電子海図の表示法について

和気 博嗣*・高岡 俊輔**

On the Display Method of Electronic Chart

Hirotsugu WAKE and Shunsuke TAKAOKA

Abstract

An Electronic Chart system is now very important aid for navigation. But there is no standard display monitor and nautical symbols of this system.

Therefore a new display system was developed here by an Electronic Chart system made by personal computer. The results were as follows:

- (1) A lighthouse flashed on the display is very effective for navigation.
- (2) At the color matching of an Electronic Chart, human functional psychology should be considered.
- (3) Zoom system is a functionally useful.
- (4) Electronic Chart should include cross bearing function.
- (5) Operating Electronic Chart system becomes very easy by using "mouse".

Although these results were obtained through a personal computer, we regard this work as an investigation of the progress of universal Electronic Chart.

1. はじめに

近年のエレクトロニクス技術の急激な発展を背景に、船舶の運航面にも省力化、自動化の波が押し寄せて来ている。この様なトレンドの中で出現して来たのが電子海図である。

電子海図とは、従来紙面上に線図として提供され、使用されて来た海図の情報を電子的情報の形で提供し、使用にあたってコンピュータ技術の応用によって画面に表示し、今までの作業の省力化、自動化を実現するものである。

しかし、この電子海図において表示に関する部分については現在の所、基準的なものは出来ておらず、問題点を残していると考えられる。今回はこの表示法についての問題点を解決する一つ的手段として、大阪湾という限られた海域ではあるが、すでに身近となっているパソコンを利用して、実際に電子海図システムを作成して考察を行ったので、報告する。

2. パソコン電子海図のシステム設計

2.1 電子海図作成上の必要な機能

電子海図を作る上で、そのシステムに要求される機能としては、以下に示す様な機能が必要となる。

- (1) 情報入力機能
- (2) 情報検索機能
- (3) 情報更新機能
- (4) 船位測定機能
- (5) 情報出力機能

* 正会員 神戸商船大学 (〒658 神戸市東灘区深江南町5-1-1)

** 正会員 弓削商船高専 (〒794-25 愛媛県越智郡弓削町下弓削)

(1)については、海図情報をコンピュータに取り込む場合に、後で色々加工し易い様にデータベース化しておく必要が生じて来るため、入力時にうまく格納する機能が必要となるからである。

(2)については、(1)において作成したデータベース中の情報を取り出す場合に、ある条件に基づいた情報を取り出す必要が生じるため、格納したデータを検索できる機能が必要となる。

(3)は、データベースとして格納された情報は常に不変なものではなく、変更、修正、削除、追加といったことが必要になってくる⁽¹⁾。このことは、現在の紙海図における「海図の小改正」の機能を取り入れたものと解せばよい。

(4)は、電子海図を航海の利用に役立てる場合には、現在の紙海図上で行っている船位決定法、すなわちクロスベアリングなどによる位置決定も迅速に出来るものでなければならないからである。

(5)は、データベース中の情報をいかに検索したとしても、それを取り出して表示しなければ役に立たない。よってその場に一番適切な出力装置に出力する機能が必要となる。

上述した様な機能を考慮した上で、コンピュータに海図情報（海岸線、沈船、浮標等）を取り入れることが大切である。

2.2 海図情報のコンピュータへの取入れ

海図情報をコンピュータに取り入れる方法としては、表1に示した様に、海図の情報を分けて取込むのが一番良いと思われる。この様に分けた理由は、ただ単に一括して情報を取り入れてしまったのでは、その後これを使って自分の必要とする項目だけを取り出したりするのにかなりの工夫が必要になり、また入力時に間違いを起こ

表1 海 図 情 報 の 分 類

項 目	内 容	例
海図図形情報	海図の基本となる情報で、おもに海岸線等のような線図で表わされるもの	海岸線 等深線
海図記号情報	次の3つに分けられる (1) 点的情報 一つのポイントで位置が決まるもの (2) 線の情報 線状になっているもの (3) 面的情報 面状になっており、一点では位置が決まらないもの	燈台位置 山頂 海底ケーブル 航路 浮標 定置漁網
海図文字情報	海図上に描かれている文字や数字など	地名 水深
海図属性情報	海図上の各要素に関する説明などで、海図上の各要素に対応しているもの	燈台名 燈質 燈色 燈高 リマーク等

す可能性も多くなるからである。この様に分けてコンピュータに入れた状況を図1に示したが、これは海岸線の情報や浮標などの情報を一つ一つファイルに分けて、階層的にコンピュータに記憶させ、それを必要な状況に応じて合成して表示させることが出来ることを表わしている。図2は、海図図形情報と記号情報とを合成して表示させた例である。

3. 表示法に関する試作内容

今まで述べて来た方法により設計した電子海図に、従来の電子海図の表示の様な、海図の情報をほぼそのまま

図1 海図情報の階層管理

ているのかなど、ある程度利用者側で各書誌に関する知識が必要であったし、またこれを調べるのにも手間がかかっていた。現在の電子海図においても、表示を海図記載の情報のみとして表わしているだけなので、航海情報を得るための手順としては紙海図と同じだけの手順を踏まねばならない。そこで今回は、その手間を省き、能率的に情報を得るために一つの画面上にその海域の灯台の一覧表と、灯台表の情報など、紙海図にない情報を選択して表示できる様にした。この表示例は図3、図4に示した通りである。図3は、画面左側に灯台情報を合成させた海域が表わされており、その海域に出ている灯台の一覧が右の枠外に表示されている初期の画面である。この画面上でマウスのカーソルを、知りたい灯台の位置に当てると、図4の様な画面となり、灯台表のデータが横に表示され、かつ、選択した灯台がその灯質、周期通りに光り出す形となっている。これが従来のものがない、海図と灯台表とのマッチングである。

図2 海図図形情報と記号情報の重畳表示

の形でCRT上に表示している方法から抜け出すため、以下に述べる機能を付加した。

(1) 表示灯台の点滅機能

現在に到るまで、紙海図には灯台の灯質等は略記号で書かれており、航海者は灯台の灯質などを知る場合には、海図記載の略記号をあらかじめ知っていることが前提となっている。この知識を基に、紙面上の略記号から灯質、灯色等を察していたが、これでは航海士それぞれが覚えている度合に違いがあり、覚え方によっては、間違いを生じるという問題がある。また、実際の灯台を見て海図に向い、逆に海図上でそれがどこの灯台であるかを捜す場合など、頭の中で一度記号に置き換えて捜すという、航海士としての専門的な技術がいる。これを解決するために、画面上に表している灯台を、その周期通りに発光させることを試み、今までの様な頭の中で記号に置き換える必要を無くし、直接視覚により判断できることをねらった。

(2) 灯台表の同時表示機能

従来の紙海図は、紙面上記載ということから、その表示範囲に制限を受けるため、情報不足の分は水路誌などと併用することにより補って来た。その場合に、どの書誌には何が記載され

図3 海図情報と灯台の一覧表示

図4 海図情報と灯台表とのマッチング例

こうすることにより、陸、海、それぞれに別の色を平たく塗ってしまうことから来る見にくさの問題を無くすことができる。またこのことは、同時に8色しか使えない色を他に有効に使えるといった利点にもつながる。

表示物の形（海図記号等）や色に関しては、まず、色彩において現在の保安庁から出ている海図図式の色から離れ、心理的な要素を取り入れ、思い切って色を変えて表示させた。しかし形については、航海者が慣れ親しんで来ている従来の形を尊重し、ほぼ同じ形とした。ここで心理的な要素として考慮した点は、海上側の記号は、海ということをイメージに入れ、ほぼ青色をベースとして表わす事に決め、その中で例えば危険を示す記号（暗岩等）や、標識は赤色を使用し、注意を引くようにするなどの配慮をした。ここにカラーでの表示例を示せないのが残念であるが、これについての大きな色配分は以下に示す通りである。

（青色）：水深及び広範囲に及ぶ浅瀬

（赤色）：航海上危険と思われる暗岩や危険全没沈船等

（紫色）：航路表示

（緑色）：漁礁、漁さく類及び左舷標識

（水色）：危険でない全没沈船、海底線等

（黄色）：錨地及び浮標、灯船

（白色）：陸上記号全て、山頂高度及び地名等

(4) 拡大表示及び船位測定機能

航海中における海図の利用がより有効なものとなるためには、海域の拡大機能を欠かすことはできない。この拡大機能による表示の一例を図5に示す。また通常の見図上での作業として、船位を決定する作業は重要であり、

(3) 表示物等の色彩統一機能

カラーレーダが出始めた当初は、色分けが可能であり、カラフルで使い易いであろうといわれていたのが、意外と不評な点があったのは、余りに色がきつすぎ、細かい海域などが、かえって見にくいという所に原因があった様である。現在の電子海図においても、かなりの数の色を使い、表示しているが、表示物などについての形や色などが統一されていない⁽²⁾ことから、見にくかったり、形を見間違えたりということが起こりかねない状態である。従って本電子海図では、このことを考慮し、一つの提案として次の様な表示物の色合いや、形として統一し、表示させてみた。

表示の全体的な問題としては、大前提として、陸地と海とがはっきり区別されることが最も大切であろうと考え、パソコンで使える8色を使う場合に、陸上にある物標等（灯台、山頂、塔等）は全て白色で統一し、海上側の物標等は色を付けて表示することとした。

図5 拡大表示例

図6 クロスベアリング例

この機能をもたすために本電子海図上でクロスベアリングが出来るように工夫している。これは図6にその表示例を示す。この機能は、航海者が通常行った方位測定時の数値をキーボードから入力し、その後、画面上に出て来るマウスカーソルを測定物標に合わせてボタンを押すだけで位置の線が現われ、船位が測定できるものである。この他、通常海図上で行うコースラインの設定や、任意地点の緯度、経度の読取りもマウスカーソルを使用し、迅速に出来るようにしている。これらについての詳細な説明は省略するが、例としてコースライン設定時の表示状態を図7に、任意地点の緯度、経度の読み取りの状況を図8に示す。特に任意地点の経緯度の読み取りにマウスカーソル指示による方法を取り入れたことにより、画面上に緯度、経度の線を表示させずにすみ、画面が見易くなったことが特筆すべきことである。

図7 コースライン表示例

図8 任意地点の緯度・経度表示例

4. 試作結果の考察

4.1 表示灯台の点滅について

この試みについては、使用してみた結果、2つの答えが返って来た。

先ず、本職の航海士でない人達からの反応は、画面を見てすぐにどの様に光っているのか分かるので、実際に灯台を捜す場合など見つけ易いという返事が聞かれた。それに対してもう一つは、ベテランの航海士からよく聞かれた反応として、直接視野に訴えるという点では非常に良いが、周期の長い灯台（10秒以上）の場合、灯質全体を把握するまでに要する時間が長くなり、かえって判断しづらいという答えが返って来た。後者の意見に対しては、今までの紙海図に慣れ親しんで来た航海士のことを考え、灯台の点滅と同時に横の欄外に従来通りの海図記載の記号も併せて表示する様にしたため、この点については、ある程度解決できたと考えている。いずれにしても灯台の出す光の色が直接画面を通して伝わって来るということは、動的表示という点でかなりの識別性の向上につながると思われる。

4.2 灯台表の同時表示について

前述のように、灯台表の内容を海図と同時に表示できるようにした結果、今までは自分で灯台名やその他の方法で灯台表を繰って調べていたことが、キー操作一つで調べられる様になった。これにより現在の紙海図及び電子海図よりは、表示についてかなりの拡張性がもたらされたものとなった。本電子海図では、上述の様に灯台表に関するもののみに限ったが、将来的には、さらに潮汐表、水路誌、航路誌、距離表、海域や港湾の諸法規等も組み込めば、もっと有効なものになると思われる。しかし、この様な属性情報を入れる場合、日本人向けの電子海図を考えた時、どうしても漢字を多く使用しなければならないことから、メモリーを多く消費するという点において、パソコンではどうしても制限を受ける形となる。この点においては、日本語というのは大変不利であり、アルファベットを使う国の合理性をあらためて感じさせられる。

4.3 表示物等の色彩統一について

一般的に表示されている様に、海側と陸側とを完全に色を塗り分けてしまわなかったことに対して、前述のように陸上を白、海上を青を基調とした表示に統一する方法で表示させてみた所、その区別ははっきりと分かり、また全体的にもすっきりした形となった。海図記号等の色に関しても、心理的な面を考慮して配色したために、画面を一目見ただけで、その海域の状況がわかる様になった。形については、従来の記号の形を変えずにそのまま使っているので、間違えにくいといえる。このことから、これからの電子海図には、色彩においてはここで行った様な、心理的要素を十分に配慮したものにし、全世界的に統一することが大切であろうと思われる。

4.4 拡大表示及び船位測定について

本電子海図では、大阪湾全体とその主要部分であると考えられる8海域を拡大して表示できる様にしているが、実際に船舶の航行中に用いる場合には、はたしてこれだけで十分といえるかどうかという点である。通常の航行に際しては、完全とはいえないまでも十分使用可能であると思われるが、特殊な作業に使用する場合などには、8海域では不足して来ることが考えられる。この問題については必要が生じた海域について、改めてデジタイズし、入力を行えばよい様にはなっているが、使用する船舶によって、その必要とする海域が異なるので、基本的に必要であると思われる拡大すべき海域をあらかじめ設定しておく、今回のような方法が妥当であろう。

クロスベアリングについても、従来の紙海図上で三角定規を使い船位を決定する方法よりは、格段に迅速かつ簡単に行える様になっている。この機能を使えば、瀬戸内海を航行するフェリーポートなどの様な、チャートルームでの作業時間が非常に制限をうける船舶において一層有効性を発揮するであろうと考えられる。

その他の機能（コースライン設定等）についても、当然のことながら定規、ディバイダ、消ゴムなどの道具を使用して作業することがなく、また、航海終了後に航海記録などを消す作業もボタン一つで行えると同時に、残しておきたい場合には、フロッピーディスクなどの記憶媒体に保存しておけるという利点も出て来る。この様な保存機能は、海難事故発生時における、事故の解析等に役立つことになる。

5. 結 論

今回試作した電子海図システムを用いて表示法に着目して検討してみた結果、次の結果が得られた。

- (1) パソコンにおいて海図情報を取り扱う場合は、各情報を階層的に管理して取り込むのが良い。

- (2) 表示させている灯台の点滅は有効なものとなる。また点滅と同時に従来の略記号等も表示させれば一層効果が得られる。
- (3) 通常の見図の情報にないものを必要に応じて表示させられることは、航海の安全性をも高める効果がある。
- (4) 表示物の色合いに関しては、人間が使用することを考え、心理状態を考慮した色合にするのがよい。
- (5) 海域の拡大機能は航海上有効なものとなる。
- (6) 今後の電子海図には、クロスベアリング機能を内蔵するのが効果的である。
- (7) 電子海図の各操作については、マウスの利用が有効である。
- (8) 表示画面をドット管理することにより、経緯度の読み取りは容易になり、また、経緯度線を画面に表示させなくてすむため有効である。

以上の結果は、試作的に作ったパソコンによる電子海図を使って検討を行ったものであるが、今後さらに出回って来るであろう高性能な電子海図についても⁽³⁾、ここで行ったような基礎的な研究の成果を取り入れる必要があると思われる。また、本研究において水路部から提供されている航海用電子海図データを使用しなかった理由については、水路部では現段階では1/20万海図データ(61海図分)のみで磁気テープに収納してある(フロッピーディスクにも転送可能)ということであるが、これにおいて第一点として、1/20万海図だけでは使用する場合に航海の利用に十分とはいえない部分が多いのではないかと考えられたこと。第二点としては、具体的には検討はしていないが、フロッピーディスクのデータを使用した場合においても使用するパソコンの容量により表示範囲等に制約される部分が出て来るのではないかと考えられたことである。この二点において今回は水路部の電子海図データを使用しなかったわけであるが、特に第二点めについては今後の研究の課題として進めて行きたいと思っている。

最後に、本研究において有益な御意見を戴いた樽美教授、大学院生の林院生、並びに卒業研究の一部として協力を得た神戸商船大学航海学科の佐藤君、高橋君に深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- (1) 杉崎昭生, 電子海図の在り方とその将来, 「航海」第91号, pp. 35-36, 日本航海学会, 昭和61年6月
- (2) 阿南宜憲, 電子海図の使用上の長所と問題点, 「航海」第91号, pp. 82-84, 日本航海学会, 昭和61年6月
- (3) 長尾修爾, 電子海図の技術的展望, 「航海」第91号, pp. 77-79, 日本航海学会, 昭和61年6月

質 疑 応 答

今津隼馬(東京商船大学): 陸上目標情報の中で等高線を省略されているようですが、等高線の用途はいろいろあると思います。省略された理由について教えてください。

高岡俊輔(弓削商船高専): 船舶が航行して行く上で等高線というのは山の形等を判断する上で大切な要素です。

今回これを省略した理由については、本電子海図システムにおいて等高線をコンピュータに取り入れようとした場合、海岸線情報と同様に線図形式(点と点を連ねて直線を引く形式)でデジタイザにより1点1点を細かく取り入れていかなければなりません。このことは非常に曲線部分の多い等高線をコンピュータに入れるとなると、かなりのメモリーが必要となります。よって、この電子海図システムはパソコンを使用しているということから、容量が不足してしまうという結果が生じるため、等高線を省略し、山頂のピークのみとしたわけのです。