

地球最後の秘境に挑む クジラ追跡ロボット研究所

text : 喜多充成 photo : 凸凹記

1秒間に地球を7週半もしてしまう電波でさえ、月と地球の間を往復するのに約2.5秒の時間がかかる。いっぽうわずか1900mを隔てただけで通信に月と同じ往復2.5秒の時間が必要になってしまうのが、水のなか。水中で使える無線通信手段は音波(超音波)以外にない、その伝搬速度は1秒間に約1500mにすぎないからだ。

人類が足を踏み入れて30年余を経たいまも、月は依然として到達困難なフロンティアとなっているが、太古の昔からいつもわれわれのそばにあった海、それも直線距離にすればわずか2km先の海の中も、38万kmの彼方にある月面と同じほど遠い場所にある「フロンティア」なのである。

海は広くて大きいぞ

「そういう意味でも水中ロボットは、火星に送り込まれた惑星探査機のローバーなんかと同じなんですよ」

豊かなアゴヒゲをたくわえた浦環(うら・たまき)教授の肩書きは東京大学生産技術研究所の海中工学研究センター長。20年間にわたって海中ロボット工学に携わってきた、日本の第一人者だ。

浦教授が言うように、惑星探査機も水中ロボットも、人が行けないほど遠く、通信に時間がかかる、環境がきわめて過酷な場所が仕事場だ。遠隔操縦はかなわず、宇宙ならば真空や極端な温度差、水中なら膨大な水圧や潮流がロボットの行動を阻む。

しかも調査のために送り込まれる以上、周囲は不確定要素ばかり。障害物に出くわしたら右へよけるか左へそれるか、それとも飛び越えるのか引き返すのか、未知の障害に阻まれることも想定し自分自身で判断しなくてはならない。そのうえで当初予定のルートに復帰する必要がある。

そのためには状況把握のための高性能なセンサーと、センサーからの情報を演算し判断する高度なソフトウェアが必要になる。誰も助けに来てくれない場所で働くロボットには、この種のインテリジェンスは不可欠の要素なのである。

教授の足もとで浮かんでいる「トライドッグ」も、そうしたロボットの1つだ。金属の筒を組み合わせただけの無骨な外観ながら、この種の高度なインテリジェンスを身につけた自律航行水中ロボットだ。おまけに内部にはイーサネットLANが構築され、浮上時には潜水水中に取得した観測データを無線LANでビュンビュン飛ばしてくれる



機能なども備えた、けっこうなシロモノだ。

浦教授はこうした自律航行ロボット(AUV)を日本でもっとも多く作って動かしてきた、日本一の「水中ロボット伯楽」なのである。

クジラを尾行し、その生態に迫る

2001年4月、浦教授は沖縄の慶良間諸島で水中ロボットによる「クジラ追跡実験」を行なった。

光海底ケーブル調査のために建造され、すでにフィールドでの実績もある「アクアエクスプローラー2000」をプラットフォームとして利用。KDDIの関連会社K-MARINEと三井造船が開発した、長さ3m、定価約1億円の水中自律航行ロボットだ。

浦教授は水中でザトウクジラの鳴音をキャッチするため、このAE2000に水中マイクを4本取り付け付けた。ともに実験にかかわったクジラの研究者が録っていたザトウクジラの鳴音を水中ロボットに搭載したメモリーに記憶させておく。マイクが捉え、A/D変換された音はそのパターンと一致したとき、4本のマイクからの音の位相差(音波の山と谷のズレ)が導く音の来る方向に向け、水中ロボットは追跡行動を開始するという段取りだ。

はじめての実験だったため、鳴音をキャッチしたり尾行を開始したりする節目節目でロボットに報告を求めたが、最終的にはクジラまで50mというところまで接近できた。約2時間半の尾行が成功したのである。ロボットによる追跡生態調査が技術的には十分可能であることが実証されたわけである。

「生物調査は水中ロボットの大きな活躍の場です。船を出しての調査では、期間内に対象に遭遇できないことだっていくらかもあります。現に私も『クジラが出てこなかったらどうしよう』とかなりヒヤヒヤしました。

生物の生態調査には、そうした待ち伏せのストレスに耐える精神力が不可欠ですが、幸いロボットはそれを持ち合わせている。電池が続く限り、飽きずへこたれず待ち続けられるわけです(笑)

この成功を受けてザトウクジラよりも速く泳ぎ、深くまで潜るマッコウクジラの追跡も計画されている。将来的には時速100km近い速度で回遊するとも言われる絶滅危惧種の人気高級魚「カジキマグロ」を、エラから吐き出される海水で生じる渦の音を頼りに追いかけるような構想もあるという。

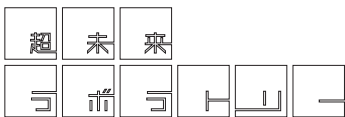
クジラのような生物調査は最近になって実現した水中ロボットの高度な応用利用だが、昔から無人機に課せられてきたミッションが「危険地域」の調査である。船で曳航する測定器や有人調査船ではとても近づけない、たとえば活動中の海底火山地域であっても、無人機ならば調査ができ、地殻変動や地震のメカニズムの解明に貴重なデータをもたらすことが期待される。

「二本足で歩いても人間の知らない世界が見えるわけではない。ところが『人が活動できないところで働くロボット』は、ほんとうに役に立つロボットになる。生物だろうが火山だろうが、これまで調査の手段がなかったそういうフロンティアにロボットが行けば、得られたデータはすべて新発見になる。これが水中ロボットのおもしろみでもあるんです」

生態学の分野でも、重金属の微量解析で水棲生物の活動履歴を探ったり、DNAを解析し進化の系統樹でいつ種が分化したかを推測したりするなど「新しい科学の道具」が取り入れられ始めている。水中ロボットもまた然りなのである。

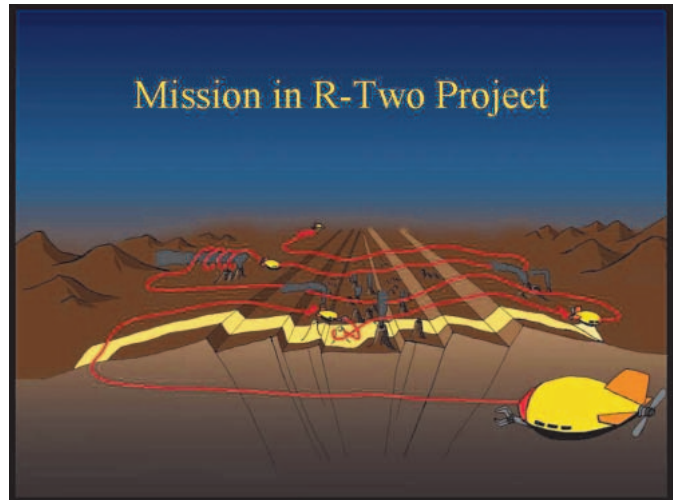
地球の気候変動モデルにも貢献

いっぽうで、地球規模での気候変動シミュレーションでも、水中ロボットが大きな役



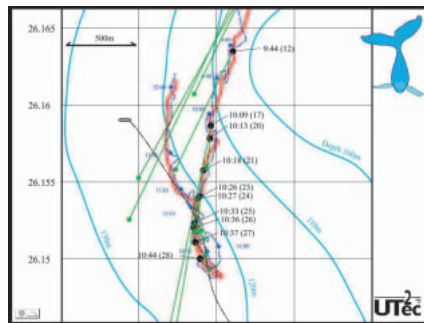
R2の使命

深海から噴出する熱水と、その中のイオウを代謝する微生物、そしてそれを取り巻く深海生物。熱水噴出口付近には、文字通り別世界の生態系や景観が広がっている。図は現在開発が進められている新型AUV「R2-D4」のミッション予想図。ケーブル付の無人探査機より広範囲を長時間にわたってカバーし、有人調査船では行けなかった危険域の調査も可能となる。(図版提供/浦環教授)



クジラ追跡

鳴音を複数の水中マイクでキャッチし、時間差や位相差から方向を推測、一定の距離を保ちながらクジラを追跡した。青い点線がクジラの(推定)赤が試験機の軌跡。試験には、海底ケーブル調査の目的でKDDIのグループ企業「K-マリン」(本社・東京都目黒区、白崎勇一社長)が開発した「AE2000」をプラットフォームとして使用した。(図版提供/浦環教授)



割を期待されている。水の循環や熱の収支などさまざまなサブシステムを組み合わせる地球環境モデルは構築されるが、CO2の循環モデルなども重要なサブシステム。

このモデルを構築しようとする場合、陸上では人間活動や火山活動、森林の活動など、だいたいの数字は出そろっているが、海底火山や熱水噴出孔など海洋のCO2の収支は「研究者によっては二桁も数値が違ってしまっている状態」(浦教授)なのだ。

大規模な気候変動モデルの構築やコンピュータによる精緻なシミュレーションがそもそも不可能だった時代には、当然ながらこうした「データの欠落」も問題にはならなかった。しかし、衛星のセンサーの性能が向上して大量の正確なデータが取得できるようになり、超高速のスーパーコンピュータで大規模な気候シミュレーションを行なうことが現実味を帯びてきた昨今で

は、データの暗黒大陸である「海洋」がますます目立つようになってきている。

「最新の計測器を積んで自分で海の中を走り回るロボットをボンボン海に放れば、桁違いの情報が得られる。これまではわざわざ船を出し、高いコストを掛け、それでも点でしか捉えられてなかった海洋の情報を、『自航する測定器』を使えば三次元的に正確に把握することが可能になるわけです」(浦教授)

科学好きの少年なら一度はあこがれた深海の世界。だが、オトナになるとそれを忘れてしまっていたり、だいたいの謎は解明されてしまったのだと思いきなり思い出がなかったらどうか。

この研究室で開発された水中ロボットたちは未知の深海を泳ぎ回って、謎を解き明かしてくれる。だが、宇宙と同じほど遠い「フロンティア」からきっとさらに多くの、新たな謎を拾い集めてくれる。

研究所データ

東京大学生産技術研究所
海中工学研究センター
浦研究室
東京都目黒区駒場 4-6-1
manta.iis.u-tokyo.ac.jp



[インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ] ご利用上の注意

このPDFファイルは、株式会社インプレスR&D(株式会社インプレスから分割)が1994年～2006年まで発行した月刊誌『インターネットマガジン』の誌面をPDF化し、「インターネットマガジン バックナンバーアーカイブ」として以下のウェブサイト「All-in-One INTERNET magazine 2.0」で公開しているものです。

<http://i.impressRD.jp/bn>

このファイルをご利用いただくにあたり、下記の注意事項を必ずお読みください。

- 記載されている内容(技術解説、URL、団体・企業名、商品名、価格、プレゼント募集、アンケートなど)は発行当時のものです。
- 収録されている内容は著作権法上の保護を受けています。著作権はそれぞれの記事の著作者(執筆者、写真の撮影者、イラストの作成者、編集部など)が保持しています。
- 著作者から許諾が得られなかった著作物は収録されていない場合があります。
- このファイルやその内容を改変したり、商用を目的として再利用することはできません。あくまで個人や企業の非商用利用での閲覧、複製、送信に限られます。
- 収録されている内容を何らかの媒体に引用としてご利用する際は、出典として媒体名および月号、該当ページ番号、発行元(株式会社インプレス R&D)、コピーライトなどの情報をご明記ください。
- オリジナルの雑誌の発行時点では、株式会社インプレス R&D(当時は株式会社インプレス)と著作権者は内容が正確なものであるように最大限に努めましたが、すべての情報が完全に正確であることは保証できません。このファイルの内容に起因する直接のおよび間接的な損害に対して、一切の責任を負いません。お客様個人の責任においてご利用ください。

このファイルに関するお問い合わせ先

株式会社インプレスR&D

All-in-One INTERNET magazine 編集部

im-info@impress.co.jp