

Title	深海への挑戦：海の鹿鳴館時代
Sub Title	
Author	門馬, 大和(Monma, Hiroyasu)
Publisher	慶應義塾大学工学部
Publication year	2008
Jtitle	人間教育講座：社会を知る自分を知る自分を育てる (2008.) ,p.67- 104
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Book
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001001-20080000-0067

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

深海への挑戦～海の鹿鳴館時代

独立行政法人海洋研究開発機構

海洋工学センター長補佐

門馬 大和



もんま・ひろやす 一九七〇年、慶應義塾大学工学部電気工学科卒業、一九七二年慶應義塾大学大学院工学研究科電気工学専攻修士課程修了。同四月海洋科学技術センター入所、深海探査手法の開発、深海底長期観測ステーションの開発等に従事、機器の亡失多数。この間、ナホトカ号船体捜索、H-IIロケット捜索、えひめ丸遺留物回収、清徳丸捜索等を行う。二〇〇〇年四月には日本海洋事業株式会社に海洋科学部部长として出向。その後、海洋科学技術センター研究業務部部长等を経て、現在は、独立行政法人海洋研究開発機構海洋工学センターにおいて、技術継承および海洋技術者育成を目的とした研修制度「海洋技塾」初級、中級コースの立ち上げ等に従事。海洋工学センターの人材育成、海洋機器の国産化、海洋産業の活性化に尽力中。NHK「プロジェクトX挑戦者たち」「男たちの鮑くなき闘い、海底300メートルの大捜索／H-IIロケットエンジンを探し出せ」で門馬技を始めとする「深海探査のプロ」による宇宙と海の間プロジェクトが紹介された。

まえおき

みなさん、こんばんは。ご紹介いただきました門馬です。

一九六七年、私が大学二年生のとき、慶應の理工学部はまだ工学部で、小金井にありました。ちょうど専門課程が始まった頃ということもあって、図書館に行つて学会誌に目を通していたなかで今でも記憶に残っていることが二つほどあります。

ひとつは機械学会誌だと思えますが、この中に「日本のロボット技術は立ち遅れて欧米に追いつけない」という記事がありました。もうひとつはおそらく電気学会誌か何かだと思えますが、「カラーテレビは原理的に自然の色を再現できない」と書かれていました。これらはいわゆる「権威」による予測です。こういう権威の意見もあって、また自分自身が興味を持ってなかつたため、私はこうした分野には進みませんでした。ところがこの結果はどうでしょうか。まったく当たっていませんね。ですから、権威と言われる人たちの予測をあまり信用してはいけないわけです。

さらにもうひとつ。「最初はみんな高かった」という記事のある雑誌からひろつてきました（D&M, 2003, 1, No. 580）。いろいろな家電製品が登場したときの値段と年代が紹介されていて、例えば、ソニーのトランジスタラジオは一九五五年に登場したときには八千九百円でした。シャープの電卓は五十三万五千円、セイコーのクォーツ腕時計は四十五万円です。電卓やクォーツ腕時計の価格は今ではかなり安くなっていて、百円ショップでも買うことができます。というように、時代が変わると、もの値段も変わってきます。おまけで言うくと、学食のカレーライスの値段もそうです。当時日吉の学食

で最も安いメニューはカレーかそば、うどん、五十円ぐらいでした。今の値段はよくわかりませんが、街のレストランで食べると、おそらく五百円ではすまないでしょう。

というように、消費物価は十倍ぐらいい上がっているのに、家電製品や耐久消耗品は愕然とするほど下がっていますね。これはどういうことなのでしょう。私は、第一次産業や第三次産業の努力が足りないのに対して、技術者はとても努力しているのではないかと思っています。

さて、話を海にもっていきましょう。私は昭和二十一年生まれなので、マッカーサーによる「日本は小さな島国で、アメリカと戦争しようなどと考えるのは大間違いだ」という教育を徹底してたたき込まれています。ところが、本当にそうなのでしょう。日本の国土面積は世界で二百カ国のうち六十番目の大きさです。二百分の六十とすると、決して大きいほうではありませんが、小さいほうでもありません。さらに二百海里 (EEZ = exclusive economic zone / 排他的経済水域) を見ると、この面積は世界で第六位です。海の中にはいろいろな資源があると言われていますから、海を征服すれば、日本は決して小さな島国ではないということになります。皆さんも、もつと自信をもつていいと思います。

よく「海洋立国日本」と言われるように、われわれの生活は非常に貿易に依存しています。その依存度がどのくらいなのか、皆さん、想像したことがありますか？ 船舶による物流がなんと九十九・七％です。ほとんど百％に近い。それほどにも海洋に頼っているわけです。

それに対して、シーレーン（海上交通路）は守れるのか。例えば油は中東からマラッカ海峡を通過して運んでくるわけですが、その海運を担っている船員の約五割は外国人です。なぜ外国人が多いかという、船員の仕事は3Kなので、日本人の若者の志望者があまりいないからです。昔は船員というと、

外国にも行けるし、食べ物にも不自由しないということで人気があったのですが、最近では誰でも外国に行けるし、食べ物にも困らないということで、なりたがる人が少なくなっていました。

JAMSTECについて

皆さんはJAMSTECという名前をあまり聞いたことがないかもしれませんが、「しんかい」はご存知かもしれません。「しんかい」には「しんかい2000」と「しんかい6500」があって、「しんかい2000」はもう引退していますが、「しんかい6500」を動かしているのが、私のいる組織・JAMSTECです。JAMSTECとはJapan Agency for Marine-Earth Science and Technology、日本語で言うと、独立行政法人海洋研究開発機構です。この「しんかい6500」は今日（二〇〇八年十一月十四日）までに一一三回潜航しており、現在インド洋から母港・横須賀への帰途についています。

まず、私がなぜJAMSTECに入ったのかについてお話ししましょう。私は一九七〇年に慶應義塾大学の工学部電気科を出て、修士課程に進み、七二年に修了しました。たいていの人は電気を学んだら電気関係の会社に進むのですが、私の場合は、先生から「キミは大会社に就職してもあまり出世しないだろう」と言われたこともあって、どこかこじんまりした研究所に勤めたいと考えていました。さらに山や海が好きだったので、なにか自然を相手にする仕事はないだろうか、そしてできれば民間ではなく、国立のところに行きたいと探していました。そして見つけたのが先輩のいるある研究所です。採用試験を受けたのですが、不合格。後で、どうして落ちたのか、その理由を聞いたところ、推薦状も何も

持参しなかったからだそうですね。当時の私はまったくの世間知らずで、先輩にも「おまえはバカだ」と言われましたが、その先輩からJAMSTECの前身である海洋科学技術センターを紹介していただいて、無事に入所することができたわけです。

私が入ったときの海洋科学技術センターは、前年の十月にできたばかりで、私はいわば第一期生と言ってもいいかもしれません。お手本になる人も事業もまったくなくて、たとえ失敗しても、「どうして失敗したのか」と責める人もいませんでしたが、逆を言えば、自由な雰囲気にあふれていたおかげで、定年まで勤めることができたのかもしれない。現在、JAMSTECの研究施設は立派なものですし、研究環境も非常に恵まれています。独法化して以来、評価が厳しくなつて、なかなか窮屈になっています。こうした状況は若い人にとっては気の毒なことですね。

さて、海洋科学技術センターができたのは一九七一年です。二〇〇一年に設立三十周年を迎えた後、二〇〇四年に解散して、もともと独法的な組織だったのですが、正式に独法化して、「JAMSTEC（海洋研究開発機構）」になりました。さらに二〇一〇年頃に防災科学技術研究所と合併して、また名前が変わりますが、その名称はまだ正式に決まっています。

オバマ・アメリカ大統領は大統領選で「change」という言葉をスローガンにしましたが、JAMSTECの場合はあまりにもchangeが多すぎるような気がします（笑）。多くの人はあまりchangeを望んではいなくて、このあたりでそろそろchangeを終えてほしいと思っています。

実はJAMSTECの始まりは隙間産業です。われわれができた当時は、すでに通産省や農林省、運輸省、文部省（※すべて当時の名称）などの先行機関がありました。こうした先行機関と同じことをやっ

てはいけないという国の不文律のようなものがあるため、科学技術庁の傘下にあったわれわれは、当時のほかの機関がやっていないことということで、深海潜水や深海技術に着手したわけです。

私が入所したときにJAMSTECが手がけていたのは「シートピア計画」、つまり海中居住計画だけです。これは、水深一〇〇メートルにある海中居住基地に四人のダイバーが入って、一カ月間暮らすというものでした。この計画は最終的には三〇〇メートルまで到達したのですが、無人探査機の作業能力が急速に進歩して陳腐化したため、その後プロジェクトは終わってしまいました。

隙間産業のもうひとつは、波力エネルギーの利用、つまり「波力発電」です。当時、第一次石油ショックが起こったこともあり、自然エネルギーに注目が集まりました。これは私の友人が手がけていたプロジェクトで、山形県や三重県に波力発電装置を設け、実験を行っていました。今では、かなりの注目を集めると思いますが、当時はいささか時期尚早だったようです。

そのほかに海洋深層水研究や海のリモートセンシングも手がけていました。海洋深層水についてはもともと高知県と共同研究を進めていたのですが、高知県はなかなかめざとくて、すぐに産業化していろいろな商品を作りました。となると、JAMSTECとしてはやることがないので、手を引いたわけです。これも今ならばもう少し産業化を考えられたのではないかと思います。

海のリモートセンシング、海洋音響トモグラフィも終わったプロジェクトのひとつです。宇宙のリモートセンシングはいろいろありますが、海のリモートセンシングは千キロ四方ぐらいの広大な海域を、音を使って水塊の変化を調べるといえるもので、非常に期待されたプロジェクトでした。実用化直前まで行ったのですが、いろいろなトラブルがあつて、研究者があきらめて、終わってしまいました。も

しこのプロジェクトを継続していれば、日本の海洋研究のリーダーシップはかなり高まったのではないかと思います。そのとき、日本の理学系の研究者はあまりハングリーではないという印象を受けました。JAMSTECの拠点は東京や青森県むつ市、高知県、沖縄など日本各地にありまして、本部は横須賀に、横浜の研究所には「地球シミュレーター」という大型の研究施設があります。さらに海外にもアメリカにいくつか支所があります。

横須賀本部は神奈川県横須賀市夏島町にあるのですが、夏島というところは昔、島でして、明治になって埋め立てられたところですよ。JAMSTEC本部の裏手には小山があつて、この山の頂上付近には縄文前期（約一万年前）の遺跡があります。中世になると、源頼朝の弟である範頼が追われてきて、ここで切られたそうです。京浜急行線で「追浜（おっぱま）」という駅があるのですが、これは「おいはま」が「おっぱま」になったと言われています。江戸時代になると、江戸近郊の景勝地になります。「金沢八景」や「金沢文庫」とならんで、JAMSTEC本部のあるあたりも景勝地だったようです。

明治期では明治憲法起草の地として知られています。伊藤博文がこのあたりに別荘をもっていて、休みになるとやってくるので、明治憲法の草案を起草しました。戦前までは海軍航空隊があり、予科練の発祥地でもあります。

戦後になって、一時接収されていたのですが、返還されて、住友重機械や日産自動車ができ、続いてJAMSTECができました。というように、夏島というところは意外に歴史がある場所なんです。

JAMSTECはセンター制をとってしまして、「地球環境観測研究センター」のように理学系には「研究センター」という名称が、「海洋工学センター」など工学系には「センター」という名称がつけら

れています。私が今所属しているのはこの海洋工学センターで、研究をする部署と、私が定年前までいた応用技術開発をしているところがあります。工学センターのめざすところは、道具や技術を作ったり、それを使える人を育てたりすることです。

さらにJAMSTECには、関連会社が三つあり、ここに船を動かしたり、研究をサポートしたりする仕事を委託しています。また観測技術員という人たちが二〇〇人ぐらいいます。彼らは二〇代、三〇代の若い人たちで、海の現場の観測をサポートしてくれていて、JAMSTECの研究には不可欠な存在となっています。

さらに有人や無人のシステムが海中や海底で調査をおこなったりしています。また、海底の観測を常時行っている海底ステーションもあります。

海洋の定点観測に関しては、アメリカと共同で役割分担を行っています。例えば、TAO/TRITONブイアレイ。これは、アメリカが東太平洋、日本が西太平洋を分担しているのですが、日本はインド洋にも観測点があり、全部で十八基のTRITONブイを展開しています。

今、JAMSTECには七隻の研究船があり、地球深部探査船「ちきゅう」を入れると、全部で八隻の船を日夜動かしています。七隻のうち、「白鳳丸」と「淡青丸」の二隻は東大海洋研究所から移管されたものです。これは独法化のおみやげとしてきたものなのですが、われわれはこれを称して「政略結婚」と呼んでいます。どちらもあまり望んでいなかったのですが、政府の方針でおこなわれたわけですね。ただ、この二隻はJAMSTECに移管されたおかげで、二〇〇四年の移管前までは年間の運行日数が一八〇日でしたが、その後は二五〇〜二八〇日に増えるなど、よい面もあったのではないかと

思っています。

船は太平洋やインド洋を中心に航行していますが、ときには世界一周することもあり、例えば二〇〇三年には「みらい」という船が、約一年間かけて、南半球を世界一周しています。

船を動かすにはとてもお金がかかって、一日につき三〇〇万円前後はかかります。このなかで特にお金がかかるのは「しんかい6500」で、一潜航あたり一〇〇〇万円かかる。なぜそんなに高いかというと、電池代です。「しんかい6500」は電池で動いているんですね。建造した頃には、一潜航あたりで三〇〇万円もの電池代がかかっていました。その後、酸化銀亜鉛電池をリチウム電池に替えて、約半分の一七〇万円ぐらいにおさえられるようになりました。さらにけちって使って、一三〇万円ぐらいそして今ではもう少し安くなっていますから、今、「しんかい6500」が一潜航あたりにかかる費用は一〇〇〇万円をかなり切っていると思います。

「うらしま」と名が付いた無人の深海巡航探査機もあって、これはケーブルなしで自力航行し、自動観測する自律型無人探査機（AUV・Autonomous Underwater Vehicle）です。燃料電池を使って、三一七キロの潜航に成功したのですが、燃料電池以外にリチウムイオン電池も使っています。

こういうふうにしてJAMSTECは赤道域から極域まで、さらに浅海から深海までの調査を行っています。最近では「ちきゅう」という船ができて、地球の底の調査までをやっています。この船は非常に巨大な船で、船に八個ついているプロペラ（スラスト）だけを見ても、人よりもはるかに大きいわけで、その巨大さがわかっていただけだと思います。全長が二一〇メートルで、総トン数は五万七〇〇〇トン、船底から櫓までの高さが一三〇メートルあるため、例えばベイブリッジやレインボー

ブリッジの下をくぐることができません。観測だけでなく、「仮想地球」ということで、高速巨大計算機、地球シミュレーターでいろいろなシミュレーション研究をやっています。

そのほかにJAMSTECでは学生や一般向けの研修なども行っています。

深海探査技術の歴史

一九世紀の初め頃まで、深海底は平らで、流れがなくて、生物がない死の世界だと言われていました。実際にはそうではなくて、海底はでこぼこで、流れもあって、生物もいることがわかってきました。そういったことを実証したのがチャレンジャー号というイギリスの軍艦で、一九世紀末に世界一周の航海をして、膨大なレポートをまとめました。この「チャレンジャー・レポート」は、今でも引用されるような先駆的な研究で、おかげで海のことがかかなりわかってきました。

でも、科学の中で海の研究というのはマイナーリーグなんです。例えば『科学誌年表』（小山慶太・中公新書）を見ると、ここには十七世紀から二十世紀までの科学の成果について書かれているのですが、海に関する記述は一件しかありません。小山さんという著者はどうやら天文分野の方なので、海にはあまり興味がないのかもしれませんが、その一件とは、アルフレッド・ウエゲナー (Alfred Wegener) の大陸移動説とそれに関係した記事です。

大陸移動説についてはご存知の方も多いいと思います。一九〇〇年代初頭に、アルフレッド・ウエゲナーが、南アメリカ大陸の海岸線とアフリカ大陸の西海岸線が非常によく似ていて、合わせるとびつたり合

うということ、これはもともとひとつの大陸だったのではないだろうか、と考えました。そして、動物や植物、岩石などを調べたところ一致したため、このふたつの大陸はひとつの大陸が分かれていったという説を唱えた。これが大陸移動説です。ところが、当時のヨーロッパの人たちは地面が動くはずがないと、学説としてはまったく無視されてしまいました。その後、海底の地形がよくわかるようになり、一九六〇年代になって、プレートテクトニクスという学説が唱えられました。プレートテクトニクスとは、地球の表面には厚さ一〇〇キロメートルの薄い皮（プレート）があつて、それは何枚かのプレートで構成されており、プレートは対流するマントルに乗って動いているという理論です。例えば太平洋では東太平洋海嶺で湧き出し、ベルトコンベアのように押されてきて、日本海溝で消滅しているわけです。この理論によって、海底地震の発生が明快に説明できます。このプレートテクトニクスはその後一九七〇年代に実証されました。

こういうふうに、地球の内部や表面のことがわかるようになって、いろいろな新しい学説が出て、それが実証されるようになりました。つまり、精密な地図や地形図が新しい学問を導いていると言えると思います。

ところで、陸地の平均高度はおよそ八〇〇メートルで、最も高いヒマラヤのエベレストが八八五〇メートルですが、海の平均の深さはおよそ何メートルぐらいだと思いますか？ 意外と深く、約三八〇〇メートルです。最も深いところはマリアナ海溝で、一万九〇〇メートルもの深度があります。

この海の深さはどうやって測るのでしょうか。もともとはロープやワイヤの先に重りをつけて、重りが海底に接触するまでの距離を測るワイヤ測深でしたが、これは非常に効率が悪いですね。その後、

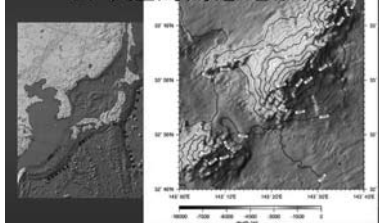
初期の海底地形図



■ メキシコ湾

■ 大西洋

日本近海海底地形図



一九〇〇年頃になって、音響測深という方法が開発されました。これは船から音を出して、海底ではね返って戻ってくるまでの時間を計って、その数値から深さを測るという方法です。これで非常に能率的に海底の深さがわかるようになりました。図（上）は昔の地形図ですが、データが集まると、等深線を結ぶようになって、海底の地形が徐々にわかるようになってきました。この方法はしばらく続けられていました。

とところが一九七〇年代になって、マルチビーム音響測深機が開発されて、測深の効率が画期的に高まります。走りながら船底から音響ビームを扇形に発射していくのですが、例えば水深一〇〇〇メートルだったら、二〇〇〇メートルから四〇〇〇メートルの幅で海底の地形がわかります。これによって、非常に精密な地形図ができるようになりました。昔作られた日本近海海底地形図と、最新の地形図（下）を比較すると、その差がよくわかんと思います。海底にある山の地形も見事にわかるでしょう？ 昔は陸に帰ってからのいろいろな作業をして、やっと地形図を作成することができたのですが、今は船上にいて海の上を走りながら、精密な地形図ができていくわけです。

潜水船の歴史

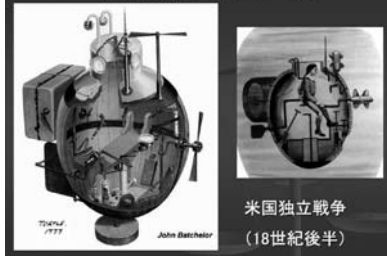
深海とはどういう世界かというところ、高圧、暗黒、低温あるいは高温の世界だと言われています。この外圧から守るためにどうするか。耐圧容器という金属の容器の中に入れてるのが一般的なのですが、もうひとつの方法では、油漬けにして均圧の構造にします。図(上)は油浸均圧構造で、こうしたバッテリーやモーターは油の中に漬けても大丈夫なんです。光が届かない、つまり電波が届きません。このために通

最も問題なのは「暗黒」ということです。光が届かない、つまり電波が届きません。このために通



信がなかなか難しいわけです。宇宙飛行士の毛利衛さんが「しんかい6500」に乗って、水深六五〇〇メートルまで行ったことがあります。彼は「しんかい」で潜っているときに窓から外をずっと見ていたのですが、一三〇〇メートルのところ太陽の光を感じたそうです。われわれのベテランのパイロットが潜っても、せいぜい六〇〇メートルのところまでしか光を感じることができません。私が潜っても、最大で四〇〇メートルですが、毛利さんは「一三〇〇メートルで光を感じた。絶対におそろだ」とおっしゃるんです。われわれは一

有人潜水船の曙：タートル



応「やっぱり宇宙飛行士だから、第三の目をもっているのだろう」ということで納得しました。

図（右ページ下図）は「しんかい2000」が水深七〇〇メートルの海中でとらえた写真です。ドスイカがノロゲンゲという魚をつかまえたところですが、当然まわりは真つ暗なのに、どうして魚をキャッチできるのかというと、発光している魚をイカがその大きな目で見つけて、つかまえているんですね。ですから、深海は必ずしも真つ暗ではないわけです。こういうイカをはじめとした発光生物がピカピカと光っているようすを見ることができません。

海水には塩が溶けていますから、電気の導体です。良導体というほどではないのですが、いちおう導体です。そこで問題になるのが金属の腐食です。皆さんが陸上でよく使うステンレスはあまりさびませんが、海の中に長期間ステンレスを入れておくと、溶けてしまいます。ステンレスのチェーンも、スイベルという「よりもどし」も見事に溶けて切れてしまいます。こういうふうには、海の中ではステンレスも必ずしも完璧ではないわけです。

人類はこれまでに海の中に潜ろうと苦勞を重ねてきましたが、本格的に潜れるようになったのは比較的最近のことです。図は、十八世紀後半、アメリカ独立戦争の頃に作られた木でできた潜水船・タートルです。アメリカはこれで何をしようとしたかという、これに乗って海中からイギリスの軍艦に近づき、火薬をしかけて爆発させようとした。実際に作って見たものの、うまくいかなかったよう

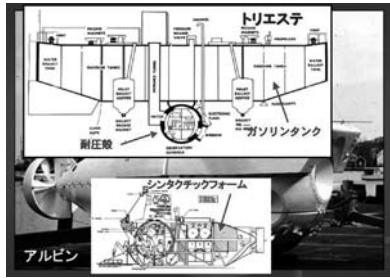


す。そして、本格的な潜水艦ができたのは一九〇〇年で、アメリカの大学教授ジョン・ホーランド (John Holland) という人が潜水艦というものを初めて作りました。これが現代の潜水艦の元祖です。

科学の世界の潜水船を見てみましょう。図(上図)はバチスフェア (Bathysphere) という潜水球です。直径が一・四メートルぐらいで、鉄でできた球で、中に人間が二人入って、ワイヤで吊って海中に下ろし、窓から海中を観察します。最初に作られたのは一九三〇年で、最終的には一〇〇〇メートル以上にまで到達しました。

本格的な潜水船が作られたのは一九四八年のことで、オーギュスト・ピカール (Auguste Piccard) という人が発明したバチスカーフ (Bathyscaphe) です。もともとピカールは物理屋さんで宇宙線の研究をしていて、初めて成層圏まで行った人でもあります。彼が深海底で宇宙線を測ろうとして、このバチスカーフを考案しました。

その後、フランスとアメリカの海軍がそれぞれピカールの作ったバチスカーフを買って、どちらが深く潜れるか、深度の競争をしました。アメリカはトリエステ、フランス海軍はFNRS-3というバチスカーフを使いました(下図)。どちらが勝ったかという、マリアナ海溝に近いほうのアメリカ



カが勝ちました。トリエステは、一九六〇年、マリアナ海溝のチャレンジャー海淵に一万一〇〇メートルまで潜ったんです。これに乗っていたのは、ピカールの息子であるジャック・ピカールとアメリカ海軍大尉のドン・ウォルシュです。ジャック・ピカールは、海底でバチスカーフの窓からヒラメのような魚が見えたと言っています。その後、われわれの無人探査機「かいこう」もマリアナ海溝に何度も潜ったのですが、魚は今のところ見つかっていません。われわれはピカールが言ったことは間違っていないと思っていますので、自由落下浮上（フリーフォール）式のカメラを作って、昨年、今年と行ってなんとか魚を見つけようとしているところです。

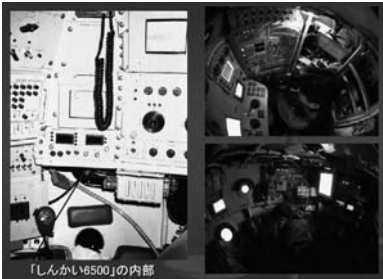
バチスカーフとアルビンを比較したのが右の図です。ずいぶん大きさが違うでしょう？ どうしてこれほど小さくできたのかというと、アルビンにはシタックチックフォームという、数十ミクロンの中空ガラス球を接着剤で固めた特殊浮力材を使っているのですが、バチスカーフはガソリンを使っているからです。このアルビンはどんどん進化しています、当初一八〇メートル、今では四五〇メートルの深度まで潜れるのですが、六五〇メートル用に改造しているところです。

日本ではどうかといいますと、戦前に西村式豆潜水艇というものが作られていて、二〇〇メートルまで潜ることができました。戦後になって、北海道大学の「くろしお号」ができました。「くろしお号」はケー

ブルで電力を送るタイプのもので、同じく二〇〇メートルまで潜ることができました。ただこれらは潜水艦の延長なんですね。

その後、本格的な深海潜水船として作られたのが初代「しんかい」です。六〇〇メートルまで潜ることができたのですが、あまりできがよくなかったようです。そして「しんかい2000」が登場します。上図は「しんかい」の内部です。直径二メートルですから、かなり狭く見えますが、入ってみると意外に広く感じます。

現在、六〇〇メートル級の潜水船は世界で四隻あるのですが、日本の「しんかい6500」のほか、



「しんかい6500」の内部

米海軍原子力潜水艦「スレッシャー」の沈没事故と深海調査技術の進歩



1963年4月12日 米国東岸ケープコッド沖
水深約2500m 乗員129名遭難

フランスの「ノチール」とロシアの「ミール」（二隻）です。アメリカは六〇〇メートル級の潜水船を作っているところで、中国には最近七〇〇メートル級の潜水船ができたという話ですが、この詳しい性能については残念ながらはつきりしていません。

これまでお話ししたのは第二世代の潜水船ですが、では第三世代の潜水船はどんなものかという点、これはまだどんなものかわかりません。そのひとつの姿として考えられるのが、アメリカの原子力潜水調査船「NR-1」でしょう（下図）。こ



ういうふうには、おおぜいの人が乗って、長期間船内に滞在できるタイプになる可能性もあります。あるいは手塚治虫さんが描いた将来の潜水船のようになるかもしれません（上図）。

技術開発の歴史

技術というものは戦争や事故をきっかけにして飛躍的に発展することがあるのですが、海の場合も同じで、潜水艦などの事故をきっかけにして発展してきました。そのひとつが水中の音

響測位技術です。船の位置はレーダーやGPSで測ることができますが、海の中の船の位置は音響でしか測ることができません。潜水船が潜っても、自分の位置がわからなくてはどのような音響でも、音を使って位置を測定できるようにしたわけです。

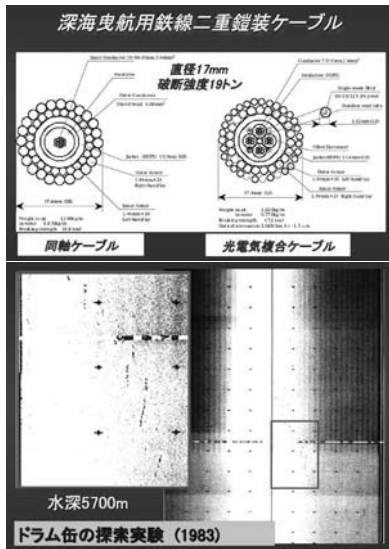
一九六三年に原子力潜水艦が水深二五〇〇メートルの海底に沈んだときに、探すことがとてもたいへんでした。広域を調べる技術が当時はなかったんですね。下図は、深海を広域に調べるために開発された、「サイドスキャンソナー」の原理です。

では日本は何をしたのか。これからお話しするのはわれわれが手がけた仕事です。

一九七〇年代前半に、低レベル放射性廃棄物を水深六〇〇メートルの深海底に投棄する計画がありました。もちろん実際には実施されることはありませんでしたけれど。国から、海中に処分したものを見つける技術の開発を委託されました。どういふふうにやったかというところ、コンクリートを詰めた二〇〇リットルのドラム缶をフレームの下に下げて、カメラで見ながら、海底に降ろしていきます。海底近くでドラム缶を自由落下させて、そして引き上げる。そういう装置を開発しました。こう言うところごく簡単ですが、まず、当時、六〇〇メートルのところにももっていけないカメラは日本にはありませんでした。そこでわれわれはできたのアメリカ製カメラを買いました。一九七三年の第一回海洋実験では三〇メートルから一〇〇メートルというように、だんだんと深くしていきました。

当時のテレビは当然白黒で、全長八〇〇メートルの同軸ケーブルで信号が減衰して、非常に画質が悪くて、よく見えませんでした。それでもなんとかしながら、一九七七年には六〇〇メートルまで到達して、実験は成功したわけです。それまでわれわれは「海洋少年団」と呼ばれていたのですが、この成功をきっかけとして「海洋青年団」と呼ばれるようになりました（笑）。

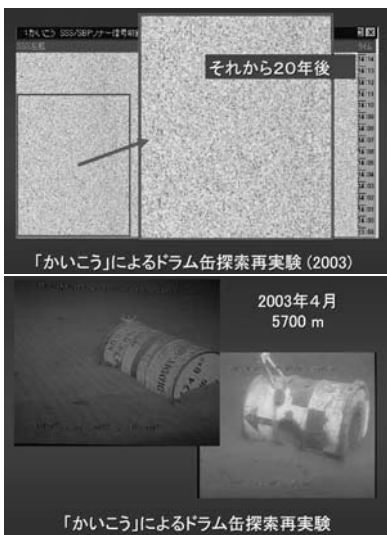
続いて、海底に投棄したものを探し、それを発見し観察することをめざして、実験第二期に入りました。当時、アメリカのスクリップス海洋研究所で実用化されていたディープ・トウと同じようなものを作ろうということで、向こうから人を呼んだり、こちらからも人を派遣したりして、勉強したわけです。そこで必要になるのは、また、水中の測位装置ですね。これも日本にはなかったもので、アメリカから買ったものの、装置としては非常によくできているのですが、音響ノイズの問題があったりして、なかなかうまく動きませんでした。



また、海底にトランスポンダという音響発信器を沈めるのですが、終わった後に切り離して回収する、そうした係留の技術も必要になりました。あるとき、三本のトランスポンダを入れたら、三本とも上がってこず、翌年、その一本を底曳きで回収したこともあります。こうした技術は、今でも「しんかい6500」の救難システムに使われています。

図はいろいろな装置を海中に下ろすためのケーブルで、鉄線二重鎧装ケーブルと呼ばれています。当時は同軸ケーブルでしたが、今では光電気複合ケーブルを使っています。直径が十七ミリで、破断強度が十九トンです。こういうものを使ってものを降ろしているわけです。またこのケーブルがいろいろなトラブルを起こして、例えば先端を切ってしまうてなくしてしまったりすることもありました。当時のJAMSTECには船がなくて、船を借りて、いろいろな実験用機器を積んで海に出て行くんです。また当時は天気予報の精度があまりよくなくて、ふたつの低気圧にはさまれて、大波でコンテナを壊されてしまったこともありました。

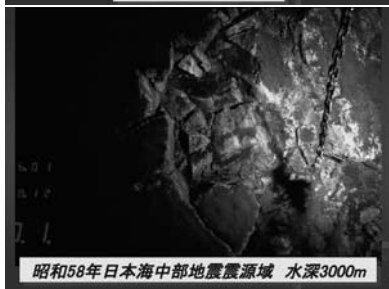
最終的に何をしたのかということですが、一九八三年に、ドラム缶を海底に落として、それをソーナーとカメラで探すという実験をやりました。水深は五七〇〇メートルです。図（下図左）がソーナーの記



録ですが、黒い線状に写っているものがドラム缶です。図（前ページ下図右）はカメラで撮ったドラム缶ですが、ストロボが光らなくて、水中ライトだけなので、少し暗いのですが、五七〇〇メートルの海底で一メートル未満のものを見つけることができたわけです。これが後のH-IIロケット探しの原点にもなっているわけです。

二十年後に同じ場所に行つて、無人探査機「かいこう」でドラム缶を探してみました。上図の（赤い）線状のものがドラム缶です。そして二十年後のドラム缶は下図のようなかつこうをしていました。ほとんど錆が出ていません。こういうふうにして深海曳航調査システム「ディープ・トウ」ができていったわけです。

ところが調子にのっていると、いろいろなトラブルが起きるものです。われわれはこれまでに二回ほどディープ・トウをなくしています。ケーブルが切れたり、抜け落ちたりしたんですね。現在のディープ・トウには四〇〇〇メートル級と六〇〇〇メートル級があつて、目的に応じて使い分けています。ちょうどこのディープ・トウができた頃に、「しんかい2000」とその母船の「なつしま」ができて、ディープ・トウを使って、「しんかい2000」が潜る事前調査をいろいろなところでおこないました。



その頃から国際協力ということで、海外と共同の仕事も増えてきて、いろいろな機関がいろいろな機器をもちよって、海の調査をするようになりました。

ふつう、海の上は荒れていても、海底に行くときも、海

底には、エビやカニ、ヒトデなどいろいろな生物がいる場所もあります。鳥島のマンガンノジュール（深海底にあるマンガンの化合物などを主体とする団塊状の沈殿物）です。図（上）は南

図（中）は、一九八三年に三〇〇〇メートルの海底で撮った、日本海中部地震の震源域の海底の地割れです。もっと大規模な地割れが日本海溝の水深六二七〇メートルの海底でも見つかりました。これは「しんかい6500」で見つけたのですが、図（下）で見えている白いものが何だかわかりますか？これはゴミ、スーパーマーケットの袋です。これがどこにあったかという、岩手県釜石の約三〇〇キ

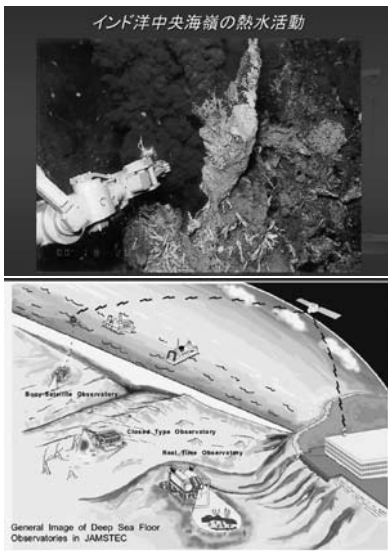


ロメートル沖の日本海溝にありました。おそらくこれは陸から流れてきたのだと思いますが、翌年行ったときにはもうありませんでした。もうひとつ、同じようなところでマネキンの首も見つかりました(笑)。こんなものが日本海溝の六〇〇〇メートル以上深いところに落ちているわけです。さらに翌年行ったら、マネキンの頭に毛が生えていました。これは生物が付着していたんですが(笑)。さらにその次の年に行ったら、もうありませんでした。このように、海溝と言っても、変化のない場所ではなく、激しい変化があるんですね。

記憶にまだ新しいと思いますが、二〇〇四年十二月にインドネシアで巨大地震が起きました。われわれは地震後比較的早い時期に出かけていたのですが、海底の変動はものすごかったですね。上図はコンクリートの壁のように見えますが、実はこれは断層面です。水平な筋があるということ、断層面が横にも動いたということですね。この写真を見て、すごいことが起きたと実感しました。

海底には海底火山があつて、溶岩流が起きたり、海底から熱水も噴出します。海底の熱水はアメリカが最初に見つけたのですが、その十年ぐらい後には日本でも見つかりました。下図は

インド洋中央海嶺の熱水活動



る、という非常に特殊な生物です。初島の沖合にいるシロウリガイという貝はそういう化学合成生物です。海底の観察というのはごく一瞬のできごとであって、広域或いは長期的な変動現象は、繰り返し観測によってある程度の理解が期待できると思います。さらにこれを、時間軸を延ばして長期的に調べていくことによって、現象をよりよく理解することが可能になります。長期観察の目的と必要性がここにあるわけです。

下図は、われわれが八十年代後半に描いた海底ステーションのイメージですが、こういういろいろな方法で海底の長期観測を行ってきました。先ほども出てきた駿河湾のリップルマーク（漣痕）を調べる

沖繩トラフで見つけた熱水で、二百度以上の熱水が噴き出しています。上図は、同じく一万メートル級無人探査機「かいこう」がインド洋で見つけた、黒い煙のような熱水が出ているようすです。この熱水は三百度以上にも達しています。熱水の周辺にはいろいろな生物が群がっているのですが、これらは太陽エネルギーに依存していない化学合成生物と呼ばれるもので、海底から出てくる熱水の中に含まれているメタンや硫化水素を利用するバクテリアを体内に共生させていて、そのバクテリアから栄養をもらっている。

ために、非常に初期的な長期ステーションを作って、海底に設置して、三カ月間ぐらい観察しました。さらにポイントを絞って熱水の観察を長期観察するために、ディープ・トウの下に長期ステーションを取りつけて、熱水域の真上に設置するというようなこともやりました。この観測は一年間連続で実施したものです。

さらに本格的なものは、ケーブルを使って、リアルタイムでデータを陸上に上げていくというものを、一九九三年に相模湾初島沖の水深一一七四メートルの海底に設置して、今でも観測を続けています。上図はステーションのカメラから見た海底ですが、水深一一〇〇メートル以上あるのですが、いろいろな



生物がいることがわかりますね。シロウリガイのコロニーにしても、一年経つと、いろいろと変化していることがわかると思います。下図は一号機を設置した後と、回収する前なのですが、徹底した腐食対策をしていたこともあって、約七年も海底にいたのに錆や腐食が出ていません。さらにこれを発展させて、一九九七年に室戸岬沖にも本格的な地震観測システムが設置されました。

現在進んでいるのが、南海トラフの地震観測研究です。東海、東南海地震が三十年以内に起こるといわれているわけで、それに備えて海底

のケーブル地震観測網を、今、作ろうとしています。地震が起きて、津波が襲うと、たいへんな被害を及ぼすので、早期の予防をするために、海底ケーブルネットワークが来年度に設置される予定です。

現在、無人探査機を使っていろいろな作業ができるようになってきているのですが、海底でケーブルを切ったり、コネクタをつないだりします。今は海中で着脱できるコネクタがあつて、残念ながら外国製なのですが、いろいろな機器を海底で取り替えることができるようになりました。

人工物体の探索

人工物を探すことはわれわれの本来の仕事ではないのですが、いろいろな機関から頼まれて、ものを探すことがたまにあります。いわば応用編ですね。その道具としてはソーナーやデープ・トウがあつて、広い範囲から狭い範囲に絞り込んでくるわけで、これは深海調査の手法とまったく同じです。これはまあ七十年代の技術なので、あまり自慢できるものではありませんが……。

一九九七年には、ロシアのタンカー・ナホトカ号が日本海に沈没しました。その船首が陸にまで流れてきて、海岸がずいぶん油で汚染されてしまいました。当時の橋本首相からJAMSTECに直接電話がかかつてきて、なんとか船体を探してくれということ、われわれはあわてふためいて飛んでいったわけですね。ちょうど一月の日本海ですから海況が悪かったのですが、それ以外の条件は比較的恵まれていました。海上には油が浮いていたので、おおよその場所がわかりましたし、水深は二五〇〇メートル、海底は平らでした。それをデープ・トウソーナーで探して、カメラで船体を撮影して、さらに船

名を確認する——こういう一連の作業がおこなわれました。漏れている油はどうだったかというところ、あまり多くはなくて、ごくわずかに漏れている程度でした。当分は汚染の心配がないということで、これで終了となりました。

この仕事で思い出に残っているのは、ソーナーで船体を見つけたのですが、このソーナーがちょうど船体を見つけた直後に寿命をまっとうしてダウンしたんですね。このソーナーに、われわれ戒名までつけて、鄭重に葬ってお別れしました。

H-IIロケット八号機を探したのは一九九九年ですから、ちょっと古い話です。これも実際にはドラム缶探しの応用でして、技術的には特に難しいわけではありません。九九年十一月に打ち上げられたH-IIロケット八号機がエンジントラブルを起こして、途中で落ちてしまった。原因究明のため、これを探してくれという要請が来たわけです。探すものは一段ロケットのメインエンジンで、取り付け部も入れると直径四メートル、長さ五メートル程度ですが、水深三〇〇メートルのところで見つかったときはバラバラになって二メートル以下になっていました。使ったのは「かいこう」のソーナーで、先ほどお話ししたドラム缶のように線状のソーナー記録がありました。これはどうも怪しいということで、実際にそこに行ってみたら、エンジンセクションというエンジンの一部でした。しかし、これで終わったわけではなくて、目的はエンジン本体だということで、次の第二行動でディーブ・トウを使って捜索しました。このときは十二月で海況が悪くて、波も五メートルぐらいあったと思いますが、その中でソーナーを曳航しました。このエンジンが、ちょうどクリスマスイブに見つかったのは劇的でした。最終的には無人探査機「ドルフィン3K」でエンジンの詳細な観察を行いました。しかしサルベージは

われわれの仕事ではないので、少し残念でしたがアメリカの無人探査機を使ってエンジンを回収しました。エンジンが落下した海域は比較的凹凸のない海底でした。物事がうまくいくためには、道具があつて、技術があつて、人がいるのは当然ですが、それだけでなく、もうひとつの要素「運」もあるのではないかと思ひます。ちようどこの海域が比較的平らだったんですね。周辺は火山地帯で、ちよつとずれていたら、こんなにもうまくいかなかつたかもしれません。

結局、そのエンジントラブルの原因は何だったかというところ、液体水素ターボポンプの疲労破壊でした。当時はいろいろな事故原因が推定されていまして、これもひとつの原因としてあがってはいたものの、主要な原因ではないだろうとされていきました。しかし、実際のエンジン回収によつて故障の原因がはっきりしたことが、今のH-IIAロケットの成功につながっているのだと思ひます。

おわりに

二十世紀の科学の成果はいろいろとありますが、地球科学としては地球の姿が明らかになつたことが非常に大きな成果だと思ひます。これを仮にグローバル・マッピングとすることに、では二十世紀の目標は何でしょうか。これは私自身の希望として聞いてください。

宇宙から地球を見るように、海の中や海底下を目で見ることできたらどんなに素晴らしいものだろうと思ひます。これを、グローバル・マッピングからグローバル・イメージングへということにします。では、具体的には何かというと、地球を広域・立体・同時に、そして長期連続的に理解することが

今後の海洋研究のあり方ではないかと思えます。全人類共通の大きな課題は食料と水、エネルギーですが、これにも海洋に関するいろいろなキーワードがあるとあります。まず食料に関して言えば、漁業は今、非常に危機的な状況におちいっています。放っておくと、どうなるか、本当にわかりません。おそらくここにメスを入れなければいけないと思えます。いっそのこと、海で漁業をするのをやめて農業をやったらどうかとも思います。水については、海には水はたくさんあるわけで、これはどうにかなるかもしれません。もうひとつ、エネルギーについても、自然エネルギーである黒潮、潮汐、波力、風力などいろいろな検討がなされていますが、どうも期待できそうにありません。今のところ、五十年後の自然エネルギー利用は全体の10%あるかどうかと言われていますので、自然エネルギーにはどうもあまり期待できない。でも、こういう予測はだいたい外れるんですね。外れてほしいと思っています。実は私の趣味は農業で、職場の荒地を開墾しています。将来、海で農業をやるための研究だと言いつつ副次的な問題ではないかと思っています。

話が飛びますが、日本の海洋産業は非常にマイナーで、ほとんどないと言ってもいいぐらいです。特に観測系のセンサーについては、国産品はほとんどありません。海の技術雑誌も日本にはないのですが、海外ではいろいろな雑誌が出版されていて、その中に日本企業の製品は二つしか載っていませんでした。日本のメーカーはたった二つだけです。深海調査で使うサイドスキャンソナーにしても、日本では技術的に作ることができるのですが、費用がとてめにかかるうえにマーケットがないということで、ほとんど外国製です。ちなみにわれわれが使っているのは国産品です。合成開口ソナーは特に分解能がよく

て、将来非常に有望なソーナーなので、各国では盛んに研究していますが、日本では細々とやっているにすぎません。

今日の講演の副題に「海の鹿鳴館時代」とつけたのは、こうしたことに関連しています。皆さんも「鹿鳴館」という言葉はご存知だと思います。明治十六年に鹿鳴館という建物ができて、当時不平等条約を解消するために、外国の習慣にならって舞踏会を開いたりしていました。これは猿まねだと非常に評判が悪かったわけで、今でも「鹿鳴館時代」というと「猿まね時代」というイメージです。ですが、当時はいろいろと苦勞をして、こうしたことをやっていたのだろうと思います。

「海の鹿鳴館時代」ということはこれまでの話を聞いていただいて、おおよそわかっていただいたと思いますが、日本にはあまり海洋産業はありません。これを何とか育てていかないといいなと思います。その一貫として、今、われわれが始めているのは、先ほど出てきたトライトンプイです。これはもちろん国産品なのですが、さらに小型化、安価にして、たくさん使えるようにしたいと思っています。トライトンプイにはいろいろなセンサーがついているのですが、これらはすべて外国製品です。これを何とか国内でも作れるようにしたいというところでやっています。CTDセンサーというのがメインの水中センサーなのですが、CはConductivity（電気伝導率）、TはTemperature（温度）、DはDepth（深度）の略で、日本の製品もあることはあるのですが、精度が出せないんです。なんとか外国製品に、質的にまた金額的に太刀打ちできるようなセンサーを作りつつあります。

セラミクス耐圧容器は秘密兵器です。日本は昔から焼き物が得意ですから、将来的には一万メートルの潜水船の耐圧容器に使えるものを作ろうと考えています。図（次ページ）は試作品で、直径十センチ

CTDセンサーの開発 セラミクス耐圧容器の開発



・ Tセンサー
Range: -5~35℃
初期精度: 0.002℃
分解能: 0.0001℃



直径: 約100mm
耐圧: 14000m以上
肉厚: 1.7mm (半球部)

10年後にセラミクス製1万m級有人潜水船!

と小さいものですが、一万四〇〇〇メートル以上の圧力に耐えることができます。一平方センチあたり一四〇〇キロの耐圧ですね。半球と円筒を組み合わせているのですが、厚さはたったの一・七ミリと薄いもので、これで一万メートル以上の深度で使うことができます。将来は直径二メートルぐらいのものにしたいと思っています。

最後に、福澤諭吉さんにならったわけではないのですが、「不完全ノススメ」ということを申し上げたいと思います。今日のためにこの言葉を考えたわけではなくて、ふだんから言っていることなのですが、あまり最初から完全なものを作らないほうがいいということです。われわれは五年前に無人探査機「かいこう」のビークル（子機）を亡失しているのですが、この失敗のおかげで、自分たちが手作りでものを作れるようになってきました。

「ローテクノススメ」ということもふだんからよく言っています。日本の技術は一万年の歴史をもっている、科学はたかだか一五〇年の歴史があるかないかです。だから「日本は技術が科学をリードする」と言うと、理学屋さんは怒るのですが、そういうことは言ってもいいと思います。ハイテクが盛んですが、ハイテクはローテクがなければできないわけで、まずはローテクを育てなければなりません。

社会の構造は、平等とは言っても実はピラミッド構造で、わずかな指導者層、そして中間層、たくさん縁の下の力持ちに分かれています。皆さんは中間層から指導者層をめざさなければなりません。縁の下を支える人たちがいなければ、この社会は成り立ちません。これは技術や科学も同じことで、

日本の科学や技術はピークが高いわりに、裾野が狭いといわれています。われわれがやろうとしていることは、この裾野を広げることです。

そこで、これまた福澤さんにならったわけではないのですが、「海洋技塾」というものを立ち上げまして、昨年から始めています。ここでやろうとしていることは、海洋技術者を育てていくことと、技術を残していくこと、この両方があるのですが、何よりもたいせつなのは若い人たちに基礎と原理を理解してもらうことです。これまで一〇〇人ぐらいの人がここで学びました。初級では前期と後期があって、それぞれ三日間、前期は座学と実習、後期は船の上で実習をおこないます。今年からは初級に加えて、中級を始め、将来は上級・マイスターまでいきたいと思っています。

人生をどう生きるか。まず皆さんはまだ若いのですから、目標を高くもったほうがいい。そして大事なことは、若いうちに失敗をしておくべきだと思います。最近中高年の自殺が多いのは、若い頃にあまり失敗をしたことがないのではないかと思うんです。特に社会に出ると、なかなか失敗は許されません。そしていい年をして失敗をすると、立ち上がれなくなる。若いうちから失敗をしていると、年をとってから失敗しても、別にどうということはありません。皆さんもできるだけ若いうちに失敗をしておいたほうがいいと思います。また、学校と社会の違いはなにかと言うと、世の中は競争社会ということは歴然とした事実ですが、世の中には答え（解答）がないんですね。

現在は過去の、未来は現在の延長です。歴史に学びながら、進んでいってください。今日の講演の最後の言葉は「温故知新」にしたいと思います。「古きをたずね、新しきを知る」。そして、皆さんの中から海をめざす人が出てくれることを願って、話を終わりにします。

質疑応答

Q1 理工学部教員A 先ほどソナーの波形が出ましたが、その波形がその物体であるということはどうやって認識するのでしょうか？ 何かパターン化されているのでしょうか？

A 実はそこまでいってはいません。残念ながら、そこまでの分解能がなくて、これが人工物なのか、あるいはそうでないのかと見分けるのは、まったく経験ですね。

Q2 理工学部教員B 若いうちはいろいろな失敗をしたほうが、長い人生のうえで大事だとおっしゃっていましたが、門馬さんの最大の失敗とは何だったとお考えですか？

A あまりにも多くて、何が最大か、よく思い出せないのですが……。極めて大きな失敗はなくて、つまり、事故で人を死なせたことはありません。きわどいことはいろいろとありましたが、人身事故をやつたらアウトでした。最大と言えば、初島の海底ステーションを設置する一回めに失敗したときのことですかね。海底ステーションをケーブルで下ろしていったのですが、ウインチに数回ケーブルを巻いて摩擦を持たせていまして、そのウインチがスリップしてケーブルが滑り出して、ステーションが海底に落ちてしまいました。これは船上のできごとだったのですが、もう少しでケーブルに人が巻き込まれるところでした。ケーブルに人が巻き込まれる事故は一番怖くて、確実に死にます。これが一番きわどい事故でした。後で考えると、その原因は非常に簡単で、ウインチに巻く回数が足りなくて、摩擦力が

小さかったんです。それ以来ウインチには十分気をつけるようになりました。

Q3 学生C (理工学部修士二年生) 門馬さんは自然に興味があつて、この道に進まれたということですが、ほかの人がなかなか見ることができない世界をご覧になってきていらつしやると思います。これまでにも最も地球に驚かされたことは何ですか？

A 潜水船に乗ったことがあるのですが、空気中にはせいぜい虫や蚊がいるくらいであまり生物がいなのですが、ところが海の中には生物がたくさんいます。深海でも、小さな生物から大きな生物までいろいろといます。それには非常に驚かされましたね。つまり、生物の密度が非常に濃いです。それだけ海というところは豊かだと思えます。マリンスノーというのも全部生物の死骸ではないんです。生きた物もかなり多くて、発光していたりしています。そういう生命の多様さには非常にびっくりしましたね。

Q4 学生D (理工学部二年生) 海の中を長い間お調べになっていて、ご自身で地球の変化、環境の変化といったことを感じられたことはありますか？

A 環境に直接ですか。例えばゴミですね。深海にゴミはけっこうあつて、それもいろいろなゴミがあります。先ほどご紹介したポリ袋だけでなく、空き缶や大きいものではタンスがあつたりもします。そういう人間の生活の影響は、深海にもかなり及んでいると思います。

Q5 理工学部教員E 海洋農業という発想を述べていらつしやいましたが、どういう背景からお考え

になったのでしょうか？

A それほどまじめに考えているわけではないのですが、海にはスペースがたくさんありますし、水もたくさんあるということで、例えばマングローブとかけあわせて海水でも育つ稲をつくる。そういうふうに海水で育つ植物があればいいな、という単純な発想です。

Q 漁業に将来性がないこともあって、そういった人工的なことをお考えなのでしょうか？

A 漁業というのは今のところ、見通しがまったく立っていないんですね。つまり獲るだけの漁業を脱却しないと、未来はないということです。漁師は、言葉が悪いですが、いればいるだけ全部獲ってしまうんです。今になって、いろいろな規制が設けられるようになりましたが、「時すでに遅し」という傾向があって、さらに沿岸漁業は外来生物の影響を非常に受けていまして、病気に弱い。つまり、アメリカでは問題がなかった海産生物が、日本に持つてくると病気に弱いというケース、またはその逆がけっこうあるそうです。それをどう克服していくのか、非常に危惧しています。

Q 漁業は、地上で言えば狩猟の世界ですよね。作るわけではなくて、獲ってくる。地上で農業をやったことが、いろいろな意味で環境破壊などを引き起こしたように、海洋での農業も海洋を痛めていくかもしれないという危惧はないのでしょうか？

A もちろん何でも大規模にやれば、影響は出てくると思います。ただ、海はあるけれど、魚は捕れないという場所では農業のほうがいいと思います。今、魚の養殖をやっている方は多いのですが、投入したエネルギーに比べて、出てくるエネルギーが非常に小さい。効率が非常に悪いんですね。それがどこまでいくかだろうと思います。

Q6 理工学部教員F 最近熊本県のとある漁港町に行ってきたのですが、そこでは海水の温度が上がってきて、これまで捕れた魚が北のほうに行ってしまう、漁獲高が激減しているのだそうです。門馬さんは大規模に海の観測をなさっているわけですが、測定値から、そうした環境の変化は出てきているのでしょうか？

A 海洋生物学の専門ではありませんが、海水の温度は確かに上がっているようです。それが生物の総量に直接影響を与えるかどうかは、まだわからないところです。というのは、ある場所で捕れなくなっている、別の場所でそれが捕れるようになっていて、ということはあるわけですから。ですから、総量にどう影響を与えているかは、まだわからないと思います。ただ地球の歴史を見ると、人工的にせよ、自然にせよ、このぐらい暑くなることはよくあったんですね。縄文時代って、実は今よりもはるかに暖かかったため、青森など北のほうに文化が育って、より栄えていたようです。

Q7 学生G (理工学部一年生) 僕は大学の四年間は、自分という人間をつくるための重要な時期だと思っています。門馬さんにとっては大学とはどういう存在だったのですか？ またその時代にどんなことを考えていらっしやいましたか？

A 大学生の頃はあまり人生のことは深く考えませんでしたね。ただ学生同士でいろいろな議論をしま

した。当時は学生運動が盛んな頃で、東大紛争もあつたりしたので、慶應にも元気のいい人たちがいました。そういう連中とも議論をしたことがあります。何を議論したかは、あまりよく覚えていませんが（笑）。酒を飲みながら、お互いに相手をこきおろして、反省するということはよくやっていました。

慶應を卒業してよかつたなと思つたのは、あまり人の悪口を言わないですね。おそらく家庭環境がよいせいだと思います。世の中に出ると、けっこう人の悪口を言う人が多くて、足を引っ張り合います。そういうことが慶應ではなかつたのはよかつたと思います。

また、基礎をしっかりと教えてもらったことはとてもよかつたと思っています。私は、電気とはまったく関係ない世界に進んだのですが、この基礎教育のおかげで今、生きていられるんですね。大学は、教育と研究を両立させなければいけないのは辛いところですが、やはり基礎をよく教えるべきところです。皆さんは大学にいる間に基礎をしっかりと勉強して、応用はあまり考えなくてもいいと思います。