

季刊

# 水路 118



水路業務法の改正  
大洋水深総図(GEBCO)関係会議の日本開催  
沿岸調査に新手法の導入-航空レーザー測深-(2)  
1952年「明神礁噴火にまつわる話」(1)  
アルプスの形成とその岩石  
水の路(みち)(1)  
コンサルタント業のルーツ(2)  
超高分解能フォーキャストマルチビーム測深システムの確立

日本水路協会機関誌  
<http://www.jha.or.jp/>

Vol. 30 No. 2  
July 2001

目 次

法規・制度	水路業務法の改正.....	谷 伸 (2)
国際会議	大洋水深総図(GEBCO)関係会議の日本開催.....	八島 邦夫 (5)
測量	沿岸調査に新手法の導入—航空レーザー測深— (2) .....	穀田 昇一 (6)
随想	1952年「明神礁噴火にまつわる話」(1) .....	小坂 丈予 (13)
地形・水深	アルプスの形成とその岩石.....	加賀美英雄 (18)
航海	水の路(みち)(1) .....	稲葉八洲雄 (23)
歴史・評伝	コンサルタント業のルーツ (2) .....	今村 遼平 (28)
地形・水深	超高分解能フォーキャストマルチビーム測深システムの確立.....	山下 俊博 (34)
	.....	三上 武仁
海洋情報	海のQ&A 伊能図が水路部にあるそうですが? .....	海の相談室 (39)
その他	水路測量技術検定試験問題(87)港湾1級.....	日本水路協会 (40)
コーナー	水路コーナー.....	水路部 (43)
〃	水路図誌コーナー.....	水路部 (45)
〃	国際水路コーナー.....	水路部 (47)
〃	協会だより.....	日本水路協会 (51)
お知らせ等	◇ 春の叙勲 (38) ◇海技大学校秋季学生募集・技能講習受講者募集案内 (38)	
	◇ 平成13年度2級水路測量技術検定課程研修実施報告 (42)	
	◇ 水路部関係人事異動 (50)	
	◇ 平成13年度1級水路測量技術検定課程研修開講案内 (50) ◇ 訃報 (51)	
	◇ 日本水路協会保有機器一覧表 (52) ◇ 水路編集委員 (52)	
	◇ 編集後記 (52) ◇ 水路参考図誌一覧(裏表紙)	

表紙…「モノコ」…鈴木 晴志

CONTENTS

Revision of Law for Hydrographic Activities (p.2), GEBCO relative meetings held in Japan (p.5), The introduction of new method of coastal survey - Airborne laser hydrography (2) (p.6), Myojin Sho eruption in 1952 (p.13), Geology of European Alps (p.18), Water Way (1) (p.23), The root of consultant business (2) (p.28), The introduction of narrow multi beam sounding system (p.34), news, topics and other informations

掲載広告主紹介 — オーシャンエンジニアリング株式会社, 住友海洋開発株式会社, 協和商工株式会社, エス・ティー・エヌ・アトラス・マリン・ジャパン, 株式会社東陽テクニカ, 千本電機株式会社, 株式会社離合社, アレック電子株式会社, 古野電気株式会社, 株式会社アムテックス, 株式会社武揚堂, 三洋テクノマリン株式会社

# 水路業務法の改正

谷 伸\*

## 1 改正の必要性

水路業務法は、昭和 25 年に制定され、翌 26 年に航空図に関する規定等に関する一部修正が行われた後は、緊急避難的な改正を平成 7 年に行ったのみである。

一方、水路業務を取り巻く社会的、技術的環境は大きく変化しており、特に測地系については、国際水路機関が水路測量や海図の編集を WGS 84 で行うことを決定しているにも関わらず、水路業務法はいわゆる日本測地系で水路測量をすることを義務づけているため、早急な対応が必要であった。

さて、SOLAS 条約（1974 年の海上における人命の安全のための国際条約）の改正が発効すると、2002 年 7 月から順次、船舶に船舶自動識別装置（AIS）を装備することが義務づけられることになる。AIS は、自船の船名、進路、速度等を VHF 波で相互に送信しあうことにより他船の挙動が電子海図等の画面上で把握出来る装置である。地形上レーダーでは見えない場所の船舶の存在・挙動も分かるため、出合い頭の衝突防止等に大きく貢献すると期待されているこの AIS では、船舶の位置を世界測地系によるものに統一することとされている。また、従来、規定が無かった電子海図についても備置義務を満たすものと明記されたことから、電子海図のみで航行する船舶が急速に増加するものと見込まれている。

一方、従来、安全保障の観点から GPS

のデータに加えられていた 100 メートル程度のランダムな人為的誤差（SA）が昨年 5 月 2 日から廃止され、GPS の単独測位でも数メートルの位置精度が得られるようになった。GPS の表示する経緯度への信頼性が飛躍的に高まったことから、地形やブイなどとの相対的位置関係を確認することなく GPS が表示する経緯度のみで航海するケースが生じるものと見られているが、このような場合に、海図の測地系と GPS の測地系が一致していないと重大な問題を生じる可能性がある。船用 GPS 受信機には測地系の選択機能が付加されているが、我が国の測地系が世界測地系から 500 メートル近くずれていることから、測地系の切り替えによる数百メートルのジャンプでオートパイロット等の航行機器が誤作動するため、外航船では測地系の切り替えが行われていない場合があることも報告されており、海難事故の未然防止のため、海図の測地系の世界測地系への移行は急務であった。このようなことから、平成 12 年 4 月以降に刊行する海図は全て世界測地系によるものとし、また、日本測地系海図についても順次世界測地系版を刊行することとしたところである。

さて、日本測地系海図をもはや刊行することがないにもかかわらず、水路測量で使用する測地系を日本測地系に限ることは合理的ではない。特に、洋上での位置測定は GPS で行われているため、世界測地系で得られた位置を変換して日本測地系で測量を行い、日本測地系の測量成果を世界測地系の海図として編集すると

\* 測地系等改正 PT 室 チームリーダー

いう不合理・不経済が生じていた。このようなことから、水路業務法の改正を行うこととなったものである。

## 2 改正のポイント

改正に当たっては、測地系のみならず、法が実態に合わない点を、今後の技術革新や社会的要請の変化も視野に入れ広範に検討した。その結果、測地系以外についても水路測量の基準を柔軟に国際基準に適合させる必要があるとの結論に達し、測地系の改正に加え、標高、水深等、従来法第九条に規定されていた水路測量の基準の内容は政令で規定することとした。

この他に、水路業務法制定以来の懸案とされる「水路測量士」資格制度を制定すること等、各条文の規定内容を立法趣旨に立ち返り、現状及び予見される将来の動向を踏まえて精査したが、いずれも、「小さな政府」、「規制緩和」等々の観点からは新しい時代にそぐうものではなく、または時期尚早であったため、測量基準の改正のみに止めることとした。

## 3 進行状況

水路業務法の改正は、測量法と併せ、今年の通常国会(第151回)で可決され、6月20日に公布された。測地系以外の水路測量の基準を政令で規定することとしたため、新たに水路業務法施行令を制定する必要があることから、現在、鋭意作業中である。また、法律の施行時期は、改正法の公布から1年以内の政令で定める日から、とされており、今後の準備状況を見据え、また十分な周知期間を取ることができるよう施行日を出来るだけ早期に定めたいと考えている。

政令に定める事項は、国際水路機関の技術決議等に規定されたものとなる。従来、水路測量基準が法定事項であったため、国際水路機関の決議事項は部内通達で具現化していたところであるが、今後

は、今回定める水路業務法施行令、及びこれに基づく省令や告示により、国際基準に適合した水路測量基準を定めていくこととなる。

## 4 関係法令との関係

測地系の改正を行うことにより、国内にどのような影響が生じうるかについては、法制局・関係省庁と十分な協議を行った。測地系の変更が世界標準への移行と言う錦の御旗のもとにあり、特に、海事については世界測地系に移行しないと海難を惹起することはもとより、我が国周辺海域・港湾が世界標準から外れたままでは国際競争力にも影響を与えかねないこともあって、移行への反対の声は聞かれなかった。

一方、移行は一斉に実施しないと社会的混乱を招くことから、測量法と水路業務法の同時期の改正は不可欠とされた。測量法を所管する国土地理院と我々海上保安庁が、本年1月6日から国土交通省という一つの傘の下に入ることとなったこともあり、両法の改正を「測量法及び水路業務法の一部を改正する法律」という一本の法律にまとめることとされたため、海陸で測地系が不一致となる混乱は回避された。

一方、経緯度の数値を条文に記載した法律が13本あり、これらの法律に記載された経緯度と測量法及び水路業務法で規定する測量の基準としての測地系の関連が必然的なものか否かが問題であったが、法制局で「諸法令が位置を求める際に測量法または水路業務法に基づいて求められた値を使用する以上、測量法及び水路業務法で規定する測地系が変更されれば当然にして他法令は変更すべき」との明快な見解が示され、また、歴史的事実を規定した法令等を変更する必要はないとされたため、13本のうち沖縄の復帰に伴う特別措置に関する法律等3本の法律に

ついて、測量法及び水路業務法の一部を改正する法律の附則で改正することとなった。これは、これらの法律で規定された北緯 27 度の線が世界測地系の数値だとした場合には法の意図しないところを横切ることとなるため、立法趣旨に合致するよう北緯 27 度 14 秒と改めたものである。

## 5 苦労話

水路業務法の改正作業に着手したのは平成 11 年春である。平成 12 年の通常国会への上程を目指して、水路業務法研究会に御意見を頂き、これをもとに暑い夏は熱い議論のうちに過ぎていった。法制局への概要説明も終わったある日、SOLAS 条約の改正内容が平成 12 年の通常国会までに確定しないことが見えてきた。このため、法改正を断念。平成 13 年通常国会を目指しての作業は、平成 12 年度に一旦から開始することとなった。前年に歩いた道ながら、今回は測量法改正との協調のため定期的に国土地理院と会合を持つことになった。それなりにハードな作業が続いていた 12 月 8 日午後突如嵐がやって来た。法制局審査が始まることになったのである。ここから先は時間との戦いであったと言えよう。生活は常軌を逸していた。明け方までの議論と調整が連日続き、週末も有るような無いような。室員によっては連日午後 2 時とか 3 時まで仕事し、仮眠してまた夕方から翌日の午後まで仕事、という激務を毎日続けていた。正月休みはあったものの、3 月 2 日の閣議決定まで延々とこのような生活が続いた。よく病人が出なかったものである。実際、抵抗力が相当落ちていたのに風邪を引かなかったのは、ここで休んだら法改正が終わり、という緊迫感だけが支えであったように思う。

閣議決定の前には省内幹部への御説明を行わねばならない。お忙しい幹部のス

ケジュールの隙間を縫って順次御説明していくわけだが、3 月 2 日閣議決定というデッドラインが定まっている中、綱渡り的な緊張感があつた。

閣議決定は一つの大きな山であり、概ね目処がついたときには全くトンネルの出口の見えない 12 月・1 月頃から見れば「ようやくここまで来たか」の感慨があつたが、目処が見えても事務的な作業とそれに伴う調整は減るどころではなく、小さな山を越すたびに徹夜したように記憶する。

さて、閣議が過ぎれば法案として国会に提出される。ここからは全く経験の無い世界で、まさに「海図なき航海」である。議員への事前レク、そのためのアポ取り、幹部のスケジュールの確保、さらには共同提案者である国土地理院の幹部とのスケジュールの摺合せ等、一切失敗が許されない状況下で張りつめた毎日が過ぎていった。

たった一条の改正であっても、改正に必要な手順は大規模な改正と同じと言われる。議員への説明の際にはその都度、長官、次長にお出ましを願うのであるが、最優先でスケジュールを作っていたいただき、「測地系」や「扁平な回転楕円体」など訳の分からない単語をちりばめた法案を分かりやすく御説明頂くたびに頭が下がった。

優秀な PT 室員を供出して下さった各課、お願い通りの事務機器やベッド、暖房などきめ細かく環境面の面倒を見て下さった監理課、真摯に、かつ我慢強く面倒を見て下さった政務課法規・調査ラインなど、お礼の申し上げようはない。

最後になるが、国会議事堂の赤じゅうたんが分厚く、足が着くたびにくるぶしから下が揺らぎ、急ぎの用のたびにねんざしそうに感じたことを記して本稿を終わりたい。

大洋水深総図 (GEBCO)  
関係会議の日本開催

八島 邦夫\*

第18回のIHO/IOC GEBCO (大洋水深総図)合同指導委員会及び委員会の下の作業部会である海底地形名小委員会とデジタル水深小委員会の二つの小委員会が4月17～25日の間、東京及び神戸で開催されました。

GEBCO(ジェブコまたはゲブコと発音される)は、General Bathymetric Chart of the Oceansの略称で、1903年にモナコ公国大公アルバートI世により創設された世界の海底地形図シリーズです。

このGEBCOの関係会議が、98年のGEBCOの歴史の中で初めてアジアで開催されることになったものです。参加者は、合同指導委員会委員長である英国のA. Laughton 卿(元英国海洋研究所所長)をはじめ、米、英、仏、独、ロ、加、イス

ラエル、ニュージーランド、チリ、日本の10か国、1国際機関(IHB)の25人の専門家でした。

23～25日に神戸で開催された合同指導委員会では、GEBCOの将来のあり方等について審議されました。

これに先立ち東京で開催された海底地形名小委員会(4月17～20日、水路部)では、水路部が昭和58年度以来実施してきた日本周辺の詳細な海底調査の結果発見された海山等の名称が審議され、春の七草海山群、天の川海山群、長寿海山群等の和名の名称が国際名として認められることになりました。

また、デジタル水深小委員会(4月18～20日、水路部)では、海底地形の立体表現などの最新のデジタル水深処理技術等について審議されました。

9日間にわたり行われたGEBCO関係会議は、多大の成果を挙げ、成功裏に終わりましたが、会議の詳細は、「水路」次号(10月号)ので紹介します。(\*水路部企画課長)



写真 GEBCO 関係会議出席者一同 (水路部にて)

## 沿岸調査に新手法の導入

## —航空レーザー測深—(2)

穀 田 昇 一\*

## 5 レーザー波形処理

## (1) 受信波形と計時

## a) 受信波形

航空レーザー測深機に使用されるレーザーパルスの波長は、近赤外線 (1064nm) とこれの2倍の周波数をもつ可視光領域 (緑色:532nm) とが使われている。SHOALSの赤外線パルスが緑色パルスに同期して円弧状の走査パターンを作るのに対して、LADSの赤外線パルスは、測深機の鉛直下方を飛行方向に沿って縦断的に走査する。この走査方式の違いによって、後処理における波形処理が大きく異なっている。図11は、レーザーパルスの受信波形を概念的に示したものである。

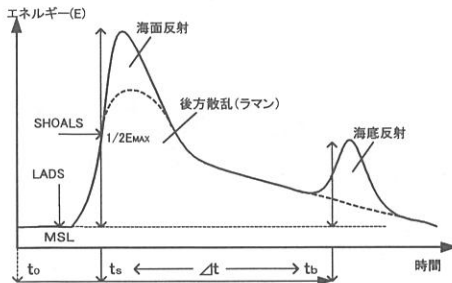


図11 水深計測の原理(緑色レーザー)

測深機から発射されたレーザーパルスは、海面及び海底で反射し、受信器に戻ってくる。この時、レーザーのスポットサイズや散乱などの効果により、パルス光子の往復時間に差が生じるため、受信波

のエネルギー(光子のカウント数)は、一般的に、時間軸に対してガウス分布状の波形が組み合わされた形となる。二つのレーザーパルスのうち、赤外線パルスは海中に透過しないので海面測定に使われ、緑色パルスが水深測定に使われる。緑色レーザーの波形は、図に示したように、海面反射と海底反射のピークから成るが、ラマン散乱による海中からの散乱光が破線で示したような形で付加されている。

このため、SHOALSでは、ラマン散乱光専用の受信チャンネルを持ち、ラマン散乱光が水深20cm~30cm付近でピークを作ることを利用し、赤外線の反射信号が受信できない場合に、海面位置の決定に利用している。また、SHOALSでは、明りような反射波形が得られるように、受信方式が異なる二つの緑色パルス用チャンネルをもっている。各モードの境界は、おおむね水深12m付近となっている。LADSにはこうした特別なチャンネルは付加されていない。波形表示方法については、SHOALSでは、エネルギーについてログスケールを用い、反射エネルギーの強い海面反射と、反射エネルギーが弱い海底反射との差を少なくするよう工夫されており、LADSではノーマルスケールを用いている。横軸の時間は0.1ns程度の時間分解能を持っているが、両者とも、海中における光の速度約22cm/nsを使って距離換算したスケールを用いている。SHOALSがログスケールを用いているもう一つの理由は、何らかの事情で強力な反射信号を受信した場合、自動的に機能

\* 水路部沿岸調査課 主任沿岸調査官(当時)

表 1 各装置の受信チャンネル

装置	受信機 (チャンネル)	走査	波長 (nm)	用途
SHOALS	IR CH	円弧	1064	海面位置 (G パルスに同期)
	G CH (浅海モード)	円弧	532	海底位置 (0m-12m)
	G CH (深海モード)	円弧	532	海底位置 (6m-40m)
	RAMAN CH	円弧	640	海面 (IR の反射がない時使用)
L A D S	IR CH	縦固定	1064	海面位置 (航跡に沿った縦断方向)
	G CH	横直線	532	海底位置

をダウンさせ、受信機を保護する機構が働き、測定作業の中断など支障を来たすことが懸念される。こうした不都合を避けるため、受信機の増幅機構としてリニア・アンプではなくログ・アンプが採用されている。

#### b) 計時

航空レーザー測深では、レーザーパルスが発射された時刻  $t_0$  と、海面や海底からの反射信号を受信した時刻  $t_s$ ,  $t_b$  を計時して、水深を求める。すなわち  $t_s$  と  $t_b$  の差  $\Delta t$  の関数として水深が計算される。したがって、図 11 に示したような幅広い反射波形のどの位置で計時するかによって、得られる水深が変わってくる。SHOALS では、海面と海底の各々の反射波形ピーク値 ( $E_{max}$ ) の  $0.5 \cdot E_{max}$  (半幅値) の位置で計時しているのに対し、LADS では、それぞれの波形の立ち上がり開始付近を検出して計時する仕組みを使っている。SHOALS が波形の立ち上がりの中央付近に来る半幅値を採用している理由は、立ち上がり部分やピーク部に比べて、計測誤差が小さくなることである。ただし、海面位置については、IR パルスのデータを使い、それらを平均して求めた平均海面 MSL を参照するようにしている。

#### (2) 波形分析

波形処理は、それぞれ専用開発されたソフトウェアで自動的に行われ、検査用の CAD システムに送られて、オペレータのチェックを受ける。その際、波形処理ができなかった場所や、周囲に比べて

異常な水深値を示すデータが対話式に処理される。例えば、問題となる波形としては、下記のようなものがある。

- ① 波帯や岩礁などで気泡やサスペンションが多く、海底までパルスが届きにくく反射波形が弱い
- ② 魚群などにより、周囲に比べて浮き上がった反射面が海底との間に存在する
- ③ 表面の凹凸の激しい暗礁があり、複数の海底反射がある
- ④ 海底に難破船などがあり海底面の反射波形が乱れる
- ⑤ 水深が 1 m 以下で浅く、海底と海面が分離できない

これらのうち、①と⑤の場合の概念図を図 12 に示す。

図 12 の a は、水中の気泡や濁りなどにより、レーザービームの透過性が悪かったり、能力の限界に近い深さの水深の場合に現われることが多い。図のように、波形が識別できれば上で述べた手法で  $t_b$  を決定することができるが、波形の立ち上がりが悪いときは、そのデータは採用しないようにする。また、周囲の結果からみて、測深能力の範囲内であるにもかかわらず、不明りょうな部分が広がっている場合は、海象が改善されたときに再測によって補完する。例は、1 m 以下の水深のときにみられ、通常、海底反射の方が海面反射より大きくなり、図に示したような形状の波形が現れる。このような場合、自動的には海面と海底は分離で



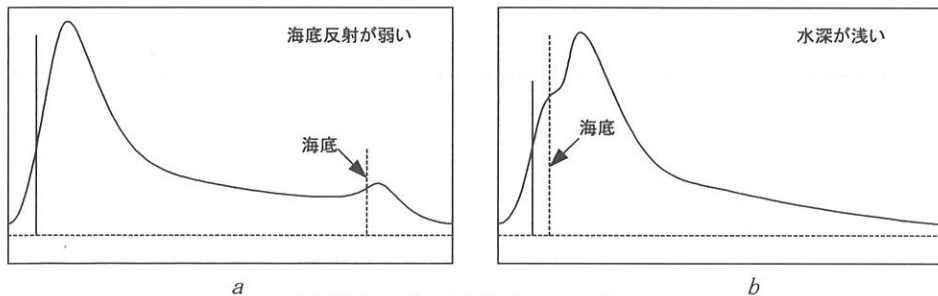


図 12(a・b) 異常波形のパターン

きないので、例えば SHOALS の場合、CFD (Constant Fraction Discriminator) と呼ばれるソフトを使って海底位置を決定している。また、海面位置については別に求めておいた平均海面を使い、水深を決定している。

図 12 の b のような例は、海岸付近で多く発生するが、海岸付近は海面利用者が多い海域であり、水深は重要な情報であるので、波形分析ができないような場所が多い場合は、繰り返し測深作業を行い、データを積み上げることによって補完するようにしている。

### (3) 海図基準面

航空レーザー測深機で得られた海面上の任意の場所における座標と水深データから海図を作成するためのデータベースを作成する。この時、その海域における潮汐に基づき、例えば最低低潮位により基準面を設定しておき、海図に使用する水深値を決定する。LADS では、測定された水深データは、測定海域における測定時点の平均海面 MSL と海底との相対的な差として求められているが、SHOALS では、GPS の WGS84 座標系に従って海底の絶対座標を求める方式を採用している。絶対座標は、OTF (On The FLY) と呼称される KGPS 処理によって求められる。ただし、離島など GPS 基準局の設置に問題があるときは、LADS と同様の処理方法を採用している。

### a) 海底の絶対座標

GPS 測位手法の内、キネマティック GPS 処理 (KGPS) 法が最も精度良く座標を決定できる。KGPS を行うためには幾つかの条件がある。

- ① 参照とする GPS 基地局が 2 箇所以上であることが望ましい
- ② GPS 基地局と移動局との離隔は 50km 以内であることが望ましい

条件①は、最も正確に測位する条件として重要である。すなわち、GPS の座標系である WGS84 は地球楕円体 (ジオイドにほぼ等しい) を基準にしており、ジオイドの局所的な凹凸があるような所では、複数の基準点から得た基準面情報を使って補正することにより、正確な測位ができるからである。また、二つの基準点を結んだベースラインを使い、移動体の方向と距離を微調整し、精度の向上を可能にしている点も特徴としている。干渉測位法では、サイクルスリップと呼ばれる搬送波情報の欠落が生じることがある。一つの基準点でサイクルスリップが起きても、複数の基準点を設けてあれば、補完が容易に行えるメリットもある。しかし、一般的にはジオイドの局所的な異常は波長が長く、また、サイクルスリップの補正についても補正できるソフトウェアも整備されていることから、複数の基準局にこだわらず 1 箇所の基準局でも十分成果を上げられることが分かってきている。

KGPS を用いた航空レーザー地形測量システムの運用実績では、50km 以内に設置した 1 箇所の地上 GPS 基準局を使って、1 m 以内、良好な場合は 30 cm 前後の誤差で、航空機の位置を決定できることが分かっている。条件②の 50km という数値は、誤差が数十 cm 程度に収まるとされる経験的な値であり、厳密な閾値ではない。GPS の位相測位法では、基地局と移動局との距離がおよそ 10km 以内では数 cm 程度の誤差で位置が決定できるが、10km 以上になると距離に比例して誤差が増大することが知られている。IHO のオーダー 1 を前提に考えた場合、あまり大きなファクターにはならないと考えられる。機体の位置決定に際して重要な役割を果たすのが慣性測定装置である。単独測位の GPS のデータは、L1 波の C/A コードを使い、1 Hz で記録される。例えば、対地速度 200km/h で飛行する航空機は、この間に 50m 程度移動してしまう。一般に、航空機は、飛行中に短周期で動揺しており、これらの運動が平滑化されると、海面及び海底の位置が正しく再現されない。KGPS では、10 倍以上の密度をもつ L2 波の P コードも利用するため、高い空間分解能が得られる。更に、慣性測定装置から得られる 10Hz 以上の細かな加速度情報、特に垂直方向の加速度を用いて、GPS による測点間を内挿して、機体の軌跡を再現することにより、より正確な測深データを得ることができるようになっている。また、慣性測定装置を用いる利点として、KGPS 処理においてサイクルスリップによって生ずる短周期のデータの不整合について、加速度センサのデータを用いて補正し、正しく航跡を再現させることができる点が挙げられる。逆に、慣性測定装置にはジャイロのドリフトによる長周期の誤差の発生が必然的であるが、こうした長周期の誤差については、GPS による測位データによってキャンセルさせるこ

とができる。このように、KGPS と慣性測定装置とは、互いに補完し合う機能を持ち、ALH には両者が一体化した測位システムが不可欠であるといえる。

図 13 は、GPS 座標系の基準面エリプソイドと海図基準面との関係を、模式的に図示したものである。

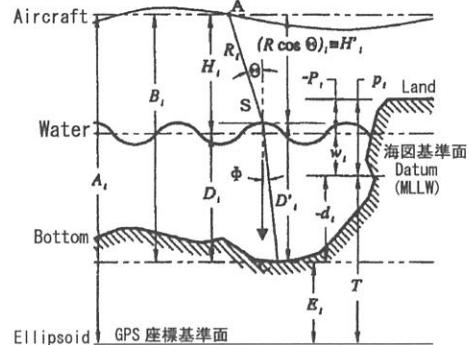


図 13 海底の絶対座標と海図基準面

航空レーザー測深から得られる海面情報は、測定時点の潮汐の効果を反映しており一定ではない。実際の測深作業においては、同一の測定区域であっても、作業量によって測定時刻が異なったり、日を変えて測定するような場合があり、測定時点に得られる海面情報以外に海図作成のためには、絶対的な基準面が必要となる。通常の音響測深などによる水深測量では、測量時点の海面と海底の相対的な離隔しか得られないため、測量時点の海面について潮汐改正を行い、海図基準面に対する海底の位置関係から水深を決定している。一方、航空レーザー測深による水深測量においては、KGPS を用いることにより、WGS84 座標系の地球楕円体面を参照面として、以下のプロセスで海底面の絶対的な位置を決定することができる。

- ① WGS84 基準面(地球楕円体面)に対するスキャナー中心(A)の座標決定
- ② パルスごとの海面反射・屈折点 (S)

の座標決定

- ③ S点における水深Dにより、地球楕円体面からの海底面(C)の座標決定

このようにして、海底面(C)に WGS84 座標系の座標を与えることができる。従って、測量海域付近の海図基準面と WGS84 エリプソイドとの関係をあらかじめ調べておけば、航空機の位置や潮位の変動に無関係に海図のために必要な水深情報を得ることができる。また、地球楕円体面を共通の参照面とすることにより、この海底面情報と IR レーザーで得られた地形面情報をシームレスに結合することが可能となり、陸域を含めた有用なデータが得られる。

#### b) 海図基準面

航空レーザー測深による海図作成作業においても、既設の検潮所や必要に応じて臨時の検潮所を設置して、検潮データを収集し、海図基準面を決定する。検潮所の配置は、従来の海図測量と同様な考え方でよいが、入り組んだ海岸線や複雑な海底地形をもつ海域ではできるだけ密に配置するようにし、潮位変動のパターンを正確に把握しておくようにする。既設の検潮所は、海図座標値をもっているが、a)で述べたように、海図基準面と GPS 座標基準面との整合をとるため、GPS 観測を実施して両者の関係をつかんでおく。また、臨時の検潮所についても、同様の作業を行っておく。

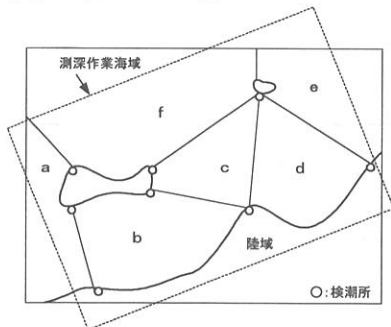


図 14 検潮所の配置と海面区分

## 6 航空レーザーの安全対策

### (1) 安全基準

航空レーザー測深機を安全に運用するにあたり、日本工業標準「JIS C 6802 : レーザー製品の安全基準」に基づき、使用者が遵守すべき要件を遵守しなければならない。また、使用する製品については、製造者が守るべき製造上の要件が規定されており、これに合致した装置でなければならない。日本工業規格は、国際電機標準会議(IEC)による幾つかの標準規格に基づき、1997年に制定されているが、IEC標準規格自体は、米国のANSIをモデルとして定められている。レーザー製品は、1960年代から1970年代にかけて各種のレーザーが発明されて以降、光通信、精密加工、工業計測、医療技術等々、様々な分野で利用されるようになった。これに伴い、レーザー製品による事故も多発するようになり、米国では、レーザーの製品化がスタートした1960年代から安全性に関する検討が進められ、1973年「ANSI-Z136.1」として基準化がなされている。また、1976年には、その施行基準が連邦法によって定められ、法的な規制が掛けられており、レーザー製品に関して、世界で最も厳しい基準となっている。我が国では、現在、法的規制はなされていないが、安全に十分配慮してレーザー製品を取り扱うよう心掛けることが肝要である。

主な基準及び通達等として、レーザー製品の安全基準(JIS C 6802, 1997. 11. 01 改, 追補 JIS C 6802 1998. 05. 20) 及び、レーザー光線による障害の防止対策について 昭 61. 1. 27 基発第 33 号等がある。

### (2) 安全のための機能

航空レーザー測深機には、クラス 4 に分類されているレーザーが使用されている。このため、例えば OPTTECH 社の SHOALS は、最も厳しいとされる ANSI-Z136 にし

たがって製造されており，二重三重のフェイルセーフ機構がなされている。JISの「安全予防策」の概要を表2に一覧する。レーザーによる障害のうち，例えば高出力の工業加工レーザー等による事故例は少なく，むしろ研究機関などで使われている比較的出力の小さいレーザー装置による事故が多い。また，最近では，レーザーポインタを使っただけで眼に障害を起こした例も報告されている。すなわち，危険管理が徹底している場所では事故が少なく，管理が不十分であったり取り扱い者の意識が低い場合に事故となるケースが多いといわれている。従って，レーザー製品を取り扱う場合は，法的規制はないが，十分な教育を受けた者が取り扱うようにしなければならない。通産省の外郭団体である(財)光産業技術振興会で，技術者研修を行っているので受講しておくが良い。

### (3)安全隔離距離

レーザー製品による障害には，身体の切断のような重度のものから，やけど・火ぶくれといった軽度のものまで様々である。中でも，重要な感覚機関である眼は，自身のレンズによる集光機能によって，比較的低エネルギーの光線でも網膜に損傷が及ぶ場合があるので，特に，注意しな

ければならない。報告されている事故例のほとんどは，眼の網膜に対する過度の集光による一時的な眩失や重度のやけどによる失明とされている。航空レーザー測深機は，室内用のレーザー製品と異なり，自然の広い空間で使用するため，保護眼鏡などを使い人工的にレーザー光を遮断するなどの管理ができない。このため，MPE(最大許容露光量:Maximum Permissive Emission)による障害防止対策が取られている。眼球に対するMPEは，米国における事故例の分析などから，医学的に見て眼に障害が起きない許容値をさし，使用するレーザーの波長や露光時間によって，細分されている。すなわち，開放空間では，眼の角膜直前の入射エネルギー( $E_{LASER}$ )がこのMPE値以下となっていなければならない。

$$E_{LASER} \leq MPE$$

航空レーザー測深機は，海上や沿岸域の水深を測量する目的で，航空機からレーザーパルス海面方向に放射する。この時，レーザー光のエネルギーは上の条件を満たしていなければならない。レーザー測深機のスキャナーから放射されたレーザーパルスのエネルギーを $P_0$ (J/S)，測深機から海面までの距離を $R$ (m)，レーザーパルスの放射口径を $a$ (m)，拡散角を $\phi$

表2 レーザー製品使用者の安全予防策(JIS)

項目	クラス 1	クラス 2	クラス 3A	クラス 3B	クラス 4
リモートインターロック	不要			部屋又はドア回路に接続する	
カギによる制御	不要			不使用時にはカギを抜き取る	
ビーム減衰器	不要			使用時の不注意な露光防止	
放出警告デバイス	不要			レーザー装置が運転中の表示	
警告標識	不要			規定の警告標識の注意に従う	
ビーム光路	不要	必要な光路の端で終端させる			
鏡面反射	不要			予期しない反射の発生防止	
眼の保護	不要			技術上，管理上の方法が実行できない場合及びMPEを超えるとき	
保護着衣	不要			必要時	特定の指示必要
訓練	不要		すべての運転員及び保安要員に必要		

(Radian), 大気によるエネルギー減衰率を  $\mu$  ( $m^{-1}$ ) とすると, 距離  $R$  におけるレーザーパルスのエネルギーは,

$$E_{LASER} = 4P_0 \cdot e^{-\mu R} / \pi \{ \sqrt{(R^2 \cdot \phi^2 + a^2)} \}^2$$

$$= 4P_0 \cdot e^{-\mu R} / \pi (R^2 \cdot \phi^2 + a^2)$$

で与えられる。

ここで,  $E_{LASER} = MPE$  の条件のもとに, 眼に障害が起きる限界距離 NOHD (公称眼障害距離: Nominal Ocular Hazard Distance) を求める式に変形する。

$$MPE = 4P_0 \cdot e^{-\mu R} / \pi \cdot (R_{NOHD}^2 \cdot \phi^2 + a^2)$$

$$\therefore R_{NOHD} = \{ \sqrt{(4P_0 \cdot e^{-\mu R} / \pi \cdot MPE - a^2)} \} / \phi$$

航空レーザー測深機ではビーム径  $R \cdot \phi$  に比べて  $a$  は極めて小さいので,  $a=0$ , また, 大気による減衰を無視すれば,  $\mu=0$  となる。従って, 上式は, 次のように簡略化される。

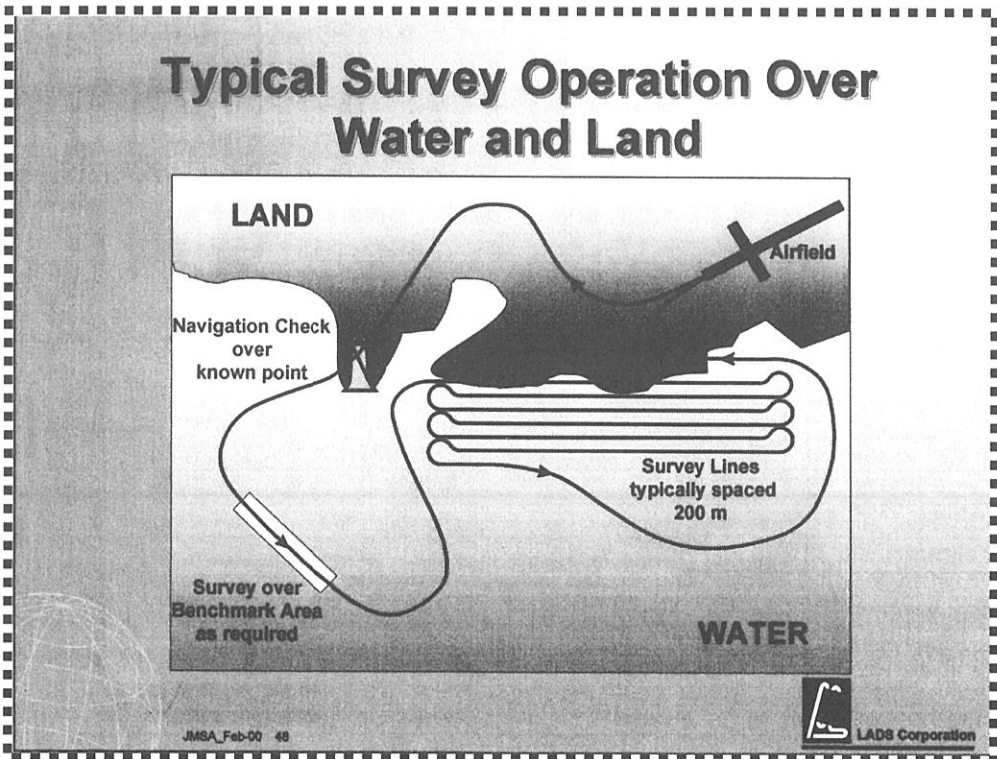
$$\therefore R_{NOHD} = \{ \sqrt{(4P_0 / \pi \cdot MPE)} \} / \phi$$

航空レーザー測深機のメーカーは, 装置の条件 (パルス周波数や放射エネルギー

等) を基に, NOHD を検討し, 更に安全率を考慮したうえで, 安全隔離距離  $R_{SAFE}$  を定めている。

$$\text{例: } = 1.5 \cdot R_{NOHD}$$

この  $R_{SAFE}$  は, 航空機が計測作業中不用意に高度を降下させた場合, 自動的にレーザー電源がカットされるように, 制御システムをプログラミングするために利用されている。なお, MPE 値や NOHD 計算式は, レーザー装置の仕様によって異なるので, メーカーによる安全検討によらなければならない。また, 航空レーザー測深作業の現場は, 比較的航行船舶の多い海域となることが予想されるが, 双眼鏡使用時の NOHD は, 概ね 50 倍程度になることが分かっているので, 作業の事前周知や船舶の航行がない時間を選んで作業するなど, 安全確保のうえで, 特に, 留意すべき点といえる。 (つづく)



## 1952年「明神礁噴火にまつわる話」(1)

小坂 丈 予\*

明神礁噴火にまつわる二・三の思い出話を申し上げたいと思います。

### 1 乗船換えのこと

#### 一 船を乗り換えることの出来なかったお話一

焼津港所属の漁船「第十一明神丸」が、「青ヶ島南方のベヨネーズ列岩付近で海底噴火があって、そのため新島が生成した模様。」という報告を受けたのは、1952年9月17日のことでした。

そこで、私達も早速現地へ行き、種々調査をしたいと思ったのですが、何分にも私達が所属していた東京大学地震研究所には船が無く、色々手を回していたところ、東京水産大学新野弘教授から「本学の練習船“神鷹（しんよう）丸”が、現地へ行くことになったので、調査に同行しないか」と勧められ、私達はこれを喜んで受け、当時の東京大学地震研究所所長津屋弘遠教授、森本良平助教授、それに助手の私の3名が参加させていただくことになりました。

「神鷹丸」は9月20日浦賀港出港予定となり、至急準備を整えて当日の午後に地震研究所乗用車で東京大学を出発しました。ところが、出発後まもなく、用意していた海図の携行を忘れたことに気付いたのですが、既に引き返すだけの時間的余裕がなく、津屋、森本両先生のお知り合いである田山利三郎先生（当時海上保安庁水路部測量課長）をお願いして海図を分けて戴くこととなり、急きょ築地

の水路部へ向かいました。

3人が水路部に着き、田山先生にご挨拶し来意を告げますと（私は田山先生とは初対面で、結局これが最初で最後となってしまった訳ですが）先生は「事情は良く分かりました。海図はすぐにでもお分けしますが、あいにく在庫整理の最中で、しばらく待っててください」とおっしゃり、その間に色々の話が出て「そうか、君達もいよいよ行くことになるのか。私達もいずれ“第五海洋丸”を派遣して現地調査をすることになったから、3人一緒に行くよりは、1人くらいこちらに乗り替わってはどうか。皆で1か所から見ると、違った時間に違った位置から観察の方が有効なのではないか。」とのお勧めがあり、当方にとっては大変に有り難いお話ではありましたが、急なことでもあったので、後に相談することにして、海図を分けて戴いて水路部を辞しました。

このような事情で、急ぎ浦賀へ向かったものの到着は大幅遅れて、夕刻の暗くなりかけたころになってしまいました。

しかし、半ばあきらめていた「神鷹丸」は未だ浦賀港の岸壁に着いたままで、急ぎ乗船した私達に当時の永山船長は「台風が近づいて来るとの情報で、出港を延期しており、明日は出港出来る予定。」とのご説明。そこで大いに安心しましたが、当時は戦後の食糧難がまだ続いており、旅館には米を持って行かなければ泊めてもらえない時代でしたので、一夜船中泊をさせて頂くことになりました。

そこで、船中の3人で折角の田山先生

\*東京工業大学名誉教授

のご提案について相談した訳ですが、何しろ教授・助教授・助手の身分でもあり、当然のことながら「それでは、小坂君は明日にでも東京へ戻って“第五海洋丸”に乗船換えさせて頂いてはどうか。」ということになりました。

ところが、翌朝目を覚ますと、本船は既に出港しており、辺り一面大海原という状況でした。そこへ船長が説明に來られて、「台風の進行速度が幾分遅くなっているの、台風到達以前に乗り切ろうということに昨晚遅くに決まり、今朝早く出港しました。先生方は熟睡のご様子でしたので、後程お断りすればよいと思っていました。」とのことでした。

ところが、私は先輩先生方から「お前が寝坊するからだ！」等々と散々に叱られました。この乗船換え損ねのため、今日まで生き永らえることになった訳で、亡くなられた方々には大変申し訳ありませんが、このような経緯があった訳です。

## 2 「神鷹丸」の現地運航について —特に、操船の指導にあたられた 熊凝武晴水産大学教授のお話—

「第五海洋丸」と共に明神礁の調査に参加しながら、私達の船だけが無事に戻った訳で、定めし慎重な操船であったかのような言われ方もするのですが、決してそうではなかったということをおし上げたいのです。

私共の「神鷹丸」が、途中、八丈島に立ち寄った前日の9月22日15時ころ、沖合に白い雲のようなものを認めたのですが、「これは、まだ噴火が続いていて、その噴煙ではないか。」との意見もあり、更に南航を続けた同日23時45分ころ、青ヶ島はるか南方に火柱が上がるのを視認し、これで噴火が更に続いていることがいよいよ明白になった訳です。

船は更に急航を続け、23日04時には、明神礁に最も近い目標であるベヨネーズ

列岩付近に到着しました。そこで血気にはやる私達は、直ちに針路を東北東にとり、明神礁（これは既に巡視船“しきね”が精確な位置を出していた）の方向に向かうことを要請した訳です。

その時、同船しておられたのが当時の東京水産大学の航海学教授であられた熊凝武晴先生で、この先生は当時の永山船長の恩師でもあり、つまり、軍艦の艦長と司令官のような関係にあった訳です。熊凝先生は、大変操船には慎重な方で、当時、講義の中で「150トンの漁船でも3,000トンの船になぞらえて操船させている」というエピソードから「三千トン先生」というあだ名があったそうですが、これは後から聞いた話で、真偽の程ははっきりしません。

このような先生がご一緒だった訳で、この熊凝先生が「いや、皆様がお急ぎの気持ちは良く分かりますが、今はまだ払暁で暗いので、噴火は終わっているとは言いながら、近寄ってみれば、その付近には噴火後の岩礁がまだ残っているかも知れない。それに船が引掛かかって動きがとれなくなっている間に、再び爆発が起こっては大変な事となると思うので、どうか夜が明けるまでお待ちになって下さい。」と諭して下さいました。そこで、私達も渋々夜が明けるまでベヨネーズ列岩付近で待機した訳です。

この熊凝先生は、後に水産大学の新造船「海鷹丸」が、かの南極観測船「宗谷」の随伴船として南極へ行ったときの船長として、大変な活躍をなさったのですが、もう既にこの世にはおられず、考えようによっては「私達の命の恩人」とも言える大切な方であった訳です。

そこで夜が明けてから、恐る恐る現場地点に接近したのですが、既に島影は全くなく、特に満潮時に掛かっていたこともあり、岩影もほとんど見つかりませんでした。膨大な量の変色海水、しかも、

これがほとんど茶色というか、赤みのかかった茶色で、その膨大な面積と量とに圧倒される程でした。そこで、船はこの変色水域を遠巻きに迂回して、その裏側の、噴火地点から約5km離れた所から変色水域に恐る恐る乗り入れ、船を停めて漂流物の採集や水質観測を行いました。ちょうどその採集作業中の08時34分、船が明神礁から約8km離れている辺りで第1回目の噴火が始まったわけで、海水の盛り上がりや噴石もはっきり視認されました。その距離でも私共は非常に驚き、観測作業を急ぎよ中止し、変色水域から南方へ急いで脱出しました。

しかし、数分もしない内に爆発は収まり、水柱も噴煙も無くなりましたので、図に示すように北上を開始しました。ちょうどそのころ、米粒大の細かい軽石が海面にたくさん浮かんでいる所があり、その中に乗り入れて細かい軽石をすくい揚げたりしながら、余り噴火も無いようだというので、再び変色水域を横断して噴火地点に近づきました。

その直後、噴火地点からわずか1.8km離れた所で第2回目の噴火を観測しました。ここに示す写真1はこの爆発の連続写真の一部ですが、この爆発には永山船長も大いに驚き、機関室に全速後退を命じました。しかし、船の全速後退はスクリューを逆回転させ、ブレーキの役をさせる訳ですが、船はそれにもかかわらずドンドン航進し、爆発地点に徐々に近づき、どうなることかと心配もしましたが、幸いにも爆発は数十秒で鎮まり、一応は安どしました。

ここで観測を中止しておけば良かったのですが、その第2回目の爆発は13時12分で、第1回目からは約4時間のインターバルがあった訳で、“今後4時間ぐらいは大丈夫だろう”と訳の分からないことを船長に申し上げ、と言いますのは、付近にかなり大きな塊の軽石が流れ

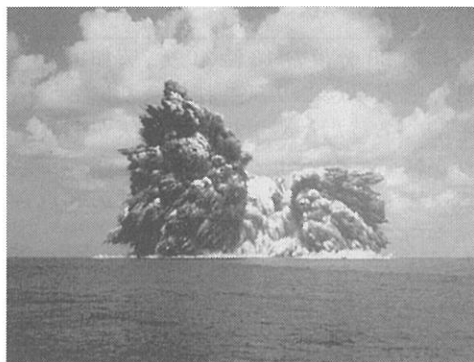


写真1 爆発の連続写真の一部



写真2 手振れの写真

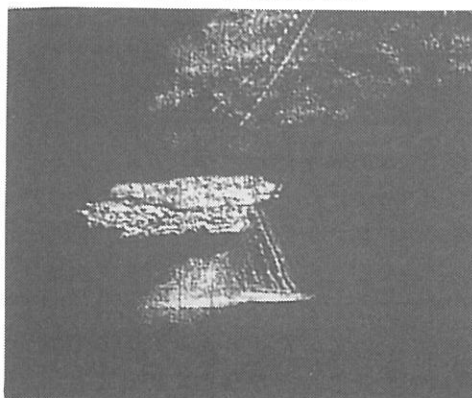


写真3 当時の新聞に載った爆発の写真

ていましたので、これを採集したいというのが私達の念願でした。これは、新しい島でも生成していたら、それに上陸して石でも採集するぐらいの気持ちでしたので、せめて浮流している軽石でも採ろうというのが私達の魂胆の一つでもあつ



たのでした。

更に約 28 分後の 13 時 40 分、突如第 3 回目の噴火が起こり、これは余りにも至近距離であったため甲板上に降灰があり、辺りが薄暗くなるような状況で、私の手も震えましたが、その時の手振れの写真 2 が辛うじて残っています。

性懲りもなく、また船長にお願いして、しかし今度は海流に沿って下手に流下してきた軽石を熊手のような道具で甲板上に引き上げて見ると、改めてビックリしました。その軽石は真っ白で、「こんなに白い軽石が漂流しているのであれば、こんなにまで近付くのではなかった。」と、思わず皆で顔を見合わせてしまいました。これにはある程度の理由があるのですが、それは後でお話します。

この間の船の行動については、詳細な航跡図を参照して下さい。

### 3 事前情報のことなど

#### —報道機関の行動を含めて—

新島の場合と同様に、最近でも海底火山が火山島となると、常に色々なことが話題になりますが、当時は米軍占領下の日本であり、もし新しい島が出来て、それが発見されたとすると、その島が果たして「日本の領土になるかどうか」ということが議論になった訳です。そこで、私達ももし島に上陸出来たならば、問題は難しいながらも、とにかく「日の丸を立ててしまえ」ということで、当時、デパートで売っていた折り畳み式の日章旗を買い求め、こっそり現地に持って行っていたのですが、先程お話ししたように、その島は既に無く、これがもし上陸でもしていれば、場合によっては私達も木端微塵になっていたかも知れない、そんなこともあった訳です。

流れている真っ白な軽石を甲板上に引き上げ、その白さにびっくりしたことは前述のとおりですが、一般に白っぽい珪

酸分の多い石英安山岩、若しくは流紋岩ですと非常に激しい噴火をもたらすものであることが知られています。ところが、私達ほとんどが、伊豆大島、三宅島や八丈島にしても、いずれも玄武岩質の黒っぽい岩石が多いので、その延長線上にある明神礁も「恐らく比較的噴火の穏やかな玄武岩であろう」という何となく漠然とした気持ちがあった訳です。

当時、新しい島が出現したということで、日本中がまだ終戦後の物の足りない、余り良いニュースの無い時期でもあり、大変な話題となり、各報道機関は大張り切りの体でした。しかし日本は敗戦後の状況下で、当初は航空機の保有も全く許されなかったのですが、徐々に緩和され「航空機は持っても良いが、操縦は日本人がしてはならない」ということで、「日本航空」のような国内航空会社はある程度の航空機を保有することは出来ても、操縦士はすべて外国の雇い人であった時期と記憶しています。

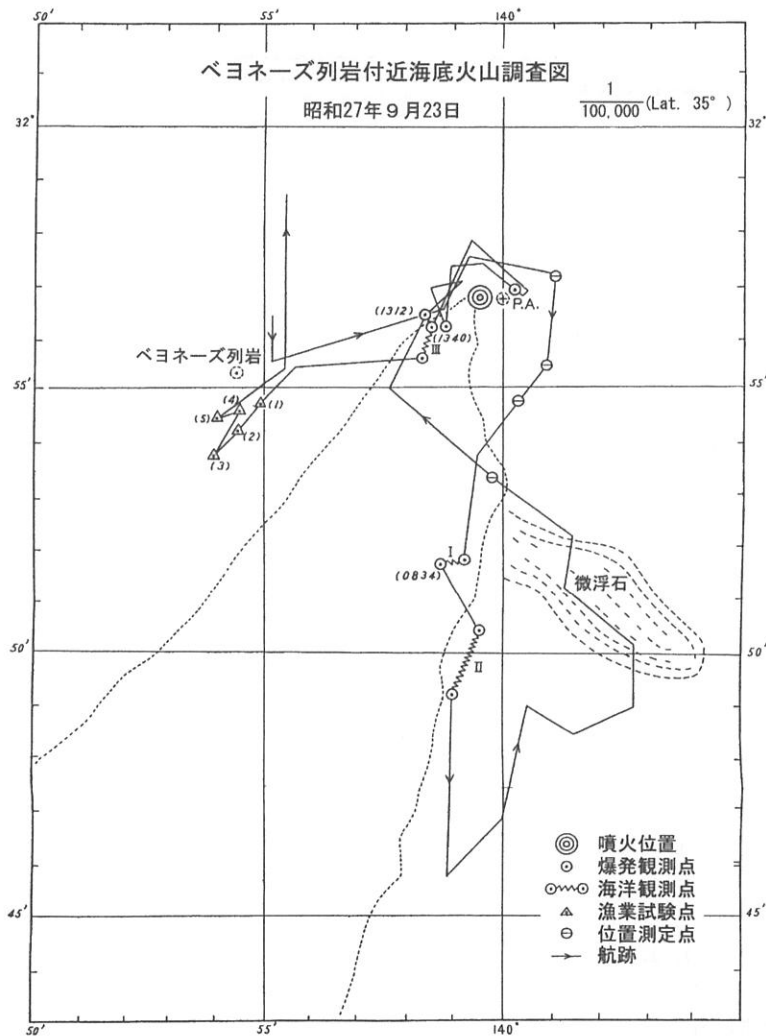
そこで在京の新聞各社は、とても 1 社ではチャーター料は賄い切れないということで、各社連合で 1 機をチャーターし、合同取材となった訳です。ところが、飛行機は整ったものの操縦士が見当たらないということで、散々に方々を捜し回ったところ、飛行場の片隅のバーで、酒を飲みグテングテンに酔っ払っている機長を見つけ、一生懸命その酔いを覚まさせ、やっとのことで飛行機が発発出来たということで、飛行機の現地到着時間はすっかり遅れて、もうとっぷりと日は暮れて真っ暗になっていたようです。

ここで問題となったのは、このような状況下で、大変なお金をかけての合同取材ですから「何か記事にしなければ」ということで、専門家として一人乗機した方が記者の皆さんに色々質問され、何も答えられない訳にもいかない羽目になり、「伊豆七島の続きだから玄武岩質の島で

あろう。」「そこには溶岩池が出現して  
いて、そこから溶岩がトロトロと流れ出  
ているのが見えた。」というようなことにな  
ったようで、新聞には写真3も載って  
いましたが、当時最高感度のモノクロフ  
ィルムを使用したとしても、真っ暗な所  
が被写体でもあり当時としては珍しくも  
ない多くの修正が施されたと思われる、  
何とも怪しげな写真でした。

明神礁に関する私達の出発前の知識も  
前述のようなもので、「第五海洋丸」もほ  
ぼ同じ程度であったと考えられます。

このような訳で、何となく島に上陸し  
ようと思ったり、確たる根拠も無く漠然  
と玄武岩で生成していると考えたりしな  
がら現地に行った訳で、船上に軽石を引  
き上げて観察し、それが真っ白な、いわ  
ゆる酸性岩質の石英安山岩、若しくは流  
紋岩といったたぐいの物であるのを見て、  
初めてビックリして一同真っ青になった  
訳です。やはりこの種の報道は無理強い  
するものではなく、また、強く求められ  
ても軽々しく応えるものではないことを  
痛切に感じた次第です。 (つづく)



航跡図 (第五海洋丸遭難調査報告より)

# アルプスの形成とその岩石

加賀美 英雄\*

## はじめに

ヨーロッパ・アルプスは中生代から造山運動を繰り返してきましたが、第三紀の初めになりヨーロッパ大陸とイタリア半島よりなるアドリア・プレート（アフリカ大陸の一部）が衝突を始めることにより急峻な山脈を形成する、いわゆる”アルプス造山運動”が生じました。

最近「NRP20」と呼ばれるスイス国家プロジェクトは、アルプスを横断する複数の地震探査ならびにその解析を行い、1997年にA3判、380ページの大著を出版しました<sup>1)</sup>。この度、この本の編者がその成果を用い、有限要素法による沈み込み帯の構造解析を行った結果を発表したので、アルプスの構造に関してはモデルと実断面とがそろえられて、極めて信頼度の高い形成機構を知ることが出来るようになりました<sup>2)</sup>。

アルプスの形成を考察する上で重要なヒントを与えるこの研究に接して、沈み込み帯における大陸棚の限界問題を考えている一人として、またこの衝突境界をかつて観察する機会に恵まれた者として、見過ごすことの出来ない重要問題と思ひ、この小文をまとめることにしました。これに関連して、アルプスにはどのような岩石が見られるか紹介します。

注1— O.A.Pfiffner et al, eds (1997)  
Birkhauser Verlag, Basel, 380p.

注2— O.A.Pfiffner et al (2000)  
Tectonics, 19, 6, 1065.

## 1 ヨーロッパとアドリア・プレート間の衝突

ヨーロッパ・プレートは中生代以来、アドリア・プレートの下に西から東へ向かって沈み込んでいたのですが、35Ma (Maは100万年) 前ころになって地球内部の対流系の変化によって、北から南へ向かって沈み込む新規の変動に変わったのです。”アルプス造山運動”はこの新規の変動に対応して形成されました。

かつて、ヨーロッパ大陸とアドリア大陸の間には海洋地殻を持ったピーモンテ海とバレー海があり、その間にはブリアンソン小大陸がありました。”アルプス造山運動”以前に、これらの海洋地殻と小大陸は沈み込みましたが、大陸地殻の大部分は沈み込むことが出来ずに塊を造ってアドリア・プレートの先端部に付加し、また沈み込んだ海洋地殻の一部は、ヒスイ輝石やコース石を含む高压～超高压変成岩となり、地表に上昇してきています。

ヨーロッパ・プレートとアドリア・プレートの接触関係は、プレート境界面を境に上下に重なっています。上盤にくるアドリア・プレートの先端部は北に向かって尖った楔形を呈する、いわゆるウエッジ形態を示しています。ウエッジの中頃でアドリア・マントルがプレート境界面上に載る辺りでは、それに接する下盤のヨーロッパ地殻上部は強度が劣ることから、その下にある地殻下部からはぎ取られます。このはぎ取りが始まる地点は、その後次第に上部に向かって発達して構造線となります。ウエッジ構造学ではこれをバックスラストと呼んでいます、

\* 城西大学理学部教授

アルプスではこれをインスブリック構造線（以下 IL と略す）と呼んでいます。

アドリア・ウエッジを構成する物質は、元々から存在したアドリア・プレートの前弧域の地層で、これをオーストロアルパイン系と呼びます。これは弱変成して、アルプス東部のオーストリアに広く分布しています。一方、アルプス西部では、この系は浸食作用で削られて殆ど残っていません。沈み込みが進み、はぎ取り作用が活発に行われると、はぎ取られたヨーロッパの大陸地殻は、アドリア・ウエッジの下部に底付け作用で付加されていきます。しかし、大陸地殻の最上部の軟らかな地層部分は、沈み込みのかなり初期にはぎ取られ、プレート境界の間隙に沿って絞り出されるように押し出されます<sup>3)</sup>。アルプスの最外縁に分布するヘル

ベチア・ナップ系はこのようにして造られたといわれます。なお、ナップ構造というのは遠隔地から衝上断層の滑動作用で押し出された異地性地塊のことで、また、ヘルベチアはスイスの古称です。次に、大陸地殻の本体部分が衝上断層によって押し出されたのがペンニネ・ナップ系であり、アルプス西部にはこれが広く分布していて、オーストロアルパイン系と入れ替わっています（図 1<sup>4)</sup>）。

西部アルプスを図で見ると、地質構造の帯状分布が明りように識別されます。最も外側に弱い造山運動の影響を受けたジュラ山脈があります。その次に、ヘルベチア帯がきますが、ここに分布する堆積岩はヨーロッパ内湾域に堆積した黑色頁岩でドーフーネ相と呼ばれるものです。最後に、大陸地殻本体より成るペンニネ

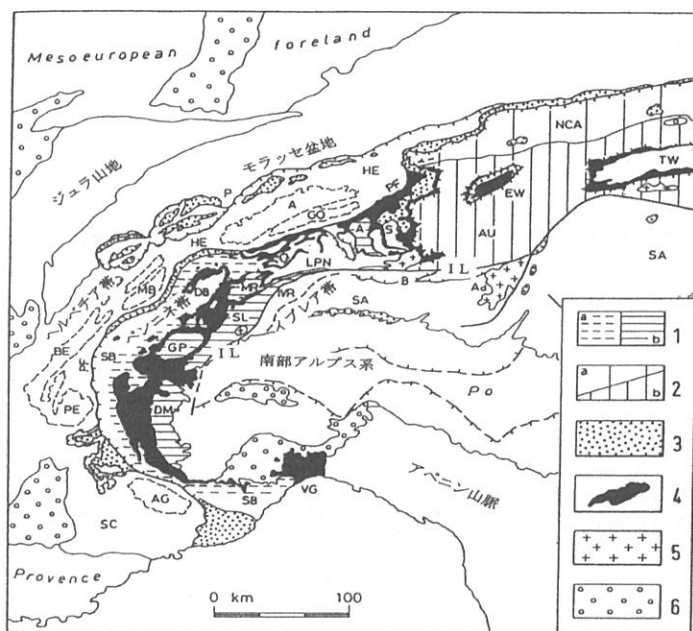


図 1 アルプスの地質構造区分図<sup>4)</sup>

- |                         |                          |
|-------------------------|--------------------------|
| 1 高変成のペンニネ帯 (SL-DB を含む) | 2 低変成のオーストロアルパイン系 (AU)   |
| 3 白亜紀-始新世のフリッシュ系        | 4 主にオフィオライト (ペンニネ・ナップ系)  |
| 5 漸新世の造山期深成岩体           | 6 ポスト造山期堆積盆地 (モラッセ盆地は除く) |

その他の符号 : A アーレ地塊, GO ゴタール地塊, MB モン・ブラン地塊,

IL インスブリック構造線, IVR イブレア帯, SA 南部アルプス系

帯が分布します。このペンニネ帯中にはオフィオライトと呼ばれる海洋底の断片が含まれています。そして、ILを挟んで南側には、アドリア・プレートの本体よりなる南部アルプス系が分布します。

以上がアルプスの地質構造区分であり、アドリア・ウェッジの中身は、ペンニネ系の分布から明らかなように、はぎ取られたヨーロッパ・プレートの物質によってすっかり置き換えられていることが重要な知見です。次に、このウェッジ内部の変形について見てみます。

注3— A.Escher and C.Beaumont (1997) J.

Structural Geology, 19, 7, 955.

注4— R.Polino et al (1990) Mem Soc. geol.

France, 156, 345.

## 2 アルプス形成モデルと造山の原因

フィフナーらによる有限要素法による

二次元数値実験では、水平 2.5km, 垂直 1 km のグリッドを用いて変形を調べています。沈み込み速度を 0.3~1.5cm/yr とすると<sup>5)</sup>, 35Ma 年間では 195km の沈み込み量があったのです。実験では 200km も沈み込むと、はぎ取られた上部地殻だけで 70km の厚さのウェッジを造りあげます。これ以上厚くなると、ウェッジは自分自身の重みで、あたかも氷河が流れ出すように横に拡がってしまい、決して高い山は造られないことが分かりました。現在の強度の地殻物質で山を造ろうとすると、浸食作用によって狭くて細長いダイヤモンドを示す、つまりマッターホルンのようなイメージの山を造るしかなく、浸食作用が山を造る上でいかに重要な要素であるかが理解されます。

さらに興味あることは、ヨーロッパ側の大陸地殻がはぎ取られて、ウェッジの下側に底付け作用で付加する機構です。

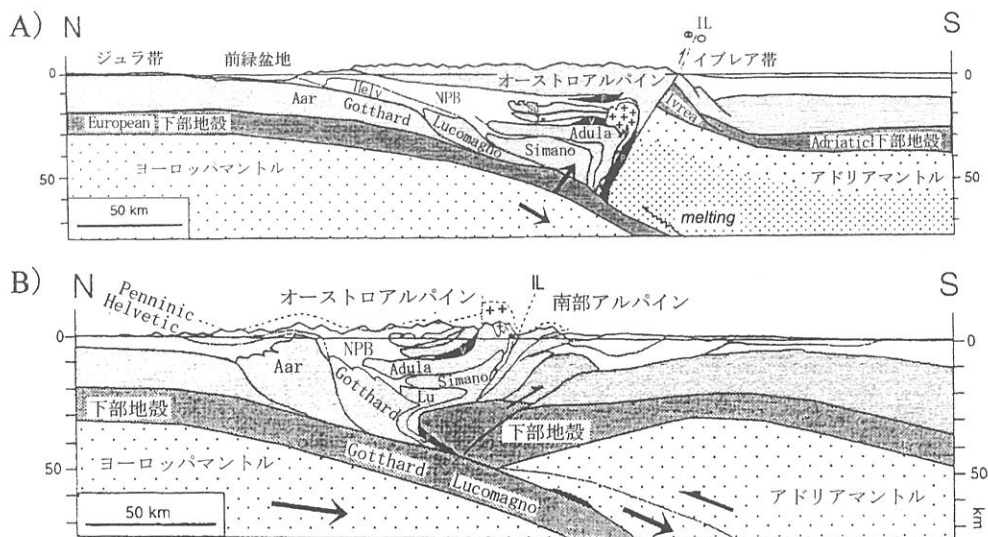


図2 有限要素法によるアルプス中部地域の地殻断面のまとめ<sup>2)</sup>

大陸地殻は上部(白)と下部(グレイ)に分けて示す。

黒色Pはピーモント・オフィオライト, Vはバレイ・オフィオライト,

+印は造山期深成岩体

A) 短縮が 45km 進んだ漸新世 (32Ma) でのウェッジの変形

B) 短縮が 195km 進んだ現在の時点でのウェッジの変形

実験ならびに実断面の観察によると、大陸地殻は長さが 40~50km 毎にはぎ取られています。剥離された大陸地殻は浅部では覆瓦構造として観察されますが、深部では順に積み重なっていくのです。これは本質的に積層構造であり、ときにデュプレックス構造とか多重構造といわれているものに当たります<sup>6)</sup>。そのような剥離された積層の数は約 6 層あり、新しい方からアーレ、ゴタール、ルコマグノ、シマノ、アジューラ、ブリアンソンと識別されます(図 2)。仮に各積層の厚さを 10km とすると、ウエッジは約 60km の厚さになる訳で、これらの観察から、山を造る最大の原因は「底付け作用」であることが証明されたのです。

しかしながら、底付け作用だけではマントル深部の岩石が地表に上昇してくるのを説明することはできません。マントルの岩石にはアドリア・プレートからきたものと、ヨーロッパ・プレートのものとは区別されます。まず前者が上昇してくる原因ですが、沈み込みが継続して 50km ほどの短縮が行われるとバックスラスト (IL) の成長に伴い、その南側に複数の高角逆断層が形成され始め、そのような「高角逆断層の作用」によってアドリア・プレートの下部地殻が地表に上昇してきます。この下部地殻が露出している所をイブレア帯と呼んでいて、後にこの帯で採集したガーネットカンラン岩を見ていただきます。

一方、IL の北側では、ウエッジを構成する剥離された各積層がその後どのように変形するか、実験で示されています。IL に沿って貫入してきたトータル岩~花崗閃緑岩の影響もあって、各積層は延性変形を生じ、元来は平板状であったものが、次第に「 $\wedge$ 」形に褶曲し、かつ時計回りに回転して行きます。その結果、「 $\sqcap$ 」形の下部の垂直部分は層厚が薄化し、引き延ばされてゆきますが、その分

だけ上部の水平部分がバルーンのように膨らみ、高いところに突き上げてくるのです。その良い例が上部ベンニネ・ナップ系に属するモンテ・ローザ東壁に露出する変麻岩です<sup>7)</sup>。バルーンの外縁に沿っては膨れ上がりに伴う破碎作用で変麻岩の斜長石が引き延ばされて 20~30cm の長さには達する延性剪断変形鉱物を形成しています。これはバルーン構造が作る見事な破碎岩の例といえます。こうしてみると、「バルーン作用」も山を高くする原因と考えられます。従来、このバルーン作用の原因を浮力とみる説が有力でしたが、構造的ストレスが勝ると結論されています<sup>8)</sup>。

次に、ヨーロッパ・プレートのマントル岩石上昇の原因について述べます。ベンニネ帯ではピーモント・オフィオライトに伴う超高压変成岩の存在が報告されています。ベンニネ帯のドラマイラ岩体はコース石が出現する超高压変成岩ですが、その形成環境は 700°C, 30kbar (約 90km の深さ)と推定されています。この岩体がマントル上部に相当する深さまで沈み込んだ時期は白亜紀後期 (110Ma 前)であり、やがてこの岩体は冷却を伴って上昇し、ウエッジの水準にまで上がったのは 60Ma 前ころと知られています。”アルプス造山運動”が始まる (40Ma 前)と、この岩体は再加熱を被りましたが、その際の変成は角閃岩相まで達したとみられています<sup>9)</sup>。ところで、マントルまで沈み込んだ岩体を上昇させる営力は、沈み込み帯を伸張性の場にとことだと考えられていますが、それには小規模の海嶺が沈み込むというのも一つの考察だと思います。この場合、少なくともそこにはバレー海があった訳で<sup>10)</sup>、60-80 Ma 前ころに存在した海であることが同時期に堆積したヘルミンソイダ生痕化石を含むフリッシュ堆積層から推定されています。

こうして、超高压変成岩はマントル深部からウエッジの水準まで上昇し、次いで“アルプス造山運動”の圧縮期に、地表へナップ作用で押し出されました。オフィオライトがダイアピル状に上昇してくる現象を強制貫入（突出）と呼んでいますが、そのような作用が働いたものと思われる。図1の分布から明らかなように、大陸間衝突の最も激しかったペンネ帯が広く分布している所のみ、オフィオライトが突出してきています。このことから、オフィオライトの「強制貫入作用」も山を高くする営力の一つと考えてよいだろうと思います。

注5— Refer to 2).

注6— H.Kagami (1985) In N.Nasu et al, eds, Terra Scientific Publishing Co. Tokyo, 193.

注7— G.V.Dal Piaz and B.Lombardo (1995) Guidebook for VII-ISAES, Siena, 61p.

注8— C.L.Rosenberg et al (1995) *Geology*, 23, 5, 443.

注9— 平島崇男 (1997) *地学雑誌*, 106, 5, 670.

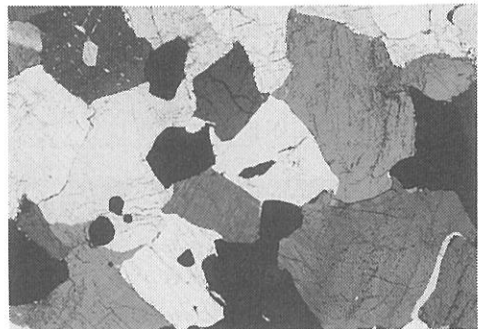
注10— G.M.Stampfli et al (1998) *Tectonophysics*, 296, 159; and Refer to 3)

### 3 アルプスを代表する岩石

筆者は1997年にマジョーレ湖からシンプロントンネルに上がるドモドツラ溪谷で幅が12km程度のイブレア帯を横断しました。ILの南に存在するイブレア帯には、ILの成長と共に発達した高角逆断層の作用で上昇してきた下部地殻の岩石が露出しています。そのため、この帯に入ると途端に、スカイラインが鋸の歯のような山並みに変貌し、地形が急峻になり、山が険しく谷が狭くなるという変化に驚かされました<sup>11)</sup>。この帯に露出する岩石は本来なら、地殻下部を構成するハンレイ岩ですので、大陸間の衝突でハ

ンレイ岩がグラニュライトに変成しているのです。当然のことながら、ハンレイ岩の上に来る地殻上部の花崗岩も同じ変成を受けてフェルシクグラニュライトになっています。さらにすごいことにマントルカンラン岩も産出しますが、それがガーネットカンラン岩なのです。

筆者らはリオインフェルノという沖積扇状地が発達する支谷に入り、そのカンラン岩を採取しました。写真はガーネットカンラン岩の顕微鏡写真のクロスニコル像です。写真上部の中央から左下にある黒い結晶がガーネットであり、それ以外はカンラン石で構成されています。



イブレア帯で採取した  
ガーネットカンラン岩の岩石顕微鏡写真  
(写真横幅の実長は2mm)

ところで、マントルを造るカンラン岩は深さに依存して構成鉱物が変わります。最も浅いところに出るのは、斜長石カンラン岩で、次の深さになるとスピネルカンラン岩となり、最後に90km位の深さでガーネットカンラン岩となります<sup>12)</sup>。この程度の深さ（正確には圧力）になると超高压変成岩に匹敵する環境であり、そのような高圧下にあった岩石がイブレア帯には上昇してきているのです。これこそアルプスを代表する岩石と言って良いでしょう。（おわり）

注11— Refer to 7).

注12— R.J.Hemley, ed (1998) *Review in Mineralogy*, 37.

# 水の路（みち）（1）

稲葉 八洲 雄\*

## 1 はじめに

大阪は古来水の都であり、難波津と呼ばれていた当時より、水利は町民にとって極めて大切な意味を持っていた。

近世に至り、河川港大阪が河の氾濫との闘いを重ねて 400 年。苦難の歴史を乗り越えて、現在の国際港湾としての基盤を確立した意義は大きい。

昭和 37 年以来、商船三井(株)外航船の乗組員として世界中の「水の路」とかかわり、その後、当地大阪港での水先案内を始めて 8 年、合計 40 年に及ぶ水の路とのかかわりの長さを想い、また人生最後の仕事船とかかわり続け、当地大阪で過ごしている我が身の幸運を想う時、そこに人の世の縁（えにし）を感じざるを得ない。

ここでは、水利との深いかかわりの歴史を刻んできた水都大阪での水先案内のご紹介とともに船長・航海士であった期間中に経験した外国での水の路航行の厳しくも楽しかったお話を数例ご紹介させていただきます。

## 2 河をバックで下がる

北は淀川から南へ正蓮寺川、安治川、尻無川、木津川、そして大和川と合計 6 本の川に囲まれた大阪港。

昨今のハーバーパイロットが離着岸操船のために乗り込む本船の大きさは、いずこの港でも巨大な船ばかり。

しかるに大阪港での河川を上り下りす

る船には小型であってもパイロットを要請する船があること、大阪港ならではの醍醐味か？

正蓮寺川。明治の初期までは淀川が毛馬で大川（支流は木津川と安治川）と中津川に別れ、その中津川が分流して伝法川と正蓮寺川に分かれていた。

明治政府は 1870 年代にオランダ人デ・レーケの淀川改修計画案を取り入れて淀川の度重なる氾濫を防ぐための大規模改修工事を開始した。

その結果現在の淀川が出来上がった訳であるが、この過程でそれまでの正蓮寺川の上流が断絶され、現在の正蓮寺川は上流を持たない孤立した海水の迂回路になっている。

この川の河口から遡ること 5 km の所にある小型船用のコイル積み出し桟橋に、小型の外国船が南米向けの電線コイルを積み取りに来た。

河口から 4 km 進入した所から急に川幅が狭くなり、水深 6 m の可航幅は約 60 m であった。バースまでの最後の 600 m が可航幅の狭い場所となる。

この船をバースから出港させる仕事が私に回ってきた。

「おいおい、そんな狭い川幅の所までよく持っていったな？誰だい？」とそれとなく、事務所内に仕事で待機していた連中に声を掛けた。

その船を入港で着岸させた別のパイロットから本船の性能やら、機器の信頼度を尋ね、前進させる時の要領を引き継いだ。さて本船を後進で引出す時はどうなるやら。

\* 阪神パイロット 大阪支部長



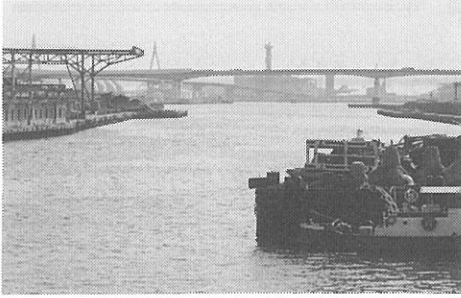


写真1 河をバックで下がる

上流を持たない正蓮寺川  
左に見えるのが電線コイル積み出しバース  
向こう側が川の出口

本船は総トン数 4,453 t, 船の長さが 126m, 船幅は 19m, 出港喫水 5.60m であった。

川幅の狭い所は後ずさり而下がって、広い場所まで出て来なければならない。

可航幅より船の長さの方が長い船であるので途中で方向転換は出来ない。

船は前進は得意であるが、後進には不向きにできているものだ。

本船のエンジンを後進にかけると船の姿勢制御が不可能となり、横を向いてしまう。真っ直ぐに下がることは難しい。小型のタグを 2 隻、船首に 1 隻、船尾に 1 隻とり、本船エンジンは全く使用せずにタグボートのみで広い水面までの約 600m を後進行き脚 0.5kn の超スローで引っ張り出した。

後進行き脚が 0.5kn を超えると船体姿勢制御が困難になる。

船首に取ったタグは、行き脚が 0.5kn 以上にならないように適宜ブレーキを掛けるのがスムーズに後ずさりするコツだ。

幸い日頃から気心の知れたベテランのタグボートの船長さんがタグの指揮をとってくれた。いつも私の意図する操船を口で言わないでも理解してくれていて、まるで私の分身の役割を演じてくれた。厳しい水の路をタグの船長さんの的確な

「タグ操り！」で安全に成し遂げた良い例である。

数万トンのコンテナ船はじめ大型船ばかり手掛けている今日この頃のパイロットにとって滅多に経験できない楽しい出来事であった。

### 3 こんなでかい船が通れるのか？

アメリカとカナダの国境を東に流れるセントローレンス川に大型船が入らなくなって既に 20 年余りたった昭和 63 年の春のことである。

船長の私が乗っている乗用車 5,000 台積み (昭和 63 年当時の世界最大船型) の自動車専用船に会社から「次航はモントリオールに行く。」との連絡が入った。

モントリオールといえば、コンテナ船時代が始まった昭和 40 年代の中頃から全く大型船が行かなくなったと聞いていた。



コンテナ船は大型船である。日数かけて川幅の狭い奥地まで入って行く無駄と危険を冒す必要が無くなっていた。

海上貨物輸送は、スピードアップが急務となった時代である。

大方の北米向け貨物は、北米西岸で陸揚げされ、その後は貨車又はトラックで内陸に輸送された。大西洋を渡った貨物も同様に東岸で陸揚げされた。内陸まで本船が川を上る時代は終わっていた。

「何故この期に及んで？」といぶかしく思った。

本船は日本の自動車会社の持船であり、この会社が本船を運航している。



写真2 セントローレンス川モントリオール入港直前の Nissan Laurel

モントリオール行きの理由は、北米カナダでのシェア回復であり、自動車会社の船を直接持ち込むという奇抜なアイデアである。

北米経由ハリファックス、ケベック、モントリオールの3港で ONBOARD SALE（船上即売会）を各種のお祭り行事と共に行うという画期的なイベントでもあった。

特にケベック、モントリオールには、これまで長い年月大型船の入港は無く、市民にとって「どでかい船がやって来る！」というだけで Public Awareness（知名度）アップと Curiosity（好奇心）をそることができると考えられた。

私の知る限り、モントリオールを経由する定期航路、いわゆる五大湖航路が無くなったのは、私の乗った貨物船（総トン数 8,995 t）の昭和 43 年（1968 年）ごろであったと思う。

当時これらの地方では、子供を中心とした多くの市民にとっては、総トン数 47,561 t、乗用車 5,000 台積みの大きな船が入港して来るというニュースは、まさにビックリ大事件というほどのものであったようだ。

本船の入港 1 か月前からカナダ国内で

は大掛かりな宣伝が展開されていた。カナダのマスコミは競って本船の取材に熱を上げた。

マスコミはアメリカ最後の港で本船に乗り込んで航海中も取材をしたり、カナダへの航海の途中、ヘリコプターで本船上に降りて取材をしたり大騒ぎであった。

結局 3 港合計 14 日間の停泊中を含めて、テレビ、新聞等マスコミ取材者の訪船の数は 120 名を超えたほどの過熱振りであった。

3 港停泊中に本船を訪れた市民の数は 142,000 名であった。また期間中の自動車販売台数は 986 台と予想を大幅に上回った。

本船に対する取材のメインテーマは、  
1) 本船ほどの大きさの船の喫水で水深は心配ないのか？

2) モントリオール（セントローレンス川河口から距離約 700km）までの川幅 ミニマム 800ft（244m）に対して、本船の長さ 190m は、横風に対して問題は無いのか？

3) 本船は建造 3 年であり、特に珍しい船型ではなかったが、当地のマスコミの多くがこのようなかいかい船を見たことが無い人が多かったのか、「こんなにでかい船をたった 22 名で動かすのか？」とか「カーデッキが 13 層もあるのか？」とか「乗り組み全員日本人で動かしているのか？ Japan as No.1 は Yes だな！」とか。

こちらが苦笑い続出のものが多かった。確かに苦労も多かった。

大型船が入らなくなつて 20 年も経てば、岸壁がどのようになっているのか？ 港は廃墟になっているのではないのか？ 少なくとも栈橋は朽ち果てているであろう？ 強度は大丈夫なのか？ ビットはあるのか？ 水深の精度はどうだろうか？ 横風強風時はどのように凌げば良いか？ 川の可航幅はいくらぐらい期待できるのか？

パイロットの力量はどの程度か？自動車船等大型船操船の経験は有るのか？タグボートはどの程度のもが期待できるのか？等々についての港湾事情の詳しいものが事前入手不可能であった。

無事に14日間の行事を終え、帰国の途についたときの喜びはこの上ないものであり、まさに船乗り冥利に尽きるといった感じであった。

#### 水の路

目に見えないものが多いが、幅、深さ、潮の流れ、風の強さ、屈曲度等々世界中の水の路はいずれも同じ。

好奇心、チャレンジ、未知への不安、怖れ、楽しさなどのすべてを兼ね備えている。

#### 4 人知れず物流の要路は今

水の都大阪には数え切れないほど多くの運河がある。

運河とは？広辞苑によれば「水利・灌漑・排水・給水、船舶の航行などの便に供するために、陸地を掘り割って通じた水路」と書かれている。

ここでは、大阪港の歴史上貴重な役割を演じた二つの運河についてご紹介したい。

一つは、大阪府摂津市の南西端と大阪市東淀川区の北東端が接する所にある運河で淀川と三国川（現在の神崎川）を通したもの。地図上では運河の名前は無い。運河の長さは3km余りで、幅は約30m。

この運河は、西暦784年（延暦3年）桓武天皇が都を奈良の大和から京都の長岡（京都府の向日市）に遷し、その翌年の延暦4年（西暦785年）に造られたものである。

すなわち、当時淀川が都と海をつなぐ大動脈として重要視されるようになり、治水工事が始まった。

重要な役割を演ずる淀川ではあったが、度重なる淀川下流の氾濫を防ぐため、或

いはまた淀川河口の浅瀬の問題は船の航行にとって安全の妨げとなっていたことから、淀川の水を神崎川に流す運河を掘る事は極めて有効であった。

淀川の河口より神崎川の河口の方が水深が深かったようである。

運河造成により、都である長岡京と大阪湾の交通は大いに発展した。

また淀川から神崎川への分岐点にある江口（現在でも江口の地名は残っている）は行き来する船の要路として大層栄えたとの記録がある。

現地にしばらく佇み観察すると、運河は東西にほぼ真っ直ぐに伸び、1,200年余りたった現在に至るまで、見事なまでに当時の原型を留めていることが分かる。

江口付近界隈を散策し、付近に住むお年寄りに運河の由来を尋ねてみたが、これが人工的に造られた運河であることを知る人はほとんどいなかった。またここを訪れる観光客も皆無であり、寂しい限りであった。室町幕府の極めて重要な生命線であったにもかかわらず、今では完全に忘れられた運河となってしまっている。



写真3 江口橋より西方の神崎川の方  
東方の出口淀川まで全長約3kmの運河

もう一つの運河は、現在の安治川である。長さは25km、幅はほぼ50~60mと一定。現在の地名では南端の弁天埠頭から北東に伸び堂島川と土佐堀川が合流する中之島の西端（河口町1丁目）までの間

である。

この運河は、江戸時代の初期、幕府の命を受けて畿内の治水工事に着手していた河村瑞賢が、淀川の氾濫を防止するには川を直進させ、川の流れを速くすることが大切と判断し、淀川を真っ直ぐに流すのを妨害している九条島を東西に真っ二つに割る形で人工的に造られたものである。

1684年2月11日より、わずか20日間で新運河が完成したとの記録がある。町民総出で工事が行われたという。

現在の安治川大橋南詰付近（現在の波除6丁目付近）には、波除山（別名瑞賢山）という人工の山が明治の末期までは存在していたとのこと。大正時代になって付近の開発により姿を消したとのこと。

この人工の山は浚渫して出た土砂を積み上げたものであった。

町民総出で川の浚渫に携わった姿を描いた有名な江戸時代の錦絵が現在の天保

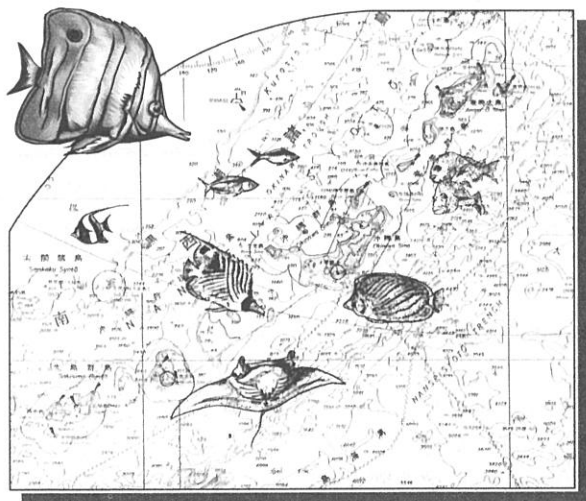
山公園に壁画「大浚へ（おおざらえ）」として飾られている。

この運河も、幅がほぼ一定で、少し注意して見れば人工的に造られたものであることがすぐに分かる。ここは現在でも小型船および舟艇の要路としても貴重な役割を演じている。

安治川は私ども仕事船関係者にとって、最も古くから馴染みのある川である。

大阪市海洋博物館「なにわの海の時空間」に展示されている菱垣廻船「浪華丸」。江戸が興隆を極めた1690年代、すべての菱垣廻船はここ安治川の河口を出発点として江戸へ向けて船出したことは、残存する江戸時代の錦絵「菱垣廻船河口出帆之図」で有名である。

なお、平成13年3月末に開館したUSJ（ユニバーサルスタジオジャパン）は、この川の南西側出口の北岸に面している。  
(つづく)



## コンサルタント業のルーツ(2)

今村 遼平\*

### 5 墨子の具体的な防城策

ではここで、『墨子』五十二篇備城門篇以下の各編にもとづいて、墨子のプロとしての防城策の具体的な手法をみてみましょう。

#### (1) 城門の守り

城門(図8)には、機械仕掛けの扉門(つり門で、城門と同じ大きさに板を組んだもので、扉門の上に装置を仕掛け、敵がやってきたら引金を引いて扉門を降ろして城門を守る二重門であり、『武経総要』にある扉版(図9))を設け、門扉には厚さ2寸ほどの泥を塗る。城の四隅には高い櫓を造り、貴族の師弟を登らせて、そこから敵状を偵察します。偵察に失敗すると斬り殺す。敵がトンネルを掘って攻めて来たら、味方の方でも穴掘りの技術者に敵の穴に向かって掘らせ、穴の中に短い弩(パネじかけで矢や石を射る弓)を備えて敵を攻めます。

民間人にも防城に役立つものはすべて城上に運び上げさせ、この命令に従わない者は斬る。

#### (2) 臨(盛り土累)への備え

敵が「臨」といって、場外に土を高く盛りあげて城を見おろし、木材や土をその上にあげ、大きな楯で矢石を防ぎながら前進して城に取りつく敵をどう防ぐか。

これに対抗するには「連弩車」といって、多数の弩を連ねて車に載せ(要するに弩の機関銃のようなもの)を城壁上に配置し、引金で同時に多数の矢を放つ物



図8 城門(北京城の正陽門の例)  
(貝塚ほか:1959)

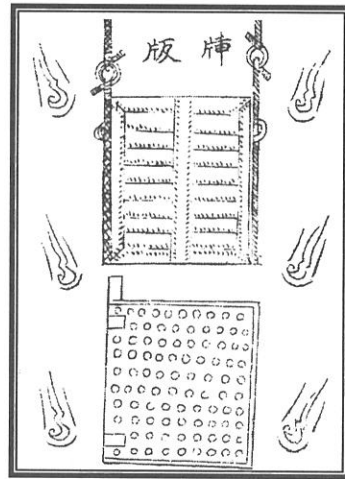


図9 扉門に類するもの  
(「武経総要」より)

を使って、「臨」からの攻撃を防ぎ、城に取りつけないようにします。

#### (3) 雲梯への備え

移動梯である「雲梯」(「水路」117号 p.19 図1 参照)による攻撃へ対処するには、城壁の上に城壁より20尺ほど高い仮の城や大小の楼を設置します。そのなかには円形とし、内側には幕を張る。仮城の上にはさらに幅10尺の一種の垣をつく

\* アジア航測(株) 技術顧問

り、左右に20尺ほど張出す。大小の櫓の高さと幅は仮の城と同じです。仮城の大小の櫓には「雀の穴」とか「ねずみくすべ」と呼ばれる穴をつくり、そこから矢を射かけて雲梯による攻撃ができないようにします。そのほか取ついで来た時のことを考えて、衝車や渡り棧橋などを配し、手斧や刀剣を配置します。太鼓を合図に敵の左右から矢を射かけ、雲梯が近づけないようにするのが第一です。城壁の上からは矢・石・砂・灰などを雨のように降らし、さらに火のついた薪や熱湯をかけるのです。

#### (4) 水攻めへの備え

敵の水攻めへの防備を説くべきなのですが、『墨子』のここの内容は、むしろ味方が城の内外を通ずる水路を使って敵を攻撃する方法について述べています。ただこの部分は記述に矛盾があるなど記述が分かりにくい。

#### (5) 突門からの攻撃への備え

ここの記述は、禽滑釐が問うた突（不意を付いて攻めてくること）に対する備えの記述ではなく、突門（城壁から突き出した門のこと）からの攻撃への備えについて述べています。城には100歩ごとに突門があるのですが、そこを守るには、門に入って4、5尺のところにかまどをつくる。突門を覆う瓦屋根をつくり、かまどに雨が入らないようにしておきます。門内の役人は、突門を閉じる任務があります。車の両輪を木で束ね、その上に泥を塗って突門の上に繋いでおきます。門の大きさを勘案して車の幅を決めます。門の脇にはフイゴを設置し、かまどには薪をいっぱい詰めておきます。敵が侵入してきたら、車輪を下ろして敵の道をふさぎ、さらにかまどに火をつけ、フイゴを動かしてくすべるのです。

#### (6) トンネルを掘って攻めてくる敵への備え

敵がトンネルを掘って進入し、柱に薪

を縛りつけて火を放ち、味方の城を破壊するような場合にどうするか。

トンネルに備えるには、まず場内に高い物見台を建てて、そこから注意深く敵を偵察します。敵が変わったことをし、垣をつくったり、土を積んだり、急にいつもと変わって水が濁るような場合には、トンネルを掘っているのです。こういうときには城内に塹壕を掘り、地中にトンネルを掘って敵に対抗します。

このためにはまず城内に井戸を掘ります。五歩ごとに一つの井戸を掘り、城壁の脚下にくっつける。四十斗入り、口には薄い皮で覆った大きな瓶を井戸の上に置きます。これがちょうど聴診器のような役を果たすので、この瓶を「地聴」と言います。これによって敵がトンネルを掘る様子を正確につかむのです。その結果を見てこちらからもトンネルを掘って敵を迎え撃ちます。穴を掘り進むとともに長さ2尺5寸の素焼きの筒をトンネルの両側に設置していきます。これを使って敵が侵入してきたらトンネルの入り口のかまどから四つのフイゴを使って煙を送って敵をくすべるのです。

#### (7) 蟻のように城壁に取ついてくる敵を防ぐ方法

蛾傳というのは敵があせって人海戦術で攻撃を仕掛けてくることです。これを守るには仮の高台を造って城壁上から矢を射るようにします。「校機」という発射器を使って矢を連射し、火や湯を敵に浴びせかけ、焼いた渠答を敵にかぶせ、砂や石を雨のように降らせて、兵が取ついてくるのを防ぎます。

なお、敵を迎え撃つ際の祭祀を中心に記した「迎敵祠篇」と、戦闘中の信号のために各種の旗の使用法を述べた「旗幟篇」はここでは省略します。

## 6 『墨子』にみる科学技術論

墨子が『墨子』後半の〈経上下〉（第

40～43 篇)を記述した意図は明確ではありませんが、当時の書物としては珍しく科学的な知識が記述されています。<経上下>のうち経上は一字もしくは二字でしめされる単語の定義(経)とその意味(経説)とを列記したところで、今日でいうと『哲学用語辞典』のような外形をしています。例えば次のようにです。

経七 仁は愛である。

説七 仁。民を愛するは、民を利用するためではない。馬を愛するのと異なる。

経八 義は利である。

説八 義。その志は、天下のためになることを本分とし、天下をよく利用することにつとめる。しかし必ずしも利用だけではない。

<経下>はこれと違って短い文章の集まりであって、それぞれの文章は独立した内容をもっています。例えば次のとおりです。

経一 相手の説を論破する場合、相手が取上げたと同じ類について行う。理由は同類にある。

説一 論破する場合、相手はある分類規準によって考え、その説を主張する。自分はそうでないとして相手の主張に疑いをもつ。

(注：例えば相手が牛・馬などの四足は獣類だといった場合、蛙や亀は四足であるが獣類ではないといって相手を論破する：藪内，1968)

<経上下>にはいかにも防城コンサルタントらしく、他の諸子百家の書物にはない算術・幾何学・光学・力学などにわたる科学技術的な記載があります。例えば経上には「円、一中同長也」と記して、円を一つを中心から同距離にある点の軌跡として定義づけているのです。幾何学といってもこの程度のささやかなものであって、ユークリッド幾何学のような周到さには及びませんが、防城対策上必要とする工学的な基礎として最低限必

要な科学技術的な基礎がここで述べられています。力学的な記述はまだ幼稚ですが、経下十八から二十五に見る光学的な記述は詳細であって、次の内容を含む八ヶ条から構成されています。

- ① 影の基本的な性質について (図 10)
- ② 二つのタイプの影について
- ③ ピンホールカメラの原理について (図 11)
- ④ 平面鏡の反射について
- ⑤ 平面鏡の反射による物の影について
- ⑥ 二つの平面鏡による反射について
- ⑦ 凹面鏡における物体と映像の関係について (図 12)

これらは簡潔な説明のなかにも、論理的にきちんと区分されていて、科学技術的な記述として高く評価できるものです。これら算術・幾何学・光学・力学などはいずれも、墨家の徒が防城対策上必要な実学的根拠にもとづいて整理記述したものであると思います。春秋・戦国時代は中国思想の華が咲いた時代であると同時に、絶えることのない戦争の結果として、これら実学としての科学技術も一大変革を遂げた時代であったと見る事ができます。とりわけ『墨子』の<経上下>に見る記述は、プロの防城請負業あるいは防

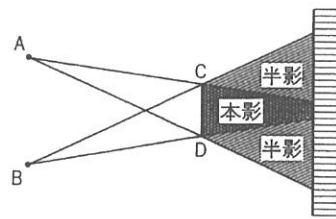


図 10 光の直進と本影・半影

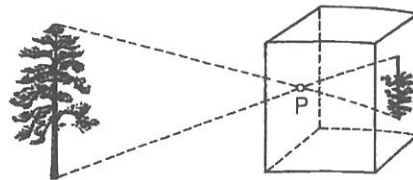
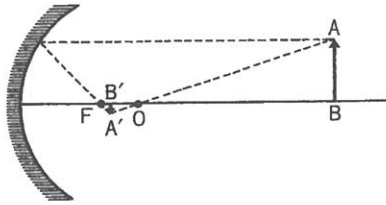
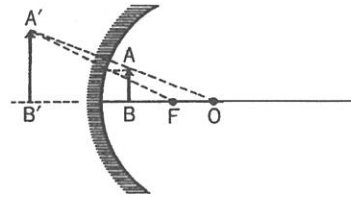


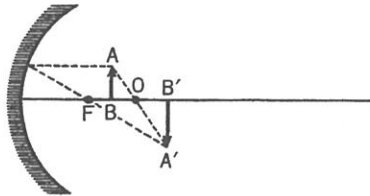
図 11 ピンホール・カメラ



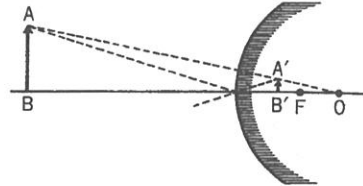
A 物体 AB が F (焦点), O (鏡面の中心) の外にある場合 : 像は倒立して小, 実像。



B 物体 AB が F の内にある場合 : 像は正立して大, 虚像。鏡に像が映って見える。



C 物体 AB が F と O との間にある場合 : 像は倒立して大, 実像。



D 凸面鏡の場合は, いつも正立像 (虚像) として見え, 物体より小さい。

図 12 凹面鏡における物体と映の関係について (A) ~ (D)

城コンサルタント集団として, これらを整理し, 実務的に多少とも体系づけていたあられと云えましょう。

## 7 墨子の倫理観

### 一兼愛説 (博愛主義) 一

兼愛の「兼」は「かねる」とか「あまねく」といった意味で, 「兼愛」というのは, 「あわせ愛すること」すなわち「すべての人を差別しないで愛する」という意味です。「兼愛」は墨子思想の中核をなすもので, 民衆の安寧・幸福こそ国を治める根本だという民本主義的あるいは社会主義的な考えからここに至ったものと思われまます。自分を愛すると同様に他人を愛し, 自分の親を愛すると同様に他人の親を愛し, 自分と他人とのあいだに隔てを設けないのを「兼愛」と墨子はっています。これは後世のキリスト教での愛のあり方とまったく同じです。

兼愛が実行されるなら, 世のなかに争いごとは起こらないはずですが。孔子の儒学における「仁」も愛することですが,

墨子の兼愛とは根本的に違います。墨子にいわせると孔子の「仁」は「別愛」つまり「人によって差別をして愛する愛」であって, これで平和が生まれるとは考えられず, かえって争いの種となりかねません。兼愛さえあればもろもろの混乱は発生せず, 世のなかは平和にうまく治まる。そのためには, 次のようなもの見方が大切だと墨子はいうのです。

他国を視ることは自国をみるごとく, 他家を視ることは自家を見るごとく, 他人を見ることは自分を見るごとくすればよいと。かくして諸侯が相愛すれば野駈せず, 卿大夫が相愛すれば相奪わず, 人と人とが相愛すれば, 相そこなわず, 君臣が相愛すれば恵臣であり, 父子が相愛すれば慈善であり, 兄弟が相愛すれば和合する。天下の人がみな相愛すれば, 強者は弱者をとらえず, 多数者は少数者をおびやかさず, 富者は貧者をあなどらず, 貴い者は賤しい者におごらず, 偽り者は愚者をあざむかない。すべて天下の禍乱争奪や怨恨が起こらないようにす



るのは、相愛から生ずるのである。

（『墨子』巻之四 兼愛中第十五）

兼愛は人間にとって決して難しいことではなく、誰にでも容易にできることだと、次のように言います。

他人を愛すればその人はそれについて相手を愛し、他人を利すればその人はそれについて相手を利し、他人を憎めば、その人はまたそれにつれて相手を憎み、他人を害すればその人はまたそれにつれて相手を害する。かくしてこのこと（兼愛・交利）は難事でも何でもなし。ただ上の君侯がこれを政治の方針とせず、臣下がこれを行わないからである。

墨子の唱える「兼愛」はキリスト教と同様、誰彼の別なくあまねく愛する愛一博愛一であり、それはすなわち人類愛です。これにたいし儒教の「仁」は差別愛であって、墨子の言葉でいうと「別愛」なのです。墨子は儒教の別愛を次のように批判しています。

…このような衆くの害が生ずるところを本づけてみるに、それは何によって生ずるのであろうか。（中略）これは人を憎み人をそこなうことから生ずると、必ず言うであろう。天下の、人を憎み人をそこなう者に名づけるのに、兼愛としようか別愛としようか。別愛であるとしたちに言うであろう。そうであるならば、この互いに差別しある別愛が、結局は天下の大害を生ずるのである。だから子墨子が言われた。別愛はまちがっている、と。

（『墨子』巻之四 兼愛下）

では「兼愛」が、世の平和を生むのになぜ大切か。墨子はその原理を以下の論理に従って説明します。まずはじめに墨子は天下で発生するもろもろの混乱は、相愛（すなわち互いに愛しあうこと）のなさから生じると、次のように考えるのです。

こころみには混乱が何の原因で起こ

るかを考察するに、それは相愛しないことから起こる。例えば臣や子が君や父に孝をつくさないのが、いわゆる混乱である。子は自分を愛して父を愛しないから、父をそこなうて自分の利をはかる。臣は自分を愛して君を愛しないから、君をそこなうて自分の利をはかる。これが混乱である。

兼愛これがすなわち博愛とか人類愛といった言葉は理想的すぎて、聞く者にはどうしても非現実的な感じを与える。果たして現実に兼愛が人を治め愛国心を育み、国を治めることになるのだろうかという疑問が恐らく誰にも生じるでしょう。だが、墨子は「天」への信仰から心底それを信じていました。

## 8 戦争における兼愛行動

### —非攻説—

以上の墨子の兼愛から生まれる当然の帰結は、戦争のつづく春秋・戦国時代にあっても、他とは積極的に戦わないという非戦論的な考え—『墨子』はこれを「非攻」と記述—です。この墨子の「非攻説」は、兼愛とは全く表裏の関係にあります。戦争を否定する考えは多くの諸子百家に共通した傾向ではありますが、墨子はこれまでに述べた自説の兼愛の論理に従って、自分から仕掛ける侵略戦争を徹底的に否定しました。

墨子は、人を殺せば死罪にあたることは君子もよく知っているのに、他国を攻めて大勢の人を殺すことの不義を、知らないことを責めます。道理に背いた小さなことをすれば、これを非とすることが分かっているながら大いに道理に背き、他国を侵略することを非となすことを知らないでこれを誉め、これを義とすることの不条理…。ここから墨子は、だから決して他国を侵略すべきではないという「非攻説」をつよく説くのです。その根底には、戦争で一番苦しむのは一般民衆

だという考えがあります。

ただ墨子が非攻説で否定するのは自ら仕掛ける侵略戦争であって、大国からの侵略を受けたときにとる防御戦や、民衆を圧制から救うために暴君を討つための戦争（革命的な戦い）を否定するものではありません。歴史に残る夏の暴君桀王を討った殷の湯王や、殷の暴君紂王を討った周の武王などの戦いは「攻」すなわち侵略ではなく、「誅」すなわち暴逆誅伐であって、墨子はこれらを否定してはいません。墨子が防城戦の達人となったのはこのような倫理観のもと、かれ自身の確たる哲学—それは「兼愛」と「非攻」を主軸とするものですが—にもとづくコンサルティング行為を実践していったからでしょう。

## 9 おわりに

ここでは建設関連コンサルタントのルーツとして墨翟（墨子）とそのグループが、なぜルーツといえるかを、独善的に述べてきました。もちろん読者も感じられるように墨子は建設関連コンサルタントや測量技術者・地質調査など、どれかを専門とするコンサルタントではなく、明らかにこれらの技術をベースにした複合・総合した「防城コンサルタント」・「防衛戦争コンサルタント」なのです。

現代の我が国にこういう職業はないから付会牽強に「建設関連コンサルタント」

に位置付けたに過ぎません。ただ、土木・建築その他の技術を「防城」という目的に統合して全知を結集して防衛に努めて天下国家—諸侯やその下の民衆—のために、インテリゲンチャー集団・技術集団としてストイックな生活信条を保ち、激しい労苦をも厭わなかった墨子は、明らかにプロの「防城コンサルタント」としての要素を中心思想としています。その実現のための必然の思想として、敵からの侵略戦争を戦うことにのみ組する「非攻」を信条として、そこに自己の力量を提供することに徹した倫理観は、建設関連コンサルタントとしてあるべき倫理観—公衆の安全と健康・巧利とを第一に考えるべきだ—という基本理念—と同一である点で、きわめて重要なことです。

以前私は墨子が音楽を愛さなかった事実を、それと対象的であった孔子と比較して残念に思っていました。ところが、これも『墨子』の「非攻篇」を一読すれば明らかなように、そこに走ると結果的に公衆を苦しめることになるために墨子は敢えて音楽を楽しまなかったらしい。同じ論理で、墨子は「節用」「節葬」を説いたことから、墨子のめざすところは、あくまでも公衆の安寧にあったことを知ることができます。こういう点でも、建設関連コンサルタントのルーツにふさわしく、『墨子』に学ぶ点は多いのです。

（おわり）

## 参 考 文 献

- 原 眞 (2000) : 中世城館跡に見る版築土塁, 研究紀要 No. 18, 群馬県埋蔵文化財調査事業団
- 貝原茂樹・藤野岩友・小野忍 (1959) : 漢和中辞典, 角川書店
- 西野広祥 (1994) : 墨子, 中国古典百言百語 15, PHP 研究所
- 高田 淳 (1967) : 墨子, 明特出版社
- 藪内清訳 (1986) : 墨子, 中国古典文学大系 5, 平凡社
- 藪内清訳 (1996) : 墨子, 東洋文庫 599, 平凡社

# 超高分解能フォーキャストマルチビーム 測深機 (SEABAT8125 型) 測深システムの確立

山下俊博\* 三上武仁\*

## 1 はじめに

海洋調査の深淺測量にマルチビーム測深機が導入されて久しい。マルチビーム測深機による調査の精度は、通常の深淺測量の精度を遙かに超えているが、マルチビーム測深機を運用する上での環境システム (船位測定機等) の開発の遅れにより、国内の河川、港湾測量においてはまだ、従来のシングルビーム測深機が主流である。しかし、近年、コンピューターの処理能力の向上やGPS技術の進歩など、海洋調査を取り巻く技術はめざましく発展し、これに伴いマルチビーム測深機も注目され、海洋調査での使用が見直されてきている。

今後、マルチビーム測深機による海洋調査では、更なる高精度、高分解能が要求されてくるものと思われる。当社ではこれらの状況を踏まえ、最新の調査ニーズに対応すべく、最新の超高分解能フォーキャストマルチビーム測深機であるSEABAT8125型マルチビーム測深機を導入し、最新の測深システムを確立したのでその概要を以下に記述する。

## 2 超高分解能フォーキャストマルチビーム測深機 (SEABAT8125 型)

SEABAT8125型は、SEABATシリーズマルチビーム測深機を製造するRESON社が昨年販売を開始した、第三世代のマルチビーム測深機である。

本測深機は、近距離レンジにおける分

解能を向上させるため特殊なダイナミックフォーキャストビームと呼ばれる技術を採用し、指向角  $0.5^\circ$  のナロービームをスワッス角  $120^\circ$  で 240 本発信している。このために水深の約 3.5 倍の面的測深が可能で測深分解能 6 mm (公称値) を達成している。SEABAT8125 型の海底面における超音波のビームパターンを図 1 に示す。

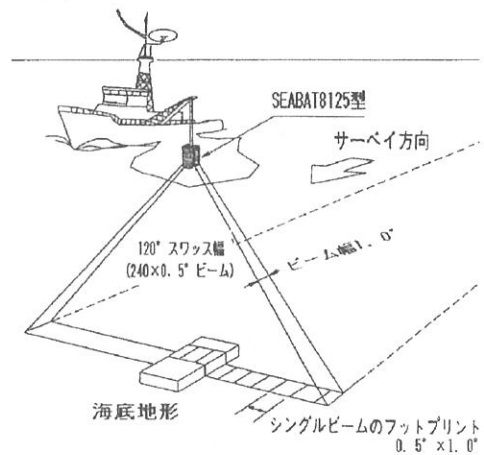


図 1 海底面における超音波のビームパターン

## 3 ダイナミックフォーキャストビーム技術

SEABAT8125型に使用されているダイナミックフォーキャストビーム技術は、軍用ソナーに使用されている技術であり、汎用マルチビーム測深機では、初めてSEABAT8125型に使用されている。

SEABAT8125型の受波器は全長約 47cm であり、ここに約 300 個の受波器素子が使用されている。海底からの反射波はこ

\* 日本ジタン(株) 技術部

これらの受波器素子すべてで受信されるため、海底からの反射波の送波面の曲率により、検出されるレンジの分解能が劣化する。また、使用周波数が455kHzであるため超音波の波長の関係上、海底からの反射波の波面の曲率が分解能に影響を与える距離範囲は約47mである。この問題を解決するために、240本の各ビームに対しての距離を検出し、この距離の値が47m以内であれば、海底からの反射波の波面の曲率に対応する曲率を受波器受波面に電子的に与えている（受波器の受波面をターゲットまでの距離に応じて、凹面鏡状に電子的に変化させる）。

本技術の適用により、近距離レンジで分解能が劣化することなく測深レンジすべてにおいて測深分解能6mmが保証されている。ダイナミックフォーキャシング技術の概要を図2に示す。

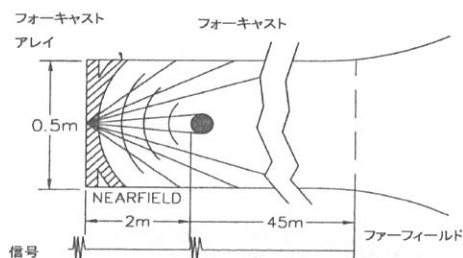


図2 ダイナミックフォーキャシング技術の概要

#### 4 システム概要

水上における調査船は、常に波の影響を受け動揺しているため、マルチビーム測深機による海洋調査を有効なものにするためには、リアルタイムかつ高精度に位置、動揺を測定する必要がある。当システムでは、位置測定機にGPS受信機SR530型、船のピッチ、ロール、ヒープを測定する動揺センサーにDMS2-05型を、船の向きを測定する方位センサーにAGT型マグネティックコンパスを使用している。この基本性能は次表のとおりで

表 動揺補正装置の基本性能

DMS2-05 ダイナミックモーションセンサー	
精度	ロール及びピッチ 0.05° at±90°
ヒープ	5cmまたは5%のいずれか大きい方
レンジ	ロール、ピッチ 30°
ヒープ	±10m
更新レート	最大200Hz
AGT型 マグネティックコンパス	
リファレンス	磁北または真北
精度	±1°
分解能	±0.1°

あり、共に非常に高い精度で動揺データを得ることができるようになっている。当システムの系統図を図3に示す。なお、位置測定方式は、調査の目的と精度に合わせてRTK-GPSとD-GPSの両方をサポートしている。

#### 5 システム確立までの経緯

システムの確立までにはさまざまな問題を解決しなければならなかった。SEABAT 8125型は非常に高性能であり、使用目的もより高密度、高分解能であるため、これまでのマルチビーム測深機に比べ、今まで以上に高度な技術及び知識が必要であったからである。

マルチビーム測深機は、各センサー間の相対位置からデータの補正を行うため、わずかな取り付け角のズレも大きな誤差の原因となる。そのため艙装においては、各センサーの確実な固定が原則であるが、作業を行う上で装置は軽量、簡潔であることも重要であり、二つを両立させる艙装装置が必要となる。そこで問題になるのは、常に水の抵抗を受けるソナーヘッドの取り付けである。現に実作業でも、回航中に船速を上げてしまったために、取り付け角に小さなズレが発生したことがあり、後のデータ処理に重大な支障をきたした。まずこの問題を解決するため、当社では独自に艙装装置を作成した。この装置により必要とする固定精度は得られたものの、ソナーの形状的にヨーイン

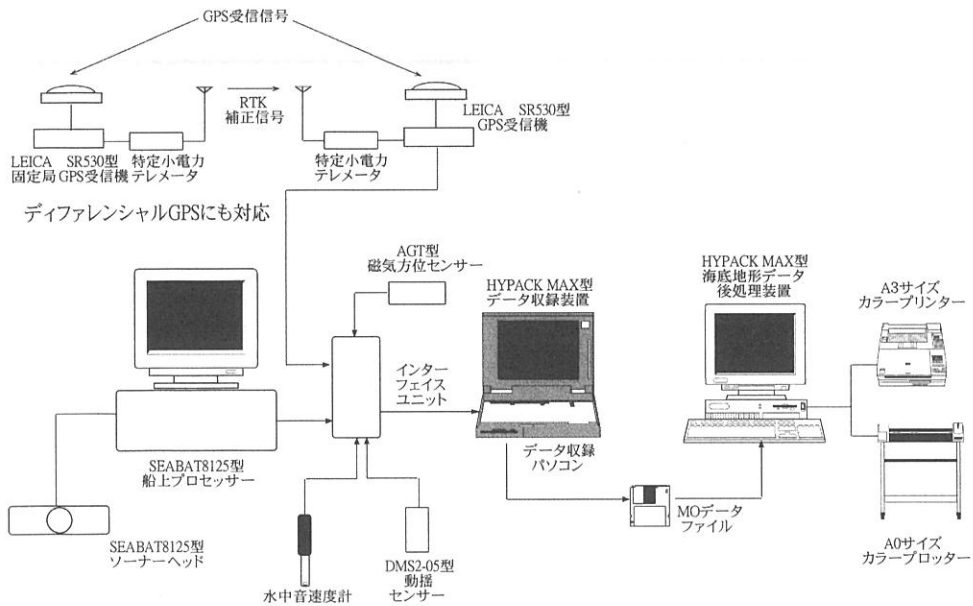


図3 SEABAT8125 型超高分解能フォーキャストマルチビーム測深システム

グに対しての抵抗に弱く、更に改良を加えている最中である。

また、システム構成当初、データを処理し海底地形をモデリングすると、海底地形に測線の進行と垂直方向に波を打ったような地形が表れ、隣り合う測線と全く整合が取れないという事態が起こった。この様子を図4に示す。この現象は最初、各センサーと処理ソフトの間にレイテンシーが存在することが原因ではないかと考えられた。しかし、検証の結果、SEABAT8125 型からのデータにレイテンシーとは別の時刻同期の問題があることが判明した。当社の測深システムではSEABAT8125 型データの高速転送の必要性から、ネットワークによって処理ソフトにデータ転送する方式を採用していたが、このネットワークの性質上の問題から、SEABAT8125 型データの送信及び受信時間を処理ソフトが読み取ることができていなかった。これを同期させ、システムを再構成することにより、SEABAT

8125 型データにすべての補正データは初めて有効に働き、正しい測深データを得る事に成功した。

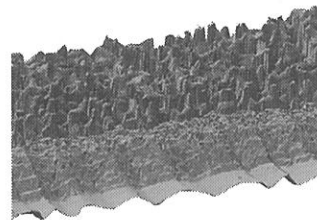


図4 隣り合う側線の整合が取れない様子

## 6 調査目的を考慮したデータ処理

データ処理の品質に関しては、現場での測量計画と SEABAT8125 型の調整が大きな要因となる。測線展開の設定、キャリブレーションデータの収録、ゲイン、発振強度、及びビーム発振回数の調整等、測深データの管理に注意を払うことで、高精度な後処理が可能である。

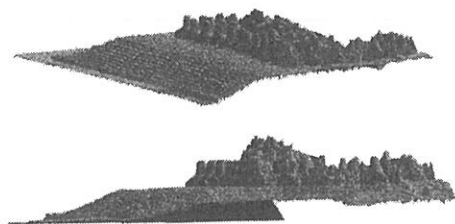


図5 防波堤の先端部のデータ

SEABAT8125型はその特性上、クロストーク、マルチパスといったノイズデータの発生が少ない。このため、サンドウエーブ、岩礁地帯などの自然海底、単純な法面の場合、ほとんどHYPACK（解析ソフト）の自動フィルター処理によってノイズ削除でき、人の手では処理しなくても良い程にデータ品質が高い。また、複雑な水中構造物を視覚化しなければならない場合、例えば消波工などの法面調査、海底落下物の調査では、調査目的、ノイズの特色を良く理解し、HYPACK（解析ソフト）の各処理段階でのデータの流れを把握することが必要である。

次に、九州にて収録したデータのモデリング例を紹介する。図5は、防波堤の先端部のデータである。基礎マウンドの天端及び法面、被覆石の施工状況、20t級の消波ブロック形状を明瞭に確認することができる。

図6は、浚渫区域のデータである。浚

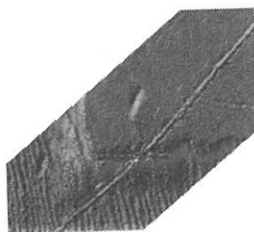


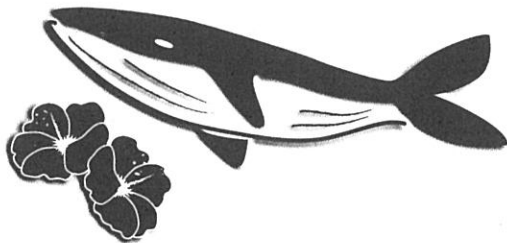
図6 浚渫区域のデータ

渫施工後の地形及び、排砂管のルートを確認することができる。このようにSEABAT8125型マルチビーム測深機は、高精度で面的な測深を可能とし、詳細な水中地形が把握できるようになっている。当社では目的に応じ迅速かつ正確なデータ処理技術を習得した。

## 7 おわりに

以上述べたように、本システムは、シングルビーム測深機と比較して、面的な深浅測量ができることが大きな利点になっている。また、従来のマルチビーム測深機と比較しても性能、技術共に強化されており、より精密な水中地形をモデリングすることが可能である。

今後、長年にわたる当社の海洋調査でのノウハウを活かし、港湾工事に関する施工管理、構造物調査、水中落下物調査はもとより、河川、湖沼、ダム、水中植物の生態調査等に幅広く活用してけると確信している。（おわり）



## 平成13年 春の叙勲

みどりの日の4月29日、平成13年春の叙勲が発表されました。  
水路部関係の受章者は次の方々です（敬称略）。

勳四等旭日小綬章	元水路部企画課長 元(財)日本水路協会常務理事	佐藤 典彦 (72)
勳四等瑞宝章	元九管区次長 元(財)日本水路協会常務理事	石尾 登 (72)
勳四等瑞宝章	元五管区水路部長	吉田 昭三 (72)

### 海技大学校 秋季学生募集

めざそうキャリアアップ

#### ◆海技士科・講習科

一級海技士科	(10月入学)	◎受験資格	◎特典
三級海技士科	(10月入学)	卒業時、当該科の海技従事者	卒業時、国家試験において、筆記
五級海技士課程	(10月入学)	国家試験の受験資格のある者	試験が免除されます。

#### ◆通信教育部

	(10月入学)
高等科専門課程	海技従事者の免許を受けている者を対象に最新の海技知識の習得を目標とします。
普通科A課程	海員学校高等科卒業者を対象に高卒同等資格取得を目標とします。
普通科B課程	高等学校卒業者を対象に基礎から3級海技士相当の実力養成を目標とします。

☆ 問い合わせ先： 海技大学校 〒659-0026 芦屋市西蔵町12-24  
海技士科・講習科 (教務課) TEL0797-38-6211  
通信教育部 (指導課) TEL0797-38-6221

### 海技大学校 技能講習受講者募集

海技大学校では、技能資格等の取得に重点を置いた本年度第2回の下記技能講習を、児島分校で実施いたします。  
船内でも陸上でも有効な技能講習を一人でも多くの方に受講されるようご案内いたします。

第二級海上特殊無線技師	11月23日～11月26日	乙種危険物取扱者(第4類)	11月27日～11月29日
ボイラ実技講習	11月30日～12月13日	フォークリフト運転	12月15日～12月20日
玉掛	11月27日～11月29日	冷凍機械責任者(第3種)	12月15日～12月20日

☆ 問い合わせ先：海技大学校児島分校教務課 〒711-0913 倉敷市児島味野4051-2 TEL086-472-2178

◎受付期間：平成13年9月20日～11月9日

海のQ&A

## 伊能図が水路部にあるそうですが？

水路部 海の相談室

Q：「伊能図」が水路部にあるそうですが見られますか？、なぜ水路部にあるんですか？。

A：「伊能図」と言っても、日本全国測量の第一歩を踏み出した伊能忠敬が作製した実測の原図ではありません。ときの内務地理局から図面（伊能図の副本？）を借用して水路部職員が複写したものです。

水路部では「伊能図謄写図」と言っています。これらの図面は裏打ちされ、「水路業務資料館」に保管されていますが、現在は古くなり劣化と損傷を避けるため、マイクロフィルムを作製してあり、水路部の「海の相談室」で閲覧することができます。

なぜ、伊能図を複写したのか、それはその時代の国内事情があったからです。伊能図を複写した時期は、明治10年当初から明治11年1月までの間です。明治7年2月「佐賀の乱」に始まり同9年10月熊本「神風連の乱」、福岡の「秋月の乱」、山口の「萩の乱」、同10年2月の「西南の役」と事件が続発しています。事件には海図が必要だったのです。

水路部沿革史の明治11年1月の欄には次のよ

うな文が記載されています。

伊能氏測圖寫成

先年ヨリ内務地理局ヨリ漸次借用セル伊能忠敬日本分圖三百餘葉八本月ニ至リ殆ド全部ヲ寫了セリ

「編者曰フ此伊能氏實測図ハ我國ニ於テ地圖ノ基本トナリシノミナラス外國出版圖ニ於テモ之ニ因ルモノ少ナカラス柳大佐八夙ニ此事ヲ知り参考上必要ナルヲ認メ早ク之カ謄寫ニ着手セシメシモノニシテ此謄寫ハ實ニ絶エス我測量豫定計畫上ニ至大ノ便利ヲ與ヘタルモノナルコトヲ忘ル可カラス」

水路局（当時の名前）は明治政府として、日本周辺の海図を早急に整備するために測量が間に合わず、伊能図を利用せざるを得なかったのです。

伊能図謄写図148枚の目録は、季刊「水路」105号（Apr. 1998刊行）の「水路部所蔵の伊能図謄写図について」（今井健三氏著）に掲載されていますので、これをご利用下さい。（金子 勝）

引用文献：水路部沿革史第一巻

（明治2年～同18年）

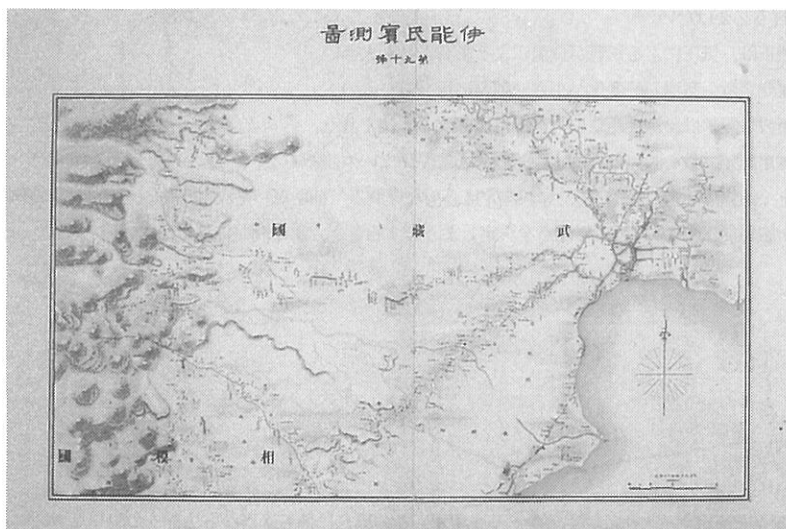


写真 伊能図謄写図 武蔵國，相模國



平成12年度水路測量技術検定試験問題 (その87)

港湾1級1次試験 (平成13年1月21日)

—試験時間 1時間50分—

法規

問 次の文は、港則法及び水路業務法の条文の一部である。( )の中に当てはまる語句を、下の記号で選んで記入しなさい。

港則法第三十一条

特定港内又は特定港の境界付近で工事又は作業をしようとする者は、( )の許可を受けなければならない。

水路業務法第六条

海上保安庁以外の者が、その費用の全部又は一部を国又は( )が負担し、又は補助する水路測量を実施しようとするときは、( )の許可を受けなければならない。

水路業務法第九条

海上保安庁又は第六条の許可を受けた者が行う水路測量は、次に掲げる測量の基準に従って行われなければならない。ただし、専ら…以下省略

五. 水深は、( )からの深さで表示する。

七. 海岸線は、海面が( )に達した時の陸地と海面の境界で表示する。

イ 海上保安庁長官      ロ 略最高高潮面      ハ 港湾局      ニ 公団・公社

ホ 平均水面      ヘ 地方公共団体      ト 港長      チ 高潮位

リ 海上保安部長      ヌ 基本水準面

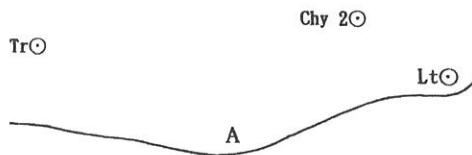
基準点測量

問1 次の文は、光波測距儀による距離測定について述べたものである。正しいものには○を、間違っているものには×をつけなさい。

- 1 一般には、機種ごとに測距儀本体及び反射鏡の定数とを合わせて零に設定してあるので、定期的に定数の検定を行う必要はない。
- 2 気象補正は、気圧による影響が気温による影響よりも大きい。
- 3 遠距離測定は、気温勾配変化が小さい朝夕に行う方がよい。
- 4 変調周波数誤差は、測定距離の大きさに比例する誤差である。
- 5 位相測定誤差、致心誤差は、測定距離の大小に関係ない誤差である。

問2 岸線測量(海岸線測量)において、岸線測定に必要な岸測点(補助点)を決定したい。下図に岸測図の一部を示す。この海岸線のA地点付近に岸測点を決定しようとするとき、次の問いに答えなさい。

Chy 1○



- (1) 岸測点を決定する方法はいくつかありますが、この場合に最も適当な方法を一つ記しなさい。
- (2) この測量を行う場合、注意すべき事項を三つ以上記しなさい。

問3 多角測量を行う際の選点（新設基準点の選定）の要件を、四つ述べなさい。

問4 基準点測量において、標高150.23メートルのところで950.56メートルの水平距離を測定した。平均海面上の距離はいくらになるか、メートル以下第2位まで算出しなさい。

ただし、地球の半径を6370キロメートルとする。

### 海上位置測量

問1 次の文は、直線誘導法とGPS測位について述べたものである。正しいものには○を、間違っているものには×をつけなさい。

- 1 六分儀で直線誘導を行う場合、誘導距離の限界は800メートルである。
- 2 測深中に測量船が速力を変えた場合は、等速になるまでカット線の測定間隔を狭くする。
- 3 基準目標を変更した場合、または誘導点列が曲折する場合は、その境界となる測深線を十分重複させなければならない。
- 4 単独測位に使用するGPS衛星の空間上の配置としては、GPS受信アンテナから見て同一高度角の衛星群の方が高度角の異なる衛星群より測位誤差が小さい。
- 5 米国のSAの解除によってGPS単独測位の精度は、以前の約100メートルから、現在は約10メートルに向上している。

問2 光学的測位と比較して、GPS測位の特徴を四つ述べなさい。

問3 経緯儀を用いて行う平行誘導法と放射状誘導法について、それぞれの特徴を4項目挙げ、比較して述べなさい。

問4 「直線誘導に使用する光学機器は、誘導距離が600メートルまでは六分儀を、3000メートルまでは20秒読み経緯儀を使用することができる。」と定められている。それぞれの機器について、最遠距離での方位線の位置誤差(ΔS)はいくらか。メートル以下第2位まで算出しなさい。

ただし、経緯儀の測角誤差は最小読取値の2倍、六分儀の誤差は3分とする。

### 水深測量

問1 次の文は、音響測深機、音響測深について述べたものである。正しいものには○を、間違っているものには×をつけなさい。

- 1 傾斜のある海底を測深すると、送受波器の指向性のため実際よりも浅く記録される。
- 2 パーチチェックは1日に1回行えばよい。
- 3 海水中の超音波の伝搬速度は一定であるので、音響測深機はこれを1500メートル/秒として製作されている。
- 4 浅海用音響測深機の単位時間当たりの送信回数は、深海用の回数よりも多い。
- 5 送受波器の種類には、電歪型と磁歪型とがある。電歪型は通常浅海用音響測深機に使われており、材質は主にチタン酸バリウム磁器である。

問2 4素子音響測深機を使用して、船舶のための掘り下げ工事区域内（砂泥質）の泊地（計画水深16メートル）で、海図補正のための水深測量を以下の条件で行う場合、測深線間隔を何メートルに計画しますか。メートル以下第1位まで算出しなさい。理由も合わせて記しなさい。

船幅（送受波器取り付け幅）	3メートル
送受波器の指向角（半減半角）直下用8度 斜測用3度	
斜測深斜角	15度
送受波器の喫水	1メートル
船位誤差（偏位量を含む）	3メートル

問3 測量地に驗潮器を設置し、下記資料を得た。基本水準面は測量地の驗潮器零位上何メートルになるか、メートル以下第2位まで算出しなさい。

ただし、測量地のZ。は0.83メートルである。

① 基準験潮所の年平均水面 (単位：m)

年	平成 7	平成 8	平成 9	平成 10	平成 11
年平均水面	1.489	1.487	1.484	1.499	1.466

② 短期平均水面 (単位：m)

基準験潮所	平成12年12月1日～12月31日	1.563
測量地験潮所	同上	2.037

問4 音響測深の記録紙上で海底の傾斜が30度であった。紙送り速度が40ミリメートル/分、水深の記録縮尺が1/250、測量船の船速が6ノットであったとすると実際の海底傾斜はいくらとなるか算出しなさい。ただし、送受波器の指向性による誤差は無視してよい。

平成13年度 2級水路測量技術検定課程研修実施報告

上記研修を前期(平成13年4月2日～12日)・後期(4月13日～24日)に分け、測量年金会館(東京都新宿区山吹町11番地1)において実施しました。

1 講義科目と講師

◆前期：沿岸級・港湾級共通

基準点測量<測地・海岸線測量>(岩崎 元水路測量(国際認定B級)コースリーダー)。潮汐観測<記録の整理>(蓮池 榊調和解析取締役調査部長)。水深測量<音響測深機>(川鍋 水路協会)。水深測量<音響測深>(岩崎)。水深測量<記録の整理・資料作成>(田口 国際航業(株)技師長)。

◆後期：沿岸級

基準点測量<経緯度の計算>(岩崎)。基準点測量<地図の投影>(廣瀬 榊中央地図)。海上位置測量<電波測位機による測位>、海底地質調査<広域海底面探査装置・海底地形図・地質構造図・底質分布図作成>(田口)。海底地質調査<音波探査機・採泥器・音波探査記録整理>(加賀美 城西大学教授)。潮汐観測<理論・計画>(蓮池)。

2 研修受講者

《全期》4名

大住 典嗣	復建調査設計(株)	広島市	太田 裕二	日本海洋調査(株)	清水市
山岡 誠	三洋テクノマリン(株)	東京都	稲場 浩孝	(株)若鈴	津市

《前期》14名

有留 厚	丸栄調査設計(株)	松阪市	早川 正紀	丸栄調査設計(株)	松阪市
桑原 任	復建調査設計(株)	下関市	林 太一	大阪市港湾局	大阪市
平野 一之	峰岸浚渫(株)	東京都	羽澤 正弘	峰岸浚渫(株)	東京都
仕立 正之	(株)太陽建設コンサルタント	島根県	本間 孝	(株)桑原測量社	上越市
久保 和貴	(有)協和測量設計事務所	新潟県	池田 博幸	(株)エイトコンサルタント	岡山市
安本 智浩	(株)エイトコンサルタント	岡山市	住田 伸治	三重測量(株)	四日市市
小杉 由明	小杉測量設計(株)	留萌市	見附 洋紀	フクヨエンジニアリング(株)	広島市

# 水路コーナー

## 海洋調査等実施概要

(業務名 実施海域 実施時期 業務担当等)

### 本庁水路部担当業務

(13年3月～5月)

#### ○海洋調査

- ◇大陸棚調査 南鳥島南東方 2～3月「昭洋」海洋調査課, 小笠原海台及び南硫黄島海脚 4～5月「拓洋」海洋調査課, 大東海嶺東部 5～6月「拓洋」海洋調査課

- ◇海流観測 房総沖～潮岬沖 3月「海洋」海洋調査課

- ◇西太平洋海域共同調査 2～3月「拓洋」海洋調査課

#### ○沿岸調査

- ◇離島の海の基本図測量 南西諸島宝島周辺 4～5月「明洋」沿岸調査課

- ◇火山噴火予知調査 南方諸島 3月 航空機沿岸調査課, 三宅島西方 4月「天洋」沿岸調査課

- ◇沿岸流観測 豊後水道及び付近 2～3月「天洋」沿岸調査課, 有明海海域環境調査 5～6月「海洋」沿岸調査課

#### ○航法測地

- ◇海底地殻変動監視観測 房総沖南方 2～3月「明洋」航法測地課, 三宅島西方 4月「明洋」航法測地課

- ◇航空機磁気測量 三宅島付近 3月 航法測地課

#### ○その他

- ・東京みなと祭行事・測量船一般公開 東京 5月「昭洋」監理課

#### ○会議・研修等

##### ◇国内

- ・海底地名の名称に関する検討会 東京 3月 沿岸調査課

- ・沿岸海域測量業務連絡会議 東京 3月 企画課

- ・管区水路部水路課等専門官会議 東京 4月 沿岸調査課

- ・大洋水深総図 (GEBCO) 会議 東京・神戸 4月 海洋情報課

- ・水路部研究評価委員会 東京 5月 企画課

- ・JICA 集団研修(水路測量国際認定B級コース) 4～11月 企画課

##### ◇国外

- ・第1回 MEH (海洋電子ハイウェー) 運営委員会クアラルンプール 3月 企画課

### 管区水路部担当業務

(13年3月～5月)

- 海流観測 本州東方 5月 巡視船 二管区/日本海南部 3月 巡視船 八管区/日本海中部 5月 巡視船 九管区/九州南方 3・5月 巡視船 十管区

- 海水観測 北海道周辺及びオホーツク海 3月 航空機, オホーツク海及び太平洋 4月 航空機 一管区

- 放射能定期調査 佐世保港 3月「さいかい」七管区

- 航空機による水温観測 三陸沖・常磐沖 3月 二管区/本州南方 3月, 本州東方 3・4・5月 三管区/日本海西部・日本海中部 3月 九管区/九州南方及び東方 3月 十管区

- 補正測量 鮎川港 3月, 仙台湾 5月 二管区/的矢港 3月「いせしお」四管区/大阪港 3月「うずしお」, 徳島小松島港 5月「うずしお」五管区/仙島水道 4月「くるしま」六管区/藍島北東方 4月「はやしお」七管区/竹野港 5月 八管区/金沢港 5月 九管区/久米島 4・5月「おきしお」十一管区

- 沿岸測量 室蘭港付近 5月「天洋」一管区/伊勢湾 5月「いせしお」四管区/伯方瀬戸 5月「くるしま」六管区

- 水路測量・共同測量 徳山下松港(26条) 3月 六管区

- 潮流観測 伊勢湾 4月「いせしお」, 伊勢湾北部 5月「いせしお」四管区/友ヶ島水道 3月「うずしお」, 鳴門海峡 4月「うずしお」, 家島付近 5月「うずしお」五管区/広島湾

3・4・5月「くるしま」六管区/関門海峡 4月「はやしお」、関門港 5月「はやしお」七管区/大浦湾 5月「おきしお」十一管区

○沿岸流観測 豊後水道及び付近 2～3月「天洋」七管区/大浦湾 4月「おきしお」十一管区

○港湾調査 本荘港, 能代港 5月 二管区/東京湾 3・4月「はましお」、勝浦港 5月 三管区/伊勢湾 3月「いせしお」四管区/大阪湾 4月「うずしお」五管区/博多港及び付近 4月「はやしお」、別府港及び付近 5月「はやしお」七管区

○会議 瀬戸内海海峡部及び島嶼部における潮流の高精度予測手法の研究委員会 東京 3月 六管区

○その他 海図の測地系変更についての説明会 釧路 3月, 駿潮所点検 吉岡 3月, 地理情報システムに関する研修会 小樽 3月, 北海道ポートショー臨時海の相談室 札幌 3月 一管区/機器テスト及び慣熟訓練 仙台湾 5月 二管区/駿潮器点検 千葉港・横須賀港 3・4・5月「はましお」、駿潮器交換作業 三宅島 3月, 火山噴火予知調査 南方諸島 航空機 3月, 東京港臨港道路建設工事等船舶航行安全協議会 東京 3月, JICA研修 本部 3月, 管区担当官業務研修 本部 3月, 水温・海流観測 相模湾 3・5月「はましお」、機器テスト 東京湾 3・4月「はましお」、東京湾湾口船舶待機海域検討会 横浜 3月, 沿岸防災情報図測量 御蔵島 4月, 漂流予測検証 東京湾 4・5月「はましお」、原点測量 利島, 式根島 5月「はましお」三管区/流況調査 伊勢湾 3・4・5月「いせしお」、水温観測 伊勢湾 4・5月「いせしお」四管区/水温計点検 広島湾 3・4・5月「くるしま」、国土地理院中国地方測量部との技術交流会 広島 3月, 沿岸測量事前調査 伯方瀬戸付近 3月, 沿岸測量事前調査 クダコ水道南方「くるしま」 3月, 臨時海の相談室開設 広島市 5月 六管区/漂流実験 関門海峡西口 3月「はやしお」、有明海海域環境調査 有明海 5月「海洋」、漂流実験 響灘 5月「はやしお」七管区/GPSによるBM調査 福井 5月 八管区/沿岸測量事前調査 珠洲岬南西方 3月、「海上保安の

日」海図パネル展 新潟 4月, 臨時海の相談室開設 5月「えちご」九管区/原点測量 甌島 4月, 有明海 海域環境調査 有明海 5月「海洋」、原点測量 甌島・種子島・島間港 5月「いそしお」十管区/管区水路業務研修 本部 3月 十一管区

管区水路部担当業務  
(13年3月～5月)

3月

- ◇ロシア宇宙ステーション「ミール」落下にかかわる航行警報の発信 本庁
- ◇水路誌のCD-ROMについて 本庁
- ◇「海洋速報」を毎週提供します 本庁
- ◇2001年版「潮干狩りカレンダー」を提供 二管区
- ◇東北沿岸の流れを探る(沿岸速報提供開始) 二管区
- ◇CD-ROM版の「沿岸防災情報図」を作成・配布 五管区
- ◇美星水路観測所で「ミール」をキャッチ 六管区
- ◇世界測地系海図刊行状況について 七管区
- ◇九管本部「海の相談室」テレホンサービスリニューアル 九管区

4月

- ◇「大洋水深総図(GEBCO)会議」の開催について 本庁
- ◇日本南方の海底の有様が明らかになった 本庁
- ◇いつまで続く黒潮蛇行 本庁
- ◇室蘭港付近沿岸測量の実施について 一管区
- ◇気象衛星(NOAA)の衛星画像をインターネットに掲載 五管区
- ◇六管区ホームページに「海の豆事典」の掲載開始 六管区
- ◇松島水道付近の浅所について 七管区
- ◇測量船「明洋」による宝島周辺の測量作業 十管区
- ◇沿岸防災情報図「トカラ群島」の発行について 十管区
- ◇甌島の海図の経緯度を確定します 十管区

5月

- ◇日本周辺の海山名が国際的に決定 本庁
- ◇ARGO 計画に関する海上保安庁の役割について 本庁
- ◇今冬の流氷の特徴及び流氷海難発生状況について 一管区
- ◇測量船「明洋」の一般公開について 一管区
- ◇八丈島南南西方約60マイルの変色水について 三管区
- ◇「沿岸防災情報図」測量作業始まる！ 五管区
- ◇芸予地震により、広島港の基本水準標石が約20cm沈下 六管区
- ◇iモードで今の潮位が分かります！ 六管区
- ◇測量船「いそしお」一般公開（海を知らう教室） 十管区
- ◇管区海域における「沿岸の海の基本図」作成の測量作業始まる 十管区
- ◇測量船「昭洋」の一般公開について 十一管区



水路図誌コーナー

最近刊行された水路図誌

水路部 海洋情報課



(1) 海図類

平成13年4月から6月までに次のとおり、海図69版を新刊、3版を改版した。( )内は番号を示す。

海図新刊

すべて世界測地系で、別表のとおり。

海図改版

- 「シンガポール港」(747)
- 「シンガポール海峡中部」(750)
- 「シンガポール海峡西部」(751)

番号	図名	縮尺1:	図積	刊行月
海図新刊				
W100A	瀬戸内海東部	△250,000	全	13-4

W100B	瀬戸内海西部	△250,000	全	13-4
W1497	厳原港	5,000	1/4	13-4
W1123	丸亀港	10,000	1/2	13-4
W1138	菊間港及付近	10,000	"	13-4
W1236	壬生川港及西条港	15,000	"	13-4
W139	深日港及付近	10,000	"	13-4
W111	相生港、赤穂港	"	"	13-4
	相生港	10,000		
	赤穂港	10,000		
W114	尾道糸崎港及付近	20,000	全	13-4
W1114	播磨灘北西部	45,000	"	13-4
	(分図)牛窓瀬戸	8,500		
W125	早瀬瀬戸及付近	10,000	"	13-4
W1134	三田尻中間港三田尻、三田尻中間港中間、西浦泊地		1/2	13-5
	三田尻中間港三田尻	10,000		
	三田尻中間港中間	10,000		
	西浦泊地	10,000		
W108	室戸岬至足摺岬	△200,000	全	13-5
	(分図)上川口港	10,000		
W128	宇部港	10,000	"	13-5
W1058	熊野灘諸分図		1/2	13-5
	鵜殿港	5,000		
	吉津港	10,000		
	浜島港	15,000		
W1069	伊豆大島諸分図		"	13-5
	波浮港	5,000		
	岡田港	5,000		
	元町港	5,000		
W1075	駿河湾	△100,000	全	13-5
W1078	相模灘	△100,000	"	13-5
W1118	福山港至三原湾	45,000	"	13-5
	(分図)阿伏兔瀬戸付近	20,000		
W1119	笠岡港及神島外港	12,000	1/2	13-5
W1139	多度津港、観音寺港		"	13-5
	多度津港	10,000		
	観音寺港	15,000		
W1140	室津港及室戸岬港	10,000	"	13-5
W1147	富岡港	10,000	"	13-5
W1219	別府湾付近	30,000	全	13-5
	(分図)別府国際観光泊地	5,000		
	(分図)別府泊地	5,000		
W1220	足摺岬至宮崎港	△200,000	"	13-5
W1233	佐世保港	15,000	"	13-5

W1371	備讃瀬戸諸分図第1		1/2	13-5				
	味野港	5,000						
	琴浦港	7,500						
	下津井港	7,500						
W51	伊豆諸島	△150,000	全	13-6				
W156	八幡浜港及近海	30,000	1/2	13-6				
W166	伊万里湾及付近	35,000	全	13-6				
W179	関門海峡至平戸瀬戸	△200,000	〃	13-6				
W187	九州北西部	△300,000	〃	13-6				
W197	長崎港及付近	30,000	〃	13-6				
W201	倉良瀬戸至角島	△80,000	〃	13-6				
W202	長崎港	10,000	〃	13-6				
W1066	大島	50,000	1/2	13-6				
W1071	八丈島諸分図		〃	13-6				
	底土泊地	5,000						
	八重根港	5,000						
	神湊港付近	30,000						
	八重根港付近	30,000						
	洞輪沢港付近	30,000						
	青ヶ島	150,000						
W1077	御前崎港付近	10,000	全	13-6				
W1105	燧灘東部	45,000	〃	13-6				
W1128	新居浜港至来島海峡	35,000	〃	13-6				
W1228	玄界灘	100,000	〃	13-6				
W1232	佐世保港及付近	40,000	〃	13-6				
W1239	倉良瀬戸	35,000	1/2	13-6				
	(分図)筑前大島港	5,000						
W1256	伊万里港	10,000	全	13-6				
W170	八代海北部	50,000	1/2	13-6				
W174	八代海	50,000	全	13-6				
W203	松島水道至早崎瀬戸	75,000	〃	13-6				
	(分図)茂木港	10,000						
W206	天草諸島及八代海	100,000	〃	13-6				
W1212	五島列島	100,000	〃	13-6				
W1234	白浦港、相浦港及付近	13,000	〃	13-6				
W98	田子の浦港	5,000	1/2	13-6				
W171	熊本港	10,000	〃	13-6				
W175	対馬東岸諸分図		〃	13-6				
	比田勝港	12,000						
	鶏知湾	18,000						
	舟志湾	35,000						
W213	平戸島至甌島列島	△200,000	全	13-6				
W1076	焼津港	5,000	1/2	13-6				
W1179	勝本港、郷ノ浦港		〃	13-6				
	勝本港	10,000						
	郷ノ浦港	12,000						
W1242	島原港・長洲港付近		〃	13-6				
	島原港	10,000						
	長洲港付近	10,000						
W1249	平戸瀬戸及付近	40,000	全	13-6				
W1271	波見港	10,000	1/2	13-6				
W140	由利島至祝島	60,000	全	13-6				
W163	大島瀬戸至室積港	35,000	〃	13-6				
W173	対馬	△100,000	〃	13-6				
W180	九州	△500,000	〃	13-6				
W184	串木野港付近	30,000	1/2	13-6				
	(分図)串木野港	10,000						
W185	志布志湾	50,000	〃	13-6				
W221	鹿児島湾	△100,000	全	13-6				
W1131	クダコ水道付近	30,000	〃	13-6				
W1248	喜入港	10,000	〃	13-6				
W1255	鹿児島沿岸諸分図		1/2	13-6				
	加治木港	5,000						
	大泊港	9,000						
	枕崎港	10,000						
	鹿屋港	10,000						
海図改版								
747	シンガポール港	25,000	全	13-4				
750	シンガポール海峡中部	50,000	〃	13-4				
751	シンガポール海峡西部	50,000	〃	13-4				

(注) 図の内容等については、海上保安庁水路部又はその港湾などを所轄する管区本部水路部の「海の相談室」(下記)にお問い合わせください。  
 第三管区海上保安本部水路部 ☎045-211-0771  
 第四管区海上保安本部水路部 ☎052-661-1611  
 第五管区海上保安本部水路部 ☎078-391-1299  
 第六管区海上保安本部水路部 ☎082-251-5111  
 第七管区海上保安本部水路部 ☎093-331-0033  
 第十管区海上保安本部水路部 ☎0992-50-9800  
 海上保安庁水路部海洋情報課 ☎03-3541-4510  
 (e-mail:z-keikaku@cue.jhd.go.jp)

## (2) 航海用参考書誌

定価 各1,200円・( )内は刊行月

### 新刊

☆KI The World Ports Journal Vol. 85 (Apr.)  
 Captain's report:Barcelona {Spain} (P.C.C.),  
 Sepetiba {Brazil} (VL Bulker), IMO's info.:  
 Amendments to the General Provisions on Ship's  
 Routing (G.P.S.R.), Worldwide Risk Warnings:

Special Warnings Yemen, Iran & Persian Gulf (U.S. DoD), The level of risks promoted to a higher ranks on Yugoslavia & Cosobo district (MoFA, Japan), Domestic Nav. Info.: Brisbane {E. Australia} Amendment on Pilots and VTS procedures, Use of VHF Channels in U.S.A., Implementation of IMO's new TSS's on 1 June 2001, Japan, U.S.A., U.K., Fig. of the depth alongside (JCC, HO): Port of Ishinomaki

☆K1 The World Ports Journal Vol. 86 (May)  
Captain's report: {Kingdom of Norway}, Valparaiso {Rep. of Chile}, Domestic Nav. Rule: Victoria Harbor {Canada}, Port Regulation has been established (new), Singapore Harbor: Port Regulation has been amended, General rules for Navigation in French territorial waters, Domestic Nav. Info.: Dragon Oilfields and FPSO in South China Sea (Viet Nam), River Thames estuary and Approaches (U.K.), World Danger Countries and Waters: Special Warning on Pakistan, Algeria, Lebanon And Sierra Leone (US, DoD), Fig. of the depth alongside (JCC, Hydrographic Dep't): Port of Hachinohe, Maizuru and Naoshima

☆K1 The World Ports Journal Vol. 87 (June)  
VLCCs through the Sunda Strait (Indonesia), Domestic Nav. Rules and info.: Australian Quarantine and Inspection service, Deep water route in the North Sea (U.K.), Los Angeles-Long Beach TSS and Precautionary areas, Rules for Merchant Ships and Fishing Vessels registered in the U.K., General Nav. Info.: Q and A: Is there any country where you've got to have their national charts onboard?, Topics: Liquor prohibition countries, IMO's new Ship's routing of 8 places will come into force at 0000 hours UTC on 1 June 2001., Figs. of the Depth alongside (JCG, HO): Port of Keihin, Kinuura, Fushiki-Toyama and Hachinohe



## 国際水路コーナー

水路部水路技術国際協力室

### 国際水路要報 1・2月号から

#### ○情報システムの水路技術要件に関する IHO 委員会 (CHRIS) 第 12 回会議

バルパライソ, チリ, 2000 年 10 月 23~25 日

チリ水路局 (SHOA) の主催により CHRIS の第 12 回会議が開かれた。IHB (国際水路局), IHO (国際水路機関) 加盟 21 か国, オブザーバーとして 4 機関が出席し, 参加者は合計 38 名となった。この会議は, いつもと同様, 海図関連の進捗状況を議論し, 各国水路部および海図データの非 IHO ユーザーが IHO 基準を実行する際に直面した問題への解決策を見付け出すことを目的とした。議長は IHB の理事であり CHRIS の委員長である RAdm. Neil Guy が務めた。以下に主要なポイントを要約する。

**SENC の配布** ECDIS に関する IHO の仕様書によると, S-52 に示されるように, ENC から SENC (System ENC: ECDIS が実際使用しているデータベース) への変換は船上の ECDIS の中で実行されねばならない。ドイツを初め, 何か国かの水路部は ECDIS の外で, 例えば陸上の適切な資格を受けた機関により変換を行うことは可能であるとの主張, すなわち“SENC 配布”コンセプトを主張した。この選択肢を支持する理由は, 時間の節約になり, 配布機関が ENC データと共に非水路部データを配布することを可能とすることにある。二番目の長所は, 民間企業に公式水路部データ (SENC 形式の ENC) を配布するインセンティブとなるのと同時に, 船員にデータを提供するプロセスを簡略にすることであろうと述べられた。フィンランド, デンマーク, 及びその他数か国から, SENC の配布は IMO の ECDIS の性能基準に適合しないとの懸念が示された。これらの国々は, 各水路部が SENC 配布メカニズムを通じて ENC データの管理を緩和すると感じた。長い議論の末, SENC 配布のための基本的前提とセーフガードが遵守されている場合は, SENC の配布は直接的な ENC 配布に加えるオプションとして受容可能であることを, 会議は満場一致で可



決した。このセーフガードは本会議で作成され承認された。それに応じてS-52の関連の条項は修正された。水路部はECDIS内で行われる変換プロセスに対し何も影響を及ぼしてこなかったが、配布がSENC形式で行われた場合はそうすることが出来ることが承認された。修正案は、IHO加盟国が検討及び決定するために回章を通して伝えられる。

(水路技術国際協力室注)

“SENC配布”については、本年5月に開催されたWEND委員会において、CHRIS提案に基づき審議された結果、賛否両論が出て結論は先送りとなった。次回CHRISにおいて再度審議されることとなっている。

**ENCセキュリティスキーム** 計画されたスキームには、データ暗号化、データ認証、そしてデータへの選択的アクセスが含まれる。欧州RENCであるPRIMARはセキュリティスキームをENCサービスの枠組み内で使用しており、そして、IHO加盟国もこのスキームを利用出来るようにするよう提案した。その結果、IHBはこの問題に関して加盟国に意見を求めた(CL 38/2000参照)。これに対する回答から分かったのは、全加盟国はENCデータが暗号化されることを望んでいること、そして、そのうちの多くはIHOが推奨する唯一つのセキュリティスキームを取り入れることに賛成していること、にもかかわらずPRIMARのセキュリティスキームをIHO規格として採用することについては半数しか同意していないことであった。一方、PRIMARシステムを支持する国の多くは既にPRIMARにデータを供給していることが注目された。PRIMARスキームを実行することが必要となった場合に要求される時間や金の大きさに幾つかの水路部が懸念を示した。また、暗号化の基準の開発と維持は他のフォーラムで行われており、データ暗号化の国際基準が間も無くできることが報告された。この問題に関する決定や提案を行うのは時期尚早であり、いくつかの主要な問題点を明確化するために一年延期することで会議は合意した。

**公開ECDISコンソーシアム** 本会議では、IHBで2000年9月に開催されたIHO-産業界間のワークショップのフォローアップとして、ECDIS関連のIHOワーキンググループ及び委員会で行われている基準作成プロセスに産業界とその他のECDISの関連グループを組み込む最善の方法について話し合われた。技術会議の結果及び提案は広く伝えること、適切な代表団体をCHRISの会議にオブザ

ーバーとして参加するために招待すること、外部の専門的寄与者が更に参加出来るようにCHRISワーキンググループの委託条件の修正を提案することについてのオーストラリアからの提案が承認された。会議は、すべての非公式ECDIS関連グループ(例えばECDISの作成業者または船員)をまとめる団体である公開ECDISコンソーシアム(OEC)の設立をIHBが援助することを支持した。そうすれば、OECは代表者及び/又は専門家のIHOの委員会とワーキンググループへの参加を提案することが出来る。現在の公開ECDISフォーラム([www.openecids.org](http://www.openecids.org))はOEC、水路部、そしてその他ECDIS事項の関係者のための主要なコミュニケーション手段となる。

**S-57バージョン3.1** バージョン3.0は1996年に発表され、2000年11月まで凍結された。新しい3.1エディションがIHO TSMAD WG(交換基準維持・応用開発作業部会)により作成され、1999年11月に利用出来るようになった。これはユーザーが使用に慣れるために一年前に行われた。バージョン3.1はS-57に多少の変更が加えられたもので、限られた属性値しか加えられていない。しかしながら、多くのECDIS製造業者はECDISソフトウェアに必要な変更をしておらず、多くのバージョン3.0のデータが入手可能で利用されているこの段階では、S-57バージョン3.1に基づくENCデータの配布は非常に困難であることがPRIMARによって述べられた。PRIMARは少なくとも2001年の6月まで「3.1」データの発行を予定していなかった。多くの議論が交わされた後、S-57のバージョン3.1は2000年11月からIHBより公式に提供されることで合意した。修正されたテストデータセットは、2001年1月より入手可能となる。バージョン3.1はバージョン3.0に取って代わることはないだろうが、入手可能となれば使用されるだろう。従って、新しいECDIS機器は当面バージョン3.0と3.1の両方を読めなければならない。S-57のアップグレードから学んだ教訓は、将来アップデートを行う際に考慮しなければならない。

**CHRISに関連する未来技術** CHRISに関連する活動に影響を与える技術開発を調査し、アドバイスを与えることを要求されているCHRISの作業部会である技術評価作業部会(TAWG)は、2000年における重要な5つの未来技術は、オンデマンドプリント、自動着岸システム、データ暗号化および

認証、パイロット用携帯 ECDIS、そして電子商取引であると報告した。

CHRIS の第 13 回会議は 2001 年 9 月 17～19 日にギリシアのアテネで開催される予定である。

## 国際水路要報 4 月号から

### ○第 10 回 PRIMAR 技術専門家作業部会会議

リスボン、ポルトガル、2000 年 11 月 6～8 日

上記の会議はポルトガル水路局 (Istituto Hydrografico) において、PRIMAR の Phillip WAINWRIGHT を議長として行われた。かかる PRIMAR 技術専門家作業部会 (TEWG) は欧州 RENC (地域 ENC 調整センター) の活動に関するすべての技術的側面に取り組むことを課題としている。ENC サービスの運営において確認された問題は本会議において再検討され、解決策が模索された。協力関係にある水路機関および IHB (国際水路局) を代表する 21 人の専門家が出席した。前回の TEWG 会議以降に行われた PRIMAR の活動に関する報告書が提示された。それらは以下のように要約される。

PRIMAR AS と呼ばれる新しい国営企業を設立する覚書を出来れば 2001 年 7 月 1 日以前に成立させることにより、英国・ノルウェー間の現在の協力協定に関する覚書 (Memorandum of Understanding) に代える作業が進行中である。英国及びノルウェーが主要な株主となる予定だが、その他の水路部も株を購入することは可能になる。2000 年 10 月の時点で、671 の ENC (電子海図) セルが PRIMAR より入手可能であり、そのうち約 3/4、合計 443 メガバイトがデンマークとノルウェーにより作成された。ENC サービスは 16 か国で 31 の公認配布機関を通じてユーザーに提供されてきたが、その半数以上が海図及び出版代理店/船舶用品提供者である。PRIMAR はこの時点で 17 のエンドユーザーを有し、ECDIS (電子海図表示システム) ユーザーよりも ECS (簡易型電子海図システム) ユーザーの方が多く、各エンドユーザーは平均 25 セルを利用する。

2000 年末までに 223 システム、2001 年末までに 745 システムが PRIMAR のセキュリティスキームを導入することが見込まれた。OEM (相手先商標による製造会社) による PRIMAR スキームの実施を容易化するために特別のツールキットが開発された。また、データコミュニケーションの面でも、例えば各国水路部からの ENC を暗号化して送付するな

ど、安全性の向上が実施された。

PRIMAR は、PRIMAR の Geo-Data Server (GDS) の様々なユーザーに対して様々なアクセス権を付与するバーチャル・プライベート・ネットワーク (VPN) の開発を進めていた。例えば、各国水路部は ENC を GDS にアップロードまたはダウンロードすることが出来るようになる。これにより各国水路部は自らのデータにさらに深く関与しアクセス出来るようになる。このフレームワークにおいて、PRIMAR はデンマーク海軍と試験を行っており、各国水路部が暗号化されたデータとされていないデータとを PRIMAR ウェブサイトの保護された部分からダウンロードする機能を持つメカニズムをテストした。

**その他の議題は** IHO 交換基準 S-57 の新しい 3.1 エディションが 2000 年 11 月に発表されることが言及された。しかしながら、多くの ECDIS 製造業者は 3.1 データに対応するためにまだシステムをアップグレードしておらず、そして 2001 年の夏まではこれは実現しないため、PRIMAR は当面 3.0 データを配布し続けることを決定した。3.0 と 3.1 データをひとまとめにしたサービスがいずれ開始されるであろう。すべての協力関係にある水路部は PRIMAR に 3.0 データで提供し続けてよいことが確認された。

海図の対象範囲の詳細と購入の手続きを提供する PRIMAR 海図カタログ ([www.primar.org](http://www.primar.org) 参照) の新バージョンが作成された。顧客はデータを注文でき、その情報は PRIMAR ENC の受注システムに直接つながるようになる。

TEWG が確立した ENC バリデーションチェックリストが IHO TSMAD WG によって承認され、最終的に S-57 のバージョン 3.1 に加えられた (ENC 製品仕様書の Annex C)。このチェックリストは、ENC バリデーションソフトを開発する企業によって使用されることになる。後半のプログラムは各国水路部が自身の ENC の妥当性をチェックするために使用する。これらのプログラミングテストには PRIMAR が参加したものもある。最低でも以下に挙げる会社は ENC バリデーションソフトを提案することが分かっている: SevenCs (ドイツ), Morintech (ロシア), HSA (オーストラリア), CARIS BV (オランダ)。

すでに作成された ENC 及びそれに対応する紙海図は、多くの場合、内容 (例えば提供される情報

量など)に関しては同じであった。しかしながら、水路測量から作成される ENC データが増加するにつれ、ENC のデータをより詳細にすることができ、例えばノルウェーのように、各国水路部の中にはこれを行うことを計画しているものもある。この問題に関する提案がなされる前に、質問状の形でユーザーのフィードバックを求める必要が有ると感じられた。

参加者には、各水路部につき一つの Transas NaviSailor ECDIS が無料で提供され、それには現在 PRIMAR のセキュリティスキームが組み込まれていることが伝えられた。これにより、各水路部はデータを見るのが可能となる。

PRIMAR は、デンマーク及びスウェーデンから同じ航海目的で重複するデータを受け取ったことを報告したが、これは ENC 製品仕様書と矛盾するものである。WEND の原則によると、IHO の加盟国は国家の管轄海域の電子データを提供する義務を負う。しかしながら、近接した加盟国が共通の海図

境界に合意した場合に限り、結果的に ENC データは重複しないことになるが、その境界は政治的国境と異なる可能性がある。PRIMAR は二つのデータ作成者の間で合意されたデータの境界線を使用し、この問題の解決に取り組むことが合意された。

第 11 回 TEWG 会議は 2001 年 8 月 27～29 日にフィンランドのヘルシンキで開催される。

#### ○JICA 集団研修

##### 「水路測量 (国際認定 B 級) コース」開始

13 年度 JICA 集団研修「水路測量 (国際認定 B 級) コース」が平成 13 年 4 月 11 日に開講した。

今年度のコースにはフィジー、インドネシア、フィリピン、ベトナム、マレーシア、スリランカ、パキスタン、タンザニア、モーリシャスの 9 か国から 10 名の研修員が参加している。

研修は 7 月に愛知県三河港で自動データ収録・岸線測量、8 月 27 日から約 1 か月間の香川県高松港における港湾測量実習や測量船「天洋」による乗船実習などを含め、11 月 8 日まで実施される。

### 水路部関係人事異動

7 月 6 日付

国土交通省出向 (総合政策局情報 管理部情報企画課長)	長江 孝美	総務部参事官・水路部
総務部参事官・水路部	伊藤 國男	関西国際空港株総務部長
国土交通省出向 (九州運輸局次長)	齋藤 芳夫	水路部監理課長
水路部監理課長	大須賀 英郎	運輸施設事業団業務第一部長

### 平成 13 年度 1 級水路測量技術検定課程研修開講案内

研修会場	測量年金会館 東京都新宿区山吹町 11-1 (TEL 03-3235-7211)
研修期間	前期 平成 13 年 11 月 5 日 (月) ～ 11 月 17 日 (土) 後期 平成 13 年 11 月 19 日 (月) ～ 12 月 1 日 (土)
応募締切	平成 13 年 10 月 15 日 (月)

(財)日本水路協会は、上記のとおり研修を開催する予定です。

この研修においては、港湾級の受講者は前期の、沿岸級の受講者は前・後期の期末試験に合格すると、当協会認定の 1 級水路測量技術検定試験の一次試験 (筆記) 免除の特典が与えられます。

問い合わせ先：(財)日本水路協会 技術指導部 TEL 3543-0760 Fax 3543-0762

〒104-0045 東京都中央区築地 5-3-1 海上保安庁水路部庁舎内



日本水路協会活動日誌

月	日	曜	事 項
3	1	木	◇水路技術奨励賞選考委員会
	2	金	◇第3回水路誌のデジタル化に関する調査研究委員会 ◇第16回大阪ボートショー出展(～4日)
	6	火	◇第3回瀬戸内海の海峡部における潮流の高精度予測手法の研究委員会
	7	水	◇ERC「瀬戸内海東部諸港」更新版発行
	9	金	◇PC用航海参考図「瀬戸内海東部」世界測地系版発行
	10	土	◇第3回九州ボートショー出展(福岡～11日)
	12	月	◇海底地震・火山噴火研究会
	13	火	◇水路図誌懇談会(東京第2回)
	15	木	◇プレジャーボート・小型船用港湾案内「南西諸島(沖縄群島・先島群島・大東諸島)」発行
	16	金	◇第97回理事会・第10回評議員会 ◇平成12年度表彰及び第15回水路技術奨励賞表彰式
	17	土	◇2001名古屋ボートショー出展(～18日) ◇第2回北海道ボートショー出展(札幌～18日)
	24	土	◇第3回東北ボートショー出展(仙台～25日)
4	2	月	◇2級水路測量技術検定課程研修(港湾級～12日)
	13	金	◇2級水路測量技術検定課程研修(沿岸級～24日) ◇第16回広島ボートショー出展(～

			15日)
25	水	◇機関誌「水路」第117号発行	
5	9	水	◇第117回機関誌「水路」編集委員会
21	月	◇第1回水路測量技術検定試験委員会	
23	水	◇第98回理事会・第11回評議員会及び懇親会	
31	木	◇ERC「瀬戸内海西部諸港」世界測地系版発行	

第11回評議員会開催

平成13年5月23日、KKRホテル東京において、理事会に先立ち、日本水路協会第11回評議員会が開催され、次の議案が審議されました。

- 1 理事の改選について
- 2 12年度事業報告及び決算報告について

第98回理事会及び懇親会開催

平成13年5月23日、KKRホテル東京において、日本水路協会第98回理事会が開催され、次の議案について審議されました。

- 1 12年度事業報告及び決算報告について
- 2 役員を選任について

引き続き、関係団体・賛助会員等との懇親会が開催され、約140名が出席して盛会のうちに終了いたしました。

訃 報

眞島 健様(元海上保安庁長官, 77歳)は、4月13日逝去されました。

連絡先 眞島美奈子様(奥様)  
〒157-0066 世田谷区成城 5-20-20

原田幸夫様(元主任航法測地官, 75歳)は、4月20日逝去されました。

連絡先 原田アサ子様(奥様)  
〒165-0075 新宿区高田馬場 4-29-4

謹んで御冥福をお祈り申し上げます。

