

航海用電子海図への最小表示縮尺属性付与

林 和樹：航海情報課

Addition of Scale Minimum Attributes on Electronic Navigational Charts

Kazuki HAYASHI : Chart and Navigational Information Division

Abstract

Japan Hydrographic and Oceanographic Department started adding Scale Minimum Attributes on Electronic Navigational Charts. This paper reports our policy to add Scale Minimum Attributes. Our policy is based on S-65 – ENC Production Guidance – and some supplemental rules about soundings etc.

1 はじめに

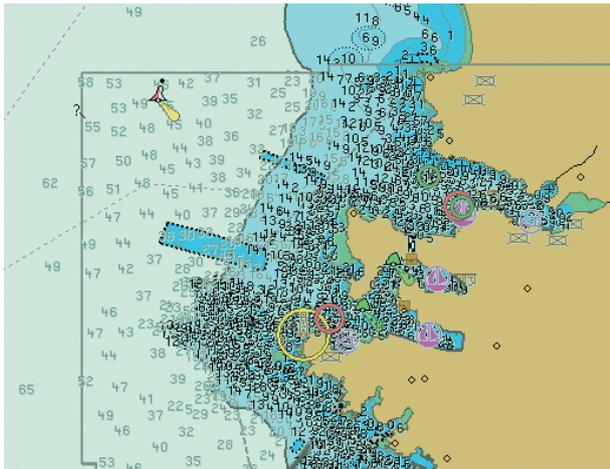
海上保安庁では、航海の安全に資するため航海用電子海図 (Electronic Navigational Chart, ENC) を発行している。ENCは、紙の海図の単なる代替物ではなく、これを電子海図表示情報システム (Electronic Chart Display and Information System, ECDIS) に表示させることにより、海図上での自船位置の表示、危険水域に接近時の警報機能、レーダー画像との重畳表示、他の航海計器との連携等が可能となり、操船者の迅速・効率的な意思決定を支援することができる。このENCには、沿岸航海用や港へのアプローチ用などの様々な航海目的に対応したものがあり、各ENCはそれぞれ表示が最適となる縮尺 (以下、編集縮尺という) を持つ (第1表)。ENCは経緯度で区切られた「セル」を単位としてお

り、航海目的ごとに大きさが異なる (電子海図ホームページ http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KOKAI/ENC/enc_indexj.html参照)。ECDISにおいてENCを表示した際には、自動的に画面上の縮尺に対して最適な編集縮尺のものを選択する。しかし、表示する縮尺によっては、同じ区域に存在する複数のENCのうち、より大縮尺のENCを縮小して表示するため、水深等のシンボルが混雑し、非常に判読し難い状況になることがある。表示混雑の例を第1図に示す。これは編集縮尺1/8,000のENCを1/40,000の縮尺で表示したもので、水深値が重なってしまい判読できなくなっている。これを避けるため、国際水路機関 (International Hydrographic Organization, IHO) では、ENCの各オブジェクトに次節で詳述する最小表示縮尺 (Scale Minimum, SCAMIN) 属性を付与するよう勧告していたが、その詳細な付与方法までは

第1表 我が国発行の航海用電子海図の種別と編集縮尺

Table 1 Categories and Compilation Scales of Electronic Navigational Charts of Japan

航海目的	名称	編集縮尺	発行図数(セル)	セルの例(東京湾北部)
1	概観(Overview)	1/3,000,000, 1/1,500,000	33	JP14IG10
2	一般航海(General navigation)	1/700,000, 1/350,000	35	JP24NC90
3	沿岸航海(Coastal navigaton)	1/180,000, 1/90,000	162	JP34OJBC
4	アプローチ(Approach)	1/45,000, 1/22,000	197	JP44P6SE
5	入港(Harbour)	1/22,000, 1/12,000, 1/8,000, 1/4,000	353	JP54P6SF
6	停泊(Berthing)	(日本では発行していない)	0	なし
合計			780	



第1図 表示混雑の例（編集縮尺 1/8,000，表示縮尺 1/40,000）

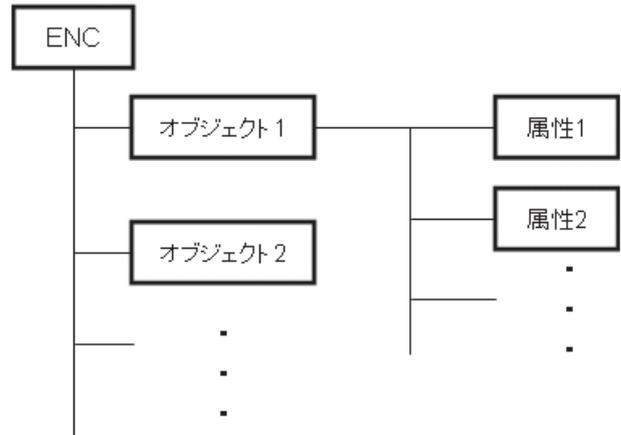
Fig. 1 Example of Display Clutter (Compilation Scale 1/8,000, Display Scale 1/40,000)

規定していなかった。我が国では、ENCのカバーエリアの拡大を目指し、未刊行海域のENC新規作成を優先していたため、今までSCAMIN属性を付与して来なかった。しかし、国際航海に従事する一定以上の大きさの船舶に対し、2012年から順次ECDIS搭載が義務化されることを受け、IHOでもENC作製を国際的に標準化するべくS-65「ENC作製指針」を発行し、SCAMIN付与についても国際的な基準が整備された。このような国際的な要求と基準決定を受け、我々はすでに刊行されている我が国ENCに対して、2010年10月から順次SCAMIN属性の付与を開始した。本稿ではこのSCAMIN属性付与についての手法を報告する。

2 最小表示縮尺（SCAMIN）属性とは何か？

2-1 ENCのデータ構造

SCAMIN属性についての説明に先立ち、まずENCのデータ構造について簡単に説明する。ENCのデータは「オブジェクト」とそのオブジェクトを説明する「属性」から構成されている。オブジェクトの例としては浮標（ブイ）、灯、水深などがあり、属性の例には色、名称等が挙げられる（第2図参照）。各オブジェクトには付与できる属性が決められているが、SCAMIN属性はほぼ全てのオブジェクトに付与することが許されている。ENCで使用でき



第2図 ENCのデータ構造（概念図）

Fig. 2 ENC Data Structure (Concept Diagram)

るオブジェクトと属性の種類については全てIHO出版物S-57「デジタル水路データのためのIHO転送基準」及びその付属書に記載されているので、ここでの詳しい解説は割愛する。

2-2 SCAMIN属性とは？

ENCを縮小して表示すると、画面上に表示される情報量が増大し、第1図でも見たとおり、非常に混雑した判読し難い表示となってしまふ。これを避けるために表示を「間引き」するのがSCAMIN属性である。SCAMIN属性は縮尺の分母で表現され、表示縮尺が $1/(\text{SCAMIN属性値})$ より小縮尺となった場合にそのオブジェクトを非表示にする。たとえば、SCAMIN属性値44,999が付与されているオブジェクトの場合、 $1/45,000$ 以下の縮尺では非表示になるわけである。SCAMIN属性値にはどのような整数でも設定することができるが、S-65ではENCの表示も国際的に標準化するため、使用を推奨する22種類のSCAMIN属性値を示している（第2表）。

ここに示された縮尺の刻み幅は、第1表で見た編集縮尺の刻み幅に比して小さくなっている。これに従ってSCAMIN属性を付与することにより、以前は編集縮尺の異なるENCを選択することでしか画面表示を変更できなかったが、表示するENCを切替えない程度の小幅の縮尺変更でも、表示する情報量を調整することができ（第3図参照）、適切な判読しやすい画面表示を実現することが可能になる。

第2表 S-65 SCAMIN属性値
Table 2 S-65 SCAMIN Values

SCAMIN属性値
19,999,999
9,999,999
4,999,999
2,999,999
1,499,999
699,999
499,999
349,999
259,999
179,999
119,999
89,999
59,999
44,999
29,999
21,999
17,999
11,999
7,999
3,999
1,999
999

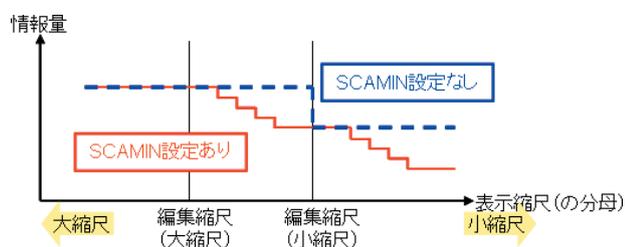
2-3 SCAMIN属性ステップ数

IHO出版物S-65では、各オブジェクトに付与するSCAMIN属性を「ステップ数」という概念で与えている。これは各ENCの編集縮尺からいくつ小縮尺側のSCAMIN属性値を用いるかを示したものである。たとえば、編集縮尺1/90,000のENC内に存在し、ステップ数が2であるオブジェクトのSCAMIN属性値は、第2表から「179,999」となるので、このようなオブジェクトは表示縮尺が1/180,000以下の場合には非表示になる。S-65には、各オブジェクトの重要度を考慮して、1～4及び「N (not set, 付与しない)」の5段階が規定されており、表として示されている（第3表及び第4表参照）。

3 SCAMIN属性付与の方針決定にあたって

SCAMIN属性付与方針について、S-65において国際的な基準が整備されたが、我が国ENCにSCAMIN属性を付与するにあたり、細部について解釈及び検討が必要な点が存在した。具体的には以下のような点である。

- a. 同じ区域の小縮尺セルに存在するオブジェクトのSCAMIN属性値をどのように付与するか



第3図 SCAMINによる情報量調整（概念図）
Fig. 3 Adjustment of Information Amount (Concept Diagram)

第3表 SCAMINステップ数と重要度
Table 3 Importance Levels of SCAMIN Steps

Step	重要度
1	重要ではなくすぐに非表示となるもの
2	それほど重要でないもの
3	そこそこ重要なもの
4	重要であるが最後には非表示となるもの
N	最重要でありSCAMIN属性を設定しないもの

第4表 S-65 SCAMINステップ数（一部抜粋）
Table 4 S-65 SCAMIN Steps (Extract)

オブジェクト名	種別	ステップ数	条件
LIGHTS(灯光)	点	4	従オブジェクトの場合、主オブジェクトに一致
LITFLT(灯船(無人))	点	4	
LITVES(灯船(有人))	点	4	
LNDARE(陸上の区域)	点/線/面	not set	
LNDELV(標高)	点	3	顕著に見える
LNDELV	点/線	1	
LNDMRK(著目標)	点/線/面	3	顕著に見える、レーダーに良く映るまたは灯光がある
LNDMRK	点/線/面	1	

(小縮尺セルのオブジェクトに付与された SCAMIN 属性値を付与することが推奨されている)

b. 線及び面オブジェクトに対して SCAMIN 属性を付与するか

(付与することが推奨されている)

c. 水深オブジェクトにどのように SCAMIN 属性を付与するか

(水深の重要性を考慮して 1～4 のステップ値を割り振ることが推奨されている)

これらについて実現可能性、効果及び作業効率についての検討を行った結果、次節以降に示す方針を採用するに至った。

4 SCAMIN 属性付与についての基本方針

我が国 ENC への SCAMIN 属性付与については、以下の方針に従う。

① ②以下の例外を除き、S-65に規定されたステップ数を用いて SCAMIN 属性を付与する。

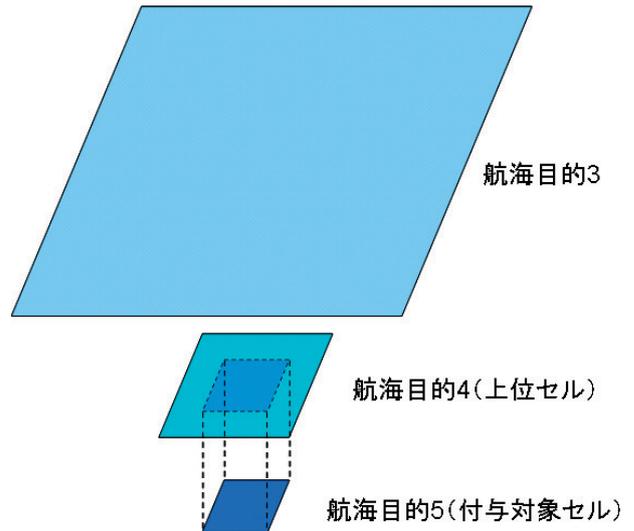
各オブジェクトに対してのステップ数については、国際的に一貫性が求められることから、S-65に規定されているものを基本的にはそのまま用いることとした。

② 付与対象は点オブジェクトのみとし、線及び面オブジェクトには SCAMIN 属性を付与しない。

表示混雑の主たる原因は点オブジェクトであるので、作業効率の観点から、付与対象は点オブジェクトに限定した。

③ 付与対象のオブジェクトが、その場所に有効なデータが存在する直近の小縮尺セル（以下「上位セル」という、第4図参照）にも存在する場合は、その付与対象オブジェクトには SCAMIN 属性を付与しない。

前節 a 項への対応。同一の情報を示すオブジェクトが、表示される縮尺を連続的に変化させた際に一度非表示になった後再び表示されることを防ぎ、表示の連続性を確保するために採用した。例を第5図に示す。図中赤丸で囲まれたオブジェクトに対しては、SCAMIN 属性は付与されず、どの表示縮尺においても非表示とはならない。SCAMIN 属性値を上位



第4図 上位セル（概念図）
Fig. 4 Upper Cell (Concept Diagram)

セルのオブジェクトと同じ値にする場合、付与作業を行うセルの順序が固定化され、作業効率が低下してしまうため、付与しないこととした。

④ 主従関係を形成しているオブジェクト（例：浮標（主）と灯光（従）等）については、主オブジェクトと同一の SCAMIN 属性値を従オブジェクトにも付与する。

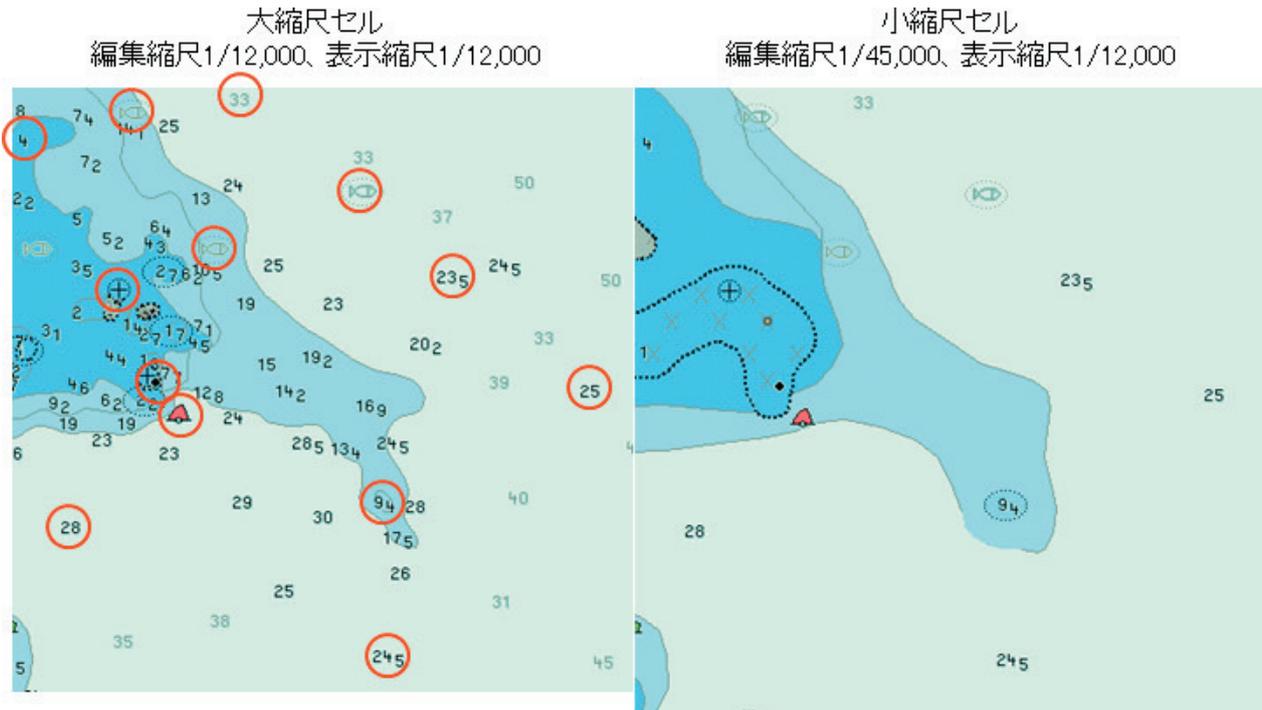
主従関係を形成しているオブジェクトが一方だけ非表示となることを避けるために採用した。例えば、灯浮標において、浮標と灯光は一体のものであるため、浮標だけが非表示になって灯光のシンボルが単独で表示されることを防ぐためである。

⑤ 水深オブジェクトに対しては、③の方針に加えその上位セルに水深値と一致する水深値属性を保有する水深以外のオブジェクト（暗岩等）が存在する場合にも、SCAMIN 属性を付与しない。

上記③と同様、同一の実体を表す異なるオブジェクトについて、表示の連続性を確保するために採用した。第5図の右下にある「9.4 m」の水深オブジェクトがこれに該当する。

⑥ 水深オブジェクトについては、表示縮尺に応じて、その周囲で最も浅いものが表示されるように SCAMIN 属性を設定する。

上位セルに同一の実体を表すオブジェクトが存在しない水深オブジェクトは、他のオブジェクトと異な



第5図 上位セルにも存在するオブジェクト (赤丸部分)
 Fig. 5 Objects on Upper Cell (Red Circles)

り、単体ではその重要性を評価できないため、近傍の水深オブジェクトとの関係性を考慮する必要がある。水深オブジェクトの選別に関してS-65には明確な規定がないため、我が国独自のSCAMIN属性付与手法を開発する必要があった。これについては次節にて述べる。

5 上位セルに存在しない水深オブジェクトへのSCAMIN属性付与手法

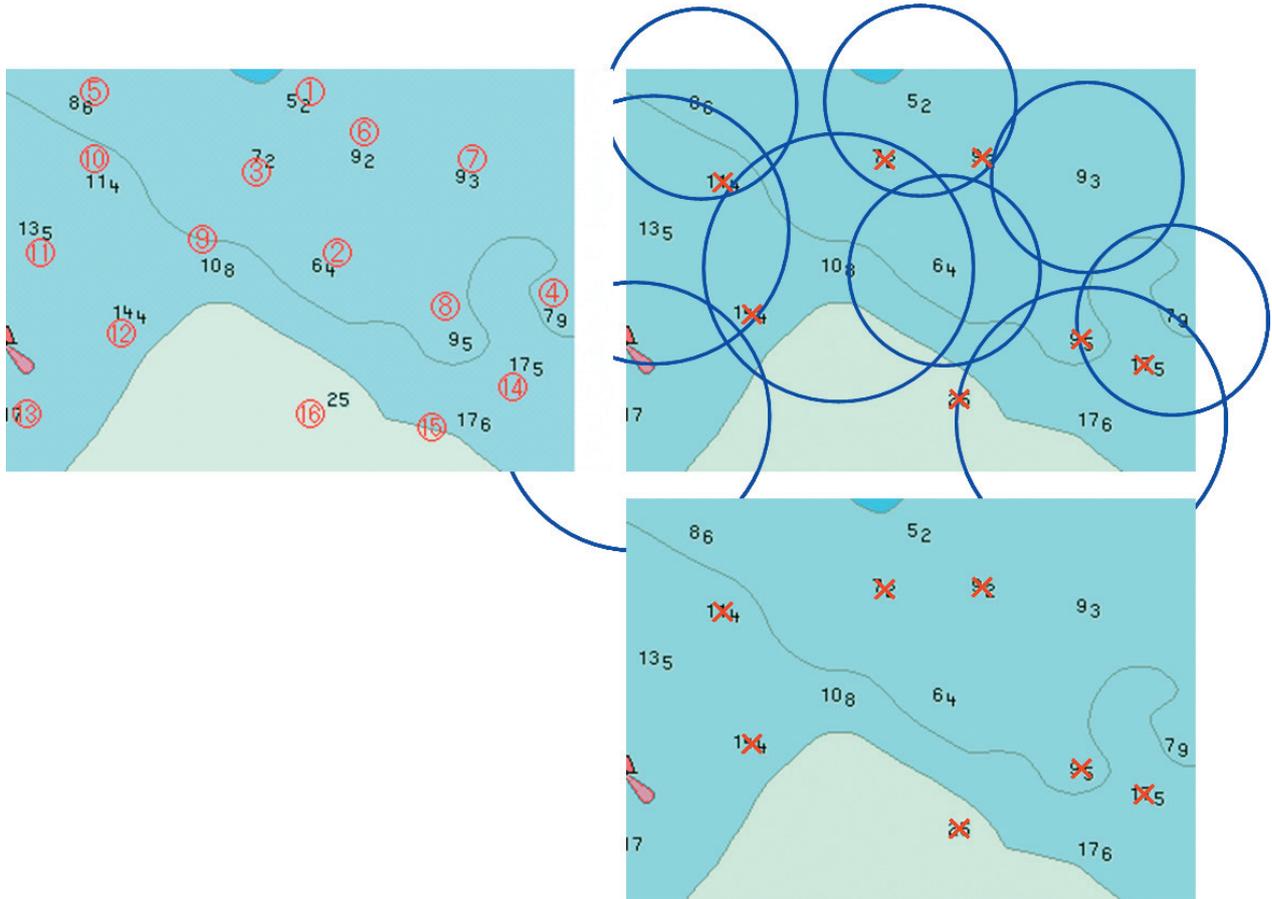
ENCにおいて、最も重要な情報であり、同時にSCAMIN属性付与が最も困難であるオブジェクトが水深オブジェクトである。水深に関する前節の方針は③、⑤及び⑥であるが、ここでは主に、⑥に関する手法について述べる。

個々の水深オブジェクトには航海安全の観点から重要性の高低が存在し、この重要度を反映したSCAMIN属性のステップ値を決定する必要がある(第3表及び上記3c参照)。この重要性の評価を行うため、まずは全ての水深オブジェクトに評価する順序を設定する。評価順序は第一に「浅い」順であり、第二に「急に浅くなっている」箇所とした。具体的には、水深オブジェクトを全て浅い順にソート

し、同水深の場合には近くに急に深い水深オブジェクトが存在する(勾配の大きな)ものを優先している。この順序に従って、評価対象の水深オブジェクト近傍の他の水深オブジェクトを非表示にすることで、航海上危険な水深を非表示にすることなく付近で最も重要な水深のみを表示することができる。また、周囲の水深オブジェクトを非表示にする半径を評価対象の水深値により変更することで、浅い水深は多く表示し、深くなるに従って徐々に減少するよう調整している(第5表参照)。第6図は水深オブジェクトの選択の流れを図解したもので、赤丸数字が評価順序、青線が非表示にする半径、赤×印が非表示となる水深を示している。

第5表 水深非表示半径
 Table 5 Radii of Sounding-Elimination Circle

水深値	半径(画面上○cm)
~2m	0.35
2~5m	0.5
5~10m	0.7
10~20m	1
20~30m	1.4
30~200m	2
200m~	2.8



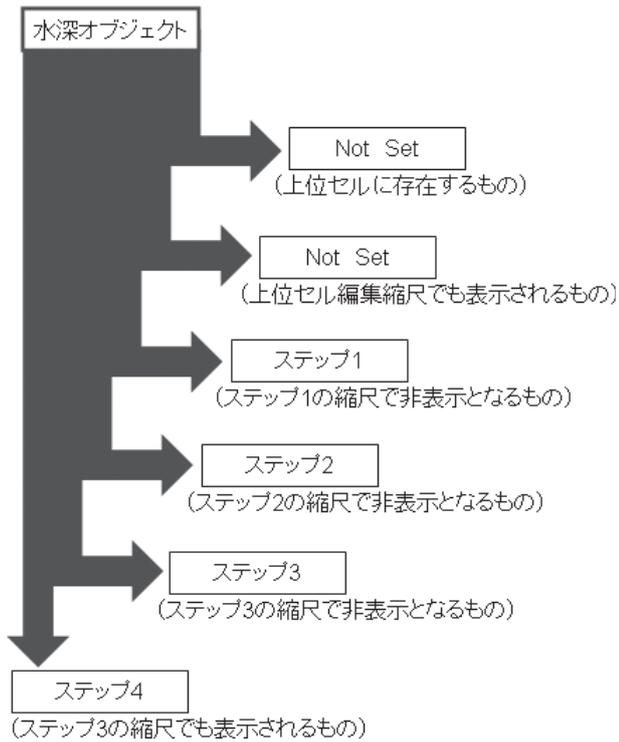
第6図 水深オブジェクトの選択
Fig. 6 Selection of Sounding Objects

この手法を用いてSCAMIN属性を決定していく際に、SCAMIN属性を付与しない（どの縮尺でも表示される）水深オブジェクトの選択が上記3⑤（第5図参照）だけでは不十分であることが分かった。というのは、水深オブジェクトの採用基準が編集縮尺によって異なっているために、小縮尺ENCで採用されている水深オブジェクトが必ずしも大縮尺

ENCに存在するわけではないからである。この結果、小縮尺ENCを購入していない航海者が大縮尺ENCを縮小して使用した場合（第6表参照）に、重要性が高い表示すべき水深オブジェクトにもSCAMIN属性が付与されて非表示となることがある。これを避けるため、まず上位セルの編集縮尺において第4表の値を用いてSCAMIN属性を付与しない水深オブジェクトを追加した上で、順次大縮尺から、ステップごとの縮尺で非表示になる水深オブジェクトを決定していくこととした。第7図は水深オブジェクト全体の割り振られ方を示したもので、第1の分岐は前節③及び⑤に対応し、以降の分岐は前節⑥及び本節の内容に対応している。

第6表 表示縮尺によるENC選択の例
Table 6 Examples of ENC Selection on Various Display Scale

		使用者1	使用者2
購入セル(編集縮尺)		航海目的5(1/12,000)	航海目的5(1/12,000)
		航海目的4(1/45,000)	航海目的3(1/180,000)
表示縮尺	1/20,000	航海目的5を選択 ステップ2以上を表示	航海目的5を選択 ステップ2以上を表示
	1/50,000	航海目的4を選択 すべて表示	航海目的5を選択 not setのみ表示
	1/100,000	航海目的4を選択 ステップ3以上を表示	航海目的5を選択 not setのみ表示
	1/200,000	航海目的3を選択 すべて表示	航海目的3を選択 すべて表示



第7図 水深オブジェクトSCAMIN属性設定（概念図）

Fig. 7 SCAMIN-Value Population on Soundings (Concept Diagram)

参 考 文 献

IHO S-65 ENC Production Guidance Ed1.2 (2009).
 IHO S-57 IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data Ed3.1 (2000).

6 結果

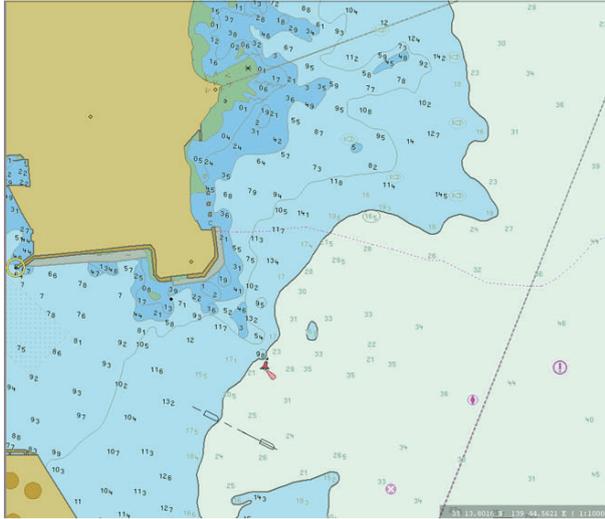
以上の方針を踏まえ、実際にENCにSCAMIN属性を付与した結果を第8図に示す。左列がSCAMIN属性付与前、右列がSCAMIN属性付与後の表示例であり、表示縮尺は上から順に1/10,000、1/25,000及び1/40,000である。付与前には特に小縮尺側で混雑していた表示が、付与後には視認性が向上し判読しやすくなっていることが分かる。

平成22年12月末現在、SCAMIN属性が付与されたENCが刊行されているのは東日本を中心とした293セルであるが、今後順次付与を進め、平成23年度半ばまでには現在刊行している780セル全てについて付与を終了する予定である。

謝 辞

本作業に助言、尽力をいただいた各位に感謝の意を表します。

航海用電子海図への最小表示縮尺属性付与

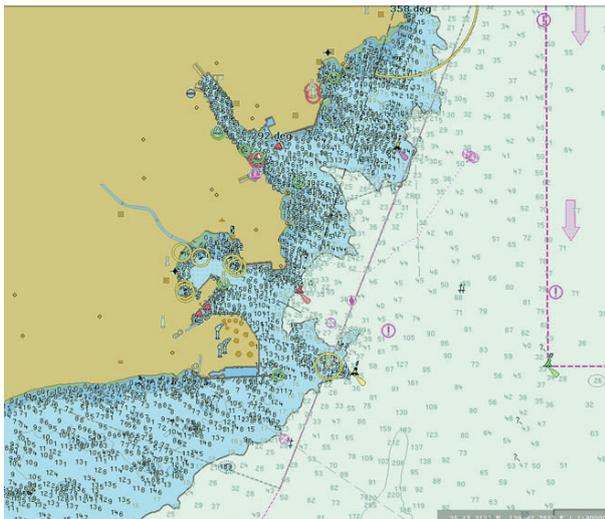


左列: SCAMIN属性付与前
右列: SCAMIN属性付与後

上段: 縮尺 1/10,000

中段: 縮尺 1/25,000

下段: 縮尺 1/40,000



第 8 図 SCAMIN属性付与の効用
Fig. 8 Effect of SCAMIN-Attribute Population