

..... も く じ .....

法規・制度	国際水路機関の改革への努力 - その7 - .....	西田 英男 (2)
海 図	マラッカ・シンガポール海峡電子海図の刊行 - その2 - .....	仙石新 (他) (8)
海 図	電子海図をめぐる国際的動向 - その3 - .....	片山 瑞穂 (15)
研 究	離岸流特性把握のための現地調査法 - 離岸流 その3 - .....	西 隆一郎 (21)
研 究	平成17年度水路技術奨励賞(第20回) - 業績紹介その1 - .....	鈴木高二朗 (28)
潮 流	水路部における潮流観測業務の歩み .....	山田 紀男 (35) 蓮池 克己
歴 史	世界をリードした中国の造船技術(1) .....	今村 遼平 (42)
随 想	マラッカ海峡に沈没した「伊号166潜水艦」 .....	金子 昭治 (47)
コ ラ ム	健康百話(15) .....	加行 尚 (50)
海 洋 情 報	海のトピックス .....	日本水路協会 (57)
そ の 他	水路測量技術検定試験問題(その107)港湾1級 .....	日本水路協会 (58)
コ ー ナ ー	海洋情報部コーナー .....	海洋情報部 (63)
”	協会だより .....	日本水路協会 (73)

お知らせ等	平成18年度 1級水路測量技術研修開講案内(41)
	平成18年度 2級水路測量技術研修実施報告(49)
	平成18年度 2級水路測量技術研修体験記(53)
	「海の理解促進講習会」開催(お知らせ)(60)
	平成17年度水路新技術講演会(61)
	日本水路協会保有機器一覧表(74) 水路編集委員(74)
	編集後記(74) 水路参考図誌一覧(裏表紙)

表紙...宮島「厳島神社」けずり絵...稲葉 幹雄 海図製図材料「スクライブベース(着色)」の切り落としに  
刃先で画線を削る作者オリジナル技法によるものです。

-----  
*Striving for innovation of IHO - Part 7 (p.2), New release of Malacca & Singapore Straits "ENCs" - Part2 (p.8), International movement on electronic charts - Part 3 (p.15), Field surveying for local characteristics of rip currents - Rip Current Part 3 (p.21), 20th Incentive Award in Hydrography, 2005 - Achievements Part 1 (p.28), Progress in tidal current observation of JHD (p.35), World's leading shipbuilding technology in China (Part 1) (p.42), The then Imperial Navy Submarine I-166 sunken in the Malacca Straits (p.47), news, topics, report and information.*  
-----

掲載広告主紹介 - オーシャンエンジニアリング株式会社, 千本電機株式会社,  
株式会社東陽テクニカ, アレック電子株式会社, 株式会社離合社,  
古野電気株式会社, 株式会社武揚堂, 三洋テクノマリン株式会社

# 国際水路機関の改革への努力

- その 7 -

西田 英男\*

## 前号までの概要

- 130号 1 背景 2 設立直後の国際水路機関 3 水路機関条約の成立  
4 日本の参加
- 131号 5 国際水路機関の活動の成果 - 出版物  
6 近年における国際機関としての問題点 - 第15回国際水路会議の例
- 132号 7 国際水路会議の問題点の整理 8 条約上の問題点
- 135号 9 戦略計画委員会の創設 第15回国際水路会議  
10 戦略計画委員会の再構築 第16回国際水路会議
- 136号 11 第1回SPWG会議(2002年9月, モナコ)  
12 アンケート調査による現行組織の利点と欠点  
13 第2回SPWG会議(2003年1月, ゴア)
- 137号 14 第3回SPWG会議(2003年5月, リマ)  
15 米国国務省との交渉(2003年6月)  
16 運営コストをめぐる計算と使用言語  
17 第4回SPWG会議(2003年10月, シンガポール)

## 18 第5回SPWG会議(2004年3月, 東京)

理事会を巡る議論その3, 最終決着 - SPWGが機構改革案を国際水路会議に報告するタイムリミットは2004年5月であり, 残された時間はなくなりつつあった。事実上5月までの間にさらにもう一回のSPWGを開くことは無理であり, この第5回会議が合意を得るための最終の機会となっていた。この会議では最後に残った大問題, 即ち理事会の構成に決着をつけるべく議論をここに集中させた。さらに, 新条約案にも同意を得る必要があるため, 法律専門家グループ(LEG)会議も同時開催として, 合意を得られる都度規則案に反映させることにした。

\*(財)日本水路協会 専務理事

## 1) 理事会構成を巡る議論その4

議長団としては, 案のたたき台として, 理事国数は25か国, そのうち20か国を地域水路委員会からの代表, 5か国を何らかの指標をもとに選ぶという案で会議に臨んだ。勿論, 他の指標を使った場合に上位5か国がどういう国になるかという資料も全て用意してあった。

地域水路委員会から20か国を選ぶという案は大きな議論はなく参加国の了承が得られた。次に水路世界における貢献度を指標として使う5か国の選び方に議論が移った。過去の会議では上位10か国を資料として表示しながら議論をすることが多かったが, 今回は上位5か国をもとにした議論であるので, よりきびしい議論となった。上位10か国なら入るが5か国なら落ちる国が自国に有利な案を主張し始めるからである。いっそのこと,

理事会は自由参加にしてはという案も再度出されて、一瞬有力になりかかったが、参加国の数が事前に予測のつかない会議を開くのは実務上無理である（会場の設定その他）との事務局の反対でつぶれた。

方向性の見えない議論をしばらく続けた後、場内から（韓国である）、5か国では議論が収束しないので10か国を選んだらどうかという意見がでた。場内はややほっとしてみんなこの案に乗った。ここから議論は収束の方向に向かい始めた。沢山出た案の中から、2つの指標が有力な案として残ってきた。それらは、トン数案とEEZ案である。米国は前回のIMOモデルから今回はEEZ案に乗り換えてきた。それぞれの案を主張する主要な国は、EEZ案については、米国、フランス、ポルトガルなどであり、トン数案については、イギリス、中国、シンガポールなどである。この2つの有力な案は賛成者の数がほぼ拮抗していた。さらに、この2つを組み合わせる案も提出された。この時点で出された提案を整理すると

- ・どちらかを指標とする。
- ・両方の指標から5か国ずつ選んで併せて10か国とする。
- ・両方の指標をかけ算して上位10か国を選ぶ。

の3種類になった。

各国とも国益（国益らしきものというべきか）をかけて主張を述べているのであるが、日本国もその例外ではない。他国の例ばかりを引き合いに出すのは失礼でもあるので日本国を例にとって行動を説明することにする。日本にとって順位がそれぞれどうなるかを示してみる。まず、トン数案では日本は8位である。EEZ案では6位である。両者の指標をかけ算すると4位となる。すぐ分かるように両方の指標から5か国ずつ選ぶと日本は落ちる。日本は副議長を出しているという

立場から最初は議長団の押すトン数案支持であったが、EEZ案が有力とみるとEEZ案支持に立場を変え、両者から5ヶ国ずつ選ぶ案に予想外に支持が集まりそうな情勢をみて元のトン数案支持に立場を変えた。両方の指標をかけ算する案が日本にとって最も有利な案であるが、ディメンジョンの異なる値のかけ算の物理的意味が問題となり、一旦パーセンテージに指標を計算し直して無次元化してかけ算をすればよいとの案も出たが、複雑すぎて支持国はあまりなかった（注1）。

日本の意見がトン数案に戻ったからではないと思うが、相対的な多数意見は単純トン数案に落ち着きつつあった。結論を出さなければならないSPWG議長団としては、少数意見付記などの責任逃れの報告書を作るわけにもいかず（注2）、今までの案の中からどれか1つを選ぶか、さもなくば結論なしとするかと場内に迫り、やっと単純トン数案に会議の結論は落ち着いた。一年あまり続けてきた議論はここによく収束を見たのである。これを受けて、別室で並行会議を開いていた法律専門家グループ（LEG）は次の条約案をひねり出した。

One-fourth of, but not less than thirty, Member States shall take seats in the Council, the first two-thirds of whom shall take their seats on a regional basis and the remaining one-third on the basis of hydrographic interests, such as the tonnage of their fleets.

まず、加盟国の1/4を理事国数の基準とする。しかし、30か国を下回らないようにする。そのため、加盟国が120か国を超えるまでは理事国数は30か国となる。2005年現在70数か国であるから、120か国に達するまでは相当の時間がかかるものと考えられ、事実上地域水路委

員会から 20 か国，トン数指標で 10 か国が理事国となる状態が続くものとみられる。上の条文案の中では，指標として hydrographic interests（注 3）という言葉が使われ，トン数は例示として示されている。これは，トン数案が理想的な案とは言えず，極端な場合便宜置籍船国が大量に IHO に加盟した場合などを想定すると，変更もあり得るといふ事情を考慮したものである。しかしながら，such as という条約の条文としてはやや品のない表現は後の国際水路会議で問題となったのである。

（注 1）試してみるとすぐに分かるといふが，無次元化しようがしまいが順位は変わらない。興奮していた場内ではこの事実気づく国はなかったようであるが。

（注 2）意見を 1 つに集約せずに複数並記で国際水路会議に報告すると，過去の例からして何も決まらないという事態が予想される。むしろ国際水路会議では何も決まらないという過去の歴史を受けて SPWG に結論を出すように要請された経緯がある。

（注 3）日本語でなんと翻訳するのがよいのか筆者には分らない。関心，利害関係，貢献，影響などの言葉を総合してイメージするのが良いと思う。

## 2) 会計委員会についての最終決着

「総会に伴って会計委員会を開くが常設とはしない，しかし条約レベルでは表記する」というやや曖昧な形で合意をみていた会計委員会について，法律専門家グループ（LEG）の委員から，条約に定義する上で他の委員会との整合性がとれないという意見が出された。これ以上すりあわせをする時間的余裕のないことから，議長団もこれ以上議論することをあ

きらめ，常設委員会として定義することで同意した。米国以外の参加国においては当初から格別の意見のなかったことから，さしたる議論もなしに会計委員会の設置が急転直下決まった。結果として米国の当初の主張が通った形となったわけである。議論を詰めたあげくの結果ではなかったため，理事会との仕事分担などあいまいな部分を残しており，後々問題点として指摘を受けるもととなった。

## 3) 理事会での使用言語問題の決着

今回の SPWG だけではなく以前の会議でも折りにふれ議論になっていた理事会での使用言語の問題についてその決着も含めてまとめて述べておく。議長団では英語のみを公用語とする改定案を会議の中で示唆してきた。そして，その都度フランスからはフランス語使用国での改正条約批准手続き上障害が生ずるのではないかと懸念が示されてきた。フランスの主張を要約すれば次のようになる。現代においては会議使用言語としての英語の優越性については認めるが，条約レベルでははっきりと書かれると抵抗がある。フランスにとってはフランス語圏諸国を暗黙に代表しているという意識があるようで，実質的に英語のみで会議を行うのはかまわないが，明確に規則で定めることを認めるわけにはいかないということのようであった。議長団は改正条約批准手続きの方を優先した。次の形で了解が得られた。「条約レベルでは英語・フランス語の 2 か国語を公用語とすることをそのまま維持するが，理事会においては英語のみで運営する。フランスは条約をたてに理事会でのフランス語使用を主張しない。」いわば紳士協定としての決着である。

## 4) SPWG 報告書及び改正条約案完成 難産ではあったが，改正条約案を含む

「報告書」はやっと与えられた期限に間に合って作成できた。この案は2004年の5月にIHBより加盟各国に回章(Circular Letter)の形で提示され、翌年(2005年)の5月の臨時国際水路会議の本舞台を待つこととなったのである。

#### 5) 他の重要事項

なお、本稿では理事会を巡る議論にページ数の相当部分を費やして述べてきており、その他の重要事項についてはあまりふれてはこなかった。ここでまとめてその他の決定事項の主要点を下記に列挙することにする。

- ・ 次回の臨時国際水路会議では報告書の承認及び改正条約の採択を行い、一般規則等改正はその次の通常国際水路会議(もしくは総会)でおこなう。

- ・ 現在3人いる Director を、Secretary-General と Director 2名とする。

- ・ Hydrographic Services and Standard Committee (HSSC) と Inter-Regional Coordination Committee (IRCC) の2つの主要な委員会(Committee)を作り、現在多数ある委員会はこの2つの委員会の Sub-committee とする。

- ・ NGIO (Non Governmental International Organization) の参加規程は条約、規則のいずれでもなく総会決議として定める。

- ・ 理事国選出指標(条約案の中で述べられている hydrographic interest の具体的な解釈である)は一般規則の中に定める。しかし、SPWG での議論の重要性に鑑みて、トン数を指標とすることを先行的に次回の臨時国際水路会議で決議する。

## 19 臨時国際水路会議へのSPWGからの決議案

SPWG で出した結論は「SPWG Report」(表題: A Study into the Organizational Structures and Procedures

of the IHO) の中にすべて含まれているが、臨時国際水路会議へ提出する具体的な決議案の形としては次の8項目(pro1 から pro8 まで)の形に整理された。以下にそれらについて説明する。

#### 1) pro1

提案内容としては、「SPWG Report」の承認を国際水路会議に求めるものである。この Report は非常に大部のもので、現状のIHBの機構の分析から始まり、分析結果をもとにしたSPWGにおける議論の内容やさらに新組織の提案等SPWGにおける成果が全て入っている。

#### 2) pro2

提案の2番目は国際水路機関条約改正の承認を国際水路会議に求めるものである。改正(Amendment)の形はとっているが新条約の制定といってもいいほどの大幅な修正であり、審議に時間がかかることが予想され、次回臨時国際水路会議の主要議題となるものである。また、この提案2の中で過去の国際水路会議で修正がなされながら批准にいたっていない2件についても無効とする条項が含まれている。

#### 3) pro3

提案内容としては、主要な2つの委員会(Hydrographic Services & Standards Committee と Inter-Regional Coordination Committee の2つである)の設置を求めるものである。この2つの委員会の設置は理事会の設置と並んでSPWGにおける議論の主要な結論の1つであったが、あえて改正条約の中には含めないことにした。これは、現行の条約が細部にわたって記述しすぎているため、却って組織の柔軟性を失っている(条約の小修正の実際的な難しさもある)との反省からでたものである。委員会レベルの機構については将来の情勢の変化に即応して総会で変更できる余地を残そうとしたわけであ

る。そのため、主要委員会の設置は pro2 の条約改正のなかには入っておらず、別提案となったわけである。

#### 4 ) pro4

理事会 ( Council ) メンバー国の選び方についての合意を求めるものである。条約レベルでは理事会の設置と 1/3 のメンバー国を hydrographic interest で選ぶことと ( 正確にいえば、hydrographic interest such as the tonnage of their fleet とかかれトン数を用いることを強く示唆している )、2/3 の国を地域水路委員会において選ぶことが書かれているが、それ以上の細かいこと ( 例えば hydrographic interest にどういう指標をもちいるか ) はそれ以下の規則にゆだねられている。そのため、hydrographic interest の定義等は general regulation を決めるときに同時に定められるべき筋合いのものであるが、難産の未合意のできたトン数を取りあえずの指標として用いることをここで合意しておこうというものである。

#### 5 ) pro5

NGIO ( Non Governmental International Organizations ) の取り扱いに関する合意である。第 18 章で述べたように、この扱いについては条約レベルでは述べずに決議として扱うことにしたことを受けたものである。

#### 6 ) pro6

Director-general と Directors の資格要件に関する決議である。これも General Regulation の中に書かれるべきことがらであるが、先行的に決議をしておこうとするものである。

#### 7 ) pro7

IHO Basic Documents の構造に関する決議である。従来 Basic Documents に、新たに創設される Council に関する Rule of Procedure、Financial Committee に関する Rule of

Procedure 及び NGIO の認定ガイドラインを付け加えて新しい Basic Documents の構造としようとするものである。

#### 8 ) pro8

SPWG としては、この提案を作ったことで付託事項に示された任務は果たしたことになるのであるが、条約以下のレベルの規則を練ることは今後の検討に任せられたので、その任務を新たにつけて SPWG を継続しようとするものである。

## 20 臨時国際水路会議 ( 2005 年 4 月 モナコ )

### 1 ) 臨時国際水路会議概要

18 章でのべた 8 項目の SPWG からの提案を審議するための臨時国際水路会議は 2005 年 4 月にモナコで開かれた。この会議の様子はすでに「水路 134 号」において仙石・加藤の報告がある ( 第 3 回臨時国際水路会議出席報告、仙石新・加藤茂 )。この仙石・加藤の報告に述べられているように SPWG からの提案は原案に近い形で臨時国際水路会議で承認されたのである。また、上記報告には改正の主要点も解説されているので全般的な話はそちらを参照していただくとして、ここでは、SPWG で大問題となった Council に関する議論がどのような経過をたどったのかについて、多少舞台裏も含めて少し細かい話を紹介したいとおもう。

### 2 ) 理事会 ( Council ) における理事国選出問題

SPWG での議論でも最も関心を集めたのは新たに創設される理事会に関連する問題であったことは本稿において再々述べてきたところであるが、国際水路会議の場でもやはり参加国の関心は多くこの問題にあったように見受けられた。ただし、SPWG の場での議論の初期にみられた理事会の創設そのものの是非につい

てはあまり大きな議論にはならなかった。しかし、明確に反対の立場を堅持していたチリや、SPWGには参加していなかったが反対の意向が伝わっていたアルゼンチンなどは条約改正自体に反対票を投じるという形でその意志を示した。

一方、理事国の1/3を選ぶ基準については大いに議論になった。第18章で述べたように、提案された条約レベルでは選出基準について Hydrographic interest such as the tonnage of their fleets と書かれ、トン数を強くにおわせながら具体的な interest の内容は下位の規則 (General Regulation) に任せると言う形になっていたからである。

ここで日本の立場 (筆者自身の立場も含めて) についてもはっきりさせておきたいと思う。SPWG の場では、筆者は副議長という立場もあり、日本の立場を代弁するよりもなるべく結論を集約させる方向で働くことを要求された。一方国際水路会議の場では筆者は日本代表団の一員であり、日本の意見をなるべく沢山通すことが任務であった。日本政府は条約案全体には賛成であったが、個々の条文については随分と異見があり、沢山の修正案を用意して会議に臨んだわけである。

ここで問題となっている理事国選出に関する条文も日本政府が修正意見をもっているものの1つであった。日本の意見は such as 以下を削除せよというものであった。意見の裏にある考え方は、トン数で指標を固定するのは好ましくない (条約を改正することは可能であるので必ずしも固定することにはならないが、条約改正の難しさを考えると固定に近い) ということと such as というフレーズが条約本文に入れるには品のない表現であるというものである。

条約改正の議事ではトン数を使うことが有利と考える国 (中国がその筆頭であ

った) とトン数が不利と考える国の間で長時間の議論となった。議長のさばきのうまさもあって、落としどころをさぐる手続きの中で such as 以下は結局削除となった。つまり日本の意見が通ったのである。日本はトン数指標で理事国に選出されるのになぜ反対するのかという質問を舞台裏で中国から受けたのを覚えている。

ここまでは条約改正のセッションの議事の様子であるが、一方 pro4 の議論を行うセッションの中では、日本はトン数指標を General Regulation に入れるのに積極的に賛成した。立論の趣旨としては、Council を創設するにあたってトン数以外の指標では多数意見が得られないという消去法的賛成意見であったが、収束しそうな議論を聞いていた中間的立場の国は、徐々にトン数以外の実際的な解はないと言う認識になったようで、最後にはトン数を指標として出発するという案が多数となった。

ただし、これにはおまけがついた。フランスを先頭とするトン数案反対の国は次の提案を緊急でおこない、これが通ったのである。提案内容は hydrographic interest の具体的な意味を SPWG で議論し新条約下で行われる2回目の総会 (とりあえずトン数で出発しようとの合意ができたので1回目の総会では意味をなさない) で報告を行うというものである。なんとか、トン数指標の変更への足がかりを作っておこうとの努力が実ったのである。

ともあれ、将来の火種をかかえつつではあるが、条約改正案はこの国際水路会議で大多数の賛成をもって可決された。7回にわたり書いてきた私の報告もここで筆を置きたいと思う。(完)

## マラッカ・シンガポール海峡電子海図の刊行

- その 2 -

仙石 新 ・ 清水 敬治 ・ 穀田 昇一 ・ 上田 秀敏 ・ 西田 英男

## 前号までの概要

137号 1. はじめに 2. マラッカ・シンガポール海峡への水路技術支援

## 3. マラッカ・シンガポール海峡電子海図の作成

マ・シ海峡の電子海図の作成は、水路部の支援のもとに進められた。当時、ENCの基準である IHO S-57 (IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data) が大幅にバージョンアップされ、水路部の海図編集担当では既刊電子海図及び次期に計画していた大縮尺電子海図の編集作業が開始され、その対応に追われていた。しかし、マ・シ海峡は将来とも電子海図が有効かつ効果的に利用できる海域でもあり、十分な成果が期待できる見込みがあったため、作業の多くを共同企業体が実施し、水路部はインドネシア及びマレーシアの技術者の OJT、デジタル化された内容の校正・審査を担当することとなった。

まず、既に完成していた同海峡の下記の紙海図6図を2種類の航海目的(航海の目的に適合する海図情報の縮尺を6段階に分類したものに分類し、デジタル化することとなった。

海図第 621 号 「シンガポール海峡」	1:200,000	昭和 57 年刊行
同 622 号 A 「クリン岬至シンガポール海峡西口」	1:200,000	昭和 57 年刊行
同 622 号 B 「ワンファゾム堆至クリン岬」	1:200,000	昭和 57 年刊行

海上保安庁水路部航海情報課長

海上保安庁水路部前国際業務室長

海上保安庁水路部元国際業務室長

海上保安庁水路部航海情報課上席官

(財)日本水路協会 専務理事

同 749 号 「シンガポール海峡東部」  
1:75,000 昭和 56 年刊行同 750 号 「シンガポール海峡中部」  
1:50,000 平成 8 年刊行同 751 号 「シンガポール海峡西部」  
1:50,000 平成 8 年刊行

加えて、平成 10 年に同海峡を再測量した成果と同年 8 月末までの水路通報の内容を取り入れることとした。紙海図のデジタル化は外部委託とし、仕様書は、従来からの外部委託仕様書に空間オブジェクト及び地勢オブジェクト及び測地系変換の作業を加えて作成された。

上記の海図の測地系は WGS-72 であるため、S-57 Ed.3.0 に基づくためには全ての情報を WGS-84 へ変換する必要がある。また、シンガポール国から入手した情報も現地のローカル測地系である Kertau 測地系であったため、これらに表記されている全ての座標を WGS-84 測地系に変換する必要もあった。測地系の変換は、IHO S-60 (Handbook on Datum Transformations) に基づき行われたが、編集上の思わぬ困難も多々あったのである。例えば、デジタル化した成果は、現行の紙海図及び諸資料を重ね合わせ、プリント出力を目視でチェックすることとなったが、両者は測地系が異なるため、1対1で確認することが出来ず、測地系の違いを加味した格子線を海図上に書き込むなどの工夫が必要となった。また、デジタル化の成果を各縮尺レベル毎に接続する作業を行ったが、縮尺の異なる海



図第 749 号と 750 号との関係は慎重に作業を進める必要があった。

S-57 Ver.2 までのセルの作り方は、定型化されていたが、S-57 Ed.3.0 からはその制限はなくなっていた。日本は緯度・経度の範囲を機械的に決定し、例えば 1 度セルであれば北緯 33 度から 34 度まで東経 135 度から 136 度まで、といった範囲に設定するが、国によってはセルの範囲を元となる紙海図の地理的範囲に一致させている。最終的な編集を担当するシンガポール国は後者であるため、これに対応できるような検討がされた。日本の電子海図作成方式では、縮尺 5 万分 1 クラスは 30 分セルで 20 万分 1 クラスは 1 度セルに格納することになっているが、一旦セル枠で座標を切ってしまうと、別なセル枠で作成する場合にはデータの再構築などの複雑な編集作業が発生する。このため、極力その作業を発生させないようにそれぞれのセルレベルを 1 段階上げて 30 分セルは 1 度セルに、1 度セルは 4 度セルに格納した。また、1 セルの総データ量が 5MB を超えてはいけないという前提から、それぞれの 2 つのセルに分割された。

海 図	セルコード	容量
621, 622A, 622B (各 20 万分の 1)	JP23DSOS	3.5MB
	JP23D32C	2.0MB
749, 750, 751 (7.5 万分の 1, 5 万分の 1)	JP33EPAC	3.7MB
	JP33EPAF	1.5MB

このデジタル成果に対しバイナリー化及び ISO8211 に基づくカプセル化を行った。最終的な編集と最新維持はシンガポール国が担当し、日本が品質管理を行うことで、再三のデータのやりとりを行い、修正と最新維持を図ったものである。

最終的な成果品にする段階になって新たな問題点が生じた。当時のルールでは電子海図を刊行する場合にはセルコード及びデータ内

部に作成機関を記入することになっていた。例えば、日本国は「JP」、シンガポール国は「SG」のように IHO にコードが指定されていた。しかし、当時のルールには複数の国による共同作成という概念はなかったため、平成 11 年 3 月に、日本から TSMAD 議長に対し、共同作成の場合の作成機関コードとして関係国に全く関与しない符号であるマ・シ海峡の頭文字を取って、「MS」をコードとして使用できるように申請した。早い時期に、受理の内定を受けたが、他の国別コードとの関係でリストに正式に掲載されるまでは少し時間を要した。このコード付与は、前例のないものであったが、共同作成に関する考え方は TSMAD に容易に受け入れられ、これが前例となり、IHO に共同作成機関のコードの概念が出来たのである。MSS-ENC の作成がまさに時代を先取りするプロジェクトであったことの証左である。

こうして平成 10 年 9 月までの情報によりデジタル化を全て終了し、刊行するための編集と最新維持をシンガポール国に託すこととなった。シンガポールでは、元となった紙海図と地理的範囲が一致する以下のセルに切り直し、航海目的を変更して、製品として販売されることとなった。

紙海図	縮尺	セルコード	サイズ
621	20 万分の 1	MS31K2EB	2.9MB
622A	20 万分の 1	MS3RS2FC	740kB
622B	20 万分の 1	MS30F2TT	1.04MB
749	7.5 万分の 1	MS4NS2EB	1.30MB
750	5 万分の 1	MS4BR2JS	1.58MB
751	5 万分の 1	MS4NS2EB	1.30MB

#### 4. マラッカ・シンガポール海峡電子海図の刊行

4.1 刊行のための覚書、合意書の策定  
MSS-ENC は、前に述べたとおり、日本からの技術的・経済的援助のもと、マレーシア、インドネシア、シンガポールの沿岸 3 カ国により

作成され、平成10年に完成した。その後、先に述べたように刊行に向けた様々な動きがあり、我が国も早期刊行に向けた努力をしたところであるが、刊行開始には至らなかった。

平成15年、一般に頒布するための合意書を4カ国（マレーシア、インドネシア、シンガポール、日本）間で取り交わす段になり、マレーシアが国内事情を理由に刊行に難色を示したため、これまでMSS-ENCを一般の航海者に頒布することができない状態が続いていた。

近年、南シナ海の電子海図が東アジア諸国の協力のもと刊行されるなど東南アジアの電子海図整備が進み、また、IMOのパイロットプロジェクトである海上電子ハイウェイ（MEH）がマ・シ海峡で実施される運びとなる等、状況の変化があり、また我が国からの粘り強い説得が功を奏したこともあり、平成16年11月、マレーシア自身は当面MSS-ENCの頒布を行わないが、日本、インドネシア、シンガポールが頒布することはマレーシアとして差し支えない、との見解を表明するに至り、刊行に向け条件が整った。

MSS-ENCの特約代理店である（財）日本水路協会は、マレーシアを除く2カ国と協定書を締結すべく関係国との調整を行い、平成17年9月販売に向けた覚書及び合意書が署名されることとなり、販売に向けた枠組みはできあがった。

#### 4.2 刊行を難しくした要因

MSS-ENCの刊行がここまで遅れた原因は以下のように考えられる。

電子海図の作成は、一義的には沿岸国がこれを行うことが国際ルールであり、他国は沿岸国に断り無く電子海図を作成することができない。接続している航路といえども自国海域外の海域の電子海図を勝手に作成することはできないのである。このため、マ・シ海峡の電子海図を作成するためには、隣接各国の相互の同意が必要で、なおかつ沿岸国がそれ

ぞれ一致協力し刊行後の最新維持体制を整えた後、各国同時に刊行されなければならない。ところが、沿岸国であるインドネシア、マレーシア、シンガポールは、電子海図作成機関の技術的能力、資機材の整備状況等それぞれにおいて大きな開きがあった。当時、シンガポールは既に電子海図を作成していたものの、インドネシア、マレーシアはそれぞれ電子海図作成の途についたばかりであった。さらにこうした状況においても、マレーシアは独自性を出そうとシンガポールと競い合う等、地勢的、技術的な観点から関係国だけでは解決できない問題が多々あり、我が国が関係国の合意を得る調整役を担って取りまとめを行わなければ事態は遅々として進展しなかった。こうした状況下で、マ・シ海峡の電子海図を刊行するために我が国が最も腐心したことは、インドネシア、マレーシアの電子海図作成技術の能力向上を図ることであった。このため、日本水路部は、国土交通省等のODA経費の活用あるいは日本財団の支援等により、我が国に技術者を招聘して電子海図作成研修を実施し、会議を開催する等により事態の改善を図る努力をしたのである。また、インドネシア、マレーシアの電子海図作成システムの整備については、日本財団の支援がなければ不可能であったことを申し添える。

#### 4.3 MSS-ENCのアップデートと技術者会議

MSS-ENCは平成10年に完成を見たものの、完成後7年の歳月が経過していたため、その間の変更情報を加えMSS-ENCをアップデートする必要があった。このため、アップデートのための再編集をまずシンガポールが行った。再編集されたMSS-ENCは日本、マレーシア、インドネシアに送られ、各国がそれぞれ審査を行った。それらの結果を持ち寄って議論をするために、平成17年9月にシンガポール水路部で技術者会議が開かれた。この会議には

日本を含む4カ国の技術者が参加し、シンガポール水路部長パリー・オエイ氏の司会で各国の持ち寄った審査結果の統一と確認が図られた。日本海洋情報部も、日英の水路通報による変更情報がアップデートされたMSS-ENCに正しく反映されているか、水深等の情報の取捨選択が的確か等の観点から、詳細な審査を行い、積極的に意見を提出し、MSS-ENCのアップデートに貢献した。

技術者会議では、英国海図との整合性を保つための等深線の間隔についても議論がなされた。さらに、シンガポール、マレーシアが出版している大縮尺の港内ENCとの整合性を保つための航路標識や水深の総描についても議論がなされた。その議論の結果確認された方針にもとづきシンガポール水路部が刊行前の最後の修正作業をすることになった。日本も、この最後の修正作業中にも積極的にアップデートに関する意見・コメントを出し、MSS-ENCの品質向上を図ったところである。

この技術者会議ではまた、販売開始後のアップデートをどのように行うかについて合意が図られた。合意された内容は次の通りである。まず、沿岸国はそれぞれ自国の海域でのアップデート情報を各月の10日までにコーディネイター国へ送る。コーディネイター国はその月の17日までにENCのアップデートデータを作り、各国及び日本へ送る。このコーディネイター国の役割はシンガポールが引き受ける形でスタートするが、4年を目途に交替し、マレーシアとインドネシアを含めた3カ国で回り持ちにする。

以上にあげたいいくつかの点で合意ができ、いよいよMSS-ENCの刊行の決定に向けた運営委員会への準備が整ったわけである。

#### 4.4 第1回マラッカ・シンガポール海峡電子海図運営委員会

MSS-ENCの刊行を最終的に決定するため、平成17年12月8日、インドネシア国水路部において、第1回MSS-ENC運営委員会が開かれた（写真2）。



写真2 第1回マラッカ・シンガポール海峡電子海図運営委員会（平成17年12月8日、インドネシア・ジャカルタ）

本委員会は、沿岸3カ国水路部とMSS-ENCの特約代理店である水路協会がメンバーとなっており、海上保安庁からはオブザーバーとしての参加であった。会議には、インドネシアからはSudjatmiko部長他幹部多数が、シンガポールからはOei水路部長らが、マレーシアからはShamsuddin海図課長が、日本水路協会からは小和田、久保、小山田各氏が、海洋情報部からは仙石がオブザーバー参加した。

（議事概要）

MSS-ENC運営委員会の機能について

MSS-ENC運営委員会が開かれるのは今回が初であったため、本会議の基本的な機能（TOR：Terms of Reference）について議論がなされ、以下のとおりとすることが決定された。

- ア．沿岸3カ国の水路部長または各部の代表者で構成
- イ．特約代理店（AA：Appointed Administrator）である水路協会事務局
- ウ．MSS-ENCの新刊を刊行する場合、もしくは他の理由から開催の必要がある場合に会議を開催

- エ．MSS-ENCの基本的な方針を決定
- オ．MSS-ENCの運営体制を決定
- カ．MSS-ENCの販売促進に関することを決定
- キ．特約代理店（水路協会）に関することを決定

#### MSS-ENCの採択

本会議では、技術者会議によるMSS-ENCのアップデート結果を高く評価し、最新のMSS-ENCを刊行に値するものとして承認した。

#### ユーザーによる評価

日本及びシンガポールから、航海者によるMSS-ENCの試験結果が発表された。

我が国からは、日本船主協会を通じ日本郵船株式会社等計4社において机上でMSS-ENCの評価をしてもらった結果を提出した。4社ともにMSS-ENCについては技術的な問題はないとの意見であった。

シンガポールの海上試験結果は好意的なものであった。ただし、縮尺が異なるセル間で一部紛らわしい表示が出ることで指摘されたため、刊行開始までに修正することとなった。

#### アップデートの方法について

技術者会議において合意されたMSS-ENCのアップデート方法について、これを追認した。コーディネイターは発行開始から4年間はシンガポールがこれを勤める。体制の安定性を保つため、任期は4年となった。シンガポールの後任については、後日決定することとなった。

#### MSS-ENCの刊行開始日

MSS-ENCの内容はほぼ確定しており、利用者に早急に供給を開始すべきとの考えから、刊行開始日は平成17年12月26日となった。刊行は日本と沿岸3カ国の電子海図供給ルートを通じ、上記日時に

同時に行われることとなった。

#### 広報

MSS-ENCの販売促進のため、運営委員会による広報文が策定され、これが国際水路機関(IHO)及び国際海事機関(IMO)に日本水路協会を通じて通知されることとなった。さらに、東アジア水路委員会のニューズレターに掲載するなど、機会を捉えて広報を行うこととなった。

今回の委員会出席者の多くが、JICAの研修や国際会議の出席などで日本に滞在したことがあったため、日本に親近感を持っており、委員会の席上や会食の際にコミュニケーションが取りやすく、交渉がスムーズに進められたことは幸いであった。国際協力のあるべき姿であろうと思う。

本委員会は、インドネシア水路部の手厚く心細やかなサポートに支えられた。Sudjatmiko部長は前夜の顔合わせ、本会議、会議後の懇親会と全てにイニシアティブを取り、ロジスティックスは手厚く心のこもったものであった。

#### 5．マラッカ・シンガポール海峡電子海図の意義

MSS-ENCの刊行開始日を2005年内に設定できたことは、これまでの難航した経緯を考えれば、画期的といえよう。

我が国は、紙海図作成のために昭和44年から14年間にわたり、沿岸3カ国に援助を行ってきた。平成7年からは、電子海図作成のための再測量、電子海図データベース作成と3年間にわたって援助を行ってきた。このため、運輸省ODA、JICA、日本財団等様々な手法により経済的な援助を行うとともに、技術的なサポートを手厚く行ってきた。本会議でこれら我が国の長年の努力がついには報いられたことに、深い感慨を覚えるとともに、MSS-ENCの迅速な普及のため、我々としても積極的に広報に努める責務を感じた。

これまでマレーシアが刊行に難色を示してきた理由は、現マレーシア大統領が、「特定の企業・団体との関係を前提とした契約は行わない」という「open tender policy」（公開入札主義）を例外なく適用する、とした政府方針が障害となっていたものである。マレーシアJacob水路部長は、MSS-ENCの枠組みとマレーシアの政府方針との間に齟齬があるが、MSS-ENCの重要性を認識し、マレーシアを除く3カ国でMSS-ENCの刊行を開始することに同意をしたものである。

MSS-ENC刊行により、電子海図の空白域が解消され、インド洋から日本まで電子海図を用いて航海することが可能となった。いうまでもなく、電子海図はレーダーやAISとの重畳表示が可能であることから航海者の迅速な意志決定を可能とし、危険水域に接近した場合警報が鳴るなど航海の安全性向上に貢献するばかりでなく、航海者の負担も軽減するものである。今後、電子海図の普及が促進されることを願ってやまない。（図5）。

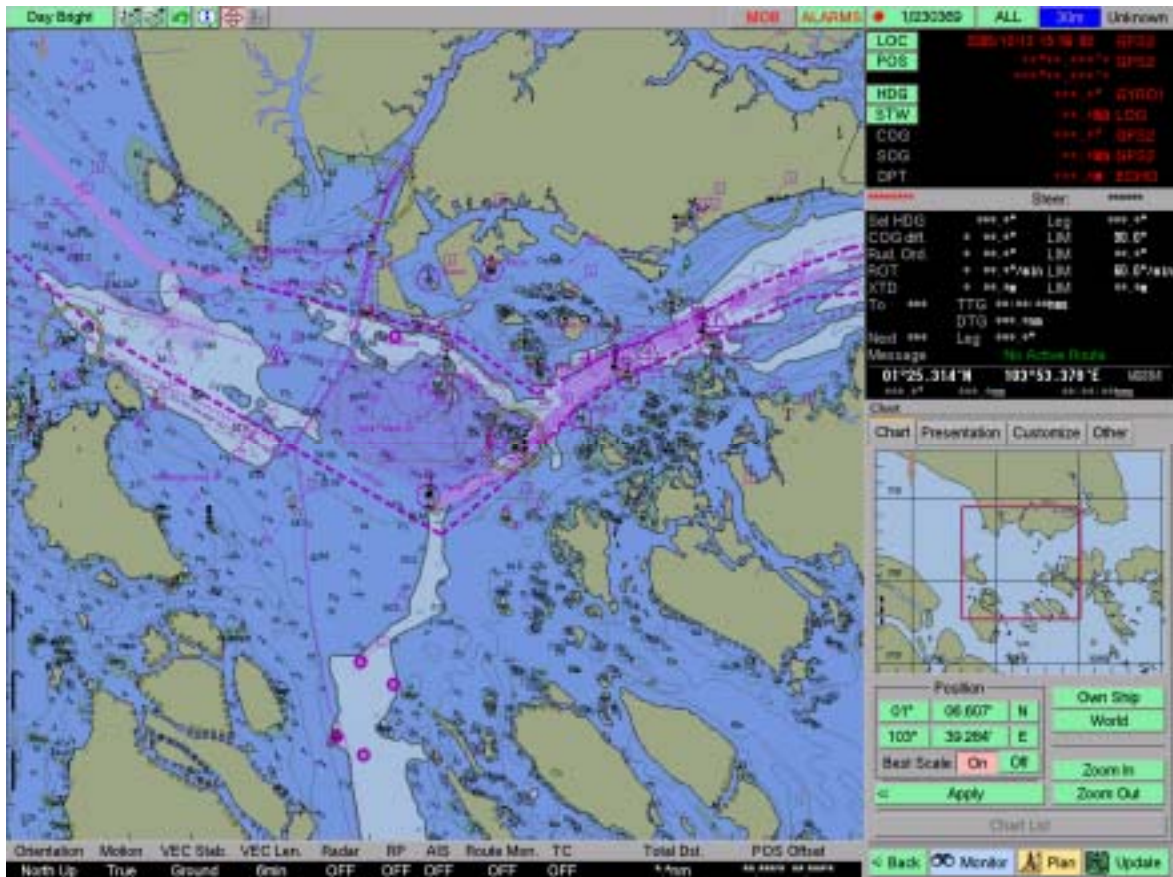


図5．電子海図の表示画面（シンガポール海峡）

マレーシア、インドネシア、シンガポールの沿岸3カ国は、国際海事機関（IMO）とともに、電子海図をプラットフォームとして気象、海象、潮流などのリアルタイム情報を組み合わせて航海者に提供しようとする海上電子ハイウェイ（MEH: Marine Electronic Highway）プロジェクトを世界銀行の支援を得て進めている（図6）。

MEHは航海安全ばかりでなく、セキュリティ向上にも貢献することが期待されている。MEHには膨大な経費がかかるが、今後MEHの運用が開始されれば、海峡の安全はさらに増すこととなる。MSS-ENCはMEHにとって必要不可欠な技術的基盤である。昨年9月のジャカルタ会議を契機としてMEHの動きが加速しているが、今般のMSS-ENCの刊行により、我々としても必要最低限の義務は果たせたことになる。

今後、MEHの枠組みの中でマ・シ海峡の再測量が行われれば、その成果はMSS-ENCにも反映されることとなる。MEHプロジェクトの進展に期待したい。

マ・シ海峡では、各国が港湾の造成を急ピッチで進めており、変化の激しい海域であるが、沿岸3カ国の水路技術レベルには相当な開きがある。今後、我が国としても、MSS-ENCが的確にアップデートされていくかどうかを適宜評価し、必要があれば関係国に技術的助言を行うことにより、MSS-ENCの信頼性の向上をさらに図っていく必要がある。

昭和40年代当時、マ・シ海峡の主要な利用国は日本であったが、現在では、マ・シ海峡を通峡して輸出入される貨物量は国別に見れば日本がトップであるものの、金額ベースで全体の13～15%を占めるに過ぎない（1999年現在）。最近では、中国、韓国の貨物量が急速に増加しており、マ・シ海峡の利用実態は変化している。今後、マ・シ海峡に対し、我が国がどのような支援をして行くべきなのか、その枠組みはどのようなものであるべきか、考えるべき時期にきていることは疑いない。

MSS-ENCの作製には約10年の歳月を要した。MSS-ENCは、JICAや国土交通省・海上保安庁の努力ばかりでなく、日本財団、マラッカ海峡協議会、笹川平和財団等の民間支援もあって完成したものである。また、現地で調整にあたったJAMSの歴代の所長、副所長の献身的な協力に謝意を表したい。

MSS-ENCは、30年以上にもわたる我が国の水路技術支援の成果であり、諸先輩方の努力と苦勞の賜である。MSS-ENCによって、マ・シ海峡の安全がさらに向上することを切に願うものである。

参考文献

- 水路部（1981）：水路業務の国際協力，水路要報，第102号，46ページ．
- 水路部（1991）：水路業務の国際協力，水路要報，第112号，46ページ．
- 清水敬治（2000）：電子海図の作成とその取り組み，水路部研究報告，第38号，19ページ．

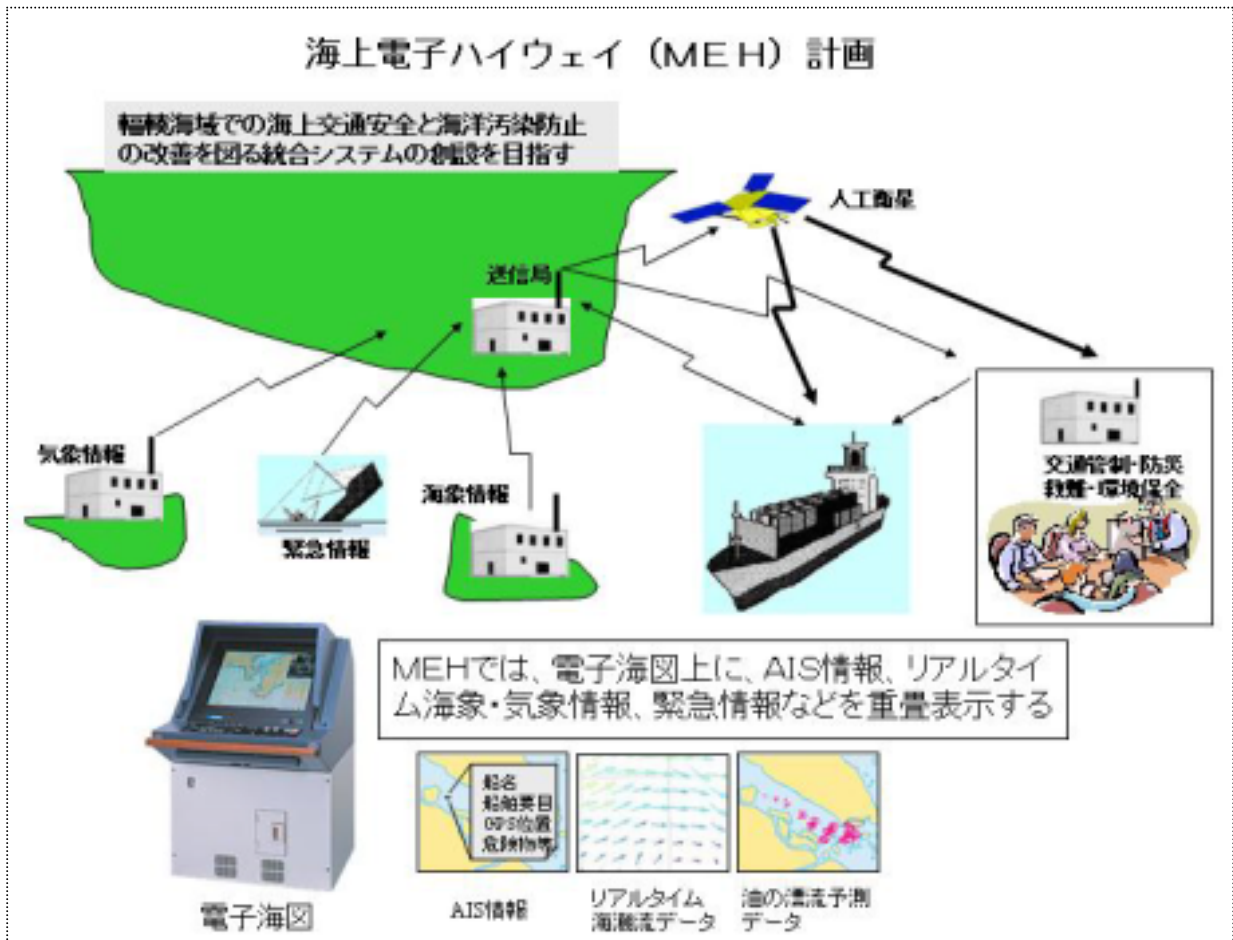


図6．海上電子ハイウェイプロジェクト（MEH: Marine Electronic Highway）

# 電子海図をめぐる国際的動向

- その3 -

片山 瑞穂\*

前号までの概要

136号 はじめに 1 電子海図に関する来歴 2 電子海図の分類  
137号 3 ECDIS 問題の再熟

4 ECDIS の搭載義務化に向けての始動  
2005年7月に開催されたIMOの第51回航行安全小委員会(NAV51)では、前号で触れた各国及びコレスポンデンスグループ(CG)の提案による論議がなされた。

NAV51冒頭の全体会議での提案趣旨説明では、「IHOによるENC刊行は今後5年間で十分整備されることが予想されるので、全SOLAS対象船は2010年以降、高速船は2008年以降ECDISの搭載を義務化すること。また、ECDISでラスター海図を利用する時のバックアップとして所持が要求されている「適切な最新の紙海図集」の定義をECDIS性能基準に加える改正提案”(ノルウェイ)。IHOからは、「ENCの整備が進んだ海域も増加していることやラスター海図の刊行状況と有効性などの報告」。「ECDISにAIS(船舶自動識別装置)やVDR(航海データ記録装置)とのインターフェイスを新設する等の性能基準の改正提案”(ロシア)。「ENCが整備されていない状況でECDISのみを強制化することは時期尚早であることや、強制化を図るためには客観的な指標を用いた評価(FSA: Formal Safety Assessment)が必要であること”(日本)等が述べられた。

これらの意見を踏まえて、作業委員会(WG)で検討することとなり、議長指示の項目に従

\*海事補佐人・O.E.F顧問評議会役員

(片山海事技研事務所)

ってWGでは以下の合意を得、全体会議に報告された。

(1)SOLAS条約第V章19規則の改正に

よる「適切な最新の紙海図集」の定義、およびECDIS搭載強制化の検討関連。

- ・現時点においてECDISの運用要件を検討することは、NAVに指示された委任事項ではないこと。
- ・CGが提案した規則改正案のとおり、適用の優先順位を船種で分けることは適切であり、同提案に基づき、ECDIS運用要件の検討をNAVの新規検討項目として認めることをMSCが決定するよう要請すること。
- ・現在の増加率でENCの整備が続く限り、CG提案の期限までには十分なENCが普及することを確認していること。
- ・高速船および大型旅客船以外の船舶について、ECDIS搭載に関する評価をFSAで実施し、その結果を運用要件に反映すべきであること。

(2)ECDIS導入を可能とするための適切なFSAの検討関連。

- ・ノルウェイが実施した大型旅客船のECDIS搭載に関するFSA結果を拡大して、他の船舶についてもFSAを実施することを、英国、ノルウェイ、ロシア、スウェーデンが表明した。FSAの要素には、原則として、次の項目が考慮されること。

性能基準の現状と分類

ENC の刊行状況

乗組員の訓練と習熟

**(3) 高速船への ECDIS 搭載義務化のための規則改正の検討。**

高速船への搭載義務化のための高速船コード (HSC コード) を改正すること。

**(4) 「適切な最新の紙海図集」を選定するための情報源として、IHO による海図カタログ整備へ協力することの検討。**

「適切な最新の紙海図集」の選定を容易にするため、利用できる公式海図のオンラインカタログを IHO が整備することに対して、各国が協力すること。

(著者註：このオンラインカタログの製作仕様案は NAV51 に提出された。)

**(5) 「適切な最新の紙海図集」を明確にするための回章文書案の検討。**

領海内を通航する船舶が ECDIS でラスター海図を利用している場合、“その沿岸国が当該船舶に対して特定の紙海図の所持を要求すること”が ECDIS 性能基準の改正項目として検討されたものの、EEZ 外および領海内から EEZ の海域において、主権の行使に整合性がとれないこと等から本件は次回 NAV52 までの検討事項とするよう全体会議に要請すること。

**(6) NAV52 へ向けた CG への改正検討事項の検討関連。**

- ・提案文書で指摘された事項を含む ECDIS 性能基準改正案の策定。
- ・改正 ECDIS 性能基準案の草案作成。
- ・IMO 規則としての ECDIS 運用の検討を行なうこと。

## 5 ECDIS と FSA (Formal Safety Assessment)

ECDIS 問題については、3つの観点からの論議がある。それらは、SOLAS 条約による ECDIS の搭載強制化の問題と、IMO の ECDIS の性能基準の改正の課題と、ECDIS



ロンドンにある IMO 本部



IMO の本会議場にて (向かって左端が著者)

の有効性の論議である。

近年、IMO においては船舶への搭載義務化を決定する時に正式な有効性の評価を行なうことを推奨しており、その手法は、幅広くかつ十分に検討した上で合意されたりリスク評価基準を定める事が望ましく、それは明解でなければならないとの指針を示している。

この章で採り上げる事項は、電子海図とはちょっと離れる部分があるが、国際的な論議の動向として、ECDIS の有効性についての話題とその評価法について触れておく。

ECDIS の有効性の評価は、ノルウェイが大型旅客船の例を挙げて行い、IMO の NAV に FSA 結果として報告した。

その評価法はベイジアン・ネットワーク (Bayesian Network) と言う手法を使ったもので、結果として「ECDIS は有効である」と



の結論を出している。

評価法はかなり専門的で数字をもって示すものであるため、文章での説明ではほんの概要になるが、ベイジアン・ネットワークとは、不確かな出来事の連鎖について、確率の相互作用を集計する手法で、不確実性を扱うための計算モデルとして広い分野で利用されている。

海難事故のように、一寸した要因があつて事故に至るまでの間に、色々な人的対応の可能性や設備の仮定など考えられる防止策があつて、そのどれが主要因になるか分からないような場合に、ある一つのもの（この場合はECDIS）があつた場合にどのような結果になるかを計算して解明できる手法である。

要するに、分からないもの、複雑なもの、不確かなもの、条件の多いものを、分かるところから、できるだけ確かな計算をして予測しようとするものである。

それには、できるだけ確かな過去の実績や統計が基礎資料として有用であり、もし計算の時点で判らなくても、後に判明したり集計結果が得られたりした場合に、不確かであつたその部分に正確な数値を代入すると、連鎖的に結果の値が修正される便利さもある。

この手法では、最終的に、座礁による船客あるいは船員の死亡確率と船舶の経済効率の統計上の目標値に対して、ECDIS を装備することによる効果とその費用の対比で有効性を判断しようとするものであり、その付帯作業として、船型、船種、乗組員・船客数、航路、航海日数・回数、ENC の整備状況、不確実性の仮定などのモデリングが必要となる。ENC の整備状況では、さらに航路の航法に適した縮尺の ENC が整備されているかどうか大きく関わり合う。

わが国も、(財)日本船舶技術研究協会の評

価プロジェクトで、この問題を探り上げたが、上記のノルウェイの大型旅客船のモデルでは、モデリングの内容から、SOLAS 対象船全てを代表して論ずるには相応しくないとして、それでは扱っていない貨物船についての評価を同じ手法で行なつた。

モデルには下記の4種類の船種と航路を選んだ。

タンカー（乗船者 22 人）7 航海/年：  
横浜～マレーシア・シンガポール海峡  
～ラスタヌラ（サウジアラビア）

鉱石運搬船（乗船者 22 人）  
11 航海/年：大分～アローストレート  
～ポートヘッドランド（豪州西岸）

コンテナ船（乗船者 22 人）  
5 航海/年：神戸～マレーシア・シン  
ガポール海峡～スエズ運河～ロッテ  
ルダム

車運搬船（乗船者 22 人）  
5 航海/年：名古屋～パナマ運河～ニ  
ューヨーク

の代案で、同船種で航路を、東京  
～名古屋～パナマ運河～ニューヨ  
ークとした

この評価過程で、ECDIS の論議には当然該当航路の ENC の整備状況は関わり合うが、トラックコントロールシステム（TCS：自動航路維持システム）を ECDIS に従属するものとするか、独立のシステムとするかで異なる結果がでる事が分かり、前記のノルウェイの評価では、運用の実態に合わせて、TCS を ECDIS に従属するものとして計算しているが、現行の SOLAS 搭載要件は別であり、さらに、ECDIS と組み合わせ得るレーダーなどの他の搭載義務品を考慮するとますます条件は広がってくる可能性があるため、ここでは、TCS の影響までを対象とし、有る場合と無い場合それぞれについて検討した。

判定基準には下記の指標が使用され、結果

として、全航路とも ECDIS の実質費用対効果(NCAF)は認め得る範囲であるが、航路についての総費用対効果(GCAF)は許容外という数値が示された。

この結果を分析してみると、名古屋港を出てパナマ運河を通過してニューヨークに行く航路は、全航路長に対して座礁の危険性のある航路の部分が短い、言い換えれば航法に応じた縮尺の ENC が役に立つ部分の比率が小さいことによって のルートが GCAF 評価で許容外という数字が出たが、この航路が東京 - 名古屋 - パナマ - ニューヨークであるとすると、結果は異なっており、ECDIS の有効性は許容範囲に入ることになり、ENC の整備状況は重要なファクタであることが判明した。

本稿で使用している用語は下記のような意味合いであることを参考にされたい。

- ・安全対策 (RCO : Risk control option) : 合理的な安全対策。
- ・許容範囲 (ALARP : As low as reasonably practicable) RCO を実行して、費用対効果が適切であると認められる範囲。人命損失数に対応して上下限がある。
- ・総費用対効果 (GCAF : Gross cost of averting fatality) : 導入する際のコストを、導入することにより低減するリスクで除した値。IMO では、この値が、300 万ドル以下を有効の目安として使われている。
- ・実質費用対効果 (NCAF : Net cost of averting fatality) : 導入する際のコストから、得られる経済的利益を引いた値を、導入することにより低減するリスクで除した値。

この評価結果は、MSC81 (2006 年 5 月開催) に提出し、さらに詳しい解説をつけて NAV52 (2006 年 7 月開催) に提出した。

## 6 搭載要件

ECDIS の搭載要件については、NAV50 (2004 年) で設立された CG による検討結果の報告として、SOLAS 第 V 章 19 規則を「3000 総トン数以上の、国際航海に従事する全船舶、500 総トン数以上のタンカー、内航船を含む 500 総トン数以上の旅客船に、2007 年より段階的に搭載の義務化をする」ように改正する趣旨 (導入年月の案も含まれていたが省略) の提案がなされたが、最終的に NAV51 (2005 年) では、「ECDIS の搭載義務化に関わる案件は、NAV 小委員会の議題及び作業計画に含まれていない」という理由で、更なる検討には上部委員会 (MSC) の決定が必要であるとの合意がなされ、この CG 提案は取り上げられなかった。

もっとも、この決定に際しては、最終日の全体会議で、パナマから「WG で検討して結論を出さずに懸案事項とする」ことと、「WG では全く触れずに、提案内容を、未定事項として記録に残す」こと、あるいは「却下して記録にも残さない」とすることには大きな違いがあり、「当小委員会の冒頭の全体会議での、ECDIS 強制化の検討は行なわないとする趣旨を履行するよう」ECDIS の強制化を示唆するような表現に配慮した強硬な意見が出され、パナマを支持する国々と「提案だから報告に載せても矛盾はない」とする英国らの意見を支持する国々とがほぼ拮抗して、議場は二分し、理事会の助言を求めることも含めて論議は紛糾した。

余談になるが、この年の NAV 会合では、特に意見が対立する案件も少なく、順調に日程を消化し最終日は WG の報告を採択して早めに終わるであろうと皆が楽観していたが、この論議だけに大半の時間を費やした。これは ECDIS 強制化問題への各国の過敏な反応がうかがえる側面でもあった。

さて、ECDIS の搭載要件の決定のためには、前章の論議にもあるように、FSA による検討

を行なった後に ECDIS の有効性を判断して要件を決める必要があり、従って 2006 年 5 月に開催される MSC81 で FSA が検討され、2006 年の NAV52 の検討結果を同年 12 月の MCS82 で承認されて、早ければ、2007 年 5 月の MSC83 で、改正案の採択がなされるのが、最も早い導入スケジュールになりそうである。

一方、高速船に関しては、HSC (High Speed Craft) コード 2000 の第 13 章 (船舶航行システムと機器、及び航海データ記録装置) に下記の条項を加える改正提案が採択されて承認のために MSC に送られることとなった。

#### 規則 13.8 航海用海図と航行刊行物

- 1 3.8.2 に下記の項目を追加する。
  - 3.8.2 高速船は、以下のように、電子海図表示装置(ECDIS)を設置すべきである。
    - .1 [2008 年 7 月 1 日]以降に建造される船
    - .2 [2008 年 7 月 1 日]より前に建造される船：[2010 年 7 月 1 日]までに。
- 2 現行の番号 13.8.2 を 13.8.3 に変更する。

### 7 性能基準改正案

現行の ECDIS の性能基準は、1995 年に最初の IMO 決議 A.817(19)を採択した時点では、それまでに実船実証実験は重ねたものの、今日の状況を予測することが不可能であった部分も含め現状における普及状態との整合が必要となっている。

この A.817(19)は、1995 年 11 月 23 日付で発効し、その後バックアップ要件が必要とのことで 1996 年 12 月に改正され、さらに RCDS が認知されて、1998 年 12 月に改正が行われて現行の基準となっている。

現行基準はこのような経歴をもち、改正部

分を Appendix の追加で処理しているため、一本の基準を見るだけでは不十分なわずらわしさがある。

基の A.817(19)は、本文の他に Appendix 1 から Appendix 5 まであり、これにバックアップ要件として MSC 64(67) Annex 5 の改訂版で Appendix 6 を追加し、また RCDS の要件として MSC 86(70) Annex 4 の改訂版で Appendix 7 を追加したものである。

また、電子表示技術の進歩や ECDIS に関連する機器の機能や、ENC に関連する IHO の規格類の改正などもあって、何らかの修正を必要とする機運は生まれている。

ECDIS の性能基準に関しては、ギリシャと IHO が共同で、現状に即した若干のエディトリアルな修正提案を、またロシアは、レーダー映像重畳や ENC の更新手段など現在オプションで採用されている機能等を標準に織り込む提案を、さらにドイツは、ECDIS がその導入当時は単体として使われることを想定して性能基準が決められているが、ECDIS は船橋設備の情報表示の統合の中心的役割があり、また INS(Integrated Navigation System)などの統合化航法システムの中心機能であることから、システムの一環としての観点からの改正案を提出した。

MSC80 ではこの課題を 2006 年に開催される NAV52 の議題に採り上げることとし、ECDIS 対応グループ(CG)には、上記の現行性能基準を NAV51 の審議と MSC80 の決定事項を考慮に入れて NAV52 に改正案を提出するよう委任した。その中には、現行基準の統合化改正をはじめ、海図カタログの暫定仕様案の策定等が含まれた。

新たな CG はノルウェイが前回に引き続きコーディネータを引き受け、文書による意

見交換と併行して 2006 年 2 月には IHO がホスト役となってモナコで CG 会議をも開催し、関係する技術的な問題の調整を行った。

CG ではまず、ECDIS 性能基準の改正の範囲について包括的な改正か、あるいは基準を整理するだけにするかの議論がなされた。

ドイツは、ECDIS の性能基準は他の応用と用途のために ECDIS/ENC 情報の使用を容易にするために包括的に書き直されなければならない、基準はモジュール式の構造で与えられなければならないという意見であり、INS と将来の e-Navigation (新しく提案される包括的な航海支援制度) 概念に適応させるために性能基準の構造上の再編集は必要となるであろうと強調した。

しかし、CG 内には性能基準の根本的な変更には、非常に時間がかかるであろうし、変更の結果の完全な調査を必要とするであろうとの懸念があり、むしろ性能基準の内容の編集上の再検討を行なうべきであるとする一般的な合意がなされた。

もっともこの課題は、当対応グループの委任事項の範囲外であり、MSC はじめ他のグループも関連してさらに多くの検討すべき内容を持つ作業であるとの考えもあった。

ECDIS 製造業界の代表は、現状と異なる ECDIS 性能基準文書を作るよりは基準に対する明確な説明が必要であると強調した。

結局、ECDIS 性能基準の再検討のための基本文書として、ギリシャと IHO による共同提案文書 (MSC 80/21/2) を使うことが決定された。

ドイツの提案文書は、基本文書として受け入れることには多数の支持者がいなかったものの、性能基準を改善するための多くの特定で詳細なコメントを含むため CG はこれらの提案も考慮に入れた。

こうして構造的な大幅な改正は行わない

として現行基準の修正検討を行なうこととなったが、ロシアはかなり多くの問題提起 (NAV 51/6/2) を行った。

レーダー重畳の義務化に関しては、海図の測地系が GNSS (Global Navigation Satellite System: 衛星による測位での航法) 航海に不適切な場合を考慮して支持する者もかなりあり意見が分かれたが、既存のインターフェイスの型式承認の問題をも配慮して受け入れられなかった。また、船位を計算してプロットできる機能の提案もかなりの支持があり意見が分かれたため、この文節をカギ括弧付 (保留) で改正案に残し、次回 NAV52 に提出して結論づけることとなった。

また、GNSS 航海で測地系が不適切の場合は警報を出す機能を要件とすべきとの提案に対しては他の機器機能でカバーできるとして受け入れなかった。記録機能の提案については、ECDIS が本来の目的から拡大されて電子航海日誌のような物にされたくないという思惑もあり、現在、包括的な検討をしている e-Navigation や INS の対応グループが彼らの検討事項として取り上げるように、CG 内で論議があったことを紹介するのがよいであろうと同意した。VDR (航海データ記録装置) などに必要な信号を出すインターフェイスの要件についても、INS あるいは将来の e-Navigation の作業グループで扱われるべきとの結論となった。

日本提案文書の中にある GPS システムの冗長性の欠如の指摘は、今後数年以内にガリレオ (欧州共同体が打ち上げ・管理する全世界的測位・通信・衛星システム) が実用化される事が期待できるので、ECDIS の性能基準に測位装置の必要条件を入れる必要はないとされた。

CG は NAV51 による委任事項を踏まえて性能基準の改正案を作成し、NAV52 に提出した。

また、ドイツによる包括的な改正提案は ECDIS 性能基準の将来の再編成として併せて提案されることになった。(つづく)

# 離岸流特性把握のための現地調査法

- 離岸流 その3 -

西 隆一郎\*

前号までの概要

136号(目で見る離岸流) 1 まえがき 2 自然海岸で発生する離岸流  
3 現地海岸で見る離岸流 4 海岸構造物が原因で生じた離岸流  
5 離岸流の探査指針(私案) 6 あとがき

137号(海岸の安全利用) 1 まえがき 2 海浜事故データの解析  
3 離岸流による海浜事故の発生状況 4 離岸流に流されるとどうなるか 5 あとがき

## 1 まえがき

海浜事故に対する離岸流の重要性を最初に指摘したのは Shepard(1936)とも言われる。離岸流を含む海浜循環流に関しては、古くは Shepard and Inman (1950), Noda et al. (1974)らの研究が、そして、離岸流そのものについては、Bowen(1969), 日野(1973), 堀川ら(1976)による代表的な研究がある。また、これらの研究以降も離岸流に関する学術的知見が蓄積されたが、海域利用者の安全を図ることや、水難事故(海浜事故)の予防を目的としたものではなく、海浜事故が劇的に減少することはなかった。

さて本稿で取り上げる「離岸流」は、漢字をそのまま読めば岸から離れる流れである。つまり、流れの向きを示しているが、流れの強さあるいは流速に関する指標は含まれていない。離岸流といえば、オリンピック選手でも逆らって泳げないとか、秒速2mぐらいと言う話が一人歩きする傾向があるが、基本的には、「沖向きの速度成分を持つ流れ」として離岸流を定義すべきである。加えて、離岸流による水難事故を予防すること、そして、事故が発生した場合の救難・捜索活動にも資することを目的とすれば、隣接河口部からの河川蛇行流や、その他の物理要因で引き起

される沖向きの流れもできるだけ含むべきである。

近年、水難事故予防と言う観点に基づいた離岸流の現地調査の必要性が再認識されるようになり、高橋ら(1999), 出口ら(2003, 2004), 西ら(2003, 2004)により、離岸流の現地調査が行われている。この離岸流は、海底地形や海象条件に強く依存するので、現場毎の調査が必要となる。そこで、例えば、海岸管理者や救難関係者が必要とするような離岸流の調査方法について、以下に説明することにした。

## 2 観測の心得

離岸流を含む海浜流系の観測では、観測機器が離岸流域、向岸流域、そして沿岸流域に適切に配置されている必要がある。基本的には、現地観測前の上空探査あるいは現地踏査時に流況を把握し、写真1に示すように各種計測機器の配置位置を概略設定しておくことが望ましい。

離岸流観測では、干潮時の機器露出に伴う雷雨被害、機器に海域利用者が衝突することによる利用者の被災、地引網等などの浅海域漁業者との調整、海岸管理者との占有許可の協議、そして、海上作業に関する海上保安庁との打ち合わせなどに留意する必要がある。また、現地観測時に直面する具体的な問題は、

\*鹿児島大学水産学部環境情報科学講座

「どこで・いつ」観測するか、そして、どこにピンポイントで計測器を設置するかということである。観測地を決定するには、観測の立案者が離岸流探査能力を持っている必要がある。この離岸流探査に関しては、陸上探査と上空探査があり、どちらかの方法で調査箇所を選定しなければならない。探査指針の参考資料は、ホームページ

<http://oce.oce.kagoshima-u.ac.jp/~kaigan/sediment/ripcliphp/ripdetection.pdf> などにある。また、場合によっては、既往の事故例のある海岸を選ぶということもある。

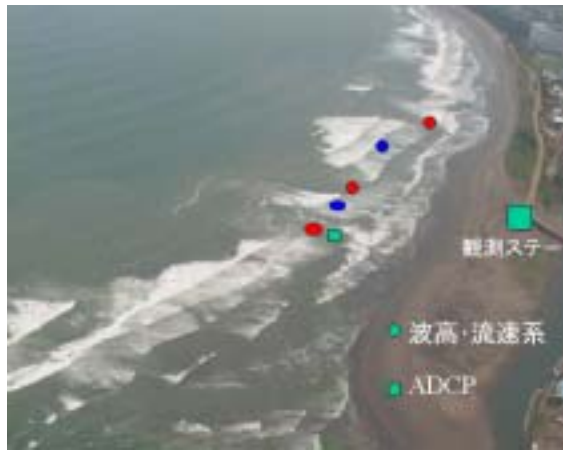


写真1 現地観測における機材配置状況

### 3 観測方法

観測地が決めてしまえば、次に、調査項目を確定しなければならない。当然、離岸流が「どこで・いつ・どれくらいの速さで」発生するかが最も明らかにしたいことである。補足的には、離岸流に流された場合にはどのように対処すべきか、そして過去に事故が起きたか検討すべきである。したがって、調査内容は、主に発生位置、発生規模、離岸流速度、発生時間、発生頻度、および、海象・気象条件との関連性であるので、具体的には、流速、波浪条件、海底地形及び汀線位置、風向・風速、水温そして、気象などを記録する計測器が必要となる。以下に、それぞれの調査項目毎にどのように調査し、どのような結

果が得られるかを示す。

#### (1) 流れを計る

沿岸域の海浜流速度を計測するには、2種類の方法がある。一つは、流れとともに移動しながら速度を計るラグランジェ的な流速計測であり、簡単な言葉では漂流速度を計測することである。類似の手法であるがシーマカなどの染料を流し、その拡散状況を見て、流れが速いか遅いかの確認も出来る。2つ目は、流軸上などの任意の地点に計測器を固定して、固定点を通る流れの速さを計測する手法で、オイラ的な流速を計ることになる。漂流速度のようなラグランジェ的な速度を計測するのに、写真2に示すようなGPSフロートが効果的である。



写真2 小型GPSフロート

GPSフロートは流速を直接計測しているわけではなく、位置情報と時刻情報があるインタバルで計測している。よって、流速を求めるには、移動距離を時間で割るという操作を介して間接的に移動速度を求めている。したがって、位置情報の精度が高ければ高いほど、推算流速の精度が高い。現在、水平位置情報の精度は、DGPSであれば多くの場合に1m以下程度であり十分な精度であると考えられるが、単にGPSを使用する場合には数mから10m程度の精度になる。よって、流速を求める場合には数個程度の移動平均を介して、平均速度を求めているという認識を持つべきである。図1と2にGPSフロートの漂流経路と

平均漂流速度の例をそれぞれ示す。

なお、漂流速度の概況を知るには必ずしもGPS センサ - などを用意する必要は無く、漂着している流木やペットボトルを流れに投入しストップウォッチで移動時間を、そして、目視で概略の移動距離を算定する方法もある。あるいは、移動距離と経路を費用をかけずに計測する手法としては、平板を2台用意して、三角測量の原理を応用する手法もある。

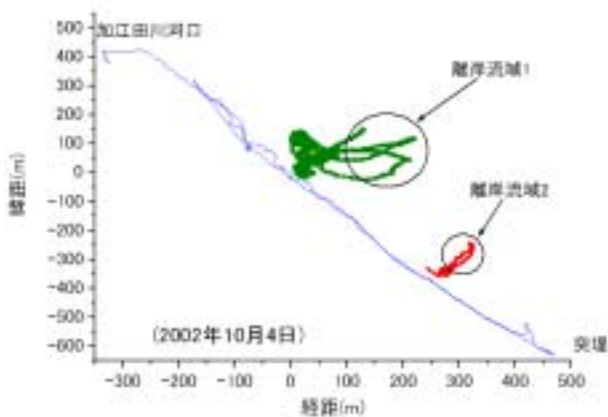


図1 GPSフロ - トの漂流経路

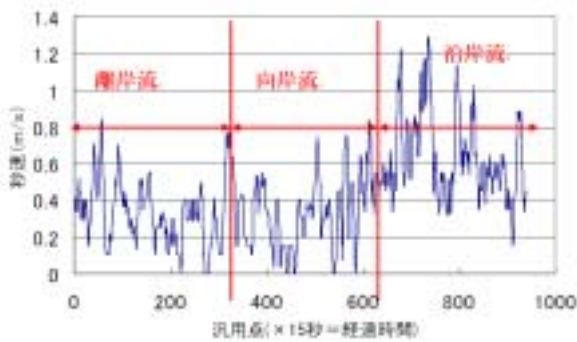


図2 GPSフロ - トの漂流速度

次いで、海底面に固定して、流速センサ - 周りのオイラ - 的速度を計測する機器に、電磁流速計がある。また、センサ - 上の水柱を複数の層に切り、鉛直方向の各層の流速を超音波で計測する ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) も利用可能である。電磁流速計は通常2成分の流速が測れ、ADCP は鉛直成分を含む3成分の流速も計測できる。電磁

流速計センサ - を含む海象計および ADCP を写真3に示す。得られた観測記録例を、図3と4に示す。

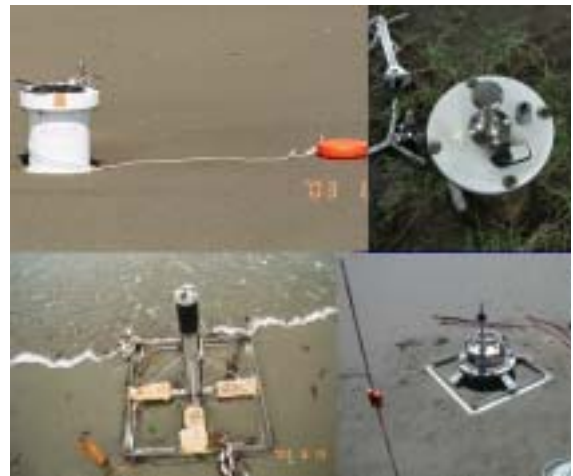


写真3 WaveHunter94, DL-2, ADCP

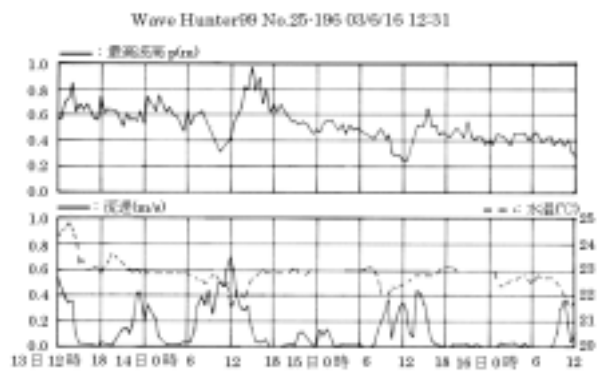


図3 平均水位・水温・離岸流流速の時系列データ

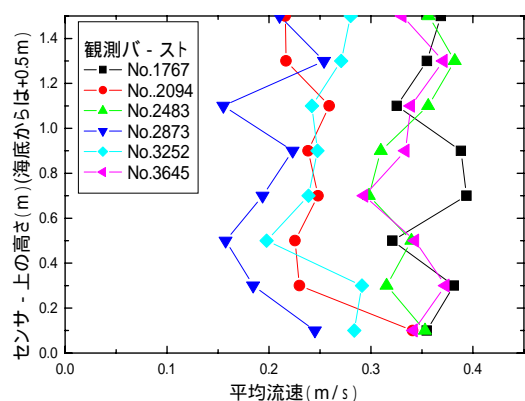


図4 ADCP による水平流速の鉛直分布

なお、離岸流観測では計測器を水深の浅い

砕波帯内に設置するために、潮汐に伴う水深低下や砕波による気泡の存在などで、ノイズデータを記録する場合もある。ただし、離岸流を捉える計測器の設置水深とノイズデータの包含は、常にトレードオフの関係にあり、現実的な見極めが必要である。

### (2) 波浪・潮位(平均水位)観測

離岸流の駆動力となるのは砕波帯内外の平均水面の勾配であるが、この勾配を生じさせる直接の因子は入射波浪である。また、平均水面の平面分布には砕波波高及び砕波位置が影響する。砕波波高と局所水深の間には、次の関係がある。

$$H_b = \Gamma \cdot h$$

ここで、 $H_b$ は砕波波高、 $\Gamma$ は波高水深比(砕波係数で一般に0.78のオーダー)、 $h$ は局所水深である。言い換えれば、複雑な海底地形を示す砕波帯内外では、潮汐により局所水深が変化すると、沖波波高は同一でも、砕波位置および砕波波高が時々刻々変化し、その結果、離岸流を含む流況も変化する。したがって、入射波の条件は流れの強さに大きく影響するが、式(1)の関係を通して、潮位も離岸流の強さや位置に影響する。

離岸流特性を明らかにするには、図5と6に示すように波浪条件(波高と周期)と潮位(平均水位)を計測する必要があり、写真3に示す計測器などを用いる。ただし、これらの計測機器は高価なので、水圧センサーとデータロガーだけを内蔵した比較的安価な計測器を用いることもできる。

データ整理上も、波高が大きくなればなるほど、離岸流の流速が早くなると考えられるので、入射波高としては図5に示すように数十cm程度の小さい波高から10mに及ぶような最大波高にわたる海象条件下で流れの現地観測が実施できれば、離岸流の物理特性がより詳細に分かるはずである。ただし、砂質海浜での海象調査では、高波浪が来襲する条件

では、海底地形がダイナミックに変化し、かつ、計測機器に作用する流体力も非常に大きいため、計測機器が埋没したり、場合によっては消失する場合もある。したがって、砂質海浜での現地観測には、十分な配慮が必要である。

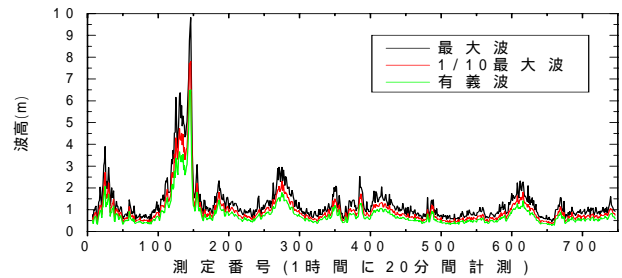


図5 波高計による波高観測記録

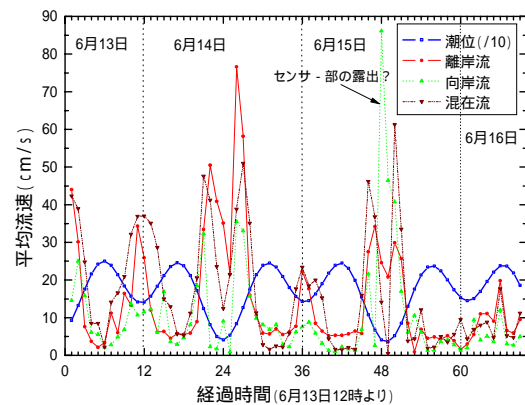


図6 波高計による潮位観測記録

### (3) 水温調査

離岸流調査における水温観測の必要性は、議論の分かれるところである。しかし、水難事故の体験者が、「急に水が冷たくなったら流され始めた」との証言を行なっている場合もある。これには、複数の原因が考えられる。例えば、水温の低い外洋水が低層から離岸流域に供給されている、水温の低い河川の蛇行流などが沖に流れているなどである。また、波高計・流速計に付属した水温計の記録を見ると、確かに離岸流が発達した時間帯に水温が低下した記録もある。そこで、海水面の水温分布を計ることで、離岸流の発生域が分か



るのではないかと考え、熱赤外線カメラで離岸流発生域の画像を撮影したものが、図7である。図中、破線で囲った領域は周りより海面温度が低い領域で、染料やフロートで確認した離岸流発生域と重なっていた。その後、別の海岸で海面温度の平面分布の調査を行ったが、その場合には明瞭に判別できるような温度分布を得ることができなかった。よって、現状としては可能性があるということを指摘するにとどめる。ただし、高高度から撮影した衛星画像の温度センサデータに、観測地にある河川周辺海岸で低水温領域が発生しているものもあるので、観測回数を積み重ねれば、予報に役立つ良い結果が得られかもしれない。

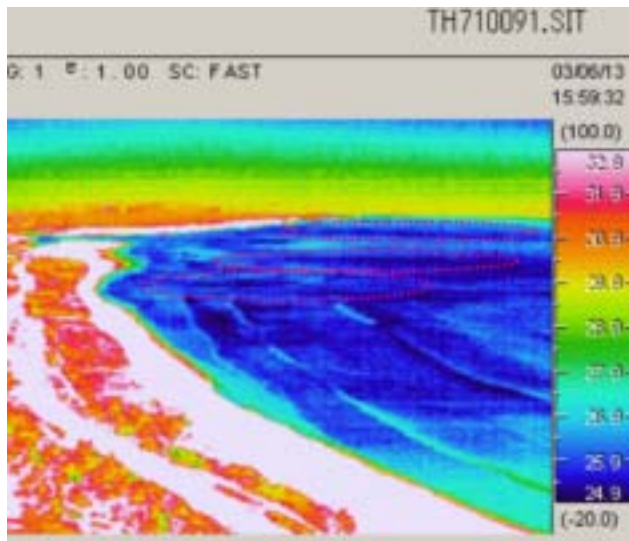


図7 離岸流域の熱赤外画像と可視画像

#### (4) 染料の移流拡散実験

誰でも分かるように流況を示す最も簡単な手法は、写真4に示すように染料を投入し流れに色づけを行なうことである。ただし、これも離岸流がどこに発生するか見極めをつけた上で、離岸流付け根辺り、あるいは、離岸流に流量を供給している feeder current に適切に投入する必要がある。

通常、シマカを染料として使用するが、海難救助に関係する機関にあらかじめ連絡しておかないと、海難事故の発生と間違わ



写真4 染料実験で示された離岸流

れる可能性もあるので注意が必要である。また、染料実験後には、染料袋など漂流・漂着するものに関しては、事後のトラブルを回避するためにも、回収をする最低限の努力が必要である。

#### (5) 汀線・海底地形調査

離岸流の発生要因には、長周期波によるものや流体力学的な不安定性に伴うものもあると考えられるが、最も発生頻度が高いと考えられるのは地形(自然地形・人工構造物地形)性の離岸流と考えられる。したがって、波・流れ・潮汐の計測と同様に、浅海域の海底地形の調査(測深)が必要である。

少なくとも、精度のよい測深データが得られれば、離岸流の発生しやすい箇所の推定は可能である。また、浅海域の海底地形の指標として、汀線位置(形状)を使用することもある程度可能である。マルチビームなどのハイテク測深器であっても、水深が数mから0mの範囲にある砕波帯内では、面的な測量と言うよりは測量船直下の線的な測量に近い形になり、かつ、砕波に波乗りするなどの危険性もあり、図8に示すような砕波帯を含む浅海域の詳細な深浅測量は困難である。そこで、場合によっては図9に示すようなGPSで計測した汀線位置情報に基づいて、浅海域海底地形の推定、及び離岸流発生位置の推定を行なうことも可能である。

なお、離岸流による海浜事故に関する数値予報を正確に行なうには、0.5mから1m程度つまり海域利用者の歩幅程度の空間分解能を持つ海底地形データに基づいて、海浜流の計算を行なう必要がある。

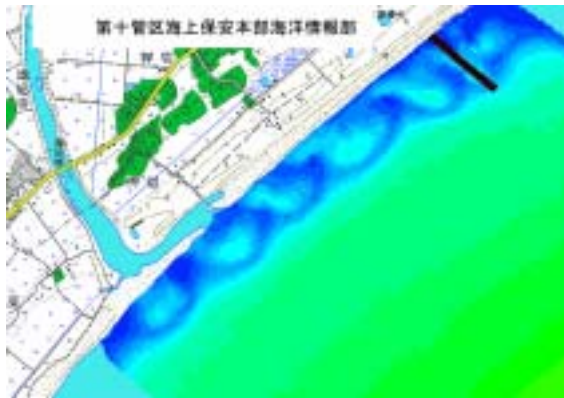


図8 マルチビーム測深で得られた離岸流の発生しやすい海底地形（D.L. 2.0mより浅い領域は測深されていない）

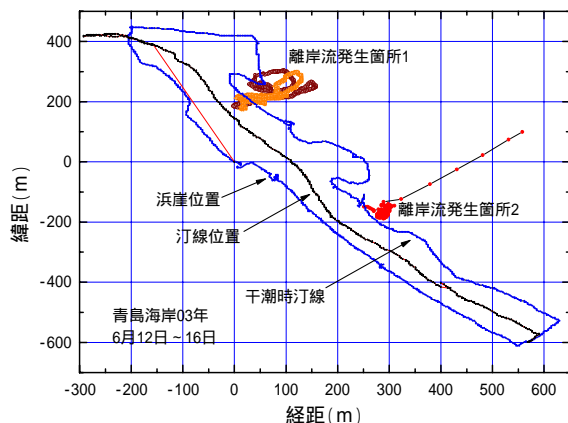


図9 GPS および GPS フロートにより計測された干潮時汀線，満潮時汀線，および離岸流発生箇所

1m以下という空間高分解能の格子間隔の砂浜地形データは、図10に示すように3Dレーザープロファイラーを適用すれば可能である。ただし、このシステムは水中下の地形に対しては適用できない。しかし、近年は海底地形の航空レーザー測深も可能になっており（例えば、Irishら、1994）、我が国沿岸域の航空レーザー測深データの蓄積に期待する

次第である。

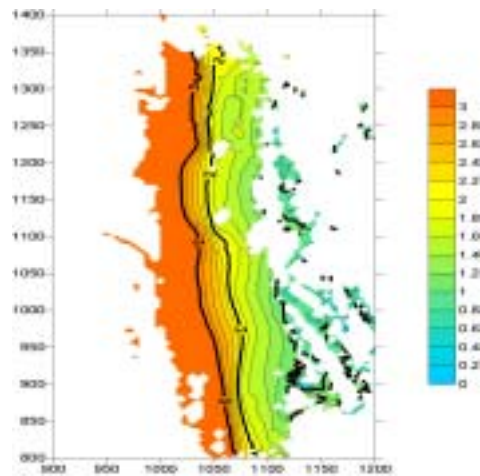


図10 三次元レーザープロファイラーで測量された水面より標高が高い砂浜地形

#### 4 あとがき

現地調査で留意すべきことをまとめると、

- (1) 離岸流の発生箇所や空間規模などの流況を把握するには、空中写真、フロート、GPSフロート、および、染料の使用が適している。
- (2) 波浪に関しては、波高と周期、および、波向きを固定点で計測する必要がある。この内、波高と周期だけを計測する場合は、水圧センサー式の小型計測器で十分である。
- (3) 流速は、電磁流速計などで水平2成分を測る手法と、ADCPで鉛直成分を含む三次元平均流速を多層観測する手法がある。
- (4) 海表面の水温平面分布を用いて離岸流の発生位置を特定するには、より多くの観測を積み重ねる必要がある。
- (5) 地形性の離岸流を把握するには、極浅海域地形の測深（測量）が最も重要である。この砕波帯周辺の測量には、水準測量と音響測深の組み合わせが現在は一般的であるが、技術的にはMacMahan, J. (2001)によるジェットバ

イクに搭載したマルチビーム測深などのハイテク応用測量なども可能となっている。

最後に、離岸流調査では、現場で適宜判断できる能力が必要である。例えば、観測期間については、基本的に潮汐が関係すること、ある程度の入射波高が作用する必要性があること、加えて、有意な潮位変動のある海域では大潮の干潮時に機材の設置と回収を行なう方が作業性は高いことなどを考慮して、約2週間から4週間を一つの目安に判断すべきであるが、高波浪の作用で機材が回収不能と言う事態も起こり得るので、観測毎に適宜判断すべきである。

謝辞： 本稿をまとめるに当たっては、第十管区海上保安本部海洋情報部の諸氏、鹿児島大学工学部海洋土木工学科西研究室の(元)学生諸君、(株)国際航業の観測部員諸氏の参加のもとで行なわれた現地観測の調査結果などを利用させていただいたことを記して、謝意とさせていただきます。

(つづく)

#### 参考文献

- 高橋重雄・常数浩二・鈴木高二郎・西田仁志・土棚毅・小林雅彦・小沢保臣(1999): 離岸流に伴う海水浴中の事故発生に関する一考察, 海洋開発論文集, 第15巻, pp.743-748.
- 出口一郎・荒木進歩・竹田怜史・松見吉晴・古河泰(2003): 鳥取県浦富海岸で観測された離岸流の特性, 海岸工学論文集, 第50巻, pp.151-155.
- 出口一郎・荒木進歩・竹田怜史・吉井匠・大利桂子・竹原幸生(2004): 浦富海岸で観測された地形性離岸流の特性とその予測について, 海岸工学論文集, 第51巻, pp.136-140.
- 西隆一郎・萩尾和央・山口博・岩根信也・杉尾毅(2003): 水難事故予防のための離岸流調査に関する基礎的研究, 海岸工学講演会論文集 第50巻, pp.156-160.
- 西隆一郎・山口博・岩淵洋・木村信介・村井弥亮・徳永企世志・古賀幸夫: 宮崎県青島海岸

での離岸流観測 - 水難事故予防のために -, 海岸工学講演会論文集 第51巻, pp.151-155, 2004

日野幹雄(1973): 海浜流系の発生理論(3) - 単純化され理論 -, 第20回海岸工学講演会論文集, PP.339-344.

堀川清司・佐々木民雄・堀田新太郎・桜本弘(1975): 海浜流に関する研究(第3報) - 海浜流系の規模 -, 第22回海岸工学講演会論文集, pp.127-134.

Bowen, A.J. and D.L. Inman (1969): Rip currents. 2. Laboratory and field observations, Journal of Geophysical Research 74(23), pp.5479-5490.

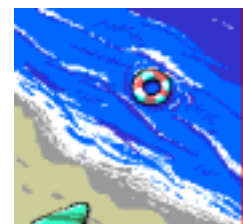
Irish, J.L., W.J. Lillycrop, L.E. Parson and M.W. Brooks (1994): SHOALS system capabilities for hydrographic surveying, Proceedings of Dredging'94, pp.314-321.

MacMahan, J.(2001): Hydrographic surveying from personal watercraft, Journal of Surveying Engineering, Vol.127, No.1, pp.12-24.

Noda, E.K., C. J. Sonu, V. C. Rupert, and J. I. Collins (1974): Nearshore circulations under sea breeze conditions and wave-current interactions in the surf zone, Tetra Tech No. TC-149-4, 205 p.

Shepard, F.P. (1936): Undertow, rip tides or rip currents, Science, LXXXIV:181-182.

Shepard, F.P. and D.L. Inman (1950): Nearshore circulation, Proc. of First Coastal Engineering Conference, pp.50-59.



## 平成 17 年度水路技術奨励賞（第 20 回）

- 業績紹介 その 1 -

去る平成 18 年 3 月 17 日に同賞の表彰式があり、3 件 12 名の方々が授与されました（「水路」第 137 号で紹介）。本号から業績内容をご紹介します。ただし共同研究課題の場合、全容をご紹介できないこともあります。

### フェリーによる東京湾口の常時連続観測システムの開発と長期観測の実施

独立行政法人港湾空港技術研究所 鈴木高二朗

#### 1 はじめに

東京湾は従来より我が国の内湾、内海の中でも最も高密度に利用されている海域である。2006 年現在も、羽田空港再拡張事業、あるいは東京湾の環境を再生させようとする事業が実施中である。これらの大規模プロジェクト等を適切に推進していくうえで、東京湾の環境を的確に把握し、予測、管理していくことが重要である。そのためには、東京湾の環境の変化を観測によって調べることが求められるが、船舶などの交通量が多いため、観測船等を用いた連続的な海洋観測を行うのが難しい。特に、東京湾口は狭い海域を多くの船舶が出入りするため、海洋観測が極めて難しい。

東京湾口は、東京湾の海水と外洋水が出入りする唯一の場所であり、東京湾の海水の動きや水質の変化を知る上で極めて重要な海域であり、常時連続的な観測が求められていた。そこで、2003 年 12 月より、東京湾口を横断する東京湾フェリー株式会社所有の“かなや丸”に流況を計測する ADCP と水質・気象を自動で計測する装置を設置し、東京湾口の環境観測を開始した。

#### 2 東京湾口と東京湾フェリー“かなや丸”

図 1 は、東京湾の水深と東京湾フェリーの航路である。フェリーは神奈川県の久里浜港と千葉県の金谷港を船速約 6m/s で移動し、片道約 35～40 分で、毎日 AM6:20 から PM7:20 にかけて約 7 往復している。フェリーは東京湾海底深谷の上を横切っており、約 10km のフェリー航路を航行する間に水深は急に深くなり、フェリー航路付近の最大水深は約 170m である。

図 2 は、フェリー観測の模式図である。全断面の流向流速、表層の塩分水温等の水質、風向風速等の気象データを計測しており、フェリーの位置は GPS で求めている。観測されたデータは久里浜港着岸時に PHS でインターネットサーバーへ送信されている。

図 3 は、“かなや丸”の断面図であり、各種測定装置の設置位置を示している。多層流向流速計（ADCP）は船底中央部に、気象測定装置はフェリーのレーダーマストの上に、水質測定装置は機関室背後の右舷側にそれぞれ設置されている。

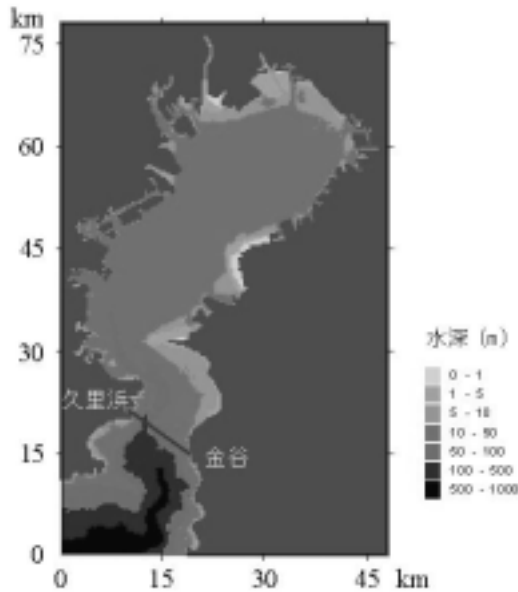


図1 東京湾の水深とフェリーの航路

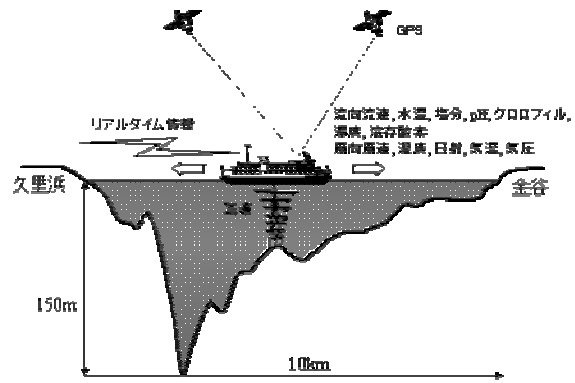


図2 フェリー観測の模式図

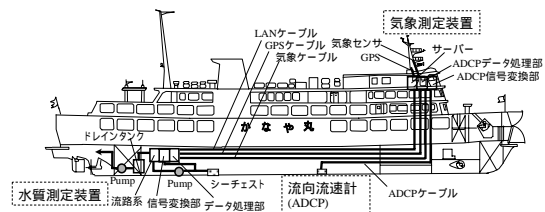


図3 フェリーの断面図と測定装置の設置位置

### 3 各種測定装置とその特性

#### (1) 流況流速計 (ADCP) (写真1)

流向流速測定装置は RD Instruments 社製船底装備型 Broad-Band ADCP (Workhorse Mariner ADCP) であり、船底に設置された ADCP 本体と、フェリーのブリッジに設置された PC、および ADCP デッキボックスで構成されている。ADCP の発振周波数は 300kHz であり、計測可能最大水深は 175m、ボトムトラックが可能な最大水深は 260m、音響発信器のビーム角は 20° である。

船底型 ADCP は、独自のジャイロコンパスを持たないため、フェリーに既存のジャイロコンパス (トキメック社製 TG-5000) からの方位信号を受けて流速成分を求めている。海水の対地流速は、ADCP で得られる各層の流れの対船流速から、海底からの反射波から得られる船速を差し引くことで得ている (ボトムトラックリフェレンス)。

フェリーの吃水は 3.4m であり、流速の鉛直プロファイルは水深 10.59m の位置から層厚 4m で 40 層計測している。流向流速データとしては 1.5s 間隔で測定される生データの 20s 平均データ STA (13Pings/Ens) と 60s 平均データ LTA (37Pings/Ens) があり、本資料では 20s 平均の STA データをもとに解析を行っている。この場合、船速が約 6m/s であるので、約 120m 間隔で 1 航海あたり 80 点ほどのデータが得られる。

通常 ADCP では海底面の直上に測定不能な水深域  $D=D_B(1-\cos\theta)$  ができる。ここで、 $D_B$  は船底直下の水深であり、 $\theta$  は ADCP のビーム角である。今回は、ビーム角が 20° であるので、海底から水深の約 6% が測定不能域である。

#### (2) 水質測定装置 (写真2)

水質の測定は、図4のように船底から自動で表層の海水を汲み上げて行っている。まず、シーチェストから 2m の位置に設置された船底水温計で水温を計測し、その後、その海水を海水分析装置に送って他項目の水質を計測している。

“かなや丸”は久里浜 - 金谷間を僅か 30 分で航行するため、船底から取り込まれた表層水が分析装置まで送られてくるまでのタイムラグを小さくする必要があるので、配管を 25A のパイプで結び、30l/min ( $5.0 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$ ) の高流量、高流速で海水を流している。また、配管内部は時間経過とともにスケール（付着物）が溜まり、内部抵抗が増加して本来の吐出流量が得られなくなる。そこで、造船所での加工がしやすく安価である鋼管を選び内部にスケールが付着し難いポリライニング加工を施している。また、スケール付着を極力防ぐため、スケール付着防止装置“スケールクリーン”を採用した。これは配管にケーブルを巻いて電磁でスケール成分を細分化しスケール付着を防止するものである。

図 5 は、海水分析装置の概略図であり、流量・水温・塩分・クロロフィル *a*・溶存酸素・pH・濁度が順に計測されている。分析装置の流路に流れ込んだ海水は大型ゴミを除去させる 5mm のフィルターを通過後、クロロフィル *a* を感度よく感知させるためにブースターポンプを経由して約 1.5l/min ( $2.5 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{s}$ ) に規定させて各センサーを通過させ、排水バッファタンクに流れ落ちるようになっている。船底水温を含めた各センサーのデータは、AD 変換された後に PC に 1 分間隔で保存されている。船速が約 6m/s であるので、約 360m 間隔でデータが取得されていることになる。なお、センサー自体の汚れを防ぐため、久里浜港および金谷港入港時には、分析装置内部に懸濁海水を流入させず、入港している間、生物付着防止液（塩素）を混ぜた海水を分析装置内部に流す方法をとっている。

水質測定装置に用いた各種センサー類の名称と仕様は以下のとおりである。

\* 船底水温センサー：Sea-Bird Electronics 製 SBE38( 測定範囲-5 ~ 35 ，精度  $\pm 0.001$  )

\* CT センサー：FSI 製 Excell Thermosalinograph( 水温測定範囲-3 ~ +45 精度 0.010 ，電気伝導度測定範囲 0 ~ 90mS/cm，精度 0.025mS/cm，塩分測定範囲 2 ~ 42PSU，精度 0.030PSU )

\* クロロフィル蛍光光度計：Wetlabs 製 ws-3-mf( 測定範囲 0.03-75  $\mu\text{g/l}$ ，感度 0.03  $\mu\text{g/l}$ ，蛍光波長 685nm，サンプリングレート 6Hz )

\* 溶存酸素計：AMT 製（ガルバニ方式，ガラスチップセンサー，測定範囲 0.07 ~ 200%飽和，精度 0.15%FS，なお，ガラスチップ線センサーは破損しやすかったため，現在，メンブレン方式へ変更予定である）

\* pH 計：AMT 製（測定範囲 2 ~ 11pH，精度  $\pm 0.05\text{pH}$ ）

\* 水中透過光型濁度計：Wetlabs 製 C-Star（光路長 25cm，波長 660nm，バンド幅 20nm）



写真1 ADCP



写真2 水質測定装置



写真3 気象測定装置

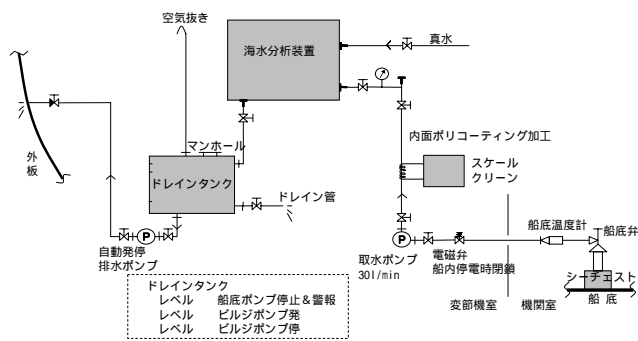


図4 水質測定用の船底配管模式図

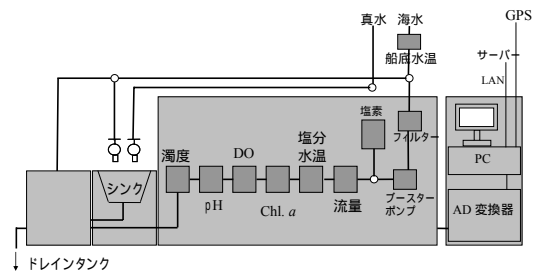


図5 水質測定装置配管模式図

### (3) 水質測定装置での時間遅れ

船底シーチェストから海水分析装置までは約 25m ある。配管の径が 0.025m、流量が  $5.0 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}$  であるので、管内流速は 1m/s となり、25s 程度で海水分析装置まで海水が到達するものと考えられる。また、海水分析装置内部では、分析装置内の管路が約 10m、配管の径が 0.005m、流量が  $2.5 \times 10^{-5} \text{m}^3/\text{s}$  であるため、31s 程度かかっていることになる。したがって、シーチェストから取水された海水は約 1 分程度遅れて分析されているものと推定される。なお、船底シーチェストから約 2m 離れた位置に設置されている船底水温計 (SBE38) の水温と分析装置内の CT センサーの塩分を比較したところ、CT センサーの塩分は船底水温より 1 分遅れて相関係数が最大となっている。

### (4) 気象測定装置 (写真3)

気象測定装置に用いたセンサーは、VAISALA 製自動気象ステーション MAWS であり、その仕様は以下のとおりである。

- \* 風速 (測定範囲 0.5 ~ 60m/s, 精度  $\pm 0.3\text{m/s}$ )
- \* 風向 (測定範囲 0 ~ 360°, 精度  $\pm 3^\circ$ )
- \* 気温 (測定範囲 -40 ~ +60, 精度 0.3)
- \* 湿度 (測定範囲 0 ~ 100%, 精度  $\pm 2\%$ )
- \* 気圧 (測定範囲 600 ~ 1100hPa, 精度  $\pm 0.3\text{hPa}$ )
- \* 日射 (測定範囲 2000W/m<sup>2</sup>)

## 4 間欠的なフェリー ADCP データからの連続的な残差流成分の推定 (赤池ベイズ型情報量基準, Akaike Bayesian Information Criterion, 以下 ABIC, による調和解析)

フェリーに設置された ADCP による流向流速の観測は広範囲で定期的な観測ができるという点で優れている。しかし、フェリーが一定の海域を通過する頻度は限られており、荒天時には欠航するため、観測データから潮汐成分と残差流成分を分離するのが困難である。また、東京湾口のような閉鎖性内湾の湾口において海水交流量を求めようとする場合、連続的な残差流の推定が必要となるが、現状では観測値から調和解析で推定された潮汐成分を差し引いた残差流しか推定できない。ここでは赤池(1980)の赤池ベイズ型情報量基準を用いて、間欠的な ADCP データから連続的な潮汐成分と残差流成分を推定している。

ここでは、観測された流速値  $u_n$  を式 (1) の右辺のように、第 1 項の潮汐成分と第 2 項の残

差流成分  $d_n$  ,および第 3 項の誤差  $\varepsilon_n$  で表現している。ここで , $n$  は時刻 , $M$  は分潮数 , $a_{2m-1}$  , $a_{2m}$  ,  $\omega_m$  は潮汐成分  $m$  の振幅と角周波数である。残差流成分は連続的であるとして考え , $d_n$  を時刻  $n$  の残差流成分とし , 観測期間中全ての時刻の  $d_n$  が未知数であるとした。通常の調和解析では ,  $d_n$  という項がない。

$$u_n = \sum_{m=1}^M (a_{2m-1} \cos \omega_m t_n + a_{2m} \sin \omega_m t_n) + d_n + \varepsilon_n \quad \dots$$

$$J(\mathbf{a}, \mathbf{d}) = \sum_{n=1}^N \{u_n - \sum_{m=1}^M (a_{2m-1} \cos \omega_m t_n + a_{2m} \sin \omega_m t_n) - d_n\}^2 + \nu^2 \sum_{k=1}^K (d_k - 2d_{k-1} + d_{k-2})^2 \dots$$

通常の調和解析では , 式 の第 1 項 ( $d_n$  の無い形) を評価関数として最小自乗計算が行われるが , ここでは第 2 項を新たに設けて評価関数  $J(\mathbf{a}, \mathbf{d})$  が定義されている。第 2 項は残差流成分  $d_n$  の階差であり , 残差流成分  $d_n$  は潮汐成分と比較してなめらかに変化するため階差は小さい , という仮定のもとに評価関数が定義されている。

式 中  $\nu$  は超パラメータと呼ばれ , 残差流成分のなめらかさを規定する係数である。 $J(\mathbf{a}, \mathbf{d})$  の最小化によって調和定数  $a_{2m}$  を求めるには , あらかじめ  $\nu$  を決めておく必要がある。 $\nu$  の値が大きければ , 残差流成分の自由度が小さくなってなめらかな直線に近い形となり , 逆に  $\nu$  が小ければ残差流の形の自由度が大きくなる。超パラメータ  $\nu$  の値は , 式 で定義される ABIC という値を最小化することによって求められる。式 中の  $L$  は , 式 で与えられる確率密度分布であり ,  $a_n$  ,  $d_n$  が与えられた条件で , 式 の不規則成分  $\varepsilon_n$  , あるいは式 の第 1 項の  $\{ \}$  内部が平均値 0 , 分散が  $\sigma^2$  の正規分布となると仮定して得た観測値  $u_n$  の条件付確率密度分布である。一方 , 式 中の  $P$  は , 式 で与えられる確率密度分布であり , 残差流成分  $d_n$  の階差である式 の第 2 項の  $\{ \}$  が , 平均値 0 , 分散が  $(\sigma\nu)^2$  の正規分布であると仮定して得た残差流  $d_n$  の事前分布である。

$$ABIC = -2 \ln \{ \int LPd\mathbf{d} \} \quad \dots$$

$$L(u_1, u_2, \dots, u_N | d_1, d_2, \dots, d_N, a_1, a_2, \dots, a_M; \sigma^2)$$

$$= \left( \frac{1}{2\pi\sigma^2} \right)^{N/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \sum_{n=1}^N \left( u_n - \sum_{m=1}^M (a_{2m-1} \cos \omega_m t_n + a_{2m} \sin \omega_m t_n) - d_n \right)^2 \right\} \quad \dots$$

$$P(d_1, d_2, \dots, d_K | \nu^2, \sigma^2) = \left( \frac{\nu^2}{2\pi\sigma^2} \right)^{K/2} \exp \left\{ -\frac{\nu^2}{2\sigma^2} \sum_{k=1}^K (d_k - 2d_{k-1} + d_{k-2})^2 \right\} \quad \dots$$

\* Hirotugu Akaike (1980) : Likelihood and Bayes procedure, Bayesian Statistics, University press, Valencia, pp. 143-166.

## 5 これまでに観測された特徴的な湾口の水質と流れ

図 6 は , 2003 年 12 月 23 日 ~ 2004 年 1 月 21 日までのデータのうち , 千葉県金谷港から西 2.5km 地点の表層流速 ( 久里浜 - 金谷航路に垂直な成分) を取り出し , ABIC によって潮汐成分 ( 赤) と残差流成分 ( 青) を推定したものである。流速は東京湾への流入 ( 流出) が正 ( 負) である。潮汐成分の他になだらかに変化する残差流が推定されている。

図 7 は , ABIC による 2004 年 1 月の M2 分潮の潮流楕円であり , ここでは示さないが別途行った 3 ヶ月の ( $d_n$  を推定しない) 調和解析による潮流楕円とほぼ一致しており , 潮汐成分がうまく推定されていることが確認されている。



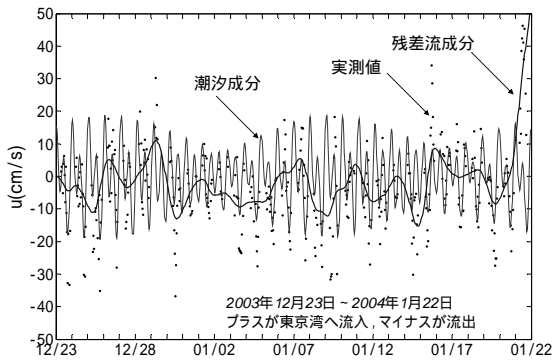


図6 ABICによる潮汐と残差流の分離

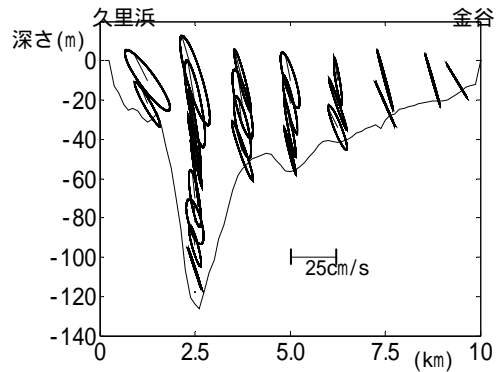


図7 ABICによるM2潮流楕円分布

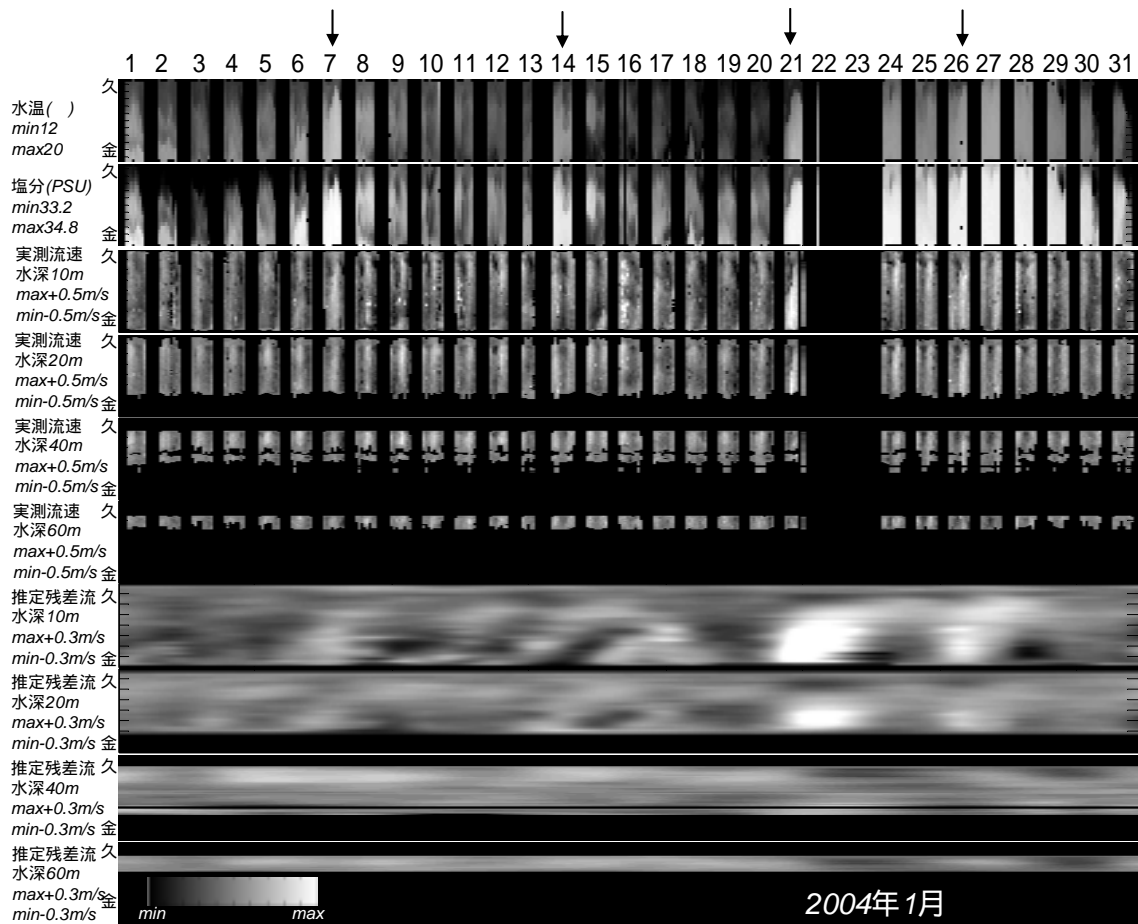


図8 2004年1月の塩分, 水温, クロロフィルa, ADCP 実測値と推定残差流

図8は、久里浜金谷間のフェリーによる表層水質データ（塩分，水温）と，ADCPによる実測値（水深10,20,40,60m），およびABICによる推定残差流であり，それぞれ，久里浜から金谷にかけての全データを表示している。流速は標準航路に垂直方向の流れであり，プラスが湾内へ流入する方向である。塩分水温は1月8～12，15～16日を除いて，全般に金谷側の方が久里浜側よりも大きくなっている。実測流速は潮汐によって流向が変化しており，その状況は表層から水深60mまで同じ位相となっている。実測値は夜間のデータが無く，1月22,23日は荒天のためフェリーが欠航している。一方，ABICによる推定残差流

はデータの無い時刻を補っており，実測値とは異なりなだらかに流速が変化している。

推定残差流には1月7, 14, 21, 26日に，強い流入が水深10mと20mで見られる。この時期に塩分水温が上昇しており，外洋水が流入したことを示している。

図9は，1月26日の推定残差流の分布であり，強い外洋水の流入が久里浜から2~10kmの広い範囲にわたって見られる。逆に，久里浜から海底渓谷部にかけては東京湾からの海水が流出している。なお，海底面付近はサイドロープの関係でデータが少なく残差流が推定できていない。

図10は，2004年1月と10月のABICによって推定された残差流の1ヶ月平均の断面流速分布である。1月は金谷側から外洋水の流入などが見られていたが，平均すると表層流出，中層(中央)流入，下層流出となっており，久里浜から2~3km，水深20~40mの海底渓谷に相当する部分での流入流速が全般に大きい。この他，2005年のデータも調べたところ，冬は全般にエスチュアリ循環的になっていた。一方，夏から秋にかけては，流入部分が久里浜から2~7kmの範囲に均される一方，水深10~20mの表層部分と，下層部分に流出が見られ，いわゆる中層貫入的な流れになっていた。

図11は，ABICによって求めた2004年1月~2005年8月にかけての海水交流量の1ヶ月平均値 $Q(m^3/s)$ である。海水交流量は冬に小さく，秋に大きい傾向にあり，2004年10月の1ヶ月平均値は約12,100 $m^3/s$ であった。

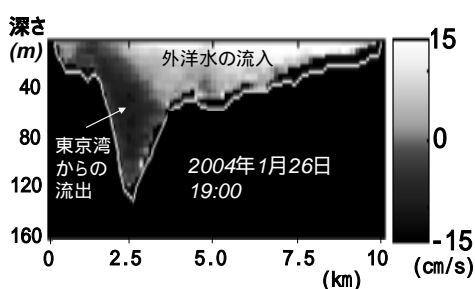


図9 2004年1月26日外洋水の流入

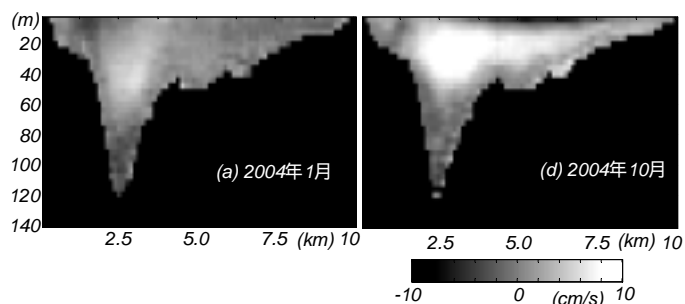


図10 1ヶ月平均の残差流の流速分布

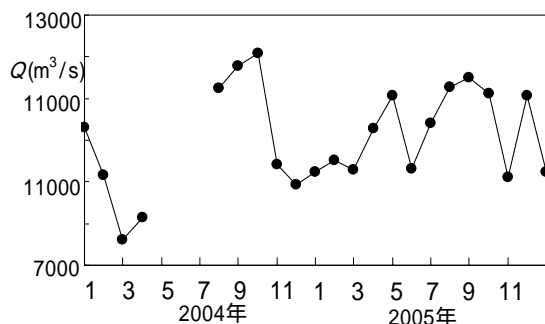


図11 海水交流量の1ヶ月平均

## 6 おわりに

ここでは，現在，東京湾口で実施されているフェリーによる環境観測について，主に観測装置の外洋と ADCP データの調和解析手法について述べさせていただきました。

日々の水質データは以下の HP に公開しております。

<http://www.tokyobayferry.pari.go.jp/>

# 水路部における潮流観測業務の歩み

山田 紀男\* 蓮池 克己\*\*

## 1 まえがき

水路部資料センターには日本沿岸各地の潮流観測資料が蓄積されている。最も古い観測資料は明治41年6月、日本海沿岸で行われたものである。以降、昭和初期までの潮流観測資料の多くは水路測量班が海図作成作業の一環として行ったもので、停泊した船から紐を付けた浮標桿を流し、繰り出した紐の長さから所用時間から流速を求め、流れた方向を羅針盤で見定めて流向を決定したものである。

明治38年頃から流速計による潮流観測を計画し同43年にリッチ式(米)、ピルスバリ式(米)、エクマン・メルツ流速計(欧)を購入して瀬戸内海で観測を試みた。

試用の結果、エクマン・メルツ流速計が採用され、以後は浮標桿とエクマン流速計の何れかが用いられることになる。

昭和4年、小倉伸吉技師は浮標桿による観測結果から「瀬戸内海潮流図」を作成し、昭和5年瀬戸内海の両側から進行する潮浪の実体を説いた「瀬戸内海の潮汐、潮流の研究」により日本学士院賞を受賞した。

瀬戸内海潮流図は観測資料が豊富に得られた現在、検証してもその正確なことと表現力の豊かさに感服せざるを得ない。

大正7年以降、潮汐表に明石海峡、早鞆瀬戸の潮流予報表が掲載されている。いずれも浮標桿の放流観測による成果である。

大正11年からは鳴門を加えた。鳴門は瀬戸の南北で潮位を同時観測し、その水位差から

\*元海上保安庁水路部海洋研究室

\*\*元海上保安庁水路部測量船「拓洋」観測長

潮流予報定数を求めたものである。また翌年の大正12年からは来島海峡も加えて瀬戸内海の激流4カ所が揃った。

以後、終戦に至るまで潮汐表に掲載された潮流予報地点は変更されていない。

試用の結果、潮流観測にはエクマン・メルツ流速計が採用された。以後は戦後までエクマン・メルツの時代が続き、観測員の苦労は絶えなかった。戦後になって小野式流速計が考案され、観測員は危険な海上の徹夜作業から解放された。平穏時に機器を設置し所要時間の経過を待って点検や回収をすればよいのである。荒波に揉まれてひたすら耐え抜いた昔の若者の一人から見ると全く夢の様な話である。

1945年の終戦時までに水路部が行った1昼夜以上の流速計による観測点数は、瀬戸内海では長期観測点(15昼夜以上)は18点、1昼夜観測点が583点である。瀬戸内海を除く日本沿岸では長期観測点は23点、1昼夜観測点が356点で、その総数は1,000点に近い。戦前の潮流観測は全てがエクマン・メルツ験流器による多層観測資料であることを考えると、その作業量の膨大なことに驚かされる。

戦後も数年間はエクマン・メルツ験流器による観測が行われていたが、やがて小野式自記流速計が登場して多数点の同時観測が可能となり、観測点数は飛躍的に増大した。

1955年迄の瀬戸内海における長期観測点は267点、1昼夜観測点は2,400点、瀬戸内海を除く海域では、長期観測点847点、1昼夜観測点は4,240点に及んでいる。終戦後の数年間まではエクマン・メルツ流速計による困

難な潮流観測が行われ、その陰には多数の若者達の血が滲むような苦労があったのである。ここで潮流観測の歩みを振り返って見よう。

## 2 潮流観測業務の開始

昭和12年、国会における国家予算審議の過程で、海軍臨時軍事費の大幅な増額が認められる形勢となった。水路部ではこれを機に従来から観測要望が多かったにも拘わらず実現出来なかった潮流観測部門の新設を決定した。

潮流は潮汐に伴う海水の流動現象で潮流の解析や予測計算は潮汐理論が基となる。当時、水路部の潮汐係は天測暦を編集する編暦係と共に第4課に所属し潮汐予報と潮汐表の編集及び国内各地の潮汐観測資料を整理して潮汐調和定数を計算する等の女子職員による計算業務が主体で、海上作業の現場経験者は極めて少なかった。

そこで測量班に参加経験を積み海上作業に精通する小野弘平技師をリ・ダ・として、長津、梅田、新免、久保田、小林の各技手が参加して潮流観測実施研究チ・ムを結成し、海上の観測作業を体験、研究して潮流観測技術を取得し確立することとなった。

## 3 潮流観測の問題点

潮流観測は最少25時間、調和定数を得るには15日間の連続観測が必要である。その間、観測点に停泊して観測を継続できる船の大きさ、錨や錨索の種類、太さ、長さ、重量などの海上作業の基礎知識、更には流速計の扱い方、計測方法、故障した場合の応急修理方法等々、研究チ・ムが会得すべき未知の問題が山積していた。

## 4 エクマン・メルツ流速計

流速計は大正末期に欧州から輸入されて日本で模造されていたエクマン・メルツ流速計を使用することとなる。この流速計はスエーデンの海洋学者エクマンが考案してベルリン大学のメルツ(オーストリア)が改良し機体に空洞部分が無いため深海の高圧に係なく使用できる世界的に知られた名器で、深海の2機験流に用いられていた。

当時は精密工作機械が無く仕上げ工作は職人の勘と腕に頼っていた。このため接合作動部分の僅かな歪みによる摩擦から作動不良が生じて観測員をたびたび悩ました。

## 5 初の潮流観測作業

昭和14年8月、南シナ海でキャッチャ・ボート14隻を動員して広域一斉海洋観測が行われ、研究チ・ムは西側の2隻に乗船して1昼夜潮流観測に挑んで成功した。これが潮流観測実施研究チ・ムによる初の1昼夜定点観測であった。

昭和15年8月、研究チ・ムの久保田他数名は関門海峡測量班(班長朝比奈中佐)に参加して同一定点の不連続数昼夜観測を行い、潮流調和定数を算出する事に成功した。

## 6 潮流観測要員の養成

昭和17年1月、水産学校生を主体とする旧制中学生24名が国家総動員令により3学期を待たずに入部し、3か月間にわたって三角関数、対数理論、潮汐理論等の学科と手旗信号、六分儀による三点両角測位法等の海上作業の基礎知識を教育された。

4月からは小野技師を班長に香川県小豆島土庄町を基地として木造サンマ船(15トン)5隻を使用し、観測実習を兼ねて備讃瀬戸東部海域の潮流観測を行った。

この間、小豆島地蔵崎沖で15昼夜連続潮流観測を行って潮流調和定数を求め、周辺全域

の1昼夜観測を行うと共に島しょ部沿岸域では浮標桿追跡による流れを観測して流線や反流域を詳細に調査した。

船位測定は六分儀による三点両角法を用いて船位を求めた。研修生達は互いに素早く船位を測定する技を競い合った。この後、三学期を修了して入部した20名が加わり、観測実習は9月まで行われた。

## 7 潮流観測班の成果

昭和18年3月、風間技師を班長として20名の潮流観測班が編成されて松山市三津浜港を基地にして広島湾口と釣島水道周辺海域の潮流観測を行った。

広島湾口のクダコ水道は水路の幅が極めて狭く最強流速は5.5ノットと激しいうえに広島湾内に停泊している連合艦隊の通路である。クダコ水道の15昼夜連続潮流観測中に戦艦大和が出撃して行った。目の前を見上げる様な巨体が覆い被さる様に迫ったのには仰天したが何事もなく無事通過して行った。15昼夜連続潮流観測は欠測もなく無事に終了することが出来た。

釣島水道は冬の強風が続いて連日荒波に翻弄されて欠測が避けられなかった。この観測期間中に全員水路部修技所第一期生に採用されたので入所願いの書類を提出せよと班長に云われたが、入所条件に勤務義務年限が付いていたので評判が悪く、素直に提出したのは数名のみであった。しかし風間技師の強硬な説得に負けて結局は全員が書類を提出した。書類提出が遅れた者は第二期生になり、帰京したら机の引き出しに修了証書が入っていた。

釣島水道の観測後は、各海軍基地の要望に応じて数名ずつ全国各地に派遣されて、沿岸域の潮流を観測した。北方艦隊の測量艦に乗艦を命じられて北千島幌筵海峡へ派遣され

た者、南方占領域に新設された南方海軍航路部に転属を命じられた者もいて、この後、全員が会合することは無かった。

## 8 昭和18年度の要員教育(修技所3,4期)

昭和18年度採用者は修技所第3期生として入部し、3か月間に及ぶ数学、潮汐学、海上作業の予備教育を受けた後、岡山県下津井港のホテル鷺麓園を宿舎として宮原技師を班長に、総勢約30人の研修生が集められて教育実習が行われた。久保田、小林、庄司、坂本ら各技手と富永、松岡両中尉と山田少尉も教官として加わり、使用船艇は前年同様に香川県津田港の木造サンマ船を使用し、15昼夜観測用として小樽水産学校の北鵬丸、香川水試の寿丸が加わった。調査海域は備讃瀬戸西部、水島灘、塩飽諸島の周辺海域に及んだ。

## 9 南方占領域に進出

南方占領域のスラバヤ市に水路部の出先中枢機関として、南方海軍航路部が開設され東はニュー・ギニア西部から西はスマトラ北部に至る広大な海域で水路測量、潮汐、潮流観測が実施されることとなり修技所第1,2,3期生の一部は南航要員として赴任した。不幸にして往復の途中で、敵潜水艦の攻撃を受けて戦没した者も少なくない。

## 10 対馬海峡横断潮流観測

昭和18年7月、小野技師に率いられた12名は徴用漁船(林兼トロ - ル100余トン)3隻を使用して佐賀県呼子港を基地に対馬海峡全域の潮流観測を行った。

この海域は水深が深く中央部では陸岸が見えないので天測で観測点位置を求めた。呼子港を出港して数時間、最初の観測点に到着し投錨して観測を開始する。25時間観測が終了して錨を上げて次の観測点に向かうが、

3点目ともなると夜半に抜錨して真夜中に観測を開始する事になる。

海峡の中央部では天測で測点位置を求めるが、海面が平穏でも面倒な作業なのに、船酔いで気分が悪いときは最悪状態であったが、仕事を遂行しなければならないので必死になってやり遂げた。折から台風シーズンを迎えて悪天候が続く船の周りを竜巻5個に囲まれて錨を揚げるにも一時間近く掛かるので逃げるに逃げられず、文字通りに運を天に任せた事もある。

1 昼夜観測を3点終わって韓国沿岸側に到着して入浴のために上陸して一晩休憩し、復路の観測を行って呼子港に戻った。

小野技師はこの頃から、困難な潮流観測を容易に行うには自動記録式流速計が必要なことを痛感して開発を模索していた。

これが戦後になって小野式自記流速計として実を結ぶことになる。

## 11 海軍測量術予備練習生制度

この頃から水路部は徴兵制度による人材喪失に悩んでいた。膨大な経費と労力を掛けて養成した貴重な修技生を、例外なく徴兵されてしまうのである。そこで海軍測量術予備練習生制度を創設した。水路部修技所修了生を横須賀海兵団航海学校に入隊させ、3か月間の軍事訓練を行って海軍一等兵曹に任命し、兵籍のまま水路業務に従事させるという画期的な新制度である。

昭和19年4月17日、第一期生150人が横須賀海兵団航海学校に入隊した。昭和17、18年に入部した水路部各課の修技所修了生達である。3か月間にわたる軍事訓練が無事終了して全員海軍一等兵曹に任命されて海軍水路部に配属された。その後、各地の水路測量班や潮流観測班に配属される者、南方航路部や占領地域の測量班へ赴任を命じられた者

もいた。

昭和20年も第二期生が入団したが修了せずに終戦となった。

## 12 明石海峡の潮流観測

昭和19年4月、風間技師を班長に十余名が下津井班から分かれて淡路島北岸の岩屋港を基地に、約1か月間にわたって播磨灘東部と明石海峡及び大阪湾西部海域の潮流観測を行った。

## 13 大隅海峡と五島列島付近の潮流観測

昭和19年5月、風間班は淡路島から鹿児島県山川港に移動し、トロール漁船2隻(約100トン)を使って約1か月にわたり大隅海峡周辺海域の潮流観測を行い、更に福江島富江港に移動して五島列島周辺と東シナ海の潮流観測を1か月間行った。

## 14 笠岡潮流観測班の開設

昭和19年度の潮汐分科修技生養成は笠岡で行うことになった。笠岡には既に測量課や海象科海洋分室も開かれており、成田へ疎開されていた大切な潮候推算機も笠岡へ運ばれて来た。また地元採用した女子職員40名が笠岡高等女学校の一部を借りて、潮汐計算業務を行っていた。

笠岡潮流観測班は小野技師が班長で風間技師が補佐していたが梅田技手、久保田技手は既に応召されて不在だった。

昭和20年6月、井崎兵曹が率いる観測要員20名が笠岡班に着任して、燧灘以西海域の潮流観測に取り組んだ。

残念ながら、笠岡潮流観測班の開設以降の詳細な動向は不明である。潮流観測測点図から終戦直前迄に行われた各層観測資料を調べてみると安芸灘、伊予灘、周防灘に至る瀬戸内海全域の潮流観測が完了しているがこ

の海域の距離と往復の所要時間から考えると笠岡基地から往復する事は出来ない。恐らく各海域に観測班が派遣されていたと思われるが当時の観測班の動向を示す記録は無く、この実状を知る人は生存していない。

## 15 戦後における潮流観測業務の復活

終戦後、廃墟の中でかつての栄光ある水路部を復活すべく懸命の努力が続けられた。そのなかで見落とせないのは終戦直後の昭和21年7月19日から8月17日に至る観測船天海丸による東京湾湾口の1か月連続潮流観測である。終戦から1年も経たず、食料の入手も不自由な状態でこの困難な作業が実行され、成功を収めたのである。

戦後この観測結果を検討すると表層水の湾外への流出と低層水の補流の対応流入が鮮明に観測されているのは特筆に値しよう。

昭和23年5月、運輸省の外局として海上保安庁が創設され、水路部は海上保安庁水路局として発足した。

昭和22年5月、小野技師を班長とし篠島を基地に伊勢湾全域の潮流観測を行い、伊良湖水道で15昼夜連続観測を行った。

昭和23年4月、小野技師、久保田技手の率いる潮流観測班は尾道水道の狭水路域の潮流観測を行った。

昭和23年6月から小野技師を班長として10余名が、観測船天海丸の他、地元漁船を使用して2か月余にわたって平戸瀬戸の潮流観測を行った。

昭和25年夏、伊勢湾松阪付近の海岸で海水浴中の女子生徒が急潮流にさらわれて十数名が死亡する事故が発生し第四管区海上保安本部の要請により久保田技手らが沿岸流を調査した。

昭和31年7月、久保田技手を班長とする十余名の潮流観測班が瀬戸内海の来島海峡の1

5昼夜連続潮流観測を行った。来島海峡は鳴門に次いで激流が生じ、通行船は潮流の流況によって通行航路が法規制される瀬戸内海中央部の潮流の難所である。

そこで、従来の潮流浮標桿とは全く異なる浮標桿を用いた。ゴム風船にブリキ板の抵抗板を付けて夜間は数分間で燃え尽きる蠟松明をともしこれを海峡最狭部の上流側から20分間隔に放流しトランシットを使用して30秒毎に浮標の方向を同時測定することとして総計1200本の浮標桿を作成した。海峡対岸の馬島側に観測基点を設けてトランシットを設置し2か所から30秒間隔に同時に方向を測定して浮標桿の位置を測るのであるが当時は無線電話も普及しておらず、見通しの効かない基点間の連絡用に自前の電話線を設置した。

木造運搬船(各50トン)3隻を傭船し今治港を基地に昼夜の別なく15日間にわたって交代で最狭部の上流から20分間隔に浮標桿を流すのであるが、本来この海峡は朔航が許されない航行規制特定海域なので、大型船が近づいたら一時作業を中断し通航船を優先して安全を確保した。来島海峡潮流観測作業は予定通りに無事終了して潮流予報推算値の精度が向上した。

## 16 本四連絡架橋調査の潮流観測

日本経済の復興のあかしとして本州と四国を結ぶ架橋が計画され、激しい誘致合戦が各地で起こった。

(1)尾道 - 今治線 (2)児島 - 坂出線

(3)日比 - 大崎鼻線 (4)宇野 - 高松線

(5)明石 - 岩屋線 の五線であるが、政治

決着が困難となる中、建設省から運輸省への潮流調査作業の委託が行われた。候補線(1)は島しょの密集地域で海中橋脚が少ないので従前資料を使用することとして(2) - (5)

の4候補線について潮流調査を行った。

観測班は山田, 蓮池ら8名と測量船平洋を使用し調査線上に約450メートル間隔の観測点を設け0.5, 10, 20, 30, 40, 50mの各層に流速計を係留した。

この結果から予測される年間最強流速, 潮時差, 流速の鉛直断面分布図を作成した。

## 17 小野式自記流速計の開発

戦後水路部は運輸省の外局となった。軍組織が全て解体される中で, 陸軍地理調査所と海軍水路部のみが存続した。

戦時中, 海外に派遣されていた職員も逐次帰還して細々ながら潮流観測も再開されたが, 嘗ての様な予算も人員も無かった。

当時, 東京港の入り口近くに東京灯船があった。操船設備や機関部全てを外されて腐食してあいた穴にセメントを塗りつけて浸水を防いでいる老朽船で東京都職員2名が乗っていて, 東京港に出入りする船名を確認していた。小野技師は東京都に頼んで東京灯船に乗船して自記流速計の記録装置のテストを行う事になり私も参加した。

翌朝, 起き抜けに小野技師が私を呼んだ。「山田君 出来たよ! 自記流速計が」と興奮気味に言った。「考えついたんだ, 方向磁石の四方向に色分けしたペンを付けて上下させて流向と流速を同時に記録させるんだ。これで完成だ!」小野技師はこの数年間, 寝ても覚めても自記流速計の事ばかり考えていたのであろう。今でもあの時の笑顔が忘れられない。

早速, 試作一号機が試作されてテストが行われた。その試用結果は大成功であった。

潮流の変化に従い流向と流速の変化が勝手に描かれていた。試作器の外形を改良して魚雷型の小野式自記流速計が完成された。御浜離宮近くの船の通らない場所を選んで

テストを繰り返した。当初は連結部に使うシャックルが, 絶え間ない波の動きにより独りでに緩んで抜け落ちることさえ知らずに失敗を繰り返した。試験的に東京湾北部海域の潮流観測を行い, 1か月余りで予定海域の調査を完了して大成功を納めた。

従来は不可能だった調査船一隻で広域の同時観測をする事が可能となったのである。

しかし小野式流速計には唯一気がかりな点があった。それは長い記録紙を重ねて巻き取るので, 次第に巻き取り半径が大きくなり, 紙送り幅が変化することである。

それによる時間的な誤差は最大五分間程度である。定速送りに改良するように小野技師に再三進言したが, 「今のままで十分売れているので, 作り替える必要はない」と言う, 製作者の思惑が優先して改良せずに放置された。後日, この時間誤差が小野式流速計の重大欠陥と指摘され疎んじられる結果となった。

しかし, 小野式自記流速計による観測資料は現在も貴重な資料として役立っている。戦前から戦後数年間まで続けられたエクマン・メルツ流速計による筆舌に尽く難い観測員の苦勞を解消し, 広い海域の多数点の同時観測や長期連続観測を容易にし, 水路部の潮流資料を著しく増やした事など, 潮流観測業務の歩みを振り返るとき, 小野式流速計考案の功績は絶大である。

## 18 ベルゲン式自記流速計

小野式流速計が普及して水路部の全国的な潮流観測が済んだころ, 民間調査業者による原子力発電所の温排水拡散調査が行われ, ベルゲン流速計が導入された。

本機は磁気テープに流向, 流速を記録して回収後に読み出すので小野式のような時間誤差はないが, 荒天時の流向資料に難点があ



った。荒天時には荒波による器体の上下動により、方向磁石が振れ回り始め、これが波の周期と同調すると、遂には磁石が回転状態となって、流向データが無意味になることがあった。

本来この流速計考案者は、海底に定置した重錘から浮子で釣り上げて使用するべきであると主張しているが、本邦で行われた観測の多くは海面に浮かした浮標から釣り下げて観測していたのである。

## 19 おわりに

これらの観測資料は当時としては、莫大な経費と労力を費やし参加した観測員の流し

た汗の結晶として得られたものである。この観測資料のお陰で日本沿岸各地の潮流の流況予測が可能となった。

この記述の取りまとめに当たり当時の記録や助言を賜った元海軍技手久保田 照身氏、修技所第三期生(昭和18年入部)の 成田市の 林 義孝氏、浦安市の宇佐見 修造氏、小浜市の井崎 二郎氏の皆さんから当時の日誌、記録文書、自分史等々、多数の貴重な資料を頂戴しました。

心から御礼申し上げます。

私達の青春を注いだ観測資料が永久に役に立ち続けることを願って止みません。

以上

### 平成 18 年度 1 級水路測量技術研修開講案内

研修会場 測量年金会館（東京都新宿区山吹町 11-1）  
研修期間 前期 平成 18 年 11 月 6 日（月）～11 月 18 日（土）  
後期 平成 18 年 11 月 20 日（月）～11 月 29 日（水）  
募集締切 平成 18 年 10 月 20 日（金）

（財）日本水路協会は、（社）海洋調査協会との共催により、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期・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. 03-3543-0760 Fax. 03-3543-0762

E-mail: gijutsu@jha.jp

〒104-0045 東京都中央区築地 5-3-3 築地浜離宮ビル 8F

中国の海の物語

世界をリードした中国の造船技術（1）

今村 遼平\*

歴史的にみて中国の造船技術は、少なくとも明の時代までは世界を大きくリードしてきた。そのさまをここでは、①舵の発明、②船の防水区画（隔壁構造）の発明、③多数マストとラグルス帆の発明という三つの視点からみてみよう。

1 舵の発明

西暦1世紀ころ、中国人が舵を発明した。この発明は造船技術のうえで画期的なことであった。とりわけ帆船時代には舵は不可欠なものとなった。1人、2人の少人数で大きな船体の方向を自由に変わることができるようになったからだ。そのころヨーロッパの船はまだオールだけで操船していたのである。現代の目でみると何でもないことのようにだが、これは船に帆を張って航行することよりも、もっと画期的な発明と言える。板1枚だけで巨大な船体の方向を自由に変わると誰が考えたのか、その発明者は明かでない。

ヨーロッパ最古の舵についての記録は、1180年ころの教会の彫刻に見える。これは航海用の羅針盤に関するヨーロッパ最古の記録と数年ちがいのようだ。ということは、舵と羅針盤とはほぼ同じころに、中国からヨーロッパへ伝わった（ロバート・K・G・テンプル：1992）。

中国の西暦1世紀の墳墓から出土した長さ55cmの中国の船を模した陶器には、すでに軸つきの「吊り下げ舵」（吊り下げ舵は、ロープや鎖で上げ下ろしのできる舵で、浅瀬では舵がこわれないように引き揚げて航行した）が

示されている。

中国の遠洋航海用の舵は大きいものであった（図1、図2）。船自体も大きかったのである。時代はずっと下がるが、明の鄭和が西洋下り（東南アジアより西方への遠洋航海のこと）に使った宝船（8000排水トンで、船長は130mあまりの巨艦）——このような宝船約60隻とそれに従属する中小船200隻ほどを含めて、27000人が一大艦隊を組んで航行した——の舵は、高さが11mあった。その実物も発掘されている。

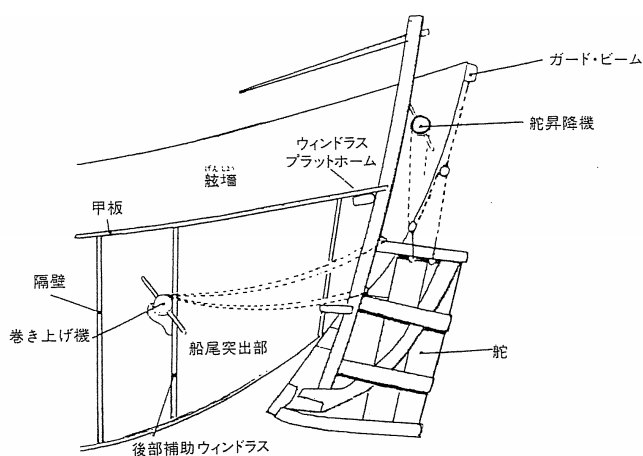


図1 杭州湾の荷船の舵と舵柄

これは「釣合い」舵、つまり舵軸の前方（図では左の方）に板が張り出している舵である。また、ロープと滑車を使って吊り下げ、巻き上げ機で上げ下げする。そうして舵を傷めないように水面の上に引き上げて浅瀬を越える。

（ロバート・K・G・テンプル：1992による）

\*アジア航測(株)顧問・技師長

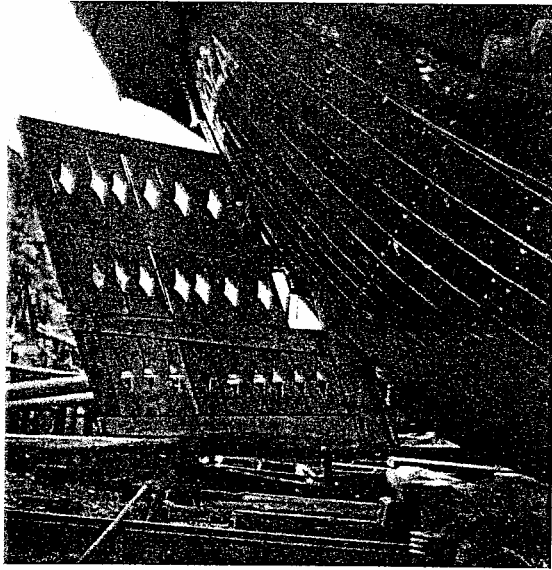


図2 ドックに上げられた香港の漁船の船尾

「有孔」舵が見える。この孔により、水中の舵の操作が容易になるが、舵の効きかたは弱まらない。この中国人による発明は1901年にヨーロッパに導入された。  
 (ロンドン、国立海事博物館ウォーターズ・コレクション)  
 (ロバート・K・G・テンプル：1992)

## 2 船体の防水区画

船の構造上、＜防水区画＞の発明も画期的だ。船体に防水区画を設けて船体の一部がこわれても船が沈みにくくしたのは、どうも中国に多い＜竹＞からの発想らしい。周知のように竹は中空で軽いものだが、材質自体は堅くしなやかで強い。しかも数10cmごとに節（ふし）があって、これが竹材と

しての強度を著しく強いものになっている。中国や台湾・東南アジア諸国では、高層ビルの建築用足場には、今なお竹が多く使われているほどである。竹を縦に割ると（図3のA）のように、節が隔壁を形成している。この中空部分が、今日なお弁当箱になったり、洋かんをつめる容器などに使われているのは周知のとおりである。

中国の伝統的な船に隔壁を設けていくつもの防水区画に分けるようになったのは、西暦2世紀のことらしい。今日の多くの船舶や潜水艦の隔壁構造と全くおなじである。隔壁によって小区画化することによって、1区画に穴があいたり破損したりしてもその影響が他の区画に及ばないようにして、船の沈没を防いだ。竹の節の隔壁は本（下）の方に少し膨らんでいるが、中国の船体の隔壁はもちろん垂直な仕切りである。典型的な中型貨物船の場合、15の隔壁と37の肋骨（肋材）があった。

こうして隔壁で仕切られた16の区画の一つが座礁などでこわれて一つや二つの区画に浸水しても、他の15あるいは14の区画には水が入らないため、船が沈むことはない。このため、その場か、あるいは航行して近くの港で修理することができたのである。

このような船体を防水区画化する方法は、

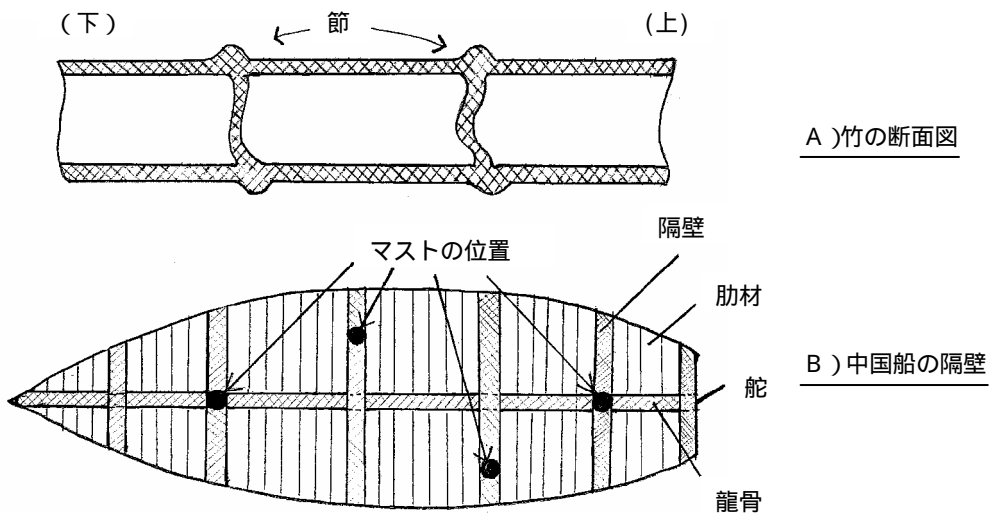


図3 竹の節と船の防水区画(隔壁)との対比(原図)

18～19世紀になって、サミュエル・ベンサム卿（1757～1831）が中国からヨーロッパへと導入した。この人はイギリスの造船技師長をつとめた人で、若いころの1782年にシベリア経由で中国に行つて中国の造船学を学び、帰国後にはヨーロッパの船にも隔壁をとり入れるように運動し、1795年に海軍省からこのような隔壁をもった新型帆船を設計・建造するように依頼されている。

実はその500年前、マルコポー（1254～1324）はこのことを1295年に明記しており、1444年にはニコロ・コンテリが、「・・・これらの船はいくつもの部屋からなり、その一つが破壊されても他の部屋は無事で、最後まで航海を続けられるようになっている」と、『旅行』という本に書いているにもかかわらず、ヨーロッパの造船業界では注目されることなく見過ごされてきた。ヨーロッパの造船家や船乗りは保守的で、500年たつて中国に造船技術を学んだベンサム卿によって、ようやく採用されるに至つたのである。

中国の船には、船体内に水が自由に出入りのできる区画も設けられ、船の喫水調節に使われ、川を急進する時には水バラストを出し入れして、船の受ける水の抵抗を調節した。

隔壁を設けるには船体に強大な肋材が必要である。それが隔壁としてだけでなく、マストを支える支え（土台）にも利用された（図3のB）。このため中国の船では早くから多数のマストを採用できるようになり、大型化・高速化が可能となった。中世のヨーロッパ人は、多数のマストをもつた中国の中型船を見て驚き、その影響で後年、ヨーロッパにも多数マスト方式が採用されるようになったのである。

### 3 多数マストとラグルス帆の発明

#### 3.1 「竹」の存在が多数マストの発想を生んだ？

中国では、多数のマストを使った船の建造は、ヨーロッパよりもはるかに早くから行われていた。中国船の帆は、帆走筏の昔から竹

を帆を組み立てる補助材に使っていた。古代から竹のバテン（帆への当て木：図4参照）とその間にムシロを張った帆ができ、これは後に西洋でできたキャンバス製の帆よりも帆の上げ下ろしが簡単であった。すべての作業を巻上機とロープでできたのである。そのうえキャンバスの帆よりも帆走が容易であった。バテンをつけた帆だと、何本目のバテンまで広げるかが自由に決めることができた。強風の時には二本目までしか広げず、微風の時には満帆にして風をとらえることができたからだ。それに、竹とムシロを使った帆はたとえ帆の半分にほころびができたり腐ったりして穴があいても、船は十分に帆走ができるのだ。西洋のキャンバスの帆では、穴があくと帆は役に立たなかった。また、中国の帆はバテンによって常にピンと張り、空気力学的な効率が最大限に高められていた。西洋のキャンバス帆は風にふくらみすぎると余計な空気の乱れが生じて、船の速力は著しく落ちるのだ。

#### 3.2 縦帆の発明が風向き航行を楽にした

中国の帆が最も進歩していた点は、初歩的な帆である「横帆」からラグスル（マストに斜めに張った帆）を使った縦帆装置にいち早く移行したことにある。中国のジャンクの写真に見る帆が、このタイプである（図4）。このラグスル式の縦帆は、中国では西暦2世紀からあった。西暦3世紀に書かれた万震の著書『南州異物史』は、四本マストの船（この船は260トンの荷物と700人も人間を運んだ）について、次のように記している（ロバート・K.G. テンプル：1992）。

四枚の帆は真正面へ向けないで斜めに張り、全部を同じ方向を向くように（互いに平行に）して、風を受けたり流したりできる。最も風上にある帆の後方の帆は、前の帆から風の力を受けてそれを次に流し、その結果すべての帆が風の力を受けるようになる。風が強い時、（船乗りたちは）状況

に応じて帆の広さを増減する。この斜めの帆装では帆から帆へ風をうけわたすことができ、高いマストに伴なう危惧を除く。かくして、これらの船は強風や荒波をものともせず、速く走ることができる。

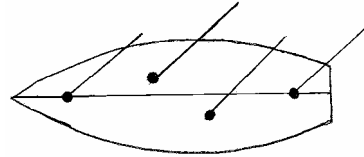


図5 縦帆のジグザグ配置

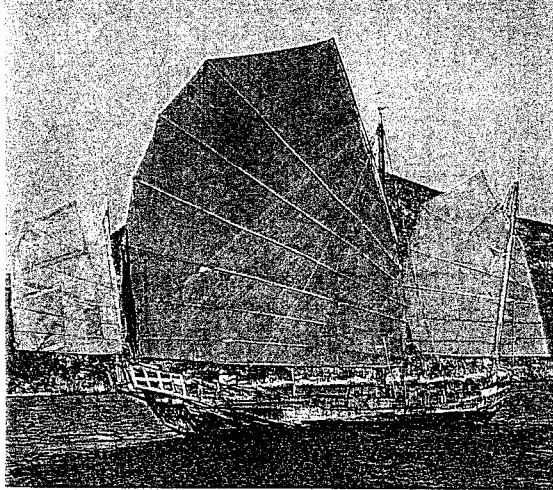


図4 基隆のジャンク

のちに西洋は二本以上のマストを立てる利点を中国から学んだ。しかし、中国のジャンクが使っているバツテン入りの帆は、西洋にはついに採用されなかった。(ロンドン、国立海事博物館ウォーターズ・コレクション)(ロバート・K.G. テンプル:1992)

万震と同世代のA.D.260年に康泰が著した書物には、シリアまでの航海に使われていた7本マストの船のことが記されている。中国の船は前述のように古くから隔壁構造になっていたため、多数のマストを立てるのは容易であった。万震が記すように、前帆が後の帆の風を遮られることのないようにする方法が、すでに3世紀には取り入れられていたのである。すなわち、縦型のマストは、船の縦の線に一直線に並べるのではなく、互いの位置をずらしてジグザグに配した(図5)。そのことによって多数の帆すべてが風を受けることができたのだ。ただ、ヨーロッパには縦帆は取り入れられたものの、マストのジグザグ配置はついに取り入れられることはなかった。

風上に向かって帆走するためには、昔の「横帆」では無理である。古来の横帆の固定観念

をいち早く捨てたのは中国人であった。少なくとも西暦2世紀には、上述のように縦帆でしかも複数の帆をそなえた合理的な船ができ、船は効率的に高速性を増すことができたのである。

横帆の船では「ウエアリング(下手回し)」といって、何度も円を描いて少しずつ風上に進むしかなかった。ところが縦帆の発明によって「タッキング(上手回し:間切りをしながらジグザグに進路をとって進むこと)」が、きわめて容易になったのである。

タッキングをして風上に進むには、縦帆ではその水平軸は基本的に船の長軸に直角ではなく、船と同じ向きになる。このような帆装だとマストは横帆を支えるだけの長い柱の役ではなく、船がジグザグにタックをするたびに、マストを回転軸として帆が左右いずれかに振られることによって風をとらえることになる。

### 3.3 リーボードの発明

風上に進もうとしてタックしながら進む船は、風下側(リーワード)に流されようとする。船が舷側方向に流されるとあまり前進できない。そこで中国人は、その対策のために「リーボード」を発明した。これは基本的には船の風下側舷側から水中におろした板のことで、この板による水の圧力で船が風下側に流されるのを防ぐのである。リーボードは船をまっすぐに進ませる働きもする。リーボードは船の中心の隙間からおろすこともあり、この場合は「センターボード」と呼ぶ。中国にはリーボードは少なくとも8世紀にはあったようで、西暦759年の李筌の著書『太白隱経』には、戦艦のリーボードについて、

(それは) 風や波が激しくなっても、船が横に流れたり転覆しないようにする。

と記されている(ロバート・K・G・テンプル：1992)。ヨーロッパでのリーボードの登場は遅く、ポルトガル人が1570年ころはじめて採用している。

多くのヨーロッパ人が中国に行くようになって、中国の船が多数のマストを立てて縦帆を装備しているのを見て驚いた。こうしてヨーロッパ人たちも前方のフォアマストには横帆をつけたが、ミズンマストには縦帆を装備するようになった。これはマルコ・ポーロや彼と同時代のイタリア人たちが中国の船の設計図を持ち帰ったことによる。だが、その普及には、300年ほどかかったようだ。

それでも1492年、クリストファ・コロンブス(1451～1506)がアメリカまで航海した船(サンタ・マリア号：250トン)には、すでにこのような縦帆が採用されていた。船舶史家H・ウオリントン・スミスは、中国のジャンクについて、次のように述べている。

波の荒い外洋でも内陸水路でも、中国のジャンクほど貨客輸送の目的に適した船があるとは思えない。帆が平らな点と扱いやすい点で中国式に勝るものはない。

ジョゼフ・ニーダム(1991)も「中国の平衡ラグルスは、実に人間による風力利用の最大の成果に数えられる」と絶賛している。だが、西洋には中国のようなラグルス(マストに斜めに張った帆)は採用されなかった。帆に使うバッテン(当て木)用の竹がヨーロッパになかったせいであろう。バッテンは細い木では弱いし、太くすると重くなるからだ。船舶家G・S・レアード・クルーズは、ヨーロッパの帆船への中国船の影響について、次のように述べている(ロバート・K・G・テンプル：1992)。

AD1400年には北方の船は追い風専用であって、向い風ではまったく航行できず、実はそうしようと考える者さえいなかった。

AD1500年までに、ヨーロッパの船は遠洋航海ができるようになり、その結果コロンブスのアメリカ発見、ディアス(1455～1500)の喜望峰回航、ヴァスコ・ダ・ガマ(1469～1524)のインド洋航路開拓などが行われた。中国から航海用羅針盤の導入などの科学的進歩が、このような航海を可能にするのに役立つが、マストと帆の大幅な発展なくしては、大探検家たちもその偉業を達成できなかっただろう。

ヨーロッパ人は少なくとも1300年遅れて、今まで述べたような中国独自の帆装の方法をとり入れた。このような造船技術や航海術なくしては、ヨーロッパの「大航海時代」はあり得なかったろう。それ以上に私たちは、コロンブスやディアス、ヴァスコ・ダ・ガマなどより1世紀近く(90年)も前に排水量8000トンの巨船・宝船(コロンブスのサンタマリア号は250トン)60余隻・その他の中小船200隻・乗組員約27000人の大船団を組んで、メッカや東アフリカ東岸まで7回にわたって航海した鄭和をチーフとする大艦隊がすでに日常的に「大航海」をしていたことを、知っておく必要がある。それは100年後のヨーロッパ人たちの「大航海」とはケタ違いに大きな交易船団であったのだ。それを支えたのが中国の造船技術であり航海術であった。

## 参考文献

- 1) ジョゼフ・ニーダム(1991)：中国の科学と文明，思索社
- 2) ロバート・K・G・テンプル(1992)：図説中国の科学と文明，河出書房新社
- 3) 飯田嘉郎(1980)：日本航海術史，原書房
- 4) H・C・フライエスレーベン(1983)：航海術の歴史，岩波書店

# マラッカ海峡に沈没した「伊号166潜水艦」

金子 昭 治\*

## 1 はじめに

第2次大戦中、マラッカ海峡の北西口にあたるペナン島には、海峡とインド洋をひかえ我が国の海軍基地があり、英植民地から出撃する米英海軍との睨み合いが続いていた。

敗色濃い昭和19年7月17日早朝、伊号166潜水艦はペナン基地を出航し、シンガポール沖に向かう途中、英潜水艦の待ち伏せ電撃をうけ海峡中部のワンファザムバンク南東方7マイルの海に沈没した。

英潜水艦テレマチスは、同日0708時同バンク付近で潜行待機中、距離4マイルに浮上航行中の敵大型潜水艦を発見し、これを捕捉し、12分後魚雷6本を4秒間隔で発射し、最初の発射から94秒後に潜望鏡の視界から艦影が消えたので沈没したものと判断した。

伊号166潜水艦は、昭和7年佐世保工廠で竣工し一等潜水艦に類別、水中排水量2330トン、全長97.7メートル、水中速力8.2ノット、53センチ魚雷を14本搭載し、艦首4門、艦尾2門の発射管を備えていた。

電撃を受け船橋に当直していた艦長以下10名は海に投げ出され、艦内の乗員88名は艦と運命を共にした。

## 2 洋上慰霊祭

戦死された機関長のご子息（米国在住）が戦後、英潜水艦艦長を探し当て



洋上慰霊祭



設標船ペドマン船上のご遺族

沈没位置が判り、日本財団が現地調査を行ったところ、およその沈没位置を確認したので、遺族に呼びかけ今回の洋上慰霊祭の運びとなった。

平成17年7月18日沈没してから61年目にあたり、マレーシアのポートクラに11家族24名と調査に当たったマラッカ海峡協議会ほか関係者および報道記者多数が集まり、設標船ペドマンに乗船し9時出航、正午には沈没地点に到着した。

\* 元海上保安庁水路部水路通報課長

折から一陣の風とスコールの来襲，白くなった海面から波が甲板に打ち上げ，遺影やお供え物にともすローソクや線香の火も消えて，オーニングを叩く雨脚を聞きながらペドマンのマレイシア乗組員も手伝ってテーブルの片付けに大わらわとなった。

喪服で参列された遺族も高齢化し，参列できなかった遺族の期待も含めて，遺品や写真と生前好きだった酒・タバコ・古里のお菓子など持ち寄り，デッキの机に並べてあり飛沫と雨にぬれたが，年老いた遺族や子弟は遺品から離れもせずじっと荒れる海を見つめ，顔を濡らしていた。

皆の想いは，未だ引き揚げられない伊号166潜水艦に88勇士が眠っていることで，最後は如何ばかりだったかと胸を突かれる。

むかし瀬戸内海江田島沖で，潜行試験中に事故のため浮上できなかった佐久間艇長は，苦しい息の中で事故の詳細な記録をしたため，逍遥として死に就かれたと聞かされた。

水路部に在籍中，海洋開発の先駆けとなった深海調査船「しんかい600」に試乗し，紀伊水道360メートルまで潜行した時のこと，深さ50メートルを過ぎる頃から薄暮の状態となり，90メートルで漆黒無音の世界，照明の中に簾すだれのようなマリンスノーが白く光る。120メートル付近に温度や密度の異なる躍層があって沈下にかすかな変化を生じ，これを過ぎると海底まで無重力状態のような気分が続いた。

着底すると真綿のような泥が舞い上がり，泥色の魚が月の表面のような起伏ある海底を舐めるように移動し，突然2メートルほどの高足ガニが丸窓を

横切ったのに驚かされた。

潜水艦の球体の外は，35気圧の力に包まれ，球体温度は10度を割り体が引き締まる想いだった。思わず手帳に船内外の状況を書きとめた事を密かに思いつく。

伊号166潜水艦の艦内気圧が上がり，浸水する密閉状態の中で，苦しい息の下，家族を思い国のために殉じた英霊が眠ったまま今日まで海峡に鎮座しており，一刻も早い艦の引き揚げを願わずにはられない。

### 3 英霊よ長しえに

午後1時に雨と風が止み，位牌の前に花が飾られローソクに灯が点されると読経と鐘の音が眠る兵士に聞こえるように海を渡り，遺族も我々もお酒と花束を海に献じた。

マレー半島東岸クアンタン沖に開戦当初に撃沈された英戦艦プリンスオブウェールズ・巡洋艦レパルスが海底に眠っている。毎年12月になると英国から年老いた遺族がツアーでシンガポールに来訪し，同海域に船を出して霊を祀っている。この海域は，マラッカ海峡に入る航路上にあって，船舶が真上を通るので避航区域を設けて「海の墓標」にしたい遺族の希望があるが実現していない。

ワンファザムバンク海域は，一日数百隻の大型船が通航し，伊号166潜水艦はその常用航路に近く水深約40メートルの地点に埋まっていると思われ，数回の調査でも位置は確定されていない。

サンドウエーブの下に沈む艦内の兵士たちを一刻も早く祖国に帰し，英霊のお陰で築かれた平和な空を見せてあげたい。



#### 4 あとがき

平成15年暮れ17年間滞在したシンガポールから帰国し、南に慣れた体には内地の冬は厳しく、健康を自負していた身が2回も虎ノ門に緊急入院し、自宅で自重していた折も折、南の海の話聞き自然に手がスーツケースに延びてマレーシアに立っていました。

マラッカ海峡では、1973年ジャカルタに派遣されて以来、30数年水路測量

や灯台建設に係わり、沿岸3カ国との共同作業で共に働き、食べ遊び多くの友を得たことは何よりの宝でした。水路部の諸先輩と一緒に作業し物故された方も沢山いますが、誰も知らない現地での猛烈な働きと素晴らしい技術の伝承はこの海を何時までも平和で安全なものに守ってくれる事でしょう。

この海と接するたびに、多くの魂に手を合わせ頭が下がります。

#### 平成18年度 2級水路測量技術研修実施報告

上記研修を前期(平成18年4月6日～19日)・後期(4月20日～28日)に分け、測量年金会館(東京都新宿区山吹町11-1)において実施しました。

##### 1 講義科目と講師

前期(港湾級・沿岸級共通)

**基準点測量**[岩崎 元 JICA 水路測量(国際認定B級)研修コースリーダー]。**潮汐観測**[山田 (株) 調和解析代表取締役]。**水深測量(海上測位)**[岩崎]、[永井 (株)ニコン・トリンプル]。(測深)[久我 元アジア航測 (株) 環境部技師長]、[村井 (財)日本水路協会 調査研究部長]。**水路測量と海図**[今井 (財)日本水路協会 技術指導部長]。

後期(沿岸級)

**基準点測量**[岩崎]。**潮汐観測**[山田]。**海底地質調査**[加賀美 城西大学理学部教授]。**水深測量・海底地質調査**[久我]。

##### 2 研修受講修了者

受講者は港湾級12名、沿岸級7名、それぞれに修了証書が授与されました。

《港湾級》12名

福嶋 勝則	真壁建設(株)	北海道
中村 誠	真壁建設(株)	北海道
谷口 修一	(株)帝国コンサルタント	福井県
林 貴朗	(株)帝国コンサルタント	福井県
吉岡 徹	北陸航測(株)	富山県
小野 正敏	東京都東京港建設事務所	東京都
井上 堅太	阪神臨海測量(株)	大阪府
柴 浩行	北建コンサルタント(株)	富山県
中田 竜也	(株)第一コンサルタント	熊本県
黒澤 幹	釜石測量設計(株)	岩手県
池側 正信	阪神臨海測量(株)	大阪府
佐々木いたる	(株)アーク・ジオ・サポート	東京都

《沿岸級》7名

菅井 進也	仙東技術(株)	宮城県
渡邊 康司	(株)アーク・ジオ・サポート	東京都
川崎 敦司	銚子測量(有)	千葉県
大鐘 勲	オーシャンエグゾルグ(株)	埼玉県
大泉 秀勝	(株)ズコーシャ	北海道
菱沼 和久	(有)菱沼測量工務所	神奈川県
川本 豪	(株)アーク・ジオ・サポート	東京都

# ☆ 健康百話(15) ☆

生活習慣病総集編(続)

若葉台診療所所長 加行 尚

## ～メタボリックシンドローム(代謝症候群)(2)～

政府はこの6月2日の閣議で、2006年版高齢社会白書を決定しました。それによりますと、05年の65歳以上の高齢者人口は、前年より72万人増の2560万人と最高を更新し、総人口に占める割合(高齢化率)は前年から0.54ポイント上昇の20.04%となり、初めて20%を超えたということです。将来の推計では、2015年には26%に達するとしており、4人に一人が65歳以上の「超高齢社会」を迎えることになりそうです。そしてこの白書は「高齢者が能力や経験を生かし、一層活躍出来る社会の実現が不可欠」と指摘しております。高齢者が一層活躍する為には、まず健康でなくてはなりません。

### 1. 日本における肥満

これまでわが国に於いて肥満に関する研究は、数多くなされてきましたが、その時の指標としてBMI(Body Mass Index)のみが採用され、報告されてきました。しかし、

2003年の国民健康・栄養調査からは、肥満の指標としてはじめて“腹囲”(立位、臍高部での周囲長)の測定が行われました。

さて、腹囲測定がなされるようになると、年齢が高齢になるにつれて、肥満でない(BMIが25未満)けれども腹囲が85以上の者の割合が増えてくることが判明しました。(男性30歳代:9.1%,40歳代:15.3%,50歳代:25.8%と上昇)

また、25歳以下のBMI、皮下脂肪面積、内臓脂肪面積をそれぞれ100として、年齢との関係を見た研究が報告されました。それによりますと、BMIと皮下脂肪面積は加齢のより大きな変化は見られないが、内臓脂肪面積は加齢により増加するという結果が出ております。(図1) これらのことから、高齢になってからの体重増加は、内臓脂肪の蓄積による、と言えそうです。

メタボリックシンドローム(代謝症候群、内臓脂肪症候群という学者も居ます)の根幹をなすものは(内臓)肥満です。

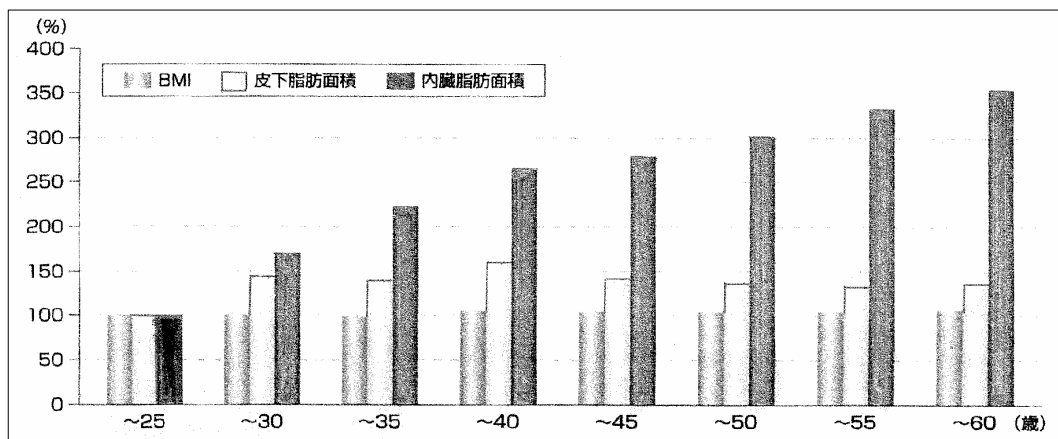


図1 年齢に伴うBMI, 皮下脂肪面積, 内臓脂肪面積の変化

## 2. 内臓肥満とメタボリックシンドローム

さて、メタボリックシンドロームは、危険因子が1人の人に複数集積することによって、将来的に心血管疾患(狭心症や心筋梗塞など)や脳血管障害(脳梗塞など)を発症し易くなるという事で、非常にリスクの高い病態です。

内臓脂肪は脂肪合成と脂肪分解のいずれの活性も高く、内臓脂肪が分解されると、遊離脂肪酸が大量に放出されて、その結果中性脂肪の産生が高まり(相対的に HDL コレステロール「善玉コレステロール」が低くなります)、LDL コレステロール(悪玉コレステロール)の合成が高まり、高脂血症となります。

また内臓脂肪からアディポサイトカインという生理活性物質が分泌され、その中には動脈硬化に悪影響を及ぼす種々の物質があります。たとえばインスリン抵抗性を悪化させ、それが持続すると耐糖能異常となるもの{(TNF) }、血栓形成傾向とするもの(PAI - 1)などがあり、これらのアディポサイトカインの分泌異常も血管壁に作用し、動脈硬化を悪化させます。

更にインスリン抵抗性が強い状態では、腎臓でのナトリウム再吸収が亢進し、血液中のナトリウムの濃度が上昇することにより体液量が増加して高血圧症になります。

このようなメカニズムによって、内臓脂肪のある人では高脂血症、耐糖能異常(糖尿病)、高血圧症の合併率が高まり、それらが血管壁に悪影響を及ぼし、動脈硬化を発症しやすくなる状態となってくるのです。

## 3. 最も有効な食事療法のポイント

内臓脂肪蓄積の一般的な原因は、食べ過ぎ、砂糖成分の取りすぎ、飲酒、運動不足、年齢(高齢者)、性(男性)など色々ありますが、最も有効な対策は食事療法です。中でも総摂取カロリーの制限が重要で、標準体重での1Kg 当たり 25~30Kcal に抑えると効果的です。また1日1ないし2食にするのは止めて、1回の食事量は少なめに、出来るだけ1日3食にすることが推奨されております。例えば1日2食にすると、飢餓

感が出て、結局たくさん食べてしまう事になります。特に就寝前に食べると、睡眠中に脂肪やその分解物の吸収が増加し、脂肪が蓄積し易くなってしまいます。

内臓脂肪型肥満の人の毎日の食生活においては、次のことを努力目標にして下さい。

- 砂糖成分や動物性脂肪の摂取を減らすこと。
- 食事はゆっくりと30回噛んで食べ、必ず腹八分目で終わること。
- 食物繊維の多いもの(野菜、海藻類、きのこ類など)を多く食べる。
- 3食食べて、夕食は軽めにする。
- 睡眠前には食事をしない。
- 間食はしない。
- 飲酒を控える。

以上です。

## 4. 食事療法と運動療法の併用がもたらす効果

食事療法と運動療法を併用することにより、効率良く内臓脂肪が減少し、動脈硬化になり難い身体になっていきます。運動は、全身を動かす有酸素運動(ウォーキング、スイミング、ジョギングなど十分に空気を吸いながらする運動)が最適です。30分から40分継続して大いに汗をかいてください。それを週に3回以上行うことが勧められます。

運動を始める前にコップ1杯の水を飲んでおくことを勧めます。有酸素運動をする目的の一つは、体の中にある余分な脂肪を燃やす為なのです。その時に十分な水分があればスムーズよく脂肪が燃える、というわけです。また準備運動で汗が出てくる時間も速くなり、汗も出やすく、脂肪も燃えやすく、気持ちよく運動の効果が出てきます。しかし、始めた運動を止めてしまうと、肥満は速やかに元に戻りますので、長期にわたって運動を持続することが大切です。運動を中断しないようにするためには、毎日体重を記録したり、食事の内容や歩いた歩数を記録したりなどの工夫が必要です。

これらの食事療法と運動療法を6ヶ月行えば、ほぼ正常状態にまで内臓脂肪が減少する可能性があります。それによって他の

危険因子も正常化してくるという因果関係にあります。

食事療法や運動療法をしても内臓脂肪が減少しない場合、或いはその減少に限界があり、しかも危険因子が複数あるような場合は、それぞれの危険因子に対する薬物療法が必要になります。

### 5. メタボリックシンドロームの疫学

最後に、順天堂大学医学部循環器内科での疫学調査を紹介して終わりたいと思います。

それは冠動脈形成術を施行した748例の患者の検討で、メタボリックシンドロームの頻度は41%と高く、またこの748例の10年長期予後の検討では、メタボリックシンドロームは高血圧、糖尿病など個々の危険

因子を上回る心臓死の独立した予後予測因子であった、としております。(図2)

“肥満大敵!!”

### 参考文献

- 松下由美他「メタボリックシンドロームの臨床的意義」：動脈硬化予防5(1)48-55, 2006  
山下静也「内臓肥満とメタボリックシンドローム」：循環plus5,(12), 2-6, 2005.  
坂東浩「肥満脱出大作戦」：南山堂, 2006.  
鬼柳尚ほか「メタボリックシンドロームの臨床的意義」-虚血性心疾患：動脈硬化予防, 5(1), 28-33, 2006/06/14.

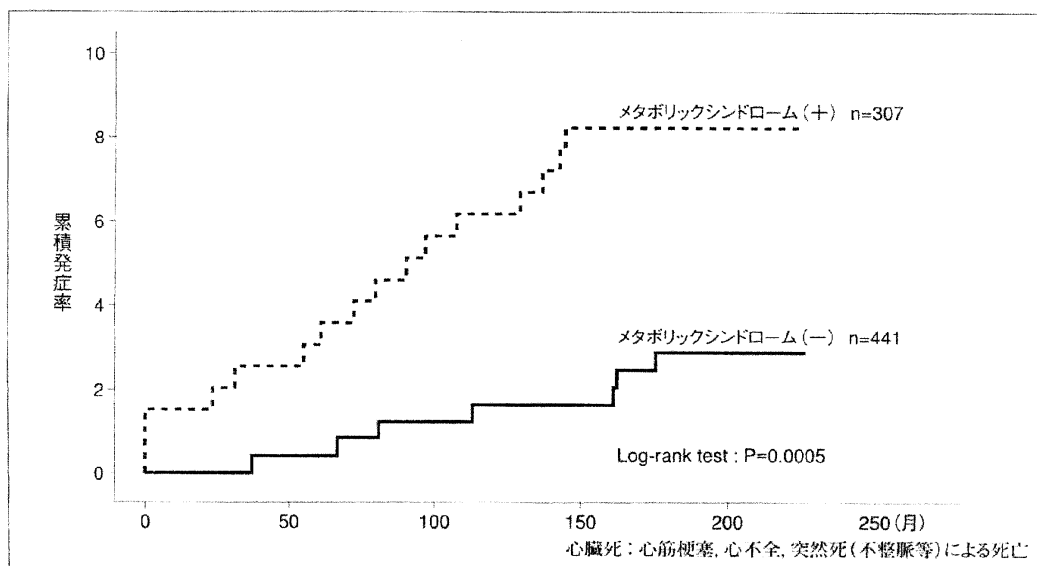
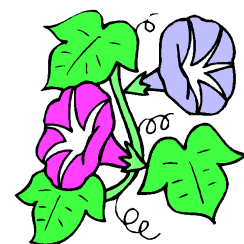


図2 冠動脈形成術後患者におけるメタボリックシンドロームの有無による心臓死の累積発症率



## 平成 18 年度 2 級水路測量技術研修体験記

北建コンサル 株式会社（富山県高岡市） 柴 浩行

平成 18 年 4 月 6 日より 12 日間の日程で水路測量技術研修を受講しました。

私は、一般測深等の経験はあっても海図補正に関する経験が少なく受講するに当たりとても不安でした。

講義は基準点測量，海図概論，水深測量(測位)，潮汐観測，水深測量(測深)と基礎的なことから専門的なことまで幅広く行われ，ついていくのに一生懸命でした。

各講義の感想はというと，基準点測量では，社会人になってからこれほど机に座って勉強したことがあったかと思うほどで，ノ - トをとるだけで精一杯でした。

海図概論では，海図と一般地形図との違いなどの講義を受けました。海図の詳細な図式等教えて頂き大変勉強になりました。

水深測量(測位)では，D G P S や六分儀を使用した講義がありました。六分儀は実際の測量作業に使用したことがあるため抵抗無く受講することができました。潮汐観測では，日本国内だけでも大きな潮汐差があるという事がわかりました。私の住んでいる富山県は  $\pm 30 \text{ cm}$  位の差しかないのですが，休憩時間に九州から研修を受講されている方に潮汐差が  $3 \text{ m}$  位あって作業が大変だと聞いて驚きました。



研修風景（前列左 筆者）

水深測量(測深)では，多素子の音響測深機や最近よく使用されるマルチビ - ム測深機についての講義を受けました。

12 日間の研修を終えて感じたことは，これだけの内容を短期間に学ぶのは，かなり大変だと思いました。しかし，この短期間にも関わらず各講師の先生方が要点を的確に又わかり易く説明して頂き，大変良く理解できたと思います。この研修で学んだことは，今後の業務に活かせるよう頑張っていきたいと思います。

最後に今回の研修では，実際に船の上での作業が無かったのですが，今後船上での作業も含めた研修日程にすれば，実務により活かせる研修になると思います。

真壁建設 株式会社（北海道根室市） 福嶋 勝則

今回初めて，2 級水路測量技術研修を体験しましたが，私が思っていた内容と

は少し違い，とても勉強の範囲が広く，私がこれまでの仕事の中で知らなかった

事がたくさんあり、それらを学ぶことができました。

各分野の講師の先生もスペシャリストの人ばかりなので研修内容もとても充実して、さらに豊富な資料提供もありましたので初めて受講する人にとっても分かりやすい内容だと思います。

研究時期については4月中に行っているの北海道在住の私にとってはすごく過ごしやすく官庁工事の発注時期とあまり重ならないため、2週間の研修期間にも対応ができ良い時期だと思いました。

受講時間については、午前9時30分～午後5時00分と少し長めですが、1日の講義の内容が濃く緊張感を持って講義を受けていたため、1日の研修が終わると少し疲れましたがとても勉強になりました。

研修では、各分野の基礎知識を中心に研修するので知らない分野でも理解しや



研修風景（前列左 筆者）

すいのと、また音響測深機、GPSの機器の取り扱い演習もありましたので今後のために、すごく参考になりました。

私の会社は港湾工事主体の建設会社なので水路測量はとても重要になります。この研修で学んだことを復習して2次試験に向け勉強し、必ず合格できるように頑張りたいと思っています。

株式会社 ズコーシャ（北海道帯広市） 大泉 秀勝

2級水路測量技術研修に参加して第一に感じた事は、陸の測量と海の測量の違いについてでした。陸の測量も海の測量もたいして変わらないものだろうと思っていましたが、今回の研修で根底から覆りました。なぜなら陸・海とも座標系が世界測地系であり同じでありながら準拠楕円体がGRS-80とWGS-84が違うという所でした。お互いの差は殆ど零に等しいものですが、その事について何故？という疑問の壁に当たってしまい、同じ測量で同じ座標系を使用しながらどうしてなのか、今まで陸の測量を10年してきて日本測地系から世界測地系、又は地震の影響による座標補正の計算と座標



研修風景（中央 筆者）

系の変換・補正について色々作業をしてきて自分の頭の中は世界測地系 = GRS-80・ITRF-94と言う公式が定着していたため、この研修の最初に悩みま

した。この事がまず一番に感じたことで自分にとって水路測量技術研修の第一歩となり研修が始まりました。

はずかしながら水路測量と言うのは水深を測定して、等深線を書いて、陸の地形図のようなものを作成するものだけかと思っていました。裏を返せば自分が水路測量というものを何も知らなかつただけでしたが、この研修で色々な機器、方法、知識を先生方に教えていただき水路測量 = 音響測深だけでなくマルチビーム測深や音響映像探査、底質調査に使う音波探査を使用して様々な手法で海底を見る・知る事だと感じました。そのことにより様々な国の船舶が安全に航行できるようにしている基準の測量であり、水路測量というのはとても幅が広く陸の測量よりも重要な役割を担っている測量だと痛感しました。それによって自分に今までであった測量という枠が崩れ、もうひとつ外側の枠まで広がったように感じる研

修であり、今まで疑問に思っていた海の性質（潮汐観測）も理解ができたと思います。

今回この研修で先生方に教わった事は全て自分にとって新鮮なことであり色々な事を吸収できたと思います。今後の測量業務においてこの 20 日間の事を十二分に活用していきたいと思います。

最後に、陸の測量の割合が 99%を占めていた自分にとって水路測量を 1 から教えていただいた先生方・協会の方々には感謝・感謝であり、20 日間ありがとうございました。

希望として、実技を組み込むともっと理解ができると思いました。測量等の技術者は言葉よりも体で覚えたほうが理解する人種だと思いますので今後の研修には是非、組み込んで欲しいと思います(以前には、実施していた時期があったと聞いております)。

---

銚子測量 有限会社(千葉県銚子市) 川崎 敦司

私は、主に用地測量や基準点測量等の陸上測量に携わっており、深浅測量等の海上における測量は、年に 2, 3 回です。その業務の際に役所の方と打合せ時に、仕様書上では記載されていないが、海上測量の資格を持っている人間を担当につけてもらえないかと要請がありました。水路測量技術といった認定資格などは、あまり重要に考えていなかった私は、海上測量の資格を知りませんでした。そのような経緯から、認定資格の必要性を感じ、資格を取ろうと考えました。

私の住んでいる地域は、地方の都市ということもあり、海上測量の資格につい



研修風景(筆者)

て詳しい人がいなかったので、都市部の付き合いのある会社に尋ねたり、ネット上で調べたりして、2 級水路技術の研修を見つけ、参加させていただきました。

研修は、実務上での経験と知識しかなかった私にとって、講習内容は専門的な知識や原理がおり込まれた難しい内容で、陸上測量とは違う測量の世界を知らされました。講義は聞いているだけでは理解できず、内容を書き留めたノートは、字が大きいせいもありますが、100ページ近くになりました。日々、そのノートやテキストを宿までの電車の中で目を通し、宿では過去の試験問題とつき合わせながら理解に努めました。

基準点測量では、基準点の理論から海沿いでの測定が困難な場所であるための測定の方法までいろいろな知識を、測量士を持っていながら、再度勉強させられました。六分儀に始めて触れた時はどう扱ってよいか戸惑ったりもしました。

水深測量では、器械の仕組みや実際に音響測深機に触れてみた時や、測深結果の吟味の方法等を聞いたりした時は、自分のやってきたことが、いかに機械任せであったことがわかりました。

音波探査などの経験のほとんどない分野については、まったくの素人と同様に教材を読み、講義についていくことで精一杯でしたが、新しい分野は新鮮で面白いものでした。また、図面の描き方、成果の取りまとめ方、海図と地形図の違い、潮汐についてなど今まで特に意識していなかった分野では、自分の知識の無さを痛感したところでした。

昔、先輩に言われた“器械を使うことができれば、測ることはできるけれども、理論から分っていないと業務はこなせない。”ということ思い出させられました。その意味でも、とても勉強になる研修でした。

一方、理論的な話ばかりでなく、サイ

ドスキャンソナ - 等の新しい技術や最新の機器についてのお話もあり、今後役所の相談に対して、新しい業務提案につながりそうな興味深い講義内容もありました。また、講師や事務局の方々は、講義の重要な部分を教えてくださり、休憩時間の雑談や質問にも気軽に付き合ってくれました。質問や話題にあがると、いろいろと資料を用意してくださり、また、海洋調査についてのお話等の雑談は講義以外でも大変ためになりました。

私も含めて、研修を受けた人の中には経験のない分野を初めて受ける方もいるので、以前、研修で行っていたという現場での実技があると理解が深まると思います。私は、音波探査はほとんど未経験の分野なので実際に測定して見たいと思いました。研修前は、研修期間3週間は長いなと思っていたのですが、気がつくと3週間があっという間に経ってしまった気がします。今後は、実務経験を積み将来、1級水路技術の研修にも参加させていただきたいと思います。

最後に、指導して下さった講師やいろいろお世話になった事務局の方々に感謝いたします。



久我先生(後列右から4番目)と研修生





## 潮汐と関わりの深い天文現象(2)

(財)日本水路協会 海洋情報提供部

前号に続き、「電子潮見表」に記載されている天文現象について説明する。

### 4. 二十四節気と雑節

季節感を端的に表す言葉として、立春、大暑、冬至等々の名前が、テレビのニュースなどにもしばしば登場する。これらは、二十四節気(にじゅうしせき)のうちのいくつかである。二十四節気はその名のとおり24あって、1年を24の細かい季節に分けている。

二十四節気を立春から順に並べると次の表に記すとおりである。それぞれ何月何日頃になるかを示しておいた。そのほか、かっこ内に正月節とか三月中とか書かれているが、これについては後述する。

表 二十四節気

立春(正月節)2月4日頃	立秋(七月節)8月8日頃
雨水(三月中)2月19日頃	処暑(七月中)8月23日頃
啓蟄(二月節)3月6日頃	白露(八月節)9月8日頃
春分(二月中)3月21日頃	秋分(八月中)9月23日頃
清明(三月節)4月5日頃	寒露(九月節)10月8日頃
穀雨(三月中)4月20日頃	霜降(九月中)10月23日頃
立夏(四月節)5月6日頃	立冬(十月節)11月7日頃
小満(四月中)5月21日頃	小雪(十月中)11月22日頃
芒種(五月節)6月6日頃	大雪(十一月節)12月7日頃
夏至(五月中)6月21日頃	冬至(十一月中)12月22日頃
小暑(六月節)7月7日頃	小寒(十二月節)1月6日頃
大暑(六月中)7月23日頃	大寒(十二月中)1月20日頃

二十四節気のうち、春分、秋分は特に重要であると言えるかも知れない。というのはこれらの日はそれぞれ、春分の日、秋分の日として国民の祝日となるからである。

潮汐との関係においても、これらの日の前後の大潮には、春の大潮、秋の大潮と言って、1日2回の干満の差が1年中でも特に大きくなる。

ところで、前号で、春分、秋分の日には昼夜の長さが全く等しいわけではなく、昼間の方が4分ほど長いと書いた。ところが、4分というのは間違いで、18分ほど長いというのが本当でした。お詫びして訂正します。

二十四節気のほかに、これを補うように雑節というものが存在する。雑節は、土用(夏の土用だけが有名だが、実は春夏秋冬のそれぞれにある)、節分、八十八夜等々、種々雑多である。

### 5. 旧暦

旧暦というのは、明治5年まで我が国で使われていた暦で、太陰太陽暦の一つである。それが現在でも生き残っていて一部で使われている。

この暦では、毎月一日は新月の日とされる。新月から新月までは平均約29.5日であるから、これで1年を12ヶ月とすると、1年の長さが354日ぐらいになり、月日と季節の関係がどんどんずれていく。

そのため、ときどき閏月というものを挿入して13ヶ月から成る1年を設ける。その閏月をどのように決めるかというときに、前に述べた二十四節気が必要になる。表の各節気のかっこ内に書かれている節とか中、特に何月中というのがその鍵を握っている。

たとえば、十一月中である冬至の日を含む月は必ず十一月であるとするのである。表からわかるように、二十四節気と季節との関係は毎年ほぼ変わらないので、このようにすると十一月は毎年だいたい冬至の頃となる。同様に二月は春分の頃となる。

一方、このルールで行くと、中を含まない月というのがときどき生じる。そのような月を閏月として、その前の月を二回繰り返すのである。たとえば、四月と五月の間の閏月であれば、閏四月と呼ぶ。

このように、月の一日は太陰(月のこと)によって決まり、何月であるかは二十四節気、ひいては太陽によって決まる。旧暦が太陰太陽暦であるゆえんである。

### 6. 六曜

大安とか仏滅とかいうあれである。日月火水の七曜のように規則正しくはやって来ないで、ときどき跳ぶことがある。そのためか、何となく神秘的に見えて、ばかばかしいと思いつながら、なかなかその呪縛から逃れられない。

ところで、この六曜というもの、旧暦の月の数と日の数を足して6で割ると出てくる。割り切れれば大安、1余れば赤口、2余れば先勝、以下、友引、先負、仏滅となる。

平成17年度 水路測量技術検定試験問題(その107)

港湾1級1次試験(平成18年2月4日)

- 試験時間 1時間05分 -

法規

問 次の文は、水路業務法、港則法及び海上交通安全法の条文の一部である。

( )の中に当てはまる語句を下記から選び記号を記入しなさい。

1. 水路業務法2条

この法律において「水路測量」とは、水域の測量及びこれに伴う( )の測量並びにその成果を航海に利用させるための( )の測量をいう。

2. 港則法第31条

特定港内又は特定港の( )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。

3. 海上交通安全法第30条

次の各号のいずれかに該当する者は、当該各号に掲げる行為について海上保安庁長官の許可を受けなければならない。

(1)( )又はその周辺の政令で定める海域において工事又は作業をしようとする者。

- |         |           |       |       |
|---------|-----------|-------|-------|
| イ 省令    | ロ 港長      | ハ 航路  | ニ 海岸線 |
| ホ 土地    | ヘ 海上保安庁長官 | ト 港域  | チ 重力  |
| リ 港湾管理者 | ヌ 境界      | ル 地磁気 |       |

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○を、間違っているものに×をつけなさい。

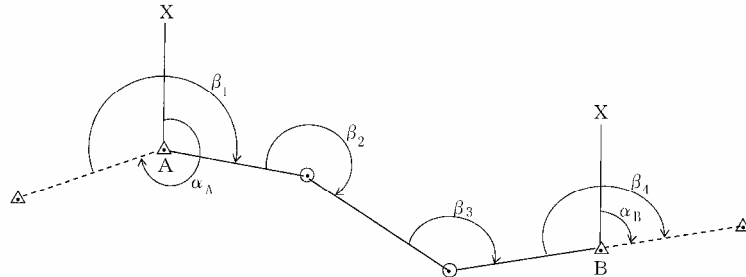
- 1 一般には、機種ごとに測距儀本体及び反射鏡の定数と合わせて零に設定してあるので、定期的に定数の検定を行う必要はない。
- 2 遠距離測定は、気温勾配変化が小さい朝夕に行う方がよい。
- 3 変調周波数誤差は、測定距離の大きさに比例する誤差である。
- 4 位相測定誤差、致心誤差は、測定距離の大小に関係ない誤差である。
- 5 気象補正は、気圧による影響が気温による影響よりも大きい。

問2 次の文は、基準点測量について述べたものである。

正しいものに○を、間違っているものに×をつけなさい。

- 1 三角測量による新設基準点及び補助基準点の座標値の閉合差の上限が決まっている。
- 2 多角測量法とは、既設点から順次、次の点への方向角と高さを測定して新設点の位置を求める測量である。
- 3 干渉測位方式には、スタティック方式とキネマティック方式があり、精度の点でスタティック方式の方が優れている。
- 4 GPS 測量機は、受信機とアンテナで構成されるが、観測にあたってアンテナの高さやその向きは観測値のデータ解析に影響しない。
- 5 干渉測位方式は、4個以上のGPS衛星を利用し、2地点において同時観測を行い、搬送波の位相差測定から2地点間の基線ベクトルを確定する。

問3 図に示す多角測量において、方向角  $\alpha_A$  と水平角  $\beta_1 \sim \beta_4$  から計算により、方向角  $\alpha_B$  を求めた。この方向角  $\alpha_B$  の標準偏差  $\sigma_B = 13$  秒となったとすると、各点の水平角の標準偏差  $\sigma$  を算出なさい。  
ただし、各点の水平角の標準偏差は等しいものとし、方向角  $\alpha_A$  の標準偏差は、 $\sigma_A = 5$  秒とする。



問4 測点 A B 間には、約 1 キロメートルごとに (1) ~ (3) の固定点をおき、直接水準測量による往復測定を行い、次の観測値を得た。観測値の判定を行い、その理由を記述しなさい。  
ただし、往復測定の違いは、10 ミリメートル  $\times$  S とする。  
S は、キロメートルで表した水準路線の片道距離

測点	往観測 (m)	復観測 (m)
A	0.000	-3.665
(1)	+2.123	-1.595
(2)	-1.268	-4.980
(3)	-0.223	-3.839
B	+3.621	0.000

### 水深測量

問1 次の文は測深作業について述べたものである。正しいものには  $\checkmark$  を、間違っているものには  $\times$  をつけなさい。

- 1 測深は海上模様ができる限り平穏なときに実施するものとし、特に掘下げ区域及び岩礁区域では波浪のある場合を避けるものとする。
- 2 多素子音響測深機による水深は、直下測深記録から採用するものとする。  
ただし、8 度以内の斜測深記録は水深として採用できる。
- 3 新しく発見した浅所、沈船、魚礁等については、最浅部の位置、水深及び底質を確認するものとする。
- 4 浅所の位置は 2 線以上の位置の線の交会によるか、又は 2 回以上の測定を行うものとする。
- 5 サンドウェーブの存在する区域では測深方向を峰線又は谷線にできる限り平行するように設定して測深を行うものとする。ただし、マルチビーム (浅海用) 音響測深機による場合はこの限りでない。

問2 次の表は、港湾測量、航路測量及び沿岸測量に使用するシングルビーム音響測深機 (多素子音響測深機を含む) の基本性能表である。適切と思われる番号を下記より選んで ( ) に記入しなさい。

区 分	仕 様		
	水深 31 メートル未満	水深 31 ~ 100 メートル未満	水深 100 メートル以上
発 振 周 波 数	90 ~ 230 ㎐ヘルツ	30 ~ 230 ㎐ヘルツ	10 ~ 230 ㎐ヘルツ
送受波器の指向角 (半減半角)	( ) 度以下		( ) 度以下
紙 送 り 速 度	( ) ミリメートル / 分以上		10 ミリメートル / 分以上
仮 定 音 速 度	( ) メートル / 秒		
記 録 方 式	乾式直線記録方式		
最小読取り目盛	最小目盛の 1 / 2 が水深 100 メートル未満では ( ) メートル位まで、100 メートル以上では 1 メートル位まで読み取 れるもの		

6                    8                    10                    15                    20  
30                    1,300                    1,500                    0.1                    0.2

問3 平行誘導測深を行う場合、誘導基線と測深線との交角が65度30分のとき測深線間隔を10メートルにするためには誘導点間隔をいくらにすればよいか、メートル以下第2位まで算出しなさい。

問4 海底記録の不明瞭な箇所及び浮遊物か、器械的雑音か、海底の突起であるか判別が不明な異状記録については、再測を実施することになっている。ただし、海底からの突起した異状記録のうち、その水深を採用し、再測、判別等の処置を省略できる。その場合を三つ記述しなさい。

-----  
「海の理解促進講習会」開催（お知らせ）

（財）日本水路協会は海に関する知識を普及促進させるため学校の先生方や一般の方を対象に「海の理解促進講習会」を日本財団助成事業として今夏、各地で開催致します。テーマはいま注目を集めている大陸棚の話、海洋環境、水産資源などで最新の話題を提供します。また参加者には教材として日本周辺海底地形立体図（A3版）、海底地形や潮汐データCD、海のトリビア（ガイドブック）を謹呈します。詳細は海洋情報研究センター（MIRC）ホームページ、<http://www.mirc.jha.or.jp/forum/seminar2006/> をご覧下さい。

開催地、月日：富山市（7月17日（月、祝））； 東京都（7月22日（土））； 札幌市（8月5日（土））； 福岡市（8月27日（日））； 神戸市（10月21日（土））

定員：各会場 50名                    参加費                    ：無料

参加申込み：事前申込み制。参加希望会場名、〒住所、氏名、職業、連絡先を明記して、メール、ファックスなどで事務局あてお申込み下さい。

申し込み締め切り；講習会当日の1週間前。但し、席に余裕あれば当日参加可。

申込み先：〒104-0045 東京都中央区築地5-3-3 築地浜離宮ビル8階

（財）日本水路協会 海洋情報研究センター「海の理解促進講習会」事務局：江川・桂（seminar@mirc.jha.jp）、電話 03-3248-6668；ファックス 03-3248-6661

なお、提出頂いた個人情報につきましては、本事業のために利用する以外、他の目的には利用いたしません。

## 平成 17 年度水路新技術講演会

(財)日本水路協会では昭和 59 年度から水路新技術の一環として、水路新技術に相応しい内容をテーマとした講演会を開催してきました。平成 17 年度は以下のとおり実施した。

テーマ：海洋情報部研究成果発表会

日時：平成 18 年 2 月 28 日(火) 13 時 30 分～16 時 30 分

場所：海上保安庁海洋情報部 7 階大会議室

主催：海上保安庁海洋情報部・(財)日本水路協会

海洋情報部長の開会挨拶につづき、海洋情報部主任研究官等による研究成果発表に加え今回は東北大学大学院藤本教授による特別講演も行われた。また、講演会に併せて海洋情報部研究成果をまとめたポスター展示(11 件)も行われた。当日の参加者は 123 名と盛況であった。

なお、各研究成果発表及び特別講演の詳しい内容は、当協会が平成 18 年 11 月発行予定の「水路新技術講演集」第 20 巻に掲載する。以下に講演の概要を紹介したい。

### 講演概要

#### 「海底地殻変動観測の現状と成果」

藤田 雅之(航法測地室主任衛星測地調査官)

海上保安庁海洋情報部では、キネマチック GPS(KGPS)と音響測距の組み合わせ方式による海底地殻変動観測の技術開発及び海底基準点の展開を行っている。これらの海底基準点は、これまで主に日本海溝及び南海トラフ沿いの陸側に十数点設置済みで、測量船によるキャンペーン観測が繰り返し実施されている。海洋情報部の観測によるデータ解析手法の概要と現状及び最近の観測結果について報告された。

#### 特別講演「海底測地観測の進捗状況と課題」

藤本 博己(東北大学大学院理学研究科教授)

最近、GPS(Global Positioning System)による測地測量の精度が向上し、プレート運動ばかりでなくプレート境界付近のプレートの変形についても、測地学的観測から地殻変動のメカニズムを明らかにする研究が開始されている。プレート境界の大部分は電波の届かない海底にあるので、GPS 観測を海底に延長する試みが進められている。キネマチック GPS(KGPS)と音響測距の組み合わせ方式による海底地殻変動観測である。この方式による観測はカリフォルニア大学のスクリップス海洋研究所や海上保安庁海洋情報部などにおいて、重要な成果が得られつつある。

この手法による観測の進捗状況のほか、海底圧力観測による上下変動の観測の試みなども併せた内外の取り組みが紹介された。

#### 「小笠原海域の衝突テクトニクス」

小原 泰彦(海洋研究室主任研究官)

海台・海嶺などの地形的高まりが沈み込み帯に達した時、島弧下へ完全な沈み込みか、あるいは島弧への完全な付加のいずれかを両極端とした運命をたどることとなる。沈み込み帯における海台・海嶺のこのようなふるまいを理解することは、島弧・大陸地殻成長への海台・海嶺の役割を見積もる上で重要である。小笠原海域における大陸棚調査データを例に、海台衝突に

よる前弧の変形・成長についての検討結果が報告された。

「沖縄海膨における精密地殻構造調査」

金田 謙太郎（海洋研究室研究官）

沖縄海膨は、西フィリピン海盆北西部に位置する海底の高まりである。この海膨は西フィリピン海盆の拡大軸と考えられている Central Behgham Spreading Center を挟み、同様の高まりである Behgham Rise と対照的な位置に存在している。沖縄海膨と Behgham Rise は、西フィリピン海盆拡大の際、拡大軸西部においてマグマの供給量が多かったために形成されたと考えられており、これらの形成史を推測することで西フィリピン海盆の発達史を推測することに重要である。しかしながら、当海域では ODP やドレッジによる岩石資料の採取は実施されているものの、長大測線を用いた地震探査による地殻構造調査は実施されていなかった。海上保安庁海洋情報部が 2005 年 5 月に当該海域で実施した屈折法及び反射法地震探査の結果から明らかになった調査海域海底の地殻構造が報告された。

「東京湾奥部における底層溶存酸素濃度の時間変化」(2003 年～2005 年)

山尾 理（海洋研究室研究官）

「東京湾再生のための行動計画」では、東京湾再生の具体的な指標として、底層の酸素濃度(D.O.)を「年間を通して底層生物が生息できる限度」が挙げられている。これに伴い海上保安庁は平成 15 年 3 月から千葉灯標で運用しているモニタリングポストでの貧酸素水塊の動向を監視する使命を帯びることとなった。モニタリングポスト設置以降、約 2 年 9 か月間に亘る観測が行われてきた。モニタリングポストでの底層の酸素濃度(D.O.)の時間変化について観測結果が報告された。

「漂流予測の高度化のための基礎調査」 - 風圧流と偏角について -

福島 繁樹（海洋研究室主任研究官）

漂流予測の高度化のための基礎調査は漂流予測を実施する際に必要となる漂流物の面積比 A/B, 拡散係数等について、米国沿岸警備隊の研究報告等の文献調査を行い、日本周辺海域についての実態を調査し、妥当な値を推定するための予備的研究を行うことが必要である。

この研究の背景には 漂流物の種類が多くなってきたこと、漂流物によっては風下方向へ流れず、ある程度風下からの角度（偏角）をもって流れることが分かってきた。今般、米国捜索救助マニュアル(IMSAR)が大幅に変更されていたことから関係論文等の文献調査を行い風圧流や偏角について取りまとめた成果が報告された。



# 海洋情報部コーナー

## 1. トピックスコーナー

企画課

### (1) 自律型海中ロボット (AUV) を使用した海底地殻変動観測の海上実験

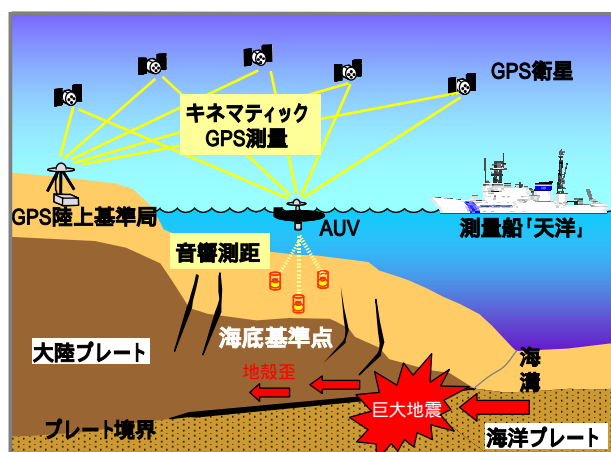
海洋情報部は、2000年からGPS測位及び音響測距技術を用いて測量船から海底基準局を精密に測量する海底地殻変動観測を実施しています。

現在、この観測の高度化のため、東京大学生産技術研究所と共同で測量船の代わりに自律型海中ロボット (Autonomous Underwater Vehicle: AUV) を使用した新しい観測手法の開発に取り組んでいますが、5月9日から13日の間、相模湾において、測量船「天洋」及びAUVによる観測を世界で初めて実施しました。

AUVは、予めプログラムされた観測コースを無人で走行して観測データを取得するもので、海底地殻変動観測に活用することにより、従来の測量船に比べ効率よい観測が可能となります。また、観測回数を増やすことができると精度の向上も期待されます。

実験に使用したAUVは、深海における観測調査を目的として東京大学生産技術研究所が開発使用しているもので、バッテリーを内蔵し、与えられた航海計画にしたがって自力で潜行する無人・無索の潜水機(長さ4.4m、幅1.1m、高さ0.8m)です。

(平成18年5月9日～13日)



AUVを使用した海底地殻変動観測の概念図



実験に使用したAUV

(写真は東京大学生産技術研究所提供)

## (2) 第2回東京湾再生セミナー開催

5月15日、海洋情報部大会議室において「東京湾の今を知る！(2)」という見出しで第1回セミナー(平成18年3月6日開催)に続き第2回東京湾再生セミナーを開催しました。

このセミナーは東京湾再生推進会議において18年度に予定している「東京湾再生のための行動計画」中間評価に向け、東京湾の水環境について研究されている研究者の方々や、豊かな東京湾を取り戻すための取り組みをされている方々に、東京湾の現状や再生に向けた取り組みについて分かりやすくご講演頂くために開催したものです。

講師と演題は以下のとおりです。

- 東京湾生物研究史  
東邦大学理学部生命圏環境科学科教授 風呂田利夫
- 最近の東京都内湾における水環境の現状  
日本水環境学会関東支部幹事 風間真理
- 泥の中の目立たない生き物の神秘と外来種の脅威  
横浜国立大学教育人間科学部助教授 西 栄二郎
- 市民との協働によるアマモ場再生  
神奈川県水産技術センター主任研究員 工藤孝浩

当日は、120席の椅子を用意しましたが、そのほとんどを聴講者が埋める程大盛況となりました。(平成18年5月15日)



山本参事官あいさつ

## (3) 児童生徒等水難事故防止連絡会で離岸流を紹介

5月18日、鹿児島県教育委員会主催の児童生徒等水難事故防止連絡会に十管区海洋情報部深江海洋調査課長が出席し、「離岸流のはなし」を紹介し、好評を得ました。

本連絡会の出席は、日本水路協会との共同研究事業「離岸流等の観測手法及び特性把握に関する研究」の成果である「離岸流に注意!!」のリーフレットを教育委員会へ持参して普及啓蒙についてお願いした際に、是非とも今回の連絡会に出席していただきたい、との要請を受けたものです。



深江海洋調査課長による講義



(ちなみに、リーフレットは、県教育委員会に合計 1400 部も受け取っていただき、各小中学校へ配布いただくこととなりました。)

この連絡会では、上記研究事業の成果の一つである、「離岸流のはなし」という広報ビデオを上映し、深江課長がこれについて

丁寧に解説を加えました。会議に出席した県内教育関係者には熱心に聴講いただき、多くの方々から驚きの声があがるなど、出席者の多くが深い関心を抱かれたようです。これを契機に、各小・中学校の子供たちの離岸流への関心が高まりそうな気配です。

(平成 18 年 5 月 18 日)

#### (4) 海保初！「機動海洋調査隊(E. M. S. T)」誕生

八管区本部は、海難事故等による沈没船、墜落航空機及び不法投棄物等の位置特定のための緊急捜索、海中転落者及び流出油の漂流予測のための緊急な海潮流調査を必要とする事案発生時に、航空機や巡視船艇を使用して迅速に現場へ出動し調査作業を実施するため、5月10日に海洋情報部の職員で構成する「機動海洋調査隊(E. M. S. T : Emergency Marine Survey Team)」を発足させました。

これに伴い、5月23日、八管区本部において、「機動海洋調査隊」の任命・出動式及び実働訓練が、多数の報道関係者が見守るなか行われました。(平成18年5月23日)



豊嶋海洋情報部長が機動海洋調査隊長に任命



## 2. 国際水路コーナー

国際業務室

### (1) 第16回日韓水路技術会議

第16回日韓水路技術会議は、2006年3月23日～24日の2日間、海上保安庁海洋情報部で開催されました。今回の会合では、短波レーダーによるリアルタイム観測に関する情報交換、GPSによる地殻変動解析に関する情報交換、海流データの交換、リアルタイム潮汐データの交換、沿岸海洋環境に関するモニタリングについての情報交換、国際水路機関刊行物「大洋と海の境界」などについて活発な議論が展開されました。

東京、2006年3月23日～24日

出席者は、日本側が陶 正史海洋情報部長、山本 芳治参事官、各課長、国際業務室長他、韓国側がチュン ヨウスプ国立海洋調査院院長、キム ヨンバエ海洋課長、チェ シンホ海洋課長補佐、ホ ヨン海洋課潮流官、イ ギソク元ソウル大教授でした。

次回会議は、2006年度後半に韓国で開催することが合意されました。



日韓水路技術会議参加者

### (2) JICA フィリピン国プロジェクトへの専門家派遣

2005年12月にJICAとフィリピン国環境・天然資源省国家地図資源情報庁(NAMRIA)との間で交わされたJICA技術協力「航行安全のための水路業務能力強化プロジェクト」を推進するため、2006年3月22日から長期専門家(任

期2年間)として坂本平治国際業務室技術・国際官がNAMRIAの沿岸測地測量部(CGSD)へ派遣されています。本プロジェクトでは、ユーザーからの要求を満たす海図や航海情報を提供するため、CGSDの水路測量能力などを強化し、

安全な海上輸送に必要な情報を充分且つ継続的に提供できる体制の整備を目標としています。

また、2006年5月15日には(株)タスの穀田昇

一理事が本プロジェクトの一環としてCGSDの組織評価を実施するため、短期専門家(任期2ヶ月間)として派遣されました。

### (3) チリ海軍海洋情報部への職員派遣

2005年7月東京において、チリ海軍海洋情報部(SHOA)と海上保安庁海洋情報部とで交わされた水路業務分野における活動の相互促進を内容とした意思書(Record of Intention)に基づき、具体的な技術協力について協議を行なうために2006年4月10日から12日までの間、技術・国際課神原海洋情報渉外官及び同課国際業務室吉田技術・国際官がSHOAを訪問し、下記事項について協議を行なうとともにSHOA(観測艦を含む)施設の見学を実施しました。

- \* 電子海図(ENC)の頒布体制
- \* 津波防災
- \* マルチビーム及びそのデータ処理に関する事項
- \* 海洋観測機器に関する情報交換

チリ、バルパライソ 2006年4月10日~12日

- \* 海図の品質管理
- \* SHOAが実施している海外研修「水路測量国際認定Aコース」

今回の訪問での幅広い意見交換及び施設見学により、将来の両機関の協力関係を推進する第一歩となりました。



バルパライソの街並み



チリ海軍海洋情報部を訪問した神原海洋情報渉外官他

#### (4) 第8回 IHO 戦略計画作業部会 (SPWG) 会議

韓国, 釜山 2006年5月2日～4日

国際水路機関 (IHO) の第8回戦略計画作業部会 (SPWG) 会議は, 2006年5月2日～4日の3日間, 韓国の釜山で韓国海洋調査院のホストのもと開催されました。

IHB からマラトス理事長, IHO 加盟国から17カ国約30名が参加し, 我が国からは SPWG 副議長の西田英男外務省参与 (日本水路協会専務理事) および加藤茂海洋情報部技術・国際課

長が出席しました。

議題は, 改正 IHO 条約に係る基本文書の確定, 改正 IHO 条約発効後の移行計画の検討及び理事国選出方法にかかる「Hydrographic Interest」の定義の検討でした。特に理事国選出方法にかかる検討では, 新たな指標の提案など白熱した議論が展開されました。



SPWG 会議参加者

#### (5) 第5回 NOWPAP/DINRAC フォーカルポイント会合

中国, 深圳 2006年5月10日～11日

第5回 NOWPAP/DINRAC (北西太平洋地域海行動計画/データ・情報ネットワーク) フォーカルポイント会合が 2006年5月10～11日の2日間, 中国, 深圳市で開催されました。出席者は中国, 日本, 韓国, ロシアのフォーカルポイント6名に UNEP 地域調整センター, POMRAC 等関係者11名を加えた17名でした。

日本からは, 海洋情報部の佐藤国際業務室長と神原技術・国際課海洋情報渉外官, 京都大学瀬戸臨海実験所 白山所長, CEARAC (富山) 宮崎所長の4名が出席しました。今次会合の議長を佐藤国際業務室長が務めました。会合での主な決定事項は以下のとおりです。

##### (1) 2006/07 年度の新たな実施事業

- ・DINRAC 及び各国を結ぶ地域インターネットコミュニケーションシステムの構築
- ・海洋生物多様性データ・情報に係る国別及び地域報告書の編集
- ・NOWPAP 地域における自然保護区に関するデータベースの開発

##### (2) 新たな事業の提案作成

- ・汚染物質及び栄養塩に関するメタデータベースの構築

##### (3) 他の RAC (地域活動センター) との連携



NOWPAP/DINRAC 会議参加者

(6) JICA 集団研修「海洋利用・防災のための情報整備（水路測量国際認定 B 級）」  
コース開始

東京，2006 年 5 月 15 日～12 月 8 日

2006 年度 JICA 集団研修「海洋利用・防災のための情報整備（水路測量国際認定 B 級）」コースが 2006 年 5 月 15 日に開講しました。このコースは今年度から新しく開始されたもので、海図作成のための国際基準に準拠した水路測量に関する理論と技術に加え津波防災、海洋環境保護に関する知識の習得を目指してい

ます。

今年度のコースには、中国、コートジボワール、インドネシア、マレーシア、パナマ、フィリピンの 6 カ国から 7 名の研修員が参加しています。研修は長崎港での港湾測量実習、測量船「明洋」による乗船実習などを含め 2006 年 12 月 8 日まで実施されます。



海洋情報部長表敬訪問

### 3. 水路図誌コーナー

航海情報課

平成18年4月から平成18年6月までの水路図誌及び航空図誌の新刊、改版及び廃版は次のとおりです。

海図改版(31版刊行)

番 号	図 名	縮尺 1:	刊行年月	図積	価格(税込)
W 3 3	宗谷海峡及付近	300,000	2006-4	全	3,360 円
W 4 2	国後島及付近	300,000	2006-4	全	3,360 円
W 1 2 7	関門海峡東口及付近	50,000	2006-4	全	3,360 円
W 2 2 8 A	金武中城港金武湾	25,000	2006-4	全	3,360 円
W 1 0 4 5	利尻島至増毛港	200,000	2006-4	全	3,360 円
W 1 2 5 0	奈留瀬戸及田ノ浦瀬戸 (分図) 福江港	25,000 7,500	2006-4	全	3,360 円
W 4 3	神威岬至襟裳岬	500,000	2006-5	全	3,360 円
W 4 5	択捉島	300,000	2006-5	全	3,360 円
W 5 0	小笠原諸島諸分図 第2 母島列島 北硫黄島 硫黄島	75,000 85,000 50,000	2006-5	1/2	2,625 円
W 1 4 8	秋田船川港秋田	10,000	2006-5	全	3,360 円
W 1 0 5 8	熊野灘諸分図 鵜殿港 吉津港 浜島港	5,000 10,000 15,000	2006-5	1/2	2,625 円
W 1 1 8 0	佐渡海峡及付近	200,000	2006-5	全	3,360 円
W 1 2 4 5	佐伯湾 (分図) 佐伯港	30,000 10,000	2006-5	全	3,360 円
W 1 2 6 8	土佐清水港付近	10,000	2006-5	1/2	2,625 円
W 1 4 0 2	羅臼港、齒舞漁港 羅臼港 齒舞漁港	6,000 5,000	2006-5	1/4	2,100 円
W 1 4 0 4	白老港	5,000	2006-5	1/4	2,100 円
W 1 4 0 7	関根浜港	5,000	2006-5	1/4	2,100 円
W 1 4 0 8	八木港	5,000	2006-5	1/4	2,100 円

番 号	図 名	縮尺 1:	刊行年月	図積	価格(税込)
W 3 7	色丹島至宗谷岬	500,000	2006-6	全	3,360 円
W 4 1	宗谷岬至小樽港	500,000	2006-6	全	3,360 円
W 7 2	金華山至津軽海峡	500,000	2006-6	全	3,360 円
W 1 3 3	出雲海岸	100,000	2006-6	全	3,360 円
W 1 4 6	珠洲岬至入道埼	500,000	2006-6	全	3,360 円
W 1 4 9	角島至大社港 (分図) 江崎港	200,000 15,000	2006-6	全	3,360 円
W 1 4 0 9	大槌港	6,000	2006-6	1/4	2,100 円
W 1 4 1 5	久之浜港	3,000	2006-6	1/4	2,100 円
W 1 4 1 7	大原漁港	3,500	2006-6	1/4	2,100 円
W 1 4 2 3	千倉漁港	3,500	2006-6	1/4	2,100 円

なお、上記海図改版に伴い、これまで刊行していた同じ番号の海図は廃版にしました。

#### 航海用電子海図新刊（7セル刊行）

航海目的	セル番号	発行年月	セルサイズ	価格(税込)
4 アプローチ (Approach)	JP44KU46	2006-4	30分	各577円
5 入港 (Harbour)	JP54BFFN, JP54KU47, JP54KU48, JP54LHLJ, JP54LRE3, JP54P6S0	2006-4	15分	各577円

平成17年4月から航海用電子海図の提供方法を変更し、「セル単位での提供」、「ライセンス制」及び「コピープロテクト」を導入しています。

これに伴い、平成19年3月でE3000シリーズの航海用電子海図は廃版となります。

セルには、包含区域の全てのデータが収録されている訳ではありません。

包含区域については、

[http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KOKAI/ENC/Japanese/publishing/enc/coverage\\_enc\\_index.html](http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KOKAI/ENC/Japanese/publishing/enc/coverage_enc_index.html)

を参照願います。

#### 特殊図新刊（2版刊行）

番 号	図 名	刊行年月	図積	価格(税込)
6 1 1 4	漁具定置箇所一覧図（福岡・佐賀・長崎）	2006-6	1/2	1,890円
6 1 1 5	漁具定置箇所一覧図（熊本・鹿児島）	2006-6	1/2	1,890円

特殊図廃版（2版廃版）

番 号	図 名	刊行年月	廃版年月
6 1 2 0 <sup>16</sup>	漁具定置箇所一覧図 第16	2000-3	2006-6
6 1 2 0 <sup>17</sup>	漁具定置箇所一覧図 第17	2000-3	2006-6

航空図改版（2版刊行）

番 号	図 名	縮尺 1:	刊行年月	航空情報	図積	価格(税込)
2 3 8 8	国際航空図 大阪	1,000,000	2006-6	2006-5	1/2	2,940円
2 3 8 9	国際航空図 東京	1,000,000	2006-6	2006-5	1/2	2,940円

なお、上記航空図改版に伴い、これまで刊行していた同じ番号の航空図は廃版にしました。

特殊書誌新刊（1版刊行）

番 号	書 誌 名	刊行年月	図積	価格(税込)
6 8 4	平成19年天体位置表	2006-6	A4冊子	4,200円

沿岸の海の基本図絶版（1版絶版）

番 号	書 誌 名	刊行年月	絶版年月
6 3 4 0 <sup>3</sup>	隠岐南部（海底地形図）	1990-3	2006-4







日本水路協会活動日誌

月	日	曜	事 項
3	1	水	第3回離岸流等の観測手法及び特性把握に関する研究委員会
	3	金	第3回強潮流域の面的潮流観測及び予測システムの構築委員会
	13	月	ノルウエー水路部長ほか講演会
	13	月	日本ENCの頒布に関する日本水路協会 / ノルウェー水路部との間の協定書署名
	17	金	日英デュアル・バッジ海図の印刷・頒布に関するJHA / UKHO協定書署名 日本ENC及びマラッカ・シンガポール海峡ENCの頒布に関するJHA / UKHO協定書署名
	17	金	第110回理事会, 第23回評議員会 第20回水路技術奨励賞授賞式
4	6	木	2級水路測量技術研修(前期~19日)
	10	月	海・陸情報図 M-521 大阪湾付近海域発行
	14	金	関西国際フローティングポートショーに出展(兵庫県西宮市新西宮マリーナ)(~16日)
	20	木	2級水路測量技術研修(後期~28日)
	25	火	機関誌「水路」第137号発行
5	12	金	第137回機関誌「水路」編集委員会
	24	水	2級水路測量技術検定試験小委員会
	25	木	第111回理事会, 第24回評議員会及び懇親会(KKR ホテル東京)
	31	水	第1回水路測量技術検定試験委員会

平成18年 春の叙勲

みどりの日の4月29日, 平成18年春の叙勲が発表されました。

日本水路協会関係の受章者は次の方です(敬称略)。おめでとうございます。

瑞宝中綬賞 元海上保安庁水路部長

・元日本水路協会専務理事 岩淵義郎

第24回評議員会開催

平成18年5月25日 K K R ホテル東京において, 日本水路協会第24回評議員会が開催され, 次の議案が審議されました。

- 1 理事の選任: 退任に伴う理事の選任
- 2 平成17年度事業報告及び決算報告

第111回理事会開催

平成18年5月25日 K K R ホテル東京において, 日本水路協会第111回理事会が開催され, 次の議案が審議されました。

- 1 評議員の選任
- 2 平成17年度事業報告及び決算報告

評議員会・理事会に引き続き関係団体, 賛助会員, O B 等との懇親会が開催され, 盛会の内に終了した。



日本水路協会保有機器一覧表

機 器 名	数 量	機 器 名	数 量
DGPS 受信機 (海上保安庁対応型) .....	1 台	電子セオドライト (NE-20LC) .....	2 台
高速レーザー測距儀 (レザ・テプ FG21-HA) ..	1 式	スーパーセオドライト (NST-10SC) ...	2 台
トータルステーション (ニコン GF-10) ....	1 台	六分儀 .....	10 台
音響掃海機 (601 型) .....	1 台	水準儀 (オートレベル AS-2) .....	1 式
電子セオドライト (NE-10LA) .....	1 台		

本表の機器は研修用ですが、貸出しもいたします。

お問い合わせ先 : 技術指導部 電話 03-3543-0760 F A X 03-3543-0762

編集後記

西田編集委員の「国際水路機関の改革への努力 - その7 -」は、SPWG 副議長として同機関の条約改正や機構改革に携った筆者の全7回に亘る力作の最終編で、今後、議論の背景等を知る上で大変貴重な資料となるものである。

仙石 新さんほかの「マラッカ・シンガポール海峡電子海図の刊行 - その2 -」は、前号に続く作成苦労話の後半部分です。刊行に至るまで大難産でしたが、今後、同海峡の航海安全に大いに寄与することが期待されます。

片山 瑞穂さんの「電子海図をめぐる国際的動向 - その3 -」は、IMO における ECDIS 搭載義務化をめぐる議論の動向などを解説するものです。西 隆一郎さんの「離岸流特性把握のための現地調査法 - 離岸流 その3 -」は、現地における離岸流観測の心得や観測法を詳しく解説したものの。鈴木高二朗さんの「フェリーによる東京湾口の常時連続観測システムの開発と長期観測の実施」は、平成17年度の水路技術奨励賞受賞課題で、同研究が東京湾の流れの把握に多大の貢献をしたことが良く分かります。

山田 紀男・蓮池 克己さんの「水路部における潮流観測業務の歩み」は、今日の海洋情報部の潮流・潮汐業務の基礎を築いた両氏による同業務の戦前、戦後の歩みを記した貴重な解説です。今村遼平さんの「世界をリードした中国の造船技術(1)」は、明代まで世界をリードした中国の造船技術を解説するもの。今後の羅針盤などに関する続編にもご期待を。

金子昭治さんの「マラッカ海峡に沈没した「伊号166潜水艦」」は、長年シンガポールに滞在し、マラッカ海峡で沈没した伊号の慰霊祭にも出席した筆者が、英霊等への思いを綴ったもの。

加行尚さんの「健康百話(15)」は、今話題のメタボリックシンドロームに関する記事で、該当しそうな人は療法などを参考にしましょう。

(八島邦夫)

編集委員

加藤 茂	海上保安庁海洋情報部 技術・国際課長
萩原 秀樹	東京海洋大学海洋工学部教授
今村 遼平	アジア航測株式会社技術顧問
勝山 一朗	日本エヌ・ユー・エス株式会社
佐々木 政人	日本郵船株式会社 安全環境グループ 危機管理チーム
西田 英男	(財)日本水路協会 専務理事
八島 邦夫	(財)日本水路協会 常務理事

季刊 価格420円 (本体価格:400円)  
(送料別)

水 路

第138号 Vol.35 No.2  
平成18年7月20日 印刷  
平成18年7月25日 発行

発行 財団法人 日本水路協会  
〒104-0045 東京都中央区築地5-3-3  
築地浜離宮ビル8階  
電話 03-3544-6100 (代表) FAX 03-3544-6101

印刷 不二精版印刷株式会社  
電話 03-3617-4246

(禁無断転載)