



あらゆるロボット技術の結集で
廃炉への望ましい道を進める

Kazuma Yamane
山根一真
ノンフィクション作家

Hajime Asama
浅間一
東京大学大学院工学研究科教授

災害用ロボットの取材を始めて23年になるが、福島第一原発事故でその役割がこれほど重要なものになるとは思ってみなかった。福島第一原発の廃炉へ向けてロボットへの期待と現実、望ましいありようを、その第一人者に聞く。

山根 福島第一原発の廃炉へのロードマップを見るにつけ、ロボットの役割が極めて重要だと実感しています。

浅間 安全安心を確保しながら廃炉を進めるため、ロボット技術に求められるものは極めて大きい。廃炉にかぎらず、災害や事故では人が入ることが非常に危険であったり不可能なことが多いため、ロボットによる情報収集にかぎらず、レスキュー活動でもできればという思いがあります。

山根 福島第一原発には何種のロボットが投入されていますか。

浅間 30種ほどでしょう。非常に大きな貢献を果たしていますよ。ロボットに要求する内容も、除染やサンプルの採取などさまざま。当初はすでにあるロボットを改造して対応していましたが、今は具体的な目的に合わせたロボットをおカネをかけて開発するようになってきています。

山根 一番の成果は?

浅間 2011年12月に「冷温停止」ができたのは、Quince

後、土石流の除去や砂防ダムの建設を無人化施工で進めていましたよね。95年にこの現場技術を開いていますか……

浅間 そうです。雲仙普賢岳で培ってきた技術が福島第一原発でも生かされています。平時にそういう利用をしていけばこそ、非常時に役立つ。ロボットのプロトタイプをつくり、実証試験を完了して終わりということが多かったんですが、それでは絶対にいけない。いざというときのためにずっと使い続けるべきだという教訓に学ばなくてはなりません。産業競争力懇談会(COCN)が採択した13年度の推進テーマのひとつが「災害対応ロボットセンター設置構想」で、私はその推進リーダーになりましたが、「平時から使い続けるべき」と主張し続けています。

山根 福島第一原発では、あの原子力災害の発生直後に、すぐに使えるロボットはないかと探し回ったと聞きました。

浅間 3年過ぎた今では多くのロボットが投入されていますが、あ

の事故直後には残念ながら即現場に持っていけたものも限られていた。原子炉建屋内に入れるロボットは、何とか5月にQuinceが完成、改造とトレーニングを積み6月に導入できたが、あれは特殊な例です。

山根 原子力災害を想定したロボット開発は進められていなかった?

浅間 研究者やメーカーは取り組んでいたんですが、電力会社にとっては「原子力プラントが壊れる可能性がある」と認めることにならるので、受け入れを拒否した経緯があるんです。そのため研究者もメーカーもロボット開発を継続できなくなりました。研究開発はできても、必要とする企業がおカネを出してくれなければ継続はできないですから。しかし、今はまったく変わりました。東京電力もロボット開発には極めて積極的です。

山根 福島第一原発にどうして日本製ではなくアメリカ製のロボットを投入したんですか。

浅間 米国のPackBotは

災害対応ロボットではなく軍用です。イラク戦争やアフガニスタン紛争で米軍に既に4000台も調達してきた実績があるんです。

山根 4000台!

浅間 コストは一台1500万円と聞いていますが、メーカーにとっては買ってくれる人がいてこそ開発が継続できる。残念ながら、かつての日本ではそれが叶わなかったんです。

山根 浅間さんはいつからロボット研究を?

浅間 02年に東京大学に移る前、86年からの16年間は理化学研究所でロボット研究を続けていました。

山根 ロボットといってもいろいろありますが。

浅間 発酵や微生物による医薬品生産などを手掛ける化学工学研究室の遠藤勲先生に、「浅間君、これからはバイオプロセスも自動化だ、ロボット化だ。そのためロボットと人工知能の専門家がほしいので来てくれ」と口説かれたんです。その研究を進めるうちに、「原子力のメンテナンスロボットの予

山根 互換の除去などではロボット建機が活躍しましたね。

浅間 11年4月6日に原子炉建屋の周囲に複数のロボット建機が入り、高線量の環境下で無人化施工の技術を実証して、約7カ月で片づけました。

雲仙普賢岳で培った技術

山根 1991年6月に雲仙普賢岳で大規模な火砕流が発生、その

算がついたのでやってみないか」と勧められ、博士論文もそれがテーマでした。原子力プラント点検ロボットでしたが、基礎研究で終わり、今もって原子力プラントの巡回点検ロボットは実現していないんです。

山根 原発は、メンテナンスロボットが力を発揮できることを前提に設計すべきだった？

滝間 おつしやる通りで、原発だけでなく多くのプラントが今になって「メンテナンスが大変だ」と言い出していますよね。

山根 「あらゆるインフラ施設の設計は、メンテナンスをロボットにやらせることを前提とせよ」と、強く提言してほしいな。

滝間 それ僕らは「環境博覧化」と呼んでいます。つまりロボットのためのバリアフリーですよ。福島第一原発の現場に入るロボットが苦労しているのも、問題はそこなんです。

山根 ところで、PackBotは軍用に4000台も売れているから実用化できたというものは、日本では軍事需要というわけにはいかないでしょう。

滝間 日本では「安全安心技術」がアメリカの「軍事技術」に代わるものだと主張しています。アメリカでは軍用ロボット技術開発が介護用や医療ロボットの産業競争力を高めている。日本では「安全安心」のためのロボットに国の予算を大きく投じれば、ロボット産業を大きく発展し成長させ、それが優れた災害対応ロボット製造につながります。いきなり災害対応ロボットを開発しようとしても採算は合わないですから。

山根 「安全安心が一番」という国民のコンセンサスが大きくなっていますから、これを機にその道へと大胆に進むべきですね。

滝間 福島第一原発の廃炉を進めていくためには、実に多種多様なロボット技術が必要です。日本の原子力技術は日立製作所と東芝、三菱重工の3社が中心で、各社とも廃炉に向けてロボット開発を進めています。しかし福島第一原発の廃炉に対応するためにはより

の、日本では軍事需要というわけにはいかないでしょう。

滝間 日本では「安全安心技術」がアメリカの「軍事技術」に代わるものだと主張しています。アメリカでは軍用ロボット技術開発が介護用や医療ロボットの産業競争力を高めている。日本では「安全安心」のためのロボットに国の予算を大きく投じれば、ロボット産業を大きく発展し成長させ、それが優れた災害対応ロボットの製造につながります。いきなり災害対応ロボットを開発しようとしても採算は合わないですから。

山根 「安全安心が一番」という国民のコンセンサスが大きくなっていますから、これを機にその道へと大胆に進むべきですね。

滝間 福島第一原発の廃炉を進めていくためには、実に多種多様なロボット技術が必要です。日本の原子力技術は日立製作所と東芝、三菱重工の3社が中心で、各社とも廃炉に向けてロボット開発を進めています。しかし福島第一原発の廃炉に対応するためにはより

すが、さて、そういう試案があるかどうか(笑)。

山根 廃炉に向けての心配は？

滝間 さまざまなロボット技術の導入で原子力プラント内の様子がいま分かってきたが、まだまだ分からない部分が多い。燃料デブリもこれから見に行かねばならず、しかもできるだけ早く取り出さないといけない。時間がかかってしまうと、劣化が進み崩れる部分も出てくるかもしれない。

今のロードマップでは燃料デブリの取り出し開始は6年後です。計画通り進めるためには、水漏れを止めた上で格納容器すべてを冠水させ、燃料デブリから出てくる放射線を遮蔽することを最優先しなくてはならない。

山根 その手順で難しい点は？

滝間 調べなくてはいけない配管やバルブトップだけでも700カ所はあるんです。いくらロボットを投入しても、1個1個調べていたのでは6年間で終わらせることは難しいかもしれない。となれば、「シナリオ」の見直しが必要

幅広いロボット技術が必要ですが、3社では足りない技術が少なくない。複雑な土木工事や地下水の止水技術も原子力メーカーの範疇外ですから。廃炉を迅速に効率的に進めるためには、幅広いロボット技術を結集しなくては。

山根 例えは？

滝間 ホンダは廃炉のための調査用ロボットで非常に高精度なアームを開発しています。人型ロボット「ASIMO」での技術蓄積あればこそ、です。国も「日本のあ

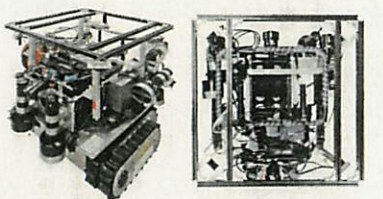
です。実際、今、水を半分だけ入れるだけではどうか、高線量を覚悟で水なしでデブリ除去ができる技術は可能か、といった議論をしているところですよ。

山根 ロボットの可能性と限界が見えてきたからその議論？

滝間 ロボットがよく分かっているなかた段階で、「できるのでは」と過剰な期待をしていた部分を見直す議論もありますね。東京電力もだいたい理解が進んできていますよ。

山根 福島第一原発の廃炉は人類が取り組む最大のプロジェクトだと受けとめています。これを克服していくことで、日本は計り知れない技術力を持つことにもなる……。

滝間 海外の専門家から、「福島第一の廃炉ほど過酷で難しい課題はないだけに、これをクリアするロボット技術が開発できれば、日本は非常に高い技術力を身につけ産業競争力も強化できる」と言われました。とても口にしにくいことなんです。この不幸な事故を克服



福島第一原発の水没した部分の調査を目指し開発中の水陸両用口ロボット 撮影：山根一真

らゆるロボット技術を結集し、という方針を出しています。

山根 ロボットにはあらゆる技術が求められる？

滝間 よく「ロボットの要素技術は？」という質問を受けますが、ロボットは「ある技術」があればいいというものではない。ある課題に対して必要な技術を導き出す技術が出てくるかもしれない。ソリユーションを導き出す技術を負っているのがロボットなんです。

山根 ソリユーション、つまり問題解決。

滝間 それは、イコール「システムを設計し実現すること」でもある。「要素技術」ではなく「システム化技術」という点がロボットの最大の特徴です。

山根 自動車産業とは違って、自動車は人を乗せて道を走ればいい。そのためのエンジンなどパーツもおおまか決まっている。一方、ロボットは、作業目的によって望ましいシステムを創造していくがなくてはならない。かつ、あ

する仕事によって、世界でもトップの「安全安心」の技術を手にすることができ、手にしなくてはならないと思っています。

山根 大学研究室の学生たちの思いは？

滝間 廃炉について、そういう前向きなことを話すと、皆、目を輝かせますよ。「この仕事は30年、40年続く、その間、ずっと先進的なロボットを開発し続けなくてはならない。おまえら、やるか？」と問うたところ、「やります！」と答えていますよ。

山根 ありがたい。うれしいですね。見事でクリーンな廃炉は国民の悲願ですから。



滝間 一 1984年東大大学院工学系研究科修士課程修了。2002年東大人工物工学研究センター教授。専門は自律分散型ロボットシステム、空間知能化、ユビキタスシステム技術など