

## 第 4 章：電子海図の技術的詳細

### 公式電子海図データ

“公式”という言葉は、政府機関の権限下において作製された海図データ表わす。これと対照的に、私的、つまり非公式電子海図データは、技術的には同じ種類のものであっても、政府により承認されたものではない。“航海用電子海図（ENC）”及び“航海用ラスター海図（RNC）”という用語は、その定義により、公に承認された電子海図に対してのみ用いられる。

### 公式海図データの種類

公式電子海図データには一般に次の 2 種類がある。

- 航海用電子海図（ENC）及び
- 航海用ラスター海図（RNC）。

ENC と RNC の内部構造は基本的に異なるものである。

- ENC はベクトル海図である。そして、
- RNC はラスター海図である。

### 航海用電子海図【ENC】

#### 一般原則

航海用電子海図（ENC）についての IMO の定義は次のとおりである。

*ENC とは、ECDIS と一緒に使用するため、政府公認の水路当局又はその権限の下において刊行され、そのデータの内容、構成及びフォーマットについて標準化されたデータベースをいう。ENC は、安全な航海に有用なすべての海図情報を含むもので、安全な航海に必要であると考えられる紙海図の図載情報に加え、補足的情報を含むことがある。*

ENC は、現行紙海図やその他の水路当局保有資料から作製され、個々の地理関連付けオブジェクトのデータベースから編集されたベクトル海図である。ECDIS において ENC を使用する場合、その ENC のデータの内容は、ユーザーが選別した海図図載事項をユーザーが選択した縮尺で、シームレスに表示することができる。コンピュータ画面の物理的サイズや解像度の制約のため、ENC で生成される海図画像は、当該紙海図で表現されるものと完全に同じものではない。この明らかな欠点については、ECDIS の特別な運用機能により十分すぎるほど補われており、これは本船の船位と動きに関連し、目の危険に対し警告を発するよう、ENC データの内容（表示画面以上に）を継続してモニターしている。

#### ENC データ・フォーマット

ENC は、“デジタル水路データについての IHO 転送基準”といわれる **IHO S-57** データ・フォーマットが用いられている。この S-57 は、各国水路当局の間におけるデジタル水路データの交換をはじめ、デジタル・データや製品のメーカー、航海者、その他データ利用者への提供・頒布のために使用される基準を一般的に記述したものである。S-57 の現行版（2009 年版）は エディション 3.1 である。

ENC は、水平測地データとして 1984 年世界測地系（WGS 84）を使用しており、ほとんどの

ENC は GPS に直接対応させている。ただし、一部の ENC については、WGS 84 に準拠しない古い紙海図から作製されており、GPS 測位位置と厳密に一致させることはできない。これらの ENC には、『この海図は WGS 84 データムに正確に合わせることができない。警告メッセージを参照すること。』のような ECDIS において表示される特別の警報機能を有している。標準的には、『この地域における位置は、WGS 84 データムの ± 〇〇 メートル内にある。』の注意が表示される。

## ENC 表示

ENC は地理的実物の一種のデータベースであり、このデータベースでは、表示方法（ルール）については何ら定めていない。

ENC に含まれている地理的座標参照データ・オブジェクトと、プレゼンテーション・ライブラリに掲げられている適当な記号の双方は、それらを表示するときに ECDIS 内においてそれぞれお互いにリンクされている。その結果表示される画像は、選択した海域、表示縮尺並びに環境照明条件やその他の運用条件など航海者による事前の設定により、いろいろ変化する。

ENC の表示ルールは、別の ECDIS ソフトウェア・モジュール“プレゼンテーション・ライブラリ”に掲げられている。ENC のプレゼンテーション・ライブラリの定義は、IHO 刊行物 S-52 Appendix 2「ECDIS 表示色彩・記号仕様基準」の Annex 4 に掲載されている。すべての ECDIS において、この S-52 の記号と表示ルールを使用することが義務付けられている。

ECDIS プレゼンテーション・ライブラリは、可能な限り紙海図の表現方法と各種記号に従っている。これは、紙海図、RNC 及び ENC が共存する長い期間において混乱を避けるためである。ただし、ECDIS 表示画面では、紙海図と比較して、より一層高い融通性があり、それらは次のものを含む。

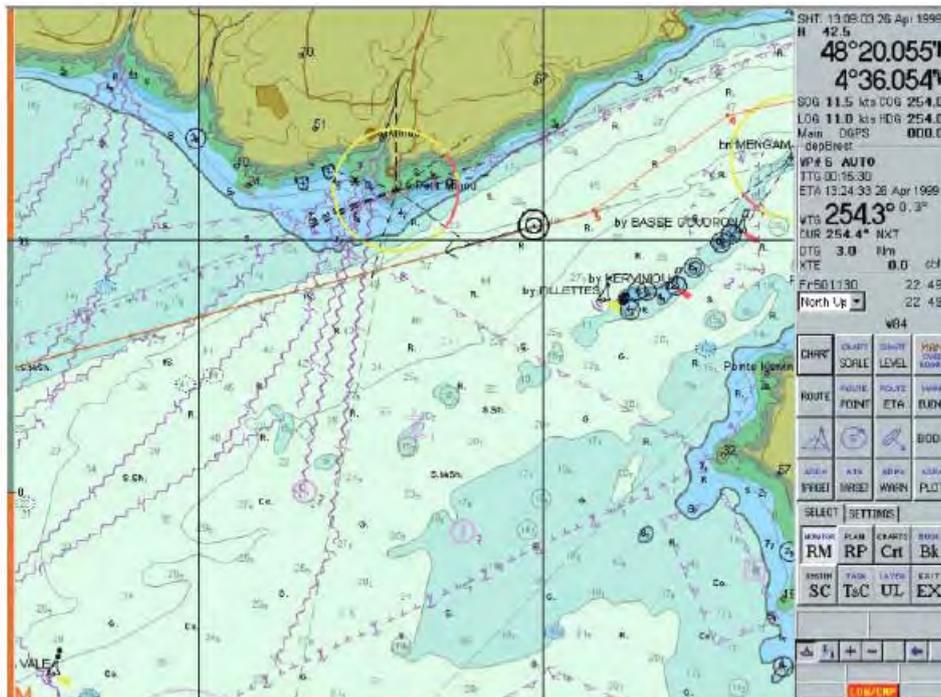
- いろいろな種類の海図情報及び非海図情報を表示すること、又は消去すること。
- 標準的な海図表示又は薄明時の表示の選択、並びに完全又は簡易化された記号を選択すること。
- 連続的に表示されない詳細事項を得るため、カーソルを使用した応答機能を用いること。
- レーダー・ビデオあるいはレーダー目標情報を重畳表示すること、又は消去すること（船位確認、レーダー解釈の補助、全体の航海状況を 1 画面に表示するため。）
- その他の各種センサーからの情報あるいは海岸局など陸上施設からの遠隔情報の重畳表示を行うこと、又は消去すること。
- 表示スケール（縮尺）や方向を変更すること。
- 真運動（true motion）又は相対運動（relative motion）を選択すること。
- 各ウインドウ表示、欄外テキスト情報などの画面レイアウトを変更することなど。
- プルダウン・メニューや運航表示と併用するその他の操作装置とその相互操作を行う可能性。
- “安全等深線（避険線）に近づきすぎ”、“航泊禁止区域に入ろうとしている”、“大き過ぎる表示”、“より詳細な（大縮尺の）データあり”などの航海・海図関係警報事項を発すること。
- 座礁の危険性についてコンピュータの判断を図的に表現する可能性。
- 操舵の際に役立つよう本船の直近の図的（画像的）表現などの可能性。

船橋内の明るさは、ディスプレイ上の情報を見えにくくするような最も明るい太陽光の輝きから、夜間まで変化しており、夜間にあっては航海者の夜間視認に影響を与えないよう、ディスプレイからの光力は極力低く抑えなければならない。S-52 の色彩・記号仕様基準は、これらの要求事項を満足すべく設計されている。紙海図の場合は背景が“白色”であるが、ECDIS では夜間の視認を損な





基本（ベース）表示（昼間）



全体（フル）表示（昼間）

### ECS における ENC の使用

多数の ECS は ENC を使用することができる。ただし、ECS はその定義により、ECDIS 性能基準に適合するものとして型式認定されておらず、ECS において ENC を使用することは、SOLAS 条約の ECDIS 搭載要件を満たすものではない。

## ENC の提供・頒布

タイムリーかつ信頼性のある世界的に統一された ENC データの頒布サービスを提供することは、重要な制度的取り組みとなっている。国際水路機関（IHO）ではこれらの要件に見合うよう、全世界航海用電子海図データベース（WEND）の概念を発展させてきた。この WEND は二つの要素で構成されている。

- WEND 設立文書では、各国水路当局において取りまとめるべき原則が述べられている。
  - ある区域について海図作製の責任を有する機関は、ENC 作製についても責任を有する。
  - 関連基準、特に S-57 を遵守しなければならない。
  - データ作製に対し、作業の品質を保証するために認められている制度（例えば、ISO 9000）のルールを適用すること。
- 計画概念では、地域電子海図調整センター（RENC）のネットワークについて次のとおり述べている。
  - 各 RENC は、当該地域の ENC の照合とその最新維持を行うため、その区域について責任を負う。
  - すべての RENC の間において、地域データセットとそれらの更新情報を交換することにより、各 RENC は、ECDIS に対し同一の世界的データセットを提供することができる。
  - RENC は、ENC についての卸売り販売店として行動する。RENC は、紙海図のディストリビュータと同様、船社や特定の船舶の特定のニーズに応じた海図データについて個々の注文品を提供する。

今日までのところ、三つの RENC、つまりノルウェーに設置されている“PRIMAR”、英国とオーストラリアに設けられている“IC-ENC”があり、現在運用中である。しかし、すべての ENC 作製国が RENC のモデルを採用しているわけではない。現在でも、多数の国では自国の ENC を、個々に指定した海図データ供給者を通じ、あるいは RENC を通さず直接提供・頒布している。

ENC は、公式に認められない修正や違法コピーが行われる可能性があるため、IHO では S-63 “IHO データ保護方式”を採択した。これは、ENC に対する標準的な暗号化保護である。暗号化は複雑な技術的手続きである。S-63 は、暗号化方法の技術的細目を定めるとともに、RENC や海図データ頒布者に対する運用手順を定め、航海機器メーカーが S-63 に準拠する ECDIS を製造できるよう仕様基準を提供している。

## システム ENC（SENC）とは何か？

ENC データを迅速に表示できるような効率的なデータ構造にするため、ほとんどの ECDIS は S-57 による各 ENC データセットを、システム ENC（SENC）と呼ばれる ECDIS 内部の機械言語のフォーマットに変換する。この SENC は、海図イメージを所定の一連のプログラムに作り替え適正化している。したがって、SENC フォーマットは、各 ECDIS メーカーごとに異なるものである。

## SENC の提供・頒布

ENC データを SENC フォーマットで頒布するときの効率性を生かすため、IHO は、“SENC 頒布”と呼ばれる任意の頒布方法を認めている。これは、ENC を S-57 フォーマットによる標準的な頒布に加えて行われるものである。この場合、RENC は公認の海図データ・ディストリビュータに対し、S-57 による ENC を提供し、そのディストリビュータは ENC から SENC への変換を行い、変換された SENC をエンドユーザーに提供する（そうでなければ、ECDIS 内部において変換が行われる）。

ただし、自国水域の ENC を S-57 に加え、SENC フォーマットで頒布することを許可するかどうかを決定するのは、それぞれの国の水路当局に委ねられている。すべての水路当局が、ディストリビュータに対し、ENC を SENC として頒布することを許可しているわけではない。

### 公式・非公式データ

ECDIS は、データが ENC からのものであるか、あるいは非公式（私的）資料に基づくものであるか、データに埋め込まれたエージェンシー・コード（データ作製者に割り当てられた 2 文字で構成される固有のコード）をチェックすることにより判定することができる。このコードを用いることにより、非公式（私的）資料から作製されたデータが使用されている場合、公式の最新維持された紙海図で航海しなければならない旨を ECDIS は航海者に警告する。ECDIS は ECDIS 画面上に次のような警報を表示する。

<公式データではない。紙海図を参照すること。>

### ENC ほどの縮尺で表示されるか？

ENC はその作製の段階において、使用する原資料の性質に基づいて編集スケール（縮尺）が指定され、それに関連した航海目的バンドが割り当てられる。これは、“小縮尺海図” から “大縮尺海図” までの幅広い同じ区域をカバーする一連の紙海図に類似している。下表に示すとおり、6 段階の航海目的バンドがある【スケール・レンジ（縮尺帯）は単なる参考である。】

スケール・レンジに合わせた航海目的の割り当て

航海目的	名称	スケール・レンジ
1	概観 (Overview)	< 1:1,499,999
2	一般航海 (General)	1:350,000 ~ 1:1,499,999
3	沿岸航海 (Coastal)	1:90,000 ~ 1:349,999
4	アプローチ (Approach)	1:22,000 ~ 1:89,999
5	入港 (Harbour)	1:4,000 ~ 1:21,999
6	接岸停泊 (Berthing)	> 1:4,000

IHO 仕様基準では、ENC 上にレーダー・オーバーレイの表示を行えるよう、各国水路当局はそれぞれの ENC の編集スケールを次表に示す標準レーダー・レンジのスケールに一致させるよう勧告している。

レーダー・レンジ / 標準スケール（縮尺）

各種選択可能レンジ	標準スケール（概数）
200 海里	1:3,000,000
96 海里	1:1,500,000
48 海里	1:700,000
24 海里	1:350,000
12 海里	1:180,000
6 海里	1:90,000
3 海里	1:45,000
1.5 海里	1:22,000
0.75 海里	1:12,000
0.5 海里	1:8,000
0.25 海里	1:4,000

## ENC はどのように名前が付けられるか？

それぞれの ENC は、例えば“FR501050”のように 8 文字の識別子により識別される。最初の 2 文字は作製国、つまり FR はフランス、GB は英国を示す（全作製国のコード一覧表は IHO 基準 S-62 に掲げられている）。3 文字目（数字の 1 から 6 まで）は航海目的バンド（上の表に示す）を表す。最後の 5 文字は英数字であり、当該 ENC 個別の識別符号である。

## ENC のアップデート

原則として、ENC に対する定期的な更新情報の作製及び頒布は、ENC の作製と頒布を行うのと同じ体制である。更新情報発行の頻度は、通常、当該水域の当該国の水路通報により周知される海図改補事項と同時に行為される。

更新情報は、当該サービス提供者と本船搭載の通信設備の能力により、様々な方法により本船へ配信される。

- データ頒布メディア、例えば CD。
- 衛星通信による Eメールの添付物。及び、
- 衛星通信と追加通信機器（ハードウェア）を介した放送として。

## 航海用ラスター海図【RNC】

### 一般的原則

航海用ラスター海図（RNC）は、IHO 特殊刊行物 S-61「航海用ラスター海図(RNC)作製仕様基準」に基づく紙海図のデジタル複製物であり、当該国の水路当局により、又はその権限下において刊行されている。

ECDIS 画面に RNC を表示すると、ちょうど紙海図の複製品のように表示されるが、特定の機能を有することを確保するための重要なメタ・データを含んでいる。例えば、当該海図上に地理的位置をプロットし、又はそれら位置を抜き取ることができる地理的位置参照メカニズムや、デジタル・ファイルから RNC を自動的に更新すること（及び改補状況を表示する能力）、昼間又は夜間の色彩による RNC 表示などが含まれている。

RNC は、現行版紙海図のデジタル・コピーである。このため、ベクトル海図のように、自動的にアラームや警報を発するよう、コンピュータ・プログラムで解析・プロセスされることはできないが、ユーザーが手作業で ECDIS に入力することにより、アラームや警報機能を働かせることは可能である。

### RNC データ・フォーマット及びその作製

航海用ラスター海図（RNC）は、通常、紙海図を作製する際に使用される安定した印刷版などをデジタル的にスキャンすることにより作製される。ENC とは異なり、RNC についてはひとつ以上のフォーマットが採用されている。主なフォーマットには次のものがある。

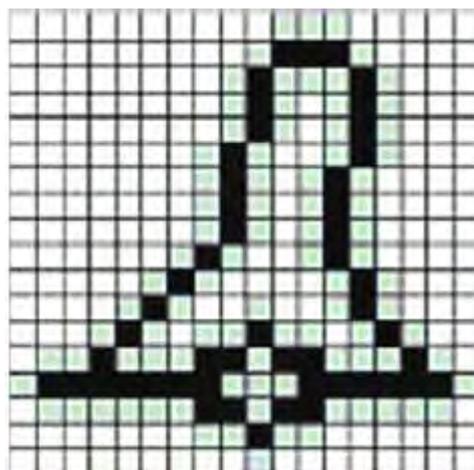
- BSB（米国、カナダ、キューバ、アルゼンチンで使用）、及び
- HCRF（英国、オーストラリア、ニュージーランドで使用）。

### RNC 表示画面

- RNC の表示は、海図がスキャンされた解像度に制限される。その画像を過度にズーム・イン、ズーム・アウトすれば、画像の明瞭性をひどく損なうことになる（次ページ図参照）。ユーザーがその海図の一部をより詳細に見たいと思う場合、紙海図の場合と同様に、その部分の大縮尺の

RNC を選択しなければならない。

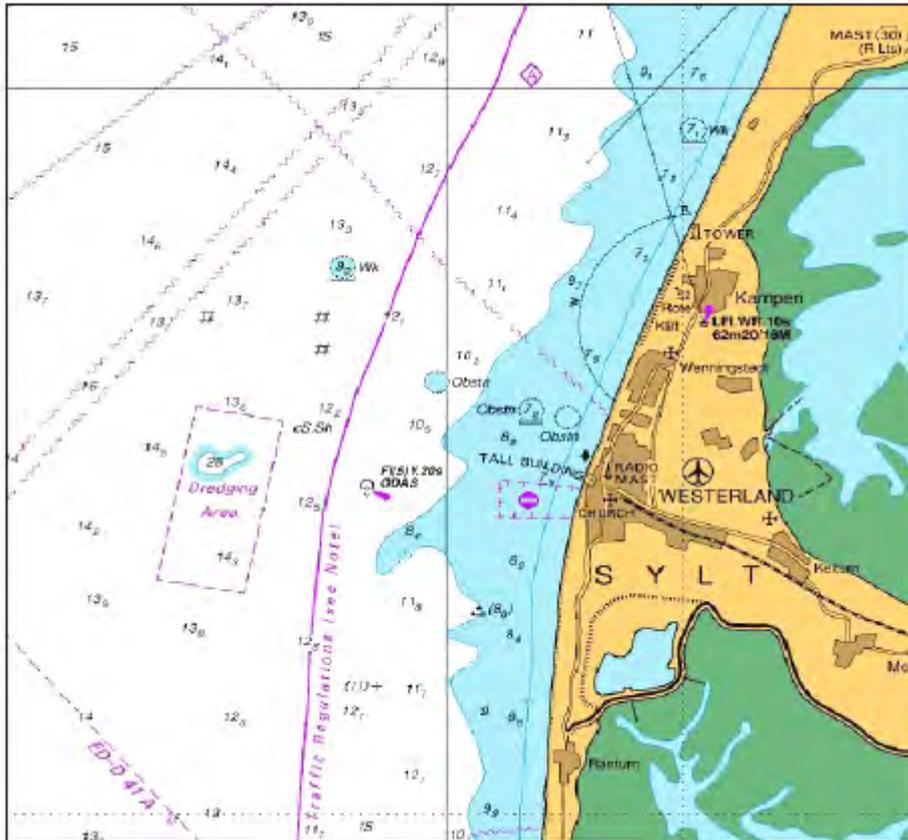
- RCDS の表示方向を「北を上」とする以外に（例えば船首方向を上）に設定すれば、図載されているテキストや記号の判読性に影響を及ぼすことがある。
- RNC は、ENC が使用している昼間／夜間用カラーと非常に近いカラー・パレットを組み込んでいる。RCDS にとり、適切なカラー・パレットを備える能力を有することは ECDIS に対する必須条件となっている。
- RNC は個々の海図として扱われている（ENC のようにシームレスではない）。ただし、ECDIS にとり、供給されているメタ・データに基づいて隣接海図を自動的に呼び出し表示することは可能である。
- RNC に ARPA レーダー目標を重畳表示することができる。また、レーダー・ビデオ画像を RNC の縮尺に合わせることも可能である。レーダー・ビデオ画像に合わせるため RNC のスケールを変更することは、海図イメージの品位を低下させることになるので不適當である。そして、
- RNC は、ECDIS に対し画像を最大限利用できるようにするため、重要なメタ・データを含んでいる。例えば、海図図載の注意記事や潮汐記事などは、ユーザーがその図載部分まで画面をスクロールしなくとも、RCDS により直接アクセスできることがある。



ラスタ海図で過度にズームアップ  
したときの海図記号

RNC の画像は、その RNC が作製された紙海図の測地系をそのまま保持している。ただし、RNC の地理的座標値の参照については、GPS と WGS-84 衛星測地系の使用に合わせられるよう調整することができる。航海者は、当該海図の測地系と、本船の測位システムの測地系との関係を理解していなければならない。ときには地理的位置が“ずれ”て現れる場合がある。（この差は、経緯度線の交点やルート・モニタリングの際に気付き易い。）当該地域の測地系と WGS 84 との差が分かっておれば、ECDIS において自動的に補正されるべきである。RNC 作製に使用した紙海図の測地系が不明である場合、GPS 測位位置を正確に RNC に関連付けることは不可能である。IMO 航行安全小委員会回章第 255 号では、ユーザーに対しこの問題について注意を促している。

次ページの図は RNC の昼間及び夜間の配色を表す。



RNC ディスプレイ (昼間)



RNC ディスプレイ (夜間)

### RNC のアップデート

- RNC の更新情報は、ECDIS にインストールされている RNC に対し、重ね合わせる事ができる完全に新たな画像として提供されるか、又は、その一部を張り替える“タイル又はエリア”として供給される。後者の方法は、提供するデータの容量を最小限に抑えることができるので通常行わ

れている方法である。

- 更新情報は、当該紙海図に対して行われるものと一緒に提供される。そして、
- 現在ほとんどの RNC サービスは、その配送媒体として CD が用いられているが、航海士が必要な海図更新情報をダウンロードできるよう、今日では電子クーリエ・サービスが設けられている。

## 非公式（私的）海図データ

民間で作製される非公式（私的）海図データは、ベクトル及びラスター双方のフォーマットで作製・提供されており、一見したところ公式海図データと見分けが付かないことがある。しかし、販売されているデータの種類や品質に重要な違いがあり、多くの民間会社では電子海図データの作製においてその完全性や精度の面で注意が払われているが、すべてがそうであるとは確認できない。

非公式（私的）海図データは、公式データと同じ頻度や規則性をもって最新維持されていない。非公式海図データの提供者の製品は、通常、（ライセンス契約の下で水路当局が提供する）公式海図やデータを基に作製されている。それらの私的の海図の更新は、最新維持された公式製品の利用可能性に依存するものである。したがって、公式海図の更新情報と、非公式海図データの更新情報のそれぞれの発行の間において、ときには相当の時間的ずれがある。

民間会社で発行される海図データは、政府機関により品質管理は行われておらず、また、保証されていない。したがって、その製品の責任は全面的にそれを作製する業者にある。

2003 年、国際標準化機関（ISO）では民間の海図データについて特定の基準を発行した。この基準は、民間企業の主導で作成された ISO 19379 で、非公式ベクトル・チャートと非公式ラスター・チャートの双方が対象になっている。

市場に出回っているフォーマットや ISO 認証にかかわらず、非公式（私的）海図データは IMO の ECDIS 性能基準で定められている要求事項を満たすものではなく、よって海図備付け要件に適合するものではない。

ENC や RNC に反し、各社独自の多数の種類フォーマットが用いられている。したがって、それぞれの業者の海図データは相互に互換性がなく、それらデータを使用する ECS についても同じことがいえる。

\* \* \*