## 汎用解析型 GIS ソフトウェアによる電子測量原図の作成

松本良浩, 戸澤実: 海洋情報部

## Compilation of Digital Smooth Sheet on General-Purpose Analytic GIS Software

Yoshihiro MATSUMOTO, Minoru TOZAWA: Hydrographic Surveys Div.

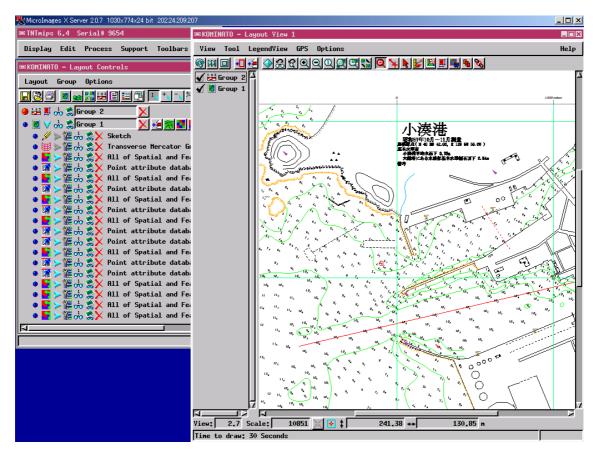
## 1 はじめに

平成 10 年度より海上保安庁海洋情報部においては,浅海域の測量において水路測量データをデジタル処理し地理情報システム(GIS)を使用して作成した電子測量原図および電子側傍水深図(以下「電子測量原図等」と呼ぶ)を測量成果として提出することが必須とされている.アナログデータをもとに紙(或いはプラスチックシート)をベースとして主に手作業で調製されてきた従来の測量原図を電子測量原図に移行するために,各種測量機

器のデジタル化の流れに並行した測量作業全体の システム化の取り組みが行われてきた.

本稿では,導入後既に約5年を経て測量作業に おいて定着した感のある電子測量原図作成システ ムの実現の経緯についてまとめた.

なお,電子測量原図は構想段階では「デジタル 測量原図」と呼称されていたことから,本稿においても引用した一部の図や文献名の中で「デジタル測量原図」の表記が見られるが,これらは電子 測量原図と同じものであると了解いただきたい.



第1図 電子測量原図の編集画面

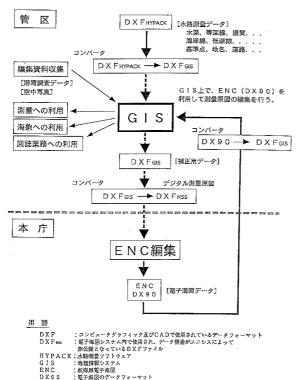
Fig.1 Compilation screen of digital smooth sheet.

## 2 電子測量原図等実現の背景

従来水路測量においては、六分儀による海上位置決定とシングルビーム(又は多素子)音響測深機による測深を行うのが長年の原則であった.これらの手法により得られた測量データは記録紙と図板によるアナログベースのデータ処理により測量原図が調製され、測量成果とされてきた.近年のデジタル計測技術の進展に伴い、水路測量の分野でも各種の計測データは、電磁的媒体によりデジタル集録されることが通常となってきた.例としては、海上位置決定では電波測位機、測深では別得水深の数値データ出力が可能な音響測深機の出現が挙げられる.さらに最近では GPS 受信機や浅海用マルチビーム音響測深機の普及に伴い、取得されるデジタルデータそのものが大容量化してきた.

このような情勢を鑑み,海上保安庁水路部(当

G I Sを用いた本庁・管区間における 測量・海図データ相互利用について



第2図 GIS を用いた本庁・管区間における測量・ 海図データ相互利用について

Fig.2 Mutual use of survey data/chart data on GIS among HOD and R.C.G. Hqs.

時)では平成9年度に測量業務デジタル化・システム化推進タスクチームが編成され,測量業務をデジタル化・システム化するための現状評価と方策の検討が行われた.沿岸調査課長(当時)をリーダーとしたこのタスクチームでは,沿岸調査課(当時)が推進しているシステム化構想をメンバーに紹介・検討し,管区へ習知するための要領,問題点および海洋情報課との関連について,意見交換が行われた(第2図).

この 結果 , GIS ソフトウェア (米国 MicroImages 社製 TNTmips)を利用し,電子海 図データベースとデータ構造の点で互換性を持った電子測量原図作成システムを構築することが目標とされた.

この目標を達成するため、本庁および各管区海上保安本部水路部(当時)には以下の機器やソフトウェアが配備された(第 1 表).これにより測量データの取得から電子海図システムへの提供まで、いわば測量データの「入口から出口まで」一貫したデジタル処理の基盤が整ったといえる。

種類	配置					
デジタル多素子音響測深機						
千本電機 PDR-601 型	本庁・全管区					
千本電機 PDR-701 型	本庁・六管区					
浅海用マルチビーム音響測深機						
米国 RESON 社 SeaBat9001 型	本庁					
米国 RESON 社 SeaBat8101 型	三・四・五・六・七・十・					
	十一管区(20m 型測量船)					
米国 RESON 社 SeaBat 8125 型	本庁					
米国 SeaBeam 社 SeaBeam1180 型	本庁(測量船「天洋」)					
GPS 受信機						
中波ビーコン受信機内蔵 DGPS 受信機	本庁・全管区					
RTK-OTF 可能な GPS 受信機	本庁・全管区					
イメージスキャナ						
AO 判カラーイメージスキャナ	本庁・全管区					
水深自動集録処理ソフトウェア						
米国 Coastal Oceanographics 社 HYPACK MAX	本庁・全管区					

第1表 デジタル水路測量に使用される機器・ソフトウェ ア(平成15年10月現況)

Table 1 Equipments and softwares for digital hydrographic surveys.(as of Oct. 2003)

Vol. 22, 2004 海洋情報部技報

## 3 電子測量原図作成作業の要件

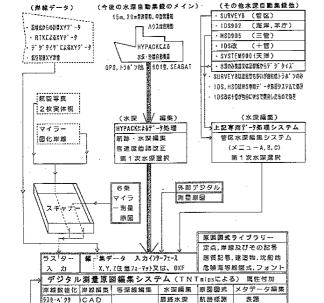
主にハードウェア面でのデジタル化の環境整備 が進められる一方で、前述のタスクチームにおい ては電子測量原図の実現の構想が準備された.

従来測量原図を手描きではなく計算機を用いて 自動印刷出力を行う環境は存在したが、これは紙 ベースの図を出力することのみを目的としており、 電子海図システムで利用できるデジタルデータが 得られるものではない、電子測量原図作成システ ムでは,第3図のように測量データを電子海図シ ステムヘデジタルで受け渡しできることが主眼と された.

これを実現するための要件を以下の節で述べる.

## 3.1 実測デジタルデータの取得と編集

前述の HYPACK MAX をはじめとする水深自 動集録ソフトウェアを用いると,計算機上でデー



データ集録からデジタル測量原図編集迄の流れ

◎ その他の水深自動果録装置は、今後HYPACKが使用できない状況でのみ、 利用するものとし、沿岸調査課ではサポートしない。

最終水深

水深レーヤー

- デジタル選量原図ファイル → 🗈 刷 - 音点

航路標準

航海目標

他のレーヤー

担当者名他

紙の選墨原図

ラスターヘ・クタ

变换

電子海図DB

CAD

偏登修正 岸線レーヤー 等深線レーヤー

機能

変換。

CAD機能

・離島の海の基本図等の本庁によるデジタル測量原図作成も上述の流れと同様。

第3回 データ集録からデジタル測量原図迄の流れ

Fig.3 Data flow from data acquisition to digital smooth sheet.

タの集録が行われた後,対話形式による操作で水 深編集・水深選択を行うことができる.水深選択 まで処理を終えた電子測量原図に採用される水深 データセットは ASCII(XYZ)形式の電子ファイル を介して GIS ソフトウェアにインポートされ,点 のベクタ型データとして取り扱われる.基準点, 底質, 航路標識, 航海目標等の点データも同様で ある.

実測のデジタル岸線データについても同様にイ ンポートされ,線のベクタ型データとして取り扱 われる.岸線・低潮線・その他の陸部データを航 空写真から抽出する場合には、イメージスキャナ ーを用いてラスタ型データとして GIS に取り込 み、ヘッドアップデジタイズを行うことにより線 もしくは面のベクタ型データを得る.

これらのベクタ型データには「デジタル水路デ ータのための IHO(国際水路機関)転送基準 S-57 第3版」(以下 S-57 Edition3 という)に準拠した 属性を付与する .電子海図データは S-57 Edition3 に基づいて作成されているため、これと同じデー タ構造を採用することにより、円滑にデータの受 け渡しができるからである.

## 3.2 旧資料の利用

大縮尺電子海図データベースから必要な種類・ 範囲のデータをベクタ型データとして GIS にイ ンポートし,旧資料として利用する.

また,紙ベースの旧資料については,イメージ スキャナーを用いて読み取りラスタ型データとし て GIS ソフトウェアに取り込んで使用する.

## 3.3 測量原図の視覚的表現

データの種類ごとに GIS 上で 1 レイヤをなし, 従来の測量原図図式や海図図式に準拠した図式・ 表記法を用いて表示する、これらのベクタ型デー タのほか,地理座標を持つデータではないが図上 において視覚的に必要とされる経緯度格子・メー トルの尺度・共通点・タイトル・備考等の各要素 を別レイヤとして付加し,測量データ・旧資料と ともに重畳表示して測量原図の体裁で画面上・印

刷出力上に表現する.図法については従来の測量原図と同様のTM(Transverse Mercator)図法によるものとする.

## 3.4 従来の測量原図のデジタル化

水路業務法第 6 条・第 26 条等に基づき外部から提出されるプラスチックシートに記入された測量原図については,電子測量原図を調製することとなる.このため,イメージスキャナーを用いて元となる原図を読み取り,ラスタ型データとしてGIS ソフトウェアに取り込んだのち,ヘッドアップデジタイズによるラスター・ベクター変換を行って,3.1~3.3 節に述べたのと同様の編集作業を行う.

# 3.5 電子海図システムへのデジタルデータ出力

実測されたベクタ型データは付与された属性を もとに S-57 Edition3 DAI 形式の電子ファイルに 変換出力する.

## 3.6 その他

ベースとなる GIS ソフトウェアは ,作成された電子測量原図データを基にして地形解析処理など他の成果物へのデータ利用の拡張性を備えていることが望ましい .

# 4 汎用解析型 GIS 上への電子測量原図作成システムの実装

## 4.1 TNTmips の採用とシステムの構築

3章で述べた要件に従って、点・線・面のベクタ型データを作成・編集することがすなわち電子測量原図の調製にほかならない、これらの地理座標を持ったデジタルデータ群を地図投影を経て視覚的に表現する作業を行うためには、汎用の解析型 GIS ソフトウェアをプラットフォームとして業務に合うようにカスタマイズし電子測量原図作成システムを構築することがコストや開発期間の面で有利である、3.1~3.6節で述べた内容に沿っ

実測データの取得と編集

a. ベクタ型データのインポート (ASCII 形式による)

### 旧資料の利用

- b. ベクタ型データのインボート (電子海図データによる)
- c. ラスタ型データのインボート (各種の画像フォーマットによる)

## 測量原図の視覚的表現

- d. 測量原図図式に準拠したベクタ型データの表示
- e. ベクタレイヤの重畳表示
- f. 修飾情報の作成・編集・表示
- g. 測地系変換・図法変換
- h. 印刷

### 従来の測量原図のデジタル化

- i. ラスタ型データのインポート (各種の画像フォーマットによる)
- j. ラスター・ベクター変換

電子海図システムへのデジタルデータ出力

k. ベクタ型データのエクスポート (S-57Edition3 DAI形式)

#### その他

1. 各種のベクターおよびラスター解析機能

## 第2表 電子測量原図作成システムの要件

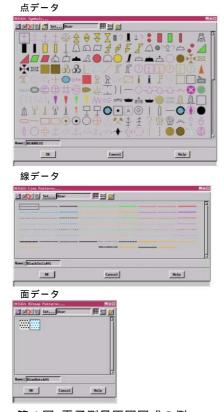
Table 2 Requirements of digital smooth sheet compilation system.

て要求される機能を具体的に列挙すると,第2表のようになる.ここに挙げる機能を実現できるGISソフトウェアを選定することとなる.

電子測量原図作成システムのベースとして,平成 8 年度に水路部沿岸調査課(当時)は米国 MicroImages 社製の TNTmips を選定した. TNTmips はベクタ・ラスタ型データを共にサポートする解析型 GIS のパッケージであり,豊富なデータ編集機能と解析機能を安価に提供する製品の一つである.TNTmips が標準装備する機能によって,第2表のうち a,c,e,f,g,h,i,j,l は既に実現されていることになる.

bについては,平成8年度に財団法人日本水路協会が行った委託研究「ENCのパソコンによる表示の調査研究」において電子海図データ(S-57 Edition3)をTNTmipsベクタオブジェクトに変換するソフトウェアが開発されており,これを利用することで電子海図データのインポートが既に可能となっている.

d については,従来の測量原図図式および「IHO(国際水路機関)による ECDIS の海図内容と表示に関する仕様書」(S-52)に準拠したシンボル群を別途作成して提供し,表示に使用することとした(第4図).



第4図 電子測量原図図式の例

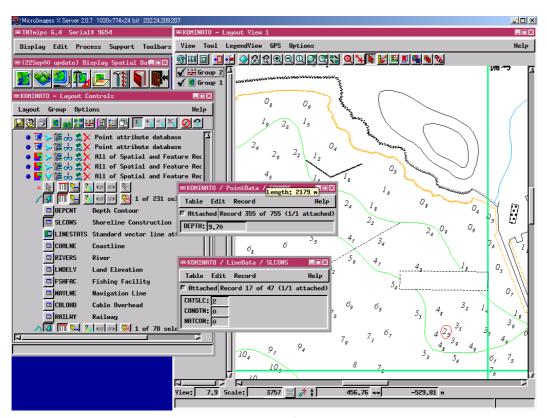
Fig.4 Examples of digital smooth sheet symbols.

k については, c の逆変換ともいえるが, S-57 Edition3 DAI 形式を変換出力する変換プログラ ムを TNTsdk(TNT Software Development Kit) を用いて開発した.

電子測量原図の調製に関する一連の操作については「デジタル測量原図作成システムマニュアル」が整備・配布された.原則的にこのマニュアルに沿って作業を進めれば電子測量原図を完成させることができる.

## 4.2 S-57 に準拠したデータ構造の実現

S-57では、電子海図に記載される一つ一つの要素をオブジェクトと呼び、オブジェクトが持つ各種の属性をオブジェクトアトリビュートと呼ぶ、TNTmips上ではベクタ型のデータの各要素に対してテーブルを作成して属性を付与することができるため、テーブルをS-57オブジェクトに、テ



第5図 テーブルの例

Fig.5 Examples of tables.

ーブル内の各フィールドを S-57 オブジェクトア トリビュートに対応させることにより,同じデー タ構造を実現している(第5図).

TNTmips は強力なマクロ機能を持ち,ユーザ ーがスクリプトを記述して自由に画面表示やデー タの解析を制御できる.この機能を利用して,画 面・印刷出力上でベクタ型データが持つ属性に連 動して適切な図式が自動的に選択表示されるスク リプト群を各 S-57 オブジェクトに対応して提供 した(第3表).

S-57オ ブジェ クト	名称		QRY(スタイル用)	QRY(ラベル用)	備考
BCNSPP	立標、特殊標識(Beacon, special purpose/general)	点	P_BCNSPP_style P_BCNSPP_styleRED	P_BCNSPP_label	ラベルの位置は Lower Center
	係船浮標(Buoy, installation)	点	P_BOYINB_style P_BOYINB_styleRED	P_BOYINB_label	ラベルの位置は Lower Center
BOYSPP	浮標、特殊標識(Buoy, special purpose/general)	点	P_BOYSPP_style P_BOYSPP_styleRED	P_BOYSPP_IabeI	ラベルの位置はLower Center
BRIDGE	橋(Bridge)	面	A_BRIDGE		
BUISGL	建物(Building, single)	面	A_BUISGL		
CBLOHD	架空線(Cable, overhead)	線	L_CBLOHD		
COALNE	海岸線(Coastline)	線	L_COALNE		
CONVYR	ベルトコンベア(Conveyor)	面	A_CONVYR		
CRANES	クレーン(Crane)	屯	P_CRANES		
CTNARE	注意区域(Caution area)	甶	A_CTNARE		
CTRPNT	定点(Control point)	点	P_CTRPNT_style	P_CTRPNT_label	ラベルの位置は Right Center
DEPCNT	等深線(Depth contour)	線	L_DEPCNT		電子測量原図では低潮線を含む
FSHFAC	漁具(Fishing facility)	面	A_FSHFAC		
LNDELV	標高(Land elevation)	点	P_LNDELV_style	P_LNDELV_I abe I	ラベルの位置は Right Center
			L_LNDELV		
LNDMRK	陸標(Landmark)	点	P_LNDMRK_style P_LNDMRK_styleRED	P_LNDMRK_I abe I	ラベルの位置は Lower Center
NAVLNE	見通し線(Navigation line)	線	L_NAVLNE		
	険悪物(Obstruction)			P_OBSTRN_label	Label Style の Special Format: Nautical Depth とし、ラベルの位] はCentered
		由	A_OBSTRN		領域内の水深点には点型の OBSTRN: 付与する。
OILBAR	オイルフェンス(Oil barrier)	線	L_OILBAR		
RAILWY	鉄道・軌道(Railway)	線	L_RATLWY		
DIVEDS	河川(River)		L_RIVERS		
KIVENO	/3/11(K1 Ve1 )	面	A_RIVERS		
DOVDIN	道路(Road)		L_ROADWY		
NUMBER	超时(Kodu)	面	A_ROADWY		
CDDADE	海底(Seabed area)	点		P_SBDARE1	水深の伴わない底質、ラベルの位置 Centered
ODDANE	ANTE (Seased area)	<i>,</i> , , , , , , , , , , , , , , , , , ,		P_SBDARE2	水深付きの底質、ラベルの位置は Lower Center
	サイロ/タンク(Silo/tank)		A_SILTNK		
SLCONS	人工岸(Shoreline Construction)		L_SLCONS		
SNDWAV	サンドウエーブ(Sand waves)		P_SNDWAV		
2.1011119	(0010 10400)	甶	A_SNDWAV		
SOUNDG	測深·水深(Sounding)	点		P_SOUNDG	Label Style の Special Format: Nautical Depth とし、ラベルの位! はCentered
TOPMAR	トップマーク(Topmark)		P_TOPMAR		
	未測量区域(Unsurveyed area)		A_UNSARE		
	植生(Vegetation)		P_VEGATN		
WEDKLP	海草(Weed/Kelp)	点	P_WEDKLP		
WRECKS	沈船(Wreck)		P_WRECKS_style	P_WRECKS_label	Label Style の Special Format: Nautical Depth とし、ラベルの位 はCentered
			A_WRECK		領域内の水深点には点型の WRECKS 付与する。

- 全てのデータはVector Layer として扱う。このとき、図式表示を Style、文字の表示を Label として扱う必要が出 るため、名前の未配に Latyle、 Label がけれた (R17 ライルを相にして用いる。 未配にRD つフルにファイル名のものは、図式に 5・22 単拠のものではなく \*お丸赤点。を用いる。

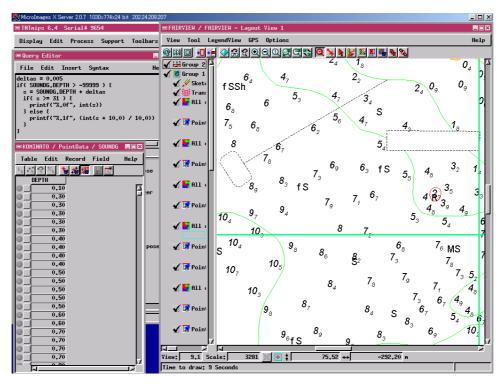
# 第 3 表 S-57 オブジェクト別のスクリプト群 (QRY ファイル)一覧

Table 3 Summary of script (QRY) files corresponding to S-57 objects.

	種類	470-01	51281	<b>加</b>	供完
凶野点	個項 図野点	オブジェクト	est 25	(A) (A) (A)	対応無し
格子点 基準占	格子点 地理院三角点	CTRONT	丑	CATCTR = 1. ELEVAT	対応無し ELEVAT に標高値を入れる
SETTING.	地球院三用点 地球路等角点 水路部多角点 水路部割点	CTRPNT		ELEVAT CATCTR = 1, ELEVAT	ELEVAI に標準値を入れる CATCTR は対応無し ELEVAT に標高値を入れる
	水路部三角点	CTRPNT		CATCTR = 1, ELEVAT FLEVAT	ELEVAT に標高値を入れる CATCTD I+SMCS無1.
	水路部測点	CTRPNT		CATCTR = 2, ELEVAT	CATCTR は対応無し ELEVAT に標高値を入れる
		CTRPNT			対応無し CATCTR は対応無し
	ボカ州 ボカ州 ボカ州 ボンチマーク、基本水準標 底質記載のある水深点	CTRPNT	Ш	CATCTR = 4	
水深点		SOUNDG		DEPTH	DEPTH に水深値を入れる DEPTH に水深値を入れる VALSSU に下出るの水深値を入れる DEPTH には最小水深を入れる SDROAT に CCYVMED で年月日を SDROAT に CCYVMED で年月日を SDROAC に 最大エラー値を入れる
	所 一 No Bot ton Found 測量年月日 精度	UNTROC		MATLEV = 4, VALSOU QUASOU = 5, DEPTH SORDAT	VALSOU に干出点の水深値を入れる
	No Botton Found 測量年月日	SOUNDG SOUNDG		GUASOU = 5, DEPIH SORDAT	DEPTH には最小水深を入れる SORDAT に CCYYMMDD で年月日を
底質点	精度	SOUNDG SRDARF			SORACC に 最大エラー値を入れる
批賣品	州級 水深値のある庇賀点 水深値のない庇賀点	SBDARE		NATSUR XII NATQUA NATSUR XII NATQUA	
部窓標準さ	下層庇質のある点	SBDARE	$\boldsymbol{+}$	NATSUR ZIZ NATOUA  COLOUR, CATLIT  COLOUR, CATLIT  CATLINK = 17, HEIGHT  BONSHP, CATCAM, COLOUR	下層底質は入れない
DISPERTITION AT	灯台	LIGHTS		COLOUR, CATLIT	灯台は LNDMRK と LIGHTS で表現
	立標、方位標識	LNDWRK BCNCAR		CATLINK = 17, HEIGHT BONSHP CATCAM COLOUR	立標は頭部の形状をトップマークとして加える
	立標、孤立障害標識	TODMAD			
		BCN I SD TOPMAR		BCNSHP, COLOUR TOPSHP	
	立標、側面標識	BCNLAT		BCNSHP, COLOUR	
	立標、安全水域標識	BCNSAW TOPMAR		BCNSHP, COLOUR	
	立標, 特殊標識			TOPSHP BONSHP, CATSPM, COLOUR	
		TOPMAR		TOPSHP	
l	係船浮標	TOPMAR BOYINB TOPMAR		BOYSHP, COLOUR TOPSHP	係船浮標は頭部の形状をトップマークとして加える
	浮標、方位標識	BOYCAR TOPMAR		BOYSHP, CATCAM, COLOUR TOPSHP	浮標は頭部の形状をトップマークとして加える
	浮標、孤立障害標識	BOYISD		BOYSHP, COLOUR	ĺ
	浮標、側面標識	TOPMAR BOYLAT		TOPSHP	
		TOPMAR BOYSAII TOPMAR		BOYSHP, CATLAM, COLOUR TOPSHP BOYSHP, COLOUR TOPSHP	ĺ
	浮標、安全水域標識	BOYSAW		BOYSHP, COLOUR	
	浮標、特殊標識			BOYSHP, CATSPM, COLOUR TOPSHP	ĺ
	灯浮標(ライトブイ)	TOPMAR BOY???		TOPSHP	<b>竹辺橋は辺橋と竹で表現する</b>
	XX748(21121)	TOPMAR			灯浮標は浮標と灯で表現する 灯浮標は浮標の種類を区別する
	灯船	LIGHTS LITVES			日本には現存しない
障害物	沈船	WRECKS	$\dashv \vdash$	CATHRK, VALSOU, MATLEV VALSOU, WATLEV = 5 VALSOU, WATLEV = 3 VALSOU, WATLEV, CATOBS = 7	
	洗着 暗岩 瀬	UNTROC		VALSOU, WATLEV = 5 VALSOU, WATLEV = 3	
	液	OBSTRN		VALSOU, WATLEY, CATOBS = 7	ĺ
	確 漁班	OBSTRN OBSTRN		VALSOU, WATLEY, CATOBS = 7 VALSOU, WATLEY, CATOBS = 5	ĺ
	漁機 正体が判別されていない障害物 掃海された点で掃海水深のあるもの 掃海された点で掃海水深のないもの	OBSTRN SOUNDG		VALSOU, WATLEY, CATORS = 7 VALSOU, WATLEY, CATORS = 7 VALSOU, WATLEY, CATORS = 5 VALSOU, WATLEY, CATORS = 6 TECSOU = 6, DEPTH	緑塩水浴を DEPTH に入れる
	掃海された点で掃海水深のないもの		Ш		掃海水深を DEPTH に入れる 対応無し
物標	煙突	LNDWRK I NDWRK	П	CATLINK = 3, HEIGHT CATLINK = 17, HEIGHT CATLINK = 17, FUNCTN = 36	HEIGHT は煙突最上部の標高 HEIGHT は塔の最上部の標高
	観測塔	LNDWRK LNDWRK LNDWRK		CATLMK = 17, FUNCTN = 36	TOTAL SECTION AND ASSESSMENT
	フラッグスタッフ クレーン	LNDWRK CRANES		CATLMK = 5 CATCRN	クレーンの下のレールは RAILINY
海岸線	涎	COALNE	Ħ	CATCOA = 2	
	砂棚	COALNE COALNE		CATODA = 3 CATODA = 3 CATODA = 5 CATODA = 4 CATSLC = 9, NATCON CATODA = 4, INFORM = 1 CATODA = 4, INFORM = 2 CATODA = 7 CATODA = 7	
	群石	COALNE COALNE SLCONS		CATCOA = 4	
	捨石 岩			CATCOA = 4, INFORM = 1	
	1 がけ岩岸 樹木岸	COALNE COALNE		CATCOA = 4, INFORM = 2	
		COALNE		CATCOA = 8	
	はない がけ岩岸の上縁線 人工岸 埋立中の人工岸	SLOTOP		CATSLC CONDIN	がけ海岸と合わせて表示
	埋立中の人工岸	SLCONS		CATSLC, CONDTN CATSLC, CONDTN = 1	
	未分類線未測岸線				対応無し 対応無し
低潮绿	涎	DEPCNT	$\dashv$	CATCOA = 2, VALDCO = 0	入例付与のために作成 凡例付与のために作成 凡例付与のために作成
	<i>만</i> 쨺	DEDCNT		CATCOA = 3, VALDOO = 0 CATCOA = 5, VALDOO = 0	凡例行与のために作成 凡例付与のために作成
	W 群石 捨石	DEPCNT		CATCOA = 4, VALDCO = 0	凡例付与のために作成
	岩	DEPCNT DEPCNT DEPCNT		CATCOA = 4, VALDCO = 0	パカリョのために作成 凡例付与のために作成
	こ さんご確および水中岩盤 人工岸	DEPCNT		CATCOA = 2, VALDCO = 0 CATCOA = 3, VALDCO = 0 CATCOA = 5, VALDCO = 0 CATCOA = 4, VALDCO = 0 CATCOA = 4, VALDCO = 0 CATCOA = 4, VALDCO = 0 CATCOA = 9, VALDCO = 0	凡例付与のために作成 凡例付与のために作成 凡例付与のために作成 凡例付与のために作成 凡例付与のために作成 凡例付与のために作成
等值線		DEPCNT	$\dashv$	VALDCO	VALDCO に等深線の値を入れる
	· 「 で で の の の の の の の の の の の の の	DEPCNT I NDEL V		VALDCO FLEVAT CONVIS	VALDCO に等深線の値を入れる VALDCO に等深線の値を入れる ELEVAT に標高値を入れる ELEVAT に標高値を入れる
	仮等高線	LNDELV		ELEVAT, CONVIS ELEVAT, CONVIS	ELEVAT に標高値を入れる
	歴度のコンター 地域気				対応無し対応無し
その他	第刀 治苗	WEDKLP	+	CATNED = 2	対応無し
	パイル 掘下げ区域	PILPNT DRGARE CTNARE		DRVAL1	ĺ
	班下げ区域 危険界 見通し線	CTNARE		INFORM	電子海図では、注意区域
	見通し線			CATNAV, ORIENT	ĺ
	元担し版 マイルポスト タンク	DISMAR SILTNK		CATSIL = 2	ĺ
	樹木	VEGATN		CATVEG, CONVIS	1
	P建立物 可達ンペ 家工場 選集 鉄道性	BUTSGL CONVYR		FUNCTN VERCLR, CATCON	下が可能の場合必須
	コノヘア家屋	RHISGI			トか可能の場合必須
	工場	BUISGL RAILWY		FUNCTN = 16	1
		ROADWY CBLOHD		INFORM CATROD CATCBL	ĺ
	空中線 送雷線	CBLOHD CBLOHD		CATCBL = 3	ĺ
	上送海線 海底油管 送海油	CBLOHD CBLSUB		CATCBL = 3 CATCBL	1
l	达川官 ガス管	PIPSOL PIPSOL		PRODCT = 1	ĺ
	ガス管送水管	DIDSOL		PRODCT = 2 PRODCT = 3	TRANSPORTED TO A STATE OF THE S
	相	RIVERS BRIDGE		STATUS CATBRG. VERCLR	可航域でない川の場合 下が可航の場合必須
l	横脚	DVI ONE		CATRIVI	
	開始 魚魚さく ひび・たな ひび・たな	FSHFAC FSHFAC		CATFIF = 2 CATFIF = 1	ĺ
	かきだな	MARCUL MARCUI		CATHEA = 2	1
	のりひび 船舶速力試験標	MARCUL		CATMFA = 4	ĺ
l	船舶速力試験標	BCNSPP NAVLNE		CATMFA = 2 CATMFA = 4 CATSPM = 17 CATMAV = 2	特殊標識、2種類の見通し線で構成
	l	NAVLNE NAVLNE			標識を通らない見通し線、長さを INFORM に入れる
	サンドウェーブ 験潮所	SNDWAV		INFORM = conspicuous, VERLEN	特殊標識、2種類の見通し線で構成 標識を通る見通し線 標識を通らない見通し線、長さを INFORM に入れる VERLEN に高さを入れる 対応なし
	映用竹 測傍区域 未分類線			1	対応無し対応無し
	不刀飛線			1	対心無し

第 4 表 電子測量原図 - S-57 対応表

Table 4 Object and attribute table between digital smooth sheet and S-57.



第6図 水深の例

Fig.6 Example of soundings.

## 4.3 属性付与の実際

従来の紙ベースの測量原図とは異なり,電子測量原図を調製する際には測量されたデータに対し S-57 に準拠した属性を付与しなければならない.このため,測量原図を調製する者は電子海図のデータ形式についても一定の知識が求められることとなった.

電子測量原図のベクタ型データに属性を付与する際の早見表として第4表に示すような表が提供された.ここには各要素に対応するオブジェクト名・アトリビュート名のほか,点・線・面のうちとり得る型,属性付与上の注意などが記されている.

電子測量原図の調製者は,ベクタ型データの作成と同時にこの表を参照しながら各データ要素に適切な属性を付与していく.

以下では主要なオブジェクトについて,属性付 与の具体例を述べる.

## NATSUR(表面の性質)

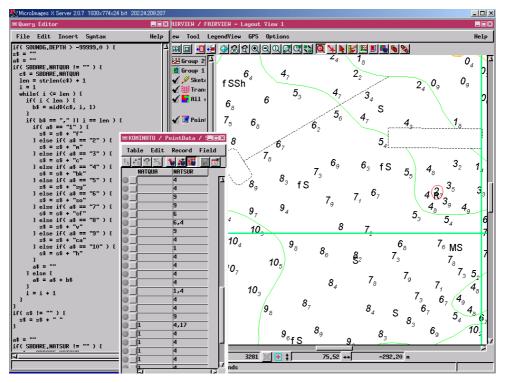
ID	種類	S-57 における定義			
1	泥	ゆるい、ぬれている土。	М		
2	粘土	(0.002mm 以下の粒子) ;焼いたときに堅くなる堅い粘着質の土。	Су		
3	シルト	(0.002-0.0625mm の粒子);手の上で乾いたときに容易にこすり落とせる。	Si		
4	砂	(0.0625-2.0mm の粒子) ;押しつぶされたか擦り切れた岩の小さな粒。	S		
5	石	中れきやれきから群石や大きな岩のかたまりまでの範囲の大きさの破片の	St		
		一般的な名前。			
6	れき	(2.0-4.0mm の粒子) ;粗い砂を伴う小さな石。	G		
7	中れき	(4.0-64.0mm の粒子);水の中をころがることによってなめらかに円くなっ	Р		
		た小さな石。			
8	大れき	(64.0-256.0mm の粒子);水によって円くなめらかに擦り切れた石で舗装道			
		路に使われる。			
9	岩	岩石圏の不可欠な部分を構成する自然が源のあらゆる形成物。堅いかたまり	R		
		を形成する自然にできた物質。			
11	溶岩	火山から流れてくる流体や半流動体。溶融した岩の冷えたものか結果できた	Lv		
		物質。海底の一部は溶岩からなっている。			
14	さんご	海洋ポリブの多くの属の堅い炭酸カルシウムの骸骨。	Co		
17	貝殼	さまざまな水に住む動物の外骨格。	Sh		
18	群石	256mm よりも大きい直径を伴う円くなった岩。			

## NATQUA(表面の性質・限定した用語)

ID	種類	8-57 における定義	測量原図 における 底質記号
1	細かい	(特定の NATSUR に対し)大きさの最も小さい分類。	f
2	中位の	(特定の NATSUR に対し)大きさの中位の分類。	m
3	粗い	(特定の NATSUR に対し)大きさの最も大きい分類。	С
4	砕けた	砕けたか粉々になっている。	
5	粘着質	粘着性か膠のような固有性を持っている。	
6	軟らかい	堅くない。	
7	堅い	柔軟でない;厚く流れに抵抗力がある。	
8	火山質	火山から噴出した物質からなっているか含んでいる。	
9	石灰質	カルシウムかカルシウム炭酸からなっているか含んでいる。	
10	堅い	堅い;通常固められていない堆積物によって覆われていない海底の部分に	
		対していう。	

第5表 底質の属性

Table 5 Attributes for quality of the bottom.



第7図 底質の例

Fig.7 Example of quality of the bottom.

## 4.3.1 水深・干出

水深は点データであり,電子測量原図では2次元の点座標に S-57 で定義されていない SOUNDG.DEPTH という特別の属性を付与する形で表現する(第 6 図).このほか測量年月日 (SORDAT)や測量精度(SORACC)を付与することもできる.

干出については負の水深値を与えることで水深 と同様に扱う.

## 4.3.2 底質

底質(SBDARE)は点データであり、電子測量原図では点座標に底質の属性を付与する形で表現する. 底質の属性としては NATSUR(表面の性質)と NATQUA(表面の性質の修飾語)を付与する(第5表・第7図). なお,水深と同じ場所に付与された底質については,水深と同じ点座標に対して重ねて底質の属性を付与する事によって実現する.

## 4.3.3 岸線

岸線は線データである.S-57 Edition3 におい

CATCOA(海岸線のカテゴリー)

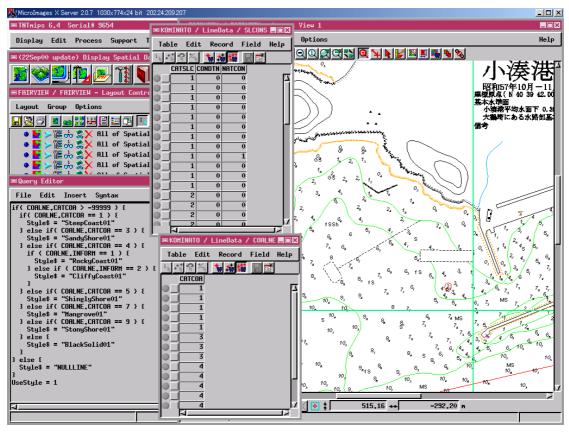
ID	種類	S-57 における定義	測量原図 における 分類
1	急斜海岸	岩または土の崖を持つ海岸はレーダーをよく反射し、また海岸に沿って崖と	
		低い海岸が交互に現れる場合には、かなりの沖合からも目視による識別に有	
		効である。	
2	平坦な海	明らかな地形学的なフィーチャーのない平らな海岸。	泥
	岸		
3	砂浜	砂すなわち小さいが 0.0625 と 2.000 ミリメートルの間の簡単に区別でき	砂
		る個々の粒から成っているぼろぼろの物質から成り立っている海岸線区域。	
4	石浜	石と中れきとれきから群石や大きな石の塊までの範囲における石の破片か	群石・岩又
		らなる海岸線の区域。	はがけ岩
5	れき浜	だいたい 16 ミリメートルよりも大きい丸められてしばしば水の作用で摩	れき
		滅した石の破片から成り立っている海岸線の区域。	
7	マングロ	多くの支持根を生ずる熱帯の木や低木のある属の一つで低い海岸から浅い	樹木岸
	ーブ	水へと茂っている。	
8	沼地の海	水をたっぷり含んだ海綿状の土地から成り立っている海岸線の区域。表面の	湿地岸
	岸	上に現れるかなりの数の植生を普通ともない浅く水で覆われている。	
9	珊瑚礁	本質的に珊瑚とその派生物で構成されているしばしば大きな広がりの礁。	

(通常使用されるもののみ抜粋)

第6表 自然岸線の属性

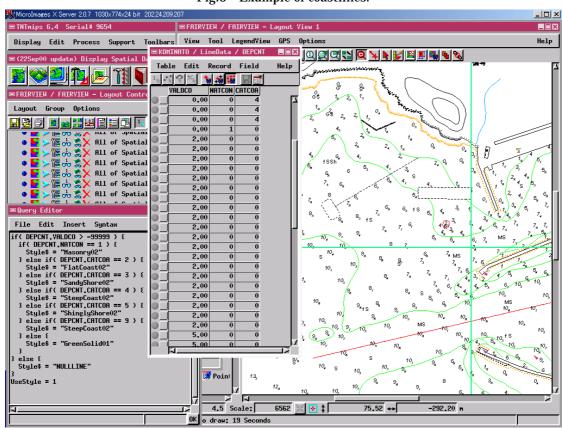
Table 6 Attributes for natural coastline.

て 岸 線 は 自 然 岸 線 (COALNE) と 人 工 岸 線 (SLCONS)を区別する.



第8図 岸線の例

Fig.8 Example of coastlines.



第9図 等深線の例

Fig.9 Example of depth contours.

自然岸線の属性としては CATCOA(海岸線のカテゴリー)を付与する(第6表). 従来の測量原図図式と S-57 Edition3 との間で属性が対応しておらず, 礫と岩, 群石とガケ岩がそれぞれ区別されないなどの整合性の悪さが見られる.

人工岸線は元来測量原図では工事中などを除いて種類を区別する決まりはなかったが、S-57 Edition3 においては CATSLC(人工岩のカテゴリー)を付与し、よく使用されるものだけでも CATSLC=1(防波堤),2(防波堤・護岸),4(桟橋(突堤)),5(遊歩桟橋),6(ふ頭(岸壁)),9(捨石),13(斜路),15(固い壁のふ頭),16(開いている表面のふ頭)のように細かく区別する.但し表示上は全て黒実線であり、個別の図式はない(第8図).

## 4.3.4 等深線・低潮線

等深線(DEPCNT)は線データであり,属性としては VALDCO(水深値)を付与する(第9図).元来測量原図では等深線と低潮線を区別するが,S-57 Edition3 では低潮線を VALDCO=0 の等深線として区別せずに取り扱う.

測量原図において低潮線は海岸の種別に応じた 図式を茶色で表示することとなっている.このた め,本来 DEPCNT に付与されない CATCOA を 岸線同様に付与し,特に区別を行っている.この 属性は電子海図システムでは無視されることとな る.

## 4.3.5 その他

前述の対応表でカバーしていない要素については,S-57 Edition3 Appendix A のオブジェクトカタログを参照し個別に適切な属性を判断して属性付与を行う.

前述の対応表およびオブジェクトカタログを参照すれば、データの種類別に概ね規則的に属性を付与することができるが、中には調製者が付与の仕方に困るようなものも多々ある.このような事例で他の調製者にも参考になると考えられるものはまとめて以下のような事例集(第7表)を作成した.

種類	オブジェクト	点	線	面	属性	備考
係船浮標(小)	MORFAC				CATMOR=7	12、 R (No 2) 沖合・大型タンカー用のものは次を参照。
係船浮標(大)	BOYINB				BOYSHP, CATINB など	÷.
船架	GRIDRN				-	つける属性がない場合、INFORM(英語)もしくは NINFOM(日本語)に何か注記を書く。(何か属性 が無いとDAI変換されないので)
潜堤	SLCONS				CATSLC, NATCON, WATLEV=3	MATLEV=3: 常に水没 他は人工岸と同じ
杭(パイル)	PILPNT				CATPLE, CONDTN	CATPLE=1: 澪標, 3:杭, 4: 三脚
験潮所	SISTAW	Г			CATSIW=12	
生簀	MARCUL					CATMFA=1: 甲殻類動物, 2: 牡蠣・貽貝 3:魚 4:海草
海底導水管の 両端にあるビ ーコン	BCNSPP				CATSPM=39	CATSPM=39: 海底輸送管の位置や輸送管が陸へ 上がる点を示すのに使われる標識
海底電力ケー ブルの両端に あるビーコン	BCNSPP				CATSPM=6	CATSPM=6: 海底ケーブルの位置やケーブルが 陸へ上がる点を示すのに使われる標識
送電線の両端 の電柱	PYLONS				CATPYL=1	CATPYL=1: エネルギー伝送ケーブルや線を支 えるための、鉄網の枠組みや補強網線入りのコ ンクリートなどからなる垂直の構造物
石碑	LNDMRK		ľ	Ī	CATLMK=9	CATLMK=9: 記念碑
フェリーター ミナル	BUISGL					FUNCTN は空欄(該当なし)とし、INFORM(英語) もしくはNINFOM(日本語)に何か注記を書く。 (何か属性が無いとDAI変換されないので)

第7表 属性の付与に困る事例集

Table 7 Case examples confusing to attach adequate attributes.

## 5 問題点

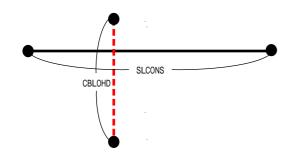
## 5.1 S-57と TNTmips のトポロジーレベル

電子海図システムとできる限り整合するデジタルデータを編集できるように電子測量原図作成システムは構想されたのであるが、そのプラットフォームであるTNTmipsとS-57の間でトポロジーレベルに違いがある。

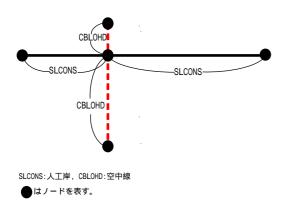
GIS においてトポロジーとは,ベクタ型データにおける図形要素間の位相関係を意味する.S-57にはトポロジーレベルとして Cartographic Spaghetti,Chain Node,Planar Graph,Full Topology の4種類が規定されているが,電子海図ではこのうち Chain Node を使用する一方,TNTmips は Full Topology を使用する.この違いから,空間データの構成に違いが生じることがある

TNTmips の Full Topology においては ,線と線が交差すると必ず交差した位置にノードが発生し ,線データはノードを境に分断される . また ,線に

電子海図(Chain Node)の場合



TNTmips(Full Topology)の場合



第10図 岸壁を横切る空中線

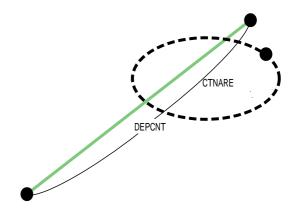
Fig.10 Example of an overhead cable across a wharf.

よって閉じた領域は必ず面として認識される.一方電子海図の Chain Node においては,位置関係のほかデータの概念的つながりを考慮するため,無関係な線データ同士の交差にはノードは発生せず,また無関係な線データの組み合わせで囲まれた領域は面と認識しない.

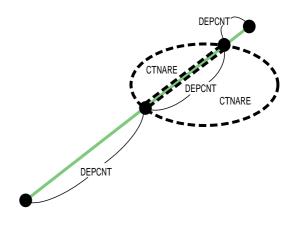
例えば、第10図においてTNTmipsでは人工岸(SLCONS)と空中線(CBLOHD)の交差した点にノードが発生し、人工岸と空中線各々が2つの線データに分断されるが、電子海図では人工岸と空中線の間に概念的つながりはないのでノード無しで交差を許容する.

また , 第 11 図のような危険界(CTNARE)は TNTmips では等深線(DEPCNT)を境に 2 つの面 データとして認識されることとなるが , 電子海図 では危険界と等深線の間に概念的つながりはない

電子海図(Chain Node)の場合



TNTmips(Full Topology)の場合



DEPCNT: 等深線, CTNARE: 危険界 はノードを表す。

第11 図 危険界を横切る等深線

Fig.11 Example of a depth contour across caution area.

ので危険界は分断されずひとつの領域と認識される.

TNTmips で作成されたこれらの例のようなデータを変換出力して電子海図システムで取り扱うことは可能であるが、Chain Node の考え方においては不自然に分断された状態でデータが渡されるため、電子海図の編集者において自然な形態に修復する必要が起こっている.

## 5.2 底質記号表示の問題

電子測量原図の底質点は,点型データに対し S-57 オブジェクト SBDARE のアトリビュート

NATSUR および NATQUA に相当する属性を付与することで実現される.NATSUR には表面の性質に対応して泥は1,砂は4,貝殻は17などという値が(複数ある場合はカンマ区切りで)付与され,NATQUA には「細かい」は1などの修飾語が付与される.よって「泥と細かい砂と貝殻」が認められる底質点の例では,「NATSUR=1,4,17」と「NATQUA=,1,」という属性が付与されることとなる.これは「MfSSh」と表記されるものであるが,TNTmips のマクロ機能を用いてこの表示を実現することが遂にできなかった(第12図).これはTNTmips のマクロ機能の不備によると考えられ,MicroImages 社に修正を要望したが改善は見られなかった.この問題は未解決である.

## 5.3 TNTmips のサポート上の不満

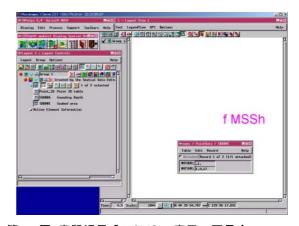
TNTmips はバグが多く、バグレポートを送っても修正の対応が速やかではない.また、定期的にバージョン番号が上がっていくシステムをとっているため、アップデート契約をしていないと修正が行われても契約上の問題で使用できないというケースが多い.さらに、修正に伴い他のバグが混入する場合も非常に多い.

この結果安定したバージョンといえるものが無く,不具合を回避するためにはアップデートし続けることとなり,業務の定常化の面からも費用の面からも問題がある.

## 5.4 RVC ファイルによるデータ保管の問題

TNTmips においてあらゆるデータは RVC という固有のファイル形式で入出力される.このファイルフォーマットは非公開であるため,電子測量原図という資産を長く保管する際には,将来にわたってアクセス可能かどうかという点で疑問がある.

また、前節で述べたようなバグに類する問題であるが、RVCファイルを作成したのと異なるバージョンの TNTmips でデータを表示・印刷出力すると元のレイアウトとは違うものが出力されるという場合が多い、この点について MicroImages



第 12 図 底質記号「MfSSh」表示の不具合

Fig.12 Display failure of quality of the bottom 'MfSSh'.

社から公表はされていないが,内部で RVC ファイルフォーマットの仕様が変更されている,もしくは何らかのバグが潜在している可能性が高い.このことから,調製済み電子測量原図を長期保管する目的には,他の公開されたファイルフォーマットを採用することが望ましいと考える.

## 6 おわりに

平成8年度に各管区に1ライセンス目のGISソフトウェア(TNTmips)配布されてから2年足らずで水路測量の成果提出は100%電子測量原図へと移行した.こうして短期間のうちに測量原図のデジタル化が達成されたことは、ひとえに本庁・管区の全ての水路測量担当官が操作習得に費やした並々ならぬ努力の賜物である.

測量データの一貫したデジタル処理という目標において、水路業務法第6条・第26条等に基づき提出される外部成果には、プラスチックシートによるものが未だ残されている。これについても、最近では原図のほかに水深データの電子ファイルの提出を受けることにより、管区において水深の位置精度を落とさずに電子測量原図を調製することが多くなっている。

また,GIS 利用の普及に伴い,測線計画・他の 業務用参考図の作成等電子測量原図調製以外の新 たな利用方法も広まった.これらの取り組みが水

路測量担当官全体の電子海図や GIS・コンピュータマッピングに対する知識や技術レベルの底上げにつながった効用は大きいと考える.

電子測量原図作成システムは使用者の意見や不具合報告を随時反映して改善を行ってきたが、イントラネットを用いた情報交換・情報共有が大変有益であった.本稿でまとめた内容の多くはイントラネット上の海洋調査課技術担当サイトのWebページや掲示板で見いだすことができる.とりわけ掲示板による情報交換は本システムの改善のみならずあらゆる利用者にとって参考となったと考えられる.このように、本庁・管区の水路測量に携わる職員全体の取り組みによって本システムは作り上げられたといって過言ではない.

## 参考文献

- 海上保安庁水路部沿岸調査課海図編集室電子海 図担当,デジタル水路データのための IHO 転 送基準 S-57 第 3 版(日本語訳),(1998)
- 沓名景義・坂戸直輝,新訂海図の知識,成山堂,407 ページ,(1996)
- 町田 聡,地理情報システム 入門&マスター,山海 堂,178ページ,(1994)
- 日本ユニシス株式会社・テラ株式会社,ENC のパ ソコンによる表示の調査研究報告書,29 ペー ジ,(1996)
- 社団法人海洋調査協会,水路測量関係規則集,151ページ,(2002)
- テラ株式会社,デジタル測量原図作成システム 運 用マニュアル,23 ページ,(1999)
- テラ株式会社,デジタル測量原図作成システム 操作マニュアル,76 ページ,(1999)