

JAXAの衛星AIS実験(SPARSE1 & 2)について

JAXA 衛星利用推進センター
篠原季次

1.1 船舶自動識別システム (AIS: Automatic Identification System)

◆ AISの概要

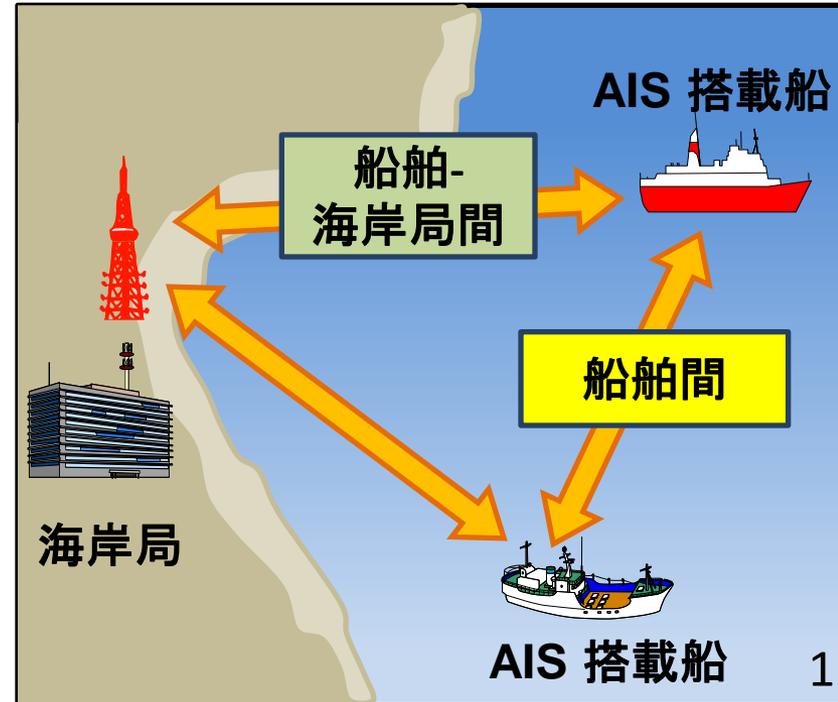
- ・船舶間および船舶-海岸局間で、船舶情報等をやり取りすることで船舶の海上交通管理を行い、安全で効率的な航行を行うことが目的。
- ・国際海事機関(IMO)の勧告により、2002年から順次搭載が義務付けられ、日本でも300t以上または旅客の外航船、500t以上の内航船、に搭載義務。

◆ AIS信号が含む船舶情報

- ・緯度、経度、針路、船速、船首方位、船舶識別(MMSI)コード、船名、目的地等

◆ AISの周波数帯

- ・船舶用AIS
(AIS1:161.975MHz, AIS2:162.025MHz)
- ・衛星受信用AIS
(AIS3:156.775MHz, AIS4:156.825MHz)



1.2 従来の海岸局AISの課題

◆ 海岸局による日本近海のカバーエリア

- ・ 収集できるのはAIS信号が到達する50km程度の範囲に限定され、日本の排他的経済水域 (EEZ) 内のAIS搭載船舶を把握しきれない。

◆ 公海上のAIS搭載船把握

- ・ 日本の船舶は、海外においてしばしば海賊被害を受けているが、日本の海岸局では全球的なAIS信号を収集することができない。

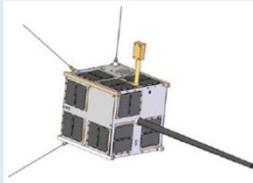


2011年の日本船舶の海賊被害

衛星AISによる全球観測が有効

1.3 衛星AISの広がり

ノルウェー: NSC



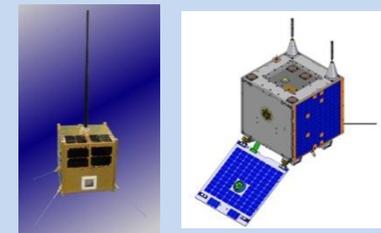
デンマーク: Aalborg Univ.



ドイツ: DLR



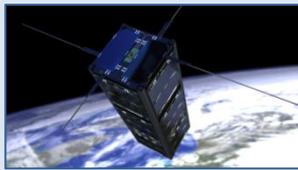
カナダ: exactEarth



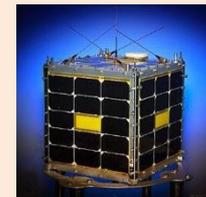
ロシア: Dauria



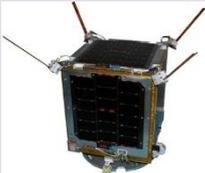
オランダ: ISIS



アメリカ: Spacequest



ルクセンブルク: Luxspace



日本: JAXA



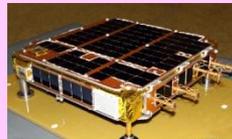
南アフリカ: CSIR



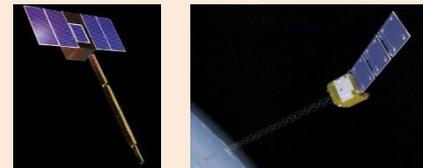
インド: ISRO



中国: NUDT



アメリカ: ORBCOMM



これまでに12カ国で40機以上の衛星AISが打ち上げられており、特に2014年には10月までに14機の衛星AISが打ち上げられている

1.4.1 SPAISE1概要

◆ SPAISE1スケジュール

- 2012/5/18 打上 (SDS-4搭載)
 - 2012/6/18 定常運用開始
 - 2012/11/17 後期利用運用開始
- *現在も目標寿命(半年)を超えて運用を継続中



◆ SPAISE1の目的と達成状況

① 技術実証

- AIS信号の軌道上取得に成功し、受信環境を評価
- AIS信号取得の課題解決に向けた、軌道上実験検証を実施

② 共同実験者との利用研究

- 船舶データ(世界:7000隻以上/日、日本:800隻以上/日)を提供
- AISデータによる北太平洋の航路図を作成し、海難防止広報活動に提供
- 北極海航路の利用状況を調査

1.4.2 信号取得率の向上実験

○信号取得率の向上実験結果(地中海)

- ・信号数2.5倍
(38信号→97信号)
- ・観測範囲の拡大
(地中海北部まで)



● 太陽指向実験

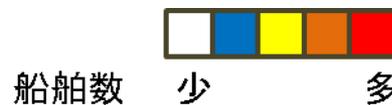


信号取得率の
向上を実証確認

1.4.3 衛星AISによる航路図の作成

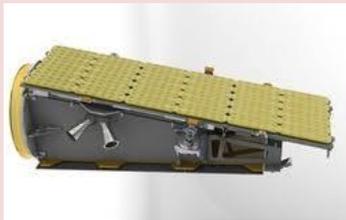
北太平洋の
航路図を作成

衝突海難注意喚起に活用
(海上保安庁第二管区海上保安本部殿にご協力)



1.5 SARとAISの組合せ

イギリス: NovaSAR-S
(Sバンド)



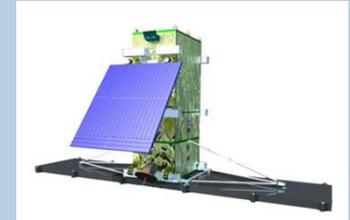
2015~

EU: Sentinel-1C
(Cバンド)



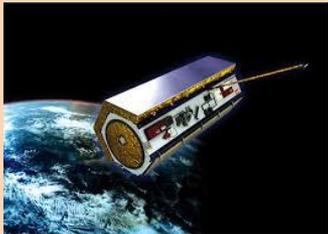
2018~

カナダ: RADARSAT
(Cバンド)



2018~

スペイン: PAZ
(Xバンド)



2015~

日本: JAXA
(Lバンド)



2014/5/24~

世界各国でSARとAISの同時搭載が検討されている中、
ALOS-2は世界で初めてSARとAISの同時搭載観測を行った

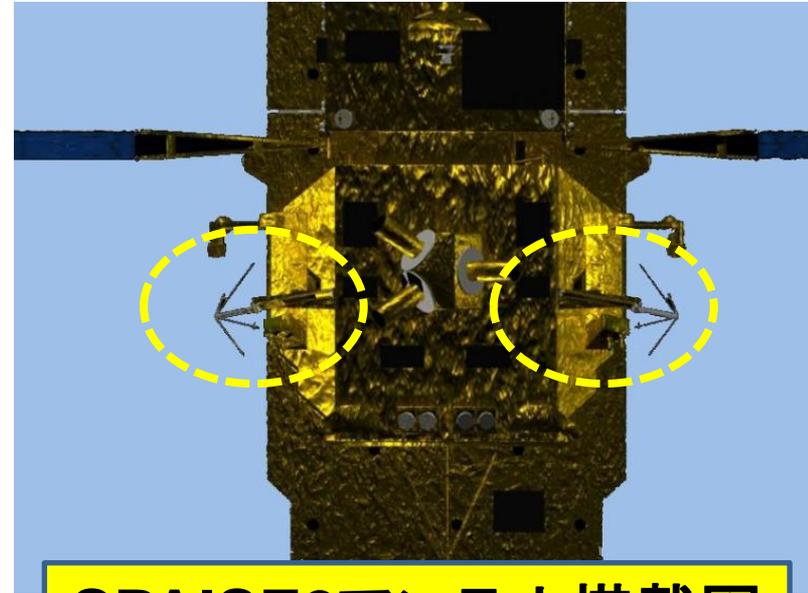
2.1 SPAISE2概要

◆SPAISE2スケジュール

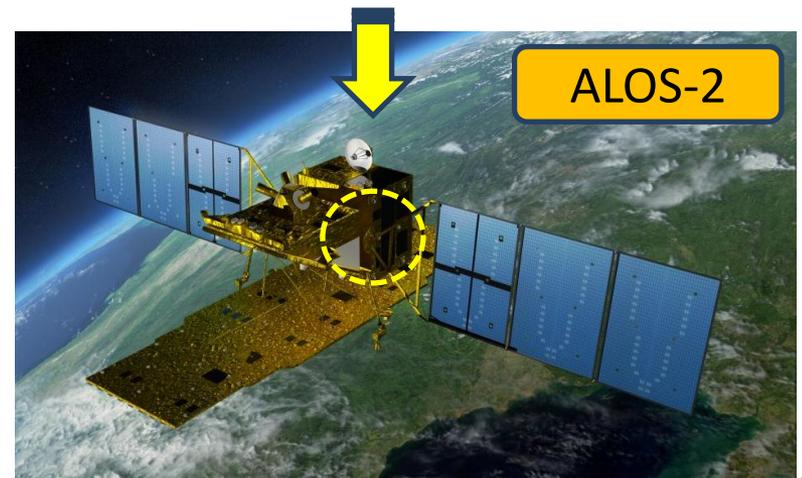
- ・2014/5/24 打上 (ALOS-2搭載)
- ・2014/8/20 定常運用開始
- ・2015/5 後期利用運用開始予定

◆SPAISE2の特徴

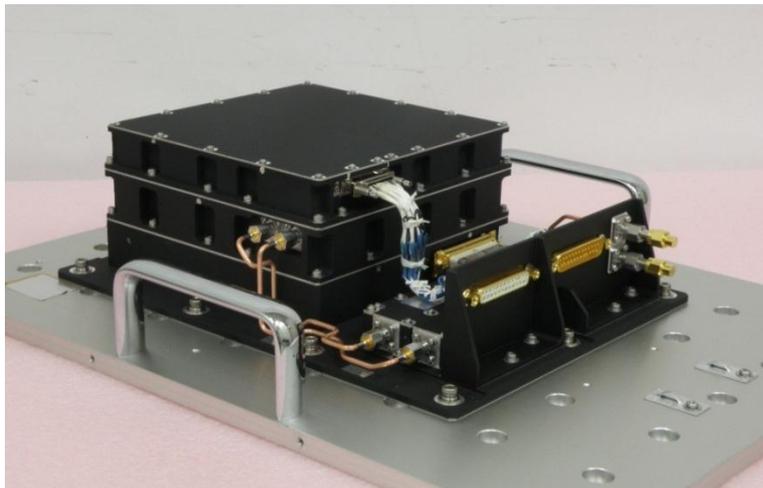
- ①AIS#1,#2 / AIS#3,#4の同時受信
- ②任意地点での生波形データをDL
(すなわち地上での復調処理)
- ③配信時間の短縮
- ④衛星用AIS信号AIS#3,#4の受信
- ⑤世界初のSAR+AIS同時観測



SPAISE2アンテナ搭載図
(衛星上面から)



2.2 SPAISE2のハードウェア



AIS受信機

受信周波数	AIS#1,#2,#3,#4
消費電力	6W
質量	2.55kg
寸法	201 × 261 × 83mm



AISアンテナ

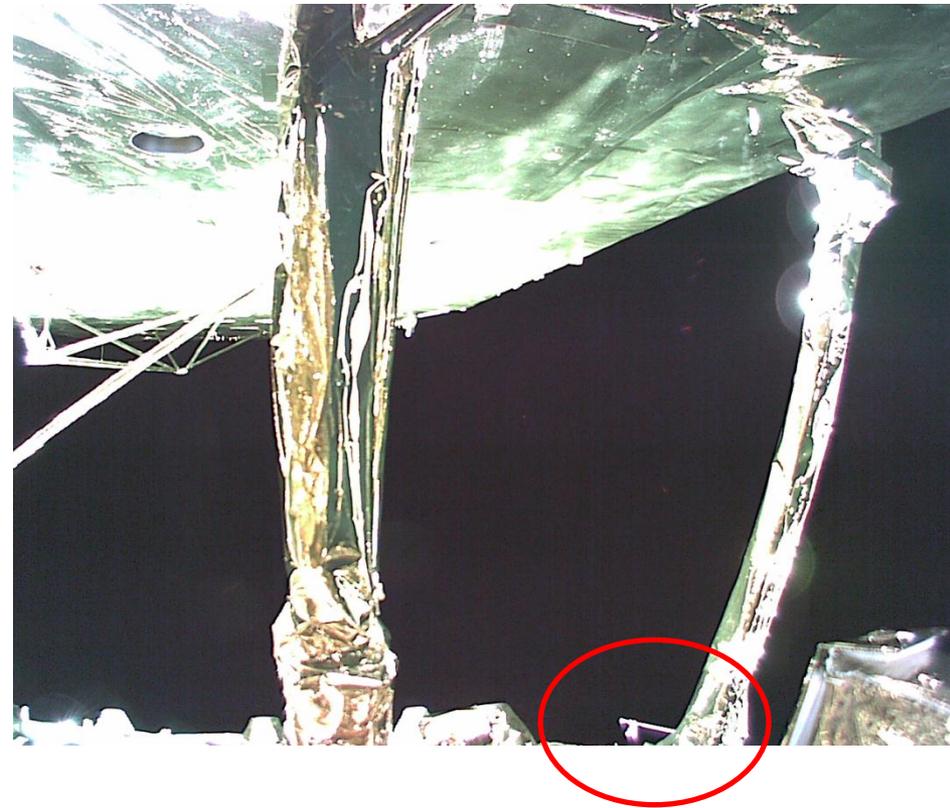
アンテナ方式	円偏波 クロスダイポール
質量	7kg × 2台
寸法	1050 × 800 × 800mm

3.1.1 SPAISE2初期機能確認結果

○2014年5月26日：両側のアンテナの展開に成功



(展開前)

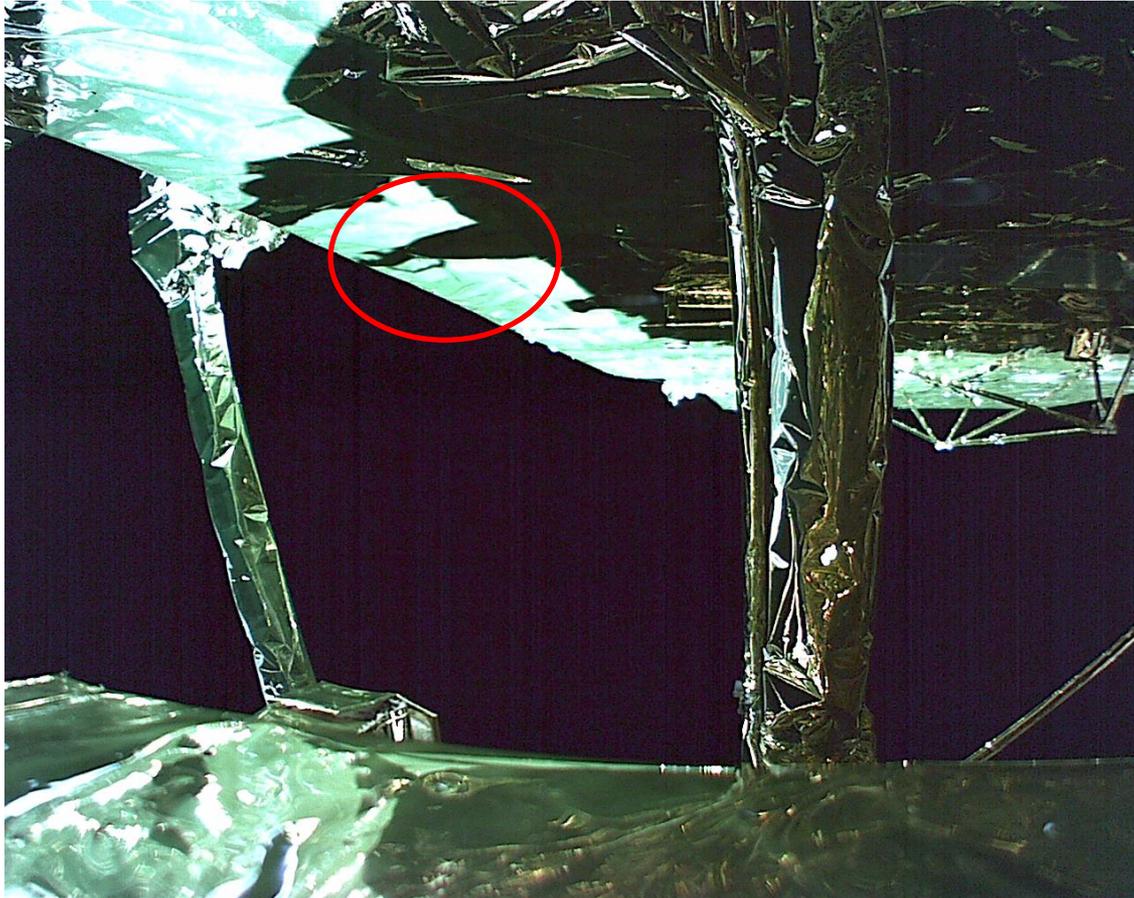


(展開後)

後日、ALOS-2モニタカメラで展開確認した様子(ーY側)

3.1.2 SPAISE2初期機能確認結果

○2014年5月26日：両側のアンテナの展開に成功

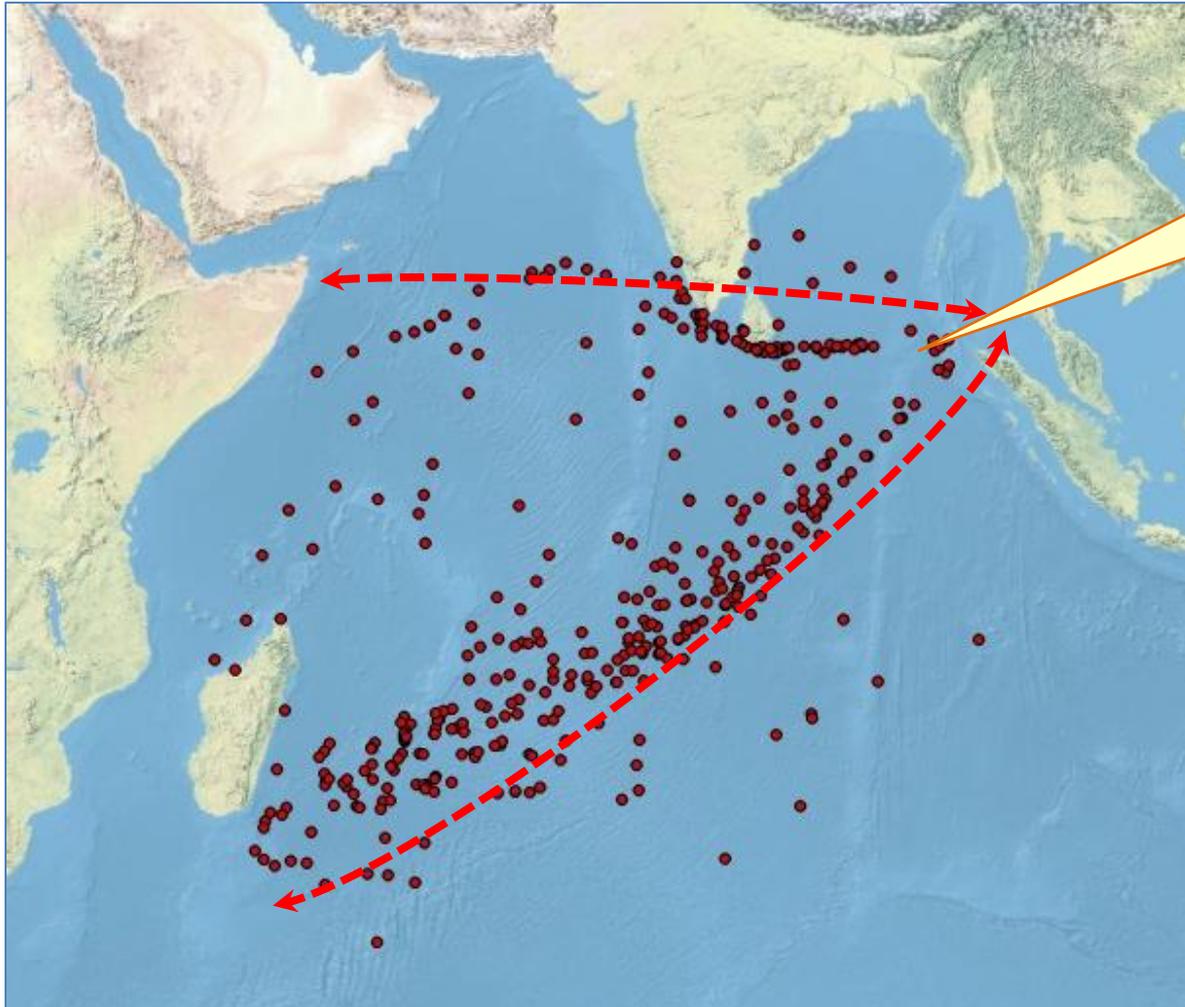


(展開後 *影を確認)

後日、ALOS-2モニタカメラで展開確認した様子(+Y側)

3.1.3 SPAISE2初期機能確認結果

○2014年6月8日：初観測に成功



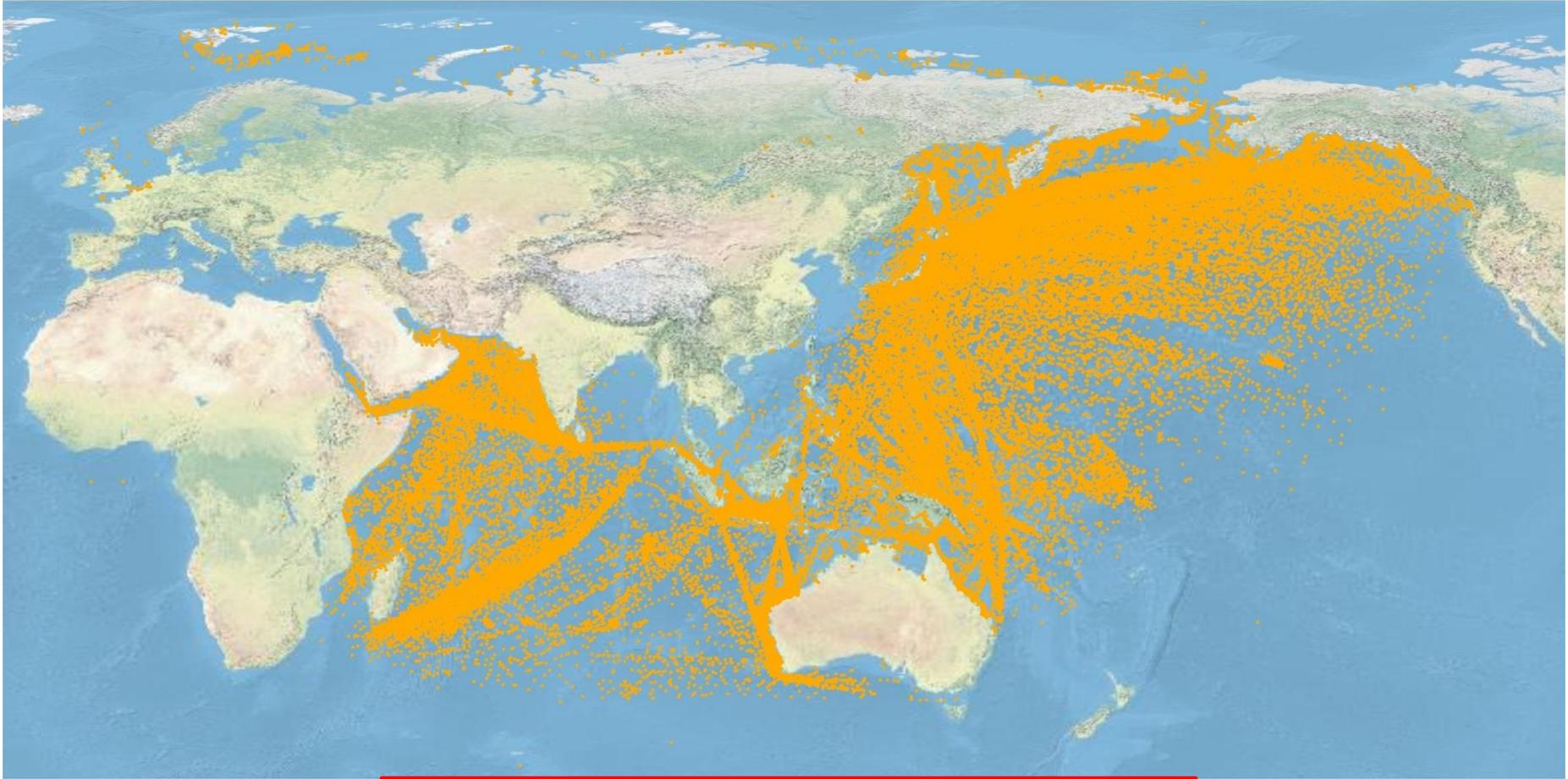
インド洋の
主要航路を観測

各機能が
健全であることを
確認した

受信信号のプロット結果

3.2.1 SPAISE2観測結果(AIS#1,#2)

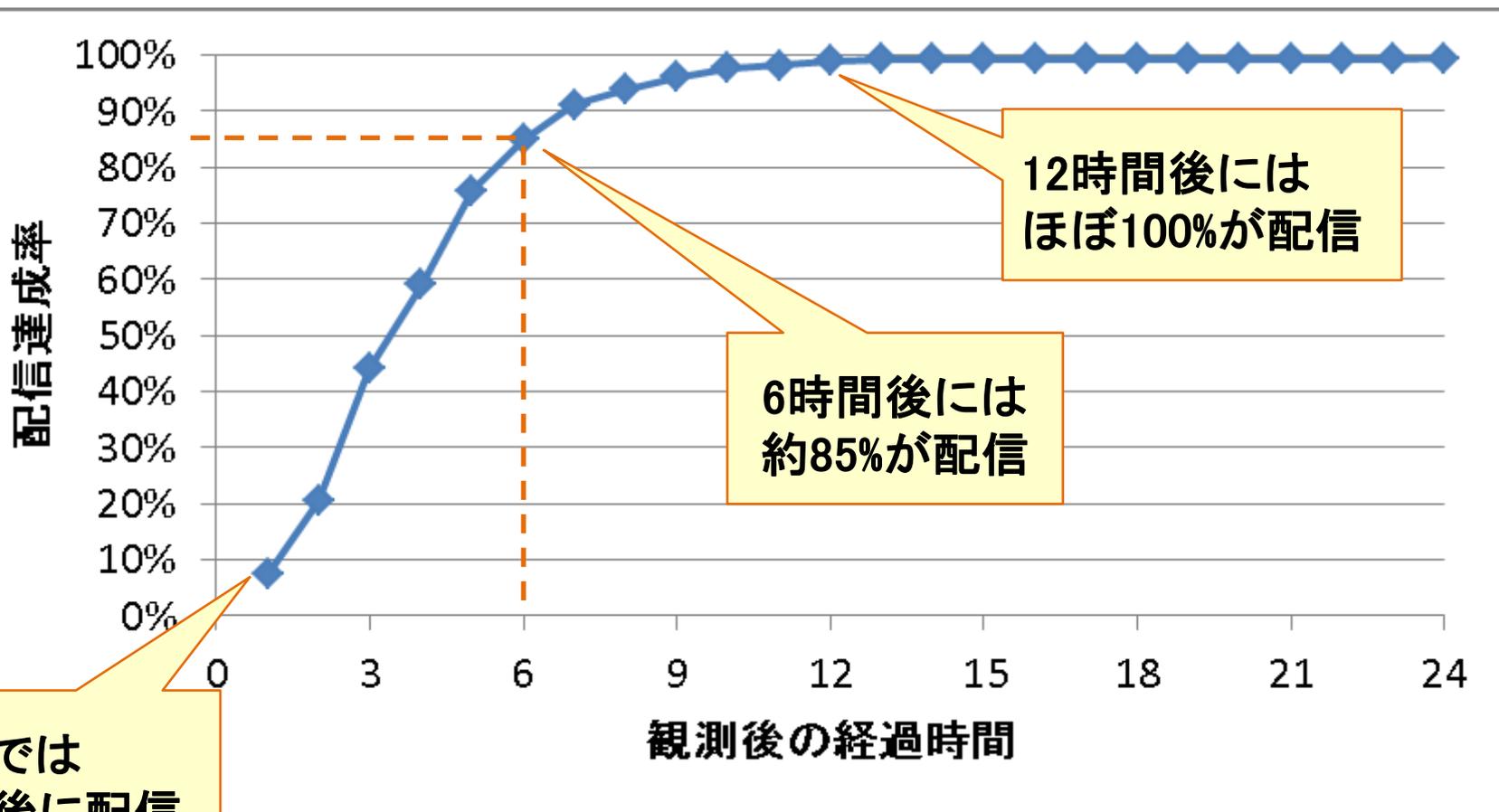
○AIS#1,#2(船舶用AIS)信号の取得状況(10/20-11/2)



利用研究に向けて、北太平洋から
インド洋までの観測を実施中

3.2.2 SPAISE2データ提供時間

○AISデータの受信から配信までの所要時間(10/1-11/3)



最速では
20分後に配信

6時間後には
約85%が配信

12時間後には
ほぼ100%が配信

SPAISE2のデータ提供時間は
SPAISE1と比べて大幅に短縮されている

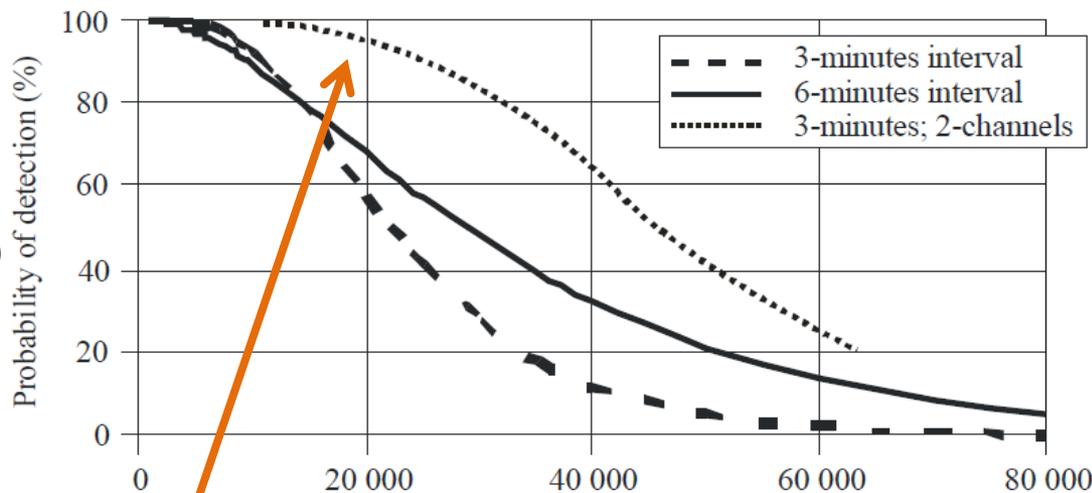
3.3.1 AIS#3,#4(衛星用AIS)について

○AIS#3,#4(衛星用AIS)について

衛星AISは、従来のAIS#1,#2では衛星の直径5000km程度の視野内に数1000隻以上の船舶が含まれると船舶情報を受信することが困難となる。そこで、衛星での受信に合わせて送信条件を工夫したAIS#3,#4が2012/2に規定され、利用が広がりつつある。

FIGURE 1

Optimizing the reporting rate for AIS Class A ships
Detection statistics with 3rd AIS satellite channel
(assuming uniform ship distribution)



○AIS#3,#4の特徴

①メッセージ長の短縮

- ・256bit⇒170bit

②データ送信頻度の緩和

- ・2秒～3分ごと(速度等による)
⇒ 3分ごと(固定)

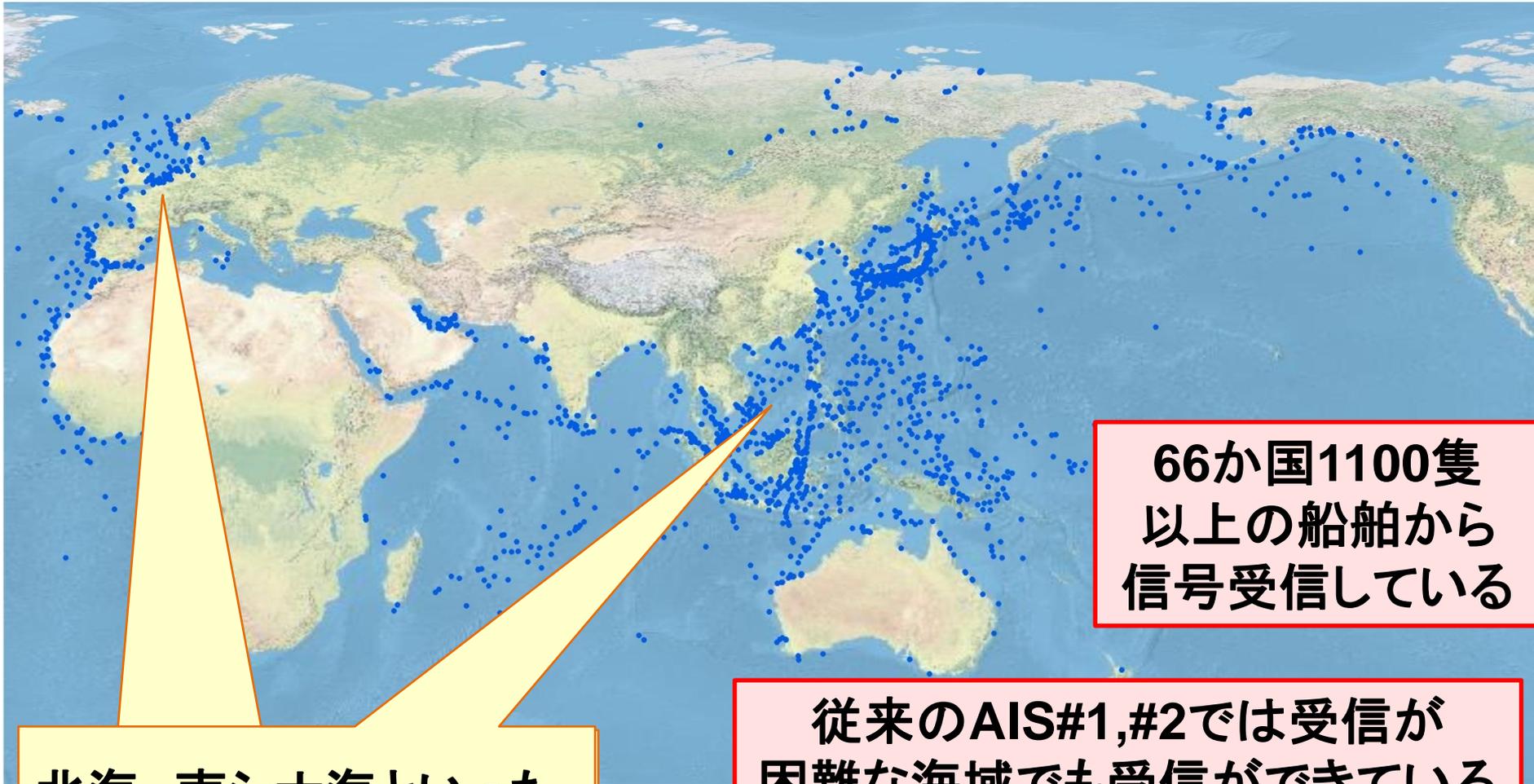
③海域、対象の限定

- ・沿岸では送信を停止
- ・ClassBは送信しない

現実の船舶検出率は、妨害波や不要波の影響を受けて解析より低下している。

3.3.2 SPAISE2観測結果(AIS#3,#4)

○AIS#3,#4(衛星用AIS)信号の取得状況(6/8-11/2)



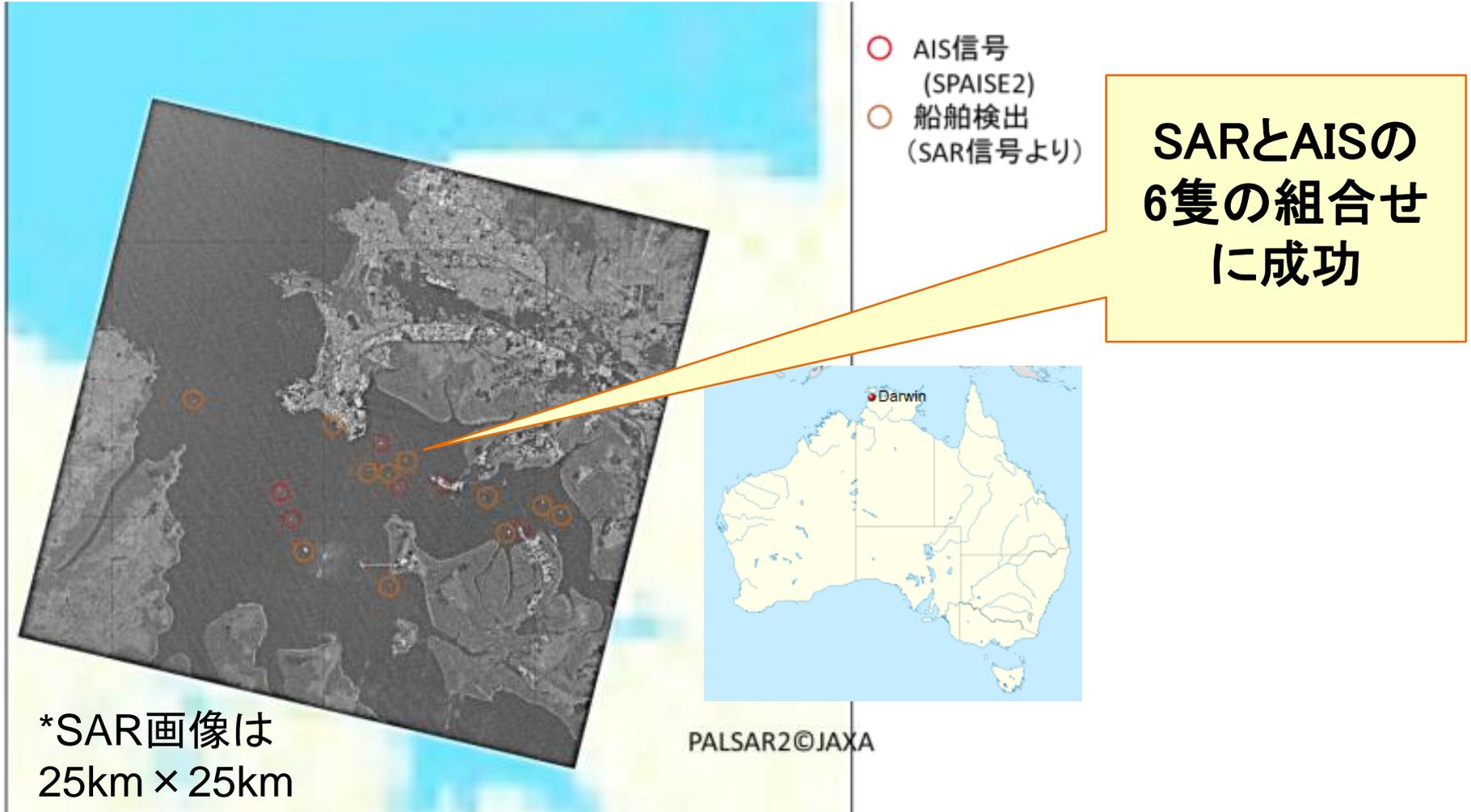
66か国1100隻
以上の船舶から
信号受信している

従来のAIS#1,#2では受信が
困難な海域でも受信ができています

北海、南シナ海といった
船舶過密域でも受信

3.4.1 SPAISE2観測結果(SAR+AIS)

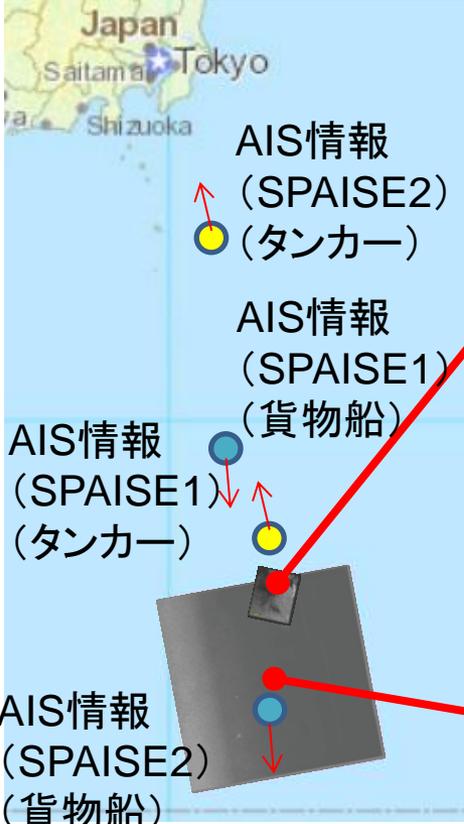
OSARデータとAISデータの組合せ実験結果(オーストラリア)



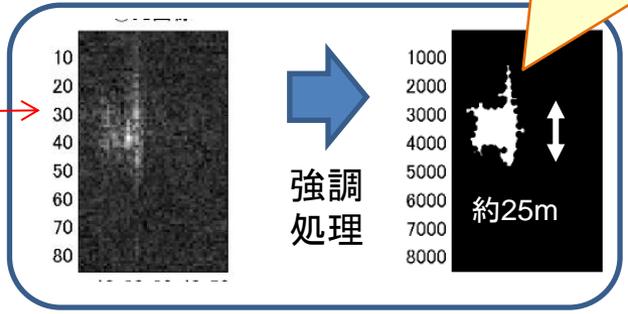
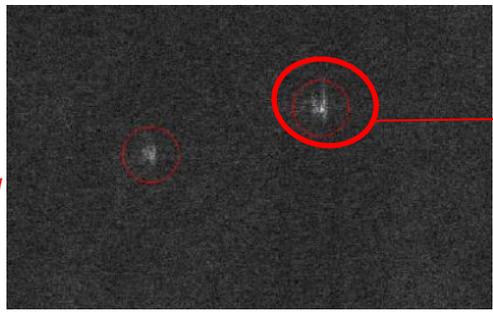
3.4.2 SPAISE2観測結果 (SAR+AIS)

OSARとAISの組合せ実験結果 (日本南方沖)

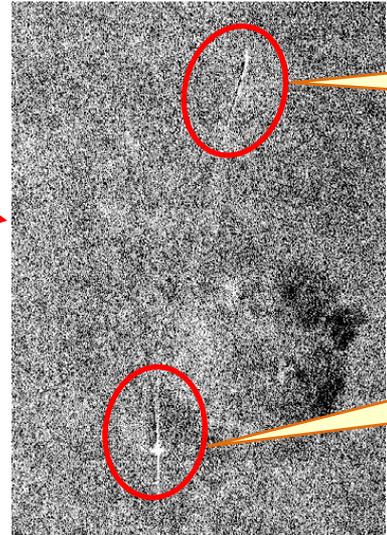
船舶 (船長25m程度 / AIS非搭載)



高分解能モード (3m分解能)



ScanSARモード (100m分解能)



日本 (横浜) に向かう
タンカー (船長300m程度) と推定

日本 (横須賀) から外国に向かう
貨物船 (船長200m程度) と推定

世界初のSARとAISの同時搭載観測に成功した

4.1. SPAISE2運用スケジュール

	2014(H26)年度		2015(H27)年度		～
C/O 段階	5/24～ (約3か月)				
定常 段階		8/20～ (約9か月)			
後期利用 段階			5月末頃～		
【データ配 信期間】			共同実験機関へのデータ配信 (毎週、毎日、ダウンリンクごとに)		

- 現在は、定常段階の運用を継続中
- 打ち上げ1年後に、サクセスクライテリアの評価を実施
- その後、後期利用段階の運用を実施予定
- 東京海洋大学殿/JAXA共同研究「衛星AIS技術実証実験」
汐路丸からのバイナリーメッセージ送受信実験を実施。

AISメッセージの種類

MSG No.	内容	MSG No.	内容
1	位置報告	15	照会
2	位置報告	16	モード割当て命令
3	位置報告	17	DGNSS 放送
4	基地局の報告	18	CLASS-B 位置報告
5	静的・航海関連	19	CLASS-B 拡張位置報告
6	宛先指定バイナリデータ	20	データリング管理
7	バイナリ受信証	21	航路標識局の報告
8	バイナリ放送	22	チャンネル管理
9	SAR 航空機位置報告	23	グループ振分けコマンド
10	UTC 日時間合せ	24	静的データ報告
11	UTC 日時応答	25	1 スロットバイナリメッセージ
12	宛先指定安全関連	26	複数スロットバイナリメッセージ
13	安全関連受信証	27	長距離 AIS 放送
14	安全関連放送		

東京湾海上交通センターから送信されるAISメッセージ

A
????海域にて海難が発生しています。注意して下さい。
????海域にて衝突事故が発生しています。注意して下さい。
本日、中ノ瀬No.?灯標の交換工事が行われています。
あなたのAIS情報の船首方位が進路方向とずれています。チェックして下さい。
あなたのAIS情報のコールサインが入力されていません。チェックして下さい。
あなたのAIS情報の目的地とETAは古いデータです。新しいデータを入力して下さい。
あなたのAIS情報のIMO番号が入力されていません。チェックして下さい。
あなたのAIS情報のMMSIが入力されていません。チェックして下さい。
あなたのAIS情報の船名が入力されていません。チェックして下さい。
あなたのAIS情報は判読不能です。チェックして下さい。
あなたのAIS情報の航海状況が錨泊中になっています。機関で航行中に変えて下さい。
あなたのAIS情報の航海状況が帆走中になっています。機関で航行中に変えて下さい。
あなたのAIS情報の航海状況が不明になっています。機関で航行中に変えて下さい。
あなたのAIS情報の船位がずれています。チェックして下さい。
???月??日????時から石廊崎AIS局は休止しています。

AISメッセージの代表例

www6.kaiho.mlit.go.jp/tokyowan/others/kok20oanzen/aismessage.htm

4.2. 将来AISの検討・開発スケジュール

○SPAISE1、SPAISE2でも確認された、衛星AISの世界的課題である船舶過密域での信号取得を達成するための次世代の衛星AISについて検討中。

○打ち上げ目標は2017年度(TBD)

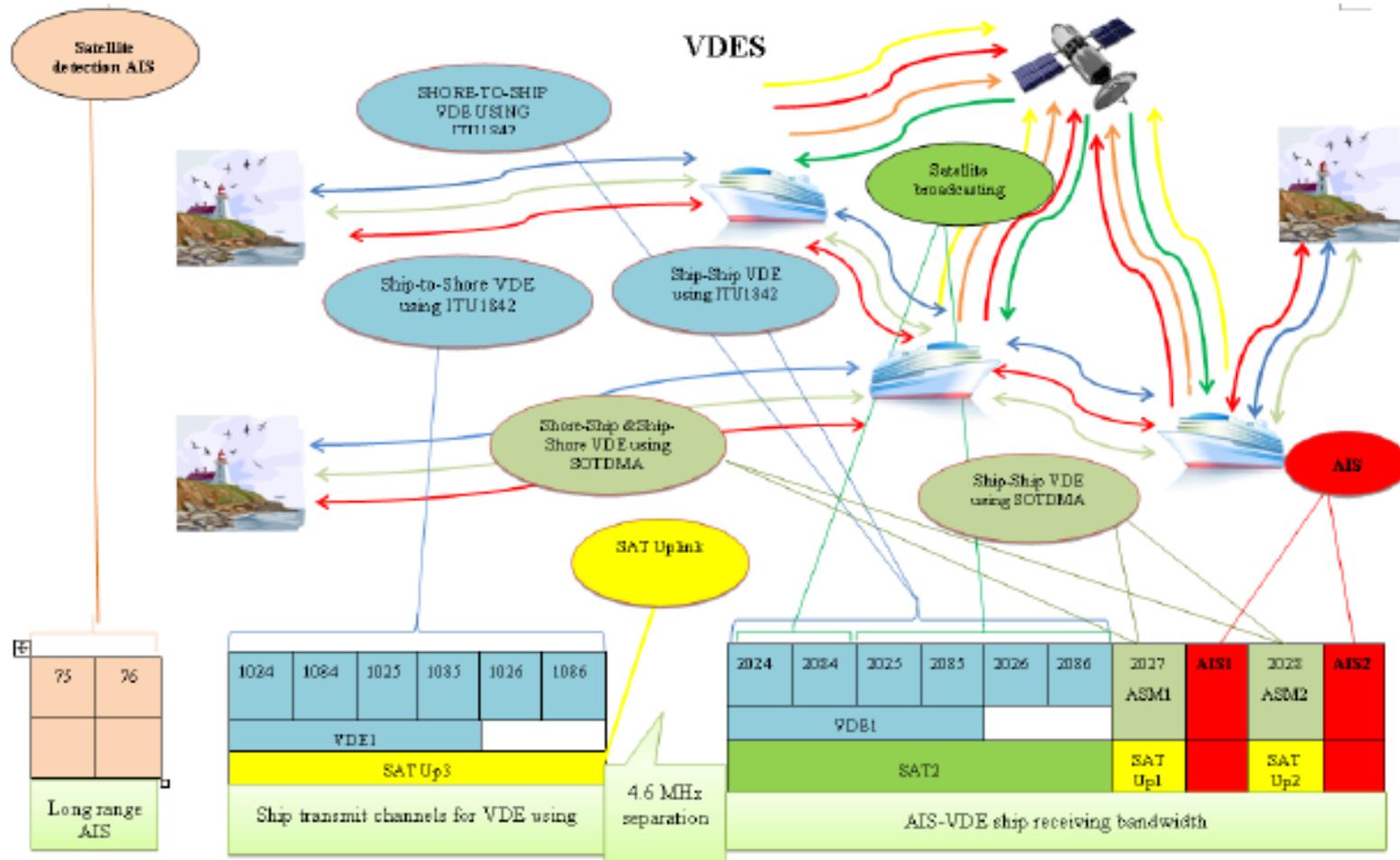
年度	2014(H26)	2015(H27)	2016(H28)	2017(H29)
研究 フェーズ				
開発 フェーズ				
運用 フェーズ				

5. まとめ

- JAXAでは、ALOS-2搭載のSPAISE2において以下の実験目的を達成している。
 - ① SARとAISの同時観測
 - ② AIS#3,#4(衛星用AIS信号)の取得
 - ③ AISデータ配信時間の短縮
- 今後もSPAISE1とSPAISE2の観測を継続していく予定。
- JAXAでは現在の衛星AISでは信号取得が極めて困難な海域からの信号取得を目的とした将来衛星AISの検討作業を進めている。
- 次世代AISではVHFデータリンクの通信容量拡充や衛星からの放送も検討されており(WRC)、次世代AISにおける衛星システムの検討も実施していく予定である。

参考

Consideration of Channel Plan A



次世代AISワークショップ(2014/1/20-24)
 Technical Details and Guidelines
 for VDES Implementation Ross Norsworthy) 23