

# e-操船支援システムの開発 - III -

## - 3Dシップナビゲーションについて -

高岡 俊輔\*・永本 和寿\*・藤岡 定史効\*\*

# Development of e-Navigation Support System - III -

## - On 3D Ship Navigation System -

Shunsuke Takaoka\*, Kazuhisa Nagamoto\* and Yasuhiko Fujioka\*\*

### Abstract

“3D ship navigation” is one of the three major systems of e-navigation support system. 3D ship navigation has a variety of functions. Such as, 3D view, 2D view, compass display, AIS information display, reproducibility function, and an on-board functions. We conducted a questionnaire survey to evaluate the system. In regard to its, visibility, usability, applicability to educational materials and possibility of navigational support. In future, results of the survey is expected to improvement the 3D ship navigation.

**Keywords :** Navigation support, Ship handling simulator, Ship handling support system, Nautical instrument, Nautical supporting equipment

### 1. はじめに

我々は船舶を陸上から支援できるシステムとして「e-操船支援システム」の開発を行っている。e-操船支援システムとは図1に示すようなシステムである。航行中の船舶の航海情報（針路、速力、船位等）を陸上の操船シミュレータに送り、陸上側で航海状態を表示することにより、狭水道航行時など支援が必要な場合に適切な支援を行うものである。この開発に対しては、現在まで以下に示す3本柱となるシステムを順次構築してきている。最終的にはこの3つ

を統合する計画である。

- (1) 遠隔操船システム
- (2) 航海画像伝送システム
- (3) 3Dシップナビゲーション

今回は上記3本柱の1つである、「3Dシップナビゲーション」の開発を行ったので報告する。

### 2. 3Dシップナビゲーションの概要

3Dシップナビゲーション（以下、本システム）の開発においては、弓削商船高専練習船「弓削丸」を支援船舶とし、弓削商船高専の操船シミュレータ室からの支援を前提としている。本システムは、弓削丸の船内LANよりGPSの位置情報を含む10項目の航海情報を取り出し、FOMA通信によりノートパソコン内で構築した、海図の3次元表示プログラム（本システムの本体となる）へ送り、船舶から見える3次元バーチャル映像等を表示し、船舶の支援に利用するものである。よって操船シミュレータとは、このノートパソコンを介して表示することになる。本システムの構成を図2に示す。本システムをノートパソコンで制作した理由は、操船シミュレータとの接続を切り離すことで、どこでもこのシステム単体

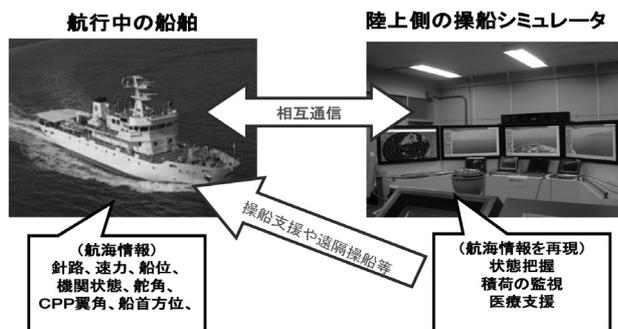


図1 e-操船支援システムの概要

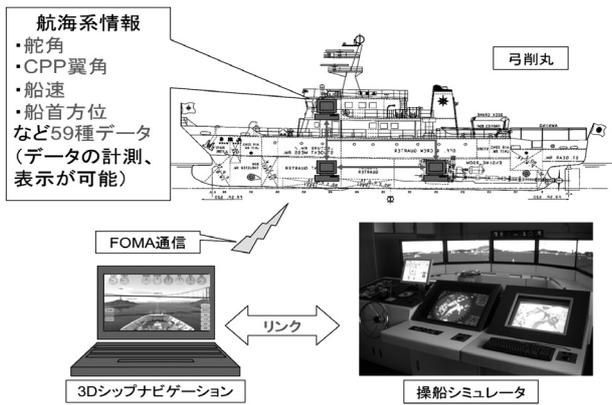


図2 本システムの構成

で利用が出来ることを考えたためである。

2. 1 3Dシップナビゲーションの機能  
2. 1 3D階層表示機能

本システムのデフォルトの表示は図3に示すように、自船の眼高から見える3D表示の画面となっている。この3Dの表示から眼高を自由に変更できるようになっている。画面内の表示項目は、海図情報や船舶から得られる航海情報を階層的に管理する方式としているため、画面上部に並んでいる、航海機器(ログや舵角指示器など)の表示や地名、灯台名称などは必要に応じて選択して表示できるようになっている。本システムで表示できる項目を表1に示す。表示についての特徴的な部分は、航路の濃淡表示とコースラインの表示である。航路を表示する場合、航路の側端に行くほど色が濃くなるように表示させている。このように表示することにより海面を見るだけで、自船が航路のどのあたりを航行しているかが判断できるようになり航路航行時の有効な方法となる。

コースラインの表示は海面上に赤線が引かれるため、この線上を航行して行くことで目的地に向かって航行できることになる。コースライン表示については、設定したコースラインから外れて航行してい



図3 3D階層表示機能

る場合を考え、図4に示すように、変針点から新しいコースラインの延長線を点線で表示することで、新しいコースに乗せるための変針位置がわかるようになっている。

表1 本システムに表示される情報

航海情報系		海図情報系
表示計器	補助表示	
対水速力計	コースライン	島名・地名
対地速力計	コンパスの表示	浮標
回頭各速度	航路の濃淡	灯台名
舵角指示器計	2D表示	海岸線
傾斜計	EBL	顕著な物標
翼角形	VRM	信号所
風向計	AIS表示	
風速計		

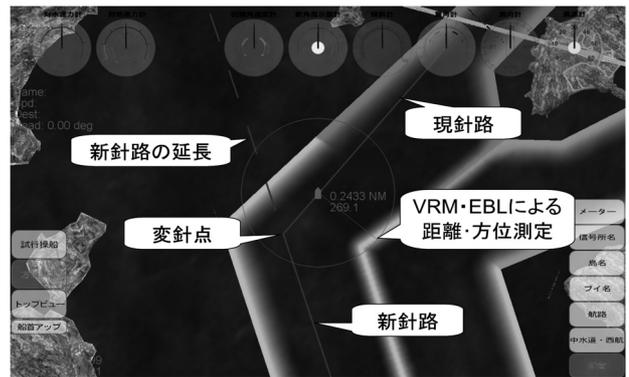


図4 2D階層表示機能

2. 2 2D階層表示機能 (トップビュー機能)

デフォルトである自船の眼高位置の3D表示から、ワンクリックで2D表示に切替える機能を持たせている。2Dにおいても表示項目は階層的に管理しているため、表示・非表示は選択が可能となっている。

特に2D表示では、レーダ運用時と同じような機能を持たせ、自船位置から地物等に対しての方位測定 (EBL), 距離測定 (VRM) ができるようになっている。この状況を図4に示す。

2. 3 方位測定機能

図5のように3Dバーチャル映像上で方位測定ができる機能を付加した。方位測定のボタン一つでコンパスを表示させ、自船位置から360度方向の方位が測定できるようになっている。この機能を使いバーチャルの方位測定と実際のジャイロコンパスとによる方位測定との比較を行うことで、GPS位置の確認や本システムが正常に動作しているかの確認が行え



図5 コンパスの表示

る。更に実際の船舶で行われているクロスベアリングを行うことも可能であるため、学生のクロスベアリング練習教材としても使用できると考えている。

### 2. 4 試行操船機能

本システムの「試行操船」はARPAの試行操船とは違い、ある海域を航行する場合、事前にこの海域を3Dで航行できる機能である。3D表示であるため、海域の状況を確認しながら試し航海ができるため、通常対景図を利用しての航路検討よりも効果が上がると推測される。

### 2. 5 AISバーチャル表示機能

本システムで航海支援を行うためには、3D画面上に周囲の他船の状況を表示させる必要がある。これを実現するためにAISから他船情報を取り出して画面上に表示させる機能を付加した。AISから取り出した情報を表2に示す。AISの情報の中で船型の表示については、11種類の船型に集約して表示させることにした。その代表的なモデル船型を図6に示す。また、単純にこの船型・船体色の船舶を表示させた場合、実際に見えている船舶と異なるため違和感が生じる。これを避けるためAISから表示される船舶については、自船との距離により、以下のような取り決めで表示させることにした。

- ① 3'以上の船舶は、モデル船型をそのまま表示 (船体色も表示)
- ② 2'以上～3'未満の船舶は緑色のシルエットで表示

表2 AISから取り出した情報

静的情報	動的情報	航海関連情報
船名	緯度	仕向港
船体長	経度	
船幅	船首方位	
船舶の種類	航海ステータス	

- ③ 1'以上～2'未満の船舶は黄色のシルエットで表示
- ④ 1'未満の船舶は赤色のシルエットで表示
- ⑤ ④に該当の船舶で船首から両舷45°の範囲に入り、かつ、船首を横切る船舶は赤色シルエットが点滅

このような心理的要素を取り入れた表示により、3D (2Dでも表示) 画面上に表示させたAIS船舶の危険度が概略わかるようにしている。この表示例を図7に示す。

この他に、上述したようなAISで表示している船舶をマウスでクリックすれば、表2に挙げているAISの各情報から、画面左上に当該船舶の船名、仕向地などの情報を表示するように設計している。

本システムでの現時点の他船表示はAISからだけである。総トン数500トン未満の船舶はAIS搭載義務がないことから本システムでは表示されないため、この部分の改善の余地を残している。他船表示については、今回のAIS表示につづき、ARPAからの情報を取り出す方法を検討している。

### 表示船の種類の一例 (11隻)

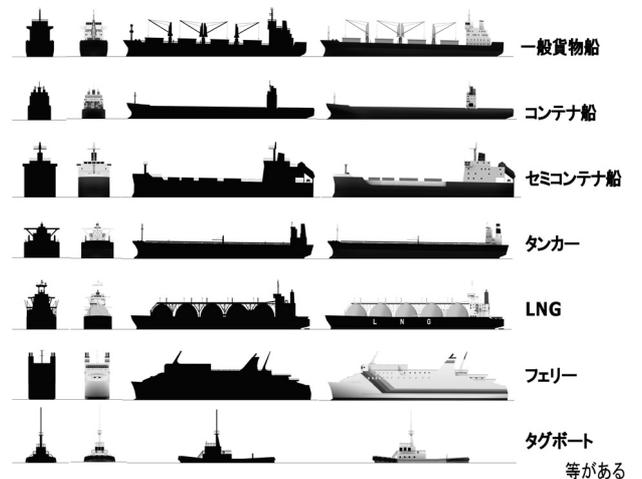


図6 代表的なモデル一覧



図7 危険な船舶の一例

2. 6 航海記録および再現機能

本システムを使用している間は、CSVファイルで記録をログとして残せるようになっている。よって航海の状況等、本システムは元より、操船シミュレータでも再現できるようになっている。

2. 7 オンボード機能

先に述べたように、本システムは操船シミュレータから切り離して単体でも利用できる。この機能を利用すると、弓削丸に持ち込み、船内LANに接続することでカーナビ風な使い方ができるようになる。カーナビ風に利用した状況を写真1に示す。写真では船橋に設置し、船内LANには有線で接続しているが、無線LANにすれば船内の至る所での利用が可能となる。この機能は船だけでなく携帯電話のFOMA通信が使える場所ならば何処でも利用できるようになっているため、場所を選ばないシステムとなっている。



写真1 カーナビ風の使い方

3. 3Dシippナビゲーションの評価

3. 1 評価内容と評価方法

本システムの性能や機能の有効性を調査するために本校商船系教員13名にアンケート調査を行った。アンケート調査としては、非常に少ない数であるが、現役で船舶の運航および教育に携わっている方に対する調査であるため、システムの根幹部分の評価の上では十分ではないかと推測する。今後は、この評価を基に改善したシステムについては、広く一般に調査を行う予定である。

評価する内容は、以下の4点について行った。

(評価内容)

- 視認性 (画面上の各項目等の見易さ)
- 操作性 (各機能の使い易さと実行状況)
- 教育的効果 (教材としての可能性)
- 航行援助の可能性

図8に今回行ったアンケート調査表を示す。実際に本システムを使用してもらった後に、項目にチェックを入れ、意見を下欄に記入してもらう方式で行った。

3. 2 システムの評価結果

3. 2. 1 表示画面の視認性について

図9に視認性についてのアンケート結果を示す。本システムの3D画面表示は、操船シミュレータで表示される実写真合成法で製作されたものと同じものであるため、画面上に表示される地物、浮標等の表示については問題ないと考えられる。航路の濃淡表示については、非常にわかりやすいという評価が多かった。コメントとして、以下のような意見が挙げられていた。

e-操船支援システム アンケート  
(3Dシippナビについて)

1, 視認性について該当する項目にチェックしてください。

3Dシippナビに搭載されている情報は十分である。

各計器の表示は見やすい。

針路の表示は見やすい。

島や灯台、コンパスの映像は見やすい。

島や灯台の名称は見やすい。

コンパスの度数の目盛りは見やすい。

緯度・経度の表示は見やすい。

航路の端を濃淡表示は見やすい。

その他、視認性について気になる点があれば記入してください。

ご意見

2, 操作性について該当する項目にチェックしてください。

航路の濃淡表示を利用すると避航の際に役立つ。

コンパス表示でクロスベアリング (方位測定) に役立つ。

トップビュー表示でクロスベアリング (物標までの距離・方位) に役立つ。

クロスベアリングは行いやすい。

試行操船は行いやすい。

3Dシippナビにおいて試行操船は有効であると考えられる。

可変距離マーカー・ベアリングは使用しやすい。

その他、操作性について気になる点があれば記入してください。

ご意見

3, 教育的効果について該当する項目にチェックをしてください。

クロスベアリングやレーダー等の実習で学校教材への利用は可能であると考えられる。

本システムの東島海峡のデータを保存し、航路説明等の学校教材への利用は可能である。

その他、教育的効果について気になる点があれば記入してください。

ご意見

4, 本システムの機能を利用して航行支援が可能と考えますか?

はい  どちらともいえない  いいえ

その理由をお答えください。

図8 アンケート調査表

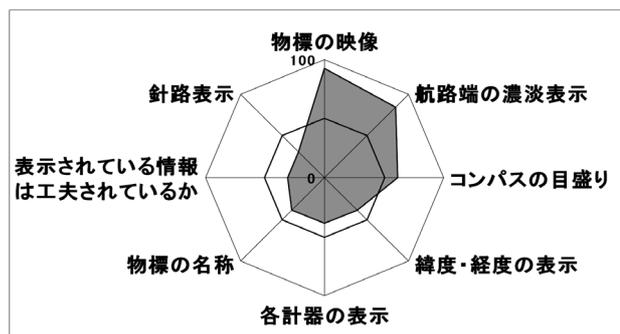


図9 視認性の評価結果

- ①航路を海図記載のような単純な線を表示するよりは、色の濃さで判断できるため、避航の動作をとったときなど自船位置の直感的な判断が行いやすい。
- ②航路の端が色濃くなっているため、浅瀬のような危険があるように判断されてしまう可能性がある。
- ③航路端の色表示は、左舷標識、右舷標識のようなブイの色にした方がよい

評価として低かったのは、地物の名称、各計器の表示、針路の表示についてである。地物名称は表示大きさを距離により変化するようにしているが、適切な拡大率となっていないと考えられる。各計器の表示は、弓削丸の実際の指示器に似せて作成したため、アナログ表示となり、細かい目盛りが読みづらかったようである。これはデジタル表示に変更する必要があると感じた。針路表示は画面下に小さく表示するようにしたことが原因で、注視しないと気がつかないほどであることから変更が必要と思われる。

この他、計器の表示部分については以下のようなコメントが挙げられていた。

- ①計器はデジタル表示の方がわかりやすい。
- ②対水針路の表示ができる等、データを加工した表示を出してくれるとありがたい
- ③コンパス表示については、180°までの表示で十分である
- ④コンパスを表示せずに、シャドウピン位置の方位をデジタルで示す方がよい

一般的に商品開発の観点から考えると、満足度が80%を超えていなければよい商品との評価が得られないことから、この視認性についての結果は50%を下回る項目が多いため大幅に改善する必要がある。

### 3. 2. 2 システムの操作性について

操作性についての結果を図10に示す。50%を下回る部分を見てみると、試行操船の操作性に問題があるとでている。試行操船を行う場合は、マウスで行きたい方向を指示する方式のため、使いにくかったものと思われる。また、コメントには、「試行操船時に舵角表示が必要」との意見があったことから、実際の船の操船と同じように、舵角を指示する操作を検討する必要性を感じた。

この他、3D表示での方位測定には、「コンパスだけが表示されて方位を測る方式となっているため、自船の船首方向との感覚がわかりにくい」という回答があった。確かにクロスベアリングを行う場合は、船首方位を頭に入れた上で、各測定方位の下二桁を

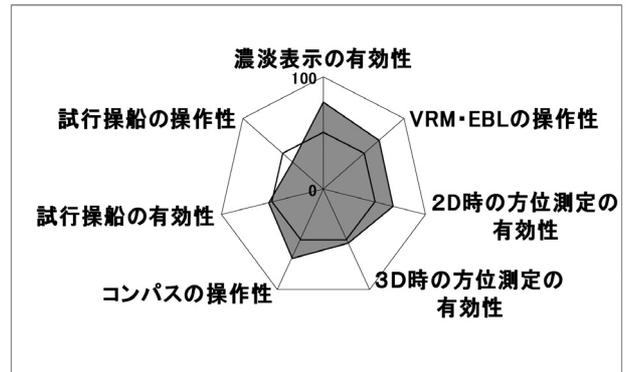


図10 操作性の評価結果

読んで行うため、船首方向がつかめる方法を付加する必要があることが判明した。

### 3. 2. 3 教育的効果の度合について

本システムは、先に述べたように航行支援に利用するために開発したものであるが、航海状態の再現や航路航行時の航路説明、クロスベアリングの習得などについては、教育に利用できる側面を持っていると考える。特に今回のアンケート調査の対象者が海事機関の教育者であるため教育教材としての利用面についての意見をもらった。

回答は、本システムの各機能を使った「航海技術習得面への利用」と3D、2D表示や航海再現機能等による「航海実習面への利用」の2点について有効性を回答してもらった。

結果は図11に示す、航海技術習得面が60%、航海実習面が100%の利用ができると回答された。主な意見として挙げられたのは以下である。

[航海技術習得面]

- ①2D表示の操作がレーダ操作と共通ため、レーダ説明教材として利用度は高い
- ②クロスベアリングのやり方の説明および練習には十分使える

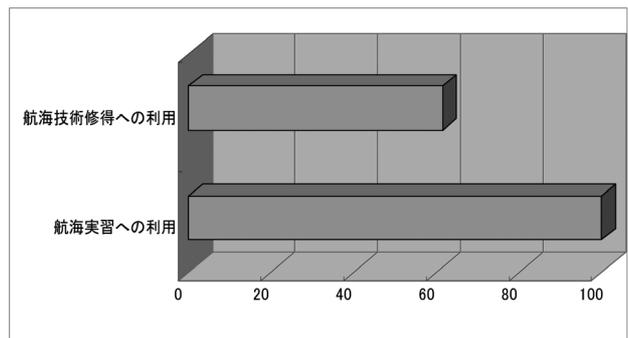


図11 教育的効果の評価結果

- ③地物の名称等が記されているため、方位測定物標の選定に利用できる

#### [航海実習面]

- ①航路説明に海図の3D表示が有効であるため利用できる  
 ②航路航行の事前説明, 事後説明に最適である  
 ③天候不良時, 船内の教室での航路説明に利用価値がある  
 ④航路航行時, Frying bridgeで実際と対比させながら利用できる点が良い  
 ⑤現在航行している船の真風向・真風速の測定練習が陸上できる点が良い

航海技術習得面についての60%という評価は、本システムではレーダの説明やクロスベアリング関係の説明のみで行えなかったという点で評価が低かったものとする。これに対し、航海実習面では海域説明上での3D, 2D表示の有効性や記録収録からの事後説明が行える点、さらには船内、船外を問わず何処でも持ち運べて説明ができる点が100%という高評価を得た理由と思われる。

### 3. 2. 4 航行援助の可能性について

本システムの利用で航行援助はどの程度できるかを「船内で使用する場合」と「陸上で使用する場合」とに分けて質問を行った。回答は、完全に航行援助に使用可能な装置を100%とした場合の、本システムの現状の評価を回答してもらった。

図12に示すように、船内で使用する場合、航行援助は53%であり、あまりよい評価ではなかった。理由として上がっていた意見は以下である。

- ①2D表示はレーダがあるため必要性を感じない  
 ②3D表示は海図から十分に判断できる（視界制限時以外必要性を感じない）  
 ③ECDISの現在の機能で十分にこと足りる  
 ④操船に本当に必要とする機能が見当たらない

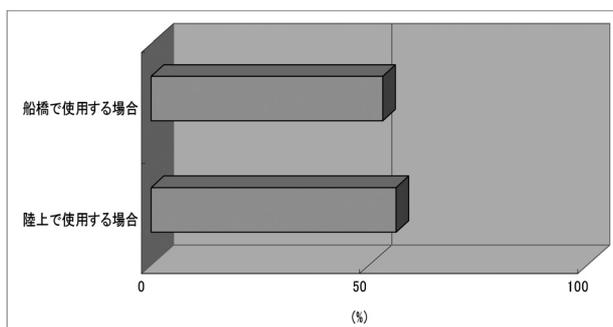


図12 航行援助の度合いの評価結果

- ⑤目に見えない情報の表示機能が必要（潮流や風向が画面でわかる等の機能）

上記の意見から推測すると、今回のアンケートの回答者は航海経験が豊富であり、レーダ, ARPA, ECDIS等の運用を熟知しているため、船内での本システムの必要性を感じなかったように思われる。④や⑤の意見にあるように、潮流や風向・風速といった、目に見えない情報の3D表示など、操船者の必要とする機能を取り入れる必要性を感じた。

陸上で使用する場合の結果は56%となり、船内で使用する場合と同様、よい結果は得られなかった。陸上で航海状態が忠実に表示される点で数パーセント、船で使用する場合よりも良くなっているが、評価の低くなった理由は上記と同じと考えられるため、今後大幅な改善が必要と思われる。

## 4. おわりに

今回の研究は、操船支援が行なえる装置の開発とその簡単な評価を行ったものである。開発した操船支援の装置は、熟練航海者からの評価では100%中、半分程度の達成度しか得られなかった。この点については真摯に受け止め、アンケートから判明した改善点を考慮して、今までにない装置の開発を目指したいと考えている。

## 参考文献

- (1) 高岡俊輔・平山悠太：e-操船支援システムの開発, 弓削商船高等専門学校紀要, 第30号, pp.31-35, 2008. 2
- (2) 高岡俊輔・平山悠太：e-操船支援システムの開発－Ⅱ－, 弓削商船高等専門学校紀要, 第31号, pp.7-10, 2009. 2
- (3) 須佐美智嗣・益崎真治・松下邦幸・田原正信：練習船弓削丸のLANシステムについて, 弓削商船高等専門学校紀要, 第17号, pp.121-127, 1995. 2
- (4) 高岡俊輔・豊田利彦・松永直也・石川祐二：練習船弓削丸の船内LANシステムの現状と将来への拡張について, 弓削商船高等専門学校紀要, 第28号, pp.1-6, 2006. 2
- (5) 高岡俊輔・岩崎和志・和田満・井本琢哉：燧灘全域における携帯電話の受信強度について, 弓削商船高等専門学校紀要, 第29号, pp.39-43, 2007. 2