消防防災ロボット・災害対策ロボット

 独立行政法人
 消防研究所

 天
 野
 久
 徳

1. はじめに

消火活動や救助活動において、消防隊員は予測していなかった事態に遭遇し、危険な状況に陥ることも考えられる。また、消火活動や救助活動における肉体的、精神的な負担は大きい。一方、ロボットは自立的に機能する、あるいは遠方から操縦することが可能であるので、消火隊員や救助隊員を危険な環境下へ進入させずに活動を行うことができる。また、消防隊員に替わって作業を行うことにより消防隊員の負担軽減を図ることができる。したがって、消火活動や救助活動はロボット開発に最適な対象の一つといえる。

いくつかの消防本部ではロボットが実戦配備されている。日本は世界的にも多くのロボットが 消防署に配備されている。ロボットというよりはむしろ遠隔操作機械が適切かもしれないが、広 義のロボットの範疇には入るものといえる。本稿では、現在、消防本部が所有し配備しているロ ボット、また、配備を目的として開発を進めているロボットを紹介する。さらに消防機関以外組 織でも防災を目的として配備が進んでいるロボットについて紹介する。

2. 消防防災ロボット

本稿では、消防が使用することを目的としているロボットを消防防災ロボット、これ以外を災害対策ロボットと呼ぶ。消防署に配備されている消防防災ロボットはおよそ放水型、水中探索型、 偵察型、救助型の4種類に分けることができる。

石油タンクやプラント火災では火炎が大きくなり、火炎からの放射熱が大きくなるため消防隊 員が近接することは難しい。また、倉庫火災においては、火災荷重が大きく、また、建物内に煙 が充満しやすく、消防隊員が進入することが難しい場合がある。そこで、いくつかの消防本部で は、石油タンク火災や倉庫火災に対応するための放水ロボットを開発し、配備している。

東京消防庁が開発、配備している放水ロボットを、その一例として図1に示す。各消防本部が

所有している放水ロボットはいずれも専用に開発されたものであり、各消防本部により詳細な仕様は異なっている。通常、放水ロボットには放水用ノズルと泡ノズル、そして、単純なロボットハンドが装備されている。東京消防庁では同型機を4機配備しているが、順次改良が加えられている。最新型は機能分散した2台の構成となっている。

水中の探索活動は肉体的にも大きな負担であるばかりでなく、危険な状況であるので単純なミスが大きな問題を引き起こすことも考えられる。そこで、水中探索ロボットが配備され実戦で使用されている。大阪市消防局が配備している水中探索ロボットを図2に示す。消防では人命救助を目的とした要救助者探索に使用するので、探索水域は沿岸水域、港湾水域、あるいは河川に限られる。そのため、水の透明度が低く、視程が十分でなく、潮流が早い現場が多い。そのためカメラの可視画像のみによる探索は難しく、ソナーが重要な装備となってきている。とりつけられているロボットハンドは水の流れに対してロボット自身の位置を保持することが主な目的である。他に、水中でのロボットの位置を検出する装置が取り付けられている。消防本部に配備されている水中探索ロボットの多くは、専用に開発されたものではなく商業製品である。自衛隊、海上保安庁、警察本部ばかりでなく一般企業も所有し使用している。ある企業が製作している水中探索ロボットは総計300台程度の販売実績があり、消防で所有しているものは全体の約5%にすぎない。

煙が充満した状況、フラッシュオーバーの危険性がある状況においては、消防隊員が情報を収集するために進入することは危険である。そこで、偵察ロボットが配備されている。大阪市消防局はシンプルな新しいタイプの偵察ロボットを開発し、平成14年に配備している。

ロボットの写真を図3に示す。このロボットは高齢者用の電動車いすをベースに、センサ、熱 画像カメラ、カメラ等を積載し、無線操縦装置を付加している。ロボットを使用する状況を絞り 込み、小型軽量そして比較的安価なロボットとして仕上げている。

東京消防庁では救助用の遠隔操作ロボットを配備している。写真を図4に示す。二つの腕が一対となっている双腕ロボットハンドが装備されている。本体中央部に収納式の簡易ベッドが取り付けられており、マニピュレータを用いて、要救助者を簡易ベッドに収容し、安全な領域へ搬送する。ベッドには空気供給装置、通話装置等が設けられている。

各タイプのロボットの配備状況と活動実績を表1にまとめた。奏功事例の件数は消防本部毎でまとめてある。たとえば、ある消防本部では放水ロボットが、13年間で14件の奏功事例

があったことを示している。最も多く配備表1消防防災ロボットの配備と活用され、また、活用されているロボットは水中探索型である。専用の開発品ではなく、商用製品である点が多くの消防本部に採用されている一因と考えられる。全国で10の消防本部がロボットを配備しており、総計

表 1 消防防災ロボットの配備と活用

種 類		配備数	配備本部数	奏功事例	
放	水	型	7	4	13/14年
水口	中探す	素型	16	9	30/年
					9/9年
偵	察	型	1	1	_
救	助	型	1	1	-
	計		25	10	



図1 東京消防庁放水ロボット

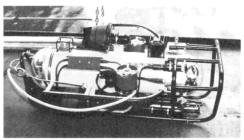


図2 大阪市消防局水中探索ロボット



図3 大阪市消防局偵察ロボット



図4 東京消防庁救助ロボット

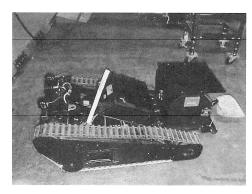
は25機となっている。しかし、消防本部は全国に889設置されており、全体の約1%の消防本部に配備されているにすぎない。したがって、消防防災ロボットの活用はまだ始まったばかりの段階といえる。

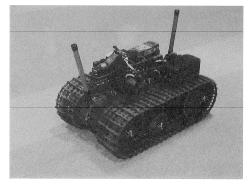
3. 配備に向けた開発

ここでは実戦配備を目標とした消防防災ロボット開発についていくつか紹介する。

総務省消防庁参事官室では密閉空間における化学剤散布等の救助事案に対応するために、検知・探査型ロボットの開発を進めてきている。平成15年度に基本仕様の検討を行い、平成16年度には、機能検討型試作機の開発を行い、実験的に問題点の洗い出しを行った。図5に示す無線操縦型および有線操縦型の2タイプを試作し、走行性能、操縦性などの検証を行った。基本仕様を試験するばかりでなく、実際の地下鉄駅などを利用し、機能の有効性を検討した。この検討結果を基に平成17年度には試験配備型の仕様を決定し、開発を進めている。

株式会社テムザックが中心となり、大学や自治体そして消防関連組織などが協力し、ガレキの掘削・救助などを目的とした大出力型のロボット"援竜"の開発が進められている。援竜の写真を





(a) 有線型

(b) 無線型

図5 検知・探査ロボット機能検証試作機

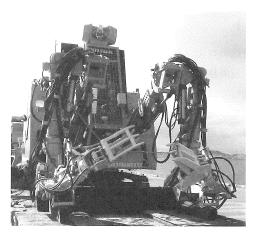
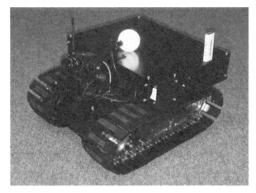


図6 大出力型ロボット (援竜)

図 6 に示す。建機の移動機構およびシャシーを使用している。双腕のロボットハンドを備え、遠隔操作の他、本体内に乗り込んで操縦することもできる。今後は実配備に向け、採用する消防機関と細部の調整を進めていく予定である。

消防研究所では、図 7 に示すように、主に研究開発用としてロボットのクローラ移動機構、「FRIGO」シリーズを開発した。このうち応用開発に重点をおいて製作したタイプについて、各消防本部と連携しながら、実用化に向けた改良開発を進めることとしている。当面は、消防隊員より 20~30m 先行して進入し、消防隊員に検知器情報を伝達することを目的としている。無線操縦で消防隊員が操縦し、既に消防隊が所有している計測装置を積載し、計測値を隊員へ伝達することを計画している。







(b) 応用開発型 (FRIGO - D)

図7 小型移動ロボットベース (FRIGO)

4. 災害対策ロボット

本章では消防以外の組織のロボットについて紹介する。国土交通省では災害復旧を目的として ロボットの開発や、遠隔施工技術の開発を進めている。

国土交通省北海道開発局では、災害時の情報収集用として無人へリコプター、遠隔操縦型の土 木作業機械を配備している。写真を図8、9に示す。ここで特徴的なのは、自組織内に運用組織を 持たないため、運用を民間委託としている点が挙げられる。

遠隔施工技術は長年の研究成果を基に、一般的にも普及してきている。雲仙普賢岳火山災害の復旧作業でも大いに活用されたことが知られている。中越地震の妙見堰崖崩れにおける収容作業においても利用されている。これらの機器は、国土交通省の所有機器に取り付けられているばかりでなく、民間所有機器にも採用されている。遠隔施工機は切り替え機により通常乗り込み型として使用することもできることが、普及促進の一因となっている。ただし、遠隔操縦はモニターカメラの設置等を前提としており、即応性が求められる災害救助というよりは、災害復旧への利用に有効である。国土交通省ではこの他に気象庁においても情報収集を目的として無人へりを運用している。



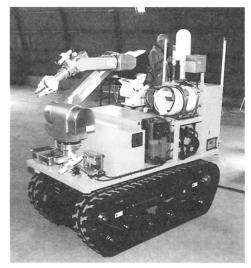
図8 国交省北海道開発局無人ヘリ



図9 国交省北海道開発局情報収集車

1999 年に発生した JCO における放射線漏洩事故に対応するために、いくつかの放射線災害対策ロボットプロジェクトが立ち上がった。文部科学省では、所管のプロジェクトの成果を整理し、実用配備に向けての検討を進めている。特に、(財)原子力安全技術センターでは開発したロボットの試験的運用を行い、運用上の問題点を検討し、実配備に向けて改良を進めている。写真を図10に示す。





(a) 作業重視型

(b) 計測重視型

図10 放射線施設災害対策ロボット

5. おわりに

消防本部が所有し、消防署に配備されている消防防災ロボット、実戦配備を指向した開発、さらに消防以外の組織で配備が進められている災害対策ロボットを紹介した。消防防災ロボットは、ロボット開発にとって最適な対象の一つといえる。しかしながら、実際に配備運用されているロボットの数は少なく、活用が始まったばかりである。今後、各方面からの研究者は勿論のこと、現場の消防本部、開発企業、生産企業そして行政の連携なくしては開発配備の促進を図ることは難しい。火災、災害における人命救助の一翼を担う消防防災ロボットの開発は人道的に考えても重要度は高く、その促進に向けての活動が期待されているといえよう。