

## CONTENTS—目次

「海のジパング計画」の目指すもの

SIP次世代海洋資源調査技術「海のジパング計画」プログラムディレクター  
(東京大学名誉教授) 浦辺 徹郎 …………… 1, 2

有人潜水調査船「しんかい6500」就航25周年を迎えて

「しんかい6500」副司令 佐々木 義高 …………… 2, 3

点から面へ～連続観測・可視化でわかる水質変動～

—環境システム株式会社の紹介— 代表取締役社長 鮎川 和泰 …… 4

## 「海のジパング計画」の目指すもの

SIP次世代海洋資源調査技術「海のジパング計画」プログラムディレクター (東京大学名誉教授) うらべ てつろう 浦辺 徹郎

去る1月23日、東京新橋のヤクルトホールで、内閣府等が主催して、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)次世代海洋資源調査技術「海のジパング計画」のシンポジウム「海のジパングを目指して～海洋資源調査産業の創出に向けた新たな展開～」が開催された。海洋に関係するこの種のシンポジウムとしては異例の500名近くの聴衆が集まり、ホールは満席であった。

SIPというのは、内閣総理大臣を議長とする総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)が司令塔機能を發揮して創設した、府省・分野の枠を超えた横断型プログラムである。日本の経済・産業競争力にとって重要な10の課題が選ばれ、それぞれにPD(プログラムディレクター)が公募の上選出された。

その一つである次世代海洋資源調査技術「海のジパング計画」は、海洋鉱物資源を低コスト・高効率で調査する技術に関する研究開発を国主導で行い、民間に技術移転することで、日本の海洋資源調査を飛躍的に加速することをめざしている(<http://www.jamstec.go.jp/sip/>参照)。

しかし、(1) そもそも日本周辺には世界的に見て優位な海洋資源があるのか、また、それらはどのように形成されたのか、(2) それを技術的かつ経済的に可能な形で探査し回収できるのか、および(3) 採掘するに当たって海洋環境の保全は可能なのか、などの疑問を持たれる方も多いだろう。実際、日本も含め、世界の科学・技術の現状では、これらの根本的な問いに対する完全な回答は作成途上にある。

そこで、「海のジパング計画」では、計画の3本柱として、(a) 海底下の鉱物や鉱床の成因を解明する、(b) 海底下鉱物資源情報等を効率良く取得するシステムを開発する、および(c) 長期にわたり継続的に環境影響の監視を行う技術を新たに開発するという研究項目を立て(1)、(2) および(3)のそれぞれの疑問に関連する研究を実施している。

計画はまだ始まったばかりであるが、現在でも幾つかの前途有望な状況や背景が知られてきている。正確には、これらは本計画開始の前提となったものであるが、今まで夢

物語の域を出ないと考えられていた海底資源開発に、一定の現実性が生まれてきている。それが、上に述べたようにシンポジウムに多くの聴衆が集まった理由の一つかも知れない。

それらを少し詳しく見てみよう。

日本周辺海域の海洋資源には、海底熱水鉱床(多金属硫化物鉱床とも呼ばれる、以下同じ)、コバルトリッチ・マンガクラスト(コバルトリッチ・クラスト)、およびマンガ団塊(多金属ノジュール)ほかがある。これらについて、欧州で経済性を比較した例をみると、上に挙げた順に高く、海底熱水鉱床が最も開発に近いと言われている。マルコ・ポーロによって黄金の国ジパングと呼ばれた日本には、最近の研究により、この海底熱水鉱床が繰り返し生成されたことが分かってきた。その時期とは、5.3億年前、1.5億年前、および1,400万年前で、いずれも海底に火山活動が起り、マグマの熱で加熱された熱水が海底に噴出して金属を沈殿し、海底熱水鉱床ができたと考えられている。このメカニズムは現在のものと非常に類似しているが、過去の鉱床はその後、周囲の地層と共に陸化して、陸上に見られるようになったのである。それらの内の最後の1,400万年前に生成されたのが黒鉱(くろこう)鉱床で、北海道から秋田県、島根県に至る広い地域に知られている。

最近の研究により、琉球列島の北側に沿って広がる沖繩トラフと呼ばれる海盆が、黒鉱鉱床生成時の日本列島と非常に似た地質を持ち、しかも黒鉱に類似した海底熱水鉱床が数多く発見されることが分かってきた。後者の中には、資源量で中規模の黒鉱鉱床に匹敵する数百万トンクラスと推定されるものも知られている。世界中の海底には400カ所程度の海底熱水活動域が知られているが、鉱床として見ると、多くのものは規模が極めて小さく、沖繩トラフをはじめとする日本海域の資源ポテンシャルが突出して高いことが分かってきた。もちろん、海底資源は熱水鉱床に限らないので、(a)の成因研究を通じて、より広い視野から海底資源全体の実態解明を行うことが不可欠である。

次に、(2) 海底資源を技術的かつ経済的に可能な形で

探査・回収できるのか、という疑問がある。資源の探査技術開発については独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構 (JOGMEC) が取り組んでいるので、本計画では探査技術開発に力を注いでいる。昨年秋に、民間としてこの探査技術開発に参画するため、次世代海洋資源調査技術研究組合と、一般社団法人海洋調査協会の両者が公募の上採択され、産官学の実施体制ができあがった。つまり、国の研究機関や大学が持つ要素技術が民間に提供され、企業によるマネジメントの検討を経て、独自技術を持つ民間企業が創出されることが期待される。このように、計画の当初から民間を重要な要素とするオールジャパン体制が作られることは画期的で、成果が大いに期待される。

最後に、(3) の環境影響負荷をどう軽減するかという問題である。これについては、公海における海底資源の開発を取り仕切る組織である国際海底機構 (ISA) が資源開発

に伴う具体的な環境ガイドラインを作成することになっているが、まだまだ検討が始まったばかりである。それに先駆けて、日本の豊かな環境影響調査実績と観測技術を活かし、世界の研究機関とも協力して、新たなグローバルスタンダード作りを主導していく必要があると考えている。コンセンサスを得ることは決して簡単では無いものの、自国の大陸棚に豊かな海底資源を有する数少ない先進国である日本にとって、率先して取り組むべき課題ではなかろうか。

ところで、これらの研究はどのような成果をもたらすであろうか。われわれは次のような夢を抱いている。「海のジパング計画」により開発された探査システムや環境ガイドラインを用いて、海のジパングにある豊かな鉱物資源を探査し、私たちの子供や孫たちのために残された資源の財産目録を用意し、将来社会を設計するために役立てたいという夢である。



会場の様子



講演の様子



パネルディスカッションの様子

## 有人潜水調査船「しんかい6500」就航25周年を迎えて

「しんかい6500」副司令 さ さ き よしたか 佐々木 義高

国立研究開発法人海洋研究開発機構 (以下 JAMSTEC) の所有する有人潜水調査船「しんかい6500」は、2014年11月に完成25周年を迎えました。これまでの通算潜航回数は1,411回に及びます。その活動範囲は日本近海のみならず、太平洋、インド洋、さらには大西洋での調査潜航を行い、世界の深海調査研究の中核を担う重要な役割を果たしています。

また、運航開始から今まで人命にかかわるような重大な事故、トラブルもなく安全に運航が続けられています。日本が世界に誇れる有人潜水調査船「しんかい6500」の25年間の歩みについてご紹介いたします。



「しんかい6500」

「6,000m級潜水調査船」の必要性が提言され、科学技術庁 (現 文部科学省) の特別認可法人海洋科学技術センター (現 JAMSTEC) がその推進に当たることとなりました。しかし、当時の日本の技術では初めから「6,000m級潜水調査船」を開発するのはハードルが高く、それを運用する技術も経験もなかったためそこに至る中間段階として「2,000m級潜水調査船」の建造、運用を行い、必要とする技術、経験の蓄積を目指すこととなり、1977年、2,000m級潜水調査船システムの基本設計が開始されました。そして1981年に有人潜水調査船「しんかい2000」と専用の支援母船「なつしま」が完成、JAMSTECによる運航が開始されました。その後も並行して6,000m級潜水調査船の検討、開発が続けられ、目標とする最大潜航深度は日本が世界有数の地震国であるという事情から深海調査における巨大地震との関連に重点がおかれ、過去の巨大地震の震源がある日本海溝の深度6,200mから6,300mが調査可能な6,500mと設定されました。「しんかい2000」の完成から8年後の1989年、これまでに培われた技術、経験を基に純国産の有人潜水調査船「しんかい6500」が完成、建造造船所の公式試運転で最大潜航深度6,527mを記録し当時、世界一の潜航深度を持つ有人潜水調査船となりました。

### 1. 「しんかい6500」の誕生

「しんかい6500」は1969年、海洋科学技術審議会による「6,000m級潜水調査船」の必要性の指摘を受け開発検討が開始されました。1973年、海洋科学技術審議会で

### 2. 就航後、25年の歩み

「しんかい6500」は支援母船「よこすか」が完成、引き渡された1990年4月から約1年間、「しんかい2000」と

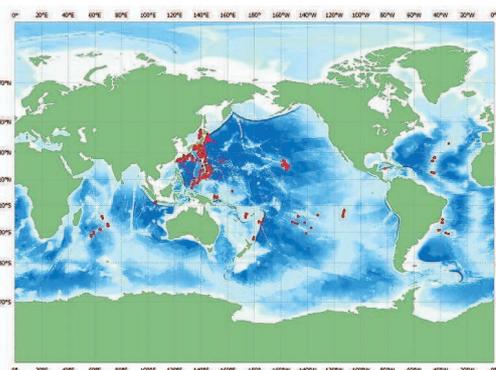
支援母船「なつしま」で運航経験を積んだ潜水船運航要員、母船乗組員が中心となり慣熟訓練を行いました。本格的に調査潜航を開始した翌年の1991年には日本海溝海側斜面の「昭和三陸地震」震源域の水深6,270mの海底で、無数の巨大な亀裂、同じ日本海溝で水深6,000m以上の海底に生息するシロウリガイコロニーを発見するなど、早速、その潜航能力を活かした成果を挙げ、さらには日仏共同調査「STARMER」の一環として、初めての海外調査を南太平洋の北フィジー海盆で行いました。

その後、1992年には伊豆・小笠原海溝周辺の鳥島海山で世界2例目となる鯨骨生物群集、海外の調査ではマリアナトラフで水深1,500m前後の海域で新しい熱水噴出域を発見しました。

1994年には5月から12月まで、MODE'94 (Mid Ocean ridge Diving Expedition'94) と名付けられた大西洋、東太平洋での調査潜航を日本の調査船としては初めて行いました。この航海では大西洋で30回、東太平洋で30回の合計60回の潜航が予定され、全潜航を完遂しました。大西洋調査で、米国マサチューセッツ州ケープコッドのウッズホール海洋研究所に寄港し「しんかい6500」と支援母船「よこすか」は盛大な歓迎を受け、当時のニューヨークタイムズ的一面でその快挙が報道されました。後半の東太平洋調査では、海底の拡大速度が最も速いとされる東太平洋海膨 (EPR: East Pacific Rise) で調査潜航を行い、数箇所の熱水噴出域を新たに発見し、日本の「しんかい6500」が晴れて世界にデビューを果たした年となりました。

その後も「しんかい6500」の運航は順調に行われ、1998年にはJAMSTEC調査船として初めての世界一周航海となる調査潜航 (MODE'98) を大西洋中央海嶺や南西インド洋海嶺にて行いました。この航海ではMODE'94で調査を行った大西洋中央海嶺を再調査した後、ポルトガルのリスボンに寄港、開催中の国際海洋博覧会に参加し、初めてヨーロッパで「しんかい6500」の一般公開が行われました。また、インド洋で有人潜水調査船としては世界で初めて調査潜航を行いました。

1999年にはハワイ諸島周辺海域の調査で通算500回潜航を達成。2001年には2度目となる南西インド洋海嶺での調査を海況が安定する1月から2月 (南半球の夏) に行うため通常、冬季に行っていた整備・検査を夏季にずらして行い、調査潜航に向かいました。2004年4月には「しんかい6500」の運航をJAMSTECから日本海洋事業株式会社に委託、6月から11月にかけて久しぶりの大型航海「NIRAI KANAI」を行い、東太平洋海膨で世界最大の溶岩流を発見するなど多くの成果をあげまし



「しんかい6500」の活動範囲 (赤い点が潜航地点)

た。運航委託後も順調に調査潜航が続けられ、2007年には南西諸島鳩間海丘で通算1,000回潜航を達成しました。

2011年3月に発生した「東北地方太平洋沖地震」では、震源域の調査潜航を地震発生後4ヶ月の7月末から行い、地震後の海底の映像などは国民からも大きな注目を集めました。

また、研究調査以外にもJAMSTECの広報活動の一環として、テレビ放送局の科学番組制作に協力を行い、深海底の様子を広く紹介する活動もしております。2013年に行われたQUELLE2013航海では「しんかい6500」と支援母船「よこすか」を光ファイバーケーブルで繋ぎ、カリブ海ケイマンライズ海域の水深5,000mにおける熱水噴出域の映像を人工衛星経由でインターネットにリアルタイム配信するという試みにも成功し、約30万人の視聴を得ました。

### 3. 進化する「しんかい6500」

「しんかい2000」建造・運航で蓄積された技術・経験を基に建造された「しんかい6500」ですが研究者の調査要望に応えるため、その調査観測機能、操縦・運動性能を向上させるために幾度も改造を重ねてきました。

おもな改造としては、調査潜航が開始された1991年に音響画像伝送装置を新規に搭載、これまで水中通話機の音声でしか伝えられなかった調査の様子が、TVカメラ映像を音波に変換して送信することにより、ほぼリアルタイム (10秒毎の静止画) で母船上でもカラー映像で確認できるようになりました。

その後も順次、水中投光器、マニピュレータの換装、サンプルバスケットを増設、TVカメラシステムのハイビジョン化、スチルカメラのデジタル化などの改造により調査観測機能の向上を計っています。また、2003年には潜水船の動力源である主蓄電池を酸化銀亜鉛電池から軽量、長寿命でメンテナンスフリーのリチウムイオン電池に換装して整備性、コストパフォーマンスを向上させました。最近では2012年に大改造を行い、後部の主推進器を従来の旋回式大型1台から固定式中型2台に、また水平方向の推進器を後部に1台増設し、従来4台であった推進器を6台とすることで回頭性能の向上を図ると共に、ジョイスティックによる6台の推進器の複合操作を可能にし、360°あらゆる方向への移動を可能としました。また、全ての推進器用の電動機を従来よりもレスポンスに優れた物に換装し、加速・制動性能も向上させました。今後は、操縦士2名、研究者1名で行っている調査潜航を操縦士1名、研究者2名でもできることを目標に機器の改造を行う予定です。

### 4. おわりに

これからも「しんかい6500」は進化し、安全な調査潜航を心掛けます。しかし、地球上で最も深いと言われる最大水深10,911mのマリアナ海溝チャレンジャー海淵、日本周辺では「東北地方太平洋沖地震」の震源となった最大水深8,000m以上の日本海溝、最大水深9,780mの伊豆・小笠原海溝などの超深海域での調査潜航は行えません。2013年に日本学術会議の学術大型研究計画で「フルデプス有人潜水調査船」の開発が今後の学術研究に必要なツールとして採択されました。我々は超深海域への調査潜航を日常的に可能とする究極の次世代有人潜水調査船の建造、運航を目指して、今後も弛まぬ努力を続けます。

# 点から面に ～連続観測・可視化でわかる水質変動～

—環境システム株式会社の紹介—

あゆかわ かずひろ  
代表取締役社長 鮎川 和泰

環境システム株式会社では、研究者のための即時状況判断、研究支援を行う水質計測というコンセプトで、水質データ取得システム、解析ソフトウェアを開発し、水質計の販売、水質計測システムの製造、解析ソフトウェアの開発・販売を行っています。

2008年から発売を開始した「水質データ可視化」ソフトウェアは、現在 Android-OS、Windows8-TabletOS、Windows-Mobile 等に対応したデータ表示、鉛直グラフ化ソフトウェア「Hydro Logger3.2」へと進化しました。また、現場で得られたデータをすぐに地図上にコンター図を作成できる「Hydro Graph2.6」も、便利な可視化ソフトウェアとして大好評いただいております。

さらに、従来の「点」での連続計測から発展した水質自動計測システム「水質計自動昇降装置」を開発しました。従来の自動昇降装置と全く違うコンセプトで設計されたこのシステムは、「汽水・沿岸域」を主な対象に、水深 20m までを 5cm～10cm 毎にデータ処理し、水質変動を捕らえる装置です。また、水深 20m～100m の深い水域に対

しても、ケーブルさばきを搭載し、対応可能になっています。本装置は、設置場所を選ばない小型軽量、太陽電池駆動、docomo 回線を用いてデータ転送できる「移設可能な水質計自動昇降装置」として発売を開始し、多くのお客様からご支持いただけるようになりました。

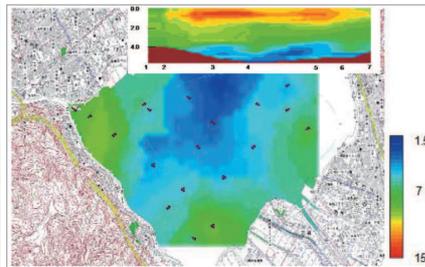
水質計自動昇降装置では、10cm 毎 (3 データ取得)、水深 10m (=300×項目数データ) の莫大なデータを最短 10 分間隔で取得できる反面、解析も容易ではないことから、水質計自動昇降装置には、それらを解析・集計・可視化する「HydroLiftAnalyzer 1.2」もあわせてリリースしました。数多くの鉛直データから、指定時間の鉛直、時系列データを切り出し、閲覧、テキスト出力機能まで有します。

また、販売価格帯も、最近の単年度研究予算を考慮し、夏場だけの調査研究に利用できる水質計自動昇降装置という、新しいご利用形態を提供します。

環境システム株式会社では、これからも研究者の支援ツールとして、計測システムや解析ソフトウェアの開発を行って参ります。



トリガイ漁業に設置した昇降装置  
気象観測装置



Hydro Graph 2.6  
地図上に水質濃度分布を可視化し示した例



Hydro Lift Analyzer 1.2  
水質計自動昇降で得られたデータを解析するソフトウェア

## TON 会員募集中！！

TON では、現在、幅広い海洋関連分野の研究者・企業・行政などのネットワークを構築し、海洋に関する科学技術の発展に資するとともに次世代を担う子供たちに海洋への興味・関心を深めていただくため、様々な事業に取り組んでおりますが、それらの事業を安定的かつ発展的に実施するため、新しい会員を募集しております。

会員になっていただきますと、次のような特典がございます。

- ①会員は、総会にご出席いただくことができます。総会での議決権もお持ちいただきますので、TON の運営や事業に関してご意見をいただく機会となります。
- ②年 4 回発行しております「TON News」をお届けいたします。
- ③TON セミナーをはじめとする事業をご案内するとともに、**セミナー参加料や交流会参加料を 50% 割引**いたします。
- ④団体会員になっていただきますと、**Techno-Ocean 出展料を 10% 割引**いたします。

TON では、これからも会員の皆様にとって有益な事業や情報の発信に取り組んでまいります。皆様方のお申込みをお待ちしております。連絡先は下記の通りです。ご連絡ください。

### 編集室から

先日天皇皇后両陛下が戦没者慰霊のためパラオを訪問された。日米の慰霊碑に供花し深々と頭を下げられるお姿に思わず涙した。パラオはダイビングのメッカとしても有名であるが、海洋深層水を利用して首都に電力と淡水を供給する計画があったことは案外知られていない。資金調達の問題で苦勞し、なかなか実現にまで至っていないが、水とエネルギーの自給という太平洋島嶼国共通の課題に対する最適解が示される日が待ち遠しい。(塚)

### Techno-Ocean News No.56 2015年4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)神戸国際観光コンベンション協会内

☎078-303-0029 FAX078-302-6475

URL: <http://www.techno-ocean.com>

e-mail: [techno-ocean@keva.or.jp](mailto:techno-ocean@keva.or.jp)