

Marine Science Seminar

マリンサイエンスへの招待

小笠原海沖に沈んだ HIIロケットを探せ！

「海底3,000mの捜索、深海の挑戦」

2002年11月9日
(海洋科学技術センター横浜研究所 地球情報館公開セミナー)

宇宙から地球を見ると非常によく見えます。しかし海の中は見えません。ご存じの通り地球の表面の7割は海です。海の平均水深は3,800m。マリアナ海溝は約11,000mもの深さがあります。では、こうした海の中はどうやって見ることができるのでしょうか。

1999年11月15日、種子島から打ち上げられたHIIロケット8号機が小笠原海域に落下しました。私たちはNASDA(宇宙開発事業団)からの要請を受け「ロケットの発見」に成功しました。これはひとつの快挙です。しかし、本当に重要なのは「ロケットを探す技術を持ったこと」です。本日は、そのあたりを含めてお話しをしたいと思います。

●深海挑戦の歴史

「海洋科学技術センター」は知らなくても「しんかい6500」という潜水船はご存じでしょう。世界で最も深く潜れる有人潜水船です。これ以外にもセンターには「ドルフィン-3K」「かいこう」「ハイパードルフィン」というROV(無人探査機)や、「ディープ・トウ」という曳航式の探査システムなどがあります。現在開発中の深海巡航無人探査機「うらしま」は、燃料電池で最大300kmの距離を走ることができます。さらに、5隻の調査船が北極から赤道まで世界中で観測を行っています。これらを使って深海の探索は行いますが、そこで深海とは何か、という話になります。よく言われるのは、高圧、暗黒、低温の世界だということですね。それを克服していくことが深海調査の歴史でした。

最初の有人潜水船は1900年頃に作られた軍用潜水艦です。調査用潜水球は1930年代に作られました。直径

1.2mの鉄球に人間が入り、ワイヤーで深海まで降ろす危険なものでした。そこで、スイスの物理学者、A・ピカールが「バチスカーフ(ラテン語で深海の船)」を作りました。1950年代です。これを改良したアメリカのトリエステ号は、1960年、マリアナ海溝チャレンジャー海淵に潜航し、人類で初めて11,000mの世界に到達しました。この記録は未だに破られていません。バチスカーフは巨大なガソリンの浮力材を使って潜航するため海底で動き回することは困難でした。1964年に新しい発想で作られた「アルビン」は、浮力材に中空ガラスを使うなど小型軽量化を図り、最大潜航深度は1,800m、現在は4,500mまで潜れるようになっています。「しんかい6500」もこれと似た構造です。耐圧容器が直径2m、定員は3名。マニピュレータという機械の腕もあります。現在、フランスやロシアにも6,000m級の潜水船があり、アメリカ海軍は唯一の原子力潜水調査船も持っていますが、詳細は明かされていません。

●深海探索技術を発展させた大事件

1963年、アメリカ海軍の原子力潜水艦が沈没しました。当時は冷戦の最中で、原因究明のため捜索が始まりました。沈没地点は水深2,500m。最終

通信地点を頼りに、潜水船やカメラで10マイル四方を調べました。ところが、残骸の写真は撮れてもその位置がわからない。カメラは何kmもあるケーブルで船から曳航されるため位置が確定できないのです。そこで、プラスチック製のマーカーに番号をつけて網目状に沈めました。再度写真を撮り、残骸近くのマーカーめがけて潜水船が潜ったのです。これが深海探査技術の開発が始まるきっかけです。その後、マーカーと音を使って海底での位置を出せるようになり、現在は海底に3つのトランスポンダ(音響測位装置)を入れて、三角測量の原理で自分の位置を出せるようになりました。さらに、横方向に音を出して海底の突起物の陰をとらえるサイドスキャンソーナーで、その形を写真のように見る方法も確立しました。

●日本における深海調査技術

海洋科学技術センターでは、1973年頃から深海調査技術の開発が始まりました。当時、日本で低レベル放射線廃棄物を海洋投棄する計画があり、そのために水深6,000mの海底に投棄した固化体を視覚的にモニタリングする研究を国から委託されました。ドラム缶を吊るした高さ3m、長さ3m、幅2mのフレームをケーブルで降ろし、カメラで観察しました。当時、日本にはカメラシステムさえなく、ウィンチ以外は全

て輸入品でした。テレビも白黒の粗い画質でしたが、1977年、6,200m海域で実験に成功しました。

次に、アメリカの「ディープ・トウ」をモデルに、より高度な曳航ソーナーの開発を進めました。水中の位置を正確に出すため音響測位装置も輸入しましたが、使いこなすまでかなり苦労しました。船の雑音が測位装置の信号を妨げるので音響技術も必要でした。機器を海底に降ろすクレーンや作業船も開発し、1983年に約5,700m海域でドラム缶をソーナーで探し撮影する実験を行いました。これが後のロケット探しに非常に役立ちます。1981年に「しんかい2000」が完成し、独自のJAMSTEC「ディープ・トウ」で潜水船の事前調査を始め、企業や海外と協力して調査する体制も整えました。学術的な深海調査の一方で、災害や事故

に際した海底の“もの探し”の依頼も受けました。1997年、日本海で沈没したロシアのタンカー「ナホトカ号」なども探索しています。

●HIIロケットの探索

ようやくロケットの話です。HIIロケット8号機は発射から4分後にエンジンが停止し、小笠原海域に落下しました。HIIは90年代の日本の主力ロケットで、6号機まで打ち上げましたが7、8号と失敗が続き、その原因解明が急務でした。私たちはNASDAからの依頼で4回の調査を行いました。

第一次調査には1万m級のROV「かいこう」を使いました。これはランチャー(親機)とビークル(子機)の合体構造で、ビークルは海底から150mくらいで切り離します。ランチャーはサイドスキャンソーナーで広域の探査を行い、

ビークルは海底でカメラによる探査を行います。ソーナーが一度に探査できる幅は2km。NASDAが出した探査範囲は幅が3.3kmで全てはカバーできません。日程を考え、とりあえず中心を通る測線を調査しました。海底の地形図は「かいれい」の最新式測深機を使って作りました。幸い搜索範囲はほぼ平らで、これならば何とかなんと少し安心しました。

HIIロケットは二段式で、一段ロケットにエンジン部分がついています。エンジンセクションとエンジン本体を合わせて直径4m、長さ5mほどの大きさです。これを3,000mの深海で探すわけです。出港から七日目、ソーナーに怪しい線が記録されました。昔ドラム缶探しをした時の記録に似ていたんです。カメラを降ろしてみたところ、エンジンセクションでした。ほとんど変形もな



門馬 大和(もんま ひろやす) (前列右)
1946年生まれ。慶応義塾大学工学部電気工学科卒業。同大学院電気工学研究科修士課程修了。1972年に海洋科学技術センターへ入所し、以後ディープ・トウの開発をはじめ深海調査の一線で活躍。現場での豊富な経験も持つ。2000年に日本海洋事業(株)に海洋科学部長として出向後、現在海洋科学技術センター研究業務部長。



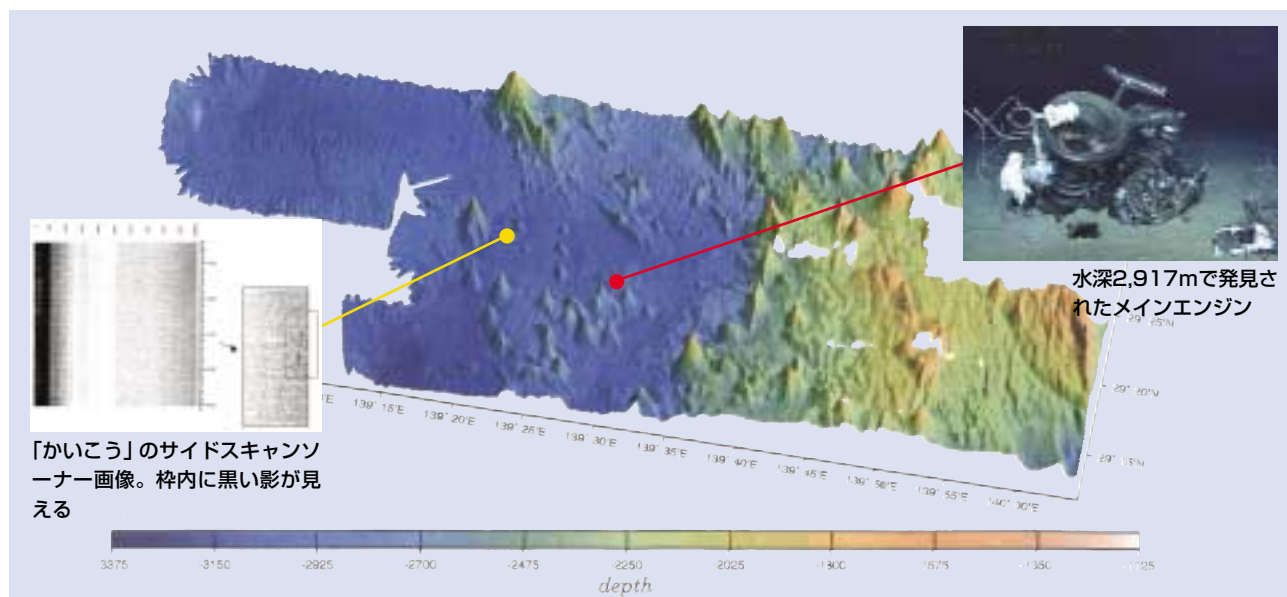
「かいこう」
最高11,000mまで潜航可能。ランチャーにはサイドスキャンソーナー、ビークルにはTVカメラとマニピュレータを搭載



「ディープ・トウ」
母船からケーブルで曳かれた曳航体。水深4,000~6,000mまで潜航可能。カメラで海底をリアルタイム観測する



「ドルフィン-3K」
母船から光・電気複合ケーブルで電力と通信を供給し、推進器とマニピュレータも持つ。最高3,300mまで潜航可能で、TVカメラを搭載



「かいいい」の測深器で作成したデータを元に作った海底の3D画像（上）

悲壮な決意でしたが、なんとか年内に帰ることができたのです。

明けて1月5日。これまでの調査で状況も把握できたので「ドルフィン-3K」で絞り込んだ搜索をしました。ノズルスカートが非常にきれいな状態で見つかり、合計15点の小部品を回収しました。次の調査に備えエンジンも詳細に観察しました。結局、エンジン本体とエンジンセクションは、距離にして15kmも離れて見つかりました。私たちの予想に反し、かなり上空で分解して落下したことを示しています。

最終調査はサルベージ会社の作業船とアメリカのROV「レモラ6000」を使い、エンジンやノズルスカートなどを回収しました。1月23日、ロケット墜落から約2ヶ月後のことです。回収部品の一部に疲労破壊が確認され墜落の直接原因と判明しました。後の設計では改善されHII-Aの成功につながりました。

ここでひとつ打ち明け話があります。実は第一次調査の際に私たちはエンジンの上を通過していたんです。しかし、見落とした。エンジンがあったのは地形が起伏に富んだ斜面の向こう側でした。ソーナーの南側からの測線ではエンジンは地形に隠れて見えなかった。しかし、北側からの測線では黄色い線がかすかに出ていました。記録を見直

してわかったことです。ソーナーの記録は、少し場所が変わるだけで見え方もまったく変わることを肝に銘じよ、という良い教訓となりました。

今後の私たちの課題は、中距離・高分解能ソーナーの実用化と、より広範囲な光学的探査です。現在の技術では起伏の激しい海底のソーナー探索は難しい。高分解能の高周波ソーナーは鮮明な画像が得られますが、探査の幅は非常に狭くなります。そこで、合成開口ソーナーというものを試作開発中です。より鮮明で広範囲な探査が可能となります。

20世紀の科学のひとつの成果は地球の形が明らかになったこと、すなわちグローバルマッピングです。これにより地球科学は非常に進歩しました。21世紀には地球人口が100億になるともいわれ、食糧資源が大きな問題となります。その解決には海の持続的な開発が必要です。そこで、地球の内部を明らかにすること、グローバルイメージが鍵となります。これが21世紀の課題です。海や地球の中を宇宙から見た地球のように見る如果能够できれば、資源や地殻の活動も解明できます。海の研究にもより広域・リアルタイムな観測が必要となり、たゆみない技術開発が求められるのです。

Blue Earth BE Room

Information

夏休みに、最先端の海洋科学技術を学ぶチャンス！

マリンサイエンス・スクール（生徒：7月23～25日、教諭8月6～8日）
サイエンスキャンプ（8月4-6日）
海洋科学技術学校（9月2-5日）

学校や教科書では学ぶことができない海洋・地球科学の最先端研究や技術開発の魅力を体験し、関心を高めてもらいたいという願いから、海洋科学技術センターでは、毎年夏休み期間を利用して、高校・高等専門学校生、同教諭及び中学校教諭、大学・大学院生を対象としたプログラムを実施しています。

マリンサイエンス・スクール（生徒）、サイエンスキャンプは高校・高等専門学校生を、マリンサイエンス・スクール（教諭）は同教諭及び中学校教諭を、そして海洋科学技術学校は大学・大学院生を対象に実施されます。世界最高の潜水調査能力を持つ有人潜水調査船「しんかい6500」、世界最速の計算能力を

誇るスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」などに出会い、研究者や技術者の多彩な講義・実習を通して、ほかでは体験できない有意義な夏を過ごしてください。

●詳細については、海洋科学技術センターのホームページを見るか、下記へお問い合わせください。
海洋科学技術センター 総務部 普及・広報課
TEL：046-867-9059、9061（直通）

Book

『地球学入門～惑星地球と大気・海洋のシステム』酒井 治孝 著

学生の理科離れ、特に物理や地学離れが著しい。小学校で児童が苦手なテーマの筆頭は「地球と宇宙」、高校の「地学」履修率は1%にも満たないという。地質学を専門とする著者が、大学の一般教養講義で地球科学を教えた際に「高校を卒業した人に向けた地球科学のまとまった参考書があれば」と思って書き上げられたのが本書だ。地球物理学、地質学、気象学、海洋学などを横断的に捉え、地球を理解するための

大学生＝社会人レベルの一般教養書として必要最低限の専門知識をきちんと押さえている。元素周期表や地質年表などの基礎知識もコンパクトにまとめ、索引や参考文献リストも充実しているので、まさに高校以来、理科にご無沙汰している人にとってはありがたい一冊になるはずだ。生態系といった側面からの環境教育は始まっているが、地球科学はその「理科の壁」の高さから未だ敬遠されている部分が

東海大学出版会 刊 2,800円(本体価格)

あることは否めない。その突破口のひとつとして、広く読まれて欲しい1冊である。



『Blue Earth』定期購読のご案内



<http://www.jamstec.go.jp/jamstec-j/regular/index.html>

発行日にお手元に届く便利な年間定期購読をご利用ください。定期購読を申し込まれる方は、以下の内容をハガキかEメールにてお送りください。購読するためには、定価＋送料＋振込手数料がかかります。

郵便番号・住所・氏名・機関名・所属(学年)・TEL・FAX・E-mailアドレス・定期購読を希望する刊行物名(海と地球の情報誌「Blue Earth」)

支払方法

- ・年度一括：4月から翌年3月までの1年分（5・6月号～翌年3・4月号）を一括でお振り込みいただけます。
- ・1誌毎：毎号送付する際に請求書を同封いたします。その都度振込手数料がかかります。

送り先

〒236-0001 神奈川県横浜市金沢区昭和町3173-25
海洋科学技術センター 横浜研究所 情報業務部 情報業務課
「Blue Earth」編集室

送信先

info@jamstec.go.jp

お問い合わせ

海洋科学技術センター 横浜研究所 情報業務部 情報業務課
TEL：045-778-5350
FAX：045-778-5424
E-mail：info@jamstec.go.jp