

# 消防科学研究所報

REPORT OF FIRE SCIENCE LABORATORY



2002 No.9

SAPPORO FIRE SCIENCE LABORATORY

札幌市消防科学研究所



# 目 次

## 【消防科学研究所の業務について】

- カラー写真
- 業務実績表・本文…………… 1

## 【研究論文】

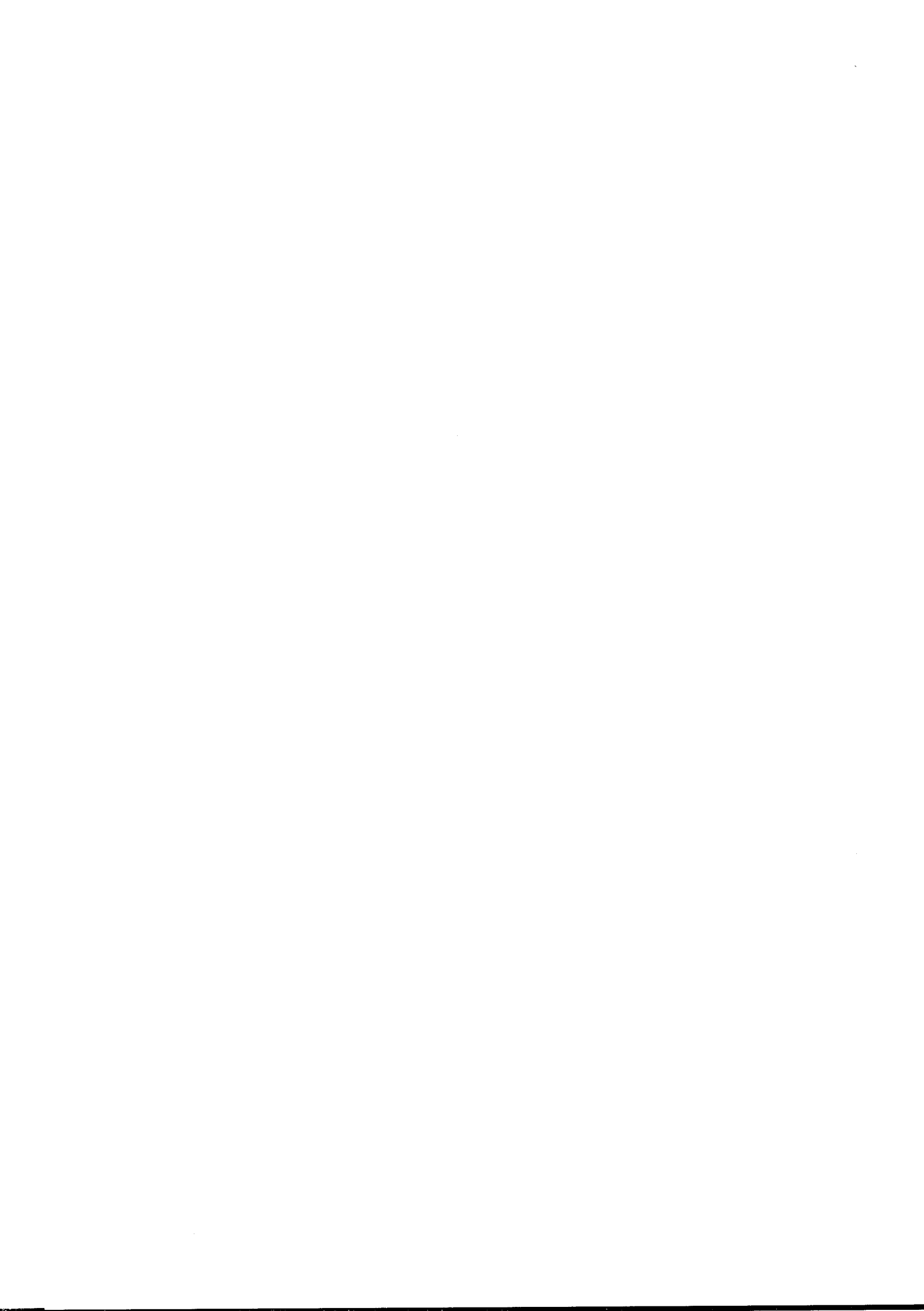
- 爆風から受ける消防被服内部の衝撃及び温度に関する実験的研究…………… 5
- 寒冷地型建物燃焼時における燃焼生成ガス等の  
測定及び危険性の把握に関する研究…………… 10
- 降雪時の消火栓除雪対策用機器（遠赤外線面状発熱体）に関する研究について…………… 17
- 高規格救急車の振動実験…………… 29
- 冬道自己転倒の救急出動分析（その1 全体の傾向）…………… 35
- 冬道自己転倒の救急出動分析（その2 すすきの地区・気象との関係）…………… 40
- 灯油及び軽油に含有しているガソリンの混合比による比較実験…………… 48
- 危険物施設内における給油と返油システムに関する研究について…………… 55

## 【情報提供】

- 米国アラスカ州フェアバンクス周辺での森林火災現地調査報告…………… 62
- 硫化水素について…………… 66

## 【過去の研究実績】

- 過去の研究実績表（平成5年～平成14年）…………… 69



# 消防科学研究所の業務について

## 業務実績表(平成13年度中)

(単位:件)

研 究			燃 焼 実 験	成 鑑 鑑	分 定 鑑 識	危 険 物 確 認 試 験	職 員 提 案 事 務 数	消 防 学 校 初 任 ・ 専 科 教 育 等	道 消 防 学 校 専 科 教 育 等	施 設 見 学 行 政 視 察 対 応 等	研 究 所 外 出 向 講 義 実 験 等
燃 焼 現 象 及 び 消 火 効 果	消 防 装 備 ・ 消 防 用 設 備 等 の 開 発	鑑 定 鑑 識 及 び 安 全 管 理									
2 ※1	1	1 ※1	83 ※2	146 ※3	0	39 ※4	8 (193)	3 (102)	70 (1,452)	9 (480)	

( ) 内は、対象者の人数である。

※1: 主な内訳は表1のとおり

※2: 内訳は表2のとおり

※3: 内訳は表3のとおり

※4: 内訳は表4のとおり

表1 研究テーマ使用機器一覧(平成13年度)

研究テーマ	回数	使用機器状況
1 ガス災害発生時における爆発危険区域での耐熱服と防火衣の性能比較について	302	デジタルマイク、282回 高速度ビデオカメラ、15回 赤外線カメラ、5回
2 開口部噴出火災に対する風の影響について	168	温度測定器、40回 熱量測定器、120回 赤外線カメラ、8回
3 災害現場における燃焼生成ガス等の測定と危険性の把握について	162	GCMS、78回 加熱脱着装置、8回
合 計	632	

### 1 はじめに

消防科学研究所では、各種研究業務を始め、燃焼実験、鑑定・鑑識、危険物確認試験及び職員提案事務の業務を行っている。

### 2 研究業務

年度ごとに燃焼関係、機器関係、鑑定・鑑識関係等それぞれについて研究テーマを定め、研究を行っている。

### 3 燃焼実験

火災原因を究明するため、火災現場の状況を再現し、発火、引火及び温度測定等の実験を行い、実験データを収集している。

### 4 鑑定・鑑識

火災原因を究明するため、火災現場から採取した残焼物や試料の分析及び解析などを実施し、成分鑑定や油分の検出を行っている。

また、火災の再現実験を実施したり、火災現場、事業所等から取去した物品、或いは漏洩事故を起こした物品が危険物であるか否かの鑑定を行っている。

### 5 危険物確認試験

「危険物の規制に関する政令」(昭和34年政令第306号)及び「危険物の試験及び性状に関する省令」(平成元年自治省令第1号)で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 職員提案事務

「札幌市消防職員の提案に関する規程」(昭和45年1月13日(消)訓令第1号)に基づく職員提案について事前に技術的な支援や協力及び審査事務等を行っている。

表2 燃焼実験等一覧表(平成13年度)

月日	実 験 内 容
1 4. 5	二酸化炭素放出濃度測定実験
2 4. 9	ガイアックス・ガソリン燃焼状況比較実験
3 4.18	電気ファンヒーター温度測定実験
4 4.26	灯油ストーブガソリン誤給油燃焼実験
5 5.11	灯油ストーブ吹き返し実験
6 5.22	高速切断機火花可燃物接触燃焼実験
7 5.23	ガソリン・灯油・ガイアックス・メタノール・ ハフタン・フロハノール燃焼黒煙比較実験
8 6. 6	油吸着剤自然発火実験 メチルエチルケトンハ・オキサイド・アベニ油 温度上昇実験
9 6. 8	アネチレンガス溶断火可燃物着火実験
10 6.11	スプレー缶加熱爆発実験
11 7月中	微小火源火災実験 ガス燃焼器具基礎実験 灯油ストーブ火災実験 化学火災実験 電気火災実験
12 7.19	おがくず燃焼実験
13 7.26	模擬小屋燃焼生成ガス・温度測定実験
14 10月中	新型防火衣静電気等関連実験
15 11.19	紙くず微小火源燃焼実験
16 11.21	温風ストーブ温度測定実験
17 2.14	雪道の新旧救急車振動騒音測定実験
18 2.18	油配管内ファイバースコープ観察実験
19 2.19	薪ストーブ底部温度測定実験
20 3.14	灯油温風ストーブ燃焼温度測定実験
21 3.20	灯油温風ストーブ綿詰め燃焼実験
22 3.20	水道管融雪電熱ヒーター短絡実験

表3 成分鑑識・鑑定一覧 (平成13年度)

	鑑定内容	件数	回数	使用機器状況	件数内訳	回数内訳
1	残焼物中の油分の分析	116	351	GC GCMS FT-IR	109件 6件 1件	315回 31回 5回
2	火災車両の燃料タンク内の液体(油分)の分析	6	21	GC GCMS 分光蛍光	4件 1件 1件	11回 8回 2回
3	河川に漏洩した油分の分析	5	14	GC 分光蛍光	4件 1件	12回 2回
4	土壌中に漏洩した油分の分析	4	14	GC	4件	14回
5	ストーブ内の付着物の分析	4	13	蛍光X線	4件	13回
6	出火位置近くの容器内の液体(油分)の分析	2	6	GC	2件	6回
7	プラスチック種別の分析	3	7	GC 熱分析装置 恒温槽	1件 1件 1件	3回 3回 1回
8	灯油ストーブ内の液体(油分)の分析	1	3	GC	1件	3回
9	屋外貯蔵タンク内の液体(油分)の分析	1	3	GC	1件	3回
10	ポリタンク内の液体(油分)の分析	1	3	GC	1件	3回
11	地下貯蔵タンク内の液体(油分)の分析	1	3	GC	1件	3回
12	大豆、おからの分析	2	4	GC 恒温槽	1件 1件	3回 1回
合計		146	442		146件	442回

※ GC～ガスクロマトグラフ、GCMS～質量分析装置、FT-IR～赤外分光分析装置

表4 燃焼関係実験等使用機器一覧 (平成13年度)

	燃焼関係実験名	回数	使用機器状況
1	寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の測定 (たばこ火で出火した和室)	24	二酸化炭素測定器～6回 一酸化炭素測定器～6回
2	寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の測定 (放火で出火した洋室)		酸素測定器～6回 温度測定器～6回
3	新型高規格救急車の振動測定	135	加速度計～35回 信号増幅器～35回 データレコーダ～35回 データアナライザ～30回
4	エアゾール缶、カセットボンベの調査・研究	36	温度測定器～27回 高速ビデオカメラ～9回
5	インドネシア泥炭の燃焼性研究 (地球温暖化防止研究)	44	熱分析装置～18回 FT-IR～8回 温度測定器～9回 燃焼速度測定器～9回
6	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の研究	37	二酸化炭素測定器～37回
7	ガイアックス・ガソリン燃焼状況比較実験	18	GC～12回 熱画像装置～6回
8	電気ファンヒーター温度測定実験	4	温度測定器～4回
9	灯油ストーブガソリン誤給油実験	5	温度測定器～5回
10	灯油ストーブ吹き返し実験	10	温度測定器～10回
11	高速切断機火花可燃物接触燃焼実験	16	高速切断機～16回
12	危険物自然発火実験	38	温度測定器～38回
13	電気火災実験	25	熱画像装置～25回
14	新型防火衣静電気実験	17	静電気発生装置～17回
15	ガスこんろ・温風ストーブ温度測定実験	10	温度測定器～10回
16	危険物配管内部観察実験	6	ファイバースコープ～6回
17	薪ストーブ底部温度測定実験	10	温度測定器～10回
18	灯油FFストーブ燃焼温度測定実験	11	温度測定器～11回
19	水道管凍結防止電熱ヒーター短絡実験	6	温度測定器～6回
合計		452	

表5 研修・実験等業務での使用機器一覧（平成13年度）

	研修・実験等名	延べ回数	使用機器状況
1	液体の分析実験	205	GC～57回 GCMS～36回 FT-IR～48回 液体クロマトグラフ～52回 加熱脱着装置～12回
2	金属や固体の分析実験	150	熱分析装置～45回 蛍光X線分析装置～85回 X線透過装置～20回
3	気体の分析実験	68	GC～12回 GCMS～23回 加熱脱着装置～33回
4	固体・液体の発火点、融点測定実験	79	熱分析装置～67回 発火点測定器～12回
5	液体の引火点測定実験	91	タグ引火点測定器～57回 セタ引火点測定器～22回 クリーブランド引火点測定器～12回
6	行政視察・施設見学	153	過負荷電流実験装置～55回 トラッキング実験装置～32回 スプレーガス加熱実験装置～66回
7	スプレー缶加熱実験	25	スプレー缶加熱実験装置～25回
8	消防学校教育等	270	GC～12回 スプレー缶加熱実験装置～8回 LPG爆発実験装置～16回 温度測定器～28回 天ぷら油加熱発火実験装置～35回 過負荷電流実験装置～14回 トラッキング火災実験装置～10回 熱画像装置～20回 静電気発生装置～32回 圧力容器試験装置～23回 タグ引火点測定試験器～8回 セタ引火点測定試験器～60回 クリーブランド引火点測定試験器～4回
	合計	1,041	

表6 測定機器等延べ使用回数（平成13年度）

分析・測定種別		実施回数	分析・測定種別		実施回数
機 器 分 析	GC	469	危 険 物 確 認 試 験 関 係	タグ密閉式引火点測定試験器	65
	GCMS	176		セタ密閉式引火点測定試験器	82
	FT-IR	71		クリーブランド開放式引火点測定試験器	16
	液体クロマトグラフ	52		圧力容器試験器	23
	加熱脱着装置	129		発火点測定試験器	12
	熱分析装置	133			
	蛍光X線分析装置	98			
	熱画像装置	51			
	分光蛍光光度計	4			
	高速度ビデオカメラ	24			
小計	1,207		小計	198	
計 測 機 器	温度測定器	204	そ の 他	X線透過装置	20
	加速度計	35		天ぷら油加熱発火実験装置	35
	信号増幅器	35		静電気発生装置	49
	データレコーダ	35		高速切断機	16
	データアナライザー	30		ファイバースコープ	6
	デジタルアナライザー	282		赤外線カメラ	13
	燃焼速度測定器	9		恒温槽	2
	熱量測定器	120		過負荷電流実験装置	69
	二酸化炭素測定器	43		トラッキング火災実験装置	42
	一酸化炭素測定器	6		エアゾール缶加熱実験装置	33
	酸素測定器	6		エアゾールガス加熱実験装置	66
小計	805		小計	367	
合計			合計		2,577

表7 職員提案一覧表 採用区分順（平成13年度）

提案番号	提案内容
260	【フックスリングの考案】 鉤付きローフの鉤の部分ステンレス製で先端可動型ロック機能付きとし、さらに、麻ローフを山岳用スリング（ナイロン製）にしたことで、安全性やコンパクト化を図り、ローフ部分のメンテナンスも容易とした
262	【携帯無線機（1W型）用バッテリーメンテナンスキットの開発】 携帯無線機のバッテリーを適切に充電するための「バッテリーリフレッシュー」、バッテリーに負荷をかけながら電圧を測定する「バッテリーチェッカー」及び札幌式無線機のバッテリーを接続するための「札幌式アダプタ」の3点からなり、バッテリーに負荷をかけながら充電することで不良判定を可能とした
267	【携帯型酸素吸入器減圧弁の圧力残量計保護カバーの考案】 携帯型酸素吸入器の圧力計に、破損防止のためステンレス製保護カバーを取り付ける
268	【聴覚障害者用「応急手当て講習ビデオ」の作成】 手話や字幕を入れて「応急手当て講習」をビデオ化することで、受講者の目線がモニターに集中するため、動きと説明を同時に理解することができ、手話通訳者が出向しなくても指導可能となる。また、職員の研修にも使用可能である
274	【大災損害算定書作成に伴う計算ソフトの使用】 大災損害（収容物や建物の損害）を算定するため、マイクロソフト社の計算ソフトエクセルを使用してプログラムを作成し、時間の大幅な軽減を図る
283	【消火栓標識シールの考案】 各署備品のマックス製ビニールシートを使用して消火栓標識シールを作成し、色あせた消火栓標識表示部分に貼付する

採用4級～7件

261	【新しいころ（側方視界改善型）の考案】 新しいころに透明耐熱強化プラスチック板（ポリカーボネート板）をはめ込んで視界を広くし、安全管理の向上を図る
263	【「防火紙芝居「どうぶつ村の消防隊」の制作とその応用】 札幌市消防局のシンボルマークであるエゾリスが扮する防火紙芝居「どうぶつ村の消防隊」を作成した。「セリフと効果音を取録したカセットテープを作成」さらに、消防局ホームページによるインターネットでの公開、パソコンを利用した上映、大型紙芝居等に応用できる
266	【「リフト積載用補助台」の考案】 ホースを車庫に積載する際、2名での作業を可能とするため、伸縮型（脚の上端にターンテーブルやホースガイドを取り付け補助台とし、巻いてあるホースを垂せて使用する
272	【「四野式消火栓標識（ラケット型）」の考案】 消火栓標識をラケット型にして、ネジ1本で取り付け可能とし、材質をステンレス製にし強度をもたせ、塗装についても約10年間の耐久性を有するものとする
277	【「伸縮式安全型手とびの考案】 手とびの柄（長さ40cm）をステンレス製伸縮式（短縮すると28cm）とし、頂部にガラス破壊用に突起を設け、柄に滑り止め及び落下防止用バンドを取り付ける
280	【「メインストレッチャー車軸部分へのスキーの取り付け】 雪上での搬送のためにメインストレッチャー（筒内）の車軸部分にスキー板を取り付ける。雪のない場所でもスキー底面よりタイヤが約1cm出ているため移動可能であり、また、このまま救急車への収納も可能である
296	【「水防用水中ポンプの排水ホース接続部改良】 水防用水中ポンプの放水口150mmホースのメス金具（マテノ式）部を取り付け、車載の50mmホースの利用を可能とする

採用5級～10件

259	【「消火栓開閉金具（トルクアップ機能付き）」の考案】 消火栓開閉金具のせし転回部分をワンタッチ操作で150mm延長可能とし、径を27mmと大きくし、持ち易くした
261	【「防火衣に容易に使用できる警笛を取り付ける考案】 防火衣の携帯無線機マウント取り付け金具に警笛紐とクリップ付き警笛を取り付け、迅速に警笛が使用できるようにする
269	【「ラッペン型現場用腕章（西野型）」の提案】 現場用腕章をラッペン型（マジックテープを使用して、防火衣に張り付け）とし、引っ掛かり防止及び防火衣損傷防止を図る
273	【「「災害現場における隊員の認識タグ」の考案】 ボードを貼った11.5cm×6cmのタグにネスカンを取り付けて、防火衣及び各種防護服着装時に取り付け、所属隊名、階級、氏名、進入開始時間と活動時間を記入し、隊員の安全管理を図る
276	【「救急隊保安帽にバイザー（ヘッドライト一体型）」の提案】 救急隊の保安帽にバイザーとヘッドライトを一体化して取り付け、飛沫等による感染防止を図る
281	【「梯子車（リフター）装置」の改善（拡張等）】 リフター装置の手摺横支持棒を伸縮自在拡張型とし、梯体の起梯角度65度における手摺横支持棒を後方25度拡張（リフターの底面が水平となるように）とし、活動スペースを確保する
281	【「AI・ド・ベルトの考案】 ホースバンドに登山用テーフスリングを縫い付け、両端末に軽量カラビナを取り付け調整機能付きベルト（AI-F:Many Function）とし、多用途に使用する
285	【「傷病者搬送用の肩ベルトの考案】 布担架の肩ベルトを2本たすきに縫い合わせ、肩側のベルトに長さ調節用のフック（座位搬送や仰臥位搬送に対応可能）を縫い付け、安定して搬送できる
287	【「「三連梯子掛金標識板」の考案】 三連梯子の掛け金部分に視認性の良い蛍光板（アルミ製）を取り付け、伸梯時の掛け金の動きを把握しやすくする
294	【「消火栓排水器具の改良】 空気呼吸器本体を活用し、レスクマスク接続部に消火栓排水用中圧ホースを取り付け、背負い式（一体型）消火栓排水器具とし、搬送しやすくする

努力賞～16件

265	【「携帯型レスキュースライダー」の提案】	288	【「現場用指揮本部の標示灯」
270	【「救急下衣の改良（西野型）」	289	【「毛布固定簡易バンド」
271	【「札幌式消防車ステッカー」の考案】	290	【「手とびケースの改良」
275	【「多数傷病者災害発生時に使用する「表示旗」の作成」	291	【「マグネット式車両番号表示板」の考案】
278	【「ストレッチャーのキャリッジ（架台）表示」	292	【「携帯型無線機一体型保護ケースの作成」
279	【「救急活動時における後方スペース確保の表示」	293	【「半導体レーザー光源装置によるレスキューラインの表示」
282	【「「NBC災害等除染車（トラック固定ランボックス式）」の企画提案」	295	【「車載用マッポ台の考案」
286	【「手袋ケース改良の考案」	297	【「手とびの改良」



# 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\*

## 要 旨

ガス漏れ災害時着装する消防被服選定のために、防火衣3種、耐熱服、タオルなど遮蔽物を変化させLPGを爆発させた時の衝撃及び温度上昇を測定した。

この結果、衝撃の吸収性や温度については、防火衣3種と耐熱服は同等であった。また、タオル程度の薄いものでもほとんどの場合、爆風を遮蔽する効果があった。

## 1 はじめに

一般的な火災は最盛期までに一定の時間を要し、時々フラッシュオーバーやバックドラフトのような爆燃現象を引き起こすが、これらが発生する前兆は解明されており一定の予測は立てられる。

一方、LPGや都市ガスなどの爆発は一瞬にして大きな被害を与え、その威力はフラッシュオーバーなどに比べて比較にならない。また、爆発危険地域での活動は爆発の前兆現象等がないことから非常に危険を伴い、このような危険地域には本来は進入すべきでないと考えられる。

しかし、消防職員は、人命救助や漏洩ガス検知活動などで、爆発危険又は爆発被害の発生地域に進入する場合もある。

そこで、防火衣などの違いによって爆発が発生した場合の人体の受ける衝撃や温度について実験を実施した。

## 2 実験方法

### (1) 実験装置



写真1は実験装置を撮影したもので、爆発筒は、直径210mm（内径205mm）、長さ400mm（内径395mm）の亚克力容器内に左側面から100mm、底部から100mmの位置に点火プラグを設置して、右側は塩化ビニル樹脂製のフィルムで蓋をした。また、点火プラグ上部からLPGをマスフローコントローラーで制御して一定量流入させ、マグネットスターラーで内部を攪拌した。

\* 消防科学研究所

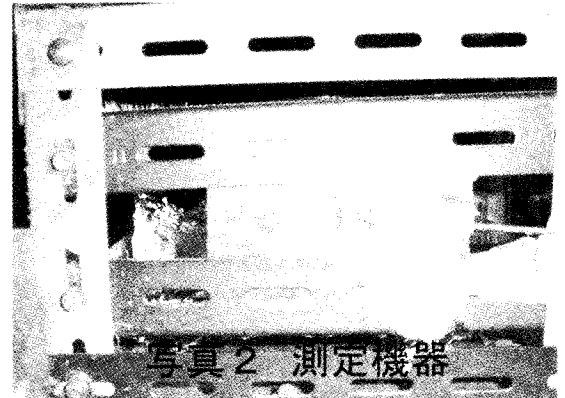
## (2) 測定方法

### ア 衝撃力の測定方法

衝撃力の測定については、前述のフィルムから20mm離れた開口部中央に写真2の圧力センサー（横河電気(株)製 FP102-GKZ/Z）を設置して、データアナライザー（横河電気(株)製 DL708E）で1/1000秒毎に収録した。

### イ 温度の測定

温度については、圧力センサー横に、写真2の同軸型超高速応答性特殊熱電対（米国メドサーム社製、K熱電対、プローブ径0.38mm）を設置して、圧力同様にデータアナライザーで収録した。



## 3 実験に使用した防火衣などの種類

写真3は実験に使用した生地を撮影したもので、防火衣3種類、耐熱服1種類及びタオル1

種類と生地未設置の合計6種類で、表1はその材質などを示したものである。

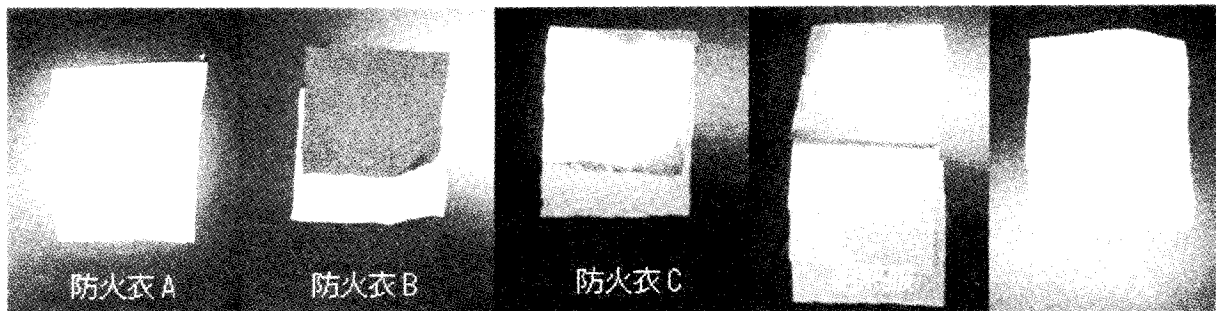


写真3 実験生地

表1 生地の材質及び厚さ

	表地	中間地	裏地	合計厚さ	
防火衣 A	バイクアルミコーティング (0.560mm)			0.560 mm	
防火衣 B	20/2平リップ (0.410mm)	ラミネート (0.238mm)	ワッフル (0.349mm)	0.997 mm	
防火衣 C	アルミ生地 (0.533mm)	ラミネート (0.238mm)	ワッフル (0.349mm)	1.120 mm	
耐熱服	アルミナイズドアラミッドクロス (0.512mm)	ガラスネオシート (0.130mm)	フェルト(アラミッド繊維) (0.958mm)	ライナー(アラミッド繊維) (0.260mm)	1.860 mm
タオル	綿100% (0.494mm)			0.494 mm	
未設置					

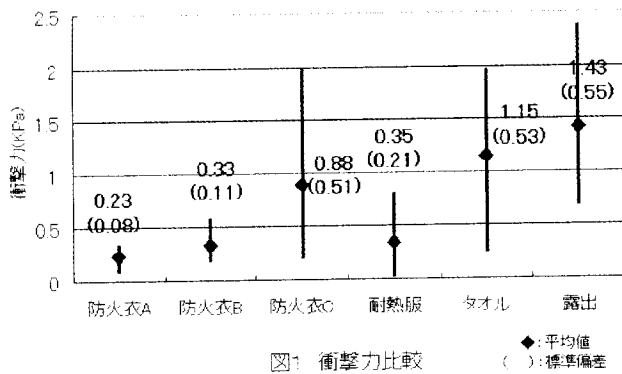
#### 4 実験1 開口部A (330cm<sup>2</sup>) の実験結果

写真1のとおり、開口部を塩化ビニル樹脂製のフィルムで覆い、開口部と圧力センサーや熱電対の間に生地などを設置し爆発筒内のガスを濃度5%として、各生地とも10回ずつ実験を実施した。

##### (1) 衝撃力測定結果

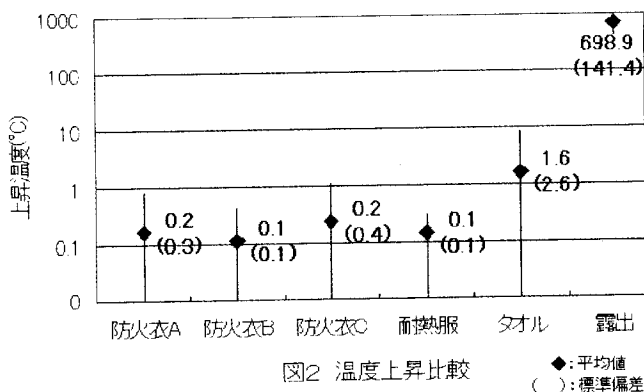
図1は衝撃力の実験結果であり、縦棒は実験のばらつき範囲を表したものである。

これによると、防火衣Aが最も衝撃力を緩和する結果となったが、これについては衝撃力が弱く生地の硬さが影響したものと考えられる。



##### (2) 温度上昇結果

図2は温度の上昇値を示したものであり、耐熱服も防火衣3種類と同一の結果となった。また、タオルでも平均で1.6℃の上昇に留まった。実際のLPG爆発時の温度としては、1,000K~2,000K<sup>1)</sup>といわれているが、今回の測定では平均で699℃となった。

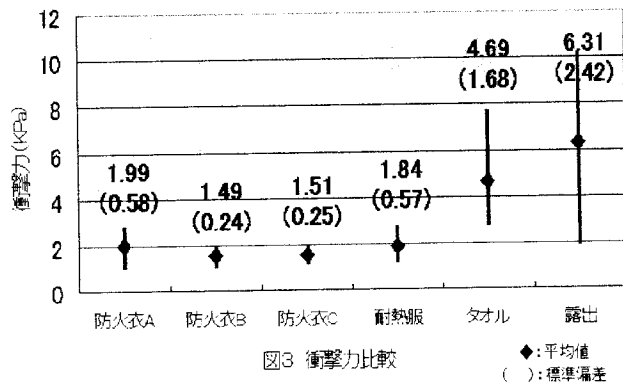


#### 5 実験2 開口部B (165cm<sup>2</sup>) の実験結果

衝撃力を増加させるために、セラミックボードを使用して開口部の面積を半分にして実験1回様に実施した。

##### (1) 衝撃力測定結果

図3は衝撃力の実験結果であり、露出した場合の衝撃力は、平均で6.3kPa、最大で10.1kPaとなり、受圧面の窓ガラスがほとんど破損する8~10kPa<sup>2)</sup>に近くかなりの衝撃力が得られたが、防火衣3種と耐熱服の違いは確認出来なかった。また、減圧率(露出の平均値を各生地で除したものを1からひいたもの)を求めると、防火衣3種類と耐熱服では、68.5%~76.4%と7割程度衝撃を緩和する結果となったが、タオルについては25.6%と低くなった。



##### (2) 温度測定結果

図4は温度の上昇値を示したものであり、防火衣3種に比べて、耐熱服が小さい結果となったが、上昇値は何れも0.5℃以下となっている。また、タオルについては、平均で38.6℃となったが、10回中7回が1℃以下で、他が8.9℃、205.4℃、168.1℃となったことにより平均値を上昇させたものである。

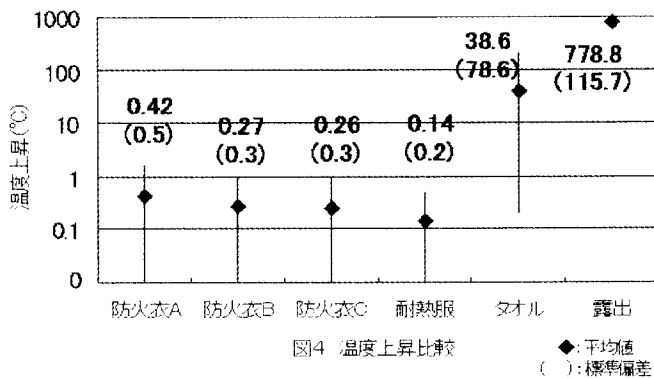


図4 温度上昇比較

## 6 考察

ガス爆発の過程は、閉閉空間で可燃性混合気が形成され、この一点で発火が起こり、可燃性混合気内を火炎が伝播して閉閉空間の圧力が上昇する。これに伴い閉閉空間の耐圧性の悪い部分が破壊し、開口部を生じることにより可燃性混合気が流出を始め、その後可燃性混合気と同時に燃焼ガスも流出する過程<sup>3)</sup>がほとんどである。

衝撃波と熱風の間係を考察するために、露出して実験した結果の一例を図5に示したものが図5であり、実験の平均値等を示したものが表2である。

これによると、開口部の大きさに関係なく前述同様、衝撃波の0.07秒～0.08秒後に熱風が流出しており実験のばらつきはほとんどなかった。

熱風の高温域時間は、100℃以上ではそれぞれ0.26秒程度、400℃以上では実験1が0.117秒、実験2が0.097秒となり、今回の実験では開口部の影響はほとんど確認出来なかった。

このように、高温域時間は非常に短時間であることから、加熱帯幅10cmで爆発が起こり木材に熱風が衝突したとしても表面の温度上昇は1℃以下になる<sup>3)</sup>という算出結果と今回の実験は同一な結果となった。

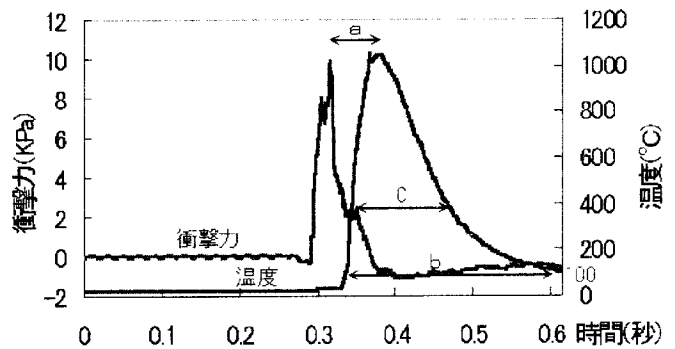


図5 衝撃力と温度の変化

表2 衝撃波と熱風の時間差及び高温時間

	衝撃力と温度の時間差 (a)		100℃以上の時間 (b)		400℃以上の時間 (c)	
	実験1	実験2	実験1	実験2	実験1	実験2
平均値	0.077秒	0.073秒	0.260秒	0.262秒	0.117秒	0.097秒
標準偏差	0.002秒	0.008秒	0.003秒	0.010秒	0.004秒	0.006秒

## 7 まとめ

爆発の熱風については、短時間であるが素肌を露出していると過去の災害事例から火傷を負う。しかし、タオル程度の薄い布で覆っている時には、ほとんどの場合火傷から身を守ることが可能であり、防火衣や

耐熱服などの重厚な生地の違いは確認できなかった。

衝撃波については、タオルのような薄い生地では、防火衣や耐熱服に比べて減圧率が低い結果となったが、防火衣や耐熱服で

はほとんど差は確認できなかった。

火点から離れた位置では衝撃波の後に熱風が到着することから、衝撃を受けても離脱しないように素肌の露出部分を重厚な生地で覆っていると、耐熱服のように全身を覆っているものと同様な効果が期待できる。

しかし、ガス爆発から火災へ遷移するためには、可燃性物質への熱の供給、生成した可燃性気体と支燃性気体とに一定の条件が必要<sup>1)</sup>であり、当市では爆発で発生した火災で焼損床面積が10m<sup>2</sup>以上になった割合は1割程度であるが、その後の火災化や発生防止のための帯電防止性能なども検討して装備品を選定しなければならない。

爆発が発生した場合には、何を装着していてもほとんど差がないと考えられるが、耐衝撃性を重視する必要があるのではないか。

## 8 おわりに

爆発は一瞬にして大きな被害を与えることから、多くの職員は火災現場よりもガス漏洩現場に危険を感じている。

今回の実験は、理論的には解明されていることを実験で立証したという結果でしかないが、爆発の挙動などを含めて、少しでも現場で活動する職員に対して不安感を解消させるために、研究や装備品等の開発に着手していかなければならないと感じた。

### 【参考文献】

- 1) 鶴田 俊「ガス爆発から火災への遷移現象」火災43 No.2 P20～P26
- 2) 火と煙と有毒ガス 東京法令出版(株) P21～P26
- 3) 平野敏右「ガス爆発について」火災28 No.3 P6～P11

# 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\*

## 要 約

火災時に発生する燃焼生成ガス等は、一般的に研究されている一酸化炭素やシアン化水素等の他にも、有毒性や発ガン性があり、人間にとって危険なガスや粉塵も数多く含まれている。

それらのガス成分や浮遊物質を測定し危険性を把握するため、寒冷地型建物（床面積10m<sup>2</sup>）の燃焼実験を行い、その燃焼経過及び鎮火後30分ごとに3時間採取し、分析を行った。

## 1 はじめに

一般的に燃焼生成ガスというと、一酸化炭素、二酸化炭素、塩素及びシアン化水素を指すことが多いが、様々な材質の生活用品が我々の周りに溢れている現代では、火災時に発生する燃焼生成ガス等についても多様化している。そのガス成分や浮遊物質のために、死に至ることも少なくない。

当研究所では、平成12年度から燃焼生成ガス等の基礎研究を行っており、前回は測定方法の比較を行うと共に、居室内等の空気や木材を燃焼させた時の煙を測定し基礎データとした。

今回は、寒冷地型建物（床面積約10m<sup>2</sup>）の洋室、和室の2種類を燃焼させ、その燃焼中の燃焼生成ガス等の成分及び鎮火後の滞留しているガス成分の解析を行った。

この実験における酸素、二酸化炭素、一酸化炭素の濃度変化については、消防科学研究所報 No. 8 に記載しており、本報告はその他のガス成分の分析結果である。

## 2 実験建物の状況

### (1) 和室

大きさは間口270cm、奥行360 cm の6畳間である。構成材は天井及び壁面

が石膏ボード9 mm、壁内は断熱材未使用で防湿紙を設置、床面が畳、外壁がサイディング、屋根が波板鉄板（野地板全面張）、窓ガラスは厚さ3 mmの1枚ガラスとなっている。

内在品として、紙類88.8kg、木類172.7 kgなどの収容物を配置した。

### (2) 洋室

大きさは和室と同様である。和室との構成材の違いは、壁材が板張り、床がフローリングとなっている。

内在品として、紙類58.0kg、木類166.5 kgなどの収容物を配置した。

## 3 採取・測定方法

### (1) 採取方法

2, 6-ジフェニルオキサイドの重合体樹脂の吸着剤18 gを充填させたチューブ、テナックスTAチューブ（以下「チューブ」という。）で採取する。このチューブに、積算流量計を接続し、吸引する。

### (2) 測定方法

#### ア 測定機器

測定機器は次の3つを接続し、構成している。

\* 消防科学研究所

(ア) ガスクロマトグラフ

アジレントテクノロジー製6890型

(イ) 質量分析装置

アジレントテクノロジー製5973型

(ウ) 加熱脱着導入システム～ゲステル社製

イ 測定機器の説明

詳細は、消防科学研究所報No.8参照

ウ 測定方法

ガス成分を吸着したチューブを加熱脱着導入システムに挿入、加熱し、ガスクロマトグラフ及び質量分析装置にガス成分を注入させる。ガスクロマトグラフで分離された各成分は質量分析装置でイオン化され、コンピューター内のデータベースと照合して、成分を特定する。

#### 4 実験内容

(1) 実験1－和室－

ア 採取

ステンレス管(外径8mm, 内径6mm, 長さ270cm)の先端部分にチューブを挿入し、逆側の先端を室内中央部分で高さ150cmの位置(おおよそ人の鼻と口の平均高さ)で吸着して採取した。(測定位置は消防科学研究所報No.8「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〉」の図-1参照)

イ 採取時間

採取時間を以下のとおりとした。なお、和室については、たばこを畳の継ぎ目に置いて火源としたため、ゆっくりと燃焼し、着火して火炎が立ち上がる時と火災最盛期の2種類を採取した。また、鎮火直後については、テナックスTAにうまくガス成分が吸着せず、採取できなかった。なお、火災最盛期と採取状況は写真1、2に示した。



写真1 火災最盛期



写真2 ガス採取状況

- |                 |               |
|-----------------|---------------|
| (ア) 燃焼前空気       | (カ) 鎮火後1時間30分 |
| (イ) 着火、火炎立ち上がり時 | (キ) 鎮火後2時間    |
| (ウ) 火災最盛期       | (ク) 鎮火後2時間30分 |
| (エ) 鎮火後30分      | (ケ) 鎮火後3時間    |
| (オ) 鎮火後1時間      |               |

(2) 実験2－洋室－

ア 採取

和室と同様、室内中央部分の高さ150cmの位置で採取した。(測定位置は消防科学研究所報No.8「寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の研究〈その2 洋室の測定結果〉」の図-1参照)

イ 採取時間

採取時間は以下のとおりとした。なお、洋室については、灯油を200cc撒いてタオルにライターで着火させたため、火の回りが速く、燃焼中に関しては最盛期のみとした。

- |            |               |
|------------|---------------|
| (ア) 燃焼前空気  | (カ) 鎮火後1時間30分 |
| (イ) 燃焼中    | (キ) 鎮火後2時間    |
| (ウ) 鎮火直後   | (ク) 鎮火後2時間30分 |
| (エ) 鎮火後30分 | (ケ) 鎮火後3時間    |
| (オ) 鎮火後1時間 |               |

#### 5 実験結果

(1) 和室

写真3は燃焼前、写真4は燃焼後を撮影しており、たんす、食器棚、ふとん等は全て焼けている。採取時間(ウ)と(エ)の実験結果におけるガスクロマトグラムを図1と図2に示した。

