

## 電子海図の作製とその取り組み†

清水敬治\*

### Electronic Navigational Chart (ENC) Production of Japan and Its Correspondence †

Keiji SHIMIZU\*

#### 1. 概要

水路部の電子海図への取り組みは、平成元年(1989)に水路部で開催した先進各国の専門家による電子海図作製セミナーに始まる。その後、平成4年度(1992)から電子海図作製に関する予算要求の他、紙海図の数値化を開始した。翌、平成5年度(平成6年1月(1994))に「電子海図システム」を導入し、電子海図作製体制を確立した。電子海図システム導入後の平成6年度(1994)から電子海図編集を開始し、平成7年3月(1995) IHOの電子海図作製基準(「デジタル水路データのためのIHO転送基準」(IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, Ver.2)(S-57 Ver.2))に基づく航海用電子海図第1号「東京湾至足摺岬」E7001をCD-ROM記録媒体に収録して刊行した。S-57 Ver.2は、更新方法などが記述されていなかったことから不完全な基準ではあったが、公式な電子海図として発行したのは日本水路部が初めてであった。以後、引き続きS-57 Ver.2に基づく小縮尺航海用電子海図の刊行を続け、平成10年3月(1998)にはS-57 Ed.3に基づく大縮尺航海用電子海図E3011「東京湾」を刊行した。現在、S-57 Ed.3に基づく日本周辺海域の小縮尺航海用電子海図4版、主要な海域、港湾、航路及び日本沿岸諸港の大縮尺航海用電子海図10版をCD-ROM記録媒体に収録して刊行している。平成13年度中に15版目の電子海図を刊行する予定である。

電子海図においても最新維持は重要で不可欠な

ため、大縮尺航海用電子海図の刊行開始後、紙海図の水路通報に該当する「電子水路通報」の提供を行っている。

電子海図は、平成14年7月1日(2002)からの改正SOLASの中で紙海図同等物として取り扱われる予定である。

#### 2. 電子海図の出現

1970年代中頃から我が国や欧米の電子機器メーカーによりディスプレイ上に海岸線、等深線、経緯度線などの簡易な海図情報と自船位置を重畳表示するシステムが開発された。このシステムは自船の位置や航跡が自動的に画面上に表示されるなどの利便性や価格が比較的廉価であったためか急速に普及した。1980年代中頃から北欧の先進水路諸国の間で本格的な電子海図についての研究が行われるようになり、国際海事機関(International Maritime Organization: IMO)や国際水路機関(International Hydrographic Organization: IHO)は電子化された海図の重要性を認め、IHOは昭和60年(1985)、IMOに対し電子海図の取り扱いについて法的検討を要請した。こうして、公式な電子海図の検討が開始されることとなった。

#### 3. 電子海図の定義

電子海図という用語は、1991年のIHOによるデジタルデータ転送に係わる基準の制定まで明確な定義はなく、小型船等で使われている簡易なものから、紙海図と同等の情報量と精度を持つ高級

† Received 2001 November 27th. ; Accepted 2002 February 1st.

\* 沿岸調査課海図編集室 Coastal Surveys and Cartography Division, Cartography Office.

なものまで区別なく全て電子海図と呼ばれていた。

現在、電子海図とは、「ハードウェアとしての海図表示装置と海図データベースなどのソフトウェアを含んだ全部または一部を示すもの」と規定されている。電子海図に関する用語は、「電子海図表示システムの表示と海図内容に関する仕様書 (IHO Special Publication 52: S-52)」の中で決められている。S-52において電子海図表示システム (Electronic Chart Display and Information System: ECDIS) は、航海用センサーより得られる船位情報と共に、航海用電子海図を変換したシステム航海用電子海図 (System ENC: SENC) から選択された情報を表示し、航海計画と航行監視において必要に応じ付加的な航海関係情報を表示し航海者を援助するものであるとし、1974年 SOLAS条約付属書第V章第20規則で要求される「更新された海図」に適合するものとして受け入れられる航海用情報装置であるとしている。また、航海用電子海図 (Electronic Navigational Chart: ENC) は、内容、構成、フォーマット等が標準化されたデータベースであり、航海安全に必要な海図情報全てを含み、また、紙海図に含まれるその他の情報を含むものであると規定している。

#### 4. 電子海図及びデジタル化海図作製の体制整備

電子海図作製は、水路部が刊行している紙海図 (約860版) や収集・蓄積している海図情報を数値化し電子海図データベースを作製すること、この作製したデータベースから必要なデータを検索・編集する装置を用いてS-57に基づき電子海図編集、最新維持等の作業を行い「航海用電子海図」を作製するものであり、このために新たなシステムの整備を必要とした。

一方、紙海図の作製は、熟練度の高い技術者により手作業で行うものであるが、近年においては熟練技術者の減少のため製図能力の低下が著しく、コンピュータ支援による紙海図の作製工程、及び補正図作製業務の数値化処理の推進が必要になっていった。

こうしたことから、電子海図作製業務を始める

に当たり、電子海図作製とデジタル化による海図作製の両方の業務を遂行することができるシステム構築の他、海図数値化作業実施等のための体制を整備するとともに、要員の配置を行った。

#### (1) 編集等要員の配置

電子海図の編集・作製、海図の数値化及び紙海図のデジタル編集等の業務は、平成4年度から表1のような要員の配置によって業務を進めている。

表1 電子海図等の編集要員。

	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13
電子海図編集	5	6	7	6	6	6	5	5	6	5
紙海図編集	0	0	1	2	2	4	8	14	20	21

#### (2) システムの整備

電子海図システムの導入にあたっては、平成4年度 (1992)、武藤工業株式会社によりデータベース、システム管理等のソフトウェアの他、海図・ENC編集ソフトウェア等についての分析により、最適システムの技術的調査を行った。翌、平成5年度 (1993) は前年度の分析・調査結果に基づき、国際入札によって広く一般から電子海図システムの導入を求めた。その結果、国内製品と外国製品とが競合したが、入札結果により日本ユニシスの「電子海図システム」を導入することとなった。電子海図システムは、編集ソフトのバージョンアップへの対応、コンピュータ機器の目まぐるしい機能アップ、保守体制の確立、システムの陳腐化による電子海図編集機能の低下等を防止するため、5年間のレンタルで整備している。

当初、電子海図システムは平成3年6月 (1991) に発行の S-57 Ver.1に基づいた仕様で開発したが、平成5年11月 (1993) S-57 Ver.2の発行に伴い急遽新仕様に変更した。

電子海図システムは、さらに、平成8年11月 (1996) S-57 Ver.2がS-57 Ed.3にバージョン変更されたことに伴い、平成9年度にS-57 Ed.3対応に改修した。

当初（平成6年1月）に整備した電子海図システムの主要構成機器は次のとおりである。

- ・電子海図システムのサーバとして全体の管理を行う「電子海図システム管理装置」
  - ・リニアスキャナー（400DPI）、カラー・ドラム・スキャナー（1000DPI）及びデジタイザからの図面データ入力制御を行う「入力制御装置」
  - ・システム全体の出力サーバ機能を有し、カラー静電プロッター（400DPI）、光磁気ディスク（5インチ）、CD-ROM書き込み装置及びレーザープリンタを制御する「出力制御装置」
  - ・航海用電子海図及び紙海図の計画図の作成並びに属性付与されたベクトルデータを航海用電子海図、紙海図仕様に編集する機能を持つ「海図編集装置」
  - ・海図編集装置と同等の機能及び補正図の編集に関する機能を持つ「補正図編集装置」
  - ・海図編集装置と同等の機能を持ち航海用電子海図の作製を主とする「電子海図作製装置」
  - ・電子海図作製装置と同等の機能及び航海用電子海図の審査機能を持つ「電子海図審査装置」
- 等である。

これらの装置に加え、平成6年度以降、データベース管理・検索機能を持つ海図調査装置、海図原図のフィルム出力を行うための光プロッタ装置の他、海図編集装置、海図審査装置及び補正図編集装置等を増強整備している。また、航海用電子海図は、ECDISに読み込んで海図情報を表示した時に初めて機能が確認できる。このため、平成6年度にENCの機能確認のための動作確認装置（トキメック製ECDIS EC6000）を整備した。

導入当初の電子海図システムは、多くのデータ処理に対して安定的に稼働するUNIXシステムを採用していたが、近年のめざましいパソコンの処理能力の向上により、平成10年度（平成11年2月）以降は、Windows NTで稼働するパソコンに換装している。この換装によって、操作性が飛躍的に向上し、編集者が習熟し易いシステムになった。また、省エネや健康対策等から、平成12

年度導入の一部の機器に初めて液晶表示のディスプレイを導入した。今後は、順次液晶表示タイプ・ディスプレイを導入する予定である。

電子海図システムは、平成5年度に海図編集室（4階）の一部屋及び隣接の倉庫を改装して設置し、平成6年1月26日の岩渕水路部長（当時）の火入れによって運用を始めた。その後、毎年増強整備される電子海図システム構成機器のため既存の部屋が手狭になり、平成12年度に4階エレベータ前の研究室が使用していた部屋を改装し増設機器を設置した。

編集ソフトウェアは、CADシステムをベースにして開発されており、海図データに対して図形編集、属性付加等を行う機能を持っている。図面などの編集資料はデータベース化し管理する。編集工程は、加工のし易さや出力の際の高解像度出力でも粗さが出ないなどの利点があるため、全てベクターデータで処理している。図1は、電子海図システムの中で使用している編集ソフトウェア



図1 電子海図システムの電子海図、紙海図編集ソフトウェア（日本総合システムパンフレットより）。

である。また、図2は、現在使用している電子海図システムの構成装置の概要を示したものである。写真1～5は、現在使用中の電子海図システム構成装置の一部を示したものである。

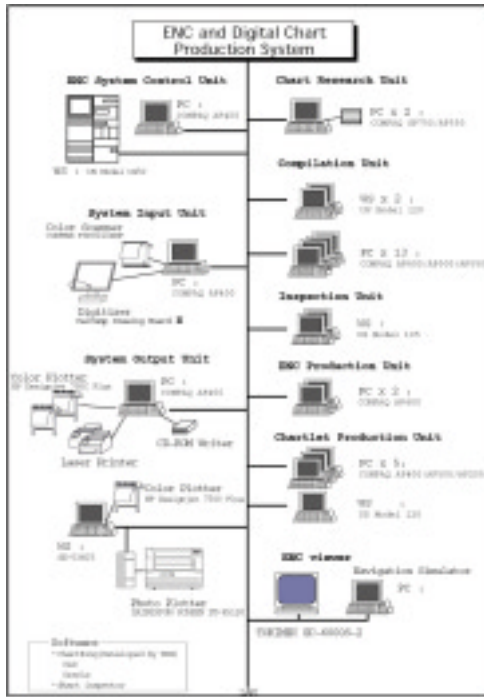


図2 現在使用中の電子海図システムの構成装置.



写真3 出力制御装置 (インクジェットプロッタ).



写真4 動作確認装置。  
(最手前の装置. 電子海図の機能チェックを行う)



写真1 電子海図作製装置.



写真5 光プロッタ装置。  
(紙海図用印刷フィルム出力する)



写真2 入力制御装置 (スキャナー).

(3) 紙海図の数値化

水路部が刊行している海図は全紙に換算すると約495図になり、これらの海図を数値化して海図データベースを作製するには多くの作業時間と経費を必要とするため、数値化作業は10ヶ年の長期にわたる計画で進めている。数値化は、国際基準に基づいて実施し、電子海図に必要な「面（ポリゴン）」の作成等に多くの処理時間を要するため、数値化作業は部内勢力だけでは処理できず、外注によって実施している。数値化を始めた頃は受注業者の技術力が低く、数値化データに多くの修正を加える必要があったが、近年においては受注業者の技術力や処理能力が向上し、良好な数値化海図データが納入されるようになってきている。電子海図ではシームレスにデータを編集するため、海図が重複する場合は、データが重ならないようにどれか1つの海図データのみを採用する。このため、全ての編集対称海図の各々について、海図全面のデータを数値化する訳ではない。なお、電子海図ではGPS等を利用して船位を求めるため、地文航法に必要な陸上の等高線や道路等地形や物標は必要ないものとして、これまで数値化の対象にしてこなかった。表2は、システムの整備計画と海図数値化の年次計画を示したものである。なお、平成9年度に数値化の計画変更が行われている。

表2 年次計画。

(数字は全紙換算図数を示す)

区 分	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14
システム設計	↔										
ソフトウェア作成		↔									
紙海図数値化	←15	30	58	56	56	46	43	36	72	42	41
装置の整備(借入)		←									

5. 電子海図作製仕様

(1) IHO ENC 製品仕様の概要

電子海図は、S-57付録「ENC製品仕様 (IHO ENC Product Specification)」の規定に基づき編集する。この仕様の中で、セルとはENCデータを含む地理的区域であること、ENCは意図する

航海のために船舶に備置される公式データの最新版であること等の他、オブジェクトと属性、地図作製の枠組み、データ提供アプリケーションプロファイル等が定義されている。主な仕様は次のとおりである。

- ・使用する言語は英語でなければならない。ただし、名称や文による情報は本国語の併記が許されている。本国語は、ISO10646に規定するUCS2 (ユニコード) によらなければならない。
  - ・測地系は、WGS-84を使用する。ただし、ENC及びENC更新データ以外の情報を扱う場合は変換パラメータによってWGS-84に変換することが可能である。
  - ・投影法は使用しない。
  - ・位置座標は小数点形式による緯度、経度を使用する。ただし、位置座標は小数点形式から座標変換係数によって整数に変換するが、小数点以下の桁数は作製機関が選択する。我が国は、107を変換係数に用いている。例えば、北緯34°15′30.13″ (34.25836944°) は、34.25836944 × 10,000,000=342583694とする。
  - ・深さ、高さの単位にはメートルを使用する。
  - ・距離の単位には小数点形式による海里またはメートルを使用する。
  - ・水深値はメートル単位の小数点形式で表示するが、これを変換係数によって整数化して扱うものとする。変換係数値は10としている。例えば、水深 10.5mは105として扱う。
  - ・水深、干出、岸線及び高さの基準面は、紙海図と同じ基準面を使用する。
  - ・ENCは、CD-ROMまたは3.5インチフロッピーディスク (MS-DOSフォーマット) 磁気媒体に記録する。
  - ・ENCは通信回線を介した提供が可能である。
  - ・ENCデータを取り扱う場合は、暗号化を使用することができる。
  - ・圧縮アルゴリズムは使用しない。
  - ・デジタイズの分解能は編集縮尺で0.3mmを越えてコード化してはならない。
- 等である。

(2) 電子海図のセル

電子海図ではデータ処理を容易にするため、ある一定の地理的範囲をセルとして扱う。S-57では、セルは8文字のコードで表すことになっている。例えば、ENCのセル名がJP34ojbcの場合、

- JP : 作製機関コード (Japan) を表す。
- 3 : 航海目的区分 (表4参照) を表す。
- 4ojbc : セルコードを表す。

(セルコード)

日本水路部では、10進数で表した7桁数の「編集用セルコード」を32進数で5桁数に変換した値をセルコードとして用いている。

(編集用セルコード)

編集用セルコードは、ENCデータベースを地球上でユニークにするため7桁のコード番号と縮尺を組み合わせたものであり、編集用セルコードはS-57 Ver.2で定義された方法である。最初にローマ字1文字でセルの縮尺コードを表し、次に緯度を3桁で、経度を4桁で表す。緯度は南極を基準とし、経度はグリニッジ子午線を基準に右回りにそれぞれ15分メッシュを基本単位としている。この付与法は、水路部がS-57 Ver.2の時代からデータベースを作成していたための名残である。

例えば、横浜付近 (北緯35度30分, 東経139度20分) の場合の航海目的3の「編集用セルコード」及び「セルコード」は、次のように求める。

「編集用セルコード」は、最初に該当位置の経緯度を分単位で求め、

$$[\text{緯度}] : (35+90) \times 60+30=7530'$$

$$[\text{経度}] : 139 \times 60+20=8360'$$

これをそれぞれ整数倍値に変換する。

$$[\text{緯度}] : \text{int} (7530' / 60) \times 60=7500$$

$$[\text{経度}] : \text{int} (8360' / 60) \times 60=8340$$

そして、経緯度をそれぞれ緯度3桁、経度4桁の15分メッシュによる基本単位で表し (緯度: 7500/15), 経度: 8340/15), さらに緯経度で結合表示する ((7500/15) × 10000+8340/15)。これに表3から航海目的区分「3」に対応する縮尺コ

ードを付与すると、「編集用セルコード」= C5000556が得られる。

次に、7桁表示の「編集用セルコード」を32進法 (32進法の各桁は0~9, A~Vの32文字で表現する) で5桁の「セルコード」に変換する。

$$\begin{aligned} \text{「編集用セルコード」} &= \text{C5000556は,} \\ 5000556/32 &= 156267 \dots \text{余り } 12 \rightarrow \text{C} \\ 156267/32 &= 4883 \dots \text{余り } 11 \rightarrow \text{B} \\ 4883/32 &= 152 \dots \text{余り } 19 \rightarrow \text{J} \\ 152/32 &= 4 \dots \text{余り } 24 \rightarrow \text{O} \\ 4/32 &= 0 \dots \text{余り } 4 \rightarrow 4 \end{aligned}$$

となり、これに表3から縮尺コードCに対応する航海目的区分「3」を付加すれば、該当位置の「セルコード」= JP34ojbcが得られる。

表3は、縮尺コードと航海目的区分の関係を表示したものである。

表3 縮尺コードと航海目的。

縮尺コード	A	B	C	D	I	N
航海目的	1	2	3	4	5	6

6. 電子海図作製

(1) 電子海図の航海目的の区分

電子海図は、6種類の航海目的に分けて作製するようにS-57 Ed.3で規定している。6種類の航海目的区分には、それぞれにどのような縮尺の海図を割り当てるかの具体的な縮尺は明示されておらず、概観図、一般航海等の使用の目的に応じた区分にするように規定されている。編集縮尺をどのように割り当てるかは作製機関に任されている。このため、日本水路部は電子海図の航海目的区分を表4のように設定している。

(2) 電子海図のセルデータ

イ. セルに含む海図データ

電子海図では、航海目的の同じ隣り合うセルの情報をシームレスに連続させている。1つのセルは複数の海図を用いて編集するが、編集に使用す

表4 航海目的, 編集海図及びセルの関係.

区分	航海目的	編集海図	セルサイズ
1	概観	<1/1,500,001	8度
2	一般航海	1/1,500,000 ~ 1/300,001	4度
3	沿岸航海	1/300,000 ~ 1/80,001	1度
4	アプローチ	1/80,000 ~ 1/25,001	30分(15分)
5	入港	1/25,000 ~ 1/7,501	15分(15分)
6	停泊	1/7,500<	15分(15分)

る海図は測量年, 刊行年, 総描等がそれぞれ異なっている. このような内容の異なる海図を数値化し, その数値化データを使用して海岸線, 等深線等をつなぎ合わせ, セルを編集する. セル内にはいろいろな編集対象海図が存在するが, セル内ではデータは重複してはならないと規定されている. このため, セル内のデータ編集にあたっては, 該当するセルに含まれる編集対象海図の中で最も大縮尺の海図を優先して採用し, さらに同じ縮尺の編集対象海図が存在する場合は刊行年の新しい海図を採用する.

なお, セルに含まれる編集対象海図によって, データ量の多いセルやデータ量の少ないセルが生じ, セルに含まれるデータ量は一様ではない.

#### ロ. セルサイズ

S-57 Ed.3で規定するセルの地理的な範囲は, 次の様に規定されている.

- ・2つの経度線と2つの緯度線で囲まれた四角形であること
- ・一つのセルに5MB以上のデータを含んではならないこと
- ・セルの数が膨大にならないように, セルサイズは余り小さくしてはならないこと
- ・航海の目的が同じセルは, オーバーラップできるが, データはオーバーラップしてはならないこと等である.

水路部は, この基準に従いセルを設定しているが, データのみならずセルについてもオーバーラップしないようにしている. このため, 日本のセ

ルは同じサイズのタイルを整然と並べたように並ぶことが大きな特徴である.

1つのセルでデータ容量が5MBを超える場合は, 該当セルを分割することになる. 電子海図システムで分割できるセルは, 前述(5.(2)電子海図のセル)の縮尺コードの制約を受け, 縮尺コード(表3 縮尺コードと航海目的参照)がD, I, N(航海目的の区分4, 5, 6)に区分されるセルであり, これらのセルは4つに分割できるようになっている. 電子海図システムは, 最小セルとして7.5分メッシュサイズのセルまで作製することが可能である.

現状の電子海図システムは, 任意のセルサイズ, 例えば, 紙海図単位のセルサイズENCを作製することは不可能である. 任意サイズセルENCを作製するためには電子海図システムの改修が必要になる. また, 現在のセル作製ルールの変更を行うと, 電子水路通報(7.航海用電子海図の最新維持参照)による既刊行ENCの最新維持が不可能になる等のため, 既刊行ENCの取り扱いにまで影響がでる.

#### (3) 航海用電子海図

電子海図刊行計画では, 利用の形態, 編集に用いる海図の縮尺等から小縮尺航海用電子海図と大縮尺航海用電子海図の2つに分けている.

航海用電子海図の刊行等は, 「航海用電子海図刊行に関する当面の基本方針」(保水企第13号, 平成7年2月15日), 及び「『航海用電子海図』第二次刊行計画の策定について」(保水企第66号, 平成9年3月19日)によって進めている.

「航海用電子海図刊行に関する当面の基本方針」の中で, 「航海用電子海図(ENC)の水路業務法上の位置付け」(管理課調整係), 「ENC及び最新維持情報の国有財産上の取り扱い」(海洋情報課), 航海用電子海図最新維持に関する対応方針(水路通報課), 「ENC及び最新維持情報の販売提供について」(海洋情報課)等が定められている.

#### イ. 小縮尺航海用電子海図

○S-57 Ver.2に基づくENC

小縮尺航海用電子海図は、1/8万より小縮尺の海岸図、航海図等の中小縮尺の海図30枚程度を使用して編集した航海用電子海図である。小縮尺航海用電子海図は、広範な利用者の利便を図ること、短期的普及拡大を図ること等から日本を4つのブロックに分けて刊行している。S-57 Ver.2に基づいて作製した航海用電子海図は次の通りである。

- ①平成7年3月 E7001
- ②平成8年2月 E7002
- ③平成8年3月 E7003
- ④平成9年2月 E7004

○S-57 Ed.3に基づくENC

S-57 Ver.2は、平成8年11月S-57 Ed.3に改訂され、次のように変更された。

- ・最新維持が完備された。
- ・セルサイズが海図単位などの任意サイズに設定できるようになった。
- ・データ構造の大幅な変更によりS-57 Ver.2との互換性がなくなった。

新仕様は、旧仕様と比べて劇的とも言えるほど大きな変更であったが、既存の海図数値化データベースの変更や電子海図システムの改修及び動作

表5 小縮尺航海用電子海図一覧。

番号	Version	刊行日	航海目的	セル数	(2001.7.1)	
					<n>: re-issue数	[n]: 重複数
E3001 東京湾至足摺岬 Re-issue	Edi.3	1998/9/17 (H10.9.17) 2000/3/31	1 (a)	6	1.1	2 [2]
			2 (b)	11	3.7	13 [8]
			3 (c)	38	15.0	23 [9]
			計	55	19.8	38 [19]
E3002 北九州至石垣島 Re-issue	Edi.3	1999/11/18 (H11.11.18) 2000/3/31	1 (a)	4 <2>	1.8	2 [2]
			2 (b)	9	4.7	14 [8]
			3 (c)	52	29.5	29 [13]
			計	65 <2>	20.3	45 [23]
E3003 瀬戸内海及対馬 至佐渡海峡 Re-issue	Edi.3	1999/11/18 (H11.11.18) 2000/3/31	1 (a)	2 <2>	1.0	2 [2]
			2 (b)	5 <3>	5.5	13 [11]
			3 (c)	33 <7>	32.0	31 [17]
			計	40 <2>	38.5	46 [30]
E3004 日本海北部及宗 谷海峡至南島島	Edi.3	2000/9/21 (H12.9.21)	1 (a)	10	1.4	5 [2]
			2 (b)	16	4.3	25 [7]
			3 (c)	62	17.5	28 [5]
			計	88	23.2	58 [14]

確認装置の改修等を行い、新仕様に基づく航海用電子海図の作製に対応した。

また、既刊行海域の小縮尺航海用電子海図についても新仕様で新たに刊行することとし、既刊行のS-57 Ver.2に基づく航海用電子海図のデータベースをバッチ処理で機械的に新仕様に変更することを試みたが困難であった。このため、S-57 Ver.2で刊行していた海域の航海用電子海図をS-57 Ed.3で刊行することについては新たな編集が必要になり、編集作業に多くの時間を必要とした。

なお、旧仕様となったS-57 Ver.2に基づく既刊行航海用電子海図の取り扱いについては、小縮尺航海用電子海図E7000番台4版のうち、E7001～E7003は平成12年12月(2000)に、E7004は平成13年3月末にそれぞれ全て廃版扱いとなった。表5は、S-57 Ed.3に基づいて作製している小縮尺航海用電子海図の詳細を示したものである。図3～9は、小縮尺航海用電子海図の刊行区域と航海目的毎の航海用電子海図の表示例を示したものである。

ロ. 大縮尺航海用電子海図

大縮尺航海用電子海図は、1/8万より大縮尺のアプローチ図、港泊図等の海図15枚程度を使用して編集する航海用電子海図である。大縮尺航海用電子海図の刊行海域は、次のとおりである。

- ・主要7海域航海用電子海図

日本沿岸海域を7つの海域に分け、次の諸条件を満たす海域をE3011～E3017で刊行している。

- ①ユーザーの要望の多い海域
- ②500トン以上の船舶による年間1万トン以上の入港実績のある港を含む海域
- ③過去5ヶ年の紙海図需要が年平均約500枚以上の海域
- ④港泊図、海岸図の整備されている海域

- ・日本沿岸諸港航海用電子海図

前記7海域の区分に該当しない海域で、次の諸条件を満たす海域をE3018～E3021で刊行している。

- ①特定重要港湾、特定港等法令上重要とされている海域



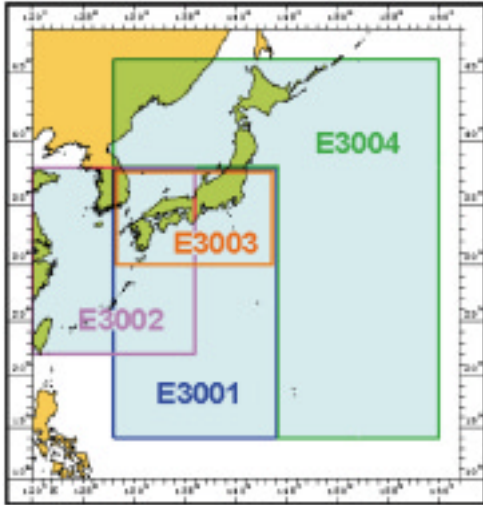


図3 小縮尺航海用電子海図の刊行区域。

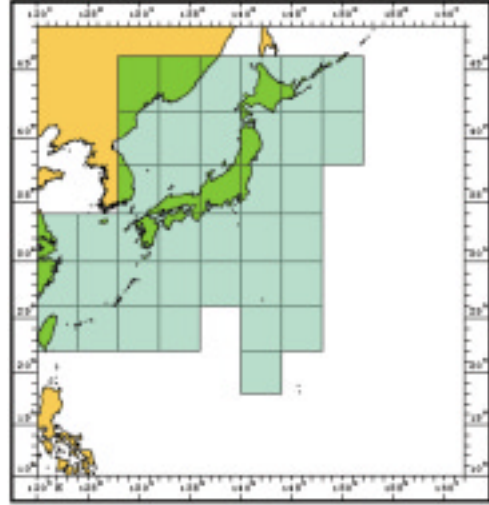


図6 航海目的2（セルサイズは4°メッシュ）で刊行されている航海用電子海図の海域。

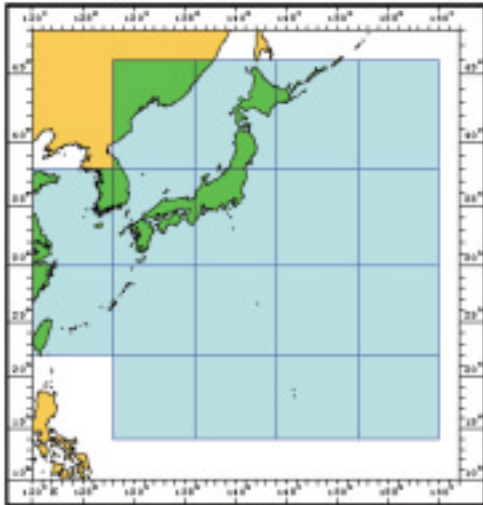


図4 航海目的1（セルサイズは8°メッシュ）で刊行されている航海用電子海図の海域。



図7 航海目的2の航海用電子海図。

（一般航海用の図であるため、沿岸付近の情報はやや細かく記載されているが、湾内等の情報は記載されていない）

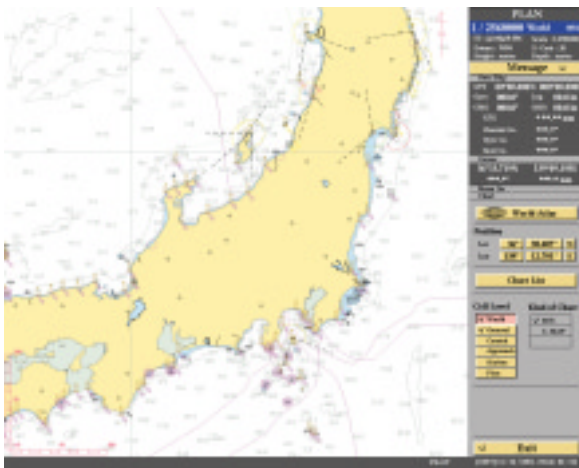


図5 航海目的1の航海用電子海図。

（概観図であるため、沿岸海域の詳細な情報は記載されていない）

- ②管区本部所在地，大型巡視船定係港海域
- ③総入港船舶隻数が1万隻を超える海域
- ④長距離フェリーの発着数が全国的に上位にランクされる海域
- ⑤危険物搭載船の入港隻数及び取り扱い荷役量が全国的に上位にランクされる海域
- ⑥過去5ヶ年の紙海図需要が年平均約180枚以上の海域

- ・平成14年度以降  
前記以外のこれまでに刊行されていない小港湾

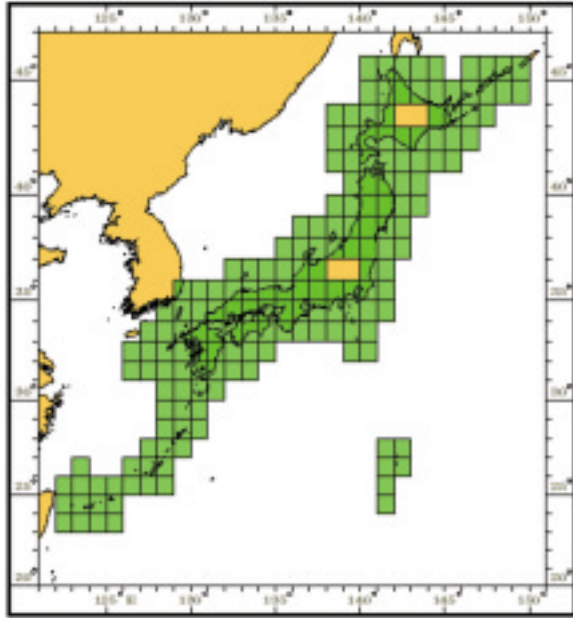


図8 航海目的3（セルサイズは30′メッシュ）で刊行している航海用電子海図の海域。

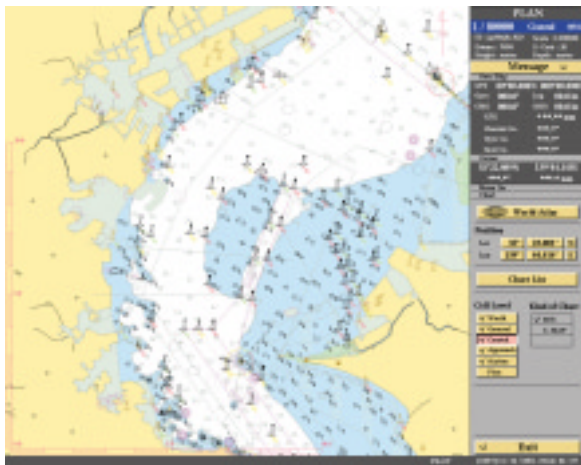


図9 航海目的3の航海用電子海図。  
（沿岸航海用の図であるため、航路の情報まで細かく記載されているが、港湾、泊地の情報までは記載されていない）

等で重要な海域、必要度の高い海域について、順次航海用電子海図を刊行する予定である。表6は、大縮尺航海用電子海図の刊行に関する詳細を示したものである。図10～15は、大縮尺航海用電子海図の刊行区域及び大縮尺航海用電子海図の航海目的ごとの表示例を示したものである。

表6 大縮尺航海用電子海図一覧。

(2001.7.1) <n> : re-issue数 [n] : 重複数

番号	Version	刊行日	航海目的	セル数	データ量(MB)	採用海図数
E3011 東京湾 Re-issue	Edi.3	1998/3/5 (H10.3.5) 2000/3/31	4 (d)	4	4.1	3
			5 (i)	10	14.5	13
			計	14	18.6	16
E3012 伊勢湾 Re-issue	Edi.3	1999/1/21 (H11.1.21) 2000/3/31	4 (d)	5	4.6	3
			5 (i)	11	10.3	10
			計	16	14.9	13
E3013 大阪湾及播磨灘 Re-issue	Edi.3	1999/3/18 (H11.3.18) 2000/3/31	4 (d)	6	6.2	7
			5 (i)	15	14.7	15
			計	21	20.9	22
E3014 備讃瀬戸 Re-issue	Edi.3	1999/8/19 (H11.8.19) 2000/3/31	4 (d)	7	10.1	8
			5 (i)	10	8.2	9
			計	17	18.3	17
E3015 備後灘及安芸灘	Edi.3	2000/6/30 (H12.6.30)	4 (d)	10	15.7	11
			5 (i)	10	11.2	12
			計	20	26.9	23
E3016 伊予灘及豊後水道	Edi.3	2000/11/16 (H12.11.16)	3 (c)	2	5.4	6
			4 (d)	9	8.7	7
			5 (i)	15	10.0	14
			計	26	24.1	25
E3017 関門海峡及付近	Edi.3	2000/2/17 (H12.2.17)	4 (d)	7	5.5	6
			5 (i)	13	8.3	11
			計	20	13.8	17
E3018 本州南・東岸及四 国南岸諸港	Edi.3	2001/3/22 (H13.3.22)	4 (d)	9	4.6	3
			5 (i)	13	5.7	7
			計	22	10.3	10
E3019 本州北西岸諸港	Edi.3	2001/6/21 (H13.6.21)	4 (d)	15	3.4	4
			5 (i)	13	4.9	7
			計	28	8.3	11

#### (4) 隣接外国海域データの処理

IHOは、平成9年4月18日（1997）の第15回国際水路会議提案43で議決された「航海用製品の交換と複製のための協定」において、他国のデータを使用する場合は双務協定を結ぶことを勧告している。しかしながら、我が国は「第6回東アジア水路委員会決議第1号」において、ENCから外国海域情報を除いた場合、レーダー画像では海岸線等の映像が確認できるにもかかわらずECDISの画面上には海図情報が表示されない等による航海者の不安を払拭し、船舶の安全航行を重視する目的のために「小縮尺航海用電子海図を作製する場合には、航海の安全を図るため1/50万より小縮尺の海図を自由に利用できること」を提案した。本提案に対する各国の意見は出されず、各国は我が国の意見に理解を示した。こうした経緯のもとに我が国はE7002、E7003の刊行に際し、韓国、中国に対し、我が国が電子海図を作製する旨のレターを送付して対処した。対馬海峡付近の航海用電子海図編集では、ENCデータの重複を回避するため、編集範囲をどの程度に留めるかについて

議論したが、第6回東アジア水路委員会会議での我が国の提案を考慮し、編集海図の縮尺が1/50万よりも大縮尺の場合は、境界線の範囲内までを編集することとした。しかしながら、日韓両国の境界線は明確でないことから、暫定境界線として「日本国と大韓民国との間の両国に隣接する大陸棚の北部の境界画定に関する協定」（昭和53年6月22日号外条約第7号：第24編条約第三章二国間条約）の境界線を使用した。

なお、1/50万よりも小縮尺の海図を使用した航海用電子海図の編集では、関係沿岸国の主権を尊重するため、水深30メートル以浅の海域について海岸線、主要な航路標識及び顕著な危険物のみを編集している。

#### 7. 航海用電子海図の最新維持

平成10年（1998）から港泊図及びアプローチ図を中心とした大縮尺航海用電子海図の刊行を始めたが、大縮尺航海用電子海図では紙海図と同様に最新維持が欠かせないため、6ヶ月間の試行期間後の同年9月25日から「電子水路通報」による最新維持情報の提供を開始した。電子水路通報は、毎月1回月末の最終金曜日にCD-ROM記録媒体に収録して発行している。電子水路通報は累積更新（Cumulative update）方式である。累積更新方式は電子海図の最新版発行以降、同電子海図が改版されるまでの間の更新情報を全て収録するものである。利用者は何らかの理由により電子水路通報を入手することができなくても、最新の電子水路通報を取得すれば電子海図データベースを最新維持することが可能である。なお、紙海図と同様に水路通報を使用して手入力で電子海図を更新することも可能である。ただし、手動で入力したデータは海図情報と重畳表示することはできるが、電子海図のデータベースを書きかえるものではない。従って、データベースを更新するためには、電子水路通報が必要である。

最新維持では、ファイル名の拡張子が重要な役割を担っている。ENCの新刊、再版もしくは改版のファイルには、拡張子「000」が割り当てら

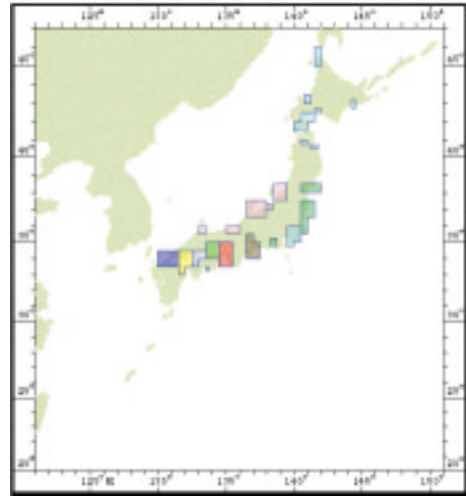


図10 大縮尺航海用電子海図の刊行海域。  
(E3011～E3020の刊行範囲を示している)

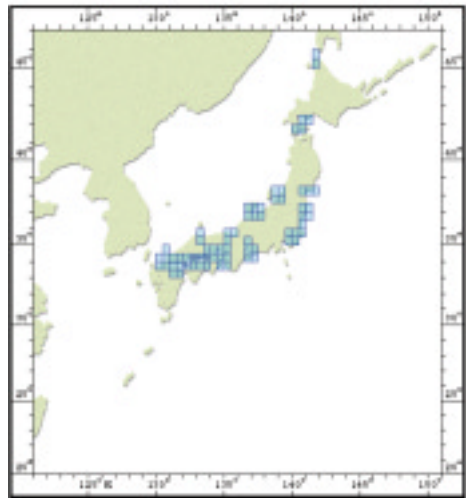


図11 航海目的4（セルサイズは30′メッシュ）で刊行されている航海用電子海図の海域。



図12 航海目的4の航海用電子海図。

（アプローチ図であるが、この海域にはこれよりも大縮尺の図があるため、港湾の情報は記載されていない）

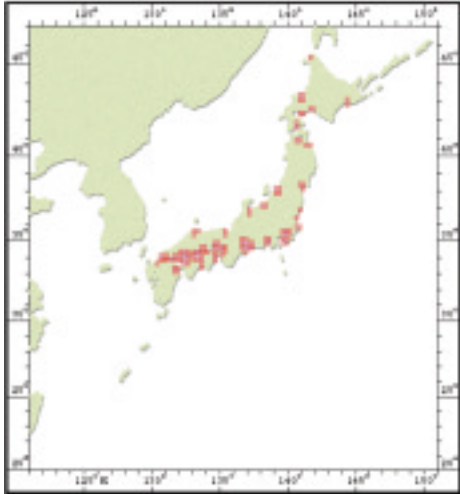


図13 航海目的5（セルサイズは15′メッシュ）で刊行されている航海用電子海図の海域。

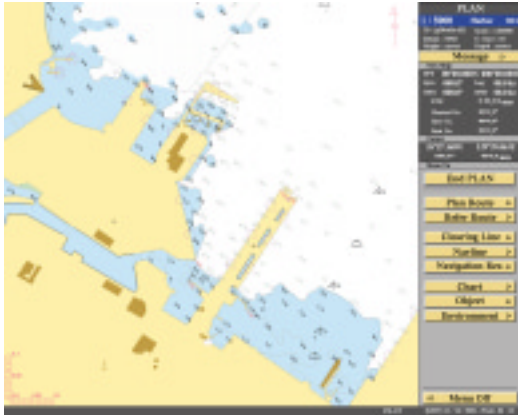


図14 航海目的5の航海用電子海図。  
（通常、港湾・泊地用の図として用いられる。接岸施設情報まで詳細に記載されている）



図15 航海用電子海図の夜間モード表示例。

れる。拡張子は更新回数を表し、拡張子番号には「001」から「999」までの連続した番号を用いる。改版するまでに再版を行う場合も、番号が途切れることはなく連続する。更新回数が999回を越えると該当ファイルの改版が必要になる。表7は、新刊、再版、改版、最新維持と拡張子の関係を示したものである。図16～18は、電子水路通報により最新維持を実施した時のECDISの画面を示したものである。

表7 新刊、再版、改版、最新維持の拡張子。

種類	拡張子	Edi. No.	Update No.
新刊	CCNXXXX	.000	0
	U date 1	.001	1
	U date 2	.002	2
	.....	.....	.....
	U date 31	.003	31
再版	CCNXXXX	.000	31
	U date 32	.032	32
	.....	.....	.....
	U date 45	.045	45
改版	CCNXXXX	.000	0
	U date 1	.001	1

## 8. 電子海図に関する基準と国際会議等

### (1) 電子海図表示情報システム委員会 (Committee on ECDIS: COE)

IHOは、電子海図の表示基準等を検討するために昭和61年（1986）「電子海図表示情報システム委員会 (Committee on ECDIS: COE)」を設置した。COEは、ECDISの海図内容や画像表示の仕様に関する統合的な委員会であり、その傘下にECDIS仕様作業部会 (WGES)、最新維持作業部会 (UWG)、色彩と記号メンテナンス作業部会 (C&SMWG)、用語集作業部会 (GWG)、データベース作業部会 (DBWG)、データ品質作業部会 (DQWG) の6つの作業部会を設けて表示基準等を検討した。COEはECDISで航海用電子海図を表示するときの仕様である「電子海図表示システムの表示と海図内容に関する仕様書第1版 (Specifications for Chart Content and Display

Aspects of ECDIS) (S-52)」を平成2年5月(1990)に発行した。S-52は、海図データの数値化密度、信頼性などデータベースに必要とされる特性、海図データとその他の航海情報の全世界的な互換性、ENC表示の最低限及び補足的なデータ内容、記号、色等の記述の基準を規定している。S-52は、平成4年(1992)にS-52 Ver.2暫定基準が決められた後、翌年9月(1993)IMOの第39回航行安全小委員会(NAV)でECDIS性能基準S-52 Ver.3が決定され、IMO決議事項として承認された。その後、平成6年12月(1994)にVer.4に変更され、平成7年11月(1995)に開催された第19回IMO総会において「ECDIS性能基準(IMO Performance Standard :PS)」として採択(総会決議A817(19))された。

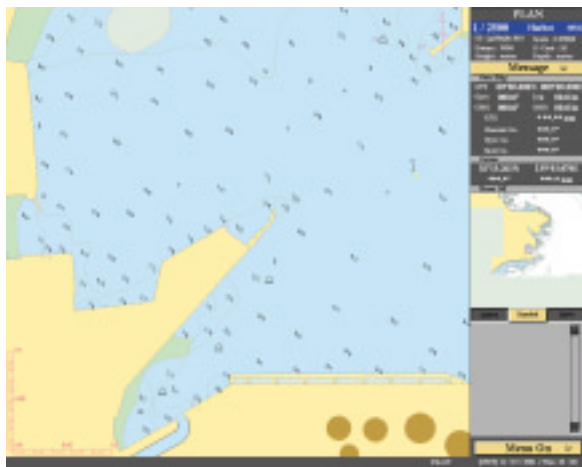


図16 最新維持実施前のECDIS画面。

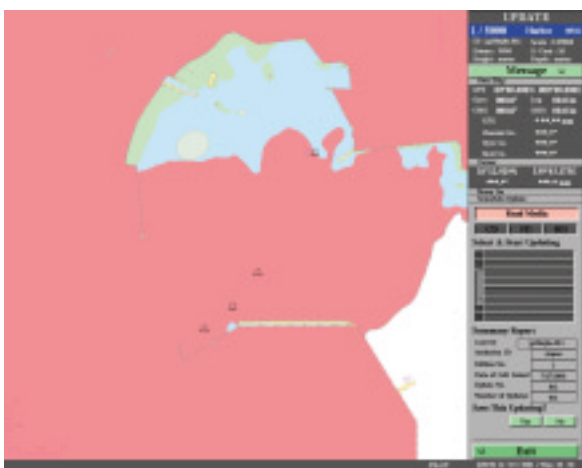


図17 最新維持実施中のECDIS画面。  
(更新実施のオブジェクトが赤色に変化する)

このPSの中で「適当なバックアップ装置を備えたECDISは、1974年SOLAS条約付属書第V章第20規則で要求される『更新された海図』に該当するものとして承認できるものである」として海図同等物としてのECDISを定義すると共にECDISの基本的な性能を定めている。この性能基準は、S-52 Annex Bにも記載されており、表示画面の大きさ、表示項目(Display Base, Standard Display等)、警報機能、航海記録、バックアップ方法等が規定されている。S-52はさらに改正され、平成8年12月(1996)、S-52 Ver.5が発行された。

## (2) デジタルデータ交換委員会(Committee on the Exchange of Digital Data: CEDD)

IHOは、航海用電子海図のデータ標準化のための詳細な基準を決めるため、昭和58年(1983)「デジタルデータ交換委員会(Committee on the Exchange of Digital Data: CEDD)」を設置した。CEDDは、電子海図作製の基準である国際水路局特殊刊行物No.57「デジタル水路データのためのIHO転送基準」(IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, Ver.1) (S-57)」を平成3年(1991)に公表した。S-57は、その後改良が行われ平成5年11月(1993)S-57 Ver.2が発行された。S-57 Ver.2までは、この基準のフォーマ

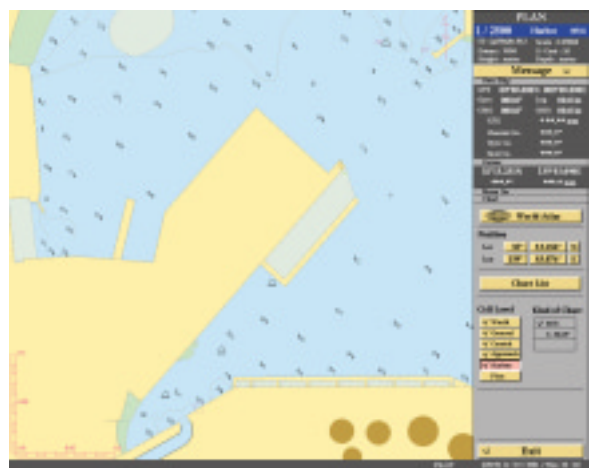


図18 最新維持実施後のECDIS画面。  
(中央部の岸壁及び周辺の形状が最新維持により大きく変わった)

ットをDX90と呼んでいた。この仕様書は、ENCのために特別に開発されたものではなく、各国間で海図情報や測量原図等をデジタルな形で交換するためのものである。

### (3) 電子情報システムに関する水路学的要求委員会 (Committee on Hydrographic Requirements for Information System: CHRIS)

IHOは、情報社会という環境における航海者の要求にかなう公式なデジタル製品、サービスの開発の促進及び調整の必要性を鑑みてCOEとCEDDをそれぞれ解体し、新たにCOEとCEDDを統合した「電子情報システムに関する水路学的要求委員会 (Committee on Hydrographic Requirements for Information System: CHRIS)」を平成7年(1995)に設立した。CHRISのもとには、転送基準の保守及びアプリケーションの開発作業部会 (Transfer Standard Maintenance and Application Development WG: TSMADWG)、色彩と記号に関する仕様の保守作業部会 (Colour and Symbol Maintenance WG: C&SWG)、データの品質作業部会 (Data Quality WG: DQWG)、技術評価作業部会 (Technology Assessment WG: TAWG) 及び航海用出版物の標準化作業部会 (Standardisation of Nautical Publication WG: SNPWG) の5つの作業部会が設けられている。CHRISは、平成8年11月(1996) S-57の大規模な仕様変更を行いS-57 Ed.3を発行した。S-57は、平成12年11月(2000)に最新リビジョンであるS-57 Ed.3.1に改正されている。S-57 Ed.3.1は、属性値の追加のみの小規模な改正であったため、我が国は大きな影響を受けることはなかった。表8は、CHRIS出席の実績を示したものである。

#### (TSMADWG)

TSMADWGは、COEに設置されていたDBWGの業務を引き継ぐものであり、CHRISのもとに設置された作業部会の中で、事実上電子海図の基準を決める作業部会である。

このため、TSMADWGには各国の電子海図作

表8 COE及びCHRIS会議への出席実績。

年度	名称	開催時期	開催地	出席者(委員:○)
S62	COE 第1回	1987.5	Monaco	欠席
S62	COE 第2回	1987.6	Oslo	欠席
S63	COE 第3回	1988.1	Hague	欠席
H1	COE 第4回 (COE, CEDD合同 第1回)	1989.1	Tokyo	○大島沿岸課長
H2	COE 第5回 (COE, CEDD合同 第2回)	1990.11	Washington	○大島沿岸課長
H3	COE 第6回 (COE, CEDD合同 第3回)	1991.11	Sydney	○我如古沿岸課長
H4	COE 第7回 (COE, CEDD合同 第4回)	1992.11	Monaco	○我如古沿岸課長
H5	COE 第8回 (COE, CEDD合同 第5回)	1993.11	Vancouver	○我如古沿岸課長
H6	COE 第9回 (COE, CEDD合同 第6回)	1994.11	Monaco	○我如古沿岸課長
H7	COE 第10回 (COE, CEDD合同 第7回)	1995.11	Monaco	○菊池海図編集室長
H8	CHRIS第8回	1996.11	Monaco	○菊池海図編集室長
H9	CHRIS第9回	1997.11	Monaco	○菊池海図編集室長
H10	CHRIS第10回	1998.1	Singapore	○菊池海図編集室長
H11	CHRIS第11回	1999.11	Monaco	○菊池海図編集室長
H12	CHRIS第12回	2000.1	Valparaiso	○西沢海図編集室長
H13	CHRIS第13回	2001.9	Athens	○西沢海図編集室長

製技術者が集まり、電子海図作製に関する技術的検討を行う最も重要な作業部会になっている。TSMADWGの第1回会議は、1997年(平成9)ヘルシンキで開催された。電子海図を作製する上でTSMADWG会議は重要であるため、水路部は第1回会議出席後も継続的に出席するように努力している。表9は、TSMADWG会議出席の実績を示したものである。

表9 DBWG及びTSMADWG出席の実績。

年度	名称	開催時期	開催地	出席者
H7	DBWG Meeting	1996.2	Wollongong	菊池編集室長 梶村編集官
H8	DBWG Meeting	1996.9	Monaco	菊池編集室長 小山氏(トキメック)
H9	第1回TSMAD WG	1997.9	Helsinki	梶村編集官 石原編集官付
H10	第2回TSMAD WG	1998.5	Monaco	川井編集官
H10	第3回TSMAD WG	1998.10	Monaco	川井編集官
H11	第4回TSMAD WG	1999.6	Ostend	川井編集官
H12	第5回TSMAD WG	2000.4	Wollongong	欠席
H12	第6回TSMAD WG	2000.9	Monaco	川井編集官
H13	第7回TSMAD WG	2001.4	Monaco	川井編集官
H13	第8回TSMAD WG	2001.12	Cape Town	欠席

(4) 世界電子海図データベース委員会  
(Worldwide Electronic Navigational Chart Database: WEND)

IHOは、平成4年11月(1992)開催の第14回国際水路会議において、IHOのもとに加盟国活動の調整を図ること、管理、法律、財政その他の事項を地域電子海図調整センター(RENCs)で検討すること、他の国際水路機関との協議をすること等のために「世界電子海図データベース委員会(Worldwide Electronic Navigational Chart Database: WEND)」を設立した。当初、ノルウェーによって全世界のデータベースを独占的に管理、提供する案が検討されたが、日本を始めとした多くの反対国によって、現在は地域ごとに地域電子海図調整センター(RENC)を設け、地域の特性に応じた運用を図ることとしている。

表10は、WEND会議出席の実績を示したものである。

表10 WEND会議出席の実績。

年度	名称	開催時期	開催地	出席者(○:委員)
H4	WEND特別準備委員会	1992.11	Monaco	○我如古沿岸課長
H4	WEND第1回特別委員会	1993.2	Hamburg	○我如古沿岸課長
H5	WEND第2回特別委員会	1993.9	Taunton	(水協) 岡田氏
H6	WEND第3回特別委員会	1994.5	Monaco	欠席
H6	WEND委員会第1回	1995.3	New Orleans	○我如古沿岸課長
H7	WEND委員会第2回	1996.2	Tokyo	○久保沿岸課長
H9	WEND委員会第3回	1998.1	Goa	○西田沿岸課長
H10	WEND委員会第4回	1999.1	Sydney	○八島沿岸課長
H11	WEND委員会第5回	2000.3	Monaco	○八島沿岸課長
H13	WEND委員会第6回	2001.5	Norfolk	西沢編集室長

(5) 電子海図及びECDISに関する国際機関

図19は、電子海図等に関する国際機関の相互の関係を示したものである。

(6) 日本の技術的貢献

水路部は、昭和56年(1981)に海上保安庁独

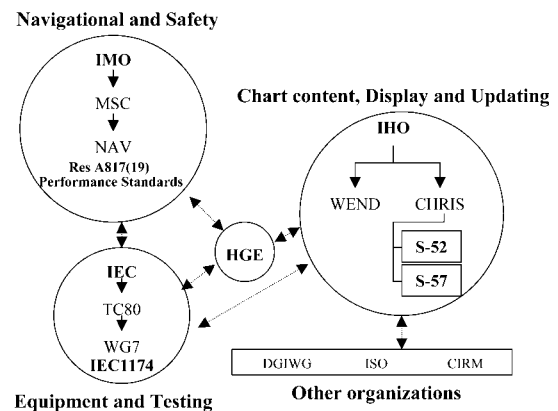


図19 電子海図、ECDISに関する国際機関。

自のシステムとして、ディスプレイに航海情報を表示するためのフォーマットを開発した。この第1号が警備救難情報装置として巡視船「ちくぜん」に搭載され、日本水路協会が発行している航海用電子参考図(ERC)作製のきっかけになっている(水路部技法第2号参照)。こうした技術的基盤の蓄積等から、我が国は電子海図作製の基準作成に関し、IHOの用意した測地系変換の定義の不備、バイリンガル構造による表記の必要性の指摘の他、アップデートの推測データ量の推算等を行った。また、ECDISに使用しているENCフォーマット用「デジタル辞書」開発を担当したほか、技術的会議において多くの意見、指摘や提案を行い電子海図の開発に貢献してきた。我が国は世界で最初に電子海図を刊行したが、このことはその後の世界各国の電子海図開発の発展に大きな影響を与え、この分野における我が国技術の先進性を証明した。

9. 電子海図に係わる諸外国との技術交換等

(1) 対米国

平成4年から2ヶ年にわたり米国商務省海洋大気庁(NOAA)海洋業務局沿岸測地部(NOS)の海図部門との間で「電子海図データベースの作製システム等に関する共同研究」を実施した。初年度は、平成4年11月(1992)、科学技術振興調整費個別重要共同研究経費により沿岸調査課海図編集室の職員2名を米国ワシントン、ニューポートに派遣し米国における海図の自動化システムの

開発状況、日本作製の電子海図テストデータの表示実験、米国でテスト中の電子海図テストベッドプロジェクトの船上実験及びロードアイランド大学のリアルタイム地理情報システムの見学等を行い相互に意見交換を行った。2年目は、翌年2月(1993)、同経費により米国NOAA沿岸測地部海図部門ECDIS開発担当者を東京に招聘し、電子海図データベースの作製・管理及び米国ENCの表示実験等について情報交換を行った。

また、電子海図標準データフォーマット(DX90)の基準について、平成7年3月(1995)、電子海図専門家を米国NOSに派遣しENC基準の互換性に関する検証を行った。

海図編集室及び水路通報課と米国NOAAは、平成7年度(1995)から「電子海図の最新維持データの作製手法及びデータ転送に関する共同研究」を2ヶ年計画で実施した。初年度は、平成8年2月(1996)科学技術振興調整費による個別重要国際共同研究により米国から電子海図関係技術者を招聘し、両国の電子海図関係者が測量船「海洋」に搭載のECDISを使用して最新維持に関する実海域実験を行った。同実験において我が国は差分ファイルを作る「パッチ方式」、セル毎の最新ファイルを作る「セル交換方式」の2種類の最新維持データをNOSと協力して作製した。この作製したデータを、伊勢湾-東京湾間を航行する測量船「海洋」搭載のECDISに水路部から公衆回線で転送し、電子海図データの更新実験を行った。翌年度(1996)は、米国NOAAと共同して最新維持データの作製、相互のデータ交換に係わるデータ量や互換性に関する評価を行った。特に、ISDN回線を利用した最新維持データ転送の信頼性、効率性等について、両国の専門家が相互に訪問して意見交換、実験の評価を行った。

## (2) 対ドイツ

「ECDISのバックアップに関する研究」を行うため、平成9年度(1997)科学技術振興調整費国際共同研究総合推進制度(二国間)により、電子海図作製担当者をドイツ水路部(ハンブルグ)

に派遣し、ECDISのバックアップシステムに必要な条件と機能について情報及び意見交換を行った。同年12月(1997)、ドイツ水路部から電子海図担当技術者を我が国に招聘し、電子海図のバックアップシステムに関する共同研究を行った。

また、両国は「ECDISのバックアップシステムの実用化」に関する共同研究を行うため、平成10年度(1998)に両国の研究者が相互に訪問し、S-57 Ed.3データの取込の容易性や表示の妥当性及び最新維持データの取込等について評価を行った。さらに、ECDISのバックアップシステムの評価、分析を行うと共にヨーロッパ各国の電子海図を取り巻く状況について意見交換した。

## (3) 対カナダ

電子海図の作製に関する情報交換を行うため、平成6年10月(1994)、科学技術振興調整費により電子海図作製担当者をカナダ(バンクーバー)、米国(シアトル)に派遣し、日加両国の電子海図について、電子海図専門家と意見交換を行った。翌7年3月(1995)、電子海図作製担当者をカナダ水路部(オタワ、トロント)に派遣し、電子海図表示システムで使用する記号、ライブラリについて情報交換を行った。さらに、平成8年12月(1996)、電子海図作製担当者をカナダ水路部に派遣し、カナダ水路部におけるCARISシステムを使用した電子海図の作製方法に関する情報収集を行った。

## (4) 対ノルウェー

平成5年10月(1993)、科学技術振興調整費により電子海図作製担当者をノルウェー(スタバンゲル)に派遣し、ノルウェー電子海図センターの専門家と電子海図作製に関する技術的な意見・情報交換及びノルウェーにおけるECDISの開発状況調査を行った。

## (5) 対オーストラリア

電子海図表示システムでの時間変化情報の表示に関する研究を行うため、科学技術庁国際共同総



合推進制度（国際交流育成事業）経費により、平成9年3月（1997）、潮汐・潮流・海流などの時間変化情報について、先導的に研究開発を実施しているオーストラリア水路部に職員を派遣し情報及び意見交換を行った。

#### （6）東アジア各国に対する技術協力

##### （イ）電子海図技術セミナー開催

電子海図に関するIMO、IHOの国際的な基準が確立する中で東アジア沿岸諸国は、同海域を航行する船舶の安全を確保するため早急に電子海図を整備し、その最新維持を図るための技術的基盤を確立することが求められた。我が国は東アジア諸国の「電子海図」の早期導入及び電子海図作製に関する技術的支援を図るため、平成6年度から3ヶ年計画で東アジア沿岸諸国を対称にODA関連予算により電子海図技術責任者を招聘し、輸送安全協力交流「電子海図技術セミナー」を開催した。セミナー第1回目は、マレーシア、フィリピン、タイの3ヶ国を招聘して平成6年11月（1994）に開催した。同セミナーにはIHB理事アダム・カー氏（当時）も参加した。次年度セミナーには、中国、インドネシア、シンガポール、韓国の4ヶ国を招聘して翌年10月（1995）に開催した。同セミナーにはマレーシアが自費で参加した。最終年度セミナーには、インドネシア、マレーシア、シンガポールの各国水路部長及びフィリピン沿岸測地部長を招聘して平成8年10月（1996）に開催した。同セミナーには韓国が自費で参加した。

##### （ロ）電子海図技術セミナーフォローアップ

平成6年度から3ヶ年計画で関係国技術者を招聘して我が国が実施した電子海図技術セミナーの効果を高め、東アジアにおける電子海図の早期導入を図るため、平成7年3月（1995）輸送安全協力交流（専門家派遣）経費により水路部専門家をフィリピン、タイ、マレーシアの3ヶ国に派遣し、電子海図の編集システム等について技術指導を行った。翌年3月（1996）には、我が国の電子海図技術者をインドネシア及びシンガポールの各水路

部に派遣し、電子海図に関する技術指導を実施した。さらに、平成9年3月（1997）我が国の電子海図技術者を中国交通部海上安全監督局（北京）及び韓国国立海洋調査院（仁川）に派遣し、電子海図の編集システムやソフトウェア開発について技術指導及び意見交換を行った。

##### （7）マラッカ・シンガポール海峡電子海図作製技術協力

日本及びインドネシア、マレーシア、シンガポールのマ・シ海峡沿岸3ヶ国は、マ・シ海峡の再測量結果に基づき、マ・シ海峡の電子海図を刊行することとした。しかしながら、マ・シ海峡沿岸3ヶ国の電子海図作製に関する技術力は十分でないため、我が国は開発途上国運輸研究交流事業により、平成10年1月マレーシアから1名を、平成11年2月及び平成12年2月にインドネシア、マレーシアのそれぞれから1名の技術者を招聘し、技術指導を行いながら共同測量結果による最新の資料に基づいて最新維持された関係海図の数値化作業及び電子海図作製を協力して進めた。

さらに、科学技術庁国際共同研究総合推進制度（国際交流育成事業）を利用し、平成10年3月インドネシア、マレーシアのそれぞれから1名の技術者を招聘し、電子海図作製に関する技術指導を実施した。

また、平成10年度笹川平和財団助成金事業により、平成10年9月インドネシア、マレーシアの電子海図作製関係者をそれぞれ1名ずつ招聘し、電子海図作製技術の研修を行った。

関係国技術者との共同作業により作製したマラッカ・シンガポール海峡電子海図は、各国で最終的な修正が加えられ完成した。現在、同電子海図は関係国において頒布に関する最終的な調整が進められている。

マラッカ・シンガポール海峡電子海図のセルは海図単位で作製されており、関係する紙海図は、No.622A、No.622B、621、749、750、751（いずれも日本海図）の6図である。従って、同海峡の電子海図は6つのセルで構成している。同電子海図

はマラッカ海峡のほぼ東半分をカバーしている。

#### (8) フィリピン国への電子海図作製技術協力

フィリピン国水路部は、海洋法の整備等世界各国の動きに合わせた自国海洋関係業務の近代化のため、スペイン国からのローンにより1996年度から最新鋭測量船2隻を建造したほか、近代的海図作製のシステムを整備して海図作製のデジタル化を図った。電子海図の作製にも取り掛かることとしたが、電子海図の作製については未経験であり、電子海図技術において先進的な日本に技術支援を求めてきた。我が国はODA関連予算により、平成12年6月(2000)フィリピン国水路部と電子海図作製に関する技術移転について、フィリピン国「電子海図作製技術移転計画」に署名し、3年間の電子海図作製に関する技術移転プロジェクトをスタートさせた。

また、同プロジェクトに関連して、フィリピン国の電子海図作製技術者を対象とした3ヶ月間3年間の国別特設研修を設け、その第1回目として平成13年9月(2001)から3ヶ月間電子海図編集者2名の研修を行った(写真6)。本研修で特筆されることは、フィリピン国が導入している電子海図作製システムはSevenCs社製で我が国のシステムとは異なり、我が国のシステムを使用して研修を行うことができなかったことである。このため、水路部では、これまでに諸外国とのENCの交換及びデータ構造分析のために整備していたSevenCs社製ソフトのバージョンアップを図り、これに対応した。水路部以外のシステムを使用して電子海図作製の研修を行ったのは初めてのことである。

#### (9) 韓国との技術協力

我が国は、韓国の電子海図の早期刊行を促すと共に日韓間における電子海図の接続海域について意見交換を行うため、平成10年度科学技術庁国際共同研究総合推進制度(国際交流育成事業)の利用により、平成10年3月韓国(大韓民国国立海洋調査院)の電子海図関係専門家を招聘し、電子



写真6 フィリピン国国別特設研修の研修生。

海図作製について協議及び意見交換を行った。

日韓では、水路技術の開発、相互支援、技術上の問題解決を図るため「日韓水路技術会議」を毎年開催している。この中で電子海図に関する意見交換が行われていたが、平成11年(1999)に開催の第11回日韓水路技術会議(開催地:韓国)において、日韓電子海図共同海上実験の提案が行われ、両国は提案事項に合意した。同会議の合意に基づき、日韓相互でそれぞれに作製した電子海図を使用して、平成12年8月(2000)日韓電子海図共同海上実験を行った。海上実験は、博多-釜山間を定期運行しているカメラライン(株)のフェリー「かめりあ」(写真7)に設置のECDIS(トキメック製)を使用して行った。この実験を行うに当たり両国は相互のデータ重複を避けるため、「日本国と大韓民国との間の両国に隣接する大陸棚の北部の境界画定に関する協定」(6.(3)隣接外国海域データ処理参照)を暫定データ境界として、それぞれの自国海域内のENCを作製した。我が国は1/30万~1/150万の海図を使用して編集した「航海目的2」のセルjp24nc80及びjp24ig00に暫定境界線を適用して実験データを作製した。

また、同12月(2000)、科学技術振興調整費により水路部電子海図技術者が韓国(仁川)を訪問し、電子海図データの連続性や電子海図作製技術に関する意見交換を行った。図20~21は、日韓電子海図共同海上実験に係わるものである。



写真7 日韓電子海図共同海上実験で使用したフェリー「かめりあ」(15,439トン)。

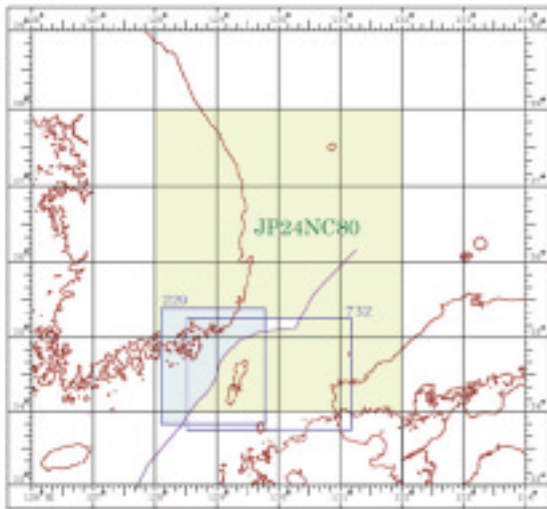


図20 日韓電子海図共同海上実験に使用した電子海図のセルの範囲。対馬の北側にある北東から南西に延びる線が日韓相互で暫定の境界としたセルの境界線。

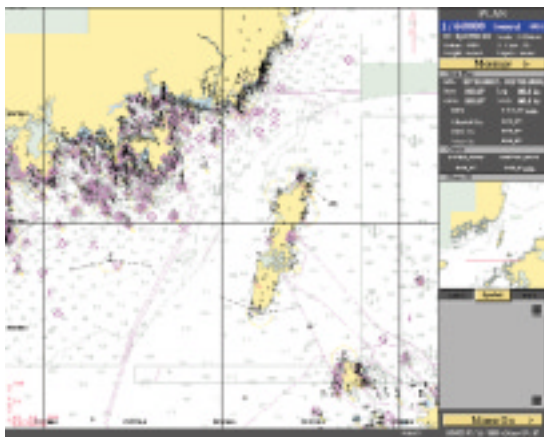


図21 日韓両国で作製した電子海図の表示画面。韓国側の編集海図が日本の海図よりも大縮尺であったため、韓国側の情報が詳細に表示されている。

## (10) 電子海図普及のための活動

各国の電子海図作製状況は、2000年10月のIHOの調査によれば表11のとおりである。

表11 各国の電子海図作製状況（2000年10月IHOの調査による）。

	IHO加盟国	ENCセル数 (編集紙海図数)	最新維持 (実施中:Y, 未実施:N)	市販 (実施中:Y, 未実施:N)
1	Australia	48 <sup>(1)</sup>	N <sup>(3)</sup>	N
2	Belgium	1 <sup>(1)</sup>	N <sup>(3)</sup>	N
3	Brazil	3 <sup>(1)</sup>	N <sup>(3)</sup>	N <sup>(3)</sup>
4	Canada	249	Y	Y
5	Chile	38	Y	Y
6	China	81 <sup>(1)</sup>	Y	N
7	Croatia	--		
8	Cuba	5 <sup>(1)</sup>	N	N
9	Denmark	35	Y <sup>(2)</sup>	Y <sup>(2)</sup>
10	Estonia	9 <sup>(1)</sup>	Y	Y <sup>(2)</sup>
11	Finland	5	Y <sup>(2)</sup>	Y <sup>(2)</sup>
12	France	33	Y <sup>(2)</sup>	Y <sup>(2)</sup>
13	Germany	16	Y	Y <sup>(2)</sup>
14	Greece	--		
15	India	100 <sup>(1)</sup>	Y	N
16	Indonesia <sup>(4)</sup>		N	N
17	Italy	56 <sup>(1)</sup>	Y	N
18	Japan <sup>(4)</sup>	174	Y	Y
19	Korea(Rep.)	210 <sup>(1)</sup>	N	N
20	Malaysia <sup>(4)</sup>	2 <sup>(1)</sup>		
21	Netherlands	6 <sup>(1)</sup>	Y <sup>(2)</sup>	Y <sup>(2)</sup>
22	New Zealand	3 <sup>(1)</sup>	N	N
23	Norway(NHS)	30	Y <sup>(2)</sup>	Y <sup>(2)</sup>
24	Peru	85 <sup>(1)</sup>	Y	N
25	Philippines	--		
26	Portugal	2	Y	Y <sup>(2)</sup>
27	Russia	2000	Y <sup>(3)</sup>	N <sup>(3)</sup>
28	Singapore <sup>(4)</sup>	14	Y	Y
29	Soth Africa	3 <sup>(1)</sup>	N <sup>(3)</sup>	N
30	Spain <sup>(5)</sup>	14 <sup>(1)</sup>	N <sup>(3)</sup>	N <sup>(3)</sup>
31	Sweden	16 <sup>(1)</sup>	N <sup>(3)</sup>	N <sup>(5)</sup>
32	Turkey	5 <sup>(1)</sup>	Y <sup>(3)</sup>	N
33	Ukraine	10 <sup>(1)</sup>	N	N
34	UK	120 <sup>(1)</sup>	Y	Y <sup>(2)</sup>
35	USA(NOAA)	65 <sup>(1)</sup>	Y <sup>(3)</sup>	N <sup>(3)</sup>
実施国の合計		11ヶ国	20ヶ国	13ヶ国

(1) 試験データ（品質管理済み、未発行）

(2) PRIMARを通して配布(北欧RENC)

(3) 開発中

(4) インドネシア、シンガポール、マレーシア、日本が共同で作製したマシ海峡ENC6セル

(5) PRIMARを通して配布予定

## 10. 電子海図に係わる諸外国との技術交換等

### (1) 電子海図作製セミナーの開催

我が国は、平成元年10月（1989）、将来の海上交通の確保に不可欠なものとなる電子海図に関して海上実験の成果等の最新技術動向について意見交換を行い、電子海図の発展、電子海図データベースの整備、国際仕様の促進等に寄与することに

より水路技術の分野に於ける国際交流，国際協力の推進に資するため，水路部庁舎において先進各国の専門家によるセミナーを開催した。セミナーには，中国，韓国，シンガポール，オーストラリア，南アフリカ，デンマーク，フランス，西ドイツ，ギリシャ，オランダ，ノルウェー，イギリス，カナダ，アメリカ，アルゼンチン，IHB及び国内の船舶運航関係，造船関係，電子機器製造関係，情報処理関係，測量関係，地図出版関係，海事関係，諸官公庁（運輸省，建設省，防衛庁，商船大学）等の関係者約470名が参加した。（写真8は，電子海図作製セミナー参加者）



写真8 電子海図作製セミナー参加者。

## （2）簡易型電子海図表示装置の開発

水路部は，平成2年5月（1990），将来のENC提供を想定した試みとして一般に使用されていた簡易型電子海図表示装置で使用できるように数値化海図データを試験的に作製し提供した。また，同7月水洋会（船用機器に関する団体）協力による展示会，懇談会を実施し，関係先と簡易型電子海図表示装置について意見交換を行った。同10月には，海図の補助用として航行安全上必要な海図情報をCRT表示装置に表示する小型艇用航行情報表示システム（巡視艇）の開発を行った。同システムは，平成3年1月（1991）に第三管区海上保安本部PC型巡視艇に搭載して実証実験を行った。

## （3）電子海図データベースの評価及び電子海図デモンストレーション

航海用電子海図の刊行に伴い，航海用電子海図の最新維持機能の動作確認を行う必要性から，平成7年3月測量船「海洋」に初めてECDIS（トキメック製EC6000）を搭載した（写真9）。

このECDISを使用して広く一般に電子海図の紹介を行い，電子海図の普及促進を図るため，同年12月，測量船「海洋」が名古屋に寄港した機会をとらえ，報道関係者及び海事関係者を対象に名古屋港及び伊勢湾において電子海図のデモンストレーションを行った。



写真9 測量船「海洋」に搭載のECDIS。

## （4）電子海図の利用に関する訪問調査

電子海図に関するユーザーの関心，あるいは使用に関する意見等を把握し電子海図の普及促進に役立てるため，平成8年8月（1996）調査班（2名1組4班）を編成し，1万トン以上の船舶を所有もしくは運行している船会社，フェリー・旅客船会社を訪問し，電子海図に関する聞き取り調査を実施した。調査班が訪問した船会社等は，タンカー，大型危険物搭載船等の外航船を所有・運行している会社であったが，ECDISを搭載していた船舶は2隻と少なく，電子海図の知名度も低かった。調査対象先として70ヶ所をリストアップしたが，38ヶ所はオーナー会社または経理事務のみ，あるいは電子海図に全く関心を持たないし導入計画もないとの理由で訪問を拒否された。また，事務

所移転や会社の連絡先不明等の理由があったため、実際に調査できた訪問先は32ヶ所であった。

#### (5) 試験用ENCの提供

電子海図の改良、関連技術の開発を促進するため、平成7年6月(1995)電子海図の試験用データセット(「東京湾及び付近S-57 Ver.2」の航海目的3のセル4セル分)をCD-ROMで作製し、28の外国水路部及び機関と国内関係機関の研究者等に提供した。

また、平成9年7月(1997)IHBが発行したS-57 Ed.3に基づく電子海図テストデータ及び更新用テストデータを作製し、カナダ、ドイツ、英国、エストニア、フィンランド、NIMA、NOAA、ノルウェー、オーストラリア、フィリピン、シンガポール、韓国、IHB、SevenCs及び水洋会へ提供し、電子海図表示システム関係のソフトウェア開発の促進を図った。

#### (6) 最新維持検討会の開催

電子海図の最新維持を図るため、平成5年度(平成6年1月(1994))に「電子海図システム最新維持勉強会」を開催し、水洋会関係者(関係メーカー等12社1団体が参加した)と電子海図の最新維持に関する意見交換を行った。また、電子海図の最新維持について調査検討するため、電子海図システム検討委員会を平成6年度(1994)から3ヶ年計画で開催した。検討会は平成6年度に2回(平成6年9月及び同7年3月)、次年度(1995)に2回(平成7年10月及び同8年3月)、最終年の平成8年度(1996)に1回(平成8年11月)それぞれ開催した。

#### (7) 電子海図の調査研究

##### イ. 電子海図データの実海域における評価実施

編集した電子海図データの機能評価を行うため、平成7年12月(1995)測量船「海洋」が名古屋から東京向け回航する際、電子海図編集担当者2名が「海洋」に乗船し、「海洋」に搭載のECDISを用いて電子海図データベースの機能評

価を行った。また、平成9年11月(1997)測量船「海洋」が京浜港から函館向け回航する際に電子海図編集担当者が乗船し、電子海図データベースの評価を行った。さらに、平成10年1月及び2月(1998)測量船「海洋」に電子海図編集担当者が乗船し、京浜港東京から横浜、浦賀水道、横須賀及び館山、木更津、千葉、東京港等の海域において電子海図の表示内容、レーダー画面との重畳、表示色、警報機能等に関する実海域でのENCの評価を実施した。

##### ロ. 電子海図データベースの評価及び最新維持データの転送実験

電子海図データベースの評価及び最新維持データの転送実験を行うため、平成8年8月(1996)、測量船「海洋」が舞鶴から東京向け回航する際、電子海図編集担当者が測量船「海洋」に乗船し、船舶電話で受信した最新維持情報によりECDISの最新維持実験を行った。本実験では、最新維持のデータ量や海域特性による転送への影響等を主として調査した。

##### ハ. 水路協会との調査研究

ENCは、信頼性が高い高品質の地図情報でありこれを航海目的以外の分野で利用するために、平成7年度から9年度までの3ヶ年において、パソコン上に電子海図を表示するための調査研究を水路協会による調査研究事業(パソコンによるENCの表示ソフトの開発)で実施した。初年度は、市販の地理情報システム(GIS)を利用して電子海図や市販の各種地理情報データ、航空写真などを重畳するシステムの調査研究を実施し、次年度(1996)は、平成7年度の研究成果をベースとしてGPS位置情報、各種データを重畳表示するシステムの研究を行った。最終年度(1997)は、既作製ソフトウェアをS-57 Ed.3仕様に変更すると共に、電子海図の補正情報取り入れのためのメニュー作成等に関する研究を実施した。

本研究において、GISソフトウェアには、パソコンで使用できること、1つのファイルの中にベ

クトルデータ、ラスタデータ、テキストデータ等複数のデータ（オブジェクト）が混在できること、3次元データが扱え電子海図との親和性が高いこと等の多彩な機能を持っていることから、米国 MicroImage 社開発の TNTmips を採用した。TNTmips は多くの機能を持っていたことと、ラスタ／ベクター変換等に優れ電子海図データとの相互変換が可能であったため、管区水路部のデジタル測量原図作製に採用され、現在使用されている。

## 11. 電子海図の課題と問題点

### (1) S-57 のバージョン変更

電子海図の作製については、効率性、利便性を考慮し、最新技術に合わせた技術的検討が行われており、S-57 は4年毎に改訂されることになっている。最近では、平成12年11月(2000)にS-57 Ed3.1 にマイナーチェンジされており、平成14年(2002)にはさらにバージョンアップが見込まれている。電子海図では、ユーザーの使用している電子海図と、提供機関が刊行する電子海図の作製バージョンがそれぞれ異なったバージョンで作製されたものであると、ユーザーの持っている電子海図は、電子海図を最新維持するための電子水路通報で更新することができなくなる。通常、バージョン変更に対応するためには改版が必要になる。しかしながら、改版はユーザーに経済的負担等の多大な影響を与える。このため、電子海図作製基準を変更することは非常に重大なことである。

### (2) 日本測地系の歪み

電子海図の測地系は、WGS-84 に基づいているが、電子海図作製開始の頃は日本測地系の歪み補正方法が確立されていなかったため、編集データは日本測地系の歪みを含んだものである。この影響は、大縮尺航海用電子海図（航海目的の区分が4, 5, 6に該当するENC）に顕著に現れる。このため、できるだけ早い時期に日本測地系の歪みを除去した電子海図を提供する必要がある。しかしながら、このためには電子海図システムの改修、

既編集データの修正等の他、既刊行ENCの改版も視野に入れる必要があり影響は大きい。

## 12. 今後の電子海図

### (1) 小型船用電子海図の開発等

水路部は、小型船の航行安全に大変有効な電子海図の利用促進を図るため、沿岸域の水深等の海図情報が充実した大縮尺航海用電子海図の整備を図るとともに、潮汐や水路誌等の航行支援情報を取り込んだ小型船用電子海図の開発を進めている。

今後、小型船用電子海図の普及促進を図るため、小範囲データの提供、ユーザーの求めに応じた範囲のデータ提供、改ざんを防止するための暗号化あるいは通信回線による提供体制の構築等について検討を始めている。

一方、小型船用電子海図の普及促進については公的な認知が有効と考えられることから、その性能基準について海事局等の関係機関との調整が必要になる。

### (2) 次世代型電子海図の開発

IMO による海洋電子ハイウェイ（MEH：Marine Electronic Highway）プロジェクトは、国際海峡等の船舶が輻輳する海域における航海の安全性向上のための航海支援情報提供システムである。このMEHは、次世代航海システムに必要な情報のネットワーク化をめざした高度海洋電子ネットワーク構想の基盤をなしている。

MEH システムは、気象・海象、航行警報、海図補正等の航海支援情報、港湾や物流状況等の運航支援情報、さらにはAISなどの船舶通航情報などを電子海図情報表示装置に統合・重畳表示することによって、操船者に適時適切な情報を提供し、海上交通の効率化及び安全性向上を図るものである。このような多様かつリアルタイムな情報表示を可能とするには、現在よりも進んだ次世代型電子海図表示システムの開発が必要となる。現在、そのための次世代型電子海図の調査・検討・試作並びに実証実験が行われている。

### (3) ワールドワイドな電子海図の必要性

我が国は船舶交通の安全確保あるいは利便性のため、小縮尺による世界的に広域な海域をカバーする電子海図の必要性を唱えてきている。最近では我が国以外の国々からも世界的な小縮尺電子海図の必要性が唱えられ、IHOの関係する会議で取り上げられるようになってきている。また、世界各国のENCがシームレスに連続するように、一定の共通縮尺で電子海図を作製すべきであるとする提案を行っている国も現れている。今後、自国以外の海域を含む電子海図作製について、諸問題の解決が必要である。

### 13. おわりに

E7000番台の電子海図作製を編集していた頃は、ソフト、ハード共に脆弱であり編集の途中に度々データが壊れることがあった。また、コンピュータ (UNIX) のデータ処理が遅く、データ容量の大きなセルでは、退庁時にデータの審査処理をスタートさせたものが、1日半もかかってやっと処理を終了すると言った具合で、1セルの審査処理に4~5時間以上かかることは普通であった。電子海図の発行日が迫ってくると、包含する全てのデータを取り扱うためデータ処理が重くなり、処理に長時間を要したほか、マシンがトラブルを起こすことが度々あった。このため、発行日直前に3~4日の徹夜が続くこともあり、予定通りに発行できるかどうか薄氷を踏む思いであった。

こうした中で、我如古沿岸調査課長 (当時) ほか電子海図作製グループが、我が国の運輸行政の分野において優れた業績をあげたことが評価され、平成8年1月20日「広瀬真一賞」を受賞したことは、誠に名誉なことであり業務の励みとなった。

最近では、以前に比べはるかに処理項目が増大しているにもかかわらず、コンピュータの性能・機能の向上、編集ソフトの機能アップの他、高機能チェックソフトの導入等に伴い、審査処理は長くても3時間程度であり、審査処理に要する時間

が大幅に短縮し、初期の頃に比べると隔世の感がある。

電子海図は、最近では多くの国や機関で作製されるようになり、電子海図の暗号化による提供あるいはECDIS内部に展開されたSENC情報による提供などが国際会議で取り上げられ実施されようとしている。

今後、ENCは通信回線等の利用によりいつでもどこへでもリアルタイムで提供され、海域における地図資源として、GISのベースマップとしての利用あるいは画像データとの組み合わせ利用等さらに各界での利用が広がるものと期待される。

電子海図が公式に利用されるようになれば、電子海図作製機関の責任も必然的に問われるようになり、さらなる編集の正確さや品質の高い電子海図の提供が必要になるものと考えられる。

### 参 考 文 献

今井健三・川井孝之：電子海図の表示仕様と表現上の問題，日本航海学会誌，119，78-87，(1994)。

海上保安庁：電子海図最新維持検討委員会報告書，1-17，(1998)。

海上保安庁水路部：MARINER'S GUIDE No.2，水路要報，114，2-8，(1995)。

海上保安庁水路部：電子海図概論，6-26，(1998)。

菊池眞一：情報としての電子海図，海と安全，平成10年3月号，1-4，(1998)。

菊池眞一：国際電子海図の地図学的発展，地図，Vol.39，No.1，1-11，(2001)。

この他にも多くの資料や報告書等を参考にしたが、印刷物として刊行されているもののみを記した。