

ISSN 0287-6450
Denpa khôho

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法



JACRAN. 39

1996

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 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 〒381-22 長野市稲里町下氷鉦1163番地 ☎ 026(291)1111
営業本部 〒151 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	会長 鈴木 務	(1)
Foreword	Chairman Tutomu SUZUKI	
研究調査		
Research and Investigation		
名古屋港VTS のレーダー監視システム	松代 寿治	(3)
Report about VTS Radar in Nagoya Port	Juji MATSUSHIRO	
名古屋港における船舶通航監視システム	大崎 英二	(9)
-画像処理技術の応用-	Eiji OSAKI	
Ship Surveillance at Port of Nagoya		
- Application of Image Processing Technique -		
進入・着陸用航法性能要件とDGPS飛行実験について	惟村 和宣	(13)
Required Navigation Performance for Approach	Kazunobu KOREMURA	
Landing Phase of Flight and DGPS Flight Experiments		
音声認識技術の航海支援への応用	金丸 英幸	(25)
Voice Recognition in the Ship Navigational Operation	Hideyuki KANAMARU	
展 望		
Observation		
音声認識の現状と課題	樽松 明	(32)
Current Issues on Speech Recognition	Akira KUREMATSU	
報 告		
Reports		
1994年レーダとイメージセンサーにおける	関根 松夫	(40)
雑音とクラッタ除去に関する国際会議報告	Matsuo SEKINE	
Report on 1994 International Symposium on Noise		
and Clutter Rejection in Radars and Imaging Sensors		
第42回航行安全小委員会の報告	今津 隼馬	(43)
Report of NAV 42	Hayama IMAZU	
研究会記事		(53)
Records		

巻 頭 言

(FOREWORD)

電波航法の未来のために

会長 鈴木 務

Chairman Tutomu SUZUKI

はじめの航法情報

古典的な推測航法, Dead Reckoning, は北極星からの方位, 海中に落とした木棒が船から離れる距離と砂時計による時間の情報を組み合わせた速度の情報から自立航法を行った。方位, 距離, 速度, 時間の航法情報は今でも航法の基本となり, 何処でも何時でも誰れでも航法情報が取得できるシステムが望まれている。然し, 海面反射などのクラッターの妨害, 船の形状が見えないレーダエコーなどを苦労して判読しているレーダオペレーターの不満がメーカーに戻ってきていない。まだ解決されていない問題が多数ある。

安売り競争からの脱却

経済社会に競争原理がないと社会主義大国の崩壊が示したようになることは事実である。然し, 価格を下げる競争と性能を向上させる競争とは同じではない。電波・電子航法機器の開発については日本は後進国である。レーダ, ロラン, GPSなどすべて外国の開発した機器である。外国で発明された技術を勤勉さと器用さで多量に安価な製品に作り上げる日本の翻訳技術が行き詰まってきたことが指摘されている。開発途上国の追い上げが日本を追い越すことになりつつある。

日本の電波航法機器の開発はより

高性能で独創性のある技術へ目を向けるべきではないだろうか。このためには産・学・官共同研究をより推進すべきと考える。特に大学の英知を活用することから翻訳技術を脱却してもらいたいと考える。

グローバル航法とローカル航法

グローバル航法の代表的な航法にGPSがある。自動車の道路交通情報通信システム, VICSはGPSと道路情報を組合わせてローカルな道路交通の援助に使われている。航法情報の精度がよければグローバルとローカルの区別なしに航法機器の使用が出来るようになってきた。グローバルシステムには国際的な共用性が要求され, 一国だけのシステム利用で規格が決められない面がある。ロランA, デッカ, オメガのシステムが次々と消えつつあるがこれらのシステムがGPSよりグローバルで高精度を維持できたら消えることはないかもしれない。航法機器として性能の優劣が淘汰の要因になっていることを考えてディスカウント製品にのみ固執しないでより高度な航法機器の開発にもっと目を向ける時期が来ていると考えるべきである。

航法と通信

新しい通信はマルチメディアに代表されている。マルチは多様, メデ

ニアは媒体から引用された用語で、音声、無線と光を組み合わせたデジタル通信によりデータ、音声、画像とコンピュータを組み合わせた知能を持った高度な通信システムが構築されつつある。2015年には各家庭に光ファイバーケーブルが引き込まれ、新聞、手紙はもとより電子マネーによる買物までが家に居ながら授受できるといわれている。

船や航空機は孤立した移動体と考えられ、自立航法システムが航法の原点とされてきた。通信が何時でも、何処でも、誰とでも話しが出来る時代になりつつある。

イリジウムやアイコス宇宙通信システムが実現すると日本の携帯電話を世界中で同じ電話番号で使用できるといわれている。航法と通信の組み合わせで移動体と陸上基地間又は移動体間の距離が無くなっていく。陸上の管制レーダの映像が船上や航空機上でも見られるようになる。

実用化が始まった道路情報通信システム、VICIS、の需要がこの一年間で急激に増大している。航法情報と画像情報通信を組合わせた新しいシステムは湾内や沿岸海域の航行安全のみならず栽培漁業など他の海の利用にも貢献できるシステムとなる。

現在はレーダやNNSSが発明された時代のようにインパクトが大きい航法システムは生まれていないがGPS、VICISなどが実用化の時代となっている。次の世代の電波航法システムについては我々で開発しようではありませんか。

名古屋港 V T S のレーダー監視システム

沖電気工業株式会社 TSEセンター
松代寿治

Report about VTS Radar in Nagoya Port

Juji MATSUSHIRO
OKI Electric Industry Co.,TSE Center

1. はじめに

名古屋港は奥が深く長い。その航路は2本に分かれ途中で交差し1本になっている。その航行の安全と能率化のため航行援助施設として名古屋港船舶通航情報センター・NAV T I C (Nagoya Port Vessel Traffic Information Center) が建設されて、名古屋港管理組合が1994年5月1日に業務を開始し、また、7月15日に海上保安庁の名古屋港海上交通センターが業務を開始した。この報告は名古屋港内の船舶通航の特性について述べた後、名古屋港の2つのVTSシステムに於いて使用されているレーダーについて説明したものである。

2. 名古屋港について

2.1 名古屋港の規模

名古屋港の規模を示すための比較を図1と図2に示す。図1に示すように名古屋港は日本で4番目に大きい港である。また、図2に示すように総トン数は増えているが、入出港する船舶の隻数は変わらない。これは船舶が大型化したこと、危険物等の運搬船が増加していることであり、港湾管理者、

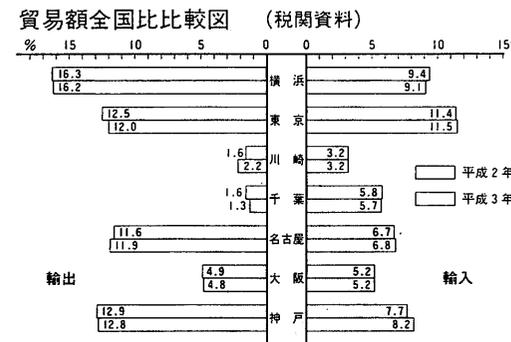


図1 7大港の比較

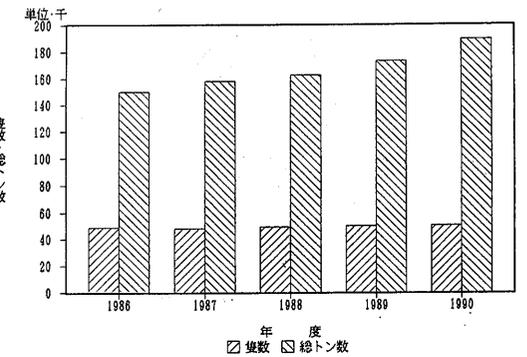


図2 名古屋港入港船舶推移 (1)

表1 大規模港湾データ

港湾名	広さ (km ²)		バース数	年間入港隻数 内航+外航	貨物取扱 輸出+輸入 (10 ⁴ トン)	岸壁総延長 (km)	データ出典
	全体	陸地					
名古屋	85	40	294	50,000	129	36.9	名古屋港要覧1994 ³⁾
横浜	75	27	165	58,831	121	17.4	横浜港便覧1992 ⁴⁾
大阪	56	16	185	67,364	92	16.6	大阪港案内'94 ⁵⁾
HAMBURG	87	44		60,000	65	35	Port of HAMBURG '93 ⁶⁾

パイロットにとっては負担が増えたこととなっている。

2.2 名古屋港の航路管理⁽³⁾⁽⁹⁾

名古屋港と他の港との諸元の比較を表1に示す。名古屋港の航路は長く奥深い。航路の諸元を表2に示す。二つの航路が途中で交差し、1本となつてつながっている。したがって、港内航行には細心の注意が必要である。

表2 名古屋港の航路諸元⁽³⁾

名称	延長(m)	幅員(m)	水深(m)
東航路	10,100	425~550	14.0
西航路	6,200	220~400	10.0~12.0
北航路	5,000	200~400	10.0~12.0

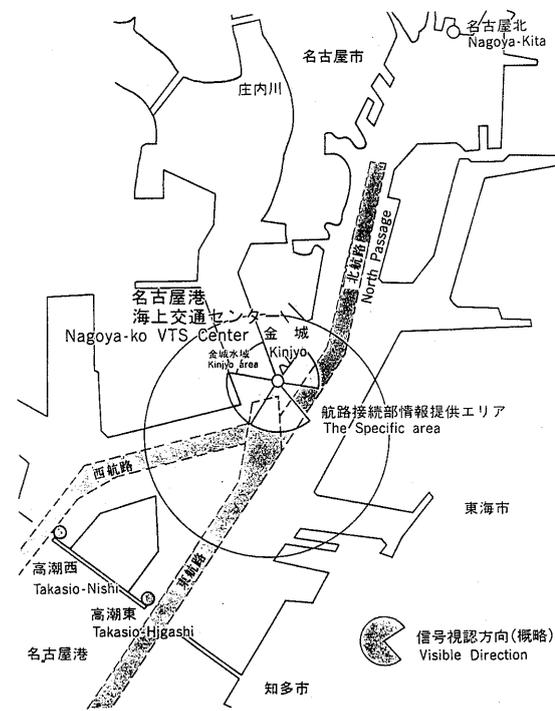


図3 名古屋港の構内信号⁽¹⁰⁾

図3に示すとおりこれらの航路は各々東航路、西航路、北航路と呼ばれて、安全を確保するために航路の優先順位や禁止事項が決められており、これらの航路接続部には情報提供エリアが設定され、エリア内の船舶の動静を情報提供している⁽¹⁰⁾。また、安全を確保するため航行管制が行われており、管制信号が電光文字で（名古屋北信号所では閃光式で）表示されている。

2.3 入出港管理システム

1) VTSシステムの必要性

船は運航している限り金のかかる物である。船主は常に船が安全に、能率良く運航されること、すなわち、時間通り入出港し、荷降ろし荷積みが速やかに行われることを望むのである。⁽⁶⁾

このような要求に答えて、港としては「信頼性」と「高速性」を備えなければならない。IMOはVTSの使命として「航行の安全」「航行の能率化」「海域の汚染防止」を掲げている。名古屋港のVTSシステムはこのような目的のために改装新設された。

2) 名古屋港船舶通航情報センターの位置と建物

従来からこれらの3目的のために海上保安庁、名古屋港管理組合が協力して名古屋港の管理が進められてきたわけであるが、港内の船舶の入出港状況を的確に把握し、増加する船のサイズと危険物運搬船などの増大に対応するためには港の最奥部のガーデン埠頭では十分な機能が期待できないことから港の中央部分の金城埠頭に名古屋港船舶通航情報センターが建設されることになり、同じ情報源を使って、同じ建物の中で一致協力してVTSのサービスが行われることになった。

勿論、海上保安庁は「航行の安全」を図ることが目的であり、名古屋港管理組合は「航行の能率化」を行うことが目的であるので、業務内容は違っておりその内容に合わせて、システムが構成されていなければならない。しかし、利用する情報源は船舶の入出港予定情報であり、また船舶の動静監視であるので共用化も可能であり、共用によって最高の監視環境が利用できる点で有利である。このような目的に合わせて名古屋港船舶通航情報センターの建物が金城埠頭の先端に建設された。図4に示すように建物の屋上に

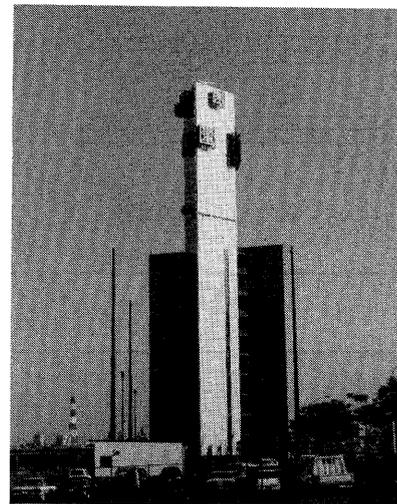


図4 名古屋港船舶通航情報センター

は海拔80mのレーダータワーが建設され、建物内に海上保安庁と名古屋港管理組合が入って業務を行っている。

次に情報センター発足までの管理と発足後変わった点について業務別に説明する。

2.4 海上保安庁名古屋港海上交通センター

以前は防潮堤信号所に常駐する職員によって管制信号が出されていた⁽⁸⁾。情報センター発足後は名古屋港海上交通センターが名古屋港内の海上交通情報の提供と航行管制を行うことになった。⁽⁹⁾

情報信号によって情報提供エリアの船舶の動静を提供するために港内の船舶の位置動静を正確にレーダーで捉える事が必要となった。また、管制信号の遠隔操作化にと

もなって船舶の防潮堤通過監視が必要となり、レーダー設備とCCTV設備が完備された。港則法に基づく事前通報の航行データによる船舶の監視が行われるようになった。

2.5 名古屋港管理組合の船舶入出港管理システム⁽¹¹⁾

従来から行われている入出港管理システムの構成を図5に示す。入出港する船舶の動静を正確に迅速に把握し、船舶の効率的受け入れ体制をとれるよう設置されている。センター発足後はより能率良く運用できるように改造がなされた。高潮信号所に設置されたCCTVカメラとレーダーの情報によって船舶の入出港管理が容易に確実にできるようになった。

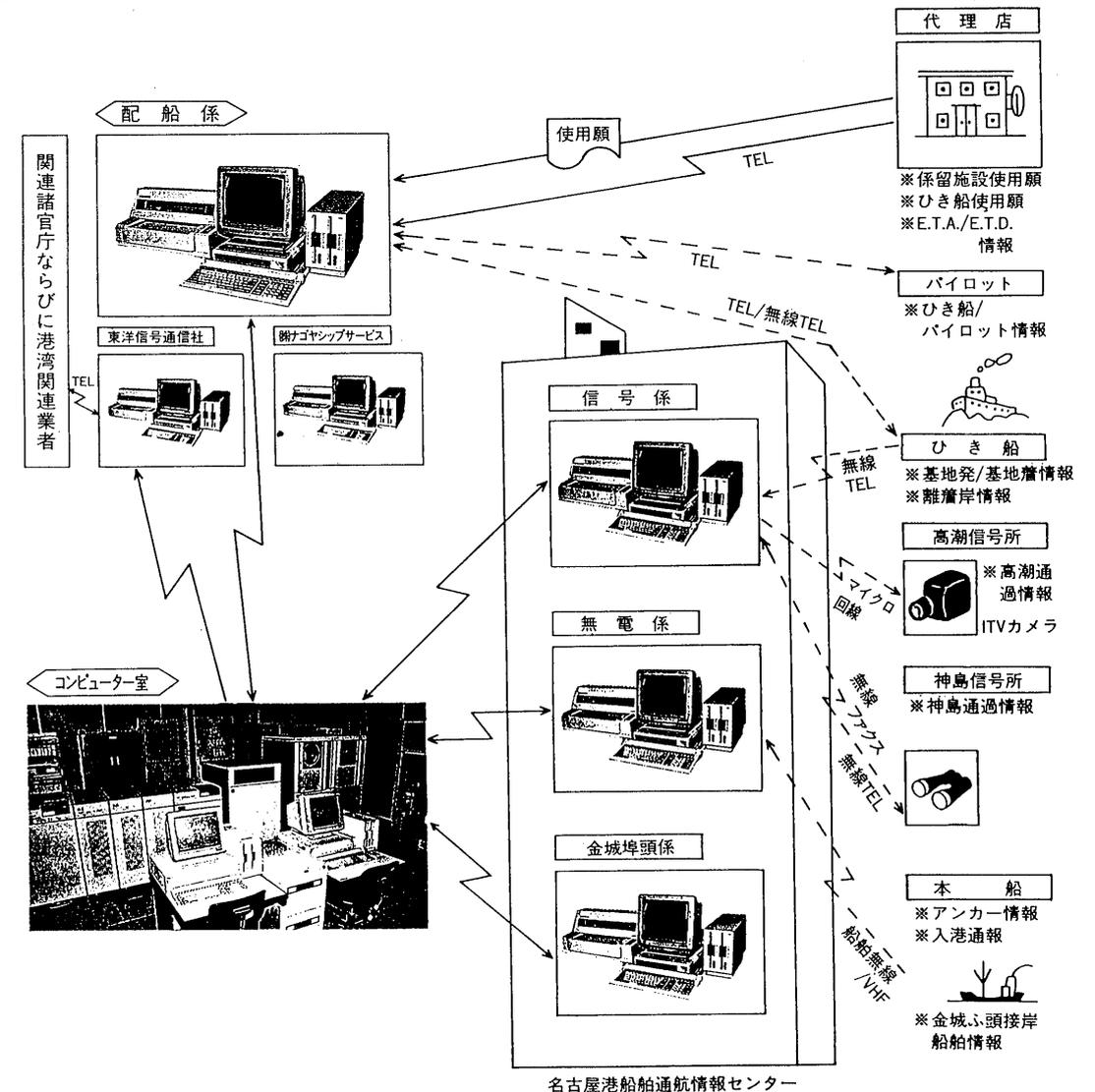


図5 名古屋港管理組合の船舶入出港管理システム⁽¹¹⁾

3. レーダーシステムの説明

レーダーシステムの特徴について若干説明する。

3.1 システム設計と置局条件

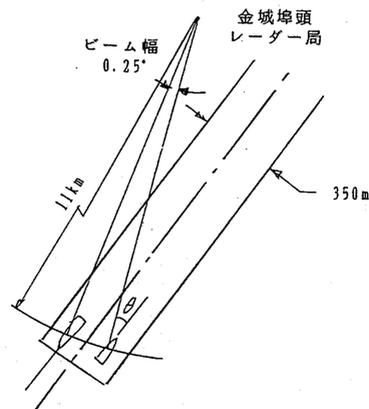
レーダーシステムを設計する上で重要なポイントはレーダーアンテナの設置場所とレーダーアンテナの性能である。一般的に次の点から設計結果は決まってくる。

1) 水平ビーム幅と分解能

船舶は狭い航路上をすれちがって航行する。この時二つの船舶を分離できなければならない。この時の条件が一番厳しく、レーダーの水平分解能すなわちアンテナの水平ビーム幅が細いことの条件が決まる。

2) 航路の延長線上にレーダーを設置しない。

航路上を船舶は直線上に並んで航行する。したがって、レーダーがその延長線上にあると後ろの船舶が前の船舶の影に入って見えなくなる。また、前の船舶の偽像は船舶の延長線上に発生する。偽像が発生すると、実エコーの追尾に悪影響がある。今回の場合、東航路とレーダー方向は7.5°づれている。図6に航路端において入港船と出港船が分解可能である事を示す。



$$\text{ビーム幅} \times \text{船の隙間} = \{1/2(\text{航路幅}) - \text{船の横幅}\} / \cos \theta$$

$$11,000 \text{ m} \times \frac{\pi}{180} \times 0.25' = 48 \text{ m} < \{1/2(350) - 60\} / \cos 7.5'$$

図6 レーダーの方位分解能

3) 陰影部を避ける。

橋梁や煙突等の高さがあり、陰影部を発生する物の影響を少なくする。大型船の影となる部分も少ないことが望ましい。陰影となる部分はレーダーの高さを高くすると短くなる。この点から云って、レーダーの設置高は高い方が望ましい。停泊地の後方に航路があると、追尾不安定ロストの原因となる。

4) 偽像を避ける。

陸上建造物と船舶の反射による偽像が発生する。レーダ

ーの設置高を高くすると偽像は減少する。

5) シークラッターを避ける。

レーダーの設置高を高くすると、海面反射が強くなり、小さいエコーが見え難くなる。前項の4)の条件とは相反する関係にある。

名古屋港にレーダーを設置するに先だって実際に金城埠頭にレーダーを仮設置し、映像調査が行われた。(7)

その結果として述べられている点は次のとおりである。

1) 中部電力の煙突、名港西大橋、新日本製鉄溶鉱炉等周辺の陸上反射物は多く、レーダーの反射は強い。

2) 埠頭の岸壁、建屋、着岸している大型船舶の反射による偽像が著しい。

3) 南風が吹くと、南側の海面にシークラッターが発生する。しかし、高潮防波堤が波を遮るため名古屋港内のシークラッターは支障を及ぼさない。

4) 金城埠頭レーダー設置点より内港航路までの至近距離は180mである。14GHzの高分解能レーダーのアンテナ垂直ビーム幅は15°であるので、アンテナ高が80mとすると、高さのない船がビームから外れることになる。この条件の場合の説明を図7に示す。

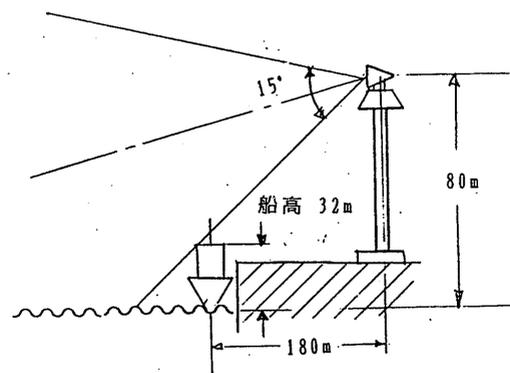


図7 垂直ビーム幅

以上の結果などよりレーダーのアンテナの設置高は80mとすることが決定された。建設後のレーダー映像はアンテナ高を高くしたため偽像の発生も少なく、船舶の追尾性も良好な結果が得られた。

3.2 レーダー装置

使用されたレーダー装置の仕様は次のとおりである。

1) レーダーアンテナ

形式	: スロットアレイ型
アンテナ長	: 6 m
アンテナビーム幅	: 水平 0.25°
	: 垂直 15°
偏波面	: 水平

2) レーダー送信機/受信機

周波数	: 13.6~14.0 GHz
送信出	: 40KW
送信パルス幅	: 0.1μS
送信パルス繰り返し	: 3000 PPS
受信機特性	: 対数特性

表示ピクセル	: 2048(H)×2048(V)
走査	: ラスター走査60Hz ノンインターレース
3) 表示区域	: 予め設定した8区域
4) 電子カーソル	: 距離ストロブつき1本
5) カーソルボール	: 3インチ
6) 機能説明	

- ・船舶ID、シンボル、ベクトルなど表示付与
- ・船舶衝突乗り上げ計算、警報
- ・走錨計算表示
- ・船舶軌跡表示記録
- ・地図データ編集

3.4 運用と運用後の報告

海上保安庁と名古屋港管理組合では同一のレーダーの信号を利用しているが、船舶の監視運用は全く別であり、また、お互いに関係し合ったり、情報が流出してはならない。したがって、レーダーでとらえた船の信号は海上保安庁側と名古屋港管理組合側では別々に捕足追尾されている。

しかし、レーダーの情報を供給するレーダー信号処理装置と名古屋港管理組合と海上保安庁のオペレータコンソールは1つのLANで接続されており、高速で、情報の損失は無く、並列にレーダー情報を送受することができるようになっている。

この点は今回のシステムでLANを採用したクライアントサーバーシステムによる構成の長所である。

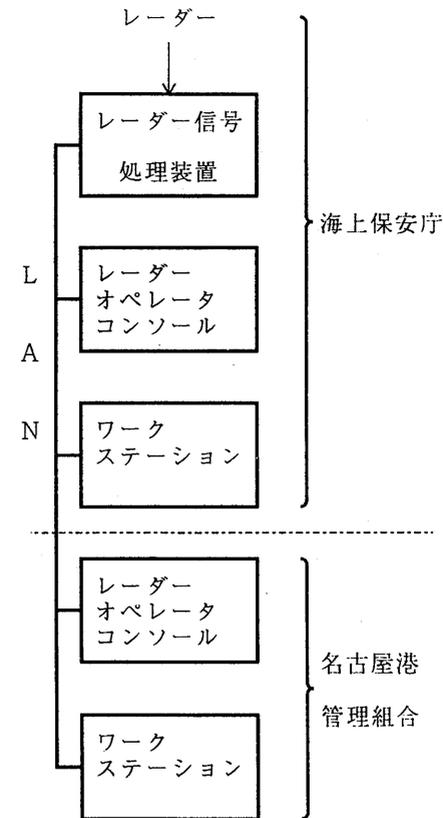


図8 監視システム構成図

3.3 レーダーオペレータコンソール

使用されたオペレータコンソールなどの監視システム構成図を図8に示す。

1) 表示モード

PPI	: レーダー生ビデオ表示
GD	: 合成レーダービデオ、記号、シンボル、海図、など
Mixed	: 前2者の合成

2) 表示CRT

サイズ形式	: 32インチカラー
表示面	: 20×20インチ

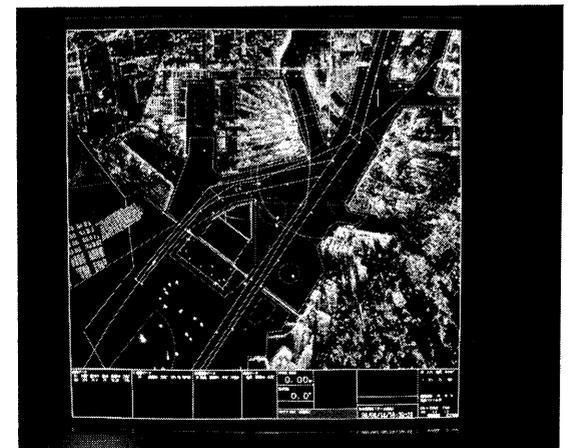


図9 オペレータコンソール表示

図9は海上保安庁のオペレーターコンソールの映像表示の例である。金城埠頭すぐ近くの航路を通過した船の軌跡が表示されていて、先に図7で説明した近距離の場合の例であ

るが、問題なく追尾している。

図10は名古屋港管理組合の無電室に置かれたワークステーションのグラフィック表示である。表示区域、表示内容、船舶表示等は独立に必要なものを表示できる。高潮防潮堤

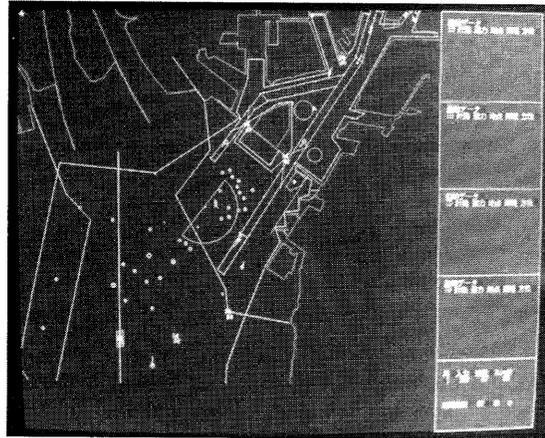


図10 ワークステーションの表示

から引いた船舶通過アラームラインが2本設けられていて、この線を越えて船舶が通過したとき警報が出るように設定している。状況を把握するにはこの表示で充分であり、表示のためにはデジタルの処理信号だけでよいので、遠隔地などでの利用には伝送が簡単なため便利と考えられる。シークラッターの多い映像の中で小舟のエコーを確認するか、追尾ロストしたエコーの再発見を確実にするためにはアナログの生映像表示が望ましいが、航路上の船舶航行監視用には充分使えるものと考えている。

4. むすび

複雑な名古屋港の港内航行の援助施設として港内の船舶を能率よく追尾でき、航行の安全と能率化を図る目的に合わせて名古屋港のレーダーは設計設置された。その特徴として云えることは次の点である。

1) レーダー局の立地条件がよいので、レーダー目標は良く追尾されている。そのためオペレーターの信頼を得ており、オペレーターの負担も少くなっている。

2) 2つのVTSセンターで1つのレーダーを別々の目的に共用しているが、運用上は独立に使用できている。電波面、資産面、情報面で資源を共有化し、有効利用ができていくといえる。

したがって、当初の目的に合致し、有効に利用されていると云える。

謝辞

名古屋港のVTSセンターのシステムは大規模なシステムで、沢山の関係された方々の努力によって完成した。種々ご教示とご指導をいただいた方々に改めて感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 名古屋港管理組合、名古屋港のあらまし '94～'95
- 2) "、NAVTICパンフレット
- 3) "、名古屋港要覧1994
- 4) 横浜市港湾局、Guide to the Port of YOKOHAMA 1993
- 5) 大阪市港湾局、1994 Port of OSAKA
- 6) Telefunken社 Vessel Traffic Service System, Verkehrssicherheit für den Hamburger Hafen
- 7) 日本航路標識協会、平成3年度名古屋港船舶通航信号所レーダー映像等調査報告書
- 8) 第4管区海上保安本部、名古屋港管制資料(平成3年4月)パンフレット
- 9) 第4管区海上保安本部、名古屋港海上交通センターの業務開始についてパンフレット
- 10) 第4管区海上保安本部、名古屋港海上交通センターパンフレット

名古屋港における船舶通航監視システム — 画像処理技術の応用 —

株式会社 東芝 小向工場
大崎 英二

Ship Surveillance System at Port of Nagoya — Application of Image Processing Technique —

Eiji OSAKI
TOSHIBA Corporation
Komukai Works

1. はじめに

名古屋港では従来、港湾(航路)を航行する船舶の入出港監視は、職員が双眼鏡を用いて船舶の確認(船名の確認など)を行っていた。

しかしながら、監視業務の効率化及び安全性向上の必要から、名古屋港管理組合においては、両信号所に監視カメラを設置して名古屋港船舶通航情報センタに船舶通航状況の映像を伝送することによって、高潮防潮堤東・西両信号所を無人化し、職員が情報センタ内で航路を航行する船舶の確認ができるようにしたシステムを構築した。

このシステムで弊社が担当した設備は、以下の構成よりなる。

- (1) ITV設備
- (2) 多重通信設備
- (3) 画像処理設備
- (4) テレメータ・テレコントロール設備

ここでは、近年急速に技術進歩の見られるデジタル画像処理分野の最新技術を応用した画像処理設備に焦点を当てて概要を説明するものである。

2. 運用要求

まず、従来の職員による監視に於いて、どのような問題点がありシステムを近代化する上での運用要求が何かについて整理する。

2.1 従来の不都合点

従来、監視員は湾内の高潮防潮堤の東・西両信号所にて双眼鏡を用いて、通航する船舶の船名を確認していた。ここで、季節・天候・時間帯により船名が鮮明に把握出来ない場合は、船舶の煙突マークやシルエットそのものも認識に役立っていた。

しかしながら、この監視業務は終日港湾内を目視確認し続けるものであって、その負担は非常に大きかった。さらに、高潮防潮堤を往來する負担や、台風時に孤立化するリスクもあり、業務形態の改善が求められていたものである。

2.2 システムへの運用要求

そこで、高潮防潮堤を無人化し業務改善するための、新しいシステムに対する運用要求につき概要をまとめる。

- (1) 名古屋港高潮防潮堤開口部にある東航路および西航路を通過する300t以上の入出港船舶の監視を行えなければならない。
- (2) そのために、カメラの遠隔操作により情報センタにて24時間に渡り一括監視できなければならない。

このために、以下の具体的要求を満たす必要がある。

- (3) 入出航路の全体を一括して表示し、船舶の通航状況を確認できなければならない。
- (4) 船舶の接近を自動的に検知し、職員に船名確認作業を始めるように注意を喚起できなければならない。
- (5) 職員がカメラを遠隔操作して船舶を追尾し、船名を視認できる便宜を供給できなければならない。
- (6) 季節・天候・時間帯等により船名が視認しにくい場合には、カメラ画像を鮮明化して視認し易い画像を提供するとともに、入出港予定の船舶リストを表示して、職員の船舶確認作業を支援できる便宜を提供できなければならない。
- (7) 無人の高潮防潮堤東・西両信号所での環境状態・機器状態につき情報センタにデータ伝送し、東・西両信号所の状況把握ができなければならない。

ない。

本稿で説明する画像処理設備は、上記の（４）及び（６）の機能を実現するためのものであって、それぞれ船舶接近検知装置および画像処理操作卓と称する二つのサブシステムから構成されている。

3. システム概要

本システムは1章で示した4つの設備より構成されている。これらの関連を示すシステム系統を図1に示す。

また、これらの概要は以下のようなものである。

I T V設備は東・西両信号所と情報センタ（名古屋港船舶通航情報センタ）に設置している。東西信号所のI T V設備は、船舶を撮影し、その映像を多重無線設備で情報センタに伝送する。その映像は情報センタにある両信号所用のI T V設備に表示される。情報センタでは東・西両信号所の設備を遠隔で制御し、目的とする船舶の映像を表示して船名を読みとる。気象条件により画像が不鮮明な場合には画像処理設備で鮮明化することができる。

東・西両信号所の設備の監視はテレメータ設備で行う。

また、船舶の接近を自動的に検知する設備（船舶接近検知装置）を東信号所に設置し、東航路、西航路を通航する船舶を検知した場合、テレメータ設備と多重通信設備により情報センタに知らせる。

西信号所の情報は、光ケーブルで東信号所に伝送され、東信号所と情報センタ間は、マイクロ波を使用した多重通信で結ばれている。

多重通信設備はマイクロ波を使った多重通信でパラボラアンテナを使用し、情報センタと東信号所間の海上4.7kmを1.2GHzのマイクロ波回線で結んでいる。

4. 画像処理技術の応用

4.1 船舶通航監視を目的とする画像処理技術の特徴

本システムの画像処理設備（船舶接近検知装置及び画像処理操作卓）に於ける処理技術の特徴は以下のとおりである。

- （１）画像処理の対象が、全天候下にある船舶であって、一定の撮像条件下にはない。従って、入力となる映像信号のダイナミックレンジも広く、かつ背景画像との画素濃度の大小関係も様々に変動する。これに対して、自動的な画像処理を実施する。
- （２）具体的にはその条件として、季節・天候・時間帯・昼／夜のカメラの相違・船舶の色と背景色の関係・船舶と対岸背景の関係・船舶の大きさ／形態の相違・船舶の動き方の相違・太陽との

関係、など様々である。

これら、多様な画像入力にたいして、画像処理設備は環境認識をする処理を行うことで、最適なアルゴリズムを自動選定している。

- （３）船舶の移動速度より画像処理も数秒以内で完了し、検知情報を出力できなければならない。従って、アルゴリズムも極端に複雑な手法は採用できないため、プログラム規模・計算機性能を鑑み、好適な手法を採用している。
- （４）悪天候の場合は、単なる自動処理だけでは限界があるため、必要に応じマニュアル指定による処理の最適化も計れる工夫をしている（画像処理操作卓）。
- （５）それでも船名把握が困難な場合に、従来利用されていた船舶のシルエットや煙突マーク・国旗等も間接的に利用できるように、入出港予定リストをデータベース化して保持しており、検索キーを工夫して職員の認識を支援できるようにしている。
- （６）画像入力の際生じやすい、船舶の移動とカメラのスキヤンタイミングに起因する船舶のエッジのブレを補償する処理を施す工夫も行っている。

以降、装置毎に画像処理技術の応用につき、説明する。

4.2 接近検知を目的とする画像処理技術

船舶接近検知装置は、高潮防波堤の東信号所に設置されているが、監視する対象エリアが4箇所（東西の各入出航路）あるため、4台の固定カメラからの映像信号を、ビデオ切り替え器にて順次切り替えつつ処理を行っている。

ここで行う接近検知処理フローを図2に示す。各処理ブロックにつき説明する。

（１）環境分類：

まず、検知する画像をアナログ入力し、本装置内にてA/D変換（8bit）後、画像処理用プロセッサにて対象画像の環境を判断して分類する。その代表例として下記のカテゴリーが上げられる。

- a. 晴天
- b. 霧（濃霧）
- c. 逆光（その1）（朝）
- d. 逆光（その2）（夕）
- e. 曇り
- f. 波
- g. その他

これらのカテゴリー分類は単に設計検討で選定したものではなく、現地での調査検討から選定している。

（２）画像分類：

環境分類結果をうけて、最適なパラメータによって、8bitのデジタル濃淡画像を濃度的にスライスし、2値化処理を行う。

自動処理で最適な2値化を実現するには、このように入力画像を自動的にカテゴリー分類できることが必要である。

この処理にて、船舶の全体像を得る。

（３）船舶情報：

船舶の有する属性としては、単なる形態だけではなく以下の要素もある。通常、人間はこれを瞬時に把握して対象に認識を行っているが、ここではこれらを順次、画像処理プロセッサと制御計算機の機能の組み合わせで個別に計算している。

- a. 速度
- b. 航路
- c. 進行方向
- d. 全長
- e. 面積

ここまでの処理で、どんな大きさの船舶がどこをどちら向きにどんな速度で移動しているかを把握する。尚、速度・方向把握のために、入力画像は複数回取り込んでいる。

（４）船舶認識：

以上で準備した情報をベースに、最終的に船舶が該当する画像内に存在するか否かの判断を行う。ただし、システムの運用要求にて示したように、300t以上の船舶を検知することが目的であるため、船舶面積より重量に変換して扱っている。船舶認識の処理構成は以下のとおりである。

- a. 連続検知（3回）
- b. 距離補正
- c. 面積補正
- d. 300t以上の判定

安定した検知を実現するため、画面内にて3回続けて検知できることを条件としている。また、カメラの取り付け形態・画角から画面内の位置を港湾内の物理的位置に換算するとともに、位置により船舶を見る角度が異なることに依る面積算出上の誤差補正も実施している。

（５）検知信号発信：

最終的に船舶の存在を確認したら、制御計算機より検知信号をテレメータ設備・多重通信設備経由にて情報センタへ送信し、船舶の接近検知を報せべくブザー鳴動・接近表示灯点灯を行う。

4.3 船名確認支援を目的とする画像処理技術

船舶の接近検知信号により、職員は通航する船

舶に対して船名確認用のカメラを遠隔操作して、船舶を追尾しつつカメラのズームアップ機能を用いて船名等の確認作業を始める。

ここで、画像に鮮明化が必要な場合、画像処理操作卓により画像鮮明化処理をスタートする。

画像鮮明化処理フローを図3に示す。

（１）処理画像入力

操作卓でのジョイスティック操作により、処理を目的とする船名確認カメラ画像を取り込み、A/D変換してデジタル静止濃淡カラー画像として画像処理プロセッサに入力する。

ここでは、R、G、Bの単バンドの画像に分解されている。

（２）画像解析（その1）（環境分類）

ここでは、接近検知装置での環境分類より一層複雑な環境分類処理を実現している。それは、単に船舶の存在を検知するに比べ、自動処理により最適な鮮明化処理を施さねばならないからである。分類のカテゴリーは、以下のとおりである。

- a. 晴天
- b. 曇り（その1）
- c. 曇り（その2）
- d. 小雨
- e. 豪雨
- f. 夕方
- g. 霧（濃霧）
- h. 逆光（その1）
- i. 逆光（その2）
- j. その他

（３）画像解析（その2）（船舶分類）

環境分類結果をうけて、下記の対象が撮像されているかの判断を実施する。

- a. 船舶全体
- b. 船名
- c. 煙突マーク

船舶を捉える位置関係により、画面内の主要部分にこれらが写っている可能性があるかの判断をしている。

（４）画像処理

以上の前処理結果をうけて、画像処理を自動的に実施する最適パラメータを選定している。画像処理機能としては、下記a～cの3通りがサイクリックに進むように設計されている。

- a. コントラスト強調
- b. 輪郭強調
- c. ノイズ除去
- d. マニュアルによるウインドウ処理

これらの処理も、前処理の結果により微妙に異なるアルゴリズムとパラメータが適用される。マニュアルによるウインドウ処理機能があるのは処理パラメータを職員が選定できるようにして、画像内の一部分のみ強調することを可能にするオプション機能である。

(5) 処理画像表示

画像処理プロセッサで処理された画像は、カラーモニタに自動表示される。

4.4 データベースによる船名確認支援

画像処理によって画像鮮明化を計っても、船名が全く解読できないほど天候状態が悪いことも当然あり得る。また、船名の一部が解読出来るだけの場合（特に画数の多い漢字は読みにくい）もあり、この場合、船舶のシルエット、煙突・国マーク等も判断の材料になる。そこで、入出港の予定リストがあれば、職員による総合判断も期待できる。この場合、入出港の予定リストも利用し易いようなキーで検索できなければならない。この検索キーとしては、以下のものを準備してある。

- a. 入出港時間順
- b. 入出港船サイズ（大中小）
- c. 入出港船文字数
- d. 入出港船種

5. おわりに

本稿では名古屋港における通航監視システムのなかで、画像処理設備の機能を中心にそのあらましを説明した。

本設備では自然界を対象とする自動的画像処理というテーマに対して、環境分類を行ってから最適なアルゴリズムを選定する、という手法を新規開発して実用化している。

今後は、長期的に様々な天候状態に対してどの処理が効果的か、などの運用上のノウハウを蓄積して行くことが重要と思われる。

また、デジタル画像処理分野では、要素的な基本アルゴリズムは揃っているが、実運用に際しては応用実験を行うことが必須で、本システム開発に際しても、フィールドでのビデオ画像を取得して実験を繰り返しつつアルゴリズムを開発した。

将来的には、より汎用な画像認識技術の確立が望まれるが、人間の認識能力は極めて高く、このような画像処

理技術応用の経験を積み上げて、最終目標にアプローチすべきものとする。

謝辞

船舶通航監視システムの開発にあたり、多大のご指導ご協力を戴きました名古屋港管理組合殿に、深く感謝の意を表します。

進入・着陸用航法性能要件とDGPS飛行実験について

運輸省・電子航法研究所
衛星航法部
惟村 和宣

Required Navigation Performance for Approach, Landing Phase of Flight and DGPS Flight Experiments

Kazunobu KOREMURA
Electronic Navigation Research Institute, Ministry of Transport
Satellite Navigation Division

1. はじめに

GPS (Global Positioning System) に補強 (Augmentation) を施して航空機の精密進入に利用するための研究開発が急ピッチで行われている。ここではGPSを精密進入に利用するためのICAO (International Civil Aviation Organization, 国際民間航空機関) における基準作成の最近の動きと電子航法研究所におけるデファレンシャルGPSの飛行実験について紹介する。

2. 基準作成の動き

2.1 進入・着陸フェイズ

ICAOのAWOP (All Weather Operations Panel, 全天候運航パネル) では、進入と着陸を次のように定義している。

— 進入：アプローチとは、それ以前の飛行フェイズとして定義されている、エンルート、ホールディング、ベクトリング等、(典型的な例では、到着滑走路の末端：スレッシュールドから20NM) から離脱を開始する飛行フェイズである。アプローチフェイズは、最低降下高度：MDA (Minimum Descend Altitude), 最低降下高：MDH (Minimum Descend Height), 決心高度：DA (Decision Altitude), 決心高：DH (Decision Height) あるいは、もしDHが15m以下かDHが定義されていないカテゴリⅢ運航においてはスレッシュールドに到達した時点で終了する。アプローチは、進入復行が必要とされる場合を除き、着陸に続く。

— 着陸：ランディングとは、MDA, MDHまたはDA, DHから、あるいはDHが15m以下かDHが定義されていないばあいのカテゴリⅢ運航においてはスレッシュールドから開始され、ロールアウト後航空機が滑走路を離脱する地点で終了する飛行フェイズである。

これを図に示すと図1のようになる。

なお、進入復行とは、— 決められたミストアプローチポイントで開始し、これに続くRNPで定義される空域 (典型的には、滑走路の出発端, Departure End of Runway から20NMを越えない地点) で終了する飛行フェイズとみなされる — と定義している。

2.2 精密進入

精密進入と非精密進入の主な違いを述べる。精密進入とは、ILS (Instrument Landing System), PAR (Precision Approach Radar, 精測進入レーダー) によりコースとパス (降下路) の誘導を受けることができる進入を云い、着陸帯高度上空60m以下まで計器による進入を可能とする。非精密進入は精密進入以外の進入を云い、ILSによるコースまたはパスの一方のみ、VOR (VHF Omni-directional Radio range, VHF全方向式無線標識), ADF (Automatic Direction Finder, 自動方向探知器) TACAN (Tactical Air Navigation, タカン) 空港監視レーダー (ASR, Airport Surveillance Radar) などによる誘導を受ける進入を云い、通常、高度500フィート (150m) 以上まで計器で降下できる。

次に、この精密進入におけるILS (Instrument Landing System) の現行基準とGPSの利用を考慮してこれまで進められてきた進入・着陸用のRNP (Required Navigation Performance) について概要を述べる。

2.3 ILSのカテゴリ (1)

ICAOでは航空機をどこまで誘導できるか、気象条件の違いにより、次の5つの運用カテゴリに分類している。

お 詫 び

先般、送付致しました電波航法39号の9頁「名古屋港における船舶通航監視システム」にミスプリントがあり誠に申し訳ございませんでした。

4-1 図1、4-2 図2、4-3 図3が抜けておりましたので、12頁の後に同封致しました。12-2頁をお手数ですが追加下さいますようお願い申し上げます。

電波航法研究会 事務局

みけた
三ヶ田

〒100

東京都千代田区霞が関2-1-3

海上保安庁灯台部電波標識課内

電話 03-3591-6361 (ex 652)

FAX 03-3591-5468

4.1 船舶通航監視を目的とする画像処理技術の特徴

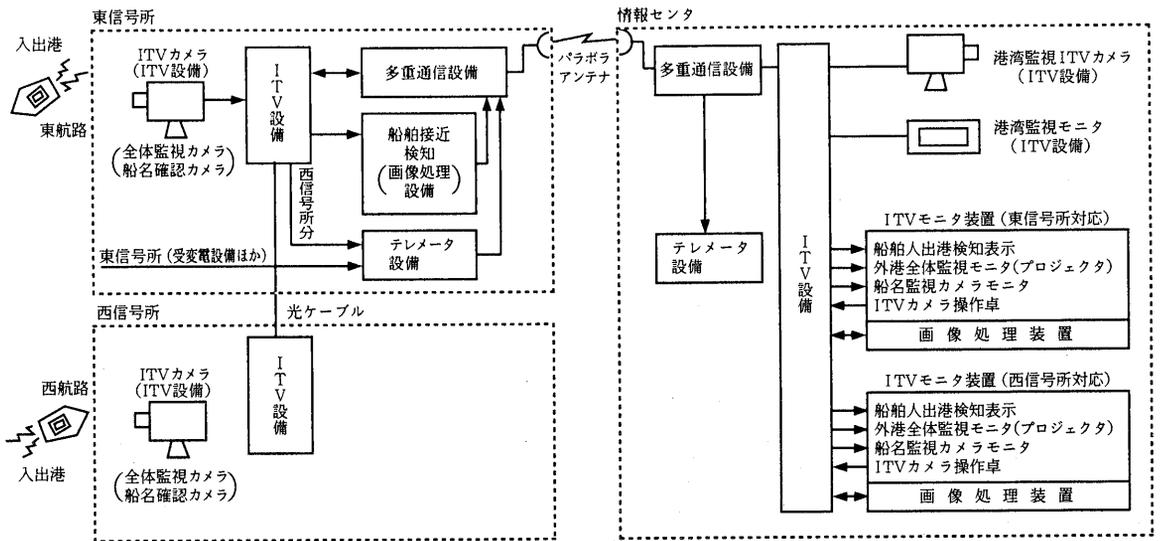


図1 システム系統

高潮防波堤東・西信号所に設置したITVカメラから航路を通航する船舶の映像を取り込み、高潮防波堤東信号所から多重通信(パラボラアンテナ)により情報センタに送られ、船名確認モニタおよび全体監視プロジェクタに映し出される。

4.2 接近検知を目的とする画像処理技術

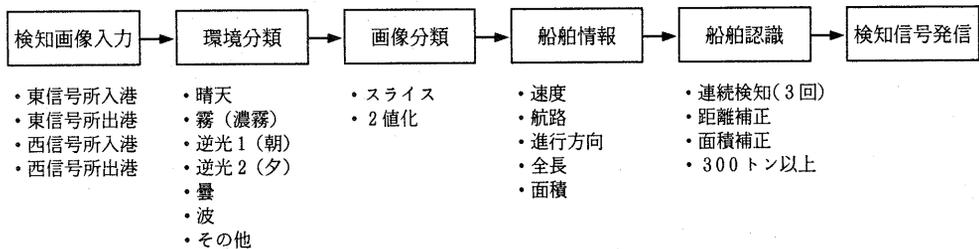


図2 船舶接近検知処理フロー

4.3 船名確認支援を目的とする画像処理技術

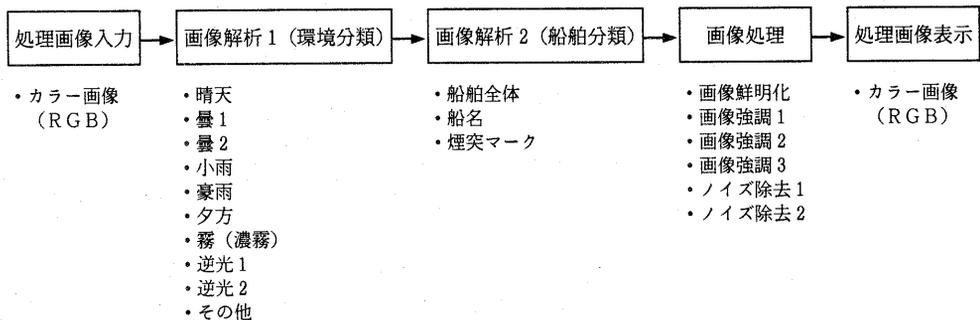


図3 船名確認支援 画像鮮明処理フロー

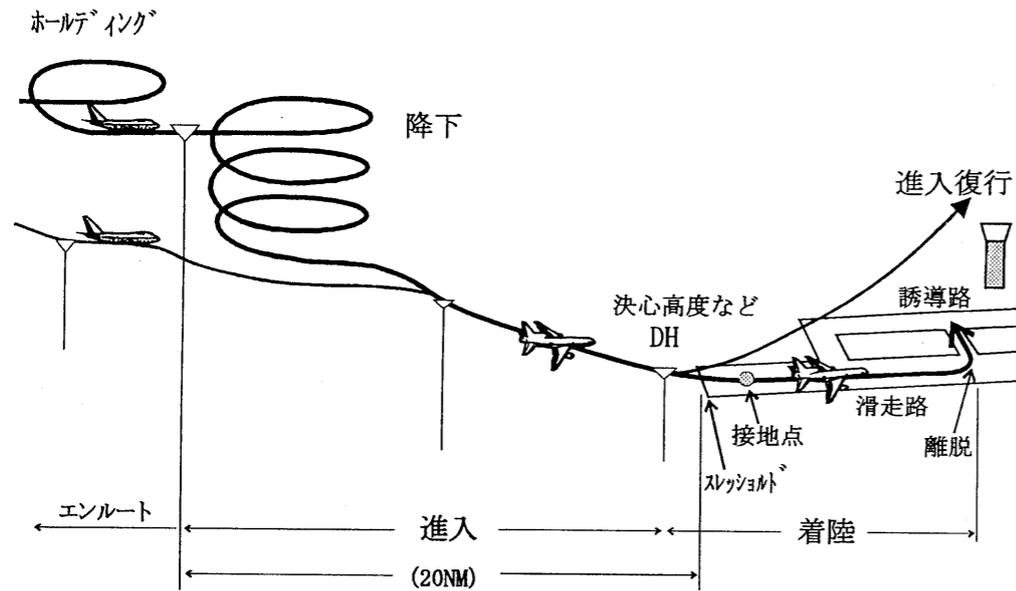


図1 進入・着陸フェイズ

カテゴリ-I (CAT-I)

滑走路視距離 (RVR, Runway Visual Range) が 600m以上あるいは地上視程が800m以上の場合に、決心高度 (DA) 60mまで誘導できる。

カテゴリ-II (CAT-II)

RVRが400m以上の場合に、決心高 (DH) が30mまで誘導できる。

カテゴリ-III A (CAT-III A)

RVRが200m以上の場合に外部の視覚援助施設を利用して滑走路まで誘導できる。

カテゴリ-III B (CAT-III B)

外部の視覚援助施設に頼らずに滑走路面まで誘導し、更にRVRが50m以上のときに外部の視覚援助施設を利用して滑走できる。

カテゴリ-III C (CAT-III C)

外部の視覚援助施設に頼らずに滑走路面まで誘導し、更に滑走路および誘導路上を誘導できる。

これらをまとめて図2に示す。

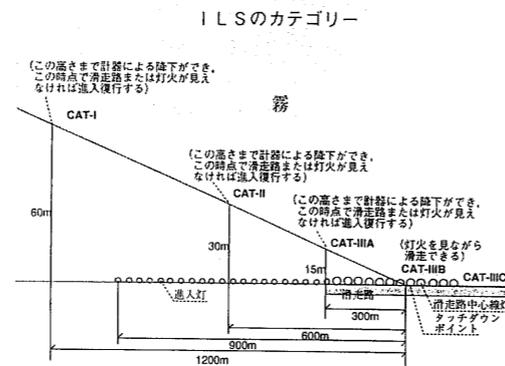


図2 ILSのカテゴリ

ここで、滑走路視距離とは、滑走路中心線上の航空機のパイロットが滑走路標識、滑走路灯または滑走路中心線灯を視認できる距離であって、透過率計で計測した値をいう。

これらの運用カテゴリは、地上ILS施設、視覚援助施設 (進入灯、VASIS (Visual Approach Slope Indication System) やPAPI (Precision Approach Path Indication system) など、航空機、パイロットの全てがそれぞれに決められた基準を満たしたとき実行可能となる。

ILSによる精密進入には40年以上にわたる長い歴史があり、今後共、新たな進入・着陸援助システムを検討する場合、常に上記の運用カテゴリが参照されるであろう。

2.4 進入・着陸および出発時におけるRNP

進入・着陸および出発時におけるRNP (Required Navigation Performance, 航法性能要件) とは、「定義空域内での運航に必要な航法性能の記述」と定義している。言い替えば、定義空域において、航空機搭載の航法システムが基準を満足していれば、その空域で使用可能な何種類かの航法システムのうち一つを利用して進入・着陸できる、とするものである。一定の基準は4つのパラメータ、精度、インテグリティ、コンテニューイティおよびアベイラビリティで規定する (図3)。

THE 4 LEGS OF THE RNP TABLE

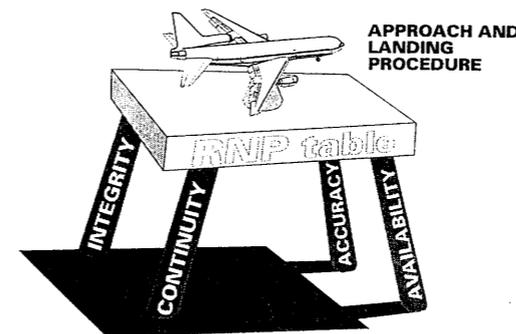


図3 RNPの4つのパラメータ

(i) 精度 精度とは航空機の位置を、指定した手順に従う各点において、95%の確率でトータルシステムエラー (TSE, Total System Error, 装置による誤差と操縦誤差のRSS, Root Sum Square) 限界内

に入ることをおよび着陸当り、 $1-1.0 \times 10^{-7}$ の確率で、航空機を外側性能境界内に保つトータルシステムの能力である。

(ii) インテグリティ (完全性) インテグリティとは、システムが供給する情報が間違っていないという信頼性に関する量である。

(iii) コンテニューイティ (連続性) コンテニューイティとは、その運航中、妨害なくその機能が確保されるシステムの能力である。

(iv) アベイラビリティ (有用性) アベイラビリティとは、進入・着陸等の運航を開始しようとするときに必要なガイダンスを供給する能力である。

なお、RNPは長年、ICAOのRGCS (Review of the General Concept of Separation Panel) で洋上、国内エンルート上の航法について検討してきており、航法要件を一つのパラメータ、「精度」のみで記述している (2)。そこで、RNPの訳語として「航法精度要件」をあてている。進入・着陸および出発時におけるRNPはこれとは異なるものである。また、現在、AWOPで検討中であり、提案している値などは暫定的なものである。しかし、GPSの進入・着陸利用を検討する場合、唯一の寄りどころとなるものであるので、現在まで提出されている検討用資料を引用して後ほど述べる。

RNPの具体的な提案として誤差は、最終進入フィックスからタッチダウン地点までのトンネルの形とその大きさで定義され、そのトンネル中におけるインテグリティ、コンテニューイティおよびアベイラビリティの値を提示している。まず、現用のILSのインテグリティなどについてレビューする。

2.5 ILSのインテグリティ・コンテニューイティ

ICAOの第10付属書 (Annex-10) グリーンページのILSの項に、運用カテゴリに関連したインテグリティ・コンテニューイティ、MTBO (Mean Time Between Outage) の値が載っている。これを表1に示す。

表1 ILSのインテグリティ・コンテニユイティ

Level 1: Cat-I
 Level 2: Cat-II, (Cat-I, 望ましい)
 Level 3: Cat-III A, (Cat-II, 望ましい)
 Level 4: Cat-III

Annex 10 — Aeronautical Telecommunications

Table C-2. Integrity and continuity of service objectives

Level	Localizer or glide path		
	Integrity	Continuity of service	MTBO (hours)
1	Not demonstrated, or less than required for level 2		
2	1 - 10 ⁻⁶ in any one landing	1 - 4 × 10 ⁻⁶ in any period of 15 seconds	1 000
3	1 - 0.5 × 10 ⁻⁹ in any one landing	1 - 2 × 10 ⁻⁶ in any period of 15 seconds	2 000
4	1 - 0.5 × 10 ⁻⁹ in any one landing	1 - 2 × 10 ⁻⁶ in any period of 30 seconds (localizer) 15 seconds (glide path)	4 000 (localizer) 2 000 (glide path)

Note.— For currently installed systems, in the event that the Level 2 integrity value is not available or cannot be readily calculated, it is necessary to at least perform a detailed analysis of the integrity to assure proper monitor fail-safe operation.

レベル1からレベル4までであり、数字が大きくなるほど厳しくなる。カテゴリーIについては数値が設定されておらずレベル2が勧告されているに過ぎない。レベル2はカテゴリーII用であり、レベル3はカテゴリーIII Aの全行程と決心高のあるカテゴリーIII、レベル4はカテゴリーIIIの全行程に有効な数値である。レベル4におけるローカライザのMTBO、4000時間は保守の時間を除いて、約半年間規定の性能を維持する必要がある、厳しい数値であると考えられる。

2.6 ILSの信号誤差規定, エラーバジェット

RNPのトンネルコンセプトで示されている誤差について考察するため、ILSの信号誤差規定、エラーバジェットについて述べる。

Annex-10のグリーンページに掲載してあるカテゴリーII、IIIのローカライザとグライドパスの最大コース・パスバンド振幅規定にカテゴリーIの場合を書き加えて図4に示す。

Annex 10 — Aeronautical Telecommunications

Volume I

Volume I

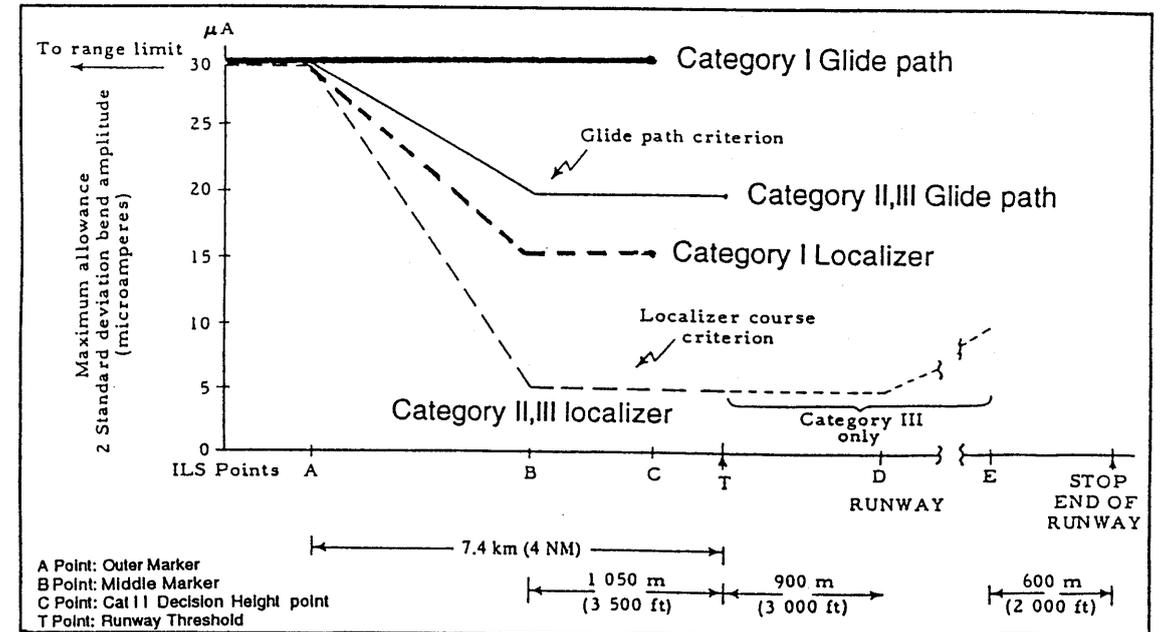


図4 ILSの信号誤差規定 (ICAO)

ILSの表示器：コース偏差指示器はフルスケールが±150μAであるので30μAは1/5の振れ（通常1ドット）に相当し、指示器の中心付近での振れである。実線はグライドパス、破線はローカライザのバンド規定である。この規定は地上装置からの送信信号が航空機の受信アンテナに到達するまでの間に適用する値である。カテゴリーIについてみると、グライドパスではCポイント：カテゴリーIIの決心高30mまで30μA一定、ローカライザではBポイント：カテゴリーIの決心高度60mまで30μAから15μAまで減少し、Cポイントまで15μA一定となっている。

これを角度誤差に変換し、更に決心高度における距離誤差を求めるため、ローカライザ地上アンテナの設置位置を進入側のスレシヨルドから10,000フィート（約3,000m）と仮定すると、表2の左端のεgのような値になる。

ILS ローカライザ カテゴリーI ICAO Annex-10

地上施設による誤差 (電圧振幅) ε _g (2σ)	地上装置による誤差 ε _g (2σ)	航法装置による誤差 (ε _g とε _l のRSS) (2σ)	経緯誤差 ε _l (2σ)	総合誤差 ε _c (2σ)
13.7 m	36.5 m	40.0 m		

0.0156km = 156A=0.2°
 40A=0.33°
 RSS of 14.37
 centering tolerance 156A (2σ) (2.2.3) 0.00726km (1σ)
 sensitivity tolerance 370A (2σ) (2.2.3) 0.0166km (1σ)

ILS グライドパス カテゴリーI

地上施設による誤差 (電圧振幅) ε _g (2σ)	地上装置による誤差 ε _g (2σ)	航法装置による誤差 (ε _g とε _l のRSS) (2σ)	経緯誤差 ε _l (2σ)	総合誤差 ε _c (2σ)
3.0 m	3.0 m	4.3 m		

0.0356km = 356A=0.15°
 31A=0.15°
 RSS of 16.27
 centering tolerance 166A (2σ) (2.2.12) 0.00934km (1σ)
 sensitivity tolerance 230A (2σ) (2.2.12) 0.0166km (1σ)

注：括弧内の数字は Annex-10 の項目番号
 経緯の誤差は経緯線 (2σ)
 位置：スレシヨルドから 872 m、高度 60 m (カテゴリーI の決心高度地点)
 グライドパス角：3 度、G P I P (Glidepath Intercept Point) まで 1 183 m
 ローカライザアンテナ位置：スレシヨルドから 10 000 フィート後方
 RSS: root sum square = √(a²+b²)

表2 ILSのエラーバジェット (ICAOによる)

一方、Annex-10によるILS機上装置の誤差を決心高度における距離誤差に変換して示すと、Eaのような値となって航法装置による誤差はローカライザ、グライドパスでそれぞれ、40mと4.3mとなる。ICAOではILS進入中の操縦誤差を規定していないので総合誤差を求めることはできない。

米国のRTCA (Requirements and Technical Concepts for Aviation, 旧名: Radio Technical Commission for Aeronautics)のSC-159 (Special Committee-159) D0-217 (Minimum Aviation System Performance Standards DGNSS Instrument Approach System: Special Category I [SCAT-I])

(3)の付録BにカテゴリIの決心高度200フィート(60m)におけるILSによる垂直方向の誤差が表示されている(表3)。

Ground Station Navigation Error (95%)	Airborne Sensor Navigation Error (95%)	Total Navigation Error (RSS of ground and air)	Maximum Tolerable FTE (95%)	95% TSE
3.85 m	2.33 m	4.5 m	8.67m	9.76 m

表3 グライドパスのエラーバジェット (RTCAによる)

この表では全航法誤差(地上と機上誤差のRSS)は4.5mであり、ICAOの4.3mに良く一致している。操縦誤差は8.67mでTSE(トータルシステムエラー)は9.76mとなっている。

RNPで提案されている決心高度での垂直方向のTSE: ±12mはILSの場合の値: ±9.76mと著しく異なる値ではないことが分かる。

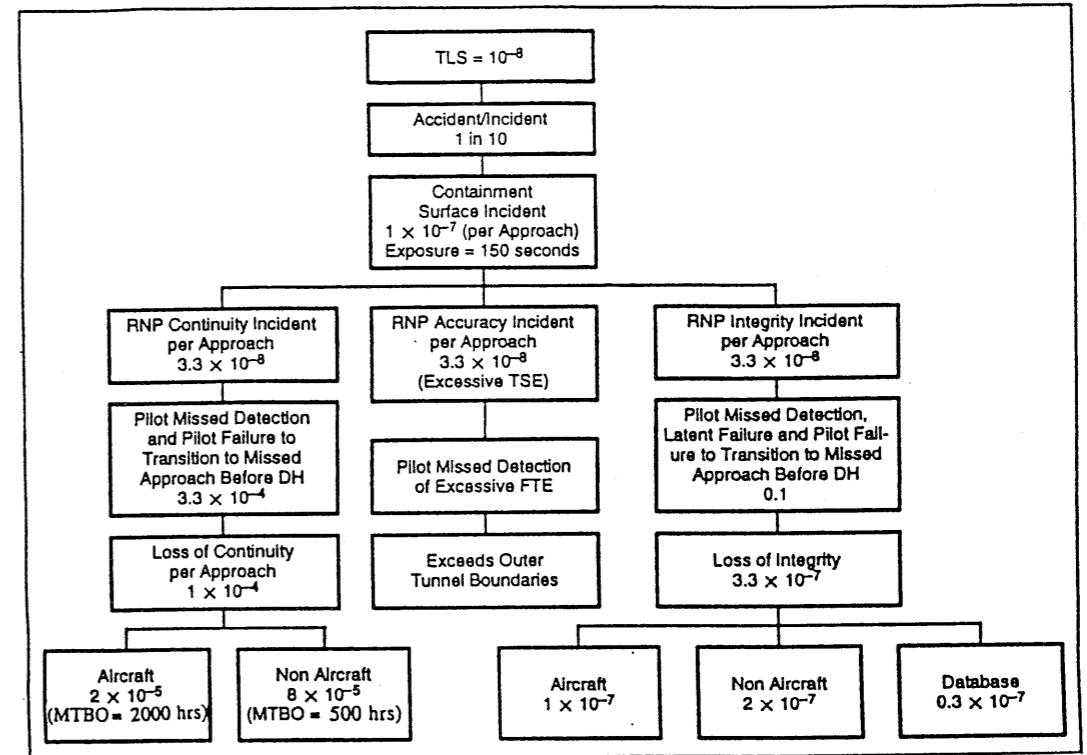
また、滑走路末端から遠方の場所におけるトンネルの大きさはICAO文書の"Manual on the Use of the Collision Risk Model (CRM) for ILS Operations"(4)に基づいて決定している。基となっているデータは4ヶ国で行った1846回に及ぶILS進入着陸時の航空機の航跡である。これから、コース、パスからの偏差を求めた結果を参照し、代表的な航空機として、B747型機を例に使用して許容できる外側境界と内側境界の大きさを計算している。

2.7 RNPリスクツリー(5)

RNPではインテグリティ、コンテニューイティの値の提案にリスクツリーを用いている。横に並べたリス

ク(箱の中)の和がその直上のリスクとなり、縦に並べたものは積となっている。積をとる演算はリスクの減少を意味する。ここでは、カテゴリI運航へのRNPトンネルのリスクツリーについて述べる。カテゴリII, IIIに対しては同様に提案されているが値が異なる。

カテゴリI進入に関するRNPは、RNPの性能がRNPカテゴリII/IIIよりも低いという仮定に基づいている。それは、最終進入フィックス(FAF, Final Approach Fix)から200フィートの決心高度(DA)までの降下(150秒間)について定義している。カテゴリI進入に対するRNPリスクツリーを図5に示す。



TLS : Target Level of Safety, 目標安全度
 DH : Decision Height, 決心高度
 TSE : Total System Error, トータルシステムエラー
 FTE : Flight Technical Error, 飛行技術誤差, 操縦誤差

図5 RNPリスクツリー

図より、カテゴリI進入のTLS(Target Level of Safety, 目標安全度)は 10^{-8} であるとしている。次にTLSを 10^{-8} にした根拠について述べる。

ICAOが収集した、1959年から1990年までの31年間の総重量6万ポンド(27トンに相当)以上の商用ジェット機的全損事故データを利用し、飛行フェイズ毎の事故率と飛行時間を求めた結果がある。この期間中の世界中の商用ジェット機の総飛行時間は3億3千900万時間であり、飛行回数は2億3千万回であった。タクシー走行、乗降・積卸し中を除く全損事故は471件であった。従って1飛行時間当たりの全損率は 1.27×10^{-6} となる。1便あたりの飛行時間は1.47時間となっており、1便あたりの全損率は1.8

7×10^{-6} となる。過去1便当たりの最終進入フェイズと着陸フェイズの全損リスクはそれぞれ 51×10^{-8} と 27×10^{-8} であった。1飛行時間当たりのTLSの値として上記の 1.27×10^{-6} の10分の1をとって 10^{-7} とした。1便あたりの平均飛行時間を1.5時間とすると1便当たりのTLSは 1.5×10^{-7} となる。リスクを各飛行フェイズに配分して最終進入着陸フェイズでは 1×10^{-8} とした。これは過去の記録と比較すると安全度の向上は最終進入で、51:1、着陸で27:1となっている。このようにリスク配分が改善した理由の一つとして、パイロットに表示する情報の適切化が可能となったグラスコックピットとトンネル警報方式の採用があげられる。

また、アクシデント/インシデント比=1:10という仮定からトンネルインシデントが 10^{-7} となる。

また、アクシデント/インシデント比も過去の事故のデータを参考にしている。

トンネルリスク割り当ては3つのRNPパラメータ全体に均等に割り振られている。各値は 3.3×10^{-8} である。今のところ、このリスクの値が違うというデータは無い。しかし、更なる経験により、これらの3つのパラメータは変ることが考えられる。

(i) コンテニューイティインシデントリスク (図の左側)

図5に於て、コンテニューイティインシデントはパイロットフェイリャーリスク 3.3×10^{-4} とコンテニューイティを喪失するリスク 1×10^{-4} の積である。 1×10^{-4} の値はILS機器の故障データおよびICAOによる設計目標に基づいている。検出ミスリスク 3.3×10^{-4} (進入復行ポイントで3030分の1)は内輪の割り付けである。例えば、ダイバートあるいはゴーアラウンドにより航空機を失うリスクはずっと小さく、 $\leq 3 \times 10^{-6}$ である。図5のパイロットによる検出ミスあるいはミスタプローチポイントへの転移ミスは、モニターや表示器およびパイロットの疲労/ワークロードなど関係が複雑である。

(ii) 精度インシデントリスク (図の中央)

一般的に、TSEトンネルインシデントは以下からなる；

- (1) 過剰なTSEのフォールトフリー (故障にならないまれな出来事)
- (2) 任意の航空機の故障, 任意の非航法システムの故障によるTSE性能
- (3) パイロットの間違い
- (4) まれな環境上の出来事

RNPの精度は単純に、内側と外側トンネルの大きさで示され、ここではTSEが大きくなっても図6で与えられる外側トンネル以内に制限される。

(iii) インテグリティインシデントリスク (図の右側)

インテグリティの喪失リスクは 3.3×10^{-8} である。

FTE (Flight Technical Error)を越えたことによる警告は、過剰なFTEにより外側境界表面を越えるのを防ぐように設計される。過剰なFTEの表示がでる場所では、外側境界を越えて出て行かないようにするため、いくつかのファクターに依存している。そのファクターを以下に示す。

- (1) パイロットリアクションタイム
- (2) 航空機のレスポンスタイム
- (3) 対地速度
- (4) 航空機の航跡

(5) 外側境界までの距離

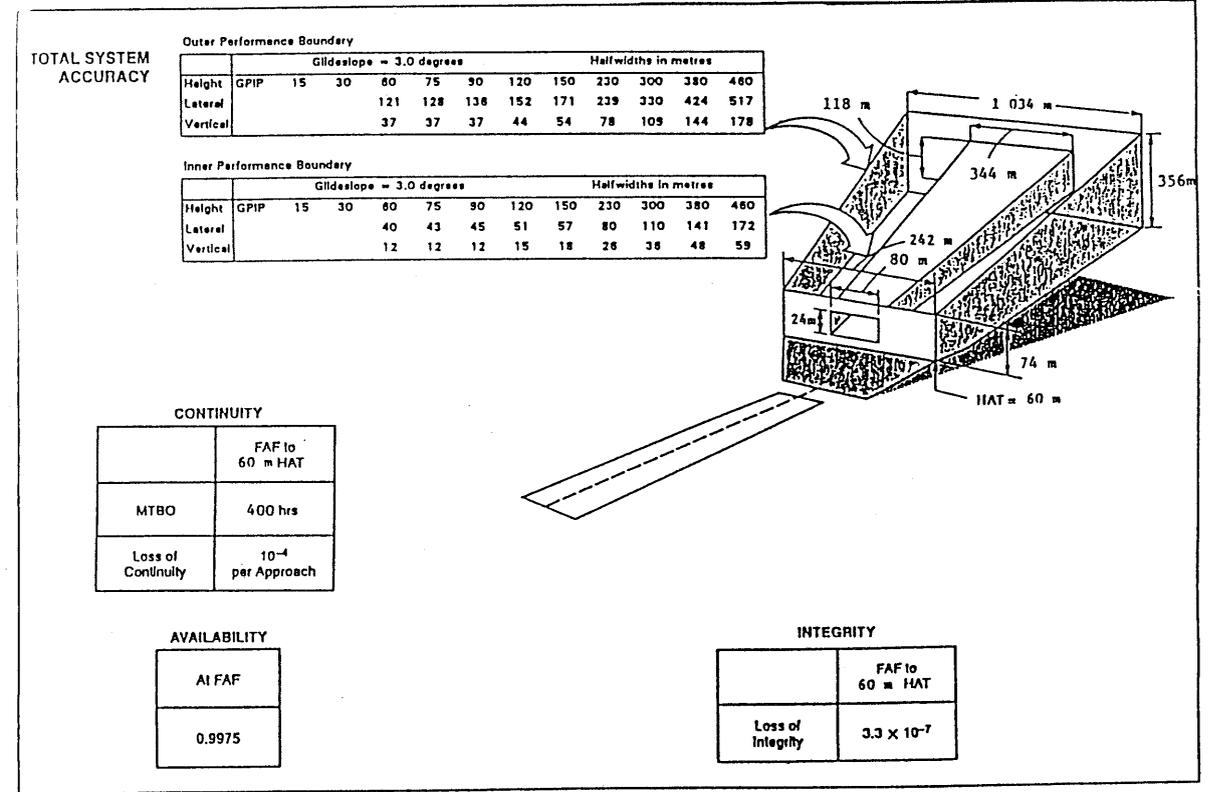
(6) NSE (Navigation System Error)

なお、Non Aircraft (非航空機成分)とあるのは、伝播路などの影響を指すものと思われる。

大きさに言えばこのリスクツリーの背後にあるものは、航空安全哲学であろう。欧米の航空輸送に対する取組みの奥の深さを見せつけられる一面である。

2.8 RNPトンネルコンセプト

以上のような背景で提案されたトンネルの形状と大きさ (精度), インテグリティ, コンテニューイティおよびアベイラビリティをカテゴリーIについて図6に示す。値はいずれも暫定値である。



RNP CAT I for precision approach and landing (provisional dimensions in metres)

HAT: Height Above Threshold, スレシヨルドからの高さ
FAF: Final Approach Fix, 最終進入フィックス

図6 RNPトンネルコンセプト (RNPカテゴリーI)

これまでたびたびでてきたが、トンネルは内側と外側があり、内側は航空機のいかなる部分も95%の確率でこの中に入っている必要があるとされており、外側は航空機のいかなる部分も $1 - 1 \times 10^{-7}$ の確率でこの中に入っている必要があると規定している。

まず、RNPカテゴリーIでは、内側トンネルが決心高度で横方向: $\pm 40m$, 高さ方向: $\pm 12m$, インテグリティ喪失: 3.3×10^{-7} , コンテニューイティ喪失: 10^{-4} , アベイラビリティ: 0.9975 (99.75%)となっている。精度規定案についてはILSより若干低く

なっているが、インテグリティ, コンテニューイティについては勧告値より小さいが、カテゴリーI ILSでは必須ではないのでILSより厳しくなったという見方もでき、ICAOの場では重要になる。カテゴリーII/IIIについても同様の図が提出されているがここでは省略する。

1995年9月AWOP作業部会において、これまで提案されてきた、滑走路に近づくにつれて狭くなるトンネルの形状 (ILS, MLSのような角度誘導方式を意識したもの) からGPSのように距離誤差一定

に基づく方式を考慮した、階段状に変化するトンネルが新たに提案された(図7)。

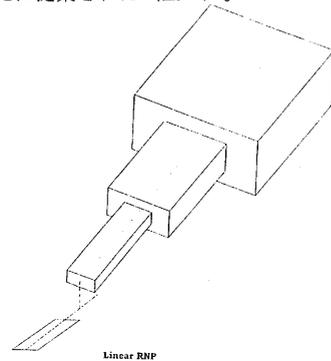


図7 リニア RNP

この形状は、境界が距離と共に広がってゆかない分だけ規定としては厳しいが、エンルートのRNPとの統合がとれること、進入降下路の下にある障害物の条件によっては、高カテゴリー進入が可能となり、空港周辺環境が厳しい滑走路への精密進入が可能となる、などの利点を有する。

AWOPではこの案を取り入れて検討しており、現在、トンネルの形が2種類になっている。

更に最近になって、これまでのトンネルという呼び方から、内側トンネルの境界をパフォーマンス境界、外側トンネルをコンテインメント領域という呼び方に変わった。

3. DGPS飛行実験

3.1 飛行実験

電子航法研究所で最近行ったDGPS飛行実験とこの結果について述べる。実験は仙台空港で行った。データ伝送を行うオンラインリアルタイム飛行とポストプロセッシングによるオフライン飛行である。両者ともILS進入中にデータ収録した。実験に使用したDGPS装置のブロック図を図8に示す。

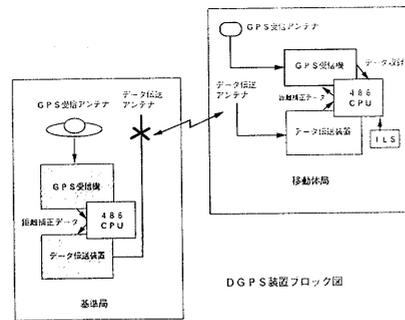


図8 DGPS装置ブロック図

3.2 結果

タッチアンドゴーの航跡の全体を図9に示す。DGPSによる航跡を図10に示す。航空機は仙台空港の

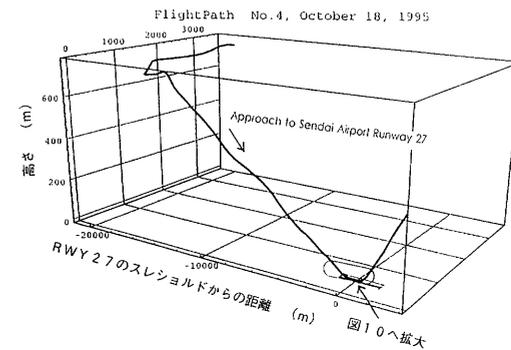


図9 タッチアンドゴーの航跡

滑走路27 (RWY 27) に5回進入し、4回タッチアンドゴーの後、5回目に着陸し、エプロンに向かって滑走路を離脱した。図の上が水平方向、下が垂直方向の航跡であり、5回の航跡を重ねて示した。これらのデータ収集中、滑走路上で航空機はほぼ中心線上を走行していた。このときのDGPSの偏差は±2m以内であった。また、垂直方向の精度は滑走路上の接地点付近における計測高が49.5m~51.3mであり、滑走路高と航空機アンテナ高の和、48.374mに対して3m以内に入っていた。

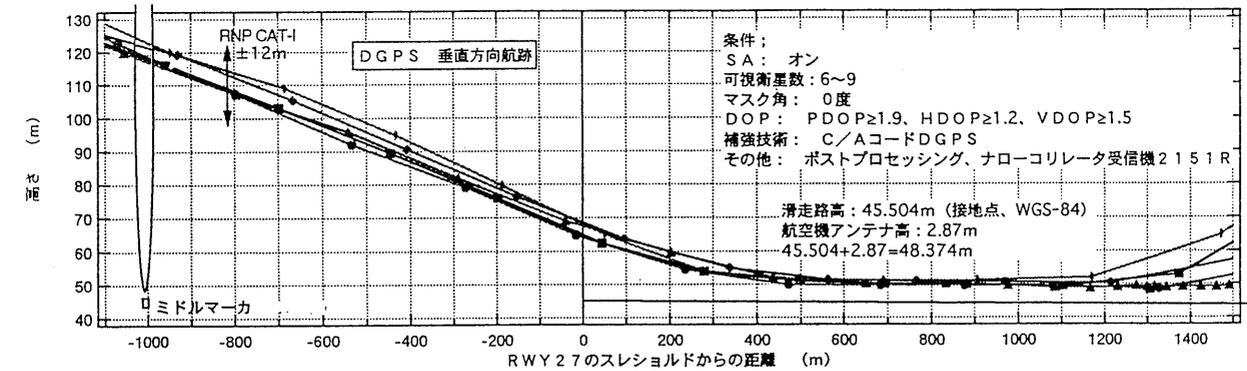
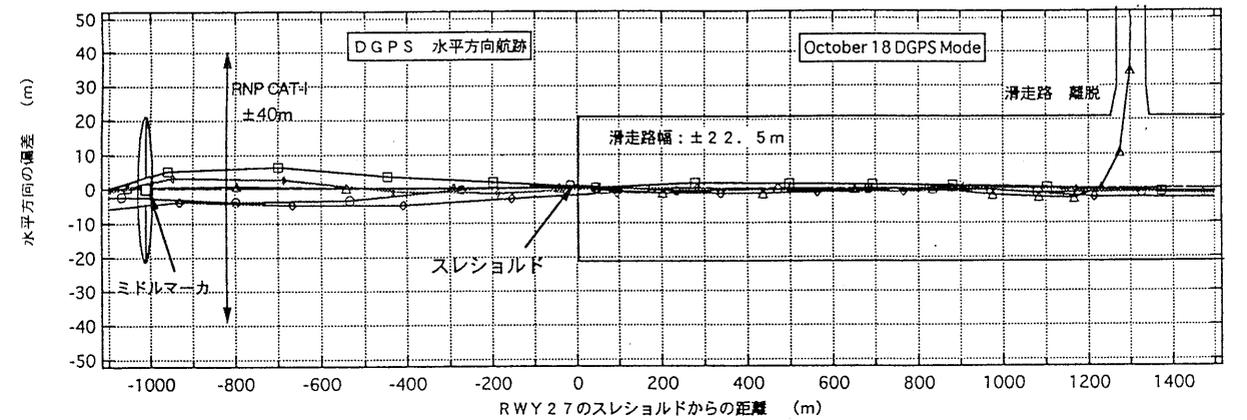


図10 進入・着陸実験結果

ミドルマーカの内側が決心高度地点であり、RNPのカテゴリーIの内側トンネルの大きさを矢印で示した。水平方向、高さ方向の航跡は共にRNPカテゴリーIの基準案内に十分納まっている。このあたりでの航跡のずれの主成分は操縦誤差であると考えられる。

このように、航空機のDGPSでは、GPS衛星からの信号の遮蔽やマルチパスの影響が路上などに較べて少ないため比較的高い精度が得られるものと思われる。

4. まとめ

GPSの進入・着陸利用を目的とした基準作成の作業が米国RTCA, ICAOの全天候運航パネルやGNSSパネルで行われている。ここでは精密進入を目指してRNPの検討が進められているAWOPの動き

と電子研によるDGPSの飛行実験について紹介した。GPSを精密進入に利用する場合、解決しなければならない課題は多い。RNP精度、インテグリティについては確保できる見通しはあったが、コンテニューティ、アベイラビリティについては、GPS衛星の運用にかかわっており、解決策が明確になっていない。また、データ伝送方式についてもICAOの場で検討が始まったばかりである。

しかし、機は熟しており標準方式の制定は早いものと思われる。これら基準制定に対応するためにも、研究を急がなければならない。

参考文献

- (1) ICAO, "Aeronautical Telecommunications -Annex-10", Forthedition of Volumel, April 1985
- (2) 長岡 栄, "航法性能要件と広域航法をめぐる航空界の動向", 日本航海学会誌, 第119号, pp 70-77, 平成6年3月
- (3) RTCA, "Minimum Aviation System Performance Standards DGNSS Instrument Approach System: Special Category I (SCAT-I)", RTCA DO-217, Aug. 27, 1993
- (4) ICAO, "Manual on the Use of the Collision Risk Model (CRM) for ILS Operations", Doc 9274-AN/904, First edition-1980, pp II-3-1 pp - II 3 14
- (5) R. J. Kelly, "Required Navigation Performance (RNP) and the Tunnel Concept Enroute & Precision Approachs", ION GPS -94 Tutorial, Navtech Seminars, Inc., September 1994

音声認識技術の航海支援への応用

三菱重工業株式会社 長崎造船所
金丸英幸

Voice Recognition in the Ship Navigational Operation

Hideyuki KANAMARU
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.
Nagasaki Shipyard & Machinery works

1. まえがき

道路交通事情の悪化から、トラックによる陸上輸送の一部を海上輸送に移しその割合を大きくしていく、いわゆるモーダルシフトの構想が立てられて久しいが、根強い自動車台数の増加傾向と道路キャパシティの限界を睨んで、TSL (テクノスーパーライナー) の開発・実用化や港湾施設の調査研究等インフラの整備は着実に進められている。

一方、内航海運業界では、若年層の船員離れや熟練船員の高齢化による内航船員の急激な減少という深刻な問題を将来にわたって抱えており、安定した内航海上輸送の確保の為に様々な施策が検討されている。

その中でも、内航タンカー海運組合は他の内航海運業界に先駆けて内航タンカー近代化プロジェクトを興し、以下の要件を満足する「省力化された安全な近代化タンカー」の開発を目指してきた。

- (1) 5,000kl 積のタンカーで5名運航を可能とする (現在は13名程度で運航)。
- (2) 少人数運航時のヒューマンファクター (人為的ミス) を補償する機能を持たせ、安全性を確保する。
- (3) 若年層にとって魅力的な内航船を実現する。

学識経験者、船主及び造船所からなる近代化研究会による検討の結果、平成7年10月に、内航タンカー近代化船に必要な設備として以下に示す機器が提唱され、その仕様が纏められた。

- ・航海支援システム
- ・着離棧自動化システム
- ・荷役自動化システム
- ・機関部診断システム
- ・業務管理システム
- ・船内LAN及び船陸通信システム

これらの機器の中、航海支援システムには音声入出力による操船支援が要求され、音声認識が基幹技術として位置付けられ

ている。^[1]

ここでは、内航タンカー近代化船向けに開発された航海支援システムの概要とそれに適用された不特定話者対応の音声認識技術について解説し、陸上での運用実験結果を紹介する。

2. 航海支援システム

2.1 航海支援システム開発の狙い

船舶における航海業務は、一瞬の気の緩みや判断の遅れが衝突や座礁等の海難事故に直結する重要業務である。内航タンカー近代化船では、船員希望者の減少に伴う少人数運航の要求の中で、航海部門においても、昼夜を問わず一人運航を指向しており、従って、「1名運航における安全確保とゆとりの創出」を極限まで追求する必要がある。^[2] 従来の自動化機器においては、操船者の負荷は大幅に軽減されたものの、事象の発生やその内容の把握は機器自体をワッチする事によって可能で、基本的に機器から目を離す事ができなかった。内航タンカー航海支援システムでは、操船者の目を機器類から解放し、航海そのもののワッチに専念させる為の強力な手段として、音声技術を大幅に取り入れる事となった。^[3]

即ち、従来の2名運航体制では、運航者が主として見張り業務と有事の意志決定を行い、運航補助者が必要情報の適格な提供と運航者の指示に基づく自動化機器の操作を行っていたが、航海支援システムの基本的なコンセプトは、この運航補助者の機能を肩代わりする事によって、1名運航においても、マン・マシンコミュニケーションで運航者に従来以上の負荷を強いまいという点にある。そして、図1に示す様に、音声認識及び音声入出力技術は、運航者と運航補助者たる航海支援システム間のコミュニケーションを違和感なく確保する為の中核技術として位置付けられる。

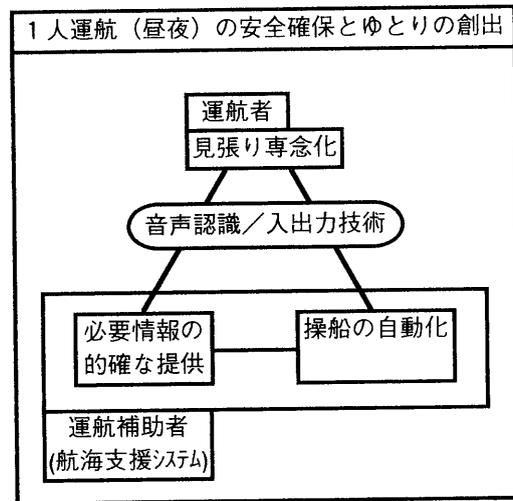


図1 航海支援システムにおける音声技術の位置付け

2.2 航海支援システムの基礎技術

航海支援システムが運航補助者に置き換わって機能し、運航者に「ゆとり」を提供する事を可能とするためには、図2に示す通り、従来の航海支援技術に加えて以下の能力及びそれに対応する基礎技術が要求される。〔4〕、〔5〕

(1) 意志決定支援

航路保持の為の変針の要否や実行のタイミングの決定、或いは、輻輳海域における各船との衝突や座礁の危険度の判定及び衝突/座礁回避方法の決定と避航操船実行の判断等、運航者の高度の知的作業を支援する機能で、人工知能技術の適用が不可欠である。

(2) 情報提供の高度化

運航者の要求に対して、或いは運航補助者に代わって自主的に必要情報を提供する機能で、運航者の目と注意を機器側に向けない為にも、従来の口頭報告並の能力が要求される。従って、航海支援システムに音声出力機能を持たせる必要がある。

(3) ノータッチ機器操作

運航者が最適な位置で航海状況の見張りを継続し、有事の際に適格な意志決定ができる為には、機器の操作を基本的になくし、運航補助者への指示と同様に操船指令や必要情報の入手ができる様な配慮が必要である。即ち、航海支援システムには、音声入力/認識機能を備え、航海補助者に代わって音声による指示を理解しそれを忠実に実行する能力が要求される。

2.3 航海支援システムの概要

2.3.1 トータルシステムの機器構成

内航タンカー航海支援システムは、レーダー/ARPA(Automatic Radar Plotting Aid)と一体化してコックピット化された操船指令ステーション(大型CRT装備:図3参照)を中心に、ARPAレーダーやDGPS(Differential Global Positioning Sys-

tem)、ジャイロコンパス、ドップラーソナー等の各種航海計器から構成される。これらの機器は通信回線によって有機的に結合され、トータルシステムとして航海業務を強力に支援する。図4に航海支援システムの機器構成を示す。

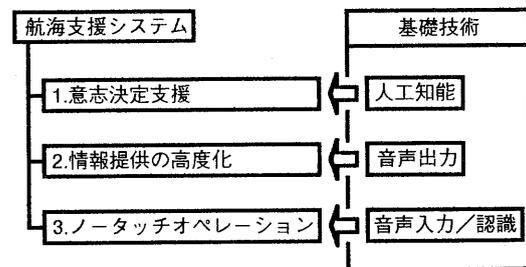


図2 航海支援システムの基礎技術

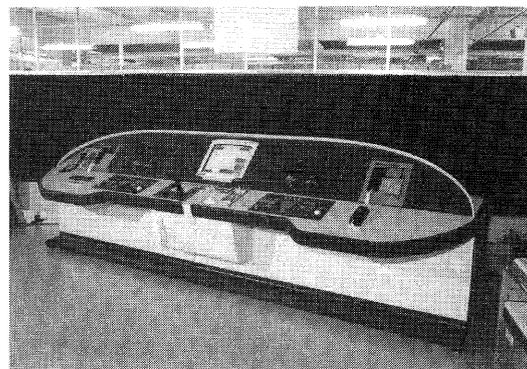


図3 操船指令ステーション

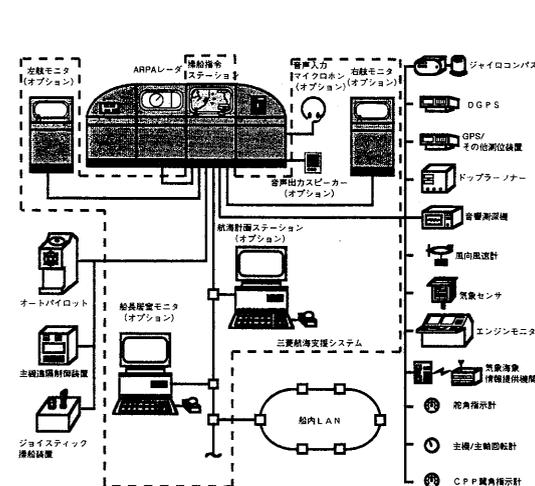


図4 航海支援システム機器構成

2.3.2 機能構成

内航タンカー航海支援システムは、図5に示される航海業務のフローに合わせて以下の3つの主要な機能から構成される。

(1) 航海計画機能

陸上の気象・海象情報提供機関から、気象・海象現況及び予報データを通信衛星経由でオンライン入力し、これらの航海条件基礎データや、目的地、到着目標日時等の運航に関する基本データに基づいて航路の計画を行う。また、最適な航路の決定の為に、気象・海象条件を考慮して、計画航路の推定到着時刻(Estimated Time of Arrival:ETA)、即ち航海時間や省燃費運航の為の最適航海速度を分析する等の機能を持つ。

更に、航海中に各海域毎の特徴的な情報を提供する航行情報支援機能の基礎データを編集・作成する機能を含む。

(2) 航路保持機能

航海計画業務で決定された設定航路に沿ってスケジュール通り航海する為に、気象・海象条件や船位等の航海状況に合わせて、設定針路の計算や最適航海速度の計画がリアルタイムで行われる。変針や航海速度の変更等、重要な航海操作は、航海支援システムから新針路や新航海速度の提供を受けた後、安全性確保の為に運航者の確認を得て実行される。緊急時には、航海支援システムを利用せず、運航者が直接手動操船する事も可能である。

(3) 航行監視・制御機能

変針や航海速度変更等の操船指令に応じて、操船制御や主機出力制御が実行される。同時に、ARPAからの他船情報や各種センサーの計測データに基づいて航海状況の監視が自動的に行われ、航海状況に応じて必要情報がタイムリーに提供される機能及び、運航者からの問合せに対して必要情報を編集・提供する機能を持つ。

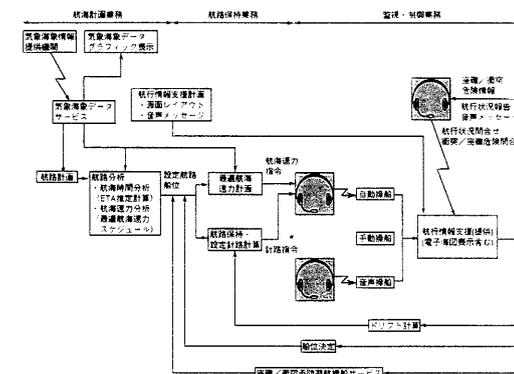


図5 航海業務フロー

また、航海情報支援機能の一環として、各海域毎に登録された注意情報を自動的に選択し運航者に提供する機能、或いは、

ECDIS(Electronic Chart Display And Information System)仕様の電子海図の表示機能を持ち、航海状況のより感覚的な把握を可能とする。図6に電子海図の表示例を示す。

3. 音声入出力技術

3.1 航海支援システムへの適用基準

内航タンカー近代化船においては、従来の運航者と運航補助者間のコミュニケーションを、運航者と航海支援システムの間で確保しなければならない。特に、運航者に違和感を与える事なく運用する為には自然言語の使用が望ましいが、本システムでは実フィールドへの至近の応用を最重要視し、以下の方針の下に実用性と利便性の拡大、及び音声入力における認識率の向上と認識時間の短縮を図った。

- (1) 事前学習なしに不特定多数の話者に対応可能とする。
 - (2) 現場で使用される航海用語を用いるが、例えば、危険船の問合せを「危険船は?」でカットする等、運航者に違和感を与えない範囲内で可能な限り短文節化する。
 - (3) 真に音声入力が必要とされるものに適用対象を限定し、登録語の検索時間を短縮すると同時に入力メッセージのクラスタリングの精度を上げる。
 - (4) 重要な人間・機械系の会話には、原則としてアンサーバック方式を取り入れ、繰り返し確認を可能とする。
 - (5) 重要なメッセージに対して、運航者からの応答がない場合には、システムから確認要求を出す。
 - (6) 本システムの操作と直接関係しない日常会話に制約を与えない(日常会話には反応しない)。
また、音声出力においても、
 - (7) 自船位や他船の動き等、刻々と変化する航海状況の音声による報告を可能とする為に、音声メッセージをキャラクターで定義する方法を採用する
 - (8) 聞き落としにも対応できるように、再問合せや同一の情報をディスプレイ上に表示する
- 等の方針に沿って開発を進めた。

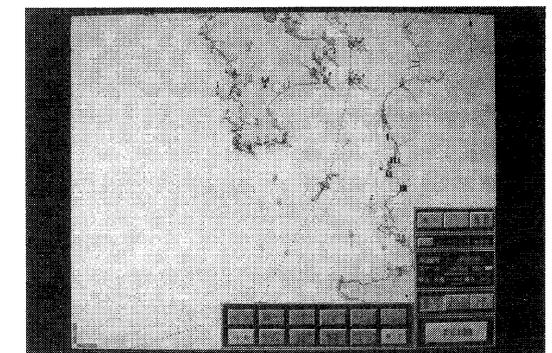


図6 電子海図表示例

3.2 音声入出力適用対象

音声入出力技術は、航海の基本的業務である航路保持及び航行監視・制御に重点的に適用する事とした。特に、図5に示す通り、両業務の接点となる操船指令と制御の実行の為にマン・マシンコミュニケーションに重要機能が集中する。

図7に、内航タンカー航海支援システムの機能構成と音声入出力技術の適用の関係を示す。

3.2.1 航路保持業務

(1) 操船モード問合せ/応答

運航者の音声による、海域毎に設定可能な操船モード（大洋航行、沿岸航行、狭水域航行、港内航行）の問合せに対して、システムが現在の選択状況を音声で返答する。操船モードに従って、システムからサービスされる情報の内容やレーダー等の航海機器の動作モードの自動選択が制御される。

(2) 変針・速力変更事前報告/要求

変針点到達時や航路からの離脱後航路への復帰時、危険船や座礁回避の為に避航操船時等、針路や航海速力を変更する必要がある時、システムから、新針路または新航海速力の音声による事前報告と実行要求が発せられる。これに対して、運航者が音声で実行確認/許可を与える事により、針路や航海速力の変更が自動的に実行される。

(3) 衝突・座礁危険問合せ/応答

航海中に運航者が、衝突または座礁の危険性について音声で問合せると、その時々々の状況に合わせて、システムより危険船情報や暗礁との位置関係等の情報が音声で提供される。

(4) 避航操船報告

衝突や座礁危険が生じた時に、システムよりその詳細情報と危険回避の為にアクション（避航航路や航海速力変更）が音声と電子海図上のグラフィック情報で提供される。衝突・座礁危険は、ARPAや各種航海計器からの入力データに基づいて人工知能により時々刻々監視されており、危険な状況に至る前に操船の為に適切な指針がシステムから自動的に提供される。

3.2.2 航行監視・制御業務

(1) 航行状況問合せ/応答

針路や航海速力、次の変針点までの距離や時間等、自船の航海状況や他船との見合い関係等に関する音声での問合せに対し、システムが音声で具体的な状況を返答する。

(2) 定時報告

一定時間毎に、システムより所定の航海状況の詳細報告が音声で行われる。

(3) モード変化報告

定義された海域の境界を航過し、航行モードが変化した時点で、新しいモードの報告が音声で発せられる。

(4) 衝突・座礁危険報告

危険船の発現や座礁危険の発生の時点で、音声による注意喚起と詳細情報の提供が行われる。

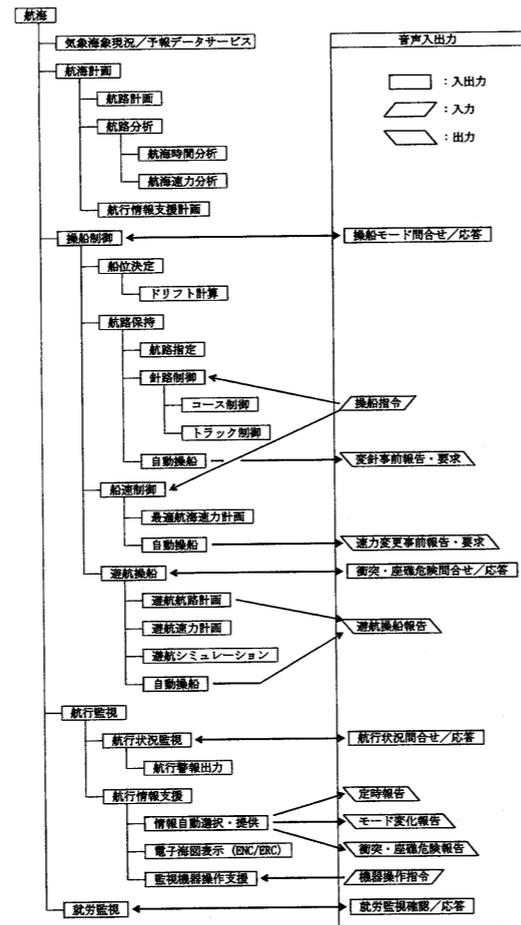


図7 音声入出力技術の適用機能

(5) 機器操作指令

レーダー映像のレンジ切り換えやアップ切り換え等、重要な航海情報の操作を音声で行う事も可能である。

3.2.3 就労監視（就労監視報告/応答）

昼夜を問わず1名運航を実現する為には、運航者自身の見張り状況を監視し、運航不能状態に陥った場合に即刻バックアップする必要がある。内航タンカー航海支援システムは、所定の時間運航の為に操作が行われなかった場合に、音声による問合せを発生し音声での返答を求める機能を持つ。

表1に音声による会話の入出力関係と標本数を示す。また、図8に音声入出力のフローを数種類のパターンについて例示する。

表1 音声入出力一覧

音声入力/聴取	標本数	入出力関係	音声出力	標本数
操船指令	[11]	→	変針応答	[7]
確認	[1]	←	航海速力変更応答	[10]
画面表示変更指令	[5]	→	画面表示変更応答	[7]
操船モード問合せ	[1]	→	操船モード応答	[8]
衝突・座礁危険問合せ	[3]	→	衝突・座礁危険応答	[5]
航行状況問合せ	[5]	→	航行状況応答	[5]
確認	[1]	←	定時報告	[5]
再報告要求	[1]	←	モード変化報告	[1]
			衝突・座礁危険報告/警報	[3]
			変針・航海速力変更事前報告/要求	[10]
			避航操船報告	[6]
			就労監視確認	[2]
			支援情報(音声メッセージ)提供	[任意]

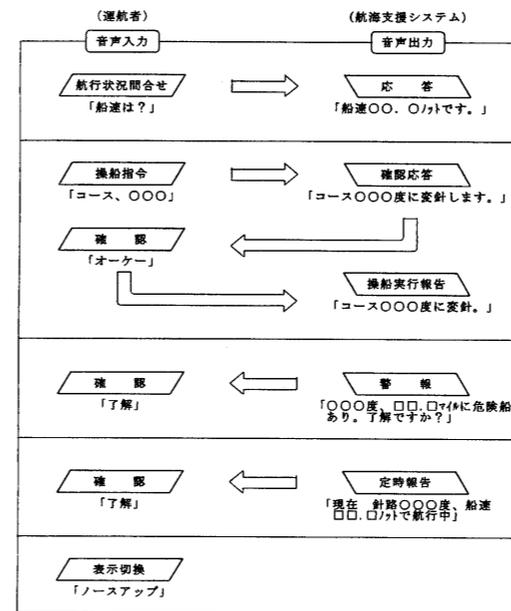


図8 音声入出力フロー例

3.3 音声認識の仕様

音声入力の基本となる音声認識は、不特定話者に対して、学習させる事なく通常の会話に支障のない処理時間で認識/応答可能である事が必須である。また、航海の現場では、様々な音源から発生する騒音の中で不具合なく機能させる必要がある。

本システムに適用した音声認識の方式や仕様を表2に示す。特に、暗騒音の除去は、音声入力用と暗騒音計測用の2本のマイクを装備し、両者の入力信号を比較して音声のみを抽出する方法を用いた。

表2 音声認識の方式及び仕様

項目	方式/仕様
認識方式	辞書登録音声パターン逐次比較 (キャラクタベース)
話者形式	不特定話者方式 (話者適応学習機能付き：使用せず)
認識対象	単語 (キャラクタ登録)
認識語数	最大10万語 (離散単語) 連続数字 5桁 (桁読み)
認識速度	約0.3秒
発生形式	離散単語発声・連続数字発声
耐騒音性	再大85dB (暗騒音除去差分方式)

4. 航海支援における音声入出力運用実験

4.1 実験システム

運用実験は、図3に示す内航タンカー航海支援システムと操船環境シミュレータをデジタル通信技術を用いて結合し、実運用に近い環境で実施した。操船環境シミュレータは、以下の主要なモデルで構成されるリアルタイムシミュレータである。

(1) 推進・操縦運動モデル

変針指令や航海速力指令に基づいて、自船の推進運動と操縦運動を模擬し、船位を時々刻々計算する。

(2) 他船運動モデル

複数の他船の運動を計算し、船位を時々刻々出力する。

(3) 航海計器/センサモデル

DGPSやジャイロ、ドップラーソナー、ARPA等の航海計器や各種センサを模擬する。

(4) 制御装置モデル

オートパイロットや主機遠隔制御装置の動作を模擬する。

4.2 実験条件

音声入力の運用実験は、実運用では不特定多数の運航者が事前のトレーニングなしに利用する場合が殆どである事を考慮し、話者による偏りやシステム及び話者の事前学習によるレベルアップを排除して行った。実験条件を表3に示す。

表3 音声入出力運用実験条件

項目	条件
登録語数	24語
試験者	音声入力未経験者 19名 (男性10名、女声9名)
試験条件	事前学習なし 音声レベル合わせなし 発生指導実施せず
音声入力標本数	486

4.3 実験結果

実験は、特殊な状況を作り出さない様に、実験システムをセットアップしておき、近くを通った不特定多数の一般のスタッフに、24通りの登録語の標本の中から任意の言葉を選んで入力してもらう方法を取った。

実運用では、殆どの場合に男声で入力されると考えられるが、参考の為に女声の認識率についてもデータを収集した。

男声及び女声によるメッセージ入力の認識結果を各々図9及び図10に示す。これらのデータから

- (1) トータル認識率はどちらも93%前後で殆ど等しく、声質に関係なく認識が行われている
- (2) 登録語による認識率の差があり、誤認識にはかなり強い偏りが見られる

事が明らかである。

尚、女声の場合、正しく認識された回数が全標本に対して一となったが、これは、誤認識が発生した場合に心理的に正解を求め、再度入力をトライした為と考えられる。この傾向は男声の場合にも若干見られ、その意味では完全に無作為ではない事に注意すべきである。

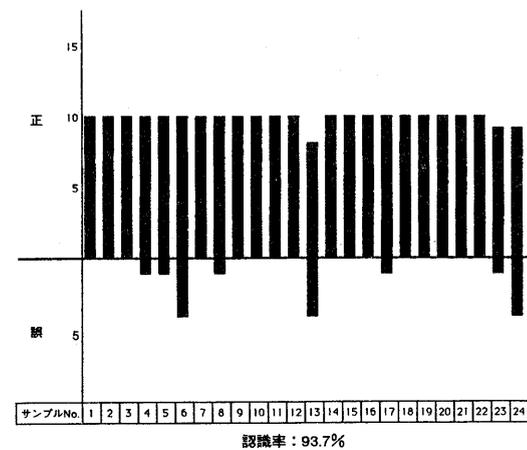


図9 音声認識運用実験結果 (男声)

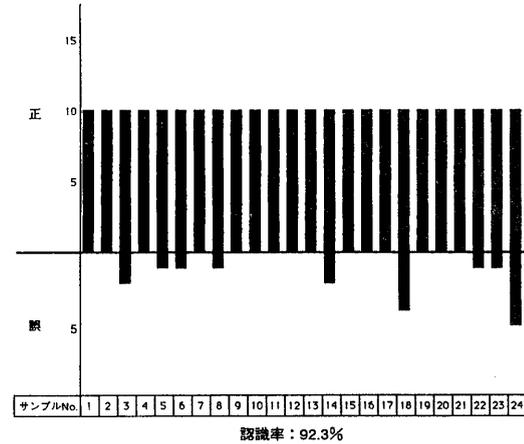


図10 音声認識運用実験結果 (女声)

4.4 音声入力の信頼性改善

運用実験データから、航海の現場における実用性向上の為に知見が以下の通り得られた。

(1) 単語/文節の適切な選定

航海用語の中から、熟練した運航者に違和感を与えない範囲で、認識率の高い単語や文節を選ぶ必要がある。例えば、実験で最も認識率が低いという結果が得られた標本No. 24は「潮流は？」という問合せであったが、これを同じ意味を持つ「ドリフトは？」という航海用語に置き換える事により、認識率を他の標本と同様100%近くまで向上させる事ができた。

(2) 日常会話への対応

運航と直接関係しない日常会話の為に発声(咳やくしゃみ等も含む)への過剰反応を防止する為に、入力メッセージのクラスタリングに「距離」の概念を導入した。登録外音声識別の為に閾値を適切に調整する事によってシステムの誤反応を防止する事ができる。

(3) 会話方式

一方向のメッセージ伝達では、誤認識をフォローする事ができない。また、他の重要業務に運航者の注意が奪われている場合には、聞き落としの為に応答できない事態も起こり得る。この種の不具合は人とシステムの間で双方向の会話を交換する事により、殆どカバーする事が可能である。

本システムでも、アンサーバックや応答確認、問い直し等、ソフトウェアレベルで工夫する事により、ハードウェアレベルの誤認識をカバーし、実質的な認識率をほぼ100%まで引き上げ得る事が実証された。

5. むすび

道路事情の悪化による陸上輸送の限界に伴い、海上輸送の重要性が増大する一方で、内航海運業界は若者の船員離れと熟練船員の高齢化という問題を抱えている。内航タンカー海運組合

では、その解決策として内航タンカーの近代化に取り組んできた。内航タンカー近代化船には、航海、機関、荷役、業務管理の各部門に最新のシステムが導入されるが、特に、高度の判断と意志決定が要求される航海部門では、昼夜を問わず1名運航を実現する事が要求され、人間・機械系のコミュニケーションを自然な形で確立する手段として音声入出力技術の導入が図られている。

ここでは、内航タンカー近代化船の要求に合致すべく開発された航海支援システムの概要を紹介し、その基礎技術の一つである音声入出力の適用について紹介した。

音声入出力の適用においては、至近の実用化を最重要課題とし、不特定話者への対応や通常使われている航海用語を基本とした認識率の向上等、ハードウェアの適正化を図ると同時に、その性能を最大限引き出す為のソフトウェアの工夫についても論じた。

航海支援システムと操船環境シミュレータを組合せた陸上での運用実験では、ソフトウェア的な工夫をしない状態で約93%の単純認識率が実証された。更にアンサーバックや用語の適正化、日常会話の識別と過剰反応の防止等の対策を織り込む事によって、実用レベルでほぼ100%の認識が可能である事を示した。

本システムは、陸上での事前検証を繰り返した後、建造が計画されている内航タンカー近代化船に搭載され、その有用性が確認される予定であり、今後、実船での運用を通して、音声認識技術の適用範囲の拡大と更なる認識率の向上を目指す事としたい。

謝辞

本システムの開発にあたり、内航タンカー近代化特別委員会の安全研究会において、リーダーとして終始懇切丁寧なご指導を賜りました東京商船大学の今津隼馬教授、弓削商船高等専門学校の村山雄二郎教授、運輸省・船舶技術研究所システム技術部の伊藤泰義部長及び沼野正義自動化研究室長に深甚なる謝意を表します。また、プロジェクト推進主体の立場から、多くのご助言を頂きました内航タンカー海運組合・近代化特別研究会の三輪成歳男会長に心よりお礼申し上げます。

参考文献

- [1] 今津、金丸：「航海支援システム」、内航タンカー近代化船研究発表会講演集、pp.31-57、1995
- [2] 村山：「人間・機械系としての船舶の安全性評価について」、内航タンカー近代化船研究発表会講演集、pp.17-30、1995
- [3] 沼野、松田：「航海支援システム」、日本造船学会誌、第799号、pp.8-13、1996
- [4] 伊藤他、田中、平尾、村山、中村、池田：「シミュレータを用いた長時間運航の安全性評価について」、日本航海学会論文集、第93号、pp.251-261、1995
- [5] 沼野、桐谷、福戸、田中：「狭水道航行における運航支援」、日本航海学会論文集、第92号、pp.85-90、1995

音声認識の現状と課題

電気通信大学電子工学科
樽松 明

Current Issues on Speech Recognition

Akira KUREMATSU

Univ. of Electro-Communications, Dept. of Electronics Engineering

1. まえがき

音声認識とは、音声信号に含まれる特徴を抽出して、記号に変換することである。音声認識には、単語毎に認識する単語認識と文章やフレーズを認識する文音声認識がある。また、発声については、単語毎に区切って話す孤立発生認識と連続に話す連続音声認識がある。通常、人間が話す声は、連続で話されるので、音声知的通信における音声認識は、文音声の連続音声認識となる。

連続音声認識には、音声デイクテーションのように任意に発声した音声を認識して記号に変換する任意語彙音声認識と、音声案内システムのように認識できる語彙や許される文法をあらかじめ設定しておくこの制約の下に連続に発声した音声を認識する話題限定音声認識とがある。本稿では、連続音声認識を中心にして音声認識の現状と課題を概説する。

2. 音声認識の基礎

2.1 音声の認識単位

記号の種類の設定は、音声の認識単位に関係する。任意語彙や大語彙の連続音声を認識するために、あらゆる会話音声を表現できるような音声の構成素（音声単位とよばれる）に分解してパターンをもつことが必要である。表1に、日本語の音声単位の例を示す。認識単位は話される言語に依存する。たとえ

表1 音声単位

音素	ローマ字表記の各文字に相当 例：/a/, /i/, /u/, /e/, /o/, /k/, /s/, /t/, ...
音節	日本語のかな表記の各文字に相当 例：/a/, /i/, /u/, /e/, /o/, /ka/, /sa/, /ta/, ...
単語	日本語辞書の見出し語に相当 例：/onsei/, /ninsiki/, /ichi/, /ni/, ...

ば、日本語の場合は、最も基本となるものは音素で、母音、子音などを前後の音素の影響を考えない場合では、少なくとも25-50種類が用いられる。しかし、音素の音響的パターンは、調音結合による変形をうけているため、前後の音素に依存した音素単位を設けることがある。この場合には、単位の種類は、100-300程度に増大する。また、音素より微細な単位も考えられる。これは、サブ音素単位とよばれる。基本的な音声単位をいかに設定するかが、認識性能を向上させるために、重要な問題である。

2.2 隠れマルコフモデル (HMM) による音素のモデル化

音声信号は、発声における調音器官の時間的変化によって比較的ゆっくりとしたスペクトル特徴が変化し連続な波形である。図1に日本語音声の/shimekiri wa genshu desu ka/の波形の例を示す。同じ音の発声でも種々の変動によって変化をしているので、これを正しく認識するには、統計的手法が有力である。音声信号は時間的に変動する非定常信号であるが、音声を発声する調音器官の動きはゆっくりとしているので、短時間ごとに定常とみなして通常15-30ms程度の長さの観測窓関数を波形にかけてスペクトル分析をおこなう。この短時間の音声情報をフレームと呼ぶ。フレームを短時間(10ms程度)ずつず

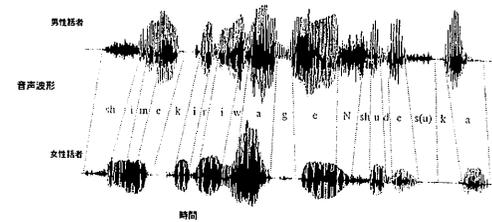


図1 日本語音声波形の例 /shimekiri wa genshu desu ka/.

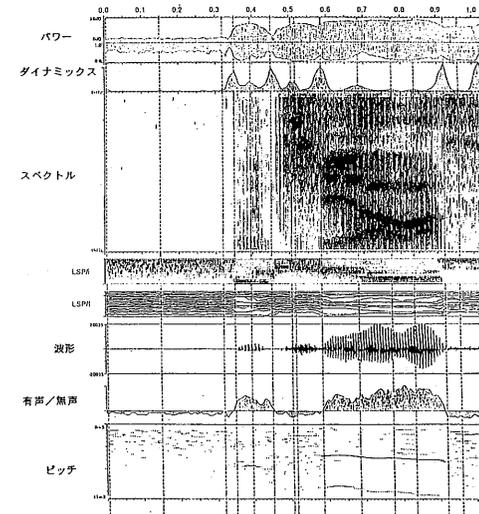


図2 音声信号の分析 /uchiawaseru/

らせて音声分析するとスペクトルパラメータの時系列がえられる。音声のスペクトルならびに分析パラメータの例を図2に示す。音声のスペクトルは濃淡図形で表されている。

隠れマルコフモデル (HMM) は、現在の音声認識の技術では、最も高い性能が得られる手法である。HMMの構成を図3に示す。HMMは、マルコフ状態遷移によっていくつかの信号源を制御しつつ出力信号を得るというモデルである⁽¹⁾。連続音声認識におけるHMMの使い方は、音素の種類毎にモデルのパラメータを学習しておく、未知の入力音声の時系列に対して、HMMからそれが生成される尤度を計算する。

音素パターンはさまざまな要因によって変動する。すなわち、先行および後続音素の環境、話者、発話速度、ピッチ、言語、感情、発話意図など多数の要因がある。これらの要因により、音素パターンの分布のひろがりが大きくなり、単純な音素HMMモデルでは、認識性能に限界がある。このため、音素環

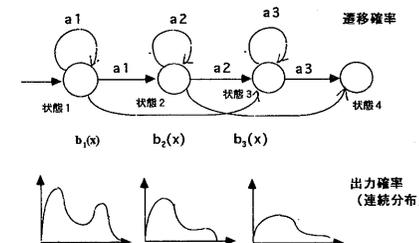


図3 隠れマルコフモデル (HMM) の構成

境に依存した音素HMMモデルとして、隠れマルコフ網 (HMnet) が考えられる⁽²⁾。

隠れマルコフ網は、すべての音素のHMMモデルをひとつのネットワークにまとめている。全音素の変形を、HMMモデルの状態をむすぶ経路であらわす。状態あるいは出力分布が音素あるいは異音間で共有され、網の構造によって多くの音素や異音を表現するので、少ない数のパラメータでモデルを推定できる。隠れマルコフ網の構成例を図4に示す。ここで、同じ音素名でも先行および後続音素によって影響をうける音素のことを異音とあらわす。

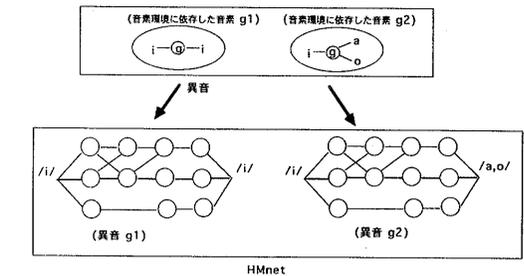


図4 隠れマルコフ網の構成

隠れマルコフ網を作成するには、逐次的に尤度が高くなるように状態をコンテキスト方向と時間方向に分割してモデル全体を細分化していく。隠れマルコフ網は、有限個の基本的な分布の集合と、それらを結ぶ経路からなる網の構成によって、音声のあらゆる現象を効率よくあらわすことができる。実際には、600状態を結ぶ約1700の異なる経路により、高い性能が確認されている⁽³⁾。

2.3 HMM音素モデルを用いた連続音声認識

大語彙の連続音声認識においては、通常は、音素を音響モデルとして確率論によって定式化することができる。音声パターンYが観測されたとき、発声した音素列がWである確率（事後確率）P(W|Y)は、Bayesの定理により、

$$P(W | Y) = \max_w \frac{P(Y | W)P(W)}{P(Y)} \quad (1)$$

が最大になるようなWを探すことによって音声認識を行う。P(Y)は共通であるので、P(Y|W)P(W)を最大にするWを探せばよい。P(W)は、音素列Wが発話される確率であり、言語モデルと呼ばれる。人間が通常発声する場合は、言語として意味のある

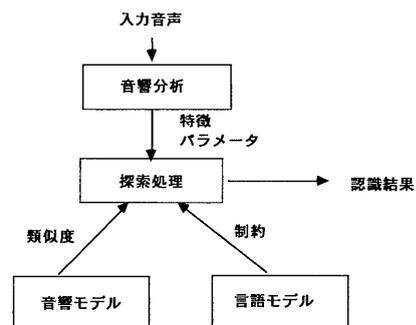


図5 連続音声認識の構成図

情報を発話するのである、言語モデルとして種々の言語制約をとることができる⁽⁴⁾。図5に、連続音声認識の構成を示す。音響モデルとしては、音素単位のHMMモデルが通常用いられ、単語や文法などの言語情報を言語モデルとして制約をかけて、予測をしながら最適な候補の単語列あるいは文を探索する。

HMM音素モデルを用いて連続音声の認識を行うには、HMM音素モデルと言語予測を行う拡張LR構文解析アルゴリズム(LRパーザ)を結合して、効率よく認識する方式(HMM-LR)が開発されている⁽⁵⁾。この方式は言語モデルとしてLRパーザを用いたものに相当する。隠れマルコフ網の場合も同様に、これとLRパーザを結合して連続音声の認識を行うことができる。これは、SSS-LR方式として、高い認識性能が示されている。パーザの文法をいかに効率よく作成するかが課題である。図6に、HMM-LR音声認識システムの構成を示す。

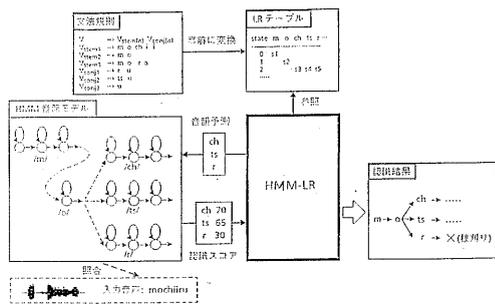


図6 HMM-LR 音声認識システム

2.4 言語モデル

言語モデルは、言語特有の音素あるいは音節の系列の局所的制約を用いることがある。具体的には、日本語としての音素列あるいは音節の2字組や3字組が利用できる⁽⁶⁾。さらに、より長い音素列のn字

組を用いることも考えられるが、大量の言語データベースから有効なデータを導出することが必要である。発話内容において、話題が限定されて、タスクに依存した語彙や文法や意味などの制約を用いることもある。この場合は、言語モデルは、オートマトン制御のような厳格な文法で規定するもの、よりゆるい表現を許す文脈自由文法で規定するもの、確率的な起りやすさを確率文脈自由文法で規定するものがある。

また、単語の連鎖確率を求めておき、これに基づいて系列の確率を最大にするような最適経路を探索する。単語の連鎖確率は、英語などでは、有効な言語モデルとして威力を示しているが、日本語の場合、連続音声の助詞や助動詞の単語区切りがむづかしいため、言語モデルとしてまだ有効に用いられていない。動詞の活用変化や助詞の接続の取扱いを精密にした単語あるいは句の連鎖確率を統計的に求めてよりグローバルな一般性のある言語モデルを作成する必要がある。

3. 音声対話システム

音声による対話システムは、音声を用いてシステムと対話することによって、情報を入力したり情報を取り出したりするものである。音声による入出力は、人間にとって手軽にかつ自然にコミュニケーションできるため、音声認識と音声合成をくみあわせた音声対話システムの研究開発が内外で活発に行われている。対話システムにおける音声による入力は、自然な話し方による発話ができることがメリットで、必ずしもあらかじめ決められた文法通りでなくてもよい。また、話した音声から話された意味内容を理解して、必要なアクションがとられる。さらに、システムから応答の音声合成音で出力され、人間とシステムが対話しながら、目的とするゴールの要件が達成される。対話によって問い合わせる情報をデータベースから探して、答えを出力する。

音声対話システムの具体的なタスクの例は、航空機の座席予約、列車の案内、観光案内、情報検索などで、話題が明確で会話をして目的が達すれば終了できる限定されたものである。語数も、数百から千語程度で、それほど大語彙ではない。

本稿では、音声による対話システムの構成、および、代表的なシステムを例にとって、要素となる音声認識・理解、自然言語処理、対話管理などについて述べ、最後に今後の課題をあげる。

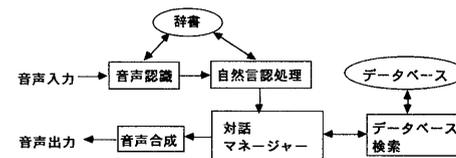


図7 対話システムの構成

3.1 音声による対話システムの構成と特徴

3.1.1 対話システムの構成

音声による対話システムは、一般的な構成は図7に示される。音声の入力は、音声認識部により言語情報に変換される。さらに、自然言語処理により、発話の意味表現が得られる。これらの過程で言語の辞書情報が参照される。意味表現から、データベースの検索要求を作成し、データベースから情報を取り出す。対話マネージャーは、出力の応答文を作成し、音声合成により音声を出力する。

3.1.2 対話システムの特徴

音声による対話システムは、音声認識・理解と、自然言語処理、および対話管理、音声合成が統合化されたものである。対話システムの特徴には以下のものがある。

(1) 音声入力の話し方は、連続な発声で、自然かつ自由に話した発話(spontaneous speech)が受け入れられるようにしている。自由発話を聞き取る音声認識・理解が必要である。自由発話音声には、言い淀み、休止、繰り返し、省略、などがある。日本語では助詞の脱落や倒置が頻発し、話し言葉や読み上げ音声と比べると変形が多い。また、たとえば、息つき、舌うち、咳ばらい、鼻をすする音など人間が発生する種々の雑音がある。図8に自由発話音声の書き起こしの例を示す。

学会誌の投稿論文の内容の件で<P> 打合せを<P> そろそろさせていただきますが<P> 先生のご都合のよろしい日で<P> 日を空けていただきたいと思います、

図8 自由発話音声の例

ここで、<P>は休止をあらわし、<h>は息つきをあらわす。また、音声認識システムに登録されていない語である未知語が話される場合がある。これらの発話の種々の変動にも対処できるロバスト性が重要である。

(2) 音声処理と言語処理の統合が重要である。連続音声認識では、音声の曖昧さや発音の不明確さに対処するため言語として妥当である語を予測しながら候補単語を探索していく。話し言葉の自由発話音声では、言語表現を文法的に記述するのがなかなか難しいため、単語の連鎖確率を用いて、単語系列を予測する方法が多くとられる。単語系列の制約は、2連鎖あるいは3連鎖の確率が用いられ、尤度が大きい文の候補を複数個しぼって結果を得る。

(3) 話題やデータベースの持つ知識の利用がなされる。人間の発話は、断片的に話される場合が多く、話された文を単独に扱うと意味がいくとおりにも解釈できることがある。前後の発話や状況、話題の知識を利用した、ロバストな言語処理が不可欠である。対話システムでは、システムから質問や確認をおこなって適切な曖昧性の解消が行われる。話題の知識を利用する例は、飛行機の切符の予約における時刻表の内容である。

(4) 実時間処理が不可欠である。人間にとって快適に対話システムを利用するには、話した内容の理解と応答が遅れなく実行されるように、音声理解における探索と言語解析の高速化に工夫が必要である。コンピュータ技術の進歩によって、CPUの処理速度は年々あがってきて、音声処理は、外付けのハードウェアなしですべてソフトウェアで実現できるようになってきている。

3.2 音声対話システムの例

具体的な音声対話システムの例をいくつか取りあげてその構成と特徴を述べる。

(1) 音声対話システム: PEGASUS

音声対話システムPEGASUS (MIT)は、音声対話システムを実際のデータベースであるAmerican Airline社のEASYSABRE 座席予約システムに接続したものである⁽⁷⁾。PEGASUSシステムの構成は図9に示す。

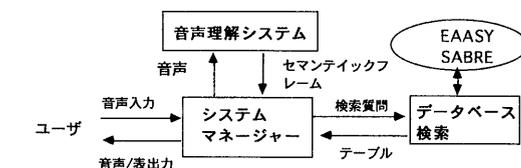


図9 PEGASUS 音声対話システムの構成



図10 SUMMIT 音声認識システムの構成

EAASY SABRE は、電話による航空機の予約と情報案内を行うシステムである。PEGASUSは、ユーザと予約システムの間にとってユーザフレンドリなインターフェースをつくりあげている。

音声認識は、セグメントベースのSUMMIT音声認識システムをつかっている。上位10個の文候補を出力する。SUMMIT音声認識システムの構成は、図10に示す。第1部では音響信号から単語ネットワークをつくる。不定話者音素モデルを用いた発音ネットワークと品詞bigram言語モデルを用いる。A*アルゴリズムにより単語ネットワークを作り出す。第2部では、品詞4-gramを用いて単語ネットワークをサーチして50ベストの候補文を出す。第3部では、前後の影響に依存した知識を用いてNベストの候補文を作り直す。第4部では、自然言語処理によるフィルタリングして10個の候補文を出す。

SUMMIT認識システムの性能はつぎのものである。単語数は2460語。音響モデルを作成するために、22545個の自由発話文が用いられた。テストのため、509文が用いられた。品詞bigramと4-gramの学習のために、29518文が用いられた。品詞の種類は59種類である。平均分岐数であるperplexityは、品詞bigramと4-gramでそれぞれ29と22である。音声認識の性能は、13人の話者による509文で、単語誤り率は、9.0%である。

```

INPUT: IS THERE A UNITED FLIGHT CONNECTION IN DENVER
FRAME:
  Clause: EXISTENTIAL
  Topic: FLIGHT
  Quant: INDEF
  Predicate: AIRLINE_NAME
  Name: "United"
  Predicate: CONNECT
  Predicate: IN
  Topic: CITY_NAME
  Name: "Denver"

```

図11 セマンティックフレームの例

自然言語処理では、TINAシステムが、N-bestの候補中解析できるものを選ぶ。文を解析してセマンティックフレームに変換する。セマンティックフレームの例は図11に示す。文は[clause], [topic], [predicate] に分類される3つの要素で構成される。

PEGASUSでは、語彙数は1300である。ワーキングステーションのみで、ハードウェアを用いないでほぼリアルタイムで動作している。音声入力で、答えられる質問文に対してシステムの誤り率は12.5%であった。

システムマネージャーでは、セマンティックフレームをEAASY SABRE のコマンドに変換する。必要ならば、ユーザに確認の質問を出して、完全なEAASY SABRE のコマンドを作成する。EAASY SABRE からの答えは解析して、ユーザへの応答文が作られる。

対話管理では、ユーザの対話の状態と予約の完了具合、さらにEAASY SABREシステムの状態を管理する。対話は30以上の異なる対話状態の集合として管理される。問い合わせの内容を解釈して対話の状態を参照しながら応答を出す。メタレベルのコマンドも用意されている。“help” コマンドはいつでも受け入れられるが、これに対する応答は、対話の状態に応じて変わる。

PEGASUSの予備実験による性能評価は、表1の結果である。8人のユーザによる10個の対話による評価で、出された質問数と対話完了までの時間で測った。音声認識については、単語と文の誤り率はそれぞれ、10.6%と28.6%であった。

音声対話システムを実システムに適用する新しい戦略として、評価されている。まだ、初期の段階であるが、問題となる点として、つぎのものがある。

(1) ユーザの要求に対して満足のいく応答が得られない場合、どのように対処するか。たとえば、最も安いフライト料金という要求が、帰途の選ばれたフライトでは満たされない場合、ユーザは便名か日か料金を変更するため、可能なすべての情報の中から選ばなければならない。システムの側が、ガイドしてよい解決案を提示できるようにして混乱を防ぐ方がよい。

(2) 現在は、予約システム側の可能な知識源は、北米、ヨーロッパ、日本の主要220都市に限られている。より便利な利用のためには、世界中の2000都市をカバーできるようにしなければならない。この場合、すべての探索をするのではなく、要求に応じてカスタマイズすることが必要である。また、ユーザの言

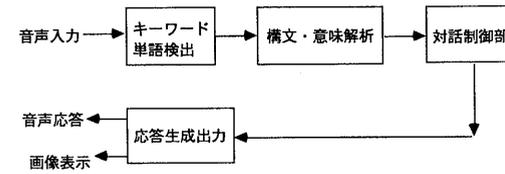


図12 音声自由対話システム TOSBURG II の構成

葉の使い方や対話の履歴から、言語確率を適応的に変化させることも考えられる。

(3) 現在は、結果の表示を音声とテーブルの両方で示している。ユーザが電話で要求してくる場合には、音声のみで対応することが必要である。

(2) 音声自由対話システム: TOSBURG II

TOSBURG II (東芝) は、不特定のユーザに対してならんら制約を設けないことをねらいとした、小規模な音声自由対話システムである⁽⁸⁾。構成は図12に示す。主要な要素は、キーワード検出部、自由発話理解部、対話処理部、マルチモーダル応答生成部である。実時間で動作する。

ハンバーグの注文というタスクで、扱う語数は49語である。

音声認識部においては、連続音声の中のキーワードスポッティングを行う。スポッティングとは、抽出したい語のみを認識して、そのほかは無視して出力を出さないことである。始終端フリーな連続的なパターン照合による。キーワードラティスを出力する。

構文意味解析部では、キーワードが検出されるごとにパーザが駆動され、キーワードラティスを始終端フリーに解析して意味表現を求め、対話処理部にわたす。構文意味解析部は、文始端判定、文候補解析、文終端判定からなり、解析途中の文候補や部分文候補を保持しつつ拡張LR法を基本として行われる。

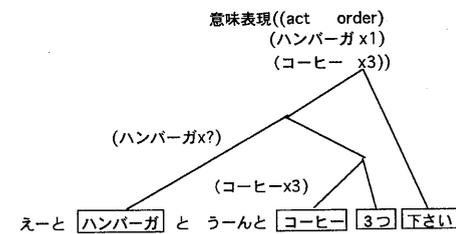


図13 キーワード列より得られた解析木と意味表現

意味情報はフレーム形式で表現する。キーワード列より得られた解析木と意味表現の例を図13に示す。対話はユーザ主導型とし、システム応答に対してユーザの多様な発話を許している。対話の履歴や状況を考慮して省略表現された発話の意味の埋め込みをする。

対話処理部では、ユーザの発話を理解するユーザ状態と、タスクを管理して応答を生成するシステム状態とにわけ、ATN(Augmented Transition Network)により実現している。対話処理における音声理解と応答生成のプロセスは図14に示す。

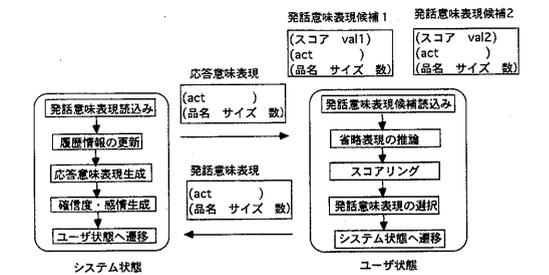


図14 対話処理における音声理解と応答生成のプロセス

ユーザとシステムの状態は、独立に対話の進行状況に即した記述で表わされる。音声認識部からの複数の候補に対して、ユーザ状態に依存した解析をおこない、直前のシステムの応答や対話の履歴情報との整合性を調べて、発話内容を理解している。直前のシステムの応答を参照して省略された項目に適切なものがなければ、デフォルト値を入れる。候補の内容が直前の応答内容と適合しなければ、スコアを下げる。高いスコアとなる候補を選択する。システム状態では、対話音声の理解結果に応じて履歴情報を更新し、応答意味表現を生成する。発話の理解の確信度や対話進行状況などのシステムの内部状態を、応答生成部にわたす。

応答生成部では、合成音声と応答文内容と顔画像の感情表現をマルチモーダルによって出力している。

(3) 音声翻訳システム: ASURA

異なる言語間での音声コミュニケーションを目指して、音声翻訳システムASURA がATR自動翻訳電話研究所で研究された⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。ASURAのシステム構成を図15に示す。主要な要素は、音声認識、言語翻訳、音声合成である。ASURAは、日本語から、英語およびドイツ語に翻訳して合成音声で出力するものである⁽¹¹⁾。

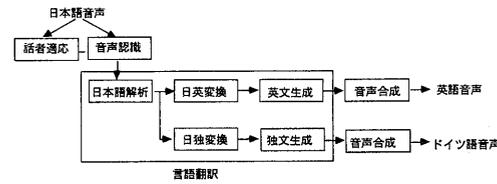


図15 ASURA 音声翻訳システムの構成

音声認識においては、音素モデルは、前後の環境依存のHMMネットでは表現される。移動ベクトル場平滑法による話者適応により多数話者に対して高い認識率を達成している。言語モデルとして、音素環境依存一般化LR構文解析法により、音素モデルを駆動している。文節ごとに区切って発声し、文節内文法と文節間文法を使って、syntactic に妥当の文候補を認識スコアの順に5個出力する。

言語翻訳のための日本語解析部では、統語、意味、語用論的制約を単一化文法で記述して、省略表現や、間接的な依頼のような日本語話し言葉の多様な表現の解析ができる。変換部では、解析の結果得られる素性の変換をおこなう。処理系と変換規則を完全に分離して、英語とドイツ語への変換を容易に実現している。

生成部では、単一化文法を基本とした宣言的な規則記述に基づく処理を行い、慣用表現にも柔軟に対応できる。

タスクは、国際会議に関する問い合わせとし、音声認識と言語翻訳では、1500語を扱っている。発声は、文節区切りで、話し言葉ではあるが、ていねいな言い方のみを受け入れる。話者適応を25単語で行った場合の、音声認識の性能は、文節認識率で90.5%、文認識率で82.6%であった。英語への翻訳率は、3位までの文候補の中で正しく翻訳できるもの含まれる率で、平均88.6%であった。

4. 今後の課題

音声対話システムの実現には、まだ解決すべき問題が多くある。

- (1) ロバストな音声認識を実現する必要がある。自由発話音声では、人間が発声する種々の雑音のほか、マイクロフォンほか周囲環境の雑音が多様に存在する状況で、高い性能を出さなければならない。雑音につよく、環境に適応した音声認識が必要である。
- (2) 意図と感情の抽出をする必要がある。人間同士

の対話では、表情や韻律などの非言語情報をたくみに利用して、音声による対話内容の理解をしている。対話システムでも、意図と感情の抽出によりこれらを積極的に役立てていく必要がある。

(3) ユーザ適応をよく考慮したインタフェースを設計する必要がある。初心者では、話し方が不慣れのため、音声認識の性能かなり低い場合がおこる。ユーザに適切な名ガイドを示し、使い込むにつれて性能が容易に向上する適応機能が望ましい。

(4) マルチモーダルインタフェースの利用が使い勝手を改善させる。音声および自然言語と、画像、ジェスチャーなどを併用することにより、曖昧性の解消が図られるとともに、対話性能の向上が可能である。

(5) 実システムにおける性能評価とデータ収集が重要である。タスクが限定されれば、ある程度の満足度で音声対話システムの実用が期待できるが、実験室で扱った以外のreal worldのための言語モデル、対話構造、対話管理をいかにすべきかの解答はまだえられていない。

参考文献

- [1] 中川聖一：「確率モデルによる音声認識」、電子情報通信学会 (1988)
- [2] 鷹見淳一、嵯峨山茂樹：”音素コンテキストと時間に関する逐次状態分割による隠れマルコフ網の自動生成” 電子通信学会技術研究報告、SP91-88 (1991-12)
- [3] Nagai, A., Yamaguchi, K., Sagayama, S., Kurematsu, A.: "ATREUS: A Comparative Study of Continuous Speech Recognition at ATR", Proc. of ICASSP-93, pp. II 139-142, (1993-04)
- [4] 樽松明：”自動翻訳電話のための音声処理と言語処理”、電子通信学会誌、Vol. 75, No. 10, pp. 1050-1057 (1992-10)
- [5] 北研二、川端豪、斉藤博昭：”HMM音韻認識と拡張LR構文解析法を用いた連続音声認識”、情報処理学会論文誌、Vol. 31, No. 3, pp. 472-480, (1990-3)
- [6] 花沢利行、川端豪、伊藤克亘、鹿野清宏：”HMM音韻認識における音節連鎖統計情報の利用”、ATRテクニカルレポート、TR-148, (1990-02)
- [7] V. Zue, et. al: "PEGASUS: A Spoken Language

Interface for On-Line Air Travel Planning", Proc. Human Language Technology Workshop, pp. 201-206, (1994).

- [8] 竹林洋一：”音声理解と対話における自然言語処理”、情報処理、Vol. 34, No. 10, pp. 1287-1296, (1993).
- [9] 竹沢寿幸、ほか：”ATR音声言語翻訳実験システムASURA”、情報処理学会大46回全国大会、6B-05, (1993)
- [10] 国際電気通信基礎技術研究所編：「自動翻訳電話」、オーム社 (1994)
- [11] 谷戸文広、竹沢寿幸、嵯峨山茂樹、鷹見淳一、Harald Singer、浦谷則好、森元暎、樽松明：”自動翻訳電話国際共同実験”、電子通信学会技術研究報告、SP93-23 (1993-06)

1994年レーダとイメージセンサーにおける雑音とクラッタ除去に関する国際会議報告

東京工業大学
関根松夫

Report on 1994 International Symposium on Noise and Clutter Rejection in Radars and Imaging Sensors

Matsuo SEKINE
Tokyo Institute of Technology

1. 国際会議の経緯

レーダとイメージセンサーにおける雑音とクラッタ除去に関する国際会議 (ISNCR) は1984年第1回が東京で開催された。その後5年おきに、米国、英国、仏国、中国のレーダ国際会議の一環として日本で開催され、1989年第2回が京都で開催され、今回報告の第3回が1994年川崎の神奈川サイエンスパークで11月15日から11月17日まで3日間開催された。

この国際会議は電子情報通信学会(宇宙・航法エレクトロニクス研究専門委員会)主催、米国電気電子学会(IEEE)、英国電気学会(IEE)、仏国電気電子学会(SEE)、中国電子学会(CIE)共催、電気学会、日本応用物理学会、計測自動制御学会、日本リモートセンシング学会、日本エム・イー学会、テレビジョン学会、電波航法研究会、神奈川サイエンスパーク(KSP)協催で、海外13カ国から46名、我国より90名、計136名の参加を得、108件の研究発表と討論が行なわれ、レーダ、リモートセンシング、MEの広い分野にわたって雑音およびクラッタ除去の理論的手法、実際の技術の確立の情報交換が学際的に行なわれ、盛會裡に終了することができた。

今回の国際会議では会社からの寄付を募らないで、5つの財団法人からの助成金と参加費のみで開催したことが特徴である。

2. 国際会議の成果

国際会議は予定通り午前9時より開会式を始めることが出来た。ISNCR-94実行委員長 藤村貞夫 東大教授の司会のもとで、武者利光 組織委員会委員長の開会の挨拶があった。その挨拶の中で、参加者の各国別の数が $1/f$ の法則に従うことをOHPで示し、

参加者の興味をひいた。その後、電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス専門委員会委員長 片野忠夫氏、米国電気電子学会(IEEE) Hill教授、英国電気学会(IEE) Griffiths教授、仏国電気電子学会(SEE) Carpentier教授の来賓の挨拶があった。特にGriffiths教授からプロシーディングの表紙を飾った日本の地球資源衛星第1号(JERS-1)の合成開口レーダ(SAR)で撮った富士山の絵が素晴らしいとの講評を得た。プロシーディングの表紙を図1に示す。なお、このデータは財団法人リモート・センシング技術センターからお借りした。

10時10分から招待講演が開始された。KSPホテルの会場は150の座席が準備され、ちょうど満席になるほど盛況であった。

招待講演ではCarpentier教授が「Radar Development in Past, Present and Future」で講演し1935年まではCWレーダが主で距離の測定ができなかったが、その後パルスレーダが発展し、距離の測定、ドップラーによるターゲットの速度の測定、パルス圧縮による分解能の向上、アンテナもフェーズドアレイと発展し、将来はコンピュータによるターゲットのパターン認識などの信号処理が重要となるとの講演を行なった。武者利光組織委員会組織委員長の招待講演は

「Discrimination of Mental Activity with Artificial Network」の題で脳波を測定することによりニューラルネットワークを用いて被測定者の脳がぼやっとなっている、数値計算をしている、図形の認識をしているかが分類できるとの講演を行なった。国立天文の川口則幸氏は「MUSES-B Satellite as an Imaging Sensor of Active Galactic Nuclei」の題目で、MUSES-B衛星により宇宙VLBIから銀河系の核が光で見えたよりはるかに分解能が向上する可能性

について述べた。

11月15日午後からはAルーム、Bルームの2会場に分かれて、プログラムの記載通りに順調に会議が進行した。Aルームの方は平均して50名を越えており、Bルームの方は100名程度であったが、両会場とも各セッションにおいて活発な質疑応答が行なわれた。

コーヒープレイクは会場にセルフサービスのコーヒークラックが置かれ、息抜きとして好評だった。

11月16日夜に行なわれた立食形式のバンケットは100名程度が出席し、きわめて和やかな雰囲気の中で親睦が深められ、充分親睦の目的を果たした。

3. 発表の概観

本国際会議で発表された論文の内容について詳細に述べる余裕はないが、以下に本国際会議で注目されたと思われる発表を概観しておく。

今回の主要テーマであるレーダ、医用センサー、リモート・センシングにおいて雑音やクラッタを除去し、必要な信号のみを注出する技術に関する発表が大多数で、新しい技術も紹介され、関係者の関心を集めた。

レーダにおいては地表面からの反射によるグラウンド・クラッタ、海面からの反射によるシー・クラッタ、雨雲からの反射によるウェザー・クラッタを抑圧し、航空機、船舶等のターゲットを検出することが重要である。そのためには波高振幅分布の統計的性質を知らなければならない。クラッタが k -分布、ワイブル分布に従う報告がなされた。(東工大、日電、中国電子情報研究所、ブラジル航空技術研究所)。またアンテナのフェーズド・アレイ関係の仕事も多く発表された。(日電、東芝、防衛庁、台湾国立大学、韓国防衛技術研究所、中国電子技術研究所)。また、地中探査レーダとしては電通大、東北大、京都工芸繊維大、イラクから発表があった。ME関係は脳波、心電図、X線トモグラフィ発表が青山大、東大、東北大、筑波大、日本光電からあった。ニューラルネットワークをレーダ信号処理に応用する発表は東工大、徳島大、北京工大からあり、今後の発展が期待できる。リモート・センシングでは合成開口レーダ(SAR)、逆合成開口レーダ(ISAR)の発表に集中した。例えば、偏波を使った地中探査FM-CWレーダによるSARでの地表面での抑圧、ISARによる航空機のトップライメージング、またISARによるCFARなどが新潟大、防衛庁、中国南京宇宙航行大学、北京研究所から発表された。SAR画像でのスペckルを除去する研究でワイブル分布に従うことで除去する方法がブラジル航

空技術研究所と東工大の共同研究で発表された。またリモートセンシングにおいてSARでのFFTによるイメージ生成、ISARによるレーダターゲットの認識、低周波SARでのスペckル、電波の干渉等がブラジル、三菱、スウェーデンから報告された。その他Xバンドレーダによるターゲットのパターン認識(商船大)、ミリ波レーダによるターゲットのパターン認識(東工大、ドイツミュンヘン工科大)が興味をもたれた。レーダ気象学も通総研、北大、東工大から発表された。レーダによる降雨量の測定、電波の雨による減衰、TRMM関係が主であった。他に偏波を使ったポラリメトリーが米国イリノイ大学、新潟大学、ロシアのモスクワ州立大学、中国のハルビン工科大等から発表があった。またGPSによる航空機の自動管制システムが運輸省電子航法研から発表され興味を引いた。

4. あとがき

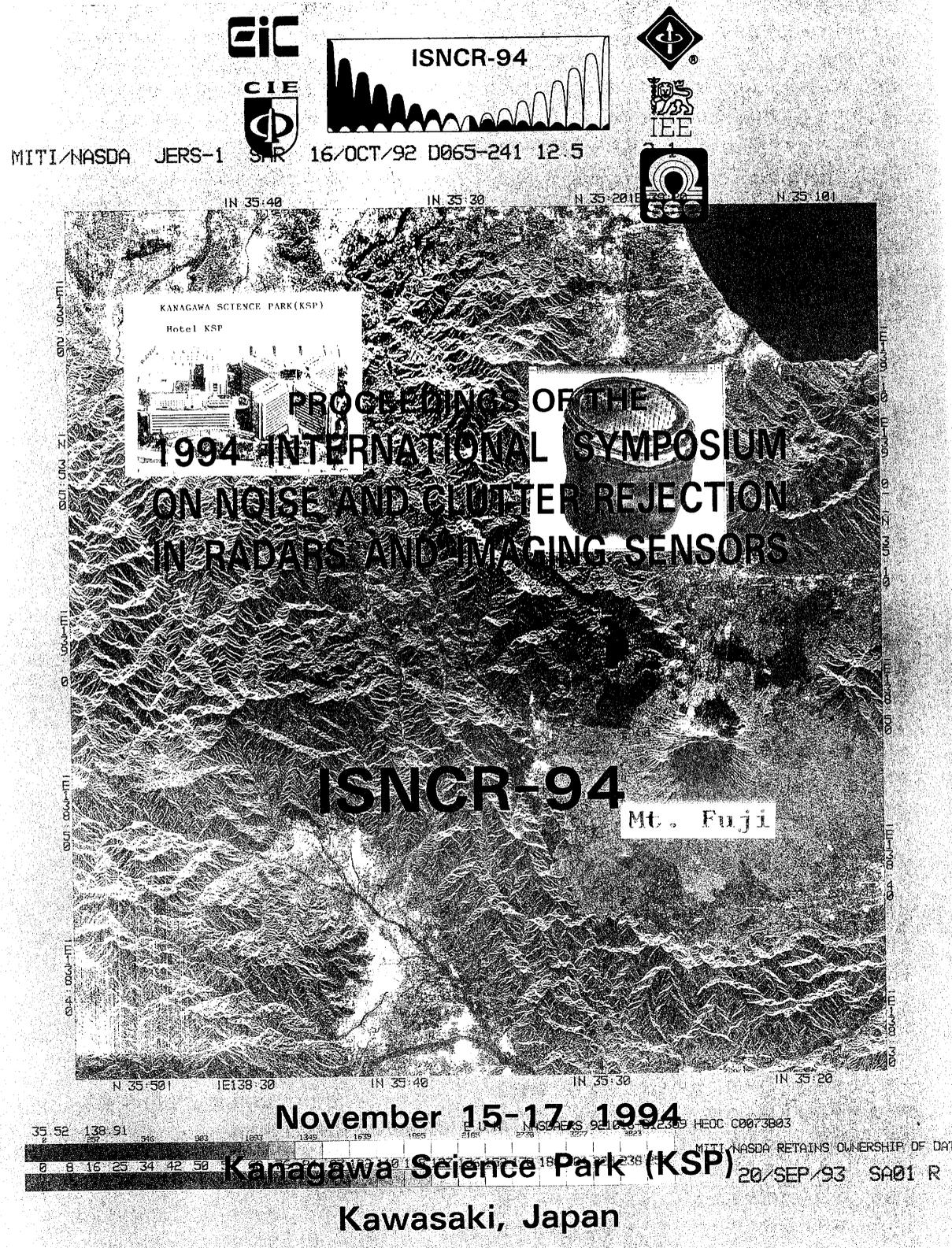
以上、レーダおよび各種センサを共通の場で討議するこの分野の国際シンポジウムは国内外の関係者の関心を集め、今後この分野の研究を促進し、社会的な貢献に大いに寄与したものと確信しております。

第42回航行安全小委員会の報告

東京商船大学
今津隼馬

Report of NAV 42

Hayama IMAZU
Tokyo University of Mercantile Marine



1. はじめに

船舶に関する国際規則については国際海事機関（IMO）で審議され規定されている。このIMOにはいくつかの委員会が設けられ、それぞれの委員会の分担に応じて国際規則が検討されている。これに対する我が国の対応として、RR7とされている「国際規則と船舶設計等との関連に関する調査研究」が昭和48年から日本造船研究協会において行われている。航行安全小委員会（NAV）については図1のRR75で対応している。

平成8年（1996年）7月15日（月）から19日（金）にかけてロンドンのIMO本部においてNAV42が開催された。日本代表団としては日本からの参加者14名と、英国在住の参加者8名の計22名であり、この人数で会議に臨んだ。ここでは討議内容の概要、それと今後の予定について報告する。

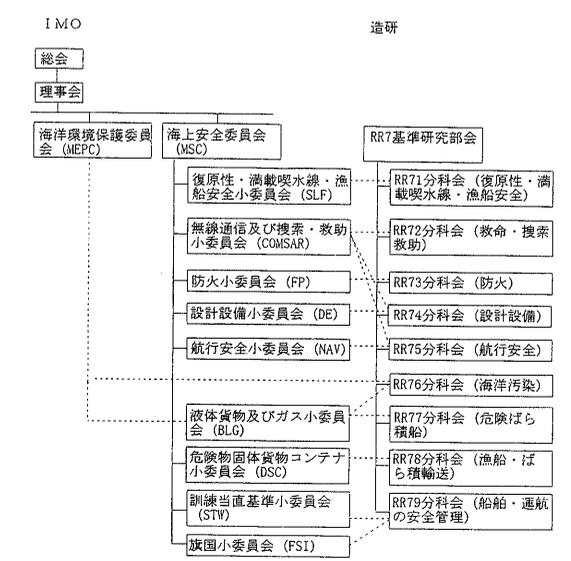


図1 IMO各委員会と造船研究協会の基本部各委員会との対応

2. 議題と審議

2.1 計画されていた議題

議題としては次のような23の議題が計画されていた。

1. 議題の採択
2. 他のIMO機関の決定
3. 海難事故における人的要因の役割
4. 船舶の航路指定
5. VTSと船舶通報
6. 放射性核燃料の安全輸送コード（INFコード）の捕捉措置
7. 航行に関する設備
8. ITU関連事項
9. 海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS）第5章の見直し
10. 航海と当直コードについて
11. 船舶機器及び配置の人間工学的基準
12. RORO船の安全
13. 国際信号書
14. 海賊及び武装強盗での特別な信号
15. 水海航行に関する世界気象機関（WMO）ハンドブックの見直し
16. IMO標準海事英語コミュニケーション用語
17. 海難船の移動、沖合い構造物とプラットフォームの曳航
18. 海面効果翼船（WIGクラフト）の操船形態
19. 潜水旅客船の安全性
20. 1997年の議長の選出
21. 作業計画
22. その他の事項
23. 海上安全委員会（MSC）への報告

2.2 議題の採択

審議に先立ち事務局長より挨拶があり、今次会合の審議事項と関連する最近IMO活動事項の紹介、今次会合の重要審議事項（INFコード、航路指定、SOLAS第5章の見直

し、トランスポンダ等)に触れた挨拶があった。また、日本の海上保安庁練習船「こじま」の英国寄港が紹介され、日本代表团からは月曜午後「こじま」船上で開催予定の各国代表团を招いてのレセプションについてのアナウンスがなされた。

議題は予定通り (NAV42/1,42/1/1) 採択されたが、特に議長よりワーキンググループ (WG) を可能な限り早く設置される方針が示され、各WGとも月曜には作業を開始した。文書が提出されなかった議題のうち4.1、7.2、13、14、15、17は審議されなかった。また、他のIMO機関の決定 (議題2関連) についての文書 (NAV42/2/2/2.1,2/1ADD.1) の、他の委員会等から送られたNAV関連の各項目は関連する議題でそれぞれ検討することとなった。

2.3 ワーキンググループの設置

3つのワーキンググループと1つのドラフティンググループ (DG) が設置された。各グループでは次の議題について検討することとなった。

WG-A: 船舶の航路指定、VTS と船舶通報、INF コードなど、議題 3,4,5,6 を検討

WG-B: 航行に関する設備など、議題 3,7,8 を検討

WG-C: SOLAS 第V章の見直し、航海と当直のためのコード (SNW コード) など、議題 3,9,10 を検討

DG : IMO 標準海事コミュニケーション用語の議題 16 を検討

このなかで議題3については全てのWGで検討することとなった。WGで検討しない議題 11, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 23 については本会議で検討された。

3. 船舶の航路指定など (議題 4,5,6 関連)

議題4、5及び6関連は全てルーティング・ワーキング・グループ (WG-A) において議論するよう、本会議において指示された。WG-A議長ラメイヤ氏 (蘭) により個別に詳細に検討され、本会議に報告された。主な審議概要は以下のとおりである。

3.1 船舶の航路指定 (議題4関連)

(1) マラッカ・シンガポール海峡の航行上の危険 (マレーシア提案)

本件については、寄与文書はないものの、本会議においてマレーシアより、本年5月、我が国国際協力事業団 (JICA) と沿岸三国との間で未確認沈没船等の再測量につき合意された結果、本年10月より約21月かけて測量が行われる予定であり、また沿岸三国としては本年7月4、5日にスラバヤにおいて専門家会合を開催し次回第43回NAVに分離通航方式 (TSS) の修正提案を行うこととなった旨を表明し、テークノートされた。

(2) 南アフリカ沿岸周辺における分離通航方式 (南アフリカ提案 NAV42/4/1)

本会議において、石油会社国際海事評議会 (OCIMF) より、南ア提案を検討する前に満載喫水線条約 (LL) を見直すべきであることを表明したが本会議議長より、LLの改正は年月を要することから、この場で検討することは不適當である旨のコメントがあり、WG-Aで南ア提案を議論することとなった。WG-Aにおいて、冒頭、南アより、アルファード・バンクス沖の西向け航路帯を北方に移動させてLLの夏季帯に右航路帯を全て夏季帯に含める旨の修正を提案するとともに、今回の提案は既存のTSSに置き換わるものである旨の説明を行ったところ、これに対し今回のTSSでは積載油タンカーだけでなく他の通航船についても混乱が招くおそれがある (米、同趣旨英、船長協会国際同盟 (IFSM)) 等の意見が出されたが、南ア提案を一部修正後了承された。

(3) ウェスト・ヒンダーにおける分離通航方式 (ベルギー提案 NAV42/4/2)

WG-Aにおいて、航路と錨地を隔離する必要がある (英) 旨の提案があり、錨地を北方に0.5海里移動させる修正がなされた後了承された。

(4) デラウエア沖における分離通航方式 (米提案 NAV42/4/3)

米より警戒水域を示す部分の記述につき修正するとともに利用者の了解を既に得ている旨の説明があったほか、一部修正の上了承された。

(5) 北海のフリジアン・アイランド沖の航路指定 (独及び蘭提案 NAV42/4/4)

強制化の必要について詳しい説明を求めた (米) ほか、一部修正後了承された。

(6) ロストック港周辺における分離航行方程式の廃止 (独提案 NAV42/4/5)

特段の議論なく承認された。

(7) 沿岸通航帯の限界 (英提案 NAV42/4/6)

修正案が英より提出された承された。

(8) ベントランド及びフィースにおける通航に関する勧告の改正 (英提案 NAV42/4/7)

国際独立タンカー船主協会 (INTERTANKO) が反対したが了承された。

(9) グレート・バリア・リーフのガイドブック (豪提案 NAV42/INF.7)

ガイドブックについては、議場で配布されたが、特段の議論はなかった。

3.2 VTS と船舶通報 (議題5関連)

(1) グレートベルト海峡における船舶通報制度 (デンマーク提案 NAV42/5)

国際海峡でない西側海峡については船舶通報制度が既に強制化されている等の補足説明があったところ、対象船舶が小さすぎることからVHFを持たない船舶も対象となっているまた強制化の必要性に関する説明が必要 (米)、強制にする理由が不十分である (ロシア) 等のコメントがあり、最終的にロシアが立場を留保したほか、デンマーク提案を一部修正の上MSC決議案として取りまとめがなされた。

(2) ジブラルタル海峡及びフィニステレにおける分離通航方式のための強制的な船舶通報制度 (スペイン提案 NAV42/5/1 及び NAV42/5/2)

提案説明がスペインよりなされたところ、事前にスペインより協議がなかった (英)、強制化の必要性に関する説明が必要 (米)、現行の任意の制度で十分でありまた現在検討中のVTSガイドライン等の改正を待って設定すべき (ロシア) 等のコメントがあり、最終的にロシアが立場を留保したほか、スペイン提案を一部修正の上MSC決議案として取りまとめがなされた。

(3) VTSの意味の解説 (仏提案 NAV42/5/3)

国際航路標識協会 (IALA) 作成のマニュアルで理解可能 (蘭)、右マニュアルは4年毎に改正され次回改正に仏提案を盛り込むことは可能 (IALA) との意見が出されたが、WG-A議長によりVTSガイドラインが採択された後に開催される次回NAVにおいて検討されることで取りまとめがなされ、本会議で承認された。

(4) SOLAS V/12の改正について

WG-Aにおいて、ガイドラインとV/12の整合性をとるため議長より修正案の提案があり、右提案に沿った形でNAV42/WP.7/Add.1として修正案がとりまとめがなされた。また、WG-A議長から、本会議において、第12規則の取り扱いについては、VTSガイドラインが既にMSCに諮られていることから、第5章の包括的な改正とは切り離して、第68回MSCにおいてガイドラインと同時に採択してもらいたい旨を提案したところ、我が方より第5章の改正は一体 (パッケージ) となったものであり第12規則のみ手続きを進めるべきではない旨を表明し、ロシア、希が我が国を支持する一方、米、英がWG-A議長提案を支持した、最終的に、第12規則の取扱は次回MSCに委ねられることとなった。

(5) ECDIS (電子海図) (議題7関連)

WG-Aにおいて、ラスター海図については、我が方より、英国ラスター海図表示システムをIMOで取扱うことに反対し、ECDIS及び航海用電子海図 (ENC) の整備促進に全力をあげるべきであるというフランス提案を支持し、特に、これについて述べるパラ5では、IMO決議A.817(19)で処理されたECDISの開発が優先されるべきで、国際水路機関 (IHO) 及びその加盟国は、ECDISに必要なサービ

スデータ最新維持の促進整備に努めるべきであるとする意見に賛成するとともに、パラ5 Conclusion(a)に関し、海図情報表示の制度を確保するため、紙海図と同等でない簡易電子海図 (ECS) についてはガイドラインを設ける必要がある旨を表明したところ、ENCを促進すべき (シンガポール)、仏提案支持 (トルコ、ロシア)、備置義務との法的な関連を考慮して検討すべき (独)、RCDS (Rastor Chart Display System) は紙海図の代用となるものではない (諸) 等の意見が出され、ECDISの優位性が確認されたものの、性能要件の検討については有益であるとして取りまとめられた。本件については、引き続きHE (Harmonization Group on ECDIS) において検討することが適当とされた。またWG-A議長より、性能要件についてはテクニカル・ワーキング・グループにおいて議論する旨のコメントがあり、WG-Aにおいては機能要件をすることとなり、NAV42/WP.7/ANNEX14としてとりまとめられた。

(6) 曳航式地震観測器の標識 (英提案 NAV42/2/2/1)

WG-Aにおいて、英提案の白色全周灯では顕著で航行の安全が図れない旨等の意見が出され、高光度全周灯 (複数) を常時 (昼夜) 表示することとなり、航行安全 (SN) サーキュラーとして回章されることをMSCに求めることになった。

4. 航行に関する設備など (議題7,8 関連)

4.1 航行に関する設備 (議題7関連)

ブレイクにおいては、GNSSに関する中間会合の報告と、自動船舶識別システムに関する議論が行われたが、実際の性能基準案の審議はWGにて行われた。以下各項目の審議概要は以下のとおりだが、最終的にWGにおいて作成された基準案はWP.2にまとめられ、再び本会議に報告された。

(1) 世界的航行システム (ISWG (Intersessional Working Group) Report)

本会議において、将来のGNSSについて、ISWG/GNSS議長よりISWG第2回会合の報告が行われ、第2回をもってISWGの作業を終えること、ISWGの作成した総会決議案をMSCへ送付すること等を含め、ISWGの報告書が特段の議論もなく了承された。

また露のGLONASSについて、これが決議A.815(19)に示された性能基準に、港へのアプローチ・進入や航行の自由度が制限された水面での性能要件は満たさないものの、これ以外の水面では性能基準を満たしているため、これを世界的無線航行システム (WWRNS) として認定することとし、この旨のSNサーキュラーを發出することとした。ISWGの議事概要は次の通りであった。

・議長より、NAV42/7/1を今回の議題とすることが提案され、了承された。ただし実際の検討は、将来のGNSSに関する総会決議案の作成がこのISWGの作業の中心

であるという認識から、蘭・ギリシャが提出した総会決議案 (NAV42/7/4) を叩き台に、関連する事項について順次検討を進めていく方法をとることを議長が提案し、了承された。

- GPS/GLONASS後のGNSSに関する他の期間の活動：カナダより国際民間航空機関 (ICAO) のGNSSパネルの活動の紹介があり、また欧州委員会 (EU) から、EU及び欧州宇宙機関 (ESA) で検討しているGNSS/1 (EGNOS：インサラマツトⅢの太平洋 (E)、インド洋衛星を使用) 及びGNSS/2の検討状況について説明があった。
- GPS/GLONASS後のGNSSに関する総会決議案の作成：蘭・ギリシャが提出した文書NAV42/7/4をもとに、検討が進められ、また関連する語句の修正を行い、総会決議案を作成した。
- GPS/GLONASS後のGNSSの運営組織：費用の負担と回収については、国際機関による費用分担、政府や民間企業 (例えば通信事業者) による費用負担、純粋民間資本による運営、の3種類が挙げられたが、決議案では併記するに留め、いずれが適切かの判断は行われなかった。NAV42/7/4が、運営は民間 (Civil) 組織により行われるべきこと、この組織はGNSSの提供、運営、監視、管理に携わるべきこと、この組織自身がサービスを提供するか、サービスプロバイダの提供するサービスを監視、管理すべきこと、IMO自身はGNSSを提供しないが、海上航行に関する事項の管理は行うこと、とまとめられていたことから、前回ISWGでの意見を反映しているとして、そのまま合意された。前回のISWGにおいて、将来のGNSS実現には約数十億ドル必要と大ざっぱに見積もったものの、まだ具体的なシステムのイメージができていないことから、費用の算定ができず、また効果を定量的に扱うことも困難と思われることから、この値について深い検討は行われなかった。
- 実現に向けたタイムスケール：将来のGNSSの運用については、文書NAV42/7/4附属書3に示された各システムの運用計画一覧の通り、2008年前後の運用開始を目標とすることで意見が一致した。
- その他：ある測位衛星システムが全世界無線航行システム (WWRNS) の一部と認められるかどうか、に関する基準を示した総会決議案第A.815(19)と今回の決議案との関係について、総会決議案第A.815(19)はあくまであるシステムがWWRNS (地上系も含む) の一部になり得るかどうか判断する基準であり、今回の決議案は将来のGNSS (衛星系のみ) に求められる要件である、という整理がなされ、これに関連して決議案附属書のパラ1.2に「as far as applicable」との語

が挿入された。また、この組織については、海事関係者や、航空、陸上の交通関係機関のみならず、鉱業や農業などGNSSに關係を有する各機関にも参加を呼び掛けるべきであるとされた。さらに実現に向けた今後の作業に関しては、今後とも他の機関、特にICAOとのリエゾンを維持することが重要であることが決議案に含められた。

(2) 総合船橋システム (IBS)

IEC (NAV42/7/2) から総合船橋システムについて説明の後、小グループを中心に、総合船橋システムの性能要件を作成した。なお、IBSとINS (総合航行システム) について用語の定義が問題となり、総合システムの中にこの2つのシステムを位置づけることとした。

(3) VDR (Voyage Data Recorder)

日本 (NAV42/7/35)、英国 (NAV42/7/17)、米国 (NAV42/7/20) がそれぞれの提出文書に基づき性能基準案の提案を行った。日本に対しては議長より他国案と比較しての意見を求められたが、主要な相違点は記録時間 (日本は24時間、英国は12時間) 及び耐火機能 (日本は不要、英国は必要と提案) であると回答した。日本の耐火機能は不要との意見についてはINTERTANKOが支持を行ったが、伊、米、加、豪が耐火機能は必要と、英国案を支持した。その後VDRに関するワーキンググループを設けて検討を行うこととなったが、ここで我が国は耐火機能を要求した場合は、重くかつ大きくなりフロートフリーの機能を満足させることは難しいと発言したが、伊等が航空機の場合でもフロートフリー機能は要求していないし、海底よりの引き上げ技術も発達してきているとの立場を取り、最終的にフロートフリー機能は要求せず、耐火機能を要求することとなった。この点については初日審議に加わらなかった国際自由労働組合連合 (ICFTU) がフロートフリー機能が必要との意見を翌日になって表明したが、大勢を覆すには至らず、報告書に態度を留保するとの記録がWP.2に残された。その他の記録項目のうち、船体応力の記録は、そのための応力モニタリング設備を有している船舶のみが要求され、船設開閉部の開閉状況はRORO船のみに要求されることとなった。最後にロシアが風速及び風向についての記録要件について異議を唱えたが、支持が集まらず退けられた。

(4) 自動船舶識別システム

英国 (NAV42/7/30) が提案しているVHF-DSC方式のトランスポンズと、スウェーデンが提案している4S方式のトランスポンズ (NAV42/7/15, NAV42/7/31, NAV42/7/33) の2種類のトランスポンズについて検討し、今すぐに適用できるVHF-DSC方式について英、米、露、仏が推進し、周波数の割り当てや装置の開発に時間が必要な4S方式についてはスウェーデン、フィンランド、独、南アが推進した。その適用できる時期

(NAV42/7/13, NAV42/7/32) や導入について討論され、議長が2段階の導入、1段階の導入、そして導入しないとの3種類の導入方法について提案し、これを基に検討した。しかし両者とも将来の自動船舶識別システムとしては4S方式になるべきであるとの認識は共通していた。このため蘭の提案 (NAV42/9/1) に基づき、最初はVHF-DSC方式を導入し、4S方式が完成した時点で4S方式に切り替える、2段階の導入が提案された。2段階の導入には英、米、露、仏、シンガポールやIALAが賛同し、1段階の導入にはスウェーデン、フィンランド、独、南ア、ギリシャと韓が賛同した。これに対してINTERTANKOは短期的に2つのシステムを導入することに強い反対を示した。また、4S方式の性能要件やITUに宛てる周波数割り当て要求についても検討した。なおスウェーデンが提案している4S方式は今後、放送 (broadcast) 方式と呼ばれることとなった。

性能要件については、まず通信する範囲について、地上波を使用し通信範囲をかなり限定したもの (short range) の他に、インサラマツトなどの衛星を使用し広域で使用するもの (long range) についても行いたい (豪) との意見で、地域広域の2種類がシステム中に含まれることとされたが、広域システムについては今回は具体的な性能要件は検討しないことが合意された。次に地域システムの性能要件について、まず第1段階については現在のVHS/DSC技術をそのまま使用するため、NAV41/23のAnnex12 (VHS/DSC, CH70使用の自動船舶識別システム装置の性能基準) を適用することとし、今期は第2段階の性能要件について主に検討することとした。ここで、システムをVTSの延長として捉えたい英・米と、陸船間及び船舶間 (いわゆる4S) でのデータ交換を理想とする独・スウェーデン・フィンランドが激しく対立したが、船舶相互の衝突回避がこのシステムの主要な目的 (ギリシャ・伊)、との認識から、結局4Sシステムとすることとなり、フィンランド/スウェーデン文書 (NAV42/7/15) をもとに性能要件となる決議案が作成された。

(5) 自動操舵装置の性能基準

オートパイロットの性能基準に関する決議A.694(17)の見直しに対するWG提案 (NAV42/7)、ISO提案 (NAV42/7/5)、IEC提案 (NAV42/7/8) 及び独提案 (NAV42/7/11) につき審議された。各提案の中で主に次の点が検討され、MSC決議案として、MSC67に送られることとなった。

(ア) 設備の名称を「AUTOMATIC PILOT」から「HEADING CONTROL SYSTEM」とすることとし、変更に伴う混乱を避けるために、脚注に変更前の名称が「AUTOMATIC PILOT」である旨、明記することとした。

(イ) 回頭角速度制御については、この装置を持つ場合の性

能基準とし、適用をオプションとした。

(ウ) 独提案のトラックコントロールシステムの性能基準については、本性能基準に包含しないこととし、次回検討することとした。

(エ) 舵角限度 (Rudder angle limitation) については限度を超えた操舵命令がでた時点で警報を出すべきとする我が国の主張と、実際に限度舵角に至った時点で警報を出すべきとする独が対立し、そのどちらかを満足すべきとすることとした。

(オ) 故障の際に、舵を中央に戻すことを要件とする独案に対し、この規定が、システム故障の際にむしろ危険を招く恐れがあることから、同提案の関連部分を削除した。

(6) 性能基準のための共通的な構成

性能基準のための共通的な構成に関する指針について検討し、SN Circular としてとりまとめられ、承認のためMSCへ送られることとなった。承認後は、この形式に従い、各種性能基準案を作成することとなる。

ドイツ提案は当初、リングバインダー方式による性能基準のための共通的な構成を考慮していたが、SOLAS、IEC及びISOの基準にある要求事項との整合性の問題については、今次会合では解決されず、将来の課題とされた。

我が国からの提案である、IEC、ISO等IMO以外の機関の基準や標準を条約、決議、コードに直接引用すべきでないとの考えは合意され、“international standards acceptable to the organization”の一般的表現を使い、脚注の参照に留めることが確認された。

(7) DGPS及びDGLONASSの船舶搭載用受信機の性能基準

米国提案 (NAV42/7/19) により標記件を検討の結果、性能要件案が作成され、採択のためMSCへ送られることとなった。尚、引き続き、次回NAV43において、IEC提案によるGPS/GLONASSが一緒になった船舶搭載用受信機の性能基準が検討されることとなった。

(8) レーダ装置の性能基準の総会決議改正案

本改正案は、前回会合NAV41において合意され、承認されるべくMSC66に送られた。しかしながら、MSC66において、IECから本改正案に対する修正要請 (MSC66/7/8) が提出され、今次NAV42で再検討することとなった。

今次NAV42での検討の結果、以下の結論を得て、MSC67へ再度送られることとなった。

改正案 (NAV41/23-annex 9) の第3.3.9項の規定において、SENC情報は、海岸線、自船の安全水深線、航行上の危険物、固定または浮場の航行援助設備すべてであると誤解を与えることがないように、いずれも選択できるように改正された。

尚、本改正箇所は、改正案(NAV41/23-annex 9)が1999年1月1日以降積付けられるレーダに適用されるため、今回の改正案(修正)とともに、次回MSC67の採択を受けるため送られることとなった。

(9) 無線通信・捜索救助小委員会(COMSAR)関連事項
COMSAR小委員会からの要求(COSMAR1/30, paragraph 4.12)である、航行機器をGMDSS機器に接続し、位置情報を自動的に提供することを性能基準に含めることについては、テクニカルWGにおいてノートされた。

(10) その他

テクニカルWGにおける検討に要する時間の不足により、以下に示すものが次回NAV43で速やかに審議されるように、提案国による概略説明が行われた。

- (ア) 音響感知機器の性能基準
- (イ) 電子磁気コンパスの性能基準
- (ウ) GPS/GLONASSがコンバインされた船舶搭載用受信機の性能基準
- (エ) 音響測深機の性能基準(A.244(7))の見直しと改正
- (オ) トラック・コントロール・システム
- (カ) 総合航行システム(INS)の性能基準開発
- (キ) 高速船の夜間可視装置の性能基準
- (ク) 昼間信号灯の性能基準
- (ケ) 自動船舶識別システム(ロングレンジシステムのインターフェイスの規定について)

尚、「船載コンピュータの仕様及び適用のガイドライン」については、1997年2月に開催される設計設備(DE)小委員会に直接コメントすることが確認された。なおWGの検討結果(WP.2)は本会議で審議されたが、主にVDRと4S方式トランスポンダー(WP.2 ANNEX6)性能基準について審議が集中した。

(1) VDRに関しては、デンマーク及びノルウェーが第1パラに反対して削除され、旗国政府のみがVDRのデータを利用できるとの記述を復活(具体的には71第4行目 information made be available to the administration の後ろに only を挿入すること。WG当初案ではそうになっていたが、ICSが教育用等に利用するためと only の削除を提案したもの)させることを提案した。これに対し英が保険、船級協会が商業的に利用する価値があるとして only の削除に賛成(原文維持)したが、米・加がブラケット付きとすることを提案し、受け入れられた。また、ノルウェーは再びフロートフリーの機能が必要と発言。ICFTUが支持したが、伊が75.1.6の船が沈んだ場合にVDRの位置を知らせる機能を要求しておりこれで十分と発言。ギリシャもバルクも含めた全船舶にフロートフリーを要求することに疑問を表明したため、この点は原文が維持された。当性能基準案は次回MSCに承認のため送付される。

(2) WP.2 ANNEX6(4S方式)のトランスポンダ性能基準に関し

て審議がなされた際に、パナマ、ギリシャが2段階の導入に強く反対したのに続き我が国から、かかる2段階の導入は船側及び陸側に不要な負担と混乱を招くものであり、多少の利点があるとしても船社等にすぐに無駄になる設備の備え付けを要求することは受け入れられず、2段階の導入には強く反対する旨表明したところ、多くの国が2段階の導入に反対している旨、議事録に記載されることとなった。導入方式については多くの意見が表明されたが、4Sの性能基準案としてはそのまま原文が維持され、次回MSCに承認のため送付される。

(3) その他の性能基準案については特段審議なく、(1)の原文どおり次回MSCに承認のため送付される。

(4) 今回作成された性能基準案の適用については、1999年1月1日以降搭載される機器を対象することとなった。(条約に引用されない限りはMSC決議としての勧告であるが、1999年1月1日の適用はNAV41で決定されておりこれをベースとしたもの。)

4.2 ITU関連事項(議題8関連)

ITU-R WG8BよりIMOに提出された、船舶自動識別システム(AIS)に関する書簡(NAV42/INF.11)が事務局より紹介された。これに対し、今期会合で作成したAISの性能要件の概要をITUに送付すると共に、周波数割当てに関する基本的要求として、VHF帯において帯域幅25kHzの2チャンネルを、世界的規模で割当ててことを求める書簡をITUへて送付することとした。

ただし、米がこのシステムは帯域幅12.5kHzでも実現可能であると強く主張し、また私はUHF帯の使用を強く主張したが、これらの意見に関する検討が時間的節約のため行われなかったことから、これらの意見についても併せてITUへて送付されることとなった。

5. SOLAS 第V章の見直しなど(議題9、10関連)

5.1 SOLAS 第V章の見直し(議題9関連)

(1) SOLAS 第V章の全面改正については、今次会合において最終化をめざす方向で審議を行うことが冒頭のオニール事務局長の挨拶でも強調され、前回会合に引き続きW.G.(議長: Young氏(米国))が開催され、最終化を念頭に置きつつも、reg1(適用)、reg3(免除)、reg25(航海設備の機能要件等)に大半の審議を費やすこととなった。

また、初日の本会議において、SNWコードの有効性について、我が国より、「SNWコード及びSTCWコードが重複しており、SOLAS条約及びSTCW条約において規定すべき事項の区別を明確にすべきであり、SNWコードを現段階においてSOLAS V章で強制化することについては反対する」旨述べたところ、多数の支持を得、V章改正案

よりSNWコード引用部を削除し、関連部分について現行SOLAS V章の記述に戻すこととなった。

(2) WGにおける審議

(ア) 議長(米国)より、新V章の適用についての米国の問題意識が説明された。即ち、政府所有船、内水面運航船、プレジャーヨット、漁船等についてreg1(適用)において除外するとともに、reg3(免除)において、内水面運航船、プレジャーヨット、漁船、300トン未満の船舶については主管庁がこの章の適用をするか否かを判断する規定を設けるというものである。我が国は特にreg25(航海設備の機能要件)の適用はSOLAS V章どおり、150トン以上とすべきであり、reg1に船種によって適用を除外することについて反対するが、新V章改正案が小型船舶に対して非常に厳しい要件となっていることから、現行SOLAS V章の適用を踏まえ、reg3の免除規定に150トン未満の船舶に対する適用について主管庁が判断することを許容する内容のパラグラフを設けることについては共鳴し得る旨発言したところ、米国は免除内容を300トン未満から150トン未満とすることに同意したものの、国際航海に従事しない船舶に限るべきと主張し、中国・ブラジルの主張する内水面運航船をも免除すべきとの意見とも合わせ、結果的に①国際航海に従事しない150トン未満の船舶、及び、②専ら内水面を運航する船舶について主管庁が新V章の要件の適用について決定すべき旨の新パラグラフが加えられ、これをreg1に規定することとなった。

(イ) reg3(免除)には現行SOLAS V/12(u)の意図する「航海設備の搭載を部分的免除」する規定が盛り込まれたが、内容が不明確なまま本会議での審議に上申された。又、左記規定を適用した際のIMOに対する報告義務規定が挿入された。

(ウ) reg25については、今次会合においてfull textという形で用意された独提案を中心に米国家、英国家、日本案が各項目毎に検討されることとなった。日本案以外はreg25の適用区分について、All shipsとして全体に基本的機能要件をかける案となっており、大勢はAll shipsを支持したため、基本的機能要件を150トン以上の船舶より適用すべきとする日本提案は受け入れられなかった。しかしながら、当該基本的機能要件の適用の150トン未満の船舶に対しては、主管庁が判断すべしとするパラグラフ(reg25.1.3)が挿入されることとなった。なお、reg25の適用日及び現存船への適用については意見が収束せず、本会議の検討に上申することとなった。

(エ) その他の規則については、reg23(型式承認)、reg2(定義)、part C-1(航海の安全のための機能要件)を中心に短時間で全体の検討を一応終了したが、他のWGとの調整及び各規則の適用等についての検討が必

要としながらも、今次会合での最終化を優先させた結果、未調整箇所を多数残したまま、本会議へ上申されることとなった。

(3) 最終日本会議における審議結果は以下のとおり。

SOLAS V章全面見直しに関する本会議における審議の冒頭、我が国より、「①本改正案にはVDR、トランスポンダ、統合船橋システム(IBS)等の現行SOLAS V章には存在しない新しい要素が多数導入されており、これらの有効性、経済的インパクト等を十分検討した上導入すべきであり、少なくとも次回NAV43の本会議において十分な時間をとりもう一度全体を検討すべきであること、②本会議において審議すべき改正案がNAV42/wp.5及び同Add.1、同Corr.1並びにNAV42/WP.9に分散されており、full textとして、全体が把握できないような状況で適切な改正案か否かを判断しかねるため、MSC67の承認を得る段階にないこと」を主張したところ、ギリシャ、メキシコ、ロシア、リベリア、ブラジル、パナマ、トルコ、ICFTU、アルゼンチン、ノルウェー、韓国より賛同の意が述べられたが、今次会合において最終化すべきとするオランダ、イタリア、ベルギー、スウェーデン、ドイツ、フィンランドと意見が対立したため、議長がフランス等からの意見を集約し、MSC67に対しては暫定改正案として、承認は求めず情報という形で提供すると共に、①NAV42はSNWコードを作成しないことを決定し、関連規定を現行SOLAS V章から戻すこととしたこと、②主としてreg25に引用されている機能要件、③reg1(適用)及びreg3(免除)の制限の以上3点について、今後NAV小委員会が取るべき方針についてMSC67の指示を待つことにした。また、ICFTUからの提案を受け、NAV小委員会はMSC67に対し、SARの観点からCOMSAR-2においてV章の適用及び免除規定(reg1, reg3)について検討する様要請するとともに、MSC67(96年12月)とCOMSAR2(97年1月)の間にほとんど時間がないことから、事務局長より直接COMSAR小委員会に要請することとなった。

尚、reg15-1(Emergency towing arrangements on tankers)、reg15-2(Safe access to tanker bows)について我が国より本規則はII-1章へ移すべき旨発言したが、V章に導入すべきとする意見とが、本会議においては数において拮抗し、このままMSCに送られることとなった。

5.2 航海と当直コード(SNWコード)について(議題10関連)

我が国はSOLAS第V章の規定に基づくSNWコードの強制化について反対した。反対の理由は

(1) SNWコードは、船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約(STCW条約)に基づく安全な当直に関する強制規定(STCWコードA)を引用し、これを

SOLAS 第V章に基づく強制規定とするものであり、SOLAS 条約と STCW 条約との各条約において規定すべき事項の区分を明らかにする必要がある。

(2) SNW コードに引用している STCW コードと STCW コードの内容に相違があることから、STCW コードの改正に伴い SNW コードの改正が必要になる。

日本の意見に賛成した国はイギリス、ロシア、ギリシア、フランス、リベリア、パナマ等であり、反対した国はオランダ、ドイツ、デンマーク、ノルウェー、アメリカ、カナダであった。小委員会の結論としては我が国の意見が多数国の支持を得て、SNW コードを SOLAS 第V章の改正案から削除することとなった。

6. その他の議題

6.1 船橋機器及び配置の人間工学的基準 (議題11 関連)

コロンビアのコード・イネクである独から、レーダ ARPA 装置の人間工学的基準案 (NAV42/11) について説明があり了承された。また、船橋機器とその配置については独を中心として今後もこうした提案を継続することとなった。なお、コロンビア・デンマークグループには既に IEC は参加しているが新しく ISO を加えることとなった。

6.2 RORO船の安全性 (議題12 関連)

RORO船に関する SOLAS CONF.の結果を受けて、DE 39において救命設備関係ワーキンググループ (LSA Working Group) による、様々な救命設備関係のスタンダードについての検討結果をノートするとともに、特に小委員会としては、高速救助艇が非常に重要な救命設備であるとの認識で、その配置に関する基準の検討をDEの作業計画に含めることを、MSCに求めることとなった。

6.3 IMO 標準海事英語コミュニケーション用語 (議題16 関連)

我が国は IMO 標準海事英語コミュニケーション用語 (SMCP)のとりまとめについては、これを支持した。反対した国はなかった。小委員会の結論としては(3.1) NAV42に提出された NAV42/16(IHO)、NAV42/16(DG)及び NAV42/16/2 (独) の各案を大筋で合意し、小委員会での審議は今回で終了する。ただし、最終案については 1996 年 11 月までに CG (議長国オランダ) でさらに検討する。

6.4 WIG クラフト (海面効果翼船) の操船形態 (議題18 関連)

関連の寄与文書はないものの、WG-Aにおいて、ロシアより、現行の海上衝突予防規則の中で WIG クラフトの交通ルールを整理してもらった旨の要請があり、離水時は水上

飛行機と見なすべきで、また離水時及び滑空中は全ての他の船舶を避けるべきである (WG-A議長)、他の高速船 (HSC) 若しくは非排水船 (ホバークラフト、水中翼船) と併せて右規則との関連性を検討すべきである (米) 等の意見が出されたが、今後、ロシアより追加情報を求めてさらに検討することとなった。

6.5 潜水旅客船の安全性 (議題19 関連)

フランスから提出された自国海域内で適用する潜水船に対する措置に関する文書 (NAV42/19) に関連して、各国政府に自国の船主等にその内容を知らせるための SN+キョー案を作成し、承認のため MSC に送付される。また、仏の情報に潜水艦のガイドラインの最終化に向けコロンビア・デンマークグループを設置し、検討を継続している DE 小委員会に送付されることとされた。

6.6 1997年の議長の選出 (議題20 関連)

議長としてフランスの J.-C. Leclair 氏が副議長にはロシアの V.I. Peresykin 氏がそれぞれ再選された。

6.7 作業計画 (議題21 関連)

すでに他の小委員会と共同で検討を行っている議題のうち、特に他の委員会での意見、要求を受けて作業を行うようなものは、議題2 (他機関の決定) 又はその他の事項で扱うことが可能であるとして、独立した議題とはしないこととなった。その結果、WIG、潜水艦の安全性、コンピュータの利用 (DE と共同) 及び MERSAR (Merohare Ship Search and Rejcue) マニュアルの改正 (COMSAR と共同) の4議題は削除されることとなった。

今回の文書提出で特段の審議も行われないような議題及び性能要件の作成が小委員会として終了したものに関する議題等が今回で議題から削除された。そのようなものとして、国際信号書、海難船の移動と沖合構造物・プラットフォームの曳航、新5章に含まれないこととなった SNW コード、今回の会合で最終化された性能基準の検討 (VDR、トランスポンダー、IBS等の性能基準に関する議題) がある。SNW コードを新5章に入れることをあくまで主張するドイツは、議題から SNW コードが削除されることに態度を留保した。

また、GNSSに関する中間会合は役目を終えたとして今回で最後となったため、作業計画等は作成されていない。

6.8 その他の事項 (議題22 関連)

- (1) プッシュャータグバージのガイドライン (MSCキョーとなる予定) については、DE39 で作成されたドラフトを支持した。
- (2) MSC66 において英国が提案した (MSC66/7/5)、船

舶に IDENTIFICATION MARKS を要求するとの提案は、有効性が現時点では証明できないとの判断で、将来において、その点が明らかになるまで審議されないこととされた。
(3) 次回会合は 1997 年 7 月 14~18 日の予定で設定された。

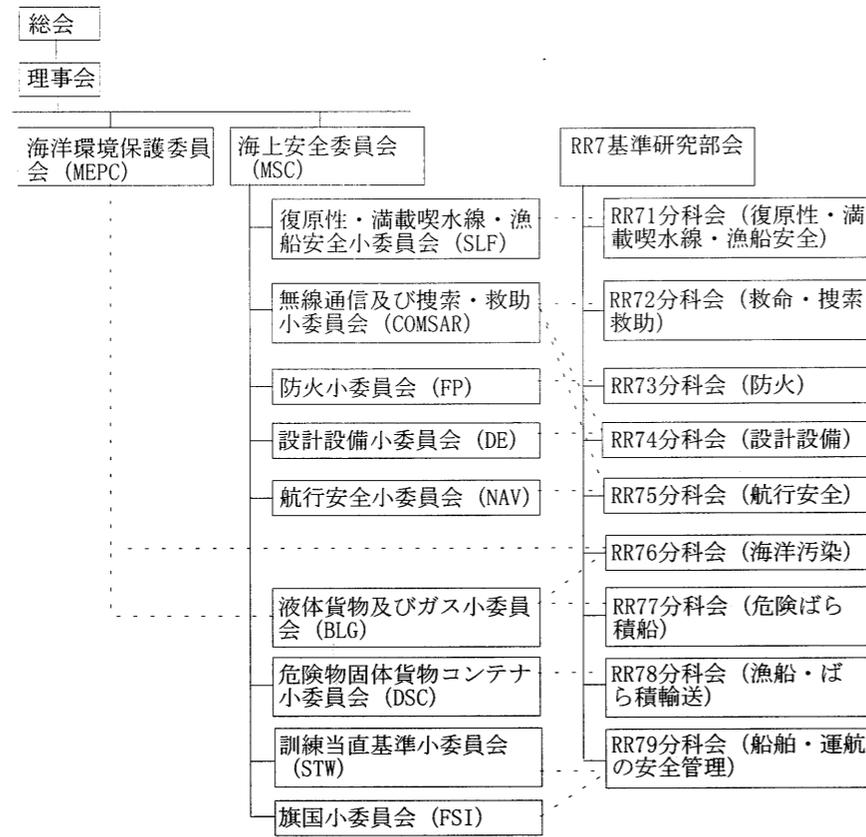


図1 IMO各委員会と造研研究協会の基準部各委員会との対応

Record of the Work Carried Out by the Japanese Committee for Radio Aids to Navigation During Fiscal Year 1995

Secretariat Office of the JACRAN

総会

平成7年度総会は、平成7年5月30日15時から海上保安庁水路部大会議室で開催された。会員数87名の内、総会出席者32名、委任状提出者45名、計77名で、当会規約第10条第4項により本総会は成立した。各議題の審議結果は次のとおりであった。

1. 平成6年度事業報告が事務局により行われ承認された。
2. 平成6年度会計報告が事務局により行われ、会計監査白居 勲氏及び中村 勝英氏の監査報告があり、承認された。
3. 平成7年度会長、副会長の選出が行われ、満場一致で会長に鈴木 務氏が、副会長には濱田 悦之氏、今津 隼馬氏及び廣田 直昭氏が選出された。
また、各幹事の委嘱については資料3のとおり了承された。
4. 平成7年度事業計画案について事務局から説明が行われ、原案どおり承認された。
5. 平成7年度予算案について事務局から説明が行われ、原案どおり承認された。

研究会

1. 第1回研究会は、平成7年5月30日、海上保安庁水路部大会議室で総会後に開催され、東京商船大学名誉教授 飯島 幸人氏の「鄭和の航海について」と題する講演が行われた。
出席者は42名であった。
2. 第2回研究会は、平成7年7月25日、海上保安庁水路部会議室において開催され、(株)NTT DoCoMo 西川 清二氏の「移動通信の現状と今後の発展」、筑波大学名誉教授 藤本 京平氏の「小型アンテナについて」と題する講演が行われた。その後、引き続き「本州四国連絡橋」と題するビデオが上映された。
出席者は46名であった。
3. 第3回研究会は、平成7年10月31日、海上保安庁水路部会議室において開催され、郵政省 坪井 康之氏の「電波監視の現状について」、日本無線協会 上田

義矩氏の「無線従事者試験制度について」と題する講演が行われた。その後、引き続き「宇宙から見た地球」と題するビデオが上映された。

- 出席者は43名であった。
4. 第4回研究会は、平成7年12月22日、海上保安庁水路部大会議室において開催され、電子航法研究所 惟村 和宣氏の「進入・着陸用航法性能要件とDGPS飛行実験について」、東京商船大学名誉教授 飯島 幸人氏の「航法に関する国際動向について」と題する講演が行われた。その後、引き続き「ダーウィンからDNAへ」と題するビデオが上映された。
出席者は45名であった。
 5. 第5回研究会は、平成8年2月22日、海上保安庁水路部大会議室において開催され、海上保安庁 岩崎 孝氏の「極東におけるロランC国際協力チェーンについて」、日本郵船(株) 岡村 米作氏の「テクノスーパーライナー「飛翔」の実験航海について」と題する講演が行われた。その後、引き続き「水」と題するビデオが上映された。
出席者は41名であった。
 6. 第6回研究会は、平成8年4月22日、海上保安庁水路部大会議室において開催され、三菱重工業(株) 金丸 英幸氏の「船舶の航海支援への音声認識の応用」、電気通信大学 樽松 明氏の「音声認識の現状と課題」と題する講演が行われた。
出席者は48名であった。

特別研究会

平成7年度の特別研究会(見学会)は、平成7年9月14日及び15日に開催され、名古屋港海上交通センター及び名古屋港内における船舶運航実態について見学を実施した。
出席者は15名であった。

幹事会

企画及び編集幹事会は、合同で平成7年4月24日、5月30日、7月25日、10月31日、12月22日

及び平成8年2月22日に開催され、予算案、事業計画、研究テーマ、行事計画、会誌「電波航法」の編集刊行等についての審議が行われた。

会誌発行

38号発行。

会員数

平成8年3月31日現在

正 会 員	39社	83口
個人 会 員	13名	5口 (終身会員) 8口 (年会員)
推薦 会 員	17名	
特別 会 員	20名	(同一大学等は1名とする)

会員の移動

入 会

正会員 DXアンテナ(株)
個人会員 渡辺 康夫氏
推薦会員 廣田 直照氏、片野 忠夫氏

退 会

正会員 東京タンカー(株)、全日本空輸(株)

電波航法 — ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW —

平成8年11月20日 印 刷 1996

平成8年11月25日 発 行 No. 39

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

夢をかたちに
信頼と創造の富士通

FUJITSU

富士通のパソコン FMVデスクパワー



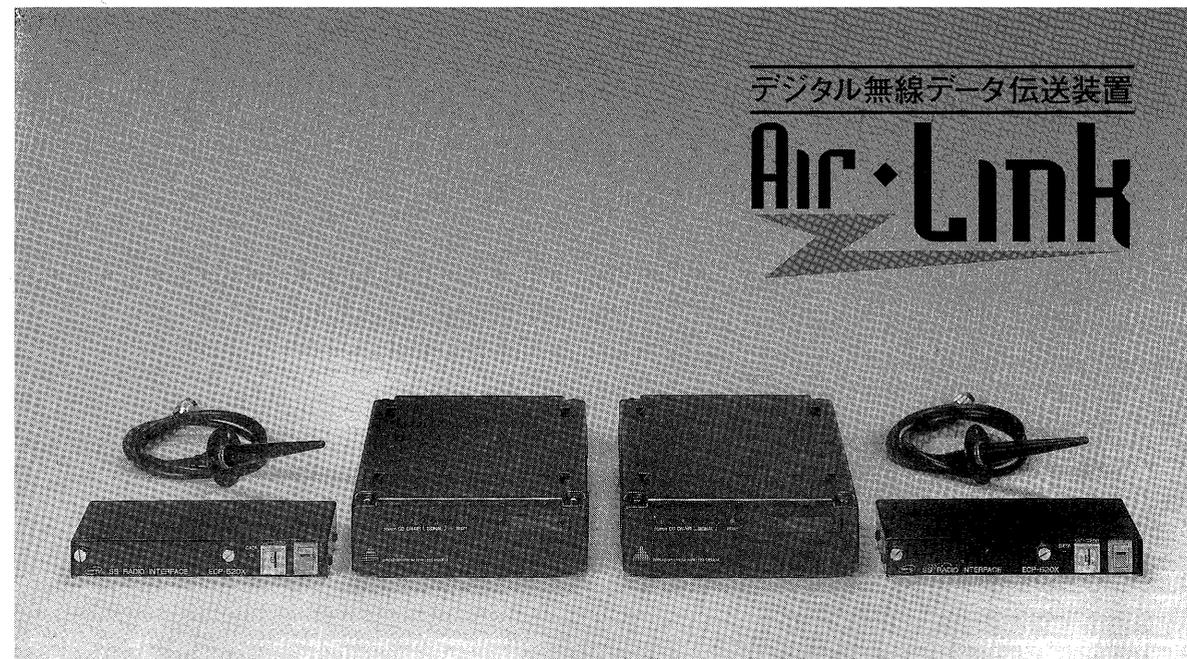
(富士通のパソコン)
FMV
DESKPOWER



Pentiumはインテル社の登録商標です。またIntel Insideロゴはインテル社の商標です。Microsoft、Windowsは、米国およびその他の国々における登録商標であり、Microsoft Internet Explorer LogoはMicrosoft Corporationの商標です。その他の名称については、一般に各開発メーカーの商標です。画面はハメ込み合成です。

千葉:043-299-3642 大阪:06-949-3270 本広告の製品カタログを | ①お手持ちのFAXから左記番号へダイヤルしてください。(G3FAXのオプション同様のみの可。)②音声に従って、資料番号を押してください。FAXにてお送りします。 | (1122)③発信音の後にFAXスタートボタンを押し、受話器を置いてお待ちください。お間違えのないよう、よく確かめておかけください。

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



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。

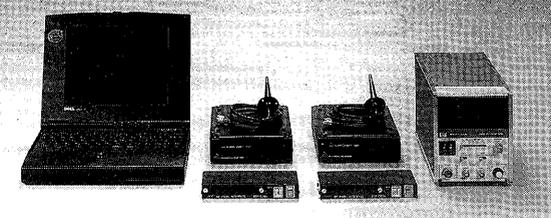
★各種アプリケーションモデルも取り揃えております。



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

負けないぞ。



高性能をワンボディに
オールインワン

Pentium®プロセッサ
133MHz

標準メモリ
16MB

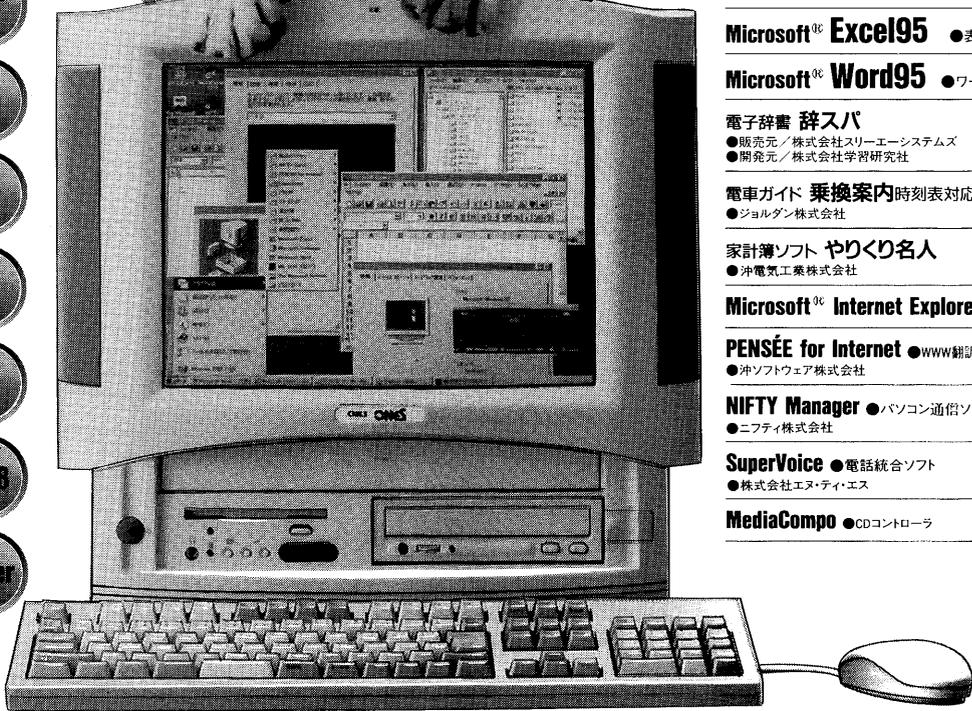
FAX/Modem
28.8Kbps

HDD
850MB

CD-ROM
6倍速

15型ディスプレイ
最大1,024×768
ドット

サウンド
Sound Blaster
互換



高性能が活きる
プレインストールソフト

Microsoft® Windows® 95

Microsoft® Excel95 ●表計算ソフト

Microsoft® Word95 ●ワープロソフト

電子辞書 辞スバ

●販売元 / 株式会社スリーエーシステムズ

●開発元 / 株式会社学習研究社

電車ガイド 乗換案内時刻表対応版

●ジョルダン株式会社

家計簿ソフト やりくり名人

●沖電気工業株式会社

Microsoft® Internet Explorer

PENSÉE for Internet ●www翻訳ソフト

●沖ソフトウェア株式会社

NIFTY Manager ●パソコン通信ソフト

●ニフティ株式会社

SuperVoice ●電話統合ソフト

●株式会社エヌ・ティ・エス

MediaCompo ●CDコントローラ

会社でも、家でもNo.1として使える高性能・低価格・
簡単パソコン。その期待に応えるオールインワンパソ
コンがOKIのONESです。ビジネスからインターネ
ット、マルチメディアも軽々とこなすプレインストール
ソフトもオールインワン。オフィスもホームオフィスも、
ビジネスに精通したOKIのONESが一番です。

オールインワン・パソコン ワンス

ONES 新製品

本体標準価格
298,000円(税別)

ONES Information ●OKIインターネットサービス:OKIのホームページ→<http://www.oki.co.jp>の「製品紹介」をご覧ください。
●沖電気ファクシミリ情報サービス:製品情報をFAXから取り出せます。(フッシュホン回線に接続されているか、トーン信号を出すFAXにのみ) FAXからダイヤル→☎03-3503-2223→音声ガイダンスに従って操作してください。→資料請求番号 520
●製品に関するお問合せは:インフォメーションサービスセンター ☎0120-490-988受付時間/9:00~17:00月曜日~金曜日(祝日は除く)

※Pentium, intel insideは、米国Intel Corporationの登録商標です。※MS, Microsoft, MS-DOS, Windowsは、米国Microsoft Corporationの登録商標です。※Microsoft Internet Explorerは米国Microsoft Corporationの登録商標です。※Sound Blasterは、Creative Technology Ltdの登録商標です。※SuperVoiceは、Pacific Image Communications, Incorporatedの登録商標です。※その他、会社名、各製品名は、一般に各社の商標または登録商標です。※本製品は、日本国内のみのサポートとなります。※この広告のディスク容量は、1MB=1000*byte、1GB=1000*MB換算値です。※ソフトのサポートにつきましては、直接、ソフトの販売元にお問合せください。