

# 記 念 誌 目 次

○札幌市消防科学研究所開所10周年に当たって .....	1
消防学校長 鈴木 幸夫	
○札幌市消防科学研究所10周年にあたって .....	2
北海道大学大学院教育学研究科健康スポーツ科学講座 森谷 梨	
○札幌市消防科学研究所と私の10年 .....	3
北海道大学大学院工学研究科都市環境工学専攻建築計画学講座 早坂 洋史	
○消防科学研究所開所10年に寄せて .....	5
弘前大学理工学部知能機械システム工学科 工藤 祐嗣	
○消防科学研究所の紹介 .....	6
○消防科学研究所の10年 .....	8
○研究実績表 .....	13
○学会発表等の実績 .....	15



## 札幌市消防科学研究所開所10周年に当たって

札幌市消防局 消防学校長 鈴木 幸夫

札幌市消防科学研究所は平成5年4月に救急救命士養成所とともにオープンし、10年が経過しました。

当初は手探り状態でスタートした研究所でありましたが、他都市消防研究所からの助言や、北海道大学との共同研究などを通じて種々の知識・技術を修得・蓄積することができました。また、局内各部、各署のご協力のもと、数多くの研究を積み重ねることができ、職員にとっても「頼りになる研究所」のイメージが定着しつつあるのではないかと考えております。また、日本火災学会を始めとする各種学会で研究成果を発表することにより、他研究者から注目されているところでもあります。

さて、当研究所は、定常的に行っている火災原因に係わる油分の分析や火災の再現実験、危険物の確認試験などにより、火災原因の解明や燃焼現象の解明に資することはもちろん、毎年定めた研究テーマにより独自の研究成果を上げております。その研究範囲は、警防関係だけでなく、救急や予防関係にも渡っているところであり、一例をあげますと「バックドラフトに関する研究」、「救急車の振動に関する研究」、「小屋裏感知器の非火災報に関する研究」などがあり、これらはすでに実用化されていたり、職員の研修などで活用されております。

また、近年取り組んでおります「消防隊員の身体負荷の研究」については、年々増加する救急出動に対する救急隊員の疲労程度や、消防隊員の災害現場におけるヒートストレスなどについて研究することにより、警防体制や職員の健康管理に対して提言することも可能かと考えております。この研究は今年度より総務省消防庁に創設された委託研究制度（消防防災科学技術研究推進制度）に採択されるなど、その成果は全国的に期待されるものとなっているところであります。

今後も消防科学研究所は、国の内外で発生する災害などに注目し、積極的に研究を推進し、その成果は現場活動にも活用されるよう効果的に情報提供するとともに、さらに、市民にとっても今まで以上に身近な存在となり、安全な街づくりに貢献するよう努力してまいります。

この消防科学研究所開所10周年にあたり、関係各位に対しまして、これまでのご指導、ご鞭撻に深く感謝申し上げますとともに、今後の一層のご支援、ご協力を改めてお願いし、ご挨拶といたします。

平成16年3月

## 札幌市消防科学研究所10周年にあたって

北海道大学大学院

教育学研究科健康スポーツ科学講座 森谷 梨きよし

札幌市消防科学研究所 開所10周年 おめでとうございます

長く健康科学，体力科学などの研究に携わっている私は，昨年から消防職員の身体負荷の研究を消防研究所と一緒にしています。

消防隊員，救急隊員の皆さんにあっては，自らの生命でさえ危険な火災現場や，凄惨な事故現場において人命救助に従事されるなど，昼夜を問わず日々勤務に精励されていることに対し，心より敬意を払うものです。

そのような特殊な勤務をされている皆さんについて，身体的な負荷を測定させていただいておりますが，今後皆さんの健康管理の向上やより良い勤務条件の提案を行うことができればと思っております。

これは消防職員皆さんの円滑な職務遂行につながり，言い換えれば私たち市民への質の高い安全の提供にもつながるもので，大いに推進すべきものと考えています。

総務省消防庁においても，この消防職員の身体負荷の研究については，委託研究を行うことになり，その成果が札幌市の消防職員だけでなく，全国的にも期待されております。私も微力ながら精一杯お手伝いさせていただきたいと考えております。

今まで，消防科学研究所は，主に燃焼や消火関係の研究が中心だったと伺っておりますが，是非，自らの健康管理についても高い意識をもたれ，職員自身のための研究も推進していただきたいと思っております。それが市民の負託にこたえることとなるのですから。

研究スタッフが十名に満たない研究所にも関わらず，所長を先頭に研究員の方達の熱意はすばらしく，私どもの院生・学生は良い刺激を受けており感謝しています。

札幌市消防科学研究所開所10周年に当たり，安全な市民社会を守っていくために研究所がますます発展されることを祈念してお祝いの言葉とします。

平成16年3月

# 札幌市消防科学研究所と私の10年

北海道大学大学院 工学研究科

都市環境工学専攻建築計画学講座 早坂 洋史

もう10年という月日が流れたのでしょうか。開所直後のどうしても忘れられない大惨事として、阪神大震災があります。この大震災も発生してから今年で9年目。時の過ぎ去る早さに驚きを隠し切れないのと同時に、自分の研究は思うように進展してくれず、歯がゆい思いをしています。

札幌市消防科学研究所の“バックドラフトに関する研究”は、世界的に認知されており、火災学会などからも高い評価を受けています。以下に、研究所と私の10年について記述します。

## 1. 最初の出会い

札幌市消防科学研究所が設立された10年前、私は、タンク火災とその計測に使ったサーマルカメラについての研究成果を火災学会などで発表していました。研究所の存在を知ったのは、札幌ではなく、日本火災学会の講演会場でした。大震災直後の1995年5月、神戸で開催された日本火災学会後に共同研究を開始した記憶があります。

## 2. バックドラフト現象の共同研究と成果の世界的認知

「バックドラフト」は「爆発的な火災現象」で、高気密住宅などで発生する可能性があります。既に米国や欧州では、バックドラフトにより多数の消防士が殉職しています。北方圏向けの高気密性住宅では、バックドラフト発生の可能性は高く、この点に着目した、研究所の小島秀吉さんと所長の水口慎一さんらは、小型模型による実験を開始しました。共同研究は、当時、北海道大学大学院の学生であった、工藤祐嗣さん（現弘前大学）がバックドラフト実験を手伝う形で始まりました。

バックドラフトに関する共同研究は、幸いにも新規性のあるテーマで、実験で得られた現象も興味深い物であったため、国内では、日本火災学会や日本機械学会で認められ、論文として残りました。さらに海外でも、最近（2003年）発刊された、世界的に著名な火災研究者のVytenis Babrauskasが編纂した「点火ハンドブック (Ignition Handbook)」には、実験結果の図2枚とバックドラフトの進行状態を写した連続カラー写真が1枚掲載されています。このことから、研究所の活動が世界的に認められたと言っても過言ではありません。

## 3. 美しが丘電器店火災とその教訓

研究所との共同研究が順調に進んでいる最中、消防士さんが二名殉職する火災が1997年5月に豊平区美しが丘で発生しました。1975年以来の殉職事故ということで、早々に調査委員会が設置されました。当時の消防局長の高橋彦博さんを委員長に、合計20名からなる委員会でした。この委員会とは別に、当時の警防部長の藤塚範幸さんが委員長の合計12名の小委員会も設置され、実験や資料等の収集に当たっていました。私は、この両委員会に所属させていただきました。当時の研究所の所長、上田孝志さ

んは、小委員会での実験などで重要な役割を果たしました。研究所での実験は延べ40回も行われ、事故原因の推定に多大な貢献がありました。また、バックドラフトに関する研究所の成果も事故原因解明に役立ちました。

残念ながら、ほぼ4ヵ月に渡る調査の結果でも、事故原因を推定するに留まりましたが、あまり危険なガスではないと思われがちな二酸化炭素が、実は一酸化炭素と同等に注意すべき毒性ガスであることを教えられました。火災現場で比較的安全と思われる場所でも、空気マスクを不用意に外すと危険な場合があります。

#### 4. 最後に...

過去には放火事件での鑑定書作成のための実験や、現在行っている森林火災に関する研究などでも、研究所の協力のおかげで、順調に進展してまいりました。現在の研究所の所長、花崗一正さん、遙か遠くアラスカまで同行して頂いた橋本好弘さん、並びに、この10年間にお世話になりました皆様方に、この場を借りて御礼申し上げます。

最後に、大きな火災による災害や事故もなく、これからの10年が無事に過ぎますことを期待し、筆をおきます。

平成16年3月

## 研究実績表

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

年度	所報 No	分野	研 究 テ ー マ	研究担当者	件数
平成 11年度	No. 7	燃 焼	バックドラフトに関する研究（その6）＜総括＞	橋本 好弘	8
			噴霧注水による排煙効果に関する研究	橋本 好弘	
		安 全	静電気に関する調査・研究（その2） －静電気帯電量－	溜 真紀子	
			静電気に関する調査・研究（その3） －静電気除去実験－	溜 真紀子	
			濃煙熱気下における消防隊員の安全管理に関する研究 －温度管理用示温材（サーモラベル）に着目して－	菅原 法之	
		鑑 定	電気配線の過負荷電流について	菅原 法之	
		情 報	有珠山噴火に伴う火山性ガスについて	花蘭 一正	
熊撃退スプレーについて －カブサイシンに着目して－	菅原 法之				
平成 12年度	No. 8	燃 焼	バルコニー付近形状が噴出火炎性状に及ぼす影響	花蘭 一正	10
			寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の研究 －その1 和室の測定結果－	橋本 好弘	
			寒冷地型建物燃焼時の温度分布・ガス濃度の研究 －その2 洋室の温度、CO <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 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	溜 真紀子	
		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 トリクロロシランについて	橋本 好弘 菅原 法之	
平成 13年度	No. 9	燃 焼	爆風から受ける消防被服内部の衝撃及び温度に関する実験的研究	橋本 好弘	10
		開 発	降雪時の消火栓除雪対策用機器（遠赤外線面状発熱体）に関する研究	菅原 法之	
			高規格救急車の振動実験	橋本 好弘	
		鑑 定	危険物施設内における返油システムに関する研究	菅原 則之	
			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 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 すずきの地区・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 硫化水素について	橋本 好弘 菅原 法之			
平成 14年度	No. 10	燃 焼	有風下における建物内部の燃焼状況変化について	橋本 好弘	8
			節水型消火薬剤（界面活性剤）の実験的研究結果	花蘭 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	花蘭 一正	
			高規格救急車の振動実験	橋本 好弘	
		鑑 定	危険物施設内における返油システムに関する研究 鎮火後に残存している燃焼生成ガス RDF（ごみ固形燃料）の性状について	花蘭 一正 川瀬 信 川瀬 信	



## 学会発表などの実績

外部で発表した実績を取りまとめました。

### 1 バックドラフト研究関係

No.	発表年月	タイトル	発表学会(文献)
1	H 8. 5	小型の区画火災におけるバックドラフト再現実験	平成8年度日本火災学会
2	H 8. 9	小型の区画火災におけるバックドラフト	平成8年度日本建築学会
3	H 8. 11	小型区画火災におけるバックドラフトの諸特性	第34回燃焼シンポジウム
4	H 9. 5	小型区画火災におけるバックドラフト発生時の燃焼速度	平成9年度日本建築学会
5	H 9. 5	区画火災におけるバックドラフト発生時の燃焼特性	平成9年度日本火災学会
6	H 9. 6	Backdraft Experiments In a Small Compariment	第2回国際模型実験シンポジウム
7	H10. 2	小型区画模型を用いたバックドラフト実験	平成10年度日本火災学会
8	H10. 5	小型区画模型で観測されたバックドラフトとその関連諸現象	平成10年度日本火災学会
9	H10. 5	木材の燃焼特性と区画火災での火災現象	平成10年度日本火災学会
10	H10. 6	Burning Rate in a small compartment Fire	第3回アジア・オセアニア火災科学技術シンポジウム
11	H10. 9	バックドラフトとその発生前後の諸現象(その1)	平成10年度日本建築学会
12	H10. 9	バックドラフトとその発生前後の諸現象(その2)	平成10年度日本建築学会
13	H10. 11	Backdraft and Varions Backdraft Related Phenomena Obserxed in Small Compartment Fires	国際火災学会
14	H11. 3	バックドラフト現象の解明と防止に関する調査研究	平成10年度日本建築学会
15	H11. 5	木材などの建築材料の熱分解時に生じる諸特性変化	平成11年度日本火災学会
16	H11. 5	木材内部の温度分布と燃焼特性	平成11年度日本火災学会
17	H11. 9	Backdraft and Varions Backdraft Related Phenomena Obserxed in Small Compartment Fires	第11回日韓安全工学概要集
18	H12. 5	一層ゾーンモデルを用いたバックドラフトのシミュレーション	平成12年度日本火災学会
19	H12. 6	小型区画火災でのバックドラフトと関連諸現象	日本火災学会
20	H12. 6	バックドラフトに関する基礎的研究	平成12年度日本機械学会
21	H12. 7	ゾーンモデルによるバックドラフト発生予測(その1)	平成12年度日本建築学会
22	H12. 9	ゾーンモデルによるバックドラフト発生予測(その2)	平成12年度日本建築学会
23	H12. 9	バックドラフトに関する研究	平成12年度全国消防技術者会議

### 2 開口部噴出火炎研究関係

1	H12. 11	開口部噴出火災とベランダ手すり形状	第38回日本燃焼学会シンポジウム
2	H13. 5	バルコニー周囲形状が噴出火炎性状に及ぼす影響	平成13年度日本火災学会

### 3 燃焼生成ガス研究関係

1	H14. 10	残火処理及び現場検証時に残存している燃焼生成ガスに関する研究	平成14年度全国消防技術者会議
2	H15. 5	鎮火後に残存している燃焼生成ガス	平成15年度日本火災学会

### 4 火災研究関係

1	H13. 7	Reactions of micro-particles of tropical peat under Pyrolysis	Proceedings of International Symposium On Troical
2	H14. 5	アラスカの森林火災と雷の最近の傾向	平成14年度日本火災学会
3	H14. 5	雷と森林の着火機構	平成14年度日本火災学会
4	H14. 6	アラスカの森林火災	日本伝熱シンポジウム
5	H14. 6	アラスカの雷	日本伝熱シンポジウム
6	H14. 6	アラスカの森林火災と雷	日本伝熱シンポジウム
7	H14. 6	雷による森林の着火機構－実験と調査	日本伝熱シンポジウム
8	H15. 5	雷による森林の着火機構に関する実験	平成15年度日本火災学会
9	H15. 9	Explosive phenomena due to lightning in Boreal Forest	Fourth International Seminar
10	H15. 9	An Experimental Study on Ignition Mechanism of Boreal Forest by Lihtning	Fourth International Symposium
11	H15. 11	An Experimental Study on Fire Ignition Causing Forest Fire By Using Lihtning Impulse Generator	Intenational Symposium on lihtning protection

### 5 身体負荷にする研究

1	H15. 5	救急隊員の勤務時における身体負荷考察	第14回北海道救急医学会救急隊員部会
2	H15. 5	消防職員の勤務時における身体負荷－救急隊員の心拍変動からの検討－	平成15年度日本火災学会
3	H15. 9	Visual Analog Scale (VAS)で評価した救急隊員の勤務時における心身負荷	日本体力医学会
4	H15. 9	心拍変動からみた救急隊員の勤務時身体負荷	日本体力医学会
5	H15. 10	出勤件数と仮眠時間からの救急隊員の身体負荷考察	第27回北海道救急医学会
6	H16. 1	救急隊員の自律神経活動からみた勤務時身体負荷考察	第12回全国救急隊員シンポジウム

### 6 その他の研究

1	H10. 10	自動放水停止器具の開発について	第46回全国消防技術者会議
2	H11. 5	市街地火災に対する空中消火の延焼阻止に関する実験的研究	平成11年度日本火災学会
3	H14. 10	高規格救急車のタイヤチェーン装着時等における振動・騒音の調査・研究	第26回北海道救急医学会
4	H14. 10	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	平成14年度全国消防技術者会議
5	H14. 12	マグネシウム粉の燃え広がり伝熱機構	第40回日本燃焼学会シンポジウム
6	H15. 11	札幌市における冬道の転倒事故による救急出動の状況について	第19回寒地技術シンポジウム

# 消防科学研究所報

REPORT OF FIRE SCIENCE LABORATORY

2003 No. 10



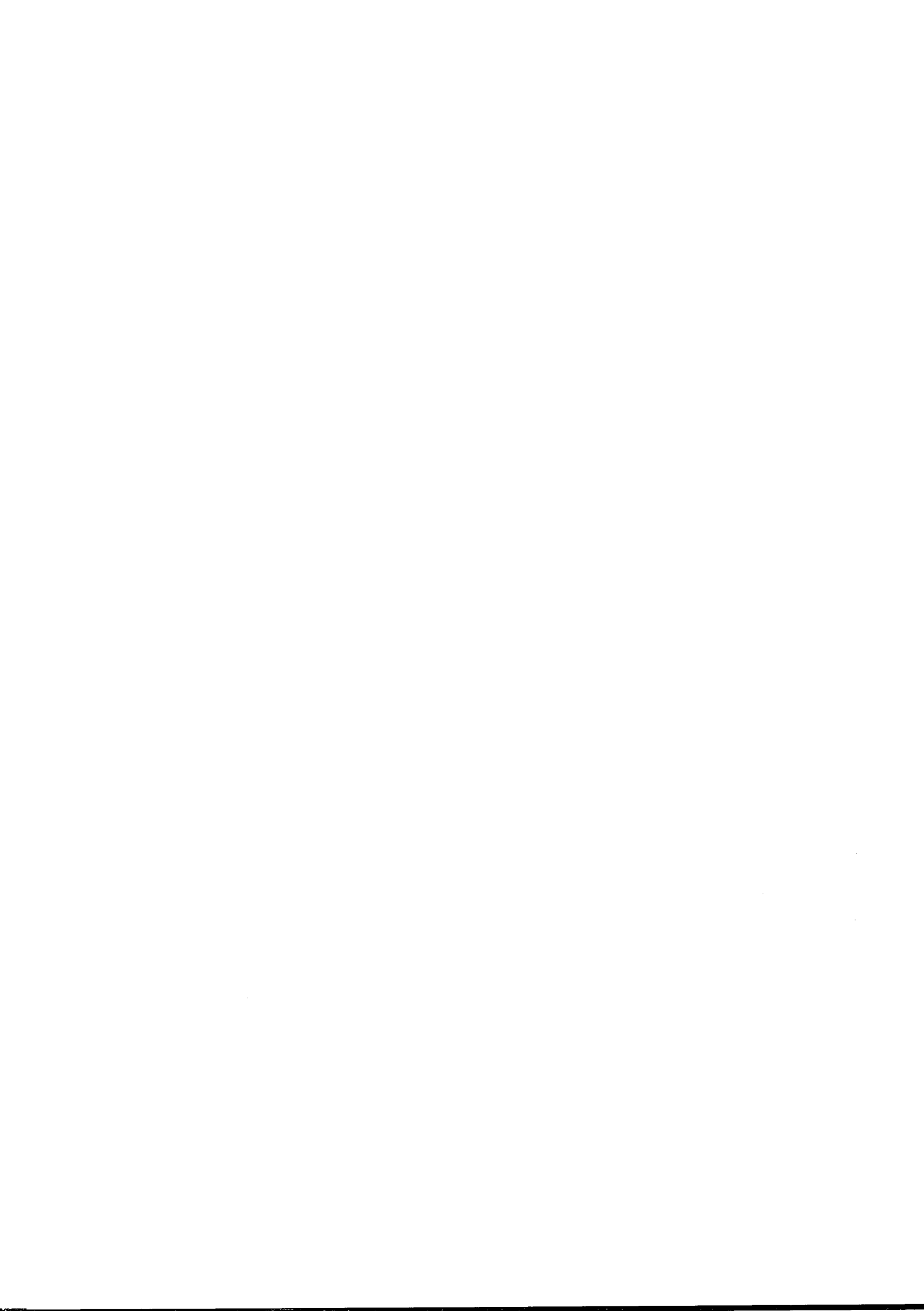
# 所 報 目 次

## 【消防科学研究所の業務について】

○業務実績表・本文	1
-----------	---

## 【研究論文】

○危険物施設における返油システムの研究について	4
○積雪時の消火栓融雪装置(遠赤外線面状発熱体)に関する研究について	12
○高規格救急車の振動低減検証実験	20
○鎮火後に残存している燃焼生成ガス	27
○有風下における建物内部の燃焼状況変化について	32
○雷による森林の着火機構に関する実験	36
○節水型消火薬剤(界面活性剤系)の実験的研究	40
○RDF(ごみ固形燃料)の性状について	49



# 消防科学研究所の業務について

業務実績表(平成14年度)

(単位:件)

研究			研究結果発表		報道 取材	依頼試験			その他				
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	学会等	雑誌等		燃焼実験	成分鑑定	危険物確 認試験	職員提案 審査数	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
1	3	2	10	2	18	32	159	6	28	7	3	70	1
※1	※2	※3				※4	※5	※6	※7	(190)	(122)	(1,382)	(3)

( )内は、対象者の人数である。

※1・※2・※3の内訳は表1のとおり

※4の内訳は表2のとおり

※4・※5・※6の測定機器内訳は表3のとおり

※7の内訳は表4のとおり

## 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、成分鑑定及び危険物確認試験等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の再現実験や特異な燃焼現象解明のための実験、また市民が安心・安全に暮らせるために必要な燃焼実験を実施している。

## 4 成分鑑定

災害現場や事業所等から収去した物品の化学分析を行い、火災原因や事故原因の究明などに役立つ

てている。

## 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)で定められている試験方法にしたがって、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 職員提案支援

「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)に基づき職員提案について事前に技術的な支援や協力等を行っている。

表1 研究一覧表

※1	水系消火薬剤の研究
※2	危険物施設における返油システムの研究
	消火栓融雪の研究
	救急車の揺れに関する研究
※3	火災現場における燃焼生成ガスの測定
	消防職員の身体負荷に関する研究

表2 燃焼実験一覧表

	月日	実験内容
1	4.15	白熱灯コンパネ接触温度測定実験
2	4.15	静電気測定実験
3・4	5.16	低温着火温度測定実験
5	6.17	アスファルト燃焼実験
6・7	7.29	空ふかしによる自動車の各部分の温度測定実験
8~11	7.29~31	電気関係燃焼実験
12	8.12	塗装工場集塵機フィルターのたばこ火着火実験
13・14	10.8	電気関係燃焼実験
15	10.22	新聞紙のたばこ火着火実験
16	11.12	灯油ストーブの燃焼実験
17	11.14	トイレットペーパーの燃焼実験
18	11.18	壁材の燃焼実験
19	12.9	石焼き芋器の温度測定実験
20	12.10	
21	12.18	X線撮影実験
22	12.18	冬道の大型消防車の車止め有効性確認実験
23~27	1.26~28	誤給油による灯油ストーブの燃焼実験
28・29	2.6	ハロゲンライトの接触による防災カーテンの着火実験
	3.5	
30~32	10.24 2.6, 2.7	水道管凍結防止ヒーターの発熱実験

表3 測定機器等述べ使用回数

平成14年度

	使用機器	成分鑑定・鑑識		分析関係実験等		燃焼関係実験等		その他		合計	
		件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数	件数	使用回数
1	ガククロマトグラフ	120	240	78	155					198	395
2	質量分析装置	17	17	132	132					149	149
3	液体クロマトグラフ	0	0	86	86					86	86
4	熱分析装置	4	4	92	92					96	96
5	蛍光X線分析装置	5	5	65	65					70	70
6	分光蛍光光度計	13	13	0	0					13	13
7	恒温槽	5	5	11	11					16	16
8	低温実験ユニット	0	0	365	365					365	365
9	フーリエ変換赤外分光分析装置	0	0	1	1					1	1
10	タグ密閉式引火点測定試験器	1	4	1	4					2	8
11	セタ密閉式引火点測定試験器	1	4	1	8					2	12
12	クリーブランド引火点測定試験器	3	20	5	32					8	52
13	発火点測定試験器	1	7	0	0					1	7
14	データロガー	3	3			13	85			16	88
15	加速度計					2	36			2	36
16	信号増幅器					2	36			2	36
17	データアナライザー					1	34			1	34
18	熱流束計					2	30			2	30
19	高速度ビデオカメラ					2	9			2	9
20	サーマルカメラ					12	12			12	12
21	X線透過装置					6	8			6	8
22	ファイバースコープ					1	1			1	1
23	心拍数計					73	138			73	138
24	プッシュブルゲージ					1	40			1	40
25	酸素測定器							2	2	2	2
26	天ぷら油加熱発火実験装置							4	4	4	4
27	過負荷電流実験装置							1	1	1	1
28	トラッキング火災実験装置							3	3	3	3
29	エアゾールガス加熱実験装置							5	5	5	5
30	エアゾール缶加熱実験装置							5	5	5	5
31	ガソリン引火実験装置							1	1	1	1
32	騒音計							2	2	2	2



表4 職員提案一覧表 採用区分順

平成14年度

提案番号	提案内容
<b>採用 3 級 ~ 2 件</b>	
301	小学生向け庁舎見学用スライドの作成について パソコンに写真やイラストを取り入れ、子供達が興味を引くようなアニメーション効果を使ったソフトを作成。
303	新型伝声装置の考案について 面体にピンジャックで新型の伝声装置を取り付けできるようにした。
<b>採用 5 級 ~ 7 件</b>	
304	時間外自動計算ソフトの考案について 出勤、帰所時間を入力すると、自動的に時間外勤務時間を表示するソフトを作成した。
305	空気呼吸器用無線機固定ベルトの考案について 空気呼吸器の脇バンドに無線機固定ベルトとカールコード収納ポケットを取り付けた。
306	ボンベバックの考案について 空気ボンベが2本収納できるバックを作成した。
307	ポンプエア混入防止装置の考案について 消火車の中継口下部に空気吐出し導管を取り付けた。
313	ホース折れ防止バンドの考案について 50mmのホースに切り取った65mmホースの保護布部分をマジックテープで貼り付けできるようにし、階段室内等でのホースの折れ曲がり防止する。
314	毛布付き平担架の考案について 毛布にナイロンテープを取り付けて平担架の縛着用のベルトを通し、さらにマジックテープで平担架に固定した。
320	改良型沈錘の考案について 現在の沈錘は鉄製で形状が大きいため、鉛を溶融加工してコンパクトに仕上げ、さらにフラッシュャーを取り付けた。
<b>努力賞 ~ 12 件</b>	
298	ライティングボードの作成について
299	札消式横型署名入りしころ標識の作成について
300	安全帯付き安全型防火ズボンの型式提案について
310	機関員用ベストへの無線機収納ポケット及びマイク用フックの取り付けについて
311	人命検索済テープの考案について
312	手とびケースの自在アタッチメント
316	ホースカー内のホース積載方法の改良について
318	多数傷病者事故発生時に使用する複写式チェックカードの考案について
321	新型伝声装置の考案について
323	消火栓排水用補助器具の考案について
324	現場用調査内容記録シートの考案について
325	二重巻ホース搬送器具の考案について
<b>奨励賞 ~ 7 件</b>	

# 危険物施設における返油システムの研究について（継続）

花 園 一 正\*

菅 原 法 之\*

## 要 約

平成13年度に行った「危険物施設における給油と返油システムに関する研究について」の実験で、危険物一般取扱所などの中継タンク（サービスタンク）からの自然落差による返油については、内径25mmの鋼管で落差3.7m、横引き長さ23.7mの場合で55ℓ/分程度まで返油できることなどが判明し、落差や管径が大きければさらに大量の返油が可能であり、現状の指導基準で十分であることがわかった。

今年度は、同じ内径25mmの返油管を使用し横引管の長さやエルボの数を増やして返油量の変化を調べるとともに、返油管に逆勾配をつけ返油量を調査したものである。

また、返油できる流量を計算により求めて、実測値と比較した。

## 1 はじめに

危険物施設において返油管から返油しきれずに油が漏洩する事故がしばしば発生したため、平成13年度に、この返油管の太さや落差を変え返油量の調査を行った。今年度は横引管の長さ、エルボ（曲り管）の数などの条件を変え、返油量の限界を調査し、危険物施設の設置基準における返油管の指導基準について検証することを目的とする。

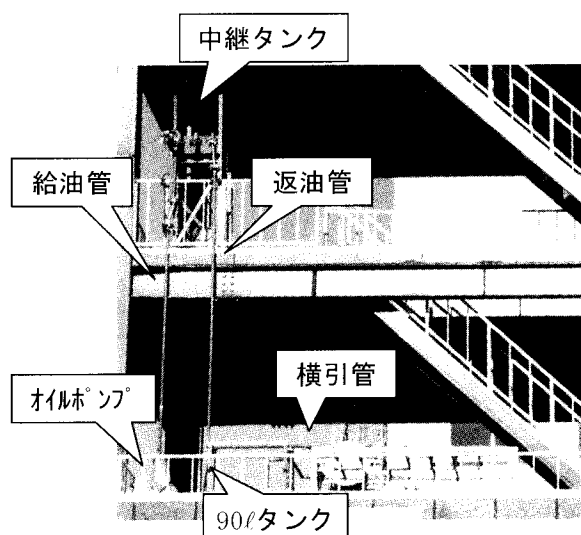


写真-1 実験装置全体

## 2 実験装置

### (1) 実験装置

補助訓練塔3階部分に市販の90ℓタンク（鋼板製）を設置し主タンクとして、オイルポンプ（株川本製作所OC-325型、電源200V、全揚程6mのとき吐出量58.0ℓ/分）で4階部分に階層住宅等の燃料供給施設の中継タンクとみなしたタンク（角型鋼板製、寸法500mm×500mm×200mmH、容積50ℓ、容量45ℓ、板厚1.6mm。以下「中継タンク」という。）へ25A（内径25mmの鋼管）の送油管で送油し、25Aの返油管を取り付けて3階の

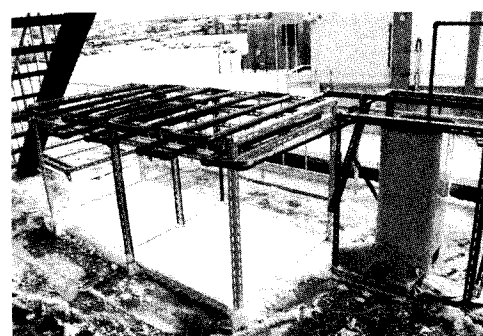


写真-2 3階部分横引き管の状況

※ 札幌市消防科学研究所

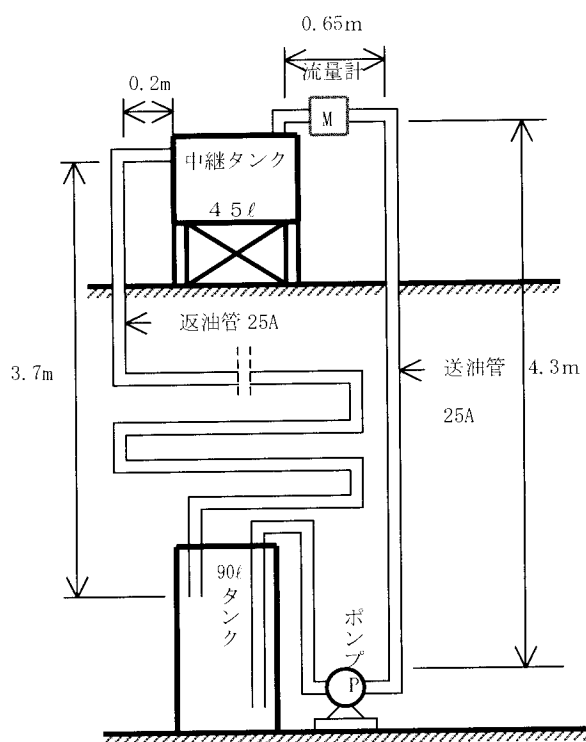


図-1 実験概要系統図

90ℓタンクに返油させ、その状況を確認する。なお、危険物は灯油を使用した。

(2) 流量の測定

送油管の中継タンク直近部分に液体流量計（株式会社エステック製LD・LF・LQシリーズ型）を取り付け、灯油の送油流量がリアルタイムに分かるようにした。中継タンクの液面が返油管取り付け位置で一定のとき、送油量と返油量が等しくなるとして、限界の返油量を求めた。

送油量の調節は、送油管の4階部分に

流量調節バルブ及び3階部分に逃がし配管（15A，流量調節バルブ付き）を設け、各バルブの開閉で送油流量が調節できるようにした。

(3) 返油管長さ

中継タンクから90ℓタンクへの落差は3.7m。返油管は中継タンクから横引管0.2m，エルボ，フレキシブル管0.34m，垂直管，3階で横引管（1.0m）を経てから，エルボ及び長横引管（1.0m），短横引管（0.2m）によりジグザグ状態で延長し，90ℓタンク上部まで導き，返油させるようにした。

返油管の長さは，摩擦損失からエルボ1個を直管0.88m相当\*として換算し，配管長さと流量の関係を調査することとした。

\* 改訂新版化学工学通論 I 疋田晴夫 朝倉書店より90°エルボは $Le/D = 32$  ( $Le$ は相当長さ(m),  $D$ は内径(m))。25A鋼管の近似内径はJIS基準から0.0276mであるから

$$Le = 32 \times 0.0276 \approx 0.88m$$

したがって全体の配管の換算長さは(直管長さ) + (エルボの数)  $\times$  0.88となる。

表-1 各実験の返油管長さ (25A)

平成13年度実験結果		今年度の実験 (返油管長さ～落差3.7m, 横引き管1.2m)				
番号	返油管長さ	番号	エルボ	1mの直管	0.2mの直管	換算長さ
実験4	49.94m	実験1	35個30.80m	16本16m	16本3.2m	54.90m
実験5	64.66m	実験2	43個37.84m	20本20m	20本4.0m	66.74m
実験8	79.38m	実験3	51個44.88m	24本24m	24本4.8m	80.18m
				直管0.8m $\times$ 2本 = 1.6m		
実験4	31個27.28m	実験4	31個27.28m	14本14m	14本2.8m	48.98m

### 3 実験1

- (1) 実験実施日 平成14年12月12日(木)  
気温 $-5.0^{\circ}\text{C}$  灯油液温 $0.0^{\circ}\text{C}$
- (2) 返油管の長さ 54.90m
- (3) 実験結果 流量 $40.1\text{ l/分}$ (「液体流量計で確認」以下同じ。)までは返油可能。流量 $40.5\text{ l/分}$ で返油不能。

### 4 実験2

- (1) 実験実施日 平成15年1月9日(木)  
気温 $+1.2^{\circ}\text{C}$  灯油液温 $1.5^{\circ}\text{C}$
- (2) 返油管の長さ 66.74m
- (3) 実験結果 流量 $37.1\text{ l/分}$ では返油可能。流量 $37.5\text{ l/分}$ で返油不能。

### 5 実験3(その1)

- (1) 実験実施日 平成15年1月22日(水)  
気温 $-5.7^{\circ}\text{C}$  灯油液温 $0.2^{\circ}\text{C}$
- (2) 返油管の長さ 80.18m
- (3) 実験結果 流量 $33.7\text{ l/分}$ では返油可能。流量 $34.1\text{ l/分}$ で返油不能。

### 6 実験3(その2)

実験3(その1)終了後、配管の一部を逆U字型に起こし逆勾配部分を作り、返油量を測定した。



写真-3 逆U字型とした状況

- (1) 実験実施日 平成15年1月23日(木)  
気温 $-2.0^{\circ}\text{C}$  灯油液温 $0.4^{\circ}\text{C}$
- (2) 返油管の長さ 80.18m(実験3(その1)と同じ長さ)

### (3) 実験結果

- ア 逆U字型1個  
流量 $33.7\text{ l/分}$ で送油までは返油可能。流量 $34.1\text{ l/分}$ で返油不能。
- イ 逆U字型2個  
流量 $33.0\text{ l/分}$ で送油までは返油可能。流量 $33.3\text{ l/分}$ で返油不能。
- ウ 逆U字型3個  
流量 $33.0\text{ l/分}$ で送油までは返油可能。流量 $33.3\text{ l/分}$ で返油不能
- エ 逆U字型4個  
流量 $33.0\text{ l/分}$ で送油までは返油可能。流量 $33.3\text{ l/分}$ で返油不能

### (4) 返油の状況

逆U字型配管とした場合、灯油が中継タンクから返油管に入り始め90 lタンクに戻り始めるまでの時間が逆勾配の無い場合より時間がかかる。また、逆U字型配管の個数が増えるとさらに、戻り始めるまでの時間を要したが、一旦90 lタンクへ流れ始めると、その後はスムーズに流れ出した。なお、逆U字型配管の数による流量の差はなかった。

### 7 実験4(その1)

- (1) 実験実施日 平成15年2月10日(月)  
気温 $+0.3^{\circ}\text{C}$  灯油液温 $0.8^{\circ}\text{C}$
- (2) 返油管の長さ 合計換算長さ48.98m
- (3) 実験結果 流量 $43.8\text{ l/分}$ で送油までは返油可能。流量 $44.2\text{ l/分}$ で返油不能。

### 8 実験4(その2)

実験4(その1)終了後、配管の一部を逆U字型に起こし逆勾配部分を作り、返油量を測定した。

- (1) 実験実施日 平成15年2月10日(月)  
気温 $+0.3^{\circ}\text{C}$  灯油液温 $0.8^{\circ}\text{C}$
- (2) 返油管の長さ 合計換算長さ48.98m

### (3) 実験結果

#### ア 逆U字型 1個

流量43.5 ℓ/分で送油までは返油可能。流量43.8 ℓ/分で返油不能。

#### イ 逆U字型 2個

流量43.5 ℓ/分で送油までは返油可能。流量43.8 ℓ/分で返油不能。

#### ウ 逆U字型 3個

流量43.5 ℓ/分で送油までは返油可能。流量43.8 ℓ/分で返油不能。

### (4) 返油の状況

逆U字型の返油管の場合、灯油が中継タンクから返油管に入り始め、90 ℓタンクに戻るまでの時間が逆U字型配管の無い場合より少し時間がかかったが、一旦90 ℓタンクへ戻り始めると、その後はスムーズに流れ出した。

なお、逆U字型配管の数による流量の差はなかった。

## 9 実験結果考察

今回の実験結果をまとめたのが、表-1であり、平成13年度実施した結果とともにグラフに表したのが図-2である。

この結果を見ると、平成13年度と平成14年度は同様の値が得られ、返油管の換算長さとは直線的な相関関係が成立した。

13年度は直管を主体に構成したもので、14年度は短い直管をエルボでつないだものであるが、摩擦損失は90° エルボ1個で88cmの長さの直管に相当（25A鋼管の場合）することから、返油量を減少させないためには直管による全体の長さを短くすることはもちろんだが、エルボの数を極力少なくするような施工が重要となる。

また、逆勾配配管の有無については初期の流れが遅くなるが、次第に流れるようになり、流量に対して影響は少ない。

表-1 平成14年度実験結果表（落差3.7m，返油管径25mm）

番号	返油管換算長さ	返油可能流量 (ℓ/分)	平成13年度実験結果（垂直管長さ同じ）	
			返油管換算長さ	返油可能流量 (ℓ/分)
実験 1	54.90m	40.1	35.22m	51.0
実験 2	66.74m	37.1	49.94m	44.6
実験 3	80.18m	33.7	64.66m	38.2
実験 4	48.98m	43.8	79.38m	34.8

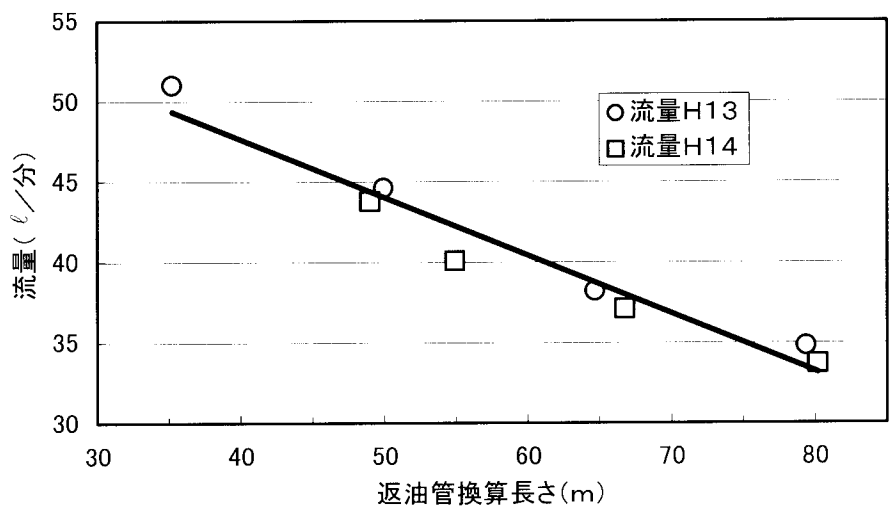


図-2 実験結果 (平成14年度と平成13年度実施分)

10 試算による返油量の推定について

(1) レイノルズ数の計算

流体の流れの状態を表すレイノルズ数は、鋼管のような円管の流れにおいては非常に重要な意味を持つ。流れはレイノルズ数が2100以下では層流, 4000以上では乱流となる。層流と乱流では、摩擦損失が大きく異なる。

$$Re = \frac{du\rho}{\mu} \dots\dots\dots (1)$$

$d$ : 直径 (m)

$\mu$ : 粘度 (Pa・s)

$\rho$ : 密度 (kg/m<sup>3</sup>)

粘度と比重は研究所で測定し、0°Cの時の灯油の動粘度(研究所では動粘度を測定) 2.38cSt, 比重 0.79がえられた。

これから、灯油の粘度,

$$\begin{aligned} \mu &= 2.38 \times 0.79 \\ &= 1.8644 \text{cP (センチポアズ)} \\ &= 1.8644 \times 10^{-3} \text{Pa} \cdot \text{s (パスカル秒)} \end{aligned}$$

流速 $u$  (m/秒) と流量 $Q$  (ℓ/分) との関係は

$$u = \frac{Q}{47124 \cdot d^2} \text{ であるから}$$

$Q = 30 \text{ℓ/分}$ ,  $d = 0.0276 \text{m}$  とすると

$Re = 10110 > 4000$  となり、乱流である。

流量の少ない流れでも乱流であるため、さらに流量の多い(流速の早い)場合は乱流となっている。

(2) 返油量の計算

乱流の場合の摩擦係数  $f$  については、図-3 から求めることができる。

また、試算に当たり灯油の温度を0°Cで密度、粘度に変化がないものとした。

(配管は25A (内径0.0276m), 落差3.7 m)

図-4 のようなモデル化した返油管系統図を考える。

