

# 消防科学研究所報

FIRE SCIENCE LABORATORY REPORT



2022 No. 29

SAPPORO FIRE SCIENCE LABORATORY

札幌市消防局消防科学研究所

目 次

【業務実績】	3
【研究・開発】	
水力換気ノズル（COBRA）に関する検証(その4) -入力圧力の違いによる換気効果-	9
水力換気ノズル（COBRA）に関する検証(その5) -開口部から離隔して設定した場合の換気効果-	21
水力換気ノズル（COBRA）に関する検証(その6) -排気側直近に隣接建物壁体がある場合の換気効果-	35
水力換気ノズル（COBRA）に関する検証(その7) -2本使用した場合の換気効果-	45
積雪・寒冷期における、情報収集活動用ドローン「SOTEN」バッテリー性能の検証について	59
【情報提供】	
職員からの要望に基づき実施した研究等について	71
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	81
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)	83
令和4年度札幌市消防職員提案の実施状況について	87
【その他】	
過去の研究実績表（令和3年度以前）	95

**FIRE SCIENCE LABORATORY REPORT**  
2022 No.29

**Table of Contents**

**【Operations Achievements of the Fire Science Laboratory】**

About the Fire Science Laboratory's Operations ..... 3

**【Research and Development】**

Verification of the Hydraulic Ventilation Nozzle (COBRA) (No.4)

– Verification of Ventilation Effects of Different Input Pressures – ..... 9

Verification of the Hydraulic Ventilation Nozzle (COBRA) (No.5)

– Ventilation Effectiveness When Set Away from the Opening – ..... 21

Verification of the Hydraulic Ventilation Nozzle (COBRA) (No.6)

– Ventilation Effectiveness When an Adjacent Building Wall is Located Near the Exhaust Side – ..... 35

Verification of the Hydraulic Ventilation Nozzle (COBRA) (No.7)

– Ventilation Effect When Two Nozzles Are Used – ..... 45

Battery Performance Verification of the Information-Gathering Drone "SOTEN" During Snowy

and Cold Weather Periods ..... 59

**【Provision of Information】**

Research Conducted Based on Requests from Firefighters ..... 71

Status of Information Dissemination of Findings from Research Works (FSL Information) ..... 81

Status of Public Information on Fire and Other Hazards in Daily Life

- Posting of Fire-Reproduction Experiment Videos on the Video-Sharing Website YouTube - ..... 83

Implementation of Sapporo Firefighters' Proposal of FY 2021 ..... 87

**【Other】**

Past Research Achievements (Before FY 2021) ..... 95



# 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4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
18	20	0	19	9 (94)	40	10 (336)

※ 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5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 4 年 度	2022 No. 29	燃 焼	水力換気ノズル (COBRA) に関する検証(その4) -入力圧力の違いによる換気効果-	清水 洋幸 松花 将克 竹田惟久馬 原 夏彦	9
			水力換気ノズル (COBRA) に関する検証(その5) -開口部から離隔して設定した場合の換気効果-	清水 洋幸 小野 悠作	
			水力換気ノズル (COBRA) に関する検証(その6) -排気側直近に隣接建物壁体がある場合の換気効果-	清水 洋幸 高橋 忠洋 濱中 大三	
			水力換気ノズル (COBRA) に関する検証(その7) -2本使用した場合の換気効果-	清水 洋幸 嵐田 昌浩	
		安 全	積雪・寒冷期における、情報収集活動用ドローン「SOTEN」 バッテリー性能の検証について	竹田惟久馬 川島 健一 山田 展大 竹村 貴智 中村 勇斗 佐々木 駆	
		情 報	職員からの要望に基づき実施した研究等について	竹田惟久馬	
			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	原 夏彦	
			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)	原 夏彦	
			令和4年度札幌市消防職員提案の実施状況について	原 夏彦	



# 研究・開発



# 水力換気ノズル(COBRA)に関する検証(その4)

## -入力圧力の違いによる換気効果-

札幌市消防局消防科学研究所 清水 洋 幸  
松花 将 克  
竹田 惟久馬  
原 夏 彦

### 概 要

製作元が推奨する水力換気ノズルの入力圧力は0.7 MPaとされているが、推奨圧力未満の入力圧力における換気効果の検証は未実施である。本検証では、水力換気ノズルを推奨圧力以下で使用した場合の換気効果を把握することを目的として、常温環境下における換気量(吸気量)について計測した。

その結果、常温下では水力換気ノズルへの入力圧力が低下すると、水力換気ノズルの排気に伴う風速(吸気量)が減少し、高圧力と低圧力で、送排風機1機(1.0 m<sup>3</sup>/s)以上の換気効果の差が発生することを確認した。

#### 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。

水力換気ノズルの入力圧力は、製作元の資料によると0.7 MPaとされており、内部進入して注水を行うためのノズルの入力圧力(当局が使用しているガンタイプノズルでは0.5 MPa)よりも高い圧力で使用している現状がある。

その中で、推奨圧力未満の入力圧力での運用が可能であれば、現場活動において効率化を図れる側面があるが、推奨圧力未満の入力圧力における換気効果の検証は実施できていない。

本検証は、水力換気ノズルを推奨圧力以下で使用した場合の換気効果を把握することを目的として、常温環境下における換気量(吸気量)についての計測を実施したものである。

なお、本検証は警防部消防救助課からの依頼を受け、実施したものである。

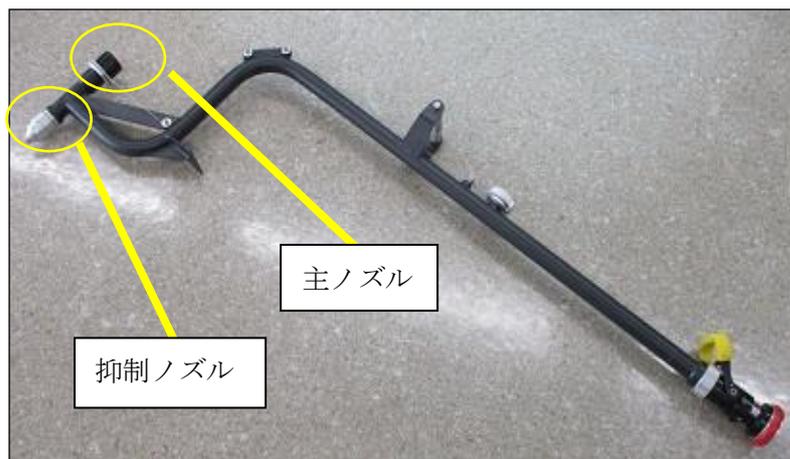


図1 水力換気ノズル

## 2 検証日時・場所等

(1) 日時

令和4年6月20日(月) 9時30分～12時00分

(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2～5)

(3) 環境

【天気】晴れ 【気温】26.0℃ 【湿度】28% 【自然風：風速・風向】平均0.5 m/s(北の風)



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)

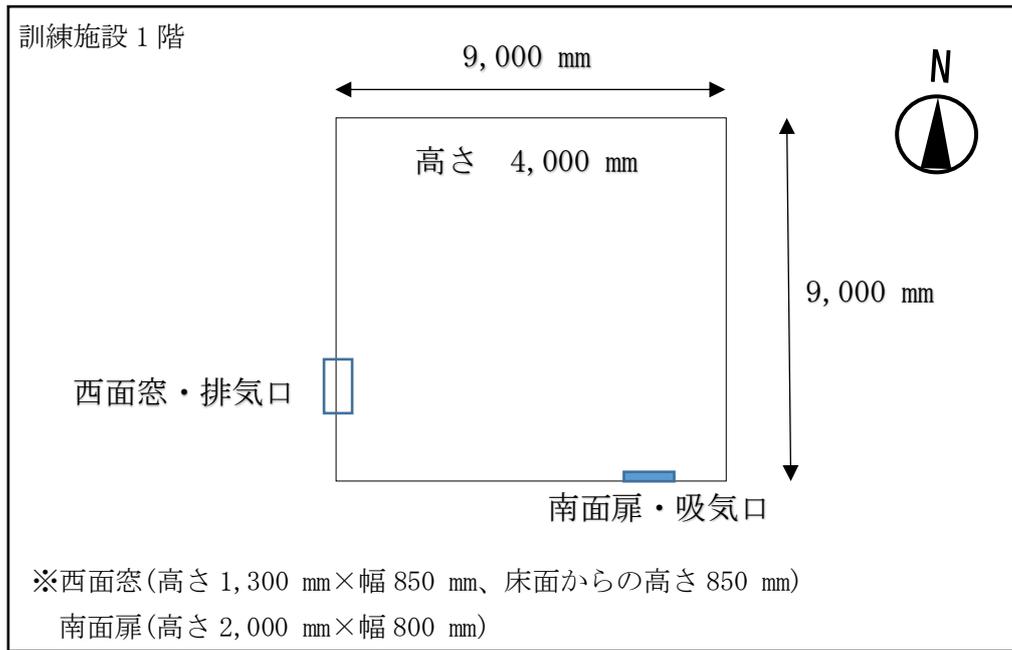


図 5 訓練施設(1階平面図)

### 3 検証概要

水力換気ノズルへの入力圧力を変えて、吸気口の風速を計測し、各圧力での風速の値を比較した。

入力圧力については、水力換気ノズルの推奨圧力である 0.7 MPa を基準とし、当局が使用しているガンタイプノズルの推奨圧力である 0.5 MPa の±0.2 MPa の範囲で検証することとし、0.3 MPa から 0.7 MPa まで(0.1 MPa 間隔)を入力圧力とした。

### 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。

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、南面扉(高さ 2,000 mm、幅 800 mm)を吸気口とした(以下、西面窓を「排気口」、南面扉を「吸気口」という。)

<sup>1)</sup> 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(約 70°)に統一し、主ノズルのみからの放水とした。

水力換気ノズルには、圧力計(ヨネ株式会社製：脈動制御圧力計)を接続し、入力圧力を確認した。

吸気口の中心に風速計(株式会社マザーツール製：AM-4207SD)を設定した。

計測については、水力換気ノズルへの入力圧力が、0.3 MPa～0.7 MPa(0.1 MPa 間隔)となるように圧力計を目視で確認した(±0.025 MPa の目視範囲)。各検証圧力に到達した後、それぞれ 1 分間の放水を行い、吸気口で風速を計測した。また、各検証圧力での放水量を、車両流量計により確認した。

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、計測した風速(平均値)を  $\bar{v}$ 【m/s】、吸気口面積を  $A$ 【m<sup>2</sup>】(2,000 mm×800 mm=1.60 m<sup>2</sup>)として、吸気量  $Q$ 【m<sup>3</sup>/s】を算出した。

$$Q = \bar{v}A \quad (4.1)$$

参考として、水力換気ノズルの推奨圧力である 0.7 MPa で放水した場合と、水力換気ノズルを 0.5 MPa (当局で使用しているガンタイプノズル(東京サイレン株式会社製:NM-V ガンタイプノズル TS-0501S 等)の推奨圧力) で放水した場合における、スモークマシンの煙の排出状況を記録(動画撮影)・比較した。スモークマシンの煙については、それぞれ5分間室内に噴出し、視界約 1 m 程度の状態とした。

設定の詳細について、図 6~9 及び表 1 に示す。

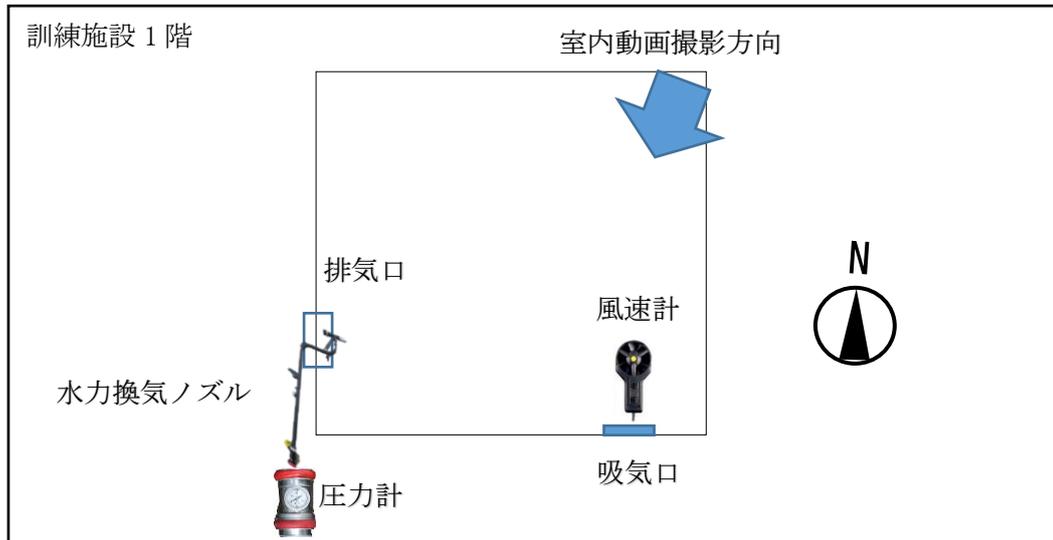


図 6 設定状況 (平面図)



図 7 水力換気ノズルの設定状況



図 8 水力換気ノズルに接続した圧力計

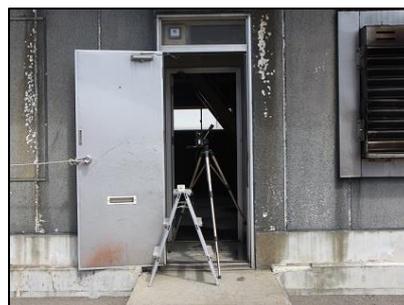


図 9 風速計の設定状況

表 1 設定条件

項目	設定
排気口 吸気口	縦 1,300 mm×横 850 mm (床面からの高さ 850 mm) 縦 2,000 mm×横 800 mm
入力圧力	0.3 MPa～0.7 MPa(0.1 MPa 間隔)
放水時間	各 1 分
風速計	吸気口の中心部
圧力計	水力換気ノズルに接続
スモークマシンの煙	5 分間室内に放出し停止(視界約 1 m)

## 5 検証結果

各圧力で計測した風速の平均値 $\bar{v}$ 及び放水量(車両流量計の値を確認)を表 2 に、式(4.1)から算出した吸気量 $Q$ 及び 0.7 MPa 時の吸気量を基準とした各入力圧力での吸気量の比率を表 3 及び図 10 に、各圧力での放水状況を図 11 に示す。

風速(平均値)は、0.7 MPa から 0.3 MPa にかけて徐々に値が小さくなった。

また、参考としてスモークマシンの煙を 5 分間室内に放出し、0.7 MPa 及び 0.5 MPa で排煙を試みた結果、目視による大きな差異は確認できなかった。室内で撮影した動画の切り抜き画像を図 12 に示す。

表 2 検証結果(風速の平均値 $\bar{v}$ )

入力圧力(MPa)	風速の平均値 $\bar{v}$ (m/s)	放水量(L)
0.7	2.28	360
0.6	2.04	330
0.5	2.00	300
0.4	1.70	270
0.3	1.56	240

※風速の平均は、1 分間のうち、風速が安定した 30 秒間を抽出

表 3 検証結果(吸気量 $Q$ )

入力圧力(MPa)	吸気量 $Q$ (m <sup>3</sup> /s)	0.7 MPa 時の吸気量との比率
0.7	3.6	100% (3.6/3.6)
0.6	3.3	約 92% (3.3/3.6)
0.5	3.2	約 89% (3.2/3.6)
0.4	2.7	約 75% (2.7/3.6)
0.3	2.5	約 69% (2.5/3.6)

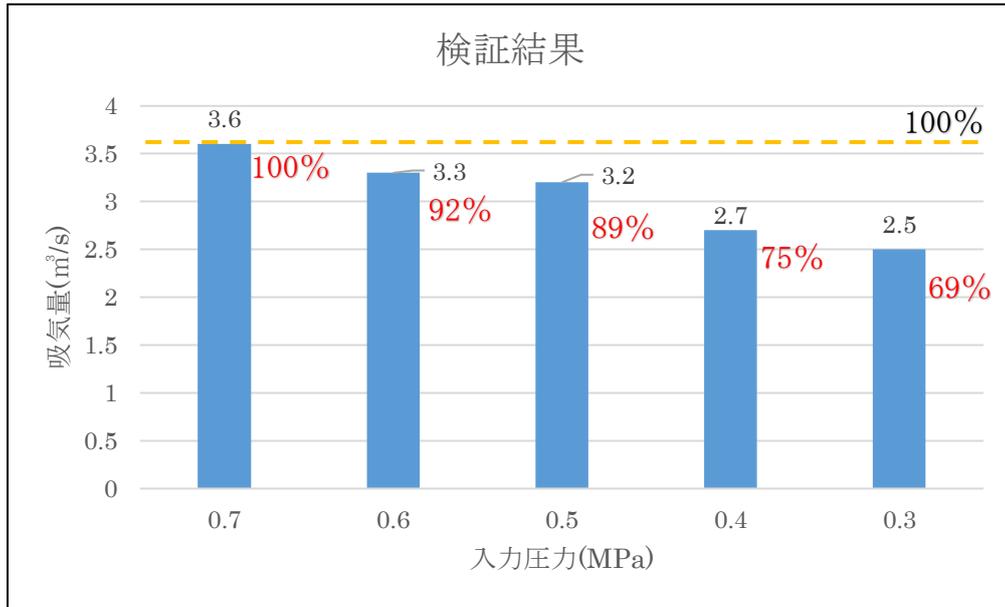


図 10 検証結果(吸気量  $Q$ )

図 11 各圧力の放水状況

設定	放水状況写真
0.7 MPa 360 L	

0.6 MPa  
330 L



0.5 MPa  
300 L

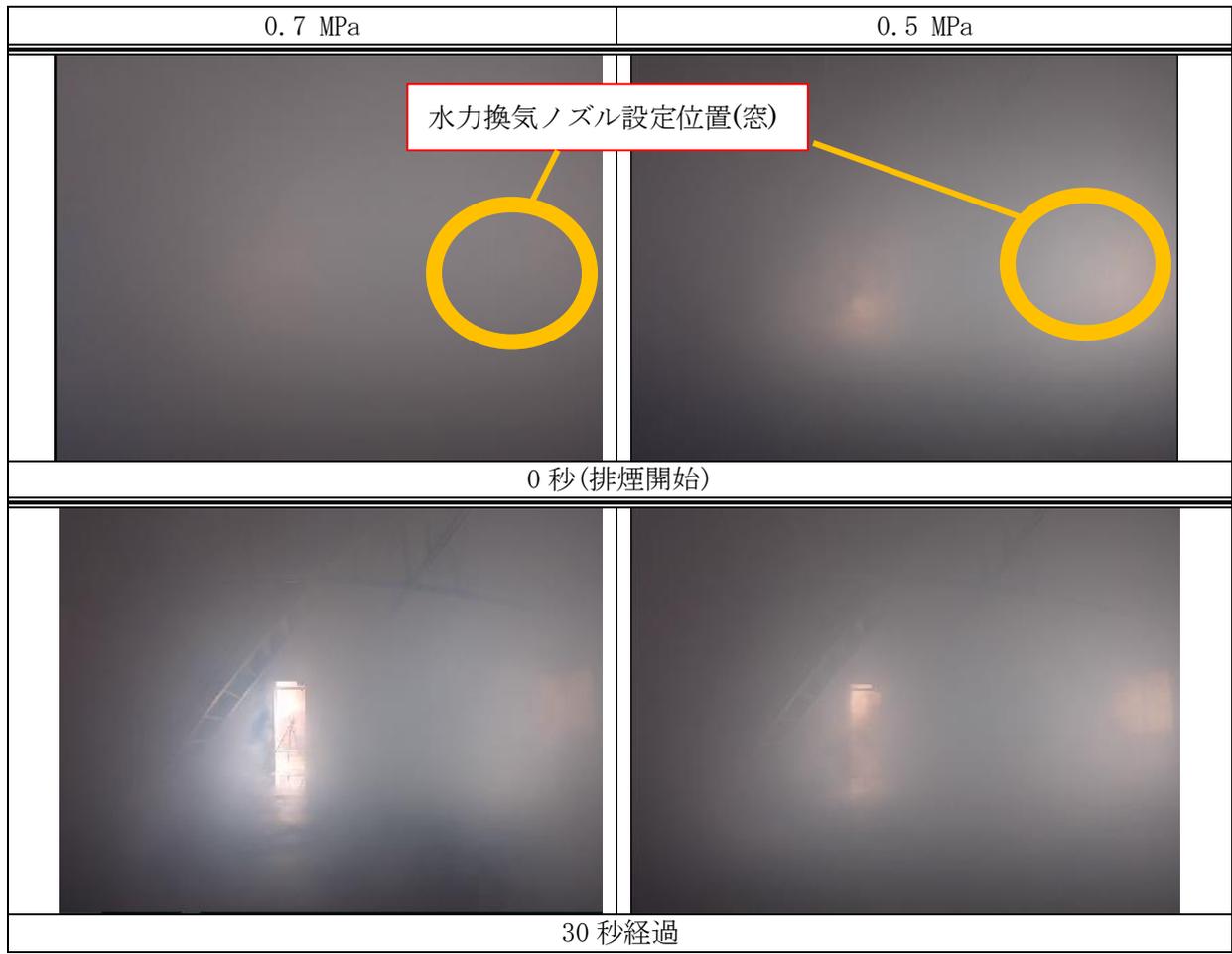


0.4 MPa  
270 L





図 12 各排煙状況(動画切り抜き：室内北東側から撮影)





1分経過



1分30秒経過



2分経過



2分30秒経過



## 6 考察

検証の結果、風速(平均値)は、0.7 MPa から 0.3 MPa にかけて徐々に値が減少した。これは、入力圧力が低下したことに伴い、放水量及び噴出する水の初速度が減少したことで、<sup>2)</sup>粘性摩擦(粘性抵抗)により引きずられる空気量が減少し、これに伴い吸気量(風速)が減少したためと考える。

これらのことから、常温下における水力換気ノズルの排気に伴う風速(吸気量)は、水力換気ノズルへの入力圧力の低下に伴い減少すると考えられる。

本検証条件における各入力圧力での吸気量について、0.7 MPa の 3.6  $\text{m}^3/\text{s}$  を基準としてみると、0.3 MPa では 1.0  $\text{m}^3/\text{s}$  以上の吸気量の減少がみられた(約 30%減少)。この値は、当局で使用している送排風機約 1 機分(1  $\text{m}^3/\text{s}$  : PEE-282Y)の送風量に値する。

このことから、入力圧力が小さい場合においても、一定以上の吸気効果を得ることができると考えられるが、使用条件によっては、高圧力と低圧力で、送排風機 1 機以上の換気効果の差が発生する。

参考として比較した、スモークマシンの煙の排出状況については、入力圧力 0.5 MPa 及び 0.7 MPa において、目視による若干の差は感じられるが、排煙状況の明確な差異は確認できなかった。これは、各吸気量には 0.4  $\text{m}^3/\text{s}$  (24  $\text{m}^3/\text{min}$ ) の差があるが、1 分間における各吸気量の差が訓練施設 1 階の気積(約 300  $\text{m}^3$ )の 10%以下である 24  $\text{m}^3$ 程度であるため、明確な差異を判別できなかったと考える。また、使用した風速計の誤差( $\pm(0.2\%+0.2)$   $\text{m/s}$ )があり、各吸気量に差がなかった可能性も考えられる。

これらのことから、常温下における排煙効果については、訓練施設 1 階程度の気積(約 300  $\text{m}^3$ )の場合、水力換気ノズルの入力圧力を 0.5 MPa に下げた状態でも、推奨圧力である 0.7 MPa の排煙に近い効果が見込めると考える。

なお、本検証ではスモークマシンを停止した後に排煙を行ったため、常に煙が生成され、様々な要因が複合される実火災での排煙においては、吸気量の差(圧力 0.7 MPa 及び 0.5 MPa の差)が優位な差として表れる可能性もある。

表3 検証結果(吸気量  $Q$ )【再掲】

入力圧力(MPa)	吸気量 $Q$ (m <sup>3</sup> /s)	0.7 MPa 時の吸気量との比率
0.7	3.6	100% (3.6/3.6)
0.6	3.3	約 92% (3.3/3.6)
0.5	3.2	約 89% (3.2/3.6)
0.4	2.7	約 75% (2.7/3.6)
0.3	2.5	約 69% (2.5/3.6)

## 7 まとめ

水力換気ノズルの入力圧力の違いによる、常温下における換気効果は以下のとおり。

- (1) 水力換気ノズルの排気に伴う風速(吸気量)は、水力換気ノズルへの入力圧力が低下すると、減少する。
- (2) 入力圧力が小さい場合においても、一定以上の吸気効果を得ることができると考えられるが、使用条件によっては、高圧力と低圧力で、送排風機 1 機以上の換気効果の差が発生する。
- (3) 排煙効果については、訓練施設 1 階程度の気積(約 300 m<sup>3</sup>)の場合、水力換気ノズルの入力圧力を 0.5 MPa に下げた状態でも、推奨圧力である 0.7 MPa の排煙に近い効果が見込める。

なお、様々な要因が複合される実火災での排煙においては、吸気量の差(圧力 0.7 MPa 及び 0.5 MPa の差)が優位な差として表れる可能性もある。

### 【参考文献等】

- 1) 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
- 2) 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](https://www.jsme-fed.org/experiment/2013_8/004.html)

# Verification of the Hydraulic Ventilation Nozzle (COBRA) (No.4) – Verification of Ventilation Effects of Different Input Pressures –

Hiroyuki Shimizu, Masakatsu Matsuhana, Ikuma Takeda, and Natsuhiko Hara

## Abstract

The input pressure of the hydraulic ventilation nozzle recommended by the manufacturer is 0.7 MPa, but the effect on ventilation at an input pressure below the recommended pressure has not been verified. In this experiment, the ventilation rate (air intake volume) was measured at a normal temperature to determine the ventilation effect when the hydraulic ventilation nozzle is used at less than the recommended pressure.

As a result, it was confirmed that under normal temperatures, as the input pressure to the hydraulic ventilation nozzle decreases, the air velocity (air intake volume) associated with the exhaust of the hydraulic ventilation nozzle decreases, and a difference in ventilation effectiveness of more than one blower-exhaust fan ( $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) occurs at both high and low input pressures.

# 水力換気ノズル(COBRA)に関する検証(その5)

## -開口部から離隔して設定した場合の換気効果-

札幌市消防局消防科学研究所 清水 洋 幸  
北消防署警防課新琴似出張所 小野 悠 作

### 概 要

水力換気ノズルは任意の開口部に設定し、主ノズルを室内へ入れた状態での使用を基本としているが、様々な活動障害がある中で、水力換気ノズルを直接開口部に設定せず、開口部から離隔した状態においても換気効果が見込めれば、水力換気ノズルの使用の幅を広げることができる。このことから、本検証では、水力換気ノズルを開口部から排気方向に離隔して設定した場合の、室内換気効果及び使用限界距離を把握することを目的として、各検証を実施した。

その結果、常温下において水力換気ノズルを開口部から離隔して設定する場合は、開口部中心の延長線上かつ噴霧放水角度を  $110^{\circ}$  (最大)とすることで、1,800 mm の地点までは換気効果があることを確認した。

なお、換気効果については、開口部に設定する場合に比べて送排風機1機( $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ )以上、低下する。

### 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。

水力換気ノズルは任意の開口部に設定し、主ノズルを室内へ入れた状態での使用を基本としている。この主ノズルを室内へ入れた基本設定により、室内から屋外方向へ放水することで、室内の空気及び可燃性ガス等を排出している。

しかし、中高層建物でベランダが狭い場合や、転落防止柵・防犯用柵がある場合等では、直接開口部に水力換気ノズルを設定できない場合も想定される。その中で、水力換気ノズルを直接開口部に設定せず、開口部から離隔した状態で設定し換気効果が見込めれば、水力換気ノズルの使用の幅を広げることができるが、前述の検証は未実施である。

本検証は、水力換気ノズルを開口部から排気方向に離隔して設定した場合の、室内換気効果及び使用限界距離を把握することを目的として、各検証を実施したものである。

なお、本検証は北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8月31日(水) 9時30分～12時00分

(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2～5)

(3) 環境

【天気】雨 【気温】20.6℃ 【湿度】93% 【自然風：風速・風向】平均1 m/s(北の風)



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)

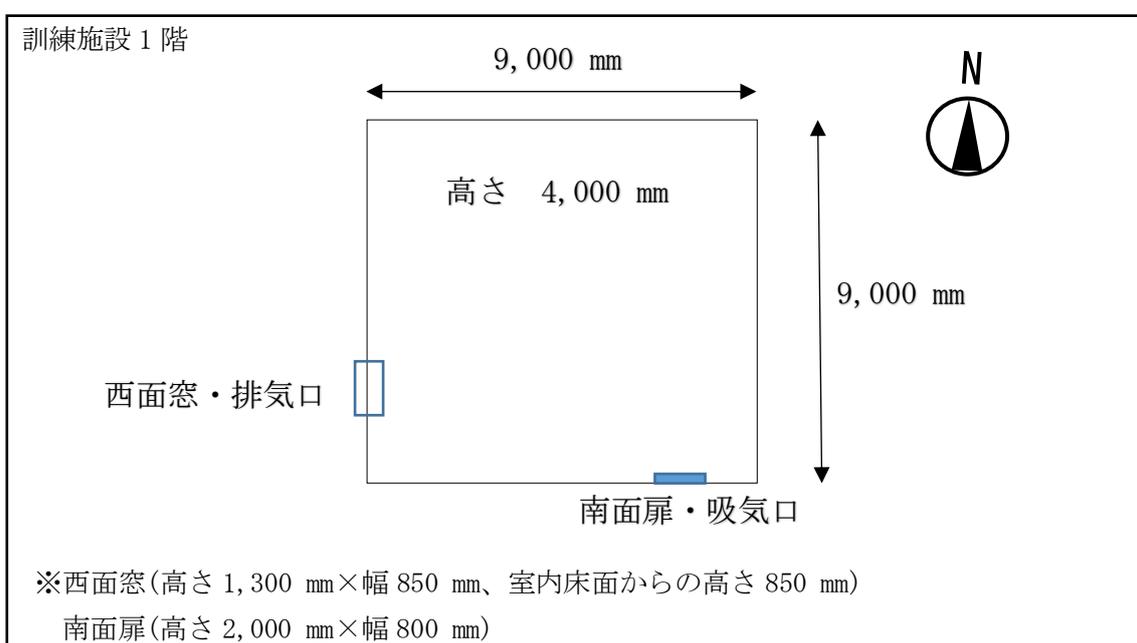


図5 訓練施設(1階平面図)

### 3 検証概要

#### (1) 離隔距離を条件とする検証(検証1)

水力換気ノズルを開口部(窓枠)に設定した状態を基準とし、噴霧放水角度を開口部を概ね覆う角度に固定した。開口部を屋外側から見て、左下の角を原点(0点)とし、横幅と高さ及び排気側水平方向にそれぞれx軸、y軸及びz軸を取り(図6)、主ノズルのxy座標を基準位置で固定し、z座標(開口部からの離隔距離)のみを変更して吸気口の風速を計測し、各離隔距離での風速の値を比較した。

離隔距離については、水力換気ノズルの持ち手延長線上から主ノズルまでの奥行が約300mm(図7)であることから、この長さを基準として、壁から300mm間隔で離隔し、吸気口の風速が0m/sとなる距離まで検証することとした。

#### (2) 噴霧放水角度及び離隔距離を条件とする検証(検証2)

主ノズルのxy座標を開口部中心位置で固定し、噴霧放水角度を30°、60°、90°及び110°

とした状態で、各噴霧放水での  $z$  座標を変更して吸気口の風速を計測し、各離隔距離及び噴霧放水角度での風速の値を比較した。

離隔距離については、検証 1 と同様に、壁から 300 mm 間隔で離隔し、吸気口の風速が 0 m/s となる距離まで検証することとした。

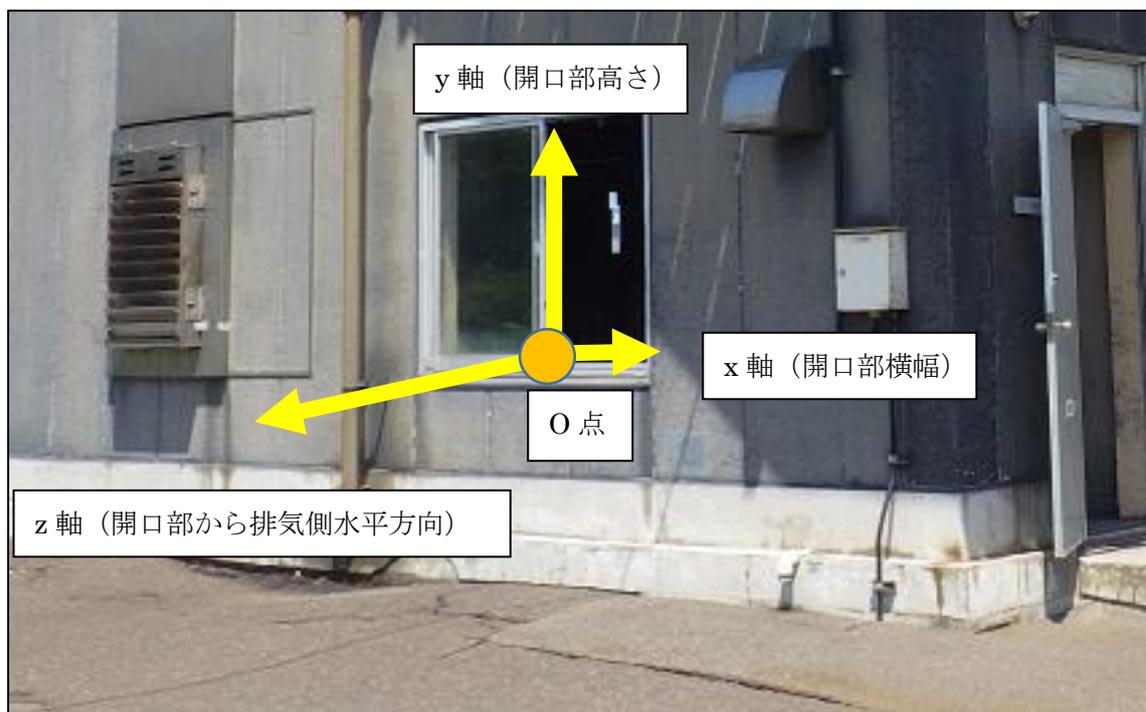


図 6 訓練施設西面開口部(xyz 軸)

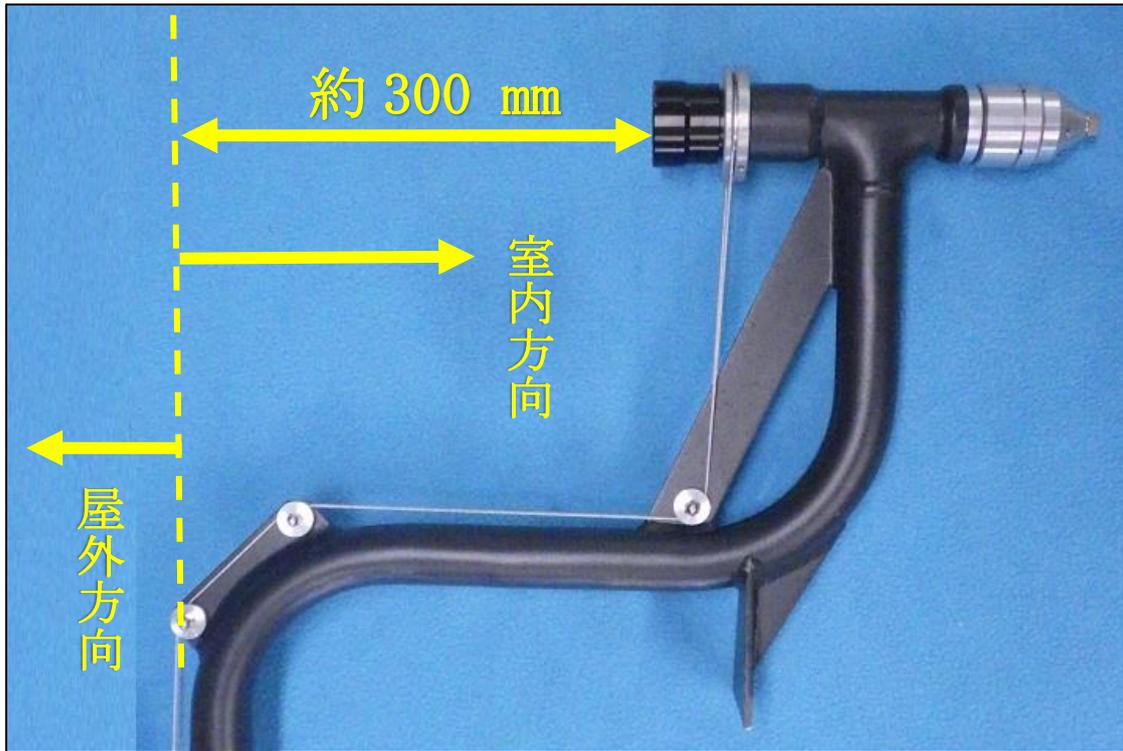


図 7 主ノズルの奥行(室内方向への入り込み)

#### 4 設定状況

各検証における共通の各種設定は、以下の設定で行った。

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、室内床面からの高さ 850 mm)を排気口とし、南面扉(高さ 2,000 mm、幅 800 mm)を吸気口とした(以下、西面窓を「排気口」、南面扉を「吸気口」という。)

水力換気ノズルには、圧力計(ヨネ株式会社製：脈動制御圧力計)を接続し、入力圧力が 0.7 MPa となるように目視で確認した。

吸気口の中心に風速計(株式会社マザーツール製：AM-4207SD)を設定した。

計測については、水力換気ノズルへの入力圧力が、0.7 MPa となったことを圧力計で確認後、それぞれ主ノズルのみから 1 分間の放水を行い、吸気口で風速を計測した。

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、計測した風速(平均値)を  $\bar{v}$  【m/s】、吸気口面積を  $A$  【m<sup>2</sup>】(2,000 mm×800 mm=1.60 m<sup>2</sup>)として、吸気量  $Q$  【m<sup>3</sup>/s】を算出した。

$$Q = \bar{v}A \quad (4.1)$$

各検証において共通する設定の詳細について、図 8～10 及び表 1 に示す。

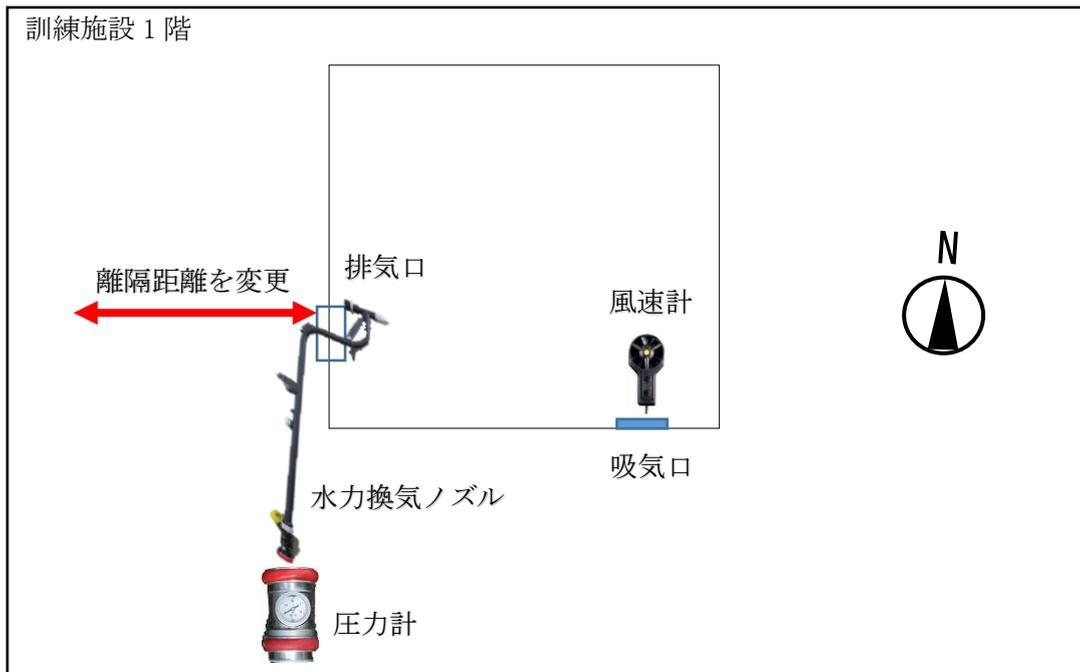


図 8 設定状況 (平面図)



図 9 水力換気ノズルに接続した圧力計



図 10 風速計の設定状況

表 1 各検証共通設定

項目	設定
排気口	縦 1,300 mm×横 850 mm (室内床面からの高さ 850 mm)
吸気口	縦 2,000 mm×横 800 mm
入力圧力	0.7 MPa
放水	主ノズルのみ(抑制ノズル閉)
放水時間	各 1 分
風速計	吸気口の中心部
圧力計	水力換気ノズルに接続

各検証により異なる設定を以下に示す。

(1) 離隔距離を条件とする検証(検証 1)

水力換気ノズルの設定座標(x=850 mm、y=0 mm、z=0 mm)から、鉄製アングルを水平器を用

いて z 軸水平方向に設定した。その後、鉄製アングル上に L 字アングルを 300 mm 間隔 ( $z=300$  mm、600 mm、900 mm、1,200 mm) で固定した。

水力換気ノズルを排気口の角に設定し、主ノズルの基準 xy 座標( $x=500$  mm、 $y=200$  mm)を決定後、噴霧放水角度を概ね窓を覆う角度(約  $70^\circ$ )に固定した。

排気口の角及び 30 mm 間隔に設定した各 L 字アングル上に水力換気ノズルを設定し、基準 xy 座標(各座標  $\pm 50$  mm)及び初期噴霧放水角度を変えずに、z 座標(離隔距離)を変更した。

設定の詳細について、図 11~15 及び表 2 に示す。



図 11 z 軸水平方向へ設定した鉄製アングル

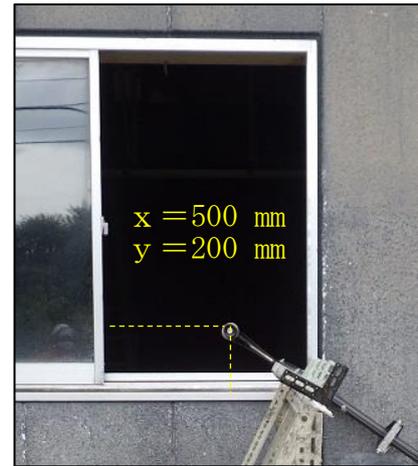


図 12 主ノズル基準 xy 座標



図 13 検証 1 基準噴霧放水角度(約  $70^\circ$ )



図 14 壁から 300 mm の設定

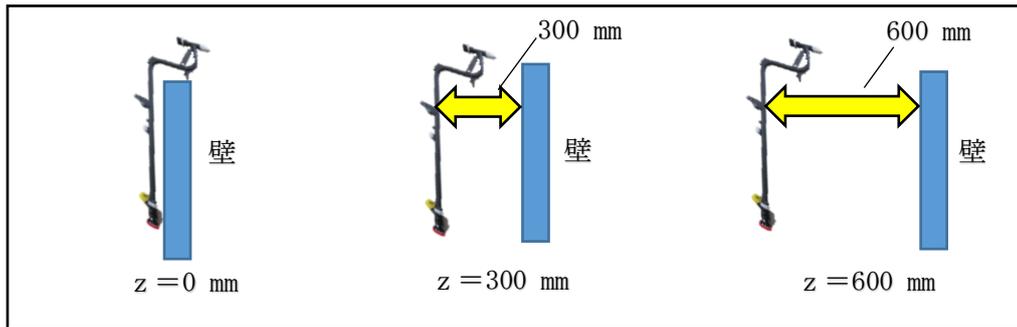


図 15 z 軸について(平面図)

表 2 検証 1 設定

項目	設定
主ノズルの位置	【固定】 x=500 mm、y=200 mm (各座標±50 mm)
噴霧放水角度	【固定】 約 70°
水力換気ノズルと壁の離隔距離 ※持ち手部分と壁の距離	【条件】 z=0 mm、300 mm、600 mm、900 mm、1,200 mm

(2) 噴霧放水角度及び離隔距離を条件とする検証(検証 2)

主ノズル設定位置が、最も排気効率が良い(噴霧放水による包含率が最も高い)と考えられる排気口中心座標(x=425 mm、y=650 mm)となるように、検証 1 で設定した鉄製アングルを調整し、水力換気ノズルを設定するための支点とした。

300 mm 間隔に設定した各 L 字アングル上に水力換気ノズルを設定し、排気口の中心 xy 座標(各座標±50 mm)を変えずに、z 座標(離隔距離)及び噴霧放水角度(30°、60°、90°及び110°(最大))を変更した。

設定の詳細について、図 16、図 17 及び表 3 に示す。



図 16 排気口中心座標への設定(0 mm)



図 17 離隔距離 900 mm、噴霧放水角度 90°

表 3 検証 2 設定

項目	設定
主ノズルの位置	【固定】 x=425 mm、y=650 mm (各座標±50 mm)
噴霧放水角度	【条件 1】 30°、60°、90°、110° (最大)
水力換気ノズルと壁の離隔距離 ※持ち手部分と壁の距離	【条件 2】 z=0 mm、300 mm、600 mm、900 mm、1,200 mm、1,500 mm、 1,800 mm

## 5 検証結果

### (1) 離隔距離を条件とする検証(検証 1)

各条件で計測した風速の平均値 $\bar{v}$ を表 4 に、式(4.1)から算出した吸気量 $Q$ を表 5 及び図 18 に示す。

風速(平均値)は、離隔距離が離れるほど減少し、1,200 mm 地点で風速 0 m/s を確認した。なお、1,200 mm の地点で無風(0 m/s)を確認したため、以後の計測を中止とした。

表 4 計測結果(検証 1 : 風速の平均値 $\bar{v}$ )

離隔距離(mm)	0	300	600	900	1,200
風速 $\bar{v}$ (m/s)	1.76	0.96	0.83	0.67	0.00

表 5 計測結果(検証 1 : 算出した吸気量 $Q$ )

離隔距離(mm)	0	300	600	900	1,200
吸気量 $Q$ ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	2.8	1.5	1.3	1.1	0.0

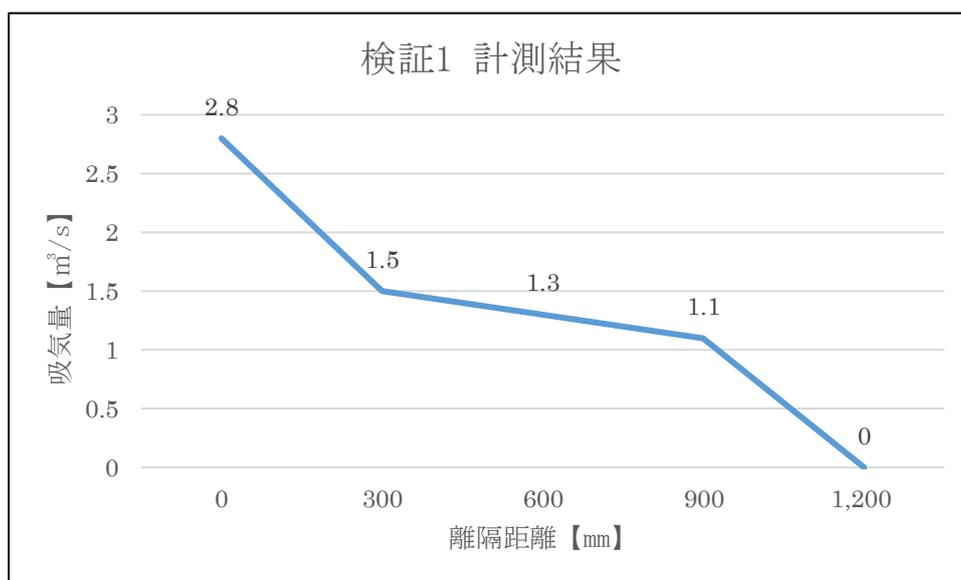


図 18 検証 1 計測結果(吸気量)

(2) 噴霧放水角度及び離隔距離を条件とする検証(検証 2)

各条件で計測した風速の平均値 $\bar{v}$ を表 6 に、式(4.1)から算出した吸気量  $Q$  を表 7 及び図 19 に示す。

噴霧放水角度が 60° 及び 90° での風速(平均値)は、離隔距離が離れるほど減少した。

噴霧放水角度が 30° 及び 110° での風速(平均値)は、一部例外もあるが、離隔距離が離れるほど減少した。

噴霧放水角度 30° 及び 60° については、600 mm 及び 900 mm 地点の計測において、吸気口での風を確認しているが、5 秒以上継続する無風状況を確認していることから無風とみなし、1,200 mm 以降の検証を中止した。90° については、1,200 mm の地点で無風を確認したことから、以降の検証を中止した。噴霧放水角度 110° については、1,800 mm の地点で吸気していることを確認したが、災害現場で 2 m 以上離隔して使用する可能性が低いことから、以後の計測を中止とした。

表 6 計測結果(検証 2 : 風速の平均値 $\bar{v}$ )

(単位 : m/s)

【条件 2】 離隔距離 (mm)	0	300	600	900	1,200	1,500	1,800
【条件 1】 噴霧放水角度 (°)							
30	0.71	0.36	0.41	0.22			
60	1.38	0.97	0.01	0.00			
90	2.18	1.04	0.89	0.73	0.00		
110	1.68	0.99	0.78	0.58	0.63	0.64	0.46

※網掛けは平均をとった値の中に、5 秒以上で無風(0 m/s)となる時間があったもの。

表 7 計測結果(検証 2 : 算出した吸気量  $Q$ )

(単位 : m<sup>3</sup>/s)

【条件 2】 離隔距離 (mm)	0	300	600	900	1,200	1,500	1,800
【条件 1】 噴霧放水角度 (°)							
30	1.1	0.6	0.7	0.4			
60	2.2	1.6	0.0	0.0			
90	3.5	1.7	1.4	1.2	0.0		
110	2.7	1.6	1.2	0.9	1.0	1.0	0.7

※網掛けは平均をとった値の中に、5 秒以上で無風(0 m/s)となる時間があったもの。

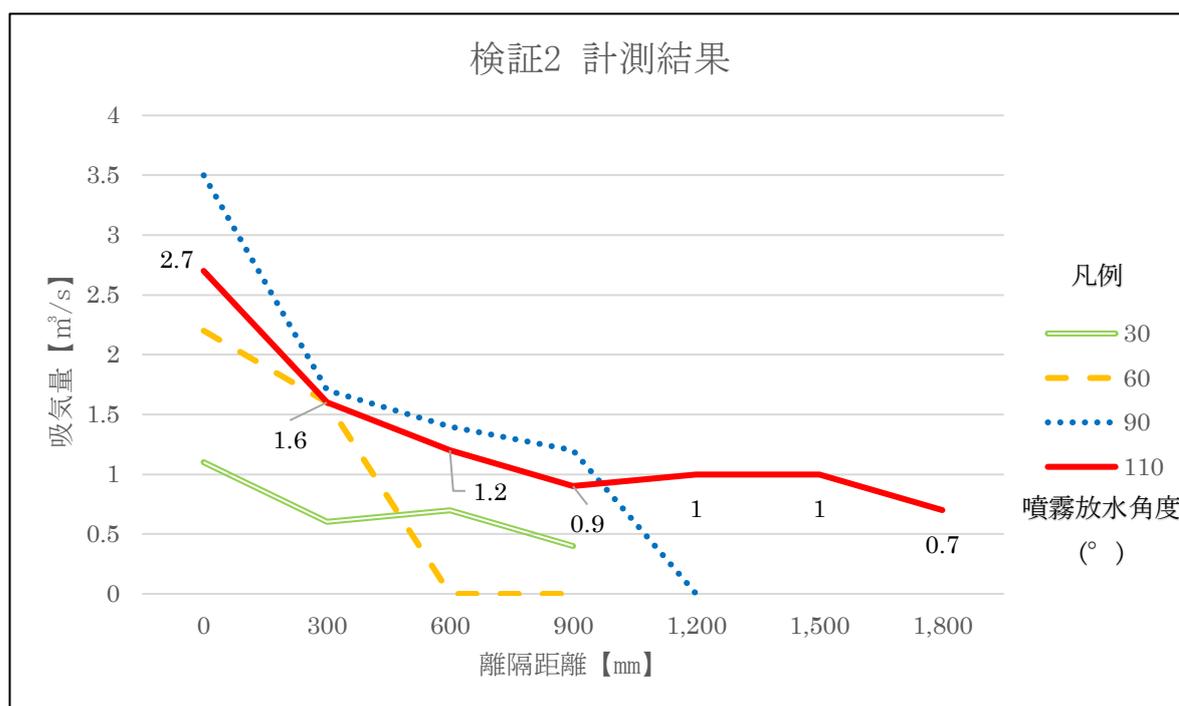


図 19 検証 2 計測結果(吸気量)

※データラベルは 1,800 mm の地点でも換気を確認した 110° のみ参考で表示

## 6 考察

離隔距離のみを条件とした検証 1 では、0 mm(基準位置)の時に風速の値が最大となり、300 mm では大きく値が低下し、距離を離すほど値が減少した。これは、主ノズルが屋内にある 0 mm では室内の空気を排出(室内に直接作用)していたのに対し、主ノズルが屋外にある 300 mm 以降では、屋外の空気が放水により動いたことに伴い、室内から空気が排出された(室内へは間接的に作用した)ためと考える。1,200 mm の地点では、放水は室内に干渉せずに、屋外の空気のみが動いたため、無風となったと考える。

水力換気を、<sup>1)</sup> 水と空気(気体)の粘性抵抗(摩擦)によって空気を排出するものとする、同様に空気の粘性により生じる物理現象の一つとして<sup>2)</sup> 「列車風」が挙げられる。列車が通過する時に発生する風は、湧出流(列車先頭部でまわりの空気を押しよける風)、境界層流(列車側面で摩擦によって列車に引きずられて流れる風)及び伴流(列車後尾部では圧力の低下した部分を埋めるために後方と側方から流れ込む風)がある(図 20)。空気と列車(参考文献 2)及び空気と水(本検証)で物性は異なるが、仮説として、水力換気により発生する風についても、前述の 3 つが発生していると仮定すると、放水の粒子が押し出す空気(湧出流)、摩擦によって放水粒子に引きずられる空気(境界層流)及び圧力の低下した部分を埋めるために周囲から流れ込む空気(伴流)があると考えられる。ここで、検証 1 においては、伴流や境界層流等が室内へ間接的に作用することで、離隔距離が 900 mm の地点までは、室内の空気を引き込んでいた(室内の空気を間接的に排出していた)と考える。

これらのことから、主ノズルからの放水の後方に発生する空気の流れが離隔距離 900 mm 付近までは室内に作用するため、換気効果があると考えられる。なお、0 mm から 300 mm の段階で大きく吸気量が減少(1.0 m³/s⇔送排風機 1 機分: PEE-282Y)するため、換気効率としては低下する。

また、噴霧放水角度及び離隔距離を条件とした検証 2 については、0 mm から 900 mm にかけては

90° の噴霧放水角度の際に吸気量が大きく、1,200 mm 以降では噴霧放水角度が大きい 110° の際に、距離が離れた状態でも換気することを確認した。これは、0 mm の地点では、110° の噴霧放水角度では窓枠や内壁等にも放水が当たっていたことにより換気効果が低下し、<sup>3)</sup>開口部を適度に覆っていた 90° の方が効率よく換気できたと考えられる。また、離隔した場合には、噴霧放水角度が大きくなることで、排気口の面(xy面)と放水面(放水粒子)との各距離(z軸水平距離)が近くなり、境界層流等が室内へ影響しやすくなるため、換気できたと考える。そのため、水力換気ノズルを排気口から離隔して設定する場合については、噴霧放水角度に大きく依存すると考えられる。

これらのことから、開口部から離隔して設定する場合については、開口部中心の延長線上かつ噴霧放水角度を最大(110°)とすることで、最大の換気効果を得られると考える。なお、前述したように換気効率は送排風機 1 機(1.0 m<sup>3</sup>/s)以上、低下する。

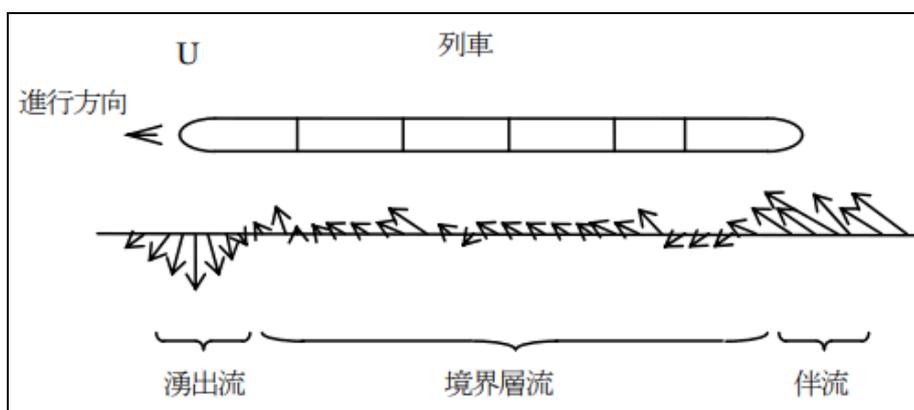


図 20 列車通過時に発生する風の世界ベクトル(出典：参考文献 2 図 4 列車風の模式図)

## 7 まとめ

水力換気ノズルを開口部から離隔して設定する場合は、開口部中心の延長線上かつ噴霧放水角度を 110° (最大)とすることで 1,800 mm の地点までは換気効果を得ることができる(常温下)。

なお、換気効果については、開口部に設定する場合に比べて送排風機 1 機(1.0 m<sup>3</sup>/s)以上、低下する。

### 【参考文献等】

- 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](https://www.jsme-fed.org/experiment/2013_8/004.html)
- 2) 菊池勝浩 梶山博司 遠藤広晴 日本風工学会誌第 37 巻第 3 号「列車走行に伴う風」  
[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jawe/37/3/37\\_198/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jawe/37/3/37_198/_pdf/-char/ja)
- 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

# Verification of the Hydraulic Ventilation Nozzle (COBRA) (No.5) – Ventilation Effectiveness When Set Away from the Opening –

Hiroyuki Shimizu and Yusaku Ono

## Abstract

The basic concept of using a hydraulic ventilation nozzle is to set it at an arbitrary opening with the main nozzle inside the room. However, if, with various obstacles to firefighting present, ventilation efficacy can be anticipated even when the nozzle is not set directly at the opening but is instead distanced from it, the range of use of the hydraulic ventilation nozzle can be expanded. Therefore, the purpose of this study was to determine the ventilation efficacy and the maximum use distance of the hydraulic ventilation nozzle when the nozzle is set in the smoke exhaust direction at a distance from the opening.

As a result, by setting the nozzle at a distance parallel to the center axis of the opening and at a spray angle of  $110^\circ$  (at maximum), it was confirmed that ventilation is effective up to a distance of 1,800 mm.

Further, ventilation efficacy will be reduced by at least one blower-exhaust fan ( $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) compared to having the ventilation nozzle set at the opening.



## 水力換気ノズル(COBRA)に関する検証(その6)

### -排気側直近に隣接建物壁体がある場合の換気効果-

札幌市消防局消防科学研究所 清水 洋 幸  
豊平消防署警防課平岸出張所 高橋 忠 洋  
濱 中 大 三

## 概 要

水力換気ノズルは任意の開口部に設定し、屋外方向に主ノズルから放水をすることで、室内の高温気体(煙含む)を屋外へ排出している。排気側直近に隣接建物等があった場合に、換気能力の減少等のデメリットが懸念された。このことから、本検証では水力換気ノズルの排気側直近に隣接建物壁体がある場合に、常温下において換気効果に及ぼす影響を把握するために、各検証を実施した。

その結果、隣接壁体との距離が、一般的な建物間距離である1,000 mm以上離れている場合については、吸気量(換気効果)が大きく減少することはないことを確認した。

### 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。

水力換気ノズルは任意の開口部に設定し、屋外方向に主ノズルから放水をすることで、室内の高温気体(煙含む)を屋外へ排出している。排気側直近に隣接建物等があった場合を想定し、これまで<sup>1)</sup>排気温度の検証及びすすの付着に関する検証は行っているが、換気能力についての検証はできていない。隣接建物壁体との距離が近い環境で換気効果が低下する場合には、設定場所を変更することや、他の方策を講じなければならないこともあるため、検証が必要である。

このことから、水力換気ノズルの排気側直近に隣接建物壁体がある場合に、換気効果に及ぼす影響を把握するために、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9月2日(金) 9時30分～12時00分

### (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2～5)

### (3) 環境

【天気】晴れ 【気温】21.3℃ 【湿度】57% 【自然風：風速・風向】平均3.0 m/s(北の風)



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)

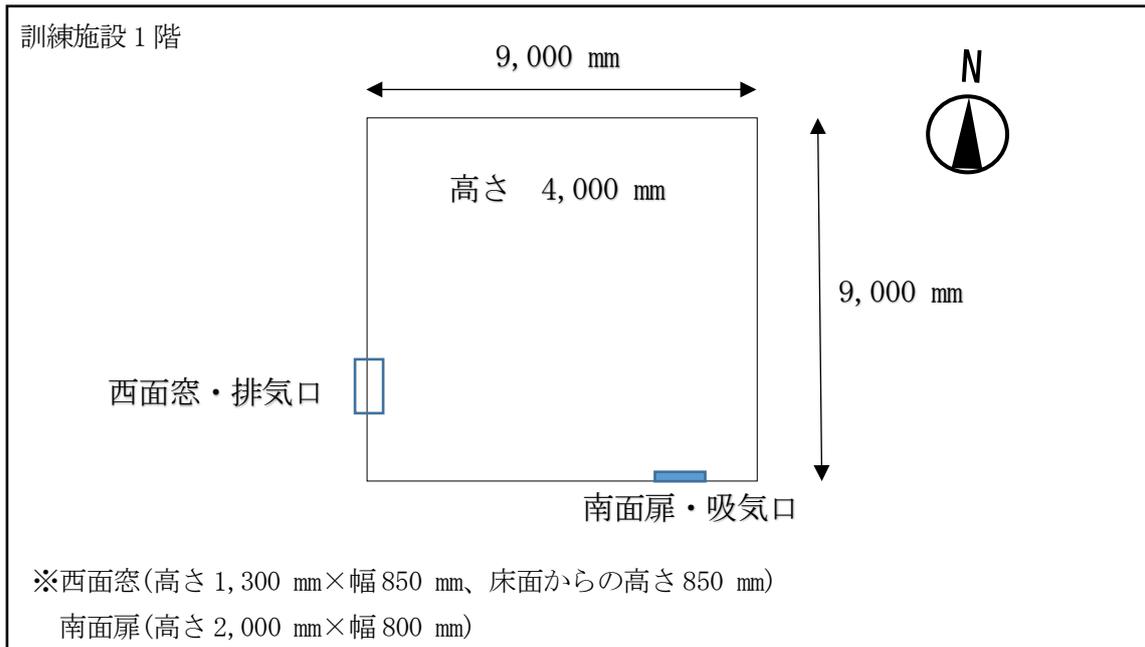


図5 訓練施設(1階平面図)

### 3 検証概要

排気側隣接建物の外壁を模擬的に設定するため、パーティション及び防水シートを使用して、高さ約 3,000 mm、幅約 3,600 mm の簡易壁体(以下「壁体」という。)を作成した。その後、開口部に水力換気ノズルを設定し、壁体がない状態での換気効果と壁体がある場合の換気効果について、壁体と開口部の距離を変更して吸気口の風速を計測し、各条件での風速の値を比較した。

なお、壁体と開口部の離隔距離については、<sup>2)</sup>「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 1,000 mm を基準として、2,000 mm、3,000 mm、4,000 mm 及び 5,000 mm となる各地点に壁体を設定することとした。

### 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。

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、床面からの高さ 850 mm)に水力換気ノズルを設定し、南面扉(高さ 2,000 mm、幅 800 mm)を吸気口とした(以下、西面窓を「排気口」、南面扉を「吸気口」という。)

水力換気ノズルには、圧力計(ヨネ株式会社製：脈動制御圧力計)を接続し、入力圧力が 0.7 MPa となるように目視で確認した。

吸気口の中心に風速計(株式会社マザーツール製：AM-4207SD)を設定した。

計測については、水力換気ノズルへの入力圧力が、0.7 MPa となったことを圧力計で確認後、それぞれ 1 分間の放水を行い、吸気口で風速を計測した。

風速については、1 分間の放水時の計測で風速が安定している時間(各 30 秒間)を抽出し、最大値及び平均値をとった。また、計測した風速(平均値)を  $\bar{v}$ 【m/s】、吸気口面積を  $A$ 【m<sup>2</sup>】(2,000 mm×800 mm=1.60 m<sup>2</sup>)として、吸気量  $Q$ 【m<sup>3</sup>/s】を算出した。

$$Q = \bar{v}A \quad (4.1)$$

壁体については、壁体がない状態での風速を計測後、排気口から排気側に水平距離 1,000 mm 間隔の各地点に、高さ約 3,000 mm、幅約 3,600 mm の壁体を設定し、鉄製アングルで壁体の転倒防止をとった。設定の詳細について、図 6～11 及び表 1 に示す。

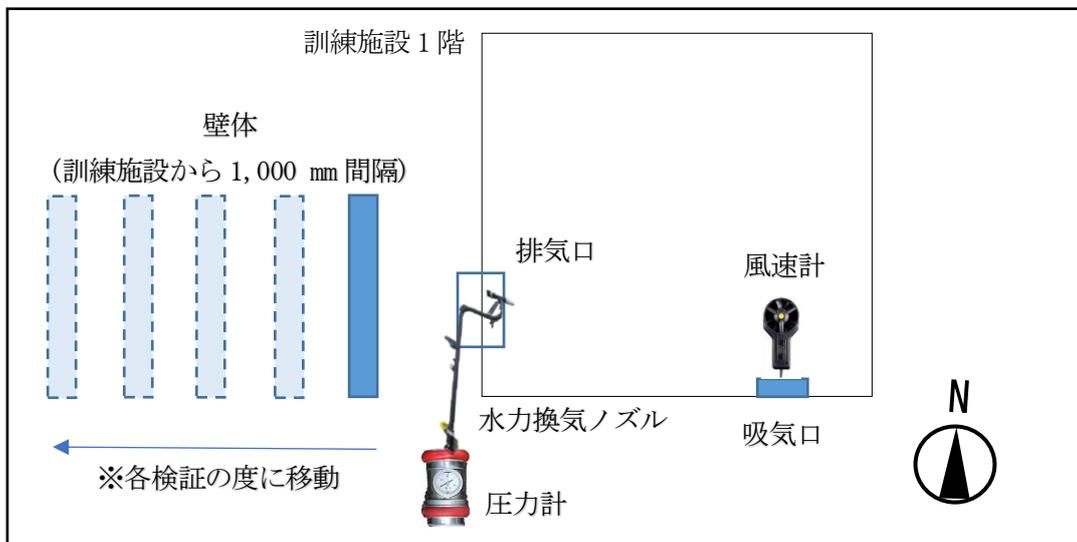


図 6 設定状況 (平面図)



図 7 水力換気ノズルの設定状況



図 8 水力換気ノズルに接続した圧力計



図 9 風速計の設定状況



図 10 設定した壁体(1,000 mm)



図 11 設定した壁体(背面)

表 1 設定条件

項目	設定
排気口 吸気口	縦 1,300 mm×横 850 mm (床面からの高さ 850 mm) 縦 2,000 mm×横 800 mm
入力圧力	0.7 MPa
放水時間	各 1 分
風速計	吸気口の中心部
圧力計	水力換気ノズルに接続
壁体	排気口から水平距離 1,000 mm、2,000 mm、3,000 mm、4,000 mm 及び 5,000 mm ※高さ約 3,000 mm、幅約 3,600 mm

## 5 検証結果

計測した風速の最大値を表 2 に、風速の平均値 $\bar{v}$ を表 3 に、計測した風速の最大値及び風速の平均値 $\bar{v}$ を図 12 に、式(4.1)から算出した吸気量 $Q$ を表 4 に、放水状況を図 13～18 に示す。

壁体が 1,000 mm 及び 2,000 mm の場合に、壁体なしと比較して風速の値(平均値)が大きくなり、壁体が 3,000 mm、4,000 mm 及び 5,000 mm の場合は壁体なしと比較して風速の値が小さくなった。

表 2 検証結果(風速の最大値)

壁の位置(mm)	壁体なし	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
風速の最大値 (m/s)	2.5	3.2	2.5	2.4	2.5	2.4

表 3 検証結果(風速の平均値 $\bar{v}$ )

壁の位置(mm)	壁体なし	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
風速の平均値 $\bar{v}$ (m/s)	2.21	2.62	2.34	1.96	2.08	1.90

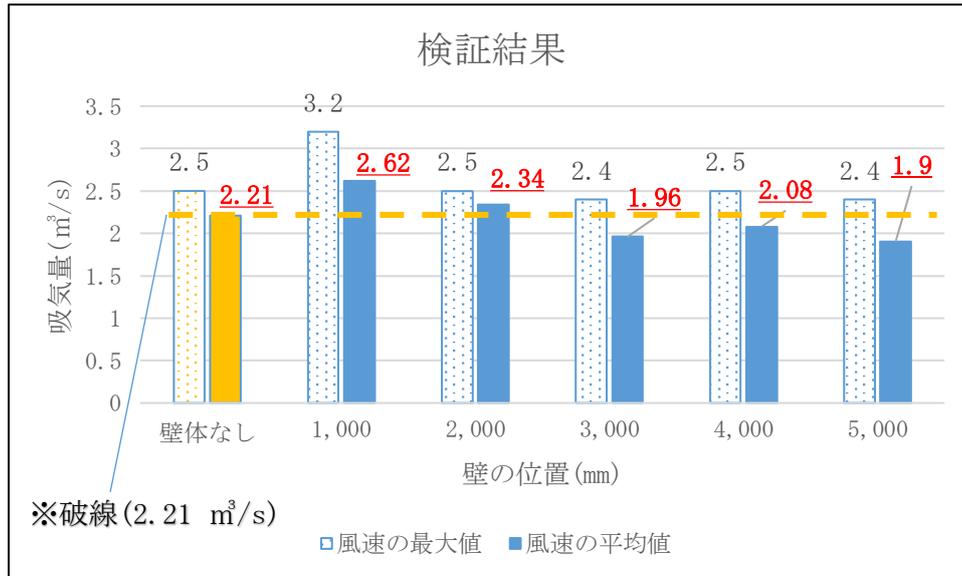


図 12 検証結果 (風速)

表 4 検証結果 (算出した吸気量  $Q$ )

壁の位置 (mm)	壁体なし	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
吸気量 $Q$ (m³/s)	3.5	4.2	3.7	3.1	3.3	3.0



図 13 放水状況 (壁体なし)



图 14 放水状况 (壁体 : 1,000 mm)



图 15 放水状况 (壁体 : 2,000 mm)



图 16 放水状况 (壁体 : 3,000 mm)



図 17 放水状況(壁体 : 4,000 mm)



図 18 放水状況(壁体 : 5,000 mm)

## 6 考察

検証の結果、壁体が 1,000 mm 及び 2,000 mm の場合に、壁体なしと比較して風速の平均値が大きくなった。また、壁体が 1,000 mm の場合には、他の条件と比較して風速の最大値が大きく上昇している。本検証では屋外の条件(壁体の位置)のみ変更しているため、室内の状況が直接変化したとは考えにくい。屋外の状況を見ると、壁体が 1,000 mm 及び 2,000 mm の時には、放水が壁体に当たった後、壁体に沿って流れる状況及び放水が壁体で反射している状況を確認している。この放水形状の変化に伴い、上下左右様々な方向へ空気が移動し、部分的に風力(放水に伴う風)が合成され、放水周辺(屋外)の移動する空気量が増加したため、間接的に室内から引きずられる空気量が増加したと考える。

風力の合成については、<sup>3)</sup>「ビル風」という近接された建物の間に局所的に強い風や乱れた風が吹くことで明らかになっており、空気の引きずり(巻き込み)については、<sup>4)</sup>羽のない扇風機を流体シミュレーションで解析したものや、<sup>5)</sup>空気の粘性を利用した実験により明らかになっている。

なお、検証時に北の風 3.0 m/s 程度の自然風があり、風速の上昇値が自然風の影響であった可能性も否定できない。そのため、隣接壁体が近い場合に、吸気口の風速が上昇する(換気効果が大きくなる)可能性が考えられるが、本検証では断定できない。

また、壁体が 3,000 mm、4,000 mm 及び 5,000 mm の場合は、壁体なしと比較して風速の平均値が小さくなった。しかし、風速の最大値については、壁体なしと比較しても大きな差がなかった。これは、放水形状をみても、壁体に起因した放水形状の大きな変化が確認できないことから、風速(平均)の減少については、壁体の有無に起因するものではなく、自然風等の影響を受けて、風速(平均)が若干減少していたものとする。そのため、壁体があることにより、風速が大きく減少することはないと考える。

これらのことから、水力換気ノズル排気側の隣接壁体との距離が 1,000 mm 以上離れている場合については、吸気量(換気効果)が大きく減少することはないと考えられる。

## 7 まとめ

水力換気ノズル排気側の隣接壁体との距離が、一般的な建物間距離である 1,000 mm 以上離れている場合については、吸気量(換気効果)が大きく減少することはない。

### 【参考文献等】

- 1) 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
- 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) 伊藤 学 編 技報堂出版「風のはなし I」
- 4) 株式会社 IDAJ 「羽のない新型扇風機」  
<https://www.idaj.co.jp/blog/wp-content/uploads/hiroshi-kawaguchi/Dyson-Air-Multiplier.pdf>
- 5) 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](https://www.jsme-fed.org/experiment/2013_8/004.html)

Verification of the Hydraulic Ventilation Nozzle (COBRA) (No.6)  
– Ventilation Effectiveness When an Adjacent Building Wall is Located  
Near the Exhaust Side –

Hiroyuki Shimizu and Taizo Hamanaka

Abstract

By setting a hydraulic ventilation nozzle at an arbitrary opening and discharging water from the main nozzle in the outdoor direction, hot indoor gases (including smoke) are evacuated outside. There were concerns about disadvantages such as reduced ventilation capacity if there was an adjacent building or similar obstacle near the exhaust side. Therefore, in this experiment, several tests were conducted to understand the effect on ventilation effectiveness when there is an adjacent building wall in the immediate vicinity of the exhaust side of the hydraulic ventilation nozzle.

As a result, it was confirmed that the air intake (ventilation effectiveness) does not decrease significantly due to a nearby wall when the distance from the wall is more than 1 m, which is the typical distance between buildings.

# 水力換気ノズル(COBRA)に関する検証(その7)

## - 2本使用した場合の換気効果 -

札幌市消防局消防科学研究所 清水 洋 幸  
北消防署警防課新琴似出張所 嵐 田 昌 浩

### 概 要

当局における水力換気ノズルの運用は、2022年9月の時点で6隊が試行運用しており、水力換気ノズルの試行運用隊が複数隊出動することも考えられるが、水力換気ノズルを複数使用した状態での検証はできていない。本検証では、水力換気ノズルを2本使用した場合の、室内換気効果を把握することを目的として、常温環境下における換気量(吸気量)について計測した。

その結果、いずれの条件下でも水力換気ノズルを2本使用した場合に、水力換気ノズル1本よりも換気量が増加することを確認した。また、設定位置については、同じ面に設定した場合、L字面や対面に設定した場合よりも換気量が増大する傾向を確認した。

#### 1 はじめに

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。当局における水力換気ノズル COBRA (ヨネ株式会社製。以下「水力換気ノズル」という。図1)の運用は、2022年9月の時点で6隊が試行運用しており、水力換気ノズルの試行運用隊が複数隊出動することも考えられる。このような状況の中で、水力換気ノズルを2本使用することで、換気効果の増大が見込めれば、水力換気ノズルの使用の幅を広げることができるが、水力換気ノズルを複数使用した状態での検証はできていない。

このことから、水力換気ノズルを2本使用した場合の、室内換気効果を把握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、本検証は北消防署警防課からの依頼を受け、実施したものである。

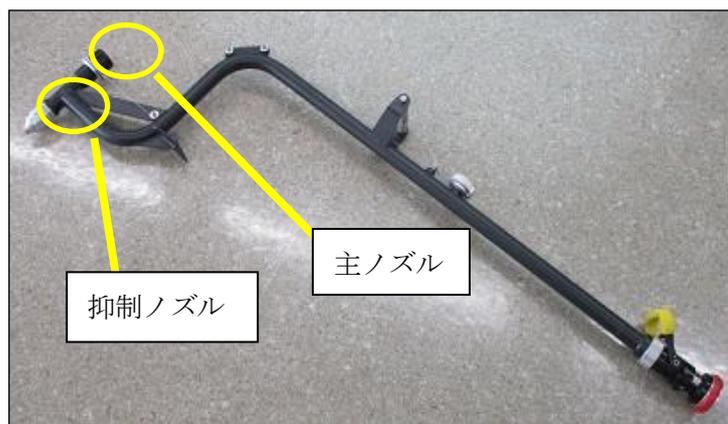


図1 水力換気ノズル

## 2 検証日時・場所等

### (1) 日時

令和4年9月5日(月) 9時30分～12時00分

### (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2～7)

### (3) 環境

【天気】雨 【気温】22.2℃ 【湿度】63% 【自然風：風速・風向】平均5 m/s(南の風)



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(東面)

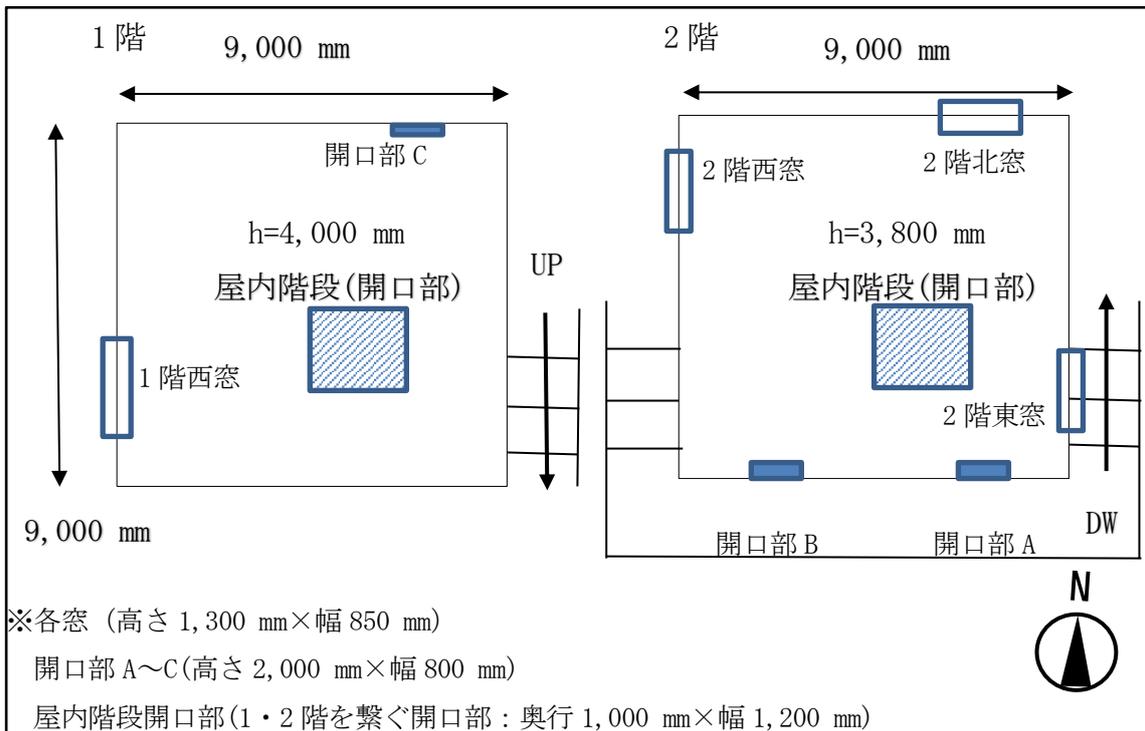


図 7 訓練施設(平面図:1階及び2階)

### 3 検証概要

水力換気ノズルを2本使用した場合の換気効果を確認するため、以下の検証を実施した。

(1) 訓練施設の同じ面に水力換気ノズル2本を設定する検証(検証1)

水力換気ノズルを訓練施設南面に2本設定し訓練施設北側を吸気口として風速を計測し、1本で排気した場合の風速の値と比較した。

(2) 訓練施設のL字面に水力換気ノズル2本を設定する検証(検証2)

水力換気ノズルを訓練施設南面及び訓練施設東面にそれぞれ設定し、訓練施設北側を吸気口として風速を計測し、1本で排気した場合の風速の値と比較した。

(3) 訓練施設の対面に水力換気ノズル2本を設定する検証(検証3)

水力換気ノズルを訓練施設東面及び訓練施設西面にそれぞれ設定し、訓練施設北側を吸気口として風速を計測し、1本で排気した場合の風速の値と比較した。

(4) 異なる階層(同じ面)に水力換気ノズル2本を設定する検証(検証4)

水力換気ノズルを訓練施設1階西面及び訓練施設2階西面にそれぞれ設定し、訓練施設北側を吸気口として風速を計測し、1本で排気した場合の風速の値と比較した。

#### 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1～3

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。

訓練施設2階南側の開口部A及び開口部B(各高さ2,000 mm、各幅800 mm)については、2階各窓(高さ1,300 mm、幅850 mm)の面積の近似値となるように木板により下部を塞いで調整した(調整後の各開口部：高さ1,380 mm、幅800 mm)。

訓練施設2階北窓(高さ1,300 mm、幅850 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。

水力換気ノズルの設定箇所については、「開口部A」、「開口部B」、「2階東窓」及び「2階西窓」を排気口とし、それぞれ単独で吸気口の風速を計測した。その後、「開口部A及び開口部B(検証1)」、「開口部A及び2階東窓(検証2)」及び「2階東窓及び2階西窓(検証3)」を排気口とした状態で、吸気口の風速を計測した。

各水力換気ノズルには、圧力計(ヨネ株式会社製：脈動制御圧力計)を接続し、入力圧力が0.7 MPaとなるように目視で確認した。

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、水力換気ノズルへの入力圧力が、0.7 MPaとなったことを圧力計で確認後、各1分間放水を行った。

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、計測した風速(平均値)を $\bar{v}$ 【m/s】、吸気口面積を $A_1$ 【m<sup>2</sup>】(1,300 mm×850 mm=1.11 m<sup>2</sup>)として、2階北窓の吸気量 $Q$ 【m<sup>3</sup>/s】を算出した。

$$Q = \bar{v} A_1 \quad (4.1)$$

設定の詳細について、図8～14及び表1に示す。

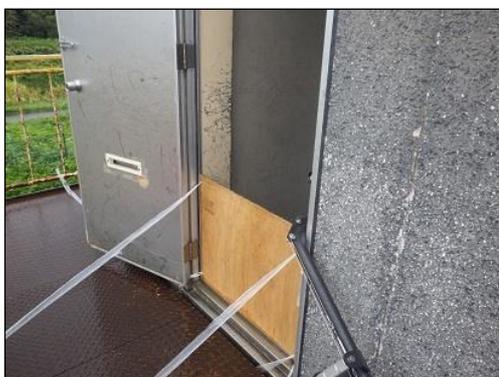


図8 面積を調整した開口部(開口部B)  
※開口部Aについても同様に設定



図9 開口部Bからの放水状況



図 10 2階東窓からの放水状況



図 11 2階西窓からの放水状況

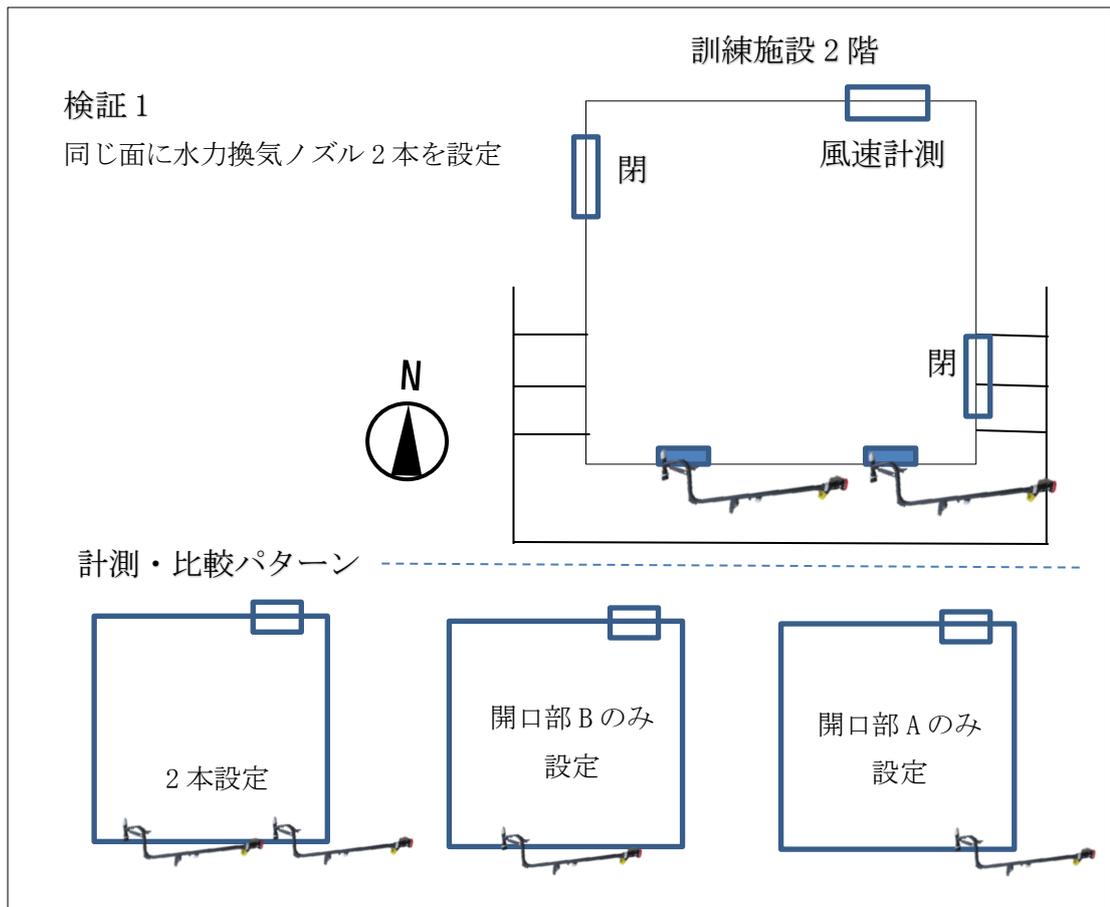


図 12 検証 1 における水力換気ノズル設定箇所

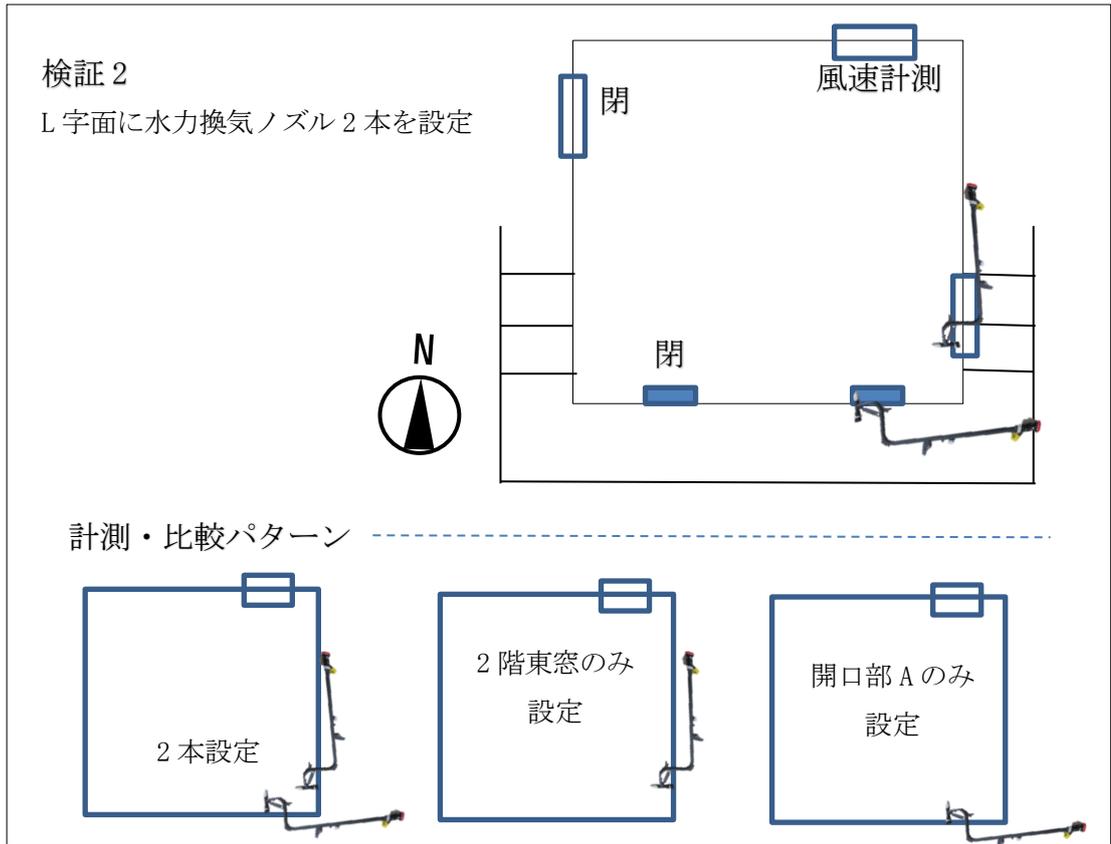


図 13 検証 2 における水力換気ノズル設定箇所

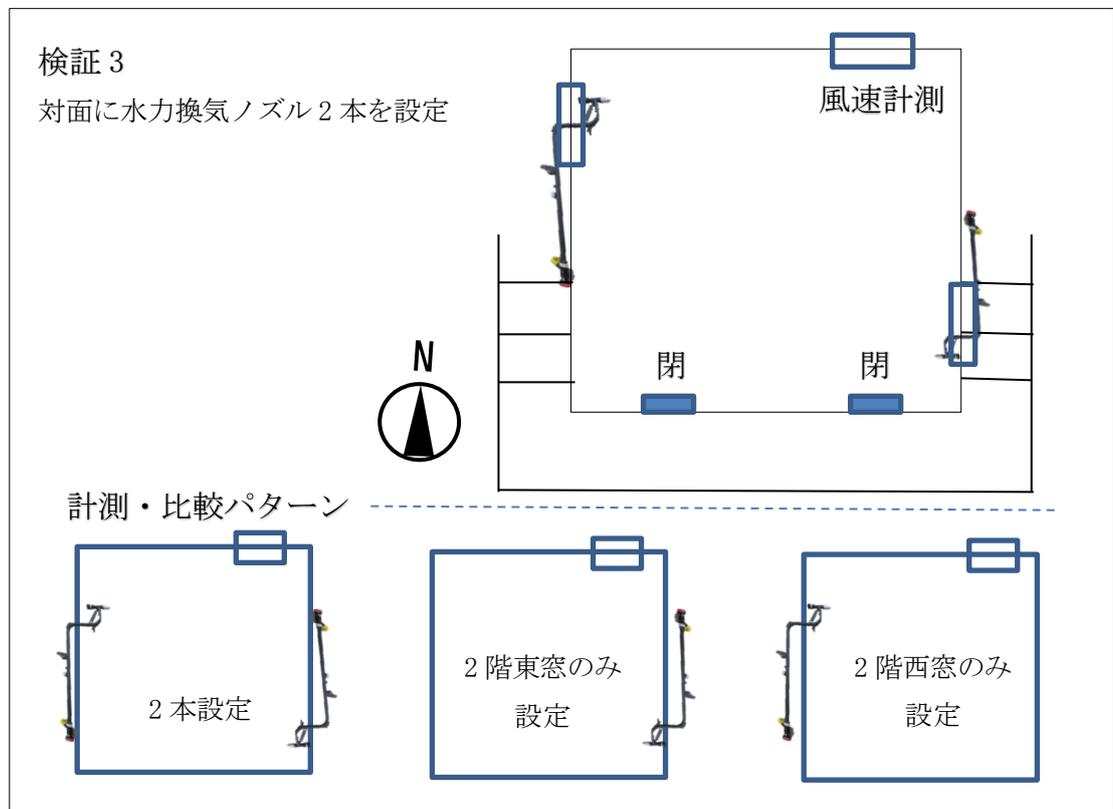


図 14 検証 3 における水力換気ノズル設定箇所

表 1 各種設定(検証 1~3)

項目	設定
吸気口	2階北窓：高さ 1,300 mm×幅 850 mm
各排気口	開口部 A：高さ 1,380 mm×幅 800 mm 開口部 B：高さ 1,380 mm×幅 800 mm 2階東窓：高さ 1,300 mm×幅 850 mm 2階西窓：高さ 1,300 mm×幅 850 mm
入力圧力	約 0.7 MPa
圧力計	水力換気ノズルに接続
放水時間	各検証 1 分間
風速計	吸気口の中心部
排気口の組み合わせ	単 独：①開口部 A ②開口部 B ③2階東窓 ④2階西窓 検証 1：⑤開口部 A + 開口部 B 検証 2：⑥開口部 A + 2階東窓 検証 3：⑦2階東窓 + 2階西窓

(2) 検証 4

訓練施設 1 階部分(内寸：奥行 9,000 mm、幅 9,000 mm、高さ 4,000 mm)及び訓練施設 2 階部分を使用した。

訓練施設 1 階と訓練施設 2 階を隔てた屋内階段の開口部(奥行 1,000 mm×幅 1,200 mm)を開放した。

訓練施設 1 階北側の開口部 C(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。

水力換気ノズルの設定箇所については、「1 階西窓」及び「2 階西窓」を排気口とし、それぞれ単独で吸気口の風速を計測した後、「1 階西窓及び 2 階西窓」を排気口とした状態で、吸気口の風速を計測した。

各水力換気ノズルには、圧力計(ヨネ株式会社製：脈動制御圧力計)を接続し、入力圧力が 0.7 MPa となるように目視で確認した。

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、水力換気ノズルへの入力圧力が、0.7 MPa となったことを圧力計で確認後、各 1 分間放水を行った。

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、計測した風速(平均値)を  $\bar{v}$ 【m/s】、吸気口面積を  $A_2$ 【m<sup>2</sup>】(2,000 mm×800 mm=1.60

m<sup>2</sup>)として、吸気量  $Q$  [m<sup>3</sup>/s] を算出した。

$$Q = \bar{v} A_e \quad (4.2)$$

設定の詳細について、図 15~17 及び表 2 に示す。



図 15 屋内階段開口部



図 16 1階及び2階西窓からの放水状況

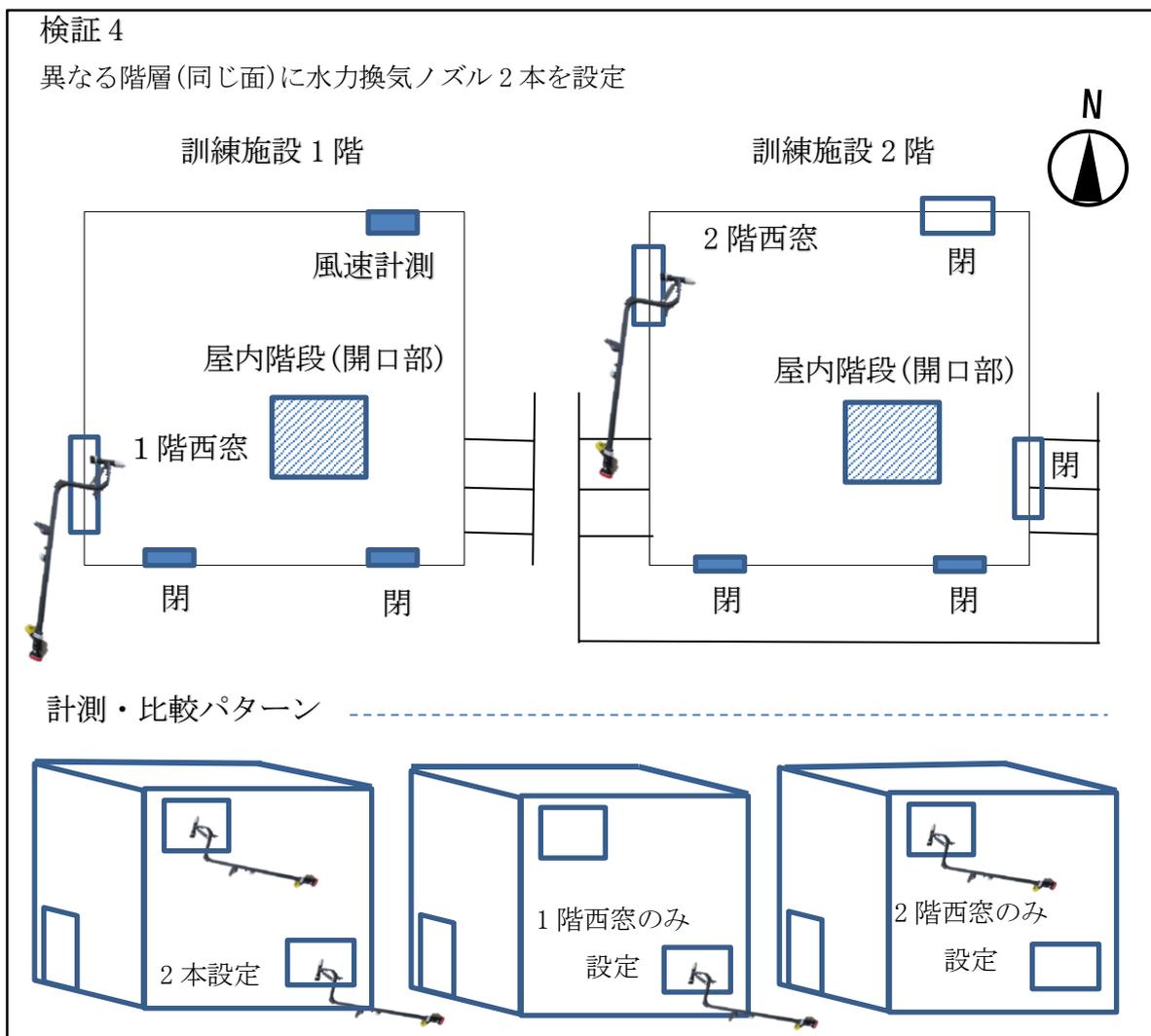


図 17 検証 4 における水力換気ノズル設定箇所

表 2 各種設定(検証 4)

項目	設定
吸気口	1 階開口部 C : 高さ 2,000 mm×幅 800 mm
各排気口	1 階西窓 : 高さ 1,300 mm×幅 850 mm 2 階西窓 : 高さ 1,300 mm×幅 850 mm
屋内階段開口部	奥行 1,000 mm×幅 1,200 mm
入力圧力	約 0.7 MPa
圧力計	水力換気ノズルに接続
放水時間	各検証 1 分間
風速計	吸気口の中心部
排気口の組み合わせ	単 独:⑧1 階西窓 ⑨2 階西窓 検証 4:⑩1 階西窓 + 2 階西窓

## 5 検証結果

各検証で計測した風速の平均値 $\bar{v}$ を表 3 及び表 4 に、式(4.1)及び式(4.2) から算出した吸気量  $Q$  及び水力換気ノズル 1 本と 2 本の吸気量の比を表 5 及び表 6 に示す。

各検証の風速(平均値)及び吸気量は、水力換気ノズルを 1 本で使用した場合と比較し、2 本使用時には、全ての検証で上昇を確認した。

表 3 検証 1~3 における平均風速 $\bar{v}$

検証 No.	排気口	2 階北窓平均風速 $\bar{v}$ [m/s]
検証 1 (同じ面に設定)	開口部 A	3.42
	開口部 B	2.68
	開口部 A + 開口部 B	4.26
検証 2 (L 字面に設定)	開口部 A	3.42
	2 階東窓	3.33
	開口部 A + 2 階東窓	3.83
検証 3 (対面に設定)	2 階東窓	3.33
	2 階西窓	2.96
	2 階東窓 + 2 階西窓	3.78

表 4 検証 4 における平均風速  $\bar{v}$

検証 No.	排気口	1 階開口部 C 平均風速 $\bar{v}$ 【m/s】
検証 4 (異なる階層に設定)	1 階西窓	1.93
	2 階西窓	2.05
	1 階西窓 + 2 階西窓	2.96

表 5 検証 1~3 における吸気量  $Q$  及び吸気量の比

検証 No.	排気口	2 階北窓吸気量 $Q$ 【m <sup>3</sup> /s】	水力換気ノズル 1 本と 2 本の吸気量の比
検証 1 (同じ面に設定)	開口部 A	3.8 (①)	
	開口部 B	2.9 (②)	
	開口部 A + 開口部 B	4.7 (③)	③/① = 1.2 ③/② = 1.6
検証 2 (L 字面に設定)	開口部 A	3.8 (①)	
	2 階東窓	3.7 (④)	
	開口部 A + 2 階東窓	4.2 (⑤)	⑤/① = 1.1 ⑤/④ = 1.1
検証 3 (対面に設定)	2 階東窓	3.7 (④)	
	2 階西窓	3.3 (⑥)	
	2 階東窓 + 2 階西窓	4.2 (⑦)	⑦/④ = 1.1 ⑦/⑥ = 1.3

表 6 検証 4 における吸気量  $Q$  及び吸気量の比

検証 No.	排気口	1 階開口部 C 吸気量 $Q$ 【m <sup>3</sup> /s】	水力換気ノズル 1 本と 2 本の吸気量の比
検証 4 (異なる階層に 設定)	1 階西窓	3.1 (⑧)	
	2 階西窓	3.3 (⑨)	
	1 階西窓 + 2 階西窓	4.7 (⑩)	⑩/⑧ = 1.5 ⑩/⑨ = 1.4

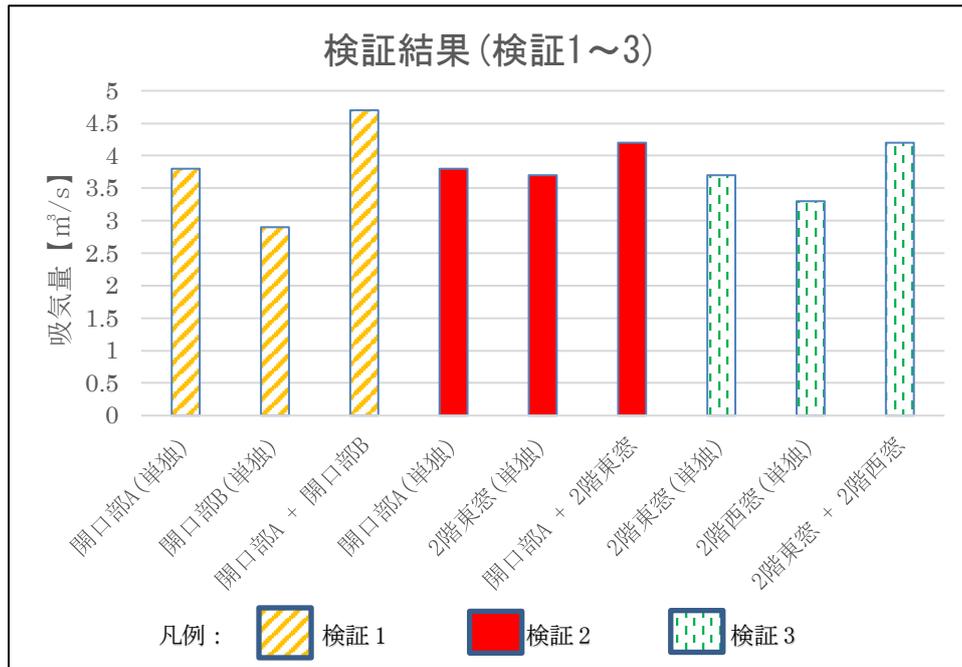


図 18 各検証における吸気量(検証1~3)

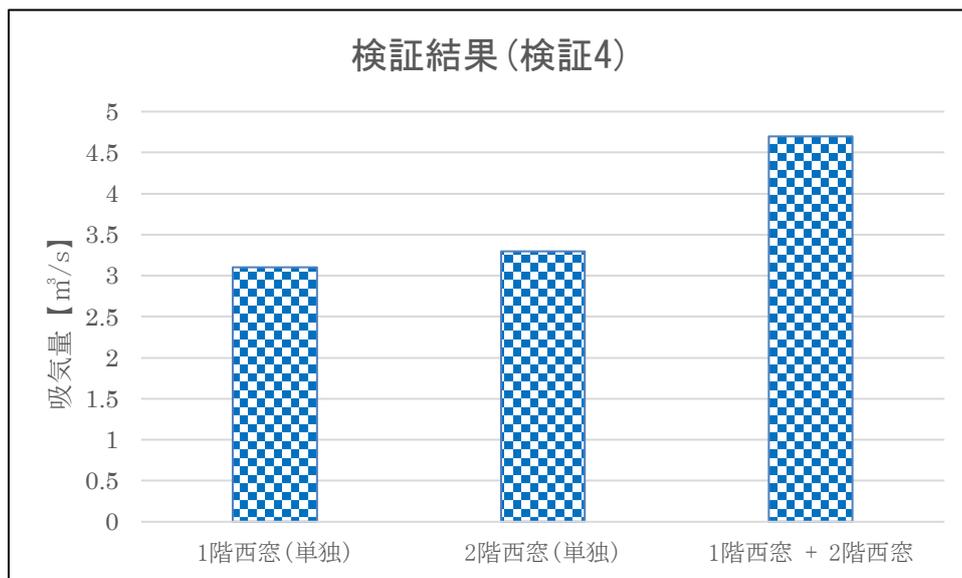


図 19 検証4における吸気量

## 6 考察

各検証の結果、水力換気ノズルを2本使用した場合には、いずれの検証においても吸気量が1本で使用した場合と比較して、1.1倍(表5:⑤/①等)~1.6倍(表5:③/②)に上昇していた。水力換気ノズル1本及び2本の吸気量の差をみると、最大が1.8 m³/s(表5:③ - ②)となり、検証1の一部及び検証4については1 m³/s以上の差がある。一方で吸気量の差の最小が0.4 m³/s(表5:⑤-①)となり、検証1の一部、検証2及び検証3については1 m³/s未満の差となっている。なお、この1 m³/sという値は、送排風機1機分(60 m³/min = 1 m³/s : PEE-282Y)の送风量に値する。

これら2本の吸気量は、1本での吸気量の合算値とはならなかったものの、水力換気ノズルを2本

使用することで排気量が増大し、各吸気口での吸気量が上昇したものと考えられる。合算値とならなかった要因や上昇値が小さい要因としては、訓練施設の気密性や、各水力換気ノズルに起因する気流が<sup>1)</sup>相互干渉した可能性、自然風の影響があると考ええる。

水力換気ノズルを2本使用した検証1～4の各吸気量(表5及び表6:③、⑤、⑦及び⑩)を比較すると、同じ面に設定した場合(検証1)及び異なる階層(同じ面)に設定した場合(検証4)に吸気量が大いことを確認した。この結果から同じ面に設定することで吸気量が増大する傾向にあると考えられる。

これらのことから、水力換気ノズルを2本使用することで水力換気ノズル1本よりも、吸気量が増加することが見込めると考える。また、設定位置については、同じ面に設定することで吸気量が増大する傾向にあると考える。

## 7 まとめ

水力換気ノズルを2本使用した場合の常温下における換気効果は、設定個所によらず水力換気ノズル1本よりも換気量が増加することが見込める。また、設定位置については、同じ面に設定した場合、L字面や対面に設定した場合よりも換気量が増大する傾向を確認した。

### 【参考文献等】

- 1) 山洋電気株式会社の製品・技術情報サイト「ファンの風量と静圧」

[https://techcompass.sanyodenki.com/jp/training/cooling/fan\\_basic/004/](https://techcompass.sanyodenki.com/jp/training/cooling/fan_basic/004/)

# Verification of the Hydraulic Ventilation Nozzle (COBRA) (No.7) – Ventilation Effect When Two Nozzles Are Used –

Hiroyuki Shimizu and Masahiro Arashida

## Abstract

As of September 2022, hydraulic ventilation nozzles at the Sapporo City Fire Bureau have been operated on a trial basis by six fire units, and although it is possible that more than one unit testing the hydraulic ventilation nozzle may be mobilized, a test to verify the use of multiple hydraulic ventilation nozzles has not been conducted. In this experiment, the ventilation volume (air intake volume) was measured at normal temperature conditions to understand the indoor ventilation effect when two hydraulic ventilation nozzles are used.

The results confirmed that under all conditions, the use of two hydraulic ventilation nozzles increased the amount of ventilation compared to a single hydraulic ventilation nozzle. Regarding the setting position, we confirmed that setting the nozzles on the same surface tended to increase ventilation compared to setting one on the L-shaped surface or on the opposite side.



# 積雪・寒冷期における、情報収集活動用ドローン 「SOTEN」バッテリー性能の検証について

札幌市消防局消防科学研究所	竹 田 惟久馬
札幌市消防局警防部消防救助課	川 島 健 一
札幌市消防局南消防署警防課川沿出張所	山 田 展 大
	竹 村 貴 智
	中 村 勇 斗
	佐々木 駆

## 概 要

積雪・寒冷期におけるドローンのバッテリー性能等については、既に本市において DJI 社製のドローンを用いた検証を行っているが、国産の情報収集活動用ドローン（株式会社 ACSL 製 SOTEN（蒼天）。以下「SOTEN」という。）については未確認である。このため、SOTEN の運用方法を検討するために、バッテリーの特性について十分に把握する必要があることから、各検証を実施することとした。

検証の結果、各温度環境下（ $-3^{\circ}\text{C}$ 、 $3^{\circ}\text{C}$ 、 $11^{\circ}\text{C}$ ）における SOTEN の飛行可能時間について比較したところ、大きな差は生じなかった。また、 $-20^{\circ}\text{C}$ の環境下に1時間静置した低温状態のバッテリーを準備し、機体電源投入の可否について確認したところ、冷却直後には電源投入及び飛行が不可能であったが、機体に接続したものは15分間、接続しないものは10分間室温環境下（約 $20^{\circ}\text{C}$ ）に静置したところ、電源投入及び飛行が可能となり、極端な残量低下等の異状も見られなかった。

### 1 背景及び目的

本市では、災害、訓練等において撮影対象物を空撮し、全体的な状況把握を可能とするものとして、情報収集活動用ドローン（DJI 社製 Mavic 2 Enterprise Dual。以下「Enterprise」という。）を運用中であるが、総務省消防庁から緊急消防援助隊の無償使用物品として、SOTEN が令和4年に配備されたところである。

積雪・寒冷期におけるドローンのバッテリー性能等については、既に DJI 社製のドローン Matrice210（以下「Matrice」という。）を用いた検証<sup>1)</sup>を行っているが、SOTEN については未確認である。このため、SOTEN の運用方法を検討するために、バッテリーの特性について十分に把握する必要があることから、各検証を実施することとした。



図1 国産ドローン「SOTEN」

## 2 検証日時・場所等

### (1) 検証1

#### ア 日時

令和5年2月14日(火) 13時30分～15時00分

#### イ 場所

札幌市消防学校 屋外訓練場、車庫及び屋内訓練場

### (2) 検証2

#### ア 日時

令和5年2月17日(金) 13時30分～14時30分

#### イ 場所

札幌市消防学校 理化学実験室及び低温実験ユニット

### (3) 環境(検証1)

#### ア 屋外

【天気】曇り 【気温】 $-3^{\circ}\text{C}$  【湿度】66% 【自然風：風速・風向】平均1 m/s未満(東北東の風)※いずれも実測値

#### イ 車庫

【室温】 $3^{\circ}\text{C}$  【湿度】66% 【自然風：風速・風向】0m/s※いずれも実測値

#### ウ 屋内

【室温】 $11^{\circ}\text{C}$  【湿度】66% 【自然風：風速・風向】0m/s※いずれも実測値

## 3 検証概要

積雪・寒冷期における SOTEN のバッテリー特性について、以下の検証を実施することとした。

### (1) 各温度環境下における SOTEN の飛行可能時間の比較(検証1)

Matrice の検証<sup>1)</sup>では、室温(約 $20^{\circ}\text{C}$ )で十分に静置させたバッテリーを用いた場合、各温度環境下( $-5^{\circ}\text{C}$ (屋外)、 $5^{\circ}\text{C}$ (車庫)及び $15^{\circ}\text{C}$ (屋内))における Matrice の飛行可能時間に大きな差は生じなかった。また、運用中の Enterprise のバッテリーは、Matrice と同様にリチウムイオン

ポリマー二次電池（Li-Po バッテリー）を使用しているが、SOTEN のバッテリーはリチウムイオン二次電池（Li-Ion バッテリー）を使用している。さらに SOTEN の動作環境温度は仕様諸元上 0℃～40℃とされており、氷点下における使用は想定されていないところであるが、積雪・寒冷期の運用時には、飛行前の気温が動作環境温度の範囲内であっても、急激な天候の変化等により、飛行中の気温が氷点下になってしまうことも想定される。このため、室温（約 20℃）で十分に静置させたバッテリーを用い、各温度環境下（-3℃、3℃及び 11℃）において SOTEN を飛行させ、その飛行可能時間を比較することとした。

## (2) 機体の電源投入の可否に係る検証(検証 2)

SOTEN には、Matrice 及び Enterprise とは違い、バッテリーが低温（15℃未満）の際に機械的にバッテリー温度を上昇させる「ウォームアップ機能」がない。諸元上、バッテリーの保管推奨温度は環境温度 0℃～35℃とされているが、冬季間の運用時には、場合によっては氷点下の環境下に一定時間バッテリーがさらされることも想定される。このため、バッテリーを-20℃の環境下に 1 時間静置した場合におけるバッテリーの温度、機体電源投入の可否、飛行の可否及び極端なバッテリー残量低下等の異状の有無を確認することとした。また、電源投入が不可能だった場合、室温環境下（約 20℃）に移動及び静置し、バッテリー温度の推移、機体電源の投入が可能となるまでの静置時間、飛行の可否及び極端なバッテリー残量低下等の異状の有無を確認することとした。

## 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

SOTEN を高度 1m でホバリングさせ、バッテリー残量 95%から一般的にバッテリーの交換の目安とされるバッテリー残量 30%まで飛行させ、その時間を計測した。なお、当局の運用要領に基づく飛行までの各種チェックにより、バッテリーがある程度消費されることから、条件を揃えるため、各種チェック後一旦ホバリングさせ、残量 95%になった時点からの計測とし、バッテリー残量は送信機上にて確認した。また、SOTEN 周辺の温度環境は-3℃、3℃、11℃（いずれも実測値）とし、-3℃での飛行は屋外訓練場（外気温）、3℃での飛行は車庫（室温）、11℃での飛行は屋内訓練場（室温）で実施した。なお、風速の条件を揃えるため、屋外訓練場においては風速計（株式会社マザーツール製：AM-4207SD）を用い、風速が平均 1 m/s 未満となるような場所を選定し、検証を行った。検証に使用したバッテリーについては、室温（約 20℃）で十分に静置させたものを使用した。



図 2 屋外訓練場での飛行（検証 1）



図 3 車庫内での飛行（検証 1）



図4 屋内訓練場での飛行（検証1）



図5 送信機によるバッテリー残量の確認

(2) 検証2

SOTEN のバッテリーを $-20^{\circ}\text{C}$ に設定した低温実験ユニット内に1時間静置し、低温実験ユニット内で機体と接続し電源投入を試みたが、バッテリー本体に自己診断エラーが表示され不可能であった（図6～図9）。このため、当初の予定どおり機体及びバッテリーを室温環境下（約 $20^{\circ}\text{C}$ ）の理化学実験室に接続したまま移動し、低温実験ユニットから取り出してから1分経過するごとにバッテリーの電源投入を試み、バッテリー温度の推移、機体電源の投入が可能となるまでの静置時間、飛行の可否及び極端なバッテリー残量低下等の異状の有無を確認することとした。なお、バッテリーの温度については放射温度計（Raytek社製 ST ProPlus ST-80XB）を用い、バッテリーの表面温度を計測した（図10～図12）。

また、機体に接続しているバッテリー（以下「バッテリーA」という。）と比較するため、機体に接続しないバッテリー（以下「バッテリーB」という。）についても同様に表面温度や自己診断エラーの有無を確認し、機体に接続した場合としない場合における状況の違いについても併せて確認することとした。



図6 低温実験ユニット内のバッテリー



図7 定温実験ユニット内のバッテリー



図 8 低温実験ユニット内の設定温度



図 9 機体電源投入時（ユニット内）



図 10 室温環境下に静置した機体及びバッテリー



図 11 放射温度計による測定

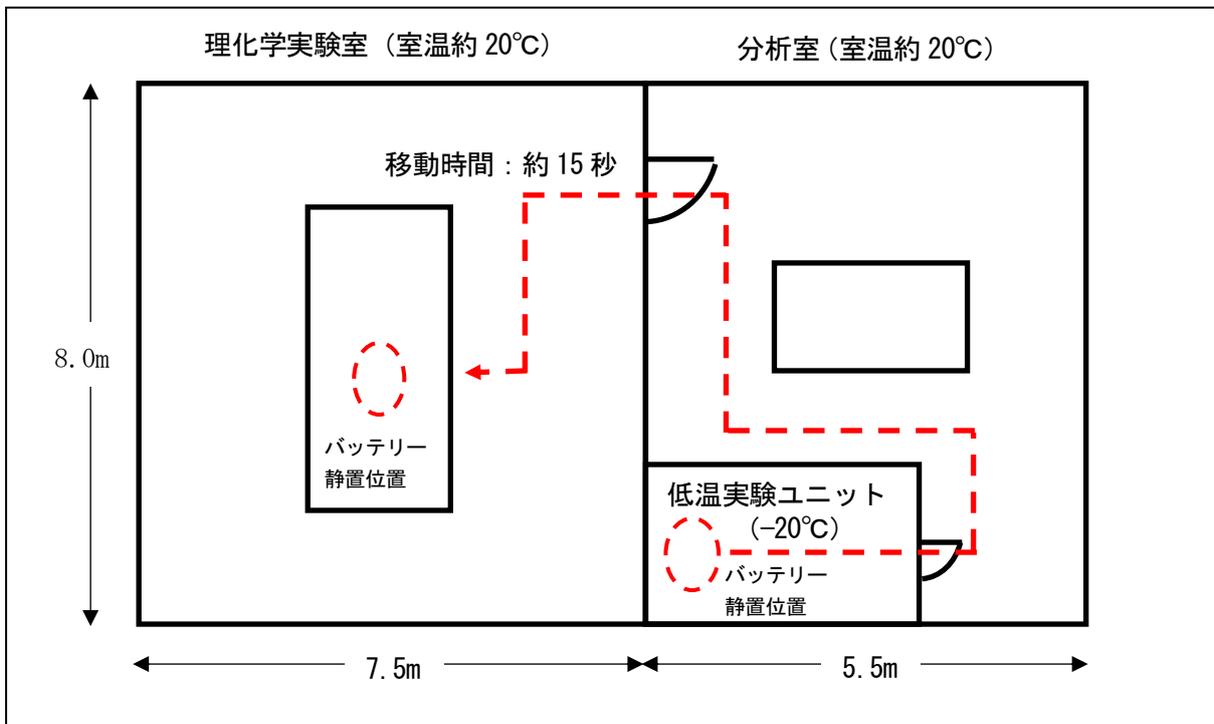


図 12 低温実験ユニットからの移動経路

## 5 検証結果

各検証で計測した飛行時間、バッテリーの温度及びバッテリーを室温環境下に静置した経過時間を表及び図 13 に示す。

### (1) 検証 1

SOTEN の各環境下における飛行可能時間は、 $-3^{\circ}\text{C}$ の環境下が一番長く、 $11^{\circ}\text{C}$ の環境下が一番短い結果となり、その差は 22 秒であった。なお、一番長い飛行可能時間を 100%とした場合、一番短い飛行時間は約 97.2%となり、その差は約 2.8%の差であった。

表 各温度環境下におけるドローンの飛行可能時間の比較 (検証 1)  
(バッテリー残量 95%から 30%まで)

気温	$-3^{\circ}\text{C}$	$3^{\circ}\text{C}$	$11^{\circ}\text{C}$
飛行可能時間	13 分 05 秒	12 分 59 秒	12 分 43 秒

### (2) 検証 2

$-20^{\circ}\text{C}$ の環境下にバッテリーA 及びバッテリーB を 1 時間静置した直後は、各バッテリー本体に自己診断エラーが表示され、電源投入及び飛行が不可能であった。この時のバッテリーの表面温度は、バッテリーA 及びB ともに $-7.8^{\circ}\text{C}$ であった。

バッテリーA については、室温環境下に移動及び静置後 1 分経過時に表面温度が  $3.2^{\circ}\text{C}$ まで急激に上昇したが、電源投入及び飛行は不可能であった。その後、バッテリーA の表面温度は緩やかに上昇し、15 分経過時にバッテリー本体の自己診断エラーが解消し、電源投入及び飛行が可能となった。その際のバッテリーの表面温度は  $5.4^{\circ}\text{C}$ であり、極端な残量低下等、バッテリーの異状は発生しなかった。

バッテリーB については、室温環境下に静置後 1 分経過時に表面温度は  $4.4^{\circ}\text{C}$ まで急激に上昇したが、電源投入及び飛行は不可能であった。その後、バッテリーB の表面温度は緩やかに上昇し、10 分経過時にバッテリー本体の自己診断エラーが解消し、電源投入及び飛行が可能となった。その際のバッテリーの表面温度は  $7.7^{\circ}\text{C}$ であり、極端な残量低下等、バッテリーの異状は発生しなかった。

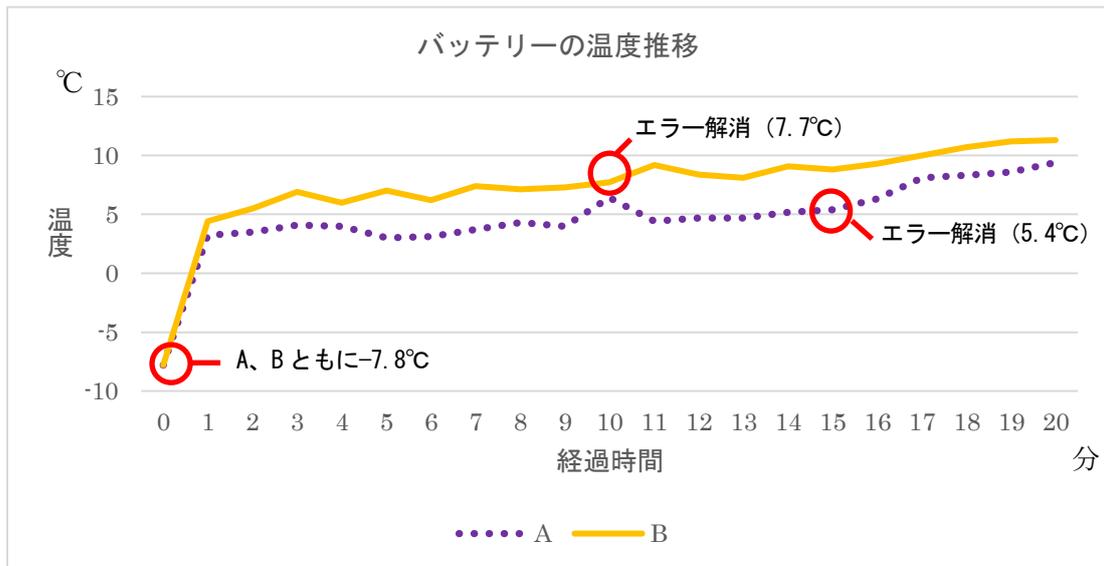


図 13 各バッテリー温度推移 (検証 2)

## 6 考察

### (1) 検証 1

SOTEN のバッテリーはリチウムイオン二次電池、Enterprise 及び Matrice のバッテリーはリチウムイオンポリマー二次電池と種類は異なるが、Matrice の検証結果<sup>1)</sup>と同様に、各環境下における SOTEN の飛行可能時間に大きな差は生じなかった。このため、SOTEN のバッテリーが室温環境下と同様の環境下 (約 20°C) で保管されている場合は、積雪・寒冷期であっても、その基本性能を十分に発揮できる可能性が高いことが推察される。

### (2) 検証 2

バッテリーの諸元では、環境温度 0°C から 35°C の範囲が推奨保管温度とされているため、バッテリー温度がこの推奨保管温度の範囲内であれば電源投入が可能と考えられる。今回の検証ではバッテリー内部の温度測定はできなかったが、フライトマニュアル<sup>2)</sup>によるとバッテリーの自己診断エラーは、バッテリーの内部温度が低いとき、もしくは高いときなどに発生するとある。このため、各バッテリーに今回発生した自己診断エラーは、各バッテリーの内部温度低下によるものと考えられ、室温環境下に静置後 1 分後に表面温度は各バッテリーともに推奨保管温度の範囲内に入ったものの、内部温度が推奨保管温度の下限である 0°C に達していなかったため、自己診断エラーの解消に至らなかったと考えられる。その後、各バッテリーの表面が室温環境下にさらされ続けることにより、徐々に内部の温度も上昇し、時間経過とともに推奨保管温度の下限である 0°C に達したため、自己診断エラーが解消されたと考えられる。

なお、バッテリー B のほうが温度の上昇が早く、自己診断エラーも早く解消された。これは、バッテリー A が空気の流れが妨げられやすい機体下部にあり、単体で開放空間に静置されたバッテリー B のほうが、空調設備を用いて室温を一定に調整していた環境の影響を受けやすかったためと考えられる (図 10 参照)。

## 7 まとめ

- (1) 各温度環境下（-3℃、3℃、11℃）における SOTEN の飛行可能時間について比較したところ、大きな差は生じなかった。
- (2) -20℃の環境下に 1 時間静置した低温状態のバッテリーを準備し、機体電源投入の可否について確認したところ、冷却直後には電源投入及び飛行が不可能であったが、機体に接続したものは 15 分間、接続しないものは 10 分間室温環境下（約 20℃）に静置したところ、電源投入及び飛行が可能となり、極端な残量低下等の異状も見られなかった。

### 【参考文献等】

- 1) 的場敦史・川内健太郎・高玉通廣・高塚浩平 著、札幌市消防科学研究所報 No.26 2019、「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）」、2019 年度
- 2) 蒼天 SOTEN Flight Manual Ver.2.2 2022.8.2 株式会社 ACSL

# Battery Performance Verification of the Information-Gathering Drone "SOTEN" During Snowy and Cold Weather Periods

Ikuma Takeda, Kenichi Kawashima, Nobuhiro Yamada,  
Takatoshi Takemura, Hayato Nakamura, and Kakeru Sasaki

## Abstract

The battery performance of drones in snowy and cold regions has already been verified using drones manufactured by DJI, but the performance of the domestically manufactured drone SOTEN made by ACSL Co. (hereinafter referred to as "SOTEN") in information gathering activities has not yet been verified. Therefore, it was decided to conduct several tests, as it is necessary to fully understand the characteristics of the battery in order to examine SOTEN's applications.

As a result of these tests, no significant differences were observed when comparing SOTEN's potential flight time in each temperature environment (-3°C, 3°C, and 11°C). In another test, the battery was left at -20°C for one hour and then checked to see whether or not it could be turned on. The battery could not be turned on or used to fly immediately after being cooled, but after being left at room temperature (approx. 20°C) for 15 minutes for batteries installed in the drones and 10 minutes for those not installed, the drones could be turned on and flown, and no abnormalities such as extremely low remaining power were observed.



# 情報提供



## 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4年度は1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。



## 職員からの要望に基づき実施した研究等について

### 催涙スプレー等に含有する成分の鑑定

#### 1 依頼内容

催涙スプレーが使用された当局の出動事案において、現場で採取した催涙スプレーの残留物質と思われる物質（カプサイシン系の成分が含まれている可能性があるとの事前情報あり。）を自隊の保有資機材で検知を試みたが、有効な検知であったかが判然としなかった。このため、今後の現場活動及び資機材の検知認識等へ活かすため、現場で使用された催涙スプレーを含めた各種催涙スプレーの鑑定を行い、含有するカプサイシン等の催涙成分<sup>1)</sup>を把握したい。

#### 2 実施状況

過去にガスクロマトグラフ質量分析装置（以下「GC-MS」という。）にて微極性カラム（HP-5ms、30m × 0.25 mm）を用いて熊撃退スプレーに含まれるカプサイシンの検出実績（菅原, 2000）があるが、現在用いている GC-MS とは機器が異なり、また、カラム等の条件も異なることから、現状の分析条件等で催涙スプレーからカプサイシン等の催涙成分の検出が可能かどうかの検証も兼ねて、成分鑑定を行うこととした。

出動事案で使用されたものを含めた 5 種類の催涙スプレー（A 社製催涙スプレー、B 社製催涙スプレー、C 社製催涙スプレー、D 社製催涙スプレー及び E 社製熊撃退スプレー。以下、「サンプル 1」、「サンプル 2」、「サンプル 3」、「サンプル 4」及び「サンプル 5」という。）を用意し、0.20mL ずつ量り取り、ジエチルエーテル（試薬特級：純正化学株式会社）1.80mL と混合し、各サンプルの容積比 10% 希釈液を得た。その後、各サンプルの容積比 10% 希釈液をエコノフィルタ（アジレント・テクノロジー株式会社：PTFE 13m 0.45um）を用いてろ過し、各抽出液（以下、サンプルに対応させ「抽出液 1」、「抽出液 2」、「抽出液 3」、「抽出液 4」及び「抽出液 5」という。）を得た（図 1 及び図 2 参照）。その後、各抽出液を GC-MS によりそれぞれ定性分析し、得られた各抽出液のトータルイオンクロマトグラム<sup>2)</sup>（以下「TIC」という。）を、定性用解析ソフトウェア「ChemStation（ケミステーション）」を用いて積分し、当該積分により認識されたピークについて、化合物のライブラリ検索を実施することにより、各抽出液に含まれる化合物（成分）の同定を試みた。

なお、GC-MS の分析条件等は以下ア～サとし、各抽出液の解析結果（化合物の同定）は下記各 TIC 及び各ライブラリ検索結果（各抽出液のそれぞれのピークで 80% 以上の一致率を示した化合物を抜粋）のとおり。

---

<sup>1)</sup> 「催涙成分」：ここでは、一般的に催涙剤として使用されることの多いカプサイシン等の辛味成分及びクロロアセトフェノン（特に 2-クロロアセトフェノンのばく露の症状は咳、息切れ、喉頭炎、息苦しさ、頭痛、吐き気、嘔吐、鼻刺激感、鼻漏、くしゃみ、胸部絞扼感、舌・口腔の灼熱感、金属味、流涎、声門けいれんなどが見られることが多い。）のことを指す。

<sup>2)</sup> 「クロマトグラム」：分析結果をグラフ化したもの。

- |                 |  |
|-----------------|--|
| (1) 分析機器 (GC 側) | Agilent Technologies 社製 7890B GC               |
| (2) 分析機器 (MS 側) | Agilent Technologies 社製 5977B MSD              |
| (3) 試料注入量       | 0.001mL  |
| (4) カラム         | VF-5ms キャピラリーカラム 14.5m × 0.15 mm               |
| (5) キャリアガス      | He   |
| (6) 昇温速度        | 40℃ : 1 分間保持<br>40℃~300℃ : 昇温速度 40℃/min、2 分間保持 |
| (7) カラム流量       | 1 mL/min                                       |
| (8) 注入口温度       | 250℃   |
| (9) 検出器温度       | 300℃   |
| (10) スプリット比     | 100 : 1  |
| (11) スキャンパラメータ  | 質量範囲 : 33~500                                  |



図1 サンプル採取状況

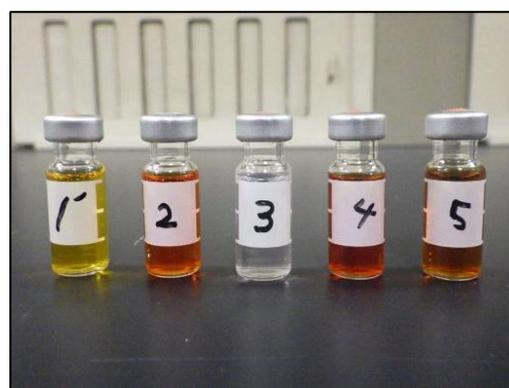


図2 各抽出液

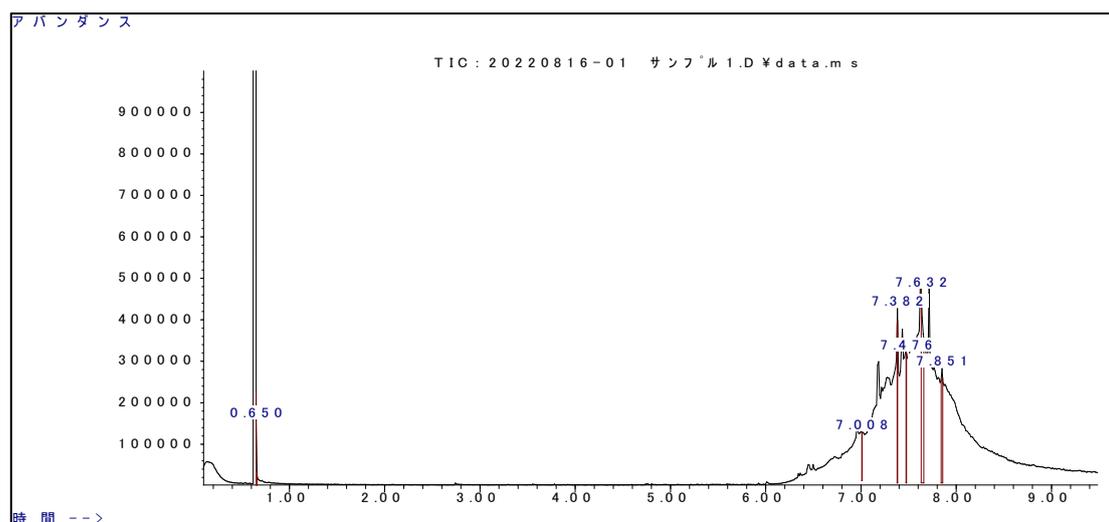


図3 抽出液1のTIC

表 1 抽出液 1 のライブラリ検索結果 (抜粋)

RT (min)	化合物名	一致率	CAS 番号
0.650	Ethyl ether	90	000060-29-7
7.008	Propyleneglycol monooleate	83	1000132-46-8
7.382	Capsaicin	94	000404-86-4
7.476	cis-13,16-Docasadienoic acid	83	007370-49-2
7.632	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	92	003443-82-1
7.851	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, 2,3-dihydroxypropyl ester	83	002277-28-3

※網掛け部分は催涙成分と考えられる化合物

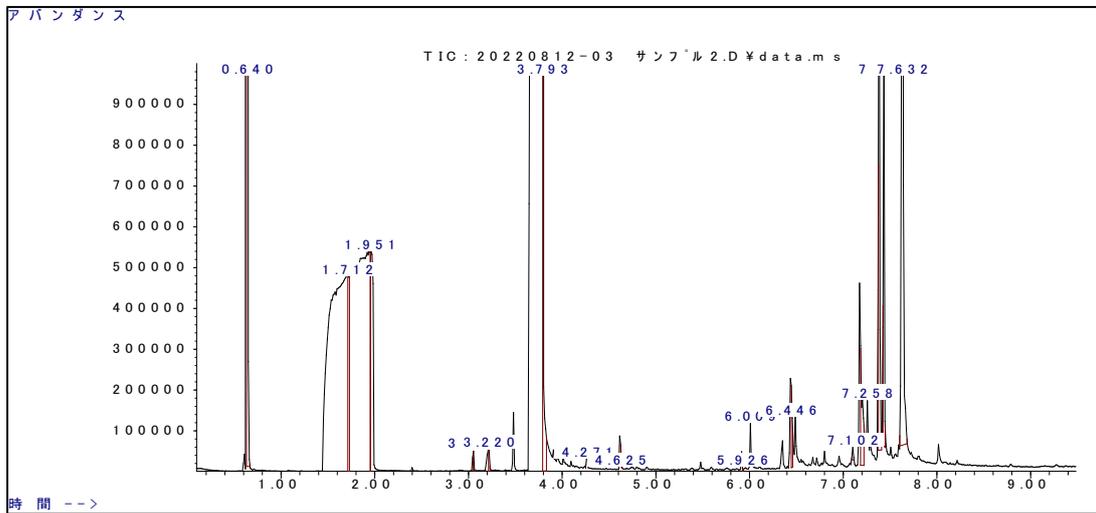


図 4 抽出液 2 の TIC

表 2 抽出液 2 のライブラリ検索結果 (抜粋)

RT (min)	化合物名	一致率	CAS 番号
0.640	Ethyl ether	91	000060-29-7
1.712	Propylene Glycol	90	000057-55-6
1.951	Propylene Glycol	83	000057-55-6
3.054	Ethanol, 2,2'-oxybis-	83	000111-46-6
3.220	Glycerin	83	000056-81-5
3.793	Ethanol, 1-(2-butoxyethoxy)-	91	054446-78-5
4.271	Ethanol, 2-(2-butoxyethoxy)-, acetate	90	000124-17-4
4.625	Ethanol, 2-[2-(2-butoxyethoxy)ethoxy]-	91	000143-22-6
5.926	Hexadecanoic acid, methyl ester	87	000112-39-0
6.009	n-Hexadecanoic acid	95	000057-10-3

6.446	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	98	000060-33-3
7.102	9-Octadecenal, (Z)-	95	002423-10-1
7.185	Glycidyl oleate	99	1000383-37-7
7.258	Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	91	023470-00-0
7.383	Capsaicin	96	000404-86-4
7.435	Dihydrocapsaicin	99	019408-84-5
7.632	9-Octadecenoic acid (Z)-, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	99	003443-84-3

※網掛け部分は催涙成分と考えられる化合物

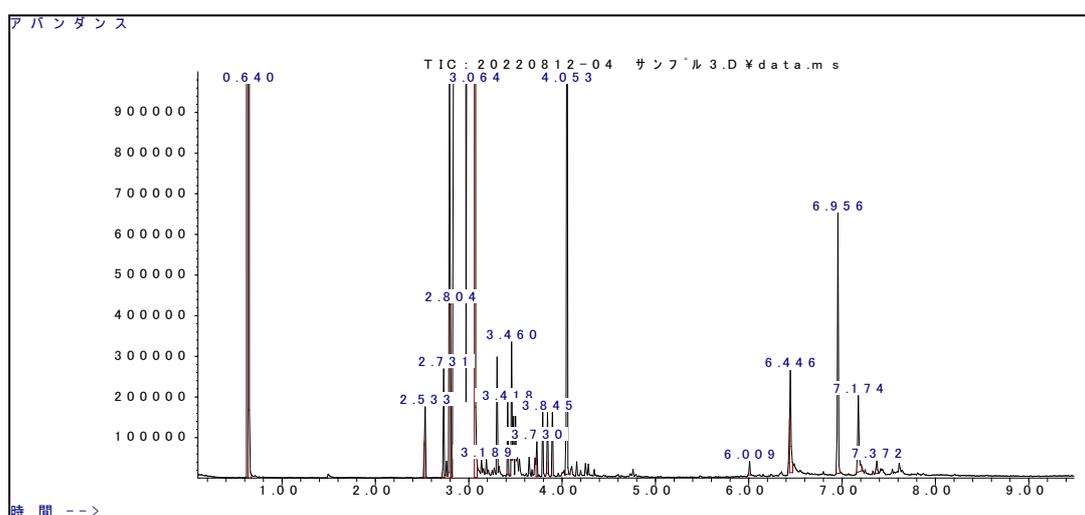


図5 抽出液3のTIC

表3 抽出液3のライブラリ検索結果(抜粋)

RT (min)	化合物名	一致率	CAS 番号
0.640	Ethyl ether	91	000060-29-7
2.533	(1R)-2,6,6-Trimethylbicyclo[3.1.1]hept-2-ene	97	007785-70-8
2.731	Bicyclo[3.1.0]hexane, 4-methylene-1-(1-methylethyl)-	94	003387-41-5
2.804	.beta.-Myrcene	93	000123-35-3
3.064	D-Limonene	99	005989-27-5
3.189	1-Octanol	80	000111-87-5
3.418	2-Cyclohexen-1-ol, 1-methyl-4-(1-methylethenyl)-, trans-	95	007212-40-0
3.460	Limonene oxide, cis-	91	013837-75-7
3.730	2-Cyclohexen-1-ol, 3-methyl-6-(1-methylethenyl)-	91	000491-05-4
3.845	Carveol	91	000099-48-9
4.053	Acetophenone, 2-chloro-	90	000532-27-4

6.009	n-Hexadecanoic acid	93	000057-10-3
6.446	Oleic Acid	99	000112-80-1
6.956	2H-1-Benzopyran-2-one, 7-(diethylamino)-4-methyl-	98	000091-44-1
7.174	Glycidyl oleate	99	1000383-37-7
7.372	Capsaicin	96	000404-86-4

※網掛け部分は催涙成分と考えられる化合物

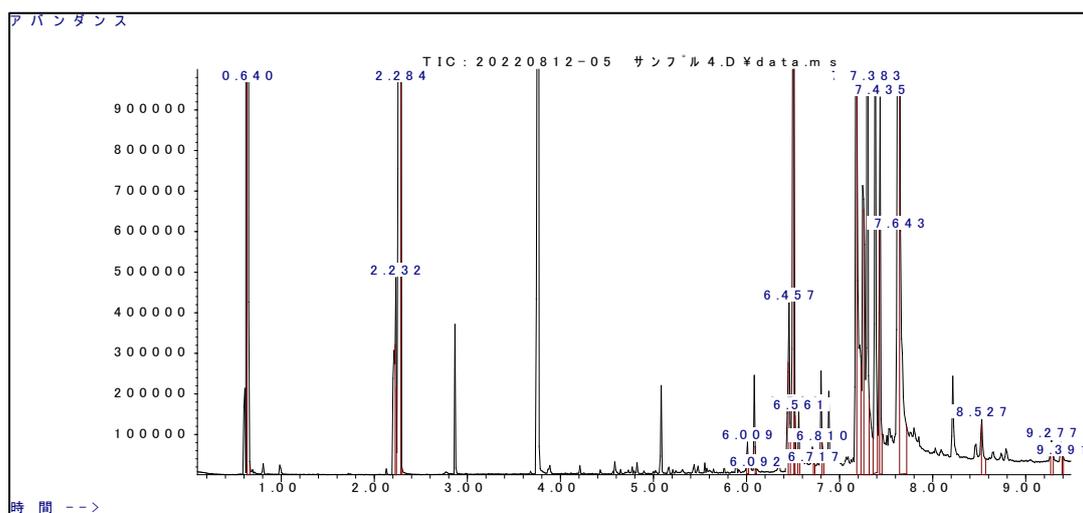


図6 抽出液4のTIC

表4 抽出液4のライブラリ検索結果(抜粋)

RT (min)	化合物名	一致率	CAS 番号
0.640	Ethyl ether	91	000060-29-7
2.232	Allyl Isothiocyanate	95	000057-06-7
2.284	Allyl Isothiocyanate	91	000057-06-7
6.009	n-Hexadecanoic acid	99	000057-10-3
6.092	Hexadecanoic acid, ethyl ester	96	000628-97-7
6.457	Oleic Acid	98	000112-80-1
6.509	(E)-9-Octadecenoic acid ethyl ester	99	006114-18-7
6.561	Octadecanoic acid, ethyl ester	97	000111-61-5
6.717	1,9-Tetradecadiene	83	112929-06-3
6.810	Glycidyl palmitate	90	1000383-37-8
7.185	9,12-Octadecadien-1-ol, (Z,Z)-	80	000506-43-4
7.299	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	91	000117-81-7
7.383	Capsaicin	96	000404-86-4
7.435	Dihydrocapsaicin	98	019408-84-5

7.643	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	87	003443-82-1
8.527	.gamma.-Tocopherol	99	007616-22-0
9.277	Campesterol	98	000474-62-4
9.391	Stigmasterol	99	000083-48-7

※網掛け部分は催涙成分と考えられる化合物

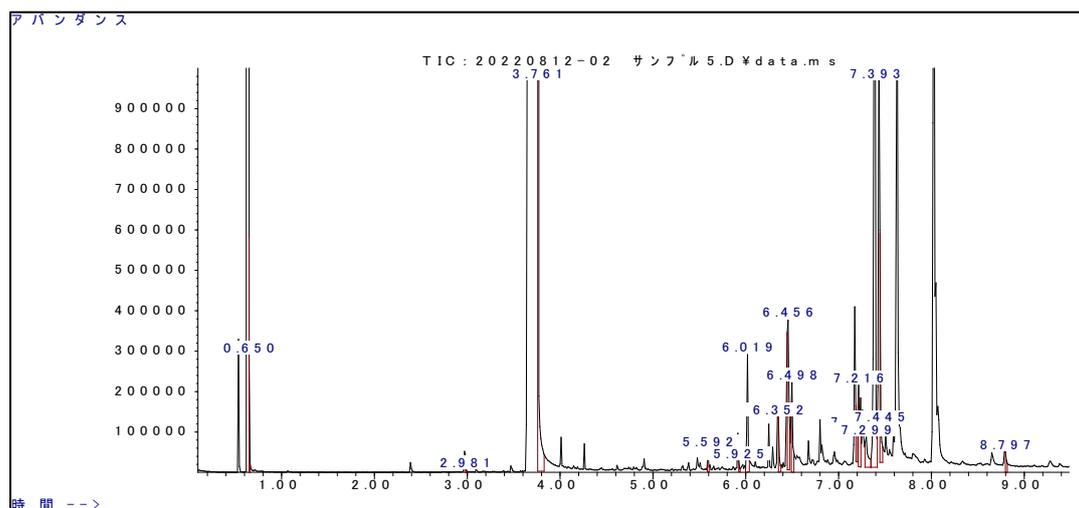


図7 抽出液5のTIC

表5 抽出液5のライブラリ検索結果 (抜粋)

RT (min)	化合物名	一致率	CAS 番号
0.650	Ethyl ether	90	000060-29-7
2.981	Ethanol, 2,2'-oxybis-	83	000111-46-6
3.761	Ethanol, 1-(2-butoxyethoxy)-	91	054446-78-5
5.592	6-Hydroxy-4,4,7a-trimethyl-5,6,7,7a-tetrahydrobenzofuran-2(4H)-one	91	073410-02-3
5.925	Hexadecanoic acid, methyl ester	91	000112-39-0
6.019	n-Hexadecanoic acid	99	000057-10-3
6.352	7,10,13-Hexadecatrienoic acid, methyl ester	95	056554-30-4
6.456	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-	97	000060-33-3
6.498	Acetamide, N-dodecyl-	83	1000406-62-1
7.185	Cyclododecyne	95	001129-90-4
7.216	Nonivamide	97	002444-46-4
7.299	N-(4-Hydroxy-3-methoxybenzyl)-7-methyloctanamide	97	028789-35-7
7.393	Capsaicin	96	000404-86-4

7.445	Dihydrocapsaicin	99	019408-84-5
8.797	Vitamin E	98	000059-02-9

※網掛け部分は催涙成分と考えられる化合物

定性分析の結果、催涙成分と考えられる化合物として、A社製催涙スプレーからはカプサイシン、B社製催涙スプレーからはカプサイシン<sup>3)</sup>及びジヒドロカプサイシン、C社製催涙スプレーからは2-クロロアセトフェノン<sup>4)</sup>及びカプサイシン、D社製催涙スプレーからはアリルイソチオシアネート<sup>5)</sup>、カプサイシン及びジヒドロカプサイシン、E社製熊撃退スプレーからはノニバミド、ノルジヒドロカプサイシン、カプサイシン及びジヒドロカプサイシンがそれぞれ検出された。

なお、催涙成分と考えられる化合物を含めた分析結果を整理し、依頼元へ情報提供している。

#### 【参考文献】

菅原 法之 著、札幌市消防科学研究所報 No.7 2000、「熊撃退スプレーについてーカプサイシンに着目してー」、2000年度

- 
- <sup>3)</sup> 「カプサイシン」：カプサイシンはカプサイシノイド（バニルアミンと脂肪酸がアミド結合したアルカロイド）と呼ばれるアルカロイド（含窒素化合物に属する塩基性の植物成分）の一種であり、一般的にトウガラシなどに辛味成分として含まれる化合物。ジヒドロカプサイシン、ノルジヒドロカプサイシン、ノニバミドも同様
- <sup>4)</sup> 「2-クロロアセトフェノン」：オメガ-クロロアセトフェノンともいい、催涙剤として使用される化合物で、一般的にはCNと呼ばれる。（旧日本軍における名称は”みどり剤”）
- <sup>5)</sup> 「アリルイソチオシアネート」：ワサビ、カラシ及びダイコン等に含まれる辛味を有する化合物であり、一般的に抗菌、防カビ剤として用いられるほか、催涙剤として使用されることもある。



## 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3年度までに合計131件発信しており、令和4年度は、合計3件発信した。

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

表 令和4年度に発信したFSL情報(計3件)

No.	発信年月	表題
132	令和4年9月	塩酸(塩化水素)について
133	令和5年2月	水力換気ノズルの検証概要について1(各部署からの要望)
134	令和5年2月	水力換気ノズルの検証概要について2(各部署からの要望)



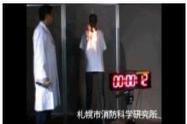
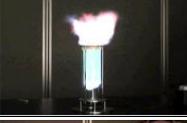
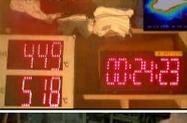
## 日常生活に潜む火災等の危険性に係る広報の実施状況について (動画投稿サイト「YouTube」への火災再現実験動画の掲載)

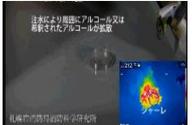
当研究所では、札幌市公式ホームページや動画投稿サイト「YouTube」への火災再現実験動画の掲載、報道機関への情報提供等を通じて、日常生活に潜む火災等の危険性や発生メカニズムについて広報している。

表 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		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=XOK-gRHIMX8&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=33&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=XOK-gRHIMX8&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=33&amp;t=0s</a>
2		石油ファンヒーターへの誤給油		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=JR6yeT-jtsQ&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=32&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=JR6yeT-jtsQ&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=32&amp;t=0s</a>
3		洗濯物の落下		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ak-4zJHyF3M&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=31&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=ak-4zJHyF3M&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=31&amp;t=0s</a>
4		布団類の接触		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=mfGrg2mCYbA&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=30&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=mfGrg2mCYbA&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=30&amp;t=0s</a>
5	たばこ火災 実験	灰皿の破損		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=-XyTqAMTT6c&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=29&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=-XyTqAMTT6c&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=29&amp;t=0s</a>
6		布団への着火		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=0WFXNil3XnQ&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=28&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=0WFXNil3XnQ&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=28&amp;t=0s</a>
7	こんろ火災 実験	天ぷら油の過熱発火		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=6FaBVPPQOM0&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=27&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=6FaBVPPQOM0&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=27&amp;t=0s</a>

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			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=Zp_oU_kwUoOU&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=26&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=Zp_oU_kwUoOU&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=26&amp;t=0s</a>
9		発火した天ぷら油の 消火（消火器）			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=Ls5p6l06-nM&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=25&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=Ls5p6l06-nM&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=25&amp;t=0s</a>
10		発火した天ぷら油の 消火（鍋ふた・濡れ ふきん）			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=6CEtXhYW3cc&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=24&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=6CEtXhYW3cc&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=24&amp;t=0s</a>
11		発火した天ぷら油の 消火困難事例			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZDykVIW-5GY&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=23&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=ZDykVIW-5GY&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=23&amp;t=0s</a>
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			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=aKdqQU7d4rg&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=22&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=aKdqQU7d4rg&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=22&amp;t=0s</a>
13		鍋の誤使用			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=HUDbWJoRtYY&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=21&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=HUDbWJoRtYY&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=21&amp;t=0s</a>
14	電気火災実験	束ね配線からの 出火			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=OUUb1_nCfdE&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=20&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=OUUb1_nCfdE&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=20&amp;t=0s</a>
15		トラッキング現象に よる出火			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=zZqfa04iDjo&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=19&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=zZqfa04iDjo&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=19&amp;t=0s</a>
16		半断線による出火			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=GMVZbc3Un38&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=18&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=GMVZbc3Un38&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=18&amp;t=0s</a>
17	空気乾燥に伴 う火災	春先（乾燥・強風 下）の野火危険			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=L_VH1OuW5P2I&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=17&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=L_VH1OuW5P2I&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=17&amp;t=0s</a>
18		乾燥した木材の 火災危険			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=aAah-ZeBsFU&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=16&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=aAah-ZeBsFU&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=16&amp;t=0s</a>
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			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=DA3gn5hIUJ0&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=15&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=DA3gn5hIUJ0&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=15&amp;t=0s</a>
20		火源直近での穴あけ による引火			<a href="https://www.youtube.com/watch?v=agmxY-XXBq8&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=14&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=agmxY-XXBq8&amp;list=PLEbfx-hgecSFldn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=14&amp;t=0s</a>

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		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=K-SqtRB-EMYE&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=13&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=K-SqtRB-EMYE&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=13&amp;t=0s</a>
22		おしぼりへの引火		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=pl-eS_a5k6ng&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=12&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=pl-eS_a5k6ng&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=12&amp;t=0s</a>
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		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=D-Flm886EoSA&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=11&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=D-Flm886EoSA&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=11&amp;t=0s</a>
24		バックドラフト 再現実験		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=2-DFaOK3vrTk&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=10&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=2-DFaOK3vrTk&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=10&amp;t=0s</a>
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）		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=7f-0u1AiwCac&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=9&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=7f-0u1AiwCac&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=9&amp;t=0s</a>
26		ガソリン蒸気引火実 験		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=z-w70EI7y99I&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=8&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=z-w70EI7y99I&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=8&amp;t=0s</a>
27		ガソリン蒸気爆発実 験		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=t-WpwEDruAx&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=7&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=t-WpwEDruAx&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=7&amp;t=0s</a>
28		ガソリン蒸気静電気 引火実験		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=yh-ZkhG7qDzM&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=6&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=yh-ZkhG7qDzM&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=6&amp;t=0s</a>
29	収れんによる 火災実験	水晶玉による 収れん		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=n-m2a8odAmYQ&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=5&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=n-m2a8odAmYQ&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=5&amp;t=0s</a>
30	自然発火実験	揚げかすの自然発火		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=f4-kz4VqFBsU&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=4&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=f4-kz4VqFBsU&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=4&amp;t=0s</a>
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		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=e5-wVIQOVS90&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=3&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=e5-wVIQOVS90&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=3&amp;t=0s</a>
32		白熱灯投光器 (500W) による 出 火		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=v-BrsXO3VfE&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=2&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=v-BrsXO3VfE&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=2&amp;t=0s</a>
33	電子レンジ 火災	肉まん等の過熱 発火		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=w-wDTX342x18&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=34&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=w-wDTX342x18&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=34&amp;t=0s</a>
34		サツマイモの過熱発 火		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=o-CiClIty6q4&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=35&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=o-CiClIty6q4&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=35&amp;t=0s</a>

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		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=kjudTPZAvD0&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=36&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=kjudTPZAvD0&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=36&amp;t=0s</a>
36		着火した消毒用アルコールへの注水1 (周囲への拡散)		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ne9mHqgyCM&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=37&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=ne9mHqgyCM&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=37&amp;t=0s</a>
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)		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=p-4cahliqD0&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=38&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=p-4cahliqD0&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=38&amp;t=0s</a>
38		消毒直後の危険性		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=s5WnDwl30fw&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=39&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=s5WnDwl30fw&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=39&amp;t=0s</a>
39		コンロからの引火		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=xbmi7qEJKeg&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=40&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=xbmi7qEJKeg&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=40&amp;t=0s</a>
40	飛沫防止用シートの火災実験	飛沫防止用シートの防炎性の比較		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=XkWRsf9CilQ&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=41&amp;t=0s">https://www.youtube.com/watch?v=XkWRsf9CilQ&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=41&amp;t=0s</a>
41		飛沫防止用シートの着火の危険性		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=pkvXdeM0Zhw&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=41">https://www.youtube.com/watch?v=pkvXdeM0Zhw&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=41</a>
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		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=EZokHqmAgEY&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=42">https://www.youtube.com/watch?v=EZokHqmAgEY&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=42</a>
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		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=LJYWTW7ONrI&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=43">https://www.youtube.com/watch?v=LJYWTW7ONrI&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=43</a>
44		こぼれた灯油がかかった石油ストーブの危険性		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=rT4k0GoOk_A&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=44">https://www.youtube.com/watch?v=rT4k0GoOk_A&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=44</a>
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)		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ESLYnTylBNO&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=45">https://www.youtube.com/watch?v=ESLYnTylBNO&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=45</a>
46	バーベキュー時の危険性についての実験	火の着いた炭に着火剤を投入		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=fUg6I23lbk0&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=46">https://www.youtube.com/watch?v=fUg6I23lbk0&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=46</a>
47		火の着いた炭に引火性液体を投入		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=2jWGsUAvsJc&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=47">https://www.youtube.com/watch?v=2jWGsUAvsJc&amp;list=PLEbfx-hgecSFIdn8on2ACap7VDh_VbtSW&amp;index=47</a>

## 令和 4 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 3 年度までに計 729 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 4 年度については、各部（署）から計 19 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 4 年度の審査結果は、秀賞 13 件であり、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 4 年度札幌市消防職員提案 秀賞受賞作品一覧（計 13 件）

提案番号	提案件名	提案内容	表彰区分
第 731 号	可搬式ブロアー用煙突マフラーの考案について	可搬式ブロアー稼働時に発生する排気ガスを建物内に送り込まない煙突マフラーを作成したもの。	秀賞
第 733 号	無線機ベスト延長ベルトについて	無線機ベストのバックル部分に延長ベルトを取り付け、PFD（浮力補助ベスト）の上から無線機ベストを固定できるようにしたもの。	秀賞
第 734 号	安全管理能力向上を目的とした新たな教育プログラムの考案について	現場での重大事故防止のために知識・技術の習得だけではなく、航空業界で醸成されてきた CRM の要素を取り入れた安全管理能力（ノンテクニカルスキル）の向上を目的とした新たな教育技法を提案したもの。	秀賞
第 736 号	プラスチック製ケーブル保護チューブを使用したバスケット担架外周ロープの養生について	市販されているプラスチック製ケーブル保護チューブを使用してバスケット担架外周ロープの摩耗を防止する方法を提案したもの。	秀賞

第 738 号	「若年職員必携 F T E」の作成について	水槽車に積載している資機材の写真、名称、使用方法、具体的使用場面等をまとめた「若年職員必携 F T E (fire truck equipment)」を作成しました。	秀賞
第 739 号	実況見分の模擬体験キットについて	火災件数の減少傾向やぼや火災の占める割合が高くなっていることに伴い、火災調査活動を経験できる機会が減少し、苦手意識を持っている職員も多い。こうした中で、いつでも、どこでも、手軽に実況見分を体験できる模擬体験キットを作成したものを。	秀賞
第 741 号	新たな消防団広報 ～「DX」消防団応援バナー～	WEB 掲載用の消防団応援バナー（以下「バナー」という。）を作成し、札幌市に本社がある企業のホームページに無料掲載、企業側は「札幌市消防団協力事業所表示制度」として認定していく事業を提案したものを。	秀賞
第 743 号	中島美来 Presents 初任教育課程実務教育署庶務係指定研修カリキュラムの作成	日常業務の中でよくある庶務の内容を「もんだい発見カードゲーム」として作成することで、初任研修生に統一的な研修ができるのはもちろん、各署庶務係の業務量を大幅に軽減することができる事務改善の提案で、人と人の繋がりを大切にするため、DX ではなくあえて紙としたもの。	秀賞
第 744 号	火災調査の“脱”属人化！ ウェアラブルカメラで調査技術の暗黙知を形式知へ	災害現場活動用映像記録機材の活用を拡大し、火災調査現場において、経験豊富な火災調査員にウェアラブルカメラ装着させ、実際の調査活動や現場教育の様子を撮影し、さらに、撮影映像を検証し、経験や勘に基づいた一つひとつの行動の根拠やポイントを整理、必要スキルを言語化し、それらを映像に落とし込んだ言語解説付き動画教材を製作、共有することにより火災調査業務の“脱”属人を図るもの。	秀賞

第 745 号	夜間勤務手当・特殊勤務手当勤務票と人事給与システムとのデータ突合システムの構築による支給事務の適正化の方法について	夜間勤務・特殊勤務手当の支給事務間違いについて、データ突合システムにより確認用帳票を作成し、支給事務のミスを低減させることを提案したもの。	秀賞
第 746 号	携帯型無線装置(260MHz 帯)アンテナの保護について	携帯型無線機のアンテナに汎用熱収縮ゴムカバー(以後、収縮ゴムカバーという。)を施工し、外的要因による被覆劣化及び亀裂からの水分侵入による無線送受信不良を回避したもの。	秀賞
第 747 号	防火水槽に「かまいらず」の考案について	防火水槽を効率的かつ適切に管理できるよう、多様な防火水槽用地に防草シートを敷設できる方法を考案したもの。	秀賞
第 748 号	札幌式水力換気ノズル(COBRA)の角度調整グリップの考案について	札幌式水力換気ノズル(COBRA)に、角度調整用のグリップを設けることで、壁面への立て掛けや窓枠への固定が難しい場所での保持が容易になり、換気効率の最適化及び隊員の身体的負担を軽減することが期待できるもの。	秀賞

表 2 令和 4 年度札幌市消防職員提案 選外作品一覧 (計 6 件)

提案番号	提案件名
第 730 号	札幌市消防事務取扱規程に基づく郵送事務の適正化と公務能率向上を目的とした各署による料金後納郵便取扱いについて
第 732 号	大型車両の後輪タイヤ損傷防止対策について
第 735 号	「消防署家族参観日」の導入について
第 737 号	YouTube を活用した効率的な研修等の実施について
第 740 号	消防団活動のより一層の強化について
第 742 号	紙と事務量の削減 ～アルコール事前チェック表の完全デジタル化～



図1 提案番号第731号  
可搬式ブロー用煙突マフラーの考案について



図2 提案番号第733号  
無線機ベスト延長ベルトについて

**安全管理能力向上を目的とした新たな教育プログラム【TEAM】の考案について**

**背景**  
火災件数減少に伴い災害対応の経験不足、多岐化する災害現場に対し、従来の安全管理だけでは対応しきれない現場が想定されている。  
経験不足は現場で発生した災害による被害が少く、災害現場では必ずしも経験豊富な指導員が揃っていない。中核の一人称文では経験豊富な指導員が揃っていない。  
これを踏まえ、「消防活動に関する安全管理能力を向上させるための教育」について考案した。

**課題**  
火災の発生に際し、指導員が現場で指導することを個人の人材育成だけでは、それだけでは対応しきれない。  
近年発生している災害現場や災害現場には「経験豊富な指導員」が揃っていない。  
知識のみで済む現場対応が求められる。  
現場での「人的資源」を活かしていない。  
現場での安全管理能力を向上させる。

**新規提案**  
TEAM【Toyohira Education of Anzenkanri Method】の考案  
NAAIの現場で広く活用されている安全管理教育【TEAM】をベースに、災害現場での安全管理能力を向上させる。

**講義**  
TEAMの概念や意義を学び、インストラクターから学ぶ指導員としての役割や、実践に向けた準備と実践を学ぶ。

**半実機型シミュレーション**  
インストラクターから学ぶ指導員としての役割や、実践に向けた準備と実践を学ぶ。

**実働**  
現場に即した実践的な指導員としての役割や、実践に向けた準備と実践を学ぶ。

**現場活動**  
現場に即した実践的な指導員としての役割や、実践に向けた準備と実践を学ぶ。

**予想される効果**  
「現場での教育」で「安全管理能力」を向上させる。  
現場では、経験豊富な指導員が揃っていない現場での安全管理能力を向上させる。  
現場では、指導員としての役割や、実践に向けた準備と実践を学ぶ。  
現場では、指導員としての役割や、実践に向けた準備と実践を学ぶ。  
現場では、指導員としての役割や、実践に向けた準備と実践を学ぶ。

**用語の整理**  
① インストラクターから学ぶ指導員としての役割や、実践に向けた準備と実践を学ぶ。  
② CRM-最先端で構築された概念で、利用できるリソースを活用し、現場での安全管理能力を向上させる。  
③ アーゲンシー-指導員としての役割や、実践に向けた準備と実践を学ぶ。  
④ 現場に即した実践的な指導員としての役割や、実践に向けた準備と実践を学ぶ。

図3 提案番号第734号  
安全管理能力向上を目的とした  
新たな教育プログラムの考案について

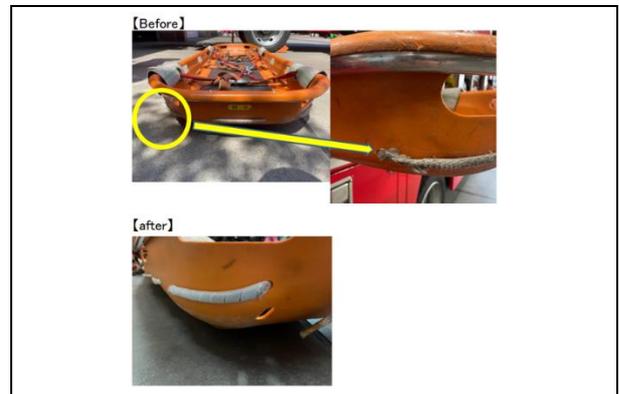


図4 提案番号第736号  
プラスチック製ケーブル保護チューブを使用した  
バスケット担架外周ロープの養生について

**若年職員必携FTEについて概要**

**Current situation**  
1. 若年職員の不足  
2. 若年職員の育成  
3. 若年職員の活用  
4. 若年職員の定着

**Task**  
1. 若年職員の育成  
2. 若年職員の活用  
3. 若年職員の定着

**Proposal**  
1. 若年職員の育成  
2. 若年職員の活用  
3. 若年職員の定着

**Effect**  
1. 若年職員の育成  
2. 若年職員の活用  
3. 若年職員の定着

図5 提案番号第738号  
「若年職員必携FTE」の作成について



図6 提案番号第739号  
実況見分の模擬体験キット

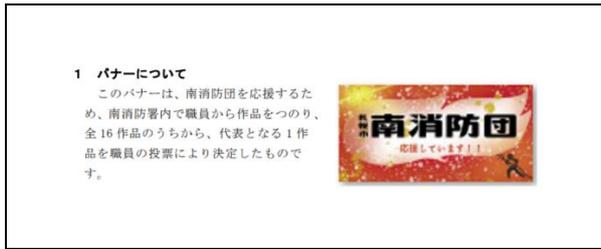


図 7 提案番号第 741 号

新たな消防団広報～「DX」消防団応援バナー～



図 8 提案番号第 743 号

中島美来 Presents 初任教育課程実務教育  
署庶務係指定研修カリキュラムの作成



図 9 提案番号第 744 号

火災調査の“脱”属人化！ウェアラブルカメラで  
調査技術の暗黙知を形式知へ

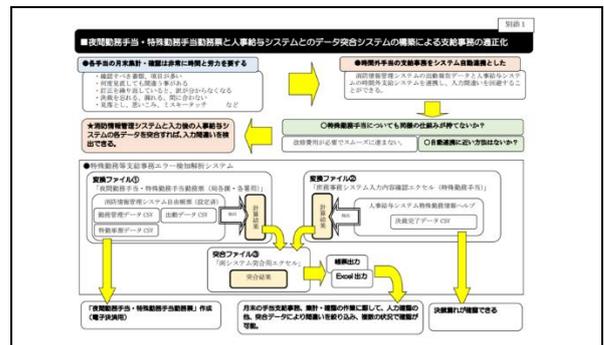


図 10 提案番号第 745 号

夜間勤務手当・特殊勤務手当勤務票と人事給与  
システムとのデータ突合システム構築による  
支給事務の適正化の方法について



図 11 提案番号第 746 号

携帯型無線装置(260MHz 帯)アンテナの  
保護について



図 12 提案番号第 747 号

防火水槽に「かまいらず」の考案について



図 13 提案番号第 748 号  
札消式水力換気ノズル（COBRA）の  
角度調整グリップの考案について

その他



研究実績表（令和3年度以前）

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	
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	

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	
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
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 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				
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	

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 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	橋田 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	橋田 宏一				
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	橋田 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	橋田 宏一			

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 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	
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 涉	
			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 涉	
			現場手袋素材耐油性確認実験	高橋 涉	
		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 涉	
ワインセラーからのアンモニアガス漏れについて	高橋 涉				
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				

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 涉	
		情 報	硫化水素の発生除害について(その2)	高橋 涉	
			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 涉	
			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 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 涉	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 涉	
			硫化水素の発生除害について	高橋 涉	
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 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				

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 15 年 度	2003 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 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			
	R D F (ごみ固形燃料)の性状について	川瀬 信			

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
平成 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 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	花菌 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 <sub>2</sub> 、CO、O <sub>2</sub> 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 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 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 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			
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				

年 度	所報 No	分 野	研究テーマ	担当者	件 数
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 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 <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHO <sub>2</sub> PFCH <sub>3</sub> ] 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 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	

---

## 消防科学研究所報

(2022 No. 29)

令和 5 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

F A X (011) 271-0957

E-mail [fire.labo@city.sapporo.jp](mailto:fire.labo@city.sapporo.jp)

---