

ISSN 0287-6450
Denpa-kohō

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法



JACRAN. 41

1999

電波航法研究会 発行

Published by the Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation

高騒音下での作業に最適！

～ 遮音型トランシーバー ～



特長

- 特殊マイク(骨伝導型、咽頭型)を使用しているため、騒音の多い場所でも明瞭な通信が可能です。
- 400 MHz 帯特定小電力無線を使用していますので、免許、資格が不要です。
- ハンズフリーで通信可能な二周波同時送受話方式とVOX (音声入力自動送信)による交互通話方式の2機種があります。
- すべての機能がヘッドセットに収納されているため、外部には不要なケーブルがありません。



長野日本無線株式会社

営業本部 〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷5丁目33番8号 ☎ 03 (5360) 4560

コミュニケーション空間の限りなき革新をめざし

営業品目

■ 機 器

無線応用・航法援助機器
無線通信装置
電子応用装置
事務器・OA関連機器

■ 電源装置

放送用通信機器用
電力プラント用
鉄道関係用
事務機器用

■ 部 品

コンデンサ、トランス
ラインフィルタ
バンドパスフィルタ
P F N



長野日本無線株式会社

本社・工場 〒381-2288 長野市稲里町下氷鉦1163番地 ☎ 026 (291) 1111
営業本部 〒151-0051 東京都渋谷区千駄ヶ谷5丁目33番8号 ☎ 03 (5360) 4560

－ 目 次 －
CONTENTS

巻 頭 言	副会長 今津 隼馬	(1)
Foreword	Hayama IMAZU	
IMO NAV44について	今津 隼馬	(3)
On the NAV44 of IMO	Hayama IMAZU	
船舶自動識別システム	高野 洋	(13)
Universal Ship-borne Automatic Identification System	Hiroshi TAKANO	
ICOサービス実用化の現状と展望	柏原 修一	(23)
Development of ICO Services	Shuichi KASHIWABARA	
統合ブリッジシステム (IBS) について	高山 仁・川口 誠・小出 文光	(31)
On the Integrated Bridge System (IBS)	Hiroshi TAKAYAMA, Makoto KAWAGUCHI and Fumimitu KOIDE	
ECDISの現状と今後	小山 武信	(39)
The Present Condition and the Future Vision of ECDIS	Takenobu KOYAMA	
RNAV機の航法精度の評価	天井 治・長岡 栄	(47)
Evaluating the Navigation Accuracy for RNAV Equipped Aircraft	Osamu AMAI and Sakae NaGAOKA	

巻 頭 言

航法と生活

副会長 今津 隼馬

Hayama IMAZU

生活のあらゆる場面において自分の位置を知ることが必要であり、どこに行くにも先ず自分と相手との位置関係を捉えることが必要である。位置関係が分かればこの地点を結ぶ経路を求めることができる。目的地まで安全に効率良く移動するための技術を航法と呼んでいるが、この概念を当てはめれば生活の中で航法が良く利用されていると言える。

この航法に必要な機能は、位置を知る機能（測位機能）、2 地点を結ぶ経路を求める機能（経路計画機能）、そしてこの経路上を移動する機能（運動制御機能）の3つの機能である。この中で開発に最も時間を要したのが測位機能である。このため昔の航法は、この測位技術を意味していた。

地球上の何処でも航法を実施できるように、太陽や星などの天体を使つての測位法（天文航法）が長い時間をかけて開発され、（19 世紀にほぼ完成）、第二次世界大戦の頃から視界制限状態でも測位を可能とする電波航法が開発され、1960 年代には人工衛星による測位法（衛星航法）の一つである NNSS が開発された。しかしこれらの技術は利用するに当たって特定の知識や技術を必要としたり、装置が高価なことなどから、船舶や飛行機を運航する特定の人達のみが利用し、一般にはあまり利用されなかった。また、航法を正確に実行するには、何時でも何処でも自分の正確な位置を知ることが望まれるが、天文航法も NNSS も測位可能な時期や場所が限定されていたため、測位ができない間は自分の位置を推測するなど、位置情報に多くの誤差を包含しながら航法を実施した。

ところが衛星航法として新しく GPS が開発され、航法に革命を起こした。GPS は何時でも、何処でも高精度の測位を可能とする測位を可能とする測位システムであり、今までのどの測位法に比べても非常に優れたものである。しかもその受信機が安価であり誰でもが容易に入手できることから、その利用者が爆発的に増加した。この時点で航法は個人的に利用できる技術に生まれ変わったといえる。

航法が個人の段階で利用できることになると、航法に対する要望は幅広いものとなり、その発展は加

速される。その一つの例としてカーナビの発達がある。天文航法の経験者がカーナビを経験すると、非常に高度な航法技術が機械化され、ごく普通の道具として自動車の運転をサポートする様子に時代の流れを感じると思う。そこには測位機能と経路計画機能が自動化され、車の動きにあわせたサポートが音声により行われている。もちろん船でも測位機能、航路計画機能、運動制御機能を自動化したトラックパイロットが開発されているが、自動車のドライバーなど航法の利用者が多くなると、そこには種々の新しい要求が生まれ、それが航法をますます発展させることになる。

また、GPS を利用して位置情報などを周囲に放送し、これを受信することで、周囲の相手の位置や行動を知ることができる AIS と呼ばれるシステムも開発された。これにより移動中の相手とのコミュニケーションが可能となり、相手の動きにあわせて経路計画ができる可能性がでてきた。この技術は陸上でも応用可能であり、自動車の自動運転やあるいは迷子対策等が可能となる。

このように現在は、航法が特定の分野から一般生活の中に侵入してきている時代と捉えることができる。こうした時代だからこそ専門家として貢献できる分野は広がっていると考えられるが、航法に対する要求は時として素人とされる方々から生まれることが多い。専門家が率先して航法を一般化することは勿論であるが、種々の新しい要望にも応じられるように頭を柔らかくしておくことも必要であろう。

IMO NAV44 について

東京商船大学
今津 隼馬

On the NAV44 of IMO

Hayama IMAZU
Tokyo University of Mercantile Marine

1. 会議の内容

国際海事機関（IMO）の第44回航行安全小委員会（NAV44）は平成10年7月20日から24日の間、ロンドンにあるIMO本部で開催された。この会議には日本代表团として運輸省、海上保安庁、大学及び関係協会等からなる23名の人々が参加した。この内日本から参加した人は16名であり、7名は在英の方々である。NAV44の対応については、提出される議案について関係官庁を始め日本造船研究協会に組織されたRR75委員会で審議し、我が国としての対応案を作成する。今回も7月3日にNAV44対応のためのRR75委員会を開催した。こうして関係官庁での審議やRR75委員会での審議結果等を受けて7月15日に参加者の会合を開き、国内におけるNAV44最終対応策を作成した。しかし、NAV44には多くの国が参加し、我が国の対応としてそれぞれの国K意見なども考慮する必要がある。このため7月18日には英国の日本大使館で日本代表团全員が揃って、日本で作成された対応案をベースに、在英の方々の意見を参考に具体的な対応方法について検討した。

本会議は7月20日から始まり、議長であるMr. K. Poldermanにより、例年通りの議事運営がなされた。議題は全部で13議題あり、これらの議題はいくつかのグループに分けられた。そして、SOLAS（International Convention for the Safety of Life）5章についてはプレナリーで、残りの主な議題についてはそれぞれのワーキンググループ（WG）で審議し、その結果をプレナリーで審議することとした。今会

議での重要な議題は何と言ってもSOLAS 5章の見直しである。この議題はすでに5年間審議され、いよいよ最終段階を迎え、今会議がそのファイナルステージの予定であった。しかし審議の時間が不足し、結果的には次回のNAV45で決着することとなった。ただし今回号でその中の多くの条文についてコンセンサスが得られ、残るところあとわずかとなったことから、新しいSOLAS 5章が2002年に発効することがほぼ確定的になったと言える。会議の最終日（7月24日）には今会合におけるワーキングペーパーの確認と次期の議長、副議長の選出及び今後の作業計画などが審議され、NAV44は無事に終了した。そして、日本代表团としての任務も終了したので24日夕刻には日本代表団の解散式を行い、参加者はそれぞれの職場に戻っていった。ここでは議題の中からRR75に関連の深い、議題4（COLREG（国際海上衝突予防規則）の改正）、議題5（SOLAS 5章の改正）、議題7（航行援助及び関連事項）を選びその詳細について述べることにする。

2. COLREGの改正

議題4としては表1に示した5つの議案が提出されたが、WGとしては議題3（航路・船舶通報及びその関連事項）と合わせて審議することとなった。ところが議題3の審議、特にその中でもロシアとトルコが鋭く対立しているボスポラス海峡問題に時間が費やされ、その結果、議題4について審議する時間が無くなり、議案の紹介程度で詳細な審議な審議

表1 議題4の議案

議 案	資 料	備 考
H S C の避航動作に関する国際衝突予防規則の改正	NAV44/4	米国 I S C 賛同 NAV45へ
H S C の航路への措置	NAV44/4	H S C 航路の有効性 NAV45へ
衝突回避等における混乱動作に関する問題	MSC69/20/11	NAV45へ
A I S に関する国際衝突予防規則の改正	MSC69/20/11	必要不必要の意見 NAV45へ
汽笛号鐘関係	MSC69/20/4	本文参照 NAV45へ

H S C : Code of Satety of High Speed Craft

A I S : Automatic Identification System

は次回のNAV45に回された。ここではこの内、我が国から出された議案「汽笛号鐘関係」の審議状況につき報告する。本議案は、小型船に搭載する号鐘を強制規程から外し、代替手段を認めることや、帆船の灯火について見やすいように変更しようとするものである。この議案について説明したところ、米、仏から支持があり、英国は原則的に支持するが帆船の灯火についてはその他の船舶への影響を考慮すべきとの発言があった。我が国としてはそれらの意見を踏まえた議案をNAV45に再度提出することとした。

3. SOLAS 5章の改正

SOLAS 5章については既に討議された条文（規則5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 21, 23, 24, 26, 28, 30, 35, 36）と、今回討議する条文に分けられ、前者については議論をオープンにしないこととされ、規則4から審議を開始した。表2にSOLAS 5章の規則とNAV43, NAV44での審議の状況についてまとめてみた。この表で本文参照とした部分について以下にその審議内容について述べる。また備考欄が空欄の規則はNAV45で審議される規則である。

(1) 規則15：船橋設計航行システム及び装置の設計と配置並びに船橋手続きに関する原則

我が国は本規則（図1参照）について、内容が曖昧で実施が困難であることから、削除を主張した（NAV44/5/16）が、支持が得られなかった。一方、米

国が提案した新たな案分（NAV44/5/6）を英国、

(2) 規則16と規則17：システム設備の一般要件と設備の保守

我が国から（NAV44/5/16）規則16（図1参照）のパラ2を削除し、規則17（図1参照）をSOLAS 4章の15.5と同じ書きぶりに改め規則16のパラ1とし、現在の規則の12(o)を同パラ2とし、タイトルを機器の保守に改める提案を行った。ギリシャはこれを支持したが、英、米、バハマ、ノルウェー、豪はパラ2の削除に賛成、パラ1は原案のままとする意見。さらに日本よりタイトルを変更し、パラ1を規則17のように規定、パラ2を規則16パラ1のように規定という構成でドラフトすべき旨を述べた。

これを露、パナマ、チリ、独が支持した。なお、独は保守を会社の要件とする原案が好ましいことを付け加えた。また、ISM（International Safety Management Code）コードの関係から会社の要件である規則17を削除すべきとする英提案（NAV44/5/123）についてはバハマ、サイプラスが支持した。こうした審議を議長がとりまとめ、規則構成は日本が指摘した形を取りWGで検討することとした。WGでは各パラを基本的に原案のように規定する案文と、日本が主張する現行規則に合わせた案文の両方が用意された。結局、パラ1は原案に近い形でスクエアブラケットで会社の責務であることを含め、パラ2はある程度日本の主張を取り入れた形でドラフトされ、規則17については規則16に含まれることになった。

表 2 SOLAS 5 章の規則別審議状況

規則	規 則 内 容	備 考
1	適用	
2	定義及び説明	
3	免除	
4	航行警報業務	NAV44
5	気象業務及び警報	NAV43
6	氷の監視業務、管理及び費用	NAV44
7	捜索および救助業務	NAV44
8	救命信号	NAV43
9	水路業務	NAV43
10	船舶航路指定	NAV43
11	船舶通報制度	NAV43
12	船舶通航業務	NAV43
13	航行援助施設の構築と運用	NAV43
14	船舶での人員配置	NAV44
15	船橋設計航行システム及び装置の設計と配置並びに船橋手続きに関する原則	本文参照
16	システム設計の一般要件	本文参照
17	設備の保守	本文参照
18	電磁適合性	本文参照
19	航行システム及び機器の承認及び検査	本文参照
20	航行システム及び機器の機能要件並びに性能要件	本文参照
21	自動操舵装置の使用	NAV43
22	航海データ記録器	本文参照
23	主電源及び操舵装置の作動	NAV43
24	操舵装置	NAV43
25	海図及び航海用刊行物	
26	国際信号書	NAV43
27	航海記録	
28	航海船橋の視界	NAV43
29	水先人用移乗設備	
30	遭難船舶、遭難航空機又は遭難者が用いる救命信号	NAV43
31	タンカーの非常用曳航設備	NAV43で削除
32	タンカー船首部への安全な接近	NAV43で削除
33	運航の制限	
34	安全な公開に対する船長の裁量	
35	危険通報	NAV43
36	危険通報に必要な情報	NAV43
37	遭難通報	
38	危険事態の回避	
39	危険信号の濫用	

第15規則 船橋設計航行システム及び装置の配置と設計並びに船橋手続きに関する原則

船橋設計、航行システムや装置の配置や船橋手順を決めるときには次の原則を考慮すること。

1. 当直航海士及び水先人が次のことができること
 - 1.1 常時監視
 - 1.2 衝突や乗揚げ及びその他の、航行上の危険状況及びその度合いの評価
 - 1.3 あらゆる運行状況において船舶を安全に航行させるために必要な作業の遂行
2. 船橋設計、航行システムや装置の配置、それに船橋手順では以下に示すことにより、船橋における作業の遂行を容易にするものでなければならない
 - 2.1 主要な情報を明確に紛らわしくないように提供する
 - 2.2 情報処理、行動決定それに作業が迅速にそして効果的にできる
 - 2.3 効率よく船橋管理ができる
 - 2.4 ヒューマンエラー、過度の負荷、日常作業における危険、そして疲れによる危険を最小限にする

規定する場合を除き、この章の要求に適合するために搭載された機器の1つに故障がある場合、修理施設の利用が容易でない港に停泊する船舶の出航を遅らせる理由としてならない。これには修理ができる港への安全な航海を、使用できない機器あるいは入手できない情報を考慮した上で計画し、そのための適切な措置が船長により採られていることを条件とする。

- 2 この章の要求に適合するために搭載された機器の1つが故障した場合で、その原因が機器の不適切な使用又は保守の不適切にあることが明らかな場合、船舶が出航許可を得る前に、船長及び主管庁は速やかにその状況に付き通知されなければならない。

第17規則 機器の保守

主管庁は、会社がこの章で要求している機器の機能要件及び性能基準持続を確実にするための適切な措置を採っていることを確認すること。

第18規則 電磁適合性

- 1 主管庁は、船橋にある電気機器及び電子機器のすべてについて、機関により採択された基準に従った電磁適合性の試験を確実に行うこと。
- 2 船橋にある天気機器及び電子機器は、電磁干渉が航行システム及び機器の安全に関する機能に影響を与えないよう設置すること。
- 3 固定されずに一時的に船橋で使用する電気機器及び電子機器は、第2項で述べた安全に関する機能に影響を与えないように使用すること。

図1 SOLAS 5章 規則15~18

(3) 規則18：電磁適合性

我が国は本規則（図1参照）に対して全ての機器の電磁適合性をテストすることは現実的ではないことからパラ1の削除を主張した（NAV44/5/16）。これに対して航行安全設備に影響を与えないことを全ての機器についてテストする必要があるとするCIRM（国際無線海事委員会）、加、香港、英、仏

等の意見により日本の提案は受け入れられなかった。更にWGでは規則が明確になるように修正した。

(4) 規則19：航行システム及び機器の承認及び検査

パラ4（図2参照）について日本は最終製品の確認をする手続きを品質管理と同様に認めるべきと主張した。これにはアイルランド、露、豪、独が指示し受け入れられた。パラ7及びパラ8に関し日本は

第19規則 航行システム及び機器の承認及び検査

- 1 [2001年1月1日]以後、この章の機能要件を遂行するため装備する航行システム及び機器は、主管庁の形式承認を受けたものであること。
- 2 航行システム及び機器に形式承認を与える前に、主管庁はその航行システム及び機器がこの章の要件に適合し、機関が採択した性能基準と同等以上の適切な性能基準に適合していること確認する試験を行ったものであることを確認すること。
- 3 関係する性能基準の採択以前に装備された航行システム及び機器については、機関による性能基準の採択に関連する勧告の基準を考慮して、主管庁の判断によりこの性能基準に完全に適合することを免除される。
- 4 承認を与える主管庁は、航行システム及び機器の製造者が国際規格に適合した品質保証システムを持つことを確認すること。

(注：ISO 9000シリーズに適合又は同時)

- 5 [2001年1月1日]以後にこの章の機能要件を遂行するた装備する航行システム及び機器は、適用される第1/7規則又は第1/8規則に規定される検査を受けること。
- 6 新型航行システム又は機器に形式承認を与える前に、主管庁は、次のことを確認すること。
 - 1 少なくともこの章の機能要件と同等の安全水準を備え、そして機関の勧告に従った試験と評価を受けていること。

(注：作成中：航海用システム、装置及び機器の原型の評価、試験、容認のための実施コード)

- 2 この章の機能要件に関する機関の勧告に適合していること。

第20規則の規定によって搭載要件に従っている船舶が、第20規則に掲げるもの以外であって、機関が性能基準を採択した船用航行装置を搭載する場合は、当該装置は、形式承認を受け、機関が採択した性能基準と同等以上の基準に適合するものでなければならない。

(注：作成中：航海用システム、装置及び機器の機構要件)

- 7 第20規則の規定によって搭載要件に従っている船舶が、第20規則に掲げるもの以外であって、機関が性能基準を採択した船用航行装置を搭載する場合は、当該装置は、形式承認を受け、機関が採択した性能基準と同等以上の基準に適合するものでなければならない。
- 8 第20規則で要求されない航行システム及び機器で、性能基準の無い者は、少なくとも機関で採択した一般要件に適合するものでなければならない。

(注：決議 A.694(17)+決議 A.813(19)参照)

図2 SOLAS 5章 規則19

非強制機器のIMO性能基準への適合を要求するこの2つのパラの削除を求めた。(NAV44/5/16)。パラ7の削除についてはギリシャ、パナマ、サイプラスの支援を得たが、独は事故分析の結果、規定数を超えるレーダを持つ場合でも性能要件を要求すべきとして反対し、蘭、ノルウェー、香港、イスラエル、英がこれを支持したためパラ7は削除されなかった。パラ8については削除に賛成が21カ国、反対が14カ国で削除された。パラ7についても規定が不明確であったため、搭載要件がかかる船舶に追加で機器を搭載する場合は政府の承認が必要となる趣旨

で明確化された。

- (5) 規則20：航行システム及び機器の機能要件並びに性能要件

この規則についてはパラ毎に審議の様子を述べる。(表3参照)。

イ) パラ 11: 適用船舶

現存船への適用、装置の乗せ換え時の取扱いなどについて、英提案 (NAV 44/5/22) と日本提案 (NAV 44/5/16) が検討された。類似の提案であったが、測位装置は現存船にも要求すること、乗せ換え時の取扱いは多章の表現に合わせる事が適当と判断された、両案の一部をそれぞれ採用した規則になった。

ロ) パラ 1.2: 全ての船舶が持つべき手段

CIRM 提案による、資格者による磁気コンパスの定期的な時差修正 (NAV 44/5/7) については、香港が毎年の調整、変化の範囲を 2 度以下に押さえることは過大な要求であると反対し、ギリシャ、シンガポールがこれを支持した。日本は CIRM 提案が過大で支持できないことを述べ、独もさらなる検討が必要としたため、本案は受け入れられなかった。

・パラ 1.2.8 (測深機) に関し、露及び日本は対象を 500 トン以上とする提案をした。これをインドネシアが支持したが、CIRM は小型船用の性能基準があることを指摘し、原案の通りとする蘭、南ア、独、ノルウェー、米などの多数意見により受け入れられなかった。

ハ) パラ 1.4: 総トン数 150 トン以上の船舶の持つべき手段

パラ 1.4.1 に関し、500 トン未満の船舶がコンパスの 2 重化設備としてジャイロコンパスを持つときは IMO 性能基準の適用を免除するとした日本提案は、支持が無く受け入れられなかった。

パラ 1.4.2 に関し、GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) の導入によりモーリス信号を使用できる船員が減るため昼間信号の規定を削除するとした日本提案は、ノルウェーが支持したものの、独は他の規定で使うことがあることから規定を支持することを主張し、一部修正のうえそのまま残すこととなった。

ニ) パラ 1.5: 全ての旅客船及び総トン数 300 トン以上の貨物船が持つべき手段

パラ 1.5.1 に関し、日本は、300 から 500 トンの船舶へ搭載するレーダーは IMO 性能基準の適合を免除すべきと述べた。これを露、韓国、中国、ギリシャ、ウクライナが支持し

たが、形式承認が必要とする独を米、イスラエル、英、スウェーデン、豪、フィンランド、デンマーク、ベルギー、クロアチアが支持したため、反対多数で受け入れられなかった。パラ 1.5.3 に関し、船速距離計を 500 トン以上の船舶に要求すべきとする日本提案については、コスト、大きさともに大きくないとする CIRM のコメントがあり、日本提案を支持する国もなく受け入れられなかった。

パラ 1.5.4 に関し AIS の導入は時期尚早とする日本、段階的に導入すべきとするスウェーデン、500 トン以上の船舶に適用すべきとする露の意見が述べられた。日本案を支持したのは、仏のみであったため、日本は導入するのであれば国際航海の船舶に限ること、航行情報の秘密保持のルールを持つものに影響を与えないようにすることを主張した。適用船の大きさについては 300 トン以上を米、南アが支持し、露を支持する国はなかった。国際航海のみの適用については、船舶対船舶の衝突防止の観点から内航船にも適用すべきとする独意見を英、豪、フィンランド、南ア、イスラエル、スペイン、ノルウェー、加、米、スウェーデンが支持した。情報の秘密保持については、英、独、米、ギリシャがこれを支持した。これを受け議長は、内航船にも適用すること、秘密保持は支持できるとしてとりまとめた。

ホ) パラ 1.6: 総トン数 500 トン以上の船舶が持つべき手段

パラ 1.6.3 に関し、1600 トン未満の船舶は、出来る限り 360 度をカバーするジャイロレベータを備えることとする日本提案は、英、蘭、イスラエルの支持があり受け入れられた。

ヘ) パラ 1.7: 装置の故障に関して

日本は、本パラは他の規定と重複するため削除すべきと提案した。大勢は規則 16 との関連で本パラは不必要であろうとのことであった。

ト) パラ 1.8: 総トン数 3000 トン以上の船舶が持つべき手段

日本は、第二レーダー及び ARPA は 10,000 トン以上に要求すべきこと、ヘディングコントローラは省力化設備のため削除すべきと主張した。英、バハマ、露、チリ、スウェーデンは ARPA を 10,000 トン以上へ要求することを支持し、露は第二レーダについ

ては原案通りとすべきとした。独は両方とも3000トン以上に要求すべきとした。CIRMは、ヘディングコントローラは省エネ化設備であるが作業負荷を下げ安全性を向上させるとの見解を示した。議長はARPAについて10,000トン以上とすることを大勢が支持しているとした上で、第二レーダ及びヘディングコントローラについて挙手を求めた。この結果、第二レーダについては、3000トンが18カ国、10,000が12カ国、ヘディングコントローラについては、3000トンが20カ国、10,000トンが13カ国と意見が分かれたため、スクエアブラケットを付すこととされた。

第22規則 航海データ記録器

〔全ての〕船舶は、可能性のある海難の調査を助ける目的で航海データ記録器（VDR）を装備しなければならない。このVDRは、機関が採択した技術要件及び性能基準と同等以上の技術要件及び性能基準に適合すること。

図3 SOLAS 5章 規則22

(6) 規則22：VDR

本規則（図3参照）については、VDRを定期的にテストすべきとする米意見、VDRを段階的に導入すべきとする英意見、国際航海のRo/Ro（Roll-on/Roll-off）船及び油・ガス・ケミカル船から適用すべきとする露意見、国際航海のRo/Ro

船のみに適用すべきとする日本意見が述べられた。日本を支持した国はパナマ、韓国、ブラジル、バハマ、香港、ウクライナ、メキシコ、チリ、中国、露の10カ国、英を支持したのは伊、加、蘭、ノルウェー、ギリシャ、フィンランド、スペイン、アルゼンチン、独、スウェーデン、ベルギー、デンマーク、ルーマニアの15カ国であった。しかし合意には至らず次回のNAV45でさらに検討することとなった。また、米意見の定期的テストを支持したのは加、蘭、独、スウェーデン、ベルギーであった。

このようにまだ全ての規則の審議が終わったわけではなく、次回の会合（NAV45）で審議の規則やスクエアブラケットの部分を中心として審議されることとなった。我が国としても今回の議論を参考に次回の対応を考える必要がある。例えば殆どの強化規制がそのままとなったことに対して、日本案を通すつもりならコストの点やその他別の観点から問題定義する必要があるし、新しい対案とするならそのことをRR75において討議する必要がある。表3には、現在提案されている航海設備とその搭載対象船を示す。これらも規則が強化されている様子が伺える。

4. 航行援助及び関連事項

議題7としては表4に示した議案が提出された。この中で主なものは以下の通りである。

表4 議題7関連の議案

議案	資料	備考
海図の測地系と位置精度に関するガイダンス	NAV44/7/9	IHOの見解をNAV45へ
電子装置の2000年問題	NAV44/7/5	MSC/Circ.804, 864 GPSは対応済み
ブラジルにおけるDGPS局	NAV44/INF.2	9局開局
GNSS	NAV44/INF.9	GNSS規則のアップデートをワークプログラムに
RCDsの性能基準	NAV44/7/8	本文参照
ECSのガイドライン		各国国内基準で対応
INSの性能基準	NAV44/7/3 NAV44/INF.3	本文参照
音響受信装置の性能基準	NAV44/7	本文参照
電子磁気コンパスの基準		本文参照
高速船用夜間暗視装置の性能基準	NAV44/7/1, 7/7	本文参照
昼間信号ランプの性能基準	NAV44/7/2	本文参照

(1) RCDSの性能基準

我が国は1ENC (Electronic Navigation Chart) 優先、2RCDS (ラスター海図表示システム) はENC間での暫定措置、3紙海図との併用の3条件が満たされることを前提に、RCDS性能基準作成に賛成した。伊、露、ノルウェーはRCDS否定の立場を採り、英、米、豪は賛成の立場であった。テクニカルWGではRCDS性能基準作成そのものに反対はなく、性能基準案は作成された。ただ、RCDSがSOLAS 5章の規則20に該当するかしないかについて両派の主張が平行線となり、採決の結果、賛成多数(反対3)でプレナリーに出すこととなった。プレナリーでも反対派の主張があったが、採決の結果、賛成38反対5で承認され、MSC70に回されることとなった。

(2) INS (Integrated Navigation System) の性能基準

NAV44/7/3とNAV44/INF.3をベースにテクニカルWGで性能基準を作成する事となった。しかし手直しの部分が多々提案されたことから、ドラクティンググループ(DG)が設置された。DGでの審議概要は次の通りであった。

- イ) NAV44/7/3を資料として、この条項に遵って検討することとし、NAV44/INF.3は適宜にこの条項に折り込むこととした。
- ロ) Scopeについては、INSを単に警報や支援としてだけでなく、センサのチェックや自動切り替えまでできるとすべきとか、目的を持たせるべきとの意見が出た。
- ハ) Applicationとしては、定義に4項として、「A Sub-system of an INS for acquisition, processing, storage and distribution of data and information providing identical and obligatory reference to sub-system within an INS」を加えた。

A	Magnetic	①Standard with retransmission Class A ②EM with transmission ③Transmitting magnetic heading sensor
B	All independent of their surrounding	①Gyro ②Fiber optics ③Laser ④Tuning fork
C	Radio Compass	①GPS ②Land station

ニ) DEFINITIONについては、特殊な用語について追加修正された。Operational requirementについては、A社やD社のIBS (Integrated Bridge System) を使用した経験から、フィンランドやスウェーデンが、センサー信号の自動選択あるいは自動修正までができるようにする必要性を、例を挙げて強調した。英及び日本は、センサーは独立した装置として形式検定があり、INSで重複させるべきではないとの立場を採った。Multifunctionの考え方については前述の定義4に折り込んだ。

ホ) Design and installationについては、ISO-9000を引用している7.2項は削除することとした。電源の瞬時遮断時間は45秒とした。

フィランドの提案NAV44INF.3 (訓練及びマニュアル関係) については、STW (Standards of Training and Watchkeeping) 小委員会に送付されることとなった。

(3) 音響受信機の性能基準

NAV44/7 Annex 3をベースにテクニカルWGで検討した。音響周波数については、70~700ヘルツ(COLREG)を考慮して70~820ヘルツとし、表示を見ることができる位置としてconning positionと修正した。

(4) 電子磁気コンパスの基準

EMC (Electro Magnetic Compass) はNAV43で検討されたが、レーダーやその他の機器に方位を提供する際に真方位で規定されているのにEMC規定にこれが無かったことから再検討することとなった。WGの中にドラフティンググループが設けられ、審議された。

イ) コンパスに対する基本的考え方として、次の3つのカテゴリーに分けることとした。

ロ) 今回はこの中のカテゴリー(A) Magnetic sensorのみに限って性能要件を検討した。資料としてNAV43/W2/Add1 Annex 3を使用し、これをベースに検討した。

表題はTMHD (Marine Transmitting Magnetic Heading Device) とした。

ハ) TMHDの誤差として static error ± 1 dynamic error ± 1.5 とした。Dynamic errorはrate gyroと併用してもよいこととなった。

ニ) 方位信号を必要とする機器で、規定されている誤差があるが、heading sensorと受信側機器との整合性についてはNAV45で検討することとなった。

(5) 高速船用夜間暗視装置の性能基準

NAV44/7/1とNAV44/7/7をベースにDGで検討した。

イ) 可視光線利用装置、及び赤外線利用技術装置の2形式を想定した。

ロ) 装置のテスト方法及び探知目標とそのサイズについては入念に調べた。

ハ) 探知性能のためのテスト目標の大きさについては香港のHSC運航経験を踏まえて定めた。

二) 最小探知の距離の設定値は、HSCが緊急停止措置を採るのではなく、避航する事を前提に定めた。

本性能基準は次回NAV45において審議する。

(6) 昼間信号ランプの性能基準

NAV44/7/2をベースにDGを設置して検討した。修正案に対してICS（国際海運会議所）から固定式のものの取り扱いについて、露からtype approval numberの明確化について指摘が有り、さらに検討することとなった。

5. 結び

最後に今回の会議での反省点についてふれる。

今回の会議でも日本代表団は我が国の対応案に忠実に従いその目的達成に努めた。そして会議中にも、日本案の採択が困難であることが予想されると、本国の関係官庁や関係機関と連絡を取り協議しながら適切に対応できた。しかしながら、議案の採択は多数決によるため、多くの議案で我が国の意見に賛同を示す国が少なく、その結果、要望に十分に答えることができなかった。このことは我が国の対応が国際的には少数意見であることを意味している。このことはRR75委員会での審議の中でも懸念されていたことであり、対応策が芳しくなかったことはほぼ予想通りであったと言える。国際会議で意見を通すには仲間が必要である。欧州が共同体として動き始めた現在、日本としてはアジア地区を中心とした多くの仲間を作る必要がある。しかし仲間を作るには、国と国の関係も必要であるが、より強い関係を持つためには産業界と産業界あるいは会社と会社のレベルで仲間であることが必要であり、その上で相手のことを考えて対策を立てることが必要である。こうしたことからRR75委員会としては、協会や会社に対して国際関係をもっと密接にすることと、そして協会や会社において国際的な仲間を意識した対応を考えて頂くよう要望しようと考えている。また、現在の所、議案の多くは欧州や米国から出され、

日本からはごく僅かしか出されていない。議案を提出した国は必要性を感じて出しているのに比べ、出された議案に反対するにはそれ相応の対策を作成する必要がある、議案提出よりもっとエネルギーを必要とする。このことを考えると、議案提出国になった方が都合良く運べることになる。これからは日本も船舶航行の安全に寄与する議案を提出したり、不必要になった古いものを廃案にするなど積極的に行動すべきではないかと思うのは、私だけでなくNAV44に参加した人の多数だと思う。

表3 SOLAS 5章改訂に伴う航海設備搭載基準

条文	設備	船種	0-150	150-300	300-500	500-1600	1600-3000	3000-1万	1万-1.5万	1.5万-5万	5万-10万	10万-
規則 20												
1.2.1	操舵磁気コンパス		△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
1.2.2	海図		△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
1.2.3	B/U海図		△	○								
1.2.4	方位コンパス		△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
1.2.5	測位装置		△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1.2.6	レーダリフレクター		△	○	○							
1.2.7	音響受信システム		△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1.2.8	音響測深機		△	○	○	●	●	●	●	●	●	●
1.2.9	非常操舵・通信		△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1.3	緩和規定		●									
1.4.1	第2コンパス			●	●	●	●	●	●	●	●	●
1.4.2	昼間信号灯			●	●	●	●	●	●	●	●	●
1.5.1	9GHレーダ	旅客船	☆	☆	☆	●	●	●	●	●	●	●
		貨物船			☆	●	●	●	●	●	●	●
1.5.2	簡易 ARPA(EPA)		□	□	○	○	○	○	○	○	○	○
1.5.3	船速距離計		□	□	○	●	●	●	●	●	●	●
1.5.4	A I S		□	□	○	○	○	○	○	○	○	○
1.6.1	ジャイロコンパス					●	●	●	●	●	●	●
1.6.2	ジャイロレピータ					●	●	●	●	●	●	●
1.6.3	360度方位測定装置					○	●	●	●	●	●	●
1.6.4	蛇角等表示器					●	●	●	●	●	●	●
1.6.5	簡易 ARPA(ATA)					○	○	○	○	○	○	○
1.7	方位測定2重化					○	○	○	○	○	○	○
1.8.1	第2レーダ							○	●	●	●	●
1.8.2	ARPA							○	●	●	●	●
1.8.3	ヘッドインクコントロール							○	○	○	○	○
1.9	直進保持装置								○	○	○	○
1.10.1	回転角速度計										○	●
1.10.2	トップレーザ										○	○
1.10.3	トラックパロット										○	○
規則 22	VDR							○	○	○	○	○

●：現行

○：改定案（強化部分）

□：旅客船のみ適用（強化部分）

△：主管庁裁量による（強化部分）

☆：現行は国際航海のみであるが改訂により非国際航海にも拡大（強化部分）

Universal Ship-borne Automatic Identification System

Hiroshi TAKANO

Radio Aids Division

Japanese Maritime Safety Agency

1. はじめに

ユニバーサルAISは船舶自動識別システム(Universal Ship-borne Automatic Identification System)の略称で、ユニバーサルAISを装備した船舶は、識別符号(船名)、位置、進路及び船速などの状況を自動的にVHFで送受信するもので、船舶間においては衝突回避などに役立てることができる。またVTS(船舶通航業務: Vessel Traffic Services)においては、危険回避などの航行支援情報の提供を、より確実に行えるようになるものとして注目を集めている。

ユニバーサルAIS導入に関する国際機関の動向として、IMO(国際海事機関)では、性能要件の勧告が済み、SOLAS(海上における人命の安全のための国際条約)に船舶搭載設備の一つとしてユニバーサルAISの追加することを2002年7月発効を目的に審議している。ITU(国際電気通信連合)では、その技術要件に関する勧告を1998年11月に行った。

2. AISの目的

AISは、当初VTSのためにという目的で開発されたが、その後、船舶間の衝突回避を主目的としたシステムが提案され、そのシステムを2002年に全世界的に導入すべくIMO、ITUで準備が進められている。

IMOでは、「AISの目的を船舶の効率的な航行を支援することによる航行の安全、環境保全そして船舶通航業務(VTS)の運用の改善」と、述べている。

3. 経緯

3.1 第1世代(VHF-DSC方式AIS、VTSへの船舶の自動船位通報)

AISの開発は、当初VTSを含む航路標識を運用する各国の主官庁の集まりである国際航路標識協会(IALA: International Association

of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities)がVTSへの船舶の船位通報の自動化と船舶運航者及びVTS職員の労力軽減、併せて通信のふくそうを防ごうとする目的で、VTS管轄海域内に進入する船舶に関する情報を自動的に得るシステムの調査研究から開始された。

IALAが、国際船長協会連合会(IFISMA)等の海事機関と共同で、国際海事機関(IMO)や国際電気通信連合(ITU)に働きかけ、1992年「DSC(Digital Selective Calling)技術を用いたトランスポンダー・システム」が、CCIR(現ITU-R)勧告M. 825という形で初めて国際的な基準として決定された。

3.2 第2世代(放送方式AIS、船舶間の衝突防止)

その後、いろいろな国でAISに関する研究・開発が進み、AISの持つ機能として、ふくそう海域では船舶間においても情報の交換が可能なものが要求されるようになり、第40回NAV(1994.7 IMO航行安全小委員会)でGMDSSのVHF70chを使用するVHF/DSCトランスポンダ方式AISの提案をイギリスが、一方、第41回NAV(1995.7)においてスウェーデンとフィンランドがデジタル選択呼出し技法を取り入れたGP+C(Global Positioning & Communication)AISシステムを提案した。

AISを装備することにより、航行船舶の識別符号、位置、進路及び速度等の状況を明確に把握することが可能となることから、船舶間においては衝突回避などに役立てることができ、またVTSにおいては危険回避などの航行支援情報の提供をより確実に行えるようになるということで、IMOの委員会、小委員会では提案された2つの方式(VHF/DSCトランスポンダ方式と放送方式)についての検討が重ねられた。

それら2方式は、IALAからIMOへの文書

によると、

- ・ VHF/DSCトランスポンダ方式: 応答司令信号を受けると、基本的な船舶識別の要目、位置、進路及び速度データを、陸上及び他の船舶の受信局に提供する。
- ・ 放送方式(当時の呼称はGP+Cトランスポンダ): 基本的な船舶識別の要目、位置、進路及び速度データに加え、全ての船舶データ項目及び短いメッセージを、高いデータ率及び反復率で放送することが出来る。

と説明してある。なお、両者の性能上の大きな違いは通報レポート数にあり、前者はアメリカ提案の改良型で240レポート/1分であるのに対し、後者は南アフリカ提案で1,800レポート/1分、スウェーデン・フィンランド提案で2,250レポート/1分である。

3.3 ユニバーサルAIS

この2方式の選択は最終的に、1997年の第43回NAV(1997.7)で合意された「Universal Ship-borne Automatic Identification System (AIS)」の性能基準に関する勧告草案(ユニバーサル

AIS)」に適合さえすればよいということになった。しかし、その性能要件に最低2,000レポート/1分の通報レイトが盛り込まれたため、実質的には放送方式のみがユニバーサルAISの性能要件を満たすシステムとなった。

4. ユニバーサルAISの搭載義務船舶

ユニバーサルAISの搭載義務船舶は、2002年7月1日の発効を目処に改正作業中のSOLAS第V章第20規則1.5.4表1参照で規定される。すべての旅客船(IA, 2-12人を越える旅客を運送する船舶)および総トン数300トン以上の貨物船(IA, 2-旅客船でない船舶)に搭載義務対象となっている。(NAV44(1998.7)で500トン以上という提案が露からあり、NAV45で再審議の可能性あり) 図1にユニバーサルAISの概念図を示す。

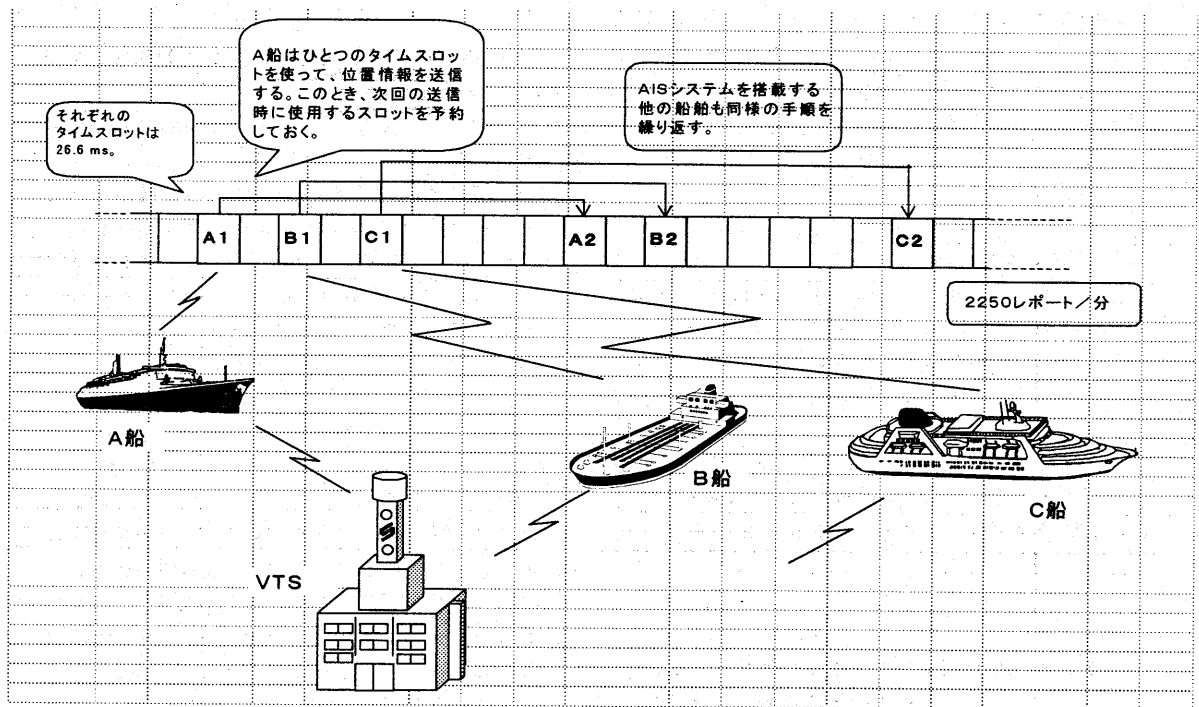


図1 ユニバーサルAISの概念図

表1 SOLAS第V章の抜粋

SOLAS、第V章	
第20規則船舶航行システムおよび機器の機能並びに要件	
1 要件	
1.5	すべての旅客船および総トン数300トン以上の貨物船は、1. 2および1. 4の要件に沿うとともに次の装置を有すること。
1.5.4	適切な装備をした海岸局、他の船舶及び航空機に、船舶識別符号、船型、位置、進路、船速、航行状態並びにその他安全に関する情報等の情報を自動的に与え、そしてまた、同様の装備をした船舶からこうした情報を自動的に受信して、さらに、船舶を監視し、追跡し、そして海岸局と情報を交換するための自動識別システム

5. ユニバーサルAISの各基準及び概要

ユニバーサルAISの性能要件はIMOで、その技術基準はITUで審議のうえ勧告された。

5.1 性能要件 (IMO-MSC関係)

ユニバーサルAISの性能要件は、1998年5月のIMO、MSC69で「ユニバーサルAISの性能基準に関する勧告 MSC.74(69)」として採択した。

勧告は、後述するITUの技術要件とは違い抽象的な表現であり、AISの適用範囲、運用モード、システム構成、機能、船舶の識別、情報の種類、報告間隔、通信容量等の項目からなっている。

適用範囲：ユニバーサルAISは、「①船舶相互間モードでの衝突の回避」「②沿岸国が船舶及びその貨物に関する情報を入手する方法」「③VTSのツールとして」の機能要件を満たし、船舶の効率的な航行を支援することによる航行の安全、環境の保護および船舶通航業務(VTS)の運用を支援することにより、航行の安全を向上させるものでなければならない。

5.2 技術要件 (ITU-R-SG8関係)

ユニバーサルAISの技術要件は、1998年7月のITU、SG8で「海上移動周波数帯での時分割多元接続を用いる船舶搭載自動識別システム(ユニバーサルAIS)の技術基特性(勧告案)」として承認された。郵便投票(98年11月2日期限)の結果「Recommendation ITU-R M.1371」勧告として採択された。

勧告は、IMOの性能要件をより具体的に表現してある。

目的：ユニバーサルAISは、「①船舶相互間、船舶通報及びVTSの用途での効率的運用を支援して航海の安全に寄与し」「②船舶乗組員の関与を極力小さくして、運用者が複数船舶からの情報を自動的に取得し、高度の利便性を有し」「③SAR(Search And Rescue)運用での船舶対航空機通信にも使用できること。」

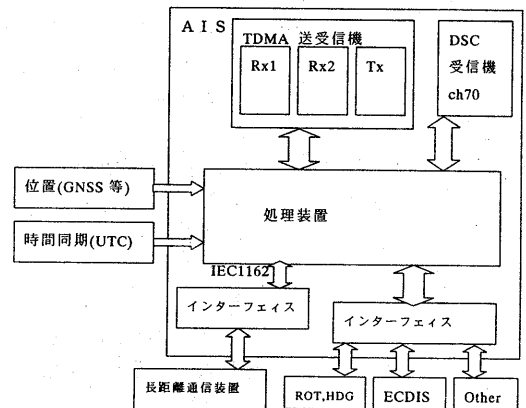


図2 ユニバーサルAISの構成

5.3 ユニバーサルAIS概要

ユニバーサルAISの性能・技術要件の概要を、まとめると次のようになる。

1) システム構成(図2)

AIS本体

- ① TDMA送受信機(TX1, RX2 信号符字及び船名)、DSC受信機、長距離通信(例えばインマルサットC)装置
- ② 処理装置
 - ・電子測位システム(1/10,000分の分解能を有し、かつ、WGS-84データを使用)からのデータ処理機能を持ち
 - ・動的情報センサー(対地進路、対地速度、船首方位等)データの自動入力機能を持ち
 - ・データの手動入力かつ検索機能を持ち
 - ・送受信データのエラーチェック

機能を持つ

③テスト装置（内臓）

2) 船舶識別

MMSI（海上移動業務識別）符号

3) 情報

①静的情報…・IMO 番号

（6 分毎）・信号符字及び船名

・船舶の長さと幅

・船舶の種類

・船舶上の測位システム

アンテナ位置（船首又は船尾，中心線の左舷又は右舷）

②動的情報…・精度表示と完全性の状態を付与した船舶の位置

（数秒毎・UTC (Universal Time Coordinated)時刻

表 1) ・対地進路

・対地速力

・船首方位

・回頭率

・随意項目：傾き角（基本通信文には用意されない指定域）

・随意項目：ピッチとロール（基本通信文には用意されない指定域）

・航海状況（例えば NUC，錨泊中等，手入力）

・追加情報を供給している外部センサーからの入力への対応

③航海関係…・船舶の喫水

（6 分毎）・危険な積載物（種類：当局の必要に応じ）

要請時）・仕向港と ETA（船長の判断）

・随意項目：航海計画（航過点：基本通信文に用意されない指定域）

④短い安全関係通信文

（必要時）安全関連通信文は、重要な航海又は重要な気象警報を含んだ通信文である。

表 2 情報通報更新率

船の種類	報告間隔
錨泊船	3 分
0～14 ノットの船舶	12 秒
0～14 ノットの船舶で針路変更中	4 秒
14～23 ノットの船舶	6 秒
14～23 ノットの船舶で針路変更中	2 秒
23 ノット維持用の船舶	3 秒
23 ノット以上の船舶で針路変更中	2 秒

4) 船舶が報告する容量

2,000 通報／分

5) 技術的特性 1（OSI モデル物理層）

表 3 技術的特性 1

項目	技術特性
伝送媒体	156-174MHz の VHF 帯 主務官庁に指定されない限り AIS 1-161.975 MHz (CH87B)、 AIS 2-162.025 MHz (CH88B)
占有帯域幅	25kHz（領海で、当局の規定で 12.5 kHz も可）
送受信機特性	認定済みの国際規格に準拠して動作のこと。
変調方式	適合帯域幅周波数変調 gaussian 最小変移キーイング FM/GMSK
データ伝送ビットレート	9600bits/sec±50ppm
送信機定常化時間	1.0ms (送信機電力が最終値の 20% 以内、周波数安定度 ±1.0 kHz 以内)
送信機電力	2 W、12.5 W

6) 技術的特性 2（OSI モデルリンク層）

表 4 技術的特性 2

項目	技術特性
同期（時刻基準）	UTC
スロット識別	指標 0-2249 で識別 (2250 スロット／1 min)
パケットの書式 (1 スロット)	256 ビット
	調教シーケンス 32 (立上 8 含む)
	開始フラグ 8
	データ 168
	CRC 16
	エンドフラグ 8
	バッファリング 24

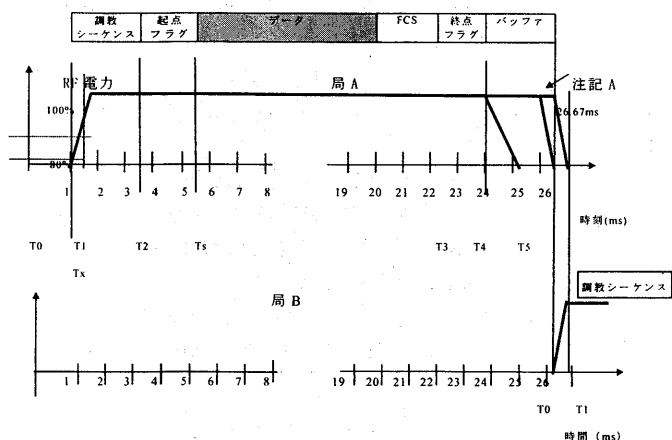


図3 伝送タイミング

注記 A・ある伝送の終端が丁度次のスロットの始まりであると、ユニット A の TX ダウン期間は図示のように次のスロットに重なることになる。調教シーケンスの伝送はこれにより妨害されることは無い。このような場合は非常に稀であり、伝搬が異常な場合にのみ起こることである。この場合でも、AIS の運用が損なわれることはない。

7) 技術的特性 2-2 (OSI モデルリンク層、リンク管理)

データリンクへの接続

- ① SOTDMA (Self Organized Time Division Multiple Access : 自律的時分割多元接続) 方式
- ② ITDMA (Incremental Time Division Multiple Access : 漸増時分割多元接続) 方式
- ③ RATDMA (Random Access Time Division Multiple Access : ランダム接続時分割多元接続) 方式
- ④ FATDMA (Fixed Access Time Division Multiple Access : 固定接続時分割多元接続) 方式

SOTDMA は、自律的な局からの計画的反復伝送に使用する基本的な方式である。更新率を変更したり、反復性が無い通信文を送送するようなどときには他接続方式を使用する。

運用モード

- ① 自立式かつ連続的…通常の運用モード (自身の伝送計画表) で当局の必要により他に切換
- ② 指定…当局が伝送計画表 (データ伝送間隔や通報スロット) を指定呼びかけ…他の船舶や当局からの質問に応答する。

初期化

- ① 電源投入時、自局はチャネル活動を測定するため 1 分間 TDMA チャネルを監視し、他の関係者の ID、現在のスロット指定と他利用者の報告位置、海岸局が存在するかを調べる。(この時間帯に、該システムで運用している全関係者の動的ディレクトリーが確定)
- ② TDMA チャネル活動を反映したフレーム・マップの作成。
- ③ 1 分経過後、運用モードにはいり、それ自身の計画表で伝送を開始。

表 4 通信文の例 (位置通報)

パラメーター	ヒット後	説 明
信号文 ID	6	この通信文の識別子 1、2 又は 3
DTE	1	データ・ターミナル・レディ (0 = 利用可、 1 = 利用不可)
データ表示子	1	伝送データ有無の表示 (0 = 無し、 1 = 有り)
利用者 ID	30	MMSI 番号
航海状況	2	0 : 航海中 1 : 錨泊 2 : 支配下にない 3 : 操船不自由
回頭率	8	±127 度/分 (−128 は利用不可を示す) 外部センサ
SOG	10	1 / 10kt 刻みの対地速力 (0 - 102.4kt)
位置精度	1	1 = 高 (<10m) 0 = 低 (>10m)
経度	29	1 / 10,000 分刻みの経度 (180 度、 東 = 正、西 = 負)
緯度	28	1 / 10,000 分刻みの経度 (90 度、 北 = 正、南 = 負)
COG	12	1 / 10 度 刻みの対地針路 (0 - 3599)
船首方位	9	度 (0 - 359) (511 は利用不可を表 示)、外 部センサ
タイム・スタンプ	6	報告生成した TC 秒 (0 ~ 59、又は測位システムが非 動作なら 63)
予備	7	未使用
通信の状態	18	同期状態、スロット・タイムアウト 副通信文
全ビット数	168	

6. おわりに

海上交通センター (VTS) へAISを導入することにより、AIS搭載船舶について、特に次のことが改善されると考える。

- (1) 管制対象船からの位置通報 (場合により変更通報) の自動化
- (2) 管制対象船以外の船舶に対する特別情報の提供拡大
- (3) 島影や橋脚によるレーダーブランクエリアの船舶の把握
- (4) VTS局とVTS局間の船舶航行の把握 (関門海峡VTSから大阪湾VTSまでの瀬戸内海)

また、IMO勧告はAISのVTSへの導入を述べ、IMOの技術的な諮問機関であるIALA (国際航路標識協会) もAISはVTSのレーダーを補完すると述べている。

そのほか、日本国をAISネットでカバーすると、周辺海域を通航する船舶の遭難救助に活用できることはもちろんのこと、港湾管理、船舶運航管理および荷役作業等の手配の迅速化などに活用でき経済的なメリットも期待できる。それがどのようなシステムとして発展していくかは現時点では未知数であるが、海運界に革新的な変化をもたらすような気がする。

資料 AISの国際機関における勧告の動向

1 IMO

- (1) NAV41 (第41回航行安全小委員会、95年7月)

英国の提案を基に、国際 VHF70chを

使用した通報レイト 20 リポート/分の VHF/DSC 方式 (2S) AISの性能基準に関する総会決議案を作成。

- (2) MSC66 (第66回海上安全委員会、96年6月)

国際 VHF70chは、GMDSS (海上における遭難及び安全に関する世界的な制度) の体制下において遭難通報に用いられる周波数であること及び使用周波数帯の調整が未了であることから、VHF/DSC 方式 (2S) AISの性能基準の決議案は未承認。

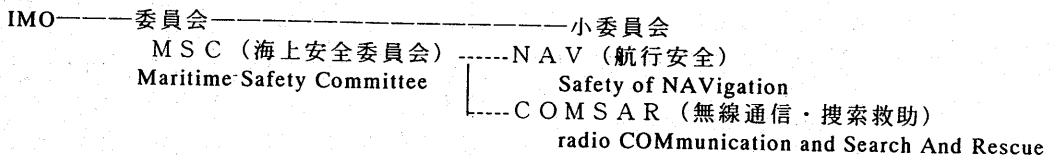
スウェーデン等は、極めて詳細な情報を自動かつ定期的 (1秒~12秒、停泊中は3分) に送信しえる高通報レイト 2,250 リポート/分の性能を有する 4S方式 (放送) AISの性能基準を提出、南アフリカからも同様なシステムを提案がされた。

ITUへAIS用周波数割当ての要望文書を提出した。(ITUがWRC97で無線通信規則付録第18号海上移動業務VHFの改定を予定していたため)

- (3) NAV42 (96年9月)

2つの方式 (2S方式、放送方式) のAISが提案されていることについて、将来のAISとしては、放送方式が適当であるという合意が得られつつも、その導入方法について1段階又は2段階 (2S方式→放送方式) のいずれを採用するかについては先送りのまま、両方式の性能基準案がそれぞれ作成され、MSC67に送られた。

* IMOの組織



(4) MSC 67 (96年12月)

AISの2段階導入はやめ、1段階の導入で合意された。

性能基準案については、NAV 43で検討されることとなった。

(5) COMSAR 2 (第2回通信・捜索救助小委員会、97年1月)

DSCを備えたGMDSS用のVHF無線電話装置は、改造すること無しにトランスポンダとして利用することはできない事を指摘したのみでAISに関する大きな進展はなかった。

(6) MSC 68 (97年5月)

高速データ伝送を伴うことから25KHzバンドで全世界的規模の統一的な周波数スペクトラムの確保が必要であり、WRC-97で専用波の割当を行うこと、及び、放送方式AISの技術特性について勧告を準備するようITUに要請することとした。システムの技術的条件についてはNAV 43で詳細な検討を行うこととなった。

(7) NAV 43 (97年7月)

技術作業部会でAISの性能基準に関する勧告案を作成した。NAV43/WP.2のANNEX2にAIS (Universal ship-borne Automatic Identification System: ユニバーサルAIS) の要件、最低 2,000 リポート/分の通報レイトの要件などが盛り込まれた。変調方式までは規定しないものの、通報レイトについて英国提案のDSC方式はIMOの性能要件を満たさないことになった。(なお、米国は、VHF・DSC方式の整備を要求していたが、その後政策変更をしたようである。)

SOLAS V章の改正において、第20規則 1.5.4でAISを全ての旅客船及び総トン数 300 トン以上の船舶への搭載義務化案を作成。(2002年発効予定)

(8) MSC 69 (98年5月)

NAV 43で作成したユニバーサルAISの性能基準に関する勧告案を採択

(9) NAV 44 (98年7月)

SOLAS V章20規則 1.5.4 AIS搭載義務船舶について、日本提案「国際的な条約、ルール、基準が航海情報の保護を規定する場合には、本要件は適用されない

こと」は受け入れられ、追加されることとなった(NAV45が最終)。2002年の発効を目指す。

(10) 今後の予定

ユニバーサルAISの性能基準については、すでにMSC決議として採択済みであるが、搭載を義務化する対象船舶と適用の時期がペンディングであり、NAV 45 (99年9月予定)とMSC 72 (2000年早期か?)の審議に依存する。MSC 72での承認されれば、MSC 73 (2000年6月?拡大MSC)で採択後2002年1月1日までの異議通告期間内に条約締結国の1/3以上から異議通告が無ければ、2002年7月1日に発効となる。(日本の国内法は1月1日から7月1日の間に整備)

2 ITU

(1) SG 8 (無線通信研究委員会8、97年6月)

VHF DSC方式に属するAIS関連勧告 (ITU-R, M.825-1) をドイツとスウェーデンの留保付きで承認した。この勧告の中身はANNEX1とANNEX2に別れ、前者は1200bpsFSK変調方式の英国提案、後者は変調方式、速度は同じであるがプロトコルを変更してソフトウェアによる高速化を図った米国提案である。

(2) RA 97 (無線通信総会、97年10月)

ITU-R勧告 M.825-1について、ドイツとスウェーデンの留保を勘案し、概要の一部に“トランスポンダ用のこの勧告は、IMOで検討中のAISの要件を満たすことを意図したものでない”を加えて承認した。従って、この勧告に記載されているDSC方式AISは、IMO SOLASの改正により搭載が義務化された場合の設備としては使用できないこととなり、任意設備として局地的な使用に限定されることとなる。

(3) WRC 97 (世界無線通信会議、97年10月)

全世界的規模で統一的な周波数の確保が必要であるとするIMOの要求を踏まえ、無線通信規則付録第18号を改正する

機会にAIS用に2波を割り当てた。
(AIS1=161.975MHz, AIS2=162.025MHz)
この2波はEUR提案によるもので、各国の事情を勘案し脚注の条件付き使用となった。作業部会の審議段階で、米国とニュージーランドはもともとVHF帯のチャンネル不足に悩んでおり、12.5kHz間隔のインターリーブ化を推進していることなどからこの周波数は使わせないことを主張した。また、作業部会に未参加のシンガポールがデュプレクス用CH87とCH88は公衆通信に使用していること、2

波も現行の利用CHを潰してしまうことなどを理由に難色を示したが、欧州メンバーに説得され留保には至らなかった(国内では、マリンVHFで使用)。脚注で地域ベースで他の周波数が設定されない限りとする条件付きではあるが、世界的規模で統一された周波数がWRCで決まったことはAISの発展にとって大きな成果であった。なお、簡素化された無線通信規則は、1999年1月1日を暫定的に発行日とすることで決定した。

* ITUの組織

ITU-----会議・総会-----委員会-----作業パーティ
RA(無線通信総会)-----SGs(無線通信研究委員会)---WP8B
G8(移動、無線測位、アマチュア及びこれらに関する衛星業務)

WRC(無線通信会議)

(4) SG8WP8B(作業パーティ8B、
98年3月)

DSC方式AIS:ITU-R勧告M.825「DSC技術を使用するVTSと船舶間識別用トランスポンダシステムの特性」の見直しを行った。出力文書8B/TEMP/2(Rev.2)

ユニバーサルAIS:IALAが中心となって纏め、6ヶ国(カナダ、フィンランド、ドイツ、スウェーデン、南アメリカ、米国)の共同提案した文書を基に、ITU-R勧告M.[8C/XA]「海上移動周波数帯での時分割多元接続を用いる汎用船舶搭載自動識別システム(ユニバーサルAIS)の技術特性」を作成した。出力文書8B/TEMP/1

将来のデータ通信:英国がTETRA方式、米国が無線LAN方式を提案、暫

定新報告案として8B/TEMP/15「船舶間及びVTSアプリケーションの汎用データ通信」に纏めた。

各システム概要は、NAVIGATIONNo.137(10.9)を参照のこと。

(5) SG8(98年6月)

ユニバーサルAISの技術勧告案(Doc.8/BL/8-E,2July1998)を、承認した。郵便投票(98年11月2日期限)の結果採択され、「Recommendation ITU-R M.1371」勧告された。

(6) 今後の予定

2000年秋予定の第8回SG8WP8B会合でユニバーサルAISの技術勧告ITU-R M.1371の改定作業が行われる。

3 IEC(国際電気標準会議)

(1) DSC方式AIS

(規格番号IEC61993-1)

IEC TC80(航法計器専門委員会)のWG8(GMDSS関連作業部会)で委員会レベルの国際規格案の作成を完了し、郵便投票により規格化

(2) ユニバーサル A I S

(規格番号 IEC61993-2)

I E C では、装置製造上の I T U の勧告に沿って操作及び詳細な性能要件、試験方法及び要求される試験結果についての規格を決定する。

1997 年 9 月 (ブラスセル) の I E C の T C 8 0 (航法計器専門委員会) 総会で、試験方法も含めたユニバーサル A I S の I E C 国際規格作成に合意。1997 年 1 1 月 (ロンドン) T C 8 0 の W G 8 作業部会でワンディ・ミーティング開催。

- ① E T S I (欧州電気通信標準協会) をオブザーバーとする。
- ② I A L A の A I S 特別 W G (メーカー 4 社含む) への寄与文書の提出。
- ③ 特許登録の討議 (3 メーカーが既存技術をフリーにし、1 メーカーは S O L A S 条約の範囲になる場合にはフリーにすることに合意)
- ④ 以降のタイムテーブルを決定
I A L A への文書 1997.12.01
I A L A からメンバーへの文書 1997.12.19
I T U へのドラフト提出 1998.01.01
ドラフト調整会議 1998.01.07→ W P 8 B (3 月)
- ⑤ A I S とレーダーの相互運用性の討議 (D G O N (独航法研究所) が A I S のシンボルを A R P A レーダー及び E C D I S に示す為の提案書を作成)

第 1 回 U - A I S 会合 (1998 年 7 月、ロンドン) が開催され、委員会レベルの原案を作成し最終国際規格案までに 1 年半を要する事を確認。第 2 回会合は 1998 年 1 0 月、第 3 回会合は 1999 年 1 月を予定。

なお、1999 年内に A I S 装置の生産計画を発表しているメーカは下記の 4 社がある。

番号	メーカ名	国名	備考
1	GP&C 社	スウェーデン	
2	Daimler-Benz 社	ドイツ	南アのライセンス生産
3	Ross Engineering 社	アメリカ	
4	Marine Data Systems 社	南アフリカ	

A. 第 1 回会合 1998 年 7 月ロンドン
案の文書化
日本 E I J A : 9/2 第 3 回 T C 8 0 / G M D S S
機器対応 G

- B. 第 2 回会合 1998 年 1 0 月ロンドン
- ① 表示装置とキーボードは、衝突安全の観点から必要である。
 - ② G P S は時計信号のために内蔵せざるを得ない。
 - ③ 対地速度、進路については G P S から得られる。(G P S からのデータを認めていない当局がある。)

などが審議された。

C. 第 3 回会合 1999 年 1 月米タンパ
デジタルインターフェース (I E C 6 1 1 6 2) で用いるセンテンス、A I S が最低限備えるべきデジタルインターフェースのポート数等が検討された。(日本は未出席)

インターフェース規格番号	必要数	主な使用目的
IEC6112-1	3	G P S 用入力、船首方向、回頭率等
IEC6112-2	1	手動入力、A I S の制御
IEC6112-2	1	受信データの出力
RTCM SC-104	1	ディファレンシャル補正データの出力
IEC6112-3	1	将来の拡張用及び高速動作

D. 今後の予定

デジタルインターフェース (I E C 6 1 1 6 2 シリーズ) に関する規格の見直しと改訂、ユニバーサル A I S の国際規格 (I E C 6 1 9 9 - 2) の委員会レベルのドラフト (C D V) の作成と郵便投票及び最終国際規格案 (F D I S) の作成と郵便投票などが、予定されている。

参考文献

- (1) MSC69/22/Add1 ANNEX3「RECOMMENDATION ON PERFORMANCE STANDARDS FOR AN UNIVERSAL SHIPBORNE AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM(AIS)」
- (2) Rec.ITU-R M.1371「TECHNICAL CHARACTERISTICS FOR A UNIVERSAL SHIPBORNE AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM USING TIME DIVISION MULTIPLE ACCESS IN THE VHF MARITIME MOBILE BAND」
- (3) WRC-97 Document245-E

ICOサービス実用化の現状と展望

日本衛星電話（株）

技術部

柏原 修一

Development of ICO Services

Shuichi KASHIWABARA

Technical and Planning Division

Satellite Phone Japan

1. はじめに

わが国の電気通信分野において、近年、急速な成長を遂げているのが移動体通信の分野であろう。特にデジタル携帯電話については普及率が高まるにつれ、従来のような成長率は見られないものの、携帯電話は今や生活に密着した必需品となりつつあると言える。

端末の小型軽量化や付加機能の充実に従い、ユーザーのニーズも多様化する中、自分の携帯電話端末を海外に自由に持ち出し、日本や第三国への通話が出来たらというニーズは日増しに高まっている。しかしながら、世界の携帯電話サービスで利用されている規格が各国で異なっていることなどから、現在の携帯電話のシステムではこのニーズを適えることは不可能である。現地で利用可能な携帯電話のレンタルサービスを利用することにより、海外で携帯電話を利用することは可能だが、自分の携帯電話端末を自由に海外に持ち出して利用するという利便性は無く、出国毎の契約手続きや帰国後の端末返却といった煩雑さは残る。

他方、国内に目を向けると、地上系携帯電話事業者ではサービスエリアを毎年拡充しているが、地上アンテナ設備の設置が困難な山間部や洋上、離島などでは携帯電話の電波が届かない為、利用したくても出来ないという潜在ユーザーは少なくない。

このような中、世界中のどこからでも自分の携帯電話端末から国際通話やデータ伝送ができ、また、国内においても電波が届かないエリアからでも通話が可能となる衛星携帯電話プロジェクト構想が生まれ、ICOプロジェクトはその代表的プロジェクトの一つである。

2. ICO社の概要

2.1 インマルサットを母体として誕生したICO社

ICOサービスの中核としての位置を占めるのが、ICOグローバルコミュニケーションズ社（以下「ICO社」）である。社名の「ICO」は、当プロジェクトで使用される衛星の軌道が中高度周回軌道（Intermediate Circular Orbit）であることから、その頭文字を取り「ICO（アイコ）」としたものである。

ICOプロジェクトを最初に計画推進してきたのはインマルサット（国際海事衛星機構）である。インマルサットは、世界の通信事業者を中心とする国際共同事業体であり、1982年より衛星を利用した船舶用移動体通信サービスの提供を開始し、現在では旅客機などの航空機向けサービスへと拡大されると共に、可搬型地球局を使用した陸上移動体通信サービスの提供も行っている。可搬型地球局自体も、サービススタート時の「インマルサットA」から、1993年の「インマルサットM」などを経て、現在ではノートブック型パソコンサイズで重さ約2.3kgの「インマルサットミニM」の提供が1996年より開始され、日本ではKDDを通じ、世界中を取材エリアとする報道関係者や、通信インフラが未整備で手軽に国際電話が利用出来ないような国や地域に拠点を持つ企業やNGO団体、多数の在外公館を持つ外務省に代表される官公庁のみならず、登山家や冒険家などのプライベート層に至るまで幅広く利用されている。

このような中、次世代の衛星携帯電話サービスを提供すべく、1995年1月にインマルサット、及び世界の通信事業者などの出資により、ICO社が設立され、プロジェクトの推進を担うこととなった。

2.2 ICO社の出資構成

ICO社は資本金22億ドル、インマルサットを含め、世界51ヶ国、60事業体により構成される純粋な民間企業であり、日本衛星電話㈱は大口出資者となっている。

表1 ICO社の概要

- 資本金 : 22億ドル
- 出資者 : 60事業体(51ヶ国)
- 所在地 : 英国 ロンドン
- 主要出資者 : Inmarsat、中国、インド、日本、ギリシア、ドイツ、モロッコ、UAE、シンガポール、メキシコ、韓国 他
- 戦略パートナー : TRW (米), Hughes (米), NEC (日)
- CEO : Mr.Olof Lundberg
(元インマルサット事務局長)

表2 ICO社主要出資者

- Inmarsat
- BMCN 中国
- VSNL(イト)
- SPJ 日本
- OTE SA(キリヤ)
- T-Mobil(ドイツ)
- SATFON Maroc(モロッコ)
- ETISALAT(UAE)
- ST(シンガポール)
- Telecom Mexico(メキシコ)
- ICO Korea(韓国)
- PTT Lebanon(レバノン)
- CS Com(タイ)
- Swiss Telecom(スイス)
- TTIE 台湾
- TRW 米国
- Hughes 米国
- Polish Telecom(ホーランド)
- CPRM Portugal(ポルトガル)
- Korea Telecom(韓国)
- Comsat(米国)
- 他 39事業体

3. 日本衛星電話(株)の役割とサービス概要

ICO社の大口出資者としてICO社への経営参画と

日本におけるICOサービスの提供を主目的とし、1995年5月に設立されたのが日本衛星電話株式会社(Satellite Phone Japan Ltd.)である。

3.1 出資構成

日本衛星電話(株)の出資構成は、インマルサットの署名当事者であるKDDを筆頭に、日本を代表する携帯電話事業者である「NTT DoCoMo」、「IDO」、「J-Phone グループ」に加え、トヨタ自動車、日本テレコム、商社7社、更に携帯電話端末メーカーや無線設備メーカーなど、計25社により構成されている。

表3 日本衛星電話㈱の概要

- 設立: 1995年5月1日
- 資本金: 160億円
- 出資者構成: KDD、地上系携帯電話事業者
(NTT DoCoMo、IDO、Digital Phone G/JT)
商社(住商、日商、丸紅、他4社)
製造業者10社 計25社
- 社長 渡邊 恭(元KDD常務取締役)
- 事業内容
 - ICO社への出資および経営参画
 - 日本におけるICOサービスの提供
 - ICOシステムのNMC(網管理センター)の運用

3.2 基本サービスと付加機能サービス

ICO社が提供する基本サービスは、大きく分けて①音声、②ファックス、③データ通信を予定しているが、オプションとして、転送機能、通話割込み、会議通話、ページャー機能、高出力ページングなどが予定されているが、特にページャー機能は分離型では無く、ICO端末に内蔵される予定となっている。また、高出力ページングは、通常の通話回線よりも高出力電波を発することにより、ビルの谷間など、衛星の電波が届きにくいエリアでの通話を確保する為に提供される機能である。

表 4 日本衛星電話機出資者一覧

■KDD	53.0%
■NTT移動通信網 (NTTドコモ)	11.0%
■日本移動通信 (IDO)/トヨタ自動車	11.0%
■日本テレコム/デジタルグループ (東京、関西、東海)	11.0%
■住友商事	3.0%
■日商岩井	3.0%
■丸紅	3.0%
■三井物産	1.0%
■三菱商事	1.0%
■トーメン	0.4%
■ニチメン	0.4%
■沖電気工業	0.2%
■東芝	0.2%
■東洋通信機	0.2%
■日本電気	0.2%
■日本無線	0.2%
■日立製作	0.2%
■富士通	0.2%
■古野電気	0.2%
■松下電器	0.2%
■三菱電機	0.2%
■国際電気	0.2%

3.3 ICO 端末

ICO サービスでは衛星電話専用のシングルモード端末と、既存の携帯電話と衛星電話との使い分けが出来るデュアルモード端末の2種類の端末を提供するが、いずれの端末も一体型を予定している。ICO 端末の容積、重さについては、現在の地上系携帯電話端末には及ばないが、容積 225cc 以下、重量 250g 以下を目標に目下、国内外の複数の有力携帯電話メーカーにより研究開発が進められている。

3.3.1 シングルモード端末

シングルモード端末は、地上モード（地上系携帯電話機能）を持たず、あくまで ICO モード、つまり衛星電話専用として利用するユーザー向けに用意されるもので、普段、地上系携帯電話を利用する機会

は無いが、国内の地上系携帯電話サービスのエリア外や通信インフラが未整備な海外では利用したいというユーザーに適した端末である。

3.3.2 デュアルモード端末

一方、デュアルモード端末は、ICO 端末 1 台で「ICO モード」と「地上モード」の両機能を ICO 端末内に内蔵した端末である。「ICO モード」は、通信インフラが未整備な国や、山岳部や離島、洋上など、地上系携帯電話では電波が届かないエリアから利用する際に使用し、「地上モード」では、既存の地上系携帯電話のサービスエリア内で通話が可能な場合、通常の地上系携帯電話として使用するという場合に適している。

また、デュアルモード端末のモード選択は、ユーザーの好みに応じ、二通りの方法が用意される。一つは「自動モード選択」で、地上系携帯電話の電波と衛星電波を端末が自動的に選択してくれるもので、例えば、ユーザーが地上系携帯電話サービスのサービスエリア外で ICO 端末から通話をする際、ICO 端末側で地上系携帯電話としての利用が不可能と判断し、衛星電話モードに自動的に切り替えてくれる。一方、「手動モード選択」は自動選択に抛らず、ボタン操作によりユーザー自身でモードを切り替えることが出来る。なお、デュアルモード端末は、日本の主要携帯電話事業者が採用している「PDC」規格以外に、欧州規格の「GSM」規格、北米規格の「AMPS」、「D-AMPS」、更に「cdmaOne」とのデュアル端末も提供する予定となっている。

また、船舶・航空・車載搭載用端末に加え、公衆電話型の半固定端末の開発も検討している。特に車両搭載用端末については、既に自動車メーカーや無線設備メーカーとの間で共同による技術研究が行われている。

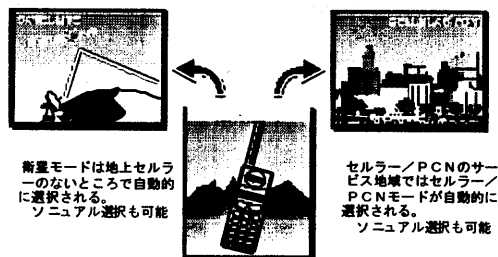


図 1 デュアルモード端末

- バッテリー寿命 : 連続待受 : 80時間以上
連続通話 : 4時間以上
ページング・モード : 160時間
- 容積 : 225cc 以下
- 重量 : 250g 以下
- 平均送信出力 : 0.25W
- アンテナ : 4線巻ヘリックス
- 受信G/T : -23.8dB/K
- 最大アンテナ利得 : 2.5dBi



図2 ICO端末概要

3.4 日本市場における想定ユーザー層

ICO サービスを利用する日本における潜在ユーザー層として、日本衛星電話網では、世界を飛び回る報道関係者や海外旅行添乗員、通信インフラが整備されていない国や地域で働くビジネスマン、現地駐在員やプラント建設従事者などの海外ビジネスユース、加えて、遠洋航海などで自由に家族との連絡がとれない船員や漁船乗組員、海上自衛隊や海上保安庁などの艦艇乗組員、海外旅行者などに加え、国内の地上系携帯電話事業者のサービスエリア外居住者、同じくサービスエリア外での仕事が多い林業・漁業・建設従事者などの国内ビジネスユース層などを考えている。

加えて、災害発生時や緊急時における通信手段の確保を目的とする危機管理需要層にも注目している。日本企業の海外進出が進むに従って、テロや誘拐事件などに巻き込まれる事件が近年増加しており、危機管理の充実に力を入れている企業や官公庁、NGO団体などの組織に加え、探検家・冒険家といった個人層に到るまで衛星携帯電話はまさに最適かつ必需なものと考えている。

無論、危機管理需要は海外のみではなく、地域災害や地震などの大規模災害などで地上の電話網設備が破壊され、一般加入電話や公衆電話を始め、地上系携帯電話が利用が不可能になった場合でも、ICO サービス加入者は緊急時の通信手段を確保することが出来る。

また、これらの目的以外においても衛星携帯電話の活用シーンはユーザーの利用パターンに応じ数々存在するであろうし、サービス提供者が予想もし得ないような利用パターンが生まれてくる筈であり、衛星携帯電話サービスには、それだけの可能性と多

目的性を有しているものと考えている。

3.5 端末価格・サービス料金

ICO プロジェクトでは、高額所得者層などに特化したハイエンドユーザーのみをターゲットとは考えていない。むしろ、「世界中の誰もがリーズナブルな料金で利用できるサービスを提供する」というのがICOプロジェクトの基本的なサービス提供理念である。

従って、日本市場においても、端末価格、契約料、基本料、通話料などについて、ICO サービスを利用したいと考えるユーザーが納得できる価格体系で提供すべく、現在各種マーケット調査などで得られた結果も反映させながら検討を行っている。また、料金プランについても、ローコールプランやハイコールプラン、長期契約割引など、ユーザーの選択幅を持たせた料金バリエーションを考えている。

4. 技術概要

衛星携帯電話サービスの場合、①宇宙部分（衛星）、②地上部分、及び③ユーザー部分（端末）の3つの要素で構成されるが、ICO システムでは、最新の技術と独創的なシステムを採用している。以下では宇宙部分と地上部分の概要を説明する。

4.1 宇宙部分

4.1.1 ICO衛星の概要

ICO 衛星は、米国ヒューズ社製「HS601」型衛星の改良型を使用する。同衛星には、安定した動作を確保する為に大容量の発電装置が搭載され、回線容量も計算理論上十分な回線容量を確保しており、衛星寿命も12年と、衛星携帯電話プロジェクトで使用される衛星としては最長の部類に入る。また、利用周波数は2～7ギガヘルツを採用しているが、これは、同周波数帯が風雨などの気象条件の影響を最も受けにくい帯域であることによる。

4.1.2 中軌道を採用するICOサービス

ICO サービスは、地上から高度約1万キロの中軌道を使用し、赤道と傾斜角45度で交わる2つの軌道上に、それぞれ5基ずつ計10基の周回衛星が配置され、各衛星は約6時間で地球を一周する。計算上、中軌道では1軌道当たり3基の衛星で地球全体を

カバーすることが可能だが、より良い状態の電波をキャッチできる様、1 軌道当り 5 基の衛星と予備衛星 1 基の計 6 衛星とし 2 軌道で計 12 衛星としている。

- 軌道 :
 - 円軌道
 - 高度 10,355 km
 - 周期 6時間
- 衛星配置 :
 - 直交2軌道 ; 各5機
 - 予備衛星 ; 各1機
- 軌道傾斜角 : 45度
- 打上時期 : 1998-2000年



図3 ICO衛星システム概要

また、軌道傾斜角を 45 度に設定することにより、陸地を効率よく照射することが可能となり、静止衛星では不可能な両極点をカバーすることが可能となっている。

ICO プロジェクトが中軌道衛星を採用した背景には、主に次のような理由による。低軌道の場合、衛星軌道が低い為、伝送遅延が短いというメリットがある一方、衛星 1 基当りの地表カバー範囲が狭くなる為、最低でも衛星 40 基以上を必要とすると共に、連続通話を行う為のハンドオーバーを頻繁に行う必要がある。また、宇宙環境の違いから、衛星の寿命が相対的に短くなり、コスト的にデメリットとなる。

他方、中軌道の場合、電波の照射面積が地表の約 23%と相対的に広いことから、僅か 10 基の衛星で照射エリアをオーバーラップしながら地球全体をカバーすることが可能となる。

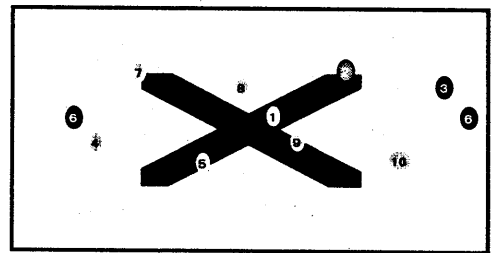


図4 ICO衛星

中軌道の場合、低軌道に比べ伝送損失は多少大きくなるが、ICO 衛星は 1 基当り 163 個のスポットビーム（1 個のスポットビームは仰角 90 度、つまり衛星の真下地点から直径約 800km の範囲を照射することが出る）を搭載し、小さな地域単位で回線の利用状況に応じた適切かつ迅速な回線割当てを行うことが出来るため、回線の輻輳を最大限抑えることが可能であり、ICO プロジェクトではこれらのメリット・デメリットを勘案した結果、中軌道を採用した。

4.2 地上部分

4.2.1 ICOシステムの中樞神経「SAN」

地上部分においても ICO システムでは独創的なシステムを採用する。予備衛星を含む 12 基の ICO 衛星との送受信を行う地上設備が「SAN(Satellite Access Node)」と呼ばれる地球局である。ICO 端末から ICO 衛星に伝達された電波は世界 12 か所、アメリカ、メキシコ、ブラジル、チリ、ドイツ、オーストラリア、UAE、南アフリカ、インド、インドネシア、中国、韓国と分散設置されたいずれかの SAN に伝送される。各 SAN には 1 局当り 5 基のアンテナを装備しており、12 局合計で 60 基のアンテナが 12 基の ICO 衛星からの電波を待ち受けることが可能である

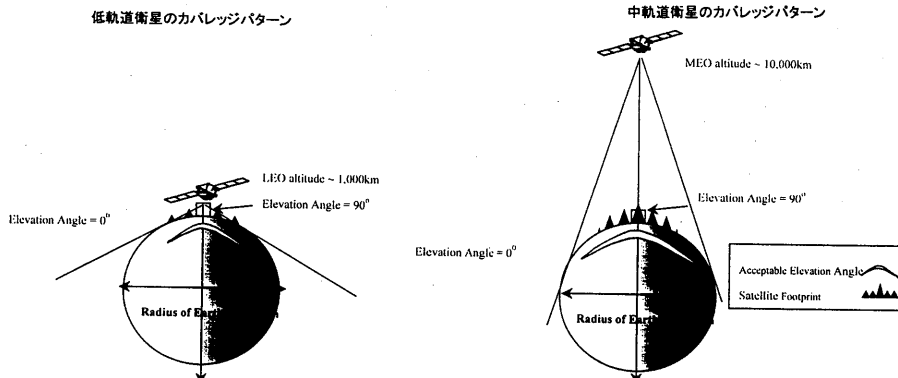


図5 中軌道と低軌道の仰角比較

SAN で受けた電波は「SAN」-「SAN」を「ICO-NET」と呼ばれる専用伝送路を通じ、通話先の国際関門局「National Gate Way」を介し、既存の一般公衆網へと接続される。ICO 端末宛の通話の場合は、この反対のルーティング、つまり、SAN から ICO 衛星を経由して接続される仕組みになっている。

このように、ICO システムの特徴は、衛星本体に複雑な通信処理機能を搭載せず、地上設備に受け持たせるというシステムを採用したことにより、衛星に余分な処理機能や設備を搭載する必要がなくなり、衛星の製造コストの大幅な低減、余裕を持った衛星設計が可能となる他、衛星本体の長寿命化、衛星の故障発生率を最小限に抑えることが可能となった。加えて、衛星の設計がシンプルな為、新技術や機能拡張などにも容易に対応可能な設計となっている。

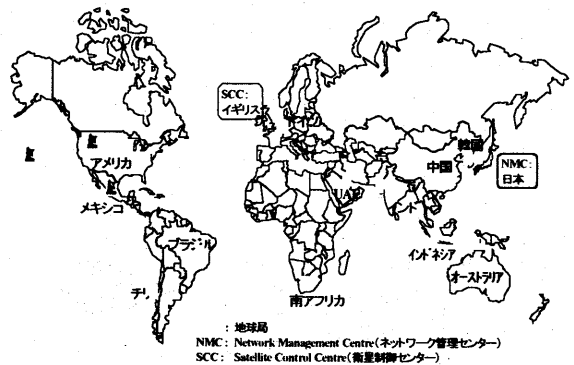


図6 SAN配置図

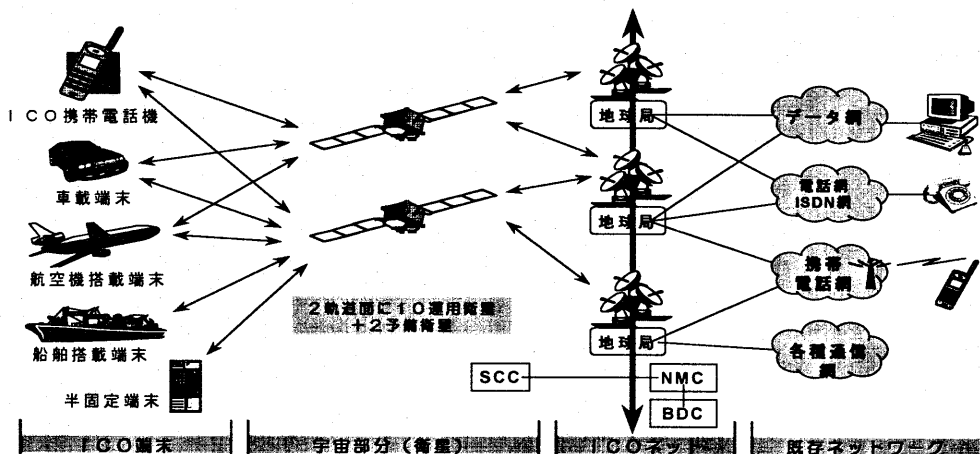


図7 ICOネットワーク構成図

4.2.2 ICOシステムの頭脳「NMC」と「SCC」

「SAN」が ICO システムの中樞神経とすれば、頭脳の役割を果たすのが、「NMC(Network Management Center)」と「SCC(Satellite Control Center)」である。

ICO システムは、SAN を含む ICO-NET の運用、管理を行うネットワーク管理センター「NMC」と、ICO 衛星を監視・制御する衛星コントロールセンター「SCC」の二つによりコントロールされる。

「NMC」では、ICO システム全体のネットワーク運用管理、即ち、ネットワーク構成管理、品質管理、セキュリティ管理、及び障害管理を 24 時間体制で行う。この「NMC」の設置場所については、日本衛星電話(株)の中核出資者である KDD の網管理運用技術の高さなどが評価され、東京の KDD ビル内に設置される。また、「SCC」についても、メインシステムはロンドンに設置されるが、バックアップシステムの「BCC(Backup satellite Control Center)」及び、ICO 携帯端末の顧客情報と現在位置を管理する HLR(Home Location Register)とよばれる設備も KDD ビル内に設置される予定となっている。

このように、ICO システムでは、フェイルセーフ思想に基づいたバックアップシステムにより、万が一障害が発生した場合でも、瞬時にバックアップシステムが稼動することにより、高い信頼性の確保が得られるようになっている。

5. 今後のスケジュール

現在、日本衛星電話㈱では、日本での ICO サービスの提供に向け、当社に出資する携帯電話事業者 3 社との間でネットワーク接続などの技術条件や、販売ルート、カスタマーケア体制などの交渉を進めている。設備面では、東京の KDD ビル内に設置される「NMC(ネットワーク管理センター)」の建設が既に進められている。

また日本以外では、世界 12 ケ所に設置される「SAN」の建設も順調に進められている他、米国ヒューズ社製の ICO 衛星も、本年末に打上げが予定されている第 1 号衛星のパス（搭載される通信機器をサポートする衛星の構造部分）の機能テストを既に終えており、1998 年末から 2000 年にかけて全ての ICO 衛星の打上げを完了させ、2000 年 8 月よりサービスを開始する予定となっている。

6. むすび

以上の様に、厳しい競争が展開されるであろう衛星携帯電話サービスではあるが、既存の移動体通信サービスの概念を超えた次世代型サービスとして、競合する事業者ともユーザーの利用環境整備などの分野では、お互いに協調してゆきたいと考えている。ICO サービスは、国内・国際、更に国境といった概念を超越したグローバル・サービスであり、1999 年から ICO サービスの提供が始まる 2000 年にかけて、ユーザーは 3 つの主要な衛星携帯電話事業者のサービスの中から自分のニーズに合致したサービス提供事業者を自由に選択することが可能となる時代が間もなく到来する。

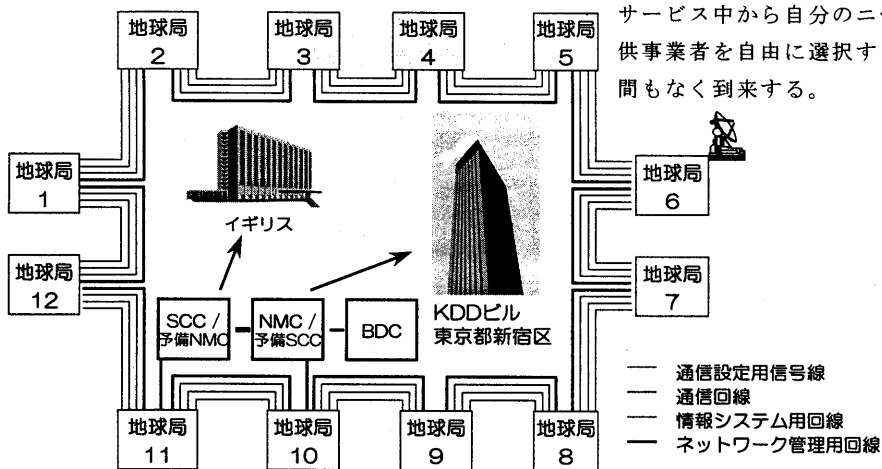


図 8 NMCネットワーク構成図

統合ブリッジシステム (IBS) について

日本無線株式会社 海上機器事業部
高山 仁・川口 誠・小出 文光

On the Integrated Bridge System (IBS)

Hitoshi TAKAYAMA, Makoto KAWAGUCHI and Fumimitu KOIDE

Marine Electronics Division, Japan Radio Co., Ltd

1. はじめに

最近の船舶の運航に要求される基本的なテーマとして、操船費用削減が大きなテーマとして挙げられる。このために、操船者の削減や経済的な航行、効率的な荷役管理、船内外通信費用の削減など船舶の運航にかかわる多くの作業項目に対し省力化が求められている。

一方で、船舶の安全航行に関する要求は年々高まっており、このための各種国際規格の修正・更新が行なわれ、実行されようとしている。

以上の様に、安全性の向上と省力化という一見すると相反する要求が今後ともますます強まることが容易に想像できる。これらの要求を満足させるため、いわゆるハイテク機器をローコストで供給することが、各ブリッジ機器メーカーに強く求められている。

船用機器メーカー各社はこれらの要求に応えるために、各社独自の技術を応用して統合ブリッジシステム (IBS) の提供をそれぞれ行っている。

本稿では、IBS に関する国際規格の動向やその概要、ならびに IBS について構成、主要性能/機能などを当社システムを例として簡単に紹介し、これらが船舶の航行に要求される安全性の向上および経済的な航行を含んだ船舶運航一般管理に対して、どの様に寄与するかについて概説する。

2. 最近の船の運航管理に対する要求ならびにブリッジ機器類に対する国際規格に関する傾向

2.1 操船に関する安全性の向上

近年、船舶の衝突、座礁、火災等の海難事故の増加に伴い、これらを防ぐための手段と異常発生時の伝達経路の明確化に対する要求が高まり、IMO がレーダ、ECDIS 等の各航海機器類の性能規程の見直しや制定を行い一部の規格適用が、99 年 1 月から実施される。

さらに、SOLAS も V 章改訂による、搭載機器の

見直しや、搭載要件の改訂を審議しており、2002 年からの適用開始を検討している

2.2 操船に関する作業効率化の向上

上記船舶の安全航行に関する要求が高まる一方で、海運業に従事する労働者の減少が問題となっている。

すなわち、少ない操船者でいかに安全にかつ効率よく船舶を運航するかという事が今後重要なテーマとなる⁽¹⁾。上記の IMO あるいは SOLAS の改訂はこの点も考慮に入れた内容となっており、例えば IMO MSC.64(67)の ANNEX1 では IBS の定義を定めている⁽²⁾。

また、IEC - 61209 は上記 IMO 規程を受けて IBS の定義、一般要求、機能要求、技術要求、ならびにテスト方法などが記述されている⁽³⁾。

これらの制定のねらいは個々の機器類のみでは達成出来ない、より高い安全性、経済性の確保と同時にデータの共有化や、総合的な船舶運行管理の標準化であり、この中で IBS の機能がサポートすべき船舶の各種仕事のカテゴリーとして以下が定義されている。

- 安全航行の実行
- 船内外の通信効率化
- 各種制御機械類の管理
- 荷役管理
- 船舶の安全管理
- ISM コードに従った船舶運航管理

この様に、IBS は船の仕事の多くを、ブリッジで安全にかつ効率よく管理するための手段として定義されたものといえる。

さらに、上記とあわせて、ISO でも 8468 (ブリッジレイアウトおよび関連機器ガイド) をベースに一人当直に対するガイダンスを現在作成中である⁽⁴⁾。

3. IBS の特長、構成、機能等の紹介

3.1 IBS の特長

2.2 で述べた様に、IBS という概念は各種データの効率的共有化や集中表示化などを含んだ安全かつ効率航行を促進するためばかりでなく、船舶においてなされる基本的な仕事の多くをブリッジにて管理するという船舶のマネージメントの効率化も視野に入れたものである。

上記の概念に対し、例えば IEC の定義により分類される仕事のカテゴリーに従えば、当社システムの場合それぞれに対して、表 1 に示した様な特長を持つ。

表 1 IBS の主要機能（当社例）

カテゴリー	機 能
航行制御／監視	・自動航路保持機能 ・推進制御機能 ・航行監視機能（衝突あるいは座礁予防援助） ・ワッチオフィサーの安全チェック機能 ・航行、気象データの集中表示および記録機能 ・航海計画立案機能と計画の安全性チェック機能 ・ベクターチャートとラスターチャートの同時表示 ・電子海図の更新機能
通信制御	・GMDSS 対応 ・アラーム集中表示および船内アラーム伝送システムによる安全管理 ・船陸間通信による総合的航行管理 ・NAVTEX 受信機データの電子海図上の転送機能
荷役管理	・積み付け計算機能および記録機能
航行管理、その他	・ISM コードで要求される航行管理、メンテナンス管理、ドキュメント作成作業

以上の特長に対する詳細は、3.3 に示す IBS 主要構成機器の機能の中で該当するものを述べる。

3.2 IBS の構成

3.1 で述べた各特長を有した IBS 構成図の当社例を図 1 に示す。

また以上の構成図の各機器類に関して、ISO の一人当直ガイダンスに示されたブリッジレイアウト案に則り、ブリッジ内の各ワークステーションに配置した例を図 2 に示す。

これらの構成により、船舶の航行に対して航行、通信、荷役管理、その他船舶一般の仕事の管理を効率的に行う事が出来る。

以下、3.3 では上記 IBS 構成図の当社基本構成機器のうち、特に船舶の安全航行、経済航行、ならびに船の経済的運航管理に寄与する部分に関し、それぞれの機器の概要、背景、特長や機能について各機器に則した形で概説する。

3.3 IBS 基本構成機器の特長ならびに機能について

3.3.1 ECDIS

(1) 背景/概要

従来の紙海図によるルート計画、ならびに位置データ読み取りによる座礁防止を含めた航路監視などの一連の航行監視作業は、航行環境によっては時として航海者に負担をかける場合があった。

この様な航行監視の負荷を低減するために電子的なチャート表示器の出現が望まれていた事を受けて、ECDIS は IMO と IHO における作業部会により、その性能基準が定められ、1995 年に決議 A.817(19)として採択された⁽⁵⁾。また、チャートデータベースである航海用電子海図（ENC；Electronic Navigation Chart）の仕様および電子海図を電子海図表示装置に表示した時のシンボル、色などの表示方法に関する仕様も IHO において標準化された⁽⁶⁾。

以上の経緯により、海上保安庁水路部殿が世界に先駆けて日本海域の電子海図（Version 2）を 1995 年から出版開始した。また現在、日本、カナダ、シンガポール、その他数カ国が電子海図（Version 3）の出版を開始している。また、現在各メーカから ECDIS の供給が行われている。

(2) ECDIS に要求される主要機能

ECDIS に要求される主要機能としては代表的なものとして以下のものがあげられ、

1. 測位装置による電子海図の自動検索および表示
2. 予定航路の作成および編集
3. 航行監視機能（安全水深/航行禁止区域に対する横切り予測警報、計画航路離脱警報、変針点接近警報など）の実現
4. 航海記録機能（最低過去 8 時間にわたる位置、時刻、船首方位、1～120 分間隔のタイムラベルなどの記録/再生）の実現
5. 手動/半自動によるチャートアップデート機能

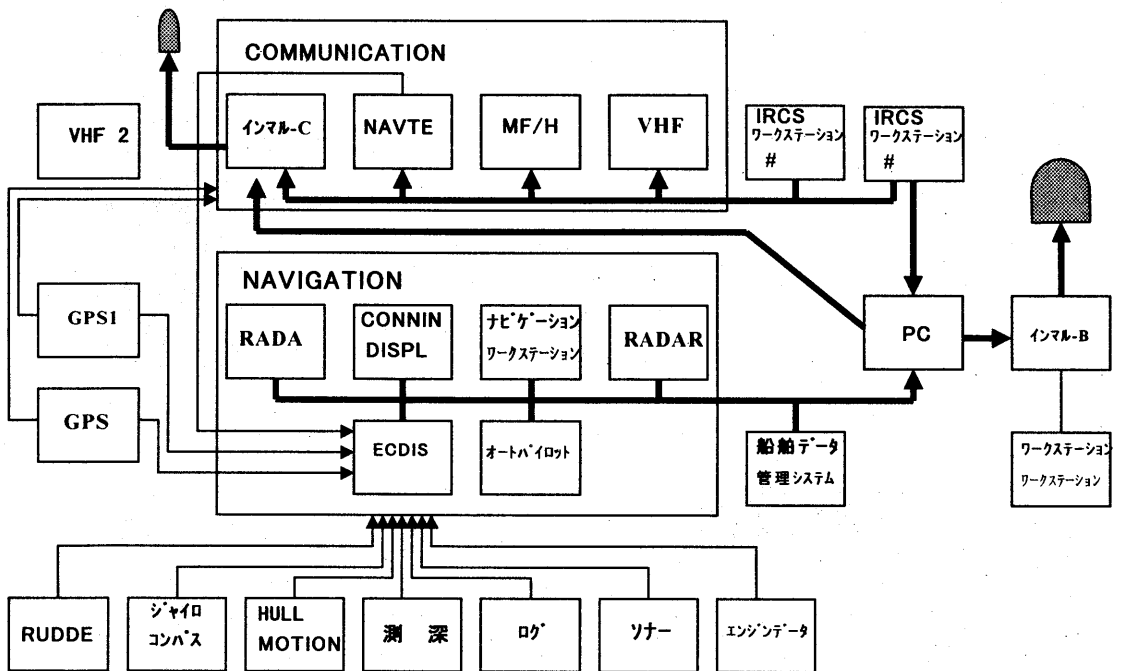


図1 IBSの構成図(当社例)

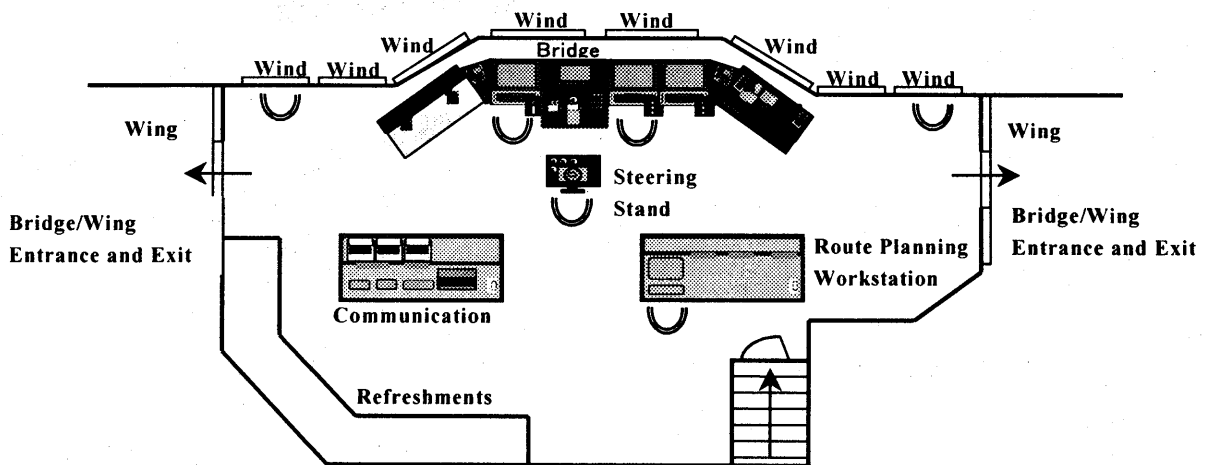


図2 IBSの配置例

これらは、IMO. A817(19)および IEC61174 の性能基準に記載されている⁷⁾。

(3) 上記以外の ECDIS の特長

・ ENC (ベクターチャート) とラスターチャートの同時表示 (図 3 参照)

現在、ENC データベースによる世界的なカバーが未達成のため、UK 水路部刊行である ARCS 等のラスターチャートデータベースの表示が可能となっている。また、ベクターチャートとラスターチャートの同時表示が自動的に行なわれる仕様となっている。

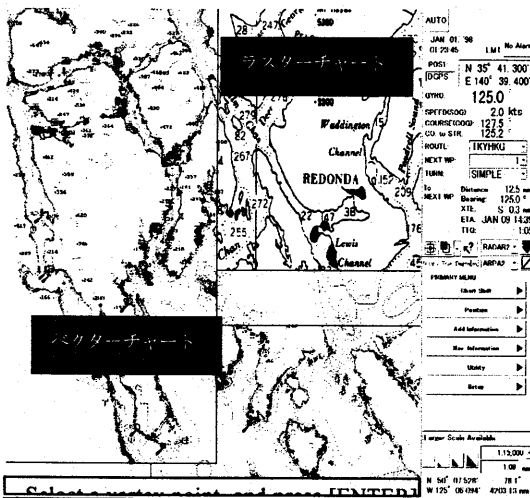


図 3 ベクターチャートとラスターチャートの同時表示

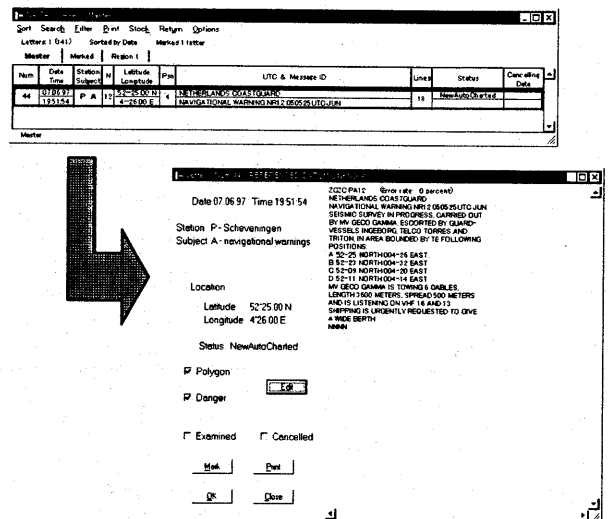
・トラックコントロールシステムの実現⁽⁸⁾

ジャイロ/オートパイロットとの組み合わせにより、ECDIS で作成したルートに沿った自動航路保持機能が可能である。

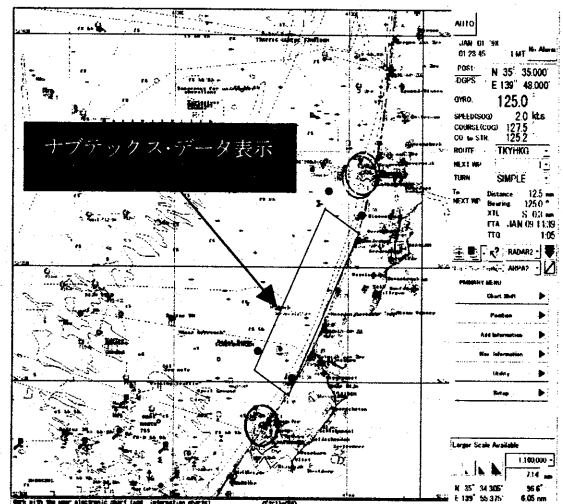
・ナブテックス受信機による航海警報、気象警報緊急

メッセージのチャート上における表示 (図 4 参照)

チャートアップデートの一環として、上記位置情報を持ったデータを電子海図上に転送する事が可能である。



ナブテックス受信機の表示



チャート上における表示

図 4 ナブテックス・データの表示

レーダ映像重畳表示

レーダ/ARPA から供給された信号により、電子海図上にレーダ映像および ARPA ターゲット情報を重畳表示する事が可能である。

以上の様に、ECDIS を使用する事により航海者の航行監視作業に関する作業負担の低減と、安全航行に対する寄与が期待される。

3.3.2 RADAR/ARPA

(1) IMO 性能基準の変更内容

他船との衝突予防援助装置としてのレーダ/ARPA の重要性は改めて述べるまでもないが、IMO は同装置のさらなる安全性向上のために、MSC64 (67) において新たに性能基準を修正した。

主たる変更点は以下のとおりである。

1. 総合的な送受信性能劣化の検出機能要求。
2. 船舶のクラスに応じたプロテイング機能要求。
3. マップ（海岸線）機能要求。
4. その他

(2) 上記以外のレーダ/ARPA の特長

・高精細カラー表示指示器

26 インチ高精細カラーディスプレイ（1280×1024 ドット）の採用により、レーダ映像および各種情報の高分解能表示が可能である。

・基本操作の自動化（同調/STC/FTC）

最新の信号処理技術の採用による基本操作の自動化を実現した。

・インタースイッチの指示器内蔵化と3台までの接続

現在2系統のレーダ装備が一般的であるが、安全性向上のためにもう1系統装備した場合でも接続管理可能な設計となっている。

・Sバンド低トルク空中線の実現

空中線駆動モータの消費電力を50%削減した。（当社比）

・小型パフォーマンスモニタ

XおよびSバンド小型パフォーマンスモニタ装備により、必要時に送受信性能を実時間監視する事が可能である。

レーダ/ARPA の表示映像例を図5に示す。

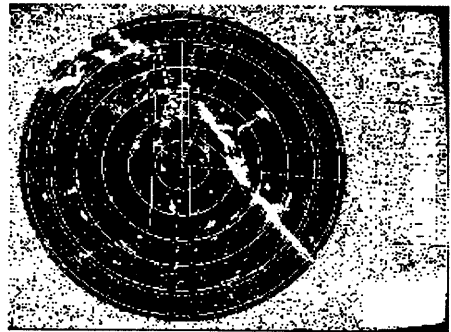


図5 レーダ/ARPA の表示映像例

3.3.3 コニングディスプレイ

(1) 概要

コニングディスプレイは、船舶の安全運航と輸送効率の向上を支援するために大洋・沿岸航海時あるいは接岸・投錨時の航海・操船に必要な情報を統合化し、見やすい画面で集中表示するためのものである。

これにより航海士は、自船の状況をすばやく把握でき、効率よく操船できる。

(2) 特長

1) 航行の状況に応じた3種類の画面切替表示が可能

① 航海画面

自船の航行状況及び周囲環境データの表示

② 接岸画面

ドップラーソナー及びスラストデータの表示

③ 警報モニタ画面

航海機器関連の警報モニタ表示

2) 21インチカラーCRT使用

3) 航海機器関連の警報の集中表示

4) わかりやすいグラフィック画面

5) 簡単な画面切替操作

6) ワンマンブリッジオペレーションに適した表示

(3) 機能仕様

以下に、3種類の表示画面に対するそれぞれの表示項目ならび表示例を示す。

① 航海画面（図6参照）

ジャイロ方位、命令方位、回頭速度、回頭速度指令、船速指令、船速、プロペラピッチ角、プロペラ回転数、舵角、世界時刻、船内時刻、船位次変針点情報（位置、方位、距離、到達予想時刻）、流向、流速、風向、風速、水深、警報

② 岸画面 (図7参照)

ジャイロ方位、針路、船速、プロペラピッチ角、プロペラ回転数、スラスト情報、ドップラソナー情報、舵角、世界時刻、船内時刻、流向、流速、風向、風速、水深、警報

③ 警報モニタ画面 (図8参照)

ARPA(No.1、No.2)の警報情報
ECDISの警報情報

3.3.4 船舶統合無線通信システム(IRCS) (9) (10)

(1) 概要

IRCS(Integrated Radio communication System)は、「全世界的な海上遭難安全システム(GMDSS) (11)における船舶通信の操作は、特殊な技能や知識を必要としない簡易なものでなければならない (12)。」との理念で1993年11月のCOM39に提案され1995年11月にIMO決議A.811(19) (12)として性能基準が制定された船舶統合通信システムであり、以下のような構成及び機能となる。

(2) 構成

IRCSは、図9に示すように、性能基準 (12)の中で“センサー”と定義される操作部を必ずしも必要としない各種GMDSS無線通信装置 (11)をDDI(Digital Data Interface)を通してネットワークで結び、GMDSSワークステーションと呼ばれる操作端末から全ての船舶通信を一元的、且つ合理的に行えること。

又、IRCSとしての信頼性向上のため、GMDSSワークステーション及びプリンターについては2重化が必要であり、さらに、GMDSSワークステーションの遭難警報専用ボタンはネットワークから電氣的に切り離され、

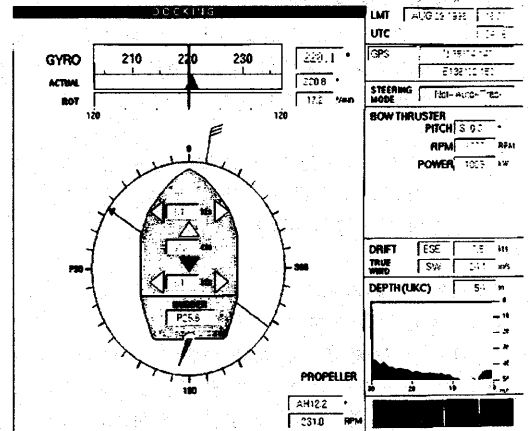


図7 接岸画面

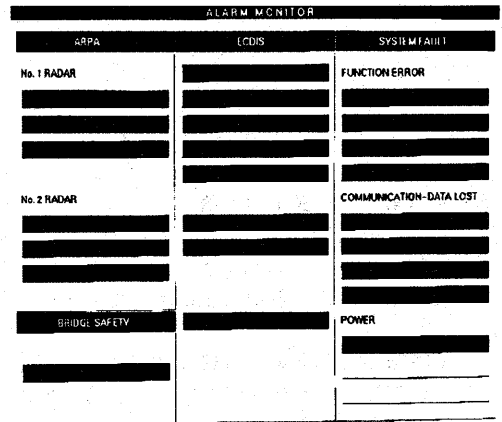


図8 警報画面

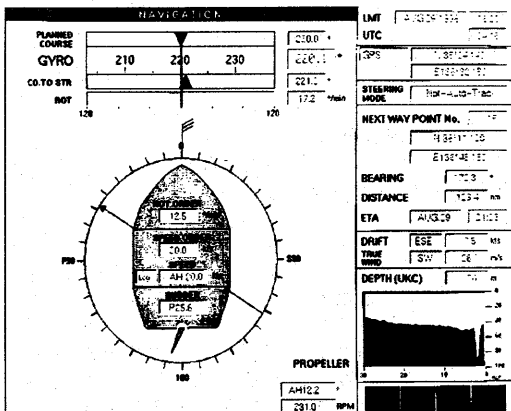


図6 航海画面

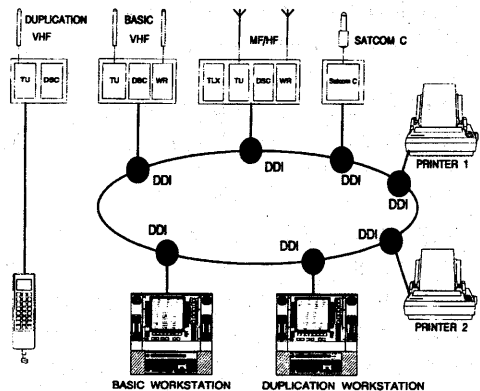


図9 IRCSの構成

いかなる場合でも遭難警報を発するまたは中断することが可能であること。

尚、I R C S には、遭難警報機能に支障を与えないことを条件に、G M D S S ワークステーション以外の一般のワークステーションや G M D S S で要求されていないセンサーとの接続も認められる。

(3) 機能⁽¹²⁾

・遭難警報の送信及び受信

G M D S S の機能要件として各センサーに要求される遭難呼び出しの送信及び聴守受信を G M D S S ワークステーションから一括して操作できること。

・通信操作

I R C S に接続された各センサーを、G M D S S ワークステーションから、同様の手順で容易に且つ合理的に操作できること。

・2台センサーの同時操作

1 台の G M D S S ワークステーションから同時に 2 台のセンサーの操作を可能とし、遠距離と近距離通信あるいは電話とテレックスといった組み合わせで合理的に通信を行うことができること。

3.3.5. 船舶データ管理システム

(1) 概要

船舶データ管理システムは、船舶の運航を能率的に行うために必要とされる情報を保存し、船舶の安全と効率のよい燃費走行を支援すると共に、船舶のトータル運航コストの削減に大きく貢献するものである。また、1998 年 7 月から施行されている船舶の安全運航と環境汚染

(2) イメージ図

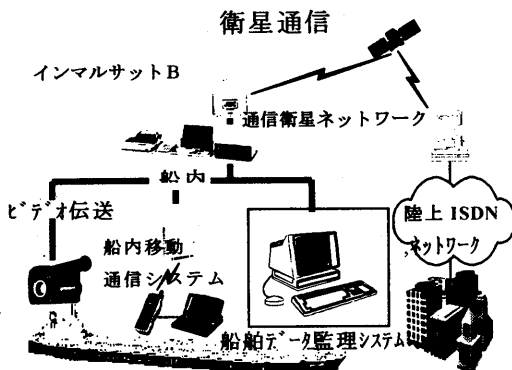


図 10 船舶データ管理システムのイメージ図

防止を目的とした I S M (International Safety Management) コードに適合した船舶データ管理システムの構築を支援するものである。尚、ここで紹介する船舶データ管理システムは、船内及び陸上管理部門にそれぞれ設置されたデータベースに同じ船舶管理データを保存してデータの一元管理をすることにより、船内及び陸上管理部門の両部門において船舶の運航を効率的に維持管理出来るものである。

(3) 特長

- ・船舶検査時間の削減：艤装機器の保守履歴内容及び保守計画を自動的に文書化するだけでなく、船舶検査時に要求される全てのデータを出力することによって、船舶検査にかかる時間を大幅に削減することが出来る。
- ・I S M コードへの対応：ISMコードに基づく品質・安全管理システムの構築を支援し、また計画的保守システムの導入により船会社の保険料削減に寄与出来る。
- ・艤装機器の保守作業の効率化：艤装機器の保守作業を予め自動的に計画したり、また予備品等の在庫必要数を一定に保つために予め業者に必要数を注文することが出来る。
- ・通信費の大幅削減：インマルサット衛星などを利用して陸船間通信を行う場合、特別のデータ圧縮技術を使用しているので、通信費の削減が出来る。
- ・船舶管理データの電子化：船舶管理データを全て電子化することによって、ペーパーワークが削減でき、安全運航を文書で立証支援することが出来る。
- ・船舶管理データの一元管理：陸上管理部門に船内と同一のデータベースを構築することにより、必要なデータを陸船間で共有し一元管理出来る。
- ・効率的な燃費走行：積付計算機能により、効率の良い燃費走行と安全運航を支援することが出来る。
- ・主要国船級規格への対応：各国船級規格に合致した積付計算機能により、図表により短時間で最大積荷方向を提供することが出来る。

(4) 機能

- ・艤装機器の保守管理、補修用品や消耗品の在庫管理

艤装機器の保守点検履歴の管理や次回点検作業の計画、及び補修用部品の在庫管理や発注を行うことが出来る。

・ISMコード関連報告書の出力

本システムのデータベース内のデータを使って、ISMコードに関連した報告書、即ち艤装機器の一覧表と過去6ヶ月の保守作業手順書、予備品や消耗品の在庫管理表などを決まった様式で表示、印刷出力することが出来る。あるいは様式の異なるお客様独自の報告書の作成も出来る。

・乗組員情報の管理

乗組員の人事と給与に関する要求事項を満たすために、あらゆる種類のライセンスや証明書、訓練履歴などの文書を規則に従って管理することが出来る。したがって、航海に必要な乗組員の要求事項を簡単に出力し、乗組員全員が規則に準拠していることを容易に確認出来る。また、乗組員の乗船時降船時の記録や給与計算を行い、その結果を陸上給与システムへ送信出来る。

・船舶管理レポートの自動生成

正午報告や港湾情報、遠洋航海情報、水先案内やエンジン停止のようなエビデンスを電子データとしてデータベースに保存し、これらのデータを用いてもアクセス可能にすると同時に陸上部門へも送信出来る。

・E-mailシステムによるデータ伝送

海上における衛星通信の品質は、常に高品質が維持出来る訳ではない。したがって、本システムでは、例えば回線品質が悪い状態では自動再送し、また回線が混信等で切断されても自動的に回線を再接続し、切断前に残っていたデータだけを送信する。これらにより陸船間データ通信を最適化し、陸上側クライアント汎用 E-mail システムを支援することが出来る。

・積付計算機能

最大積荷方法を短時間で提供し、接岸時間を短縮出来る。また、船体強度や静的安定性が米国 ABS や英国ロイド船級などの主要国船級規格に合致しているかどうかを図表で表し、海難防止に役立てることが出来る。

4. むすび

本稿では、統合ブリッジシステム (IBS) に対する国際基準の動向ならびに内容、また IBS のこれらの各要求内容に関する対応について、当社システムを例として概説した。さらに IBS を構成するいくつかの基本機器に関し、その概要、特長等について簡単に紹介した。

今後、当社を含めた船用機器メーカーはさらに高度な技術力を駆使して、航行のより高い安全性および経済性を追求するためのシステム構築に対し努力することが責務といえる。

参考文献

- [1] 「ワンマンブリッジオペレーション」
Capt, Per ラーセン[並川 俊一郎(抄訳, 編集)]日本造船学会 平成2年2月
- [2] IMO 決議 MSC64(67)
ANNEX 1 (IBS)、ANNEX 4 (RADAR)
1996年12月採択
- [3] IEC 61209(GBS) DRAFT 1997年11月
- [4] ISO 8468(ブリッジレイアウトと関連機器)1990年
- [5] IMO 決議 A. 817(19)(ECDIS)1995年11月採択
- [6] IHO S57 Version3(ENC)1996年9月採択
- [7] IEC 61174(ECDIS)1998年8月採択
- [8] IMO 決議 MSC74(69) ANNEX 2(トラックコントロールシステム)1998年5月採択
- [9] 「マルチメディア海上通信システムに関する調査研究報告書」社団法人電波産業会 平成10年3月
- [10] 「船舶通信の現状と未来」日本航海学会誌 第133号 平成9年9月
- [11] 「海上遭難安全通信システム GMDSS」
(財)電気通信振興会
- [12] IMO 決議 A. 811(19)(IRCS)
1995年11月採択

ECDISの現状と今後

(株) トキメック制御システム事業部技術部

小山 武信

The Present Condition and the Future Vision of ECDIS

Takenobu KOYAMA

Engineering Dept.

Control System Division TOKIMEC INC.

1. はじめに

去る10月26日から28日までの3日間、シンガポールにおいてInternational ECDIS Conferenceがシンガポール水路部(MPA:Maritime and Port Authority of Singapore)、イギリス水路部主催、IHO(International Hydrographic Organization)協賛で開催された。この種の国際会議では初めてのものであったにも関わらず、主催者側の予想をはるかに上回る30カ国、300人を越える参加者と52のテーマについての発表があり、ECDISに寄せる関心の大きさを伺わせた。

弊社がECDIS(Electronic Chart Display and Information Systems)の開発を始めた数年前には「ECDIS」という言葉さえ航海関係者に十分に認知されていなかったが、現在は機器としての名称は定着して多くの航海者にとってなくてはならない機能を有する機器との評価を得ている。例えば夜間や視界が悪いときや輻輳海域など他船との見合い関係が緊迫する状況などで海図上の自船の位置を容易に確認できるというECDISの基本機能は、とくに操船者にゆとりを与えている。しかしこのような便利な機能を持っているにもかかわらず航海計器としての地位が確立したわけではなく、依然としてECDISという製品をめぐる状況は決して楽観視できるものではない。

本稿では、はじめに海図データの整備やルールなどのメーカサイドから見たECDISをめぐる問題について述べる。現状のルール要求は、紙海図を電子的に置き換えることを基本としているが、最近のいろいろな国際会議の場では単に海図を表示する装置から踏み出して、リアルタイムに入力される動的なオブジェクトすなわち気象、海象、VTS(Vessel Traffic System)、A

IS(Automatic Identification System)、流氷などの情報を統合した表示機器にしていこうとの動きがある。後半ではこれらのECDISの将来の機能について述べてい。

2. ECDISをめぐる問題点

2.1 ルールに関する問題点

ECDISの普及には

- 1) データとして共通のフォーマットを持つENC(電子航海海図)が各国水路部から発行されること
- 2) 機器としてのECDISが完成すること
- 3) ECDISの検定が行われること

の3点が必要であると思う。

1) については、データフォーマットを規定したIHO S-57、2) については機能要件を規定したIMO(International Maritime Organization) ECDIS Performance Standard および表示要件をIHO S-52、3) については検定項目を規定したIEC(International Electrotechnical Commission) 61174 が大きく関係している。これらのルールの手元にある最新バージョンのリスト(表1)を次ページにまとめておく。

2.2 S-57の変更

1996年11月にIHO S-57はVersion2からEdition3へと変更された。ある外国のECDISメーカの試算によると、この変更により各ECDISメーカでは数億円から数十億円の開発費が発生したとのことである。Version2でECDISを開発していたいくつかのメーカは開発費の負担に耐えられなくなり、自力での開発の道をあきらめざるを得なくなった。さらに2002年

(1998年12月に2000年から2年延期された)には次のEdition4への変更が予定されている。

ECDISはデータフォーマットに依存している。従来の航海計器と違い、装備すれば数年はそのまま使用できるというものではなく、データフォーマットが変わればソフトウェアのバージョンアップやハードウェアの改造が必要となる製品である。

たとえば1996年のS-57のVersion2からEdition3への変更では、

- 1) ユーザの機器変更費用、海図買い換えの費用
- 2) メーカーの機器の開発費用
- 3) 水路部のデータ作成システムの変更費用
- 4) 水路部のデータ変換作業費用

などが発生している。

これらの費用を、だれが負担していくのかというコンセンサスが関係者の間で十分には出来ていない。ユーザにとってはより安い製品を導入したいところではあるが、導入後の将来にわたるサポートに対する考え方もメーカー間で大きな差があり、導入時の費用だけではなくサポートに対する考えも考慮する必要がある。また、メーカーとしては、導入のときからこれらの費用についてユーザに説明しておくべきであろう。

1996年の変更の際には、日本水路部はVersion2のフォーマットで日本全国をカバーする小縮尺図(E7001～E7004)を発行済みであり、S-57 Version2で海図を正式発行していたのは世界中で日本水路部だけであった。当初はVersion2からEdition3への自動変換が可能であるとの予測が各国水路部間にあったため、日本水路部も1997年にはVersion2と同じレベルでEdition3の海図がそろえられる見込みがあった。実際に変換作業を開始してみると、この変換には作成システムの変更、手作業による修正がかなり必要なことがわかり、発行完了予定は2000年に修正された。日本水路部では、早期発行をめざし、鋭意作業中である。

2.3 データの質の問題

1998年12月現在、日本、シンガポール、カナダから正式な電子海図データが発行されている。一方、ドイツ、イギリスをはじめとする各国水路部からサンプルデータが出ている。これらのデータをECDISで処理してみると、データの質にばらつきがあることがわかる。

ECDISにとっての海図データの質には2通りあ

る。一方は精度の問題であり、他方はデータフォーマットのルールへの適合性である。

精度の問題は紙海図でもあるが、電子海図ではより高い精度が求められるようになった。電子海図の場合にはさらに紙海図をデジタル化して作る場合が多く、この場合は測量データの精度をデジタル化作業で劣化させる可能性がある。しかしながら、この問題は各国水路部の責任範囲であり、多くの場合は測量をやり直したり、測量データから直接電子海図を作成するシステムを構築することによって、この問題を回避しているようである。

もう一つの問題は、データフォーマットのルールへの適合性の問題である。S-57のフォーマット(Version2ではDX-90と呼ばれていたが、Edition3からこの呼称は使われなくなった)は非常に複雑であり、正式な各国水路部のデータの中にも誤りがある場合が多い。各国水路部のデータフォーマットの適合性を保つために、水路部間でデータを交換しあつて相互のチェックを実施している。IHOはS-57の付属文書に Use of the Object Catalog for ENC. を定義して、ENCで使用するオブジェクトとその使い方を定めている。さらに、98年のCHRIS(Committee on Hydrographic Requirements for Information Systems)では、水路部が海図データを作成した後にチェック項目をまとめて提案し承認されたと聞いている。

IEC61174では、IHOが提出したテスト用データを表示してECDISの機器としての妥当性をチェックする事になっている。このテストデータは一種のサンプルデータに過ぎず、これが表示できたからといってECDISが対象とする全てのENCが取り扱えることを意味するわけではない。現実にはIHOのテスト用データを表示できるA社とB社のECDISがあった場合、C国水路部のデータをA社のECDISでは表示できるが、B社のECDISでは表示できないということが、しばしば起きている。

これを防ぐためにECDISメーカーでは、各国の水路部からデータを購入してENCとして取り扱えるかどうかをチェックしている。ENCの発行数が少ない現在では可能であるが、近い将来、この方法は破綻する。このような状況を解決するには、少なくとも2つの対策必用であると個人的には考えている。

表1 ECDISに関連するルール

国際 機関	ルールの名前
IMO	RESOLUTION A.817(19) adopted on 23 November 1995 PERFORMANCE STANDARDS FOR ELECTRONIC CHART DISPLAY AND INFORMATION SYSTEMS(ECDIS) APPENDIX 1 REFERENCE DOCUMENTS APPENDIX 2 SENC INFORMATION AVAILABLE FOR DISPLAY DURING ROUTE PLANNING AND MONITORING APPENDIX 3 NAVIGATIONAL ELEMENTS AND PARAMETERS APPENDIX 4 AREA FOR WHICH SPECIAL CONDITIONS EXIST APPENDIX 5 ALARMS AND INDICATORS
IHO	S-57 IHO TRANSFER STANDARD DIGITAL HYDROGRAPHIC DATA Edition3.0 - November 1996 Part 1 General Introduction Part 2 Theoretical data model Part 3 Data Structure Appendix A IHO Object catalogue Appendix B Product Specifications B.1 ENC product specification Annex A. Use of the Object Catalogue for ENC Annex B. CRC Code B.2 Data Dictionary product specification S-52 SPECIFICATIONS FOR CHART CONTENT AND DISPLAY ASPECTS OF ECDIS 5th Edition, December 1996 Appendix 1 Guidance on Updating the Electronic Navigational Chart 3rd Edition, December 1996 Appendix 2 Color and Symbol Specifications for ECDIS 4th Edition, July 1997 Annex A IHO ECDIS Presentation Library Edition3.0,July 1997 Annex B Procedure for Initial Calibration of Color CRTs Annex C Procedure for Maintaining the Calibration of CRTs Appendix 3 Glossary of ECDIS - related Terms
IEC	61174 First edition 1998-08 Maritime navigation and radio communication equipment and systems - Electronic chart display and information system(ECDIS)- Operational and performance requirements, methods of testing and required test results Annex A(normative) SENC information to be displayed during route planning and route monitoring (Appendix 2 of IMO resolution A.817) Annex B(normative) Navigational elements and parameters(Appendix 3 of IMO resolution A.817) Annex C(normative) Areas for which special conditions exist(Appendix 4 of IMO resolution A.817) Annex D(normative) Alarms and indicators (Appendix 5 of IMO resolution A.817) Annex E (normative) Navigational symbols Annex F (normative) Test data set Annex G (informative) Back-up arrangements(Appendix 6 of IMO resolution A.817)

- 1) IHOのテスト用データは、ECDISとしての必要かつ十分なチェックができるものにすること。
- 2) ECDISに検定があるように、各国水路部が発行するデータのデータフォーマットの質をコントロールする国際的なプログラムの開発をすること。どちらも理論的には簡単ではあるが、実現するとなると多大な開発費と時間が必要になりそうである。

2.4 ルール相互間の不整合性

多くの国際ルールの要求の間の不整合はよくあることだが、ECDISの場合、先に述べた3つの国際機関が4つのルールを作成しており、ご多分に漏れずルール間の不整合が起きている。

2.4.1 Presentation Library

IEC 61174では、IHO S-52の付属文書 IHO ECDIS Presentation Library による表示とこれを更新して表示が変わることとの要求が書かれている。確かに Presentation Libraryそのものは、オンボードでの更新を目指して設計されているが、現実には

1) Lookup Tableと呼ばれるENCのオブジェクト毎に表示する色やシンボルを定義した計算機言語に近いもの。

2) Back-Naur Diagramと呼ばれる表示の色やシンボルが条件によって変わる状態を示す図。

3) 1)、2) で記述できない条件を単に英文で記述したもの。

という3部分からなっている。コンピュータで自動的に処理できる可能性があるのは、1) のLookup Tableの部分だけである。これに対応するため各ECDISメーカーでは、このPresentation Libraryを人間が読み翻訳し、ECDISプログラムを作成している。この解釈の仕方は一意的ではなく、ECDISメーカーでどちらの解釈が正しいのかよく議論になる。

現在のPresentation Libraryの更新にはなにがしかのECDISプログラムの入れ替えが必要であり、IEC 61174の文面通り解釈した場合、Presentation Libraryだけの更新の思想は一理あるが、実現は難しいはずである。

このようなPresentation Libraryのあり方に対して、IHOの海図図式INT1に相当するECDIS1を規定し、Presentation Libraryの使用を強制すべきではないという意見が各国水路部間に始まっている。

2.4.2 S-57とS-52

S-57はIHO TRANSFER STANDARD DIGITAL HYDROGRAPHIC DATAの名前の示す通り、各国水路部間で海図データを交換するために開発されたデータフォーマットである。したがって、

ENC=S-57

ではなく、

ENC<S-57

となっており、S-57の中にはENCでは使わないことになっているオブジェクトが幾つかある。例えば、RIVBNKという名前前で定義された川岸の線のオブジェクトなどがこれに当たり、Use of the Object Catalog for ENCでは使用を禁止している。これらのオブジェクトはS-52の中では表示しない定義にすべきであると思うが、何も記述されていない。

RESAREと呼ばれる制限海域のオブジェクトの属性には制限スピードの属性が定義されており、これらを表示することは必ず必要であると思うが、これについてもS-52は何も述べていない。

2.5 不整合性の原因

ルールの更新期間が短かったり、メンテナンスが十分ではなく相互に矛盾が起きている原因について、カナダ水路部のMr. Julian Goodyearは

- 1) 船主の要求
- 2) ハードウェアの開発
- 3) ENCデータの作成
- 4) ルールの変更

のループがくるくる回っているからであると説明している。

S-57のVersion2から Edition3への変更を決めた1996年のIHOのDatabase Working Group（現在はTSMADに名前が変わっている）で、4年毎のS-57の変更は期間が短かすぎて開発費が膨大となるとの意見を述べた。多くの出席者（水路部関係者）は「4年間のコンピュータテクノロジーの進歩を予想することは不可能であるので、4年より長い凍結は進歩を阻害する」との意見であったが、現在では運用段階にきており英国をはじめとして、現実の開発費の増大から、ルールの改訂期間を延ばそうとの動きがある。

一方、ECDISを販売してきたささやかな経験では、現在のユーザ要求とルール要求が必ずしも一致してい

ないことを数多く学んできた。現在のユーザの要求は紙海図上での運航を前提として、紙海図上で行っている従来の操作がそのままCRTの画面上で行えることを望まれることが多い。しかしながら、ルール要求の基本は紙海図を無くした場合のECDISのみの船の運航を想定して作られているように思われる。この2つのギャップの間でもECDISメーカはもがき苦しんでいる。現在ではECDISでの運航を経験したユーザが少しづつ増えており、前向きな提案をし始めている。これらの提案を基にしたルールの改訂がさらに必要になるものと思われる。

どちらにしても、ユーザ、メーカ、水路部関係者の間でのコンセンサスが必要である。

3. ECDISの今後

ECDISを巡る環境には多くの問題があるが、国際会議の場では、次の世代のECDISについての議論が始まっている。この議論では、2～3年先に実現出来そうな問題から十数年かかりそうなものまで、整理されていない。しかしながら、現在議論されている機能の中から次のECDISの機能要求が生まれてくることには違いない。

3.1 MIO(Marine Information Object)

現在のIMOのECDIS性能基準では、潮汐により等深線や岸線を変化させることは禁じられている。ところが、Quester Tangent CorporationのMr. Paul Lacroixによると、「UKC(Under Keel Clearance)を1cm増やせば各船は積み荷を増やすことができ1航海あたり1,000ドル～4,000ドルの節約になる」と試算している。

「紙海図と違い電子海図上で扱う以上、時間とともに変化するものもECDISでは表示すべきである」との意見は従来から根強くある。しかしながら、これを取り扱うための概念やオブジェクトは現在のS-57の中にはない。

この時間で変化するものを取り扱う方法を議論するために1998年2月に元オーストラリア水路部のMr. Bohdan Pillichを中心にモナコで第一回のTime Varying Object(TVO) Meetingが開かれた。出席者は各国水路部関係者、灯台関係者、気象関係者、海象関係者、ECDISメーカと多岐に渡り、多くの議論が行われた。この中でこの会議で取り扱うべきオブジェクト

は時間で変化するものという狭い概念では規定できないとの意見から、Marine Information Object(MIO)という言葉が生まれてきた。

1998年10月、ECDIS Conference終了後の29日30日に第2回のMIO Meetingが開催された。

3.1.1 潮汐

各国水路部が発行している潮汐表を元に、各港における潮の干満をグラフにしたり、指定した時間の潮位をバーグラフまたは折れ線グラフで表示する試みがいくつかのECDISメーカで行われている。

いずれも岸線や等深線まで書き換える機能についてはPL法がらみで消極的なようである。また、現在の潮位を先に述べるVTSデータの中に入れて送り、ECDIS上に表示してはどうかとの意見も出された。

3.1.2 潮流

潮流については、基礎データを元に海図上にベクトルを表示する試みが行われている。計算を行い設定した時刻における潮流の表示も試みられているようである。

ユニークなものでは、この潮流を元に海難捜索海域を予想し表示する機能や、海難事故その他における海上汚染区域を表示する機能などの試みも紹介された。

3.1.3 VTS

VTSデータはMIOの中では最も具体的な動きのあるものである。

1998年2月のTVO Meetingの話し合いを元にIALA(International Association of Lighthouse Authorities)は6月にモナコで開かれたS-57のメインテナンスを行っているTSMADWG(Transfer Standard Maintenance Working Group)に対してVTSのオブジェクトをS-57の中に取り入れて行くことを提案した。これに対してTSMADWGは、

- 1) 海図のデータではないのでIHOの取り扱うべき事項ではない。
- 2) S-57の基本構造を使い、オブジェクトを定義するのは各国際機関の責任で行うべき事項であり、自由である。
- 3) もし、必要ならば各国際機関にTSMADWGのメンバーが協力する形でデータフォーマットの定義を行う。

との回答を行った。

これを受けてIALAでは、VTSオブジェクトの基本要件をまとめて今回のMIO Meetingに提出すると

ともに、同時に同じホテル内で行われていたCHRISへTSMADWGメンバーの協力を正式に要請した。

数ヶ月の内にこの案はまとめ、IALAのメンバーに提案されることになりそうである。

3.1.4 AIS

AIS (Automatic Identification System)については、2002年7月の300t以上の船舶への段階的搭載務を受けて至急、議論すべきであるとの意見が大勢を占めたが、議論すべき具体的材料がなく、所掌すべき国際機関も不明確であったため、次のMeetingまでに議長が調査し、担当国際機関の代表を招いて議論することになった。

今後、前出のVTS、AIS、すでに多くのECDISメーカーがECDIS上に重畳表示しているARPA情報の3者をどのように整理して表示するのか問題になりそうである。例えばAISで送られてきたAという船とARPAから送られてきたBという船が同一でないかどうか。これにはさらに、ARPAの計算遅れ、AISのデータの送信遅れの要素があり、今後の技術開発、実用実験が必要になりそうである。

3.1.5 気象

今回のMIO会議には気象関係者の出席がなく、積極的な議論は行われなかった。その中で唯一、米国NOAAの出席者から、気象図をベクター化して米国内の放送局にデータを送っており、これを利用すればECDIS上に気象図を表示できるのではないかと提案があった。

3.2 流氷

流氷については、1997年のTSMADWGの席上、別のIHOのWorking Groupの活動が提案され、作業に入っているため、MIO Meetingの範疇からははずされている。

この流氷(ICE)のWorking Groupはドイツ、ノルウェー、カナダが中心となっている。これらの国では1日に3回以上の観測を行い、リアルタイムに流氷データの更新を行う必要があると聞いている。このリアルタイムの更新をするためにベクトル化する方法よりラスターのままの表示する方法が有用ではないかと考えているようである。その場合には、S-57のラスターデータフォーマットを使用するようである。

3.3 自動改補

日本水路部は1998年9月より1ヶ月毎のCD-ROMによる改補のサービスを開始した。ECDISでは、

- 1) CD-ROMやFD (フロッピーディスク) による改補を半自動改補
- 2) INMARSAT等の回線を使い改補データを送り込み、ECDISがデータを受け取って行う改補を自動改補
- 3) ユーザが紙で発行された改補を見ながら手で行う改補を手動改補

と呼んでいる。

ECDISとしてユーザを改補の手間から解放し、リアルな現在の状況を海図上に表現することで安全な運航に寄与するという意味で、自動改補の意義は大きい。

自動改補の試みは過去何度も行われてきたが、ここ数年では2つの大きなプロジェクトが行われた。

一つはノルウェーのECC (Electronic Chart Centre) が中心となり、英国水路部、フィンランド水路部、ECDISメーカー、INMARSAT社などが協力して行ったECHOプロジェクト (European Chart Hub Operation) である。これは、フィンランドのタンカーに実際のECDISを搭載して、ENCとラスターチャートであるARCS (UKHO Admiralty Raster Chart Service) を表示させ、INMARSAT Bを使い航行中に改補を行うというものである。プロジェクトは1998年3月に終了し、報告書が出されている。このプロジェクトでは、改補データの送信にOMG CORBA (Object Management Group Common Object Request Broker Architecture) を使ったオリジナルのプロトコルを開発し、インターネット経由で本船からECCに接続し、データの供給を受ける方式を採用した。

もうひとつは英国水路部、シンガポール水路部、香港水路部が中心となって行っているSHAREDプロジェクト (Singapore, Hong Kong, Admiralty Raster & ENC Demonstration) がある。これもENCとARCSを使ったものであるが、通信プロトコルとしては、ドイツの7Csが提案しているE-mail方式を採用している。

いずれにしてもこれらの自動改補にはRENC (Regional Electronic Navigational Chart Center) 構想が重要な役割を果たしている。RENCとはS-52のAppendix 1で定義されており、これを中心に必要な電

子海図データと改補データの販売を行なおうというものである。

北ヨーロッパでは先ほど述べたノルウェーのECCを中心として英国水路部等が出資し、近々Northern Europe RENCが発足し、運用を開始するようである。ECCはこれで確立したインフラを利用して、陸船間のデータ通信を全て握る有料のプロバイダーを作ろうとしているように思われる。

一方、東アジアで1995年のJapan, PRC (People Republic of China), South Korea, Philipines, Thailand, Singapore, Malaysia, Indonesiaの8ヶ国水路部会議で東アジアにおけるRENCは日本が担うとの決議がされた。しかしながら、日本水路部がこれを構築運用するためには、長期ビジョンに基づく予算措置が必要である。海図の販売は水路協会が行っていることから、水路協会がRENCの役割を果たして行くのが自然との考え方もあるようである。どちらにしても、東アジアRENCの整備はECDISの普及への大きな課題であるが、韓国、中国などとの関係があり、政治の領域になることを心配している。

4. まとめ

現在までのECDISに関する国際ルールは、英国、ドイツ、ノルウェーなどの北ヨーロッパの国々とカナダなどが中心となって決定してきた。これらの国々の多くは電子海図をめぐる長期の戦略を考え、それに基づいてルールを決め、製品を作ってきたように思う。

それに比較して日本国内を振り返ってみると、日本水路部、船主、造船所、ECDISメーカーがばらばらに自らの利益だけを考え動いている。この状況が続けば、日本の多くのユーザが自分自身に役に立つ機能を持ったECDISを欲しがる状況になっても、その技術が国内に無くなっているかもしれない。これは日本の多くの船がレーダやオートパイロットと同じレベルではECDISを装備できないことを意味している。

このような状況にならないためにも、短期の利益を捨て、関係学会、関係諸官庁、船主、造船所、ECDISメーカーが同じテーブルについて話し合う場を設ける必要がある。その中から日本のプロジェクトを興し、経験を基に真に役に立つECDISのためのルールを国際会議の場に提案していくべきではないだろうか。少なくともそのような話し合いのテーブルは存在していない。

RNAV 機の航法精度の評価

運輸省 電子航法研究所
天井 治・長岡 栄

Evaluating the Navigation Accuracy for RNAV Equipped Aircraft

Osamu AMAI and Sakae NAGAOKA
Electronic Navigation Research Institute,
Ministry of Transport

1. はじめに

近年、航空交通の需要の増大に伴い、空域や燃料等の有効利用に対する要望が高まっている。これに応えるべく、空域および既存の航行援助施設を有効に利用できる広域航法 (RNAV: Area Navigation) の導入が、日本を含む欧米諸国で進められている^[1]。

RNAVの概念は古く、米国では1960年代末に既にRNAVに関する技術基準が打ち出されている^[2]。日本でも、1970年代半ばにロッキード社のトライスター機^[3]や実験機^[4]により航法精度の評価等が行われた。しかし、国際民間航空機関 (ICAO: International Civil Aviation Organization) における国際標準がなかったためか、RNAVは米国など一部の国を除き実運用には至らなかった。

近年、ICAOにおいて運航マニュアルが作成され^[5]、RNAVの実施に向けて運用評価等が行われている。我が国においても、RNAVの導入計画が持ち上がった。導入に際しては、RNAVで飛行する場合の航空路の保護空域の幅等を決める必要がある。しかし、日本では今までRNAVの使用は認められていないので、RNAVで飛行する場合の航法精度は明らかでない。そこで、導入に先立ち、RNAVで飛行する航空機 (RNAV機と呼ぶ) の航法精度および管制運用上の評価等を目的として、1992年6月からレーダ監視下でRNAVの試験運用が行われた。この際、電子航法研究所は航空局の要請を受け、RNAV機の航法精度の評価のための研究を行った。本研究は、RNAV機の横方向の航法精度を評価し、基準作成時の基礎資料とすることを目的としている。

RNAVに関する報告には、海外では、RNAVシステムに対する米国連邦航空局 (FAA: Federal Aviation Administration) の承認を得るために行った飛行試験

の報告^{[6][7]}、4次元RNAVの研究^{[8][9]}、飛行試験によるLoran-C RNAVの装置誤差の評価^[10]、MLS RNAVの精度評価のための飛行試験の報告^[11]などがある。日本では、文献[3][4]以外に、RNAVで利用可能な航行援助施設の分布図の報告^[12]、3つのDME (Distance Measuring Equipment: 距離測定装置) を用いる航法の提案^[13]、訓練空域におけるRNAVの有効性の検討^[14]等がある。

しかし、文献を調べても、長期間にわたる膨大なデータに基づいた航法精度の評価例は見あたらない。そこで、本研究では、試験運用のために設定された経路をRNAVで飛行した航空機を対象とし、その航跡を5本のルートに対し1年分のレーダデータにより調べ、横方向の航法精度を評価した。具体的には、航空機が経路から横方向に逸脱する量 (横方向逸脱量) を統計的に評価した。

本稿では、まずRNAVについて説明し、評価対象と使用データについて述べる。次いで、解析方法と各ルートに対する1年分のデータに基づく解析結果を示す。

2. RNAV

2.1 定義

RNAVは、「航行援助施設の覆域内、または自蔵航法機器の能力の限界内、若しくはこれらの組合せにより任意の希望する飛行経路上での航空機の運航を可能とさせる航法の一方法 (国際民間航空条約第11付属書^[15])」と定義される。

2.2 従来の航空路とRNAVルート^[16]

現在、陸上空域を飛行する航空機は、地上に設置した航行援助施設を用いて飛行している。この施設

には、方位情報を得るためのVOR（VHF Omnidirectional Radio Range：超短波全方位式無線標識）や、距離情報を得るためのDME等がある。

図1に従来のルートとRNAVルートの概略図を示す。

従来の方法では、航空路は、地上に設置された航行援助施設を結ぶ直線を幾つか繋ぎ合わせた経路として設定されている。このため、航行援助施設の配置状況により遠回りの経路になったり、航空路を新設するために、航空路の直下に新たに航行援助施設が必要になったりする。

RNAVでは、既存の航行援助施設から得られる情報またはINS（Inertial Navigation System：慣性航法装置）などの機上の自蔵航法装置から得られる情報を用いて、自機の位置を計算しながら飛行する。このため、航行援助施設の設置位置にとらわれずに飛行経路を設定できる。従って、RNAVの利用により、既存施設の有効利用を図ることができ、効率の良い航空路設計が可能となる。

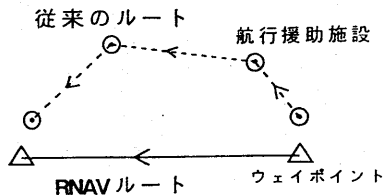


図1 従来のルートとRNAVルート

表1 RNAVの誤差の要因

誤差の要因	基準値 (2 σ)
VOR地上施設の誤差	$\pm 1.9^\circ$
VOR機上装置の誤差	$\pm 3.0^\circ$
DME地上施設の誤差	± 0.1 NM
DME機上装置の誤差	± 0.5 NM または 距離の3% のどちらか大きな方
RNAV計算機の誤差 (横方向成分)	± 0.5 NM
飛行技術誤差 (横方向成分)	エンルート： ± 2.0 NM ターミナルエリア： ± 1.0 NM アプローチ： ± 0.5 NM

RNAVルートでは、経路を構成する地理上の点はウェイポイント（Way-point：WP）と呼ばれる。航空機では、このウェイポイントの位置座標を機上のデータベースに登録することにより経路を定める。

文献^[16]では、RNAVの誤差の要因を表1に示す値に見積もっている。実際に観測される誤差は、これらの誤差の要因を統合したものになっている。

2.3 航法性能要件

ICAOの管制間隔検討パネルでは、航空機の航法性能を表す概念として、航法性能要件（RNP：Required Navigation Performance）^[17]が作成された。現在、航法性能に応じて5種類のRNPが考えられている。

RNPタイプ値は空域毎に割り当てられた航法精度のパラメータである。RNPタイプは、ある空域内での航空機の運航において、飛行時間の少なくとも95%が達すると期待できる航法精度に基づいている。例えば、RNP1の空域とは「航空機の飛行時間の95%において、横方向の航法精度が ± 1 NM以内を到達できる空域」である。ここで、1 NM（Nautical Mile：海里）は1,852 mである。

3. 評価対象および使用データ

3.1 評価ルート

RNAVの試験運用のために、1992年から1994年にかけて、既存の幹線航空路に沿って5つのRNAV評価ルートが新設された。図2にRNAV評価ルートの概略を示す。これらのルートは全て一方通行ルートである。各ルートを使用する主な路線と交通流の向きを以下に示す。

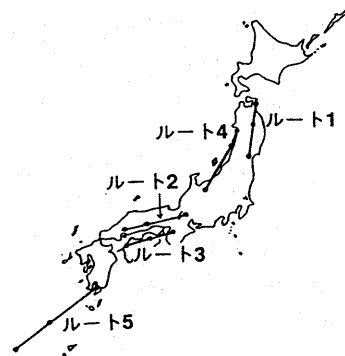


図2 RNAV評価ルートの概略

- ルート1：千歳→東京（南向き）
- ルート2：東京→福岡（西向き）
- ルート3：福岡→東京（東向き）
- ルート4：名古屋→千歳（北向き）
- ルート5：台北→東京（東向き）

各ルートの観測期間は、次の通りである。

- ルート1～3：1年間（1992年 6/25～1993年 6/24）
 - ルート4，5：1年間（1993年 10/14～1994年 10/13）
- 尚、ルート4は途中で折れ曲がっているため、4Aと4Bの2本に分けてRNAV機の航法精度を評価した。このため、実際に評価したルート数は6本である。

3.2 評価対象機

次の条件を満たす航空機のみを評価対象とした。

- (1) 米国連邦航空局のRNAVの基準であるアドバイザリー・サーキュラAC90-45A^[18]に適合することが証明されたRNAV機器を搭載した航空機。
- (2) 飛行計画書第10項^[19]にRNAV搭載機の印“R”が記載されている航空機。
- (3) 一つ以上のRNAVルートを飛行した航空機。
- (4) 割り当てられたRNAVルートからの意図的な逸脱の事実が見つからなかった航空機。

3.3 使用データ

解析に使用したデータは、札幌、東京、福岡および那覇の各航空交通管制部から収集したARSR（Air Route Surveillance Radar：航空路監視レーダ）データ、飛行計画情報および運航票である。

図3にARSRの覆域図を示す。ARSRの覆域は、200 NMである。日本の陸上空域は、16個のARSRの覆域で覆われている。ARSRには1次監視レーダの他に2次監視レーダ（SSR：Secondary Surveillance Radar）が付加されており、航空機側の情報（識別符号、飛行気圧高度）が得られる。航空交通管制官は、これらのARSRから得られる情報により航空機の位置を監視している。ARSRのアンテナ回転周期は10秒である。また、測角、測距系の最小量子化単位は、それぞれ 0.088° および $1/8 (= 0.125)$ NMである。

飛行計画情報からは、コールサイン、機種、識別符号、出発／到着予定時刻、出発／目的空港、飛行経路等の飛行に関する様々な情報が得られる。飛行計画情報は、識別符号をARSRのそれと照らし合わせ

ることにより、当該機がRNAV搭載機であるかどうか調べるために使用した。

運航票は、逸脱が意図的なものかどうかを確認するために使用した。この確認は、航空交通管制官により割り当てられた経路（割当経路）の中心線から1 NM以上の横方向の逸脱があったものに対し行った。レーダ誘導や直行ルートなどの指示が運航票に記載された飛行便は、評価対象から外した。また、逸脱の原因が明らかでない飛行便については、航空会社により逸脱の原因を問い合わせた。その結果、逸脱の原因が明らかでない飛行便は全て、評価対象とした。

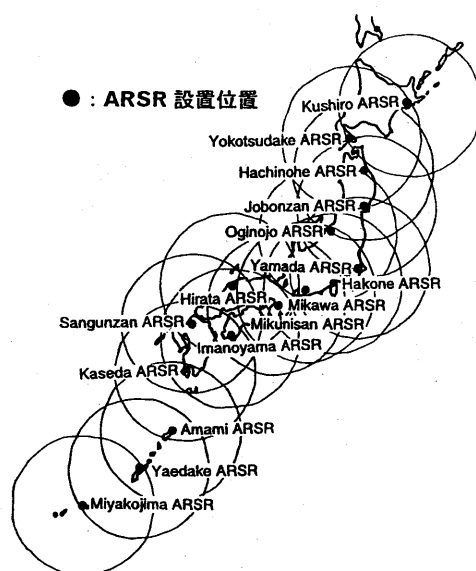


図3 ARSRの覆域

4. 解析方法

4.1 横方向逸脱量 d_1 の計算方法

本稿では、割当経路の中心線上を飛行しようとしている航空機から、2つのウェイポイントWP1、WP2で定まるルートの中心線と地球の中心を通る平面に下ろした垂線の長さを横方向逸脱量 d_1 と定義する。横方向逸脱量の符号は、平面に対して北極を含む側を正、反対側を負にとる。

図4に d_1 の幾何学的関係を示す。ARSRから得られる幾何学的データは次の通りである。

- 1) r : レーダアンテナからの距離
- 2) θ : 方位角
- 3) h : 飛行気圧高度 (SSRモードC)

ここでは、計算を簡単にするために地球を半径 R_E (=6,371 km)の真球とみなし、極座標(地球の中心からの距離 R_E+h , 緯度 Λ , 経度 λ)を用いて計算した。

d_l の計算式を表2に示す。ここで、レーダサイトの位置座標を $(R_E+h_0, \Lambda_0, \lambda_0)$ 、飛行経路を構成する2つのウェイポイントをWP1($R_E, \Lambda_1, \lambda_1$)、WP2($R_E, \Lambda_2, \lambda_2$)とした。

4.2 測位誤差の見積もり

レーダデータの観測値には、レーダ自身の誤差も含まれる。レーダシステムの測位精度は、測角系の誤差、測距系の誤差、データの量子化による誤差等種々の誤差に依存する。ここでは、レーダシステムに対する横方向逸脱量の測位誤差の標準偏差 σ_d を次式により見積もった。

$$\sigma_d = \sqrt{\left(\frac{\partial d_l}{\partial r}\right)^2 \sigma_r^2 + \left(\frac{\partial d_l}{\partial \theta}\right)^2 \sigma_\theta^2 + \left(\frac{\partial d_l}{\partial h}\right)^2 \sigma_h^2} \quad (1)$$

ここで、測距誤差の標準偏差を σ_r 、測角誤差の標準偏差を σ_θ 、気圧高度計誤差の標準偏差を σ_h とした。計算の際は、文献[20]の値を参考にして、 $\sigma_r=0.063$ NM、 $\sigma_\theta=0.112^\circ$ 、 $\sigma_h=300$ ftを用いた。 σ_d の計算結果は図6の中に示した。

上記の誤差は、レーダのランダム誤差を見積もったものである。測位誤差の要因としては、この他、測角系、測距系のバイアス誤差などが考えられる。しかし、これらを見積もるためのデータ、例えば、航空機の真の飛行位置の情報がないので見積もりは困難である。このため、ここではランダム誤差の見積もりのみにとどめる。

4.3 解析の手順

図5および以下に解析の手順を示す。

- (1) レーダデータを追尾処理し、飛行便毎の航跡を抽出。
- (2) 飛行計画情報を用いて、飛行計画の第10項にRN AV搭載機の印“R”が記載され、飛行ルートにRN AV評価ルートが記述されている航空機を抽出。
- (3) 上記(1),(2)の処理により得られたデータを時刻と

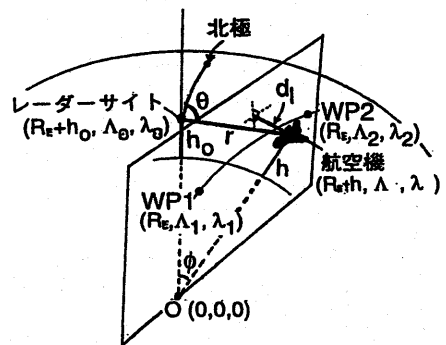


図4 横方向逸脱量 d_l の計算方法

表2 横方向逸脱量 d_l の計算式

$$d_l = \frac{ax_d + by_d + cz_d}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}$$

ここで

$$\begin{aligned} x_d &= (R_E + h) \cos \Lambda_d \cos \lambda_d \\ y_d &= (R_E + h) \cos \Lambda_d \sin \lambda_d \\ z_d &= (R_E + h) \sin \Lambda_d \\ a &= y_2 z_1 - y_1 z_2 \\ b &= z_2 x_1 - z_1 x_2 \\ c &= x_2 y_1 - x_1 y_2 \\ x_i &= R_E \cos \Lambda_i \cos \lambda_i \\ y_i &= R_E \cos \Lambda_i \sin \lambda_i \quad (i=1, 2) \\ z_i &= R_E \sin \Lambda_i \end{aligned}$$

但し

$$\begin{aligned} \Lambda_d &= \sin^{-1}(\sin \Lambda_0 \cos \phi + \cos \Lambda_0 \sin \phi \cos \theta) \\ \lambda_d &= \lambda_0 + \sin^{-1} \left(\frac{\sin \theta \sin \phi}{\cos \Lambda_d} \right) \\ \phi &= \cos^{-1} \left\{ \frac{(R_E + h_0)^2 + (R_E + h)^2 - r^2}{2(R_E + h_0)(R_E + h)} \right\} \end{aligned}$$

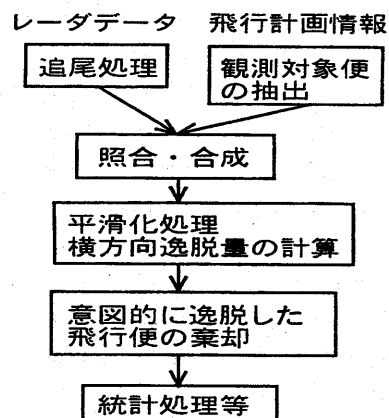


図5 解析の手順

識別符号（SSRモードAコード）により照合。これにより、コールサイン、機種名、機体番号等の情報を航跡に付加。

(4) レーダの生データは測位誤差を含んでいるので、平滑化処理によりレーダのランダム誤差の影響を軽減。平滑化処理された航跡に対し、ルートの中心線からの横方向逸脱量を計算。

(5) 横方向逸脱量が1 NM以上の航跡を運航票および航空会社への問い合わせにより調査。意図的な逸脱の事実を確認できた航跡を棄却。

(6) 残った航跡に対し、統計処理を実行。

5. 解析結果

5.1 観測便数と機種の内訳

各ルートに対し1年間のデータを解析した結果、意図的に逸脱した飛行便を除き、全ルート合わせて43,991便が観測された。表3に観測機種の内訳を示す。機種の内訳は、ルート毎に少し異なることがわかる。ルート4Aとルート4Bは、もともと同一ルートなので、内訳は変わらないはずであるが、それぞれのルートに対して別々に意図的な逸脱の棄却を行ったために、内訳は若干異なったものとなった。ルート2と3は同一地点間(東京と福岡)の行きと帰りのルートに相当するためか、内訳は似たものになっている。また、ルート5は国際線、他のルートは国内線であるためか、ルート5は他のルートとは内訳が大きく異なる。

なお、日本の航空会社の所有する大型ジェット旅客機のRNAV装置の搭載率は、MD81/87、B737（B737-400およびB737-500を除く）、DC9を除き、100%である^[21]。

5.2 横方向逸脱量の分布

図6に各ルートの横方向逸脱量 d_1 の計算結果を箱ひげ図で示す。図4に示した関係を考慮し、表2に示した計算式により計算した。但し、図4中のレーダの位置およびWP1、WP2の座標値は、公示されている値（東京測地系の値）を使用した。

横軸は各評価ルートの西端のウェイポイントからの距離を表している。点線および英文字により、ウェイポイントの位置および略称を示した。縦軸は横方向逸脱量 d_1 を、0の点はルートの中心線を表す。

表3 観測機種の内訳

機種	ルート1 [%]	ルート2 [%]	ルート3 [%]	ルート4A [%]	ルート4B [%]	ルート5 [%]
B747SR-100	28.14	25.38	27.04	7.77	7.55	
B747-400D	21.13	23.63	21.13	14.41	14.15	2.94
B747-300	9.50	7.26	7.49	1.54	1.55	5.80
DC10-30	6.76					
DC10-40	5.96	6.32	6.28	5.95	6.33	8.32
B767-200	5.48	4.74	4.25	25.51	25.37	
A300B4-622R	4.93	7.77	7.16	8.82	8.56	
B767-300	4.33	10.14	14.18	25.47	26.34	1.58
B767-400	4.11	4.39	3.09	0.04	0.06	37.71
B747-100BSUD	3.94	3.32	3.13	0.78	0.83	
B747-200B	3.15	3.14	2.69	0.63	0.61	18.00
L1011-385-1	1.23	3.27	2.62	0.23	0.22	
B747-100	0.64	0.62	0.37	0.01	0.01	4.27
A320-200	0.42	0.02	0.56	8.63	8.17	
B747-200	0.18					
B747-200F	0.05					7.87
A300B4-2C	0.01					
MD-11						3.19
DC9-81						0.03
不明	0.04		0.01	0.20	0.23	0.27

d_1 の符号は、北極を含む側をルートの中心線に対して正とした。箱ひげ図の作成には、箱を描いた位置から進行方向（横軸）に沿って ± 5 NMの領域内にあるデータを用いた。図中には、中央値、50%区間（25%～75%）、95%区間（2.5%～97.5%）を示した。

RNAV評価ルートは複数のARSRの覆域内にあるが、今回の解析ではルート毎に一つのARSRから取得したデータのみを使用した。各ルートに対して用いたARSRは、以下の通りである。

ルート1：上品山ARSR

ルート2：三国山ARSR

ルート3：平田ARSR

ルート4A：小木の城ARSR

ルート4B：上品山ARSR

ルート5：奄美ARSR

図6中に示した曲線は、(1)式から計算したレーダの測位誤差の横方向逸脱量への伝搬誤差（ $3\sigma_d$ ）を表す。レーダサイトからの距離と共に増加する測角誤差により、伝搬誤差が増加していくのが分かる。

5.3 横方向の航法精度の評価

横方向逸脱量の95%値 $|d_{95}|$ を次式で定義する。

$$|d_{95}| \equiv \max(|2.5\% \text{ 値}|, |97.5\% \text{ 値}|) \quad (2)$$

ここで2.5%値および97.5%値は、横方向逸脱量の観測値を最小値から最大値まで一列に並べたときに、最小値から2.5%目および97.5%目のところの横方向

逸脱量の値とする。データの収集間隔(10秒に一回)は一定なので、観測データの95%を飛行時間の95%と見なせば、 $|d95|$ はRNPタイプ値に対応すると見なすことができる。

図6の場合、ルート5の右端の二つの領域(箱ひげ)を除いて、すべての $|d95|$ が1 NM以下である。このことは、少なくとも今回の観測では、ルート5以外のRNAV評価ルートはすべてRNPIを満たしていることを示している。

6. まとめ

1992年6月から1994年10月にかけてRNAVの試験運用が行われた。本稿では、RNAVで飛行した航空機の航法精度を評価し、基準作成時の資料とするために行った解析の方法と結果を述べた。

航空路監視レーダから得た航空機の位置情報等のデータ、飛行計画情報および運航票の情報を解析に用いた。意図的に逸脱することなくRNAVにより5本のRNAV評価ルートを飛行した航空機の航法精度を、各ルートに対し1年分のデータ(総計43,991便)を用いて調べた。横方向逸脱量を計算し、各RNAV評価ルートに対する横方向逸脱量の箱ひげ図を描いた。そして、横方向の航法精度を評価するために横方向逸脱量の分布の95%値 $|d95|$ を調べた。その結果、RNAVで飛行した航空機に対する $|d95|$ の値は、ルート5を除くすべてのルートに対して1 NM以下であった。このことは、ルート5以外のRNAV評価ルートはすべてRNPIを満たすことを示唆している。

現在RNAVルートは、RNP4に相当する基準で暫定運用され、ルートも14本に増やし、管制上の運用評価等が行われている。更に、1997年より函館、熊本、東京国際の各空港において、RNAVを用いた出発および到着経路の試験運用が、航法精度の評価および管制および航空会社の運用上の評価を目的として行われた。航法精度の解析の結果、旋回経路を含む全評価経路において、全ての飛行便が ± 1 NM以内の横方向逸脱量で飛行していたことが分かった。

謝 辞

データ収集の際にご協力いただいた札幌、東京、福岡、那覇の各航空交通管制部の関係各位に感謝いたします。

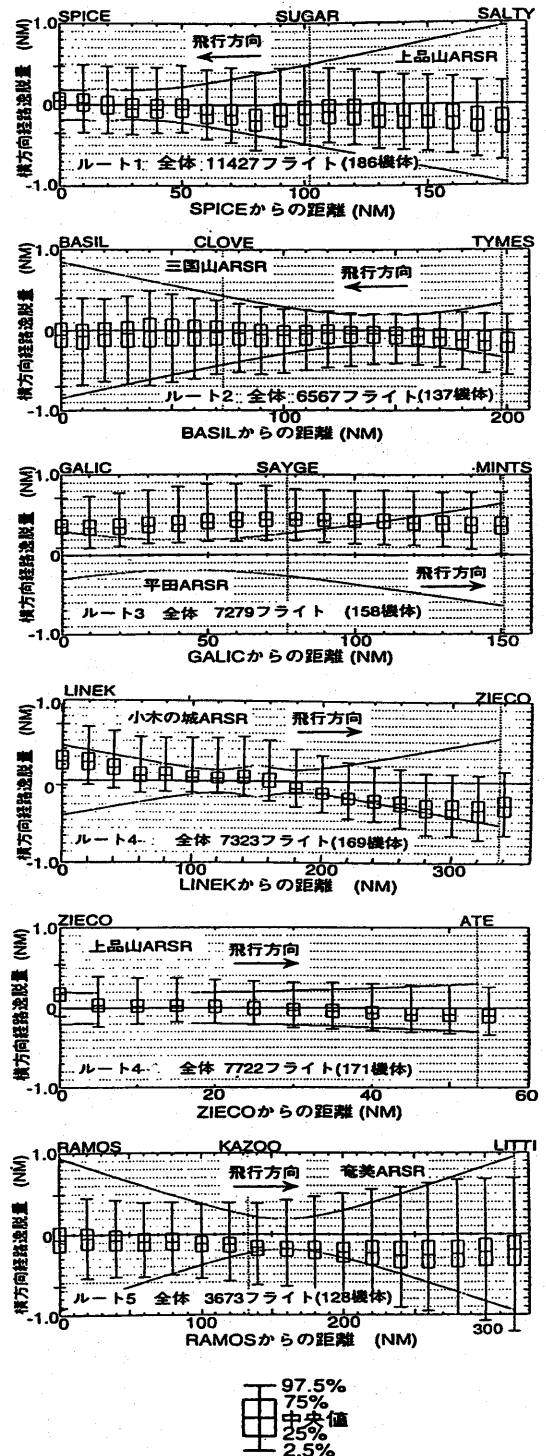


図6 各ルートの解析結果(箱ひげ図)

参考文献

- [1] R.Rawlings : "The Strategy for Future Navigation in ECAC States", Proceedings of IAIN'97, Amsterdam, Nov. 1997
- [2] "Approval of Area Navigation System for Use in the U.S. National Airspace System", FAA Advisory Circular, AC90-45, 1969
- [3] 長岡 栄 : "L-1011の航法評価について", 電子通信学会技術研究報告SANE75-21, 1975
- [4] 惟村、松田 : "エリア・ナビゲーションのシステム誤差の研究", 電子航法研究所報告, No.17, 3, 1977
- [5] "Manual of Area Navigation (RNAV) Operations", ICAO Doc9573-AN/933, 1991
- [6] E.G.Hoffmann : "Area Navigation Systems Flight Testing for Compliance with Airworthiness Regulations", Symp. Soc. Flight Test Eng., Vol.7, pp.8.1-8.24,1976
- [7] R.A.Lentz : "Mark 13 Area Navigation Certification", Symp. Soc. Flight Test Eng., Vol.7, pp.6.1-6.20,1976
- [8] L.Tobias and H.Erzberger : "Simulation of 4D RNAV in the Terminal Area", Annu. Symp. Rec. IEEE Syst. Man Cybern. Group, pp.166-174, 1974
- [9] R.I.Erwin and K.H.Izumi : "Use of 4D RNAV in Time-Based En Route Arrrial Metering", AGARDograph, No.301, Vol.2, pp.28.1-28.19, 1990
- [10] W.L.Polhemus : "Loran-C RNAV: The Best Near-Term Solution to Air Operations in Northeastern North America", Canadian Aeronautics and Space Journal, Vol.28, No.3, pp.234-251, 1982
- [11] C.Mackin and M.Magrogan : "MLS RNAV Accuracy Flight Tests", SAE Technical Paper Series, SAE-892218, 1989
- [12] 三吉、惟村 : "RNAVの適用領域と誤差の分布について", 電子航法研究所報告, No.38, 2, 1982
- [13] 本山、水町 : "DMEを利用した短距離航法の方式検討", 日本航空宇宙学会誌, 38, pp.139-147,1990
- [14] 郡山卓三 : "宮崎空港ILS滑走路27進入を想定した海上空域における3D-RNAV進入についての一考察", 航空大学校研究報告, No.R-43, pp.19-36,1990
- [15] International Standards and Recommended Practices AIR TRAFFIC SERVICES Annex 11 to the Convention of International Civil Aviation, ICAO, Eighth Edition, 1987
- [16] 岡田和男 : 「航空電子入門」, 日本航空技術協会, pp.148-161, 1986
- [17] "Manual on Required Navigation Performance (RNP)", ICAO Doc9613-AN/937, 1994
- [18] "Approval of Area Navigation System for Use in the U.S. National Airspace System", FAA Advisory Circular, AC90-45A, 1975
- [19] 運輸省航空局 : "Aeronautical Information Publication(AIP) JAPAN", Jan. 1998
- [20] 天井、長岡 : "航空管制用レーダの測角／測距誤差分布の解析", 電子情報通信学会技術研究報告 SANE89-1, 1989
- [21] S.Nagaoka and H.Hatakeyama : "A Survey on RNAV Equipments of Japanese Air Carriers", ICAO RGCSF WG/A-WP/2, Canberra, 1991

会員の移動

脱 会 昭和海運(株)
東洋通信機(株)
(株)本田技術研究所
三菱電機(株)
松行利忠

編集・出版監事 長岡 栄 電子航法研究所
" 池田 保 海上保安庁装備技術部
" 越水 豊 日本郵船(株)
" 中村幹男 日本無線(株)
" 廣田直照 元海上保安大学
" 山田秀光 (株)トキメック

電波航法——ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW——

平成11年3月28日 印 刷 1999
平成11年3月30日 発 行 No. 41

編 集 東京都千代田区霞ヶ関2-1-3 運輸省9階
発 行 海上保安庁灯台部電波標識課気付

電 波 航 法 研 究 会
Japanese Committee for Radio
Aids to Navigation
c/o Radio Navigation Aids Division
of Maritime Safety Agency
2-1-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo, Japan

印 刷 東京都文京区湯島1-2-4 神田セントビル7階
岩 城 印 刷 株 式 会 社

高度なエラー訂正機能を装備。10km圏内*のGPS測量を、
先進の無線データ伝送でサポートします。 * 海上時

デジタル無線データ伝送装置

Air・Link



センチメートル・オーダーの実用化へと進展するGPS測量。
デジタル無線データ伝送装置「エア・リンク」は、混信やノイズに強い小電力型SS（スペクトラム拡散方式）無線機と、セナー独自のエラー訂正機能（特許出願中）を装備したSS無線インターフェースECP-520をセット。小電力タイプでありながら、送受信エリアを10km圏内へと広げるとともに、より信頼性の高いデータ伝送を実現。GPS測量における即時連続データ収集、RTK OTF（リアルタイムキネマティック・オン

ザフライ）に対応し、港湾業務、河川管理をはじめ、各種調査測量のデータ伝送装置として活躍します。

[主な特長] ●高度なエラー訂正機能を備えたECP-520を装備。●マルチパス、フェージングに強いSS無線機。●データ伝送の信頼性を高めるマルチプル伝送。●伝送効率の高い32,000bpsの通信速度。●リピータを最大8台まで接続可能。●秘話伝送、一斉伝送の切り換えが可能。●運用が容易な小型・軽量、低消費電力設計。

★各種アプリケーションモデルも取り揃えております。

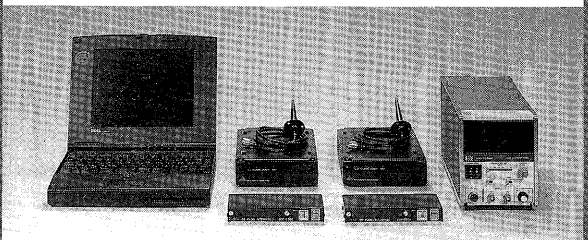


GPS測量(RTK OTF)用
ECP-520X

同、陸上長距離用
ECP-520X/Hi

※ECP-520X、ECP-520X/Hiは
GPS受信機とのセット販売となります。

パソコンデータ/調査機器用
ECP-520D
同、陸上長距離用
ECP-520D/Hi



セナー株式会社

本社・電子機器営業部 〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-1-1 飯野ビル
TEL.(03)3506-5331 FAX.(03)3593-3866
横浜事業所/札幌営業所/名古屋営業所/神戸営業所/福岡営業所

平成十一年三月二十八日印刷
平成十一年三月三十日発行

電
波
航
法

電
波
航
法
研
究
会
発
行