

CONTENTS—目次

SIP 第2期 革新的深海資源調査技術について 戦略的イノベーション創造プログラム 革新的深海資源調査技術 プログラムディレクター 石井 正一 …………… 1	水産業と ICT 公立はこだて未来大学 マリンIT・ラボ 所長 和田 雅昭 …………… 3
水中ドローンと呼ばれる時代になって 東京海洋大学学術研究院 教授 近藤 逸人 …………… 2	テクノオーシャン・ユース 開催報告 テクノオーシャン・ネットワーク事務局 …………… 4

SIP 第2期 革新的深海資源調査技術について

戦略的イノベーション創造プログラム 革新的深海資源調査技術 プログラムディレクター いし い しゅういち
石井 正一

今年度より開始した、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 第2期課題「革新的深海資源調査技術」について紹介する。

SIPは、成長戦略の一環として、内閣府の総合科学技術・イノベーション会議 (CSTI) の強化された司令塔機能を発揮し推進されているプログラムである。国家的に重要な課題の解決に向けて、府省の枠を超えて産学官連携を促進し、イノベーションを創出することを目的としている。平成26年度より開始されたSIP第1期における「次世代海洋資源調査技術」は、今年度(平成30年度)最終年度を迎える。これに引き続き、今年度から第2期課題として「革新的深海資源調査技術」が始まった。

日本は四方を海に囲まれており、世界第6位の排他的経済水域 (EEZ) を持つ。水深2,000m以浅の海域面積はEEZ全体面積の29%を占めるのに対し、水深2,000mから6,000mでは実に65%を占める。SIP第1期では、3年目の2016年度から主たる研究開発を水深2,000m以浅の潜頭性熱水鉱床に絞り込み、世界初の成果を上げながら最終年度の仕上げを行っている。一方、海洋鉱物資源は、2,000m以深にも大量に賦存することが確認されており、とりわけ南鳥島海域のレアアース泥は、貴重な海洋鉱物資源として注目を浴びている。しかしながら、その賦存海域の水深は、既に商業化されている世界の海

洋石油・天然ガス開発の水深を遥かに超えており、ここでは世界初の調査技術や回収技術の開発が求められている。本課題は、このような深海底の鉱物資源を対象とする技術を開発すべく、挑戦するものである。本課題では、以下の4つのテーマに取り組む。

テーマ1: レアアース泥を含む海洋鉱物資源の賦存量の調査・分析

南鳥島海域の水深5,000m～6,000mの海底下に分布するレアアースが濃集している地層の厚さや空間的な広がりを解明する。特に、効率的な資源開発が行える可能性の高いサイトの絞り込みを行い、概略資源量の評価を行う。

テーマ2-1: 深海資源調査技術の開発

深海において効率的な海底資源調査を実施するため、自律型無人探査機 (AUV) 複数機の同時通信・測位による運用技術を確認する。SIP第1期では、海洋研究開発機構および海上技術安全研究所が保有するAUV複数機による海底地形、海底下構造探査に成功したが、さらなる効率化に対しては、動力源となる、二次電池容量による調査時間制限の問題がある。本テーマでは、AUV複数機同時運用の実証と並行し、この問題に対して、深海底に設置する充電用ターミナルを開発することで、AUVの数日

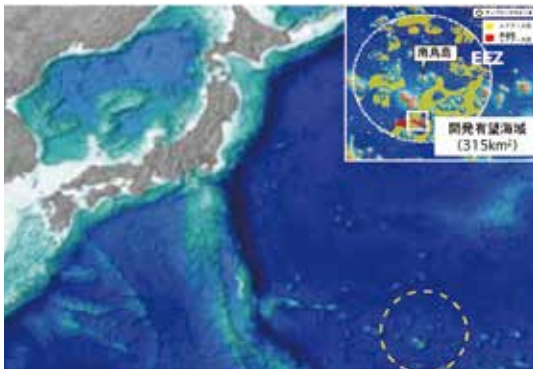


図1. 調査海域

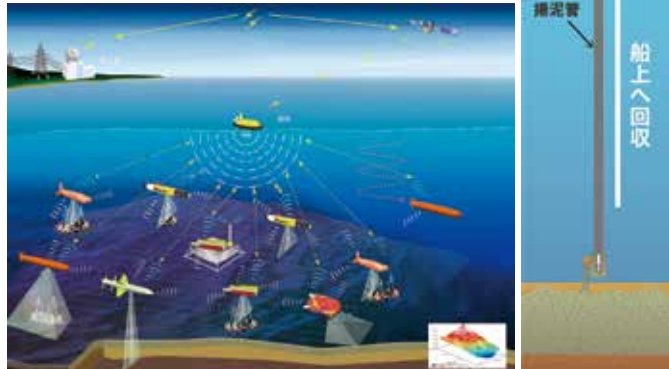


図2. 深海資源調査技術 (左図)・生産技術 (右図) の開発の概念図

間にわたる長期連続調査を可能にするための技術開発を行う。

テーマ 2-2: 深海資源生産技術の開発

深海底におけるレアアース泥を連続的に採取する技術は未だ実現していない。そこで、地球深部探査船「ちきゅう」を用いて、レアアースの泥を回収しやすい状態にする解泥から、パイプ内に取り込む採泥、パイプ内の流体循環に乗せて船上まで運ぶ揚泥に至るまで、一連の作業を実海域で実証し、これらの技術を世界に先駆けて確立する。

テーマ 3: 深海資源調査・開発システムの実証

本プログラムの出口戦略として、将来的な深海資源の調査・開発を可能とする産業化モデルの構築を掲げている。このためにテーマ3では、テーマ1、2-1、2-2の成果を踏まえ、調査・開発システムの最適化を図って一連のシステムとして統合し、実海域での実証を通じて民

間企業への技術移転を行うことで、産業化に向けたステップを確実に踏んでいく。

このように、本課題における科学技術イノベーションの推進により、これまで不可能と思われていたことを可能とし、新たな経済社会の発展に貢献することが期待される。

(参考文献)

1. 海上技術安全研究所 NMRI ニュース
3機の複数 AUV と洋上中継器の同時運用で全自動海底調査世界初成功、熱水地帯で調査(2016年12月16日)
https://www.nmri.go.jp/cgi-bin/nmri_news/topics.cgi#328
2. Ocean Newsletter, 第123号(2005.09.20 発行)
わが国の200海里水域の体積は?(松沢孝俊)
https://www.spf.org/opri-j/projects/information/newsletter/backnumber/2005/123_3.html

水中ドローンと呼ばれる時代になって

こんどう はやと
東京海洋大学学術研究院 教授 近藤 逸人

空のドローンから水中への関心が高まる

ラジコンヘリコプターに憧れた時代があった。大きなローターを回転させ、その回転面を傾けることで前後左右に移動したり、飛行機のように高速で飛行したりできる運動性能もさることながら、これを実現している機構の複雑さに技術者として魅了され、指先の僅かな動きで機体のバランスを取り、それをし損なうと一瞬で墜落させてしまう操縦の難しさもまた魅力の一つであった。やがて、複雑な機構を廃してプロペラを複数備えることで同じような飛行ができるマルチコプタが世の中に出回るようになると、瞬く間にユーザー層が広がり、家電量販店で個人が入手できるものにまで至ったスピードは驚くべきものであった。機構や制御の容易さ、そして何よりも価格の安さがこの主要因であったように思われる。プロにしかできなかった空撮や、テレビゲームでしか想像し得なかったドローンのスピードレースまでが個人レベルで現実のものとなり、これまで飛ばすことに興味を持っていたユーザーは、人が簡単に見ることの出来ない水中にも興味を持ち始めている。

呼び方が変わるとユーザー層が広がる?

「水中ドローン」という呼称は、飛行する無人機を称した「ドローン」という用語が広く一般に知れ渡ることになったことから、これが水中の無人機に対して最近使われ始めたものである。元々は海中ロボットや水中ロボットと呼ばれたり、無人潜水機や無人探査機と呼ばれているものを指している。無人潜水機を UUV (Unmanned Underwater Vehicle) とすることもあった。

水中ロボットには、ROV (Remotely Operated Vehicle) と呼ばれ、電力と通信のためのケーブルを有する遠隔操縦型のもの、AUV (Autonomous Underwater Vehicle) と呼ばれ、電源や頭脳を内蔵した全自動・自律型のもの、またはこれらのハイブリッド型のものがある。

ROV には、マニピュレータを装備し、オイルリグなどの建造から保守などの重作業を行う大型のものから、カメラで水中を撮影することに特化した小型のものまでがあり、ROV から送られてくる水中カメラやソナーの画像を見ながら、オペレータが遠隔操縦をするのが一般的である。

AUV には、魚雷のように流線形で、広範囲を観測対象とする航行型と、ROV のような形をして、局所的な

範囲を観測対象とするホバリング型がある。商品化されているものには航行型が多く、潜航深度は数百 m から 6,000m を超えるものまで、直径は 10cm 代のものから 1m 近いものまで、搭載する観測装置や運用時間に応じて様々である。最近では小型の AUV を一度に多数投入したり、UAV (Unmanned Aerial Vehicle、ドローン) や USV (Unmanned Surface Vehicle、無人ボート) と連携させる運用も行われている。航行型 AUV は海底地形や地質を調べたり、何らかの物体を探すなどの用途で用いられることが多く、観測装置のカバーする範囲が海底面をくまなく埋め尽くすように運用される。ホバリング型 AUV は、海底面や水中構造物の写真を撮影するなど用いられることが多い。

水中ドローンのインパクト

現在のところ、水中ドローンとは小型で安価な ROV を指すことが多く、対象とする水深は 100m 程度までである。信号や映像を送るケーブルを有する遠隔操縦型のものである。AUV のことを水中ドローンと呼ぶ流れも出てきているようであるが、AUV の本質は自律型で全自動であることである。

本格的な水中ロボットと比較すると、水中ドローンは推進機が非力であったり、観測や作業機器を載せる余裕が小さい等の弱点は当然あるが、浅いところであれば使える用途があるのも確かである。

例えば、海洋学、生物学、水中考古学等の研究者にとって、もしたとえハードウェアのことが分からなかったとしても、安価で手軽に使えるツールが出てきたということは大変重要であり、これまでは考えられなかった用途にまで使われるようになることで、新たな発見に繋がる可能性もある。個人の趣味に至るまで使える時代を迎えたということは画期的とも言える。

このように至らしめた一番の理由は価格である。実際に運用するためのシステム全体のコストはここでは触れないが、大雑把に見た場合には、図1に示すように AUV にしても ROV にしても、日本円にして、上位は数億円以上、中間に数千万円台、そして最近になって小型、低機能のものが数百万円台で出てくるようになったばかりである。これに対して、いわゆる水中ドローンとして身近なものは百万円以下で入手できる。3桁以上の低価格化がもたらすインパクトは非常に大きい。

さらに、水中ドローンの安価なパーツが販売されるよ

うになったことで、世界の大学や研究機関でもこれを使ったオリジナルロボットの開発が始まった。安価なパーツは、ハードウェア的には実用面で限界があるのは事実であるが、ある程度の用途には使えるものであり、低価格化により海洋に関心を持つ参画者とユーザが増えることで、新たに低価格な周辺機器が開発・販売されるという好循環も起きている。

将来への期待

ユーザが増えることのさらに重要な点は、空を飛ぶドローンや自動車の自動運転分野で見られるように、ソフトウェアの開発が進むことである。計算機の処理能力が上がることで、近年では画像処理や機械学習、さらに人工知能のアルゴリズム開発が大変注目されている。水中の分野では水中特有の課題をクリアすることがさらに求められているが、ユーザー層が広がることで水中向けのソフトウェア開発が進むと期待され、実用向けの水中ロボットにもこのソフトウェア技術がフィードバックされていくことが予想される。

世界を見渡すと、水中ロボットは海洋観測では気軽に使うツールになってきており、これからは、ドローンがそうであったように、個人でも使えるものになっていく

と思われる。

水中ドローンの普及が引き金となって、資源探査や資源開発、水中インフラの点検や補修、水産業での活用、水上・水中レジャーへの活用等、水中ロボットが活躍する時代の幕開けが日本でも加速することを期待してやまない。

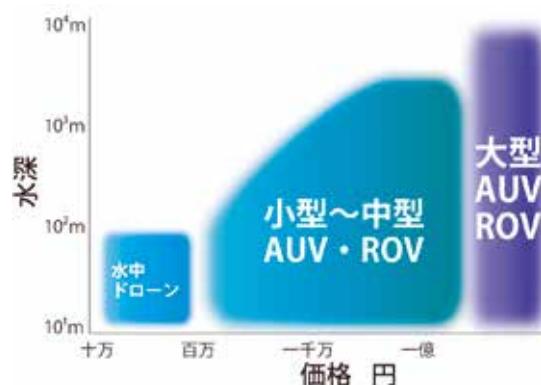


図1: 水中ロボットの価格帯 (両対数グラフ)

水産業とICT

わだ まさあき
公立はこだて未来大学 マリンIT・ラボ 所長 和田 雅昭

平成 30 年 5 月に閣議決定された水産白書では ICT の活用が特集されており、養殖業や沿岸漁業などでの ICT の活用事例が紹介されている。また、「スマート水産データベース (仮称)」という集約的なデータプラットフォーム構想が掲げられており、水産業において ICT は漁具のひとつとして今後急速に普及していくものと考えられる。

著者らの研究グループは 2004 年から ICT を活用した水産業の支援に取り組んでいる。これまでの取り組みは小型ブイを用いた水温観測やタブレットを用いた資源評価など、IoT (モノのインターネット) を活用した生産の支援であり、現在の見える化である。ログやロガーを用いた過去の見える化から現在の見える化への移行により、環境や資源の状況にあわせた操業が可能となり、経費削減や資源管理が実現している。

これからの取り組みは AI を活用した流通の支援であり、ビッグデータを用いた水揚予測など、未来の見える化である。現在の見える化から未来の見える化への移行により、生産と流通の融合による水産業の全体最適化が可能となり、持続可能な水産業が実現する。

しかしながら、AI を活用するためには前段階としてビッグデータを生成する必要がある。データプラットフォーム構想については、構築にあたり技術の壁はないが、運用にあたり文化の壁があると考えられる。すなわち、ビッグデータの生成には漁業者の理解と協力が不可欠であるが、多くの漁業者はデータの共有に対してマイナスのイメージを抱いているのが実情である。

マイナスのイメージをプラスのイメージに転じることに成功した事例が北海道留萌市にある。北海道産のナマコは中国市場の開拓に成功したことから高値で取引されるようになり、留萌市では乱獲により漁獲量、資源量ともに激減し枯渇の危機に瀕した。そこで、新星マリン漁業協同組合留萌地区なまこ部会にはナマコ魚を持続させるためにデータを共有し資源管理に取り組むことを決めた。資源管理のためには、各漁船の位置データと漁獲データが必要であるが、位置データは個人が特定できる形で共有する (図 1)、漁獲データは合計や平均などの

統計値として個人が特定できない形で共有するというルールを策定した。その結果、部会での合意形成が図られ、漁獲制限や漁期短縮といった資源管理により漁獲量を維持しながら資源量が回復している。留萌市では、漁業者が自主的に漁期前に初期資源量や体重別分布を調査する (図 2) ようになった。また、位置データをタコ漁



図1: タブレットによる位置データの共有。資源管理だけではなく後継者育成にも活用されている。



図2: 漁業者による初期資源量の調査。データの共有によりナマコの資源量はV字回復した。

における後継者育成に活用するなど、データの共有が定着している。

全国で取り組まれている魚類、貝類、海藻類の養殖業、定置網漁業などにおけるICTの活用事例の多くは個別の課題解決を目的とした、IoTの活用であった。著者らはIoT、ビッグデータ、AIの総称をICTと定義しており、地域や組織の枠を超えたデータの共有によるビッグデータの生成によってAIの活用が促進されるものと考えている。また、ビッグデータの生成は、環境変化への順応やTAC(総漁獲枠)の配分など、共通の課題解決を目的としたICTの活用を創出する。

水産業では1年をひとつのサイクルと考えると、30

年の熟練漁業者であっても30回の経験しか積んでいないことになる。また、将棋や囲碁とは異なりAIが学習データを生成することはできない。そのため、ビッグデータを生成するためにはデータを共有することが唯一の手段となる。データプラットフォーム構想においては、文化の壁を打ち破るルールの策定こそが最重要の課題となる。

持続可能な水産業は資源の持続性と経営の持続性の両立により実現する。著者らは、生産と流通の融合による水産業の全体最適化が、その解のひとつになるものと考えており、データプラットフォーム構想に大きな期待を寄せている。

テクノオーシャン・ユース 開催報告

テクノオーシャン・ネットワーク事務局

2018年10月13日(土)、平成30年度テクノオーシャン・ユースが公益社団法人日本船舶海洋工学会海洋教育推進委員会との共催事業として、バンドー神戸青少年科学館 新館地下ホールにて開催されました。今年度のテクノオーシャン・ユースは、近年海の環境や生物などを調べるために、さまざまな水中ロボットが活躍していることを受けて、小学5・6年生を対象に「作って学ぶ、水中グライダーの世界!」をテーマに水中グライダーの世界を学んでもらうための工作と実験を行いました。

当日は、はじめに大阪府立大学・大学院工学研究科・海洋システム工学分野 有馬正和教授を講師に迎え、最新の水中グライダーや海の環境、生物の講義を行いました。講義では、実際の海の生物の鳴き声を調べるために使われた最新水中ロボットを紹介することによって、参加した小学生の興味をそそり、工作に取り組む意欲を掻き立てました。

工作では、アクリルパイプや発砲スチロール球、プラスチック板、竹串、L型ネジ、六角ナットなどの一般家庭でも入手できるような材料を用いて、有馬教授の指示の下、ボランティアの学生の協力を得てミニ水中グライダー制作をしました。制作後、実際にプールで実験を行い、スクリューなどの原動力がなくても機体の重さや浮力のみで水中を飛ぶことのできる、水中グライダーの仕

組みを学びました。講演、工作、実験の全ての行程を含めて60分と短い時間でしたが、各人とも上手く実験ができたようで、非常に盛り上がりました。

実験では、自らの重さでゆっくりと水中に沈み、水底到達時にL型ネジに引っ掛けたナットのおもりが外れて機体が浮上するよう、浮力材の量とその位置のバランスについて工夫し、水中をより美しく・遠くへ進む水中グライダーの製作を目指しました。

今回のテクノオーシャン・ユースに参加した子ども達は36名と当初予定していた30名を超え、大盛況のうちに幕を閉じました。この分野の講演と実験は、子供たちに海洋や海洋システム工学に対する新たな関心と知識を与え、進路について考える素晴らしい機会となりました。テクノオーシャン・ネットワークでは、今後とも青少年を対象に海洋に関する興味・関心を育むことを目的に、海洋の科学技術に関する事業を実施し、その輪を次世代に担う青少年にも広げて参ります。



図1. ミニ水中グライダー

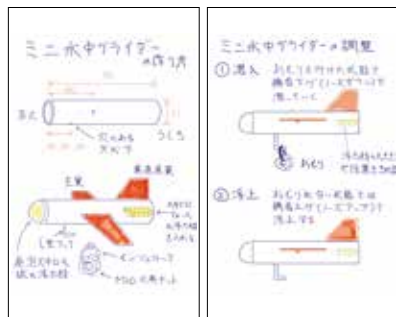


図2. 水中グライダーの構造



図3. 講演を行う有馬教授



図4. 実験の様子

編集室から

第2期SIPは、第1期の成果を土台にしつつ、新課題に挑戦しようとしている。特にAUV複数機運用による効率的な海底地形把握が楽しみである。一方水中ドローンは、現在は身近な海中・海底観察のツールと受け取られがちであるが、今後はレジャーから産業の分野まで、幅広い領域に拡大していくことと思う。また水産業の分野でも、AIやビッグデータを駆使して「見える化」が一段と進みつつある。このような新しい技術が次世代にとって身近になっていくことを願ってやまない。テクノオーシャン・ユースのこれまでの活動に敬意を払いつつ、これからの取り組みにも期待したい(福)。

Techno-Ocean News No.68 2018年12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