

「パイロットサポーターの導入について」

内海水先区水先人会事務局海務部

湯谷 春子

＜講演概要＞

内海水先区の響導船舶は、大手邦船社、製油鉄鋼等の産業に傭船された不定期船、及び中国、東南アジア系の便宜置籍船が多く、日本人船長と出会うことは極めて稀である。

これら船舶の乗組員は多国籍化し、そのPerformanceに大きな差が生じつつあり、航行計器等の取扱い、保守点検整備が十分になされておらず、BRMの基本となる水先人に対する十分な情報提供は期待できず、「水先人に頼りきり」となりつつある。

このような環境の中で、水先人自らが響導（操船）中に必要とする情報を迅速・確実に把握する響導補助手段としてPILOT POTABLE UNITの開発を戸高製作所の協力を得て行い、名称も「パイロットサポーター」として、当会水先人の半数以上が活用し、安全運航に努めている事例について紹介した。

講演資料 1

講演資料 2

パイロット・サポーターの導入について



岡田 範和
(内海)

1. プロローグ

昨今 世間では IT (Information Technology) 化が叫ばれております。

陸上産業における IT の進展は目を見張るものがありますが、船舶においても、操船者の立場から思い起してみると、遅ればせながら航海計器の分野においても、IT 化が進んできたように思えます。

これら計器の内、パイロットとして興味あるものに ARPA, ECDIS (電子海図表示装置) AIS (自動船舶識別装置) 等があります。こうした電子機器の船舶への導入を目の当たりにしたとき、操船者としても運航技術面における IT 化の進展は時代の大きな流れとなりつつあることを認識させられます。

最近の船舶は、大型化及び複雑化する一方乗組員の減少も顕著であり、航海計器類は十分な保守、点検整備がなされておらず、時には港内操船時、船橋に船長と操舵手の2名だけしかいないこともあります。このように水先業務の環境が厳しくなり、パイロットが乗船すれば貴方任せとなる状態では、嚮導に際し必要とされる情報の提供が不十分となり、そのような状況では万全を期した安全操船は望めるものではありません。

このような環境の下では、電子海図表示装

置等によるマイ・チャート、マイ・ルートは、安全な操船に少なからず役立つものと考えられます。

内海水先区においては、シー、ハーバー業務ともに広範囲に亘るので、電子海図表示装置は、新人教育に、また、水先業務のサポーターとして活用できるものとして、3年程前から有志により色々なソフトが検討されてきました。

そこに、戸高製作所からパソコン・タイプの電子海図表示装置を紹介され、これに当会の要望する機能を取り入れてもらうことによりパイロット・サポーター (商品名) として平成 15 年 10 月に実用機が完成され、これを嚮導の航行補助設備として導入しました。

爾来、使用者の声を入れて、より使い易いものへと改良を重ね機能向上が計られてきましたが、16 年末には AIS データの表示も可能となり、現在他のソフトを使用している方を含めれば、60 余名のパイロットが個人的に水先業務のサポーターとして活用しております。

愛用者の評価は多岐にわたりますが、一言で言えば、「例え視界制限状態にあっても自船の位置を心配することなく、安全運航 (見張り) に精力の過半を集中できる」ということになるかと思います。

2. パイロット・サポーターの機能

2.1 変遷

ECDIS, パイロット・サポーター等は, 何ら目新しい物ではなく, 十数年前に出始めたカー・ナビと基本的に変わるところはありません。

当時でも, PC カードに記録したナビ・プログラム及び簡易海図をカー・ナビに差し替えるだけで, ルート・ナビは勿論, 航跡をメモリーに残しておき, 後日 Reply することも可能でヨット用等にルート・ナビができるようになっていました。

筆者は, 12 ~ 13 年前から, カー・ナビによるルート・ナビを活用していましたが, 港内操船用としては参考になるところまではゆかなかったものの, 米国船々長に「Mr. Pilot は Paper less Chart を使用しているのだね」, 「米国では, 既に PC GPS (パソコン GPS) を利用しているよ」と言われたことが印象強く, 方向性は間違っていないと勇気付けられました。

この頃, 国内ではいわゆるパーソナル・コンピュータは CPU の演算速度は遅く, 記録メディアの容量も小さく, 地図・海図のデータ量は少なく, 特に地方になる程お粗末でした。

カー・ナビの電子地図は, 各社から提供されておりましたが, 電子海図においては競争相手もなく, また測地系を Tokyo Datum から WGS 84 に変更する必要があったのことが, 近年になって主要海域が整備されるようになった有様で電子地図には立ち遅れております。

一般の船用機器メーカーはハード, ソフトを開発し, 電子海図ソフトも自前で作成, 参考電子海図として海上保安庁の監修を受けて提供されていました。

これら機器は GPS と海図・地図表示装置を Docking させたものであり, GPS の精度 Up, コンピュータ機能の高速化が図られ, 機器の Grade Up が急速に進んでおりました。

当会でも, パイロット・サポーターの導入に至るまで, 複数のソフト・メーカーのソフトを購入し検討してきましたが, これらには取扱説明書が添付されておらず, プログラム・ファイル内の Readme ファイルを開いて見なければならぬ不便がありました。

勿論, Readme ファイルの取扱説明をプリント・アウトして参照する方法もありますが, 我々年代の者には馴染めないものでありました。

一番の難点は, GPS, パソコン, ソフト及



図1 航海表示画面



図2 AIS 接続使用例

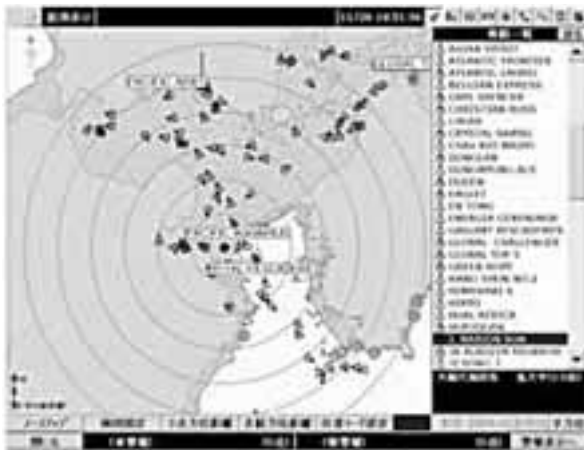


図3 ETAの数時間前から監視できる

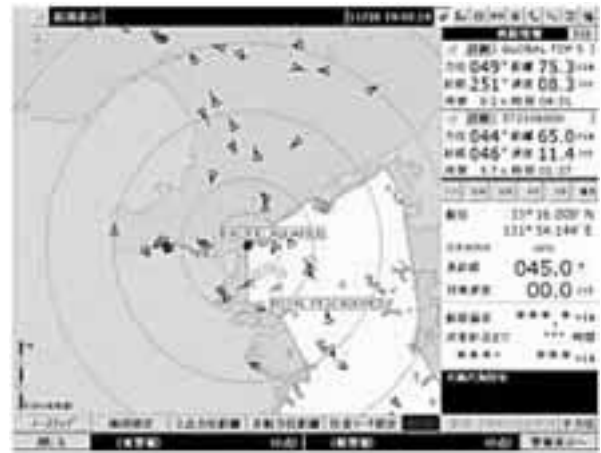


図4 該当船舶のETAのチェック

パイロット・ステーション用 AIS 表示例

び電子海図を別々に集めてセット・アップしなければならず、巧くセット・アップできない事例もありました。

また、市販パソコンのメーカーには船内の環境が理解できていないのか、夜間にあっては画面の一部が明るすぎて目障りになるものもありました。

電子海図は、改補する必要がありますが毎月末刊行される海図の改補も、複雑でした。

これらの点を、一挙に解決したパイロット・サポーターは、我々の要望に沿うものであったし、過渡期であった AIS の導入にも、パソコン・タイプであるがゆえに容易に対応可能であり、パイロット・サポーターの選択は最適であったと信じています。

パイロット・サポーターの導入以来、平成15年後半より AIS を搭載した船舶を見かけるようになりました。

AIS PILOT PLUG を装備している船舶もあり、早急にパイロット・サポーター用のソフト開発を依頼し、16年10月から実験導入し3名の会員がテストをしていましたが、AISの有効性・使い勝手もともに良く、パイロット・サポーターを活用している会員にこのことを周知して導入を奨めております。

一方、パイロット・ステーション用にパイロット・サポーターをベースにした受信専用 AIS 表示装置を共同開発し、パイロット・ステーションに設置し活用しております。

内海では、各船からの AIS データは100マイル以内位から得られ、応招船舶の動静を Real time に把握することができるので、この受信装置端末により業務の効率を高めることが可能となり、操作が簡便なこともあって重宝されております。

上記、パイロット・サポーターをベースにした AIS 表示装置は、進路警戒等に従事するエスコート・ボート、タグ・ボート等にも活用できるものと思われますが、如何でしょうか。

他方当会では、十数年前から三井造船㈱製のハーバー・マスターなる Simulator を使用していました。しかし機能、操作性に多少問題があり、これからの目標として、事務所にパイロット・サポーターをベースにした音声認識型 Simulator を戸高製作所と共同で鋭意開発中であり、17年春には完成予定となっております。

なお、Simulator の港内操船ソフトの一部は、パイロット・サポーターにも取り入れる

ことが可能であり，早急に導入されることを期待しているところです。

2.2 基本的な内容

当機は，パソコンにパイロット・サポーターのソフト及び電子海図（ENC）をインストールし，GPS を接続して，電子海図上に GPS に基づく船位，その他自船の状態を表示することができます。

参考までに記せば，当会々員が使用している GPS は，GARMIN 76 や COMET などが主流となっております。

それぞれに一長一短があり，船上に持ち込みパソコンに接続して使用するのであれば，COMET GPS が扱い易く便利と思います。

一方 GPS に代えて，本船の AIS PILOT PLUG から RS - 422 レベルコンバーター付

き USB 出力のケーブルでパソコンに接続することができれば，自船の船首方向，船位，真針路，速力に加えて，他船の方位，距離，船位，真針路，速力等が ARPA と同じように表示されます。

なお，パイロット・サポーターの電子海図は，電子海図表示装置の基本である IMO の S - 57 規格に基づき開発され，海上保安庁水路部より刊行された電子海図（ENC）を使用しております。

ENC は紙海図と同等程度の精度があると言われておりますが，瀬戸内海の東部と西部ででもデータの量が異なり，西部においてはデータ量の少ないのが目立ちます。

また，2 ～ 3 万トン・クラスの船舶が入港する港であっても，海岸線のズレが目立ち，等深線が描かれていないところもあります



図 5 COMET GPS 受信機



図 6 GARMIN 76 GPS



図 7 AIS とパイロット・サポーター接続例



図8 海図データが不備である例

(図8参照)

2.3 パイロット・サポーターの機能の詳細

パソコン・タイプの当装置の操作は、カー・ナビ並みに電源を入れたら、即パイロット・サポーターのメニュー画面が最初に表示され稼動状態となります。

このように、ハードウェア、ソフトウェア両面で工夫が施され、専用機のような感覚を持たせているところが味噌です。

また、利用者側では、パソコンの操作面でOSを休止状態にしたり、休止状態から起動したり、又は乗船前に起動させた後、Display画面の蓋を閉じておき、乗船して蓋を開けると即稼動状態となり、下船時にはDisplay画面を表示状態のまま蓋を閉じ、下

船後パソコンを終了させるなど、乗・下船時の状況を考慮して、装置を手早く稼動させることが可能です。

但し、AIS PILOT PLUGに接続する場合、現時点ではパソコンをシャットダウンの状態から、起動、又は再起動させる必要がありますが、AISの接続ケーブルをパソコンに接続してから起動しても2分程度で稼動状態となるので苦になりません。

当装置は、カー・ナビ並みと言っても、専用機でなくパソコンのWindowsの機能も活用でき、ワード・エクセル等を利用した参考資料が参照できるので非常に便利です。

メニュー画面には次の5項目の機能があり、この画面から5項目それぞれの機能を選択し移ることができるので、以下に諸機能に



図9 メニュー画面

について簡単に説明します。

2.3.1 航路計画 (図 10 ~ 11 参照)

マイチャート、マイルートとして活用するために、ルート、マーク、線、円及びエリア設定等を適正に行なっておくことが肝要であります。

- イ) 2 地点間方位距離機能：ルート、マーク、線、円及びエリア等を設定する時、位置決めに活用できる基本的な機能であります。
- ロ) マーク設定機能：警報マーク（近寄ると危険な地点に警報を発するマークを付ける）及び任意マークはルート作成時参考として利用することができます。
- ハ) 線設定機能：避険線（アラーム付き）、航行の補助線、目標線など、参考となる任意線を引いて活用できます。
- ニ) 円設定機能：半径を自由に設定可能な避険円、任意円を描くことができます。
- ホ) エリア設定機能：避険エリア（アラ-

ム付き）、任意エリアを、工事、漁労などの範囲として表示することができます。

- ヘ) ルート設定機能：任意マークなどを利用してルートを作成しておけば航海表示画面でルートと呼び出しルート・ナビができます。
- ト) 確認機能：作成したルート上をスクロールして、ルート上及び付近の障害物の確認等を行います。
- チ) 複製機能：ルートを複製し、それに部分的に変更を加えて出発地、目的地を変えて別のルートにすることも容易であります。



図 10 航路計画画面



図 11 確認ウインドウ画面

2.3.2 条件設定（図 12 参照）

航海表示画面で、安全な航行操船を行う上で必要とされる情報を提供する、及び警報を発するために、この条件設定画面で次のような各種設定を行うことができます。

- ・ 本船の前方距離及び角度内に危険なマーク、線、円、エリアに接近したときに警報を発する範囲を設定。
- ・ 水深と喫水の関係から、座礁、避険線接近、避険円接近等の場合にアラームを発する設定。
- ・ 変針点に接近した時アラームを発するタイミングを設定。
- ・ 船型データを設定、船型表示の有無を選択。
- ・ GPS アンテナ設置位置の補正を設定。
- ・ 船首円、船尾円の半径及び表示の有無を設定。
- ・ 自船のベクトル長さの設定。
- ・ AIS の他船情報表示範囲の設定（他船のベクトル長は自船のベクトル長に比例）
- ・ AIS による他船情報表示の有無を設定。

2.3.3 航海表示（図 13 ～ 15 参照）

この航海表示画面で、パイロット・サポーターを有効に活用するためには、条件設定、航路計画の両画面で適正に計画し入力しておくことが重要となります。

GPS を接続して主メニュー画面で航海表示をクリックすると GPS で測位した船位を、その海域の海図を自動的に呼び出し、海図上に船位がフロント・ワイドに表示され、海図上で船位が確認できます。これだけでは、ルート・ナビはできませんが、第一の目的である船位確認は達成されたわけです。

- ・ ノース・アップ/ヘッド・アップの切り替え：レーダー、ARPA のような感覚で使える。
- ・ 海図固定/自船固定の切り替え。
- ・ 2 地点方位距離（任意の 2 地点間のデバイダー機能）
- ・ 自船方位距離（自船から目標地点のデバイダー機能）
- ・ 任意マーク設定。



図 12 条件設定画面

- ・任意時の航海画面を JPEG 形式で My Document へ保存する機能。
- ・航路リストから航路を選択。
- ・航路を選択した場合ルートナビの開始点を設定する。



図 13 AIS を接続した航海表示例

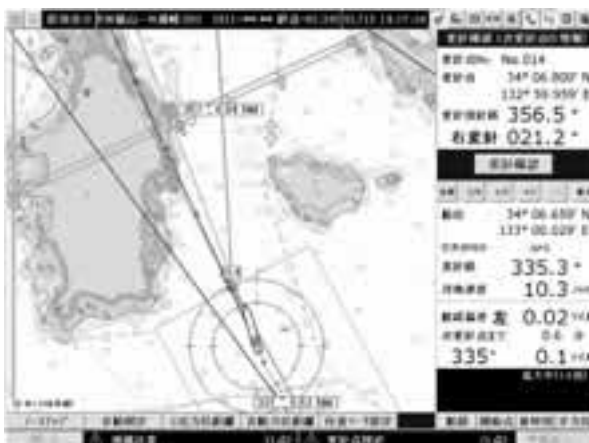


図 14 来島海峡(中水道)



図 15 投錨

- ・必要であれば、現状スピードによる航路 IN などの着時間を表す。
- ・昼夜の選択及び画面の輝度調整可能。
- ・AIS については後述。

2.3.4 記録表示 (図 16 参照)

過去の航行軌跡は年月日を指定し呼び出し確認参考にすることが可能であります。

2.3.5 データ更新 (図 17 参照)

海図の改補は、毎月末に、海上保安庁水路部刊行の電子水路通報 (CD - ROM による) をパイロット・サポーターの主メニュー画面

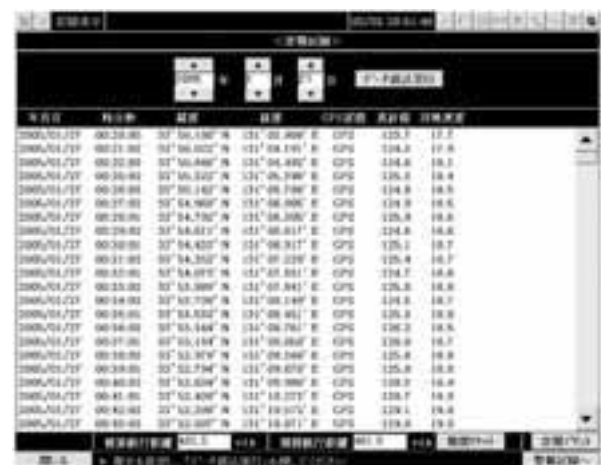


図 16 記録表示画面



図 17 データ更新画面

(*)で「データ更新」メニューを選択し、電子水路通報 CD - ROM をパソコンの CD DRIVE にセットして、更新実行ボタンをクリックすれば、ワンタッチで、改補が完了します。

また、ENC 自体の新替（旧版の廃版時）も上記同様ワンタッチで完了します。

3. 操 作（図 18 ～ 22 参照）

当機は、メニューを開いて機能と呼び出すという手法を極力避けて、1 機能 1 ボタンというやり方を採用しております。

主画面の表示エリアを多少犠牲にしても、画面の周囲に機能ボタン、アイコンを配置し操作性を優先しました。

開発者のコンセプトのとおり、装置を 1 人で携帯し本船に持ち込み、簡単にセット・アップできます。

セット・アップを容易にするために、GPS 等の接続部に工夫がされています。

全ての機能の実行にあたって、最後に確認ウインドウで確認を促して、折角入力したデータが無駄にならないように配慮してあります。

注意事項

- ・GPS 又は AIS 及びパイロットサポーター用パソコンは、船内の航海計器類から少なくとも 1 メートル以上離して設置することが必要であります。

- ・GPS 及び AIS のデータは、自船のレーダー波、又は反射波により妨害されて通信不良となることがあります。

- ・本船 AIS のデータの内、位置データは測地系の違いから、海図上の位置がずれていることがあります。

- ・AIS を接続し使用していても、他船が AIS を装備していないと画面上に表示されないことを承知しておくべきであり、他の航海計器との併用が大切です。

- ・AIS 搭載義務対象船舶：国際航海に従事する 300 総トン以上の船舶（国際航海に従事しない 500 総トン以上の船舶）

パイロット・サポーターの条件設定画面において、他船情報表示範囲（1 ～ 99 マイル可変）を 6 マイルに、船のベクトル長さ（1 ～ 60 分可変）を 12 分に設定し、パイロット・サポーターを AIS PLUG に接続し電源を入れると作動を開始し、他船が自船から 6 マイル圏内に近づくと自動的に海図上に 12 分間のベクトルを持つ他船が表示されます。



図 18 AIS の使用例



図 19 AIS PILOT PLUG 接続例

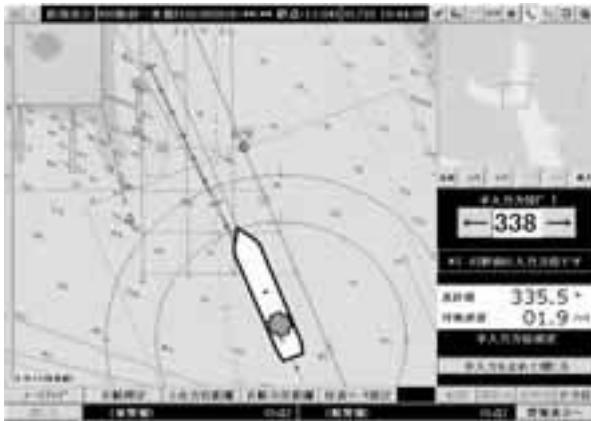


図 20 港内操船例(水島新日石 # 6 接岸)



図 21 水島新日石 # 6 接岸例

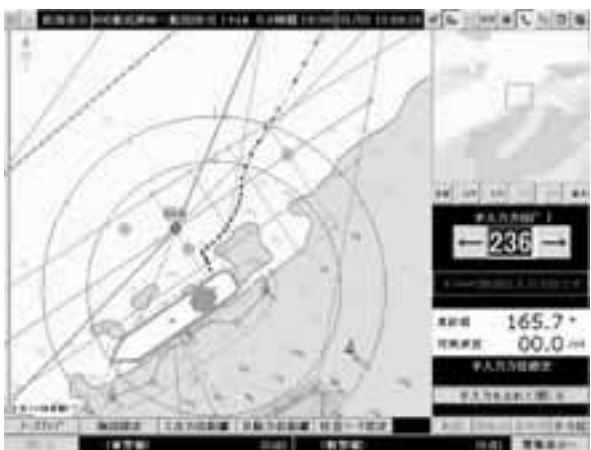


図 22 番の州コスモ石油 # 1 係留例

主画面の各種機能操作アイコンの船型をクリックするとデータ欄が表示され、主画面上のデータを知りたい船型をクリックすると、データ欄に他船の方位、距離、針路、速度、

CPA 及び TCPA が表示されます。次々と他船をクリックするとデータはトコロテン式に入れ替わり、常時 2 船分のデータを表示します。

データ欄上部の他船情報の「リスト」をクリックすると 6 マイル圏内の全船舶の船名が表示され、船名左の「詳細」をクリックするとその船舶の方位、距離、針路、速度、CPA 及び TCPA の他、船種、積荷、目的地、ETA、その他の AIS 情報データが表示されます。

自船のベクトル長を長くすると、他船のベクトル長も同率で長くなり、各船のベクトルが多数交差して画面の内容が判断し難くなる場合があります。

また、他船情報表示範囲を広くすると、各船のデータ量が多くなりパイロット・サポーターの機能の動きが遅くなります。ひどくなるとチャートのスクロールが効かなくなることもあります。

冒頭に述べたように、本年度中に、Simulator による離着岸支援の一画面を BSS (Berthing Support System) の感じで、パイロット・サポーターの航海表示画面上に表示できるように準備中です(図 23 ~ 24 参照)。

- ・パイロットサポーターの航路計画で任意線を活用し、進入コース、距岸距離及び上り距離等を設定しておくとな参考になります。
- ・船首、中央、船尾のバースまでの距離、幅寄せ速度等データは、画面右上の Sub panel に船型表示し、その横にデータを表示するように計画しています。
- ・主画面はシンプルであることが望ましく、船側とバースの間にはベクトルのみの表示となります。

下記に、(株)戸高製作所によるパイロット・サポーターの開発に対するコンセプトを紹介いたします。



図 23 離着機支援画面イメージ図 (株)高製作所提供



図 24 離着機支援画面(横速力)イメージ

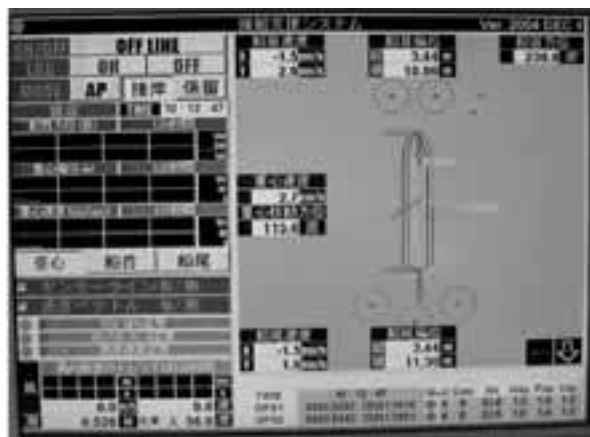


図 25 他社専用バス BSS 接岸モード例

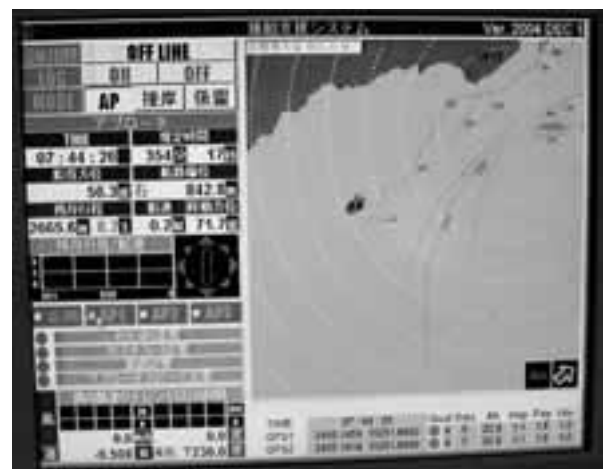


図 26 BSS のアプローチ

<パイロット・サポーターの 開発経緯とコンセプト>

(株)高製作所

1. 開発経緯

内航船向けの運航支援を目的に開発された運航サポーター電子海図表示装置の“現場での使い勝手を優先し、機能を必要最低限に絞り込む”というコンセプトが、パイロットの方々がお探しの業務支援ツールと一致しており、パイロットの方々の高度な操船業務を支援できる使い勝手の良いツールができないものかという考えから、内航船向け運航サポーターをベースに、パイロット業務の支援機能

を追加し、同時に装置の軽量化、小型化を行い、1人で携帯し本船へ持ち込めるものを開発した。

2. 開発コンセプト

2.1 信頼性

- (1) ハードウェアは、船舶上へ持ち運んで使用するという厳しい動作環境においても確実に安定した動作ができるものとする。
- (2) ソフトウェアは、Windows やハードウェアとの相性問題が生じないように、十分な事前検証を行う。
- (3) トータルの信頼性を確保するため、ハード・ソフト一体の販売とする。

2.2 現場意見に基づく操作の単純化，明確化の実現

- (1) 現場の意見に基づき必要以外の便利機能は全て排除し，操作の単純化，明確化を図る。
- (2) 操作は，「1 機能 1 ボタン」を採用し，メニュー選択方式などは極力なくす。
- (3) 操作ボタンの名称等は運用者が普段から使い慣れている文言を使用する。
- (4) どの機能がどこにあるのかが，画面上で一目で分かるように操作ボタンの配置や文字の大きさを工夫する。
- (5) 全てのボタンは誤操作，誤動作，無反応などが生じないように，その大きさと配置及び反応領域を決定する。誤操作防止のため無反応としているボタンの見分けができるようにする。
- (6) 電源を入れるだけですぐに使用できるようなシステム（ハード，ソフト）とする。

2.3 コンピューターを意識させない

- (1) パソコンの操作経験がない方でも容易に操作できるようにする。
- (2) 各種操作上の設定において運用者がキーボード操作をしなくて良い設定方法とする。

2.4 携帯性

- (1) 極力小型・軽量なものとする。ただし，表示画面はなるべく広い海図，大きい文字を表示することができるような画面の大きさを確保する。

以上

最後になりますが，パイロット・サポーターの開発者の経歴から，我々の要望する意見を理解していただき，一を聞いて十を知るという感じで，パイロット・サポーターをここまで仕上げていただいたことに感謝する次第であります。

海事情報

EPDIS (Electronic Pilot Display Information System)

本船乗組員は不慣れな海域において，水路誌 (pilot books) を頼りに航行するが，それに掲載されている地形のスケッチや写真は船橋の窓から見える眺めと同じだろうか。

欧州では，輻輳海域における船舶航行の安全確保を目的として EPDIS (電子水路情報表示システム) を 3 年がかりで開発中であり，本年 9 月に最終結果が報告される予定である。本開発計画には 285 万ユーロ (約 4 億円) が注ぎ込まれているが，そのうちの 176 万ユーロ (約 2 億 4 千万円) は欧州委員会の情報社会技術 (IST) プログラムから援助を受けている。

EPDIS には 3 次元電子海図，VTS から提供される潮汐，潮流及び風力などのリアルタイムのデータを表示する機能があり，本年 2 月開催の英国航海学会では，開発者から「 3 次元電子海図は，衛星写真と標高データを組み合わせで作成されており，様々な船舶が複数地点から見る眺めそのものを再現することができる。」との説明があった。

(Safety at Sea International March 2005)

Portable aids for pilotage

Pave Stanley BSc, FNI
Navicon Dynamics Ltd

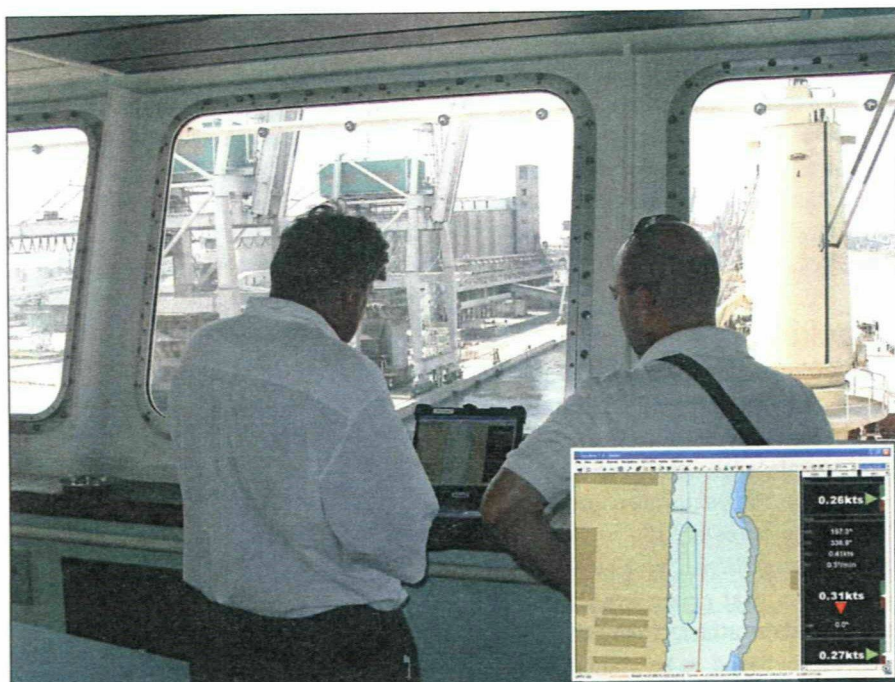
Ports are facing increasing demands to accept larger ships and turn them round rapidly and consistently, without regard to the weather. Consequently, safety margins for pilotage and ship-handling are decreasing and the already high-pressure job of piloting is getting even more challenging. Simultaneously there is an increased emphasis on accountability; and when things go wrong it is normally the master and the pilot who take the blame.

PPUs – feedback needed

PPU technology has huge potential for improving safety and efficiency in navigation, provided the technology works correctly, good procedures are in place and the operator is properly trained to use it. However these units – which work so well – tempt users to push the envelope of operational limits and the industry needs to think hard about their role. At the Institute's last IBS conference, for example, Captain Jorge Viso MNI, Chairman of the American Pilots' Association Navigation Technology Committee, came up with the wise observation that 'you should not take a ship anywhere with a PPU that you wouldn't go without it'.

As these systems develop technologically, operational practices will evolve as well. So if you have experience using PPUs, *Seaways* would like to hear from you.

David Patraiko FNI



▲ Pulling off the berth. Observing the system in operation during a training exercise.

Pilots have traditionally relied on their local knowledge and ship-handling experience to control the behaviour of ships in confined waters and when berthing. They are backed up by the other members of the bridge team, although on many ships the team is very small and often of unknown reliability. Ships using paper charts can rarely manage to keep an up-to-date position displayed on an appropriate chart; those with an electronic chart system or ECDIS can do better, but most ships are not so equipped. The result is that the back-up for the pilot when transiting narrow channels is effectively only the master's eye; and unless the master has local knowledge, that may be insufficient to detect an apparent problem and issue a challenge in sufficient time.

When berthing large ships, very precise control of transverse velocity is required in the final stages to prevent damage to the berth and the vessel. Approach velocities, which ideally need to be less than about 8 cm/sec (0.16 knot), are very difficult to judge by eye – especially when the bow is 200m or more from the bridge. Laser docking systems have been used at critical berths in some ports but these are expensive and a separate installation is needed at every berth for which fine control is required.

Information about other ships,

particularly those which may be hidden around bends, is now available on almost all ships via AIS (automatic identification systems). In busy ports this information can be extremely useful if it is displayed as an overlay on the ship's radar or ECDIS. Its value is limited, though, if the ship is only fitted with the minimum keyboard display (MKD); and that is, unfortunately, the norm.

What is available to assist the master and the pilot in ships which otherwise have only rudimentary facilities?

Electronic aids for pilots

Enter the portable pilot unit (PPU) – a generic term for a self-contained sensor and display system, taken aboard a ship by the pilot for use by himself and the bridge team. Simple electronic aids have been used privately by some pilots for years – the simplest being a hand-held GPS or PDA with a small-scale chart, which gives the pilot a measure of independent confirmation as to the receiver's position. Slightly more sophisticated systems may have a remote GPS receiver on the bridge wing, feeding a laptop computer with a reasonable-size display. However purpose-designed systems are now available and one of their great strengths is that their information is available to the pilot at his



▲ Congested waterways.

conning position, rather than a 5m walk away. This article will examine the strengths and weaknesses of various options.

Display software

If a pilot-provided system is to be used for matters relating to ship safety, the master reasonably wants assurance that the chart is reliable and ideally an official one. These requirements may be met by a system using raster charts; but in practice the additional functionality available from vector chart data weighs heavily in its favour for pilotage. Official 'S-57' charts are the preferred option, though for ports where such data is not yet available, very high quality charts in S-57 format can be generated quite simply and economically. When the source data used for these charts is the port's own surveys, its reliability is assured. (Six ports in three continents are currently using specially created S-57 charting in conjunction with systems my own company has supplied.)

Although any ECS software could in theory be used for the pilot's display, in practice it is preferable to use customised software which eliminates features not relevant to pilotage and incorporates extra functionality specifically for pilot use. Features which can be particularly beneficial include:

- The ability to save ship parameters for re-use and easily switch between ships;
- Displaying navigable areas adjusted for ship's draft, under keel clearance and height of tide;
- Ability to plan constant radius turns for large bends, and subsequently monitor the ship's actual turning performance to ensure precise adherence to the plan with the aid of a curved-path predictor;
- Specialised display options for the berthing phase, to monitor distance and angle off the wharf, together with closing

rates at bow and stern;

- Recording raw sensor data to enable variation of display parameters during playback.

Sources of navigational data

The simplest and least expensive electronic aid is one that uses a single GPS receiver; ideally it will be differentially corrected to improve positional accuracy and provide a degree of integrity monitoring. For many ports, corrections are conveniently and freely available either from a 300 kHz beacon or via WAAS/EGNOS/MSAS. A simple system is typically a PDA or laptop and a single antenna, either integrated with the display (PDA), or separate and connected to a laptop display via a cable or a wireless connection. A separate antenna allows display operation inside the wheelhouse, enabling more sophisticated software to be used.

Simple systems are inexpensive and easily portable – and may be all that is required in relatively straight and wide channels. They show the position of the vessel (or more correctly, the GPS antenna) in relation to its surroundings and so can help prevent confusion as to which buoy the ship is passing etc.

As ships move into more restricted waters, these systems become less effective. The size of the ship in relation to the navigable water becomes significant and it is critical that the ship's outline is accurately displayed on the chart. While this can be achieved in some software by entering the ship's dimensions, together with the offsets of the GPS antenna, the displayed picture is only meaningful if heading is accurate. Simple systems can only assume that ship's head is the same as the COG (course over ground); while this is reasonably valid when the ship is moving in a straight line with no wind or

tidal stream, displayed heading will be gravely in error once the ship starts to turn – especially for vessels with the bridge aft. At slow speeds, and particularly when using tugs or moving astern, ship's head and COG may be up to 180° in error.

For precise navigation in confined waters it is vital to know heading, as this allows every part of the ship to be shown in its correct position on the chart. There are two main ways of obtaining heading and ROT (rate of turn) for use on a portable system: AIS and portable pilot units with their own heading sensors.

AIS for navigation

AIS was developed primarily to provide reliable information about other ships in the vicinity, for collision avoidance purposes. Great potential was seen for the pilot to use this information by overlaying it on his own portable chart display: and with this in mind, IMO made it mandatory for ships to provide pilot plugs.

Subsequently, some people have advocated using the pilot plug data as a low-cost source of 'own-ship' navigation information. If full and precise data were available from every ship's sensors (including precise DGPS positions – preferably to four places of decimals, heading accurate to 0.1°, and rate of turn) this would be an excellent solution. Unfortunately, in reality the AIS pilot plug solution falls well short of providing the level of precision needed by pilots operating in close quarters:

- The quality and precision of navigational data needed for AIS to meet its primary anti-collision function is considerably less than that needed for precise navigation.
- Significant gyro compass errors are common.
- Most ships do not have an ROT output.
- The physical installation of the pilot plug aboard many ships is inadequate; indeed there are still ships which either do not have one or whose bridge team do not know where to find it! It is often not fitted where it should be – at the front of the bridge, close to the pilot's conning position – but may be at the back of the charthouse. Many installers seem to interpret the wiring instructions wrongly, so that the data is being transmitted on the 'receive data' pin.

Some AIS pilot plugs have been found to have no valid data available at all, and this may lead to the pilot losing concentration while trying to establish a data flow. Distractions like this, combined with potentially unreliable data, do not make a

positive contribution to vessel safety in pilotage waters.

A recent study carried out by Lloyd's Register showed other worrying problems with AIS, including inaccurate data - with incorrect course and speed presenting serious implications for collision avoidance (and, of course, also for own-ship data in pilotage use).

The result is that while AIS can be very useful for providing information on other ships in the vicinity, particularly if it is displayed on the radar or ENC, the pilot is unlikely to be able to rely on the navigation data provided from the AIS plug for safe, accurate own-ship pilotage.

The Institute's own AIS Forum provides some interesting insights into some of these problems - see www.nautinst.org/ais

Independent PPU's

For a pilot to feel confident with his equipment, he must know that the information provided for both position and heading is accurate and reliable. This can be achieved using a PPU that is completely independent of the ship's equipment - with its own position and heading sensors - carried aboard, set up and operated by the pilot. A good system provides the reliable accuracy needed to conduct safe and efficient pilotage, even in poor visibility conditions, with accurate, high precision position, heading, velocity and rate of turn data. The charting software can thus display present position and movement and predict the future position and aspect of the ship to a very high accuracy. A well-designed system takes less than one minute to set up, is easy to use, and will have been specifically designed for pilotage.

Typically such systems derive their headings from a highly customised and very precise form of GPS compass, using two GPS antennae. The position of the master antenna is entered into the software as an offset from the bow and centre-line, enabling the shape of the ship to be accurately shown in relation to it.

This information when combined with the pilot's experience, knowledge and intuition, leads to much more precise pilotage. Dedicated software allows the pilot to plan, execute, and subsequently analyse his pilotage: the result is an informed pilot who is fully aware of his situation at all times, including - and most critically - in restricted visibility.

Restricted visibility

When visibility is poor, it may be possible to postpone ship movements until

conditions improve, though commercial pressures mean such delays are treated increasingly as unacceptable. A sudden reduction of visibility during a critical passage must be coped with as safely as possible, despite losing a major source of navigation information (for most pilots the major source). Radar is normally the alternative aid used, though unless they have a PPU or a fitted ECS on the bridge, ships effectively end up being piloted by radar alone. Radar is of limited use when negotiating narrow winding channels, especially in large vessels with high antennas, as critical close-in information is lost below the radar beam.

A high quality PPU provides a very effective source of alternative information. If it is capable of measuring and displaying rate of turn, and especially of curved path prediction, it may even be the prime navigation sensor used in restricted visibility, with radar as the secondary monitoring system. For pilots who routinely use a PPU as an aid to visual pilotage, the transition is very smooth and virtually seamless - especially if the alternative is an unfamiliar radar set whose state of tune may be far from optimum. In training for blind pilotage, one port - which has a high incidence of fog in the winter months - routinely practises using the PPU as the prime source of navigation information, with a second pilot having override authority. Their experience is that there is no deterioration whatsoever in the quality of the navigation, and the second pilot has never needed to intervene. Of course, in genuine restricted visibility, the system would be used in conjunction with radar blind pilotage techniques, as under no circumstances should a PPU (or radar for that matter) be used as the sole source of navigation information. The PPU provides a second source - and a very capable one - to enable safe navigation to continue.

Sharpening skills

Contrary to what one might expect, our experience shows that working with a PPU does not create dependency, but rather improves the quality of pilots' work, even when they are not using it. One very experienced pilot commented: 'I can do a better job using only your equipment, and not looking out of the window, than I can do by eye... By using the predictor and rate of turn, the ship can be kept precisely on the designated track around bends in a narrow channel. It is further evident to me that by using the equipment and also looking out of the window, I have increased

the database on which my mental assessments are made. My pilotage skills without the equipment are thereby (also) improved.'

Some advanced PPUs also give the pilot the ability to precisely monitor docking performance. My own company's HarbourPilot's position and heading solution, for instance, is so stable that it is able to measure the athwartship motion of the bow, over 200m from the sensor, down to 2cm/sec - which allows very small movements at the bow to be easily detected. This is achieved without introducing latency due to filtering and meets the docking requirements of almost any port. Some systems offer RTK (real time kinematic) corrections for the GPS in an attempt to achieve even more precise measurement - but at a very high cost because of dedicated shore infrastructure, and with a less robust differential solution. Due to reliability issues experienced with RTK solutions in the past and recent major improvements in DGPS accuracy using high quality receivers, the latter is our preferred option.

For experienced pilots, the recording and playback capability of dedicated piloting software provides an excellent tool for analysis and self-critique. It can also be used very effectively in training and debriefing new pilots, as many of them already have experience with the plan-view method of ship-handling from experience in using ship handling simulators.

The recording and playback facility can also be used during check pilotage, providing an invaluable record of what actually happened - thereby providing a powerful tool for analysis and fine tuning of technique.

Conclusion

Demands on the shipping industry will continue to increase, as will pressures on pilots and port services to meet these demands. Portable electronic aids - of varying degrees of sophistication - are now available to assist pilots in meeting the challenge.

Most pilots readily accept PPUs as a valuable aid to close-quarters ship-handling, and as a means of improving safety and efficiency while also reducing their stress levels. PPUs such as HarbourPilot complement the pilot's skills by providing accurate information to support decisions. PPUs are invaluable as a means of fine-tuning the ability of pilots so they can consistently provide precision piloting - which ultimately means greater safety and efficiency in ports.