

会誌 “ NAVIGATION ” 投稿用紙

提出日 平成 13年12月18日

表 題	和文 AIS の実海域実験報告					
	英文 (なるべくタイプ) Report of Field Experiments of AIS					
著 者 氏 名 会員種別	和文 福戸 淳司			和文 今津 隼馬		
	英文 Junji Fukuto			英文 Hayama Imazu		
	会員種別 正会員			会員種別 正会員		
	和文 小林 英一			和文 有村 信夫		
	英文 Ei'ichi Kobayashi			英文 Nobuo Arimura		
	会員種別 非会員			会員種別 正会員		
連 絡 先	(〒181-0004)					
	住所 東京都三鷹市新川 6 - 3 8 - 1 海上技術安全研究所 システム技術部					
	氏名 福戸淳司					
	電話 0422-41-3128			FAX 0422-41-3126		
原 稿 内 訳 (各正1部、副2部)	本文		7 枚	本文文字数		
	図		8 枚	換算文字数		
	表		2 枚	換算文字数		
	写真			換算文字数		
	合計提出枚数		17 枚	合計文字数		
著者写真						
原稿区分(で囲む)	研究・調査	解説・展望	報告	文献紹介	会員の声	その他
対 象 分 野 (主たる分野を で囲む)	航法一般、電波航法、衛星航法、通信、水路図誌、航行援助施設、航法計器、 制御技術、交通管制、交通容量、衝突回避、航路選定、行船、操縦性、耐航性、 係留・錨泊、造船ぎ装、保守・整備、海難救助、汚染防止、安全運送、能率運送、 港湾施設、貨物、労働環境、人間工学、漁船・漁労、教育・訓練、人工知能、情報処理、 計算法応用、法規、気象・海象、リモートセンシング、その他()					
別 刷 (有 料)	部 (希望される方は最低 50 部より 10 部単位でお申し込みください)					
ワープロ使用の場合	機種名 IBMPC	プログラム MS Word		バージョン	2000	
通 信 欄						

著者が4名を越えるときは同一の書式にて通信欄にご記入ください。

研究・調査 AIS の実海域実験報告

福戸 淳司*・今津 隼馬**・小林 英一***・有村 信夫*

Report of Field Experiments of AIS

Junji Fukuto, Hayama Imazu, Eiichi Kobayashi and Nobuo Arimura

1. はじめに

SOLAS 第 5 章の改定により、2002 年から 300 総トン以上（内航船の場合は 500 総トン以上）の船舶に船舶自動識別装置（AIS: Automatic Identification System）が搭載されることとなった。この AIS を使えば、他船について多くの情報を自動的に入手できることから、船舶の安全運航に非常に有効であると言われている。しかしながら AIS を船舶運航に役立てるには、情報収集手段や、収集情報の種類とその品質が船舶運航技術にどのような影響を及ぼすかについて十分に検討しておく必要がある。そこで東京商船大学を中心に海上技術安全研究所、日本無線株式会社の 3 者は、AIS に関しての実海域実験を 2001 年に実施したのでその結果を報告する。

2. AIS の概要

AIS は船舶自動識別装置と訳されているように、船舶を自動的に識別するため、VHF の特定チャンネルを用いて、以下のような処理を行う。

- 1) 連続的に自船のデータを放送して、他船や陸上施設に知らせる。
- 2) AIS が使用するチャンネルをモニターし、他船や陸上施設からの情報を受信する。
- 3) 得られた情報を処理して表示・利用する。

これにより、船同士あるいは船と VTS 等の陸上施設間でその存在が自動的に確認できると共に、この双方向通信を用いて多種多様な情報をやり取りすることが可能となる。その情報としては、最新の存在情報としての位置情報を含む動的情報の他、静的情報、航海関係および安全関係等情報の 4 種類に分類できる。

* 独立行政法人 海上技術安全研究所

** 東京商船大学

*** 日本無線（株）

(1) 動的情報

AIS に接続された各種センサーを通して計測された状態量で、その船の航行状態を表す。具体的には、その船固有の番号である MMSI (Maritime Mobile Service Identity) 番号の他、船位(精度とインテグリティを含む)、対地針路、対地速力、船首方位、回頭率、測位の時刻(UTC 時刻)がある。これらの情報により、どの船がどこにどのような状態で存在するかが識別できる。

(2) 静的情報

固有あるいは静的な情報であり、AIS が装備された時点で入力される情報である。この情報としては、その船に割り当てられた MMSI、コールサインと船名、IMO 番号、船長と幅、船型、測位用アンテナ位置がある。

(3) 航海関係情報

航海計画や積荷等に関する情報で、喫水、危険貨物、仕向港と ETA、航海計画(ウェイポイント)がある。この情報には航海毎に手による情報の更新が必要な情報である。

(4) 安全関係情報

安全等に関する短い自由フォーマットのメッセージで、任意の時刻に、個別の船または陸上局に対する指定通信、あるいは自船の周りの船及び陸上局に対する放送という形で送ることができる。

この 4 種類の情報の内、(1)の動的情報は、その船の航行状況に応じて、表 1 に示される更新間隔で送信される。ここで IMO 基準と IEC 基準と 2 つを示したのは、本報告執筆現在(2001 年 12 月)、IMO においてはここでいう IMO 基準で、IEC ではここでいう IEC 基準で、その性能基準が議論されていたため、今後 IEC 基準の方に統一されるものと思われる。(2)および(3)の静的及び航海関係情報は 6 分間隔あるいは更新・要求があったときに自動的に送られる。

表 1 を挿入

従来、海上においてこうした情報を収集することは不可能であり、一部はレーダ等で得られたものの、ほとんどの情報は見張りにより相手船の動向を観察し、推測していた。また、輻輳海域ではすぐそこにいる船に対してであっても意思疎通する手段は限られていたが、AIS を利用することにより情報を伝達できるので、この機能をうまく使用すれば、今まで以上の安全性の向上を実現することができ

る。

3. AIS 実海域実験

3.1 実海域実験の目的

AIS は、操船支援という意味で大変有用である反面、その特性を把握した上で使用しないと、思わぬところで重大な危険を招くこととなる。そこで、東京商船大学、海上技術安全研究所及び日本無線（株）は、AIS の基本機能を確認すると共に従来他船の情報収集に用いられてきた ARPA 情報との特性比較を行うため実海域実験を実施したので、その結果を報告する。

具体的には、AIS による通信の到達距離や情報更新レートの確認、ARPA や AIS 等多様な情報を統合するために必要な、情報精度の比較や針路等の変化に対する遅れの比較といった ARPA 情報と AIS の情報特性の調査を行った。

3.2 実験局の設定

AISは2002年7月から順次搭載義務化されるが、現時点ではIMO基準に完全に適合した装置は、実験を行った2001年5、6月現在まだ日本では入手できない。しかし、基準に適合したAISのほとんどの機能を持つAISは、スウェーデンSAAB社及び日本無線社で開発され、入手可能となった。そこで、この2社のAISを用いて、計3局の実験局を設定し、実海域実験を行った。実験局は、東京商船大学内に陸上局として1局、船舶局として東京商船大学の練習船「汐路丸」及び「おおたか」にそれぞれ1局を設定した。表2に設置状況を示す。なお、「おおたか」の船舶局1には、電子ジャイロコンパスを接続し、針路及び旋回角速度情報を供給した。

表 2 を挿入

3.3 通信可能距離の検証

AIS 信号の到達距離について検討するため、陸上局と停船している「汐路丸」から発せられる AIS 信号を、東京湾を航行する「おおたか」で受信する形でそれぞれの信号受信レベルの計測を行った。

AIS の技術基準を定める IEC の規格 IEC61993-2(2001 年 9 月時点ではドラフト) では、AIS の受信感度は、アンテナ入力レベル-107dBm(=6dB μ)において、パケ

ットエラーレートが 20%以下と規定されている。

図 1 と図 2 に、「おおたか」で計測した陸上局及び「汐路丸」からのアンテナ入力レベルと局間距離の関係を示す。

今回使用した AIS トランスポンダの空中線電力について、陸上局の AIS トランスポンダは 12.5W、「汐路丸」の AIS トランスポンダは 10W であることに注意が必要であるが、この測定結果から、IEC の規格を基に判断すると、実用上の通信距離の目安としてほぼ 12 マイルであることが確認できた。

図 1 及び図 2 を挿入

3.4 通報率の変化の検証

AIS では、表 1 で示したように、航行状況に応じて自船情報の更新間隔を変えなければならない。実験では、自船船速 14 ノットを境に、通報率が 12 秒から 6 秒或はその逆となることを検証するため、陸上局より「おおたか」の変速による通報率の変化を記録した。AIS は、自船の船速を GPS により SOG(対地速度:Speed over Ground)として計測し、その SOG を基に、通報率を変更する。

図 3 を挿入

図 3 に、船速を 17 ノットから 13 ノットに変速した場合の、船速と通報率の様子を示す。図から判るように、SOG を 14 ノット以上から 14 ノット未満に変化させると、変化した時点から 4 分後 (ITU-R M.1371 に準拠) に、通報率が 6 秒から 12 秒に変化することが確認できた。

3.5 AIS 情報と ARPA 情報の比較

従来、他船情報の収集は、目視の他はレーダが用いられてきた。さらに、航海支援機器でこうした情報を用いるためには、レーダの ARPA 機能から得られる情報を取り込んで利用してきた。こうした中で、AIS は有用な他船情報源として、航海支援に有効に使用されることが期待できる。しかし、従来からある ARPA 機能を今後も使用するためには、それぞれの情報の特性を把握し、その特性に基づいて他船情報を提供することが重要である。そこで、「汐路丸」のレーダ / ARPA を使用して、AIS を搭載する「おおたか」の情報を AIS 情報と同時に計測し、そ

の特性を調査した。

調査に際しては、「汐路丸」で「おおたか」を捕捉後、3分間は一定針路と速力を保った後、変針又は変速し、その後のそれぞれの値の推移を計測した。

図4は、「おおたか」が変速した場合の実験例を示す。図4の左は船速の時系列、右は方位の時系列である。図中 印が ARPA からの信号、 印が「汐路丸」で受信した AIS 情報、 印が陸上局で受信した AIS 情報を示しており、左図では ARPA に関しては対水速度、AIS に関しては対地速度をプロットしている。また、右図では、ARPA 及び AIS から得られた針路及び船首方位をプロットしている。ここで船首方位は、電子ジャイロで計測した船首方位が AIS 信号として送られてきた値である。図4左図から、AIS 情報では、速度の変化を20秒後に正確に伝えているが、ARPA では約100秒遅れて伝わっている事がわかる。

図4を挿入

図5に、「おおたか」が230度から240度に変針した時の時系列を示す。AIS からの針路情報は、 ± 10 度程度のばらつきはあるが、変針後約10秒遅れで240度への変針の状況を伝えている。一方、ARPA では、120秒間情報の伝達が遅れている。

図5を挿入

このように、AIS からの情報は、ARPA に比べ運動の変化への追従が速く、正確な値を自動的に得る事ができる。船速については、双方ともばらつきも少なく、比較的扱い易いと思われるが、方位情報については、悪いときには ± 10 程度のばらつきがあった。今回の実験では小型船を用いたが、本来搭載される大・中型船の場合には、もう少し改善されるものと考えられる。

AIS 情報の通報間隔を見ると、30秒以上空いている状況も見受けられた。今回の実験では、「おおたか」及び陸上局に日本無線社製の AIS、「汐路丸」側に SAAB 社製の AIS を用いた。これらの AIS は、まだ開発段階で現在もバージョンのアップグレードが日々行われている状況で、バージョン間の相性等があったためと思われる。しかし、製品版の AIS では、表2に示した通報率で情報が受けられるようになると思われる。

次に、AIS で得られる相手船の位置情報と ARPA からの位置情報を比較した。AIS からの他船の位置情報は緯度経度で与えられるが、ARPA からは、相対方位

と離隔距離で与えられる。図 6 は双方の他船位置情報を自船の位置を原点として相対航跡の形に表したものである。ARPA からの離隔距離は、レーダからの出力インタフェースの関係で分解能が約 180m 単位で記録されていたため、ギザギザになっているが、実際の ARPA 情報としては、フィルタリングされているためスムーズな情報が得られているはずである。図からわかるとおり、ARPA が的確に捕捉を行っている場合の値と AIS からの値がよく一致していることがわかる。

図 6 を挿入

また、図 7 は、AIS と ARPA で同時に位置情報が取れた時の AIS からの位置情報に対する ARPA の位置情報の前後及び左右方向の誤差の分布を示す。図から今回の実験では、その誤差は 150m 以内であることが判った。但し、今回の実験では ARPA の離隔距離の分解能が約 180m であったので、こういう結果となったが、分解能を上げればもう少し改善されると考えられる。しかし、レンジ設定にもよるがレーダの分解能は、約 90m 程度である事から、フィルタリングを行わない限り、この程度の誤差が出てくると考えられる。

図 7 を挿入

ARPA の場合、相手船が自船の近傍に接近した時、ロストして捕捉追尾が途切れることがあるが、AIS の場合、原理上その心配はない。図 8 は、「おおたか」に実際に「汐路丸」から左舷 2 ケーブル離れた所を追い越してもらった時の相対航跡図である。ARPA では自船前方約 100m の時にロストし、再度捕捉する事により約 250m の時に回復したが、AIS ではその間も常に正しい情報を受信することができた。

図 8 を挿入

ARPA では、情報を得るためには捕捉作業が必要な他、実験時には波や他船との干渉によりロストすることが多かった。このため、ARPA は従来どおり単体での使用は可能であるが、自動的・継続的な情報の入力が必要である航海支援システム等への入力情報としては情報の精度と自動でない等の問題点があるため、実際に航海支援システムには現在まで有効に使われていない。

4 まとめ

現在、GPS 受信機は多くの船で使用されている。これは、受信機の低価格化と共に、その有用性と使い易さが大きな理由となっていると考えられる。実際、プロッタ機能を持つ DGPS 受信機では電源を入れるだけで正確な位置を簡易電子海図上で確認することができる。

一方、AIS は 1 隻が持っていてその利点は少なく、その有効性を最大限に引き出すためには、できるだけ多くの船が AIS を持ち、全ての船の情報を扱えるようにしなければならない。しかし、現在、まだ通信内容が決まっているだけで、利用法や使い勝手といった項目の検討はまだ十分なされていない。このため、AIS についても、低価格化の努力を行うと共に、使い易く便利な利用方法の提案を行い、その利点を多くの船員に知ってもらうことが重要である。

今回の実海域実験では、その基礎資料として、AIS の基本特性と現在他船の情報収集に唯一使用されている ARPA の情報との比較を行った。この結果、AIS を用いることにより、自動的に 12 マイル以内の AIS 搭載船の情報を得ることが確認できた。また、AIS は ARPA に比べて優れた機能を持っていることが判った。

このように AIS は船舶の運航に画期的な変革をもたらすものとして各国で研究が進められている。そこで、以下の研究テーマを中心に、AIS の利用法に関する研究グループを、東京商船大学を中心に発足した。

AIS の性能調査

AIS によるネットワーク形成

AIS 情報に基づく環境情報の推定

AIS 情報と他の情報の統合化

AIS 導入後の船舶運航に役立つ情報提供のあり方

AIS を利用した行動決定基準

現在、こうした多くの研究を行うために、本研究グループではさらにメンバーを増やして AIS の研究を進め、その普及と航行の安全の向上を目指している。

最後に、実海域実験において、「おおたか」の運航等に尽力いただいた東京商船大学蔵隅教官および平野教官、AIS の計測でお世話になった覚前船長をはじめとする「汐路丸」の皆様へ感謝の意を表します。

船 の 状 態	IMO 基準	IEC 基準
停泊もしくは錨泊中で、3 ノット以上で動かない。	3 分	3 分
停泊もしくは錨泊中で、3 ノット以上で動く。	3 分	10 秒
0 から 14 ノットまでで航行する船舶。	12 秒	10 秒
0 から 14 ノットまでで航行する変針中の船舶。	4 秒	3・1/3 秒
14 から 23 ノットまでで航行する船舶。	6 秒	6 秒
14 から 23 ノットまでで航行する変針中の船舶。	2 秒	2 秒
23 ノット以上で航行する船舶。	3 秒	2 秒
23 ノット以上で航行する変針中の船舶。	2 秒	2 秒

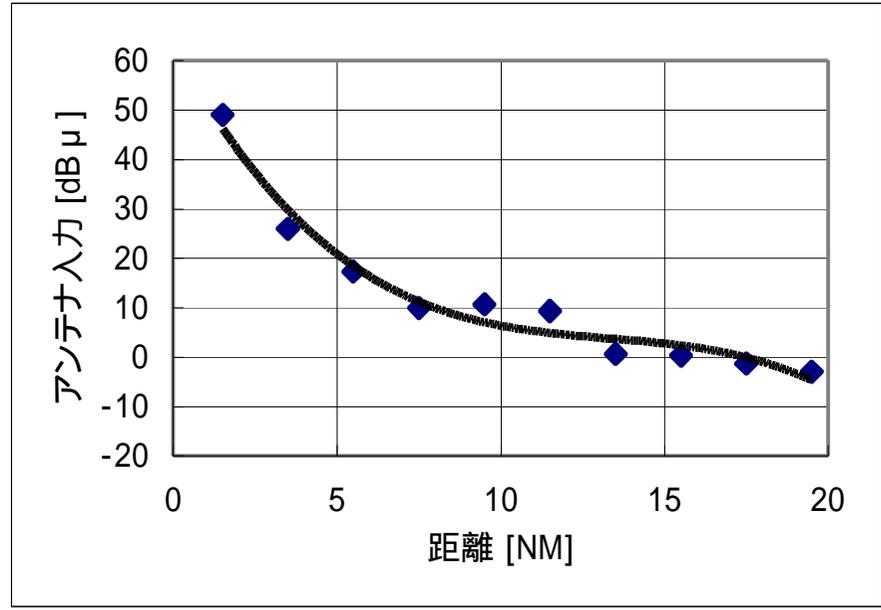
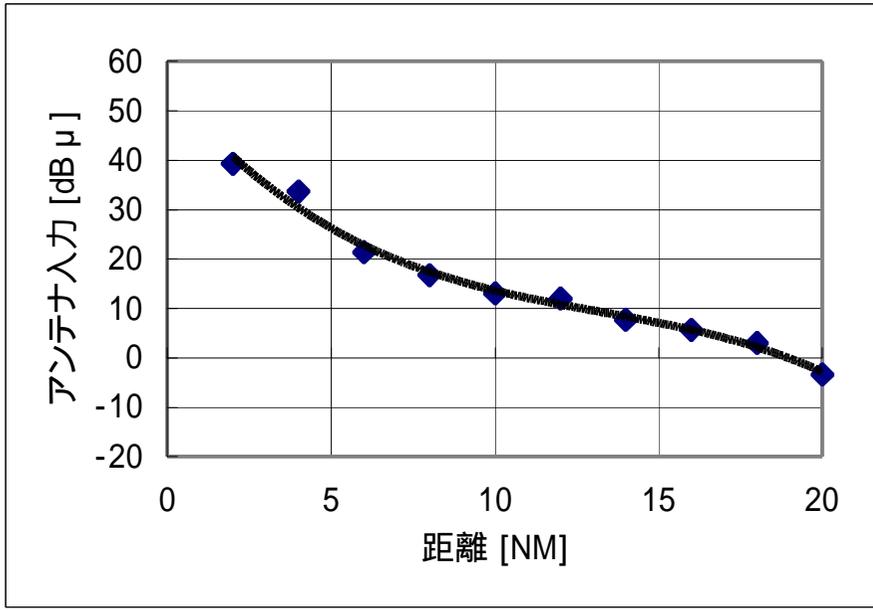
表 1

福戸 淳司

	設置場所	識別信号	機種名	空中線電力
陸上局	東京商船大学構内	431099802	JRC JHS-18	12.5W
船舶局 1	おおたか	431099801	JRC JHS-18	12.5W
船舶局 2	汐路丸	431099803	SAAB S4	10W

表 2

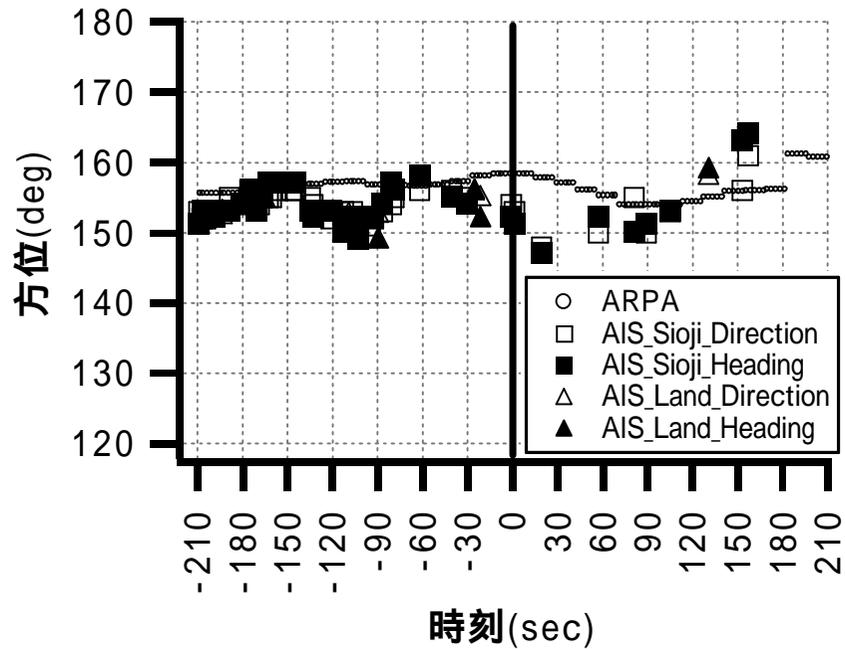
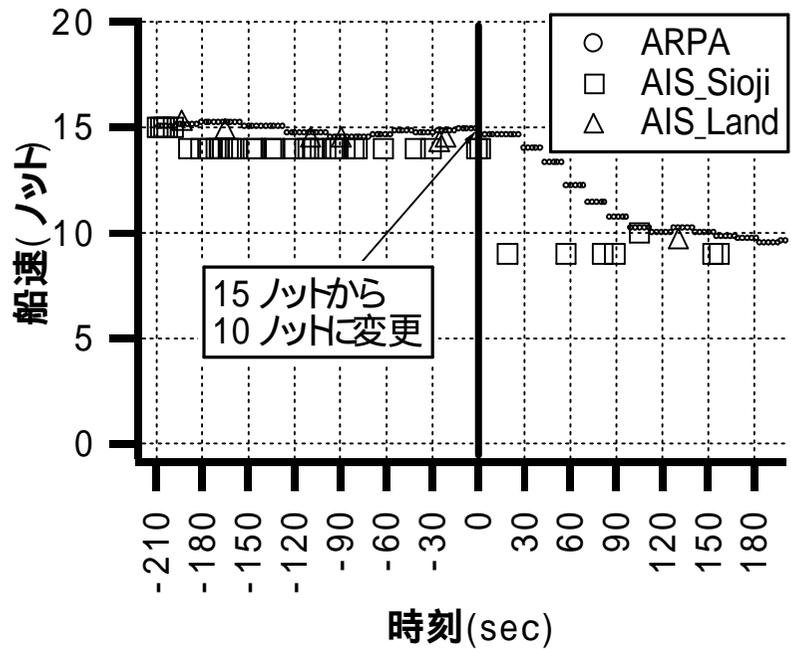
福戸 淳司



148mm

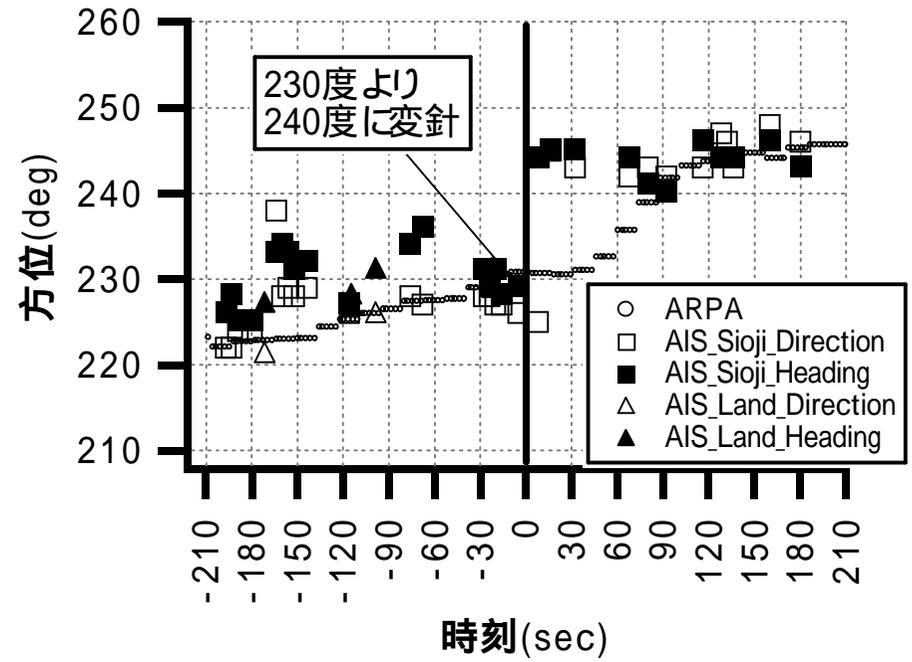
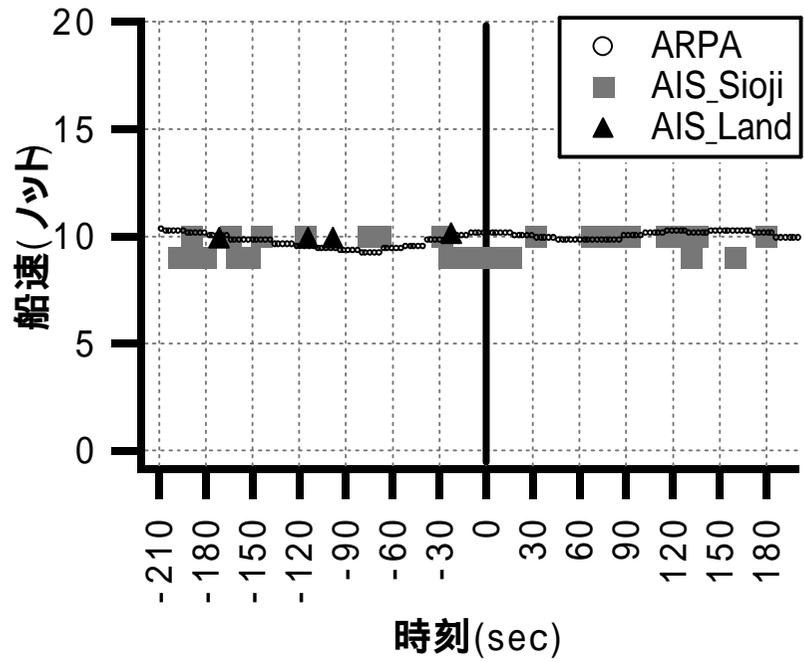
図 1

図 2



148mm

図 4



148mm

図 5

福戸 淳司

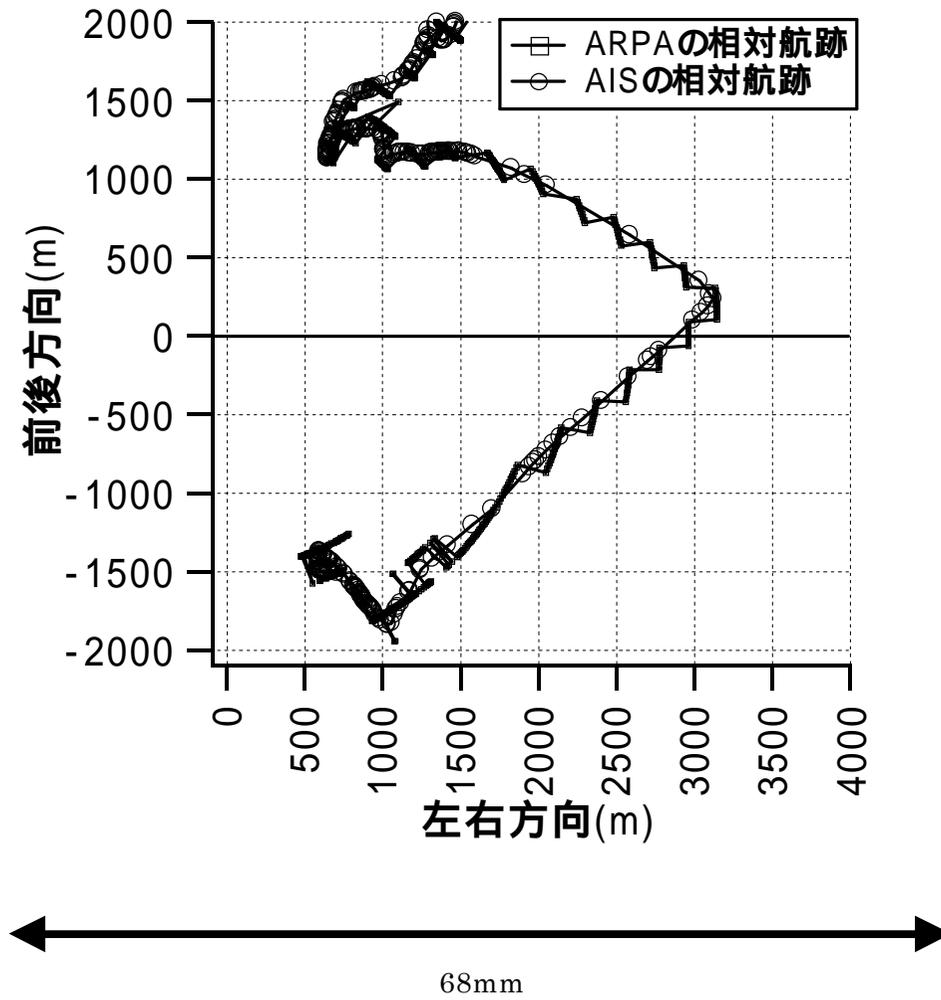


図 6

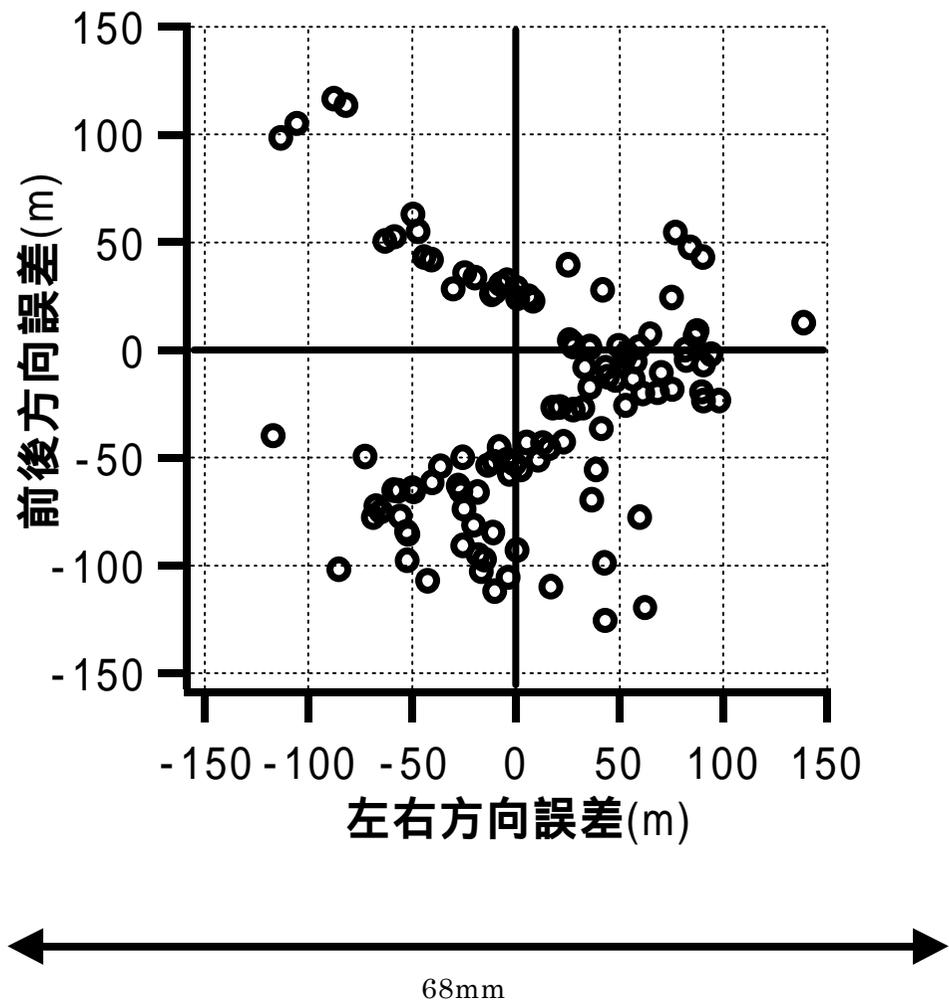


図 7

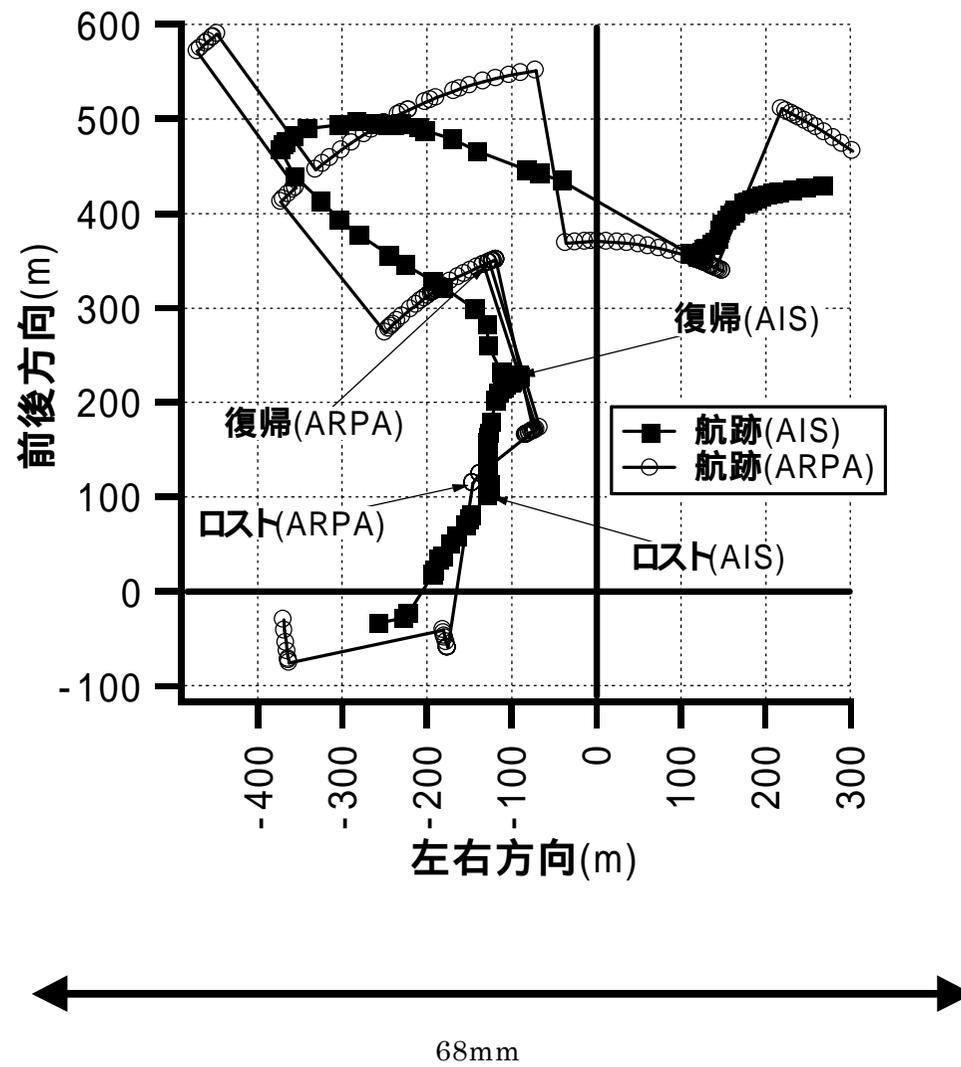


图 8

表 1 AIS の動的情報の更新間隔

表 2 実験局の設置状況

図 1 陸上局のアンテナ入力

図 2 汐路丸のアンテナ入力

図 3 船速変更後の通報率変化の様子

図 4 「おおたか」変速時の船速と方位角の時系列

図 5 「おおたか」変針時の船速と方位角の時系列

図 6 AIS と ARPA による相対航跡図

図 7 AIS に対する ARPA の相対位置の誤差分布

図 8 ARPA ロスト時の航跡図