

消防科学研究所報

REPORT OF FIRE SCIENCE LABORATORY



2010 No.17

SAPPORO FIRE SCIENCE LABORATORY

札幌市消防科学研究所

目次

【業務実績】

○札幌市消防科学研究所の業務体系・・・・・・・・・・・・・・・・	1
○札幌市消防科学研究所の業務について・・・・・・・・・・・・	2

【研究・実験】

○新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性について（その2）・・・・・・・・	7
○ブローア送風がドアの開放に及ぼす影響について・・・・・・・・	22
○流出油処理剤の性能に関する検証について・・・・・・・・	29
○火災再現実験セットによる短絡及びトラッキング時の電流測定実験について・・・・・・・・	49
○水槽用ヒーターから出火した火災の原因調査と再現実験について・・・・・・・・	54

【情報提供】

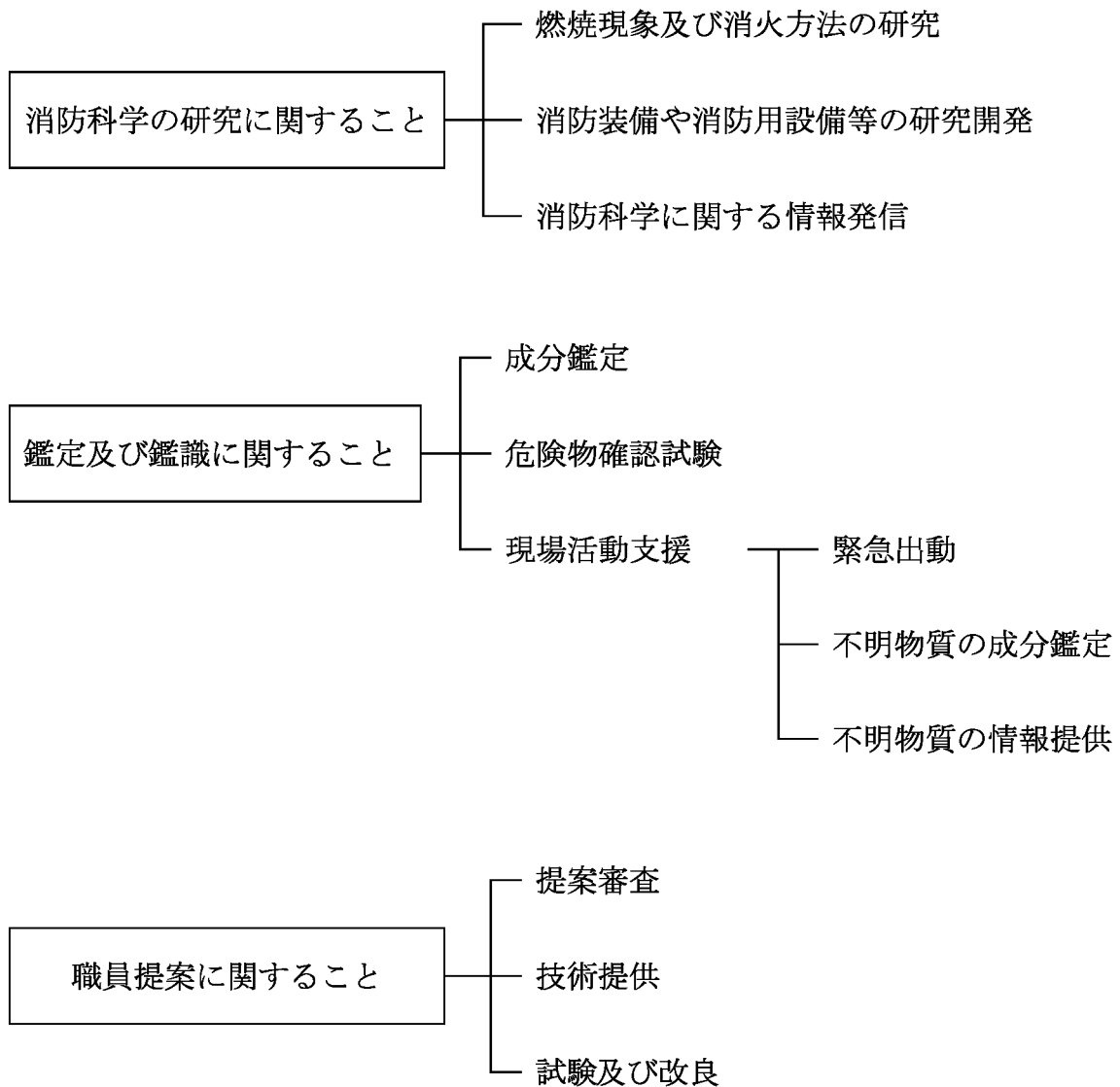
○現場活動支援におけるクレゾール成分の検出について・・・・・・・・	61
○メタンガスが発生した現場における活動支援について・・・・・・・・	66
○家庭に潜む火災危険、意外と多い電気火災・・・・・・・・	69
○平成 22 年度職員提案制度における秀賞受賞作品について・・・・・・・・	73

【研究実績】

○研究実績表（平成 5 年度～平成 22 年度）・・・・・・・・	79
----------------------------------	----

業務実績

札幌市消防科学研究所の業務体系



札幌市消防科学研究所の業務について

業 務 実 績 表 (平成22年度)

(単位：件)

研 究 ・ 開 発			燃 焼 ・ 消 火 実 験 等	成 分 鑑 定	危 険 物 確 認 試 験	現 場 活 動 支 援	職 員 提 案	広報活動と情報発信					そ の 他
新 た な 消 火 剤 や 消 防 装 備 等	流 出 油 処 理 剤 の 性 能 比 較	再 現 実 験 セ ット					提 案 審 査	出 前 講 座 等	施 設 見 学 等	報 道 取 材	研 究 結 果 発 表 (学 会 等)	所 報 等 の 発 行	
2 ※1	1 ※1	1 ※1	34 ※2	208	8	4 ※3	8 ※4	49 (2, 134)	32 (512)	7	1	4	8 (286)

() 内は、対象者の人数である。

業務実績表の概要について、※1は表1、※2は表2、※3は表3、※4は表4—1、表4—2のとおり

1 はじめに

札幌市消防科学研究所では、「札幌市消防局消防科学研究所事務処理要綱」に基づき、各種研究業務をはじめ、燃焼実験、成分鑑定、職員提案支援及び危険物確認試験等の業務のほか、災害現場への緊急出動体制を確保し、迅速な分析などによる現場活動支援を実施している。

2 研究業務

数年に渡るテーマや年度ごとに策定したテーマについて研究を行っている。

3 燃焼実験

市民が安全・安心に暮らせるために必要な燃焼実験を実施しているほか、「札幌市火災調査規程」による依頼等に基づく火災原因究明のための再現実験、或いは特異な燃焼現象解明のための実験を行なっている。

4 成分鑑定

「札幌市火災調査規程」による依頼等に基づく火災原因究明のための成分鑑定、或いは災害現場や事業所等から収去した不明物質等の成分鑑定を行い、火災原因や事故原因の究明などに役立てている。

5 危険物確認試験

「危険物の規制に関する政令」及び「危険物の試験及び性状に関する省令」で定められている試験方法に従って、物品が消防法に定められている危険物の性状を有しているか否かの確認試験を行っている。

6 現場活動支援

平成18年5月から、緊急車両を配置し、災害現場における危険物質の分析や科学的知識・知見に基づく助言などの支援を行っている。

また、消防科学研究所で運用している自動濃縮装置付ガスクロマトグラフ質量分析装置により、有毒気体物質を迅速に分析するため、気体サンプル捕集容器（キャニスター）を特別高度救助隊と高度救助隊2隊の計3隊及び予防部予防課調査係に配置し、更なる支援体制及び現場との連携強化を図っている。

7 職員提案支援

「札幌市消防職員の提案に関する要綱」に基づく職員提案について、技術的な支援や協力等を行っている。

8 日常生活に潜む危険性の広報

地域への出前講座、消防科学研究所の一般公開や施設見学等における実験展示、或いは火災再現映像を作成し、消防局ホームページへの掲載、報道機関への提供を通して、市民に対し、電気火災やスプレーガスの爆発等、日常生活に潜む火災等の危険性と発生メカニズムについて広報している。

9 消防科学に関する情報発信

研究結果の学会等への発表、消防科学研究所報やF S L情報の発行を通じ、科学的な知識や知見に関する情報を適宜発信している。

表 1 研究一覧表

研 究 ・ 開 発 名	概 要	期 間
新たな消火剤や消防装備等に関する調査・研究	新型消火剤やブローアによる陽圧換気（P P V、Positive Pressure Ventilation）・陽圧防煙（P P P、Positive Pressure Protection）など、火災防ぎよに係る消火剤や消防装備等が整備されてきたところであるが、現在のところ通常の建物火災において明確な戦術として確立されていない状況にある。 新型消火剤については、これまで消火活動に使用してきた水にクラスA泡消火剤を0.1 %から1 %混合して使用することにより、水の表面張力を著しく低下させ、燃焼物に対する浸透性及び付着性を向上させて、消火効果を高めるものである。当局においても、より少ない水量で火災を迅速・確実に消火し、火災による直接的被害のみならず水損害や環境負荷といった被害の低減を図るため新型消火剤を導入することとなった。平成22年度についても、実験装置を改良し、21年度に引き続き、小規模区画内において木材クリブを用いた消火実験を行った。 また、陽圧換気・陽圧防煙については平成20年度に事前の検証として予備燃焼実験を行い、平成22年度には中高層建物について、ブローア送風により階段室が陽圧になったとき、各階ドアにかかる風圧や部屋と階段室の差圧について検証実験を行い、今後の現場活動への応用に向けての予備データを得た。	平成20～22年度

市民啓発用火災再現実験セットの開発と各署への配布	平成15年度から市民を対象とし出前講座を実施しており、平成19年度からは火災の再現実験を行い、「見てビックリ！実験でわかる家庭の火災危険」と題して、臨場感や迫力がある講義を実施し、市民から印象に残ったとの意見が多く寄せられていることから、火災の再現実験が市民に対する効果的な火災予防啓発手法のひとつであると考えられる。 そこで、平成21年度には、市民に日常生活に潜んでいる火災等の危険性を効果的にPRするため、持ち運びが便利で操作が容易な火災再現実験セットの開発を行った。 平成22年度は、これら火災再現実験セットを各消防署の火災予防行事等で使用してもらうため、研究所で作製し、各署に配布した。	平成21・22年度
流出油処理剤の性能に関する検証実験	新たに商品化された流出油処理剤の特徴や性能を把握し、従来、当局が災害現場で使用している流出油処理剤との油吸着性能等の比較実験を行ったところ、従来から使用している流出油処理剤の方が、油の吸着量、保持性が良く、被処理危険物に対する溶解性もなく、新たに商品化された流出油処理剤よりも優れているという結果を得た。	平成22年度

表2 燃焼・消火実験等一覧表（平成22年度）

実 験 内 容	回数
新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性に関する実験	7
ブローア送風による陽圧換気・陽圧防煙に関する実験	1
流出油処理剤の性能に関する検証実験	5
着衣着火に関する実験	4
電気火災に関する実験	8
ストーブの燃焼に関する火災実験	3
天ぷら油の着火及び消火実験	3
その他の実験	3

表 3 現場活動支援出動一覧表（平成22年度）

No	覚知日	発生区	指令種別	支援内容
1	8月3日	厚別区	危険排除出動	成分分析
2	8月4日	中央区	危険排除出動	成分分析・情報提供
3	9月22日	白石区	危険排除出動	成分分析
4	3月22日	東 区	危険排除出動	中和作業

表 4－1 職員提案（秀賞）一覧表（平成22年度）

提案番号	提 案 名	提 案 内 容	等級
476	消防車の補助後写鏡（バックミラー）の設置	隊員席と運転席、隊長席の間に補助の後写鏡（バックミラー）を設置し後方の確認を容易にすることを提案した。	秀賞
477	ホースを利用した方向識別表示	ホースに廃棄ホースを活用した方向識別標示をつけ、濃煙中での隊員の脱出方向を示すことを提案した。	秀賞
478	狹隘閉鎖空間における訓練施設の整備について	「都市型搜索救助～USAR」に取り組む上で従来の訓練施設では、要救助者の搜索や狹隘空間での活動等、施設面から訓練の実施には限界があることから、日常的に使用できる狹隘空間訓練施設の整備について提案した。	秀賞
479	ホースカーの携帯敷板の開発について	ホースカーを効率良く運用するため、敷板を作成してホースカー本体に取付けることを提案した。	秀賞
480	ホースバンドを利用したガンタイプノズルの放水時等の保持軽減について	ホースからの穴あきによる水漏れの際に応急的に使用するホースバンドを活用し、そのホースバンドに取っ手を設けることでガンタイプノズルによる放水の保持軽減を図ることを提案した。	秀賞
481	各種申請書の一元化（事務処理提案）	施設修理、物品修理、機械関係の申請書一覧表を署共有サーバー上に作成し、申請から検査・完結までを一括管理する仕組みを構築した。	秀賞

表 4－2 職員提案（努力賞）一覧表（平成22年度）

提案番号	提 案 名
482	「月中消防機械器具使用集計表」の様式の改善（事務処理提案）
483	消防携帯型無線機(400MHz)のヘッドセット利用について

表 5 主な研究装置・機器一覧表（平成23年3月31日現在）

装 置 ・ 機 器 名	数量	装 置 ・ 機 器 名	数量
フーリエ変換赤外分光分析装置	1式	高温多点風速測定装置	1式
質量分析装置	1式	圧力測定器	1式
熱画像装置	1式	X線透過装置	1式
熱分析装置	1式	熱流束計	4台
ガスクロマトグラフ	1式	デジタルマイクロスコープ	1式
低温実験ユニット	1式	恒温恒湿ユニット	1式
燃焼試験装置	1式	ホルター心電計	4台
落球式打撃感度試験装置	1式	粉塵カウンター	2台
クリーブランド開放式自動引火点測定器	1台	温度計測器	6台
タグ密閉式自動引火点測定器	1台	風向風速計	2台
セタ密閉式自動引火点測定器	1台	騒音計	2台
B型（ブルックフィールド）粘度計	1台	分光蛍光光度計	1式
燃焼実験ユニット	1式	データレコーダ	1台
液体成分分析装置	1式	携帯型識別機能付ガス検知器	1台
蛍光X線分析装置	1式		
発火点測定器	1台		
カールフィッシャー水分測定器	1台		
圧力容器試験装置	1式		
多点式温度測定装置	1式		

研究・実験

新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性について（その2）

札幌市消防科学研究所 小島 秀吉

1 実験概要

新型消火剤については、水の表面張力を減らし、消火水の浸透性及び付着性を向上させることから、再燃防止や消火水の量を減らす効果が期待されており、本市においても、より少ない水量で火災を迅速・確実に消火し、火災による直接的被害のみならず、水損による被害や環境負荷といった、間接的被害の低減を図ることを目的として導入している。

昨年度の実験「新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性について」（札幌市消防科学研究所報 2009年 No.16）では、水と新型消火剤 0.1%水溶液をそれぞれ消火水とし、燃焼材側面に対し水平1方向から放射して違いを確認できたことから、新型消火剤が水に比べ燃焼抑制効果が高いと結論付けた。

しかし、1方向からの放射であり、消火水が燃焼材の隅々まで到達していないことが考えられたことから、今年度は、消火水を燃焼材全体へ確実に散布するため、燃焼材を挟むように水平2方向から、消火水を放射するように装置を改造して検証実験を行った。

2 実験日時等

日時：平成22年11月18日（木）、12月7日（火）

場所：札幌市消防学校 消防科学研究所

3 実験設備・機器等

実験に使用した設備・測定機器等は以下のとおりであり、その概略を図1及び図2に示す。

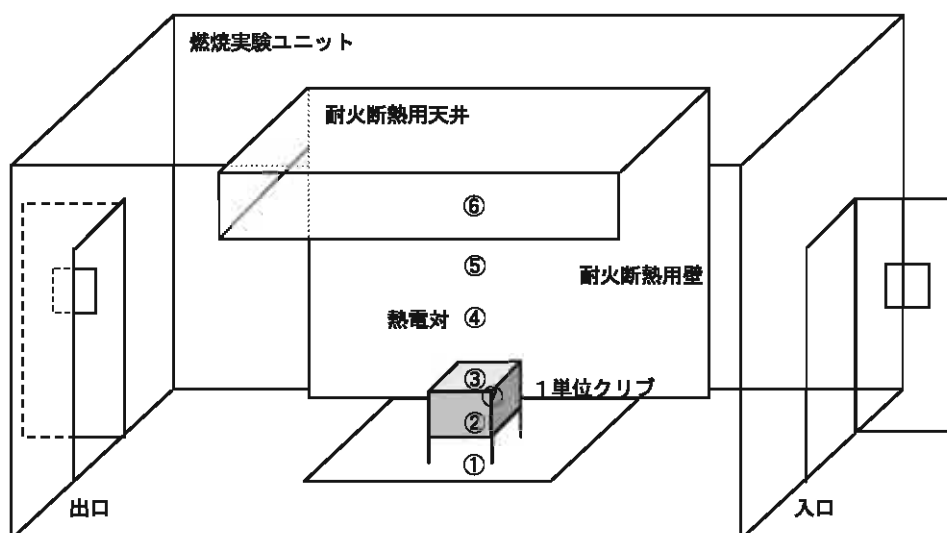


図1 小規模区画概略図

【小規模区画概略図の説明】

燃焼実験ユニット：鉄骨造鉄板張り、幅 2,700×奥行 5,400×高さ 2,890 mm
 耐火断熱用天井：セラミック・ファイバー・ボード、幅 1,800×奥行 2,400×厚さ 20 mm
 耐火断熱用壁：セラミック・ファイバー・ボード、高さ 2,400×奥行 2,400×厚さ 20 mm
 耐火断熱用床：ケイ酸カルシウム板 12 mm 厚 3 枚重ね（亜鉛鉄板厚さ 0.27 mm で被覆）
 幅 1,800×高さ 1,800×厚さ 36 mm

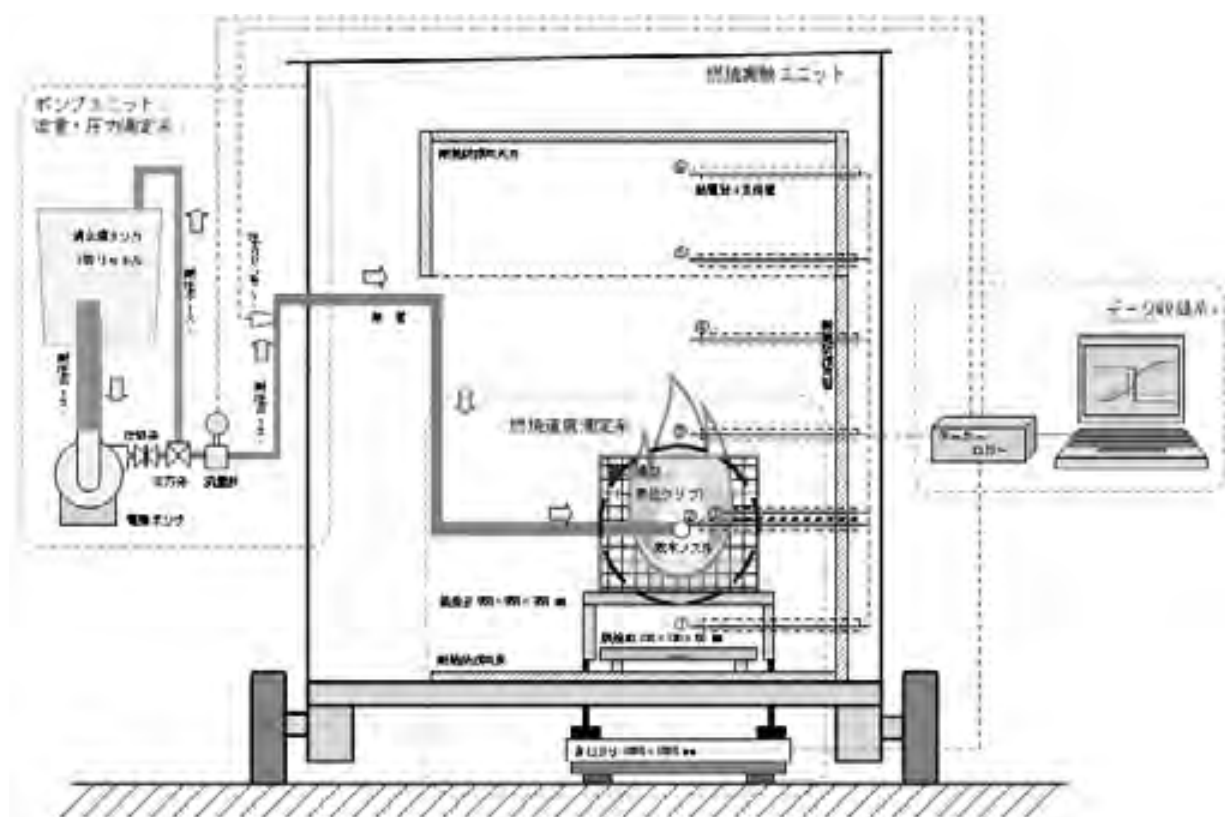


図2 実験装置の概略図

(1) 小規模区画

前年度と同様に、小規模区画として写真 1 に示す既設の燃焼実験ユニット（以下、ユニットという。）を使用した。

ユニットは鉄骨造鉄板張りで、幅 2,700 × 奥行き 5,400 × 高さ 2,890 mm、面積 14.58 m²、容積 42.1 m³であり、ユニット内には、耐火断熱のためセラミック・ファイバーボード（厚さ 20 mm）で天井（幅 1,800× 奥行 2,400 mm）と片面に側壁（高さ 2,400 × 奥行 2,400 × 厚さ 20 mm）を設置した。木材クリブを設定する床には、ケイ酸カルシウム板（厚さ 12 mm）を 3 枚重ねたステージ（幅 1,800 × 奥行 1,800 mm）を設け、表面保護として亜鉛鉄板（厚さ 0.27 mm）で被覆を施した。

(2) 消火水の送水装置

消火水の送水には、電動ポンプ（单相 100 V、全揚程 7 m 時の吐出量 160 ℓ/分）を用い、ポンプ回転数の調整及び流量調整バルブの操作により、所定の送水流速に設定した。

消火水は、写真2に示すポリエチレン製タンク（容量 100 ℓ）に準備し、送水装置の送水コックの開閉で放射開始及び放射停止操作を行った。

送水圧力、送水流速の測定には、デジタル圧力センサ（定格圧力範囲 0 ～ 1 MPa）と電磁式流速計（定格流速範囲 5 ～ 100 ℓ/分）を使用した。



写真1 実験設備の概観
(燃烧実験ユニットと送水装置)



写真2 ポリエチレン製消火水タンク

(3) 放射用ノズル

消火水の放射には、写真3に示すとおり、昨年度の実験で使用した、表1に示す性能を持つ放射用ノズルB（以下、ノズルという。）を使用し、消火水の粒子を滴状とした。

また、消火水を水平2方向からクリブ全体を包み込むように放射するため、図3と写真4に示す二股配管を作成し二つのノズルを取り付け、ノズルの中心がクリブの中央、かつ床面から 60cm に位置するようにユニット内に設置し、ユニットの入口側と出口側の2方向から消火水を水平に放射した。

なお、二股配管を消火水の放射前から水平にすると、消火水がノズルから漏れ出て正確な放射水量が測定できないことから、写真4に示すように、消火水の漏れ出しを防ぐために放射直前まで斜めに保持し、消火水放射と同時に水平にして消火水を放射した。

また、同二股配管で消火水を放射したとき、両方のノズルから同量出ることを事前に実験で確認した。

表1 放射用ノズルBの性能

ノズル圧力と流速			放射角
ノズル圧力 0.05 MPa	～	ノズル圧力 1.0 MPa	圧力 0.05 MPa
流速 46 ℓ/分	～	流速 183 ℓ/分	89 度



写真3 放射用ノズルB

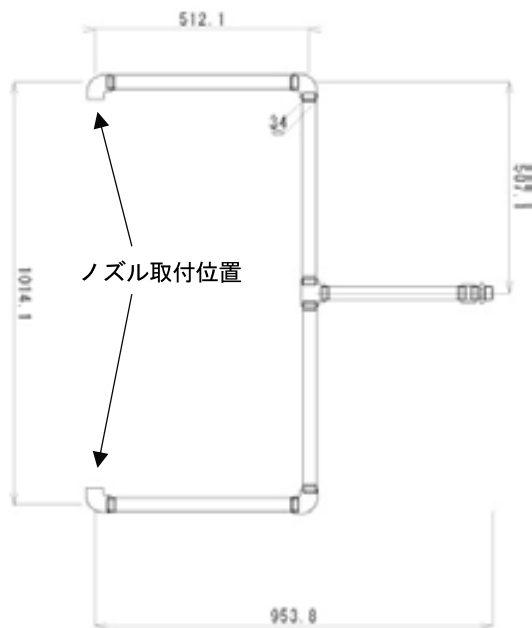


図3 二股配管図(単位mm)



写真4 消火水放射前の二股配管設定状況

(4) 燃焼材

燃焼材として、「消火器の技術上の基準を定める省令」(昭和39年9月17日自治省令第27号)第3条の規定による第2模型1単位(以下、クリブという。)を用いた。

(5) 助燃材

クリブの点火には、助燃材としてヘプタンを1,500cc使用した。

燃焼皿は、ステンレス製トレイ(730×730×深さ50mm、厚さ2mm)を使用し、温度や重量測定への影響を抑制するため、燃焼皿を鉄アングル製レール上に設置して、助燃材の燃焼完了後は、クリブの下から引き出し実験を継続した。

(6) 温度測定

ユニット内及びクリブ周囲の温度変化は、昨年度と同じく、ユニットに設定された熱電対(チノーシース型K熱電対φ1.6mm×長さ1,000mm)を用い、図1、2及び表2に示すとおり配置された各熱電対で測定した。なお、各熱電対を○付き数字で表記し、⑦については、両方のノズルに対して②と同じ放射距離面内に位置するため②に代表させて、測定点を①から⑥までの6点とした。

表2 熱電対の番号と位置

熱電対の番号	測定点の床面からの高さ
①	200 mm (クリブ直下、燃焼皿上)
②	600 mm (クリブ中央部)
③	900 mm (クリブ直上)
④	1,200 mm
⑤	1,500 mm
⑥	1,800 mm
⑦	②から水平180 mm(図1、2)：今回の実験では測定なし

(7) クリブ重量の測定

クリブの燃焼状況を把握するため、燃焼時のクリブの重量変化を測定した。

クリブの重量は、図2に示すとおり、ユニット床下に設置した台はかり（エー・アンド・デ
イ FW300KB4、インジケータ AD-4329 計量皿寸法 1,000 × 1,000 mm、ひょう量 300 kgf、最
小表示 0.05 kgf）に載せられた、ユニット床部を貫通した4本の鉄製支柱上に設けた、鉄アン
グル製燃焼台の上にクリブを載せて測定した。

(8) データの記録等

測定したデータ（送水圧力、送水流速、温度、クリブの重量）は、データ・レコーダー（GRAPHTEC
GL800 絶縁多チャンネルロガー）を用いてパーソナル・コンピュータ（EPSON ENDEVER NJ2150）
へ収録した。

4 実験方法

昨年度に、水及び新型消火剤 0.1%水溶液（以下、消火剤という。）、それぞれ約 50 ℓを消火水
として、燃焼抑制効果について比較評価を行ったことから、電動ポンプの送水流速を 50 ℓ/分に
設定し（以下、設定送水流速という。）、放射時間を 60 秒、30 秒、15 秒、10 秒、5 秒と短くしな
がら、消火水量を 50 ℓから逐次減らし、表3の手順により水を消火水とし、クリブ全体へ確実に
散布して消火効果を観察するために、計5回の消火実験を行った。

放射時間を 60 秒、30 秒、15 秒、10 秒、5 秒と短くした、それぞれの実験を、実験1、実験2、
実験3、実験4、実験5として、温度、送水圧力、送水流速、クリブの重量を計測機器により連
続測定し、その変化を記録した。

なお、昨年度の実験と同様に、消火水の放射開始を助燃材への点火から3分後とし、消火水の
放射停止後10分間、有炎燃焼の発生の有無など燃焼の抑制状況について、目視及びクリブ周囲の
温度変化などにより観測した。

表3 消火実験の手順

経過時間	実験操作	備 考
0分	点火（助燃材 1,500cc）	Tについては実験1→60秒 実験2→30秒 実験3→15秒 実験4→10秒 実験5→5秒 である。
3分	助燃材燃焼完了時に燃焼皿を引出す	
	消火水放射開始（消火開始）	
	放射時間：T秒（右の備考欄を参照）	
3分 T秒	消火水放射停止（消火終了）	
	10分間 有炎燃焼発生の有無の確認	
13分 T秒	実験終了	



写真5 消火水の放射開始状況



写真6 実験終了後の状況

5 実験結果及び考察

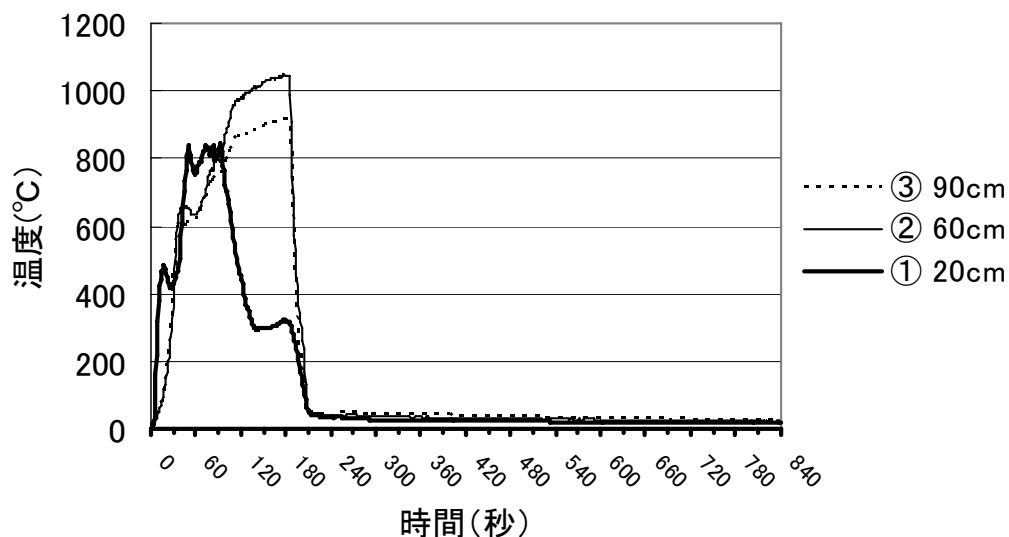
実験結果及び考察は、以下のとおりである。

(1) クリブ周囲の温度変化

各実験のクリブ周囲の温度変化について、グラフ1からグラフ5に示す。

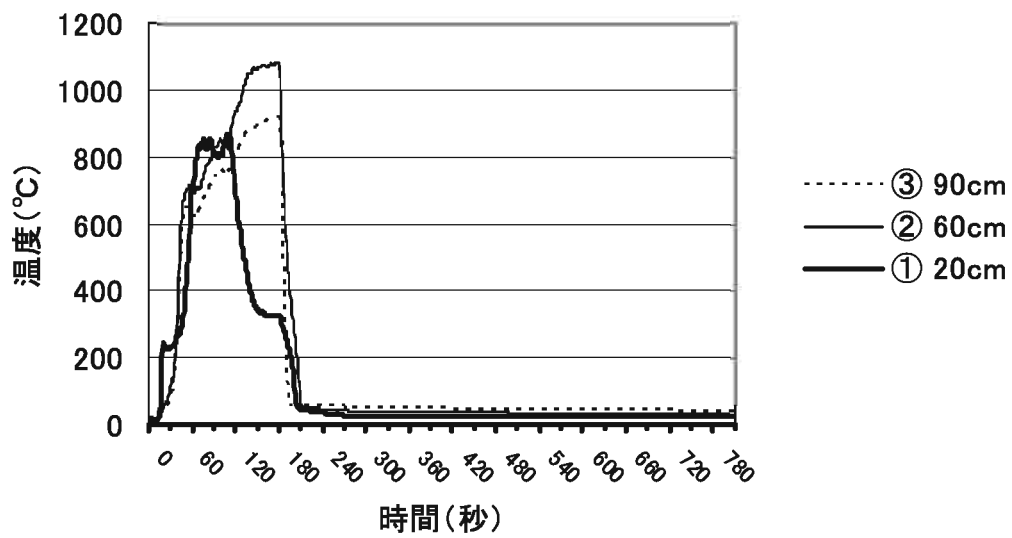
各実験において、消火水放射停止後10分間の、有炎燃焼の発生の有無など燃焼の抑制状況について、目視以外にクリブ周囲の温度変化から観測するため、クリブ周囲の温度測定点として、クリブの直下、中心、直上に位置し、床面から20cm、60cm、90cmの高さにある、①、②、③番を選びグラフに示したものである。

クリブ周囲の温度変化【60秒間放射】



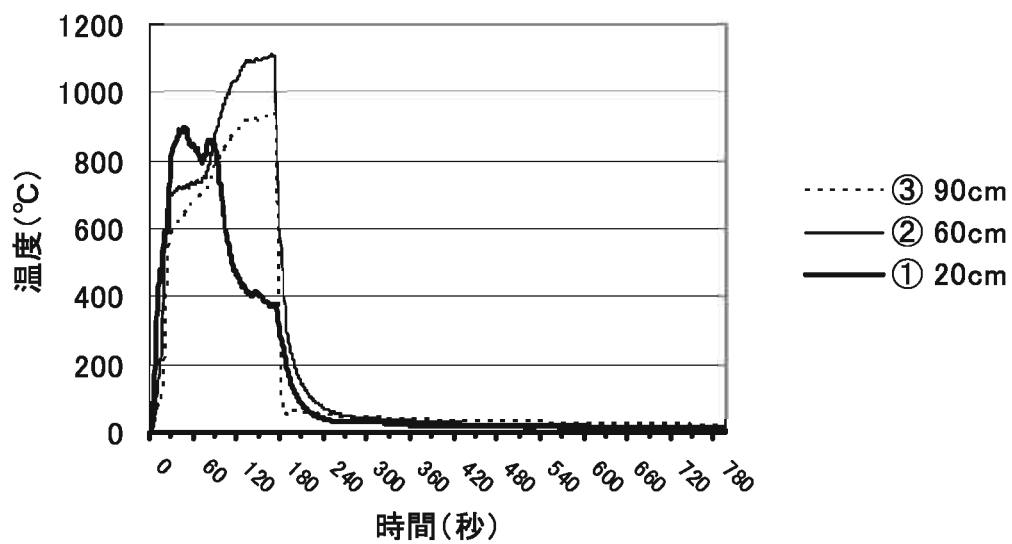
グラフ1 (実験1)

クリブ周囲の温度変化【30秒間放射】



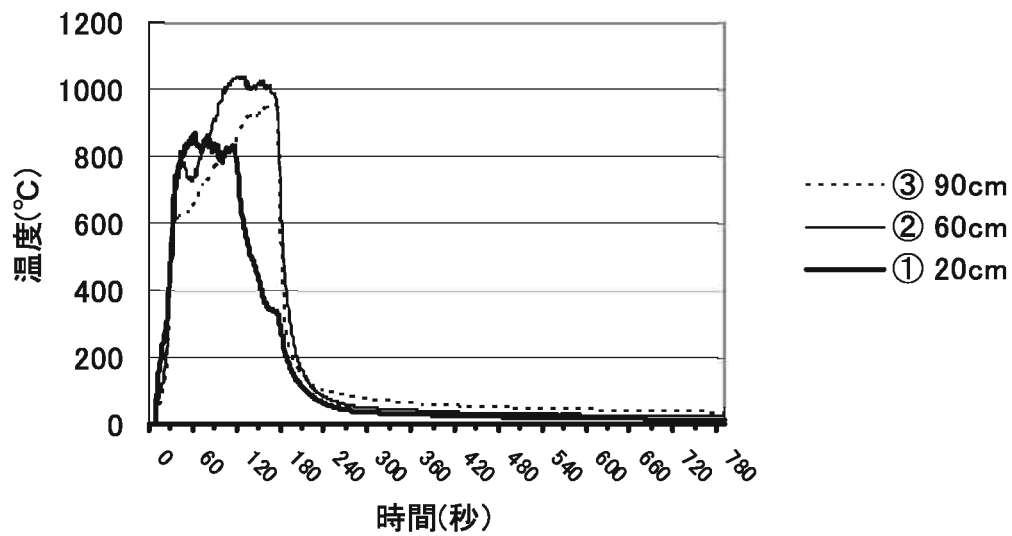
グラフ2 (実験2)

クリブ周囲の温度変化【15秒間放射】



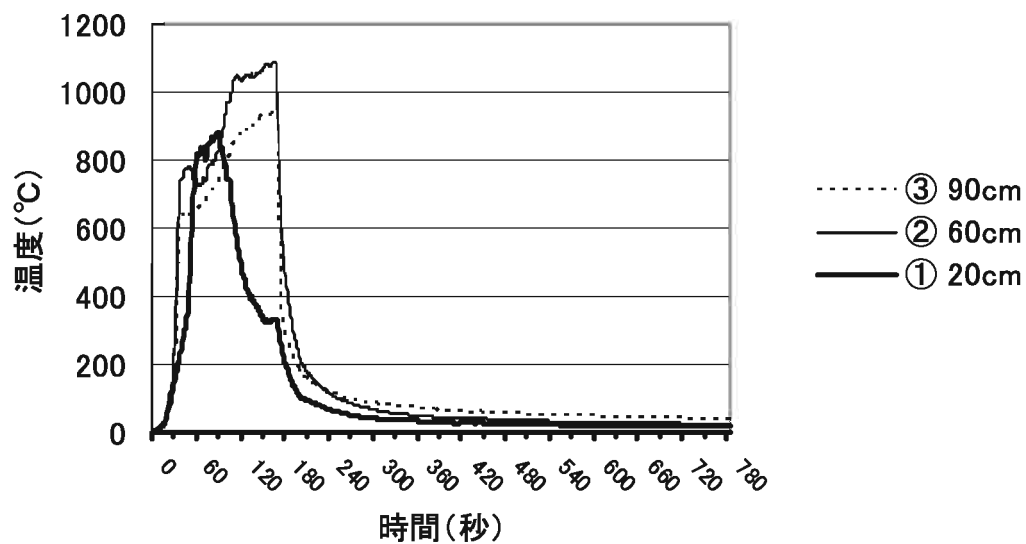
グラフ3 (実験3)

クリブ周囲の温度変化【10秒間放射】



グラフ 4 (実験 4)

クリブ周囲の温度変化【5秒間放射】



グラフ 5 (実験 5)

各グラフ中の測定点②、③番の変化を見ると、最初は急激に上昇し、約2分で上昇が緩やかな状態となり、消火水を放射するまで継続し、放射直後に急激に低下しており、各実験ともクリブの燃焼が安定した状態になってから、消火を開始していることが分かる。

また、消火水の放射停止以後、10分経過しても、全ての測定点で温度の上昇はなく、燃焼が抑制されていることが確認できる。

点火から180秒後の消火水の放射開始以降、実験3、実験4、実験5はカーブを描き低下しているが、実験1と実験2については、全ての測定点で温度が一気に低下しており、消火水の放射時間が長く量が多いため、冷却に十分余裕があったことがうかがえる。

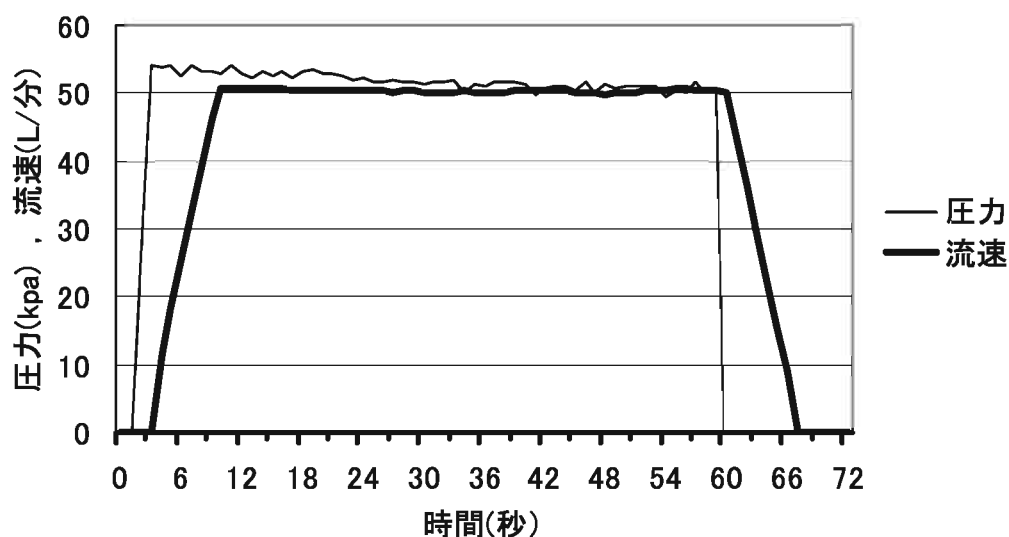
なお、各グラフ①番の温度変化を見ると、800℃を超えて急激に下がっているのは、助燃材が燃え尽きたためであり、概ね1分30秒で燃え尽きている。

また、約120秒前後から温度の低下スピードが落ちているのは、クリブの下側に火がつき、燃え始めたためである。

(2) 消火水放射時の送水圧力と送水流速の変化

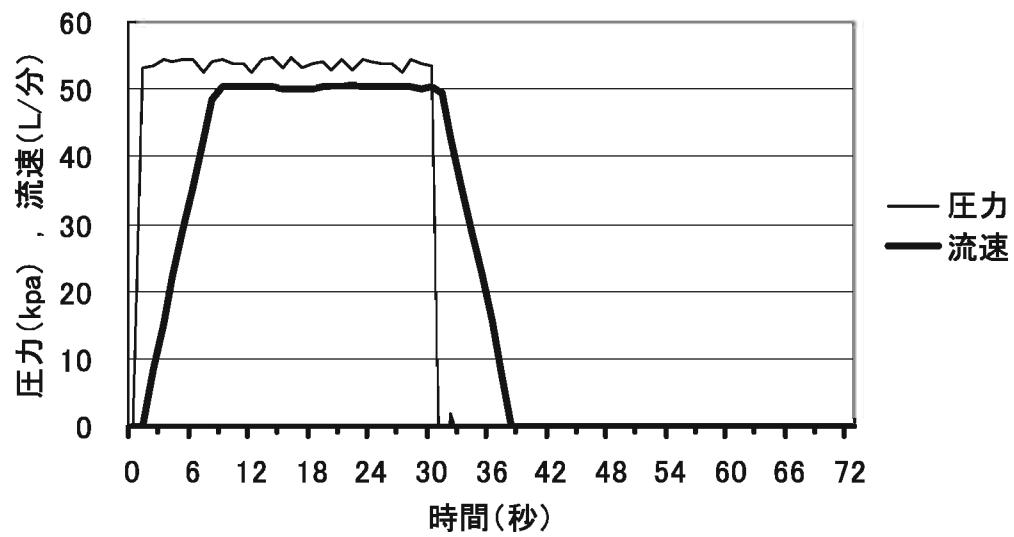
各実験における、消火水放射時の送水配管内の送水圧力（以下、圧力という。）と消火水の送水流速（以下、流速という。）の変化を、次のグラフ6からグラフ10に示す。

圧力と流速の変化【60秒間放射】



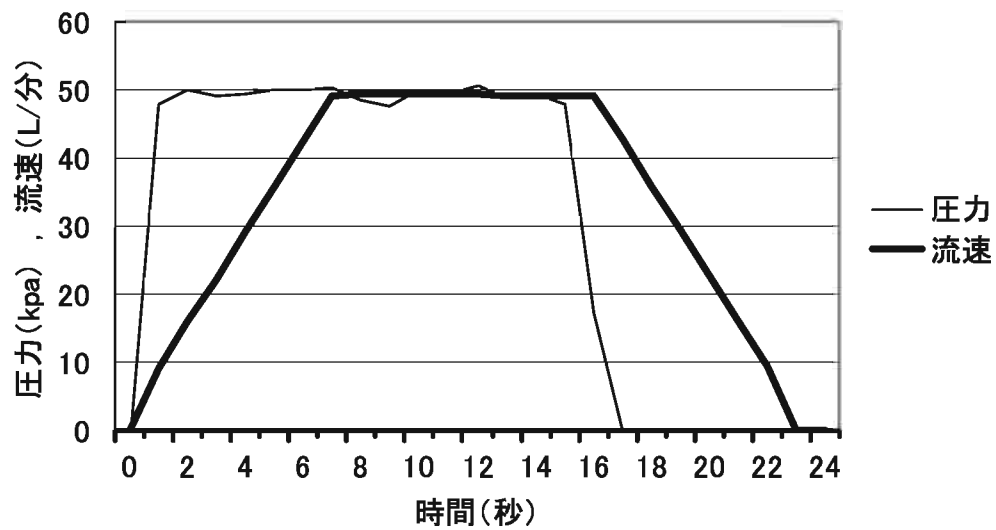
グラフ6（実験1）

圧力と流速の変化【30秒間放射】



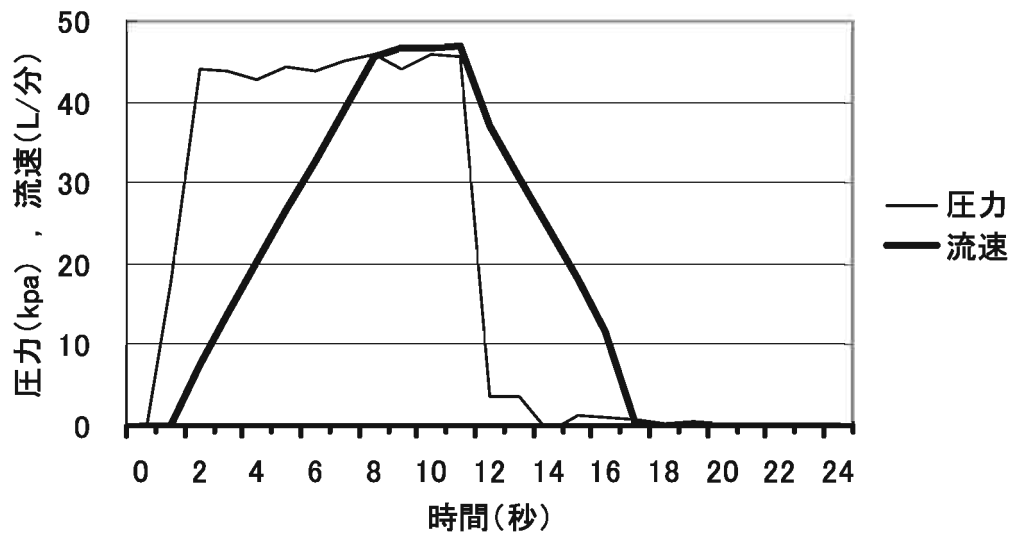
グラフ7 (実験2)

圧力と流速の変化【15秒間放射】



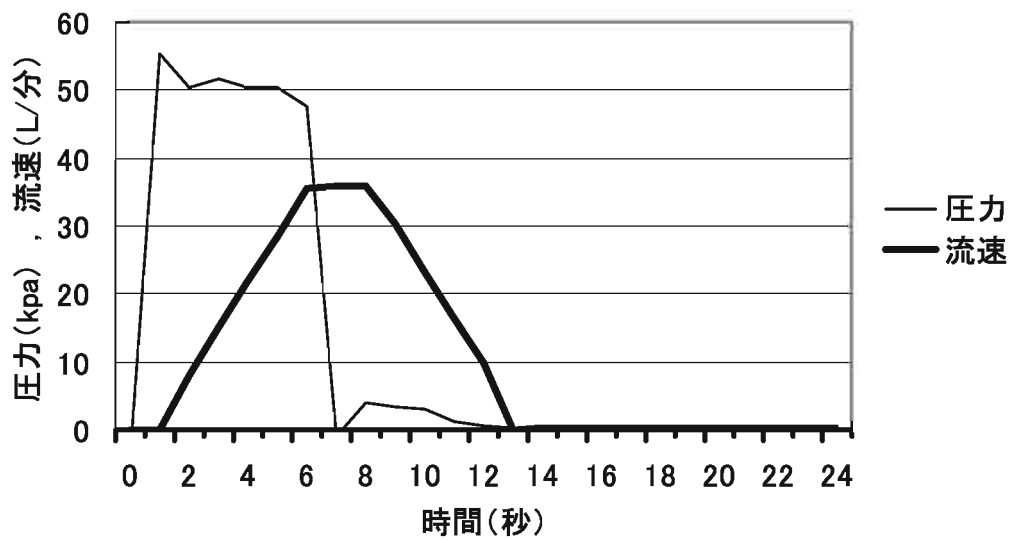
グラフ8 (実験3)

圧力と流速の変化【10秒間放射】



グラフ 9 (実験 4)

圧力と流速の変化【5秒間放射】



グラフ 10 (実験 5)

各グラフ、細線で示す圧力は、消火水を放射するため送水コックを開いてから、1秒前後で上昇し始め、グラフ9に示す実験4についてはやや下回るも、50kPa（0.05 Mpa）前後で最大値となり、消火水を放射している間、その値をほぼ継続しており、全ての実験において、ノズル圧、消火水の粒子径、放射角度は同じであると判断できる。

一方、太線で示す流速は、圧力が最大になった頃に上昇し始めており、グラフ9、10に示す、10秒間放射の実験4、5秒間放射の実験5を除いて、ほぼ設定送水流速の50ℓ/分で最大値となり、消火水の放射時間に応じて、その値を継続している。

グラフ9、10に示す、実験4、実験5の圧力については、消火水の放射終了以降、他と異なり0ではなく、僅かに変化が出ている。この原因として、放射時間が極端に短くなると、流速の最大値も小さくなっていることから、流速が所定の値まで上がりきらないことが、圧力に何らかの影響を与えているのではないかと推察される。

圧力及び流速が0から変化し、0に戻る間の時間を、それぞれ圧力変化時間、流速変化時間として、また、圧力及び流速の最大値が継続している時間を、それぞれ圧力最大値継続時間、流速最大値継続時間として、消火水の放射時間との比較を表4に示す。

表4 圧力及び流速の変化時間と最大値継続時間

各 実 験	実験1	実験2	実験3	実験4	実験5
消火水の放射時間（秒）	60	30	15	10	5
圧力変化時間（秒）	60	31	17	12	7
圧力最大値継続時間（秒）	57	29	14	9	5
流速変化時間（秒）	64	37	23	16	12
流速最大値継続時間（秒）	51	23	9	3	2

消火水の放射時間と比べ、圧力変化時間と圧力最大値継続時間は、全ての実験について同じぐらいの値となっているが、流速変化時間と流速最大値継続時間は、全般的にかなり差があり、流速変化時間については4～8秒、流速最大値継続時間については3～9秒の差がある。

以上から送水コック操作に対する圧力及び流速の追従性は、圧力については良く、逆に流速については悪いことが分かる。

次に、各実験における実際の消火水量（以下、実消火水量という。）を、グラフ6からグラフ10の太線で示す流速から求める。すなわち、流速と時間軸との間の面積が、各実験における実消火水量である。

また、各実験の、消火水放射開始後、流速が0から最大値をとり一定になるまでの増加率（以下、流速増加率という。）を、実消火水量と併せて表5に示すとともに、消火水の各放射時間ごとの変化をグラフ11に示す。

表5に示すとおり実消火水量に関しては、実験4では設定した消火水量（以下、設定消火水量という。）8.3ℓに対し、実消火水量は89%の7.4ℓであり、11%足りなかったが、他は6%以内の誤差であり、送水コック操作に対する流速の追従性の悪さにもかかわらず、ほぼ設定消火水量に近い値となっている。

グラフ 11 から各放射時間の流速増加率は、やや増減はあるがほぼ一定であり、また、実消火水量は放射時間にほぼ比例しており、各実験をとおして、消火水の放射量は安定していると判断できる。

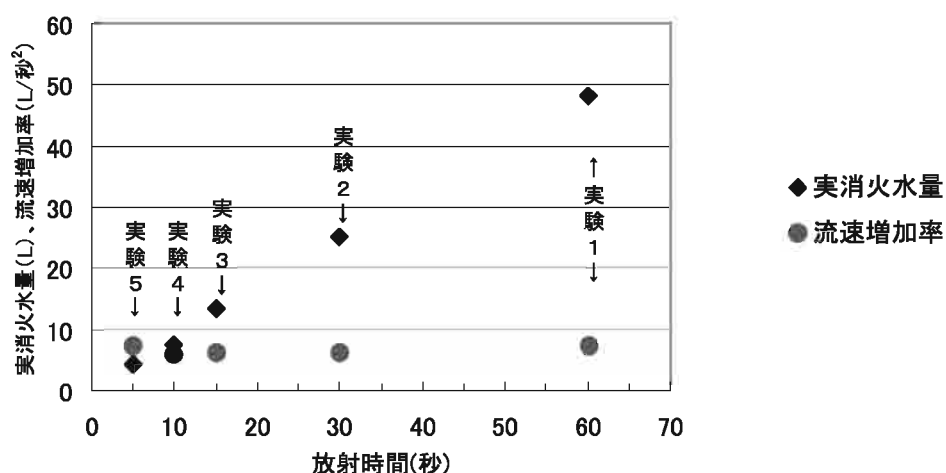
表 5 各実験の実消火水量・設定消火水量及び流速増加率

各実験【放射時間】	実験 1【60 秒】	実験 2【30 秒】	実験 3【15 秒】	実験 4【10 秒】	実験 5【5 秒】
A:実消火水量 (ℓ)	48.2	25.2	13.3	7.4	4.3
B:設定消火水量※ ¹ (ℓ)	50	25	12.5	8.3	4.2
A/B(%)	96	101	106	89	102
流速増加率※ ² (ℓ/秒 ²)	7.1	6.2	6.1	5.8	7.2

※ 1 設定消火水量(ℓ) = 設定送水流速 : 50 (ℓ/分) × 各実験の放射時間(秒) ÷ 60 (秒/分)

※ 2 流速増加率 (ℓ/秒²) = 各実験の最大流速値 (ℓ/分) ÷ 最大になるまでの時間(秒) ÷ 60 (秒/分)

各放射時間ごとの実消火水量と流速増加率



グラフ 11

(3) クリブの重量変化

グラフ 12 に各実験の、クリブの重量変化を示す。実験 1 の 60 秒放射、実験 2 の 30 秒放射、実験 3 の 15 秒放射において、大きな変動があるが、これは助燃剤の燃焼完了後に燃焼皿をクリブ下から引き出す時やクリブ燃焼時の爆裂などにより、衝撃が加わったものと推察される。

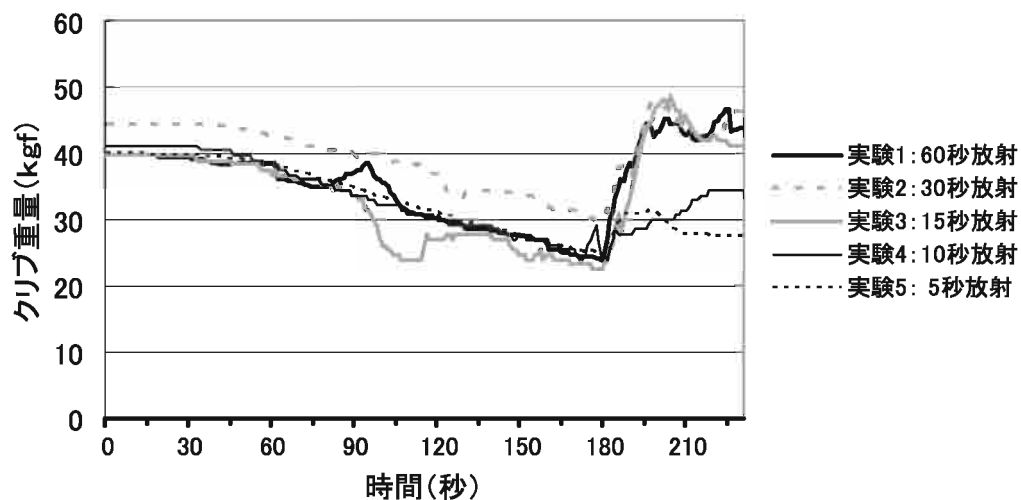
実験 2 の 30 秒放射においては、クリブの初期重量は、他に比べ 4 kgf 程重たいが、全ての実験において、消火を開始するまでにクリブの重量が 15kgf 程減少し、平均的に同じ傾き（減少率：平均 0.083kgf/秒）で減少していることから、クリブの燃焼状況は、ほぼ同じであることが判断できる。

実験 1 の 60 秒放射、実験 2 の 30 秒放射、実験 3 の 15 秒放射については、消火終了後のクリ

ブの重量が、燃焼前の重量より増加していることから、クリブに消火水が多く留まっていると考えられるが、実験4の10秒放射、実験5の5秒放射では逆に軽くなっており、再燃焼がなく燃焼が抑制されたことから、より少ない水量で消火するという観点から考えれば、実験4と実験5では最適な消火水量で消火できたことになる。

また、昨年度の実験において、消火後のクリブの重量は、水による消火においては燃焼前より減少し、新型消火剤による消火においては増加していたが、今回、水による消火でも、実験1、実験2、実験3のように重量が増加していることから、水の放射方法の工夫や量の調節により、十分に消火後のクリブに含水させることが可能なことが分かった。

クリブの重量変化



グラフ 12

6 まとめ

実験結果及び考察のまとめは、以下のとおりである。

(1) クリブ周囲の温度変化

各実験いずれも、クリブの燃焼が安定した状態になってから消火を開始しており、消火水の放射停止後、クリブ周囲の温度の上昇はなく燃焼が抑制された。

(2) 消火水放射時の送水圧力と送水流速の変化

各実験いずれも、送水配管内の圧力は 50kPa (0.05 Mpa) 前後で、ほぼ同じであることから、ノズル圧、消火水の粒子径、放射角度は同じであると判断できる。

また、消火水の放射開始時や放射停止時の送水コック操作に対して、流速の追従性が悪いことから、実消火水量と設定消火水量との差が大きいことが予想されたが、結果、顕著な差はなく、ほぼ同じであり、流速増加率もほぼ一定であったことから、ノズルからの消火水の放射量は安定していると判断できる。

(3) クリブの重量変化

各実験いずれも、消火を開始するまでクリブ重量が 15kgf 程減少し、ほぼ同じ減少率(平均

0.083kgf/秒)で燃えており、クリブの燃焼状況は同じであると判断できる。

また、消火水が水であっても、燃焼材への放射方法や量により、燃焼後の燃焼材に十分に含水させることが可能であることが分かった。

以上(1)、(2)、(3)から、5回の実験とも、消火水の放射状況やクリブの燃焼状況など、ほぼ同じであり、再現性がとれているものと判断でき、水を消火水として放射時間を60秒、30秒、15秒、10秒、5秒と減少させながら実験を行った結果、いずれも放射終了後、10分経過してもクリブ周囲の温度上昇や有炎燃焼の発生はなく、燃焼を抑制できた。

最終的に水平2方向、5秒間、4.3リットルの水の放射で燃焼が終息し、水平1方向、60秒間、約50リットルの水の放射で燃焼を抑制できなかった、昨年度の実験結果と大きく異なり、大幅に少ない水で燃焼が抑制できた結果となった。

このことから、少ない消火水量で有効に消火するためには、燃焼実体の隅々まで、いかに確実に消火水を散布するかが重要であることが分かる。したがって、燃焼実体が煙で見えない場合や障害物の陰にある場合など、消火水を闇雲に放水しても、有効な消火や水損防止につながらないことを認識しなくてはならない。

【参考文献】

- 1) 日本火災学会監修 「火災と建築」 共立出版
- 2) 日本火災学会監修 「火災と消火の理論と応用」 東京法令出版
- 3) 中住 斉ほか 「新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性について」
札幌市消防局 札幌市消防科学研究所報No.16（2009）P14～P36

ブローア送風がドアの開放に及ぼす影響について

札幌市消防科学研究所 永尾 俊英

1 実験概要

ブローア送風により火災建物内に風を送り込み陽圧にしながら、内部の煙や熱気を屋外に排出したり、出火室からの煙や炎の噴出等を抑えたりする陽圧換気（P P V : Positive Pressure Ventilation）及び陽圧防煙（P P P : Positive Pressure Protection）については、消防活動時の新たな防御方法として、各都市においても注目されているところであるが、使用方法を誤ると、火災燃焼を促進し延焼を拡大させたり、ドアの開放障害が発生し避難に支障となる可能性がある。

今回は、大型ブローア車及び可搬式ブローアを使用して建物内の階段室に送風し、陽圧換気及び陽圧防煙を行うことによって、どの程度、玄関ドアの開放が困難になるかを確認するため実験を行った。

2 実験日時等

日時：平成 22 年 11 月 26 日（金）

場所：札幌市消防学校 消防訓練本塔

実験建物外観（写真 1）

実験建物規模：SRC 造、地上 10 階、地下 1 階、

延床面積 565 m²（高さ 34.2m）

直通屋内階段 1 箇所

3 実験機器等

実験に使用した機器・測定機器等は以下のとおりである

（1）大型ブローア車（写真 2）

TEMPEST 型式 000039

「最大送風量」210,000 m³/h

「最大出力」74 kW/6,000 rpm

（2）可搬式ブローア（写真 3）

TEMPEST 型式 BD24-H

「送風量」504 m³/min

「最大出力」3.6 kW/3,600 rpm

（3）各測定機器

ドア開放力測定 ～ プッシュプルゲージ 9550A アイコーエンジニアリング(株)

イ 差圧測定 ～ 微差圧測定器 testo510 型 (株)テスト



写真 1 消防訓練本塔外観



写真2 大型ブローカー車



写真3 可搬式ブローカー



写真4 ドア開放力の測定状況



写真5 差圧の測定状況

4 実験方法

図1の実験建物平面図に示すように、大型ブローカー車(以下、大型ブローカーという。)は実験建物の1階入口前6.4mに配置し、可搬式ブローカーは1階の階段室入口直前の前室側に配置して送風を行いながら、実験建物の3階と5階における、階段室に面する各ドアの開放力及び各部屋と階段室との差圧を測定した。なお、送風前にドアの開放力を測定し、さらにブローカーの送風が安定した後に測定するため、ブローカー作動から1分後に測定を行った。

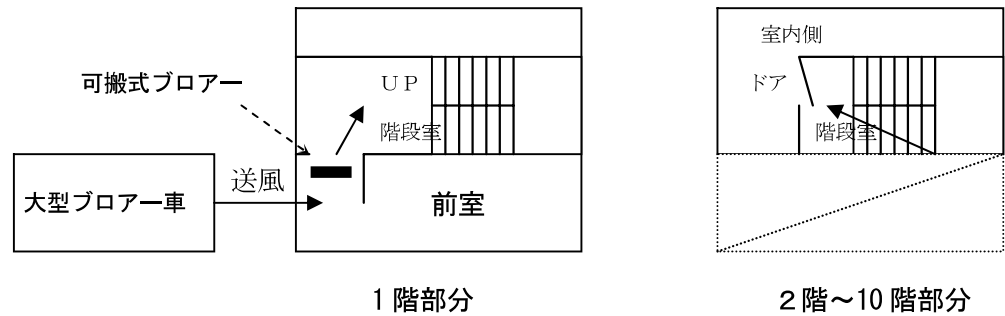
ドアの開放力を測定する装置とドアとの接続は、ドアのノブにチェーンを引っ掛け、これを装置のフックと接続し、ドアを開放したときの最大牽引力を測定しドアの開放力とした(写真4)。

また、ドアの郵便受けを通して室内と階段室との圧力差を測定し差圧とした(写真5)。

図1に示すとおり実験建物の平面構造は、1階は階段室の前に前室があり、他の階は前室のない構造である。また、階段室内は地下1階から10階まで遮蔽物等はなく、各階の開口部窓等は閉めた状態とした。なお、陽圧換気の場合につき、最上階、階段室10階東側の開口部窓1箇所を開放し測定した。

各ブローカーの回転数の設定は、大型ブローカーが4,500rpm、可搬式ブローカーは3,600rpmとした。

図 1 実験建物平面図



5 実験結果

測定結果は、下記表 1 のとおりである。なお、ここで送風時と送風前の、ドア開放力の差を風圧力 (kgf)、各室内部と階段室との圧力差を差圧 (Pa) として定義する。

表 1

階 ブローカー作動前開放力	方 法	ブローカー	開放力 (kgf)	※風圧力 (kgf)	差圧 (Pa) (0.1kgf/m ²)
3階 4.03kgf	PPV	大型	19.20	15.17	235
		可搬	4.88	0.85	14
	PPP	大型	23.16	19.13	357
		可搬	5.91	1.88	16
5階 4.11kgf	PPV	大型	20.98	16.87	194
		可搬	4.53	0.42	12
	PPP	大型	33.73	29.62	409
		可搬	4.88	0.77	18

※風圧力：送風時と送風前のドア開放力の差、すなわち、送風により増加したドア開放に必要な力

6 実験考察

上記表 1 について考察する。なお、グラフ 1、2、3、4 については、横軸にブローカー送風による風圧力 (kgf)、縦軸に階数とし、建物の階方向 (高さ方向) の風圧力分布を比較した。

(1) 陽圧換気 (PPV) における大型ブローカーと可搬式ブローカーの風圧力比較

グラフ 1 は陽圧換気 (PPV) における、大型ブローカーと可搬式ブローカーによる 3 階及び 5 階の風圧力の比較である。

可搬式ブローカーの送風による風圧力 (送風によるドア開放力の増加分) は大型ブローカーに比べ、おおよそ 3 階では 18 分の 1、5 階では 40 分の 1 と小さい。

また、大型ブローカーについては 3 階よりも 5 階の方が大きくなっているが、逆に可搬式ブローカーは 3 階よりも 5 階の方が小さくなっている。つまり、5 階の風圧力は、大型ブローカーについては 3 階の 1.1 倍、可搬式ブローカーについては 3 階の 0.5 倍となっている。これは大型ブローカーが可搬式ブローカーに比べて、かなり大きな風量で送風するため、送風された大量の空気が上階まで達し、さらに、10 階の開口部窓からの排気が送風に追いつかないため、階段室全体の空気が圧縮

されていることが原因と推察される。しかし、可搬式ブロアーについては風量が弱いため、上階まで影響が及ばず、逆に上階に行くに従い抵抗による圧力損失で小さくなる傾向がうかがえる。

(2) 陽圧防煙（P P P）における大型ブロアーと可搬式ブロアーの風圧力比較

グラフ2は陽圧防煙（P P P）における、大型ブロアーと可搬式ブロアーによる3階及び5階の風圧力の比較である。

可搬式ブロアーの送風による風圧力は大型ブロアーに比べ、3階では10分の1、5階では38分の1と小さい。

また、大型ブロアーは3階よりも5階の方が大きくなっているが、可搬式ブロアーは逆に3階よりも5階の方が小さくなっている。つまり5階の風圧力については、大型ブロアーは3階の1.5倍、可搬式ブロアーは3階の0.4倍となっている。

以上、グラフ1の陽圧換気（P P V）と同様な傾向であり、原因についても同様であると推測される。

(3) 大型ブロアーによる陽圧換気（P P V）と陽圧防煙（P P P）の風圧力比較

グラフ3は大型ブロアーの、陽圧換気（P P V）と陽圧防煙（P P P）における、3階及び5階の風圧力の比較である。

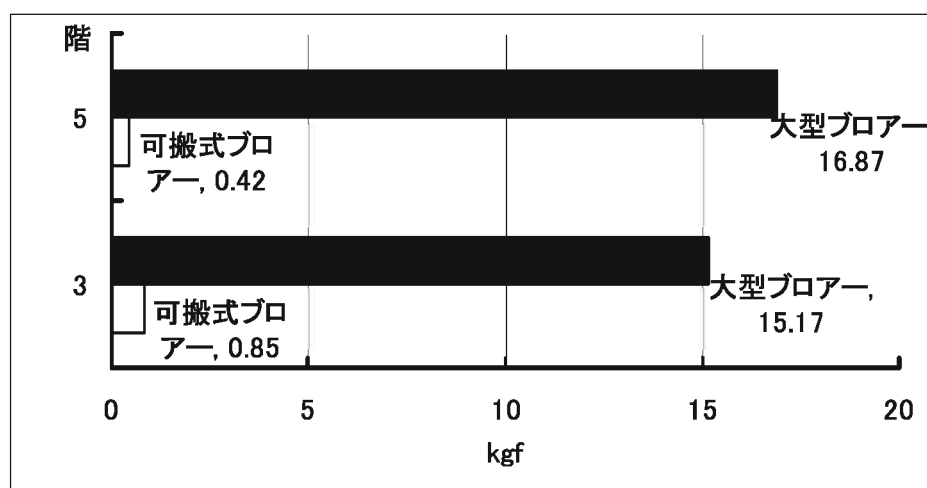
陽圧換気（P P V）及び陽圧防煙（P P P）ともに、3階より5階において風圧力が大きくなっており、陽圧換気（P P V）では11%、陽圧防煙（P P P）では54%も増加している。

このように、陽圧換気（P P V）に比べて陽圧防煙（P P P）が、増加率が大きいことは、陽圧防煙（P P P）については上階からの排気がないことから、送風により階段室の圧力が上階に行くほど著しく高くなり、風圧力も大きくなっていることが推測される。

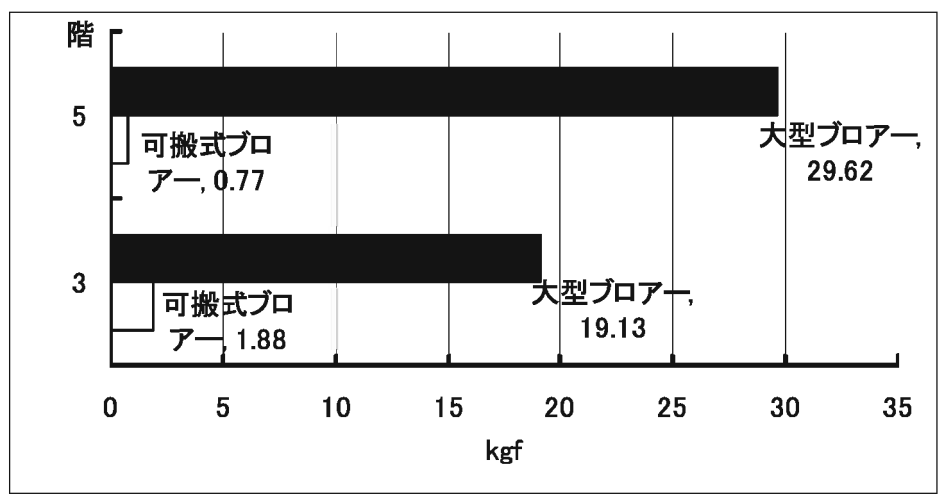
(4) 可搬式ブロアーによる陽圧換気（P P V）と陽圧防煙（P P P）の風圧力比較

グラフ4は可搬式ブロアーの、陽圧換気（P P V）と陽圧防煙（P P P）における、3階及び5階の風圧力の比較である。

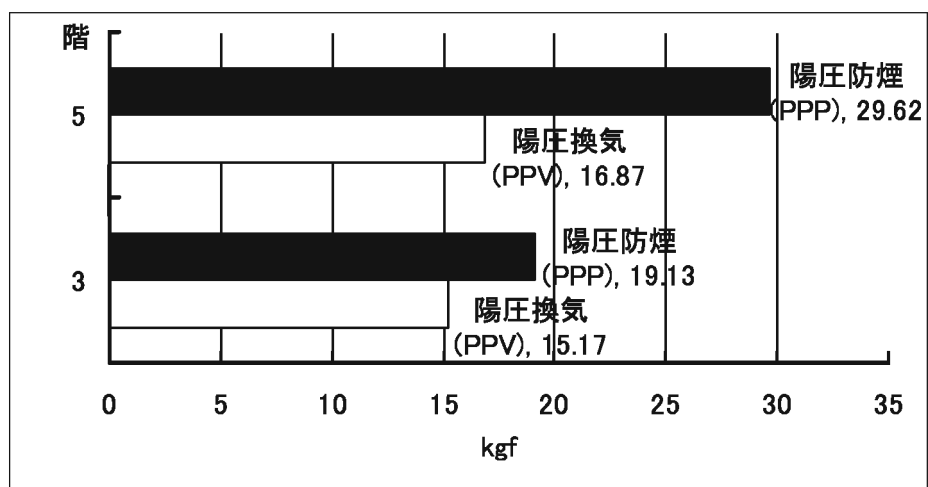
上述した大型ブロアーとは逆に、陽圧換気（P P V）及び陽圧防煙（P P P）ともに、3階より5階において風圧が小さくなっており、陽圧換気（P P V）では50%、陽圧防煙（P P P）では59%も減少している。



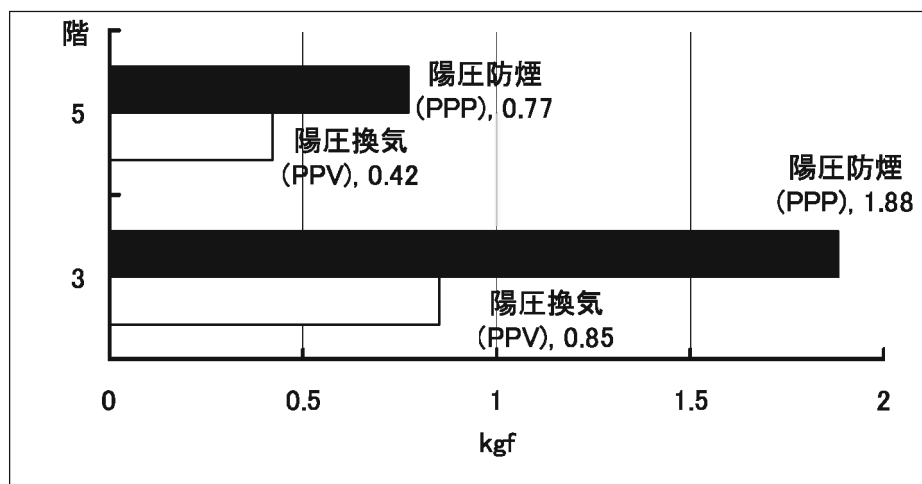
グラフ1 陽圧換気（P P V）



グラフ2 陽圧防煙 (PPP)



グラフ3 大型ブローア



グラフ4 可搬式ブローア

(5) ドアの開放力について

日本では、JIS A4702「ドアセット」及びJIS A4706「サッシ」において、ドアやサッシの開放力の基準値を50Nと規定している。これは日本人の成人男性が押す力、もしくは引く力の持続力は、平均500N程度であることから、ドアを円滑に開放できる力を、その10分の1である、50N（5.1kgf）としたものである。

また、一般に人が、水没したドアを開けることができなくなる水深は、30cmから40cmであり、実験に使用したドアの寸法が高さ180cm、幅85cmであることから、このときのドアノブを引く力を、人がドアを開放できる限界値として計算で求めると、19 kgf～26kgfである。

表1の開放力については、大型ブローアは陽圧換気（PPV）、陽圧防煙（PPP）ともに、全てJIS基準値5.1kgfを大きく上回っている。可搬式ブローアは陽圧防煙（PPP）のとき3階のみが5.91kgfとJIS基準値を上回ったが、他はJIS基準値以内である。

また、大型ブローアについては、開放力がドアノブを引く力の限界値19～26kgfの範囲であり、特に陽圧防煙（PPP）のとき、5階において測定された開放力33.73kgfは、この限界値を大きく超えており、ドアの開放はかなり困難であると思われる。

(6) 差圧について

表1の差圧から、計算により、大型ブローア及び可搬式ブローア送風時の風圧力を求める。

面積Aのドアに、 Δp の差圧が作用するとき、風圧力F（送風により増加したドア開放に必要な力）は $F = A \cdot \Delta p / 2$ である。ただし、ドアヒンジとノブの距離はドア幅に等しいとする。

その結果を計算値として、測定値との比較を表2及び表3にそれぞれ示す。

結果として、計算値と測定値は合っていないが、これは、差圧をピンポイントで測定していること、またブローア送風のため乱流状態で測定していること、さらに開放力と同時に測定していないことなどが原因と考えられるが、表2に示す、大型ブローアの陽圧換気（PPV）と陽圧防煙（PPP）について、5階の値は、実測値と近くなっている。このことから、差圧や階段室の圧力状況などから、概ねの風圧力を予測することが可能であると思われる。

表2

大型ブローア	陽圧換気(PPV)			陽圧防煙(PPP)		
	差圧 Pa	計算値	測定値	差圧 Pa	計算値	測定値
	(0.1kgf/m ²)	kgf	kgf	(0.1kgf/m ²)	kgf	kgf
5 階	194	15.1	16.87	409	31.9	29.62
3 階	235	18.3	15.17	357	27.8	19.13

表3

可搬式ブローア	陽圧換気(PPV)			陽圧防煙(PPP)		
	差圧 Pa	計算値	測定値	差圧 Pa	計算値	測定値
	(0.1kgf/m ²)	kgf	kgf	(0.1kgf/m ²)	kgf	kgf
5 階	12	0.9	0.42	18	1.4	0.77
3 階	14	1.1	0.85	16	1.2	1.88

7 まとめ

この度の測定実験は、階段室内にブロアーで送風し、陽圧換気（P P V）及び陽圧防煙（P P P）を行うことにより、どの程度、玄関ドアの開放が困難になるかを確認するための実験を行ったものである。

この結果、以下のとおり、大型ブロアー、可搬式ブロアーによる送風の陽圧換気（P P V）及び陽圧防煙（P P P）における、それぞれのドア開放力に与える影響が分かった。

- （１）大型ブロアー送風によるドア開放力の増加は著しく、測定をした３階及び５階ともに平常時の５倍から８倍となり、成人男性においてもかなり負担の大きな状態となる。避難時など、焦りの心理状態にあれば、施錠されていると錯覚する可能性があると思われる。
- （２）大型ブロアー送風は、陽圧換気（P P V）及び陽圧防煙（P P P）ともに、上階に向かってドア開放力が増加していく傾向が見られ、逆に、可搬式ブロアー送風については、上階に行くに従い、抵抗による圧力損失などで、ドア開放力は小さくなる傾向がうかがえる。
- （３）可搬式ブロアー送風は、大型ブロアー送風に比べて風量が弱いため、上階まで影響が及ばず、階を限定した部分的な陽圧防煙（P P P）に向いていると思われる。
- （４）陽圧防煙（P P P）については、上階からの排気がないことから、陽圧換気（P P V）に比べてドア開放力の増加が大きい。
- （５）大型ブロアー送風は、J I S規格によるドア開放力の基準値 5.1kgf を上回り、時には、人がドアを開放できる限界値を超えることが確認できた。
- （６）差圧や階段室の圧力状況などから、概ねのドアにかかる風圧力を予測できる可能性がある。

今回の測定結果から、現場活動への応用に向けての実験を行う上で、参考となる知見を得ることができた。

【参考文献】

- １）「J I Sハンドブック」 日本規格協会
- ２）堀内三郎 監修、保野健治郎、室崎益輝 編集 「建築防火」 朝倉書店

流出油処理剤の性能に関する検証について

札幌市消防科学研究所 菅原 法之

1 実験概要

消防活動では、交通事故現場等で流出した燃料やエンジンオイル、また、河川や土中へ漏洩した危険物等の処理などに、流出油処理剤及びマット型油吸着材を使用している。

これらの流出油処理剤のうち、現在当局が使用している流出油処理剤と、新たに商品化された流出油処理剤との、数種類の危険物などに対する、吸着性、保持性及び溶解性についての性能比較に関する検証実験を実施した。

2 実験日時等

日時：平成 22 年 7 月 16 日（金）～平成 23 年 3 月 25 日（金）

場所：札幌市消防学校 消防科学研究所 危険物実験室

3 実験に使用した危険物等

各流出油処理剤について、下記の 6 種の物質（以下、危険物等という。）に対する、吸着性などの比較実験を行った。

- (1) 灯油
- (2) 軽油
- (3) 重油
- (4) エンジンオイル（第 4 石油類）の廃油（以下、オイルという。）
- (5) 不凍液（クーラント 4000 ㈱ゴードー製、第 3 石油類・成分～エチレングリコール 88～93%）
- (6) 水道水

4 実験に使用した流出油処理剤

各流出油処理剤は、新たに商品化された粒度の異なる 4 種類のゼオライトと、現在当局で使用中のパーライトであり、表 1 にそれらの含有成分とその含有率を示す。

(1) 新たに商品化されたゼオライト

製品は以下の 4 種類である。

- | | |
|----------------|--|
| ア ゼオライト S | 粒度 0.1～1.0mm（文末写真 1、2 参照） |
| イ ゼオライト M | 粒度 1.0～3.0mm（文末写真 3、4 参照） |
| ウ ゼオライト L | 粒度 3.0～7.0mm（文末写真 5、6 参照） |
| エ ゼオライトも一すべらない | 粒度 0.1mm 未満（文末写真 7、8 参照）
（以下、も一すべらないという。） |

北海道ゼオライト株式会社製 比重約 0.8

(2) 現在当局で使用中のパーライト

吸油用 4 号（以下、パーライトという。） 粒度 5.0mm 以下（文末写真 9、10 参照）

三井金属鉱業株式会社製 比重約 0.17

なお、今回の実験に使用する各流出油処理剤の体積を比較した写真が、文末写真 11 と 12 であり、写真の左からゼオライト S、ゼオライト M、ゼオライト L、もうすべらない、パーライトの順である。

名 称	化学式	ゼオライト各種	パーライト
二酸化ケイ素	SiO ₂	69.5	75
酸化アルミニウム	Al ₂ O ₃	10.3	14
酸化鉄	FeO ₃	0.69	0.8
酸化カルシウム	CaO	2.1	0.1
酸化カリウム	K ₂ O	0.74	4.2
酸化ナトリウム	Na ₂ O	2.5	3.5
酸化マグネシウム	Mg ₂ O	0.55	0
その他		13.62	2.4

表 1 流出油処理剤含有成分及び含有率（％）

5 比較実験の方法

各流出油処理剤の吸着性等を比較するため、以下の検証項目に関して 2 つの実験を実施した。

(1) 検証項目

ア 吸着性

各流出油処理剤が、初期の段階で危険物等を吸着する能力について。

イ 保持性

各流出油処理剤が、吸着した危険物等を大気中で保持する能力について。

ウ 危険物等に対する溶解性

各流出油処理剤の、実験に使用した危険物等に対する溶解性について。

なお、一般に流出油処理剤は交通事故現場における燃料及びエンジンオイル漏洩時の回収、或いは、危険物施設等からの危険物漏洩時の回収に主に使用されることから、今回この実験に使用した危険物等に対して検証することとした。

(2) 実験 1

各流出油処理剤を円筒ろ紙に入れ、危険物等に一定時間浸した後、大気中に取り出し時間ごとに、その重量変化を測定し吸着量変化を求めて、吸着性、保持性及び溶解性を比較した。

(3) 実験 2

危険物流出現場における使用状況を再現するために、危険物等を入れたシャーレに各流出油処理剤を加え、吸着した危険物等の重量を測定し吸着量を求めて、吸着性及び溶解性を比較した。

(4) 実験 1 の方法 (文末写真 13～29 参照)

- ア 各流出油処理剤 5 g を、それぞれ円筒ろ紙(アドバンテック製No.84 φ28 mm×H100mm)に入れる。
- イ これらの流出油処理剤入り円筒ろ紙をバット (本間冬治工業(株)製ステンレススチール26 型 W260 mm×D156 mm×H83mm) 内に入れた危険物等 (2,000ml) に 5 分間浸漬させる (以下、油浴という。)
- ウ その後、流出油処理剤入り円筒ろ紙を取り出し、さらに、大気中で 5 分間静置して、流出油処理剤で吸着することができなかった余剰危険物等を除去する。
- エ 余剰危険物等の除去後、1 分経過から 11 分経過まで 1 分ごとに流出油処理剤入りの円筒ろ紙の重量を秤量する。
- オ 円筒ろ紙本体にも油分が吸着することから、この 1 分ごとの吸着重量を事前に測定し、これを除いた 1 分ごとの流出油処理剤入りの円筒ろ紙の重量と、実験前の流出油処理剤入りの円筒ろ紙の重量との差及び危険物等の比重から、危険物等に対する吸着量 (体積) の変化を求め、各流出油処理剤の吸着性及び保持性を比較した。

※ なお、危険物等の比重は下記の通りとした。

灯 油	0.79
軽 油	0.83
重 油	0.86
オイル	0.88
不凍液	1.16
水道水	1.00

(5) 実験 2 の方法 (文末写真 30～47 参照)

- ア オイル及び不凍液は粘性が高く、ろ紙によりろ過することが困難なことから、灯油、軽油及び重油の 3 種類の危険物に対して実施した。
- イ 危険物流出現場における使用状況を再現するために、危険物 10ml をステンレス製シャーレ (φ100mm×H20mm) に入れ、このシャーレに現場の使用状況と同様、流出油処理剤 10g を加えてシャーレ全面に広げ、均一に浸るようにして 1 分間静置した。
- ウ その後、このシャーレ内の危険物を含む流出油処理剤すべてを、ロートに設置したろ紙内に移し、流出油処理剤に吸着された危険物と、吸着されなかった危険物を分けるため 3 分間こした。
- エ 危険物 10ml と流出油処理剤 10g の重さの合計と、各測定器材 (ロート及びシャーレ)、ろ紙内部残存物及びろ紙によりこされた危険物の重量を測定し、これらから 3 種類の危険物に対する各流出油処理材の吸着量 (体積) を求め、吸着性を比較した。

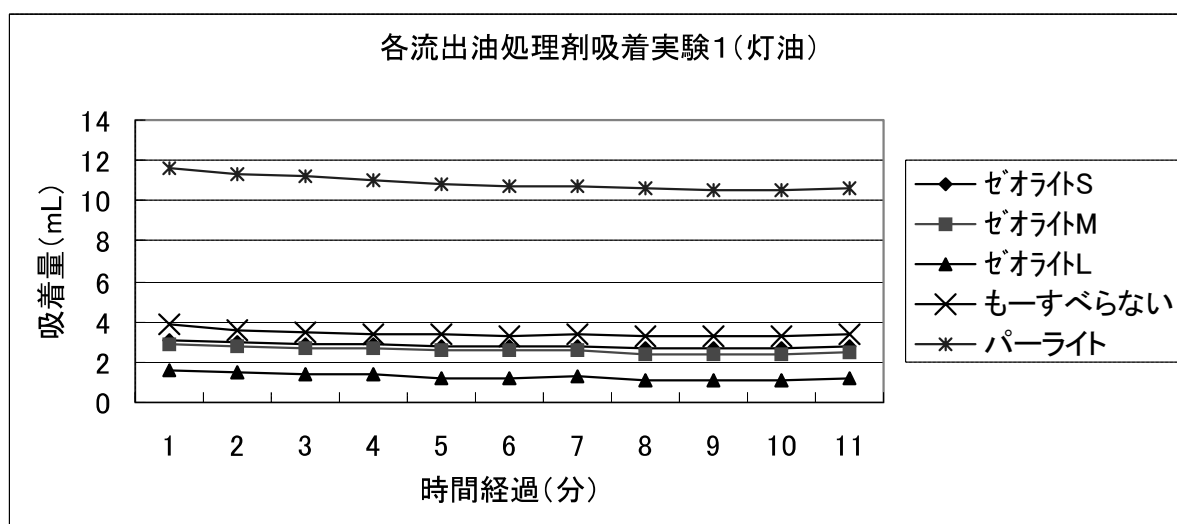
6 実験結果

各実験結果を以下の表及びグラフに示す。

(1) 実験 1

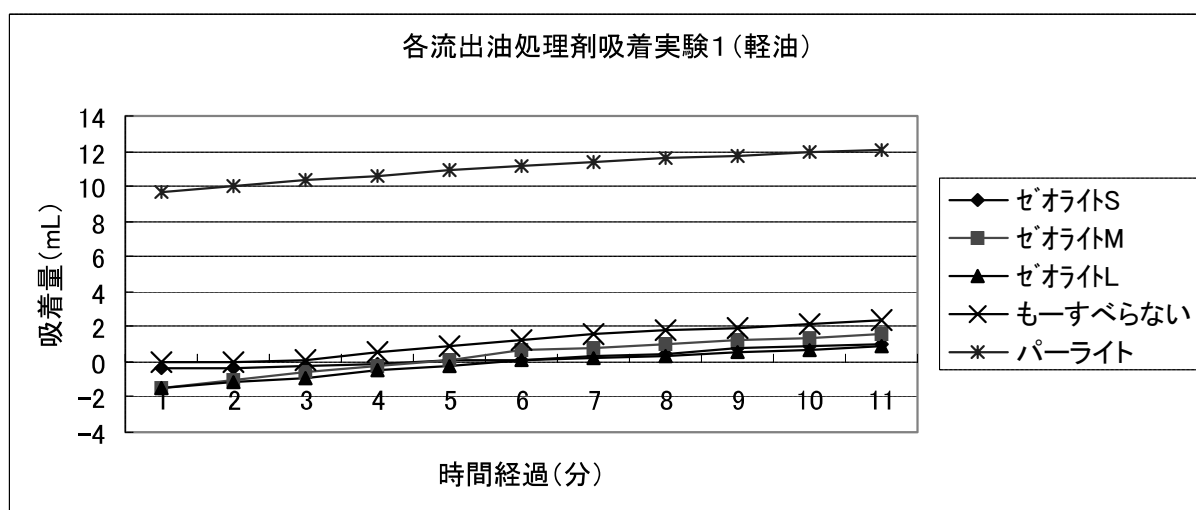
ア 灯油

灯油 2,000mℓ・各流出油処理剤 5g・5 分浸しの実吸着量(mℓ)					
時間(分)	ゼオライト S	ゼオライト M	ゼオライト L	もーすべらない	パーライト
1	3.063	2.886	1.62	3.823	11.62
2	2.975	2.759	1.494	3.57	11.367
3	2.848	2.684	1.418	3.443	11.241
4	2.848	2.633	1.367	3.354	10.987
5	2.81	2.557	1.241	3.392	10.861
6	2.759	2.595	1.203	3.316	10.696
7	2.747	2.62	1.266	3.329	10.759
8	2.633	2.43	1.114	3.316	10.658
9	2.633	2.38	1.076	3.228	10.532
10	2.658	2.405	1.139	3.253	10.544
11	2.785	2.532	1.228	3.38	10.633



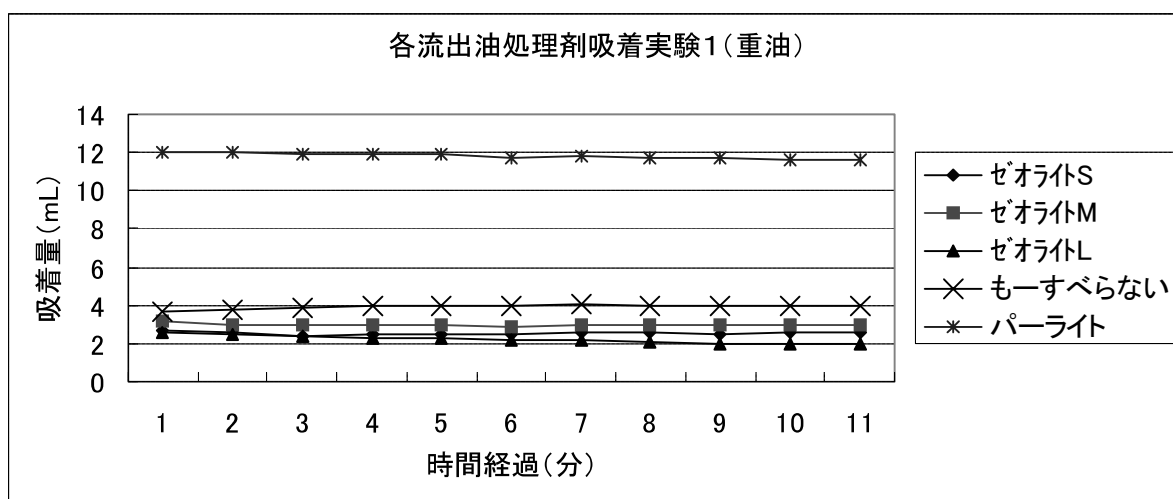
イ 軽油

軽油 2,000mℓ・各流出油処理剤 5g・5 分浸しの実吸着量(mℓ)					
時間(分)	ゼオライト S	ゼオライト M	ゼオライト L	もーすべらない	パーライト
1	-0.325	-1.446	-1.482	0	9.639
2	-0.325	-1.048	-1.169	-0.036	9.964
3	-0.265	-0.578	-0.868	0.145	10.337
4	-0.157	-0.205	-0.518	0.518	10.602
5	0.06	0.06	-0.217	0.904	10.904
6	0.1446	0.627	0.06	1.265	11.181
7	0.361	0.759	0.241	1.566	11.41
8	0.458	0.988	0.301	1.783	11.627
9	0.759	1.241	0.602	1.928	11.723
10	0.867	1.386	0.699	2.193	11.952
11	1	1.602	0.843	2.373	12.048



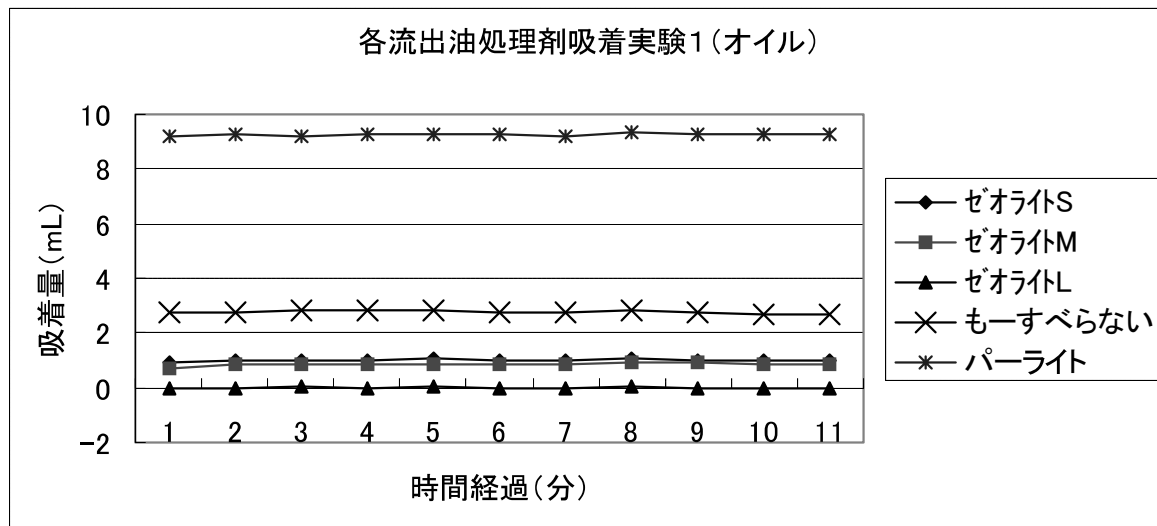
ウ 重油

重油 2,000mℓ・各流出油処理剤 5g・5 分浸しの実吸着量(mℓ)					
時間(分)	ゼオライト S	ゼオライト M	ゼオライト L	もーすべらない	パーライト
1	2.674	3.221	2.593	3.721	11.977
2	2.581	3	2.5	3.814	12
3	2.407	2.942	2.36	3.872	11.895
4	2.465	2.965	2.302	3.93	11.919
5	2.523	2.988	2.244	3.953	11.895
6	2.523	2.907	2.174	3.953	11.744
7	2.558	2.988	2.174	4.035	11.86
8	2.558	2.942	2.128	3.953	11.744
9	2.523	2.942	2.012	3.953	11.709
10	2.593	2.942	2.012	3.988	11.663
11	2.558	2.988	1.977	3.953	11.663



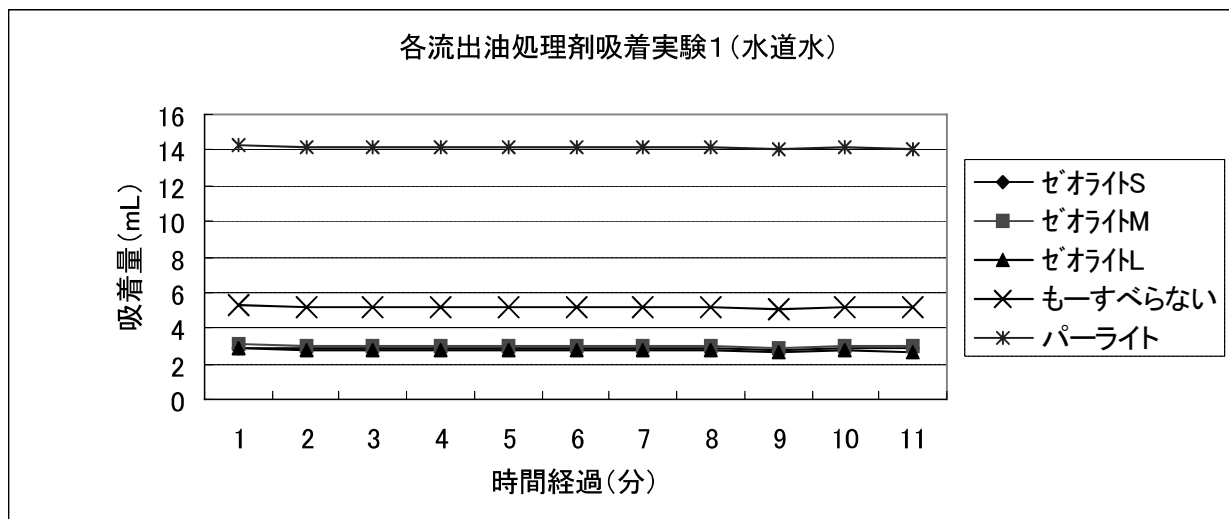
エ オイル

オイル 2,000ml・各流出油処理剤 5g・5 分浸しの実吸着量 (ml)					
時間(分)	ゼオライト S	ゼオライト M	ゼオライト L	もーすべらない	パーライト
1	0.909	0.716	0	2.761	9.205
2	0.966	0.818	-0.023	2.784	9.261
3	0.966	0.852	0.023	2.864	9.182
4	1	0.886	-0.023	2.818	9.261
5	1.057	0.875	0.0796	2.807	9.284
6	0.966	0.852	-0.023	2.784	9.261
7	1	0.852	-0.057	2.784	9.227
8	1.057	0.909	0.034	2.807	9.352
9	1.023	0.909	0	2.761	9.284
10	1	0.852	-0.023	2.705	9.261
11	1	0.852	-0.023	2.705	9.261



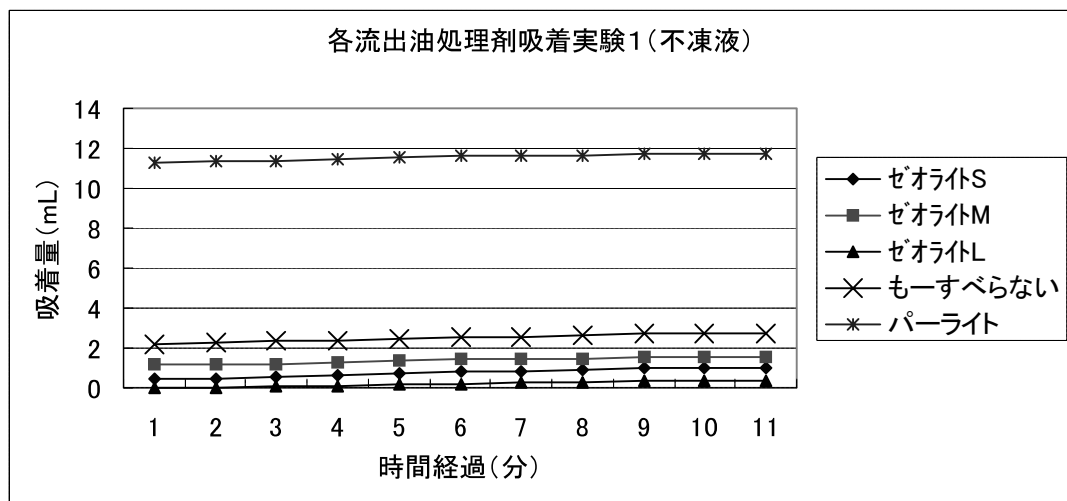
カ 水道水

不凍液 2,000mℓ・各流出油処理剤 5g・5 分浸しの実吸着量(mℓ)					
時間(分)	ゼオライト S	ゼオライト M	ゼオライト L	もーすべらない	パーライト
1	0.457	1.147	0.026	2.216	11.267
2	0.474	1.138	0.017	2.31	11.336
3	0.578	1.181	0.06	2.353	11.379
4	0.647	1.276	0.129	2.397	11.422
5	0.716	1.319	0.147	2.474	11.526
6	0.819	1.422	0.19	2.543	11.595
7	0.836	1.44	0.259	2.586	11.638
8	0.905	1.483	0.302	2.655	11.681
9	1.0345	1.552	0.371	2.698	11.724
10	1.009	1.526	0.345	2.733	11.724
11	1.009	1.526	0.371	2.7933	11.75



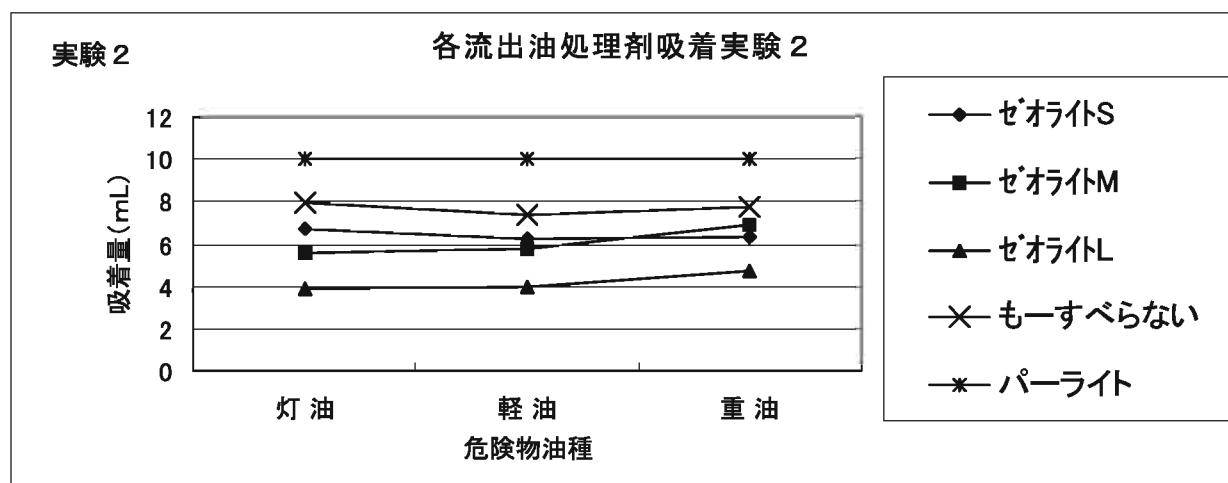
オ 不凍液

不凍液 2,000mℓ・各流出油処理剤 5g・5 分浸しの実吸着量(mℓ)					
時間(分)	ゼオライト S	ゼオライト M	ゼオライト L	もーすべらない	パーライト
1	0.457	1.147	0.026	2.216	11.267
2	0.474	1.138	0.017	2.31	11.336
3	0.578	1.181	0.06	2.353	11.379
4	0.647	1.276	0.129	2.397	11.422
5	0.716	1.319	0.147	2.474	11.526
6	0.819	1.422	0.19	2.543	11.595
7	0.836	1.44	0.259	2.586	11.638
8	0.905	1.483	0.302	2.655	11.681
9	1.0345	1.552	0.371	2.698	11.724
10	1.009	1.526	0.345	2.733	11.724
11	1.009	1.526	0.371	2.733	11.75



(2) 実験 2

各危険物に対する各流出油処理剤の吸着量 (mL)					
	ゼオライト S	ゼオライト M	ゼオライト L	もーすべらない	パーライト
灯 油	6.67	5.62	3.91	7.9	10
軽 油	6.22	5.81	3.95	7.37	10
重 油	6.34	6.87	4.71	7.79	10



7 実験考察

実験結果から、各流出油処理剤の各危険物等に対する、吸着性及び保持性についての成績順を表2及び表3に示す。

	1 位	2 位	3 位
灯油	パーライト	もーすべらない	ゼオライトS
軽油	パーライト	もーすべらない	ゼオライトM
重油	パーライト	もーすべらない	ゼオライトM
オイル	パーライト	もーすべらない	ゼオライトS
不凍液	パーライト	もーすべらない	ゼオライトM
水道水	パーライト	もーすべらない	ゼオライトM

表2 実験1における吸着量上位一覧

	1 位	2 位	3 位
灯油	パーライト	もーすべらない	ゼオライトS
軽油	パーライト	もーすべらない	ゼオライトS
重油	パーライト	もーすべらない	ゼオライトM

表3 実験2における吸着量上位一覧

パーライトがすべての危険物等及び実験において吸着性及び保持性に優れており、次にゼオライトの「もーすべらない」が続いている。

パーライトが最も優れている理由として、各流出油処理剤の量を同一重量として実験を行い比較したため、各流出油処理剤の中でも比重が一番小さなパーライトが、文末写真11と12に示すとおり、各ゼオライトに比べて体積及び粒の数が最も多く、危険物等を吸着する表面積が最も大きいと考えられる。

各ゼオライトの中では、「もーすべらない」が最も優れており、この理由として、比重が同じ各ゼオライトの中で、粒度が一番小さい「もーすべらない」が、粒の数が多く危険物等を吸着する表面積が最も大きいと考えられ、このことから、次に粒度の小さい「ゼオライトS」又は「ゼオライトM」が続いていると思われる。

なお、溶解性については、各実験中において、各流出油処理剤は危険物等に対して溶解した状況は認められなかったことから、溶解しないと判断した。

8 まとめ

今回は数種類の流出油処理剤の吸着性等の違いを比較検証するため実験を行なったが、流出油処理剤は消防活動においては、速やかな油の吸着など効率的な処理能力が必要とされ、併せて使いやすさや保管状況の容易さも考慮する必要がある、メーカーが公表しているデータのみでは推し量りえない部分がある。

本実験では比重や粒度の異なる流出油処理材について比較実験を行い、危険物等に対する吸着性などの違いを確認した。

流出油処理剤実験各試料



写真1 ゼオライトS製品袋外観



写真2 ゼオライトS計量状況



写真3 ゼオライトM製品袋外観



写真4 ゼオライトM計量状況



写真5 ゼオライトL製品袋外観



写真6 ゼオライトL計量状況



写真7 ゼオライトも～すべらない製品袋外観



写真8 ゼオライトも～すべらない計量状況



写真9 パーライト（現在当局使用）製品袋外観



写真10 パーライト（現在当局使用）計量状況



写真11 油吸着剤5種類各5gの体積比較
(向かって右がパーライト)



写真12 油吸着剤5種類各5gの体積比較
(向かって右がパーライト)

実験 1 の状況



写真 13 円筒濾紙入り上パーライト 5 g、下ゼオライト



写真 14 パーライト、ゼオライト S 灯油 2 ℓ 浸し



写真 15 パーライト、ゼオライト S 灯油切り



写真 16 円筒濾紙のみブランク灯油 2 ℓ 浸し



写真 17 上ゼオライト M、下ゼオライト L 灯油 2 ℓ 浸し



写真 18 も～すべらない灯油 2 ℓ 浸し



写真 19 上ブランク、下ゼオライトS軽油2ℓ浸し



写真 20 奥ブランク、手前ゼオライトS軽油切り



写真 21 上ゼオライトM、下ゼオライトL軽油2ℓ浸し



写真 22 奥ゼオライトM、手前ゼオライトL軽油切り



写真 23 上パーライト、下も～すべらない軽油2ℓ浸し

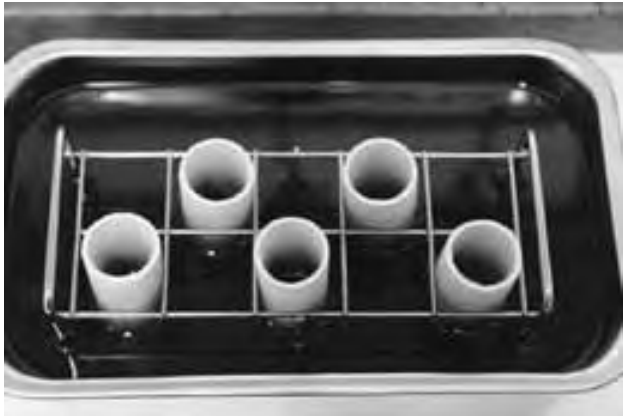


写真 24 上ブランク、下ゼオライトS重油2ℓ浸し



写真 25 奥ブランク、手前ゼオライトS重油切り



写真 26 上ブランク、下ゼオライトSオイル2ℓ浸し



写真 27 奥ブランク、手前ゼオライトSオイル切り



写真 28 上ブランク、下ゼオライトS不凍液2ℓ浸し



写真 29 奥ブランク、手前ゼオライトS不凍液切り

実験 2 の状況



写真 30 左・灯油 10mℓ、右・ゼオライト S 10g



写真 31 灯油 10mℓにゼオライト S 10g を加えた

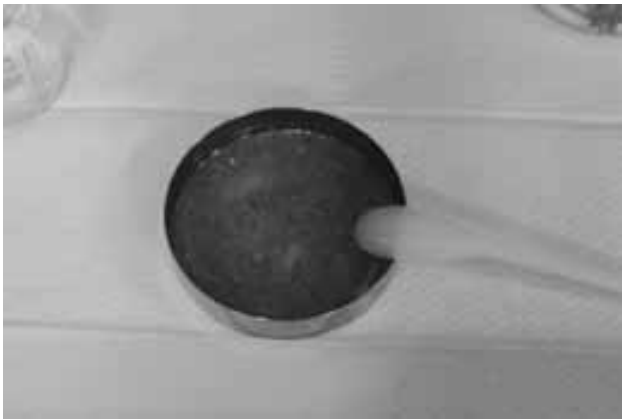


写真 32 灯油 10mℓ+ゼオライト S を均一にした



写真 33 灯油を浸み込ませたゼオライト S を濾過



写真 34 灯油を浸み込ませたゼオライト S を濾過



写真 35 灯油を浸み込ませたゼオライト S を濾紙に全て入れた後のシャーレの状況



写真 36 左・ゼオライトM10g、右・灯油 10ml



写真 37 灯油 10ml にゼオライトM10g を加えた



写真 38 灯油 10ml+ゼオライトMを均一にした



写真 39 左・ゼオライト L10g、右・灯油 10ml



写真 40 灯油 10ml にゼオライト L10g を加えた



写真 41 灯油 10ml+ゼオライト L を均一にした

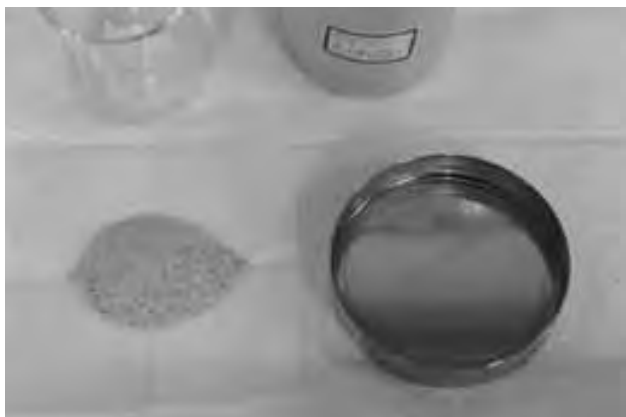


写真 42 左・も～すべらない 10g、右・灯油 10ml



写真 43 灯油 10ml にも～すべらない 10g を加えた



写真 44 灯油 10ml+も～すべらないを均一にした



写真 45 左・パーライト 10g、右・灯油 10ml



写真 46 灯油 10ml にパーライト 10g を加えた



写真 47 灯油 10ml+パーライトを均一にした

火災再現実験セットによる短絡及びトラッキング時の電流測定実験について

札幌市消防科学研究所 吉永 直樹

1 実験概要

消防科学研究所では、日常生活に潜む火災の危険性について市民に対し啓発するため、出前講座や庁舎見学などにおいて、平成 21 年度に研究開発した火災再現実験セットを使用した実験を行い、臨場感のある、分かり易い情報発信を積極的に行っている。

この火災再現実験セットは、持ち運びに便利で、職員が容易に実験できるように、研究開発したものであり、各消防署の予防行事等において利用してもらうなど、消防局全体での火災予防啓発に役立ててもらうため、本年度、各消防署に配布し活用されているところである。

そこで、短絡（ショート）やトラッキングの発生時において、どのぐらいの電流が流れるか確認するため、火災再現実験セットを用いて、現象発生時の回路に流れる電流値の測定実験を行った。

2 実験日時等

日時：平成 22 年 12 月 21 日（火）

場所：札幌市消防学校 消防科学研究所 理化学実験室

3 実験装置

火災再現実験セットは、日常生活において家庭内で起こりえる火災現象のうち、机上で容易に再現実験ができるものを選定したもので、「束ねられた電気コードの発熱と短絡による着火及びトラッキング」、「灯油とガソリンの引火点の違い」、「スプレー缶によるごみ収集車の火災」、の 3 つの装置器具構成からなっている。

今回は、短絡及びトラッキング発生時の電流測定を行うことから、「束ねられた電気コードの発熱と短絡による着火及びトラッキング」を再現する装置のうち電源部（写真 1）とトラッキング再現部（写真 2）を使用して実験を行った。



写真 1 電源部



写真 2 トラッキング再現部

4 実験方法

（1）短絡実験 1

写真 3 に示すとおり、火災再現実験セットによる短絡再現実験の要領で、電源部のコンセントに短絡実験用電気コードを接続、電流を計測するためにクランプマルチメーター（CUSTOM



写真 3 短絡実験 1 の様子

CM-330) を設定し、同電気コードの端末を手に持ち、短絡させた。

なお、電気コードの末端部分の素線を以下の 2 つの状態で作成し、流れた電流を測定した。

状態① 素線を広げた状態で、一瞬接触させた (写真 4)。

状態② 素線をより線状態で、一瞬接触させた (写真 5)。

(2) 短絡実験 2

写真 6 に示すとおり、火災再現実験セットの電源部のコンセントに、過電流から回路を保護し電流を測定するために、2 つの安全ブレーカーを介し電流計を設定し、短絡実験 1 で使用した短絡実験用電気コードを接続、その末端の素線を結線して回路をつくり、以下の 2 つの結線状態で電流を流した。

なお、写真 7 に示すとおり、電流計はアナログ電流計を使用し、過電流から電流計を保護するために計器用変流器 (Kasuga CTA051A 変流比 50/5) を介して、2 つの安全ブレーカー (定格電流が 30 A と 20 A) の後に設定して流れた電流を測定した。

状態③ 素線をより線状にして半分程度ひねり、緩く結線した状態で電流を流した (写真 8)。

状態④ 素線をより線状にして 3 回程度ひねり、固く結線した状態で電流を流した (写真 9)。



写真 4 広げた状態



写真 5 より線状態



写真 6 短絡実験 2 の装置



写真 7 電流計測装置



写真 8 緩く結線した状態



写真 9 固く結線した状態

(3) トラッキング実験

写真 10 に示すように、火災再現実験セットによるトラッキング再現実験の要領で、電源部とトラッキング再現部を使用して、トラッキング現象を再現、電源側に流れる電流を測定した。

なお、写真 11、12 に示すように、トラッキング再現部裏側の電源側コードにクランプマルチメーターを設定して、電流の測定を行った。



写真 10 トラッキング実験



写真 11 電流の計測状況



写真 12 電流計測器の設定

5 実験結果

(1) 短絡実験 1

ア 状態①

短絡実験を 3 回行い、回路に流れた最大電流値は 3.0A であった。

なお、火災再現実験セット電源部のブレーカーは動作せず、電源回路は切れなかった。

イ 状態②

上記と同様に短絡実験を 3 回行い、回路に流れた最大電流値は 9.3A であった。

なお、火災再現実験セット電源部のブレーカーは動作せず、電源回路は切れなかった。

(2) 短絡実験 2

ア 状態③

一瞬の間に、回路に流れた電流値はアナログ電流計の最大計測レンジの 150A 近くを示し、電線コードの端末結線部が短絡し弾け飛んで、電源回路が切れた。

なお、回路上の全てのブレーカーは動作しなかった。

イ 状態④

一瞬の間に、回路に流れた電流値はアナログ電流計の最大計測レンジの 150A 近くを示し、火災再現実験セット電源部の漏電ブレーカー（定格電流 20A）が動作して電源回路が切れると同時に、当該漏電ブレーカーから白い煙が若干立ち上った。なお、電線コードの端末結線部は短絡せず、弾け飛ばなかった。

(3) トラッキング実験

トラッキングの放電現象が 1 秒ほど続き、放電時の回路に流れた電流値は 19A であった。

なお、火災再現実験セット電源部のブレーカーは動作せず、電源回路は切れなかった。また、放電現象が止まると同時に回路に流れる電流値は 0 となった。

6 実験考察

(1) 短絡実験 1

使用している短絡実験用電気コードは、直径が 0.18mm の素線を 30 本束ねたもので、状態①の電線コードの素線をバラバラに広げたよりも、状態②のより線状で一瞬接触させた方が、多く電流が流れた。これは、状態①では素線数本が接触しただけであり、状態②のより線状態で接触するよりも、接触面積が小さいため流れた電流が少なかったものと思われる。

また、状態①、状態②のどちらも、火災再現実験セット電源部のブレーカー（定格電流 20 A の漏電ブレーカー及び定格電流 15 A の安全ブレーカー）は動作せず電源回路は切れなかった。

これはブレーカーが、電気設備技術基準や J I S 規格に基づき製造されており、つまり動作基準として「定格電流の 100% で動作しないこと。」、また「定格電流が 30 A 以下のブレーカーの場合、定格電流の 200% 以下、すなわち定格電流 20 A の漏電ブレーカーでは 40 A 以下、定格電流 15 A の安全ブレーカーでは 30 A 以下の電流が流れた場合、2 分以内に動作すること。」、さらに「定格電流の 125% 以下、すなわち定格電流 20 A の漏電ブレーカーでは 25 A 以下、定格電流 15 A の安全ブレーカーでは 18 A 以下の電流が流れた場合は 60 分以内に動作すること。」となっていることから、どちらの状態についても回路に流れた電流がブレーカーの定格電流以下であったため、動作しなかったものと思われる。

なお、ブレーカーの動作については、定格電流以上でも電流が流れている時間が、基準時間以内であれば動作しないこと、また、その個別の機器特性や環境温度などの影響で、動作時間にばらつきが出ること、さらに、故障により動作しないこともあり注意を要する。

(2) 短絡実験 2

状態③の、素線をより線状にして半分程度ひねって緩く結線した状態では、電線コードの結線部が短絡し一瞬の間に弾け飛び、回路上の全てのブレーカーは動作せずに電源回路が切れた。これは結線部に大電流が流れ電流による発熱により、銅線の融点（1,086℃）に一瞬のうちに達して短絡するとともに、その熱エネルギーにより空気が急激に膨張し、その力で結線部が弾け飛び、全てのブレーカーが動作する前に電源回路が切れたものと推定される。

状態④の、素線をより線状にして 3 回程度ひねり固く結線した状態では、上記状態③のように結線部分は弾け飛ばず、火災再現実験セット電源部の漏電ブレーカーが白煙を若干出しながら、瞬時に動作し電源回路が切れた。

これは結線部分を固く、しっかりと結んだために、状態③に比べて結線部の接触面積が大きく、電気抵抗が少なくなり、電流による発熱速度が小さくなったことから、結線部が銅線の融点に達する前に、当該電源部の漏電ブレーカーのバイメタルが高温となり動作したと思われる。

状態③及び状態④両方とも、一瞬の間に、アナログ電流計の読みは最大計測レンジの 150 A 近くを示した。

すなわち、計器用変流器の変流比が $50/5=10$ であることから、 $150\text{ A} \times 10=1,500\text{ A}$ 近くの電流が一瞬の間に回路に流れたこととなる。

ここで、実際には最大どのくらいの電流が回路に流れたか、計算により推定してみる。

銅線の抵抗率を ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]、断面積を A [mm^2]、長さを L [m] とすると、銅線の抵抗値 R [Ω] は

$$R = \rho \times L / A$$

となる。

電気器具等の負荷が接続されていなく、ブレーカーの内部抵抗も無視することとし、銅線の抵抗率 ρ を $0.017\Omega\text{mm}^2/\text{m}$ とし、電気コードのみの抵抗を回路全体の抵抗値として計算する。

回路に使用されている 2 種類の電線のそれぞれの断面積と長さは、 0.75 mm^2 、 2.0 m 、及び 2.01 mm^2 、 6.2 m であることから、回路全体の抵抗値 R [Ω] は

$$R = 0.017 \times 2.0 / 0.75 + 0.017 \times 6.2 / 2.01 = 0.097 \Omega$$

交流回路のため電圧、電流は正弦波となり、電圧は $\sqrt{2} E \cdot \sin \omega t$ 、電流は $\sqrt{2} E / R \cdot \sin \omega t$ となる。ここで E は電圧 100 V、 ω は角周波数（北海道では 100π ）、 t は時刻（秒）である。

すなわち、交流回路の電流の最大値 i は、 $|\sin \omega t| \leq 1$ であることから

$$i = \sqrt{2} E / R \cdot \sin \omega t \leq \sqrt{2} \times 100 / 0.097 \times 1 = 1,457 \text{ A}$$

となり、1,500 A 近く流れた計測値と近い値となる。

(3) トラッキング実験

回路に流れた電流値は最大 19 A であり、短絡実験 2 で回路に流れた電流よりも非常に少ない電流値である。これはトラッキング発生部の抵抗値が大きいため流れた電流が小さかったと推察されるが、炎を伴った放電現象（アーク放電）が起き、しかも長く続くため火災となる危険が非常に高い放電現象である。

さらに、トラッキング現象に至る過程について述べる。長期間、コンセントにプラグを差し込んだ状態にしていると、プラグの周囲にホコリが溜まり、さらに湿気などがあると、プラグの刃の間にホコリを通して微弱な電流が流れ、微小な放電＝微小な短絡が繰り返される。すると、微小な放電による熱や酸化力の強いオゾンの発生により、プラスチックのプラグ表面が炭化し徐々に絶縁が劣化し、ついには絶縁破壊を起こし、炎を伴った放電現象（アーク放電）が起きる。特に、プラグが不完全に差し込まれた状態で放置すると、接触不良による発熱により絶縁破壊が助長され、発生の確率は一段と高くなるので注意を要する。

7 まとめ

今回の実験は、火災再現実験セットを用いて、短絡やトラッキングを発生させた時、どのぐらいの電流が流れるか、なぜブレーカーが動作しないのかを確認するため行ったものであり、この火災再現実験セットを使用し、短絡やトラッキングの実験をした場合の、一般的な電流値を確認でき、ブレーカーが動作しない理由も明らかになった。

また、一瞬軽く短絡させた場合、10 A に満たないことや、トラッキング発生時については 19 A 程度であることがわかった。特にトラッキングについては、炎を伴った放電にもかかわらず少ない電流値であった。

なお、札幌市消防科学研究所が行っている市民啓発講座は、札幌市において唯一実験を行っている講座であり、大変わかりやすく、市民からの講演要望が多いことから、消防局全体で取り組むため、火災再現実験セットを作製し、各消防署に配布したところ、好評を得て各署の予防行事等に利用された。その結果、市民啓発として、平成 22 年度（講演件数 85 件、市民参加人数 3,147 人）は、消防科学研究所のみで取り組んだ平成 21 年度（講演件数 22 件、842 人）の約 4 倍の実績をあげた。

【参考文献等】

- 1) 「J I S ハンドブック 電気 1993」 財団法人 日本規格協会
- 2) 「電気技術解説講座」 社団法人 日本電気技術者協会

水槽用ヒーターから出火した火災の原因調査と再現実験について

予防部予防課調査一係 ^{せのお} 妹尾 博信

札幌市消防科学研究所 吉永 直樹

1 実験概要

本事例は、夜間、無人の小学校で発生した火災で、水槽用ヒーターから出火し、水飲み場の壁及び収容物を焼損したものである。

関係者の供述から、当該水槽用ヒーターは、熱帯魚を飼育している水槽を清掃した後、1か月以上にわたって、同水槽を載せた木製棚と壁との隙間に、電源が入ったまま落ち込んだ状態で、放置されていた可能性が高く、また、現場の実況見分から木材の低温着火や配線の短絡などの原因が考えられたため、再現実験を実施して原因判定を行った。

2 実験日時等

日時：平成22年7月13日（火）、7月21日（水）

場所：札幌市消防学校 消防科学研究所 燃焼実験室・理化学実験室・開発実験室

3 出火時の状況

- (1) 覚知時間 23時04分
- (2) 出火場所 小学校2階水飲み場
- (3) 天候 晴れ、気温14℃、湿度74%
- (4) 施錠状況 無人、施錠有
- (5) 発見状況

発見及び通報者は、路線バスで帰宅中、車窓から小学校の窓に赤い炎が見えるのを発見し、2つ先の自宅付近の停留所で降車後、携帯電話から119番通報したものである。



【写真1】 小学校外観の状況

4 見分状況

写真2に示すように、壁は床際から扇状に黒色に変色し、床上10cm程の位置から、炎が立ち上がった様相であり、黒色に変色した範囲内には、水槽用ヒーターの器具付コードに沿って線状の白色に変色した跡が認められる。壁と木製棚背面の焼損箇所は、ほぼ一致している。

また、天井から下がるテーブルタップの差込口に、水槽用ヒーターの配線プラグが差し込まれている。水槽用ヒーター器具付コードは、芯線が露出しヒーター部本体付近で断線しており、断線箇所には電気痕が認められる。



【写真2】 水飲み場壁面等の焼損状況

写真3、4に示すように、木製棚は、背面及び内部が焼損しており、天板上部及び両側板外側に焼損は認められない。底板裏側は、一部炭化し崩れているが下方から火流を受けた様相は認められない。

また、天板上に置かれていた熱帯魚用の水槽は、破損した状態で床に認められるが、焼損は認められない。なお、天板等は、消防隊が窓から進入した際に破損している。

付近床の堆積物からは、焼損した水槽用ヒーターが発掘されている。



【写真3】 木製棚の復元（点線は水槽位置を示す）



【写真4】 木製棚底板裏側

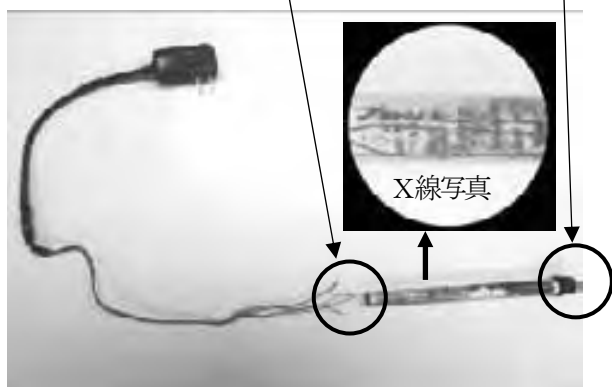
5 鑑識状況

写真5、6に水槽用ヒーターの焼損状況を示す。器具付コードは、配線被覆が一部焼失し芯線が露出、芯線はヒーター部本体付近で断線し、電気痕が認められる。セラミック管の表面は、斑に黒色に変色し、基板側のゴムキャップが焼失しているが、電熱線側のゴムキャップは残存している。

写真7にヒーター部本体のセラミック管を分解した状況を示す、内部は基板に焼損物が付着し、基板を格納しているセラミック管内側に黒色の変色が認められる。なお、管内部には絶縁砂が充填されている。



【写真5】 発掘されたヒーター（円内は電気痕）



【写真6】 水槽用ヒーターの焼損状況

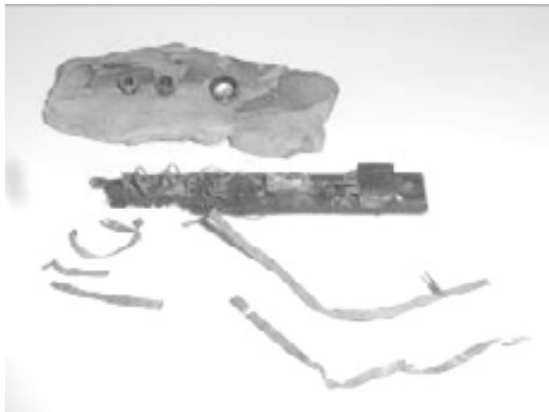


【写真7】 水槽用ヒーターの分解状況

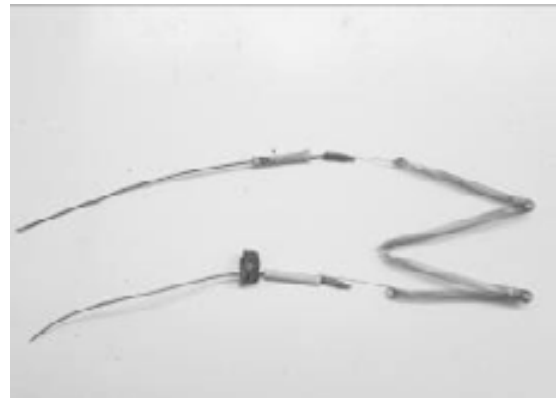
写真8に示すように、基板に付着した残焼物を取り除くと、基板は黒色に変色し、器具付コード側ほど変色が濃く、先端付近で一部基板が崩れている。また、基板に残存するコンデンサー及びI C回路等の電子部品は、ほぼ原形を留めており、コンデンサー内部を見分すると、煤は付着しているが、焼損は認められない。

写真9に示すように、電熱線を見分すると、電熱線及び配線に焼損は認められない。

なお、水槽用ヒーターは100V、101W、電子水温調節器付で、製造から14年が経過しており、水温調節器は28℃に設定されていた。



【写真8】 基板



【写真9】 電熱線

6 実況見分及び鑑識見分結果の考察

- (1) 壁の焼損状況から、水槽用ヒーターは、壁と木製棚との隙間の床上に落下していたと考えられること。
- (2) 木製棚の天板上部は、焼損が認められないことから、天板上に置かれた水槽の循環ポンプ等からの出火は考えにくいこと。
- (3) 木製棚の底板は、足が付いているため床との間に空間があり、また、電熱線側のゴムキャップがほぼ残存していることから、水槽用ヒーターが木製棚に接触し着火したとは考えにくいこと。
- (4) 水槽用ヒーターは、製造から14年が経過していること。
- (5) 関係者の供述から、水槽を清掃した後、1か月以上にわたって水槽用ヒーターが水槽外に置かれていた可能性が考えられること。
- (6) 水槽用ヒーター以外に火源となるものは、認められないこと。

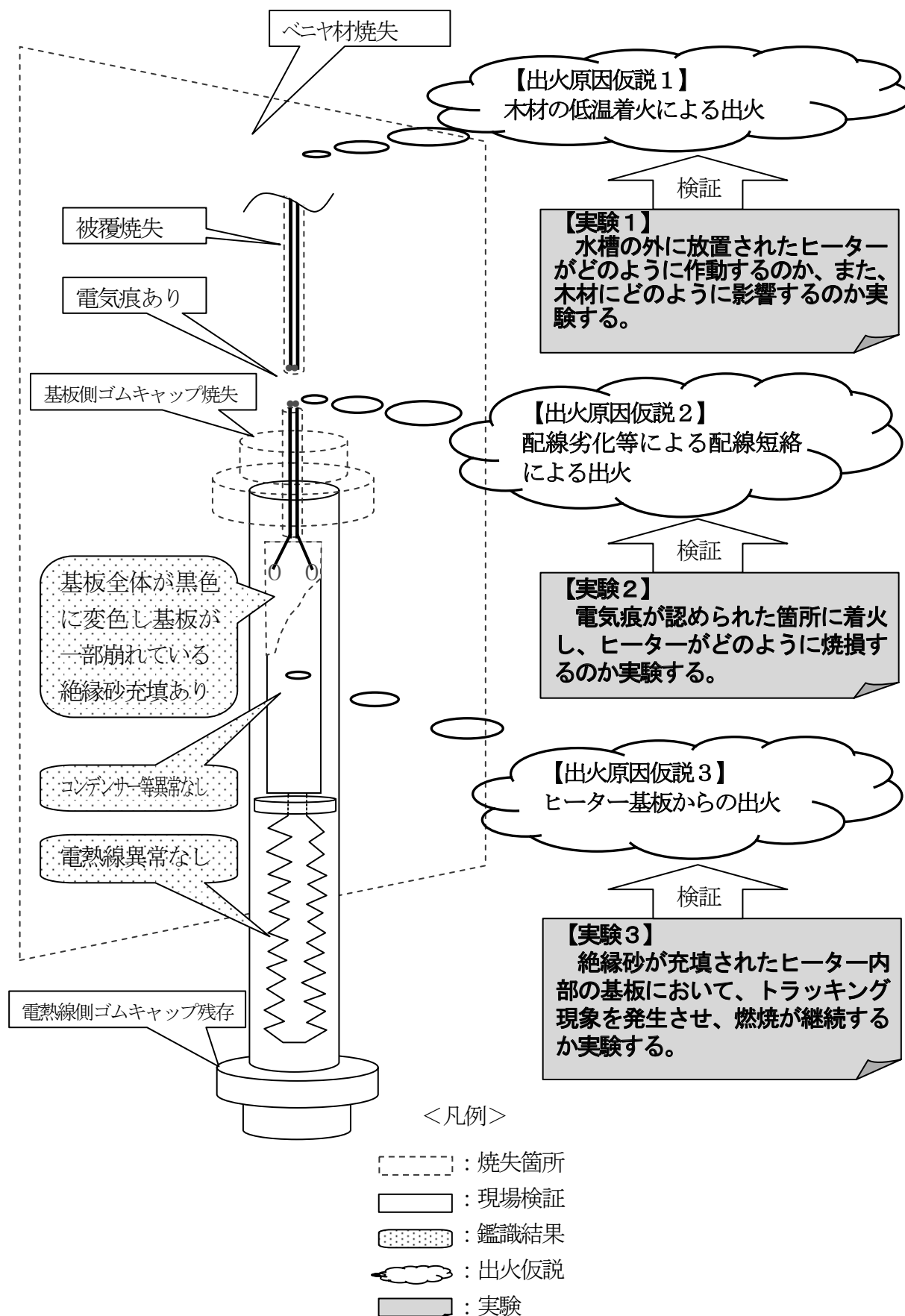
7 考えられる出火原因と再現実験方法

実況見分及び鑑識見分結果から、次の3つの出火原因が考えられる。

- (1) 木材（木製棚）の低温着火による出火
- (2) 器具付コードの短絡による出火
- (3) ヒーター基板からの出火

以上、考えられる出火原因を検証するため、次項、図1に示すとおり、それぞれに出火原因仮説をたて、実験1から実験3の再現実験を行った。

【図 1】 出火原因仮説と再現実験方法



8 実験結果

実験 1 から実験 3 までの、3 つの再現実験の結果を以下に示す。

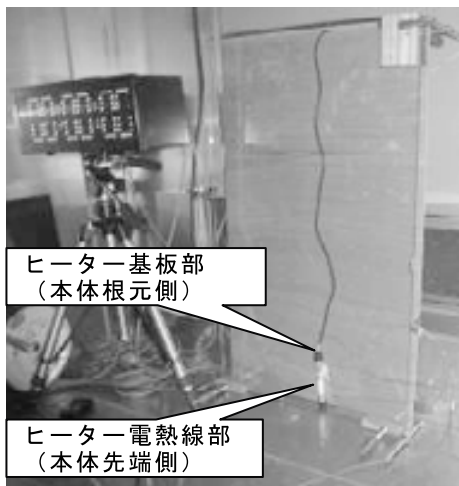
(1) 実験 1

消防科学研究所の恒温実験ユニット内において、ベニヤ材と耐熱ガラスの間に火災現場と同機能を有する水槽用ヒーター（100V、101W、自動水温設定 26℃、空焚き防止機能なし）を、写真 10 に示すとおり空气中に設置し、恒温実験ユニット内温度を火災発生時の推定建物内温度である 16℃に保ち、電源を入れ空焚き状態とし、ヒーター表面と直近のベニヤ材の温度を測定した。

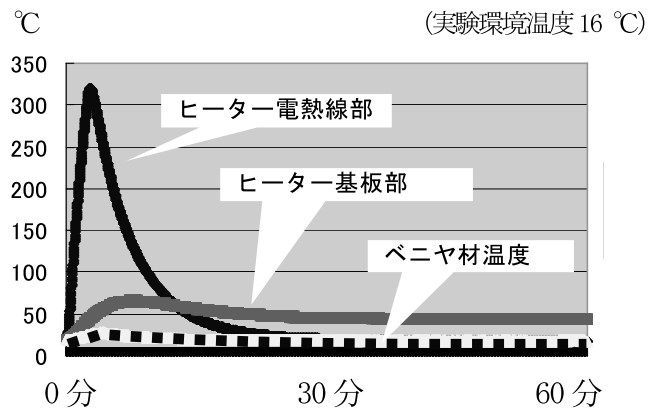
図 2 に示すとおり、電源を入れてから約 3 分でヒーター電熱線部は 320℃となったが、その時点で、26℃に水温設定されたヒーター基板部の温度センサーが働き、温度は下降を始めた。

温度センサーが再度設定温度以下になると電熱線部は再加熱することとなるが、ヒーター基板部の本体表面温度は 50℃付近を維持し続け、再加熱することはなかった。

なお、ベニヤ材の温度（ヒーター電熱線部との離隔距離 4mm）は、ヒーター電熱線部最高温度時に 25℃となったが、ヒーター電熱線部の温度降下とともに徐々に低下し 20℃付近で落ち着いた。



【写真 10】 実験 1 設定状況



【図 2】 ヒーター本体表面及び木材温度変化グラフ

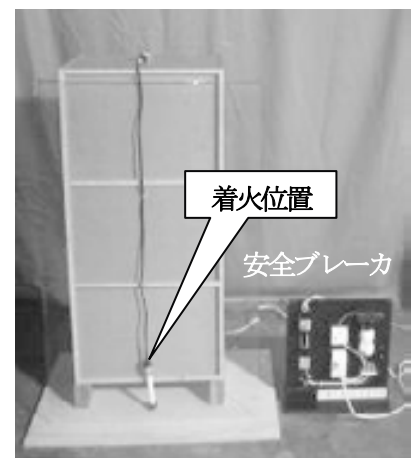
(2) 実験 2

カラーボックス背面に水槽用ヒーターを写真 11 に示すとおり設置し、火災現場で水槽用ヒーターに電気痕が認められた箇所周辺の器具付コードとカラーボックス背面のベニヤ材に着火して、焼損状況を観察した（燃焼時間 15 分）。

写真 12 から 14 に示すとおりカラーボックス背面のベニヤ材と器具付コードは上方に燃え上がり、着火位置下方のヒーター本体ゴムキャップに延焼した。ゴムキャップは燃焼継続性が強く、上方の配線沿いに炎が上がった。ゴムキャップは配線断線後も周囲の可燃物とともに燃焼を継続し着火約 4 分後には完全に焼失した。

なお、配線被覆のみでは燃焼継続性が低く、着火約 1 分後には、配線被覆の炎は消えた。

また、鎮火後のヒーターを見ると、写真 15、16 に示すとおり、火災現場のヒーターと類似した焼損状態となった。



【写真 11】 実験 2 設定状況



【写真12】 燃焼中



【写真13】 ゴムキャップ着火



【写真14】 断線後



【写真15】 実験後分解



【写真16】 実験後の基板及び電熱線

(3) 実験3

写真17 から19 に示すとおり、基板に配線を半田付けし、食塩水を滴下して強制的にトラッキング現象を起こしたところ、開放空間ではトラッキング現象を起こして燃え上がるが、絶縁砂を盛ってその上から食塩水を滴下すると、一瞬小規模な閃光を発するものの燃焼の継続は認められず、配線被覆の溶融も認められなかった。



【写真17】 実験基板



【写真18】 開放空間



【写真19】 絶縁砂中

また、ヒーター内部を想定して、写真 20 に示すとおり小瓶に絶縁砂を充填し、その中に基板を入れて電気を印加したところ、食塩水の滴下により小瓶の表面温度は 89℃まで上昇したが、トラッキング現象への発展及び発火は認められなかった。その後、水の蒸発とともに温度は下降した。



【写真 20】 小瓶内で実験

9 結論（原因判定）

実験 1 から実験 3 の再現実験結果から、低温着火及び基板からの出火は考えにくく、器具付コードの短絡が出火原因であると判定した。

10 まとめ

今回、実験 1 においては電熱線部の再加熱はなかったが、1 回限りの短時間の加熱であっても、空気中では高温となるため（実験 1 では、約 3 分で 320℃。）、可燃物と接触することによって火災化する危険がある。

また、温度環境や温度センサー部の故障等によっては、再加熱の繰り返し、あるいは、連続加熱をすることも考えられる。

さらに、自動水温設定機能及び空焚き防止機能が付いていない製品は、空気中で加熱が継続するため、火災危険が高い。

以上のことから、機会あるごとに取扱いに関する注意事項及び日常点検を喚起するとともに、全ての製品に空焚き防止機能及びヒーターカバーの設置等安全対策を講じることで、水槽用ヒーターに起因する火災を予防することができるものと考えられた。

ただし、空焚き防止機能については、温度ヒューズがセラミック管の中に発熱体とともに封入されており、さらに、絶縁材が充填されていることから、温度ヒューズに熱が伝わり、作動するまでに時間差が生じるため、注意する必要がある。

<予防啓発のポイント>

- ・ 水槽用ヒーターは、水中での使用を前提としており、空気中で高温となるため、清掃時の空気中への放置、水槽内の水の減少に注意する。
- ・ 配線の劣化、機器のひび割れ及び漏水といった点について日常点検を実施し、長期間使用の機器は買い換える。（使用期間は、各メーカーの取扱説明書等では概ね 1 年程度、海水では 6 か月程度と記載されている。）

情報提供

現場活動支援におけるクレゾール成分の検出について 特殊災害用分析装置と消防科学研究所分析装置の違い

札幌市消防科学研究所 小島 秀吉

1 はじめに

平成 22 年 8 月 4 日（水）、中央区内の 6 階建共同住宅、1 階玄関脇の靴洗い場流し付近で消毒液のような臭いがするという異臭騒ぎがあり、消防科学研究所も現場活動支援で出動した。

活動消防隊が靴洗い場流しの排水口付近の液体サンプル及び気体サンプルを採取し、それぞれを中央消防署特別高度救助隊が、自隊の資機材である、不明物質を特定する分析装置であり、液体及び固体を分析する



現場共同住宅玄関



玄関脇の靴洗い場流し

ハズマツト I D と、気体を分析するガス I D で分析した結果、ハズマツト I D では水、過酸化水素水、水酸化テトラプロピルアンモニウム、イソプロピルアルコール等が検出され、一方のガス I D では有毒ガス等の気体成分は検出されなかった。

しかしながら処理活動終了後も、靴洗い場流し付近では僅かながら消毒薬の様な臭いがする状況であったことから、消防科学研究所では、活動消防隊が気体サンプル捕集容器（以下、キャニスターという。）により採取した、排水口付近の気体サンプルを受け取り、消防科学研究所へ戻り、質量分析装置により分析したところ、2-メチルフェノールと 4-メチルフェノールを検出した。

これは、一頃、消毒薬や汲み取り式便所用のうじ虫殺しとして用いられた「クレゾール」の成分であり、このように、臭いの原因物質を特定し安全を確認できたことから、共同住宅居住者や付近住民に対して、不安を解消し「安心」を提供できたものである。

2 クレゾールとは

クレゾールは、文献で、「化学式 C_7H_8O 、分子量 108.14、^(注) C A S 登録番号 1319-77-3、で特徴的な薬品臭を持ち、2-メチルフェノール、3-メチルフェノール、4-メチルフェノールの 3 種類の構造異性体があり、純粋なものは無色であるが、空气中に放置すると酸化し淡黄色やピンク色になり腐食性があり、皮膚に触れた場合、ただちに大量の水と石鹼液で洗い流さなくてはならない。」とある。

消毒薬としては、3%水溶液がクレゾール石鹼液として使用され、また、オルトジクロルベンゼンとの混合液は汲み取り式便所用のうじ虫殺しとして用いられたが、特有の強い臭いや汲み取り式便所の減少のため、現在は、あまり用いられなくなっている。

3 消防科学研究所が保有する分析装置との違い

前述のとおり、なぜ、現場で採取した空気中のクレゾール成分を、消防科学研究所の質量分析装置のみで検出できたのか、中央消防署特別高度救助隊が装備するガス I D 及びハズマツト I D と、消防科学研究所が保有する質量分析装置との違いから説明する。

最初に、消防科学研究所が保有する質量分析装置は、気体や液体の不明物質を特定することができ、普段は有毒ガス物質の分析のため、気体分析専用仕様で待機し、中央消防署特別高度救助隊が装備するガス I D と同様に、特殊災害時における不明気体物質の分析に用いている。

この質量分析装置は、ガス I D やハズマツト I D と分析の原理が異なり、図 1 にその概念を示す。質量分析装置は電氣的に不明物質を分解し、分解された物質成分を直接検出し特定する。その特定された分解物質成分が物質の種類で決まっているため、不明物質を特定できる。

しかしながら、ガス I D 及びハズマツト I D は、図 2 に示すように、赤外線を、連続的に波長を変化させながら不明物質に当てたとき、吸収される赤外線の波長が、物質の種類で決まっていることから、不明物質を特定するが、質量分析装置のように物質成分を直接検出するのではなく、赤外線の吸収という間接的な変化を検出するため、一般的に質量分析装置に比べ不明物質の濃度が低いと、不明物質を特定できない。

表 1 の性能比較に示すとおり、ガス I D は 10ppm から、質量分析装置は 0.01ppm からと最小分析濃度に大きな差がある。すなわち質量分析装置はガス I D より「1,000 倍、鼻が利く。」ということになる。また、検出できる物質のデータ数、すなわちライブラリー数も、ガス I D の約 20 倍の 107,000 件であり、より多くの不明物質を特定することが可能である。

ところで、消防科学研究所が保有する分析装置にフーリエ赤外分光光度計（以下、F T - I R という。）というものがある。分析の原理はハズマツト I D 及びガス I D と同様、赤外線を不明物質に当て、その吸収される赤外線の波長から、不明物質を特定する装置であるが、固体分析専用仕様であるため、ハズマツト I D のように固体と液体の両方は分析できない。

表 1 に示すとおり、ハズマツト I D に比べ、ライブラリー数は 0.8 倍と少ないが、波長の分解能が 8 倍であることから、最小分析濃度も 1.25ppm と 8 倍あり、高感度な分析が可能である。

ここで分解能について、図 3、図 4、図 5 により、その概念を説明する。つまり、赤外線を物質にあてると、その吸収される波長ごとについて吸収スペクトルという波形が得られる。その波形の吸収される波長の各ピークを検出するための、「物差しの最小目盛」にあたるのが分解能で、目



ガス I D



ハズマツト I D



消防科学研究所質量分析装置



消防科学研究所 F T - I R

盛が小さければ小さいほど、細かなピークを探し出すことができる。

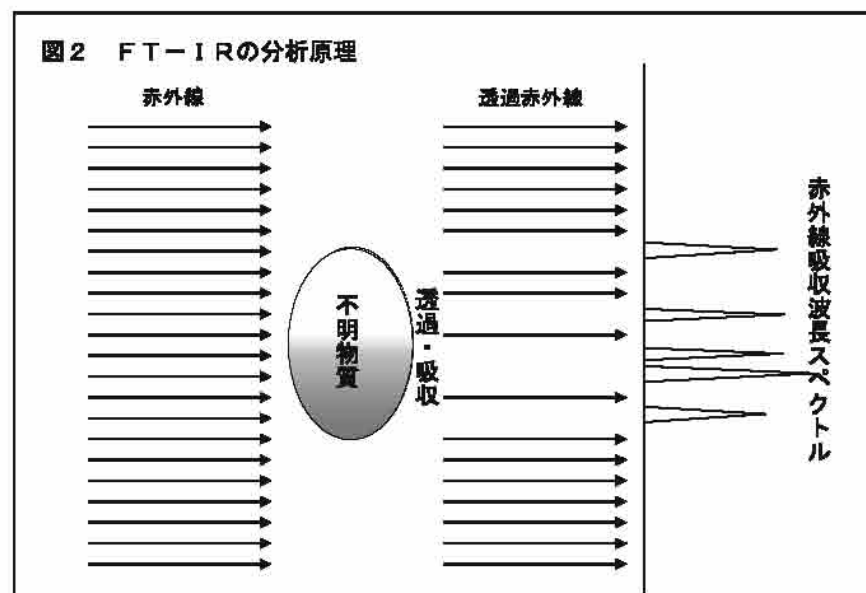
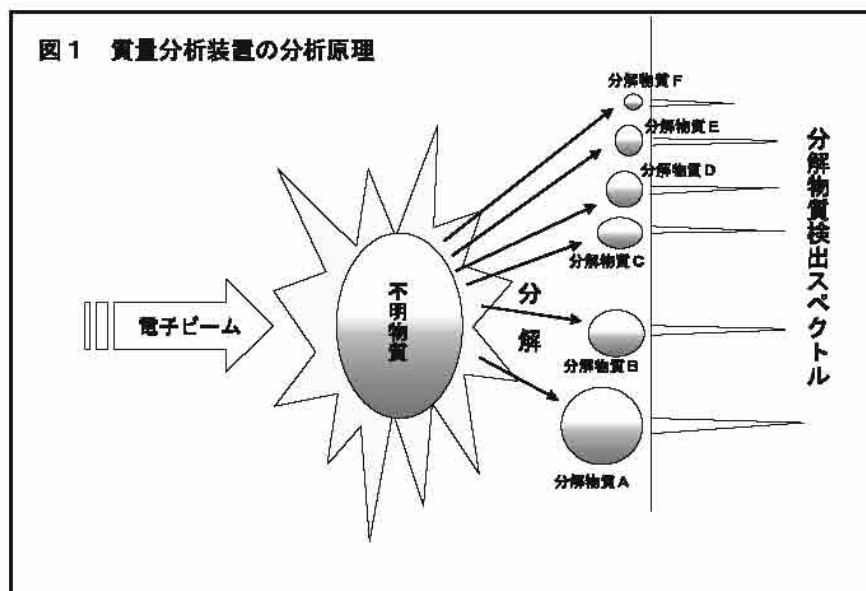


表 1 性能比較

	最小分析濃度	検出物質の数 (ライブラリー数)		波 長 分解能	最小分析濃度	検出物質の数 (ライブラリー数)
質量分析装置 気体専用仕様 (研究所)	0.01ppm	107,000	FT-IR 固体専用仕様 (研究所)	0.5cm	1.25ppm	12,930
ガスID (中央救助隊)	10ppm	5,500	ハズマットID (中央救助隊)	4.0cm	10ppm	16,400
感 度	1,000 倍	20 倍	感 度	8 倍	8 倍	0.8 倍

分解能についての説明

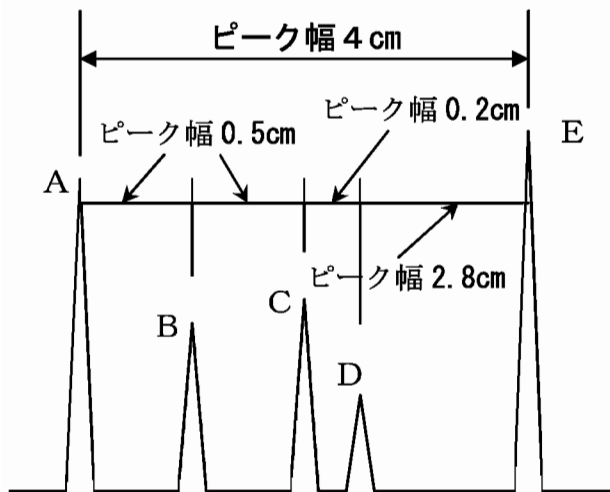


図3 ある物質の実際の吸収スペクトル

図3：ある物質の実際の吸収スペクトルを図のようにA、B、C、D、Eの5つの波長ピークがあると仮定し、各ピークとピークとの間の幅を、左から0.5cm、0.5cm、0.2cm、2.8cmとする。

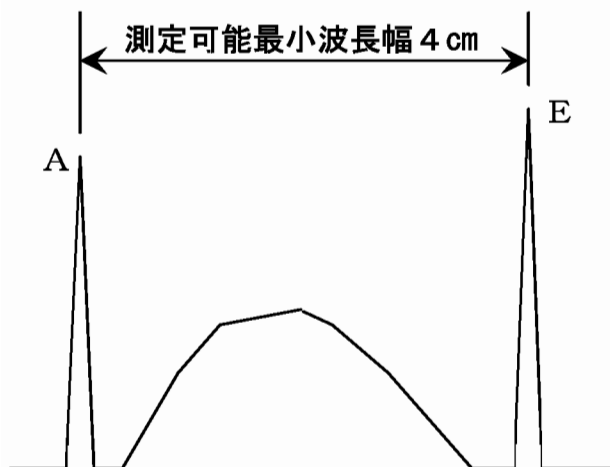


図4 ハズマットIDが検出した吸収スペクトル

図4：表1に示すとおり、ハズマットIDの分解能が4cm（測定可能最小波長幅は4cm：最小目盛の幅が4cm）であることから、図3に示すB、C、Dのピークは区別できず、図のような波形の吸収スペクトルとなり、AとEのピークしか検出できない。よってB、C、Dのピークが検出されなければ判別できない物質については特定できない。

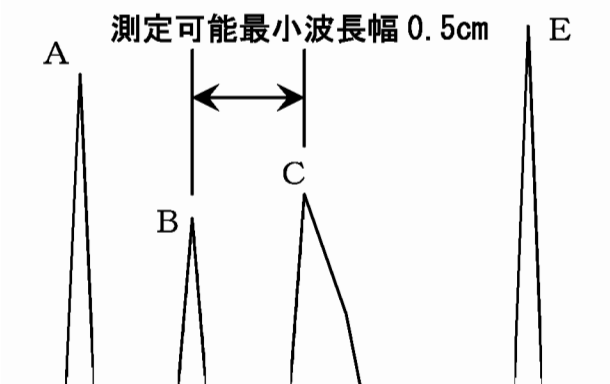


図5 FT-IRが検出した吸収スペクトル

図5：表1に示すとおり、FT-IRの分解能が0.5cm（測定可能最小波長幅は0.5cm：最小目盛の幅が0.5cm）であることから、図3に示すDのピークは区別できず、図のような波形のスペクトルとなり、A、B、C、Eのピークが検出でき、ハズマットIDに比べて物質を特定する情報が倍に増え、より多くの物質を特定できることになる。

4 おわりに

災害時に携帯して現場で使用することを目的として、コンパクトで使い易さと耐久性を兼ね備えたガス I D やハズマツト I D と、消防科学研究所で保有する分析装置の性能の差は当然といえるが、消防科学研究所の分析装置は性能が良くても、現場に持ち込みができないという事情があることから、不明物質のサンプルを消防科学研究所に持ち込み分析することになる。

このため、今回の事例のように、消防科学研究所員が現場に到着する前に、活動消防隊により不明物質のサンプルを採取してもらうことが必要となる。

サンプルが液体又は固体の場合は収去瓶等で、気体の場合はキャニスターで採取することとなり、キャニスターは中央特別高度救助隊、北高度救助隊、豊平高度救助隊、予防部予防課調査係及び消防科学研究所に配置している。

現在、消防科学研究所では、特殊災害時において、気体の不明物質は質量分析装置で、固体の不明物質は F T - I R で分析する体制をとっている。

気体の不明物質については、多くの物が目に見えなく、拡散性も高く、もし有毒な気体であれば、液体や固体の不明物質に比べ、非常に早く被害が拡大する可能性があることから、早急に原因となる不明物質を特定し、被害の軽減を図る必要がある。

そこで、気体の不明物質に対し迅速な分析をするため、質量分析装置を気体分析専用仕様として、普段から運用しており、不明気体物質のサンプルをかけてから 30 分から 1 時間以内で速報が出せる体制をとっている。

なお、液体の不明物質については、上述の質量分析装置を気体分析専用仕様から液体分析仕様に変更してから成分鑑定をしているが、この変更作業に 1 日ほどかかるため、将来的には液体分析仕様の質量分析装置も導入し、迅速な分析体制を整備することが望まれるところである。

(注)：化学物質を特定分類するため、アメリカ化学学会が発行している最大 10 桁の番号。

【参考文献】

- 1) 錦田晃一、西尾悦雄 著 「チャートで見る F T - I R」 講談社
- 2) 「消防科学研究所報 2006 No.13」 札幌市消防科学研究所

メタンガスが発生した現場における活動支援について

災害現場におけるメタンガスの検知方法

札幌市消防科学研究所 小島 秀吉

1 はじめに

平成 22 年 9 月 22 日（水）、白石区内の建設工事現場において、地質調査のためのボーリング作業中に、地中からボーリング孔を通りガスが発生するという事案があり、消防科学研究所も現場活動支援で出動した。

発生場所は、畑地で携帯電話の中継アンテナの建設現場であり、ボーリング孔が 19m の深さに達したときに、地下からガスが湧き上がってきたものである。

現場に到着した消防隊、救助隊の有毒ガス検知器により、最高で、*¹ 爆発下限界の 30% の濃度（30%LEL）の可燃性ガスが検知された。さらにガスの種類を特定するため、救助隊が装備する検知管式のガス検知器で測定を試みたが、特定できなく、消防科学研究所が装備する携帯型識別機能付ガス検知器によりメタンガス（以下、メタンという。）であることを確認できたものである。



写真1 現場周囲の状況



写真2 ボーリング装置の状況

*1: 爆発下限界（**Lower Explosive Limit**）とは可燃性ガスが空気と混合し、着火により爆発を起こす最低濃度を示し、その略語を **LEL** という。また、**%LEL** とは、可燃性ガスの爆発下限界を 100 として、可燃性ガスの濃度を 100 分の 1 の単位で表したものであり、したがって、メタンが 30%LEL 検知されたということは、メタンの爆発下限界は 5.3% であることから、爆発下限界 5.3% の 30%、つまり濃度 1.6% のメタンが検知されたことになる。

2 活動支援の概要

郊外の工事現場におけるボーリング作業中のガス発生事故であり、付近にガス管の埋設はなく、また、先着消防隊が可燃性ガスを検知していること、さらに現場付近には畑地が広がっており、場所的に泥炭層の地質であることから、メタンの発生が予測された。

ガスの発生状況は、灰色の泥水で満たされた直径約 30cm のボーリング孔から、無色無臭のガスが気泡となって発生していた。携帯型識別機能付ガス検知器（COSMOS XP-304id）により検知したところメタンを検知し、その濃度は 17%LEL ほどであった（写真 3、4、5 参照）。

また、気体サンプル捕集容器（キャニスター）で採取されたガスを消防科学研究所のメタン専用ガスクロマトグラフィー装置（Agilent 6890 GC System）で分析したところメタンを検出した。

なお、この災害において、負傷者の発生はなく、メタンについては、工事関係者が、ボーリング孔にセメントを投入し、孔を塞いで発生を止めたものである。



写真3 ボーリング孔の状況

3 メタンガスについて

メタン(methane)は、炭素原子 1 個に水素原子 4 個が結合した分子で、最も単純な構造の炭化水素であり、化学式は CH_4 、分子量は 16 で、沼気（しょうき）と呼ばれる。分子構造は炭素が中心に位置する正四面体構造をとり、*2 C A S 登録番号は [74-82-8] である。

常温、常圧で無色、無臭の気体であり、人に対する毒性はない。融点は $-183\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、沸点は $-162\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、爆発下限界は 5.3% で、比重は 0.555 であり空気より軽く、天然ガスとして地球上に多く存在し、燃料ガスとして用いられている。塩素ガスとの混合気は直射日光にさらされると発火する。

ここでメタンの爆発下限界が 5.3% であることから、前述の当研究所が検知した 17%LEL を、濃度に換算すると、 $5.3\% \times 0.17 = 0.9\%$ のメタン濃度となる。

沼地などで植物セルロース（繊維）が、メタン発生菌により土中で分解され発生するが、草食動物の植物消化過程や糞尿でも発生している。また、産業廃棄物の中の木材が水でぬれ、腐食が進むと発生し、特に屋外に大量に積み上げられた瓦礫中に木材が多くあると、降雨の後に発生して自然に発火することがある。

*2：化学物質を特定分類するため、アメリカ化学学会が発行している最大 10 桁の番号。



写真4 ガス検知の状況



写真5 メタンガスの検知状況

4 おわりに

札幌市消防局が保有している、メタンを特定する検知器及び分析装置については、中央消防署特別高度救助隊が装備するガス I D、消防科学研究所が持っている携帯型識別機能付ガス検知器とメタン専用ガスクロマトグラフ分析装置がある。

消防科学研究所の装置の概略について説明すると、携帯型識別機能付ガス検知器は酸素、メタン、都市ガス（13A）、液化石油ガス及びその他の可燃性ガスについて識別ができ、それぞれの空気中

の体積濃度、または爆発下限界に対する濃度割合（%LEL）を測定することが可能であり、軽量コンパクトであるため災害現場に携行し使用できる装置である。また、メタン専用ガスクロマトグラフ分析装置は、メタンを迅速に検出するために設定されたガスクロマトグラフ分析装置である。

なお、消防科学研究所の質量分析装置については、分子量が 40 以下のガスについては空気中の窒素、酸素、二酸化炭素に干渉されるため、分子量 16 のメタンは同装置では分析が難しい。

ところで、消防隊等に装備されている可燃性ガス測定器は、一酸化炭素、硫化水素、可燃性ガスの 3 種類について検知が可能であるが、可燃性ガス、すなわち炭化水素ガスについては、%LEL 表示であり爆発下限界の何パーセントの濃度であるかを測定表示するだけであり、どのような種類の炭化水素ガスであるか識別はできないことから、メタンの特定はできない。

さらに、各消防署救助隊に装備されている検知管式のガス測定装置については、

- ・メタンは組成的に安定していることから、反応して変色する試薬がない。
- ・試薬と反応時、熱を発生しやすく発火や破裂の危険性がある。

以上 2 つの理由で、メタン用の検知管は製品化されていないことから、各救助隊が装備する検知管式のガス検知器（ガステック及びアキュロポンプ）では、メタンの検知及び特定はできないので注意を要する。

家庭に潜む火災危険、意外と多い電気火災

札幌市消防科学研究所 小島 秀吉

予防部予防課調査一係 合田 仁

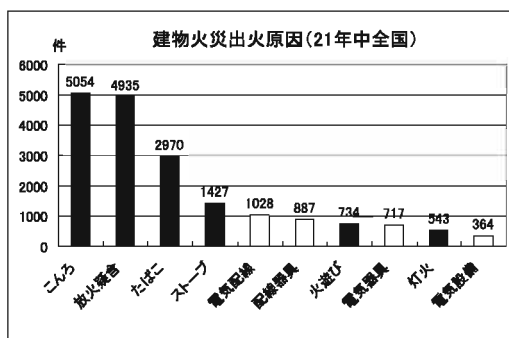
1 はじめに

消防科学研究所では、市民に対して、家庭に潜む火災の危険性について啓発するために、出前講座や庁舎見学などにおいて、火災再現実験セットを使用し、電気火災についての実験を行っているが、家庭における電気に起因する火災の件数や原因の実態、及び、発生原理や防止方法などについて、あまり知られていないことから、ここに紹介する。

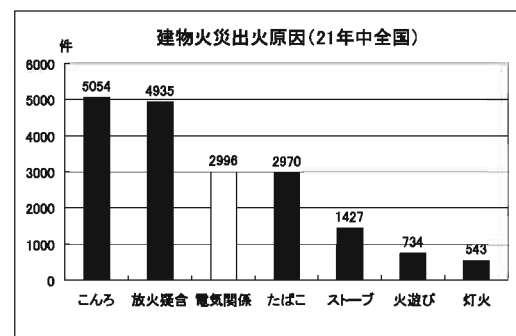
2 電気火災の実態

平成21年中の全国の火災件数は51,139件で、このうち建物火災は28,372件であり、火災全体の55.4%を占めている。

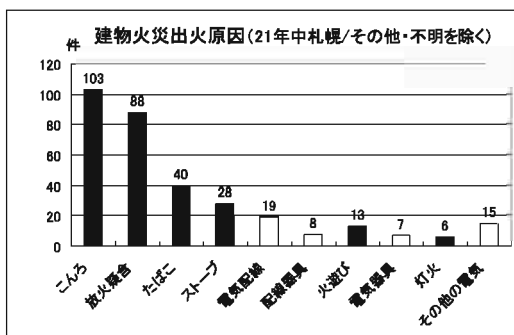
建物火災の主な出火原因としては、上位からコンロ、放火（疑いを含む）、たばこ、ストーブ、電気配線、配線器具、火遊び、電気機器、灯火、電気装置と続くが、電気に関係する項目である電気配線、配線器具、電気機器、電気装置のそれぞれの件数を合計して電気火災の件数とすると、たばこを抜いて3番目となる（グラフ1、グラフ2）。同様に、札幌市でもコンロ、放火（疑いを含む）に続いて3番目にランキングされている（グラフ3、グラフ4）。



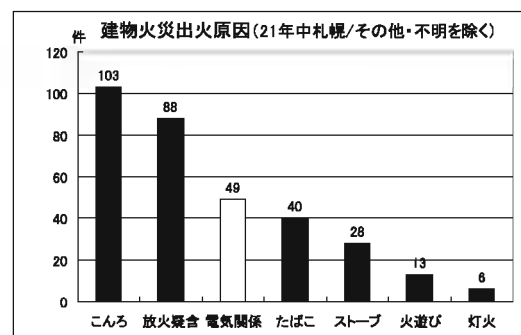
グラフ1



グラフ2



グラフ3



グラフ4

火災統計では、電気に関係する項目である、電気配線、配線器具、電気機器、電気装置について各項目別に集計されていることから、コンロ、放火、たばこ、ストーブと比較して少ないように見えるが、電気に関係する項目をまとめると意外と多いことが分かる(グラフ2、グラフ4)。

平成21年の全国の建物火災のうち2,996件、約1割が電気火災であり、その内訳としては、発火源別、つまり「何から出火したか」ということで見ると、最も多いのが屋内配線、延長コード、電気器具の電源コード等の「電気配線」からの出火で1,028件、以下、コンセント、遮断器、分配器等の「配線器具」からの887件、テレビ、冷蔵庫、洗濯機等の「電気機器」からの717件、モーター、変圧器等の「電気装置」からの364件、となっている。

また、経過別、つまり「どのような原因・理由で出火したか」ということで見ると、「短絡(以下、ショートという。)」が686件で最も多く、以下、「接触部の過熱」が253件、「スパーク」が182件、「絶縁劣化」が166件、「半断線」が159件、「その他」が1,186件である。

札幌市でも、平成21年中に建物火災が396件発生しており、そのうち49件が電気火災であり、発火源別で見ると、最も多いのが屋内配線、延長コード、電気器具の電源コード等の「電気配線」からの出火で19件、以下、コンセント、遮断器、分配器等の「配線器具」からの8件、テレビ、冷蔵庫、洗濯機等の「電気機器」からの7件、モーター、変圧器等の「電気装置」からの2件、電気ヒーター、白熱電球等の「その他の電気」からの13件となっている。

さらに経過別では、「ショート」が19件で全国と同様で最も多く、以下、「トラッキング」が4件、「半断線」が4件、「漏電」が3件、「スパーク」が2件、「接触部の過熱」が1件、「その他」が16件である。

このように、電気火災は、どこの家庭にもある延長コードやコンセントなどの、電気配線や配線器具からの出火が多く、その原因としては、ショートによるものが、最も多いことが分かる。

3 電気火災の主な発生原理と防止方法

写真1に示すとおり、普通、電気コードは、細い銅線を何本もより合わせ1本の芯線とし、これら2本を塩化ビニールで絶縁被覆した構造になっており、電流が流れることによって、熱が少なからずとも発生するが、普通は、速やかに空气中に放熱されて電気コードは熱くはならない。

ところが、消費電力の高い電気器具を使用することで大電流を流したり、たこ足配線により、複数の電気器具を使用することで、許容以上の電流を流すと、電気コードは異常に発熱する。

また、コンセントから電源プラグを抜くときに、プラグを持たないで、電気コードを引っ張ると、プラグの付け根部分の細い銅線が少しずつ切れて、電気の通り道が狭くなる「半断線」という状態になり、その部分で電気抵抗が増して異常に発熱する。このほかにも、電気コードが家具の下敷きになっている場合や、電気器具の電源コードを折り曲げて使用している場合などによっても、半断線は起きる。

このように、異常に発熱した状態で、電気コードを使用していると、塩化ビニールの絶縁被覆が溶けたりして、絶縁が破壊され、2本の芯線が接触しショートが起こり、発生した火花で、周りの



写真1 電気コード

可燃物に着火すれば、火災となる。

他に発熱する原因として、「え！まさか」という事例を紹介する。それは、「束ねた電気コード」からの出火である。

近年、家庭において様々な電気製品が多数普及し、テーブルタップを使用することが多くなっているが、テーブルタップの電気コードが長い場合、電気コードを束ねて部屋の隅やテレビ、家具等の陰に、目立たないように置かれ、「周りには“綿埃“」ということがあるかと思われる。

そこで、束ねた電気コードから、なぜ火災になるかという、長い電気コードを折り曲げ束ねたまま使用すると、電気コードの熱が空气中に逃げることができなくなり、束の中に溜まっていく。そして、異常に発熱した状態の中で、塩化ビニールの絶縁被覆が溶け、ショートが起こり火花を発生し、周囲の綿埃などに火がつき火災となる（写真2、写真3）。

このことから、テーブルタップは、適切な長さの電気コードのものを使用し、束ねた状態では使わないこと、また、布団の下にするなど、蓄熱するような状況での使用も危険である。

それから、テーブルタップで電気ストーブやホットプレートのような消費電力の高い電気機器を使用する場合、消費電力がテーブルタップの許容電力以内であっても、電源プラグが差込まれている部分が発熱し、その周囲の樹脂を徐々に炭化させるなど、危険な状態になることがある（写真4）。

このような危険性がある電気機器の取扱説明書には、「直接コンセントから電源を取ること」などの注意事項が書かれており、電気機器を購入したときは使用前に、取扱説明書の使用上の注意事項に必ず目を通し、確認することが重要である。

電気コードのショートによる火災を防ぐためのポイントは、以下のとおりである。

- ・大きな電流や許容以上の電流を流さない。
- ・踏みつけたり、家具の下敷きにしない。
- ・無理に折り曲げたり、引っ張ったり、束ねたりしない。
- ・埃や水などがかかるような、劣悪な環境下で使用しない。
- ・電気機器を初めて使用するときは、必ず取扱説明書の使用上の注意事項をよく読む。

ところで、電気火災の原因として、「トラッキング」という現象がある。

冷蔵庫や家具などの裏にあり、ふだん目に付きづらく、掃除がしづらい、埃の溜まりやすいコンセントにおいて、コンセントとプラグとの隙間に徐々に埃が溜まり、この埃が湿気を招き、長期間、時間の経過とともに、プラグの電極の間で、小さな放電が繰り返されることにより、プラグ表面の一部が徐々に炭化し、ある時、その炭化した部分で、炎を伴った放電が発生して火災にな



写真2 ショートの瞬間



写真3 綿埃に着火



写真4 差込部の状況

るもので、特に台所や洗面所のような、湿気の多い所で発生しやすい現象である（写真5）。

なお、トラッキングは、コンセントに接続されている電機機器の電源スイッチが切られていても、発生するので注意しなければならない。

トラッキングを防ぐためには、年に1、2回、大掃除の時にでも掃除をして、コンセントとプラグの間に埃などがいないかを点検し、もし、プラグの電極の間が変色している場合は、トラッキング現象が発生する可能性があるので、早急に取り替えるなどの措置を行うこと。



写真5 トラッキング放電

4 おわりに

一般に、建物火災の主な出火原因としてコンロ、放火、たばこが知られているところであるが、火災統計において、電気に関係する項目件数を合計し、電気火災の件数とすると、たばこを抜いて3番目となり、電気が原因となる建物火災が意外と多いこと、また、電気火災は、どこの家庭にもある延長コードやコンセントなどの、電気配線や配線器具からの出火が多く、その原因としては、ショートによるものが、最も多いことが分かった。

近年、便利で火災に対しても安全であると言われ、オール電化住宅の普及が進んでいる。確かに、火を使わず電気を使用するため、裸火を使うストーブやコンロなどに比べ、安全かもしれないが、使い方によっては思わぬ落とし穴があることを忘れてはならない。

また、IHヒーターなど電気を使う調理器具や暖房器具は、炎が出ないことから、つい油断しがちであるが、火傷の危険や近くに可燃物等があれば、火災の危険があることを認識すべきである。

以上、述べた内容を、是非、各消防署において、予防行事における市民啓発や職員の研修などに、活用していただければ幸いである。

【参考文献等】

- 1) 「平成21年度版 消防白書ホームページ」 総務省消防庁
- 2) 東京消防庁 監修 「新火災調査教本 第3巻 電気火災編」 財団法人 東京防災指導協会

平成 22 年度職員提案制度における秀賞受賞作品について

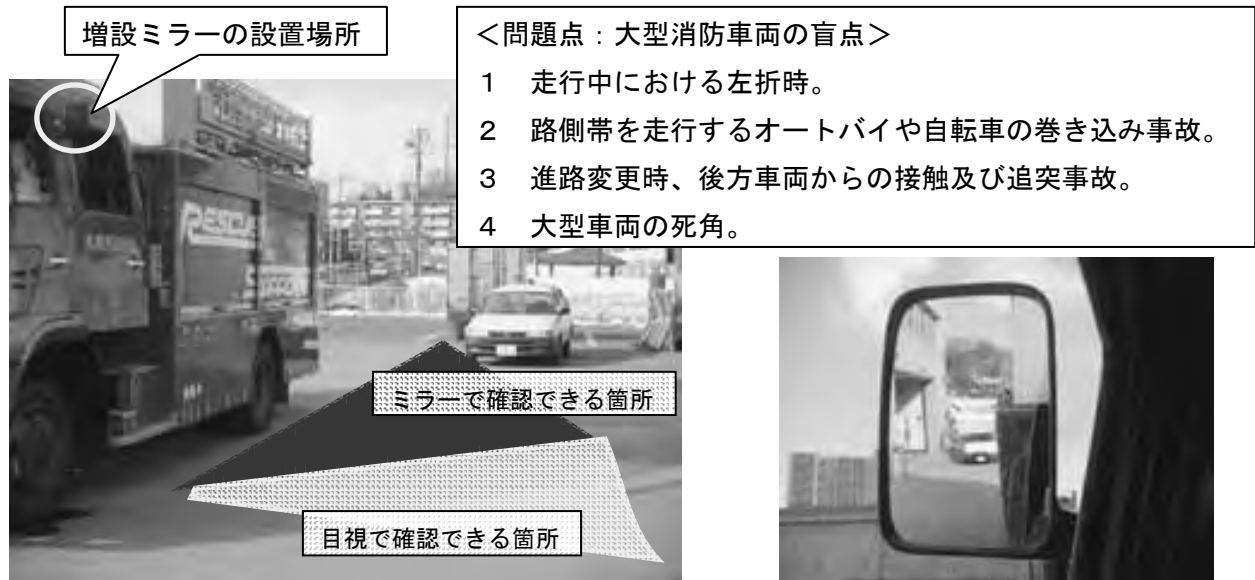
札幌市消防科学研究所 吉永 直樹

平成 22 年度の札幌市消防職員提案は、斬新で様々な工夫を凝らした全 8 件の提案を受理いたしました。厳正な審査の結果、秀賞 6 件及び努力賞 2 件という結果となり、秀賞に輝いた 6 件に対し、消防局長より表彰状が授与されております。

この度、秀賞を受賞した提案についてその概要を紹介いたします。

1 消防車の補助後写鏡（バックミラー）の設置

キャビン後方の隊員席と運転席及び隊長席の間の 2 ヶ所に補助の後写鏡（バックミラー）を設置し後方の確認を容易にすることを提案した。



＜補助の後写鏡の設置効果＞

- 1 降車時、後方車両の接近状況が確認でき、安全に下車できる。
- 2 降車時、歩道の歩行者状況が確認でき、事故を未然に防ぐことができる。
- 3 狭隘路での後方確認が容易である。
- 4 緊急走行時、各隊員が装備及び空気呼吸器を車内で装着中でも、後方の確認が容易にできる。

2 ホースを利用した方向識別表示

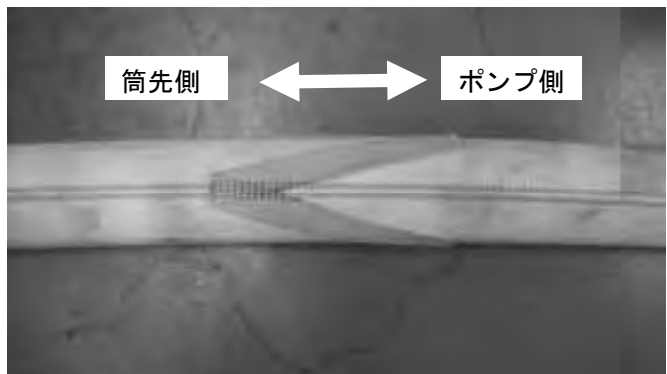
ホースに方向識別標示をつけ、濃煙中での隊員の脱出方向を示すことを提案した。

＜問題点：延長ホースによる濃煙内からの脱出＞

濃煙内での活動においては、隊員が脱出方向を見失うことのないように、進入管理員を配置し、確保ロープを設定の後に進入するか、若しくは、延長ホースに自己確保を設定し、進入及び脱出、または緊急時の脱出を行っているが、現場においては建物規模等により、必ずしも確保ロープ等を設定しないこともあり、設定したとしても不完全要素が重なれば、確保や管槍からも完全に離れてしまい、煙にあおられるなど不測の場合に、脱出手段、脱出方向を見失うことも考えられる。

＜標示の設置方法＞

- 1 廃棄ホースを V 字に切り抜いたものを積載ホースに貼り付ける。
- 2 表示間隔は 1.7m 程度とする。
- 3 矢印方向は筒先側に向ける。
- 4 目立つように蛍光色等の塗料で着色する。



＜方向識別標示の設置効果＞

- 1 取り付ける間隔を 1.7m 程度にすることでその場から移動することなく、方向を判断でき、空気・体力を無駄に消耗することなく迅速に脱出できる。【写真 1】
- 2 凹凸がついているため、濃煙等視界不良の環境においても触手で方向判断できる。【写真 2】
- 4 濃煙内での活動時、緊急を要する事態が発生した際に退出路を迅速に判断できる。
- 5 濃煙内で活動する隊員の精神的負担軽減と貴重な空気、体力消耗の軽減が図られる。



【写真 1】



【写真 2】

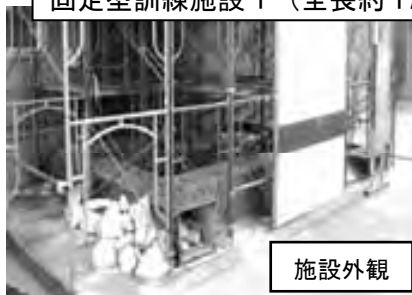
3 狭隘閉鎖空間における訓練施設の整備について

「都市型捜索救助～USAR」に取り組む上で従来の訓練施設では要救助者の捜索や狭隘空間での活動等、施設面から訓練の実施には限界があることから、日常的に使用できる狭隘空間訓練施設の整備について提案した。

<問題点：狭隘空間訓練施設の確保>

大規模地震災害やＪＲ西日本福知山線脱線事故などの事故事例から、倒壊家屋や事故車両内など狭隘閉鎖空間での捜索救出救護活動が重要であるのは誰もが認識しているところであるが、そのような災害対応を想定した訓練施設は自分たちの身近にはなく、倒壊した家屋等を想定したファイバースコープ、音響探知機などのサーチ活動、狭隘空間での救出、救護活動等、現実に近い訓練の実施には限界がある。

固定型訓練施設 1（全長約 17m 開口部 H55cm×W70cm 通路内最高高 80cm 最低高 35cm）



施設外観



施設内部



訓練中の様子

固定型訓練施設 2（全長約 7m 開口部 H70cm×W29cm 通路内最高高 70cm 最低高 70cm）



施設外観



施設内部



訓練中の様子

移動訓練施設（全長約 15m 開口部 H80cm×W80cm 通路内最高高 80cm 最低高 44cm）



施設外観（収納した状態）



施設外観（連結した状態）



訓練中の様子

<整備の効果>

- 1 閉鎖空間内での捜索救助活動訓練施設を整備することにより、大規模災害に対する救助活動技術及び能力の向上が図られる。
- 2 移動訓練施設については分割式となっていることから、組合せにより何通りものバリエーションを設定することが可能となる。
- 3 車庫内等の屋内に設定することにより季節や天候を選ぶことなく、訓練が可能になる。

4 ホースカーの携帯敷板の開発について

ホースカーを効率良く運用するため、敷板を作成してホースカー本体に取り付けることを提案した。

<問題点：歩道縁石等の乗り越えが困難>

平成 20 年度に配置された水槽車積載のホースカーは、従前に比べ軽量・小型化されており、1 台のホースカーを 1 人で搬送できることが特長である。しかしながら、従来のホースカーよりもタイヤ径を大幅に小径化したため、ホースカー使用時（延長時）の歩道縁石や火災現場等で散乱している通水済みのホースを乗り越えることが難しく、延長員が苦慮している。

<歩道の縁石>



タイヤ半径以上の高さがあるので乗り越えられない



携帯敷板使用

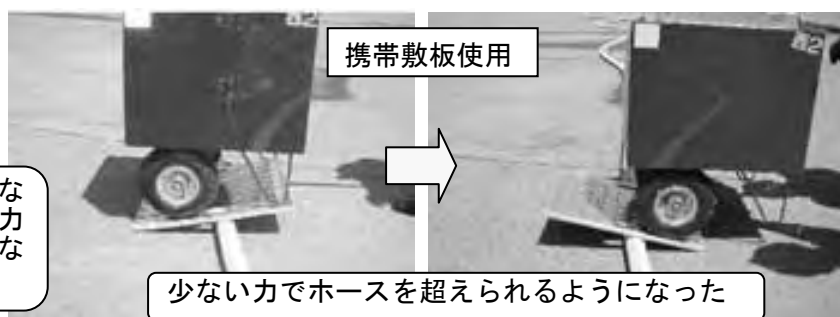
少ない力で段差を超えられるようになった

<ホースの乗り越え>



急角度になり大きな力が必要になる。

勾配角度



携帯敷板使用

少ない力でホースを超えられるようになった

<水槽車収納時>



リフターと地面に空間が空いてしまい、複数人で持ち上げて収納しなければならない。



携帯敷板使用

少人数で安全・確実に行えるようになった

<使用の効果>

- 敷板を使用することにより、安定感が増し、横転の心配が減り、段差等を越える際に今までよりも格段に少ない力で乗り越えられるため、延長ルートを選定に幅ができる。
- 水槽車収納時のリフターへの移動についても少人数で安全・確実に行える。

5 ホースバンドを利用した、ガンタイプノズルの放水時等の保持による身体負荷の軽減について

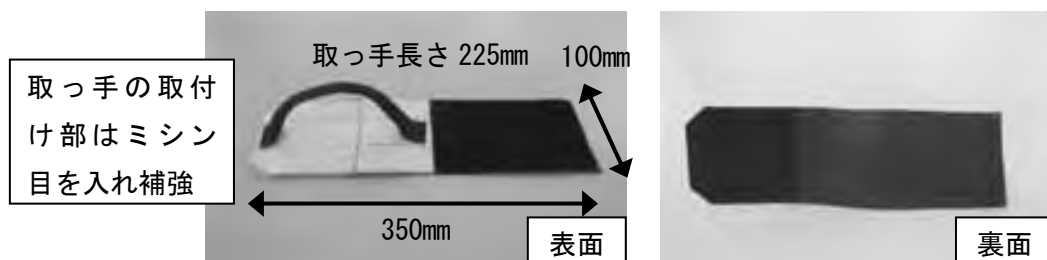
ホースに穴があき水漏れした際に使用するホースバンドを活用し、ガンタイプノズルを使用し放水した場合、その保持による身体負荷の軽減を図るため提案した。



<問題点：ガンタイプノズルの保持>

ガンタイプノズルは、手元で流量や注水形状が変えられるという多機能性をもつ反面、従来のノンスリップ軽量管そうと比較すると管そのの長さが短く、肩掛けバンドにあっても1箇所固定であり、放水や携行するとき、その保持に苦勞している。

<既存ホースバンドに、取っ手を設けた改良型ホースバンドの規格>



<ホースバンドを使用した際の放水状況>



<ホースバンドを使用した肩掛バンドの保持状況>

現行

改良ホースバンドを使用した場合



保持しづらく不安定



安定しており携行しやすい

<使用の効果>

- 1 本来の目的以外にも放水時や携行する上で保持の軽減が図られる。
- 2 マジックテープによる固定のため、素早く取り付けることが可能。

6 各種申請書の一元化

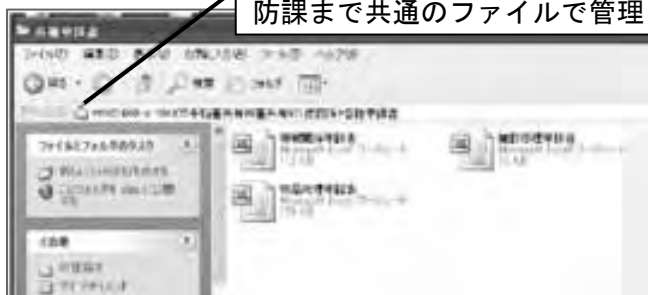
施設修理、物品修理、機械関係の申請書一覧表を署共有サーバー上に作成し、各係、出張所等の申請日から予防課での完成検査、完結までを一括管理する仕組みを提案した。

＜問題点：各種申請書の完結までの保管・管理＞

各申請書については、警防課長まで決裁をとったものを請求係で、予防課長までの決裁を庶務係で完結するまでの間、二元的にそれぞれ保管・管理され、履行確認は請求係から庶務係への電話連絡により行うことから、申請後、修理完成までに数カ月かかる場合などもあり、検査事務や申請書の完結処理に苦慮している。

＜署共有の各種申請書のフォルダ＞

署共有に各種申請書のフォルダを作成し、各出張所から予防課まで共通のファイルで管理している。



＜施設修理一覧表＞

印刷する番号を入力することにより、申請書様式が完成する。

品名	場所	修理内容	申請日	修理完了日	検査日	備考
1. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
2. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
3. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
4. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
5. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
6. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
7. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
8. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
9. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
10. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
11. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
12. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
13. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
14. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
15. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
16. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
17. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
18. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
19. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	
20. 警備用自転車	警備用自転車庫	タイヤ交換	10/10	10/15	10/20	

申請日から修理完成、完結まで誰でも一目でわかるようになっている。

庶務係専用シートから DW ファイルの申請書が作成される。

＜一元化の効果＞

- 1 一覧表で確認でき、請求係から予防課長までの決裁を一括で行え、レスペーパー化される。
- 2 一覧表への入力で、申請書の様式に反映され、申請書作成の手間がなくなる。

研究実績表

研究実績表

年度	所報 No	分野	研究テーマ	担当者	件数
平成5年度	No. 1	燃 焼	耐火煉瓦の遮熱効果と低温加熱着火について	小島 秀吉 工藤 潤二	3
		開 発	高規格救急車（トライハート）における防振ストレッチャー架台の防振性能評価について	桜井 清明	
		鑑 定	燃焼による灯油成分の変化について	橋上 勉	
平成6年度	No. 2	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その1）	小島 秀吉	6
			木炭の燃焼に伴う一酸化炭素の発生について	小島 秀吉	
		開 発	高規格救急車（トライハート）における防振ストレッチャー架台のバネ選定について	桜井 清明 伊藤 潤	
			燃焼面積の違いによる灯油成分の変化について（その1）	橋上 勉	
		情 報	サリン〔 $(\text{CH}_3)_2\text{CHO}_2\text{PFCH}_3$ 〕の特性について	橋上 勉	
			火災現場における有毒ガスの発生とその毒性について	桜井 清明	
平成7年度	No. 3	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その2）	小島 秀吉	5
		開 発	防火衣の保温性能に関する実験結果について	伊藤 潤	
			赤外線カメラの使用時に発生した特異現象について	伊藤 潤	
			低温下における空気呼吸器の特性について	伊藤 潤	
		鑑 定	燃焼面積の違いによる灯油成分の変化について（その2）	橋上 勉	
平成8年度	No. 4	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その3）	小島 秀吉	9
			タオル・ハンカチの除煙効果に関する実験研究	小島 秀吉	
			粉じん爆発について	小島 秀吉	
		開 発	高規格救急車（トライハート）内における電子サイレン音等の騒音調査	伊藤 潤	
			アクリル樹脂について	伊藤 潤	
		鑑 定	車両火災における原因考察について	橋上 勉	
			酸素欠乏について	橋上 勉	
			都市ガス等の性質について	伊藤 潤	
			航空燃料と化学熱傷について	橋上 勉	
平成9年度	No. 5	燃 焼	硬質発砲ウレタンとABS樹脂について	上田 孝志	7
			放水音・空気呼吸器警報音・レスクトーン警報音調査	菅原 法之	
			バックドラフトに関する研究（その4）	小島 秀吉	
			噴霧ノズルの角度について	菅原 法之	
			噴霧注水による排煙効果について	小島 秀吉	
		開 発	自動放水停止器具の開発について	橋上 勉	
		鑑 定	過マンガン酸カリウムと酸及びアルコールについて	橋上 勉	
平成10年度	No. 6	燃 焼	空中消火の延焼阻止効果に関する研究	上田 孝志	8
			バックドラフトに関する研究（その5）	橋本 好弘	
			市民等の消火体験訓練に使用する燃料の見直しについて	橋上 勉	
		開 発	無落雪型木造共同住宅における小屋裏感知器のあり方に関する研究について（その1）	橋本 好弘	
			無落雪型木造共同住宅における小屋裏感知器のあり方に関する研究について（その2）	橋本 好弘	
		鑑 定	灯油とガソリンの混合比の分析について	菅原 法之	
		安 全	静電気に関する調査・研究について	橋上 勉	
		情 報	放射性物質等に関する基礎知識	上田 孝志	

年 度	所報 No	分 野	研 究 テ ー マ	担 当 者	件数
平成 11 年度	No.7	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その6）＜総括＞	橋本 好弘	8
			噴霧注水による排煙効果に関する研究	橋本 好弘	
		安 全	静電気に関する調査・研究（その2） －静電気帯電量－	溜 真紀子	
			静電気に関する調査・研究（その3） －静電気除去実験－	溜 真紀子	
			濃煙熱気下における消防隊員の安全管理に関する研究 －温度管理用示温材（サーモラベル）に着目して－	菅原 法之	
		鑑 定	電気配線の過負荷電流について	菅原 法之	
		情 報	有珠山噴火に伴う火山性ガスについて	花蘭 一正	
			熊撃退スプレーについて －カプサイシンに着目して－	菅原 法之	
平成 12 年度	No.8	燃 焼	バルコニー付近形状が噴出火炎性状に及ぼす影響	花蘭 一正	10
			寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の研究 －その1 和室の測定結果－	橋本 好弘	
			寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の研究 －その2 洋室の温度、CO ₂ 、CO、O ₂ 結果	橋本 好弘	
			エアゾール缶・カセットボンベなどのについての調査・実験	橋本 好弘	
		開 発	高規格救急車のタイヤチェーン装着時などにおける 振動・騒音の調査研究	橋本 好弘	
		鑑 定	災害現場における燃焼生成ガス等の危険性の把握とその対策に 関する研究	溜 真紀子	
			空間容積の違いによる一酸化炭素とシアン化水素の致死燃焼量	橋本 好弘	
		安 全	居室内におけるLPG漏洩時の滞留状況及び有効な 排出方法に関する研究	菅原 法之	
		情 報	火災原因の各種再現実験及びビデオ化	橋本 好弘	
			トリクロロシランについて	菅原 法之	
平成 13 年度	No.9	燃 焼	爆風から受ける消防被服内部の衝撃及び温度に関する 実験的研究	橋本 好弘	10
		開 発	降雪時の消火栓除雪対策用機器（遠赤外線面状発熱 体）に関する研究	菅原 法之	
			高規格救急車の振動実験	橋本 好弘	
			危険物施設内における返油システムに関する研究	菅原 法之	
		鑑 定	寒冷地型建物燃焼時における燃焼生成ガス等の測定 及び危険性の把握に関する研究	溜 真紀子	
			灯油及び軽油に含有しているガソリンの混合比による比較実験	溜 真紀子	
		安 全	冬道自己転倒の救急出動分析（その1 全体の傾向）	橋本 好弘	
			冬道自己転倒の救急出動分析（その2 すすきの地 区・気象との関係）	橋本 好弘	
		情 報	米国アラスカ州フェアバンクス周辺での森林火災現地報告	橋本 好弘	
			硫化水素について	菅原 法之	

年 度	所報 No	分 野	研 究 テ ー マ	担 当 者	件数
平成 14 年 度	No. 10	燃 焼	有風下における建物内部の燃焼状況変化について	橋本 好弘	8
			節水型消火薬剤(界面活性剤)の実験的研究結果	花藺 一正	
			雷による森林の着火機構に関する実験	橋本 好弘	
		開 発	降雪時の消火栓除雪対策用機器(遠赤外線面状発熱体)に関する研究	花藺 一正	
			高規格救急車の振動実験	橋本 好弘	
			危険物施設内における返油システムに関する研究	花藺 一正	
		鑑 定	鎮火後に残存している燃焼生成ガス	川瀬 信	
			RDF(ごみ固形燃料)の性状について	川瀬 信	
平成 15 年 度	No. 11	燃 焼	危険物貯蔵タンク内を洗浄する鉱物油洗浄剤及び危険物流出時に使用する油処理剤について	澤田 勝美	7
			誤給油による灯油ストーブの異常燃焼実験	澤田 勝美	
		鑑 定	一般住宅等の収容物資材が燃焼する時に発生する粉塵やガスについて	川瀬 信	
			建物火災鎮火後に残存する燃焼生成ガスと粉塵等の測定(中間報告)	川瀬 信	
		情 報	クレゾールの性質について	川瀬 信	
			塩素系洗剤の誤使用等による塩素ガス漏洩事故への対策について	川瀬 信	
			硫酸ピッチと不正軽油について	川瀬 信	
平成 16 ・ 17 年 度	No. 12	安 全	消防隊員のC IVD反応と体力指標の関連	橋本 好弘	11
			メンタルヘルス対策に関する実態調査結果	橋本 好弘	
		開 発	スタティックロープ(R.R.R.資機材)の強度等に関する実験的研究	五十嵐征爾	
		鑑 定	建物火災鎮圧後に残存する燃焼生成ガスと粉塵等の測定(最終報告)	川瀬 信	
		情 報	ガソリンに対する鉱物油洗浄剤及び油処理剤使用時の危険性	五十嵐征爾	
			消防活動による石綿(アスベスト)の危険性について	川瀬 信	
			消防職員のストレス傾向	橋本 好弘	
			クロルピクリンとは	橋本 好弘	
			酢酸タリウムの性質及び災害対策等について	五十嵐征爾	
			水酸化ナトリウムの危険性について	川瀬 信	
			喫煙と飲酒が高ストレス反応に及ぼす影響について	橋本 好弘	

年 度	所報 N o	分 野	研 究 テ ー マ	担 当 者	件数
平成 18 年 度	No. 13	燃 焼	携帯用カセットガスボンベの破裂実験	中住 斉	9
			予防実務研修会における住宅用スプリンクラー設備の実火災実験	中住 斉 大友 達哉	
		鑑 定	防塵・防毒マスクの一酸化炭素除去性能の確認実験（中間報告）	伊藤 武	
		情 報	放射性物質ラジウム226について	橋上 勉	
			六価クロムの危険性	伊藤 武	
			アセチレンガスの性質及び災害対策等について	五十嵐征爾	
			ガス漏れ警戒現場における研究所の活動事例	伊藤 武	
			質量分析装置（自動濃縮装置付ガスクロマトグラフ質量分析装置）の概要	伊藤 武	
			平成18年度職員提案制度における秀賞受賞作品について	五十嵐征爾	
平成 19 年 度	No. 14	燃 焼	クラスA泡消火剤の消火効果の確認実験について	高橋 渉	8
		安 全	有酸素運動・無酸素運動に関する実験	中住 斉	
			筋活動に関する実験	中住 斉	
		鑑 定	防塵・防毒マスクの一酸化炭素除去性能の確認実験（最終報告）	菅原 法之	
		情 報	炎天下における駐車車両の温度測定について	高橋 渉	
			硫化水素の発生除害について	高橋 渉	
			高層建築物の排水溝等から硫化水素発生について	菅原 法之	
			平成19年度職員提案制度における優秀及び秀賞受賞作品について	吉永 直樹	
平成 20 年 度	No. 15	燃 焼	小規模区画内における木材クリブの燃焼実験について	中住 斉	9
		安 全	消防活動における無酸素能力について	中住 斉	
			消防活動時の送風による冷却効果について	中住 斉	
		開 発	硫化水素除害装置の開発について	高橋 渉	
		情 報	硫化水素の発生除害について（その2）	高橋 渉	
			水酸化ナトリウム（苛性ソーダ）による水素発生について	高橋 渉	
			火災による天井裏設置の灯油用配管からの灯油漏えいについて	菅原 法之	
			粉じん爆発について	菅原 法之	
			平成20年度職員提案制度における秀賞受賞作品について	吉永 直樹	

年 度	所報 No	分 野	研 究 テ ー マ	担 当 者	件数
平成 21 年 度	No. 16	燃 焼	新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性について	中住 斉	11
			新型消火剤（クラスA泡消火剤）の耐凍結性能について	中住 斉	
		開 発	汎用ガス除害装置における粉塵除害性能の確認実験について	高橋 渉	
			火災再現実験セットの開発について	吉永 直樹	
		安 全	マット型油吸着剤の吸着性能等に関する実験	中住 斉 浅野 悟朗	
			現場用手袋の検証実験について	高橋 渉	
			現場手袋素材耐油性確認実験	高橋 渉	
		情 報	一酸化炭素（CO）について	菅原 法之	
			塩素ガスの発生と除害について	高橋 渉	
			ワインセラーからのアンモニアガス漏れについて	高橋 渉	
			平成21年度職員提案制度における秀賞受賞作品について	吉永 直樹	
平成 22 年 度	No. 17	燃 焼	新型消火剤（クラスA泡消火剤）の消火特性について（その2）	小島 秀吉	9
			水槽用ヒーターから出火した火災の原因調査と再現実験について	妹尾 博信 吉永 直樹	
		安 全	ブロアー送風がドアの開放に及ぼす影響について	永尾 俊英	
			流出油処理剤の性能に関する検証について	菅原 法之	
			火災再現実験セットによる短絡及びトラッキング時の電流測定実験について	吉永 直樹	
		情 報	現場活動支援におけるクレゾール成分の検出について	小島 秀吉	
			メタンガスが発生した現場における活動支援について	小島 秀吉	
			家庭に潜む火災危険、意外と多い電気火災	小島 秀吉 合田 仁	
			平成22年度職員提案制度における秀賞受賞作品について	吉永 直樹	

消防科学研究所報

(2010 No. 17)

市政等資料番号	01-P00-11-1879
---------	----------------

平成 24 年 3 月発行

編集・発行 札幌市消防科学研究所

〒063-0850

札幌市西区八軒 10 条西 13 丁目 3 番 1 号

電話 (011) 616-2262

F A X (011) 271-0957

E-mail fire.labo@city.sapporo.jp

印刷 ひまわり印刷株式会社
