

平成24年度外部研究評価報告書

平成25年3月

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所

目 次

I	はじめに	1
II	独立行政法人労働安全衛生総合研究所外部評価規程	2
III	外部評価委員名簿	6
IV	外部評価委員会	7
V	研究課題一覧	9
VI	評価対象課題の研究概要及び評価結果	12
1	新規課題	12
1.1	労働災害防止のための中小規模事業場向けリスク管理支援方策の開発・普及	12
1.2	介護職場における総合的な労働安全衛生研究	19
1.3	ナノマテリアル等の高機能化工業材料を使用する作業環境中粒子状物質の捕 集・分析方法	27
2	終了課題	33
2.1	災害復旧建設工事における労働災害の防止に関する総合的研究	33
2.2	多軸全身・多軸手腕振動ばく露の人体への心理・生理影響の評価方法に関する 研究	43
2.3	メンタルヘルス対策のための健康職場モデルに関する研究	51
2.4	蓄積性化学物質のばく露による健康影響に関する研究	57
2.5	健康障害が懸念される産業化学物質の毒性評価に関する研究	63
VII	総合討論	71

I はじめに

研究課題について第三者による評価を実施し、その結果を研究業務に反映することを目的に、平成24年度の外部評価委員会を、7人の外部評価委員(以下「委員」という。)の御出席の下、平成24年11月28日に開催した。評価いただいた課題は、平成25年度を初年度とする新規プロジェクト研究3課題(事前評価)、ならびに、平成23年度を最終年度とするプロジェクト研究4課題とイノベーション25研究(政府の長期戦略指針「イノベーション25」に基づく研究)1課題(事後評価)の計8課題であった。

評価の方法については、例年と同様、研究課題に関する資料を事前に委員に送付して一読していただいた後、評価委員会当日、研究代表者によるパワーポイント資料に基づくプレゼンテーション及び質疑応答を行った上で、後日改めて資料を精査いただき採点及びコメントを提出いただいた。このうち、事後評価の対象である5課題については、各研究課題の成果を一冊にまとめた「労働安全衛生総合研究所特別研究報告」(JNIO SH-SRR-No.42)を基礎資料として評価いただいたが、紙面の都合から、本報告書には各研究課題の概要部分のみを掲載している。JNIO SH-SRR-No.42の全文は当研究所のホームページにて公表しているため、御関心のある方におかれては、各課題の成果の詳細についても御一読いただければ幸いである。

一方、各研究課題に対する評価については、採点結果とともに、委員より頂いた指摘事項のすべてとそれらに対する研究担当者の対応を示している。特に、事前評価の対象となった新規プロジェクト研究3課題については、必要に応じて研究計画に修正を加えるとともに、当研究所の内部評価委員会で更に精査し、ブラッシュアップを図ったところである。本報告書ではこれらのプロセスの全部を詳細にご紹介はできないが、当研究所ではこのような流れで研究計画の検証と進捗管理を行っていることに対し、ご理解をいただければ幸いである。

評価対象課題が多く、また、その研究分野も多岐にわたることから、委員の先生方には、大変なご苦勞をおかけしたが、「国の研究開発に関する大綱的指針」(平成20年10月3日内閣総理大臣決定)において評価者の責務とされている「公平・公正で厳正な評価」及び「適切な助言」を十二分に果たしていただいた。この場を借りて改めて御礼申し上げるとともに、御指摘や御助言を踏まえて調査研究の前進や質の向上に活かしていくなど、研究主体としての責務を果たしていくことで、御恩に報いたいと考えている。

平成25年3月

独立行政法人 労働安全衛生総合研究所
理事長 前田 豊

Ⅱ 独立行政法人労働安全衛生総合研究所外部評価規程

(総則)

- 第1条 独立行政法人労働安全衛生総合研究所(以下「研究所」という。)は、社会的・行政的ニーズ等に対応した労働安全衛生研究活動の効率化及び活性化を図り、研究所の研究能力を最大限に発揮して優れた研究成果を創出するため、研究課題等に係る研究所役職員による評価(以下「内部評価」という。)の客観性、公正性及び信頼性の確保及び評価の透明性と有効性を高めることを目的とする第三者による評価(以下「外部評価」という。)を実施する。
- 2 外部評価は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成20年10月31日内閣総理大臣決定)に沿って行うものとする。

(外部評価委員会)

- 第2条 外部評価は、研究所の各研究グループの研究分野における有識者等15人以下で構成される外部評価委員会(以下「委員会」という。)において実施する。
- 2 委員会の委員は、研究所理事長(以下「理事長」という。)が委嘱する。
- 3 委員の任期は2年とする。
- 4 委員会に委員長をおく。委員長は、委員の互選により選任する。

(委員会の会議の開催)

- 第3条 理事長は、研究課題評価を行うため、原則として年度ごとに1回以上委員会の会議(以下「会議」という。))を開催する。ただし、次条第1項の「理事長が特に必要と認めた場合」については、別途書面のみによる評価を求めることができる。
- 2 理事長は、会議の開催に当たり必要と認める者の出席を求めることができる。
- 3 委員長は、会議の議長を務める。ただし、評価の対象となる研究課題に応じ、委員長があらかじめ指名する者に議長の職務を行わせることができる。

(研究課題評価)

- 第4条 研究課題評価は、プロジェクト研究(GOHNET研究を含む。)について事前評価、事後評価及び中間評価(実施期間が5年以上の研究の場合に限り3年目を目途に中間評価を実施する)を行う。
- 2 理事長が特に必要と認めた場合は、プロジェクト研究について追跡評価(研究終了時から一定期間経過後に、研究の直接の成果(アウトプット)及びアウトプットから生み出された直接的な効果(アウトカム)、アウトプットによりもたらされた間接的な社会経済的波及効果について評価するもの)を行うことができる。
- 3 理事長が特に必要と認めた場合は、基盤的研究について評価を行うことができる。
- 4 理事長は、研究課題評価の対象となる研究の課題ごとに研究の計画及び成果の概要に係る資料を作成し、委員会に提出する。資料の書式については別に定める。
- 5 研究課題評価は、別表に掲げる項目について実施する。

(評価結果の公表)

- 第5条 委員会における研究課題評価の結果は、報告書としてとりまとめ、公表する。

(事務局)

第6条 委員会の事務局は、研究企画調整部におく。

(補則)

第7条 この規程に定めるもののほか、外部評価の実施に関し必要な事項は、理事長が定める。

附則

この規程は、平成 20 年 2 月 26 日から施行する。

附則

この規程は、平成 21 年 11 月 1 日から施行する。

附則

この規程は、平成 22 年 4 月 1 日から施行する。

附則

この規程は、平成 23 年 12 月 1 日から施行する。

別表

1. 事前評価

下表の各項目について、次に示す5段階評価により評価する。5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(水準(妥当な)レベル)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

評価項目	評価内容
1 目標設定	労働現場ニーズ、行政ニーズを踏まえ、労働災害、職業性疾病の予防等に貢献する目標設定となっているか。具体的かつ明確に達成目標が示されているか。(プロジェクト研究にあつては中期計画との整合性がとれているか。)
2 研究計画	研究目標が達成できる適切な計画(スケジュール、人員体制、予算)となっているか。当研究所で研究を実施する必要性・意義が認められるか。(他の研究機関、大学等との重複がないか。)
3 研究成果の活用・公表	行政施策、労働安全衛生関係法令・規格、ガイドライン、特許等に反映させる等、得られた研究成果を社会へ還元する計画があるか、又は可能性があるか。学術誌、研究所刊行物・国内外の学会会議等における公表・研究所のホームページ等情報メディアによる公表を行う計画は適切か。
4 学術的視点	独創性、新規性があるか。学術的に意義のある成果が達成される可能性があるか。
5 その他の評価	上記1～4以外の評価内容(学際的視点、費用対効果、研究テーマのチャレンジ性、期待されるアウトカム、波及効果など)について評価する。

2. 中間評価及び事後評価

下表の各項目について、次に示す5段階評価により評価する。5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(水準(妥当な)レベル)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

評価項目	評価内容
1 目標達成度	研究目標が計画どおりに達成されているか。研究経費が適切に執行されているか。
2 行政的・社会的貢献度	労働災害、職業性疾病の予防等に貢献する成果が得られ、行政施策、労働安全衛生関係法令・規格、ガイドライン、特許・実用新案等に反映されたか、又はその予定・可能性はあるか。
3 研究成果の公表	学術誌、研究所刊行物・国内外の学会会議での公表、研究所のホームページ等情報メディアによる公表を適切に行っているか。
4 学術的貢献度	独創性・新規性・新技術創出の観点からみて、研究成果の学術的意義が認められるか。
5 その他の評価	上記1～4以外の評価内容(学際的視点、費用対効果、研究テーマのチャレンジ性、期待されるアウトカム、波及効果など)について評価する。

3. 備考

基盤的研究について評価を行うときは、評価項目の「その他の評価」の評価内容としてプロジェクト研究への発展性についても考慮するものとする。

III 外部評価委員名簿

委員長	中村昌允	東京農工大学工学府産業技術専攻教授
委員	安達 洋	日本大学理工学部海洋建築学科特任教授
委員	上野満雄	全日本自治団体労働組合安全衛生対策室顧問医
委員	岡野一雄	職業能力開発総合大学校電気システム工学科教授
委員	川上憲人	東京大学大学院医学系研究科教授
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	栞原 裕	九州大学大学院芸術工学院教授
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教授
委員	松原雅昭	群馬大学大学院工学研究科教授
委員	眞野芳樹	早稲田大学大学院商学研究科教授
委員	横山和仁	順天堂大学大学院医学研究科教授

IV 外部評価委員会

1 日 時 : 平成 24 年 11 月 28 日(水) 13:00~16:30

2 場 所 : 女性就業支援センター・第 1 セミナー室

3 出席者

(1)外部評価委員(出席及び審査:7名、書面審査:6名)

(2)研究所

前田理事長、小川理事、高橋理事

浅田監事(オブザーバー)

黒谷研究企画調整部長、甲田研究企画調整部首席

豊澤安全研究領域長、宮川健康研究領域長、管野環境研究領域長

(3)厚生労働省

安全衛生部計画課 徳田調査官(オブザーバー)

(4)事務局

齋藤(剛)主任、外山上席、中島企画専門員(書記)

4 議 事

(1)開 会

(2)理事長挨拶

(3)委員長の選任

(4)研究課題評価

ア)事前評価

事前-1 労働災害防止のための中小規模事業場向けリスク管理支援方策の開発・普及

(高木)

事前-2 介護職場における総合的な労働安全衛生研究

(岩切)

事前-3 ナノマテリアル等の高機能化工業材料を使用する作業環境中粒子状物質の捕集・分析方法の研究

(鷹屋)

イ)事後評価

事後-1 災害復旧建設工事における労働災害の防止に関する総合的研究

(高梨)

事後-2 多軸全身・多軸手腕振動ばく露の人体への心理・生理影響の評価方法に関する研究

(柴田)

事後-3 メンタルヘルス対策のための健康職場モデルに関する研究

(原谷)

事後-4 蓄積性化学物質のばく露による健康影響に関する研究

(高橋)

事後-5 健康障害が懸念される産業化学物質の毒性評価に関する研究

(王)

ウ)総合討論

(5)閉 会

V 研究課題一覧

1 プロジェクト研究

課題 番号	研究期間		研究課題名	代表者	分担・共同研究者
	開始 年度	終了 年度			
新規課題					
P-1	25	28	労働災害防止のための中小規模事業場向けリスク管理支援方策の開発・普及	高木元也	島田行恭, 板垣晴彦, 大塚輝人, 藤本康弘, 大西明宏, 高橋明子, 梅崎重夫, 清水尚憲, 伊藤和也, 土屋正雄
P-2	25	27	介護職場における総合的な労働安全衛生研究	岩切一幸	高橋正也, 外山みどり, 劉欣欣, 甲田茂樹, 岡部康平, 芳司俊郎, 齋藤剛, 池田博康
P-3	25	27	ナノマテリアル等の高機能化工業材料を使用する作業環境中粒子状物質の捕集・分析方法の研究	鷹屋光俊	篠原也寸志, 小野真理子, 中村憲司, 山田丸
継続課題					
P-4	20	24	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	梅崎重夫	池田博康, 清水尚憲, 齋藤剛, 濱島京子, 岡部康平, 呂健
P-5	22	24	初期放電の検出による静電気火災・災害の予防技術に関する研究	富田一	山隈瑞樹, 大澤敦, 崔光石, 市川紀充(工学院大), 最上智史(春日電機), 鈴木輝夫(春日電機)
P-6	22	24	勤務時間制の多様化等の健康影響に関する研究	高橋正也	久保智英, 劉欣欣, 東郷史治(東大), 田中克俊(北里大), 島津明人(東大), 久保善子(東京慈恵会医科大学)
P-7	22	24	オフィス環境に存在する化学物質等の有害性因子の健康影響評価に関する研究	澤田晋一	齊藤宏之, 萩原正義, 岡龍雄, 安田彰典, 田井鉄男, 時澤健, 加部勇, 幸地勇(古河電気工業), 佐藤裕司, 瀧上知恵子, 土肥紘子(富士通), 長埜康子, 村上朋子, 門田美子(日本HP株式会社)
P-8	23	25	従来材及び新素材クレーン用ワイヤロープの経年損傷評価と廃棄基準合理化への応用	本田尚	佐々木哲也, 山際謙太, 山口篤志
P-9	23	26	貯槽の保守, ガス溶断による解体等の作業での爆発・火災・中毒災害の防止に関する研究	板垣晴彦	八島正明, 大塚輝人, 水谷高彰, 木村新太, 菅野誠一郎, 鷹屋光俊, 小野真理子, 齊藤宏之
P-10	23	25	非電離放射線等による有害作業の抽出及びその評価とばく露防止に関する研究	奥野勉	山口さち子, 原谷隆史, 井澤修平, 大平明弘(島根大), 小島正美(金沢医大), 蔵崎正明(北大), 中西孝子(昭和大), 今井信也(藤井寺市民病院), 中井敏晴(国立長寿医療センター), 関野正樹(東大)

課題 番号	研究期間		研究課題名	代表者	分担・共同研究者
	開始 年度	終了 年度			
P-11	23	25	発がん性物質の作業環境管理の低濃度化に対応可能な分析法の開発に関する研究	小野真理子	菅野誠一郎, 古瀬三也, 萩原正義
P-12	23	27	建設業における職業コホートの設定と労働者の健康障害に関する追跡調査研究	佐々木毅	久保田均, 甲田茂樹, 柴田延幸, 中村憲司, 久永直見(愛知教育大), 柴田英治(愛知医大), 毛利一平(労研)
P-13	24	26	建設機械の転倒及び接触災害の防止に関する研究	玉手聡	吉川直孝, 堀智仁, 伊藤和也, 清水尚憲, 梅崎重夫
P-14	24	27	墜落防止対策が困難な箇所における安全対策に関する研究	日野泰道	大嶋勝利, 高梨成次, 伊藤和也, 高橋弘樹, 豊澤康男
P-15	24	26	労働者の心理社会的ストレスと抑うつ症状との関連及び対策に関する研究	原谷隆史	倉林るみい, 井澤修平, 土屋政雄
P-16	24	26	金属酸化物粒子の健康影響に関する研究	宮川宗之	王瑞生, 須田恵, 三浦伸彦, 柳場由絵, 鈴木哲矢, 小林健一, 久保田久代, 北條理恵子, 長谷川也須子
終了課題					
P-17	21	23	災害復旧建設工事における労働災害の防止に関する総合的研究	高梨成次	伊藤和也, 大嶋勝利, 日野泰道, 玉手聡, 高橋弘樹, 豊澤康男, 堀智仁, 吉川直孝
P-18	21	23	蓄積性化学物質のばく露による健康影響に関する研究	高橋正也	王瑞生, 齊藤宏之, 翁祖銓, 三浦伸彦, 大谷勝己, 小川康恭, 牧祥(大阪大谷大), 伊藤弘明(順天堂大), 牛橋(中国・山西医大), 千田大(国立国際医療センター)
P-19	21	23	メンタルヘルス対策のための健康職場モデルに関する研究	原谷隆史	倉林るみい, 井澤修平, 土屋政雄, 廣尚典(産医大), 池田智子(産業医科大), 島津明人(東大), 北村尚人(帝京平成大), 高橋信雄(JFE スチール), 福井城次(富士通)
P-20	21	23	健康障害が懸念される化学物質の毒性評価に関する研究	王瑞生	須田恵, 大谷勝己, 翁祖銓, 北條理恵子, 柳場由絵, Lei GUO(NCTR/USA), 那須民江(名大), 李卿(日本医大)

2 旧イノベーション25研究（最終年度は基盤的研究）

課題 番号	研究期間		研究課題名	代表者	分担・共同研究者
	開始 年度	終了 年度			
終了課題					
I-1	19	23	多軸全身・多軸手腕振動ばく露の人体への心理・生理影響の評価方法に関する研究	柴田延幸	石松一真（滋慶医療科学大学院大）

3 GOHNET 研究

課題 番号	研究期間		研究課題名	代表者	分担・共同研究者
	開始 年度	終了 年度			
継続課題					
G-1	19	24	作業温熱ストレスの労働生理学的評価と予防対策技術の研究	澤田晋一	上野哲，田井鉄男，岡龍雄，安田彰典，呂健，時澤健，井田浩文（東京電力），中山和美（東京電力），下田朋彦（東京電力）三宅康史（昭和大），神田潤（昭和大），萩原祥弘（昭和大），樫村洋次郎（昭和大）
G-2	20	24	ヘルスケアワーカー及びその他の労働者の職業性健康障害	高橋正也	岩切一幸，久保智英，Derek R. Smith（オーストラリア・ニューキャッスル大学）

VI 評価対象課題の研究概要及び評価結果

1 新規課題

1.1 労働災害防止のための中小規模事業場向けリスク管理支援方策の開発・普及 (平成25年度～平成28年度)

(1) 研究の背景等

ア. 社会的背景・行政的要請

本研究の社会的背景として、中小規模事業場の労働災害が頻発している点が挙げられる。休業 4 日以上の死傷者数(平成 22 年、全産業)をみると、労働者数 50 人未満の事業場で全体の 3 分の 2 近くの災害が発生し、労働者数 1～9 人規模の事業場の死傷災害年千人率は 300 人以上の規模の事業場の 1.57 倍にも及んでいる(製造業では 5 倍強)。また、研究代表者が行った中小企業を対象とした安全活動実態調査では、化学プロセス産業、小売業等では、中災防等災害防止団体から労働災害防止関連情報を収集する割合は低い、加盟している業界団体の多くは労働災害防止支援活動を行っていないなど、外部からの情報収集が極めて少ない。リスクアセスメントについても、中小規模事業場では「どのように進めればよいのか分からない」、「時間的、コスト的にも余裕が無い」などの理由から実効性のあるリスクアセスメントが実施されているとは言い難いところも数多く見受けられる。

一方、中小規模事業場の安全確保は、厚生労働省「第 11 次労働災害防止計画」において、リスクアセスメント推進、安全衛生管理対策強化等の面で重要とされ、また、今後 10 年のわが国労働安全衛生分野の優先研究課題を示した労働安全衛生重点研究推進協議会「労働安全衛生研究重点領域・優先課題」においても「中小企業・自営業におけるリスク管理の推進」が掲げられているなど、行政的要請が極めて高い研究テーマである。

イ. テーマに関連した研究の現状

中小規模事業場の労働災害防止に関する取組は、これまで災害防止団体で主体的に行われ多くの成果が見受けられるものの、未だ多くの課題が残されている。例えば、中小規模事業場に対し、実効性のあるリスクアセスメント手法、労働安全衛生マネジメントシステムの普及、高年齢労働者の安全確保策、ヒューマンエラー対策、職長・作業者の安全水準・安全意識向上方策等においては、更なる幅広い支援方策が必要である。当研究所は、実験等により独自に研究開発できる強みを最大限活かし、産業界等との連携を強化し、主体的かつ総合的に研究を推進することが求められている。

また、労働局、労働基準監督署では、中小規模事業場に対し効果的な指導ができるような情報提供を求めていることから、これら行政機関との連携を一層強化し、現場最前線の真のニーズに基づく研究成果を出すことも重要であり、このことは行政ミッション型である当研究所にとって非常に意義の高いものである。

既往の類似研究について、中小規模事業場の安全確保を主対象とした研究は少なく、さらに、本研究では現場ニーズの把握、研究成果の検証・改良、研究成果の普及促進等を目的に、中小企業データベースの整備等により中小企業から研究協力を受けられる体制を構築して進める。このような研究方法は他に見受けられない。

ウ. 当該研究の基となる代表者及び共同研究者の主要な成果

【査読論文】

- 1) 高木：中小建設業者のリスク適正評価支援のための各種作業等別労働災害データ分析，労働安全衛生研究，Vol.3，No.1 (2010)，pp17-25，2010年
- 2) 島田 他：Reference Model for Safety Conscious Production Management in Chemical Processes, 13th International Symposium on Loss Prevention and Safety Promotion in the Process Industries, 2010年
- 3) 大西 他：階段を降りる時の踵軌跡の特徴にもとづいた安全な階段寸法の評価，設計工学，47(7)，316-320，2012年

【著書】

- 1) 高木：建設現場のリスク適正評価ガイド【重篤度評価編】，労働調査会，2009年
- 2) 梅崎，清水，濱島，高木，島田 他，よくわかる！管理・監督者のための安全管理技術—管理と技術のココがポイント—（実践編），日科技連，2011年

【研究報告書等】

- 1) 島田：生産業務と安全管理業務との協調による労働安全衛生マネジメントの推進，労働安全衛生総合研究所技術資料，JNIOOSH-TD-No.1，2011年
- 2) 高木，島田 他：災害多発分野におけるリスクマネジメント技術の高度化と実用化に関する研究，労働安全衛生総合研究所特別研究報告，JNIOOSH-SRR-No.41，2011年
- 3) 大西 他：厚生労働科学研究費補助金労働安全衛生総合研究事業，加齢に伴う心身機能の変化と労働災害リスクに関する研究 平成21～22年度 総合研究報告書，2011年

（２）研究の概要等

ア. 研究期間内で行う研究の概要

中小規模事業場の労働災害防止を研究テーマに、これまでの当研究所での研究成果の蓄積を十分活用できる建設業、化学プロセス産業、小売業を対象に労働災害防止促進方策の開発・普及を行う（中小企業研究協力体制の構築、産業横断的研究の推進）。

研究の推進に当たり、労働局・労働基準監督署との連携を強化し事業場指導ニーズ等を把握する。また、中小企業から研究協力を受けられる体制を構築し、中小規模事業場のニーズを把握するとともに、研究成果の検証・改良及び普及促進等を行う。構築方法は信用調査会社保有のデータベース等を活用し、建設産業は一般土木建築 5000 社（当該業種全体の約 3%）、工務店 5000 社（同約 9%）、化学プロセス産業約 5000 社（同約 60%）、小売業約 2500 社（同約 50%）を対象に、研究協力を受けられる中小企業のデータベース整備等を行う。また、業界団体、学会との連携、さらに、建設産業では公共工事発注者との連携も図る。

この他、高年齢労働者の安全確保策の研究等、これら 3 つの産業の横断的研究を推進する。

【サブテーマの詳細】

サブテーマ1: 頻発労働災害防止のための中小建設業者支援方策の開発・普及

これまで、建設現場のリスク適正評価支援策、作業教育ツール等を構築してきたが、これらの研究成果等を基に、建設現場で繰り返し発生する労働災害を防止するための中小建設業者支援方策の開発を行う。具体的には、これまでの調査で中小建設業者のニーズが非常に高かった作業等の教育を取り上げ、雇入時教育、職長教育、危険予知訓練等を候補に、IT 技術や映像等を活用した安全教材（Web 教育等）、安全教育システムを開発する。工学的な対策を講じることが難しい作業状況下では、作業者に安全ルール等を遵守させる必要があるが、そのために教育・訓練による能力向上を図るとともに、安全意識向上に係る

態度変容を促す教材の開発を目指す。開発に当たっては、建設産業団体、公共工事発注者等との連携により、実効性の高いものを生み出すとともに、その普及促進を図る。

サブテーマ2:化学プロセス産業の中小規模事業場におけるリスク管理方策の普及のための研究

平成 18 年に施行された労働安全衛生法ではリスクアセスメントの実施を推奨しているが、特に中小規模事業場では、ほとんど実施されていないのが現状である。本研究では、中小規模化学プロセス産業を対象として、まず、リスク管理の実施を阻害している要因について、災害調査事例分析や現場担当者との意見交換などを通じてリスクアセスメントを実施する現場の視点で実態を調査する。実態調査を基に、リスク管理手法の提案や、リスクアセスメントを支援するツールや情報提供などの環境を整備する。さらに、現場の安全管理活動を推進するための方策について検討する。成果はガイドラインや指針などで公表するだけでなく、研修会やセミナーなどを通して現場の作業にも直接理解してもらえる方法を提供する。加えて、実際の作業現場でリスクアセスメントの実施と一緒に検討できるような、中小規模事業場でのサポート環境の構築を検討する。

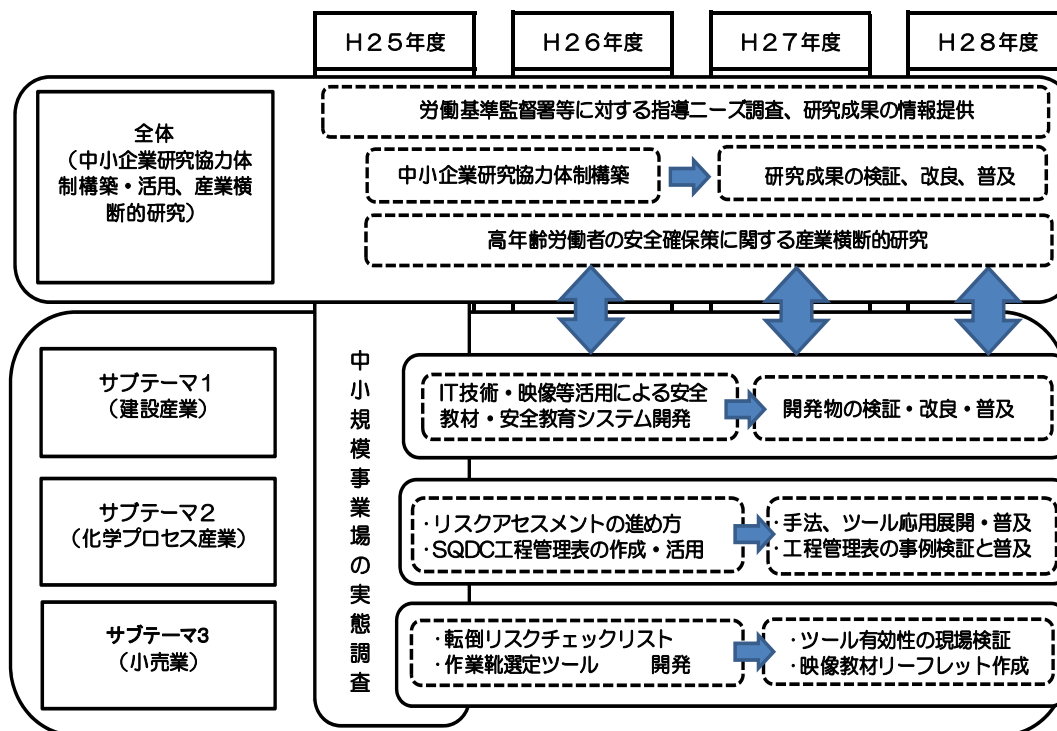
サブテーマ3:小売業における転倒災害防止支援策の検討と普及

平成 17 年から現在に至るまで転倒災害はワースト災害のままであり、労働災害全体に占める割合は増加の一途である。特徴の一つとして小売業等、第三次産業で多発していることが報告されている。そこで本研究では、小売業を対象に、産業特性を考慮した作業方法・環境のあり方、転倒リスクの低減が期待できる方策(適した耐滑性を有する作業靴使用の推奨等)について検討する。具体的には中小事業場を対象とした現場調査により転倒防止に役立つ好事例、問題点を反映する転倒防止に特化したチェックリストを作成する。また、滑りによる転倒災害に効果的な耐滑靴の使用実態を調査し、その上で作業内容に対応した耐滑性能を有する作業靴選定ツールを作成する。これらについてはサブテーマ1、2と連携しながら現場適用の検証を重ね、リーフレットや映像教材として取りまとめ、業界団体や事業場等に向けて情報発信する。

【年度ごとの研究費(概算)】

- 1 年目 25,600 千円
- 2 年目 24,100 千円
- 3 年目 30,000 千円
- 4 年目 26,250 千円

【研究期間全体を通してのフローチャート】

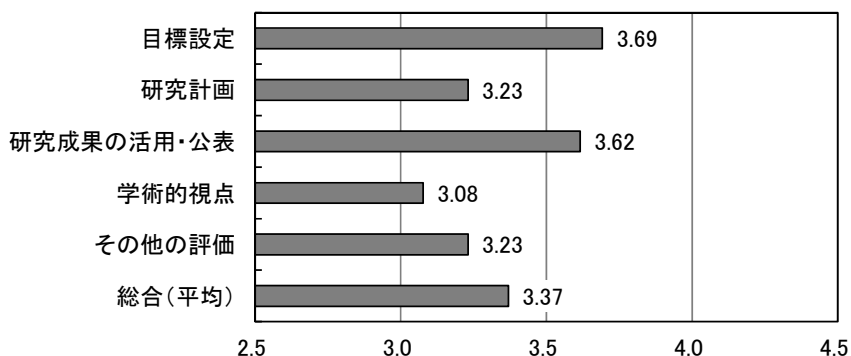


イ. 期待される研究成果

- 1) 労働局、労働基準監督署への中小規模事業場指導に資する情報提供
- 2) 中小建設業者に対する作業員等の安全教材、安全教育システムの提供・普及
- 3) 化学プロセス産業におけるリスク管理のガイドラインの提供・普及
- 4) 小売業における転倒防止対策用チェックリスト・教材の提供・普及

(3) 評価結果

ア. 評価点



イ. 評価委員のコメント

- (A 委員) 目標が明解で成果が期待できる。しかし、計画がまだまだ不明瞭な点が多く、それに伴い予算立ても少しずつさんざんが感じられる。
- (B 委員) 期待される成果が「情報の提供」や「普及」となっていますが、具体的な内容が読み取れません。期待される研究成果は、この研究の目的の意義になるわけですから、具体的に記述することを検討し

て下さい。

- (C 委員) サブテーマ 1 の教育用コンテンツ作成の際に、何らかの新たな統一的な方針、視点などを意識的に組み入れなければ内容が単にこれまでの各種教育用試料の寄せ集め、焼き直しで終わってしまう懸念がある。ニーズの調査の段階で従来の各種教材において不足していたと思える要素を十分抽出、分析してその後の研究を進めていただきたい。
- (D 委員) ①リスクアセスメントは、中小企業だけでなく、大企業でもうまく進展していないのが実情である。中小企業とすれば、ターゲットが広くなりすぎて、研究が散漫になる。②第 3 次産業は、ターゲットを絞った方がよい。③間口を広くするよりも、ターゲットを絞って、企業が使うガイドラインとなるものを期待。企業が困っているのは、危険源の見出しとリスクの受入評価である。
- (E 委員) 研究課題に「普及」という文字が掲げられている以上、何らかの形で具体的な普及が図られねば研究目標を達成したことにはならないということを強く認識して研究を進めて欲しい。
- (F 委員) 重要な研究課題である。しかしサブテーマ 1 については教育が主体となっており、従来の手法に比べて飛躍的な展開が見込めるとは思われない。サブテーマ 2 は実態調査から開始という計画であり具体策は現時点ではない。サブテーマ 3 は靴に注目しており、その対策は限定的である。全体として、中小規模事業場の労働災害防止にどの程度役立つか不透明である。
- (G 委員) 焦点が定まらず総花的。外部委託の費用が多く、外部への依存度が高い。民間のシンクタンクとの違いが出てきていない。是非、1) 行政施への貢献、2) National Center としての質の高い研究を目指してほしい。
- (H 委員) より具体的な提案が必要となろう。
- (I 委員) ①中小規模事業場の労働災害が多いのは事実であり、中小規模事業者向けのリスク管理支援は重要であると考えられるが、この研究の対象になっている事業場はどこまでの規模を対象とするのか？スライドの 2 枚目には 50 人未満の事業場の労働災害が全体の 2/3 近く発生とあるので、50 人未満を対象としているように思われるが、補足資料 p.6 のスライド 12 では、化学工業(100~299 人)、化学工業(1~99 人)の災害を 25%削減となっており、300 人規模までを対象としているようでもある。産業医や安全管理者等の選任義務があるのは 50 人以上であり、50 人以上と未満で安全衛生管理体制が異なるので、リスク管理支援方策の開発・普及に当たっては、単に中小規模事業場という括りだけではなく、事業規模による管理体制の違いも考慮して検討する必要があると考える。②「中小企業」、「労働災害防止」をキーワードにするのであれば、特に化学物質を扱う事業場では安全だけではなく、労働衛生も重要であると考えられるが、この研究では衛生面についての取組は考えていないのか？③総額 1 億円を超える高額の研究費となっているので、それにふさわしい成果を上げていただきたい。
- (J 委員) 労働現場・行政ニーズの根拠をもう少し詳しく示していただきたい。研究対象と方法の根拠である。また、経済的効果(Cost-Benefit)の分析を加えるべきであろう。サブテーマ間の関連が不明。
- (K 委員) 中小規模事業場の作業安全教育に展開できるシステムの構築に期待する。
- (L 委員) 現場の安全確保に効果があるとして法制化が順次進められている、リスクアセスメントについても中小企業への普及は、いまだ緒についた所で、今後が重要な時期と感じられる。長期に渡るテーマの場合、今後は最終年度で明確な効果測定まで持っていけるようにテーマ設定し、より効果的に普及促進に役立つものに推進して頂きたい。
- (M 委員) 前回の研究を更に発展させた研究である。日本経済における中小企業の役割の大きさの割に、労働安全への取り組みが十分になされていない現状を少しでも改善する研究であり、国の研究機関で行う価値がある。

(4) 評価委員の指摘に対する措置・対応等

御多忙の中、本研究を評価いただき厚く御礼申し上げます。

多くの委員の先生方からは、目標が明確で期待できる(A 委員)、重要な研究課題である(F 委員)、日本経済における中小企業の役割の大きさの割に労働安全への取組が十分になされていない現状を改善する研究であり、国の研究機関で行う価値がある(M 委員)など、本研究を高く評価いただきました。

一方、研究計画等について課題も指摘されました。予算面では、精査が十分でない(A 委員)、外部委託費が多い(G 委員)等の指摘がありました。この指摘を受け、初年度の研究予算は見直しを行い約 15%縮減しました。また、外部委託費は、中小企業データベース整備の対象企業数が 17、500 社と非常に多いため膨らんでしまっています。ただ、対象企業数は、減らすと研究に支障をきたすおそれがあるためこのままとし、委託業者選定の段階で、競争入札の採用等により可能な限りコストダウンに努めます。

研究成果の具体性が十分でないとの指摘がありましたが(B 委員、I 委員、H 委員)、サブテーマ 1 の研究成果は、IT 技術を活用した作業教育システム(タブレット PC 等を用いた危険要因知覚教育システム、映像等の教材を用いた Web 教育システム等)、サブテーマ 2 は、中小企業でも容易に実施できるリスクアセスメント手法及びそれを生産と一体化した安全管理活動に組み入れた仕組み、サブテーマ 3 は、小売業を対象とした転倒防止用チェックリスト及び耐滑性能を有する作業靴選定ツール等で、具体的事項に踏み込んだものと考えております。

また、労働現場、行政ニーズの根拠が十分でないとの指摘がありましたが(J 委員)、中小規模事業場の安全対策が十分でないことは、厚生労働省の労働災害防止計画等でも示されています。一方、サブテーマごとの労働現場等のニーズについては、サブテーマ 1 は、独自に行った中小建設業者を対象としたアンケート調査において、安全上の課題として最も回答が多かったのが「作業教育」であり、ニーズは高いといえます。サブテーマ 2 は、中小企業では導入が十分に進んでいないリスクアセスメントですが、建設業などと比べ、装置型産業の化学プロセス産業は導入を進めやすく、中小企業でも容易に実施できるものを構築することにより、導入が飛躍的に進む可能性があります。一方、サブテーマ 3 は、事前に小売業の労働災害データ分析を行いました。最頻発災害がすべりによる転倒災害であり、これらの労働災害防止ニーズは高いと考えております。

研究成果の経済効果の分析の必要性が指摘されましたが(J 委員)、本研究成果を普及させることにより、中小企業が個別に進めるよりも、効果的・効率的に事業場の労働災害防止活動を推進できると考えます。

また、サブテーマ間の関連が明確ではないとの指摘がありましたが(J 委員)、サブテーマは産業特性に応じて選定しているため関連が薄くなってしまっています。ただ、研究の序盤で、本研究に携わる研究員全員が 3 つの産業の中小企業の安全活動実態調査等を担うことにより、そこでの議論を通じ、ある産業の優れた点を別の産業で採り入れることにより、産業横断的な研究の促進が期待できると考えております。

そのほか、研究成果の普及活動を積極的に行うことも指摘されていますが(E 委員、L 委員)、研究を進める段階で、産業団体、学会、地方自治体(建設工事発注者)等、外部機関との連携を図り、研究成果の効果的な普及促進を図ります。

I 委員からは、対象事業場の規模が明確ではないとの指摘を受けましたが、本研究では、原則 50 人未満の事業場を対象にします。ただし、サブテーマ 2 で対象とする化学プロセス産業では、リスクアセスメントは中小企業だけでなく大企業でもうまく進展しておらず、中小企業に限定する必要がないという D 委員の指摘などもあり、300 人未満の中小規模事業場を対象とします。また、労働衛生分野の研究を実施するかどうかの質問もありましたが、中小規模事業場は、安全分野だけでも非常に多くの課題があるため、今回は研

究対象を安全分野に絞り込むこととしております。

個別のサブテーマの内容等についても指摘がありました。サブテーマ 1 では、中小規模事業場の作業員安全教育に展開できるシステム構築への期待が寄せられましたが(K 委員)、一方で、研究テーマが教育であると、従来の手法との差別化、独創性が必要であるとの指摘がありました(C 委員、F 委員)。この点については、単に教育手法を提案するのではなく、教育効果の計測により、より高い効果の見込まれるものを開発すること、教育による知識の習得だけにとどまらず安全意識の向上につながるものの開発を目指すこと、さらには、大規模な中小企業データベースの整備等により、これまであまり教育を受けていなかった作業員(所属する企業が労働災害防止団体、業界団体に属していない等)も対象に含め教育を行い、その教育効果をみることなど、独創的な研究を行います。

サブテーマ 2 では、リスクアセスメントは中小企業に限定する理由が明確でないとの指摘がありました(D 委員)、リスクアセスメント手法そのものについては、大企業、中小企業を問わず、実施すべき内容は基本的に同じであり、問題は企業における担当部署制や中小企業に多い請負関係などによる業務分担により、机上でのリスクアセスメントとリスク低減措置の検討により得られたリスク管理情報が、現場の作業員に伝わらない点であると考えます。本研究では危険源抽出に漏れがなく、危険源の発生確率及び影響を正しく評価できるリスクアセスメント手法と、リスクアセスメントの結果に基づく労働災害防止及びプロセス災害(プラント事故)防止のためのリスク低減措置の検討方法をまとめるとともに、上記リスク管理情報共有に関する課題を解決する手法について検討します。

また、実態調査から始めるという研究計画は適切とはいえないとの指摘もありましたが(F 委員)、既に中堅化学工場の見学、事業場の安全管理担当者との意見交換などを通じて、化学プロセス産業の現場での課題を整理し、今回の検討課題としています。これを基に、初年度から、これまでに明らかになった課題について議論を行うとともに、その他の様々な業態の実態調査も行い、より現実に即した手法の提案を目指します。

一方、サブテーマ 3 では、第 3 次産業は広範すぎるのでターゲットを絞った方がよいとの指摘がありました(D 委員)、ここでは小売業に対象を絞り研究を行います。また、すべりによる転倒災害だけでは限定的すぎるとの指摘もありましたが(F 委員)、小売業ではすべりによる転倒災害が最も頻発しているため、優先順位が最も高いと考え、研究対象を絞り込んでいます。

1.2 介護職場における総合的な労働安全衛生研究 (平成25年度～平成27年度)

(1) 研究の背景等

ア. 社会的背景・行政的要請

超高齢社会に突入したわが国では、急速な高齢化に伴い介護を必要とする者(要介護者)の数が急増している。厚生労働省の「介護労働者の確保・定着等に関する研究会」資料(2008)によると、要介護者数は2014年に約600万人～640万人になると予想され、その介護に従事する介護労働者(介護者)数は約138万人～156万人必要になると推定されている。最新の厚生労働省資料(介護サービス施設・事業所調査、介護保険事業状況報告)によると、2010年の要介護者数は505.9万人、介護者数は133.4万人となっている(下図)。要介護者数は年間約20万人近く増えているが、介護者数は伸び悩んでおり、2010年にはついに減少に転じた。介護職場では、現時点でさえ十分な介護者数を確保できていない。これらのことから、今後、介護者不足が更に深刻化していくと思われる。

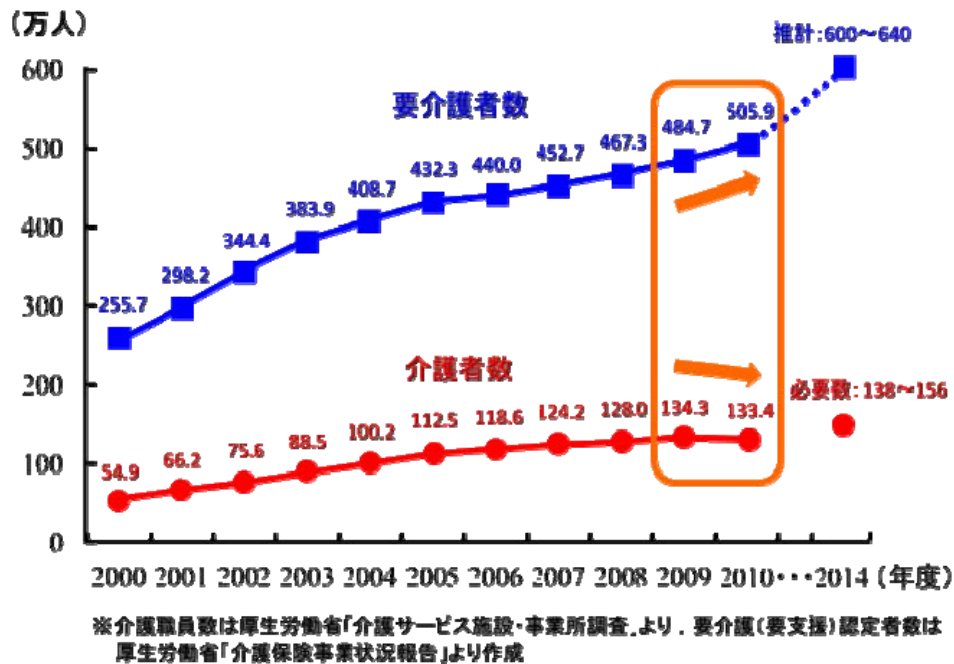


図 要介護者数と介護者数の推移

財団法人介護労働安定センターの調査(2007)によると、介護者の1年間の離職率は約20%(2011年:17.8%)に達し、そのうち勤務年数が3年未満の者は約80%を占めていた。また、厚生労働省の「社会福祉事業に従事する者の確保を図るための措置に関する基本的な指針」(2007)によると、2005年までに介護福祉士の資格を取得した約47万人のうち、全体の約43%に相当する約20万人が介護労働に従事していない。つまり、介護職場ではなかなか人員を確保できない上に、介護者が職に就いてはすぐに辞め、その後介護職に戻って来ない状況になっている。

この原因には、作業負担の大きさや労働環境の不備などがあげられる。厚生労働省の「職場における腰痛発生状況の分析について」(2008)によると、特別養護老人ホームなどを含む社会福祉施設では、腰痛発生件数が多く、その数は腰痛多発業種である保健衛生業の中でも697件中407件を占めていた。また、介

護者を対象にした種々の調査研究においても、介護労働における腰痛の有訴率は高いことが報告されている(Fujimura, 1995; 住田, 2001; 大阪府立公衆衛生研究所, 2002; 富岡と松永, 2007; 他多数)。

これらの対策としては、厚生労働省の「職場における腰痛予防対策指針」(1994)が基本に考えられる。この指針は、具体的な対策がわかりにくい点はあるが、腰痛予防対策を考える上で有用な資料となる。しかし、我々の調査(2007)によると、同指針の内容を知っている高齢者介護施設の管理者(n=50)は 28.0%、介護者(n=1146)は 4.7%のみであった。また、労働基準法や労働安全衛生法を知る者も少なく、介護職場では、労働安全衛生に対する組織的な取組や作業負担の少ない介護方法なども適切に整備されていない。このようなことから、介護者及び管理者に安全衛生活動を周知・徹底させることが、介護者にとって働きやすい環境をつくり、介護者の確保にもつながると考えられる。

また、介護者の作業負担を軽減する具体的な対策としては、介護福祉機器の活用が挙げられる。近年、わが国でも介護福祉機器の普及が進められているが、機器使用に伴う災害が発生しており、これらの安全性や利便性を考慮する必要がある。

以上のことから、本研究では、労働安全衛生に係るリスクを減らし、専門性を持った人材が働き続けられる労働環境を実現すべく、高齢者介護施設での安全衛生の活動や管理状況、機器の安全性などを調査し、安全衛生活動と介護者の作業負担や満足度などとの関係を明らかにする。その結果をもとに、各職場において安全衛生活動の改善点を明確にするためのチェックリスト形式の評価表を作成し、それに基づく改善対策を職場に提案していく。また、介護福祉機器の使用に伴う災害の防止対策を検討し、技術指針原案などを提案する。そして、介護職場への介入により、これらの提案が安全衛生活動などに及ぼす影響について検証していく。

イ. テーマに関連した研究の現状

本研究は、二つのテーマ(サブテーマ1、2)から構成する。サブテーマ1は、介護施設における安全衛生活動の評価と改善策の提案、サブテーマ2は、入浴介助機器のリスク分析に基づく安全防護の適用とする。各テーマの詳細を以下に記す。

1. 介護施設における安全衛生活動の評価と改善策の提案

労働安全衛生に関する介護作業の改善マニュアルやチェックリストは、これまでにいくつか出されている。厚生労働省・中央労働災害防止協会の「介護作業者の腰痛対策チェックリスト」(2008)は、リスクアセスメントの手法を踏まえて、腰痛を発生させる直接的又は間接的なリスクを見つけ出すことを目的に作成された。さらに、同チェックリストではリスク低減対策のための優先度を決定し、対策例をもとに改善策を考えていくようになっている。また、同省・同協会の「社会福祉施設における安全衛生対策マニュアル」(2009)は、高齢者介護施設、障害者施設、保育施設を対象に、施設における安全衛生水準の向上と労働災害の減少を図るために、腰痛対策と危険予知活動の実施促進に必要な資料として作成された。さらに、同省・同協会の「介護業務で働く人のための腰痛予防のポイントとエクササイズ」(2010)は、腰痛を引き起こす具体的な作業態様に着目し、種々の観点からの腰痛対策ポイントと職場で簡単にできるストレッチングや運動を紹介している。2008年のチェックリストの作成には研究代表者の岩切が、2009年のマニュアルと2010年の腰痛予防ポイント&エクササイズの作成には岩切と協同研究者である甲田が委員として参加している。

この他、財団法人テクノエイド協会の「リフトリーダー養成研修テキスト」(2009)は、腰痛予防に有用な介護福祉機器の導入・使用を促進する責任者を養成することを目的に作成されている。当研究所の「介護者のための腰痛予防マニュアル～安全な移乗のために～」(2007)は、介護福祉機器の使用と勤務体制の見

直しを中心とした腰痛予防対策の資料として作成されている。

これらのマニュアルやチェックリストは、労働安全衛生に関する個々の対策として有用である。しかし、高齢者介護施設では、要介護者の要介護度、認知症の程度、麻痺の有無、介護者の人数、技術、意識、介護機器の有無、施設の広さや間取りなどが多様なことから、各施設で抱える労働安全衛生上の問題は大きく異なる。さらに、介護者及び管理者の労働安全衛生に関する知識や改善意識は低い。このようなことから、個々の対策があっても、自分たちの職場では何が問題で、どのような対策を講じなければならないのか十分に整理できていない。

日本産業衛生学会では、産業保健活動状況を事業場単位で評価し、改善の行動を起こす契機にするための「産業保健活動評価表」(2003)を作成している。この評価表では、産業保健活動に関する 50 項目について「改善が必要」、「改善余地あり」、「改善は不要」、「該当せず」にチェックし、事業場にて不足・欠落している活動を明確にする。さらに、明らかになった問題点は優先項目を決め、具体的な改善策を検討していくことになっている。このような点から、産業保健活動評価表は安全衛生活動を評価するのに有用と思われる。しかし、汎用性を考慮して作成されているためか、介護作業にはそのまま使用しづらい。また、介護作業では、重点的に取り組むべき安全衛生活動が、一般的な作業と異なる可能性もある。

以上のことから、本研究では、高齢者介護施設における労働衛生活動の実態と介護労働者の負担・満足度などとの関係を明らかにすることを目的に、適正なサンプリングに基づいた全国規模のアンケート調査を実施する。そして、アンケート調査及び介入研究の結果を基に、安全衛生活動の改善点を明確にするための評価表と改善策を提案する。

2. 入浴介助機器のリスク分析に基づく安全防護の適用

現在、介護職場では「職場における腰痛予防対策指針」(1994)などに従って、介護作業の自動化、省力化や適切な補助機器等の導入が推奨されている。特に、浴室の介護作業は、車いすやストレッチャーからの移乗や浴槽内の入出浴などの負荷の高い作業を高温多湿の環境下で実施しなくてはならないため、介助福祉機器の導入が他の介護作業環境よりは比較的進んでいる。例えば、浴槽内入出浴は専用いすや専用ストレッチャーに要介護者を乗せたまま行うため、人力だけでは困難な作業であり、動力付きの昇降あるいは移動機構が導入されている。しかし、これらの機器の高出力化・自動化が進展する一方、要介護者のみならず機器操作者である介護者にとっても危険性は高まることになり、実際に使用されているこれらの機器に挟まれたり巻き込まれたりする災害が懸念される。さらに、浴室という環境であるため、滑りによる転倒や衝突、感電等の危険性も考慮しなくてはならず、入浴介助機器自体とその使用によって生じるリスクを把握、分析した上で、最適な安全防護が施される必要がある。

このような入浴介助機器に関する安全規格や基準は現在制定されておらず、機器メーカーが独自あるいは他社仕様を参考にして機器の安全設計を行っている状況にある。そこで、入浴介助機器であっても、一般の機械設備と同様に、リスクアセスメントを実施して合理的で効果的な安全設計を実施すべきであり、特に、人間を扱うという機械である以上、一般の産業用機械よりも慎重に検討されねばならない。当研究所では、一般工作機械等のリスクアセスメントとリスク低減方策の研究を実施した経験があり、その知見に基づけば、現状の入浴介助機器は安全防護の点で必ずしも十分な対策がとられているとは言えない。また、これらの機器の中には、ロボットアームに類似した機構を有する機器もあるため、人間と共存する柵で囲われないロボットとみなすこともでき、従来の産業用ロボット以上の安全性を確保しなければならない。このような機器に対する方策は、現在、当研究所が独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)から受諾して実施している「生活支援ロボットの安全性評価手法の開発に関する研究」(2009～2013)などの成果も

活用できると考えられる。

以上の点を踏まえ、本研究では、浴室で使用する入浴介助機器を対象として、これらの機器による挟まれ・巻き込まれ等の災害を防止するため、リスクアセスメントとその結果に基づく安全防護の適用を図ることとする。

(2) 研究の概要等

ア. 研究期間内で行う研究の概要

【サブテーマの詳細】

サブテーマ1: 介護施設における安全衛生活動の評価と改善策の提案

サブテーマ1では、(1) 高齢者介護施設の安全衛生活動調査、(2) 安全衛生活動の評価項目・改善策の検討、評価票・改善策案の作成、(3) 介入研究による評価・検証、(4) 安全衛生活動評価票と改善策の提案を実施する。

(1) 高齢者介護施設の安全衛生活動調査(1～2 年目)

初年度は、全国の高齢者介護施設から無作為抽出した 1000 施設(×5 名)、介護者約 5000 名を対象にしたアンケート調査を実施する。調査票は、施設用と介護者用を作成する。施設用調査票では安全衛生活動、施設規模、休業・離職者数などを調査し、介護者用調査票では参加している安全衛生活動、作業負担、満足度などを調査する。得られた調査結果からは、安全衛生活動と介護者の作業負担や満足度などとの関係を明らかにする。調査票の回収率が低い場合には、二年目前半に追加調査をする。

(2) 安全衛生活動の評価項目・改善策の検討、評価表・改善策案の作成(2 年目)

2 年目前半には、調査結果より、介護者の負担軽減に有用な安全衛生活動を明らかにし、改善策を検討する。そして、チェックリスト形式の評価票案と具体的な改善策案を作成する。

(3) 介入研究による評価・検証(2～3 年目)

2 年目の後半から最終年度にかけては、介入研究を実施して、評価表・改善策案の妥当性を評価・検証する。介入研究の対象施設は、非介入施設と比較検討する。

(4) 安全衛生活動評価票と改善策の提案(3 年目)

以上の結果をもとに、評価表・改善策案を加筆・修正し、最終的な安全衛生活動評価票と改善策を提案する。

サブテーマ2: 入浴介助機器のリスク分析に基づく安全防護の適用

(1) 入浴介助機器のリスク分析と作業分析(1 年目)

介護施設で使用されている入浴介助機器の仕様を現場調査し、機器の危険部位やリスクを分析して、安全性を評価する。この評価は、サブテーマ 1 の調査結果から主にヒューマンエラーに関する要因等を取得して行う。その評価結果をもとに、適用可能な安全装置の選定と安全要件を検討する。

(2) 入浴介助機器の安全防護物の開発(2 年目)

初年度に選定した安全装置を入浴介助機器に装備するための詳細仕様を検討し、新規開発あるいは既存保護装置等の改良を行う。ここでは、リスクが特に高いと想定される挟まれや巻き込まれの危険源に対処するための方策を主な検証対象とし、実用的な人体の接触検知手段を開発してその性能を検証する。また、その開発手段に基づくインタロック機能の基本的な性能も検討する。

(3) 実機検証と技術指針原案等の提案(3 年目)

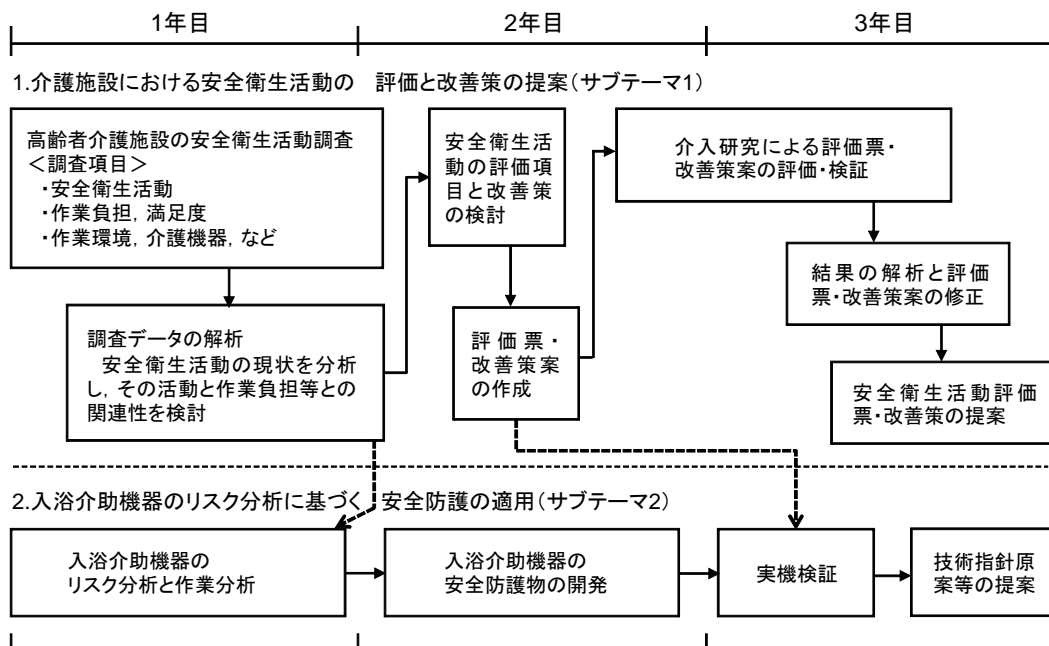
開発した安全装置を介護施設の入浴介助機器又は代替品に実装し、安全性能や耐久性等を確認す

るとともに、サブテーマ 1 の解析結果を参考にして有用性の改善を行う。得られた結果から必要な安全要件を確立し、この内容をさらに他の類似機器への水平展開を図ることで、入浴介助機器を中心とした介助機器に対する工学的な災害防止対策などに関する技術指針原案又は工業標準規格原案を提案する。

【年度ごとの研究費(概算)】

- 1 年目 14,300 千円
- 2 年目 10,000 千円
- 3 年目 6,300 千円

【研究期間全体を通してのフローチャート】

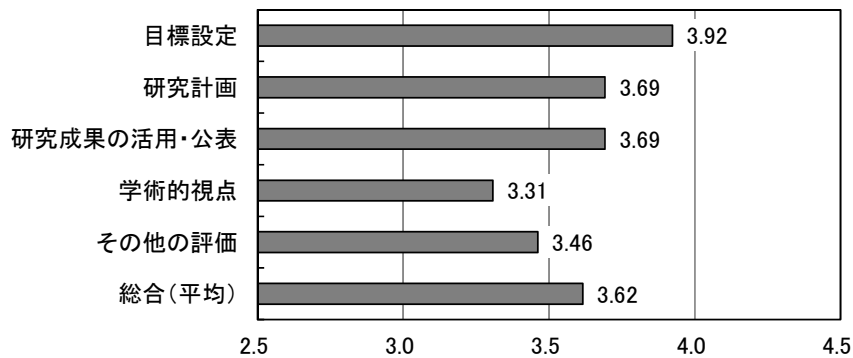


イ. 期待される研究成果

介護職場の安全衛生活動と介護者の作業負担・不満との関係を明らかにすることで、高齢者介護施設にて優先的に進めるべき安全衛生活動が明確になる。これにより、労働条件や労働環境が改善され、作業負担や不満の軽減につながり、さらには離職率の低下につながると考えられる。また、入浴介助機器を中心とした介護福祉機器の安全性に関する技術指針等の原案を提案することで、これらの機器の安全設計が容易になり、機器の安全性が向上することが期待される。さらに、安全な機器の普及促進に伴って機器誤使用などの危険な使用の改善が期待でき、安全な作業環境の構築につながっていくと考えられる。

(3) 評価結果

ア. 評価点



イ. 評価委員のコメント

- (A 委員) 介護という現代社会で最も重要な課題に取り組む姿勢に多いに共感する。介護職員の労働安全は今後最も大切な課題となる。有用な対策を構築することがポイントとなろう。
- (B 委員) 介護に関する職場は、これから増加すると考えられます。このような職場では、緊急事態等の発生が予測されますので、安全衛生に関する配慮が不十分になりがちです。この研究の成果に期待します。
- (C 委員) アンケートでは介護者と管理者の労働安全衛生に関する知識、改善意識が低い要因、背景を把握することも重要と考えられる。
- (D 委員) ①介護の現場は人手不足となっており、安全衛生活動に時間をさけていない。これを改善するには、本研究のように設備面からの労力軽減措置が必要である。介護機器の改良のニーズは高い。
②介護者の労働安全は、介護者本人の意識に期待されている部分が多いが、給料・処遇等のモチベーションが必要である。この研究とは直接関係しないが、間接的には、この意識を考慮しておく必要がある。
- (E 委員) 本研究は介護福祉機器メーカーと密接に連携して研究成果が今後の機器開発に反映されるように進めて欲しい。
- (F 委員) 労働安全衛生上見落とされがちなハイリスク職場である介護施設をとりあげて、衛生、安全両面から総合的にアプローチする視点は評価できる。サブテーマ1のチェックリストの開発は、全国実態調査とどうつながるのか明確でない点が不安材料である。
- (G 委員) そもそも、介護に人材離れが起こる原因は、3K と待遇が悪い点が指摘されて久しい。その課題に、正面から取り組まず、マイナーな安全性や腰痛防止に取り組むのはいかがなものか。演者が指摘したように、介護現場では、コスト削減で、介護者の労働安全が不十分であるなら、その点を社会科学的な視点も入れて、介護費用に労働安全のコストも盛り込むことで、一時的には介護費用は高くつくが、介護における長期的なコストパフォーマンスは向上することを示すべきである。現状をあまりにも追認する研究で、行政施策への貢献が見えない。
- (H 委員) 現在、対策が求められている重要な研究分野であり、人間工学的な成果が求められる。
- (I 委員) ①安全と衛生の両面から介護職場における問題点、改善すべき点を提案する課題であり、介護職場の現状を考えると重要なテーマであると考えられる。サブテーマ1と2に分かれており、主に1では衛生面、2では安全面が中心であるが、相互の連携を十分にとって研究を進めていただきたい。たとえばサブテーマ2の1年目にヒューマンエラー分析がある。これについては、「サブテーマ1の調査結果

より」となっているので、サブテーマ1のアンケート調査結果が出るまでこの部分の研究は開始できないことになるが、サブテーマ1のアンケート調査は1年目全体にかかっているため、タイムスケジュールを考えて円滑に進むような計画を立てる必要があると考える。②5000名対象のアンケート調査ということで、これに多くの費用がかかるのはわかるが、アンケート調査に2年間で1500万円の費用が本当に必要なのか。

(J 委員) 現場及び行政ニーズの呈示が不十分。すなわち、研究対象と方法の根拠である。サブテーマ間の関連が不明。

(K 委員) 介護職場の総合的安全衛生対策の情報発信に期待する。

(L 委員) 高齢化社会が益々進展する日本にとって、喫緊のテーマであると思います。介護をより安全にすることは、介護者と被介護者双方にとって、重要なテーマであり、最近では、介護用ロボットの開発も進んでいるようなので、課題等を共有化し有効なロボットが開発できれば、なお良いと考えます。

(M 委員) 将来の日本の産業構造を支える5つの柱の一つが、この医療介護の分野である、そこで働く人々の労働安全衛生に資する研究である。

(4) 評価委員の指摘に対する措置・対応等

本研究を御評価いただきましたことを感謝申し上げます。多くの委員の先生方には、本研究の趣旨をご理解いただき、おおむね高い評価点や肯定的なコメントをいただきました(A 委員、B 委員、C 委員、D 委員、H 委員、K 委員、L 委員、M 委員)。本研究のサブテーマ1では、介護職場において大きな健康問題となっている腰痛に着目し、高齢者介護施設を対象とした全国規模の安全衛生活動調査において、腰痛予防に有用な安全衛生活動、知識、改善意識やモチベーションなどを把握するとともに、その背景も探っていきたいと考えております(C 委員、D 委員)。また、全国規模の安全衛生活動調査結果をもとに、介護職場で有用な安全衛生活動を整理し、その活動に導くための現状確認・改善チェックリストを作成し、具体的な改善方法を提案していく予定です(F 委員)。

サブテーマ2では、腰痛予防対策として最も有用で、推進すべき安全衛生活動である介護福祉機器に着目し、機器に潜在する安全上の問題を明らかにするとともに、その解決策を提案していきたいと考えております(J 委員)。また、サブテーマ1と2では、相互に連携して調査や開発を進めていく予定です。具体的には、サブテーマ2では1年目から特定の介護施設において、ヒヤリ・ハットや事故を把握するためのヒアリングや動画撮影などの実態調査を行うとともに、サブテーマ1の安全衛生活動調査において全体的な実態把握にも努めていきます(I 委員、J 委員)。サブテーマ2で得られた結果は、介護福祉機器メーカーと連携を図り、既存保護装置を改良し、その装置の安全性能や耐久性などの評価を経て、必要な安全要件を確立したいと考えております(E 委員)。その内容は、他の類似機械にも展開できる技術指針の原案としてもまとめていく予定です。また、介護作業をサポートする新しい技術の動向についても調査し、必要に応じて開発メーカーと技術課題などの情報共有を図っていきたいと考えております(L 委員)。

調査費用が多額ではないかというご指摘(I 委員)については、調査票の回収率を上げるための謝礼も含めて、複数の業者からの見積額をもとに今回の予算額を作成しております。二年目の追加調査と介入研究の調査規模によっては、予算額が変動する可能性がありますので、適宜対応したいと考えております。

現場及び行政ニーズの呈示が不十分というご指摘(J 委員)については、以下の説明を加えさせていただきます。現在、介護現場では、介護者による要介護者の抱え上げや、前傾・中腰などの不適切な作業姿勢が強いられることから、腰痛をはじめとした筋骨格系障害の訴えが多くなっています。厚生労働省の業務上疾病発生状況等調査によると、休業4日以上を伴う主要業種別の業務上腰痛発生件数(災害性腰痛と非

災害性腰痛)は、介護者を含む保健衛生業が最も多く、2011年度は1338件(約6割が介護士、約3割が看護師)となっています。これは、2000年度の521件から考えると、約2.6倍の増加になります。介護者の労働人口はこの期間に約2.5倍増えており、腰痛が多発する介護職場が、十分な対策も講じずに数を増やしているものと思われます。この問題を厚生労働省も重く受け止め、第12次労働災害防止計画に介護者の腰痛予防対策の必要性を盛り込んでおります。このようなことから、本研究では厚生労働省と連携し、介護者の具体的な腰痛予防対策を提案していく予定です。

介護費用に安全衛生のコストを盛り込むことにつながるような研究にすべきとご指摘(G委員)については、今回の研究期間内で検証することは難しいと考えております。現状追従ではなく、作業負担の軽減や危険の予防などの労働安全衛生の観点から合理的かつ現実的な予防対策を現場に導入し、かかるコストともたらされる安全衛生上のエフェクティブネスを検証し、今後の更なる大規模かつ包括的な研究につなげていければと考えております。また、本研究で得られた結果は、厚生労働省の「職場における腰痛予防対策指針」及び「重量規制」の改定に随時反映し、行政施策へ貢献していく予定です。

1.3 ナノマテリアル等の高機能化工業材料を使用する作業環境中粒子状物質の捕集・分析方法の研究（平成25年度～平成27年度）

（1）研究の背景等

ア. 社会的背景・行政的要請

我国の産業競争力を維持するために、各種の新規素材の開発・利用がますます重要となっている。これらの新規素材は生体影響が不明であるため、取り扱う際に、予防的に労働者へのばく露防止対策を十分にとる必要がある。工業用ナノマテリアルについては、厚生労働省は、平成20年2月と21年3月の2回にわたり、予防的にナノマテリアルに対するばく露防止対策をとることを求めている（「ナノマテリアル製造・取扱い作業現場における当面のばく露防止のための予防的対応について」（平成20年基発第0207004号）「ナノマテリアルに対するばく露防止等のための予防的対応について」（平成21年基発第0331013号））。新規材料は、ばく露防止の基礎となる作業環境濃度の把握方法が確立されていない場合が多いが、組成は既存材料と同じでも原子配置や粒子サイズを制御して新規機能を持たせているナノマテリアルは、特に既存の方法論での対応が難しい。

現状の自主管理の場においても、既存の粒子状物質の測定・分析法を用いることが多いため、十分な安全率を確保するために、場合によっては過剰ともいえる対策を取らざるを得ない場合もあり、生産コストの増大や極端な場合はナノ材料の使用の回避・生産の撤退まで行われているのが現状である。したがって、ナノマテリアル由来の気中粒子測定・捕集及び分析法を開発することは焦眉の急である。

イ. テーマに関連した研究の現状

【今まで行った関連する研究の結果】

平成19年度から3年間、当研究所において「先端産業における材料ナノ粒子のリスク評価に関する研究（P19-01）」（以下「P19-01」という。）を行い、ナノ材料の使用の実態やばく露の可能性の高い作業などについて研究を行った。さらに、1年間、厚生労働省より受託した受託研究「ナノマテリアルの作業環境中における挙動等の調査事業」（以下受託研究という。）により、二酸化チタン、シリカ、カーボンナノチューブについて、現場調査と模擬的な作業により、ナノマテリアル粉体取り扱い作業におけるナノマテリアル由来気中粒子の挙動を解析した。

その結果、リアルタイム性がある簡便な装置で実行可能な粒子濃度計測を行い、作業と関連付けて、濃度変化が観測できる場合は、作業工程の改善などに有用な情報をもたらすが、空気中に存在するバックグラウンド（以下「BG」という。）ナノ粒子による妨害が問題となることが明らかになった。諸外国の他機関の研究でも、我々の研究結果とほぼ同様であり、OECDのばく露リスクアセスメントのガイドラインでも、粒子濃度測定は予備的調査と位置付けられており、ばく露リスク確定のためには、成分分析が重要視されている。但し、粒子濃度測定が持つ簡便、すぐに結果がわかる等の特長は、実務面では非常に有用であるため、粒子測定を用いたばく露リスク管理を行う手法の開発に関する期待は大きく、装置の改良や異なる測定原理の導入などの研究を更に行う必要性は高い。

粒子測定とともにナノマテリアルのリスク評価に重要な方法である成分分析については、ナノ材料を単独で粉体として取り扱うような場合に対応できる方法については、我々及び他の研究機関においてもある程度研究が行われている。しかし、二酸化チタンのように、同じ成分でありながら、有害性が高いとされる小粒径粒子と比較的有害性が低いとされる大粒径粒子が作業環境中の空気に混在している場合、カーボンナノチューブ等のナノ材料を含む複合材料の加工時に発生する粒子中のナノマテリアルの分析方法について

は更なる研究・開発を行う必要がある。

【当研究所が行う理由】

本研究の元として P19-01 及び受託研究で行った現場の実態把握並びに特にナノ材料取り扱い職場での現場調査のノウハウがある。ナノ材料に関しては、対象材料・工程の種類で、当研究所の現場調査の経験量は国内ではトップ水準にあり、世界的に見ても有数のものである。3年間の P19-01 及びそれに続く受託研究での実態把握をベースとすることにより、実験室実験、特に試験粒子の発生について、現場との乖離を防ぐとともに、研究の進捗状況により現場調査が必要となった場合、P19-01 で得たノウハウおよび機材を利用できるため、本研究の遂行は当研究所が行うのがもっとも合理的である。

(2) 研究の概要等

ア. 研究期間内で行う研究の概要

【研究の全体】

本研究では、実際の工業用ナノマテリアルを用い、研究所にあるナノマテリアル取り扱い作業が可能(吸排気とも HEPA フィルター装備)な2つの粉じんチャンバー(容積 15m³ および 27m³)内で模擬的に試料を発生させ、各種測定装置及び分析方法の検証を行う。本研究を遂行する際に基礎となる、試験粒子の発生については、現在基盤研究として行っている研究成果を基に行う。また、分析結果の検証に必要な被験材料のキャラクタリゼーション(透過電子顕微鏡による観察、X 線回折パターンへの解釈、炭素材料の分析など)は、石綿および代替繊維の分析等に関する研究所のノウハウの蓄積を基に行う。

対象物質

本研究が対象とするナノマテリアルは、二酸化チタン(チタニア)とカーボンナノチューブ(CNT)であり、研究の進捗状況に応じて、二酸化ケイ素(シリカ)、カーボンブラック(CB)などの材料への応用も検討する。

これらの材料は、以下の理由により選定した。

- ・ 生産量・使用量が多く、関連する労働者数も多い(チタニア、シリカ、CB)。
- ・ 粒子径による有害性の違いの可能性が指摘されており、粒子径別の評価が重要である(チタニア)。
- ・ ナノ材料として将来性が期待されており、産業での重要性が非常に高い(CNT)。
- ・ 使用形態として、様々な表面加工、添加剤の共存などがあり得る。

粒子測定によるナノ材料由来粒子の分析に関する研究

空気中の粒子を光散乱や、静電気量測定で計数する粒子測定は、測定装置の取り扱いそのものは簡便であること、結果がすぐわかるリアルタイム性等のメリットがある反面、ナノマテリアルで問題となる 100nm 以下の粒子については、作業由来外気由来の粒子との区別を如何に行うかという問題があり、クリーンルーム内など限られた状況以外では用いることができない。本研究では、外気と作業由来では、粒子の発生要因及び粒子の成分が異なることから、粒子の大きさ(粒径分布)や粒子の密度分布が異なるという仮説に基づき、

- ・ 走査粒子移動度粒子サイザー(SMPS)、光散乱粒子サイザー(OPS)を2組用い、微分型粒径分布を作業近傍と外気取り入れ口で同時に測定することにより、外気由来の粒子のバックグラウンド粒子の影響を除去し、作業由来の粒子発生を測定する方法
- ・ エアロゾル質量分析計(APM)と SMPS 又は OPS を組み合わせて測定することにより、粒子の密度分布を求めナノマテリアル由来の粒子濃度を知る方法

の2つの方法の実現可能性を模擬試料により検証する。APM ではこれまでリアルタイムで情報が得られな

かった質量濃度の測定が可能となり、また、SMPS も APM も、最近になって、現場に持ち込める小型の装置が実用化されたため、これらの装置の労働環境管理への適用可能性の評価を行うこととなる。

これらに加え、より安価で普及している光粒子カウンターでの 1 次管理(スクリーニング)の可能性を SMPS、APM 測定結果と比較して検証する。

無機材料(金属化合物)由来の気中微小粒子の分析に関する研究

無機材料の分析については、蛍光 X 線分析(XRF)、レーザー気化誘導結合プラズマ質量分析(LA-ICP-MS)及び粉末 X 線回折(XRD)を用いたナノマテリアル由来粒子の分析方法を検討する。

XRF 及び LA-ICP-MS はいずれも、試料を固体のまま測定できるという特長を持つ。ナノマテリアルのうち、金属化合物については、粒子を捕集した後、酸などで分解(溶解)し、水溶液試料とした後、高感度金属分析法である誘導結合プラズマ発光/質量分析法(ICP-AES/MS)による分析を行う。しかし、ナノマテリアルには、油への分散性や樹脂材料などとの親和性を向上させるために表面を疎水性加工したものがある。また、既に油や樹脂と混合した材料の加工時にナノマテリアル由来の粒子が労働環境中に放出される可能性もある。これら水溶液化が困難な粒子の分析に XRF、LA-ICP-MS の応用を検討する。これらの方法は水溶液化が不要である反面、フィルター上に均質に粒子が捕集されない場合など測定誤差をもたらす可能性がある。そこで、模擬試料を用いて、既存の分析法や、SMPS、APM 測定の結果と比較しながら、XRF 及びおよび LA-ICP-MS 法の分析条件・試料の捕集条件の双方について最適化を図る。

CNT(複合材料も含む)の分析法の開発

CNT については、フィルター上に捕集した粒子の炭素成分を、酸素濃度および昇温条件を制御した条件で加熱し、酸素の有無及び燃焼した温度で炭素成分を分析する有機炭素/元素炭素モニター(炭素モニター)による分析の最適化を検討する。炭素モニターによる炭素分析は、当研究所では 10 年ほど前より継続的に行っており、CNT についても CNT 単独で取り扱う職場において、CNT と外気由来の炭素(主にディーゼル排ガスなど)を、分離する条件を得ている。本研究では、CNT を樹脂や繊維に混ぜて使う際に共存する界面活性剤などの添加剤や、樹脂・繊維が共存する条件での分析条件の検討を行う。具体的には、炭素モニターの昇温条件の最適化、作業によりもっとも CNT 含有粒子が多くなると考えられる粒子径の粒子を捕集し、BG 粒子由来の炭素の影響を低減する捕集方法の最適化を検討する。

現場での検証

実験室内で開発した方法を実際の現場での測定を行い検証する必要がある。3 年計画のうち、2 年目後半にそれまでの研究成果を基に一度現場の測定を行い、そこで出た問題点を基に、方法の改善を行いたいと考えている。ただし、ナノマテリアルは、最先端の技術であるため、現場に入ることが大変難しいため、予定通り現場調査が行えるかどうかは未定である。

結果の体系化および結果の利用

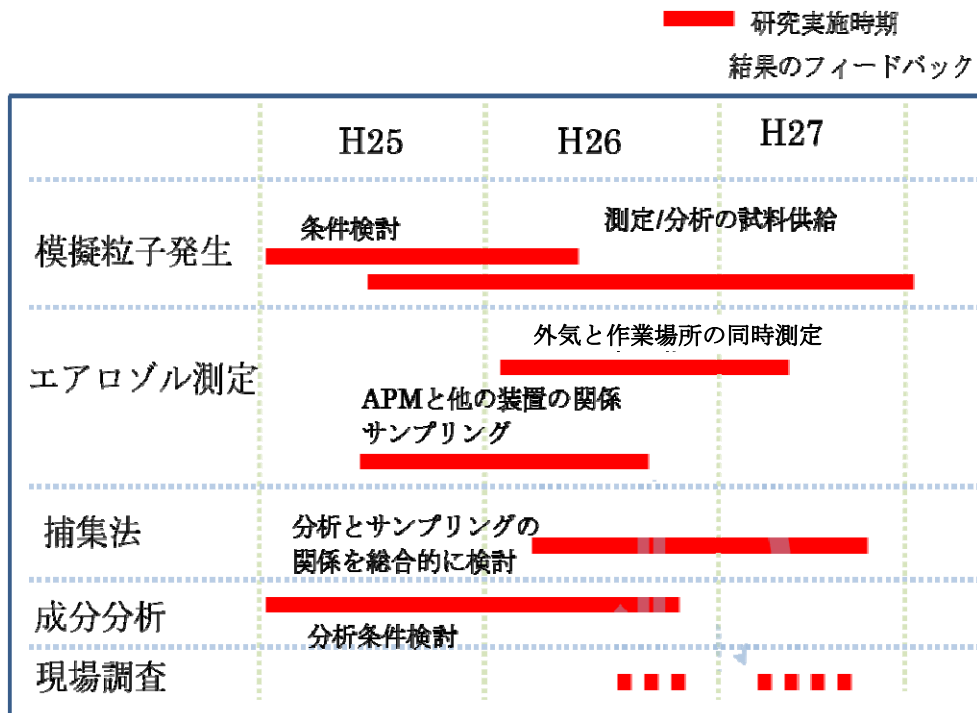
ナノマテリアルは材料の種類も多く、作業も多岐にわたるため、それらを網羅的にカバーするマニュアルを作成するのは困難であり、材料(ナノ材料単独か複合材料か等)、作業(粉体としての取り扱いか、ナノ含有材料の二次加工か等)、環境(クリーンルームか否か等)によって、測定・分析方法を使い分ける必要がある。

本研究で研究する測定法・分析法についても、ある程度、材料・作業に依存(特化)したものにならざるを得ないが、それらの結果をまとめ、整理することにより、材料、作業、環境に応じた測定・分析方法の方針を示すフローチャートのようなものを作成し、それをホームページなどに公開することを目指す。

【年度ごとの研究費(概算)】

- 1年目 20,200 千円
- 2年目 11,500 千円
- 3年目 7,000 千円

【研究期間全体を通してのフローチャート】



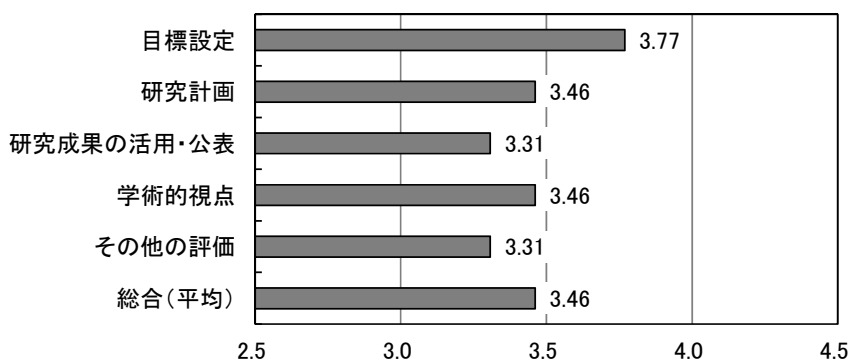
イ. 期待される研究成果

本研究を遂行して、ばく露アセスメントの方法を提供できれば、労働基準局長通達(平成 21 年基発第 0331013 号)で要請されている予防的措置をより実効性のあるものにすることができる。

また、今後ますます増える、ハイテク系新素材の労働環境管理、ばく露防止にも本研究の研究成果は適用可能であると考えます。

(3) 評価結果

ア. 評価点



イ. 評価委員のコメント

- (A 委員) ナノ材料に関する当研究所の現場調査のノウハウは世界のトップクラスであるとの自負はおおいに期待できる点であろう。現在日本で最も困難な問題は原子力発電所事故に伴う放射能の問題である。本研究所のナノ材料に関するノウハウを放射能除染の問題に適用できないものか、問題の提起をしたい。
- (B 委員) 期待される研究成果の部分で、「ばく露アセスメントの方法を提供できれば」となっていますが、この部分が仮定なのですか。もし仮定であるとする、「期待される研究成果」が曖昧になります。「期待される研究成果」を明確にする必要があると思います。
- (C 委員) 研究項目を具体的に詳しく設定している点は評価されるが、研究期間を考えると項目を絞ってもよいと思われる。研究成果をまとめるにあたっては、個々の測定方法の実用性を判断する上で重要となると考えられる、測定技術の難易度、手間、費用の見込みなどの情報の充実も望みたい。
- (D 委員) ニーズ並びに期待が大きい。しかし、ターゲットを明確に、どこまでを実施するかを決めておく必要がある。
- (E 委員) ナノマテリアルを使用する労働環境で予測される健康被害を低減するという観点から、研究成果の情報発信方法を工夫して欲しい。
- (F 委員) 複雑なナノマテリアルの新しい測定手法の開発を行うためか、研究計画の達成目標やそのための手順がやや自信なさげに見える。予備実験などを行ってから研究プロジェクト申請をすることが適切ではなかったか。また行政施策や現場での有用性についても不透明である。
- (G 委員) 研究計画や目標が明確。しかし、その一方で、既に多くの研究がなされていると思います。
- (H 委員) 新しい労働環境への対策として、研究成果が期待される。
- (I 委員) 環境気中のナノ粒子の捕集、分析法について検討する研究である。特に作業由来の粒子をバックグラウンド粒子と分けて分離測定する方法を検討するということで、バックグラウンドの影響を除去し、質量濃度で計測できるようになれば、リアルタイムモニタリングの信頼性が増すので、作業環境管理上有用な成果が得られることが期待される。外気由来と作業由来で粒径が異なることを利用して分離するという点であるが、ナノ粒子には凝集性があることや、粒子の種類によって特性が異なることが考えられるので、これらを考慮した上で、信頼性が高く効果的な測定法の開発を期待する。また、計測の精度が良くてもコストが高ければなかなか普及しにくいと思われるので、最終的には経済的な観点を踏まえた検討も必要と考える。
- (J 委員) 生体影響と関連付けて研究を行ってこそ、「労働安全衛生研究所」の価値がある。
- (K 委員) 重要な研究課題であり、測定技術の向上に期待する。
- (L 委員) ナノテクノロジーは、日本が先進主導できうる技術分野であり、今後カーボンナノチューブ等有望な成長分野として期待されている。一方、欧州では、「ナノ」という単語自体が、即「危険」というイメージに結びつき、決してハイテクイメージで推進される状況ではないところである。したがって、ナノマテリアルの工業化推進に伴い、生産現場での安全性も必要不可欠の課題となってくることから、早急に問題点の把握・改善を推進する必要がある。
- (M 委員) 工業材料は多種に及ぶので、この研究が目指す中粒子の材料の範囲を明確にすることがよい。この研究では扱えなかった材料においても、なにがしかの示唆を与えられれば研究成果の範囲が広がると考えられる。

(4) 評価委員の指摘に対する措置・対応等

御多忙のところ先生方には本課題について評価していただきましてありがとうございました。先生方よりいただいた御意見を元に、当該研究計画をさらにブラッシュアップしてまいります。

A 委員御指摘の放射能対策への応用ですが、事故当初の放射性物質の挙動に関しては、既に大気環境のナノ粒子に関する研究者による多数の研究があると考えられます。関連して除染作業時の労働者防護、特に内部被ばく防止について、当研究所では別課題として取り組んでおります。その研究結果によれば、現在の現場の状況は、ナノ粒子というより従来の有害物質ばく露防止に関する知見が有用だと考えております。

B 委員、D 委員、M 委員より目標が不明瞭である。また、C 委員より研究項目が多すぎるとの御指摘をいただきました。これらの御指摘を受け、目標としてまず、金属系と炭素系それぞれ 1 材料(二酸化チタンと MWCNT を予定)の分析方法の作成を目指す、最初の目標を明確化いたしました。F 委員より予備的検討が不足しているのではないかと、逆に、G 委員よりすでにやり尽くされているのではないかと御指摘もいただいております。ナノ粒子に関しては平成 19 年度より 3 年間プロジェクト研究を行い、その後も基盤的研究等で、情報収集および実験的検討を継続しております。その間にナノマテリアルの使用例が増え、使用形態も多岐にわたるようになり、既存の方法だけではナノマテリアル取り扱い職場の環境管理をカバーしきれないため、ナノマテリアル取り扱い職場の環境管理方法を改めて、プロジェクト研究として実行する必要があると考えております。外部評価委員会ではその部分の説明が不足しており、申し訳ございません。J 委員の生体影響との関連についての御意見ですが、研究所の別のグループがナノマテリアルの生体影響の研究を行っております。逐次情報を交換して研究にフィードバックさせてまいります。

H 委員、I 委員、K 委員 L 委員よりいただきました、ナノテクノロジーの日本の産業における重要性に鑑みしっかり研究を進めるようにとの御意見は、肝に銘じて参ります。その際、分析法ができてコストが高すぎではいけない(I 委員)、情報発信方法を適切に(E 委員)との御指摘も踏まえて研究を行います。

M 委員からの研究対象以外のナノマテリアルへの応用もできるような成果を、との御指摘についてですが、分析方法は材料に依存する面が大きいので難しい面がありますが、粒子計測については、粒径・比重・屈折率などといった物性データを基に研究対象のデータを整理することにより、他の材料についても応用可能な知見が得られる可能性があるかと予想しています。

2 終了課題

2.1 災害復旧建設工事における労働災害の防止に関する総合的研究

(平成21年度～平成23年度)

(1) 研究概要

我が国は、世界有数の地震多発国であり、過去には幾度も巨大地震による被害を受けており、今後も更なる巨大地震の発生が危惧されている。また、大型台風も毎年のように発生しており、建築物の被害や土砂災害が発生している。更には、近年の異常気象に伴ってゲリラ豪雨や巨大竜巻の発生も多発している。それら自然災害等が発生した後は、建築物や崩壊した斜面等の復旧工事が必要になることが多い。これらの復旧工事では迅速性が要求されるため、安全のための十分な調査が行われずに開始されることが多く、復旧工事を行う作業員は不安全な状況下で作業を強いられることが懸念されている。このため、本研究では二次災害が発生しやすい状況下での災害復旧工事について、その危険性を明らかにし、現場への労働災害防止対策の提案を行うことを目的とする。

ア. はじめに

我が国は、自然環境において極めて特異な国であるといえる。世界有数の地震多発国であり、過去には幾度も巨大地震によって建築物等が倒壊するなどの甚大な被害を受けており、現在も東海、東南海地震及び関東地方を中心とした首都圏直下型地震等の発生が危惧されている。地震のみならず、大型台風も毎年のように日本列島に上陸しており、その都度日本列島各地で建築物の屋根が飛ばされる、飛来物によって壁面が破壊される等の被害が発生している。また、集中豪雨による地すべり、崖崩れ、落石等の土砂崩壊災害も多発しており、崩壊した土砂が民家を押し潰す被害の他、河道閉塞、橋梁の倒壊等による交通網やライフラインが寸断する被害も発生している。更には、近年の異常気象に伴ってゲリラ豪雨や巨大竜巻の発生も多発している。それらの自然災害を予知し、被害を未然に防ぐことは現在の科学技術をもってしても困難である。そのため、それらの災害が発生した後は、建築物の解体・撤去工事や補修工事、崩壊した土砂の除去、交通網の復旧工事が必要になる。復旧工事においては、崩れやすい斜面下における土砂の撤去に伴う二次災害の防止、被害を受け不安定になった半壊状態の建築物の余震による倒壊に伴う二次災害の防止、被害者救助のための建物内の緊急工事に伴う二次災害の防止、物資供給のための交通網の早期復旧等が求められているため、迅速性が必要とされる。そのため復旧工事では、通常の新設工事では設置される仮設足場等が設置できない場合も多く、作業員は劣悪な環境下での作業や、安全性に関する調査が不十分な状況下での作業が強いられることが多い。そこで本研究では、災害復旧工事の危険性を明らかにし、作業員が二次災害に巻き込まれるおそれを回避させるための労働災害防止対策の提案を行うことを目的とする。

イ. 研究の全体像

本研究は、はじめに平成 16 年新潟県中越地震、平成 19 年新潟県中越沖地震における労働災害の発生状況について調査を行い、災害復旧工事における労働災害の特徴を検討した。その結果を踏まえて、被災した斜面の崩壊メカニズムや損傷を受けた建築物の耐力等を実験と解析によって解明し、それらの損傷程度による危険度の評価指標に基づいて、労働者や建設機械等の立入制限、作業制限等の検討を行うとともに、作業方法の提案や現場で利用可能な保護器具等の開発を行った。

これらを実現するために、本研究は、次の 3 つのサブテーマに分けて実施することにした。以下にそれぞれのサブテーマの概要について述べる。

(1) 地盤災害の復旧工事における労働災害防止に関する研究

災害復旧工事中の労働災害の発生状況やその傾向について、新潟県中越地震と新潟県中越沖地震による復旧工事の労働災害に関する調査・分析を実施した。これらの地震は、ほぼ同じ地域で発生したが、地震の特性が異なったため、被害状況も異なるものとなった。そのため、必要とされた災害復旧工事にも違いが発生した。これらを考慮して工事種別の違いによる労働災害リスクの予測の可能性について検討を行った。

土砂災害の復旧工事における崩壊危険性の解明を試みた。労働安全衛生規則では、崩壊しやすい状態の地山に係る掘削勾配の基準をそうでない場合より厳しく設定している。しかしながら、崩壊しやすいか否かについては、工学的に未解明な点が残されている。それにもかかわらず、土砂災害の復旧工事の安全性評価は、事業者に委ねられているのが現状である。そこで、土砂災害の復旧工事における崩壊危険性について、動的遠心模型実験、数値解析等から崩壊土砂の堆積形状を推定し、それを実大モデルに再現して、崩壊土砂を撤去する復旧工事の模擬実験を実施し、工学的知見の蓄積を図った。同時に、実際の砂防堰堤工事現場で土の移動量を測定するための計測機器を設置し、施工中の計測監視を実施し、断続的な変形等のデータの取得を試みた。

さらに、地盤災害の復旧工事に利用可能な保護器具や警報システムの開発を行った。土砂崩壊により、生き埋めや下敷きとなった被災者の救出活動では、救出作業者が二次災害に巻き込まれる可能性がある。そのため、土砂の表層部の微小な変化を観測することによって、土砂斜面の崩壊危険性を知らせる警報システムを開発した。さらに、崩壊発生時に人命を保護する器具の使用などの工事現場で利用可能な労働災害防止対策を検討した。

(2) 損傷を受けた建造物の倒壊危険要因の検討

地震によって半壊状態になった建築物に閉じ込められた住民の救出作業、あるいは、その建築物の改修・解体作業中に余震が発生すると、その建築物が倒壊する危険性が非常に高くなる。そのため、それらに従事している作業者が二次災害に巻き込まれることが危惧されている。そこで、地震によって被害を受けた建築物の余震による倒壊危険性を実験及び解析的に検討した。検討対象とした建築物は昭和 56 年に施行された新耐震設計法が施行される以前に設計・施工された、比較的強度が低く、現存棟数が多い木造建築物とした。建築物が倒壊する危険性は、その建築物が地震によって最大耐力を発生する時の変形以上の変形を経験しているか否かに左右される。これまでの研究では、建築物の変形角と外壁、内壁の損傷状況の関係が定性的に示されているに留まり、それらに精通している研究者であっても、損傷状況から当該建築物が最大耐力を経験しているか否かの判断は困難であった。そこで、代表的な二種類の外壁を選定し、それらの被害状況から、当該建築物が最大耐力を発生する時の変形以上の変形を経験しているか否かの判断ができる定量的な指標を示すための実験的検討を試みた。また、本震で受けた被害状況と余震の大きさをパラメータとした解析的検討を行い、余震による建築物の倒壊危険性に関する検討を行った。さらに、余震による倒壊危険性が高い建築物の復旧工事を安全に行うための、簡易な補強あるいは倒壊防止のための対策工の検討を行った。

(3) 損傷を受けた建造物の改修・解体工事における安全対策

台風、竜巻等の強風により、屋根の損傷が毎年発生している。近年の異常気象により、その発生件数は増加することが予想される。このような被害の多くは、スレート屋根で発生しており、多くの場合、雨を伴う強風に起因することから、迅速な復旧工事が要求される。そのため、十分な準備が整う前に作業に移行するこ

ともある。そこで、復旧工事における被災構造物の改修時の問題点について文献調査や現場調査を実施し、特に踏抜きの危険性が高い箇所や、その典型的な踏抜き事故の発生メカニズム等について検討を行った。さらに災害復旧工事では、自然災害や経年劣化等に起因して屋根材が損傷している場合があるため、作業箇所への移動中の踏抜き事故も多く発生している。以上を踏まえ、スレート屋根部材が損傷した状態を前提とした安全対策について検討を行った。

具体的には、人体ダミーを用いた実験で、スレート屋根の踏抜きに関する危険性を調べた。さらに、スレートを踏み抜いた場合においても作業員を墜落させないための対策を検討した。墜落防止対策には、安全ネットや安全ネットを改良したシートの他、簡易に親綱を設置する方法についても検討を行った。これらを通じて、新たな安全で簡便なスレート屋根補修工法及びその保護器具を提案した。

ウ. 今後の展望

本研究では時間及び人員の制約から、一部の土質の限定的な傾斜角の斜面、あるいは一部の建築物の壁材料、屋根材料に対する検討しか行えなかった。今後は研究対象を更に広げて、データの蓄積を図り、現在危惧されている、東海地震、東南海地震、関東都市直下型地震等において想定されている災害復旧工事の安全水準の向上に寄与していきたいと考えている。

エ. 年度ごとの研究費

- 1年目 30,699 千円
- 2年目 30,541 千円
- 3年目 26,888 千円

オ. 研究業績リスト

平成 24 年度	
1	国内外の研究集会発表 伊藤和也, 笹原克夫, 芳賀博文, 土佐信一, 南雲政博, 内村太郎, 王林, 矢野真妃 (2012) 施工中の斜面崩壊による労働災害防止のためのモニタリングに関する実地観測. 砂防学会, 平成24年度砂防学会研究発表会, No.66, pp.472-473.
2	伊藤和也, 吉川直孝, 堀智仁, 林豪人, 小浪岳治, 平原直征, 丸山憲治 (2012) 遠心場掘削シミュレータを使用した簡易な斜面補強工法の斜面安定効果に関する遠心模型実験. 第47回地盤工学研究発表会, 講演予稿集, pp.779-780.
3	玉手聡, 堀智仁, 伊藤和也, 吉川直孝, 三國智温, 末政直晃, 片田敏行 (2012) 実大規模実験による斜面の浅いせん断ひずみと崩壊予兆の解析. 第47回地盤工学研究発表会, 講演予稿集, pp.1833-1834.
4	三國智温, 末政直晃, 片田敏行, 玉手聡, 堀智仁 (2012) 震災後斜面における土砂撤去の実験的モデル化と崩壊計測. 第47回地盤工学研究発表会, 講演予稿集, pp.1647-1648.
5	林豪人, 小浪岳治, 平原直征, 伊藤和也, 吉川直孝, 堀智仁, 丸山憲治 (2012) 簡易な斜面補強工法の労働災害発生リスクの低減効果に関する遠心力載荷模型実験. 第47回地盤工学研究発表会, 講演予稿集, pp.781-782.
6	玉手聡, 堀智仁, 三國智温, 山本希 (2012) 胴体模型を用いた土砂埋没時の作用圧力の実験的計測. 安全工学シンポジウム2012, 講演予稿集, pp.510-513.
7	高梨成次, 大幡勝利, 高橋弘樹 (2012) 木造住宅の倒壊危険性の判定基準に関する研究. 安全工学シンポジウム2012, 講演予稿集, pp.528-529.
8	玉手聡, 堀智仁, 伊藤和也, 吉川直孝, 三國智温, 末政直晃, 片田敏行 (2012) 表層に亀裂を有する実大斜面の切土掘削による崩壊実験. 平成24年度土木学会全国大会, 第67回年次学術講演会, 講演概要集, pp.61-62.
9	三國智温, 末政直晃, 片田敏行, 玉手聡, 堀智仁 (2012) 地震後の斜面劣化に関する実験的考察. 平成24年度土木学会全国大会, 第67回年次学術講演会, 講演概要集, pp.621-622.

10		高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹(2012)FRP検査路の手すり耐力に関する実験的研究. 平成24年度土木学会全国大会, 第67回年次学術講演会, 講演概要集, pp.931-932.
11		坂楨義夫, 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 道場信義, 小野寺元, 加川啓介, 大橋好光(2012)旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その12動の実験と静的実験結果の比較). 2012年度日本建築学会大会, 学術講演梗概集, pp.387-388.
12		小野寺元, 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 坂楨義夫, 道場信義, 大橋好光(2012)旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その13 ひび割れ幅と残留変形). 2012年度日本建築学会大会, 学術講演梗概集, pp.389-390.
13		高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 坂楨義夫, 道場信義, 大橋好光(2012)旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その15 本震による損傷度と余震の大きさをパラメータとした地震応答解析). 2012年度日本建築学会大会, 学術講演梗概集, pp.391-392.
14		高橋弘樹, 高梨成次, 大幢勝利, 加川啓介, 道場信義(2012)仮設構造物による損傷を受けた木造住宅の倒壊に対する補強に関する研究その1実験概要. 2012年度日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 材料施工, pp.143-144.
15		加川啓介, 高橋弘樹, 高梨成次, 大幢勝利, 道場信義(2012)仮設構造物による損傷を受けた木造住宅の倒壊に対する補強に関する研究 その2 足場の組み方の検討. 2012年度日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 材料施工, pp.145-146.
16		道場信義, 高橋弘樹, 高梨成次, 大幢勝利, 加川啓介(2012)仮設構造物による損傷を受けた木造住宅の倒壊に対する補強に関する研究 その3 床の耐荷重. 2012年度日本建築学会大会, 学術講演梗概集, 材料施工, pp.147-148.
平成 23 年度		
1	原著論文	伊藤和也, 野田昌志, 吉川直孝, 堀智仁, 玉手聡, 豊澤康男, 末政直晃(2011)新潟県中越地震・新潟県中越沖地震における災害復旧工事中の労働災害に関する調査・分析. 土木学会論文集F6(安全問題), Vol.67, No.1, pp.27-40.
2		豊澤康男, 伊藤和也, 吉川直孝(2011)災害復旧工事中の労働安全衛生上の問題点と対策について. 土木学会論文集F6(安全問題), Vol.67, No.2, pp.I_155-I_160.
3		伊藤和也, 豊澤康男, 高梨成次(2011)建設業における震災復旧工事中の労働災害の防止.安全工学協会, 安全工学, Vol.50, No.6, pp.450-457.
4	研究所出版物	伊藤和也(2011)土砂災害はどのようにして発生するのか. 平成23年度安全衛生技術講演会, 平成23年度安全衛生技術講演会講演概要集, pp.1-11.
5		伊藤和也(2011)東日本大震災の復旧・復興工事中における労働災害の現状. 平成23年度労働安全衛生重点研究推進協議会シンポジウム, pp.1-8.
6	国内外の研究集会発表	Kazuya Itoh, Naotaka Kikkawa, Yasuo Toyosawa, Naoaki Suemasa, Toshiyuki Katada (2011) Failure mechanism of anchored retaining wall due to the anchor head itself being broken. International Symposium on Backwards Problem in Geotechnical Engineering and Monitoring of Geo-Construction, Proceedings of the TC302 Symposium in Osaka 2011, pp.13-18.
7		Yasuo Toyosawa, Kazuya Itoh, Katsutoshi Ohdoh, Yasumichi Hino(2011) An Analysis of Labor Accidents Occurring in Disaster Recovery Activities Following Some Major Earthquakes in Japan. Asia Pacific Symposium on Safety 2011, pp.190-193.
8		Yasumichi Hino(2011)Labor accidents due to disaster relief work at construction site in JAPAN. Asia pacific symposium on safety 2011, pp.188-189.
9		Yasumichi Hino(2011)Fundamental Experiments on Head Impact Load due to Falling from Height. International Conference on slips, trips & falls, International Conference on slips, trips & falls, CD-ROM, Buxton, United Kingdom, HSL.
10		伊藤和也(2011)地盤に関連した労働災害の現状と対策について. シンポジウム 暮らしの安全と地域再生への挑戦地盤の災害を考える, pp.25-33.
11		豊澤康男, 大幢勝利, 高梨成次, 日野泰道, 高橋弘樹(2011)建設工事中の労働安全衛生管理について-国際比較調査を通じて-. 安全工学シンポジウム2011, 講演予稿集, pp.403-404.
12		大幢勝利(2011)東日本大震災における安全問題とBCP-土木学会安全問題研究委員会の取り組み-. 安全工学シンポジウム2011, 講演予稿集, pp.150-151.
13		高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹(2011)木造住宅の倒壊に対する安全性の研究. 安全工学シンポジウム, 講演予稿集, pp.363-366.
14		日野泰道(2011)墜落に起因する頭部衝撃力に関する基礎的研究. 安全工学シンポジウム2011, 講演予稿集, pp.371-372.

15	伊藤和也, 野田昌志, 吉川直孝, 堀智仁, 玉手聡, 豊澤康男, 末政直晃(2011)新潟県中越地震・新潟県中越沖地震による災害復旧工事中の労働災害に関する調査・分析. 安全工学シンポジウム2011, 講演予稿集, pp.387-390.
16	大幢勝利, 高梨成次, 高橋弘樹, 加川啓介, 小野寺元, 千葉博, 道場信義, 坂楨義夫, 大橋好光(2011)旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その9 構面実験概要). 日本建築学会2011年度大会(関東), 学術講演梗概集C-1, pp.165-166.
17	大幢勝利(2011)東日本大震災における安全問題とBCP—安全問題研究委員会の取り組み. 土木学会平成23年度全国大会, 研究討論会研-27BCP(事業継続計画)を巡る課題と動向-安全・安心・安定な社会作りへのアプローチ-, CD-ROM.
18	高梨成次, 大幢勝利, 豊澤康男(2011)手すり先行工法など新たな墜落防止機材導入時の問題点に関するアンケート調査. 平成23年度土木学会全国大会(愛媛), 第66回年次学術講演会講演梗概集VI, pp.209-210.
19	島田雅也, 道場信義, 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 坂楨義夫, 大橋好光(2011)旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その6簡易補強実験). 日本建築学会2011年度大会(関東), 学術講演梗概集C-1, pp.159-160.
20	高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 道場信義, 坂楨義夫, 大橋好光(2011)旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その7地震応答解析のための解析モデル). 日本建築学会2011年度大会(関東), 学術講演梗概集C-1, pp.161-162.
21	道場信義, 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 坂楨義夫, 大橋好光(2011)旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その8地震応答解析の結果と評価). 日本建築学会2011年度大会(関東), 学術講演梗概集C-1, pp.163-164.
22	大幢勝利, 高梨成次, 高橋弘樹, 加川啓介, 小野寺元, 千葉博, 道場信義, 坂楨義夫, 大橋好光(2011)旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その9 構面実験概要). 日本建築学会2011年度大会(関東), 学術講演梗概集C-1, pp.165-166.
23	小野寺元, 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 千葉博, 加川啓介, 道場信義, 坂楨義夫, 大橋好光(2011)旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その10 乾式工法試験体の損傷状況). 日本建築学会2011年度大会(関東), 学術講演梗概集C-1, pp.167-168.
24	加川啓介, 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 小野寺元, 千葉博, 道場信義, 坂楨義夫, 大橋好光(2011)旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その11 現場調査湿式試験体の損傷状況). 日本建築学会2011年度大会(関東), 学術講演梗概集C-1, pp.169-170.
25	玉手聡, 堀智仁(2011)載荷速度の違いが支持力計測に与える影響. 地盤工学会, 第46回地盤工学研究発表会, 発表講演集, pp.159-160.
26	野田昌志, 末政直晃, 吉川直孝, 伊藤和也, 堀智仁, 玉手聡(2011)新潟県中越・中越沖地震による災害復旧工事中の労働災害に関する調査・分析. 第46回地盤工学研究発表会, 発表講演集, pp.1731-1732.
27	野々山栄人, 沢田和秀, 森口周二, 八嶋厚, 伊藤和也(2011)SPH法を用いた実大規模斜面掘削実験の再現解析. 第46回地盤工学研究発表会, 発表講演集, Vol.46, pp.817-818.
28	三國智温, 末政直晃, 片田敏行, 玉手聡, 堀智仁, 伊藤和也, 吉川直孝(2011)崩壊後斜面の不安定性に関する実験的考察. 第46回地盤工学研究発表会, 発表講演集, pp.1613-1614.
29	豊澤康男, 伊藤和也, 吉川直孝(2011)災害復旧工におけるリスクアセスメントについて. 第44回安全工学研究発表会, 安全工学研究発表会講演予稿集, pp.109-113.
30	野田昌志, 末政直晃, 吉川直孝, 伊藤和也, 堀智仁, 玉手聡(2011)新潟県中越地震・新潟県中越沖地震による災害復旧工事中の労働災害に関する調査・分析. 第66回土木学会年次学術講演会講演集, pp.201-202.
31	三國智温, 末政直晃, 玉手聡, 堀智仁, 伊藤和也, 吉川直孝(2011)地震による斜面の不安定化に関する実験的考察. 土木学会第66回土木学会年次学術講演会(平成23年度), 発表講演集, pp.583-584.
32	野田昌志, 吉川直孝, 伊藤和也, 堀智仁, 玉手聡, 末政直晃, 片田敏行(2011)新潟県中越・中越沖地震による災害復旧工事中の労働災害に関する調査・分析. 第8回地盤工学会関東支部発表会, 発表講演集, Vol.8, pp.324-326.
33	山本希, 末政直晃, 三國智温, 玉手聡, 堀智仁, 伊藤和也, 吉川直孝(2011)崩壊土砂により人体が受ける荷重の実験的計測. 第8回地盤工学会関東支部発表会, 発表講演集, pp.246-249.
34	豊澤康男(2011)震災復興工事に向けたリスクアセスメント—一日も早い復興を安全に成し遂げるには!—. 建設業労働災害防止協会, 第48回全国建設業労働災害防止大会資料集, pp.90-95.

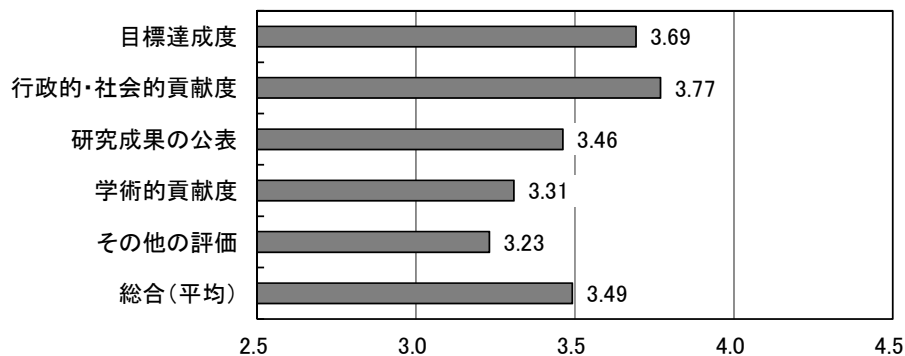
35		玉手聡(2011)移動式クレーン等の現場内自走における転倒防止のための安全要件について.日本クレーン協会, 発表講クレーン, Vol.49, No.11, pp.4-14.
36		野々山栄人, 沢田和秀, 森口周二, 八嶋厚, 伊藤和也(2011)SPH法による実大規模斜面掘削実験の再現解析. 第16回計算工学講演会, 計算工学講演会論文集, Vol.16, D-3-2.
37	その他の専門家向け出版物	伊藤和也, 吉川直孝, 堀智仁, 玉手聡, 豊澤康男(2011)災害復旧建設工事における労働災害の防止に関する総合的研究～新潟県中越地震・新潟県中越沖地震による災害復旧工事中の労働災害に関する調査・分析～. 建設業労働災害防止協会, 平成23年版建設業安全衛生年鑑, p.39.
38		玉手聡, 堀智仁, 伊藤和也, 吉川直孝(2011)災害復旧建設工事における労働災害の防止に関する総合的研究～地震により崩壊した斜面の不安定性に関する実験的考察～. 建設業労働災害防止協会, 平成23年版建設業安全衛生年鑑, p.40
39		高梨成次, 大嶋勝利, 高橋弘樹(2011)木造住宅の倒壊に対する安全性の研究. 建設業労働災害防止協会, 平成23年版建設業安全衛生年鑑, p.41.
40		日野泰道(2011)損傷を受けた構造物の改修・解体工事における安全対策(スレート屋根における親綱取付設備の検討). 建設業労働災害防止協会, 平成23年版建設業安全衛生年鑑, p.42.
41		豊澤康男(2012)安全への提言「大惨事から学ぶこと-安全工学者の役割-」. 安全工学会, 安全工学2月号, Vol.51, No.1(2012), p.1.
42		豊澤康男(2011)建築安全技術の歴史とリスクアセスメントの動向・展望. (社)日本労働安全衛生コンサルタント会, 安全衛生コンサルタント, Vol.31, No.100, pp.54-60.
43		豊澤康男(2011)巻頭言「震災復興・復興工事とリスクアセスメント」. 仮設工業会, 仮設機材マンスリー11月号, No.326, p.1.
44		日野泰道(2011)過去に発生した災害復旧工事における労働災害の分析. 企業通信社, 労働安全衛生広報, Vol.43, pp.29-35.
45		日野泰道(2011)先進諸国における建設現場の労働安全. 全国土木施工管理技士会連合会, JCMマンスリーレポート, Vol.20, No.3, pp.6-9.
46		須田義大, 中野公彦, 井上秀明, 清水忠, 渡辺颯, 福戸淳司, 日野泰道(2011)自動車, 鉄道, 航空機, 船舶における安全技術. 日本機械学会会誌, Vol.114, No.1106, pp.36-39.
47		伊藤和也(2012)技術情報土砂崩壊による労働災害とその対策について. (社)日本安全衛生コンサルタント会, 安全衛生コンサルタント, No.101, pp.26-33.
平成 22 年度		
1	原著論文	伊藤和也, 日下部澄音, 小坂橋拓馬, 豊澤康男, 末政直晃(2010)斜面下部の掘削による斜面崩壊の崩壊形態および前兆現象に関する遠心模型実験. 土木学会論文集C, Vol.66, No.2, pp.250-263.
2		野田昌志, 伊藤和也, 吉川直孝, 堀智仁, 玉手聡, 末政直晃(2010)新潟県中越地震・新潟県中越沖地震による災害復旧工事中の労働災害に関する調査・分析. 土木学会安全問題研究論文集, Vol.5, pp.181-186.
3		日野泰道(2010)建設業の災害復旧工事における労働災害の分析. 労働安全衛生研究, Vol.3, No.2, pp.137-142.
4	国内外の研究集会発表	Kazuya Itoh, Yasuo Toyosawa, Sahapol Timpong, Naoaki Suemasa(2010)Physical modelling of slope failure during slope cutting work, Proceedings of 7th International Conference on Physical Modeling in Geotechnics, Vol.2, pp.1119-1123.
5		Satoshi Tamate, Naoaki Suemasa, Toshiyuki Katada(2010)Simulating shallow failure in slopes due to heavy precipitation, Proceedings of 7th International Conference on Physical Modeling in Geotechnics, Vol.2, pp.1143-1149.
6		Yasumichi Hino(2010)Fundamental Experiments on Prevention of Head Injuries Due to Falling from Heights, International Conference on Slips, Trips and Falls 2011, CD-ROM.
7		豊澤康男, 伊藤和也, 日下部治, 竹村次朗, 玉手聡, 高木元也(2010)斜面崩壊による労働災害防止対策について. 安全工学シンポジウム2010, 講演予稿集, pp.458-461.
8		高梨成次, 大嶋勝利, 高橋弘樹(2010)ALCパネルにおける足場用壁つなぎ材アンカーの強度に関する研究. 安全工学シンポジウム2010, 講演予稿集, pp.454-457.
9		野田昌志, 末政直晃, 吉川直孝, 堀智仁, 伊藤和也, 玉手聡(2010)近年の主な地震における災害復旧工事中の労働災害に関する調査・分析. 地盤工学研究発表会, 発表講演集, Vol.45, No.2, pp.1573-1574.

10		伊藤和也, 豊澤康男, 堀井宣幸, 三田地利之, 武田仁志 (2010) 斜面下部の掘削による斜面崩壊メカニズムに関する遠心模型実験. 地盤工学会研究発表会, 発表講演集, Vol.45, No.2, pp.1843-1844.
11		豊澤康男, 大幢勝利, 伊藤和也 (2010) 建設工事の安全管理ーリスクアセスメント努力義務化への対応ー. 土木学会年次学術講演会, 講演概要集, Vol.65, VI-409, pp.817-818.
12		高梨成次, 大幢勝利, 日野泰道, 高橋弘樹 (2010) 荷役作業時におけるトラックからの墜落防止設備の開発. 土木学会年次学術講演会, 講演概要集, Vol.65, VI-507, pp.1005-1006.
13		野田昌志, 吉川直孝, 伊藤和也, 末政直晃 (2010) 近年の地震における災害復旧工事中の労働災害に関する調査・分析. 土木学会年次学術講演会, 講演概要集, Vol.65, VI-097, pp.193-194.
14		高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 大橋好光 (2010) 旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その1 試験体および実験方法の概要). 日本建築学会大会学術講演梗概集C-1 構造3, pp.469-470.
15		高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 大橋好光 (2010) 旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その2 損傷状況と耐力の関係). 日本建築学会大会学術講演梗概集C-1 構造3, pp.471-472.
16		対馬幸久, 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 千葉博, 小野寺元, 道場信義, 坂楨義夫, 大橋好光 (2010) 旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その3 終局時耐力の分析). 日本建築学会大会学術講演梗概集C-1 構造3, pp.473-474.
17		小野寺元, 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 千葉博, 対馬幸久, 道場信義, 坂楨義夫, 大橋好光 (2010) 旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その4 耐力評価). 日本建築学会大会学術講演梗概集C-1 構造3, pp.475-476.
18		千葉博, 高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹, 小野寺元, 道場信義, 対馬幸久, 坂楨義夫, 大橋好光 (2010) 旧基準で建てられた木造住宅の倒壊に対する安全限界の研究(その5 サイディングの挙動). 日本建築学会大会学術講演梗概集C-1 構造3, pp.477-478.
19		日野泰道 (2010) 建築構造物の災害復旧工事における主要な労働災害. 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.127-128.
20		日野泰道 (2010) 高所からの墜落により生ずる頭部衝撃荷重に関する基礎的実験. 日本機械学会2010年度年次大会, 講演論文集, Vol.6, pp.203-204.
21		日野泰道 (2010) 「足場作業の安全」-足場からの墜落災害事例と防止対策-. 第45回新潟県建設業労働災害防止大会(講演).
22		野田昌志, 伊藤和也, 吉川直孝, 堀智仁, 玉手聡, 末政直晃 (2010) 近年の主な地震における災害復旧工事中の労働災害に関する研究. 第7回地盤工学会関東支部発表会 (Geo-kanto2010), 発表講演集, pp.332-333.
23		堀智仁, 吉川直孝, 沖田毅瑠, 三田地利之 (2010) ベンダーエレメント試験によるS波およびP波速度計測の試み. 第7回地盤工学会関東支部発表会 (Geo-kanto2010), 発表講演集, pp.44-45.
24		三國智温, 末政直晃, 玉手聡, 堀智仁 (2010) 斜面崩壊の簡易なモニタリング装置に関する実験的検討. 第7回地盤工学会関東支部発表会 (Geo-kanto2010), 発表講演集, pp.382-383.
25	総説ほか(査読有無を問わず)	伊藤和也, 吉川直孝, 武山峰典, 村山盛行 (2010) レーザーと光センサーを利用した2次元変位計測システムの開発. 第21回非開削技術研究発表会論文集, Vol.21, pp.109-117.
26		伊藤和也 (2010) 第45回地盤工学会研究発表会総括「斜面評価と対策」. 地盤工学会誌, 2010年12月号, p.33.
平成 21 年度		
1	原著論文	伊藤和也, 豊澤康男, Timpong S (2009) 隅角部が存在する溝掘削工事の安全性に関する研究. 労働安全衛生総合研究, Vol.2, No.2, pp.99-105.
2	国内外の研究集会発表	Satoshi Tamate, Kazuya Itoh (2009) Monitoring of shear strain in the shallow section of slopes to detect increased risk of slope failure, Proceedings of the 17th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Vol.3, pp.2143-2146.
3		Kazuya Itoh, Yasuo Toyosawa, Timpong S, Tamrakar S.B., Naoaki Suemasa (2009) Physical modeling of slope failure during slope cutting work, Vol.3, pp.522-525.
4		Seiji Takanashi, Katsutoshi Ohdo (2009) The performance of bridge girder reinforcements against construction load, Asia Pacific Symposium on Safety 2009, pp.150-153.
5		高梨成次, 大幢勝利, 玉澤昶彦, 北條哲男 (2009) 送出し架設工法における橋桁の偏心載荷の影響に関する研究. 第64回土木学会年次学術講演会, VI-115.

6		伊藤和也, 豊澤康男, 武山峰典, 村山盛行(2009)レーザーと光センサーを利用した2次元変位計測システムの開発. 第64回土木学会年次学術講演会, 2III-072.
7		高梨成次, 大幢勝利, 高橋弘樹(2009)ALCパネルにおける足場用壁つなぎ材アンカーの引き抜き強度に関する研究. 日本建築学会年次大会, 材料施工, pp.997-998.
8		玉手聡(2009)斜面工事における被災防止のための崩壊モニタリングについて. 2009年度安全性研究会, 電子情報通信学会, pp.21-24.
9		高梨成次(2009)建設用タワークレーンの耐震性能に関する研究. 第30回全国クレーン安全大会.
10		伊藤和也, 玉手聡, 野田昌志, 末政直晃(2009)災害復旧工事における労働災害に関する調査・分析～新潟中越地震・新潟県中越沖地震の傾向について～. 第6回地盤工学会関東支部発表(Geo-Kanto2009), 発表講演集, GK-126.
11	総説ほか(査読有無を問わず)	玉手聡(2009)斜面工事における被災防止のための崩壊モニタリングについて. 信学技報IEICE Technical Report, 電子情報通信学会, Vol.109, No.250, pp.21-24.
12		伊藤和也(2009)第44回地盤工学研究発表会7. 地盤防災(7)斜面調査・観測【斜面の調査と試験】総括. Vol.57, No.12, p.32.
13	著書・単行本	伊藤和也(2009)①昭和47年7月豪雨での高知県繁藤地区斜面崩壊災害, 家族を守る斜面の知識－あなたの家は大丈夫?－. 土木学会, pp.26-27(分担執筆).
14		伊藤和也(2009)コラム 土砂災害による労働災害, 家族を守る斜面の知識－あなたの家は大丈夫?－. 土木学会, p.80(分担執筆).
15	その他の専門家向け出版物	玉手聡(2009)斜面工事における被災防止のための簡易な崩壊モニタリングの検討.(社)全国地質事業共同連合会, 地質と調査, Vol.4, No.122, pp.15-21.
16	特許の出願取得	豊澤康男, 伊藤和也(2009)斜面保護擁壁の施工法. 2004-239418.
17		伊藤和也, 豊澤康男(2009)斜面保護擁壁の施工法及び擁壁築造ユニット. 2004-150714.

(2) 評価結果

ア. 評価点



イ. 評価委員のコメント

- (A 委員) 災害復旧時の労働災害という新規な切り口からの研究で、多くの成果を挙げたものと評価できる。自然災害が多発している今世紀の日本にとって重要な課題と考えられる。今後とも研究の深化を期待する。
- (B 委員) この研究の成果が、実社会に広く活用されることを期待します。
- (C 委員) 研究で得られた工学的な知見を工事現場の監督者、作業員、関係する機器メーカーの開発者にわかりやすい形で確実に普及させる努力を関係機関と協力して進めていただきたい。
- (D 委員) この研究は今後も継続する必要がある。その場合、今後、どのように研究していくかが必要である。予算の関係で実施できなかった研究があると感じる。そのことを記載してほしい。
- (E 委員) 昨年の 3.11 以降防災対策の充実に向けた施策の検討が積極的に行われているが、被災後に焦

点を当てたこのような研究は少ないと感じる。震災復興という国の大きな課題に沿った研究と考えられるので今後とも適切な情報発信を行って欲しい。研究期間中に東日本大震災というケーススタディを行うべき事例が発生していたので、これを積極的に取り込むようなフィールドワークの展開が図られてもよかつたのではないかと思う。

(F 委員) 多数の研究業績をあげ、精力的な研究である。災害復旧建設工事の労働災害防止という目的からはやや斜面での土木工事に対象が限定されており、これ以外の解体やがれき整備などの問題について焦点があてられていない。また公表原著論文数も限られている。

(G 委員) 研究内容がどのように利用されるのか不明。特許を申請して終わりではだめで、どのような働きかけをしているのか、厚生労働行政への貢献についてどのようにするのかも明らかにしてほしい。特に国土交通省や、関連する環境省、復興省などの調整についても、National Centerとしての指導力と推進力で不満が残る。

(H 委員) 国土交通省の研究機関との連携も必要なのでは。

(I 委員) 震災等の災害復旧現場において、土砂崩壊、木造建築物の改修、屋根からの墜落災害の面から労働災害防止の方策について検討した研究である。大規模な自然災害が増加しているので、このような研究は重要である。サブテーマ 1 で、土砂崩壊については大規模な実験を行っているが、土の種類や地盤の状態によって崩壊の状況は大きく異なると考えられるので、基礎研究としてはよいが、社会への還元を考えると、この実験結果が一般性があるのかについてさらに検討が必要であると考えられる。

(J 委員) 行政・社会的貢献について具体的かつ明確に呈示すべき。

(K 委員) 研究成果の情報発信、現場安全教育に役立てて頂きたい。

(L 委員) 今後、発生が近いと想定される東南海地震や、中央道トンネル天井落下事故に見られるインフラ施設の老朽化事故が益々これからも増加することが予測される。災害復旧での二次災害は、絶対に避けなければならないテーマでもあり、本研究で得られた成果は、積極的に発信願いたい。

(M 委員) 地盤、構造物、屋根についての研究。具体的な提案がなされていて研究成果として明確。これらの研究成果をどのように広めていくかが課題。

(3) 評価委員の指摘に対する措置・対応等

本研究に関して御指摘いただき感謝申し上げます。本研究テーマは、近年懸念されている大地震等の自然災害が発生した後の復旧工事に焦点を当てた研究ですが、テーマの選定に関しては、肯定的な御意見 (A 委員、I 委員) を頂きました。

研究内容としては、多くの成果があるとの評価 (A 委員、F 委員、M 委員) を頂きました。しかしながら、I 委員が御指摘されているように、全ての研究成果が一般性を持ち、あらゆる場面に適用できるものではないと考えておりますので、御指摘 (A 委員、D 委員) に従い、今後も研究の深化に努めたいと考えております。

さらに、D 委員が御指摘されているように、2 年目の研究予算が当初計画よりも 60% 程度減額されました。そのため、実現場における斜面崩壊実験及び斜面崩壊予知に関する実験の中止や木造家屋試験体の種類を減らす等の実験規模を縮小する対応を取らざるを得なくなりました。これに対して、今後は基盤的研究等として継続し、I 委員が懸念されている実験データの一般性を高める努力を続けていきたいと考えております。

また、研究成果の公表に関しては、多数の研究業績を挙げたことは評価 (A 委員、F 委員) いただきましたが、原著論文数が限定的であるとの御指摘 (F 委員) を受けました。この他、研究成果を広く知らしめる努力を期待するとの御意見 (B 委員、C 委員、E 委員、K 委員、L 委員、M 委員) を多数頂きました。これらの

御意見に関しましては、公表が不十分であるとの叱責であると同時に、本研究内容の有用性を認めていただいたものと理解しており、今後は行政機関等と連携しつつ、論文のみならず現場での安全教育等にも利用していただける情報を、積極的かつ継続的に発信していきたいと考えております。

研究内容で不十分な点として、研究期間中に発生した東日本大震災におけるフィールドワークの展開を図るべきであったと御意見(E 委員)がありました。また、解体やがれき整備などの問題について焦点があてられていないとの御指摘(F 委員)がありました。これらに関しては、東日本大震災特有な状況があることから、現地調査を行うとともに厚生労働省労働基準局安全衛生部(以下「安衛部」という。)と調整して「がれき処理作業、解体工事における労働災害の分析と対策の検討」と「補修工事における屋根、建物からの墜落災害防止に関する研究」の基盤的研究 2 課題を平成 23 年 9 月から開始することで対応をしました。また、この研究成果をリーフレット等にまとめ、安衛部と連携して被災地に 1 万枚配布することなどを行いました。東日本大震災の復旧・復興工事における災害分析は継続する必要がありますし、また解体工事の安全化などの調査研究はまだ不十分ですので、今後、これらの問題に関する調査研究を継続し、随時公表していきたいと考えております。

研究内容の行政貢献・社会的貢献について明確にすべきであり(G 委員、J 委員)、国土交通省、環境省、復興庁等との連携が不足しているとの御指摘(G 委員、H 委員)を頂きました。これらに関しましては、東日本大震災発生後に、安衛部と情報を共有し、安衛部から発出された通達などに研究成果の一部が引用されました。しかしながら、他省庁及び他の研究機関との連携に関しましては、研究所レベルでの対応には限界がありますので、厚生労働省を通じ、他省庁等との情報の共有化を図るなどにより、G 委員のご指摘のように National Center としての役割を果たすべく努力していきたいと考えております。

2.2 多軸全身・多軸手腕振動ばく露の人体への心理・生理影響の評価方法に関する研究（平成19年度～平成23年度）

（1）研究概要

平成 21 年、欧州各国で導入されている手腕振動ばく露作業の作業管理方法にならう形で、我が国も一日当たり(8 時間相当)等価振動ばく露量の考え方に基づいて手腕振動ばく露作業の作業管理を行う方式に移行した。一方、全身振動ばく露に関しては、通達等で座位姿勢における過度の全身振動ばく露の有害性及び同振動ばく露低減のための対策とその推進について定性的な指導が行われているにすぎない。将来的には、欧州諸国にならって全身振動ばく露作業従事者の作業・健康管理を全身振動ばく露量に基づいて行う可能性が考えられるが、手腕・全身振動いずれのばく露評価の場合もその根拠となる周波数補正曲線自体の問題点が指摘されており、これらを規定している国際規格の改正が検討されている。

本研究では、我が国がこれらの振動ばく露評価法を参照しながら振動ばく露作業従事者の振動ばく露量のモニター及び作業管理をしていく上での注意すべき問題点を明らかにした。また、この問題点を克服するための方法の一つとして、手腕振動ばく露の評価に対して人体が吸収する振動エネルギーにもとづいた影響係数曲線を提案した。

ア. はじめに

欧米各国では、全身及び手腕振動ばく露による健康影響評価を考える上で、一日当たりの等価振動ばく露量という考え方に基づいて定量的に振動ばく露量を評価し、振動ばく露作業従事者の健康・作業管理を行うという考え方が主流である。これに対してわが国では、平成 21 年に一日当たり(8 時間相当)等価振動ばく露量を用いた手腕振動ばく露作業の作業管理方法が導入された。現在、手腕振動障害の新規認定患者数は毎年 250 人程度で推移しており、それらの 50%以上が建設作業従事者である。一日当たり(8 時間相当)等価振動ばく露量を用いた手腕振動ばく露作業の作業管理方法の導入により、長期的な視野の下、手腕振動障害の新規認定患者数の減少が期待される場所である。このような状況において、この新しい振動ばく露評価並びに作業管理方法を用いる上での問題点及び留意点を把握し、かつ可能な範囲で改善を図っていくことは重要である。

一方、全身振動ばく露作業に対する健康・作業管理では、平成 6 年基発第 547 号「職場における腰痛予防対策の推進について」及び平成 19 年基安安発第 0731004 号「機械の包括的な安全基準に関する指針の解説等について」等の通達で座位姿勢における過度の全身振動ばく露の有害性及び同振動ばく露低減のための対策とその推進について定性的な指導が行われているにすぎない。今後、国際協調の下、我が国も将来的には全身振動ばく露量に基づいた全身振動ばく露作業従事者の作業・健康管理へ向かっていく可能性があるが、この新しい振動ばく露評価及び作業管理方法を用いる上での問題点及び留意点を把握し、かつ可能な範囲で改善を図っていくことは重要である。

イ. 手腕振動ばく露評価における問題点とその改善

一日当たり(8 時間相当)等価振動ばく露量を用いた手腕振動ばく露作業の作業管理方法の持つ問題点として、以前の疫学研究によれば周波数成分の人体への影響の程度と合致しないこと、振動ばく露の方向依存性が考慮されていないこと、手腕姿勢の影響が考慮されていないこと等が指摘されていた。これらの問題点は、同評価方法を用いて作業者の手腕振動ばく露量を推定し、健康影響を評価する上での大きな誤差要因となり得る。本研究ではこれらの誤差要因を改善するために、エネルギー吸収法による手腕振動

ばく露に対する人体影響係数を用いた評価方法を提案するとともに、実験結果をもとに上述の問題点に関して議論した。

実験用ハンドルを用いた 3 方向同時加振実験により、各方向における手腕振動の人体影響係数曲線が得られた。この人体影響係数曲線によれば、以下のことが明らかになった。振動ばく露の方向依存性は存在し、人体影響係数は、ほぼすべての周波数帯域で従来の周波数補正係数よりも高い値を示した。前後(z)方向からの手腕振動ばく露に対する人体影響係数は、従来の周波数補正係数にほぼ一致する値を得た。手腕姿勢の影響に関しては、前腕姿勢の変化(回内:前腕を内側にひねり、掌が後ろ又は下に向く姿勢及び回外:前腕を外側にひねり、掌が前又は上に向く姿勢)による人体影響係数の差は有意ではなく、肘姿勢の変化(伸展及び 90°屈曲)により人体影響係数に有意差が認められた。肘屈曲位とすることにより、上下(x)及び左右(y)方向からの手腕振動ばく露に対する人体影響係数は、ほぼすべての周波数帯域で従来の周波数補正係数よりも高い値を示した。肘伸展位における人体影響係数は、従来の周波数補正係数よりもほぼすべての周波数帯域で低い値を示した。

これらの結果をもとに、実際の手持ち振動工具の中から使用時の手腕姿勢の自由度が高くなりやすい小型・軽量の振動工具 5 種類を選び、実作業時の振動波形を測定して人体影響係数及び従来の周波数補正係数による補正加速度実効値の比較並びに振動ばく露作業限界時間の比較を行った。その結果、肘伸展位を除いて人体影響係数に基づいた補正加速度実効値の方が従来の補正加速度実効値よりも大きな値を示し、それに応じて一日当たりの振動ばく露限界時間も 0.5 倍から 0.7 倍程度に短くなることが示された。

ウ. 全身振動ばく露評価における問題点とその改善

現在わが国では、座位姿勢における全身振動ばく露作業について、同一姿勢による長時間ばく露の有害性及び振動ばく露低減のための対策とその推進についての定性的な指導にとどまっている。しかしながら、手持ち振動工具の取扱いにおける一日当たりの等価振動ばく露量にもとづいた手腕振動ばく露の評価と作業管理の導入に伴い、同様の評価方法が全身振動ばく露を伴う作業に対しても導入される可能性がある。本研究では、同方法が抱える問題点である性差、振動ばく露の方向依存性、着座時の背もたれ角度等の影響について調べた。

心理的主観応答の観点から性差及び振動ばく露の方向依存性及び姿勢(着座・立位)の影響を調べた結果、有意な性差が認められた。具体的には、立位姿勢の場合、女性は方向に依存せずに中程度の振動ばく露までは男性よりも寛容であり、座位姿勢の場合、女性は前後・左右方向の振動ばく露に対して男性よりも寛容であり、鉛直方向の振動に対しては強い振動に対してのみ鋭敏であった。振動ばく露の方向依存性についても有意差が認められ、性別に関係なく立位姿勢の場合には鉛直方向の振動ばく露に対して敏感であり、座位姿勢の場合には前後方向の振動ばく露に対して敏感であった。また、全身振動ばく露の典型である座位姿勢に特化して、動力的応答の観点から座席背もたれ角度の影響を調べた。その結果、人体に吸収される振動パワーにもとづいた評価によると、座席背もたれ角度が 10°以上 30°未満の範囲が腰痛等防止の観点から望ましいことが示された。

また、ばく露する振動スペクトルの周波数幅が広い場合、座席背もたれ角度を上記の範囲内に設定した時に、吸収される振動パワーをより効果的に減少させる可能性があることが示された。このことから、全身振動ばく露の原因となる車両の振動スペクトルの周波数幅によって、座席背もたれ角度を変化させたことによる脊柱及び脊柱周辺筋肉への動的負荷の軽減の程度に差が生じることが示唆された。

エ. 年度ごとの研究費

- 1 年目 1,800 千円
- 2 年目 2,640 千円
- 3 年目 7,514 千円
- 4 年目 2,500 千円
- 5 年目 3,200 千円

オ. 研究業績リスト

平成 23 年度		
1	原著論文	Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu, Setsuo Maeda (2011) Posture-related change in frequency weightings derived from vibration power absorption of the hand-arm system. Canadian Acoustics, 39(2), p.98-99.
2		Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu, Setsuo Maeda (2012) Gender difference in subjective response to whole-body vibration under standing posture. Int. Arch. Occup. Environ. Health., 85(2), p.171-179.
3	国内外の研究集会発表	William Baker, Neil Mansfield, Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2011) Activity Interference during exposure to whole-body vibration: seated and standing individuals. Proceedings of International Conference on Ergonomics & Human Factors 2011, CD-ROM.
4		Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu, Setsuo Maeda (2011) Posture-related change in frequency weightings derived from vibration power absorption of hand-arm system. Proceedings of 12th International Conference on Hand-arm Vibration, CD-ROM.
5		Nobuyuki Shibata (2011) VPA-based evaluation of vibration attenuation performance of gloves. Proceedings of 19th Japan Conference on human Response to Vibration, p.9-14.
6		Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2011) Does hand-arm vibration influence a sense of time? Proceedings of 19th Japan Conference on human Response to Vibration, p.1-8.
7		Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu, Setsuo Maeda (2011) Effect of direction and arm posture on frequency weightings derived from power absorption of hand exposed to tri-axial random vibration. Proceedings of the 40th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Internoise2011), CD-ROM.
8		Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2011) Audio-visual stimulation mitigates discomfort from whole-body vibration. Proceedings of the 40th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Internoise2011), CD-ROM.
平成 22 年度		
1	原著論文	Nobuyuki Shibata, Setuo Maeda (2010) Determination of backrest inclination based on biodynamic response study for prevention of low back pain. Med Eng & Phys 32, p.577-583.
2		Santosh Mandapuram, Subhash Rakheja, Paul-Emile Boileau, Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata (2010) Apparent mass and seat-to-head transmissibility responses of seated occupants under single and dual axis horizontal vibration. Ind. Health 48, p.698-714.
3	国内外の研究集会発表	Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu, Setsuo Maeda (2010) Gender difference of subjective responses to whole-body vibration under standing posture. Proceedings of 3rd American Conference on Human Vibration, p.82-83.
4		Neil J. Mansfield, Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu, Setsuo Maeda (2010) Effect of gripping in a trigger posture on apparent mass of the hand-arm system. Proceedings of 3rd American Conference on Human Vibration, p.43-44.
5		Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2010) Effects of whole-body vibration on the perceived duration of a visual stimulus presentation. Proceedings of 3rd American Conference on Human Vibration, p.84-85.
6		Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu, Setsuo Maeda (2010) Effect of high frequency content on biodynamic responses to vertical whole-body vibration exposure. Proceedings of the 18th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.128-135.

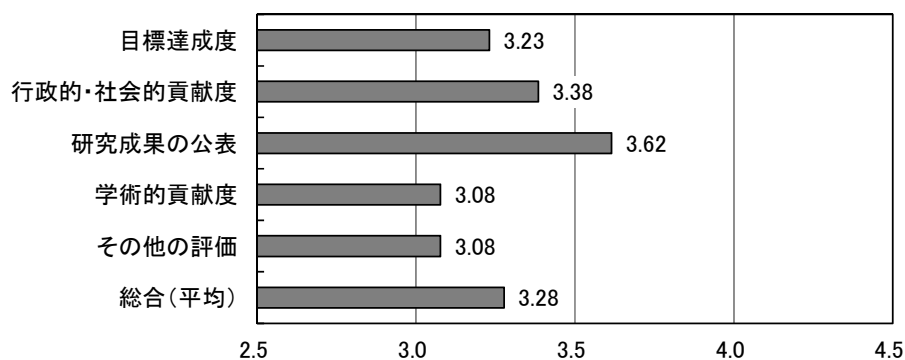
7		Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2010) Effects of whole-body vibration on duration judgment of empty interval. Proceedings of the 18th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.111-118.
8		Kazuma Ishimatsu, Yumiko Sakamoto, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2010) Effect of audio-visual stimulation on whole-body vibration perception: A pilot study on multi-modal sensation. Proceedings of the 18th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.143-148.
9		柴田延幸, 石松一真, 前田節雄 (2010) 有限要素法による動的荷重に対する指先の力学的応答解析. 日本機械学会山梨講演会講演論文集, p.72-73.
10		直井朋美, 柴田延幸, 前田節雄, 大石久己 (2010) 全身振動曝露における不快適性主観評価に性別差が及ぼす影響. 日本機械学会関東支部第 16 期総会講演会講演論文集, p.243-244.
平成 21 年度		
1	原著論文	Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2009) Effects of whole-body vibration on visual information processing. Japanese Journal of Psychonomic Science 28, p.179-180.
2	国内外の研究集会発表	Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda, Kazuma Ishimatsu (2009) Determination of seat back angle based on biodynamic response study for prevention of low back pain. Proceedings of 4th International Conference on Whole-Body Vibration Injuries, p.39-40.
3		Nobuyuki Shibata, Masahito Hara, Setsuo Maeda, Kazuma Ishimatsu (2009) Acute effects of whole-body vibration exposure on center of gravity agitation. Proceedings of 17th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.96-100.
4		Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu (2009) Minimization of temporary threshold shifts(TTS) at assembly line hand-held tool work using Queuing theory. Proceedings of 17th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.78-86.
5		Yumiko Sakamoto, Mark Allman-Ward, Poger Williams, Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2009) Reproduction of multi-modal sensation on 6-degree-of-freedom vibrator and NVH simulator. Proceedings of 17th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.116-119.
6		Santosh Mandapuram, Subhash Rakheja, Paul-É. Boileau, Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata (2009) Apparent mass and seat-to-head transmissibility responses of seated occupant to single and dual-axis horizontal vibration. Proceedings of 4th International Conference on Whole-Body Vibration Injuries, p.33-34.
7		Masahito Hara, Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu (2009) Effects of whole-body vibration exposure from vehicle seats on center of gravity agitation. Proceedings of 4th International Conference on Whole-Body Vibration Injuries, p.83-84.
8		Yumiko Sakamoto, Masakazu Ozaki, Allman-Ward, Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2009) Multi-modal simulator at JNIOH. Proceedings of 4th International Conference on Whole-Body Vibration Injuries, p.91-92.
9		Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu (2009) Psychovibration studies on assessment of time-variant whole-body vibration exposure. Proceedings of 4th International Conference on Whole-Body Vibration Injuries, p.115-116.
10		Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2009) Effects of exposure to whole-body vibration on psychological time. Proceedings of 4th International Conference on Whole Body Vibration Injuries, p.13-14.
11		Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2009) Subjective judgment of duration and discomfort ratings during exposure to whole-body vibration. Proceedings of 17th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.101-106.
12		Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2009) Time perception during exposure to whole-body vibration. Proceedings of 44th United Kingdom Conference on Human Responses to Vibration, p.179-187.
13		柴田延幸, 前田節雄, 石松一真 (2009) 多軸振動下における手腕ーハンドル系の周波数応答解析ー前腕回内外の影響ー. Dynamics and Design Confrence 2009 アブストラクト集, p.223.
14		石松一真, 柴田延幸, 前田節雄 (2009) 全身振動への曝露が心理的時間に及ぼす影響. 日本基礎心理学会第 28 回大会, 大会プログラム, p.31.
15		石松一真, 柴田延幸, 前田節雄 (2009) 全身振動曝露環境下における時間知覚. 関西心理学会第 121 回大会, 発表論文集, p.52.

16		坂本優美子, Mark Allman-Ward, Roger Williams, 石松一真, 柴田延幸, 前田節雄(2009)NVHシミュレータによるマルチモーダル評価環境の実現. 自動車技術会学術講演会前刷集 No.100-09, p.5-8.
17		石松一真, 柴田延幸, 前田節雄(2009)全身振動が標的色弁別パフォーマンスに及ぼす影響. Technical Report on Attention and Cognition, No.3, p.1-2.
18	その他(表彰/報道等)	石松一真, 柴田延幸, 前田節雄: 日本基礎心理学会第 27 回大会優秀発表賞. 全身振動への曝露が視覚情報処理パフォーマンスに及ぼす影響, 2009 年 1 月.
平成 20 年度		
1	原著論文	Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata(2008)Subjective scaling of hand-arm vibration. Ind Health 46, p.118-124.
2		Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda(2008)Effect of tool handle diameter on temporary threshold shift(TTS) of vibrotactile perception. International Journal of Industrial Ergonomics 38, p.697-702.
3		Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda(2008)Vibration-isolating performance of cotton work gloves based on newly issued JIS T8114. Industrial Health 46, p.477-483.
4		Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda(2008)Establishment of hand-arm vibration system and its application to biodynamic response measurement for Japanese subjects. Industrial Health 46, p.629-634.
5		Setsuo Maeda, Neil J. Mansfield, Nobuyuki Shibata(2008)Evaluation of subjective responses to whole-body vibration exposure: Effect of frequency content. International Journal of Industrial Ergonomics 38, p.509-515.
6		Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata(2008)Temporary threshold shifts(TTS) of fingertip vibrotactile perception thresholds from hand-held tool vibration exposures at working surface. International Journal of Industrial Ergonomics 38, p.693-696.
7	国内外の研究集会発表	Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda(2008)Comparison between biodynamic response parameters of the same subject obtained from two different vibration systems. Proceedings of 2nd American Conference of Human Vibration, p.95-97.
8		Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda(2008)Effect of forearm supination or pronation on biodynamic response of human hand. Proceedings of 15th International Congress on Sound and Vibration, in CD-ROM.
9		Nobuyuki Shibata, Setsuo maeda(2008)Acute effect of hand-arm vibration on sensory nerve conduction velocity in hand - forearm rotation -. Proceedings of 16th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.43-50.
10		Nobuyuki Shibata, Setsuo maeda(2008)Effect of forearm rotation on biodynamic response to human hand. Proceedings of 16th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.51-58.
11		Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu(2008)Comparison of vibrotactile perception threshold between ISO 6954 and stationary spectrum whole-body vibration according to the frequency-weighted curve Wm. Proceedings of 16th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.59-66.
12		Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda(2008)Target detection and discrimination under whole-body vibration. Proceedings of 16th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.101-105.
13		Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu(2008)Ride comfort evaluation using vibration greatness method. Proceedings of 16th Japan Conference on Human Vibration, p.117-125.
14		Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata, Kazuma Ishimatsu(2008)12 Axes vibration data on the different kinds of vehicle seats based on ISO2631-1. Proceedings of 16th Japan Conference on Human Vibration, p.154-159.
15		Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda(2008)Formulation and measurement of biodynamic responses at hand under tri-axial vibration. Proceedings of 43rd UK Conference on Human Response to Vibration, p.278-286.
16		Kazuma Ishimatsu, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda(2008)Does cognitive performance deteriorate after exposure to whole-body vibration?. Proceedings of 43rd UK Conference on Human Response to Vibration, p.109-116.
17		石松一真, 柴田延幸, 前田節雄(2008)全身振動への曝露が視覚情報処理パフォーマンスに及ぼす影響. 日本基礎心理学会第 27 回大会, 大会プログラム, p.70.

平成 19 年度		
1	国内外の研究集会発表	Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2007) Acute effect of exposure to hand-arm vibration on sensory nerve conduction velocity in digit. Proceedings of 11th International Conference on Hand-Arm vibration, p.251-258.
2		Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda (2007) Gender difference in psychological evaluation of subjective responses to different-axis whole-body vibration. Proceedings of 3rd National Conference on Human Vibration, p.425-431.
3		Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata, Daniel E. Welcome, Ren G. Dong (2007) Effect of coupling action on temporary threshold shift (TTS) of vibrotactile perception. Proceedings of 11th International Conference on Hand-Arm vibration, p.287-294.
4		Yoko Aiba, Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata, Kazuhiro Ikeda (2007) Evaluation of gender difference in subjective responses to hand-arm vibration by category judgment method. Proceedings of 11th International Conference on Hand-Arm vibration, p.295-302.
5		Tony Keller, Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata (2007) Hand-arm vibration test bench. Proceedings of 11th International Conference on Hand-Arm vibration, p.335-340.
6		Kazuhiro Ikeda, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda, Yoko Aiba (2007) Pitfalls of frequency weighting methods to evaluate the human response to hand-arm vibration. Proceedings of 11th International Conference on Hand-Arm vibration, p.433-439.
7		Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata (2007) Subjective scaling of hand-arm vibration. Proceedings of 15th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.87-94.
8		Yoko Aiba, Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata, Kazuhiro Ikeda (2007) Evaluation of gender difference in subjective responses to hand-arm vibration by category judgment method. Proceedings of 15th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.95-102.
9		Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata (2007) Example of problem of hand-held tool vibration evaluation. Proceedings of 15th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.113-118.
10		Kazuhiro Ikeda, Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda, Yoko Aiba (2007) Evaluation of subjective responses to hand-arm vibration exposure: effect of frequency content. Proceedings of 15th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.119-124.
11		Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata (2007) Problems of A(8) evaluation. Proceedings of 15th Japan Conference on Human Response to Vibration, p.158-164.
12		Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata (2007) Subjective scaling of human responses to multi-axis whole-body vibration. Proceedings of 36th International Congress & Exhibition on Noise Control Engineering (Internoise2007), in 07_344 in CD-ROM.

(2) 評価結果

ア. 評価点



イ. 評価委員のコメント

(A 委員) 地道な研究で、一定の知見が得られているものと評価できる。手腕振動・全身振動それぞれに得られた成果を振動ばく露作業の管理に有効に利用する事が期待される。

- (B 委員) 内容が学術的な部分に偏っているような気がします。この研究の成果がどのように活用されるのが疑問です。
- (C 委員) 振動ばく露実験を丹念に実施することによって、振動ばく露量の評価規格の評価基準の改善に資する結果が得られたと考えられる。研究成果が国内外の規格、作業管理の改定・導入に着実に結びつくようにフォローしていただきたい。
- (D 委員) 得られた成果を、法令・指針等に反映してほしい。
- (E 委員) 研究成果を規格改定等に反映させるのであれば、従来のものとの比較だけではなく具体的に改定提案する内容も明示して研究成果を強調すべきです。
- (F 委員) 当初の研究目的に比して、こぶりな研究になってしまっている。研究成果がどの程度現場に役立つか不明確である。
- (G 委員) 全身振動についての我が国の基準を、国際的な動向へ **Harmonization** するための課題を掘り起こす研究と考えるが、問題点も列挙ばかりで、解決策が提示されていない。国際基準への追従に課題を矮小化しているように見える。また非常に限定的な結果に基づき、予防のための介入研究を行うとしているが、アカデミアの研究としては成り立つかもしれないが、**National Center** としては不十分。全体的に、現行規制と国際的な規制の **Harmonization** の調整を行い、国際的にも我が国発の提案で面目を示してほしい。
- (H 委員) ISO への我が国からのより積極的な関与が求められる。
- (I 委員) 全身・手腕振動の定量的評価法の研究である。手腕振動について、新評価法 (VPA) が旧評価法 (ISO) よりも低くなり、過小評価している可能性があるということは重要な知見であり、そうであれば、現在の評価法は危険側となり、規格等の見直しの提言をする必要がある。全身振動の主観応答について性差があることが示されたが、これを規制等にどのように取り入れていくのかの検討が必要であると考えられる。
- (J 委員) 健康影響が主観的尺度のみでは不十分。
- (K 委員) 研究成果を作業現場の改善に情報発信してほしい。
- (L 委員) 研究成果の外部発表を積極的に行っているように見受けられる。また ISO への提案・発表も行われており、日本の提案が取り入れられる様にフォローすべきである。
- (M 委員) 多軸振動ばく露についての科学的知見を得たことは有益である。この成果に基づいて作業姿勢をどのようにすべきかについて、実際の作業との関連性が欲しかった。

(3) 評価委員の指摘に対する措置・対応等

御多忙の中、本研究に関して御指摘いただき感謝申し上げます。当初の研究目的に対して課題が矮小化した感があるとの御指摘 (F 委員、G 委員) がありましたが、所内における討議等で、より具体性のある目標を絞った取り組みを進めるべき旨の指摘を受け、研究代表者の交代を機に対応を進めたものであります。

健康影響の評価が主観的尺度のみでは不十分 (J 委員) との御指摘についてはごもっともと思います。この点につきましては、本研究の目的が旧評価法の欠点を克服した新評価法の提案でしたので、今後振動ばく露に関連した職業性疾病の発症リスクと新評価法との対応の構築を進め、振動ばく露作業の管理に有効に利用できるようにしていく所存です。現在、手腕振動については現場調査等をもとに得た各種振動工具の振動加速度データ、作業姿勢、ばく露年数及び作業員自覚症状等の情報を継続的に蓄積してデータベース化しており、このデータに対して新評価法を適用することにより、新評価法の検証はもとより実際の振動ばく露作業の管理に利用していくことが可能になると考えております。また、全身振動についても同様の

取り組みができるよう努力していく予定です。

多軸振動ばく露についての科学的知見を得た等(A 委員、C 委員、I 委員、M 委員)、一定の評価をいただいた一方で、内容がアカデミック・学術的な部分に偏っているように見える等の御指摘(B 委員、G 委員)もいただきました。この点につきましては、発表時間の制約などもあり、得られた知見をどのように実際の作業現場に活用させるか或いは実際の作業姿勢との関連性についての具体的方策について十分な説明をすることができませんでした。現在、各国関係者とも連携を取りつつ、御指摘にもありますように法令・指針等への反映(D 委員)、国内外の規格、作業管理の改定・導入(C 委員、E 委員、G 委員、H 委員、K 委員、L 委員)を念頭に活動しており、研究成果の社会への還元を意識して今後もフォローしていく予定です。

2.3 メンタルヘルス対策のための健康職場モデルに関する研究 (平成21年度～平成23年度)

(1) 研究概要

平成10年から全国の被雇用者の自殺者数が8千人を超える状態が続き、平成23年度の精神障害等の労災認定件数は過去最高となり、厳しい経済状況に対応して職場のメンタルヘルス対策を推進することが強く求められている。本研究では、労働者のメンタルヘルスに関わる健康障害を予防する観点から、労働者の健康と労働効率の向上を目指した健康職場の構築方法を提言することを目的として、企業のメンタルヘルス対策に関する全国調査、健康職場指標に関する労働者の全国調査、健康職場構築のためのマニュアル作成を行った。

従業員100人以上の企業1782社に全国調査を実施し、職場のメンタルヘルスの実態、対策、効果、組織特性との関連を示した。メンタルヘルス対策に取り組まない主要な理由は専門スタッフがないことであった。メンタルヘルス対策の必要性は企業の社会的責任として半数の企業で認められ、最も期待する効果は一次予防が多かった。過去1年間のセクハラによる処分、セクハラ以外のハラスメントによる処分、飲酒による処分の割合は0.02～0.03%、メンタルヘルス上の理由による退職者は0.2%、連続1カ月以上の休職者は0.4%であり、組織風土や人事労務管理による有意差が認められた。労働者のメンタルヘルスの問題だけではなく、組織特性を含めて職場環境を改善することが望まれる。

健康職場を構築するためには仕事の能率が上がるような環境を目指す必要がある。そこで全国の20歳から65歳での週40時間以上働いている昼間勤務の有職者2000名を対象に郵送による横断調査を行い、職場健康度のアウトカムとして疾病休業と仕事の成果について、基本属性及び職業性ストレス要因の程度による分布を示した。メンタルヘルス対策における職場環境改善等において、職場健康度アウトカムと関連するコントロールやサポートといった職業性ストレス要因に着目することで、仕事の生産性損失を防ぐことにつながる可能性を示した。職場環境改善を進めるためには組織レベルの対策が重要である。

健康職場を構築するためのツールとして、専門スタッフがない企業のメンタルヘルス対策への取組を促すマニュアルを作成した。マニュアルには、上述の、企業がメンタルヘルス対策に取り組まない理由や、労働者が求めるメンタルヘルス情報についても掲載した。対策に取り組まない理由を踏まえて、専門スタッフがない場合でも比較的簡単に取り組める対策を示した。巻末には内容別のメンタルヘルス関連リーフレット等のリストを「お役立ち情報」として掲載し、現場の利用者の便宜を図った。

ア. 企業のメンタルヘルス対策に関する全国調査

職場のメンタルヘルスの実態、対策、効果、組織特性との関連を明らかにすることを目的として、企業を対象に職場のメンタルヘルス対策に関する調査票を用いて全国調査を実施した。企業データベースから従業員100人以上の全国の企業から企業規模別に8000社を抽出し、2011年11月に郵送調査を実施し、有効回答1782社(有効回答率22.3%)を解析した。メンタルヘルス対策に取り組んでいる企業は57.8%であり、取り組む予定がない企業は10.5%であった。専門スタッフがないことが取り組まない主要な理由であり、経費の問題は比較的少なかった。メンタルヘルス対策の必要性が企業の社会的責任として半数の企業で認められていた。期待する効果は、メンタルヘルス不調の早期発見、発症予防、心の健康増進、人間関係の改善、職場復帰と幅広かった。最も重要な期待する効果は、一次予防が多かった。今後、職場のメンタルヘルス対策を更に推進するためには、専門スタッフがない中小企業が一次予防を含むメンタルヘルス対策に取り組めるように支援することが重要と考えられる。

過去1年間に、セクハラによる処分は 0.022%、セクハラ以外のハラスメントによる処分は 0.026%、飲酒による処分は 0.029%、メンタルヘルス上の理由による退職者は 0.22%、連続 1 ヶ月以上の休職者は 0.39%であった。厚生労働省の労働者健康状況調査の退職者 0.1%、連続 1 ヶ月以上の休業者 0.3%より多かった。職場のメンタルヘルス指標は様々な組織風土や人事労務管理による有意差が認められ、組織特性がメンタルヘルスに影響する可能性が示唆された。職場のメンタルヘルス対策は、労働者のメンタルヘルスの問題だけではなく、組織特性を含めて職場の心理社会的環境を改善し、健康職場を構築することが望まれる。

イ. 健康職場指標としてのアウトカムと関連要因:疾病休業と仕事の成果に注目して

健康職場を構築するためには、安全で安心でき、かつ仕事の能率が上がる環境を構築する必要がある。本研究は、日本全国を対象にした労働者に対する調査を行い、職場健康度のアウトカムとして疾病休業と仕事の成果といった仕事の生産性について、基本・仕事属性、および職場ストレス要因の程度による分布を示すことを目的とした。

全国の 20 歳から 65 歳の週 40 時間以上働いている昼間勤務の有職者 2000 名を対象に郵送による横断調査を行った。生産性として過去 1 年の疾病休業の経験(1 週間以上)、過去 1 年の仕事の成果の自己評価をたずねた。職場ストレス要因は職業性ストレス簡易調査票の項目を用いた。

返送があった 1340 名のうち、1172 名が解析対象となった。疾病休業は男性のみ同僚サポートの低い群で割合が高く、コントロールが高い群で低い割合で見られた。仕事の成果について、男性はコントロール及び上司・同僚サポート、女性はコントロール、ストレイン及び上司・同僚サポートにおいて有意差がみられ、職場ストレス要因のよい得点の者は他の者と比べて仕事の成果得点は高かった。一方、疾病休業及び仕事の成果は、基本・仕事属性との有意な関連は見られなかった。

仕事の生産性の側面からみた職場健康度アウトカムは、コントロールやサポートといった職場ストレス要因と特に関連していた。従来のメンタルヘルス対策での職場環境改善の枠組みが仕事の生産性向上についても有用な可能性がある。

本研究により、我が国において広く使われている職業性ストレス簡易調査票を用いて、健康職場の一側面を検討できる可能性が示され、そのための基準値となる情報が示された。

ウ. 健康職場構築のためのメンタルヘルス対策マニュアルの作成

従業員 100 人以上の企業 1782 社を対象とした全国調査を行ったところ、対象企業全体では 7 割がメンタルヘルス対策に取り組んでいるものの、従業員 100~299 人規模では、取り組んでいる企業は 5 割にすぎず、取り組む予定もない企業が 13%もあることがわかった。取り組まない最大の理由は「専門スタッフがいない」、次いで「取り組み方がわからない」であった。これらを踏まえ、人事労務担当者を対象として、専門スタッフがいない企業が、メンタルヘルス対策の第一歩を踏み出す際の道案内をするマニュアルを作成した。マニュアルには、現在、企業で行われているメンタルヘルス対策の状況のほか、企業規模別のメンタルヘルス不調者の割合、メンタルヘルス対策への取組の有無とメンタルヘルス不調者割合との関係、労働者が求めているメンタルヘルス情報内容とその入手先など、人事労務担当者の関心が深いと思われる情報を入れた上、専門家でなくても予算が少なくても簡単に取り組めるメンタルヘルス対策を紹介した。マニュアルは、図を多くして、読みやすくなるよう配慮した。

本マニュアルの特徴としては、まず、人事労務担当者が、職場でメンタルヘルス対策を始めるに当たって最低限必要と思われる知識や、第一歩を踏み出すための手がかりが集約されている点が挙げられる。さら

に巻末には、対策を始めるときぜひ目を通してほしい既存のマニュアル・パンフレット類(インターネットで入手可能なもの)を冒頭に掲載し、次に、各企業での関心に応じて必要な詳細情報が得られるよう、分野別に主な情報を掲載した。このように、利用者の便宜を図った点も特色である。

エ. 年度ごとの研究費

- 1年目 8,199 千円
- 2年目 6,413 千円
- 3年目 4,923 千円

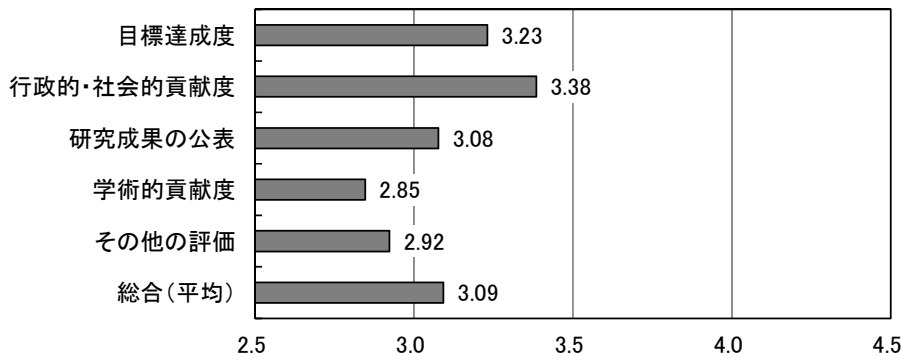
オ. 研究業績リスト

平成 24 年度		
1	原著論文	井澤修平, 中村菜々子, 山田陽代, 山田クリス孝介, 原谷隆史. ストレスの過小評価の信念を測定する尺度の作成. 心理学研究 (掲載決定).
2	国内外の研究集会発表	原谷隆史, 倉林るみい, 井澤修平, 土屋政雄 (2012) 職場のメンタルヘルスと組織特性との関連. 第85回日本産業衛生学会, 名古屋, 産業衛生学雑誌, 54 (Suppl), 505.
3		原谷隆史, 倉林るみい, 井澤修平, 土屋政雄 (2012) 全国調査による企業のメンタルヘルス対策の現状. 第19回日本産業精神保健学会, 大阪, 産業精神保健, 20 (増刊), 112.
4		原谷隆史, 井澤修平, 土屋政雄 (2012) 職場のハラスメントと組織特性との関連. 日本心理学会第76回大会, 川崎, 日本心理学会第76回大会発表論文集 (CD-ROM版).
5		倉林るみい, 土屋政雄, 井澤修平, 北村尚人, 原谷隆史 (2012) ストレス自覚症状と、疾病休業、仕事の成果、職場/家庭満足度との関連: ストレスチェックリスト9項目および職業性ストレス簡易調査票29項目との比較. 第85回日本産業衛生学会, Web版講演集 (CD-ROM), 500.
6		倉林るみい, 阿部裕 (2012) 医療通訳者のストレス. 第19回多文化間精神医学会, 抄録集, 81.
7		土屋政雄, 倉林るみい, 井澤修平, 原谷隆史 (2012) 労働者における紙媒体のメンタルヘルス情報の入手経験とその関連要因の検討: インターネット調査より. 第19回日本産業精神保健学会, 産業精神保健, 第20巻増刊号, 118.
8		Masao Tsuchiya, Shuhei Izawa, Lumie Kurabayashi, Takashi Haratani, Associations between psychosocial factors, stress symptoms and work performance: mediation analysis. (2012) The 3rd Asia Pacific Expert Workshop on Psychosocial Factors at Work, 2012, August 2&3, Tokyo, Japan, p47.
9		土屋政雄, 井澤修平, 原谷隆史 (2012) 職場の心理社会的ストレス要因およびストレス症状と業務上事故との関連: 媒介分析による検討. 日本心理学会第76回大会発表論文集 CD-ROM, IEVA36.
10		土屋政雄, 倉林るみい, 井澤修平, 原谷隆史 (2012) 労働者ほどどのようなセルフケア情報を求めているか? : 潜在クラス分析によるニーズの分類. 日本行動療法学会第38回大会発表論文集, 192-193.
11	総説ほか(査読有無問わず)	原谷隆史 (2012) 外部相談機関等による職場支援. 保健の科学 54 (4), 252-256.
平成 23 年度		
1	国内外の研究集会発表	原谷隆史 (2011) 職場のハラスメント: 企業の責任と労働衛生対策. 第33回職業性ストレス研究会.
2		倉林るみい (2011) 女性労働者とうつ病. シンポジウム: 新しい労働科学—何をどのように取り組むか. 労働科学研究所創立90周年記念特別企画シンポジウム.
3		倉林るみい (2011) 職場不適応症と30代の勤労者. シンポジウム: 現代日本の若者の精神病理の特徴, 第18回多文化間精神医学会, 抄録集 p.51.
4		Lumie Kurabayashi, Shuhei Izawa, Masao Tsuchiya, Takashi Haratani (2012) Depression and suicide of Japanese working women: healthy workplace in consideration for female specific stressors. Panel Discussion: Female suicide. The 3rd World Congress of Cultural Psychiatry, London. Abstract book 71-72.

5		Lumie Kurabayashi, Masao Tsuchiya, Shuhei Izawa, Takashi Haratani(2012)Psychosocial factors for fatigue, anxiety and depression among Japanese young male employees. The 30th Congress of the International Commission on Occupational Health, Cancun. CD版抄録集.
6		土屋政雄, 倉林るみい, 北村尚人, 原谷隆史(2011)労働者のストレスに関連する症状・不調と職場の心理社会的要因の関連:1企業全体での検証. 第18回日本産業精神保健学会, 産業精神保健, Vol.19増刊号, p.77.
7		土屋政雄, 原谷隆史(2011)職場の心理社会的要因と事故, 休業, 仕事の成果との関連:正規・非正規雇用別の解析. 第70回日本公衆衛生学会総会, 日本公衆衛生雑誌, Vol.58, No.10特別附録, p.497.
8		土屋政雄, 井澤修平, 倉林るみい, 北村尚人, 原谷隆史(2011)職場の心理社会的ストレスがストレス症状に及ぼす影響:マルチレベル分析による一企業全体における部署レベル変数の検討. 日本行動療法学会第37回大会, 発表論文集, p.190-191.
9	総説ほか(査読有無問わず)	原谷隆史(2011)職場のいじめに関する裁判例. 産業医学ジャーナル, Vol.34, No.5, p.9-16.
平成 22 年度		
1	原著論文	Akiomi Inoue, Norito Kawakami, Masao Tsuchiya, Keiko Sakurai and Hideki Hashimoto(2010) Association of occupation, employment contract, and company size with mental health in a national representative sample of employees in Japan. J Occup Health;52(4):227-40.
2	国内外の研究集会発表	原谷隆史(2010)職場におけるハラスメントの現状～国内外の動向と課題.シンポジウム「職場におけるハラスメントの現状とその対策」, 日本産業衛生学会関東地方会第 249 回例会(共催:東京都医師会・東京医大医師会).
3		原谷隆史, 井澤修平(2010)職場のメンタルヘルスに関する文献調査.第 83 回日本産業衛生学会.
4		原谷隆史(2010)職場環境等の評価と改善.日本心理学会第 74 回大会ワークショップ「職場のストレスとメンタルヘルスー第一次予防の普及に向けてー」.
5		倉林るみい, 阿部裕(2010)外国人労働者や家族が母国語で相談可能な専門家相談会におけるメンタルヘルス相談の意義と課題.第 106 回日本精神神経学会, 抄録集 332p.
6		山田陽代, 井澤修平, 中村菜々子, 山田クリス孝介(2010)ストレス管理に関わる信念の尺度作成. 日本健康心理学会第 23 回大会, 58.
7		山田クリス孝介, 井澤修平, 中村菜々子, 山田陽代(2010)ストレス管理に関わる信念と職場ストレスとの関連.日本健康心理学会第 23 回大会, 24.
8		中村菜々子, 井澤修平, 山田陽代, 山田クリス孝介(2010)ストレス管理に関わる信念と実際の行動意図との関連.日本健康心理学会第 23 回大会, 140.
9		島津明人, 土屋政雄, 井上彰臣, 島田恭子, 馬ノ段梨乃, 秋山美紀, 川上憲人(2010)組織活力調査票(ACTIVE)の開発(3):仕事の資源尺度の性別・年代別の検討. 第 83 回日本産業衛生学会, 福井, CD-ROM.
10		土屋政雄, 島津明人, 井上彰臣, 島田恭子, 馬ノ段梨乃, 秋山美紀, 川上憲人(2010)組織活力調査票(ACTIVE)の開発(4):パフォーマンス尺度の性別・年代別の検討, 第 83 回日本産業衛生学会, 福井, CD-ROM.
11	総説ほか(査読有無問わず)	原谷隆史(2010)メンタルヘルス対策に資料する各種ツールの活用.心とからだのオアシス, 4(1):3-5.
12		原谷隆史(2011)多様な職業性ストレス調査票の効果と限界.精神科治療学, 26(1).
13		倉林るみい(2010)メンタルヘルス事例紹介. こころの耳(厚生労働省 働く人のメンタルヘルス・ポータルサイト-心の健康確保と自殺や過労死などの予防-)産業医学振興財団.
平成 21 年度		
1	国内外の研究集会発表	原谷隆史(2009)健康職場に関する最近の動向. ワークショップ 職場のストレスとメンタルヘルスー組織と個人の活性化に向けてー, 日本心理学会第 73 回大会.
2	著書・単行本	原谷隆史(2009)従業員支援とカウンセリング. George Fink 編, ストレス百科事典翻訳刊行委員会訳, ストレス百科事典. 東京, 丸善.
3		原谷隆史(2009)心理社会的労働ストレスの健康影響. George Fink 編, ストレス百科事典翻訳刊行委員会訳, ストレス百科事典. 東京, 丸善

(2) 評価結果

ア. 評価点



イ. 評価委員のコメント

- (A 委員) 少子高齢化社会における労働者の社会的状況の変化の中で、メンタルヘルス対策は昔の企業環境とは異なるものとして検討しなければならない。本研究で得られた最新の職場におけるメンタルヘルスの実態を踏まえ、今後の対策に役立たせることが多いに期待される。
- (B 委員) マニュアルが完成したことは、一定の評価に値すると思います。
- (C 委員) 専門スタッフがない企業向けのマニュアル(メンタルヘルス対策はじめの一步)が多くの情報を含んで作成されたことを評価したい。メンタルヘルス対策導入に関して様々な形の困難を感じている企業を困難のタイプ別ごとによりきめ細かく支援できるような記述をもっと盛り込むとよかったと思われる。
- (D 委員) ①アンケートを実施したまとめでは、研究として弱い。ここで得たアンケート結果を基に、日本のメンタルヘルスを改善していくような内容を期待する。②メンタルヘルスの問題は、企業の経営トップに理解されていないため、専門スタッフ確保のための経営資源が配分されないことが根本である。この現状を打開できるように、参考資料の URL 紹介ではなく、要点をまとめた冊子にしてほしかった。
- (E 委員) 本研究成果は雇用のミスマッチ防止にも活用できるので、成果公表の方法を工夫して欲しい。
- (F 委員) 研究成果の質が低い。企業のメンタルヘルス実施状況に関する調査は、この種の調査の御多分にもれず 25%以下の回収率で、記述的な分析にとどまっている。企業風土とメンタルヘルスの関連を納得させるだけの調査方法や解析方法になっていない。インターネットによる職場ストレスと生産性との関連の研究も特に新規性はない。作成されたマニュアルは、サイト「心の耳」でも紹介されている程度の情報を盛り込んだものであり、特別な工夫はない。こうしたマニュアルをどうやって普及させるかという視点が欠如している。高額の研究費を出す必要性を感じない。研究成果も必ずしも本プロジェクトと関連のないものが多い。
- (G 委員) マニュアルが調査報告書になっている。委託研究費が多く、民間シンクタンクの調査研究との差が見えにくい。National Center としての Initiative が物足りない。
- (H 委員) 学術誌に投稿して評価を受けることが、より一層求められる。
- (I 委員) ①企業規模が大きくなるほどメンタルヘルス対策に取り組んでいることは容易に予測できるので、中小規模の事業場がメンタルヘルスの問題は大きいと思われる。この研究におけるアンケート調査の調査対象は従業員 100 人以上の企業であるが、産業医の選任義務のない 50 人未満の事業場の実態についても実態調査が必要と考える。②人事労務担当者、健康管理スタッフのためのマニュアルを作成しているが、アンケートに基づく現状の紹介と、相談窓口等のウェブサイトの紹介に終わっており、JNIOOSH としての主張が感じられない。マニュアルの内容については更なる改善を望む。③マニュアルの中に誤

植があるので訂正されたい(p.5 の 6. 長時間労働と疲労の蓄積の次の行:産業生態化学研究所ではなく産業生態科学研究所)。

(J 委員)これまでの種々の調査・研究に対する優位性が不明。

(K 委員)研究成果の多様な情報発信に期待します。

(L 委員)メンタルヘルス対策は、企業にとって放置することは看過できない状況であり、そのためにも、調査対象が 100 名以上の企業規模になっているが、もっと規模の小さい中小零細企業の方が、昨今の不況下では、過酷な職場環境に置かれている事が想像できる。中小零細企業の実情をもっと反映させることも重要と思われる。

(M 委員)メンタルヘルスのためのマニュアルがつけられたことは、この研究成果が世の中の関心を集める一助になると思われる。気づきのヒントなどにもう一段の工夫が欲しかった。

(3) 評価委員の指摘に対する措置・対応等

本研究に関して貴重なご意見を賜り心より感謝申し上げます。

マニュアルの作成を評価(B 委員、C 委員、M 委員)していただきありがとうございます。マニュアルの誤植(I 委員)を御指摘いただきました。原稿の確認が不十分で大変申し訳ございません。誤植を修正し、今後このようなミスがないように気をつけます。マニュアルの内容の改善(I 委員)、気づきのヒントなどに工夫(M 委員)、メンタルヘルス対策導入に関して様々な形の困難を感じている企業を困難のタイプ別ごとによりきめ細かく支援できるような記述(C 委員)、企業の経営トップに理解されるように要点をまとめた冊子(D 委員)との御要望もいただきました。本研究でマニュアルを作成しましたが、更にこのようなマニュアル等の改善や工夫を加えていきたいと存じます。

少子高齢化社会における、労働者の社会的状況の変化の中で、メンタルヘルス対策は昔の企業環境とは異なるものとして検討(A 委員)、雇用のミスマッチ防止にも活用できるので成果公表の方法を工夫(E 委員)、研究の多数の問題点(F 委員)、民間シンクタンクの調査研究との差が見えにくい(G 委員)、これまでの種々の調査・研究に対する優位性が不明(J 委員)、学術誌に投稿(H 委員)、JNIOOSH としての主張(I 委員)、National Center としての Initiative(G 委員)、との御意見をいただきました。今後の研究では問題点をできるだけ改善し、社会的状況の変化や雇用のミスマッチ防止を考慮して、JNIOOSH として有用な成果を公表できるように努めます。産業医の選任義務のない 50 人未満の事業場の実態調査が必要(I 委員)、中小零細企業の実情を反映(L 委員)との御意見をいただきました。今後の研究では、産業医の選任義務のない事業場や中小零細企業を含めた研究を実施したいと存じます。

本研究で得られた最新の職場におけるメンタルヘルスの実態を踏まえ、今後の対策に役立たせる(A 委員)、ここで得たアンケート結果を基に、日本のメンタルヘルスを改善していくような内容(D 委員)、研究成果の多様な情報発信(K 委員)を期待する御意見をいただきました。できるだけ研究成果の情報発信を行い、メンタルヘルス対策やメンタルヘルスの改善に資するようにいたします。

2.4 蓄積性化学物質のばく露による健康影響に関する研究 (平成21年度～平成23年度)

(1) 研究概要

慢性ばく露による蓄積が懸念される有害物質の中でレアメタルは産業における先端素材の必須の原料となっており、今後も長期的に相当量使用されていくことは確実である。一方、レアメタルの大部分を使用している鉄鋼産業において、ばく露を受けている多くの労働者は交代勤務で働いている。そこで、レアメタルのばく露による健康影響を評価するためにはその作業態様も考慮する必要がある。本研究において、疫学調査では交代勤務に伴うばく露の時間帯の違いによる影響を検討し、動物実験では交代勤務を模したばく露実験を行い、ヒトの健康影響の背景を検証した。製鉄工場の交代勤務者に対する追跡調査では、勤務の時間帯(シフト)によって、シフト後のニッケルおよびクロムの尿中排泄量に差が認められた。より多人数の横断調査では、尿中金属排泄量に交代勤務による差は必ずしもなかったが、ばく露群においては交代勤務群のほうが日勤群より、いくつかの気分の得点が悪化していた。動物実験では、明暗シフト条件(交代勤務モデル)では通常明暗条件より、クロムの肝臓中蓄積量は有意に増加することが確かめられた。以上より、何時に働くか、すなわち何時に有害金属にばく露するかということは、金属ばく露の健康影響を評価する上で重要な条件の一つになる可能性が考えられた。今後、同様の調査研究が進めば、日々の労働衛生管理をはじめ、ばく露基準の策定に際しても、時間毒性学的(chrono-toxicologic)な特性を考慮することで、より健康で安全な労働環境の整備につながるかもしれない。

ア. はじめに

生体蓄積性のある化学物質として、これまで鉛やカドミウムなどの毒性は詳細に調べられてきた。一方、レアメタルと呼ばれる非鉄金属グループの一群は、鉄鋼はもとより、携帯電話、パソコン、医療機器など我々の生活に不可欠な製品の素材となっている。とりわけ、ニッケル、クロム、コバルト、マンガンなどの数種は産業にとって不可欠な原料として国家備蓄されている(石油天然ガス・金属鉱物資源機構, レアメタルシリーズ2009)。これらの金属が今後長期にわたって利用され続けることは、それに伴って職業性ばく露の機会が長期的になることを意味し、長期慢性ばく露による影響を考慮する必要がある。

図1に示すように、レアメタルのなかでも、ニッケル、クロム、マンガンは供給量が多く、大半は製鋼に用いられている(資源エネルギー庁, レアメタルの需給について<備蓄対象7鉱種>, 2006)。生物学的半減期は第2相以降を考えるとニッケルとマンガンが120日程度、クロムが1ヶ月程度とされている(Patty's Toxicology, 5th Edition, 2001)。これらの特性とともに、調査対象の事業所で使用されている主要なレアメタルがニッケルとクロムであることを考慮して、本研究では蓄積性化学物質として両金属に着目した。

製造業は夜勤・交代勤務が広く採用されている業種である。鉄鋼業においては夜勤を含む交代勤務を採用する企業の割合が7割に達しつつあり(64.3%:厚生労働省, 平成17年就労条件総合調査)、とくにレアメタルにばく露する可能性が高い製造ラインの労働者はほとんどが交代勤務に就いている。ヒトの心身の機能には約一日を周期として変動するリズム(概日リズム)が存在する。この概日リズムによって、体内の動態は昼間と夜間で大きく異なる。したがって、一日の中で何時に有害物質にばく露するかによって、その健康影響は異なることが予想される。実際、交代勤務で働く労働者では、日勤時より夜勤時のばく露のほうが、体内動態が異なることから有害物質に対して脆弱になり、健康影響が強く現れると懸念されている(Rutenfranz et al., 1989)。そこで長期慢性ばく露の影響を考えた場合、交絡もしくは交互作用要因として交代勤務の影響を無視することはできない。

職場で扱われる有害物質の健康影響は、昼間(日勤時)のばく露に関して評価されるのが通例である。日勤で働く労働者だけであれば、それでよいのかもしれない。だが、わが国では 27.3%の労働者が夜勤・交代制で働いていて、しかも 10 年前より 1.4 倍に増加している(厚生労働省、平成 19 年労働者健康状況調査)。このようなばく露状況に関して、労働衛生管理のために参照できる実証データはきわめて限られている(IARC Technical Publication, 2010)。ばく露の時刻、すなわち労働の時刻によって、ばく露の影響が変わるかどうかを検証することは、レアメタルの健康障害予防に限らず一般の有害物質を扱う産業分野で今後も増えると見込まれる夜勤・交代勤務者の健康を確保する上で重要であると考えられる。

本研究では、レアメタル取扱い工場の労働者を対象に、有害金属ばく露と勤務時間帯のような作業態様との相互作用を検討した。また、動物実験でもこの相互作用を検証した。

イ. 疫学調査

レアメタルの長期慢性ばく露による健康影響を評価するために、ステンレス製造工場の労働者を対象として調査を行った。ばく露の可能性の高い集団に交代勤務者が多数いることからばく露の時刻を考慮することが重要と考え、まず交代勤務者を対象に、各シフト時の尿中金属排泄量の変化を検討した。中国山西省のステンレス製造工場において交代勤務者(ばく露あり 56 名、ばく露なし 40 名)から日勤・夕勤・夜勤の各シフトの前後(非ばく露群では日勤と夜勤の前後)で採尿し、尿中ニッケル、クロム濃度を測定、クレアチニン濃度で補正して各シフトの前後で比較した。ばく露群におけるシフト前後の尿中金属排泄量の増加はシフトごとに異なっており、日・夜勤では明瞭な中央値の増加が認められたのに対して、夕勤ではほとんど認められなかった。勤務時間帯によって尿中金属の排泄されやすさが異なり、特に夕勤で金属の排泄が抑制される可能性が示唆された。

次に、同じ事業場におけるニッケル・クロムへのばく露状況とそれによる健康影響を評価する目的で、アンケート調査、POMS(気分プロフィール検査)並びに尿中金属濃度、尿中 8-OHdG 濃度測定を約 400 名の労働者を対象に実施した。尿中ニッケル・金属濃度についてはばく露によって有意に高かったが、交代勤務による有意な差は見られず、8-OHdG についてはばく露・交代勤務のいずれとの関連も見られなかった。自覚症状に関しては幾つかの項目でばく露群の方が有意に高い傾向が見られたほか、POMS に関してはばく露ならびに交代勤務による影響が見られた。

夜勤を含む交代勤務に伴う健康障害の一つとして骨粗鬆症性骨折リスクの上昇が知られているが、レアメタルの長期慢性ばく露の影響がこれをどう修飾するか評価するためにはその背景要因を検討しておく必要がある。そこで、主となる要因の一つであるビタミン D との関係を検討するために、交代勤務者の 25-OH ビタミン D(25OHD)濃度を測定し、常日勤者のそれと比較検討した。交代勤務は夜勤の有無で二群に分けた。三群間の 25OHD 濃度に有意差はなく($p=0.98$)、勤務時間帯の違いによる差は観察されなかった。したがって、夜勤のためにビタミン D 不足になるという仮説は本研究では支持されなかった。

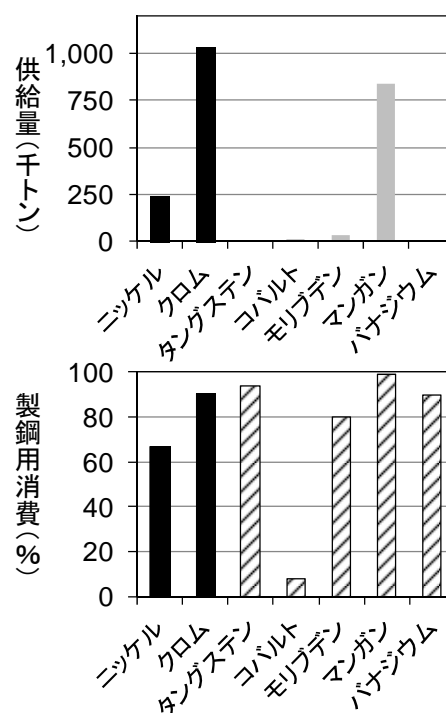


図1 主要なレアメタルの供給量と製鋼用消費の割合

ウ. 動物実験

交代勤務に伴う夜間の光ばく露は、生体の日内リズムを乱し、種々の健康障害につながると考えられている。ばく露物質の取り込み・排泄に関わる生体因子の発現も日内リズムを示す。交代勤務がこれら生体因子の発現リズムを攪乱するのであれば、ばく露物質の臓器蓄積量の変動を引き起こす可能性がある。我々はこのような時間毒性学(chronotoxicology)的視点からの検討が必要と考えている。本研究ではクロムの肝臓中蓄積量が、明暗シフト(交代勤務モデル)によって通常明暗条件よりも有意に増加することを、マウスを用いた実験で見出し、また他の金属化合物(カドミウム)でも同様に体内蓄積量が増加することを確認した。これらの知見は交代勤務が蓄積性金属の体内蓄積量を増加させる危険性を示唆する。一方、交代勤務者は昼夜を問わず職場有害因子にばく露されることから、ばく露時間帯と毒性発現強度についても調べ、金属化合物への感受性に日内変動が存在することを見出した。本研究により得られた結果は、精度の高いリスクマネージメントに結びつく可能性がある。

エ. おわりに

レアメタルを取り扱う製造現場では交代勤務が広く行われているため、このことを踏まえて金属ばく露の健康影響を評価することが必要である。本研究では、勤務の時間帯(シフト)によって、シフト後の尿中金属排泄量に差が認められた。また、より多人数の労働者を対象にした横断調査では、ばく露群、非ばく露群とも、尿中金属排泄量に交代勤務による差は必ずしもなかったが、ばく露群のなかでは交代勤務群のほうが日勤群より、いくつかの気分の得点について悪化が認められた。動物実験からは、明暗シフト条件(交代勤務モデル)では通常明暗条件より、クロムの肝臓中蓄積量は有意に増加することが確かめられた。

以上のデータに基づくと、何時に働くか、すなわち何時にレアメタル等の有害金属にばく露するかということは、金属ばく露の健康影響を評価する上で重要な条件の一つになる可能性が考えられる。今後、同様の調査研究が進めば、日々の労働衛生管理をはじめ、ばく露基準の策定に際しても、時間毒性学的(chronotoxicologic)な特性を考慮することで、より健康で安全な労働環境の整備につながるかもしれない。

オ. 年度ごとの研究費

- 1年目 23,816 千円
- 2年目 10,000 千円
- 3年目 8,595 千円

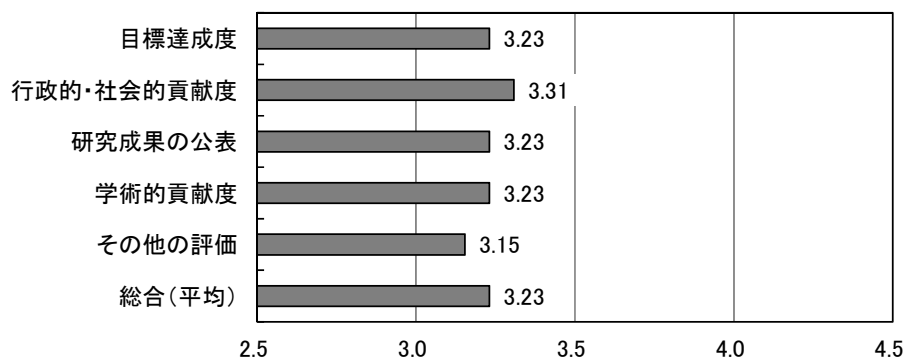
カ. 研究業績リスト

平成 23 年度		
1	原著論文	Hiroaki Itoh, Zuquan Weng, Hiroyuki Saito, Yasutaka Ogawa, Kunio Nakayama, Masako Hasegawa-Ohira, Kanehisa Morimoto, Syou Maki, Masaya Takahashi (2011) Association between night-shift work and serum 25-hydroxyvitamin D levels in Japanese male indoor workers: a cross-sectional study. <i>Ind Health</i> 49(5), pp.658-662.
2		Nobuhiko Miura, Yukie Yanagiba, Katsumi Ohtani, Masaharu Mita, Masako Togawa, Tatsuya Hasegawa (2012) Diurnal variation of cadmium-induced mortality in mice. <i>J Toxicol Sci</i> 37(1), p.191-196.
3	国内外の研究集会発表	伊藤弘明, 牧祥, 翁祖銓, 王瑞生, 牛僑, 齊藤宏之, 三浦伸彦, 小川康恭, 高橋正也 (2011) 勤務時間帯の違いが尿中クロム・ニッケル排泄量に及ぼす影響の検討. 第 84 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 53(Suppl), p.395.
4		三浦伸彦, 大谷勝己, 柳場由絵, 三田征治, 外川雅子, 長谷川達也 (2011) 金属化合物の投与時刻がマウス致死毒性に与える影響. 第 84 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 53(Suppl), p.408.

5		三浦伸彦, 柳場由絵, 大谷勝己, 外川雅子, 長谷川達也 (2011) 六価クロム及びカドミウムの投与時刻とマウス致死毒性. 第 84 回日本生化学会大会, 京都, 2P-0500, CD-ROM.
6		大谷勝己, 三浦伸彦, 柳場由絵, 外川雅子, 長谷川達也 (2011) カドミウムの投与時刻とマウス雄性生殖毒性. 第 84 回日本生化学会大会, 京都, 2P-0501, CD-ROM.
7		三浦伸彦, 柳場由絵, 大谷勝己, 外川雅子, 長谷川達也 (2011) 金属毒性発現の時刻依存性. フォーラム 2011: 衛生薬学・環境トキシコロジー, 金沢, 講演要旨集, p.197.
8		大谷勝己, 柳場由絵, 三浦伸彦, 外川雅子, 長谷川達也 (2011) カドミウムの投与時刻とマウス精巢毒性. フォーラム 2011: 衛生薬学・環境トキシコロジー, 金沢, 講演要旨集, p.205.
9		三浦伸彦, 柳場由絵, 大谷勝己, 外川雅子, 長谷川達也 (2011) クロム及びカドミウムの投与時刻とマウス致死毒性. 第 8 回メタロチオネインおよびメタルバイオサイエンス研究会, 名古屋, 講演要旨集, p.62.
10		Nobuhiko Miura, Yukie Yanagiba, Katsumi Ohtani, Masako Togawa, Tatsuya Hasegawa (2012) Diurnal susceptibility to cadmium toxicity. Society of Toxicology, San Francisco, The Toxicologist 2012, 126(1), p.535.
11		三浦伸彦, 大谷勝己, 柳場由絵, 長谷川達也, 外川雅子, 平尾彰子, 柴田重信 (2012) 体内時計の生理学的意味を他の研究分野から問う: 毒性学の立場からー体内時計と重金属毒性ー. 第 89 回日本生理学会シンポジウム, 長野, 講演要旨集 (J Physiol Sci, vol.62 (1), 2012), p.S19.
12		大谷勝己, 柳場由絵, 三浦伸彦 (2011) 第 16 回安衛研・産医大産生研研究交流会「カドミウムの投与時刻と精巢毒性の変化」, 産業医科大学産業生態科学研究所 4 階大講義室, 2011 年 11 月 18 日.
平成 22 年度		
1	総説ほか(査読有無問わず)	翁祖銓, 小川康恭 (2010) コメットアッセイ: 遺伝毒性を検出するための強力な解析法. 労働安全衛生研究 3(1), pp.79-82.
2	国内外の研究集会発表	伊藤弘明, 翁祖銓, 齊藤宏之, 小川康恭, 中山邦夫, 森本兼曩, 牧祥, 高橋正也 (2010) 夜勤・交代勤務と血清中 25-OH ビタミン D 濃度の関係. 第 83 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 52 (Suppl), p.407.
3		三浦伸彦 (2010) レアメタル化合物が時計遺伝子発現に与える影響. 第 83 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 52 (Suppl), p.620.
4		三浦伸彦 (2010) カドミウムが時計遺伝子発現に与える影響解析. 第 17 回日本時間生物学会, 講演要旨集, p.86.
5		Nobuhiko Miura (2010) Rare metals affect the expression levels of clock genes. 第 47 回欧州トキシコロジー学会, Toxicol Lett, Vol.196 (Suppl), p.S311
平成 21 年度		
1	国内外の研究集会発表	三浦伸彦 (2009) カドミウムが時計遺伝子 Period の発現に与える影響. メタロチオネインおよびメタルバイオサイエンス研究会 2009, 講演要旨集, p.57.

(2) 評価結果

ア. 評価点



イ. 評価委員のコメント

- (A員)「蓄積性化学物質(レアメタル)のばく露による健康影響」というよりも交代勤務に伴う、ばく露の影響を調べたものではないか。研究タイトルを内容に合わせたものとすべきである。
- (B 委員)「研究全体のまとめ」の部分が抽象的であり、もう少し明確にまとめるべきと考えます。
- (C 委員)研究対象となる事象の複雑さから明瞭な定量的結果が十分得られたとは必ずしもいえないと思えるが、有害な物質の蓄積の健康影響に関する基本的知見の充実は重要テーマであり続けると考えられるので、本研究の調査、分析結果をいかした精緻な研究が今後さまざまな角度から進展することを期待したい。
- (D 委員)①有意義な研究である。この内容の普遍化・一般化を期待する。②研究課題テーマが広すぎる。もう少し、絞っても良いのではないかな？
- (E 委員)時間毒性学という概念そのものが部外者にとっては初めて知ること、一般の人にも理解は浸透していないと思います。この点に注意を払って今後成果公表をして下さい。
- (F 委員)時間毒性学を踏まえた職場での毒性物質の管理に迫る研究課題は重要かつ科学的に見ても魅力的であるが、研究成果は必ずしも明確なものでなく、やや残念である。今後この領域の研究をどう発展させるかについて、よく検討する必要がある。
- (G 委員)まず、規制省に所属する研究機関として、大学や民間機関が行いにくい現場労働者の健康影響へのエビデンスを蓄積し、それに基づき行政施策に反映させることが貴研究機関に期待するところである。この点から見ると、この研究は十分なヒトでのエビデンスがなく、管理濃度等への貢献は不明であると言わざる負えない。また、学問的にも種々の問題点が存在する。例えばレアメタルとして Cd や Cr を挙げているがこれらはレアメタルか？また、中国でのフィールド調査では労働者の研究では曝露が測定されていない、Cd と他の金属を同列に扱っている(Cd の動態はキャリアーであるメタロチオネインによることは十分確立されている)、ヒトへの外挿が不明など Toxicology として未熟である。
- (H 委員)今後、より詳細な研究を行う必要がある。
- (I 委員)曝露の状況がよくわからないが、勤務のシフトによって尿中のクロム、ニッケルの排泄量が異なるというのは興味深い結果である。ヒトの結果では、夕勤では排泄量が増加せず、日勤、夜勤で増加がみられているが、これは動物実験とは整合性が取れているのか、さらに精査が必要である。中国のステンレス製造工場労働者の曝露区分を非曝露を含め 5 段階に分けているが、測定に基づくものではなく定性的なので、このように細分化する必要があるのか疑問である。各群のバランスの問題もあるが、曝露なし(0)、低曝露(±、+)、高曝露(++、+++)の 3 段階でよいのではないかな。
- (J 委員)レアメタル以前に、健康上重要な「蓄積性化学物質」が種々あるが、何故とりあげないのか。Cd はレアメタル？
- (K 委員)研究成果の現場労働衛生管理への活用に期待したい。
- (L 委員)レアメタルは、中国の独占市場から生産国の多角化に向けて日本としても積極的に動いている。本研究の成果が、多くの生産現場員のいる中国はもとより、多角化した他の国での生産現場員の健康維持に貢献できることを、期待しています。
- (M 委員)交代勤務により化学物質の暴露が影響を受けるとの示唆は、労働環境に大変な影響を与える可能性がある。

(3) 評価委員の指摘に対する措置・対応等

本研究に関して貴重な御指摘をいただき感謝申し上げます。本研究の課題名と内容との関連性が弱い

のではないかと(A 委員、G 委員)、またレアメタル以前に、健康上重要な「蓄積性化学物質」が種々あるのではないかと(J 委員)という御指摘はそのとおりです。しかしながら本研究では、①レアメタルが鉄鋼製品に不可欠な素材で今後も使われ続けること、②レアメタルには重金属としての蓄積性があること、その上に③鉄鋼業の現場では夜勤を含む交代勤務が常態化していること等、物質の蓄積性だけではなく日本における労働衛生事情をも考慮して研究を計画しました。その際、③に関連して、ばく露(=労働)の時間帯によって毒性の現れ方が異なる可能性を検証するという時間毒性学の視点を取り入れました。そして蓄積性のある化学物質の健康影響を評価する際に交代勤務という労働条件をどのように考慮すべきかを検証するという観点から、疫学調査と動物実験を実施いたしました。研究テーマが大き過ぎるのではないかと(D 委員②、F 委員、H 委員)との御指摘もありましたが、より焦点を絞った成果を求めるべきであったことは否めません。

今回の疫学調査から得られたデータはまだ十分ではなく、本研究で得られた結果からだけでは動物実験データのヒトへの外挿や行政施策への反映(G 委員)も難しいと考えております。今回の動物実験の成果は現在実施中の基盤的研究に引き継がれておりますので、その研究を進めることにより現行の管理濃度を再考するための基礎的な知見につながる可能性はあるように思います。

レアメタルの定義(G 委員、J 委員)について、クロムはレアアースではありませんが、レアメタルの一つです。一方、カドミウムはレアメタルではありませんが、本研究の動物実験では陽性対照物質として用いました。交代勤務を模した実験系においてレアメタルのばく露影響に関する既存データが乏しかったことから、このような使用は妥当と考えました。その過程で生体リズム攪乱時にカドミウムの体内蓄積量が増加することを見出しました。メタロチオネイン関与の有無および明暗シフトによるメタロチオネイン量の変動などの検討が新たに必要と分かり、今後の研究展開に活用したいと考えております。

個人および環境ばく露の評価は重要(G 委員、I 委員)であり、説明時点では解析結果はお示しできませんでしたが、環境測定データは入手しておりますので、今後の発表の際にはそれらを活用したいと思っております。ばく露状況の分類は五段階が良いか、三段階が適切か(I 委員)についても、比較検討いたします。

本研究の視点及び多くの限界がある中で、蓄積又は排泄にばく露時間帯が影響している可能性を示すデータを提示できたことに対して好評価を与您といただき(C 委員、D 委員①、I 委員、K 委員、L 委員、M 委員)、誠に幸甚です。なお、時間毒性学という概念はまだ十分に浸透していない(B 委員、E 委員)ので、その背景事情をよく考慮して、今後成果を公表するよういたします。

2.5 健康障害が懸念される産業化学物質の毒性評価に関する研究 (平成21年度～平成23年度)

(1) 研究概要

エチルターシャリーブチルエーテル(ETBE)はバイオ燃料として平成22年から本格的に導入された。ETBEに対する先行の毒性研究では、マウスやラットの種々の組織や機能に対する毒性が弱いことが示唆された。しかし、ETBEの生体影響についての研究は必ずしも十分ではない。本プロジェクト研究では、今まで検討されていない生体の遺伝子損傷、免疫系異常等を中心にETBE吸入ばく露後の健康に及ぼす影響について検討し、さらに生体側の種々の因子、例えば、性差、加齢、代謝酵素の欠損などによるETBEの健康障害に対する修飾作用についても検討した。

9又は13週間ETBEばく露後、野生型マウスの5000ppm群において肝臓小葉中心性細胞肥大や肝細胞DNA損傷などが検出されたが、アルデヒド脱水素酵素ALDH2欠損マウス(KO)では200ppmの低い濃度においてもDNA損傷などが認められた。しかし、雄性マウスで観察された上記の影響は雌マウスでは5000ppmの高濃度群しか認められなかった。老齢マウスではDNA損傷のベースラインが高かったが、ETBEばく露による損傷度の上昇は若齢マウスとほとんど同じであった。ETBEの体内代謝に関与しているもう一つの酵素CYP2E1の欠損マウスでは、ETBEの影響は野生型マウスと比べて特に違いはなかった。遺伝子損傷について更に検討した結果、ETBEばく露後、生体内のDNA酸化損傷度の上昇、8-OHdG数の増加などが観察され、少なくとも酸化ストレスがETBEの生体影響に寄与していることが示唆された。ETBEの体内代謝についても検討し、その結果、ALDH2欠損マウスではETBEばく露後体内にアセトアルデヒドなどの代謝物質が滞留したことが判明し、ETBEによる遺伝損傷などに中間代謝物アルデヒド類の代謝低下が関わっていることが示唆された。ETBEばく露による生体影響として、膵臓におけるT細胞の選択的減少、雄性マウスにおける精子運動能の低下、行動への影響なども観察され、性差又はALDH2欠損による影響も認められた。このように野生型マウスでは最大無毒性用量は500ppmであるが、ALDH2欠損個体では50ppmと推定でき、ETBEの毒性に対する感受性が高くなることが示唆された。また、ETBEばく露による種々の損傷の中に性差が明確に認められた。これらの結果からETBEの有害性評価や作業場のばく露限界値設定の根拠となる有益な情報を提供できるものと考えられる。

ア. はじめに

職場で使用されている化学物質には、生体影響が必ずしも明確になっていないものも多い。また、毎年新たな化学物質が産業現場に入ってくる。化学物質の毒性は物質の物理化学特性に大きく関係しているが、一方で、性差、加齢、体質等の人体の生理機能によっても左右される。現在ではこのような生体機能の違いを考慮した毒性評価は検討がなされていない。しかしながら、近年、労働現場の状況は急速に変わりつつある。労働者においてその数や職域の拡大に伴い、女性も、男性と同様に産業有害因子にばく露される機会が増えてきている。女性は、生理学・生化学的に男性と異なっている機能も多くある。また、労働現場でのもう一つの変化は高年齢労働者の割合が高くなってきたことである。加齢に伴い、種々の生体機能の変化も見られ、化学物質に対する感受性が変化することが推測される。産業有害因子などの外部因子に対して男女や違年齢層がそれぞれ示す反応は違うと思われるが、不明な部分は依然として多い。労働者の多様性を考慮する際、もう一つ重要な因子は体質の個体差といえる。近年、ヒトゲノム研究や関連する分子生物・医学研究の結果、種々の遺伝子塩基配列の多型や遺伝子発現の違いなどが報告され、外部因子に対する感受性の個体差との関連が明らかになりつつある。今後、産業化学物質の有害性やリスク評価の

時には、種々の生体因子を考慮に入れ行う必要がある。

ETBE の導入は、二酸化炭素排出量の削減や石油依存度の低減に貢献できる。ETBE はバイオエタノールと石油の副製品であるイソブテンから合成された物質で、日本は輸入だけではなく、国内の工場でも生産されている。このように今後 ETBE の使用と生産の増加とともに、そのばく露者数も増えると思われる。ETBE に対する先行の毒性研究では、マウスやラットの種々の組織や機能に対する毒性が弱いことが示唆された。高濃度 ETBE の慢性ばく露後、動物肝臓の重量増加や肝細胞肥大が観察されたが、遺伝毒性、生殖発生毒性などはなく、それ以外の影響についての報告はなかった。これらの動物実験の結果から、ETBE の最大無毒性量 (NOAEL) は 500 ppm と推定された^{1, 2)}。平成22年には「ETBE 発がん性試験事業報告書」の概要も公表され、ヒトへの外挿が否定できない発がんプロモーション作用はあるものの、発がん性は弱いと報告された³⁾。日本のほか、欧州の国でも使用されているが、オーストラリアや米国のいくつかの州では ETBE のヒトの健康影響への懸念からその使用は禁止されている。

一方では、体内で ETBE からアセトアルデヒドなどのアルデヒド類が代謝される (図1)。これらの中間代謝物は毒性を示す可能性があり、特にアセトアルデヒドは動物試験では発がん性を有することが分かっており、国際がん研究機構 (IARC) ではグループ2B (おそらくヒトに対する発がん性がある物質) に分類されている⁴⁾。また、東アジア人の約4割はアルデヒドを解毒する酵素 (アルデヒド脱水素酵素2. ALDH2) の活性が著しく低い⁵⁾。このような個体では ETBE から生成されるアセトアルデヒドなどのアルデヒド類は代謝されにくく、体内に比較的高濃度で滞留する可能性があり、そのため種々の生体損傷を誘発する可能性が高い。また、ETBE の代謝に加えて、ばく露時の吸収や排泄、損傷修復に対する性ホルモンや加齢などの影響も有り得るので、最終的にはこれらの生体因子の修飾作用によって ETBE ばく露の健康影響は変わってくることとなる。

ETBE ばく露後、報告された生体影響以外に影響がないか、特に重大な関心である遺伝子損傷、免疫系損傷などに問題がないか、性差、加齢、体質による差がないか、生体影響の発生機構は何か、などを解明するため、一連の実験を行い、有用な情報を得た。

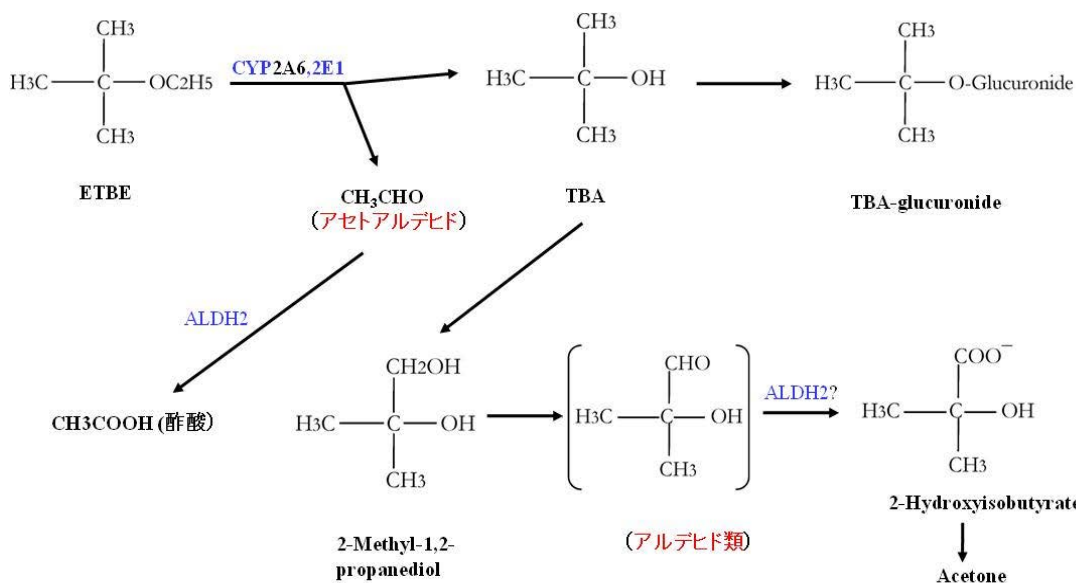


図1 ETBE の代謝経路

アセトアルデヒドなどのアルデヒド類物質が生成されるが、それを代謝する酵素である ALDH2 が欠損する場合、代謝および毒性発現はどう変わるか、解明する必要がある。

イ. 課題へのアプローチ

(1) ETBE の有害性評価

ETBE が有害性を示すばく露濃度について、先行の研究を参考にして比較的到高濃度のばく露実験を行い、その結果を踏まえて更に低い濃度領域で検討した。有害性の評価指標として、一般毒性に加えて、早期遺伝子損傷の指標であるコメットアッセイ法による DNA 損傷度の測定、遺伝子損傷蓄積の指標である外周血小核頻度の解析、免疫細胞への影響解析、雄性動物の生殖系への影響、神経行動学的解析など、今まで十分に検討されていないエンドポイントを中心に実施した。

(2) ALDH2 欠損マウスを用いての検討

ETBE の代謝経路およびアルデヒド類の有害性情報から ALDH2 酵素は ETBE の毒性発現に一つのカギになっていると予想される。そのため、ヒトの ALDH2 欠損モデルとして、この酵素の遺伝子欠損マウス（ホモおよびヘテロ欠損）を用いて、ETBE ばく露による生体影響の評価を行った。ここから得るエビデンスに基づいて、この場合の NOAEL を推測し、野生型個体との比較を行った。

(3) 性差、加齢、代謝酵素 CYP 欠損などによる ETBE 生体影響への修飾作用の検討

ETBE ばく露実験時には、雄性と雌性マウス、若齢と老齢マウス、CYP2e1 野生型とその遺伝子ノックアウトマウスを使用することにより、これらの個体因子による ETBE の毒性発現への修飾作用を検討した。

(4) ETBE 代謝についての検討

ETBE の吸入ばく露実験を行い、ばく露期間中およびばく露終了後、ETBE およびその数種類の代謝物の血中や組織における濃度の経時変化を解析した。またこの変化に対応する性差や代謝酵素欠損との関連から ETBE の代謝と生体影響発生メカニズムを検討し、有用なばく露および生体影響のバイオマーカーの選定を試みた。

ウ. 研究成果

個々の実験の詳細な結果については、それぞれの報告文を参照されたい。ここで本プロジェクト研究から得られた主な成果を述べる。

ETBE 吸入ばく露実験の結果、肝細胞の肥大、肝細胞および白血球の DNA 損傷、染色体の異常（小核）、脾臓における T 細胞の選択的減少、精子の運動能低下、運動機能の抑制などが認められた。肝障害や DNA 損傷などの結果から推測した ETBE の NOAEL は 500 ppm であり、文献報告と一致している^{1,2)}。しかし、ALDH2 欠損マウスの場合、200 ppm の低濃度においても DNA 損傷度の上昇があったため、このような個体では NOAEL は 50 ppm となった。

雄性和雌性マウスの間、ETBE ばく露による生体影響は明らかな性差が存在した。雄の野生型マウスでは肝障害や DNA 損傷は 5000 ppm において検出され、ALDH2 欠損マウスでは 200 ppm においても検出されたが、雌マウスは野生型では検出されず、欠損マウスでも最高濃度でしか認められなかった。この性差は 10 倍以上があることが判明した。

老齢マウスにおいては DNA 損傷などのバックグラウンド値は若齢より高かったが、ETBE ばく露後、損傷の上昇分は両週齢マウス間に有意な差がなく、加齢による ETBE の生体影響に対する修飾作用がないことが示唆された。

アルデヒドの代謝酵素である ALDH2 の欠損によって ETBE の生体影響は多くの指標に大きな変化が

現れているように、ETBE の毒性に対する感受性の増大が判明した。しかし、ETBE 代謝に関与している CYP2E1 の欠損は ETBE の毒性発現に大きな影響を与えなかった。この酵素は ETBE の最初の分解に触媒しているが、CYP2A6 も関与しているので、作用が互いに代替されているのかも知れない。

ETBE の急性吸入ばく露の期間中及びその後、血液や組織中におけるアセトアルデヒド、ターシャリブチルアルコールなどの代謝物質濃度は ALDH2 欠損マウスでは野生型より高く、また雌雄の間にも差があることが判明した。この代謝過程の差は ETBE の生体影響に現れた差異の原因の一部と思われる。

エ. おわりに

ETBE は基本的には毒性の弱い物質であるが、その生体影響はよく検討されていた肝臓以外の他の組織や臓器でも検出された。特に早期の遺伝損傷の指標を用いての解析では多くの組織に影響が認められた。ETBE の生体影響はその吸入ばく露時の濃度と関係していることは言うまでもないが、生体側の種々の因子(性別、加齢、代謝酵素の遺伝的差異など)によって大きく影響されることもあり、その差の程度は 10 倍以上にも達した。この差異は体内での代謝と密接に関係している。

以上の結果は、ETBE の有害性を評価する時に、早期・軽微な生体影響を検出できる指標の使用が重要であること、また生体側の因子を考慮に入れる必要があることを示唆した。これらのデータを考慮して作業環境などにおける ETBE のばく露限界設定を検討することで、労働衛生管理がより適切なものとなるのではないかと思われる。

参考文献

- 1) 財団法人 石油産業活性化センター.平成 19 年度非化石エネルギー導入促進対策調査等(バイオマス由来燃料導入調査研究)に関する報告書. 財団法人石油産業活性化センター;2008.
- 2) McGregor D. Ethyl tertiary-butyl ether: a toxicological review. Crit. Rev. Toxicol. 2007; 37:287-312.
- 3) 財団法人 石油産業活性化センター.平成 21 年度 ETBE発がん性試験事業報告書 概要.財団法人 石油産業活性化センター;2011. http://www.pecj.or.jp/english/news/pdf/H220513_e_tbe02.pdf
- 4) International Agency for Research on Cancer (1999). Re-evaluation of Some Organic Chemicals, Hydrazine and Hydrogen Peroxide. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. 71.
- 5) Hamajima N, Takezaki T, Tajima K. Allele Frequencies of 25 polymorphisms pertaining to cancer risk for Japanese, Koreans and Chinese. Asian Pac. J. Cancer Prev. 2002; 3: 197-206.

オ. 年度ごとの研究費

- 1 年目 18,726 千円
- 2 年目 14,000 千円
- 3 年目 10,985 千円

カ. 研究業績リスト

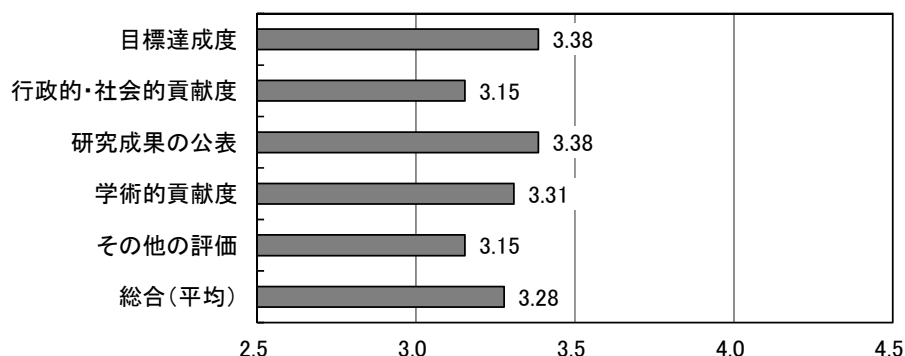
平成 24 年度		
1	原著論文	ZuquanWeng, Megumi Suda, Katsumi Ohtani, Nan Mei, Toshihiro Kawamoto, Tamie Nakajima, Rui-Sheng Wang (2012) Differential genotoxic effects of subchronic exposure to ethyl tertiary butyl ether in the livers of Aldh2 knockout and wild-type mice. Arch Toxicol 86:675-682.
2	国内外の研究集会発表	Rui-Sheng Wang, Katsumi Ohtani, Zuquan Weng, Yukie Yanagiba and Megumi Suda (2012) Enhanced Reproductive Effects of Exposure to ETBE in Aldh2 Knockout Mice. The 48th Congress of the European Societies of Toxicology, Toxicology Letters 211S, S183.
3		須田 恵, 大谷勝己, 翁 祖銓, 柳場由絵, 王 瑞生 (2010) ETBE 亜慢性曝露後のマウス肝における ETBE 代謝の雌雄差. 第 85 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 54 (Suppl.), 394.

4		王 瑞生, 翁 祖銓, 須田 恵, 大谷勝己, 柳場由絵 (2012) ETBE の低濃度ばく露後のマウス肝臓における遺伝損傷について. 第 85 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 54(Suppl.), 464.
5		王 瑞生, 大谷勝己, 柳場由絵, 須田 恵 (2012) ターシャリーブチルアルコール投与後のマウスにおける毒性発現. 第 59 回日本実験動物学会総会, 講演要旨集, p283.
平成 23 年度		
1	原著論文	Zuquan Weng, Megumi Suda, Katsumi Ohtani, Nan Mei, Toshihiro Kawamoto, Tamie Nakajima, Rui-Sheng Wang (2011) Aldh2 knockout mice were sensitive to DNA damage in leukocyte due to ethyl tertiary butyl ether exposure. Ind Health 49(3) 396-399.
2		Qing Li, Maiko Kobayashi, Hirofumi Inagaki, Yukiyo Hirata, Kimiko Hirata, Takako Shimizu, Rui-Sheng Wang, Megumi Suda, Toshihiro Kawamoto, Tamie Nakajima and Tomoyuki Kawada (2011) Effects of subchronic inhalation exposure to ethyl tertiary butyl ether on splenocytes in mice. Int J Immunopathol Pharmacol 24(4) 837-47.
3	国内外の研究集会発表	Rui-Sheng Wang, Katsumi Ohtani, Zuquan Weng, Megumi Suda (2011) Reproductive effects of exposure to ethyl tertiary butyl ether as modified by aging in male Aldh2 knockout mice. The 47th Congress of EuroTox Abstracts, Toxicology Letters vol.205S, p S255.
4		Rui-Sheng Wang, Katsumi Ohtani, Zuquan Weng, and Megumi Suda (2012) Effects of Exposure to Ethyl Tertiary Butyl Ether at Low Concentrations in Aldh2 Knockout Mice. The 51st Annual Meeting of the Society of Toxicology, p59.
5		須田 恵, 大谷勝己, 翁 祖銓, 柳場由絵, 王 瑞生 (2011) ETBE 慢性曝露後のマウス肝におけるアセトアルデヒドの代謝および Aldh2 遺伝子多型の影響. 第 84 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 53 (Suppl.), p400.
6		北條理恵子, 久保田久代, 須田 恵, 柳場由絵, 王 瑞生 (2011) ETBE 慢性曝露によるマウスの行動変化および脳内 c-fos 活性変化について. 第 84 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 53 (Suppl.), p12.
7		翁 祖銓, 柳場由絵, 須田 恵, 大谷勝己, 王 瑞生 (2011) Cyp2e1 ノックアウトマウスにおける ETBE 吸入曝露の白血球遺伝毒性について. 第 84 回日本産業衛生学会, 東京, 産業衛生学雑誌 53 (Suppl.), p402.
8		王 瑞生, 柳場由絵, 大谷勝己, 須田 恵, 翁祖銓 (2011) Cyp2e1 ノックアウトマウスにおける ETBE 吸入曝露の生殖毒性について. 第 84 回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌 53 (Suppl.), p401.
9		大谷勝己, 須田 恵, 翁 祖銓, 柳場由絵, 王 瑞生 (2011) ETBE 吸入曝露後の雄マウス生殖系の障害および加齢の影響について. 第 84 回日本産業衛生学会講演集, 産業衛生学雑誌 53 (Suppl.), p400.
10		王 瑞生, 大谷勝己, 須田 恵, 翁 祖銓 (2011) マウスにおける ETBE ばく露の生殖系への影響および加齢の修飾作用. 第 38 回日本トキシコロジー学会, The journal of Toxicological Sciences, vol.36 supplement, p S152.
11		王 瑞生, 須田 恵, 翁 祖銓, 大谷勝己, 柳場由絵 (2011) ETBE ばく露によるマウスの遺伝損傷について. 第 39 回産業中毒・生物学的モニタリング研究会, 発表講演集.
12		王 瑞生, 大谷勝己, 須田 恵, 翁 祖銓 (2011) ETBE の低濃度ばく露によるマウスの生殖系への影響について. フォーラム 2011 衛生薬学環境トキシコロジー, 発表講演集, p294.
13		翁 祖銓, 須田 恵, 大谷勝己, 王 瑞生 (2011) ETBE ばく露によるマウスの白血球における遺伝および加齢と ALDH2 遺伝子改変の影響について. フォーラム 2011 衛生薬学環境トキシコロジー, 発表講演集, p170.
平成 22 年度		
1	国内外の研究集会発表	Megumi Suda, Zuquan Weng, Katsumi Ohtani, Rui-Sheng Wang (2010) Toxicokinetics of ethyl tertiary butyl ether metabolites in blood and tissues in Aldh2 knockout and wild type mice. The XII International Congress of Toxicology(IUTOX), Toxicol Lett 196S, S107.
2		Rui-Sheng Wang, Katsumi Ohtani, Megumi Suda, Zuquan Weng (2010) Toxic effects of ethyl tertiary butyl ether exposure as modified by Aldh2 genotypes in mice. The XII International Congress of Toxicology(IUTOX), Toxicol Lett 196S, S75.
3		Zuquan Weng, Megumi Suda, Katsumi Ohtani, Rui-Sheng Wang (2010) Difference in the genotoxicity of chronic inhalation exposure to ethyl tertiary butyl ether in sperm between Aldh2 wild type and Aldh2 knockout mice. The XII International Congress of Toxicology (IUTOX), Toxicol Lett 196S, S72.

4		Rieko Hojo, Hisayo Kubota, Megumi Suda, Yukie Yanagiba, Rui-Sheng Wang (2011) Effects of 12-week-inhalation exposure to Ethyl tert-butyl ether(ETBE) on behavior and brain in C57BL/6J and Aldh2(-/-) mice. The 50th annual meeting of the Society of Toxicology, p320.
5		Rui-Sheng Wang, Yukie Yanagiba, Katsumi Ohtani, Megumi Suda, Zuquan Weng, Tamie Nakajima (2011) Toxic effects of ethyl tertiary butyl ether exposure in CYP2E1 knockout mice. The 50th annual meeting of the Society of Toxicology, p110.
6		須田 恵, 大谷勝己, 翁 祖銓, 王 瑞生 (2010) ALDH2 遺伝子ノックアウトマウスにおける ETBE 血液および組織中代謝物の経時変動. 第 83 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 52 (Suppl.), 616.
7		李 卿, 稲垣弘文, 平田幸代, 川田智之, 須田 恵, 王 瑞生 (2010) 13 週間 ETBE 慢性吸入ばく露によるマウス脾臓細胞への影響. 第 83 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 52 (Suppl.), 477.
8		王 瑞生, 大谷勝己, 須田 恵, 翁 祖銓 (2010) 13 週間 ETBE 慢性吸入ばく露によるマウス生殖系への影響. 第 83 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 52 (Suppl.), 615.
9		翁 祖銓, 須田 恵, 大谷勝己, 王 瑞生 (2010) 13 週間 ETBE 慢性吸入ばく露によるマウスの白血球 DNA 損傷について. 第 83 回日本産業衛生学会, 産業衛生学雑誌 52 (Suppl.), 615.
10		翁 祖銓, 須田 恵, 大谷勝己, 王 瑞生 (2010) ETBE 慢性吸入ばく露による ALDH2 遺伝子ノックアウトマウスの肝臓 DNA 損傷について. 第 37 回日本トキシコロジー学会, J Toxicol Sci v35 (Suppl), S191.
11		王 瑞生, 大谷勝己, 須田 恵, 翁 祖銓 (2010) ETBE 慢性吸入ばく露による ALDH2 遺伝子ノックアウトマウスの生殖系への影響について. 第 37 回日本トキシコロジー学会, J Toxicol Sci v35 (Suppl), S225.
12		北條理恵子, 久保田久代, 須田 恵, 柳場由絵, 王 瑞生 (2010) ETBE 慢性ばく露によるマウスの行動変化について. 第 38 回有機溶剤中毒研究会.
13		王 瑞生, 翁 祖銓, 須田 恵, 大谷勝己, 柳場由絵 (2010) ETBE 慢性ばく露によるマウス遺伝物質の損傷について. 第 38 回有機溶剤中毒研究会.
平成 21 年度		
1	国内外の研究集会発表	須田 恵, 大谷勝己, 翁 祖銓, 王 瑞生 (2009) 遺伝子多型による ETBE 代謝物の体内濃度への影響. 日本産業衛生学会第 37 回有機溶剤中毒研究会第 42 回生物学的モニタリング・バイオマーカー研究会, 抄録集 (ページ無し).

(2) 評価結果

ア. 評価点



イ. 評価委員のコメント

(A 委員) 目的も明確で、ETBE 曝露試験によって得られた知見もはっきりとしている。リスク評価値の基準への有効な成果が得られている。

(B 委員) 本研究のまとめの部分が、「示唆した」、「かもしれない」、「一部と思われる」等の曖昧な表現になっていることが残念である。

- (C 委員)動物実験で明らかにされたいくつかの因子の影響を作業環境基準値などにどのように反映させるべきか、今後十分な検討が必要と思われる。
- (D 委員)UFs の考え方をもっと整理できないか？
- (E 委員)本研究成果を具体的にどのように労働安全衛生に活かしていくのかを明確にしてほしい。
- (F 委員)ETBE の毒性、代謝経路、修飾要因を解明したことは意義がある。
- (G 委員)なぜ標記の研究課題で、我が国における生産量も労働者の曝露人口の推定もなく ETBE の研究を行うのか理解に苦しむ。ALDH2 の KO マウスと CYP2A6 の KO を既に保有していることから本研究課題に取り組んだとしているが、この課題の成果が一般化できるのか非常に不透明である。我が国において ALDH2 の mutant allele のキャリアーは多いが、その場合、通常広く消費されているエチルアルコールでも本酵素が主たる代謝酵素であり、飲酒における健康影響をまず考慮すべきであろう。毒性評価の点で、この点が考量されておらず、ヒトへの外挿は非常に困難である。さらに、本研究を通じて他の化学物質へ一般化できるのか、この点も不透明である。National Center としての矜持と高い志が欠如しているように感じる。
- (H 委員)国際学術誌への投稿が一層求められる。
- (I 委員)ETBE の毒性評価を、遺伝子損傷、代謝、神経行動など多方面にわたって検討した研究であり、この物質の生体影響についての成果は得られていると考える。ただし、研究課題名は「健康障害が懸念される産業化学物質の毒性評価」になっているが、実際に行われたのは ETBE のみであり、課題名が研究内容を適切に表しているとはいえない。研究計画時から ETBE に絞っていたのであれば、それに適した課題名にすべきだったのではないか。健康障害が懸念される産業化学物質は他にも数多く存在するので、今後、ETBE 以外の物質についてもさらに研究を行っていただきたい。
- (J 委員)この研究の社会的意義が明確でない。何故、ETBE なのか？
- (K 委員)研究成果が現場の労働衛生管理に結びつくことに期待したい。
- (L 委員)生体の遺伝子損傷や免疫系異常等、ETBE に関しての健康影響は専門分野ではないのでコメントにくいですが、産業化学物質の毒性研究は重要テーマであり、今後の着実な進展を期待します。
- (M 委員)KO マウスを使った研究として示唆に富む研究成果であると思う。この研究成果をどのように現場に役立たせるかの方向性が欲しい。

(3) 評価委員の指摘に対する措置・対応等

本研究に関して御指摘いただき感謝申し上げます。本研究では ETBE の生体影響及び種々の影響因子について検討し、多くの知見が得られました。これについて多くの委員から肯定的な評価を頂きました(A 委員、F 委員、I 委員、L 委員、M 委員)。ETBE を研究対象とした背景を説明すべきである(G 委員、J 委員)とのご指摘につきましては、ETBE は平成 22 年度から全国で本格的に導入されたバイオ燃料に含まれ、その使用量は 84 万キロリットル(平成 22 年)で、生産現場でばく露を受ける労働者数は現状では多くありません。しかし、今後その使用・生産拡大に伴って増大することが予想されます。また、この物質の有害性については、石油連盟のもとで標準的な毒性試験ガイドラインに準拠した方法で検討されてきましたが、以下に述べる ETBE 代謝の特徴から、その東アジア人における健康影響が懸念され、詳細に検討する必要がありますと考えました。このような考慮から ETBE を対象物質として検討しました。確かに健康障害が懸念される産業化学物質はほかにも多数あります(I 委員)が、研究期間や予算の関係で今回は ETBE だけに集中して研究を実施しました。

体内における ETBE の代謝に ALDH2 酵素が関与していることがすでに判明されております。一方で、

日本人を含む東アジア人では、この酵素活性のない、または低い人が約 4 割も達しており、この体質による ETBE の代謝と毒性への修飾作用を研究する必要があると思いました。数多くの産業化学物質が ETBE のように体内の代謝過程でアルコールやアルデヒドと変化し、ALDH2 酵素がその後の代謝や毒性発現に関与すると推測されますが、この酵素の活性の違いによる修飾作用についてはほとんど研究されておられません。今回の研究は、日本などの東アジア人労働者を対象として産業化学物質の有害性を評価する際に、ALDH2 酵素遺伝子のノックアウトマウスを使用することで有用なデータを提供できることを示した例になったと思えます。その成果および意義について F 委員と M 委員から肯定的な評価を頂きました。飲酒の健康影響と ALDH2 酵素の遺伝差異との関連性について研究の重要性は G 委員の御指摘のとおりです。確かに、公衆衛生学的観点から日本人の飲酒による健康問題を考える場合、ALDH2 の多型は非常に重要な要因になるものと思えます。産業現場に限ればアルコール系の溶剤へのはく露も問題になると考えられます。今回は ETBE の本格的導入時期と研究開始時期が近かったことから ETBE を対象物質といたしました。今後はエーテル類やアルコール類全体を視野に対応を考えたいと思慮いたします。なお、同様の代謝を受けることから ETBE ばく露と飲酒の相互作用などへと研究を拓げることも重要かもしれません。研究室に ALDH2 や CYP2E1 の遺伝子ノックアウトマウスを保有している利点を生かした研究を実施したもので、御理解を賜りたいと思えます。

本研究で明らかになった ETBE の遺伝毒性、ALDH2 活性の違いや性差などによる修飾作用は、これまでの毒性評価で示されていなかった新しい知見です。しかし、これは動物実験からの結果であり、そのままでは産業現場に応用することが困難であるのは事実です。今回の研究では、アルデヒドを経て代謝される産業化学物質の毒性については東アジア人の特性を考慮する必要があるという原則的なことが確認できました。多くの委員の方(C 委員、E 委員、J 委員、K 委員)から本研究成果がどのように実際の労働衛生や法規制に活用されていくのかという御指摘を頂きましたが、まずは今回の研究によって得られた研究成果及びその応用可能性を知ってもらうために労働安全衛生関連の国内外雑誌に発表するよう、努力したいと考えております(H 委員)。また、そのような研究成果の普及を踏まえて、実際の労働現場での活用や化学物質の規制への反映などについて議論していければと考えております。なお、成果の公表時には、リスクを評価する際の不確実係数(UFs)が作業環境と一般環境では考え方が異なることなど忘れずに対応したいと考えております(D 委員)。

今回の報告書のまとめの部分に「示唆した」、「かもしれない」などが出ておりましたが、今後の発表時には明確な情報を発信できるようにいたします(B 委員)。

Ⅶ 総合討論

事前評価 3 課題及び事後評価 5 課題に対する個別の研究評価の後、これまでの研究発表や質疑応答を踏まえて、総合討論を行っていただいた。その中で、労働安全衛生総合研究所が現在実施している研究課題又は当研究所の研究に取り組む姿勢などに対して貴重な御指摘・御助言をいただいた。それらのうち、特に当研究所の研究計画の策定や進捗管理に関するものの要旨をまとめて以下に示す。

- 研究課題の目的に対してサブテーマ同士が不足部分を補い合うようにするなど、サブテーマが有機的に連携し、また、それが容易に理解できるように研究計画の策定の際に十分検討されたい。
- 短期的な社会貢献ではなく、長期的に社会に役立つテーマ、あるいは、企業では難しいが独立行政法人こそ実施できるテーマに取り組んでいただきたい。
- 研究成果については、法令や規則などへ反映するアクションを是非取るようにしていただきたい。
- 厚生労働省所管の独立行政法人である研究機関という認識を持って研究を行っていくことが重要である。民間の研究所とは違った立場、営利関係がないというスタンスを踏まえて、研究を計画・実施すべきである。
- 研究成果については、専門家に知らせることはもちろん大事であるが、専門家ではないが当該危険にさらされている人達にいち早く周知し、その危険を回避できるようにすることも重要である。成果は国民に対して発表するというのを念頭に置き、研究を実施していただきたい。
- 可能であれば、我が国の現在の重大な課題である放射線を対象にした研究を行い、国民により貢献していただきたい。

当研究所では、これらの御意見を真摯に受け止め、内部評価委員会などの場面を通じて、調査研究の質の向上に確実に反映させ、研究主体としての責務を一層果たしていく所存である。