

消防科学研究所報

REPORT OF FIRE SCIENCE LABORATORY



2021 No. 28

SAPPORO FIRE SCIENCE LABORATORY

札幌市消防局消防科学研究所

目 次

【業務実績】

○札幌市消防局消防科学研究所の業務について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 3

【研究・開発】

○水力換気ノズル（COBRA）に関する検証(その1)
-高温下における換気効果-・・ 9

○水力換気ノズル（COBRA）に関する検証(その2)
-常温下における換気効果-・・ 19

○水力換気ノズル（COBRA）に関する検証(その3)
-水力換気による煙損被害-・・ 33

○実火災訓練装置の環境温度測定について(その1)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 49

【情報提供】

○実火災訓練装置の環境温度測定について(その2)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 65

○職員からの要望に基づき実施した研究等について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 69

○研究業務から得られた知見の情報発信(FSL 情報)の実施状況について・・・・・・・・・・・・ 77

○日常生活に潜む火災等の危険性に係る広報の実施状況について
（動画投稿サイト「YouTube」への火災再現実験動画の掲載）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 79

○令和3年度札幌市消防職員提案の実施状況について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 83

【その他】

○過去の研究実績表（令和2年度以前）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 91

業務実績

札幌市消防局消防科学研究所の業務について

1 はじめに

札幌市消防局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、危険物確認試験、災害現場での科学的知識に基づく助言等の業務を実施している。

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

火災原因究明のための再現実験や特異な燃焼現象について、実験を行っている。

4 成分鑑定

災害現場や事業所などから収去した不明物質などの成分鑑定を行い、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。

7 職員提案

「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、技術的な支援などを行うとともに、事務局として審査会を開催している。

8 日常生活に潜む火災等の危険性に係る広報

札幌市公式ホームページや動画投稿サイト「YouTube」への火災再現実験動画の掲載、報道機関への情報提供等を通じて、日常生活に潜む火災等の危険性や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

研究結果について、消防科学研究所報の札幌市公式ホームページへの掲載等を通じ、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 業務実績表（令和3年度）

燃焼 実験等	成分鑑定 ・ 危険物 確認試験	現場 活動支援	職員提案 審査	施設 見学等	取材対応 ・ 広報等	消防学校 初任 ・ 専科教育等 講義実験
14	23	4	34	6 (28)	22	10 (374)

※ 単位：件

※ （ ）内は、対象者の人数

表2 主な研究装置・機器一覧表（令和4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	発火点測定器	1台
質量分析装置	1式	カールフィッシャー水分測定器	1台
熱画像装置	1台	圧力容器試験装置	1式
熱分析装置	1式	多チャンネルデータロガー	1式
ガスクロマトグラフ	1式	デジタルフォースゲージ	1台
低温実験ユニット	1式	圧力測定器	1式
燃焼試験装置	1式	X線透過装置	1式
落球式打撃感度試験装置	1式	恒温恒湿ユニット	1式
クリーブランド開放式自動引火点測定器	1台	風速計	3台
タグ密閉式自動引火点測定器	1台	騒音計	2台
迅速平衡密閉式自動引火点試験器	1台	分光蛍光光度計	1式
B型（ブルックフィールド）粘度計	1台	熱画像計測装置	1式
燃焼実験ユニット	1式	耐熱訓練ユニット	1式

表3 研究実績表

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
令 和 3 年 度	2021 No.28	燃 焼	水力換気ノズル (COBRA) に関する検証(その1) -高温下における換気効果-	清水 洋幸 高玉 通廣 的場 敦史 竹田惟久馬	9
			水力換気ノズル (COBRA) に関する検証(その2) -常温下における換気効果-	清水 洋幸 高玉 通廣 的場 敦史 竹田惟久馬	
			水力換気ノズル (COBRA) に関する検証(その3) -水力換気による煙損被害-	清水 洋幸 高橋 忠洋	
		安 全	実火災訓練装置の環境温度測定について (その1)	的場 敦史 高玉 通廣 吉光 紀喜 安永 伸二	
		情 報	実火災訓練装置の環境温度測定について (その2)	的場 敦史	
			職員からの要望に基づき実施した研究等について	清水 洋幸	
			研究業務から得られた知見の情報発信 (FSL情報) の実施状況について	竹田惟久馬	
			日常生活に潜む火災等の危険性に係る広報の実施状況について (動画投稿サイト「YouTube」への火災再現実験映像の掲載)	竹田惟久馬	
			令和3年度札幌市消防職員提案の実施状況について	竹田惟久馬	

研究・開発

水力換気ノズル(COBRA)に関する検証(その1)

- 高温下における換気効果 -

札幌市消防局消防科学研究所 清水 洋 幸
高 玉 通 廣
的 場 敦 史
竹 田 惟久馬

1 はじめに

火災現場で排煙・排熱に用いられる換気方法は、機器の使用の有無に着目した場合、自然換気と強制換気がある。強制換気には、ブロアーや送排風機等の機械を使用する方法のほか、ノズルを用いた放水による水力換気がある。

水力換気は、ある開口部の室内から屋外へ放水することにより、¹⁾ 水と空気(気体)の粘性抵抗(摩擦)によって室内の空気を屋外へ強制的に排出し、別の開口部の屋外から空気を吸気するものである。当局では近年、水力換気についての基礎的な調査・研究を行っている。令和2年度にはヨネ株式会社と共同開発をした「水力換気ノズル(COBRA)」(ヨネ株式会社製：以下「水力換気ノズル」という。図1及び表1)の^{2) 3)} 試作器に関する研究を行い、その有効性を確認している。

現行の製品「水力換気ノズル」については、試作器の段階から「主ノズル」を軽量な型に変更したことによる放水量の減少や、「抑制ノズル」の取り付け位置の変更等があるため、改めてその性能を把握する必要がある。

そこで、水力換気ノズルの基礎性能検証として、「高温下における換気効果」(検証その1：本稿)及び「常温下における換気効果」(検証その2：札幌市消防科学研究所報 2021 No. 28 掲載)について検証することとした。

本検証は、水力換気ノズルについて現行の製品における基礎的な性能を把握し、実火災で使用するうえでの基礎資料とすることを目的として、燃焼実験における室内環境温度の変化を計測したものである。



図1 水力換気ノズル

表1 水力換気ノズル仕様（販売元カタログより引用）

流量	主ノズル 340 L/min at 0.7 MPa(筒先圧力) 抑制ノズル 0 L、40 L/min、80 L/min
寸法	全長 1800 mm 全高 700 mm
質量	約 6.5 kg

2 実施日等

(1) 実施日

令和3年7月2日(金)

(2) 場所

札幌市消防学校消防科学研究所 燃焼実験ユニット(図2)

(3) 環境

【天気】晴れ 【気温】27℃ 【相対湿度】60% 【自然風：風向・風速】南の風 0.5 m/s



図2 燃焼実験ユニット(外観：南面及び西面)

3 検証概要

燃焼実験ユニットを出火建物と想定し、燃焼実験ユニット内で木材を燃焼させた。その後、水力換気ノズルによる放水を行い、燃焼実験ユニット内に設置した熱電対により室内環境温度を計測した。放水については、「主ノズル単独」で放水した場合と、「主ノズルと抑制ノズルを併用」して放水した場合の2通りで行い、計測結果を比較した。

(1) 検証1 主ノズル単独での放水による室内環境温度の計測

(2) 検証2 主ノズルと抑制ノズルを併用した放水による室内環境温度の計測

4 設定状況

検証における各種設定は、以下の設定で行った。

燃焼実験ユニット(内寸：奥行5,300 mm、幅3,400 mm、高さ2,800 mm)で実施し、南側開口部(開口部は北側と南側に1箇所ずつ所在)に水力換気ノズルを設定した(以下、南側を「排気側」、北側を

「吸気側」という。)

1) 水力換気ノズルによる換気効率を最大限にするため、開口部を概ね包含できる放水角度に統一し、排気側開口部（縦 1,800 mm、横 870 mm）の下部を耐火ボードで塞ぎ、排気側開口部を縦 900 mm、横 870 mm、床面から 900 mm の高さに調整した（以下「排気口」という。)

温度計測のために、燃焼実験ユニット内部に熱電対（チノー社製：K 型シース熱電対）を設置し、データロガー（グラフテック社製：GL820）へ接続し、温度データを計測した。

燃焼実験ユニット内部の熱電対は、燃焼実験ユニット内部壁面（東面）の、吸気側の北東角及び排気側の南東角から水平距離各 1,000 mm、床面からの高さ 2,000 mm 及び 300 mm の位置に設定した。

燃焼実験ユニットの排気側から内側 2,000 mm の位置にオイルパンを配置し、燃焼物として木材 (50 kg) を積み重ねて設定し、助燃材としてイソプロパノール 8.0 L をオイルパン内に注いだ。

木材を燃焼させ、吸気側高さ 2,000 mm に設定した熱電対の温度が 400 °C となった時点で、放水を開始した。また、水力換気ノズルからの放水方法については、「主ノズル単独」で放水した場合と、「主ノズルと抑制ノズルを併用」して放水した 2 通りで各 1 分間放水を行った。

設定の詳細について、図 3～図 8 及び表 2 に示す。

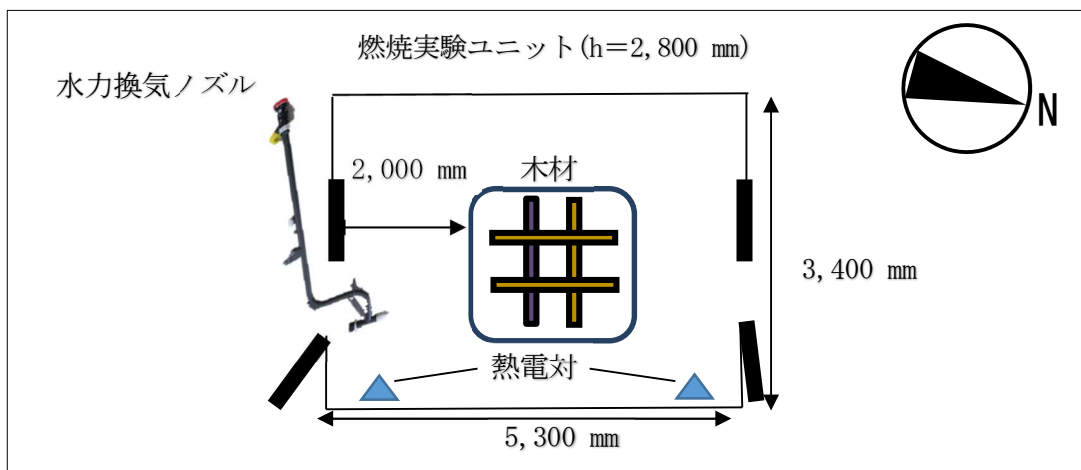


図 3 全体図(平面図)



図 4 熱電対設置位置(室内位置：屋外から撮影)

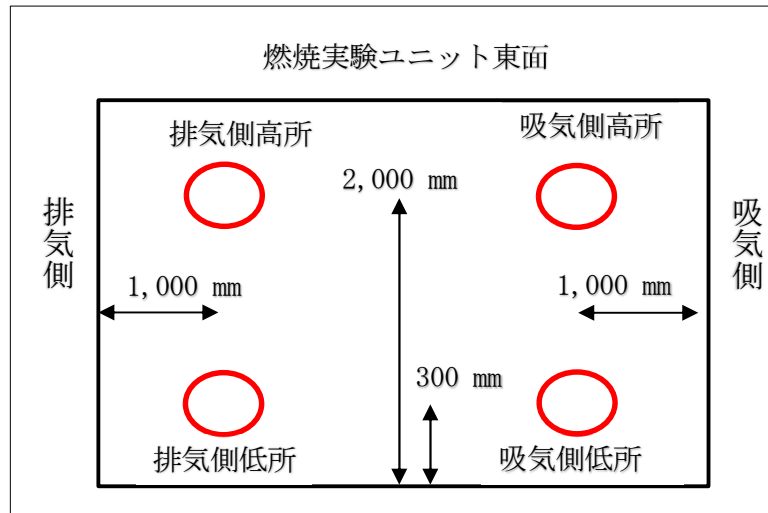


図5 燃焼実験ユニット内部熱電対設定状況（立面図）



図6 オイルパンに設定した木材



図7 排気口（内側）



図8 水力換気ノズル設定状況

表 2 各種設定

項目	設定
木材	50 kg
助燃材	イソプロパノール 8.0 L(オイルパン内)
木材設定位置	排気口から水平距離 2,000 mm
排気口 吸気口	縦 900 mm×横 870 mm ※耐火ボードで調整 縦 1,800 mm×横 870 mm
内部熱電対	吸気側高所:床面からの高さ 2,000 mm、吸気側から 1,000 mm 吸気側低所:床面からの高さ 300 mm、吸気側から 1,000 mm 排気側高所:床面からの高さ 2,000 mm、排気側から 1,000 mm 排気側低所:床面からの高さ 300 mm、排気側から 1,000 mm
開始温度	約 400 °C ※吸気側高所で計測
放水量	検証 1 主ノズル 340 L/min 検証 2 主ノズル + 抑制ノズル 340 L/min + 80 L/min
放水圧	約 0.7 MPa ※ノズル圧
放水時間	各検証 1 分間

5 検証結果

(1) 検証 1(主ノズルを単独で使用した場合の室内環境温度の計測)

燃焼実験ユニット内部の各位置で計測した温度を図 9 に示す。

室内環境温度は、主ノズルによる放水開始後、吸気側及び排気側高所(高さ 2,000 mm)の温度は 1 分間で約 100 °C 低下し、吸気側及び排気側低所(高さ 300 mm)の温度については、それぞれ 1 分間で約 90 °C 及び約 60 °C の低下がみられた。

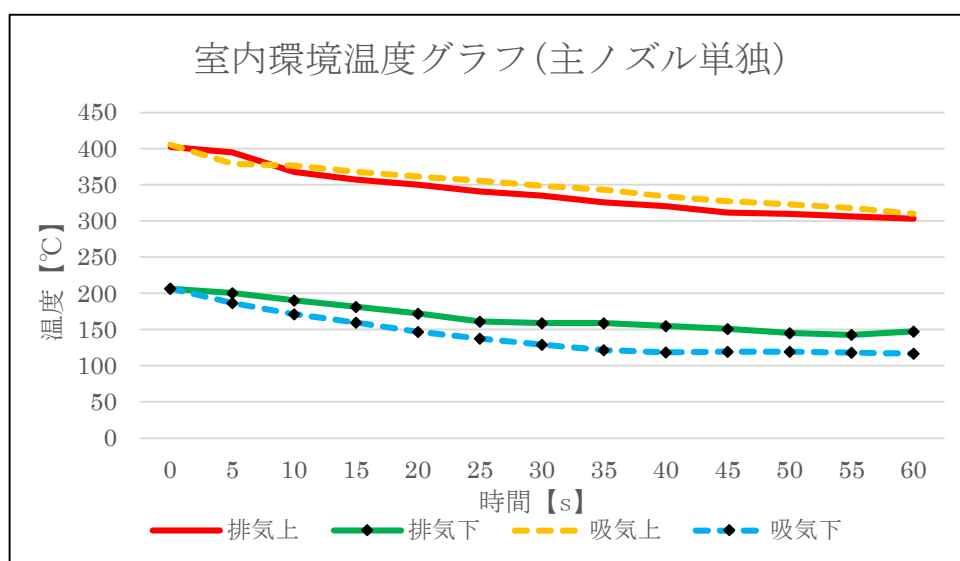


図 9 室内環境温度グラフ(計測 1)

(2) 検証2(主ノズルと抑制ノズルを併用した放水による室内環境温度の計測)

燃焼実験ユニット内部の各位置で計測した温度を図10に示す。

室内環境温度は、主ノズル及び抑制ノズルによる放水開始後、吸気側高所(高さ2,000 mm)の温度は1分間で約180℃温度が低下し、排気側高所の温度は1分間で約120℃温度が低下した。

また、吸気側及び排気側低所(高さ300 mm)の温度については、それぞれ1分間で約70℃及び30℃の低下がみられた。

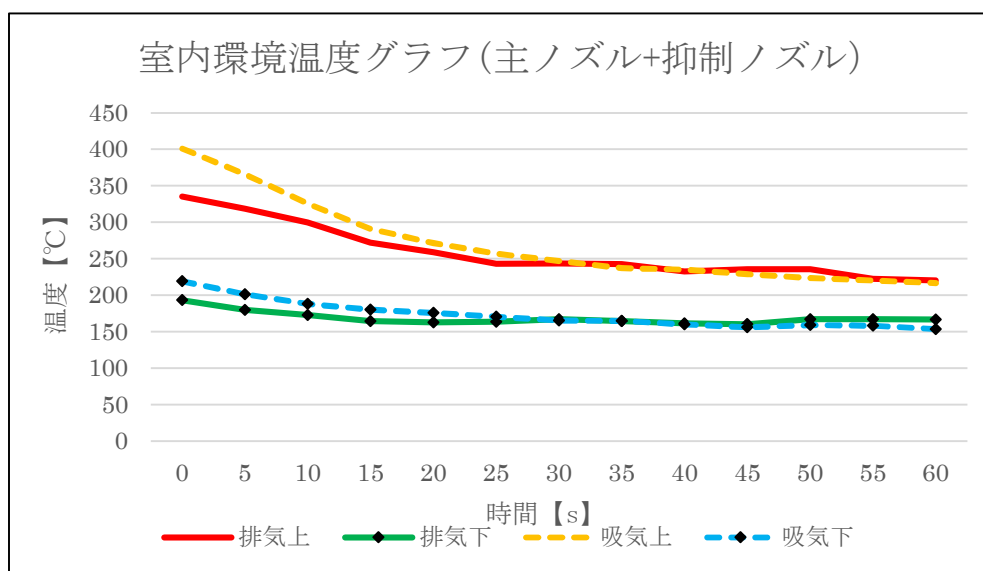


図10 室内環境温度グラフ(計測2)

(3) 検証1及び検証2の比較結果

検証1及び検証2の比較グラフを図11及び図12に、各計測温度を表3に示す。

検証1及び検証2を比較すると、吸気側及び排気側高所の温度については、抑制ノズルを使用した検証2の方が、主ノズル単独の検証1より大きく温度が低下した。

また、吸気側及び排気側低所の温度については、検証1の方が、検証2より大きく温度が低下した。

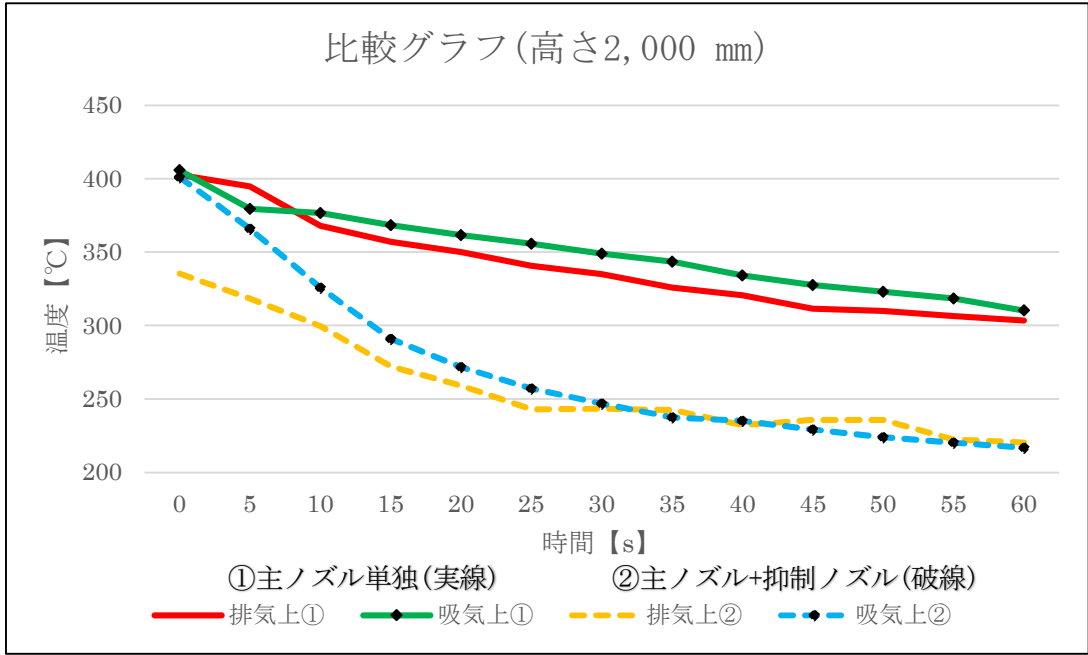


図 11 検証 1 及び検証 2 比較グラフ (高さ 2,000 mm)

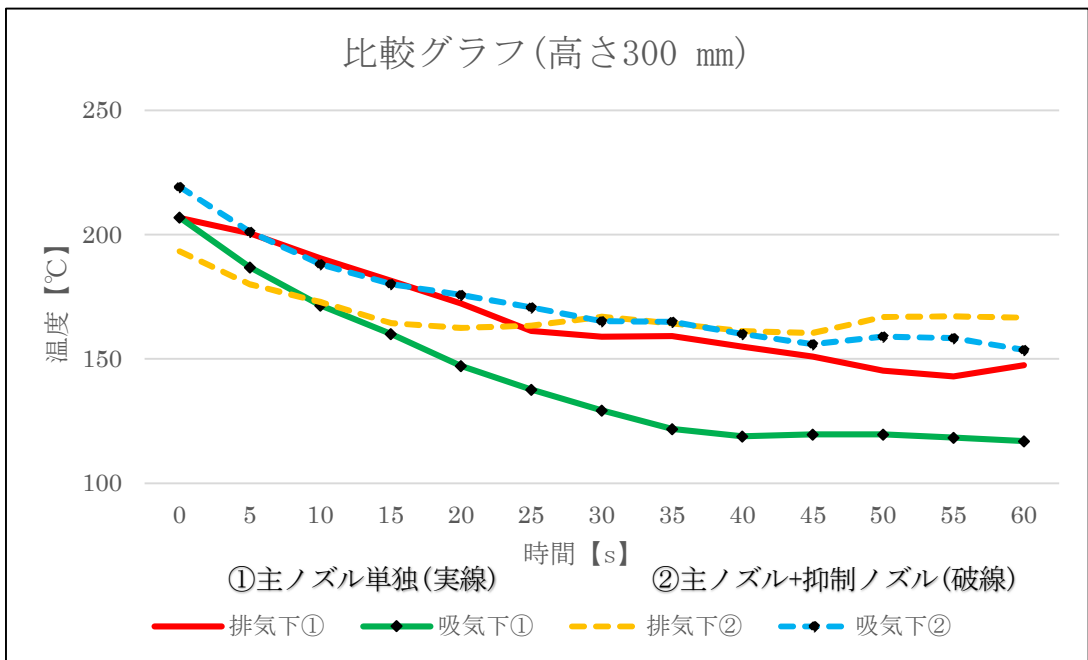


図 12 検証 1 及び検証 2 比較グラフ (高さ 300 mm)

表3 計測結果(検証1及び検証2)

		検証1	検証2
		使用	
主ノズル		未使用	使用
抑制ノズル			
吸気側高所	放水開始内部温度(A)	406 °C	401 °C
	放水停止内部温度(B)	310 °C	217 °C
	温度差(A-B)	96 °C	184 °C
吸気側低所	放水開始内部温度(A)	207 °C	219 °C
	放水停止内部温度(B)	117 °C	154 °C
	温度差(A-B)	90 °C	65 °C
排気側高所	放水開始内部温度(A)	403 °C	335 °C
	放水停止内部温度(B)	303 °C	220 °C
	温度差(A-B)	100 °C	115 °C
排気側低所	放水開始内部温度(A)	207 °C	193 °C
	放水停止内部温度(B)	148 °C	167 °C
	温度差(A-B)	59 °C	26 °C

6 考察

(1) 検証1(主ノズルを単独で使用した場合の室内環境温度の計測)

主ノズルによる放水開始後、吸気側及び排気側高所(高さ 2,000 mm)の温度は1分間で約 100 °C 低下し、吸気側及び排気側低所(高さ 300 mm)の温度については、それぞれ1分間で約 90 °C及び約 60 °Cの低下がみられた。

これは、主ノズルの放水により、高温の室内の空気(煙含む)が排気され、吸気口から常温の外気(約 27 °C)が流入し、常温の外気及び内部の高温空気の間で熱平衡が起こり、徐々に温度が低下したものと考える。

このことから、主ノズルを単独で使用するにより、室内の高温空気(煙含む)の排気及び吸気口から外気(常温)の取り入れによる換気効果で、室内温度が低下すると考えられる。

(2) 主ノズル及び抑制ノズルを併用して使用した場合の室内温度変化について(計測2)

主ノズル及び抑制ノズルによる放水開始後、吸気側高所の温度は1分間で約 180 °C温度が低下し、排気側高所の温度は1分間で約 120 °C温度が低下した。また、吸気側及び排気側低所の温度については、それぞれ1分間で約 70 °C及び約 30 °Cの低下がみられた。

これは、抑制ノズルの注水により、天井、壁体及び高温の気体層で水が気化し、水の気化熱により室内が冷却されたため、吸気側及び排気側高所で大きな温度低下となったと考える。

吸気側及び排気側低所の温度変化については、主ノズル単独(検証1)と同様に、常温の外気が流

入したことによる熱平衡と考える。

これらのことから、抑制ノズルを併用して使用することで、高温室内で水が気化することによる冷却及び前5(1)と同様に換気効果による温度低下があると考えられる。

(3) 検証1及び検証2の比較

検証1及び検証2を比較すると、吸気側及び排気側高所の温度については、抑制ノズルを使用した検証2の方が、主ノズル単独の検証1より大きく温度が低下した。

これは、吸気側及び排気側高所の温度については、放水による冷却効果であると考ええる。

このことから、抑制ノズルを使用することで、抑制ノズルによる注水箇所付近(高層部分)をより冷却することができると考えられる。

また、吸気側及び排気側低所の温度については、主ノズル単独の検証1の方が、抑制ノズルを使用した検証2より大きく温度が低下した。

これは、主ノズルの作用により外気の流入(熱平衡)は起きていたが、抑制ノズルを使用したことにより室内に新たな気流が生じ、上層にある高温の空気(煙含む)が降下してきたことによるものと考ええる。

これらのことから、抑制ノズルを使用した場合は内部への放水により、高所にある高温層を早期に冷却することはできるが、新たな気流により、高温の気体が低所に降りてくることや中性帯が破壊される等、室内環境を変化させる可能性があると考えられる。

なお、本検証では抑制ノズルによる放水が燃焼実態に直接または反射等でかからないように設定しているため、抑制ノズルの設定によっては、燃焼実態を冷却することで、より温度を低下させることが期待できる。

(4) 結論

火点室内が約400℃程度の環境下における水力換気ノズルによる室内温度変化については、抑制ノズルの有無に関わらず、換気効果による温度低下がある。

また、抑制ノズルを使用することで、抑制ノズルによる注水箇所付近(高層部分)をより冷却することができる。

なお、抑制ノズルを使用した場合は、内部で新たな気流が発生し、高温の気体が低所に降りてくることや中性帯が破壊される等、室内環境を変化させる可能性がある。

7 まとめ

火点室内が約400℃程度の環境下における水力換気ノズルによる室内温度変化については、抑制ノズルの有無に関わらず、換気効果による温度低下がある。

また、抑制ノズルを使用することで、抑制ノズルによる注水箇所付近(高層部分)をより冷却することができる。

なお、抑制ノズルを使用した場合は、内部で新たな気流が発生し、高温の気体が低所に降りてくることや中性帯が破壊される等、室内環境を変化させる可能性がある。

【参考文献】

- 1) 一般社団法人日本機械学会流体工学部門「流れの読み物、一息でふくらませる」
https://www.jsme-fed.org/experiment/2013_8/004.html
- 2) 清水洋幸・川内健太郎・外崎祐至・増田明 著、札幌市消防科学研究所報 2020 No. 27、「水力換気を応用した排煙及び燃焼抑制システムの検証について(その1)」、2020年度
- 3) 布施悟史・増田明・嵐田昌浩・清水洋幸 著、札幌市消防科学研究所報 2020 No. 27、「水力換気を応用した排煙及び燃焼抑制システムの検証について(その2)」、2020年度

水力換気ノズル(COBRA)に関する検証(その2) - 常温下における換気効果 -

札幌市消防局消防科学研究所 清水 洋 幸
高 玉 通 廣
的 場 敦 史
竹 田 惟久馬

1 はじめに

火災現場で排煙・排熱に用いられる換気方法は、機器の使用の有無に着目した場合、自然換気と強制換気がある。強制換気には、ブロアーや送排風機等の機械を使用する方法のほか、ノズルを用いた放水による水力換気がある。

水力換気は、ある開口部の室内から屋外へ放水することにより、¹⁾ 水と空気(気体)の粘性抵抗(摩擦)によって室内の空気を屋外へ強制的に排出し、別の開口部の屋外から空気を吸気するものである。当局では近年、水力換気についての基礎的な調査・研究を行っている。令和2年度にはヨネ株式会社と共同開発をした「水力換気ノズル(COBRA)」(ヨネ株式会社製:以下「水力換気ノズル」という。図1及び表1)の^{2) 3)} 試作器に関する研究を行い、その有効性を確認している。

現行の製品「水力換気ノズル」については、試作器の段階から「主ノズル」を軽量の型に変更したことによる放水量の減少や、「抑制ノズル」の取り付け位置の変更等があるため、改めてその性能を把握する必要がある。

そこで、水力換気ノズルの基礎性能検証として、「高温下における換気効果」(検証その1:札幌市消防科学研究所報 2021 No.28 掲載)及び「常温下における換気効果」(検証その2:本稿)について検証することとした。

本検証は、水力換気ノズルについて、現行の製品における基礎的な性能を把握し、実火災で使用するうえでの基礎資料とすることを目的として、常温下における換気量についての各計測を行ったものである。



図1 水力換気ノズル

表1 水力換気ノズル仕様（販売元資料より引用）

流量	主ノズル 340 L/min at 0.7 MPa(筒先圧力) 抑制ノズル 0 L、40 L/min、80 L/min
寸法	全長 1800 mm 全高 700 mm
質量	約 6.5 kg

2 実施日等

(1) 実施日

令和3年8月10日(火)

(2) 場所

札幌市消防学校 消防補助訓練塔(以下「訓練施設」という。図2~6)

(3) 環境

【天気】雨 【気温】16℃ 【相対湿度】88% 【自然風：風向・風速】南の風 0.5 m/s



図2 訓練施設(南西面)



図3 訓練施設(南面)



図4 訓練施設(西面)



図5 訓練施設(北面)

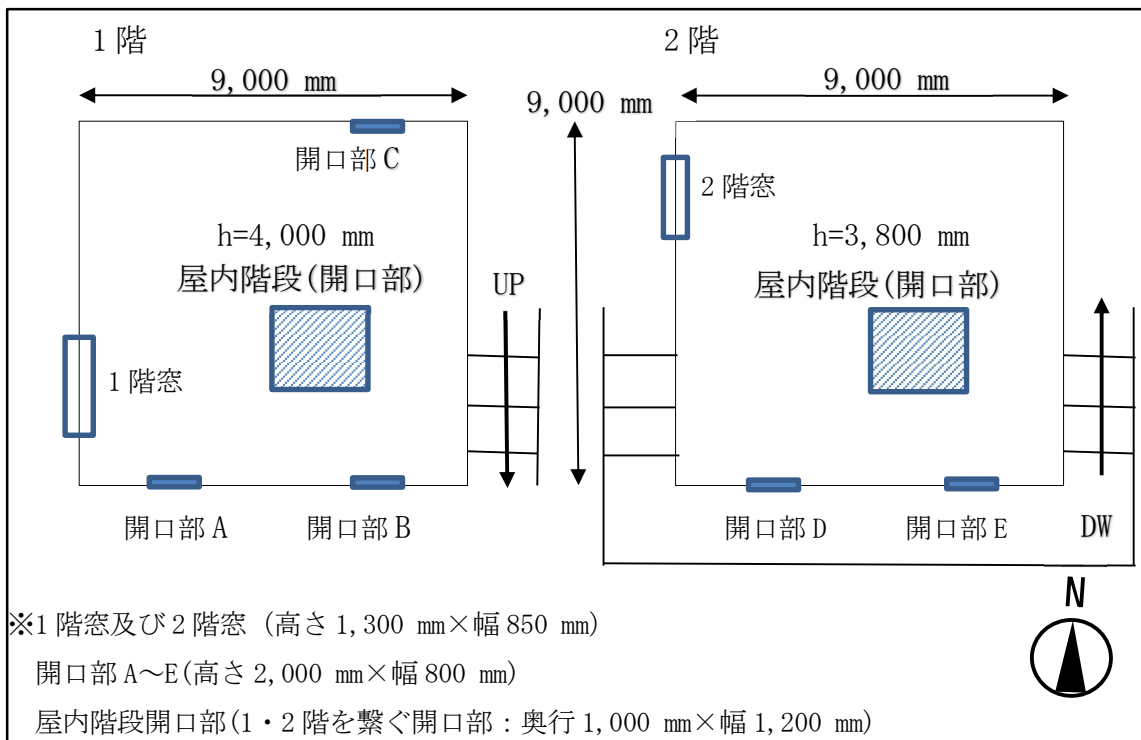


図6 訓練施設(平面図:1階及び2階)

3 検証項目

水力換気ノズルの基本的な換気効果を確認するため、以下の検証を実施した。

(1) 検証1(開口部の位置及び数の違いによる換気効果の比較)

試作器における検証では、スモークマシンの煙の排煙状況から、排気口1箇所(水力換気ノズル設定)に対し、吸気口を1箇所とすることで排煙効果が高くなることを確認している。しかし、開口部の位置の違いによる効果の違いや、各開口部での吸気量については未検証である。

本検証では、同一階に設定された開口部の位置及び数の違いが換気量に及ぼす影響について把握するため、換気効果の指標として各開口部で風速を計測し、計測した風速の平均値及び開口部の面積から換気量(吸気量)を算出することとした。

(2) 検証2(吸気口と排気口の階層が異なる場合の換気効果の比較)

試作器における検証では、上階に水力換気ノズルを設定し、下階を吸気とした場合についての換気効果を確認している。しかし、下階を排気とし、上階を吸気とした場合の効果については未検証である。

本検証では、水力換気ノズルを上階または下階に設定し、吸気口の階層が異なる場合の換気量について把握するため、換気効果の指標として各開口部で風速を計測し、計測した風速の平均値及び開口部の面積から換気量(吸気量)を算出することとした。

4 設定状況

各検証における各種設定は、以下の設定で行った。

(1) 検証1(開口部の位置及び数の違いによる換気効果の比較)

訓練施設1階部分(内寸:奥行9,000 mm、幅9,000 mm、高さ4,000 mm)を使用し、西面窓(高さ

1,300 mm、幅 850 mm)に水力換気ノズルを設定した。

各開口部(高さ 2,000 mm、幅 800 mm)の中心に風速計(株式会社マザーツール製:AM-4207SD)を設定した。

水力換気ノズルからの放水方法については、「主ノズル単独」で放水した場合と、「主ノズルと抑制ノズルを併用」して放水した場合の2通りで各1分間放水を行った。

各開口部の開閉状況を条件として変更し、計測した風速から吸気量を算出した。

風速については、1分間の放水中の計測で風速が安定している時間(各30秒間)を抽出し、平均値をとった。

また、スモークマシンの煙を室内に5分間充満させ(視界約1 m)、開口部が1箇所の場合及び開口部が3箇所の場合に、2分間排煙した時の室内の煙の状況を目視で確認した。

なお、自然風の影響を軽減するために、1階の開口部(A~C)から屋外側水平距離約2,000 mmの位置に大型車両を開口部と並行に配置し、風除けとした。

設定の詳細について、図7~図9及び表2に示す。

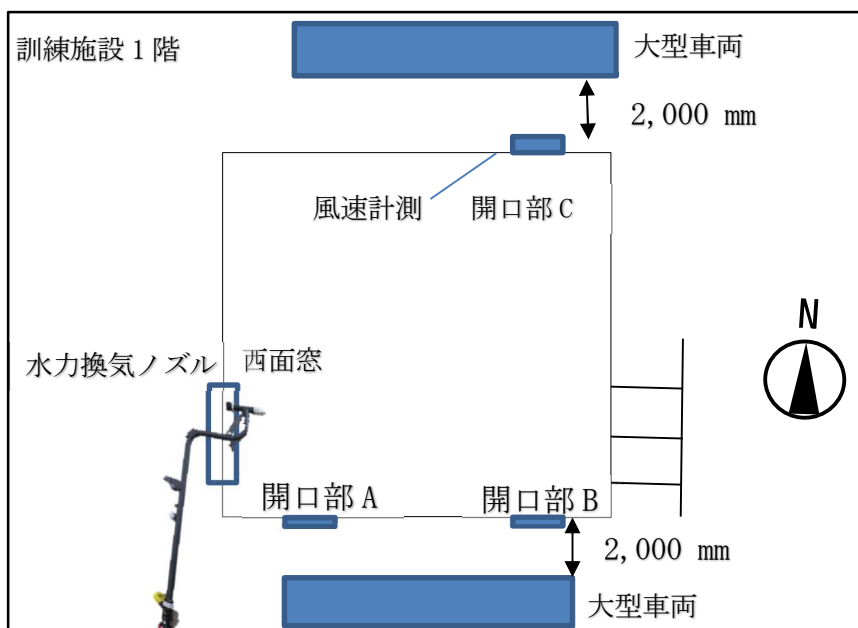


図7 訓練施設1階設定図(平面図)



図8 水力換気ノズル設定状況(西面窓)



図9 風速計設定状況(開口部C)

表 2 各種設定

項目	設定
1 階窓(排気口)	高さ 1,300 mm×幅 850 mm
各開口部(吸気口)	高さ 2,000 mm×幅 800 mm
放水量	①主ノズル 340 L/min ②主ノズル + 抑制ノズル 340 L/min + 80 L/min
放水圧	約 0.7 MPa ※ノズル圧
放水時間	各検証 1 分間
風速計	各開口部(吸気口)の中心部
開口部の開放	開口部 1 箇所：①開口部 A ②開口部 B ③開口部 C 開口部 2 箇所：④開口部 A + 開口部 B ⑤開口部 A + 開口部 C ⑥開口部 B + 開口部 C 開口部 3 箇所：⑦開口部 A + 開口部 B + 開口部 C

(2) 検証 2(吸気口と排気口の階層が異なる場合の換気効果の比較)

訓練施設 1 階部分及び訓練施設 2 階部分(内寸：奥行 9,000 mm、幅 9,000 mm、高さ 3,800 mm)を使用した。

水力換気ノズルについては、1 階を排気とする場合は 1 階西面窓に、2 階を排気とする場合は 2 階西面窓(高さ 1,300 mm、幅 850 mm)に設定した。

1 階及び 2 階各開口部(高さ 2,000 mm、幅 800 mm)の中心及び 1 階と 2 階を繋ぐ屋内階段(開口部：奥行 1,000 mm×幅 1,200 mm)中心に風速計を設定した。

開口部(吸気口)については 1 箇所のみ開放とし、1 階を排気とする場合は 2 階の開口部を吸気口とし、2 階を排気とする場合は 1 階の開口部を吸気口とした。

水力換気ノズルからの放水方法については、「主ノズル単独」で放水し、各 1 分間放水を行った。

各開口部及び屋内階段(開口部)で計測した風速から、換気量(吸気量)及び屋内階段を通過する風量を算出した。

風速については、1 分間の放水中の計測で風速が安定している時間(各 30 秒間)を抽出し、平均値をとった。

なお、自然風の影響を軽減するために、1 階の開口部(A~C)から屋外側水平距離約 2,000 mm の位置に大型車両を開口部と並行に配置し、風除けとした。

設定の詳細について、図 10~図 13 及び表 3 に示す。

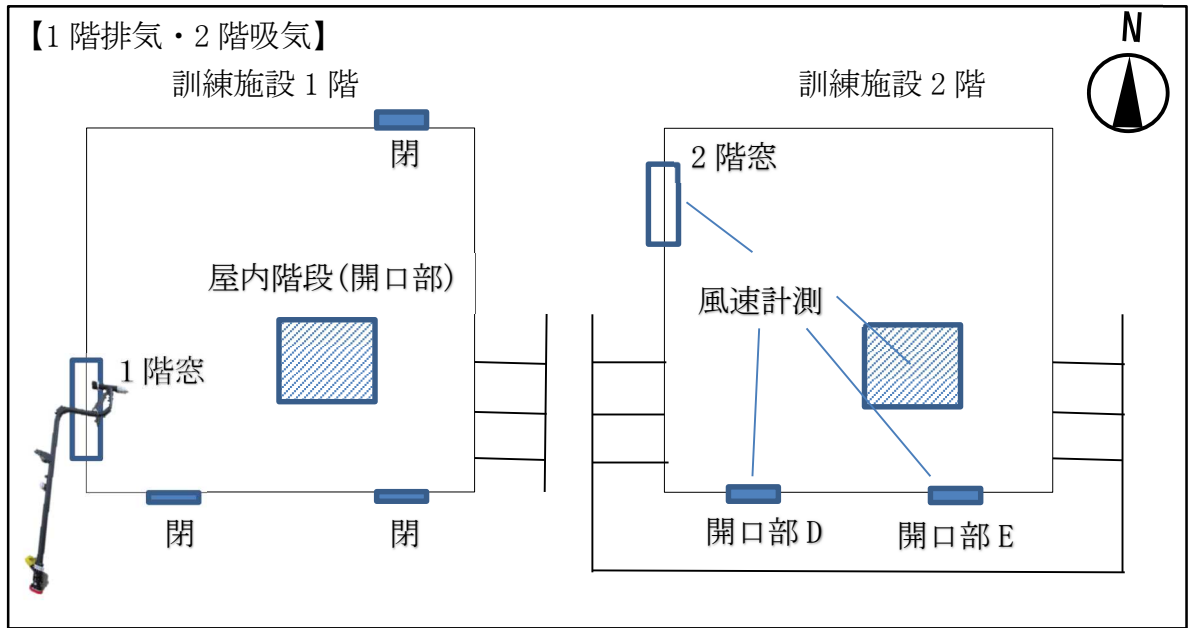


図 10 1階を排気、2階を吸気とした際の設定図(平面図)

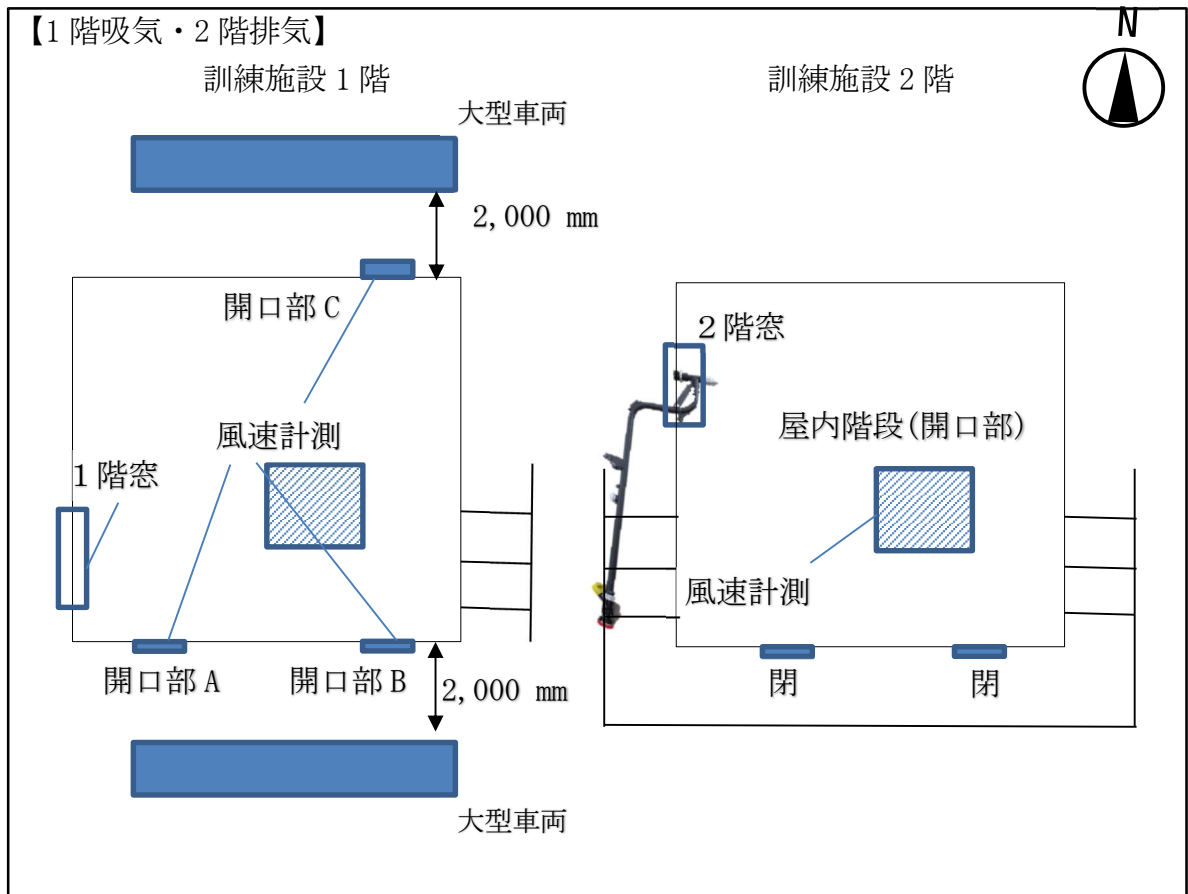


図 11 1階を吸気、2階を排気とした際の設定図(平面図)



図 12 2 階窓への水力換気ノズルの設定



図 13 屋内階段(開口部)に設定した風速計

表 3 各種設定

項目	設定
1 階及び 2 階窓(排気口) 各開口部(吸気口) 屋内階段開口部	高さ 1,300 mm×幅 850 mm 高さ 2,000 mm×幅 800 mm 奥行 1,000 mm×幅 1,200 mm
放水量	主ノズル 340 L/min
放水圧	約 0.7 MPa ※ノズル圧
放水時間	各検証 1 分間
風速計	各開口部(吸気口)の中心部
吸気口及び排気口	【1 階排気・2 階吸気】 排気口：1 階西面窓 吸気口：①2 階西面窓 ②2 階開口部 D ③2 階開口部 E
	【1 階吸気・2 階排気】 排気口：2 階西面窓 吸気口：④1 階西面窓 ⑤1 階開口部 A ⑥1 階開口部 B ⑦1 階開口部 C

5 検証 1 結果及び考察(開口部の位置及び数の違いによる換気効果の比較)

(1) 検証結果

計測した風速(平均値)及び算出した吸気量を表 4 及び表 5 に、目視により確認したスモークマシンの煙の排煙状況を表 6 に示す。

検証 1 では、全ての計測で、開口部が吸気口となっていることを確認した。

開口部を 1 箇所とした場合(位置の違い)については、抑制ノズルからの放水の有無に関わらず、水力換気ノズル設定位置(排気口)から開口部(吸気口)が遠くなるほど風速及び吸気量が大きくな

った。

開口部を複数(2箇所及び3箇所)とした場合は、抑制ノズルからの放水の有無に関わらず、各開口部での風速及び吸気量が一部を除き、それぞれ単独時の値と比較して減少していた。

抑制ノズルからの放水の有無については、主ノズルと抑制ノズルを併用することにより、風速及び吸気量が若干大きくなる結果及び風速及び吸気量が若干小さくなる結果を確認した。

目視により確認したスモークマシンの煙の排煙状況(主ノズル単独)については、開口部が1箇所の場合は、排気口から最も遠い位置にある開口部Cを吸気口とした時に、視界が最も改善されたことを確認した。また、開口部Cの単独時と、複数開口部(3箇所)の排煙状況を比較したが、室内全体を排煙する時間に大きな差は確認できなかった。しかし、複数開口部と比較して換気開始直後に開口部C周辺の視界が即時に改善される状況を確認した。

表4 検証1結果(各開口部での風速)

		平均風速 (m/s)		
条件	組み合わせ	開口部 A	開口部 B	開口部 C
開口部 1 箇所	それぞれ単独	1.51	2.10	2.62
		1.59	1.94	2.90
開口部 2 箇所	A+B	1.24	1.13	
		1.26	1.44	
	A+C	1.59		1.48
	B+C		1.68	1.42
			1.70	1.24
開口部 3 箇所	A+B+C	0.70	1.43	0.79
		1.12	1.39	1.42

※表の値中、上段は主ノズル単独で放水した場合の値、下段(網掛け)は主ノズルと抑制ノズルを併用して放水した場合の値

※値は1分間の放水中の計測で風速が安定している時間(各30秒間)を抽出し、平均値をとった。

表5 検証1結果(各開口部での吸気量及び、建物全体での合算吸気量)

条件		平均吸気量(m ³ /s)			合算吸気量 (m ³ /s)
		開口部 A	開口部 B	開口部 C	
開口部 1 箇所	それぞれ単独	2.4	3.4	4.2	
		2.5	3.1	4.6	
開口部 2 箇所	A+B	2.0	1.8		3.8
		2.0	2.3		4.3
	A+C	2.5		2.4	4.9
		2.7		2.6	5.3
	B+C		2.7	2.3	5.0
			2.7	2.0	4.7
開口部 3 箇所	A+B+C	1.1	2.3	1.3	4.7
		1.8	2.2	2.3	6.3

※表の値中、上段は主ノズル単独で放水した場合の値、下段(網掛け)は主ノズルと抑制ノズルを併用して放水した場合の値

※平均吸気量は、計測した風速(平均値：表5)に、各開口部の面積を乗じたもの。

※合算吸気量は、各開口部の平均吸気量の総和(建物全体での吸気量)

表6 検証1 排煙状況(2分間の主ノズル単独での放水による排煙)

開口部(吸気口)	排煙までの所要時間※
開口部 A	排煙できず(2分時点)
開口部 B	約1分50秒
開口部 C	約1分20秒
開口部 3 箇所 (A+B+C)	約1分20秒

※排気口から最も遠い部屋の角(開口部C地点)から、排気口を見通せるまでに視界が改善(視界約1mから視界約13mに改善)するまでの所要時間

(2) 考察

ア 開口部を1箇所とした場合(位置の違い)について

(ア) 抑制ノズルからの放水の有無について

抑制ノズルからの放水の有無については、主ノズルと抑制ノズルを併用した場合に、風速及び吸気量が若干大きくなる結果と、風速及び吸気量が若干小さくなる結果の両方がみられ、風速及び吸気量が若干大きくなる結果の割合が多い傾向を確認した。これは、使用した風速計の誤差(±(0.2%+0.2) m/s)を考慮した場合、計測した風速の値が概ね誤差の範囲内である。

このことから、抑制ノズルからの放水の有無は、吸気口での風速(吸気量)に影響しないと考える。

(イ) 風速(吸気量)について

水力換気ノズル設定位置(排気口)から開口部(吸気口)が遠くなるほど風速(吸気量)が大きくなった。

これは、吸気口と排気口の位置が遠くなるほど、水力換気ノズルの排気により訓練施設内の気圧が低下したためと考える。

検証時は 0.5 m/s 程度の風が吹いていたが、開口部前に大型車両を配置して風除けとしたことで、検証開始時の各開口部は、ほぼ無風(0.1 m/s 以下)となっていたため、自然風の影響を受けたとは考えにくい。

また、一般に、開口部の前と後(建物の内と外)で圧力差があると空気の流れが発生する。その時⁴⁾⁵⁾開口部を通過する空気量(風量: Q [m³/s])は

$$Q = \left(\alpha A \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \right)$$

で与えられる。

α は流量係数、 A は開口面積、 ρ は外部空気密度、 ΔP は開口部前後の圧力差である。

本検証では、開口部(吸気口)の面積は全て同一であり、開口部の形に依存する流量係数及び屋外の空気密度についても検証を通して同一であったとすると、開口部を通過する空気量の大小関係は、開口部前後の圧力差の平方根に依存していたと考えられる。ここで、本検証での、異なる条件は位置(距離)のみである。そのため、訓練施設内部の気圧は未計測であるが、本検証環境においては、吸気口と排気口の距離が離れるほど、訓練施設内外の圧力差(絶対値)が大きくなっていったと考える。

これらのことから、吸気口が単独の場合は、水力換気ノズル設定位置から吸気口が遠くなるほど吸気量が大きくなると考える。

なお、本検証では風速計を開口部の中心 1 点で計測を行い、計測した風速(平均値)及び開口部面積から吸気量を算出したが、開口部全体を考慮した場合、各開口部での吸気量に差はない可能性もある。

(ウ) スモークマシンの煙の排煙状況について

スモークマシンの煙により室内を視界約 1 m 程度にした後、2 分間の排煙を実施した結果、排気口から近い開口部 A では、室内全体を換気することはできなかった。排気口から遠い位置にある、開口部 B 及び開口部 C では視界の改善を確認した。また、開口部 C では早期に開口部 C 周辺の視界が改善され、室内全体の視界改善に要する時間が最も少なかった(表 6)。

これは、開口部 A については、排気口と近いため、吸気した外気がそのまま排気される流れが形成され、室内全体の気流に影響がほぼなかったため、2 分間では室内の排煙ができなかったと考える。開口部 B については、未計測となるが開口部 B から流入した外気が開口部 C 付近まで届いていることを検証時に体感しており、大まかに開口部 B、開口部 C、排気口の順路で室内空気の流れが形成されたことにより室内全体が換気されたと考える。開口部 C については、流入する空気(吸気量)が最も多いため、即時に開口部周辺の視界が改善されたと考

える。また、排気口との位置関係が、建物のほぼ対角となる位置にあったことから、吸気口から排気口までの空気の流れが室内を横断する形で形成され、室内全体を効率よく換気できたと考える。

これらのことから、排気口と吸気口の位置関係が室内を横断する位置にあると、室内全体を効率よく換気できると考える。

イ 開口部を複数(2箇所及び3箇所)とした場合について

(ア) 抑制ノズルからの放水の有無について

抑制ノズルからの放水の有無については、開口部を1箇所とした時と同様に、主ノズルと抑制ノズルを併用した場合に、若干風速が大きくなる傾向があった。しかし、使用した風速計の誤差($\pm(0.2\%+0.2)$ m/s)を考慮した場合、一部を除き計測したそれぞれの風速の値は、概ね誤差の範囲内であると考えられる。

このことから、抑制ノズルからの放水の有無は、吸気口での風速(吸気量)に影響しないと考える。

なお、前5(2)アと同様に、正確なノズル圧については未計測である。そのため抑制ノズルからの放水の有無により、ノズル圧力に差があった可能性もある。

(イ) 風速(吸気量)について

開口部を複数(2箇所及び3箇所)とした結果、全ての開口部が吸気口となることを確認した。また、各開口部での風速(吸気量)が一部を除き、それぞれ単独時の値と比較して減少していた。

これは、排気口面積が常に一定であったのに対し、開口部が増えたことで吸気口の総面積が増加し、各開口部ごとの風速及び吸気量が減少したためと考える。

また、単独時に一番吸気量大きい開口部Cと複数開口部(2箇所及び3箇所)の合算吸気量を比較すると、複数開口部の合算吸気量の方が大きい傾向にあるが、これは誤差の範囲内であり、開口部の数による明確な差はないと考える。使用した風速計の誤差($\pm(0.2\%+0.2)$ m/s)を考慮した場合、各開口部(A~C)の面積から換気量に換算すると、1箇所につき約 ± 0.32 m³/sの誤差がある。開口部3箇所で最大約0.96 m³/sの誤差があることを考慮すると、開口部の数が1~3箇所の場合による建物全体での最大吸気量は誤差の範囲内となっていることから、開口部の数による明確な差はないと考える。

これらのことから、吸気口が3箇所(排気口面積に対し約4倍の吸気口面積)までは、全て吸気口となるが、開口部を増やすことで各開口部の吸気量が減少すると考える。また、開口部の数が1~3箇所の場合は、建物全体での最大吸気量に明確な差はないと考える。

(ウ) スモークマシンの煙の排煙状況について

スモークマシンの煙により室内を視界約1 m程度にした後、2分間の排煙を実施した結果、開口部を3箇所とした時の排煙に要する時間は、開口部C単独で排煙した場合と同程度の時間となった。

これは、開口部単独時及び開口部複数時において吸気量の差がないこと、どちらの条件も排気口に対しほぼ対角に位置する開口部Cを含んでいたことが要因と考える。

また、開口部C単独と開口部3箇所の部屋全体における排煙状況は同程度だが、開口部C

単独時には、早期に開口部 C 周辺の視界が改善されることを確認している。開口部 A 及び開口部 B についても単独の吸気口とした際には、各開口部周辺の視界は早期に改善されることを確認している。

これは、前5(2)イ(イ)で述べたように、開口部が増えると各開口部ごとの風速及び吸気量が減少するため、吸気量が多い開口部単独とした際に、各開口部周辺の視界が早期に改善されたと考える。

これらのことから、排気口と吸気口の位置関係が室内を横断する位置となる開口部を含む場合、吸気口が3箇所(排気口面積に対し約4倍の吸気口面積)までは、排煙状況に大きな差はないと考える。なお、吸気口を単独とすると、吸気口付近の視界を早期に改善できると考える。

(3) 結論(検証1)

当訓練施設での常温下における検証の結果、抑制ノズルからの放水の有無に関わらず、吸気口を単独とすることで吸気口付近の視界が早期に改善し、吸気口と排気口の位置関係が室内を横断する位置にあると、効率よく換気できることを確認した。

また、抑制ノズルからの放水の有無に関わらず、開口部が3箇所(排気口面積に対し約4倍の吸気口面積)までは、全ての開口部が吸気口となることを確認した。

6 検証2結果及び考察(吸気口と排気口の階層が異なる場合の換気効果の比較)

(1) 検証結果

計測した風速(平均値)及び算出した吸気量を表7及び表8に示す。

1階を排気とした結果と2階を排気とした結果をみると、各階の窓を吸気とした場合に風速が大きくなった。吸気量として算出した場合、1階及び2階で計測した吸気量は同様の値となった。

1階と2階を繋ぐ屋内階段の開口部で計測した風速(吸気量)は、2階を排気とした場合に大きくなった。各階で吸気口を変えたことによる値の差は小さく、各階で同様の値となった。

表7 検証2結果(各開口部の風速及び屋内階段開口部における風速)

		平均風速(m/s)	
排気口	吸気口	各吸気口	屋内階段開口部
1階窓	2階窓	2.53	1.50
	開口部D	1.62	1.61
	開口部E	1.78	1.73
2階窓	1階窓	2.36	2.57
	開口部A	1.66	2.64
	開口部B	1.61	2.50
	開口部C	1.84	2.64

※屋内階段開口部の風速は、1階窓を排気とした場合は鉛直下方の向き、2階窓を排気とした場合は鉛直上方の向き。

表 8 検証 2 結果(各開口部での吸気量及び屋内階段開口部における風量)

		平均風量(m ³ /s)	
		各吸気口	屋内階段開口部
1 階窓	2 階窓	2.8	1.8
	開口部 D	2.6	1.9
	開口部 E	2.8	2.0
2 階窓	1 階窓	2.6	3.1
	開口部 A	2.7	3.2
	開口部 B	2.6	3.0
	開口部 C	2.9	3.2

(2) 考察

ア 1 階及び 2 階の各開口部で計測した風速(吸気量)について

1 階及び 2 階の各開口部で計測した吸気量は、全て同様の値となった。

これは、1 階と 2 階を繋ぐ屋内階段の開口部の位置が、2 階床面のほぼ中央に位置していたことで、各開口部との距離に差がなかったためと考える。そのため、各吸気口での圧力差(室内と室外)がほぼ同一となったと予測できることから、同様の吸気量となったと考える。

また、本検証における各開口部での吸気量は、計測した値を前 5(1)の表 5 と比較すると、開口部 B 単独及び開口部 C 単独の値よりも小さい値となっていた。

これは、通過する開口部が 2 箇所(吸気口、排気口：検証 1)から 3 箇所(吸気口、屋内階段開口部、排気口：本検証)に増えたことによるものと考えられる。一般に、複数の空間での流れを考えると、空気が通過する開口部が増えると、換気量は減少する。そのため、2 階層となり通過する開口部が増えた本検証では、検証 1 よりも吸気量が小さい値となったと考える。

これらのことから、空気が通過する開口部が増えたことで検証 1 と比較して吸気量の減少はあるが、1 階と 2 階どちらを排気に設定しても、一定の吸気効果があると考えられる。

イ 1 階と 2 階を繋ぐ屋内階段の開口部で計測した風速(風量)について

1 階と 2 階を繋ぐ屋内階段の開口部で計測した風速(風量)については、2 階を排気とした場合に大きくなった。

これは、1 階窓と 2 階窓の高低差による圧力差(温度差)によるものと考えられる。一般的に、開口部に高低差(温度差)がある場合は、空気は低所(低温部)から流入し、高所(高温部)から排気される。そのため、吸気口の値と同程度と予測されたが、1 階を排気とした際には、水力換気による 2 階から 1 階への流れに対して、逆向きの力が働くことで流れ(風量)が抑制され、2 階を排気とした際には、水力換気による 1 階から 2 階の流れに対して、本来の自然換気の力が加わることで流れ(風量)が増大したと考える。

これらのことから、内部の気流については、1 階と 2 階どちらを排気に設定しても、排気となる階層への気流が発生するが、2 階(上階)を排気とする時に階層間の気流は強くなると考える。

(3) 結論(検証2)

当訓練施設での常温下における検証の結果、空気が通過する開口部が増えたことで1階層(1部屋)と比較して吸気量の減少はあるが、1階と2階どちらを排気に設定しても、一定の吸気効果があることを確認した。

また、内部の気流については、1階と2階どちらを排気に設定しても、排気となる階層への気流が発生するが、2階(上階)を排気とする時に階層間の気流が強くなることを確認した。

7 まとめ

当訓練施設、常温下における水力換気ノズルの換気効果に関する検証結果は以下のとおり。

(1) 1階層(1部屋)での換気効果

当訓練施設での常温下における検証の結果、抑制ノズルからの放水の有無に関わらず、吸気口を単独とすることで吸気口付近の視界が早期に改善し、吸気口と排気口の位置関係が室内を横断する位置にあると、効率よく換気できることを確認した。

また、抑制ノズルからの放水の有無に関わらず、開口部が3箇所(排気口面積に対し約4倍の吸気口面積)までは、全ての開口部が吸気口となることを確認した。

(2) 2階層(2部屋)での換気効果

当訓練施設での常温下における検証の結果、空気が通過する開口部が増えたことで1階層(1部屋)と比較して吸気量の減少はあるが、1階と2階どちらを排気に設定しても、一定の吸気効果があることを確認した。

また、内部の気流については、1階と2階どちらを排気に設定しても、排気となる階層への気流が発生するが、2階(上階)を排気とする時に階層間の気流が強くなることを確認した。

【参考文献】

- 1) 一般社団法人日本機械学会流体工学部門「流れの読み物、一息でふくらませる」
https://www.jsme-fed.org/experiment/2013_8/004.html
- 2) 清水洋幸・川内健太郎・外崎祐至・増田明 著、札幌市消防科学研究所報 2020 No. 27、「水力換気を応用した排煙及び燃焼抑制システムの検証について(その1)」、2020年度
- 3) 布施悟史・増田明・嵐田昌浩・清水洋幸 著、札幌市消防科学研究所報 2020 No. 27、「水力換気を応用した排煙及び燃焼抑制システムの検証について(その2)」、2020年度
- 4) 田中哮義 ほか「火災と消火の理論と応用」2005年度、「P91 単一開口を通る流量」「P98-P103 直列開口を通る流れ」
- 5) 一級建築士試験対策室「環境 圧力差、風力、温度差換気」
<https://tomatoneko.com/kenchiku/kankyo/kannki/>

水力換気ノズル(COBRA)に関する検証(その3)

- 水力換気による煙損被害 -

札幌市消防局消防科学研究所 清水 洋 幸
札幌市消防局豊平消防署警防課 高橋 忠 洋

1 はじめに

当局では、火点室への早期内部進入を可能とするため、屋外から容易に熱気及び煙を排出できる¹⁾ 水力換気ノズルCOBRA（ヨネ株式会社製。以下「水力換気ノズル」という。図1）による換気方法を研究している。部屋1区画で水力換気を実施した場合を想定した燃焼実験では、排気温度は水力換気ノズルによる放水により冷却されることを確認している。

しかし、室内の煙を強制排気することで、排気した煙による隣接建物外壁への煙損被害（すすけ）が懸念される。

このことから、消防活動が原因として発生する恐れがある事象を未然に把握し、対策を講じる必要がある。

そのため、水力換気ノズルによる排煙で、隣接建物に煙損被害（すすけ）が発生するかを検証することを目的として、各検証を実施することとした。

なお、本検証は豊平消防署警防課からの依頼を受け、実施したものである。



図1 水力換気ノズル

2 検証日時・場所等

(1) 日時

令和4年3月10日（木） 10時00分～13時00分

(2) 場所

札幌市消防局消防科学研究所（燃焼実験ユニット。図 2）

(3) 環境

【天気】 晴れ 【気温】 7.0 °C 【湿度】 29.0 % 【自然風：風速・風向】 平均 0.4 m/s(南の風)



図 2 燃焼実験ユニット（北東面）

3 検証概要

燃焼実験ユニットを出火建物と想定し、燃焼実験ユニット排気口側に隣接建物の壁体に見立てた外壁材を設置した。その後、燃焼実験ユニット内で木材を燃焼させ、水力換気ノズルによる排煙を実施し、外壁材の離隔距離を変えてすすの付着状況を比較・検証した。

なお、隣接建物との距離については、²⁾「民法第 234 条（境界線付近の建築の制限）」により定められた距離の 2 倍となる 1 m、³⁾「建築基準法第 2 条六（延焼のおそれのある部分）」により定められた 3 m 及び 5 m、また、5 m の 2 倍となる 10 m の 4 つの距離を参考として、検証することとした。

- (1) 検証 1 排気口から 1 m 離れた外壁材へのすすの付着状況
- (2) 検証 2 排気口から 3 m 離れた外壁材へのすすの付着状況
- (3) 検証 3 排気口から 5 m 離れた外壁材へのすすの付着状況
- (4) 検証 4 排気口から 10 m 離れた外壁材へのすすの付着状況

4 設定状況

検証における各種設定は、以下の設定で行った。

燃焼実験ユニット(内寸：奥行 5,300 mm、幅 3,400 mm、高さ 2,800 mm)北側開口部(開口部は北側と南側に 1 箇所ずつ所在)に水力換気ノズルを設定した(以下、北側を「排気側」、南側を「吸気側」という。)

水力換気ノズルによる換気効率を最大限にするため、開口部を概ね包含できる放水角度に統一し、排気側開口部(縦 1,800 mm、横 870 mm)の下部を耐火ボードで塞ぎ、排気側開口部を縦 900 mm、横 870 mm、床面から 900 mm の高さに調整した(以下「排気口」という。)

隣接建物の壁体に見立てた外壁材(窯業系サイディングボード白色：幅 450 mm、高さ 900 mm、厚

さ 15 mm) については、排気口から外側に水平距離 1 m、3 m、5 m、10 m を各検証での計測地点とし、排気口と同じ高さ及び排気口中心部に合わせてアングルに固定したものを検証ごとに設置した。

燃焼実験ユニットの排気口から内側水平距離 2,000 mm の位置にオイルパンを配置した。検証ごとに、燃焼物として木材約 40 kg を配置し、助燃材としてイソプロパノール 500 mL をオイルパン内に注ぎ着火した。

排気口の底辺まで煙が降下した段階で、水力換気ノズル（主ノズルのみ）により毎分 340 L で 5 分間放水し、その後、排煙による外壁材へのすすの付着状況を目視により確認・比較した。

参考として、放水に含有されるすすの状況を確認するため、外壁材の直下にポリ袋で養生したバケツ(5 L)を検証ごとに設置し、外壁材から滴る水を採取した。その後、各検証から得られた水をビーカーで約 500 mL それぞれ測り取り、ろ紙(5A 規格)を用いてろ過し、ろ紙に付着したすすの状況を比較した。

設定の詳細について、図 3～図 12 及び表 1 に示す。

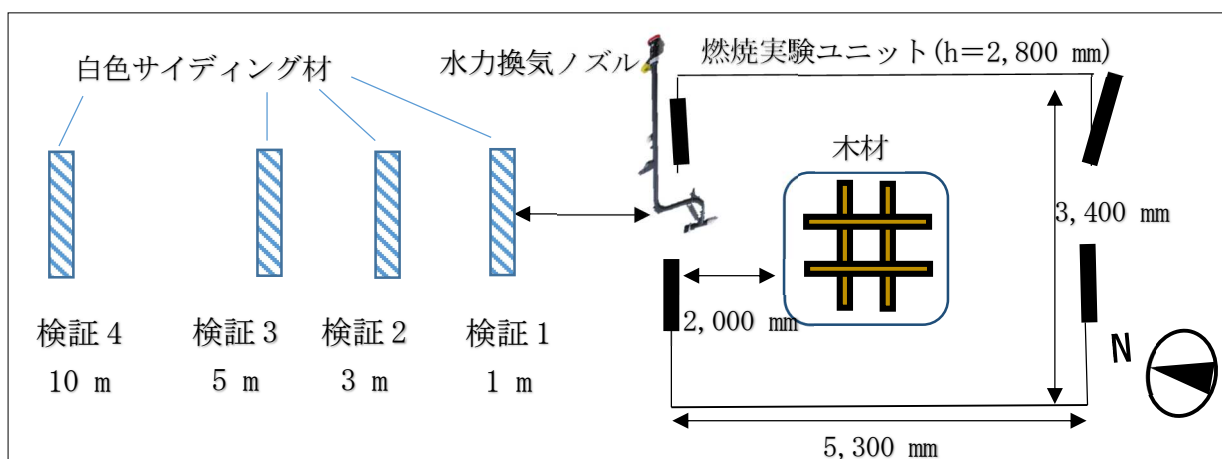


図 3 設定状況（平面図）



図 4 調整した排気口に設定した水力換気ノズル



図 5 アングルで固定した外壁材



図6 排気口から水平距離1 mに設置した外壁材



図7 燃焼実験ユニット内に設置した木材

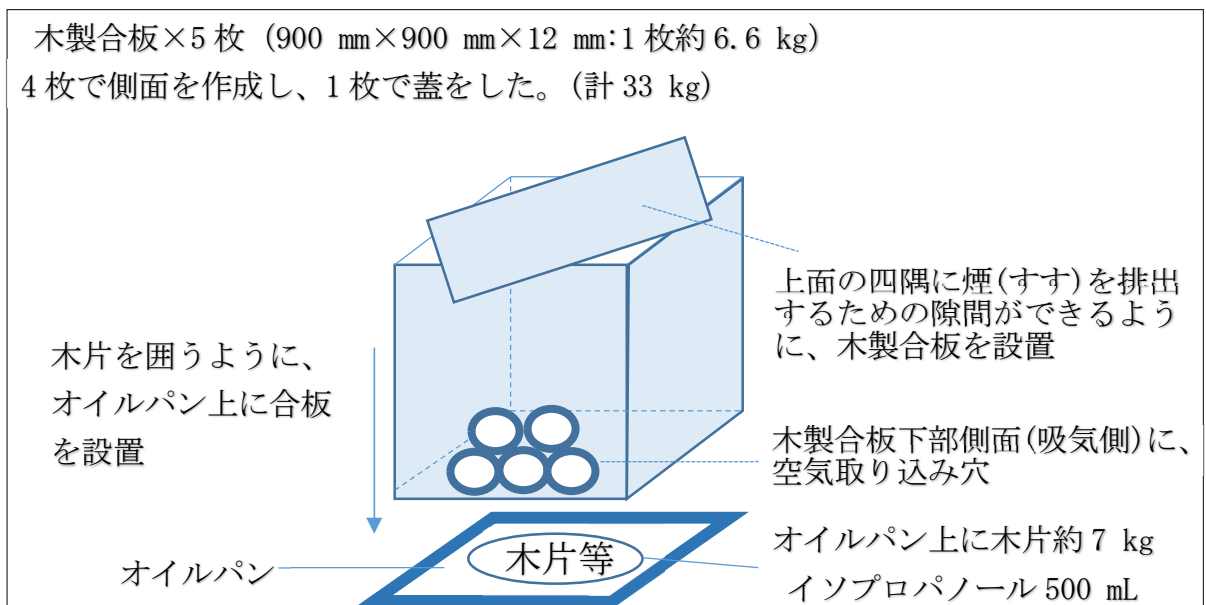


図8 木材(木片及び木製合板)設置状況(立面図)



図9 木材の燃焼状況(吸気側から撮影)



図10 水採取用バケツ



図 11 外壁材直下に設置した水採取用バケツ

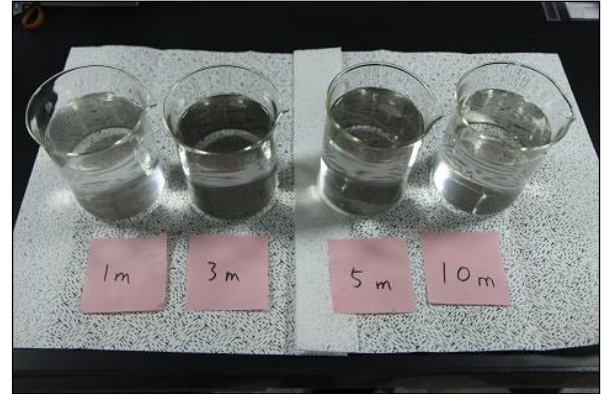


図 12 各検証で採取した水

表 1 設定条件

項目	設定
木材	木製合板：約 33 kg(幅 900 mm×高さ 900 mm×厚さ 12 mm、5 枚) 木片：約 7 kg 合計：約 40 kg
助燃剤	イソプロパノール 500 mL(オイルパン内)
木材設定位置	排気口から内側に水平距離 2,000 mm
排気口 吸気口	縦 900 mm×横 870 mm ※床面から 900 mm の高さ 縦 1,800 mm×横 870 mm
水力換気ノズルからの放水量 放水圧 (ノズル圧) 放水時間	340 L/min (主ノズルのみ) ※車両メーターで確認 約 0.7 MPa 5 分間
外壁材	窯業系サイディングボード白色 幅 450 mm×高さ 900 mm×厚さ 15 mm 排気口から外側に水平距離 1 m、3 m、5 m、10 m 排気口の高さに合わせて設置

5 検証結果

(1) 検証 1 (排気口から 1 m 離れた外壁材へのすすの付着状況)

外壁材への放水状況を図 13 に、新品の外壁材との比較を図 14 及び図 15 に、参考として採取した水をろ紙に通したものを図 16 に示す。

放水中は、外壁材に水が強く吹き付けられている状況が確認できた。

また、放水停止後に 1 m 程の距離から目視により新品の外壁材と比較すると、全体的にすすが付着し黒ずんでいることを確認した。

ろ紙については、すすの付着による黒ずみを確認した。



図 13 放水状況（排気口から 1 m）

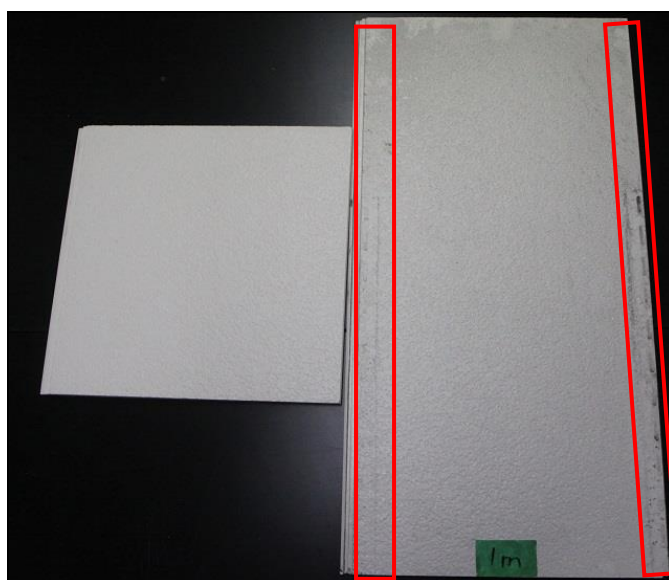


図 14 すすけの比較状況（左：新品、右：1 m 地点のすすけ状況）※赤枠部分はアングル固定部

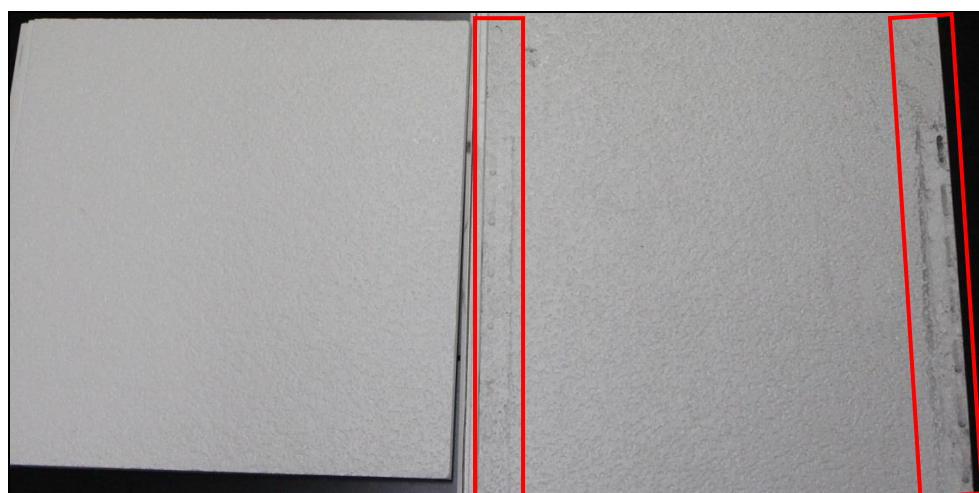


図 15 拡大図（図 14）※赤枠部分はアングル固定部

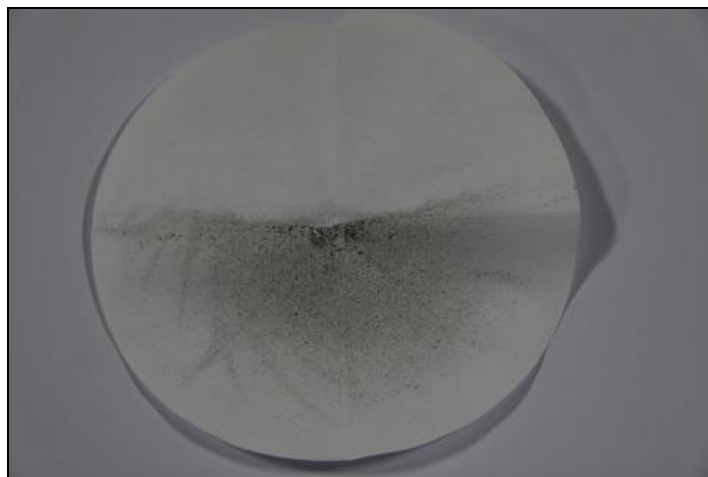


図 16 ろ紙の状況（1 m 地点から採取した水に含有するすす）

(2) 検証 2（排気口から 3 m 離れた外壁材へのすすの付着状況）

外壁材への放水状況を図 17 に、新品の外壁材との比較を図 18 及び図 19 に、参考として採取した水をろ紙に通したものを図 20 に示す。

放水中は、検証 1 と比較すると吹き付ける水の勢いは減衰していた。放射状に出ていた放水形状は、外壁材を設定していた 3 m 付近から形状が崩れだしていた。

また、放水停止後に 1 m 程の距離から目視により新品の外壁材と比較すると、全体的にすすが付着し黒ずんでいることを確認した。

ろ紙については、すすの付着による黒ずみを確認した。



図 17 放水状況（排気口から 3 m）

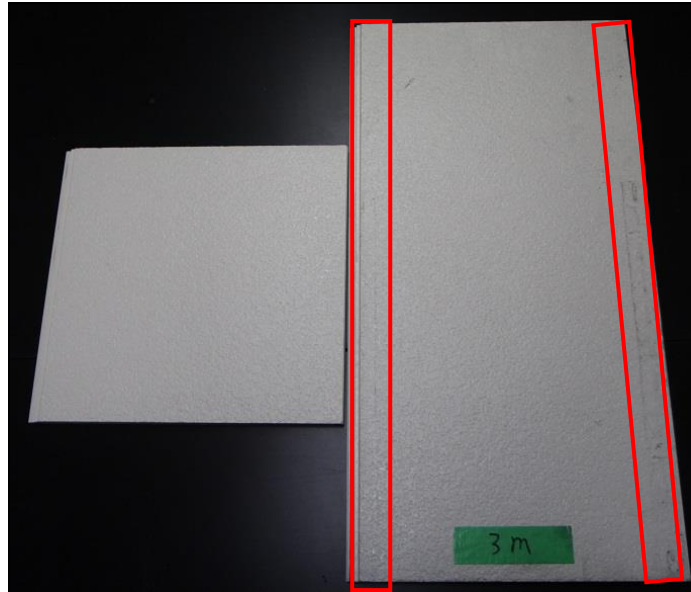


図 18 すすけの比較状況（左：新品、右：3 m 地点のすすけ状況）※赤枠部分はアングル固定部

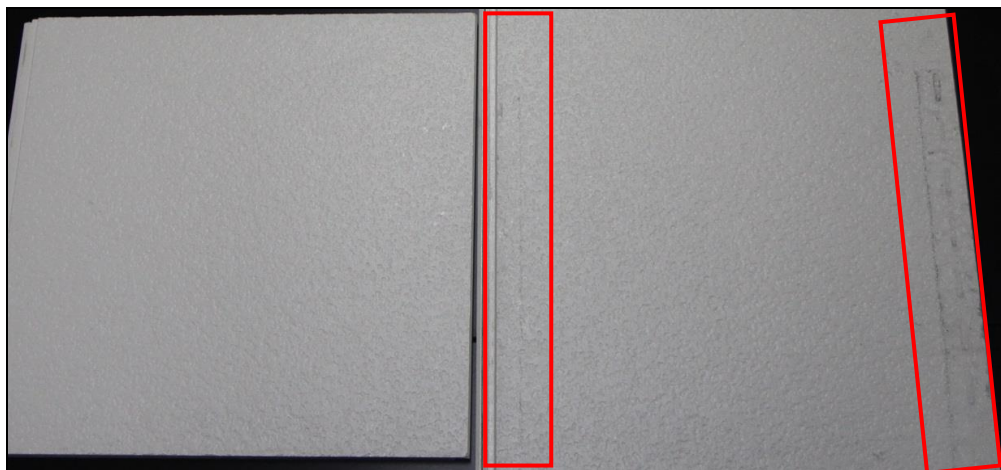


図 19 拡大図（図 18）※赤枠部分はアングル固定部

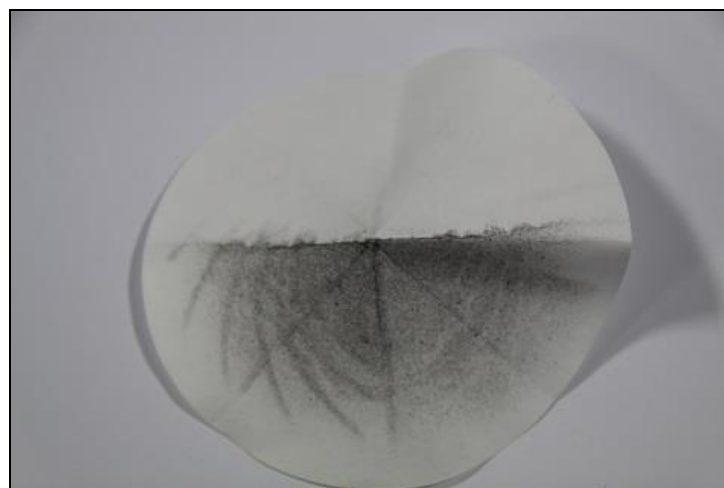


図 20 ろ紙の状況（3 m 地点から採取した水に含有するすす）

(3) 検証3 (排気口から5 m離れた外壁材への煙の付着状況)

外壁材への放水状況を図21に、新品の外壁材との比較を図22及び図23に、参考として採取した水をろ紙に通したものを図24に示す。

放水中は、5 m地点では放水形状が崩れているが、水飛沫となって全体的に水が吹き付けられていた。

また、放水停止後に1 m程の距離から目視により新品の外壁材と比較したが、全体での色合いの変化の判断はできなかった。また、0.3 m程の距離から目視により確認すると部分的にすすけを確認した。

ろ紙については、すすの付着による黒ずみを確認した。



図21 放水状況 (排気口から5 m)

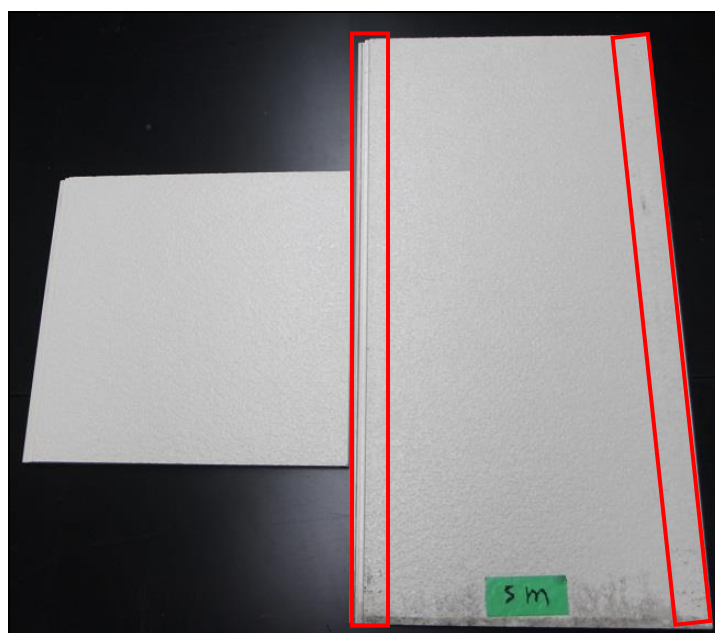


図22 すすけの比較状況 (左:新品、右:5 m地点のすすけ状況) ※赤枠部分はアングル固定部
※底辺部分は路上に降ろした時に付着したもの

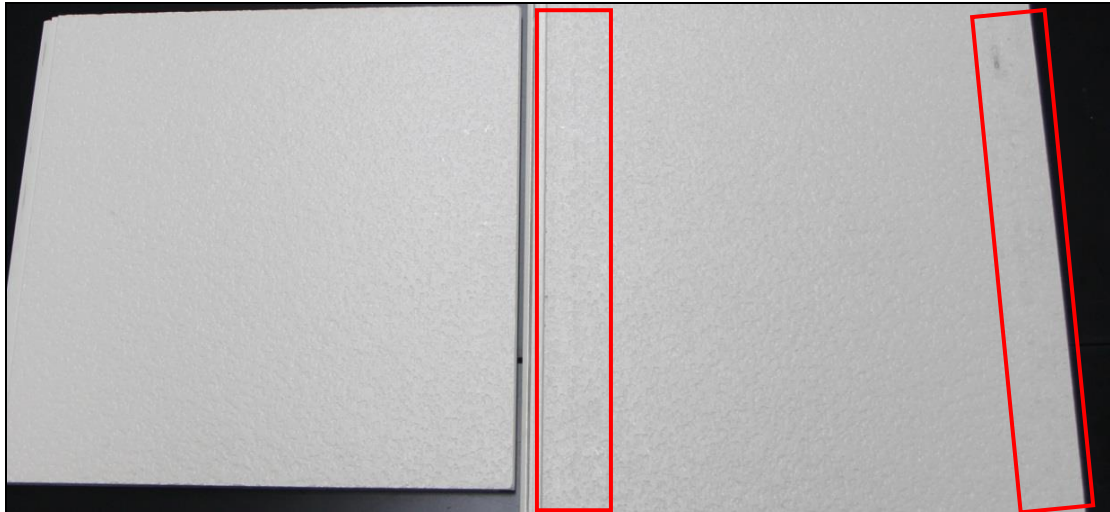


図 23 拡大図（図 22）※赤枠部分はアングル固定部

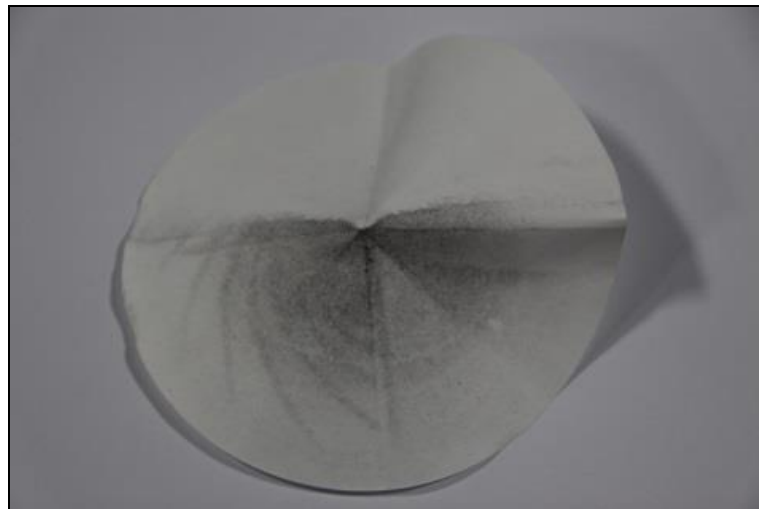


図 24 ろ紙の状況（5 m 地点から採取した水に含有するすす）

(4) 検証 4（排気口から 10 m 離れた外壁材への煙の付着状況）

外壁材への放水状況を図 25 に、新品の外壁材との比較を図 26 及び図 27 に、参考として採取した水をろ紙に通したものを図 28 に示す。

放水中は、10 m 地点では放水形状が崩れているが、漂うように細かい水飛沫となって全体的に水が吹き付けられていた。

また、放水停止後に 1 m 程の距離から目視により新品の外壁材と比較すると、全体での色合いの変化の判断はできなかった。また、目視上では判断できなかったが、指でこすると若干のすすけを確認した。

ろ紙については、すすの付着による黒ずみを確認した。



図 25 放水状況（排気口から 10 m）

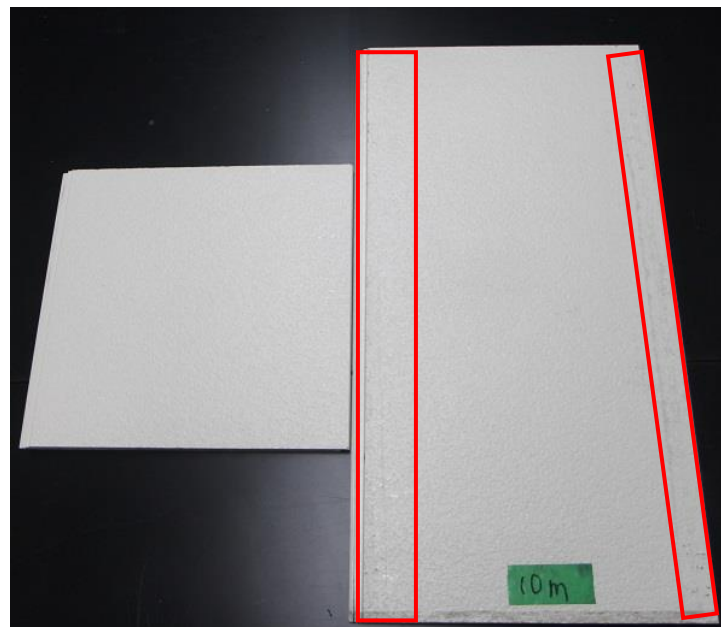


図 26 すすけの比較状況（左：新品、右：10 m 地点のすすけ状況）※赤枠部分はアングル固定部
※底辺部分は路上に降ろした時に付着したもの

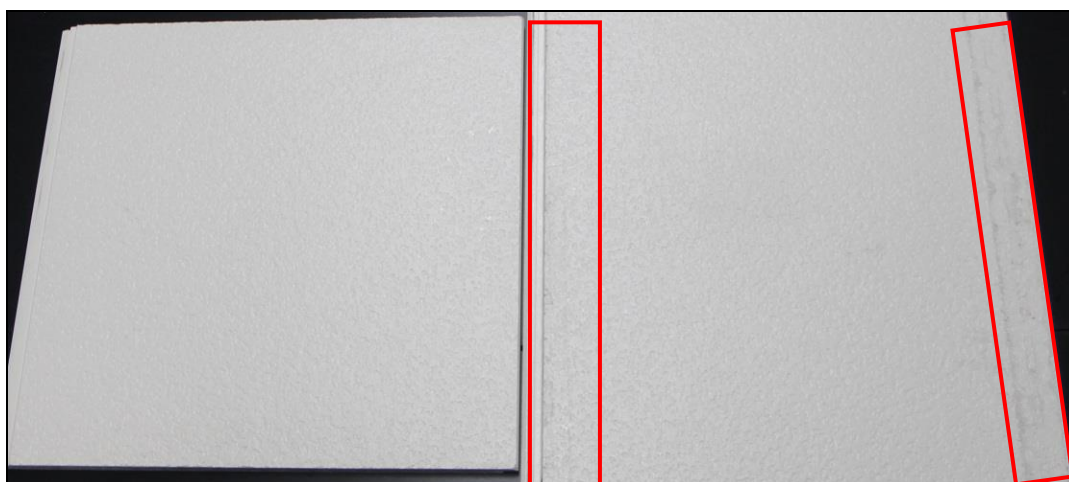


図 27 拡大図（図 26）※赤枠部分はアングル固定部

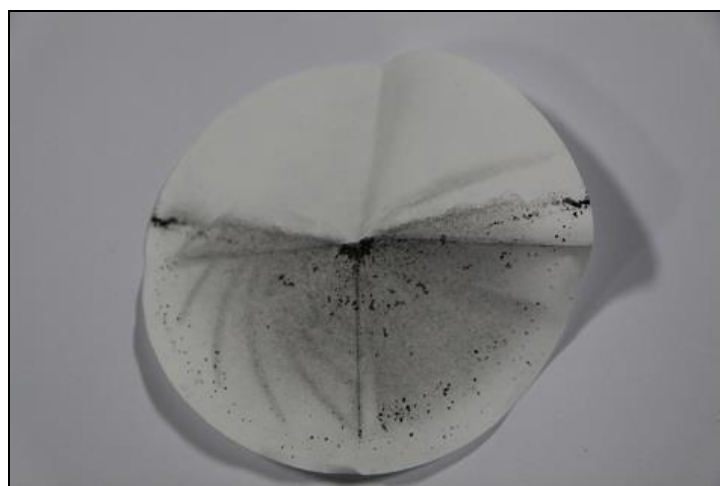


図 28 ろ紙の状況（10 m 地点から採取した水に含有するすす）

(5) 検証 1～4 の比較状況

各外壁材の比較状況を図 29 に、参考として採取した水をろ紙に通したものの状況を図 30 に、検証結果をまとめたものを表 2 に示す。

各検証における外壁材のみを比較すると、1 m 地点での外壁材については黒ずみを判断しやすいが、3 m 以降を比較して見た場合は、目視での変化を判断しにくい状況を確認した。

ろ紙については、全てに黒ずみを確認した。

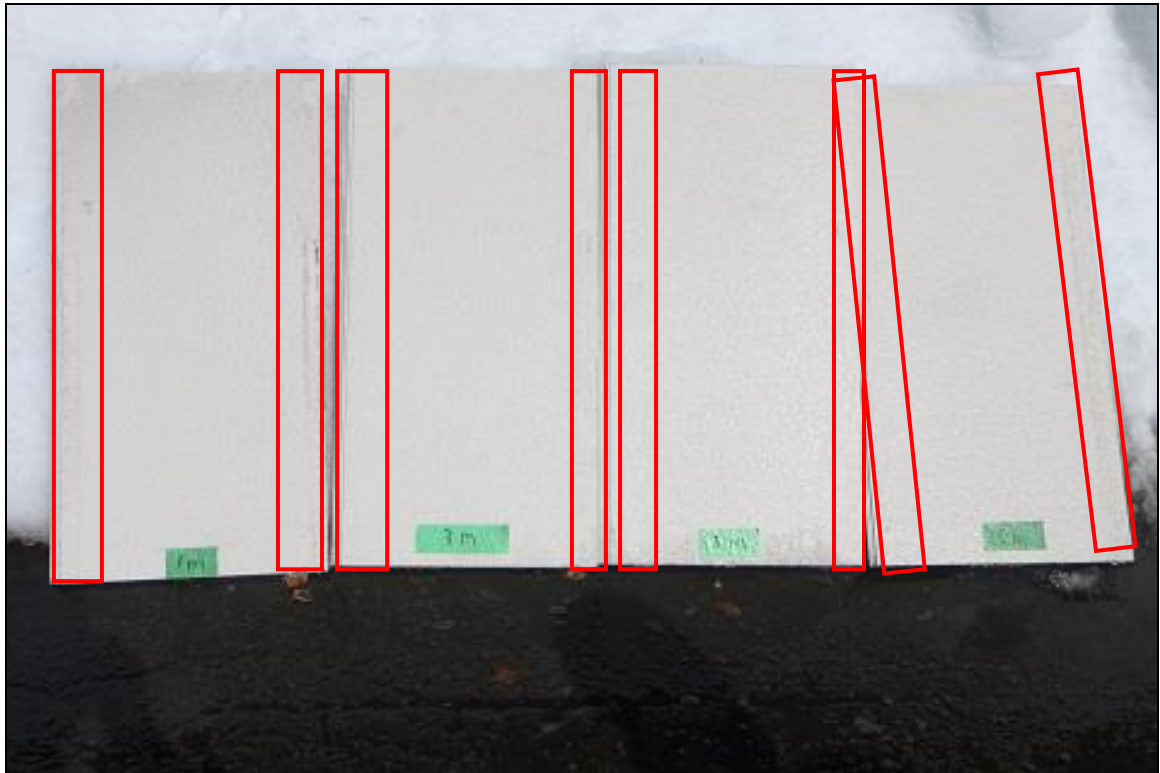


図 29 外壁材の比較状況 (左から 1 m、3 m、5 m、10 m) ※赤枠部分はアングル固定部

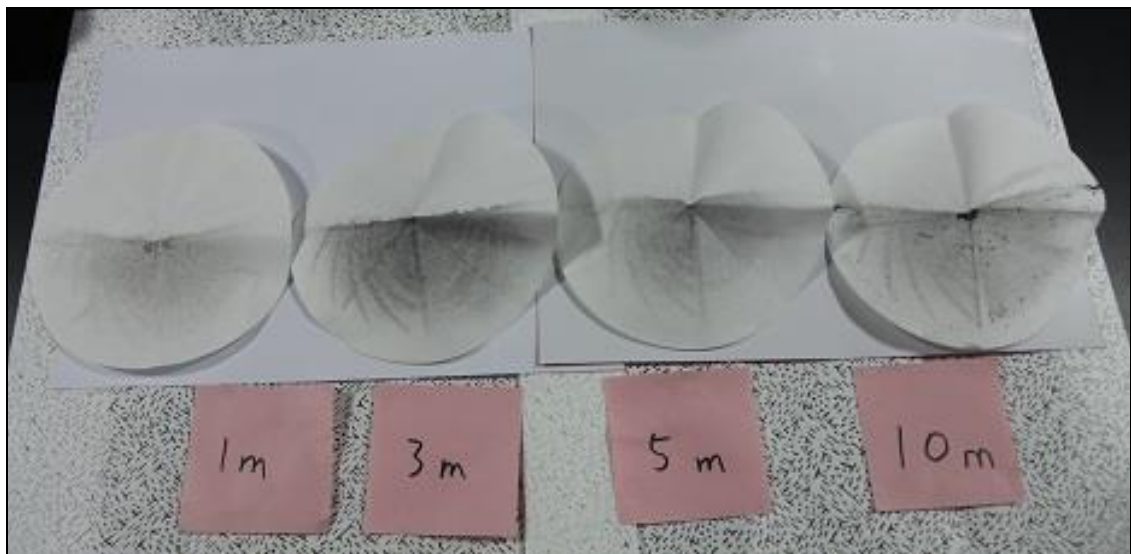


図 30 各ろ紙の状況

表2 煙損被害（すすけ）状況

項目		1 m	3 m	5 m	10 m
外壁材	新品外壁材との全体的な色合いの比較状況 ※1 m程離れたの目視	黒く変色 (すすの付着)	黒く変色 (すすの付着)	判断できず	判断できず
	各地点の外壁材を並べて比較 ※図 29	黒く変色 (すすの付着)	判断できず	判断できず	判断できず
	部分的なすすの付着 ※0.3 m程離れたの目視	有り	有り	有り	無し
	触診による判断 ※目視による判断ができなかった 10 mのみ実施				指にすすが 付着
ろ紙	ろ紙の状況	黒く変色			

※網掛けは煙損被害（すすけ）が有りと判断した

6 考察

(1) 検証1（排気口から1 m離れた外壁材へのすすの付着状況）

水力換気ノズルによる排煙の結果、1 m地点では目視により外壁材へのすすの付着を確認した。これは、放水が外壁材に強く吹き付けられていたことから、放水に巻き込まれた煙（すす）が外壁材に強く吹き付けられ、すすが大量に外壁材に付着したためと考える。

このことから、隣接建物と距離が1 m程度の状況下で水力換気ノズルによる排煙を実施した場合は、隣接建物外壁に対する煙損被害（すすの付着）の可能性があると考えられる。

(2) 検証2（排気口から3 m離れた外壁材へのすすの付着状況）

水力換気ノズルによる排煙の結果、3 m地点では、新品外壁材との比較や部分的なすすの付着は目視で確認できたが、各検証の外壁材を比較した際には色合いの変化が判断できなかった。

これは、検証1と比較して放水による吹き付けの勢いが減衰していたことにより、外壁材へのすすの付着量が減少したためと考える。また、水力換気ノズルによる放水形状は空円錐状（中心部穴空き）となっているため、外壁材に当たる中心部付近にはすすが少なかった可能性もある。しかし、外壁材から滴る水にすすが含まれていることを、ろ紙により確認していることから、その可能性は低い。

これらのことから、隣接建物と距離が3 m程度の状況下で水力換気ノズルによる排煙を実施した場合は、隣接建物外壁に対する煙損被害（すすの付着）の可能性があると考えられる。

(3) 検証3（排気口から5 m離れた外壁材へのすすの付着状況）

水力換気ノズルによる排煙の結果、5 m地点では、部分的なすすの付着は確認できたが、全体的にすすけている状況は確認できなかった。

これは、5 m地点では放水形状が崩れていたことで、水が吹き付ける勢いが減衰したことにより、外壁材へのすすの付着が減少したためと考える。

このことから、隣接建物と距離が5 m程度の状況下で水力換気ノズルによる排煙を実施した場合は、隣接建物外壁に対する煙損被害（すすの付着）の可能性があると考えられる。

(4) 検証4（排気口から10 m離れた外壁材へのすすの付着状況）

水力換気ノズルによる排煙の結果、10 m地点では、目視によるすすの付着の判断はできず、指で擦ることですすの付着を確認した。

これは、5 m地点（検証3）と同様に水が吹き付ける勢いが減衰したことにより、外壁材へのすすの付着が減少したためと考える。また、5 m地点（検証3）と比較して、漂うように細かい水飛沫となっていたことで、全検証中で最も吹き付ける勢いが弱くなっていることが、目視で判断できない程度のすすけとなった要因と考える。

これらのことから、隣接建物と距離が10 m程度の状況下で水力換気ノズルによる排煙を実施した場合は、隣接建物外壁に対する煙損被害（すすの付着）の可能性があると考えられる。

(5) 各検証を通して

水力換気ノズルによる排煙の結果、検証ごとに外壁材へのすすの付着状況に差がみられたが、全ての検証で外壁材のすすけ及びろ紙の黒ずみを確認している。

本検証では、放水により煙及び室内の空気を巻き込むことで排気しているため、放水及び放水により発生する風をすすに与える外力とすると、放水（水飛沫含む）が届く範囲については、すすが付着する可能性があると考えられる。また、放水形状が保たれている距離については、放水の勢いが強いことから、すすに作用する外力が強く、すすが付着しやすい状況下にあると考える。

本検証では、すすの付着について水力換気ノズルと外壁との距離から考察を行った。なお、すすが付着するかについては、排煙時間（放水時間）、火災室の温度（煙の温度）、外壁材の素材及び⁴⁾⁵⁾外壁材の温度等、様々な要因によって変化するとも考えられるため、状況に応じて煙損被害への対策を講じていく必要がある。

7 まとめ

水力換気ノズルによる放水（水飛沫含む）が届く範囲内については、煙損被害（すすけ）が発生する可能性があると考えられる。

また、水力換気ノズルによる放水形状が保たれている距離では、水が吹き付ける勢いが強いいため、すすが付着する可能性が高くなると考える。

【参考文献等】

- 1) 札幌市消防科学研究所報 2020 No. 27「水力換気を応用した排煙及び燃焼抑制システムの検証について（その1）」
- 2) 民法第234条（境界線付近の建築の制限）抜粋
建物を築造するには、境界線から五十センチメートル以上の距離を保たなければならない。
- 3) 建築基準法第2条六（延焼のおそれのある部分）抜粋
隣地境界線、道路中心線又は同一敷地内の二以上の建築物（延べ面積の合計が五百平方メートル以内の建築物は、一の建築物とみなす。）相互の外壁間の中心線（ロにおいて「隣地境界線等」という。）から、一階にあつては三メートル以下、二階以上にあつては五メートル以下の距離にある建築物の部分という。

- 4) 消防庁 消防研究センター監修「火災原因調査の能力向上に資する研究」消研輯報 74 令和2年度 (P116-P117)
- 5) 鈴木 佐夜香 ほか 「すすの熱泳動挙動の予測手法に関する研究」日本燃焼学会誌 第 52 巻 159 号 (2010 年) 68-75

実火災訓練装置の環境温度測定について（その1）

札幌市消防局消防科学研究所 的 場 敦 史
高 玉 通 廣
札幌市消防局総務部消防学校教務課 吉 光 紀 喜
安 永 伸 二

1 はじめに

当局では、火災で逃げ遅れた人を生存救出するための知識及び技術を高めていくとともに、消防隊員の安全管理能力及び現場判断能力の向上に資することを目的として、令和2年度に「実火災訓練装置」を導入した（図1及び図2参照）。

実火災訓練装置（以下「装置」という。）は、鉄製の海上輸送用コンテナを加工し製作されたもので、内部で木製パレット（以下「パレット」という。）を燃焼させ、火災現場と同様の炎、熱、煙を再現することができる。また、内部に訓練実施者を進入させ、着火から最盛期に至るまでの火災の進展状況（燃焼性状）並びに各種注水による効果及び影響を理解する訓練を実施することができる。さらに、高温環境下での訓練となることから、装置内部には熱環境を把握するための温度計が据え付けられている。計測した温度は、装置外部にある装置制御盤で確認することができ、必要に応じて訓練実施者に伝達し、安全に訓練を実施できるよう努めている。

これらの据付温度計は、パレット燃焼部から正面入口側へ2m地点、正面入口側から見て左壁（以下同じ）に設置されている（図3参照）が、訓練実施者が活動する位置は、少なくとも垂壁から4m以上離れた位置かつ装置中央部となっていることから、据付温度計による計測温度と訓練実施位置の環境温度が異なる可能性がある。また、当局と同規模の実火災訓練装置を保有する東京消防庁の研究¹⁾によると、据付温度計は訓練実施位置の温度よりも低い値を示す傾向があることが指摘され、当局の装置でも同様の傾向が認められる可能性がある。

以上を踏まえると、訓練実施位置である装置中央部周辺の環境温度を把握するとともに、据付温度計と訓練実施位置の環境温度の比較を実施する必要があることから、訓練実施中の装置内部の環境温度測定を実施した。



図1 実火災訓練装置（外観・前面）



図2 実火災訓練装置（外観・背面）

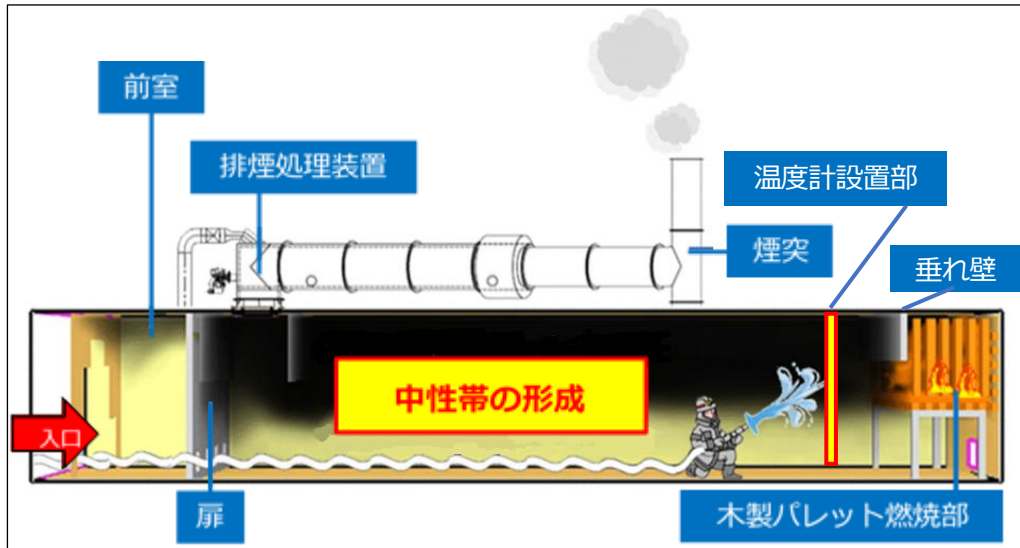


図3 実火災訓練装置 内部概略図（製造元資料を一部改変）

2 測定日時・場所等

(1) 日時

令和3年8月27日（金） 14時00分～14時30分

(2) 場所

札幌市消防学校 実火災訓練装置

(3) 天候・気温等

天候：曇り、気温：28.0℃（実測）、相対湿度：57%（実測）、風向・風速：北の風 1.0m/s（実測）

3 測定概要

(1) パレットの設定

パレット及び助燃剤の設定状況を、図4に示す。

装置内部の燃焼部に、パレットを6枚（計100kg）設定した。また、設定後、左奥側のパレット周辺に、助燃材として廃材、段ボール及び新聞紙を配置した。

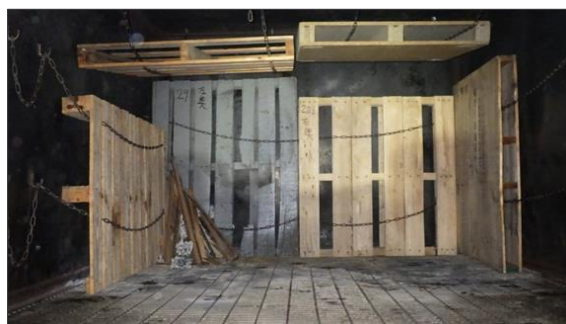


図4 パレット及び助燃剤の設定状況

(2) 熱電対等の設定

据付温度計及び熱電対の設定状況を、図5～図7に示す。

据付温度計については、パレット燃焼部（0m地点とする。以下同じ。）から正面入口側へ2m地点の左壁に3点設置されている。それぞれの高さについては、床面から2.0m、1.2m及び0.3mである。なお、据付温度計は、保護のためパンチングメタルで養生されている。

今回測定する地点については、先頭の訓練実施者（訓練指導者）が活動する4m地点に加え、その他の訓練実施者が活動する5m地点及び6m地点に設定した。また、高さについては、据付温度計に合わせることにし、床面から2.0m、1.2m及び0.3m（以下、順に「上部」「中部」「下部」という。）に設定した。さらに、左右については、装置中央部（両壁から1.1m地点）のほか、各壁から0.3m内側の地点に設定した。以上の測定点を計測するために必要となる熱電対は、合計で27点となった。これらの熱電対は、4m地点～6m地点にL字アングルにより支柱を組み、設置した。

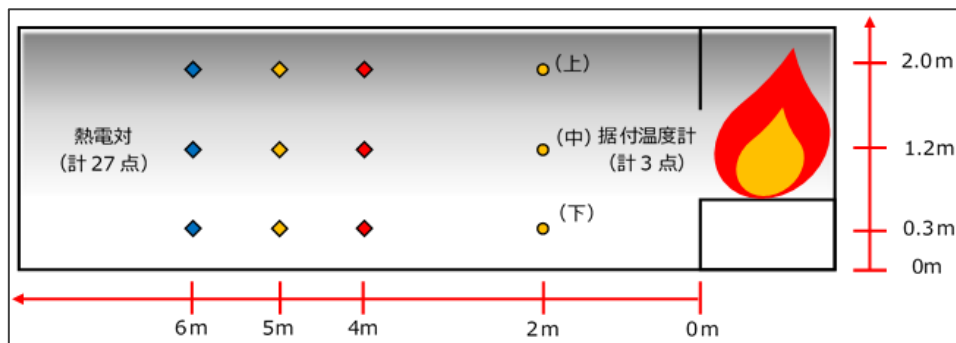


図5 据付温度計及び熱電対の設定状況概略図（立面）



図6 装置温度計の据付状況

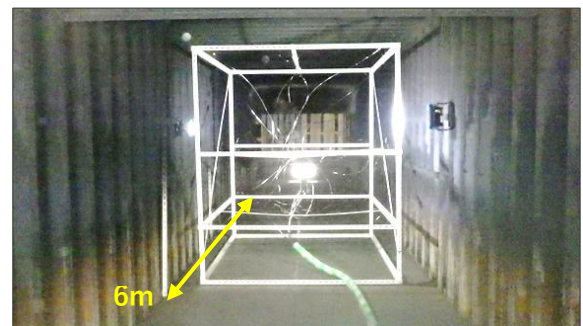


図7 熱電対設置状況

(3) 測定手順及び測定内容

今回の測定は、装置内部に設定した熱電対等の資器材の都合により、常時、入口の扉を開放した状態で実施した。

測定は、左奥側のパレット周辺に配置した助燃材に着火した時点から開始し、着火後、自由燃焼により燃焼を拡大させた。また、目視及び計測温度により燃焼が最盛期に到達したことを確認したのち、隊員1名を7m地点まで進入させ、可能な範囲で各種注水による温度変化を測定した。

据付温度計による温度計測は、装置外部の装置操作盤に表示された温度を目視により1分毎に記録した。また、熱電対による温度計測は、装置外部に配置したデータロガーにより記録した。

その他の測定内容として、装置入口付近にビデオカメラを配置し、燃焼状況を記録した。

4 測定結果

(1) 測定の時系列

今回の測定の時系列を、表 1 に示す。

表 1 測定時系列

	経過時間 (分:秒)	行動・現認事項等
自由燃焼	00:00	助燃材に着火・測定開始
	11:05	排煙ブロアーON (前室ブロアー)
	12:59	右側パレットに延焼
	13:43	フラッシュオーバー発生
	19:00	隊員進入開始
各種注水実施	19:30	注水① (棒状注水/1秒×3回/垂れ壁)
	20:30	注水② (棒状注水/1秒×3回/燃焼部上方)
	22:07	注水③ (棒状注水/1秒×3回/燃焼パレット)
	23:35	注水④ (噴霧注水/1秒×3回/垂れ壁)
	25:00	測定終了

※ いずれの注水もガンタイプノズルを使用 (流量 240L/分)

(2) 据付温度計及び熱電対による計測温度

据付温度計により計測された着火から各種注水の終了までの温度変化を、図 8 に示す。また、熱電対により計測された 4m 地点、5m 地点及び 6m 地点での温度変化を、図 9～図 11 に示す。さらに、左壁周辺、装置中央部及び右壁周辺での温度変化を、図 12～図 14 に示す。

なお、図 8～図 14 の縦軸は温度 [°C]、横軸は経過時間 [分] を表す。

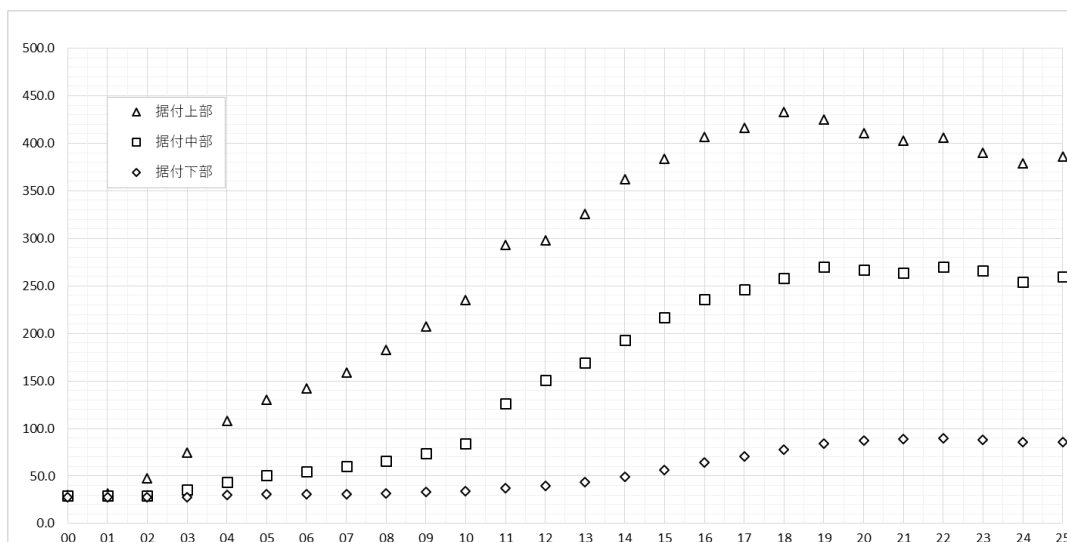


図 8 据付温度計による計測温度結果

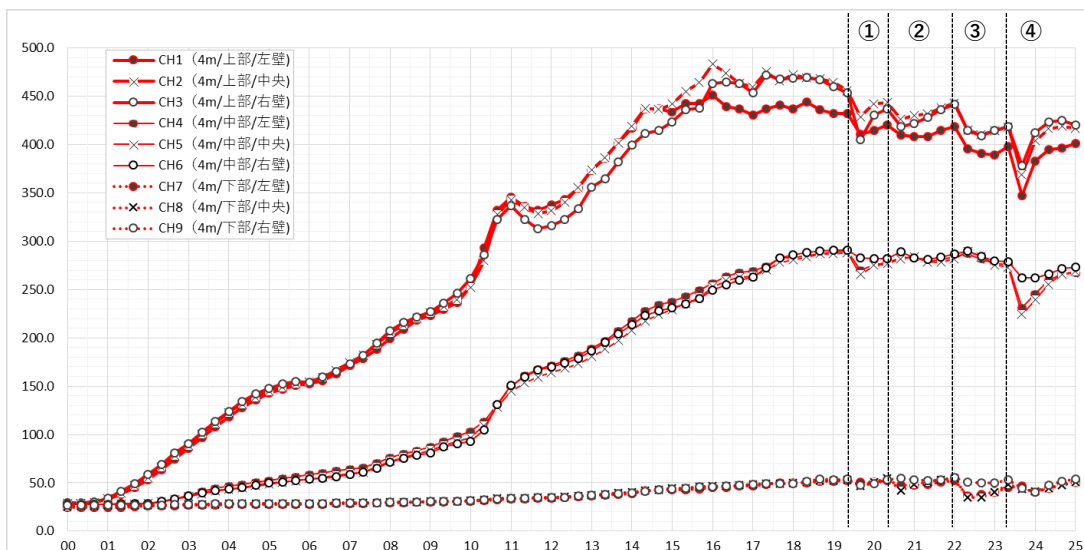


図9 熱電対による計測温度結果 (4m 地点)

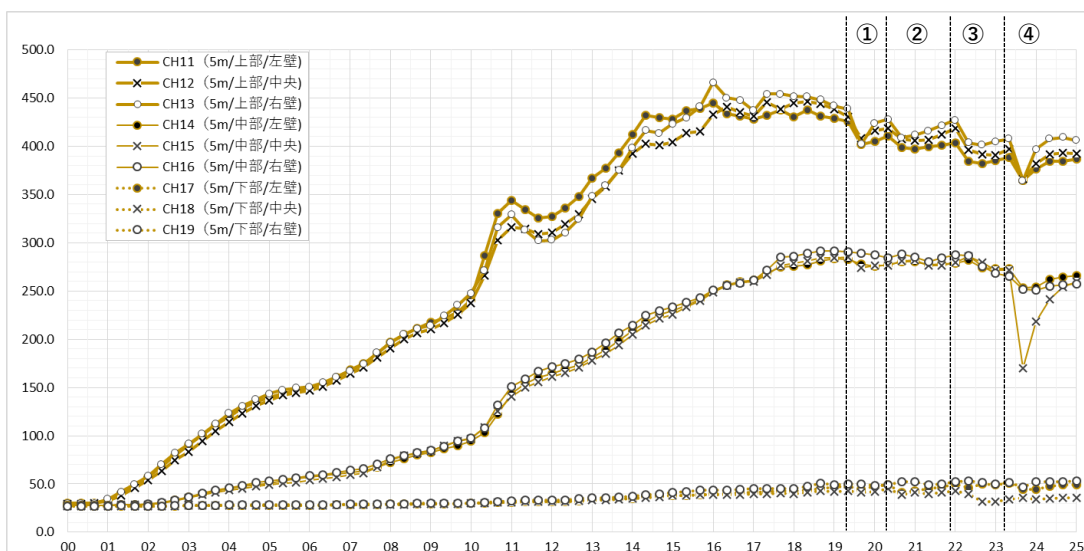


図10 熱電対による計測温度結果 (5m 地点)

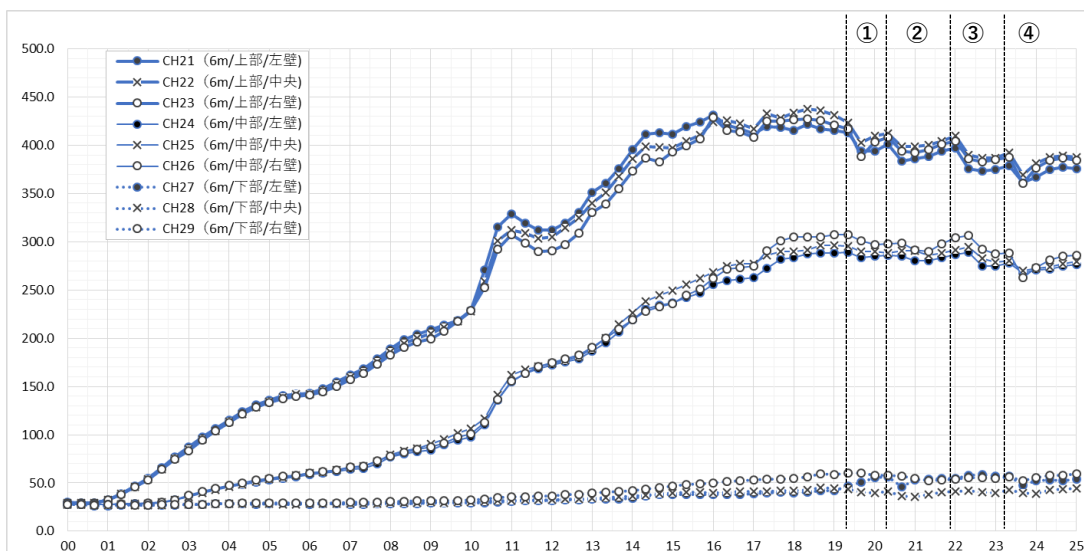


図11 熱電対による計測温度結果 (6m 地点)

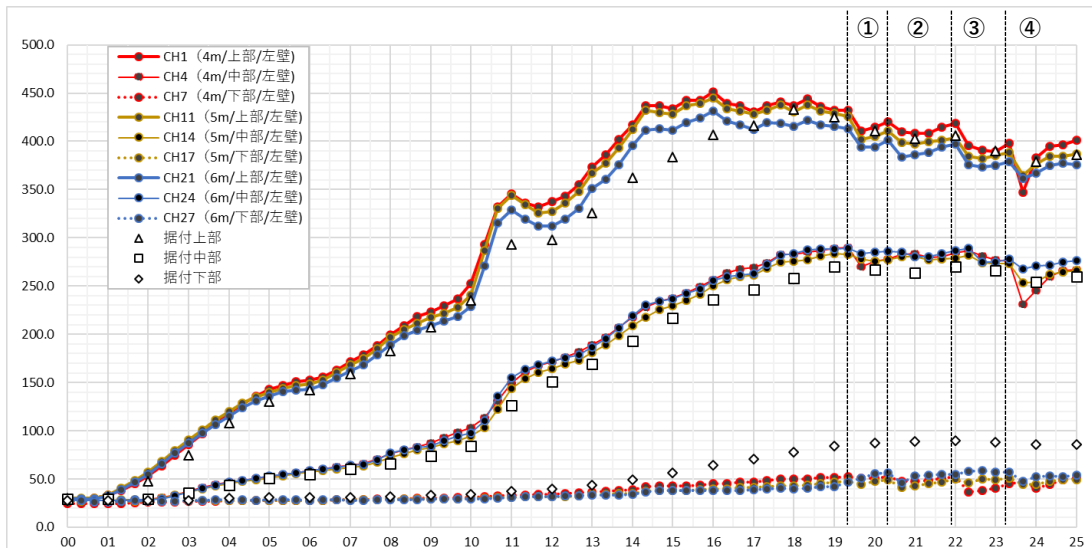


図 12 熱電対による計測温度結果（左壁・据付温度計）

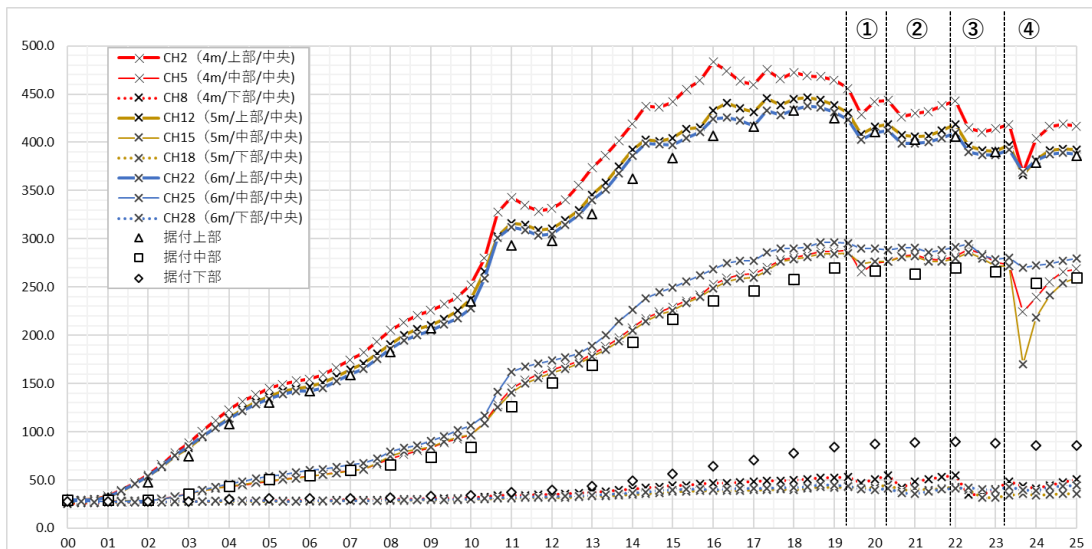


図 13 熱電対による計測温度結果（装置中央・据付温度計）

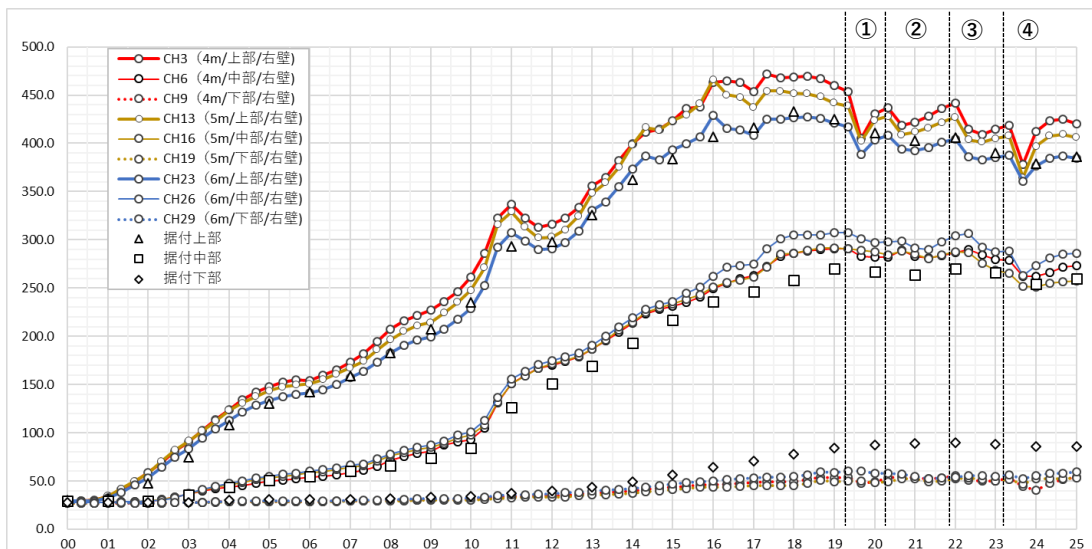


図 14 熱電対による計測温度結果（右壁・据付温度計）

(3) ビデオカメラから抽出した可視画像

着火から各種注水の終了までの燃焼状況の変化を、別紙に示す。

5 考察

(1) 据付温度計及び熱電対による計測温度の比較

据付温度計と装置中央周辺の熱電対の計測温度を比較した図 13 によると、燃焼が拡大し徐々に温度が上昇していた間（開始 10 分頃まで）は、上部（高さ 2.0m）及び中部（高さ 1.2m）において据付温度計の温度が 10～20℃程度低かった。その後、右側のパレットへの着火等、燃焼がさらに拡大し急激に温度が上昇した段階（開始 10 分～17 分頃）では、上部及び中部において据付温度計の温度が 40～80℃程度低かった。程度の差はあるが、この傾向は据付温度計と各壁周辺の熱電対の計測温度を比較した図 12 及び図 14 でも認められた。

この理由は、東京消防庁による研究結果と同様、据付温度計がパンチングメタルにより保護され、火炎からの放射熱が抑制されているためであると考えられる。

なお、下部（高さ 0.3m）については、据付温度計のほうが最大で 40℃程度温度が高かった。この理由は、据付温度計がパンチングメタルにより保護されたことにより、外気による熱冷却が抑制されたためであると考えられる。

(2) 各地点における計測温度の比較（前後比較）

装置中央周辺及び両壁周辺の熱電対による計測温度を比較した図 12～図 14 によると、上部（高さ 2.0m）については、装置中央周辺及び両壁周辺のいずれも、4m 地点（CH1、CH2、CH3）、5m 地点（CH11、CH12、CH13）、6m 地点（CH21、CH22、CH23）の順に温度が高かった。これは、火炎からの放射熱による影響を大きく受けているためであると考えられる。

中部（高さ 1.2m）については、上部のように前後での温度差は認められなかった。この高さは、本装置内で中性帯が形成される高さに近く、高温空気層（濃煙）の影響だけでなく、低温空気層（外気）の影響も受けやすい。そのバランスによって温度が決定されることから、明確な傾向はないと考えられる。

下部（高さ 0.3m）についても、前後での温度差は認められなかった。これは、外気の流入による影響を強く受けているものと考えられる。

なお、今回の測定では、訓練実施場所周辺には L 字アングルを除き火炎からの放射熱を遮るものはなかったが、実際の訓練では、燃焼台から遠い位置にいる後方の訓練実施者は、前方の訓練実施者が遮蔽物となり、熱を感じにくい（周辺温度が低くなる）可能性が考えられる。

(3) 装置中央部と各壁周辺の計測温度の比較（左右比較）

各地点の熱電対による計測温度を比較した図 9～図 11 によると、上部（高さ 2.0m）については、開始 10 分～16 分頃にかけて、左壁周辺の温度（CH1、CH11、CH21）が他の地点よりも 20℃程度高かった。この時間は、左側のパレットや左奥のパレットが最も激しく燃焼している状況であることが別紙から確認できる。このことから、火炎からの放射熱による影響を大きく受けているためであると考えられる。

中部（高さ 1.2m）及び下部（高さ 0.3m）については、上部のような左右での温度差は認められなかった。

(4) 各種注水による温度変化

今回の測定では、開始から19分以降に計4回の注水を実施した。このうち、注水④（噴霧注水）については、CH5、CH15等で認められる急激な温度低下（図15参照）や可視画像（別紙中「23:35（注水④開始）」）から、注水が熱電対の一部にかかっている可能性が高い。このことから、今回は注水①～注水③について考察する。

ア 上部（高さ2.0m）への影響

注水①～注水③では、いずれも棒状注水で1秒間の注水を3回実施しており、異なる点は注水場所の違いのみである。図9～図14のグラフのうち、上部（高さ2.0m）を確認すると、全体的な傾向として、注水による温度低下から温度が再び上昇しおおむね注水前の温度に戻るまでの時間（以下「燃焼抑制時間」という。）が注水①（垂れ壁）が約1分であるのに対し、注水②（燃焼部上方）及び注水③（燃焼パレット）については約1分30秒程度であった。また、注水③については、注水前の温度に戻りきらないうちに次の注水が行われていることから、燃焼抑制時間は実際には注水②よりも長いと推測される。

この理由としては、注水③は燃焼実態に直接注水し火炎を抑制したことが、放射熱を低減させることにつながり、燃焼抑制時間を延ばすことができたと考えられる。逆に言うと、注水①については、燃焼実態に注水できておらず火炎を抑制できていないことから、垂れ壁の冷却により一時的な温度低下は認められるものの、火炎からの継続的な放射熱を受けたことにより温度がすぐに上昇し、燃焼抑制時間が短くなったものと考えられる。

イ 中部（高さ1.2m）及び下部（高さ0.3m）への影響

図9～図14のグラフのうち、中部（高さ1.2m）及び下部（高さ0.3m）を確認したが、全体的に注水による大幅な温度変化は認められなかった。

6 まとめ

- (1) 装置操作盤に表示される据付温度計の温度表示は、訓練実施者周辺の環境温度よりも低く表示される傾向がある。

特に、右側パレットへの着火等により燃焼が急激に拡大している段階では、訓練実施者周辺の温度は、表示されている温度よりも40～80℃程度高い可能性があることから、安全管理上注意が必要である。

- (2) 上部（高さ2.0m）については、前方のほうがより高温となる傾向が認められるものの、中部（高さ1.2m）及び下部（高さ0.3m）については、前後差による温度差は認められなかった。

なお、実際の訓練においては、後方の訓練実施者は前方の訓練実施者によって放射熱が遮蔽され、熱を感じにくい（周辺温度が低くなる）可能性がある。

- (3) 上部（高さ2.0m）については、左側のパレットや左奥のパレットが最も激しく燃焼している状況下において、左壁周辺のほうがより高温となる傾向が認められる。中部（高さ1.2m）及び下部（高さ0.3m）については、全体を通して左右での明確な温度差は認められなかった。

- (4) 今回実施した3か所への棒状注水（1秒間の注水を計3回）では、いずれの注水でも中部及び下部へ大きな影響（環境温度の急上昇等）を与えることなく、燃焼抑制時間を確保することができた。

また、燃焼実態に多くの注水を実施するほうが、火炎からの放射熱を抑制できることから、燃焼

抑制時間を確保することができた。

7 おわりに

今回の測定の結果、当局の装置においても装置操作盤の表示温度が訓練実施者周辺の環境温度よりも低くなる傾向があることが示され、安全管理上留意すべき事象を確認することができた。

安全管理員（訓練指導員及び訓練指導補助員）については、装置操作盤の表示温度だけでなくパレットの燃焼状況についても確認し、パレット全体に燃焼が拡大する前後の期間については、訓練実施者に早めに情報を伝達し、より安全に訓練を実施願いたい。

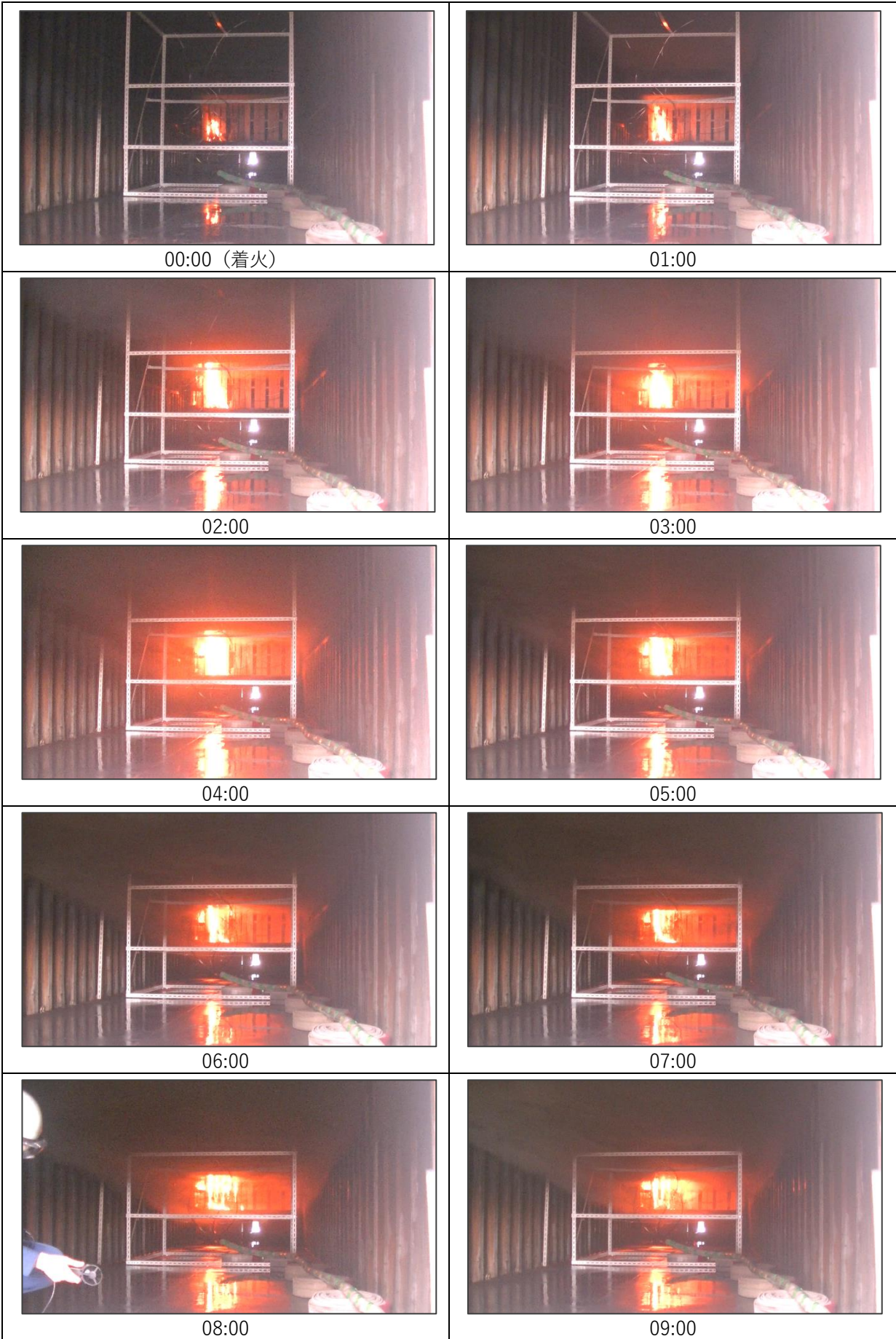
装置内部の訓練指導者を含めた訓練実施者については、急激な温度上昇を感じた場合には、外部からの温度の伝達によることなく何らかの回避行動をとる必要がある。今回実施した棒状注水は、いずれの注水でも中部及び下部へ大きな影響（環境温度の急上昇等）を与えることなく、燃焼抑制時間を確保することができ、回避行動の有効な手法の一つとなることから、参考とされたい。

8 参考文献

1) 「実火災体験型訓練施設の熱環境の測定」

東京消防庁消防技術安全所報 第48号 (平成23年) P45～P50

別紙 測定中のパレット燃焼状況





10:00 (ローラーオーバー出現)



11:00 (前室ブローア-ON 直前)



12:00



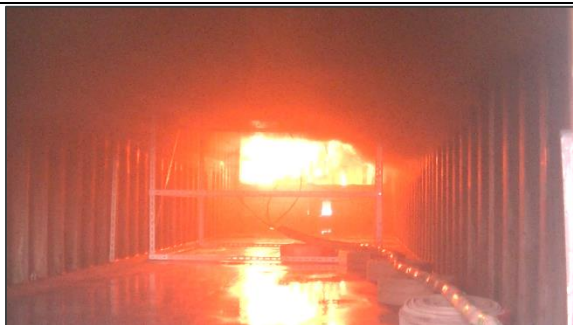
13:00 (右壁パレット引火)



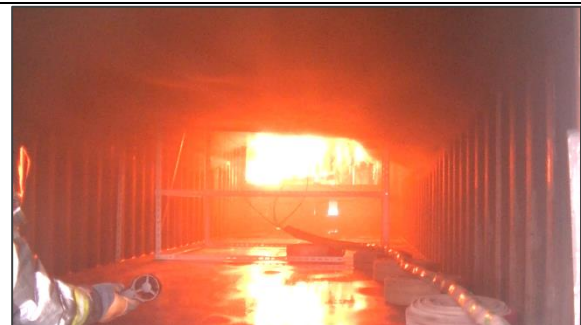
13:42 (フラッシュオーバー直前)



13:43 (フラッシュオーバー発生)



14:00



15:00



16:00 (最高温度を計測)



17:00 (右側でローラーオーバー発生)



18:00



19:00 (隊員進入開始直前)



19:30 (注水①開始)



19:35 (注水①終了)



20:00



20:30 (注水②開始)



20:35 (注水②終了)



21:00



22:00



22:07 (注水③開始)



22:10 (注水③終了)



22:30 (床面に散水)



23:00



23:35 (注水④開始)



23:40 (注水④終了)



24:00



25:00 (測定終了)



26:00 (隊員退出完了)

情報提供

実火災訓練装置の環境温度測定について（その2）

札幌市消防局消防科学研究所 的 場 敦 史
高 玉 通 廣
札幌市消防局総務部消防学校教務課 吉 光 紀 喜
安 永 伸 二

1 背景及び目的

当局では、火災で逃げ遅れた人を生存救出するための知識及び技術を高めていくとともに、消防隊員の安全管理能力及び現場判断能力の向上に資することを目的として、令和2年度に「実火災訓練装置」を導入した（図1参照）。

実火災訓練装置（以下「装置」という。）は、鉄製の海上輸送用コンテナを加工し製作されたもので、内部で木製パレット（以下「パレット」という。）を燃焼させ、火災現場と同様の炎、熱、煙を再現することができる。また、内部に訓練実施者を進入させ、着火から最盛期に至るまでの火災の進展状況（燃焼性状）並びに各種注水による効果及び影響を理解する訓練を実施することができる。

装置については、各種研修で活用されているところであるが、本市は積雪寒冷という地域特性を有しており、他都市よりも夏期と冬期の気温差が大きいことから、これが訓練実施時の燃焼性状に何らかの影響を及ぼす可能性がある。

本稿は、夏期及び冬期にそれぞれ実施した訓練時に計測した温度データを比較し、その結果から実施時期の違いによって生じる可能性のある影響等について考察したものである。



図1 実火災訓練装置（外観・前面）

2 測定日時・場所等

(1) 冬期

- ア 日時：令和3年3月23日（金） 14時00分～14時30分
- イ 場所：札幌市消防学校 実火災訓練装置
- ウ 天候・気温等：曇り、気温8.6℃（実測）、相対湿度30%（実測）、北の風1.0m/s（実測）
- エ パレット：6枚（計101kg）

(2) 夏期

- ア 日時：令和3年7月14日（水） 14時00分～14時30分
- イ 場所：札幌市消防学校 実火災訓練装置
- ウ 天候・気温等：快晴、気温26.0℃（実測）、相対湿度37%（実測）、南の風3.0m/s（実測）
- エ パレット：6枚（計104kg）

3 測定概要

(1) パレットの設定

パレットの設定状況を、図2に示す。

いずれの訓練においても、装置内部の燃焼部にパレットを6枚(約100kg)設定した。また、設定後、左奥側のパレット周辺に、廃材、段ボール及び新聞紙(以下「廃材等」)を配置した。

(2) 熱電対の設定

熱電対の設定状況を、図3～図4に示す。

訓練時に温度を測定した地点については、先頭の訓練実施者(訓練指導者)が活動する4m地点に加え、その他の訓練実施者が活動する6m地点とした。また、高さについては、床面から2.0m、1.2m及び0.3m(以下、順に「上部」「中部」「下部」という。)に設定した。

以上の測定点を計測するために必要となる熱電対は、合計で6点となった。これらの熱電対は、4m地点及び6m地点にL字アンクルにより支柱を組み、設置した。

なお、すべての熱電対は、訓練の支障とならないよう入口から見て左壁に沿って設置した。



図2 パレット等の設定状況

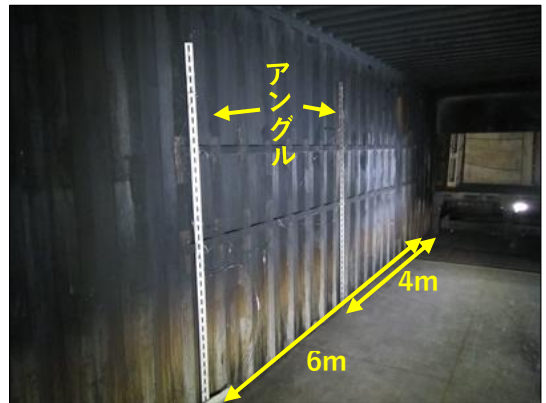


図3 熱電対等の設定状況

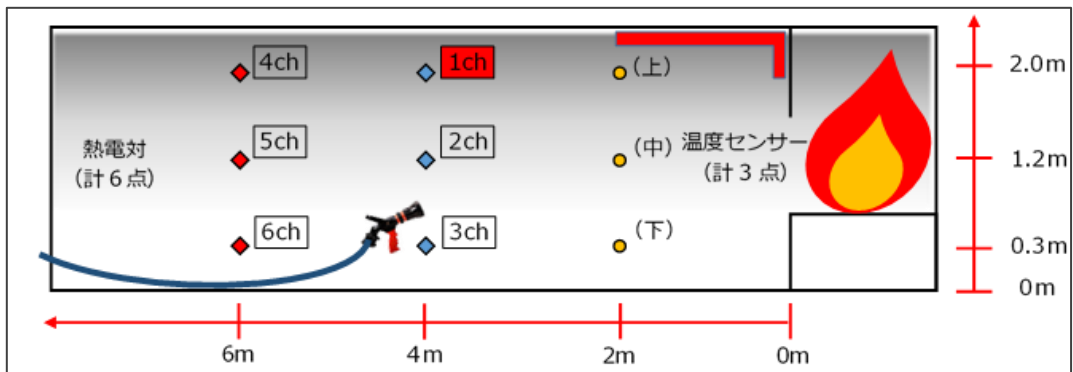


図4 熱電対の設定状況概略図(立面)

(3) 測定手順及び測定内容

測定は、左奥側のパレット周辺に配置した廃材等に着火した時点から開始し、着火後、入口の扉を閉鎖し「閉鎖型訓練」を実施した。自由燃焼によりパレットの燃焼を拡大させながら燃焼性状の確認等を実施したのち、入口の扉を開放し「開放型訓練」へと移行した。その後、各種注水訓練を実施したのち、訓練終了を持って測定を終了した。

4 測定結果

それぞれの訓練時に計測した温度を、図5及び図6に示す。

今回比較する2つの訓練については実施内容が異なるため、詳細な考察はできないものの、全体的な傾向として、冬期については、夏期と比較すると訓練開始時の環境温度が低く、着火し燃焼が拡大してもなお、訓練実施者周辺の環境温度が上昇しない傾向が認められた。

これらの点を踏まえ、冬期の訓練については、パレット重量を若干増やすことや、開放型訓練移行後、中層の温度が十分に上昇するまでは注水を控え自由燃焼させること、火炎からの放射熱を維持するため燃焼実態への直接注水を可能な限り避けること等の対策が必要となると考えられる。

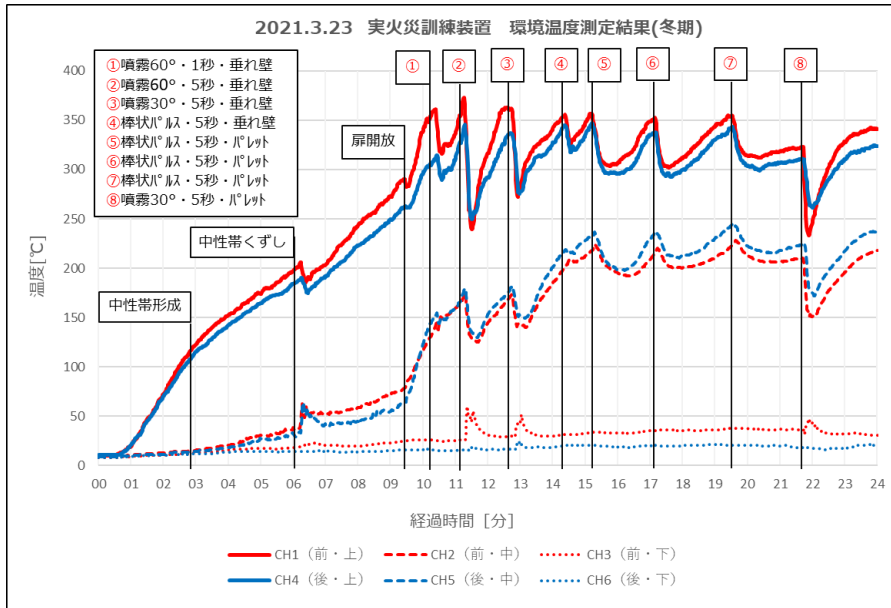


図5 実火災訓練装置の環境温度測定結果（冬期）

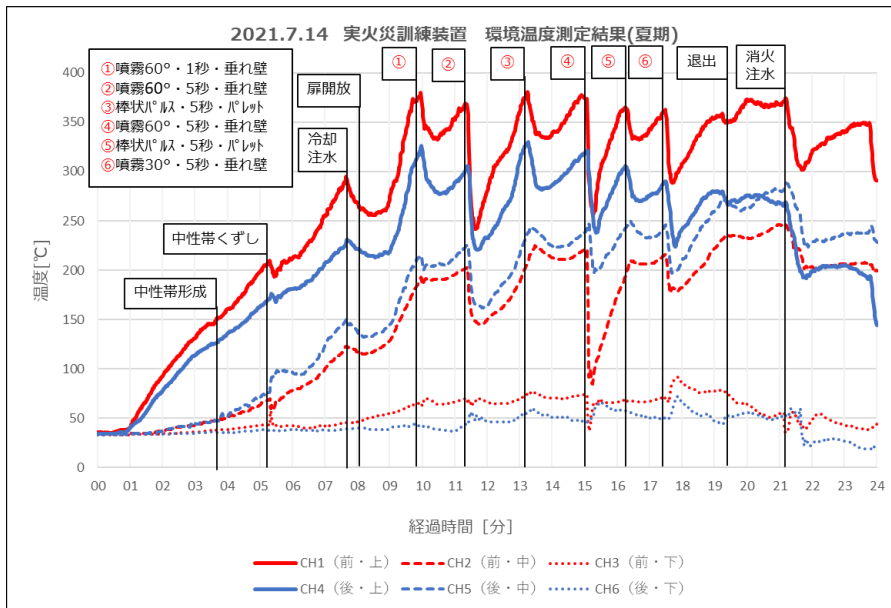


図6 実火災訓練装置の環境温度測定結果（夏期）

職員からの要望に基づき実施した研究等について

当研究所では、「市民や消防職員が抱える実務課題を解決するための研究開発」を第一に、科学的・論理的に解明すべきテーマを選定し、研究・開発・検証（以下「研究等」という。）を行っている。

また、災害事例等から必要と思慮される情報について、当局職員専用ホームページ「WEB北の鐘」への資料の掲載、札幌市公式ホームページ及び動画投稿サイト「YouTube」への火災再現実験動画等の投稿など、市民や消防職員に対し情報提供を行っている。

これらのほか、当局局内の各部（署）からの依頼に応じて、予防業務や警防活動において検討を要する事項の検証実験の実施、火災予防啓発用・研修用動画資料の作成等の支援や協力を行っているところである。

当研究所では、毎年、当局局内の各部（署）に対し研究テーマの要望調査を実施しており、令和3年度は2件の要望について、共同して研究等を実施した。

本稿では、それらの研究等の概要を紹介する。

1 火災燃焼実験用模型を使用した水力換気の検証について

(1) 依頼内容

当局では、早期に内部進入し燃焼実態へ注水することを目的とした水力換気による換気方法を研究している。部屋1区画で水力換気を実施した場合を想定した燃焼実験では、室内の高温気体及び煙等を強制的に排出し、別の開口部から外気を吸気することで、建物内部で吸気側から排気側への気流の形成を確認している。また、2階建て延べ面積約160㎡の建物を使用した、常温下での複数区画における実験からも、建物内部で吸気側から排気側への気流の形成を確認している。

この水力換気による気流の形成を利用することで、建物内部での延焼拡大を抑制することが可能と考えられる。しかし、高温下における複数区画での検証は実施できていない。また、実寸大での火災実験は容易ではない。

一方、模型実験は、定性的な結果を得るにあたり有意な手法であることから、模型を使用し、水力換気による、高温下における複数区画での延焼抑制効果について検証したい。

(2) 実施状況

本検証は、模型2台（株式会社FS・JAPAN製：FS火災燃焼実験用模型。以下、「模型」という。図1）を同時に燃焼させ、一方の模型にのみ水力換気を実施し、火炎の噴出状況、焼損の程度及び模型内の温度変化を比較することで、水力換気による高温下における複数区画での延焼抑制効果を検討することとした。

水力換気の方法については、水力換気ノズル（ヨネ株式会社製：COBRA。図2）と同様に屋外から水力換気を実施することができる仕様の小型ノズル（以下、「検証ノズル」という。図3）を作成し、水力換気を実施した。

表1の工程に沿って検証を実施した結果、模型を使用した水力換気の実施による延焼抑制効果は以下のとおり。

ア 開口部からの火炎に起因する外壁及び上部への延焼

水力換気の実施により、各開口部からの火炎の噴出が抑制されるため、開口部からの火炎に起

因する外壁及び上階への延焼を抑制する効果があると考える。

イ 出火室から出火室隣室への内部からの延焼

水力換気の実施により、水力換気を設定した部屋の隣室は、吸気口となったことで出火室方向への気流が発生し、外気の流入により温度が低下し、出火室からの煙及び熱気の流入を抑制するため、隣室への延焼抑制効果があると考える。

ウ 出火室から直上室への内部からの延焼

水力換気の実施により、出火室方向への気流が発生し、また、出火室でも排気をすることで、出火室直上室への可燃性ガスの上昇が減少し、燃焼を開始していた出火室直上室内の可燃物（可燃性ガス）が水力換気未実施の場合より減少するため、出火室直上室の燃焼速度を抑制させる効果があると考える。

なお、模型と実物の相似則をとれていないことから、実火災での挙動とは相違があることも踏まえて、検証結果を依頼元へ情報提供している。



図1 使用した模型(左下から半時計周りに部屋①、部屋②【出火室】、部屋③、部屋④)
※内部開口部：①⇔②、②⇔③、③⇔④、④⇔小屋裏(未使用)



図2 水力換気ノズル COBRA



図3 検証ノズル

表 1 検証の工程

時系列	水力換気なし模型	水力換気あり模型
検証開始	同時着火(部屋②：模型右下) 各部屋の温度計測開始 ※出火室(部屋②)及び直上室(部屋③)の開口部のみ開いた状態	
模型 2 階(部屋③：模型右上)へ延焼を確認	出火室隣室(部屋①：模型左下)のドアを開放	出火室隣室(部屋①：模型左下)のドアを開放 検証ノズルによる放水開始
水力換気実施中	火炎の噴出状況の確認・比較	
着火から 8 分 30 秒	消火	
消火後	焼損の程度を確認・比較	



図 4 噴出する火炎の規模の比較（右模型：右下の部屋②で水力換気実施中）



図 5 模型正面の焼損状況（左模型：水力換気なし、右模型：水力換気あり）

表2 水力換気実施後の火炎の噴出状況の比較

判定箇所	水力換気なし	水力換気あり
部屋① (出火室隣室)	規模大 部屋①のドア開放から 約1分40秒で火炎噴出 (累計6分10秒経過時)	規模小 部屋①のドア開放から 約2分50秒で火炎噴出 (累計7分20秒経過時)
部屋② (出火室)	規模大	ほぼ噴出なし
部屋③ (出火室直上室)	規模大	規模小

表3 水力換気の有無による焼損状況の程度の比較

判定箇所	模型(無)	模型(水)
正面(外壁)	焼損大(焼損面積比)	焼損小(焼損面積比)
背面(内壁:部屋③)	焼損大(炭化が深い)	焼損小(炭化が浅い)
部屋①、③(内壁)	焼損大(炭化が深い)	焼損小(炭化が浅い)
部屋②(内壁)※出火室	差なし(全面炭化)	差なし(全面炭化)
部屋④(内壁)	焼損大(黒く変色)	焼損小(茶色く変色)

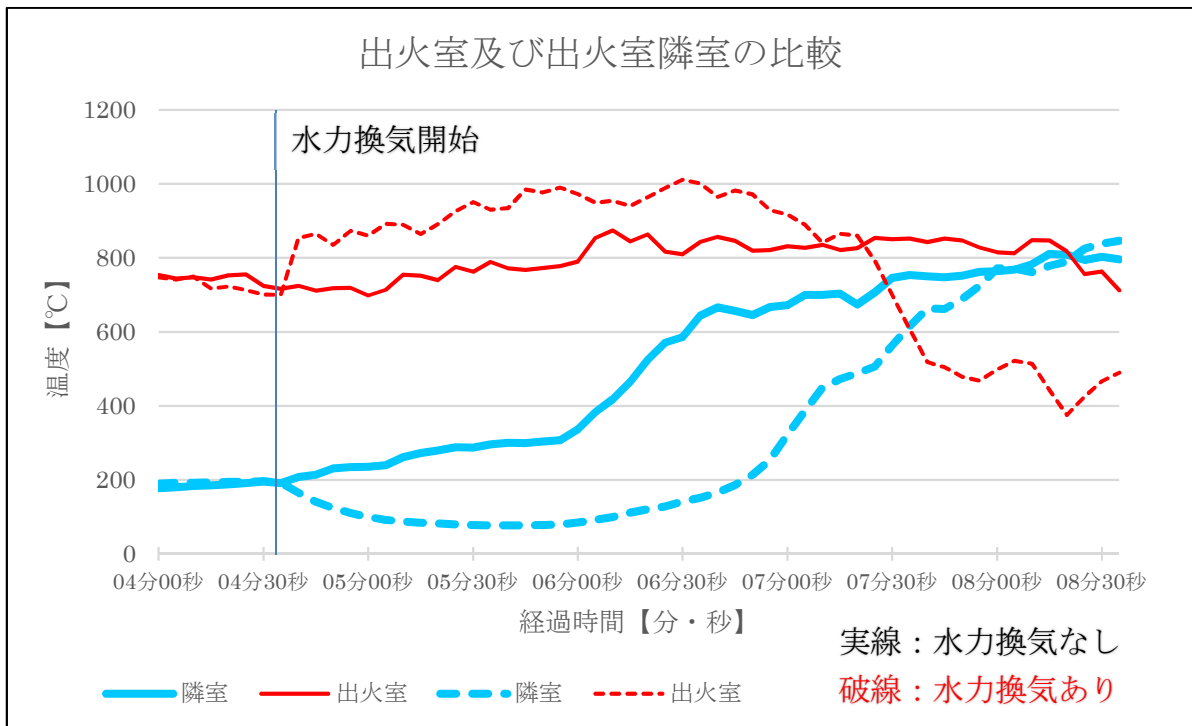


図6 温度グラフ(出火室及び出火室隣室)

※部屋③及び部屋④は各模型間に大きな差がないため省略

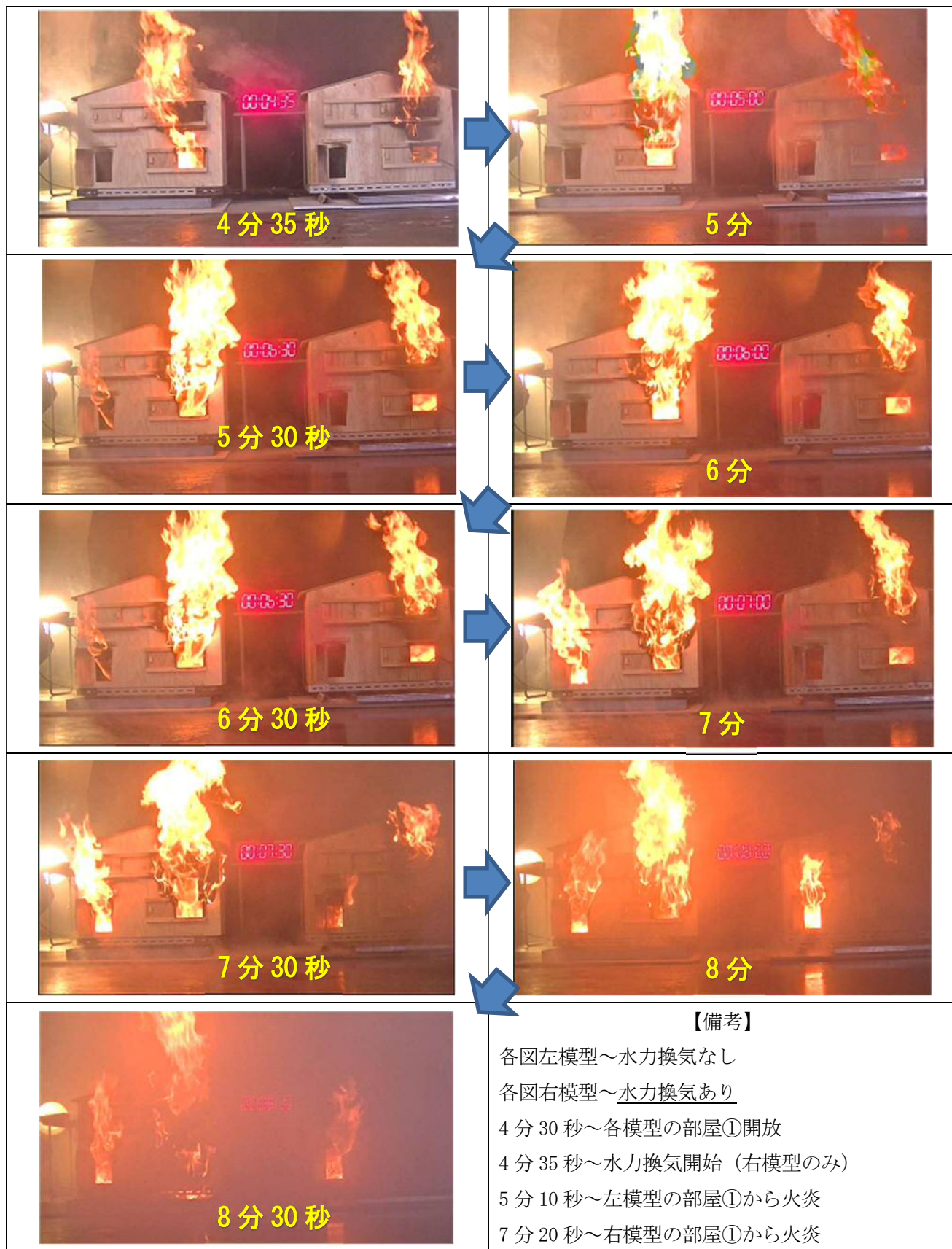


図7 各模型開口部から噴出する火炎の状況

2 硫酸の処理に関する検証

(1) 依頼内容

当局では、漏えいした硫酸に対する二次災害防止を目的として、粉末除染剤「ケムクレンズ（株式会社アルテック製）」及び中和剤「炭酸ナトリウム（和光純薬工業株式会社製：【化学式： Na_2CO_3 】一級、無水）」が配備されているが、過去の使用実績はなく、使用時の反応状況は不明である。

このことから、粉末除去剤及び中和剤を使用した、硫酸の処理について検証したい。

(2) 実施状況

①ケムクレンズ粉末(約 17 g)、②炭酸ナトリウム粉末(約 20 g)、③炭酸ナトリウム水溶液(100 mL、20 w%)の3つを用いて、硫酸（純正化学株式会社製：【化学式： H_2SO_4 】、一級、濃度 95 %、モル濃度 18 mol/L）10 mL の^{注1}無害化をそれぞれ試み、反応熱等の危険性について確認することとした。

その結果は以下のとおり。

表 4 硫酸の反応状況

	反応状況
①ケムクレンズ粉末と硫酸の反応	<ul style="list-style-type: none">・ケムクレンズ粉末 1/4 量を加えた後、ガラス棒でかくはんしたところ、液状及びジェル状を経てガラス棒で崩せない硬度となった。・かくはん時液温の上昇を確認したが、反応物が硬化しており、突沸のような反応はみられなかった。・水を適宜加えて軟化させ、全量を加えかくはんした段階で、pH値が 10 となった。
②炭酸ナトリウム粉末と硫酸の反応	<ul style="list-style-type: none">・炭酸ナトリウム粉末 1/4 量を加えた際に、液温の上昇及びケムクレンズ粉末投入時には確認できなかった表面上での^{注2}激しい発泡を確認した。・炭酸ナトリウム粉末 1/2 量を加えた際に、ガラス棒で崩せない硬度となった。・水を適宜加えて軟化させ、全量を加えかくはんした段階で、pH値が 10 となった。
③炭酸ナトリウム水溶液と硫酸の反応粉末	<ul style="list-style-type: none">・炭酸ナトリウム水溶液を 1/4 量加えた際に、液温の上昇及び炭酸ナトリウム粉末を加えた場合よりも更に激しい発泡を確認した。・全量を加えかくはんした段階で、pH値が 10 となった。

なお、検証結果を整理し、依頼元へ情報提供している。

注 1) 「無害化」：本検証中における無害化は、硫酸に起因する化学損傷が起こらない状態と定義し、硫酸が化学反応により中性又は塩基性（アルカリ性）となった時点を無害化とした。

注 2) 「激しい発泡」：使用した硫酸の特性として、水と激しく反応する性質がある。本検証での発泡は、中和反応により、水及び二酸化炭素が生成されたためと考えられる。



図8 かくはん後に硬化した状況（硫酸 10mL+ケムクレンズ粉末 1/4 量）



図9 硫酸に炭酸ナトリウム水溶液を加えた際の発泡状況

研究業務から得られた知見の情報発信（FSL 情報）の実施状況について

当研究所では、市民や消防職員が抱える実務課題を解決し、消防活動の安全性・効率性の向上を図り、消防の科学化を推進するため、研究・開発・検証等のほか、火災原因物質等の分析・鑑定、火災原因に係る科学的事象についての実験、特殊災害等での現場活動支援等を実施している。

また、上記の研究業務から得られた知見を整理し、作成した資料を「FSL 情報」(※)として札幌市消防局職員専用ホームページ「WEB 北の鐘」へ掲載し、当局職員を対象とした情報発信を実施している。

「FSL 情報」については、令和2年度までに合計127件発信しており、令和3年度は、合計4件発信した。

※ FSL : Fire Science Laboratory (消防科学研究所) の略称

表 令和3年度に発信したFSL 情報 (計4件)

No.	発信年月	表 題
128	令和3年4月	二酸化炭素について
129	令和3年6月	【情報提供】鉄バクテリアについて (油膜と見間違えやすい事例とその判別方法)
130	令和4年1月	札幌式水力換気ノズル (COBRA) について (前編)
131	令和4年1月	札幌式水力換気ノズル (COBRA) について (後編)

日常生活に潜む火災等の危険性に係る広報の実施状況について (動画投稿サイト「YouTube」への火災再現実験動画の掲載)

当研究所では、札幌市公式ホームページや動画投稿サイト「YouTube」への火災再現実験動画の掲載、報道機関への情報提供等を通じて、日常生活に潜む火災等の危険性や発生メカニズムについて広報している。

令和3年度には1件の動画を作成し、令和3年度までに合計45件の火災再現実験動画を掲載している。

表1 令和3年度作成動画

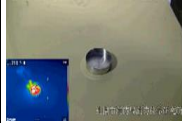
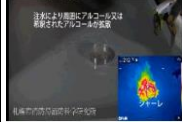









No.	項目	発信年月	表題
45	酸素による燃焼拡大危険	令和3年9月	酸素による燃焼拡大危険について (酸素吸入時)

表2 YouTube 投稿動画

No.	分類	表題	画像・QRコード	URL
1	ストーブ火災実験	ポータブル石油ストーブへの誤給油		 https://www.youtube.com/watch?v=XOK-gRHIMX8&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=33&t=0s
2		石油ファンヒーターへの誤給油		 https://www.youtube.com/watch?v=JR6veT-itsO&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=32&t=0s
3		洗濯物の落下		 https://www.youtube.com/watch?v=ak-4zJHyF3M&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=31&t=0s
4		布団類の接触		 https://www.youtube.com/watch?v=mfgRg2mCYbA&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=30&t=0s
5	たばこ火災実験	灰皿の破損		 https://www.youtube.com/watch?v=-XyTqAMTT6c&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=29&t=0s
6		布団への着火		 https://www.youtube.com/watch?v=0WFXNil3XnO&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=28&t=0s
7	こんろ火災実験	天ぷら油の過熱発火		 https://www.youtube.com/watch?v=6FaBVPP00M0&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=27&t=0s

No.	分類	表題	画像・QRコード	URL
8	こんろ火災 実験	発火した天ぷら油 に水を投入		https://www.youtube.com/watch?v=ZpoU_kwUoOU&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=26&t=0s
9		発火した天ぷら油 の消火（消火器）		https://www.youtube.com/watch?v=Ls5p6l06-nM&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=25&t=0s
10		発火した天ぷら油 の消火（鍋ふた・濡れふきん）		https://www.youtube.com/watch?v=6CEtXhYW3cc&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=24&t=0s
11		発火した天ぷら油 の消火困難事例		https://www.youtube.com/watch?v=ZDykVIW-5GY&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=23&t=0s
12	IHヒーター 火災実験	鍋とIHヒーター 天板間に異物挟み 込み		https://www.youtube.com/watch?v=aKdqQU7d4rg&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=22&t=0s
13		鍋の誤使用		https://www.youtube.com/watch?v=HUDbWJoRtYY&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=21&t=0s
14	電気火災実験	束ね配線からの 出火		https://www.youtube.com/watch?v=OUUu1_nCfdE&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=20&t=0s
15		トラッキング現象 による出火		https://www.youtube.com/watch?v=zZqfa04iDio&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=19&t=0s
16		半断線による出火		https://www.youtube.com/watch?v=GMVZbc3Un38&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=18&t=0s
17	空気乾燥に伴う 火災	春先（乾燥・強風 下）の野火危険		https://www.youtube.com/watch?v=Lvh1OuW5P2l&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=17&t=0s
18		乾燥した木材の 火災危険		https://www.youtube.com/watch?v=aAah-ZeBsFU&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=16&t=0s
19	スプレー缶・ カセットボンベ による火災 実験	ストーブでの加熱 による爆発		https://www.youtube.com/watch?v=DA3gn5hIUJ0&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=15&t=0s
20		火源直近での穴あ けによる引火		https://www.youtube.com/watch?v=agmxY-XXBq8&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=14&t=0s

No.	分類	表題	画像・QRコード	URL
21	冷却スプレー 引火実験	Tシャツへの引火		https://www.youtube.com/watch?v=K5qtRB-EMYE&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=13&t=0s
22		おしぼりへの引火		https://www.youtube.com/watch?v=pl_eS_a5k6ng&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=12&t=0s
23	フラッシュオーバー・ バックドラフト 再現実験	フラッシュオーバー再現実験		https://www.youtube.com/watch?v=DFlm886EoSA&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=11&t=0s
24		バックドラフト再現実験		https://www.youtube.com/watch?v=2DFaOK3vrTk&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=10&t=0s
25	ガソリンの危険性についての 実験	携行缶内の液体突沸実験（水による再現）		https://www.youtube.com/watch?v=7f0u1AiwCac&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=9&t=0s
26		ガソリン蒸気引火実験		https://www.youtube.com/watch?v=z_w70EI7y99I&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=8&t=0s
27		ガソリン蒸気爆発実験		https://www.youtube.com/watch?v=tWpwEDruAx&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=7&t=0s
28		ガソリン蒸気静電気引火実験		https://www.youtube.com/watch?v=y_hZkhG7qDzM&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=6&t=0s
29	取れんによる 火災実験	水晶玉による 取れん		https://www.youtube.com/watch?v=n_m2a8odAmYQ&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=5&t=0s
30	自然発火実験	揚げかすの自然発火		https://www.youtube.com/watch?v=f4kz4VqFBsU&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=4&t=0s
31	照明器具による 火災実験	家庭用白熱電球（100V100W）による出火		https://www.youtube.com/watch?v=e5wVIQOVS90&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=3&t=0s
32		白熱灯投光器（500W）による出火		https://www.youtube.com/watch?v=v_BrsXO3VfE&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=2&t=0s
33	電子レンジ 火災	肉まん等の過熱発火		https://www.youtube.com/watch?v=w_wDTX342x18&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=34&t=0s
34		サツマイモの過熱発火		https://www.youtube.com/watch?v=o_CiClIty6q4&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=35&t=0s

No.	分類	表題	画像・QRコード	URL
35	消毒用アルコールの燃焼実験	消毒用アルコールの燃焼		https://www.youtube.com/watch?v=kJudTPZAvD0&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=36&t=0s
36		着火した消毒用アルコールへの注水1（周囲への拡散）		https://www.youtube.com/watch?v=nee9mHqyCM&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=37&t=0s
37		着火した消毒用アルコールへの注水2（周囲の可燃物への延焼）		https://www.youtube.com/watch?v=p-4cahliqD0&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=38&t=0s
38		消毒直後の危険性		https://www.youtube.com/watch?v=s5WnDwl3Ofw&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=39&t=0s
39		コンロからの引火		https://www.youtube.com/watch?v=xbmi7qEJKeg&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=40&t=0s
40		飛沫防止用シートの火災実験	飛沫防止用シートの防火性の比較	
41	飛沫防止用シートの着火の危険性			https://www.youtube.com/watch?v=pkvXdeM0Zhw&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=41
42	消毒用アルコールの燃焼実験	静電気による消毒用アルコールの着火		https://www.youtube.com/watch?v=EZokHqmAgEY&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=42
43	ストーブ火災	火を消さないまま石油ストーブの近くで給油することの危険性		https://www.youtube.com/watch?v=LJYWTW7ONrI&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=43
44		こぼれた灯油がかかった石油ストーブの危険性		https://www.youtube.com/watch?v=rT4k0GoOk_A&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=44
45	酸素による燃焼拡大危険	酸素による燃焼拡大危険について（酸素吸入時）		https://www.youtube.com/watch?v=ESLYnTvlBNO&list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&index=45

令和3年度札幌市消防職員提案の実施状況について

当局では、職員からの創意工夫による有益な提案を奨励し、勤労意欲を高めるとともに、公務能率と市民サービスの向上を図ることを目的として、昭和40年度から札幌市消防職員提案制度を開始し、令和2年度までに計695件の提案を受け付けている。

この提案は、現場活動に限らず予防業務や事務処理の改善など様々な分野から受け付けており、令和3年度については、各部（署）から計34件の提案が提出されたところである。

申請された提案については、札幌市消防職員提案審査会により書類審査を実施した後、発表審査が実施される。

令和3年度の審査結果については、最優秀賞1件、優秀賞1件、秀賞10件、選外22件となっており、最優秀賞、優秀賞及び秀賞を受賞した提案に対し、消防局長から表彰状が授与された。

表1 令和3年度札幌市消防職員提案 最優秀賞・優秀賞・秀賞受賞作品一覧（計12件）

提案番号	提案件名	提案内容	表彰区分
第696号	タイヤチェーン取付け補助器具「RaQuick-S(ラクイック・エス)」の考案について	冬季間における、消防車両（大型車両）のタイヤチェーン装着において誰でも、楽に、素早く装着できる補助器具「RaQuick-S（ラクイック・エス）」を考案したもの。	秀賞
第698号	各災害対応ガイドブックの作成及び運用について	災害対応用資料として「札幌市毒劇物ガイドブック」、「電気・ハイブリッド車ガイドブック」を作成したもので、これらの資料を指揮隊専用端末で活用して、災害現場において迅速な情報収集、安全管理を図るもの。	秀賞
第700号	見えない光を視覚化する煙を逆手に取った活動手法の考案	『濃煙の中に一筋の光が射す』濃煙の中、光の特性を利用した新たな活動手法を考案したもので、火点室内の区画確認、要救助者の救出、危険要因の把握、退路の視認、残火処理時の健康被害軽減について大きな効果が期待できるもの。	秀賞

第703号	自衛消防訓練の通報（Eメール）に係る市民用入力フォームおよび自動受付返信フォームの開発について	自衛消防訓練通報書（Eメール）の届け出について、簡単確実に自衛消防訓練通報書を作成できるように市民用入力フォーム（エクセル）を開発したもの。さらに、Eメールで受信した自衛消防訓練通報書の読み込み、印刷、受付印押印及び返信メール作成を自動的に行うことができる受付返信フォーム（エクセル）を開発したもの。	秀賞
第707号	救急活動時の車内における、二酸化炭素測定器を活用した効果的な換気について	新型コロナウイルス感染症のエアロゾル感染リスクの対策を講じるにあたり、長時間密集した空間で活動することが多い救急車内について、二酸化炭素測定器を用いて二酸化炭素量を数値化することで、換気の必要性と有効性を検証した。検証結果から、救急車内に二酸化炭素測定器を設置することで、感染リスクの高い空間を把握し、必要かつ有効な換気を行うことができると考えたもの。	秀賞
第709号	「警防調査&予防査察」の調査一体化によるシナジー お互いの調査メソッドを最大限に活用し、実効性の向上と新たな価値の創出	警防調査を査察・検査と一体化させ、査察・検査に警防調査項目を一部追加して同時に調査することを警防業務方針でルール化し、効果的かつ効率的に警防計画を作成、更新していき、更には、お互いの調査手法を最大限に活用するシナジー効果により、実効性の向上と新たな価値を創出するもの。	秀賞
第712号	プログラミングを組み込んだ事案検索ソフトの作成について	消防情報管理システムに入力されている予防業務や警防業務などの膨大なデータをより有効に活用するため、簡単にエクセル上に抽出することができるソフトを作成したもの。	秀賞

第 714 号	WEB 会議を活用した予防業務デジタルトランスフォーメーション (DX) について	人と人との接触機会の低減が社会的な命題となるウィズコロナや、人口減少社会の到来等を見据えた上で、将来にわたって市民の安全・安心を確保できる予防業務の実施体制の整備に向け、庁外 WEB 会議用の端末を利用した消防用設備等に係る「オンライン相談・打合せ」や、モバイル端末などを利用して検査・査察等の現場の職員と、消防署にいる職員が Zoom などを通じ、リアルタイムで映像・音声を共有する「リモート検査」「リモート支援」の取組みによる「予防業務デジタルトランスフォーメーション (DX)」を提案したもの。	最優秀賞
第 719 号	新たな査察体制 ～「DX」デジタル時代の消防査察～	デジタル時代の消防査察として、モバイル端末を様々な査察業務のシーンで活用し、査察員のスキルや経験値に関わらず、「より分かり易い指導」や「最新情報の提供」をはじめ「インターネットによる届出」、「事務の効率化」を目指す事業を提案したもの。	優秀賞
第 720 号	区と連携した市民への積極的な情報発信 ～効果的な市民広報～	引き続き新型コロナウイルス感染症のまん延を背景に、近年では各種行事などの機会を活用した車両の展示や積載器具の紹介、車両の体験搭乗などが実施できないことから、360° 全天球型カメラを活用し、車両や積載器具などの紹介動画のほか、消防隊や救助隊などの一員となり、消防士の疑似体験ができる VR 動画を区ホームページに公開してもらうことで、より多くの市民に消防への興味を持ってもらうことが期待できるもの。	秀賞
第 721 号	現場指揮活動における集約情報のデジタル化について	これまで指揮テーブルに手書きしていた現場情報を、指揮隊専用端末の Excel シートに入力し、各種支援情報（地図、各車両位置等）と共にサブモニターへデジタル化表示させることで、より迅速で明瞭に多くの情報を共有することが可能となるもの。	秀賞

第 725 号	共有フォルダの階層構造を視覚的に理解し現状を把握する方法と「探せない」「容量不足」を解決するルールの作成及びその標準化について	共有フォルダの階層を視覚的に理解して現状を把握するとともに運用ルールを定め、これを各署において標準化するもの。	秀賞
---------	---	---	----

表 2 令和 3 年度札幌市消防職員提案 選外作品一覧 (計 22 件)

提案番号	提案件名
第 697 号	プロジェクターを活用した新たな広報について
第 699 号	人事異動に伴う「身上調書」の統一した様式の作成について
第 701 号	盲点！支点はいつも手の中に 充水ホースを支点にした緊急救助方法の考案
第 702 号	現場活動時等の補強用具「パワーナックル」の活用について
第 704 号	SDG s (「12 つくる責任つかう責任」) の推進
第 705 号	空気ボンベに装着する隊識別バンドの開発について
第 706 号	区役所ホームページの消防署ページの積極的な活用について
第 708 号	マスコットキャラクター「リスキュー」と「きよっち」を使用した、火災予防啓蒙品の作成と活用
第 710 号	冬季間における三連はしごの石突すべり止めについて
第 711 号	SNS (ソーシャルネットワーキングサービス) を活用した札幌市消防局の PR について
第 713 号	パワーポイントを用いた消防隊員用シミュレーション訓練
第 715 号	AVM 用ホース本数計測器の考案について
第 716 号	公文書の適正管理を目的とした共有フォルダーの整理方法について
第 717 号	定山溪出張所移転改築 ～「DX」デジタル時代の市民広報～
第 718 号	高齢者の負担軽減に配慮した自動消火装置の PR、オリジナル動画の考案
第 722 号	消防隊が使用する救助器具としての「可搬式救助袋」の考案
第 723 号	ホースバックを利用した二股分岐管の早期設定
第 724 号	廃棄ホースとテープスリングを利用した救助具の作製
第 726 号	メールソフト Outlook を利用した、パソコンの設定について
第 727 号	追給戻入防止用エクセル (勤務パターン編)
第 728 号	英語定型文集の作成・Twitter による定期的情報発信
第 729 号	小学生の学習用タブレットを使用した「オンライン庁舎見学」

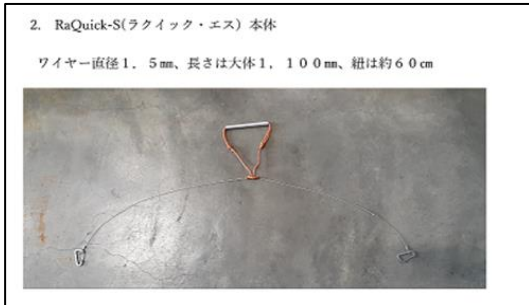


図1 提案番号第696号

「タイヤチェーン取付け補助器具 RaQuick-S (ラクイック・エス)」の考案について」

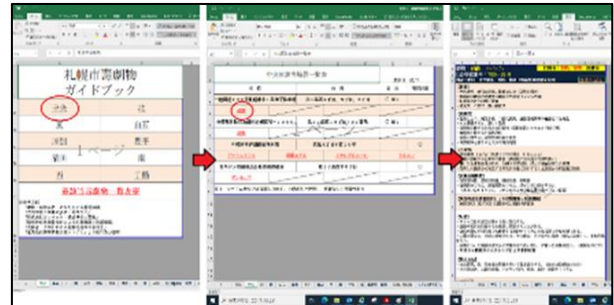


図2 提案番号第698号

「各災害対応ガイドブックの作成及び運用について」

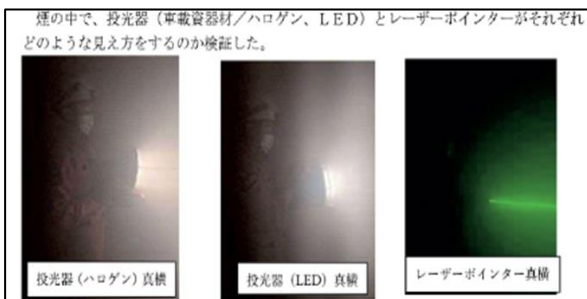


図3 提案番号第700号

「見えない光を視覚化する 煙を逆手に取った活動手法の考案」

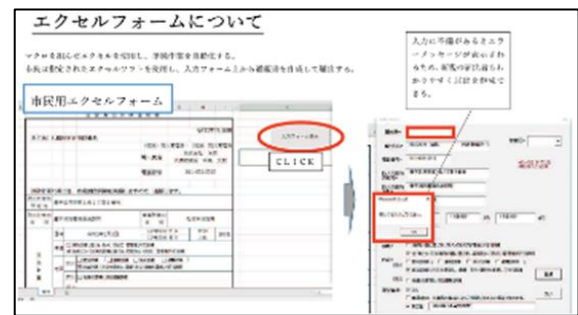


図4 提案番号第703号

「自衛消防訓練の通報（Eメール）に係る市民用入力フォームおよび自動受付返信フォームの開発について」

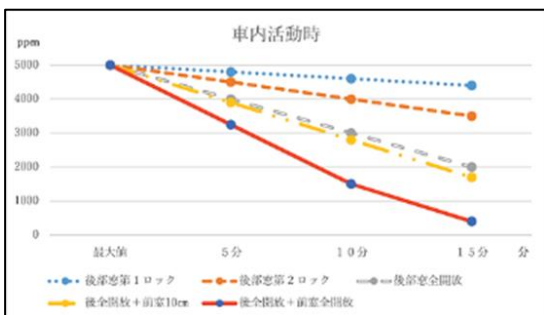


図5 提案番号第707号

「救急活動時の車内における、二酸化炭素測定器を活用した効果的な換気について」



図6 提案番号第709号

「『警防調査&予防査察』の調査一体化によるシナジー お互いの調査メソッドを最大限に活用し、実効性の向上と新たな価値の創出」

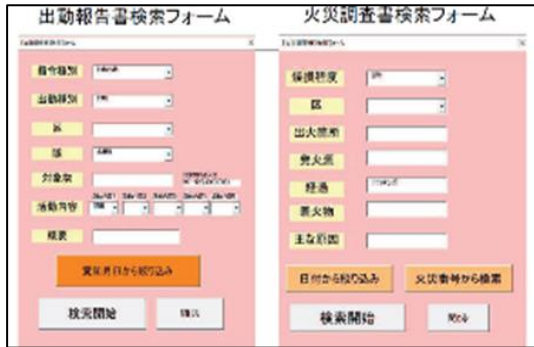


図7 提案番号第712号
「プログラミングを組み込んだ事案検索ソフトの作成について」

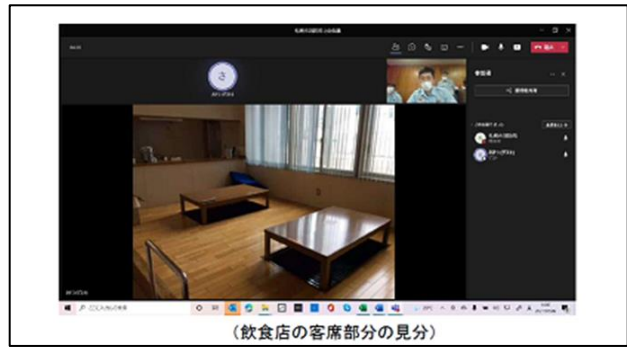


図8 提案番号第714号
「WEB会議を活用した予防業務デジタルトランスフォーメーション(DX)について」



図9 提案番号第719号
「新たな査察体制 ~『DX』デジタル時代の消防査察~」



図10 提案番号第720号
「区と連携した市民への積極的な情報発信 ~効果的な市民広報~」



図11 提案番号721号
「現場指揮活動における集約情報のデジタル化について」

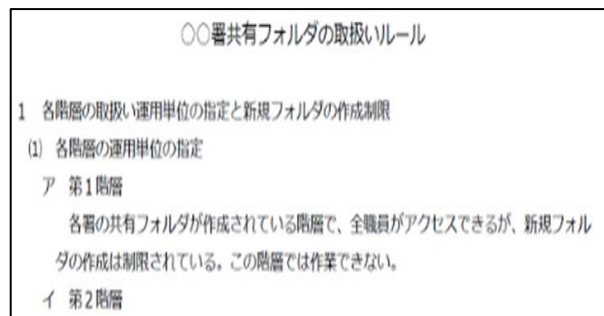


図12 提案番号725号
「共有フォルダの階層構造を視覚的に理解し現状を把握する方法と『探せない』『容量不足』を解決するルールの作成及びその標準化について」

その他

研究実績表（令和2年度以前）

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
平成 5 年度	1993 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	1994 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	
		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1)	橋上 勉	
		情 報	サリン [(CH ₃) ₂ CHO ₂ 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	1995 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	1996 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	
		情 報	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	1997 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	

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
平成 10 年度	1998 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			
平成 11 年度	1999 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	花崗 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	2000 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	花崗 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	

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
平成 13 年度	2001 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	
平成 14 年度	2002 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	花崗 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	花崗 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	花崗 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	2003 No. 11	燃 焼	危険物貯蔵タンク内を洗浄する鉍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	

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
平成 16 ・ 17 年 度	2005 No.12	安 全	消防隊員のC I V D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				
平成 18 年 度	2006 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	2007 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				

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
平成 20 年度	2008 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				
平成 21 年度	2009 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	2010 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	ブローア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				

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
平成 23 年度	2011 No.18	燃 焼	新型消火剤(クラスA泡消火剤)の耐凍結性能について (その2)	菅原 法之	9
			新型消火剤(クラスA泡消火剤)の消火特性について (その3)	宮下 典之 小島 秀吉	
		開 発	既存訓練施設を活用した研究・訓練設備の開発について	宮下 典之 小島 秀吉	
			天ぷら油の過熱発火再現装置の試作検討について	河津 勝	
		安 全	小口径配管を用いた漏れの点検等に関する検証実験	野村 耕一 菅原 法之	
			火災現場における熱傷受傷に関する検証実験について	河津 勝	
		情 報	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	野村 耕一 菅原 法之	
			異臭が発生した現場における活動支援について	小島 秀吉	
			平成23年度職員提案制度における秀賞受賞作品について	河津 勝	
平成 24 年度	2012 No.19	開 発	既存訓練施設を活用した研究・訓練設備の開発について (その2)	宮下 典之 小島 秀吉	7
			熱傷危険早期感知装置の開発について	河津 勝	
		安 全	塩素系洗剤と食酢による塩素ガスの発生について	河津 勝	
			危険物漏えい防止用粘土の有効性の確認	橘田 宏一	
		鑑 定	火災焼残物中の灯油成分の鑑定手法について	河津 勝	
			クラスA消火剤が灯油の成分鑑定に及ぼす影響について	河津 勝	
		情 報	平成24年度職員提案制度における秀賞受賞作品について	橘田 宏一	
平成 25 年度	2013 No.20	開 発	既存訓練施設を活用した泡放射訓練施設の開発及び消泡手法 の検討	伊藤 潤 橋本 慎也	7
			空気呼吸器面体用濃煙疑似シートの開発について	伊藤 潤 後藤 泰宏	
		安 全	はしご車梯体横さんの強度確認について	橋本 慎也	
			クラスA泡消火剤使用時に発生する蒸気等の危険性に係る 検証	橋本 慎也	
		情 報	実火災型訓練施設を用いた実火災型訓練について	宮下 典之	
			研修におけるバックドラフト・フラッシュオーバー現象の 展示手法について	橘田 宏一	
			平成25年度における札幌市消防職員提案審査会の実施状況	橘田 宏一	

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
平成 26 年度	2014 No. 21	燃 焼	半焼火災から 5 日後に出火した事案に係る再現実験について	伊藤 潤 宮下 典之 橋本 慎也 橋田 宏一	11
			グラスウールの熱伝導性に関する実験	橋田 宏一 源 徹	
		開 発	検証現場における灯油成分等の効果的な検出方法について	橋本 慎也	
		安 全	長期保管された除染液の次亜塩素酸ナトリウム濃度について	橋本 慎也	
			車両金属部の腐食に関する研究について	宮下 典之	
		鑑 定	火災原因調査時に使用する検知管の性能比較について	橋本 慎也	
		情 報	実火災型訓練施設の改良について	宮下 典之	
			消火器用自動点灯ライトの開発について	宮下 典之	
			GC及びGC-MSへの高速高分離キャピラリカラムの導入について	橋本 慎也	
			研修におけるバックドラフト・フラッシュオーバー現象の 展示について	橋田 宏一	
		平成 26 年度における札幌市消防職員提案審査会の実施状況	橋田 宏一		
平成 27 年度	2015 No. 22	燃 焼	圧縮空気発泡装置(CAFS)に関する基礎実験について	橋田 宏一	8
			小屋裏への延焼防止効果に関する実験について	橋田 宏一	
			PPV に関する基礎実験について	橋本 慎也	
			壁体内部の延焼に関する実験について	伊藤 潤 橋田 宏一	
		開 発	静脈路確保用上肢固定器具の開発について	高塚 浩平	
		安 全	防火手袋の熱伝導性等に関する検証について	橋田 宏一 高塚 浩平	
		鑑 定	検証現場における灯油成分等の効果的な検出方法について (その 2)	橋本 慎也	
		情 報	平成 27 年度における札幌市消防職員提案審査会の実施状況	高塚 浩平	
平成 28 年度	2016 No. 23	燃 焼	発泡樹脂系断熱材の燃焼特性に関する実験について	高塚 浩平 橋本 慎也	8
		開 発	ガス検知管用感度増幅器の新型試作器について	橋本 慎也	
		安 全	建物火災時における一酸化炭素発生状況の検証について	高塚 浩平 郡司 裕子	
		鑑 定	鑑定依頼物品の採取容器に関する検証について	橋本 慎也	
		情 報	消防科学研究所を活用した各署の燃焼実験について(概要)	高塚 浩平	
			白熱灯投光器及び家庭用白熱電球からの出火実験について	高塚 浩平	
			ガスクロマトグラフ質量分析装置(GC-MS)簡易マニュアルの 作成について	的場 敦史	
		平成 28 年度札幌市消防職員提案の実施状況について	的場 敦史		

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
平成 29 年度	2017 No.24	燃 焼	ウォーターカッター車を活用した効果的な消火戦術の検証について	高塚 浩平 大沢 征二	7
		開 発	車椅子用避難器具の研究開発について	高塚 浩平 宮坂 智哉 枝澤 健二	
		安 全	炭火の使用に関する燃焼実験の実施結果について	菅原 法之 高玉 通廣	
		鑑 定	分析用試料の採取方法等に関する検証について	橋本 慎也	
		情 報	クラスA消火剤使用時のポンプ運用に係る検証について	的場 敦史	
			一般住宅壁内を介した小屋裏の延焼に関する実験について	高塚 浩平	
			平成29年度における札幌市消防職員提案の実施状況について	的場 敦史	
平成 30 年度	2018 No.25	燃 焼	延焼防止活動時の注水方法に関する検証について	高塚 浩平 吉田 博史	8
			木製模型を使用した延焼状況等の比較実験について	高塚 浩平 吉田 博史	
			赤外線カメラを用いた建物壁体内の延焼状況確認について	高塚 浩平 菅原 法之 的場 敦史 川内健太郎	
			ダクト火災における圧縮空気発砲装置による泡(CAFS泡)及びウォーターカッターミストの消火効果の検証について	高塚 浩平 庄野 万平 大川 和彦	
		情 報	木製模型を使用した火災性状の再現実験について	高塚 浩平 菅原 法之 的場 敦史 川内健太郎	
			職員からの要望に基づき実施した研究等について	的場 敦史	
			研究業務から得られた知見の情報発信(FSL情報)の実施状況について	的場 敦史	
			平成30年度における札幌市消防職員提案の実施状況について	川内健太郎	

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
令和 元 年 度	2019 No. 26	安 全	情報収集活動ドローンに係る調査及び研究について (その1 バッテリー性能の検証)	的場 敦史 川内健太郎 高玉 通廣 高塚 浩平	8
			情報収集活動ドローンに係る調査及び研究について (その2 映像伝送手法の検討)	的場 敦史 川内健太郎 曾根 敏夫 細野 智博	
			情報収集活動ドローンに係る調査及び研究について (その3 運用可否条件に対するドローンの能力確認)	的場 敦史 川内健太郎 高玉 通廣 高塚 浩平	
			情報収集活動ドローンに係る調査及び研究について (その4 必要資機材の検討)	的場 敦史 川内健太郎 曾根 敏夫 細野 智博	
		燃 焼	水力換気による換気効果の検証について	川内健太郎 高玉 通廣 的場 敦史 松花 将克	
		情 報	職員からの要望に基づき実施した研究等について	的場 敦史	
			研究業務から得られた知見の情報発信(FSL情報)の実施状況について	的場 敦史	
			令和元年度札幌市消防職員提案の実施状況について	川内健太郎	
令和 2 年 度	2020 No. 27	燃 焼	水力換気を応用した排煙及び燃焼抑制システムの検証について(その1)	清水 洋幸 川内健太郎 外崎 祐至 増田 明	8
			水力換気を応用した排煙及び燃焼抑制システムの検証について(その2)	布施 悟史 増田 明 嵐田 昌浩 清水 洋幸	
		安 全	防火衣その他の個人装備品に係る熱特性について(その1)	的場 敦史 菅原 一真	
			夏期における救急隊員の労働負荷軽減に係る検証について	的場 敦史 安部 裕介 大山 純弥	
		情 報	職員からの要望に基づき実施した研究等について	川内健太郎	
			研究業務から得られた知見の情報発信(FSL情報)の実施状況について	的場 敦史	
			日常生活に潜む火災等の危険性に係る広報の実施状況について(動画投稿サイト「YouTube」への火災再現実験映像の掲載)	清水 洋幸	
			令和2年度札幌市消防職員提案の実施状況について	清水 洋幸	

消防科学研究所報

(2021 No. 28)

令和4年12月発行

編集・発行 札幌市消防局消防科学研究所

〒063-0850

札幌市西区八軒10条西13丁目3番1号

電話 (011) 616-2262

FAX (011) 271-0957

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