

災害対応のための ロボット技術開発



浅間 一

東京大学大学院
工学系研究科精密工学専攻 教授

プロフィール：あさま はじめ

1984年東京大学大学院工学系研究科修士課程修了。1986年理化学研究所研究員補。同副主任研究員等を経て、2002年東京大学人工物工学研究センター教授。2009年同大学院工学系研究科教授。自律分散型ロボットシステム、サービスロボティクス、移動知の研究などに従事。工学博士。

1 はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災、津波、それによって発生した東京電力福島第一原子力発電所の事故においては、多くの場面でロボットの導入が求められた。それから約2年、これまでに様々なロボット技術が開発され、現場に投入され、災害対応に大きな貢献を果たしている。本稿では、東日本大震災および福島原発事故に対して、どのようなロボット技術導入や技術開発の活動が行われたかについて紹介する。

2 対災害ロボティクスタスクフォース

東日本大震災、津波、福島原発の事故が発生した緊急事態においては、様々な場面でロボットの活用が求められたが、極めて混乱した状況が存在した。多くの研究者が、自らの判断で、あるいは自治体や事業者などからの要請に基づき、自ら開発したロボットや機材を現場に持ち込み、様々な支援活動を行おうと試みたが、これらの活動は限定的であり、必ずしも現場で役立てられなかったことも多かった。ユーザにとっては、どこにどのようなロボット技術が存在するのかが不明であり、逆に開発者にとっては、どこにどのようなニーズが存在するのかが把握しにくい状況があった。

このような状況では、情報をいかに迅速に共有し、多くの知識を持つ人が協力し合い、機能が十分であるかの検討や、ソリューションの導出を行えるかがポイントとなる。東日本大震災および原発事故発生後、2011年3月31日に、ロボット関係の研究者や技術者が集まり、災害対応の状況に関する情報交換を行うとともに、対災害ロボティクスタスクフォース (ROBOTAD: ROBOTics Taskforce for Anti-Disaster) を設立した^[1]。原発事故の直後は、原子炉の冷却が最大の課題で、状況調査 (映像の取得や放射線量の測定など) や瓦礫の除去においてロボット活用のニーズが高かった。ROBOTADでは、瓦礫走破性などをはじめとするロボットの機能、ロボットで用いられている部品の耐放射線性能や、原子炉建屋内でのロボットを遠隔操作するための無線通信の可否など、災害現場や事故現場にロボットを導入するための技術的な議論を、web上で、あるいはときに会合を持ちながら行い、国や東京電力が設置したりリモートコントロール化プロジェクトチームなどに対する情報提供などの支援活動を行った。

3 震災対応・原発事故対応におけるロボットや遠隔操作機器の導入

震災対応や原発事故対応において、これまでに様々なロボットや遠隔操作機器が投入されている^{[2] [3]}。

震災対応では、ロボット導入のニーズは、

被災者探索・レスキュー、倒壊建造物内調査、プラント・設備 (コンビナートなど) の調査・診断・修復、水中探査、復旧作業、被災地のマッピング、重作業のパワーアシスト、被災者のメンタルケアなど多岐に渡った。これに対し、能動スコープカメラ (東北大)、Quince (千葉工大、東北大、NEDO、IRS)、KOHGA3 (京大)、Anchor Diver III (東工大)、遠隔操縦機ROV (東大)、双腕式油圧ショベル型ロボット (日立建機)、被災地計測・モデル化・マッピング計測車・全方位カメラ (東大、東北大)、Paro (産総研)、スマートスーツ・ライト (北大) などのロボット技術が投入され、災害対応における貢献を果たした。また、海外からも、米国Texas A&M大学Robin R. Murphy教授が率いるCRASAR (Center for Robot-Assisted Search and Rescue) が、実際に日本の災害現場にロボットを持ち込み、空中からの原子力発電所の建屋調査や水中調査に多大な協力を行った。

また、原発事故対応に関しては、注水冷却、建屋内外の調査 (映像、放射線量、温度、湿度、酸素濃度、等)、瓦礫除去、機材の運搬・設置、サンプル採取、遮蔽、除染などのニーズに対し、コンクリートポンプ車 (独Putzmeister製) の遠隔操作化による安定した注水、無人化施工機械 (日本製の遠隔操作可能な建設機械など) を用いた瓦礫除去、Packbot (米国iRobot社製) やT-Hawk (米国Honeywell社製) の遠隔操作による原子炉建屋内外の調査などが行われた。また、走破性に優れ、瓦礫

上走行や階段昇降が可能な Quince (千葉工業大学、東北大学、国際レスキューシステム研究機構 (IRS)、NEDOが開発) が平成23年6月に投入され、スプレイ冷却系の健全性のチェックによる安定冷却系の構築、原子炉建屋内の1階以外の部分の調査など、多大な貢献を果たした。その後も、Warrior (米国 iRobot 社製)、Talon (米国 QinetiQ 社製)、Bob Cat (米国 iRobot 社製)、Brokk シリーズ (スウェーデン Brokk 社製) などの海外のロボットに加え、日本の各プラントメーカー、ロボットメーカー、日本原子力研究開発機構 (JAEA) などが開発したロボットも次々に導入された。

4 NEDO 災害対応無人化プロジェクト

経済産業省産業機械課と NEDO は、平成23年度第三次補正予算で災害対応共通基盤技術として、災害対応無人化システムプロジェクトを行っている (10.0 億円) [4]。本プロジェクトでは、我が国において、災害時に無人で対応できるロボット等 (災害対応無人化システム) の実用機の開発が必要であるとの観点から、作業員の立ち入りが困難な、狭隘で有害汚染物質環境下にある設備内等において、作業現場に移動し、各種モニタリング、無人作業を行うための作業移動機構等の開発が行

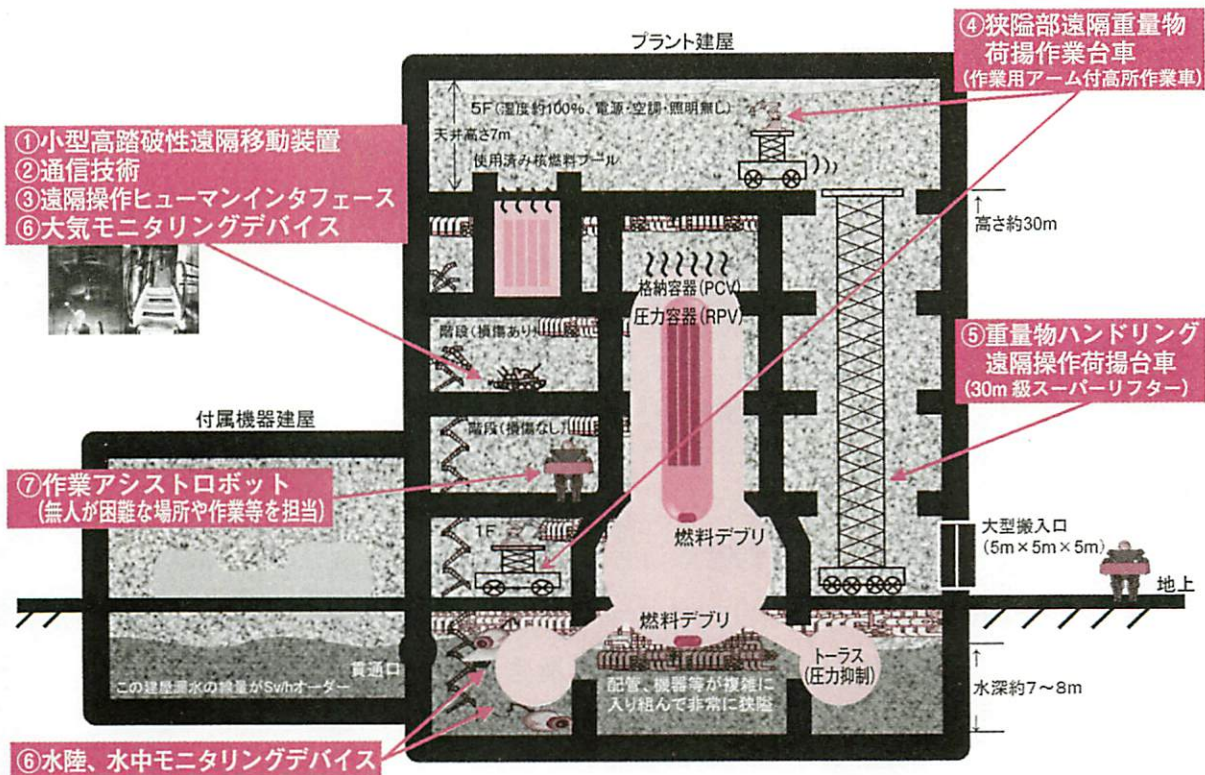


図1 NEDO 災害対応無人化システムで開発されている機器やシステムの概念図

われている。開発項目は以下の通りである。

(1) 作業移動機構の開発

小型高踏破性遠隔移動装置、通信技術、遠隔操作ヒューマンインタフェース、狭隘部遠隔重量物荷揚／作業台車、重量物ハンドリング遠隔操作荷揚台車

(2) 計測・作業要素技術の開発

大気中・水中モニタリング／ハンドリングデバイス等の開発・改良（大気中モニタリングデバイス／水中モニタリングデバイス、汚染状況マッピング技術、ハンドリングデバイス技術）

(3) 災害対策用作業アシストロボットの開発 作業アシストロボットの開発

このプロジェクトは、原発事故対応を目的としたものではないが、ここで開発されている技術は、福島原発事故の中長期措置に適用可能な技術であり、実際、活用が大いに期待されている。図1に開発されている様々な機器やシステムの概念図を示す。

5 福島原発の廃炉に向けた 中長期研究開発

福島第一原子力発電所の廃炉に向けた中長期ロードマップでは、

第1期：使用済燃料プール内の燃料取り出し
が開始されるまでの期間（2年以内）

第2期：燃料デブリ（メルトダウンした燃料）取り出しが開始されるまでの期間（10年以内）

第3期：廃止措置終了までの期間（30～40年後）

とされており、現在もその過程で必要となる様々な遠隔操作機器やロボットの開発が行われている。平成24年度は、経済産業省資源エネルギー庁の発電用原子炉等事故対応関連技術開発費補助金（5.0億円）および基盤整備委託費（15.0億円）によって、原子炉建屋内の除染作業、原子炉建屋・格納容器からの漏えい箇所の調査、格納容器内部状況調査、原子炉建屋漏えい箇所止水・格納容器下部補修作業、圧力容器／格納容器の腐食に対する長期健全性評価などの研究開発が進められている。

実施者であるプラントメーカ3社（日立GEニュークリア・エナジー、東芝、三菱重工業）は、国内外の叡智を結集してこれらの開発を行うことが求められており、除染技術、格納容器漏洩箇所点検、格納容器補修技術、格納容器内部調査技術などに関する技術カタログを公募によってまとめ^[5]、これに基づき外部調達を行いつつ開発を進めている。

燃料デブリの取り出し、廃炉までは長い道のりであり、今後も、必要な遠隔操作機器の開発などを順次進めていることになるが、有効な技術開発を効率的に進めることが求められている。

6 おわりに

本稿では、東日本大震災および福島原子力発電所事故への対応において、開発・導入されているロボットや遠隔操作機器などについて紹介した。ロボット技術の神髄は、求められる作業を与えられた環境で実施するためのソリューションを導出し、それを可能にするシステムを設計、構成する点にある。本稿で述べたように、現場のニーズに応じて有用なロボットや遠隔操作機器が構築され、現場に適用されていることは、日本に優れたロボット技術が存在することの証である。

しかし、震災、津波、原発事故が発生した直後には、必ずしもロボットをスムーズに投入することができなかったこと、過去に開発したロボットが有効に活用できなかったことに反省し、その教訓から、今後の災害対応に対し備える必要がある。

産業競争力懇談会「災害対応ロボットと運用システムのあり方プロジェクト」(平成23～24年度)では、今後の災害対応に備えるために開発が必要となる技術について洗い出すとともに、それを実用化し、いつ災害が発生しても、現場に投入し利用できるように、継続的に運用するためのシステムについて提言を

まとめている^{[6][7]}。ニーズに基づく基盤技術開発、高度実用化研究を行うとともに、実証試験、オペレータの訓練を行うためのテストフィールドやモックアップの設置、防爆性・耐放性・耐久性・安全性などの認証、機能評価の標準化、制度設計などまでも考慮する必要がある。特に、省庁連携、産学官連携のもと、国が防災ロボットセンター(仮称)を設置し、今後、発生し得る災害に対し、万全の備えを持つことが切望される。

参考文献

- [1] <http://roboticstaskforce.wordpress.com/>
- [2] 浅間 一：“東日本大震災及び原子力発電所事故に活用されるロボット技術”, ITUジャーナル, vol.42, no. 2, pp. 44-47 (2012)。
- [3] 浅間 一：“災害対応・原発事故対応のための遠隔操作技術の開発とその運用”, ロボット, no. 206, pp. 33-38 (2012)。
- [4] http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100045.html
- [5] http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/20120626_01.html
- [6] <http://www.cocn.jp/common/pdf/thema50-s.pdf>
- [7] <http://www.cocn.jp/common/pdf/thema39-L.pdf>