

CONTENTS—目次

HATTORI ～低コストだが使えるAUVを目指して～

東京大学生産技術研究所 准教授 巻 俊宏 …… 1～2

地元企業の海洋開発事業への挑戦

～海洋技術の先端都市「KOBE」の実現に向けて～

日本海工株式会社 事業開発部長 宮本 一之 …… 3～4

Techno-Ocean 2020 展示会出展者募集のご案内 …… 4

HATTORI

～低コストだが使えるAUVを目指して～

東京大学生産技術研究所 准教授 巻 俊宏

1. はじめに

現在、海中ロボットの主流はROV (Remotely Operated Vehicle、遠隔操縦ロボット) と呼ばれるタイプである。これは人間が操縦するため画像観測やサンプリングといった複雑な作業にも対応できるが、操縦のためにテザーケーブル (電源供給や通信のために船や陸上と繋ぐケーブル) が必要なので母船から離れられない、流れや波の影響が大きい、岩や構造物等に引っかかる、という問題がある。これに対し、AUV (Autonomous Underwater Vehicle、自律型海中ロボット) は全自動であるためテザーケーブル無しで広範囲を自由に移動することができる。また、海底ステーションによる給電や洋上無人機との連携による船舶無しでの運用、複数機の協調など技術開発のポテンシャルが大きく、近年注目が高まっている。

AUVは我が国でも使われ始めているが、普及のためのハードルの一つとして亡失リスクがある。テザーケーブルが無い場合、もし異常動作をしたり、設定を誤ったりした場合には、AUVは簡単に行方不明になってしまう。もちろんソフトウェア、ハードウェア、運用の各方面から信頼性向上の取り組みがなされているが、リスクをゼロにすることはできない。音響による遠隔監視も可能であるが、そうすると運用コストがROVと大差なくなってくる。

亡失時のリスクを下げる手段として、AUV本体の低コスト化が挙げられる。「水中ドローン」のような低コストな海中ロボットが注目を集める中、AUVについても従来よりも圧倒的に小型、低コストな機種が開発されつつある。ただし仕事で使えるようにするためには最低限必要な能力があるため、これを維持しつつ低コスト化を進めるかが鍵である^[1]。本稿では、当研究室における取り組みを紹介する。

2. HATTORI

AUV HATTORIは当研究室で開発した小型AUVである^[2]。一人で運用できるサイズであることと、従来型の1/10のコストで海底画像観測が行えることを目標に開発されたAUVであり、2016年に進水した。ドローン用の部品の活用や、オープンソースソフトウェアのROS (Robot Operating System) を採用することで、低コストかつ使いやすいAUVを目指して開発が進められている。ちなみに、HATTORIという名前はHighly Agile Terrain Tracker for Ocean Research and Investigationの頭文字を取ったものであり、複雑な海底地形に沿って、忍者のように静かに素早く動けるようにという願いが込められている。

HATTORIの外観を図1に示す。全長約1m、空中重量15kgと、クレーン不要で1～2名で運用できるサイズである。



図1 AUV HATTORI

高速性に優れたクルーズ型 (魚雷型) と制御性に優れたホバリング型の中間的なデザインであり、4台のスラスタによりサージ (前後移動)、ヨー (旋回)、ロール (左右への傾き)、ピッチ (機首の上げ下げ) の4自由度を制御できる。上下方向の位置制御はクルーズ型のようにピッチ制御により行う。測位能力は低いですが、スキャニングソナーという比較的低コストなセンサのみを用いた環境認識および経路追従アルゴリズムにより、サンゴ礁のような複雑な海底に対して画像観測に適した低高度 (2m程度) を保ちつつ、

ホバリング型 AUV よりも高速に移動することができる。図2は東京大学三崎臨海実験所付近の浅海域における HATTORI の推定航跡と、HATTORI のスキャニングソナーによって計測された海底形状である。起伏に富んだ海底面に対して、約2mの高度を保って追従できていることがわかる。

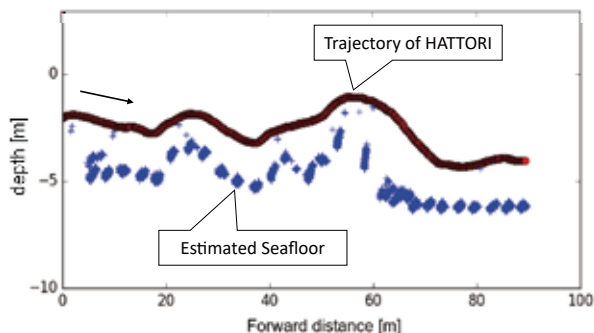


図2 HATTORIの航跡およびスキャニングソナーによって推定された海底面

本機の運動性能を活かして、海底画像観測にとどまらず任意方向の壁面追従^[3]、水中遊泳生物の追跡^[4]等の新たな研究開発が進められている。また、本機の海底追従アルゴリズムの応用により、南極の海水下を探索する AUV の開発が進められている^[5]。

3. HATTORI 2

本機は HATTORI をベースに、民間企業と共同開発した AUV である。クレーン無しで運用できるサイズに抑えつつ、機器配置の見直しにより頑丈さとメンテナンス性を向上させた。外観を図3に示す。



図3 AUV HATTORI 2

2018年11月に石垣島の石西礁湖へ展開し、起伏に富んだサンゴ礁を低高度で追従しながら画像観測することに成功した^[6]。図4は、この実験において得られたデータから生成された画像マップである。サンゴ礁の分布が約700mにわたって捉えられている。

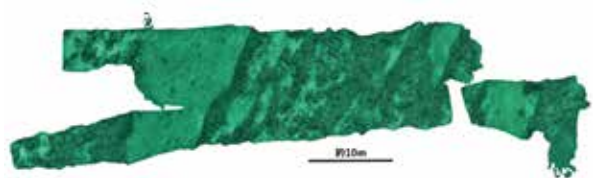


図4 サンゴ礁の海底画像マップ(石垣島 水深30m)

4. おわりに

最後に、低コスト AUV を使えるものにするための開発方針について私見を述べる。

まずはミッションの絞り込みである。低コスト機に

は搭載できるセンサの種類や性能が限られるため、ミッションを限定し、それに特化したデザインとすることが重要である。ミッションの例として、ピンポイントな海底の詳細探査、位置精度は不要だが広域を素早く観測したい、中層の水質や生物探査がしたい、構造物の検査がしたい、等がある。運用方式や支援装置まで含めた検討が必要であろう。

次にデータ処理である。近年、小型かつ高性能なコンピュータが続々開発されているため、低コスト機であっても高い計算能力を持たせられるようになってきた。そこで、「お金が無ければ頭を使え」とばかりにセンサの能力不足をデータ処理によってある程度補うことができる。具体的には複数のセンサの計測値を組み合わせるセンサフュージョンや、確率的状態推定、リアルタイムな経路計画、SLAM (Simultaneous Localization and Mapping: 環境マップ生成と自己位置推定を同時に行う手法) 等である。

最後に後処理である。観測終了後に全てのデータを用いて時間をかけて最適化計算を行うことで、画像マップや地形データといった成果物の品質向上を図る方針である。

AUV のコストの多くはセンサによるものであり、低コスト化するためには、AUV の運用、特に高精度なナビゲーションに必要なセンサ(ドップラー式対地速度計、慣性航法装置など)を諦めざるを得ない。しかし、上述のような方針により、限定的な用途であれば十分使えるものになると考えている。

1. 巻俊宏, 水中ドローン ~ローコスト AUV は使い物になるか~, in ニュースレター「海」. 2017, オキシーテック. p. 14-18.
2. Maki, T., et al., *Low-Altitude and High-Speed Terrain Tracking Method for Lightweight AUVs*. Journal of Robotics and Mechatronics, 2018. 30(6): p. 971-979.
3. Noguchi, Y. and T. Maki, *Path Planning Method based on Artificial Potential Field and Reinforcement Learning for Intervention AUVs*. 2019 IEEE Underwater Technology (UT), 2019.
4. Maki, T., et al., *Autonomous Tracking of Sea Turtles based on Multibeam Imaging Sonar: Toward Robotic Observation of Marine Life*. IFAC CAMS 2019, 2019.
5. Yamagata, H., et al., *Hardware Design of Variable and Compact AUV "MONACA" for Under-Ice Survey of Antarctica*. 2019 IEEE Underwater Technology (UT), 2019.
6. Humblet, M., et al. *Study of macrobenthic community structure at mesophotic depths in the South Ryukyus based on ROV and AUV seafloor imaging*. Japan Geoscience Union Meeting 2019, 2019. Chiba.

地元企業の海洋開発事業への挑戦 ～海洋技術の先端都市「KOBЕ」の実現に向けて～

みやもと かずゆき
日本海工株式会社 事業開発部長 宮本 一之

1. 当社の生立ちと生業

弊社の前身は、内外艦船の海難救助を目的として大正15年8月に創立された村上海事工業所である。以来、戦中戦後を通じ、神戸を本拠地と定め、沈艦船の引揚げおよび航路啓開作業に従事してきた。

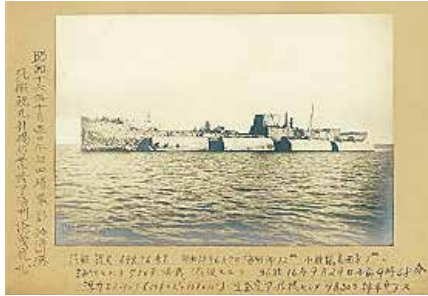


図1 沈艦船引揚げ

その後、伊勢湾台風を契機とした高潮対策に貢献するため海上地盤改良工事に進出、以来、港湾・海岸工事への従事を通じ社会資本整備の充実に寄与してきた。

なお弊社の創立は昭和31年8月である。

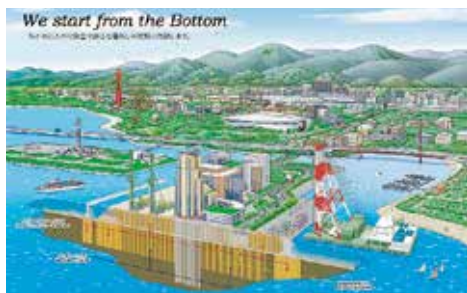


図2 神戸の街並み

2. 海洋開発への取組み

ここでは、現在進行中である海洋開発への取組みの中から2例を紹介する。

①AUV複数運用への参加

平成29年10月から平成30年11月にかけて、私は(一般社団法人)海洋調査協会に出向することにより、SIP次世代海洋資源調査技術における「AUV複数運用手法等の研究開発」に参加する機会を与えていただいた。

研究航海では、駿河湾での訓練を経たのち、諸海域にて、民間企業主体による調査オペレーター育成と技術移転、さらに統合海洋調査システムの構築等の業務を実施した。



図3 AUV及び洋上中継機の開発(SIP-1研究)
(国立研究開発法人)海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所
次世代海洋資源調査技術-海のシバング計画-

②アクアドローン「ロボセン」の自社開発

「ロボセン」とは「自律航行型四胴船ロボット」の略称である。各々の船体は独立した推進機と回頭機構を有し、目的地点までの自動航行が可能である。〈主な特徴〉

- ・継続的な定点保持姿勢
- ・直角回頭や小回りを利かせた動きに対応できる。
- ・ニーズに合わせた装置の搭載により「水上プラットフォーム」として適用。



図4 通常航行

ロボセンは令和2年度の実用化を目指し開発を進めており、一昨年来、カキ養殖場海域において水質計測(水温、DO等)を行いながら、数々の実証実験を実施中である。

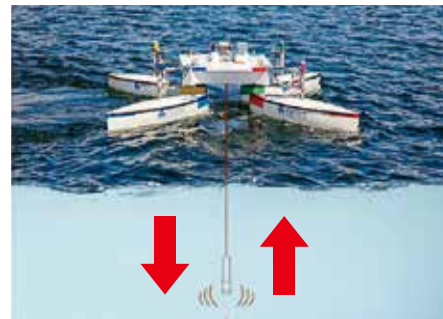


図5 定点保持姿勢

3. 海洋技術の先進都市「KOBЕ」の実現

「新たな海洋立国への挑戦」(第3期海洋基本計画)や地元神戸の特色・強みを生かし、弊社としては現在のKOIN(下記※参照)活動を発展させた常設の「神戸海洋産業クラスター協議会」(仮称)の創設と、「海上・海中技術取得のための多目的洋上複合施設」の設置を提案させていただきたい。

※ KOIN: Kobe Ocean Industry Network
(神戸海洋産業ネットワーク)

〈地元神戸の特色・強みとは・〉

- ・深海対応の潜水機器製造技術を持つ企業の存在
- ・幕末より海事教育に対する熱意があること
- ・交易による港湾機能の経験と集積があること

〈神戸海洋産業クラスター協議会(仮称)の創設〉

【共有価値の創造】

- ・地元海洋関連産業の交流・協働・発展の場

＜多目的洋上複合施設の主な内容＞

- 【経験の伝承】潜水技術者の訓練と養成
- 【開発拠点】水中ロボットや調査機器の開発支援
- 【実践の場】海洋技術者の養成と実践研修



図6 SDGs未来都市への提案

【コンセプト】

- ・水中ロボット技術者や潜水技術者との協働

4. 謝辞

本寄稿にあたり、(国立研究開発法人)海上・港湾・航空技術研究所 海上技術安全研究所ならびに(一般社団法人)海洋調査協会の皆様には「SIP次世代海洋資源調査技術」の研究開発に参画する機会を与えていただき、幾多のご指導や資料のご提供をお願いしました。

さらに神戸市、大阪府立大学、(公益財団法人)神戸市産業振興財団、(一般社団法人)海洋産業研究会をはじめとした多数の関係者のご協力もいただきました。

ここに特記して心から感謝申し上げます。誠にありがとうございました。

Techno-Ocean 2020 展示会出展者募集のご案内

出展者募集中!早期割引の締切は2020年3月31日です。
 詳細はこちらから <https://www.techno-ocean2020.jp/>

「Techno-Ocean 2020」は海洋分野の横断的な我が国唯一の総合的・国際コンベンションです。「Techno-Ocean 2020」展示会は製品や技術のプロモーション、ネットワーク構築、ビジネスマッチング、情報交換の絶好の機会です。研究開発機関、教育研究機関、民間の機関の皆様のご出展をお待ちしております。

- ◆開催日：2020年10月1日(木)～3日(土)
- ◆開催場所：神戸国際展示場2号館 1階 コンベンションホール
- ◆開催内容：展示会の他、基調講演、水中ロボット競技会、一般向け事業(船の一般公開など)を行います。一般論文発表は行いませんが、重要トピックスについて、分野・業種を越えた幅広い交流を実現するための産学官の第一線でご活躍の方々によるパネルセッションを実施します。

◆出展対象分野：

- ・調査・観測、計測機器(センサ等)
- ・海洋機器・装置(AUV, ROV, ASV, 水中ロボット、自律航行船等)
- ・気候変動気象、防災・減災、海洋・宇宙連携(衛星利用等)
- ・水中通信、海中音響(ソナー等)
- ・海洋資源探査・開発(石油・天然ガス、メタンハイドレート、深海底鉱物資源等)
- ・海洋再生可能エネルギー(洋上風力発電、波力・潮流発電、海洋温度差発電等)
- ・港湾開発・海洋土木・海洋構造物施工
- ・水産資源開発(沖合養殖、漁場整備等)
- ・SDGs 対応
- ・海洋プラスチックごみ、環境アセスメント、環境保護・保全、汚染防止
- ・船舶、船用機器
- ・海運、海上輸送、物流・ロジスティクス
- ・海洋レジャー、海洋レクリエーション
- ・その他



前回の Techno-Ocean 2018 の様子(前回は OCEANS'18 との共同開催)

編集室から

水産資源の減少が叫ばれる日本。ただ、各地の資源管理計画は漁業者の自主規制がベースで、7～8割の計画に科学的な裏づけがないとの指摘も。政府が科学的に資源状態を評価する魚種も50と、他の先進諸国の数百に劣る。評価予算も米国の8分の1。低コストでも集まるデータとして有望なのが、漁協の取引記録だ。漁協が手間なくデータを報告できるよう、魚種判別や数値入力ができるスマホアプリなど、技術開発に期待したい。(太)

Techno-Ocean News No.73 2020年1月発行(年4回)

発行:テクノオーシャン・ネットワーク(TON)
 〒650-0046 神戸市中央区港島中町6丁目9-1
 (一財)神戸観光局内
 ☎078-303-0029 ☎078-302-6475
 URL: <http://www.techno-ocean.com>
 e-mail: techno-ocean@kcva.or.jp