

災害対策技術 ～新しい防災技術の開発に向けて～

北九州市立大学 国際環境工学部 機械システム工学科
教授 山本 郁夫

1. はじめに

2011年3月11日に日本を襲った東日本大震災とそれに伴う津波、原発被害により、災害対策技術の重要性が再認識され、一刻も早い防災技術の開発と適用措置が望まれている。

「災害対策基本法」によれば、「防災」とは、災害を未然に防止することを意味するだけでなく、「災害」が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、「災害」の復旧を図ることとして定義されている。そこで、本書では、「新しい防災技術の開発に向けて」と題して、これまでに開発してきた防災に関する技術の紹介と今後の災害未然防止と災害復旧に役立つ展開案について述べる。

2. 空の防災技術

日本は、気候や地理的特徴から、地震、津波、台風、洪水、火山噴火、土砂崩れ等の自然災害に頻繁に見舞われる。災害発生時には、住民の避難と被災者の救助を速やかに行うことが最重要であり、そのために被災現場の状況把握と情報配信手段が必要となる。特に、上空から被災地あるいは被災が想定される現場の状況を把握することが重要である。そこで、

図1に示すように、無人飛行ロボットを用いて、上空からの画像(動画)と環境パラメータ(温度、湿度、二酸化炭素、放射線量他)を計測し、遠隔地にリアルタイムで計測データを配信できるシステムを開発した。無人飛行ロボットは円盤型、飛行船型、ハイブリッド型等現場の状況や計測時間に応じて数種類開発し、安全で迅速な飛行を第一としている¹⁾²⁾。図2は円盤型無人飛行ロボットによる建物を上空から捉えたリアルタイム画像の一例である。本ロボットは図3に示すように東京臨海都市部での飛行実験とビル風の中での動画撮影にも成功している。図4は飛行船型無人飛行ロボットによる河川の動画撮影の様子である。本システムは防災用ハザードマップの作成や修正にも役立つことがわかった。図5は上空の環境パラメータのリアルタイム値のモニタリング状況であり、放射線量も把握できるシステムを構築した。無人飛行ロボットについては完全自律飛行を目指しており、さらに地図上にデータを蓄積し、携帯端末に現場被災状況を表示して住民の避難に役立つシステムの開発を予定している。無人飛行ロボットは長時間安定飛行が可能な風型の開発も視野に入れており、陸上救難ロボットの目標マーカとしての空陸連動システムも検討している。



図1：災害状況把握システム



図2：上空からの撮影



図3：円盤型無人飛行ロボット(東京臨海部での試験)



図4：防災用ハザードマップ用画像の撮影



図5：環境パラメータのリアルタイムモニタリング

3. 海の防災技術

東日本大震災では、津波により港湾、河川が甚大な被害を受けている。水中の被災状況を把握するために、図6に示すLED搭載水中ロボットを開発した。LEDにより小さな電力で明るく水中を照らすことができ、さらにフレーム、プロペラ、浮力材の最適配置設計により、小型で運動機動性に優れる。表1に仕様の代表例を示す。また、アタッシュケースに収納されたモニターシステムにてリアルタイムで水中の映像を見ることができる。有索式(ケーブル有り)であるため電力を外から供給でき、数分以内で潜航、撤収できるため、船舶や岸壁からの速やか

な水中全容観察に適している。がれきの中などの入り組んだ領域の観察には、図7(鯛)、図8(鯉)、図9(シノノメサカタザメ)などの魚型ロボットを改造することで対応できる³⁾⁴⁾⁵⁾。これらは無索式(ケーブル無し)であるので、柔らかな運動を行うことができ、自己位置の検出ができるセンサーや画像処理システム、LEDやカメラを設置したシステムを開発すれば、狭隘域の映像や環境パラメータについて、水中をかき乱すことなく取得できる。水草の多い沿岸域でも、鰭はそれらをはねのけることができるので、絡むことなくロボットは航走できる。さらに、災害時に海に緊急投下し、画像・音声・音響認識により遭難者を発見して自律救助する海蛇型ロボットの研究開発も検討中である。

表1：LED搭載潜水機の仕様

本体サイズ(縦×横×高さ)	350×290×200(mm)	ケーブル長	30(m)
重量(本体のみ)	2.7(kg)	搭載LED	200(W)×4機
移動速度	0.5～1.0(m/sec)	搭載カメラ	有効画素数 41万画素



図6：LED搭載水中ロボット



図7：鯛ロボット

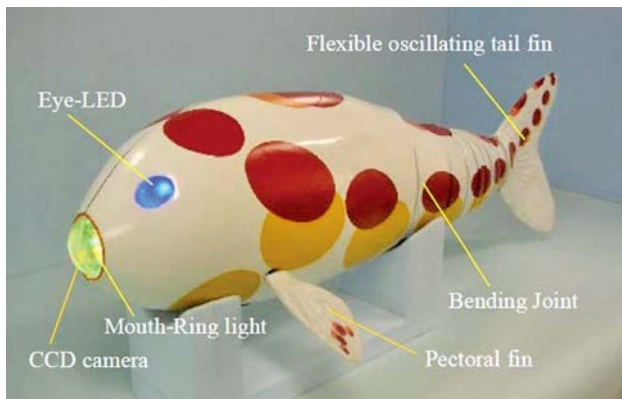


図8：鯉ロボット



図9：シノノメサカタザメロボット

4. その他の防災技術

ロボット・メカトロニクス⁶⁾の技術を応用して、さまざまな防災技術を開発することができる。前述の魚型ロボットは狭い管の中でも進むことができるので、プラント配管の内部検査用ロボットとしても活用できる。また、図10に示すように、発電プラント配管の中をナマズのような魚ロボットが進んで、内部状況を調査できるシステムを構想中である。さらに、上部構造物を振動している土台から分離して、上部構造物に設置したセンサー(加速度計、速度計、変位計)情報に基づきアクチュエータでフィードバック制御して上部構造物の揺れを抑制できる上部構造物支持制御システムの技術も提供できる。これにより揺れない機械・土台の実現が可能となる。その他、2012年3月にJAXAきぼう利用フォーラム総会にて、古川聡宇宙飛行士と講演・パネルディス

カッションをした折り、地震発生前に放射性物質が地殻から放出されるのを捉えることができれば地震直前予知につながるのではないかと御意見をいただいた。国際宇宙ステーション、人工衛星、飛行ロボット等をうまく連動させて、地球と人類を守るセーフティネットワークシステムができないかと考える。

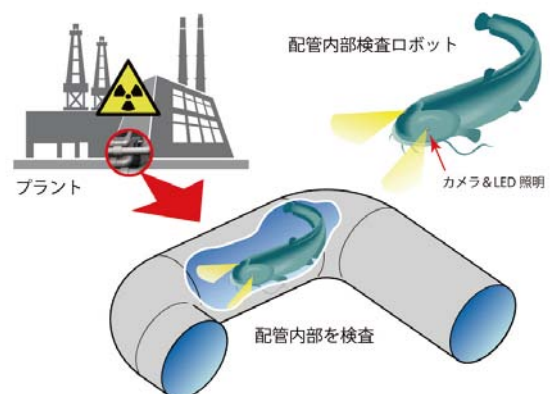


図10：プラント配管内部検査ロボット

5. おわりに

災害対策技術センターが2012年3月1日に発足し、教員・職員が総力を挙げて防災に役立つ技術の開発と適用を開始している。ベース技術は、国内外の大学、研究機関、企業と連携しながら研究を進めており、地球環境災害から人々の生命と資産を守る技術を実現化し、世の中に貢献していく所存である。

【参考文献】

- 1) 読売新聞夕刊全国トップ記事, 2012年1月26日(夕刊未配地域は翌日朝刊掲載), (2012).
- 2) Ikuo Yamamoto, Naohiro Inagawa, Ryouga Ohsawa, Takunori Tsuji, Takenari Otawa, Research on Unmanned Flight Observation and Data Transfer System, Proceedings of the International Conference on Intelligent Unmanned Systems 2011 (ICIUS 2011), Chiba, Japan, (2011).
- 3) Ikuo Yamamoto, MARIN CONTROL SYSTEMS, International Journal of Robust and Nonlinear Control, IFAC, Wiley, (2001).
- 4) Ikuo Yamamoto, Development of robotic fish for the next generation unmanned marine vehicle, Further Advances in Unmanned Marine Vehicles, The Institution of Engineering and Technology, ISBN: 978-1-84918-479-2, (2012).
- 5) 山本郁夫, 魚型ロボットの研究開発, 日本マリンエンジニアリング学会誌, (2008), Ser.469, Vol.43, No.4, pp.99-102.
- 6) 山本郁夫, 水井 雅彦, 基礎から実践まで理解できるロボット・メカトロニクス, 共立出版, ISBN: 978-4-320-08186-7, (2012).



山本 郁夫
Ikuo Yamamoto

■ プロフィール

役 職／教授
学 位／博士(工学)
学位授与機関／九州大学
研究分野・専門／ロボティクス、ビークル工学、システム制御工学、生産システム設計学、機器設計学、機械システム安全学
主要研究テーマ／1)水中ロボット、2)航空ロボット
3)宇宙ロボット、4)医療ロボット
5)災害対策ロボット

P R ・ そ の 他／地球環境観測、資源探査開発、災害対策等を目的とした様々なロボット・ビークルの研究を行っています。個々の機械の要素技術開発から全体統合システムまで幅広く対応することが可能です。

IFAC(International Federation of Automatic Control)・IPC(International Programme Committee)委員、TC(Technical Committee)委員、Editorial Boards of Springer-Verlag, London (Advances in Industrial Control)、IEEE Journal論文審査員他

2005年: フランス国際賞(最優秀設計賞: ロボテックス)受賞
2006年: 日経産業新聞「21世紀の気鋭」に選出
自律型無人探査機海中連続航走世界新記録「うらしま」(317km)達成時の研究リーダーや魚ロボットの開発者としても知られている。
2011年: JAXA宇宙工学委員会研究班員・きぼう利用フォーラム宇宙ロボット研究会代表
2012年: 北九州市立大学環境技術研究所災害対策技術研究センター長

■ 連絡先

〒808-0135 北九州市若松区ひびきの1番1号
北九州市立大学 国際環境工学部 機械システム工学科
TEL 093-695-3210 FAX 093-695-3287
E-mail yamamoto@kitakyu-u.ac.jp