

消研輯報

66

平成24年度

[グラビア]

[I 研究業務]

- 消防活動の安全確保のための研究開発
- 危険性物質と危険物施設の安全性向上に関する研究
- 大規模災害時の消防力強化のための情報技術の研究開発
- 多様化する火災に対する安全確保に関する研究

[II 研究発表等]

- 所外研究発表状況
- 一般公開
- 全国消防技術者会議
- 消防防災研究講演会
- 消防防災機器等の開発・改良、消防防災科学論文及び原因調査事例報告に関する消防庁長官表彰
- 研究懇話会
- 調査技術会議

[III 関連業務]

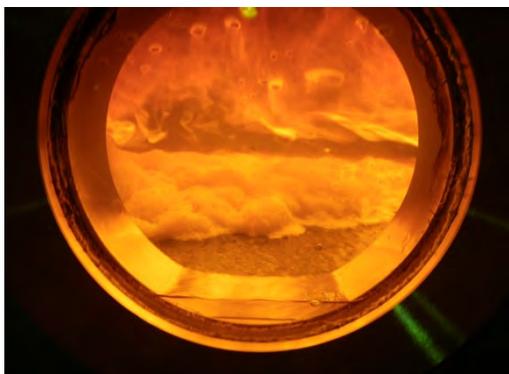
- 研究交流
- 所外講師派遣及び所外委員会等参加状況
- 災害調査等
- 受賞・学位
- 産業財産権
- 視察・見学

[付録]

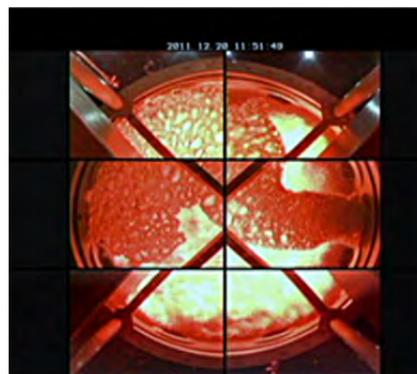
- 研究体制
- 施設設備
- 年表
- 平成24年度刊行物

グラビア写真 I 消防研究センター 平成 24 年度の研究活動より

●フッ素化合物の使用禁止が泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価と対応策に関する研究



タンク横から見た燃焼油面中を泡が被覆している様子



タンク下からの画像



●再生可能エネルギー関連 設備・装置の火災危険性 把握

模擬家屋に太陽光パネル
を設置した実大火災実験

●津波浸水域における消防 活動用車両等の研究

プロトタイプの製作
(救助タイプ)



グラビア写真Ⅱ 消防研究センターの研究発表・啓蒙活動



一般公開
(平成 24 年 4 月)



一般公開
(平成 24 年 4 月)



平成 24 年度消防防災機器等の開発・改良、
消防防災科学論文及び原因調査事例報告
に関する消防庁長官表彰(平成 24 年 10 月)



平成 24 年度消防防災機器等の開発・改良、
消防防災科学論文及び原因調査事例報告
に関する消防庁長官表彰(平成 24 年 10 月)



全国消防技術者会議 (展示発表会場)
(平成 24 年 10 月)



消防防災研究講演会
(平成 25 年 2 月)

グラビア写真Ⅲ 消防研究センターの関連業務



石油コンビナート爆発火災調査
(平成 24 年 4 月)



ホテル火災調査
(平成 24 年 5 月)



トンネル内爆発事故対応
(平成 24 年 5 月)



アクリル酸タンク爆発火災調査
(平成 24 年 9 月)

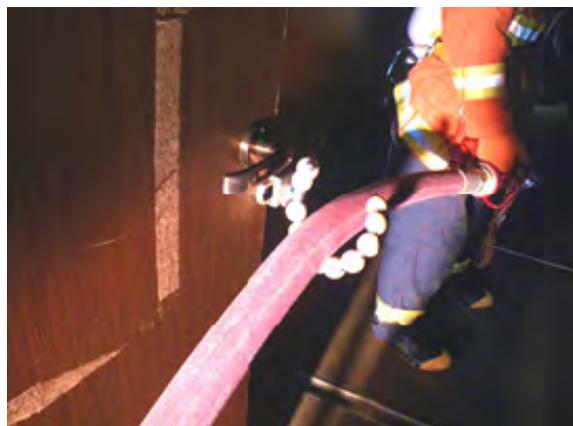


原油タンク浮き屋根沈没事故対応
(平成 24 年 11 月)



グループホーム火災調査
(平成 25 年 2 月)

グラビア写真Ⅳ 消防防災機器等の開発・改良、消防防災科学論文及び原因調査事例報告に関する消防庁長官表彰（平成24年度 入選作品の一部より）



ホースガイドローラーの開発



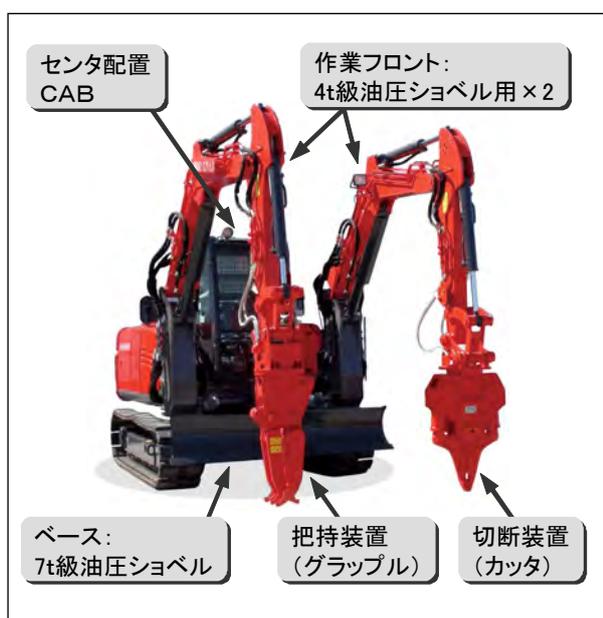
生存者探査を目的とした半円形二重構造マニピュレータの開発



簡易式万能ジャッキの改良



加熱式加湿器から出火した火災の調査報告



双腕仕様機 (ZX70TF-3) の開発



乳幼児救助用縛帯の開発

I 研究業務

(1) 消防活動の安全確保のための研究開発	3	(4) 多様化する火災に対する安全確保に関する研究	27
(2) 危険性物質と危険物施設の安全性向上に関する研究	9		
(3) 大規模災害時の消防力強化のための情報技術の研究開発	21		

※担当者とその所属について：平成 23 年 4 月から平成 25 年 7 月現在に至るまで研究に携わった全員の氏名を記載。所属は平成 25 年 7 月現在のもの。なお、平成 25 年 7 月の時点で在職していない者については、携わった最終時点での所属を、また、特定の期間携わった者については、*1)、*2)、… で期間を示す。

II 研究発表等

1 所外研究発表状況	37	4 消防防災研究講演会	61
(1) 口頭発表	37		
(2) 論文発表	44	5 消防防災機器等の開発・改良、 消防防災科学論文及び原因調査 事例報告に関する消防庁長官表 彰	64
(3) 解説	46		
(4) 所外報告書	50		
2 一般公開	51	6 研究懇話会	250
3 全国消防技術者会議	55	7 調査技術会議	257

III 関連業務

1 研究交流	261	(2) 鑑定・鑑識	284
(1) 派遣	261	(3) その他の技術支援	287
(2) 受け入れ	262		
(3) 共同研究	263	4 受賞・学位	288
2 所外講師派遣及び所外委員会等 参加状況	267	(1) 受賞	288
(1) 所外講師派遣状況	267	(2) 学位	288
(2) 所外委員会、研究会への参加状況	271	5 産業財産権	289
3 災害調査等	280	(1) 特許	289
(1) 災害調査	280	6 視察・見学	290
		(1) 国内	290

(2) 国外	291
--------	-----

付 録

1 研究体制	292	(2) 主な研究施設の概要	300
(1) 組織	292	(3) 主な研究設備・機器の整備状況	301
(2) 予算	293	(4) 図書	302
(3) 定員	294		
(4) 職員	294	3 年表	304
(5) 人事異動	295	(1) 昭和 22 年度～平成 24 年度略年表	304
(6) 委員会	297		
2 施設設備	299	4 平成 24 年度刊行物	307
(1) 土地、建物の現況	299	(1) 消防研究所報告	307

I 研究業務

(1) 消防活動の安全確保のための研究開発

研究期間：平成 23 年 4 月～平成 28 年 3 月

技術研究部 地震等災害研究室	久保田勝明、新井場公德、佐伯一夢 ^{*2)}
火災災害調査部 原因調査室	若月薫、尾川義雄
火災災害調査部長	天野久徳
消防庁 消防技術政策室	内藤浩由
技術研究部 大規模火災研究室	森井統正 ^{*1)}

*1)平成 23 年 4 月～平成 25 年 3 月

*2)平成 24 年 10 月～

1. 目的

東日本大震災では、津波によって浸水した地域で火災や救助事案が生じたが、消防隊員が進入することが極めて困難であったことなどから、そのような地域における消火・救助活動が難航した。また、震災や台風など豪雨に伴うがけ崩れなどの土砂災害地での二次災害のおそれ、省エネ指向に伴う高气密・高断熱建築物の増加により消火活動中に急激な火災の拡大に巻き込まれるおそれ、AED の動作不具合など、消防活動を安全、迅速、着実に実施するために解決すべき課題が存在する。本研究課題では、消防活動の安全性や効率性を阻害する要因を除くための技術的解決策について研究開発し、消防活動における安全性を確保することにより効率的な活動を実現し、一人でも多くの命を救うことを目的として、次の 4 つのサブテーマの研究を行う（図 1-1、表 1-1）。

サブテーマⅠ 消防ヘルメット等の装備及び個人防護技術の研究

急激な火災現象に見舞われた場合であっても

必要最低限の安全性を確保するために適切な個人装備品を開発し、適切に運用することを目的として、既に開発済みの消防服に加えて、消防隊員が着用した条件における消防ヘルメット等の防護装備に求める性能を具体的に示すとともに、個人防護技術の研究を行う。

サブテーマⅡ 津波浸水域における消防活動用車両等の研究

津波により浸水しかつガレキが堆積した地域で安全かつ効率的に消防活動を行うことを可能とすることを目的として、現場での活動方針を決定するために必要な情報を得るための無人ヘリ等による偵察技術の開発並びに当該地域に進入して消火や救助、人員収容等の活動が可能な消防用車両等の仕様策定及び要素技術を研究開発する。

サブテーマⅢ がけ崩れでの活動における二次災害防止機器の研究

土砂崩れによる生き埋め者の救助活動中に更なる土砂崩れが起きる前兆がないか監視するシステムを緊急時対応に活用することを目的とし

て、無人ヘリ等を活用した監視システムを研究開発する。

サブテーマⅣ AED の不具合の原因調査と対策検討

救急活動において使用中の AED に発生して

いる不具合が疑われるような動作について、その発生要因を調査分析し、対応策について検討する。



図 1-1 本研究の全体概要

表 1-1 5 か年の各サブテーマの研究計画概要

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
サブテーマⅠ 消防ヘルメット等の装備及び個人防護技術の研究	<ul style="list-style-type: none"> 海外におけるヘルメット・手袋・靴の基準の把握 国内製品と海外製品の性能比較 ヘルメット・手袋・靴の耐熱試験の立案・開発 	<ul style="list-style-type: none"> 素材の検討 素材の耐熱、耐久性試験の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 試作防護装備単品・組み合わせの耐熱・耐久試験 	<ul style="list-style-type: none"> 消防本部におけるフィールド試験 	
サブテーマⅡ 津波浸水域における消防活動用車両等の研究	<ul style="list-style-type: none"> ガレキの調査 無人ヘリ等による探索技術の調査 	<ul style="list-style-type: none"> ガレキ踏破技術及びガレキ中での活動に必要な技術研究 無人ヘリ等による探索技術の試作 	<ul style="list-style-type: none"> 津波ガレキ中での消火、救助、救急搬送・技術の開発 無人ヘリ等の試験運用 	<ul style="list-style-type: none"> 開発した技術を車両に実装するための研究 無人ヘリ等の試験運用 	<ul style="list-style-type: none"> 模擬実験による検証
サブテーマⅢ 計測方法の全がけ崩れでの活動における二次災害防止機器の研究	<ul style="list-style-type: none"> 計測方法の全体構想の検討 無人ヘリの飛行及び姿勢制御性能に関する調査 	<ul style="list-style-type: none"> 無人ヘリの制御精度向上 傾斜・位置が変化する条件での地形計測の方法の研究 	<ul style="list-style-type: none"> ホバリング条件で計測を行うための解析方法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 飛行条件で地形の計測を行う方法の開発 計測精度を向上させる測定方法の研究 	<ul style="list-style-type: none"> 精度向上に関する研究及び運用試験

サブテーマⅣ AED の不具 合の原因調 査と対策検 討	・不具合事例の 調査	・不具合事例の調査及び解決策の 検討 (平成 25 年度で終了予定)		
--	---------------	--	--	--

2. 平成 24 年度の研究計画と成果

2-1 消防ヘルメット等の装備及び個人防護技術の研究

(1) 海外におけるヘルメット、手袋、靴の基準調査・試験所における評価方法の調査実施及び技術的問題点の把握

平成 23 年度に得られた成果を更に深く掘り下げ、海外の消防装備の性能基準として主に用いられている EN 及び NFPA 規格をより詳細に分析し、装備ごとの性能基準・試験規格との関係、性能的整合性の問題等を検討し、以下のことが明らかになった。

→米国防火協会 NFPA 規格と欧州 EN 規格で規格への考え方が異なり、NFPA 規格はすべての装備を一つの規格（アンサンブル規格）に、EN 規格は欧州における各国の消防活動の違いに配慮して装備ごとに性能基準が作成されている（パーツ規格）。防火帽の耐熱規格は消防用防火服との性能の整合性が図られていない。装備ごとの性能規格も必要であるが、装備品同士の耐熱性能の整合性、動きやすさを担保するための装備品質の設定の必要性、装備品同士の干渉など潜在する問題があることが明確になった。

(2) ヘルメットを重点とした耐熱性試験装置の開発

日本をはじめ欧州・米国のヘルメットの製品における耐熱性試験を実施し、製品を構成する素材及び完成品の性能を比較する。また、より耐熱性を上げるために今後必要な要素研究を実施する。さらに平成 23 年度に引き続き、海外試験機関との情報交換を実施し、試験規格提案に向けた議論を主導することを目的として研究を行った。主な成果は以下のとおり。

→平成 23 年度に完成したヘルメット耐熱性試験装置を使用し、現在国内での耐熱試験と同じ加熱条件で海外品 2 種国内品 4 種の防火帽（消防隊員が使用するヘルメット）の耐熱性試験を実施した。防火帽をかぶせた人頭模型の温度上昇は現在の耐熱基準をクリアしていたが、国内品は衝撃吸収材が熔融・収縮していることが確認できた。海外品は、帽体が高度な自己消火性を有していることや衝撃吸収材が硬質ポリウレタン製であり、帽体に接している部分がわずかに収縮した程度であった。日本の防火帽は、今後は耐熱性が高く、衝撃から頭部を確実に保護する素材を選定する必要があると考えられる。

試験規格の提案に向け、米国 ASTM、ISO/TC94/SC13（防護服）及び ISO/TC94/SC14（消防用個人装備）のワーキンググループメンバーに、本プロジェクトで製作したヘルメット耐熱性試験装置について情報提供を行い、規格文書化への足がかりを作った。

(3) 活動中に装備同士で生じる隙間から起因する熱傷の調査

消防活動時に発生した負傷事故について、公務災害に係る実態調査を実施し、主として熱傷を受けた個所、負傷した際の状況など事故に係る要素を抽出する。

→着用時に皮膚が熱に対して無防備になっている喉部や耳下など防火帽と面体との間に発生する熱傷の検証及び対応策についてサーマルマネキン試験装置にて実施した。活動中の動作によっては、防火帽・呼吸器面体・しころの装着時に空間が発生し、皮膚が露出することが確認できた。対応策として防火帽の下に防火マスクを着

用することは、皮膚の熱傷防止に加え、呼吸器面体の素材の遮熱にも効果があると確認できた。

(4) 防火服内に潜在する熱傷危険性に関する研究

建物内部で検索救助、消火活動を行う際に、個人防火装備はフラッシュオーバー時と比較して弱い熱流束を受熱することがある。熱傷受傷は総熱量に依存するため、弱い熱流束であっても受熱時間が長い場合には熱傷を発生する問題がある。このような熱傷危険の程度と要因を把握するため、防火服及びその下に着用する活動服と下着を総合した熱傷危険性について実験を行い、検証する。

→平成 24 年度では、通常の屋内進入時の熱環境で現在流通している防火服の内部（活動服・下着）でどのような熱伝導が生じているのか、また活動中に活動服・下着生地が吸水した際に、熱傷の促進に影響を与えるか、防火服生地加熱装置を製作し検証した。

実験では、屋内進入時に消防隊員が受けていると思われる熱強度(約 12~20kW/m²)に対して、活動服と下着の含水率をそれぞれ最大・最小(計 4 種類)の条件で実施した。その結果、活動服が最大に含水しかつ下着が乾燥した条件では、活動服及び下着がともに乾燥している条件と比べ、加熱条件によらず単位時間あたりの温度上昇が約 1.5 倍になり、痛みを感じた後、可能な限り速く退避しないとより高い熱傷リスクがあることが明らかになった。

2-II 津波浸水域における消防活動用車両等の研究

(1) 津波ガレキを走破するために必要な条件の検討と津波ガレキ中での消火、救助、救急搬送に必要な要素技術の基礎的研究

平成 23 年度に得られた消防職員の意見を踏まえたプロトタイプ車両(水上も運行可能な既

存の不整地走行車を改良したもの)を製作し、津波ガレキ等を想定した走破実験を行い、津波ガレキ等を走破するために必要な条件の検討を行う。また、消火、救助、救急活動に必要な目標仕様を設定し、その仕様を満足するプロトタイプ車両の製作を行う計画のもと、以下の成果を得た。

→走破実験(陸上(4回)、水上(13回)、雪上(1回)、消火(1回)、救急(4回)、救助(3回)等)を行い、津波ガレキ等を走破するために必要な条件の把握を行った。その結果、陸上、水上とも、大きさを統一した木材上の走行性能は高いことが判明した。また、大きさの異なる木材、金属等が混在した実際のガレキの走破性能に関しては、試作した走破装置の改良が必要なが判明した。また、来年度の実証検証に向けて消火、救助、救急、無線のプロトタイプ車両の製作を行った。

(2) 無人ヘリ等から取得したデータから、偵察要素を抽出又は推定するための解析方法の検討

画像から無人ヘリ等の位置及び姿勢並びに地形を解析する装置を試作して無人ヘリ等に搭載し、実際の運用に即した時間及び人手で偵察要素を抽出できるかどうか検討する研究を行った。

→平成 24 年度では、現場運用を考慮した時間及び人手で飛ばせる機体の性能及びデータ解析方法についての技術調査を行い、試作機の仕様を策定し導入した。

2-III がけ崩れでの活動における二次災害防止機器の研究

(1) 無人ヘリ等の飛行制御及び姿勢制御の向上 無人ヘリの位置及び姿勢の安定性の向上とそれらの計測精度の向上のための技術を開発し、搭載機器を試作する計画のもと、以下の成果を得た。

→無人ヘリへ搭載する地形計測装置に対して、室内での振動実験及び無人ヘリによる

飛行実験を行い、当該装置が受ける振動及び傾斜の特性並びに地形計測結果に対する振動及び傾斜の影響度合いを把握した。試験結果を受けて、傾斜を抑えつつ発生している周期の振動を吸収できる防振ゴムに選定し直した。防振の更なる改善方法並びに搭載機器の振動及び傾斜を計測するセンサーについて検討した。

(2) 無人ヘリ等の傾斜及び位置が変化する条件における地形計測の方法の研究

無人ヘリの位置及び姿勢に係るデータと地形計測装置のデータを同期する手法を検討して試作し、実験により精度を検証する。

→把握した振動及び傾斜の特性を踏まえ、地形計測装置が 10Hz 程度の周波数で振動し傾斜する環境下でも正しく地形計測を行うためのソフトウェアを試作した。

2-IV AED の不具合の原因調査と対策検討

→横浜市消防局で発生した不具合事例の調査を行い、その解決策の検討として、不具合の再現実験（振動及び電磁波）を行った。ただし、現状では不具合の再現ができず、今後、皮膚の乾燥による影響等の検証実験を追加して実施する予定。

3. 平成 25 年度の研究計画

3-I 消防ヘルメット等の装備及び個人防護技術の研究

(1) 軽量・高機能素材の導入に関する検討及び耐熱・耐久性試験の実施

平成 24 年度に実施した耐熱性向上のための要素研究の成果を活用し、国内外で開発され、消防装備に転用可能な軽量・高機能素材の耐熱・耐久性試験を実施する。

(2) 活動中に装備同士で生じる隙間で発生する熱傷を防護するための試験方法の開発

活動中における全体的な装備の耐熱性能を担保することを目的とし、試験評価機関等との議論を実施し、実際の着用状態を再現することを

想定した、実現可能な耐熱評価試験方法の立案を実施する。

(3) 防火服内に潜在する熱傷危険性及び快適性に関する研究

防火服内の衣服（活動服及び下着）の生地に含まれる水分量の条件をより細かく設定し、どのような含水率条件が熱傷の促進に影響があるのかを明確にするとともに、防火服内衣服における熱伝導における水の拡散の寄与についてモデル化を実施する。

3-II 津波浸水域における消防活動用車両等の研究

(1) 平成 25 年度は、消防車両の開発は、平成 24 年度に製作したプロトタイプを用いて、消防現場等において実証実験を行い、津波ガレキ中での消火、救助、救急搬送のために必要な技術の検討を行う。また、新たな課題として見つかった、水上操作性の向上、タイヤのパンク対策、波対策を行う。

(2) 試作した偵察装置を用いて実際の運用を想定した実験を行い、装置の改良を行う。

3-III がけ崩れでの活動における二次災害防止機器の研究

(1) 平成 24 年度の防振の更なる改善方法並びに搭載機器の振動及び傾斜を計測するセンサーについての検討をふまえ、無人ヘリの位置及び姿勢が変化する中で行う地形計測の精度を向上させる技術の検討を行い、試作する。

(2) 無人ヘリをホバリングさせた条件で地形計測を繰り返し行い、変形の有無を検知可能とするための解析方法を開発する。

3-IV AED の不具合の原因調査と対策検討

平成 24 年度に行った不具合再現実験の結果を踏まえ、その解決策の検討及び解決策の効果に関する検証を実施し、その結果を踏まえ必要に応じてガイドラインの作成を行う。

なお、消防庁救急企画室による AED の不具合事例の収集は、件数が減少したことにより平成 24 年 3 月で終了したことから、本サブテーマ

は平成 25 年度で終了する予定である。

4. 次年度以降の研究計画

4-I 消防ヘルメット等の装備及び個人防護技術の研究

- (1) 試作した防護装備を単品及び他の装備と組み合わせた際の耐熱・耐久試験を行う。
- (2) 活動中に装備同士で生じる隙間を想定した耐熱試験基準の開発を行う。

4-II 津波浸水域における消防活動用車両等の研究

- (1) 水上ガレキの登坂性能向上及び活動中の安

全確保に関する研究と、模擬実験による検証を行う。

- (2) 試作した偵察装置を用いて実際の運用を想定した実験を行い、装置の改良を行う。

4-III がけ崩れでの活動における二次災害防止機器の研究

- (1) ホバリングしている無人ヘリからの計測により検知された地盤の変形の精度を向上させる方法を開発する。
- (2) 飛行している無人ヘリから地盤の変形を精度良く検知する方法を検討する。

(2) 危険性物質と危険物施設の安全性向上に関する研究

研究期間：平成 23 年 4 月～平成 28 年 3 月

火災災害調査部 原因調査室	西晴樹
技術研究部 施設等災害研究室	畑山健
技術研究部 危険性物質研究室	岩田雄策
技術研究部 主幹研究官	佐宗祐子
消防庁 消防技術政策室	廣川幹浩 ^{*2)} 、内藤浩由
火災災害調査部長	座間信作 ^{*1)}

*¹⁾平成 23 年 4 月～平成 25 年 3 月

*²⁾平成 24 年 1 月～平成 24 年 3 月

1. 目的

東日本大震災においては、津波による石油タンクの流出、損傷及び危険物流出事故が発生した。中には、津波時に石油タンクから危険物が流出し、石油コンビナート火災に発展した事例もあり、石油タンクの安全性の確保や被災地の復旧・復興における石油類などのエネルギー確保の重要性が改めて認識されたところである。我が国では、南海トラフや首都圏直下などでも大地震の発生が危惧されており、石油タンクの津波・地震動被害の予防・軽減対策は、なお一層その重要性を増している。

一方、震災後の石油類の需要増加、環境保護の観点及び資源の再利用に関する社会的要請に呼応して、再生資源燃料や金属スクラップなどの利用がさらに増加することが予想される。これらの背景のもと、本研究課題では、危険性物質と危険物施設の安全性の向上のために、次の 4 つのサブテーマの研究を行う (表 2-1)。

サブテーマⅠ 石油タンクの津波による損傷メカニズム及び発生防止策の研究

巨大な地震に伴う津波による被害への対応を的確に行うために、津波による石油タンクの損傷メカニズムを解明し、現行の消防法令には規

定がない津波に対する石油タンクの強度について検討を行い、補強など損傷発生防止策の有効性を確認する。

サブテーマⅡ 巨大地震による石油コンビナート地域における強震動予測及び石油タンク被害予測の研究

我が国観測史上初の M9 クラスの地震である平成 23 年東北地方太平洋沖地震の際に観測された強震動の特性とその強震動が石油タンクに及ぼした影響の分析を行うことなどにより、強震動及び強震動による石油タンクの被害の予測・推定精度の向上を目指した研究を行う。

サブテーマⅢ 再生資源物質の火災危険性評価方法及び消火技術の開発

現状では総合的で適正な危険性評価手法がない再生資源物質に対して、再生資源物質の火災を予防するために、蓄熱発火危険性に関する評価手法を研究する。また、金属スクラップなどの再生資源物質は、消火が困難なものが少なくないため、火災予防対策の研究を行うとともに消火技術の研究を行う。

サブテーマⅣ フッ素化合物の使用禁止が泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価と対応策に関する研究

泡消火薬剤へのフッ素化合物添加が禁止された場合に、泡消火薬剤の消火性能がどのような

影響を被ることとなるかを予測・評価するとともに、その対応策について検討を行う。

表 2-1 5 か年の各サブテーマの研究計画概要

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
サブテーマⅠ 石油タンクの津波による損傷メカニズム及び発生防止策の研究	<ul style="list-style-type: none"> 東北地方太平洋沖地震における石油タンクの津波被害の調査、分析 	<ul style="list-style-type: none"> 津波がタンク本体及び基礎に及ぼす影響の解明 タンク本体及び基礎の損傷メカニズムの解明 	<ul style="list-style-type: none"> タンク、基礎などの損傷発生防止策の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 危険物漏洩防止策の検討 	<ul style="list-style-type: none"> 石油タンクの津波損傷防止策の有効性の検証
サブテーマⅡ 巨大地震による石油コンビナート地域における強震動予測及び石油タンク被害予測の研究	<ul style="list-style-type: none"> 石油コンビナート地域における強震観測 [継続] 2011 年東北地方太平洋沖地震の際に石油コンビナート地域等で観測された地震動の特徴の分析 大地震の震源から放射される長周期地震波の特性 (コーナー周期) の再分析 長周期地震動特性と地下構造の関係の検討を目的として、テストサイトとして選んだ石油コンビナート地域における地下構造の予備的調査 	<ul style="list-style-type: none"> 石油コンビナート地域における強震観測 [継続] 2011 年東北地方太平洋沖地震の際に石油コンビナート地域等で観測された地震動の特徴の分析 [継続] 大地震の震源から放射される長周期地震波の特性 (コーナー周期) の再分析に基づく長周期帯域の加速度スペクトルの半経験的表式の改定 巨大地震発生時の石油コンビナート地域における強震動予測 長周期地震動特性と地下構造の関係の検討を目的として、テストサイトとして選んだ石油コンビナート地域における地下構造の調査 [継続] 石油タンクの 	<ul style="list-style-type: none"> (1) 石油コンビナート地域における強震観測 [継続] (2) 短周期地震動と石油タンクの被害に関する研究 <ul style="list-style-type: none"> ① 加速度応答距離減衰式の作成のためのデータ収集及び地盤種別分類方法についての予備的検討 ② 最大地動加速度値、地震動最大指標から加速度応答を推算できるようにするため、地震動最大指標と加速度応答の関係を整理 ③ 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の際に観測された短周期地震動が石油タンク本体に及ぼした影響を評価し、被害が発生しなかったこととの関連 	<ul style="list-style-type: none"> (1) 石油コンビナート地域における強震観測 [継続] (2) 短周期地震動と石油タンクの被害に関する研究 <ul style="list-style-type: none"> ① 加速度応答距離減衰式作成のためのデータ収集及び地盤種別分類 [継続] (3) 長周期地震動と石油タンクの被害に関する研究 <ul style="list-style-type: none"> ① 震源から射出される長周期地震動の予測精度を検証し、向上させるための岩盤上等で観測された長周期地震動の再現実験 [継続] ② 岩盤観測点に対する石油タンクサイトの長周期地震動の増幅特性の評価に関する手法の予備的検討を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> (1) 石油コンビナート地域における強震観測 [継続] (2) 短周期地震動と石油タンクの被害に関する研究 <ul style="list-style-type: none"> ① 加速度応答距離減衰式の作成のためのデータ収集及び地盤種別分類 [継続] (3) 長周期地震動と石油タンクの被害に関する研究 <ul style="list-style-type: none"> ① 震源から射出される長周期地震動の予測精度を検証し、向上させるための岩盤上等で観測された長周期地震動の再現実験 [継続] ② 岩盤観測点に対する石油タンクサイトの長周期地震動の増幅特性の評価に関する手法の検討 ③ 長周期地

		強震動被害推定システムの実用性向上に向けた改良	<p>検討</p> <p>(3) 長周期地震動と石油タンクの被害に関する研究</p> <p>① 震源から射出される長周期地震動の予測精度を検証し、向上させるための長周期地震動再現実験を行う上でデータ収集と予備的解析</p> <p>② 長周期地震動の短距離間空間較差の評価のための地下構造調査の実施</p>	③ 長周期地震動の短距離間空間較差の評価のためのシミュレーション技術の検討	震動の短距離間空間較差の評価のためのシミュレーション技術の開発
サブテーマⅢ 再生資源物質の火災危険性評価方法及び消火技術の開発（火災危険性評価）	<ul style="list-style-type: none"> 熱量計を用いた固体系再生資源物質の蓄熱発火危険性評価方法及び提案 熱量計を用いた液体系再生資源物質の蓄熱発火危険性評価及び提案 	<ul style="list-style-type: none"> 熱量計を用いた液体系再生資源物質の蓄熱発火危険性評価及び提案〔継続〕 種々の固体系及び液体系再生資源物質について熱量計を用いた危険性評価 再生資源物質の蓄熱発火試験装置の検討及び開発 	<ul style="list-style-type: none"> 熱量計を用いた液体系再生資源物質の蓄熱発火危険性評価及び提案〔継続〕 種々の固体系及び液体系再生資源物質について熱量計を用いた危険性評価〔継続〕 再生資源物質の蓄熱発火試験装置の検討及び開発〔継続〕 熱量計及び試作装置を用いた体系的な蓄熱発火危険性評価方法及び提案 	<ul style="list-style-type: none"> 熱量計を用いた液体系再生資源物質の蓄熱発火危険性評価及び提案〔継続〕 種々の固体系及び液体系再生資源物質について熱量計を用いた危険性評価〔継続〕 再生資源物質の蓄熱発火試験装置の検討及び開発〔継続〕 熱量計及び試作装置を用いた体系的な蓄熱発火危険性評価方法及び提案〔継続〕 	<ul style="list-style-type: none"> 種々の固体系及び液体系再生資源物質について熱量計を用いた危険性評価〔継続〕 再生資源物質の蓄熱発火試験装置の開発〔継続〕 熱量計及び試作装置を用いた体系的な蓄熱発火危険性評価方法及び提案〔継続〕
サブテーマⅢ 再生資源物質の火災危険性評価方法及び消火技術の開発（消火技	<ul style="list-style-type: none"> 消火性能評価装置の開発及び改良 	<ul style="list-style-type: none"> 消火性能評価装置の開発及び改良〔継続〕 	<ul style="list-style-type: none"> 再生資源物質（単一物質）による消火性能評価 	<ul style="list-style-type: none"> 再生資源物質（混合物質）による消火性能評価 	<ul style="list-style-type: none"> 再生資源物質（混合物質）による消火性能評価〔継続〕 再生資源物質等の消火技

術)					術の開発
サブテーマⅣ フッ素化合物の使用禁止が泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価と対応策に関する研究	<ul style="list-style-type: none"> ・フッ素フリー泡消火薬剤の試作 ・泡性状コントロールノズルの試作 ・消火実験時に使用する泡性状のデータベース作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・泡性状コントロールノズルの試作及び改良 ・消火実験時に使用する泡性状のデータベース作成 [継続] ・泡性状の違いによるフッ素含有及びフッ素非含有泡消火薬剤の消火性能の検討 ・燃焼油面中におけるフッ素含有及びフッ素非含有泡の挙動解析 	<ul style="list-style-type: none"> ・規模効果評価時の泡性状コントロールノズルの試作及び実験装置の改良 ・燃焼油面中におけるフッ素含有及びフッ素非含有泡の挙動解析 [継続] ・規模効果評価時の消火実験時に使用する泡性状のデータベースの作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・フッ素非含有泡消火薬剤の規模効果の検討 ・フッ素含有泡消火薬剤の規模効果の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・フッ素非含有泡消火薬剤の規模効果の検討 [継続] ・フッ素化合物の使用禁止が泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価と対応策

2. 平成 24 年度の研究計画と成果

主な研究項目と成果は以下のとおりである。

2-I 石油タンクの津波による損傷メカニズム及び発生防止策の研究

- (1) 津波がタンク本体及び基礎に及ぼす影響の解明 [継続]
- (2) 津波時のタンク本体（浮上、移動、転倒）及び基礎（洗掘、傾斜）の損傷メカニズムの解明（小規模模型タンク（直径 1m）を用いた津波時の挙動実験） [継続]
- (3) 有限要素法によるタンク本体・基礎の挙動解析のためのプログラム作成 [継続]

平成 24 年度において得られた主な成果は次のとおりである。

津波浸水深（石油タンク底板から計測した津波に浸かった高さ）から石油タンクの移動被害発生のおそれの有無を評価する簡易式（消防庁提案）の予測精度をより詳細に検討した結果、容量 10 万 kL クラスの大型のタンクについては、被害を過大に予測する傾向を有することがわかった。これは、簡易式が、タンクの底面全面に津波の鉛直波力が作用するとの仮定のもとで導出されているものであるのに対して、実際には

そのような状況は発生しにくいと推測される。

2-II 巨大地震による石油コンビナート地域における強震動予測及び石油タンク被害予測の研究

平成 24 年度は、石油コンビナート地域における強震観測を継続するとともに、次の課題に取り組んだ。

短周期地震動と石油タンクの被害に関する研究の一環として、

- (1) バルジング固有周期計算式の精度を検証するため、大型石油タンクのバルジング固有周期を実測すること。

長周期地震動と石油タンクの被害に関する研究の一環として、

- (2) 大地震の震源から放射される長周期地震波の特性（コーナー周期）の再分析に基づく長周期帯域の加速度スペクトルの半経験的表現式の改定を行うこと。

- (3) 長周期地震動の短距離間空間較差の評価のため、観測された長周期地震動特性に短距離間空間較差が見られる特防区域等において地下構造調査を行うこと。

平成 24 年度において得られた主な成果は、各々次のとおりである。

(1) 大型石油タンクのバルジング固有周期の実測

容量 125,000kL の水タンク（直径 82m、高さ 27.3m）において、タンク基礎とタンク上部において常時微動を同時に記録し、タンク基礎に対するタンク上部の振幅スペクトル比を計算することにより、バルジング固有周期を見積もった。その結果、タンクの 1 次固有周期は 0.77s と見積もられた（図 2-1）。一方、消防法令の技術基準で定められている式から計算される固有周期（ T_b ）は 0.48s であり、計算式は実際の固有周期よりも短い値を与える場合があることがわかった。タンクの固有周期を正確に評価できなければ、タンクに作用する地震力を正確に評価できないことになる。なお、容量 500kL クラスについて同様の場合があるとの報告例が過去にある。

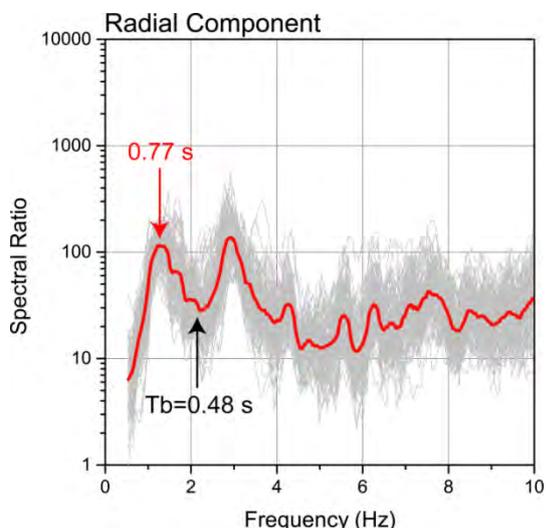


図 2-1 容量 125,000kL 水タンクにおいて実測された微動のスペクトル比（タンク最上部／タンク基礎）

(2) 大地震の震源から放射される長周期地震波の特性（コーナー周期）の再分析

加速度震源スペクトルが統計的震源モデル（ ω^{-2} モデル）に従うとすると、それを規定す

る①長周期帯域のフラットなレベルと②周期の 2 乗に逆比例して落ち始めるカットオフ周期 T_c が重要である。①については、マクロ的には地震モーメント、立ち上がり時間、断層長さ M との経験則を考慮して得られた式から理解できるように、 $10^{0.5M}$ に比例することが期待される。そこで、東北地方太平洋沖の震源域とその周辺で発生した M の異なるこれら 3 つの大きな地震（1933 年三陸地震、1978 年宮城県沖地震、2011 年東北地方太平洋沖地震）の東京大手町の記録を取り上げ、伝播経路の影響を小さくして、この関係をみるために、各地震間のスペクトル比（2011/1978、1933/1978、2011/1933）をとって比較したところ、ほぼこの比例関係が成立することがわかった。一方②については、各スペクトル比が周期の 2 乗で増大し始める周期を T_c （みかけ）とすると、 $\log T_c = 0.5M - 2.96$ となり、従来の関係式と比べて小さな T_c を与えるため、予測精度に与える影響が大きいと推察された。ただし、マグニチュードが 7 程度より小さな地震、他の震源域の地震、他観測点で成り立つかは不明であり、更なる検討が必要である。

(3) 長周期地震動の短距離間空間較差の評価と地下構造調査

2011 年東北地方太平洋沖地震の際の新潟東港特防区域内の石油タンクで発生したスロッシングについては、タンクの大きさ、液量がほぼ同じであるにもかかわらず、西地区に立地するタンクにおいては東地区よりも 1.5 倍程度大きなスロッシングが発生した。この原因を明らかにするため、西地区と東地区にそれぞれ設置されている強震計で得られた東北地方太平洋沖地震の余震と考えられる地震の記録を分析した（西地区の強震計は東北地方太平洋沖地震の後に設置されたものであるため、西地区での本震記録はない）ところ、観測された長周期地震動は、両地区間の距離がたかだか 2km で、着目すべき周期がタンクのスロッシング固有周期 10.5s という長周期であるにもかかわらず、西地

区のほうが上回っていたことがわかった (図 2-2)。このことは、本震時においても、西地区のほうがより大きな長周期地震動に見舞われていたことを濃厚に示唆しており、西地区においてより大きなスロッシングが発生したことは、このことで定性的に説明できる。

また、2010年に米国・メキシコ国境付近で発生した El Mayor-Cucapah 地震 (Mw7.2) の際、Los Angeles 盆地では、多くの石油タンクを抱える製油所が近隣に立地する Manhattan Beach においてとりわけ大きな長周期地震動が観測された。この原因を探るため、Los Angeles 盆地内で常時微動観測による地下構造調査を行った。その結果、Manhattan Beach では他の場所と比べて、地下深さ 100m から 700m の部分に比較的軟らかい地層が堆積していることがわかった。この厚く軟らかい地層の存在が、Manhattan Beach で大きな長周期地震動が観測されたことの一因と考えられる。

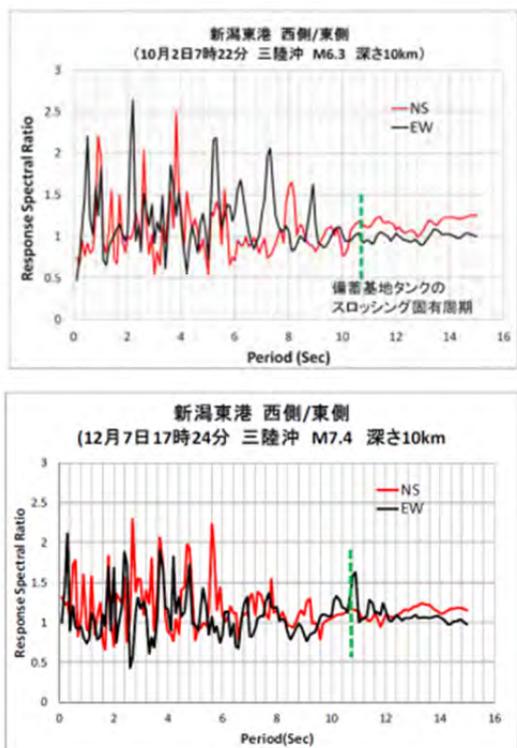


図 2-2 新潟東港特防区域の西地区と東地区の長周期地震動特性の相違

2-III 再生資源物質の火災危険性評価方法及び消火技術の開発

現在、特定の危険性評価手法が定まっていない種々の再生資源物質について、種々の測定装置で火災危険性 (蓄熱発火の危険性) の評価を行い、各物質の火災危険性 (蓄熱発火の危険性) を適正に把握できる評価手法を開発するものである。平成 24 年度の研究目的と得られた主な成果は次のとおりである。

- (1) 固体系再生資源物質について、平成 23 年度に提案した蓄熱発火の危険性評価手法を種々の試料に適用し、蓄熱発火の危険性について相対評価を行った。その結果、多くの試料で水の添加によって蓄熱発火の危険性が増加することがわかった (図 2-3)。また、双子型高感度熱量計を用いて、微生物の活動に起因して蓄熱発火を起こす試料を測定したところ、常温から発酵発熱した後、酸化発熱し燃焼に至ることがわかった (図 2-4)。特に、発酵発熱が約 15J/g 以上の場合、蓄熱発火を起こす危険性が高い。
- (2) 液体系再生資源物質について、試料としてバイオディーゼル等を使用して、窒素及び空気中で等温型高感度熱量計による等温実験を行い、蓄熱発火の危険性を評価する手法を検討した。その結果、バイオディーゼルは空気中において自己触媒的に酸化発熱することがわかった (図 2-5)。窒素中では容器空間の酸素が消費された後に急激に熱流束は減少した。また、空気中では容器空間の酸素が消費された後熱流束は減少するが、試料中の酸素によって継続的に酸化発熱することがわかった。

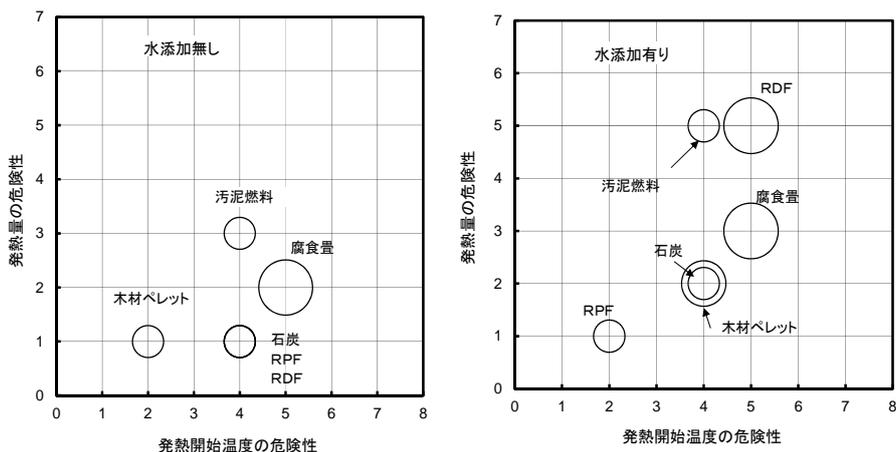


図 2-3 種々の再生資源燃料の蓄熱発火危険性評価結果

発熱開始温度、発熱量及び可燃性ガス発生量でもって相対的に蓄熱発火の危険性評価する。左図が水添加無しの結果、右図が水添加した結果。グラフ右上に位置し、円の面積が大きい試料ほど蓄熱発火による火災危険性が高いことを示す。

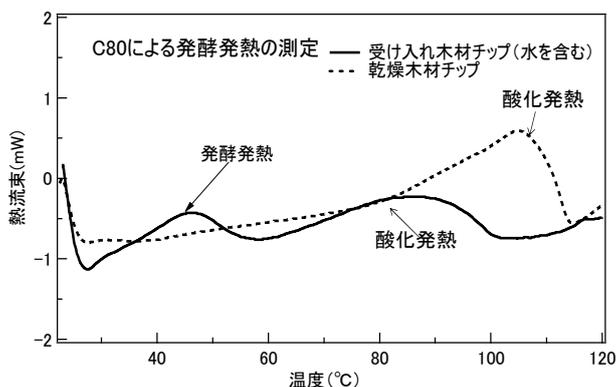


図 2-4 双子型高感度熱量計に測定された蓄熱発火を起こした試料の測定結果
水分を添加した場合、常温から発酵発熱が観察され、酸化発熱に移行することがわかる。

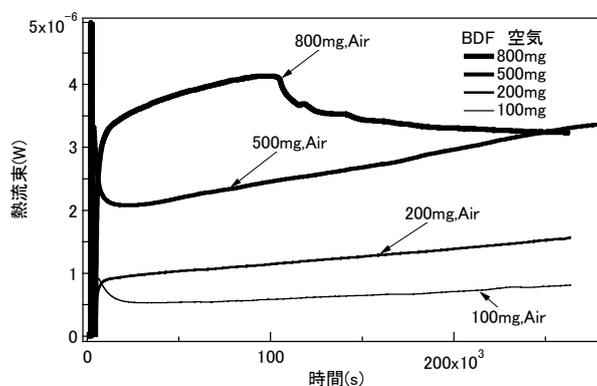


図 2-5 等温型熱量計によるバイオディーゼルの空気中における測定結果
雰囲気温度：50°C、熱流束の挙動は自己触媒的に酸化発熱を示している。試料量 800mg の試料は容器内の酸素が消費されたため熱流束が低下したと考えられる。

(3) 再生資源物質の蓄熱発火試験装置の検討を行い、温度及び圧力を同時に測定できる試験装置を試作した。またこの試作装置を用いた昇温試験及び等温試験を実施し測定方法について検討している。

その他、金属スクラップ等の再生資源物質の消火技術の開発について、平成 24 年度の研究項目と得られた主な成果は次のとおりである。

(4) 再生資源物質の火災の消火性能を詳細に評価するために、燃焼時及び消火時の挙動観察や生成ガスの採取や温度計測を可能とする消火性能評価装置の改良を行う。

これについては、平成 23 年度に作成した消火性能評価装置を改良し、消火時の再生資源物質内の温度計測及び消火時の生成ガスを採取可能な構造とした。これにより、消火時の発熱温度の変化や発生ガス濃度が計測でき、再燃危険性の評価や消火時の発生ガスによる危険性評価が可能となった。また、再生資源物質の消火性能を定量的に評価することが可能となった。

(5) 消火効果予測プログラムの改良

消火効果予測プログラムの改良に必要な、プログラム検証用のデータ取得のための、水蒸気プルーム（温度の高い水蒸気が浮力を生じ、上昇気流が生成され、水蒸気と周囲から連行された空気の混合体）の実験を実施し、プルーム発生時の映像情報とプルーム中の軸方向の温度分布を取得した。

2-IV フッ素化合物の使用禁止が泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価と対応策に関する研究

平成 24 年度は、次の課題に取り組んだ。

- (1) 泡性状（起泡性、保水性、流動性）コントロールノズルの試作及び改良 [継続]
- (2) 消火実験時に使用する泡性状のデータベース作成 [継続]
- (3) 泡性状（起泡性、保水性、流動性）の違いによるフッ素含有及びフッ素非含有泡消火

薬剤の消火性能の検討

(4) 燃焼油面中におけるフッ素含有及びフッ素非含有泡の挙動解析

平成 24 年度において得られた主な成果は次のとおりである。

試作したフッ素フリー泡消火薬剤と泡性状コントロールノズルを使用し、所与の起泡性（発泡倍率）、保水性（還元時間）の泡を生成させるための条件（泡水溶液量、空気流量、泡性状コントロールノズルの管路抵抗等）を明らかにして、泡性状のデータベースを作成した。この泡性状データベースを用いて、フッ素化合物含有及びフッ素フリー泡消火薬剤の消火性能比較実験を行った。

特に、泡性状（起泡性、保水性）が、消火性能に及ぼす影響が最も大きくなる、限界泡供給率近傍の $0.75\text{L}/\text{min}/\text{m}^2$ の条件で、消火実験を実施した。泡供給率 $0.75\text{L}/\text{min}/\text{m}^2$ の条件では、泡の性質となる起泡性（発泡倍率：E）、保水性（還元係数：C）を最適化することで、フッ素フリー泡消火薬剤である N-FP（フッ素フリーたん白泡）においても、火炎抑制の効果（積算放射熱量抑制効果： γ ）を向上できる可能性を示した（図 2-6）。

一方、フッ素化合物を添加しない N-AR-AFFF（フッ素フリー粘性付与水成膜泡）においては、泡性状を可変し最適化を試みたものの、火炎抑制がほぼできないことを示している（図 2-7）。すなわち、AR-AFFF（（フッ素化合物含有の）粘性付与水成膜泡）では、フッ素化合物の添加の有無が火炎抑制の効果に大きく影響し、泡の消火性能を担保する上で、フッ素化合物の添加は重要であることを示している。

燃焼油面中の泡の挙動解析については、泡消火過程を可視化できるガラス製のタンクを作製し（図 2-13）、泡の被覆面積や放射熱の解析を行うことができる構造とした（図 2-8）。泡供給率 $0.75\text{L}/\text{min}/\text{m}^2$ の条件では、各泡消火薬剤の泡の油面被覆率に対する火炎抑制効果の検討を行

った。

その結果、フッ素含有泡である泡消火薬剤 AR-AFFF の場合、被覆率と放射熱抑制効果の結果から、被覆率が 80%程度になれば、泡性状を最適化することで、放射熱抑制効果が 60~90%程度まで増加することがわかった (図 2-9)。

FP ((フッ素化合物含有の) フッ素たん白泡) の場合、被覆率が 70%程度になれば、泡性状を最適化することで、放射熱抑制効果が 40~70%程度まで増加することがわかった (図 2-11)。

また、フッ素フリー泡消火薬剤である N-FP の

場合、被覆率と放射熱抑制効果の結果から、被覆率が 70%以上であれば、放射熱抑制効果は 60%程度となり、火炎抑制できることがわかった (図 2-12)。特に N-AR-AFFF は、被覆率が最大でも 35%に留まり、泡が消泡し燃焼油面を被覆できないことを示し、また放射熱抑制効果は、最大でも 20%程度となる。これは、火炎抑制がほぼできないことを示しており、泡消火薬剤の種類によっては、フッ素化合物の添加が重要であることを示している (図 2-10)。

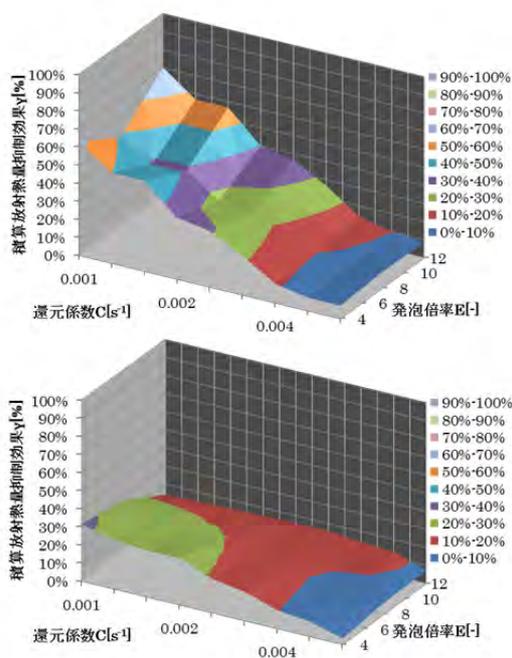


図 2-6 フッ素たん白泡のフッ素化合物含有泡 (上段 : FP) 及びフッ素フリー泡 (下段 : N-FP) の火炎抑制効果の違い

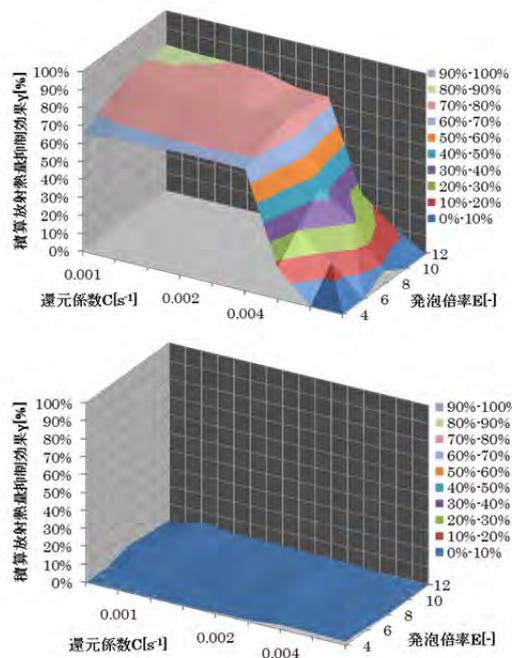


図 2-7 粘性付与水成膜泡のフッ素化合物含有泡 (上段 : AR-AFFF) 及びフッ素フリー泡 (下段 : N-AR-AFFF) の火炎抑制効果の違い

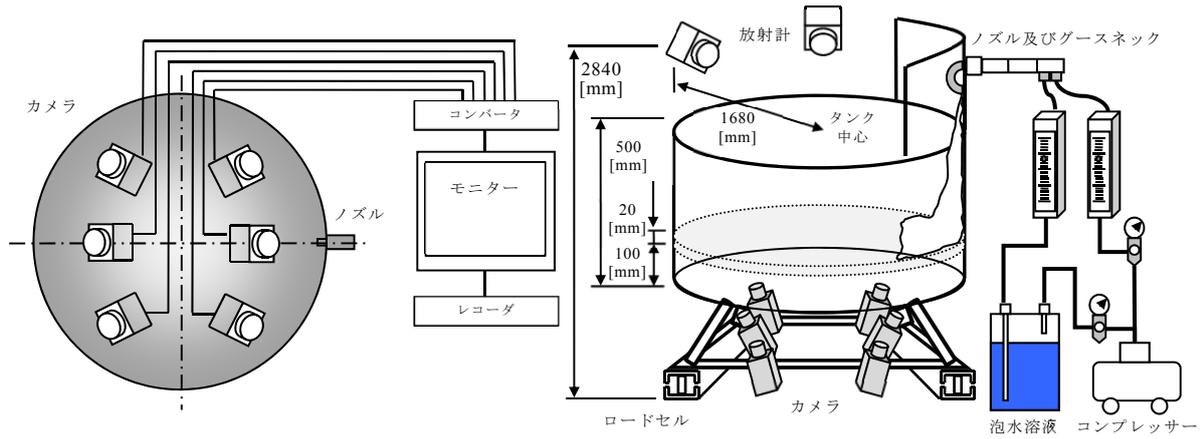


図 2-8 燃烧油面中の泡の挙動解析実験装置

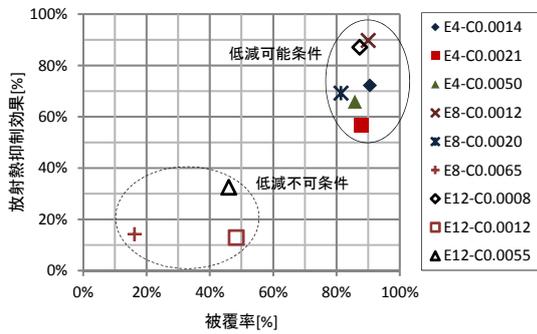


図 2-9 AR-AFFF の被覆率と放射熱抑制効果

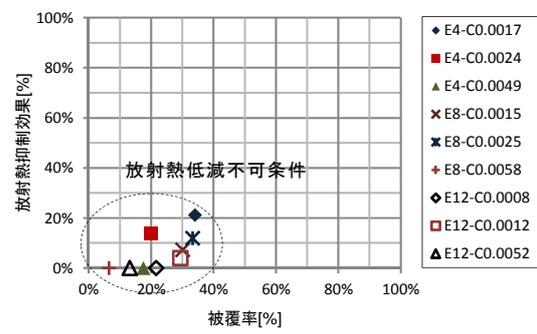


図 2-10 N-AR-AFFF の被覆率と放射熱抑制効果

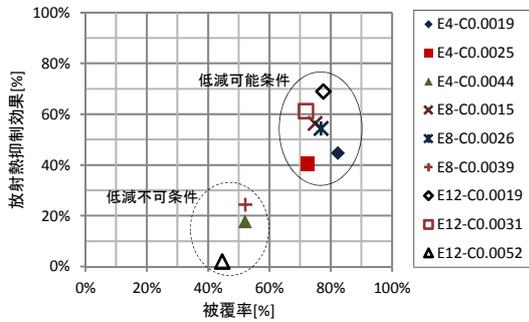


図 2-11 FP の被覆率と放射熱抑制効果

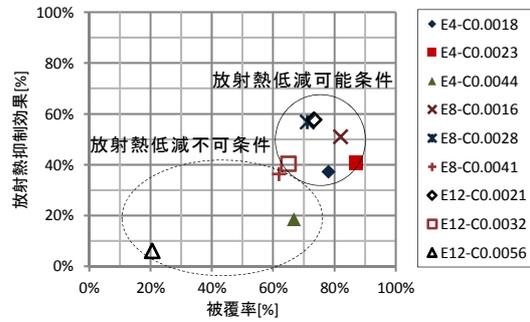


図 2-12 N-FP の被覆率と放射熱抑制効果

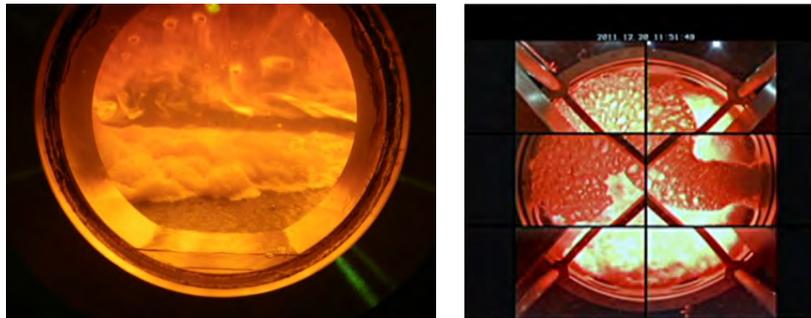


図 2-13 燃烧油面中を泡が被覆している様子を横方向 (左写真) とタンク模型の下から見た写真 (右写真)

3. 平成 25 年度の研究計画

3-I 石油タンクの津波による損傷メカニズム及び発生防止策の研究

- (1) 津波がタンク本体及び基礎に及ぼす影響の解明 [継続]
- (2) 津波時のタンク本体及び基礎の損傷メカニズムの解明 [継続]

3-II 巨大地震による石油コンビナート地域における強震動予測及び石油タンク被害予測の研究

- (1) 石油コンビナート地域における強震観測 [継続]
- (2) 短周期地震動と石油タンクの被害に関する研究
 - ① 加速度応答距離減衰式の作成のため、データ収集及び地盤種別分類を行う。
 - ② 地震波形記録がなくても最大地動加速度値、震度等の地震動最大指標から加速度応答（石油タンク本体への影響を見積もるためによく用いられる指標の一つ）を推算できるようにするため、地震動最大指標と加速度応答の関係を整理する。
 - ③ 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の際に観測された短周期地震動が石油タンク本体に及ぼした影響を評価し、被害が発生しなかったこととの関連を検討する。
- (3) 長周期地震動と石油タンクの被害に関する研究
 - ① 震源から射出される長周期地震動の予測精度を検証し、向上させるため、岩盤上等で観測された長周期地震動の再現実験を行う。
 - ② 岩盤観測点に対する石油タンクサイトの長周期地震動の増幅特性の評価に関する手法の検討を行う。
 - ③ 長周期地震動の短距離間空間較差の評価のため、観測された長周期地震動特性に短距離間空間較差が見られる特防区域において地下構造調査を行う。

3-III 再生資源物質の火災危険性評価方法及び

消火技術の開発

- (1) 熱量計を用いた液体系再生資源物質の蓄熱発火危険性評価方法の提案 [継続]
- (2) 種々の固体系及び液体系再生資源物質について、熱量計を用いた危険性評価手法による危険性評価の実施 [継続]
- (3) 再生資源物質の蓄熱発火試験装置の改良
- (4) 熱量計等を用いた体系的な蓄熱発火危険性評価方法の提案
- (5) 再生資源物質（単一物質の場合）の消火性能評価

3-IV フッ素化合物の使用禁止が泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価と対応策に関する研究

- (1) 規模効果を評価可能な泡性状コントロールノズル（起泡性、保水性）の試作及び改良
- (2) 規模効果を評価する消火実験で使用する泡性状のデータベース作成
- (3) 燃焼油面中における泡の挙動解析 [継続]

4. 次年度以降の研究計画

4-I 石油タンクの津波による損傷メカニズム及び発生防止策の研究

- (1) タンク・基礎の損傷防止策及び損傷時の危険物漏洩防止策の検討

4-II 巨大地震による石油コンビナート地域における強震動予測及び石油タンク被害予測の研究

- (1) 石油コンビナート地域における強震観測 [継続]
- (2) 短周期地震動と石油タンクの被害に関する研究
 - ① 加速度応答距離減衰式の作成のため、データ収集及び地盤種別分類を行う。[継続]
 - ② 平成 23 年東北地方太平洋沖地震の際に観測された短周期地震動が石油タンク本体に及ぼした影響を評価し、被害が発生しなかったこととの関連を検討する。[継続]
- (3) 長周期地震動と石油タンクの被害に関する

研究

- ① 震源から射出される長周期地震動の予測精度を検証し、向上させるため、岩盤上等で観測された長周期地震動の再現実験を行う。
[継続]
- ② 岩盤観測点に対する石油タンクサイトの長周期地震動の増幅特性の評価に関する手法の検討を行う。[継続]
- ③ 長周期地震動の短距離間空間較差の評価のため、観測された長周期地震動特性に短距離間空間較差が見られる特防区域において地下構造調査を行う。[継続]
- ④ 長周期地震動の短距離間空間較差の評価のためのシミュレーション技術を検討する。

4-III 再生資源物質の火災危険性評価方法及び消火技術の開発

- (1) 種々の固体系及び液体系再生資源物質につ

いて、熱量計を用いた危険性評価手法による危険性評価の実施 [継続]

- (2) 再生資源物質の蓄熱発火試験装置の改良
- (3) 熱量計等を用いた体系的な蓄熱発火危険性評価方法の提案 [継続]
- (4) 再生資源物質（混合物質の場合）の消火性能評価

4-IV フッ素化合物の使用禁止が泡消火薬剤の消火性能に与える影響評価と対応策に関する研究

- (1) フッ素含有泡消火薬剤の規模効果の検討
- (2) フッ素非含有泡消火薬剤の規模効果の検討
- (3) フッ素非含有泡の消火予測及び影響評価

(3) 大規模災害時の消防力強化のための情報技術の研究開発

研究期間：平成 23 年 4 月～平成 28 年 3 月

技術研究部 上席研究官	細川直史、河関大祐
技術研究部 地震等災害研究室	高梨健一、新井場公德
技術研究部 施設等災害研究室	畑山健
火災災害調査部長	座間信作 ^{*1)}

^{*1)}平成 23 年 4 月～平成 25 年 3 月

1. 目的

東北地方太平洋沖地震は、我が国観測史上最大の規模であり、想定を超える大津波を伴い多くの被害をもたらした。本研究では、消防及び市町村の職員がこのような未経験かつ未曾有の大規模災害に直面することとなった場合でも、適切な意思決定とそれに基づく迅速・的確な応急対応を可能とすることを目指し、対応力の向上支援のための情報提供手段に関する研究開発を行う（図 3-1）。

まず、①大規模地震や大津波発生時の対応状況の現地調査に基づく、意思決定・判断支援要件の分析・整理を行い、災害対応の時系列となる電子防災マニュアル構築の基礎データを構築する。②地震や津波による被害を発災直後に予測・把握する広域被害シミュレーションシステムの開発を行い、このシステムによる被害予測と再現・可視化機能と電子防災マニュアルに基づく、③意思決定・判断支援機能を持つ模擬訓練技術を開発する。さらに、④これらのシステム・技術による効果的な応急対応と模擬訓練を可能とするために、システム操作や情報の入力を簡単に行うことができるユーザインターフェース機器を開発し、システムの機能向上と有効

活用を図る。本研究課題では、以上のことを踏まえ、大規模自然災害時の消防力を支援・強化することを最終的な目的として、次の 3 つのサブテーマの研究を行う（表 3-1）。

サブテーマⅠ 広域版地震被害想定システムの研究開発

巨大地震が発生した場合に、緊急消防援助隊の派遣指示などの意思決定を支援することを目的として、図 3-2 に示すような被害規模や被災分布を予測・提示することが可能な地震・津波被害予測システムを開発する。

サブテーマⅡ 水害時の応急対応支援システムの開発

大規模水害時において災害対策本部の要員が行うべき避難勧告発出などの意思決定が適切なタイミングでなされることを目的として、図 3-3 に示すような水害対応の意思決定を支援することが可能なシステムを開発する。

サブテーマⅢ 同時多発火災への対応を訓練するためのシミュレーターの開発

震災後の同時多発火災への対応力強化を目的として、図 3-4 に示すような部隊運用や消火戦術の検討とそれらの訓練が可能なシステムの研究開発を行う。

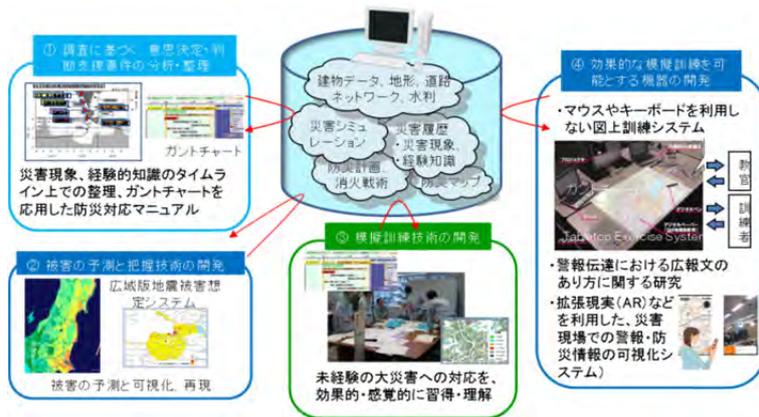


図 3-1 本研究の全体概要

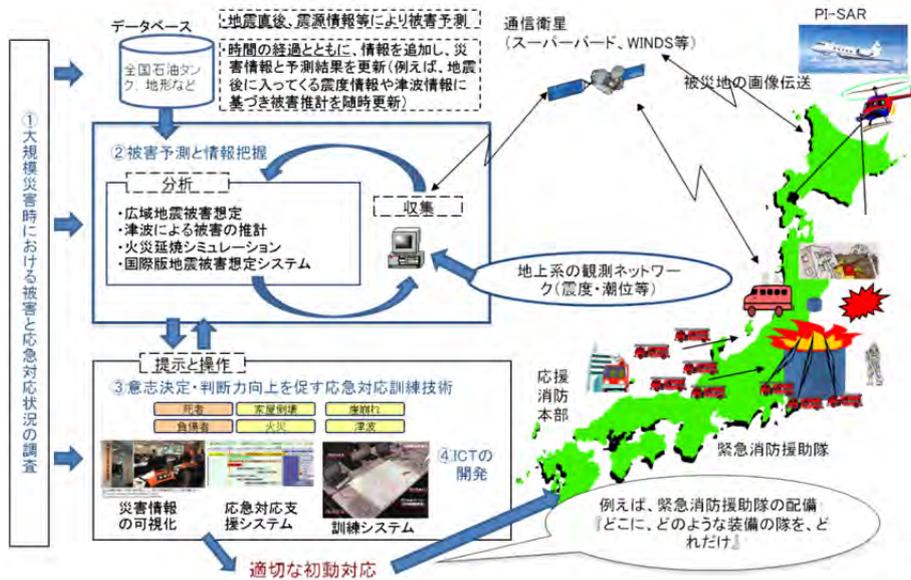


図 3-2 広域版地震被害想定システムの概要

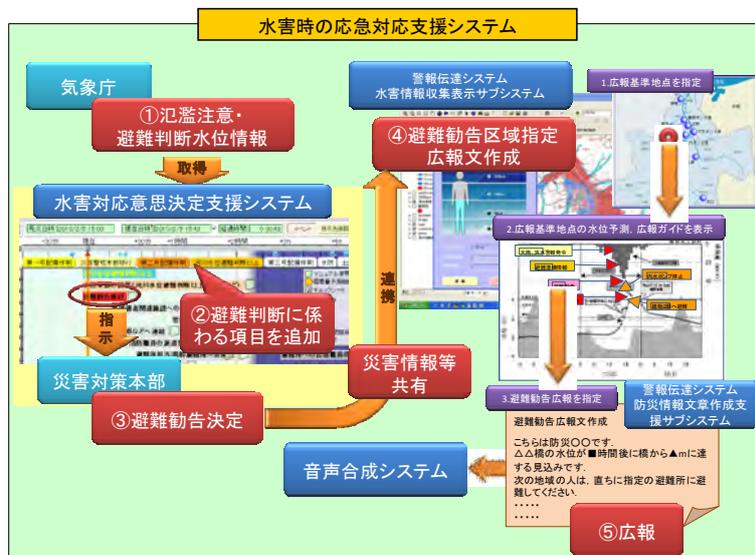


図 3-3 水害時の応急対応支援システムの概要

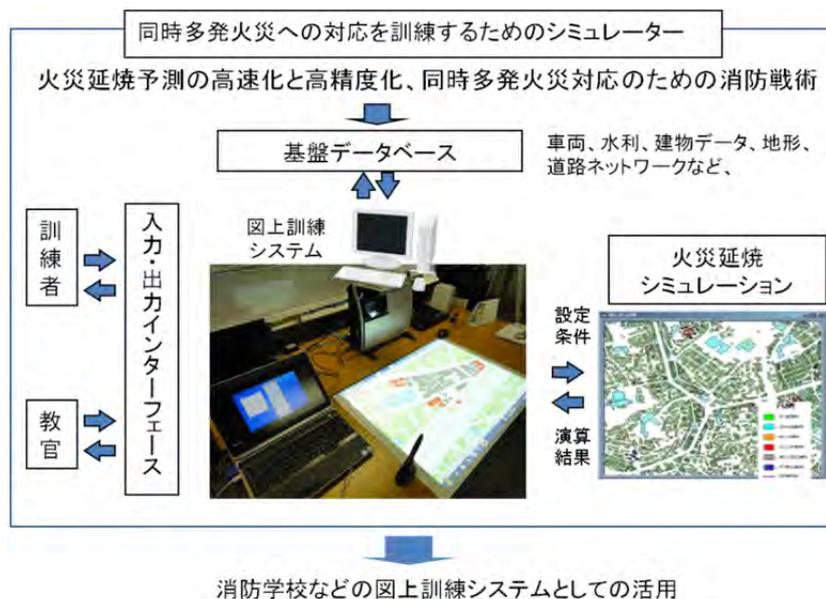


図 3-4 同時多発火災対応訓練シミュレーターの概要

2. 平成 24 年度の研究計画と成果

2-I 広域版地震被害想定システムの研究開発

- (1) 震源、震度、津波等の情報をこれらの提供機関からオンラインで取得し、データベース化が可能な広域版地震被害想定システムのプロトタイプを構築中である。
- (2) 国際版被害想定システムの地形データの更新、操作インターフェースなどの改良と試験運用を実施した。
- (3) 簡易型津波被害予測手法について、津波被害想定で算出される津波エリアに基づく簡易手法について検討した。本手法では地震被害想定結果の GIS データを収集し、広域版地震被害想定システムからこれらのデータを津波被害推計用に参照することとした。

2-II 水害時の応急対応支援システムの開発

- (1) 2011 年 8 月台風 12 号における新宮市並びに田辺市の消防活動に関する情報や災害対策本部の活動と気象や河川に関する注意報・警報等を時系列で整理し、水害対応意思決定支援システムに登録した。これにより、水害時の気象や河川情報と防災機関の動きとの関連性や具体的な指示にかかった時間等の分析を行い、災害図上訓練を行う際の基礎資料

として活用することが可能となった。

- また 2012 年 2 月に実施された富山県小矢部市の災害図上訓練において、水害対応意思決定支援システムに付与シナリオ並びに活動ごとの評価項目を登録し、実際の訓練の中で活動記録票を基にリアルタイムで対応部局の行動を記録する試みを実施した。これにより、訓練の評価・検証用として水害対応意思決定支援システムを用いる際の実効性を検討するとともに、問題点の洗い出しを行い次年度以降のシステム改良に繋げる。
- (2) 洪水時の防災広報文章に関するアンケート調査を兵庫県豊岡市で実施し、異なった表現についての有効性の検証を行った。
 - (3) アンケート調査結果等の検討に基づき、防災情報文章作成支援サブシステムに以下の機能を追加した。①気象データ・河川データ以外の交通状況、学校休校情報の情報に基づく広報のために、電話・FAX・メール等からの情報を取得する機能。②広報文に避難所の避難状況を入力する機能。③避難の必要性の切迫感を高める情報として気象庁単文情報を入力・表示する機能。
 - (4) 緊迫感のある広報のための音声合成システ

ムの発声制御方法について検討を行い、豊岡市におけるアンケート調査においてその効果（通常の口調と命令口調）の検証に資するデータを得た。

2-III 同時多発火災への対応を訓練するためのシミュレーターの開発

- (1) 東日本大震災における火災の出火状況の調査を郡山などで行い、出火地点と最寄りの地震記録、地盤の増幅度、応答スペクトルを調査し、家屋の固有周期と被害率、出火率などの関係について検討を行った。
- (2) 横浜市消防局との震災初動期の消防力評価に関する共同研究については、横浜市の地震被害想定における火災出火件数と延焼棟数及び消防力の効果について検討するとともに、試験地域として、横浜市南区における消防力評価を行った。
- (3) 同時多発火災対応訓練シミュレーターの要素機能開発においては、家屋外形に加え街区データも表示可能とし、さらに、家屋データをシステムに登録することによって自動的に延焼経路の生成を可能とするシステム開発を行った。
- (4) 流山新市街地地区 安心・安全まちづくり協議会の防災イベントにおいて、火災延焼シミュレーションプログラムを使った「まちづくり講座」を実施しその利用促進を図った。

3. 平成 25 年度の研究計画

3-I 広域版地震被害想定システムの研究開発

- (1) 簡易型地震被害想定システム（国内版）の WEB 環境版の開発と、想定結果の詳細メッシュ化を実施する。
- (2) 簡易型の津波被害予測手法の検証を行う。

3-II 水害時の応急対応支援システムの開発

- (1) 水害時応急対応支援システムの水害事例に基づく検証と改良を行う。

3-III 同時多発火災への対応を訓練するためのシミュレーターの開発

- (1) 横浜市消防局との震災初動期の消防力評価に関する共同研究では、全市域の評価計算を実施する。
- (2) 同時多発火災対応訓練シミュレーターの開発を行う。
- (3) 火災延焼シミュレーションプログラムの利用促進を行う。

4. 次年度以降の研究計画

4-I 広域版地震被害想定システムの研究開発

- (1) 広域版被害想定システムとしての国際版と国内版の統合運用について検討する。
- (2) 簡易型の津波被害予測手法の検証と実装を行う。
- (3) 広域版被害想定システムのプロトタイプ開発と試験運用を行う。
- (4) 簡易型津波被害予測機能を取り込んだ広域版被害想定システムを開発し、試験運用と改良を実施する。

4-II 水害時の応急対応支援システムの開発

- (1) 洪水時の防災広報文章に関するアンケート調査を行う。
- (2) 水害時応急対応支援システムの水害事例に基づく検証と改良を行う。

4-III 同時多発火災への対応を訓練するためのシミュレーターの開発

- (1) 横浜市消防局との震災初動期の消防力評価に関する共同研究を実施し、その成果のとりまとめを行う。
- (2) 同時多発火災対応訓練シミュレーターの開発と改良を行う。
- (3) 火災延焼シミュレーションプログラムの利用促進を行う。
- (4) 震災初動時の消防力評価システムの開発を行う。

表 3-1 5 か年の各サブテーマの研究計画概要

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
サブテーマ I 広域版地震被害想定システムの研究開発	<p>(1) 東日本大震災における震度情報の集約状況の調査と、M9 クラスの地震被害想定を実施するための仕様検討</p> <p>(2) 国際版地震被害想定システムの開発と試験運用の開始</p>	<p>(1) 震源、震度、津波等の情報をこれらの提供機関からオンラインで取得し、データベース化可能なサーバの構築</p> <p>(2) 国際版被害想定システムの地形データの更新、操作インターフェースの改良と試験運用の実施</p> <p>(3) 簡易型津波被害予測手法の検討</p>	<p>(1) 簡易型地震被害想定システム(国内版)のWEB環境版の開発と想定結果の詳細メッシュ化</p> <p>(2) 広域版被害想定システムとしての国際版と国内版の統合運用の検討</p> <p>(3) 簡易型の津波被害予測手法の検証</p>	<p>(1) 広域版被害想定システムのプロトタイプ開発と試験運用</p> <p>(2) 簡易型津波被害予測手法の実装</p>	<p>(1) 簡易型津波被害予測機能を取り込んだ広域版被害想定システムの開発、及び試験運用と改良</p>
サブテーマ II 水害時の応急対応支援システムの開発	<p>(1) 警報伝達サブシステムと水害対応意思決定支援システムの機能強化とそれらの連携機能の開発</p> <p>(2) 防災広報文の生成手法の開発</p> <p>(3) 緊迫感のある音声合成手法の検討</p> <p>(4) 土砂災害対応機能の検討</p>	<p>(1) 水害の対応状況調査結果に基づく、水害対応意思決定支援システムの検証と改良</p> <p>(2) 洪水時の防災広報文章に関するアンケート調査</p> <p>(3) アンケート調査結果等の検討に基づく、防災情報文章作成支援サブシステムの高度化</p> <p>(4) 緊迫感のある広報のための音声合成システムの発声制御方法の検討並びにシステムの試作</p>	<p>(1) 水害時の応急対応支援システムの水害事例に基づく検証と改良</p>	<p>(1) 水害時の応急対応支援システムの普及と、水害事例に基づく検証と改良</p>	<p>(1) 水害時の応急対応支援システムの普及と、水害事例に基づく検証と改良</p>

<p>サブテーマ Ⅲ 同時多発 火災への 対応を訓 練するた めのシミ ュレータ ーの開発</p>	<p>(1) 東日本大震 災における火 災の出火状況 の調査 (2) 操作作用のユ ーザーインター フェースの開 発 (3) 火災延焼シ ミュレーショ ンプログラ ムの DLL 化の 実施</p>	<p>(1) 東日本大震 災における火 災の出火状況 の調査 (2) 横浜市消防 局との震災初 動期の消防力 評価に関する 共同研究 (3) 同時多発火 災対応訓練シ ミュレータ ーの要素機能の 開発 (4) 火災延焼シ ミュレーショ ンプログラ ムの利用促進</p>	<p>(1) 横浜市消防 局との震災初 動期の消防力 評価に関する 共同研究とそ の成果のとり まとめ (2) 同時多発火 災対応訓練シ ミュレータ ーの要素機能の 開発 (3) 火災延焼シ ミュレーショ ンプログラ ムの利用促進</p>	<p>(1) 震災初動時 の消防力評価 システムの開 発 (2) 同時多発火 災対応訓練シ ミュレータ ーの開発 (3) 火災延焼シ ミュレーショ ンプログラ ムの利用促進</p>	<p>(1) 震災初動時 の消防力評価 システムの開 発 (2) 同時多発火 災対応訓練シ ミュレータ ー改良 (3) 火災延焼シ ミュレーショ ンプログラ ムの利用促進</p>
---	--	--	---	--	---

(4) 多様化する火災に対する安全確保に関する研究

研究期間：平成 23 年 4 月～平成 28 年 3 月

技術研究部 大規模火災研究室	田村裕之、鈴木恵子、阿部伸之 鈴木佐夜香 ^{*5)} 、森井統正 ^{*2)} 推名知明 ^{*3)} 、小野美沙登 ^{*1)}
火災災害調査部 研究企画室	松島早苗
消防庁 消防技術政策室	篠原雅彦
技術研究部長	山田常圭 ^{*5)}
技術研究部 上席研究官	細川直史、河関大祐
技術研究部 地震等災害研究室	高梨健一、佐伯一夢 ^{*4)}
技術研究部 特殊災害研究室	塚目孝裕 ^{*3)} 、鈴木健、志水裕昭 ^{*6)}
火災災害調査部 原因調査室	尾川義雄、若月薫

*1)平成 23 年 4 月～平成 24 年 3 月

*2)平成 23 年 4 月～平成 25 年 3 月

*3)平成 24 年 4 月～

*4)平成 25 年 1 月～

*5)平成 25 年 2 月～

*6)平成 25 年 4 月～

1. 目的

東日本大震災では、地震直後や津波被害を受けた後に多くの火災が発生した。これらの火災には、津波に流された車両や建物からの出火など多様な状況が見られ、中には広域の市街地火災となった地域もある。また、被災地の復興や電力不足対応などで、再生可能エネルギー発電技術を活用する動きも見られる。これら課題に対応した防火安全対策が急務である。また、グループホーム、小規模雑居ビル等の建物での火災が多様化し、人的被害も大きいことから、消火活動を支援する知見の蓄積と技術・手法の確立、実効性のある警報伝達技術の確立により、国民及び消防隊員の安全確保を実現する。

これらの目的を達成するために、ここでは次に示す I～V のサブテーマに着目し研究を進め

る（表 4-1）。

サブテーマ I 東日本大震災における火災分析と防火対策

東日本大震災における地震・津波火災では、実態がよくわからないものがある。例えば、津波で浸水した自動車から出火する事例が多数あったが、その出火メカニズムは明らかでない。今後の地震・津波火災の防止や、延焼・拡大を抑制するための技術的方策を見出すため、発生原因や延焼要因を究明する研究を行う。

また、震災の影響もあり、太陽光など再生可能エネルギーを利用した家庭内発電装置やメガソーラーなどの発電所の数が増加している。しかしながら、太陽光発電システムが設置された住宅の火災において、消火活動中に隊員が感電するという事例が報告されている。そこで、再

生可能エネルギー関連設備・装置の火災予防上の安全な使用方法と、設備・装置が設置されている火災現場での活動基準を作成する。

以上の研究概要を図 4-1 に示す。

サブテーマⅡ 火災の実態把握と課題抽出

社会が急速に変化する中で、法令上想定されていない業態や新しい用途、環境、物質、人的及び社会的要因等に関連する火災が発生している。これらの多様化する火災に対応するための研究は、これまでとは異なる火災の実態を把握し、適切な火災モデルを基に実験や研究を進め、場合によっては新しく研究テーマを設定し、火災全体を対象とし刻々と変化する火災実態とのフィードバックを繰り返していく必要がある。社会的要因を考慮して多様化する火災の実態を分析し、他のサブテーマへの情報提供とフィードバックを行い、テーマ全体としてより実態に即した有効な研究成果の実現を目的として行う。

以上の研究概要を図 4-2 に示す。

サブテーマⅢ 火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析

近年の小規模建物や気密・断熱性を高めたエコ住宅では、火災に伴って大量に発生する可燃性ガスがフラッシュオーバーや突然のバックドラフトを生じさせ、住民に加え、消火活動にあたる消防隊員が危険にさらされる可能性がある。一方、火災感知や消火、避難、消火活動等を考えた時、燃焼性状や燃焼中・消火中の危険性を把握することは、社会の多様化に伴う火災時の安全な避難や効果的な消防活動に対して必須の課題である。寝具等の低反発素材、炭素繊維や金属混合プラスチック、建物内外の断熱材（サンドイッチパネル等）など、普及拡大が予想されるが、火災時の燃焼性状が不明である。ここでは、様々な可燃物の燃焼・消火に伴う生成物及び燃焼に伴う諸現象を把握する。

大規模市街地火災、林野火災、石油基地火災などでは、「火災旋風」と呼ばれる竜巻状の渦が発生して、多くの人的・物的被害を引き起こさ

れることがある。これまで行ってきた研究により、火災に対して一様な横風をあてるという単純な状況下であっても、火災の風下には再現性よく旋風が発生し、その旋風の発生形態は数種類ありそうなことがわかり、さらにそれらの発生メカニズム、構造も徐々に明らかになってきた。本研究では、旋風に対する防災対策の立案に資するため、横風の風速、火災の燃焼性状、火災域の形状などが旋風の発生に及ぼす影響についてさらに広範囲に調べ、旋風の発生条件、発生メカニズムを解明する。また、無風下で発生する火災旋風の発生条件についても解明する。

以上の研究概要を図 4-3 に示す。

サブテーマⅣ 生活に密着した建物等での警報伝達手段に関する研究

木造・老朽・密集住宅地域では火災の初期拡大の速さや延焼危険が高い。これらの地域では高齢者のみ・高齢単身世帯の増加により自力避難や通報・初期消火が困難な住民が多く、火災時のリスクが増大している。このような地域の火災被害を低減するために、火災警報を近隣世帯間で共有し、避難安全の確保や延焼拡大の防止に資する方策を考える必要がある。そこで、安価な無線連動型住宅用火災警報器を活用し、地域ぐるみの共助体制を構築するためのハード／ソフト両面のノウハウをモデル実験を通して蓄積し、発信する。具体的には、小規模店舗が密集した木造市場に無線連動型住宅用火災警報器を設置し、火災リスクの高い建物で効果的に住宅用火災警報器を導入するための技術的要件の検討や、確実な 119 番通報や避難支援の助けとなる近隣世帯への警報伝達の手法を検討し、実効性の高い警報伝達手法を確立する。

以上の研究概要を図 4-4 に示す。

サブテーマⅤ 熱画像を活用した再燃火災の発生防止に関する研究

消火活動により鎮火した後に再出火する再燃火災は、住民の財産を損なうだけでなく、市民の消防機関に対する信頼を失わせることになる。

したがって、鎮火後の再燃火災は、消防本部においては、絶対に防止しなければならない現象である。そのため、鎮圧後の火災現場において、長時間にわたり監視のための人員を配置したり、定期的に確認する必要がある、消防の負担になっている。

再燃火災の要因となる残火を探す作業において利用可能と思われる赤外線カメラの火災現場での適切な使い方を示す必要がある。

再燃した火災の事例分析により、残火がのこりやすい建物構造や建材などを把握するとともに、再燃火災の模擬実験などにに基づき、再燃火災の要因となる残火の発生要因を分析する。それらの結果から、鎮圧後の火災現場において再燃火災の要因を効率的に発見する手法を提案することを目的とする。

以上の研究概要を図 4-5 に示す。



図 4-1 東日本大震災における火災分析と防火対策の研究概要

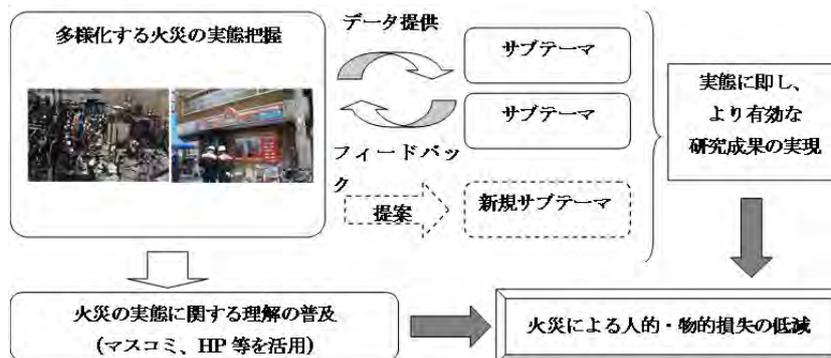


図 4-2 火災の実態把握と課題抽出の研究概要

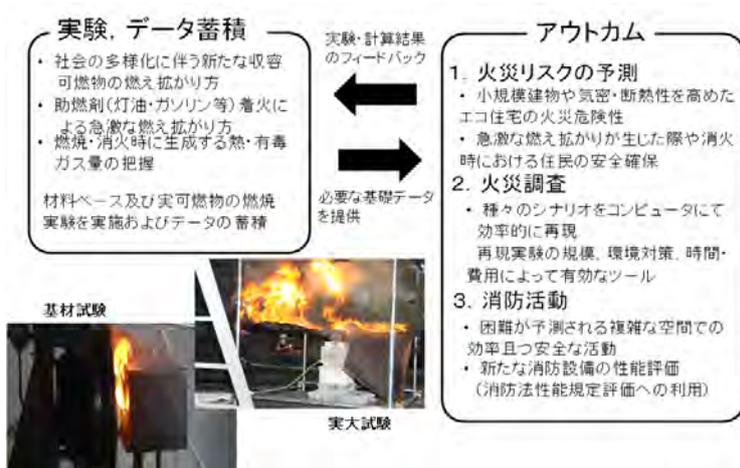


図 4-3 火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析の研究概要

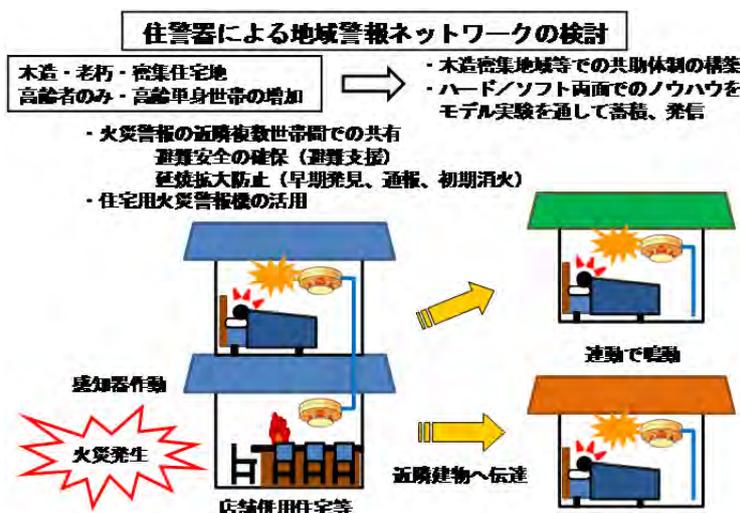


図 4-4 警報伝達手段の活用に関する研究概要

消火活動により鎮火した後に再燃する再燃火災は、住民の財産を損なうだけでなく、市民の消防機関に対する信頼を失わせる事になる。鎮火後の再燃火災は、防止しなければならない



図 4-5 再燃火災の発生防止に関する研究概要

表 4-1 5 か年の各サブテーマの研究計画概要

	平成 23 年度	平成 24 年度	平成 25 年度	平成 26 年度	平成 27 年度
サブテーマⅠ 東日本大震災における火災分析と防火対策	<ul style="list-style-type: none"> 震災関連火災情報の収集のための準備 火災目撃情報の収集 再生可能エネルギー活用に関する情報収集 	<ul style="list-style-type: none"> 火災情報収集のための調査票の配布と回収 自動車火災の出火原因検討の基礎実験の実施 太陽電池モジュールの火災危険性と活動困難性の把握 	<ul style="list-style-type: none"> 火災情報の分析、まとめ 自動車火災の出火原因検討についてのまとめ 太陽電池モジュールの発電特性と火災時活動安全に資するガイドラインの作成 	平成 25 年度で終わらなかった場合	<ul style="list-style-type: none"> 火災情報の分析、火災原因の検証 太陽電池パネル種類による個別の発電特性、燃焼生成物等の把握
サブテーマⅡ 火災の実態把握と課題抽出	社会的背景を考慮した居住環境における火災の実態把握			網羅的分析から抽出した課題の詳細分析	社会的背景を考慮した多様化する火災の実態把握と公表
サブテーマⅢ 火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析	新たな可燃物の燃焼データや種々の環境条件における可燃物の燃焼データの獲得・蓄積	新たな可燃物や種々の環境条件が要因となるリスク予測	燃焼条件を考慮した小規模実験による燃焼データの把握・蓄積	燃焼条件を考慮した小規模実験による燃焼データの把握・蓄積と計算機による現象予測技術の向上	実火災における燃焼現象と適切な消防活動に資する技術提供
サブテーマⅣ 生活に密着した建物等での警報伝達手段に関する研究	警報伝達に利用可能な通信技術の絞り込み	警報伝達に利用可能な要素技術の検証	無線連動型住警器による地域警報ネットワークの検討	無線型住警器の連動通報実験、地域防火用無線連動住警器の試作、防火共助意識調査	無線型住警器の連動通報実験、地域防火用無線連動住警器の試作、防火共助意識調査
サブテーマⅤ 熱画像を活用した再燃火災の発生防止に関する研究	火災現場の温度等情報獲得手法の絞り込み	火災現場の温度場計測手法の検証	火災現場の温度場計測手法の確立	火災現場情報を把握するための技術・手法の検証	火災現場情報を把握するための技術・手法の確立

2. 平成 24 年度の研究計画と成果

2-1 東日本大震災における火災分析と防火対策

(1) 東日本大震災において発生した火災の発生原因や延焼要因の究明

① 東日本大震災に関連して発生した火災に関するアンケート調査

東日本大震災に関連して発生した火災について、地震の揺れや津波に起因する火災にとどまらず、避難生活中の火災など、幅広く発生と被害の実態を網羅的に把握するとともに、地震による火災被害低減のための研究に資する知見を

得ることを目的として、被災地域の消防機関を対象としたアンケート調査を行った。この結果、約 500 件の火災に関する情報が得られ、内容の精査と集計分析に着手した。これらの火災のうち、津波による浸水被害を受けた場所や車両の火災は約 230 件と半数程度を占めている。また、避難生活中の火災約 70 件、計画停電に関連した火災 4 件、廃棄物集積場の火災約 40 件などの情報が得られている。

また、得られた火災情報をもとに、太陽光発電システムから出火した火災と、自動車から出火した火災（疑いを含む）について、追加調査

による詳細な情報収集を行った。

② 津波による自動車火災の出火原因について

東日本大震災で津波被害を受けた自動車から出火するという目撃情報が報告されている。出火メカニズムを解明する実験のひとつとして、バッテリーが水没したときに海水を通じて流れる電流を測定する実験を行った。12V の直流電源の両極に銅板または真鍮板を取り付け、純水、食塩水、人工海水に両極を沈め、流れる電流を計測した。電流は、純水ではほぼゼロ、食塩水では浸けた直後に数アンペア (A) 流れるが 1 分後には 0.2A に低下、人工海水では浸けた直後に数アンペア流れ、その後低下するが 2 分後くらいには最初の電流に戻る。電極の種類による違いは顕著ではなく、ケーブル被覆を加熱するほどの大電流は流れなかった。小型のプールを作り、実車を海水に沈め、バッテリーからの電流、ガスの発生状況、高温部分の計測を実施した。

(2) 再生可能エネルギー関連設備・装置の火災危険性把握

再生可能エネルギー設備の中で太陽電池モジュールに対して実験を行った。太陽電池モジュールが火災に曝露されたとき、太陽電池モジュールを構成するバックシートの材質により燃焼性状が異なることがわかった。PET (Polyethylene terephthalate) や PVF (Polyvinyl fluoride) などの樹脂のみでバックシートが構成されている場合、樹脂は焼失し、太陽電池モジュールの破壊が大きく進む。しかし、バックシートにアルミシートが含まれていた場合、アルミシートが焼け抜けるまでは太陽電池モジュールの大きな破壊には至らないことがわかった。

平成 23 年度の実験により火災からの放射光で太陽電池モジュールは発電することが確かめられたので、平成 24 年度では、燃料の違いによる火災の分光特性が発電特性に及ぼす影響を実験で明らかにした。n-ヘプタン、灯油、エタノール、メタノール、木材クリブを燃焼させた時

の放射スペクトルを 280~2500nm の波長範囲で計測した。メタノール以外の橙色の炎では、可視光域よりも近赤外線域の成分が多い。結晶シリコン系太陽電池は約 1130nm までの波長に感度を有することから、炎では可視光照射度比べ高い電圧になる。近赤外線域までの成分が強い n-ヘプタン、灯油は出力電圧が高いが、近赤外線域までの成分がほとんどないメタノールは出力電圧がほぼゼロであった。

鎮火後に屋根に残った太陽電池モジュールは日射により発電を継続するが、残火確認等で消防隊員が活動する際の感電要因となる。太陽電池モジュールの発電抑制手法について、工事現場などで使用するブルーシート、熱により発泡する防火フィルムの遮光効果を検討した。太陽電池モジュールの出力電圧の低下を指標とすると、ブルーシートで約 1/6 に、発泡した防火フィルムでも約 1/6 に低下した。

また実際に感電した消防隊員のいる消防本部を訪問し、状況の聞き取りを実施するとともに、消防活動時の装備品である、手袋、長靴の電気抵抗を測定した。手袋は、乾いた状態では数百~数千 MΩ で絶縁性が高いが、水濡れの場合は 1kΩ 以下となり、痙攣などを起こしうる電流が流れる抵抗値に下がった。

その他太陽電池モジュールに使用されている樹脂材は製品により素材が異なり、燃焼生成ガスや燃焼性状を推定するためには材質の確認が必須となる。製品の素材が明らかでないため、材質の分析を行い、燃焼実験に使用した太陽電池モジュールのバックシートが PVF であることを明らかにした。

2-II 火災の実態把握と課題抽出

(1) 抽出された課題に関する詳細分析

たばこを発火源とする住宅火災について分析を行うために必要なデータ取り込みプログラムの修正を行った。

(2) 施策立案に必要な分析の実施

就寝を伴う小規模な施設の火災の発生と被害

について集計を行い、施策検討用の資料として提供した。

2-III 火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析

(1) サンドイッチパネル等の建物内装材に使用される素材及び収容可燃物に関する燃焼性状の把握

金属鋼板サンドイッチパネル (SWP) は、鋼板と樹脂製の芯材が、芯材の自己溶着もしくは接着剤で固定されている。火災時の熱で鋼板が芯材と剥離し、可燃性の芯材が火炎に対して無防備になるため急激な燃焼へ発展する。こうした金属鋼板サンドイッチパネル (SWP) の火災時の剥落モデル化のために以下の実験的検討を行った。鋼板と芯材との剥離原因を明らかにするため、両者の接着力の加熱依存性について検証した。SWP に使用される芯材としては、高い燃焼性を有するポリウレタンと難燃性が高いイソシアヌレートを使用した。加熱強度及び加熱時間を変化させた SWP のサンプルを作成し、引張試験装置にて鋼板と芯材の接着力を測定した。芯材の難燃性の違いにかかわらず、ポリウレタンとイソシアヌレートを使用した SWP は、高い加熱や加熱時間が長くなると芯材と鋼板との接着力は失われ、剥離してしまうことが明らかになった。

(2) 燃焼条件を考慮した小規模実験による燃焼データの把握・蓄積

火災時に部屋に流入する空気の量が家具や建材などから発生する熱分解ガスの量に対して不足すると燃焼時に一酸化炭素を多く生成する。本年度は、火災室から火災室以外へ流出するガス量を把握するため、小型の模型箱による火災実験を東京理科大学と共同で行った。開口ドアの大きさを変えることで箱に流入する空気を増減し、有炎火災時における可燃物からの熱分解ガス生成量と一酸化炭素生成量との関係を実験にて測定した。また、小型実験から実火災へのスケール効果を検討するため、小型の 2 倍の寸

法にしたものを作成し、実験を継続実施し、データを解析中である。

(3) 火災旋風の発生メカニズム・発生条件の解明

本研究に関しては、実験、調査、野外観測を行った。

a. 実験では、火災域風下に発生する火災旋風の挙動、発生メカニズム、発生条件を調べるために、まず吸込式超低速小型風洞と低風速下での気流の可視化方法を開発した。熱源として、風洞測定部の床面に 7mm×30mm の長方形の領域を占めるヒーターを設置した。この装置を用いて、流れの可視化及び速度場の測定を行った結果、以下のことが明らかになった。

主流風速 1~9cm/s の下で、熱源の発熱速度を 1.6~320kW/m² の範囲で変化させたところ、火炎を用いたこれまでの実験で見られたような、熱源風下で発生してその風下に流れ出す旋風の発生は確認できなかった。さらに、床面上の速度境界層内の流れに乱れを加えても、熱源風下に流れ出す旋風の発生は確認できなかった。この結果は、火炎のフリッカリング (振動) 現象が、旋風の発生、流出に影響を与えている可能性を示唆するが、まだこのことは実証されていない。

上述の実験では、旋風の源の一つである可能性が高い CVP (Counter-rotating Vortex Pair : 有風下で地表面に熱源があるとき、その上昇気流が風下に流されながら二股に分かれて形成する渦のペア) が発生した。可視化実験により、CVP の渦の源がヒーター近くにあることがわかったが、場所・渦の向きまでは特定できていない。

さらに、主流に対して長方形の熱源の向きを変えると、床面付近で最大風速が現れる位置が大きく変化することがわかった。長方形の熱源の長軸が主流と直交している場合、床面付近の最大風速は熱源の風下に現れた。しかしながら、熱源の長軸が主流と平行な場合には、床面付近

の最大風速は熱源直近の熱源両脇に現れた。この最大風速の位置の違いは、CVP の形成位置の違いによって生じている可能性が高いことが可視化実験で明らかになった。この実験結果は、有風下での地上付近の火事場風の発生機構を示唆するものであり、林野火災時に風向の変化が起きた直後に飛火が発生して延焼拡大したと言われる災害（呉市 昭和 46 年（1971 年）、阿蘇市 平成 24 年（2012 年））の原因の一つの可能性とも考えられる。

b. 調査では、平成 23 年（2011 年）の東日本大震災で気仙沼市内の津波で襲われた地区で目撃された火災旋風について、聞き取り調査を継続して行った。火災旋風による風害の可能性があると考えていた、複数の樹木の枝が折れた現象は、火災旋風によるものではなく、人為的な理由だということが聞き取り調査でわかった。火災旋風の物的証拠（映像・写真・被害）は結局得られなかった。

c. 観測では、野焼き時に発生する旋風の観測を試みた。現在、データの解析中である。

(4) 火災シミュレータの最も高速化に効果的なサブルーチンに対して GPU 計算高速化手法を適用した結果、計算そのものは高速化されるが、一方で CPU・GPU 間の通信処理に大きな時間のロスが生じるため、今後の高速化には通信処理回数を減らすプログラムの開発が重要であることがわかった。

2-IV 生活に密着した建物等での警報伝達手段に関する研究

・住警器による地域警報ネットワークの検討

北九州市内の古い木造市場を対象として、市場関係者と市場周辺住民とが参加する防火の互助体制の構築を目的として、市場内の各店舗に無線連動式住宅用火災警報器を設置して、電波伝搬障害や非火災報の発生等の問題点や対応のための課題を明らかにするための火災感知警報フィールド実験を開始した。本件は北九州市消防局予防課との共同研究により実施している。

2-V 熱画像を活用した再燃火災の発生防止に関する研究

鎮圧後の火災現場において、再燃火災の原因となる壁や天井裏などの構造内の残火を探し出すための手法は、今のところは、目で見て、手で触って温度を確認するなど、消防隊員の感覚や経験に依存している。模擬実験を行い、赤外線カメラが残火を探す作業の効率化にどのように寄与できるか調べた。天井裏を想定した空間を作り、その中に小さな熱源となる電気ヒーターを設置した。天井裏にある残火を探す作業を模擬し、素手で断熱板の下面に触った。電気ヒーター（出力 100W）で加熱を開始してから 21 分後に、断熱板の下面の温度は 33℃に上昇した（加熱開始前の温度は 17℃）。赤外線カメラで撮影した熱画像では、周囲より温度の高い場所があるのがわかった。素手で断熱板の下面に触っても、温度の高い場所はわからなかった。

3. 平成 25 年度の研究計画

3-I 東日本大震災における火災分析と防火対策

(1) 東日本大震災において発生した火災の発生原因や延焼要因の究明

震災関連火災の統計的な分析と実験的な検証を行い、出火原因、延焼要因の抽出及び対策の提言を行う。また、引き続き、津波被害を受けた自動車の発火原因に関する検討を行う。

(2) 再生可能エネルギー関連設備・装置の火災危険性把握

太陽光発電システムにおける消防隊員の感電を考慮し、手袋や長靴、破壊器具などの個人装備品の電気導電性を検証する。また、バックシートや充填材の材質の分析を実施する。太陽光発電設備の火災危険性と消火活動における危険性の把握と、活動マニュアルの作成を行う。

3-II 火災の実態把握と課題抽出

(1) 抽出された課題に関する詳細分析

たばこを発火源とする住宅火災について詳細

な分析を行い、背景要因を含む実態を明らかにする。

(2) 火災の実態把握と課題抽出

社会情勢の変化に留意しつつ、詳細な分析を実施すべき課題の探索を実施する。

(3) 施策立案に必要な分析の実施

行政上のニーズに応じて、必要な分析を実施する。

3-III 火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析

(1) 引き続きサンドイッチパネル等の建物内装材に使用される素材及び収容可燃物に関する燃焼性の把握を行う。

(2) 燃焼条件を考慮した小規模実験による燃焼データの把握・蓄積を行うとともに、過去に実施した火災実験のデータベース化を図る。火災室以外の場所で亡くなる条件について一酸化炭素燃焼生成ガスの発生状況をもとにより詳細な検討を行う。

(3) 火災旋風の発生メカニズム・発生条件の解明については、前年度に引き続き長方形熱源に対する風向を変えた時の地表面付近の風速場の変化についてさらに調べる。また、1m規模の火源を用いた中規模実験を行い、火源風下に発生する火災旋風の発生メカニズム、発生条件を調べる。さらに、引き続き野焼き時の旋風観測を試みる。

(4) 地震後の市街地火災において、家屋の倒壊状況と風速が延焼性状に及ぼす影響を明らかにすることを最終的な目的として、実験を行う。倒壊家屋はかさ密度の異なるクリブによって模擬し、有風下での火炎形状や温度分布等を調べる。

(5) GPGPU 計算高速化手法を適用したサブルーチンに対し、高速化のボトルネックとなっている CPU・GPU 間の通信回数を減らすためのプログラム改良等を試みる。

3-IV 生活に密着した建物等での警報伝達手段に関する研究

・住警器による地域警報ネットワークの検討
市場内の各店舗に設置した無線連動式住宅用火災警報器を、当初の単独（非連動）運転から無線連動運転に切り替えて、電波伝搬障害や非火災報の発生等の問題点や対応のための課題の抽出及び問題解決のための技術的検討を行う。さらに、共助意識の向上に関する調査及び分析を行う。

3-V 熱画像を活用した再燃火災の発生防止に関する研究

(1) 再燃火災の事例調査（消防機関の過去の記録の調査、消防職員へのヒアリング）
(2) 鎮圧後の火災現場における熱画像データの取得（赤外線カメラ 1 式を活用し、消防機関が実際の火災現場で実施）
(3) 事例の分析と現場の熱画像の分析に基づく残火が残りやすい建物構造や建材などの把握
(4) 把握した内容をもとにした再燃火災の模擬実験による残火の発生要因の分析

4. 次年度以降の研究計画

4-I 東日本大震災における火災分析と防火対策

(1) 震災関連火災の統計的な分析と出火原因、延焼要因の抽出及び対策の提言
(2) 太陽電池モジュール構成部材の分析及び燃焼時発生ガスに対する化学分析の実施

4-II 火災の実態把握と課題抽出

(1) 抽出された課題に関する詳細分析
網羅的な集計分析から抽出された課題について詳細な分析を行い、背景要因を含む実態を明らかにする。
(2) 火災の実態把握と課題抽出
社会情勢の変化に留意しつつ、詳細な分析を実施すべき課題の探索を継続する。
(3) 施策立案に必要な分析の実施

行政上のニーズに応じて、必要な分析を実施する。

4-III 火災の促進要因と燃焼性状の実験と数値計算による分析

- (1) 燃焼条件を考慮した小規模実験による燃焼データの把握・蓄積と実火災における燃焼現象と適切な消防活動に資する技術提供を行う。
- (2) 火災旋風の発生メカニズム・発生条件の解明については、小・中規模実験を行い、発生メカニズム、発生条件の解明を目指す。その後、実規模での発生条件の導出を目指す。また、野焼き時の旋風の観測も行う。
- (3) 継続して残りのサブルーチンに GPGPU 計算高速化手法を適用することを試みるとともに、適用後の火災シミュレータの計算精度や高速化の検証を実施する。

4-IV 生活に密着した建物等での警報伝達手段に関する研究

市場内火災感知警報信号の市場外住民への連動通報実験、地域防火用無線連動住警器の試作、防火共助意識調査を行う。

4-V 熱画像を活用した再燃火災の発生防止に関する研究

- (1) 鎮圧後の火災現場における熱画像データの取得（赤外線カメラ 1 式を活用し、消防機関が実際の火災現場で実施）
- (2) 事例の分析と現場の熱画像の分析に基づく残火が残りやすい建物構造や建材などの把握
- (3) 把握した内容をもとにした再燃火災の模擬実験による残火の発生要因の分析
- (4) 赤外線カメラの活用も含めた再燃火災防止のためのガイドラインの提案

Ⅱ 研究発表等

1 所外研究発表状況

(1) 口頭発表

	題 名	発 表 者 名	発 表 会 名	発表年月
1	太陽電池モジュールの火災による 損傷と発電特性	松島早苗、阿部伸之、 田村裕之、塚目孝裕、 尾川義雄、森井統正、 河関大祐	平成 24 年度日本火 災学会研究発表会	2012.5.21 ～5.22
2	火災時における太陽電池モジュール の発電特性	田村裕之、阿部伸之、 松島早苗、塚目孝裕、 尾川義雄、森井統正、 河関大祐		
3	東日本大震災における気仙沼の火 災	篠原雅彦、尾川義雄、 松島早苗		
4	石油タンク火災用の泡消火薬剤に ついて（第 9 報）－泡の被覆面積に おける放射熱抑制効果－	佐澤 潔（深田工業）、 内藤浩由、佐宗祐子、 遠藤千秋（第一化成産 業）		
5	石油タンク火災用の泡消火薬剤に ついて（第 10 報）－フッ素フリー 泡消火薬剤の消火性能について－	内藤浩由、佐澤 潔（深 田工業）、佐宗祐子、遠 藤千秋（第一化成産業）		
6	リチウムイオン電池を積載した電 気自動車の消火	尾川義雄、大高 浩、 山田 實、渡邊憲道（科 警研）、諏訪正廣（埼玉 県警）、鈴木仁治（東京 電機大）		
7	高感度熱量計を用いた酸化発熱の 危険性評価手法	岩田雄策		
8	東日本大震災後における瓦礫火災 について	村沢直治（千葉科学大） 他 1 名、古積 博、岩 田雄策、佐伯孝夫（名 取市消防本部）		
9	低熱流速下の防火服生地内におけ	森井統正、若月 薫、		

	題 名	発 表 者 名	発 表 会 名	発表年月
	る熱伝達 (1) - 活動服が湿潤していた際の熱伝達への影響について -	尾川義雄		
10	急速加熱を受ける電線の非定常過程に関する研究	中野多聞 (北大) 他 1 名、若月 薫	平成 24 年度日本火災学会研究発表会	2012.5.21 ~5.22
11	小規模建築物の防火安全対策のための研究 (その 1) - 個室型店舗等の現状と潜在的火災危険性について -	小野美沙登、若月 薫		
12	バッテリー駆動電気自動車の燃焼性状	渡邊憲道 (科警研) 他 5 名、諏訪正廣 (埼玉県警)、尾川義雄、須川修身 (諏訪東京理科大)		
13	住宅用火災警報器の奏功事例の分析 (その 3)	五味保城 (東京ガス)、小野美沙登、森井統正、島津朋彦 (ホーチキ)、山内幸雄 (東京理科大) 他 1 名、若月 薫		
14	住宅用火災警報器の奏功事例の分析 (その 4)	島津朋彦 (ホーチキ)、五味保城 (東京ガス)、小野美沙登、森井統正、山内幸雄 (東京理科大) 他 1 名、若月 薫		
15	平成 23 年台風 12 号により紀伊半島で発生した天然ダムの内部構造と安定性評価について	王 功輝 (京都大学防災研究所)、新井場公德、繆 海波、William H. Schulz	平成 24 年度砂防学会研究発表会	2012.5.23 ~5.24
16	可撓性シャフトで複数の駆動輪を連結した小型探査用ロボットの試作	二町健太 (鹿児島大)、林 良太、余 永、衣笠哲也 (岡山理科大)、天野久徳	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会	2012.5.27 ~5.29
17	柔軟全周囲クローラ RT04-NAGA について - NIST 規格フィールドにおける走行試験 -	土師貴史 (松江高専)、衣笠哲也 (岡山理科大)、藤井康平 (鹿児島大)、Muhamad Haziq、吉田浩治、林 良太、入部正継 (大阪電通大)、徳田献一 (和歌山		

	題 名	発 表 者 名	発 表 会 名	発表年月
		大)、天野久徳、大須賀公一 (大阪大)		
18	階段昇降機構を付加した救助支援型担架システムの開発ー第 8 報 階段昇降における定量的評価ー	岩野優樹 (明石高専)、大須賀公一 (大阪大)、天野久徳、	日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会	2012.5.27 ～5.29
19	レスキューロボット FMT の遠隔操縦システムー注目領域の視差補正を考慮した映像提示インターフェースー	平山達也 (和歌山大)、徳田献一、衣笠哲也 (岡山理科大)、土師貴史、天野久徳		
20	Study on Damage of a Floating Roof-type Oil Storage Tank due to Thermal Stress	Yoshihiro Hirokawa, Haruki Nishi, Minoru Yamada, Shinsaku Zama and Ken Hatayama	2012 International Conference on Mechanics, Simulation and Control	2012.6.2 ～6.3
21	ファーストレスポonder体制の制度設計とその効果	久保田勝明、鈴川正之 (自治医科大) 他 3 名、菅原康一 (消防庁)、安田康晴 (京都橘大)	第 15 回日本臨床救急医学会総会学術集会	2012.6.16 ～6.17
22	目撃あり CPA 症例の 119 番通報までの時間経過及び通報遅延因子の検討	宮本英二 (小山市消防本部) 他 1 名、久保田勝明、鈴川正之 (自治医科大) 他 3 名、菅原康一 (消防庁)、安田康晴 (京都橘大)		
23	バイスタンダー CPR の有効性について	高山好弘 (石橋地区消防組合消防本部) 他 1 名、久保田勝明、鈴川正之 (自治医科大) 他 3 名、菅原康一 (消防庁)、安田康晴 (京都橘大)		
24	ファーストレスポonder出場を対象としたコール・トリアージ・プロトコルの検討	成川憲司 (帝京大) 他 1 名、久保田勝明、鈴川正之 (自治医科大) 他 3 名、小林明宏 (芳賀地区広域行政事務組合消防本部) 他 1 名、安田康晴 (京都橘大)		

	題 名	発 表 者 名	発 表 会 名	発表年月
25	イタリア ピアチェンザ郡におけるファーストレスポnder体制	豊國義樹(自治医科大) 他 1 名、久保田勝明、 安田康晴(京都橘大)	第 15 回日本臨床救 急医学会総会学術 集会	2012.6.16 ~6.17
26	位置情報サービスを利用したドク ターカー出動指令の試み	米川 力(自治医科大) 他 4 名、久保田勝明、 安田康晴(京都橘大)、 柳沢淳一(芳賀地区広 域行政事務組合消防本 部) 他 1 名		
27	Fire Whirls Caused by Urban Conflagration	Shinohara, M., Matsushima, S., Sekizawa, A.	Workshop for Fire-Structure Interaction and	2012.7.2 ~7.4
28	Investigation and its Characteristic of Post Earthquake Fire at the 3.11.	Tamura, H.	Urban and Wildland-Urban Interface (WUI)	
29	Fires and Damages of Oil Tanks Caused by the 3.11 Earthquake	Nishi, H.	fires (第 2 回日米火 災ワークショップ プ)	
30	熱源の発見のための熱画像カメラ の利用について	鈴木 健	安全工学シンポジ ウム 2012	2012.7.5 ~7.6
31	東日本大震災で生じた災害廃棄物 の自然発火の危険性について	村沢直治(千葉科学大) 他 1 名、古積 博、岩 田雄策、佐伯孝夫(名 取市消防本部)		
32	火災時における太陽光発電モジュ ール部材の燃焼と発電特性	塚目孝裕、阿部伸之、 田村裕之、松島早苗、 尾川義雄、森井統正、 河関大祐	マテリアルライフ 学会第 23 回研究発 表会	2012.7.5 ~7.6
33	Fracture Probability Analysis of Crack Occurrence on a Floating Roof due to Thermal Stress	Yoshihiro Hirokawa, Haruki Nishi, Minoru Yamada, Shinsaku Zama and Ken Hatayama	ICCEM 2012 (2012 International Conference on Civil Engineering and Materials)	2012.7.7 ~7.8
34	(ポスター発表) An Experimental Study on Movement of Smoke Generated by a Fire in an Indoor Waste Processing Plant	Takeshi Suzuki	34th International Symposium on Combustion	2012.7.29 ~8.3

	題 名	発 表 者 名	発 表 会 名	発表年月
35	Extinguishment of propane/air co-flowing diffusion flames by fine water droplets	Itaru Sakurai (Tokyo Denki Univ.) 他 2 名, Hiroyoshi Naito, Akira Yoshida (Tokyo Denki Univ.)	34th International Symposium on Combustion	2012.7.29 ～8.3
36	Effect of fine water droplets on critical velocity gradients at extinguishment and droplet dynamics in the vicinity of flame zone in counterflow diffusion flame	Ryohei Takasaki (Tokyo Denki Univ.) 他 3 名, Hiroyoshi Naito, Yuko Saso		
37	崩壊が発生した斜面で再度崩壊が発生する条件	新井場公德	第 51 回日本地すべり学会研究発表会	2012.8.28 ～8.31
38	地震・降雨により発生した天然ダムの内部構造と安定性評価について	王 功輝 (京都大学防災研究所) 他 3 名、新井場公德		
39	平成 23 年台風 12 号災害時の避難事例	新井場公德		
40	Evaluation of Rescue Support Stretcher System	Yuki Iwano (Akashi National College of Tec), Koichi Osuka (Osaka Univ), Hisanori Amano	2012 IEEE RO-MAN: The 21st IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication	2012.9.9 ～9.13
41	火災時における太陽電池モジュールの発電特性 (その 1 太陽光及び火炎光による発電)	田村裕之、阿部伸之、松島早苗、塚目孝裕、尾川義雄、森井統正、河関大祐	2012 年度日本建築学会大会 (東海) 学術講演会	2012.9.12 ～9.14
42	火災時における太陽電池モジュールの発電特性 (その 2 火炎曝露によるモジュール損傷と発電)	松島早苗、阿部伸之、田村裕之、塚目孝裕、尾川義雄、森井統正、河関大祐		
43	危険物施設等の火災・津波被害	西 晴樹	2012 年度日本建築学会大会防火部門研究集会	2012.9.13
44	可撓性シャフトで複数の駆動輪を連結した小型探査用ロボットの走行性能について	二町健太 (鹿児島大) 林 良太、余 永、衣笠哲也 (岡山理科)	日本ロボット学会 第 30 回記念学術講演会	2012.9.17 ～9.20

	題 名	発 表 者 名	発 表 会 名	発表年月
		大)、天野久徳		
45	Comparison of fire behaviors of an electric-battery-powered vehicle and gasoline-powered vehicle in a real-scale fire test	Norimichi Watanabe, Osami Sugawa, Tadahiro Suwa, Yoshio Ogawa, Muneyuki Hiramatsu, Hino Tomonori, Hiroki Miyamoto, Katsuhiko Okamoto, Masakatsu Honma	2nd International Conference on Fires in Vehicles (FIVE)	2012.9.27 ～9.28
46	(ポスター発表) 東北地方太平洋沖地震での長周期地震動の経験的予測に関する検証	座間信作	日本地震学会 2012 年秋季大会	2012.10.16 ～10.19
47	2010 年 El Mayor-Cucapah 地震 (Mw7.2) の際の Los Angeles 盆地における長周期地震動の増幅特性	畑山 健、Erol Kalkan (USGS)		
48	Numerical Simulation of Water Discharge from Large Capacity Foam Monitor	Uchida, T. (Kanazawa Univ.) 他 2 名, Saso, Y., Naito, H., Yamano, K. (Morita Holdings)	International Congress on Fire Computer Modeling	2012.10.18 ～10.19
49	Cause and Countermeasure Way of Rubble Fires Occurred after 2011 Great Earthquake of Japan	Hiroshi Koseki, Naoharu Murasawa (Chiba Institute of Science) 他 1 名, Yusaku Iwata	2012 International Symposium on Safety Science and Technology	2012.10.23 ～10.26
50	市街地における同時多発火災対応訓練シミュレーターの開発	細川直史、座間信作、遠藤 真、新井場公徳、高梨健一、佐々木克憲 (応用地質株式会社)、杉井完治 (京都市消防局)、関澤 愛 (東京理科大学)	第 31 回 (2012 年度) 地域安全学会研究発表会 (秋季)	2012.11.2 ～11.3
51	(ポスター発表) 災害対策本部における水害対応支援システム	遠藤 真、河関大祐、座間信作、中野公弘 (有限会社ビットギャング)		
52	2011 年東北地方太平洋沖地震の際の津波による石油タンクの被害	畑山 健	日本地震工学会年次大会	2012.11.8 ～11.10
53	有機過酸化物の熱分解における溶媒効果	岩田雄策	火薬学会 2012 年度 秋季研究発表会	2012.11.15 ～11.16

	題 名	発 表 者 名	発 表 会 名	発表年月
54	Some parameters effects on occurrence of boilover	古積 博、岩田雄策、村沢直治 (千葉科学大)、Gilles Dusserre (Ecole des Mines d' Ales) 他 3 名	第 45 回安全工学研究発表会	2012.11.29 ～11.30
55	Spectral Amplification Factors of Long-Period (3 to 10 s) Strong Ground Motions in and around the Los Angeles Basin during the Mw7.2 El Mayor-Cucapah Earthquake of April 4, 2010	Ken Hatayama, Erol Kalkan (U.S. Geological Survey, Menlo Park, CA)	American Geophysical Union Fall Meeting (米国地球物理学連合秋季大会)	2012.12.3 ～12.7
56	石油タンク火災の泡消火効率の改善に関する検討ー泡の被覆面積における放射熱抑制効果ー	内藤浩由、佐澤 潔 (深田工業)、佐宗祐子	第 50 回燃焼シンポジウム	2012.12.5 ～12.7
57	プロパン-空気予混合火炎の火炎温度に及ぼすウォーターミストの影響	百本洋介 (東京電機大) 他 1 名、内藤浩由、佐宗祐子		
58	可燃性液体を付着させた固体の燃え拡がり挙動の微視的観察	鈴木 健		
59	電線燃え拡がり現象における非定常性に関する検討	中村祐二 (北海道大)、若月 薫		
60	大規模災害時の消防の活動現場の安全管理に係る課題ー東日本大震災、平成 23 年台風 12 号災害ー	新井場公德	第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	2012.12.18 ～12.20
61	消防防災用無人ヘリコプタによる観測飛行実験	森川 泰 (産総研) 他 2 名、新井場公德、天野久徳		
62	屋外型飛行船ロボットによる災害監視の実現性	佐伯一夢、深尾隆則 (神戸大) 他 1 名、河野 敬 (JAXA)		
63	柔軟全周囲クローラ RT04-NAGA の高速走行特性	衣笠哲也 (岡山理大) 他 1 名、土師貴史 (松江高専)、天野久徳、林良太 (鹿児島大)、徳田献一 (和歌山大)、入部正継 (大阪電通大)		
64	救助支援型担架システムの現状と今後の展望	岩野優樹 (明石高専)、大須賀公一 (大阪大)、		

	題 名	発 表 者 名	発 表 会 名	発表年月
		天野久徳		
65	レスキューロボット FMT の遠隔操縦システム	平山達也 (和歌山大) 他 1 名、衣笠哲也 (岡山理大)、土師貴史 (松江高専)、天野久徳	第 13 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	2012.12.18 ~12.20
66	オープンソース CFD による火災プラームの数値計算 (FDS と OpenFOAM の比較)	北風慎吾 (アライド)、阿部伸之	第 26 回数値流体力学シンポジウム	2012.12.18 ~12.20
67	救助支援型担架システムの特性評価	岩野優樹 (明石高専)、大須賀公一 (大阪大)、天野久徳	第 18 回ロボティクス・シンポジア	2013.3.14 ~3.15

(2) 論文発表

	題 名	発 表 者 名	掲載誌名等	巻号
1	柔軟全周囲クローラの湾曲動作について—湾曲動作のモデリングと運動解析	衣笠哲也 (岡山理大)、土師貴史、吉田浩治、天野久徳、林 良太 (鹿児島大)、徳田献一 (和歌山大)、入部正継 (大阪電通大)、大須賀公一 (大阪大)	日本ロボット学会誌	Vol.30, No.6, pp.102 -108 (2012.5)
2	Study on spontaneous ignition of stored food waste and recycling materials	Naoharu Murasawa (Chiba Institute of Science) 他 1 名、Hiroshi Koseki, Yusaku Iwata	Fire and Materials	Available online 27 June 2012
3	火炎近傍の樹木による背後での受熱量の低減効果に関する実験研究	林 寿則、篠原雅彦、松島早苗、藤原一絵	日本緑化工学会誌	Vol.38, No.1 (2012.8)
4	Long-period (3 to 16 s) ground motions in and around the Los Angeles basin during the Mw 7.2 El Mayor-Cucapah earthquake of April 4, 2010	Ken Hatayama, Erol Kalkan (USGS)	Proceedings of the 15th World Conference on Earthquake Engineering (2012.9.24~9.28)	Paper No.0770, CD-ROM

	題 名	発 表 者 名	掲載誌名等	巻号
5	On damage of oil storage tanks due to the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake (Mw9.0), Japan	Shinsaku Zama, Haruki Nishi, Ken Hatayama, Minoru Yamada, Hiroshi Yoshihara, Yoshio Ogawa	Proceedings of the 15th World Conference on Earthquake Engineering (2012.9.24~9.28)	Paper No.0238, CD-ROM
6	Development and verification of tank damage evaluation system using Earthquake Early Warning information	Naoto Ohbo (Association for the Development of Earthquake Prediction, Japan), Shinsaku Zama, Tomohiko Tsuchida (Japan oil, gas and Metals National Corporation, Japan), Fumitoshi Takada (Eisin system Co. Ltd, Japan)	Proceedings of the 15th World Conference on Earthquake Engineering (2012.9.24~9.28)	Paper No.1198, CD-ROM
7	Formation of fire whirls: Experimental verification that a counter-rotating vortex pair is a possible origin of fire whirls	Masahiko Shinohara, Sanae Matsushima	Fire Safety Journal	Vol. 54, pp.144-153 (2012.11) Available online 27 April 2012
8	発酵による発熱を原因とした瓦礫類の火災危険性について	村沢直治 (千葉科学大) 他 1 名、古積 博、岩田雄策、佐伯孝夫 (名取市消防本部)	日本火災学会論文 集	Vol.62, No.2・3, pp.17-25 (2012.12)
9	Risk assessment for the spontaneous ignition of the rubble generated after the Great East Japan Earthquake	Naoharu Murasawa (Chiba Institute of Science)他 1 名, Hiroshi Koseki, Yusaku Iwata	International Journal of Engineering Research and Applications	Vol.2, Issue 4, pp.808-816 (2012)
10	Study on Thermal Behaviour and Risk Assessment of Biomass Fuels	Naoharu Murasawa (Chiba Institute of Science) 他 1 名, Hiroshi Koseki, Xin-Rui Li (Texas A&M Uni.),	International Journal of Energy Engineering	Vol.2, No.5, pp.242-252 (2012)

	題 名	発 表 者 名	掲載誌名等	巻号
		Yusaku Iwata		
11	Cause and Countermeasure Way of Rubble Fires Occurred after 2011 Great Earthquake of Japan	Hiroshi Koseki, Naoharu Murasawa (Chiba Institute of Science) 他 1 名, Yusaku Iwata	Procedia Engineering	Vol.45, pp.617-627 (2012)
12	Causes of Accidents by Soy Sauce Squeezing Residue and Fish meal	Naoharu Murasawa (Chiba Institute of Science), Hiroshi Koseki, Yusaku Iwata	Journal of Material Cycles and Waste Management	Vol.15, Issue 1, pp.42-48 (2013.1)
13	Extinguishment of propane/air co-flowing diffusion flames by fine water droplets	Itaru Sakurai (Tokyo Denki Univ.) 他 2 名, Hiroyoshi Naito, Akira Yoshida (Tokyo Denki Univ.)	Proceedings of the Combustion Institute	Vol.34, pp.2727-2734 (2013.1) Available online 28 June 2012
14	災害監視を目的とした屋外型飛行船ロボットの経路追従制御	佐伯一夢、深尾隆則(神戸大)他 1 名、河野 敬 (JAXA)	日本機械学会論文 集 C 編	Vol.79, No.798, pp.236-251 (2013.2)

(3) 解説

	題 名	発 表 者 名	掲載誌名等	巻号
1	電気火災調査における分析装置の活用例	田村裕之、尾川義雄	火災	Vol.62, No.2 (通巻 317 号), pp.18-23 (2012.4)
2	スロップ油タンク火災に係る火災原因調査	西 晴樹	Safety & Tomorrow	No.143, pp.47-54 (2012.5)
3	危険物施設での静電気災害について (第 2 回)	田村裕之	消防試験研究センターだより Voice.	No.319, pp.8-10 (2012.5)

	題 名	発 表 者 名	掲載誌名等	巻号
4	東日本大震災における気仙沼の火災－火災空撮映像の位置特定と油分の分布にもとづいた考察－	篠原雅彦、尾川義雄、松島早苗	火災	Vol.62, No.3 (通巻 318 号), pp.16-20 (2012.6)
5	東日本大震災で目撃された火災旋風	篠原雅彦、松島早苗	消防科学と情報	No.108, pp.36-40 (2012 春)
6	石油タンクのスロッシングによる被害と地震動	座間信作	消防科学と情報	No.109, pp.20-23 (2012 夏)
7	コンビナート火災について	西 晴樹	消防科学と情報	No.109, pp.24-27 (2012 夏)
8	石油タンクの津波被害について	畑山 健	消防科学と情報	No.109, pp.28-33 (2012 夏)
9	平成 23 年台風 12 号による災害の概要と消防機関の対応	新井場公德	消防科学と情報	No.109, pp.50-54 (2012 夏)
10	石油タンクの津波被害について (特集 東日本大震災 (6) 危険物施設等の地震・津波被害)	畑山 健	消防科学と情報	No.109, pp.28-33 (2012.7)
11	リモートセンシング技術の地盤工学への応用、6. リモートセンシングを応用した地震被害想定と災害初期対応への応用	鄭 炳表、細川直史	地盤工学会誌	60-8(655), pp.50-56 (2012.8)
12	静電気が疑われる火災原因の調査について	田村裕之	消防研修	第 92 号, pp.63-67 (2012.9)
13	火災旋風－関東大震災の教訓－	篠原雅彦	命を守る BOUSAI MAGAZINE	No.1, pp.9-10 (2012.9)
14	石油コンビナート災害	西 晴樹	命を守る BOUSAI MAGAZINE	No.1, (2012.9)
15	首都直下地震による同時多発火災への情報面からの対策	座間信作、関澤 愛 (東京理科大)	土木技術	2012 年 9 月号

	題 名	発 表 者 名	掲載誌名等	巻号
16	東北地方太平洋沖地震でのコンビナート地区の地震動と石油タンクのスロッシング	座間信作	高压ガス	Vol.49, No.9 (通 巻 510 号), pp.20-26 (2012.9)
17	消防庁長官調査について	西 晴樹	消防研修	第 92 号, pp.14-18 (2012.9)
18	静電気が疑われる火災原因の調査について	田村裕之	消防研修	第 92 号, pp.63-67 (2012.9)
19	蓄熱による自然発火に関する調査技術と応用例について	岩田雄策	消防研修	第 92 号, pp.68-74 (2012.9)
20	物品販売店舗火災の長官調査(圧縮陳列棚の火災拡大性状)	阿部伸之	消防研修	第 92 号, pp.86-90 (2012.9)
21	認知症高齢者グループホーム火災の長官調査(火点近傍の可燃物の燃焼性状)	阿部伸之	消防研修	第 92 号, pp.91-95 (2012.9)
22	カラオケボックス店火災の長官調査(火災実験とシミュレーション)	阿部伸之	消防研修	第 92 号, pp.96-100 (2012.9)
23	エチレン製造プラントの爆発火災について	田村裕之	消防研修	第 92 号, pp.101 -105 (2012.9)
24	消防研究センターにおける火災原因調査支援業務	原因調査室(西 晴樹)	消防研修	第 92 号, pp.144 -148 (2012.9)
25	蓄熱発火に関する危険性評価方法	岩田雄策	消防試験研究センターだより Voice.	Vol.323, pp.5-7 (2012.9)
26	東北地方太平洋沖地震に伴い発生した製油所火災について	西 晴樹	Safety & Tomorrow	No.145, pp.7-10 (2012.9)

	題 名	発 表 者 名	掲載誌名等	巻号
27	石油タンクの火災の研究	古積 博	消防試験研究センターだより Voice.	Vol.325, pp.5-7 (2012.11)
28	レスキューロボットコンテストにおける特別共催と表彰	天野久徳	検定協会だより	第 383 号, pp.15-21 (2012.11)
29	石油タンク火災時の泡消火技術の高度化	内藤浩由	ペトロテック	第 35 巻第 11 号, pp.795 -800 (2012.11)
30	発酵発熱を原因とした災害廃棄物の自然発火危険性について	村沢直治(千葉科学大) 他 1 名、古積 博、岩田雄策、佐伯孝夫(名取市消防本部)	都市清掃	Vol.65, No.308, pp.78-83 (2012)
31	Lessons learned from fires of the Rubble- Risks of spontaneous ignition caused by the microbial activity	Naoharu Murasawa (Chiba Institute of Science) 他 1 名, Hiroshi Koseki, Yusaku Iwata	Loss Prevention Bulletin	Issue 226, pp.16-19 (2012)
32	講座 拡張現実感技術の最前線 第 11 回 消防防災分野における拡張現実の活用	細川直史	映像情報メディア 学会誌	Vol.66, No.11, pp.928 -933 (2012)
33	東日本大震災における危険物施設の地震・津波被害	西 晴樹	検査技術	2013 年 1 月号
34	東北地方太平洋沖地震による石油タンクのスロッシング被害と長周期地震動	座間信作、畑山 健、 西 晴樹、山田 實	圧力技術	Vol.51, No.1, pp.4-10 (2013.1)
35	東北地方太平洋沖地震に伴う危険物施設の漏洩	西 晴樹	圧力技術	Vol.51, No.1, pp.11-18 (2013.1)
36	石油タンク火災時の泡消火技術について	内藤浩由	消防試験研究センターだより Voice.	Vol.327, pp.5-7 (2013.1)

	題 名	発 表 者 名	掲載誌名等	巻号
37	消防研究センターにおける危険物施設の地震防災に関する研究開発	畑山 健	地震本部ニュース	2013年2月号 (2013.2)
38	姫路市内アクリル酸製造工場で発生した爆発事故について－高分子製品原料ポリマーの反応性と事故事例－	塚目孝裕、尾川義雄、桑原一徳、渡会俊幸、渡邊洋介	火災	Vol.63, No.1 (通巻 322 号), pp.19-22 (2013.2)
39	爆発による災害を防ぐためには～消防の面から見た爆発災害防止	塚目孝裕	安全と健康	平成 25 年 2 月号, pp.23-26
40	火災旋風Ⅱ ー有風下で発生する炎を含まない旋風ー	篠原雅彦	命を守る BOUSAI MAGAZINE	No.2, pp.9-10 (2013.3)
41	火災旋風	篠原雅彦	消防試験研究センターだより Voice.	Vol.329, pp.5-7 (2013.3)

(4) 所外報告書

	題 名	担当箇所	執筆者名	発行元	発行年月
1	千葉県コンビナート等防災計画 付属資料	東北地方太平洋沖地震でのでき油タンク被害に係る調査結果について	消防研究センター	千葉県コンビナート防災本部	平成 24 年度
2	日本災害情報学会 東日本大震災調査団調査報告書「津波被害に関する市町村調査報告書」	3.3 J-Alert と津波警報と行政対応の連動 7 自治体毎の特徴 陸前高田市	河関大祐	日本災害情報学会	平成 24 年度
3	仮使用中の給油取扱所における地下タンク等の工事の有効な安全対策に関する調査検討報告書		塚目孝裕	財団法人全国危険物安全協会	平成 25 年 3 月

2 一般公開

発明の日（4月18日）を含む科学技術週間に合わせて、平成24年4月20日（金）消防研究センターにおいて一般公開（オープンキャンパス）を実施した。

平成23年度に予定されていた一般公開は、3月11日に発生した東日本大震災の影響を受けて中止となったが、平成24年度は、これまでどおり、隣接する消防大学校、日本消防検定協会及び財団法人消防科学総合センターと共同で開催する、いわゆる三鷹キャンパスをあげての一般公開を行うことができ、皆様を迎え入れることができた。

平成24年度は、特別に東京消防庁から本一般公開への出展協力もあり、出展内容も大変充実したものとなった。

今回の一般公開では、日頃の研究成果の報告、毎日の防火安全につながる体験コーナーに加えて、平成23年に発生した東日本大震災の調査結果など全26項目にわたって展示・実演を行うことができた。500人近くの来訪者を迎えることができ、平成23年度の公開中止の影響を感じさせない来場者数であった。

そのなかで、毎年見学者に興味を持たれている火災実験や消火実験を中心に紹介する。

火災実験、消火実験の様子

消防研究センターの一般公開で行われる公開項目の中で、特に火災実験及び消火の実験には、毎年、多くの皆様に関心を持っていただいている。その背景としては、火災の恐ろしさが国民に浸透していることがある。特に今年度は、平成23年の東日本大震災による津波で浸水した地域においては、大規模な市街地火災の発生が世間に大きな衝撃を与え、国民が地震火災に強い関心を持っている。マスコミでも報じられて

いるように、懸念される首都直下型地震や南海トラフ地震で発生するといわれている大地震時の火災に備えて、消防研究センターでは日常生活時の火災だけでなく、大規模火災時の対策に関する研究にも取り組んでいる。なかでも、大規模火災時に発生するといわれる旋風は、マスコミでも取り上げられることが多い。一般公開においては、大規模火災実験棟内で、旋風の実演を行った。これは、火炎風下で旋風が発生する様子を、来場者にご覧いただくため行われたものである。火源として液体燃料火炎を用い、火源の近くに旋風が発生して、風下に流れる様子を実際に見学していただいた。（写真1）。



写真 1 火災時に発生する旋風の実験風景
（公開項目 6）

また、消火の研究開発においては、2流体ノズルを用いて可燃性液体火災を消火する実験及び消火体験（写真2）を行った。2流体ノズルは最適な霧状の水を噴射することにより、消火時の水損を少なくし、かつ効果的に初期消火を行うことができるノズルである。通常のノズルと比較して、消火の時に消防隊員へのノズルからの反動が少ないという理由から、一般の皆様からも噴射体験希望の声が多く上がり、実際に消火体験を通じて、機器の性能をご理解いただけ

たと思う。

このほか、次世代のバイオガソリンの燃焼性状実験、泡消火のメカニズムを小規模タンク火災の消火実験を交えた紹介なども公開された。タンク火災実験に関しては、毎年、身近でタンク火災の様子を実感できるため、普段火災を見ることが少ない来場者に対して、人気のある公開項目となっている。



写真 2 2 流体ノズルを用いた消火体験の様子（公開項目 9）

地震の調査報告、他の実演等

平成 23 年 3 月の東日本大震災では、多数の火災発生、危険物施設への被害が生じた。消防研究センターも地震災害の調査を行った。そこで今回の一般公開では、地震の被害調査結果を公開時に報告することとした。多数の来場者が、地震被害の大きさに関心を持って説明に熱心に聞き入っていた。

今回の一般公開では、昨年の地震発生の影響があまりに大きかったためか、今まで以上に石油タンク地震動被害予測並びに地震等大規模災害時応急対応支援システムなど、地震に関係がある公開項目に多数の来場者が見受けられた。

そのほかとして、消防大学校での教育訓練資器材の公開は、普段目にしない消防資機材の見学ができるため、一般者に人気のある項目である。特に、消防車両の運転席に座れるとあって、子供にはよろこばれている。



写真 3 消防車両の展示（消防大学校）（公開項目 14）

一般公開を終えて

来場者の協力のもと、毎年行っている、来場者アンケートの回答によれば、参加者の 77%の方から、一般公開の内容に興味を持てたとの回答をいただいている。

来場者の職業別内訳としては、会社員（消防防災関連企業を除く）の参加者が最も多く（49%）、続いて消防防災関連企業の会社員（23%）、消防職員（14%）であり、一般公開が消防関係者との交流の場となっていると考えている。

消防研究センターは、今後も、国民の安全を守る身近な研究機関として、また、消防防災を専門に研究する唯一の国立研究機関として、より一層、消防防災科学技術の向上に努めてまいります。

表 1 一般公開来場者数

区分	H18	H19	H20	H21	H22	H24
総務省・消防庁・他	34	35	12	18	21	12
消防大学校学生等	141	112	99	83	2	0
地方公共団体（消防本部等）	65	87	111	85	87	61
国立研究機関等	7	8	2	4	10	4
関係協会等	33	40	20	55	39	20
企業	148	243	248	319	274	271
報道関係	9	8	20	6	5	4
一般	101	66	69	104	150	106
合計	538	599	581	674	588	478

（H23 は、東日本大震災により、中止）

表 2 一般公開プログラム

番号	公開項目	概要	公開方法
1	消防研究センター紹介コーナー	消防研究センターの研究紹介や開発した機器の実物展示をします。	展示
2	東北地方太平洋沖地震による被害に関する調査結果	2011 年東北地方太平洋沖地震による火災、危険物施設被害に関する調査結果を紹介します。	展示
3	刊行物等の展示	刊行した研究所報告、研究資料等を展示紹介します。	展示
4	石油タンク地震動被害予測推定システム	石油コンビナート地域などに立地している大型石油タンクの地震時の揺れによる被害を事前に予測したり、地震発生後すみやかに推定したりすることのできるコンピュータシステム（ソフトウェア）の研究開発成果を紹介します。	実演（随時）
5	リチウムイオン電池の過熱危険性	リチウムイオン電池が火にさらされた場合、発火する写真を展示して加熱された時の危険性を紹介します。	展示
6	火災時に発生する旋風	火災の風下に発生する旋風（竜巻状の空気の渦柱）を可視化する実験を行います。	実演
7	次世代バイオガソリンの燃焼性状	地球に優しいバイオマス燃料の一つとして注目されているブタノールを含むバイオガソリンの火災危険性を調べるため、直径 1 m の容器で燃焼実験を行います。	実演

8	火災シミュレーションの研究	パソコンを用いて火災を再現するシミュレーション技術を紹介します。	展示
9	可燃性液体火災の消火実験	2 流体消火ノズルを用いて、横浜市消防局と共同で消火の実演を行います。	実演
10	泡消火技術の高度化をめざして	泡消火のメカニズムを小規模タンク火災の消火実験を交え紹介します。	実演
11	地震等大規模災害時応急対応支援システム	地震等大規模災害直後の消防本部, 自治体災害対策本部等での意思決定を支援するシステムの紹介をします。	実演（随時）
12	原因調査室の業務	原因調査室の調査業務、研修業務、支援業務を紹介します。	展示
13	サーマルマネキンによる消防隊員用防火服の耐炎性能試験	サーマルマネキンに着用させた消防隊員用防火服を火炎暴露する試験装置を紹介します。	展示
14	消防大学校での教育訓練資器材	消防大学校での教育訓練で使用している消防車両等を展示します。	展示

※消防大学校、消防研究センターの公開項目のみ抜粋

3 全国消防技術者会議

1. はじめに

平成 24 年 10 月 25（木）、10 月 26 日（金）の 2 日間、第 60 回全国消防技術者会議が、東京都港区虎ノ門のニッショーホールにおいて開催された。この会議は、消防防災に関する調査研究、機器開発等の成果を発表し、広く消防防災にかかわる関係者の情報共有、意見交換の場として行われている。昭和 28 年より毎年開催され、今回の会議で 60 回を迎えることとなった。これまでの会議では、聴講者を消防関係者に限定していたが、今回から幅広く聴講者を募集し、消防関係者以外の方も聴講できるようになり、参加者は 2 日間で延べ 527 人であった。

会議 1 日目の午前は、松原美之消防研究センター所長の開会の辞、岡崎浩巳消防庁長官の挨拶（写真 1）に引き続いて、特別講演を行った。

特別講演では、杏林大学医学部救急医学教室山口芳裕教授から、「福島原発事故対応を踏まえた放射線被ばく医療の基礎知識と留意点」と題してご講演をいただいた（写真 2）。

また昼休みの時間を利用して、ロビーにおいては 6 件の一般展示発表と 1 件の消防研究センターによる展示発表 1 が行われた。午後には 3 つのセッションで、計 16 件の口頭発表が行われた。

会議 2 日目の午前中は、3 件の消防研究センターによる研究報告、及び「消防防災科学技術研究推進制度」で実施された研究発表が 4 件行われた。

2 日目の昼休みには、「平成 24 年度消防防災機器等の開発・改良、消防防災科学論文及び原因調査事例報告に関する表彰」の受賞作品のうち、消防防災機器等の開発・改良の作品が、展示発表 2 としてロビーにおいて行われた。展示作品を前にして、受賞者と聴講者による活発な意見交換が行われた。

午後は、受賞作品の中の「消防防災科学論文」が 5 件、「原因調査事例報告」が 7 件の口頭発表が行われた。

2. 特別講演

杏林大学医学部救急医学教室山口芳裕教授による「福島原発事故対応を踏まえた放射線被ばく医療の基礎知識と留意点」の講演では、放射線被ばくを中心とした内容でご講演をいただいた。救急医学・放射線医学をご専門とされる先生は、福島原子力発電所で緊急対応した消防隊に同行し、医療アドバイザーとして、隊員と共に第一線で活動しており、本講演内容は、この経験を交えた内容であった。山口教授のお話



写真 1 岡崎消防庁長官の挨拶



写真 2 山口芳裕教授による特別講演

は、学術研究の内容のみならず、現場での実例に基づいており、常に危険な現場と向き合っている消防隊員には、実に有用な講演であった。

また学術研究と現場とを結びつける貴重な内容は、消防防災関係者、さらには、消防現場には立ち入らない一般の聴講者に至るまで、放射線という見えない危険性に対応するための知識として幅広く、かつ興味深い情報であり、消防関係者にとってとてもわかりやすい内容であった。

3. 研究発表

第 1 日目午後に行われた一般発表では、「安全対策・消防戦術」セッションに 5 件、「機器改良開発」セッションに 7 件、「原因調査」セッションに 4 件の発表があった。「機器改良開発」セッションでは、日常の消防活動の中から生まれてきた創意・工夫を生かした機器の発表が行われた。また「原因調査」セッションでは、火災予防に役立てようと、あらゆる面から火災原因を解明しようとする意気込みが調査事例に表れた発表であった。発表者と聴講者との間に活発な討論がなされた（写真 3）。

第 2 日目の午前中は、消防研究センターの研究報告 3 件と消防防災科学技術研究推進制度で行われた 4 件の発表が行われた。いずれも、学術研究と現場を結びつけるものとして、新しい手法、知見を提供するものであった。消防研究センターの発表では、台風時の現場消防の消防

活動、災害現場での消防活動支援に関する報告、消防隊員の防火服に求められる性能について報告された。

また消防防災科学技術研究推進制度での発表では、災害現場を意識した新規の機器開発が報告され、より実用的に消防の現場で利用できるような期待あふれる内容のものであった。

午後には、平成 24 年度消防防災機器等の開発・改良、消防防災科学論文及び原因調査事例報告に関する表彰受賞作品のうち、「消防防災科学論文」と「原因調査事例報告」が 2 つのセッションに分かれて発表が行われた。

消防防災科学論文のセッションでは、実用的に適用できる手法に対して理論的考察を加えられたものが多かった。また原因調査事例では、1 日目の一般発表原因調査セッションと同様に、実際に起こった事例をどのように科学的に解き明かしていったかが詳細に報告されており、特に消防の現場で原因調査に携わる職員にとっては、非常に有用な発表となった。

4. 展示発表

第 1 日目、第 2 日目の昼休みを利用して行われた展示発表においては、創意工夫、また新規に開発した実機を展示しての発表であった（写真 4）。聴講者は、実際に開発・改良された機器の動きを見ながら説明を受け、それを手に取って良さを実際に感じ、また新たな活用方法を模索することで、日常業務である消防活動に重ね



写真 3 研究発表会場の様子



写真 4 展示発表の様子

あわせた体験ができた。展示発表の特徴としては、開発過程の文章、写真を通じた発表による理解のみならず、実際のものに触れて体験する良さがある。展示は、消防職員にとって有意義な発表の場であり、両日ともに活発な意見交換が行われた。

5. おわりに

今回の会議は、消防関係者のおかげをもち今年度で、第 60 回を迎えることができた。節目として本会議資料の末尾に、第 1 回から第 60 回までの、すべての発表(特別講演・一般口頭発表・一般展示発表・表彰口頭発表・表彰展示発表)の発表題名を掲載することとした。タイトルの数を集計したところ、60 回で 1284 件に上っている。これら発表件数は、消防関係者の普段の努力により、築き上げられてきたものである。これらの貴重な資料がこれからも国民の安全のために活かすことができ、また新たな消防機器開発のアイデアになればと考えている。全文の掲載は無理であったが、せめてタイトルだけでも一読していただき、消防の研究にお役に立てばと、添付させていただいた。

次回、第 61 回の全国消防技術者会議は、平成 25 年度と同時期に開催を予定している。皆様からの多数のご報告並びにご聴講をお待ちしている。

◆プログラム

第 1 日 10 月 25 日 (木)

1 開会

開会の辞

消防研究センター所長 松原美之

消防庁長官挨拶

消防庁長官 岡崎浩巳

2 [特別講演]

福島原発事故対応を踏まえた放射線被ばく医療の基礎知識と留意点

杏林大学医学部救急医学教室教授 山口芳裕

3 展示発表 1

[一般発表]

(1) 遠隔操縦式無人小型舟艇による曳航救助システムの理論と実際

西置賜行政組合消防本部 情野智一

(2) 空気呼吸器の改良について

川越地区消防局 斉藤信行、小林由治

(3) レインシートの考案試作について

川越地区消防局 船橋俊博

(4) ドア開放がもたらす区画内火災性状の変化に関する検証

東京消防庁 湯浅弘章、佐藤 歩
渡邊茂男

[消防研究センター研究報告]

(1) 市街地における同時多発火災対応訓練シミュレーターの開発

消防研究センター 細川直史、座間信作
遠藤 真、新井場公德、高梨健一
京都市消防局 杉井完治
東京理科大学 関澤 愛

4 口頭発表 1

[セッション 1 安全対策・消防戦術]

(1) 高速道路等における消防活動の安全管理体制について

豊田市消防本部 宇野誠司、中澤研磨
松田典央、鈴木三千弥、佐藤俊夫
加藤 仁、岡田義文、鈴木俊浩

(2) オイルエレメントが起因する車両火災について

枚方寝屋川消防組合消防本部 小椋幸浩

(3) 電子レンジ使用中の火災に係る再現実験及び注意喚起について

東京消防庁 星野嘉彦

(4) 布団等の一部に防炎品を用いた時の延焼防止効果に関する検証

- 東京消防庁 飯田明彦、町井雄一郎
金子公平、田沼宏志
- (5) 消防活動時の防火衣内の温度及び湿度等に関する検証

東京消防庁 久保善正、山本陽太
細谷昌右、高井啓安、山口至孝
小堀百合子、千葉 博

[セッション 2 機器開発改良]

- (1) 圧迫止血固定器具の開発について

川越地区消防局 小林裕幸

- (2) ホースカー積載 BOX の開発について

川越地区消防局 矢角利之

- (3) N コード山岳救助用マップの開発と要救助者発見の時間短縮について

神戸市消防局 福田一徳、東 泰宏

- (4) 傷病者搬送時における、搬送補助器具の使用について

神戸市消防局 宮崎靖子

松下綾香、田村公宏

- (5) オープンソース LMS 「ムードル」による学習環境の構築

横浜市消防局 藤田 豊

- (6) 傷病者固定ベルトの有効性に関する検証について

横浜市消防局 藤本賢司

- (7) 「複合センサによる消防隊員の携帯型位置特定システム」について

多摩川精機株式会社 熊谷秀夫、塩沢良明

水上慎太郎、菅沼嘉光

飯田市役所 北沢 拓

[セッション 3 原因調査]

- (1) 充電中の携帯電話からの出火が疑われた火災調査事例について

東京消防庁 石田晴義

- (2) 天ぷら油過熱防止機能付きガステーブルから出火した火災 - 天ぷら鍋の清掃不良に起因するもの -

- 東京消防庁 小川貴之、長島 照
- (3) 船舶用救難信号の着弾によって発生した車両火災について

横浜市消防局 濱田 毅、田中 茂

外崎健一、太田和哉、中田雅之

- (4) 海上コンテナ内で発生した燃料用木材チップの自然発火について

横浜市消防局 新野夏樹、高島利明

林 直行、太田和哉、中田雅之

第 2 日 10 月 26 日 (金)

1 口頭発表 2

[セッション 4 消防研究センター研究報告]

- (1) 2011 年台風 12 号による災害における消防活動

消防研究センター 新井場公德、河関大祐

高梨健一、細川直史

- (2) 現在の防火服に求められている性能と潜在的熱傷危険

消防研究センター 森井統正、若月 薫

尾川義雄

- (3) 「新潟県南魚沼市欠之上 八箇峠トンネル爆発事故」活動状況

消防研究センター 鈴木 健、尾川義雄

[セッション 5 消防防災科学技術研究推進制度の研究報告]

- (1) 能動スコープカメラの実用化のための改良開発と実地試験

東北大学/国際レスキューシステム研究機構

田所 諭、昆陽雅司、竹内栄二郎、大野和則

- (2) 危険建物内の迅速安全な情報収集を目指した流体ロープウェイ

東京工業大学 塚越秀行、森庸太郎

Watari Eyri、北川 能

- (3) 効果的戦術実現のための震災時消防活動統合支援システムの開発

防災・情報研究所 坂本朗一、高梨成子

尼崎市消防局 堂田深次

- 神戸大学大学院 大西一嘉
- (4) 疲労度指標に基づくストレス判断システムの構築～消防隊員の疲労度判定方法の検討(その3)～

横浜市消防局 大場淳一、池田盛雄
藤馬千典
横浜国立大学 岡 泰資、栗山幸久

2 展示発表 2

[平成 24 年度消防庁長官表彰受賞作品:消防防災機器等の開発・改良]

- (1) ホースガイドローラーの開発

東近江行政組合消防本部 川村太平
中村亘孝

- (2) 面体着装時の漏気に対する改良策

東近江行政組合消防本部 東森祐介
鈴木健太郎

- (3) 狭所巻きホース作成器の開発

東大阪市消防局 花谷忠司、松嶋宏司

- (4) 簡易式万能ジャッキの改良

宍粟市消防団 守本達由

- (5) 地震自動解錠補助装置の開発

三愛物産株式会社 小掠 伸、阪田邦雄

- (6) 双腕仕様機 (ZX70TF-3) の開発

日立建機株式会社 奥田一品、江口隆幸
石井啓範、富田邦嗣

- (7) 生存者探査を目的とした半円形二重構造マニピュレータの開発

法政大学 伊藤一之、下舘侑弥

- (8) 乳幼児救助用縛帯の開発

仙台市消防局 小山幸志

3 口頭発表 3

[セッション 6 平成 24 年度消防庁長官表彰受賞作品:消防防災科学論文]

- (1) ホースの曲折が放水量に及ぼす影響に関する実験と考察

京都市消防局 岡田雄太、井崎伸雄
平田真理人、厨子 満、松田康夫

丸岡 峻、橋本泰彦、船元達也

- (2) 防災管理義務対象物における容易性・実効性を高めた防災訓練の開発とその実施結果～スーパーDIG～

京都市消防局 高橋俊史、岸本紀子
山下幸男

- (3) 共同住宅等の灯油供給施設における小口径配管の漏れの点検に関する評価

札幌市消防局 野村耕一、菅原法之

- (4) 火災防止を目的としたヒューズ機能付き IH 対応容器の開発

東洋製罐株式会社 藤田萩乃

- (5) 棒状放水時における放水軌跡の簡易予測式の提案

東京理科大学大学院 宮下達也
諏訪東京理科大学 須川修身、今村友彦
東京理科大学 川口靖夫
横浜国立大学大学院 上矢恭子

[セッション 7 平成 24 年度消防庁長官表彰受賞作品:原因調査事例報告]

- (1) 雨漏りにより照明器具から出火したと推定される火災の調査報告

相馬地方広域消防本部 高倉健一
上遠野敬一、鳥中亮太

- (2) 石油ストーブにおける吹き返し現象の検証と火災予防広報

北九州市消防局 平井 武、松本龍一
高倉誠二

- (3) 特定屋外タンク貯蔵所からの危険物漏洩事故

富山市消防局 石井 誠、奥井 茂
山下 純

- (4) 加熱式加湿器から出火した火災の調査報告

名取市消防本部 江川 圭、佐藤大和

- (5) 携帯電話の電池パックからの出火

神戸市消防局 藤野聡一郎

- (6) 微小なスパークで引火した危険物火災の調査活動について

京都市消防局 藤岡俊介 4 閉会
(7) 電気フライヤー火災の原因調査について 閉会の辞
所沢市消防本部 塩谷 誠 消防研究センター研究統括官 山田 實

4 消防防災研究講演会

消防防災研究講演会は、消防防災に関する消防研究センターにおける研究成果及び時宜にかなったトピックス等をまとめた形で公開の場で発表し、あわせて、参加者と議論する場として平成 9 年度より始められたもので、今回で 16 回目となる。研究講演会の主たる目的は、特定の課題に係る専門的な知識を有する技術者及び研究者との議論を通じて、消防防災に関する解決策を模索し、その糸口を見いだすことであるが、併せてこれらの議論を踏まえ、将来に向けた研究計画の糧を得ることへの利用も期待されている。

平成 24 年度、第 16 回消防防災研究講演会は「東日本大震災を受けての消防防災研究」のテーマで以下のように開催された。

平成 25 年 2 月 1 日（金）、消防研究センターにおいて「東日本大震災を受けての消防防災研究」と題した第 16 回消防防災研究講演会が、消防機関、企業、財団法人等団体、官公庁 233 名の方々の参加を得て開催された（写真 1 参照）。昨年の第 15 回消防防災研究講演会では、「消防の視点からみた東北地方太平洋沖地震」と題して、火災（火災調査の概要、津波火災の地域特性、気仙沼の火災）、危険物施設に係る被害（津波、スロッシング被害、コンビナート火災、地震・津波対策）及び消防活動への影響（消防活動阻害要因、消防活動計画と実際、緊急消防援助隊滑動）等に関して実施した現地調査について紹介した。その際の聴講者アンケートでは、90%以上の方々が有意義な講演会であったと回答された一方で、更なる有効な解析・検討に基づき、情報公開、消防吏員・機関に対する提言等を期待する声があった。そこで、これに応えるべく、前回報告できなかった調査内容及び調査結果を踏まえた震災時消防活動や震災関連で顕在化した課題等についての検討結果について紹介し、昨年度に引き続き、今後の震災対応のあり方を議論する場とすることとしたものである。以下にそれらの概要を示す。

【消防活動】

東北地方太平洋沖地震では、複合的、同時多

発的かつ広域にわたって甚大な被害が発生した。被災地では消防職員、庁舎、資機材等に多大な被害を生じ、極めて限られた消防力での対応を強いられた。このような状況における消防活動のあり方についての消防庁での検討に基づき、特に情報管理体制の確立、消防活動方針（火災優先、1 火災 1 隊、人命優先など）、部隊等の安全管理（「消防職員も退避する」ことを基本）、消防団等との情報共有及び連携、長期化活動への対策等について、具体的方策例を挙げた紹介がなされた（井上）。

一方、厳しい活動を強いられた状況は消防団も同様であり、過去に例のない 254 名の方々が犠牲となったこと等から、現地消防団への活動状況に係るヒアリング調査を行った。そこから浮かび上がった消防団の共通的な活動内容や課題として、水門・門扉閉鎖、避難誘導、被害確認、救助活動、市街地・林野火災消火等と極めて多岐にわたる活動をしていること、無線機がなく情報共有、指揮系統の確保が困難であったこと、さらには長期にわたる活動を余儀なくされたこと等が挙げられた（山田）。

また、消防職員は津波浸水地の中での活動も余儀なくされた。そこで、水濡れした防火服内衣服が消防隊員に及ぼす影響について実験的検討を行ってきた。それによれば、痛みを感じて

から II 度熱傷を受けるまでの時間が、防火服内部の服が濡れることで短くなり、高い熱傷リスクを背負うこととなりうることを示した(森井)。さらに、津波浸水域あるいはガレキ滞留域での消防活動は困難を極めたことから、そのような場においても、有効な消防活動を可能とする消防車両の開発が求められ、既存の水陸両用車両の調査、現場ニーズ調査を踏まえ、浸水・ガレキ堆積域でも円滑な救助・消火・救急搬送活動を可能とするための現時点での車両開発状況を実演(写真 2 参照)も交えて紹介した(久保田)。

【危険物施設】

消防庁では、震度 5 弱以上又は津波観測値が 2.0m 以上であった石油コンビナート等特別防災区域の事業所に対して特定防災施設等の被害状況等について調査を行った。その取りまとめ状況の紹介及びそれを踏まえた発生頻度の低い地震・津波への対応の考え方、コンビナート関係省庁の地震・津波対策検討状況のほか、容量泡放射システム、自衛防災組織等の活動、石油コンビナート周辺住民の避難、石油コンビナートの被害予測等に関する検討状況について紹介した(渡辺)。また、前回報告した石油タンクのスロッシング被害とそれを励起する長周期地震動について検討した結果が報告された。すなわち、浮き屋根沈没については、最寄りの地震記録を入力とした既存の浮き屋根損傷評価方法では説明できないこと、新潟で推定された高々 2km 離れた 2 地点で 50%程度の地震動強さの違いの可能性については、地震動比較観測からその相違を確認できたこと、東京での長周期地震動の経験的予測値は概ね観測値を説明できること、緊急地震速報を用いたおおよそのスロッシング評価が可能であることを示した(座間)。

【火災】

消防研究センターでは、震災に関連して発生した個々の火災の状況について調査を実施してきた。それによれば、地震発生から 1 年間の震災に関連した火災は 495 件、出火日時が不明の

火災を除く調査火災 470 件の 42%が地震発生当日の 3 月 11 日中に発生したこと、原因としては地震による揺れ、津波による火災に大別され、再通電、その他電気火災、避難所・仮設住宅のロウソク等からの火災、亜鉛メッキ工場等スロッシングに起因した火災などが挙げられることを示した(鈴木)。

これら地震火災の中には、震災廃棄物集積場からの火災が多数含まれる。このような火災は消火困難であり、煙や有害物質等による環境被害も大きいことから、類似火災予防に資するため発火メカニズム等に関して高感度熱分析装置を用いて検討した。火災プロセスは、常温での発酵から植物油の酸化に移行した後、くん焼を経て燃焼に至るというもので、震災廃棄物の中では腐食量の自然発火危険性が高く、水分の添加によってその危険性がさらに増すことを示した(岩田)。

また、原子力発電所事故を契機に再生可能エネルギーの利用が注目されてきている中で、例えばその一つである太陽光発電システムの設置建物からの火災が散見された。加えて、消火活動中に感電するといった事例も報告されており、これらシステムの今後の普及等を考慮し、火災危険性、消防活動上の危険性等について検討を行った。火災実験によれば、火炎からの放射照度に従って線形的に出力電圧が増加することから、夜間の消防活動であっても火炎の光により発電しているおそれがあること、太陽電池モジュールの火炎曝露によってモジュールが損傷を受けて出力電圧が低下もしくは出なくなっても、時間の経過を追って電圧が回復することがあること等を示した(田村)。

なお、各講演内容については、消防研究センターホームページ (http://nrifd.fdma.go.jp/publication/kouenkai_gaiyou/files/koenkai_16th.pdf) に掲げている。これらの研究成果が、今後の震災対応の一助となれば幸いである。



写真 1 講演会の様子



写真 2 開発中の津波浸水・ガレキ堆積域用の消防車両の実演状況

表 1 プログラム

東日本大震災を受けての消防防災研究	
◇開会挨拶	消防研究センター所長 松原美之
◇趣旨説明	消防研究センター 座間信作
【消防活動】	
(1) 大規模災害時の消防職員の活動のあり方	消防庁消防・救急課 井上元次
(2) 東日本大震災における消防団活動 ヒアリング調査による活動内容と活動事例	東京大学大学院 山田常圭
(3) 大規模災害活動時の防火服内衣服の水濡れが引き起こす危険性について	消防研究センター 森井統正
(4) 津波浸水域用の消防車両開発	消防研究センター 久保田勝明
【危険物施設】	
(5) 長周期地震動と石油タンクのスロッシングに関する幾つかのこと	消防研究センター 座間信作
(6) 石油コンビナート等の防災対策	消防庁特殊災害室 渡辺剛英
【火災】	
(7) 東日本大震災に関連して発生した火災に関するアンケート調査の経過報告	消防研究センター 鈴木恵子
(8) 震災廃棄物の自然発火	消防研究センター 岩田雄策
(9) 太陽光発電システムを設置した住宅の火災と消防活動の問題点	消防研究センター 田村裕之
◇閉会挨拶	消防研究センター研究統括官 山田 實

5 消防防災機器等の開発・改良、消防防災科学論文及び原因調査事例報告に関する消防庁長官表彰

平成 24 年度消防防災機器等の開発・改良、消防防災科学論文及び原因調査事例報告に関する消防庁長官表彰式が、平成 24 年 10 月 26 日にニッショーホール（東京）において挙行された。本表彰制度は、消防科学・技術の高度化と消防防災活動の活性化に寄与することを目的として、平成 9 年度から実施されているもので、消防庁と消防研究センターの共催で行われ、今回で 16 回目となる。

平成 24 年度は、全国の消防機関、消防機器メーカー等から総計 56 編（機器の開発・改良 30 編、科学論文 16 編、原因調査事例 10 編）の応募があった。学識経験者及び関係行政機関並びに関係団体を代表する者からなる表彰選考委員会（委員長：亀井浅道 元横浜国立大学特任教授）による厳正な審査の結果、以下 23 編の入選作品（優秀賞：20 編、奨励賞：3 編）が決定された。

入選作品

1 優秀賞（20 編）

【消防職員・消防団員による消防防災機器等の開発・改良】 4 編

(1) ホースガイドローラーの開発

東近江行政組合消防本部 川村太平、中村亘孝

(2) 面体着装時の漏気に対する改良策

東近江行政組合消防本部 東森祐介、鈴木健太郎

(3) 狭所巻きホース作成器の開発

東大阪市消防局 花谷忠司、松嶋宏司

(4) 簡易式万能ジャッキの改良

兵庫県宍粟市消防団 守本達由

【消防職員・消防団員による消防防災科学論文】 5 編

(1) ホースの曲折が放水量に及ぼす影響に関する実験と考察

京都市消防局 岡田雄太、井崎伸雄、平田真理人、厨子 満
松田康夫、丸岡 峻、橋本泰彦、船元達也

(2) 救命講習会のあり方についての一考察

京都市消防局 安田和正、山本祥司、海口直喜、関 竜也、源隆一郎

(3) 連結送水管への効果的な中継体形に関する考察と実証実験

京都市消防局 福嶋晃一、藤田浩明、膳隆太朗、田中義三

(4) 防災管理義務対象物における容易性・実効性を高めた防災訓練の開発とその実施結果

～スーパーDIG～

京都市消防局 高橋俊史、岸本紀子、山下幸男

(5) 共同住宅等の灯油供給施設における小口径配管の漏れの点検に関する評価

札幌市消防局 野村耕一、菅原法之

【一般による消防防災機器等の開発・改良】 3 編

(1) 地震自動解錠補助装置の開発

三愛物産株式会社 小掠 伸、阪田邦雄

(2) 双腕仕様機（ZX70TF-3）の開発

日立建機株式会社 奥田一品、江口隆幸、石井啓範、富田邦嗣

(3) 生存者探査を目的とした半円形二重構造マニピュレータの開発

法政大学 伊藤一之、下舘侑弥

【一般による消防防災科学論文】 1 編

(1) 火災防止を目的としたヒューズ機能付き IH 対応容器の開発

東洋製罐株式会社 藤田萩乃

【消防職員による原因調査事例報告】 7 編

(1) 雨漏りにより照明器具から出火したと推定される火災の調査報告

相馬地方広域消防本部 高倉健一、上遠野敬一、鳥中亮太

(2) 石油ストーブにおける吹き返し現象の検証と火災予防広報

北九州市消防局 平井 武、松本龍一、高倉誠二

(3) 携帯電話の電池パックからの出火

神戸市消防局 藤野聡一郎

(4) 微小なスパークで引火した危険物火災の調査活動について

京都市消防局 藤岡俊介

(5) 加熱式加湿器から出火した火災の調査報告

名取市消防本部 江川 圭、佐藤大和

(6) 特定屋外タンク貯蔵所からの危険物漏洩事故

富山市消防局 石井 誠、奥井 茂、山下 純

(7) 電気フライヤー火災の原因調査について

所沢市消防本部 塩谷 誠

2 奨励賞（3 編）

(1) 乳幼児救助用縛帯の開発

仙台市消防局 小山幸志

(2) 棒状放水時における放水軌跡の簡易予測式の提案

東京理科大学大学院 宮下達也
諏訪東京理科大学 須川修身、今村友彦

東京理科大学 川口靖夫

横浜国立大学大学院 上矢恭子

(3) 観賞魚用ヒーターのサーモスタットからの出火

京都市消防局 川上敏宏

平成 24 年度 優秀賞 消防職員・消防団員による消防防災機器等の開発・改良

ホースガイドローラーの開発

東近江行政組合消防本部

川村太平、中村亘孝

【はじめに】

- ・火災防御（人命救助）活動を効率的に進めるためには、充水したホースを携行して建物内に入し、人命検索や消火を行う必要がある。その際、ホースの重量や折れ曲がり等により、活動に障害が生じ、また、その対応に労力を費やしているのが現状である。

そこで、様々な問題点を改良し、屋内進入時にスムーズなホースの取り回しが行える『ホースガイドローラー』を開発した。

【開発経過】

- ・まず、ドアや固定物に挟み込み、角度も変えられるものを考えたところ、強固に締め付けることが出来る建築用のクランプ（A）を採用することとなった。標準的なドア、固定物の厚みに対応するためクランプの幅は 55mm とし、手摺りやドアノブの様な丸みを帯びた物にも固定出来るように受け台にはテーパ加工を施した。また、このクランプは 0 度から 90 度まで自在に角度変更、調整が可能。（写真 1、図面参照）
- ・次にホースの接するガイド部分を試行錯誤した結果、数珠からヒントを得て、穴の開いた樹脂製ボールをら旋状の金属棒に通した構造とした。また、金属棒を単なる円形では無く、ら旋状にすることにより 40mm から 65mm のホースにも対応し、ホースを設定しやすく、又、充水時はホースの自重によりガイド部分から外れることは少なく、且つ、解除もしやすい構造とした。（写真 1～4、写真 10 参照）
- ・ホースガイドローラーのクランプ部分（A）

とガイドローラー部分（B）の接続部は 360 度回転可能であり、クランプの 0 度から 90 度の角度変更可能と併せて様々な固定物に対応する構造となっている。（写真 2、3 参照）

【使用方法】（写真 5、6、図面参照）

- ① ドア側面やドアノブ、ベランダ枠等に対して、クランプの角度を調整後、締め付けて固定する。
- ② 充水したホースをガイド部分のら旋状の枠内に通す。

※約 5 秒で設定完了。

【活用利点】

- ・ドアにホースガイドローラー設定をして、充水したホースを通しても外れること無く活動が可能。
- ・ホースの送り、引き込みについて
ホースガイドローラー使用時：両手でホースを保持しながら、スムーズな送り出し、引き込みが行え、労力が軽減された。
ホースガイドローラー未使用時：両手でホースを持ち上げ、大部分を引きずりながら、送り出し、引き込みを行うため、労力を要する。
- ・防火戸の様な自閉式扉であっても、ガイドローラーが扉を押さえ、ホースの挟み込みを防ぐことが出来、ホースの隙間を確保出来る。
- ・床面でのホースの擦れと障害物の回避をすることが出来る。（写真 6～8 参照）
- ・下階から上階へのホースの送り出し、上階からの引き込みも容易に出来る。

- ・受け台にテーパ加工を施しているため、丸い形状の手摺りにも対応可能。(写真 9 参照)
- ・瓦屋根の不安定な足場でもホースの送り出し、引き込みがスムーズに出来る。(写真 10、11 参照)

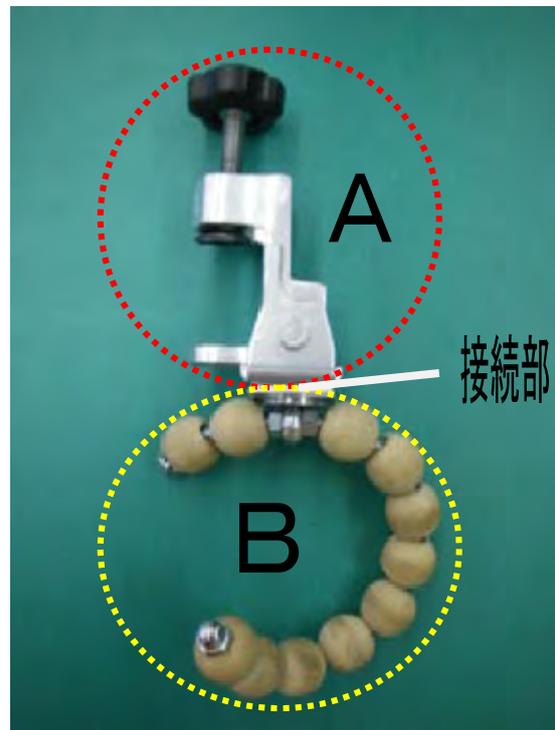
【まとめ】

- ・様々な実験検証の結果、充水したホースを携行しての進入、退出には大変有効であり、隊員の大幅な労力軽減と消火活動等の時間短縮に繋がる事が実証出来た。また、このホースガイドローラーを複数で使用する事により効果は倍増する。

軽量、コンパクトであるため、各隊員が携帯し、活用する事で更に迅速な活動に繋がると考える。

・構造【写真 1】

単管用クランプを加工した物 (A) に作製したローラー部分 (B) を取り付けた。

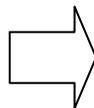


A : 90 度角度調整が可能でありドアやベランダ枠等に強固な固定が可能。

B : 穴の開いた樹脂製ローラーをらせん状に曲げた金属棒に通したもの。らせん状にすることにより充水ホースの着脱が容易。

※A と B の接続部は 360 度回転可能。

【写真 2】



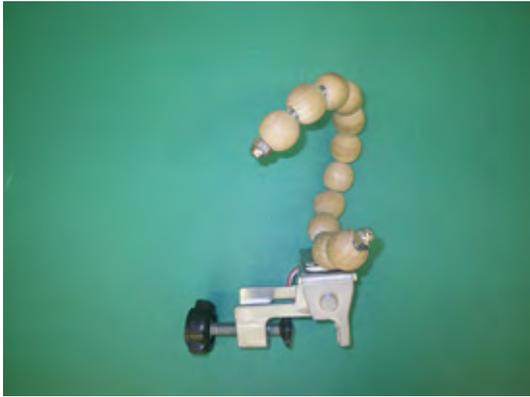
【写真 3】



A は 90 度角度調整可能。

【写真 4】

○ら旋状のガイド部分



【写真 5】

○ドア側面に取り付けた状態



【写真 6】

○ホースを通した状態



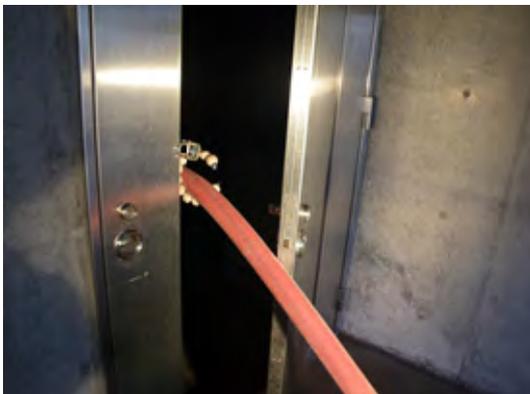
【写真 7】

○ドアノブに取り付けた状態



【写真 8】

○防火戸側面に取り付けた状態



【写真 9】

○ベランダに取り付けた状態



【写真 10】

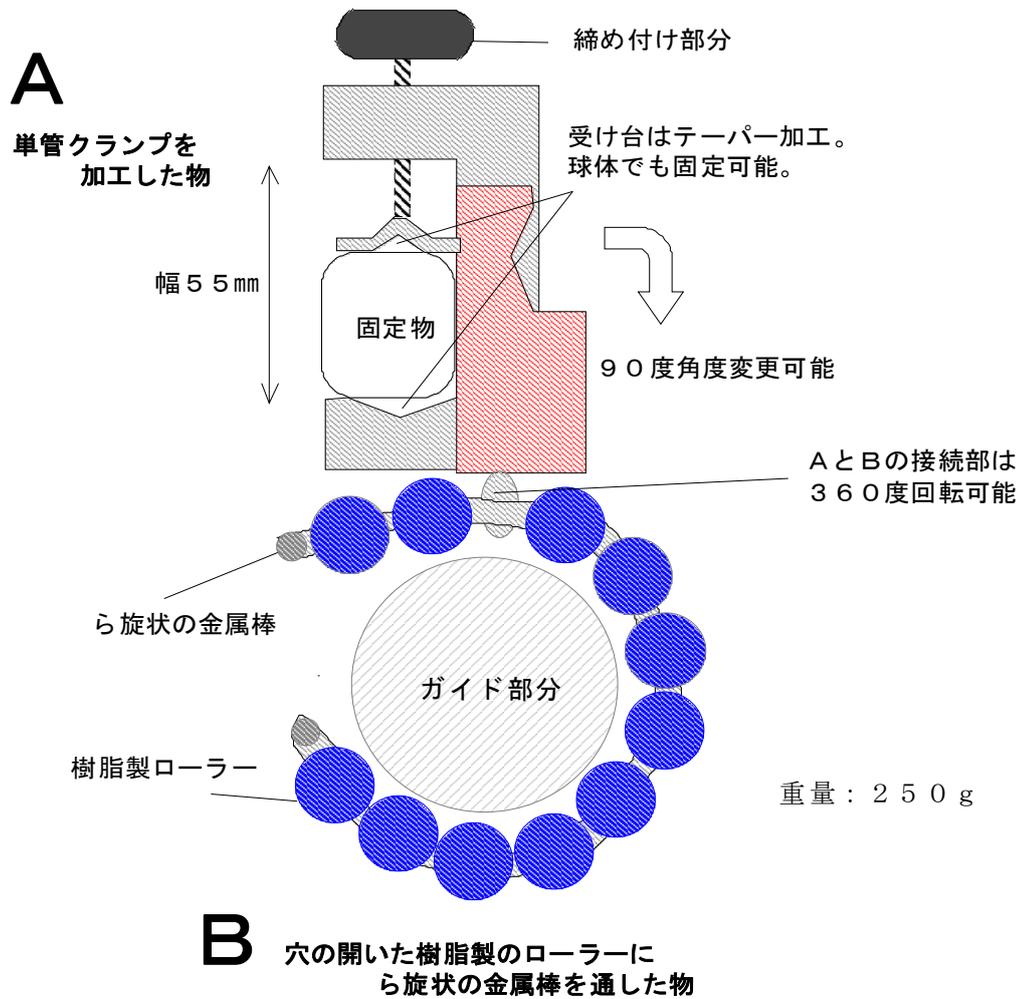
○三連梯子を架梯して支管に取り付けた状態



【写真 11】



【図面】



平成 24 年度 優秀賞 消防職員・消防団員による消防防災機器等の開発・改良

面体装着時の漏気に対する改良策

東近江行政組合消防本部
東森祐介、鈴木健太郎

1 はじめに

現場活動において空気呼吸器は今更述べる必要はありませんが、重要で必要不可欠な器具です。

エア・ウォーター防災や興研、ドレーゲル等の空気呼吸器メーカー各社は「デマンド型」から「プレッシャデマンド型」へと吸気供給方式を発展させ、現在ではプレッシャデマンド型でも、手動で陰圧・陽圧を切り替える「手動陽圧切替型」から更に発展し、面体装着後の最初の吸気で面体内の圧力を陽圧に切り替える「自動陽圧切替機能」を備えたプレッシャデマンド型が主流となってきています。

またこのことは、今まで以上に面体装着時の漏気対策が重要になってくることは容易に推測される事柄です。

2 漏気について

人の顔は千差万別で左右も非対称です。面体装着時の漏気は、顔面の凹凸状況、面体装着時における顔面の正中線と面体の中心線とのズレや、面体バンドの締め付け具合等に起因するもので、面体が顔面に密着する部分（以下、「接顔部」という。）と顔面との僅かな隙間（以下、「漏気箇所」という。）で発生します。

現時点においては、面体装着時に漏気が認められれば「面体バンドを更に強く締め付ける」か「面体を再度装着する」しか漏気を止める方法はないと考えられます。

3 改良策について

(1) 概略

改良策は上記 2 に起因する漏気に対し、面体の接顔部に取り付けたバルーンを、面体内を陽圧に保つ空気により膨らませることで漏気防止を図るものです。

バルーンで漏気を止めるためには、初めから膨らませたバルーンを接顔部に取り付ける方法も考えられますが、この場合は不要な部分までもバルーンが膨らみ、面体自体が不安定となり、活動時面体の離脱の危険性があります。

今回の改良策は面体を装着後、面体内の陽圧を保とうとする空気で漏気箇所のみバルーンが膨らむため、面体と顔面の密着も良く効率的に漏気を防止するのが特徴です。

・ ・ 写真 1 写真 2 参照 ・ ・

(2) 試作品

試作については、当消防本部で使用しているエア・ウォーター防災（株）の L-SV 面体（以下、「SV 面体」という。）を改良しました。

SV 面体の構造は、内側と外側に 2 枚のゴム製の接顔部が取り付けられている「二重リップ構造」で、激しい活動でも面体内の気密を保持する構造となっています。（エア・ウォーター防災（株）：担当者談）

・ ・ 写真 3 参照 ・ ・

試作品は改良策の効果を確認するために、内側にあるゴム製の接顔部を削り取り、外側の接顔部のみとしました。

外側の接顔部に、半円状に加工したゴム板バルーンを取り付け、このバルーンを膨らます陽圧空気は、面体下部に取り付けたゴムホースに

より供給します。バルーンは半円状のチューブですが機能的には、陽圧空気が通る送気部分と漏気箇所ではバルーンが膨らむ部分の二つに分かれます。

・ ・写真 4 図 1、2 参照・ ・

4 漏気止めの効果について

バルーンへの空気供給については、「手動陽圧切替型」の場合は手動により、「自動陽圧切替型」の場合は面体装着後の最初の吸気により、それぞれ面体内が陽圧になった時点でゴムホースを通して面体内から陽圧空気がバルーンへ流れることにより行われます。

バルーンに供給された陽圧空気は、まず送気部分を充填させ、その後、漏気箇所に流れ込むことで膨らむ部分が膨らみ漏気箇所を埋めます。

バルーンの圧力は面体内の圧力と等しいことから、呼気時やバイパス弁の解放時など一時的に面体内の圧力が上昇すると、バルーンの圧力も同じように上昇します。常にバルーンの圧力と面体内の圧力は等しくなり漏気を防止することが出来るのです。

・ ・図 3 参照・ ・

隊員 10 名に対し従来の SV 面体と試作品の漏気比較試験を行ったところ、試作品の漏気防止は、従来の SV 面体を上回る効果がありました。

また、SV 面体装着時の面体バンドの締め付けに比べ、試作品では弱い締め付けでもバルーンの効果により漏気を完全に防止することが認められました。

5 おわりに

各空気呼吸器メーカーの面体を調査しましたが、この様な対策はとられていないようです。また、改良策は構造的に簡単なものであり、どの空気呼吸器メーカーの面体にも改良することは可能です。

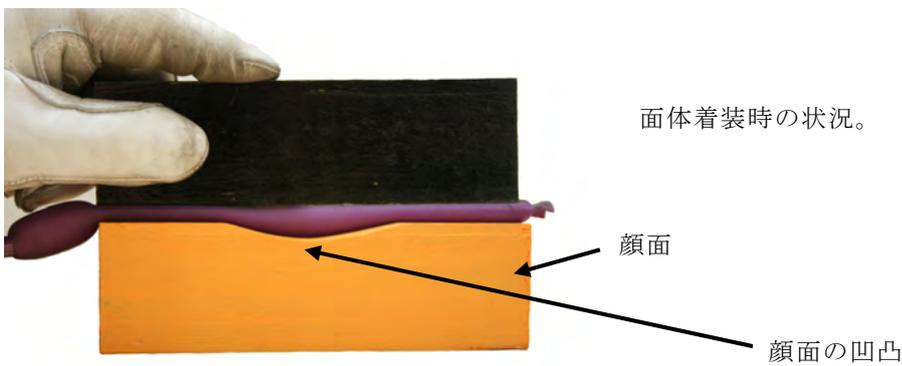
よって、改良策を取り入れた面体を新たに設計することは容易であり、新たな設計となればバルーン自体を面体内の構造として組み入れ、バルーンに陽圧空気を送るゴムホースを省略することも可能となります。

・ ・図 4 参照・ ・

面体からの漏気は例え許容範囲内であっても、活動中の隊員には、たえず「漏気している」という思いが頭をよぎっています。

漏気の無い面体は、現場活動で使用する隊員の安全面を向上するとともに、漏気防止による活動時間の長期化と効率化、何よりも面体装着した隊員が抱いてしまう「漏気している」という不安の解消に繋がり、現場活動での「安全」「確実」「迅速」の 3 つが確立するものと自負します。

【写真 1】初めから膨らんだバルーンの場合



隙間は完全に埋まるものの、漏気箇所を埋めた後の余った空気の流れ場が無く、バルーンは不要に膨らみ非常に不安定である。

【写真 2】 必要な箇所のみバルーンを膨らます場合



面体装着前の状態。
(バルーンは萎んでいる。)



面体装着時の状態。



面体装着後、隙間のみバルーンが膨らんだ状態。

バルーンは漏気箇所のみが膨らむ。
また、面体内の圧力と漏気箇所でのバルーンの膨らみ圧力は同じであることから、漏気はしない。さらに、不要な箇所は膨らまず安定性も良い。

【写真 3】エア・ウォーター防災（株）L-SV 面体



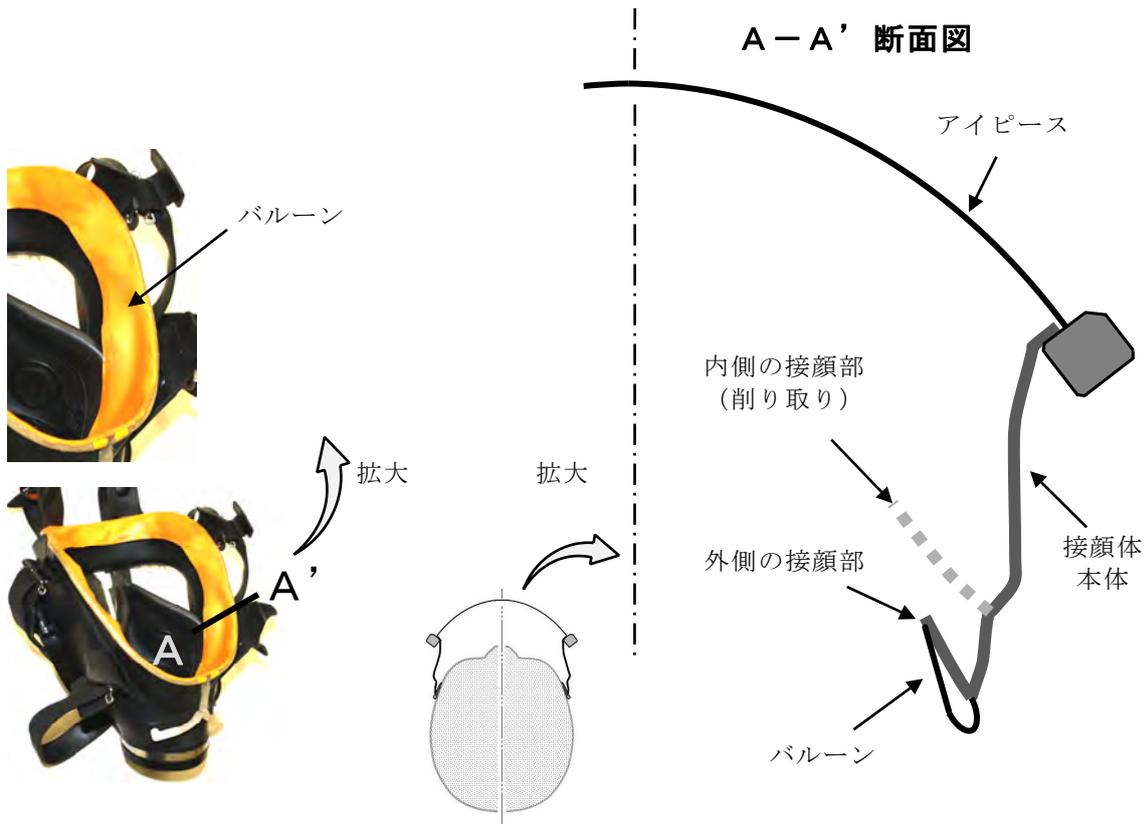
L-SV 面体の接顔部は「二重リップ構造」で、激しい活動でも気密を保持する構造となっています。

【写真 4】バルーンへの陽圧空気の供給について



バルーンを膨らませる陽圧空気は、面体下部に取り付けたゴムホースにより、面体内からバルーンへ供給されます。

【図 1】 バルーンについて



SV 面体の内側の接顔部を削り取り、外側の接顔部に面体体内の陽圧空気で膨らむバルーンを貼り付けたもの。

【図 2】 バルーンの機能について

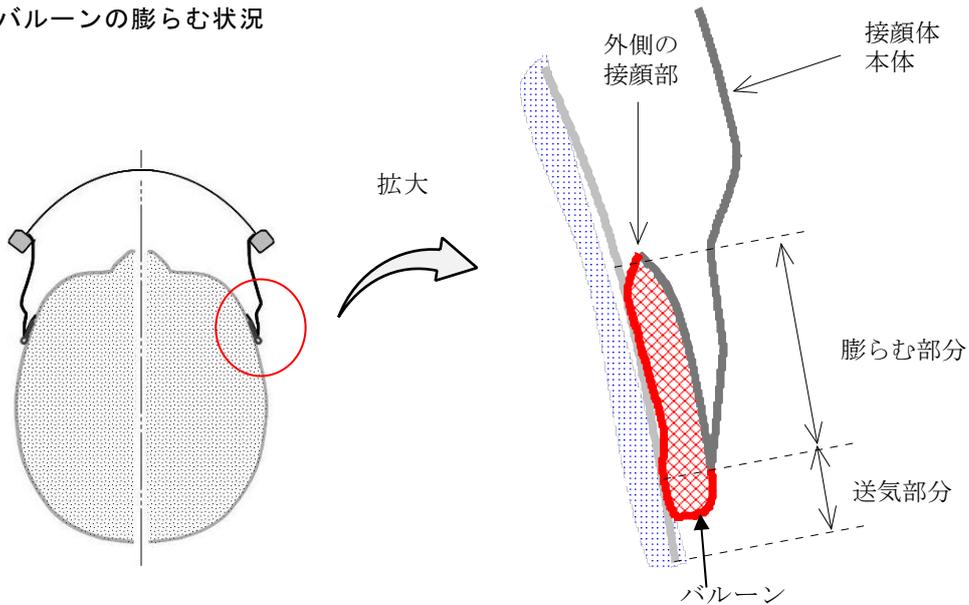


バルーンは半円状に加工したチューブですが、機能的には

- ・ 陽圧空気が通る「送気部分」(右上図面①)
- ・ 漏気箇所膨らむ「膨らむ部分」(右上図面②)

に分かれます。

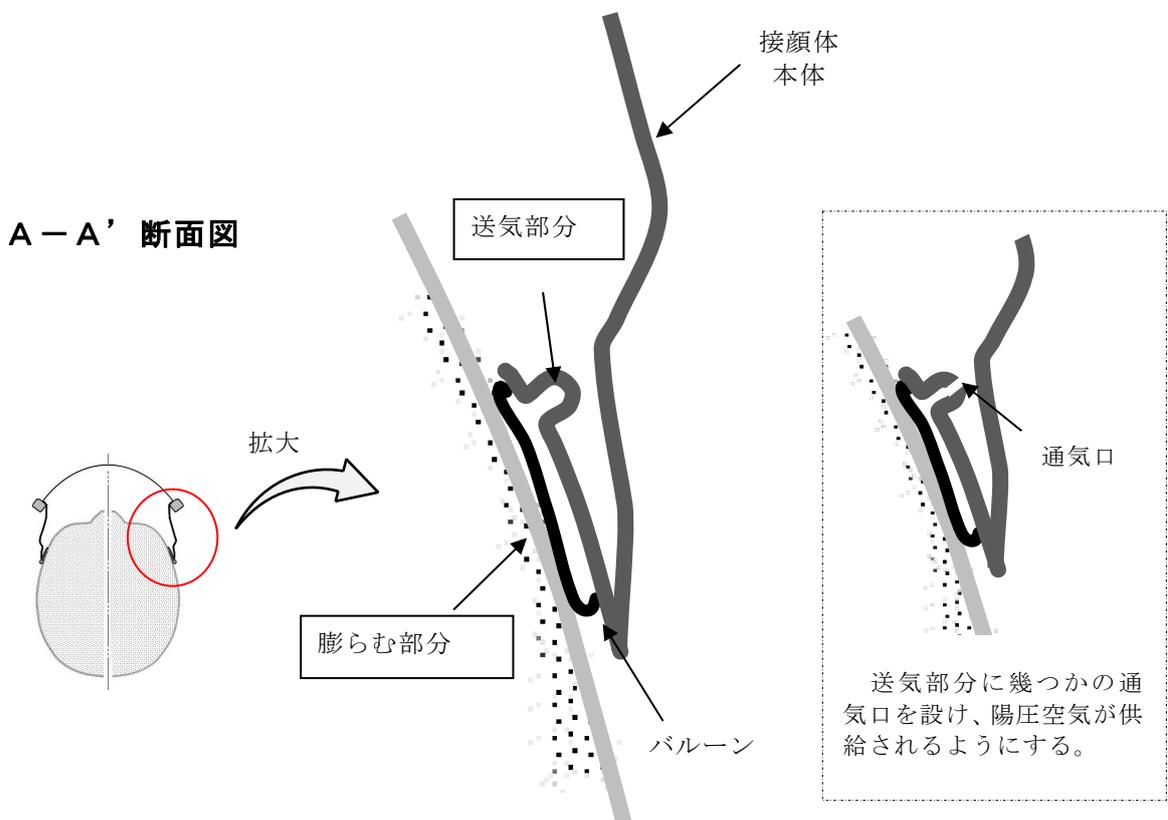
【図 3】 バルーンの膨らむ状況



隙間の膨張部分を膨らます圧力は面体内の陽圧と同じ圧力となるため、呼吸時や、バイパス弁の解放時など面体内の圧力が高くなれば膨張部分の圧力も高くなります。

常に膨張部分の圧力と面体内の圧力は 1:1 の関係となり漏気を止めることが出来るのです。

【図 4】 試作品を発展させた一例



平成 24 年度 優秀賞 消防職員・消防団員による消防防災機器等の開発・改良

狭所巻きホース作成器の開発

東大阪市消防局

花谷忠司、松嶋宏司

はじめに

全国的に定着したガンタイプノズルを使用した消火戦術は、40mm 及び 50mm ホースの使用が主流となっており、消火活動時の転戦が容易となり、その活動範囲の拡大が火災による被害の軽減の一利となっています。また、小径ホースの使用は狭隘スペースでの使用にすぐれ、さらに狭所巻きホースの巻き方と組合せれば、高圧送水を必要とするガンタイプノズルの有効性能を損なうことなく消火活動ができる利点に、多くの消防隊員が納得したところです。

しかし、この狭所巻きホースは作成時にホースを巻き取る際、ホースの折れ面の片方を継続的に地面に擦り付け磨耗させてしまい、そのホースの耐久性を著しく損なうこととなり、消火活動時に漏水し活動時の危険要因となっています。

そこで、この擦り付けと磨耗を軽減させ、その危険要因のひとつを軽減させる器具を開発しました。

概要

狭所巻きホースを作成する際の巻き取り方法で、ホース巻き取り部分に回転式の巻き取り台を置き、その巻取り台に取り付けた折り返しピンに狭所巻きホースの内側になる雄金具を置き、回転盤を廻すことで巻き取り時に発生する摩擦、磨耗を軽減させます。

狭所巻きホースは直径約 135cm、折りたたんだ状態で約 196cm の長さになり、回転盤を製作する過程でこの大きさがネックとなりました。この問題点を解消するために、盤面上に V 型に折り返しピンを配置することで狭所巻きホース作成器のコンパクト化 (90cm×90cm) を実現しました。

狭所巻きホースの作成時間は約 50 秒と従来の方法より大幅に時間短縮でき、必ず一定の大きさで作成できます。これにより、ばらつきの無い安定した狭所巻きホースを災害現場や訓練で使用できる様になります。

開発に伴う効果

- ・短時間で作成できる。
- ・省スペースで作成できる。
- ・狭所巻きホースの大きさを一定化できる。
- ・消防資器材の器具愛護意識の高揚

終わりに

今回作成した狭所巻きホース作成器は、低コストで作成可能ですが、まだまだ改良の余地があると思われます。今後この狭所巻きホース作成器をより良い物にさせるためにも皆様のご意見をいただければ幸いです。

狭所巻きホース作成器本体構成図

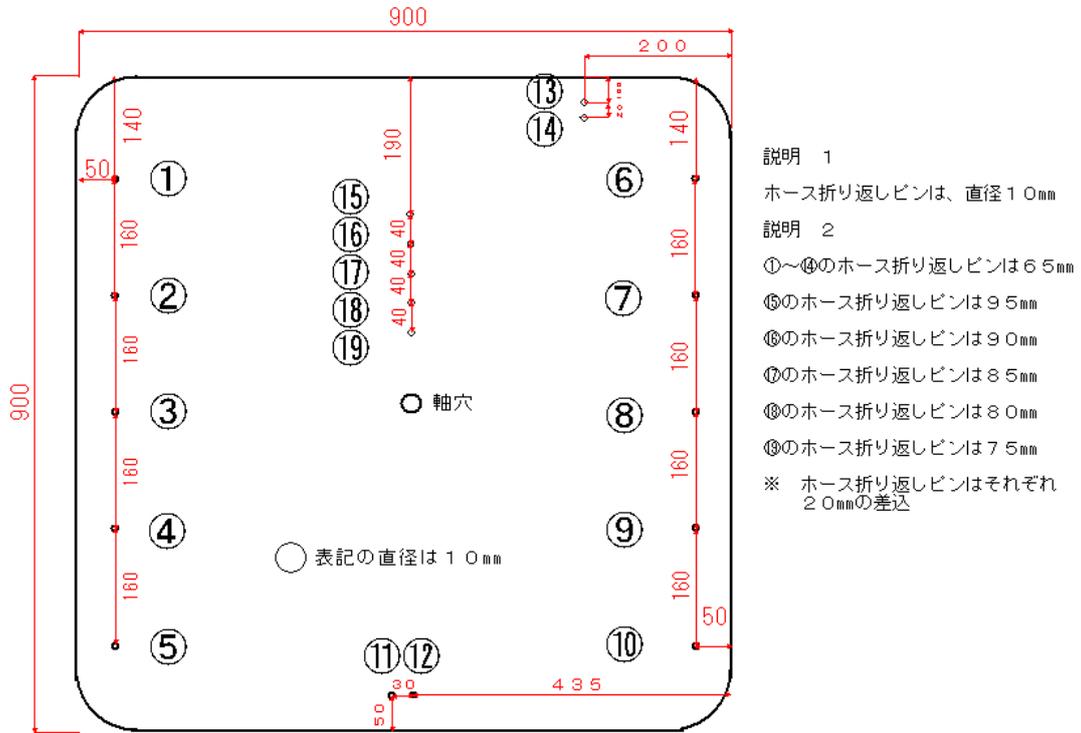


図 1 盤面

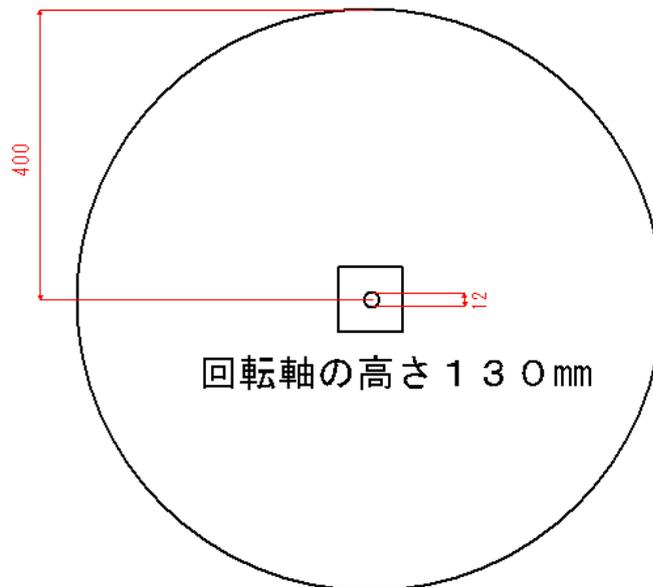


図 2 回転台

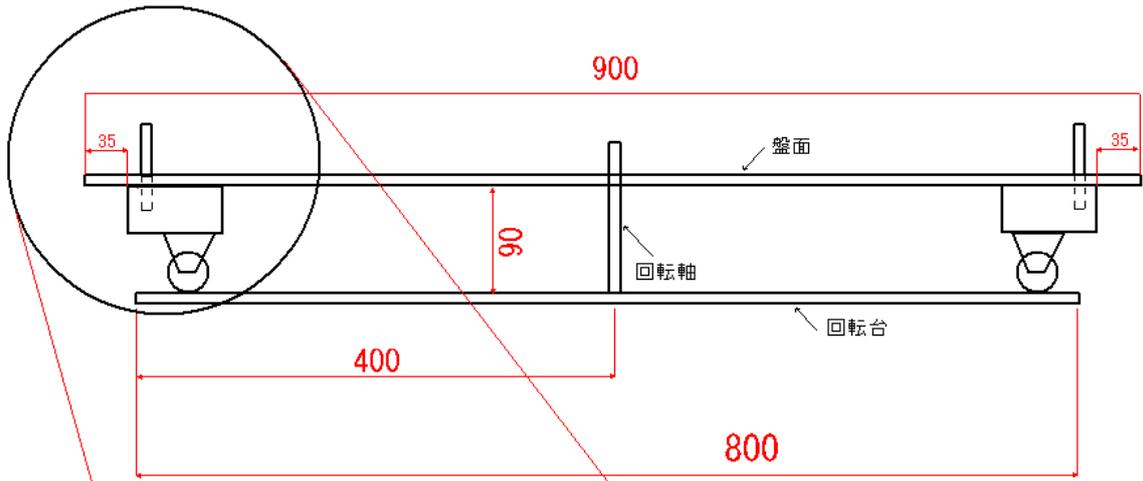


図 3 側面図

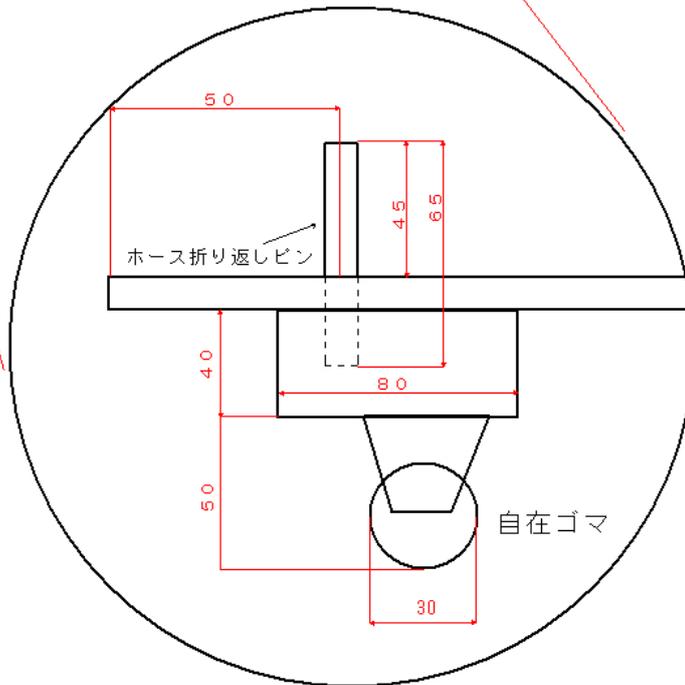
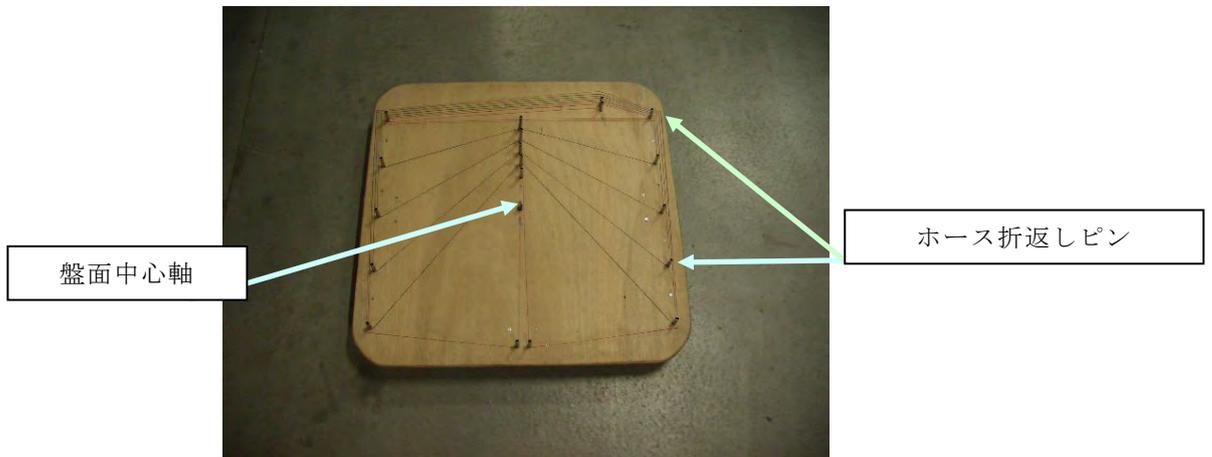
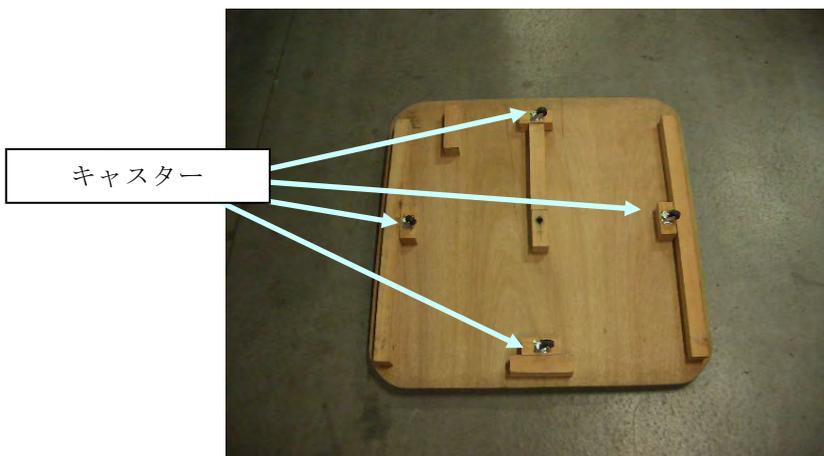


図 4 キャスター部拡大図

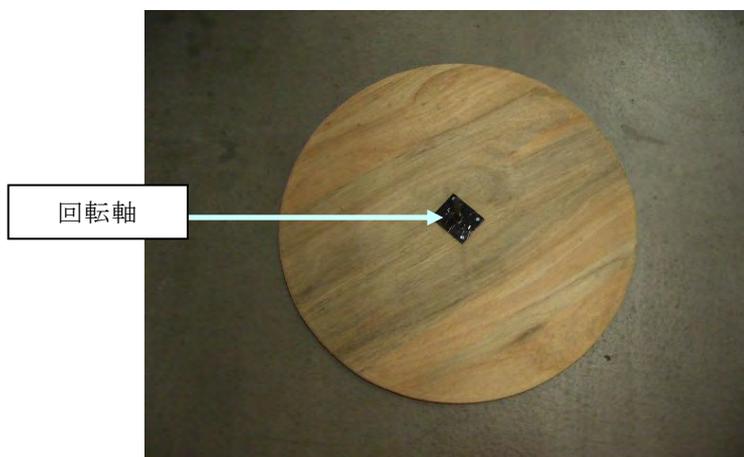
狭所巻きホース作成器写真



写真① 盤面表



写真② 盤面裏



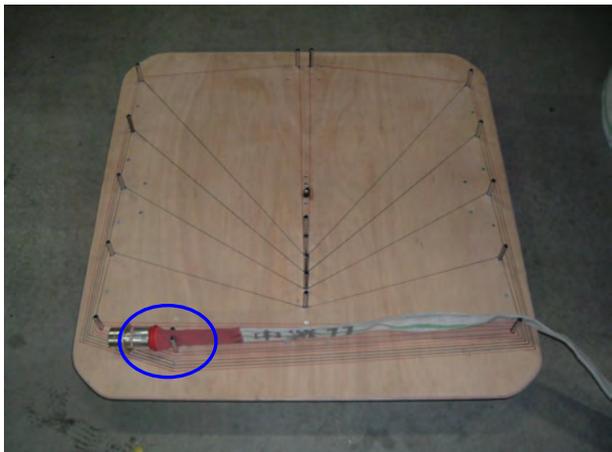
写真③ 盤面回転台

狭所巻きホース作成方法



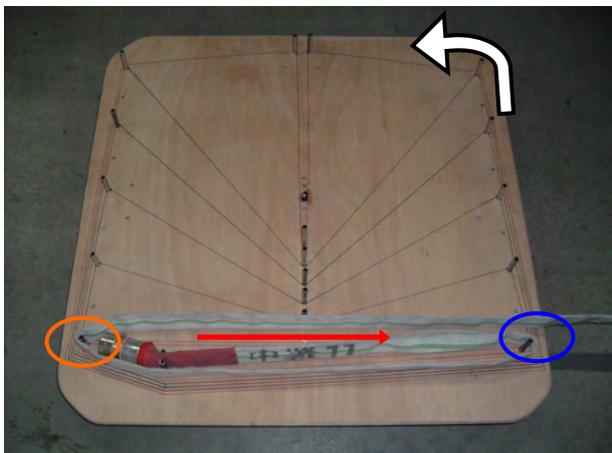
写真①作成方法

- ・狭所巻ホース作成器盤面上には赤線と黒線があり、赤線については同じ箇所にはホースを2回巻く。
- ・黒線は1回巻である。
- ・狭所巻ホース作成時には、盤面を回転させて作成する。



写真②作成方法

- ・スタート位置に雄金具をセットする。
- ・写真○のように2本並んだスタートピンに雄金具の袴部分をはさみセットする。



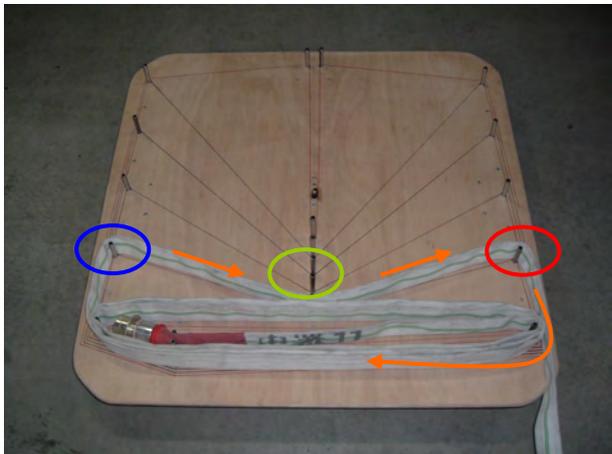
写真③作成方法

- ・→の方向にホースを巻き始める。○の位置のピンにホースを掛け、次に○位置にあるピンに順にホースを掛ける。
- ・←の方向へ盤面を回転させながら作成する。



写真④作成方法

- ・ さらに同じピンを通し 2 周巻く。



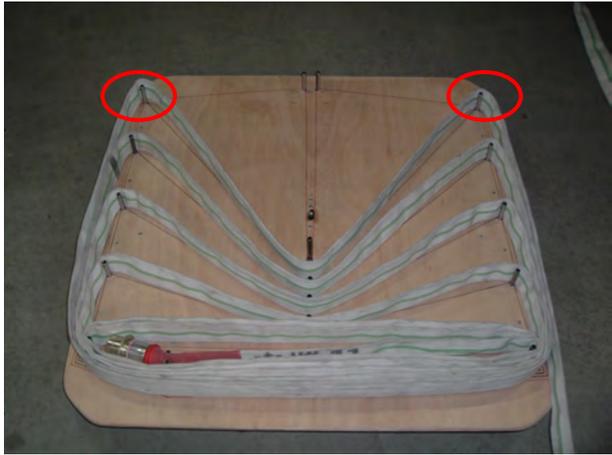
写真⑤作成方法

- ・ 2 周巻き終えたホースは○のピンに写真のようにかける。
- ・ 次にセンターピン○の内側を通すようにホースを設定する。
- ・ さらに○のピンにホースを掛け外側にホースを巻く。
- ・ →の順序ホースを設定していく。



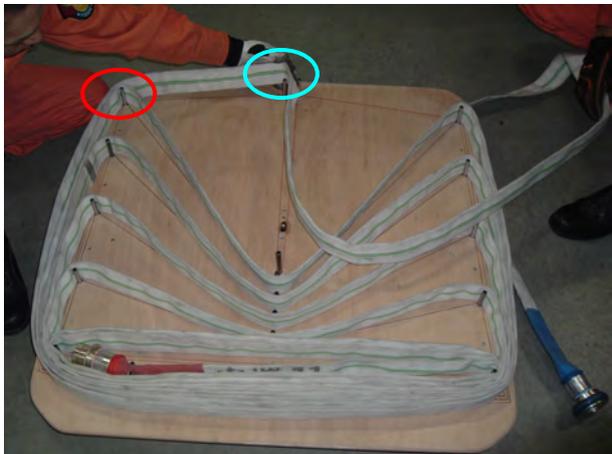
写真⑥作成方法

- ・ この手順で順にピンをずらしながら同じようにホースを巻いていく。



写真⑦作成方法

・外側にあるピンの5本目○までホースを巻ければ、盤面の線が赤色に変わる。この赤線のとおりと同じ5本目のピンにホースが2回通るように設定する。



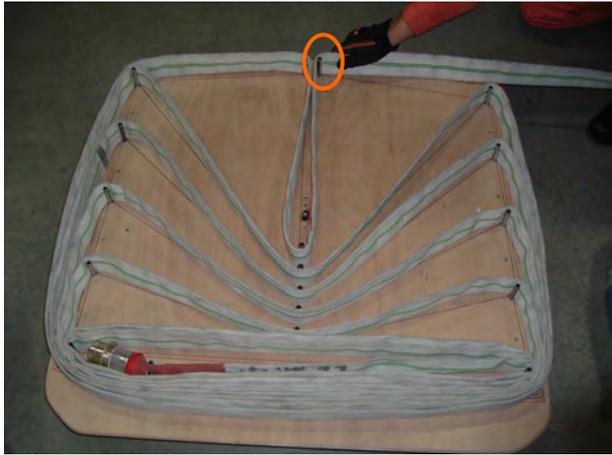
写真⑧作成方法

・写真のように2周目を○のピンを通せば次に、センターにある○ピンにホースを掛ける。



写真⑨作成方法

・これまでの手順と同じように最後のセンターピンにホースを掛ける。



・先ほどかけたセンターピンの相対位置にある○ピンにホースを設定する。

写真⑩作成方法



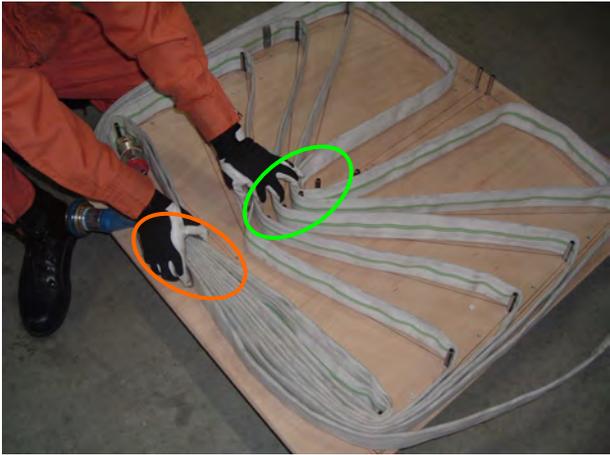
・最後にこれまでと同様に→の方向にホースを巻けば完成。

写真⑪作成方法



・巻取り終了。

写真⑫作成方法



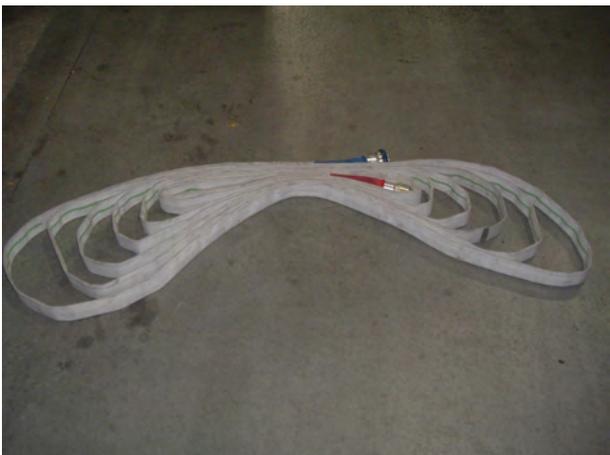
- ・ホース取り外し手順は○の位置にあるホースと、センターピンに掛かっているホース○を順に取り外す。

写真⑬作成方法



- ・取り外したホースを合わせる。

写真⑭作成方法



- ・狭所巻ホース完成。

写真⑮作成方法

簡易式万能ジャッキの改良

兵庫県宍粟市消防団

守本達由

1 はじめに

消防法は、『火災を予防し、警戒し及び鎮圧し、国民の生命、身体及び財産を火災から保護するとともに、火災又は地震等の災害に因る被害を軽減し、もって安寧秩序を保持し、社会公共の福祉の増進に資すること』を目的と明記されている。

我々、消防団員は出動命令が出れば、本来の職業から離れて非常勤の公務員として上司の指揮命令の元で活動を行うわけであるが、消防団員の特殊性から、本職の消防署のような人員での出動や、途上での水利確認や指示はほとんどなく、到着現場対応となっている。

このような状況下で、団員が効果的に災害に因る被害を軽減することは、現場においての機材の充実を図ることは言うまでもない。

このため、現在我々は月に数度の点検で水利位置の確認を行っているところである。しかしながら、目視による点検確認をしても自然の力は人間の創造した以上の力で水利位置付近の状況が変化するという問題点がある。

これらの問題点を解決し、火災現場活動時の水利確保を向上させるため研究してみた。いち早く、吸管を水利に投入できるか、（どれだけ早く安全に蓋を開けることが可能なのか）更に取り扱いの容易さや、多用途での使用についても可能な工具としての改良を試してみた。そして、現在欧州車用としても車両に積載されている『ジャッキ』に着目し、今回、『持上げ・吊り下げ・空間確保』の可能な『簡易式万能ジャッキ』の試作を行ったものである。

2 試作品の概要

(1) 本体機能の概要

今回の試作品は、『持上げ』『吊り上げ』『広げ』が可能にすることに着目し、持上げ部分と接地部分を補強し、併せて取り外しの吊り下げフックを装着し、持ち運び可能な重さとした。（写真 1 参照）

(2) 使用用途

本試作品の使用用途については、①吸管投入口において土砂等が隙間に入り手では、持上げが困難となる場合（写真 2 参照）②溝蓋（縞鋼板）が連続し隙間もほとんど無い状況での持上げ（写真 3 参照）③変形した部分の修正（写真 4 参照）④車両の持上げ（写真 5 参照）⑤シャッターの持上げ（写真 6 参照）

3 試作品の検証結果

作製した試作品を『持上げ』『吊り上げ』『広げ』のあらゆる状況を想定しその機能を検証した結果、①土砂等によるグレーチングの目詰まりにより、2 人で持上げが不可能な場合でも容易に開けることが可能。②溝蓋（鋼板）が連続し、隙間もほとんどなくバールも入らない部分でも爪を入れれば、ジャッキアップが容易に可能。③接触事故により柵が変形した部分の修正（広げ）を行う場合ハンドルを回転させ空間を広げることが可能。④車両の持上げについては、本来の機能を向上させるため接地面積を広げ安定性を上げる。⑤シャッターの持上げについては、内部より鍵がかかり外部より開けることができない場合の開放が（隙間が 8mm あれば爪が入り持上げ）可能。

4 まとめ

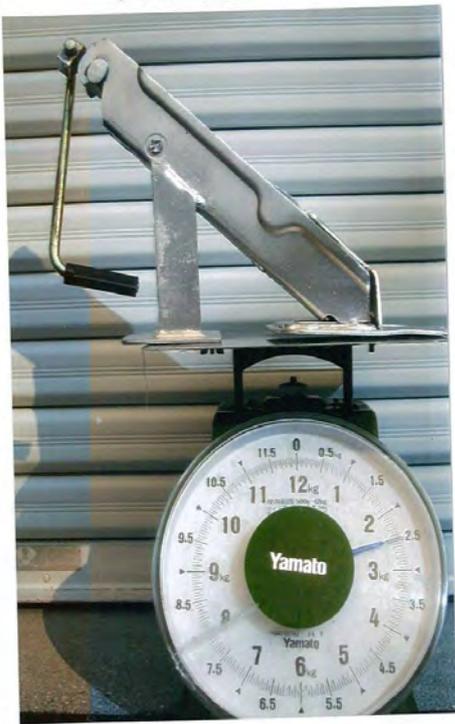
今回の試作品は検証において当初の研究目的が達成できた。特にジャッキは持上げ機能が中心であったが、試作品では本来の用途以外の利用方法の応用が発見できた。その利用性から消防車両に積載することにより、火災現場での迅速な活動とあらゆる災害現場で活動する消防団員が被害の軽減に努められるものと確信した。



グレーチングの持上げ (砂のかみ込み有)



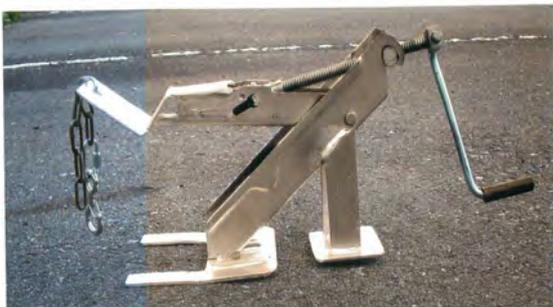
グレーチングの下に自然水利 有
写真 2



本体の重量



連続した溝蓋 (指他の入る隙間なし)



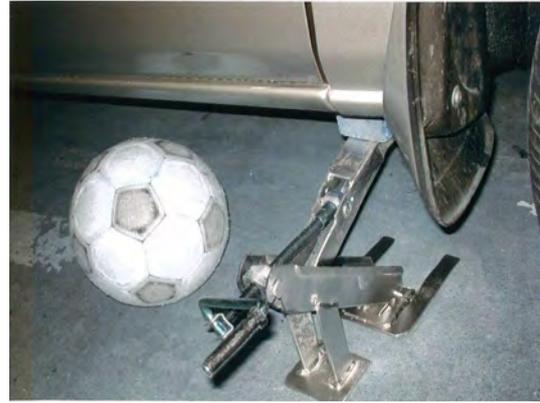
本体の作動時
写真 1



銅板の隙間にジャッキの爪をいれて持上げ
写真 3



接触事故による策の変形



車両持上げ
写真 5



修正 (広げ) 作業



シャッターの持上げ
写真 6



修理完了
写真 4

ホースの曲折が放水量に及ぼす影響に関する実験と考察

京都市消防局

岡田雄太、井崎伸雄、平田真理人、厨子 満
松田康夫、丸岡 峻、橋本泰彦、船元達也

1 はじめに

ホースが曲折（食い込み的な様相を呈しているものをいう。以下同じ。）した状態で放水すると、筒先放水量の低下や不安定化を招く。そのままに必要な筒先放水量を維持するためにはポンプ圧力を上昇させる必要があるが、この場合、ポンプ側のホース及びポンプに不必要な負担が生じる。そのため、ホースを折れなく延長し通水すること、また通水中に折れたとしてもそれを修正することは、活動の基本である。そのため細かなテクニックも存在する。しかしこれまで我々は、ホースが曲折したときに生じる筒先放水量の低下を感覚的に認識していたに過ぎない。曲折による放水量の低下を数値的に把握し、また曲折した際に発生する摩擦損失の関係要素を知ることが、消防の基本装備であるホースについての理解を深め、安全で確実な災害現場活動を行ううえで重要である。またそれは、消火活動技術の向上やホースそのものの改良に寄与する知見となることも期待される。

こうした問題認識のもと、本研究では、意図的にホースを曲折させた状態を作り出して放水実験を行い、放水量の低下やその要因について考察する。

2 放水実験の方法

2-1 実験の区分

【実験 A】基礎実験（写真 1）

実験 A-1 65 ミリホース 1 本にガンタイプノズルを結合した放水体形

実験 A-2 50 ミリホース 1 本にガンタイプノズ

ルを結合した放水体形

【実験 B】実際の現場活動を想定した実験（写真 2）

通常、ホースカーに積載している 65 ミリホース 8 本、分岐管、50 ミリホース 2 本及び管そう（ガンタイプノズル）を全て使用した放水体形（当局では、[ポンプ車→65 ミリホース→分岐管→50 ミリホース（ただし 2 本以内）→管そう]の放水体形を基本としている）

2-2 放水実験の具体的内容

2-2-1 使用資器材

使用車両 CD-II ポンプ車（ポンプ性能：A2 級）

使用管そう ガンタイプノズル

ノズル口径：19mm（流量を 5500/min に設定したときの呼び口径）

放水形状 ストレート放水

使用水利 防火水槽

2-2-2 実験における放水量及び送水圧力の基準値

放水量を一定に維持する実験においては、ノズルの内部にセットされたオリフィスの設計上限値である 5500/min を基準値として用いた。

送水圧力を一定に維持する実験においては、ホースを曲折なく延長し放水し、放水量が 5500/min に達したときの圧力値を基準値として用いた。

2-2-3 曲折角度の設定と、水量・圧力測定の方法

ホースを曲折なく延長し放水する。放水量が基準値に達した後、筒先側で放水を一旦停止し（ホース内は圧力のかかった状態を維持）、ホー

スを目的の角度に曲折させ、ロープで角度を固定する。再度放水し、放水量の変化を測定する。次に放水量を基準値に合わせ、そのときの送水圧力の変化を測定する。送水圧力の測定はポンプ車のアナログ圧力計(最小表示単位:0.1MPa)で行い、放水量の測定は同ポンプ車のデジタル水量計(最小表示単位:10ℓ/min)で行った。

設定した曲折角度は、0 度(曲折のない直線状態)、90 度、120 度、135 度、150 度及び 180 度である(写真 3)。曲折させる箇所は、ポンプ側及びノズル側からそれぞれ 7m の位置に正確に設定した(写真 1 参照)。

3 放水実験の結果

予備実験として、550ℓ/min の放水を行い、ホースの曲げ角度を徐々に大きくしていった際、曲折が何度で発生するかを確認するとともに、放水量の低下傾向について観察した。実験の結果、65 ミリホースと 50 ミリホースのいずれの場合でも 20 度で曲折が始まった(写真 4)。この程度の曲折状態では、放水量は低下しない。角度を大きくすると食い込みが深くなり、放水量が低下してゆく。90 度付近になると、放水量の低下率(曲折状態の放水量/曲折なしの放水量)は 5%を超えてははっきりしたものとなる。そこで今回は、90 度以上の曲折についてデータを収集することとした。

3-1 実験 A-1 (65 ミリホース 1 本にガンタイプノズルを結合した放水体形)

- (1) 曲折のない場合、550ℓ/min の送水を行うために必要な送水圧力は、0.7MPa であった(表 1)。
- (2) 送水圧力を一定(0.7MPa)に維持する実験では、放水量の変化は、全体として 135 度を頂点とする下凸のグラフとなった(表 1)。すなわち、曲折角度が大きくなると放水量は徐々に減少するが、135 度を超えると、放水量は逆に増加する。
- (3) 放水量が最も少なくなる曲折角度の組合

せは、ポンプ側 135 度・ノズル側 120 度の場合と、ポンプ側 150 度・ノズル側 180 度の場合であった。このときの放水量は 420ℓ/min であり、曲折のない場合と比較して約 24%減少した(表 1)。

- (4) ポンプ側とノズル側の曲折のどちらが放水量を低下させるかを表 1 から読み取ると、全体に、ノズル側の曲折に比べ、ポンプ側の曲折の方が放水量を低下させていた。例えば、ポンプ側 0 度・ノズル側 135 度の場合には 490 ℓ/min であるのに対し、逆条件のポンプ側 135 度・ノズル側 0 度の場合には 460ℓ/min であり、ポンプ側に曲折を作る条件において放水量の低下が大きかった。
- (5) 放水量(550ℓ/min)を維持する実験では、必要となる送水圧力は、全体として 120 度～150 度を頂点とする上凸のグラフとなった(表 2)。ポンプ圧力を最も上昇させる必要のある曲折角度の組み合わせは 3 パターンあり、ポンプ圧力を 0.7MPa から 1.1MPa へと上昇させることが必要であった。

3-2 実験 A-2 (50 ミリホース 1 本にガンタイプノズルを結合した放水体形)

- (1) 曲折のない場合、550ℓ/min の送水を行うために必要な送水圧力は、0.75MPa であった(表 3)。
- (2) 送水圧力を一定(0.75MPa)に維持する実験では、放水量の変化は、全体として 135 度を頂点とする下凸のグラフとなった(表 3)。ただし、150 度から 180 度に変化させたときにも放水量は低下し、もうひとつの頂点を形成する。すなわち、曲折角度が大きくなると放水量は徐々に減少するが、135 度を超えると放水量は逆に増加し、150 度から 180 度に変化させたときにもう一度減少する。135 度の場合と 180 度の場合とを比較すると、135 度の方が放水量の低下は大きい。
- (3) 放水量が最も少なくなる曲折角度の組み合わせは、ポンプ側 135 度・ノズル側 120 度の

場合と、ポンプ側 135 度とノズル側 180 度の場合であった。このときの放水量は 3200/min であり、曲折のない場合と比較して約 42%減少した。

- (4) ポンプ側とノズル側の曲折のどちらが放水量を低下させるかを表 3 から読み取ると、全体に、ノズル側の曲折に比べ、ポンプ側の曲折の方が放水量を低下させていた。例えば、ポンプ側 0 度・ノズル側 135 度の場合は 4400/min であるのに対し、逆条件のポンプ側 135 度・ノズル側 0 度の場合は 4300/min であり、ポンプ側に曲折を作る条件において放水量の低下が大きかった。
- (5) 放水量 (5500/min) を維持する実験では、必要となる送水圧力は、全体として 135 度を頂点とする上凸のグラフとなった (表 4)。ただし、(2)の結果と同様に、150 度から 180 度に変化させたときにも必要圧力は増加した。ポンプ圧力を最も上昇させる必要のある曲折角度の組み合わせはポンプ側 135 度・ノズル側 180 度の場合であり、このとき、ポンプ圧力を曲折のない状態の 0.75MPa から 2 倍以上の 1.7MPa へと上昇させることが必要であった (表 4)。

3-3 実験 B (実際の現場活動を想定した実験)

この実験は、2 回実施した。

曲折のない場合、ガンタイプノズルのオリフィスの設計上限値である 5500/min の送水を行うために必要な送水圧力は、1 回目は 1.1MPa、2 回目は 1.2MPa であった。

本市消防局では内規「災害現場活動の要領」において、送水を安定的に継続させるため、ポンプの運用圧力を「おおむね 1.0MPa 以下とすること」と定めている。つまり、実際の現場活動を模した実験 B は、曲折のない状態で既にこの上限値を超えており、ポンプ圧力の観点からは限界に近い活動体形である。

ここで、180 度の曲折を多数作り (写真 5)、放水量の変化を計測した。2 回の実験結果を表

5 に示す。曲折が 1 箇所生じるとに放水量は直線的な単調減少を示し、4 箇所の曲折を生じさせると、第 1 回目で 3500/min、第 2 回目で 2900/min にまで減少した。減少量の大きかった第 2 回目では曲折なしの場合と比較して約 47%減少し、ほぼ半減したことになる。

4 考察

4-1 135 度付近の曲折角度において最も放水量が低下することについて

65 ミリホースの実験 (実験 A-1) と 50 ミリホースの実験 (実験 A-2) を総合的にみると、曲折角度が 135 度付近の場合に最も放水量が低下する。あるいは、この角度条件のとき、最も送水圧力を上昇させなければ放水量を維持することができない。実験精度及びホースの加工精度の問題もあるため、今回の実験結果をもって、「放水量が最低となる曲折角度」を確定的に述べることはできないと考えるが、曲折角度の最も大きい 180 度の場合よりも低角度である 135 度付近の曲折の方が、むしろ放水量を大きく低下させている (悪影響が大きい) ことは興味深い。

この理由として考えられるのは、曲折箇所数と曲折状況である。いずれの口径のホースでも、135 度付近で 2 箇所目の折れの「萌芽」が形成され、さらに高角度になるとはっきりとした折れに成長する (写真 3 のアの部分)。この結果、180 度の曲折に着目すれば、ひとつひとつの折れは 90 度程度の折れにとどまる。折れは、ホースの内部に食い込んでホース断面積を低下させるが、1 箇所の「強い食い込み」で折れ曲がる 135 度付近の場合よりも、2 箇所の「比較的弱い食い込み」で折れ曲がる 180 度の場合に、圧力の損失が小さくなるのではないかと考えられる。

2 箇所目の折れは、必ず筒先側に形成される (写真 3 参照)。これは、筒先側では 1 箇所目の折れによって圧力及び流速が小さくなり、そこに 2 箇所目の折れが発生するためであると解釈

できる。

なお、2 個所目に生じた折れの“萌芽”は、送水圧力を下げると消滅し、再び圧力を高めると再度同じ場所に発生する(写真 6)。このことは、圧力を高めたとき、ホースを直線状態に戻そうとする力が 1 箇所目の曲折角度を小さくする方向に作用するが、全体の折れ曲がり角度を維持するために、2 個所目の曲折が発生するためであると解釈できる。ただし、圧力を緩慢に下げた場合は萌芽が消滅しないこともある。

4-2 ポンプ側の曲折と筒先側の曲折の比較

実験 A-1 (65 ミリホースの実験)、実験 A-2 (50 ミリホースの実験)のいずれの実験でも、ノズル側の曲折に比べ、ポンプ側の曲折の方が放水量を低下させる(表 1 及び表 3)。その差はそれほど顕著なものではなく、また曲折を作らない方が良いのは自明だが、あえて述べるなら、ポンプ側のホースをできるだけ曲折のない状態にしておくことが有利であると考えられる。

4-3 65 ミリホースと 50 ミリホースの比較(50 ミリホースの“弱点”)

図 1 と図 3 を比較すると、図 3 すなわち 50 ミリホースを使用した場合において、グラフはより“深い”下凸形状を示している。図 2 と図 4 を比較しても同様の傾向にある(ただし、こちらは上凸形状)。これは、50 ミリホースは 65 ミリホースと比較すれば曲折に対してより敏感に反応し、より大きな悪影響が出る(放水量が大きく低下する)ことを示している。

当局の内規に定められている「ポンプの運用圧力をおおむね 1.0MPa 以下とすること」を満足させるとすれば、表 4 から、90 度以上の曲折を 2 箇所以上発生させること、あるいは 120 度以上の曲折を 1 箇所でも発生させることは、避けなければならないことが分かる。曲折させたまま放水量を維持しようとするれば、条件によっては、曲折のない状態の送水圧力の 2 倍程度の圧力(1.7MPa)を必要とする。当局が使用しているホースの耐圧値は 1.6MPa であるため、

この圧力値で送水することは危険である。

一方、65 ミリホースでは、2 個所の曲折を発生させても内規上の上限値を超えることは少なく、超えたとしてもわずかであり(上限値 1.0MPa を 10%上回る程度)、ホースの耐圧値を超えることもない(表 2)。

次に、最も放水量が低下する 135 度の曲折が 1 箇所のみ発生した条件を考える(表 6)。50 ミリホースにおいて、水量の低下はより大きい。

実際の現場活動を考えて、ノズル側の空間が狭いことは稀なことではない。むしろそのような条件で放水活動を行わざるを得ないことが良くある。すなわちそれは、50 ミリホース側に、より曲折が発生しやすいということである。そもそも 50 ミリホースは口径が小さいため、65 ミリホースと比較して圧力損失が大きい。また、口径が小さいことは、より小さい力で容易に曲折が発生するということでもある。活動の安定性、安全性を確保し、適切な消火活動を行うため、特に 50 ミリホースにおいては、曲折に注意を払う必要があると考える。

4-4 多数の曲折について

4-3 で述べたように、実際の現場活動では、50 ミリホースの側に曲折が発生しやすい。実際の現場活動における放水体形を模した実験 B では、50 ミリホースに作った 180 度の折れが急速に放水量を低下させることが数値として分かった。実際には、このような多数の曲折を形成させてしまうことは考えにくいだが、例えば迅速な消火活動の開始が優先される状況で、曲折を甘んじて受け入れねばならない場合でも、あまり多くの曲折箇所を作ると、結局は適切な消火活動が行えなくなると考えることができる。

4-5 曲折部分の音と震動

曲折部分では、「ゴボゴボ」というような音が発生しており、さらに微震動も認められる。この音と震動は、ポンプ運用の際に発生するキャビテーションのものと似ているが、キャビテーションであるという確証はない。さらに研究を

進める必要がある。

5 おわりに

通水しているホースに曲折が生じた場合の放水活動への影響を具体的な数値により把握し、いくつかの考察を行った。もとより、ホースに曲折箇所を作らないように延長することが肝要だが、最も放水量に悪影響を与える角度が 180 度曲折ではなかったことや、50 ミリホースは折

れに対して敏感に反応し、放水量が大きく減少することが分かった。

実験を通じて、消防装備の基本中の基本であるホースの特性を深く理解することができ、それを基礎としてより適切な活動を行う必要性を再認識した。本実験の問題認識や実験結果が、消火活動技術の向上やさらにはホースの改良等に関する基礎資料として活用されれば幸いである。



写真 1 実験 A の放水体形



写真 2 実験 B の放水体形

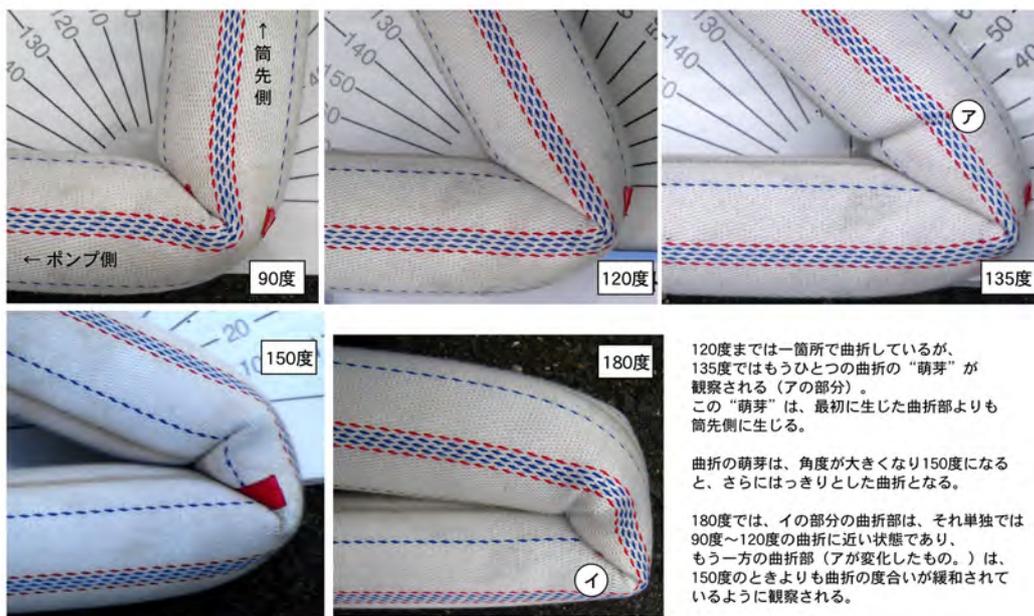


写真 3 各角度の曲折状態

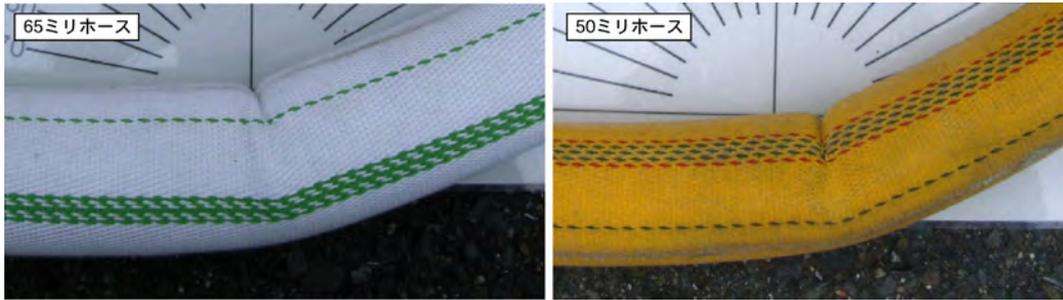


写真 4 曲折の発生（20 度付近で発生）



写真 5 実験 B において 50 ミリホースに 180 度曲折を 3 箇所作った様子
（当局では、[ポンプ車→65 ミリホース→分岐管→50 ミリホース（ただし 2 本以内）→管そ
う] の放水体形を基本としているため、筒先に近い側の曲折を想定して行ったもの）

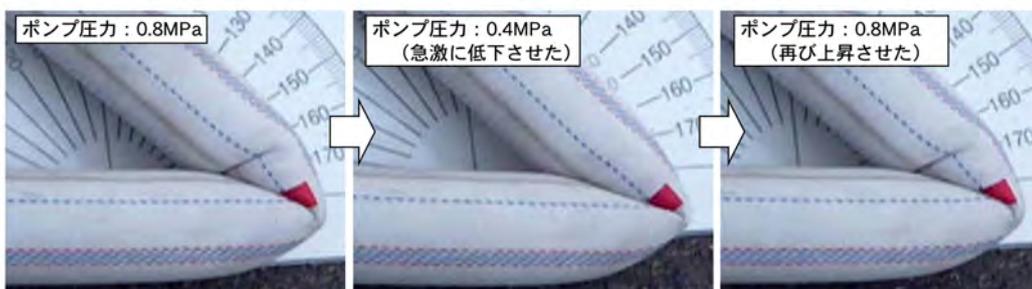


写真 6 発生した折れの萌芽と消滅、再発生

表 1 65mm ホース・送水圧力一定 (0.7MPa) の実験結果

○印は、最も放水量が低下した組合せを示す。

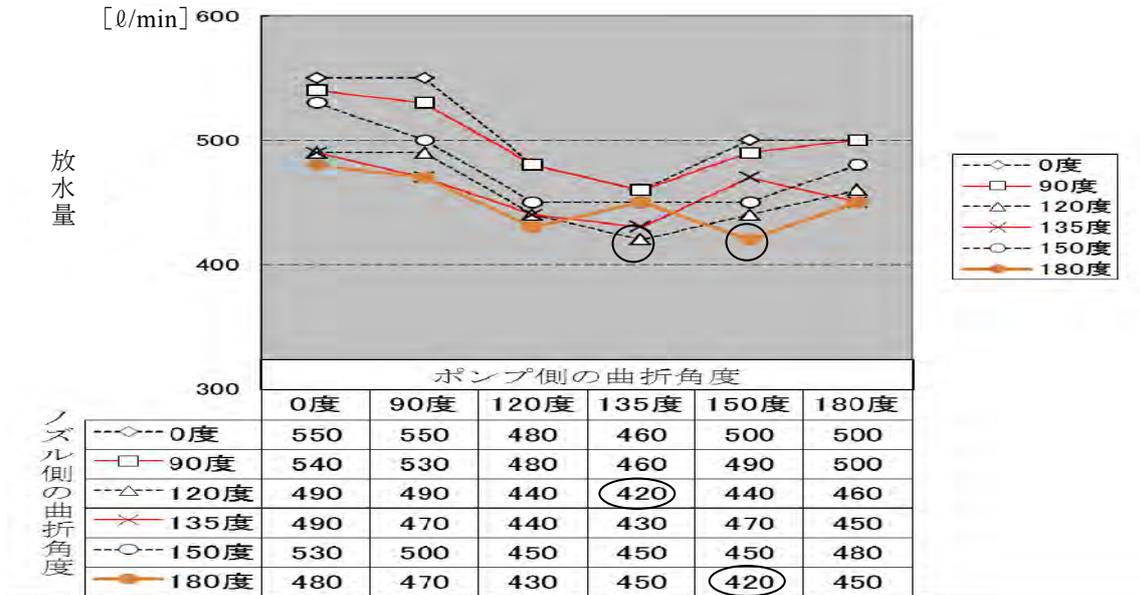


表 2 65mm ホース・放水量一定 (550l/min) の実験結果

○印は、最も圧力を上昇させなければならない組合せを示す。

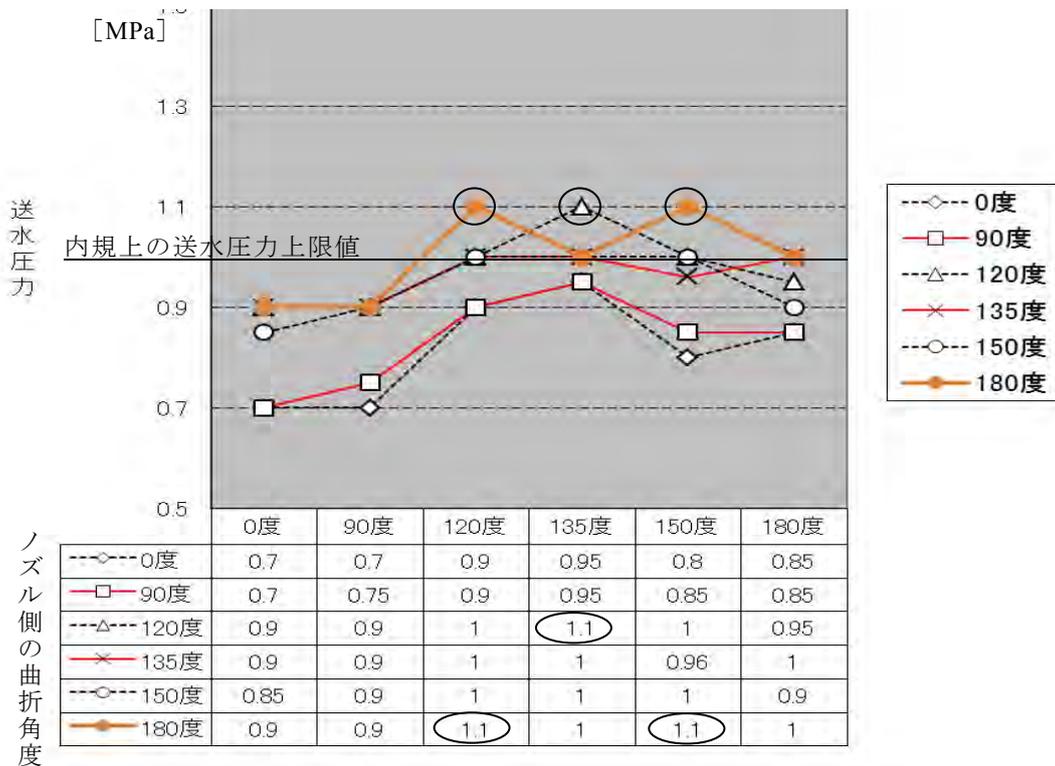


表 3 50mm・送水圧力一定 (0.75MPa) の実験結果

○印は、最も放水量が低下した組合せを示す。

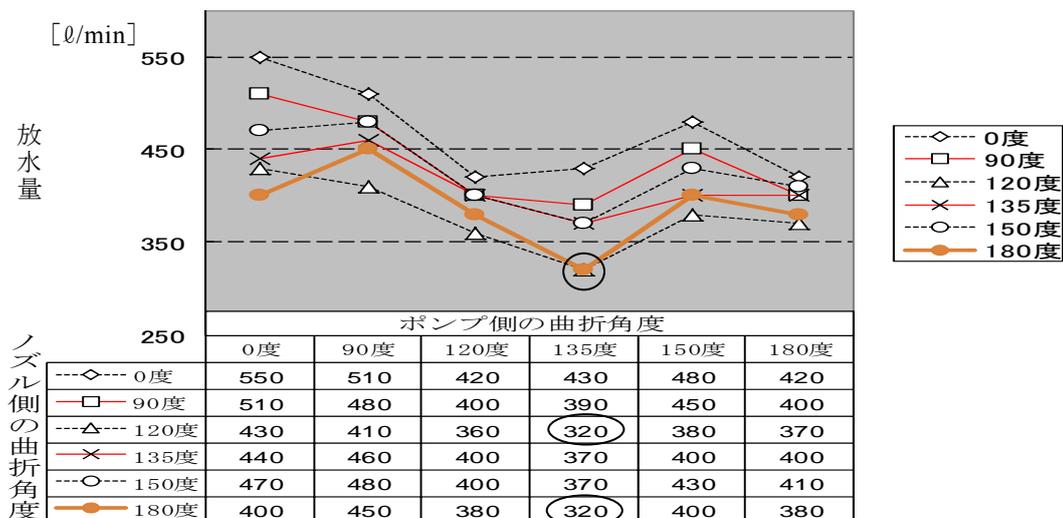


表 4 50mm ホース・放水量一定 (550l/min) の実験結果

○印は、最も圧力を上昇させなければならない組合せを示す。

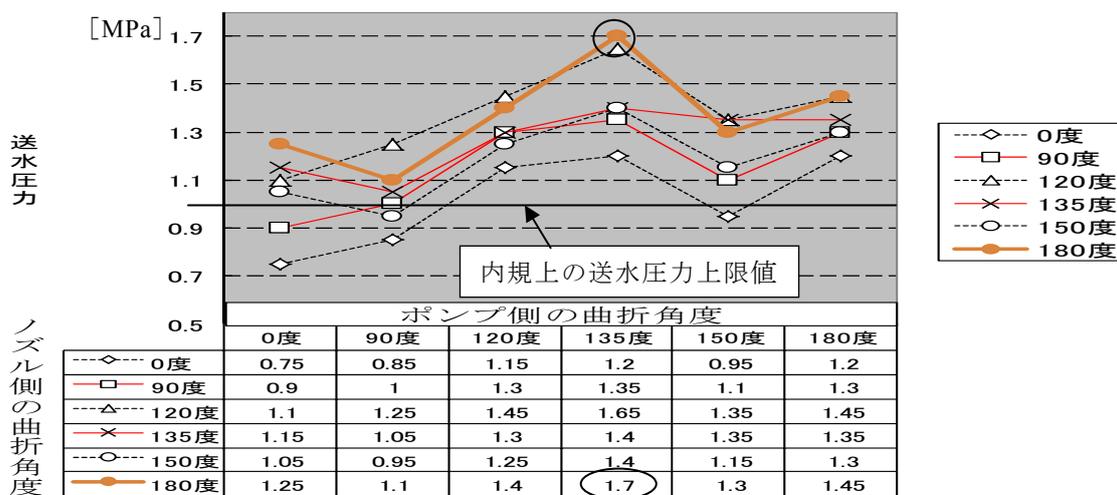


表 5 65mm ホース 8 本+50mm ホース 2 本・圧力一定

(1 回目 1.1MPa 2 回目 1.2MPa)

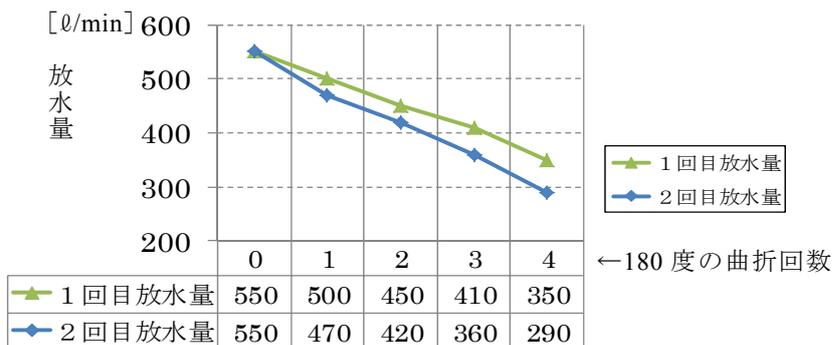


表 6 135 度の曲折が一箇所のみ発生した場合の放水量比較

[ℓ/min]

	ポンプ側の曲折	ノズル側の曲折	曲折なし
65 ミリホース	460	490	550
50 ミリホース	430	440	

表 1 及び表 2 から作成。

救命講習会のあり方についての一考察

京都市消防局

安田和正、山本祥司、海口直喜、関 竜也、源隆一郎

1 はじめに

2010年に国際蘇生連絡協議会(ILCOR)が作成したCoSTR(全世界の心肺蘇生に関わる研究報告を収集し、その信頼性を分析した報告書)において、迅速な通報、迅速なCPRの開始、迅速なAEDの使用による一次救命処置が、気管挿管や薬剤投与などの二次救命処置よりも心肺停止傷病者の社会復帰により大きな影響を持つことが報告されている。この報告を基に作成された「日本版ガイドライン 2010」においても、迅速なCPR(特に胸骨圧迫)開始の重要性が強調された内容となっており、心肺停止傷病者を社会復帰させるためには、市民(バイスタンダー)によるCPRの実施が必要不可欠であるということが世界的な共通認識となっている。

本市消防局では、救命講習修了者の育成を重点施策として推進した結果、平成20年11月に救命講習修了者が20万人に達し、修了者数の増加とともに、応急手当の実施率も、当初は比例的に増加の傾向を示していたが、近年は毎年3万人強の救命講習修了者の増加に対し、応急手当実施率は上昇することなく、頭打ちの状況となっている。

そこで、本研究は、救命に不可欠である応急手当実施率を向上させるために、市民の応急手当に対する意識や行動について、年齢や性別等で4つ(①高齢者(60歳以上)、②女性、③高校生、④リピーター)に分類した各グループ毎に分析をして、救命講習会を実施するうえで、今後、どのような工夫が必要であるかについて考察したものである。

2 市民による応急手当の重要性(バイスタンダーCPRと救命率)

まず最初に、心肺停止傷病者の社会復帰率を向上させるためには、市民による応急手当の実施がいかに重要かということを確認しておきたい。

表1は、本市における平成18年から平成22年の5年間で、一般市民により心肺停止の時点が目撃された心原性の心肺停止症例に対して、応急手当が実施された場合と実施されなかった場合で、社会復帰率にどのような差があるのかを比較したものである。

表1に示すとおり、いずれの年も市民による応急手当が実施された場合の方が、実施されなかった場合より社会復帰率が高く、救命のためには市民による応急手当の実施が必要不可欠であることがわかる。

3 応急手当実施率の現状

それでは、応急手当実施率の現状はどのようになっているのか? 表2は、本市消防局所属の救急隊(任意に選出した6隊)が出動した5年間(平成18年~平成22年)の心肺停止症例に対して、市民による応急手当がどれくらい実施されていたのかを調べたものである。

市民による応急手当実施率は、救命講習修了者の増加に合わせて上昇してきたが、平成20年に42.0%となったのを最高に、それ以降、実施率は37.8%、36.5%と、頭打ちの状況となっているのが現状である。

4 市民の応急手当に対する意識等を把握するためのアンケート調査

このような現状から、応急手当実施率を上げるための方策を考察する研究資料として、救命講習会の受講者に対して、応急手当に対する意識等についてのアンケート調査を実施した。そのアンケート結果を分析することで、受講者が応急手当を実施するに当たってどのようなことを感じているのか、また、何に不安を持っているのか等を把握することで、応急手当が実施されない場合の原因を探り、その対策を考察するものである。

5 アンケートの内容等 (図 1 参照)

平成 22 年 4 月から平成 23 年 2 月までに当署で開催した普通救命講習 (計 58 回) の受講者に対して、受講後にアンケート調査を実施し、合計 1,071 名から回答を得た。

アンケートの内容は、調査の目的の説明、受講者の年齢、性別、受講回数、講習会の満足度についての質問に加え、次のような質問及び回答項目を設定し、当てはまるものにチェックを入れる形とした。

質問 1:「救命講習会を受講後、倒れている人に遭遇した場合、どんな応急手当ならできる(する)と思いますか。」

質問 1 に対する回答項目:「声掛け」、「気道確保」、「呼吸観察」、「人工呼吸」、「胸骨圧迫」、「AED 処置」、「その他」

質問 2:「あなたが応急手当をできない理由として、思うものはどれですか。」

質問 2 に対する回答項目:「勇気がない」、「知識がない」、「自信がない」、「文句を言われる(訴えられる)と嫌だ」、「関わりたくない」、「その他」

いずれの質問も複数回答可能として回答を得た。

6 アンケート結果の分析及び考察

アンケート結果の分析及び考察については、次の 4 つのグループに焦点を絞って行った。今後高齢化社会を迎えることから「高齢者 (60 歳以上)」を第 1 グループとし、受講者の割合が多かった「女性」を第 2 グループ、将来的に、応急手当実施者として期待ができる「高校生」を第 3 グループ、そして、応急手当に対する意識が高いと予想される「リピーター (受講回数が 2 回以上)」を第 4 グループとした。以上の 4 つのグループのアンケート結果から、各グループ毎の特徴とその要因を分析し、そこから救命講習を開催するに当たっての対策について考察を行ったものである。

(1) 高齢者 (60 歳以上)

受講者のうち、高齢者は 242 名 (全体の 22.6%) で、アンケート結果から下記のとおり分析及び考察を行った。

ア 特徴

(ア) 「受講後、どの応急手当ならできる(する)と思いますか。」という質問に対する高齢者の回答結果 (表 3 参照)

- ・「声掛け」以外の全ての項目で、実施できると答えた人の割合が、59 歳以下のグループと比較して低い数値となった。

- ・特に「胸骨圧迫」は、59 歳以下のグループの 73.0%が実施できると答えたのに対して、高齢者のグループでは 48.8%と著しく低い結果となった

- ・一方「AED の操作」については、59 歳以下のグループでは 71.3%、高齢者のグループでは 70.2%が実施できると回答しており、両者に大きな差は見られなかった。

(イ) 「応急手当をできない理由は何ですか。」という質問に対する高齢者の回答結果 (表 4 参照)

- ・59 歳以下のグループと比較して、「文句を言われると嫌」、「関わりたくない」と答えた人の割合が低い結果となった一方で、「その他」

の項目の自由記入欄で、「体力、筋力がない」という内容の回答が多く、高齢者のグループに特徴的な結果であった。

イ 要因

高齢者は、「文句を言われると嫌」、「関わりたくない」と答えた人の割合が低く、応急手当の実施に対して意欲的であると考えられる一方で、年齢的に体力・筋力面で劣るため、実施できる応急手当として「声掛け」以外の全ての項目で、59 歳以下のグループよりも下回る結果となった。特に、応急手当の中でも、体力や筋力を要する胸骨圧迫について、実習でも苦慮する場面が見られ、自信を持って実施するレベルに達することが難しいのではないかと考えられる。

ウ 対策

救命講習会の限られた時間の中で、胸骨圧迫を完璧にできるまで反復練習するよりも、自らが応急手当を実施する以外に、周囲の協力者に対し、心肺蘇生法の手順や胸骨圧迫の方法、圧迫する位置やリズムについて指示をしたり、また、AED を操作し、2 分間の心肺蘇生法のサイクル管理を行う等の応急手当を指示する「現場のコーディネーター」的な役割を担えるように指導することが有用だと考える。

(2) 女性

受講者のうち、女性は 712 名 (全体の 66.5%) で、アンケート結果から下記のとおり分析及び考察を行った。

ア 特徴

(ア) 「受講後、どの応急手当ならできる(する)と思いますか。」という質問に対する女性の回答結果 (表 5 参照)

- ・「声掛け」、「気道確保」といった比較的容易と思われる手技については、実施できると答えた人の割合が、男性よりも高い一方で、それ以外の項目では男性と比較して低い数値となった。
- ・特に「人工呼吸」では、実施できると答えた割合が女性では 39.0%、男性では 50.7%とな

り、その差が顕著であった。

(イ) 「応急手当をできない理由はどれですか。」という質問に対する女性の回答結果 (表 6 参照)

- ・「自信がない」(50.3%)、「勇気がない」(45.5%)と答えた人の割合が半数近くとなり、他の項目と比較して高い結果となった。

イ 要因

実施できる項目として「人工呼吸」と答えた人の割合が、男性と比較し特に低い結果となった理由としては、女性の方が、口対口による人工呼吸に対する抵抗感や感染への警戒心が強い等の理由が考えられる。

ウ 対策

「人工呼吸」については、女性にとって抵抗感が強く、「日本版ガイドライン 2010」で、胸骨圧迫の重要性が強調されていること等を踏まえると、人工呼吸の指導に必要以上に時間を割くよりも、胸骨圧迫や AED の操作の指導をより強調する方が、応急手当実施率の向上につながるのではないかと考える。また、できない理由として、「自信がない」、「勇気がない」と答えている人の割合が高いことから、応急手当の必要性について十分に説明し、「何もしなければ助からない」、「できることだけでもいいから実施する」ということを強調したり「自分だけではなく周りにいる人に協力を求め、その協力者と一緒に実施する」というように、自信や勇気が無くても、まず最初の一步を踏み出せるような指導をすることが必要だと考える。

(3) 高校生

受講者のうち、高校生は 382 名 (全体の 35.7%) で、アンケート結果から下記のとおり分析及び考察を行った。

ア 特徴

(ア) 「受講後、どの応急手当ならできる(する)と思いますか。」という質問に対する高校生の回答結果 (表 7 参照)

- ・全ての応急手当の項目で、実施できると答

えた人の割合が、高校生以外のグループよりも下回る結果となった。

(イ) 「応急手当をできない理由はどれですか。」という質問に対する高校生の回答結果 (表 8 参照)

- ・高校生以外のグループと比較して、「文句を言われると嫌」、「関わりたくない」と答えた人の割合が高く、高校生が実施できない理由として特徴的なものとなった。

イ 要因

年齢が若く、ほぼ全ての生徒が初めての救命講習会参加であるため、実習に対して恥ずかしさがあることや、社会経験が少ないため、救命を身近な問題として捉えられないこと等が考えられる。また、授業の一環として受講している事が多いため、積極性に欠けることも要因の 1 つと考えられる。

ウ 対策

応急手当の実施に対し心情的なものが障壁となっていることから、まずは興味や関心を持たせることが重要と考える。その方法として、実技での傷病者役に家族や親友等を想定し、受講者にとって大切な人が倒れたという具体的なイメージを持たせることや、実際に救急現場で高校生が活躍した実例を紹介すること等が考えられる。また、高校生については、運転免許の取得時や進学時、就職時など、今後救命講習を受講する機会があると思われるため、高校生の段階で完璧な手技を目指して苦手意識を植え付けることなく、関心や興味を持たせることを主眼とし、再受講したいと思えるような指導をすることが必要だと考える。

(4) リピーター (受講回数が 2 回以上)

受講者のうち、リピーター (受講回数が 2 回以上) は 400 名 (全体の 37.3%) で、アンケート結果から下記のとおり分析及び考察を行った。

ア 特徴

(ア) 「受講後、どの応急手当ならできる (する) と思いますか。」という質問に対するリ

ピーターの回答結果 (表 9 参照)

- ・全ての応急手当の項目で、実施できると答えた人の割合が、初回受講者のグループを上回り、リピーターが応急手当の実施に対して積極的な姿勢を持っているという結果になった。

(イ) 「応急手当をできない理由はどれですか。」という質問に対するリピーターの回答結果 (表 10 参照)

- ・応急手当ができない理由として、唯一「自信がない」と答えた人の割合が、初回受講者よりも高い結果となった。
- ・自由記入の欄に、「前回受講した内容を忘れていた。」「定期的に何度も受講する必要がある。」という記述が見られた。

イ 要因

初回受講者のグループと比較して、実施できると答えた人の割合が高かったのは、以前に受講した内容の復習であることや、もともと応急手当に対する意識が高いグループであることが要因と考えられる。

一方で、「自信がない」と答えた人の割合が高かった理由としては、前回受講から間隔が空き、応急手当の方法を忘れてしまっており、いざというときに本当に実施できるかどうか不安に感じていることや、受講回数を重ねることで応急手当を実施する事の難しさを改めて感じるようになったためと考えられる。

ウ 対策

応急手当の必要性を理解し、反復して受講しているが、実際には前回の受講から時間が経過してしまったために内容を忘れていているという実態がある。そこで、この結果を踏まえ、再受講するまでの間隔を短くするために、例えば、リピーターであることから、応急手当の必要性を説明する時間を短くする等、講習時間が短く気軽に参加できる講習会 (再受講コース) を企画したり、受講回数を積み重ねていくスタンプラリー式のカードを交付する等、気軽に再受講す

ることができる機会や環境を作り出す事が必要だと考える。

7 まとめ

各グループ毎のアンケート結果を分析した結果、実施できる応急手当の項目と実施できない理由について、各グループ毎にそれぞれ特徴があるということが把握できた。

その結果、体力、筋力面で劣る「高齢者」に対しては、胸骨圧迫の実施だけではなく、「現場のコーディネーター」的役割を担えるような指導をする、人工呼吸への抵抗感が強い「女性」に対しては、人工呼吸よりも胸骨圧迫や AED の操作を強調した指導をする、ほぼ全ての生徒が初めての救命講習会への参加であろう「高校生」に対しては、今後リピーターとしてまた受講したいと思えるような指導をする、そして応急手当に対する意識は高いが、実際の実施について多少不安を感じている「リピーター」に対

しては、講習時間を短縮するなどして再受講しやすい環境を作り、受講の頻度を上げることで実施についての不安の解消を図る等、各グループ毎に考察を行った。今後、受講者のグループ毎の特徴を意識した救命講習会を開催することが、応急手当実施率向上の要因になり得るものと考えられる。

しかしながら、受講者を属性ごとにグループ分けして講習会を実施するには、複数の指導員を確保する必要がある、近年の救急出動件数の増加等、日常業務が多忙であることを考慮すると、グループ分けしてきめ細かな救急指導を実施する事は非常に困難な状況であると考えられる。今回は、研究結果を活用した救命講習会を実施し、その効果を実証するという段階までには至らなかったが、この研究が、今後の救命講習会のあり方の方向性を考える上での一助となることを願い結びとしたい。

(表 1) 市民による応急手当実施の有無と社会復帰率

		平成 18 年	平成 19 年	平成 20 年	平成 21 年	平成 22 年
目撃のある CPA 件数 (件)		227	248	224	269	250
社会復帰件数 (件)		13	13	12	20	12
社会復帰率 (%)		5.7	5.2	5.4	7.4	4.8
	応急手当実施あり (件)	89	116	119	123	113
	社会復帰件数 (件)	9	9	11	14	7
	社会復帰率 (%)	10.1	7.8	9.2	11.4	6.2
	応急手当実施なし (件)	138	132	125	146	137
	社会復帰件数 (件)	4	4	1	6	5
	社会復帰率 (%)	2.9	3.0	0.8	4.1	3.6

(表 2) 救急隊 (計 6 隊) が出動した CPA 件数と応急手当実施率

	平成 18 年	平成 19 年	平成 20 年	平成 21 年	平成 22 年
C P A 件数 (件)	248	247	255	225	252
応急手当実施数 (件)	71	98	107	85	92
人工呼吸のみ (件)	4	5	2	8	1
胸骨圧迫のみ (件)	22	35	49	42	61
両方実施 (件)	45	58	56	35	30
応急手当実施率 (%)	28.6	39.7	42.0	37.8	36.5

(表 3) 「受講後、倒れている人に遭遇した場合、どんな応急手当ならできる (する) と思いますか?」 という質問に対する高齢者の回答結果

	どの応急手当ならできますか?					
	声掛け	気道確保	呼吸観察	人工呼吸	胸骨圧迫	AED 操作
60 歳以上 (242 名)	231 95.5%	179 74.0%	131 54.1%	103 42.6%	118 48.8%	170 70.2%
59 歳以下 (829 名)	776 93.6%	681 82.1%	508 61.3%	357 43.1%	605 73.0%	591 71.3%

(表 4) 「あなたが応急手当をできない理由として、思うものはどれですか?」 という質問に対する高齢者の回答結果

	応急手当をできない理由はどれですか?					
	勇気がない	知識がない	自信がない	文句を言われると嫌	関わりたくない	その他
60 歳以上 (242 名)	105 43.4%	84 34.7%	111 45.9%	17 7.0%	11 4.5%	30 12.4%
59 歳以下 (829 名)	363 43.8%	245 29.6%	406 49.0%	113 13.6%	77 9.3%	33 4.0%

*その他の回答として、「体力、筋力がない」が多かった。

(表 5) 「受講後、倒れている人に遭遇した場合、どんな応急手当ならできる (する) と思いますか?」 という質問に対する女性の回答結果

	どの応急手当ならできますか?					
	声掛け	気道確保	呼吸観察	人工呼吸	胸骨圧迫	AED 操作
女性 (712 名)	678 95.2%	577 81.0%	418 58.7%	278 39.0%	477 67.0%	492 69.1%
男性 (359 名)	329 91.6%	283 78.8%	221 61.6%	182 50.7%	246 68.5%	269 74.9%

(表 6)「あなたが応急手当をできない理由として、思うものはどれですか？」という質問に対する女性の回答結果

	応急手当をできない理由は何ですか？					
	勇気がない	知識がない	自信がない	文句を言われると嫌	関わりたくない	その他
女性 (712名)	324 45.5%	223 31.3%	358 50.3%	71 10.0%	38 5.3%	43 6.0%
男性 (359名)	144 40.1%	106 29.5%	159 44.3%	59 16.4%	50 13.9%	20 5.6%

(表 7)「受講後、倒れている人に遭遇した場合、どんな応急手当ならできる(する)と思いますか？」という質問に対する高校生の回答結果

	どの応急手当ならできますか？					
	声掛け	気道確保	呼吸観察	人工呼吸	胸骨圧迫	AED操作
高校生 (382名)	347 90.8%	302 79.1%	224 58.6%	163 42.7%	254 66.5%	257 67.3%
高校生以外 (689名)	660 95.8%	558 81.0%	415 60.2%	297 43.1%	469 68.1%	504 73.1%

(表 8)「あなたが応急手当をできない理由として、思うものはどれですか？」という質問に対する高校生の回答結果

	応急手当をできない理由は何ですか？					
	勇気がない	知識がない	自信がない	文句を言われると嫌	関わりたくない	その他
高校生 (382名)	163 42.7%	102 26.7%	180 47.1%	68 17.8%	46 12.0%	14 3.7%
高校生以外 (689名)	305 44.3%	227 32.9%	337 48.9%	62 9.0%	42 6.1%	49 7.1%

(表 9)「受講後、倒れている人に遭遇した場合、どんな応急手当ならできる(する)と思いますか？」という質問に対するリピーターの回答結果

	どの応急手当ならできますか？					
	声掛け	気道確保	呼吸観察	人工呼吸	胸骨圧迫	AED操作
リピーター (400名)	381 95.3%	341 85.3%	274 68.5%	190 47.5%	288 72.0%	308 77.0%
初回受講者 (671名)	626 93.3%	519 77.3%	365 54.4%	270 40.2%	435 64.8%	453 67.5%

(表 10) 「あなたが応急手当をできない理由として、思うものはどれですか？」という質問に対するリピーターの回答結果

	応急手当をできない理由はどれですか？					
	勇気がない	知識がない	自信がない	文句を言われると嫌	関わりたくない	その他
リピーター (400名)	162 40.5%	98 24.5%	220 55.0%	36 9.0%	25 6.3%	39 9.8%
初回受講者 (671名)	306 45.6%	231 34.4%	297 44.3%	94 14.0%	63 9.4%	24 3.6%

【調査の目的】
 救命講習会へのご参加ありがとうございます。 救命講習会のあり方について、皆様のご意見を頂き、より充実した内容にしたいと考えております。つきましては、お手数ですが下記アンケートにご記入頂きますようお願い致します。なお、頂いたご意見等は本アンケートの目的以外では使用致しません。

救命講習会についてのアンケート

該当するものに☑をしてください。

- ・ あなたの年齢は 10歳代 20歳代 30歳代 40歳代
 50歳代 60歳代 70歳代 80歳以上
- ・ あなたの性別は 男性 女性
- ・ 救命講習会の受講は何回目ですか 初めて 2回目 3回目 4回目以上
- ・ 救命講習会の内容について
 明日からの役に立つ内容であった場合には「満足」を、役に立つ内容で無かった場合には「不満足」を選択してください。どちらでもない場合は、「普通」を選択してください。
 - ① 応急手当の重要性の講義 満足 やや満足 普通 やや不満 不満
 - ② 心肺蘇生法の手技・実技 満足 やや満足 普通 やや不満 不満
 - ③ AEDの使用法・実技 満足 やや満足 普通 やや不満 不満
 - ④ シミュレーション訓練 満足 やや満足 普通 やや不満 不満
- ・ 本日の救命講習会を受講後、倒れている人に遭遇した場合、どんな応急手当ならできる(する)と思いますか。
 声掛け(意識確認) 気道確保 呼吸観察 人工呼吸
 胸骨圧迫 AED処置(電気ショック) その他()
- ・ あなたが応急手当をできない理由として、思うものはどれですか。
 勇気がない 応急手当に関する正しい知識がない
 正確な応急手当をする自信がない 後から文句を言われる(訴えられる)と嫌だ
 関わりを持ちたくない その他()
- ・ 本日の救命講習会を受講して、何なりと感想などお聞かせください。

(図 1) 配布したアンケート

連結送水管への効果的な中継体形に関する考察と実証実験

京都市消防局

福嶋晃一、藤田浩明、膳隆太朗、田中義三

1 研究の目標

平成 23 年 4 月現在、比較的高層建築物が少ない当市においても連結送水管（以下「連送」という。）設置対象物は 3,090 を数え、年々増加の一途である。全国的にも都市部では、住宅土地統計調査の結果から同様の傾向にある。当然高層建築物における火災も多数発生しており、連送を活用した迅速な放水活動が、火災防御の成否を左右する最も重要なものの一つといえる。より迅速な放水活動を実施するため、連送への送水、又は、効果的なポンプ車等による中継体形の確立を目標に考察することに加えて、実証実験により検証する。

2 問題認識

(1) 迅速な放水活動

当局では、1 台のポンプ車から複数で連送に送水することを原則としている（図 1）。これは、高層建築物では背圧が大きく影響するため、摩擦損失を軽減し、必要な放水量を確保するための活動原則である。

消防水利から連送送水口までの距離がホース 2 本(40 メートル)程度であれば問題はないが、それ以上となると相当の時間を要し、特に 5 本以上になれば過重な活動となるため、1 隊単独で活動することはかなり厳しい。

2 隊連携活動を実施する場合においても、元ポンプ車から中継ポンプ車までの区間も複数中継を原則としている（図 2）が、これではホース本数を減らすことはできず、活動の過重性は変わらない。

一方、この複数中継は、活動の迅速性に關

してはデメリットの方向に作用する。連送への送水に時間を要すると、出火階等で放水活動の開始が遅れ、被害の拡大を生じさせかねない。

そこで我々は、複数送水をしなければ、又は、複数とする区間が短ければ、より迅速な活動が実現するのではないかと考えた。

(2) 連送の放水能力と実験基準の設定（実証実験 1）

連送の主管口径は 100 ミリメートル以上と規定されているが、放水量についての明確な基準はない。ただし、法規定の趣旨としては、十分な放水量を確保するため、主管口径には余裕を持たせてあると考えられる。

そこで、おおむねの放水能力を知るための実験を行った。表 1 に示すとおり複数各 1 本送水で 3 口毎分 1500 リットル（以下「1500」という。）送水時、ポンプ圧力は 0.9MPa であった。

実験では、3 階 2 口、4 階 1 口の放水であったが、10 階付近での放水であれば背圧が更に約 0.2MPa かかるため、ポンプ圧力は 1.1MPa 程度になると思われる。この圧力は、配管等の設計圧力値付近となることから、この圧力を限界の送水圧力とし、1500 放水を実験及び検証の基準とした。

(3) 給水量不足による活動障害

消防水利として圧倒的に利用機会が多いのは水道消火栓であるが、その給水量は明確に規定されておらず、消防庁告示「消防水利の基準」において、配管口径等についての規定があるほか、毎分 1 立方メートル以上の給水能力を有することと規定されている。

一方で水道事業者の水道施設の設計基準には、

具体的な給水量の規定はほとんどなく、あったとしても一の消火栓について毎分 0.5 から 1 立方メートルを目安としているようである。

すなわち、1つの消火栓から 1500 の給水量が確保できるとの保証はなく、給水量が不足すれば、図 3 (連合送水) 又は図 4 (2 水利 1 線中継複どう送水) のような体形を取る必要がある。

図 3 の場合、2 台のポンプ車の送水圧力を調整する必要があるが、非常に精密な調整が相互に要求されることから、有効な送水とならない可能性が考えられる。

(4) 連合送水の有効性の実験 (実証実験 2)

図 3 の体形で、それぞれのポンプ車のポンプ圧力の差がどのように送水量に影響するかの実験を行った。表 2 の 1 のとおり、ポンプ車 1 (以下「P1」という。) から 1 線で連送に 0.5MPa 約 480 リットルで送水中、ポンプ車 2 (以下「P2」という。) からの圧力を上げながら送水した場合の送水量を測定した。P2 の圧力が P1 以下であれば全く送水できず、P1 の圧力に合わせても送水はほとんどできない。更に 0.1MPa 上げることで送水量は逆転し、P1 からはほとんど送水できない状況となる。P1 の圧力を変えて複数回実験を行ったが表 2 の 2 から表 2 の 6 まで全て同様の結果となった。0.1MPa の圧力差で有効送水ができなくなるのであれば、圧力調整は非常に精密さを要求される。たとえ調整できたとしても後着隊の吸水などで消火栓の圧力が変化すれば、たちまち有効送水とはならなくなってしまう可能性が高い。更に、図 1 から図 3 の体形に変更するには、放水を一時停止する必要がある。これは、既に放水活動を行っている筒先側に対して大きな支障を生じさせる。

次に、図 4 の体形の検討を行った。図 1 からの体形の変換はスムーズにできるが、ポンプ車の中継口には逆止弁等がないため、P2 の送水圧力が高すぎれば P1 の部署している消火栓から水道管に P2 からの水が逆流する。水道水の衛生管理上、大きな問題が発生する。

(5) 効果的な体形の考察

ここまで述べてきたように、ポンプ車単独での活動は、状況によりかなり困難である。また、複数隊の連携活動についても、これまで当局が原則としてきた体形では、時間のメリットが出ない、あるいは精密な圧力調整を要するため、現実的ではないと考えられた。

そこで、放水量を確保することを前提に、迅速性も維持したモデル体形 (図 5) を想定し、当市の訓練センターで実証実験を行った。

3 モデル体形 (図 5) の有効性の検証

(1) 摩擦損失の検証 (実証実験 3)

図 5 の体形のように、連送の直近に中継ポンプ車が部署するのであれば、理屈上、元ポンプ車は中継送水に要する摩擦損失分を加圧送水するだけでよい。元ポンプ車からは 1 線で中継するため迅速な活動が可能となる。65 ミリホース 1 線で 1500 中継する場合の摩擦損失の計算を行った。摩擦損失の公式 $[FL(\text{MPa})=7.89 \times 10^{-2} NQ^2]$ によると 4 本中継で 0.7MPa、5 本中継で 0.9MPa となり、計算上は十分に有効性が確保できる。

実験結果では、表 3 のとおり、ポンプ車から 4 本延長 1500 送水した場合、ポンプ圧力は 1.15MPa、5 本中継では 1.4MPa であり、計算よりは大きい数値となったが、有効放水が可能な範囲である。

(2) 中継体形による 1500 放水の検証 (実証実験 4)

ポンプ車 2 台で図 5 の中継体形を取り、連送からの放水実験を実施した。元ポンプ車から 1 線 5 本により中継ポンプ車に中継した。中継ポンプ車から複どう各 1 本により連送に送水し、3 階 2 口、4 階 1 口の合計 1500 放水を実施した。結果は表 4 のとおりで、実証実験 1 及び実証実験 3 の結果を反映したものとなり、有効放水が実施できた。

(3) 放水開始までの時間の検証 (実証実験 5)

図 6 に示す各体形の放水開始までの時間を計

測した結果を表 5 に示す。

①は、1 隊単独で複数送水、1 口放水を行った場合であり、実験中では最も時間を要した (2 分 26 秒)。

②は、2 隊連携活動であるが、中継体形を取らずに 2 口放水を行った場合であり、①より時間短縮できた (1 分 47 秒)。

③は、想定したモデル体形の場合であり、①及び②と比較し、1 口目の放水時間が大幅に短縮できた (1 分 13 秒)。

④は、中継ポンプ車を水槽車とし、タンク水を活用した場合であり、1 口目の放水が③と比較しても更に短縮できた (50 秒)。

(4) 給水量不足への対応の検証 (実証実験 6)

図 1 の体形では給水量不足に対応できない。しかし、図 5 の体形であれば、給水量不足が発生した場合、他の元ポンプ車からの中継を追加すれば、吸水量不足は解消できる (図 7 の体形)。又、図 7 の場合、一方のポンプの圧力が非常に高くなった場合でも自動放口閉塞弁の効果により、他方のポンプに図 4 の体形で発生するような、消火栓への逆流の心配はない。

次に、2 箇所の水利に部署した元ポンプ車から、中継ポンプ車へ中継 (図 7 の体形) する実験を行った。結果は表 6 に示すとおり、2 回の実験で、2 台の元ポンプ車からそれぞれ異なる

ホース本数、異なる送水圧力で送水しても全く支障なく中継することができ、中継ポンプ車から 1500 送水が実施できた。図 3 の体形で行った連合送水の実験 (実証実験 2) 結果 (表 2 の 1 ~ 表 2 の 6) と比較すれば、有効性は明らかである。

また、図 5 の体形で中継のホースが 5 本以上となり、摩擦損失の上昇による中継送水量の不足が発生し、1500 送水が不能となった場合にも、元ポンプ車を追加し、図 7 の体形に変換することで全く支障なく対応できる。この体形変換は放水を停止することもなく、非常にスムーズに実施できる。

4 消防戦術への反映

以上のとおり、考察と実証実験の結果から、複数のポンプ車又は水槽車が連携し、図 5 の中継体形を取り、必要に応じ図 7 の体形に変換することによって、迅速でより効果的な放水活動ができるとの結果が得られた。無論のこと、本研究で行ったこれらの技術論的結果を消防戦術に反映する際には、他の活動の原則、出動態勢、乗組人員などを含め、消防戦術全般に及ぶ総合的な検討も必要であるが、高層建築物火災の被害を軽減するため、本研究論文がその一助となることを期待する。

凡例



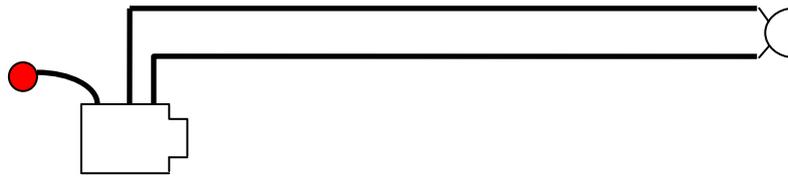


図 1 1 隊単独活動 (消火栓吸水、複どうで連送に送水)

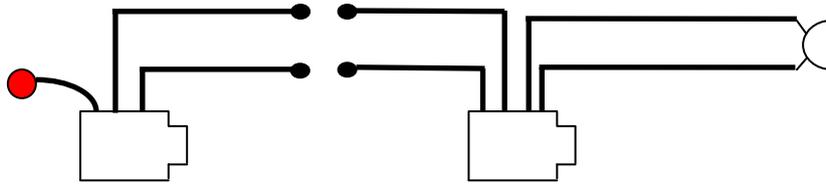


図 2 2 隊連携活動

(元ポンプ消火栓吸水、複どうで中継ポンプに中継、中継ポンプ複どうで連送に送水)

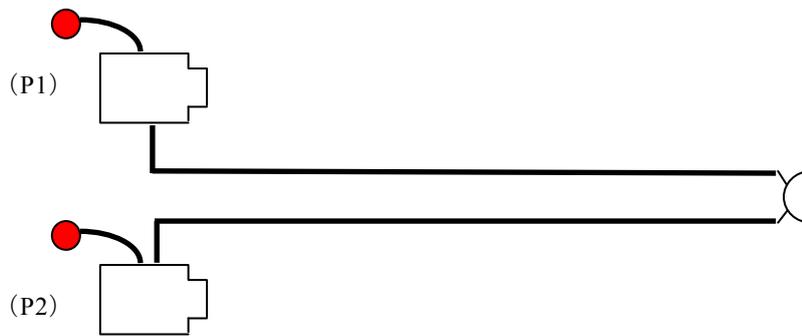


図 3 2 隊連携活動

[連合送水 (2 台のポンプそれぞれ消火栓吸水、それぞれ 1 線で連送に送水)]

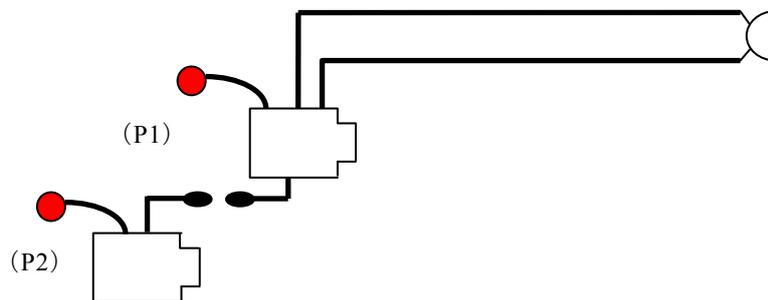


図 4 2 隊連携活動

[2 水利 1 線中継複どう送水 (P2 消火栓吸水、1 線で P1 に中継、P1 消火栓吸水及び P2 の中継を受け、複どうで連送に送水)]

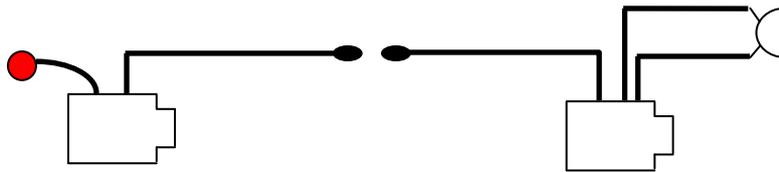
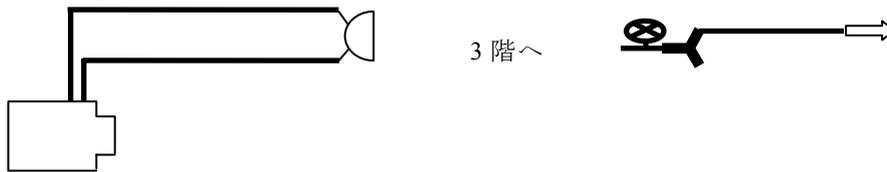
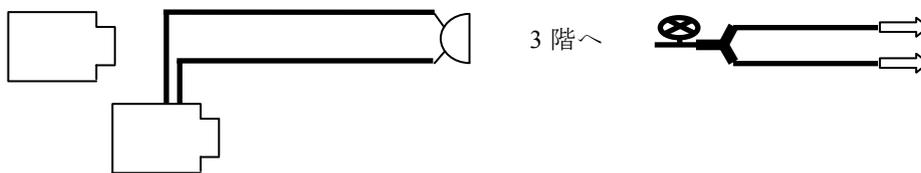


図 5 2 隊連携活動 (元ポンプ消火栓吸水、1 線で中継、中継ポンプ複数で連送に送水)

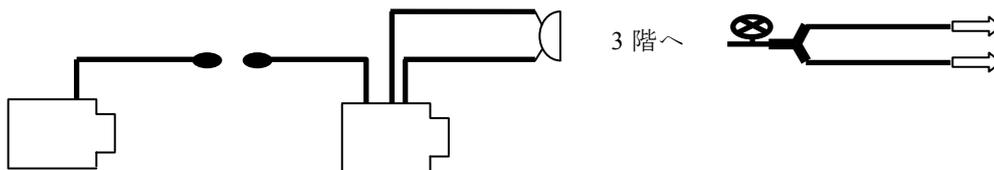
① 1 隊単独 (複数送水、1 口放水)



② 2 隊連携 (2 隊共同で複数送水、2 隊で 2 口放水)



③ 2 隊連携 (元ポンプ 1 線中継、中継ポンプ複数で送水、2 隊で 2 口放水)



④ 2 隊連携 (元ポンプ 1 線中継、中継ポンプ (水槽車) 水槽水活用複数送水、2 隊で 2 口放水)

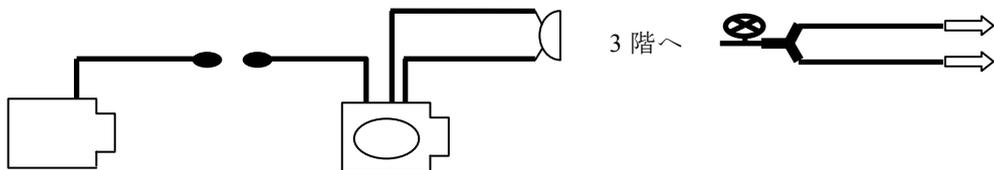


図 6 時間計測の体形

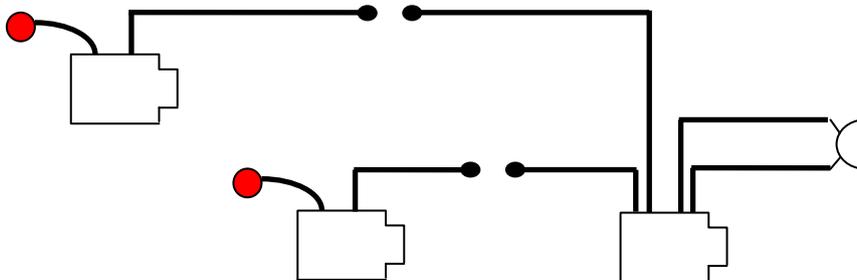


図 7 3 隊連携活動

(2 台元ポンプそれぞれ消火栓吸水、それぞれ 1 線で中継、中継ポンプ複数で連送に送水)

※全ての実験は、当市消防活動総合センター
総合訓練棟において行った。

表 1 連送による 3 口放水時のポンプ圧力

送水量 (L)	500	1000	1500
ポンプ圧力 (MPa)	0.3	0.4	0.9

表 2 の 1 連合送水時の各ポンプの送水量

P1 ポンプ圧力 (MPa)	0.5	0.5	0.5
P1 送水量 (L)	480	360	0
P2 ポンプ圧力 (MPa)	0.4	0.5	0.6
P2 送水量 (L)	0	90	520

○ 表の見方 (表 2 の 1 の場合)

P1 (ポンプ 1) 0.5MPa、480 リットルで送水中、P2 (ポンプ 2) のポンプ圧力を 0.4MPa とすると送水量は 0 リットルであった。

P2 圧力を 0.5MPa まで上げると送水量は P1 : 360 リットル、P2 : 90 リットルであった。

P2 圧力を 0.6MPa まで上げると送水量は P1 : 0 リットル、P2 : 520 リットルとなった。

表 2 の 2

P1 ポンプ圧力 (MPa)	0.6	0.6	0.6
P1 送水量 (L)	500	460	33
P2 ポンプ圧力 (MPa)	0.5	0.6	0.7
P2 送水量 (L)	0	30	490

表 2 の 3

P1 ポンプ圧力 (MPa)	0.7	0.7	0.7
P1 送水量 (L)	600	500	0
P2 ポンプ圧力 (MPa)	0.6	0.7	0.8
P2 送水量 (L)	0	100	630

表 2 の 4

P1 ポンプ圧力 (MPa)	0.8	0.8	0.8
P1 送水量 (L)	672	560	66
P2 ポンプ圧力 (MPa)	0.7	0.8	0.9
P2 送水量 (L)	0	120	600

表 2 の 5

P1 ポンプ圧力 (MPa)	0.9	0.9	0.9
P1 送水量 (L)	693	528	0
P2 ポンプ圧力 (MPa)	0.8	0.9	1.0
P2 送水量 (L)	0	200	750

表 2 の 6

P1 ポンプ圧力 (MPa)	0.9	0.9	0.9
P1 送水量 (L)	693	528	0
P2 ポンプ圧力 (MPa)	0.8	0.9	1.0
P2 送水量 (L)	0	200	750

表 3 摩擦損失の実験結果

送水量 (L)		500	1000	1500
ポンプ圧力 (MPa)	ホース 4 本	0.15 (0.08)	0.6 (0.32)	1.15 (0.71)
	ホース 5 本	0.2 (0.10)	0.7 (0.39)	1.4 (0.89)

カッコ内は計算上の摩擦損失

表 4 図 5 の中継体形における元ポンプ及び中継ポンプの送水圧力

送水量 (L)	500	1000	1500
元ポンプ圧力 (MPa)	0.2	0.7	1.5
中継ポンプ圧力 (MPa)	0.4	0.5	1.0
中継ポンプ残圧 (MPa)	0.1	0.1	0.1

表 5 各体形における放水開始までの時間

	1 口目放水開始	2 口目放水開始
体形①	2 分 26 秒	
体形②	1 分 47 秒	1 分 47 秒
体形③	1 分 13 秒	1 分 47 秒
体形④	50 秒	1 分 47 秒

体形は図 6 の①から④参照、各体形とも部分的に計測した時間を積算したもの。水利部署にかかる時間は計上していない。2 隊連携の場合、同時に行動開始したものとして算定した。

表 6 図 7 の体形における中継送水時の元ポンプ圧力と送水量

	実験 1		実験 2	
	元ポンプ 1	元ポンプ 2	元ポンプ 1	元ポンプ 2
ホース本数	2	5	2	5
ポンプ圧力 (MPa)	0.4	0.4	0.6	0.2
送水量 (L)	900	600	1300	200
	中継ポンプ		中継ポンプ	
送水量 (L)	1500		1500	

○ 表の見方

実験 1

元ポンプ 1 からホース 2 本ポンプ圧力 0.4MPa、元ポンプ 2 からホース 5 本ポンプ圧力 0.4MPa で送水したとき、送水量はそれぞれ 900 リットル、600 リットルとなり、中継ポンプから 1500 リットルの送水が実施できた。

実験 2

元ポンプ 1 からホース 2 本ポンプ圧力 0.6MPa、元ポンプ 2 からホース 5 本ポンプ圧力 0.2MPa で送水したとき、送水量はそれぞれ 1300 リットル、200 リットルとなり、中継ポンプから 1500 リットルの送水が実施できた。

防災管理義務対象物における容易性・実効性を高めた 防災訓練の開発とその実施結果～スーパーDIG～

京都市消防局

高橋俊史、岸本紀子、山下幸男

1 「防災管理制度」における防災訓練の問題点

東海地震、東南海・南海地震などの発生時における事業所の消防防災体制を強化し、自衛消防力を確保するため、平成 21 年 6 月、「防災管理制度」が施行され、一定規模以上の事業所に対して防災管理に係る消防計画の作成及び計画に基づく訓練の実施が義務付けられた。その後、東日本大震災が発生したことで、BCP（事業継続計画）なども含め、事業所側の防災訓練への関心はこれまでになく高まっている。

ところが、自主防災組織等に対しては、消防職員が従来から積極的に震災訓練の指導をしておりノウハウの蓄積もあるのに比べ、防災管理制度は施行されてから日も浅く、指導を担当する職員は訓練の指導に当たり、以下のような課題に直面している。

第一に、訓練シナリオの作成及びこれに伴う事業所内の調整等に苦勞する。第二に消防法第 36 条で定めるとおり、対象となる事業所は 4 階以下の建物では、延べ面積が 5 万平方メートル以上を有するなど敷地面積や棟数、人員等が大規模なものとなる。加えて想定は、震度 6 以上とすることとされており、事業所、消防両者の人的、時間的負担が大きくなる。第三に、総じて負担が大きい割には、事業所にとって必ずしも効果が実感できる訓練とはならない。すなわち、シナリオ作成に関わった者はともかく、その他の参加者はシナリオどおりに行動するだけで、震災で重要となる自衛消防本部（統括管理者及び本部隊の各班長で構成される部分。以下

「指揮本部」という。)の運用能力はさほど向上しない。

従来の火災訓練をそのまま震災訓練に当てはめるだけでは、実効性のある訓練とはならないのではないかと考えられる。

2 本訓練の概要

- (1) 想定付与として「停電」、「エレベーター停止」等の状況を明快な絵文字で示したパネルを用いて行う(図①、図②、図④-1、図④-2)。
- (2) パネルを各所に配置しておき、訓練開始後、訓練参加者がパネルを探して発見することにより、想定を把握する。これは、消防隊の訓練で使用されている「訓練現示」と同様のものである(写真①)。
- (3) パネルには、被害の解決に必要な人員数等が示されている(写真⑤)。
- (4) 指揮本部が、どのパネル(被害)に対応するのかの優先順位を判断し、班員は命令どおり活動する。
- (5) 配置された全てのパネルが処理された時点で、訓練を終了する。
- (6) 作成した「訓練マニュアル」により、参加者が指揮命令系統を守るなどのルールを事前に短時間で理解できる(写真②、図⑥-1、図⑥-2)。

3 本訓練開発の目的及び範囲

本訓練は、1 に述べた課題を打開して事業所が容易に取り組むことができ、効果も高い新たな訓練の開発を目的としている。このため訓練

内容を「指揮本部の運用訓練」にあえて限定し、指揮本部の運用を実際に体験させることによって、指揮能力を養うことを主眼とした。本訓練が意図する指揮能力とは、①現況把握 ②活動優先順位の決定 ③班長、班員への明瞭な指示の3点である。「指揮能力の養成」を目的としているため、設備、器材の取扱いや避難誘導等の「個別技術の習熟」については副次的要素とした。また、テロ災害等については割愛した。

本訓練は、先行研究（末尾参考文献参照）を参考とし、事業所を対象として応用したブラインド型訓練である（図③）。自主防災組織を対象としたブラインド型訓練は既に行われており、効果を挙げているが、事業所対象としては未だ確立されたものがない。例えば、平成 23 年 2 月発行「大規模地震対応消防計画の改善見直し・訓練指導マニュアル」（財団法人 消防科学総合センター）の中でもブラインド型訓練については取り上げられていない。その理由は、第一に事業所の業態が多様であること。第二に、震災によって生じる被害想定についても多様となること。第三にそれらが組み合わさった多様な想定に対し、訓練参加者がどのような活動をするか、あるいは活動しないか訓練が始まってみなければ分からず、活動の成否によって次に展開する想定が多岐に渡り、いわば「ねずみ算」的に想定が増加していくこと。この様な中で、滞りなく訓練を進行、完結させるのは容易ではないことが挙げられる。

そこで、ブラインド型訓練を行うときは、通常、「コントローラー」と呼ばれる者が、訓練参加者の力量及び訓練進行状況を見極め、これに合わせて参加者に適切に情報を提供して進行を管理することになる。これには、「コントローラー」と参加者（「プレーヤー」と呼ばれる。）双方の熟練と臨機応変力が要求される。これに対し本訓練では、あらかじめ配置したパネルに従って訓練が進行するため、訓練が始まれば、コントローラーの労力は非常に少なくすむ。訓

練が滞ることもない。このことは、訓練を企画し実施する中で、大きなメリットであると考えられる。

なお、本訓練は、DIG（地図を用いて災害をイメージし、ゲーム感覚で行う訓練）との共通点があるが（写真⑥）、従来の図上訓練とは違い、参加者がリアルタイムに判断し、実際に指示を出して人を動かすところに特長がある。このことから通称名を「スーパーDIG」と名付けた。ただし、本訓練においては、地図の使用は効果的ではあるが、必須ではない。さらに、結果を数値的に記録し比較検証することができる「訓練結果検証表」の様式を作成したことも、従来のDIGから一歩進んだ点として挙げられる（表①）。

4 訓練の実施要領

(1) 訓練参加者共通の実施要領

「訓練マニュアル」を使用して実施要領を事前説明すれば、訓練はすぐに開始することができる。被害想定やどのような活動をすれば良いのかは、訓練が始まってから、参加者自身が読み取り、考えて進めていくことになる。

本訓練には、従来の訓練と比較して次の違いがある。第一に、訓練はパネル発見の順に従って進んで行く。訓練中、被害報告が一時的に集中することがあり緊張感、切迫感が高まるが、統括管理者に心理的負担をかける「仕掛け」である。これは、震災では、通常の火災と違い、多様な事象が同時に多発するため、より過酷な状況に対応する必要があるためである。第二に、各々の役割を明確にし、指揮命令系統に従って被害を一つずつ処理していく仕組みを持たせたところである。第三に、活動をジェスチャーで行えば一定時間で課題が解決し、次の行動へ移っていくルールとしたところである。これらは全て、「指揮本部を鍛える」ための工夫である。

(2) 指揮命令系統における各役割ごとの実施要領

役割は 3 つに分かれる。①**統括管理者** (1 名)
②**各班長** (4~5 名: 通報連絡班長、消火班長、避難誘導班長、救出救護班長、副統括管理者等)
③**班員** (10~20 名程度) である (図⑥-2)。

統括管理者は、パネルに基づいて逐次入ってくる被害の報告を受け、パネルごとに定められた数の班員を、現在本部に居る班員から選定して現場へ向かわせる (写真③、写真④)。その際、「被害は優先度とは関係なく入ってくる。」「対応できる人員は限られている。」という二つの条件下で優先順位を決定し、しかも「なるべく迅速に対応する」必要がある。当然、被害を漏れなく把握して対応する必要がある (表①)。

ここで、本研究で考案したパネルを使用すれば、班員への具体的な活動指示までは考える必要がない。これは、統括管理者に具体的な指示を要求すると、統括管理者の作業量が過大になり、統括管理者個人の能力に訓練成否が左右されるのを避けるための工夫である。そこで本訓練では、訓練を敢えてゲーム的に簡略化し、「優先順位判断」に訓練を特化させることとした。

優先順位を判断するためには、本部にいる班員数を常に把握しておく必要がある。例えば、緊急性の低い被害に多くの人員を割いてしまい、後で入ってきたより重大な被害への対応ができなくなれば、その判断は失敗である。これはある意味で「結果論」なのだが、本来危機対応とはそういうものであり、本訓練は、その難しさを教え、さらには「全体像が不明かつ事態が流動的な中で判断する」能力の養成を意図している。

各班長は、本部の統括管理者の近くに位置し、入ってくる被害を統括管理者に報告し、統括管理者の指示を受け (写真④)、班員に対し指示を出す。明確に指示を出し、結果報告を受けるコミュニケーション能力と、統括管理者を補佐してその負担を軽減することを求めている。また、

上からの命令を下へそのまま伝達するということを指揮命令系統の基本として事前説明しているが、これを乱さない範囲での臨機応変の能力も求めている。例えば、消火班長は消火だけを担当するのではなく、また、避難誘導班長は、避難経路と避難先建物を選定するという仕事が付与されている (図⑥-1、図⑥-2)。

班員は、被害状況を正確に報告し、与えられた指示どおりの行動をし、さらにその結果を確実に報告する必要がある。つまり命令どおりに動く訓練を行う。また、本訓練においては、班員の行動はジェスチャーに止まっているため、班員は脇役とも言える。にもかかわらず班員を参加させるのは、「生身の人間 (班員) から報告を受け、指示を出す」ことによって班長以上の者に緊張感、切迫感を「強要」し、その中での判断、指示を体験させるためである。班員が実際に現場に行き、たとえジェスチャーではあっても緊張感を持った活動を行うことで、指揮本部にもそれが伝わり臨場感に包まれる。訓練の実効性を高める「仕掛け」である。

(3) 訓練終了後の検討会

検討会も本訓練の重要な要素である。PDCA サイクルにより、消防計画を改善・見直ししていく必要があるとされており、検討会は、PDCA の C (チェック) に当たる。第一に、訓練を通じて気付いたことをワークショップ的に全員に率直に発言させ、記録する。次に「訓練結果検証表」(表①)により消防職員が結果を提示する。最後に、訓練中、簡略化、一般化して進めた部分について、実際はどのような状況が想定されるのかを検討する。

5 訓練実施結果

ここでは、防災管理義務対象の事業所において実際に本訓練を実施した結果を紹介する。対象は、約 500m 四方に渡る敷地に、約 50 棟を有する大規模な事業所である。訓練想定範囲は敷地全体であるが、実際に訓練に使用する場所は、

実際の事業所の敷地を 2 部屋に縮小した形で再現した。1 室は、広めの会議室に長机 1 脚を 1 建築物として配置し、長机にパネルを立てかけた(写真①及び図⑤)。もう 1 室は、隣の応接室を利用し、指揮本部とした。訓練参加者は、統括指揮者以下、指揮本部要員 6 名のほかに班員役として職員 11 名が加わり、合計 17 名であった。事業所の実際の自衛消防組織編成表に定められているとおりの者が班長以上の役職を務め、現実に近いキャスティングとなった。

訓練は、ねらい通りの適度な緊張感の中で進行し、活気のあるものとなった(表①)。引き続いて実施した検討会では、全員が発言し、非常に活発なものとなった。発言の一部を以下に掲げる。

「この訓練のポイントは優先順位である。一番は人命。人命を守るためには避難誘導が必要な場合もあれば、消火が必要な場合もあるし、救助が必要な場合もある。ガラスを掃くというのもこのポイントが分かっていないとやってしまう(表①中段やや下参照)。何が一番重要かということを考えて、統括管理者、班長が判断を下していけるようにするには、訓練しかないと思う。訓練と共通認識が重要であると強く感じた。」

「最も複雑な判断を要するのが避難誘導だが、どの建物がだめで、どの建物が使えるのか、また避難経路上の危険など、視覚的に判断していかなければならない。これには地図が必要となる。避難先として適切な施設とそうでない施設があるので、あらかじめ整理しておく必要がある。」

以上の発言からは、参加者が本訓練の趣旨をよく理解し、計画の改善まで視野に入れていることが分かる。

訓練終了後、参加者全員にアンケート調査を実施したところ「訓練は面白かったか、もう一度やってみたいか?」に対し 14 名中 12 名が「はい」、「自分の対応力が向上したと思うか?」に

対し 14 名中 10 名が「はい」と回答した。アンケート調査の感想欄への記入を抜粋して紹介する。

「今回の訓練を通して、地震等の災害が来る前に、事業所としてあらかじめ定めておくべきルールがたくさんあることを実感した。」

「敷地内の各建物の設備など全体をよく理解する必要性を強く感じた。」

「班員として訓練に参加したが、落ち着こうと意識しても実際にパネルを見るといろいろ考えてしまい、行動が少し遅れた。班長の指示通りに動くことを徹底するというのが重要であると感じた。また、班員同士の声かけも非常に重要である。」

本訓練の試行結果を以下にまとめる。

- (1) 参加者への事前説明を 25 分間実施した。その後、訓練を開始し、滞ることなく訓練を進行させ、完結させることができた。「訓練マニュアル」を配付して説明することにより、一定時間内で独自の訓練ルールを理解させることが可能であることが確認できた。
- (2) 指揮命令系統を明確にしているため、指揮本部の運用を緊張感、切迫感の中で体験させることができた。
- (3) 訓練は 21 分間で終了した。訓練に使用する範囲を 2 室に縮小した形でも本訓練の実効性は全く損なわれることはなく、時間の短縮効果が得られた。
- (4) 検討会は 30 分間行い、発言内容等から、与えられた各役割ごとに多くの有意義な「気付き」があったことが明らかとなった。

以上から、本訓練は事業所での実施が直ちに可能であり、また、事業所に充実感・満足感を感じてもらえるものに仕上がったと考えている。

6 訓練後の補足と発展

訓練の進行を優先するため、やむなく行動を簡略化、一般化しているという問題があり、この 2 点について解決策を述べる。このままでは、

安易に課題が解決するという間違った認識を参加者に植えつける可能性があるからである。しかし、この点については、本訓練をきっかけとして訓練意欲を高め、その後、個別に技術訓練を付加して補足し、充実発展させることで解決できる。

第1点目の、ジェスチャーだけで課題が解決するなど簡略化している点であるが、余裕があれば、例えば「担架の搬送要領」「ジャッキの使用方法」など各習熟訓練を取り出した個別訓練を追加することができる。

2点目の、一般化している点であるが、例えば、ガス漏れに対応するための具体的活動は、事業所によって大きな違いがあるにもかかわらず、パネルの指示通りにすれば、一定時間で解決するルールとしたが、本来は、どうすれば本当にその事業所のガスが止まるのかを追求する必要がある。これについては、訓練終了後に実際のガス配管や遮断弁の場所などを確認して補うことができる。また、日を改めて別途、訓練や研修をしようという機運が高まることも期待できる。事実、前述の事業所において、本訓練

の実施から一箇月後に、消火器及び屋内消火栓の実放水訓練を含む防災研修を全職員 120 名が参加して実施された。

7 まとめ

本研究では、災害時に指揮本部が適切に運用されることを目的とした新たな「ブラインド型訓練(スーパーDIG)」を考案した。さらに、訓練準備を容易にし、実施するための「想定現示パネル」及び「訓練マニュアル」も考案、作成した。これらにより、より短時間でリアルな訓練を実施することができる。また、実際にこの訓練を大規模事業所で行ったところ、良好な結果を得た。本訓練を行うことによって、防災管理制度の意義を大きく引き出すことが可能になると考える。

【参考文献】

谷口雅信：広域的災害時における初期の自主防災活動要領について、平成13年度消防に関する論文・機器の研究作品集、(財)全国消防協会、2002.



写真① 事前準備の様子。建物名称を紙に書いて机に貼り、パネルを立てかけている。



写真② 訓練の事前説明の様子 役割ごとに名札を付ける。



写真③ 班長から統括管理者への報告位置を定めている。図④



写真④ 班長から統括管理者への報告「報告用紙」図②を使用している。



写真⑤ 班員の消火活動
4 名が、パネルに向けて消火器を構え「消火よし」と言う。

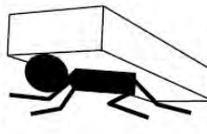
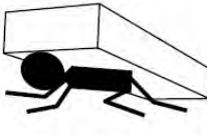


写真⑥ DIG に地図上に被害が貼り付けられた。



図①

パネル裏面にクリアファイルを貼り、挟んでおく。パネルを発見した者が、指揮本部へ持って行く。上半分は、統括管理者に渡し、黒板に貼って状況確認の整理に使用する。下半分は各班長が活用する。

No. 4	火災 (大)	発生場所			
	必要班員数	3名		加算時間	+ 分間
	指示時刻	時 分		完了時刻	時 分
	班員の活動	☆1名が、倒れてきた本棚の下敷きになっている。怪我はない模様 ☆3名が集まり、器材 (器材：パール1、ジャッキ1) を使用して救出することができる。			
No. 4	火災 (大)	発生場所			
	必要班員数	3名		加算時間	+ きりとり線
	班員の活動	☆必要器材を用意せよ。(器材：パール1、ジャッキ1) ☆パネルの前まで行って活動 ☆1名が本棚の下敷きになっている。(怪我はない模様) ☆3名が集まり、器材を使用して救出せよ。 ☆移動等に要する時間としてさらに 分間 その場で待機したのち、活動終了とする。			
	*上記の活動終了後、パネルを持って行き班長に報告すること。*報告すれば任務完了とし、次の任務に当たることができる。				

図② パネル裏面に挟んでおく「報告用紙」

救出するのに
住民3人が必要



3人の救出動作で
救出とします。

救出するのに
住民5人が必要



5人の救出動作で
救出とします。

小火事



消火器1本で消火

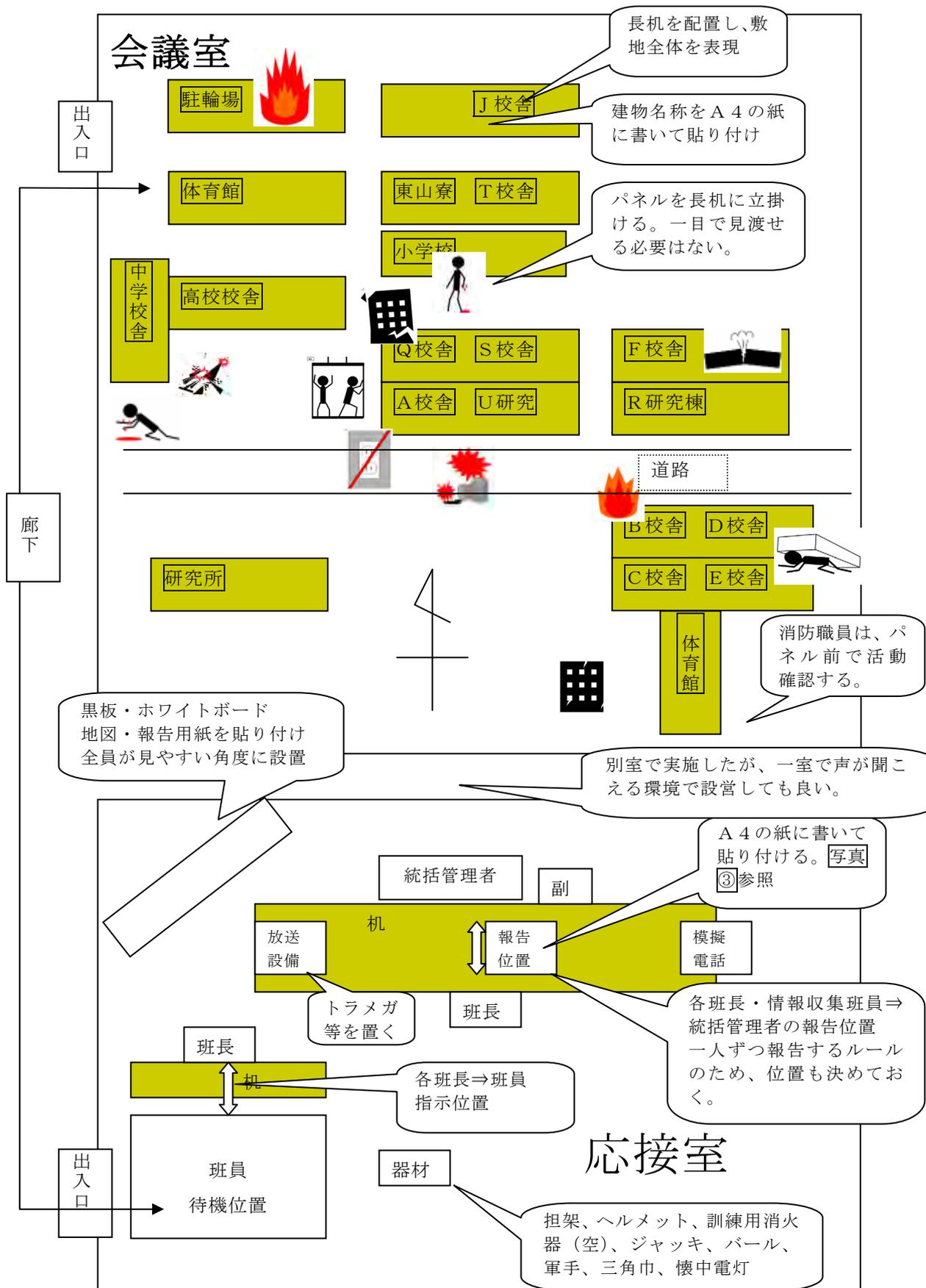
図③ 谷口谷口雅信：広域的災害時における初期の自主防災活動要領について、平成13年度消防に関する論文・機器の研究作品集、(財)全国消防協会、2002. から抜粋

1	ガス漏洩	☆敷地内のガス配管が破損した。 ☆ガス遮断弁のある場所へ行くこと。(行かない場合はこの場でよい)。 ☆ガス遮断弁の作動をジェスチャーで行うこと。 ☆本部の電話から大阪ガスへ通報せよ。 ☆上記活動開始時間から 5分以上 経過後、活動は終了とする。	必要な班員数 
2	火災 (小)	☆パネルの前まで行って活動 ☆近くにある消火器で消火せよ。 ☆消火器は、 2名 同時に、各1本 (計2本) を使って消火すれば消える。 15秒以上構えよ。このとき大声で「消火完了」ということ。 ☆移動等に要する時間としてさらに 分間 その場で待機したのち、活動は終了とする。	

図④-1 作成したパネルの絵柄、必要人員及び指示内容 (抜粋)

<p>3</p>	<p>火災 (大)</p> 	<p>☆パネルの前まで行って活動 ☆近くにある消火器又は屋内消火栓のどちらかで消火せよ。 ☆消火器は、<u>4名</u>同時に各 1 本 (計 4 本) を使って消火すれば消える。(15 秒以上構えよ。) ☆屋内消火栓ならば、協力して 1 線放水すれば消える。(30 秒以上構えよ。) ☆大声で「消火完了!」と言うこと。 ☆移動等に要する時間としてさらに <u>分間</u> その場で待機した後、活動は終了とする。</p> 
<p>4</p>	<p>閉じ込め</p> 	<p>☆エレベーター内部を確認せよ。(想定: 健康な男性 2 名) ☆本部の電話からエレベーター管理会社へ電話せよ。 ☆上記活動開始時間から <u>5分以上</u> 経過後、活動は終了とする。</p> 
<p>5</p>	<p>倒壊危険あり</p> 	<p><このパネルは 8、9 の後に発見されるよう貼り紙で隠しておく。> ☆倒壊危険があり、内部に居る人を避難させる必要がある。 ☆本部にて、避難誘導班長の指示のとおり放送せよ。 ☆<u>3名</u>がパネルのところへ行き、大声で「この建物から避難してください。避難先は〇〇です。」と 2 回繰り返すこと。 ☆上記活動開始時間から <u>5分以上</u> 経過後、活動は終了とする。</p> 
<p>6</p>	<p>倒壊危険ない模様</p> 	<p>☆パネルの前まで行って活動 建物の被害状況の調査を実施せよ。 ☆5 分後、この建物は安全に使用できると判断 ☆移動等に要する時間としてさらに <u>分間</u> その場で待機したのち、活動は終了とする。</p> 
<p>7</p>	<p>爆発危険</p> 	<p>☆パネルの前まで行って活動 ☆危険物が流出している。(タンクローリー横転) ☆半径 10 メートルに渡り立入禁止 ☆この課題については解決できない。 ☆その旨を班長に報告して活動は終了とする。</p> 
<p>8</p>	<p>負傷者 (軽)</p> 	<p>☆三角巾を用意せよ。☆パネルの前まで行って活動 ☆腕を三角巾で手当てし、<u>1名</u>が介添えて本部まで搬送せよ。(負傷者役が居ない場合はパネルを運ぶ。) ☆移動等に要する時間としてさらに <u>分間</u> その場で待機したのち、活動は終了とする。</p> 
<p>9</p>	<p>負傷者 (重)</p> 	<p>☆担架と三角巾を用意せよ。☆パネルの前まで行って活動 ☆腕を三角巾で手当てし、負傷者を担架に乗せて <u>4名</u>で本部まで搬送せよ。(負傷者役が居ない場合はパネルを運ぶ。) ☆移動等に要する時間としてさらに <u>分間</u> その場で待機したのち、活動は終了とする。</p> 
<p>10</p>	<p>ガラス散乱</p> 	<p>☆警戒ロープを用意せよ。 ☆<u>4名</u>集まり、各自がほうき、ちりとりを用意せよ。 ☆警戒ロープの設定、ガラスの破片の回収作業をジェスチャーで行うこと。 ☆上記活動開始時間から <u>10分以上</u> 経過後、活動は終了とする。</p> 

図④-2 作成したパネルの絵柄、必要人員及び指示内容 (抜粋)



図⑤ ○○大学訓練会場の配置・設営状況及び使用器材

1 概要

この訓練は、ブラインド訓練の一種で、被害想定は訓練開始後、各所に配置したパネルから読み取ります。

中略

ただし、少ない負担で訓練を完結させることを優先していますので、行動を簡略化、一般化しゲーム的な感覚としている部分があります。例えば対応する行動について実際の現場に行くのを省略してその場で待機することや、ジェスチャーで行うことを指示される場合があります。パネルを探しに行く班員（通報連絡班）からの報告は、時間短縮のためパネル裏面に挟んである報告用紙を活用すること

中略

(2) 各班長 4～5 名

統括管理者からの指示を受け、指示された人数を班員から選定（指名）し、具体的指示を与えてください。統括管理者の指示がないのに勝手に班員に指示を出したり、指示を上回る人数の班員を使ったりしてはいけません。重要な役割は、統括管理者を補佐して負担を軽減することです。このため、班長同士は連携・協力してください。連携・協力の内容は、①本部で黒板に書き出す作業等と②統括管理者が優先順位や何班長に指示を出すか迷っている場合の助言です。いったん指示を受けたパネルへの対応は一人で行うルールですので、他の班長との連携・協力は必要ありません。

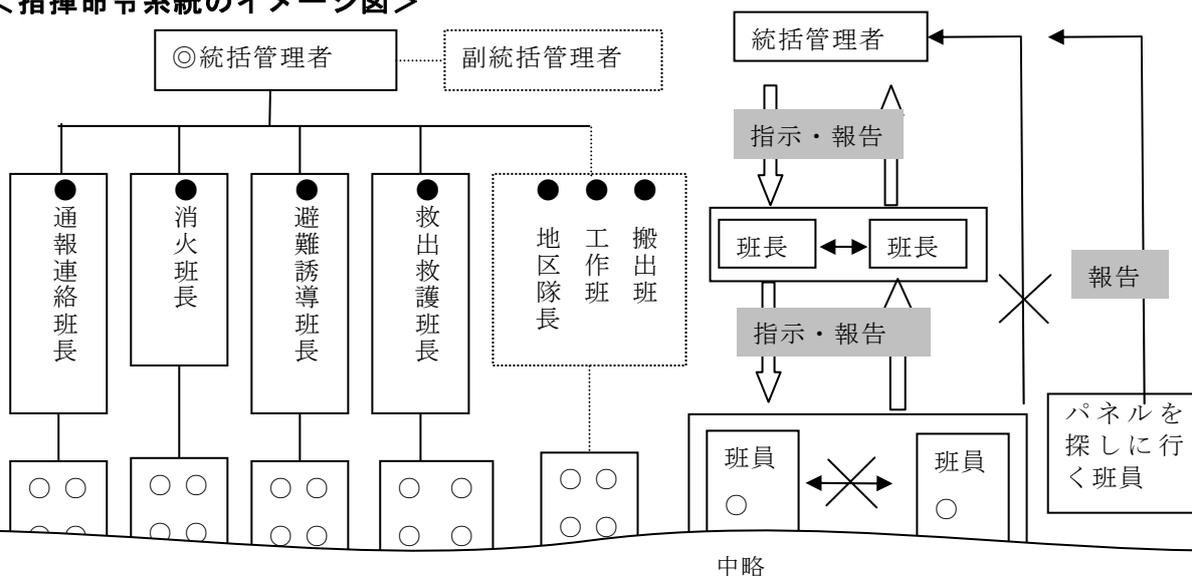
報告用紙で報告を受けた場合は、上半分を統括管理者へ手渡してください。下半分に具体的指示が書いてありますので活用してください。指示は、本来事業所によっても異なり、意見も分かれるところですが、訓練を滞りなく進行させるため、書いてある通りとしてください。本部の統括管理者の近くに居てください。班員から結果報告を求めてください。逐次、結果報告を整理し、統括管理者に完結に伝えてください。班員が帰ってきた（他の任務に当たることができる。）ことも伝えてください。事前に必要な資機材の確認をしてください。

(3) 班員 10～20 名

班長から指示されたとおりに行動してください。（統括管理者とは原則として会話しません。ただし、パネルを探しに行く班員を除く。）あらかじめ所属する班が計画に定められているかもしれませんが、それ以外の活動を指示されることもあります。任務完了すれば班長に報告してください。原則として、班員が班員に対して指示することはありません。班員同士で活動の分担を決める程度となります。班員は、席で待機しておき、指示を受け活動を開始し、任務完了すれば再び席に戻り待機してください。パネルの所まで行ったら「到着した班員は、この紙をめくる。」という表示があります。めくると具体的指示が書いてあります。また、実際に現場へ行かない場合は、「加算時間」というものを設定しています。指示された場所で待機し、自分の腕時計で時間を計って下さい。落ち着いて書いてあることを良く読んでください。

図⑥-1 訓練マニュアル（全 5 ページから抜粋）

<指揮命令系統のイメージ図>



<p>避難誘導班長 又は副統括 管理者</p>	<p>* 避難先建物及び避難経路の決定・指示を行う。黒板に敷地の地図を貼り、被害を書き込む。 * <本訓練における避難についての取決め：震災対応であるため、長時間の避難や荒天での負傷者等の避難を想定し、建物から建物への避難とする。建物⇒空地ではない。したがって安全な建物を確認してからの避難指示となる。避難経路については、危険があれば、危険を避けて誘導するよう留意すること。また、情報が入っていない建物については、状況は不明であり、避難させる必要もなく、避難先にも指定できない。> * 放送は班員にさせること。放送内容は班長が指示すること。内容は、①被害発生場所 ②安全な避難経路 ③避難先 * 本訓練における放送は、一般の客・従業員を安全な場所へ誘導するためのものとし、自衛消防隊員に対する伝達には使用しない。放送は、放送設備で実際に放送できない場合は、トラメガ等を使用する。</p>
<p>班員</p>	<p>放送設備（トラメガ等）により、班長の指示のとおり情報を放送する。次に、パネル設置場所行き声を出して誘導する。（大声で行う。）</p>

中略

検討会における担当消防職員へのアドバイス等

D I Gと同様に、消防職員が答えを言うのではなく、参加者に考えさせる。職員の発言は最小限にする。検討会の中で次の様な問いが予想される。

①訓練結果検証表で表される統括管理者の優先順位の判断が正しかったかどうか？という問いが予想されるが、これについて職員は正解を言う必要はなく、また言えない。理由は、事業所それぞれにハード面の特徴や、企業理念などが異なるため。

②また、例えば危険物の流出対応や、倒壊危険のある建物内に要救助者が居る状況等、自衛消防隊は、どこまで危険な活動をしなければならないのか？という問いが予想される。これに対しては、自衛消防の考え方の基本及び自助、共助、公助の考え方等の基本原則の説明にとどめておくべきである。

図⑥-2 「訓練マニュアル」

表① ○○大学訓練結果検証表 (被害想定・訓練進行及び班員の増減表)

	発見報告時刻	班員に対し活動を指示した時刻	現場に向かった班員数	班員から完了報告を受けた時刻	帰ってきた班員数	本部に居る班員数
訓練開始						22
		パネルを探しに行く班員	-2			9
2分後	火災(大) 駐輪場	火災(大)	-4			5
3分後	下敷きE校舎	下敷き	-3			2
4分後	ガス漏洩F校舎	ガス漏洩	-1			1
4分後	負傷者(軽) 小学校校舎					1
5分後		負傷者(軽)	-1			0
5分後	閉じ込めQ校舎					0
6分後	爆発危険A校舎駐車場南側道路上					0
7分後				火災(大)	-4	4
7分後	負傷者(重) 中学校校舎	負傷者(重)	-4			0
7分後				下敷き	+3	3
8分後		爆発危険	-1			2
9分後	火災(小) B校舎	火災(小)	-2			0
9分後	ガラス散乱中学校校舎					0
9分後						0
10分後	倒壊危険 大学体育館					0
11分後				パネルを探しに行く班員	+2	2
11分後				負傷者(軽)	+1	3
11分後				ガス漏洩	+1	4
12分後				負傷者(重)	+4	8
12分後				爆発危険	+1	9
12分後		ガラス散乱	-4			5
16分後	倒壊危険 Q校舎	倒壊危険	-3			2
18分後				火災(小)	+2	4
19分後				倒壊危険	+3	7
20分後				ガラス散乱	+4	11
21分後	訓練終了					11

*班員は11人で開始している。訓練中増減があり、最後に再び11人となる。この表からいつ、被害を把握したか？ いつ被害に対して活動を指示したか？ 優先順位をどう判断したか？ 抜けはないか？ について検証することができる。消防職員が作成し、検討会で活用する。

共同住宅等の灯油供給施設における小口径配管の 漏れの点検に関する評価

札幌市消防局

野村耕一、菅原法之

1 序論

消防法（以下「法」という。）第 10 条の規定に基づき、法第 11 条第 1 項の許可を受けた指定数量以上の危険物を貯蔵し又は取扱う施設のうち、一定の要件に該当する施設（危険物の規制に関する政令（以下「危政令」という。）第 7 条の 3 及び第 8 条の 5 に規定される製造所等で、危険物の規制に関する規則（以下「危規則」という。）第 9 条の 2 に規定されるものを除く。）の所有者、管理者又は占有者は、法第 14 条の 3 の 2 に規定する製造所等の点検（以下「定期点検」という。）を定期に実施しなければならない。

定期点検の実施対象となる施設のうち、地盤面下に埋設された配管（以下「地下埋設配管」という。）を有するものについては、危規則第 62 条の 5 の 3 の規定により、地下埋設配管の漏れの点検を行わなければならない。危険物の規制に関する技術上の細目を定める告示（以下「危告示」という。）により、ガス加圧法、液体加圧法、微加圧法、微減圧法又はその他の方法のいずれかにより点検する必要がある。

地下埋設配管のうち、暖房用等燃料として使用される灯油を貯蔵する地下貯蔵タンクを有する製造所等のうち、一部の施設においては、送油配管又は返油管として外径 8mm（以下「8φ」という。）又は外径 10mm（以下「10φ」という。）の銅管が使用されている施設があるが、当該配管については定期点検の対象となり、この配管は地下タンク貯蔵所等に使用されている鋼管製配管よりも口径が小さい（以下「小口径」という。）ものである。

この小口径の配管については、点検に係る手法及び費用面等から微加圧法など気体による加圧方法が一般的に実施されているが、点検に際して、配管から危険物の抜き取りが適切に実施されているか懸念され、また、適切な点検実施方法の指導について検討する必要がある。現況においては、点検を実施する事業者の経験及び手法に委ねられているのが実態である。

このような背景から、消防機関において適切な指導が必要と考えられたことから、本実験により検証し評価することとしたものである。

なお、本評価対象となる施設形態においては、法第 10 条第 4 項において規定される位置、構造及び設備の技術上の基準には、定期点検を実施するために必要とされる施設構造等について規定されていないことから、定期点検を容易かつ適正に実施するための配管に対する構造についても併せて検討することとしたものである。

2 本評価対象となる施設

本評価の対象となる小口径の銅管を用いている、地下埋設配管を有する施設は、次の施設形態及び箇所が対象となる。

(1) 一般取扱所

「共同住宅等の燃料供給施設に関する運用上の指針について」平成 15 年消防危第 81 号通知（以下「第 81 号通知」という。）における中継タンクを有しない方式等（図 1）

(2) 給油取扱所

建築物内の暖房用等の用途に用いるため、灯油の専用タンクからオイルサーバー等に

より灯油を吸引している配管 (図 2)

(3) 地下タンク貯蔵所

電磁ポンプ等により少量危険物等の消費施設に供給するための吸引管等

3 対象施設形態における点検方法選択の適当性に係る考察

前掲の施設においては、いずれもタンクからの送油配管は、配管地下埋設部の二次側にポンプが設けられている構造であることが一般的であり、当該施設構造を考慮した点検方法を選択する必要がある。

また、本評価の実施に際しては、危険物製造所等の維持管理に対する法令順守が第一義的に存するものであるが、点検方法が複雑にならない方法の選択が必要とされるほか、昨今の経済情勢並びに本評価の対象施設の多くが既存の施設であることを考慮すると、適正な点検の実施に際して、施設の一部改造が必要な場合においても、必要最小限の経費により、最大限の効果を有する手法を検討することも命題として与えられるものである。

次に、危告示に示される点検方法と、適切な点検方法の考察を示す。

(1) 点検方法の特性

ア 配管内に危険物を残存させた状態で点検する方法

配管内に危険物を残存させた状態で点検ができる方法は、「液体加圧法」及び「その他の方法」の 2 つが挙げられる。

既存の施設では、地下埋設配管は地下貯蔵タンクとポンプの間に設置され、ポンプにより灯油を地下貯蔵タンクから吸引する方法であり、液体加圧法を実施する場合、配管内の灯油を加圧する装置等の取り付け (常設) 又は点検時の取り付けのいずれかが必要となる。また、加圧対象となる配管に圧力測定装置及び点検対象部分以外との間に弁を設けるなどの措置が必要となる。

その他の方法で、現在、点検方法として挙げられるものは、統計的手法を用いて分析を行うことにより、直径 0.3mm 以下の開口部からの危険物の流出の有無を確認することができる方法 (現在、(財) 全国危険物安全協会で評価を受けているものは、「ウェット・ストック・ウィザード ヴァージョン 4.4」のみ。以下「統計的手法」という。) であり、これには毎日の在庫管理 (地下貯蔵タンク内残量及び消費量の確認による数量管理) が必要となる。

イ 配管内の危険物を除去した状態で点検する方法

配管内の危険物を除去した状態で点検する方法は、ガス加圧法、微加圧法及び微減圧法がある。

これらの方法は、点検前に対象となる配管内の灯油を完全に除去する必要があり、これが不十分の場合には、灯油の滞留する箇所及び、灯油により配管が閉塞された箇所の加圧二次側について、適正な点検をすることができない。

現在、消防本部においては、危険物施設の許認可時に、地下埋設配管は、地下貯蔵タンクに対して下りの水勾配を設けることを指導しているが、施設の老朽化や、設置場所の状況の影響から、点検実施時に地下貯蔵タンクに対する下り水勾配必ずしも確保されていると判断はできない。

(2) 点検方法の選択に関する考察

漏れの点検を実施する場合、通常は地下貯蔵タンク及び接続する配管を一体として同時に点検する手法が多く用いられている。これは、地下貯蔵タンク気相部と配管 (気相部) を一括で加減圧することにより、点検に係る手数を減らし、効率的な点検が可能となるものである。

施設の日常的な維持管理及び施設全体の構成を考慮し、各点検方法について、次のように考察する。

ア 液体加圧法

加圧用のポンプの取り付け及び配管の閉塞措

置のため、点検設備を取り付ける必要があり、また、点検対象配管内に気相を生じさせないようにすることは、構造のほか、手順的にも煩雑となり合理的ではない。また、当該点検設備を増設することは法令による義務ではなく設置者の費用負担を生じさせるため、他の安価な方法と比較した場合は、積極的に指導することは難しい。

イ その他の方法

統計的方法については、当該施設における日常的な在庫管理が求められる。

給油取扱所においては、施設全体で統計的手法を用いている場合を除いては、実施させる合理性は薄い。

共同住宅等の燃料供給施設（一般取扱所）の場合、払い出し量は、各戸別メーターを確認しなければならないなど、在庫管理を毎日実施することは困難であり、合理性は薄い。

ウ 危険物を除去して実施する方法

液体加圧法及びその他の方法と比較し、危険物を除去する方法については、危険物の除去不十分及び、点検実施後の復旧時にポンプへの揚油及び空気混入（エア噛み）による不具合を解消できれば、タンク気相部と一括で点検できる方法として合理的であり、また、現行において一般的に実施されており、点検事業者にも理解を得やすいものであると考えられる。

この危険物の除去を要する方法のうち、ガス加圧法については、地下貯蔵タンクと同時に実施する場合、地下貯蔵タンク内を空にしなければならず、点検に係る費用負担からも採用されることが少ない。

微加圧法及び微減圧法による点検については、地下貯蔵タンクに危険物が残存したまま当該地下貯蔵タンクの気相部の点検が可能であるため、主流となっている。

エ 点検方法の選択に関する考察の結論

アからウまでの考察により、危険物を除去して実施する方法について評価対象とすることと

し、現在点検の主流となっている微加圧法又は微減圧法を適切に実施する方法を検討する。

4 対象施設形態における点検実施に係る懸案

点検方法の選択において、微加圧法又は微減圧法のいずれかが適切であると考察されたことから、当該方法の適切な実施に係る懸案を次に示す。

(1) 点検対象となる配管内の危険物除去の方法

8φの銅管は、内径が約 6.5mm（断面積：約 0.332cm²）、10φの銅管は、内径が約 8mm（断面積：約 0.503cm²）であり、配管内に灯油が少量でも残存している場合には、配管が容易に閉塞されることが懸念される。

また、微加圧法による圧力は 2kPa であることから、配管内に灯油による閉塞が生じた場合、加圧二次側では、規定圧力まで加圧できないことが考慮される。

このことから、点検事業者が一般的に実施している点検前の危険物抜き取り方法について、点検に影響のない方法を提示する必要がある。

(2) 点検後の復旧等を容易にするための設備の増設等

本評価対象となる銅管は、鋼管と異なり、「フランジ」及び「ねじ込み」による接続方法ではなく、一般的には、配管を真鍮製の継ぎ手内の樹脂製スリーブにより締め付けることで、配管と継手を接続しているため（図 3）、当該接続部を離脱した場合は、配管の変形部分を切断して再接続する必要がある。このため、点検を実施する毎に配管が短くなるため、何らかの措置が必要になる。

また、小口径配管の送油ポンプは、電磁ポンプが使用されていることが多く、当該ポンプは、空気混入に対するトラブルが発生しやすく、送油配管の点検による離脱時に、配管内への空気混入を抑制する必要がある。

5 懸案に係る評価項目及び解決策の提示

配管に灯油を充填した後、複数の方法（重力による自然流下、窒素ガス加圧による押し出し及び、エジェクターを用いた減圧等）により抜き取った際に、配管の内壁に付着（残存）する灯油量を、配管の重量比較により測定し、除去率の評価を行う。また、抜き取った後に、一定時間後、配管の底部に灯油が凝集し、微加圧及び微減圧による点検障害とならないかを、併せて評価し、適切な抜き取り方法を検証する。

4 (2)の点検を容易に実施する方法として、図 4 に示す改良措置を講じた模型を製作して、危険物除去の障害とならないこと及び操作が容易であることを検証した。

なお、戻り管は、弁は設置できないことから、図 5 に示す改良措置を講じた構造について提言することとした。

6 実験結果等

(1) 予備実験

灯油の質量測定を伴う実験としたため、揮発性状を把握するため、常温における揮発量を測定したが、実験操作上、補正が必要となる値ではないものと判断された（写真 1）。

(2) 配管における危険物除去に関する実験

ア 自然流下による除去について

配管内に灯油を充填し、一定時間の自然流下により除去できる危険物の量を測定したところ表 1 の結果が得られた。このことから、配管内に灯油が残存した場合、漏れの点検に最低限必要とされる 30 分程度の静置により、底部に灯油が凝集することが確認された（写真 2～6）。

イ 自然流下と窒素ガス加圧による除去の比較について

アと比較するため、窒素ガス加圧による押し出し（図 6）により、除去される灯油量を測定したところ（表 2 参照）、液体が排出され、灯油の滴り又は飛沫状となり排出される状態となった時点における除去率は、約 98%程度であり、

内部には、配管延長に対して約 2%の閉塞を生じさせる可能性のある灯油が残存することになる。また、静置することによる底部への凝集は同様に起こるものであり、配管延長が長いもの（施設形態から、約 10～30メートルのものをいう。）の場合においては、微加圧法又は微減圧法において、閉塞部分より先においての適正な点検圧力を確保できない点検障害を生じさせる可能性があることが示された。

ウ 灯油除去操作の改良について

予備実験の結果から、灯油は短時間の送気による揮発除去は困難であると考慮されたこと、また、一定時間の静置により凝集することから、除去操作を行った後に、一定の静置時間において、再度除去操作をすることにより、有効に除去ができるものと考察し、図 7 に示す実物大模型（写真 7）を用い、図 8 及び図 9（使用エジェクターについては写真 8）に示す装置により実施したところ、99%を超える除去率とすることが確認された（表 3 参照）。

(3) 配管の構造に関する検討

配管内の灯油除去と併せ、図 4 に示す三方弁を接続した配管構造により灯油の除去を実施したが、三方弁の設置に伴う除去率への影響は認められなかった。このことから、点検を容易に実施する配管構造として、適切な構造であることが確認された。

(4) 点検に際しての圧力測定箇所に関する事項

実験により改良された方法においては、99%を超える除去率を得られたが、点検をより適切に実施するためには、配管中に液体による閉塞が無いことを別途確認することが必要である。このことから、点検実施前の確認として、試験のための圧力変動を行う配管一次側及び二次側の双方に圧力計を設定し、配管内に閉塞が生じていないことを確認することが適切である（図 10）。

7 評価結果

小口径の配管の場合、配管内の一方からの送気及び吸引のいずれの方法においても、同じ時間送気又は吸引する条件であった場合、1 回の操作ではなく、2 回に分割し、間に静置時間を設けることが除去率の向上につながる事が判明した。その上で、対象施設の標準的な配管の埋設長さを考慮した場合、約 3 分間の除去操作を行うことに比較し、約 2 分の除去操作、約 10 分の静置、約 1 分の除去操作とすることで、点検に支障ない程度に危険物を除去することができる事が確認された。これは、静置時間中に配管内の灯油が一旦低所に凝集することにより、2 回目の除去操作で、効率よく除去される結果となったものと思料される。

今回評価対象とした施設においては、消防法第 10 条第 4 項による位置、構造及び設備の技術上の基準において、定期点検を容易に実施するための構造とすることについては規定されていないが、行政指導事項として、その構造要件を求めることは適切であり、また、本評価における構造が点検に支障を与える構造ではないことが確認された。

8 行政指導事項としての提言

評価結果を受け、次の事項を小口径の危険物配管における漏れの点検に係る行政指導事項として提言する。

(1) 点検実施者に対する指導事項

ア 配管内の危険物除去操作については、窒素ガス加圧による押し出し又はエジェクターによる吸引により実施するものとし、1 回目の操作で、配管からの危険物の排出状態が飛沫状となった後、約 10 分の静置時間おき、2 回目の除去操作を行うことを最低限とすること。

イ 危険物の除去状態による支障の有無を確認するため、点検の事前確認として、点検配管の加圧又は減圧の一次側及び二次側に圧力計を設置し、点検実施圧力により点検対象配管の一方からの加圧又は減圧を行い、圧力変動を確認すること。

(2) 施設関係者に対する指導事項

施設の点検を容易に実施できる構造とすることは、点検に係る時間の短縮を図れ、かつ、異常時の早期点検実施に資するものであることから、特に共同住宅等の燃料供給施設等の住民生活に係る施設である場合は、本評価により提言する改良措置を講ずることが望ましいものであること。

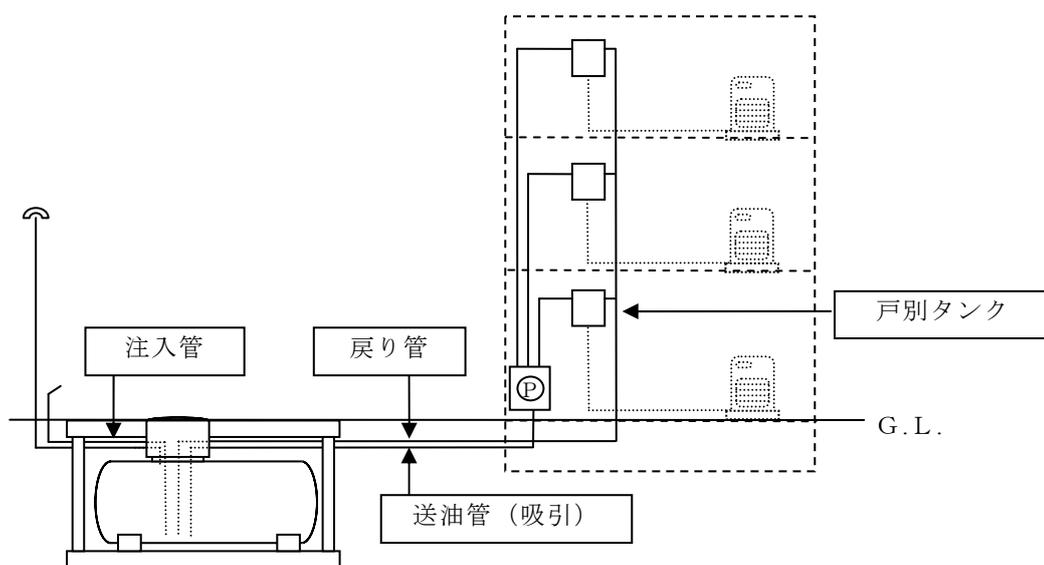


図 1 地下タンク貯蔵所及び一般取扱所（燃料供給施設）の例

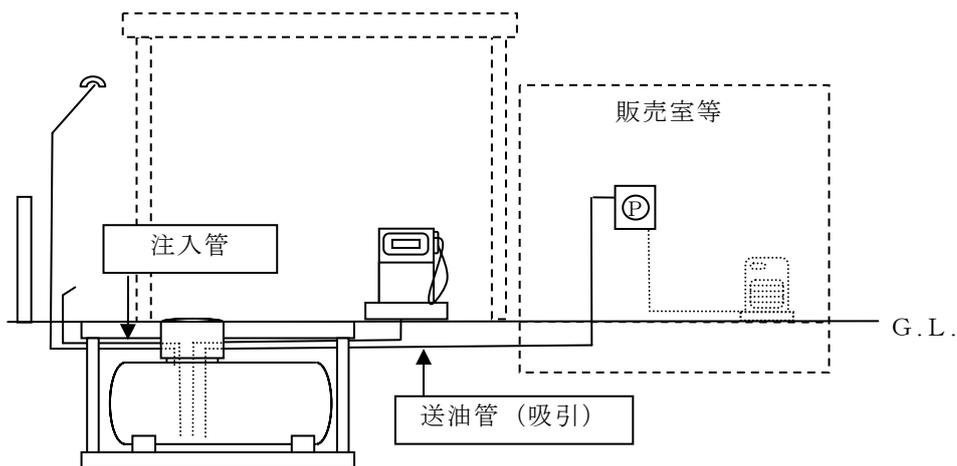


図 2 給油取扱所の例 (灯油に係る系統のみ図示)

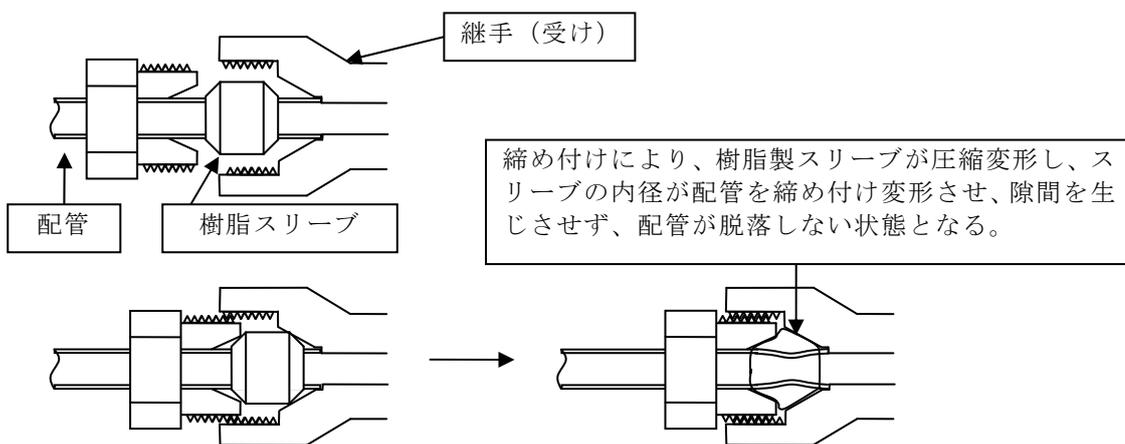


図 3 継手部分の断面

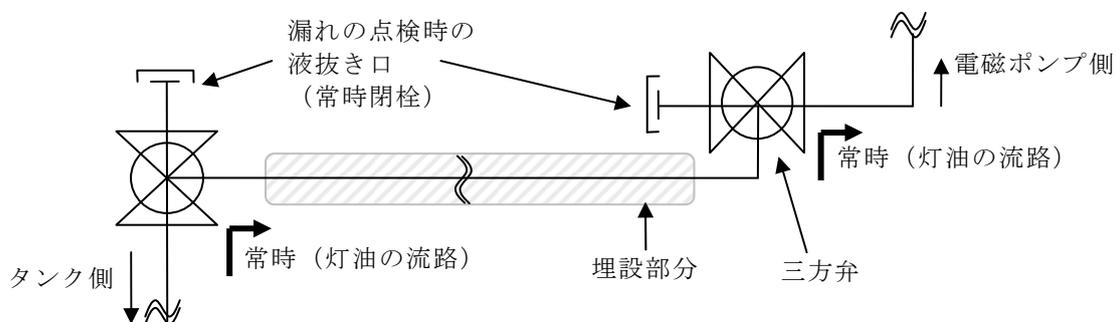


図 4 送油 (吸引) 配管における改良措置 (三方弁設置)

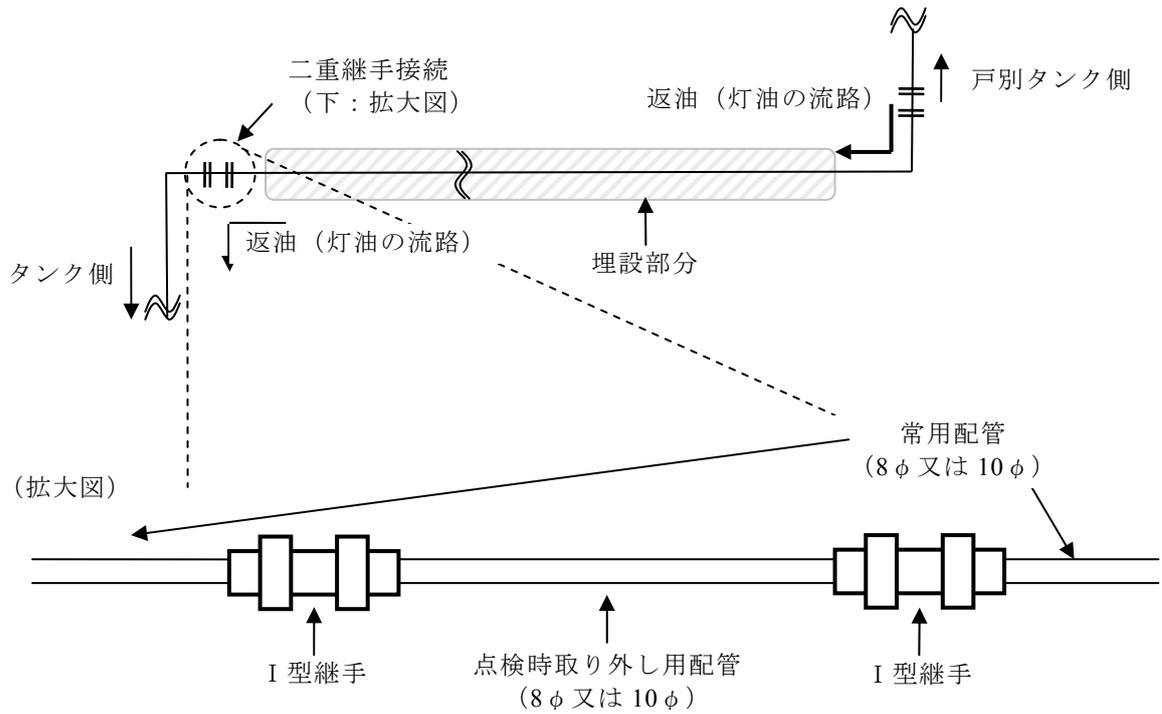


図 5 戻り配管における改良措置 (継手接続による設置)

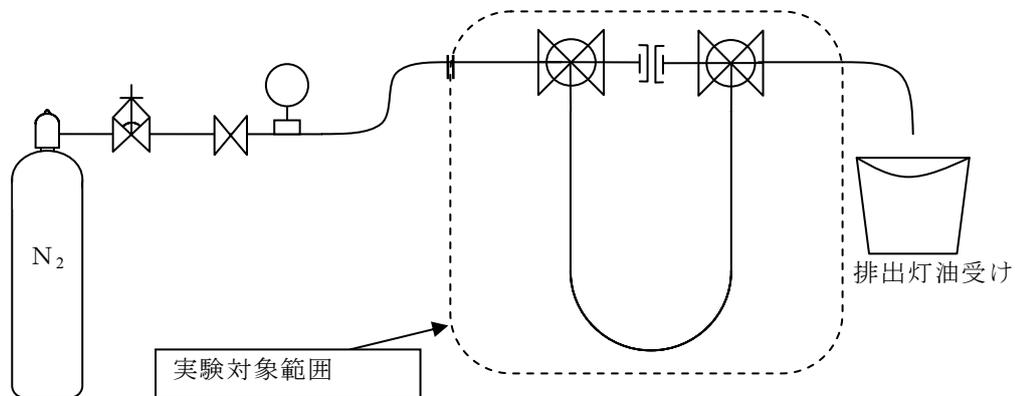


図 6 U字型実験装置 (窒素流通)

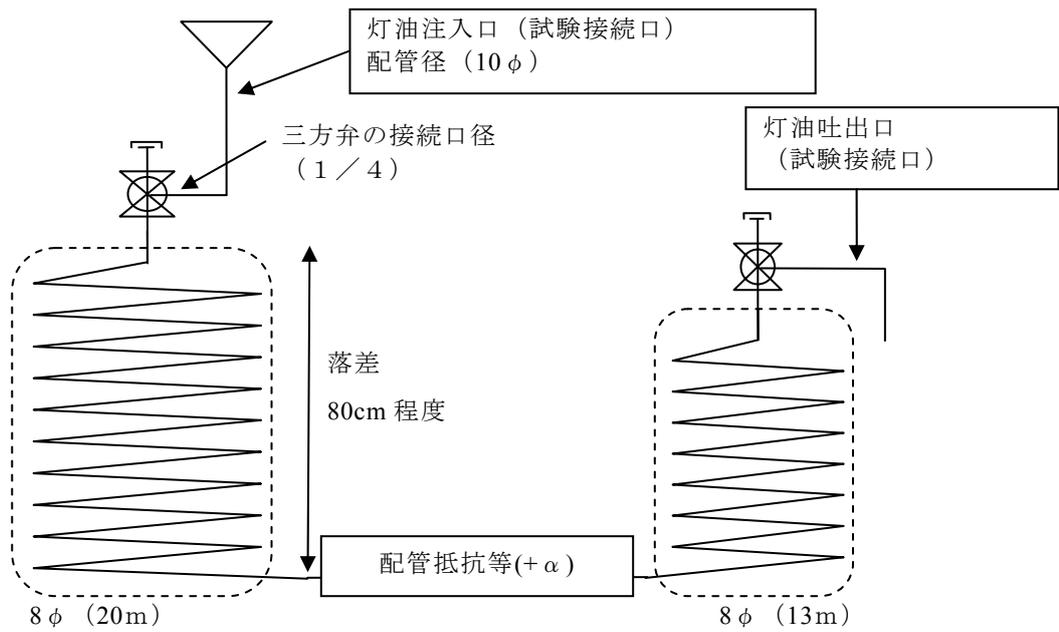


図 7 実物大模型配管

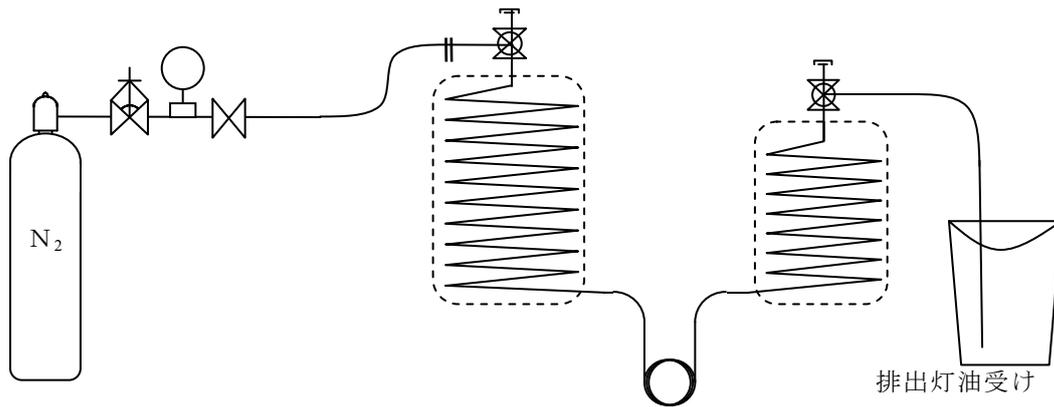


図 8 実物大試験配管 (窒素加圧)

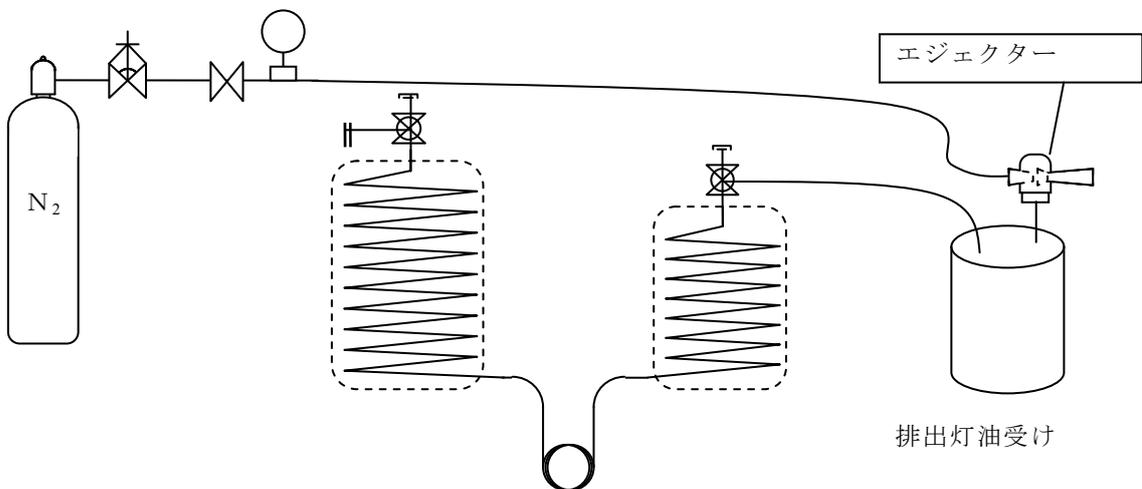


図 9 実物大試験配管 (エジェクター減圧)

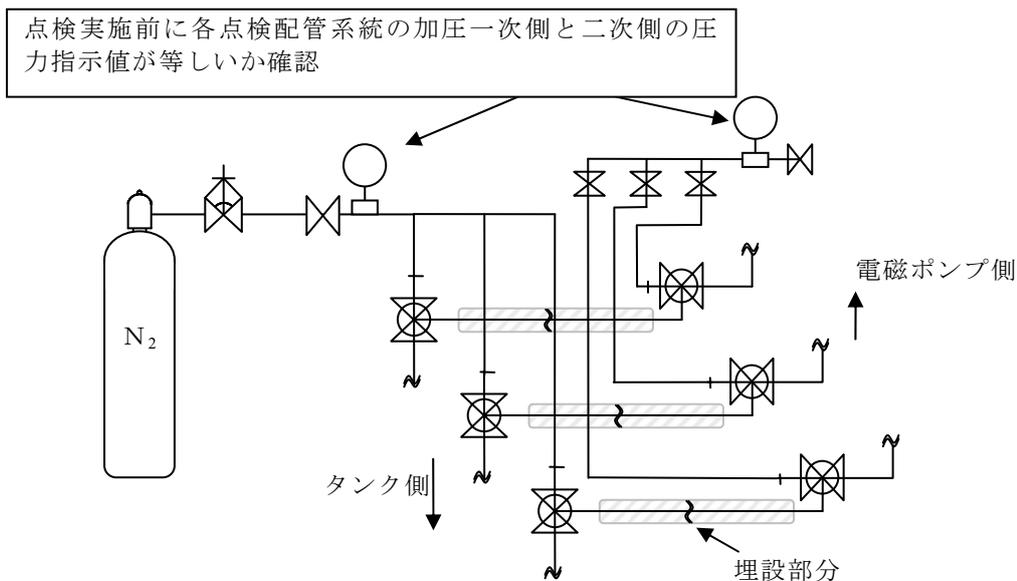


図 10

表 1

実験 番号	自然流下除去による灯油残存量				除去率
	灯油残存量	残存体積	閉塞長さ (8φ)	残存率	
1	0.58g	0.73mℓ	2.0cm	2.0%	98.0%
2	0g	0mℓ	0.0cm	0.0%	100.0%
3	1.19g	1.49mℓ	2.1cm	1.4%	98.6%
4	0.23g	0.29mℓ	0.8cm	0.5%	99.5%

※実験条件 (表中の実験番号と対応)

- 1 自然流下後 10 秒の静置 (試験配管長: 1m 三方弁なし)
- 2 30 分の自然流下措置 (試験配管長: 1m 三方弁なし)
- 3 自然流下後 10 秒の静置 (試験配管長: 1.5m 三方弁あり)
- 4 30 分の自然流下措置 (試験配管長: 1.5m 三方弁あり)

表 2

実験 番号	窒素ガス加圧による押し出し除去による灯油残存量				除去率
	灯油残存量	残存体積	閉塞長さ (8φ)	残存率	
1	1.00g	1.25mℓ	2.4cm	1.6%	98.4%
2	0.12g	0.15mℓ	0.6cm	0.4%	99.6%
3	0.04g	0.05mℓ	0.2cm	0.1%	99.9%

※試験配管長: 1.5m 三方弁あり

※実験条件 (表中の実験番号と対応)

- 1 窒素ガス加圧による押し出し (1 分間の連続加圧)
- 2 窒素ガス加圧による押し出し (3 分間の連続加圧)
- 3 窒素ガス加圧による押し出し (2 分間の連続加圧 / 10 分間静置 / 1 分間の再連続加圧)

※最初の加圧の時間計測は、灯油を満たした一方の配管からの灯油の放出状況が、最初棒状での排出から始まり、その後、飛沫状になった時点から計測した。

表 3

実験 番号	除去操作の改良による灯油残存量				除去率
	灯油残存量	残存体積	閉塞長さ (8φ)	残存率	
1	9.4g	11.75mℓ	35.3cm	1.0%	99.0%
2	3.5g	4.38mℓ	13.2cm	0.4%	99.6%
3	19.8g	24.75mℓ	74.5cm	2.1%	97.9%
4	7.1g	8.88mℓ	26.7cm	0.7%	99.3%

※試験配管長：35m
 ※実験条件（表中の実験番号と対応）
 1 窒素ガス加圧による押し出し（3分間の連続加圧：0.4MPa）
 2 窒素ガス加圧による押し出し（2分間の連続加圧／10分間静置／1分間の再連続加圧）
 3 エジェクター減圧による吸引（3分間の連続減圧）
 4 エジェクター減圧による吸引（2分間の連続減圧／10分間静置／1分間の再連続減圧）

【上記各表の語句説明】

※灯油残存量：灯油除去後の配管全体重量 - 灯油充填前の配管全体重量

※残存体積：灯油の密度を 0.80 g/mlとして、灯油残存量から求めた配管内に付着している灯油の体積。

※閉塞長さ：除去後、配管内壁に付着した灯油が、全て凝集し配管内に液溜りとなった長さで、残存体積と配管断面積から求めた。

※残存率 (%)：閉塞長さを試験配管長で除して求めた。

※除去率 (%)：100 - 残存率



写真 1 揮発量検討

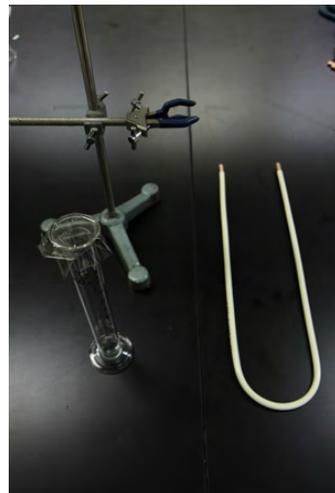


写真 2 8φ配管 (1m)



写真 3 灯油充填操作



写真 4 残存灯油の排出

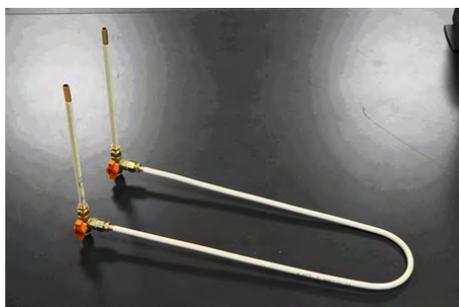


写真 5 三方弁取付配管 (1.5m)



写真 6 窒素加圧操作



写真 7 実物大配管



写真 8 使用エジェクター

平成 24 年度 優秀賞 一般による消防防災機器等の開発・改良

地震自動解錠補助装置の開発

三愛物産株式会社

小掠 伸、阪田邦雄

1. 現状と問題点

町内会或いは自治会で共助用の防災機材の保管庫が設置されている。その保管庫の扉の錠は、常に鍵を掛けて管理されており、合い鍵は複数の人が保管している。

しかし、民家が倒壊するような強い地震に際し、合い鍵を持参して駆けつけられるかが問題である。一刻を争う人命救助に必要な機材を防災庫から取り出さなければならぬのに鍵がなければ救助ができないことも考えられる。

また、町内会において合い鍵を保管する人の心理的負担も大きく、預かりを辞退する人が多いと聞いている。

更に、津波避難所或いは非常出口等の錠が掛かっている場合、外から中に入ることができず救護を必要とする場合や、逃げ込むことができない場合も想定される。

2. 開発

阪神淡路地震のテレビ放送で住民の声として「バール一本あったならもっと助けられた」と、言った人がいた。火の手が迫ってくる中、現場の状況を想像するに余りあるものがあります。

私の脳裏からその言葉が離れることなく、10年余り経ったころ知人の自治会長が「防災倉庫の鍵の預かり手がなく困っている」と、言った内容の話があり本案の開発を思いついたのが始まりであります。

開発に着手したのは 2008 年、当初はバッテリーを電源とした電気式で試作を開始しましたが、コスト面やメンテナンスを考えるとシンプルな機械式の方がすべてに有利であるとの判断から

機械式のための試作に取りかかった。

3. 仕様

1) 感震駆動装置 (センサードライブ)

振り子 (錘) が 360 度何れの方向に揺れても錘を吊下げた軸が傾けば軸に固着された円盤も傾き、同時に円盤の周辺に接した可動板が押し上げられるので、噛み合っていたストッパーが外れるためプーリーの端に接続されていたバネが縮み、その付勢力でワイヤーを牽引し、その先にある錠のサムターン (図 13・14 参照) を回し解錠する構造である。

当、センサードライブの解錠に必要なストッパーを解放する震度は、表 2 の計測震度と震度階級の関係から写真 4 の加振機を用いて調整を行うものとする。

・センサードライブの仕様は次のとおり

型 式	機械式
感震方式	振り子式
感知方向	全水平方向
作動震度	震度 5 弱・震度 5 強・震度 6 弱 (表 2 参照)

駆 動 部 引きバネ式

駆動方法 ワイヤーによる牽引

・社内テスト

センサードライブの社内テストは、正弦波加振機により XY 軸方向にスイープ試験を個別に行う (写真 4)。

計測測定器は、次のセンサーを用いてパソコン画面の計測値を記録するものとする。

・前記加振機の計測震度計は下表のとおり

メーカー	株式会社数理設計研究所
品名	加速度センサ DID-SSS/S23
計測形式	加速度センサ (AnalogDevices ADXL 103/203) 計測成分 3成分加速度計
最大計測範囲	±1.5G (-1667~+1471gal)

解錠方法 サムターン回動牽引
牽引方法 ワイヤ牽引

2) 連結装置

スライド式の片開き又は両開き扉に本装置を用いる場合には、壁に取り付けたセンサードライブから前記サムターンまでの間にワイヤの連結装置が必要になる (図 16)。

連結装置は、扉の開閉に伴い図 14・15・16 の如くワイヤを接続・解放する装置である。

3) 解錠装置 (標準扉)

解錠装置は、スライド式扉又はドア等の殆どの扉に用いられている錠前のサムターンを回動することにより、解錠する装置である。サムターンには、90度の回転で解錠するものと180度の回転で解錠するものがあるが、図 14~16 は180度の回転が必要な場合であり、90度の回転の場合は、図 16 の如くワイヤを直線的に牽引するだけで解錠できる比較的簡単な方法である。

4. 開発による効果、その検証

開発商品化後、解錠に必要な振動を伴う地震に遭遇しておらず、その効果のほどは分からないが、納入先での評価は十分に手ごたえがある。また、NHK (2011.11.8) 始め、民放各社でのテレビ放映の視聴者からの問い合わせ始め、各紙新聞記事の反響も大きく、如何に多くの人が防災に関心をもち、且つまた震災時における鍵の保管について悩んでいるかが判明した。

5. 今後の課題

当、地震自動解錠装置を用いた防災倉庫又は、人命に関わる地震時に必要とする全ての扉の錠に一つでも多く利用されて、人命救助に供できればと考える。それには、製造原価の低価格と多くの人に認知してもらう努力が必要である。

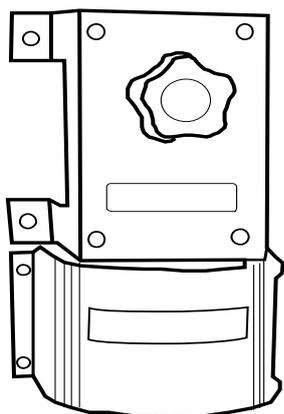


図 1 感震駆動器の外観

表 1

項目	仕様	備考
型式	機械式	オプション使用時のみ電源要
感震方式	振り子式	
駆動方式	引きバネ式	牽引力 1.75Kg (2.5Kg)
感知方向	全水平方向	XY2 軸
試験地震波	阪神・小千谷・十勝沖	建材試験センター/UR 都市機構
牽引幅	45mm	
取付場所	室内壁面又はボックス	垂直取付
材質	主要部 SUS304	カバー・錘は SS
外形寸法	150W ・ 250H ・ 120D	
重量	2850g	

表 2 気象庁ホームページより抜粋

震度階級	4		5 弱		5 強		6 弱		6 強		7	
計測震度	3.5		4.5		5.0		5.5		6.0		6.5	
※境界加速度 cm/s^2	25		80		142		253		※450		※800	

※境界加速度は 78 年基準に基づく推定 $\text{cm/s}^2 \equiv \text{gal} = 10^{-2} \text{m/s}^2$

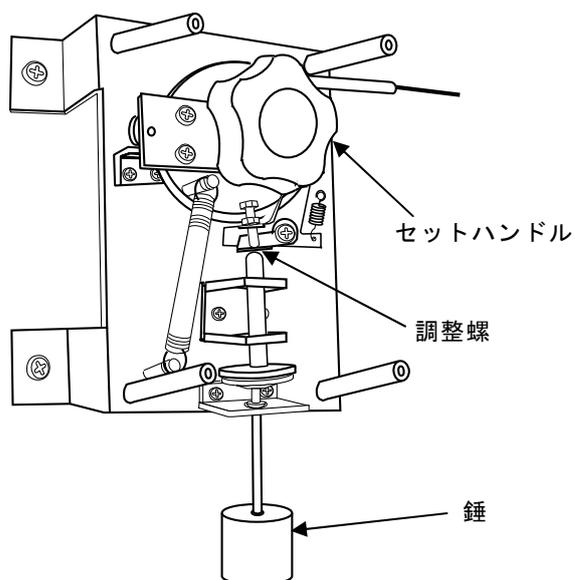


図 2 感震駆動器の内部左斜視図

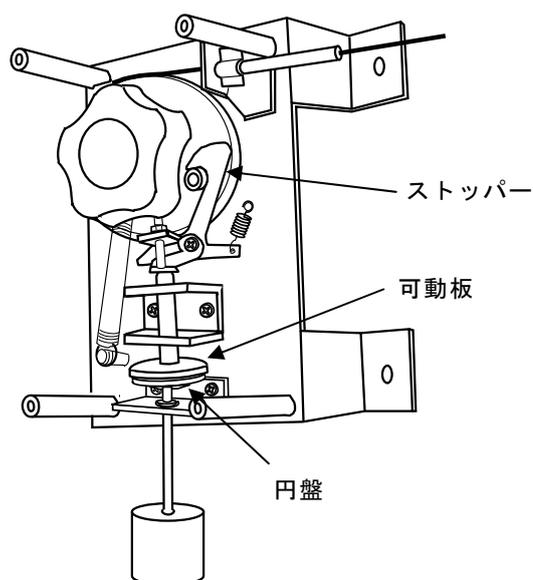


図 3 感震駆動器の内部右斜視図

錘が揺れると円盤が傾くため可動板が押し上げられ、つづいて調整螺に接続されたストッパーが開き係合部が解放される。従ってバネの付勢力によりプーリーが回転し、ワイヤーを牽引する。

応用 1 防災庫や避難口扉の合い鍵を保管、多少の防災用品も収納可

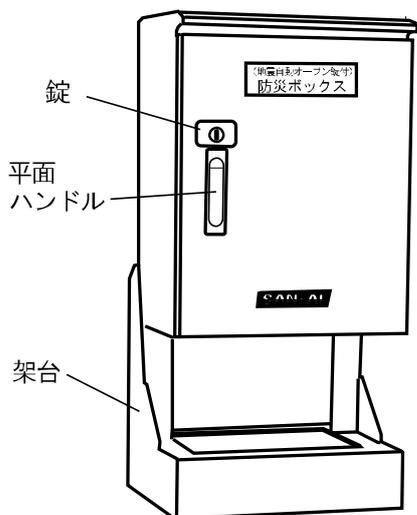


図 4 鍵ボックスとして利用

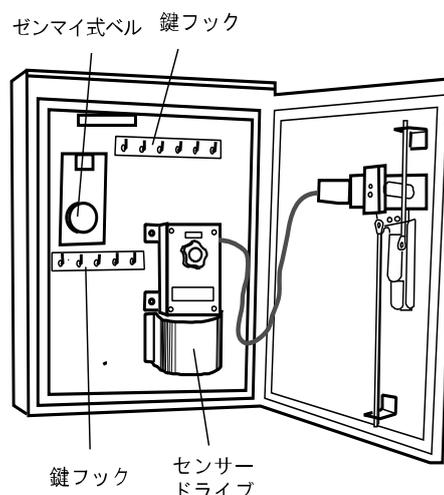


図 5 鍵ボックス内部

ゼンマイ式ベルは扉の開閉に連動

応用 2 合い鍵及び消火器やバールを保管、長尺もの収納可

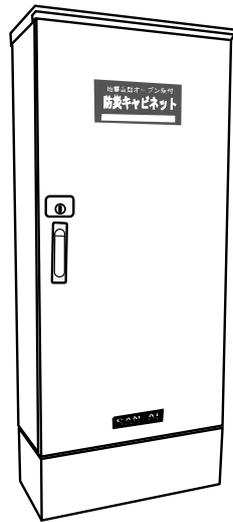


図 6 キャビネットとして利用

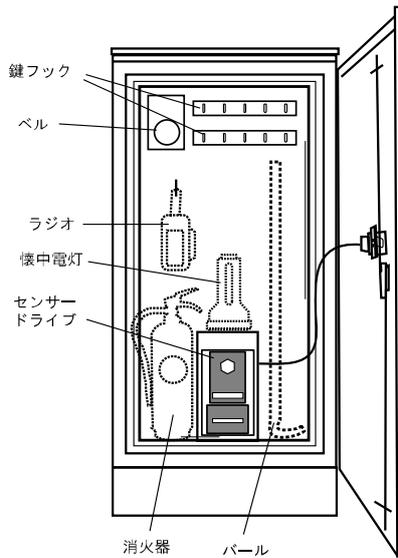


図 7 キャビネット内部

応用 3 感震駆動器を防災庫に直接取付、連結装置や解錠部も開発済

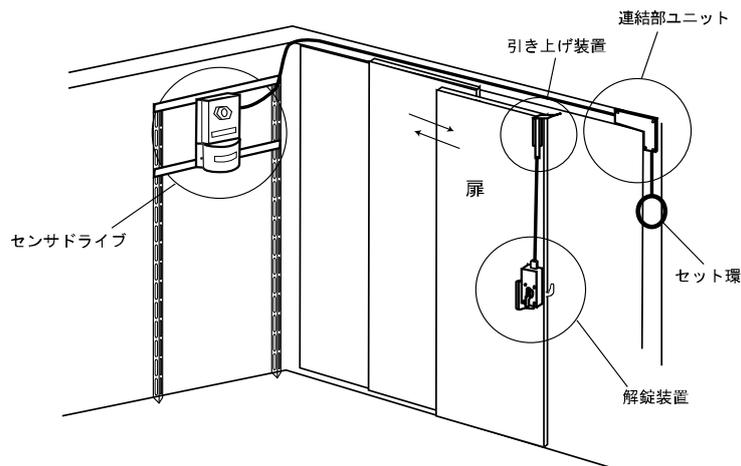


図 8 防災庫の内部図

応用 4

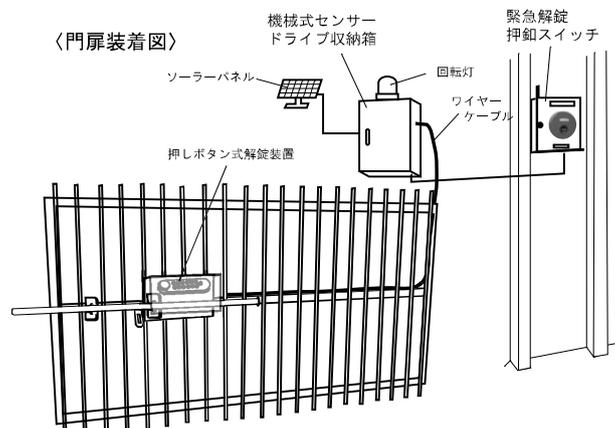


図 9 避難所門扉に取付図

応用 5

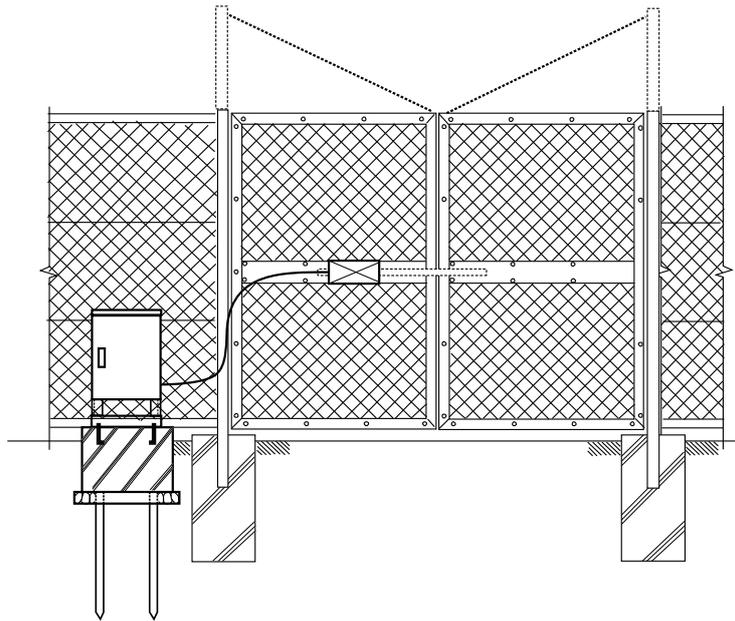
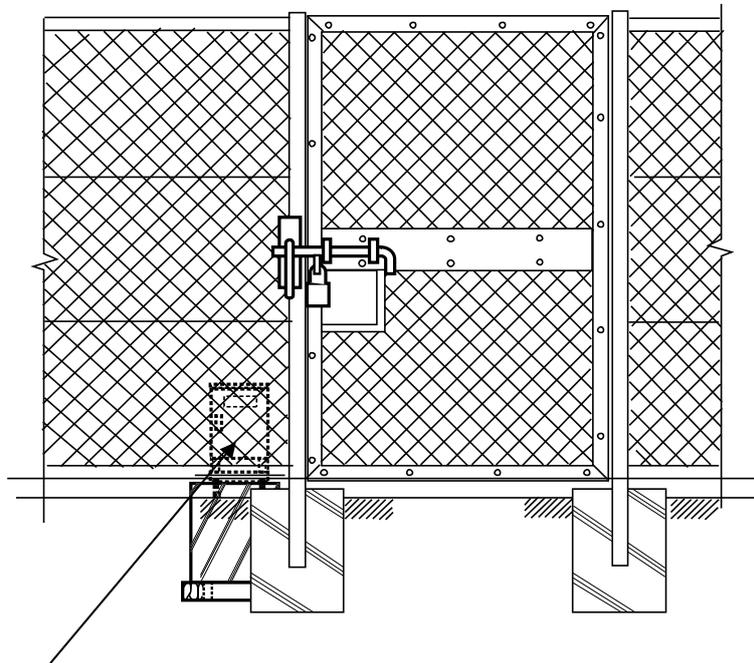


図 10 両開きフェンス扉に取付図

応用 6



センサードライブ収納箱 (門裏側のロックをワイヤーで引き外す)

図 11 片開きフェンス扉に取付図

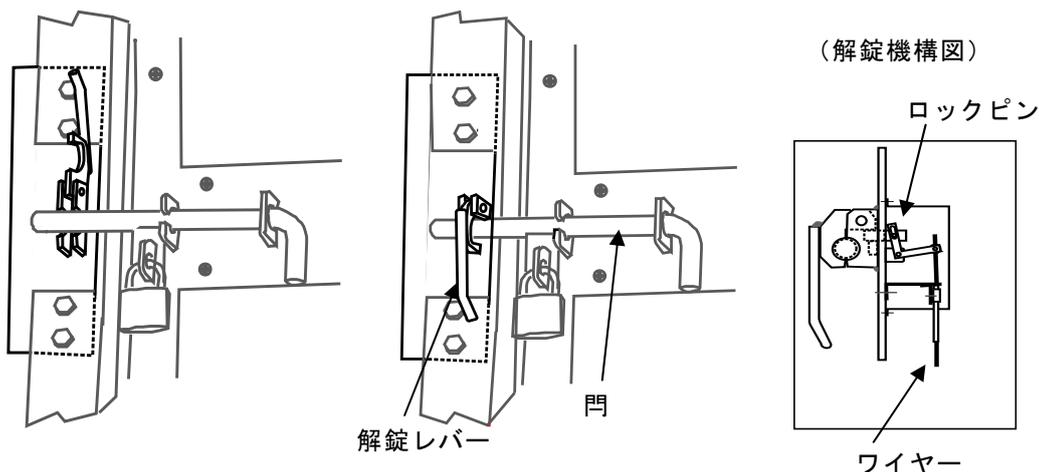


図 12 門構造図 (解錠時)

図 13 門構造図 (施錠時)

センサードライブによりワイヤーを牽引するとロックピンが外され、レバーを上げることができる。

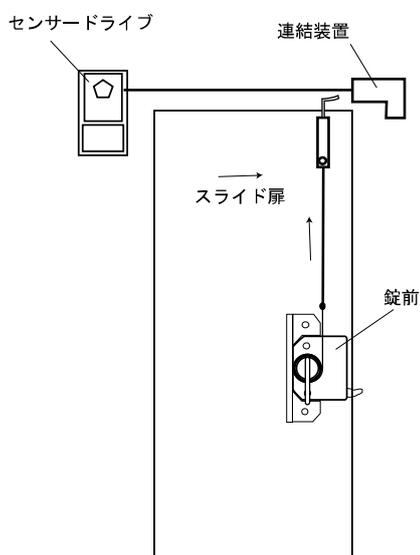


図 14 系統図 (扉解)

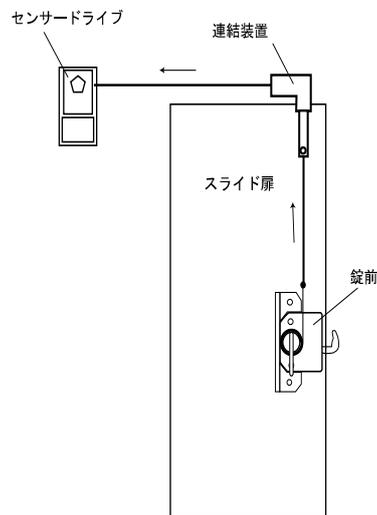


図 15 系統図 (扉閉)

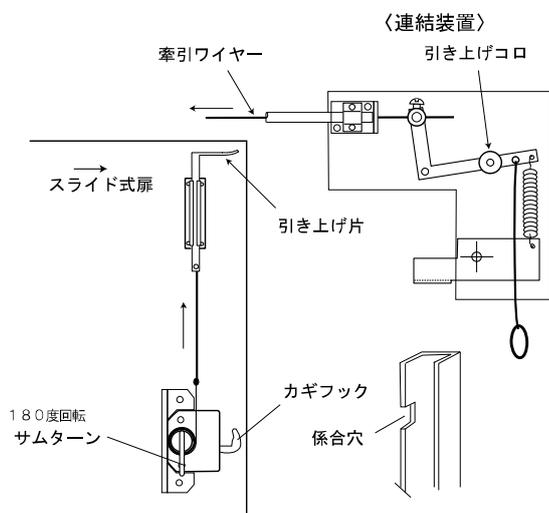


図 16 連結装置詳細図



図 17 90度サムターン図



写真 1 UR 都市機構の振動試験風景

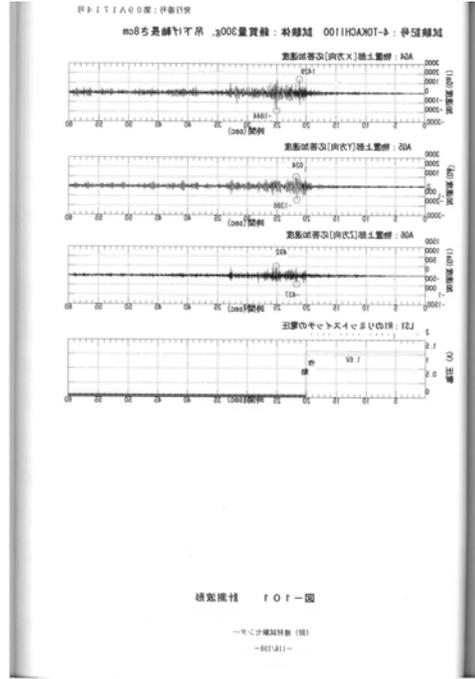


写真 2 試験データ

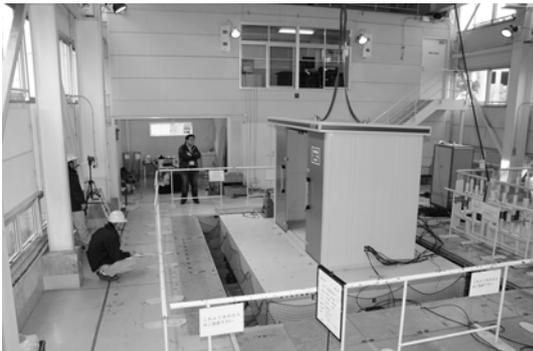


写真 3 UR 都市機構試験風景



写真 4 社内テスト装置

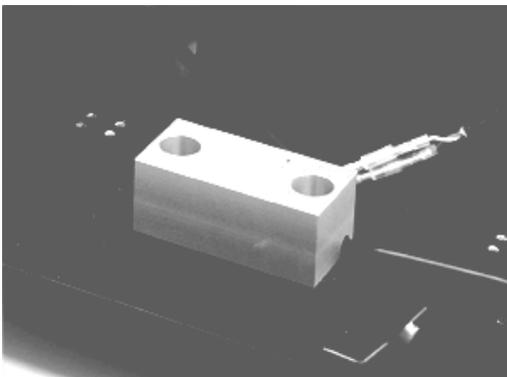


写真 5 計測震度測定センサー



写真 6 計測震度画面

平成 24 年度 優秀賞 一般による消防防災機器等の開発・改良

双腕仕様機（ZX70TF-3）の開発

日立建機株式会社

奥田一品、江口隆幸、石井啓範、富田邦嗣

1. 現状と問題点

我が国は、地震、台風、火山噴火等による自然災害が高い頻度で発生する。阪神・淡路大震災や、東日本大震災のような巨大災害によって倒壊した建物を除去するために、いわゆる重機をベースとした様々な作業機械が使用される。これら災害救助作業を行う作業機械には、重機の持つパワーだけでなく、作業中の 2 次災害防止の観点から繊細な作業が要求される。そこで我々は、より繊細な作業の実現を目指し、人間と同様に 2 つの作業フロントを有する双腕仕様機 ASTACO を開発した（2005 年）。

初代 ASTACO の外観写真を図 1 に示し、特徴を以下に示す。

- ・双腕により、「掴みながら切断する」「長い物を折り曲げる」といった複雑作業が可能
- ・ポンプ 1 台で多数のアクチュエータを駆動可能な油圧システムを採用し、双腕の同時駆動を実現
- ・右手で右フロント、左手で左フロントを操作する操作方式により、双腕同時操作が可能（図 2）
- ・操作装置に速度式ワンレバーシステムを採用し、直感的操作と疲労低減を実現（図 3）
- ・3 次元的に左右作業フロント姿勢を演算することで、左右フロント同士の接触を回避（フロント干渉防止機能）（図 4）
- ・災害救助だけでなく、解体作業での使用（基礎解体等）も視野に入れ、左右で異なる作業フロントを採用（右：3.5 t ミニ油圧ショベル用フロント、左：5 t ミニ油圧ショベル用）

初代 ASATCO は、2008 年 12 月から 2011 年 3 月までの 2 年半の間、消防機関に配備され、現場で使用された。ここで、初代 ASTACO は災害救助作業だけでなく、一般の解体作業等も視野に入れて仕様を決定していた。そこで、実際に操縦を行う隊員の方にヒアリングを実施し、災害救助作業用の双腕仕様機としてあるべき姿の明確化を図った。ヒアリング結果を表 1 に示す。内容は以下の通りである。

- ・双腕の有効性：双腕作業の有効性について、79%の方から「有効性アリ」との回答を得ており、双腕による作業の有効性をある程度認めていただいた結果と考える。具体的には、片側の作業装置で対象物を確実に掴み、他方の作業装置で切断・あるいは引っ張るなどの動作により、排除対象物だけを落下させることなく安全に除去できること等に有効性を見出されたようである。
- ・作業フロント作業力：54%の方から「十分」との回答を得る一方で、33%の方から「不足」との回答を得た。先に述べたように、初代 ASTACO は左右で異なる大きさの作業フロント（3.5 t 級、5 t 級）を設けており、フロント作業力も左右で異なることから、特に作業力の小さい側のフロントに対して、作業力不足という意見を得た。
- ・作業フロントの作業範囲：72%の方から「十分」との回答を得た。また、作業範囲の広さではなく、左右での違いに関して課題が明らかになった。初代 ASTACO では、左右の作業フロントの作業範囲も異なっており、左右フロントを同時に動かす際に、この作業範囲の

違いが操作を難しくしているという指摘を受けた。

- ・操作装置：フロントの操作システムについては 83%の方から「良好」との回答得ており、双腕を同時に駆動可能とした新操作システムの有効性を示す結果と考える。また、フロントの操作とは異なる観点であるが、運転室前方の走行レバーを操作する際に、横向き配置にしたフロント操作レバーにオペレータの身体が接触しやすく、フロント誤動作の原因となるという指摘を受けた。
- ・視界性：前方視界について、67%の方から「良好」との回答を得る一方で、25%の方から「悪い」という回答を得た。具体的には、作業フロントを外側にスイングさせた際に、作業フロント自身が遮蔽物となり、フロント先端の作業装置が見え難くなる点が指摘された。
- ・本体安定性：79%の方から「安定している」との回答を得る一方で、17%の方から「不安定」との回答を得た。
- ・走行力：特に搬送車に登坂する際に走行力について、75%の方から「十分」との回答を得る一方で、25%の方から「不足」という回答を得た。
- ・干渉防止：100%の方から「必要」との回答を得ており、フロント干渉防止制御の有効性を示す結果と考える。

2. 開発

2011 年度に複数の消防機関から双腕仕様機 ASTACO の後継機を受注し、開発を行った。今回開発した新型 ASTACO は、初代 ASTACO のアンケートの結果明らかになった問題点を解決するとともに、基本性能の更なる向上を図り、消防・災害救助作業専用機として開発した。図 5 に外観写真を示し、以下のその特徴を示す。

- ・作業フロント：左右同型フロントを採用し、作業力と作業範囲を左右で統一することで作業性を向上させた。また、作業フロントの

根元に、スイングハイポストを設けることで、地表面より上側の作業範囲を拡大し、より消防・災害救助作業に好適な作業範囲とした。さらに、フロント最小旋回半径を 25%縮小しており、狭い現場における旋回性の向上を図った。

- ・操作装置：フロント操作レバーへの接触を気にすること無く走行操作が可能となるように、走行レバーの長さを延長し、操作性が向上を図った。
- ・視界性：作業フロントの左右スイングを行うスイングシリンダを内側配置に変更し、フロントを外側に動かした際のフロント先端の視認可能角度を 10 度拡大した (図 6)。さらに、運転席左側のドアを全面強化ガラスとすることで、視界性の向上を図った。
- ・本体安定性：前後方向に延長したロングクローラタイプの足回りを採用し、安定性を向上させた (最大半径で約 10%向上)。
- ・走行力：走行モータのトルクを 40%アップし、搬送車両へ登坂性能を向上させた。
- ・メンテナンス性：CAB 全体が前方に傾倒する、チルトアップ構造を採用し、CAB 下のメンテナンス性を向上させた (図 7)。
- ・消防用装備：赤色灯、補助照明灯、スピーカ、無線装置等の消防用機材を追加装備可能とした。

3. 仕様

新たに開発した双腕仕様機 ASTACO (ZX70TF-3) の仕様を表 2 に、全体図を図 8 に、作業範囲図を図 9 に示す。

4. 開発による効果

新型 ASTACO を 2 台、2011 年 3 月に納入した。新型 ASTACO の活動状況としては、定期的に火災現場に出動しており、例えば、「一方の腕で柱を把持して、他方の腕で自動車を引きずり出す。」「工場や倉庫の火災時に鉄骨構造物を撤

去する。」といった双腕の有効性を生かした作業で活用されている。

半年程度使用して頂いた後に各消防局機関にヒアリングを実施した。開発項目に関するヒアリング結果として、本体安定性、視界性等、おむね良好であるとの意見を得た。

5. 今後の課題

4章で述べた新型 ASTACO のヒアリングの際

に、走行力やフロント作業力について、さらなる向上を求められた。これらは作業機械の基本性能であり、常に向上を求められる課題であり、今後も継続的に向上を図っていききたい。また、ヒアリング時に得られた細かな指摘事項への対応や、遠隔操作化等の高度化技術の技術を開発することで、さらなる改良を図り、消防・災害救助作業に最適な双腕仕様機を目指して開発を推進していききたい。

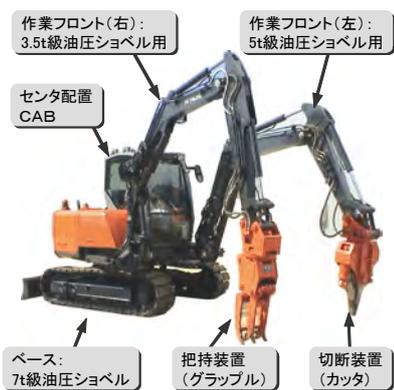


図 1 初代 ASTACO 外観



図 2 操作レバー配置

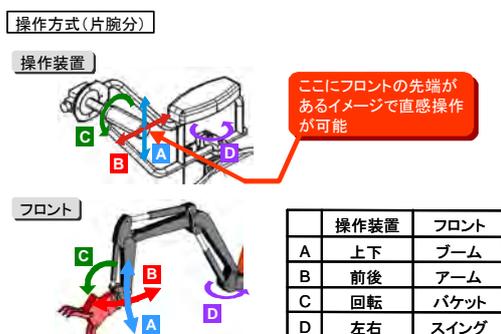


図 3 フロント操作方式 (速度式ワンレバーシステム)

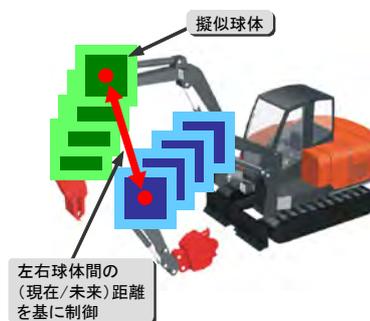


図 4 フロント干渉防止制御

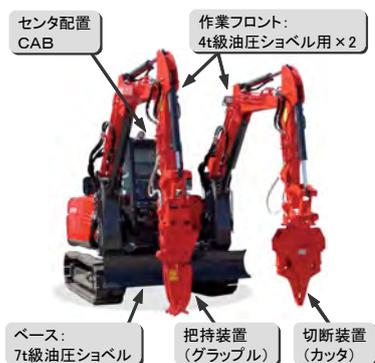


図 5 新型 ASTACO 外観

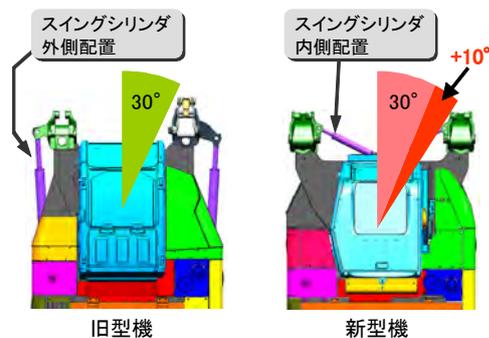


図 6 スイングシリン配置図 (上面図)



図 7 チルトアップ CAB

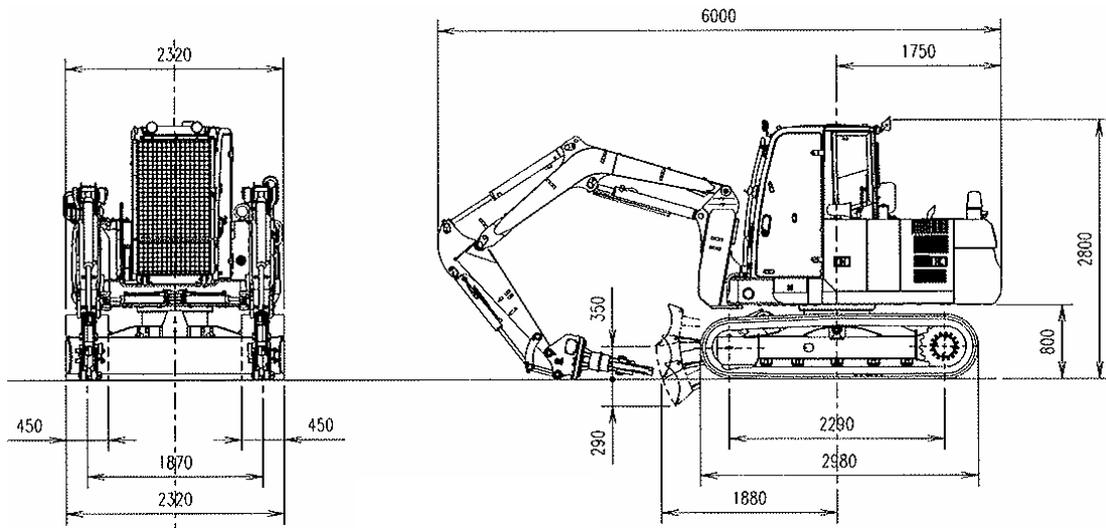


図 8 新型 ASTACO 全体図

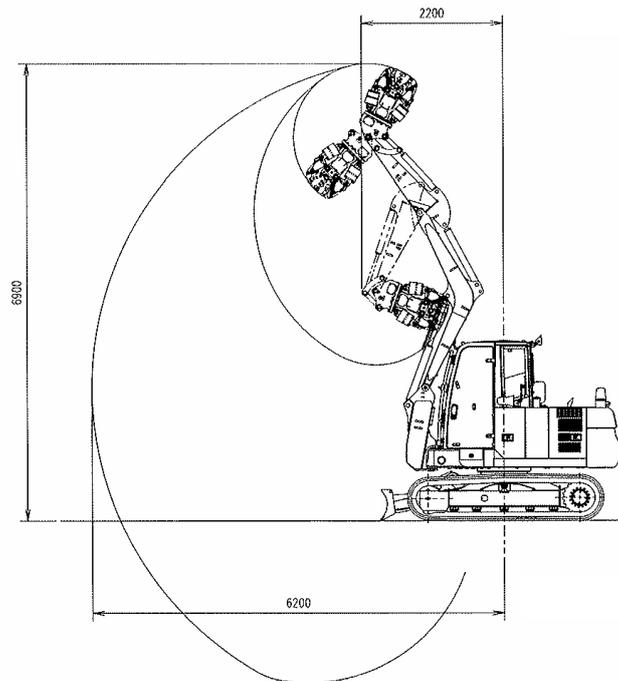


図 9 新型 ASTACO 作業範囲図

表 1 初代 ASTACO ヒアリング結果 (2010 年 2 月 日立建機調査)

項目	評価	
双腕の有効性	有効性アリ 79%	有効性ナシ 8%
フロント作業力	良好 54%	不足 33%
フロント作業範囲	良好 72%	不足 13%
操作装置	良好 83%	悪い 8%
視界性(前方)	良好 67%	悪い 25%
本体安定性	良好 79%	不安定 17%
走行力	良好 75%	不足 25%
干渉防止機能	必要 100%	不要 0%

表 2 新型双腕仕様機 ASTACO (ZX70TF-3) 仕様表

		双腕作業機 (Att 仕様)	
		左腕	右腕
仕様	運転質量 kg	9350	
	機体質量 kg	7520	
	標準シュー幅 mm	450 パットクローラ (分割式)	
性能	接地圧 kPa (kgf/cm ²)	41 (0.42)	
	走行速度 高/低 km/h	4.9 / 3.1	
エンジン	名称	いすゞ AU-4LE2X	
	定格出力 kW/min ⁻¹ (PS/rpm)	40.5/2000 (55/2000)	
	総行程容量 (総排気量) L (cc)	2179 (2179)	
油圧装置	油圧ポンプ形式	可変容量型ピストン式×1 歯車式×1	
	主リリーフ弁セット圧 MPa (kgf/cm ²)	24.5 (250)	
	旋回油圧モータ形式	定容量型ピストン式×1	
	走行油圧モータ形式	可変容量型ピストン式×2	
フロント	フロント自由度	4	4
	取付可能アタッチメント自由度	2	2
	アタッチメント形式	全旋回式 カッタ	全旋回式 フォークグラップル
	ブームスイング角度 (内/外) 度	30/45	30/45
油類 容量	燃料タンク容量 L	124	
	作動油タンク容量 L	全量 100 (タンク基準レベル 60)	
	エンジンオイル交換量 L	12.1	

平成 24 年度 優秀賞 一般による消防防災機器等の開発・改良

生存者探査を目的とした半円形二重構造マニピュレータの開発

法政大学

伊藤一之、下館侑弥

1. 現状と問題点

1.1 背景

近年、地震などの災害が多発しており、救助活動の重要性が再認識されている。なかでも、より多くの人命を、短時間に、二次災害の危険を極力抑えながら探索するための手段として、救助隊員の活動をサポートするロボットの活用が期待される。

このような社会的要請を受け、我々は日本における木造家屋が倒壊した現場での生存者の探索作業を行う機材に注目した。倒壊した木造家屋に埋まった生存者を探索するためには、機材には、狭い空間に侵入可能な細長い形状と、障害物を避けるための高い運動性能が必要とされる。従来このような場所での探索には、工業用内視鏡のような非常に狭い空間の探査を行うことが可能な機材が用いられている。しかし、工業用内視鏡は、運動性能において問題を有しており、これをいかに改良するかが一つの課題となっていた。

そこで、我々は、レスキューロボットのもつ高い運動性能と、工業用内視鏡の細さに由来する高い進入性の双方を両立したロボットの実現を目標として、新たな、レスキュー用マニピュレータの開発を行った。

1.2 工業用内視鏡の問題点

省電力性を備え機体が小型である工業用内視鏡は、狭小空間での探索に非常に有効である。

しかし、工業用内視鏡は壁沿いに進むことを想定して、柔軟な構造により作られており、瓦礫内のように多数の凹凸や空洞が存在する環境においては、それ以上侵入することが不可能な

デットロックとなる状況が存在することが知られている。このデットロック状態は図 1-A と図 1-B の二つの状態に分けられる。図 1-A に示す状態は、工業用内視鏡の先頭もしくは胴体の一部が瓦礫と接触し、後方から内視鏡を押し込む力が、この摩擦を増大させるように働く場合である。この状態では、どれだけ大きな力を加えたとしても、この力は摩擦力に変換されてしまい、それ以上進行することが不可能となる。

図 1-B の状態は、瓦礫中の空洞において進行方向を変化させたい場合である。一般に、工業用内視鏡は、壁を伝って進行することを前提に作られているため、先頭の方向のみ操作可能であり、胴体は受動的に変形する柔軟な構造となっている。このため、伝う壁が存在しない状況では、進みたい方向とは別の方向に胴体がたわんでしまい、それ以上進行することが不可能となる。したがって、図 1-A または、図 1-B のような状況においては、生存者を十分に探索することが不可能である。

2. 開発

2.1 マニピュレータの概要

我々は上記の問題点を考慮し、レスキューマニピュレータの開発を行った。ロック機構を有する受動関節により構成された多自由度マニピュレータを 2 本用意し、これを並列に組み合わせた 2 重構造とすることで、工業用内視鏡の問題を解決した。レスキューマニピュレータの概要は以下の通りである。

図 2 に示すように、マニピュレータの関節はすべて受動関節であり、工業用内視鏡のように

先頭リンクのみ任意の 3 次元方向に向けて動かすことが可能である。また、2 本のマニピュレータはレールを介して前後に自由に動かすことが可能である。

今、図 3 に示すように、片方のマニピュレータ A を前進させるとともに、先頭リンクを進みたい方向に回転させ、全関節をロックする。次にロックされたマニピュレータ A を伝って、マニピュレータ B を進行させる。さらに、マニピュレータ B の全関節をロックし、ロックの解除されたマニピュレータ A をマニピュレータ B に沿って前進させる。以上を繰り返すことにより、壁を伝うことなく、任意の 3 次元方向に進行することが可能となる。

つまり、ロック機構を有するマニピュレータを 2 本用意し、ロックされたマニピュレータを壁に見立て、これに沿ってもう一方のマニピュレータを前進させるという動作を交互に繰り返すことで、壁のない状況においても任意の 3 次元方向に進むことが可能である。また、進行に伴う力は、ロックされたマニピュレータに加わり、瓦礫の壁に直接加わる力が減少することから、壁との摩擦によるデッドロックを抑制することが可能となる。なお、2 本のマニピュレータ間の摩擦については、これを減少させる仕組みを組み込んでおり詳細については以下の各節で述べる。

2.2 受動関節

図 4 に受動関節を示す。可動軸が直行するように、上下に動く関節と左右に動く関節を交互に設置することで、三次元の動きを実現する。また、マニピュレータ側面に計 2 本のワイヤーが張られており (図 5)、このワイヤーを用いて先頭リンクの向きを操作する (図 6)。

2.3 ロック機構

受動関節には図 7 に示されるように関節を固定するための機構が取り付けられている。中央に通ったホースにピストンを用いて空気を注入することで摩擦材が噛み合い受動関節が固定さ

れる仕組みになっている。また、ホースから空気を出し入れすることで自由に関節のロックと解除を行うことが可能となっている。

2.4 マニピュレータ間の摩擦力の抑制

二重構造のマニピュレータ間における摩擦力の増大を抑制し、デッドロックの発生を防止するため、図 8 に示すように前方からマニピュレータを引く機構を付加する。マニピュレータ A の先頭に固定したワイヤーをもう一方のマニピュレータ B を介して後方まで伸ばし、このワイヤーを引っ張ることで、マニピュレータ A を前方より引っ張る力によって前進させる。これにより、図 9 に示すように、内側のマニピュレータを前進させる際には、前方から引くことにより前進させることで、接触している箇所が離れる方向に力が働くため摩擦力が減少する。一方、図 9 における外側のマニピュレータを前進させる場合は、後方からマニピュレータ自身を押すことによって前進させることで、同様に摩擦力が減少する。このように、状況に合わせて、引く力と押す力とを組み合わせることにより、デッドロックを抑制する。

2.5 半円形構造

図 10 に半円形の構造を示す。各マニピュレータは半円形状とし、二つのマニピュレータを組み合わることで円形となる構造とする。

レールは円の中心を通るように配置する。これによって、関節の回転軸とレールの中心とが一致し、レールが伸縮せずとも各マニピュレータが三次元に動くことが可能となる。

3. 仕様

図 11 に試作機を示す。先端にはライトおよびカメラが取り付けられている。マニピュレータの仕様は、高さ 6 cm、幅 6 cm、1 リンクあたりの長さは 5 cm、重量 3.5 kg であり、全長は 30 リンクでカメラ等を含め約 160 cm である。

図 12 に関節を固定するための機構を示す。一方のリンクに取り付けられたピンをもう一方の

リンクに取り付けられた穴と噛み合わせることで関節が固定される仕組みになっている。

図 13 は分離されたマニピュレータを示している。プーリーがリンク間の隙間に入り込むことを防ぐために、リンク間にはワイヤーを取り付けている。

図 14 は、前進するための機構を示している。図のように前進するためのワイヤーが先端のプーリーを介して張り巡らされ、もう一方のマニピュレータに固定されている。

4. 開発による効果、その検証

4.1 検証方法

移動性能および探索時間について実験により検証を行う。検証方法は以下の通りである。

<移動性能の検証>

実際に狭小空間において実機を稼働させ、進入可能性の検証を行う。設置されたオブジェクト(白い円柱)を生存者とし、図 1-A および図 1-B で示した状況においてデッドロックやたわみが生じないことを確認する。

<探索時間の検証>

瓦礫を見立てた実験環境(図 15)を用意し、先端に取り付けられたカメラを用いて設置されたオブジェクトの探索を行い、その所要時間を計測する。この検証では、操縦者はオブジェクトの位置や内部の瓦礫の構造は把握しておらず、内部の情報は先端に取り付けられたカメラの映像のみである。オブジェクトは探索のたび場所を変更し、5回の所要時間の計測を行う。図 17 に、瓦礫中の探索対象の位置の一例を示す。

4.2 検証結果

図 17、図 18 に移動性能の検証結果を示す。図 17 から、従来の工業用内視鏡ではデッドロックが生じる状況において、開発したレスキュー

マニピュレータは壁との接触を軽減することでこれを回避し目的地に到達していることが確認できる。また、図 18 から、壁面の存在しない場所においても、片側のマニピュレータをガイドとすることで、任意 3 次元方向への旋回を可能とし、目的地に到達していることが確認できる。これらのことから、図 1-A、および図 1-B で示された問題点が解決されていることが確認できる。

また、今回の検証では 10 cm~15 cm の隙間において最小旋回半径 7 cm、3 回程度の旋回、15 cm 程度の段差への進入が可能であることが確認された。

つぎに、探索時間の検証結果について述べる。図 19 および図 20 に、探索時間を測定した際の先端のカメラの映像とそれらの映像が撮影された位置および角度を示す。この測定において、2 m 四方の環境において 3 分程度での探索が可能であることが確認された。また、上記すべての実験は、カメラおよびライトのための電源を除いて人力で行われており、大規模災害時などの電源供給が不可能な状況においても稼働可能であることが確認された。

したがって、開発したレスキューマニピュレータは、従来の工業用内視鏡のもつ問題点を解決しており、瓦礫下の生存者を探索するための装置として有用であると考えられる。

5. 今後の課題

今後の課題は、マイクなど各種センサの追加による探査能力の向上、および、操作性の向上である。

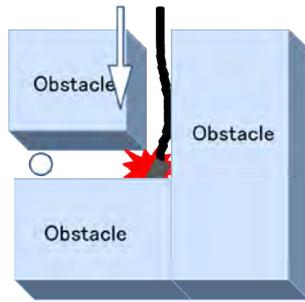


図 1-A デッドロック

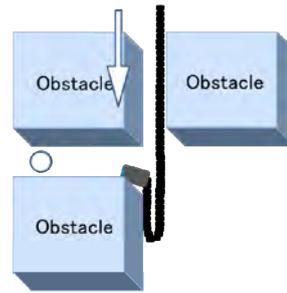


図 1-B 進行不可

図 1-A の状況では、進行のための力が垂直効力および摩擦力に変換されてしまい、これ以上侵入することが不可能である。

図 1-B の状況では、旋回する場所に壁が存在しないため、胴体がたわんでしまい、これ以上侵入することが不可能である。

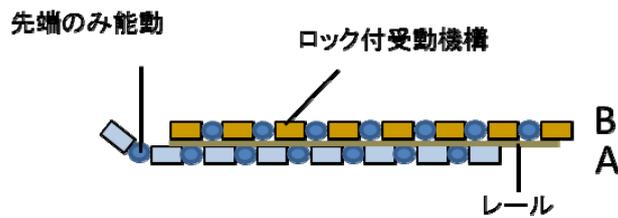


図 2 マニピュレータの概要

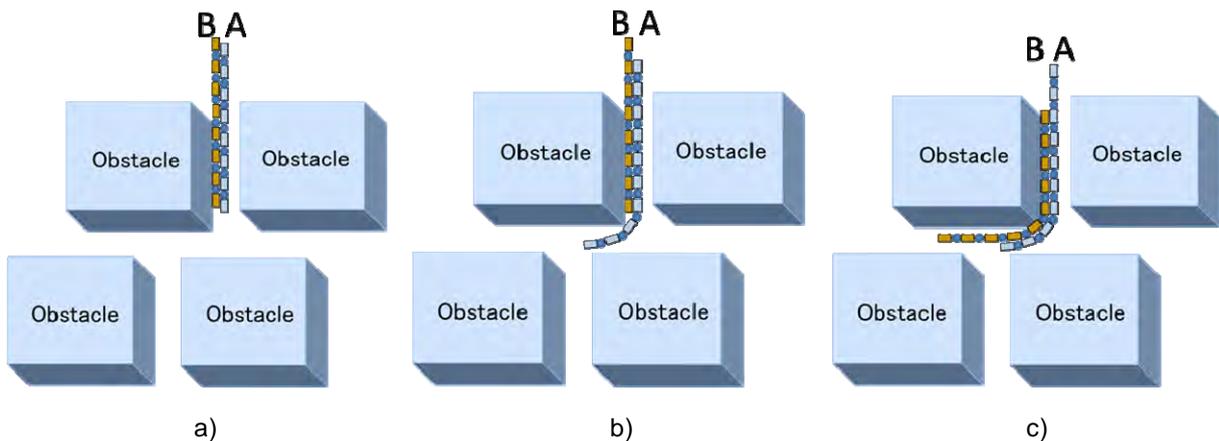


図 3 操作手順

一方のマニピュレータの関節をロックし、このマニピュレータをガイドとして、もう一方のマニピュレータを前進させるという動作を交互に繰り返すことで、ロボットを任意の位置まで到達させることが可能となる。

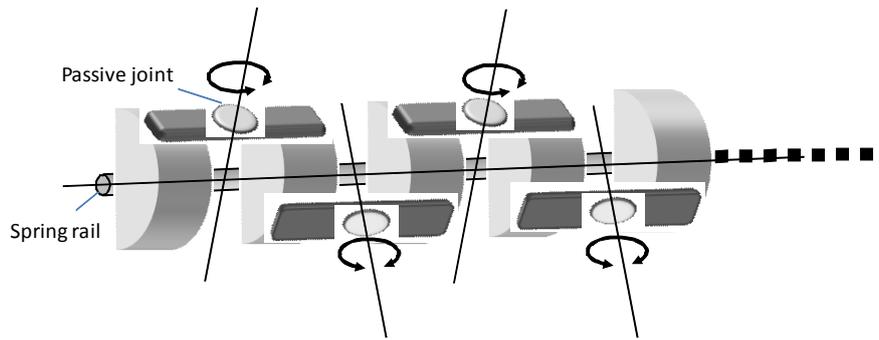


図 4 片側のマニピュレータ

2本のマニピュレータがレールを介して並列に結合される構造となっている。2本のマニピュレータは、このレールに沿って前後に自由に移動可能である。マニピュレータの各関節には受動関節が用いられており、可動軸が直行するように、上下に動く関節と左右に動く関節を交互に設置することで、三次元の動きを実現する。

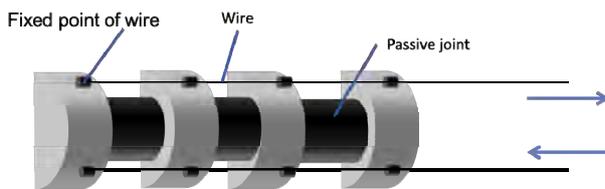


図 5 ワイヤの配置

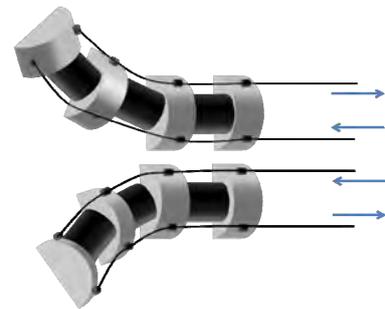


図 6 方向の制御

マニピュレータ側面に計2本のワイヤーが張られおりこのワイヤーを引くことにより先頭リンクの向きを操作する。

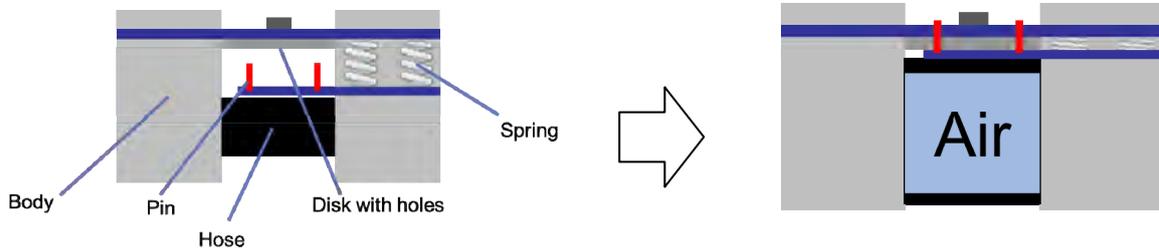


図 7 ロック機構

ホースに空気を注入することで、ホースが膨張し、内側のピンを外側へ押し上げる。このピンが、外側のリンクの予め用意された穴に挿入されることにより、関節がロックされる。ホースの空気の出し入れにより関節のロックと解除を行う。

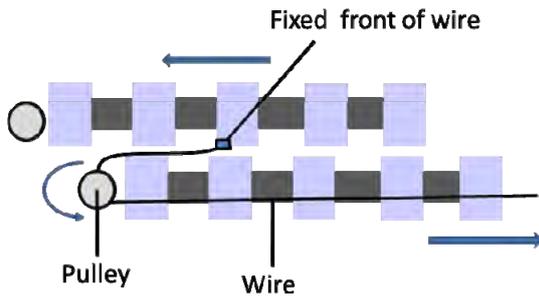


図 8 ワイヤーとプーリーの配置

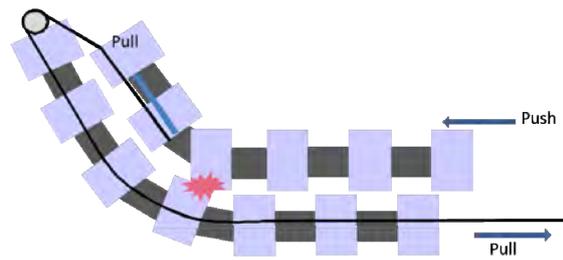


図 9 ワイヤーによるマニピュレータの移動

マニピュレータ A の先端に固定したワイヤーをもう一方のマニピュレータ B を介して後方まで伸ばし、このワイヤーを引っ張ることで、マニピュレータ A を前方より引っ張る力によって前進させる。これにより、図 9 に示すように、内側のマニピュレータを前進させる際には、前方から引くことにより前進させることで、接触している箇所が離れる方向に力が働くため摩擦力が減少する。

一方、外側のマニピュレータを前進させる場合は、後方からマニピュレータ自身を押すことによって前進させることで、同様に摩擦力が減少する。このように、状況に合わせ、引く力と押す力を組み合わせることにより、デットロックを抑制する。

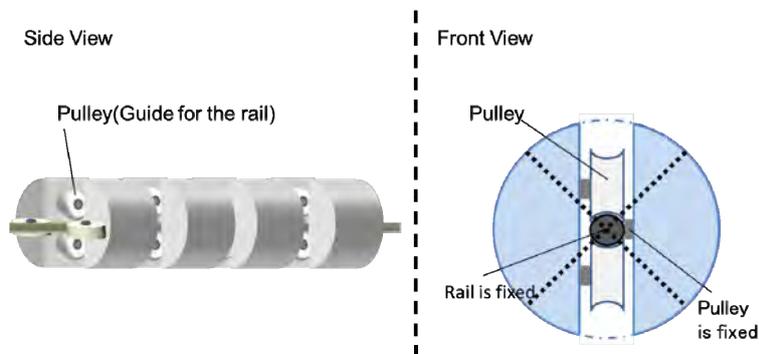


図 10 半円形構造

各マニピュレータは半円形状とし、二つのマニピュレータを組み合わることで円形となる構造とする。レールは円の中心を通るように配置する。これによって、関節の回転軸とレールの中心とが一致し、レールを伸縮させることなく各マニピュレータが 3 次元に稼働させることが可能となる。



図 11 開発されたマニピュレータ

マニピュレータの仕様は、高さ 6 cm、幅 6 cm、全長は 160 cm、重量 3.5 kg であり、1 リンクあたりの長さは 5 cm である。最少巡回半径は 14cm で先端にはカメラおよびライトが取り付けられている。

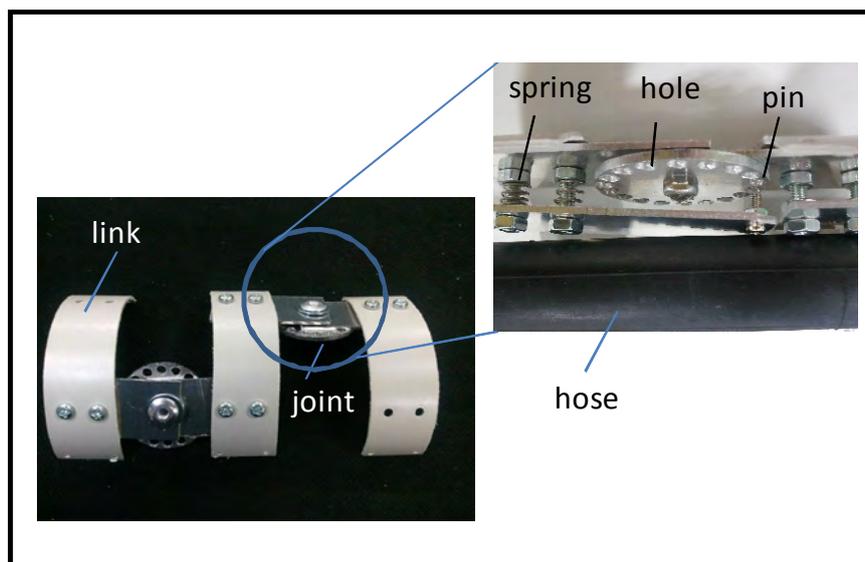


図 12 ロック機構

ピンが関節に取り付けられた穴に入り込むことにより関節が固定される仕組みとなっている。

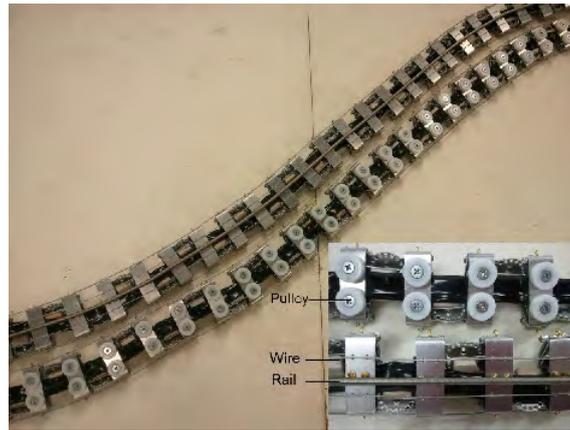


図 13 分離した様子

一方のマニピュレータには、硬いスプリングで作られたレールが固定され、もう一方のマニピュレータには、このレールを挟むように、複数のプーリー取り付けられている。

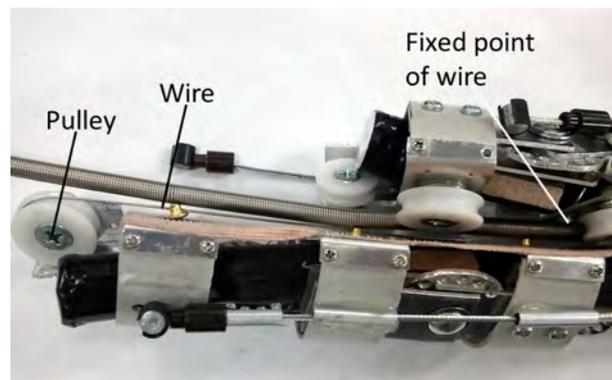


図 14 引く機構

下側のマニピュレータのワイヤーを引くことで、上側のマニピュレータ牽引される機構となっている。

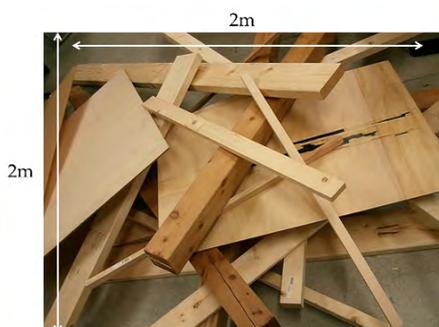


図 15 瓦礫を模した実験環境

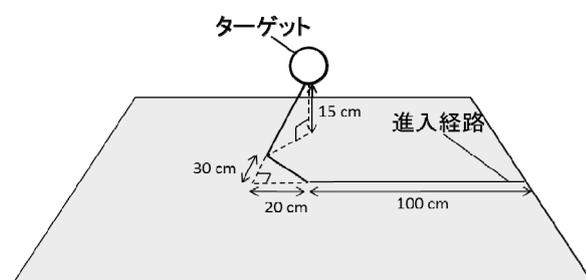


図 16 図 15 でのターゲットの位置

瓦礫を模した実験環境での検証を行う。実験環境の内部にはターゲットが設置されている。図 16 は、ターゲットの位置の一例を示す。

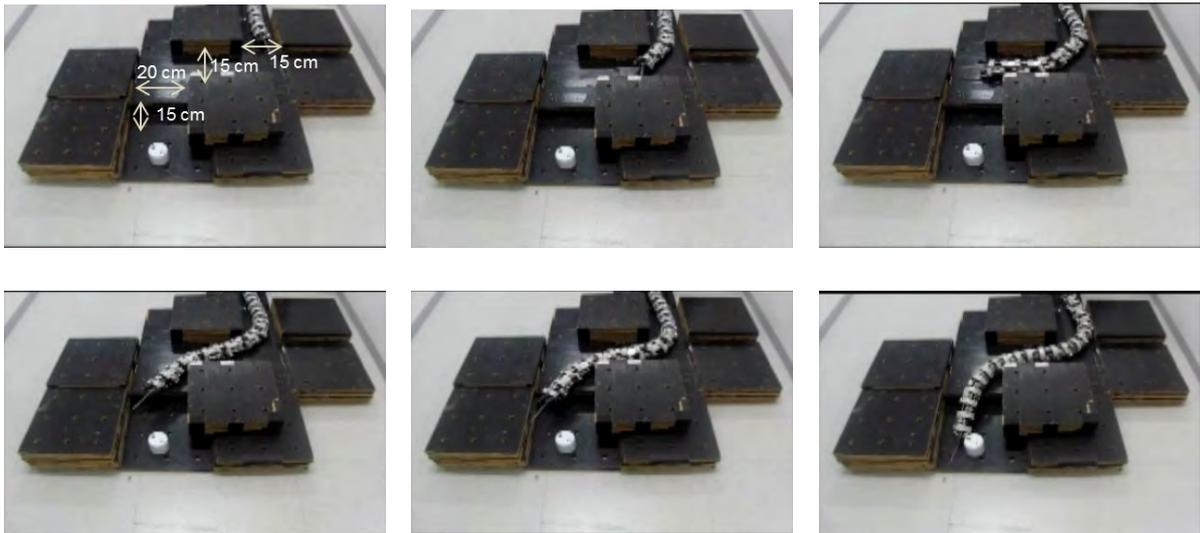


図 17 検証結果 1

従来の工業用内視鏡がデットロックにより侵入困難となる状況においても、壁との接触を減らすことで侵入可能となっていることが確認できる。

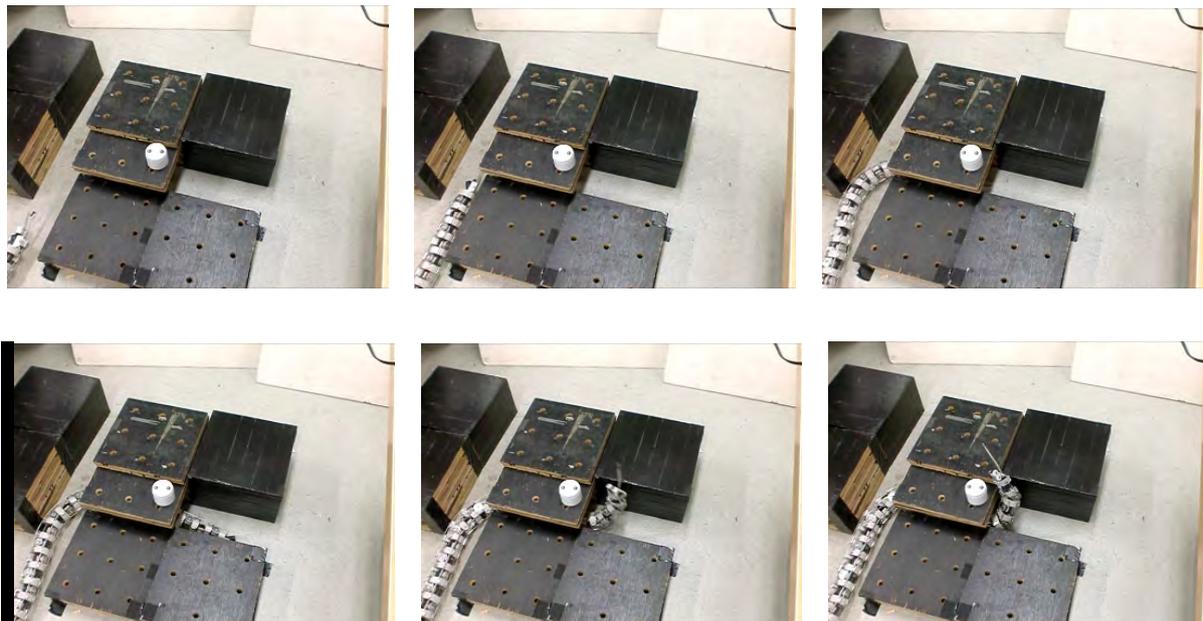


図 18 検証結果 2

壁がないところであっても旋回可能であり、任意の 3 次元方向に進行可能であることが確認できる。

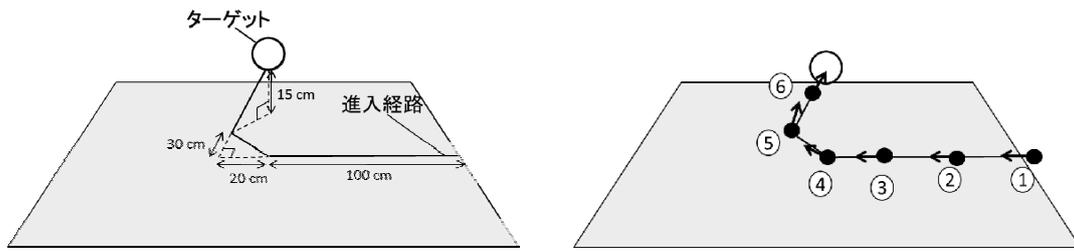


図 19 内部写真の撮影位置と角度

ターゲットの位置および、図 20 の各画像が撮影された場所とその向きを示す。

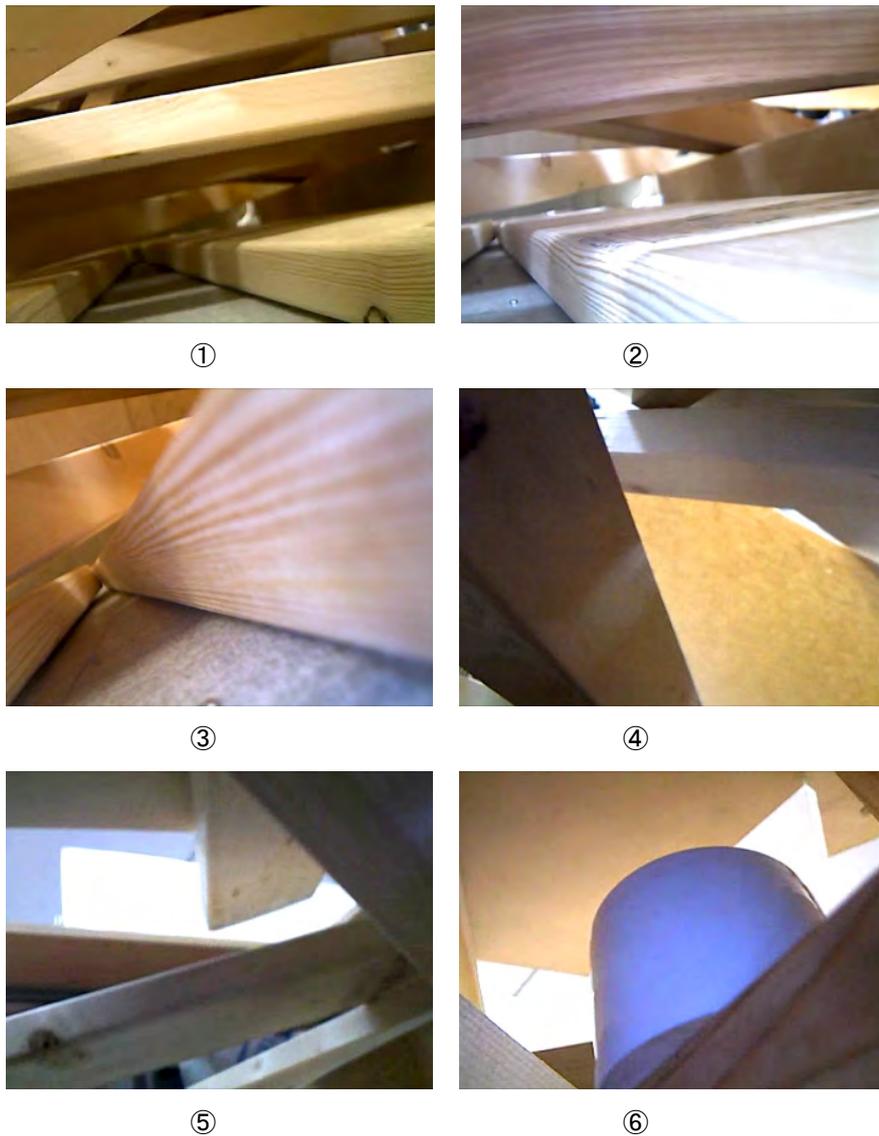


図 20 内部のカメラの映像

瓦礫内を探索する際のカメラより得られる画像の一例を示す。

火災防止を目的としたヒューズ機能付き IH 対応容器の開発

東洋製罐株式会社

藤田萩乃

1. まえがき

近年、火を使わない安全なコンロとして IH (Induction Heating) 調理器が急速に普及している。Figure 1 に示すように、2011 年度の統計では、台所に据付ける 200V タイプの IH 調理器が 720 万世帯で導入されており、総世帯数 4800 万戸に対する普及率は 15% である。2005 年以降からは、新築及びリフォームの需要でそれぞれ約 40 万台、合計約 80 万台が毎年出荷されていることから、2015 年には約 1000 万世帯で導入され、普及率は 20% に達すると予測されている^[1]。さらに、ガス配管を必要としないため導入コストが安いことから、今まさに復興しようとする東北地方の需要により、Fig.1 の予測を上回ることも考えられる。

しかしながら、火災に対して安全なはずの IH 調理器が関係する火災は、2007 年から 2010 年までに 18 件報告されている^[2]。そのほとんどは不適切な鍋を使用し、油を少量しか使わずにその場を離れたことが原因のてんぷら火災である。一方で、2008 年 9 月 19 日に大阪府で発生した火災は、紙パック内部にラミネートされた数 μm の厚さのアルミ箔が過加熱されたことに起因しており、IH 調理器と被加熱物との構成そのものに原因があると考えられる。てんぷら油を過加熱すれば発火に至ることは周知の事実であるが、IH 調理器でアルミ箔が火元となり得ることを消費者が理解しているか否かは極めて疑問である。

近年 IH 調理可能で、簡単便利な鍋として Fig.2 のようなアルミ箔鍋が流通し始めている。前述の紙パックと同様に、このようなアルミ箔

鍋は空焚きすると Fig.3 に示すように簡単に燃え、これが火災の原因となり得る。

本研究の目的は、どのような使用状況下でも火災を未然に防ぎ、誰でも安心安全に調理ができる簡単便利な鍋を開発することにある。このような視点に立って鍋に付与した安全機能により、IH 調理器が自動的に停止するように IH 調理器と被加熱物との関係を再構築する。本研究の対象とする IH 対応容器 (以後当該容器をこのように呼ぶ) の外観を Fig.4 に示しておく。

2. アルミ箔鍋における技術的課題と IH 対応容器の設計手法

2-1. アルミ箔鍋の従来特許と問題点

IH 調理器で調理可能なアルミ箔鍋に関する特許は 1970 年代から今日までに 2000 件以上出願されている。これらは主として Fig.2 に示すような薄導体板を打抜き成形した鍋や、アルミ箔を樹脂や紙などの容器に貼り合わせる構造の鍋である。これらの特許は、Fig.5 に示すように、導電材の材質や板厚を限定するもの、容器強度を保つための加工に関するもの、導電材を容器に装着する際の水冷構造に関するものに分類される。ただし、これらは IH 調理器での加熱を可能とする技術であり、空焚きしたときの火災の原因の排除を可能とする技術ではないことを指摘しておきたい。

2-2. アルミ箔鍋の底厚とインピーダンスマッチング

IH 調理器において被加熱物とのマッチングが取れない場合には機器自身が破損する危険性がある。そのため、被加熱物のインピーダンス

を測定することにより加熱の可否を自動的に判別している。Figure 6 は IH 調理器加熱コイルにおいて、無負荷を基準にしたときのアルミニウム板のインピーダンス変化分と IH 調理器における加熱の可否を実験的に調査して示したもので、図中の縦軸はインダクタンスの変化分を、横軸はレジスタンスの変化分を表している。アルミニウム板の寸法は $\phi 100$ で、厚みを $3\mu\text{m}$ から 200mm まで変化させ、IH 調理器の天板上に配置して、インピーダンスの測定および加熱試験を行った。図中、本容器及び、市販の鋼製鍋、加熱可能な厚みの板をプロットで、加熱できない厚みの板を×印で、さらに実験的に得られた加熱可能な領域を斜線で示している。アルミニウムの板厚が増すにつれてインピーダンスは太線の矢印の向きに変化する。図から、厚み $14\mu\text{m}$ から $72\mu\text{m}$ で加熱可能領域を通過し、一般的なアルミニウム製の鍋 (2~5mm 厚程度) では加熱可能領域から大きくはずれることが分かる。参考までに $\phi 85$ (3~30 μm 厚) 及び、 $\phi 120$ (3~9 μm 厚) の測定結果を細線で示しておく。導電材料の場合には板厚が増すにつれて太線の矢印と同様の曲線を描く。インピーダンスマッチング領域、すなわち加熱可能な領域から外れる鍋は加熱されない。

Figure 2 のアルミ箔鍋は加熱可能領域に入るように鍋底の厚さが設計されている。

2-3. IH 対応容器の設計手法

IH 調理器はインピーダンスや天板温度を常時測定しているものの、鍋が燃えていてもこれらの測定値が閾値以内であれば加熱を続け、火災を止めるための判断をすることはできない。そこで著者は鍋が一定温度以上になったとき鍋のインピーダンスを IH 調理器とのマッチング領域から逸脱させ、IH 調理器が自身の保護機能により自動的に停止する方法を新たに考案した。これにより、鍋側から危険を回避する情報を IH 調理器側に通知することが可能となり、IH 調理器と被加熱物 (以後発熱体と呼ぶ) の関係を再

構築することが可能となった。

発熱体には IH 調理器の誘導加熱によりうず電流が流れ、発熱体の抵抗分のジュール熱により発熱する。発熱体が空焚きの危険性のある温度に達したとき、発熱体の一部をヒューズのように自己破体させることでうず電流を遮断し、インピーダンスマッチング領域から逸脱することが可能となる。このような特性をヒューズ機能と呼ぶこととする。ヒューズとなる部位を自己破体させるためには、他部位より高温となるようにし、かつヒューズ部の抵抗値のみを大きくする必要がある。そのため Fig.7 に示すように箔材を一旦切断し、再接合する方法を採用した。本発熱体は食品用途であることを考慮すれば、接合方法として接着剤は使用せず、物理的に圧着する方法が望ましい。うず電流が流れると圧着部は反発するため、強い勘合力が求められる。そこで、超音波溶接による圧着接合により圧着力と面積を調整する機構とし、接合部を形成した。さらにヒューズ機能を確実に発揮させるためには、破体時のうず電流の迂回路を一切遮断しなければならない。そのため、発熱体は必然的にドーナツ形状となる。

単純に IH 調理器によって鍋を加熱するのみであれば、Fig.6 のようにインピーダンスマッチング領域を実測して設計すればよいが、火災防止のためにはヒューズ機能を有する発熱体に複雑に流れるうず電流問題を正確に解析した上で、十分に電磁気学的検討を加える必要がある。

誘導加熱における被加熱物としての本発熱体は数 μm の厚さであり、非常に薄いといえる。しかしながら、このような薄導体板は瞬時に燃えてしまうため、これまでは工業的な用途はほとんどなく、精度の高い電磁界解析の必要はなかった。そのため薄導体板の電磁界解析手法は確立されておらず、Fig.2 のようなアルミ箔鍋について、電磁気学的見地から火災防止のための詳細な検討がなされることはなかった。

そこで、本論文では厚さが他の諸寸法に比べ

て極端に薄い発熱体の解析手法を境界要素法に基づいて新たに構築した。

3. 線積分表示による電磁界解析手法の提示

3-1. 積分形式による電磁界の一般式

定式化にあたって、まず以後の解析に必要な基礎方程式の概略を示しておく。積分形式による電磁界の表現はマックスウェルの微分方程式にグリーンの定理を適用することによって導かれる^[3]。空間の磁界 \mathbf{H}_{op} および電界 \mathbf{E}_{op} はそれぞれ次のように与えられる。

$$\mathbf{H}_{op} = \mathbf{H}_{ep} + \int_S \left[-j\omega\epsilon_0 \mathbf{K}_s + \mathbf{J}_s \times \nabla G_o - \frac{\nabla \cdot \mathbf{K}_s}{j\omega\mu_0} \nabla G_o \right] dS \quad (1)$$

$$\mathbf{E}_{op} = \mathbf{E}_{ep} - \int_S \left[j\omega\mu_0 \mathbf{J}_s G_o + \mathbf{K}_s \times \nabla G_o - \frac{\nabla \cdot \mathbf{J}_s}{j\omega\epsilon_0} \nabla G_o \right] dS \quad (2)$$

ここで、 μ_0 は透磁率を、 ϵ_0 は誘電率を、 ω は電磁界の角周波数を、 S は導体の表面積を、 \mathbf{J}_s は表面電流を、 \mathbf{K}_s は表面磁流を、 \mathbf{H}_{ep} および \mathbf{E}_{ep} はそれぞれ計算点 P における加熱コイルによるソース磁界および電界を表す。さらに添え字 p は計算点における値を、添え字 o は空間側の値を、添え字 i は導体側の値を表し、 $j = \sqrt{-1}$ である。また、導体中の透磁率を μ_i とし、導電率を σ とすると、導体内の磁界 \mathbf{H}_{ip} および電界 \mathbf{E}_{ip} はそれぞれ次のように導かれる。

$$\mathbf{H}_{ip} = - \int_S \left[-\sigma \mathbf{K}_s G_i + \mathbf{J}_s \times \nabla G_i - \frac{\nabla \cdot \mathbf{K}_s}{j\omega\mu_i} \nabla G_i \right] dS \quad (3)$$

$$\mathbf{E}_{ip} = \int_S \left[j\omega\mu_i \mathbf{J}_s G_i + \mathbf{K}_s \times \nabla G_i - \frac{\nabla \cdot \mathbf{J}_s}{\sigma} \nabla G_i \right] dS \quad (4)$$

なお、 G_o および G_i はそれぞれ、空間および導体内部のグリーン関数であり、次のように定義される。

$$G_o = 1/(4\pi r), \quad G_i = e^{-kr}/(4\pi r), \quad k = \sqrt{j\omega\mu_i \sigma}$$

積分方程式(1)~(4)において、表面電流 \mathbf{J}_s および表面磁流 \mathbf{K}_s は導体表面の磁界および電界と導体表面の内側から外側へ向かう単位法線ベ

クトル \mathbf{n} により、以下のように定義される^[4]。

$$\mathbf{J}_s = \mathbf{n} \times \mathbf{H}_o = \mathbf{n} \times \mathbf{H}_i \quad (5)$$

$$\mathbf{K}_s = -\mathbf{n} \times \mathbf{E}_o = -\mathbf{n} \times \mathbf{E}_i \quad (6)$$

3-2. 導体内の電磁界

Figure 8 に示す厚さ d の導体において、導体表面 S_1 の位置を $z=0$ とし、導体表面 S_2 の位置を $z=d$ とすると、導体内の任意の深さ z における磁界 \mathbf{H}_i および電界 \mathbf{E}_i は、式(3)および式(4)より、それぞれ次式で与えられる。

$$\mathbf{H}_{ip} = \frac{\sigma \mathbf{K}_{s1}}{2k} e^{-kz} + \frac{\sigma \mathbf{K}_{s2}}{2k} e^{-k(d-z)} + \frac{\mathbf{J}_{s1} \times \mathbf{n}_1}{2} e^{-kz} + \frac{\mathbf{J}_{s2} \times \mathbf{n}_2}{2} e^{-k(d-z)} \quad (7)$$

$$\mathbf{E}_{ip} = \frac{j\omega\mu_i \mathbf{J}_{s1}}{2k} e^{-kz} + \frac{j\omega\mu_i \mathbf{J}_{s2}}{2k} e^{-k(d-z)} - \frac{\mathbf{K}_{s1} \times \mathbf{n}_1}{2} e^{-kz} - \frac{\mathbf{K}_{s2} \times \mathbf{n}_2}{2} e^{-k(d-z)} \quad (8)$$

ここで、添え字 1, 2 はそれぞれ導体表面 S_1 、導体表面 S_2 の値を示す。一方、式(7)より導体表面 1, 2 の電界を求め、表面磁流と電界には $\mathbf{K}_s = -\mathbf{n} \times \mathbf{E}_i$ の関係があることを考慮すると、次のように \mathbf{J}_s を \mathbf{K}_s の関数として導くことができる。

$$\mathbf{K}_{s1} = \frac{j\omega\mu_i}{k} \left(-\frac{e^{kd} + e^{-kd}}{e^{kd} - e^{-kd}} \mathbf{n}_1 \times \mathbf{J}_{s1} + \frac{2}{e^{kd} - e^{-kd}} \mathbf{n}_1 \times \mathbf{J}_{s2} \right) \quad (9)$$

$$\mathbf{K}_{s2} = \frac{j\omega\mu_i}{k} \left(\frac{2}{e^{kd} - e^{-kd}} \mathbf{n}_1 \times \mathbf{J}_{s1} - \frac{e^{kd} + e^{-kd}}{e^{kd} - e^{-kd}} \mathbf{n}_2 \times \mathbf{J}_{s2} \right) \quad (10)$$

3-3. 境界要素法による定式化

境界要素法では導体の厚みが薄くなるほど方程式が不定になり易い。これを回避するために未知数を次式のように導体の両表面電流の和と差に置き換える。

$$\mathbf{J}_a = \mathbf{J}_{s2} + \mathbf{J}_{s1}, \quad \mathbf{J}_b = \mathbf{J}_{s2} - \mathbf{J}_{s1} \quad (11)$$

また導体板の情報を次式にまとめる。

$$\mathbf{C}_b = \frac{e^{kd/2} - e^{-kd/2}}{e^{kd/2} + e^{-kd/2}} \quad (12)$$

接線方向磁界の連続性および法線方向磁束密度の連続性から表面 S_2 を N_e 分割した次式が導かれる。

$$-\frac{1}{2}\mathbf{J}_{bp} + \mathbf{n}_{p2} \times \sum_{N_e} \mathbf{J}_i \oint_{\Delta L} \mathbf{l} \times \nabla G_o dL$$

$$+ \frac{\mu_s C_b}{k} \mathbf{n}_{p2} \times \sum_{N_e} \oint_{\Delta L} \nabla G_o \mathbf{J}_b \cdot d\mathbf{L} = -\mathbf{n}_{p2} \times \mathbf{H}_{ep}$$

(13)

$$\frac{\mu_s}{2kC_b} \sum_{i=1}^4 \frac{\mathbf{l} \cdot \mathbf{J}_{ai} L_i}{\Delta S_0} + \mathbf{n}_{p2} \cdot \sum_{N_e} \mathbf{J}_i \oint_{\Delta L} \mathbf{l} \times \nabla G_o dL$$

$$+ \frac{\mu_s C_b}{k} \mathbf{n}_{p2} \cdot \sum_{N_e} \oint_{\Delta L} \nabla G_o \mathbf{J}_b \cdot d\mathbf{L} = -\mathbf{n}_{p2} \cdot \mathbf{H}_{ep}$$

(14)

ここで、式(13)、(14)において $\nabla \cdot \mathbf{J}_s = 0$ が自動的に満たされるように \mathbf{J}_a の代わりに次に示すループ電流 \mathbf{J}_l を導入する。

$$\mathbf{J}_{ak} = \frac{2(\mathbf{J}_{l0} - \mathbf{J}_{lk}) \Delta L_k}{\Delta S_0 + \Delta S_k}, k=1, 2, 3, 4 \quad (15)$$

式(15)において \mathbf{J}_{ak} は分割要素の k 番目の辺上のその辺に沿う方向の \mathbf{J}_a を、 ΔS は分割要素の面積を、 ΔL_k は分割要素の k 番目の辺の長さを、添え字 0 は中央の要素を示し、 k は中央の要素に接する分割要素における値を表す。よって、 \mathbf{J}_a による磁界の面積分は次式のようにループ電流 \mathbf{J}_l による磁界の線積分として近似できる。

$$\int_{\Delta S} \mathbf{J}_a \times \nabla G_o dS = \mathbf{J}_l \oint_{\Delta L} \mathbf{l} \times \nabla G_o dL \quad (15)'$$

ここで、 \mathbf{l} は分割要素の周辺を循環するループ電流の方向を表す単位ベクトルであり、 ΔL は面積 ΔS の周辺長である。

3-4. 未知数 \mathbf{J}_a 、 \mathbf{J}_b の物理的解釈

式(7)より、要素の厚み部分を通過する全磁束は次式で示すように未知数 \mathbf{J}_b で表すことができる。

$$\mu \int_0^d \mathbf{H}_i dz = \mu \frac{C_b}{k} \mathbf{n}_2 \times \mathbf{J}_b \quad (16)$$

Figure 9 は導体板の各々の表面電流の差である \mathbf{J}_b の概念図で、単位幅あたりの磁束の吸い込み、及び発散の様子を示している。式(16)からその量は導体に吸い込まれる磁界と発散される磁界の総和、すなわち単位幅あたりの磁束として扱うことができる。

同様に、式(8)より各要素の全電流は次式のように未知数 \mathbf{J}_a で表すことができる。

$$\int_0^d \mathbf{E}_i dz = \frac{1}{\sigma} \mathbf{J}_a \quad (17)$$

式(5)によって示されるように \mathbf{J}_s は磁界の概念を持つ等価的な電流であるのに対し、 \mathbf{J}_a は式(17)で導かれたように、導体板の単位幅あたりに流れる真の電流であると解釈できる。Figure 10 に導体板の各々の表面電流の和である \mathbf{J}_a の概念図を示しておく。図から \mathbf{J}_a は導体の内部で打ち消しあい、導体表面に沿う方向の磁束は与えないことがわかる。

以上に、本論文で新たに導入した表面電流の和と差がそれぞれ物理的意味を持つことを示し、これらの量を導入することによって薄導体板のうず電流問題を精度よく解く手法を確立することができた。

4. 火災防止機能を有する IH 対応容器への応用

4-1. IH 対応容器用発熱体と電磁界解析

3 章で定式化した薄導体板の解析手法を用いて IH 対応容器用発熱体のうず電流問題を解く。Figure 11 にその解析モデルを示す。導体板の材料は厚さ $7[\mu m]$ 、導電率 $31.5 \times 10^6 [S/m]$ のアルミニウムとし、外半径 $7.5[cm]$ のドーナツ形状で中央部の穴の内半径は $2[cm]$ である。市販の IH 調理器による誘導加熱に対応させるため、加熱コイルは厚さ $0.3[cm]$ 、内半径 $2.5[cm]$ 、外半径 $9[cm]$ で導体板の $1[cm]$ 下方に配置し、周波数は $20[kHz]$ とする。簡便のため巻数 1 で、その電流は $1[AT]$ とする。

Figure 12 に穴のある平板モデル(a)、接合部のあるモデル(b)、切断部のあるモデル(c)の各々について電力密度分布の解析結果を示す。接合部のあるモデル(b)では接合部分を透過モデルとし、導電率を $1.0 \times 10^7 [S/m]$ とした。切断時モデル(c)に関しては本手法を用いた場合、切断部をメッシュ作成する必要はないため、切断部に

接する要素の節点を重複させて与えた。同図において、 P_w は発熱体の全電力密度 $[W/cm^2]$ を示す。簡便のため加熱コイル出力を 1 とし、平板モデル(a)を基準にとっている。 P_w の増減は発熱体全体の熱量に比例している。またモデル(b)より、接合部としてヒューズを作成すると、ヒューズ部分の発熱量が他より極端に増大し、全体としての発熱量も増している。反対にモデル(c)のようにヒューズ機能が働いてヒューズ部が切断されると、ヒューズ部には発熱がなく、全体の発熱量も極端に減少することがわかる。

4-2. ヒューズの性能

容器構成の一例を Fig.13 に示す。樹脂製または紙製の底トレイに発熱体を装着し、すのこトレイに食材を配し、フタをする構成とした。ヒューズ機能のない発熱体を装着したときの空焚き時の様子を Fig.14 に、ヒューズ機能を付与した発熱体を装着したときのヒューズが作動する前後の様子を Fig.15 に示す。Figure 14 に示すように、ヒューズ機能が付与されていなければ数秒後に発煙、発火に至り、火災の危険性を免れ得ないことが分かる。しかしながら Fig.15 のように、ヒューズ機能を付与していれば、完全に空焚きになる前に深さ約 2mm 程度の水を残した状態で、安全・確実に自己破体する。なお、水面が波打っていないことから、IH 調理器の出力が停止していることが確認できる。

以上のことからヒューズ機能を付与した IH 対応容器は、完全に空焚き状態になる前に、安全・確実にヒューズが作動し、IH 調理器を停止させるため、火災防止に極めて有効であること

が示された。

5. まとめ

Figure 2 のようなアルミ箔鍋については、具体的に火災に至った事例は未だ報告されていないものの、空焚きをすれば簡単に燃えてしまう危険性をはらんだ容器である。消費者は思いもよらない使い方をするのがままあるため、あらゆる可能性を徹底的に追求し、安全安心な製品を提供することが我々技術者の使命である。そこで本論文では、薄導体板の電磁界解析手法を新たに構築し、ヒューズ機能の有用性を理論的に示した。これにより設計された IH 対応容器のヒューズ機能つき発熱体においては、完全に空焚き状態になる前に安全・確実にヒューズ機能が働いて IH 調理器を停止させるため、火災防止に極めて有効である。近い将来本容器が世の中に広く普及し、各家庭で安心して温かな食卓が囲めることを切に望む。

参考文献

- (1) 2011 年版建材市場の展望と戦略、矢野経済研究所
- (2) NITE (独立行政法人製品評価技術基盤機構) 事故情報データベースより
- (3) J. A. Stratton, *Electromagnetic Theory*, McGRAW-HILL, pp.464-466, 1941.
- (4) 藤田、石橋、線積分方程式による薄導体容器の誘導加熱時のうず電流解析、電気学会論文誌 B, Vol.127, No.8, pp.929-935, 2007.

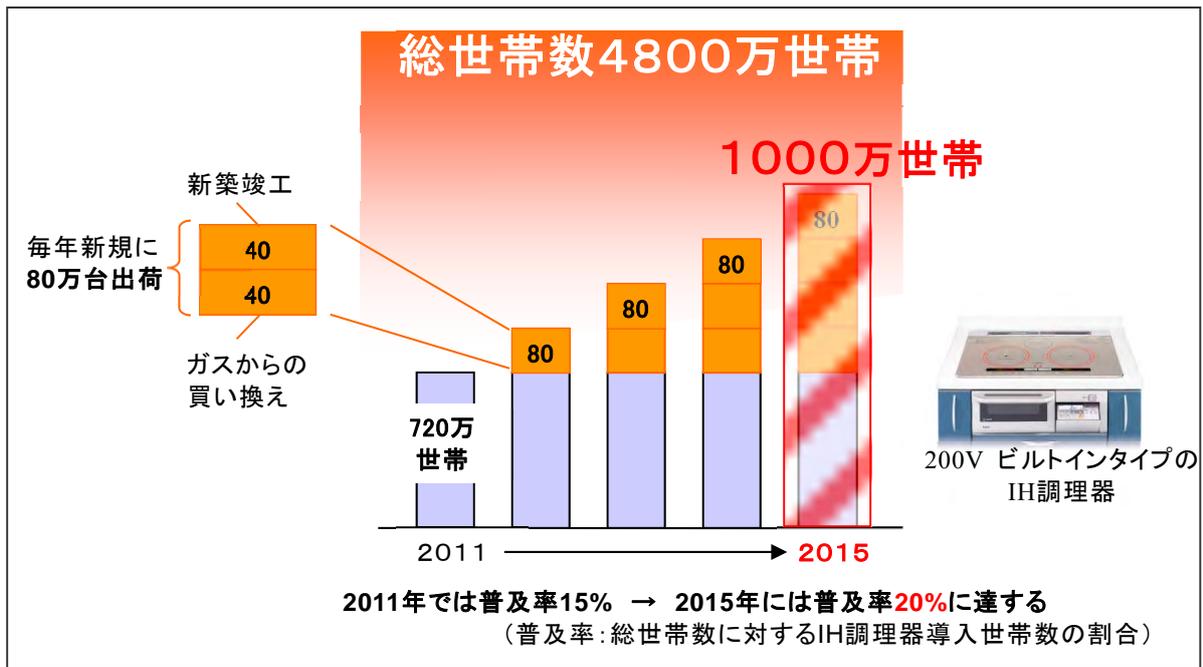


Fig.1 200V ビルトインタイプ IH 調理器の普及予測



Fig.2 市販のアルミ箔鍋

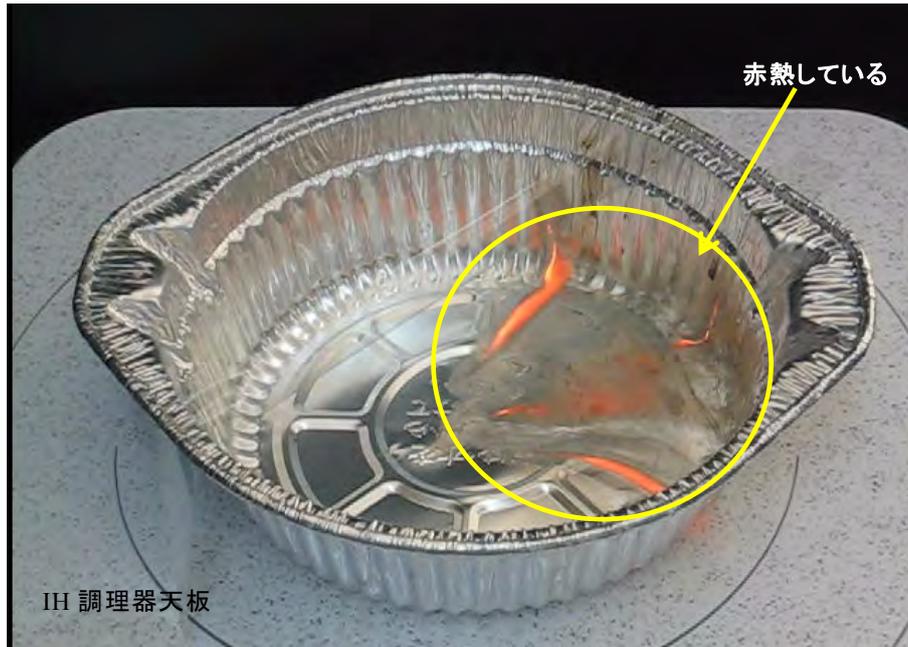


Fig.3 空焚き時のアルミ箔鍋

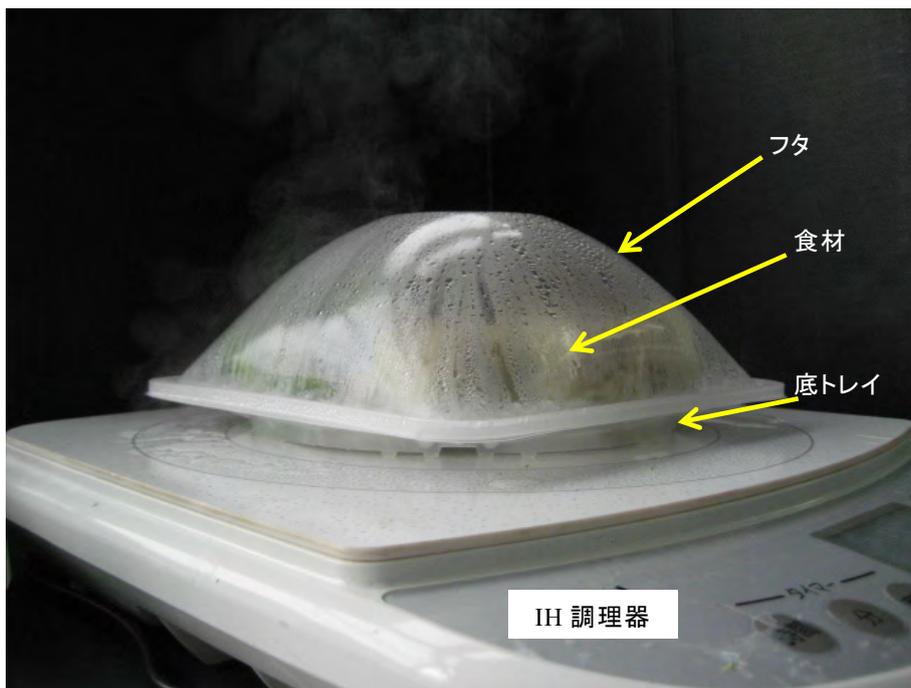
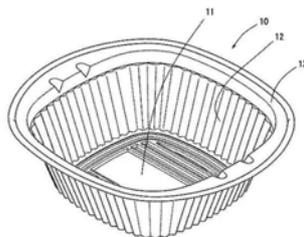
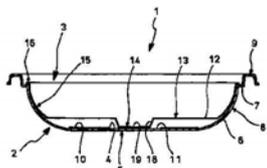


Fig.4 本容器のイメージ



薄導体板を打抜き成形した鍋：

- ・ 導電材の材質や板厚を限定する
 - ・ 容器強度を保つための加工に関する
- 例 特開 [2007-270351](#)、特開 [2008-155937](#)



アルミ箔を樹脂や紙などの容器に貼り合わせる構造の鍋：

- ・ 導電材を容器に装着する際の水冷構造に関する
- ・ 導電材の材質や板厚を限定する

例 特開 [平 07-296963](#)、特開 [2007-222402](#)、特開 [2007-222402](#)

Fig.5 先行特許例

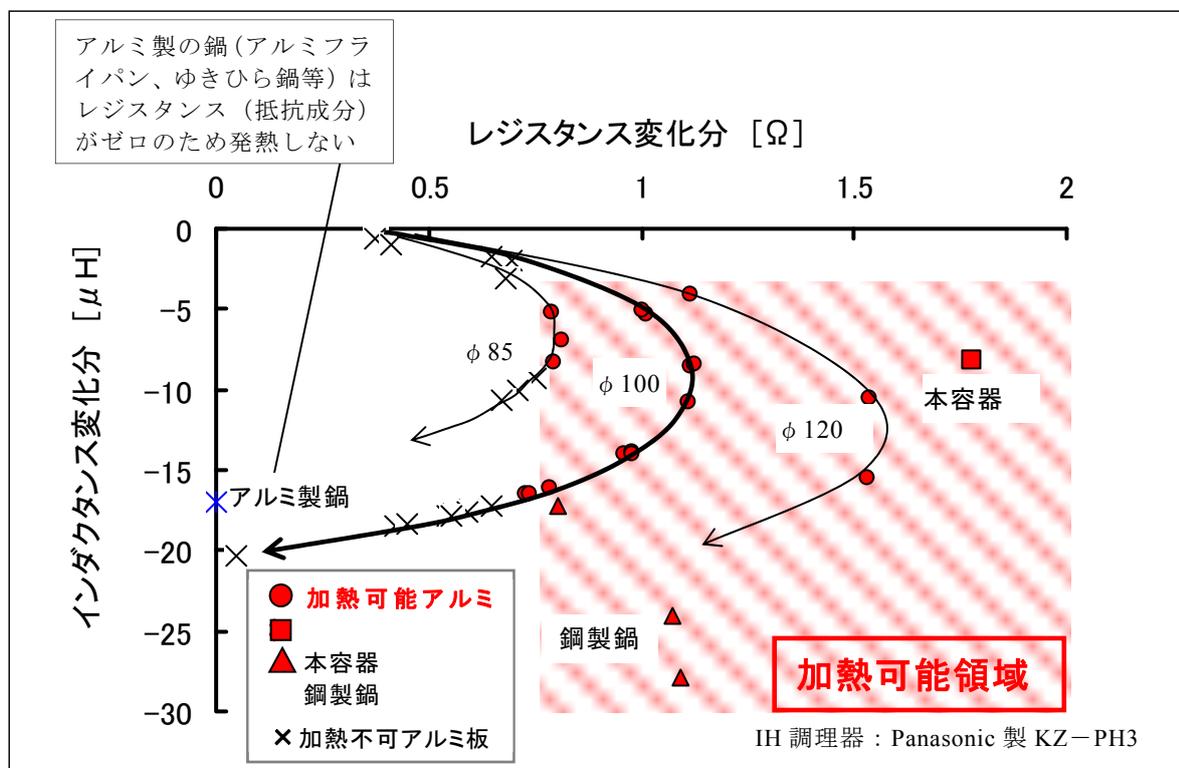


Fig.6 アルミと IH 調理器とのインピーダンスマッチング

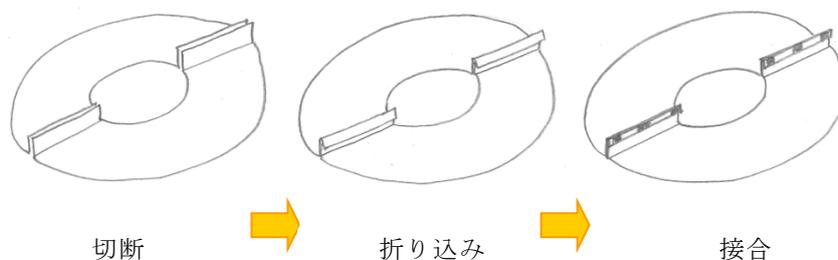


Fig.7 ヒューズ部の成形方法

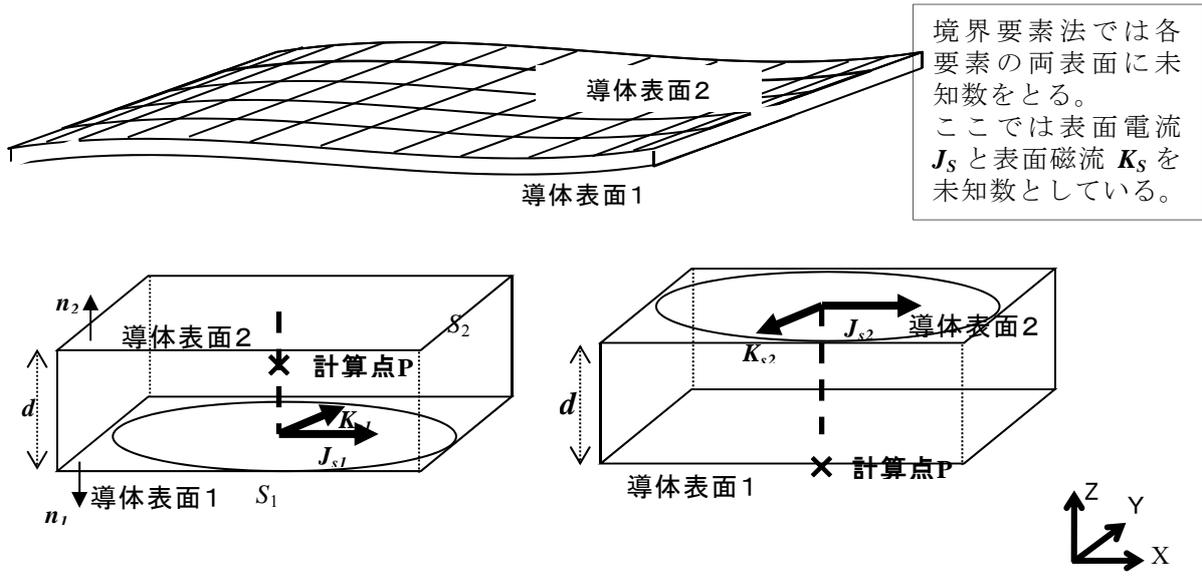


Fig.8 導体表面における表面電流 J_s と表面磁流 K_s

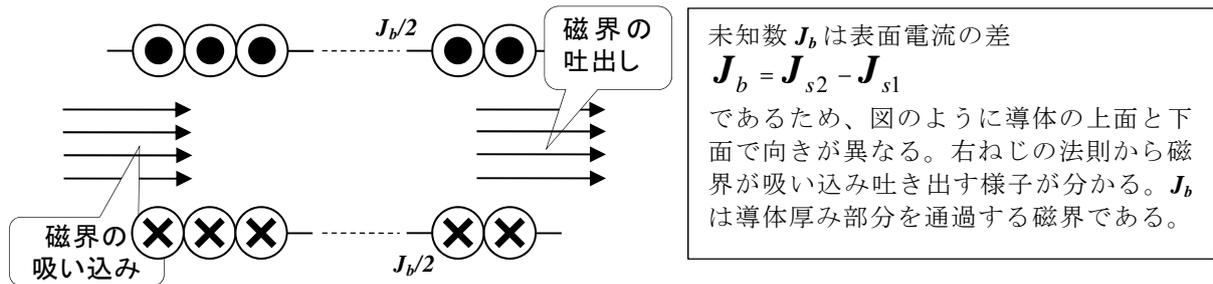


Fig.9 未知数 J_b の概念図

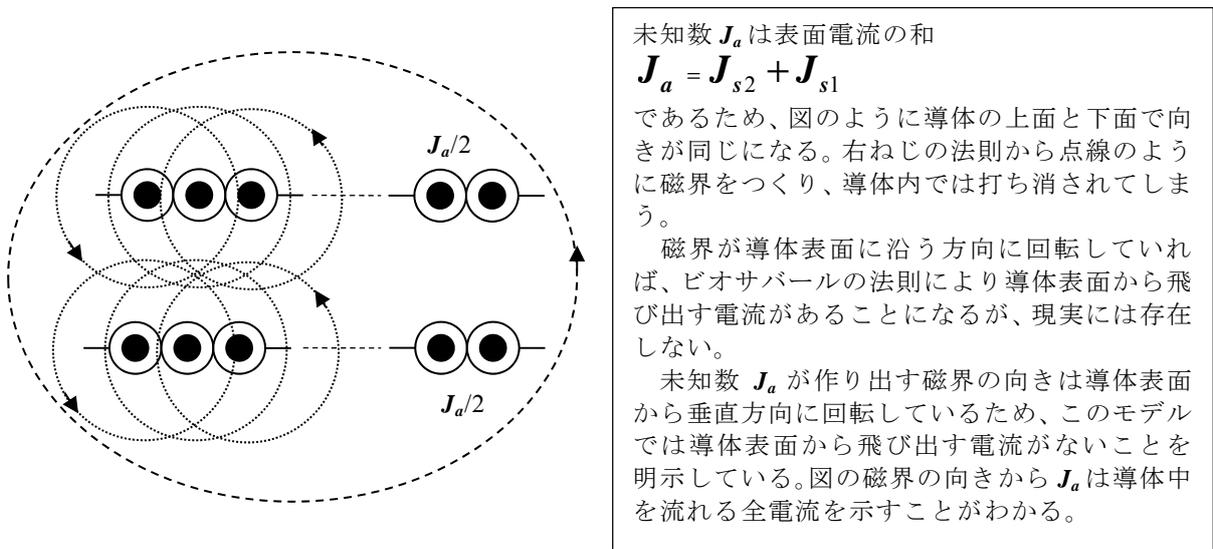


Fig.10 未知数 J_a の概念図

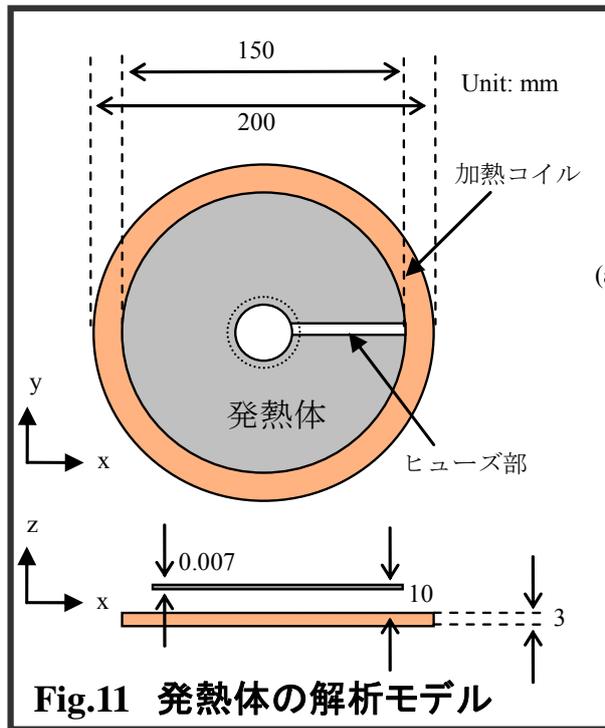
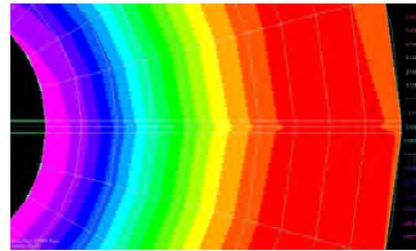


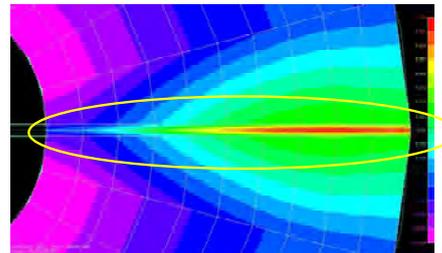
Fig.11 発熱体の解析モデル



(a) 平板(ヒューズなし) $P_w: 2.1779673e-003 [W/cm^2]$

通常使用時 :

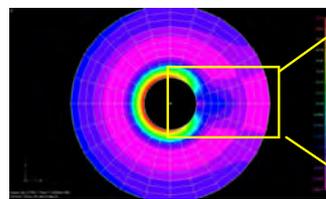
円の中心から半径方向距離が同じ要素では温度が同じになっている。
外周になるほど温度があがる。



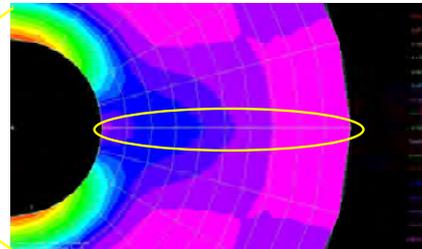
(b) ヒューズあり $P_w: 2.1707257e-003 [W/cm^2]$

ヒューズ作動時 :

ヒューズ部が他部位に比べて極端に温度が上がっている。



切断時の全体図



(c) 切断時 $P_w: 5.2140888e-004 [W/cm^2]$

ヒューズ作動後 :

切断部を避けるようにうず電流が流れる。
切断部の反対側に高温部が集中する。

Fig.12 本手法による $7 \mu m$ アルミニウム板の電力密度分布

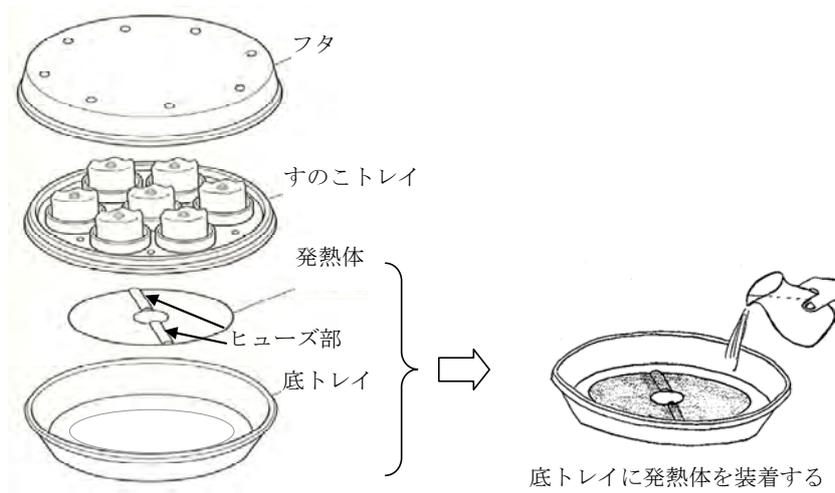


Fig.13 容器構成



スイッチ入



1 秒後、発煙



3 秒後発火！！
炎はアルミ箔が粉状に
なるまで焼き尽くした

Fig.14 空焚き時のヒューズ機能のない容器



Fig.15 ヒューズ性能の評価

雨漏りにより照明器具から出火したと推定される火災の調査報告

相馬地方広域消防本部

高倉健一、上遠野敬一、烏中亮太

1. 火災の概要

出火した建物は、昭和 35 年 4 月に建築された木造平屋建瓦葺一部トタン葺延べ面積 45.48 平方メートルの古い賃貸住宅である。

出火当時、借家人はすでに亡くなっており空家状態で妹の孫にあたる親戚が時折、家の中の物を整理に訪れる程度であった。この木造賃貸住宅が東日本大震災による屋根の損傷から雨漏りが生じ、その雨漏りにより照明器具から出火したと推定される原因で、六畳間の中央に置いてあった寝具類と畳、1.2 平方メートルを焼損した建物火災である。（図面 No.1、2 参照）

2. 現場見分状況

(1) 建物外部の状況

住宅の屋根部分は大部分の瓦が崩れ落ち、ブルーシート 3 枚により被覆されているが、風がふけばシートが 30 センチメートル程度めくれる状態である。（写真 No.1、2 参照）

(2) 建物内部の状況

南側に増築されたトタン葺の六畳間を除き各部屋の天井、壁面、床面全体に煤が付着しており、煤を洗い流したように垂れた雨漏りの染み跡が見られる。（写真 No.3、4 参照）

(3) 焼きしている六畳間の見分状況

六畳間のほぼ中央にひょうたん型の形状で畳と敷布団と思われる寝具が焼きしており、一部床板まで燃え抜けているのが見られる。

さらに詳細に見分すると、そのひょうたん型形状のほぼ中央に位置し、焼きしている蛍光灯器具が落下しており、その上の天井は雨漏りによる染みが天井板全体に染みており、畳も六畳

間全体にかけて濡れているのが見分できる。（写真 No.5、6 参照）

焼きし落下している蛍光灯器具が吊下げられていた天井を見分すると、蛍光灯の器具本体部分である金属製上蓋を支持していた樹脂製シーリングカバーは、溶融し根元部分で引き千切られるように焼き切れており、同カバーの内部に納められていたコード及びコネクタ部分のボディが原型のまま露出し、垂れ下がっているのが見分できる。（写真 No.7 参照）

蛍光灯は割れて散乱し、器具本体の金属製上蓋は内側を上に向けて畳の上に落下しており、安定器及びコード、コネクタ部分のプラグは残存しているものの、器具本体の樹脂製下蓋は焼きし原型をとどめておらず、すべて黒く溶融して一部が畳にへばり付いている。（写真 No.8、9 参照）

落下している器具本体部分をほぼ中央にして南北にひょうたん型形状に焼きしており、同本体金属製上蓋に接した北側の畳に床板まで燃え抜けている部分が見られ、四角形状に焼け止まっている部分には溶融した樹脂が畳にへばり付いているのが見分できる。（写真 No.8、10 参照）

その燃え抜けの部分に天井から吊下げられていた蛍光灯器具と同型のセード（半透明の四角形のカバー）を置いたところほぼ同じ大きさであった。（写真 No.10、11 参照）

器具本体が落下している部分及び樹脂製下蓋が溶融し畳にへばり付いている部分、そして畳と床板が燃え抜け四角形状に焼け止まっている部分、これらの部分はすべて蛍光灯器具等に係わる焼き部分であり、さらに、ひょうたん型形

状に大きく焼きしている南側部分にある敷布団にも接しているのが見分できる。(写真 No.8、12、13 参照)

(4) 蛍光灯器具の焼き状況

蛍光灯の器具本体部分である金属製上蓋を支持していた樹脂製シーリングカバーは、熔融し根元部分で引き千切られるように焼き切れており、蛍光灯器具本体部分が焼きし落下している部分に敷布団が接していた。この部分をほぼ中央にしてひょうたん型形状に焼きしていることから、蛍光灯器具についてさらに詳細に見分する。

焼き前の蛍光灯状態を確認するため同型の蛍光灯器具と比較する。(写真 No.14、15 参照)

焼きした同型の蛍光灯器具本体を見ると、円形の蛍光灯器具本体は天井に面した金属製の上蓋、床に面した樹脂製の下蓋がネジで固定され 2 枚合わせとなっている。(写真 No.15 参照)

蛍光灯器具本体の樹脂製下蓋は、すべて黒く熔融して一部が畳にへばり付いている。焼きしている金属製上蓋は外側(天井面)からネジで留められていた安定器と電気系統のスイッチ部分の金具及びバネを残し樹脂部分はほとんど焼失しているのが見分できる。

焼きはグローランプと豆球部分の孔付近が特に焼きが強く、白く変色しており、金属製上蓋の外側部分と内側部分を比較すると、内側部分の焼きが強い。(写真 No.16、17 参照)

さらに詳細に見分すると、樹脂製シーリングカバーを金属製上蓋にひっかけて支持する部分の孔が 2 か所あるが、電源コードに近い方の孔は焼きが強く、金属製の上蓋にもかかわらず焼き切れ一部焼失しているのが見分できる。(写真 No.17、18、19、20 参照)

住宅内の電源ブレーカーは入りの状態で切られていなかった。

以上のことから焼きの強い蛍光灯器具が発火源となり着火、延焼した可能性が考えられる。

(5) 以下蛍光灯器具からの発火可能性について考察検討する

六畳間の畳、床板には燃え抜けが見分されており、焼き状況から無炎燃焼が長時間続いたものと考えられる。第一発見者と初期消火者は、発見し水バケツで消火しようとした際、炎は見られなかったと供述している。

蛍光灯器具が焼きし落下している場所は、寝具類の端の部分であり寝具類が広がった状態で燃え抜けているのはその南側であると見分している。親戚が整理するための出入口用として一箇所施錠していなかった窓があったが、この付近は警察がパトロールを強化していた地域でとくに不審者を見ている住民もいない。

また、寝具類にタバコが落ちたか放火したとしても湿気があり石油系の燃焼助長物でもなければ簡単には燃えない状況である。現場からは石油系の物は検出されなかった。無炎燃焼であったことを考えると寝具類が焼きし、その熱で天井に吊り下げられている蛍光灯器具が焼きし落下するとは考えにくい。まして同器具の直下は寝具類の端の部分である。

これらを考察すると天井から吊り下げられていた蛍光灯器具に雨漏りの水が入り通電状態となり、何らかの原因で発熱、発火した可能性が考えられた。しかし、スイッチを切っている蛍光灯が雨漏りで通電し、発熱、発火する可能性があるのか、当署に於いて火災実験を試みることにした。

3. 出火当日の気象状況

当時は台風が接近しており、強風を伴った大雨で出火時分の約 4 時間半前まで雨が降り続き、降り始めから 233 ミリの降雨を記録している。その後は雨が上がり、曇で無風状態となっている。

4. 再現実験

(1) 目的

雨漏りによる蛍光灯からの出火と思われる火災が発生したことから同原因により発火する可能性があるのか、それを検証するためのものである。

(2) 日時

H23.10.5 9:50 開始 23:50 終了

(3) 実験場所

署事務室

(4) 実験器具

1986 年製 30W2 灯円形蛍光灯器具 (焼損した蛍光灯と同型のもので実験) (写真 No.21、22 参照)

(5) 実験内容

- ① 蛍光灯が切り状態でも雨漏りで通電状態となるか?
- ② 通電した場合、点灯はするか?
- ③ 通電状態(コンセントにプラグは差し込むものの、スイッチは切り状態とし雨漏りの水だけの弱電流回路状態)を放置しておくとうなるか。雨漏りで同器具が発熱、発火するか?

(6) 実験方法

蛍光灯のスイッチを切り状態にして蛍光灯電源部の金属製上蓋をあけ、同上蓋の孔部分から雨漏りの水が入った状態と同じくするため、安定器及びスイッチ等電気系統のある部分の樹脂製台にスポイトで水を少量ずつ垂らしていく。(写真 No.23、24 参照)

水を少量ずつ垂らした状態でコンセントを差し込む前にコードの電源プラグで回路の抵抗 (Ω) を測定し、回路が形成されるか確認し、その後プラグをコンセントに差し込む。当時の気象状況を勘案すると金属製上蓋の孔部分からは相当時間雨漏りの水が浸入したものと考えられる。よって 10 秒から 30 秒以内位の間隔で安定器及びスイッチ等電気系統のある部分の樹脂製台にスポイトで少量の水を垂らし、時間経過

とともに変化する状況を検証する。

(7) 実験結果

・実験①結果

テスターで測定した結果、抵抗値は $9k\Omega \times 10$ とかなり電氣的抵抗がある値を示した。(写真 No.25、26 参照)

つまり雨水でも何らかの電気回路は形成され通電状態となる可能性があることが確認できた。

通電する場合、どれくらいの電流値となるか。オームの法則により計算する。

E (V 電圧) = R (Ω 抵抗) $\times I$ (A 電流) から
 110 (V 実際の交流電圧) = $90,000$ (Ω 抵抗) $\times I$ (A 電流) となり

I (A 電流) = $110V \div 90,000\Omega = 0.00122A$

理論上約 1.22mA の電流が流れる弱電流回路状態が形成されることになる。

・実験②結果

実験開始から 2 時間 24 分後、突然グローランプがつき蛍光灯が一瞬点灯した。(一瞬であったため写真撮影はできなかった。)

その 1 分後、安定器及び蛍光灯器具内の樹脂製台に差し込まれている電源コード差し込み部分のわずかな間隙でトラッキング現象が発生、と同時に目視できない部分(樹脂製台内側の導電板)の電気系統部分より水蒸気が白煙状態になって上るのを確認した。(写真 No.28 参照)

・実験③結果

実験開始から約 4 時間 30 分後、白煙と蛍光灯器具内の電源コード差し込み部分のわずかな間隙で発生していたトラッキング現象が顕著に現われる。(写真 No.30、31、32 参照)

その後、数分間蛍光管が異常に点灯し、安定器が熱くて触れることが出来ない状態となり、間もなく蛍光管 2 灯とも一時的に点灯、トラッキング現象も写真に写る位のものとなった。(写真 No.33、34、35、36、38 参照)

しかし、しばらくすると安定器は冷め、白煙は蛍光灯器具内の電源コード差し込み部分のわずかな間隙で頻繁にトラッキング現象が発生し

ている部分からのみとなった。(写真 No.38、39、40 参照)

降水量は 233 ミリで、雨が止んでしばらく時間が経過した頃に出火建物の中で住宅用火災警報器が鳴っている音を付近の人が聞いていることから、本実験も水を垂らすのを止めてしばらく様子を見ることにした。経過観察していたところ約 50 分後に樹脂の燃える臭いがした。(写真 No.41、42 参照)

水を垂らすのを止めて約 1 時間後、トラッキング現象を起こしている電源コードの樹脂部分から白煙より灰色に近い煙が立ち上がり同部位より炎を上げ燃えた。(写真 No.43、44 参照)

また、電源コードの差し込み接触部分にはグラファイト化している現象がみられた。(写真 No.45、46、47、48 参照)

実験開始から発火に至る時間は 14 時間 05 分、水 500ml 入りペットボトル 4 本使用した。

なお、この実験により電流制限器(安全ブレーカー)が遮断することはなかった。

時間経過等詳細は実験結果表のとおり

(8) まとめ

今回の実験結果、蛍光灯器具内に雨水が入ればスイッチが切の状態であっても弱電流回路が形成され、そのまま放置すれば器具内の電源コード差し込み接触部分に極少量の水が入り、トラッキング現象(微小な火花)を起こし、同部位がグラファイト化して発火に至る危険性があることが立証された。

5. メーカー側への確認

製造メーカーに対して、スイッチを入れている蛍光灯器具内部に雨漏りの水滴が入り、発熱し発火に至った可能性がある旨を伝えたところ、来署し焼損した同器具と実験をした同型の器具を確認、焼損していない同型の器具を本社に持ち帰り、同社品質保証部において検証した結果、スイッチを入れている蛍光灯器具内部において水滴が入った場合、電源電圧が印加す

る箇所(電気回路として電源が入状態となる箇所)としては当署と同様に器具内部の電源コード差し込み部分が考えられる、との見解であった。

6. 結論

実験結果、蛍光灯器具内の電源コード差し込み接触部分からの発火が認められ、現場で焼きしていた蛍光灯器具の金属製上蓋も 2 か所ある孔の内、電源コードに近い方の孔が焼きが強く、金属製の上蓋にもかかわらず焼き切れ一部焼失していた。実験結果からの発火部分と焼きしていた金属製上蓋の焼きが強い部分がほぼ一致していることがこの実験結果から得られた。(写真 No.20 参照)

当日は雨が止んでから出火するまで約 4 時間半を要している。おそらく雨が止んだ後も天井からしばらくは水滴が垂れて器具内に浸入、その後水滴は垂れなくなり、トラッキング現象部分の水分が蒸発したものの既にグラファイト化現象していたために炭化導電路が生成されその部分に電流が流れ、ジュール熱が発生し発火に至ったものと思われる。

以上のことから本件火災は、屋根から雨漏りが生じ、天井から吊下げられていた蛍光灯器具本体に水滴が浸入した状態となったが、住宅内の電源ブレーカーは切られていなかったため、同器具本体内部の電源コード差し込み接触部分に極少量の水滴が入り、トラッキング現象(微小な火花)が発生、同部位がグラファイト化して発火に至り蛍光灯器具が焼きし落下、畳及び寝具類に着火、延焼したものと推定した。

7. 再発防止のための措置

今回の雨漏りは東日本大震災による屋根の損傷に起因するもので、人が生活することが困難なくらいの状態であり、尚且つ長時間に亘り雨漏りが続いたもので通常では考えられない。人が居住していれば器具の中に長時間水滴が入る

ような雨漏りの状態は回避しているはずであり、若しくは異常に気付き火災には至らないと思われる。

このような通常では考えられない雨漏りは、住宅の維持管理に起因するところが大であると考えるが、震災直後等で自宅を離れ、屋根の補修を終えていない住宅については、電気のライフライン復旧後は、とくに電気火災に注意するよう喚起する必要がある。また、空家の場合

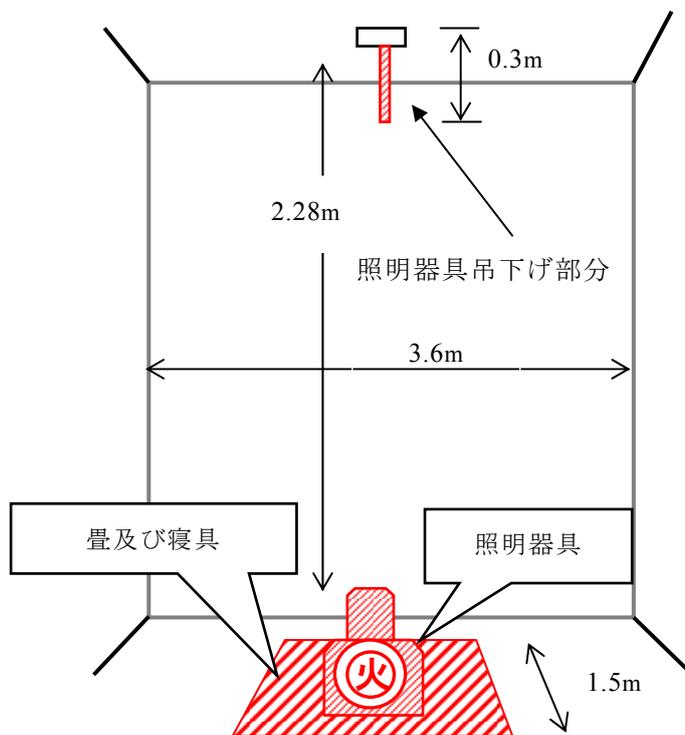
もちろんのこと空家同様の状態（長期間不在）の場合でも冷蔵庫等を除き支障の無い電化製品であれば、分電盤で電源を OFF 状態にしておくことにより電気火災を未然に防ぐことができるものである。

今後の対策として空家等に対する防火相談などの機会をとらえ、放火の予防対策はもちろんのこと、電気火災の出火防止対策にも注意喚起し調査指導するよう職員に周知した。

火災現場平面図 No.1



現場立面図 No.2



火災実験結果表

経過時間	状態	写真 No.
	プラグをコンセントに差し込む 09:50 頃通電開始	27
2 時間 24 分	グローランプが点き、蛍光灯が一瞬点灯 12:10 頃	撮影できず
2 時間 25 分	隙間にトラッキング現象が見られる	28

4 時間 35 分	白煙とトラッキング現象顕著に現る	31
5 時間 20 分	蛍光灯異常な点灯	33
5 時間 22 分	蛍光灯再度上記同様の異常な点灯	34
5 時間 34 分	蛍光灯 2 灯ともちょっとした間点灯	35
5 時間 41 分	樹脂の臭いがする	なし
5 時間 55 分	安定器が熱くて触ることが出来ない	なし
6 時間 42 分	写真に写る位のトラッキング現象が見られた	36
8 時間 39 分	安定器は冷め、トラッキング部分からのみ白煙	38
10 時間 43 分	トラッキングのショートが頻繁に見られる	39
12 時間 53 分	水を垂らすのをやめる	なし
13 時間 44 分	樹脂の燃えるにおいがする	41
14 時間 05 分	樹脂が炎を上げ燃える	44

1 火災現場写真集



No.1 建物南東側より撮影



No.2 屋根をブルーシートで覆っているが風で煽られている



No.3 廊下壁面、雨の滴が火災の煤を洗い流している



No.4 台所の天井、雨漏りが天井に染みている



No.5 六畳間、ひょうたん型形状の中央に蛍光灯器具が落下している。



No.6 六畳間の天井、天井全体に雨漏りが見られる。赤丸内はまだ水滴が残っている。中央は蛍光器具吊下げ部材。



No.7 蛍光灯吊下げ部材ローゼットからコードコネクタのボディまでの状況。赤丸内は引き千切られるように焼き切れている樹脂製シーリング。



No.8 焼きし落下している蛍光灯器具。赤丸部分に樹脂製の下蓋は溶融している。



No.9 焼きし落下している蛍光灯の状況。金属製の上蓋は残存しているが樹脂製の下蓋は黒く溶融して畳にへばり付いている。



No.10 金属製の上蓋に接し燃え抜けている畳、床部分。焼け止まり部分には溶融した樹脂がへばりついている。



No.11 写真 No.10 の部分に吊下げられていた蛍光灯と同型のセードを置いたところほぼ同じ大きさであった。赤丸は樹脂製下蓋が熔融している部分。



No.12 六畳間の焼き状況。赤丸内が焼きし落下している蛍光灯器具。



No.13 ひょうたん型形状に焼きしている南側部分の敷布団と思われる寝具。ある程度広げられた状態で焼きしており一部畳、床板まで燃え抜けている。



No.14 同型の蛍光灯器具、樹脂製シーリングカバーを開けて内部電源コードを伸ばしたところ。



No.15 焼きした蛍光灯器具と同型のもの。左側が金属製の上蓋、右側が樹脂製の下蓋。



No.16 金属製の上蓋の内側の状況。外側に比較し内側の焼きが強い。



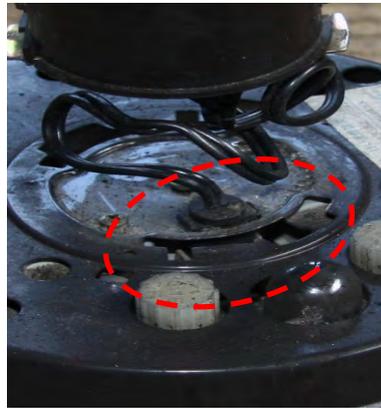
No.17 金属製上蓋の外側の焼き状況。豆球、グローランプの孔部分の焼きが強い。



No.18 樹脂製シーリングカバーを金属製上蓋にひっかけて支持する孔が2ヶ所あるが、電源コードに近い方の孔は金属にもかかわらず焼き切れ一部焼失している。



No.19 同型の蛍光灯器具



No.20 焼きする前の孔の状態と比較。金属製の上蓋にもかかわらず焼き切れ一部焼失している。



2 再現実験写真集



No.21 出火した可能性が考えられる蛍光灯と同型の照明器具。



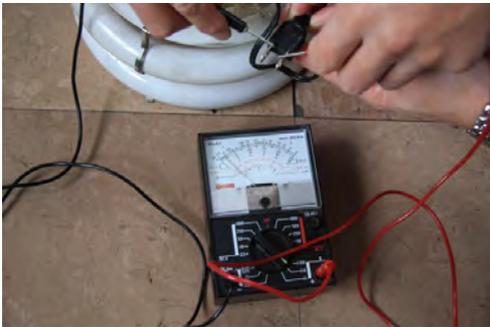
No.22 コネクター部分は受けのボディと差し込みのプラグの部分は容易に抜かれる状態である。



No.23 照明器具の金属製上蓋をはずした状態。金属製上蓋はグローランプと豆球を設けている部分の孔と熱を逃がすための孔が多く見られる。



No.24 雨水が浸入したことを想定し、スポイトで少量の水を全体的に垂らす。



No.25 器具に雨水が浸入したと想定し、回路が形成され通電状態となるのか測定する。照明器具のプラグで抵抗を測定した。



No.26 抵抗値は $9K\Omega \times 10$ の値を示し、雨水が器具に浸入すれば回路が形成される事が立証された。



No.27 コードリールにプラグを差し込んでいるが照明のスイッチは入れていない。実験開始。



No.28 水蒸気の水煙と器具の電源コード差し込み部分にトラッキング現象が現れた。



No.29 雨水の代わりにスポイトで水を定期的に垂らす。



No.30 水蒸気の白煙が多量に発生。電源コード差し込み部分でのトラッキング現象は継続中。



No.31 トラッキング現象が顕著に現る。水蒸気も同部位より白煙が顕著に見られた。



No.32 電源コード差し込み部分に極僅かな隙間があり、パチパチと音をたて火花が散っているが目視可能も写真撮影は困難。



No.33 異常点灯 約 5:20 経過



No.34 異常点灯 No.33 の直後



No.35 蛍光管 2 灯とも点灯。スイッチを入れなくても雨水でオンの状態になった。



No.36 写真に写る位のトラッキング現象 (火花) が見られるようになった。



No.37 電源コード差し込み部分。



No.38 安定器は冷め、白煙はトラッキング現象の部分 (電源コード差し込み部分) のみ。



No.39 トラッキング現象部分からの白煙状況。



No.40 No.39 を接写、水蒸気の白煙が出ている。



No.41 水を垂らすのを止めてから約 50 分位した頃に樹脂の燃える臭いがした。煙も白煙から灰色変わってきた。13:44 経過



No.42 電源コード接触部で大きなスパークが見られるようになった。



No.43 灰色の煙の量が多量に出る。



No.44 その後、勢いよく電源コードから炎が上がった。自然に鎮火する状態ではなくなったのでこの時点で、検証を終了した。



No.45 電源コードの接触面はトラッキング現象によりグラファイト化している。



No.46 電源コードの焼き状況と接続部（白い樹脂部分）の焼き状況。プラグ、受け口双方とも金具部分は溶融し、一部焼失している。



No.47 電源コードと接触部分の焼損前の状況。



No.48 接触部の接写。中央のプラグ金具はNo.46の写真では焼きし焼失している。

平成 24 年度 優秀賞 消防職員による原因調査に関する事例報告

石油ストーブにおける吹き返し現象の検証と火災予防広報

北九州市消防局

平井 武、松本龍一、高倉誠二

1 はじめに

昨年の東日本大震災に伴う原子力発電所の事故に伴い、全国各地の原子力発電所が相次いで停止したことにより、電力不足が懸念され、昨冬、全国的に防災グッズの普及や節電意識の高まりから、電気を使用しない暖房機器である「石油ストーブ」の存在が改めて見直されてきた。

一般的な開放式石油ストーブの平成 23 年度販売台数を見ると、前年度に比べ約 100 万台増加しており、過去 5 年間で最多となる等昔ながらの暖房機器でありながら、現在の社会情勢に即した暖房機器として需要が急増した。（表「開放式石油ストーブの年度別販売台数の推移」参照）

しかし、その一方で、石油ストーブは危険物第 4 類第二石油類に指定される灯油を燃料として使用することから、使用方法の誤りや定期的な清掃等の適切な維持管理を行わないと、思わぬ火災につながることもあり、使用者の急増による火災多発の可能性が危惧される。

本事例は、平成 22 年 12 月に本市で発生した、「石油ストーブの吹き返し現象」による火災原因調査事例であり、再現実験による検証及び吹き返し現象の危険性並びに火災予防対策等を報道機関の協力を得て、効果的に広報を行った事例について、今後の火災予防対策の一方法として紹介する。

2 吹き返し現象について

石油ストーブが何らかの原因で不完全燃焼を起こすと、未燃焼の灯油の気化ガス（以下、「未燃焼ガス」という。）が発生する。この未燃焼ガ

スが外気に冷やされ気体から液体の灯油に戻り、置台に溜まる。

上記の現象を繰り返した結果、石油ストーブの炎が溜まった灯油等に引火し吸気口から炎が吹き出す現象が吹き返し現象である。

3 現場見分状況について

出火建物内の最も焼損が著しい箇所から、石油ストーブが発見された。関係者によると、出火時、石油ストーブは使用中であったことから、出火原因として、石油ストーブの可能性が考えられた。

しかし、石油ストーブを見分すると、全体的に置台付近の下部の焼けが強く、可燃物の接触等による出火の痕跡は無く、ガソリン等の誤給油による出火の可能性も無かった。（写真 1 参照）

より詳しく見分するため分解すると、燃焼筒、石油ストーブの芯及び吸気口付近に煤の付着が見られ、さらに、吸気口付近から大量の付着物が発見された。これらのことから、本事例では吸気口の目詰まりのため不完全燃焼を起こし、吹き返し現象により出火したものと考察した。

（写真 2 参照）

4 再現実験について

吹き返し現象の出火経過解明のため、再現実験を 2 種類の方法により行うこととした。

なお、再現実験に使用した資器材は下記のとおりである。

使用資器材

開放式石油ストーブ

アクリル板 (透明)

観察用鏡

脱脂綿

灯油 (石油ストーブの燃料用)

※灯油の性質：引火点約 40 度、発火点約 220 度

(平成 22 年度版危険物取扱者必携抜粋)

5 再現実験 1

出火時の状況を再現するため、石油ストーブの吸気口を強制的にふさぎ、不完全燃焼 (酸素欠乏状態) を作り出し、不完全燃焼時の燃焼形態、未燃焼ガスの発生状況等の検証を行った。

(1) 石油ストーブの設置状況 (写真 3、4 参照)

金属製パイプで組んだ足場上に石油ストーブを設置、未燃焼ガス等の発生状況が容易に観察できるよう、石油ストーブ下部に鏡を配置し、アクリル板 (透明) で吸気口をふさぎ実験を行った。

(2) 実験結果について

ア 不完全燃焼時の燃焼形態について (写真 5 参照)

燃焼中の石油ストーブの吸気口をふさぐと、約 10 秒後に燃焼筒上部から高さ約 40cm の炎が観察された。この炎の発生と同時に、燃焼筒内部の赤熱状況が減衰していくのが観察された。

イ 未燃焼ガスの発生状況 (写真 6 参照)

上記アの現象が観察された約 5 秒後に吸気口から未燃焼ガス (白色) の発生が観察された。

ウ 吹き返し現象の発生状況 (写真 7～10 参照)

未燃焼ガスの発生から約 10 秒間吸気口をふさぎ続け、未燃焼ガスを吸気口内に充満させた。その後、アクリル板を外し、空気の流入を開始させると、吸気口から未燃焼ガスが漏れ出すと共に、炎が吹き出す状況が観察された。

また、吸気口をふさいでいたアクリル板及び吸気口を観察すると、冷やされ液化した灯油の付着が見られた。

6 再現実験 2

液化した灯油が置台に溜まった状況を再現するため、灯油を約 5cc 染み込ませた脱脂綿を石油ストーブの吸気口に詰め、吹き返し現象による出火経過の検証を行った。(写真 11 参照)

(1) 経過 (写真 12～14 参照)

石油ストーブを通常どおり点火させ、観察を行った。

点火後、通常であれば徐々に燃焼筒が赤熱していくが、赤熱する状況は見られなかった。

点火後約 3 分で吸気口付近から炎が吹き出し、石油ストーブ下部から上部に向けて、延焼拡大した。(写真 14 参照)

(2) 焼損状況 (写真 15～18 参照)

消火後、解体し吸気口付近を観察すると、上部及び下部共に煤の付着等が見られた。さらに、吸気口を中心に石油ストーブ下部に強い焼けが見られ、カートリッジについても下部のみ焼けが見られた。

なお、吸気口に詰ませた脱脂綿は、一部残存していた。

7 再現実験の考察

再現実験の結果から、吹き返し現象の発生経過については、吸気口が目詰まりにより不完全燃焼を起こすと、灯油の未燃焼ガスが発生し、吸気口から下方向へ流れ置台に溜まる。この未燃焼ガスが冷やされると液化し灯油へと戻るため、通常、灯油が存在しない吸気口付近の置台に灯油が現れ、蓄積されることにより、石油ストーブの炎が灯油に引火し吸気口から炎が吹き出すものと考察する。(図「吹き返し現象の発生経過」参照)

再現実験後の石油ストーブの焼損状況と現場で発見された石油ストーブの焼損状況は、類似性があり、再現実験の結果は現場見分を裏付けるものであると考える。

また、予防対策として、吹き返し現象により出火するには、吸気口を目詰まりさせる埃等の

存在が不可欠であり、定期的な清掃等を実施すれば防ぐことができる火災であることがわかった。

さらに、再現実験 1 では、吸気口をふさぎ不完全燃焼を起こすと、燃焼筒の赤熱状況が減衰していくのが見られ、再現実験 2 では、当初から吸気口をふさいでいたため、燃焼筒の赤熱状況が見られなかった。

これは、不完全燃焼時には燃焼筒の赤熱状況が減衰する等の異常な燃焼形態が発生することを示しており、吹き返し現象の前兆現象であると考えられる。この前兆現象を早期に発見すれば、吹き返し現象による火災を未然に防ぐことができるものとする。

8 火災予防広報について

本市における石油ストーブの火災予防広報は、可燃物の接触による出火等についての注意喚起が主流となっており、吹き返し現象による火災の注意喚起は実施されていないのが現状であった。

このことから、石油ストーブを暖房機器として使用する本格的な冬場を迎えるにあたり、再現実験により得られた結果等を注意喚起するため、予防広報の一方法として、吹き返し現象の再現実験を含む各種火災実験の公開を報道機関向けに行った。

また、本市が発行している市民向けの広報誌に公開した火災実験の内容を掲載し、広く注意喚起を行うこととした。(資料「広報誌(平成 23 年度市政だより抜粋)」参照)

(1) 火災実験の概要(写真 19~22 参照)

石油ストーブによる火災、電気火災及び天ぷら油火災の再現実験を行い、また、住宅用火災警報器及び防災製品の設置効果について実験を交え、普及啓発を併せて行った。

なお、各実験等の内容については、以下のとおりである。

ア 石油ストーブの火災実験

給油時における火災危険、吹き返し現象による火災実験

イ 電気火災実験

トラッキング現象、過負荷、半断線による火災実験

ウ 天ぷら油火災実験

天ぷら油が発火した場合の適切な消火方法について

エ 住宅用火災警報器及び防災製品の効果について

密閉されたテント内にスモークマシンによる煙を発生させ、住宅用火災警報器の効果及び必要性の周知

防災製品と非防災製品との燃焼性の比較実験

(2) 結果

各種火災実験の公開は、報道機関延べ 10 社の協力を得て、効果的な予防広報を行うことができた。さらに、各マスメディアを通じたことにより、広域的かつインパクトのある予防広報を展開することができ、大いに成果が期待できるものとなった。

結果として、昨年の本市の火災件数は前年より減少すると共に、平成元年からの 23 年間で最も少ない件数となり、市民の安全で安心な生活の提供に寄与することができたものとする。

9 おわりに

今回、吹き返し現象の再現実験を行うことにより、吹き返し現象の発生経過及び燃焼状況等がわかり、今後の火災原因調査にも大いに役立つものとなった。さらに今回の再現実験では、燃焼筒の減衰等の吹き返し現象の前兆現象の発見に至り、また、定期的な清掃の実施が吹き返し現象の発生防止につながる等、予防対策についても大きな成果が得られたことで、再現実験の重要性を再認識した。

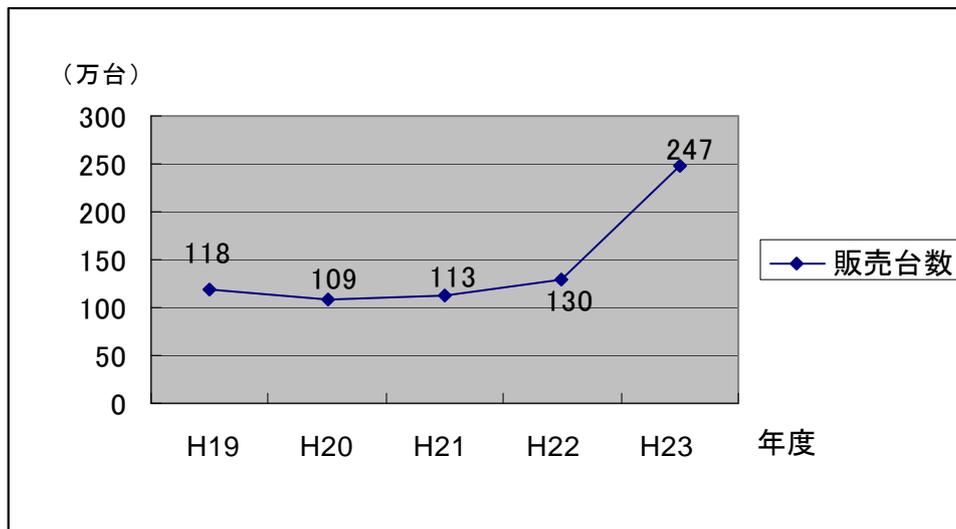
再現実験は火災現象の立証に有力であり、再現実験には、高価な鑑識・鑑定機器を必要とし

なくても、創意工夫により実施できることが多々あることから、少ない負担で多大な成果を収めることができる。また、予防広報を実施する際、再現実験を併せて行うことにより、内容に信ぴょう性が増し、火災原因調査の目的である「類似火災防止」が大いに期待できることから、火災原因調査から予防広報へ発展させることは大変重要であると考えます。

予防広報は、近い将来起こり得る火災を始めとした各種災害を未然に防除する一方法であり、消防機関の創意工夫により、効果的かつ戦略的に各種災害を防除することができる。

当該報告事例を通じて、各消防機関等における予防広報がさらに推進され、一つでも多くの災害が防除できれば幸いである。

表 開放式石油ストーブの年度別販売台数



年度	H19	H20	H21	H22	H23
販売台数	118 万台	109 万台	113 万台	130 万台	247 万台

※（社）日本ガス石油機器工業会より情報提供及び同ホームページ抜粋

※端数四捨五入



写真 1 石油ストーブの状況



写真 2 吸気口付近の状況



写真 3 実験 1 の設置状況



写真 4 吸気口をふさいだ状況



写真 5 異常燃焼の状況



写真 6 未燃焼ガスの発生状況

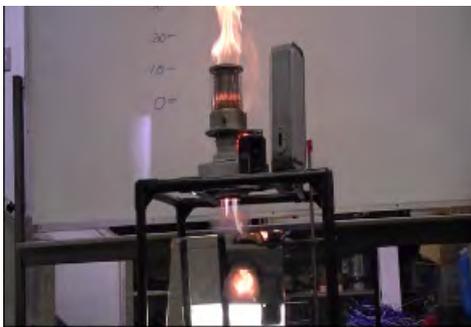


写真 7 実験 1 の出火状況 1



写真 8 実験 1 の出火状況 2



写真 9 液化した灯油の付着状況 1



写真 10 液化した灯油の付着状況 2



写真 11 吸気口が目詰まり状況



写真 12 点火後の状況



写真 13 出火の状況



写真 14 燃焼の状況



写真 15 吸気口上部の状況



写真 16 吸気口下部の状況



写真 17 カートリッジの状況



写真 18 脱脂綿の焼損状況



写真 19 公開火災実験の状況



写真 20 防災製品の耐燃焼実験



写真 21 トラッキング写真



写真 22 天ぷら油火災時の注水状況

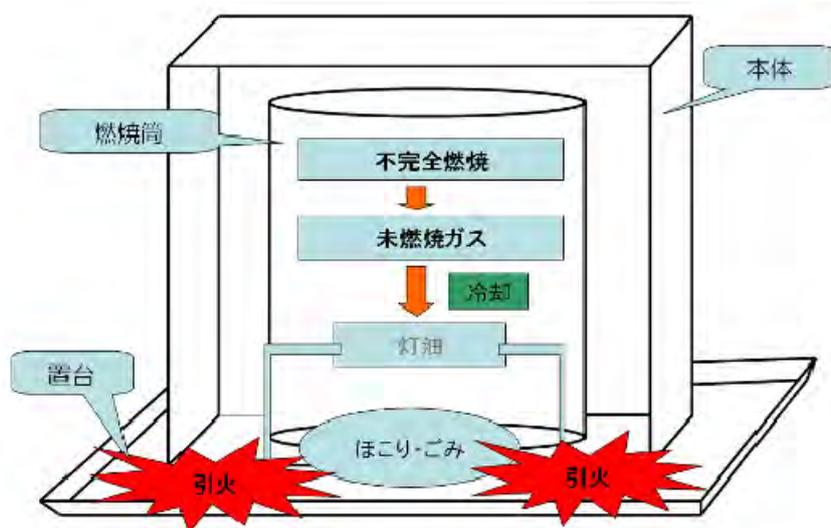


図 吹き返し現象の発生経過

身近に潜む 火災の危険にご注意を！

昨年、市内では422件火災が発生しました。火災は一度発生すると平穏な生活や財産、そして大切な命を奪います。

このたび、私たちの日常生活に潜む火災の危険について、実証実験を行いました。家庭内にとどのような危険があるか考えてみましょう。火災はちよつとした気の緩みから発生します。火災の原因を知り、日ごろから予防していくことが大切です。

◆電気火災

発生原因 コンセントにたまったほこりが湿気を含むことで火花が発生し、火災に至ります(トラッキング火災)。他にも、コードの半断線やタコ足配線が原因の火災もあります。



▲コンセントからの火災実験(トラッキング火災)

予防方法 テレビや冷蔵庫の裏など清掃しにくい場所を放置せず、定期的に点検・清掃をしましょう。

◆石油ストーブによる火災

発生原因 長期間使用していなかった場合、ストーブの吸気口にほこりなどがたまって十分に空気を取り入れられず、異常な燃焼を起し火災に至ることがあります。また、石油ストーブを消さずに給油を行ったり、給油タンクのふたが完全に閉まっていけない状態でセットしようとすると灯油がこぼれ、火災に至ることもあります。



▲給油タンクから灯油が漏れ、激しく燃え上がる

予防方法 使用前の点検・清掃や給油時の消火、給油後のふたの確認をしっかりと行いましょう。

◆天ぷら油による火災

発生原因 天ぷら鍋を火にかけてたまま「ほんのちよつとだから」とその場を離れている間に、天ぷら鍋に火が入り火災に至ることがあります。そこに火を消そうと水をかけると、火柱が大きく立ち上がり、火災が拡大してしまいます。



▲燃え上がった天ぷら油に水をかけると火柱が...

予防方法 天ぷら油を使っているときはその場を離れず、鍋に火が入っても慌てずに消火器などで消火してください。消火器などがない場合は、身近にある鍋ふたや濡れたふきんで消火をしましょう。その時、危険を感じたら無理をせず、すぐに避難してください。

資料 広報誌 (平成 23 年度市政だより抜粋)

平成 24 年度 優秀賞 消防職員による原因調査に関する事例報告

携帯電話の電池パックからの出火

神戸市消防局

藤野聡一郎

1 はじめに

この火災は、携帯電話の電池パックから出火し、周囲の布団類へ延焼したものである。

出火原因の調査にあつては、電池パックは構造が非常に複雑であるため、製造会社と協力して調査を実施した。

出火原因はこの家で飼われていた室内犬が電池パックを噛んだことにより内部で短絡が発生し高温になることであつたが、携帯電話は近年急速に普及していることと、室内犬の数も増加傾向にあることから、今後同様の火災が発生する可能性が高く、マスコミや広報誌を通じて市民に情報提供と注意喚起を実施した。

この事案では、火災の発生からわずか 2 ヶ月で、原因の特定及び広報を実施した。これは、消防機関の迅速な対応と、製造会社との協力、広報態勢の充実によるものである。

2 火災の概要

(1) 覚知日時

平成 23 年 6 月昼ごろ

(2) 発生場所

木造 3 階建て一般民家内の 1 階寝室

(3) 焼損程度

電池パック 1 個焼損、布団類若干焼損

3 出火時の状況

出火宅は父親、母親、娘の 3 人家族で、父親は携帯電話 1 台と予備として電池パック 2 個を所有しているが、出火当日は、携帯電話本体を十分充電していたため、電池パックを持って行く必要がなく、2 個とも 1 階寝室のベッド上に

置いて、朝出勤した。

約 5 時間後に 2 階の自室に居た娘が焦げた臭いに気づき、1 階に下りたところ、寝室が煙で充満していたため、バケツの水で消火し、その後消防へ通報した。

幸い発見が早く、ボヤで済んだが、娘が就寝または留守であれば、全焼損している可能性がある事案であつた。

4 現場の状況

電池パックは 2 個とも充電中ではなく、単独でベッド上にあつた。このうち 1 個は表面のシールが焦げて黒く変色し、膨らんでおり、周囲の布団類が燻焼した状態であつた。(写真①) 電池パックの表面には直径 3mm 程度の穴が空いており、その真裏には同じ大きさの窪みがあつた。(写真②)

もう 1 個の電池パックは焼損していないが、同様の窪みが数箇所あつた。

家人に確認したところ、飼い犬(コーギー犬)は稀に家の中のものを噛むことがあり、焼損していない電池パックの窪みは、以前に噛んだ跡であつた。

また、電池パックを最後に充電したのは 2 ヶ月くらい前で、その後は 1 回も使用していなかった。

現場の状況からは、電池パックから出火したのは明白であつたが、充電中でもない電池パックを犬が噛むことにより火災原因となる可能性があるため持ち帰り調査することにした。

5 電池パックの調査

電池パックは製造会社によっても構造が異なるため、電池パックの販売会社と製造会社の担当者にも立会いを依頼したところ、非常に協力的で、消防の施設内で合同で実施することとなった。

(1) 電池パックの構造

まず、製造会社担当者に構造を説明していただいた。構造は次のとおりである。

- ・この電池パックは、リチウムイオン電池と呼ばれるもので、内部は正極板のアルミ箔と負極板の銅箔とが薄い絶縁体のセパレータをはさんで渦状に 10 周程度折りたたまれており、電解液に浸っている。
- ・近年、携帯電話の消費電力が大きくなっていることから、より電池容量を大きく、重量を小さくするために、アルミ箔・銅箔・セパレータを極力薄くして表面積を増やしている。
- ・電解液の蒸気で内部の圧力が上昇しないように、ガス排出弁が取り付けられている。
- ・放電については、フル充電した場合 3 ヶ月経過しても 90% 程度残る。

(2) 調査結果

① 外観 (写真③、写真④)

- ・電池パックの表面に張られたシールは黒くこげているが、金属部分は変形のみで熔融等はない。
- ・厚さは正常なものは 4mm であるが、12mm に膨れている。
- ・ガス排出弁は開放している。
- ・焼損していない電池パックは、窪みはあるが、膨れておらず、ガス排出弁も開放していない。

② 内部

表面金属が膨張により変形していることと、ガス排出弁が開放されていることから、内部の温度が相当高くなっていたことが分かっていたため、X 線撮影を実施したが、内部の状態は確認できなかった。また、分解にはより専門的な設備が必要であった。

③ 結論

製造会社にて詳細な分析調査を依頼した。

(3) 製造会社による調査

調査結果は、次の通り報告された。

① X 線解析

表面の穴の空いた箇所では、厚さの約 4 分の 1 まで変形が確認された。(写真⑤)

② 正極板および負極板の状況

電池パックを分解し、正極板と負極板を展開すると、次のとおりであった。(写真⑥、写真⑦)

- ・セパレータは熔融して焼失している。
- ・アルミ箔は外側の 2 周分は残っているが、内部は熔融して残っていない。
- ・銅箔はすべて熔融せずに残っている。

これらのことから、アルミの融点は 660℃、銅の融点は 1085℃であることと比較すると、内部の温度は少なくとも 660℃以上になっていたといえる。

また、電池パック表面の穴があった箇所は、アルミ箔の外側から 2 周目まで穴が空いていた。アルミ箔と銅箔にあったこの穴を顕微鏡で見ると、アルミ箔・銅箔共に、穴のふちが丸くなっていた。(写真⑧、写真⑨) つまり、穴のふちのみ局所的に一度高温になって融解しており、これは短絡痕であるといえる。なお、アルミ箔と銅箔が非常に薄いため、この丸みは肉眼では確認できない大きさであった。

③ 結論

これらのことから、電池パックに外側から局所的な圧力がかかった結果、セパレータが裂けて正極板と負極板が接触し短絡が発生。これにより電池パック自体が 660℃以上の高温となることが分かった。

④ 焼損していなかったもうひとつの電池パック

この電池パックについても同様に製造会社で分解調査を行った。分解してみると、表面付近のアルミ箔・銅箔・セパレータが破れており、ふちには短絡痕があった。しかしセパレータが

焼失せずに残っていたため、短絡は発生したものの、焼損した電池パックほど高温にはならなかったといえる。

⑤ 再現実験

上記の結論の内容が実際に発生するかを検証するために、再現実験を行った。

ア 実験方法

新品で充電済みの電池パックを 20 個用意し、先の尖ったセラミック片で繰り返し突き刺し、表面温度を測定する。(写真⑩)

イ 実験結果

- ・膨らんだもの (最高表面温度 325℃) 2 個
- ・膨らまないが、温度上昇したもの (平均 120℃程度) 16 個
- ・著しい温度上昇がなかったもの 2 個

なお、膨らんだ電池パックと、膨らまないが温度上昇した電池パックを分解すると、焼損した電池パックから発見されたものと同様の短絡痕が確認できた。

ウ 結論

充電された電池パックに局所的な圧力を加えると、内部で短絡が発生し、発熱する。ただし、温度の上昇については、バラツキが大きい。

6 原因の結論

これらのことから、この火災の原因は、充電済みの電池パックを飼い犬が噛むことによって電池パックの内部で短絡が発生し、電池パックの温度が 660℃以上に上昇して、周囲の布団類が燻焼したものと断定できた。

7 広報

この火災の原因となったものは、携帯電話の電池パックと噛み癖のある室内犬であった。携帯電話は今や大多数の人が所有し、またスマートフォンの普及から電池容量も大きくなり、室内犬を飼う人についても年々増加している。よって、今回の火災のようなことが今後増えることが考えられる。

また、電池パック以外にも、室内犬が電気コードを噛むことによって火災に至った事例も多く報告されている。本火災の半年前にも同管内において室内犬が電化製品の電気コードを噛んで短絡が発生し、出火した事案があった。

いずれの事案も、飼い主は犬が電池パックや電気コードを噛んで、火災になるとは全く考えておらず、何の対策もしていなかったことも出火の要因となっていた。

これらのことから、室内犬 (特に噛み癖のある犬) による火災の危険性を広報する必要性があると考え、

- ① 室内で犬を飼う場合は、ものを噛まないように愛情をもってしっかりとしつける。
- ② 電化製品の電源コードをカバーで覆う。
- ③ 電化製品を使用しないときは電源プラグを抜く
- ④ 犬を柵などで囲う。

などの対策を火災事例の紹介と合わせて、次のとおり広報を行った。

(1) マスコミへの情報提供

市政記者クラブへ情報提供を行った。情報は、その日のうちにインターネットニュースに掲載され (写真⑪)、翌日の朝刊には紙面にも掲載された。

(2) 広報誌への掲載

消防に関する広報誌へ記事を掲載した。

(3) 反響

インターネットで記事内容を検索すると、個人のブログに多数掲載されていることが分かった。(検索サイトで記事の内容を検索すると、5000 件以上検索結果が得られた。) これらの多くは、愛犬家自身が開設しているブログで、ニュース記事を引用し、ブログを読んでいる人たちに注意喚起を促す内容であり、消防の広報として一定の効果が大きいと感じた。

8 さいごに

身の回りの製品は年々新しいものが出てきた

り、一般市民の生活様式も多様化するなどで、過去になかった火災原因が、今後増加することも考えられるが、これらを迅速かつ積極的に広報していき、火災予防に努めていきたい。

また、消費者保護の観点から、類似火災を 1

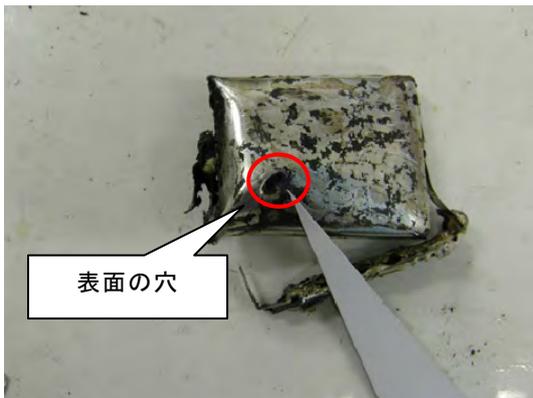
件でも少なくするために、製造会社も自社製品の安全性には非常に高い関心があることから、企業とうまく協力して原因究明に取り組むことが重要である。



写真① 焼損状況 (全体)



写真② 焼損状況 (電池パック)



写真③ 焼損状況 (電池パック)



写真④ 焼損していない電池パック



写真⑤ X線解析 (電池パック)



写真⑥ アルミ箔 (左が外側)



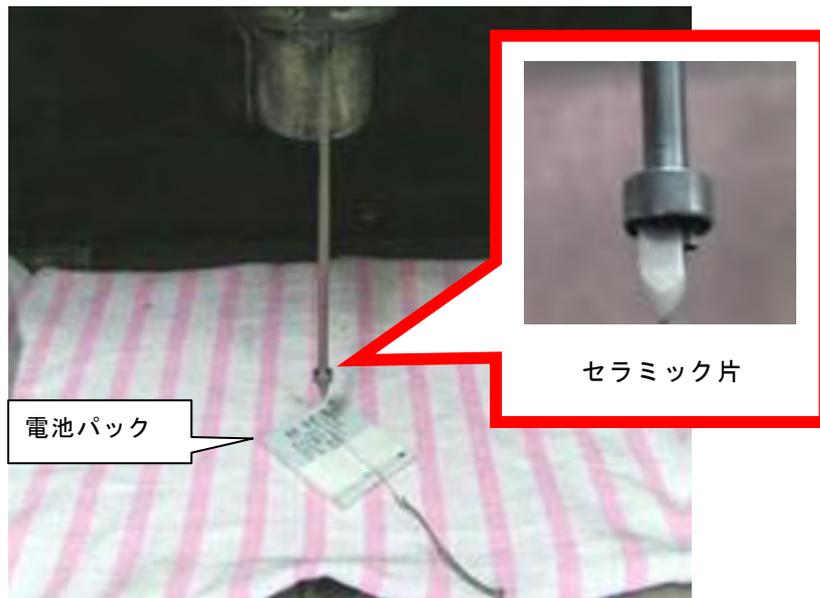
写真⑦ 銅箔 (左が外側)



写真⑧ アルミ箔の穴



写真⑨ 銅箔の穴



写真⑩ 再現実験の様子

HOME [くらし](#) [記事](#)

くらし

の記事をお探ですか？ [最新関連記事が 18 件 あります。](#)

[ツイートする](#)

電気コードかんで火事発生 室内犬に注意を



犬にかみ切られたドライヤーのコード

室内で小型犬を飼う家庭が増える中、[東京都](#)内で、飼い犬が電気コードなどにかみついて火災が発生したケースが、昨年末からの約半年間で2件あった。愛犬が死亡した事例もあり、[同市消防184局](#)は「使っていない電気製品のプラグを抜くなど対策を」と注意を呼び掛ける。

[消防署](#)によると、昨年12月末、[共同住宅](#)で、飼い主の留守中に、小型犬がコンセントに差したままのドライヤーの電気コードをかみ切り、火花でこたつ布団に着火。火災となり小型犬が死亡した。

また今年6月には、小型犬が携帯電話の充電機にかみついた際にショート。布団に引火したが、飼い主が消し止めた。

によると「小動物は特にケーブル状の物をかみたがる。幼犬でも歯は鋭く、しつげができていないうちはカバーを付けるなど予防策が必要」という。

[市消防184局](#)は、対策として、携帯電話など犬がかむ可能性のある物を放置しない▽使わない電気製品の差し込みプラグは抜く▽外出する際は犬を柵などに入れる-を挙げている。

写真⑪ インターネットニュースの記事

平成 24 年度 優秀賞 消防職員による原因調査に関する事例報告

微小なスパークで引火した危険物火災の調査活動について

京都市消防局

藤岡俊介

1 火災概要

この火災は、耐火構造の建物の 1 階の作業場から出火し、作業用機械の一部が焼損し、爆風によって壁体が破損したものである。（写真 1 参照）

作業場では、合成樹脂の生成作業を行っており、出火当時、作業が終了した圧力容器の内壁に付着していた合成樹脂を取り除くため、有機溶剤を入れて、圧力容器の内部を洗浄する作業をしていた。

洗浄後、下方にあるドレンから有機溶剤等を抜こうとしたが、内部で詰まり、うまく流れてこないため、ドレン内の詰まりを取るためにドレンを温めようとヒーターを巻きつけた。（写真 2 参照）

その直後、急に有機溶剤等が流れ出し、溶剤を受けるための容器に入らず床面に流れ出し、有機溶剤が引火、出火した。

作業工程を聞きとりながら、焼き物の中から引火若しくは発火の要因をひとつずつ検証し、着火実験をして出火原因を究明した結果を紹介する。

2 作業状況

圧力容器の下方にはパイプ状のドレンがあり、さらに下方にドレンバルブがある。ドレンバルブの少し上方から溶剤は斜め方向に流れ、有機溶剤を受けとめるための一斗缶が少し斜めに備えてあった。（写真 2 参照）

作業員の話によると、ドレンバルブを開放したものの、ドレン部分が詰まって溶剤が出てこない場合、詰まりを取り除くために、リボン

状になったヒーター（以下「リボンヒーター」という。）をドレンパイプに巻きつけ、サーモスタットで一定温度に設定、詰まりを取り除く作業をするとのことであった。

3 作業場の状況

(1) 現場では、リボンヒーターがドレンに巻かれた状態で、しかもヒーターの繊維状のカバーは焼きしていなかった。（写真 2 参照）

(2) サーモスタットは、焼きした本体が床面に残存していた。

(3) ドレンバルブ下方の床面は、その表面が焼きし、電気配線の焼き物が見られた。

4 有機溶剤

使用されていた有機溶剤は THF（テトラヒドロフラン、以下「THF」という。）で、危険物第 4 類第 1 石油類に分類されている。引火点は -14°C で、発火点は 321°C 、蒸気比重は 2.5 で、文献では、「揮発性で引火しやすい液体の物質で、可燃性蒸気は空気より重く、熱、火花、火炎などで着火する。」と記されている。

この溶剤が引火又は発火する要因がこの出火箇所にあったかを探ってみた。

5 作業状況の確認

焼損した作業場を検証してみると、斜めに置かれていた一斗缶は床面に倒れた状態で、ドレンに巻かれたリボンヒーターの他に焼損したサーモスタットが床面上にあり、そのサーモスタットからリボンヒーターへの配線、そして温度センサーがドレンとリボンヒーターの間に挟ま

っていた。

さらに、このサーモスタットは延長コードを介して、壁体のコンセントへと接続されていた。

(図 1 参照)

6 出火原因の検証

(1) ドレンバルブ

状態を確認したが、バルブは全開状態であり、パッキンに異常は見られず、バルブからの漏出は無いと判断した。

(2) 有機溶剤

一斗缶に残存していた液体と、使用されていた THF をガスクロで分析した結果、同一であった。

(3) リボンヒーター

ア リボンヒーターの電氣的異常

リボンヒーターは、発熱体である電熱線を耐熱繊維で被覆した帯状のもので、巻きついて残存していたリボンヒーターを取り外して鑑識した結果は以下のとおりであった。(写真 3 参照)

(ア) 電気配線等に短絡痕は認められなかった。

(イ) ヒーター線 (電熱線) に断線箇所等は認められなかった。

(ウ) 電源プラグの外郭は全体的に焼きしていたが、プラグの刃は光沢がなく焼きした状態で、欠損や溶融は認められなかった。(写真 4 参照)

この電源プラグの刃の焼きがこの火災の出火原因の決め手になるのであるが、この時点では、リボンヒーターの故障の可能性はないと判断したが、念のため、電源プラグをコンセントに差し通電状況を確認したところ、温度上昇が確認できた。

イ 温度測定

サーモスタットが何らかの異常で温度制御が不可能となり、リボンヒーターの急激な温度上昇により、THF が発火する可能性を検証するために、熱電対式の表面温度計で温度測定を行った。

同等品のサーモスタットが作業場にあったが、サーモスタットの故障を想定して使用せず、ヒーターの温度を測定した。

(ア) リボンヒーターを伸ばした状態で通電し、その表面温度を測定した。

表面温度を数ヶ所測定したが、最も温度が高いところで、約 15 分間で 168℃まで上昇し、その後、表面温度の上昇はなく、平衡状態となった。

(イ) 現場と同じような状況を再現するため、リボンヒーターを鉄パイプに巻きつけた状態で通電し、中心部付近の温度を測定した。

リボンヒーターの折り重なる部分の最高到達温度は、254℃で平衡状態となった。

ウ 実験結果から

リボンヒーターの異常な温度上昇により THF が発火する可能性は、THF の発火点が 321℃で、リボンヒーターの最高到達温度が 254℃ということから、発火の可能性はないと判断した。

ただし、防爆構造ではないため、引火の可能性もないことはないが、蒸気比重の大きさと床面の焼き状況からも、この可能性は否定できると判断した。

また、このリボンヒーターの内部配線には、短絡痕等の電氣的異常もなく、正常に使用が可能であることから、リボンヒーターからの出火の可能性はないことが立証された。

(4) サーモスタット

作業員の話では、通常、サーモスタットの設定温度は、80℃から 100℃の間で使用しているそうだが、焼きしたサーモスタットからの出火の可能性について鑑識を行った。(写真 5 同等品参照)

ア 電源スイッチ

電源のスイッチは、「ON」の状態が外観から確認ができた。(写真 6 参照)

イ 制御出力用コンセント (ヒーター用コンセント)

本体を分解してリボンヒーターを接続するコ

ンセント部分を確認したところ、内部は若干焼きして、刃受け表面に、すずの付着が認められた。(写真 7 参照)

ウ 制御基盤

内部の基盤について確認した結果、入力側にグラファイト化した形跡もなく、一部の部品表面に焼きは認められたが、基盤には局所的な焼きは見られなかった。(写真 8 参照)

エ 器具コード

器具コードは延長コードに接続されており、その間器具コードの被覆は一部焼損していたが、断線箇所もなく、短絡痕は認められなかった。

オ サーマスタットからわかること

制御出力用コンセントの内部のすずの付着の意図するところは、出火時、リボンヒーターの電源プラグは抜けていたのではないかと、また、焼きした器具コードに短絡痕が認められないことから、この器具コードが焼きしたときには、すでに、ブレーカが OFF となっていたか、この先の回路で断線していたか、ということが推測された。

(5) 延長コード

ア 延長コードのプラグは、圧力容器近くの壁体のコンセントに接続されたままの状態が残っていたが、コンセントの下方約 1 メートル付近で、コードの一部が焼きし、断線していた。(写真 9 参照)

イ この断線箇所をデジタルマイクロスコープで確認した結果、短絡痕が認められた。(写真 10 参照)

ウ 以上の状況から、この延長コードが通電状態であったことが確認できたわけであるが、さらにこの延長コードのコネクタには、サーモスタットの電源プラグが接続されていたので、サーモスタットについても、通電状態であったということになる。

7 人的調査

サーモスタット等の鑑識結果から制御出力用コンセントは、電源供給は可能な状態であった

が、リボンヒーターの電源プラグは、接続されていなかったことがわかる。(写真 11 参照)

このことから、圧力容器の前で作業をしていた作業員が、出火直前までリボンヒーターを使用していたが、プラグを抜いたのではないかと、という事実が浮かびあがったのである。

8 再現着火実験

THF が引火する可能性をさぐるため、着火実験を実施した。

(1) 有炎火による着火実験

常温の THF をるつぼ容器に約 5cc 入れて、ライターの花を近づけて、引火するかを実験した。(写真 12 参照)

結果は、容易に引火した。

(2) 火花による引火実験

常温の THF をるつぼ容器に約 5cc 入れて、100 ワットの電球を用い、1 アンペア電流のスパーク火花で引火するか否かを実験した。(写真 13 参照)

1 回では引火しなかったが、数回連続してスパークさせると、引火した。

(3) 電源プラグのコンセントからの脱着によるスパークでの引火実験

ア 常温 (約 10℃) の THF をるつぼ容器に約 5cc 入れて、リボンヒーターと同程度の負荷をかけてコンセントに差し込んだ電源プラグをコンセントから抜いた際に発生する火花で引火するかを実験した。(写真 14 参照)

引火はしなかった。

イ THF の蒸気の発生面積を広げるために綿布に約 1cc の溶剤を浸みこませて、実験を行ったが、引火はしなかった。(室温約 15℃、写真 15 参照)

ウ THF の蒸発を促すために、布を温めて (約 30℃程度) 実験を行ったところ引火した。(写真 16 参照)

9 着火実験からの考察

(1) 静電スパーク

文献によると、THF の最小着火エネルギーは同じ第 4 石油類のガソリンよりも小さく、したがって、電源プラグのスパーク以外に静電スパークによる着火も考慮しなければならないと思うが、作業員の服装にあつては、帯電防護衣が義務付けられていた。

(2) リボンヒーターの電源プラグ

前述したが、焼き物の中から見つかった電源プラグは、サーモスタットから外れており、しかもプラグの刃がいずれも焼きしていたことから、同部分が出火時脱落していたことを立証している。

(3) 出火原因

THF は蒸気比重が空気の 2.5 倍もあり、流れ出た THF の蒸気が床面に滞留、通電状態であったリボンヒーターの電源プラグをサーモスタットから抜いた際に発生したスパークで引火した

ものと推定した。

10 教訓

(1) 危険物に対する認識

この火災の原因調査活動を実施して、危険物を使用する事業所は、危険物に対する一定の知識と経験を持ちながら、日常的に使用し、かつ、使用中に問題等が発生しなければ、危険物に対する認識も低下してくると言える。

したがって、危険物を取扱う事業所に対しては、この火災の事例を教訓とした内容を伝えるとともに、改めて危険物の「危険」について認識させる指導を行った。

(2) 着火実験の大切さ

どんな火災でもそうであるが、文献や過去の出火事例などにたよることなく、火災鑑識で見出した事実から、たぶんそうして出火しただろうという推測にとどまらず、着火実験で立証することの大切さを認識させられた火災事例であった。



写真1 作業場の焼き状況

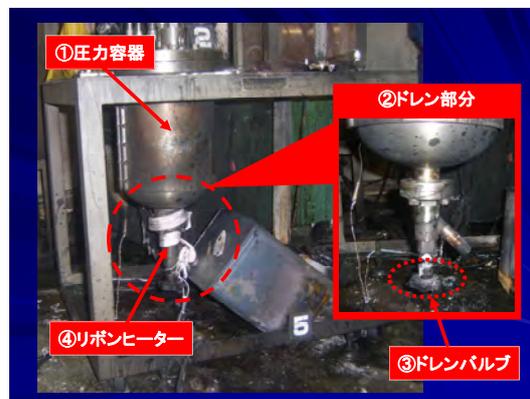


写真2 出火箇所付近の状況

ドレンバルブの少し上方から斜めに置かれた一斗缶に溶剤が流れていく。

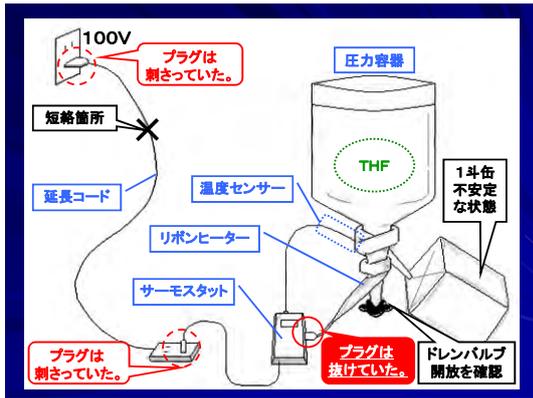


図 1 出火箇所付近の電気配線の状況



写真 3 リボンヒーター全景
発熱体である電熱線を耐熱繊維で被覆した帯状のもので、電源プラグが焼きしている。



写真 4 リボンヒーターの電源プラグ
プラグの外殻は全体的に焼きし、プラグの刃には光沢がなく、焼きしている。



写真 5 焼きしたサーモスタットと同等品



写真 6 サーモスタットの電源部分



写真 7 サーモスタットのコンセント部分



写真 8 サーモスタット内部の基盤

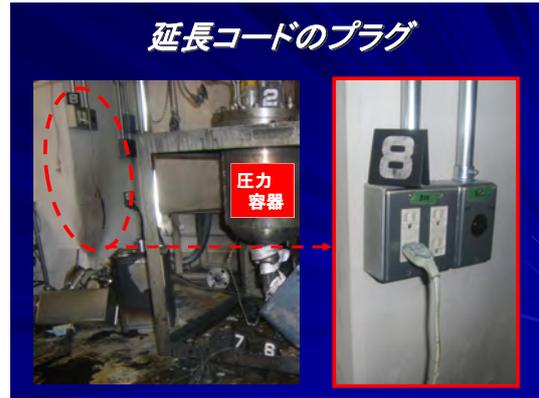


写真 9 延長コードのプラグの状態



写真 10 延長コードの断線箇所



写真 11 配線の全体の状況



写真 12 実験の状況 (ライター)



写真 13 実験の状況 (スパーク火花)



写真 14 実験の状況 (プラグの抜き)



写真 15 実験の状況 (綿布上)



写真 16 実験の状況

平成 24 年度 優秀賞 消防職員による原因調査に関する事例報告

加熱式加湿器から出火した火災の調査報告

名取市消防本部

江川 圭、佐藤大和

1 調査の要旨

本火災は、小学校の無人の教室内で使用中の加熱式加湿器（以下「加湿器」という）から出火した事案である。

調査の過程で、過去に同型品が関連する火災が発生していることを確認するが、過去の調査では当該製品が出火に起因しているかは判明していない。

本調査では、消防研究センターにてメーカー立ち会いのもと合同鑑識を実施した結果、加湿器が出火に起因していることが判明したため、当該製品のリコールに繋がったものである。

2 火災の概要

(1) 出火日時

平成 21 年 11 月 13 時 40 分ごろ

(2) 出火場所

市内小学校教室内

(3) 火災種別

建物火災

(4) 焼損程度

ぼや

(5) 損害状況

加湿器 1 台、机 1 台

(6) 発見時の状況

無人の教室内で約 50cm の炎を上げて燃えている加湿器を、焦げくさい臭いに気付いた隣の教室の教師と児童が発見し、教師が消火器を使用して消火した。消火後、加湿器の差込みプラグ及びマグネットプラグを抜いている。

出火した教室の教師と児童は、体育の授業のため全員が 13 時 35 分に体育館に移動している

が、加湿器は運転中の状態であった。

(7) 加湿器の使用状況

平成 12 年に当市教育委員会が購入・配布し、以後毎年使用。昨年、収納前にフィルター等を清掃している。火災発生前日に箱から出し、清掃後にタンクを満水にして 10 時 30 分から 15 時 30 分まで使用。その時のタンクの残量は約半分。火災発生当日は給水せず、8 時 30 分に電源を入れている。

3 消防研究センターへ技術支援依頼をした経緯

本火災において、焼損したのは運転中であった加湿器と、小学校で通常児童が使用する机のみであること。また、授業時間中の学校内での放火は考えにくいこと。以上のことから、加湿器から出火した可能性は高い。

加湿器を収去し調査したところ、同型製品が関連する火災が過去に 3 件（平成 15 年に 1 件、平成 19 年に 2 件）発生しており、いずれも原因が製品欠陥によるものかは不明である。メーカーに問い合わせ、展開図及び回路図等の任意提供を依頼するとともに、過去の火災について質問すると、「平成 19 年に発生した 2 件の原因調査に立ち会っているが、焼損が激しいため原因は特定されていない。」との回答であった。

過去の 2 件とは異なり、当該加湿器は本体下部が概ね原形を留めており、内部見分前の X 線撮影の必要性から、消防研究センター原因調査室の技術支援を受けて合同鑑識を実施することとした。

4 見分状況

(1) 第 1 回実況見分（現場見分状況）

加湿器は、正面から見て左側部分及び底板が一部原形を留めているが、右側部分及び上部は熔融変形しており、全体的に内部側に焼け崩れている様相を呈している。内部は見通せる状態であり、消火薬剤が堆積している。

電源コードは、配線被覆が一部焼失し、心線が露出している。差込みプラグに焼損は認められず、マグネットプラグは変色しているがほぼ原形を留めている。

置き台として使用していた机は、加湿器正面側の天板のみが部分焼失している。（写真 1 参照）

(2) 第 2 回実況見分（当市消防本部庁舎にて実施）

構造・機能の確認等を行うため、外観からの見分を実施した。資料として、同型加湿器（以下「同型品」という）・取扱説明書と、メーカーより提供された展開図・回路図を準備した。

同型品は、焼損した加湿器とともに同小学校に配付されたものであり、使用年数・状況はほぼ同一である。出火原因究明のため、実験及び分解して構造の確認に使用する旨を当市教育委員会と同小学校に伝え、了承を得て借用した。

ア 加湿器の焼損状況

焼損した加湿器と同型品を比較しながら、加湿器の本体操作パネル側を正面、フィルター側を背面、上蓋を上面、底板を底面として見分する。（写真 2 参照）

本体は、正面・背面ともに吹き出しノズル側及び底板に一部原形を留め、残存している箇所が認められる。本体を形成するポリプロピレン樹脂は熔融し、全体的に内部側に焼け崩れ固着している。

正面の操作パネルは、内側に位置する放熱板が現れ、黒灰色を呈し前方に傾斜した状態で固着している。上蓋は認められない。

電源コードは、全長約 1.5m、マグネットプラ

グは 7A・250V 仕様、差込みプラグは 7A・125V 仕様であり、規格品と一致する。（写真 3 参照）

イ 加湿器の機能

取扱説明書によると、本製品は本体のタンクに貯めてある水をヒーターで加熱して沸騰させ、その蒸気をファンで送風し、スチームダクトを通して吹き出しノズルから放出させる加熱式（スチーム式）である。

操作パネルには、電源スイッチと強弱切換スイッチが設置されており、電源スイッチを押して「入」にすると電源ランプが点灯し、2～3 分後にスチームが出始める。強弱スイッチは、「強」で 1 時間に約 400ml、「弱」で 1 時間に約 200ml のスチームが出る。

展開図及び回路図によると、内部には水量センサーが設置されており、水が無くなると安全のためにスチーム運転を停止し（フロートスイッチが切れヒーターに電源が供給されなくなる）、給水ランプが点灯する構造となっている。

その他の安全装置として、釜部に温度ヒューズ（141℃で OFF）と、空焚き防止用のサーモスタット（120℃で OFF、自動復帰型）が設置されている。

ウ 同型品を使用した作動実験

焼損した加湿器は、火災発生前日にタンクを満水にして 10 時 30 分から 15 時 30 分までの 5 時間を使用し、タンクの残量は約半分となっている。

火災発生当日は給水せず、8 時 30 分に電源を入れ 13 時 35 分過ぎに火災が発生していることから、運転時間は約 5 時間であり、タンクの残量はほぼ空の状態であると推測できる。

火災発生当日と同様にタンクの水量を半分とし、同型品を使用して加湿器の作動及び運転停止状況を確認する実験を行った。

実験の結果、同型品の作動状況に異状はなく、約 5 時間後に自動で運転を停止した。また、その時のタンクの残量は空となっていることから、水量センサーは正常に機能している。（写真 4

参照)

エ 構造の確認

同型品を分解し、構造及び機器等の状況を確認する。

上蓋を外して本体内部を確認すると、タンクと吹き出しノズルに変形等はない。スチームダクトの下部にある蒸発皿には、水に含まれる不純物が付着している。(写真 5 参照)

底板を外して機械室内部を確認すると、ファンモーターや放熱板等の各機器及び配線に多量の綿埃が付着している。釜部は、タンクから水が送られてくる連結チューブとの接合部周辺に、錆びが認められる。(写真 6 参照)

(3) 第 3 回実況見分(消防研究センター鑑識室にて実施)

合同鑑識は、焼損した加湿器及び同型品、取扱説明書・展開図・回路図、第 1 回及び第 2 回実況見分結果を持ち込み、消防研究センターの技術支援を受けて実施した。

最初に、当消防本部より本火災の概要を説明。続いて、メーカーの品質管理担当者から加湿器のメカニズムと機能、そして過去の出火事例と調査結果の説明を受け、見分を開始する。

見分は、第 1 回及び第 2 回の結果をもとに、同型品と比較しながら進める。(写真 7-①参照)

電源コードは、マグネットプラグの先端を基準として 210mm~305mm の位置に配線被覆の焼失が認められる。同箇所の露出している心線には、一部断線している箇所が認められ、電気痕が確認できる。(写真 7-②・③参照)

マグネットプラグは、周囲に消火薬剤が固着し変色しているが、原形を留めており異常は認められない。差込みプラグに焼損はなく、異常は認められない。(写真 7-④・⑤参照)

続いて本体の見分に移るため、同型品の内部及び機械室内部の部品配置状況を確認する。(写真 8 参照)

焼損した加湿器本体は固着していることから、X 線透過装置により内部の状況観察を行う。

残存する部品中、電源部(マグネットプラグ受け)、圧着端子(3 個)、ヒーター組立の端子接続部、基板部の各部分に、溶融している箇所及び過熱した痕跡は確認できない。また、温度ヒューズに断線は認められない。中間配線は、数箇所断線しているのが認められ、圧着端子付近には球状の塊が確認できる。(写真 9 参照)

次に、焼損品の変形・固着状況を見分する。

正面から見て本体右側に位置するタンク部分の本体樹脂を切開し、内部の状況を確認すると、タンクは黒灰色に変色・変形しており、原形を留めていない。タンクキャップが上下反転した状態で見分でき、タンク本体は全体的に操作パネル側に焼け崩れ、底面に固着している。(写真 10 参照)

本体を切り剥がし、残存する構成部品を展開して見分する。(写真 11-①参照)

ヒーター組立の端子部はファストン端子で接続されているが、接続部に溶融している箇所は認められず、過熱した痕跡は確認できない。ヒーターの抵抗値は 24.2Ω を示し、導通状態にあることから、電流値は約 4A であることが確認できる。また、アルミダイキャストの釜部にも異常は認められない。(写真 11-②参照)

釜部の空焚き防止用サーモスタットの抵抗値は、0.2Ω を示し導通状態にある。同サーモスタットをヒートガンで加熱し作動確認をすると、抵抗値は「OL」を示しオフ状態になり、正常に作動することが確認できる。(写真 11-③参照)

絶縁チューブを剥がし温度ヒューズの抵抗値を確認すると、0.1Ω を示し導通状態にあることから、断線はしていない。(写真 11-④参照)

フロートスイッチは、取り付けられている基板が一部原色を留め残存しているものの、ほぼ焼失している。同スイッチは破損しており配線も断線しているが、残存箇所に異常は認められない。(写真 11-⑤参照)

ファンモーターは、本体が黒茶色に変色し、接続されている配線が断線しているが、配線及

び接続部に溶融している箇所は確認できない。
また、モーター軸にも変形は認められない。絶縁紙を剥がし巻線を確認するも、溶融している箇所は認められず、異常は確認できない。(写真 11-⑥参照)

マグネットプラグ受け部は、樹脂が若干焼損し変形しているが概ね原形を留めており、接続端子に溶融している箇所は認められない。また、接続している配線は、被覆が焼失し心線が露出しているものの溶融している箇所は認められず、異常は確認できない。(写真 11-⑦参照)

マグネットプラグ受け部の近傍に位置する 3 個の圧着端子は、スリーブ及び配線被覆がほぼ焼失し変形しており、配線の一部も断線しているが、溶融している箇所は認められず、過熱した痕跡は確認できない。

圧着端子から基板部及びファンモーターへ繋がる配線は、被覆がほぼ焼失し断線しており、断線箇所の数箇所に電気痕が認められる。同型品にて同箇所の位置を確認すると、接続部等ではなく構成部品周囲に浮いた状態で配置されている。(写真 11-⑧～⑩参照)

操作パネルの内側に位置する放熱板は、黒灰色を呈し変形している。また、放熱板に接続されている基板は、全体的に炭化し変形しており、一部欠損している。基板上の構成部品についても、一部脱落し欠損している。

基板に接続され放熱板にネジ止めしているサイリスタ (SCR) は、ネジ止め箇所が外れ、3 本の端子も基板から脱落した状態で、周囲の樹脂と共に基板に固着した状態である。同部品を取り外し見分するも、溶融している箇所は認められず、異常は確認できない。

また、その他の残存する基板上の部品や脱落している部品及び基板に繋がる配線に、溶融している箇所や過熱した痕跡は確認できない。(写真 11-⑪～⑭参照)

5 見分結果

(1) 出火箇所の検討

ア 置き台として使用していた機の天板は、加湿器正面側のみが部分焼失している。

イ 本体を形成する樹脂は溶融し、全体的に内部側に焼け崩れ固着していることから、内部から受熱した様相を呈している。

ウ タンクは、タンクキャップが上下反転した状態で見分でき、本体は全体的に操作パネル側に焼け崩れ底面に固着していることから、操作パネル側から受熱した様相を呈している。

エ 機械室内の圧着端子から基板部及びファンモーターへ繋がる配線と電源コードに、電気痕が確認できる。機械室内の配線は、電源コードより負荷側に位置することから電源コードより先に短絡したものと考えられるが、同箇所は接続部等ではなく構成部品周囲に浮いた状態にあり、負荷がかかる場所ではない。

よって、出火後に二次的に短絡したものと考える。

オ ヒーター組立の端子部に異常は認められず、ヒーター抵抗値は標準値を示している。また、温度ヒューズに断線は認められず、サーモスタットにも異常は確認できないことから、ヒーター組立からの出火は考えられない。

カ マグネットプラグ受け部及びファンモーターに、異常は認められない。

キ 操作パネルの内側に位置する基板は、全体的に炭化し変形しており、一部欠損している。また、基板上の構成部品にも、一部脱落し欠損が確認できる。

以上アからキより考察すると、出火箇所は加湿器の操作パネル内側に位置する基板付近と考えられる。

(2) 出火原因の検討

残存する基板及び基板の構成部品に異常は確認できないことから、基板の欠損した部分にお

ける半田付け不良、または埃や水分の付着によるトラッキング等の可能性が考えられるものの、出火原因を特定することはできない。

6 結果説明とメーカーの対応

本調査結果において、出火原因の特定には至らなかったものの、出火箇所は操作パネル内側の基板付近であることが判明した旨を、同日、品質管理担当者に伝えた。

メーカーは、加湿器が出火に起因していることを受け、後日プレスリリース及びホームページにリコール社告を掲載し、販売台数 60,075 台を無償にて製品交換すると発表した。

それに伴い、当市内の小学校・幼稚園で所有していた同型品 10 台が無償交換となった。(写真 12 参照)

7 調査後記

当該製品は、販売当時の加湿器としてはやや大型であったため、学校や保育所等の広い空間を持つ建物内での需要が多いものであった。また、近年のインフルエンザの流行により、病院

や店舗、官公署等で加湿器を使用するケースが増えている。

本調査の結果がリコールに繋がったことは、今後発生し得た火災の抑制のみならず、現在も使用が見込まれる学校等での火災による危険を排除し、人命の安全を確保できたことに、消防における火災調査の重要性を切に感じました。

本調査にご協力いただいた関係者の方々に、深く感謝申し上げます。

最後になりますが、当市(宮城県名取市)は、平成 23 年 3 月 11 日に発生しました東日本大震災により、甚大な被害に見舞われました。

この場をお借りしまして、お亡くなりになられた方々、そして我々と志しを同じくして殉職された消防職員・団員の方々のご冥福をお祈りします。

そして、ご遺族の皆様、被災された方々に、心よりお見舞い申し上げます。

また、緊急消防援助隊をはじめとするご支援いただきました関係者の方々に、厚く感謝と御礼を申し上げます。



写真 1 消防隊到着時の状況
加湿器を正面から撮影

吹き出しノズル 上蓋



操作パネル

写真 2-① 同型品 (正面)



フィルター

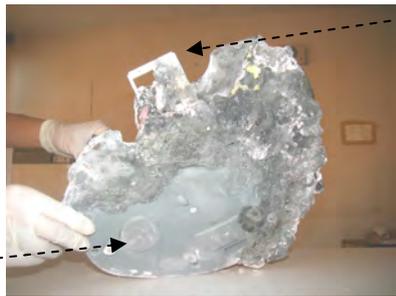
写真 2-② 同型品 (背面)



写真 3-① 焼損品 (正面)



写真 3-② 焼損品 (背面)



底板

放熱板

写真 3-③ 焼損品 (底面)



水量表示窓

写真 4 同型品による作動実験の状況

水位ライン

吹き出しノズル

タンク



写真 5-① 上蓋を外した状況

蒸発皿



写真 5-② 本体内部の状況

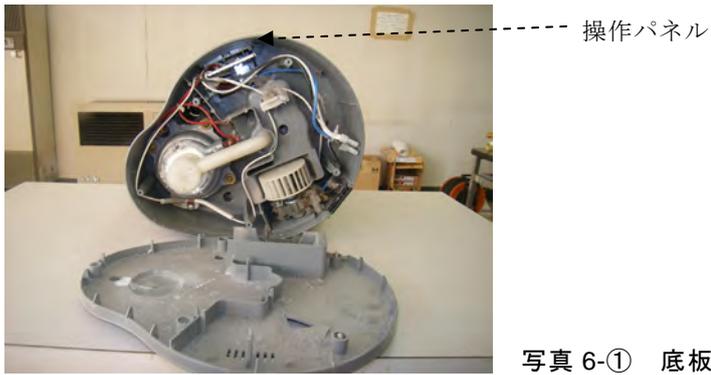


写真 6-① 底板を外した機械室内部の状況

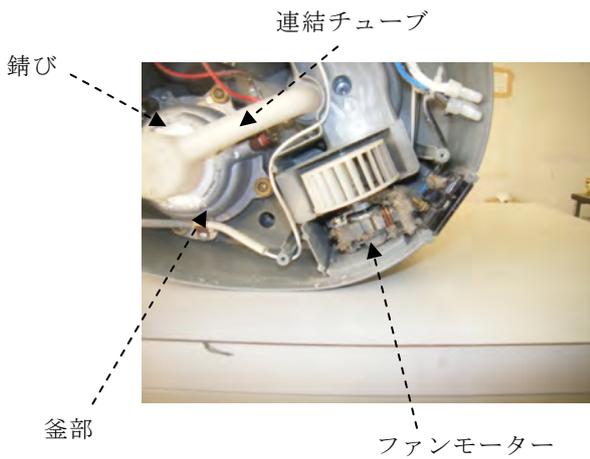


写真 6-② ファンモーターと釜部の状況



写真 6-③ 放熱板とフロートスイッチの状況



写真 7-① 焼損した加湿器と同型品の比較



写真 7-② 電源コードの状況

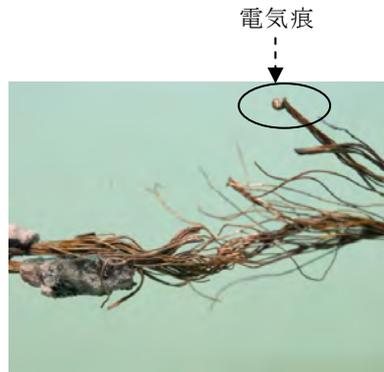


写真 7-③ 配線被覆焼失部分を拡大

写真 7-④ マグネットプラグ



写真 7-⑤ 差込みプラグ

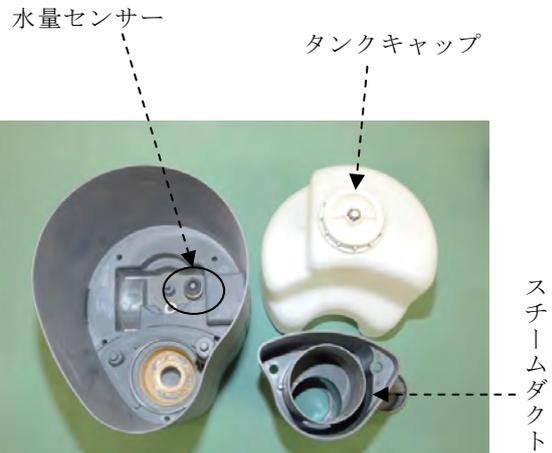


写真 8-① 同型品の本体内部

写真 8-③ 操作パネル内部

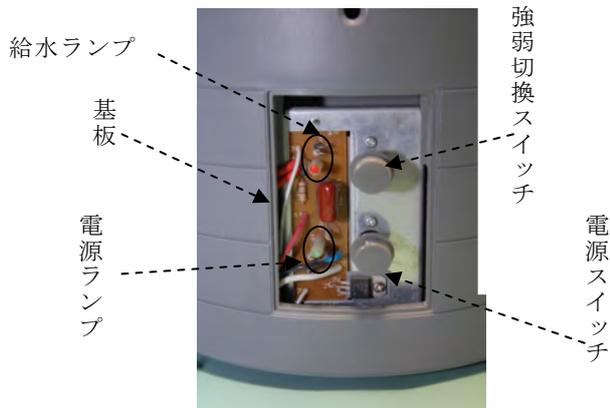


写真 8-④ フロートスイッチ

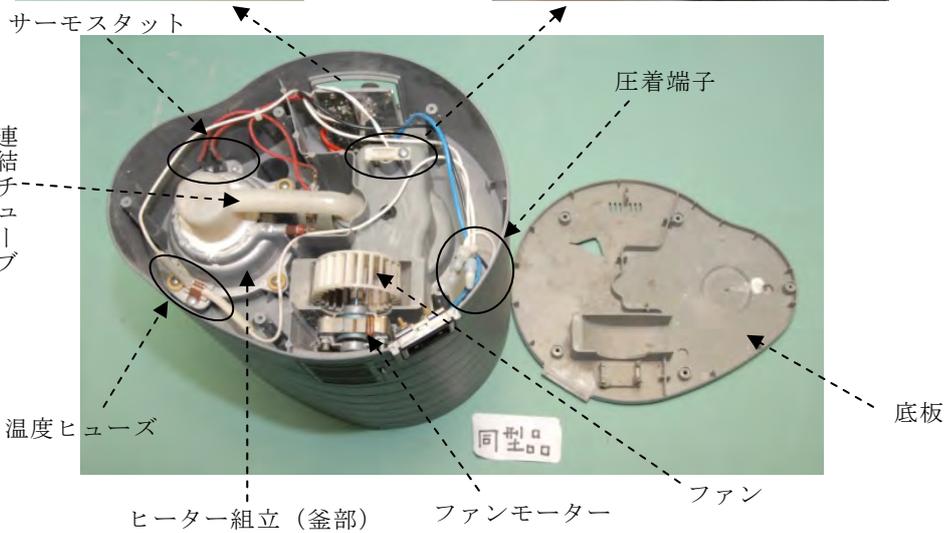


写真 8-② 同型品の機械室内部

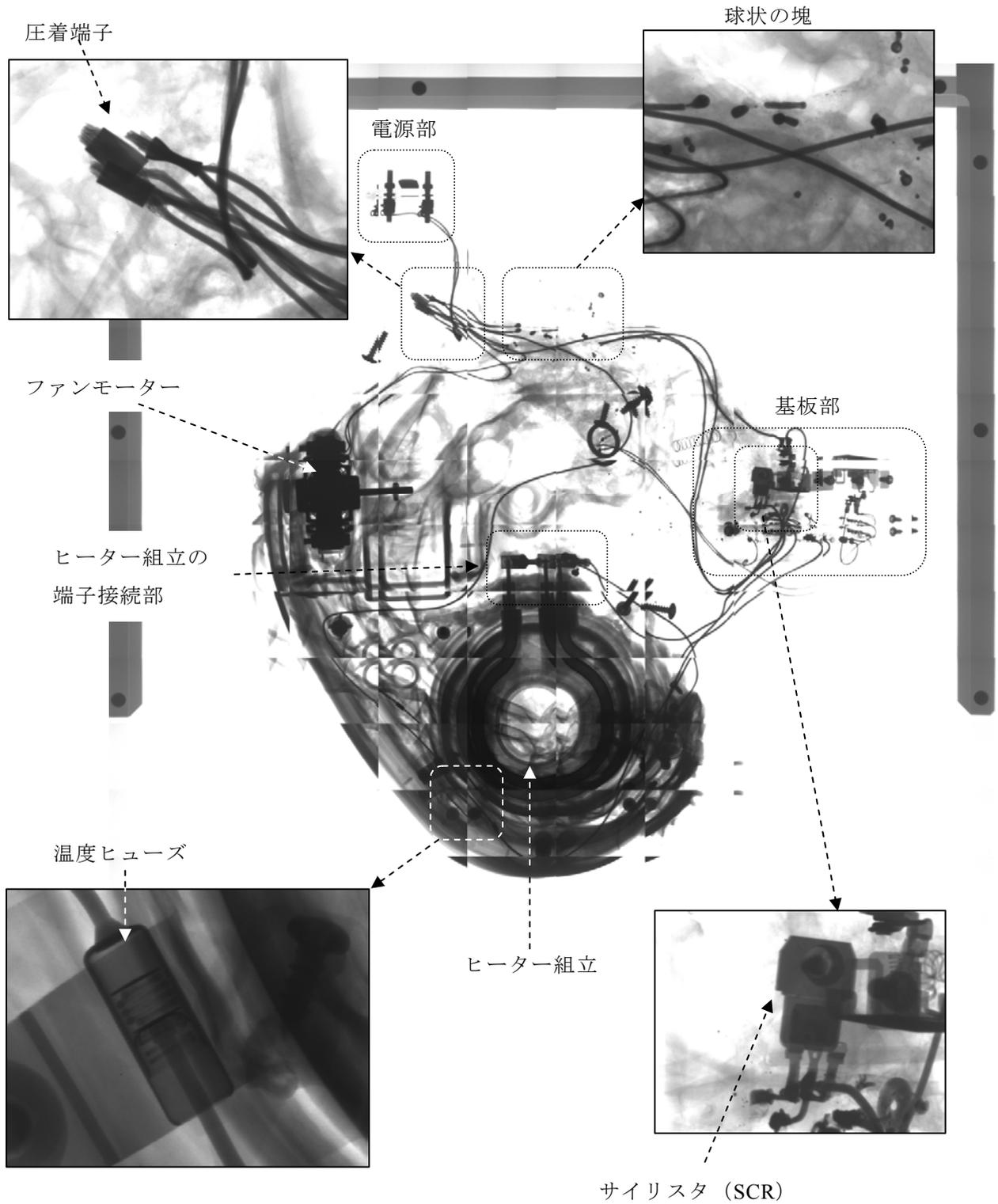


写真9 焼損した加湿器をX線透過装置により内部の状況を撮影
※全体画像は、貼り合わせ撮影を行っているため、接合部が重複した画像となっている。

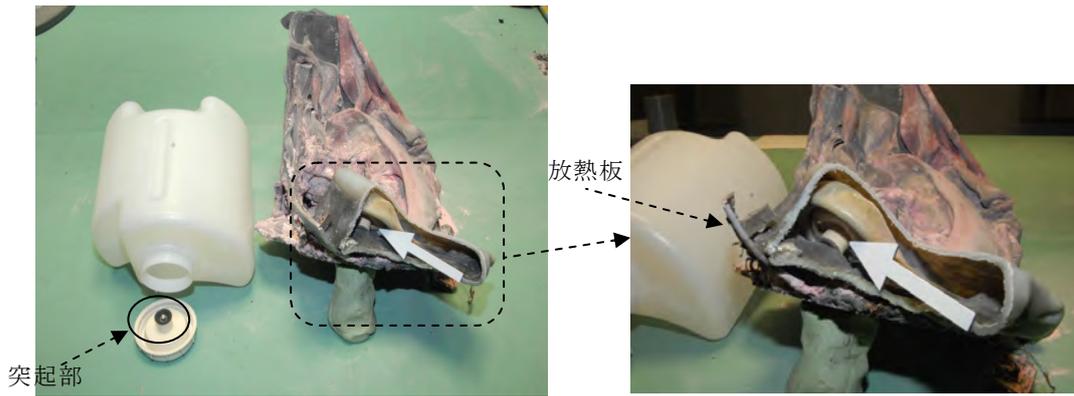


写真 10-① 本体を切開した状況

写真 10-② タンクキャップの反転状況を撮影

白矢印はタンクキャップ内面側の突起部を指している。使用時には上方を向いている突起部が、下方に向けた状態で確認できる。

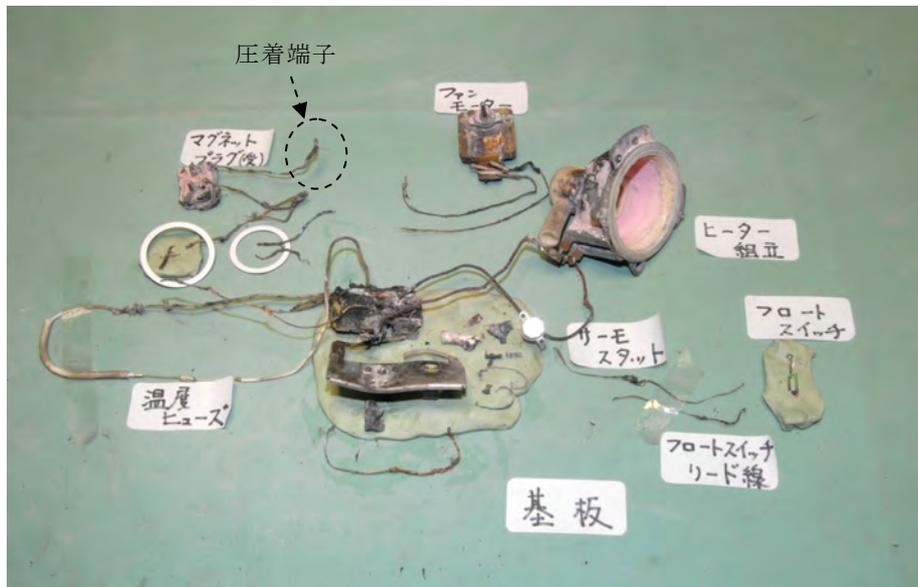


写真 11-① 構成部品を展開した状況

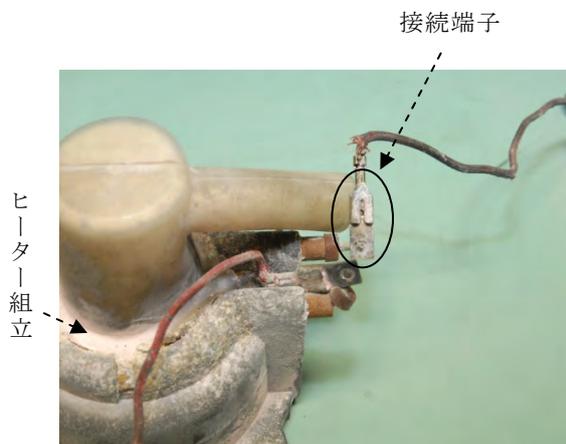


写真 11-② ヒーター組立の状況



写真 11-③ サーモスタットの作動確認



写真 11-④ 温度ヒューズの抵抗値を確認



写真 11-⑤ フロートスイッチの状況



写真 11-⑥ ファンモーターの状況



写真 11-⑦ マグネットプラグ受け部 (機械室内) の状況

写真 11-⑧ 配線の状況

白丸印内は、圧着端子から基板部へ繋がる配線の断線箇所。

基板部

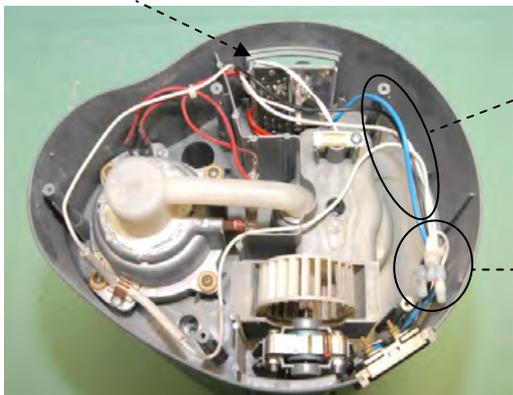


写真 11-⑩ 同型品と比較する



写真 11-⑨ 圧着端子の状況

写真 11-⑪ 放熱板と基板の状況



写真 11-⑫ サイリスタの状況

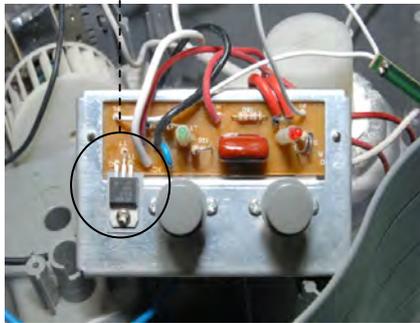
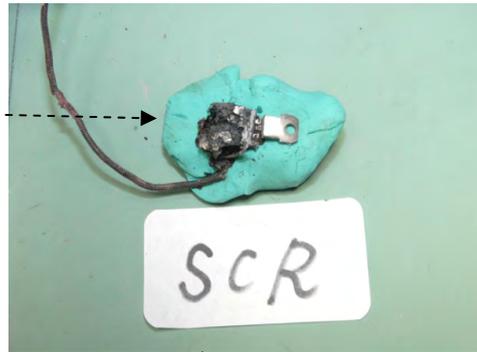


写真 11-⑭ 同型品で比較する



写真 11-⑬ 脱落した端子を復元



写真 12 無償交換された加湿器

平成 24 年度 優秀賞 消防職員による原因調査に関する事例報告

特定屋外タンク貯蔵所からの危険物漏洩事故

富山市消防局

石井 誠、奥井 茂、山下 純

1 はじめに

近年、危険物施設における流出事故において、腐食等劣化に起因するものが増加傾向にあります。

本事例は、屋外タンク貯蔵所の加熱コイルが腐食により穿孔し、コイル内部に流入した原油が、排出ドレンから防油堤内に流れ出たもので、原因調査の際には、消防研究センターと危険物保安技術協会からご指導いただきました。

2 発生日時等

- (1) 発生日時 平成 22 年 3 月 18 日（木）5 時 20 分頃
- (2) 発見日時 平成 22 年 3 月 18 日（木）9 時 25 分
- (3) 覚知日時 平成 22 年 3 月 18 日（木）10 時 01 分

3 発生場所

富山県富山市内 N 石油

4 施設の概要

○発災タンク（写真①参照）

危険物特定屋外タンク貯蔵所（浮き屋根式：
シングルデッキ）

設置許可 : 昭和 44 年 7 月 1 月
設置完成 : 昭和 44 年 9 月 19 日
タンク直径 : 68,765mm
高さ : 21,325mm
許可容量 : 75,761kL
許可品名 : 第 4 類第 1 石油類（原油）
最終保安検査 : 平成 18 年 9 月 14 日

5 被害状況

- (1) 人的被害
なし
- (2) 物的被害
原油 12.0 キロリットル流出

6 事故発生前の状況

発災タンクには、加熱コイルが 8 系統（A～H）設置されている。

加熱コイルは、省エネを目的として事故が発生する 6 日前の 3 月 12 日（金）10 時 00 分頃からスチーム供給を停止しており、また、加熱コイル内のドレンを排出するため、スチームトラップ元バルブとバイパスラインのバルブを共に開放状態にしていた。

7 発生時の状況

3 月 18 日（木）9 時 25 分、協力会社従業員が、隣接する特定屋外タンク貯蔵所の補修工事のため、らせん階段で隣接タンクの屋根部分に上がった際、発災タンクの防油堤内南西部分に大きな水溜りらしきものに気付き、現場に向かったところ、発災タンクの側溝及び防油堤内に原油が漏えいしているのを発見した。

9 時 55 分、漏えい箇所である加熱コイルのスチームトラップ元バルブ及びバイパスラインのバルブを閉止し、さらに現場の状況確認を行い、タンク本体からの漏えいが無いことを確認した後、ホットラインにより当消防局に通報した。

公設消防隊現場到着時、付近には原油の臭気が漂い、可燃性ガス濃度が基準値を超えていたため、火災警戒区域を設定し、10 時 55 分に同

施設に対し口頭で緊急使用停止命令を発令した。

発災タンクの残油量は 16,400 キロリットルであり、漏えいした原油の防油堤外への流出は認められなかった。(写真②参照)

8 応急処置の状況

発災タンクに外観上の異常は認められなかったことから、応急措置として側溝や防油堤内に流出した原油を回収した。

流出した原油の回収は、事故日の 17 時 50 分に完了した。

9 事故調査(平成 22 年 6 月 1 日 10 時 00 分～)

事故の調査については、残油のシフト及び内部清掃の完了後に実施した。

穿孔は 2 箇所であり、1 箇所はサポート接触部、もう 1 箇所は U ボルト接触部である。両者共に当該箇所は局部的にえぐり取られたように減肉して穿孔に至っている。(図①参照)

なお、この 2 箇所は近接しており、スチーム出口近くの加熱コイルの設置レベルが最も低い位置であった。

(1) 類似腐食の発生箇所(目視検査結果)(写真③、④参照)

漏洩した G 系統を除く 7 つの系統にも G 系統同様の外面腐食が発見された。

外面腐食の発生には一定の傾向があり、その特徴をまとめるとおおむね以下ようになる。

- ① 減肉が 3mm を超える腐食の多くはサポートもしくは U ボルトの近傍に発生しており、目視点検で G 系統以外にも 2 箇所の微小な穿孔が発見された。(写真⑤、⑥参照)
- ② サポートや U ボルトの近傍でない場所にも腐食は発生しており、減肉が 3mm を超えるものがある。
- ③ 上記②の腐食はそのほとんどが上半分に発生している。
- ④ 腐食は加熱コイルの設置レベルが低い出口側に集中している。

- ⑤ 加熱コイルの設置レベルが高い入口側には腐食はほとんどない。

(2) 非破壊検査結果

- ① 加熱コイル定点肉厚測定結果
- ② γ線透過写真撮影結果

以上、非破壊検査の結果については特異な点は見られなかった。

(3) スラッジ、貯蔵油、タンクドレン水、腐食部の分析結果

腐食を促進・加速したと思われる因子は特定できなかった。

(4) 底板全面形状測定結果

前回(平成 18 年 5 月)と比べ、大きな差異は発生していない。

10 腐食減肉の原因推定

金属が使用環境下において化学的、あるいは電気化学的な反応によって侵食される現象が腐食である。この侵食に水分が関与する場合は湿食と呼び、比較的低温で発生する。腐食の大部分はこの湿食である。一方、水分が伴わない場合を乾食と呼ぶが、乾食は高温の空気あるいはガスによる酸化反応である。

今回の腐食は明らかに湿食であり、これに基づいて原因を以下のように推定した。

(1) サポートおよび U ボルトと加熱コイルの間の隙間腐食

開口部および類似腐食発生部はその多くがサポートおよび U ボルトとの接触部であり、局部的にえぐり取られたように減肉していることから、この部分に隙間腐食が発生したと推定する。

隙間腐食発生の概略メカニズムを、管とサポートの接触部を例に図②に示す。

スラッジ等によって接触部近傍が周辺環境から遮断(ハッチング部)されると、溶存ガス(酸素等)やイオン(CI⁻等)の濃度に差が生じ、濃度の高い方が高電位、濃度の低い方が低電位になって局部的な濃淡電池が形成され、この電位差で鉄がイオン化して溶液中に移行し、腐食

が進行する。

なおこの場合、サポートや U ボルトは管と同じ環境遮断の状態に置かれるので、こちらも同様に腐食するはずであるが、調査の結果、予想通り腐食減肉していた。

また、濃淡電池による腐食はサポートあるいは U ボルト接触部だけに発生するとは限らない。接触部はスラッジ等が詰まって図②のような環境になり易いが、そうでない部分であっても、例えば油性のスラッジが管の表面に強固に付着したような場合は、周辺環境からの遮断が引き起こされて同様の腐食となり得るからである。

(2) 使用材料の確認

製作図面によれば、加熱管は STPG38、サポートは SS400、U ボルトは SS400 となっている。誤って SUS 製の U ボルトやメッキを施した材料を使用すると、異種金属接触腐食等の事態を招くことになるので、念のためチェックを行った。その結果、正しい材料が使われており、前述したように隙間腐食発生場所では相方であるサポートや U ボルトも管同様に腐食減肉していた。

(3) タンクドレン水のレベルと腐食発生位置の関係

腐食発生部位を見ると、9(1)節に示したようにその多くが加熱コイルの出口側に集中している。加熱コイルにはスチームドレンを排出するための勾配が付けられており、配管レベルは入り口が最も高く、出口側が最も低い。

タンク底板上には、原油から分離した水分や屋根シール部からタンク内に浸入した雨水がドレン水として滞留するが、この腐食は湿潤環境下における電気化学的腐食なので、コイルの設置高さが低いほどドレン水の影響を受け易く、それが腐食分布に現れたと推定する。

11 管理上の問題点

(1) 運転管理

加熱コイルに腐食が発生した主原因は、前述

したような湿潤環境下における隙間腐食（電気化学的腐食）と考えられるが、このタンクは平成 20 年から受払いがなく、そのためタンク底部のドレン水の管理（ミキサーでの攪拌や定期的な排水作業）が疎かになりがちで、それがドレン水の水位上昇を招いたことは否定できない。

(2) 当該部位の点検管理

NO,101 タンクは過去に 5 回定期保安検査を行っており、平成 11 年の定期保安検査時に 5 箇所、平成 18 年の定期保安検査時に 38 箇所の加熱コイル溶接肉盛り補修を行っているが、正確な腐食発生位置とその状況、あるいは腐食発生原因等を記した検査に関する詳しい記録は初回から平成 18 年開放に至るまでほとんど残っていない。

このことから察するに、当タンクでは加熱コイルに関する過去の経歴が引き継がれないまま開放時検査が繰り返され、そのため腐食傾向も十分把握されず、結果としてそれが今回の穿孔につながったことは否めない。

12 消防研究センター及び危険物保安技術協会の調査協力について

本件では、消防研究センター及び危険物保安技術協会の職員による現地確認が行なわれ、当消防局の事故原因調査に対する協力及びアドバイスを受けた。

調査当日は、事故調査の中間報告が事業所側から行なわれ、質疑応答等行った後、発災タンクの詳細調査を実施した。(写真⑦参照)

13 再発防止対策と他タンクへの水平展開

(1) サポートおよび U ボルト接触部の管理方法見直し

穿孔を伴う腐食の発生箇所が主としてサポート部であったことに鑑み、以下のように管理方法を見直し、タンク開放時に順次実行する。

① サポート接触部に保護パッドを全周溶接で取付ける。

- ② 現在使用している 3 インチ配管用 U ボルトを 3 インチ半用のものにサイズアップし、ボルトと管の距離を広げてスラッジ等が詰まりにくい構造とする。(写真⑧、⑨参照)
- ③ 管頂部と U ボルト内側頂部のクリアランスを 30mm 以上にし、スラッジ等が管上部と U ボルトの間に堆積しにくい構造とする。
- ④ 開放時点検の強化。

これまで以上に入念な点検を行うと共に、点検作業に先立って以下を行い、作業環境を整える。

- ・加熱コイル表面の入念な清掃
- ・U ボルト取り外し
- ・ジャッキ・チェーンブロック等による加熱コイルの吊り上げ(点検しにくいコイル裏面の点検作業環境を改善)

(2) 運転管理強化

日常点検の強化とタンクドレン水の定期的な排出を行う。

- ① 加熱コイル出口の点検を強化する。
 - ・点検は 2 回/日以上とする
 - ・チェックシートを用い、結果を記録、保存する
 - ・スチームドレンへの油分混入の有無を必ず

チェックする

- ② タンクドレン水の定期的な排出を行う。
 - ・月に 1 回ミキサーによる攪拌を行い、十分静置した後水切りを行う。

14 おわりに

今回の漏えい事故は、特定屋外タンク貯蔵所に敷設された加熱コイルについて、適正な維持管理が行なわれ、設備の安全対策が図られていれば、原油の流出を防止することができたものと考えられます。

加熱コイルは、具体的な設置基準等が定められていない設備であり、事業所側、消防側双方とも安全に対する意識が低くなりがちですが、何らかの対策を講じない限り、今回の事故のように、類似タンクにおいても加熱コイルを経由し、タンク内の危険物が流出することは十分に考えられます。

今回の事故を教訓として、タンク本体はもちろんのこと、加熱コイル等の付属設備の維持管理の徹底や安全対策の強化をしっかりと行なうことが重要であると改めて認識させられました。

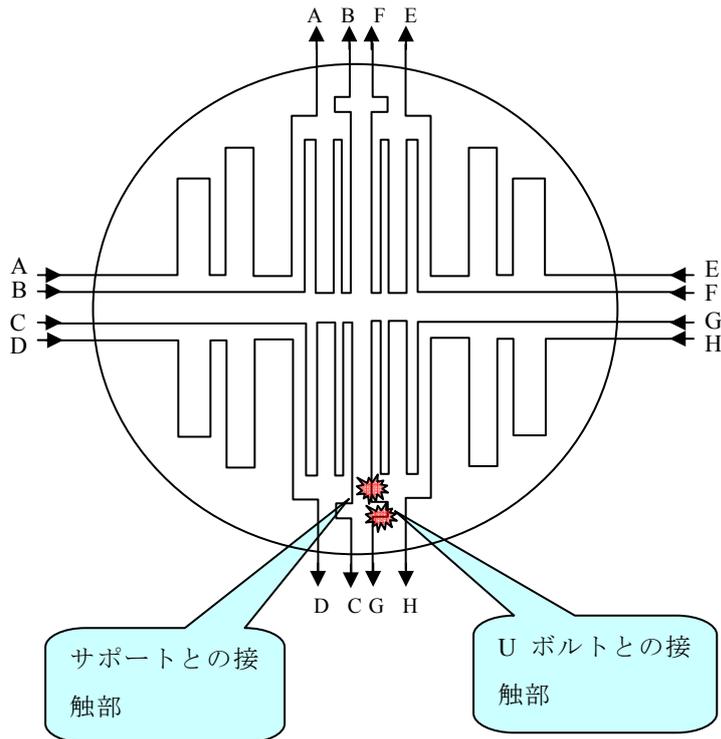
今後において、類似事故の再発防止が図られますよう、ご紹介させていただきました。



【写真①】 発災タンク外観図



【写真②】 発災時の状況



加熱コイルは 8 系統あり、その内の G 系統で穿孔が 2 箇所見つかったもの。

共にタンクの外周部付近（出口）の設置レベルが低い位置であった。

【図①】加熱コイルの状況



G 系統の加熱コイル

漏えいした G 系統の加熱コイルを中心に目視検査を実施した。

【写真③】加熱コイルの状況



【写真④】サポート付近の状況

加熱コイルには、サポート及び配管用 U ボルトが 236 箇所設置されていた。

今回、全ての U ボルトを外すとともに、配管とサポート接触部を持ち上げて目視検査を実施した。



【写真⑤】穿孔箇所 1

U ボルトとの接触部で穿孔が発見される。

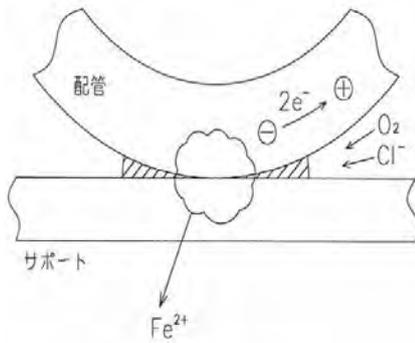
穿孔大きさ (8mm×25mm)



【写真⑥】穿孔箇所 2

サポートとの接触部で穿孔が発見される。

穿孔大きさ (10mm×8mm)



【図②】配管とサポートの接触部に発生する隙間腐食の原理



【写真⑦】合同調査を実施

消防研究センターと危険物保安技術協会の職員による現地調査



【写真⑧】加熱コイル等の状況（目視検査時）

サポートや U ボルトとの接触部には腐食、減肉が見られる。



【写真⑨】加熱コイル等の状況（改修後）

サポートと加熱コイルの接触部には全て当板を設置。

Uボルトはサイズアップし、隙間を空けるよう設置。

電気フライヤー火災の原因調査について

所沢市消防本部

塩谷 誠

1 はじめに

コンビニエンスストア（以下「コンビニ」という。）は、全国で約 43,600 店に及びニーズの多様化から揚げ物など店内で調理を行う店舗が増加しています。

本事例は、全国展開しているコンビニの電気フライヤー（以下「フライヤー」という。）から出火したものです。従業員がフライヤーの異常に気づき電源スイッチを切ったにもかかわらず、その後火災となった事例を紹介します。

2 火災の概要

- (1) 出火日時 平成 22 年 6 月
- (2) 火災種別 建物火災
- (3) 焼損程度 ぼや
- (4) 建物構造 鉄骨造平屋建て

3 出火時の状況

フライヤーの油から煙が出ているのに気付いた従業員が、フライヤーの電源スイッチを切り、操作パネルの表示が消えたことを確認したのち、店長及びコンビニのコールセンターに電話をしている間に、油が過熱し出火したものである。

4 現場の状況

レジカウンターの中に 2 台設置されているフライヤーのうち 1 台に焼損が認められる。フライヤーの油層内には、油、水、粉末消火剤が見られ、フライヤー上部のバスケット、排気ダクトは黒く変色している。（写真 1 参照）

フライヤーを移動して背部の壁面を見ると、フライヤーの油層上面の位置から上方は扇状に

焼損しており、下方は油脂が付着している。

電源は、壁面から延長されたコードに、フライヤー背部の器具コードからプラグを介し接続されている。（写真 2、3 参照）

フライヤーの電源スイッチを切ったのに、「なぜ」油が過熱し出火したのか？

5 鑑識見分状況

フライヤーについて詳細に調査をするために、機器を収去し、製造メーカーの技術者に立会いを求め、フライヤーの仕組み、安全装置の作動状況、機器の異常の有無を確認するため鑑識見分を実施した。

○ 製品概要

製品名：卓上型電気フライヤー（オートリフトアップ付）

製造業者：〇〇株式会社

定格電圧：AC 三相 200V

定格電力：3.0kW

製造期間：2007 年 5 月～現在

導入台数：2 万数千台（コンビニチェーン店 1 店舗各 2 台導入）

本製品は 2007 年から全国の当コンビニチェーン店に導入されており、火災が発生した店舗には、2008 年 7 月に設置されている。メーカーの説明によると、同型機種の花災事例はない。（※本火災以降 2011 年 11 月までに同コンビニチェーン店で同様の原因による火災が 3 件発生している。）

(1) 製品の使用方法

フライヤーの使用方法は、バスケットに食材を入れ、メニュー（鶏の唐揚げ、フランクフルト等）を選択し、スタートボタンを押すとバスケットが自動で油層の中に下がり、タイマーが作動する。タイマー表示が0になるとバスケットが自動で上がり調理が終了する仕組みになっている。

(2) 外観の状況

フライヤー前面には、電源スイッチとタッチ式操作パネルがある。

正面の扉を開け裏側のパネルを外すと電源制御基板と表示スイッチ基板が重ね合わせられているが、基板に焼損は認められない。(写真 4、5 参照)

フライヤー背面には、ヒーターユニットの中央に異常過熱防止装置のリセットスイッチがある。フライヤーの背面パネルは油脂が付着し茶色くなっている。背面パネルには放熱のための開口が認められる。(写真 6 参照)

(3) 油層の温度調節

油層内に設置された温度センサー（K 型熱電対センサー「矢印①」）により油温を感知し、パワーリレーが作動して油温を 168℃～170℃に保っている。

調理をしない時は、セーブ運転状態にして油温を 142℃～150℃に保つことができる。

※パワーリレー

パワーリレーは、通電すると接点が閉じ、AC 三相 200V の電圧が印加されヒーター部が加熱する。(構造の詳細は後述)

(4) 製品の安全装置

油層は適正油量ラインよりも上部が焼損し黒く変色していることから、油量は適正な油量ラインまで入っていることがわかる。(「矢印②」)

この製品は温度センサーにより油温が 230℃になると加熱が停止する。

万一、温度センサーが作動しない時には、二重の安全装置として、異常過熱防止装置（ハイ

カットサーモ「矢印③」）により、油温が 250℃になるとブザーが鳴り、装置が作動して加熱が停止する。(写真 7 参照)

(5) 安全装置の作動状況

火災発生時、安全装置である異常過熱防止装置が作動したかを確認するため、背面のパネルを開け、異常過熱防止装置の導通をテスターで測定すると、「導通なし」を示すことから、火災時には異常過熱防止装置が作動したと認められる。

さらに、異常過熱防止装置が正常かどうかを確認するため、リセットスイッチを元に戻し、異常過熱防止装置の導通があることをテスターで測定しながら、異常過熱防止装置をバーナー式点火棒で加熱すると、異常過熱防止装置が作動し、「導通なし」を示したことから、異常過熱防止装置は正常に作動することがわかる。(写真 8、9 参照)

油が過熱しないようにするための異常過熱防止装置が正常なのに、「なぜ」出火したのか？

(6) 製品構造（電気配線図参照）

ア フライヤー正面の電源スイッチは制御基板へ印加される電力を切断するもので、ヒーターへの電源を切断するものではない。

イ 電源からヒーターへ印加される AC 三相 200V の電力を遮断するには、店内にある配電盤のブレーカーを遮断するしか方法はない。

(7) パワーリレーの仕組み

パワーリレーの仕組みは、通電するとコイルに電流が流れ鉄心を磁化し、パワーリレーの金属製パネルがコイルに吸着することで、接点を閉じる。(金属製パネルの凸部「黒矢印」と一致するリレーの凹部「白矢印」が写真上左側に動き接点を閉じる。) また、電流が遮断されるとばねの弾力により接点が開放される仕組みになっている。(写真 10、11 参照)

(8) パワーリレーの作動状況

フライヤーの背面には、左下部にパワーリレー MC1 (以下「MC1」という。)、左上部にパワ

ーリレーMC2 (以下「MC2」という。)が設置されている。

MC1、MC2 は、AC 三相 200V の電圧が直接印加される。

MC1 は通常接点が閉じているが、異常過熱防止装置が働くと接点が離れる。

MC2 は油層内の通常の温度調節をするために温度センサーにより接点が作動する。(写真 12 参照)

パワーリレーを本体から外し、コイル部分を分離して MC2 から接点を見分する。

ア MC2

MC2 は接点が、全体に黒く変色し接着している。接着した接点を剥がし詳細に見分すると、接点は摩耗し溶着した痕跡が認められる。(写真 13、14 参照)

イ MC1

MC1 は接点の接触部が黒く変色している。接点を詳細に見分すると、接点は若干荒れており、溶着していたことが疑われる。(写真 15、16 参照)

立会者に、「もしパワーリレーMC1、MC2 の両方に不具合が発生し、接点が開放されないとどうなるか？」説明を求めると、「安全装置が正常に作動したとしても、電源は遮断されません。」とのことである。

(9) MC1 接点撮影

消防大学校 消防研究センターに、デジタルマイクロスコープによる MC1 の接点撮影を依頼する。

焼損した MC1 は、すでに分解されている。

パワーリレーは、可動接点 (A) と固定接点 (B) で構成されている。

可動接点 (A-1~6) と固定接点 (B-1~6) に矢印を付して表示する。(写真 17 参照)

各接点の表面をエタノールで洗浄して撮影された写真から、焼損品の可動接点 A-2、A-5 及び固定接点 B-2、B-5 に荒れや溶融が見られ一部銅色が認められる。(写真 18~21 参照)

6 出火原因

(1) 出火原因の考察

ア MC1 は接点撮影の結果、接点に溶融が認められることから、接点が溶着していた可能性が高い。

なぜ MC1 の接点が溶着したか？

〇〇社製のパワーリレーは、仕様書によると接点の電氣的な耐久限度回数 (定格) は、10 万回以上となっている。

このフライヤーは使用してから 2 年を経過しているが、MC1 は電源の入切りと異常時に接点を開く時にしか開閉しないため、接点の動作は 10 万回を超えていない。しかし、フライヤー背面パネルには開口があるため、背部にミスト状の油脂が進入しパワーリレーに付着する可能性がある。パワーリレーの内部に油脂が付着すると、油のべた付きにより接点が離れ難くなり、接点が開く時にアークが発生し、パワーリレーが耐久限度回数に至らなくても、接点が溶着する可能性が推察される。

イ MC2 は油槽内の温度を温度センサーで感知し、接点が開閉して油温を一定に保つためのもので、接点は日常から頻繁に作動している。

見分時、MC2 の接点は摩耗し、接着していることから、耐久限度回数を超えていた可能性がある。また、油脂の進入により接点が離れ難くなり、耐久限度回数を超えていなくても溶着した可能性が考えられる。

(2) 結論

パワーリレーMC1、MC2 の両方に不具合が発生し、接点が開放されなかったため、電源スイッチを切ったにもかかわらず、構造上ヒーターへの通電が遮断されずに、油層内の油が過熱し出火したものである。

7 製品の問題点と消防本部の対応

(1) 製品の問題点

ア 通常、電源スイッチを切るとヒーターの電源が遮断されると考えられるが、MC1、MC2 両方とも不具合が発生し接点が開放されないと、フライヤーの異常に気づき電源スイッチを切ったとしても、ヒーターへの通電は遮断されない。

イ パワーリレーの接点が溶着していると安全装置（温度センサー、異常過熱防止装置）が作動しても、MC1、MC2 の接点は開放されないためフライヤーに設置されている安全装置は意味をなさない。

ウ 電源プラグはフライヤーの背面にあるため引き抜くことができない。そのため、電源遮断は分電盤のブレーカーを遮断しなければならない構造となっている。

(2) 消防本部の対応

ア メーカーに対し、現在使用されている製品の構造的な問題点を改善するよう依頼した。

イ メーカーに対し、機器の定期的な点検の実施を依頼した。

ウ コンビニ本社に対し、初期消火の訓練を含めた安全面についての教育の実施を依頼した。

エ 管内のコンビニ全店に立入検査を実施し、

チェックリストを基にフライヤー等の調理機器の状況を確認するとともに、火災発生時の対応について指導を実施した。

8 おわりに

本製品については、全国で同様な火災が発生しているため、メーカーにより緊急点検が実施されている。現在、コンビニチェーンにより新機種が導入が計画されているが、全国の店舗に新機種が設置されるまでには相当の期間が掛かると予想されるため、それまでの間に類似火災が発生することが懸念される。

一般に、電源スイッチを切ることによって機器への通電は遮断されると考えられているが、このフライヤーはパワーリレーの接点が溶着すると、電源スイッチを切ってもヒーターへの通電が遮断されない。そのため、火災発生時の対応としては、機器の電源を切るだけではなく、分電盤のブレーカーを遮断しなければ電源供給が遮断されない構造の機器である。

このコンビニは全国展開されており、ほとんどの店舗に同型のフライヤーが設置されていることを考慮すると、全国の消防本部に、この機器の構造を認識していただき、今後の火災予防と消防活動に役立てていただくことを切に願うものである。



写真 1 フライヤー

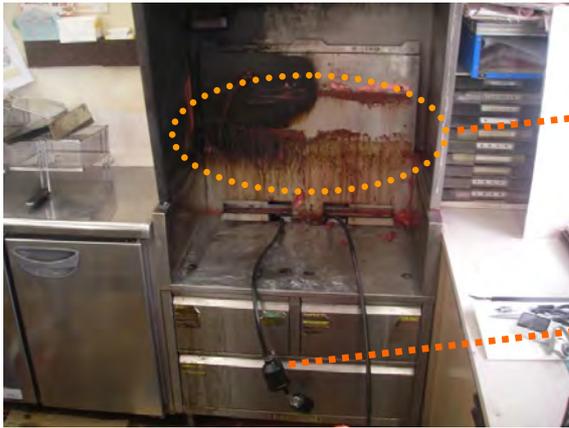


写真 2 フライヤー背部

油脂が付着



写真 3 電源 (AC 三相 200V)

電源スイッチ タッチ式操作パネル



写真 4 フライヤー前面

表示スイッチ基板

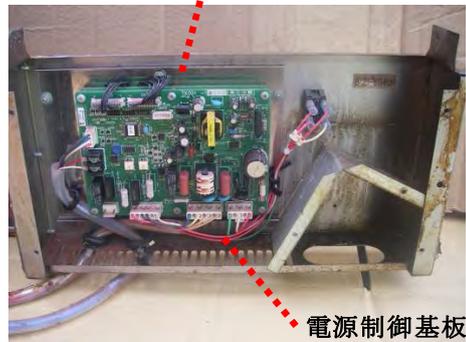


写真 5 フライヤー基板

電源制御基板

異常過熱防止装置 (リセットスイッチ)

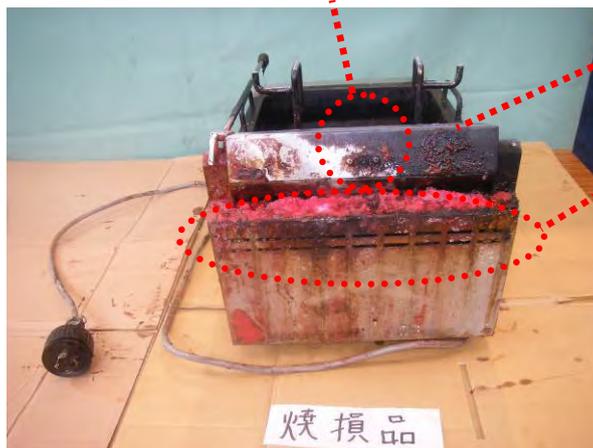


写真 6 フライヤー背面

ヒーターユニット

背面パネルの開口



写真 7 油層内部



写真 8 導通測定



写真 9 異常過熱防止装置の作動

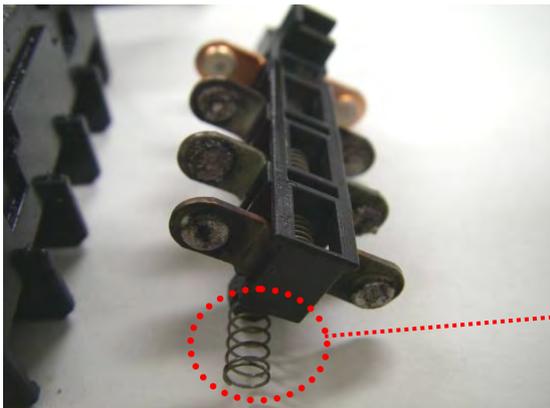


写真 10 パワーリレーばね

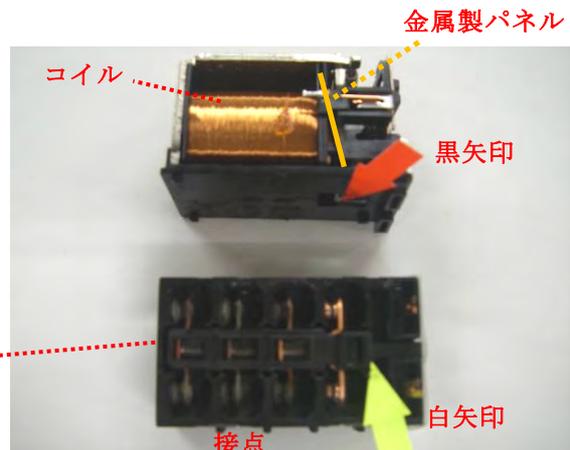
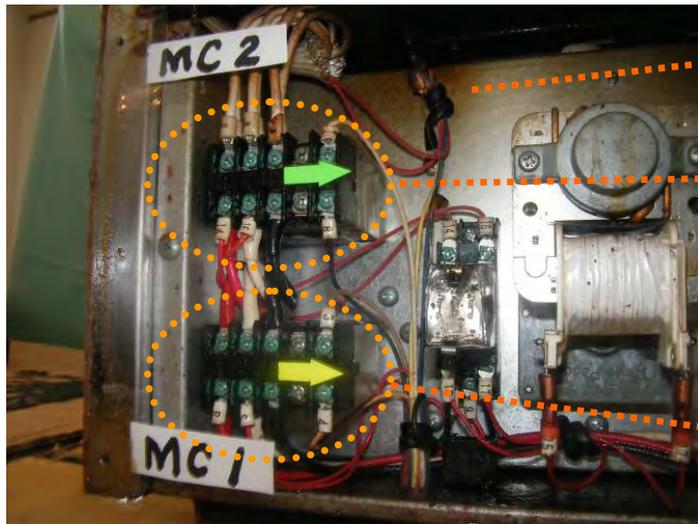


写真 11 パワーリレー内部



油脂の付着

MC2 は、接点が着いている。

MC1 は、接点が離れている。

写真 12 フライヤー背面

AC 三相が 200V 印加される接点



写真 13 MC2 内部



写真 14 MC2 接点



写真 15 MC1 内部



写真 16 MC1 接点

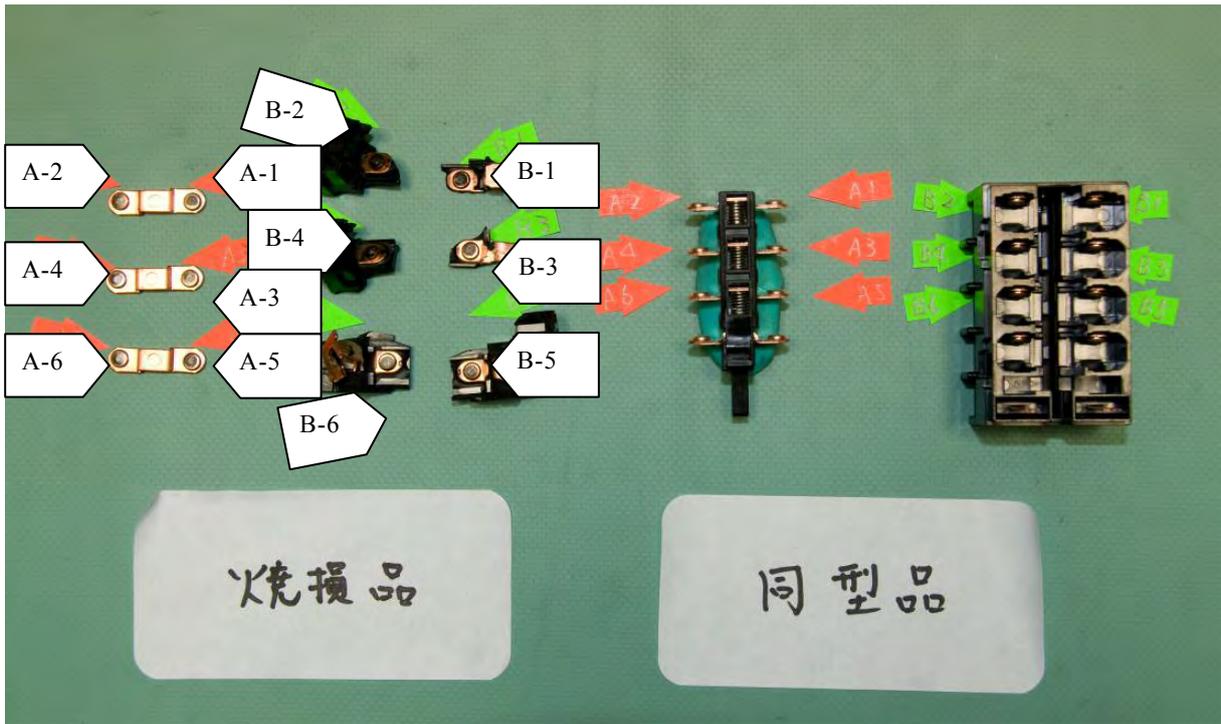


写真 17 可動接点 (A-1~6) と固定接点 (B-1~6)



写真 18 A-2



写真 19 A-2 (200 倍)

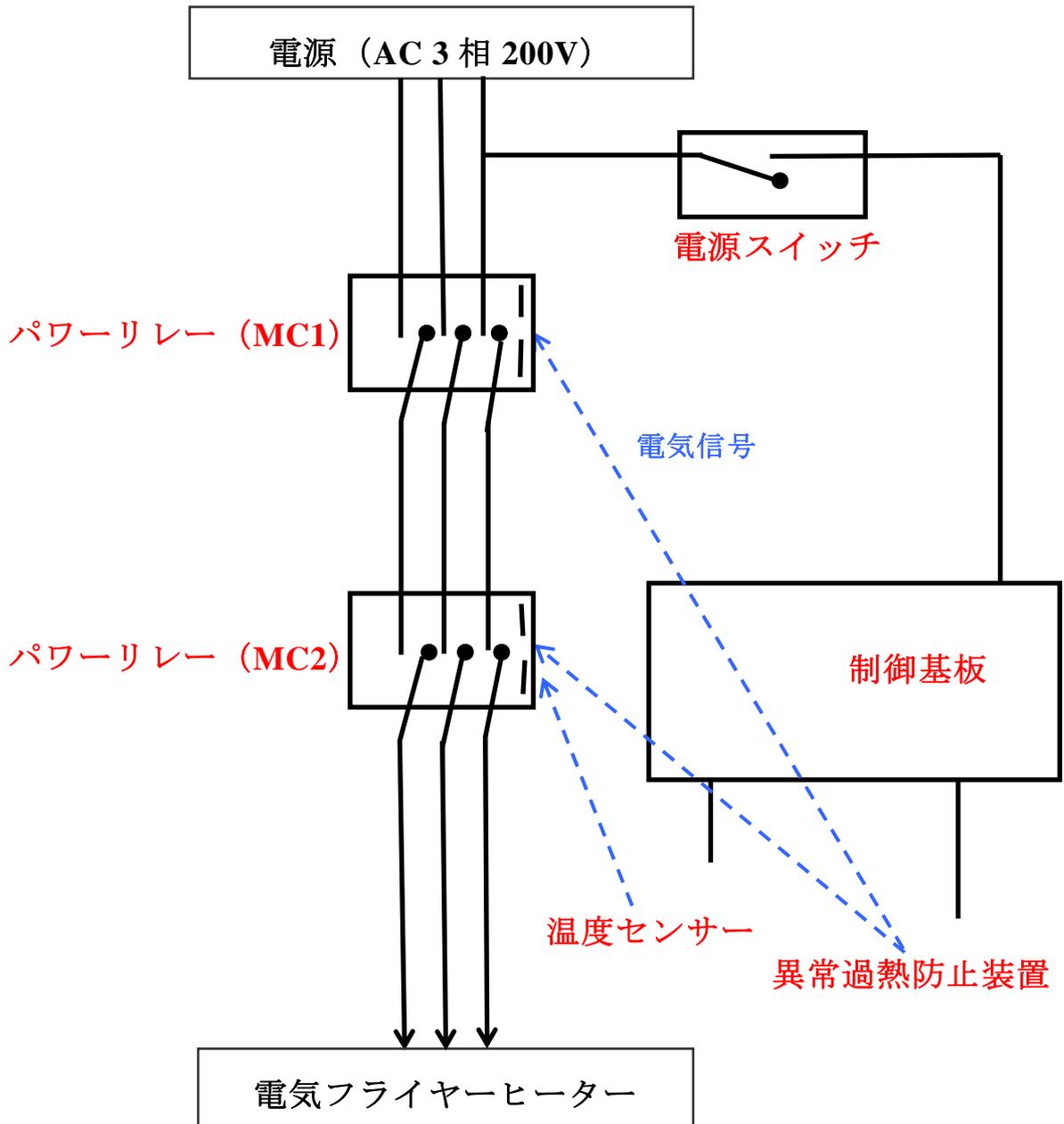


写真 20 B-2



写真 21 B-2 (200 倍)

《 電気フライヤー電気配線略図 》



乳幼児救助用縛帯の開発

仙台市消防局

小山幸志

1 現状と問題点

現在の消防救助業務においては陸上災害はもとより、河川等の水難事故や山岳での事故とあらゆる場所、災害の種別を問わず出場しなければならない、市民からのニーズや期待も大きくなっていることは明らかである。

その為、我々救助隊員は質の高い市民サービスを提供しなければならない、高度な救助技術が要求され、それに伴う資機材も最良の物が必要となる。

昨年の東日本大震災での救助活動において、津波により地上からの現場到着が困難だった救助事案が多数あり、ヘリコプターでの救助活動が機動力を発揮した。

その航空救助の中で、生後間もない乳児の救助要請があり吊り上げる際、縛帯のサイズが全く合わずロープで固定、補強して何とか救出した事案があった。

現在、消防機関で保有している救助用縛帯は殆どが対成人用である。

要請は少ないものの今後も同様の救助事案が予想されることから対乳幼児用縛帯の必要性を感じ開発に至った。

2 開発

開発にあたっては、サイズを小さくするのは当然であるが、乳児は勿論のこと幼児であっても意識の有無に関係なく、こちらからの指示が伝わらないため安全のための補助的な動作が期待できない。(例、腕を組んでください・動かないで下さい等)

以上のことから体全体を覆うような今まで以上に安全でサイズの小さい縛帯の開発を目指した。

3 仕様

本体はビニール製、全長 90 センチとし吊り上げ用にビニール製ベルトを前後に各 1 本ずつと先端に D 環、本体上部に落下防止のバックル付ベルトを 2 本付けた。本体の底部から D 環の先端まで約 60 センチとした。

4 開発による効果

今回の開発ではサイズを小さくし生後間もない乳児でも安全に救助するためマチ（底面）を付けず体全体を縛帯で完全に密着させ動揺しない様な担架型の仕様にした。

この仕様には、おんぶ紐をヒントにし簡易的で軽量、且つコンパクトに収納でき携行しやすいこととした。

5 今後の課題

検証の結果、サイズの合わない縛帯を使用するより体全体を包み込む様な体勢で救助できるため、落下の恐れはないと判断できたが、担架型であるため水中での使用では水抜き穴が必要である。

その他、素材の強度試験は行っていないため、強度的に問題が無いとは言い切れない。強度試験を行い問題が無ければ、実際の現場活動での使用も可能であると考えます。

1 平置きにした状態



2 縛着した状態



上方から体全体が完全に覆われているのが確認できる

3 介添えにて吊り上げ (正面)



正面からも体全体が完全に覆われている

4 右側からの状況



5 左側からの状況



要求助者の表情を確認でき且つ抱き抱えられる吊り上げベルトの長さであることが確認できる

6 上方からの状況



体全体が包まれるように縛帯に密着している

現在使用している縛帯（ベルトの調整で小児用になる）

7 縛着した状態



8 介添えにて吊り上げ（正面）



本来吊り上げ時の姿勢は座位であるが、サイズが合わないため仰臥位になり、頭部側から落下の危険がある

9 右側からの状況



頭部側は完全に縛帯に覆われていない

10 左側からの状況



足部側もサイズが合わず縛帯が密着していない

11 上方からの状況



上方からの状況でも明らかにサイズが合わないのが確認できる。特に航空救助においてはヘリコプターからのダウンウォッシュにより縛帯がばたつき危険である

棒状放水時における放水軌跡の簡易予測式の提案

東京理科大学大学院

宮下達也

諏訪東京理科大学

須川修身、今村友彦

東京理科大学

川口靖夫

横浜国立大学大学院

上矢恭子

1. 研究背景

浮き屋根式の石油貯蔵タンクで全面火災が発生した場合、大容量泡放射砲を用いて、タンクへの棒状放水（泡放射）による消火活動が行われる。大容量泡放射砲は、流量 10,000～40,000 L/min の泡放射能力（高所放水車の約 10 倍）を有しているが、その分送水ポンプや泡消火剤の混合装置などが大型になり、放射砲の設置には多大な時間と作業員を要する。また、設置後に放射砲を移動させることは非常に困難であり、風速風向が著しく変化し、タンク内への効果的な投入が行えない場合、迅速な消火に支障をきたす可能性が懸念されている。従って、放射砲の配備計画を進める上で、タンク内への効率的な投入を行うことができる設置場所を検討するため、流量や圧力、風による放水軌跡（最大射程・最大射高）の変化を予測できる消火支援ツールの開発が求められている。

2. 先行研究

大容量泡放射砲に関する先行研究として、各地区の広域共同防災協議会により、消火訓練の一環として実規模放水及び泡放射の性能評価試験が実施され、最大射程・最大射高・射幅の放水軌跡が測定されている。また、放水試験時に真横から撮影した放水軌跡の画像より、図①の

ように軌跡上にいくつかの点を定め、高次関数で近似した実験式が存在する。この実験式により描かれる曲線は、協議会推奨ラインと呼ばれ、軌跡の上側（外側）を通る曲線を上限ライン、下側（内側）を通る曲線を下限ラインとして、それぞれ定義されている。しかし、最小射程を示す下限ラインの定義が曖昧であるため、上限ラインと下限ラインで囲まれる範囲（フットプリントあるいはランディングゾーン）に集中する水が、放水流量に対してどの程度であるか明確にされていない。また、実験式は、放水軌跡撮影時の気象条件に限定されているため、風速風向の値が実験時と大きく異なる場合、軌跡を予測するには不安が残る。

3. 研究目的

筆者らは、過去の研究成果として MPS 法を基盤として用いた三次元シミュレーションモデルを構築し、その妥当性を定量的に検証した。その結果、流量 1,500 L/min の放水実験で測定された放水軌跡と誤差 10%以内で一致した。本研究では、構築したモデルを使用し、流量 10,000 L/min 以上の大規模放水についてシミュレーション解析を行い、流量や圧力、風の影響による放水軌跡の変化を明らかにする。また、解析結果に基づき、放水軌跡を簡易に再現できる予測

式 (簡易予測式) を作成し、協議会推奨ラインとの比較・評価を行う。さらに、簡易予測式を用いて、タンク内への投入率を予測できる新しい消火支援ツールの開発を試みた。

4. 放水シミュレーション

シミュレーションモデルは、MPS 法を基盤とし、水流衝突モデルや水塊分裂モデル、風速風向モデルを既存のプログラムに追加して構築した。シミュレートする放水条件は、流量を 10,000、20,000、30,000、40,000 L/min、圧力を 0.6、0.7、0.8、0.9 MPa、角度を 30°、35°、40°、45°、50°、風速を 0.0、2.0、4.0、6.0、8.0 m/sec、風向を追い風及び向かい風 (マイナスの記号で表記) と変化させ、それぞれ計算を行った。今回は風の乱れを取り入れず、火炎からの上昇気流や泡消火剤の発泡は考慮していない。また、ノズル高さは全ての条件で 2.0 m に統一した。図②は、流量 20,000 L/min、圧力 0.7 MPa、角度 45° における三次元放水シミュレーション例を示す。

シミュレーションの解析結果から流量・圧力・角度を変化させた時の放水軌跡について、次のような傾向が明らかになった。流量 10,000 L/min、圧力 0.6 MPa を基準とし、①流量のみ増加させた場合、射程はあまり変化しないが、水の分散性 (ばらつき) が小さく風の影響を受けにくい。②圧力のみ増加させた場合、射程は大きく伸びるが、水の分散性が大きく風の影響を受け易くなる。③角度の増加に伴い、滞空時間が長くなるため空気抵抗や風の影響を受ける時間が長くなる。これらの点を踏まえて、放水軌跡の簡易予測式を構築した。

5. 放水軌跡の簡易予測式

全ての放水軌跡が三次関数により近似できると仮定すると、関数の各項にある係数を流量、圧力、角度、風速をパラメータとして変化させることで放水軌跡を再現することが可能である。

そこで、空気抵抗の無い場合の斜方投射の式における各項の係数を基準とし、パラメータの増減に伴う係数の変化をそれぞれ関数化した。以上より、式(2)~(14)に示すパラメータの関数 G を係数とした簡易予測式(1)を提案する。

$$h = a_0 G_3(U) G_3(Q) G_3(\theta) M^{-n} x^3 + b_0 G_2(U) G_2(Q) G_2(\theta) G_2(P) x^2 + c_0 G_1(\theta) x + d_0 \quad (1)$$

$$n = 1.2 + 1.9 \times 10^{-2} U' + 2.1 \times 10^{-3} U'^2 \quad (2)$$

$$G_3(U) = 1 - 0.15 U' + 4.9 \times 10^{-3} U'^2 \quad (3)$$

$$G_2(U) = 1 + 5.0 \times 10^{-2} U' \quad (4)$$

$$G_3(Q) = Q'^{-0.8} \quad (5)$$

$$G_2(Q) = 1 - \exp(-(Q' + 0.1)/5) \quad (6)$$

$$G_3(\theta) = 1 - 2.86 \theta + 3.0 \theta^2 \quad (7)$$

$$G_2(\theta) = (\cos \theta)^{-2} \quad (8)$$

$$G_1(\theta) = \tan \theta \quad (9)$$

$$G_2(P) = P'^{-1} \quad (10)$$

係数

$$a_0 = -7.0 \times 10^{-4} [1/m^2] \quad (11)$$

$$b_0 = -2.0 \times 10^{-3} [1/m] \quad (12)$$

$$c_0 = 1.0 [-] \quad (13)$$

$$d_0 = h_0 [m] \quad (14)$$

ここで、到達率 M : 0.1~1 [-] (10~100 [%])、風速 U : -8.0~8.0 [m/sec]、放水角度 θ : 0.52~0.87 [rad] (30~50 [deg.])、放水圧力 P : 0.6~0.9 [MPa]、放水流量 Q : 10~40 m³/min (10,000~40,000 [L/min])、射高 h [m]、ノズルからの距離 x [m]、ノズル高さ h_0 : 2.0 [m] とする。風速 U や圧力 P 、流量 Q の値は、それぞれ代表値で割ることで無次元数 U' 、 P' 、 Q' とした。このモデルは、ノズルからの距離 x において、各パラメータの変化に応じた射高 h を求める式である。到達率は、放水流量に対する水の到達割合を示しており、100%の軌跡は最大射程及び最大射高を示す。それ以外の到達率の軌跡は、最小射程及び最小射高を示している。

上述した簡易予測式は、一般的な表計算ソフトを用いることで、放水軌跡を簡易に再現することができる。図③は、マイクロソフトエクセル

ル (ver.2010) を使用した例を示し、各パラメータ (図中の太線・網掛け部分のセル) を任意の値に入力すれば、右のグラフに軌跡が描写される。放水軌跡のグラフ中にある枠は、投入を想定するタンクを示しており、枠の大きさを変化させることで任意のタンク形状への投入率を予測する事が可能である。図③の場合、直径 50 m、高さ 20 m のタンクを想定しており、到達率 40%と 100%の軌跡がタンク上面で接しているため、その差を計算して投入率 60% (=100-40) であると予測する事ができる。

6. 考察

簡易予測式の妥当性を検証するため、協議会推奨上限・下限ラインと比較を行う。図④は、代表として流量 30,000 L/min、圧力 0.7 MPa、角度 45°、向かい風 0.8 m/sec における放水軌跡の比較を示す。到達率 100%の軌跡が上限ラインと、60%及び 70%の軌跡が下限ラインとそれぞれ良く一致していることが分かる。その他の条件についても、両者の軌跡は良く一致していたことから、簡易予測式の妥当性が得られたと考えられる。また、下限ラインが到達率 60%及び 70%の軌跡であることが明らかになったことから、フットプリントは放水流量の 30~40%が集中する範囲であることが示唆された。

各パラメータ値の入力範囲は、今回シミュレーションを行った範囲内であれば、高精度で軌跡を再現できることが分かった。しかし、その範囲外 (例えば、流量 50,000 L/min 以上、圧力 1.0 MPa 以上、風速 8.0 m/sec 以上) の値に関しては、計算上は再現可能であるがシミュレーションによる解析を行っていない範囲であるため、精度の保証はできない。ここで、簡易予測式の汎用性を検証する一考察として、過去に実施した流量 1,500 L/min、圧力 0.7 MPa の放水実験と比較を行った結果、最大射程及び最大射高は、どの角度においても良く一致することが分かった。従って、流量 1,000 L/min 以下の放水に関し

ても再現できる可能性がある。

7. 結論

放水流量 10,000 L/min 以上の放水シミュレーションに基づき、流量、圧力、角度、風速をパラメータとした放水軌跡の簡易予測式を作成した。また、一般的な表計算ソフトを用いて、放水軌跡及びタンク内への投入率を予測できる消火支援ツールを開発した。簡易予測式による放水軌跡と協議会推奨ラインが良く一致したことから、パラメータの値がシミュレーションを行った範囲内であれば、高精度で軌跡を予測できることを確認した。また、協議会推奨下限ラインは、到達率 60%及び 70%の軌跡と定義できたことから、フットプリントは放水流量の 30~40%が集中する範囲であることが示唆された。

8. 今後の課題

本研究では、放水のみに着目して研究を行っているが、実際のタンク火災時には、放水による冷却消火よりも、泡消火剤の油面への投入による窒息消火が主として行われる。泡放射時の軌跡は、放水時と比べてもほとんど変化はないが、飛翔中に泡消火剤が発泡するため、風の影響を非常に受け易くなる。そのため、到達率 100%より下の軌跡や風がある場合の軌跡には、放水時と異なる変化が生じると考えられる。従って、現在の簡易予測式に泡放射時のパラメータを追加することで、泡放射時にも対応できるように改良を行う。

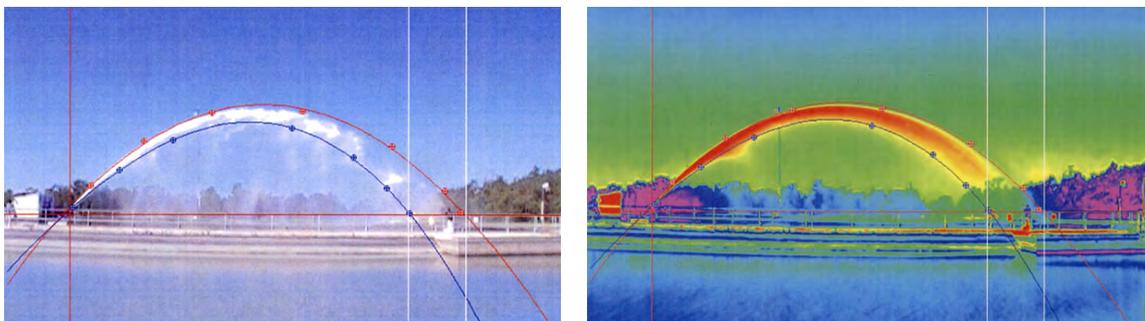
今回開発した消火支援ツールは、放水流量 10,000 L/min 以上の大規模放水を対象としているが、一般家屋やビル火災などの小規模流量範囲 (10^2 L/min) 及び中規模流量範囲 (10^3 L/min) にも適用できる可能性がある。従って、小規模及び中規模の放水実験及び放水シミュレーションを実施し、簡易予測式の軌跡と比較することで、汎用性の検証を行う必要がある。

参考文献

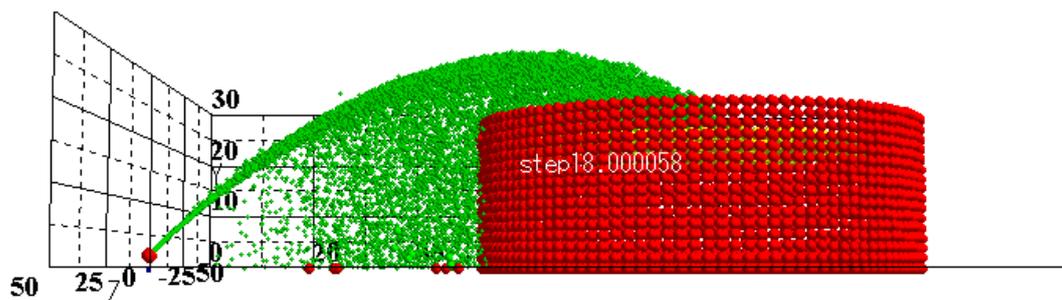
越塚誠一 (2005)『計算力学レクチャーシリーズ
⑤粒子法』日本計算工学会、丸善株式会社
宮下達也、須川修身、和田義孝、石川亮、川口
靖夫 (2012)『消防用放水の二次元簡易計算
モデルと放水特性評価』日本火災学会論文集
vol.62 No.1 (2012 年 4 月) pp.13-19. 日本火
災学会
宮下達也、須川修身、和田義孝、川口靖夫 (2012)
『MPS 法による放水及び泡放射の三次元シ
ミュレーションモデルの構築』安全工学会誌

vol.51 No.2 (2012 年 4 月) pp.96-105. 安全工
学会

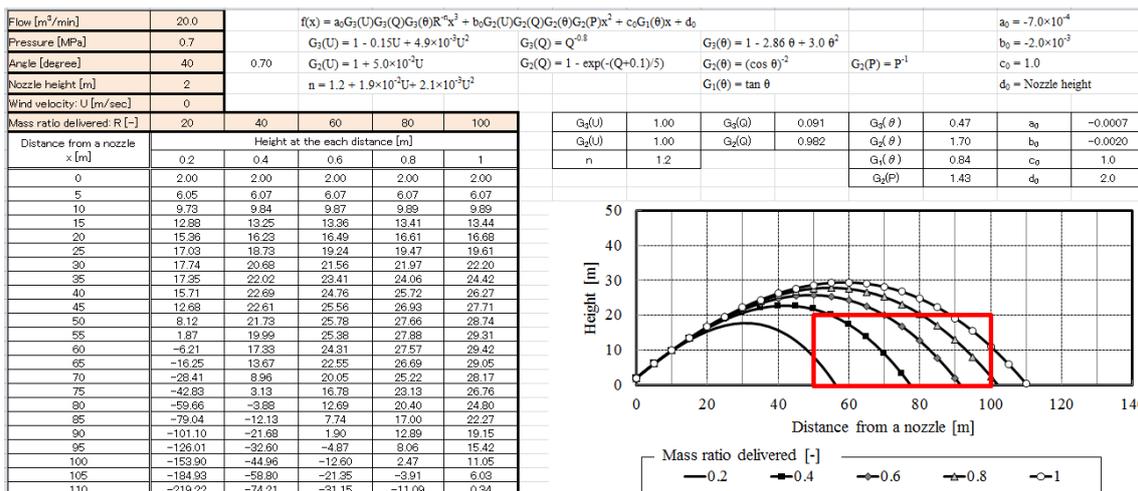
京葉臨海中部地区共同防災協議会 (2008)『平成
20 年度警防活動計画、配備対象タンク一覽
表』泡放水砲の平面配置計画
北陸地区広域共同防災協議会、大阪・和歌山広
域共同防災協議会、南九州広域共同防災協議
会、沖縄地区広域共同防災協議会 (2009)『大
容量泡放射システムの有効性の確認・検証に
係る性能試験結果報告書 資料 2-2』



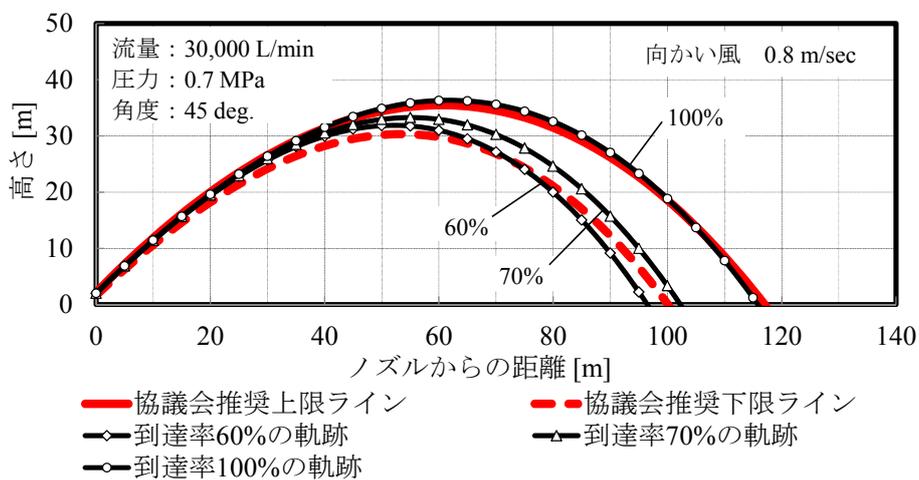
図① 協議会推奨ラインの特定方法 (先行研究)



図② 流量 20,000 L/min、圧力 0.7 MPa、角度 45° における三次元シミュレーション例



図③ 一般的な表計算ソフト (エクセル) による簡易予測式の使用例



図④ 簡易予測式による放水軌跡と協議会推奨ラインの比較

流量 30,000L/min、圧力 0.7 MPa、角度 45°、向かい風 0.8m/sec

平成 24 年度 奨励賞 消防職員による原因調査に関する事例報告

観賞魚用ヒーターのサーモスタットからの出火

京都市消防局

川上敏宏

1 住民からの相談

住宅用火災警報器の設置指導の最中、焼損した観賞魚用ヒーターのサーモスタットについて相談を受けた。（写真 1 参照）

ヒーターやコード、コンセントには焼きは見られず、サーモスタットの本体樹脂部が溶融、焼欠して開いた穴からは内部に焼損したような電源基盤が見えた。（写真 2 参照）

どうしたのか、と聞いてみると、サーモスタットが焦げているのを発見してから消費者センターに連絡したものの要領を得なかったようで、消防に連絡しようと思っていた矢先であったようだ。

住民は、サーモスタットが焼損したことを伝えただけで、被害がヒーターに及んでいないことなどから、交換すれば使用できるものと思いき、火災として対応することにやや消極的であった。

しかしながら、同サーモスタットやヒーターは広く普及した製造者のものであり、欠陥品であれば多くの火災危険があることを話し、説得した結果、火災調査等の協力を得ることができた。

2 使用状況

平成 22 年の 5 月、熱帯魚の水槽の掃除をしようとした時に、サーモスタットの温度コントロール部分が焦げて、溶融しているのを発見した。

発見時には、煙もなく、完全に消えている状態で、消火の必要もなかった。

水槽内の水の温度は下がっていたが、魚は生きていたとのこと、また、サーモスタットやヒ

ーターは、約 2 年前に購入、テーブルタップ付コードを介して設定温度 26℃で使用、夏場は水温が上がるため、スイッチは切っていたがコンセントに電源プラグが差し込まれた状態であった。

3 焼き物の状況

(1) 焼き物の位置関係

焼きした観賞魚用ヒーターを復原した。

居間の棚上に水槽（アクリル樹脂製）が置かれ、水槽内にヒーターがあった。サーモスタット本体は水槽と居間の壁体との間に置かれ、テーブルタップはサーモスタットの下に重なった状態で、壁体コンセントに電源プラグを差し込んで使用していた。（写真 3 参照）

(2) サーモスタットの焼き状況

樹脂製カバーに一部溶融が見られ、全体的に受熱による溶融及び湾曲が見られ、一部焼欠した箇所から内部の電源基盤の一部にも焼きが認められた。（写真 4～6 参照）

(3) 内部の電源基盤の焼き状況

全体的に焼きし、すすの付着が見られた。

(4) ヒーター

温度ヒューズ付のもので、テスターで通電状況を確認したが、導通しなかった。（写真 7 参照）

(5) その他コードやコンセントなど

ヒーターやサーモスタットの器具コードや電源プラグに焼損はなく、壁体コンセントにも焼きは見られなかった。（写真 8 参照）

4 出火原因

観賞魚用ヒーターの出火事例は、当局におい

でも過去に発生しているが、温度ヒューズ等を備えていないヒーターが水槽内の減水や掃除のために空気中に出、外気温がサーモスタットの調節温度よりも低い場合に、紙や水槽容器に触れて出火したものがあつたが、今回はそのような痕跡はなく、焼損物件がサーモスタット本体の一部であることに疑問をもち、内部にある電源基盤を取りだし、焼きした電源基盤の一部にグラファイト化した痕跡を発見した。

結果、出火原因は、同基盤においてトラッキングが発生、グラファイト化することにより出火したものと判断した。

焼きした電源基盤にあつては、グラファイト化した要因をさぐるべく、デジタルマイクロスコプを使用して、電源基盤表面や各種コンデンサや抵抗を観察、火災鑑識を行った。

5 火災鑑識に使用した機器

(1) 使用した機器

キーエンス デジタルマイクロスコプ VHX-1000

(2) 倍率

ほとんどが 20 倍、状況によって 50 倍

(3) グラファイト化の確認にあつては、テスターを使用、端子間約 1 ミリ間において抵抗値 50 Ω 以下を認めた箇所をグラファイト化した箇所と認めた。

6 電源基盤の鑑識

(1) 電源基盤の焼き状況

ア 電源基盤は全体的に焼きしている。(写真 9 ~11 参照)

イ 電源基盤にグラファイト化した箇所が認められる。(写真 12 参照)

(2) 電極間の状況

ア 電極間において電源基盤に焼きは見られない。(写真 13 参照)

イ 電極に差し込まれた電源コードの端子に異常は見られない。

(3) コンデンサ素子 C1

ア 素子は一部焼きしている。

イ 端子接続部に焼きはなく、異常は見られない。(写真 13 参照)

(4) ダイオード素子 D2

ア 素子は基盤上に認められず、脱落した状態である。

イ 端子接続部に焼きが見られる。(写真 14 参照)

ウ 周囲の基盤は焼きし、球状の細かな溶痕が多数見られる。(写真 14 参照)

(5) ダイオード素子 ZD

ア 素子は基盤上に認められず、脱落した状態である。

イ 端子接続部付近の基盤は焼きし、一方の端子接続部で局所的に焼きが強い。(写真 15 参照)

ウ 局所的に焼きの強い箇所において、グラファイト化が認められる。(写真 16 参照)

エ 焼きの強い接続部において溶痕らしきが見られる。(写真 16 参照)

(6) コンデンサ素子 C2

ア 端子接続部付近の基盤は焼きし、一方の端子接続部で局所的に焼きが強く、一部焼欠している。(写真 17 参照)

イ 焼欠した接続部において、一部グラファイト化が認められる。(写真 17 参照)

ウ 焼欠した接続部において、基盤の裏面で溶融物が見られる。(写真 18 参照)

エ 焼欠した接続部において、基盤の裏面に球状の溶痕らしき及びハンダ状のものが認められる。(写真 19 及び 20 参照)

オ 素子は、焼きした樹脂製カバー内に見られ、素子の接続端子 2 本のうち 1 本が途中で欠損し、残存部において溶痕が見られる。(写真 21 参照)

(7) コンデンサ素子 C5

ア 接続端子が基盤に接続された状態である。

イ 接続端子表面全体に溶融物が付着している。

（写真 22 参照）

(8) その他の電気部品

その他焼きしたコンデンサ等を観察したが、焼きして残存、端子接続部においても電源基盤はグラファイト化していなかった。

7 鑑識結果

(1) 基盤の電極間においてグラファイト化は認められない。

(2) コンデンサ素子 C1 に異常は見られない。

(3) ダイオード素子 D2 は見られないが、素子接続箇所付近で基盤の焼きが強く、球状の細かな溶痕が見られる。

(4) ダイオード素子 ZD は見られないが、基盤接続部において基盤が一部焼欠し、グラファイト化が認められた。

(5) コンデンサ素子 C2 の基盤接続部において基盤が一部焼欠し、その周辺部でグラファイト化が認められる。また、素子の接続端子の 1 本が途中で溶融し、欠損している。

(6) コンデンサ素子 C5 の接続端子全体に溶融物が付着している。

8 基盤上の出火点

(1) コンデンサ素子 C2 及びダイオード素子 ZD の焼きは他の素子と比較すると、グラファイト化していることから極めて強い。

(2) コンデンサ素子 C2 及びダイオード素子 ZD の焼きを比較するとコンデンサ素子 C2 の

端子接続部には一部焼欠が認められるが、ダイオード素子 ZD には同様のものが認められないことから、コンデンサ素子 C2 のほうがダイオード素子 ZD よりも焼きが強いことがうかがえる。

(3) 各素子の焼きから、コンデンサ素子 C2 から燃焼拡大した様相を呈しており、また、サーモスタットの樹脂製カバーの最も焼きの強い焼欠箇所と位置関係が一致した。

9 同事案の発生等

火災鑑識中に製造者から、同様の出火事案が過去に 8 件発生していることが判明した。その 8 件のうち、2 件が基盤のはんだ付け不良の原因によるもので、5 件が調査中、1 件が不明とのことであった。

10 出火原因

(1) 使用状況から、サーモスタット内の電源基盤の電源コードが接続する電極間における塩水等によるグラファイト化については、鑑識の結果、電極間に焼きが見られなかった。

(2) 電源基盤のコンデンサ素子の基盤への接続箇所において、局所的な焼欠箇所があり、かつ、その周囲がグラファイト化していること、また、接続端子が溶融していることから、同部分の接続に不具合が生じていたことが判明した。



写真 1 相談を受けた焼きした観賞魚用ヒーター
水槽から出された状態で下駄箱の上に置かれていた。



写真 2 焼きしたサーモスタット
サーモスタットの本体樹脂部が熔融、一部焼欠している。



写真 3 サーモスタットの位置関係
同等品である水槽でサーモスタットの配置を再現した。



写真 4 サーモスタットの焼き状況（表面）
全体的に熔融している。



写真 5 サーモスタットの焼き状況（背面）



写真 6 サーモスタット側面の焼き状況
一部焼欠して、内部に焼きした電源基盤が見られる。



写真7 ヒーターの状況
温度ヒューズ付で、導通しない。



写真8 サーモスタットとヒーターとの関係
コードは焼きしていない。

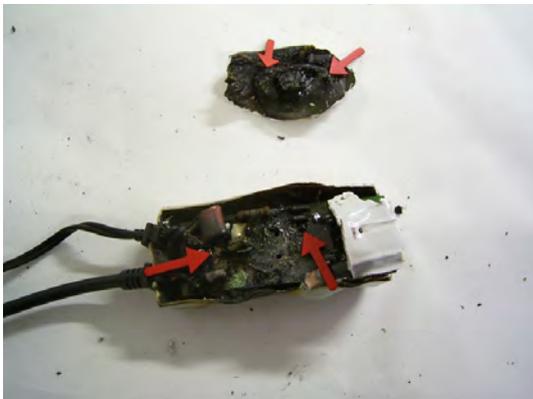


写真9 焼きした電源基盤
電源コードとヒーターコードはサーモ
スタット外郭の外側では焼きしていない。
基盤は全体に焼きしている。



写真10 焼きした電源基盤
基盤は全体的に焼きしている。

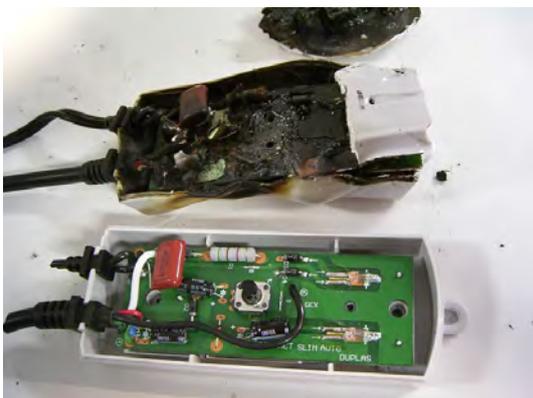


写真11 焼きした電源基盤と同等品



写真12 グラファイト化の確認



写真 13 電源基盤電極間の焼き状況
 接続端子を電源基盤から外した。電極間に焼きは見られない。コンデンサ C1 の接続端子に焼きは見られない。

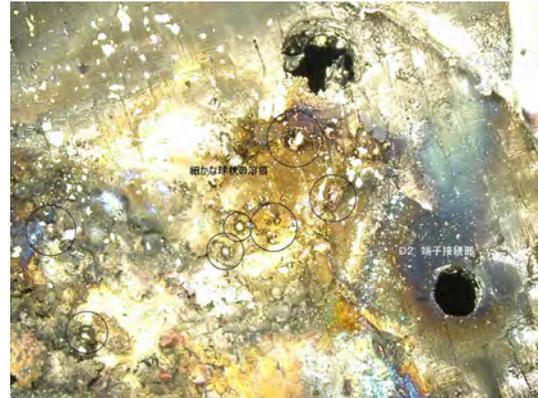


写真 14 ダイオード素子 D2 の端子接続部付近の焼き状況
 端子接続部に焼きが見られ、周囲の基盤も焼きし、球状の細かな溶痕の付着が複数見られる。

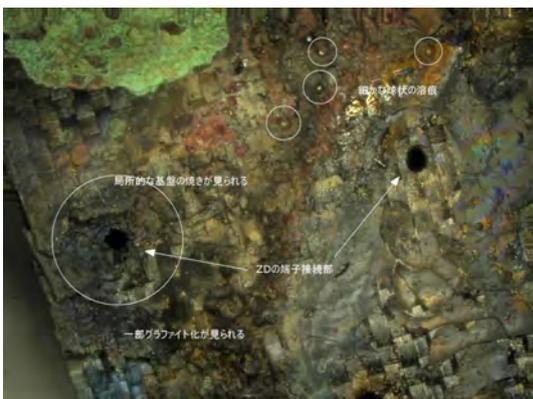


写真 15 ダイオード ZD の焼き状況 (表面)
 一方の端子接続部で局所的に焼きが強く、グラファイト化している。

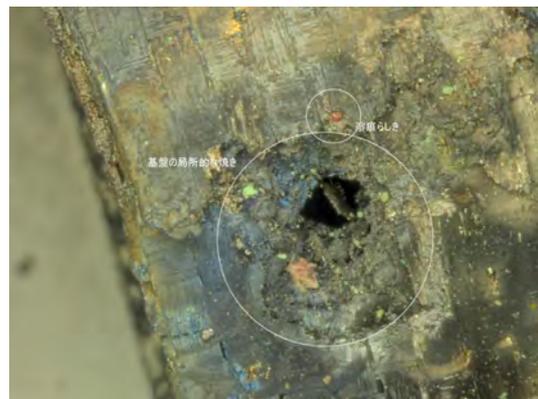


写真 16 ダイオード ZD の端子接続部付近の焼き状況 (裏面)
 一方の端子接続部で局所的に焼きが強く、グラファイト化が認められる。焼きの強い接続部において溶痕らしきが見られる。

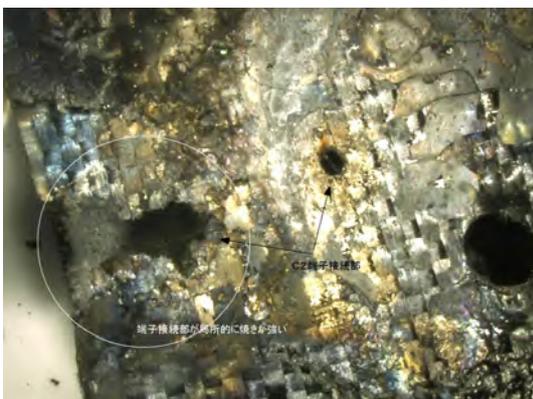


写真 17 コンデンサ素子 C2 の端子接続部の焼き状況 (表面)
 一方の端子接続部で局所的に焼きが強い。

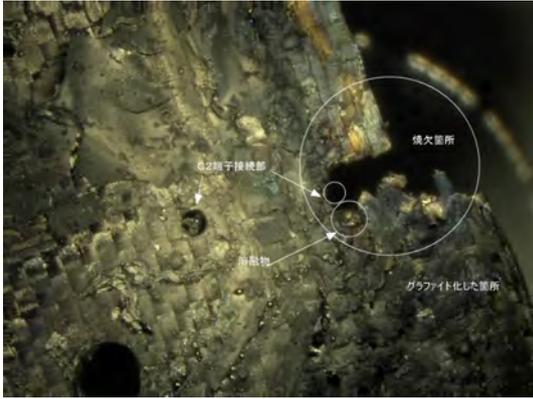


写真 18 コンデンサ素子 C2 の端子接続部の焼き状況 (裏面)

一方の端子接続部で局所的に焼きが強く、一部グラファイト化が認められる。



写真 19 写真 18 の拡大

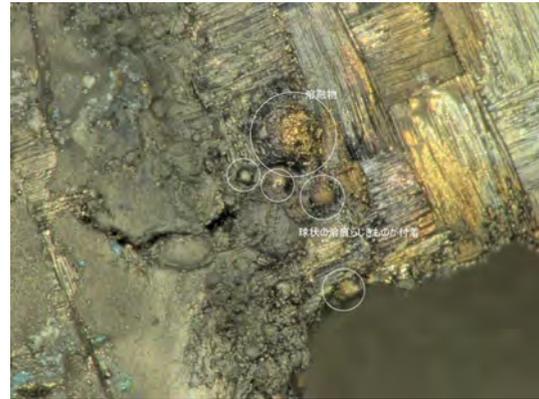


写真 20 写真 19 の拡大

球状の溶痕及びハンダ状のものが見られる。



写真 21 コンデンサ素子 C2 の接続端子
2本の接続端子のうち1本が途中で欠損し、残存部において溶痕が見られる。



写真 22 コンデンサ素子 C5 の接続端子
表面全体に溶融物が付着している。

6 研究懇話会

研究懇話会は、消防研究センターにおける研究の活性化、研究の効率的推進、研究員の資質の向上等を図るため、研究成果や事故等の調査結果に関する報告、また海外事情の報告などの発表、講演または話題の提供により、意見の交換、討論、質疑応答を行う場として設けられている。

会は毎月（2月と8月を除く）一度開催されており、加えて、海外からの招へい研究者による発表など、所長が必要と認めた場合には臨時に開催されている。

●平成 24 年 4 月 10 日

低熱流束下の防火服生地内における熱伝達(1)

○森井統正、若月 薫、尾川義雄

消防隊員の防火装備の耐熱試験は、短時間・高熱環境を想定しているが、熱傷受傷は総熱量（熱流束×時間）により決まるため、短時間での急激な加熱だけでなく、長時間での緩慢な加熱であっても受傷する可能性がある。本研究は、①低熱流束での耐熱性能、②活動服の乾湿状況が熱傷受傷程度に与える影響について検証する足掛かりとして、低熱流束（ $10\text{kW/m}^2\sim 20\text{kW/m}^2$ ）による熱伝達と生地湿潤による熱伝達の比較実験を行った。

電熱ヒーターを加熱源とした試験装置、ISO9151 試験で使用されるセンサを用いて、3層の防火衣生地に活動服の生地を加えた4層の積層生地の加熱試験を行った。

湿潤生地の試験では、加熱開始から120秒付近で温度上昇速度（ $^{\circ}\text{C/s}$ ）が0になったが、水が蒸発する際の気化熱等の影響と考えられる。また、乾湿状況の違いにより生地を通しての熱伝達に明らかに差があることが確認できた。加熱開始直後は温度上昇に大きな違いは見られなかったが、 12°C から 24°C 上昇までの時間は、いずれの熱流束においても湿潤した生地のほうが約30%速くなり、低熱流束になるにつれ速くなる傾向が見られた。

●平成 24 年 4 月 10 日

火災時における太陽電池モジュールの発電特性

○田村裕之、阿部伸之、松島早苗、塚目孝裕、尾川義雄、河関大祐、森井統正

太陽光発電システムの普及に伴い、システムの火災や消防隊員の感電事例が報告されている。火災からの放射光により太陽電池モジュールが発電することを実験で確認した。この実験では、 n -ヘプタンを燃料として発電特性を計測したが、燃料の種類により発生する火炎の色は異なることが考えられ、火災においては、木材、油、樹脂など雑多なものが燃えることになり、 n -ヘプタンだけの確認では不十分と考えられた。そこで、燃料の種類を変え、火炎からの放射光の分光スペクトルを測定するとともに、モジュールの発電特性に違いがあるかを確認した。また、太陽光の分光スペクトルと太陽光での発電特性も併せて測定した。その結果、火炎には近赤外域の成分が多いため照度のわりに大きな出力電圧が得られた。火炎からの放射が届くモジュールでは、人が感じる明るさ以上に夜間でも発電していることが考えられるので、消防活動においては感電への注意が必要である。

●平成 24 年 4 月 10 日

屋外貯蔵タンク準リアルタイム地震被害シミュレータ (全国版)」などの開発状況について

○畑山 健

地震後の石油コンビナート等特別防災区域 (特防区域) に対する被害情報収集活動や応急対応に資する情報をわかりやすく提供できるようにするため、特防区域及びその周辺における強震波形記録を地震後すみやかに自動的に収集し、震度及び長周期地震動が大きかった石コン地域を、自動的に抽出、順位づけ、リスト化、地図表示などをする「石油コンビナート等特別防災地震動情報システム」を開発してきた。これまでの試験的な運用の結果、システムはおおむね良好に動作してきているが、地震の規模が M6 以上となると、強震波形データの収集、処理、表示までに 30~40 分もの時間がかかるなど、改善すべき点もまだある。また、2011 年東北地方太平洋沖地震では、システムがうまく動作しなかったという事態が発生し、その原因を調査する必要がある。

加えて、観測された強震波形記録に基づいて、特防区域内に立地する石油タンクのスロッシング最大波高を推定するソフトウェア「屋外貯蔵タンク準リアルタイム地震被害シミュレータ (全国版)」の開発も行ってきた。このソフトウェアについても、実践で活用されるには自動化する必要があるなど、改善すべき点がある。

●平成 24 年 5 月 8 日

心肺蘇生開始までの時間短縮を目的としたファーストレスポonder体制の開発

○久保田勝明

ファーストレスポonder体制とは、「消防機関から十分な訓練を受けた一般人等を現場に派遣し、応急手当を行ってもらう体制」のことをいい、ファーストレスポonderが救急隊より先に現場に到着することによって、応急手当の質を高めることを目的としている。救急隊が早期に

到着できない地域や、高層ビルや大型ショッピング施設等の現場、また救急隊が出勤中の場合等には、特に必要性が高いと考えられている。

米国、英国では、既に先進的な取組がみられ、その内容も参考にしつつ、研究が進められている。平成 23 年度には、住民を対象とした意識調査の実施及びガイドラインの作成を行い、平成 24 年度には、制度面の課題を整理した上で実証実験を行う予定である。平成 25 年度以降には全国展開を予定している。

●平成 24 年 5 月 8 日

リチウムイオン電池を積載した電気自動車の消火

○尾川義雄、大高 浩、山田 實

渡邊憲道 (科警研)

諏訪正廣 (埼玉県警)

鈴木仁治 (東京電機大)

広く普及しつつある電気自動車について消防活動上で留意すべき事項を把握するため、電気自動車が火災に遭遇し、車載される走行用の二次電池まで燃焼に至った場合にどのような性状となるのか、その後、消防隊が一般の自動車火災と同様の消火活動を行う場合、電気自動車がどのような挙動を示すのかについて、実際に火災で燃える電気自動車に対し、消防隊による消火実験を行った。

消火活動中に一時的な火災拡大が生じることも考えられ注意を要するが、火災そのものは通常の車両火災と同様に水による消火が可能であることがわかった。

●平成 24 年 5 月 8 日 (火) Closed

山口県で発生した化学プラント爆発火災事故の概要

○桑原一徳、塚目孝裕、尾川義雄、

三浦 大、熊倉 貴

山口県で発生した化学プラント爆発火災事故について現地調査を行った。事故の概要と現在

の調査進捗状況について説明した。

●平成 24 年 5 月 8 日 (火) Closed

新潟県南魚沼市欠之上八箇峠トンネル爆発事故
活動状況

○鈴木 健、尾川義雄

5 月 24 日に新潟県南魚沼市欠之上八箇峠トンネルで工事中に爆発事故が起きた。現地指揮本部への支援のために消防研究センターから人員が派遣された。現地の状況 (地質、地形など)、爆発事故の状況、推定原因、救助活動に時間を要した理由、現地の消防機関の活動内容、支援の内容について報告した。工事中のトンネルで爆発災害事例、工事中のトンネルでの火災に関する消防庁からでた通達、トンネル工事に関する安全の手引きなどについても紹介した。

●平成 24 年 6 月 12 日

泡の流動性の違いによる消火特性

○内藤浩由、佐宗祐子

佐澤 潔 (深田工業)

山谷詩朗 (第一化成産業)

泡の起泡性、保水性、流動性が、泡の消火性能に影響を及ぼすパラメータであることは経験的に知られているが、これら泡性状は非定常的性質を有するため、厳密に制御することは困難を極める。そのため、タンク火災の泡消火過程の定量的評価を行った研究は極めて少ない。このような泡消火過程の複雑さゆえ、大規模石油タンク火災に対する詳細な消火戦術や、より効率的な泡消火技術の提案までには至っていないのが現状である。

ここでは、これまで検討を行ってきた泡消火薬剤、泡性状 (起泡性・保水性) の違いによる泡の消火性能に続き、泡の流動性の違いが泡消火性能に及ぼす影響を検討することを目的とする。

●平成 24 年 7 月 10 日

火災時における太陽光発電モジュール部材の燃焼と発電特性

○塚目孝裕、阿部伸之、田村裕之、松島早苗、尾川義雄、森井統正、河関大祐

太陽光発電モジュールをヘプタンの助燃剤により燃焼させ、その際の発電特性と部材の燃焼状態について観察した。モジュール部材の構成材質は、バックシートがアルミニウムシートが 2 枚のポリフッ化ビニル (PVF) で挟まれたラミネート構造であり、発電素子がエチレン酢酸ビニル共重合体 (EVA) であった。バックシート側から燃焼させたところ、難燃性の PVF は独立燃焼をせずに、最下面の PVF は黒色炭化被膜となって裏面に残存した。その上にあるアルミニウムシートも原形を留めており、裏面はアルミニウムが溶解に至る温度までは達していないことがわかった。発電素子を包埋している EVA は、モジュール温度の上昇とともに発泡が見られた。発泡時のモジュール表面温度は、EVA から酢酸が脱離する分解温度とほぼ一致していた。構成部材のポリマーが分解に至っても、出力が落ちることがあるが発電は継続されていた。

●平成 24 年 7 月 10 日

防災広報と音声合成システム

○河関大祐

大規模水害時に、住民の積極的な避難行動に結びつくことを目指した防災広報文の生成と緊迫感のある音声合成システムで広報する警報伝達システムと災害対策本部の応急対策項目の指示と実施の管理を支援する意思決定支援システムに関する発表を行った。警報伝達システムについては、内水氾濫等の水害情報収集表示機能、防災広報文章作成支援機能、防災広報文章を読み上げる音声合成機能等の概要を説明したほか、全国の自治体を対象に実施した防災広報の手段やひな形文の有無等の防災広報アンケート調査結果、新潟県三条市の住民を対象に実施し

た防災広報の聞き取りに関する調査結果等を報告した。また、水害版意思決定支援システムに関して、ガントチャートシステムの動作の概要、先行開発していた地震版意思決定支援システムとの相違、災害対策本部図上訓練での活用事例について報告を行った。

●平成 24 年 9 月 11 日

2011 年台風 12 号による災害における消防活動

○新井場公德

平成 23 年台風 12 号による災害時における消防活動の課題について、3 回の現地調査及び消防本部への聞き取り調査並びに内閣府等と共同実施した市町村への聞き取り調査の結果をもとに次のとおりまとめた。

- ・よく台風が来るので水害には強いという意識があった。過去の経験が異常事態に直面しているときの判断を“正常化”している。
- ・「真に危なくなってきたから」避難勧告等が発出された。その時には道路が膝上まで冠水しているなど、危険性が高まっている。
- ・それでも避難してくれない人も。補助が必要な人への対応、災害後への備え及び隊員の安全確保の面から、広報活動の打ち切り方について整理が必要。
- ・地上系の通信は途絶し、交通及び情報の両面で地域が孤立した。
- ・消防本部内での情報収集、整理、分析にあたる人員の確保が課題。
- ・現場あわせで安全管理が行われているのが実情。安全に関する情報を本部としていかに収集・分析し、活動継続または撤退の意思決定をするかが課題。
- ・全体状況をつかめないまま活動に入った本部では資機材の不足などを招いた。ヘリテレなどの俯瞰的情報を現場へ届ける必要性が高い。

●平成 24 年 9 月 11 日

(海外報告) 第 34 回国際燃焼シンポジウムについて

○鈴木 健

7 月 30 日から 8 月 3 日までポーランドの首都ワルシャワで開催された第 34 回国際燃焼シンポジウムに参加し、ポスター発表を行った。シンポジウムの会場として、ワルシャワ市のワルシャワ工科大学が使用された。ワルシャワ市内の交通の便の良い場所であった。研究発表は、口頭発表とポスター発表に分けて行われた。テーマとして火災を含めた燃焼全般が取り扱われていた。口頭発表の中から火災に関する発表について分類して紹介した。全体として、コンピュータシミュレーションを行った結果を発表したものが多かった。世界の火災研究の動向、火災に関する研究を行っている研究機関及び大学を知ることができた。また、日本には消防研究センターという火災に関する研究を行っている機関があることを宣伝してきた。

●平成 24 年 10 月 9 日

災害監視を目的とした屋外型飛行船ロボットの研究について

○佐伯一夢

地震や津波などの大規模災害時には、巨視的な活動方針の判断と安全な救助活動を実施するために、災害の全体像を把握することが重要となる。災害の全体像の把握には、上空からの俯瞰的情報が有望であり、災害発生直後の迅速な情報収集が必要とされている。この問題を解決するために、発表者らの研究グループでは、自律型の飛行船ロボットを用いるシステムを提案している。飛行船は、浮揚ガスによる静的な浮力で空中に浮かぶことができ、省エネルギーで安全な軽航空機であるため、低高度からの網羅的な情報収集手段として最適である。一方で、飛行時に風の影響を非常に受けやすく、その実用化のためには強風時にも運用可能な、自動離

着陸制御技術、効率的な災害監視を行うための自律飛行制御技術の確立が不可欠となる。本発表では、発表者が上記の課題に対して、これまでの研究で取り組んできた成果について紹介するとともに、飛行船ロボットを用いた災害監視の実現性について述べた。

●平成 24 年 11 月 13 日

有機過酸化物の熱分解における溶媒効果

○岩田雄策

化学物質等の危険性を評価するために断熱型熱量計が広く用いられている。断熱型熱量計は、試料からの熱損失が無い状態で、温度上昇や圧力上昇を測定する装置である。断熱型熱量計が正しく動作するかを調べる標準物質として di-tert-butylperoxide (DTBP) が用いられる。そのため DTBP の分解性状は、熱的危険性評価を行う上で重要である。本研究では、最近、開発された示差式断熱型熱量計の装置特性を DTBP を使用して調べた。また、示差式断熱型熱量計を用いて、DTBP の分解性状に対する溶媒の影響を反応熱等を調べた。実験に使用した溶媒としてはトルエン及びペンタデカン等を使用した。得られた結果の一つとして、DTBP はトルエンと反応するが、ペンタデカンとは反応しないことを報告した。

●平成 24 年 12 月 11 日

屋外型飛行船ロボットによる災害監視の実現性

○佐伯一夢

深尾隆則、浦久保孝光 (神戸大)

河野 敬 (JAXA)

本発表では、自律型屋外飛行船ロボットによる災害監視の実現性について述べた。飛行船は、安全に低高度を低速飛行可能であるため、都市部での広範な災害状況を把握するためのプラットフォームとして有望である。これまでに、発表者が取り組んできた、自動離着陸制御システム及び経路追従飛行制御システムの概要と、そ

の有効性を示し、実現可能性について考察する。

●平成 24 年 12 月 11 日

2012 年 4 月阿蘇市野焼き事故調査結果

○篠原雅彦、松島早苗、推名知明

野焼きの目的、野焼きと野焼き火災に関心を持ったきっかけ、野焼きに関する用語説明を行った後、野焼き参加者 1 名が死亡した事故について聞き取り調査を行った結果を報告した。現在の国内の野焼きの目的は、数か所で野焼き実施者から聞いた範囲では、ススキ野原という景観の維持、害虫駆除、火災防止、希少植物の保護などであった。阿蘇市波野で起きた事故の経過は以下のとおりであった。火入れをしていた土地から、防火帯を越えて隣り合う火入れ予定外の土地に飛火した。消火が間に合わず風下側に延焼したため、さらに風下側の尾根上に設けられていた防火帯から迎え火を行った。その最中に、飛火から延焼して来た炎がその防火帯を越え、さらに風下側の土地に燃え移った。その際、その防火帯上にいた野焼き参加者が火に巻き込まれ死亡した。火入れ地と延焼した土地の植生は主にススキで、これらの土地での非常に大雑把に求めた延焼速度は、過去のススキの延焼速度の観測例の範囲内であった。現場から約 13km 西の阿蘇乙姫の気象観測データでは、火入れ開始から通報までの間、平均風速が 5.3~6m/s、最大瞬間風速が 9.9~10.9m/s であった。

●平成 24 年 12 月 11 日

海外出張報告 (香港、フランス、イギリス)

○廣川幹浩

国際学会 International Conference on Mechanics 2012, Simulation and Control (5 月、香港) 及び International Conference on Civil Engineering and Materials 2012 (7 月、フランス) に参加したのでその内容を報告する。また、滞在期間中に消防機関及び研究機関にも訪問したのでその様子を簡単に報告する。ICCEM2012

は、土木工学、建築工学、機械工学（材料工学を中心）にまたがる大規模な国際学会であることから、2009 年より実施してきた「熱応力による浮き屋根損傷に関する研究」について発表を行った。併せて、香港政府系の研究機関である ASTRI において消防研究に係る情報交換を行った。一方、ICMSC2012 では、「熱応力による浮き屋根損傷に関する研究（数値シミュレーション）」の発表を行った。滞在中、各種火災研究及び基準機関（BS, ISO, IEC, ASTM and CEN）に対して評価試験方法の提案を行っている民間機関である Interscience Communications を訪問し、英国における評価業務について話を伺った。

●平成 25 年 1 月 8 日

東日本大震災における石油タンクの津波被害について

○畑山 健

2011 年東北地方太平洋沖地震による危険物施設への被害に関する消防庁のアンケート調査により回収された消防庁調査票への回答結果に、消防研究センター調査票（屋外タンク貯蔵所の津波被害関係）への回答結果と消防研究センター等による現地被害調査の結果を加え、この地震の際の屋外タンク貯蔵所の津波による被害状況を再整理した。

再整理・再集計の結果、この津波により何らかの被害を受けた屋外タンク貯蔵所は 418 あり、そのうちタンク本体に滑動、漂流、浮上、転倒等の移動被害が生じたものは 157 あった。

197 の屋外タンク貯蔵所について、タンクの津波による移動被害の状況と、消防庁が 2009 年に提案したタンクの津波移動被害発生予測方法による事後予測結果を照合したところ、的中率は 78%であった。この予測方法はとくに容量 5 万 kL 以上の大型タンクに対して被害を過大に予測するきらいがある。この原因として、この予測方法が、タンク底面と基礎・地盤の間全面に水が浸入し、タンク底面全面が鉛直波力を受

けることを前提として定式化されているために、鉛直波力を過大に見積もるきらいがあることが考えられる。

●平成 25 年 1 月 8 日 Closed

株式会社日本触媒姫路製造所爆発火災の消防庁長官調査の状況について

塚目孝裕、尾川義雄、桑原一徳、
渡会俊幸、○渡邊洋介

●平成 25 年 1 月 8 日 Closed

アクリル酸の反応性等について

○塚目孝裕、尾川義雄、桑原一徳、
渡会俊幸、渡邊洋介

●平成 25 年 3 月 12 日

消防研での研究を振り返って

○座間信作

長周期地震動予測及びリアルタイム地震防災に関して行ってきた研究を振り返る。

1983 年日本海中部地震を契機に行った早期津波予測システムの開発は現在のリアルタイム地震防災のはしりと言える。その後 1995 年兵庫県南部地震を経験し、地震被害想定システム、被害情報収集システム、応急対応支援システムの開発などに発展させていった。

一方、2003 年十勝沖地震では、長周期地震動によって励起された石油タンクのスロッシングによりタンク全面火災となり、社会的にも長周期地震動が注目されるようになった。しかし、この問題は 40 年程前から一部の研究者間では認識されており、地道な研究がなされてきていた。その一部として石油タンクのスロッシングを対象に、行政判断に反映すべく長周期地震動予測の問題に取り組み、2003 年十勝沖地震の約 1 年後には基準の改定に寄与することができた。

また、両者の融合として、緊急地震速報に基づく石油タンクのスロッシング被害予測システムの開発も行ってきた。

●平成 25 年 3 月 27 日 臨時研究懇話会
消防研での生活をふりかえって

○松原美之

1976 年に消防研究所に配属されてから、2013 年までの間の消防研での生活について話をした。

入所当初は、ドイツ PTB の先駆的研究を追いかけて静電気の研究をスタートさせた。研究所内に実大石油タンクを製作し、その施設を活用してサンプリング作業時の静電危険、配管系での流動帯電などの研究を行った。その後、タンク内の静電場の解析、数値計算法、帯電した絶縁性液体の導電率の測定に関して、石油タンク内の帯電に関連した研究を行ってきた。このほか、石油ストーブへのガソリンの誤注、統合化

消防防災無線システム、二酸化炭素濃度の測定によるガレキ内要救助者の探索、兵庫県南部地震の調査、感震ブレーカーの開発など幅広く研究をてがけてきた。また、平成 13 年からの消防研究所の独立法人化への道のり、法人化後、平成 18 年に国の機関へ戻るときの困難な状況を述べた。

最後に、消防研究センターに残る後輩に対して考えてほしいと思うこととして、来るべき災害への備えや環境を作ることの大切さ、研究開発の成果物が導入・採用・実用化・商品化されにくいことなど、これまで自身が課題に感じていることを述べた。

7 調査技術会議

最近の火災調査や特異火災調査の事例、あるいは、危険物流出等の事故事例の紹介や原因調査に活かすことができる科学技術等について情報や意見の交換を行い、出火原因や事故発生原因のみならず、原因調査の進め方や行政反映方策などの火災・危険物流出等事故調査に関する情報を全国の消防本部等で共有することによって、各消防本部等における原因調査技術の向上を図ることを目的として平成 24 年度は「調査技術会議」を 5 回、全国各地で開催した。

第 1 回 火災調査編

平成 24 年 5 月 25 日開催 会場 消防研究センター 参加者 239 人

講演 1	消防研究センター 松原美之 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター 岩田雄策 蓄熱発火に関する危険性評価方法
火災事例発表 1	川崎市消防局 秋田勇紀 レンジ台附属 2 ロコンセントから出火した火災について
火災事例発表 2	甲府地区消防本部 早川俊彦 車両シガーソケット用アクセサリーの不具合により出火した車両火災について
火災事例発表 3	比企広域消防本部 原 芳和 ホテル客室用冷蔵庫から出火した火災について
火災事例発表 4	茅ヶ崎市消防本部 芝田純平 原因調査から注意喚起表示の改善に結びついた事例
火災事例発表 5	高崎市等広域消防局 中島和弘 遠赤外線カーボンストープの火災事例
火災事例発表 6	船橋市消防局 柴田敬吾 太陽光発電システムからの出火事例について
火災事例発表 7	消防研究センター 桑原一徳 消防研究センターで出向した火災調査事例

第 1 回 危険物流出事故調査編

平成 24 年 5 月 24 日開催 会場 消防研究センター 参加者 129 人

講演 1	消防研究センター 松原美之 消防研究センターと原因調査
講演 2	消防研究センター 西 晴樹 危険物流出等事故調査結果について
事例発表 1	さいたま市消防局 井野総司 機器の不具合による危険物の流出事故（2 事例）

事例発表 2	市原市消防局 篠崎泰治 東日本大震災による屋外タンク貯蔵所（インナーフロートタンク）の事故事例
事例発表 3	消防研究センター 熊倉 貴 地下埋設タンクにおける危険物流出事故事例

第 2 回 平成 24 年 7 月 25 日開催 会場 名古屋国際会議場 参加者 165 人

講演 1	消防研究センター 松原美之 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター 岩田雄策 蓄熱発火に関する危険性評価方法
火災事例発表 1	名古屋市消防局 井澤義仁 津波による自動車火災発生に関する研究
火災事例発表 2	磐田市消防本部 大場直人 原因は必ずある。～火災調査の目的～
火災事例発表 3	衣浦東部広域連合消防局 鈴木郁夫 薪ストーブからの出火事例について
火災事例発表 4	四日市市消防本部 池田吉彌 逆火による歩行型芝刈機の火災調査について
火災事例発表 5	中津川市消防本部 吉村和泰 車両のエンジンルームから出火した事例
火災事例発表 6	御殿場市・小山町広域行政組合消防本部 勝間田英幸 充電式コードレス掃除機火災事例
火災事例発表 7	消防研究センター 桑原一徳 消防研究センターで出向した火災調査事例
危険物等事故事例発表 1	大垣消防組合消防本部 竹内浩司 給油取扱所における強化プラスチック製二重殻タンクの破損事故

第 3 回 平成 24 年 9 月 6 日開催 会場 仙台市消防局 参加者 120 人

講演 1	消防研究センター 山田 實 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター 岩田雄策 蓄熱発火に関する危険性評価方法
火災事例発表 1	仙台市消防局 菊地英男 埋込式ダウンライトから出火した火災について
火災事例発表 2	二戸地区広域行政事務組合消防本部 斗米聡明 新幹線 E2 系電車の主変換装置オイルコンデンサからの出火事例
火災事例発表 3	盛岡地区広域消防組合消防本部 安保 勲 リコールに至った電気ストーブ火災

火災事例発表 4	福島市消防本部 星 貴光 手より接続による車両火災事例について
火災事例発表 5	札幌市消防局 伊藤直人 動力用節電装置からの出火事例について
火災事例発表 6	新潟市消防局 伏見栄浩 住宅における分電盤一次側からの火災と出火防止について
火災事例発表 7	消防研究センター 桑原一徳 消防研究センターで出向した火災調査事例
危険物等事故事例発表 1	北上地区消防組合消防本部 菊池洋幸 屋外タンク貯蔵所からのトルエン流出事故

第 4 回 火災調査編

平成 24 年 11 月 29 日開催 会場 大阪市消防局 参加者 209 人

講演 1	消防研究センター 山田 實 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター 岩田雄策 蓄熱発火に関する危険性評価方法
火災事例発表 1	大阪市消防局 橋本 巖 PCB 廃棄物処理施設での火災事例
火災事例発表 2	堺市消防局 中尾徳夫 石油精製会社で酸化蓄熱発火？
火災事例発表 3	神戸市消防局 厚 貴則 冷陰極蛍光ランプが起因する車両火災について
火災事例発表 4	姫路市消防局 仁後公良 製品火災の原因究明（観賞魚用ヒーターからの出火について）
火災事例発表 5	鯖江・丹生消防組合消防本部 小林 剛 非危険物貯留タンクで起こった爆発火災について
火災事例発表 6	鳥取県東部広域行政管理組合消防局 加藤憲次 ウォーターサーバーからの出火事例
火災事例発表 7	消防研究センター 桑原一徳 消防研究センターで出向した火災調査事例

第 4 回 危険物流出事故調査編

平成 24 年 11 月 30 日開催 会場 大阪市消防局 参加者 173 人

講演 1	消防研究センター 座間信作 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター 西 晴樹 危険物流出等事故調査について

事例発表 1	鳥取県西部広域行政管理組合消防局 岡 浩輝 製紙工場における水酸化ナトリウム漏洩事故
事例発表 2	西宮市消防局 福本 満 船舶給油施設における燃料油の流出について
事例発表 3	東部消防組合消防本部 宮城哲也 石油コンビナート内で発生した原油移送ポンプ火災について

第 5 回 平成 25 年 2 月 21 日開催 会場 熊本市広域防災センター 参加者 158 人

講演 1	消防研究センター 松原美之 消防研究センターの紹介
講演 2	消防研究センター 岩田雄策 蓄熱発火に関する危険性評価方法
火災事例発表 1	熊本市消防局 入山晃彦 自動車塗装乾燥ブースに付属する排気ダクトからの火災について
火災事例発表 2	松山市消防局 花咲智敬 電気自動車からの出火事例
火災事例発表 3	福岡市消防局 中島隆博 漏電火災について
火災事例発表 4	北九州市消防局 平井 武 石油ストーブの吹き返し現象による出火事例について
火災事例発表 5	下関市消防局 大方弘行 ガス調整器に細工し連続放火した事案について
火災事例発表 6	消防研究センター 桑原一徳 消防研究センターで出向した火災調査事例
危険物等事故事例発表 1	由布市消防本部 油布健太郎 自家用給油取扱所における地下タンクからの漏洩事故 - 拡散防止と最小限の被害 -

Ⅲ 関 連 業 務

1 研究交流

(1) 派遣

ア. 国際研究集会等

	派遣者名	期 間	派遣先	国際研究集会の名称等	経費負担方法
1	畑山 健	24.4.4～4.6	東京大学	国際研究集会「2011 年東北地震の震源研究の最前線」(International Scientific Meeting "Frontiers of Source Studies for the 2011 Tohoku Earthquake")	
2	若月 薫	24.4.21 ～4.28	ギリシャ (テッサロニキ市)	ISO TC92 SC3 年次会議	
3	天野久徳	24.5.2～5.4	韓国 (テグ)	Fire & Safety EXPO KOREA 2012	
4	廣川幹浩	24.6.2～6.3	中国 (香港)	2012 International Conference on Mechanics, Simulation and Control	
5	鈴木 健	24.7.29 ～8.3	ポーランド (ワルシャワ工科大学)	34th International Symposium on Combustion	
6	座間信作	24.9.24 ～9.28	ポルトガル (リスボン)	15th World Conference on Earthquake Engineering	
7	天野久徳	24.11.6 ～11.8	アラブ首長国連邦 (ドバイ)	Ground-breaking High-Rise Aerial Firefighting & Rescue Conference at Dubai Helishow	
8	新井場公德	24.11.7 ～11.9	群馬県桐生市	International Symposium on Earthquake-induced Landslide	
9	天野久徳	24.11.26	韓国 (テジョン)	The 9th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI2012)	
10	畑山 健	24.12.3 ～12.7	米国 (サンフランシスコ)	American Geophysical Union Fall Meeting (米国地球物理学連合秋季大会)	

イ. 海外での調査・共同研究等

	派遣者名	期 間	派遣先	目 的 等	経費負担方法
1	細川直史	24.5.15 ～5.19	中国雲南省	日中協力地震緊急救援能力強化 計画プロジェクト	JICA 依頼
2	細川直史	①24.7.29 ～8.2 ②25.3.4 ～3.7 ③25.3.17 ～3.23	中国北京市	日中協力地震緊急救援能力強化 計画プロジェクト	JICA 依頼
3	細川直史	24.10.30 ～11.3	中国河北省	日中協力地震緊急救援能力強化 計画プロジェクト	JICA 依頼
4	畑山 健	24.11.26 ～11.28	米国（ロサン ゼルス）	ロサンゼルス平野における地下 構造調査	

ウ. 国内での調査

	派遣者名	期間	派遣先	目的等
1	座間信作	24.6.1～6.2	仙台市、石巻 市、気仙沼市	津波警報時の消防活動指針に係るヒアリング及び 資料収集
2	松島早苗 篠原雅彦 推名知明	24.6.22 ～6.25	気仙沼市	東日本大震災における火災旋風の聞き取り調査
3	畑山 健	25.3.22	大阪国際石 油精製株式 会社	石油コンビナート地域の津波被害に関する情報収 集

(2) 受け入れ

ア. 実務研修員

	研修員名（所属等）	期 間	研 修 部 局	研修担当官
1	三浦 大（横浜市消防局）	23.4.1 ～25.3.31	原因調査室	原因調査室長
2	寫津晃二（船橋市消防局）	23.4.1 ～25.3.31	原因調査室	原因調査室長
3	武田正瑞（藤沢市消防本 部）	23.4.1 ～25.3.31	原因調査室	原因調査室長
4	熊倉 貴（川崎市消防局）	23.4.1 ～25.3.31	原因調査室	原因調査室長

	研修員名（所属等）	期 間	研 修 部 局	研修担当官
5	渡会俊幸（さいたま市消防局）	24.4.1 ～26.3.31	原因調査室	原因調査室長
6	佐藤周一（所沢市消防本部）	24.4.1 ～26.3.31	原因調査室	原因調査室長
7	小関啓介（富山市消防局）	24.4.1 ～26.3.31	原因調査室	原因調査室長
8	渡邊洋介（佐倉市八街市酒々井町消防組合消防本部）	24.4.1 ～26.3.31	原因調査室	原因調査室長

イ. 連携研究員

	研究員名（所属等）	期 間	研 究 課 題	受入研究室
1	森井統正（東京消防庁）	23.4.1 ～25.3.31	建物火災時における消防隊員の活動環境に関する研究	大規模火災研究室
2	推名知明（東京消防庁）	24.4.1 ～26.3.31	地震火災の延焼性状に関する研究	大規模火災研究室

ウ. 実習学生、インターンシップ等

	研修員名（国籍、所属等）	期 間	研 究 課 題	受入研究室
1	村沢直治（千葉科学大学）	22.7.10 ～25.9.30	廃棄物・バイオマス燃料の蓄熱発火に関する研究	危険性物質研究室
2	Guillaume Doare (France, Ecole des Mines d'Ales)	24.5.17 ～24.8.5	バイオマス燃料の燃焼性状	危険性物質研究室
3	Deschamps Joris (France, Ecole des Mines d'Ales)	24.5.17 ～24.8.5	バイオマス燃料の燃焼性状	危険性物質研究室

(3) 共同研究

ア. 国際学術交流

	機 関 名	国 名	実施期間
1	Institute of Chemical Processes, Seoul National University（ソウル国立大学工学部化学プロセス研究所）	韓国	2004.9～
2	Nanjing University of Science and Technology（南京理工大学）	中国	2007.11 ～2012.11
3	Fire Technology Institute of Korea Fire Equipment Inspection Corporation	韓国	2007.12～

イ. 国内の大学等との連携

	機関名	契約日
1	学校法人東京理科大学	2013.3.1

ウ. 調査・共同研究等

	共同研究課題名	共同研究相手先	担当研究室	実施期間
1	泡消火の高度化に関する研究	深田工業株式会社、第一化成産業株式会社	上席研究官、危険性物質研究室	2007.4.1 ～2016.3.31
2	中高年男性の住宅火災死者増加の背景要因解明のための火災と検案・解剖情報を用いた統計的分析研究	東京都監察医務院	大規模火災研究室	2007.5.1 ～2014.3.31
3	首都圏震災時における効果的な被害情報の収集・伝達とその活用に関する実証的研究	学校法人工学院大学	火災災害調査部長、地震等災害研究室、研究企画室、上席研究官	2009.5.1 ～2015.3.31
4	災害対応のためのセンシング・ユビキタス時空基盤技術の研究開発	独立行政法人情報通信研究機構	地震等災害研究室	2009.10.26 ～2016.3.31
5	災害監視無人機システムの有用性評価	独立行政法人宇宙航空研究開発機構調布航空宇宙センター飛行場分室、独立行政法人宇宙航空研究開発機構大樹航空宇宙実験場	地震等災害研究室、大規模火災研究室	2011.3.10 ～2013.3.31
6	全国強震観測ネットワークの石油コンビナート地域を対象とした準リアルタイム地震防災情報システムの実用化に向けた研究	独立行政法人防災科学技術研究所	火災災害調査部長、原因調査室、施設等災害研究室	2011.4.1 ～2016.3.31
7	災害時に有効な移動機構に関する基礎的研究	国立大学法人鹿児島大学	地域連携企画担当部長	2011.9.12 ～2014.3.31
8	再生資源物質火災の消火技術に関する研究	東京大学消防防災科学技術寄附講座特任教授、株式会社モリタホールディングス技術研究所	上席研究官、危険性物質研究室	2011.10.1 ～2013.1.30
9	住宅火災における死者発生メカニズムの分析に関する研究	学校法人東京理科大学	原因調査室、大規模火災研究室	2011.11.1 ～2014.3.31

	共同研究課題名	共同研究相手先	担当研究室	実施期間
10	火災発生時における一酸化炭素拡散状況の研究	横浜市	大規模火災研究室	2011.11.28 ～2012.5.31
11	消防防災無人ヘリコプタの高精度飛行制御技術の研究開発	独立行政法人産業技術総合研究所	地域連携企画担当部長、地震等災害研究室	2011.12.1 ～2014.3.31
12	大規模災害時の消防力強化のための情報技術の研究開発事業に関する共同研究	横浜市消防局	地震等災害研究室	2012.3.27 ～2016.3.31
13	再燃火災の危険性を把握するための手法	横浜市	特殊災害研究室	2012.6.18 ～2013.3.31
14	電気設備火災に関する基礎研究	国立大学法人北海道大学	火災災害調査部	2012.6.18 ～2014.3.31
15	高温における限界酸素指数の取得および評価、並びに酸素濃度が発熱速度に及ぼす影響評価	独立行政法人宇宙航空研究開発機構	大規模火災研究室	2012.10.1 ～2014.3.31
16	木造市場等の火災被害低減のための共助体制の構築に関する研究	北九州市消防局	上席研究官、大規模火災研究室	2012.12.1 ～2016.3.31

エ. 科学技術振興調整費

	種 別	相手先、期間、参加者名	共同研究課題名	担当室名
1	科学技術戦略推進費	防災科学技術研究所他 H23.12.1～H26.3.31	官民協働危機管理クラウドシステム	地震等災害研究室

オ. 競争的資金

	種 別	相手先、期間、参加者名	共同研究課題名	担当者名
1	平成 24 年度私立大学戦略的研究基盤形成支援事業 私立学助成補助金	平成 24 年度～平成 28 年度 岡山理科大学	QOL 向上を目指す支援技術のイノベーション研究拠点形成「柔軟全周囲クロウラの開発」	天野久徳
2	京都大学防災研究所一般共同研究 24G-13	平成 24 年度 研究代表者：干場充之（気象研）	高密度強震観測点の地盤増幅特性評価に基づく実時間地震動予測に関する研究	畑山 健

	種 別	相手先、期間、参加者名	共同研究課題名	担当者名
3	戦略的国際科学技術協力推進事業（JST）	2012.4.1～2015.3.31 京都大学防災研究所、兵庫県立大学	巨大地震災害時における効果的災害対応を実現するための日中比較研究交流	細川直史
4	文部科学省委託研究 都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト	2012.4.1～2017.4.1 京都大学防災研究所	都市災害における災害対応能力の向上方策に関する調査・研究	細川直史
5	研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム フォービリティスタディ 【FS】ステージ探索タイプ	2012.11.1～2013.10.31 静岡大学	上空画像とプローブカー情報の信頼度に基づく災害時道路区間自動判別システムの開発	田村裕之

2 所外講師派遣及び所外委員会等参加状況

(1) 所外講師派遣状況

ア. 大学教授等

	派遣先機関	講義題目	職名	氏名
1	国立大学法人神戸大学大学院工学研究科	救急避難システム論	准教授(客員部門)	久保田勝明
2	国立大学法人東京工業大学大学院総合理工学研究科	防火安全のための人間環境設計	連携教授	山田常圭
3	北海道大学大学院工学研究院	—	招へい教員	若月 薫

イ. 大学非常勤講師

	派遣先機関	講義題目	氏名
1	国立大学法人横浜国立大学大学院環境情報研究院	地震リスク評価学、地震リスク評価学演習、地震防災論演習	座間信作
2	国立大学法人琉球大学	地域環境工学特別講義Ⅱ	新井場公徳

ウ. その他講義

	年月日	派遣先機関	講演会名・講義題目等	氏名
1	24.5 ～24.12 (10回)	獨協大学エクステンションセンター 獨協大学オープンカレッジ	身近にある自然科学の楽しみ	塚目孝裕
2	24.5.2～5.4	International Seminer The Development of Fire Fighting Robots, Fire & Safety EXPO KOREA 2012	Robotic equipment deployed for Fire Departments in JAPAN	天野久徳
3	24.5.22	郡山地方広域消防組合	火災調査研修会	武田正瑞
4	24.5.30	尼崎市消防局	平成24年度危険物取扱者等実務研修会	西 晴樹
5	24.5.31	姫路市消防局	平成24年度姫路市危険物安全大会	西 晴樹
6	24.6.5	高崎市等広域消防局	平成24年度危険物安全週間	田村裕之
7	24.6.5 (東京会場)、 24.6.7 (大阪会場)	危険物安全週間推進協議会	平成24年度危険物施設安全推進講演会	座間信作

	年月日	派遣先機関	講演会名・講義題目等	氏名
8	24.6.6	船橋市自衛消防協会	危険物安全管理講習会	座間信作
9	24.6.6	東京消防庁志村消防署	危険物安全管理講演会	岩田雄策
10	24.6.6	北九州市消防局	平成 24 年度北九州市危険物安全週間防災講演会	西 晴樹
11	24.6.7	市原市消防局・市原市防火安全協会	平成 24 年度市原市危険物安全大会	西 晴樹
12	24.6.8	豊川市消防本部	危険物安全講演会	西 晴樹
13	24.6.12	新潟県消防学校	消防職員第 43 期警防科	若月 薫
14	24.6.26	堺市消防局	第 30 回堺市危険物安全大会防災講演	西 晴樹
15	24.6.29	一般社団法人日本非破壊検査協会	保守検査部門ミニシンポジウム特別講演	西 晴樹
16	24.7.6	空間情報シンポジウム 2012	東日本大震災における消防研究センターの火災災害調査について	細川直史
17	24.7.11 ～7.12	公益財団法人原子力安全技術センター	平成 24 年度第 1 回消防・警察関係講座 消防職員向け実践コース 原子力災害時における消防活動	鈴木 健
18	24.7.17	特定非営利活動法人国土空間データ基盤推進協議会	政府における GIS 施策 消防防災分野における GIS の活用について	細川直史
19	24.7.25	全国消防長会東近畿支部	平成 24 年度全国消防長会東近畿支部予防業務研究会	西 晴樹
20	24.7.27	大竹市消防本部	安全対策研修会	岩田雄策
21	24.8.8 ～8.10	公益財団法人原子力安全技術センター	平成 24 年度第 3 回消防・警察関係講座 消防職員向け実践コース 原子力災害時における消防活動	鈴木 健
22	24.8.29	独立行政法人原子力安全基盤機構	平成 24 年度敦賀地区「原子力施設における火災防護に関する研修」 原子力施設における安全かつ確な消防活動	鈴木 健
23	24.9.14	第 15 回兵庫県下消防長会火災調査研究会	東日本大震災での火災調査について	田村裕之
24	24.9.14	公益社団法人化学工学会関東支部	2012 年度神奈川技術講演会	西 晴樹

	年月日	派遣先機関	講演会名・講義題目等	氏名
25	24.9.15	流山新市街地地区 安心・安全まちづくり協議会	e-防災マップによるまちづくり講座 (第 2 回)	細川直史
26	24.9.19 ～9.20	公益財団法人原子力安全技術センター	平成 24 年度第 6 回消防・警察関係講座 消防職員向け実践コース 原子力災害時における消防活動	鈴木 健
27	24.10.3	豊田市消防本部 平成 24 年度消防活動研修	太陽光発電システム等が設置された建物等の消防活動について	田村裕之
28	24.10.18	川崎市危険物等運搬防災連絡協議会	危険物安全担当者講習会「静電気火災の発生機構と災害防止対策」	田村裕之
29	24.10.19	横浜市磯子消防署	平成 24 年度磯子火災予防協会防災講演会	西 晴樹
30	24.10.23	下中新川地区危険物安全協会	下中新川地区危険物安全協会防災講演会 2012	西 晴樹
31	24.10.26	新潟県消防長会	火災調査研修会	桑原一徳
32	24.10.26	公益社団法人日本火災学会	第 51 回火災科学セミナー (川崎会場) 自然災害に起因する危険物施設の火災・漏洩事故	西 晴樹
33	24.10.30	社団法人秋田県危険物安全協会連合会	平成 24 年度秋田県危険物安全大会 東北地方太平洋沖地震と危険物施設被害	座間信作
34	24.11.2	公益社団法人日本火災学会	第 51 回火災科学セミナー (京都会場) 地震火災と緊急消防援助隊	新井場公德
35	24.11.7	公益社団法人横浜市防火防災協会	平成 24 年度防災講演会	座間信作
36	24.11.10	徳島大学	「次世代スーパーサイエンティスト育成講座」特別講演会 災害監視を目的とした自律型飛行船ロボットの研究	佐伯一夢
37	24.11.16	戸田市防火安全協会	会員研修会	西 晴樹
38	24.11.26	千葉市消防学校	警防科特殊災害課程第 7 期	新井場公德
39	24.11.26 ～11.27	The 2nd Korea-Japan Workshop on Firefighting and Disaster Prevention Robots, The 9th	Robotic system deployed in Japanese fire department, and our research and development	天野久徳

	年月日	派遣先機関	講演会名・講義題目等	氏名
		International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI2012)	project based on our disaster experience	
40	24.11.27	湘南地区メディカルコントロール協議会	湘南地区メディカルコントロール協議会発足 10 周年記念事業学術講演会	久保田勝明
41	24.12.3	公益社団法人化学工学会関東支部	2012 年度鹿島コンビナート講習会	西 晴樹
42	24.12.4	大津市消防局	平成 24 年度危険物保安セミナー	西 晴樹
43	24.12.6	比企広域消防本部	平成 24 年度職員研修（地震に関する内容）	座間信作
44	24.12.7	石油連盟・石油化学工業協会	供用適性評価基準委員会	西 晴樹
45	25.2.15	神戸市危険物安全協会	平成 24 年度危険物安全講演会	尾川義雄
46	25.2.20	大阪府下消防長会	大阪府下消防長会火災調査研修	尾川義雄
47	25.2.21 ～2.22	公益財団法人原子力安全技術センター	平成 24 年度第 11 回消防・警察関係講座 消防職員向け実践コース 原子力災害時における消防活動	鈴木 健
48	25.2.22（東京会場）、 25.3.1（大阪会場）	危険物保安技術協会	危険物事故事例セミナー	西 晴樹
49	25.2.25	関西化学工業協会	平成 25 年安全管理についての講演会	岩田雄策
50	25.2.28	三重県消防学校	消防職員警防科警防課程（第 24 期）	森井統正、田村裕之
51	25.3.6	臨港工場消防協議会	防災研修会	西 晴樹
52	25.3.11	青森県消防学校	第 13 回消防職員専科教育火災調査科	尾川義雄
53	25.3.11	静岡県消防学校	消防職員専科教育火災調査科 第 37 期	三浦 大
54	25.3.13	大阪市消防学校	「火災の燃焼理論」火災事例と火災現象について	若月 薫
55	25.3.23	東京都立深川高等学校	防災講演会	山田常圭

(2) 所外委員会、研究会への参加状況

	団体等名	委員会等名	役職名	氏名
1	公益財団法人日本防災協会	防災ニュース編集委員会	委員	秋葉 洋
2	一般財団法人日本消防設備安全センター	消防防災活動用資機材等専門委員会	委員	天野久徳
3	株式会社日立製作所（総務省委託）	TV ホワイトスペースを活用した災害・防災向けデータ伝送システムの周波数共用技術に関する検討の請負の調査検討会	委員	
4	日本消防検定協会	消防機器等評価委員会	委員	
5	危険物保安技術協会	大型化学消防車等評価委員会	委員	
6	NPO 法人国際レスキューシステム研究機構	競基弘賞レスキュー工学奨励賞	審査委員	
7	NPO 法人国際レスキューシステム研究機構	表彰委員会	委員	
8	The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated	IEEE Robotics & Automation Society, TC on Safety, Security and Rescue Robots	メンバー	
9	レスキューロボットコンテスト実行委員会	レスキューロボットコンテスト表彰委員会	特別審査員	
10	公益社団法人計測自動制御学会	計測自動制御学会システムインテグレーション部門レスキュー工学部会	委員	
11	公益社団法人計測自動制御学会	計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会	プログラム委員	
12	消防庁	消防用設備等の技術基準のあり方に係る有識者会議	委員	
13	総務省	ホワイトスペース推進協議会 利用作業班	委員	
14		消防防災ロボット技術ネットワーク	幹事	
15	公益社団法人日本地すべり学会	日本地すべり学会	理事・総務部長	
16	公益社団法人日本地すべり学会	地震地すべりに関する国際シンポジウム（ISEL-Kiryu2012）実行委員会	委員	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏名	
17	公益社団法人日本地すべり学会	編集出版委員会	委員	新井場公德	
18	公益社団法人日本火災学会	化学火災専門委員会	委員	岩田雄策	
19	公益社団法人日本火災学会	学術委員会	委員		
20	WCOGI2014 実行委員長・NOC 実行委員長	「The 5th World Conference of Safety of Oil and Gas Industry 2014」National Organizing Committee（国内実行委員会）	委員		
21	危険物保安技術協会	危険物関連設備等性能評価委員会及び同専門委員会	委員		
22	危険物保安技術協会	ナトリウム・硫黄電池の火災原因に対する安全対策検討会	委員		
23	財団法人消防試験研究センター	危険物取扱者試験専門員	委員		
24	消防庁危険物保安室	火災危険性を有するおそれのある物質等に関する調査検討会	委員		
25	特定非営利活動法人安全工学会	安全工学会	理事		
26	一般財団法人日本消防設備安全センター	ガス系消火設備等専門委員会	委員		尾川義雄
27	一般財団法人日本消防設備安全センター	ガス系消火設備等評価専門委員会	委員		
28	一般財団法人日本消防設備安全センター	性能評価第一専門委員会	委員		
29	公益社団法人日本火災学会	日本火災学会東日本大震災調査委員会	委員		
30	公益社団法人日本火災学会	日本火災学会学術委員会	委員		
31	公益社団法人日本火災学会	日本火災学会学術委員会消火の科学に関する専門委員会	幹事		
32	消防庁救急企画室	緊急度判定体系実証検証事業 119 番通報プロトコル作成班	委員	久保田勝明	
33	独立行政法人製品評価技術基盤機構	事故動向等解析専門委員会	委員	桑原一徳	
34	一般財団法人日本消防設備	保守用機器等専門委員会	委員	河関大祐	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏名
	備安全センター			
35	一般財団法人日本消防設備安全センター	警報設備等専門委員会	委員	河関大祐
36	一般社団法人全国消防機器協会	消防機器等製品情報センター運営会議	委員	
37	日本消防検定協会	警報設備規格研究専門部会	委員	
38	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3 分科会	委員	
39	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG2 作業部会	委員	
40	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG6 作業部会	委員	
41	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG7 作業部会	委員	
42	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG9 作業部会	委員	
43	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG14 作業部会	委員	
44	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG17 作業部会	委員	
45	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG18 作業部会	委員	
46	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG21 作業部会	委員	
47	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG22 作業部会	委員	
48	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/音響装置 WG 作業部会	委員	
49	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG23 作業部会	委員	
50	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG24（ビデオ火災感知器）作業部会	委員	
51	レスキューロボットコンテスト実行委員会	レスキューロボットコンテスト実行委員会（第 13 期）	委員	
52	岡山県	岡山県石油コンビナート防災アセスメント検討委員会	委員	座間信作
53	危険物保安技術協会	特定防災施設等の技術基準の検討のための調査検討会	委員長	
54	消防庁	石油コンビナート等における災害時の影響評価等に係る調査研究会	委員	
55	独立行政法人宇宙航空研究開発機構	災害対応航空技術研究開発計画検討委員会	委員	
56	広島県	広島県石油コンビナート等防災アセスメント検討委員会	委員	
57	公益社団法人日本火災学会	火災誌編集小委員会	委員	篠原雅彦

	団体等名	委員会等名	役職名	氏名
58	International Association of Wildland Fire	4th Fire Behavior and Fuels Conference	学術委員	篠原雅彦
59	社団法人日本電気協会	原子力規格委員会 運転・保守分科会 防火管理検討会	委員	鈴木 健
60	岐阜市		技術アドバイザー	
61	一般社団法人日本建築学会	住宅の火災安全小委員会	委員	鈴木恵子
62	北九州市	木造市場等の防火安全に関する検討会	構成員	
63	公益社団法人日本火災学会	地震火災専門委員会	委員	
64	日本消防検定協会	特定警報避難機器評価委員会	委員	高梨健一
65	社団法人日本電気協会	澁澤賞選考委員会	所長代理	
66	公益社団法人日本火災学会	情報公開審査委員会	幹事	田村裕之
67	公益社団法人日本火災学会	ホームページ小委員会	委員	
68	公益社団法人日本火災学会	日本火災学会東日本大震災調査委員会	委員	
69	公益社団法人日本火災学会	総務委員会	委員	
70	公益社団法人日本火災学会	火災原因調査の科学技術専門委員会	幹事	
71	公益社団法人日本火災学会	学術委員会	委員	
72	一般財団法人日本消防設備安全センター	避難設備等専門委員会	委員	
73	ISO/TC21/SC3 分科会	ISO/TC21/SC3/WG10	委員	
74	日本消防検定協会	避難設備規格研究専門部会	委員	
75	日本消防検定協会	特定初期拡大抑制機器評価委員会	委員	
76	静電気学会	静電気学会	運営理事	
77	静電気学会	静電気学会誌編集委員会	委員長	
78	静電気学会	静電気リスクアセスメント研究委員会	委員	
79	産業技術総合研究所	太陽光発電の直流電気安全基準策定委員会	委員	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏名
80	財団法人全国危険物安全協会	仮使用中の給油取扱所における地下タンク等の工事の有効な安全対策に関する調査検討委員会	委員・座長代理	塚目孝裕
81	消防庁特殊災害室	石油コンビナート等防災体制検討会	委員	
82	日本熱測定学会	熱測定学会	委員	
83	15th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry	15th International Congress on Thermal Analysis and Calorimetry	審査委員	
84	財団法人全国危険物安全協会	長期間使用した地下貯蔵タンクを継続使用するための評価基準及び改修方法等についての調査検討委員会	委員	西 晴樹
85	財団法人全国危険物安全協会	地下タンク等の点検方法等の性能評価委員会	委員	
86	独立行政法人防災科学技術研究所	大型耐震実験施設運用委員会	委員	
87	川崎市消防局	川崎市コンビナート安全対策に係る地震対策調査検討会	委員	
88	川崎市	川崎市コンビナート安全対策委員会	委員	
89	危険物保安技術協会	大型地下貯蔵タンクに係る地震・津波被害の有効な対策のあり方に関する調査検討会	委員	
90	危険物保安技術協会	予防規程の改正に伴う効果的な津波対策等のあり方に関する調査検討会	委員	
91	危険物保安技術協会	SF 二重殻タンクにおける埋設時の土圧による影響についての調査検討会	委員	
92	危険物保安技術協会	津波発生時における危険物施設等の対応マニュアル検討会	委員	
93	危険物保安技術協会	危険物関連設備等性能評価委員会（及び同専門委員会）	委員	
94	危険物保安技術協会	ナトリウム・硫黄電池の火災原因に対する安全対策検討会	委員	
95	消防庁危険物保安室	東日本大震災を踏まえた仮貯蔵・仮	委員	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏名
		取扱い等の安全確保のあり方に係る検討会		
96	特定非営利活動法人安全工学会	安全工学誌編集委員会	委員	西 晴樹
97	特定非営利活動法人安全工学会	安全工学研究発表会実行委員会	委員	
98	日本消防検定協会	消防機器等評価委員会 樹脂製消火器専門部会	委員	
99	公益社団法人日本地震学会	災害調査委員会	委員	畑山 健
100	公益社団法人日本地震学会	地震編集委員会	委員	
101	公益社団法人日本地震学会	強震動委員会	委員	
102	大阪府	大阪府石油コンビナート等防災本部	専門員	
103	神奈川県	神奈川県石油コンビナート等防災対策検討会	委員	
104	一般社団法人電子情報通信学会	ICNSSL 研究会運営委員会	委員	細川直史
105	国際協力機構（JICA）	日中協力地震緊急救援能力強化計画プロジェクト	短期派遣専門家	
106	消防庁国民保護・防災部	大規模災害時におけるソーシャル・ネットワーキング・サービスによる緊急通報の活用可能性に関する検討会	委員	
107	独立行政法人防災科学技術研究所	科学技術戦略推進費 官民協働危機管理クラウドシステム運営委員会	委員	
108	財団法人全国危険物安全協会	地下タンク等に係る点検等の性能評価委員会専門部会	部会員	
109	一般財団法人日本消防設備安全センター	水系消火設備等専門委員会	委員	松島早苗
110	一般財団法人日本消防設備安全センター	防火材等専門委員会	委員	
111	一般財団法人日本消防設備安全センター	可撓管継手等専門員会	委員	
112	日本消防検定協会	放水器具規格研究専門部会	委員	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏名
113	日本消防検定協会	動力消防ポンプ等規格研究専門部 会	委員	松島早苗
114	日本消防検定協会	特殊消防ポンプ自動車等技術基準 部会	委員	
115	社団法人日本電気協会	第 57 回（平成 24 年度）澁澤賞受賞 者選考委員会	委員	松原美之
116	一般財団法人日本消防設 備安全センター	消防防災用設備機器性能評定委員 会	委員	
117	独立行政法人国民生活セ ンター	商品テスト分析・評価員会	委員	
118	危険物保安技術協会	危険物事故防止対策論文審査委員 会	委員	
119	東京地方裁判所	東京地方裁判所	専門委員	
120	消防機器等海外展開推進 委員会	消防機器等海外展開推進委員会	委員	
121	消防庁消防技術政策室	消防防災科学技術高度化推進検討 会	委員	
122	消防庁予防課	たばこ火災被害の低減対策に関す る検討会	委員	
123	消防庁予防課	優良消防用設備等審査会	委員	
124	一般財団法人首都高速道 路技術センター	横浜環状北線トンネル防災安全検 討委員会	委員	
125	一般財団法人首都高速道 路技術センター	横浜環状北西線トンネル防災安全 検討委員会	委員	
126	運輸安全委員会	運輸安全委員会	専門委員	
127	国土交通省国土技術政策 総合研究所	建築防火基準委員会	委員	
128	消防庁予防課	認知症高齢者グループホーム等火 災対策検討部会	委員	
129	東海旅客鉄道株式会社	大規模地下駅防災委員会	委員	
130	東京地方裁判所	東京地方裁判所	専門委員	
131	財団法人全国危険物安全 協会	大地震時（津波災害を含む）を想定 した給油取扱所等の安全性確保に 関する検討委員会	委員	山田 實
132	一般財団法人日本消防設 備安全センター	消防防災研究助成審査委員会	委員	
133	一般財団法人日本消防設 備安全センター	性能評価委員会	委員	

	団体等名	委員会等名	役職名	氏名
	備安全センター			
134	一般財団法人日本消防設備安全センター	性能評価第一専門委員会	委員	山田 實
135	一般財団法人日本消防設備安全センター	性能評価第二専門委員会	委員	
136	一般財団法人日本消防設備安全センター	消防設備システム評価委員会	委員	
137	一般財団法人日本消防設備安全センター	消防設備システム第一専門委員会	委員	
138	一般財団法人日本消防設備安全センター	消防設備システム第二専門委員会	委員	
139	一般財団法人日本消防設備安全センター	ガス系消火設備等評価委員会	委員	
140	一般社団法人日本高圧力技術協会	地中タンク開放検査データ健全性評価委員会	委員	
141	一般社団法人日本高圧力技術協会	理事会	理事	
142	一般社団法人日本高圧力技術協会	エネルギー貯槽等規格審議委員会	中立委員	
143	一般社団法人日本高圧力技術協会	HPIS-G-103,G-109,G104,G-106,G-107 改正委員会	中立委員	
144	一般社団法人日本高圧力技術協会	エネルギー等貯槽安全性研究委員会第3分科会	中立委員	
145	一般社団法人日本産業機械工業会	JIS B8501（鋼製石油貯槽の構造（全溶接製））原案作成委員会	委員	
146	財団法人消防試験研究センター	消防設備士試験委員	委員	
147	財団法人消防試験研究センター	消防設備士問題検討会	委員	
148	公益社団法人日本火災学会	日本火災学会東日本大震災調査委員会	委員	
149	消防庁危険物保安室	旧法屋外タンク貯蔵所の保安検査のあり方に係る調査検討会	委員	
150	日本消防検定協会	住警器設置効果・維持管理等調査研究委員会	委員	
151	公益財団法人日本防災協会	ISO/TC94/SC14 国内対策委員会	委員長	若月 薫

	団体等名	委員会等名	役職名	氏 名
152	公益財団法人日本防災協会	ISO/TC94/SC14 国内対策委員会作業部会	委員・主査	若月 薫
153	財団法人日本防火協会	仮設住宅の防火対策に関する研究会	委員	
154	一般社団法人電線総合技術センター	ケーブル火災時の燃焼特性の相对比较評価タスクフォース	委員	
155	公益社団法人日本火災学会	理事会	理事	
156	公益社団法人日本火災学会	普及委員会	委員	
157	公益社団法人日本保安用品協会	ISO/TC94/SC13 国内対策委員会及び作業部会（WG2）	委員・主査	
158	公益社団法人日本保安用品協会	ISO/TC94 コンパティビリティWG委員会	委員長	
159	一般財団法人日本消防設備安全センター	防火安全機器等専門委員会	委員	
160	建築研究開発コンソーシアム	建築ファサードの燃え拡がり試験方法 JIS 原案作成委員会	委員	
161	建築・住宅国際機構	ISO/TC92/SC1, 3 対応 WG	委員	
162	建築・住宅国際機構	ISO/TC92 分科会	委員	

3 災害調査等

(1) 災害調査

ア. 長官調査（自主）：消防法第 35 条の 3 の 2 の規定に基づき、消防庁長官が特に必要と認めた火災の原因調査

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概要	現地出向者	現地調査日
1	24.5.13	広島県福山市/福山地区消防組合消防局	ホテル	RC 造一部木造の 4 階建てのホテルで火災が発生し、死者 7 名、負傷者 3 名となったもの。	①若月 薫 桑原一徳 武田正瑞 渡会俊幸 小関啓介 ②若月 薫 桑原一徳 寫津晃二 武田正瑞 渡会俊幸 佐藤周一 小関啓介 ③若月 薫 桑原一徳 寫津晃二 渡会俊幸 小関啓介 ④寫津晃二 渡会俊幸 小関啓介 佐藤周一 ⑤若月 薫 桑原一徳 小関啓介	①24.5.13 ～5.16 ②24.6.4 ～6.8 ③24.9.11 ～9.13 ④24.12.17 ～12.18 ⑤25.1.15 ～1.17

2	25.2.8	長崎県長崎市/長崎市消防局	グループホーム	鉄骨造一部木造の4階建てのグループホームで火災が発生し、死者5名、負傷者7名となったもの。	①桑原一徳 三浦 大 小関啓介 渡邊洋介 山田常圭 ②渡会俊幸 佐藤周一 渡邊洋介	①25.2.9 ～2.12 ②25.2.21 ～2.22
---	--------	---------------	---------	---	--	---------------------------------------

イ. 長官調査（依頼）：消防法第35条の3の2の規定に基づき、消防長又は都道府県知事から消防庁長官に対しての求めによる火災の原因調査

	発災日	場所/管轄消防本部	施設等名称	概要	現地出向者	現地調査日
1	23.4.22	山口県玖珂郡/岩国地区消防組合消防本部	レゾルシン製造工場	緊急シャットダウン中に何らかの原因により反応釜が爆発し、周辺プラントの火災、飛散物や爆風により周辺にも多大な被害が生じたもの。死者1名、負傷者21名。	①尾川義雄 桑原一徳 三浦 大 熊倉 貴 塚目孝裕 ②尾川義雄 桑原一徳 三浦 大 熊倉 貴 渡邊洋介 塚目孝裕 鈴木 健 ③尾川義雄 桑原一徳 三浦 大 熊倉 貴 渡邊洋介 塚目孝裕	①24.4.23 ～4.26 ②24.5.28 ～6.1 ③24.9.19 ～9.21

2	24.9.29	兵庫県姫路市/姫路市消防局	アクリル酸製造工場	アクリル酸の廃液タンクが何らかの原因により爆発し、周辺プラントが火災となり、飛散物により周辺にも多大な被害が生じたもの。消防職員 1 名殉職、負傷者 36 名。	①尾川義雄 桑原一徳 渡会俊幸 渡邊洋介 塚目孝裕 ②尾川義雄 塚目孝裕 ③尾川義雄 桑原一徳 渡会俊幸 渡邊洋介 塚目孝裕 ④西 晴樹 熊倉 貴 ⑤若月 薫 渡邊洋介	①24.9.29 ～10.2 ②24.10.17 ～10.18 ③24.10.29 ～11.2 ④24.11.21 ⑤25.1.17
---	---------	---------------	-----------	--	---	---

ウ. センター調査（依頼）：消防長等による依頼に基づく特異な火災に対する火災原因調査に関する技術支援

	発災日	場所	施設等名称	概要	現地出向者	現地調査日
1	24.4.5	静岡県焼津市	工場火災	無人の工場内で NC 工作機器の自動運転中に出火したものの。	桑原一徳 武田正瑞 熊倉 貴 小関啓介	24.4.12
2	24.4.19	大阪府堺市	金属精錬工場火災	合金の鑄造作業中に爆発が発生し、排出ダクトが破損したものの。	尾川義雄 桑原一徳 鳶津晃二 渡邊洋介	24.4.26 ～4.27
3	24.5.24	新潟県南魚沼市	トンネル内爆発火災	何らかの原因で工事中のトンネル内で爆発火災が発生したものの。	尾川義雄 三浦 大 佐藤周一 渡邊洋介 鈴木 健	24.9.17 ～9.18

エ. センター調査（自主）：消防研究センターの自主的な火災原因調査に関する技術支援

	発災日	場所	概要	現地出向者	現地調査日
1	23.3.11	多賀城市、塩竈市	屋外タンク貯蔵所地震被害現地調査	座間信作 畑山 健	24.4.11
2	23.3.11	仙台市	東日本大震災における被害状況に関する聞き取り調査	畑山 健 座間信作	24.11.1
3	24.4.7	熊本県阿蘇市	野焼き時の火災調査	松島早苗 篠原雅彦 推名知明	24.5.8 ～5.9
4	24.7	熊本県阿蘇市、熊本市	九州北部豪雨災害の被災状況調査	新井場公德	24.7.24 ～7.27
5	25.1.28	鹿児島県鹿児島市	サービスキャンペーン対象の車両の火災の調査	佐藤周一 渡邊洋介	25.2.2

オ. センター調査（依頼）：市町村長等による依頼に基づく危険物流出等の事故原因調査に関する技術支援

	発災日	場所	施設等名称	概要	対応者	調査日
1	24.5.28	神奈川県川崎市	屋外タンク貯蔵所	フレキシブル配管からの潤滑油流出事故	熊倉 貴	24.10.11 ～25.2.26
2	24.6.6	福島県郡山市	給油取扱所	漏洩油分の鑑定支援	尾川義雄	24.6.11 ～7.3
3	24.6.26	岐阜県関市	一般取扱所	流出危険物の鑑定支援	尾川義雄	24.6.28 ～7.17
4	24.7.21	大阪府堺市	屋外タンク貯蔵所	重油送油ポンプからの危険物流出事故	①西 晴樹 三浦 大 熊倉 貴 ②西 晴樹 三浦 大 熊倉 貴	①24.7.25 ②24.8.8

カ. センター調査（自主）：消防研究センターの自主的な危険物流出等の事故原因調査に関する技術支援

	発災日	場所	施設等名称	概要	現地出向者	現地調査日
1	24.11.7	沖縄県うるま市	屋外タンク貯蔵所	浮き屋根式タンクの沈没事故	西 晴樹	24.12.12 ～12.14

(2) 鑑定・鑑識

ア. 鑑定

	発災日	発災県	概 要	鑑定者
1	24.2.3	神奈川県	染料の粒度分布等の鑑定支援	原因調査室
2	24.3.14	埼玉県	炭化物の鑑定支援	原因調査室
3	24.3.19	茨城県	収去した製品の鑑定支援	原因調査室
4	24.3.31	三重県	炭化物の鑑定支援	原因調査室
5	24.4.8	兵庫県	炭化物の鑑定支援	原因調査室
6	24.4.24	愛知県	金属片の鑑定支援	原因調査室
7	24.5.4	大阪府	残渣物の鑑定支援	原因調査室
8	24.5.13	神奈川県	野積みの芝草の鑑定支援	原因調査室
9	24.6.11	京都府	収去した床材の鑑定支援	原因調査室
10	24.6.27	広島県	残渣物の鑑定支援	原因調査室
11	24.6.28	北海道	残渣物の鑑定支援	原因調査室
12	24.6.30	富山県	塗料の鑑定支援	原因調査室
13	24.7.15	大阪府	エアコン基板ケースの付着物の鑑定支援	原因調査室
14	24.7.17	群馬県	木片の成分分析	原因調査室
15	24.8.2	岐阜県	鋳型の粉塵の鑑識支援	原因調査室
16	24.8.18	奈良県	残渣物の鑑定支援	原因調査室
17	24.9.29	三重県	タバコフィルターの鑑定支援	原因調査室
18	24.11.10	愛知県	残渣物の鑑定支援	原因調査室
19	24.11.15	長崎県	残渣物の鑑定支援	原因調査室
20	24.11.15	千葉県	油分の性状の鑑定支援	原因調査室
21	24.11.17	三重県	残渣物の鑑定支援	原因調査室
22	24.12.2	三重県	残渣物の鑑定支援	原因調査室
23	24.12.4	神奈川県	残渣物の鑑定支援	原因調査室
24	24.12.17	栃木県	残渣物の鑑定支援	原因調査室
25	24.12.23	神奈川県	残渣物の鑑定支援	原因調査室
26	25.1.10	岩手県	残渣物の鑑定支援	原因調査室
27	25.1.20	群馬県	残渣物の鑑定支援	原因調査室
28	25.2.10	新潟県	残渣物の鑑定支援	原因調査室

イ. 鑑識

	発災日	発災県	概 要	鑑識場所
1	24.2.28	茨城県	照明器具の鑑識支援	原因調査室
2	24.3.5	茨城県	水銀灯用安定期の鑑識支援	原因調査室

	発災日	発災県	概 要	鑑識場所
3	24.3.19	千葉県	電気フライヤーの鑑識支援	原因調査室
4	24.3.20	岐阜県	漏電遮断器の鑑識支援	消防本部
5	24.3.23	群馬県	電子レンジの鑑識支援	原因調査室
6	24.3.27	千葉県	車両の鑑識支援	整備工場
7	24.4.8	和歌山県	電気ストーブの鑑識支援	消防本部
8	24.4.11	徳島県	電力積算計の鑑識支援	消防本部
9	24.4.23	岡山県	灯籠の鑑識支援	消防本部
10	24.4.25	神奈川県	電気ストーブの鑑識支援	原因調査室
11	24.4.26	静岡県	PC タップの鑑識支援	原因調査室
12	24.5.20	千葉県	電源コードの鑑識支援	原因調査室
13	24.5.21	群馬県	太陽光発電装置の鑑識支援	原因調査室
14	24.5.22	神奈川県	ポータブルゲーム機の鑑識支援	原因調査室
15	24.5.25	徳島県	車両火災の鑑識支援	整備工場
16	24.5.29	愛知県	電気瞬間湯沸器の鑑識支援	消防本部
17	24.6.12	群馬県	車両火災の鑑識支援	整備工場
18	24.6.27	千葉県	車両火災の鑑識支援	整備工場
19	24.6.29	埼玉県	電気器具の鑑識支援	原因調査室
20	24.7.1	愛知県	業務用扇風機の鑑識支援	消防本部
21	24.7.13	千葉県	エアポンプの鑑識支援	原因調査室
22	24.7.15	大阪府	エアコン室外機の鑑識支援	消防本部
23	24.7.15	大阪府	空気清浄機の鑑識支援	消防本部
24	24.7.17	栃木県	携帯電話の鑑識支援	原因調査室
25	24.7.19	茨城県	トラクターの鑑識支援	消防本部
26	24.7.19	神奈川県	コンデンサーの鑑識支援	原因調査室
27	24.7.19	埼玉県	蛍光灯の鑑識支援	原因調査室
28	24.7.19	神奈川県	冷蔵庫の鑑識支援	原因調査室
29	24.7.21	神奈川県	携帯型音楽プレーヤーの鑑識支援	原因調査室
30	24.7.28	静岡県	テーブルタップの鑑識支援	原因調査室
31	24.7.28	埼玉県	電気プラグの鑑識支援	原因調査室
32	24.8.3	神奈川県	冷蔵庫の鑑識支援	消防本部
33	24.8.5	栃木県	エアコン室外機の鑑識支援	消防本部
34	24.8.7	奈良県	車両火災の鑑識支援	消防本部
35	24.8.12	山梨県	携帯電話充電器の鑑識支援	原因調査室
36	24.8.12	山梨県	リチウムイオンバッテリーの鑑識支援	原因調査室
37	24.8.18	山梨県	コンデンサーの鑑識支援	原因調査室
38	24.9.5	愛知県	チューナーの鑑識支援	原因調査室
39	24.9.15	神奈川県	電子レンジの鑑識支援	原因調査室

	発災日	発災県	概 要	鑑識場所
40	24.9.26	埼玉県	冷蔵庫の鑑識支援	消防本部
41	24.9.27	千葉県	蛍光灯の鑑識支援	原因調査室
42	24.9.29	和歌山県	電気プラグの鑑識支援	原因調査室
43	24.10.1	栃木県	エアコンの鑑識支援	原因調査室
44	24.10.1	千葉県	街路灯自動点滅器の鑑識支援	原因調査室
45	24.10.4	島根県	車両火災の鑑識支援	原因調査室
46	24.10.4	三重県	車両火災の鑑識支援	整備工場
47	24.10.10	栃木県	車両火災の鑑識支援	整備工場
48	24.10.17	富山県	電気配線の鑑識支援	原因調査室
49	24.10.18	沖縄県	自動火災報知機の鑑識支援	原因調査室
50	24.10.29	千葉県	バッテリーパックの鑑識支援	原因調査室
51	24.10.29	山口県	電気コードの鑑識支援	原因調査室
52	24.11.6	岡山県	業務用冷蔵庫の鑑識支援	消防本部
53	24.11.13	大阪府	携帯型音楽プレーヤーの鑑識支援	原因調査室
54	24.11.19	栃木県	電気温風機の鑑識支援	消防本部
55	24.11.21	岩手県	換気扇の鑑識支援	原因調査室
56	24.11.23	神奈川県	パソコン用バッテリーの鑑識支援	消防本部
57	24.11.23	長野県	IH クッキングヒーターの鑑識支援	①消防本部、②原因調査室
58	24.11.23	千葉県	食器洗い乾燥機の鑑識支援	原因調査室
59	24.11.30	千葉県	電気コードの鑑識支援	原因調査室
60	24.11.30	奈良県	オイルヒーターの鑑識支援	原因調査室
61	24.12.6	山梨県	石油ファンヒーターの鑑識支援	原因調査室
62	25.12.10	島根県	こたつの鑑識支援	消防本部
63	24.12.12	千葉県	交流変換器の鑑識支援	原因調査室
64	24.12.12	千葉県	携帯型充電器の鑑識支援	原因調査室
65	24.12.14	北海道	車両火災の鑑識支援	消防本部
66	24.12.15	和歌山県	石油ストーブの鑑識支援	消防本部
67	24.12.17	福島県	電話線端子台の鑑識支援	原因調査室
68	24.12.28	北海道	テーブルタップの鑑識支援	原因調査室
69	25.1.4	静岡県	車両火災の鑑識支援	消防本部
70	25.1.5	静岡県	延長コードの鑑識支援	原因調査室
71	25.1.14	佐賀県	スチームクリーナーの鑑識支援	原因調査室
72	25.1.25	兵庫県	車両火災の鑑識支援	消防本部
73	25.1.25	広島県	エアコンの鑑識支援	消防本部
74	25.1.28	神奈川県	電気カーペットの鑑識支援	原因調査室
75	25.1.31	埼玉県	電気ストーブの鑑識支援	原因調査室

	発災日	発災県	概 要	鑑識場所
76	25.2.1	徳島県	車両火災の鑑識支援	消防本部
77	25.2.1	千葉県	車両火災の鑑識支援	整備工場
78	25.2.3	山梨県	テレビリモコンの鑑識支援	原因調査室
79	25.2.14	埼玉県	セラミックヒーターの鑑識支援	原因調査室

(3) その他の技術支援

	年月日	技術支援先	技術支援の概要	対応者
1	①24.5.24 ～5.27 ②24.5.25 ～5.27	新潟県南魚 沼市欠之上 八箇峠トン ネル	トンネル内爆発事故現場での救助活動 支援のため、可燃性ガス、有毒ガス検知 方法及び救助活動の実施に当たっての 留意事項等のアドバイスを行う	①鈴木 健 ②尾川義雄
2	24.8.27	岐阜市	岐阜市北部地区産業廃棄物不法投棄事 案特定支障除去等事業における技術ア ドバイス	鈴木 健
3	24.11.24 ～11.26	沖縄石油タ ーミナル	石油タンク浮き屋根沈没事故対応	内藤浩由、西 晴樹 熊倉 貴、山田 實 佐藤周一、三浦 大 岩田雄策、秋葉 洋

4 受賞・学位

(1) 受賞

受賞者名	受賞年月	賞の種別	受賞内容
Yoshihiro Hirokawa, Haruki Nishi, Minoru Yamada, Shinsaku Zama and Ken Hatayama	2012.7.8	2012 International Conference on Civil Engineering and Materials における最優秀論文賞	Fracture Probability Analysis of Crack Occurrence on a Floating Roof due to Thermal Stress
天野久徳	2012.12	優秀講演賞受賞「柔軟全周囲クローラ RT04-NAGA の高速走行特性」	公益社団法人計測自動制御学会、第 13 回システムインテグレーション部門講演会、SI2012

(2) 学位

氏名	論文名	種別	授与年月	授与大学
岩田雄策	化学物質等の発熱・発火による熱的危険性に関する研究	博士(工学)	平成 25 年 3 月 15 日	東京大学

5 産業財産権

(1) 特許

ア. 取得特許

種別	番 号	発明の名称	発明者
特許	特許第 5033554 号	石油タンクの消火方法、石油タンクの消火システム、消火ノズル及び消火設備付き石油タンク	廖 赤虹（株式会社モリタ）、佐宗祐子、内藤浩由、金田節夫、他 3 名

イ. 特許出願

種別	番 号	発明の名称	発明者
特許願	特願 2012-244342	遮熱活動防護服用布帛およびそれを用いた遮熱活動防護服	若月 薫、伊澤 一（帝人株式会社）

6 視察・見学

(1) 国内

	日付	訪問者	人数
1	2012.4.27	消防大学校新任消防長・学校長科第 12 期	28
2	2012.5.8	消防庁総務課長・理事官	2
3	2012.5.23	社団法人参議院協会	19
4	2012.5.23	消防大学校新任消防長・学校長科第 13 期	47
5	2012.5.30	上ノ原まちづくりの会	7
6	2012.6.5	消防大学校危険物科第 7 期	42
7	2012.6.20	地方自治基礎研修	21
8	2012.6.27	独立行政法人製品評価技術基盤機構	9
9	2012.7.3	会計検査院	3
10	2012.7.6	公益財団法人鉄道総合技術研究所	8
11	2012.7.9	消防庁採用希望者	3
12	2012.7.11	晃華学園中学校	9
13	2012.7.12	消防大学校火災調査科第 23 期	50
14	2012.7.13	消防大学校校警防科第 91 期	64
15	2012.8.1	陸上自衛隊化学学校	4
16	2012.8.3	長崎市消防局中央消防署	2
17	2012.8.8	岩国地区消防組合	7
18	2012.8.23	横浜企業経営支援財団（IDEC）	5
19	2012.8.24	NPO 給排水設備研究会	15
20	2012.8.29	工学院大学減災学	39
21	2012.9.11	鳥取県東部地区消防協会	13
22	2012.9.12	総務大臣	4
23	2012.9.13	東京消防庁光が丘消防署予防課防火管理係	35
24	2012.9.28	一般社団法人日本労働安全衛生コンサルタント会・東京支部城西部会	7
25	2012.10.2	消防庁審議官	1
26	2012.10.3	新規採用職員研修	17
27	2012.10.5	愛川町危険物安全協会	15
28	2012.10.10	消防大学校予防科第 92 期	48
29	2012.10.17	内閣府審議官・参事官	3
30	2012.10.19	消防大学校幹部科第 30 期	62

消研輯報 66（平成 24 年度）

	日 付	訪 問 者	人 数
31	2012.10.31	消防大学校警防科第 92 期 (1)	32
32	2012.11.1	消防大学校警防科第 92 期 (2)	32
33	2012.11.2	福島県郡山消防本部	37
34	2012.11.12	消防庁長官	1
35	2012.11.15	千曲坂城消防本部	17
36	2012.11.22	千葉県消防学校	20
37	2012.12.11	消防大学校火災調査科第 24 期	48
38	2013.1.30	消防大学校上級幹部科第 75 期	45
39	2013.1.31	福岡市消防局予防部予防課	3
40	2013.1.31	徳島県議会自民党・県民会議	21
41	2013.2.5	藤沢市防災組織連絡協議会	30
42	2013.2.8	消防庁研修生	23
43	2013.2.15	一般社団法人電子情報技術産業協会	12
44	2013.3.1	消防大学校予防科第 93 期	50
45	2013.3.14	総務副大臣	2
46	2013.3.22	三鷹市社会福祉協議会ほのぼのネット井之頭さくら班	7
	計		969

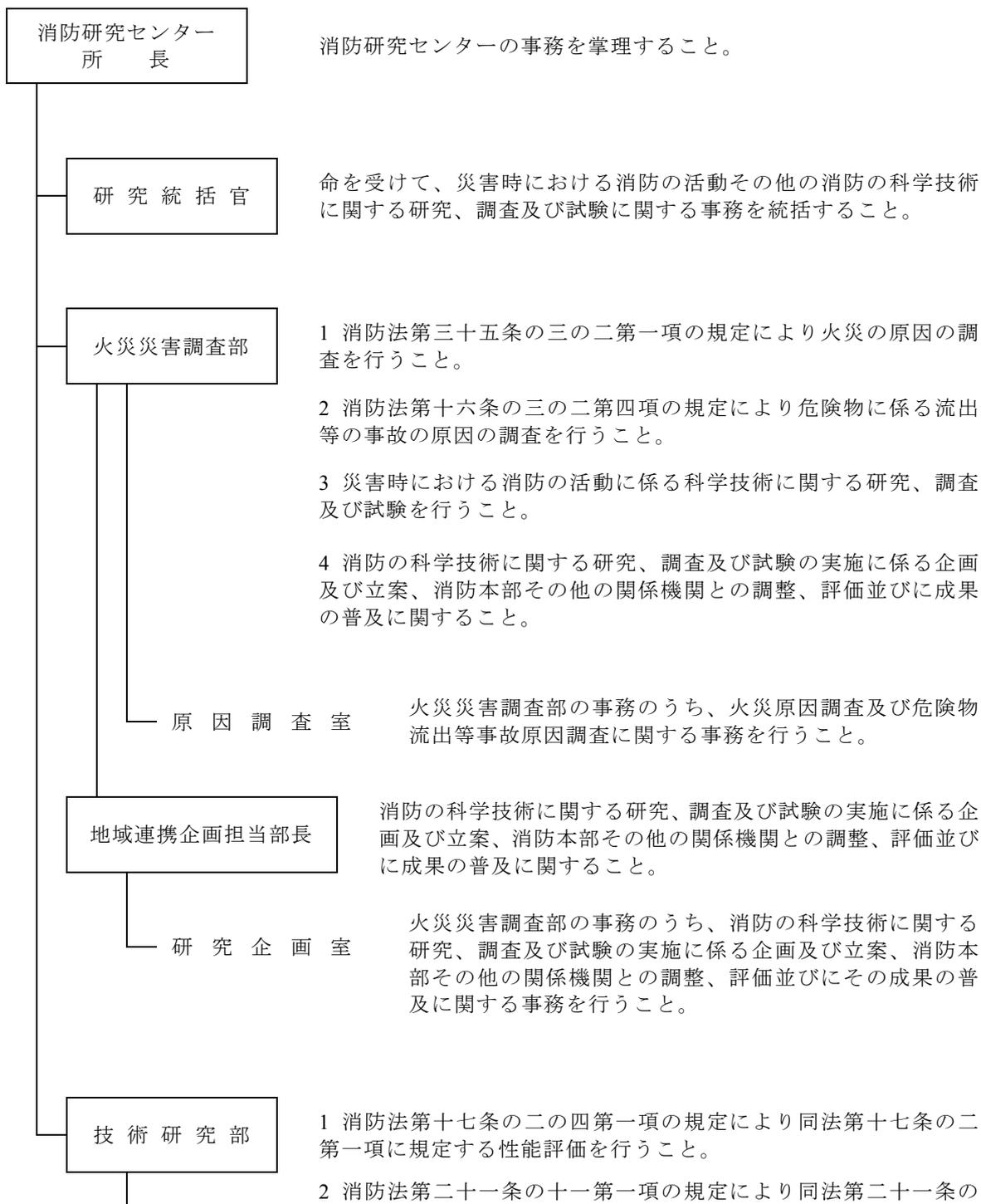
(2) 国外

	日 付	訪 問 者	人 数
1	2012.8.22	JICA 集団研修（火災予防技術コース）	6
2	2012.11.21	韓国産業技術振興院専門委員	14
3	2013.2.14	JICA ミャンマー研修生	6
4	2013.3.7	韓国消防産業技術院	4
	計		30

付 録

1 研究体制

(1) 組織



二第一項に規定する検定対象機械器具等についての試験又は同条第三項に規定する個別検定を行うこと。

3 消防の科学技術に関する研究、調査及び試験を行うこと（火災災害調査部の所掌に属するものを除く。）。

大規模火災研究室	過密都市空間における火災時の安全確保に関する研究、調査及び試験を行うこと。
危険性物質研究室	化学物質の火災爆発防止及び消火に関する研究、調査及び試験を行うこと。
施設等災害研究室	危険物施設等の安全性向上に関する研究、調査及び試験を行うこと。
地震等災害研究室	地震などの大規模自然災害時の消防防災活動に関する研究、調査及び試験を行うこと。
特殊災害研究室	特殊災害に対する安全確保に関する研究、調査及び試験を行うこと。

(2) 予算

平成 24 年度の消防研究センターの予算は次表のとおりである。

単位：千円

	24 年度予算額 A	23 年度予算額 B	対前年度 増減額 A-B	増減率 (%) A/B × 100
一般会計				
研究費	203,997	207,845	-3,848	98.1
運営に関する経費	148,012	158,884	-10,872	93.2
振興調整費等	-	1,810	-1,810	0.0
施設・設備費	21,455	20,250	1,205	106.0
小計	373,464	388,789	-15,325	96.1
平成 24 年度東日本大震災復興特別会計				
研究費	88,452	-	-	-
平成 23 年度補正予算（3 次補正）				
震災を踏まえた調査解析及び情報収集対応	-	235,000	-	-
合計	461,916	623,789	-161,873	74.1

また、研究費の内訳は次表のとおりである。

単位：千円

項目	24 年度予算額	23 年度予算額
消防活動の安全確保のための研究開発に要する経費	32,934	42,603
危険性物質と危険物施設の安全性向上に関する研究に要する経費	64,130	40,560
大規模自然災害時の消防力強化のための情報技術の研究開発に要する経費	31,003	44,021
多様化する火災に対する安全確保に関する研究に要する経費	46,773	49,434
火災・危険物流出等事故原因調査に必要な経費	29,157	-
火災原因調査に必要な経費	-	22,486
危険物に係る流出等の事故原因の調査に必要な経費	-	8,741
合計	203,997	207,845

(3) 定員

平成 24 年度末の予算定員は 26 名である。

(4) 職員 (H25.3.30 現在、本務のみ記載)

消防研究センター所長 松原美之

研究統括官 山田 實

火災災害調査部

部長 座間 信作

原因調査室長 西 晴樹

火災災害調査官 尾川 義雄

〃 若月 薫

調整官 桑原 一徳

地域連携企画担当部長 天野 久徳

技術研究部

部長 秋葉 洋

上席研究官 山田 常圭

〃 河関 大祐

〃 佐宗 祐子

大規模火災研究室長	田 村 裕 之
危険性物質研究室長	岩 田 雄 策
施設等災害研究室長	西 晴 樹（併任）
地震等災害研究室長	細 川 直 史
特殊災害研究室長	塚 目 孝 裕
主幹研究官	松 島 早 苗
”	久保田 勝 明
主任研究官	鈴 木 健
”	新井場 公 徳
”	畑 山 健
”	鈴 木 恵 子
”	阿 部 伸 之
”	高 梨 健 一
研究官（任期付）	鈴 木 佐夜香
”	佐 伯 一 夢

消防技術政策室（分室）

主任研究官	篠 原 雅 彦
研究官	内 藤 浩 由
”	廣 川 幹 浩

(5) 人事異動

平成 24 年 4 月 1 日付け

氏 名	新	旧
山 田 實	免 消防大学校消防研究センター技術 研究部長事務取扱	消防大学校消防研究センター研究統括 官 併任 消防大学校教授 命 消防 大学校消防研究センター技術研究部長 事務取扱
秋 葉 洋	消防大学校消防研究センター技術研究 部長	予防課特殊災害室長
久保田 勝 明	消防大学校消防研究センター火災災害 調査部主幹研究官 併任 消防大学校 消防研究センター技術研究部主幹研究 官 併任 総務課消防技術政策室主幹 研究官 併任解除	消防大学校消防研究センター火災災害 調査部主任研究官 併任 消防大学校 消防研究センター技術研究部主任研究 官 併任 総務課消防技術政策室主任 研究官

篠原 雅彦	総務課消防技術政策室主任研究官	予防課消防技術政策室主任研究官 併任 消防大学校消防研究センター技術研究部主任研究官
内藤 浩由	総務課消防技術政策室	予防課消防技術政策室 併任 消防大学校消防研究センター技術研究部
廣川 幹浩	総務課消防技術政策室 併任 消防大学校消防研究センター火災災害調査部	消防大学校消防研究センター技術研究部
佐宗 祐子	併任解除 消防大学校消防研究センター火災災害調査部専門調査官	消防大学校消防研究センター技術研究部上席研究官 併任 消防大学校教授 併任 消防研究センター火災災害調査部専門調査官
田村 裕之	併任 消防大学校消防研究センター火災災害調査部専門調査官	消防大学校消防研究センター技術研究部主幹研究官
塚目 孝裕	併任 消防大学校消防研究センター火災災害調査部専門調査官	消防大学校消防研究センター技術研究部主幹研究官
高梨 健一	消防大学校消防研究センター技術研究部主任研究官 併任 消防大学校消防研究センター火災災害調査部主任研究官 併任解除	消防大学校消防研究センター火災災害調査部主任研究官 併任 消防大学校消防研究センター技術研究部主任研究官

平成 24 年 10 月 1 日付け

氏名	新	旧
佐伯 一夢	消防大学校消防研究センター技術研究部	新規採用

平成 25 年 2 月 1 日付け

氏名	新	旧
山田 常圭	消防大学校消防研究センター技術研究部上席研究官	消防大学校消防研究センター火災災害調査部長
鈴木 佐夜香	消防大学校消防研究センター技術研究部	新規採用

平成 25 年 3 月 31 日付け

氏名	新	旧
松原 美之	退職	消防大学校消防研究センター所長
座間 信作	定年退職	消防大学校消防研究センター火災災害調査部長

(6) 委員会

ア. 消防研究センター研究評価委員会

（目的）

消防研究センターが行う研究等を総合的観点から検討し、消防研究センターが社会的ニーズに沿った消防防災に係る基礎的又は応用的研究及び開発研究等を効率的に推進するため、消防研究センター及びその研究課題等について評価を行う。

（構成員）

委員長	吉 村 秀 實	ジャーナリスト
委 員	新 井 充	東京大学環境安全研究センター教授
〃	犬 伏 由利子	財団法人消費科学センター理事
〃	大 内 田鶴子	江戸川大学社会学部現代社会学科教授
〃	岡 田 義 光	独立行政法人防災科学技術研究所理事長
〃	北 村 吉 男	全国消防長会会長
〃	菅 原 進 一	東京理科大学嘱託教授・東京大学名誉教授
〃	田 上 征	一般社団法人全国消防機器協会会長
〃	長谷見 雄 二	早稲田大学理工学術院教授
〃	三 宅 淳 巳	横浜国立大学大学院環境情報研究院教授
〃	村 田 勝 彦	一般社団法人日本損害保険協会常務理事
〃	森 川 博 之	東京大学教授

H25.3.31 現在

イ. 消防防災機器等の開発・改良、消防防災科学論文及び原因調査事例報告に関する表彰選考委員会

（目的）

消防科学・技術の高度化と消防防災活動の活性化に資するため、消防防災機器の開発・改良、消防防災科学論文及び原因調査事例について、応募作品から消防庁長官表彰作品を選考する。

（構成員）

委員長	亀 井 浅 道	元横浜国立大学特任教授
委 員	秋 本 敏 文	日本消防協会理事長
〃	千 福 好 伸	大阪市消防局長
〃	北 村 吉 男	全国消防長会会長
〃	高 倉 信 行	消防庁審議官
〃	鈴 木 健 一	さいたま市消防局長
〃	橋 本 巨	東海大学教授
〃	本 間 恭 二	電気通信大学名誉教授
〃	松 原 美 之	消防研究センター所長
〃	室 崎 益 輝	関西学院大学教授・神戸大学名誉教授

H24.4.1 現在

ウ. 火災等原因調査高度支援専門員制度

（目的）

消防研究センターが行う火災等原因調査のより一層の充実を図るため、火災等原因調査に資する極めて高度な専門的知見を有する者に専門員を委嘱し、火災等原因調査における専門的事項の審議等を行う。

（構成員）

浅野和俊	山形大学名誉教授
大島義人	東京大学新領域創世科学研究科教授
大塚尚武	龍谷大学理工学部機械システム工学科教授
亀井浅道	元消防研究所長
須川修身	諏訪東京理科大学システム工学部教授
長谷川和俊	千葉科学大学危機管理学部危機管理システム学科教授
長谷見雄二	早稲田大学理工学術院教授
平野敏右	東京大学名誉教授
伊藤英男	危険物保安技術協会事故防止調査研修センター長

H24.4.1 現在

2 施設設備

(1) 土地、建物の現況

平成 25 年 3 月 31 日現在の土地及び建物の現況は、下記のとおりである。

ア. 土地

異動年月日	面積 (m ²)	異 動 事 由
昭 23 (当初)	77,530	国有財産一時使用：当時北多摩郡三鷹町新川 700
25.11. 3		三鷹市制施行により三鷹市新川 700 となる。
32. 7.11		関東財務局より所管換え
34. 1.31	△ 867	公務員宿舎へ用途変更
34. 6.17	△ 19,647	消防大学校へ整理替え
35. 1.16	△ 402	公務員宿舎へ用途変更
35. 8.31	△ 947	〃
38.12.14	1,607	公務員宿舎より用途変更
39. 2. 6	△ 8,780	日本消防検定協会へ出資のため大蔵省へ引継ぎ
40. 4. 1		住居表示変更により三鷹市中原三丁目 14 番 1 号となる。
40. 7. 9	△ 1,005	公務員宿舎へ用途変更
41. 8.18	△ 1,156	〃
48.11. 2	△ 453	消防大学校へ整理替え
61.10.29	△ 167	三鷹市道路拡張工事のため大蔵省へ引継ぎ
63. 1.14	△ 100	調布市道路拡張工事のため大蔵省へ引継ぎ
平 9. 2.21	△ 3,715	三鷹市・調布市道路拡張工事及び公務員宿舎への用途変更のため大蔵省へ引継ぎ
12. 4.21	184	土地登記のため構内測量 (42,082m ²)
12. 5. 1		三鷹市側土地登記 (15,225m ²)
13. 3.16		調布市側土地登記 (26,857m ²)
計	42,082	

イ. 建 物

建 物 等 名 称	構 造	面 積 (m ²)	床面積 (m ²)	備 考
本 館	RC-3	1,421.86	3,968.11	平成 13 年 1 月竣工
燃 焼 実 験 棟	RC-2	301.60	507.58	〃 〃
車 庫 棟	S-1	297.97	248.78	〃 〃
非 破 壊 検 査 棟	RC-1	77.65	77.65	平成 13 年 3 月竣工

建物等名称	構造	面積 (m ²)	床面積 (m ²)	備考
自 転 車 置 場	S-1	18.51	18.51	〃 〃
廃 棄 物 置 場	RC-1	52.50	52.50	平成 13 年 3 月竣工
総 合 消 火 研 究 棟	RC-4-1 S-1	1,251.87	2,503.00	平成 8 年 3 月竣工
物 質 安 全 研 究 棟	RC-2-1	663.62	1,515.34	〃 〃
建 築 防 火 研 究 棟	RC-3	718.55	1,742.22	〃 〃
情 報 管 理 棟	RC-2	488.33	772.11	〃 〃
機 械 研 究 棟	RC-3 S-1	643.35	1,143.33	〃 〃
守 衛 棟	RC-1	101.63	83.07	〃 〃
危 険 物 倉 庫	CB-1	79.40	79.40	昭和 29 年 3 月竣工
防 災 実 験 棟	S-1	575.57	575.57	昭和 56 年 3 月竣工
ボ ン ベ 庫	CB-1	10.50	10.50	平成 8 年 3 月竣工
大 規 模 火 災 実 験 棟	SRC-2	1,284.30	2,128.30	昭和 59 年 11 月竣工
材 料 研 究 棟	RC-3	759.18	2,087.61	平成 3 年 8 月竣工
フ ァ ン ル ーム (1)	RC-1	18.00	18.00	平成 8 年 3 月竣工
フ ァ ン ル ーム (2)	RC-1	42.00	42.00	〃 〃
ガ ス ガ バ ナ ー 室	RC-1	20.00	20.00	〃 〃
合 計		8,826.39	17,593.58	

(2) 主な研究施設の概要

施設名	概要
本 館	管理部門のほか、研究紹介コーナー、図書室等を有する研究開発業務の管理中枢機能を持っている施設
情 報 管 理 棟	地域衛星通信ネットワークの VSAT 局等が設置されている、消防研究センターの情報通信の中心となる施設
機 械 研 究 棟	消防ポンプ、ノズル、ホース等の流体機器に関する研究及び防災技術等に関する研究のための施設
材 料 研 究 棟	危険物施設や消防用資機材の強度を研究するための施設(試作工場を有する。)
防 災 実 験 棟	起震機により地震時の地盤、構造物の挙動を把握する研究を行うための施設
建 築 防 火 研 究 棟	火災の感知、初期消火、煙の流動、避難誘導、鑑識室など、建物火災に関する研究及び火災原因調査などを行う施設
大規模火災実験棟	石油タンク等の火災実験を行うための施設(主実験場は面積 576m ² 、高さ 20m、排煙処理設備を備えている。)

施設名	概要
物質安全研究棟	危険物、防火材料などの各種化学物質の安全性についての研究及び防火服の耐熱性能に関する研究を行うための施設
総合消火研究棟	火災・消火に関する基礎、応用研究及び各種規模の模型による火災や消火実験を行う施設（主実験場は面積 625m ² 、高さ 22m、排煙処理設備を備えている。）
燃焼実験棟	消防機器及び消防装備の耐熱性能、動作特性に関する研究及び小規模火災実験を行い、可燃物の燃焼特性について調べる施設
非破壊検査棟	X線透過画像記録装置により化学電池や化学物質廃棄物等の異常反応に起因する火災発生メカニズムを非破壊検査にて解析するための施設

(3) 主な研究設備・機器の整備状況

ア. 平成 24 年度に整備された主な設備・機器

○ポータブルガス分析装置一式

化学物質の燃焼に際してどのようなガスが発生しているかを明らかにし、消火・救助の際の消防活動における安全性の確保を図るためのポータブルガス分析装置である。

○地震被害想定 Web システム

大規模地震の発生において、甚大な被害を受けた地域を速やかに特定し、緊急消防援助隊などの救助隊を被災地に派遣する上での意思決定支援情報を提供する。

○熱画像投影装置一式

地震等においてコンビナートに設置されている石油タンク、ガソリンタンク、アスファルトタンク、硫黄タンクなどから内容物が漏洩し、爆発や大規模な火災が発生した場合に、熱画像撮影装置において高解像度で詳細に撮影し、解析を行うことにより消防活動・鎮火確認・火災原因調査・タンク内の残存量などの必要な情報を離れた場所から知ることができ、消火等の際の消防活動における安全性の確保を図るものである。

○恒温恒湿室の製作一式

日本全国の居住環境に対応した温度湿度の環境を再現し、実験に供することを目的として、製作した。

イ. その他の主な設備・機器

○熱分析装置一式

本装置は、加熱された試料から、加熱温度に対してどのように分解し、どのような分解ガスを発生するかを解析する装置及び、試料の自己反応、融解、分解に伴い、どの程度の熱の出入りがあるかを測定できる装置からなり、それぞれ得られるデータの関係をもとに、化学物質（特に高分子化合物）の燃焼に際してどのようなガスが発生するかを明らかにすることができる。

○三次元レーザースキャナの制御システム一式

振動及び傾斜する条件下で、消防研究センターが所有するレーザースキャナを用いて、地形

を計測する制御システムで、計測データの取得及びデータ解析まで行うことができる。

○微動測定装置一式

地表面や石油タンクの測板等の垂直な鋼板に小型高感度サーボ型速度計を取り付けることにより、微振動を測定しそのデータを記録すると同時に、レベルによって地震波を検出し任意の時間を記録し外部記録媒体への保存を行うことができる。

(4) 図書

ア. 蔵書数

単行本	13,341 冊
製本雑誌等	11,557 冊
視聴覚資料 (CD、DVD、ビデオテープ等)	691 点

イ. 平成 24 年度に購入した単行本冊数

315 冊

ウ. 定期購入刊行物

和 誌	49 誌
洋 誌	45 誌

エ. 定期購読の外国雑誌

1	Brandschutz	ドイツ
2	Bulletin the Seismological Society of America	アメリカ
3	Combustion and Flame	アメリカ
4	Corrosion	アメリカ
5	Disasters	イギリス
6	Engineering Fracture Mechanics	イギリス
7	EMS World	アメリカ
8	Fire	イギリス
9	Fire and Materials	イギリス
10	Fire Engineering	アメリカ
11	Fire Risk Management	アメリカ
12	Fire Safety Journal	イギリス
13	Fire Technology	アメリカ
14	Géotechnique	イギリス
15	Hydrocarbon Processing	アメリカ
16	I&EC Research	アメリカ

17	International Journal of Fracture	オランダ
18	Journal of Applied Fire Science	アメリカ
19	Journal of Applied Meteorology and Climatology	アメリカ
20	Journal of Applied Physics	アメリカ
21	Journal of the Atmospheric Sciences	アメリカ
22	Journal of Chemical Physics	アメリカ
23	Journal of Electrostatics	オランダ
24	Journal of Fluid Mechanics	イギリス
25	Journal of Fire Sciences	アメリカ
26	Journal of Fire Protection Engineering	アメリカ
27	Journal of Hazardous Materials	オランダ
28	Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering	アメリカ
29	Journal of Physical Chemistry	アメリカ

30	Journal of Physics D, Applied Physics	イギリス
31	Journal of Research of NIST	アメリカ
32	Journal of Loss Prevention in the Process Industries	イギリス
33	Loss Prevention Bulletin	イギリス
34	Measurement Science and Technology	イギリス
35	NFPA Journal	アメリカ
36	Proceeding of The IEEE	アメリカ
37	Proceedings of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences	イギリス

38	Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society	イギリス
39	Seismological Research Letters	アメリカ
40	Textile Research Journal	アメリカ
41	Trans. ASME JC. Journal of Heat Transfer	アメリカ
42	Trans. ASME JE. Journal of Applied Mechanics	アメリカ
43	Trans. ASME Journal of Manufacturing Science and Engineering	アメリカ
44	VFDB Zeitschrift	ドイツ
45	Journal of Structural Fire Engineering	イギリス

3 年 表

(1) 昭和 22 年度～平成 24 年度略年表

年月日	事 項
昭和 23. 3. 7	国家消防庁の内局として消防研究所設立、初代所長に小林辰男就任、定員 87 人、書記室、技術課、査察課の 1 室 2 課を置く。
25. 2	消防研究所報告創刊
26. 8. 1	書記室を庶務課に改める。
27. 8. 1	行政機構改革により、消防研究所は国家消防本部の附属機関となる。
27. 8.18	検定課（技術課検定係の昇格）を置き、4 課制となる。
28. 5	消研輯報創刊
28.11.11	第 1 回全国消防技術者会議開催、以後毎年秋期に開催
～12	
31. 5. 1	2 代所長に鈴木茂哉就任
34. 4.20	消防組織法改正、消防研究所組織規則制定により、所掌業務の明確化、機構改正により、業務の一部及び技官 7 人を国家消防本部に移す。
34. 5.11	技術課の各係を研究室に改め、7 研究室とする。
35. 7. 1	自治省設置、消防庁はその外局となり、消防研究所は消防庁の附属機関となる。（自治庁設置法、消防組織法の一部改正）
36. 3.27	R.I 実験棟竣工
36. 4. 1	技術課を研究部に改め、9 研究室とする。
37.10. 1	3 代所長に中田金市就任
38. 4.20	研究部を 2 研究部（10 研究室）とし、査察課を廃止（組織規則改正）
38.12.31	検定課を廃止し（検定業務を日本消防検定協会に移す。）2 部 1 課制となる。（組織規則改正）定員 17 人減
40. 5.20	総合消火実験棟竣工
42. 3.20	本館庁舎竣工
42. 8	消防研究所年報創刊
43. 3. 7	消防研究所創立 20 周年、「消防研究所 20 年史」刊行
43. 4.25	排煙救命実験棟及び爆発実験棟竣工
44. 3.20	水力及び機械実験棟竣工
44. 7.22	研究部を 3 研究部（12 研究室）とし、特別研究員を設ける。（組織規則、同規程の改正）
46. 4.16	消防研究所一般公開、以後毎年春期に公開
46.10. 1	4 代所長に熊野陽平就任

年月日	事 項
48. 4. 1	組織規則の一部改正により、各研究部の研究室について改廃、再編成を行う。
51. 5. 10	組織規則の一部改正により、1 室新設し、13 研究室となる。
53. 3. 7	消防研究所創立 30 周年、「消防研究所 30 年史」刊行
54.10. 1	各部に主任研究官を設置（消防庁訓令の改正）
55. 5. 21	5 代所長に矢筈野義郎就任
57. 4. 6	組織規則等の一部改正により研究企画官を設置し、第三研究部の研究室の一部について再編成を行う。（特別研究員を廃止、特殊機材研究室を地震防災研究室へ改編）
58. 5. 1	6 代所長に渡辺彰夫就任
59. 7. 1	消防庁の施設等機関となる。
59.11. 7	排煙処理装置付消火実験棟竣工
61. 5. 16	7 代所長に山鹿修蔵就任
63. 3. 7	消防研究所創立 40 周年、「最近 10 年のあゆみ」刊行
平成 元.11. 6	8 代所長に長谷川壽夫就任
3. 8. 20	材料実験棟竣工
4. 7. 1	9 代所長に佐々木弘明就任
7. 1. 1	10 代所長に次郎丸誠男就任
8. 3. 29	情報管理棟、機械研究棟、建築防火研究棟、物質安全研究棟及び総合消火研究棟竣工
10. 3. 7	消防研究所創立 50 周年、「消防研究所 50 年史」刊行
10. 4. 1	11 代所長に亀井浅道就任
13. 1. 6	総務省設置により、総務省消防庁の施設等機関となる。
13. 1. 31	本館、燃焼実験棟、車庫棟竣工
13. 3. 30	非破壊検査棟竣工
13. 4. 1	独立行政法人消防研究所法施行により、独立行政法人消防研究所となる。1 課 3 部
13. 4. 1	初代理事長に平野敏右就任
15. 2. 1	研究企画部に火災原因調査室を設置
15. 4. 1	上席研究官を設置（組織規程の一部改正）
15. 4. 1	1 課 3 部 1 室となる。（組織規程の一部改正）
16. 4. 1	2 代理事長に室崎益輝就任
18. 4. 1	独立行政法人消防研究所解散（平成十八年三月三十一日法律第二十二号）
18. 4. 1	総務省消防庁消防大学校に、消防研究センターを設置。3 部 6 室 初代消防研究センター所長に室崎益輝就任
20. 3. 7	消防研究所創立 60 周年
20. 4. 1	2 代消防研究センター所長に寺村映就任
20.10. 1	危険物の流出等事故原因調査事務の追加を受け、火災原因調査室を原因調査室に変更
21. 3. 31	「最近 10 年のあゆみ - 消防研究所 60 周年 -」刊行
21. 4. 1	研究企画部を振替廃止し、火災災害調査部に地域連携企画担当部長及び研究企画室

年月日	事 項
	を設置
21. 7. 14	3 代消防研究センター所長に木原正則就任
23. 4. 1	4 代消防研究センター所長に松原美之就任

4 平成 24 年度刊行物

消防研究センターで行った研究成果の一部は、「消防研究所報告」あるいは「消防研究技術資料」として刊行し、国内・国外の学会、研究機関、都道府県、消防学校、全国の消防本部等に配布しております。研究の詳細についてのご希望やご意見等がございましたら、消防研究センターまでご連絡ください。

(1) 消防研究所報告

イ. 通巻 114 号 (2013 年 3 月)

ア. 通巻 113 号 (2012 年 9 月)

【技術報告】

【技術報告】

1. 2010 年 1 月別府市強風下市街地火災の調査
—延焼動態、延焼速度および消防活動と、強風による特異な火炎噴出—

杉井完治、篠原雅彦、細川直史

2. 火の粉の性状が飛距離に及ぼす影響
—2010 年 1 月別府市強風下市街地火災の現地調査に基づいて—

篠原雅彦、杉井完治、細川直史

3. 2010 年 1 月別府市強風下市街地火災における住民行動に関する調査

細川直史、河関大祐

【研究紹介】

4. 水害時の住民向け防災広報に関する研究
河関大祐、座間信作、高梨健一

【解説】

5. トンネル工事中の爆発事故について

鈴木 健

1. 火災時における太陽電池モジュールの発電特性

阿部伸之、塚目孝裕、田村裕之、松島早苗、
尾川義雄、河関大祐、森井統正

2. 模擬家屋の屋根に設置した太陽電池モジュールの火災時発電特性

阿部伸之、松島早苗、田村裕之、塚目孝裕、
尾川義雄、高梨健一、河関大祐

【解説】

3. 太陽光発電システムの火災と消防活動上の問題点

田村裕之、阿部伸之、河関大祐、松島早苗、
塚目孝裕、尾川義雄、高梨健一

4. 大雨により発生した石油タンク等の事故について

鈴木 健

5. コンベヤ火災について

鈴木 健

消 研 輯 報 第 66 号

平成 26 年 1 月 発行

編集者兼 消防庁
発 行 者 消防研究センター

東京都調布市深大寺東町 4-35-3

電話 0422-44-8331 (代表)

<http://nrifd.fdma.go.jp/>

禁無断転載