コンサルタント, Vol.129, pp.36-40.
- 38) 岩切一幸(2019) トラックドライバーの腰痛予防対策(1). 陸運と安全衛生, No.597. pp. 3-4.
- 39) 高橋正也(2019) 交替勤務者の睡眠. 公衆衛生, Vol.83, No.2, pp. 148-152.
- 40) 高橋正也(2019) 看護職の夜勤負担軽減と勤務間インターバル. 看護, Vol.17, No.1, pp. 44-47.
- 41) 久保智英(2019) ポジティブ・オフ～休みを活かした疲労マネジメント～. 健康管理, Vol.66, No.3, pp. 2-15.
- 42) 井澤修平 (2019) 慢性的なストレスはからだにどのような影響を与えるか. 心理学ワールド, Vol.84, pp. 17-20.

- 43) 梅崎重夫(2018) 機械安全に関する安全規格と法規制の概要. 冷凍, Vol.93, No.1093, pp. 4-9.
- 44) 大幢勝利, 高橋弘樹(2019) 【速報】台風 1821 号(JEBI) がもたらした広域強風災害について. 6.1 足場の倒壊. 日本風工学会誌, Vol.44, No.1, p. 50.
- 45) 大幢勝利, 日野泰道, 高橋弘樹(2018) 足場の中棧下のすき間からの墜落防止に関する実験的研究. 平成 30 年版 建設業安全衛生年鑑, p. 67.
- 46) 大幢勝利, 吉川直孝, 平岡伸隆, 豊澤康男(2018) 諸外国における労働安全衛生に関する施策や規制の動向調査と展開の検討-計画・設計段階から考える工事安全に関する海外の好事例調査-. 平成 30 年版 建設業安全衛生年鑑, p. 58.
- 47) 大幢勝利(2018) 建設現場の安全衛生改善に向けた取り組み. 建設マネジメント技術編集委員会, 建設マネジメント技術, 2018 年 9 月号, p. 5.
- 48) 大幢勝利(2018) 強風が引き起こす災害. 安全スタッフ, No.2304, pp. 8-14.
- 49) 小林文明, 佐藤英一, 野田稔, 友清衣利子, 佐々浩司, 岩下久人, 長尾文明, カヴァンスキ江梨, 竹内崇, 堤拓哉, 大幢勝利, 高橋弘樹, 高森浩治, 森山英樹, 吉田昭仁(2018) 【速報】台風 1821 号(JEBI) がもたらした広域強風被害について. 日本風工学会誌, Vol.44, No.1(通号 158 号) 平成 31 年 1 月, pp. 44-53, 2019.1.
- 50) 崔光石(2018) 工場の防爆電気機器. 電気設備学会誌, Vol.38, No.7, pp. 31-34.
- 51) 崔光石(2018) 静電塗装における安全管理. 塗装技術, 2018 年 6 月別冊号, pp. 103-107.
- 52) 玉手聡, 堀智仁(2018) 移動式クレーン等の安定設置に必要な地耐力条件. 平成 30 年版建設業安全衛生年鑑, 建設業労働災害防止協会, p. 60.
- 53) 清水尚憲, 濱島京子, 北條理恵子, 大幢勝利(2018) トンネル用建設機械等による災害の防止に関する研究～行動分析学的介入による作業効率の検証～. 平成 30 年版 建設業安全衛生年鑑, p. 57.
- 54) 清水尚憲, 北條理恵子(2018) 機械安全を考える～リスクアセスメント結果における定量的評価法の提案と今後の機械安全について. 安全と健康, Vol.69, No.12, pp. 44-47.
- 55) 北條理恵子, 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～リスクアセスメントに活用可能な「行動分析学」人の行動における法則. 安全と健康, Vol.69, No.11, pp. 44-47.
- 56) 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～リスクアセスメント実施時の留意点(その 1) . 安全と健康, Vol.69, No.3, pp. 44-46.
- 57) 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～リスクアセスメント実施時の留意点(その 2) . 安全と健康, Vol.69, No.4, pp. 44-46.
- 58) 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～リスクアセスメント実施時の留意点(その 3) . 安全と健康, Vol.69, No.5, pp. 44-46.
- 59) 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～リスクアセスメント実施時の留意点(その 4) . 安全と健康, Vol.69, No.6, pp. 44-46.
- 60) 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～リスクアセスメント実施時の留意点(その 5) . 安全と健康, Vol.69, No.7, pp. 44-46.
- 61) 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～リスクアセスメント実施時の留意点(その 6) . 安全と健康, Vol.69, No.8, pp. 44-46.
- 62) 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～リスクアセスメント実施時の留意点(その 7) . 安全と健康, Vol.69, No.9, pp. 44-46.
- 63) 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～リスクアセスメント実施時の留意点(その 8) . 安全と健康, Vol.69, No.10, pp. 44-46.
- 64) 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～機械安全の基礎. 安全と健康, Vol.69, No.2, pp. 44-46.
- 65) 清水尚憲(2018) 機械安全を考える～国際安全規格の安全設計思想に基づく機械安全の考え方と Industry4 時代の対応について～. 安全と健康, Vol.69, No.1, pp. 44-46.
- 66) 清水尚憲(2018) フルハーネス型墜落制止用器具を巡る動向. クレーン, Vol.56, No.655, pp. 11-15.

- 67) 清水尚憲(2018) 製造業における施設、設備、機械等に起因する災害等の防止について. 安全コンサルタント会機関誌, Vol.38, pp. 7-11.
- 68) 清水尚憲(2018) グローバルに通用する設計を！安全な生産現場を実現する設備設計のポイント. 機械災害の現状と事例. 機械設計, 11月号, Vol.61, No. 12, pp. 13-14.
- 69) 山際謙太(2018) 目黒区清掃工場建替工事現場を訪ねて. クレーン, Vol.56, No.657, pp. 47-50.
- 70) 山際謙太(2018) クレーン等における労働環境変化への対応(特集記事の掲載にあたって). クレーン, Vol.56, No.654, p. 19.
- 71) 山際謙太(2018) フルハーネス型墜落制止用器具を巡る動向(総括). クレーン, Vol.56, No.655, pp. 9-10.
- 72) 高木元也(2019) 感電災害を考える-「停電だと思ったのに…」を撲滅させる-. No.2326, pp. 32-34.
- 73) 高木元也(2019) 「現場の安全 12 カ月」(4～6 月) 春は新人教育. 梅雨時期には自然の脅威を教える, No.2323, pp. 38-41.
- 74) 高木元也(2019) 「現場の安全 12 カ月」(7～9 月) 全国安全週間の季節. 夏は熱中症に警戒, No.2324, pp. 40-43.
- 75) 高木元也(2019) 「現場の安全 12 カ月」(10～12 月) 10 月は労働衛生をテーマに中毒の危険などを伝える. No.2325, pp. 34-37.
- 76) 高木元也(2019) 「現場の安全 12 カ月」(1～3 月) 毎月テーマを掲げ. 安全活動を活発にする, No.2322, pp. 34-37.
- 77) 高木元也(2019) 飲食店の労働災害を防止しよう. No.2321, pp. 34-37.
- 78) 高木元也(2018) 外国人技能実習生の安全確保に関するアンケート調査. 平成 30 年版建設業安全衛生年鑑, p. 66.
- 79) 高木元也(2018) 基本ルールを守り続ける現場をつくるためには. 建設業しんこう, Vol.43, No2, pp. 4-5.
- 80) 高木元也(2018) 安全(ヒューマンエラー). Kanto, No.543, pp. 14-16.
- 81) 高木元也(2018) 建設現場の労働災害を引き起こす人間の 12 の特性. 戦略経営者, Vol.33, No.4, pp. 19-21.
- 82) 高木元也(2018) 業務請負で働く高齢者の災害と安全衛生教育. エルダー, Vol.40, No.8, pp. 38-41.
- 83) 高木元也(2018) 事故事例集が活用されない. 安全スタッフ, No.2313, pp. 34-37.
- 84) 高木元也(2018) ほとんどの作業者にはヒヤリハット経験がある. 安全スタッフ, No.2312, pp. 34-37.
- 85) 高木元也(2018) ヒヤリハットを集めよう. 安全スタッフ, No.2311, pp. 34-37.
- 86) 高木元也(2018) 小売業の労働災害を防止しよう(その 1). 安全スタッフ, No.2309, pp. 38-41.
- 87) 高木元也(2018) 採石現場の繰り返し災害とヒューマンエラー(後編) -様々な重機災害が繰り返される-. 安全スタッフ, No.2306, pp. 34-37.
- 88) 高木元也(2018) 増加する外国人労働者 言語の壁を超える教材が必要. 安全スタッフ, No.2319, pp. 36-39.
- 89) 高木元也(2018) 増加する外国人労働者 理解不足が招く不安全行動. 安全スタッフ, No.2318, pp. 34-38.
- 90) 高木元也(2018) 休業 4 日未満の災害から学ぶ②～傷病部位別にみる～. 安全スタッフ, No.2315, pp. 32-35.
- 91) 高木元也(2018) 休業 4 日未満の災害から学ぶ③～軽微な労働災害の特徴をつかむ～. 安全スタッフ, No.2316, pp. 28-31.
- 92) 高木元也(2018) 外国人労働者の活用と安全上の課題(その 1) -近年. 建設現場で技能実習生が急増-. 安全スタッフ, No.2307, pp. 36-38.
- 93) 高木元也(2018) 外国人労働者の活用と安全上の課題(その 2) -外国人特有のリスクについて-. 安全スタッフ, No.2308, pp. 34-37.
- 94) 高木元也(2018) 砕石現場の労働災害とヒューマンエラー(前編) -最重点課題はベルトコンベア-. 安全スタッフ, No.2305, pp. 34-37.
- 95) 高木元也(2018) 砕石現場の労働災害とヒューマンエラー(後編) -様々な重機災害が繰り返される-. 安全スタッフ, No.2306, pp. 34-37.
- 96) 高木元也(2018) 安全帯を考える. 安全スタッフ, No.2304, pp. 34-36.
- 97) 高木元也(2018) 危険物取扱いとヒューマンエラー. 安全スタッフ, No.2303, pp. 30-32.
- 98) 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹(2018) 建物の積載荷重を考慮した木造住宅の余震による倒壊危険性に関する実験的研究. 平成 30 年版 建設業安全衛生年鑑, p. 64.

- 99) 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹(2018) 建物用タワークレーンのマスト接合部の強度に関する研究(繰り返し裁可実験). 平成 30 年版 建設業安全衛生年鑑, p. 63.
- 100) 高橋弘樹, 大幢勝利(2018) 建物に併設された足場の風力に及ぼす幅木の高さの影響. 建設業労働災害防止協会, 平成 30 年版建設業安全衛生年鑑, p. 65.
- 101) 高橋弘樹(2018) 足場に作用する風力をはかる(風力に及ぼす幅木の影響). 風と構造物をはかる, JSSC テクニカルレポート, 一般社団法人日本鋼構造協会, No.113, pp. 124-130.
- 102) 吉川直孝 他(2018) JTA 国際委員会 ITA 統括ワーキング. 第 44 回 ITA 総会および世界トンネル会議(ドバイ) 報告, トンネルと地下, Vol.49, No.9, 一般社団法人日本トンネル技術協会, p. 57.
- 103) 吉川直孝, 平岡伸隆, 大幢勝利, 豊澤康男(2018) 日本の建設業における安全衛生の課題. 平成 30 年版建設業安全衛生年鑑, 建設業労働災害防止協会, p. 59.
- 104) 吉川直孝, 豊澤康男, 大幢勝利, 平岡伸隆(2018) 海外から見た日本の土木安全対策の課題と今後の動向. 安全衛生コンサルタント, 一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会, Vol.38, No.125, pp. 20-28.
- 105) 吉川直孝, 平岡伸隆, 堀智仁, 山際謙太, 伊藤和也(2018) 落盤・崩壊災害の防止に関する研究～花崗岩上に打設したコンクリートの押し抜き実験～. 平成 30 年版建設業安全衛生年鑑, 建設業労働災害防止協会, p. 55.
- 106) 堀智仁, 玉手聡(2018) 砕石による地盤養生に関する模型実験. 平成 30 年版建設業安全衛生年鑑, 建設業労働災害防止協会, p. 61.
- 107) 平岡伸隆, 吉川直孝(2018) 岩盤斜面掘削工事におけるリスクについて. 平成 30 年版建設業安全衛生年鑑, 建設業労働災害防止協会, p. 62.
- 108) 板垣晴彦(2018) 労働安全衛生総合研究所における災害調査等について. 火災, Vol.68, No.2, pp. 37-39.
- 109) 八島正明(2018) ガス切断・ガス溶接等の作業安全技術指針 JNOSH-TR-48 : 2017 の発行. 配管技術 60(5), pp. 17-21.
- 110) 八島正明(2018) 【特集】知ってますか?! 粉じんの怖さ : 安全編 粉じんによる爆発・火災の防止. 安全衛生のひろば. Vol.59, No.10, pp. 19-21.
- 111) 八島正明(2018) ガス溶断における爆発・火災の危険性-火花粒子の飛散と着火. 溶接技術, Vol. 66, No.7, pp. 49-52.
- 112) 大塚輝人(2019) 日本における防爆の現状. セイフティエンジニアリング, Vol.194, pp. 16-20.
- 113) 大塚輝人, 板垣晴彦, 中村憲司(2018) 可燃性ガス及び粉じん対策に関する研究. ～粉塵の沈降解析～ 平成 30 年版建設業安全衛生年鑑, p. 56.
- 114) 水谷高彰(2018) 測定士のための学び舎(31) シリーズ 12 化学物質の爆発火災リスクアセスメントの基礎(1). 日本作業環境測定協会, 作業環境, Vol.39, No.2, pp. 60-63.
- 115) 水谷高彰(2018) 測定士のための学び舎(32) シリーズ 13 化学物質の爆発火災リスクアセスメントの基礎(2). 日本作業環境測定協会, 作業環境, Vol.39, No.3, pp. 39-44.
- 116) 水谷高彰(2018) 測定士のための学び舎(33) シリーズ 14 化学物質の爆発火災リスクアセスメントの基礎(3). 日本作業環境測定協会, 作業環境, Vol.39, No.4, pp. 47-52.
- 117) 三浦崇(2018) 静電気による労働災害の防止に向けた基礎研究. 冷凍, Vol.93, No.1093, pp. 745-748.
- 118) 三浦崇(2018) 統計でみる感電災害の現状. 北海道の電気, 736 号, 平成 30 年 8 月 15 日発行, pp. 4-14.
- 119) 三浦崇(2019) 高真空下での静電気現象-大気圧から真空に至るまでの摩擦帯電について-. 静電気学会誌, Vol.43, No.2, pp.56-58.(特集解説).
- 120) 島田行恭(2018) 化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施状況と課題に関する考察. 安全衛生コンサルタント, Vol.38, No.128, pp. 46-54.
- 121) 大西明宏(2019) トラックにおける安全な荷役作業と人間工学. 労働の科学, Vol.74, No.1, pp. 14-17.
- 122) 大西明宏(2019) ロールボックスパレット(カゴ車) を安全に使うためには 第 7 回 : テールゲートリフターの使用実態調査から. 陸運と安全衛生, No.596, pp. 5-7.
- 123) 大西明宏(2019) ロールボックスパレット(カゴ車) を安全に使うためには 第 6 回 : テールゲートリフター使用時の注意点と対策. 陸運と安全衛生, No.595, pp. 8-10.

総説論文又は解説等の名称

- 124) 大西明宏(2018) スーパーマーケット店舗内の滑りによる転倒災害防止に関するパンフレット. 日本人間工学会, 人間工学 グッドプラクティス データベース.
- 125) 大西明宏(2018) ロールボックスパレット(カゴ車) を安全に使うためには 第 5 回: 手足の負傷. サイドバー, 荷崩れ災害への対策. 陸運と安全衛生, No.593, pp. 5-7.
- 126) 大西明宏(2018) ロールボックスパレット(カゴ車) を安全に使うためには 第 4 回: 下敷き. 転倒・転落による災害の対策. 陸運と安全衛生, No.593, pp. 12-13.
- 127) 大西明宏(2018) ロールボックスパレット(カゴ車) を安全に使うためには 第 3 回: RBP 取扱いの危なさ と 5 つの災害パターン. 陸運と安全衛生, No.591, pp. 6-7.
- 128) 大西明宏(2018) ロールボックスパレット(カゴ車) を安全に使うためには 第 2 回: 呼称の違いによる問題. 陸運と安全衛生, No.590, pp. 12-13.
- 129) 大西明宏(2018) ロールボックスパレット(カゴ車) を安全に使うためには 第 1 回: なぜロールボックスパレットは日本で普及したのか?. 陸運と安全衛生, No.589, pp. 6-7.
- 130) 大西明宏(2018) "運ぶ"を安全に〜ロールボックスパレット(カゴ車) を安全に使うためのポイント. 安全衛生のひろば, Vol.59, No.5, pp. 9-18.
- 131) 高橋明子(2018) 建設作業者を対象とした危険予知に関する安全教育研究. 冷凍, Vol.93, No.1093, pp. 32-37.
- 132) 菅間敦(2018) 脚立作業の安全. 冷凍, Vol.93, No.1093, pp. 19 - 22.
- 133) 菅間敦(2018) 脚立からの転落災害防止に向けた安全な作業方法-作業姿勢の分析に基づく検討-. 建設の安全, Vol.542, pp. 10 - 13.
- 134) Ito H (2018) Overwork-related disorders: Karoshi, depression & Burnout. Singapore Medical Association News, Vol.50, No.5, pp. 20-21.

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) Kazutaka Kogi, Yumi Sano, Toru Yoshikawa and Etsuko Yoshikawa(2019) Design and Use of Ergonomic Checkpoints for Health Care Work: Volume I: Healthcare Ergonomics. Sebastiano Bagnara, Riccardo Tartaglia, Sara Albolino, Thomas Alexander, Yushi Fujita. Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018), pp.520-527, Switzerland, Springer Nature. January 2019 DOI: 10. 1007/978-3-319-96098-2_64.
- 2) 吉川徹(2018) 集団分析結果の活用実例. 職場環境改善のためのヒント集メンタルヘルスアクションチェックリストの活用. ストレスチェック実務 Q&A 編集委員会編, 産業医・産業保健スタッフのためのストレスチェック実務 Q&A, pp. 182-188, 東京, 公益財団法人産業医学振興財団.
- 3) 吉川徹(2018) 職場環境改善のためのワーク(シナリオ). 簡便なツール(ACL) 使って進める場合. ストレスチェック実務 Q&A 編集委員会編, 産業医・産業保健スタッフのためのストレスチェック実務 Q&A, pp. 165-170, 東京, 公益財団法人産業医学振興財団.
- 4) 甲田茂樹(2018) 変化する労働現場と産業保健の課題. 産業医学ジャーナル編集委員会, 産業医学のプリンシプル〜大切なこと, p. 322, 東京, 産業医学振興財団.
- 5) 久保智英(2018) 労働者の疲労と睡眠-過労リスクとオンとオフのメリハリの重要性. 垂井清一郎, 岡田唯男, 長尾和宏, 予防医療のすべて (スーパー総合医), pp. 191-193, 東京, 中山書店.
- 6) 久保智英(2018) 新しい労働時間管理の考え方と産業保健. 産業医学ジャーナル編集委員会, 産業医学のプリンシプル〜大切なこと-産業医学振興財団 40 周年記念誌-, pp. 203-205, 東京, 公益財団法人 産業医学振興財団.
- 7) 久保智英(2018) 働く人々の疲労や睡眠. ストレス調査で使えるツール. 和田 耕治, 津野 香奈美, 産業保健の複雑データを集めて まとめて 伝える ワザ: 社員も経営層も動かす! 「最強」の活用術, pp. 173-174, 大阪, 株式会社メディカ出版.
- 8) 井澤修平 (2018) ストレスの測定と評価 (2) 生体反応. 鈴木伸一編著, 健康心理学の測定法・アセスメント, pp. 100-111, 京都, ナカニシヤ出版.
- 9) 小田切優子, 川上憲人, 渡辺和広, 小林由佳, 今村幸太郎, 吉川徹, 吉川悦子, 堤明純, 井上彰臣, 島津明人, 廣

著書又は単行本の名称

- 尚典, 中辻めぐみ(2018) これからはじめる職場環境改善～スタートのための手引き～. 独立行政法人労働者健康安全機構勤労者医療・産業保健部, 厚生労働省編, pp. 1-30.
- 10) 久保智英(2018) Q57 「日常生活の中で WE を高められる取り組みはありますか? また, 平日の WE を高くするために, 休日にできることがあれば教えてください.」. 島津明人, 市川佳居, 江口尚, 大塚泰正, 種市康太郎, 西大輔, 錦戸典子, 原雄二郎, 平松利麻, Q&A で学ぶワーク・エンゲイジメントーできる職場のつくりかた. pp. 153-155, 東京, 金剛出版.
 - 11) 吉川徹(2019) 針刺し切創・血液体液ばく露に関する基礎知識と罹患防止対策. 相澤好治監修, 和田耕治編著, 医療機関における産業保健活動ハンドブック, pp. 216-222, 東京, 公益財団法人産業医学振興財団.
 - 12) 吉川徹(2019) 長時間労働対策. 相澤好治監修, 和田耕治編著, 医療機関における産業保健活動ハンドブック, pp.156-166, 東京, 公益財団法人産業医学振興財団.
 - 13) 吉川徹(2019) 勤務医の労働時間に関するガイドライン. 相澤好治監修, 和田耕治編著, 医療機関における産業保健活動ハンドブック, pp.151-155, 東京, 公益財団法人産業医学振興財団.
 - 14) 吉川徹(2019) メンタルヘルス向上のためのアクションチェックリストの活用. 相澤好治監修, 和田耕治編著, 医療機関における産業保健活動ハンドブック, pp.113-128, 東京, 公益財団法人産業医学振興財団. .
 - 15) 久保智英(2019) シフトワークで働く人の睡眠対策を教えてください. 大川匡子, 高橋清久, 睡眠のなぜ? に答える本 もっと知ろう! やってみよう!! 快眠のための 12 ポイント, pp. 128-134, 東京, ライフ・サイエンス.
 - 16) 児玉猛, 山際謙太, 他 2 名編(2018) 玉掛け作業安全必携. pp. 33-62, 中央労働災害防止協会.
 - 17) 板垣晴彦(2018) 火災便覧第 4 版 19・4 産業施設の火災・爆発危険度評価. pp. 1348-1354, 東京, 共立出版.
 - 18) 八島正明(2018) 日本火災学会編 火災便覧(第 4 版)(分担執筆). pp. 230-233, pp. 441-446, pp. 1261-1262, pp. 1403-1450, pp. 1466-1539, 共立出版, 東京.
 - 19) 池田博康(2018) ロボットシステムインテグレータのスキル読本. 03. 安全/品質対応-リスクアセスメントとリスク低減策(pp. 22-25). 一般社団法人日本ロボット工業会.
 - 20) 三浦崇(2018) 低圧電気取扱者安全必携-特別教育用テキスト-. (分担・監修) 第 1 編 p9-38(30 ページ) 中央労働災害防止協会.
 - 21) 仲勇治, 島田行恭, 他(2019) プロセス安全マネジメントの構造を考える. 化学工学テクニカルレポート, No.45, 化学工学会安全部会日本版 PSM ガイドライン検討準備 WG
 - 22) 島田行恭, 佐藤嘉彦, 板垣晴彦(2018) 化学物質による爆発・火災を防ぐためのリスクアセスメント. 第 5 章 爆発・火災に関する詳細なリスクアセスメント手法, pp. 153-190, 中央労働災害防止協会, 東京.
 - 23) 高橋明子(2018) ヒューマンエラーの理論と対策. 第 9 章 ヒューマンエラーに起因する労働災害発生リスクの低減対策. pp. 213-226, 株式会社エヌ・ティー・エス.

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) 小野真理子, 鷹屋 光俊, 山田 丸, 中村 憲司, 加藤 伸之(2018) 繊維状粒子自動測定装置の精度の検証及び作業環境におけるリフラクトリーセラミックファイバーの測定手法の検討に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金労働衛生総合研究事業 H29 年度総括報告書, pp.1-8.
- 2) 高橋正也(研究代表者)(2018) 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. 平成 29 年度研究報告書, 労災疾病臨床研究事業費補助金.
- 3) 劉 欣欣 (2018) 精神作業による心血管系負担を軽減するための休息の仕方に関する生理心理学的検討. 年度報告書(文部科学省科学研究費補助金 基盤研究(C), H29~H31).
- 4) 豊岡達士, 柏木裕呂樹, 佐々木毅, 王瑞生, 甲田茂樹 (2018) ベリリウムリンパ球幼若化試験におけるアラマブルー法の応用-試験系の最適化及びベリリウム作業従事者 85 名を対象とした検討-. 職場における化学物質の感作性障害に対する防止措置と健康管理の有効性に関する研究 (平成 27 年度-平成 30 年度) 成果報告書 pp. 3-15.

報告書の名称

- 5) 高橋正也, 梅崎重夫, 吉川徹, 佐々木毅, 久保智英, 井澤修平, 劉欣欣, 松尾知明, 松元俊, 池田大樹, 蘇リナ, 菅知絵美, 高田琢弘, 山内貴史(2018) 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. 平成 27-29 年度 総合研究報告書, 厚生労働省.
- 6) 高橋正也, 松尾知明, 佐々木毅, 池田大樹, 蘇リナ, 吉川徹, 久保智英, 劉欣欣, 松元俊, 茅嶋康太郎, 深澤健二, 内田元 (2018) 労働安全衛生総合研究所(JNIOSH) コホート研究及び労働者 1 万人を対象とした WEB 調査. 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, pp. 168-177, 厚生労働省.
- 7) 池田大樹, 久保智英, 松元俊, 茅嶋康太郎, 新佐絵史 (2018) 中小企業で実施された職場環境改善の効果評価に関する研究. 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(疫学研究), pp. 205-208, 厚生労働省.
- 8) 松元俊, 久保智英, 佐々木毅, 井澤修平, 池田大樹, 高橋正也, 酒井一博, 佐々木司, 大西政弘 (2018) トラックドライバーの働き方の実態にあわせた効果的な過重労働対策に関する研究. 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(疫学研究), pp. 178-190, 厚生労働省.
- 9) 久保智英, 井澤修平, 松元俊, 池田大樹, 高橋正也, 佐々木司, 奥村元子, 橋本美穂 (2018) 交代制勤務看護師の勤務間インターバルと疲労回復に関する研究. 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(疫学研究), pp. 191-204, 厚生労働省.
- 10) 梅崎重夫, 清水尚憲, 齋藤剛, 濱島京子, 島田行恭, 吉川直孝, 福田隆文, 木村哲也, 芳司俊郎, 酒井一博, 余村朋樹(2018) 機械設備に係る簡易リスクアセスメント手法の開発に関する調査研究. 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成 29 年度総括研究報告書, 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, pp. 1-144.
- 11) 大幢勝利, 高木元也, 高橋弘樹, 吉川直孝, 平岡伸隆, 豊澤康男(2019) 平成 30 年度厚生労働省委託事業 建設工事の設計段階における労働災害防止対策の普及促進事業 報告書. 労働安全衛生総合研究所.
- 12) 大幢勝利(2018) 平成29年度 産業医学調査研究(特別研究) 各国の労働衛生に係る基本諸データの収集・整備と、その国際間比較に関する調査研究 中間報告.
- 13) 大幢勝利, 日野泰道(2018) 労働災害の発生率の低下等の波及効果の分析. 行政推進施策による労働災害防止運動の好事例調査とその効果に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成 27 年度～29 年度総合研究報告書, 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, pp. 167-193.
- 14) 大幢勝利, 吉川直孝, 日野泰道, 高橋弘樹(2018) 建設業における計画・設計段階から考える工事安全の事例調査と死亡災害の傾向分析. 行政推進施策による労働災害防止運動の好事例調査とその効果に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成 27 年度～29 年度総合研究報告書, 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, pp. 25-29.
- 15) 大幢勝利, 日野泰道, 高橋弘樹, 吉川直孝, 梅崎重夫, 岡部康平, 藤本康弘, 島田行恭, 佐藤嘉彦, 富田一, 濱島京子, 三浦崇, 高木元也, 呂健(2018) 行政推進施策による労働災害防止運動の好事例調査とその効果に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成 29 年度総括・分担研究報告書, 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, pp. 1-172.
- 16) 大幢勝利, 日野泰道, 高橋弘樹, 吉川直孝, 梅崎重夫, 岡部康平, 藤本康弘, 島田行恭, 佐藤嘉彦, 富田一, 濱島京子, 三浦崇, 高木元也, 呂健(2018) 行政推進施策による労働災害防止運動の好事例調査とその効果に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成 27 年度～29 年度総合研究報告書, 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, pp. 1-198.
- 17) 富田一, 三浦崇, 濱島京子, 崔光石, 遠藤雄大(2018) 3 交流アーク溶接機用自動電撃防止装置を中心とした感電災害防止のアンケート調査. 行政推進施策による労働災害防止運動の好事例調査とその効果に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成 29 年度 総括・分担研究報告書, 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, pp. 147-153.

報告書の名称

- 18) 富田一, 三浦崇, 濱島京子, 崔光石, 遠藤雄大(2018) 第6章 アーク溶接作業における感電災害防止の好事例等及びアンケート調査. 行政推進施策による労働災害防止運動の好事例調査とその効果に関する研究, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成27年度～29年度 総合研究報告書, 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, pp. 49-62.
- 19) 日野泰道, 高橋弘樹, 大幢勝利(2018) 陸上貨物運送事業における好事例の収集と安全意識や安全対策の変化の調査. 行政推進施策による労働災害防止運動の好事例調査とその効果に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成27年度～29年度総合研究報告書, 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, pp. 63-75.
- 20) 吉川直孝, 大幢勝利, 日野泰道, 高橋弘樹(2018) 欧州の建設業の安全衛生調査. 行政推進施策による労働災害防止運動の好事例調査とその効果に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成29年度総括・分担研究報告書, 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, pp. 9-24.
- 21) 吉川直孝, 大幢勝利, 日野泰道, 高橋弘樹(2018) 仏国の建設業における安全衛生に関する調査結果報告. 行政推進施策による労働災害防止運動の好事例調査とその効果に関する研究. 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成29年度分担研究報告書, 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, pp. 11-113.
- 22) 玉手聡, 堀智仁(2018) 浅い土砂埋没時の圧迫圧力に関する実験的研究. 科学研究費助成事業(学術研究助成基金助成金) 実施状況報告書(研究実施状況報告書)(平成29年度), 日本学術振興会.
- 23) 田中克彦, 平岡伸隆(2018) 豪雨斜面崩壊の予測精度の向上に向けた多地点透水試験法と浸透解析手法の構築. 科学研究費助成事業実施状況報告書(平成28年度), 文部科学省日本学術振興会, pp. 1-5.
- 24) 平岡伸隆(2018) パイプ流を起因とした斜面崩壊発生機構に関する研究. 科学研究費助成事業実施状況報告書(平成29年度), 日本学術振興会, pp. 1-5.
- 25) 八島正明(2019) 日本火災学会調査研究「火災・安全」小委員会. 平成30年度「先進的燃焼技術の調査研究」報告書, 日本燃焼学会, pp. 1-6.
- 26) 大塚輝人, 三浦崇, 富田一(2018) 防爆構造電気機械器具に関する国際電気標準会議(IEC) 規格に関する調査研究. (H28-労働一般-001) 厚生労働科学研究費補助金, 総括報告書, pp. 1-19.
- 27) 佐藤嘉彦(2018) チタンと硝酸との反応によ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実施状況報告書(平成29年度), 日本学術振興会, pp. 1-2.
- 28) 池田博康, 水谷高彰, 高橋弘樹, 堀智仁(2018) 労働災害調査分析センター. 災害調査復命書等に係るデータベース, 厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課.
- 29) 藤本康弘, 島田行恭, 佐藤嘉彦(2018) 化学プラントにおけるリスクアセスメントの好事例収集調査. 行政推進施策による労働災害防止運動の好事例調査とその効果に関する研究, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業 平成27年度～平成29年度総合研究報告書, pp. 35-48.
- 30) 藤本康弘, 島田行恭, 佐藤嘉彦(2018) 化学プラントにおけるリスクアセスメントの好事例収集調査. 行政推進施策による労働災害防止運動の好事例調査とその効果に関する研究, 厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業平成29年度総括・分担研究報告書, pp. 115-146.
- 31) 島田行恭, 高橋明子(2018) 化学物質による事故・災害防止のための教育・訓練支援システム開発に関する学際的研究. 平成29年度科学研究費助成事業研究成果報告書, 日本学術振興会, pp. 1-2.
- 32) 高橋弘樹, 大幢勝利, 大垣賀津雄(2018) 風荷重に対する建物に隣接した墜落防護工法の安全技術に関する研究(平成27～29年度) 成果報告書. pp. 1-4, 文部科学省研究振興局.

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) 池田大樹 (2018) 第3回労働時間日本学会研究集会 労働時間の側面から働き方の改善を考える. 労働の科学, Vol.73, No.6, pp. 360-362.
- 2) 島津明人, 山本勲, 吉川徹, 春木宥子, 森晃爾(2018) 座談会: 働き方改革とコンサルティング. 安全衛生コンサルト, No.126, 平成30年4月20日発行, 日本労働安全衛生コンサルタント会, pp.6-26.

成果の名称
3) 中村憲司(2018) 第90回日本産業衛生学会報告. 繊維状物質研究 Vol.5, pp.175-176.
4) 吉川徹(2018) 「日本産業衛生学会奨励賞を受賞して」産業医部会報産業医部会報 Vol.64. p.3.
5) 小嶋 純(2018) 編集後記. 安全衛生コンサルタント, Vol.128, p.96.
6) 岩切一幸(2018) 編集後記. 人間工学, Vol.54. p. 262.
7) 北條理恵子, 清水尚憲(2018) リスクアセスメント結果における定量的評価法の提案と今後の機械安全について. 安全と健康, 12月号, pp.45-49.
8) 北條理恵子, 清水尚憲(2018) 機械安全を考える リスクアセスメントに活用可能な「行動分析学」-人の行動における法則性. 安全と健康, 11月号, pp.44-48.
9) 中村憲司(2019) 海外研究紹介. 作業環境, Vol.40, pp. 65-69.
10) 佐藤嘉彦(2018) 火薬学会春季研究発表会レビューSession 4. EXPLOSION Vol.28, No.2, p. 155.

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) 高橋正也, 久保智英, 井澤修平, 三木圭一, 原谷隆史, 土屋政雄, 倉林るみい, 島津明人, 田中克俊, 池田大樹 (2018) 労働者の疲労回復を促進する対策に関する研究 -研究全体の概要. SRR-No.48, pp.1-10.
2) 高橋正也, 久保智英, 井澤修平, 三木圭一, 原谷隆史, 土屋政雄, 倉林るみい, 島津明人, 田中克俊, 池田大樹 (2018) 勤務間インターバルと疲労回復に関する縦断研究. SRR-No.48, pp.19-24.
3) 久保智英, 井澤修平, 三木圭一, 土屋政雄, 高橋正也, 池田大樹(2008) 1カ月の連続観察調査による勤務間インターバルと疲労回復. SRR-No48-01, pp. 11-17.
4) 山口さち子(2019) 医療施設における非電離放射線-短期的影響の防護. 生殖・発生への静磁界の影響の考え方-(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リーフレット, p.8.
5) 山口さち子(2019) 医療施設における非電離放射線-短期的影響の防護. 生殖・発生への静磁界の影響の考え方-. 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リーフレット, p.32.
6) 高木元也(2018) 水道工事事故防止アクションプラン 2018. 東京都水道局, pp. 1-4.
7) 板垣晴彦(2018) The Tutorial of Steps of Risk Assessment for Preventing Process Accidents (PPT) . https://www.jniosh.johas.go.jp/en/publication/doc/RATutorial-01E.pptx .
8) 板垣晴彦(2018) 爆発火災データベース(第5次) の公開. https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/houkoku/houkoku_2018_02.html .
9) 大塚輝人(2018) TR-No.46-10 工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015) 特殊防爆構造 “s”(改訂版).
10) 大塚輝人(2018) TR-No.46-9 工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015) 容器による粉じん防爆構造 “t”(改訂版).
11) 大塚輝人(2018) TR-No.46-8 工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015) 非点火防爆構造 “n”(改訂版).
12) 大塚輝人(2018) TR-No.46-7 工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015) 樹脂充填防爆構造 “m”(改訂版).
13) 大塚輝人(2018) TR-No.46-6 工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015) 本質安全防爆構造 “i”(改訂版).
14) 大塚輝人(2018) TR-No.46-5 工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015) 安全増防爆構造 “e”(改訂版).
15) 大塚輝人(2018) TR-No.46-4 工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015) 油入防爆構造 “o”(改訂版).
16) 大塚輝人(2018) TR-No.46-3 工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015) 内圧防爆構造 “p”(改訂版).
17) 大塚輝人(2018) TR-No.46-2 工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015) 耐圧防爆構造 “d”(改訂版).
18) 大塚輝人(2018) TR-No.46-1 工場電気設備防爆指針(国際整合技術指針 2015) 総則(改訂版).
19) 大西明宏(2018) テールゲートリフターを安全に使用するために 2ステップで学ぶ 6基本&11場面別ルール https://www.jniosh.johas.go.jp/publication/doc/houkoku/2018_01/tgl_a3_r.pdf .

2) 学会・研究会における発表・講演

表 2-14 国際学術集會にて発表・講演された成果(特別講演, シンポジウム, ワークショップ等)

発表・講演された名称
1) Chiemi Kan, Toru Yoshikawa, Takashi Yamauchi, Takeshi Sasaki and Masaya Takahashi (2018) Psychological burden caused by work-related events in five priority industries among Japanese. The 28th Korea-China-Japan Conference on Occupational Health, Program and Abstracts, p. 75.
2) Masaya Takahashi (2018) Sufficient periods of daily rest for adequate sleep and recovery. <i>Occup Environ Med</i> , 75(Suppl 2), A601.
3) Masaki Sekino, Sachiko Yamaguchi-Sekino and Shoogo Ueno (2018) Biological effects of magnetic fields. The 1st International Workshop for Static Magnetic Stimulation, Abstract book, p.11.
4) Ito H (2018) KAROSHI; Overwork-related death in Japan. The 5th international scientific conference and the 9th national scientific conference on occupational and environmental health. Book of abstracts, pp. 191-192.
5) Rina So (2018) A new approach for assessing worker's sedentary behavior and cardiorespiratory fitness evaluation. 7th Asian Society of Sport Biomechanics Conference, Proceedings, Book of Abstract, p.18.
6) Katsutoshi Ohdo(2018) Recent Trend of OSH in Japanese Construction Industry. The 5th Scientific Conference on Occupational Safety and Health (SciCOSH2018), Malaysia.
7) Shoken Shimizu, Shigeo Umezaki, Kyoko Hamajima, Masao Tsuchiya and Rieko Hojo(2018) Risk reduction effect of the supportive protection system (SPS) at Tunnel- Part 1: Examination of reliability of the SPS. <i>Proceeding of World Tunnel Congress 2018</i> , pp. 778-1-8.

表 2-15 国内の学術集會にて発表・講演された成果(特別講演, シンポジウム, ワークショップ等)

発表・講演された論文名
1) 松元俊(2018) 夜勤・交代制勤務者におけるワーク・ライフ・バランスを考える：産業疲労研究の視点から。第 68 回日本病院学会, シンポジウム 13_看護師の働き方改革-ワーク・ライフ・バランスを進めるために-, 抄録集, p. 131.
2) 吉川徹(2018) 対策志向型の労働安全衛生研究. <i>産業衛生学雑誌</i> . Vol.60,(Suppl) p.207.
3) 吉川徹(2018) ストレスチェック制度における職場環境改善の工夫. <i>産業衛生学雑誌</i> . Vol.60 (Suppl), p.106.
4) 吉川徹(2018) 過重労働になる理由：働きやすさの光と影. 第 3 回労働時間日本学会, プログラム・抄録集, p.8.
5) Masaya Takahashi(2018) Sociomedical problems in Japan as an overworked country. Joint symposium by Japanese Society of Occupational Health and International Commission of Occupational Health Japan: Overwork-related health disorders, mental health and stroke/heart diseases (Karoshi). 第 91 回日本産業衛生学会, <i>産業衛生学雑誌</i> , Vol.60(臨時増刊号), p. 200.
6) 高橋正也(2018) 教育講演 2. 過重労働に伴う死亡と病気：予防に向けて. 第 91 回日本産業衛生学会, <i>産業衛生学雑誌</i> , Vol.60,(Suppl.), p. 211.
7) 山口さち子, 関野正樹 (2018) ライフイベントと共生する研究生活を考える—育児と研究の両立について. 第 57 回日本生体医工学会大会シンポジウム「生体医工学会における男女共同参画推進-研究者のライフイベントを考える-」, プログラム・抄録集, p78 及び PD3-4-1.
8) 井澤修平 (2018) 健康心理学研究に寄与する生理指標を用いた方法論. 日本健康心理学会第 31 回大会・日本ヒューマン・ケア心理学会学術集會第 20 回大会ワークショップ「健康心理学テクニカルワークショップ論文ではわからない研究・実践の「コツ」を知る」, 合同大会プログラム, p. 51.
9) 伊藤弘人(2018) わが国の多剤服用(ポリファーマシー)の現状と課題. 国際モダンホスピタルショウ 2018, 日本病院会雑誌, Vol.65, No.9, pp. 21-25.
10) 時澤 健(2018) 労働環境での新しい熱中症対策-実用的クーリングとウェアラブル体温計-. 第 32 回運動と体温の研究會, 要旨集, p.9.
11) 山田 丸(2018) 海外留学体験記. 第 14 回エアロゾル学会若手討論會(要旨集なし).
12) 小野真理子(2018) ナノ粒子とは何か. 第 6 回日本繊維状物質研究学術集會 基礎講座 I, 抄録集, pp. 10-15.

- 13) 松尾知明, 蘇リナ(2018) 運動強度と心筋・心肺持久力. 第 37 回日本臨床運動療法学会シンポジウム「運動効果のメカニズム」抄録集, p. 23.
- 14) 大谷勝己(2018) 有害物質. 第 40 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 p.1-45 (安全工学会).
- 15) 三浦伸彦(2018) 労働衛生と精巣機能障害. フォーラム 2018 衛生薬学・環境トキシコロジー シンポジウム「生殖毒性の最前線」, 講演要旨集 p. 124.
- 16) 薬師寺史厚, 柳川忠二, 吉川徹, 村田実希郎(2018) 訪問看護ステーションで把握された針刺し損傷の全国調査. 第 13 回医療の質安全学会総会, e90247.
- 17) 伊藤弘人(2018) 精神保健・予防の観点から見た過重労働問題. 第 22 回日本精神保健・予防学会学術集会, プログラム・抄録集, p.42.
- 18) 鷹屋光俊, 高島強, 廣瀬隆穂, 保利一, 山室堅治, 西田和史(2018) 個人サンプラーを用いた作業環境測定をめぐって-今後の展開-. 第 58 回日本労働衛生工学会, 第 39 回作業環境測定研究発表会共同シンポジウム第 2 部, 第 58 回日本労働衛生工学会, 第 39 回作業環境測定研究発表会抄録集, pp.204-209.
- 19) 甲田茂樹(2018) 最近の化学物質による職業がん多発事案から煮えてくる原因と対策. 第 77 回全国産業安全衛生大会, 労働衛生管理活動分科会特別報告, 研究発表集, pp.444-446.
- 20) 甲田茂樹(2018) 芳香族アミンばく露による膀胱がんについて. 第 10 回東海地方会産業衛生技術部会シンポジウム「化学物質の発がん性と労働衛生管理のあり方」, 配付資料.
- 21) 松尾知明(2018) 効率的な運動処方へ向けて. 第 64 回日本宇宙航空環境医学会大会シンポジウム 2「宇宙飛行士のフィジカルトレーニング」抄録集, p.4.
- 22) 松尾知明(2018) 体力低位者と高強度インターバル運動. 第 25 回日本未病システム学会シンポジウム 1「生産年齢人口における未病～運動の日常化における新戦略」抄録集, p.20.
- 23) 高橋正也(2018) 充実して働くための睡眠と体内時計. ランチョンセミナー2, 第 10 回 Integrated Sleep Medicine Society Japan 学術集会, 抄録集 p. 17.
- 24) 久保智英(2018) 労働者の疲労研究の視点から「つながらぬ権利」について考える. 産業疲労研究会第 89 回定例研究会(日本産業衛生学会), 抄録集なし.
- 25) 蘇 リナ(2019) 労働者の体力評価指標の開発に関する成果報告. 平成 30 年度 過労死等防止調査研究センター研究成果発表シンポジウム, pp. 41-45.
- 26) 山内貴史, 佐々木 毅, 吉川 徹, 高橋正也, 菅知絵美, 須賀万智, 柳澤裕之(2019) 2010 年以降のわが国における過労自殺の労災認定事案の分析. 第 28 回日本疫学会学術総会, 講演集, p135.
- 27) 劉 欣欣, 池田大樹, 小山冬樹(2019) 模擬長時間労働時の血行動態反応. 平成 30 年度 過労死等防止調査研究センター 研究成果発表シンポジウム, pp. 36-40.
- 28) 久保智英(2019) ICT 社会における近未来の労働問題と疲労マネジメントアプリの重要性. 奈良先端科学技術大学院大学主催・異分野融合ワークショップ「情報科学・労働衛生・労働経済学の融合による持続可能な働き方支援の模索」, 抄録集なし.
- 29) 大嶋勝利(2018) 震災時の労働災害について. 土木学会地震工学委員会ライフライン小委員会講演会.
- 30) 玉手聡(2018) 建設工事における事故・災害の実態. 平成 30 年度 建設施工と建設機械シンポジウム, 基調講演, 日本建設機械施工協会.
- 31) 玉手聡(2018) 日本建設機械施工協会. 平成 30 年度建設施工と建設機械シンポジウム. パネルディスカッション「建設事故防止における ICT 導入への期待」, 特別講演「建設工事における労働災害の状況- i- Construction による安全の期待 -」(11 月 28 日).
- 32) 酒井信介, 岩崎篤, 佐々木哲也, 宮崎信弥, 石崎陽一(2018) 局部減肉健全性評価の信頼性工学的取扱い. 安全工学シンポジウム 2018 パネルディスカッション, 講演予稿集, pp. 14-17.
- 33) 板垣晴彦(2018) 廃棄物処理業における火災爆発について. 日本火災学会・北九州市制 55 周年記念特別企画ワークショップ「特異火災と対策」.
- 34) 板垣晴彦(2018) 公益社団法人日本火災学会火災学会. 日本火災学会・北九州市制 55 周年記念 特別企画ワークショップ「特異火災と対策」, 「廃棄物処理業における火災爆発について」(5 月 28 日).

発表・講演された論文名

- 35) 池田博康(2018) 産業用ロボットの設計・導入における安全化方策. 日本機械学会産業・化学機械と安全部門研究発表会 2018 秋, 基調講演.

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) Rina So, Tomoaki Matsuo, Takeshi Sasaki, Xinxin Liu, Tomohide Kubo, Hiroki Ikeda, Shun Matsumoto and Masaya Takahashi (2018) Replacement benefits of sitting to standing on health-related risks in workplace. The 28th Korea-China-Japan conference on Occupational Health.
- 2) Rina So, Tomoaki Matsuo, Takeshi Sasaki, Xinxin Liu, Tomohide Kubo, Hiroki Ikeda, Shun Matsumoto and Masaya Takahashi (2018) Worker's cardiorespiratory fitness evaluation using a 3-min step test with daily physical activity assessments. The 65th annual meeting of American College of Sports Medicine, p.64.
- 3) Toru Yoshikawa, Takeshi Sasaki, Takashi Yamauchi, Shun Matsumoto, Chiemi Kan and Masaya Takahashi(2018) Compensated overwork-related cerebrovascular/cardiovascular diseases(CCVDs) among Local Public Employees in Japan: 2010-2014. The 28th Korea-China-Japan Conference on Occupational Health, Abstractbook, pp.163-164.
- 4) Takashi Yamauchi, Toru Yoshikawa, Takeshi Sasaki, Shun Matsumoto, Masaya Takahashi, Chiemi Kan, Machi Suka and Hiroyuki Yanagisawa(2018) Overwork-Related Mental Disorders and Suicide among Local Public Employees in Japan. 2010-2014. The 28th Korea-China-Japan Conference on Occupational Health, Abstractbook, pp.161-162.
- 5) Toru Yoshikawa, Takeshi Sasaki, Shun Matsumoto, Takashi Yamauchi, Kotaro Kayashima, Tomohide Kubo, Shigeo Umezaki and Masaya Takahashi(2018) 1222 Diagnosis of 1. 561 compensated cases for overwork-related cerebrovascular/cardiovascular diseases(ccvds) known as 'karoshi' in japan, 2010–2014. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75(Suppl 2) A122-A123; DOI: 10. 1136/oemed-2018-ICOHabstracts, p.347.
- 6) Toru Yoshikawa, Koji Wada, Jong Ja Lee, Toshihiro Mitsuda, Hitomi Kurosu, Mayumi Aminaka, Yuji Morisawa, Keita Morikane, Hiroyuki Kunishima, Kiyoshi Kidouchi and Kyoji Moriya(2018) 1551 Changes in twenty years of the epidemiological status of needlestick/sharps injuries reported to japan-epinet through a nation-wide surveillance network. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75(Suppl 2) A341; DOI: 10. 1136/oemed-2018-ICOHabstracts, p.976.
- 7) Norito Kawakami, Kotaro Imamura, Baba T, Yumi Asai, Akizumi Tsutsumi, Akihito Shimazu, Akiomi Inoue, Hisanori Hiro, Yuko Odagiri, Toru Yoshikawa and Etsuko Yoshikawa(2018) 1114 Predicting lost productive time and medical cost due to poor psychosocial working conditions: a one-year prospective study. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75(Suppl 2) A540-A541; DOI: 10. 1136/oemed-2018-ICOHabstracts, p.1532.
- 8) Miwako Nagasu, Toru Yoshikawa, Ryoko Katsumura, Tomohide Wakatsuki, VR Jaganathan, G Sanjeeva Reddy and Kazutaka Kogi(2018) 1721d Outcome of the positive training programme for improving working conditions in india. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75(Suppl 2) A94; DOI: 10. 1136/oemed-2018-ICOHabstracts, p.269.
- 9) Kazutaka Kogi, Yumi Sano, Toyoki Nakao, Toru Yoshikawa, Etsuko Yoshikawa, Mjunsuk Lee, Jehoon Roh, Jungsun Park and KuckHyou Woo(2018) 1220 Developing facilitator training toolkits by intercountry networking for adjusting participatory steps of preventing overworking to local situations. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75(Suppl 2) A492-A500; DOI: 10. 1136/oemed-2018-ICOHabstracts, p.1401.
- 10) Etsuko Yoshikawa, Toru Yoshikawa, Yuriko Takeuchi, Yumi Sano, Akiko Yuasa and Kazutaka Kogi(2018) 1310 Evaluation of facilitators training in improving the workplace environment using a participatory approach for primary prevention in mental health. Occupational and Environmental Medicine Apr 2018, 75(Suppl 2) A569; DOI: 10. 1136/oemed-2018-ICOHabstracts, p.1609.
- 11) Tomoaki Matsuo, Rina So (2018) Worker's Cardiorespiratory Fitness Evaluation Using a 3-min Step Test with Daily Physical Activity Assessments. Medicine & Science in Sports & Exercise50(5S) : p.408.
- 12) Tomoaki Matsuo, Rina So (2018) A new practical procedure for assessing cardiorespiratory fitness in workplace health check-ups. The 32nd International Congress on Occupational Health(抄録集はアプリ版のみ).

- 13) Sachiko Yamaguchi-Sekino, Shuhei Izawa, Humio Maeyatsu, Tsukasa Doi, Takeo Hikichi, Hideki Fujita, Shinya Imai, Manabu Akahane and Rui-Sheng Wang (2018) Survey of the facilities' policies on allocating pregnant staff for MRI site and an attitude survey to non-ionizing radiation in Japan. BioEM2018, Abstract book, p.33.
- 14) Hiroki Ikeda, Tomohide Kubo, Takeshi Sasaki, Xinxin Liu, Tomoaki Matsuo, Rina So, Shun Matsumoto, Takashi Yamauchi and Masaya Takahashi (2018) Sleep quality and quantity in Japanese daytime workers in association with the duration of the daily rest period. 24th Congress of the European Sleep Research Society, Journal of Sleep Research, e12751, p. 207.
- 15) Nobuyuki Shibata (2018) Vibration Isolation performance of glove under tri-axial hand-arm vibration. Proceedings of 26th Japan Conference on Human Response to Vibration, pp. 68-75.
- 16) Nobuyuki Shibata (2018) Measurement and evaluation of vibration-isolating performance of gloves under tri-axial hand-arm vibration. Proceedings of 25th International Congress of Sound and Vibration, pp. 1-7, in USB.
- 17) Shigeru Makita, Ryutaro Uchida and Tomoaki Matsuo (2018) High Intensity Interval Training in Patients with Coronary Heart Disease. International Symposium of Sports Medical Science for Persons with Impairments in Wakayama 2018, p28.
- 18) R Hojo, K Hamajima, S Umezaki and S Shimizu (2018) Examination of validity of behavioral analytical intervention under the Safeguarding Supportive System (SSS) for Integrated Manufacturing System (IMS) . Proceeding of 9th conference of Association for Behavior Analysis, pp. 18-20.
- 19) Ken Tokizawa, Tatsuo Oka, Hirofumi Tsuchimoto and Toru Shimuta (2018) Estimation of core temperature by a modified dual-heat-flux method that uses wearable patch-type sensors. 7th International Conference on the Physiology and Pharmacology of Temperature Regulation, Book of Abstracts, p. 39.
- 20) Yukie Yanagiba, Kenichi Kobayashi, Megumi Suda, Tatsushi Toyooka, Shigeki Koda and Rui-Sheng Wang (2018) Whole body autoradiography and urinary excretion of ortho-toluidine after percutaneous administration to rats. 2018 International Meeting on 22nd Microsomes and Drug Oxidations and 33rd The Japanese Society for the study of Xenobiotics, Book of Abstracts, p.408.
- 21) Mikiko Kawasaki, Akinori Nakata, Shuhei Izawa and Tsukumi Tondokoro (2018) A prospective association of effort-reward imbalance with fingernail cortisol concentration among apparel manufacturing laborers. Asia Pacific Academy for Psychosocial factors at work.
- 22) Ken Tokizawa, Tatsuo Oka, Hirofumi Tsuchimoto and Toru Shimuta (2019) Estimation of core temperature by a modified dual-heat-flux method that uses wearable patch-type sensors. 9th Federation of the Asian Oceanian Physiological Societies, Digital Book of Abstracts, 2P-508.
- 23) Rui-Sheng Wang, Tatsushi Toyooka, Yonggang Qi, Yukie Yanagiba, Megumi Suda and Hisayoshi Ohta (2019) Genotoxic effects of aromatic amines related to the occurrence of bladder cancer among the exposed workers. Society of Toxicology 58th Annual Meeting. Baltimore, March 2019.
- 24) Kwangseok Choi (2018) Triboelectric Charge of Spherical Glass Particles against Metal Pipeline. The 8th World Congress on Particle Technology.
- 25) Kwangseok Choi (2018) Novel Electrostatic Field Meter Using Rolling Sector (first report) . The 8th World Congress on Particle Technology.
- 26) Kwangseok Choi(2018) Electrostatic Discharges generated from metal protrusions inside powder silo. 韓国安全学会秋季講演会 2018.
- 27) Wookyung Kim, Tomoyuki Johzaki, Takuma Endo, Tomonori Kato and Kwangseok Choi(2018) Minimum ignition energy and minimum explosible concentration of L-Isoleucine powder. 11th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology.
- 28) Myra Martel, Lifeng Zhang, Shelley Kirychuk, Huiquing Guo and Kwangseok Choi (2018) Dust control in poultry housing by an electrostatic precipitator: A laboratory scale study. CSBE/SCGAB 2018 Annual Conference. <https://www.researchgate.net/publication/326533802>.

- 29) Kwangseok Choi, Milad Taghavivand and Lifeng Zhang(2018) Experimental Studies on the Effect of Moisture Content and Volume Resistivity on Electrostatic Behaviour of Pharmaceutical Powders. The 8th World Congress on Particle Technology.
- 30) Hosu Choi, Kwangseok Choi and Teruo Suzuki(2018) Triboelectric Charge of Spherical Glass Particles against Metal Pipeline. The 8th World Congress on Particle Technology.
- 31) Kwangseok Choi, Teruo Suzuki(2018) Novel Electrostatic Field Meter using Rolling Sector (first report) . The 8th World Congress on Particle Technology.
- 32) Tsuyoshi Saito, Hiroyasu Ikeda(2018) A Proposal to Solve Technical Issues on ISO 13855 – Positioning of Safeguards. 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems (SIAS2018) , Proceedings, pp. 291-296.
- 33) R Hojo, K Hamajima, S Umezaki and S Shimizu (2018) Examination of validity of behavioral analytical intervention under the Safeguarding Supportive System (SSS) for Integrated Manufacturing System (IMS) . Proceeding of 9th conference of Association for Behavior Analysis, pp. 18-20.
- 34) Kenta Yamagiwa(2018) Application of deep learning for automatic classification of fracture surface's SEM Image. ICEFA8.
- 35) K. Okabe(2018) An experimental evaluation of falling down damage using forearm mimics. Proc. of 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, pp. 267-271.
- 36) Atsushi YAMAGUCHI, Tsuyoshi SAITO, Hiroyasu IKEDA and Kohei OKABE(2018) Investigation of evaluation method for bending strength of artificial bones simulated a woman's upper-limb bones by using Finite Element Analysis. 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, Poster session.
- 37) Atsushi YAMAGUCHI(2018) Evaluation for remaining strength of pipes with wall thinning by FFS assessment. Eighth International Conference on Engineering Failure Analysis.
- 38) Atsushi Yamaguchi, Nobuyuki Yoshida(2018) EVALUATION OF STRENGTH OF PIPE WITH METAL-LOSS DUE TO CUI BY FFS AND FEA WHICH CONSIDERED THE FRACTURE DUCTILITY. ASME Pressure Vessels and Piping conference, CD-ROM, PVP2018-84741, pp. 1-6.
- 39) Seiji TAKANASHI, Katsutoshi OHDO, Hiroki TAKAHASHI, Nobuyoshi MICHIBA and Yoshimitsu OHASHI(2018) STUDY ON COLLAPSE RISK OF WOODEN HOUSE BY AFTERSHOCKS. World Conference on Timber Engineering CD.
- 40) Naotaka Kikkawa (2018) Lessons learnt from the accident due to collapse of tunnel. WG5 (Health & Safety in Works) , World Tunnel Congress 2018, Dubai.
- 41) Hiroyasu Ikeda, Tsuyoshi Saito and Kohei Okabe (2018) Evaluation of Residual Risk under Risk Reduction Rules for Using Collaborative Robots. 9th International Conference on Safety of Industrial Automated Systems, Proceedings, pp. 249-253.
- 42) Takashi Miura(2018) A study of tribo-electrification reduction efficiency of argon-nitrogen mixtures due to micro-gap discharge at atmospheric pressure. 2018 Joint Electrostatic Conference, Boston University, June 18-20, 2018, 5 pages (online) .
- 43) Tetsuo Fuchino, Teiji Kitajima and Yukiyasu Shimada(2018) Representation of Process Design Rationale for Change Management. 14th Probabilistic Safety Assessment & Management conference, PSAM14, 250.
- 44) Jian LU(2018) Analyzing Labor Accident by Data Mining. International Workshop on Industrial Safety and Health(IWISHI2018) .
- 45) Akihiro Ohnishi (2018) Seasonal effects of occupational falls on the same level in Japan. 20th International Congress International Ergonomics Association (IEA2018) , Abstract Oral Presentation, p805, Florence, Italy.
- 46) Atsushi Sugama(2018) Postural stability on stepladders for occupational fall prevention. IWISH2018, 2nd International Workshop on Industrial Safety and Health, pp. 94 - 116.
- 47) Atsushi Sugama (2018) Effects of falling patterns on head impact loads caused by occupational falls from stepladders. APIEMS2018, Proceedings, CD-ROM.

表 2-17 国内の学術集會にて発表・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) 菅 知絵美, 山内貴史, 吉川 徹, 佐々木 毅, 松元 俊, 高田琢弘, 高橋正也 (2018) 過労死等の重点 5 業種における精神障害・自殺の労災認定事案の特性. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60, (Suppl.), p.492.
- 2) 吉川徹, 松元俊, 山内貴史, 茅嶋康太郎, 佐々木毅, 高橋正也(2018) 2010 年~2014 年のわが国における脳・心臓疾患の公務災害認定事案の実態. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60, (Suppl.), p. 307.
- 3) 松元俊, 久保智英, 佐々木毅, 池田大樹, 井澤修平, 高橋正也, 甲田茂樹(2018) 脳・心臓疾患の労災認定要件等とトラックドライバーの疲労との関係. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60, 臨増, p. 296.
- 4) 松元俊, 久保智英, 池田大樹, 井澤修平, 高橋正也, 甲田茂樹(2018) トラックドライバーの運行形態にみる長時間労働の過重性と疲労のあらわれ. 第 3 回労働時間日本学会研究集会, 抄録集, p. 7.
- 5) 蘇リナ, 松尾知明, 佐々木毅, 劉欣欣, 久保智英, 池田大樹, 松元俊, 高橋正也(2018) 勤務中の座位を立位/歩行に置き換えることで得られる健康利益. 第 91 回日本産業衛生学会, 抄録, p.289.
- 6) 池田大樹, 久保智英, 松元俊, 新佐絵史, 茅嶋康太郎(2018) 職場環境改善効果と勤務時間外の仕事に関する行動の影響: 1 年間の縦断調査研究. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 Vol.60, (Suppl.), p. 277.
- 7) 池田大樹, 久保智英, 松元俊, 高橋正也 (2018) 勤務間インターバルと睡眠. 余暇の関連性. 第 3 回労働時間日本学会研究集会, プログラム・抄録集, p.6.
- 8) 渡辺裕晃, 甲田茂樹, 佐々木 毅, 松葉史子, 伊藤昭好, 熊谷信二, 原 邦夫, 堤 明純, 丸山正治, 山口秀樹 (2018) 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 24 報. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60, (Suppl.), p. 466.
- 9) 佐々木 毅, 久保智英, 劉 欣欣, 松尾知明, 池田大樹, 蘇 リナ, 高橋正也(2018) 就業者 1 万人の Web 調査における過重労働と過去 1 年間の既往歴. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60, (Suppl.), p. 307.
- 10) 吉川悦子, 土屋政雄, 吉川徹, 竹内由利子, 佐野友美, 湯浅晶子(2018) バイオリプロットを用いた参加型職場環境改善の効果評価の検討. 産業衛生学雑誌, Vol.60, (Suppl.), p.331.
- 11) 吉川徹, 茅嶋康太郎, 山内貴史, 佐々木毅, 松元俊, 高橋正也(2018) 2010 年~2014 年のわが国における脳・心臓疾患の公務災害認定事案の実態. 産業衛生学雑誌, Vol.60 ,(Suppl.), p.307.
- 12) 渡辺和弘, 川上憲人, 今村幸太郎, 井上彰臣, 島津明人, 吉川徹, 廣尚典, 浅井裕美, 小田切優子, 吉川悦子, 堤 明純(2018) 労働者における「Pokemon GO」と心理的ストレス反応との関係. 産業衛生学雑誌, Vol.60 ,(Suppl.), p.283.
- 13) 吉川徹(2018) 特定職種の長時間労働. 医師の過重労働を含む医療機関での安全衛生の問題, 地域交流集会. 産業衛生学雑誌, Vol.60 ,(Suppl), p.50.
- 14) 湯浅晶子, 吉川悦子, 吉川徹, 竹内由利子, 佐野友美(2018) ストレスチェック制度を活用した参加型職場環境改善マニュアルの開発. 産業衛生学雑誌, Vol.60 ,(Suppl) , p.490.
- 15) 山内貴史, 吉川 徹, 佐々木 毅, 松元 俊, 高橋正也, 菅 知絵美, 須賀万智, 柳澤裕之(2018) 2010 年~2014 年のわが国における過労自殺を含む精神疾患等の公務災害認定事案の実態. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60,(Suppl.), p. 305.
- 16) 田中希実子, 大都悦子, 秋元史恵, 吉川徹(2018) 産業看護職からみた職場環境改善への課題. 産業衛生学雑誌, Vol.60,(Suppl) , p.531.
- 17) 高田琢弘, 吉川徹, 佐々木毅, 松元俊, 山内貴史, 菅知絵美, 高橋正也(2018) わが国における 2010 年~2015 年の脳・心臓疾患の労災業務外事案のデータベース作成と分析. 産業衛生学雑誌, Vol.60,(Suppl) , p375.
- 18) 駒瀬優, 川上憲人, 今村幸太郎, 井上彰臣, 島津明人, 吉川 徹, 廣 尚典, 浅井裕美, 小田切優子, 吉川悦子, 堤 明純(2018) 職場での感謝と. 上司・同僚の支援, パフォーマンス, 心理的ストレス反応との関連について. 産業衛生学雑誌, Vol.60,(Suppl) , p284.
- 19) 木戸内清, 吉川徹, 満田年宏, 和田耕治, 國島広之, 榎原毅(2018) 1976~2015 年度の地方公務員医師・看護師の重症負傷災害と職業性疾病について. 産業衛生学雑誌, Vol.60,(Suppl) , p.467.
- 20) 時澤 健, 岡 龍雄, 土基博史, 志牟田 亨(2018) パッチ型センサを用いた暑熱下作業時の高体温検知システムの試み. 日本生理人類学会第 77 回大会, 要旨集, p.42.

- 21) 上野 哲(2018) 職場における熱中症の分析. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60, (Suppl.), p. 523.
- 22) 齊藤宏之, 澤田晋一, 赤川宏幸, 笠井泰彰, 飯塚浩二, 山田昇吾, 森川直洋, 永島 (2018) ウェアラブルセンサーを用いた暑熱ストレイン評価手法の実験的検討. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 Vol.60(Suppl.), p. 326.
- 23) 加藤伸之, 小嶋 純, 鷹屋光俊, 小野真理子(2018) 分級捕集した作業環境中の粒子の電子顕微鏡観察による評価. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60, p.497.
- 24) 井上直子, 鷹屋光俊 (2018) アセトン共存下を想定した DNPH パッシブサンプラーによるホルムアルデヒド測定への影響. 第 91 回日本産業衛生学会, 第 91 回日本産業衛生学会講演集, Vol.60, (Suppl.), p. 415.
- 25) 山田 丸, Sheng-Chieh Chen, David Y. H. Pui(2018) SEM を用いた粉じん濃度測定法: ポリカーボネートフィルタによる粉じん捕集法の検討. 日本顕微鏡学会第 74 回学術講演会, 発表要旨集, p. 199.
- 26) 山田 丸, Sheng-Chieh Chen, David Y. H. Pui(2018) 走査電子顕微鏡による粉じんばくろ測定に関する研究: 分級器とフィルタの検討. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60, p. 305.
- 27) 中村憲司, 大塚輝人(2018) 光散乱方式による吸入性粉じんの相対濃度測定に対する分粒装置の効果の基礎的研究. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学会誌, Vol.60, (Suppl.), p. 498.
- 28) 安彦泰進, 古瀬三也, 高野継夫 (2018) 呼吸保護具吸収缶に用いられる活性炭層での有機ガス破過時間相対値(RBT). 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60(Suppl.), p. 354.
- 29) 平林諒祐, 中島均, 高橋潤也, 藤井信之, 小嶋純, 奥野勉(2018) アルミニウム合金のミグ溶接時に発生する有害光及びヒュームの検討. 一般社団法人日本軽金属溶接協会 2018 年度年次講演大会講演概要集, pp.24-25.
- 30) 小野真理子, 鷹屋光俊, 中村憲司, 加藤伸之, 萩原正義, 井上直子, 甲田茂樹(2018) 木材粉じんのばく露測定について. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60, p.293.
- 31) 甲田茂樹, 鷹屋光俊, 小野真理子(2018) MOCA ばく露集団に発症した膀胱がんについて. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60 (Suppl.), p.355.
- 32) 松尾知明, 蘇リナ(2018) 労働者の心肺持久力を簡便且つ安全に測定するための指標開発. 第 91 回日本産業衛生学会, 熊本, 予稿集 p.289.
- 33) 劉 欣欣, 池田大樹, 小山冬樹, 脇坂佳子, 高橋正也 (2018) 模擬長時間労働中の休憩が血行動態反応に及ぼす影響. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 Vol.60,(Suppl.), p.297.
- 34) 岩切一幸, 鷹屋光俊, 山田 丸, 加藤伸之, 外山みどり, 小山冬樹(2018) 個人ばく露測定用ポンプの形状および装着位置と作業のしやすさ. 日本人間工学会第 59 回大会プログラム, 2H3-1.
- 35) 大谷勝己, 小林健一(2018) コンピュータ画像解析法による 2-ブロモプロパン投与ラットにおける精子運動能. 精子数, 精子尾部形態の変化. 日本アンドロロジー学会第 37 回学術大会総会記事, p.188.
- 36) 大谷勝己, ヴィージェ・モーセン, 小林健一(2018) 12-ジクロロプロパンによるラット精子の形態異常評価. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60 (Suppl.), 420.
- 37) 柏木裕呂樹, 豊岡達士, 王 瑞生, 佐々木 毅, 松尾正樹, 甲田茂樹 (2018) ベリリウムリンパ球幼弱化試験における蛍光色素法の応用. 第 91 回日本産業衛生学会, 抄録, p. 71.
- 38) 豊岡達士, 柳場由絵, 小林健一, 須田 恵, 王 瑞生, 甲田茂樹(2018) 三次元ヒト培養皮膚モデルを用いた芳香族アミン類の皮膚透過性に関する検討. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60,(Suppl.), p.422.
- 39) 祁永剛, 豊岡達士, 柳場由絵, 太田久吉, 王瑞生 (2018) 24-dimetylaniline shows genotoxicity via CYP2E1-mediated metabolism. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60,(Suppl.), p.400.
- 40) 北條理恵子, 土屋政雄, 須田恵, 安田彰典(2018) 有機溶剤のニオイのばく露による行動変化に及ぼす加齢の影響. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60,(Suppl.), p. 420.
- 41) 山口さち子, 関野正樹, 中井敏晴 (2018) 磁界下での時間感覚認知への影響. 第 57 回日本生体医工学会大会, プログラム・抄録集, p.112 及び P.2-9-5.
- 42) 山口さち子, 井澤修平, 今井信也, 小林宏一郎 (2018) MRI 装置の漏洩磁界マップの利用状況とめまい等の一時的な体調変化に関する調査. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60, (Suppl.), p. 540.

- 43) 須田 恵, 柳場由絵, 小林健一, 祁 永剛, 豊岡達士, 王 瑞生, 甲田茂樹(2018) α -トルイジン単回経口投与時の尿中代謝物濃度の経時的変化. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60,(Suppl.), p.419.
- 44) 太田久吉, 大場謙一, 祁 永剛, 王 瑞生(2018) カドミウムの腸管吸収における金属トランスポーターの関与. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, 60(Suppl.), 421.
- 45) 王 瑞生, 豊岡達士, 佐々木毅, 横山多佳子, 柏木裕呂樹, 甲田茂樹 (2018) ベリリウムリンパ球幼若化試験における蛍光色素法の開発. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, 60(Suppl.), 419.
- 46) 久保智英, 松元俊, 佐々木毅, 池田大樹, 井澤修平, 高橋正也, 甲田茂樹, 佐々木司, 酒井一博, 大西政弘 (2018)トラックドライバーの働き方と過労徴候: 過労死事案から抽出した前駆症状を用いた検討. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, Vol.60(Suppl.), p. 296.
- 47) 井澤修平, 久保智英, 土屋政雄, 中村菜々子, 茅嶋康太郎, 永田昌子, 増田将史, 三木圭一, 原谷隆史 (2018) ストレスチェック制度におけるセルフケアの促進: 労働者を対象とした横断的調査. 第 91 回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌, Vol.60 (Suppl.), p. 488.
- 48) 原谷隆史, 井澤修平, 久保智英, 三木圭一 (2018) ストレスチェック制度による面接指導の利用と労働者のメンタルヘルス. 第 91 回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌, Vol.60 (Suppl.), p. 488.
- 49) 伊藤弘人(2018) からだとところのケアの新しい関係: 非感染性疾患とメンタルヘルス. 日本外来精神医療学会, 抄録, p.39.
- 50) 蘇リナ, 松尾知明(2018) 東京圏に勤務する労働者の運動実践の実態に関する大規模調査 1～運動習慣の有無・座位時間の多寡がメタボリックシンドロームに及ぼす影響～. 第 73 回日本体力医学会大会, 抄録, p.123.
- 51) 池田大樹, 久保智英, 佐々木 毅, 劉 欣欣, 松尾知明, 蘇 リナ, 松元 俊, 高橋正也 (2018) 勤務日と休日の睡眠時間の差と勤務間インターバルの関連性: 横断 web 調査による検討. 日本睡眠学会第 43 回定期学術集会プログラム・抄録集, p.277.
- 52) 時澤 健, 岡 龍雄, 篠崎大祐, 城戸克也, 香村勝一, 内海夕香(2018) 融解温度 12°Cの蓄冷材料を用いた暑熱負担軽減効果. 第 73 回日本体力医学会, 要旨集, p.122.
- 53) 時澤 健, 岡 龍雄, 土基 博史, 志牟田 亨(2018) パッチ型センサによる暑熱下運動時の深部体温推定法の検討. 平成 30 年度温熱生理研究会, 要旨集, p.22.
- 54) 井上直子, 鷹屋光俊 (2018) DNPH パッシブサンプラー捕集を想定したアセトン共存下でのホルムアルデヒドの分析評価 2. 日本分析化学会第 67 年会, 日本分析化学会第 67 年会講演要旨集, p. 384.
- 55) 松尾知明, 蘇リナ(2018) 東京圏に勤務する労働者の運動実践の実態に関する大規模調査 2～運動を習慣化できないのは何故か～. 第 73 回日本体力医学会大会, 予稿集, p.123.
- 56) 大谷勝己, 小林健一(2018) 12-ジクロロプロパン投与ラットにおける精子形態異常の検出. 第 91 回日本生化学会大会, プログラム検索・要旨閲覧 Web システム, 2P-322.
- 57) 大谷勝己, ヴィージェ・モーゼン, 小林健一(2018) ジブromokロプロパン投与によるラット精子形態の変化. 第 45 回日本毒性学会学術年会, プログラム・要旨集, J. Toxicol. Sci. Vol.43(Suppl.), S290.
- 58) 柏木裕呂樹, 豊岡 達士, 王 瑞生 (2018) 硫酸ベリリウムは DNA 損傷誘導剤によるヒストン H2AX のリン酸化誘導を阻害する. 第 45 回日本毒性学会, J. Toxicol. Sci. , Vol.43, (Suppl.), p. S213 .
- 59) 田中美妃, 小牧裕佳子, 豊岡達士, 伊吹裕子(2018) ヒストン高アセチル化による BaP 誘導 γ H2AX の変化. 第 31 回変異機構研究会, 要旨集, p. 4.
- 60) 豊岡達士, 祁永剛, 柳場由絵, 太田久吉, 王 瑞生, 甲田茂樹(2018) 職業性膀胱がん発現場で使用されていた芳香族アミン 6 種の DNA 損傷性および DNA 損傷誘導メカニズムの検討. 第 45 回日本毒性学会, 要旨集, p.102.
- 61) 柳場由絵, 小林健一, 豊岡達士, 須田 恵, 王瑞生, 甲田茂樹 (2018) ラットへのオルトトルイジン経皮投与後の全身オートラジオグラフィと尿中排泄に関する検討. 第 45 回日本毒性学会学術年会, J. Toxicol. Sci. Vol.43,(Suppl.), S265.
- 62) 北條理恵子, 清水尚憲, 濱島 京子, 梅崎 重夫(2018) Safeguarding Supportive System(SSS) における 3次元での作業者の位置計測. 日本プラント・ヒューマンファクター学会第 12 回総会, プログラム, p. 2.

- 63) 北條 理恵子, 濱島 京子, 梅崎 重夫, 大塚 裕, 伊藤 大貴, 松井 克海, 土屋 政雄, 高橋 聖, 福田 隆文, 清水 尚憲(2018) モバイルロボットを導入した実験用作業現場における作業者への行動分析学的介入法の有効性検証. 2018 年度日本機械学会, プログラム, p. 29.
- 64) 北條理恵子, 田中かおり, 相原由花, 三浦伸彦(2018) ニオイばく露による行動変化における加齢の影響. 第 31 回ニオイかおり環境学会, プログラム, pp. 43-44.
- 65) 北條理恵子, 相原由花, 濱島京子(2018) 低濃度の揮発性有機溶剤のニオイがラットの記憶・学習機能に及ぼす影響. 第 7 回エビデンスに基づく統合医療研究会, プログラム・抄録集, p. 5.
- 66) 北條理恵子(2018) 作業現場における支援的保護システムの有効性検証に関する行動分析学的介入の試み. 日本行動分析学会第 36 回年次大会, プログラム, p. 17.
- 67) 山口さち子, 井澤修平, 前谷津文雄, 土井 司, 引地健生, 藤田秀樹, 今井信也, 赤羽 学, 王 瑞生 (2018) 妊娠時の MRI 検査業務配置の選択-管理者および個人間の相違について. 第 46 回日本磁気共鳴医学会大会, Vol.38, (Suppl.), p. 337.
- 68) 小林健一, 柳場由絵, 須田 恵, 豊岡達士, 王 瑞生, 甲田茂樹(2018) ラットへのオルト-トルイジン皮下投与後の代謝及び遺伝毒性作用の検討. 第 45 回日本毒性学会学術年会プログラム・要旨集, J. Toxicol. Sci. Vol.43(Suppl.), S295.
- 69) Hiroki Yoshioka, Nobuhiko Miura (2018) Titanium dioxide nanoparticles-induced testicular dysfunction is mediated by anatase titanium dioxide. フォーラム 2018 衛生薬学・環境トキシコロジー 日韓次世代シンポジウム, 講演要旨集, p. 114.
- 70) 田中かおり, 相原由花, 三浦伸彦, 北條理恵子(2018) 精油による行動変化に関する検討. 第 31 回ニオイかおり環境学会, プログラム, pp. 80-81.
- 71) 吉岡弘毅, 野々垣常正, 酒々井真澄, 大谷勝己, 三浦伸彦(2018) 銅の時間毒性-単回および反復曝露における検討. 第 45 回日本毒性学会学術年会, プログラム・要旨集 S218.
- 72) 三浦伸彦, 田中廣輝, 北條理恵子, 大谷勝己, 吉岡弘毅(2018) 生体リズム攪乱による精巣機能障害の誘発機構. 第 45 回日本毒性学会学術年会, プログラム・要旨集, S288.
- 73) 三浦伸彦, 田中廣輝, 北條理恵子, 大谷勝己, 吉岡弘毅(2018) 酸化チタンナノ粒子による急性精巣機能障害の誘発機構. 第 45 回日本毒性学会学術年会, プログラム・要旨集, S262.
- 74) 杉本彩夏, 大須賀亮平, 三浦伸彦, 木村朋紀(2018) カドミウムの all-trans レチノイン酸による骨髄球系細胞分化への阻害効果. 第 45 回日本毒性学会学術年会, プログラム・要旨集, S260.
- 75) 小川奈美子, 井澤修平, 菅谷 渚 (2018) 日常の心身の状態の変化に伴うコルチゾールの変化-30 日間の観察研究. 日本心理学会第 82 回大会.
- 76) 伊藤弘人, 谷道正太郎, 椿広計(2018) 統計データ利活用推進センターと職業災害医療モニタリング. 日本職業・災害医学会学術大会, 日本職業・災害医学会会誌 第 66 巻臨時増刊号, p. 別 157.
- 77) 伊藤弘人(2018) 精神保健医療福祉サービスの連動性の向上と過労自殺防止対策に関する研究. 平成 30 年日本自殺総合対策学会, 抄録, p.20.
- 78) 池田大樹, 劉欣欣, 小山冬樹, 脇坂佳子, 高橋正也 (2018) 長時間労働時における正常血圧者と高血圧者の血行動態の比較: 実験室実験による検討. 日本産業衛生学会 産業疲労研究会 第 89 回定例研究会 プログラム, p.2.
- 79) 上野 哲(2018) 夏の初めと終わりにおける熱中症発症率の比較. 第 57 回日本生気象学会大会(京都) 特集, 日本生気象学会雑誌, Vol.55, (3), S81.
- 80) 齊藤宏之, 澤田晋一(2018) 電子式 WBGT 測定器の JIS 規格化の経緯と. 今後の課題. 第 58 回日本労働衛生工学会, 抄録集, pp. 146-147.
- 81) 齊藤宏之, 澤田晋一, 森川直洋, 赤川宏幸, 笠井泰彰, 飯塚浩二, 山田昇吾(2018) 暑熱作業における生体情報を用いた熱中症防止対策の実験室的検討. 第 57 回日本生気象学会大会, 日本生気象学雑誌 55(3), p. S37.
- 82) 赤川宏幸, 森川直洋, 笠井泰彰, 飯塚浩二, 山田昇吾, 齊藤宏之, 澤田晋一(2018) 建設現場における生体情報を用いた暑熱対策に関する研究. 第 57 回日本生気象学会大会, 日本生気象学雑誌 55(3), p. S36.

- 83) 笠井泰彰, 飯塚浩二, 森川直洋, 赤川宏幸, 山田昇吾, 齊藤宏之, 澤田晋一(2018) 建設現場で連続測定した WBGT と環境省発表値との差異の把握. 第 57 回日本生気象学会大会, 日本生気象学雑誌 55(3), p. S35.
- 84) 加藤伸之, 小嶋 純, 鷹屋光俊(2018) 含有する金属元素に着目した作業環境中における溶接ヒュームのばく露測定に関する研究. 第 58 回日本労働衛生工学会, 抄録集, pp.102-103.
- 85) 井上直子, 鷹屋光俊 (2018) 高濃度のアセトン共存下を想定した DNPH パッシブサンプラーによるホルムアルデヒド分析への影響. 第 58 回日本労働衛生工学会, 抄録集, pp. 104-105.
- 86) 山田 丸, 鷹屋光俊(2018) 個人サンプラーに用いる粉じん捕集フィルターの粒子捕集効率評価. 第 58 回日本労働衛生工学会, 抄録集, pp.124-125.
- 87) 中村憲司, 大塚輝人(2018) 光散乱方式による粉じん相対濃度測定に及ぼす粗大粒子の影響. 第 58 回日本労働衛生工学会, 第 58 回日本労働衛生工学会抄録集, pp. 136-137.
- 88) 安彦泰進 (2018) 作業環境測定用捕集剤から見る有機溶剤脱着率への影響. 第 58 回日本労働衛生工学会, 抄録集, pp. 36-37.
- 89) 安彦泰進 (2018) 環境測定用捕集剤における有機溶剤脱着率とその決定. 第 32 回日本吸着学会研究発表会, 講演要旨集, p. 26.
- 90) 小野真理子, 山田 丸(2018) 炭素系ナノマテリアルの粒径分布と凝集状態の観察. 第 57 回日本労働衛生工学会, 抄録集, pp. 134-135.
- 91) 劉 欣欣, 岩切一幸, 外山みどり(2018) 精神作業中の休息のタイミングが心血管系反応へ及ぼす影響. 日本人間工学会関東支部第 48 回大会プログラム(電子版).
- 92) 劉 欣欣, 池田大樹, 小山冬樹, 脇坂佳子, 高橋正也 (2018) 模擬長時間労働における長めの休憩の効果と安静時血圧との関係. 日本生理人類学会第 78 回大会 抄録集, p.78.
- 93) 吉岡弘毅, 大谷勝己, 長谷川達也, 富永サラ, 野々垣常正, 三浦伸彦 (2018) 金属化合物の感受性時刻差-時間毒性を考える- メタルバイオサイエンス研究会 2018. Fund Toxicol Sci Suppl, Vol.5, p. 86.
- 94) 柏木裕呂樹, 豊岡達士, 王 瑞生, 甲田茂樹 (2018) 産業金属類の DNA 損傷性に関する研究. 第 46 回産業中毒・生物学的モニタリング研究会, 抄録, p. 24.
- 95) 柏木裕呂樹, 豊岡達士, 王 瑞生 (2018) 各種金属類によるヒストン H2AX のリン酸化誘導に関する研究. 第 47 回日本環境変異原学会, 抄録, p. 108.
- 96) 豊岡達士, 祁永剛, 柳場由絵, 太田久吉, 王瑞生, 甲田茂樹(2018) 職業性膀胱がんの原因物質と疑われる芳香族アミン数種の皮膚透過性および DNA 損傷性に関する研究. 第 4 6 回産業中毒・生物学的モニタリング研究会, 要旨集 p.25.
- 97) 豊岡達士, 祁永剛, 柏木裕呂樹, 柳場由絵, 太田久吉, 甲田茂樹, 王瑞生(2018) 2,4-ジメチルアニリンの DNA 損傷性および損傷誘導メカニズムの検討. 第 4 7 回日本環境変異原学会, 抄録, p. 108.
- 98) 田中美妃, 小牧裕佳子, 豊岡達士, 伊吹裕子(2018) ヒストン脱アセチル化酵素阻害剤によるベンゾ[a]ピレン誘導 γ -H2AX の亢進. 第 47 回日本環境変異原学会, 要旨集, p.146.
- 99) 柳場由絵, 小林健一, 須田 恵, 豊岡達士, 王 瑞生, 甲田茂樹(2018) ラット膀胱における ortho-Toluidine 皮下投与後の γ -H2AX の生成および強い遺伝毒性を有する可能性のある尿代謝産物の同定. 産業中毒・生物学的モニタリング研究会, 抄録集, p.27.
- 100) 吉岡弘毅, 富永サラ, 前田徹, 大谷勝己, 野々垣常正, 三浦伸彦 (2018) 感受性時刻差を示すカドミウム毒性のさらなる検討. メタルバイオサイエンス研究会 2018. Fund Toxicol Sci Suppl, Vol.5, p. 87.
- 101) 須田 恵, 柳場由絵, 小林健一, 豊岡達士, 王 瑞生, 甲田茂樹(2018) オルト-トルイジンのラットへの経皮投与後の体内動態. 第 46 回産業中毒・生物学的モニタリング研究会, 抄録集, p.26.
- 102) 菅谷 渚, 井澤修平, 小川奈美子, 城月健太郎, 野村収作 (2018) 毛髪に含まれるコルチゾールの妥当性の検証: 30 日間の唾液液中コルチゾールとの比較. 第 25 回日本行動医学会学術総会プログラム・抄録集, p. 63.
- 103) 1) 山内貴史, 佐々木 毅, 吉川 徹, 高橋正也, 菅知絵美, 須賀万智, 柳澤裕之(2019) 2010 年以降のわが国における過労自殺の労災認定事案の分析. 第 28 回日本疫学会学術総会, 講演集, p.135.
- 104) 柴田延幸(2019) 工具の 3 軸実振動に対する防振手袋の振動軽減性能の予測. 日本産業衛生学会東海地方会第 32 回振動障害研究会資料集, pp. 2-6.

- 105) 安彦泰進(2019) 作業環境測定用有機ガス捕集剤と抽出効率の決定に関する検討. 日本化学会第 99 春季年会, 講演予稿集 DVD, 1G2-34.
- 106) 豊岡達士(2018) 作業環境における芳香族アミン類のばく露と経皮吸収の問題. 第 4 6 回産業中毒・生物学的モニタリング研究会, 産学のためのエアロゾル要素技術に関する研究会(EATIA) 研究会 講演 3 月 18 日.
- 107) 北條理恵子(2019) 産業現場に活かせる行動の法則「行動分析学」という学問. 第 92 回 セーフティーネットワークジャパン定例会, プログラム・要旨集, p.2.
- 108) 北條理恵子, 田中かおり, 三浦伸彦, 相原由花(2019) アセトンのニオイばく露による行動変化における加齢の影響. 第 89 回日本衛生学会学術総会, 学会抄録集, S312.
- 109) 北條理恵子, 三浦伸彦 (2019) ニオイばく露による行動変化における加齢の影響. 一般社団法人日本実験動物技術者協会関東支部平成 30 年度総会・第 44 回懇話会, プログラム・要旨集, p. 12.
- 110) 柳場由絵, 小林健一, 須田 恵, 豊岡達士, 王 瑞生, 甲田茂樹(2019) ラットにおける α -トルイジン経皮投与後の g-H2AX の生成. 第 89 回日本衛生学会学術集会講演集, 日本衛生学会雑誌, Vol.74, (suppl), p.169.
- 111) 小林健一, 宮川宗之, 王 瑞生, 須田 恵, 関口総一郎, 本間健資(2019) PCB153 のラット出生前曝露は児の眼瞼開裂を早期化する. 第 89 回日本衛生学会学術総会講演集, Vol.74, S168.
- 112) 梅崎重夫, 清水尚憲, 濱島京子(2018) フォークリフトを対象とした簡易リスクアセスメント手法の産業現場への応用. 職業大フォーラム 2018, 第 28 回職業能力開発研究発表講演会.
- 113) 梅崎重夫, 清水尚憲, 濱島京子(2018) 小規模事業場を対象とした簡易リスクアセスメント手法の開発. ロール機を対象とした 5-step 方式の簡易リスクアセスメントの提案. 信学技報, 一般社団法人電子情報通信学会, pp. 5-8.
- 114) 大幢勝利, 吉川直孝, 高橋弘樹, 豊澤康男(2018) 設計から考える建設現場の安全対策の海外事例. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 150 - 153.
- 115) 大幢勝利, 日野泰道, 高橋弘樹(2018) 足場の中棧下のすき間からの墜落防止措置の研究. 日本建築学会大会, 講演梗概集, 材料施工, pp. 921 - 922.
- 116) 馬場久昌, 石井誉大, 木村吉郎, 西村宏昭, 大幢勝利 (2018) 雨無し振動のメカニズム解明を目指した振動時斜円柱模型に作用する圧力分布の測定. 土木学会平成 30 年度全国大会, 第 73 回年次学術講演会講演概要集, I-269, pp. 537-538.
- 117) 大幢勝利, 吉川直孝, 平岡伸隆, 豊澤康男 (2018) 計画・設計段階から考える工事安全の海外の法制度と効果. 土木学会平成 30 年度全国大会, 第 73 回年次学術講演会講演概要集, VI-516, pp. 1031-1032.
- 118) 崔光石, 長田裕生, 遠藤雄大, 鈴木輝夫(2018) 粉体投入時におけるサイロ内の突起物からの静電気放電. 第 42 回静電気学会講演論文集 2018, pp. 85-88.
- 119) 遠藤雄大, 崔光石, 長田裕生, 鈴木輝夫(2018) 絶縁性フレキシブルコンテナの静電気特性. 第 51 回安全工学研究発表. 講演予稿集, pp. 131-134.
- 120) 崔光石, 長田裕生, 遠藤雄大, 鈴木輝夫(2018) 粉体用サイロ内の突起物から発生する静電気放電. 第 51 回安全工学研究発表, 講演予稿集, pp. 123-126.
- 121) 長田裕生, 崔光石, 鈴木輝夫(2018) 防爆型回転セクタ式静電界測定器の開発. 第 51 回安全工学研究発表, 講演予稿集, pp. 43-46.
- 122) 金 佑勁, 城崎 知至, 遠藤 琢磨, 加藤 智規, 崔 光石(2018) グリシン粉体と L-イソロイシン粉体の着火特性. 第 56 回燃焼シンポジウム.
- 123) 加藤智規, 崔光石, 金佑勁(2018) グリシン粉体と L-イソロイシン粉体の静電気特性の比較. 第 42 回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2018, pp. 83-84.
- 124) 長田裕生, 崔光石, 遠藤雄大, 鈴木輝夫(2018) 粉体の投入・排出中におけるフレキシブルコンテナの表面電位. 第 42 回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2018, pp. 89-90.
- 125) 加藤智規, 崔光石, 金佑勁(2018) グリシン粉体の静電気特性. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 402-405.
- 126) 長田裕生, 崔湖壽, 鈴木輝夫, 崔光石(2018) 内圧防爆型静電界センサの開発. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 407-409.

- 127) 崔光石, 長田裕生, 遠藤雄大, 鈴木輝夫(2018) 粉体用サイロ内の突起物が静電気放電に及ぼす影響. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 410-411.
- 128) 金 佑勁, 城崎 知至, 遠藤 琢磨, 加藤 智規, 崔 光石(2018) L-イソロイシン粉体の爆発下限濃度と火炎伝播挙動. 平成 30 年度 日本火災学会研究発表会.
- 129) 若原千恵, 玉手聡, 堀智仁, 吉村優治(2018) 現場地耐力試験による地盤調査の実証的研究. 日本材料学会, 第 13 回地盤改良シンポジウム論文集, pp. 173-176.
- 130) 玉手聡, 堀智仁 (2018) 土砂崩壊による労働災害と掘削深さに関する一考察. 土木学会第 73 回年次学術講演会, pp. 1729-1730.
- 131) 若原千恵, 玉手聡, 堀智仁, 吉村優治 (2018) 簡易な現場地耐力試験の性能評価. 第 53 回地盤工学研究発表会講演概要集 DVD, pp. 291 - 292.
- 132) 玉手聡, 堀智仁 (2018) 溝肩付近における崩壊予兆の簡易計測実験. 第 53 回地盤工学研究発表会講演概要集 DVD, pp. 2107 - 2108.
- 133) 玉手聡, 堀智仁 (2018) 土砂崩壊による胸部圧迫の計源保護具に関する実験的考察. 日本学術会議, 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 360 - 363.
- 134) 佐々木哲也(2018) 移動式クレーン限界状態設計規格の現状. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 22-23.
- 135) 酒井信介, 岩崎 篤, 佐々木哲也, 宮崎信弥, 石崎陽一(2018) 局部減肉信頼性管理のための部分安全係数表の作成. 日本高圧力技術協会平成 30 年度春季講演会.
- 136) 大口浩平, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也, 辻裕一(2018) デジタル画像関連法におけるキャリブレーション枚数が及ぼす変位測定精度への影響. 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 79-82.
- 137) 清水尚憲, 大塚 裕, 濱島京子, 梅崎重夫, 土屋政雄, 松井克海, 福田隆文, 伊藤大貴, 高橋 聖, 北條理恵子 (2018) 支援的保護システムを用いた作業者の 3 次元位置計測に関する妥当性検証. 2018 年度日本機械学会, プログラム, p. 29.
- 138) 清水尚憲, 大塚 裕, 濱島京子, 梅崎重夫, 土屋政雄, 松井克海, 福田隆文, 高橋 聖, 北條理恵子(2018) トンネル建設現場を仮想したモバイルロボット走行環境における実験現場での支援的保護システムの有効性検証. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, プログラム, p. 12.
- 139) 本田尚, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也(2018) クレーン用ワイヤロープの疲労寿命に影響する因子と疲労寿命評価法の検討. 資源・素材 2018, 大会プログラム・要旨集, p. 112.
- 140) 本田尚, 山口篤志, 山際謙太, 佐々木哲也(2018) クレーン用ワイヤロープの疲労寿命に及ぼす曲げ方式の影響. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 364-365.
- 141) 濱島京子, 梅崎重夫, 清水尚憲(2019) 否定助動詞に注目した労働災害事例の類型化-「切らずに」「止めないで」作業をした事例の抽出. 電子情報通信学会 安全性研究会.
- 142) 濱島京子(2018) IoT 時代の IT 活用安全管理に関する基礎的検討～データ通信から人の行動の予測と制御への視点変換～. 日本行動分析学会第 36 回年次大会「産業現場における安全管理への行動分析学の適用」, プログラム・大会論文集, p. 39.
- 143) 北條理恵子, 清水尚憲, 濱島京子, 梅崎重夫(2018) モバイルロボット走行中の製造作業環境における支援的保護システム(Safeguarding Supportive System. SSS) の有効性検証. 日本心理学会, 第 82 回大会発表論文集, p. 973.
- 144) 松井克海, 北條理恵子, 伊藤大貴, 濱島京子, 梅崎重夫, 大塚 裕, 福田隆文, 高橋 聖, 清水尚憲(2018) 統合生産システムを導入した作業現場を仮想したモバイルロボット走行環境における実証実験現場での支援的保護システムの有効性検証. 2018 年度日本機械学会, プログラム, p. 30.
- 145) 北條 理恵子, 松井 克海, 濱島 京子, 福田 隆文, 高橋 聖, 清水 尚憲(2018) トンネル作業環境における支援的保護システム下での作業者に対する行動分析的介入法. 日本行動分析学会第 36 回年次大会, プログラム, p. 19.
- 146) 北條理恵子, 濱島京子, 清水尚憲(2018) 産業現場における行動分析学の適用 -安全行動を強化するしくみ. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, プログラム, p. 11.

- 147) 北條理恵子, 濱島京子, 梅崎重夫, 大塚 裕, 伊藤大貴, 松井克海, 土屋政雄, 高橋 聖, 福田隆文, 清水尚憲 (2018) 支援的保護システム(Supporting Protective System; SPS)を導入した実験用作業現場でのリスク低減と作業効率に関する有効性の検証. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, プログラム, p. 11.
- 148) 松井克海, 北條理恵子, 伊藤大貴, 濱島京子, 土屋正雄, 梅崎重夫, 大塚 裕, 福田隆文, 高橋 聖, 清水尚憲 (2018) モバイルロボットを導入した統合生産システム現場を仮想した支援的保護システムの有効性検証 - 実験現場における検証. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, プログラム, p. 12.
- 149) 北條理恵子, 濱島京子, 梅崎重夫, 清水尚憲(2018) 行動を科学する(動物実験から作業現場まで) 行動に規則を見出す—行動分析学. 電子情報通信学会, 安全性研究会抄録集, p. 3.
- 150) 濱島京子, 清水尚憲, 梅崎重夫, 土屋政雄, 北條理恵子(2018) IT 活用安全管理に関する人の行動の予測と制御 - 行動分析学的手法の適用 -. 日本機械学会 2018 年度年次大会, 講演論文集(DVD-ROM), S1150101. p. 29.
- 151) 濱島京子, 清水尚憲, 梅崎重夫, 土屋政雄, 北條理恵子(2018) IoT 時代の IT 活用安全管理に関する検討 - 「IT を活用した新しい安全管理手法」に潜在していた心理学上の問題 -. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 428-431.
- 152) 北條理恵子, 濱島京子, 清水尚憲(2018) IT 活用安全管理における行動分析学的手法の適用-人の行動の定量化. 予測と制御. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.118, No.13, pp. 17-22.
- 153) 山際謙太(2018) ディープラーニングを活用した破断面の自動分類の試み. 第 15 回フラクトグラフィシンポジウム, USB メモリ.
- 154) 岡部康平, 岩田拓也(2018) ドローン(UAV) のリスクアセスメント標準化に向けて. 計測自動制御学会システム情報部門学術講演会 2018, 講演論文集, CD-ROM.
- 155) 岡部康平, 齋藤剛, 池田博康 (2018) せき損等の職業性外傷の生活支援に関する工学的需要調査. 日本ロボット学会学術講演会 2018, 講演論文集, CD-ROM.
- 156) 岡部康平, 齋藤剛, 池田博康 (2018) 装着型アシスト機器等における転倒リスクの検討. 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2018, 講演論文集, CD-ROM.
- 157) 山口篤志(2018) 供用適性評価による矩形減肉配管の運転圧力の評価. 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 209-210.
- 158) 高木元也(2018) 小売業飲食店における労働災害防止活動に関する研究. 安全工学研究発表会, pp. 65-68.
- 159) 高木元也(2018) 建設業における外国人労働者の労働安全衛生に関するアンケート調査. 日本建築学会 2018 年度大会学術講演梗概集, CD-ROM.
- 160) 高木元也, 庄司卓郎, 呂健, 惠羅さとみ, 安井翔一, 蟹澤宏剛(2018) 建設業における外国人労働者の安全衛生上の課題. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 96-97.
- 161) 高木元也, 庄司卓郎, 呂健, 惠羅さとみ, 安井翔一, 蟹澤宏剛(2018) 建設業における外国人労働者の活用と労働安全衛生上の課題. 第 3 4 回建築生産シンポジウム予稿集, pp. 89-94.
- 162) 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹(2018) 木造家屋建築物の倒壊危険性に及ぼす床荷重の影響に関する研究. 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 219-222.
- 163) 道場信義, 高梨成次, 高橋弘樹, 大幢勝利, 所義登, 宇山善博, 大橋好光(2018) 木造住宅の倒壊危険性に及ぼす建物質量の影響 (その 3 比較結果). 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 637-638.
- 164) 所義登, 高梨成次, 道場信義, 高橋弘樹, 大幢勝利, 宇山善博, 大橋 好光(2018) 木造住宅の余震による倒壊危険性に関する研究 (その 2 仕上げ無し試験体の実験結果). 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 635-636.
- 165) 高梨成次, 道場信義, 高橋弘樹, 大幢勝利, 所義登, 宇山善博, 大橋 好光(2018) 木造住宅の倒壊危険性に及ぼす建物質量の影響 (その 1 仕上げを伴わない試験体における静的加力実験の概要). 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 633-634.
- 166) 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹(2018) 建築用タワークレーンのマスト接合部の強度に関する研究 (その 3 繰り返し載荷実験). 土木学会全国大会, PPVI-619, pp. 1237-1238.
- 167) 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹(2018) 建築用タワークレーンのマスト結合ボルトの曲げ応力に関する研究. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 352-353.

- 168) 日野泰道(2018) ハーネス型安全帯の墜落時保護性能に関する基礎的研究. 2018 年度日本建築学会大会学術梗概集, pp. 923-924.
- 169) 高橋弘樹, 大幢勝利, 高梨成次(2018) 建築物の解体工事における災害防止対策の検討 その 2 死傷災害の調査. 日本建築学会大会学術講演梗概集(東北) 材料施工, 1165, pp. 329-330.
- 170) 高橋弘樹, 大幢勝利, 大垣賀津雄(2018) 構造物に併設された足場の風力に及ぼす幅木の高さの影響 その 4 構造物の風下側に足場を設置した場合の検討. 土木学会第 73 回年次学術講演会講演概要集, VI-184, pp. 367-368.
- 171) 高德亮太, 上村健太郎, 伊藤和也, 末政直晃, 吉川直孝, 平岡伸隆 (2018) 直接基礎構造物の液状化挙動とその対策方法に関する研究. 第 15 回地盤工学会関東支部発表会, 防災 3-6, pp. 211-213.
- 172) 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也(2018) 若材齢コンクリートの押し抜き実験. 土木学会第 73 回年次学術講演会, III-547, pp. 1093-1094.
- 173) 高德亮太, 上村健太郎, 伊藤和也, 末政直晃, 吉川直孝, 平岡伸隆(2018) 液状化地盤-直接基礎構造物の相互作用に関する遠心場振動台実験とその再現解析. 第 53 回地盤工学研究発表会, 0929, D-07, pp. 1855-1856.
- 174) 笹原克夫, 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也(2018) 二次元方向の変位計測に基づく実大規模斜面の掘削による不安程度評価. 第 53 回地盤工学研究発表会, 0161, E-06, pp. 321-322.
- 175) 吉川直孝, 平岡伸隆, 伊藤和也, 佐藤美美(2018) 若材齢コンクリートの押し抜き機構とその個別要素シミュレーション. 第 53 回地盤工学研究発表会, 0872, M-06, pp. 1741-1742.
- 176) 吉川直孝, 大幢勝利, 豊澤康男, 平岡伸隆(2018) 建設業におけるハザードとリスクについて. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 164-167.
- 177) 宮原宏史, 森崎達之助, 吉川直孝, 熊谷幸樹, 鈴木昌次(2018) 肌落ち災害防止ガイドラインの運用実態に関する動向. 肌落ち帽子ガイドライン公布後の実情勉強会, 特定非営利活動法人臨床トンネル工学研究所 技術研究部会 肌落ち防止小委員会, 2018 年 6 月 8 日(広島), 6 月 22 日(東京).
- 178) 伊藤和也, 吉川直孝, 平岡伸隆(2018) 二次元方向の変位計測に基づく斜面崩壊予測に関する遠心実験. 平成 30 年度砂防学会研究発表会, V-053.
- 179) 石川雄雅, 高德亮太, 伊藤和也, 吉川直孝, 平岡伸隆(2018) 繊維補強されたセグメント模型に対する単体曲げ試験. 第 15 回地盤工学会関東支部発表会, 防災 5-6, pp. 259-260.
- 180) 狩野陸人, 堀智仁, 玉手聡, 伊藤和也(2018) 砕石を使用した地盤の補強に関する模型実験. 第 15 回地盤工学会関東支部発表会, pp. 72-74.
- 181) 堀智仁, 玉手聡(2018) ドラグ・ショベルの斜面降下時の限界傾斜角に関する実験的考察. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 354-355.
- 182) 堀智仁, 玉手聡(2018) 掘削用機械による死亡災害の分析. 土木学会第 73 回年次学術講演会, pp. 361-362.
- 183) 堀智仁, 玉手聡, 伊藤和也, 行徳瞭(2018) 砕石を用いた地盤の仮設的な補強に関する基礎的研究. 第 53 回地盤工学研究発表会, pp. 1241-1242.
- 184) 平岡伸隆, 吉川直孝, 帆保康幸, 伊藤和也(2018) 地下水の影響を受ける斜面掘削工事の対策について. 土木学会第 73 回年次学術講演会, III-320, pp. 639-640.
- 185) 平岡伸隆, 吉川直孝, 帆保康幸, 伊藤和也(2018) 遠心載荷装置を用いた地下水位上昇による斜面崩壊実験. 第 53 回地盤工学研究発表会, 0166, H-09, pp. 331-332.
- 186) 伊良知慎太郎, 平岡伸隆, 稲垣大基, 藤本将光, 田中克彦, 深川良一(2018) 斜面土層内のパイプ流が地下水位変動に及ぼす影響. 第 53 回地盤工学研究発表会, 0164, E-07, pp. 327-328.
- 187) 稲垣大基, 平岡伸隆, 伊良知慎太郎, 藤本将光, 田中克彦, 深川良一(2018) 超音波水分動態観測手法を用いた透水試験法の実証試験. 第 53 回地盤工学研究発表会, 0163, C-08, pp. 325-326.
- 188) 平岡伸隆, 吉川直孝(2018) 岩盤斜面掘削工事におけるリスク. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 356-359.
- 189) 平岡伸隆(2018) 掘削工事中の地下水位上昇による斜面崩壊の実験的検討. 第 8 回遠心模型実験技術シンポジウム, 1-3, 寒地土木研究所.

- 190) 伊良知慎太郎, 平岡伸隆, 稲垣大基, 藤本将光, 田中克彦, 深川良一(2018) 斜面内のパイプ流周辺における地下水位変動に関する実験的考察. 平成 30 年度砂防学会研究発表会, P-105.
- 191) 笹原克夫, 内村太郎, 平岡伸隆, 土佐信一, 大類光平, 板山達至, 王林, 西條敦志(2018) 熊本地震により損傷を受けた自然斜面における亀裂の拡大—阿蘇市の石地区の事例—. 平成 30 年度砂防学会研究発表会, V-056.
- 192) 土佐信一, 大類光平, 笹原克夫, 内村太郎, 平岡伸隆, 板山達至, 王林, 西條敦志(2018) 熊本地震により損傷を受けた自然斜面における降雨時の変形挙動の計測. 平成 30 年度砂防学会研究発表会, V-057.
- 193) 稲垣大基, 平岡伸隆, 伊良知慎太郎, 藤本将光, 田中克彦, 深川良一(2018) 超音波現地透水試験法を用いた透水性の区間分布の把握. 平成 30 年度砂防学会研究発表会, P-101.
- 194) 小暮一輝, 伊藤和也, 平岡伸隆(2019) 斜面掘削工事中における斜面崩壊の対策工の検討. 第 46 回土木学会関東支部技術研究発表会, III-27.
- 195) 板垣晴彦(2018) 近年に発生した爆発火災事例の分析. 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 179-180.
- 196) 板垣晴彦(2018) 火災爆発のリスクアセスメントの独習用解説教材について. 平成 30 年度日本火災学会研究発表会概要集, pp. 316-317.
- 197) 八島正明(2018) RPE. PMMA ペレット堆積層内の燃え拡がり-石こう固化による層内部の観察, 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 129-130.
- 198) 八島正明, 佐藤嘉彦(2018) 貯槽等のトラブル対処中に爆発や火災に進展した事例. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 440-443.
- 199) 八島正明(2018) 国内外の爆発圧力放散ベントの規格・ガイドラインの比較検討. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 320-323.
- 200) 八島正明(2018) 加速劣化試験を行った Mg 及び Mg 合金粉じんの燃焼危険性. 平成 30 年度日本火災学会研究発表会講演概要集, pp. 336-337.
- 201) 八島正明(2018) 土砂運搬船内の油圧配管のガス切断作業中に発生した火災. 平成 30 年度日本火災学会研究発表会講演概要集, pp. 304-306.
- 202) 酒井健二, 片谷篤史, 大塚輝人, 進士正人(2018) 坑内湧水を用いたトンネル用冷風発生装置. 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 227-230.
- 203) 大塚輝人, 中村憲司, 板垣晴彦, 片谷篤史, 岸田展明, 進士正人(2018) トンネル工事における通風換気システム評価, 第 51 回安全工学研究発表会, pp. 223-226.
- 204) 中川 慎也, 稗田 太一, 大塚 輝人, 斎藤 寛泰(2018) 軸方向電界印加が噴流拡散火災のフリッカリングに及ぼす影響. 第 56 回燃焼シンポジウム, p. 208.
- 205) 中村憲司, 大塚輝人(2018) 光散乱方式による吸入性粉じんの相対濃度測定に対する分粒装置の効果の基礎的検討. 第 91 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌, 第 60 巻, 臨時増刊号, p. 498.
- 206) 水谷高彰, 斎藤寛泰(2018) バイオマスから発生するシンガスの爆発燃焼特性. 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 169-170.
- 207) 佐藤嘉彦, 岡田賢, 伊賀祐人, 奥田晃彦, 秋吉美也子, 松永猛裕(2018) 金属薄膜—硝酸反応の爆発危険性評価 (2) 熱分析および SEM 分析. 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 213-214.
- 208) 岡田賢, 佐藤嘉彦, 伊賀祐人, 奥田晃彦, 秋吉美也子, 松永猛裕(2018) 金属薄膜—硝酸反応の爆発危険性評価 (1) 類似事故の調査とグラムスケール加熱試験. 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 211-212.
- 209) 島田行恭, 佐藤嘉彦, 高橋明子(2018) 化学物質のリスクアセスメント等の実施に係るチェックポイントに関する検討. 第 51 回安全工学研究発表会講演予稿集, pp. 51-54.
- 210) 佐藤嘉彦, 島田行恭(2018) 化学物質の危険性に対するリスクアセスメント等実施支援策の検討. 化学工学会 第 50 回秋季大会, 講演番号 ED209.
- 211) 佐藤嘉彦, 島田行恭(2018) 異常反応を考慮したリスクアセスメント等実施支援手法に関する検討. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 390-391.
- 212) 佐藤嘉彦(2018) 官能基の種類による有機物-硝酸反応の挙動変化. 火薬学会 2018 年度春季研究発表会講演要旨集, pp. 149-150.

-
- 213) 池田博康(2018) 装着型アシスト機器の残留リスク低減の考え方. 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2018, 講演論文集 2A2-B16, CD-ROM.
- 214) 大澤敦(2018) 液体充てん作業の静電気 RA. 第 20 回静電気学会静電気リスクアセスメント研究会, 配付資料.
- 215) 大澤敦(2018) ブラシ放電防止の液体充てん流速. 第 42 回静電気学会全国大会.
- 216) 三浦崇(2019) 針-球面電極間の空气中静電気火花放電発光スペクトルの観測. 電気学会全国大会.
- 217) 三浦崇(2018) 空气中での静電気火花放電における窒素原子・イオン輝線強度比の静電エネルギー線密度依存性(5-A-p1-1). 平成 30 年電気学会基礎・材料・共通部門大会講演論文集, pp. 77-82. (CD-ROM).
- 218) 三浦崇(2018) アルゴンガス充填による摩擦静電気低減効果の研究(8-1). 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 398-401.
- 219) 三浦崇(2018) 統計でみる製造業での労働災害発生状況. 第 22 回作業安全教育講座, 日本真空工業会主催, 真空展 2018.
- 220) 三浦崇(2018) アルゴン中でのマイクロギャップ放電による摩擦帯電緩和の効率(13aD-5). 第 42 回静電気学会全国大会, 静電気学会講演論文集 2018(ISSN 1342-1492), pp. 77-82.
- 221) 三浦崇(2018) アルゴンガスによる摩擦帯電抑制効果(18p-F202-5). 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集, CD-ROM, p01-091.
- 222) 三浦崇(2018) 空气中火花放電における発光スペクトルと静電エネルギー密度との関係(1-073). 平成 30 年電気学会全国大会 講演論文集, CD-ROM, pp. 98.
- 223) 遠藤雄大(2019) 有機溶剤の噴霧帯電における導電率依存性. 2019 年度静電気学会春季講演会講演予稿集, pp. 31-32.
- 224) 遠藤雄大, 大澤敦(2018) 加湿による静電気対策の効果. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 412-415.
- 225) 島田行恭(2018) 作業教育・訓練のための化学物質リスクアセスメント等実施結果の活用に関する考察. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, 2-5, pp. 308-309.
- 226) 呂 健(2018) 労働災害事例分析へのデータマイニング適用の試み. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 380-381.
- 227) 大西明宏(2019) ロールボックスパレット使用に起因する労働災害における作業関連性運動器障害. 日本産業衛生学会第 20 回作業関連性運動器障害研究会, 抄録集.
- 228) 大西明宏(2018) テールゲートリフター使用時の作業者の昇降方法に関する考察. 日本人間工学会関東支部第 48 回大会, 予稿集, pp. 1-2.
- 229) 大西明宏(2018) 陸上貨物運送業におけるテールゲートリフター取扱いに関する実態把握. 日本人間工学会第 59 回大会, 講演集, 1F2-2.
- 230) 高橋明子, 島田行恭, 佐藤嘉彦(2018) 化学物質ラベルの絵表示に関する理解度と印象の分析. 日本人間工学会第 59 回大会, 講演集(2F5-1).
- 231) 高橋明子(2018) 安全教育研究におけるネガティブデータから学ぶ. 自主企画ワークショップ②, 労働現場における安全教育の課題, 日本応用心理学会第 85 回大会発表論文集, p. 7.
- 232) 高橋明子, 島田行恭, 佐藤嘉彦(2018) GHS の絵表示に関する教育と理解度の実態. 安全工学シンポジウム 2018, 講演予稿集, pp. 298-301.
- 233) 高橋明子, 菅間敦, 瀬尾明彦(2018) 水平押し作業における発揮力知覚の分析. 日本応用心理学会第 85 回大会発表論文集, p. 106.
- 234) 菅間敦, 瀬尾明彦(2018) 狭い足場上での静的姿勢安定性と軽作業による影響の評価. 日本人間工学会第 59 回大会, 講演集, 1H1-1.
-

表 2-18 教育研修講演(新規性のあるもの)

講演の名称
1) 佐藤嘉彦(2018) 日本製薬工業協会 環境安全委員会 プロセス安全研究会 講義「化学物質リスクアセスメント等実施支援策に関する研究について」(6月28日).
2) 大澤敦(2018) 静電気着火のリスクアセスメント. 静電気学会講習会「静電気利用と制御」(12月11日).
3) 三浦崇(2019) 統計でみる製造業での労働災害発生状況. 第22回作業安全教育講座 in 関西, 日本真空工業会主催.
4) 三浦崇(2018) 統計でみる製造業での労働災害発生状況. 平成30年度労働基準監督官・構成労働技官技術研修会, 静岡労働局健康安全課主催(2018年7月13日).
5) 三浦崇(2018) 統計でみる製造業での労働災害発生状況. 平成30年度労働基準監督官・構成労働技官技術研修会, 静岡労働局健康安全課主催(2018年7月12日).
6) 三浦崇(2018) 静電気と放電. 東京経済大学, サイエンス・カフェ(7月6日).
7) 三浦崇(2018) 統計でみる製造業での労働災害発生状況. 作業安全教育講座. 真空展2018, セミナー作業安全教育講座, パシフィコ横浜会議室 E206(9月6日).

3. 学会活動等

表 2-19 国際学会の活動への協力

役職名等	氏名
(1) International Tunnelling and Underground Space Association Working Group 5 (Health & Safety in Work)	吉川 直孝 豊澤 康男
(2) 国際産業保健学会(ICOH) 日本セクレタリ(National Secretary Japan)	吉川 徹
(3) Working Time Society 選任役員	高橋 正也

表 2-20 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 次世代安全研究会 委員 第51回 安全工学研究発表会実行委員会 委員	板垣 晴彦 板垣 晴彦, 崔 光石 水谷 高彰 遠藤 雄大
(2) 特定非営利活動法人臨床トンネル工学研究所 肌落ち小委員会 委員	吉川 直孝
(3) 公益社団法人土木学会地盤工学委員会 斜面工学研究小委員会 委員	平岡 伸隆
(4) 公益社団法人地盤工学会 関西支部 斜面災害のリスク低減に関する研究委員会 委員 国際部 地盤工学の社会的地位向上推進委員会 委員 関東支部 自然災害に対する安全性指標(GNS)の開発とその利活用に関する研究委員会	平岡 伸隆 平岡 伸隆 平岡 伸隆 吉川 直孝

役職名等	氏名
TC105国内委員会 委員	吉川 直孝
地盤設計・施工基準委員会 委員(JIS原案担当委員兼務)	玉手 聡
(5) 公益社団法人土木学会	
安全問題研究委員会 幹事長	大幢 勝利
	高橋 弘樹
安全問題研究委員会BCP小委員会 幹事長	大幢 勝利
安全問題研究委員会土木工事の技術的安全性確保・向上検討小委員会 幹事長	大幢 勝利
土木広報センター 委員	大幢 勝利
安全問題研究委員会	高橋 弘樹
調査研究部門/土木学会論文集編集委員会 F6分冊編集小委員会 幹事長	高橋 弘樹
山岳トンネルのリスク低減に関する検討部会 委員	吉川 直孝
(6) 公益社団法人化学工学会	
安全部会・運営委員会 副部会長	島田 行恭
関東支部幹事会企画会議 委員	水谷 高彰
(7) 公益社団法人日本材料学会	
フラクトグラフィデータベース小委員会 主査	山際 謙太
フラクトグラフィ部門委員会 幹事	山際 謙太
高温強度部門委員会 損傷評価WG	山際 謙太
(8) 公益社団法人日本火災学会	
化学火災専門委員会	板垣 晴彦
学生奨励賞選考委員会 幹事	板垣 晴彦
火災誌編集小委員会 委員	八島 正明
火災便覧(第4版)章主査会議 資料編主査	八島 正明
火災便覧(第4版)編集委員会 幹事	八島 正明
刊行委員会 委員	八島 正明
(9) 一般社団法人火薬学会	
企画委員会	板垣 晴彦
評議員	板垣 晴彦, 佐藤 嘉彦
(10) 一般社団法人日本トンネル技術協会	
安全環境小委員会 幹事	吉川 直孝
ITA統括ワーキンググループ 幹事	吉川 直孝
山岳トンネル工事に係るセーフティ・アセスメント検討ワーキング 幹事	吉川 直孝
シールド工事に係るセーフティ・アセスメント検討ワーキング 幹事	吉川 直孝
(11) 一般社団法人日本建築学会	
建設技能者問題小委員会	高木 元也
仮設構造運営委員会 委員	日野 泰道
仮設構造計画小委員会 委員	日野 泰道

	役 職 名 等	氏 名
(12)	一般社団法人日本風工学会 風災害研究会	大幢 勝利, 高橋 弘樹
(13)	一般社団法人日本機械学会 安全工学シンポジウム2018企画・運営委員会 副委員長 産業・化学機械と安全部門 代議員	佐々木哲也 濱島 京子
(14)	静電気学会 学会賞審査委員長 副会長 静電気放電基礎研究委員会 委員 放電基礎研究会 幹事 静電気リスクアセスメント研究委員会 委員長 静電気学会誌編集委員会 委員	大澤 敦 大澤 敦 大澤 敦 遠藤 雄大 大澤 敦 遠藤 雄大
(15)	一般社団法人日本粉体工業技術協会 粉じん爆発委員会 委員	崔 光石
(16)	一般社団法人日本燃焼学会 日本火災学会調査研究「火災・安全」小委員会 委員	八島 正明
(17)	公益社団法人日本化学会 環境・安全推進委員会防災小委員会 委員	板垣 晴彦
(18)	公益社団法人日本産業衛生学会 作業関連性運動器障害研究会 世話人 産業衛生技術部会 企画運営委員会 委員 産業衛生技術部会 広報委員会 委員長 産業衛生技術部会 企画運営委員 作業関連性運動器障害研究会 副代表世話人 労働衛生国際協力研究会 世話人 産業疲労研究会 世話人 産業衛生技術部会 幹事 産業疲労研究会 世話人(ホームページ管理) 産業疲労研究会 代表世話人 温熱環境研究会 世話人 関東地方会 幹事 産業精神衛生研究会 世話人 職業性ストレス調査票ユーザーズクラブ 世話人 代議員 ダイバーシティ推進委員会 委員 医療従事者のための産業保健研究会 世話人 中央選挙管理委員会 委員	大西 明宏 大西 明宏 大西 明宏, 齊藤 宏之 齊藤 宏之 岩切 一幸 吉川 徹 劉 欣欣 中村 憲司 久保 智英 松元 俊 齊藤 宏之 中村 憲司 原谷 隆史 原谷 隆史 甲田 茂樹, 吉川 徹 齊藤 宏之, 中村 憲司 中村 憲司 吉川 徹 中村 憲司

	役 職 名 等	氏 名
(19)	公益社団法人日本心理学会 産業行動分析学研究会 代表 産業保健心理学会 世話人	北條理恵子 原谷 隆史
(20)	公益財団法人日本騒音制御工学会 理事 規則改正部会 部会長 低周波音分科会 委員 認定技士部会 委員	高橋 幸雄 高橋 幸雄 高橋 幸雄 高橋 幸雄
(21)	一般社団法人日本環境感染学会 評議員 職業感染部会 委員および副部会長	吉川 徹 吉川 徹
(22)	一般社団法人日本産業精神保健学会 理事 精神疾患の業務関連性に関する検討委員会委員 推薦理事選考委員会 委員	原谷 隆史 原谷 隆史 原谷 隆史
(23)	一般社団法人日本磁気共鳴医学会 将来計画委員	山口さち子
(24)	日本睡眠学会 幹事	高橋 正也
(25)	一般社団法人日本体力医学会 評議員	松尾 知明, 時澤 健
(26)	一般社団法人電気学会 電磁界の健康リスク分析調査専門委員会 強磁界下での材料プロセッシングと生体効果調査専門委員会 委員 バイオ・医療における磁界・磁性材料の応用研究と産学官連携調査専門委員会 委員 電磁界ばく露に関する評価手法の動向調査専門委員会 幹事	山口さち子 山口さち子 山口さち子 山口さち子
(27)	一般社団法人日本毒性学会 理事 技術賞選考小委員会準備委員 生体金属部会常任幹事	三浦 伸彦 小林 健一 三浦 伸彦
(28)	一般社団法人日本人間工学会 代議員 関東支部 支部委員 関東支部会 評議員 小中学校等におけるICT機器活用の人間工学ガイドライン検討委員会委員	外山みどり, 岩切 一幸 大西 明宏 劉 欣欣 吉川 徹 外山みどり

	役 職 名 等	氏 名
	第18期関東支部委員	外山みどり
(29)	一般社団法人日本肥満学会 評議員	松尾 知明
(30)	日本行動医学会 評議員 利益相反委員	原谷 隆史, 高橋 正也 井澤 修平 井澤 修平
(31)	日本国際保健医療学会 代議員	吉川 徹
(32)	日本ストレス学会 監事 評議員	原谷 隆史 原谷 隆史, 吉川 徹 井澤 隆史
(33)	日本産業ストレス学会 評議員	原谷 隆史
(34)	日本時間生物学会 評議員	三浦 伸彦
(35)	日本生理人類学会 理事 評議員	劉 欣欣 岩切 一幸, 劉 欣欣
(36)	日本先天異常学会 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 神経発生毒性学委員会(DNT委員会)委員 評議員	小林 健一 小林 健一 小林 健一
(37)	日本労働衛生工学会 理事	小野真理子, 鷹屋 光俊 中村 憲司, 齊藤 宏之
(38)	生殖発生毒性東京セミナー 生殖発生毒性東京セミナー 実行委員	小林 健一
(39)	日本メディカルフィットネス研究会 理事	松尾 知明
(40)	局所排気装置等労働衛生工学研究会 運営委員	小嶋 純

役職名等	氏名
(41) 炭素材料学会エコカーボン研究会 幹事	安彦 泰進
(42) 労働時間日本学会 会長 事務局長 事務局 ボードメンバー	高橋 正也 久保 智英 池田 大樹 松元 俊
(43) 日本環境変異原学会 評議員	豊岡 達士
(44) その他 日本石灰協会事例編集委員会 Integrated Sleep Medicine Society Japan 副理事 日本学術振興会プロセスシステム第143委員会 日本学術会議安全工学シンポジウム実行委員会委員(静電気学会代表) 一般社団法人労働安全衛生コンサルタント会編集委員会委員 日本信頼性学会 論文審査会 委員 日本ばね学会 破面解析研究会主査 Testis Workshop 精子形成・精巢毒性研究会 評議員 医療勤務環境マネジメント研究会 監事 職業感染制御研究会 副代表 日本産業アロマコロジー研究会準備委員会, 委員長 フィットテスト研究会産業部会 代表 メタルバイオサイエンス研究会幹事 精神神経内分泌免疫学研究会(財団法人日本心理学会所属) 幹事 日本健康学会 評議員 バイオメカニズム学会 評議員	玉手 聡 高橋 正也 島田 行恭 大澤 敦 清水 尚憲 齋藤 剛 山際 謙太 大谷 勝己 吉川 徹 吉川 徹 北條理恵子 吉川 徹 三浦 伸彦 井澤 修平 原谷 隆史 大西 明宏

表 2-21 国際誌編集委員・査読者等(INDUSTRIAL HEALTH 誌を除く)

雑誌名(学会・発行機関)	氏名
(1) Suicide Policy Research Vol.2, Editorial board(Japan Support Center for Suicide Countermeasures)	伊藤 弘人
(2) Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, Member of Editorial Board (Sage Publishing Company)	高橋 幸雄
(3) The Journal of Physical Fitness and Sports Medicine 編集委員.	松尾 知明
(4) International Journal of Workplace Health Management, 編集委員 (Emerald Group Publishing)	高橋 正也
(5) Fundamental Toxicological Sciences, Editorial board (The Japanese Society of Toxicology)	小林 健一
(6) The Journal of Toxicological Sciences, Editorial board (The Japanese Society of Toxicology)	小林 健一
(7) Fundamental Toxicological Sciences 誌 (日本毒性学会) Associate Editor	三浦 伸彦
(8) Journal of Toxicological Science 誌 (日本毒性学会) Editorial Board	三浦 伸彦
(9) Journal of Occupational Health, Associate Editor (The Japan Society for Occupational Health)	久保 智英
(10) IATSS Review 編集委員・査読者(国際交通安全学会)	高橋 正也

雑誌名(学会・発行機関)	氏名
(11) Journal of Electrostatics, Editorial Board	大澤 敦

表 2-22 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) 産業精神保健 編集委員 (日本産業精神保健学会)	原谷 隆史
(2) 日本健康心理学会 副編集委員長	井澤 修平
(3) 日本健康心理学会 編集委員	井澤 修平
(4) 日本行動医学会 編集委員	井澤 修平
(5) 日本産業ストレス学会 編集委員	井澤 修平
(6) 産業衛生学雑誌 編集委員(日本産業衛生学会)	久保 智英
(7) 一般社団法人日本認知・行動療法学会編集委員会 編集委員(日本認知・行動療法学会)	土屋 政雄
(8) 産業ストレス研究 編集委員会 編集委員(日本産業ストレス学会)	土屋 政雄
(9) 行動医学研究 編集委員・査読者(日本行動医学会)	高橋 正也
(10) 体力科学 編集委員(日本体力医学会)	松尾 知明
(11) 粘土科学 編集委員(一般社団法人日本粘土学会)	鷹屋 光俊
(12) 作業環境 編集員(日本作業環境測定協会)	原谷 隆史
(13) 繊維状物質研究 編集委員(繊維状物質研究協会)	中村 憲司
(14) スポーツ科学研究 編集委員(早稲田大学)	時澤 健
(15) 産業保健と看護 編集同人(メディカ出版)	吉川 徹
(16) 公益社団法人産業医学振興財団 集団分析・職場環境改善版ストレスチェック実務 Q&A 編集委員会 編集委員	吉川 徹
(17) 日本経営工学会論文誌 エリアエディタ	菅間 敦
(18) 安全工学誌 編集委員会副幹事 (特定非営利活動法人安全工学会)	板垣 晴彦
(19) 新安全工学便覧改訂版 編集委員会委員 (特定非営利活動法人安全工学会)	板垣 晴彦
(20) 火災便覧(第4版) 編集章担当幹事 (公益社団法人日本火災学会)	板垣 晴彦
(21) 一般社団法人日本人間工学会 編集委員会	菅間 敦
(22) スポーツ科学研究 編集委員(早稲田大学)	時澤 健
(23) エアロゾル研究(日本エアロゾル学会) 編集委員	山田 丸
(24) 労働衛生工学 編集委員(日本労働衛生工学会)	中村 憲司
(25) 繊維状物質研究 編集委員(繊維状物質研究協会)	中村 憲司
(26) 作業環境編集員(日本作業環境測定協会)	鷹屋 光俊
(27) 労働衛生工学 編集委員長	小野真理子
(28) 肥満研究 編集委員(日本肥満学会)	松尾 知明
(29) 体力科学 編集委員(日本体力医学会)	松尾 知明
(30) 人間工学 編集委員(日本人間工学会)	岩切 一幸
(31) 行動医学研究 編集委員・査読者(日本行動医学会)	高橋 正也
(32) 産業衛生学雑誌 編集委員(日本産業衛生学会)	久保 智英
(33) 日本産業ストレス学会 編集委員	井澤 修平
(34) 日本健康心理学会 副編集委員長	井澤 修平
(35) 日本行動医学会 編集委員	井澤 修平
(36) 産業精神保健 編集委員 (日本産業精神保健学会)	原谷 隆史
(37) 土木学会論文集 F6(安全問題) 担当編集者(2編)	大幢 勝利
(38) 土木学会論文集 F6(安全問題) 担当編集者(2編)	高橋 弘樹
(39) 火災便覧(第4版) 編集章担当幹事 (公益社団法人日本火災学会)	板垣 晴彦
(40) 新安全工学便覧改訂版編集委員会委員 (特定非営利活動法人安全工学会)	板垣 晴彦
(41) 安全工学誌 編集委員会副委員長兼副幹事 (特定非営利活動法人安全工学会)	板垣 晴彦

(42) 静電気学会誌, 担当編集者(2編)	遠藤 雄大
(43) 静電気学会誌 編集委員会委員	遠藤 雄大
(44) 日本経営工学会論文誌エリアエディタ	菅間 敦
(45) 一般社団法人日本人間工学会 編集委員会	菅間 敦

表 2-23 職員が授与された表彰および学位等(平成 30 年度)

内 容	氏 名
(1) 第 91 回日本産業衛生学会優秀論文賞 座位行動の評価を主な目的とした質問紙「労働者生活行動時間調査票(JNIOSH-WLAQ)」の開発	松尾 知明 蘇 リナ 笹井 浩行 大河原一憲
(2) 日本産業衛生学会「奨励賞」(平成 29 年度) 対策指向型の労働安全衛生研究, 2018 年 5 月	吉川 徹
(3) 日本産業衛生学会平成 29 年度優秀査読者賞, 2018 年 5 月	高橋 正也
(4) 日本生理心理学会優秀論文賞. 爪に含まれるコルチゾールの定量手法の検討—粉碎粒度と抽出時間の検討—, 2018 年 5 月	井澤 修平 吉田 怜楠 大平 雅子 山口 歩 野村 収作
(5) 平成 30 年度労働安全衛生研究に係る表彰. 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, 2018 年 8 月	高橋 正也
(6) 日本医療・病院管理学会 第 11 回学会賞. 要介護高齢者の 10 年転帰と医療機関以外での死亡に関するコホート研究, 2018 年 4 月	三徳 和子 伊藤 弘人 後藤 忠雄 尾形由起子 眞崎 直子
(7) 日本ヒューマンファクター研究所設立 20 周年記念論文奨励賞. モバイルロボット走行環境における支援的保護システムの有効性検証及び行動分析的介入の影響の検討, 2018 年 11 月	松井 克海 北條理恵子 濱島 京子 清水 尚憲
(8) 創立 70 周年感謝状. 一般社団法人日本食品機械工業会, 2018 年 5 月	梅崎 重夫
(9) 創立 50 周年感謝状. 一般社団法人仮設工業会, 2018 年 5 月	大幢 勝利
(10) 第 53 回地盤工学研究発表会優秀論文発表者賞, 2018 年 9 月	平岡 伸隆
(11) 平成 30 年度土木学会全国大会第 73 回年次学術講演会優秀論文発表者賞, 2018 年 11 月	平岡 伸隆
(12) 静電気学会技術賞 静電気リスクアセスメント	大澤 敦
(13) 安全工学論文賞. 特定非営利活動法人安全工学会, 2018 年 5 月	遠藤 雄大
(14) 平成 29 年度人間工学グッドプラクティス賞 優秀賞. アキレス腱およびすね部用保護カバー, 2018 年 6 月	朝比奈 智 大西 明宏
(15) 長岡技術科学大学専門職大学院技術経営研究科システム安全専攻(システム安全修士(専門職))	清水 尚憲

4. インターネット等による調査・研究成果情報の発信

表 2-24 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.56 No.3	A4, 89頁	1,000
	Vol.56 No.4	A4 89頁	1,000
	Vol.56 No.5	A4, 99頁	1,000
	Vol.56 No.6	A4, 117頁	1,000
	Vol.57 No.1	A4, 132頁	1,000
	Vol.57 No.2	A4, 148頁	1,000
(2) 労働安全衛生研究	Vol. 11 No.2	A4, 47頁	1,350
	Vol. 12 No.1	A4, 75頁	1,350
(3) 特別研究報告	JNOSH-SRR-No.48(2018)	A4, 24頁	500
(4) 安衛研ニュース	No.113~No.124	メール形式	21,920
(5) 平成29年度年報		A4, 213頁	1,150

表 2-25 テレビ・ラジオ放送による報道

	発表先	氏名
(1)	NHK総合テレビ「ジブ五時」, 勤務間インターバル(平成30年6月8日)	高橋 正也
(2)	NHKニュースシブ5時特集「自衛隊が教える生活の知恵」, 人体に溜まった静電気の逃がし方に関する情報提供	遠藤 雄大

表 2-26 新聞・雑誌等による報道

	発表先	氏名
(1)	住宅新報, 技能実習生に安全教育 大東建託全国22会場で(2018年6月5日)	高木 元也
		高橋 明子
(2)	公明新聞(公明党)「休みの長さ、血圧に影響」シリーズ 働き方改革 社員の健康を守る 先進の取り組みを追う(2018年6月6日)	久保 智英
(3)	日本経済新聞「震災業務が原因の労災21人、東北3県、発生4年間で」(2018年12月4日)	吉川 徹
(4)	東京新聞「震災業務で労災21人東北3県、9人が死亡、発生から4年間で」(2018年12月2日)	吉川 徹
(5)	河北新聞「労災21件原因は震災業務、脳・心臓疾患過重労働で発症9人死亡」(2018年12月2日)	吉川 徹
(6)	共同通信社「労災21人、震災業務が原因、東北3県、発生から4年間で」(2018年12月1日)	吉川 徹
(7)	どう取り組む？職場環境改善の効果的な進め方. 特集:ストレスチェック制度の活用に向けて. へるすあっぷ21 2018年9月、p12-14.	吉川 徹
(8)	毎日新聞(毎日新聞社)化学工場でぼうこうがん17名-全国事業所で モカ製造従事- (2018年10月25日)	甲田 茂樹
(9)	水道公論(Vol.54,No.12)「さらなるリスクアセスメントの導入と労働災害の防止に向けて」(2018年12月)	高木 元也
(10)	日本水道新聞「リスクアセスメントの導入と労働災害の防止に向けて」(2018年10月15日)	高木 元也
(11)	週刊住宅, 安全教育の徹底必須(2018年9月10日)	高木 元也
		高橋 明子
(12)	毎日新聞, カゴ車が絡む労災多発(2018年8月20日)	大西 明宏
(13)	物流Weekly, 内陸工業団地協組と労災研修(2018年12月3日)	大西 明宏

5. 講演会・一般公開等

1) 安全衛生技術講演会

安全衛生技術講演会を東京会場(9月25日)と大阪会場(10月2日)の2か所で開催した。講演会のテーマは「化学物質等による労働災害を防止するには」であり、特別講演1件と一般講演4件を行った。参加者は企業等で安全衛生の業務に従事されている方が多く、参加人数は東京会場、大阪会場併せて379名であった。参加者へのアンケート結果によると、「とても良かった」と「良かった」を合計した数の割合は全体の99%を占めた。

表 2-27 安全衛生技術講演会の概要

演 題	所 属	講演者
(1) 職業病予防における個人曝露評価の重要性	元産業医科大学教授	熊谷 信二
(2) 貯槽等における爆発・火災の予測と防止 →トラブル対処作業に関連して→	化学安全研究グループ	八島 正明
(3) 粉体充填・投入時の静電気現象とその防止対策	研究推進・国際センター	崔 光石
(4) 最近の化学物質による職業がん多発事案から見えてくる原因と対応策	所長代理	甲田 茂樹
(5) 粒子状物質ばく露がもたらした災害事例と新たな健康障害リスクの可能性	研究推進・国際センター	鷹屋 光俊

開催日	開催地区・会場
平成30年 9月25日	大田区産業プラザ PiO (東京都大田区)
平成30年 10月2日	グランキューブ大阪 (大阪府大阪市)



東京会場 講演の様子



大阪会場 講演の様子

2) 研究所の一般公開

(1) 清瀬施設

平成30年度の清瀬地区の研究所一般公開は、4月18日(水)13時から17時まで行われた。当日は昼頃まで雨が降っており、お足元の悪い中にもかかわらず、近隣の方々をはじめ大阪等の遠方からもお越し頂き、390名の多数のご来場をいただいた。

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37.3%、「3」が36.1%、「2」が7.1%であり、「1(不満足)」が0.3%、「無回答」が20.7%であった。したがって、ほとんどの来場者には満足いただけたものと考えられる。公開では、所内10カ所の会場において、最近の研究成果の紹介、実験デモ及びポスター展示等を実施した。

表 2-28 研究所一般公開の概要(清瀬地区)

a 実験室等公開

公開内容	実験棟等	実験室等
(1) 簡易な地耐力確認のための新たな地盤調査の方法	施工シミュレーション施設	大実験室
(2) 強風に対する足場の倒壊防止	共同実験棟	風洞実験室
(3) き裂で低下する材料の強さ	材料・新技術実験棟	500トン実験室
(4) 機械設備の安全対策	機械安全システム実験棟	大実験室
(5) 燃え拡がりから見えるもの	配管等爆発実験施設	中規模爆発実験室
(6) 光学的手法による静電気放電の危険性評価の研究	電気安全実験棟	高電圧実験室
(7) 粉体投入・充填時に発生する静電気放電		粉体帯電実験室
(8) ロールボックスパレット(カゴ車)を安全に使うためには	環境安全実験棟	人体耐力実験室
(9) 熱中症を誘発する暑熱環境とその予防対策		人工気象室

c 展示

展示内容	実験棟等	実験室等
(1) 建設作業員の労働災害の主観的リスク	本部棟	第2会議室
(2) 静電気リスクアセスメント手法		
(3) 昔の労働安全衛生ポスターの展示		大講義室前ロビー

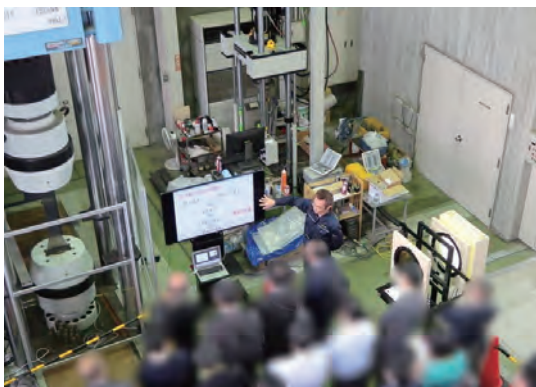
d 一般公開の様子



簡易な地耐力確認のための新たな地盤調査の方法



強風に対する足場の倒壊防止



き裂で低下する材料の強さ



機械設備の安全対策



燃え拡がりから見えるもの



光学的手法による静電気放電の危険性評価の研究



粉体投入・充填時に発生する静電気放電



ロールボックスパレット(カゴ車)を安全に使うためには

(2) 登戸施設

登戸地区では、平成30年4月22日(日)13:30から17:00に研究施設の一般公開を開催した。当日は快晴に恵まれ、119名の方が来所した。公開内容は、講演が2件、施設紹介・体験コーナーが6件、研究紹介のポスター展示が11題であった。

アンケートの結果によると、満足(63%)・やや満足(31%)が大半を占め、また感想等は「わかりやすかった」、「丁寧に説明してくれた」、「実験が面白かった」、「講演がわかりやすかった」といったコメントを多くいただいた。公開では、所内10カ所の会場において、最近の研究成果の紹介、実験デモ及びポスター展示等を実施した。

表 2-29 研究所一般公開の概要(登戸地区)

a 展示

展 示	実験棟等	会場
(1) 最近の調査・研究成果のポスター発表	管理棟	食堂

b 講演

演題	実験棟等	実験室等
(1) 働く人の健康支援～メタボ対策・体力評価～	研究本館	2階会議室
(2) 職場の空気～ホコリの大きさについて考える～		

c 実験室等公開

公開内容	実験棟等	実験室等
(1) 体力を測ってみよう!	管理棟	食堂
(2) 微小な物質の電子顕微鏡による観察	研究本館	電子顕微鏡室
(3) 人をかたちづくるもの～細胞とDNAをみてみよう～		1階実験室

公開内容	実験棟等	実験室等
(4) 「クロマトグラム」ってなあに？		3階共通機器室
(5) 低周波音ってどんな音？	音響振動実験施設	音響実験室
(6) あなたの体は振動をどこで感じていますか？		振動実験室

一般公開の様子



働く人の健康支援～メタボ対策・体力評価～



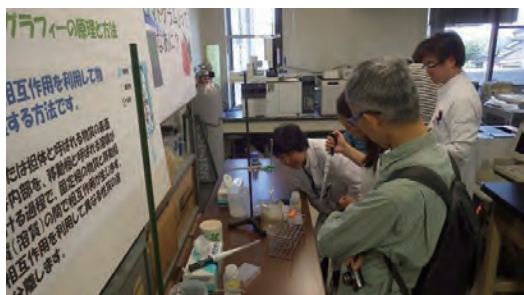
職場の空気～ホコリの大きさについて考える～



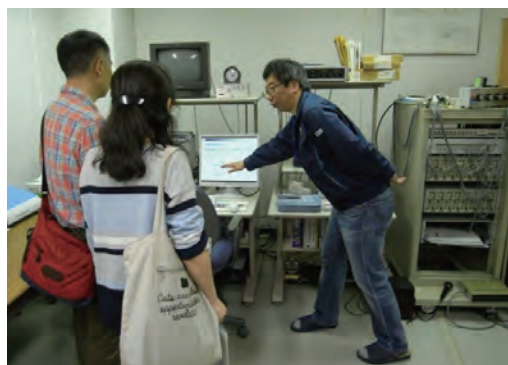
電子顕微鏡による微小な物質の観察



人のかたちをつくるもの～細胞とDNAをみてみよう～



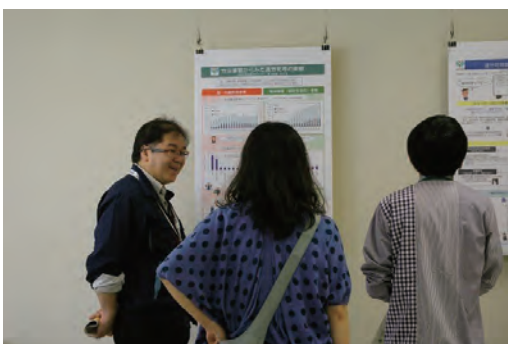
「クロマトグラム」ってなあに？



低周波音ってどんな音？



あなたの体は振動をどこで感じていますか？



ポスター展示

3) International Workshop on Industrial Safety and Health (IWISH2018)

平成30年10月18,19日、2nd International Workshop on Industrial Safety and Health (IWISH 2018)が労働安全衛生総合研究所で開催された。参加者は日本の研究機関から19名、韓国の大学・研究機関から12名の計31名であった。

このワークショップは、当研究所が研究協力協定を締結している韓国の大学・研究機関4機関(労働安全衛生研究院(OSHRI)、国立ソウル科学技術大学校、国立釜慶大学校、国立忠北大学校)を中心とした機関と研究成果等について情報交換を行い、相互の研究の質を高めようとの目的で2年に1回日本と韓国で相互に開催しているものである。今回のワークショップのメインテーマは2つ設けられ、1つは Analysis and policy for occupational accidents (労働災害分析と政策) で、もう1つは Research activities for occupational safety and health (労働安全衛生に対する研究活動) として、それぞれ5件ずつ、計10件の講演が行われた。次回のIWISHは、2020年に韓国は釜慶大学で行われることが決定した。次回も参加国の労働安全衛生の課題や最新の動向、研究成果などについて、積極的に情報交換が行えるような場になるよう、取り組むつもりである。



ワークショップにおける講演の様子

IWISH2018 プログラム

Day.1(Oct.18)

Time	Activity / title	Speaker
9:30 – 10:00	Registration and welcome coffee	-
Opening address Shoken Shimizu (Japan), JNIO SH, Executive chairperson in IWISH 2018		
10:00 – 10:10	Opening address & Introductions	Yasuo Toyosawa (Japan), Director-General in JNIO SH

Morning Session: Analysis and policy for occupational accidents		
Chairpersons: Rieko Hojo (JAPAN), JNIOASH; Junghwan Byeon (Korea), OSHRI		
10:10 – 10:30	Identifying co-factors of accident process using social network analysis	Sungsik Kang (Korea), Pukyong National University
10:30 – 10:50	Analyzing labor accidents by data mining	Jian Lu (China), JNIOASH
10:50 – 11:10	We will greatly reduce occupational accidents and protect the lives and safety workers - 3 Projects to protect the people's lives -	Jinseok Lim (Korea), OSHRI
11:10 – 11:25	Coffee break	
11:25 – 11:45	Developing concentration index of industrial disasters: The case of European countries	Yongyoon Suh (Korea), Pukyong National University
11:45 – 12:05	The next generation of PSM systems	Kihyuk Jung (Korea), KOSHA
12:05 - 13:10	Lunch	
Afternoon Session: Research activities for occupational safety and health		
Chairpersons: Youngyoon Suh (Korea), Pukyong National University; Jian Lu (China), JNIOASH		
13:10 - 13:30	Postural stability on stepladders for occupational fall prevention	Atsushi Sugama (Japan), JNIOASH
13:30 – 13:50	Assessment of indoor bioaerosol distributed in Korea	Ki-Youn Kim (Korea), Seoul National University of Science & Technology
13:50 – 14:10	Occurrence of occupational heat strokes and measures at work sites in Japan	Hiroyuki Saito (Japan), JNIOASH
14:10 – 14:25	Coffee break	
14:25 – 14:45	Safety assessment for photovoltaic system applying FTA	Doo Hyun Kim (Korea), Chungbuk National University
14:45 – 15:05	Electromagnetic effects on the jet diffusion flames for battery fire safety	Eui Ju Lee (Korea), Pukyong National University
Social events		
15:10 – 15:30	Memorandum of understanding	-
15:30 – 16:00	Coffee break	
16:00 – 17:30	JNIOASH tour (4 research groups and so on)	-
Closing	-	-

Day.2(Oct.19)

Time	Activity	Note
Morning Session: Discussion on advancement in occupational safety and health		
10:00 – 12:00	Organization meeting	Introduce some research activities in JNIOASH and discuss on advancement in the activities and OSH.
Closing	-	-

4) 研究所見学の受入状況

表 2-30 研究所見学の受入状況

	機関等の名称	受入内容	年月日
1)	韓国産業安全保健研究院	施設見学・研修	H30. 6. 5
2)	東海大学工学部	施設見学・研修	H30. 6. 8
3)	独立行政法人 労働政策研究・研修機構 労働大学校	施設見学・研修	H30. 6. 21
4)	日本製薬工業協会	施設見学・研修	H30. 6. 28
5)	警察庁警察本部 科学・過失犯捜査幹部警察官研修	施設見学・研修	H30. 7. 17
6)	近畿管区内警察本部科学捜査研究所	施設見学・研修	H30. 7. 27
7)	独立行政法人 労働政策研究・研修機構 労働大学校	施設見学・研修	H30. 8. 1
8)	長尾小学校児童 6 年生の見学	施設見学・研修	H30. 9. 5
9)	長尾小学校児童 2 年生の見学	施設見学・研修	H30. 9. 5
10)	JICA 研修	施設見学・研修	H30. 10. 23
11)	一般社団法人 千葉県冷凍設備保安協会	施設見学・研修	H30. 10. 31
12)	一般社団法人 安全技術普及会	施設見学・研修	H30. 11. 15
13)	茨城県土浦市神立地区興業競技会	施設見学・研修	H30. 11. 29
14)	東京理科大学	施設見学・研修	H30. 12. 18
15)	韓国国立交通大学校 工程安全研究室	施設見学・研修	H31. 1. 30
16)	モンゴル政府関係者 建設安全プロジェクト研修	施設見学・研修	H31. 2. 18

6. 知的財産の活用、特許

1) 登録特許等

表 2-31 登録特許等(平成 30 年度登録特許 2 件)

(*本年度分)

発明の名称(特許番号)	発明者	実施件数
1) 人体落下衝撃吸収補助具(特許3076334号)	深谷潔, 他機関5名	1(継続中)
2) 接触検出装置(特許第3240441号)	杉本旭, 池田博康, 他機関3名	
3) 回帰反射形の安全および正常確認装置(特許第3378886号)	梅崎重夫, 他機関1名	
4) コロナ放電装置(特許第3475244号)	山隈瑞樹, 児玉勉	
5) ロボットの回転位置検出装置(特許第3491048号)	梅崎重夫, 小林茂信, 他機関1名	
6) 大気圧グロー放電発生器および除電器(特許第3507897号)	大澤敦	
7) 除電器(特許第3507898号)	大澤敦	
8) 地耐力測定方法およびその装置(特許第3525185号)	玉手聡	
9) ロール機用安全装置(特許第3540294号)	梅崎重夫, 他機関5名	
10) ロール機のロール面清掃装置(特許第3543118号)	齋藤剛, 梅崎重夫, 池田博康	
11) ブランキングシステム(特許第3603084号)	梅崎重夫, 他機関1名	
12) 転倒防止手段を有する移動式クレーン(特許第3616815号)	玉手聡	
13) 微粒子分級装置及びその方法(特許第3629512号)	明星敏彦, 鷹屋光俊	
14) 広大領域用の安全確認システム(特許第3660190号)	梅崎重夫, 他機関1名	
15) ノズル型除電器(特許第3686944号)	山隈瑞樹, 児玉勉, 他機関2名	
16) 遠隔操作型粉塵除去装置(特許第3769617号)	小嶋純	
17) 赤外分光分析用試料ホルダー(特許第3777426号)	小嶋純	
18) 移動式クレーンにおける転倒防止方法及び転倒防止手段(特許第3840516号)	玉手聡	
19) 横吊りクランプ(特許第3858095号)	玉手聡	
20) 補強部材を用いた斜面補強の設計支援方法及びその装置(特許第3899412号)	豊澤康男, 他機関2名	
21) タワークレーンの耐震支持装置(特許第3940769号)	前田豊, 高梨成次	
22) クレーンにおける電撃軽減方法およびその装置ならびに電撃軽減機能を備えたクレーン(特許第3962812号)	富田一	
23) センサ装置及び安全装置(特許第3972064号)	梅崎重夫, 他機関2名	
24) 異種多重シール装置(特許第3991090号)	齋藤剛, 他機関1名	
25) 重機用接触衝撃吸収装置(特許第4355843号)	深谷潔, 他機関1名	
26) 斜面保護擁壁の施工及び擁壁築造ユニット(特許第4385127号)	伊藤和也, 豊澤康男	
27) 斜面保護擁壁の施工法(特許第4423390号)	豊澤康男, 伊藤和也	
28) 丸鋸システム(特許第4552030号)	梅崎重夫, 清水尚憲, 小林茂信	
29) 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	
30) 車椅子用転倒衝撃吸収装置(特許第4769915号)	深谷潔, 他機関6名	
31) 高電圧検出器(特許第5058281号)	富田一, 崔光石, 他機関2名	
32) 足場における足場用シーとの取り付け構造(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	
33) 電荷量測定装置(特許第5474001号)	崔光石, 他機関2名	
34) 安全装置(特許第5747019号)	大塚輝人, 他機関1名	
35) 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	崔光石, 他機関2名	

発明の名称(特許番号)	発明者	実施件数
(特許第5752732号)		
36) 粉体の除電装置(特許第5950963号)	崔光石, 他機関2名	
37) 土砂遮断装置(特許第6431239号)	玉手 聡, 堀 智仁, 他機関2名	*
38) 粉粒体の帯電装置(特許第 6351549 号)	崔光石, 他機関 2 名	*

2) 特許出願

表 2-32 特許出願状況

(*本年度分)

発明の名称(出願番号)	発明者	備考
1) ロールボックスパレット作業用手袋一体型プロテクター (特願 2014-181893)	大西明宏, 他機関1名	
2) 芳香族アミンの水溶液中での選択的誘導体化及び分析方法 (特願 2016-064261)	井上直子, 小野真理子, 菅野誠一郎	
3) 電界測定装置 (特願 2017-148180)	崔光石, 他機関1名	
4) 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	*
5) 静電気測定装置(特願 2018-193682)	崔光石, 他機関6名	*
6) 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, 北條理恵子, 濱島京 子, 他機関	*
7) 昇降板用後付け柵(特願 2019-31677)	大西明宏, 山際謙太, 山口篤 志, 他機関3名	*

3) TLO(ヒューマンサイエンス技術移転センター)へ特許業務を委託した発明

表 2-33 登録特許等(TLO 特許業務委託分)

発明の名称(特許番号)	発明者	実施件数
1) Penetration-type pipe strain gauge (米国特許US 7, 762, 143 B2)	玉手聡	1(継続中)
2) 貫入型パイプひずみ計(特許第4942348号)	玉手聡	
3) 貫入型パイプひずみ計(特許第5071786号)	玉手聡	
4) 貫入型パイプひずみ計(特許第5500374号)	玉手聡	

表 2-34 登録意匠(TLO 特許業務委託分)

創作の名称(登録番号)	創作者	実施件数
1) パイプひずみ計(意匠登録第 1272248 号)	玉手聡	1(継続中)
2) パイプひずみ計(意匠登録第 1273531 号)	玉手聡	1(継続中)
3) パイプひずみ計(意匠登録第 1414627 号)	玉手聡	
4) パイプひずみ計(意匠登録第 1414925 号)	玉手聡	

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. 交流会の概要

2019年3月1日に、産業医科大学産業生態科学研究所と当研究所の研究交流会を行った。両研究所が労働衛生に関するWHO（世界保健機関）協力センターであることから、本年度は、WHO協力センター国内ネットワーク国内交流活動の一環として、第23回研究交流会を開催した。当日の発表演題、講演者を表3-1に示した。産業生態科学研究所からは4名の参加があった。お互いの研究所のWHO協力センターとしての活動と労働衛生に関する最先端研究情報の提供及び意見交換を行い、交流を深めた。

表 3-1 産業医科大学産業生態科学研究所との研究交流会概要

演題	講演者
第一部 WHO協力センターとしての活動紹介	
労働安全衛生総合研究所のTORsと活動実績	吉川 徹（過労死等防止調査研究センター）
第3回WHO西太平洋地域にWHO協力センターフォーラムに参加して	蘇 リナ（過労死等防止調査研究センター）
WHO協力センターネットワーク（産生研、安衛研、韓国カソリック大学、ベトナム労働環境研究所）とベトナムWHO地域事務所による合同研修会	森本泰夫（産業生態科学研究所所長）
第二部 研究発表	
様々なツールを利用した労働者のストレスや疲労に関する研究（WHO協力センターTOR）	井澤修平（産業ストレス研究グループ）
時間外労働時間の経年変化が精神的健康に与える影響：単一企業における2年間の縦断研究	日野亜弥子（産業生態科学研究所 精神保健学研究室）
職業性熱中症の予防戦略とツールキットの開発（WHO協力センターTOR）	時澤 健（人間工学研究グループ）
日本国内の事業場における騒音障害防止対策の実態についての研究	永野千景（産業生態科学研究所産業保健管理学研究室）
ラット膀胱におけるオルト-トルイジン投与後の遺伝毒性を有する可能性のある尿中代謝物の同定	柳場由絵（産業毒性・生体影響研究グループ）

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 3-2 INDUSTRIAL HEALTH における論文の種類別投稿数の推移 (2011年～2018年)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
(1) Editorial	6	6	6	6	6	6	6	6
(2) Review article	6	13	9	17	18	13	12	22
(3) Original article	143	212	194	212	223	178	173	206
(4) Short comm.	8	9	18	12	5	11	17	18
(5) Case report	8	6	5	6	3	8	2	9
(6) Field report	7	11	9	11	8	11	14	12
(7) World report	0	0	0	0	0	0	0	0
(8) Country report	6	6	2	1	4	5	6	4
(9) Workshop report	0	0	0	0	0	0	0	0
(10) Research strategy	1	1	1	1	2	1	1	1
(11) Practical tool	0	0	0	0	0	0	0	0
(12) Technical report	0	0	0	0	0	0	0	0
(13) Letter to the Editor	1	1	1	1	0	3	0	2
合計	186	265	245	267	269	236	231	280

表 3-3 INDUSTRIAL HEALTH Vol. 56(2018) 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) Review article	0	1	0	0	0	2	3
(3) Original article	5	4	8	9	7	8	41
(4) Short comm.	1	4	0	0	1	0	6
(5) Case report	1	0	0	1	1	1	4
(6) Field report	2	1	0	0	0	0	3
(7) World report	0	0	0	0	0	0	0
(8) Country report	1	0	2	0	1	1	5
(9) Workshop report	0	0	0	0	0	0	0
(10) Research strategy	0	0	0	0	0	0	0
(11) Practical tool	0	0	0	0	0	0	0
(12) Technical report	0	0	0	0	0	0	0
(13) Letter to the Editor	0	0	0	0	0	0	0
小計	11	11	11	11	11	13	68

表 3-4 INDUSTRIAL HEALTHにおける論文の種類別の掲載数推移 (2009~2018年)

Year	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Volume	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
Impact Factor	1.215	0.950	0.940	0.870	1.045	1.117	1.057	1.168	1.115	1.319
(1) Editorial	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
(2) Review article	10	3	2	4	4	5	4	2	7	3
(3) Original article	55	83	68	37	51	37	44	44	40	41
(4) Short comm.	7	4	8	6	6	7	2	3	4	6
(5) Case report	2	1	3	0	1	3	2	1	0	4
(6) Field report	7	8	9	5	2	7	4	8	4	3
(7) World report	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(8) Country report	2	1	1	10	0	0	4	4	2	5
(9) Workshop report	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(10) Research strategy	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
(11) Practical tool	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(12) Technical report	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
(13) Letter to the Editor	4	0	0	1	0	0	1	0	1	1
小計	94	106	98	71	70	65	67	68	64	68

表 3-5 INDUSTRIAL HEALTH Vol. 56 (2018) における筆頭著者の所属地域ごとにみた論文掲載状況

	全論文		通常号論文		特集号論文	
	数	%	数	%	数	%
(1) 欧州	20	29.4	20	31.7	0	0.0
(2) 北米	1	1.5	1	1.6	0	0.0
(3) 中南米	0	0.0	0	0.0	0	0.0
(4) 中近東	5	7.4	5	7.9	0	0.0
(5) アジア	21	30.9	19	30.2	2	40.0
(6) オセアニア	0	0.0	0	0.0	0	0.0
(7) アフリカ	2	2.9	2	3.2	0	0.0
(8) 国内・所内	6	8.9	4	6.3	2	40.0
(9) 国内・所外	13	19.1	12	19.0	1	20.0
合計	68	100.0	63	100.0	5	100.0

3. 若手研究者等の育成

1) 大学との連携

表 3-6 連携大学院制度に基づく協定先一覧

協定先 [協定締結日]	客員教授等の氏名	
国立大学法人長岡技術科学大学[H16.9.15]	社会人教授	専門職大学院(システム安全系「国際規格と安全技術」,「産業システム安全設計」,「安全認証と安全診断」):梅崎 重夫
	連携准教授	専門職大学院(「国際規格と安全技術」,「産業システム安全設計」):池田博康
日本大学[H16.12.8]	客員教授	電子情報工学科:梅崎 重夫
北里大学[H18.10.1]	客員教授	大学院医療系研究科:甲田 茂樹
	連携教授	大学院医療系研究科:王 瑞生
	客員准教授	大学院医療系研究科:三浦 伸彦, 高橋 正也
東京電機大学大学院[H24.5.1]	客員教授	工学研究科「設備安全工学」:佐々木 哲也, 本田 尚, 山際 謙太
	客員准教授	工学研究科「設備安全工学」:山口 篤志
立命館大学大学院[H28.3.28]	客員教授	理工学研究科:平岡 伸隆
国立大学法人大阪大学大学院[H17.4.1]		
東京都市大学大学院[H18.4.1]	大学院准教授	工学専攻:吉川 直孝
神奈川工科大学大学院[H18.4.1]		
国立大学法人山口大学[H30.10.1]		

表 3-7 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研究法実習(質問紙調査) I)	菅 知絵美
2) 東京女子大学(非常勤講師, 文化心理学)	菅 知絵美
3) 東京女子大学(非常勤講師, コミュニケーション研究法実習(質問紙調査) II)	菅 知絵美
4) 帝京大学(非常勤准教授, 公衆衛生大学院)	吉川 徹
5) 福井大学(非常勤講師, 医学部 4 学年)	吉川 徹
6) 東京大学(非常勤講師, 大学院公共政策専攻)	吉川 徹
7) 産業医科大学(非常勤講師, 医学部 4 学年公衆衛生学)	吉川 徹
8) 東京大学(非常勤講師, 工学部都市工学科)	上野 哲
9) 神奈川大学(非常勤講師, 工学部労働安全衛生)	齊藤 宏之
10) 北里大学(非常勤講師, 医療衛生学部健康科学科)	小嶋 純
11) 産業医科大学(非常勤講師, 産業医学基本講座:有機溶剤職場)	小野真理子
12) 北里大学(非常勤講師, 健康科学科分析化学 II)	小野真理子
13) 東京大学(大学院医学系研究科公共健康医学専攻)	甲田 茂樹
14) 武蔵野大学(非常勤講師, 生理実験演習 1・2)	岩切 一幸
15) 埼玉大学(非常勤講師, 理学部 調節生理学 II)	小林 健一
16) 東邦大学(非常勤講師, 大学院理学研究科 機能生物学/分子生理学)	小林 健一
17) 青山学院大学大学院理工学研究科(非常勤講師, リスクベース安全工学)	佐々木哲也 島田 行恭 齋藤 剛 吉川 直孝

名称(講義・実習)	担当研究員
18) 明治大学理工学部(非常勤講師, 安全学概論)	濱島 京子
19) 産業医科大学(日本医師会認定産業医学基礎研修会東京集中講座)	吉川 徹
20) 労働大学校(労働基準監督官研修:化学物質等による健康障害の防止)	甲田 茂樹
21) 東京大学大学院医学系研究科「産業保健におけるリスク管理」	甲田 茂樹
22) 獨協医科大学産業医学講習会「作業環境管理における産業医の役割」	甲田 茂樹
23) 長岡技術科学大学(2018年6月28-29日)国内実務訓練-実習	清水 尚憲 濱島 京子 北條理恵子 池田 博康
24) 長岡技術科学大学(2018年6月28日)国内実務訓練-講義 「材料・構造の破壊と破壊を原因とした事故調査の紹介」 「静電気安全の基礎知識」 「高所作業中の転落災害に関する人間工学的分析」	山際 謙太 遠藤 雄大 菅間 敦

2) 若手研究者等の受入れ

表 3-8 大学等からの実習生・研修生の受入と指導実績

研究テーマ	実習生の数(所属機関)	担当研究員
1) 風荷重に対する足場等の安全性に関する研究	2名 東京理科大学	大幢 勝利 高橋 弘樹
2) クレーン用ワイヤロープの疲労寿命に及ぼす曲げ方向の影響等	3名 東京電機大学	山際 謙太 佐々木哲也
3) 構造物の安全に及ぼす地震時の液状化の影響	1名 東京都市大学大学院	吉川 直孝
4) 落盤・崩壊災害の防止に関する研究	2名 東京都市大学大学院, 東京都市大学	吉川 直孝
5) 大型建設機械設置地盤の仮設的な補強方法に関する検討	1名 東京都市大学	堀 智仁
6) 地下水位変動に伴う切土斜面の崩壊危険に関する研究	1名 東京都市大学	平岡 伸隆
7) IMSにおける安全管理技術の開発	2名 日本大学大学院, 日本大学	清水 尚憲
8) 脚立作業中の転落リスク評価に関する研究	1名 首都大学東京	菅間 敦
9) 建築物の解体工事における労働災害調査分析と風荷重に対する足場の安全性に関する研究	1名 ものつくり大学	高橋 弘樹 大幢 勝利
10) 明暗シフト又は金属化合物が精巢機能に与える影響解析	1名 麻布大学	北條理恵子 三浦 伸彦 大谷 勝己
11) 産業化学物質の生体影響評価について	1名 北里大学	王 瑞生 豊岡 達士
12) 平成 29 年度・インターンシップ実習	10名 長岡技術科学大学大 学院	梅崎 重夫 高木 元也 清水 尚憲 日野 泰道 高橋 明子 北條理恵子 池田 博泰
13) 粉体の最小着火エネルギー測定方法	2名 味の素イノベーション 研究所	崔 光石

研究テーマ	実習生の数(所属機関)	担当研究員
14) 粉体の最小着火エネルギー測定方法	2名 旭サナック	崔 光石
15) 静電気放電現象(雷放電を含む)、静電界、帯電量測定方法	1名 Christaian Academy in Japan	崔 光石
16) 粉体の帯電量測定, 静電界測定, 最小着火エネルギー測定等	4名 春日電機	崔 光石

3) 行政・労働安全衛生機関等への支援

表 3-9 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) 一般社団法人 日本うつ病センター 東京都地域自殺対策強化事業 平成 30 年度若年勤労者の自殺を考えるシンポジウム「職場での過重労働・メンタルヘルス対策：国内外の動向からの示唆」	伊藤 弘人
2) 公益社団法人 医療・病院管理研究協会 研修：地域包括ケアにおける精神科医療「新・精神科医療のストラテジー：これからの地域包括ケア」	伊藤 弘人
3) 日本慢性期医療協会 第 5 回総合診療医認定講座「総合医診療医に求められる認知症の知識」	伊藤 弘人
4) 久留米大学医学部精神神経科学教室同門会 第 34 回夏季セミナー「労働衛生におけるメンタルヘルス」	伊藤 弘人
5) 地方独立行政法人神奈川県立病院機構 神奈川県立精神医療センター主催講演会「医療計画から地域医療構想の時代へ：効率精神科病院の使命と過労自殺防止の動向」	伊藤 弘人
6) 愛媛統合失調症研究会 「精神疾患と地域連携パス～医療・福祉・行政との連携～」	伊藤 弘人
7) 公益社団法人医療・病院管理研究協会 看護管理研修 看護職副委員長・看護部長 経営管理コース 講師「看護師のバーンアウト対策と働き方改革」	伊藤 弘人
8) 千葉県産業衛生協議会 第 201 回例会「過重労働やハラスメントと過労死等の関係」、(過労死・過労自殺と職場環境改善について講演)	吉川 徹
9) 川崎市 職場の安全・安心セミナー「講演 2 「みんなでつくる働きやすい職場環境」」、(過労死・過労自殺と職場環境改善の進めかたについて講演)	吉川 徹
10) 一般社団法人日本医学連合会 医師の働き方改革を考える勤務医の労働環境検討委員会からの提言紹介と行政・各学会・団体等とのフォーラム「安全で質の高い医療」と”医師の健康確保の両立をめざして” (日本医学会連合労働環境検討委員会提言案報告)	吉川 徹
11) 公益社団法人神奈川労働安全衛生協会 産業保健研修会「メンタルヘルス対策と職場改善について・参加型職場環境改善の取り組みを中心に」(職場環境改善に関する講演)	吉川 徹
12) 東京大学 大学院医学系研究科公共健康医学専攻「参加型職場環境改善 I・II」(職場環境改善に関する演習)	吉川 徹
13) 労働者健康安全機構 平成 30 年度メンタルヘルス対策推進委員会「「職場環境改善のすすめ方」グループワークの講師」(ストレスチェック制度と職場環境改善に関する研修)	吉川 徹
14) 君津木更津医師会 日本医師会認定産業医制度指定「産業医学研修会」(過労死等に関する労災事例・裁判例から見えてきた産業保健の課題)	吉川 徹
15) 東京電力福島第一原子力発電所第 23 回衛生担当者会議「職場の環境改善：より働きやすい職場づくりのために～良好事例を用いた参加型の意見交換～」(廃炉作業の従事する労働者の安全健康確保に関する会議)	吉川 徹
16) 中災防 大阪安全衛生教育センター 第 19 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 「振動測定実習」	柴田 延幸
17) 中災防 大阪安全衛生教育センター 第 19 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 「振動の測定と評価と影響評価」	柴田 延幸

	講演の名称	担当研究員
18)	中災防 東京安全衛生教育センター 第14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 「振動測定実習」	柴田 延幸
19)	中災防 東京安全衛生教育センター 第14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 「振動の測定と評価と影響評価」	柴田 延幸
20)	中災防 東京安全衛生教育センター 第14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」	柴田 延幸
21)	中災防 大阪安全衛生教育センター 第18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 「振動測定実習」	柴田 延幸
22)	中災防 大阪安全衛生教育センター 第18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 「振動の測定と評価と影響評価」	柴田 延幸
23)	中災防 東京安全衛生教育センター 第13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 「振動測定実習」	柴田 延幸
24)	中災防 東京安全衛生教育センター 第13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 「振動の測定と評価と影響評価」	柴田 延幸
25)	中災防 東京安全衛生教育センター 第13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」	柴田 延幸
26)	中災防 大阪安全衛生教育センター 第17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 「振動測定実習」	柴田 延幸
27)	中災防 大阪安全衛生教育センター 第17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 「振動の測定と評価と影響評価」	柴田 延幸
28)	埼玉産業保健総合支援センター 「第10回産業保健セミナー」、冬のオフィスの乾燥を考える	齊藤 宏之
29)	ビール酒造組合 「平成30年度 安全衛生セミナー」	齊藤 宏之
30)	厚生労働省 「平成30年度 職場における熱中症予防に関する講習会（仙台会場）」、熱中症が発生する原理と有効な対策	齊藤 宏之
31)	厚生労働省 「平成30年度 職場における熱中症予防に関する講習会（札幌会場）」、熱中症が発生する原理と有効な対策	齊藤 宏之
32)	厚生労働省 「平成30年度 職場における熱中症予防に関する講習会（名古屋会場）」、熱中症が発生する原理と有効な対策	齊藤 宏之
33)	厚生労働省 「平成30年度 職場における熱中症予防に関する講習会（大阪会場）」、熱中症が発生する原理と有効な対策	齊藤 宏之
34)	厚生労働省 「平成30年度 職場における熱中症予防に関する講習会（広島会場）」、熱中症が発生する原理と有効な対策	齊藤 宏之
35)	厚生労働省 「平成30年度 職場における熱中症予防に関する講習会（福岡会場）」、熱中症が発生する原理と有効な対策	齊藤 宏之
36)	厚生労働省 「平成30年度 職場における熱中症予防に関する講習会（東京会場）」、熱中症が発生する原理と有効な対策	齊藤 宏之
37)	埼玉産業保健総合支援センター 「第8回産業保健セミナー」、WBGTによる暑熱環境の測定と評価に関する最近の動向	齊藤 宏之
38)	埼玉産業保健総合支援センター 「第2回産業保健セミナー」、屋外暑熱作業における熱中症の実態について－熱中症発生状況と、とりうる対策－	齊藤 宏之
39)	埼玉産業保健総合支援センター 「熱中症セミナー」、建設業における熱中症対策	齊藤 宏之
40)	NPO 気象キャスターネットワーク 「熱中症セミナー」、第13次労働災害防止計画からみる企業の熱中症対策の注意点 ～暑熱環境時の熱中症の具体的な対策について～	齊藤 宏之
41)	中央労働災害防止協会（腰痛予防労働衛生教育インストラクターコース：腰痛概論、健康管理、作業環境管理、リスクアセスメント）	甲田 茂樹
42)	中央労働災害防止協会（衛生工学衛生管理者コース：職業性疾病の管理に関する知識Ⅰ）	甲田 茂樹

	講演の名称	担当研究員
43)	東京安全衛生教育センター（平成 30 年 11 月 20 日）腰痛予防労働衛生教育インストラクターコース（福祉・医療分野）「作業管理・作業標準作成」	岩切 一幸
44)	独立行政法人労働政策研究・研修機構（JILPT）労働大学校（平成 30 年 11 月 15 日）安全衛生専門研修「腰痛防止対策」	岩切 一幸
45)	東京安全衛生教育センター（平成 30 年 7 月 2 日）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
46)	厚生労働省 過労死等防止対策推進シンポジウム（神奈川会場）「働く人々はぐっすり眠らなければならない」	高橋 正也
47)	東京都健康長寿医療センター 慰霊祭特別講演「行動を科学する - ニオイを使った動物実験」（東京, 2019. 2 月）	北條理恵子
48)	日本自動車工業会車室内環境技術部門委員会教育講演「ニオイと行動①」（東京, 2018. 12 月）	北條理恵子
49)	社団法人日本磁気共鳴医学会 基礎講座「MR の安全性」	山口さち子
50)	中央労働災害防止協会「睡眠負債を溜めないための働く人々の疲労対策」2018 年度「心とからだの健康づくり指導者等のための実務向上研修」研修での講義（名古屋）	久保 智英
51)	松本市医師会「過重労働対策としての勤務間インターバル制度の可能性と課題－睡眠確保の重要性－」第 11 回「働く人々の健康を守るシンポジウム」研修での講義（松本市）	久保 智英
52)	中央労働災害防止協会「睡眠負債を溜めないための働く人々の疲労対策」2018 年度「心とからだの健康づくり指導者等のための実務向上研修」研修での講義（東京, 11 月）	久保 智英
53)	中央労働災害防止協会「睡眠負債を溜めないための働く人々の疲労対策」2018 年度「心とからだの健康づくり指導者等のための実務向上研修」研修での講義（東京, 2 月）	久保 智英
54)	中央労働災害防止協会「睡眠負債を溜めないための働く人々の疲労対策」2018 年度「心とからだの健康づくり指導者等のための実務向上研修」研修での講義（大阪）	久保 智英
55)	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)」2018 年 12 月	大幢 勝利
56)	中電技術コンサルタント, ハーネス型安全帯の使用について	大幢 勝利
57)	日本風工学会, 台風 21 号に伴う広域強風災害の調査速報会, 足場の倒壊調査, 2018 年 9 月 27 日	大幢 勝利
58)	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)」2018 年 9 月	大幢 勝利
59)	一般社団法人国際建設技術協会 第 5 回「ODA 建設工事現場におけるコンサルタントの安全管理能力向上研修」英国の労働安全衛生マネジメントについて	大幢 勝利
60)	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」, 名古屋	大幢 勝利
61)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター 安全帯（墜落制止用器具）についての最近の動向と規格. 2018 年 7 月	大幢 勝利
62)	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)」2018 年 7 月	大幢 勝利
63)	首都高速道路株式会社 平成 30 年度首都高安全月間講演会 設計時からのリスク低減	大幢 勝利
64)	東京労働局 労働安全衛生技術研修 安全帯の規格改正（フルハーネス型安全帯の使用について）	大幢 勝利
65)	一般財団法人全国建設研修センター 平成 30 年度研修「若手建設技術者のための施工技術の基礎」, 安全衛生管理-1	大幢 勝利
66)	中央労働災害防止協会東京安全衛生教育センター 安全管理後期コース「墜落災害の防止」2018 年 6 月	大幢 勝利
67)	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)」2018 年 4 月	大幢 勝利

	講演の名称	担当研究員
68)	中央労働災害防止協会, 平成30年度中災防安全・衛生管理士研修, 講義「リスクアセスメントの向上について(災害防止の考え方を伝える教育方法)」(4月12日)	濱島 京子
69)	埼玉産業保健総合支援センター, 第18回産業保健セミナー, 生活支援機器、リハビリ支援機器等の安全性に関する配慮について(2月1日)	岡部 康平
70)	モンゴル政府関係者, 講義「日本の建設労働災害防止と当研究所の建設安全研究の取り組み」(2月18日)	高木 元也
71)	経済産業省経済産業研修所, 平成30年度鉱務監督官研修(一般研修)「繰り返し災害の防止とヒューマンエラー」(2月1日)	高木 元也
72)	東京産業保健総合支援センター, 日医認定産業医制度研修「建設現場における死亡災害の実態とせき損等職業性外傷」(1月25日)	高木 元也
73)	海上保安庁海洋情報部, 平成30年度海洋情報業務における測量船での調査・観測の安全対策に関する有識者講演「事故防止ヒューマンエラーを考える」(1月8日)	高木 元也
74)	東京都都市整備局市街地建築部, 平成30年度東京都建築工事現場の危害防止講習会「基本ルールを守り続ける現場をつくるためには」2018年11月	高木 元也
75)	埼玉労働災害防止関係団体等連絡協議会, 埼玉産業安全衛生大会「繰り返し災害の防止とヒューマンエラー対策」2018年11月	高木 元也
76)	千葉県県土整備部, 平成30年度専門研修(工事安全対策)「建設現場で繰り返し発生している労働災害とヒューマンエラー対策」	高木 元也
77)	中央労働災害防止協会, 「フルハーネス型墜落制止用器具使用特別教育インストラクターコース」(3月19日)	日野 泰道
78)	埼玉県産業保健センター, 「産業保健スタッフも知っておきたい～墜落・転倒災害の防止について」(2月28日)	日野 泰道
79)	中央労働災害防止協会, 「フルハーネス型墜落制止用器具使用特別教育インストラクターコース」(2月19日)	日野 泰道
80)	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」, 仙台(2月15日)	日野 泰道
81)	中央労働災害防止協会, 「フルハーネス型墜落制止用器具使用特別教育インストラクターコース」(1月24日)	日野 泰道
82)	厚生労働大臣が定める計画作成参画者研修(大阪会場、10月24日)	日野 泰道
83)	愛知労働局, 来年2月に改正される墜落制止用器具(旧名称:安全帯)の改正内容と適切な使用方法について(11月16日)	日野 泰道
84)	高崎労働基準局, 来年2月に改正される墜落制止用器具(旧名称:安全帯)の改正内容と適切な使用方法について(11月8日)	日野 泰道
85)	群馬労働局, 来年2月に改正される墜落制止用器具(旧名称:安全帯)改正内容と適切な使用方法について(11月7日)	日野 泰道
86)	厚生労働大臣が定める計画作成参画者研修(代々木会場、7月13日)	日野 泰道
87)	仮設構造物に関する知識, 厚生労働大臣が定める計画参画者研修会, 一般社団法人仮設工業会(所沢, 2018.8.24), (静岡, 2018.9.14)	高橋 弘樹
88)	OSV研究会, OSV seminar in Tokyo, 「若材齢ベースコンクリートの押し抜き実験とそのシミュレーション」	吉川 直孝
89)	地盤工学会, 国際講演会 Recent Developments of Discrete Particle Simulation for Geotechnical Engineering, 「Application of discrete element method to reveal the mechanism of a labour accident occurrence in tunnel construction」	吉川 直孝
90)	厚生労働省 熊本労働局監督官・専門官研修「土砂崩壊による労働災害」	平岡 伸隆
91)	労働大学校 産業安全専門官研修, 土砂崩壊災害について(8月1日)	平岡 伸隆

	講演の名称	担当研究員
92)	(一社)日本粉体工業技術協会, 安衛研共催, 粉じん・火災安全研修(中級/技術編)(2月21,22日)	板垣 晴彦 八島 正明
93)	労働大学校 安全衛生専門研修, 爆発火災の防止対策(11月9日)	八島 正明
94)	(一社)日本粉体工業技術協会, 安衛研共催, 粉じん・火災安全研修(初級)(9月21日)	八島 正明
95)	安全工学会 第40回安全工学セミナー「粉じん爆発危険物質」(9月19日)	八島 正明
96)	労働大学校 産業安全専門官研修「爆発火災の防止対策」(7月26日)	八島 正明
97)	一般社団法人日本マグネシウム協会, 第18回切削分科会例会, マグネシウムの事故要因について講演(4月19日)	八島 正明
98)	公益社団法人産業安全技術協会 安全教育研究会, 「爆発災害のこれまでとこれから」(6月19日)	大塚 輝人
99)	公益社団法人東京労働基準協会連合会, 講演とDVDビデオ映写による安全教育研究会, 「爆発災害のこれまでとこれから」(6月13日)	大塚 輝人
100)	中央労働災害防止協会安全衛生教育センター, 「爆発災害の防止」(6月6日)	大塚 輝人
101)	日本工業出版株式会社, 「防爆電気機器型式検定制度」(3月27日)	大塚 輝人
102)	一般社団法人日本高圧力技術協会, 「防爆の考え方と課題」(12月11日)	大塚 輝人
103)	公益財団法人総合安全工学研究所, 「防爆の現状」(4月12日)	大塚 輝人
104)	一般社団法人磐田労働基準協会 化学工場災害防止研究会「異常反応に伴う危険性と災害防止対策」(11月2日)	佐藤 嘉彦
105)	日本製薬工業協会 環境安全委員会 プロセス安全研究会 講義「化学物質リスクアセスメント等実施支援策に関する研究について」(6月28日)	佐藤 嘉彦
106)	労働大学校 産業安全専門官研修, 機能安全による機械安全化の考え方(8月1日)	池田 博康
107)	トクヤマ, 静電気安全の基礎-リスクアセスメントのために(2019年3月8日)	大澤 敦
108)	2018洗浄総合展, 静電気リスクアセスメント, 静電気学会ワークショップ(10月18日)	大澤 敦
109)	公益社団法人産業安全技術協会 安全技術講習会爆発・火災防止講習会～静電気リスクアセスメント特集～, 東京, (静電気着火のリスクアセスメント手法)	大澤 敦
110)	公益社団法人産業安全技術協会 安全技術講習会爆発・火災防止講習会～静電気リスクアセスメント特集～, 大阪, (静電気着火のリスクアセスメント手法)	大澤 敦
111)	中央労働防止協会 化学物質リスクアセスメント専門研修(爆発・火災防止), (静電気リスクアセスメント)	大澤 敦
112)	中央労働災害防止協会安全衛生教育センター, 安全管理講座安全管理後期コース「電気災害の防止」(2018年6月5日)	三浦 崇
113)	神奈川県労働局, 労働基準監督官・厚生労働技官技術研修, 「静電気が着火源と疑われる火災・爆発災害の原因調査」(11月7日, 11月16日)	遠藤 雄大
114)	四国地区電力需用者協会 災害防止対策講習会 講演(9月21日)	遠藤雄 大
115)	安全工学会, 第40回安全工学セミナー『プラント安全設計』	島田 行恭
116)	中央労働災害防止協会, 平成30年度化学物質リスクアセスメント専門研修(爆発・火災防止)「独立防御階層に基づく安全設計」「化学プラントのリスクアセスメント」(9月6日)	島田 行恭
117)	神奈川県労働安全衛生協会, 平成30年度火災爆発災害防止講習会「プロセス災害防止のためのリスクアセスメントの進め方(講演・演習)」(1月31日)	島田 行恭 佐藤 嘉彦
118)	厚生労働省労働基準局安全衛生部化学物質対策課 【改正労働安全衛生法に基づく】化学物質のリスクアセスメントとGHSラベルを用いたHow to職場の安全衛生教育「危険性リスクアセスメントツール(安衛研手法)の紹介」(12月3日・名古屋1, 12月7日・福岡, 1月9日・大阪1, 1月22日・名古屋2, 1月30日・東京1, 2月1日・大阪2, 2月5日・広島, 2月20日・札幌, 2月25日・仙台, 3月1日・横浜, 3月4日・北九州, 3月8日・東京2)	島田 行恭 佐藤 嘉彦
119)	横須賀労働基準監督署, 荷役作業に係る労働災害防止講習会「テールゲートリフターに起因する災害の特徴と主な対策」(2月4日)	大西 明宏

	講演の名称	担当研究員
120)	神奈川県内陸工業団地協同組合, 研修会 「テールゲートリフターに 起因する災害の特徴と主な対策」 (11月26日)	大西 明宏
121)	公益社団法人神奈川労務安全衛生協会厚木支部, 研修会 「ロールボックスパレット (カゴ車) ・ テールゲートリフターに 起因する災害の特徴と主な対策」 (11月21日)	大西 明宏
122)	公益社団法人神奈川労務安全衛生協会厚木支部, 研修会 「陸上貨物運送事業における 荷役作業の安全対策」 (11月21日)	大西 明宏
123)	公益社団法人神奈川労務安全衛生協会厚木支部, 研修会 「ロールボックスパレット (カゴ車) ・ テールゲートリフターに 起因する災害の特徴と主な対策」 (11月15日)	大西 明宏
124)	公益社団法人神奈川労務安全衛生協会厚木支部, 研修会 「陸上貨物運送事業における 荷役作業の安全対策」 (11月15日)	大西 明宏
125)	労働大学校 産業安全専門官研修(8月1日)	大西 明宏
126)	公益財団法人東京しごと財団, 平成30年度シルバー人材センター安全大会 「転倒防止のための就業環境の整備について」 (9月28日)	大西 明宏
127)	一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会, 「ロールボックスパレット作業の安全講習会講師養成 (操作方法等)」 (7月10日)	大西 明宏
128)	鳥取県労働基準協会, 鳥取県産業安全衛生大会 特別講演「労働現場における転倒災害防止に求められること」 (7月4日)	大西 明宏
129)	王子マテリア岐阜工場, 安全大会安全講話 「労働力の高齢化にともなう労働安全対策: 転倒災害を中心に」 (7月2日)	大西 明宏
130)	中央労働災害防止協会大阪労働衛生総合センター, 平成30年度 第1回 事例に学ぶ健康づくりセミナー (転倒災害防止) 「調査研究による最近の知見から転倒災害を考える」 (6月8日)	大西 明宏
131)	松本労働基準協会, 平成30年度産業安全大会 特別講演「労働力の高齢化にともなう労働安全対策: 転倒災害を中心に」 (6月7日)	大西 明宏
132)	富山県労働基準協会高岡支部, 全国安全週間説明会 「ロールボックスパレット (カゴ車) に起因する災害の特徴と主な対策」 (6月6日)	大西 明宏
133)	富山県労働基準協会高岡支部, 全国安全週間説明会 特別講演「労働現場で転倒災害防止に求められること」 (6月6日)	大西 明宏
134)	NTT グループ建設業担当者意見交換会「ヒューマンエラーを考えてみよう!」 (11月28日)	高橋 明子
135)	AIG 損害保険株式会社「“作業者の危険認知, 安全教育” などの労働安全に係る研究について」 (11月9日)	高橋 明子
136)	クミアイ化学工業(株)静岡工場「ヒューマンエラー対策について」 (10月15日)	高橋 明子
137)	平成30年度中央災害防止協会東京安全衛生教育センター, 安全心理コース～ヒューマンエラー災害防止対策～「グループ討議」 (7月30日)	高橋 明子
138)	平成30年度中央災害防止協会東京安全衛生教育センター, 安全心理コース～ヒューマンエラー災害防止対策～「組織風土とヒューマンエラー」 (7月30日)	高橋 明子
139)	平成30年度中央災害防止協会東京安全衛生教育センター, 安全心理コース～ヒューマンエラー災害防止対策～「行動心理学の基本論」 (7月30日)	高橋 明子
140)	平成30年度中央災害防止協会東京安全衛生教育センター, 安全心理コース～ヒューマンエラー災害防止対策～「認知心理学の基本論」 (7月30日)	高橋 明子
141)	愛知産業保健総合支援センター, 平成30年度下半期産業保健セミナー (日医認定産業医研修) 「墜落による重篤な災害への対策～脚立など日常的な作業に対して～」 (2019年1月22日)	菅間 敦
142)	神奈川労務安全衛生協会, 平成30年度全国安全衛生週間県地区推進大会「脚立作業の安全対策」	菅間 敦

4) 海外協力

表 3-10 海外協力実績

	名称 (内容)	受入人数
1)	Sheffield Group Meeting 2018 に当研究所から参加 (労働安全衛生分野情報交換)	1名
2)	IWISH2018 の開催 (研究交流・情報交換・ワークショップ開催)	14名
3)	JICA 集団研修 (「労働安全衛生政策向上」研修・研究所見学・講演)	10名
4)	International Seminar of Fall From Height (韓国労働安全保健公団 (KOSHA) 主催の国際会議) に当研究所から参加・特別講演	2名
5)	韓国過労死防止対策研究グループ (意見・情報交換)	5名
6)	BS&B セイフティ・システムズ (シンガポール) による特別講演	1名
7)	韓国国立災難安全研究院との共同セミナーの開催 (意見・情報交換)	3名
8)	第7回アジア労働安全衛生研究所会議 (AOSHRI meeting) に当研究所から参加	3名
9)	豪州クイーンズランド州立大学医学部 (意見・情報交換)	1名
10)	韓国国立交通大学学校 (意見・情報交換)	2名
11)	第11回労働衛生に関する WHO 協力センターのグローバルネットワーク会議に当研究所から参加	2名
12)	WHO 協力センターと WHO の人的協力強化のためのワークショップに当研究所から参加	2名
13)	第3回 WHO 協力センター西太平洋地域フォーラムに当研究所から参加	3名
14)	職業性呼吸器疾患に関する WHO 協力センターワークショップへの協力 (講演)	1名
15)	WHO/ILO Joint Methodology for Estimating the Work-related Burden of Disease and Injury への当研究所からの参加 (研究協力)	1名

4. 研究協力

表 3-11 研究協力協定の締結状況(～平成30年度)

協定先	国	協定締結	平成30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	・特になし
国立釜慶大学	韓国	2001年(平成13年)8月制定 2008年(平成20年)3月更新 2015年(平成27年)3月更新 2018年(平成30年)9月更新	・研究協力を推進するため、締結した協定を更新することに合意した(平成30年9月11日)。 ・国立釜慶大学から当研究所で開催されたIWISH2018に参加、ワークショップにて意見交換を行った(平成30年10月18～19日)。
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	・研究協力を推進するため、締結した協定を更新することに合意した(平成30年4月2日)。 ・OSHRIからの訪問を受け、建設現場における墜落事故防止に関する意見交換会を行い、足場の研究をはじめ、墜落防止用ネット、安全带等について活発な情報交換を行った。また、双方の機関で現在行っている研究について情報交換を行った(平成30年6月5日午前)。 ・OSHRI、Yoo Hyun Dong室長による特別講演が行われた(平成30年6月5日午後)。 ・梅崎総括領域長、清水部長代理、崔首席研究員がOSHRIを訪問し、梅崎総括領域長による研究所の紹介及び国際規格に基づく機械安全の推進に関する講演などを行った。清水部長代理と崔首席研究員が最近の機械・電気(静電気)に関する研究について発表を行った(平成30年7月25～26日)。 ・OSHRI、Byen研究委員と富田特任研究員との間で韓国における電撃防止装置とその指針に関して意見交換を行った(平成30年9月5日)。 ・OSHRIから当研究所で開催されたIWISH2018に参加、ワークショップにて意見交換を行った(平成30年10月18～19日)。
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	・研究協力を推進するため、締結した協定を再締結することに合意した(平成30年6月8日)。
国立ソウル科学技術大学	韓国	2002年(平成14年)9月制定	・国立ソウル科学技術大学から当研究所で開催されたIWISH2018に参加、ワークショップにて意見交換を行った(平成30年10月18～19日)。
中国海洋大学	中国	2003年(平成15年)9月制定 2006年(平成18年)9月制定	・特になし
国立忠北大学	韓国	2008年(平成20年)3月制定 2011年(平成23年)3月更新 2015年(平成27年)3月更新 2018年(平成30年)7月更新	・研究協力を推進するため、締結した協定を再締結することに合意した(平成30年7月15日)。 ・国立忠北大学から当研究所で開催されたIWISH2018に参加、ワークショップにて意見交換を行った(平成30年10月18～19日)。

協定先	国	協定締結	平成30年度の主な活動
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	<ul style="list-style-type: none"> ・玉手センター長、堀主任研究員、平岡研究員が訪問し、ローベル・ソウベ労働安全衛生研究所(IRSST)およびLaval大学と共同で大規模溝掘削実験を実施し、計測機器にて崩壊の予兆を検知できるかを検証した。また、IRSSTの研究施設の見学および意見交換を行った(平成30年5月6日～13日)。 ・研究協力を推進するため、締結した協定を再締結することに合意した(平成30年7月2日)。
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	<ul style="list-style-type: none"> ・研究協力を推進するため、締結した協定を再締結することに合意した(平成30年10月26日)。
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	<ul style="list-style-type: none"> ・豊澤所長、大幡センター長がマレーシアNIOSH主催の第5回SCICOSH2018に参加し、基調講演および一般講演を行った(平成30年11月28～29日)。 ・研究協力を推進するため、研究協力協定を再締結した(平成30年11月28日)。
安全生産科学研究院	中国	2016年(平成28年)2月制定	<ul style="list-style-type: none"> ・電気災害防止に関する資料交換(郵送)及び意見交換(電子メール)が崔首席研究員、呂主任研究員、Zhou研究員の間で行われた(平成30年6月26日)。
韓国安全学会	韓国	2018年(平成30年)10月制定	<ul style="list-style-type: none"> ・韓国安全学会から当研究所で開催されたIWISH2018に参加、ワークショップにて意見交換を行った(平成30年10月18～19日)。 ・研究協力を推進するため、研究協力協定を締結することに合意した(平成30年10月26日)。 ・韓国安全学会秋期講演会2018において豊澤所長による特別講演「建設業における労働安全衛生の現状と将来について」を行った(平成30年11月8日)。

労働安全衛生総合研究所年報

平成30年度版

発行日	令和元年 11月 5日 発行
発行所	独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6 電話 042-491-4512(代表) FAX 042-491-7846 ホームページ http://www.jniosh.go.jp/

Annual Report
of
National Institute of Occupational Safety and Health, Japan
2018



NATIONAL INSTITUTE OF
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH
1-4-6, Umezono, Kiyose, Tokyo 204-0024, JAPAN