

21世紀の消防と

消防技術の将来

—「21世紀を考える

—「国民各層の声」について—

自治省消防庁
危険物規制課長

小林 恭一

前号に引き続き、「消防技術の将来予測調査」の各種技術開発課題について解説することとした。

5 消防活動・救助活動に関わる技術開発項目

(1) タイムフリー空気呼吸器

ビルや地下街等の火災の際や、有毒ガスが発生する可能性の高い事故現場などで使用される空気呼吸器については、重くてかさばる上に使用可能時間が短いため、消防活動の際のネックの一つになっている。

小型・軽量で出来るだけ長時間使用可能な空気呼吸器を求める声は従来か

ら強く、以前に比べると相当改善されてきたということだが、ボンベの部分が圧力容器になっているため、耐圧性、軽量性、耐火性、耐久性、経済性などから見て、よほど優れた材料が開発されない限り、性能的にはどうしても一定の限界を超えられない。これは、「空気を圧縮してボンベに貯蔵し、それを常圧に戻して呼吸する」というコンセプトを取っていることからくる限界でもある。

空気呼吸器に関する技術開発課題の提示の仕方として、例えば「消防活動現場で、着装したまま〇〇時間以上使用可能な、小型で軽量な空気呼吸器の開発」などというのでも考えられたのだ

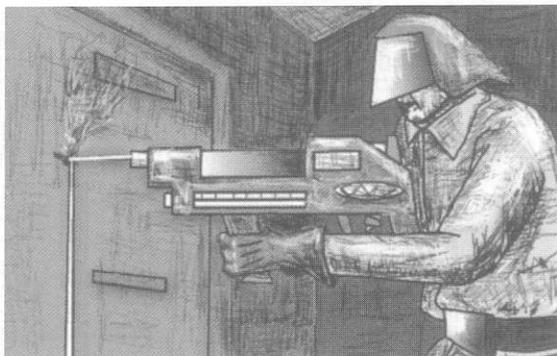
が、少しひねって「酸欠空气中で消防活動を行う際に、呼気中の残存酸素と空气中の希薄な酸素を合わせ、人間の呼吸に必要な量を供給することにより、時間を気にすることなく使用できる呼吸器」としてみた。

「空気ボンベ式」以外の空気呼吸器としては、他に化学反応により酸素を発生させる「発生式」とでもいうタイプが考えられるのだが、いずれにしても時間的には一定の限界がある。その限界をなくし「タイムフリー」に出来ないか? というニーズを優先させた課題にしてみたのである。

課題のような方式はある程度可能と思うし、簡易なダイビング用として水

中で使用するもの(もちろん呼気中の残存酸素を利用するだけだが)は既に実用化されていたりするのだが、ちょっと考えると判るように欠点も多い。特に、空气中の酸素を取り込む際に、同時に存在する有毒ガスをどう除去するか、という点が大きな問題であり、有毒ガスの種類が特定されていないような条件でも使用できるようにする場合には、極めて難しい課題になると考えられるのである。

この課題に対する現場消防機関のニーズは極めて高く、41・5%の消防本部が「非常に重要な課題である」としており、この比率は全30項目の技術開発課題の中でトップである。「重要な



可般式レーザー切断器

〈イラスト/西野智昭〉

21世紀の消防と消防技術の将来

別表 消防技術の将来予測調査結果

		選択肢番号					Q1. 専門度	Q2. 重要度	Q3. 実現予測時期	Q4. 阻害要因																			
		1	2	3	4	5	この課題についてどの程度の専門知識をお持ちですか。一つ選んで番号に○をつけてください。	住民の安全や消防活動の面でこの課題がどの程度重要とお考えですか。一つ選んで○をつけてください。	この課題が実用化する時期はおおよそいつくらいとお考えですか。一つ選んで番号に○をつけてください。	この課題の実現を阻害するものがあるとすれば、次のどのような要因が考えられますか。いくつでもかまいませんので番号に○をつけてください。																			
		19	61	25	9	6																							
		7	10	7	3	0																							
<p>アンケート回答者全員の回答分布 (単位:人)</p> <p>専門度1または2と回答したグループ (専門的知識を持っているグループ) の回答分布 (単位:人)</p> <p>アンケート回答者全員の回答分布 (グラフ上限値: 80人)</p> <p>専門度を1または2と回答したグループ (専門的知識を持っているグループ) の回答分布 (グラフ上限値: 40人)</p>		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
空気呼吸器	<p>酸欠空气中で消防活動を行う際に、空気中の残存酸素と空気中の希薄な酸素を合わせ、人間の呼吸に必要な量を供給することにより、時間を気にすることなく使用できる呼吸器が実用化する。</p>	5	11	30	64	33	60	4	3	10	5	19	25	13	1	1	12	33	40	50	1	6	0	13	32	3	17		
筋力補助装置	<p>消防隊員の筋力を補うため、腕や足や腰に取り付けることにより人力の2~3倍以上の大きな力を出すことのできる装置が実用化する。</p>	5	7	28	69	9	38	38	11	14	1	14	13	8	2	5	10	55	25	40	1	26	4	14	37	6	14		
可搬式レーザー切断器	<p>救助隊がドア、シャッター等を切断する器具として、可搬、軽量のレーザー切断器が実用化する。</p>	4	10	53	41	18	64	18	2	5	10	37	29	9	3	2	1	17	15	56	1	7	1	8	28	5	26		

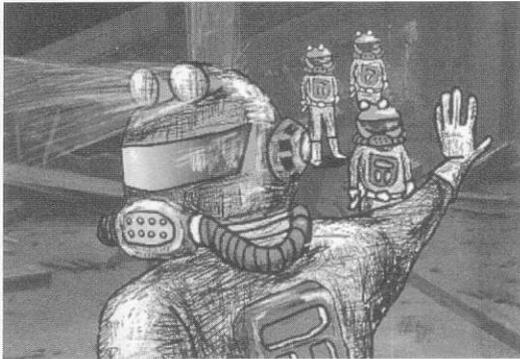
(近代消防'99年2月号)

課題」と合わせた92・7%という数字も、消防本部回答分では「耐熱軽量防火服」と並んで3番目に位置している。これは、現場の消防機関が現状の空気呼吸器の性能に不満を持っており、「空気呼吸器の改善」についてのニーズが極めて高いこと、「タイムフリー」になれば、現在の消防活動時の隊員の安全管理の主要な課題の一つが消滅すると期待していること、などを反映していると考えられる。

これに対して、消防本部以外の専門家の回答分では、「重要または非常に重要」としたのは78・6%にとどまっておられ、専門家回答分の中では14番目の重要度と位置づけられていて、消防本部の熱い期待とはかけ離れた認識となっていることが注目される。

これは、現場でのニーズの高さよりも、「外部の空気を一部使用する」ことによる有毒ガスの危険性とその除去の困難さ、その場に十分な濃度の酸素がない可能性もあることなどを重視し、「そんな技術開発を考えると、発生式や蓄積式の技術開発を行った方が現実的だ」と考える方が多かったためであろう。

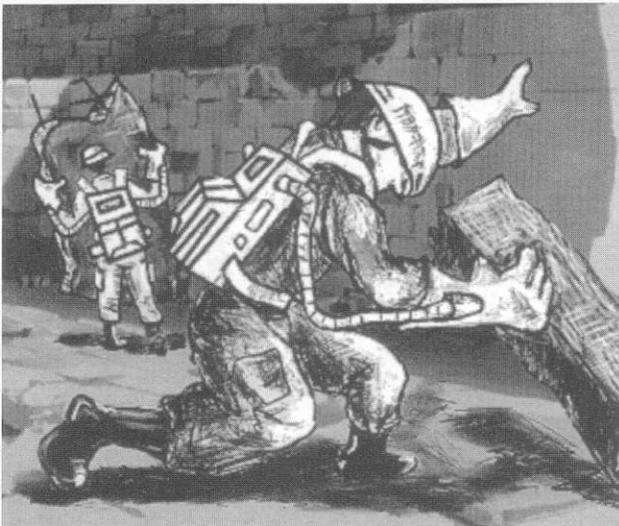
自由コメントを見ても、「永久機関のようなもので技術的に無理」、「開発経費と効果を比較すれば、酸素呼吸器を使用したりロボットを用いる方が有効」、「環境のみからの酸素収集では生命の維持が困難」、「近未来にボ



タイムフリー空気呼吸器 〈イラスト/西野智昭〉

ンペをしのぐ技術開発は無理。むしろ小型ボンベ高圧化の方が実現性が高い」、「信頼性が課題」、「超圧縮酸素ボンベや化学反応を応用した酸素発生装置の開発を進めてはどうか」などと否定的な見解が多かった。

実現予測時期については、「2006～10年に実用化する」とするものが最も多く、110人中25人(22・7%)、次いで「2001年～5年」の19人(17・3%)となっており、49人(44・5%)の方が2010年までの実用化を予測しているのはやや意外であったが、「実現不可能」の12人(10・9%)と「わからない」の33人(30%)を合わせた「否定的見解」が45人(40・9%)となっているのは、課題の持つ弱点を



筋力補助装置 〈イラスト/西野智昭〉

考慮すれば当然と言えようか。

(2) 筋力補助装置

この技術開発課題も、課題名を見ただけではどんなものか想像しにくいもののひとつである。課題内容は「消防隊員の筋力を補うため、腕や脚や腰に取り付けることにより人力の2～3倍以上の大きな力を出すことのできる装置」としている。

もともと、消防隊員の高齢化による体力の低下を補う方法はないか、という議論をしていた時に出てきたアイデアで、救急搬送時、救助活動時などに

「あれば便利」ものではあろう。

ただし、重要度で見ると、「重要でない」、「それほど重要でない」とした方が49人(44・5%)と、「セイフティロボットハウスの52人(47・3%)に次いで2番目に多く、消防機関とそれ以外の方の双方ともあまり重要とは思っていないようである。

このような便利な器械は、漫画の世界ではよくあるお馴染みのアイデア(「ドラエモン」にもこのタイプの器械があったような…)だが、実際に作ろうとすると途方に暮れそうなしるものである。

実現予測時期で「わからない」とした方が110人中55人(50%)と最も多かったのは、どのような技術的アプローチを取るべきかが判然としないことを反映しているものと思われる。その一方で、「実現不可能」とした方は10人(9・1%)で、「人工知能型ロボット」の20人などに比べればはるかに少ないのは、生理学と機械工学を融合させれば案外可能かも知れないと考える人も少なく

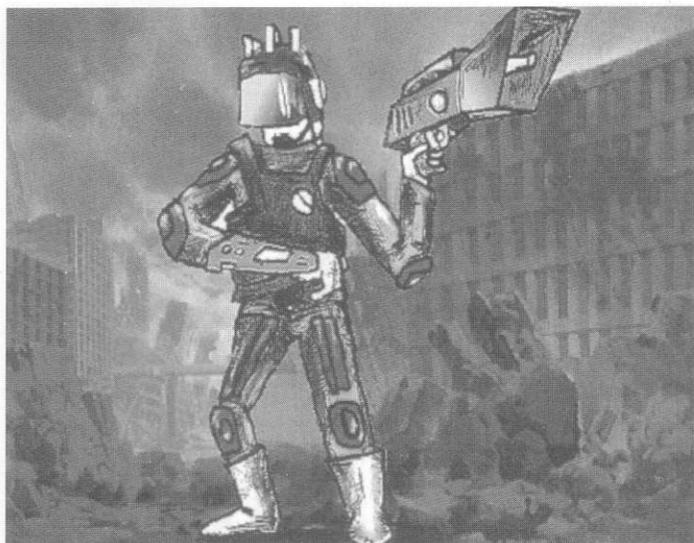
なかったと言えようか。「わからない」以外で多かったのは「2001年～5年」の14人(12・7%)、次いで「2006年～10年」の13人(11・8%)、「2011年～20年」の8人(7・3%)であり、わかりにくさを反映してか、予測時期がばらついているのが特徴である。

注目すべきは専門家グループの回答である。12人と少なかったのだが、その内10人(83・3%)の方が「重要又は非常に重要」と回答され、9人(75%)の方が「2010年までに実用化する」と回答されているのである。数は少ないが、この分野の専門家にとっては荒唐無稽なことではなく、高齢化時代の介護のニーズのなどを考えると、現実的な課題として取り組んでおられる方がいらっしゃるのかも知れない。

自由コメントでは、「どのような装置なのか全く思い浮かばない。実現不可能ではないか。」と戸惑う方、「消防隊員の体組織と不均衡な筋力補強は望ましくない」と生理学的安全性を心配される方、「消防士は力の限界があるからこそ安全を考える(妙にパワーだけつく自信和過剰になってかえって危険、ということか)」などと心理的な面での安全性を心配される方など、否定的見解も様々で面白い。

一方で、「老人介護のため早期の実用化が望まれる」、「職員の高齢化対策として研究の価値がある」、「ハンディのある人すべてに汎用化すること

(近代消防99年2月号)



耐火軽量防火服 (イラスト/西野智昭)

が出来る技術で価値がある」など、予想されたコメントも多く、「各種用途、使用する場の多さが良い」などと、体力の必要なあらゆる場で使える技術であることを期待しているコメントもあった。

技術的には「構造物側に設備があれば割合簡単」、「簡略、軽量な治具を考えればよい」、「動力源の重量が問題」、「補助用の器具を考える方が現実的」などの指摘が参考になる。「搭乗型消防ロボット類似のもの」との指

摘があるのは、先の「搭乗型」の考察の際にも「パワーアシスト付きの消防スーツが現実的」との考えがあったとの対比で考えると、ひとつの方向性が示されているような気もする。

(3) 可搬式レーザー切断器

消防活動の際に、障害物を切断し、取り除いて活動することは、特に救助活動にとっては大きなウエートを占めている。その意味で、エンジンカッターの登場は画期的な進歩であったが、もっと軽量で扱いやすく、切断時間が

少なく済む切断器が欲しい、というのがこの技術開発課題の設定の動機である。

「鉄や岩のような固いものを豆腐でも切るように切れる刀が欲しい」という願望は、古代中国の時代から様々な話の中で繰り返し登場する。漫画「ルパン3世」で「五右衛門」が持っている「斬鉄剣」もその流れを組むものと考えてよいだろう。

「障害物を切断する」という目的を達成するのに、刀のように瞬間的な切断力を一度だけ加えるタイプでは

その性能に限界があるのは当然で、可能性のある技術としては、現在のエンジンカッターのように回転により、又は鋸のように往復運動により、繰り返し力を加えて徐々に切断していくタイプのものがまず考えられる。その切断器の刃の材質・形状などを改良し、回転数を上げることなどにより切断力を向上させる、というのが、まずは順当な方法であろう。工業用のカッターの中には、信じられないような切断性能を持つものもあるということなので、小型、軽量、操作性、価格などの点で救助隊用に改良することが期待されるが、価格の点を除けば応用開発のようなものであり、デルファイ法による調査項目としては今一つ面白味に欠ける。

もう一つのタイプとして、吹き付けにより切断する方法がある。水、砂（微粒子）などを超高速で吹き付けたら、高熱の炎を吹き付けて焼き切ったりすることにより切断する方法は、工業用としては既に実用化されており、切断性能も素晴らしいものがあるということだが、吹き付け材の補充などを考えると回転式よりもさらに大がかりな設備が必要になるため、救助隊用に小型・軽量化するとすると技術突破のハードルはさらに高そうである。

そんなわけで今回の調査では、技術開発課題として「救助隊用の可搬、軽量のレーザー切断器」としてみた。

レーザー切断器も工業用としては既

に実用化されているようだが、救助隊が使用可能な程度の小型化、軽量化が可能かどうかのポイントになる。ただ、吹き付けタイプも同様だが、射程距離のコントロールが難しそうなので（映画「スターウォーズ」ではレーザーを剣のように長さに限界があるものとして描いていたが……）、あまり切れ味が鋭すぎ、射程距離が長すぎると、被救助者を傷つけたり、周囲の物品をいたずらに損壊しかねないなどの欠点もあり、救助用の切断器として扱いやすいものにするためには、様々な技術課題がありそうである。

このレーザー切断器について「重要又は非常に重要」としたのは107人中82人（76・6%）で他の課題に比べて比較的低く、消防機関もそれ以外の専門家も同様の傾向であったのは、上に述べたような「レーザー」の扱いにくさを克服するよりエンジンカッターの改良の方がずっと早道と考える方が少なくなかったためであろうか。

実現予測時期について見ると、「2001年～05年」とする方が最も多く37人（34・6%）、次いで「2006年～10年」の29人（27・1%）で、全体の71・0%の方が2010年までの実用化を予測しており、一方で「2031年以降実用化する」とする方が2人、「実現不可能」とする方が1人と非常に少なく、「わからない」とする方と合わせた否定的見解が20人（18・

(近代消防99年2月号)

7%)と比較的少ない方だった。これは、レーザーを用いた救助隊用切断器は本命とは思えないが、実際に使われるようになる可能性も捨てきれず、実用化されるとすればそう遅くない時期だと考えた方が多かったと言えようか。

自由コメントでは、「消防以外にもニーズがあり、共同の開発が望まれる」「程度の問題だがやれば出来ると思う」、「動力が問題だが、ごく限られた容量のものならニーズがあれば作れそう」などという肯定的なコメントは少数派で、「エンジンカッターよりも便利で安いかの問題」などに代表される消防本部の醒めた意見と、「レーザーを用いると危険性が高く、扱いにくいことの方が大きい」、「スターウォーズが実現してしまう」、「平和利用にのみ使われればよいが」、「人間も傷つけてしまう」など、扱いにくさを指摘した否定的な意見が目立った。

技術的には、「迅速、確実に切断するには大容量のレーザーが必要だが、大型発信器まで現場に搬入するより、鋸、ガスによる切断が実用的」、「軽量化、高パワー化が課題」、「レーザーの発振効率と電源の小型化が課題」など、消防隊が実用的に使えるほど軽量化、小型化が可能かどうかのポイントになるとの指摘が多かった。

(e-mail:kobayashi-k@mha.go.jp)

(次号に続く)

過熱段階の微粒子で火災を検知

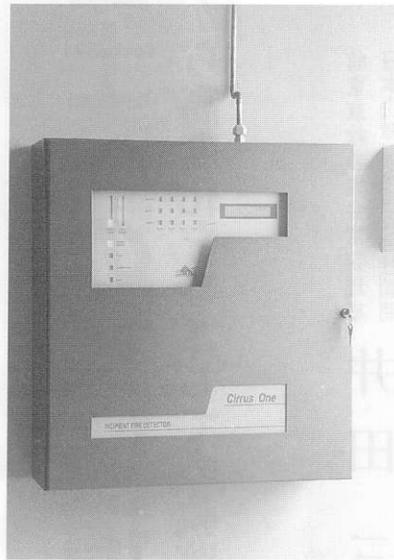
IFDサイラスを販売

(株)プロサス

消防・防災関連企業として高度情報社会にフレキシブルに対応する(株)プロサスはここ18年来、大型コンピュータ運転環境の監視制御システム構築に取り組んできた。同社はこのほど、英国プロテック社の早期火災検知システム「IFD サイラス」のまったく新しい検知方式に着目し、格段に優れた特徴と性能を各種性能実験、火災実験で確認し、本格的に販売施工を行うこと

とした。IFDサイラスは発煙に至る前の過熱段階で火災を検知するため、発煙、発火、消火活動による損傷やシステムダウンを未然に防ぐ措置が可能となる。欧米ではすでに2千台を超える実績を持つ。

IFDサイラスは火災初期段階で、材料が発火点のほぼ半分の温度となると空气中に大量に放出されるサブミクロンの熱分解微粒子(粒子径最小0.002ミクロン)を検知する。この熱分解微粒子の発生は毎秒1cmあたり900万個に達するが、従来の光学的検知方式では光源の波長による限界から、0.2ミクロンの粒子径の検知が限界だった。



IFDサイラスは、サブミクロン微粒子を核に水蒸気を凝縮——つ

まり古典的な物理実験手法のウィルソンの霧箱の原理で霧を発生させることで、光学的に検知する。

エアサンプリング管方式は従来の超高度煙検知システムと同様だが、光学的検知の前後に霧箱を置くことで、煙粒子の1/100以下の粒子径が検知可能となり、火災の非常に初期段階での検知を可能にした。

IFDサイラスのもう一つの際立った特徴は、大量の熱分解微粒子を物理的に拡大するため、空气中の塵埃、水蒸気、有臭物質、他の電気機器からの干渉などによる誤警報が極めて少ない安定的な性能を実現していること。

(株)プロサスでは、コンピュータルーム、通信機械室、データ保管庫、図書館、美術館、核磁気共鳴医療装置、電磁暗室など、従来の超高度煙検知システムの用途に加え、IFDサイラスの特徴を生かした新しい用途を開発していきたいと、意欲的だ。

販売目標 初年度50セット
価格 230万円(1ゾーン用)から477万円(4ゾーン用)まで。

【問い合わせ先】

(株)プロサス
〒162-0044
東京都新宿区喜久井町4番地
TEL 03(32202)9516
FAX 03(32207)0707

(近代消防'99年2月号)