

# 平成27年度外部研究評価報告書

平成28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.....	3
III 外部評価委員名簿 .....	7
IV 外部評価委員会 .....	8
V プロジェクト研究課題一覧 .....	9
VI 評価対象課題の研究概要及び評価結果 .....	11
1 終了評価 .....	11
1.1 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.....	11
1.2 建設機械の転倒及び接触災害の防止に関する研究.....	21
1.3 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 .....	30
1.4 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空气中粒子状物質の捕集・分析 方法の研究.....	48
2 事前評価 .....	55
2.1 数値解析を活用した破損事故解析の高度化に関する研究 .....	55
2.2 山岳及びシールドトンネル建設工事中の労働災害の防止に関する研究.....	63
2.3 テールゲートリフターからの転落防止設備の開発と検証.....	72
2.4 諸外国における労働安全衛生に関する施策や規制の動向調査と展開の検討.....	77
2.5 化学物質のばく露評価への個人ばく露測定の実用に関する研究.....	83
2.6 防護服着用作業における暑熱負担等の軽減策に関する研究 .....	89
3 内部評価の客観性・公正性 .....	96
VII 総合討論 .....	98
付録 独立行政法人労働安全衛生総合研究所内部評価規程.....	100

## I はじめに

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、研究業務を適切に推進するため、内閣府が示す「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(以下、「国の評価指針」という。)に基づき、研究課題の意義や達成目標、研究計画、成果などに関して外部の第三者による評価を実施し、その結果を研究業務の管理・運営に反映することを定めている。平成 27 年度の外部研究評価委員会(以下、「委員会」という。)は、14 人の外部評価委員(以下「委員」という。)のうち、9 名の委員のご出席の下、平成 27 年 12 月 18 日に開催した。

今回の委員会では、外部評価規程に基づいて平成 27 年度を最終年度とするプロジェクト研究 4 課題(終了評価)と平成 28 年度を開始年度とするプロジェクト研究 6 課題(事前評価)について評価いただいた。

評価の方法は、従来と同様、各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、委員会当日、研究代表者による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く方法で行った。あいにく委員会当日はご都合によりご出席いただくことが叶わなかった 5 名の委員については、詳細資料をお送りし、書面にて採点及びコメントをいただいた。

外部評価の項目の一つとして、「内部評価結果の妥当性に対する評価」があるが、これは、個々の研究内容の評価に加え、委員会に先立って平成 27 年 10 月に実施した内部評価委員会での評価結果と指摘事項及びそれに対する担当研究代表者の対応を示し、内部評価での評価の適切さ、客観性、公正性についても評価いただいた。内部評価結果の多くは、客観的かつ妥当な研究評価が内部で実施されていることを評したもので、内部評価での議論を通じて研究課題の計画や内容が改善されたことを賛するご意見もあった。一方、一部の研究課題については内部評価での議論の不足や評価の視点の偏りをご指摘いただいた。委員にご報告した内部評価の結果等を、本報告書では、各課題の研究概要及び評価結果の中に「内部評価結果と対応」として、また、参考として内部評価規程を巻末に付録として掲載しているので参照されたい。

また、委員会では、昨年度に終了評価の対象として評価いただいた 3 課題について、そ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(JNIOOSH-SRR-No.45)」を付録資料として添付した。JNIOOSH-SRR-No.45 については、終了評価における委員からのご指摘を踏まえ、内容の改善等を行っており、その全文は、研究所のホームページにて公開しているので、各研究課題の成果の詳細について関心のある方におかれてはご一読いただければ幸いである。

各研究課題に対する評価については、採点結果とともに、委員よりいただいた全ての指摘事項とそれらに対する担当研究代表者の対応を示している。今後、ご指摘頂いた事項及びそれらについて記載した対応を踏まえて、最終的な各研究課題の成果の取り纏めを行う予定である。

研究所が実施する研究分野は多岐にわたることから、委員には、大変なご苦勞をおかけしたが、国の評価指針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、ご指摘やご助言を踏まえて調査研究の質の向上に努め、研究主体としての責務を果たしていくことで、労働安全衛生の発展に報いたいと考えている。

平成 28 年 3 月

独立行政法人労働安全衛生総合研究所  
理事長 小川 康恭

## 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並びに評価の透明性及び有効性の向上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24年12月6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回以上委員会を招集する。ただし、次条第2項及び第3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、委員会の招集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、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、プロジェクト研究について事前評価、終了評価及び中間評価(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。

附則

この規程は、平成 25 年 8 月 8 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(概ね妥当である)、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っ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。適切な費用対効果が認められるか。
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・国内外の学術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研究成果が得られる可能性があるか。
5 その他の視点	上記1～4以外の評価内容(学際的視点、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。
内部評価の客観性・公正性	この研究課題に対する研究所内部での事前評価結果は、客観的かつ公正なものであるか。この研究課題を当研究所で実施する必要性・意義が認められるか。他の研究機関、大学等との無駄な重複がないか。

### 2. 中間評価

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(概ね妥当である)、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 研究の進捗及び今後の計画	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。今後の計画は妥当か。
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研究成果が得られ、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、国内外の学術会議での公表、研究所のホームページ等情報メディアによる公表が適切に行われているか。

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、学術的に意義のある研究成果が得られているか、又はその予定・可能性はあるか。
5 その他の視点	上記 1～4 以外の評価内容（学際的視点、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。
内部評価の客観性・公正性	この研究課題に対する研究所内部での中間評価結果は、客観的かつ公正なものであるか。計画どおりに進捗するよう適切な管理・支援がなされているか。

### 3. 終了評価

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(概ね妥当である)、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たか、又は研究期間内に達成されるか。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研究成果が得られ、労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、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、国内外の学術会議での公表、研究所のホームページ等情報メディアによる公表が適切に行われているか。
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、学術的に意義のある研究成果が得られているか。
5 その他の視点	上記 1～4 以外の視点（得られた研究成果の発展性、学際的視点、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。
内部評価の客観性・公正性	この研究課題に対する研究所内部での終了評価結果は、客観的かつ公正なものであるか。優れた研究成果を創出できるよう適切に管理されていたか。

### 4. 備考

基盤的研究について終了評価を行うときは、評価項目の「その他の視点」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	東京工業大学イノベーションマネジメント研究科 客員教授
委員	青木 和夫	日本大学理工学部 教授
委員	荒木田美香子	国際医療福祉大学小田原保健医療学部看護学科 学科長
委員	小泉 昭夫	京都大学大学院医学研究科 教授
委員	佐藤 研二	東邦大学理学部生命圏環境科学科 教授
委員	田村 裕之	総務省消防庁消防大学校 消防研究センター 技術研究部 大規模火災研究室長
委員	堤 明純	北里大学医学部公衆衛生学 教授
委員	内藤 恵	慶應義塾大学法学部法律学科 教授
委員	能美 健彦	国立研究開発法人日本医療研究開発機構 創薬支援戦略部 東日本統括部 創薬コーディネーター
委員	藤田 俊弘	IDEC 株式会社 常務執行役員 技術戦略本部長
委員	保利 一	産業医科大学産業保健学部 学部長
委員	松原 雅昭	群馬大学大学院理工学府 教授
委員	横山 和仁	順天堂大学大学院医学研究科 教授
委員	渡邊 法美	高知工科大学経済・マネジメント学群 教授

## IV 外部評価委員会

1 日 時 : 平成 27 年 12 月 18 日(金) 10:30~15:40

2 場 所 : TKP 品川カンファレンスセンター 6F バンケットホール 6G

(東京都港区高輪 3-26-33 京急第 10 ビル)

3 出席者

(1)外部評価委員(出席及び審査:9名、書面審査:5名)

(2)研究所

小川理事長、豊澤理事、福澤理事

海野監事(オブザーバー)

永田研究企画調整部長、甲田研究企画調整部首席

梅崎安全研究領域長、倉林健康研究領域長、奥野環境研究領域長

(3)事務局

柴田上席研究員、島田上席研究員、田井主任研究員、中島企画専門員

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)終了評価

終了-1. 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

終了-2. 建設機械の転倒及び接触災害の防止に関する研究

終了-3. 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

終了-4. 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空气中粒子状物質の捕  
集・分析方法の研究

イ)事前評価

事前-1. 数値解析を活用した破損事故解析の高度化に関する研究

事前-2. 山岳及びシールドトンネル建設工事中の労働災害の防止に関する研究

事前-3. テールゲートリフターからの転落防止設備の開発と検証

事前-4. 諸外国における労働安全衛生に関する施策や規制の動向調査と展開の検討

事前-5. 化学物質のばく露評価への個人ばく露測定の利用に関する研究

事前-6. 防護服着用作業における暑熱負担等の軽減策に関する研究

ウ)総合討論

(5)閉 会

## V プロジェクト研究課題一覧

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					
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、大西明宏、高橋明子、梅崎重夫、藤本康弘、板垣晴彦、佐藤嘉彦、菅間敦、清水尚憲
P-2	25	28	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、市川 洵(福祉技術研究所株式会社、齋藤 剛、池田博康
P-3	26	28	電気エネルギーによる爆発・火災の防止に関する研究	山隈瑞樹	大澤敦、崔光石、三浦崇
P-4	26	28	労働者の疲労回復を促進する対策に関する研究	高橋正也	久保智英、井澤修平、土屋政雄、倉三木圭一、倉林るみい、原谷隆史、島津明人(東大)、田中克俊(北里大)
終了課題(平成 27 年度終了)					
P-5	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、松尾知明、岡龍雄、久永直見(愛知学泉大)、柴田英治(愛知医大)、毛利一平(東京労働安全衛生センター)
P-6	24	27	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	吉直孝、堀智仁、清水尚憲、梅崎重夫、濱島京子、伊藤和也(東京都市大)
P-7	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	大幢勝利、高橋弘樹、吉川直孝、伊藤和也(東京都市大)、高梨成次
P-8	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	小野真理子、篠原也寸志、中村憲司、山田丸
新規課題(平成 28 年度開始)					
P-9	28	31	数値解析を活用した破損事故解析の高度化に関する研究	山際謙太	山口篤志、本田 尚、佐々木哲也
P-10	28	31	山岳及びシールドトンネル建設工事中の労働災害の防止に関する研究	吉川直孝	大塚輝人、清水尚憲、堀智仁、山際謙太、玉手聡、大幢勝利、高梨成次、板垣晴彦、中村憲司、濱島京子、伊藤和也
P-11	28	31	テールゲートリフターからの転落防止設備の開発と検証	大西明宏	清水尚憲、山際謙太、山口篤志、菅間 敦
P-12	28	30	諸外国における労働安全衛生に関する施策や規制の動向調査と展開の検討	大幢勝利	山隈瑞樹、梅崎重夫、日野泰道、吉川直孝、外山みどり、吉川 徹

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-13	28	30	化学物質のばく露評価への個人ばく露測定の活用に関する研究	鷹屋光俊	萩原正義、山田丸、井上直子、岩切一幸
P-14	28	30	防護服着用作業における暑熱負担等の軽減策に関する研究	時澤 健	ソンスヨン、齊藤宏之、井田浩文 ((株)東京電力)

## VI 評価対象課題の研究概要及び評価結果

### 1 終了評価

#### 1.1 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 (平成23年度～平成27年度)

##### (1) 研究概要

###### ア. 背景 (主要文献、行政的・社会的ニーズ、防災計画との関連性など)

建設業は多種多様な化学的・物理的リスクに曝される業種であり、またここ数年は石綿ばく露も危惧されている。更に、昨今の様々な技術革新等に伴い、これまで見られなかった新たな健康障害の発生が懸念される。その一方でこの業種は小規模の事業所が大半であり、そのため労働安全衛生面での管理・指導が徹底され難いことが問題となっている。

###### イ. 目標 (何をどこまで実施するか、行政的、社会的貢献、成果の公表目標など)

特に小規模事業所、或いは自営業 (一人親方を含む) といった建設業労働者の労働災害や健康障害の発症の解明や予防策を産業疫学的な観点から検討し、労働安全衛生対策に寄与できるデータを提供する。

###### ウ. 方法

(I) 既に基盤的研究 (代表者: 久保田) によって実施されている建設業における職業コホート (某県建設国民健康保険組合員約 17,500 名男性) を引き継ぎ、そのコホート拡大と共に、死因に関する追跡調査を行い、職種、有害物ばく露状況等と死因との関連を検討する。

(II) 組合員の定期健診時における問診票を用いた横断調査 (毎年 5,500～6,000 名) を実施し、職種、建材取扱い状況、有害物ばく露状況と各種疾患の有訴状況、発生する労働災害等との関連を検討する。

(III) 建設作業の危険有害要因については、問診票による自覚的訴えだけでなく、作業環境測定や個人ばく露などを用いて定量的な有害因子の把握と評価も実施する。

###### エ. 研究の特色・独創性

職業コホートを用いた死因に関する追跡調査は、手法的にはベーシックではあるものの、その結果から得られる情報は建設業従事者の作業・健康実態を網羅的に把握するうえで大変貴重なものであると考える。特に、本テーマのように小規模の建設現場を扱った調査研究は、我が国はもとより諸外国においても殆ど見られないことから、実施する意義は高い。更に、組合員定期健診時の問診票調査には現場作業者の生の実態が反映されており、各種状況の実態や経年的変化を把握するうえで非常に有効であると考えられる。

###### オ. 他の研究機関との研究の重複について

無

日本における建設業の小規模事業所・自営業を対象とした職域コホート研究は見つからない。

## (2) 研究計画と進捗状況

### ア. 研究全体の計画

#### (1) 平成 23 年度 :

(Ⅰ) 死因に関する追跡調査(データ取得)、(Ⅱ) 定期健診時における問診票による横断調査の実施・解析・検討(労働状況と呼吸器系愁訴との関連等)、(Ⅲ) 建設現場実態調査(騒音・手腕振動)

#### (2) 平成 24 年度 :

(Ⅰ) 死因に関する追跡調査(データ取得と粗解析)、(Ⅱ) 定期健診時における問診票による横断調査の実施・解析・検討(労働状況と聴力低下愁訴との関連等)、(Ⅲ) 建設現場実態調査(工具の騒音・手腕振動レベル、解体作業時の石綿レベル)

#### (3) 平成 25 年度 :

(Ⅰ) 死因に関する追跡調査(データベースの構築と粗解析)、(Ⅱ) 定期健診時における問診票による横断調査の実施・解析・検討(労働状況と聴力低下愁訴との関連と継時的変化)、(Ⅲ) 建築現場実態調査(工具の騒音・手腕振動レベル)結果を基にした被験者実験

#### (4) 平成 26 年度 :

(Ⅰ) 死因に関する追跡調査(データベースの構築と粗解析)、(Ⅱ) 定期健診時における問診票による横断調査の実施・解析・検討(労働状況と聴力低下愁訴との関連と中期的変化)、(Ⅲ) 建築現場実態調査(工具の騒音・手腕振動レベル)結果を基にした被験者実験のデータ解析

#### (5) 平成 27 年度 :

(Ⅰ) 死因に関する追跡調査(データの補充と解析・検討)、(Ⅱ) 定期健診時における問診票による横断調査の実施・解析・検討(労働状況と筋骨格系症状との関連と経時的変化)

### イ. 年度ごとの研究費

1 年目	6,400 千円 (執行額)
2 年目	5,000 千円 (執行額)
3 年目	7,500 千円 (執行額)
4 年目	4,250 千円 (執行額)
5 年目	2,350 千円 (予算額)

### ウ. 平成 27 年度の研究計画

#### (1) 死因に関する追跡調査 :

現在確認している職業コホートの 17,412 名の初期登録と 2,075 名の死亡によるデータから、職業別死因等についてまとめを行う。

#### (2) 定期健診時における問診票による横断調査 :

4 月～11 月にかけて、県内各支部で実施している組合員定期健診時に収集する。現在整理されているデータベースから、労働状況と筋骨格系症状との関連等について解析を行う。

### エ. 研究目標の達成見込み

サブテーマ (Ⅰ) 死因に関する追跡調査を行う上での主目標として掲げた“戸籍調査”が個人情報保護が厳しくなった等の事情により実施に至らなかったため、データの欠損が考えられコ

ホートの整理が十分とは言えない状態である。従って、因果関係の追及や働き方（職種等）による健康影響を十分に詰めることができなかった。

サブテーマ（Ⅱ）5年のサブコホートを構築し、目標として掲げた項目の解析はほぼ終了し、筋骨格系と自覚症状の関連について解析中で終了年度中には公表できる状態である。

サブテーマ（Ⅲ）解析データに基づく調査や実験は目標通り終了した。

#### オ. 期待されるアウトカム、行政施策への活用見込み等

職業コホートを構築・活用すると、一定集団における幾つかの問題点を把握し、またそれらの原因と結果の因果関係等を解明するうえで有用で、学術的にも価値は高いと思われる。サブコホートの構築と現場調査から、振動工具の振動レベルのラベリングは義務づけられているが、騒音工具の騒音レベルのラベリングは未だ義務づけられていないことから、そのような施策を制定する際の科学的根拠の一つとなると考えている。また、粉じん発生作業における個人用保護具の着用の重要性を啓発できる結果が得られた。

#### カ. 成果公表状況

[学会発表の出版物]

- 1) Nobuyuki Shibata, Takeshi Sasaki, Naomi Hisanaga, Eiji Shibata, Hitoshi Kubota, Kenji Nakamura, Shigeki Koda. (2013) Noise and hand-arm vibration exposure in construction workers. Proceedings of Internoise 2013, Paper No.0301 (in CD-ROM).

[その他]

- 1) 佐々木毅、久保田均、甲田茂樹、中村憲司、毛利一平、柴田英治、久永直見（2013）建築業従事者の騒音／振動工具の使用と聴力低下の自覚症状との関連、平成 25 年度建設安全衛生年鑑、p.98、東京、建設業労働災害防止協会。

[学会等発表]

- 1) 佐々木毅、久保田均、久永直見、柴田英治、甲田茂樹（2011）某県建設国民健康保険組合員における有害作業と自覚症状に関する質問紙による追跡調査、第 59 回日本職業・災害医学学会学術大会、日本職業・災害医学学会誌、Vol.59 (Suppl.)、p.174.
- 2) 久保田均、佐々木毅、久永直見、柴田英治、甲田茂樹（2011）建築業従事者の有害物ばく露作業と自覚症状に関する追跡調査：主に喫煙の状況について、第 51 回日本労働衛生工学会、抄録集、pp.78-79.
- 3) 佐々木毅、久永直見、久保田均、柴田英治、毛利一平、甲田茂樹（2011）建設業従事者の騒音工具の使用と聴力低下に関する追跡調査、建設業従事者の騒音工具の使用と聴力低下に関する追跡調査。日本産業衛生学会中小企業安全衛生研究会第 45 回全国集会、抄録集、pp.13-14.
- 4) 久保田均、佐々木毅、甲田茂樹、毛利一平、柴田英治、久永直見（2012）建築業従事者における喫煙・粉じん曝露歴と自覚症状－5 年間の追跡－、第 85 回日本産業衛生学会、産業衛生学雑誌、Vol.54 (Suppl.)、p.534.
- 5) 佐々木毅、久永直見、久保田均、柴田英治、毛利一平、甲田茂樹（2012）某県建設国民健康保険組合員における粉じん発生作業と呼吸器系自覚症状に関する縦断的解析、第 60 回日本職業・災害医学学会学術大会、日本・職業災害医学学会誌、Vol.60 (Suppl.)、p.213.

- 6) 佐々木毅、久永直見、柴田英治、久保田均、柴田延幸、中村憲司、甲田茂樹（2012）某県建設国民健康保険組合の大工・鉄骨工における騒音／振動工具の使用と聴力低下の自覚症状との関連についての縦断的解析、日本産業衛生学会中小企業安全衛生研究会第 46 回全国集会、講演集、p.4.
- 7) 柴田延幸、佐々木毅、久永直見、柴田英治、毛利一平、久保田均、中村憲司、甲田茂樹（2012）建設業従事者における振動・騒音ばく露に対する実態調査、日本産業衛生学会中小企業安全衛生研究会第 46 回全国集会、講演集、p.5.
- 8) 久保田均、佐々木毅、柴田延幸、中村憲司、甲田茂樹、柴田英治、久永直見（2012）建築現場における騒音・振動ならびに粉じん作業に関する実態調査報告、第 52 回日本労働衛生工学会、抄録集、pp.170-171.
- 9) 佐々木毅、久永直見、柴田英治、毛利一平、久保田均、柴田延幸、中村憲司、甲田茂樹（2013）建設業従事者の騒音／振動工具の使用と聴力低下の自覚症状との関連 第一報 疫学データの縦断的解析～、第 86 回日本産業衛生学会、産業衛生学雑誌、Vol.55 (Suppl.)、p.379.
- 10) 柴田延幸、佐々木毅、久永直見、柴田英治、久保田均、中村憲司、甲田茂樹（2013）建設業従事者の騒音／振動工具の使用と聴力低下の自覚症状との関連 ～第二報 騒音・振動発生工具別ばく露調査～、第 86 回日本産業衛生学会、産業衛生学雑誌、Vol.55 (Suppl.)、p.513.
- 11) 中村憲司、榊原洋子、久永直見、佐々木毅、久保田均、柴田延幸、甲田茂樹（2013）石綿含有形成板等除去作業時の気中石綿濃度測定事例、第 86 回日本産業衛生学会、産業衛生学雑誌、Vol.55 (Suppl.)、p.454.
- 12) 中村憲司、榊原洋子、久永直見、佐々木毅、久保田均、柴田延幸、甲田茂樹（2013）アスベスト現場分析のための携帯型蛍光顕微鏡性能評価事例、第 54 回大気環境学会年会、講演要旨集、p.369.
- 13) 佐々木毅、久永直見、柴田英治、毛利一平、久保田均、柴田延幸、中村憲司、甲田茂樹（2014）建設業従事者の騒音／振動工具の使用と聴力低下の自覚症状との関連 ～第三報 疫学データの 5 年追跡結果～、第 87 回日本産業衛生学会、産業衛生学雑誌 Vol.56 (Suppl.)、p.431.
- 14) Takeshi Sasaki, Nobuyuki Shibata, Naomi Hisanaga, Eiji Shibata, Hitoshi Kubota, Kenji Nakamura, Shigeki Koda. (2014) Actual condition survey of noise/vibration exposure in construction workers. WISH (Workshop on Industrial Safety and Health) 2014. Proceeding Paper 3-1.
- 15) 佐々木毅、柴田延幸、松尾知明、岡龍雄、甲田茂樹（2015）騒音と手腕振動の複合ばく露による一時的聴力変化に関する予備的検討、第 88 回日本産業衛生学会、産業衛生学雑誌、Vol.57 (Suppl.)、p.378.
- 16) 佐々木毅、久永直見、久保田均、柴田英治、毛利一平、甲田茂樹（2015）某県建設国民健康保険組合員における粉じん発生作業と呼吸器系自覚症状に関する 5 年間追跡調査、第 63 回日本職業・災害医学会学術大会、日本・職業災害医学会会誌、Vol.63 (Suppl.)、p.103.



### (3) 内部評価結果

#### ア. 評価結果及び判定

評価実施日：平成 27 年 10 月 1 日

評価項目	評価内容	評価
目標達成度	研究目標が計画どおりに達成されたか、又は研究期間内に達成されるか。研究経費が適切に執行されているか。	3.3
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研究成果が得られ、労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、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。	3.2
研究成果の公表	学術誌、研究所刊行物、国内外の学術会議での公表、研究所のホームページ等情報メディアによる公表が適切に行われているか。	2.7
学術的貢献度	獨創性・新規性・新技術創出の観点からみて、学術的に意義のある研究成果が得られているか。	3.3
その他の視点	上記1～4以外の評価内容(得られた研究成果の発展性・継続性、学際的視点、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など)について評価する。	3.2
<p>評価者のコメント</p> <p>(サブテーマ 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>データの信頼性が評価できるよう可能な限り整理しておく必要がある。</li> <li>困難な研究をよく続けている。有用な研究。データの欠損がおしまれる。貴重なデータであるので、きちんと分析し、成果を公表して下さい。</li> <li>有意義な研究であり、終了後、数年毎に定期的にフォローするようなことができないか。肺がん死亡率低下の理由に医療の進歩(CT 検診や治療法の進歩)もあると思います。死亡者と死因の把握が十分ではない点で結果の根拠が弱いおそれがあると思います。</li> <li>5 年間のプロジェクト研究の成果として、職種、有害物ばく露状況等と死因との関連を示して下さい。死因についての分析は不十分である。</li> <li>本プロ研終了後も、コホート追跡は続けてほしい。できるだけデータ精度が上がるよう努めて下さい。</li> <li>職種の仕事内容にどのくらいの差があるのか明確に。</li> <li>重要な知見が得られている。研究の性質上成果が少ないが、今後の論文発表を期待する。</li> </ul> <p>(サブテーマ 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>更なる分析を期待する。有用な研究。</li> <li>20 倍とは問題。ぜひ施策に結びつくように成果を取りまとめて頂きたい。どのように労働衛生対策に結びつくのかの説明を。</li> <li>有意義な研究であり、終了後、数年毎に定期的にフォローするようなことができないか。</li> <li>咳という自覚症状にかなり大きな差が出た結果は注目に値する。着実に進んでいると思いますので、残りの期間でしっかりまとめて下さい。</li> <li>筋骨格系症状との関連を示して下さい。可能であれば自覚的訴えだけではなく、疾患や死因との関連を示すと有意義です。</li> <li>大量のデータはあるのでより詳細・総合的に解析する必要がある。</li> <li>粉じんと喫煙の効果について興味深い結果がでている。5 年追跡の対象者数を示して下さい。</li> <li>整理が難しい内容だが、将来的により明確な結論が得られることを期待します。</li> <li>重要な知見が得られている。今後の論文発表を期待する。</li> </ul>		

※ 評価点:5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(概ね妥当である)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

判定	必要な措置・対応
B	外部評価までにデータを再度整理分析して、しっかりとした考察をしておいて下さい。今後の研究体制やコホートの活用等についても検討しておいて下さい。また、喫煙者の自覚症状について、再度発表の仕方を工夫して下さい。

※ 判定:A(研究計画どおり研究を終了)、B(研究計画を修正して研究を終了)、D(中止)

## イ. 内部評価結果への対応

### 【サブテーマ1】

好意的なコメントとして「困難な研究をよく続けている」「有用な研究」「有意義な研究であり、終了後、数年毎に定期的にフォローするようなことができないか」「本プロ研終了後も、コホート追跡は続けてほしい」「重要な知見が得られている」をいただき感謝申し上げます。今後は他の研究費での続行の道を探っております。その他に「データの信頼性が評価できるよう可能な限り整理しておく必要がある」「データの欠損がおしまれる」「肺癌死亡率低下の理由に医療の進歩（CT 健診や治療法の進歩）もあると思います」「死亡者と死因の把握が十分でない点で結果の根拠が弱いおそれがあると思います」「5年間のプロジェクト研究の成果として、職種、有害物ばく露状況等と死因との関連を示して下さい」「死因についての分析は不十分である」「できるだけデータの精度が上がるよう努めて下さい」「職種の仕事内容にどのくらいの差があるのか明確に」と、データの整理不足や他の要因との関連の検討不足についてのコメントをいただきましたが、外部評価までに可能な限りデータの整理と考察に力を注ぎたいと思います。また、成果の公表に関して「貴重なデータであるので、きちんと分析し、成果を公表して下さい」「研究の性質上成果が少ないが、今後の論文発表を期待する」とのコメントをいただき、ご指摘のように上記のデータの整理と考察がまとめ次第、成果の公表に励みたいと思います。判定会議コメントは「外部評価までにデータを再度整理分析して、しっかりとした考察をすること。今後の研究体制やコホートの活用等についても検討しておくこと。」で、上記のコメントに対する回答の繰り返しになりますが、ご指摘のように力を注ぎたいと思います。

### 【サブテーマ2】

好意的なコメントとして「有用な研究」「ぜひ施策に結びつくように成果を取りまとめて頂きたい」「有意義な研究であり、終了後、数年毎に定期的にフォローするようなことができないか」「咳という自覚症状にかなり大きな差が出た結果は注目に値する」「着実に進んでいると思いますので、残りの期間でしっかりまとめて下さい」「粉じんと喫煙の効果について興味深い結果がでて」「整理が難しい内容だが、将来的により明確な結論が得られることを期待します」「重要な知見が得られている」をいただき感謝申し上げます。今後は他の研究費でも続行が可能か検討してみたいと思います。その他に「更なる分析を期待する」「20倍とは問題」「どのように労働衛生対策に結びつくのかの説明を」「筋骨格系症状との関連を示して下さい」「可能であれば自覚的訴えだけではなく、疾患や死因との関連を示すと有意義です」「大量のデータはあるのでより詳細・総合的に解析する必要がある」と今回の発表内容の範囲を超えた部分での期待するコメントをいただいたと思っており、残された期間で分析・検討を続けていきたいと思っています。なお、「5年追跡の対象者数を示して下さい」については研究進捗状況・研究結果延べ約 29,000名と記しましたが、正確には延べ 28,890名で、解析対象者は5年連続して健診を受診した 2,345名です。また、「今後の論文発表を期待する」とのコメントをいただき、ご期待に添えるように成果の公表に励

みたいと思います。判定会議コメントは「喫煙者の自覚症状について再度発表の仕方を工夫すること。」で、内部評価のプレゼンでは禁煙により咳の自覚症状が減少したとの側面ばかりを強調しすぎましたが、減少したといっても 7~10 倍はでありまだ多くが咳の自覚症状があるため、禁煙しても粉じん作業がある限り咳の自覚症状は減少しないとの方向でまとめたいと思います。

#### (4) 外部評価結果

##### ア. 評価点

目標達成度	行政的・社会的 貢献度	研究成果の公表	学術的貢献度	その他の視点
3.1	3.5	2.7	3.0	3.2

##### イ. 評価委員のコメント

(A委員) 曝露、アウトカム指標とも、比較的粗い測定にもかかわらず、労働安全衛生上留意すべきデータを出されている。とくに、騒音、粉じんに関連する所見は今後の研究課題として取り上げられうる可能性がある。研究計画段階でフォローアップを確実にすること、作業管理・作業環境管理に関する要因（交絡要因となりえ、予防的視差が得られる可能性がある）データ取得を検討するなどが必要であった。その点、適切なインフォームドコンセントの下、死亡小票が取得できれば、可能であったはずの死亡データ取得ができなかった点は非常に残念である。学術誌への成果公表を望む。

(B委員) 有害物質と死因との因果関係がつかめるよう、継続した調査も実施していければ良いと思います。聴力への影響とじん肺についての調査であるが、他にも疾患があるので、今後、幅広い調査が必要ではないか。

(C委員) コホートの設定が出来なかったのは残念です。死亡小票を使えば死亡は追えます。ご本人の了解が必要ですが、それはコホートの常識です。非常に残念です。

(D委員) 英文論文が少なすぎる。

(E委員) 建設業従事者（小規模事業所、個人）に対する健康障害追跡調査であり、個人情報との関係で情報は制限されたが、職業別死因別観察死亡数など安全衛生に関する有効な情報が得られていると考えます。作業における振動の影響と粉じんの影響に限定し実験を行っているが、評価者のコメントにもあるように死因との関連性の部分が薄いように思われます。今後、健康障害に対する施策に生かすためにはこの点も拡充が必要であると考えます。

(F委員) 本研究におけるコホートの意味が不明瞭である。労働安全衛生研究所であるのだから、各種調査結果を踏まえた施策も提示すべきである。

(G委員) コホート 1 については規模の大きさに比べてフォローアップが不足しており、結論に至らなかった点は残念である。コホート 2 および 3 については、防具の使用等についての情報も含めて考察すべきであった。全体としては、社会的に重要な問題に取り組んでいると考える。

(H委員) 粉じんと喫煙の効果について興味深い結果が出ている。また騒音と振動が聴力に及ぼす影響も面白い。データを外部公発表し、国の安全衛生対策に反映していただきたい。この研究終了後も数年毎に定期的にフォローすること。コホートの追跡もお願いしたい。

(I委員) 膨大な量の調査・分析、お疲れさまでした。PPT の 15 ページ目のまとめについて質

問・コメントさせていただきます。第一の死亡情報を基にしたコホートの整理ですが、個人情報保護法の制約が厳しくなった現在、今後この DB を有効に活用するためには、どのような工夫が必要になるとお考えでしょうか。第二の建設業従事者のサブコホートについては、大変興味深い成果を挙げて下さり、ありがとうございました。分析結果の表現に際して、横軸を 2008 年を基準年として 1、2、3、4 年後という表現を用いられています。この表現では、2008 年から工具を何年間使用し続けた、あるいは、使用し続けなかった労働者の有訴率を求めているように解釈できるのですが、それは正しい解釈なのでしょうか。単に、2009、2010、2011、2012 年と表現すべきであるように思いました。第三の建設現場での使用工具の実態調査の結論については、文言だけを捉えると、ある意味予想された結論だと思えます。本研究では、この予想を超えてどのような結果・成果が得られたのかを記述して頂くと、さらに説得力のある説明資料になると思われます。

(J 委員) フォローアップの難しさはあるが、生存率分析を行えば追跡不能はセンサードとして処理可能であろう。複合暴露についての知見は有用であると思われる。

(K 委員) 建設業における大規模なコホート研究であり、小規模事業場や自営業など、労働安全衛生上の問題が多い対象について解析したことは意義がある。ただし、サブテーマ 1 の目的に「職種、有害物ばく露状況等と死因との関連を検討する」となっていて、職種別死亡率はまとめられているが、有害物ばく露状況との関連についてはどのように検討され、どのような結果だったのかわからない。また、死亡率については、建設業内での職種別については解析されているが、本研究の対象者が他の職業や職種に比べて大きいのかどうかは、建設業以外のデータと比較しないとわからないのではないかと。サブテーマ 2 は問診での結果なので、定量的な聴力低下はわからないが、有訴が 3~4 年後に上昇しなくなったのは、加齢等による聴力低下の影響も考えられないのか。なお、5 年間の研究期間で、学会報告はあるが、原著論文がない。膨大なデータが得られているので、今後論文にまとめ、公表することが求められる。

(L 委員) 本研究においてサブコホートを対象に調査した項目のデータの数値は、工作機械などの技術の進展、扱う物質の化学的な性状、労働環境の変化などによって、今後も時代とともに変わっていく可能性があると思われる。長期にわたって労働災害、健康障害の課題となり続けると考えられる項目については、10 年後、20 年後のさらなる検討にも役立つように、長期的な観点にたって継続してデータを取得し続けることを期待したい。

(M 委員) サブテーマ 1 の重要性はよくわかる。ただ、現在の結果から具体的にどのようなことが言えるのか。示唆されることは何かを可能な範囲で示していただきたい。また、引き続きデータの収取に当たっていただきたい。サブテーマ 2 騒音暴露及び振動の複合暴露によるリスクの大きさはよくわかった。ぜひ、公表して現場の作業及び作業環境の改善に当たっていただきたい。サブテーマ 3 建設作業の危険有害要因を実験室で検討されている。これら実験室の状況をどのように現場に当てはめて行くのか。作業時間や作業状況などを具体的な目安として出していただくと、現場に活用できるものになる。

(N 委員) 研究テーマの仮説については、職業性疾病の予防に貢献する有用なテーマであると感じた。しかしながら研究報告を聞く限りでは、現段階では有意な結果を導き得なかったように思われた。もしも次なる時期に、継続研究することが可能であるならば、今回専門の委員から指摘されたデータの取り方等改善されることが望まれる。

#### ウ. 外部評価委員の指摘に対する措置・対応等

本研究について様々な御指摘いただき感謝申し上げます。総合的には、社会的あるいは労働安全衛生上の重要なテーマに取り組み一部は有用な結果が出ていること、特にサブコホートの問診票調査での複合ばく露についての分析結果に関して、半数以上の委員（A委員、E委員、G委員、H委員、I委員、J委員、K委員、M委員、N委員）から肯定的な印象の御意見がいただけた一方、英文論文や原著論文が少ないことに対する批判（D委員、K委員）や研究成果を取りまとめて学術誌等への広く公表を望む御意見（A委員、H委員、K委員、M委員）もいただきました。御意見を真摯に受け止め、今後は成果を公表できるよう努めて参ります。

サブテーマ1の職業コホートについては、フォローアップが不足し設定ができず有意義な結果を導き出せなかったことに関する落胆の御意見（A委員、C委員、G委員、N委員）には真摯に受け止め、今後の基盤的研究等で継続して実施したいと思います。フォローアップを確実にするために死亡小票の取得（A委員、C委員）、追跡不能をセンサードとして取り扱う生存分析の実施（J委員）、また、データの取り方等の改善（N委員）といった御提案をいただきましたが、研究計画段階では戸籍調査に固執して御指摘事項には考えが及びませんでしたので、今後は可能な限り検討してみたいと思います。このような不十分な職業コホートになってしまったため、本コホートの意味が不明瞭で各種調査結果を踏まえた施策も提示すべき（F委員）、本コホートのデータベースの有効活用方法（I委員）、建設業以外のデータとの比較（K委員）、本コホートから具体的に言及・示唆されること（M委員）について現時点では回答はほとんどできませんが、建設業の職種による死因リスクが年月を経ることによって変化があるかを調べるのが元々の目標の一つで、それを発展させ実際の働き方との関係等を探る計画でした。従いまして、作業管理・作業環境管理に関する要因データの取得が必要であった（A委員）という御指摘の通りですし、有害物ばく露状況と死因との関連についての検討結果（B委員、K委員）については現時点で回答は持ち合わせていません。本コホートの追跡の継続（B委員、H委員、M委員、N委員）が実現しましたら御指摘事項を勘案しながら進めていきたいと存じます。

サブテーマ2では問診票調査からサブコホートを構築し、騒音・振動、粉じんの身体的有訴への影響について報告させていただきましたが、他の疾患のための幅広い調査の必要性（B委員）、死因との関連性が薄く施策に生かすためには拡充が必要（E委員）、保護具の使用等についての情報も含めて考察すべき（G委員）、工作機械等の技術の進展、扱う化学物質、労働環境の変化が時代と共に変わる可能性（L委員）という点は、御指摘いただいた通りです。サブコホートについても長期的な観点にたち研究終了後も継続したデータの取得を期待する御意見（H委員、L委員）もいただいていますことから、これらが実現しましたら御指摘事項について検討したいと考えます。なお、分析結果の横軸の表現（年表記）に関して理解しにくいという御指摘（I委員）がございましたが、解析対象者は5年間同じで、工具をその数年間使用し続けた者をばく露群、使用し続けなかった者を対照群として、2008年を基準として1、2、3、4年後という表現にしたのは御理解頂いている通りで、単に、2009、2010、2011、2012年としなかったのは継続性がないような印象を持たれるかと危惧したからです。また、加齢等による聴力低下の影響によりその有訴が3~4年後に上昇しなくなった可能性（K委員）についても御指摘いただいた通りで、加齢の影響は切り離せないと考えておりますが、加齢のみの影響でどれだけ聴力低下の有訴が変化するかについて検討しておりませんので、今後解析する際の課題とさせていただきたいと思っております。

サブテーマ3の建設現場実態調査や作業の危険有害要因（騒音工具や振動工具の使用を模したばく露）の実験室実験については、プレゼンテーションでは時間配分の都合上で十分な説明ができ

ず、疑問を感じさせてしまい失礼致しました（I委員、M委員）。建設現場では想像以上の騒音が発生しており、工具によっては同時に手腕振動にも曝されているにも関わらず両方を考慮した一日の許容ばく露時間に配慮することがまだ浸透しておらず、また、実験室実験はあくまでも複合ばく露による一時的聴力低下についての作用機序を探るものでしたが、実態調査からは騒音、手腕振動を勘案した一日の作業時間の算出を行っていますので、このような結果を論文で公表するつもりです。

## 1.2 建設機械の転倒及び接触災害の防止に関する研究 (平成24年度～平成27年度)

### (1) 研究概要

#### ア. 背景 (主要文献、行政的・社会的ニーズ、災防計画との関連性など)

「建設機械による災害」は「墜落」について多く発生しており、その防止は重要なテーマに位置づけられている。本プロジェクト研究では特に発生が多い転倒、転落ならびに接触等に焦点をあて、災害防止に必要な安全基準の検討と安全装置の開発を行う。

#### イ. 目標 (何をどこまで実施するか、行政的、社会的貢献、成果の公表目標など)

災害事例の分析に基づいた発生状況の詳細情報を事業者に広く提供し、危険の再認識と安全意識の向上をはかる。また、ドラグ・ショベルの安全な作業方法や地盤の養生基準を示し、転倒、転落の対策を明確にする。建設機械と人間の接近検出と情報伝達のシステムを開発し、接触の危険を低減する。

#### ウ. 目的と方法

サブテーマ1の目的は、詳細分析を行って後述するサブテーマ2と3での検証条件や必要性能を抽出し、効果的な対策を導けるようにすることである。本研究の方法は、転倒・転落及び接触により被災した災害事例(復命書)から作業状況、地盤種類、法面勾配、建設機械と被災者との距離などのパラメータをピックアップして分析するものである。

サブテーマ2の目的は、建設機械の転倒・転落防止に必要な作業方法を示すとともに、工事中の地山の崩壊を防止するための補強方法や簡易な地耐力の調査法を提案することである。本研究の方法は、実験と解析による転倒・転落の危険要因の解明であり、その実験とは遠心模型実験と現場実験を含めた実大実験である。

サブテーマ3の目的は、最新のセンシング技術を活用したモニタリングシステム(人体検知、転倒予測、過荷重検知など)やICTを活用した情報伝達システムを開発するとともに、安全性と作業性の両立を考慮した総合的な設計指針を提案することである。本研究の方法は、システムの試作とその実験的評価を繰り返しつつ性能を向上させることである。

#### エ. 研究の特色・独創性

サブテーマ1では、災害事例を詳細分析し、従来の統計的なデータ処理では知ることができなかった発生条件を整理した。そして、危険の検証条件や安全装置の開発条件を導いたことに特色がある。

サブテーマ2では、建設機械の転倒時の回転運動を考慮した機体の動的安定限界について検討した。動的安定限界の解明については、実機による検証が難しいことから実験用の小型模型を開発する。斜面からの転落再現には遠心模型実験を採用し、相似則を満足させた解明を行った。本研究での実験的な検証方法は独創的なものと言える。

サブテーマ3では、既往の接触防止装置は作業性や人間特性が考慮されておらず、実用的な人体検知や連絡調整システムとなっていない問題があった。本研究ではこの問題解決に取り組んだところに特色がある。

## オ. 他の研究機関との研究の重複について

他機関で重複する研究は行われてない。(学会発表論文の検索による)

## (2) 研究計画と進捗状況

### ア. 研究全体の計画

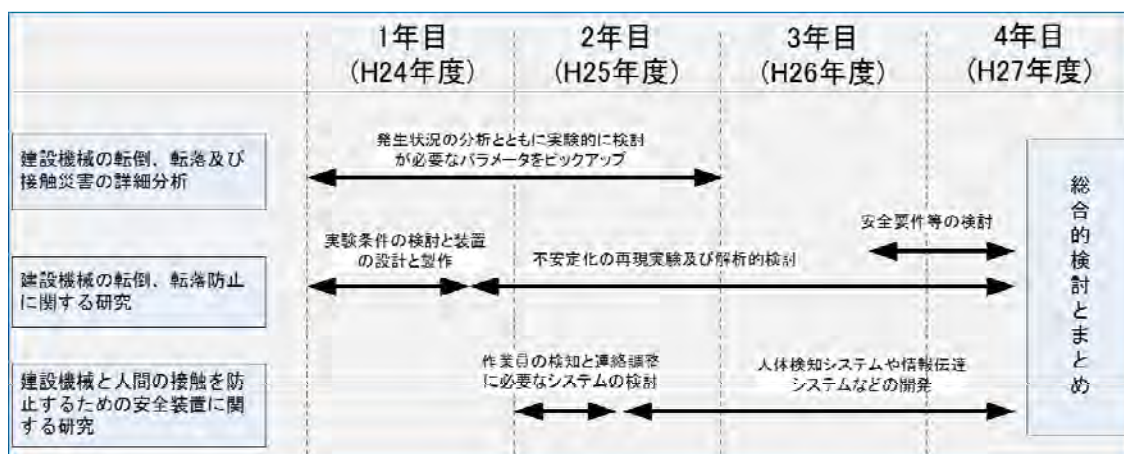
#### 【概要】

掘削機械による転倒、転落、激突、折損、つり荷の落下などの災害が頻発しており、第11次労働災害防止計画では建設機械による災害防止が対策項目に掲げられていた。

また、クレーン機能付きドラグ・ショベルでも、はさまれ、巻き込まれなどの接触災害が多発する傾向にあり、防止のための警報装置や安全装置の開発が必要とされている。さらに、大型のくい打機等の転倒は現場内のみならずその周辺にも甚大な被害を与えており、その防止も重要な課題となっている。

以上のような現状から、本研究では車両系建設機械による転倒、転落及び接触等の防止に必要な安全基準を検討し安全装置の開発を行うものである。

#### 【研究期間全体を通してのフローチャート】



### イ. 年度ごとの研究費

1年目	9,060 千円 (執行額)
2年目	18,566 千円 (執行額)
3年目	14,417 千円 (執行額)
4年目	11,000 千円 (予算額)

### ウ. 平成 27 年度の研究計画

サブテーマ 1：建設機械の転倒、転落及び接触災害の詳細分析 (平成 25 年度終了)

サブテーマ 2：建設機械の転倒、転落防止に関する研究

#### (1) 小型ドラグ・ショベル模型による遠心模型実験

斜面の法肩部や残土頂部の形状がドラグ・ショベルの走行挙動に与える影響を調査する。実験の結果から、ドラグ・ショベル走行時の危険性の評価手法について検討する。

#### (2) 路肩等の崩壊を防止するために必要な安全対策

法肩の崩壊に起因する建設機械の転落災害を防止するために地盤補強の方法を検討する。



特に、新たな簡易補強の方法として、異形棒鋼等の一般的な部材を用いた法肩の補強効果を実験的に調査する。施工中の安全対策として実施可能なものを整理する。

#### サブテーマ 3：建設機械と人間の接触等を防止するための安全装置に関する研究

##### (1) 接触防止と誘導員併用システムの開発

全周囲カメラシステムを完成させ、リスク低減効果の実証実験を実施する。

##### (2) システムによるリスクの低減評価

昨年度までに試作した支援的保護装置の実用化を目指し、センサの応答特性を適正化する。また、本システムを適用することによって期待できるリスク低減効果について現場の意見を踏まえて評価する。

#### エ. 研究目標の達成見込み

##### (1) 研究開始当初の研究目標

研究開始当初の研究目標は、災害事例の分析に基づいた発生状況の詳細情報を事業者に広く提供し、危険の再認識と安全意識の向上をはかる（サブテーマ 1）。またドラグ・ショベルの安全な作業方法や地盤の養生基準を示し、転倒、転落の対策を明確にする（サブテーマ 2）。建設機械と人間の接近検出と情報伝達のシステムを開発し、接触の危険を低減する（サブテーマ 3）の 3 つであった。

##### (2) 研究終了時までの目標達成の見込み

サブテーマ 1 の災害事例の分析では、発生状況の詳細な情報を雑誌やシンポジウムで発表し、その中で安全規則や通達等の再確認を促し、安全意識の向上を図った。

サブテーマ 2 の転倒防止に関する研究では、建設機械の実機を用いたり荷走行実験や同機械の小型模型を用いたり遠心場走行実験等を行って、作業中の転倒危険を調査した。荷走行時における現場養生の方法並びに残土乗り越え時と斜面降下時の転倒危険を解明した。作業での安全要件を示すことによって、転倒事故が防止される。また、簡易な地耐力確認の方法と仮設的な現場補強の方法を提案した。

サブテーマ 3 の接触防止のための安全装置に関する研究では、赤外線センサとドップラーセンサを組み合わせた支援的保護装置である人体検出センサを開発した。また、建設機械の危険領域（建設機械の作業領域）に作業者が侵入することを誘導員、オペレータ、作業員に伝達するシステムを開発し、その効果を確認した。以上のとおり、3 つのサブテーマで概ね研究目標が達成される見込みである。

#### オ. 期待されるアウトカム、行政施策への活用見込み等

作業現場における簡易な地耐力確認の方法「現場地耐力試験」を当研究所技術資料 TD-No.3 で発表し、同試験は(公社)地盤工学会の基準書に掲載された。数社の企業では既に実施工で取り入れられ、今後、国土交通省の新技术活用システムに申請の予定である。本技術が現場で利用されることによって地耐力の見誤りによる転倒災害は防止される。

建設機械の転倒が頻発する荷走行、斜面降下及び残土乗り越えの 3 つの場面に焦点をあててそれぞれの危険を実験的に検証した。明らかとなった安全要件を教習等で紹介するとともに、前方安定度の高い機体をメーカーに提案して転倒災害を防止する。

これまでは人の注意力に依存していた接触防止が、開発した支援保護システムの利用によって

リスク低減される。開発した本システムは JIS 化の提案が予定されており、技術の普及によって接触防止が図られる。

以上のとおり、本研究の成果は基準化されるなどして民間や行政で活用される見込みである。したがって、転倒や接触による災害は今後減少すると考えられる。

#### カ. 成果公表状況

##### 【原著論文（国際誌、和文誌）】

- 1) 堀智仁、玉手聡、石野貴裕（2013）ドラグ・ショベルのつり荷走行時における不安定要因の実験的検討、土木学会論文集 F6（安全問題）、Vol.69、No.2、I\_159-164.
- 2) 吉川直孝、伊藤和也、堀智仁、清水尚憲、濱島京子、梅崎重夫、豊澤康男（2015）ドラグ・ショベルに係る死亡災害の詳細分析と再発防止対策の検討、土木学会論文集 F6（安全問題）Vol.70、No.2、p.I\_107-I\_114.

##### 【国際学術集会】

- 1) Shoken Shimizu, Shigeo Umezaki (2013) Research on Safety Device for Hazardous Point Nearby Operation using Radio Frequency Identification, APSS2013.
- 2) Shoken Shimizu, Shigeo Umezaki (2015) Risk reduction effect of supporting protective system for an integrated manufacturing system, SIAS2015.

##### 【国内学術集会】

- 1) 堀智仁、吉川直孝、大幢勝利（2012）文書解析を用いた建設機械による労働災害分析、安全工学シンポジウム 2012 講演予稿集、pp.516-519.
- 2) 堀智仁（2012）積載形トラッククレーンの設置における地盤養生の方法について、第 33 回全国クレーン安全大会、講演・研究発表資料集、pp.35-46.
- 3) 堀智仁（2012）大型建設機械の転倒防止に関する研究の紹介、釜慶大学 MOU ミーティング、Vol.32、No.8、pp.554-558.
- 4) 吉川直孝、伊藤和也、堀智仁、清水尚憲、梅崎重夫、濱島京子、豊澤康男、玉手聡（2013）ドラグ・ショベルに係る死亡災害の調査分析、安全工学シンポジウム 2013 講演予稿集、pp.396-399.
- 5) 堀智仁、玉手聡（2013）クレーン機能付きドラグ・ショベルのつり荷走行時における荷重変動、安全工学シンポジウム 2013 講演予稿集、pp.400-403.
- 6) 堀智仁、玉手聡（2013）掘削用機械のつり荷走行時におけるつり荷重の変動計測、平成 25 年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集、pp.203-206.
- 7) 堀智仁、玉手聡（2013）小型移動式クレーンの転倒防止に必要な敷板の決定法に関する一考察、第 48 回地盤工学研究発表会、pp.219-220.
- 8) 堀智仁、玉手聡（2013）ドラグ・ショベルのつり荷走行時における荷重の変動計測、土木学会第 68 回年次学術講演会、pp.547-548.
- 9) 吉川直孝、伊藤和也、堀智仁、清水尚憲、濱島京子、梅崎重夫、豊澤康男（2014）ドラグ・ショベルに係る死亡災害の詳細分析と再発防止対策の検討、土木学会安全問題討論会 2014、pp.107-114.
- 10) 堀智仁、玉手聡（2014）ドラグ・ショベル模型の製作と遠心場走行実験、第 49 回地盤工学研究発表会発表講演集、pp.69-70.

- 11) 堀智仁、玉手聡 (2014) ドラグ・ショベルの斜面降下走行の遠心模型実験、平成 26 年度土木学会全国大会、第 69 回年次学術講演会講演概要集、pp.1077-1078.
- 12) 玉手聡、堀智仁、石野貴裕、末政直晃 (2014) 地盤養生の違いが荷走りするドラグ・ショベルの揺動に与える影響、平成 26 年度土木学会全国大会、第 69 回年次学術講演会講演概要集、pp.1075-1076.
- 13) 堀智仁、玉手聡 (2014) ドラグ・ショベルの斜面降下走行に関する基礎的検討、平成 26 年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集、pp.111-114.
- 14) 玉手聡、堀智仁、錦古里洋介 (2014) 大型建設機械等の設置における簡易な現場地耐力試験の提案、平成 26 年度建設施工と建設機械シンポジウム論文集・梗概集、pp.115-118.
- 15) 玉手聡、堀智仁、前田豊 (2014) 移動式クレーンの安定確保に必要な地耐力の検討、日本機械学会、第 23 回交通・物流部門大会講演論文集、pp.169-172.
- 16) 清水尚憲、梅崎重夫 (2014) 統合生産システムを対象とした支援的保護システムによるリスク低減戦略、日本機械学会、第 23 回交通物流部門大会講演論文集、pp.19-20.
- 17) 清水尚憲、岡部康平、梅崎重夫 (2014) フォークリフトを対象とした支援的保護システムのリスク低減方策に関する一考察、計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会、CD-ROM.
- 18) 堀智仁、玉手聡 (2015) 掘削用機械における斜面降下時の不安定性に関する基礎的検討、安全工学シンポジウム 2015 講演予稿集、pp.368-371.
- 19) 堀智仁、玉手聡 (2015) ドラグ・ショベルの斜面降下走行時における法肩形状の影響、平成 27 年度土木学会全国大会、第 70 回年次学術講演会講演概要集、pp.391-392.

【著書・単行本 (英文、和文)】

- 1) 清水尚憲、他 (2014) 第 4 章「支援的保護装置の考え方と適用例」、機械・設備のリスク低減技術、日本規格協会、pp.105-117.
- 2) 清水尚憲、他 (2014) 第 5 章「保護具」、機械・設備のリスク低減技術、日本規格協会、pp.217-233.

【その他の専門家向け出版物 (英文、和文)】

- 1) 玉手聡、堀智仁 (2012) 「現場支持力試験」による工事現場の地耐力確認について、建設機械、Vol.48、No.12、pp.44-49.
- 2) 玉手聡 (2013) 現場支持力試験、地盤調査の方法と解説、公益社団法人地盤工学会、pp.729-731.
- 3) 堀智仁、玉手聡 (2013) 敷板による地盤養生方法について、建設機械、Vol.49、No.2、pp.74-78.
- 4) 智仁 (2013) 積載形トラッククレーンの設置における地盤養生の方法について、クレーン、Vol.51、No.3、pp.14-20.
- 5) 堀智仁、玉手聡 (2012) アウトリガー偏心設置が支持力減少に与える影響について、建設業労働災害防止協会、平成 24 年版建設業安全衛生年鑑、p.84.
- 6) 吉川直孝、伊藤和也、堀智仁 (2013) 建設機械の転倒、転落及び接触災害の詳細分析、建設業労働災害防止協会、平成 25 年版建設業安全衛生年鑑、p.84.
- 7) 堀智仁、玉手聡、吉川直孝、伊藤和也 (2013) クレーン機能付きドラグ・ショベルにおける荷走り時の不安定要因に関する研究、建設業労働災害防止協会、平成 25 年版建設業安全衛生年鑑、p.85.
- 8) 堀智仁 (2013) 解体用機械における労働災害の分析、そら、No.40、pp.16-21、労働調査会.

- 9) 加藤正勝、堀智仁、近藤信行、井上尚、小林則之、石井基寛、石井晴夫、大久保佳法、出野政雄、鈴木正夫 (2013) 車両系建設機械運転者教本【解体用】技能講習テキスト、建設業労働災害防止協会、pp.107-128.
- 10) 吉川直孝、伊藤和也、堀智仁 (2014) 建設機械の転倒、転落及び接触災害の詳細分析、平成 26 年版建設業安全衛生年鑑、p.73.
- 11) 堀智仁、玉手聡、伊藤和也、吉川直孝 (2014) ドラグ・ショベル模型の作製と斜面降下実験、平成 26 年版建設業安全衛生年鑑、p.74.
- 12) 清水尚憲、梅崎重夫、濱島京子、吉川直孝 (2014) 建設機械と人間の接触等を防止するための安全装置に関する研究、平成 26 年版建設業安全衛生年鑑、p.75.
- 13) 堀智仁、玉手聡 (2014) 掘削用機械のつり荷走行について、建設機械、Vol.50、No.11、pp.57-61.
- 14) 清水尚憲 (2014) 最近の安全事情～第 12 次労働災害防止計画の観点から～、土木施工 7 月号、Vol.55、No.7、p.75.
- 15) 堀智仁、玉手聡、吉川直孝 (2015) ドラグ・ショベルの斜面効果時における法肩形状の影響について、平成 27 年版建設業安全衛生年鑑、p.78.
- 16) 玉手聡、堀智仁 (2015) 作業現場の地耐力を簡易に調査する方法の開発、平成 27 年版建設業安全衛生年鑑、p.79.
- 17) 清水尚憲、梅崎重夫、濱島京子、吉川直孝 (2015) 建設機械と人間の接触等を防止するための安全装置に関する研究、平成 27 年版建設業安全衛生年鑑、p.80.

【研究所出版物】

- 1) 玉手聡、堀智仁 (2015) 作業現場における地耐力確認の方法ー移動式クレーンを含めた建設機械等の転倒防止対策ー、労働安全衛生総合研究所技術資料、JNIOOSH-TD-NO.3、pp.1-83.

【特別講演、パネルディスカッション等 (英文、和文)】

- 1) 堀智仁 (2012) 積載形トラッククレーンの設置における地盤養生の方法について、第 33 回全国クレーン安全大会 講演・研究発表資料集、pp.35-46.
- 2) 清水尚憲 (2014) 機械による労働災害を防止するために、所沢地区労働基準協会主催安全集会説明会.
- 3) 清水尚憲 (2014) 支援的保護システムによるリスク低減効果に関する検証、Safety Net Japan 第 76 回定例会.
- 4) 清水尚憲 (2014) 最近の機械安全の動向、機械学会群馬支部特別講演.

【特許の出願取得】

- 1) 清水尚憲、梅崎重夫、他 (2013) 支援的保護システム、特願 2013-204042.

### (3) 内部評価結果

#### ア. 評価結果及び判定

評価実施日：平成 27 年 10 月 15 日

評価項目	評価内容	評価
目標達成度	研究目標が計画どおりに達成されたか、又は研究期間内に達成されるか。研究経費が適切に執行されているか。	3.8
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研究成果が得られ、労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、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。	3.7
研究成果の公表	学術誌、研究所刊行物、国内外の学術会議での公表、研究所のホームページ等情報メディアによる公表が適切に行われているか。	3.5
学術的貢献度	獨創性・新規性・新技術創出の観点からみて、学術的に意義のある研究成果が得られているか。	3.5
その他の視点	上記1～4以外の評価内容(得られた研究成果の発展性・継続性、学際的視点、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など)について評価する。	3.3
評価者のコメント ・基礎的なデータは取れている。実用へ向けた有効性がどこまでアピールできるかがポイントとなる。 ・有用な結果が得られている。「転倒、転落防止」のガイドラインの作成を期待します。 ・適切に進捗し高い成果を上げているが、作業方法については様々な考えがあるので、関係者と十分協議した上で取りまとめを行うべきである。 ・人の注意力に頼らず、装置により補完しようとするものであり、実用化が待たれる。		

※ 評価点:5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(概ね妥当である)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

判定	必要な措置・対応
A	現在の計画どおり研究を終了できるよう進行管理すること。なお、外部評価委員会においては、終了時の成果及びその後の活用について具体的に説明すること。

※ 判定:A(研究計画どおり研究を終了)、B(研究計画を修正して研究を終了)、D(中止)

#### イ. 内部評価結果への対応

本プロジェクト研究では 3 つのサブテーマについて、概ね研究目標が達成される見込みである。また、終了時の成果とその後の活用については、サブテーマ 1 の災害事例の分析では、発生状況の詳細な情報を雑誌やシンポジウムで発表し、その中で安全規則や通達等の再確認を促し、安全意識の向上を図った。サブテーマ 2 の転倒防止に関する研究では、作業現場における簡易な地耐力確認の方法「現場地耐力試験」を当研究所技術資料 TD-No.3 で発表し、同試験は(公社)地盤工学会の基準書に掲載された。数社の民間企業では既に実施工で取り入れており、今後、国土交通省の新技术活用システムにも申請する。本技術が現場で利用されることによって地耐力の見誤りによる転倒災害は防止されるものと考えられる。サブテーマ 3 の接触防止のための安全装置に関する研究では、赤外線センサとドップラーセンサを組み合わせた支援的保護装置である人体検出センサを開発した。また、建設機械の危険領域(建設機械の作業領域)に作業員が侵入することを誘導員、オペレータ、作業員に伝達するシステムを開発し、その効果を確認した。これまで人の注意力に依存してきた接触防止が、開発した支援保護システムによってリスク低減できる。開発したシステムは JIS 化の提案が予定されており、技術の普及によって接触災害は今後防止されると考えられる。

#### (4) 外部評価結果

##### ア. 評価点

目標達成度	行政的・社会的 貢献度	研究成果の公表	学術的貢献度	その他の視点
3.6	3.9	3.6	3.4	3.5

##### イ. 評価委員のコメント

(A委員) 重大事故の要因となる転倒・接触に関する研究の必要性は大きく、事故の要因を明らかにした有意義な成果が上がっている。社会的貢献度も高いと思う。メーカーとの協力で、重機の安全なシステム・運用が可能になると良いと思う。むしろ当初から協力をして研究ができなかったか？既存の妥当なデータがあれば、それをわざわざ取り直すことはない。今後の研究実施の際に検討していただきたい。学会発表は多いが英文学術誌への成果公表を望む。

(B委員) 現場の作業者に注意すべき内容が確実に伝わるような方策を考えてほしい。オペレーターに、死角にいる人の存在を知らせる方法として、フロントウィンドウに映すヘッドアップディスプレイも有効ではないか。

(C委員) 目標設定、学術的成果、社会的貢献もしっかり示されていたと思います。

(D委員) 成果の実用化が待たれる。

(E委員) 接触災害に対して 10m 以内の検知性能という結果から、機械側での対策として動体検知システムを開発し機能試験を実施しています。この成果をさらに進めて支援装置から安全機能として使用できるように発展させてほしいと考えます。

(F委員) 用いられている相似則がいかなるものか（既存のものを使用したのかあるいは新たな法則を提案しているのか）が不明である。

(G委員) 建設機械の転倒及び接触災害の防止という重要な課題に取り組んでおり評価できる。独自のモデルを作成し転倒・転落に関する研究を進めており、限られた予算の中で優れた研究を進めている。サブテーマ 3 では、機器によってヒトを認識するシステムの開発を目指しており、外国人労働者の接触事故を防止する上でも有効と考えられる。

(H委員) 建設機械の危険領域に関する有用な研究で、国土交通省の新技术活用システム等に採用されたい。開発したセンサーの実用化を検討して欲しい。

(I委員) 精力的な調査研究ありがとうございます。サブテーマ 2 の分析結果は学術的にも興味深いものと思います。サブテーマ 1 の「建設機械の転倒、転落及び接触災害の詳細分析」では、ドラグ・ショベルの転倒災害は、斜面走行中に発生したことが多いこと、さらに、斜面の勾配が機械の安定度（限界傾斜角）よりも小さいにもかかわらず転倒した事例も見られる。」との記述があります。平成 18 年度の死亡者数の分析に加えて、同年度の死傷者数、さらに他年度の本災害に伴う死亡者数・死傷者数も調査し、それらが社会的に容認し難いことを記述して頂けると、サブテーマ 2 の研究成果の有効性・説得力がさらに増大すると思われま

(J委員) 転落の実験によるデータは有用である。今までこのようなデータがなかったのが不思議なくらいである。さらに転落防止装置の開発が望まれる。接触防止については、開発したセンサーの実用化が望まれる。

(K委員) 3 つのサブテーマとも、おおむね予定通り実施されている。研究成果についても、学会の基準書に掲載され、さらに行政でも活用されるように進めているということであり、社会

的貢献度は大きいと思われる。ただし、一方で原著論文が 2 編とやや少ないように思われるので、今後は、結果を論文にまとめるなど、学術面での成果を期待したい。

(L 委員) 研究成果の要点をまとめて刊行された研究所の技術資料は、関係者にとって有意義な資料となるものと思われる。取り扱っている現象、技術は国際的にも関心を持たれる内容を含むと考えられるので、今後国際的な発表の場でのより積極的な成果の発表も期待したい。なお、サブテーマ 2 の中にある、現場簡易調査法「現場地耐力試験」が法肩の崩壊防止の研究項目の一部として取り扱われているが、この試験はふつうの水平面を対象としていると思われる。項目立てを検討されてみてはいかがか。

(M 委員) 目的や目標が具体的である。実験の目的に合った装置も設置されており、適切な実験が行われていた。成果の公表も積極的に行われている。また、研究成果を行政提案している点も評価できる。

(N 委員) 一見地味なテーマであるが、業界が公にしにくい事故原因等について真摯に取り組んだ研究に思われた。今後、どのような形で立法あるいは指針として労働安全に寄与できるかが、課題であるように思われる。

#### ウ. 外部評価委員の指摘に対する措置・対応等

各委員の皆様から本研究の意義や社会的貢献度を高くご評価頂き感謝申し上げます。特に「目的や目標が具体的」、「実験の目的に合った装置も設置されている」、「適切な実験が行われた」、「成果の公表も積極的」、「研究成果を行政提案している」、「業界が公にしにくい事故原因等について真摯に取り組んだ」などと深くご理解を賜り光栄に存じております。

研究成果の公表につきまして、3 名の委員から英文学術誌を含めた原著論文としてのさらなる発表をご指示頂きました。今後、本研究を基盤研究の形で継続的に発展させ、その中で原著論文や英語論文への投稿をしていきたいと考えています。

次に、メーカーとの協力に関するご意見につきましては、システムの実用化を含めた今後の研究において参考とさせて頂き、効率的な成果が得られるように致したく存じます。

実験的検証のベースとなった相似則に関するご質問や検知装置の実用化に関するご指摘を頂きましたが、当日は時間の都合でこれらの説明を省略させて頂きました。ご指摘の点につきましては、本研究の最終報告書である特別研究報告 (SRR) において丁寧に説明するよう対応させて頂きます。

災害の詳細分析に関するご指摘につきましては、死傷者に関する分析結果及び平成 18 年度以外の解析結果を既に関係団体の報告書に発表しておりますので、その結果を参照しつつ SRR をまとめ社会的に容認しがたい災害であることがご理解頂けるように致します。

接触防止のための安全支援装置につきましては、警報が作業者により確実に伝わるよう、実用化の段階においてその表示の方法も含めて検討させて頂きます。

転倒防止対策の一つとして考案した現場地耐力試験の方法につきましては、斜面天端を含めた支持地盤の地耐力を簡易に調査する方法ですが、現場でも利用可能な簡易調査技術として開発致しました。現在、国土交通省の新技术活用システムに申請しておりますが、さらに立法や指針として労働安全にどのように寄与させるかの点につきましては、引き続き検討を続けます。

以上のとおり、今後は本研究から得られた成果に基づいて、新技术の提供や指針等を含めた安全ルールの提案をおこなって労働安全に役立つよう活動を継続して参りたく存じております。この度は大変有益なご指導ご助言を賜りありがとうございました。

### 1.3 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 (平成24年度～平成27年度)

#### (1) 研究概要

##### ア. 背景 (主要文献、行政的・社会的ニーズ、災防計画との関連性など)

建設業における労働死亡災害の約4割は、高所からの墜落によるものである。特に東日本大震災などの災害復旧工事では、墜落災害の発生割合が高くなる傾向にある。過去の災害を分析すると、墜落災害は、足場、屋根、法面からのものが上位を占めている。とりわけ災害復旧工事のように基本となる安全対策が困難な場合における災害が多く、その防止対策が急務な課題となっている。この点、労働安全衛生規則518条および519条の第1項では、基本となる対策(足場等の作業床を設置し、囲い等を設置する)の措置が義務付けられているが、この基本となる対策が困難な場合における対策(安全帯等を用いた対策:同法518条および519条の第2項)については、具体的な工法が不明確な状況にあり、利用可能な当該工法に関する情報を現場へ広く普及させる必要があると考えられる。なお墜落災害については、第12次労働災害防止計画において、重篤度の高い労働災害を減少させるための重点業種対策に取り上げられており、また東日本大震災での災害復旧工事での安全対策等、行政的・社会的ニーズは高いと考えられる。

##### イ. 目標 (何をどこまで実施するか、行政的、社会的貢献、成果の公表目標など)

墜落災害の上位を占める足場、屋根、法面での安全対策、具体的には労働安全衛生規則518条および519条の第2項の安全対策の具体例について、実物大実験・解析等を通じて検討・考案し、現場で利用可能な安全作業マニュアルを作成することを目的とする。

##### ウ. 目的と方法

災害発生状況、災害分析結果を踏まえ、墜落災害の発生割合の多い「足場」、「屋根」、「崖・斜面」からの墜落災害に焦点を当て、諸外国の対策等の情報を加味して、具体的な対策について考案し、実験を通じてその検証を行う。研究成果については、随時様々な方法で公表する。最終的には現場で利用可能な安全作業マニュアルを作成する。

##### エ. 研究の特色・独創性

墜落災害に着目した研究は、当研究所を除き、ほとんどみられない。本研究は、行政、災防団体、および墜落防止機材のメーカーと連携を取りながら進めるものであり、研究成果の普及の面においてもその効果が見込まれると考える。

##### オ. 他の研究機関との研究の重複について

無

(JST等の文献検索による。)

#### (2) 研究計画と進捗状況

##### ア. 研究全体の計画

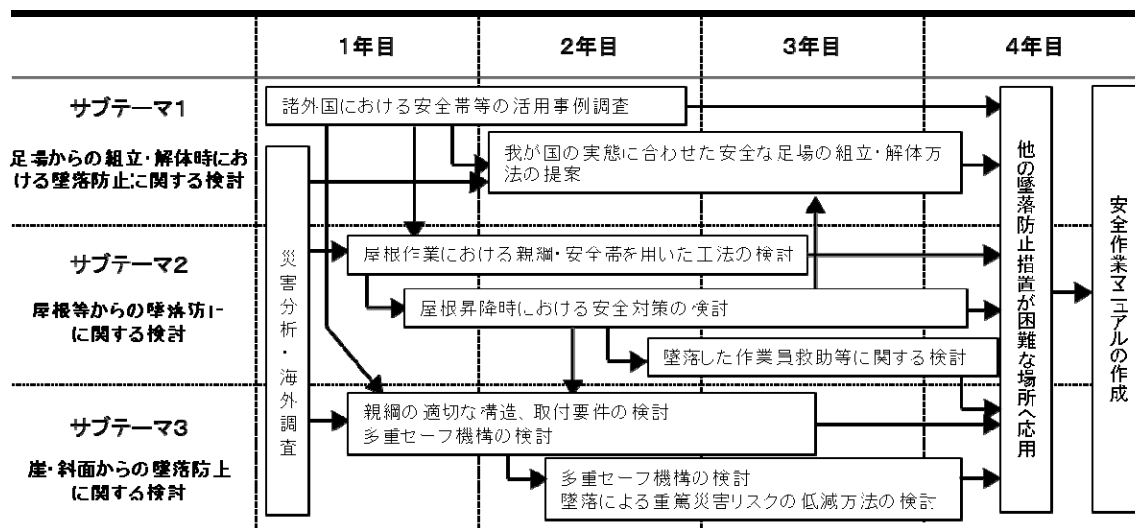
###### 【概要】

1年目においては、災害分析結果の整理、諸外国における墜落防止機材(安全帯等)の活用事



例調査等を実施するとともに、屋根作業における親綱・安全帯を用いた工法の検討や、崖・斜面作業における親綱の適切な構造・取付要件などについて検討を行う。2、3年目においては、我が国の実態に合わせた安全な足場の組立・解体方法の検討、屋根昇降時における安全対策の検討、崖・斜面作業における多重セーフ機構などについて、本格的な実験を含めた検討を行う。4年目においては、3年間の研究を通じて補完すべき課題等に取り組み、最終的に安全作業マニュアルを作成する。

【期間全体を通してのフローチャート】



イ. 年度ごとの研究費

- 1年目 36,621 千円 (執行額)
- 2年目 29,760 千円 (執行額)
- 3年目 21,879 千円 (執行額)
- 4年目 20,000 千円 (予算額)

ウ. 平成 27 年度の研究計画

サブテーマ 1：足場からの組立・解体時における墜落防止に関する検討

(1) 新たな仮設機材の安全性検証実験

これまで行った研究成果を補完するための実験（単管足場の組立て解体時における簡易な手すりの設置等）に関して検討を行う。

(2) 安全作業マニュアルの作成

サブテーマの成果を実用的なマニュアルとしてまとめる。

サブテーマ 2：屋根等からの墜落防止に関する検討

(1) 墜落防止措置に関する意見交換・実験等

これまで行った実験等について、専門業者、災防団体等と意見交換を行うとともに、それらを補完するための各種実験を実施する。

(2) 安全作業マニュアルの作成

サブテーマの成果を実用的なマニュアルとしてまとめる。

### サブテーマ3：崖・斜面からの墜落防止に関する検討

#### (1) 親綱・安全帯による墜落防止対策の適切な構造・取付要件の検討

これまでの結果を受け、地盤条件による親綱固定用アンカーの引抜メカニズムを検討する。

#### (2) 崖・斜面からの総合的な墜落災害防止対策の提案

これまでの結果を取りまとめて、総合的な斜面工事中の墜落災害防止のための対策について提案する。

### エ. 研究目標の達成見込み

#### (1) 研究開始当初の研究目標

墜落災害の上位を占める足場、屋根、法面での安全対策、具体的には労働安全衛生規則 518 条および 519 条の第 2 項の安全対策の具体例について、実物大実験・解析等を通じて検討・考案し、現場で利用可能な安全作業マニュアルを作成することを目的とする。

#### (2) 研究終了時までの目標達成の見込み

足場からの墜落防止措置に関する研究成果を参考に、労働安全衛生規則の改正がなされた。また屋根からの墜落防止対策においては、研究所として新しい工法を提案し、その研究成果の普及活動にも取り組んだ。昨年までに全国 23 か所、参加者は約 1800 名の安全担当者、労働基準監督官、安全指導者を対象とした講演を行った。今年度においても、全国 16 か所での講演（約 800 名の参加見込み）を予定している。また講演内容を伝達する指導者向けの講習（全国 8 か所を予定）でも講演を予定している。崖・斜面工事の安全対策では、これまで現場の勘により利用されてきた親綱・安全帯を用いた工法について、実物大実験・解析等の研究成果をまとめ、実用的な検討手法の提案を行う予定である。これらの成果を現場で利用しやすい型にするため、イラスト等を多用した安全作業マニュアルを作成し、広く公表していきたいと考えている。

### オ. 期待されるアウトカム、行政施策への活用見込み等

研究成果の一部については、既に労働安全衛生規則の改正の資料として活用された。また全国的な普及活動を通じて、労働基準監督官や現場安全責任者、安全指導者への情報が浸透することで、研究成果の活用が更に期待できると考える。

### カ. 成果公表状況

#### 【原著論文（国際誌、和文誌）】

- 1) Katsutoshi Ohdo, Yasumichi Hino, Hiroki Takahashi (2014) Research on Fall Prevention and Protection from Heights in Japan. Industrial Health, Vol. 52, No. 5, pp.399-406, Kawasaki, National Institute of Occupational Safety and Health.
- 2) 大幢勝利、日野泰道、高梨成次、高橋弘樹（2012）くさび緊結式足場の組立・解体時における安全帯取付方法の実験的検討、土木学会論文集 F6（安全問題）、Vol.68、No.2、I\_96-I\_103、東京、土木学会。
- 3) 大幢勝利、高梨成次、高橋弘樹（2013）橋梁維持管理用 FRP 検査路の墜落防護性能に関する実験的研究、土木学会論文集 F6（安全問題）、Vol.69、No.2、I\_43-I\_48、東京、土木学会。

- 4) Yasumichi Hino, Katsutoshi Ohdo and Hiroki Takahashi (2014) Fall Protection Characteristics of Safety Belts and Human Impact Tolerance, INDUSTRIAL HEALTH, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan, Vol.52, No.5, pp.424-431.
- 5) 伊藤和也、菊池信夫、橋爪秀夫、法面工事現場における安全管理法に関する実態調査—長野県を対象地域としたアンケート調査—、土木学会論文集 F6 (安全問題) 特別号、Vol.70、No.2、pp.130-137.
- 6) 岡庭翔一、伊藤和也、末政直晃、海老澤伸二、橋爪秀夫 (2015) 法面からの墜落災害防止のためのアンカーによる親綱固定方法に関する衝撃载荷実験、土木学会論文集 F6 (安全問題) 特別号、Vol.70、No.2、pp.130-137.
- 7) 伊藤和也 (2016) 設業における斜面工事中の墜落による労働災害の調査・分析と墜落災害防止対策の検討、土木学会論文集 F6 (安全問題)、Vol.71、No.1、pp.13-24.

【国際学術集会】

- 1) Katsutoshi Ohdo, Yasumichi Hino and Hiroki Takahashi (2012) Study on Safety Assembling and Dismantling Method for System Scaffolds Using Safety Harness. The First Australasia and South-East Asia Structural Engineering and Construction Conference (ASEA-SEC-1), Research, Development and Practice in Structural Engineering and Construction, pp.1059-1063, Perth, Research Publishing.
- 2) Katsutoshi Ohdo, Yasumichi Hino, Seiji Takanashi and Hiroki Takahashi (2013) Study on Fall Protection Method for System Scaffolds during Assembling and Dismantling Works. Siamak Yazdani, Amarjit Singh, The Seventh International Structural Engineering and Construction Conference (ISEC-7), pp.1405-1410, Honolulu, U.S.A.
- 3) Katsutoshi Ohdo, Seiji Takanashi, Yasumichi Hino and Hiroki Takahashi (2013) STUDY ON FALL PROTECTION FOR ASSEMBLING AND DISMANTLING WORKS OF SYSTEM SCAFFOLDS. Proceedings of the thirteenth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-13), USB, Sapporo, Japan,
- 4) Katsutoshi Ohdo (2013) EFFECTS OF COUNTERMEASURES FOR SCAFFOLD-RELATED FALLS IN JAPAN. Proceedings of International Conference on Fall Prevention and Protection 2013 (ICFPP2013), pp.135-138, Tokyo, Japan.
- 5) Katsutoshi Ohdo, Yasumichi Hino, and Hiroki Takahashi (2014) Study on Effect of Countermeasure for Fall from Scaffolds in Japan. 12th International Conference on Occupational Risk Prevention (ORP2014), Proceeding of 12th International Conference on Occupational Risk Prevention - ORP2014, Vol.12, DVD, Zaragoza, Occupational Risk Prevention International, Technical University of Catalonia .
- 6) Katsutoshi Ohdo, Yasumichi Hino, Hiroki Takahashi (2014) Experimental Study on Fall Protection during Bridge Maintenance and Management Works on FRP Inspection Platform. The 2nd Australasia and South-East Asia Structural Engineering and Construction Conference (ASEA-SEC-2), Sustainable Solutions in Structural Engineering and Construction, pp.641-646, Fargo, U.S.A., ISEC Press.
- 7) Katsutoshi Ohdo, Tetsuo Hojo, Michiyuki Hirokane (2015) Risk Assessment of Fall Prevention Based on an Accident Database in Japan. Proceedings of the Fifteenth International Conference on Civil, Structural and Environmental Engineering Computing, pp.1-8, Stirlingshire, Scotland, Civil-Comp Press, USB.

- 8) Yasuo Toyosawa, Katsutoshi Ohdo, Wen-Ruey Chang, Hongwei Hsiao (2014) Editorial Global Cooperation for Prevention of STFs (Slips, Trips and Falls). Industrial Health, Vol.52, No.5, pp.379-380, Kawasaki, National Institute of Occupational Safety and Health.
- 9) Yasumichi HINO (2012) New prevention methods for falling accidents due to disaster repair works at building construction site.X International Congress on Labor Risk and Prevention (CD-ROM) .2012.5
- 10) Hiroki Takahashi, Tomohito Hori and Yasuo Toyosawa, 2013, CAUSES AND MEASURES OF FALL ACCIDENTS ON RESTORATION WORK AFTER THE GREAT EAST JAPAN EARTHQUAKE, Proceeding of International Conference on Fall Prevention and Protection 2013 (ICFPP2013), Tokyo in Japan, pp.129-134.
- 11) Yasumichi HINO (2013) New Fall Prevention Methods for Disaster Repair Works of Slate Roof. The Seventh International Structural Engineering and Construction Conference, New Developments in Structural Engineering & Construction, Vol.2, pp.1411-1416.
- 12) Yasumichi HINO (2013) New type safety Net and Installation or Withdrawal Methods for Prevention of Falling from Wave-shape slate Roof. APSS2013, Web publication.
- 13) Yasumichi HINO, Hiroki Takahashi, and Katsutoshi OHDO (2013) EXPERIMENTAL STUDY ON FUNDAMENTAL PERFORMANCE OF SAFETY BELTS FOR FALL PREVENTION. International Conference on Fall Prevention and Protection 2013, ICFPP2013, CD-ROM.
- 14) Hiroki Takahashi, Tomohito Hori and Yasuo Toyosawa (2014) Practical use of investigation on work accidents during restoration work of the Great East Japan Earthquake, Proceeding of XXII International Conference on Occupational Risk Prevention (ORP2014), DVD, Zaragoza in Spain.
- 15) Yasumichi Hino, Katsutoshi Ohdo and Hiroki Takahashi (2014) Safety Countermeasure for Installation Works of Safety Ropers on the Residential Roof, The Second Australasia and South-East Asia Structural Engineering and Construction Conference (ASEA-SEC-2), Research Publishing, Bangkok in Thailand, pp.A-35-A-38.
- 16) Yasumichi Hino, Katsutoshi Ohdo and Hiroki Takahashi (2014) Fundamental Experiments on Safety Belt Characteristics due to Fall, Proceeding of XXII International Conference on Occupational Risk Prevention (ORP2014), DVD, Zaragoza in Spain.
- 17) Hiroki Takahashi, Yasumichi Hino and Katsutoshi Ohdo (2015) EXPERIMENT ON THE SLACK IN LIFELINES USED FOR ROOF WORK, The Eighth International Structural Engineering and Construction Conference (ISEC-8), Research Publishing, Sydney in Australia, (掲載決定)
- 18) Yasumichi HINO (2015), Safety performance of the full harness in various falling postures of wearer, 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 2015) and the Affiliated Conferences, AHFE 2015, pp.6754-6758.
- 19) Yasumichi hino, Katsutoshi ohdo, and Hiroki Takahashi(2015), Simple countermeasure for prevention of fall from portable ladder and residential roof, Proceedings 19th Triennial Congress of the IEA, Melbourne 9-14 August 2015, No.207, webpage:  
[http://ergonomics.uq.edu.au/iea/proceedings/Index\\_files/alphaindexv21.htm](http://ergonomics.uq.edu.au/iea/proceedings/Index_files/alphaindexv21.htm).

【国内学術集会】

- 1) Tetsuo Hojo, Katsutoshi Ohdo (2014) Investigation on fall accidents in construction industry. XX World Congress on Safety and Health at Work 2014, Congress web page.

- 2) 大幢勝利、高梨成次、日野泰道、高橋弘樹 (2012) くさび緊結式足場の安全帯を使用した組立・解体に関する基礎的研究、土木学会第 67 回年次学術講演会、講演概要集、I-453、pp.905-906、名古屋、土木学会.
- 3) 北條哲男、大幢勝利、高橋弘樹 (2012) 円形断面の渦励振の制振対策に関する研究、2012 年度日本建築学会大会、学術講演梗概集、構造Ⅱ、pp.1093-1094、名古屋、日本建築学会.
- 4) 大幢勝利、日野泰道、高梨成次、高橋弘樹 (2012) くさび緊結式足場の組立・解体時における安全帯取付方法の実験的検討、安全問題討論会'12 資料集、pp.97-104、東京、土木学会.
- 5) 大幢勝利、高梨成次、高橋弘樹 (2012) 橋梁維持管理に使用する FRP 検査路の手すり耐力に関する基礎的研究、第 26 回信頼性シンポジウム、講演論文集、pp.145-148、東京、日本材料学会.
- 6) 大幢勝利、高梨成次、日野泰道、高橋弘樹 (2013) 安全帯を使用したくさび緊結式足場の組立・解体方法に関する実験的研究、安全工学シンポジウム 2013、講演予稿集、pp.414-417、東京、電気学会.
- 7) 高梨成次、大幢勝利、高橋弘樹 (2013) 橋梁用 FRP 検査路の手すりの強度に関する研究、安全工学シンポジウム 2013、講演予稿集、pp.410-411、東京、電気学会.
- 8) 大幢勝利、高梨成次、高橋弘樹、道場信義、加川啓介、坂槇義夫、大橋好光 (2013) 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 18 仮動的実験による余震による変形量の増大の検証)、2013 年度日本建築学会大会、学術講演梗概集、構造Ⅲ、pp.411-412、札幌、日本建築学会.
- 9) 高梨成次、大幢勝利、日野泰道、高橋弘樹 (2013) くさび緊結式足場の安全帯を使用した組立・解体時の安全性に関する一考察、土木学会第 68 回年次学術講演会、講演概要集、VI-011、pp.21-22、習志野、土木学会.
- 10) 大幢勝利、高梨成次、高橋弘樹 (2013) 橋梁維持管理用 FRP 検査路の墜落防護性能に関する実験的研究、安全問題討論会'13、資料集、pp.43-48、東京、土木学会.
- 11) 大幢勝利、北條哲男、広兼道幸 (2014) 建設工事における墜落災害要因と対策の提案、安全工学シンポジウム 2014、講演予稿集、pp.272-275、東京、日本建築学会.
- 12) 大幢勝利、日野泰道、高橋弘樹 (2014) くさび取付穴を利用した足場上での安全帯使用に関する検討、土木学会第 69 回年次学術講演会、講演概要集、VI-533、pp.1065-1066、東京、土木学会.
- 13) 大幢勝利、日野泰道、高橋弘樹 (2014) 屋根からの墜落災害防止のための安全対策の検討 (その 1 屋根災害の現状と今後の課題)、日本建築学会大会、講演梗概集、材料施工、pp.723-724、東京、日本建築学会.
- 14) 大幢勝利、日野泰道、高橋弘樹 (2014) くさび緊結式足場の組立・解体時における一時的な安全帯取付方法の提案、創立 50 周年記念全国建設業労働災害防止大会、資料集、pp.209-212、東京、建設業労働災害防止協会.
- 15) 大幢勝利、高梨成次、日野泰道、高橋弘樹、熊田哲規 (2015) 橋梁検査路の損傷程度が安全帯取付け時の墜落防護性能に与える影響、土木学会第 70 回年次学術講演会、講演概要集、VI-339、pp.677-678、東京、土木学会.
- 16) 熊田哲規、大幢勝利、高梨成次、日野泰道、高橋弘樹 (2015) 材質の異なる橋梁検査路の安全帯取付け時の墜落防護性能、土木学会第 70 回年次学術講演会、講演概要集、VI-340、pp.679-680、東京、土木学会.

- 17) 日野泰道 (2012)、日本の災害復旧工事における主要な労働災害、安全工学シンポジウム、p508-509、安全工学シンポジウム 2012 講演予稿集、2012 年 7 月
- 18) 日野泰道 (2012)、波板スレート屋根補修工事で使用する墜落防護用ネットの検討、日本建築学会学術講演会、pp.163-164、日本建築学会学術講演梗概集、材料施工、2012 年 9 月
- 19) 日野泰道 (2012)、親綱・安全器を用いた屋根からの墜落防止対策、第 49 回全国建設業労働災害防止大会、pp.219-221、第 49 回 全国建設業労働災害防止大会資料集、2012 年 10 月
- 20) 日野泰道 (2013) 波板スレート屋根上の工事で使用する墜落防護用シートの開発、安全工学シンポジウム 2013、pp.412-413.
- 21) 日野泰道 (2013) 墜落・転倒に起因する頭部衝撃力に関する基礎的研究. 日本建築学会大会 2013、日本建築学会大会学術講演梗概集、材料施工、pp.1339-1340.
- 22) 日野泰道、大幢勝利、高橋弘樹 (2013) 安全帯の墜落時保護性能に関する基礎的研究. 日本機械学会大会 2013、CD-ROM.
- 23) 日野泰道 (2013)、墜落・転倒により人体頭頸部に生ずる衝撃荷重とその保護策に関する研究、建設業安全衛生年鑑、p.82.
- 24) 日野泰道、大幢勝利、高橋弘樹 (2014) 高所作業で用いる安全帯の基本性能に関する基礎的実験、安全工学シンポジウム 2014、講演予稿集、pp.270-271.
- 25) 大幢勝利、日野泰道、高橋弘樹 (2014) 屋根からの墜落災害防止のための安全対策の検討 (その 1 墜落災害の現状と今後の課題)、日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿) 材料施工、pp.723-724.
- 26) 高橋弘樹、日野泰道、大幢勝利 (2014) 屋根からの墜落災害防止のための安全対策の検討 (その 2 親綱と伸縮調節器を組み合わせた工法の墜落実験)、日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿)、材料施工、pp.725-726.
- 27) 日野泰道、大幢勝利、高橋弘樹 (2014) 屋根からの墜落災害防止のための安全対策の検討 (その 3 移動はしごを用いた墜落災害防止対策の開発)、日本建築学会大会学術講演梗概集 (近畿)、材料施工、pp.727-728.
- 28) 日野泰道、大幢勝利、高橋弘樹 (2015) 移動はしごを用いた墜落災害防止策の検討、安全工学シンポジウム 2015、講演予稿集、pp.380-381.
- 29) 高橋弘樹、日野泰道、大幢勝利 (2015) 屋根作業における墜落防止のための親綱の設置基準の検討、安全工学シンポジウム 2015、講演予稿集、pp.382-383.
- 30) 大幢勝利、日野泰道、高橋弘樹 (2015) 屋根からの墜落災害防止のための安全対策の検討 (その 4 アンケート調査による足場からの墜落防止措置の現状)、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、材料施工、pp.1295-1296.
- 31) 日野泰道、大幢勝利、高橋弘樹 (2015) 屋根からの墜落災害防止のための安全対策の検討 (その 5 親綱のたるみの設置基準に関する検討)、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、材料施工、pp.1297-1298.
- 32) 高橋弘樹、日野泰道、大幢勝利 (2015) 屋根からの墜落災害防止のための安全対策の検討 (その 6 提案する工法の検証実験)、日本建築学会大会学術講演梗概集(関東)、材料施工、pp.1299-1300.
- 33) 伊藤和也、菊池信夫、橋爪秀夫 (2014) 法面工事現場における安全管理法に関する実態調査-長野県を対象地域としたアンケート調査-、公益社団法人土木学会 安全問題研究委員会、安全問題討論会'14 資料集、pp.115-122.

- 34) 岡庭翔一、伊藤和也、末政直晃、海老澤伸二、橋爪秀夫（2014）法面からの墜落災害防止のためのアンカーによる親綱固定方法に関する衝撃載荷実験、公益社団法人土木学会 安全問題研究委員会、安全問題討論会'14 資料集、pp.129-136.
- 35) 伊藤和也（2015）斜面工事中の墜落災害の要因分析と墜落災害防止対策の検討、安全工学シンポジウム 2015.
- 36) 岡庭翔一、末政直晃、伊藤和也、吉川直孝（2015）法面からの墜落災害防止のための親綱固定用アンカーに関する引き抜き特性、安全工学シンポジウム 2015.
- 37) 伊藤和也、大幢勝利、日野泰道、高梨成次、高橋弘樹（2012）崖・斜面からの墜落による労働災害事例の調査・分析、土木学会、第 67 回年次学術講演会、pp.941-942.
- 38) 伊藤和也、菊池信夫、橋爪秀夫（2013）法面工事現場における安全管理法に関する実態調査～長野県を対象地域としたアンケート調査～、土木学会第 68 回年次学術講演会、土木学会第 68 回年次学術講演会、pp.553-554.
- 39) 伊藤和也、菊池信夫、橋爪秀夫（2013）法面工事現場における安全管理法に関する実態調査～墜落防止対策を対象として～、Geo-kanto2013、地盤工学会関東支部発表会、DVD-ROM A0001.
- 40) 岡庭翔一、末政直晃、伊藤和也、佐藤功、鈴木達彦、南都和実（2013）法面からの墜落災害防止のための親綱固定方法に関する研究、Geo-kanto2013、地盤工学会関東支部発表会、DVD-ROM A0028.
- 41) 岡庭翔一、末政直晃、伊藤和也（2014）法面からの墜落災害防止のための親綱固定方法に関する研究、土木学会第 41 回関東支部技術研究発表会、DVD.
- 42) 岡庭翔一、末政直晃、伊藤和也（2014）法面からの墜落災害防止のための親綱固定方法に関する研究、地盤工学研究発表会発表講演集、Vol. 49、pp.1733-1734.
- 43) 岡庭翔一、末政直晃、伊藤和也（2014）法面からの墜落災害防止のための親綱固定方法に関する研究、土木学会年次学術講演会講演概要集、Vol.69、No.III-265、pp.529-530.
- 44) 伊藤和也、菊池信夫、橋爪秀夫（2014）法面工事現場における安全管理法に関する実態調査～富山県を対象地域としたアンケート調査～、土木学会年次学術講演会講演概要集、Vol.69、No.VI-537、pp.1073-1074.
- 45) 岡庭翔一、末政直晃、伊藤和也（2014）法面からの墜落災害防止のための親綱固定方法に関する研究、公益社団法人地盤工学会関東支部、第 11 回地盤工学会関東支部発表会、No.DVD、pp.303-304.
- 46) 伊藤和也、菊池信夫、橋爪秀夫（2014）法面工事現場における安全管理法に関する実態調査～その 2 富山県での墜落防止対策を対象としたアンケート調査結果～、公益社団法人地盤工学会関東支部、第 11 回地盤工学会関東支部発表会、No.DVD、pp.281-282.
- 47) 岡庭翔一、末政直晃、伊藤和也、海老澤伸二、橋爪秀夫（2015）法面からの墜落災害防止のための親綱固定アンカーの静的水平/鉛直引き抜き実験、公益社団法人土木学会関東支部、土木学会第 41 回関東支部技術研究発表会、投稿中.
- 48) 有末舟輝、末政直晃、松野遼太郎、伊藤和也（2015）サウンディング試験機における盛土地盤の地盤評価、公益社団法人土木学会関東支部、土木学会第 41 回関東支部技術研究発表会、投稿中.

- 49) 岡庭翔一、末政直晃、伊藤和也（2015）法面からの墜落災害防止のための親綱固定アンカーの静的水平/鉛直引き抜き実験、第 50 回地盤工学研究発表会、概要集、pp.2199-2200、CD-ROM.
- 50) 伊藤和也、吉川直孝、橋爪秀夫（2015）法面工事現場における安全管理法に関する実態調査～宮城県を対象地域としたアンケート調査～、土木学会第 70 回年次学術講演会、講演概要集、VI-198、pp.395-396、CD-ROM.
- 51) 岡庭翔一、伊藤和也、吉川直孝（2015）法面からの墜落防止のための親綱固定方法に関する研究～鉛直方向引抜き力の推定式との比較～、公益社団法人地盤工学会関東支部、Geokanto2015、投稿中.
- 52) 岡庭翔一、伊藤和也、末政直晃、吉川直孝（2015）法面からの墜落災害防止のための親綱固定用アンカーに関する引き抜き特性、安全工学シンポジウム 2015、講演予稿集、pp.376-379.

【総説他（英文、和文）】

- 1) 北條哲男、大幢勝利（2012）炭素繊維材を用いたペンダントロープの開発について、クレーン、Vol.50、No.4、pp.15-20、東京、日本クレーン協会.
- 2) 大幢勝利（2012）なるほど納得！労働衛生行政の動向と情報・その顛末、第 8 回 足場からの墜落防止措置の効果検証と評価、産業看護、Vol.4、No.5、pp.98-101、東京、メディカ出版.
- 3) 大幢勝利（2012）施工と風、建築技術 12 月号、No.755、pp.154-156、東京、建築技術.
- 4) 大幢勝利（2013）風力タービンの設置と輸送時の安全問題に関するガイドライン、クレーン、Vol.51、No.591、pp.20-23、東京、日本クレーン協会.
- 5) 大幢勝利、高梨成次、日野泰道、高橋弘樹（2013）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 サブテーマ 1：足場からの組立・解体時における墜落防止に関する検討ーくさび緊結式足場の安全帯を使用した組立解体方法に関する基礎的研究ー、建設業安全衛生年鑑 平成 25 年版、p.78、東京、建設業労働災害防止協会.
- 6) 大幢勝利（2014）第 3 節 労働安全衛生総合研究所における建設安全衛生に関する研究活動. 建設業安全衛生年鑑 平成 26 年版、pp.59-64、東京、建設業労働災害防止協会.
- 7) 大幢勝利、高梨成次、日野泰道、高橋弘樹（2014）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 サブテーマ 1：足場からの組立・解体時における墜落防止に関する検討ーくさび緊結式足場の安全帯を使用した組立解体方法の検討（長いスパンに壁つなぎがない場合）ー、建設業安全衛生年鑑 平成 26 年版、p.65、東京、建設業労働災害防止協会.
- 8) 大幢勝利（2015）改正安衛則 足場の墜落防止が充実、安全スタッフ、No.2235、pp.32-39、東京、労働新聞社.
- 9) 高橋弘樹、日野泰道、大幢勝利、高梨成次（2012）屋根等からの墜落防止に関する研究、建設業労働災害防止協会、平成 25 年版建設業安全衛生年鑑、p.79.
- 10) 高橋弘樹、日野泰道、大幢勝利、高梨成次（2013）屋根等からの墜落防止に関する研究. 建設業労働災害防止協会、平成 25 年版建設業安全衛生年鑑、p.79.
- 11) 日野泰道（2013）墜落・転倒により人体頭頸部に生ずる衝撃荷重とその保護策に関する研究、建設業安全衛生年鑑、p.82.
- 12) 高橋弘樹、日野泰道、大幢勝利、高梨成次（2014）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、サブテーマ 2：屋根等からの墜落防止に関する検討、建設業労働災害防止協会、平成 26 年版建設業安全衛生年鑑、p.66.



- 13) 高橋弘樹、日野泰道、大幢勝利、高梨成次（2015）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、サブテーマ2：屋根等からの墜落防止に関する検討、建設業労働災害防止協会、平成27年版建設業安全衛生年鑑、(掲載決定)
- 14) 清水尚憲、高橋弘樹（2015）総論 高所作業での災害の特徴と労働安全衛生規則改正のポイント、安全と健康、Vol.16、No.11、pp.18-20、東京、中央労働災害防止協会。
- 15) 高橋弘樹（2015）解説 1 足場からの墜落防止のための措置の強化について、安全と健康、Vol.16、No.11、pp.21-23、東京、中央労働災害防止協会。
- 16) Yasuo Toyosawa, Katsutoshi Ohdo, Wen-Ruey Chang, Hongwei Hsiao (2014) Editorial Global Cooperation for Prevention of STFs (Slips, Trips and Falls), Industrial Health, Vol.52, No.5, pp.379-380, Kawasaki, National Institute of Occupational Safety and Health.

【著書・単行本（英文、和文）】

- 1) 梅崎重夫、板垣晴彦、齋藤剛、伊藤和也、山際謙太、崔光石、高橋弘樹、濱島京子、清水尚憲、大幢勝利（2013）よくわかる管理・監督者のための職場における安全工学、日科技連、p108-130、東京。

【報告書（英文、和文）】

- 1) 大幢勝利ら（研究会報告）（2012）東日本大震災特別委員会社会安全研究会中間とりまとめ「技術者への信頼を回復するために」、土木学会。
- 2) 小林謙二、大幢勝利ら（2013）足場からの墜落防止措置の効果検証・評価検討会報告書【平成23年度発生分】、厚生労働省。
- 3) 大幢勝利、日野泰道ら（委員会報告）（2014）足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策普及事業 平成25年度結果報告書、建設業労働災害防止協会
- 4) 白木渡、大幢勝利、豊澤康男ら（委員会報告）（2014）土木工事の技術的安全性確保・向上に対する土木学会の取組み戦略、土木学会安全問題研究委員会土木工事の技術的安全性確保・向上検討小委員会。
- 5) 大幢勝利（2014）専門家業務完了報告書、ラオス・ミャンマー・ベトナム向け労働安全衛生管理、JICA。
- 6) 大幢勝利（2014）足場からの墜落防止措置の効果検証・評価検討会報告書、別添3 足場からの墜落防止措置に関するアンケート調査結果、厚生労働省。
- 7) 大幢勝利（2015）専門家業務完了報告書、ラオス・ミャンマー・ベトナム向け労働安全衛生管理、JICA。

【その他の専門家向け出版物（英文、和文）】

- 1) 三室碧人、大幢勝利（2012）元会長インタビュー—社会安全哲学の構築に向けて—（中村英夫 東京都市大学総長 有識者会議委員）、土木学会誌、Vol.97、No.5、pp.46-49、東京、土木学会。
- 2) 小島卓也、大幢勝利（2012）有識者会議インタビュー—社会安全哲学の構築に向けて—（栢植綾夫 日本工学会会長 前芝浦工業大学学長）、土木学会誌、Vol.97、No.8、pp.38-41、東京、土木学会。

- 3) 大幢勝利 (2014)「墜落災害の防止と防護に関する国際会議 (2013 年)」および「墜落災害の防止と防護に関するワークショップ」開催報告、労働安全衛生研究、Vol.7、No.1、p.51、東京、独立行政法人労働安全衛生総合研究所.
- 4) 日野泰道 (2015) 安全帯を用いた墜落防止対策について、セイフティダイジェスト、Vol.61、pp.7-12、公益社団法人日本保安用品協会.

【研究所出版物】

- 1) 日野泰道 (2014) 実物大屋根と人体ダミーを用いた墜落实験、メルマガ.
- 2) 大幢勝利 (2015) 足場からの墜落防止措置の検討と労働安全衛生規則の改正について、メルマガ.

【特別講演、パネルディスカッション等 (英文、和文)】

- 1) 大幢勝利 (2014) JICA 短期派遣専門家 (ラオス・ミャンマー・ベトナム向け労働安全衛生管理)、マレーシア国立労働安全衛生センターでの建設業における労働安全衛生管理の技術指導.
- 2) Katsutoshi Ohdo(2014)National seminar on Occupational Safety and Health in the Construction Sector 2014, Malaysia, 「OSH Best Practises in Construction Industry : Japan Perspective」
- 3) 大幢勝利 (2015) JICA 短期派遣専門家 (ラオス・ミャンマー・ベトナム向け労働安全衛生管理)、マレーシア国立労働安全衛生センターでの建設業における労働安全衛生管理の技術指導
- 4) 大幢勝利 (2013) 土木学会における市民目線で見た地域の安全に関する活動、安全工学シンポジウム 2013、講演予稿集、pp.82-83、東京、電気学会.
- 5) 大幢勝利 (2013) 東日本大震災における地域の継続に関する学会誌調査、土木学会平成 25 年度全国大会、研究討論会 研-22「BCP/DCP を巡る課題と動向ー市民目線で捉えた減災と地域継続計画の在り方ー」資料、pp.4-5、習志野、土木学会.
- 6) 白木渡、大幢勝利 (2014) 計画から維持管理・解体まで考慮した土木工事の安全に対する取り組み、安全工学シンポジウム 2014、講演予稿集、pp.14-16、東京、日本建築学会.
- 7) 大幢勝利 (2015) 土木工事の技術的安全安全性確保・向上の検討、安全工学シンポジウム 2015、OS-2 計画から維持管理・解体までの土木工事の安全、講演予稿集、pp.1295-1296、東京、土木学会.
- 8) 大幢勝利 (2015) 高所における危険について、安全工学シンポジウム 2015、OS-5 学校は安全かー子どものリスクを考える、講演予稿集、pp.1295-1296、東京、土木学会.
- 9) 大幢勝利 (2015) 足場からの墜落災害の現状とその防止対策について、平成 27 年度安全衛生技術講演会、東京.
- 10) 大幢勝利 (2015) 足場からの墜落災害の現状とその防止対策について、平成 27 年度安全衛生技術講演会、大阪.
- 11) 日野泰道 (2012)、東京労働局監督官・技官技術研修 (屋根・建物からの墜落防止のための検討委員会報告書について) における講演、2012 年 5 月.
- 12) 日野泰道 (2012)、愛知労働局厚生労働技官研修 (損傷を受けた構造物の改修・解体工事における安全対策) における特別講演、2012 年 9 月.
- 13) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 25 年度)、東京.

- 14) 日野泰道 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 25 年度)、広島.
- 15) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 25 年度)、福岡.
- 16) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 25 年度)、宮城.
- 17) 日野泰道 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 25 年度)、愛知.
- 18) 日野泰道 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 25 年度)、香川.
- 19) 日野泰道 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 25 年度)、北海道.
- 20) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 25 年度)、大阪.
- 21) 日野泰道 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、静岡.
- 22) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、沖縄.
- 23) 日野泰道 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、山形.
- 24) 日野泰道 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、山口.
- 25) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、山梨 (甲府市) .
- 26) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、山梨 (富士吉田市) .
- 27) 日野泰道 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、北海道.
- 28) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、秋田 (秋田) .
- 29) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、秋田 (大館市) .
- 30) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、青森.
- 31) 日野泰道 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、岡山.
- 32) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、新潟.
- 33) 大幢勝利 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、栃木.

- 34) 日野泰道 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、埼玉.
- 35) 日野泰道 (2014) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 26 年度)、愛知.
- 36) 大幢勝利 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、栃木.
- 37) 日野泰道 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、秋田.
- 38) 大幢勝利 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、山形.
- 39) 日野泰道 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、徳島.
- 40) 大幢勝利 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、東京.
- 41) 日野泰道 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、青森.
- 42) 高橋弘樹 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、岐阜.
- 43) 大幢勝利 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、神奈川.
- 44) 日野泰道 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、静岡.
- 45) 高橋弘樹 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、鳥取.
- 46) 高橋弘樹 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、山形.
- 47) 日野泰道 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、新潟.
- 48) 日野泰道 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、愛媛.
- 49) 大幢勝利 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (指導者向け研修会) (平成 27 年度)、愛知.
- 50) 大幢勝利 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、富山 (予定) .
- 51) 日野泰道 (2015) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (平成 27 年度)、京都.
- 52) 日野泰道 (2016) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (指導者向け研修会) (平成 27 年度)、香川 (予定) .
- 53) 日野泰道 (2016) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (指導者向け研修会) (平成 27 年度)、宮城 (予定) .

- 54) 日野泰道 (2016) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (指導者向け研修会) (平成 27 年度)、大阪 (予定) .
- 55) 大幢勝利 (2016) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (指導者向け研修会) (平成 27 年度)、広島 (予定) .
- 56) 大幢勝利 (2016) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (指導者向け研修会) (平成 27 年度)、東京 (予定) .
- 57) 大幢勝利 (2016) 足場の設置が困難な高所作業での墜落防止対策に関する研修会 (指導者向け研修会) (平成 27 年度)、福岡 (予定) .
- 58) 伊藤和也 (2013) DS 今求められる技術者教育とは? 「安全教育」～斜面崩壊による労働災害防止対策としての技術情報の共有化を例として～、土木学会第 68 回年次学術講演会、土木学会第 68 回年次学術講演会 研究討論会 研-08 資料、pp.8-11.

#### 【特許の出願取得】

- 1) 豊澤康男、大幢勝利、高梨成次、日野泰道、高橋弘樹 (2013) 特許取得、足場における足場用シートの取り付け構造、特許第 5376554 号.
- 2) 日野泰道、大幢勝利、高橋弘樹 (2013) 特許願、保護具、特願 2013-269938.
- 3) 日野泰道、大幢勝利、高橋弘樹 (2013) 特許願、移動はしご安全昇降システム、特願 2013-272182.
- 4) 日野泰道、大幢勝利、高橋弘樹、保護具に関する PCT 特許 (出願) (2014)、PCT/JP2014/083876.

#### 【国内規格等の発行】

- 1) 日野泰道、大幢勝利、高橋弘樹 (2013)、平成 25 年 11 月 14 日付け基安安発 1114 第 1 号、建設業における労働災害防止対策の強化について (要請)
- 2) 大幢勝利 (2014)、くさび緊結式足場の組立て及び使用に関する技術基準、一般社団法人仮設工業会、委員会に参画
- 3) 大幢勝利 (2014)、JIS A8961 先行形手すり、日本規格協会、委員会に参画
- 4) 大幢勝利 (2015)、足場からの墜落防止等に関する労働安全衛生規則改正、委員会に参画、実験結果やアンケート調査結果等が参考とされた
- 5) くさび緊結式足場の組立て及び使用に関する技術基準、(一社) 仮設工業会
- 6) 大幢勝利、日野泰道ら (2014) 平成 26 年 3 月 10 日付け基安安発 0310 第 1 号、足場の設置が困難な屋根上作業等における墜落防止のための作業標準マニュアルについて

### (3) 内部評価結果

#### ア. 評価結果及び判定

評価実施日：平成27年10月15日

評価項目	評価内容	評価
目標達成度	研究目標が計画どおりに達成されたか、又は研究期間内に達成されるか。研究経費が適切に執行されているか。	3.7
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研究成果が得られ、労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、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。	3.9
研究成果の公表	学術誌、研究所刊行物、国内外の学術会議での公表、研究所のホームページ等情報メディアによる公表が適切に行われているか。	3.7
学術的貢献度	独創性・新規性・新技術創出の観点からみて、学術的に意義のある研究成果が得られているか。	3.3
その他の視点	上記1～4以外の評価内容(得られた研究成果の発展性・継続性、学際的視点、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など)について評価する。	3.4
評価者のコメント（主なもののみ） ・具体的技術の提案という意味では分かりやすいが、逆に現実(災害事例)との対応が求められることになる。 ・新しい屋根作業の安全対策を示されたことを高く評価する。屋根作業のマニュアルの作成を期待する。 ・研究成果を実際の工事現場に普及、定着させていくことが、行政及び業界における今後の課題になっていくと考えられる。 ・鉄筋アンカーの支持力評価については今後の発展に期待したい。		

※ 評価点:5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(概ね妥当である)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

判定	必要な措置・対応
A	現在の計画どおり研究を終了できるよう進行管理すること。なお、外部評価委員会においては、終了時の成果及びその後の活用について具体的に説明すること。

※ 判定:A(研究計画どおり研究を終了)、B(研究計画を修正して研究を終了)、D(中止)

#### イ. 内部評価結果への対応

本プロジェクト研究は概ね研究計画通りに推移している状況ですが、計画当初に想定していなかった新たな課題も明らかとなったため、それらを含めてプロジェクト研究の最終目標である「安全作業マニュアル」に反映できるよう、努力していきたいと考えています。内部評価会議では、研究成果の現場への普及が意識されたコメントを多く頂いた。このことを踏まえつつ、安全作業マニュアルを利用しやすいものにしてゆくとともに、行政・防災団体等との協力関係を更に発展させながら、規則改正や現場への普及活動等に貢献できるよう、取り組んでいきたいと考えています。

#### (4) 外部評価結果

##### ア. 評価点

目標達成度	行政的・社会的 貢献度	研究成果の公表	学術的貢献度	その他の視点
3.8	3.9	4.0	3.5	3.6

##### イ. 評価委員のコメント

(A委員) 墜落防止対策は重要で、リスクの高さを基にテーマを挙げて研究していることは合理的である。学会報告、研修会の開催、マニュアルの作成、特許取得を含め、成果を挙げているのは評価でき、安全労働衛生規則改正にいたった社会的貢献も大きいと思われる。ワークショップの開催など国際的研究の発展も期待できる。安全帯は、より改善が望まれる。

(B委員) 研究成果のマニュアル化を進めてほしい。海外で行われている安全対策で良いところは日本国内でも採用していくようにしてほしい。

(C委員) 3つのサブテーマとも達成されており十分である。さらに墜落防止の Workshop なども開催しており、国際的貢献も十分である。ただ、東日本大震災以外の墜落事故多発の現場に注意を向けてもらいたい。雪国の雪下ろしなどについても問題解決できれば素晴らしい。

(D委員) 成果の実用化が待たれる。

(E委員) 研究結果を反映した作業マニュアルですが、評価コメントにあるように現場で作業マニュアルを生かすためには実際の運用とのすり合わせが重要と考えます。また、研究結果から現場に有効な落下防止器具の開発につながるように検討を希望します。

(F委員) 従来の安全対策（人的および物的要因）との比較で何が優れているのかを明瞭にする必要がある。

(G委員) 工事現場での転落防止という社会的に重要な課題に取り組んでおり評価できる。高齢者が増えている現場の現状に効果的に対応している。国際ワークショップの開催を行っており評価できる。更に国際交流を進められたい。

(H委員) この研究を安全作業マニュアルに反映していただきたい。国際的協力関係に期待する。

(I委員) ゼロリスクの実現を目指した研究であり、特にサブテーマ2の「屋根等からの墜落防止に関する検討」の研究成果は、現場労働者に朗報をもたらす貴重なものであると思いました。細かい点ですが、終了-3-24と25に記述されている成果の中で、孔食穴径を5mmとすることが最善であると述べられていると思いますが、この場合の経年劣化に関しては調査・実験されたのでしょうか。3つのサブテーマの提案とも、作業性に十分に富み、現場において実用化されることを切に願っております。ありがとうございました。

(J委員) 具体的な作業方法までマニュアル化したことは評価できる。雪下ろし作業など、一般人用にも対象の範囲を広げてほしい。

(K委員) おおむね研究計画通りに進んでいて、結果の一部はすでに労働安全衛生規則の改正や通達等に反映されるなど、行政面での貢献はあると考えられる。さらに、原著論文も公表されており研究成果の公表も積極的に行っていることがうかがえる。安全作業マニュアルとして、現場で利用しやすいマニュアルの作成を期待したい。ただ、墜落実験で得られたデータは貴重であるが、きわめて限られた条件での結果であり、この実験で、墜落防護が可能と判断したシチュエーションであっても、一般化する場合、条件が変われば必ずしも防護可能と言えないこ

とも考えられるので、実験で得られた結果の評価法については、さらに検討すべき点があると考えられる。

(L委員) 全体として、本研究課題に関連した海外を含む事例、技術動向の調査、把握を踏まえたうえで研究が進められたことがうかがえる。新たな技術の提案などの研究成果の普及のための方策にも力点が置かれており、これまでの標準的な墜落防止対策が困難な工事現場での墜落事故予防対策の実施が大きく前進することが期待される。

(M委員) 国内外で成果を積極的に公表している。状況に合った実験現場を再現していて、目的を達成している。安全管理のマニュアルにも活用できる。

(N委員) 屋根上での作業について簡易な方法での安全対策を提案した点、評価できると思う。但し内部評価にもあるように、現実の災害事例との関連性をいかにアピールするか、今後どのような形で現場に還元するか、が課題となると感じた。

#### ウ. 外部評価委員の指摘に対する措置・対応等

本研究につきましてご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から本研究への深いご理解を頂きましたこと、そして今後の発展に向けて有用なご助言を頂きましたこと、大変有難く思っております。今後の研究活動におきまして、社会にとり価値ある成果を生み出せるよう有効に活用していきたいと考えております。

評価委員会では、全般的に高い評価を頂いたと考えております。例えば研究テーマの選定については、災害発生リスクが高く社会的に重要な課題に取り組んでいる（A委員、G委員）、またその研究の遂行においては、海外を含む事例や技術動向を踏まえた上で研究が進められている（L委員）とのご評価をいただきました。本研究につきましては、今年度で終了いたしますが、新たな研究の立案に際しては、先生方からご助言いただいた内容を踏まえまして、災害発生状況や諸外国の動向に充分配慮していきたいと考えています。またB委員からのご助言、並びに評価委員会当日の質疑におきまして、海外の優れた点と日本の優れた点を融合させた技術等を推進すべきとのご意見がございました。このような視点をも踏まえた研究を行っていく所存です。

研究成果につきましては、学会報告や研修会の開催、原著論文の公表、労働安全衛生規則・通達への反映など、国内外で成果を積極的に公表している点につきまして評価いただきました（A委員、K委員、L委員、M委員）。また墜落防止対策について、新しい技術提案を含めて具体的な作業方法までマニュアル化したこと（I委員、J委員、L委員、M委員、N委員）や、国際ワークショップを開催したこと（A委員、C委員、G委員）についても高いご評価をいただきました。今後も国際的協力関係を更に発展させる（H委員）よう努力するとともに、積極的な研究成果の公表に努めたいと考えております。本研究でご提案させていただいた屋根作業時の安全対策につきましては、墜落実験で得られたデータは限られた条件での結果であり、条件が変われば必ずしも防護可能と言えないことも考えられる（K委員）とのご意見をいただきました。この点、本工法は、災害復旧工事や解体工事等の現場では比較的容易に利用可能と考えておりますが、住宅家屋に移動はしごを固定することが困難な場合などでは、施工環境によりまして、本工法の適切な施工ができない場合が考えられます。そのため、作業マニュアルにおきまして、本工法の適用可能な施工条件を示すとともに、今後の新たな研究におきまして、本工法の適用可能な範囲を広げる試みを進めていきたいと考えております。これに加えて、従来型の安全対策との違いの明確化（F委員）や、更なる改善を行った有効な墜落防止器具の開発（E委員）、更には安全帯の改善（A委員）などの検討を行ってまいりたいと考えています。その際には、日本で増加傾向にあ



る高年齢者の身体的特徴等に配慮した検討（G委員）を進めてゆく予定でありまして、それらの成果の少なくとも一部については、雪おろし作業等一般向けの安全対策（C委員、J委員）において転用可能であると考えています。橋梁検査路の経年劣化等についての評価（I委員）方法につきましては、これまで現場調査や実験的検討を進めてまいりまして、定性的な知見が得られたと考えておりますが、残された時間におきましては、更なる検討を行う予定としております。

今後の直近の課題といたしましては、まずは現場で利用しやすいマニュアルの作成（B委員、H委員、K委員）を行いたいと考えております。ここでは、現場でのすりあわせ（E委員）という視点や現場への成果の還元（N委員）という観点を踏まえまして、まずは現場で働く方々にとって理解しやすいもの、具体的にはイラストを多用したマニュアルを作成してまいります。また作業手順や使用方法（守るべきルール）などの重要な部分については、墜落実験の動画データの有効活用等を検討しております。これらにより、本研究で提案する安全対策の効果や、適切な安全対策の実施の必要性、更には不適切な安全対策・使用方法による危険性などにつきまして、適切な理解が進むものとなるよう工夫していこうと考えています。

このような取り組みに加えまして、東日本大震災等の労働災害発生現場についての更なる状況把握（C委員）や当該工法で利用する器具類（移動はしごや安全帯等）のメーカーとの協力などを通じまして、本工法への理解（N委員）とその実用化（D委員）を進めていきたいと考えております。

## 1.4 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空气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) 研究概要

#### ア. 背景 (主要文献、行政的・社会的ニーズ、防災計画との関連性など)

ナノテクノロジー産業の伸長に伴い、工業用ナノ材料の労働衛生問題が着目され、厚生労働省は、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。当研究所においても H19～H21 年度の 3 年間で、ナノ材料を製造職場での、粒状物質の測定などを行いばく露リスクに関する知見を得たが、外気をそのまま取り込む職場におけるバックグラウンド粒子の影響、一種類のナノ材料のみ存在する製造工程ではなく、複数のナノ材料や、他の物質も存在するナノ材料を利用した製品の製造工程でのばく露アセスメント方法等の未解決の問題がある。

#### イ. 目標 (何をどこまで実施するか、行政的、社会的貢献、成果の公表目標など)

ナノ材料・ナノ材料以外の材料・周辺大気由来などの複数の構成成分からなるナノ (<100nm) からサブミクロン (<1000nm) スケールの気中粒子を測定対象とし、粒径、粒子濃度の時間変化といったエアロゾル測定および捕集した粒子の成分分析によりナノ材料粒子の濃度等を測定する方法を検討し、材料毎に、エアロゾル測定・化学分析をどう使い分ければよいかについての方針を決定できるような知見を得る。

#### ウ. 方法

分担研究者が基盤研究で開発した様々な模擬粉じん発生法を用い、ナノ材料由来の気中粒子を発生させると共に、研究所周辺の外気等、実際の測定でも妨害となるナノ材料以外の気中粒子もあわせ、模擬的な作業環境中のエアロゾルを調製する。このエアロゾルを用いて、粒子濃度・粒径・粒子の質量分布などのエアロゾル測定、捕集した粒子の化学分析・電子顕微鏡観察を行う場合の捕集方法の選択、ナノ以外の成分が多く含まれる粒子に対する分析方法の開発などを行う。

#### エ. 研究の特色・独創性

本研究における測定・分析手法の開発手順は基本に忠実な方法である。だが、当研究所内にあるチャンバーを用いることにより、通常の研究室では難しい、比較的多量のナノ材料粉体の取り扱い、ナノ材料含有材の切断・研磨加工などの多種かつ実作業に近い、模擬気中粒子の発生を試みることが可能であり、より多くの工程をカバーする測定方法の開発につなげることができる。

#### オ. 他の研究機関との研究の重複について

無

文献調査、およびナノのリスクの研究を実施している産総研、大学の研究者との直接の情報交換による。

## (2) 研究計画と進捗状況

### ア. 研究全体の計画

#### (1) 平成 25 年度

チャンバー内での各種模擬作業を行いナノ材料の粒子発生およびその測定条件を最適化する、その際研究所既存のエアロゾル測定装置に加え、エアロゾル質量分析計 (APM) およびポータブル型走査移動度分析計 (SMPS) と等のエアロゾル測定装置を導入する。APM による質量濃度測定を基準として、成分分析や電子顕微鏡分析をする際のサンプリングの条件の検証・最適化を行う、また、現在広く用いられているが、光カウンター (OPC)、凝縮核カウンターによる個数濃度と質量の関連に関する知見をえる。

#### (2) 平成 26 年度

新しい方法論として、複数の気中粒子が混在している場合に、複数の装置 (SMPS と APM) による異なるパラメータによる測定を行い、粒子密度測定、粒子濃度の時間変化などの測定によりエアロゾル測定のみでナノ気中粒子を分けて測定することが可能かどうか検証する。想定される妨害物質を加えた模擬試料を用いて炭素材料(カーボンブラック、CNT 等)および金属材料 (酸化チタン、酸化ケイ素) の分析条件の検討を行う。ナノ材料使用企業の協力が得られた場合、現場での測定を行い測定法の問題点を抽出する。

#### (3) 平成 27 年度

材料と妨害物質の組み合わせを変えて実験を行い、測定対象・作業・妨害物質などで条件を整理したマトリックス表の完成をめざす。平成 26 年度に現場調査を行い、測定法に問題点が見つかった場合は、再度現場調査を行い問題の解決を試みる。

### イ. 年度ごとの研究費

1 年目	22,127 千円 (執行額)
2 年目	16,940 千円 (執行額)
3 年目	5,251 千円 (予算額)

### ウ. 平成 27 年度の研究計画

#### リアルタイム測定

二酸化チタンについて、本年度までの実験で、条件を確立した模擬粉じん発生を利用し、ナノ用の各種測定機器 (APM、CPC、SMPS、OPS) のナノマテリアル粉じんに対する応答特性のデータ収集を引き続き行う。この結果より、発じんのしやすさと測定装置の応答特性の両方について粒径、表面状態などの影響を整理する。この結果は二酸化チタン以外の粉体ナノ材料の測定・管理に利用できる知見となると予想している。

二酸化チタンは、本年度実施した粉じん発生に関する知見および、提案されている許容濃度から、高価なナノ用の測定機器に加え、安価で普及している粉じん計による管理も行える可能性がある。そこで、粉じん計のナノ二酸化チタン粉じんへの応答を評価する。

#### 化学分析

##### ・二酸化チタン

二酸化チタン粒子の粒径別分析法として、H25 年度に検討した UV 反射スペクトル測定を H26 年度に条件を確立した模擬粉じん試料を用いて評価する。UV 反射スペクトル測定は二酸化チタンに特化した方法であるため、汎用性のある方法として、ここ数年で急速に実用化され研究所の

装置でも実験可能となった、粒子直接導入誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS）による試料の粒度分布測定を試みる。

- ・カーボンナノチューブ

新たな現場が得られれば、その調査も実施する。その結果も含めて、今までの調査で得られた知見をまとめる。

#### エ. 研究目標の達成見込み

- ・当初の計画に対して、電子顕微鏡の観測条件の検討については不十分な結果にとどまる見込みである。
- ・粒子計測の活用に関して、粒子計測が適用できる場面がより限定的であるということがより明確に確認できた。その結果より、粒子計測のみでのナノ職場の管理を行う方法について新たな提案をすることは難しいと考えられる。一方で、粒子計測の試験粒子の発生の実験を相当量行った結果、各種のナノ酸化チタンの粉じん発生に関する知見が蓄積しており、当初の計画にはなかったコントロールバンディング等に適用可能な情報の提供を行える見込みである。
- ・ナノマテリアルの化学分析の検討にについて、酸化チタンについての簡易分析法を提案したが、ナノ酸化チタンに特化した測定方法の開発には至らなかった。
- ・CNT については、樹脂混練作業の現場データを得ることができたため、従来より提案している EC/OC 分析法を用いる定量法と電子顕微鏡観察を基本とする測定法を中心にまとめ、提案するガイダンスに盛り込む予定である。

#### オ. 期待されるアウトカム、行政施策への活用見込み等

- ・酸化チタンでの粉じん発生データを整理して公表することによりナノ粉体取扱い時の粉じん発生リスクを予想しコントロールバンディング等で管理する際に現場で活用してもらうことを目指してい
- ・MWCNT については、一種類の製品について発がん性が認められ、規制などが具体化する見込みで有り、その際に研究所が提案している分析方法を職場の実態調査さらには、作業環境測定などに採用される可能性がある。

#### カ. 成果公表状況

##### 論文発表

- 1) 山田丸、鷹屋光俊、小倉勇 (2014) ナノマテリアルの作業環境測定評価のための簡易な他分散粒子連続発生法の検討. 労働安全衛生研究、Vol.7、No.1、p31-38.
- 2) 鷹屋光俊、山田丸、篠原也寸志 (2015) ハンドヘルド蛍光 X 線分析計の作業環境管理への応用—補助金属板 FP 法による酸化チタン測定—. 労働安全衛生研究、Vol.8、No. 2、p71-78.
- 3) Maromu Yamada, Mitsutoshi Takaya, Isamu Ogura (2015) Performance evaluation of newly developed portable aerosol sizers used for nanomaterial aerosol measurement, Industrial Health. In press.

##### 学会発表

- 1) Mitsutoshi Takaya and Toshihiko Myojo (2013) Exposure assessment and Worker Protection, 6th International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health, Continuing Education Courses A3.

- 2) Maromu Yamada, Mitsutoshi Takaya, and Isamu Ogura (2013) Evaluating of vortex shaker method as nanomaterial aerosol generatooe for long hours, 6th International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health, p.110.
- 3) 山田丸、鷹屋光俊、小倉勇 (2013) ナノマテリアル取扱い現場におけるばく露評価を目的としたボルテックスミキサーを用いたナノ粒子凝集体の簡易発生装置の検証. 第 86 回日本産業衛生学会、産業衛生学会誌、55、p.522.
- 4) 山田丸、鷹屋光俊、小倉勇 (2013) ナノ粒子凝集体測定における測定装置付属の粗大粒子除去用インレットの影響、第 30 回エアロゾル科学・技術研究討論会、第 30 回エアロゾル科学・技術研究討論会論文集、pp.167-168.
- 5) 鷹屋光俊、山田丸、篠原也寸志 (2013) 拡散反射 UV スペクトル測定によるナノ/サブミクロン二酸化チタン粒子の一次粒径別測定の試み、第 53 回日本労働衛生工学会抄録集、p39-37.
- 6) 山田丸、鷹屋光俊、小倉勇 (2013) ダスティネス評価 (ボルテックスシェーカー法) により発生させた各種二酸化チタン粒子の発生濃度及び粒径分布と時間変動、第 53 回日本労働衛生工学会抄録集、p.34-35.
- 7) Maromu Yamada, Mitsutoshi Takaya, Isamu Ogura (2014) Performance evaluation of portable aerosol measuring instruments used for nanomaterial aerosol measurements. WISH 2014, Proceedings, 9 pages
- 8) Mariko Ono-Ogasawara, Mitsutoshi Takaya, Maromu Yamada (2014) Exposure Assessment of MWCNTS in Their Life Cycle, NANOSAFE2014, Book of Abstracts, pp.2-8.
- 9) Maromu Yamada, Mitsutoshi Takaya, Isamu Ogura (2014) Performance on the vortex shaker dustiness test method as a continuous aerosol generator: Time variations in particle number concentration and size distribution of aerosolized nano-TiO<sub>2</sub>. NANOSAFE2014, Book of Abstracts, P3c-3.
- 10) 山田丸、鷹屋光俊、小倉勇 (2014) ナノ二酸化チタンエアロゾル計測に関する NanoScan SMPS および OPS の性能評価、第 87 回日本産業衛生学会、産業衛生学会誌、56、p.446.
- 11) 鷹屋光俊、山田丸 (2014) ハンドヘルド蛍光 X 線測定装置による気中金属元素分析の基礎的検討、第 54 回日本労働衛生工学会抄録集、pp.88-89.
- 12) 明星敏彦、山田丸、鷹屋光俊、喜多村紘子、大藪貴子、大神明 (2014) 微小粒子用粉じん計 LD-5N の感度特性、第 54 回日本労働衛生工学会抄録集、pp.24-25.
- 13) Mariko Ono-Ogasawara, Takaya Mitsutoshi, Yamada Maromu (2015) Exposure and Size Distribution of MWCNT Aerosol in Workplaces, 2015 Asian Aerosol Conference (AAC2015), p.B208.
- 14) Toshihiko Myojo, Maromu Yamada, Mitsutoshi Takaya, H. Kitamura, T. Oyabu, A. Ogami (2015) Validation of a dust indicator for nanoparticle aerosols at workplaces. 7th Asia Aerosol Conference.
- 15) Maromu Yamada, Mitsutoshi Takaya, Isamu Ogura (2015) Number-size distribution of nano-TiO<sub>2</sub> agglomerates measured by NanoScan SMPS: Dispersion of agglomerates across the orifice inlet. American Association for Aerosol Research 34th Annual Conference.

#### 講演

- 1) 鷹屋光俊、国際粉体工業展、東京、2014、「ナノ物質の安全な取扱いに関するセミナー」

#### その他

- 1) 小野、鷹屋が委員として参加している、中央労働災害防止協会「ナノマテリアル測定手法等検討分科会」が行ったナノ二酸化チタン製造工場での現場調査に鷹屋と山田が参加し、中央労働災害防止協会が厚生労働省に提出した報告書内に結果を記載した。

### (3) 内部評価結果

#### ア. 評価結果及び判定

評価実施日：平成 27 年 10 月 1 日

評価項目	評価内容	評価
目標達成度	研究目標が計画どおりに達成されたか、又は研究期間内に達成されるか。研究経費が適切に執行されているか。	3.3
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研究成果が得られ、労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、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。	3.7
研究成果の公表	学術誌、研究所刊行物、国内外の学術会議での公表、研究所のホームページ等情報メディアによる公表が適切に行われているか。	3.7
学術的貢献度	獨創性・新規性・新技術創出の観点からみて、学術的に意義のある研究成果が得られているか。	3.5
その他の視点	上記1～4以外の評価内容(得られた研究成果の発展性・継続性、学際的視点、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など)について評価する。	3.3
評価者のコメント <ul style="list-style-type: none"> <li>・ガイドライン作成を是非完成して欲しい。</li> <li>・成果が現場に普及するようにとりまとめをお願いしたい。</li> <li>・データをまとめる作業に入ってください。今後の成果に期待します。</li> <li>・問題解決に向けて着実に成果を上げていると思います。</li> <li>・これまでの研究成果と今後の予定は明確に区別して、これまでの研究成果を強調して下さい。</li> <li>・新しい方法の確立までに至っていない感じがあるので、引き続き検討が必要。成果が出ています。</li> <li>・実用上重要な知見が得られている。論文 2 件の発表を評価する。</li> </ul>		

※ 評価点:5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(概ね妥当である)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

判定	必要な措置・対応
A	事業所における具体的なデータ(CNT など)について、公表できるものは外部評価では盛り込んで下さい。

※ 判定:A(研究計画どおり研究を終了)、B(研究計画を修正して研究を終了)、D(中止)

#### イ. 内部評価結果への対応

ガイドライン作成を是非進めてほしい、あるいは成果が現場に普及するようにとりまとめをお願いしたい、他いくつか類似のコメントをいただきました。担当者としても本研究は学術論文にまとめるだけでは、不十分だと認識しておりますので、ガイドラインあるいは対処マニュアルといったものをまとめ、研究所 HP などでの公開を目指して、研究期間で得たデータのとりまとめを行う予定です。

また、判定会議のコメントで出た事業所における具体的なデータの公表についてですが、相手があることで難しい面もありますが、検討いたします。

#### (4) 外部評価結果

##### ア. 評価点

目標達成度	行政的・社会的 貢献度	研究成果の公表	学術的貢献度	その他の視点
3.0	3.4	3.1	3.2	3.3

##### イ. 評価委員のコメント

- (A委員) 気中粒子発生法の確立は、今後の実験方法論に生かされる可能性がある。主目的の達成度が低い。成果内容は、具体的に分かるように示してほしい。
- (B委員) ナノ職場の管理に適した測定方法の提案までつなげてほしい（環境測定なのか個人なのか）。ガイドライン化することを推し進めてほしい。
- (C委員) ナノマテリアルが凝集しやすいことは既に知られており、環境測定自体無理がある。工程の密閉化などの整合性のある方法を提案すべきだった。残念です。
- (D委員) 労働衛生に関する視点を入れていただきたかった。
- (E委員) 健康障害の不明な化学物質に対するばく露の予防は重要です。早期のばく露に関するガイドライン策定を希望します。
- (F委員) 作業空間においてナノ粒子がどのような挙動を示すのかも検討しておく必要がある。
- (G委員) どのようなナノ物質が安全性の上で問題となるかを踏まえて測定法を開発することが重要ではないか。作業環境全体だけでなく、個々人の暴露評価が重要と考える。CNT の分析法確立は評価できる。
- (H委員) ナノマテリアル粒子の特性として、凝集体をターゲットに研究している。これは、現実に即したもので、評価できる。ガイドラインの作成につなげて欲しい。具体的データの公表を考えて欲しい。
- (I委員) 貴重な成果が得られていると思います。ありがとうございます。発表 PPT の内容の中には、研究成果の中間報告に記述されていないものもあるため、専門外の者にとっては理解が困難な部分がありました。素人にも理解しやすい PPT を作成して頂けるとありがたい。
- (J委員) 測定法の研究として行われたものであるが、実際に使用されるよう努力してほしい。カーボンナノチューブに関しては、早急に対策が必要と思われる。
- (K委員) ナノ粒子のリスクアセスメントは最近の労働衛生の重要なテーマであり、そのためには、ナノ粒子の計測法を確立する必要があるので、重要な研究であると考え。特に、ナノ粒子は凝集しやすいので、そのことを踏まえた測定、評価法を確立することは重要である。一部当初の予定通り進まなかったところもあるのは残念であるが、当初の予定になかったコントロールバンディングに活用できる形でのデータ公開が可能になるということで、全体としては成果が出ていると判断される。コントロールバンディングに限らず、リスクアセスメントを実施するうえで役立つ情報を提供できるよう、積極的な成果の公表を期待する。
- (L委員) 粒子計測の活用に関して、適用できる場面が限定的であることがわかったことは残念ではあるが、最新の技術の応用範囲の拡張を追求する姿勢は評価したい。
- (M委員) ナノマテリアル技術が広がる中で、非常に重要なテーマである。これらの結果がガイドラインなどにつながることを期待する。これらの装置を使用して、更なる発展的研究が期待できる。

(N委員) 研究としては、大変意義のある仮説を立てられての実験であったと思われる。しかしながら現実に得られた実験結果がどれほどの重要性を持つのか。また特に、今回の成果がどのような形で今後の労働安全衛生法規の改定に結実するか。これらは今後の課題であるように思われた。

#### ウ. 外部評価委員の指摘に対する措置・対応等

私どもの研究について示唆に富む貴重なご指摘をいただきありがとうございました。ご指摘の点について下記のような対応を考えております。

AおよびK委員からのご指摘ですが、測定装置を評価するための発生法に注力した結果、ご指摘の通り測定法の研究が不十分であったという点は否定できません。さらにD委員からのご指摘は、基礎的な研究にまだとどまり、実際の応用については不十分なのではないかというご指摘だと理解いたしました。この点については、今後の反省材料とさせていただきます。

C委員およびH委員、L委員のご指摘のとおり、ナノ粒子は凝集しております。その凝集の問題及び外気由来のナノ粒子の影響等から当初より測定が難しかったのは事実です。現状では国際的な動向も踏まえまして、凝集体も何らかの原因でナノ粒子となる可能性があるため、測定時には凝集体も考慮することとなっておりますので、ナノと凝集体の双方に対応可能な測定法をまとめるよう、検討してまいります。事業場における対策としましては、ナノマテリアル使用の企業が密閉化などの方法を鋭意対策を行っておりますが、密閉化などの対策を実施する場合でも、その有効性を評価するためにも、作業者のばく露を評価する技術は必要だと考えております。

F委員からは、より現実の作業現場における挙動に対する研究が足りないのではないかとのご指摘もいただきました。この点については、報告書および外部評価委員会での説明が不十分であったかと思いますが、本プロジェクト開始以前より作業現場でのナノマテリアルの挙動に関しては一定量の知見を有しており、本研究ではより精密化を目指しております。ただし、本プロジェクトにおける現場データが少ないという認識は持っております。

B、E、H、J、K、M委員、加えて他の評価委員の先生方いずれも、研究のための研究に終わらせずに、実際のガイドラインの形にまとめて、実際の労働衛生の分野で使ってもらえるようにとのご指摘がありました。この点については、担当者一同も本研究の目的としております。N委員がご指摘された、法令レベルでの施策につながることは難しいとは考えますが、実務家にとり有用な情報にまとめて発信を行いたいと考えております。

I委員より、専門外の方には研究内容がわかりにくい面があったとのご指摘がありました。この点については真摯に反省するとともに、前項で述べたとおり実務家に役立つガイドライン作成を目指しておりますが、その際、専門外の方にもなるべく容易に理解していただき、私たちの研究成果をより広く使っていただけるように努めます。

G委員並びにJ委員のご指摘の通り、より健康リスクの高い物質であるCNTについての研究は特に重要であると私どもも考えております。M委員からもさらなる研究の継続とのありがたいご指摘をいただきました。本プロジェクト研究終了後も一部の研究メンバーが引き続き別課題でCNTの測定・管理などに関する研究を継続する予定でおります。後継の研究につきましても、本プロジェクトの成果と合わせ、我が国の重要な産業となると考えられるナノマテリアル産業における労働衛生対策に貢献できるよう、研究成果を提供・発信していきたいと考えております。



## 2 事前評価

### 2.1 数値解析を活用した破損事故解析の高度化に関する研究

(平成28年度～平成31年度)

#### (1) 研究概要

##### ア. 背景 (主要文献、行政的・社会的ニーズ、災防計画との関連性など)

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

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

また、製造業全般においては、当然のことながらより安全な機器の設計が求められている。そして、設計する際には多くの数値解析が用いられる時代になってきた。しかし、その一方で、数値解析にはモデル化また境界条件設定などに多くのノウハウが必要となっている点と、実際に作用している応力との乖離が問題となっている。すなわち数値解析により設計は合理化したいが、解の妥当性評価が問題となっており、社会的にも安全設計のために数値応力解析の必要性は高まってきている。

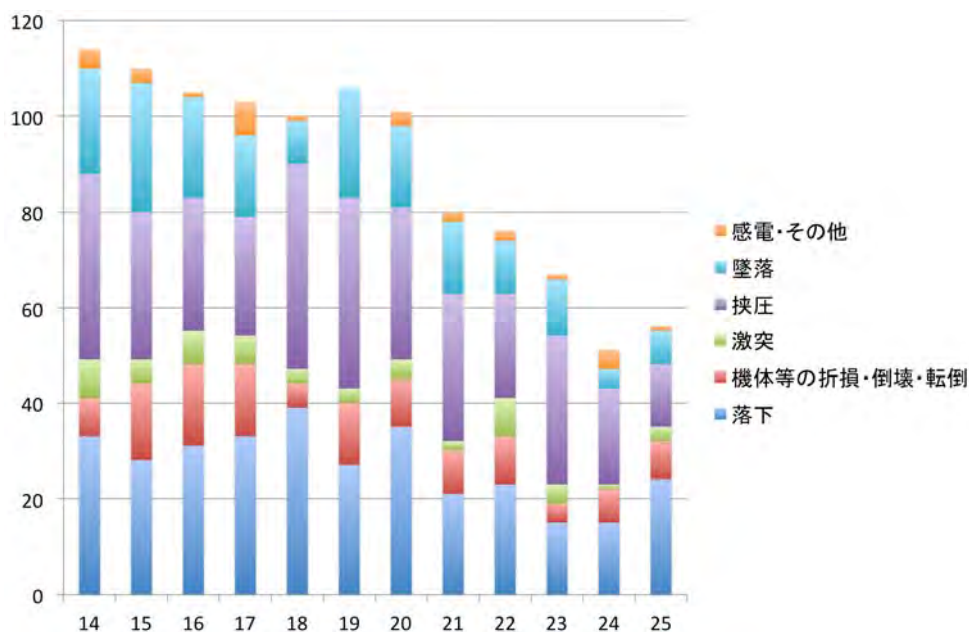


図1 クレーンによる年間死亡者数 (横軸: 年 (平成)、縦軸: 人数)

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

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

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

[1] Kenta Yamagiwa, Tetsuya Sasaki (2012) Estimation of Stress Ratio from Striation Observed on Fatigue Fracture Surface using Frequency Analysis, Fifth International Conference on Engineering Failure Analysis (ICEFAV).

[2] 山際謙太、高梨正祐、泉聡志、酒井信介（2005）二次元局所 Hurst 数を利用した破面特性化手法と、ストレッチゾーン幅の定量解析への応用、日本機械学会論文集 A 編、Vol.71、No.705、pp.749-754.

[3] 山際謙太、フラクタルの概念に基づいた配管外部減肉部と減肉模擬材の三次元形状定量評価、ボイラ研究、No.388、pp.16-24.

[4] 山口篤志、吉田展之、戒田拓洋（2014）API579-1/ASME FFS-1 供用適性評価による模擬腐食配管の残存強度評価、一般社団法人日本ボイラ協会、ボイラ研究、Vol.52、No.2、pp.72-80.

## イ. 目的

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

## ウ. 方法と目標

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

### サブテーマ 1：材料破断面の数値解析手法の開発

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

#### 1) 試験片レベルの検討 (H28～H29 半期)

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

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

精度の検証：実験結果と照らし合わせ、精度の検証を実施する。

#### 2) 実構造物レベルの検討 (H29 半期～H31 半期)

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

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

精度の検証：実験結果と照らし合わせ、精度の検証を実施する。

テーマの目標：破断面の数値解析手法を開発し、破断面数値解析のフレームワークを構築する。

そして、フレームワークを実施するためのアプリケーションの開発と、破断面のデータベースを構築する。

### サブテーマ2：実験力学・数値解析の援用による応力評価の高度化

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

#### 1) 試験片レベルの検討 (H28～H29 半期)

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

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

精度の検証：実験結果と照らし合わせ、精度の検証を実施する。

#### 2) 実構造物レベルの検討 (H29 半期～H31 半期)

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

手法の検討：構造物表面の変位計測と、境界条件設定法の検討を行う。

精度の検証：実験結果と照らし合わせ、精度の検証を実施する。

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

### エ. 研究の特色・独創性

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

### オ. 他の研究機関との研究の重複について

無

産業機器の破損事故を対象とした研究を実施している機関は国内では当研究所のみである。

## (2) 研究計画

### ア. 研究全体の計画

【研究期間全体を通してのフローチャート】

	H28	H29	H30	H31
全体	試験片レベルでの計測・解析		実構造物レベルでの計測・解析	
サブテーマ1 材料破断面の数値 解析手法の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>材料強度・破壊試験実施</li> <li>試験片レベルでの応力等推定手法検討</li> <li>破断面データベースの構築</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>実構造物(クレーン・配管関係)強度・破壊試験の実施</li> <li>応力等推定手法の適用と精度検証</li> <li>破断面データベースの構築</li> <li>解析アプリケーションの開発</li> </ul>	
サブテーマ2 実験力学の援用 による数値応力解 析の高度化	<ul style="list-style-type: none"> <li>材料強度試験</li> <li>構造物表面の応力状態などのデータ抽出</li> <li>境界条件設定</li> <li>実験と解析の結果検証</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>材料強度試験</li> <li>構造物表面の応力状態などのデータ抽出</li> <li>境界条件設定</li> <li>実験と解析の結果検証</li> </ul>	
				まとめ

### イ. 年度ごとの研究費予算要求額

1年目	30,000 千円
2年目	30,000 千円
3年目	30,000 千円
4年目	30,000 千円

### ウ. 期待される研究成果

#### [学術面]

開発された解析手法などは国内外学術誌（機械学会、材料学会、安全工学会、ASME など）への論文投稿、国内（各種年次大会）、国外（PVP、ICEFA、ICF など）への学会講演などを積極的に行う予定である。

また、研究メンバーは業界団体（クレーン協会、ボイラ協会、高圧力技術協会など）の委員を兼ねていることから、成果は業界紙への投稿や業界規格への反映を積極的に行う予定である。そして、解析事例等は研究所のウェブサイトなどを通じて公開する。材料強度試験などにより得られた破断面は破断面データベースなどを通じて公表していく予定である。

#### [行政・社会面]

本研究で得られる定量性・信頼性の高い破損事故解析手法は、行政面ではより定量性のある災害調査報告書を提出することにより、通達・法律への反映が行われ、災害の減少に資することが期待される。また、製造業においても、本研究で得られる手法により、例えば設計で想定している以上の応力が作用していることが明らかになれば、設計変更等が行われ、より安全な機械の開発が可能になる。

破断面数値解析のフレームワークは、学会委員会（材料学会フラクトグラフィ部門委員会など）を通じて学会標準などの作成を目指すことで、社会的貢献が期待される。

破断面データベースは、学会による講習会などを通じて、破断面解析の事例を学ぶ場を提供すると共に利用促進を図る。

境界条件設定方法のフレームワークは、今後設定される検査基準などへ反映されていくことが期待される。

### (3) 内部評価結果

#### ア. 評価結果及び判定

評価実施日：平成 27 年 10 月 13 日

評価項目	評価内容	評価
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っては中期計画との整合性がとれているか。	3.4
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。適切な費用対効果が認められるか。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、大学等との無駄な重複がないか。	3.4
研究成果の活用・公表	労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、特許・実用新案等に反映させる等、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。	3.3
学術的視点	独創性、新規性があるか。学術的に意義のある研究成果が得られる可能性があるか。	3.7
その他の視点	上記以外の評価内容(学際的視点、研究テーマのチャレンジ性、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など)について評価する。	3.3
評価者のコメント(主なもののみ) ・行政ニーズと学術的内容を含む良いテーマ設定である。アウトカムを明確に。 ・この研究によってどのような効果(便益)が得られるのか。可能な限り定量的に説明を。 ・事故解析手法の高度化が図られることにより、より詳細な結果が得られ、再発防止対策に生かされることが期待できる。 ・産業機械について、実験と解析との組み合わせで定量的に高度な応力評価ができることを期待する。		

※ 評価点:5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(概ね妥当である)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

判定	必要な措置・対応
A	災害分析に生かすことができるというだけでなく、災害防止にも資するという点でアウトカムを念頭に置いて研究を実施すること。

※ 判定:A(研究計画どおり、研究を開始)、B(指摘を踏まえて、研究計画を修正して研究を開始)、D(中止)

#### イ. 内部評価結果への対応

期待されるアウトカムが曖昧であったため、全般的にアウトカムについて見直し、各サブテーマの成果がもたらすアウトカムについて、具体性を持たせた。

サブテーマ 1 では、成果として得られる破断面数値解析のフレームワーク(含むアプリケーション・データベース)により、1)解析の学会標準、ISO などの規格作成、2)解析講習会等を通じたフレームワークの利用促進、などの社会貢献が期待される。これは、客観性の高い破断面調査を実現し、設計変更などへの基礎的な資料となることから、類似災害の防止に資すると言える。

サブテーマ 2 では、成果として得られる境界条件設定法のフレームワークは、今後設定される検査基準など作成の基礎資料などに活用されることから、より安全な機械設計に貢献し、災害の防止にも資すると言える。

主たる研究計画等に変更はない。

#### (4) 外部評価結果

##### ア. 評価点

目標設定	研究計画	研究成果の活用・公表	学術的視点	その他の視点
3.4	3.0	3.2	3.4	3.2

##### イ. 評価委員のコメント

(A委員) 定量的評価が強力な研究方法論を提供できる可能性がある。応用可能性も高いように思う。そういった成果のイメージは分かるが、方法論を具体的に示していただくと、今後の評価に有用と思う。

(B委員) ホームページ、データベースの公開により、広く成果が活用されるようにしてほしい。部材の破断がいつ起きそうかの予測から、適切な点検時期と方法を示し、安全な作業環境に寄与してほしい。

(C委員) 一点の心配は、既にソフトがあるとのことですので、ソフトの普及化に主眼を置くとのことですが、企業では既に利用している可能性は無いでしょうか？

(D委員) 内部評価コメントにあった通り、災害防止に貢献していただきたい。

(E委員) 破損個所の応力解析を高度化することで、解析結果が破損防止技術につながるよう希望します。

(F委員) 研究内容が網羅的であり、成果を具体的にどのような分野で活用していくのかが不明である。

(G委員) 研究の方向が解析的で、解析結果を予防等に生かしてゆく方向が判然としない。予算額が過大ではないか。尼崎への調査旅費として、一日一名あたり 5 万円が計上されている。試験片費用が1年目 (170 万円)、2年目 (350 万円)、3年目 (550 万円) となっているが、これは適切か。

(H委員) 計画内容では、どのような効果が得られるのかか判りにくい。研究成果が学会などでの解析の標準となることをめざすように取り組んで欲しい。

(I委員) 社会的に有用な研究であると思います。資金計画の妥当性をもう少し丁寧に記述して頂けると、調書の説得力が高まると思います。宜しくお願いします。

(J委員) ねらいはわかるが、実際の機械では材料の種類、形状は無限に近くあるのではないかと。実際のケースと照合できるようなデータベースはできるだろうか。

(K委員) 材料の破壊に起因する災害を防止することは重要であり、研究目的としてはおおむね妥当と考えられる。ただし、4年で1億2000万円の予算を計上しているが、これが適切な金額であるかどうかは計画書からは判断できない。例えば平成28年度は実験としては試験片レベルの検討となっている。油圧試験機を購入することになっているので、これを使用するのであれば、試験片レベルであれば強度試験を外部委託する必要はないように思われる。成果公表については積極的に行っていただきたいが、これだけの金額を必要とする根拠を示してほしい。

(L委員) 内部評価結果への対応の中の、サブテーマ2において予測される成果に関する説明において、境界条件設定法のフレームワークは今後設定される検査基準などの作成の基準に活用されるとしているが、ここでの検査基準の意味、および検査基準における活用され方のより具体的な像が示されると、研究の狙いがさらに明確になると思われる。

(M委員) 労働災害で改善されていないポイントに対応する重要な課題である。期待されるアウトカムを明確に記載していただきたい。外部委託はどの部分を委託する予定なのか。また、委託する際の留意事項を明確に記載していただきたい。

(N委員) 破断面の解析方法が高度化するという研究の趣旨は理解できる。しかし内部評価でも指摘されているように、その結果はどのような形で社会的に活用されるのか、その点が今後の課題であると感じた。

#### ウ. 外部評価委員の指摘に対する措置・対応等

本プロジェクト研究につきまして、様々な視点からご意見をいただきまして、ありがとうございました。以下、ご指摘いただきました内容につきまして、回答いたします。

(A委員) ご指摘の通り、本研究で得られる成果には、応用可能性は非常に高いと考えております。これらを説明するために、今後の評価会議等では成果に至るまでの方法により具体性を持って説明していくことを心がけます。

(B委員) データベースの公開等は学会などの委員会、また委員会主催の講習会などを通して積極的に利用を促進する予定であります。また、本研究により得られる成果は、維持規格などへの基礎資料となることから、点検時期または点検手法を決定する上で、必要な資料となります。そうした点からも、安全な作業環境に十分寄与した成果が得られると考えております。

(C委員) 有限要素解析など数値解析ソフトは、すでに企業等に普及しておりますが、解析の際の条件設定次第で結果が大きく異なりますので、実機の解析では適切な境界条件の設定が最大の課題となっております。そこで、本研究は実験力学を援用して境界条件を適切に設定する手法を開発し、アプリケーション化することを目的としております。普及を図るのは、既存の数値解析ソフトではなく、開発した境界条件設定アプリケーションになります。

(D委員) 災害防止に貢献できるよう努力いたします。

(E委員) 破損防止技術が提供できるよう努力いたします。

(F委員) サブテーマ 1 では、主に破断面解析が求められている分野ですので、例えば製造業であれば開発、品質保証に関連した分野において本研究で得られた成果が活用されていくことが期待されております。サブテーマ 2 では、例えば近年では維持検査において、有限要素解析を活用した維持管理の規格が検討されております。従いまして、製造業などでは維持管理に関連した分野で活用していくことができます。

(G委員) 例えば現在検討されているプラント等の維持規格においては有限要素解析を活用する内容が検討されております。本研究の特にサブテーマ 2 により得られる成果は、この解析に必要な条件設定の手法についてであることから、維持管理に貢献し、事故の予防に生かしていくことができると考えております。予算額についてですが、試験委託業者として尼崎の業者が選択された場合、これまでの実績ベースで約 4 万円が支給されております。ただし、試験委託業者は最終的な決定先ではないことと、入札または試験機の稼働状況にとってはより遠方の他の業者になる可能性もあることから、とりあえず 5 万円を見積もりました。試験片費用につきましては、特に 3 年目からは実機を模した試験片となっております。こちらは、製作に工数が多いことから高額になるため、金額を多く見積もっております。

(H委員) 本研究の成果である破断面数値解析の手法、境界条件の決定法などは、材料学会などの各種団体における委員活動を通して解析標準などにしていくことを目指しております。

(I 委員) 研究費につきましては、特に外部委託の費用が多く計上されております。こちらにつきましては、破壊・材料強度試験とソフトウェア開発の外部委託の費用となっております。破壊・材料強度試験につきましては、研究所でも試験を行います。試験機の台数の関係から外部への委託も必要と考えております。

(J 委員) サブテーマ 1 につきましては、材料の種類は基本的に JIS で規定されている材料を主に取り扱う予定です。形状は例えば疲労が発生しやすい形状などに限定する、もしくは機械要素単位で整理することでケースを絞ることができます。また、例えば破断面データベースには実験条件などを記載するため、実際の事故を起こしたケースと照合するデータベースは構築できると考えております。サブテーマ 2 では、有限要素解析を行う上で、適切な境界条件を設定する方法を提供するものです。実機レベルの試験片を用いて試験を実施することで、実際のケースと照合できるものが紹介できると考えています。なお、実機レベルの検討では、主要な構造(例えばトラス構造)などを対象とすることで条件を絞っていきます。

(K 委員) 材料と構造の種類はなるべく限定していきますが、研究所にある試験機では追加で導入しても足りないことから、さらに外部への試験委託を実施する予定であります。また、数値解析の成果につきましては、アプリケーションとして例えば Windows で動くようなものを作ることを想定していますが、バグフィクス・ウィンドウマネージメント等は時間節約のため外部に委託することで作成する予定です。これらの理由により委託費が多く計上されております。

(L 委員) 定期点検では、これまで減肉量や摩耗量など外観変化を主たる検査基準としておりますが、これらの評価に有限要素解析などの数値解析結果を活用することができれば、評価コストの低減等の効果が期待できます。具体的には、数値解析を実機の検査基準に導入する上で、サブテーマ 2 による適切な境界条件を設定する方法が開発できると、全体解析ではなく、検査箇所の部分解析だけですむことから、検査および解析時間の短縮が期待されます。本研究を実施する際は、研究成果を検査基準にどのように活用するか明確にしつつ、研究を進めてまいります。

(M 委員) アウトカムにつきましては、今後の内部評価会議を通じてより明確にしていきます。外部委託については、材料強度試験と破断面数値解析のアプリケーション開発の一部、例えばバグフィクスなどを予定しております。委託する際の留意事項は特に材料強度試験であれば、試験機の校正に留意する必要があると考えております。

(N 委員) 他委員からの指摘もありますが、アウトカムにつきましては、今後の内部評価会議等を通じて、より明確にしていきます。



## 2.2 山岳及びシールドトンネル建設工事中の労働災害の防止に関する研究 (平成28年度～平成31年度)

### (1) 研究概要

#### ア. 背景 (主要文献、行政的・社会的ニーズ、災防計画との関連性など)

平成24年から27年にかけて復興支援道路の一つである岩手県の小山田トンネル落盤災害、岡山県のシールドトンネル崩壊水没災害、新潟県の八箇峠トンネル爆発災害等、トンネル建設工事中に社会的なインパクトの大きい重大災害が頻発した。落盤・崩壊災害では、施工中の切羽付近の準安定化、支保工部材の耐力等を考慮する必要がある。また、爆発災害等では、トンネル坑内の可燃性ガス及び粉じん対策として、坑内の換気が義務づけられ、作業条件の改善も進められているが、最適な換気方式が明示されていないため、施工条件に応じた最適な換気方式を提案することが望まれる。一方、近年のトンネル建設工事中の労働災害を調査分析(図-1～図-3 参照)すると、坑内に限られたスペースであることもあり、トンネル用建設機械と作業員との接触災害も多い現状にあり、建設機械等と作業員の位置を常にモニタリングするような技術も必要である。第12次労働災害防止計画では、製造業についてだが「はさまれ・巻き込まれ」災害を低減させるように求めている。建設業、特にトンネル建設工事においても「はさまれ・巻き込まれ」災害は多発しており、そのほとんどは建設機械等と作業員の接触災害である。したがって、このような災害を低減させることが重要である。

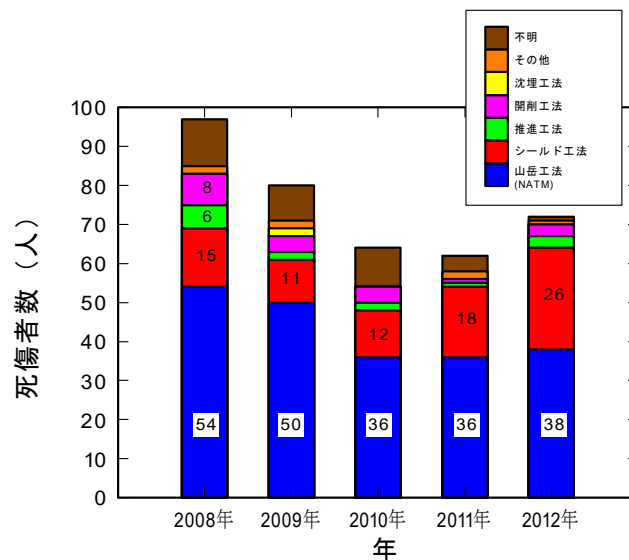


図-1 トンネル建設工事における死傷者数の推移

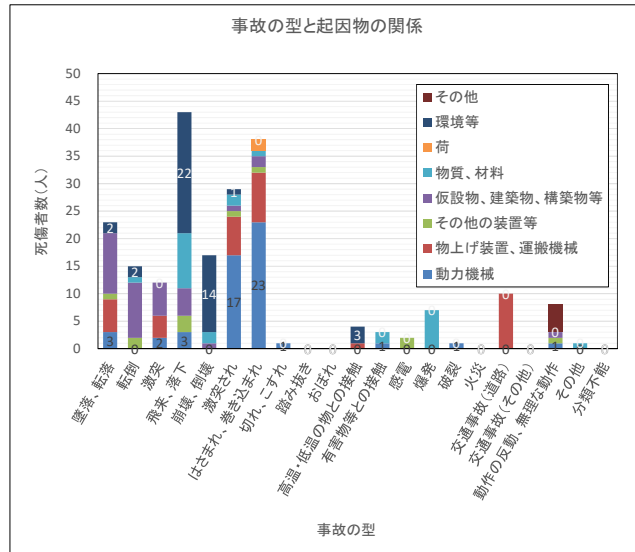


図-2 山岳工法における事故の型ごとの死傷者数(2008年～2012年の合計)

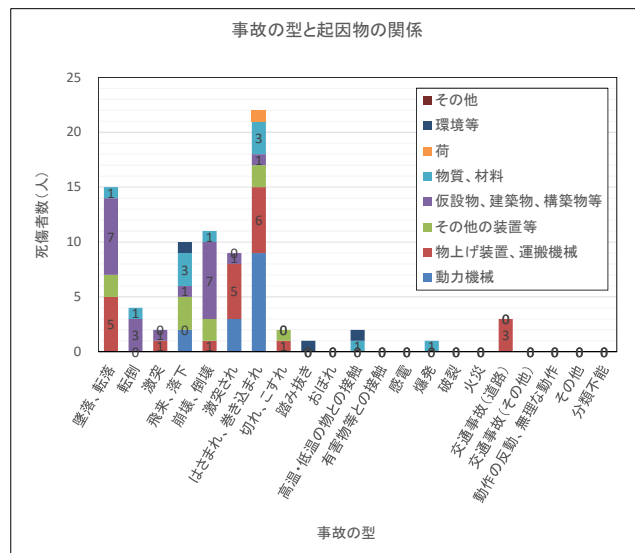


図-3 シールド工法における事故の型ごとの死傷者数(2008年～2012年の合計)

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

- (サブテーマ1) 落盤・崩壊災害の防止に関する研究
- (サブテーマ2) 可燃性ガス及び粉じん対策に関する研究
- (サブテーマ3) トンネル用建設機械等による災害の防止に関する研究

イ. 目標 (何をどこまで実施するか、行政的、社会的貢献、成果の公表目標など)

本研究では、前述した災害の防止策を提言することを目標とする。また、前述した死傷災害を減少させるため、行政や業界団体に防止策等の情報を提供することを目標とする。

サブテーマ1『落盤・崩壊災害の防止に関する研究』では、山岳トンネル切羽に対しての鏡吹

付けを検討し、地山に応じた適切な吹付け厚さを提案する。また、岩盤の大きさに基づいた適用限界も示す。さらに、切羽の硬軟の評価に当たっては、既存の弾性波探査技術を検証することを目標とする。シールドセグメントでは、セグメント間の継手をボルト等で締結することの有効性を明らかにする。

サブテーマ 2『可燃性ガス及び粉じん対策に関する研究』では、模擬実験、現場調査及び数値計算を基に、施工条件に応じた最適な換気方式を提案する。特に粉じん対策としては、作業者のばく露リスク低減の観点からガイドラインで定める切羽から 50m の位置だけでなく切羽付近及び作業員近傍濃度も併せて評価する。

サブテーマ 3『トンネル用建設機械等による災害の防止に関する研究』では、坑外の事務所から坑内の建設機械等と作業員の位置を把握できるモニタリングシステムを構築することを目標とする。

行政的、社会的貢献：

現在、厚生労働省労働基準局安全衛生部安全課建設安全対策室では『山岳トンネル工事の切羽における労働災害防止対策に係るガイドライン（案）』を検討中であるため、同案に関する情報を提供する。また、厚生労働省労働基準局が掲げる「第 8 次粉じん障害防止総合対策」の重点事項であり、その中で「ずい道等建設工事における粉じん対策に関するガイドラインに基づく対策の徹底」が記載されており、ガイドラインの効果を数値的に明確化することで普及を助ける。その他、土木学会発行予定のトンネル標準示方書、山岳トンネルリスク低減、日本トンネル技術協会改訂予定の山岳トンネル工事に係るセーフティ・アセスメント、シールド工事に係るセーフティ・アセスメント等にも委員としてすでに参画しており、防止対策の提言等、社会的貢献に努める。

成果の公表目標：

年間 1 本の学術論文、国際会議論文、国内研究発表会論文を発表する。また、業界団体の示方書、指針等の発行に委員として参画する（土木学会発行予定のトンネル標準示方書、山岳トンネルリスク低減、日本トンネル技術協会改訂予定の山岳トンネル工事に係るセーフティ・アセスメントに関する指針、シールド工事に係るセーフティ・アセスメント等）。

また、国際トンネル協会のワーキンググループ（安全衛生）にも日本代表委員として参画しており、海外の動向を日本国内に発信するとともに、日本の国際貢献という目的のもと海外にも情報を発信する。

## ウ. 目的と方法

サブテーマ 1：落盤・崩壊災害の防止に関する研究

目的：

山岳トンネル切羽に対しての鏡吹付けを検討し、地山に応じた適切な吹付け厚さを提案する。また、岩盤の大きさに基づいた適用限界も示す。さらに、切羽の硬軟の評価に当たっては、既存の弾性波探査技術を検証し提言することを目的とする。シールドトンネルでは、セグメント間の継手をボルト等で締結することの有効性を明らかにする。

方法：

トンネルの切羽を模擬したコンクリート壁の中央に水平載荷ジャッキを設置し、それらの壁面に吹付けコンクリートを打設する。打設後、10分程度養生した後、水平載荷ジャッキにより吹付けコンクリート面を押し出し、その超早期材齢の強度と変形を計測する。変形の計測に当たっては、3次元レーザスキャナを用い、3次元的な変形を把握する。また、レーザ変位計、傾斜計等でもその変形を計測し、どの程度の分解能を有していれば、落盤（肌落ち）の予兆を捉えられるか明らかにする。シールドトンネルでは、セグメント模型に対し載荷・除荷試験（図-4 参照）を実施し、セグメントの厚さ、弧長、セグメント継手の有無がセグメントリング全体の安定に及ぼす影響を明らかにする。特に、シールドマシンとセグメントの競りが生じた場合（偏圧がセグメントに作用した場合）の挙動を明らかにする。



図-4 シールドトンネルのセグメント模型に対する載荷・除荷試験

サブテーマ2：可燃性ガス及び粉じん対策に関する研究

目的：

可燃性ガス及び粉じんに関して、現地調査に基づいて現行工法に則した換気評価を行い、その換気効率に則した換気方法についての提言を行う。その際作業員近傍の測定結果と定点モニタとの相関を明らかにし、計測の有効性を検討する。

- 1) 「トンネル建設工事におけるガス爆発等に対する総合安全対策」における可燃性ガスの濃度分布についてトンネルサイズに対する相似則の検証。
- 2) 粉じん拡散に関する数値モデルの検証。
- 3) 可燃性ガス及び粉じんの並存下での現行工法に則した換気評価。
- 4) 現行工法に則した効率の高い換気法の提言。
- 5) 定点モニタと作業員近傍のデータの数値流体計算上での検証。

方法：

- 1) 可燃性ガスの分布について、「トンネル建設工事におけるガス爆発等に対する総合安全対策」を新規に計画する模擬トンネルでの実験と、近年数値流体計算（CFD）による数値シミュレーションで検証。

- 2) 模擬トンネルでのダストフィーダー及びコンクリート吹付けによる粉じん分散実験結果を数値計算で検証。
- 3) 現行工法模擬のための現地調査と、数値計算による再現と換気効率指標の提案。
- 4) 上記を受けた換気設備の位置、流量に関する検討。
- 5) 定点モニタの結果を数値計算で再現した上で、作業者近傍の模擬計算。

#### サブテーマ3：トンネル用建設機械等による災害の防止に関する研究

目的：

建設機械等とのはさまれ・巻き込まれ災害を防止するために、ICT（Information and Communication Technology）を利用した支援的保護システムを開発し、建設機械等の危険源の位置情報、作業者の資格・権限、位置・生体情報、環境情報をリアルタイムに計測することで、日々変化する作業環境下での安全な作業環境の構築を目指す。

方法：

トンネル内に設置するLED照明と作業者が携帯するパーソナル情報端末を利用した作業情報管理システムを開発し、現在トンネル工事の現場で実施している安全管理と併用したリスク低減方策の開発を行う。また開発したシステムによるリスク低減効果を検証するために、新しく製作する模擬トンネル内にて検証実験を行う。

#### エ. 研究の特色・独創性

##### サブテーマ1：落盤・崩壊災害の防止に関する研究

超早期材齢の吹付けコンクリートの強度変形を計測することに特色と独創性がある。既往の研究では、吹付けコンクリートを打設して7日程度以上経過した後の強度変形を議論した研究がほとんどである。つまり、実際のトンネル建設工事現場で遭遇する10分程度の養生時間でどの程度の肌落ちを防止できるか明らかにすることに本サブテーマの特色・独創性がある。また、3Dレーザスキャナを用いて崩壊形状の3次元的な形状の把握、レーザ変位計及び傾斜計によりどの程度の変形量まで計測できれば肌落ちの予兆を捉えられるか要求性能も確認する。シールドトンネルでは、多くの既往の研究では、セグメントリングは一体として取扱い、セグメント1つ1つの挙動を再現する模型実験を実施していないことから、実務と同様にセグメントを個別に扱うところに独創性がある。

##### サブテーマ2：可燃性ガス及び粉じん対策に関する研究

サブテーマ2としての独立した特色としては、粉じん換気の実規模実験とその数値的検証を同時に行い、数値計算上の仮想換気システム間の換気効率の比較を行うことがあげられる。

##### サブテーマ3：トンネル用建設機械等による災害の防止に関する研究

本研究で開発する様々な情報を一元化したリアルタイムな作業情報管理システムは開発されていないことから、人の注意力のみに頼らない確定性の高い安全管理体制の確立が期待出来る。

#### オ. 他の研究機関との研究の重複について

他の研究機関との研究の重複については、該当しない。

上記したように、実際のトンネル建設工事現場を再現できるような実験及びシミュレーションは国内・海外ともにほとんどない。（国研）土木研究所（<https://www.pwri.go.jp/team/tunnel/index.htm>）、（一社）施工技術総合研究所

(<http://www.cmi.or.jp/shisetsu/tunnel.htm>) が一部に同様の実験を実施しているが、(国研) 土木研究所においては完成後のトンネルの換気に特化した実験、(一社) 施工技術総合研究所においては壁面コンクリート、照明、換気設備、消火設備等の維持管理時の実験である。

特筆すべきは、一連の流れでサブテーマ 1、2、3 の実験を実施し、トンネル建設中に遭遇する落盤(肌落ち)、爆発、粉じん、接触等のリスクに対する防止策を総合的に検討する点にある。

## (2) 研究計画と進捗状況

### ア. 研究全体の計画

【研究期間全体を通してのフローチャート】

表-1 プロジェクト研究全体の研究計画

	H28	H29	H30	H31
サブテーマ1 落盤・崩壊 災害の防止 に関する研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>吹付けコンクリートの要素試験</li> <li>不連続面を有した岩石を模擬するためのモデル検討</li> <li>セグメント模型実験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>吹付けコンクリートの要素試験とシミュレーション</li> <li>不連続面を有した供試体を用いた弾性波探査実験</li> <li>セグメント模型実験とシミュレーション</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実大規模の吹付けコンクリートの強度変形実験</li> <li>不連続面を有した模型地盤を用いた実験</li> <li>実大規模を想定したセグメント挙動のシミュレーション</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地山に応じた鏡吹付厚さと適用限界の提案</li> <li>有効な弾性波探査技術の検証</li> <li>セグメントの適切な厚さ、弧長、継手の提言</li> </ul>
サブテーマ2 可燃性ガス 及び粉じん対策 に関する研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>メタンガス拡散シミュレーション</li> <li>粉じんの分散装置選定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>模擬ガス拡散実験と換気効率検証</li> <li>粉じんの分散実験と基礎データ取得</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>粉じん換気シミュレーション</li> <li>粉じん換気実験(吹付け施工時を含む)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>換気効率まとめ</li> </ul>
サブテーマ3 トンネル用 建設機械等による 災害の防止 に関する研究	<ul style="list-style-type: none"> <li>トンネル工事現場のヒアリング調査</li> <li>センサの試作・実験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>センサの試作・実験</li> <li>システム開発評価ポイントの検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>システム開発評価ポイントの検討</li> <li>システムの高度化</li> <li>実証実験による評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>実証実験による評価</li> <li>まとめ</li> </ul>
全体	<ul style="list-style-type: none"> <li>模擬トンネル空間仕様検討及び設計</li> <li>現場訪問</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>模擬トンネル空間建設</li> <li>現場訪問</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>模擬トンネル実験</li> <li>現場訪問</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>現場訪問</li> </ul>

### イ. 年度ごとの研究費予算要求額

1年目	30,000千円
2年目	30,000千円
3年目	30,000千円
4年目	10,000千円

### ウ. 期待される研究成果

研究成果として、トンネル建設工事の安全衛生を向上させる方法を提言できる。

- ① 地山の安全(サブテーマ1)
- ② 作業環境の安全衛生(サブテーマ2)
- ③ 作業員と建設機械の安全(サブテーマ3)

それぞれの安全衛生を満足させるためのハード的な対策を示し、またソフト的な対策として、その安全を確認しモニタリングする技術が示される。

### (3) 内部評価結果

#### ア. 評価結果及び判定

評価実施日：平成 27 年 10 月 15 日

評価項目	評価内容	評価
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っては中期計画との整合性がとれているか。	3.6
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。適切な費用対効果が認められるか。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、大学等との無駄な重複がないか。	3.4
研究成果の活用・公表	労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、特許・実用新案等に反映させる等、得られた研究成果を社会へ還元する計画又は可能性があるか。学術誌、研究所刊行物、国内外の学術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。	3.3
学術的視点	独創性、新規性があるか。学術的に意義のある研究成果が得られる可能性があるか。	3.4
その他の視点	上記以外の評価内容（学際的視点、研究テーマのチャレンジ性、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など）について評価する。	3.3
評価者のコメント（主なもののみ） ・トンネル内の災害防止という課題の多いものに対する新しいアプローチとして評価できる。 ・切羽における粉じん濃度をどう下げるとい換気方法の検討の成果を期待する。 ・ガスと粉じんの両方を考慮した研究は画期的であり、成果を期待する。 ・トンネル内での作業者の状況を把握して、災害発生時に迅速な対策が可能となることを期待する。		

※ 評価点:5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(概ね妥当である)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

判定	必要な措置・対応
A	吹き付けコンクリート、ガス、粉じん等を取り扱う大がかりな実験となるので、実験の安全について十分検討した上で実施すること。

※ 判定:A(研究計画どおり、研究を開始)、B(指摘を踏まえて、研究計画を修正して研究を開始)、D(中止)

#### イ. 内部評価結果への対応

保護具、電動ファン付きマスク等を着用して実験に従事する予定である。また、可燃性ガスを直接扱うわけではなく、不燃性の模擬ガスを扱う予定である。

プロジェクト研究全体を通しての研究成果として、トンネル建設工事の安全衛生を向上させる方法を提言することを目的とする。

- ① 地山の安全（サブテーマ 1）
- ② 作業環境の安全衛生（サブテーマ 2）
- ③ 作業員と建設機械の安全（サブテーマ 3）

それぞれの安全衛生を満足させるためのハード的な対策を示し、またソフト的な対策として、その安全を確認しモニタリングする技術を提言する。

このように安全衛生の視点に立脚したトンネル建設工事における総合的な研究は、国内外に例はなく、独創性が保たれている。

#### (4) 外部評価結果

##### ア. 評価点

目標設定	研究計画	研究成果の活用・公表	学術的視点	その他の視点
3.9	3.3	3.4	3.3	3.2

##### イ. 評価委員のコメント

(A委員) 該当工事に関する安全面向上に関する意義は大きい。現状把握に立脚した具体的な研究計画が立案されている。研究実施上の安全面の配慮も検討されている。

(B委員) 大事故につながる作業現場なので、安全に寄与する成果が期待できる。トンネル内の濃度変化を測定する際、きめ細かいセンサーの配置が望まれる。消防分野でも隊員が建物内のどこにいるかを知るために、IC タグ、ジャイロを用いてシステムを構築したことがある。参考になれば幸いです。

(C委員) 山岳トンネルの事故は多く、社会の要請に応えた研究であると思います。

(D委員) 労働衛生に関する視点を取り入れるべきである。“安全行動”については、特に、“行動科学”のアプローチが不可欠である。

(E委員) 粉じん換気シミュレーションはモデル化できれば、防爆環境の換気システム構築に、また、作業者の支援的保護システムは工場内でも応用できも応用できる可能性があり非常に興味深い。

(F委員) 粉じん実験ではレーザ計測等によって粉じんの空間的な挙動を把握するべきと考える。サブテーマ 3 では災害が作業員由来なのか建設機械由来なのかを区別しておく必要があると考える。

(G委員) リニアモーターカーの実用化に伴い、南アルプスにトンネルを作ることになるが、こうした点でも重要な課題である。国際的なガイドラインの作成や、技術の海外移転なども視野に研究を進められたい。研究代表者のリーダーシップに期待する。

(H委員) トンネル建設工事における災害防止として、ユニークな研究であり、実用的効果が期待できる。

(I委員) 丁寧な研究計画ありがとうございます。特にサブテーマ 3 に関しては、各ゼネコンも現場で様々な工夫をされていることと思います。本サブテーマを進めていくうえで、ゼネコンの方々との意見交換も有益ではないかと感じました。

(J委員) トンネル内災害という点に着目しているのはよいが、内容がばらばらであるような気がする。警報や避難などについての研究も行ってほしい。

(K委員) トンネル工事現場の災害防止に関する研究であり、重要性やサブテーマの設定もおおむね妥当と考えられる。計画書に、サブテーマ 1 では、既往の研究では 7 日程度以上経過後の強度変形を議論したのに対し、本研究では 10 分程度の養生時間でどの程度の肌落ちを防止できるかを明らかにすることが特色、独創性とあるが、養生時間の影響を調べるのであれば、養生時間を 10 分程度に固定せず、時間を変えて影響を見るということは考えられないか。それにより、吹き付け後、どの程度の養生時間が必要かがわかるのではないか。

(L委員) 4 年間の研究期間に合わせた基本的な手法の開発と提言が本研究の主眼とされていると考えるが、工事中に落盤等の災害が起こると、安全に関わる機器の一部の機能の喪失、行動



の制約の発生など、災害の状況に応じて様々な形態の障害が生じることも想像されるので、これらの障害の発生の影響も十分考慮した強じんな労働災害対策の確立を視野に研究を進めることを期待したい。可燃性ガスと粉じんが共存する場での効果的な換気法の探求は意欲的な取り組みと思われるので、データの蓄積と新たな知見を期待したい。

(M委員) サブテーマのいずれの研究も本研究所にしかできない研究である。労働災害の現状から見て、対応が必要なポイントであり、本研究は必要性が高い。実験の安全性を考慮していただきながら進めていただき、現場の管理に活用できる成果を出していただきたい。

(N委員) 岩盤をくりぬくようなトンネル工事を、実験を踏まえて検証する計画には、労働安全面からの有用性が高いと思われる。

#### ウ. 外部評価委員の指摘に対する措置・対応等

本研究をご評価いただきましたことに感謝申し上げます。委員の先生方からは、おおむね当研究所で行うべき研究であると、肯定的な評価をいただいたと考えております（A、C、E、H、N委員）。誠にありがとうございます。

サブテーマ1では、吹付けコンクリートの強度変形特性を把握する際に、養生時間を10分と固定せず、養生時間を変化させることで、ある大きさの肌落ち岩塊を留めておくために必要な養生時間を検討します（K委員）。

サブテーマ2では、可燃性ガスと粉じんのシミュレーションモデルの構築、データの蓄積に努めます（E、L委員）。実験においては、可燃性ガスと粉じんの濃度変化を測定する際、各種の測定機器の数、設置位置について、既往の研究を踏まえて検討いたします（B委員）。特に、粉じんの分散について、定点計測だけではなく、レーザ計測を視野に入れた挙動把握に努めます（F委員）。

サブテーマ3では、作業現場（作業環境、作業者、建設機械等）のリアルタイムモニタリングを行う事で、危険情報の伝達（警報）だけではなく、異常時（避難や救護）にも迅速に対応した支援システムの構築を検討いたします（D、L、J委員）。特に追加する対策が、作業者の負担にならないように配慮するとともに、あらたなリスクを発生させない対策を検討いたします（F委員）。実際の現場に適用可能なシステム開発を目指すためにもゼネコンとの意見交換が不可欠であり、適時現場の意見を聞きながら研究を進めます（I、M委員）。

全体を通して、サブテーマ3で掲げる支援的保護システムの中に、地山の安全（サブテーマ1）、作業環境の安全衛生（サブテーマ2）に関する情報も盛り込むことを考えているため、サブテーマ間の連携も考慮しています（J委員）。本研究で得られた成果は、例えば、研究代表者がワーキンググループ委員として所属する国際トンネル協会（International Tunnelling and underground space Association; ITA）の安全衛生ワーキンググループ（Working Group 5: Health and Safety in Works）で発表し、海外へも情報発信する予定です（G委員）。

## 2.3 テールゲートリフターからの転落防止設備の開発と検証 (平成28年度～平成31年度)

### (1) 研究概要

#### ア. 背景 (主要文献、行政的・社会的ニーズ、災防計画との関連性など)

荷役作業による災害について第12次労働災害防止計画では、陸上貨物運送事業の労働災害の約7割が荷役作業時に発生しており、「陸上貨物運送事業における荷役作業の安全対策ガイドライン」を周知・普及を求めている。しかしながら荷役作業による災害は減少しておらず、これまでの方法にとらわれずに災害リスクをできる限り低減する新たな対策が重要になると考えられる。テールゲートリフター(以下、TGL)はロールボックスパレット(カゴ車)やガスボンベ、引越し荷物をトラックの荷台高さから地面まで垂直移動させるのに必要なトラックの付加装備として荷役作業には不可欠であり、国内外を問わずに多く用いられている。その一方で、TGLの昇降板の端部に柵が設置されていないため、作業者が後ろ向きにロールボックスパレット等の積荷を移動した際に転落し、そのまま下敷きとなる死亡災害も発生しているのだが、TGLからの転落防止に関する具体的な対策は示されていない。

#### イ. 目標 (何をどこまで実施するか、行政的、社会的貢献、成果の公表目標など)

上述した多方面からのTGLからの転落防止に必要なガイドラインを提案し、当研究所の技術資料等を用いて安全に資する情報を普及させる。

#### ウ. 目的と方法

重篤な災害であるTGLからの転落防止設備の提案をするために、本研究では、TGLからの転落防止柵の開発を目的とした。具体的には転落防止に十分な柵の高さや形状および使い勝手に関する人間工学的な検討、柵の材料および強度の検討、柵を使用しないと昇降しないインターロック等の検討、新たなリスクが生じた場合の低減策の検討、転落防止柵の使用を前提とした安全な取扱い方法の検討を通じ、昇降板からの転落防止策を包括したガイドラインの提案とした。

#### エ. 研究の特色・独創性

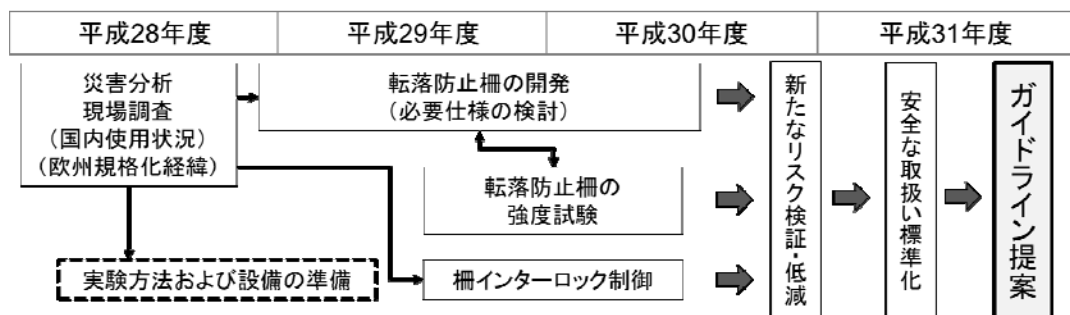
TGLはトラック販売店においてユーザーが希望する場合のオプション品として取扱っているため、自動車メーカーよりもユーザーに近いニーズのある製品を要求される立場にある。そのため、ユーザーにとって今まで以上に安全対策に関心がなければ、作業が煩雑になる上、余計な対価を支払うことになってしまうので、TGLメーカー(含む、業界団体)が積極的に開発するのが困難な状況にある。このようなことから、当研究所のような中立の立場から開発を行うことに特色があり、大学等で実施されている研究よりも実践的な研究成果を打ち出すことで、荷役作業の災害防止への貢献を目指す点において独創性があると考えている。

#### オ. 他の研究機関との研究の重複について

無

## (2) 研究計画と進捗状況

### ア. 研究全体の計画



### イ. 年度ごとの研究費予算要求額

1年目	8,500 千円
2年目	5,000 千円
3年目	3,500 千円
4年目	3,000 千円

### ウ. 期待される研究成果

TGL からの転落災害を防止するための人間特性を踏まえた設備対策の提案であり、主として陸運業での災害防止に直接活用されることが期待できる。また、「陸上貨物運送事業における荷役作業の安全対策ガイドライン」の改訂に反映させることが可能と考えられる。

### (3) 内部評価結果

#### ア. 評価結果及び判定

評価実施日：平成 27 年 10 月 13 日

評価項目	評価内容	評価
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っては中期計画との整合性がとれているか。	3.4
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。適切な費用対効果が認められるか。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、大学等との無駄な重複がないか。	3.1
研究成果の活用・公表	労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、特許・実用新案等に反映させる等、得られた研究成果を社会へ還元する計画又は可能性があるか。学術誌、研究所刊行物、国内外の学術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。	3.2
学術的視点	独創性、新規性があるか。学術的に意義のある研究成果が得られる可能性があるか。	3.1
その他の視点	上記以外の評価内容（学際的視点、研究テーマのチャレンジ性、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など）について評価する。	3.4
評価者のコメント（主なもののみ） <ul style="list-style-type: none"> <li>・JIS 化あるいは規制に結びつくような成果を期待。</li> <li>・テールゲートから転落事例の様態や状況について、災害事例の検証を行うことが必要であろう。その上で、どのような対策をしたらよいかを提案してみてもどうか。</li> <li>・新規性がどこにあるか強調することが望ましい。EN 規格の制定経緯を調査し、重複のないようにすること。転落防止設備へのニーズについても事前に調査しておくこと。</li> <li>・労働災害の発生現状に着目した研究であり、実用性も高い。危険の現象をしっかりと解明し、対策の必要性を検討して欲しい。</li> </ul>		

※ 評価点:5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(概ね妥当である)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

判定	必要な措置・対応
A	研究成果が早期に普及するよう、テールゲートリフターのメーカーとの連携や現場の作業者の意見をよく聴くなどして研究を進めること。

※ 判定:A(研究計画どおり、研究を開始)、B(指摘を踏まえて、研究計画を修正して研究を開始)、D(中止)

#### イ. 内部評価結果への対応

評価者コメントを踏まえて進めたい。具体的にはメーカー団体との連携や転落防止柵を搭載したテールゲートリフター等に関して作業者と意見交換し、安全な取扱い方法についても検討したいと考えている。前者については全ての年度で、後者は新たに 4 年目を追加することで、計画期間内で滞りなく対応できるようにしたい。

#### (4) 外部評価結果

##### ア. 評価点

目標設定	研究計画	研究成果の活用・公表	学術的視点	その他の視点
3.5	2.9	3.2	2.9	3.2

##### イ. 評価委員のコメント

(A委員) 当該業務（テールゲートリフターの使用）は頻度も多く、本研究で安全性が向上することを期待する。作業効率の検討も期待される。研究方法、とくに 2) 転落防止柵のデザインについて、もう少し具体的な計画を求めたい。

(B委員) 安全で使いやすいテールゲートにしてほしいが、もっと短期間で成果が出せないか。柵の取り付けや収納をなるべく手間のかからない方法にして、普及しやすい物にしてほしい。

(C委員) 手つかずの課題であり研究の意義は大きい。メーカーと協力して使いやすいものを提案してください。

(D委員) 労働衛生（行動科学）のアプローチも取り入れていただきたい。

(E委員) 貨物トラックのテールゲートリフターの使用環境は、作業者だけでなく、いろいろな人が接近する可能性があり、機械側での形状の工夫やセンシング技術によって対策がとれるように様々な角度から検討を希望します。

(F委員) そもそも国内の TGL には何故転落防止柵が付設されていないのかを明らかにしておく必要があると考える。

(G委員) テールゲートリフターからの転落防止という実際的な問題に取り組んでおり評価できる。メーカーはテールゲートリフターに人が乗ることを勧めていないということだが、ロールボックスパレットを固定して無人で昇降させることはできないだろうか。

(H委員) 労安研が独自で研究を進めるよりも、メーカーと連携して研究する方が良いのではないか？また、研究はもっと加速できると思う。ニーズは理解できるが、分野が狭いので、もっと一般化できる研究にしたい。

(I委員) 研究方法をもう少し具体的に記述して頂くと、より説得力のある調書になると思います。宜しくお願いします。

(J委員) 取り上げた課題は明確である。早く研究を進めてほしい。

(K委員) 文献や資料等を収集して災害の分析や欧州規格等を調べることは重要であるが、それを踏まえた転落防止柵の開発に必要な仕様の検討の内容がよくわからない。強度試験をどのような方法で行うのか、その試験の評価基準は何か、などの具体的な検討の方法が示されないと、ガイドラインまでの道筋が見えない。

(L委員) インターネット上の外国の動画に、本研究が目指す軽量を重視したのものとは異なると思われるが、柵と板を併用したテールゲートリフターの転落防止装置と考えられる装置の作動例があったので、詳細計画を立てる前に参考にするよいと思われる。

(M委員) 安全柵（防止柵）を中心とした防止策ということでほぼ目安がついているようであるので、TGL やトラックメーカー等との連携を取りながら、研究を推進していただきたい。また、結果をもとにガイドラインなどが作成されることを期待する。

(N委員) テールゲートリフターの昇降に関して、平成 H23 年・労働災害データから 150 件を抽

出して分析しているとの記載が、パワーポイント 4 頁目にある。ここに挙げた全ての案件が、当該グループの言う転落防止柵を敷設する事で避けられる案件であるのか？ 現実の労災事案と、本研究の整合性がよく分からなかった。但し、内部評価者のコメントでも、同様の指摘がある事から、おそらく最終報告の段階では、それら現実の事案に対する社会的に有用な知見を得られる事と、将来に期待する。

#### ウ. 外部評価委員の指摘に対する措置・対応等

本研究へのご評価およびご指摘に感謝申し上げます。テールゲートリフターからの転落防止に焦点を当てた本研究の内容については概ねご評価いただいたと考えておりますが、複数の委員から研究方法の記載が不十分であるとのご指摘（A委員、I委員、K委員）をいただきました。本研究では、柵のデザインについて既に公開されている諸外国の動画等を参考とし（L委員）、転落防止に必要な寸法だけでなく、キャスター脱輪防止板や着脱しやすい機構を盛り込んだ仕様を検討する予定です。着脱機構に関しては行動科学にもとづく主観評価および動作分析によるユーザビリティ評価を実施しますので、ご指摘（D委員）の点は十分に反映されるものと考えています。また、柵の強度については、EN 規格において 300N の水平荷重に対する柵の変位量が 3mm 未満とする据付型の柵を前提とした基準が示されています。本研究で提案する着脱型の柵はソケット部（差込部）に遊びがあること、さらに柵のデザイン（高さや太さなど）によって強度が異なることから、EN 規格の試験方法を参考とした強度試験方法および許容される柵の変位量を検討する予定です。

この転落防止柵があった場合の災害防止効果に関するご指摘（N委員）についてですが、委員会当日にご説明したテールゲートリフター起因災害の 150 件を対象に各事例を詳細に確認したところ、作業者の転落防止に加えて飛来物の下敷き防止までを範囲とすると約 4 割において防止可能であったと想定できるため、十分に意義のある提案になると考えております。

メーカーと連携して研究すべきとのご指摘（C委員、H委員、M委員）につきましては、一般社団法人日本車体工業会のテールゲートリフター技術分科会を通じて、会員各社と定期的に情報交換を行っており、将来的な普及を視野に入れて研究を進めます。このようなメーカーとの交流を通じて国内の TGL に転落防止柵が付設されていない理由（F委員）についても調査いたします。また、人の接近への対策であるセンシング技術等を活用するのがよいとのご指摘（E委員）をいただきましたので、テールゲートリフターの可動部（危険源）への第三者による接近をレーザースキャナーと作業者が携帯するタグにより検出する技術の導入についても、費用対効果を含めて検討したいと考えております。

できるだけ短期間での成果を求めるとのご指摘（B委員）に関しましては、早急に研究成果が出るように努めますが、本研究の提案がユーザーやメーカーにとってより現実的なものとなるよう、慎重に対応すべき事項には十分に議論を尽くすことで普及しやすい物にしたいと考えています。

## 2.4 諸外国における労働安全衛生に関する施策や規制の動向調査と展開の検討 (平成28年度～平成30年度)

### (1) 研究概要

#### ア. 背景 (主要文献、行政的・社会的ニーズ、災防計画との関連性など)

我が国の労働安全衛生は、昭和47年に制定された労働安全衛生法等により飛躍的に向上し、労働災害による死亡者数は制定当時の5600人から1000人にまで減少した。また、休業4日以上の上業務上疾病者数も、約3万人から7000人台までに減少している。しかし、その減少数は近年横ばい状態にあり、新たな対策について検討することが重要と考えられる。

#### イ. 目標 (何をどこまで実施するか、行政的、社会的貢献、成果の公表目標など)

本研究では、第12次労働災害防止計画に記載された対策の視点として諸外国の労働安全衛生管理に目を向け調査分析し、欧米等の制度でわが国においても労働災害の減少が見込めるものについては、新たな対策として厚生労働省等に提言し、施策や規制の国際的整合性を担保することに貢献する。また、日本企業の進出が著しいASEAN諸国の制度について、現地の安全衛生管理の実態を踏まえた上で、日本企業や日本大使館等に情報提供すること等により、これらの国々の安全衛生水準向上への貢献も目指す。

#### ウ. 目的と方法

建設安全及び機械安全分野、労働衛生分野（特に職業病統計、サービス業のうち医療・看護等の分野）を中心に、欧米EUにおける労働者の従事資格のキャリアアップ制度をはじめとする関連事項を含めてその動向を調査、把握し、リスク・ベース・アプローチなどの安全衛生管理についての優れた制度、体系、手法等の日本への適用等について検討する。さらに、日本企業の進出が著しいASEAN諸国へも目を向け、これらの国の状況を踏まえ、現地にあった日本型安全衛生管理の仕組みについて検討することを目的とする。欧米、ASEANの研究方法は以下のとおりとする。

- ① 欧米（特に英国中心）の法制度、安全衛生施策、実態を調査し、優れた部分は日本の制度への取り入れの提言を行う。その際、各種施策と災害発生件数の変化を分析して、優れた制度を判断する。
- ② 日系企業が進出している（または見込まれる）ASEAN諸国等の法制度、施策、実態を調査し、①の結果を踏まえ、現地にあった日本型安全衛生管理の仕組みについて検討する。

#### エ. 研究の特色・独創性

厚生労働省の重点施策に沿ったものであり、各国の法規制、施策等を広く調査し情報提供する研究はこれまでになく、独創的な研究である。

#### オ. 他の研究機関との研究の重複について

無

ただし、中災防の国際センターや、近畿大学三柴先生がリスクアセスメントを核とした諸外国の制度に関する研究を実施しているため、連携を取りながら実施する。また、マレーシアNIOSHと研究協力する予定であり、双方で情報交換を行う。

## (2) 研究計画と進捗状況

### ア. 研究全体の計画

年度ごとに、以下のとおり実施する。

#### (1) 平成28年度

機械安全、建設安全、労働衛生等、欧米（特に英国中心）の法規制、施策等を調査する。調査の方法としては、文献調査、現地の政府機関・現地企業の訪問調査を行う。その際、中災防の国際センターと連携して実施する。また、ASEAN の代表国であるマレーシアについて、現地の労働安全衛生研究所（NIOSH）と協力して、法制度や現地の状況を調査する。

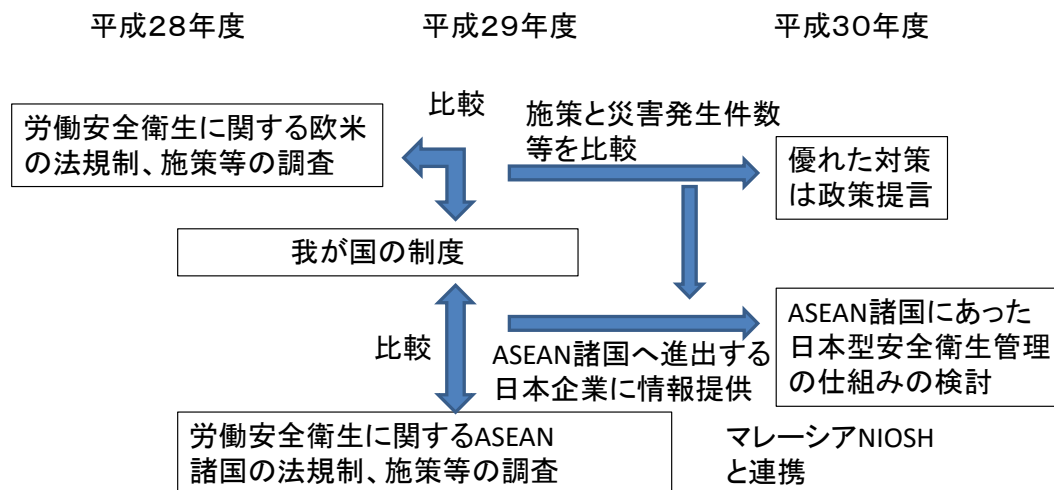
#### (2) 平成29年度

- ・ ASEAN 諸国の中で日本企業の進出が著しい、カンボジア、ラオス、ミャンマー、ベトナム等の中の数か国について、法制度、施策、実態を調査する。調査方法は、平成28年度と同じ手法で行う。
- ・ 欧米と ASEAN 諸国の調査結果とわが国の制度を比較する。

#### (3) 平成30年度

それぞれの国の施策と災害発生件数の関係を分析し、欧米の優れた対策については日本の安全衛生管理の優れた点も考慮して政策提言を行う。また、ASEAN 諸国の調査では現地にあった日本型安全衛生管理の仕組みについて検討し、ASEAN 諸国へ進出する日本企業に情報提供するとともに、日本大使館や関係機関等にも成果の普及を働きかける。

フローチャートは以下のとおりである。



### イ. 年度ごとの研究費予算要求額

1年目	15,000千円
2年目	15,000千円
3年目	10,000千円

### ウ. 期待される研究成果

成果は逐次学会発表するとともに、TD等にまとめる。また、世界労働安全衛生会議等へ参加し、成果を海外に向け発信する。



欧米の優れた対策については日本の安全衛生管理の優れた点も考慮して検討し、最終的には政策提言を行う。

ASEAN 諸国の調査では現地にあった日本型安全衛生管理の仕組みについて検討し、ASEAN 諸国へ進出する日本企業に情報提供するとともに、日本大使館や関係機関等にも成果の普及を働きかける。

将来的には、欧州主要国を下回る災害発生率を目指すとともに、海外の安全衛生動向を継続的に反映する仕組み作りが期待できる。

### (3) 内部評価結果

#### ア. 評価結果及び判定

評価実施日：平成 27 年 10 月 13 日

評価項目	評価内容	評価
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っては中期計画との整合性がとれているか。	3.2
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。適切な費用対効果が認められるか。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、大学等との無駄な重複がないか。	3.2
研究成果の活用・公表	労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、特許・実用新案等に反映させる等、得られた研究成果を社会へ還元する計画又は可能性があるか。学術誌、研究所刊行物、国内外の学術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。	3.2
学術的視点	独創性、新規性があるか。学術的に意義のある研究成果が得られる可能性があるか。	3.1
その他の視点	上記以外の評価内容（学際的視点、研究テーマのチャレンジ性、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など）について評価する。	3.4
評価者のコメント（主なもののみ） <ul style="list-style-type: none"> <li>・研究所として新しい分野の研究であり、大変ですが、目的を明確に具体的にして下さい。</li> <li>・アセアン諸国で行う調査をどのような事を行うのか、もう少しつめた方がよいでしょう。</li> <li>・他の機関ではできないような独自性のある分析と提言を目指して欲しい。</li> <li>・効果的な災害防止対策が日本に導入されて、一層労働災害が減少することを期待する。</li> </ul>		

※ 評価点:5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(概ね妥当である)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

判定	必要な措置・対応
<b>B</b>	ASEAN 諸国に関する調査については目的を明確化するとともに、初年度中に国内で収集可能な情報を精査の上、2年度目を実施する現地調査対象国の絞込みを行うこととするよう計画を変更すること。

※ 判定:A(研究計画どおり、研究を開始)、B(指摘を踏まえて、研究計画を修正して研究を開始)、D(中止)

#### イ. 内部評価結果への対応

ASEAN 諸国に関する調査については、1 年目は研究協力協定を結ぶ予定のマレーシア NIOSH と連携してマレーシアの調査を行い、2 年度目を実施する対象国についてはラオス、ミャンマー、ベトナム、カンボジア等、今後日本企業の進出が著しくなっていくと予想される国から対象国を絞り込んで実施する。また、ASEAN 諸国の調査では現地にあった日本型安全衛生管理の仕組みに

ついて検討し、中災防と協力し対象国に進出する日本企業に情報提供するとともに、日本大使館や関係機関等にも成果の普及を働きかける。

#### (4) 外部評価結果

##### ア. 評価点

目標設定	研究計画	研究成果の活用・公表	学術的視点	その他の視点
3.3	2.9	3.1	2.7	3.3

##### イ. 評価委員のコメント

(A委員) 海外から有用な情報を取得していただきたい。経費支出に対して、合理的な計画を作成していただきたい。政策に反映させていただくこととともに、ステークホルダーに対して分かりやすい成果の提供を行っていただくことを望む。

(B委員) 日本国内の現場だけでなく、海外進出している企業の工場で安全を確保するための指針となる情報を発信してほしい。このプロジェクトは、研究所として継続して行い続ける種類の研究・業務と思われる。将来的にも継続した情報収集をお願いしたい。

(C委員) 労働衛生の施策や規制の調査により、外国での優れた事例は、導入し、また我が国に優れた事例は海外に紹介するとのコンセプトですが、"Copy and Transfer"ではなく、何か"生むもの"をめざしてください。新しい視点から、女子労働の必要性の見えるかや、うつ病対策などの経済効果の見えるか、さらに経済成長と調和した労働施策など考えて欲しいと思います。

(D委員) 労働衛生に関する視点も取り入れていただきたい。

(E委員) 東南アジアの労働安全衛生は日本の20年前の状況に映るので、日本の進める労働安全衛生施策（機械安全と作業教育の組み合わせ）を現地調査結果に合わせてアレンジし広めることで、日本企業の現地進出における産業事故リスク回避に寄与するという視点も必要と考えます。特に、現地企業に対しあまり浸透していない機械安全に関する知識提供の機会などがあれば日本企業も現地企業を活用しやすくなると考えます。

(F委員) 今後、我が国においては外国人労働者の増加が見込まれることから欧米における外国人労働者の労働安全衛生管理について特に調査すべきと考える。

(G委員) 今後進めるべき研究課題について討議する国際ワークショップを1年目に開催していただきたい。ワークショップにはマスコミ等も呼んで、労働安全衛生の重要性を社会的にアピールすべきである。

(H委員) 研究の重点を日本の安全衛生のこれからの在り方において、欧米との比較し、どのように方向付けるかにすることを期待する（ASEAN諸国は付随的サブテーマとした方が良い）。国際ワークショップなどを取り入れて、日本の安全認識、リスク認識への提言を期待する。

(I委員) 本研究で扱われる予定の①安全衛生先進諸国の実態調査と②日本型安全衛生管理のASEAN諸国への展開はどちらも有益なテーマであると思います。ただし①のサブテーマの実施は決して容易ではないと思います。このサブテーマでは、A)制度と災害件数との相関関係の導出、B)制度と災害減少の因果関係の検討（・導出）が必要であると思います。特に、B)の部分丁寧な考察・検討していくことが必要であると思います。宜しくお願いします。

(J委員) 欧米から学び、アジアに教えるという図式は明治時代のようなものである。まだ欧米から学

ばなくてはならないのか、何を学ぶのかが不明確である。ほんとうに「日本型」といってよいのだろうか？もし「日本型」とするのであれば、それを欧米に提案してみてもどうか。

(K委員) 欧米の法制度を調査し、すぐれた部分は日本に導入すること、ASEAN 諸国等には日本型安全衛生管理の仕組みについて検討することが目的ということであるが、これは欧米（進んでいる）→日本→ASEAN 諸国（遅れている）という概念に基づいた流れになっているように思われる。逆に、もし、ASEAN 諸国等の管理手法で我が国の参考になることがあれば（あるかどうかはわからないが）、我が国に取り入れることもあってよいのではないかと。

(L委員) 研究課題中の語句の関係が日本語と英語でやや違っているように思われる。「展開」の意味がやや曖昧である。本研究はプロジェクトとして行うことから、調査後の比較、分析に重点をおいて研究を進めることを期待したい。欧米の制度のわが国への適用について検討する際には、社会的な背景の違いを十分考慮することも要点のひとつになると思われる。

(M委員) ASEAN といっても非常に幅広い。状況も大きく異なる。重点国を定めて取り組んでほしい。日本と諸外国の法令を比較するのは膨大である。各国に進出している日本の企業が困っている点や、日本が改善をするべきポイントを絞って、実施していくなどの工夫をして、確実な成果を出していただきたい。

(N委員) まず労働安全衛生諸法、諸規定の動向と展開を調査検討しようという、当研究のテーマ設定は、大いに評価できる。しかしながら、なぜ比較対象が欧米、特にイギリスなのか少々疑問がある。平成 29 年度に ASEAN 諸国との比較を行う前提としての欧州研究であるならば、EU 全体の法規制を勘案すべきではなかろうか？勿論、イギリスでは 2008 年以降、適切な安全配慮を怠った企業に対しては法人の故殺罪を適用するなど厳しい規制を行っている。しかしこのような法制度比較を、技術畑の研究者の方々がどのように検討されるのか、多少の疑問を持たざるを得なかった。勿論、協力予定とされている法律の専門家はこの分野の特筆すべき専門家であり、その業績を疑うものではない。しかしその専門家のご業績のみに依拠するのでは、正当性と整合性に欠ける危険性があるのでは無からうか？ 法律論の研究者の一人として、当該研究については、この点を精査して進めて戴きたいと考える。

#### ウ. 外部評価委員の指摘に対する措置・対応等

年末年始のご多忙中、本研究をご評価いただきましたことを感謝申し上げます。委員の先生方からは、多くのご意見をいただきましたが、それらを取り入れて研究計画を修正することにより、当研究所で行うべき研究になると考えております。

本研究を実行するにあたり、国際ワークショップを開催すべきとのご指摘がありました（G委員、H委員）。まずは、1年目に国際ワークショップを開催し、労働安全衛生の重要性を社会的にアピールし、本研究の重要性や方向性を早期に固めたいと考えています。また、ASEAN諸国は付随的サブテーマとした方がよい（H委員）とのご意見もある一方で、ASEAN諸国への展開は有益なテーマである（I委員）とのご指摘もありました。ASEANといっても非常に幅広く、状況も大きく異なるため、重点国を定めて取り組むべきとのご指摘もあるため（M委員）、ASEAN諸国の重点国としてマレーシア等に絞り、2年目に重点的に実施するよう変更いたします。以上のように、1年目は国際ワークショップの開催、2年目はASEANを代表するマレーシアの重点的な調査など、経費支出に対し合理的な計画を作成（A委員）し実行していく所存であります。また、テーマ名に関しまして、「展開」の意味がやや曖昧であるとのご指摘いただきました（L委員）。英語のテーマ名に関しまして「development」から「expansion」に変更し、ASEAN諸国への幅広い

「展開」を含む研究計画としました。

研究全体の流れとしましては、欧米（進んでいる）→日本→ASEAN諸国（遅れている）という概念で進めるのは古い考え方であるとのこと指摘を受けました（C委員、J委員、K委員）。本研究では、欧米のみならずASEAN諸国等の管理手法で我が国の参考になる制度等（K委員）があれば取り入れていきたいと考えています。また、成果については国際会議の発表等を通じ欧米にも情報発信（J委員）いたします。さらに、様々な労働問題についても検討すべきとのこと指摘がありました。ご指摘いただいた、うつ病対策など労働衛生に関する視点（C委員、D委員）を考慮するとともに、その他の労働問題（女子、外国人等）（C委員、F委員）についても、海外での考え方はどのようになっているかを把握することを主眼に、今後の発展性を考え可能な限り情報収集いたします。

研究手法としましては、英国の制度のみならず、米国や欧州全体の制度調査まで可能な限り展開いたします。英国においては法人故殺罪のような厳しい法制度がありますが、そのような法制度の比較を、技術畑の研究者の方々がどのように検討されるのか多少の疑問を持たざるを得ない、とのこと指摘を受けましたが（N委員）、本研究では、法律の専門家に加え防災団体や海外進出企業と協力することにより、法律論の議論のみならず、社会的な背景の違いを十分考慮し（L委員）、行政と連携しつつ、調査・検討していきたいと考えています。また、海外の制度と災害減少の因果関係の検討（・導出）が必要であるとのこと指摘がありました（I委員）。そのため、厚生労働科学研究費で実施している我が国の制度に対する先行研究の成果を活用し、丁寧に考察・検討していきます。

研究成果につきましては、ASEAN諸国に展開する際には、日本の進める労働安全衛生施策（機械安全と作業者教育の組み合わせ等）を現地調査結果に合わせてアレンジし（E委員）、機械安全等、現地企業の工場で安全を確保するための指針となる情報（B委員、E委員）を検討し盛り込みたいと考えています。将来的には、研究所として継続して行い続ける種類の研究・業務と思われるとのこと指摘もあるため（B委員）、将来的にも継続した情報収集・検討を実施する予定としています。

## 2.5 化学物質のばく露評価への個人ばく露測定の実用に関する研究 (平成28年度～平成30年度)

### (1) 研究概要

#### ア. 背景 (主要文献、行政的・社会的ニーズ、防災計画との関連性など)

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

#### イ. 目標

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

これらの研究の達成目標として、粒子状物質について、標準試料作成方法のマニュアルの公開または、作成方法によってはライセンス化・研究所名の標準サンプルの配布の検討、フィルターの選択による捕集流速の検討や新しい粒子サンプラーに必要な条件の提案。気体状物質について、物質の基本情報から、パッシブサンプラー・熱脱着法の使用可能範囲の目安を分析者が容易に知ることができるツールの開発・公開。既存のポンプ・サンプラーについて、作業者の負担・作業性への影響が少ない装着方法の指針を示す。

#### ウ. 方法

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

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

形状・重量などが多岐にわたるサンプラー・ポンプの装着について、模擬作業や現場で、労働者による作業のし易さや作業負担等の主観評価および動作解析により、使い勝手が良く負担の少ない形状・装着方法に関する知見を得る(b)。

#### エ. 研究の特色・独創性

既研究による、粒子状・気体物質の空気中への発生・測定・分析についての知見の集積をより現場に近い条件で労働者のばく露リスクアセスメントに応用する。従来高感度が得られる装置は、

より低濃度まで測定する目的で選択されていたが、捕集量を減らすために高感度装置を応用するところに独創性がある。捕集量の削減により実現できると予想される作業者の負担軽減について人間工学的な評価を併せて行う点についても独創性がある。

#### オ. 他の研究機関との研究の重複について

有

個人ばく露測定を導入に向けて現場での試行事例（測定機関）や粉じんに関してはポータブル粉じん計を作業者に付けたばく露評価（早大）などの研究はある。

本研究の独自性は分析機器の性能向上を利用して、サンプラー装着の負担軽減ないし細分化したサンプリングによる精密なリスク評価手法の開発を行おうとする点にある。

また、環境評価の研究者と人間工学の研究者が協同して研究を行う例は少なくとも国内ではないと考えられる。

## **（２）研究計画と進捗状況**

### ア. 研究全体の計画

#### （１）平成 28 年度

粒子状物質・気体状物質の両方とも、ACGIH の TLV、日本産業衛生学会の許容濃度等で、ハザードの大きさ（＝測定目標感度）と、代表的な分析法で分析できる感度の 2 つの尺度で 2 次元に分類する。その各カテゴリーから産業現場での使用量等を参考に、実験対象物質を選択する。

選択した物質について、気中への発生条件を検討するとともに並行して、溶液試料について分析条件を確定する。多種にわたる既存のサンプラーとポンプをあつめ、カタログ値ではなく実際に装着する状態における、サイズ・重量などのデータを収集して整理する。また個人ばく露測定が必要となると考えられる物質を扱う可能性が多い作業職種を抽出する。

#### （２）平成 29 年度

前年度選択した物質について、模擬試料の発生条件を確定させるとともに、チャンバーなどを利用して捕集から分析まで、実際の現場で行う分析手順を実施し、捕集量をどこまで下げることができるかのデータを取得。その際粒子状物質については、フィルターの選択と捕集流速の変更などについても合わせてデータを収集する。この作業を繰り返す。

平成 28 年度に抽出した職種の労働者について、現場あるいは実験室内で、実際にサンプラーを着用してもらい、装着時の作業のし易さや作業負担等の主観評価を測定し、ビデオによる動作解析も実施する。年度の終わりからデータの整理・マニュアル化に着手する。

#### （３）平成 30 年度

年度の前半まで平成 29 年度と同様の実験を継続するとともに、データの整理した結果、補充すべきデータを取得するための実験を行い、結果をまとめる。

### イ. 年度ごとの研究費予算要求額

1 年目	13,700 千円
2 年目	8,260 千円
3 年目	3,510 千円

## ウ. 期待される研究成果

粒子に関する測定、蒸気状物質に関する測定など個別の測定法の研究成果や人間工学的評価について学会発表、論文発表するとともに、研究で得られた結果を整理して、実際に個人ばく露測定を実施する際に、分析法を評価するための模擬試料作成、サンプラーや分析方法の選択、簡易測定法使用の可否などを判断するためのマニュアルないし指針文書を研究所のホームページなどで公開する。また人間工学的評価についても、測定時のサンプラー装着法にくわえて今後メーカーがサンプラーやポンプ等を設計するときに参考となる指針を公開する。

## (3) 内部評価結果

### ア. 評価結果及び判定

評価実施日：平成27年10月1日

評価項目	評価内容	評価
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っては中期計画との整合性がとれているか。	3.6
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。適切な費用対効果が認められるか。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、大学等との無駄な重複がないか。	3.3
研究成果の活用・公表	労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、特許・実用新案等に反映させる等、得られた研究成果を社会へ還元する計画又は可能性があるか。学術誌、研究所刊行物、国内外の学術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。	3.7
学術的視点	獨創性、新規性があるか。学術的に意義のある研究成果が得られる可能性があるか。	3.2
その他の視点	上記以外の評価内容（学際的視点、研究テーマのチャレンジ性、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など）について評価する。	3.5
評価者のコメント（主なもののみ） <ul style="list-style-type: none"> <li>・一定の成果が期待できる。</li> <li>・目標はできるだけ具体的、明確にして頂ければと思います。社会的に期待されている分野であり、成果をあげて頂きたい。</li> <li>・今までの研究所の成果を生かす形になっており、成果が期待できる。</li> <li>・計画をより具体的にするように。個人ばく露評価方法の確立に向けた息の長い研究になるので、研究スタッフ等の体制をより充実させて下さい。</li> <li>・使いやすいサンプラーの開発は重要だと思います。ぜひ実現させて下さい。</li> <li>・ゴールは明確だと思いますので、あとは計画を具体化して下さい。</li> <li>・対象物質や職種を早めに選定した方がいいと思います。作業現場の準備・検討が必要。成果が出れば、すぐ現場で役に立つと期待される。</li> <li>・行政への活用法を探ってください。テーマが大きいのでサブテーマに分けた方がいいのではないかと。</li> </ul>		

※ 評価点:5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(概ね妥当である)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

判定	必要な措置・対応
<b>B</b>	サンプラーの開発を目標とするのかどうか、具体的な可能性を慎重に判断し、研究計画を立てて下さい。追跡評価の際の評価軸についても具体的に提案して下さい。

※ 判定:A(研究計画どおり、研究を開始)、B(指摘を踏まえて、研究計画を修正して研究を開始)、D(中止)

## イ. 内部評価結果への対応

目標を明確にという指摘、および対象物質や職種の選定を早めにせよとのご指摘に関してですが、対象物質・作業の選定については、業界団体へのコンタクト、物質使用量統計、許容濃度、物性などの調査などについて費用が発生しない範囲で研究開始前に着手して、対象物質の絞り込みなどを前倒しするようにいたします。また、サンプラー装着の負担軽減については、サンプラー装着方法およびポンプの性能要件に関して指針をつくり公開を目指すというのは明確な目標であると考えております。

研究スタッフの充実をという指摘に関しては、本研究の提案時から今回の評価までの間に人間工学分野の研究者を加えるという変更を行っております。現時点では研究所に在籍する研究員で本プロジェクトの戦力となり且つエフォートを割けるメンバーは網羅しています。仮に研究所に新しく研究員がやってきて、その方の専門次第ではメンバーに加わっていただくことも検討いたします。また、現行の体制では下手にサブテーマに分割せずに実施した方がよいと考えております。

行政への活用法を探れという指摘については、担当者自身が持っているチャンネルの他に研企等のお力を借りながら研究成果の紹介などを積極的に進めたいと考えております。

判定会議で、疑問が出ましたサンプラー開発を目標とするのか否か決めよという点については、サンプラーそのものの新規開発そのものは目標とはいたしません。ポンプや装着法について人間工学的観点も踏まえた推奨する指針を提案することを目標といたします。計画書の研究概要における目標と、方法を修正しました。

### 【修正内容】

目標のうち、「新しい粒子サンプラーの開発」を「新しい粒子サンプラーに必要な条件の提案」に修正しました。方法のうち、「サンプラーの開発(b、c)」を「サンプラーに必要な要素(b、c)」に修正しました。また、追跡評価については、上記指針の普及率等が評価軸となると考えられます。

## (4) 外部評価結果

### ア. 評価点

目標設定	研究計画	研究成果の活用・公表	学術的視点	その他の視点
3.6	3.1	3.6	2.9	3.1

### イ. 評価委員のコメント

(A委員) 化学物質の曝露評価について有用な基礎資料が得られる可能性があるが、妥当性の検証についてはより検討がなされてよいように思う。最終的な目標をより明確にさせていただくと、評価に資する。

(B委員) 実現場のデータを多く収集する予定となっているので、現場に即した成果が期待できる。様々な業種においてデータを蓄積してほしい。きめ細かい指導や規制に行かせると思う。

(C委員) 既に40年間の行われてきて未解決の課題を、同じアプローチで解決しようとすることに疑問があります。高度な室内環境の大気力学モデルなどで、物性と使用状況、職場環境から環境中濃度と個人曝露をシミュレーションできる簡便なソフトを開発することなど考えてみて



ください。あまりに考えなさすぎです。

(D委員) 労働衛生に関する視点を取り入れていただきたい。

(E委員) 化学物質のばく露評価は、化学物質のリスクアセスメントに必要なファクターです。課題は多いですが、短時間で解析でき、被験者に負荷の少ない方法の開発を希望します。

(F委員) 作業環境によって化学物質がどのようなばく露状況にあるのかを把握することもサンプラーの有効利用の観点から必要となるのではと考える。

(G委員) 個人への暴露評価を目指しており重要な研究である。所内の健康研究領域のグループと共同して、バイオモニタリング（血液、唾液、口内粘膜等）にも取り組まれない。装置の開発にも取り組むことが望まれる。

(H委員) サンプラーの開発を主とする研究で、実用的には期待できる。

(I委員) 研究計画が適切に記述されており、説明用の PPT 資料もとても理解しやすいものになっていると思いました。ありがとうございました。特に、サンプラーの計量化では、想定したものと異なる状況が生じた場合、どのように対応していくのか、についても事前にある程度検討して頂くことが有益であると感じました。

(J委員) シミュレーションを行うことはできるか。個人サンプラーでそのように多くの物質を分析しなくてはならないのだろうか。

(K委員) 化学物質のリスクアセスメントが義務化となり、個人ばく露測定の重要性が高くなるのが考えられるので、時節を得た研究と考える。個人ばく露測定でサンプラーを作業者に着用させる場合、作業員への負担が問題になるので、人間工学的な面からの検討を加えるのはよい着眼点だと考える。ただし、3枚目のスライドの A)の課題に関する研究内容が粒子状物質の標準資料作成が中心であり、ガス状物質など多数の化学物質の分析法の開発の課題としては弱いように思われる。アクティブサンプリング、パッシブサンプリングだけではなく、簡易測定法として、たとえば、リアルタイムモニターの活用法などを加えてはどうか。

(L委員) サンプラー装着負担の定量的評価においては、作業の種類によって適切な装着法が異なることも考えられるので、きめ細かな取り組みを期待したい。

(M委員) これまでの本研究所の研究成果を生かした上で、より現場で活用できる成果物を出していただきたい。作業員個人サンプラーの活用などに着目しているという点は良い。具体的な成果が出るように研究を進めていただきたい。

(N委員) 個人の曝露測定が重要な課題であることは、よく理解できる。内部評価者の評価にあるように、計画を具体的にしほり確実な成果に結びつけて戴きたい。

#### ウ. 外部評価委員の指摘に対する措置・対応等

研究計画に貴重なご助言をいただきありがとうございました。各委員のご指摘事項について以下のような対応を考えております。

(A委員、M委員、N委員) 最終的な目標をより明確に、また、計画を具体的にしほり、確実な成果を、との指摘についてですが、外部評価委員会後も研究計画をより具体化し、粒子状物質については、圧損の少ないフィルター使用による小型ポンプ使用の可否ならびに、大流量捕集による捕集時間短縮の可否について明らかにすること；蒸気状物質については、物性値と許容濃度から目的とする濃度測定範囲を明らかにすることで熱脱着法およびパッシブサンプラーの使用の適否を整理することを大まかな目標に置いた上で、計画の精査を行っております。

(B 委員、D 委員、F 委員) 実験室内での知見にとどまらず先生方の現場での実態も加味しながら研究を遂行して行きたいと考えております。

(C 委員、J 委員) シミュレーションやコントロールバンディングをまず活用するのは私たちも必要と思います。特に労働環境中の有害物質の挙動に関するシミュレーション技術の向上については、当研究所も積極的に関わっていく必要はあろうかと思えます。一方で、近年いくつかの産業中毒に関わる労働災害事案があり、私たちも実際の調査に赴きました。その経験上、想定外の場所におけるばく露に遭遇しました。気流や熱源の存在に加え、効率化で一人の作業者が短時間で複数の作業を行うような状況では、どうしても高頻度で測定を実施しなければばく露リスクを把握しきれないという現実があります。より負担の少ない測定手法があれば、きめ細かいばく露測定が可能になると考え、負担を軽減した個人ばく露測定法を提供するという研究もシミュレーション技術と同様に重要であり、かつナショナルセンターである当研究所が実施すべき課題だと考えています。

(E 委員、H 委員、I 委員) 本研究に期待していただきましてありがとうございます。ご期待に添えるように鋭意研究をすすめ、ご指摘の通り研究のための研究ではなく実務で使える成果を目指したいと考えております。

(G 委員) 生物系の研究者がいる当研究所の強みを生かして、バイオロジカルモニタリングとばく露評価を両面から研究すべきだというご指摘について、私たちもばく露リスクマネジメント手法の最終形としてばく露濃度測定とバイオロジカルモニタリングのベストミックスの形を目指すことは重要だと考えおります。ばく露測定は欧米で歴史ある既に確立された手法ではありますが、例えばいわゆるカイゼン活動や QC 活動と呼ばれるものが盛んで日々、労働者の作業内容がアップデートされる日本の製造現場においては、欧米型の個人ばく露評価手法は現場に追いついていない面があるのではないかという問題意識を、現場を見た上で持っております。従いまして、本プロジェクトでは、我が国の作業態様に対応したばく露評価技術の足場を固めることとし、次の段階としてバイオロジカルモニタリングとの関連についても研究したいと考えております。

(K 委員) リアルタイムモニターの活用という貴重なご意見をいただきありがとうございます。確かに粉じん計や VOC センサーの活用は非常に有用だと考えております。ただ、これらについては、既に先行研究がある程度あること。多数の化学物質が混在する現場においては、これらの機器のみで管理できる場所は限定的であろうと予測される点から、本研究では、物質の分析操作を伴うばく露測定を行う場合の問題解決に資する方向に研究の重点を置きたいと考えております。従って、本研究プロジェクトにおいてはリアルタイムモニターについては補助的な使用にとどまるかと考えております。

(L 委員) 作業によって人間工学的対策の最適解が異なるだろうとの御指摘については私たちも問題意識として持っております。そこで、個人ばく露測定の頻度が高いと予想される作業として、まず溶接と塗装を念頭に作業者に実際の作業と同じ動きをしていただくことを考えております。

## 2.6 防護服着用作業における暑熱負担等の軽減策に関する研究 (平成28年度～平成30年度)

### (1) 研究概要

#### ア. 背景 (主要文献、行政的・社会的ニーズ、災防計画との関連性など)

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

#### イ. 目標

①熱中症予防につながる防護服着用作業時の暑熱負担軽減策を提案すること、②防護服や保護具の着用に伴う作業時の身体的負担や疲労を評価すること、以上を目標とし、本プロジェクトの成果として将来的に「防護服着用作業における安全衛生ガイダンス」の提案を目指す。研究期間の終了後に、暑熱負担の軽減策については現場での応用実績を積むこと、身体的負担と疲労については実態に基づく対策の考案に関する研究に結び付けることを成果として評価を受ける。

#### ウ. 方法

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

#### エ. 研究の特色・独創性

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

#### オ. 他の研究機関との研究の重複について

無

(CiNii および科研費データベースによる検索)

### (2) 研究計画と進捗状況

#### ア. 研究全体の計画

##### (1) 平成28年度

予め検証済みの作業前冷却の手法と数点の冷却製品の組み合わせについて、前期の間に被験者実験を実施し、データ解析を行う。後期に翌年度に実施する現場への導入方法について原発

復旧作業の現場担当者と打合せを行う。導入による効果検証と併せて実施する身体的負担や疲労に関する調査について、研究倫理審査の申請手続きを行う。

#### (2) 平成 29 年度

考案した暑熱負担の軽減対策を原発復旧作業の現場へ導入し、その実用性や効果性に関するアンケート調査やヒヤリングを実施する。夏季における初期（7 月）と後期（9 月）にそれぞれ 2 週間程度の期間で実施する。50 名程度の作業者を対象とする。一方で、防護服着用作業に伴う身体的負担や疲労に関するアンケート（ヒヤリハット事例、疲労部位しらべ、自覚症しらべなど）も原発復旧現場の作業者に実施する。夏季および冬季に 100 名程度の対象者を予定している。

#### (3) 平成 30 年度

前年度と同様の調査を実施する。暑熱負担の軽減対策については追加で 50 名を予定している。前年度の調査から改善点が見られたか、また装置に関する不具合についてメーカーとの調整を行う。一部の作業者および作業内容については、ウェアラブルセンサによる生体モニタリングを実施する。身体的負担や疲労に関する調査は追加で 100 名を予定している。管理者へのヒヤリングも実施する。2 年間の成果をまとめ、暑熱負担の軽減対策についてはガイダンスの草案を作成する。

### イ. 年度ごとの研究費予算要求額

1 年目	8,608 千円
2 年目	7,000 千円
3 年目	4,000 千円

### ウ. 期待される研究成果

国内外での学会における成果発表や学術雑誌への投稿を行う。本プロジェクトの成果として将来的に「防護服着用作業における安全衛生ガイダンス」を提案する。暑熱負担の軽減対策については、職場の熱中症予防に関する本省からの通達に反映されることや、12 次防（次期を含む）の重点課題への対応として成果の還元を目標とする。また WHO の Collaborating Centre として指定された熱中症対策の課題としても成果公表を予定している。

### (3) 内部評価結果

#### ア. 評価結果及び判定

評価実施日：平成 27 年 10 月 1 日

評価項目	評価内容	評価
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っては中期計画との整合性がとれているか。	3.4
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。適切な費用対効果が認められるか。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、大学等との無駄な重複がないか。	3.0
研究成果の活用・公表	労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、特許・実用新案等に反映させる等、得られた研究成果を社会へ還元する計画又は可能性があるか。学術誌、研究所刊行物、国内外の学術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。	3.5
学術的視点	独創性、新規性があるか。学術的に意義のある研究成果が得られる可能性があるか。	3.4
その他の視点	上記以外の評価内容（学際的視点、研究テーマのチャレンジ性、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など）について評価する。	3.4
<p>評価者のコメント（主なもののみ）            (サブテーマ1)            一定の成果は期待できる。重要な研究。成果のできるだけ早い公表を望みます。アウトカムが期待される研究テーマで成果を出して頂きたい。実際に作業をする方々の意見をよく聞いて、より実用性のある成果物として頂きたい。福島第一原発でどの作業を対象とするのか事前に十分にチェックしてください。目的上、外気を取り入れにくい防護服で、送風により温度を下げる工夫を実現させて下さい。これまでの成果を生かした上での妥当な展開だと思います。3年間の研究計画をより具体的に詳しく説明して下さい。実地にすぐに寄与できると期待される。もし効果があったら、空冷・水冷装置の不具合時の対応策も検討して下さい。適用範囲を明確にして下さい。労働現場ニーズが高いテーマである。効果の高い軽減策を見いだすことを期待する。</p> <p>(サブテーマ2)            問題を絞らないと有効な成果は出ないのではないかと。大変重要なテーマと思います。できるだけ早めに具体的改善策の提案をお願いします。対策のイメージを考慮しておく必要あり。顕著な成果を出すことは難しいと思われるが、必要な研究である。最後の実験とまとめを考えると、もう少し早めに研究計画を立てて下さい。実現可能かどうかを別にすれば、身体的負担の状況を明らかにすることは意義あると思う。エフォートからみると他に優先する課題があるのかもしれないが、スタートを前倒しできないでしょうか。調査対象、調査内容、対策を具体的に詳しく説明して下さい。研究計画がやや観念的になっていて、できればもう少し具体性が欲しい。何をどう改善するのかイメージがわからない。現場調査の時間が長すぎる。研究対象の絞り込みが必要である。</p> <p>(サブテーマ3)            疲労度をどのように測定するか十分に検討しておいて下さい。ヒヤリハットデータなども参照にしてもよいかもしれない。チャレンジングな研究として評価する。地味な研究内容であるが、結果がどうなっても学術的意義は高く、結果によっては対策につながるものと考えられる。単に疲労感を調査するだけではなく、作業のパフォーマンスや不安全行動などでも調査できるとよいのですが。現場の健康管理部門スタッフと連携して研究を進めて下さい。疲労蓄積の「客観的」データをとることは可能なのでしょうか。疲労、疲労蓄積の測定方法を具体的に説明して下さい。どういう調査方法をとればよい結果がでそうか、もう少し詰めて下さい。疲労度の評価の定量性を確保すべき。労働衛生にすぐに役立たないかもしれないが、重要な基礎データが得られる可能性がある。暑熱負担と身体的負担と疲労の関連を見い出すことは困難が予想されるが、可能な限り多様なデータを集めることが望まれる。</p> <p>審査時の評価者のコメント            研究計画をもう少し具体的に提示して下さい。2年目以降の実験計画については、外部評価では明示した方がよい。実現可能と思われる。枠組みが整理されたと思いますので、現場調査の内容を詰めていって下さい。計画がコンパクトに変更され、実行性が高くなった感じである。サブテーマを1つにまとめたのはすっきりしてよい。研究計画は前回より具体的になった。より現実的な計画となった。(実施可)</p>		

※ 評価点:5点(優れている)、4点(やや優れている)、3点(概ね妥当である)、2点(やや劣っている)、1点(劣っている)

判定	必要な措置・対応
C	サブテーマ2は研究のアウトプットが不明瞭であり、調査フィールドの確保など、その実現性に疑問があります。従って、サブテーマとして立てるのではなく、他のサブテーマに含めるような研究計画に見直して下さい。その上で再審査します。追跡評価の際の評価軸についても具体的に提案して下さい。

※ 判定:A(研究計画どおり、研究を開始)、B(指摘を踏まえて、研究計画を修正して研究を開始)、D(中止)

再評価実施日：平成 27 年 10 月 21 日

判定	必要な措置・対応
B	2 年目以降に実施する現場調査に係る計画は具体的なものを作成し、外部評価にて提示して下さい。疲労に関する研究では所内の共同研究者を増やすことも検討して下さい。

※ 判定:A(研究計画どおり、研究を開始)、B(指摘を踏まえて、研究計画を修正して研究を開始)、D(中止)

## イ. 内部評価結果への対応

### ◆研究全体の見直し

サブテーマ 2 および 3 については、サブテーマ 1 の調査フィールドに含まれる部分もあることから、サブテーマを設けない計画としました。また、追跡評価の際の評価軸として、研究期間の終了後に、暑熱負担の軽減策については現場での応用実績を積むこと、身体的負担と疲労については実態に基づく対策の考案に関する研究に結び付けることを成果として評価を受けることとしました。

### ◆サブテーマ 1 について

3 年間の計画をより具体的にするとともに 2 年目および 3 年目の計画を改訂しました。また、冷却装置の不具合時の対応策として、メーカーと直接調整する機会を設けることや、改良を加えた試作品のテストを定期的に行うことをあらたに計画に入れました。適応範囲を明確に、との指摘に対して、作業内容について調査の際に確認し、作業強度や時間を明らかにすることとしました。

### ◆サブテーマ 2 について

「問題を絞り有効な成果に」、「研究対象の絞り込みが必要」との指摘に対して、原発復旧作業の現場を対象とし、具体的な対策の考案については、研究期間終了後に課題を立てて取り組む計画としました。「改善のイメージがわからない」とのご指摘については、現状では手さぐりで進めるしかない段階なので、調査をもとに実態を把握した上で対策を考え、研究期間終了後に課題を立てて取り組む計画としました。「実験とまとめを考えるともう少し早めに研究計画を」とのご指摘については、暑熱負担の軽減対策の調査に合わせた形にする必要があるため、調査の開始時期は変えず、対策の実験については、研究期間終了後に課題を立てて取り組む計画としました。また、「調査対象、調査内容、対策を具体的に」とのご指摘に対しては、対象者は原発復旧作業における協力業者の作業員が限られているため、細かな選定は実施できない見込みです。調査内容については全体の計画（2 年目以降）に加えた（ヒヤリハット事例、疲労部位しらべ、自覚症しらべなどとし、対策については本研究期間内には含めない計画としました。また、現場調査の期間が長すぎる、との指摘がありましたので、2 つの異なる季節にそれぞれ 2 週間の実施としました。

#### ◆サブテーマ3について

疲労度の測定について調査方法を具体的にどの指摘について、本研究においては調査対象が原発復旧作業であり、疲労度や疲労蓄積に関する詳細な調査を実施できる見込みは薄く、当初の目的遂行には別途課題をたてて実施する方が実現可能性は高いと考え、計画を変更しました。したがって、サブテーマは設けず、暑熱負担の軽減対策を現場導入する際の調査で、疲労に関するアンケート（自覚症しらべなど）を実施する計画にしました。

#### ◆再評価のコメントについて

2年目以降の計画について、暑熱負担に関する調査と身体的負担および疲労に関する調査に分け、対象者数を明記しました。また疲労に関する共同研究者については、これまでの疲労調査の内容についてはアドバイスを受けていましたが、引き続き協力を求め共同研究者に加わることが可能か調整することとしました。

### (4) 外部評価結果

#### ア. 評価点

目標設定	研究計画	研究成果の活用・公表	学術的視点	その他の視点
3.4	2.8	3.4	3.0	3.1

#### イ. 評価委員のコメント

(A委員) 暑熱対策は重要な課題だと思います。本研究については、より具体的な研究計画を示していただきたい。対照を伴う比較研究を基にした効果評価を行っていただくことを希望します。

(B委員) 防護服内の換気や冷却を簡便に行う方法が見つけられれば、新規性が期待できる。消防分野の防火衣（防火服）でも、隊員の熱中症対策を研究しているので、参考になる情報があるかもしれない。

(C委員) 企業と共同開発して、高齢者の熱中症の予防などにつなげてほしい。

(D委員) 現場への活用（実用化）をすすめていただきたい。本テーマはもう長い間研究が行われている。

(E委員) 東日本大震災以来、防護服着用作業が増えているので研究結果を新しい防護服開発に生かせるよう期待します。

(F委員) 対象を原発復旧作業に限定し、研究成果が得られた後、適用現場を拡大することを考えた方が良い。暑熱対策用のベストは新たに開発するのか、あるいは既存のものから最適のものを選ぶのが不明。

(G委員) 社会的に重要な問題と取り組んでいる。防護服をどのようなデザインにするか、多方面との共同研究を進めることが望まれる。

(H委員) ニーズがあり、具体的成果ができれば、社会貢献が期待できる。

(I委員) 大変社会的有用性の高いテーマの設定と挑戦、ありがとうございます。本テーマに関連して、全面マスクの改良検討も必要であるように思いますが、今回の研究の対象外でしょうか。本研究の成果によって、原発労働者の方々等が、快適に安心して作業に従事できるようになることを心から願っております。どうか宜しく申し上げます。

(J委員) 冷却については様々な製品が出てきている。放射線防護は重要であるので、実現性のある計画を立ててほしい。

(K委員) 3年目は、2年目と研究の内容は同じで、単にデータ数を増やすだけの印象を受ける(スライドの10枚目)。そうであれば、研究自体は2年でも可能ではないか。この研究が3年間必要というのであれば、その根拠をしっかりと示してほしい。

(L委員) 暑熱負担の意味する範囲にやや曖昧なところがあると思えるので、用語の定義を明確にしておいていただきたい。身体的な影響からの回復の過程、休憩、再事前冷却の実施などの効果についても検討するとより総合的な対策の立案につながると思われる。

(M委員) ウェラブルセンサーを用いた防護服ができるのは作業者に有益である。防護服の用途が幅広いため、実現は可能なのか。身体的負担の評価が幅広いが、対応は可能なのか。評価は自覚症状などの主観的な評価のみで大丈夫かなどの疑問もあるので、評価方法を明確にしておいていただきたい。

(N委員) 研究テーマは、労働現場のニーズに適う重要なテーマだと思われる。しかし内部評価者のコメントにあるように、研究方法および疲労度測定の客観性および一般化が図られないと、将来的に社会的有用な知見が得られないままに終わってしまう危惧がある。この点に十分ご留意戴きたいと希望する。

#### ウ. 外部評価委員の指摘に対する措置・対応等

本研究に関しましてご指摘・評価いただき感謝申し上げます。委員の先生方からは、暑熱対策および防護服着用作業の対策に関する課題の重要性や社会貢献においては、おおむね肯定的な評価をいただいたと考えております。しかしながら研究計画の一部に具体性や客観性に欠ける部分があるところのご指摘がありましたので、下記にご説明いたします。

暑熱対策の評価に関しまして、対照を伴う評価となるよう、現場での調査においては対策を行う日と行わない日を同一被験者で実施し検討いたします(A委員)。また身体的負担や疲労度の測定評価につきましては(M委員、N委員)、現場調査で実施可能な評価に限界があるため、詳しい評価に関しては別途実験室での検討を設けることを考えております。暑熱負担として測定する項目につきましては多々ありますが、優先して評価すべき項目を順位づけし、達成度をわかりやすくしたいと考えております(L委員)。また、作業後や休憩時の身体冷却につきましては(L委員)、先行研究が多くあり、その適用を実施することが考えられます。しかしながら、本調査における現場では、休憩時間が比較的長くとられており、一般化しにくいのが実情です。今後の研究課題において、15~30分程度の休憩時間で次の作業へ効果的に身体冷却ができる取組みを現場調査で検討したいと存じます。現場調査を2年間同じ内容で計画しておりますが(K委員)、年による暑さの違いやフィールド測定に伴う困難さが想定され、また多岐にわたる作業内容や作業員の調査を実施したいと考え設定しております。

身体冷却を行う製品に関するご指摘につきまして(B委員、C委員、E委員、F委員、G委員、I委員、J委員)、本研究におきましては既存の製品を使用する予定でおります(F委員)。2つの製品につきまして、それぞれのメーカーの担当者との打合せを行っており、実験および調査を重ねながら防護服作業に適した改良を進める予定でおります。この点におきましても、現場調査を2年間実施する計画の所以です。現場で使用することが本研究の強みであり、実用化や適用現場の拡大を推し進める成果が得られる可能性は高いと考えております(D委員、F委員、H委員)。研究期間内には、既存の製品を既存の防護服に適応する形となりますが、負担の大きい全面マス



クの改良（I 委員）や新しい防護服開発（E 委員）を将来的に実施できるよう多方面の専門家や現場作業員の意見を収集し、次のプロジェクトに生かしたいと存じます（C 委員、G 委員）。

### 3 内部評価の客観性・公正性

終了評価4課題及び事前評価6課題については、それぞれの研究内容の概要と併せて、各課題に対する内部評価の結果も示した。これは、本外部評価委員会に先立って、理事長・理事・研究領域長らによって内部にて当該課題に対して実施された内部評価の結果であり、委員には、各課題の研究内容の評価に併行して、これらの客観性や公正性についても新しい外部評価規程に基づいて評価いただいた。その結果を以下に示す。

評価区分	研究課題名	評価点
終了-1	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	3.4
終了-2	建設機械の転倒及び接触災害の防止に関する研究	3.5
終了-3	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	3.5
終了-4	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空气中粒子状物質の捕集・分析方法の研究	3.3
事前-1	数値解析を活用した破損事故解析の高度化に関する研究	3.3
事前-2	山岳及びシールドトンネル建設工事中の労働災害の防止に関する研究	3.4
事前-3	テールゲートリフターからの転落防止設備の開発と検証	3.4
事前-4	諸外国における労働安全衛生に関する施策や規制の動向調査と展開の検討	3.2
事前-5	化学物質のばく露評価への個人ばく露測定の実用に関する研究	3.4
事前-6	防護服着用作業における暑熱負担等の軽減策に関する研究	3.6

上記の点数評価に加え、委員には内部評価結果に対するコメントも求めた。いただいた御意見の多くは、これらの内部評価の結果が客観的かつ公正なもので、内部で適切な研究評価が実施されていることを評した内容であり、また、内部評価での議論を通じて研究課題の内容が改善されたことを賛するものもあったが、一部には、内部評価での議論の不足や不備を指摘する御意見・御助言もあった。これらの指摘事項を、その要旨をまとめる形で以下に示す。

- 終了-1「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」について、評価は概ね適切との評価であったが、疫学調査の観点からの指摘不足や定量的な評価の必要性、及び資料作成上の不備について指摘があった。
- 終了-2「建設機械の転倒及び接触災害の防止に関する研究」について、評価は概ね適切との評価であった。また、研究実施期間中においても、継続的に災害発生状況の調査等を行うことが研究成果の有効性・説得性を向上させることを指導すべきとの指摘があった。
- 終了-3「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」について、研究成果を現場に普及させることの明確なアドバイスと国際ワークショップを開催していることの評価

が必要であると指摘があった。

- 終了-4「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空気中粒子状物質の捕集・分析方法の研究」について、目標達成度の低さに対して内部評価では高く評価されている点についての指摘があった。また、研究方法・計画について指導の必要性に関する指摘があった。
- 事前-1「数値解析を活用した破損事故解析の高度化に関する研究」について、研究経費に関する検討が不十分であることの評価が必要であるとの指摘があった。
- 事前-2「山岳及びシールドトンネル建設工事中の労働災害の防止に関する研究」について、評価は概ね適切との評価であった。一方、研究を安全に遂行するための指導が必要との指摘があった。
- 事前-3「テールゲートリフターからの転落防止設備の開発と検証」について、評価は概ね適切との評価であった。一方、海外研究者との交流や海外での研究発表を奨励すべきであること、研究方法のより具体的な記述を求めらるべきであるとの指摘があった。
- 事前-4「諸外国における労働安全衛生に関する施策や規制の動向調査と展開の検討」について、評価は概ね適切との評価であった。一方、内部評価会議の指摘事項を外部評価委員会でのプレゼンテーションに反映させるべきとの指摘があった。
- 事前-5「化学物質のばく露評価への個人ばく露測定の活用に関する研究」について、評価は概ね適切との評価であった。他の研究グループとの共同研究の実施についても提案された。
- 事前-6「防護服着用作業における暑熱負担等の軽減策に関する研究」について、評価は概ね適切との評価であった。一方、本研究課題について、2度の内部評価を2回実施したことに対して評価する意見と、さらに研究計画と研究目的を明確にさせるべきとの指摘とがあった。

以上の事項については、該当する研究課題だけでなく当研究所で実施しているすべての研究課題に対しても、反省すべき点として考慮に入れ、より一層、調査研究の質の向上に努めていく所存です。特に、進捗状況が芳しくない研究課題については、内部評価において、より早い段階での研究計画の修正を行う等、研究人員や予算等の研究資源の最適な措置を目指していきます。

## Ⅶ 総合討論

終了評価 4 課題及び事前評価 6 課題に対する個別の研究評価の後、これまでの研究成果の発表や質疑応答を踏まえて、出席された委員の皆様で総合討論を行っていただいた。総合討論の中で、労働安全衛生総合研究所が実施している研究課題、あるいは、当研究所の研究計画の策定や研究に取り組む姿勢に対して貴重な御指摘・御助言をいただいた。それらの要旨を以下にまとめて示す。

- 細やかで素晴らしい研究を為されていることに対して大変感銘を受けた。今後は、このような研究をどのような形で社会的な提言とし、あるいは何らかの点で貢献していくかということが極めて重要であるということを改めて感じた。
- 密接な研究内容が多かった。今後も現場で活用できる成果を出して頂き、少しでも安全な労働環境が作れるような努力をして頂きたい。
- 新規計画については、様々なアイデアが盛り込まれ、計画されているが、対象となっている現場の状況をしっかりと把握し、ムダな点や見落とししている点などについて、研究を開始する前に再考して欲しい。
- 終了評価の方は大変良かったが、新規計画については曖昧な点が多かった。研究を進めながら問題がより明確になるということもあるかと思うので、良い研究にして欲しい。
- 終了評価では、実際に法令やガイドラインに反映されていたり、特許を取得されていたりと成果が出ている。事前評価では、それぞれの課題の着眼点が現実的で、今、必要とされている研究内容であると感じた。今後は、是非、現場のニーズをしっかりと把握して頂きながら、現場にフィードバックできるような、現場で使えるようなところまで落とし込んで頂きたい。また今後、女性労働者も増えてきますので、女性のための規格作りなどの人間工学の観点、化学物質の許容濃度の観点など女性からのという視点も含めて頂きたい。
- 工学系の終了評価課題はミッションがはっきりしている。必要とされる規格の制定や要求事項が明確であり、他でやっているところもなく、研究所の目的を改めて理解した。一方、衛生系は苦勞している。コホートができなかったのは残念である。死亡統計を見ればわかるということで、ある意味常識的なところであるが、分析についてももう少し粘りが欲しかった。事前評価課題についても、工学系はミッションがはっきりとしている。衛生分野では、どうしても経済成長に左右される。事業展開していくためには、女性のための課題、産業と企業活動などが調和するように進めていくことが、今後の衛生系の大きなミッションである。
- 成果について、実務的なメッセージは重要であるが、学術的なアウトプットを増やすという目的で、研究成果を上げることが重要である。国際誌への投稿を含め、大変価値ある研究を為されており、その成果を文章にすることということは、その段階でまた研究計画が研ぎ澄まされるので、さらに具体的に研究計画に盛り込み、成果を海外へ出して頂きたい。

- 終了評価課題では、墜落防止、建設現場で高齢の方々が働いているとか、あるいは事前評価課題では、諸外国での日本企業の労働安全、あるいは国内の建設現場で働く日本人以外の労働者など、労働環境が変わってくると感じた。それに対応して、研究所のテーマやミッションが変わっていくことはしかるべきであり、そこで新しい発見があり、また、所内にはいろんな専門家がいるので、化学系の研究員や生物系の研究員、コンピューターを使われる研究員などでの共同研究を上手く進めていけば、他にはないユニークな研究になるだろう。
- 防護服の話に関して私が知っている分野では、細胞を作る工場で主に女性が働いている、防じん服等を着て、長時間働いているなど、そういうところで様々な問題が生じている。労働力環境が変わっているのではないかと思います。
- 発表時間をもっと多く取った方が良い。研究者が 10 分の制限時間で発表することはかなり難しい。質疑も詳しく聞く時間がもう少しあった方が良いのではないかな。
- 終了課題報告が 4 件あったが、研究はこれからも継続して行くと思うので、終了報告では、特に「ここまでは終わったが、どこまで実施でき、どこが残っている。今後はどうするか」などについて、もっと明確に説明して欲しい。
- 安衛研の研究の特徴は得られた成果を今後の実際の現場に向けたガイドラインなどで示していくことが多い。これらは周囲からも要求されてきたことであるが、別の観点では、このような基礎研究をしているところは国内では他にないので、安衛研にしかできない研究をやってほしい。実用に偏らない形で見ていただき、基礎研究をやっていただきたい。
- これからの労働安全はグローバルとの関係で議論されていくものである。日本学術会議では「これからの日本の安全目標をどう考えていくか」といったことなどが議論されているが、これらは現場でも困っているテーマであり、安衛研でもしっかりと議論して欲しい。また海外との連携によるワークショップを開催するなどして、日本と欧米との関係でも議論して欲しい。
- 安衛研には広い敷地の中に多くの設備があり、人員を抱えて研究を行っているが、研究員だけでなく、大学からの研究生としての人員派遣など、大学や企業との共同研究を大きく展開して頂き、大きな旗振りをしてほしい。旗さえ降ってもらえれば、企業も胸襟を開いて行ってもらえると思う。

当研究所では、これらの御意見を真摯に受け止め、プロジェクト研究のみならず基盤的研究や受託研究など他の研究形態との協調にも配慮しつつ、内部評価などの場面を通じて今後の研究課題の計画策定や進捗管理に反映することで、研究所としての責務を果たしていく所存です。

## 付 録

### 独立行政法人労働安全衛生総合研究所内部評価規程

(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推進及び効率化を図り、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、内部評価委員会(以下「委員会」という。)を設置し、内部評価を行う。

- 2 内部評価は、「国の研究開発評価に関する大綱的指針」(平成24年12月6日内閣総理大臣決定)の基本的考え方を尊重して行うものとする。

(内部評価委員会)

第2条 委員会は、研究所の理事長(以下「理事長」という。)、理事、研究企画調整部長・首席研究員、労働災害調査分析センター長、国際情報・研究振興センター長、過労死等調査研究センター長、研究領域長及び研究グループ部長・首席研究員で構成し、理事長を委員長とする。

- 2 委員長は、必要に応じて臨時委員を選定する。
- 3 委員会は、研究課題の評価(以下「課題評価」という。)及び研究職員の業績評価(以下「個人業績評価」という。)を行う。
- 4 委員会は、課題評価を原則として年度中間又は年度末に行い、個人業績評価を原則として年度末に行う。

(研究課題の評価)

第3条 課題評価は、次に掲げる研究・調査をその対象とする。ただし、委員長が必要と認めた場合は、これ以外の研究・調査も対象とできる。

- 一 プロジェクト研究
- 二 基盤的研究

- 2 課題評価は、それぞれ次に掲げる評価を行うことにより、これを実施する。

- 一 事前評価 研究の開始前に、その計画について行う評価をいう。
- 二 中間評価 研究期間中に、その時点での成果、進捗状況及び今後の計画について行う評価をいう。
- 三 終了評価 研究の終了前に、見込まれる成果、進捗状況及び今後の計画について行う評価をいう。
- 四 追跡評価 原則としてプロジェクト研究を対象に、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行う評価をいう。当該研究課題等の特性に基づき、アウトカム、社会経済的波及効果の状況を適宜把握し、必要に応じて実施するものとする。

- 3 プロジェクト研究課題の評価は、それぞれ次に掲げる時期に実施する。ただし、委員長が必要と認めた場合は、他の時期にも実施できる。

- 一 事前評価 研究を開始する前年度の第3四半期及び第4四半期。
- 二 中間評価 外部評価の対象となる年度は第3四半期及び第4四半期。その他の年度(最終年度を除く)は第4四半期。

- 三 終了評価 最終年度の第3四半期。
- 四 追跡評価 研究終了後3年から5年を目途に、委員長が定めた時期。
- 4 基盤的研究課題の評価は、それぞれ次に掲げる時期に実施する。ただし、委員長が必要と認めた場合は、他の時期にも実施できる。
  - 一 事前評価 研究を開始する前年度の第4四半期。
  - 二 中間評価 最終年度を除く毎年度第4四半期。ただし、研究期間が1年間以下の研究課題については実施しない。
  - 三 終了評価 最終年度の第4四半期。

(研究職員の業績の評価)

第4条 研究職員の業績の評価は、研究業績、対外貢献及び所内貢献を個人別に行う。

(評価基準)

第5条 課題評価及び個人業績評価に関する評価基準は、別表のとおりとする。

- 2 課題評価において、委員長が特に必要と認めた場合、対象となる研究課題の内容に応じて、評価する評価項目を研究課題ごとに別途設定することができる。

(評価結果の公表)

第6条 課題評価結果は当該研究代表者に、また研究職員の業績の評価結果は当該研究職員に通知する。

- 2 研究代表者又は研究職員が前項の評価結果に異議のある場合、研究企画調整部の部長又は首席を通じて委員長に対して申し立てができる。

(評価結果の活用)

第7条 研究所は、評価結果を踏まえて、適切な研究の管理・運営及び資源配分を行い、研究環境等の改善を図ることにより、研究内容の充実及び研究所運営の効率化を進める。

(事務局)

第8条 委員会の事務局は、研究企画調整部におく。

(補則)

第9条 この規程に定めるもののほか、内部評価に関する事項は、必要に応じて理事長が定める。

附則

この規程は、平成 19 年 12 月 20 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

- 1 この規程は、平成 24 年 1 月 20 日から施行する。
- 2 この規程の施行後3年以内に、施行の状況を勘案し、必要があると認めるときは、検討を加え、その結果に基づき必要な措置を講じるものとする。

附則

この規程は、平成 25 年 8 月 8 日から施行する。

附則

この規程は、平成 27 年 9 月 4 日から施行する。



(別表第1)

I.研究課題に係る評価の基準

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(概ね妥当である)、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。適切な費用対効果が認められるか。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、大学等との無駄な重複がないか。
3 研究成果の活用・公表	労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、特許・実用新案等に反映させる等、得られた研究成果を社会へ還元する計画又は可能性があるか。学術誌、研究所刊行物、国内外の学術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研究成果が得られる可能性があるか。
5 その他の視点	上記 1～4 以外の評価内容(学際的視点、研究テーマのチャレンジ性、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など)について評価する。

事前評価の判定

判定	A. 研究計画どおり、研究を開始 B. 指摘を踏まえて、研究計画を修正して研究を開始 C. 研究計画を見直して再審査 D. 中止
----	---

2 中間評価

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(概ね妥当である)、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 研究の進捗及び今後の計画	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。今後の計画は妥当か。
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研究成果が得られ、労

	働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、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、国内外の学術会議での公表、研究所のホームページ等情報メディアによる公表が適切に行われているか。
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、学術的に意義のある研究成果が得られているか、又はその可能性はあるか。
5 その他の視点	上記 1～4 以外の評価内容(学際的視点、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など)について評価する。

### 中間評価の判定

判定	A. 研究計画どおり、研究を継続 B. 指摘を踏まえて、研究計画を修正して研究を継続 C. 研究計画を見直して再審査 D. 中止
----	---

### 3 終了評価

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(概ね妥当である)、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たか、又は研究期間内に達成されるか。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研究成果が得られ、労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン、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、国内外の学術会議での公表、研究所のホームページ等情報メディアによる公表が適切に行われているか。
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、学術的に意義のある研究成果が得られているか。
5 その他の視点	上記 1～4 以外の評価内容(得られた研究成果の発展性・継続性、学際的視点、期待されるアウトカム、社会経済的波及効果など)について評価する。

### 終了評価の判定

判定	A. 研究計画どおり、研究を終了 B. 指摘を踏まえて、研究計画を修正して研究を終了 C. 研究計画を見直して再審査 D. 中止
----	---

なお、終了評価の結果は、当該研究課題を担当した研究員の次の研究課題の開始前の評価に活用する。

#### 4 追跡評価

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(概ね妥当である)、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 アウトプット	研究の直接の成果(アウトプット)として発表された論文等の質及び量は、目標どおりに達成されているか。
2 アウトカム	研究の直接の成果(アウトプット)が、労働安全衛生関係法令、行政通達、内外の規格・基準、関係業界団体のガイドライン等の制改定、特許・実用新案の取得、労働安全衛生分野の研究の推進にどの程度反映・寄与したか。また、関係業界団体、企業等が研究の直接の成果(アウトプット)をどの程度利用したか。
3 社会経済的波及効果	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)を通じて、労働災害被災者数の減少、労働災害による労働損失日数の減少、労働現場におけるリスクの減少その他社会経済的効果の増進にどの程度寄与・貢献したと見込めるか。
4 その他の視点	上記 1～3 以外の評価内容(アウトプット、アウトカム及び社会経済的波及効果が費用対効果の観点から見て効率的か、研究テーマの発展性があるかなど)について評価する。

#### 追跡評価結果の活用

活用	<p>A. 今後の研究課題の設定、課題評価手法及び研究管理制度等の見直しに、評価結果を反映させる。</p> <p>B. 現在実施中又は今後実施する予定のプロジェクト研究全般について、評価結果を踏まえ、改善措置を講じる。</p>
----	---

#### II. 研究職員の業績評価の基準

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(概ね標準的なレベル)、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 研究業績	<p>① 論文等(研究所刊行物を含む。)</p> <p>② 労働災害調査等</p> <p>③ 外部研究資金の獲得</p> <p>④ 表彰・称号・学位</p> <p>⑤ 国際研究集会、学術団体における講演等</p> <p>⑥ 特許</p>
2 対外貢献	① 行政貢献(行政委員会、規格制改訂等)

	<p>② 大学・学会貢献(客員又は連携教授／准教授／非常勤講師、学会開催者／役員、専門誌編集委員／査読者等)</p> <p>③ 国際貢献(国際機関への参加等)</p> <p>④ 一般社会への貢献(新聞記事、研修／講演、解説記事等)</p>
3 所内貢献	職制(領域長、研究企画調整部長／首席研究員、センター長、研究 G 部長／首席研究員／室長等)に応じた業務遂行状況、独法業務責任者／担当者、等所内の運営に関する貢献
4 総合評価	1～3 及びそれには該当しない特殊な事情・状況を考慮して研究員の業績を総合的に評価する。

(別表第2)

プロジェクト研究 評価実施時期

プロジェクト研究 評価実施時期

※評価は内部評価及び外部評価にて行う。

例) 実施期間が3年の課題

評価の時期 評価の区分 内部/外部の別、 年度内の時期	研究開始前	1年目	2年目	3年目	終了翌年度		3～5年後
	事前評価	中間評価	中間評価	終了評価	書面に よる事 後報告	SRR の発行	追跡評価 内部評価 (原則、秋)
	内部評価(秋) 外部評価(冬) 内部評価(春)	内部評価(春)	内部評価(秋) 外部評価(冬)	内部評価(秋) 外部評価(冬)			

例) 実施期間が5年の課題(実施期間が5年以上の研究課題については3年目を目途に中間評価を実施する)

評価の時期 評価の区分 内部/外部の別、 年度内の時期	研究開始前	1年目	2年目	3年目	4年目	終了翌年度		3～5年後
	事前評価	中間評価	中間評価	中間評価	中間評価	書面に よる事 後報告	SRR の発行	追跡評価 内部評価 (原則、秋)
	内部評価(秋) 外部評価(冬) 内部評価(春)	内部評価(春)	内部評価(秋) 外部評価(冬) 内部評価(春)	内部評価(春)	内部評価(秋) 外部評価(冬)			

基盤的研究 評価実施時期

※評価は内部評価にて行う。期間が1年以下の課題に対しては中間評価は実施しない。

例) 実施期間が3年の課題

評価の時期 評価の区分 年度内の時期	研究開始前	1年目	2年目	3年目
	事前評価	中間評価	中間評価	終了評価
	内部評価(春)	内部評価(春)	内部評価(春)	内部評価(春)

開催時期の目安

秋：10月  
冬：11月～12月  
春：1月下旬～2月上旬

例) 実施期間が2年の課題

評価の時期 評価の区分 年度内の時期	研究開始前	1年目	2年目
	事前評価	中間評価	終了評価
	内部評価(春)	内部評価(春)	内部評価(春)