



搭乗型消防ロボットの実用化は

以上見てきたように、「2005年前後に実用化する」という多くの専門家の予測どおり、2003年から2005年にかけて、「援竜」を初め様々な搭乗型ロボットが登場した。

ガンダムのレベルまではまだまだだが、安全性の高いコクピットを有し、クローラ型か4足歩行型で、NASAのロボットアームを取り付けたようなタイプの搭乗型消防ロボットなら、災害現場と作業内容を限定すれば、既存の技術の組み合わせで、すぐにでもできそうだ。

だが、火災現場での消火や救助から建物倒壊現場での救助・救出活動、さらには大深度地下での活動まで、様々な災害現場で多様な活動をするを求めると、途端に極めて難しくなる。そんなロボットを作るには、今のレベルを大幅に超える技術開発が必要だが、それを促す強いニーズは、今のところ消防の現場にはあまり見あたらない。当分、「援竜」のレベルで足踏み、ということになりそうな気がする。

耐熱軽量防火服

耐熱軽量防火服

課題／不燃性を有するとともに、100℃の環境で1時間以上の消防活動が可能な断熱性、防水性、透湿性、熱放散性を有する軽量の防火服が実用化する。

予測調査の結果

消防活動において防火服の役割は極めて大きい。もし、どんな高熱や爆風に遭ってもそれを着ている隊員は絶対に死傷せず、しかも身軽に長時間高度な作業ができる防火服があったら、いくら高額でも装備したいと思うだろう。

性能や使い勝手の点でもう一つピンと来ない「搭乗型消防ロボット」などに比べると、現場のニーズは極めて強いはずだが、実際にはあまり切実なニーズが聞こえて来ない。現在使用されている防火服が（昔に比べると）既に相当の性能を有していることもあり、現場では「実用的にはこの程度で十分」と満足している面があるのかも知れない。

だが、防火服の性能が高ければ高いほど消防隊員は安全になり、その分だけよ

り高度な活動が可能になって、助けられなかった命を助けられるようになる。消防としては、もっとどん欲に「高性能」への要求を発信すべきだと思う。

そんな反省もあり、上記のような技術開発課題について、重要度や実用化時期を予測していただいた。「100℃の環境で1時間以上」としているが、予測にあたって共通のイメージを持てるように「高性能防火服」の目標性能を数値的に示しただけで、この数字に具体的な意味があるわけではない。

専門家グループで見ると、「非常に重要」又は「重要」とした方は92%となっており、搭乗型消防ロボット（76%）よりはかなり高いが遠隔操作型ロボット（97%）よりは低くなっている。また、実用化予測時期は最頻値も中央値も2001年から05年の間となっており、今頃（2008年）には既に実用化していると予測されていた。重要度が高く、技術的ハードルもそう高くはない、と見ていたことになる。

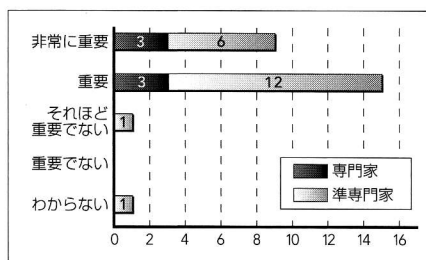
高性能防火服

防火服で難しいのは、難燃性、耐熱性、断熱性などの防護性能と防水性、透湿性、熱放散性などの快適性を、軽量化、柔軟性などの機能性とうまくマッチングさせるか、ということだ。

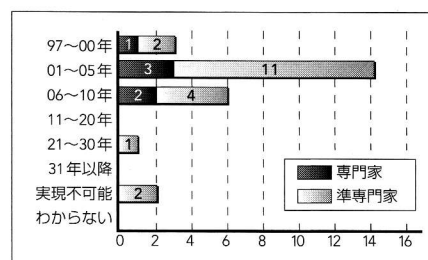
この分野では、既に1960年代にアメリカのデュポン社でアラミド繊維（ケブラー）が開発されている。アラミド繊維には耐熱、耐薬品性に優れたメタ系と耐引っ張り強度に優れたパラ系がある。いずれも極めて高度な性能を有しており、消防のほか、軍隊や警察などの分野では無くてはならない素材となっている。

もう一つはゴアテックス社のゴアテックスで、1970年代に開発され、その優れた防水性と透湿性は、今でもアウトドアの世界でレインウェアの代名詞になっているほどだ。

現在の最先端の防火服も、結局、このアラミド繊維やゴアテックス（又は類似の防水透湿素材）、それらに吸湿、



（図3-4）耐熱軽量防火服の重要度



（図3-4）搭乗型消防ロボットの実現予測時期

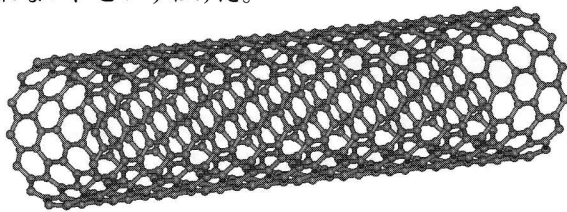
蒸散性のすぐれたインナーを組み合わせたものなどが主流となっている。いずれも、一昔前なら考えられないほどの高性能だが、実は40年前の技術がベースになっている、というのは、「21世紀のハイテク防火服」を考える上ではちょっと物足りない。

ナノテク防火服

実は、高性能防火服の開発は、日本の科学技術に係る国家戦略の一部になっている。政府の「総合科学技術会議」では2001年から「分野別推進戦略」を策定しているが、その中の「生活の安全・安心を支える革新的ナノテクノロジー・材料技術」として、2003年から「ナノテク防火服」が位置づけられているのだ。

「ナノテク防火服」というのは、技術開発課題に挙げたような高性能防火服を、10億分の1（ナノ）単位の超微細技術（ナノテクノロジー）を用いて実現しようとするものだ。

ナノテクノロジーは、最近では最もホットな技術分野の一つで、夢のような性能の素材を開発できる可能性があるとして、世界中で技術開発競争が行われている。ナノテク素材としてはカーボンナノチューブやフラーレンが有名だが、まだまだその性質は未解明で、「ニーズからのアプローチ」という、普通とは逆の開発戦略が取られている。「こんなことはできないか？」という要求レベルが高ければ高いほど、ナノテク素材の隠された可能性を引き出せるかも知れない、というわけだ。

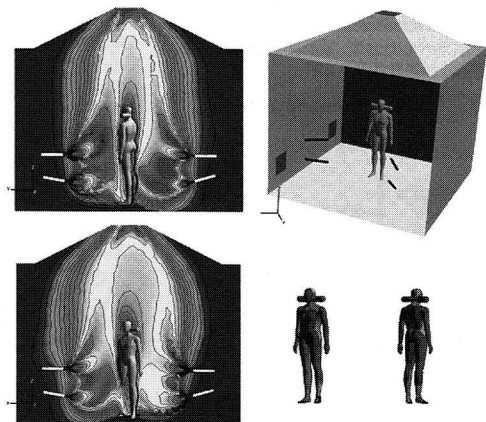


カーボンナノチューブの分子構造（有機化学美術館のホームページ（<http://www.org-chem.org/youuki/youuki.html>）より）

「高性能防火服」については、消防研究所（当時）とともに「総合科学技術会議」のヒアリングの場で消防としてのニーズを説明したが、火災や災害の現場で消防隊員が置かれる過酷な環境とそこで行わなければならない厳しい作業内容は、専門委員の先生方にとっても産業界の技術陣にとっても極めて新鮮なニーズと映ったようで、めでたく国家戦略課題の一つに位置づけられた。

研究開発の現状と実用化予測

そんな経緯もあり、繊維メーカーや研究機関が協力して「ナノ構造ファイバー」の開発を行い、2006～08年度には消防研究センターが「ナノテク防火服」の評価手法の研究を、(財)日本防災協会も消防隊員のニーズ調査を行うなど、産学官連携してこの分野の開発・研究が進められている。



消防隊員が火災中で受ける熱影響のシミュレーション
資料提供／消防研究センター

アラミド繊維の高性能はその均一で強固な分子構造から来ているのだが、カーボンナノチューブやフラーレンはさらに桁違いの均質強固な分子構造を持っており、無限の可能性を感じさせる。

ただ、現在のところ、研究開発の成果はまだまだの感があり、「総合科学技術会議」における「分野別推進戦略」の2007年度のレビューでは、「ナノテク生地の開発だけでなく、冷却装置等、防火服の装備全体で検討を行っていく必要がある」と評価されている。「ナノテク消防服」を旗印にして、既存の高性能素材の改良や組み合わせ、機械的手段など、様々な手法を駆使して、より高性能な防火服の開発につなげていく、というところだろうか。

というわけで、「2001年～05年」と予測されていた「耐熱軽量防火服の実用化」は、「今年度中に着地点が見えるようになるかどうか」というレベルに留まっているが、いずれにしろ目標に少しでも近づく高性能な防火服がリーズナブルな費用で得られるのであれば、この分野が国家戦略と位置づけられて開発の推進が行われていることは、消防機関として歓迎すべきことに違いない。（続く）

参考文献：

①消防用防火服の快適性能、機能性能の評価に関する研究報告書
2004年6月 独立行政法人消防研究所