航行環境情報の表示方式に関する一考察—Ⅱ.

—実船調査によるARPA情報の解析—

有村 信夫*・山田 一成*・菅澤 忍*

湯本 宏**・大西 典一**・八田 一郎**

A Study on the Navigation Decision Support Display System-Ⅱ.

—Analysis of ARPA Data from an On-board Investigation—

Nobuo ARIMURA, Kazunari YAMADA, Shinobu SUGASAWA,

Hiroshi YUMOTO, Norikazu OHNISHI and Ichirou HATTA

Abstract

This report proposes one of the navigation support system to improve the safety of navigation. This is a system applied a method using synthesized voice with an aim of indicating information about other ships' movement for navigators on the bridge by processing data from ARPA.

In the conventional ARPA system, several different alarms are generated.

Those alarms are identified by different buzzer tones, CRT symbols and characters.

We can observe the situation on the bridge in which there is not enough time for navigators to confirm the meaning of alarms especially in the congested navigable waters. This fact means that the effective use of information is difficult in the conventional ARPA system and its difficulty leads to delay in the action of avoiding collision. We could find out one of collision causes in these situation.

The items investigated in this study are as follows;

- 1) frequency of alarm generation in ARPA
- 2) error of data displayed on CRT of ARPA
- 3) frequency of mistaking the target in ARPA
- 4) mode of conversation concerned about lookout on the bridge

All of these items were studied under actual ship operation.

The results are as follows;

- 1) The frequency of alarm generation is high, especially in mistaking targets.
- 2) From the fact that conversations concerned about lookout are patterned, the information concerned about other ships' movement is suitable for language processing by computer.

On the basis of those results, a navigation support system applied a method using synthesized voice has been constructed experimentally. In this system, data from ARPA is processed and the aural information about the movement of other ships including targets mistaken is indicated in accordance with certain decisions.

A comparison with this proposed system and the conventional system shows that the aural information could be used more effectively even in the case that it is difficult for navigators in progress of position fixing etc. to confirm the meaning of the conventional alarms.

* 正会員 運輸省 船舶技術研究所 (〒181 東京都三鷹市新川6-38-1)

** 正会員 運輸省 航海訓練所 (〒100 東京都千代田区霞が関2-1-3)

1. ま え が き

海難事故統計⁽¹⁾を分析すると、見張り不十分による他船の発見の遅れや操船者の判断の錯誤が船舶の衝突事故の主たる原因になっていることがわかる。

したがって、避航動作の原点となる周囲の航行状況の的確な把握と避航動作の最適化が図られるように、操船者を支援することが重要な課題となる。

従来の船舶用の自動衝突予防援助装置 (ARPA) では様々な警報の発生を、警報音や CRT 上にシンボル表示又はアラームランプの点灯又は点滅を併用することにより、操船者に知らせている。

一方、近年、経済活動の発達に伴って運航要員の省人化が進む中で、操船者は、見張り作業の合間にも海図による航路の確認や船位確認等の煩雑な業務に従事している。

そのため、ARPA による警報の発生頻度が高い輻輳海域において、操船者は警報音自体を煩雑に感じる場合もあり、また、そのような状況下にあっては、警報内容の確認を行う余裕がない場合もある。

このような状況を解決すべく、前報⁽²⁾では航行環境情報の把握を支援する方法として、閉塞度指数による海域情報を画像表示する方式について検討した。

今回は、実船において、ARPA の表示データと船橋における見張りに関する会話様式を調査分析した。その結果を踏まえて、人間による見張り報告と同様な会話様式で、合成音声による警報を発生する音声警報指示方式の検討を行ったので報告する。

2. 実船調査の概要

レーダ情報を有効に活用するため、レーダ航法に関わる避航操船の研究^(3,4,5)が広く行われている。

表1 ARPA データの出力例

Date:90/02/05 Time:15:17:48									
[Own Data] -----									
Speed: 17.5 (knt)									
Course: 270 (deg)									
[Target Data] -----									
No.	Distance (n.m)	Bearing (deg)	Speed (knt)	Course (deg)	DCP (n.m)	TCPA (min)	ターゲット・フラッグ		
							F1	F2	F3
1	5.1	333	16.5	50	5.1	0.9	3	1	0
2	3.8	230	11.9	161	3.7	3.2	3	1	0
3	5.2	278	9.9	19	3.4	13.2	3	1	0
4	5.2	269	4.3	31	1.1	19.3	3	1	0
5	3.7	202	11.6	147	3.7	-0.9	3	1	0
6	8.8	264	18.1	46	3.1	17.2	3	1	0
7	5.7	259	12.0	0	3.1	16.4	3	1	0
[Alarm Data] -----									
AF1 = 0, AF2 = 0, AF3 = 0, AF4 = 0, AF5 = 0									
[ターゲット・フラッグの内容] -----									
F1: 目標捕捉状態 (0:ノットラッキング 1:初期捕捉目標 3:ベクトル表示目標)									
F2: 目標シンボル (0:ノットラッキング or 初期捕捉 1:安全 2:危険 3:重危険)									
F3: ロスト (0:捕捉目標 1:ロスト目標)									
[アラームの内容] -----									
AF1: 目標 20 オーバ AF2: ロスト・ターゲット AF3: ガード・リング									
AF4: 重危険目標 AF5: 危険目標									

VTR に収録した。調査時の海象は目測波高 1.5 m 以下で、レーダ画面上には特に目立った海面反射はなかった。

なお、表1に ARPA データの出力項目を例示した。

2.1 調査海域の航行状況

他船の捕捉は、手動捕捉により行った。調査中の捕捉隻数は225隻（狭水域；友が島水道から神戸港間で121隻、沿岸域；館山港から紀伊水道間で104隻）であり、その内、12隻に対して避航操船を行った。また、自船の近傍海域を航過したため、操船者が特に注意を払った船舶は31隻であった。

2.2 ロスト警報の発生頻度

今回使用した ARPA では、5種類の警報（危険目標、ロスト目標、入力目標数のオーバ、ガードリング侵入、システム故障）が具備されている。

この警報の中では、ロスト目標警報（以下、これを「ロスト警報」と言う。）の発生頻度が高く、図1に示す

図1 ロスト警報の発生状況

通り、狭水域では62隻、沿岸域では76隻の船舶に対して発生している。

ロスト警報は、捕捉、追尾されている目標の追尾状態が何らかの原因で約5スキンの間不安定になって、追尾続行が不可能となった時、約5スキンの間、1スキンの割合で発生するブザーと、CRT上の破線ベクトルによるシンボル表示及びアラームランプの点灯を併用して行っている。

ロスト警報発生時のロスト目標は以下の、

イ) 警報が鳴っていても、5スキンの間に追尾を再開して、正常に復帰する目標（以下、これを「追尾不安定船」と言う。）の場合

ロ) 捕捉、追尾目標が完全に消失して追尾続行が永久に不可能になる目標（以下、これを「追尾続行不可能船」と言う。）の場合

に分類される。今回の測定データでは、

イ) の追尾不安定船が狭水域で24隻、沿岸域で43隻あって、ロ) の追尾続行不可能船が狭水域で38隻、沿岸域で33隻発生している。また、追尾続行不可能船はロスト警報発生船全体に対して、狭水域では約61%、沿岸域では約43%を示している。

したがって、全てのロスト警報に対して、ロスト目標の確認を行うことが困難な場合も生じる。

ロスト警報発生の対象となった船舶のうち、追尾不安定船の衝突の危険性は、正常な捕捉、追尾状態に復帰した後もARPA情報から知ることができる。しかし、追尾続行不可能船の場合にはARPAの捕捉情報も停止してしまうため、危険な見合い関係にあるロスト目標の確認を怠ると、衝突事故が発生する可能性が高くなる。

図1の追尾続行不可能船の衝突の危険性について、ロスト警報発生以前の安定な状態で捕捉、追尾されている時に予測される針路上の閉塞度指数（以下、これを「潜在的閉塞度指数」と言う。）の最大値を求めて調べると、追尾続行不可能船の中には、潜在的閉塞度指数が1%以上の海域（以下、これを「潜在的閉塞海域」と言う。）に針路を採って航行する4隻の船舶が存在していることが図2から判る。なお、図1における潜在的閉塞船とは、この4隻の船舶を指す。

図2 追尾続行不可能船の潜在的閉塞度指数分布

図3 追尾続行不可能船の発生分布

図3は、図1に示した追尾続行不可能船について、最接近時間 (TCPA)、最接近距離 (DCPA) 及び自船からの距離毎に発生分布を示したものである。図3から、追尾続行不可能船は TCPA が正から負に変化する時に多く発生して、自船の近傍海域にも存在していることが判る。

以上の結果より、ロスト警報には、衝突の恐れのある船舶、あるいは衝突の危険性の高い船舶 (以下、これを「危険な船舶」と言う。) 及び将来において危険な船舶となりうる船舶 (以下、これを「危険性のある船舶」と言う。) に対するものと、安全な状況のもとで航過していく船舶に対するものとが混在していることが判る。

したがって、衝突予防上見張りを継続して行く必要がある船舶に関する ARPA の警報を操船者に確実に伝達するためには、次の点を改善することが重要と考える。

a) Targetの相対航跡

b) 捕捉後の時刻歴 (MIN)

図4 捕捉状況とデータの時刻歴

上あって、捕捉後約35分間は DCPA が 3 N.M. 以下で直進する船舶を対象とした。これらの表示データの誤差の時刻歴を図5に示している。なお、それらの捕捉データの解析範囲は TCPA が20分から-10分までの間とした。

表2は、図5の捕捉データの針路と速度に関する標準偏差値 (S.D.) を求めて示したものである。表2によると、他船の標準偏差値 (針路; 5.31 deg., 速度; 0.82 knt) は、自船の標準偏差値 (針路; 1.72 deg., 速度; 0.27 knt) に比較して、約3倍大きいことが判る。

表2 表示データの解析範囲における標準偏差値

	速度	針路	DCPA	TCPA
自船 S.D	0.27 Knt	1.72 Deg		
他船 S.D	0.82 Knt	5.31 Deg	0.28 N.M	0.41 MIN

イ) ロスト警報については、ロスト目標との相対位置関係及び見合関係を解析した上で、その指示方法を選択する。すなわち、危険な船舶及び危険性のある船舶については、警報音と CRT 上のシンボル及びアラームランプを併用して注意を喚起する。また、安全に航過する船舶については、CRT 上のシンボル及びアラームランプで指示する。

ロ) 危険な船舶及び危険性のある船舶との見合い関係についての警報の内容は、操船者がより把握し易い方式を採用する。

2.3 表示ベクトルの誤差

ここでは、ARPA が算出、表示する針路、速度、DCPA 及び TCPA に関する誤差について考察する。

図4は、安定な状態で捕捉、追尾された目標の相対航跡と表示データの時刻歴を示したものである。図4の自船は針路; 002 deg., 速度; 15.8 knt で、他船は針路; 180 deg., 速度; 10 knt で航行しているが、捕捉の初期の段階と、TCPA が正から負に変化する領域で、誤差が大きくなることが判る。

a) 捕捉状態と表示誤差

ARPA のベクトル表示は、捕捉後約32秒から58秒経過して開始されているが、捕捉初期には誤差が大きく、安定な表示データは約3分経過してから得られる。また、自船が変針中に捕捉を開始した場合は、さらに時間を要し、安定なデータが得られるまでに約5分以上かかる場合もある。

そこで、次の解析では、表示データが安定するまでの所要時間を約5分と仮定した上で、捕捉開始時の TCPA が約25分以上

さらに、他船の位置関係によって誤差がどのように変化するかを詳細に調べるため、上記の解析範囲を10分間隔に3分割して、速度、針路、DCPA、TCPA の誤差頻度分布と標準偏差値を図6の上段からそれぞれ示している。そして、図6の下段には、同区間において他船との位置関係を相対距

図5 捕捉時の表示データ誤差例

図7 追尾航行が不可能となる直前5ステップ間の誤差変化

図6 他船の位置関係による誤差分布

離分布で示している。

他船の位置関係を3分割したのは、左側の図から見張り海域(TCPA; 20分から10分)、避航判断海域(TCPA; 10分から0分)、航路復帰海域(TCPA; 0分から-10分)を通過している状況に相当していると考えたためである。

表示誤差は避航判断海域で特に小さく、速度、針路、DCPA及びTCPAのそれぞれの標準偏差値は0.46 knt, 3.17 deg., 0.16 N. M., 0.20 min. である。最接近点を通過した後の誤差変化は大きく、速度誤差は非対称に分布して、増速する傾向が認められる。

このように、ARPAの表示誤差は捕捉後の位置関係で変化しているため、将来の針路上の衝突の危険性を判定する場合には、図6のような誤差変化の影響も考慮する必要がある。

なお、偏差値を求めるための標準値は、図5で捕捉状態が安定するTCPAが5分から15分までの間の回帰直線から求めた。

b) ロスト目標とロスト警報

ロスト警報発生の対象となった船舶の衝突の危険性を評価する場合には、表示誤差を考慮する必要がある。

目標の追尾続行が不可能となるまでの誤差を考察するにあたり、ここでは、ARPAデータの出力が2ステップ毎に行われているため、それを1ステップと表現することにする。

図7は目標の追尾続行が不可能となる直前の5ステップ間の針路と速度の誤差を各ステップ毎に示したものである。この偏差値を求めるための標準値は、目標の追尾続行が不可能となる6ステップ以前のデータによる回帰直線から求めた。

ロスト目標の誤差は、目標の追尾続行が不可能となる5ステップ前の標準偏差値と比較して、目標の追尾続行が不可能となる1ステップ前は、針路で約2.4倍、速度で1.7倍大きくなっている。また、図6で示した最も安定した捕捉状態の避航判断海域における標準偏差値と比較すると、目標の追尾続行が不可能となる1ステップ前は、針路で5.5倍、速度で4.1倍大きくなっている。

したがって、ロスト目標との衝突の危険性に関する判定は、目標の追尾続行が不可能となった時点の航行状態で評価するのではなく、ロスト警報発生以前の安定した捕捉状態のデータで評価する必要がある。

言い替えると、ロスト警報は、危険性のある船舶及び危険な船舶であって見張りを継続して行う必要のあった船舶、及び自船から一定の範囲にある船舶の中のロスト目標に対して音声とCRT上にシンボル表示及びアラームランプを併用して指示し、他のロスト目標に対してはCRT上にシンボル表示とアラームランプだけで指示するのが妥当と考える。

3. 船橋内における会話様式の調査

前節の結果より、ARPAの警報を効果的に活用するためには、見張りを継続する必要がある船舶の情報を確実に伝達することが重要であることが判った。

以下の考察では、幅員海域や狭視界域を航行中の操船者に対して、この目的を実現するため、危険な船舶及び危険性のある船舶又はロスト目標についての発生状況に関する警報を自然言語の合成音声で確実に伝達する方策について実船調査と検討を行った。

3.1 船橋における会話の特徴

実船調査により、船橋の会話の使用目的は、主に次の3種に分類されることが判った。

- イ) 命令とその命令に対する復唱及び命令実行後の報告とそれに対する応答
- ロ) 見張りに関する報告とそれに対する応答
- ハ) 周囲の航行状況等に関する会話

上記のうち、ハ)は一般的な会話であるが、イ)及びロ)については、曖昧な情報の伝達を避けるため、パターン化されている。

3.2 見張り報告

ここでは、今回の目的から見張りに関する報告に注目する。

見張り報告における曖昧さは、安全を運航を阻害することになるから、限定された要素が一定の順序に基づい

図8 見張り時の位置表現

図9 見合状況の区分け表現

て報告される。

報告とそれに対する応答の一例を次に示す。

イ) 見張り員の報告

「右舷・3ポイント・5マイル・ニ・横切り船・ガ・2杯・アリマス」

ロ) 操船者の応答

「ハイ」

見張り報告における他船の方位に関する要素は図8のように、また、他船との見合関係については、海上衝突予防法に基づいて図9のようにモデル化することができる。

上記例に示した報告には、他船の方位の変化が要素として加わる場合も多い。また、操船者は、特に注意を要すると思われる見合関係の場合には、TCPA や DCPA についての情報も求めるから、それが報告に含まれる場合もある。

これらの調査結果から、見張り報告に用いられる一連の用語は、計算機による自然言語処理に適していると言える。

ARPA からのデータを計算機で処理し、ある判断のもとに、自然言語処理した合成音声によって、見張りの支援を行うとすれば次のような警報指示の例を実現することができる。

イ) 「右舷 3ポイント 4マイル ノ 横切り船 ニ 注意」

ロ) 「右舷 4ポイント 3マイル ノ 横切り船 オモテ 1ケーブル ヲ 航過スル」

ハ) 「ロストターゲット発生 右舷 1ポイント 2マイル ノ 反航船」

4. 音声警報指示装置

従来の ARPA が発生する警報は警報音、CRT 上のシンボル及びアラームランプの併用によってなっており、その情報が有効に活用されない状況があることはすでに述べた通りである。

そこで、操船者が ARPA の情報をより有効に活用できるよう、次の構成からなる音声警報指示装置を試作した。

イ) ARPA データの読み込み部

ロ) 音声警報指示部

ハ) 画像警報表示部

4.1 音声警報指示部の装置概要

音声警報指示部のアルゴリズムについては、図10に示す。

音声警報指示部で警報を発する対象船舶は、次の5種類とした。

図10 音声警報指示部のアルゴリズム

図11 警報の発生位置と航行状態

イ) 見張り指示船：潜在的閉塞度指数が1%以上の船舶

ロ) 注意指示船：潜在的閉塞度指数が50%以上で、現在の閉塞度指数も1%以上の船舶

ハ) 危険指示船：潜在的閉塞度指数が70%以上で、現在の閉塞度指数も50%以上の船舶

ニ) ロスト指示船：イ)、ロ)、ハ) 及び一定の距離内にある船舶でロスト目標となった船舶

ホ) 方位変化指示船：ロ) 及びハ) であって、自船との相対方位が変化した船舶

次に本装置の概要を説明する。

本装置は、ARPAの出力データを2スキャン毎に受信し、他船との位置関係や見合関係及び自船の航行状態から、危険な船舶及び危険性のある船舶又はロスト目標を検出した上で、警報対象船を判定する。

また、音声警報の内容の語彙リストは、警報の種類、他船との相対位置関係、見合関係等のデータを基に、計算機上に構成した語彙分類アルゴリズムで作成する。

合成音声による警報は、語彙リストと音声単語辞書の索引から音声単語デジタル・データとして取り出し、それをD/A変換後増幅して、スピーカから1回に2度繰り返して発生する。また、音声警報と平行して、閉塞度指数の等高線図と警報対象船のシンボル、数値・文字情報をCRT上に表示する。

4.2 実船における適用例

操船上における本装置の適用上の問題点を考察するため、実船で調査し、その適用例を図11. a), b) に示す。なお、図11. a) のA~G地点については、図11. b) の捕捉時刻のA~Gに対応している。

図11. a) は、警報対象船の捕捉開始時(A地点)から避航完了(G地点)までの相対航跡と警報開始位置(B地点；見張り指示船に対する警報の開始時、D地点；注意指示船に対する警報の開始時、E地点；危険指示船に対する警報の開始時)及び不安定船に対するロスト警報の発生時(C地点)、避航動作の開始時(F地点)を示している。

図11. b) には上段から複数船舶の潜在的閉塞

度指数の最大値、閉塞度指数、DCPA 及び TCPA、自船針路の時刻歴を示している。

図11. b) の潜在的閉塞度指数と DCPA には、捕捉初期の図6の見張り海域 (TCPA; 20 min. から10 min. の間) に対応した海域で表示データの誤差の影響が現われているが、図6の避航判断海域 (TCPA; 10 min. から0 min. の間) に対応した海域では誤差が小さいことが判る。

この見合い関係のもとでの注意指示船に対する警報は、D地点で発生後しばらくして危険指示船に対する警報に変わっている。

また、自船は、閉塞度指数が78%になった時点で、右舷に23度変針して、避航動作を行っている。

図11の注意指示船に対する警報の発生開始時 (D地点) と避航変針後に対応した閉塞海域情報は、それぞれ図12. イ) の a), b) と図12. ロ) の a), b) に例示している。

図12. イ), ロ) の a) の等高線図は、危険な船舶と遭遇する海域の潜在的閉塞度指数を示す海域情報で、自船が針路を変更して避航した場合に生じる潜在的閉塞度指数を模擬的に解析して、外側から潜在的閉塞度指数の25%, 50%, 75%, 95%値を表示している。

図12. イ), ロ) の b) の上段は現在の針路上の潜在的閉塞度指数の予測値、中段は自船が針路を変更して避航した場合に生じる旋回方向の潜在的閉塞度指数の最大値の予測値、下段は旋回方向の潜在的閉塞度指数の最大

表3 警報の主観的評価指標

a) 航行状態の主観的評価

1	衝突のおそれは無いが余裕を見て避航する
2	衝突のおそれを生ずる可能性がある
3	衝突のおそれがある
4	衝突の危険性がある

b) 警報の参照度合い

1	全く参考にしない
2	少し参考にした
3	大変参考にした

表4 警報の参照度合い

航 行 状 態		操船者の主観的評価		
見合状況	着目船隻数	危険評価	画像警報	音声警報
反航船	2	1	1	1
	1	2	1	1
	1	2	1	1
	1	2	1	1
	2	2	1	1
	1	2	2	1
	3	3	2	1
	2	3	2	2
横切り船 *イ *ロ	1	1	1	2
	1	2	2	2
	3	2	2	2
	2	2	1	1
	1	3	1	1
	1	3	1	1
	1	3	2	2
	1	3	3	2
	2	3	2	2
	3	3	2	2
漁労船 追越し船 停留船	1	2	1	1
	1	2	2	2
	2	3	2	2

(*イ, *ロ: については、文中で説明)

(a) 閉塞海域情報 (b) (上) 針路上の閉塞度指数 (中) 潜在的閉塞度指数の旋回情報 (下) DCPAの旋回情報

イ) 注意警報発生時

(a) 閉塞海域情報 (b) (上) 針路上の閉塞度指数 (中) 潜在的閉塞度指数の旋回情報 (下) DCPAの旋回情報

ロ) 23度避航変針後

図12 画像による閉塞海域情報の表示例

値に対応した最接近距離の情報を表示している。

この図12. イ), ロ) の閉塞海域情報から, 避航前に予測した変針による潜在的閉塞度指数の変化の予測値と変針避航後の閉塞度指数値がよく合っていることが判るので, このような潜在的閉塞海域による情報は, 避航動作の効果を予測する判断情報になりうる。

4.3 音声と画像による警報の参照度合いと伝達効果

本装置を用いた警報の音声と画像による警報の参照度合いをアンケート方式で調査した結果を次に述べる。

避航対象船の主観的危険度の判断項目は, 大藤氏等の評価量⁽⁷⁾に準じて, 表3. a) の4段階に分けた。また, 警報の参照度合いは, 表3. b) の3段階に分けて調べた。

ここでは, 21件の見合関係についての操船者の主観的評価結果の例を表4に示す。表4によれば, 音声と画像による警報は反航船の場合よりも, 横切り船や追越し船, 停留船の場合に参照されている。特に, 下記の航行環境の,

イ) 視界制限状態において, 視認できていない他船の動静を知りたい場合

ロ) 自船が針路保持船であって, 他船の避航動作が遅れているような見合い状況下で, 自船の避航海域を判断する場合

に, この有効性が認められた。

また, 調査の結果, 音声による警報指示方式は従来の警報音を用いた方式に比較して, 次の様な点で改善が認められる。

イ) 見張り以外の作業に従事している時でも指示内容を聴覚により把握することが可能である。

ロ) ブザーによる警報の確認作業の煩雑さが軽減するので, 情報の伝達時間の高速化が図られる。

ハ) 音声による警報を基に画像による警報への注意喚起ができるため, 画像や文字の情報をより効果的に活用することが可能である。

ニ) 操船者は, 警報の種類, 注意すべき船舶の所在位置, 見合状況, 予測航過状況等の警報内容を正確に把握できる。

5. ま と め

ARPA の支援情報を操船者に効率良く伝達するため, ARPA の表示データと船橋内における見張りに関する会話様式を実船で調査した。

考察の結果より, ARPA の警報を効果的に活用するためには, 見張りを継続する必要がある船舶との見合い関係についての情報を, 操船者がより把握し易い方式で確実に伝達することが重要であることが判った。

ここでは, 上記の課題に対して, 船橋内の定型化された会話様式が, 音声の自然言語処理に適することに着目し, 音声警報指示装置を試作して, 本装置の有効性を実船で調査した。

調査の結果, 次の改善が認められた。

イ) 警報内容を聴覚により正確に把握できる。

ロ) 警報内容の確認作業の高速化が図られる。

ハ) 音声警報を基に画像による警報への注意喚起ができる。

したがって, 画像や文字情報の他に, 見張りに関する警報の意味・内容を自然言語処理による音声で支援する音声警報指示方式を提案する。

謝 辞

本実船調査に御協力・御支援を頂いた航海訓練所研究第2課長南雲洋一氏, 岡野良成教官他, 銀河丸乗組員ならびに日本無線株式会社・技術第2部船舶レーダ課の関係者各位に感謝の意を表します。

参 考 文 献

(1) 海難審判協会: 海難審判の現状 (昭和58, 60, 62年)

(2) 有村, 山田他: 航行環境情報の表示方式にする一考察, 日本航海学会論文集82号, pp.93-101, 平2-3

(3) 今津隼馬著: 避航と衝突予防装置, 成山堂, 昭59

- (4) 笠原包道：レーダ避航法の論理的考察，日本航海学会論文集51号，pp. 69～76，昭49-7
- (5) 辻啓介他，岩崎寛希：衝突予防装置の運用実験―Ⅰ，日本航海学会論文集71号，pp. 31～40，昭60-1
- (6) 日本無線株式会社：ARPA JAS-800 取扱説明書
- (7) 大藤高広，原潔，小川征克：決定木最適化法による避航操船に関する知識構造，日本航海学会論文集84号，pp. 29～36，平2-10.

質 疑 応 答

笠原包道(神戸商船大学)：ロスト・ターゲット警報の発生が多いようですが，これは目標の捕捉及び追跡方式に深く関わっていると思います。

- (1) これは，一台の ARPA のデータですか。
- (2) 捕捉方式は，どんな方法ですか。

有村信夫：

- (1) 今回は一台の ARPA でデータ収集を行いました，今後他の ARPA を使用する機会があればデータ収集を行って，他の ARPA と比較して見たいと考えています。
- (2) 今回の調査は，手動捕捉で行いました。理由は，自動捕捉にすると不要な物標の捕捉やロスト目標捕捉の発生頻度がさらに増すためです。