

震データに基づく速度構造解析も、高空間分解能での解析には限界がある。さらに観測データと岩石の挙動をつなげる手法にも課題がある。結果的に活断層深部については、十分な情報を得ることができないというのが現状である。

V. 結 言

日本列島には多数の活断層がある。この一部について政府地震調査研究推進本部により、地震の予測という観点から長期評価が行われている。また、原子力発電所等の安全審査において、敷地内の断層が活断層であるかの審査が行われている。

原子力発電所等の敷地内の断層の審査にあたっては、敷地内に新しい堆積層がないことが判断を困難にしている。このためには、新たな判断基準が必要である。一方、地震の予測という観点では、高精度の予測は現在不可能である。ここで、大地震が発生する断層深部(深さ10~15km程度)の情報の活用が必要かもしれない。このためには、断層深部で起こる現象の理解と、直接観測技術という2つの大きな問題がある。今後、より高い精度での地震の予測を行うためには、断層深部の情報をいかに捉え、それを評価に生かすかに関わっていると考えている。

一部の図については、防災科学技術所、文部科学省地震調査研究推進本部、原子力発電技術機構が作成した図を利用させていただいた。記して感謝します。

— 参考資料 —

- 1) 防災科学技術総合研究所, 防災科学技術総合研究所ホームページ, <http://www.bosai.go.jp/>.
- 2) 文部科学省地震調査研究推進本部, 地震の発生メカニズムを

- 探る—発生しきりと地震調査研究推進本部の役割—, p. 35 (2004).
- 3) 松田時彦, 活断層, 岩波書店, p.242 (2002).
 - 4) 文部科学省地震調査研究推進本部, 日本の地震防災・活断層, p. 27 (2004).
 - 5) 活断層研究会, 新編日本の活断層, 東京大学出版会 p. 412 (1991).
 - 6) 栗田泰夫, 水野清秀, 1万分の1兵庫県南部地震に伴う地震断層ストリップマップ—野島・小倉及び灘川地震断層—, 産業技術総合研究所 活断層・地震研究センター, p. 74 (1998).
 - 7) J.S. Cain, *Geology*, 24, 1025-1028 (1996).
 - 8) 岡田篤正, 愛知県の地質・地盤(その4)(活断層), 愛知県防災会議地震部会, (1979).
 - 9) 文部科学省地震調査研究推進本部, 文部科学省地震調査研究推進本部ホームページ <http://www.jishin.go.jp/main/index.html>.
 - 10) 文部科学省地震調査研究推進本部, 布田川断層帯・日奈久断層帯の評価(一部改訂), p. 66 (2013).
 - 11) 原子力発電技術機構, 平成9年度原子力発電立地確認調査に関する報告書(1), p.136 (1998).
 - 12) 松田時彦, 地震第2輯, 28, 269-283 (1975).
 - 13) 文部科学省地震調査研究推進本部, 長期的な地震発生確率の評価手法について, p.46 (2001).
 - 14) 原子力規制委員会, 敷地内及び敷地周辺の地質・地質構造調査に係る審査ガイド, http://www.nsr.go.jp/nra/kettei/data/20130628_jitsuyoutishitsu.pdf (2013).
 - 15) 重松紀生他, 地学雑誌, 112, 897-914 (2003).
 - 16) 国土地理院, 国土地理院ホームページ, http://www.gsi.go.jp/eiseisokuchi/gnss_main.html.
 - 17) M. Matsubara, et al., *Tectonophysics*, 454, 86-103 (2008).

著者紹介

重松紀生(しげまつ・のりお)
産業技術総合研究所
(専門分野/関心分野) 構造地質学, 断層深部での岩石の変形。



解説

福島原子力発電所の事故対応および廃炉のための遠隔操作・ロボット技術

東京大学 浅間 一

東京電力福島第一原子力発電所の事故後、高放射線環境下での様々な作業において、ロボットや遠隔操作機器の活用が求められた。本稿では、これまでに導入されたロボットや遠隔操作機器について紹介するとともに、現在廃炉に向けて行われている技術開発の取り組みについて解説する。また、福島原発の廃炉や、今後起こり得る災害に対する備えとして何をすべきかについて述べる。

I. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の事故後、高放射線環境下での様々な作業において、ロボットや遠隔操作機器の活用が求められた¹⁾。事故直後は、これらの機器がなかなかスムーズに導入できなかったものの、これまでに30種類以上のロボット技術が投入され、事故対応や廃炉に向けての作業において、多大な貢献を果たしている。本稿では、これまでにどのようなロボットや遠隔操作機器が導入されたかについて紹介するとともに、現在廃炉に向けて行われている技術開発について解説する。また、今後、福島原発の廃炉に向けてどのような技術開発を行う必要があるか、さらに今後起こり得る原子力事故に対する備えとして何をすべきかについて述べる。

II. 福島原発事故におけるロボット技術活用のニーズ

事故直後の緊急対応におけるロボットや遠隔操作機器のミッションは、状況把握、原子炉や使用済み燃料プールの冷却とその安定化、汚染物質の封じ込め、瓦礫の除去による作業環境改善などであったが、冷温停止後(平成24年1月以降)は、廃炉に向けた使用済み燃料プールからの燃料や燃料デブリの取り出しに移行している。しかし、現場で様々な作業を行っている作業員の被ばくを低減することが何よりも重要なミッションである。

事故直後は、政府と東京電力が、福島第一原子力発電所の災害対策復旧のための6つの特別プロジェクトチー

Remote-Controlled Technology and Robot Technology for Accident Response and Decommissioning of Fukushima Nuclear Power Plant: Hajime ASAMA.

(2013年12月8日受理)

ム(P.T)を設置した。そのうちの 하나가リモート・コントロール化PTであり、ここで緊急対応におけるロボットや遠隔操作機器を現場に導入するための議論が行われた。

政府と東京電力は、福島第一原子力発電所・事故の収束に向けた道筋として、当面の取り組みのロードマップを作成し、それに沿って様々な緊急対応の活動が行われた。事故発生直後、原子炉建屋の周辺は放出された汚染物質により放射線量が非常に高く、作業員が接近することも非常に困難な状況であり、様々な場面でロボットなど遠隔操作可能な機器の活用が求められた。しかし、事故直後の緊急対応においては、極めて混乱した状況が存在した。遠隔操作機器のユーザである東京電力は、どこにどのようなロボット技術が存在するのかを十分に把握することができず、逆にロボット開発を行う研究者やロボット製造業者は、どこにどのようなニーズが存在するのかがなかなか把握できなかった。そこで、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)²⁾を設立し、投入可能なロボット技術に関する情報収集を行うとともに、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PTなどに対して様々な情報を提供するなどの支援活動を行った。

緊急対応、および廃炉措置におけるロボット技術活用の具体的なニーズは、注水冷却、建屋内外の調査(映像による把握、放射線量、温度、湿度、酸素濃度等の計測)。

瓦礫除去、機材の運搬・設置、サンプル(ダスト、汚染水、燃料デブリなど)の採取、遮蔽、除染など、非常に多岐にわたった。その作業内容のみならず、場所、環境条件も非常に多様であり、この多様なニーズに対し、これまでに様々なロボット技術が投入された。

III. 事故対応で活用されたロボット技術

1. 冷却

東京電力福島第一発電所の事故発生直後は、原子炉や使用済み燃料プールの冷却が最大の課題であった。安定な注水を行う手段として、平成23年3月22日より、コンクリートポンプ車による注水が4号機で行われた。使用されたのは、Putzmeister社製および中国三一重工社製のコンクリートポンプ車である。その後、数台が1, 3, 4号機において導入され、遠隔操作できるように改造された。コンクリートポンプ車は、ぞうさん、キリン、マンモス、シマウマなどの愛称で呼ばれていた。遠隔操作では、コンクリートポンプ車のアームの先端に照明とカメラを設置し、免震機からカメラ画像をモニタリングしながら、注水が安定に行えるようにアーム(アーム部)等を無線LANによって遠隔制御した。

2. 瓦礫除去

平成23年4月6日より、無人化施工機械による瓦礫除去が開始された。事故直後の福島第一原子力発電所内には、津波によって発生した瓦礫と、原子炉建屋の水素爆発によって発生した瓦礫が多数存在した。特に、水素爆発によって発生した瓦礫は、放射線レベルが高く、発電所内での復旧作業の大きな妨げとなっていた。そこで、大成建設、鹿島建設、清水建設のJV(共同企業体)が、高線量作業環境における作業員の被ばく線量の低減を目的として、無人化施工機械を用いた瓦礫の除去を行った。具体的には、バックホウ、クローラダンプ、オペレータ車、カメラ車などが複数台使用された。

先端のアタッチメントをアイアンフォークに付け替えたバックホウを遠隔から無人で操作し、瓦礫をコンテナに収納するとともに、クローラダンプを遠隔から無人で操作し、コンテナ保管場まで輸送する。この無人化施工機械を用いた発電所内の瓦礫除去作業は、11月までの約7ヶ月間実施され、約56,000m²のエアに存在した、約20,000m²の瓦礫(屋外のみ)を除去することに成功した。

その後も、平成23年5月10日より、3号機の原子炉建屋大物搬入口内外において、遠隔操作機器を用いた瓦礫除去が開始された。使用された機器は、米国QinetiQ社製のTalonやBob Cat、スウェーデンBrokk社製のBrokk-90やBrokk-330などである。水素爆発を起こした原子炉建屋の内部も放射線レベルの高い瓦礫が多く存在しており、それらの除去がこれらの機器を用いて行

れた。なお、Talonには、アイダホ国立研究所から提供されたもの1機と、QinetiQ社から直接供与されたもの2機があったが、瓦礫除去に使用されたのは後者である。その後、平成25年7月25日には、3号機原子炉建屋1階瓦礫等の障害物の撤去作業に遠隔操作重機ASTACO-SoRa(日立エンジニアリング・アンド・サービス社製)が使用されている。

また、水素爆発を起こした原子炉建屋の最上階瓦礫の除去作業が遠隔操作によって行われた。4号機の原子炉建屋上部の瓦礫については、放射線レベルが低かったために、建設機械を用い有人作業で撤去を行ったが、3号機の原子炉建屋上部の瓦礫については、放射線レベルが高いために、作業員の被ばく線量低減のため、原子炉建屋周辺に構築した構台および地盤面より、クレーンやバックホウ(ニブラ)など、遠隔操作による無人重機を用いて実施された。

また、鹿島建設は、平成25年6月24日に3号機の放射線レベルの高い瓦礫の搬送作業の完全自動化を達成したと発表した。原子炉建屋の瓦礫撤去作業現場から構内保管施設までの約1kmを無人化クローラダンプによって、構内保管施設入口から保管場までの傾斜角7%のスロープや切り返し部を含む往復約800mの走路を無人化フォークリフトによって自動運搬している。

3. 調査

平成23年4月17日から、米国iRobot社製のPackbot(2台)を用いて原子炉建屋の内部の調査が開始された。当初Packbotは、建屋内の放射線量・雰囲気温度・雰囲気湿度・酸素濃度の測定に用いられたが、その後も、Packbotは、炉心スプレイ(CS)系の健全性確認や原子炉建屋1階部分の調査などに数多く用いられている。

平成23年6月には、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)、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)などが開発したQuinceが投入された。Quinceは、瓦礫上などの走破性に優れていることから、階段の昇降が必要となる建屋内のミッションで活用された。Quinceは、平成23年6月24日に行われた地下の汚染水のサンプリングと水位計の設置のミッションには失敗したものの、平成23年7月8日には2号機の3階部分の調査、平成23年7月22日にはPackbotとともに炉心スプレイ(CS)系の健全性確認にも活用され、大いなる貢献を果たした。平成23年10月20日には2号機の5階部分の調査に成功したが、掃退の際に通信のトラブルによって3階部分で動作不能となった。その後、同形の機種として、Quince 2、Quince 3が投入され、これらは、2号機原子炉建屋1階MSIV(主蒸気隔離弁)室調査など、現在でも建屋内の調査などに活用されている。

この他にも、日本原子力研究開発機構(JAEA)が開発した調査用ロボットJAEA-3、TOPY工業が開発したSurvey Runner、三菱電機特機システムが開発したFRIGO-MA、ホンダと産総研が開発した高所調査用ロボット、東芝が開発した4足歩行ロボットと小型走行車などが、人が進入することが困難な原子炉建屋内の様々な調査に用いられた。

これらのロボットや遠隔操作機器以外にも、米国Honeywell社製の小型無人ヘリT-Hawkによる原子炉建屋の空中からの調査、工業用内視鏡を用いた2号機格納容器内調査、日立製作所製のROV(水中ロボット)による4号機使用済み燃料プール内調査・瓦礫分布マップ作成、日立製作所製のバルーンを用いた1号機オペレーションフロア調査など、ロボット技術を使って調査が行われている。また、JAEA製のロボット操作車RC-1も、米国QinetiQ社製Talonを用いた調査、ガンマカメラを用いた線量分布測定などに用いられた。

平成25年11月13日に、資源エネルギー庁のプロジェクト(後述)によって開発された遊泳調査ロボットが、格納容器からトラス室に漏えいしている汚染水を発見した。これは、遠隔技術タスクフォースでの議論に基づき、設置されたWG(主査:九州工大浦環教授)で具体的な検討を行い、日立GEニュークリア・エナジー社が開発したものである。これまでも、汚染水の漏えい箇所を特定すべく、様々なロボットが投入されてきたが、漏えい箇所を初めて発見できたという点で、特記すべき成果である。

4. 除染

平成23年6月末から7月上旬にかけて、米国iRobot社製のWarrior及びPackbotを用いて、3号機原子炉建屋の清掃作業が実施された。Warriorに掃除機を設置し、床面等の清掃を行うことによる除染、環境線量の低減が図られたが、大きな効果は得られなかった。なお、Warriorは、その後も3号機の原子炉建屋内干渉物の移動などにも使用されている。

平成25年11月28日からは、ATOX社製の除染装置の遠隔操作によって、2号機原子炉建屋1階の除染作業が行われている。これ以外にも、資源エネルギー庁の補助金(後述)によって開発が行われていた高圧水洗浄除染装置、ドライアイスプラスト除染装置、プラスト・吸引回収除染装置や、Pentek社製除染機器(スクャブラ)などが逐次投入されている。

IV. 廃炉に向けてのロボット技術開発

原子力委員会東京電力福島第一原子力発電所中長期措置検討専門部会では、この極めて困難な課題をいかに解決し、ミッションを達成するかの検討が行われた³⁾。廃炉に向けての中長期ロードマップ⁴⁾が示されるとも

に、今後の廃炉に向けての研究開発の実施においては、以下の2点が明記されている。

- ・国が責任を持って、必要な研究開発を進める
- ・国内外の英知を結集して、中長期の事故収束にあたる

これを受け、政府と東京電力は、中長期対策会議の中に研究開発推進本部を設置するとともに、中長期ロードマップの進捗管理を行うための運営会議を設置し、中長期対策における研究開発の推進を行った。さらに、平成25年2月には、東京電力福島第一原子力発電所の廃炉推進体制を強化するために、政府・東京電力中長期対策会議は廃止され、新たに「東京電力福島第一原子力発電所廃炉対策推進会議」が設置された。廃炉に向けた進捗の詳細な確認は、廃炉対策推進会議(廃炉汚染水対策チーム会合)の事務局会議で行われている。

なお、廃炉に向けた研究開発を、さらに国内外の英知を結集して推進するための技術研究組合「国際廃炉研究開発機構(IRID: International Research Institute for Nuclear Decommissioning)」が平成25年8月に発足した。この機構が今後の研究開発を主導することになる。以下に、これまで廃炉に向けて行われているロボットや遠隔操作機器の研究開発の例を紹介する。

1. 資源エネルギー庁の補助金・委託費による遠隔操作機器の研究開発

平成24年度には、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。実施者は、プラントメーカー3社(日立GEニュークリア・エナジー、東芝、三菱重工)である。

プラントメーカー3社は、国内外の英知を結集してこれらの開発を行うべく、適用可能な技術を公募によって調査し、技術カタログ⁵⁾としてまとめることにも、これに基づき、開発項目ごとに公募を行うなどして、国内外の有用な技術を調達しながら、開発を進めている。

また、平成25年度においても、資源エネルギー庁は、発電用原子炉等廃炉・安全技術基盤整備委託費および開発費補助金を予算として計上し、格納容器漏えい箇所特定技術・補修技術の開発、格納容器内部調査技術の開発、遠隔除染技術の開発、圧力容器内部調査技術の開発、燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発などが行われている。

2. 遠隔技術タスクフォース

前述の政府・東京電力中長期対策会議の研究開発推進本部では、研究開発は、ミッションごとに個別のプロ

プロジェクトで進められていたが、ロボットや遠隔操作機器の開発は、多くの困難が予想され、またプロジェクト全体をカバーする必要があることから、横断的な組織として、遠隔技術タスクフォースが設置された。ここでは、様々なニーズに対し、ロボット技術(RT: Robot Technology)をどのように活用し、ミッションを達成するかを検討し、ソリューションを提案したり、一つのアプローチが失敗したことも想定し、そのバックアッププランを提案するとともに、具体的な研究開発プロジェクトの立ち上げ、その実施時における助言を与える役割を負っている。

これまでに述べたような機器開発の検討に加え、原子炉建屋の屋上階調査や圧力抑制室の漏えい箇所の調査、サブプレッションチェンバー(S/C)内の水位計測などのミッションに対し、ミッションごとにWG(ワーキンググループ)を設置し、それを遂行するための遠隔操作システムの検討などを行っている。具体的には、小型飛行船、小型無人ヘリ、懸垂機構、遊泳調査ロボットなどを活用した調査システムや、様々な計測手法の検討を行うとともに、経済産業省資源エネルギー庁の平成24年度発電用原子炉等事故対応関連技術基盤整備事業「円筒容器内水位測定のための遠隔基盤技術の開発」でS/C内水位測定用遠隔操作デバイスが(WG主査: 芝浦工大松日楽教授)、また「遠隔技術基盤の高度化に向けた遊泳調査ロボットの技術開発」で遠隔操作遊泳調査ロボットが開発されている。それらの導入はすでに開始されており、前述のような顕著な成果をあげている。

また、4足歩行ロボットを用いた圧力抑制室のペント管下部周辺調査においてトラブルが発生した際にも、遠隔技術タスクフォースにWGが設置され(主査: 千葉工大米田教授)、問題点を吟味するとともに、改造案の検討が行われた。なおこれについては、WGの検討結果に基づきしかるべき対策が施され、ペント管下部周辺調査のミッションに成功している。

政府・東京電力中長期対策会議の研究開発推進本部が廃炉対策会議に移行した後も、ロボットや遠隔操作機器の開発は継続して行う必要があり、遠隔技術タスクフォースの機能は、前述の研究開発技術組合「国際廃炉研究開発機構」の中で継続されていくことになると考えられる。

3. 災害対応無人化システムプロジェクト

NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)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⁹⁾を行った(10.0億円)。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

- ①小型高踏破性遠隔移動装置の開発
- ②通信技術の開発
- ③遠隔操作ヒューマンインタフェースの開発
- ④狭隘部遠隔重量物荷揚/作業台車の開発
- ⑤重量物ハンドリング遠隔操作荷揚台車の開発
- (2) 計測・作業要素技術の開発
- ⑥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

(a) ガンマカメラの開発

- (b) 汚染状況マッピング技術の開発
- (c) 災害対応ロボット操縦訓練シミュレータの開発
- (d) 水陸両用移動装置の開発

(3) 災害対策用作業アシストロボットの開発

⑦作業アシストロボットの開発

これは、原発事故対応を目的としたプロジェクトではないが、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も適用できることを前提としたものであり、今後の廃炉対策においても随時活用することが大いに期待されている。

V. 今後の課題

1. 廃炉に向けて

平成25年11月に使用済み燃料プールからの燃料の取り出しが開始され、中長期ロードマップの第2期に突入した。しかし、廃炉までには30~40年かかると予想されており、今後も、除染、汚染水の漏えい箇所の特定・補修、燃料デブリの調査・取り出しなど、人が行うことが困難な作業が目白押しであり、廃炉に向けてのロボットや遠隔操作機器開発は、継続的に行っていかなければならない。また、現状のロードマップでは、格納容器を補修し、水を張り遮蔽した上で燃料デブリの取り出しを行う計画となっているが、実際には、格納容器の水張りのための健全性チェックや補修を行うことは、非常に困難なことが予想されるので、バックアッププランとして、気中での燃料デブリ取り出しのための技術開発も必要となる可能性もある。その場合、機器には格段に高い耐放射線性が要求されることから、基盤技術開発からしっかり行う必要が生じると考えられる。

廃炉に向けて開発が求められているロボットや遠隔操作機器は、いずれも新規に開発されるものばかりであり、現場で確実に使用できる装置として完成させるには、研究開発された後も、機能検証、実証試験、さらにはオペレータの訓練などもしっかり行った上で、投入する必要がある。日本原子力研究開発機構は、福島廃炉技術安全研究所を設置するとともに、遠隔操作機器・装置

実証施設(通称モックアップ施設)の建設・運用を行う計画を進めている。この施設は、今後、開発されたロボットや遠隔操作機器の機能検証・実証試験、オペレータの訓練を行う上で極めて重要な役割を果たす。

2. 原子力災害への備え

ドイツのKHGやフランスのGroupe INTRAは、それぞれ1977年、1988年に設立された原子力緊急対応組織である。いずれの組織も、ロボットを含む原子力災害用の実用機材を多数有しており、オペレータの訓練も日々行いながら、原子力事故発生後24時間以内に、必要な機材と人員を現場に配備できるような体制を整えている。日本においても、福島原発の事故を教訓として、今後発生し得る原子力災害に対して備えを持つことが極めて重要であることがようやく再認識された。

電気事業連合会は、原子力事故が発生した場合にも、多様かつ高度な災害対応が可能な支援体制を構築するとして、2015年度中に「原子力緊急事態支援組織」を設置するとしている。またこれを受け、日本原子力発電協会は、原子力緊急事態支援センターを設置し、災害対応用ロボットなどの機材を逐次調達するとともに、オペレータの訓練プログラムを実施している。災害は極めて多様であり、複雑な環境で多様な作業を行うことが求められることから、今後も、必要となる機能を有する様々なロボットを随時調達し、配備、運用を行い、センター機能を拡充していくことが計画されている。

3. 災害への備えとしてのロボット

日本は、地震、津波、台風、火山爆發など、自然災害が多い。また、劣化などによる社会インフラ(トンネル、橋梁、高速道路、ダムなど)や設備インフラ(化学プラント、コンビナートなど)の事故も急増している。

産業競争力懇談会では、2011年度から災害対応ロボットに関するプロジェクトを実施し、災害に対する備えとして、このような災害に対応可能なロボット技術の開発と運用システムを構築する方策を検討するとともに、その技術によって産業競争力を高めるための提言を取りまとめている⁷⁻⁹⁾。ここでは紙面の制約から、その提言の内容に関する詳細は別報¹⁰⁾に譲るが、非常時に対する備えとして、ロボットなどの機材を持つ上で最も重要なことは、単に研究開発と実証試験を行うのみならず、平時からそれらを利用するような状況を構築することである。

福島原発の事故を受けて、これから長期にわたり取り

組まなければならない廃炉に向けてロボット技術の開発・活用などの活動が、災害対応ロボットの社会実装の先導役となることが期待される。

VI. おわりに

本稿では、東京電力福島第一原子力発電所事故に対して、これまでに活用されたロボットや遠隔操作機器などについて紹介するとともに、今後廃炉に向けて必要となる技術開発について述べ、また、今後起こり得る原子力事故への備えとしてのロボット技術の開発と運用について述べた。なお、本稿の執筆にあたり、ロボットや遠隔操作機器の現場導入に関して、東京電力㈱ 吉野伸氏、田中勲氏、日本原子力研究開発機構 川妻伸二氏に情報を提供していただいた。

今回の経験をもとに、原子力災害のみならず、自然災害や社会インフラや設備の事故などの人工災害(産業災害)に対しても、人が行うことが危険、あるいは困難、不可能な作業をロボットや遠隔操作機器で行えるように備えることが、ナショナルレジリエンスという観点で極めて重要である。

— 参考資料 —

- 1) 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.
- 2) <http://roboticstaskforce.wordpress.com/>
- 3) 原子力委員会: “東京電力㈱福島第一原子力発電所における中長期措置に関する検討結果”, 東京電力㈱福島第一原子力発電所中長期措置検討専門部会, 2011.
- 4) <http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/roadmap/conference-j.html>.
- 5) http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/20120626_01.html.
- 6) http://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100045.html.
- 7) <http://www.cocn.jp/common/pdf/thema39-9.pdf>.
- 8) <http://www.cocn.jp/common/pdf/thema50-L.pdf>.
- 9) <http://www.cocn.jp/common/pdf/thema60-S.pdf>.
- 10) 浅間 一: “災害時に活用可能なロボット技術の研究開発と運用システムの構築”, 日本ロボット学会誌, vol.32, no.1, pp.37-41 (2014).

著者紹介

浅間 一 (あさま・はじめ)



東京大学
(専門分野/関心分野) 自律分散型ロボットシステム, 空間知能化, サービス工学, 移動知, サービスロボティクス, ヒューマンインタフェース。