

# GPS利用による操船支援システムの開発\*

Development of the Ship Navigation System aided by GPS \*

奥山育英\*\*・杉山延明\*\*\*・細谷涼子\*\*\*\*

By Yasuhide OKUYAMA\*\*・Nobuaki SUGIYAMA\*\*\*・Ryoko HOSOYA\*\*\*\*

## 1. 本研究の背景と目的

船舶の海難事故に対して多くの研究がなされており、さまざまな支援策、装置が考案されている。しかし近年にいたってもその減少はみられない。海難事故の40%は座礁及び衝突事故で占められている。その事故原因のひとつに視覚情報の不足がある。濃霧や豪雨など気象条件によって情報量が極端に減少し、周囲の他船や地形の把握が難しくなり事故を誘発している。この中の周囲の地形の認識不足を補い、海難事故の減少に資するシステムを提案するのが本研究の目的である。

現在、周囲の地形の認識を支援するシステムとしてGPSプロッタや音波測深器がある。GPSプロッタはGPSで自船位置を取得し、その情報をもとにモニタ上に自船位置を表示するシステムであり、多く普及している。しかし、この装置の表示は平面状の二次元表示であり、実際に見る風景とは異なっているという問題がある。また、GPSプロッタや音波測深器は特殊な製品であるため高価であり管理者の重い負担になっているだけでなく、小型船舶では未搭載の船舶も少なくないといった問題がある。

## 2. 操船支援システムの提案

本研究では自船から見える景色を立体的に表示することで視界の情報量の減少を補うことによって好天候、悪天候に限らず自船位置の把握を助け、さ

らに海底面をも立体的に表示することで座礁の危険を回避する為のシステムを提案する。また、本研究は高性能だが高価な操船支援システムを導入できる大型船舶にはなく、漁船やプレジャーボートなど高価なシステムが導入できない小型船舶に導入できるシステムを目指すことにした。その方法として、普及品のGPSとコンピュータを組合せ、操船者の目視情報量の減少を補う三次元表示の操船支援システムを研究・開発する。これは、一般向けのGPSは、高精度で安価な機材の開発により容易に利用することが可能となったことに加え、コンピュータ技術も進歩を遂げ、高速でコンパクトな装置が安価で入手できるようになったためである。

## 3. 操船支援システムの試作

操船支援システムの製作順序に従って、本研究で試作したシステムについて詳述する。

### (1) GPSとコンピュータ及びその接続

本研究ではGPS受信機としてエンペックス気象計株式会社により販売されている米国GARMIN社製のポケナビGPSプラスを使用した。この受信機はDGPSの機能を内蔵していないため低価格であり、パソコンとの接続に必要なRS-232C規格によるデータ入出力端子を持っている。また、コンピュータはSharp製のノート型パソコンPC-PJ1-98を使用した。このパソコンの処理速度(CPU: Pentium233MHz-MMX)はそれほど速くないものの設置に便利なB5型の大きさであり、GPS受信機との接続に必要なRS-232Cシリアル端子を持っている。

GPSプラスの入出力端子は特殊な形状ものを使用しており、この端子にあったケーブルがエンペックス気象計株式会社よりデータケーブルとして発

\*キーワード：海上交通，港湾計画

\*\*正員，工博，鳥取大学工学部社会開発システム工学科

(鳥取県鳥取市湖山町南4-101，TEL:0857-31-5312，

E-mail:okuyama@sse.tottori-u.ac.jp)

\*\*\*正員，工修，三菱電機コントロールソフトウェア

\*\*\*\*正員，工修，鳥取大学工学部社会開発システム工学科

売されているので、これを利用した。しかし、このケーブルは、GPS 機器端子部とケーブルで構成されており、パソコン側の RS-232C シリアル端子は含まれていなかった。これは、RS-232C シリアル端子の形状の種類が複数あるため、ユーザが自分の機器の端子と同じ物を準備したほうが効率的であるためだと思われる。このため、本研究で使用するパソコンの RS-232C シリアル端子に合わせて D-SUB9 ピンのケーブルを購入し、GPS プラスとパソコンとの接続ケーブルを製作した。(図 - 1)



図 - 1 GPS 受信機と製作したケーブル

## (2) PS データの受信

接続ケーブルを製作し、GPS プラスとパソコンを接続する事によって、電気的には通信可能となった。次に、GPS プラスから送られてきたデータをパソコンにデータとして受信するプログラムを作成した。

GPS プラスの通信プロトコルは、GPS の分野で標準的な規格である NMEA-0183 である。GPS プラスの場合、多くのフォーマットデータを同時に送信しているものの、本研究で必要な緯度・経度、対地速度、進行方向などが含まれる RMC フォーマットを受信することにした。また、プログラミング言語には RS-232C のデータ通信が簡単に行える点、操船支援システム全体を考慮に入れビジュアル的に操作ができる GUI (Graphical User Interface) ソフトの作成が可能な点で有利な Visual Basic を使用した。

## (3) 海図の数値化

本研究では海上保安庁水路部が発行する航海用海図を使用した。対象海域は鳥取市の鳥取港を選択

した。

数値化の作業としてまず、海図をスキャナで読み込みビットマップ画像として保存した。画像化することによって、海図に二次元座標が割り当てられることになる。次に、三次元データを得るために水深調査がなされている箇所座標に、その水深を加え三次元データを得る。また、地上部はそれほど重要ではないため等高線を参考にデータを適当な間隔で取得した。このデータを X Y 平面で表し、高さを色で表した。

しかし、ここで得た情報は水深調査が不等間隔であるため、データも必然的に不等間隔になり、このまま三次元表示を行っても立体感は得られるものの距離感がおかしく、正確に表示するには、メッシュ状に区切った、等間隔のデータが必要である。この変換には、市販の OriginLab 社のデータ分析・グラフソフト ORIGIN を使用し相関変換法で行った。このデータを X Y 平面で表し、高さを色で表した。

## (4) 立体表示プログラムの作成

VC++ と OpenGL を使用して三次元表示プログラムを作成した。そして、以下の改善を加えた。

- ・ 水深 2m ごとにポリゴンの色を変化させることにより、海底地形をグラデーション表示した。
- ・ 水深 5m 間隔で半透明な平面を差し入れた。これによって、また当該船の喫水の深さに平面を差し入れることにより、航行可能水域が認識しやすくなるなどの効果が得られた。
- ・ 上記のグラデーションや等深線の色と対応する凡例を追加することによって、水深の認識がしやすくなった。
- ・ 海図に描き込まれている港施設や防波堤などの構造物の描画を行った。構造物は地上部であるため座標の読み取りが正確に行える。しかしポリゴンの性質上、凹多角形は描くことができないので構造物全体を細かな凸四角形で分割しそれらをつなげることにより構造物を再現した。

## (5) コントローラ部と視野調整部の作成

自分自身の目の位置を水平に移動させるためのコントローラ部を作成した。ここではノースアップコ

ントローラ（北が上）とヘッドアップコントローラ（自分が向いている方向が上）の 2 種類を作成した。ノースアップコントローラでは自分の向きたい方向をクリックするとその方向を向くようにした。ドット単位でクリック位置を検出することで、細かな角度まで対応している。またヘッドアップコントローラでは上をクリックすると前進、下をクリックすると後進、そして左右のクリックでその方向に向く機能を持たせた。このコントローラによって、空間上のあらゆる地点への移動が可能になった。

視野を調整する機能として、まず現在見ている風景の拡大縮小表示ができる機能を作成した。このことにより、移動しなくてもすばやく遠方の状況が確認できるようになった。次に、仰角調整機能を作成した。これは、視点の先（注視点）を上下に水平移動させることにより、人間が首を上下させるのと同じ動作が行うことができ、近傍から遠方までを見渡すことが可能となる。それに加えて自分自身の位置も上下に移動できる機能を加えた。これにより、空中から水中に至るまでの好きな位置からの展望が行える。また、ボタンを押すことにより、視野をすばやく高度 1000m に移し、真上から風景を表示する頭上表示モードも作成し、自船位置と周囲の地形の把握を可能にした。

#### ( 6 ) GPS とシステムの連動

すでに作成した GPS 受信部と操船支援システムの連動をおこなった。すなわち、GPS 受信機で受信した緯度経度と方角（自船の緯度経度と向いている方角）の画像を操船支援システム上に自動的に表示可能にした。このことにより、船の移動にあわせて画面上にリアルタイムで見えるべき自船からの風景に加えて、本来は見ることのできない自船がこれから航行しようとする海域の海底地形が自動的に表示させることが可能になった。動作中の画像を図 - 2 に示す。

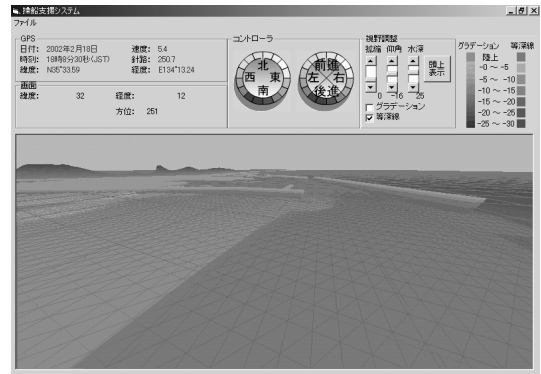


図 - 2 GPS と連動して動作中の画面

## 4 . 考察

### ( 1 ) 再現性

実際に操船者の見る風景と本研究で試作したシステムで表示される画像を比べ再現性を確認した。

ここでは、第2防波堤から第3防波堤を望んだ実際の風景（図 - 3）を本研究のシステムでは少し上からの視点で図 - 4 に示した。右上が鳥取港の入り口方向であり、左が漁港、岸壁方向である。陸上部は実際に見える地形と同じように表現されているのがわかる。海に目を移すと、実際には見ることのできない海底地形についても画面上では観測できることがわかる。また、画面中央部に水深10mの等深線が見える、これによって水深10mより深い航路が存在することがわかる。また、船舶の限界水深が10mならば、このラインの内側が航行可能水域となる。



図 - 3 第2防波堤より（実写）

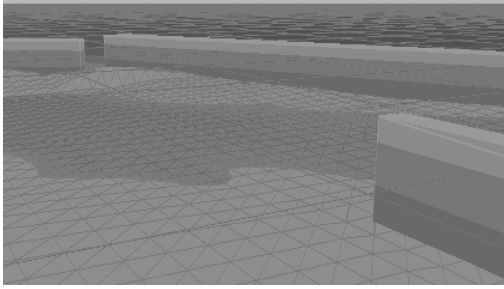


図 - 4 第2防波堤より（装置表示画面）

## （２）有用性

海上保安庁が作成した資料「乗揚げ海難の発生状況について」で実際に発生した海難事故事例をみると、本研究の試作システムを利用すれば事故が回避できた可能性のある事故が報告されている。その主な事故例を挙げると、

- ・ 夜明け前であったため自船の位置がわからなくなり、陸地に沿って航行し座礁。
- ・ 強風と視界不調のため防波堤に接触、座礁。
- ・ 港の出口で近道のため航路をはずれ座礁。

上記の例は、本研究のシステムの利用により

- ・ 暗闇でも自船位置を確認できる。また昼間と同じ視界の画面を補助にしての操船が可能。
- ・ 視界不良時でも、好天と同じ状況を表示している画面を補助にしての操船が可能。
- ・ 自船の限界水深の等深線を引くことにより、近道が危険かどうか一目で判断できる。

など、事故回避の可能性があり有用性があるものと思われる。

## （３）費用性能

性能向上、防水処理など、実用化にはまだ手を加える必要があるが、パソコン、GPS 受信機、ケーブル製作費用などハードウェア製作にかかる費用を合計すると約 11 万となった。DGPS プロッタや GPS プロッタが約 20～45 万であることを考えると充分安価だと思われる。

## 5．結果と今後の課題

本研究では、以下の結果を得た。

- ・ OpenGL の利用により低価格でも再現性のあるリアルタイム三次元表示のシステムの構築が可能であることが確認された。
- ・ 海底の地形はなだらかな部分が多いため、その表示には単に三次元化するだけではなく、等深線の表示が有効なことがわかった。

今後の課題として、以下の点が挙げられる。

- ・ 本研究では、不等間隔からメッシュに変換する時の補間方法として相関変換を使用した。他の補完法を吟味し再現性を高めると共に、誤差が危険な方向に向かないようにする措置も必要である。
- ・ AIS の運用により他船の情報が正確に把握可能になる事を利用し、その情報を本研究のシステムで表示することでさらに有用性が高めることが可能である。
- ・ 本研究のシステムは GPS とパソコンは別の製品でケーブルも必要とした。しかし、PC カード型 GPS、本体一体型 GPS の導入による低価格化が可能である。
- ・ 本研究では、三次元地形データの作成に海図をスキャナで読み込んで、高さを自分で読み取る方法を使用した。しかし、この作業には時間がかかってしまい、全国整備を行うには問題がある。よって方法の改善や他の方法の模索が必要である。

本研究でシステムを試作することによって、必要な機能や問題点がわかった。今後、この研究を活かし、実用的なシステムへ発展させ航行支援システムに取り入れられることによって、海難事故が減少することを望む。