

既存海洋レーダを用いた 船舶検知等の調査検討

宇野亨(東京農工大)、藤坂孝彦(東京海洋大)、
藤井智史(琉球大)、赤井秀樹(総合研究奨励会)、
澤谷邦男(東北大)、鈴木真二(東京大)

GOS地上システム研究会

研究の趣旨

- 背景

(財)総合研究奨励会の研究会であるグローバル・オブザベーション・システム(GOS): 委員長東京大学大学院教授鈴木真二で地上システム研究会を設立し調査検討を実施

- 体制

東北大、東京農工大、東京海洋大、琉球大が中心となり実施

- 狙い

既存の海洋レーダを用いて船舶等の探知を確認
海洋レーダの統合化(多用途化)の追求

大規模国土海洋監視システムの役割

国民の生活の安定・減災・安全保障



海洋基本法

低潮線保全法

海面の観測

津波検知(減災)
進向位置の把握
到達予測時間の提供
潮流情報(安全)
安全・効率的な航行
潮流情報の提供
潮流情報(環境)
沿岸域等の生態系
赤潮・青潮予測
洋上浮遊物の回収
潮流情報(生活)
養殖・漁業・農業
エネルギー変換
潮流発電

海洋環境の保全 海洋の安全の確保
離島の保全
国際的な連携確保及び国際協力の推進

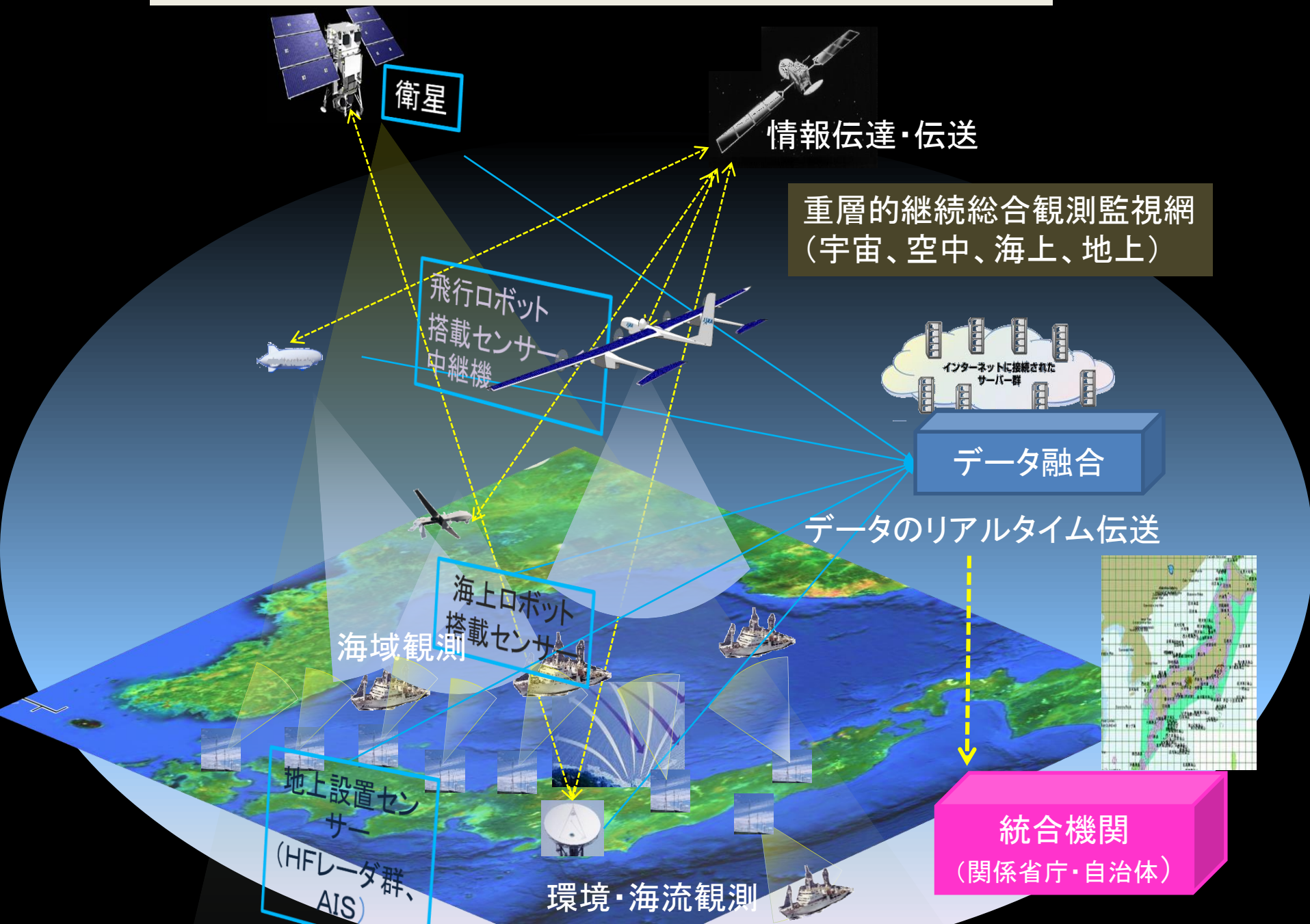
海域の監視

海難事故
救命対処
漂流物の予測把握
安全保障(EEZ内)
不審船・飛翔体検知
海洋資源保全
海底資源域の洋上監視
資源調査発掘作業支援
洋上風力発電

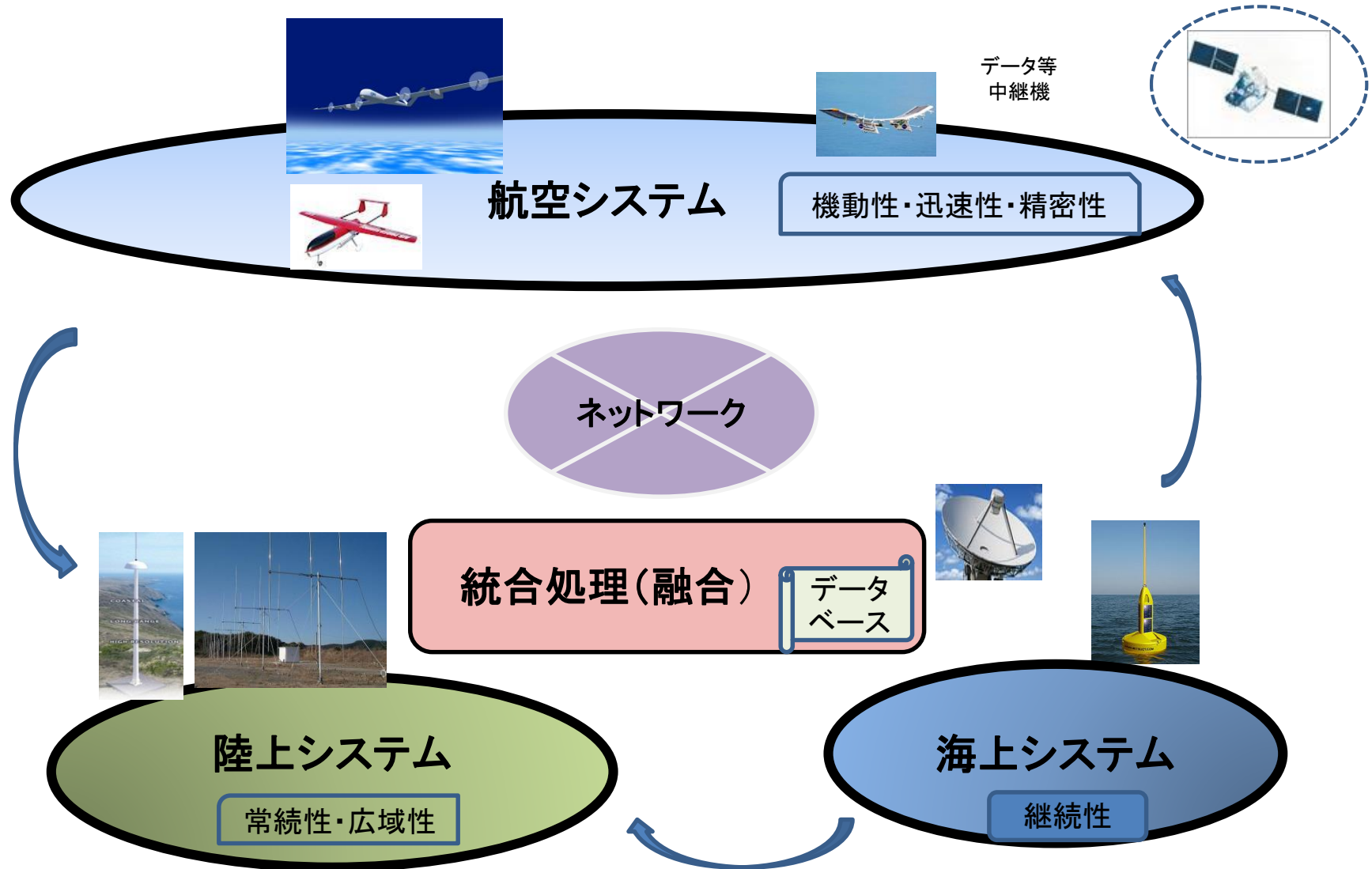


大規模国土海洋監視システム(GOS)

GOS 構想図 (陸空海の重層的観測監視技術)



GOS システム構成



地上システム(海洋レーダ)の多用途化概念

海洋レーダの配置



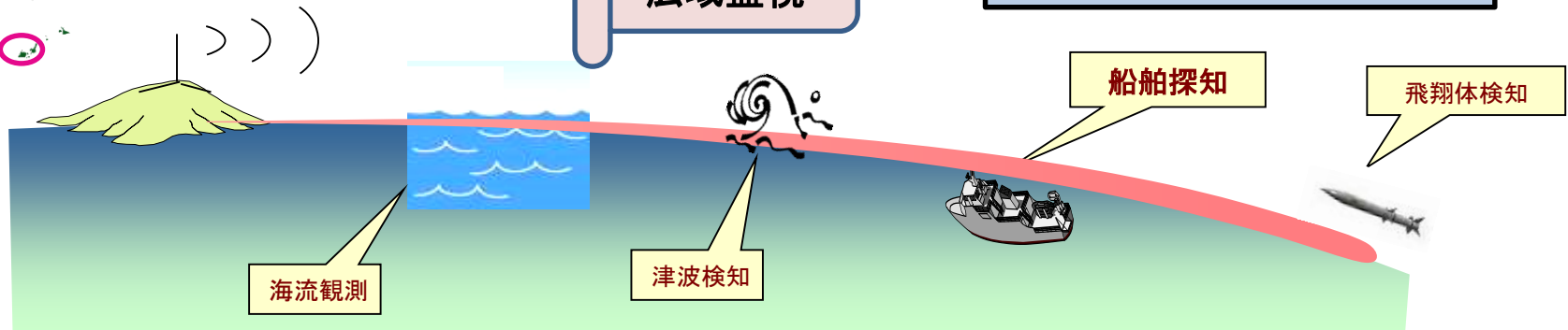
既存レーダ
の改善
&
新規設置
↓
広域監視

WRC-12 ⇒ 周波数確保

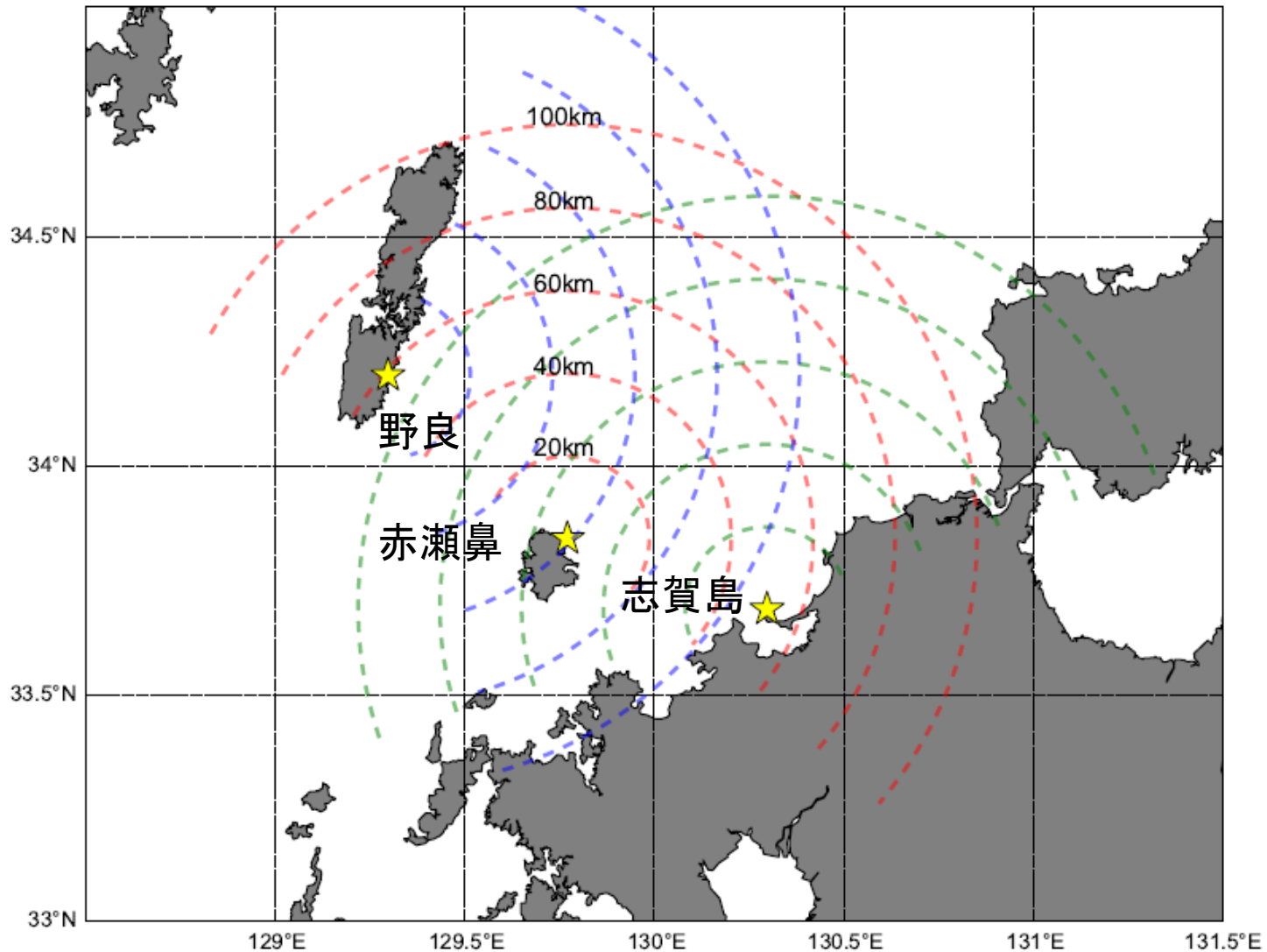
海洋レーダの実用局運用

ソフトウェア改善・改修

- ・海流観測機能向上
- ・津波検知機能研究
- ・船舶等検知機研究
- ・飛翔体探知機能研究

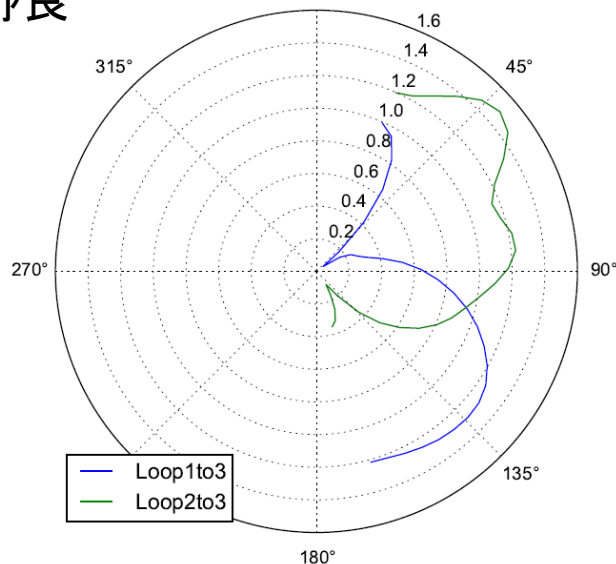


レーダ観測の概要 (1/3)



レーダ観測の概要 (2/3)

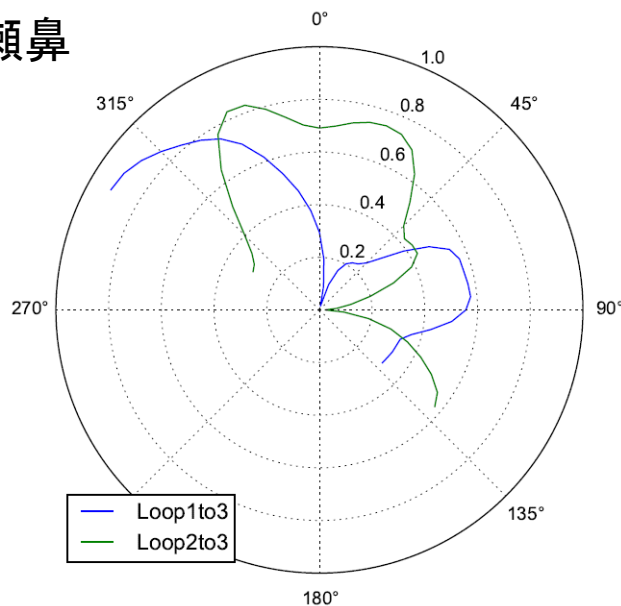
野良



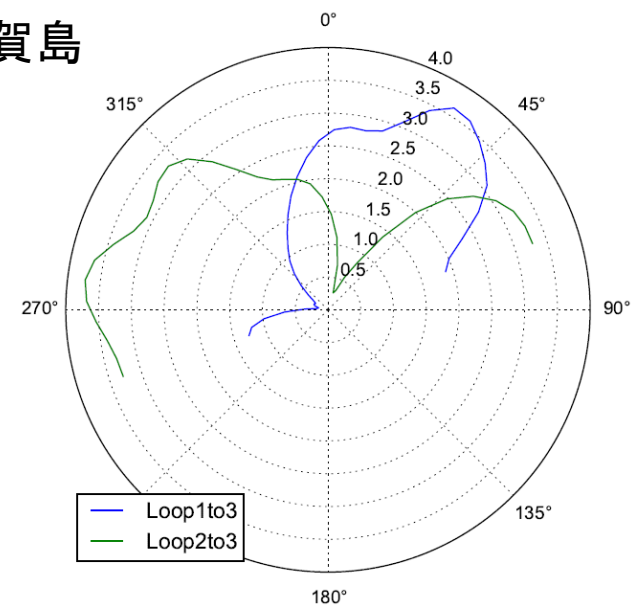
CODAR/SeaSonde

周波数	13.946 MHz
掃引範囲	13.921－13.971 MHz
受信アンテナ	ループアンテナ×2
	モノポールアンテナ×1

赤瀬鼻



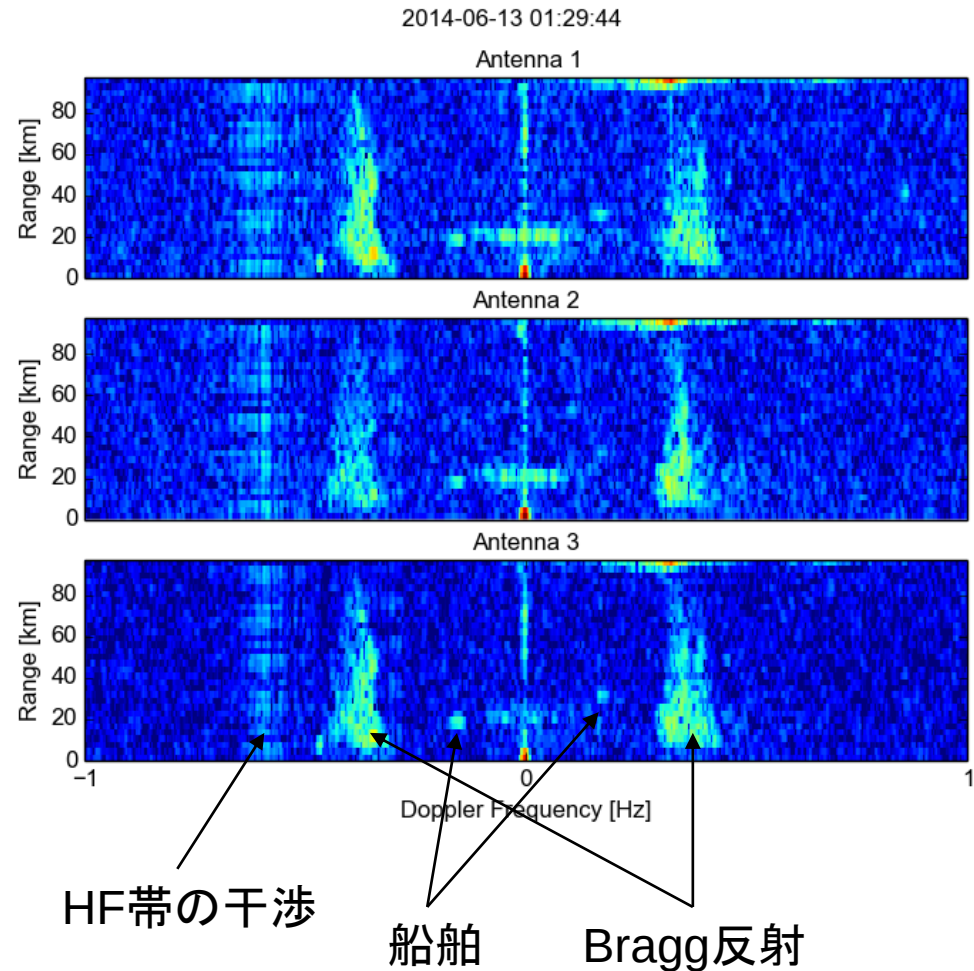
志賀島



レーダ観測の概要 (3/3)

周波数	13.946 MHz
レンジ	97.1 km
レンジ分解能	3.03 km
FFT	512 点
サンプリング間隔	$256/512 = 0.5$ 秒
出力間隔 *	64 秒

* 64秒毎にスライドして256秒分(512点)をFFT



AIS情報の記録 (1/2)

Automatic Identification System (AIS)

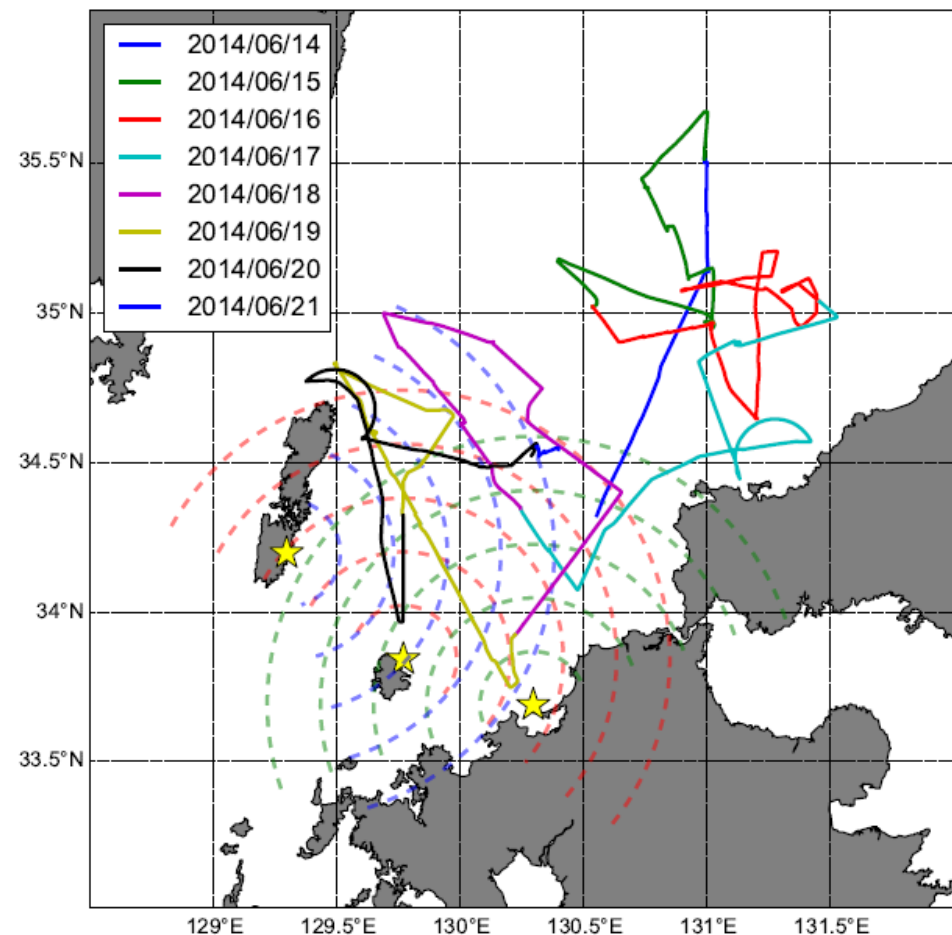
- ・船の座標
- ・速度、進行方向



- ・距離、方位
- ・Doppler周波数

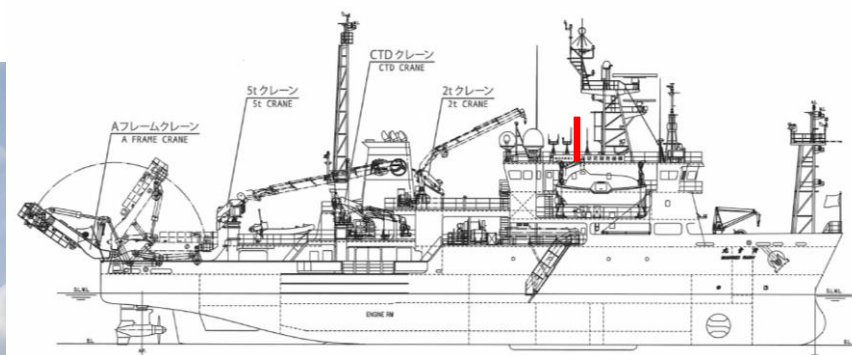
新青丸上で記録

(KS-14-12航海
2014 6/13-6/22)

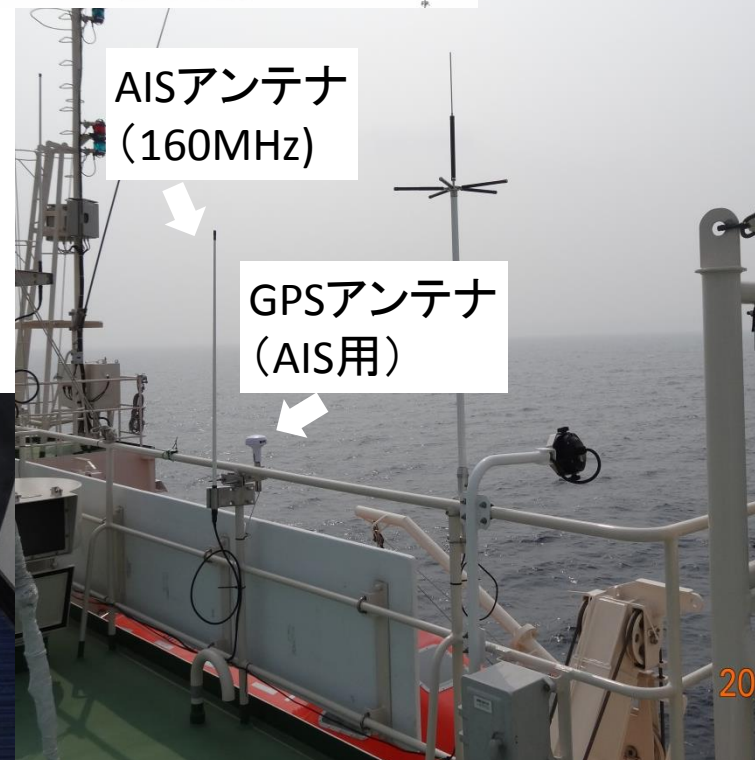




新青丸



新青丸
全長66m

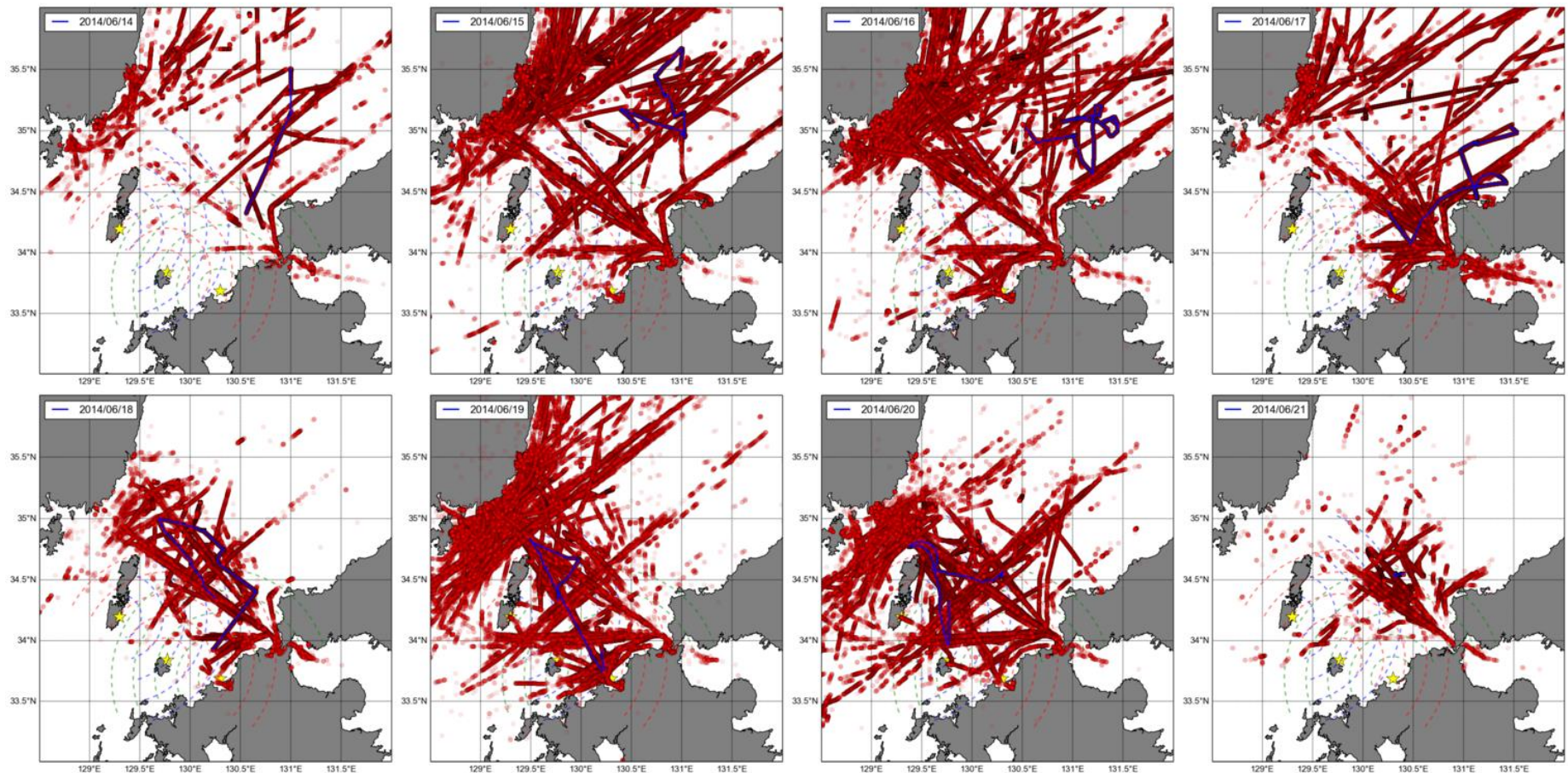


AIS情報表示

AIS受信機

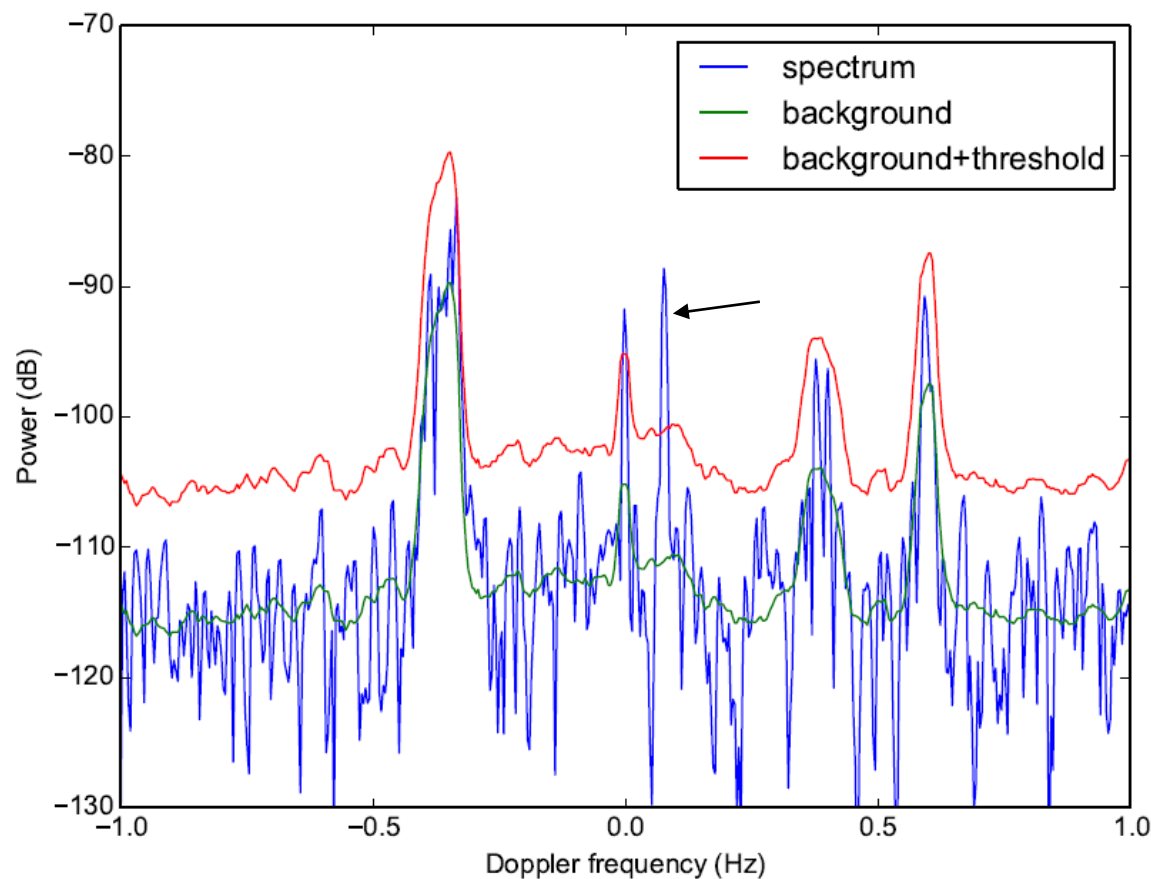
AIS情報の記録 (2/2)

.AISの受信範囲



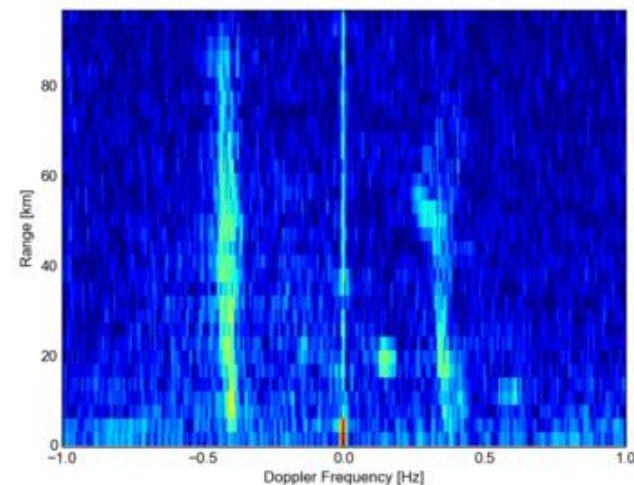
船舶等の検出

- 平滑化スペクトル+閾値以上を検出

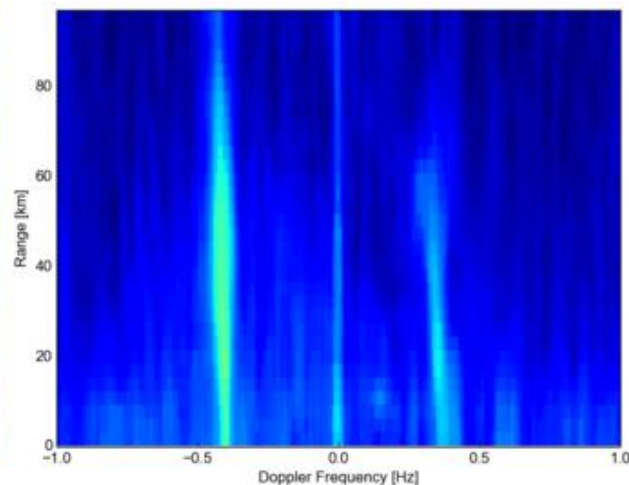


船舶等の検出

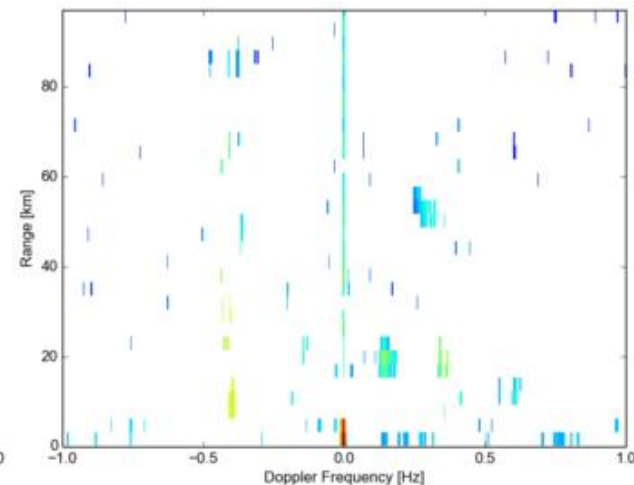
スペクトル



平滑化

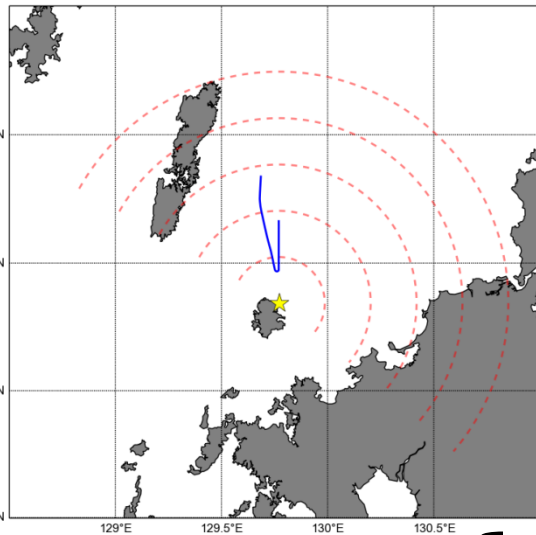


差が閾値以上



ドップラー周波数、距離方向に中央値フィルタを適用
ここではフィルタの窓を $\pm 4, \pm 4$ binsとした

船舶等の検出と方位推定



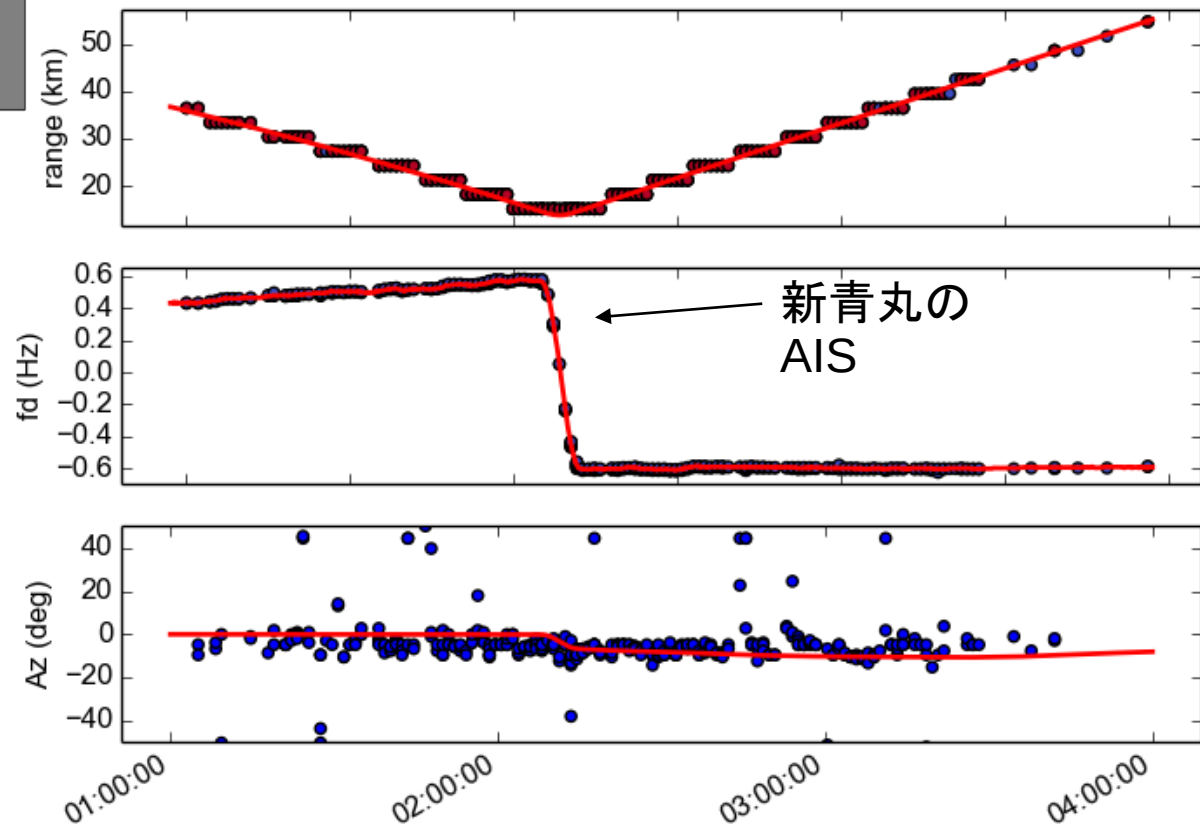
モノポールのセルフ
スペクトルから検出
したピーク

MUSICアルゴリズム
により到来方向を推定

II

3つのアンテナの
セルフスペクトル+クロススペクトルより計算

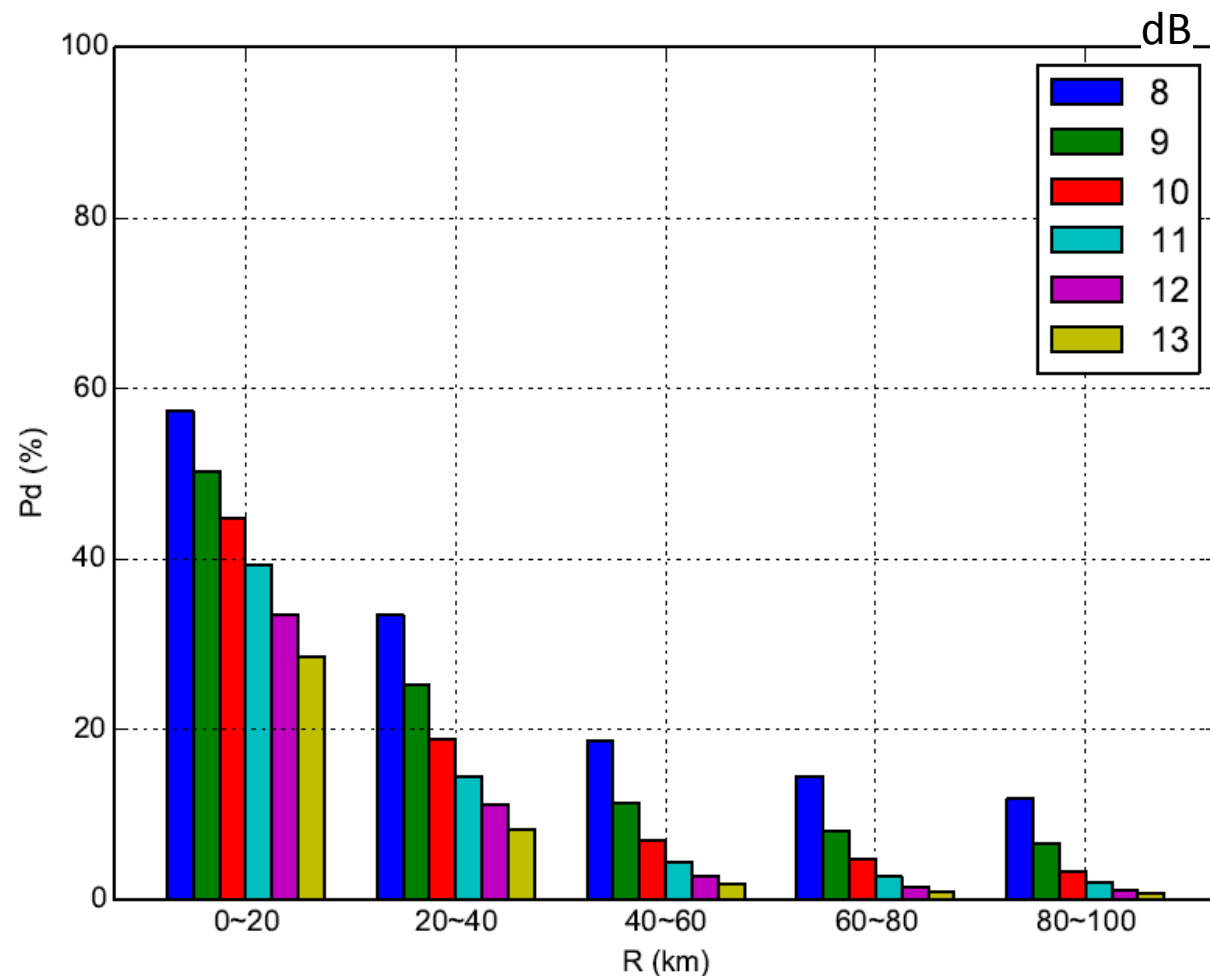
Fri, 20 Jun 2014 01:03:04 - Fri, 20 Jun 2014 04:01:12 JST



検出率

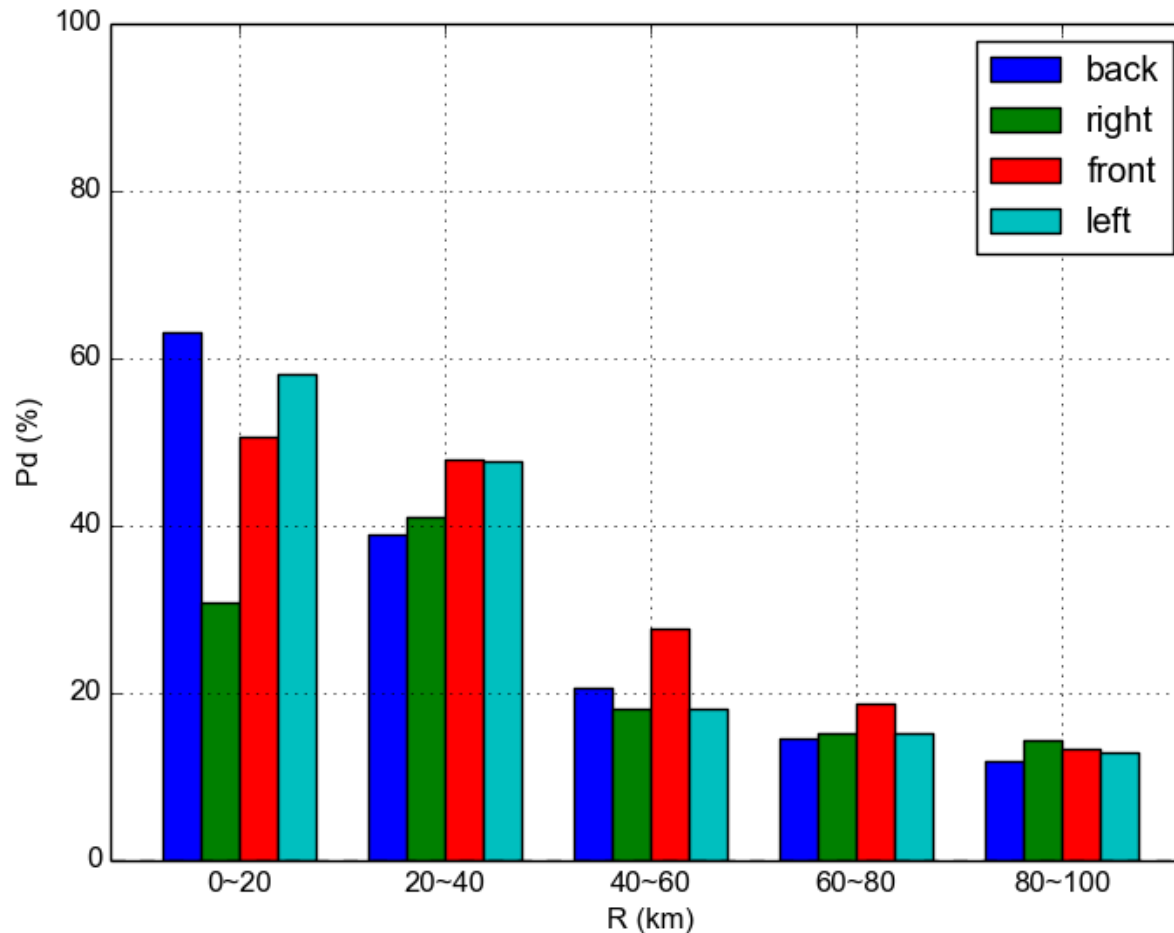
閾値による変化

サイト	赤瀬鼻
期間	2014/6/14~ 2014/6/21
FFT	512点
平滑化	中央値フィルタ $\pm(4,4)$



検出率(距離 vs. 船の向き)

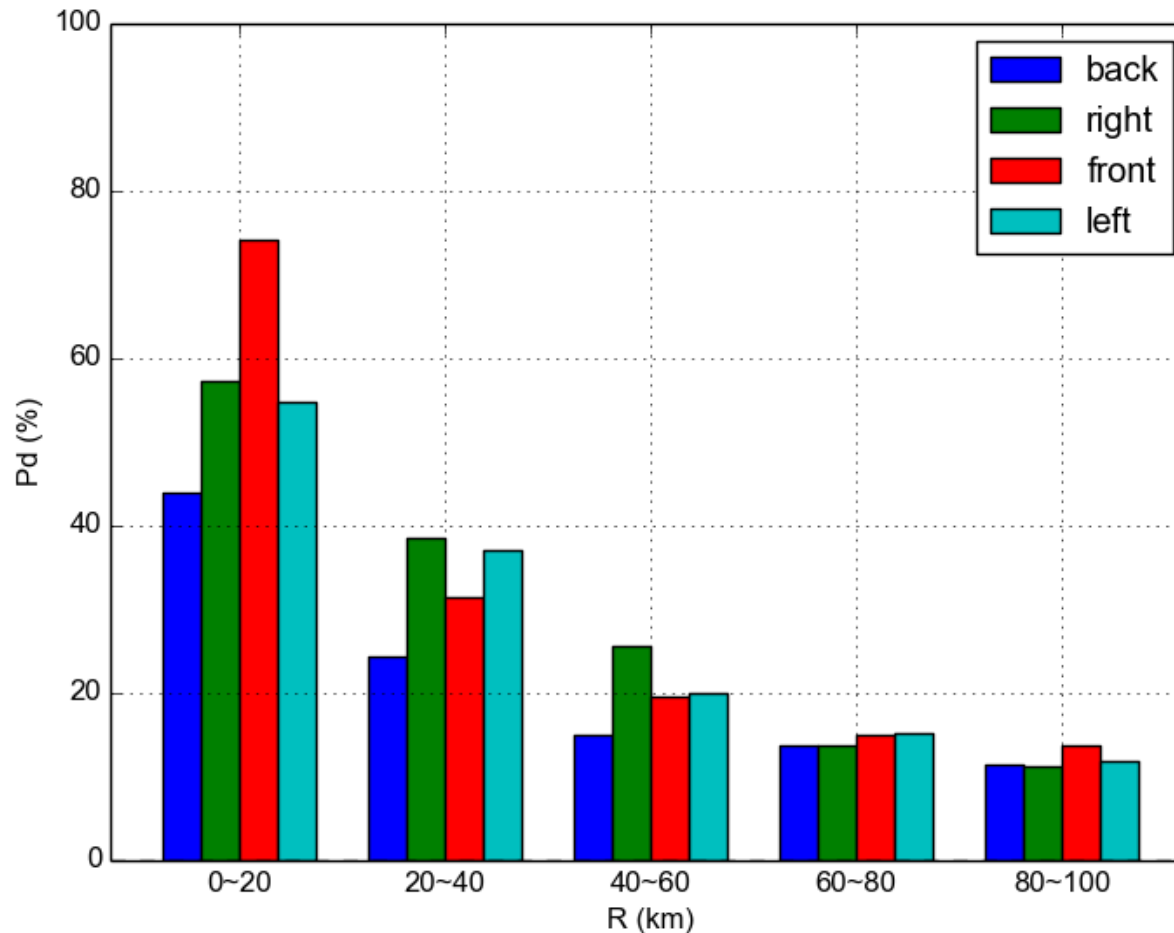
野良



閾値8dB

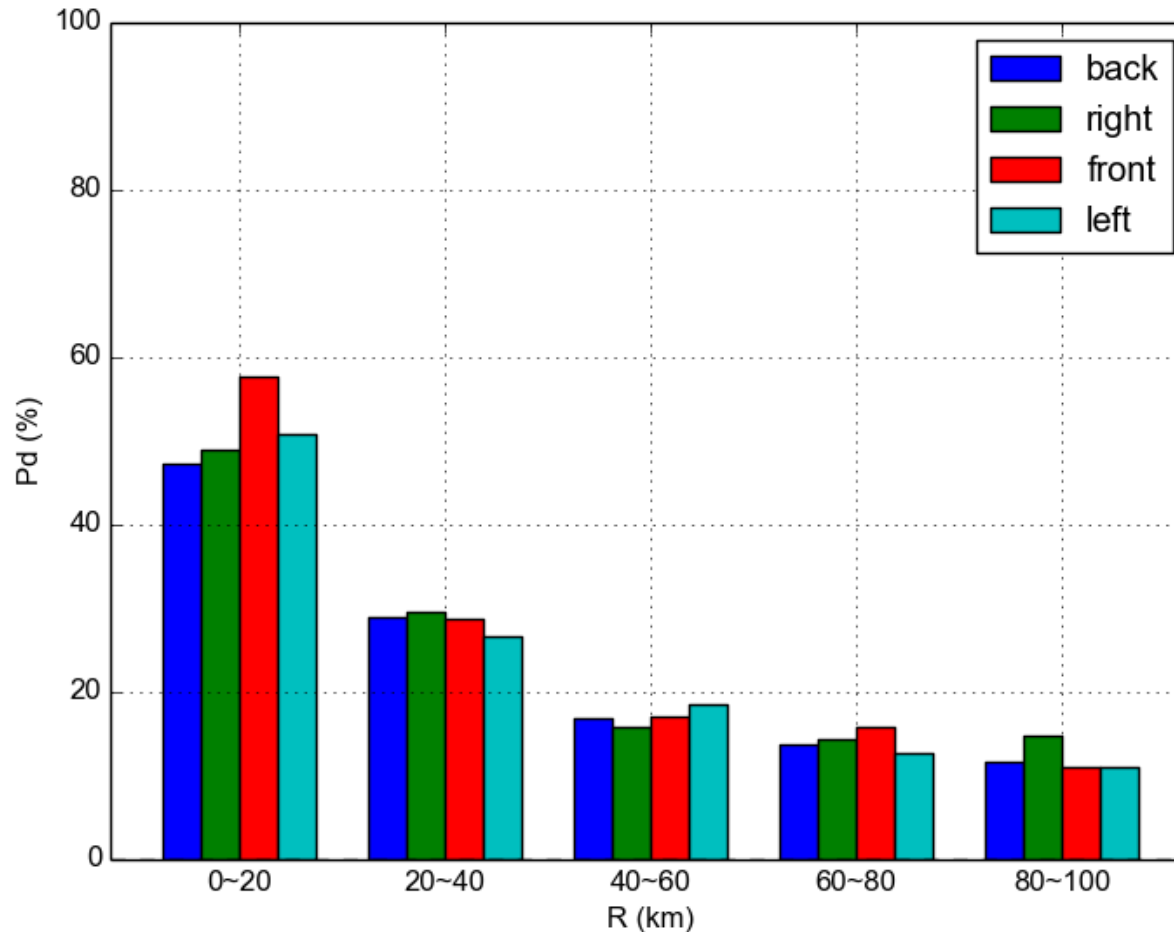
検出率(距離 vs. 船の向き)

赤瀬鼻



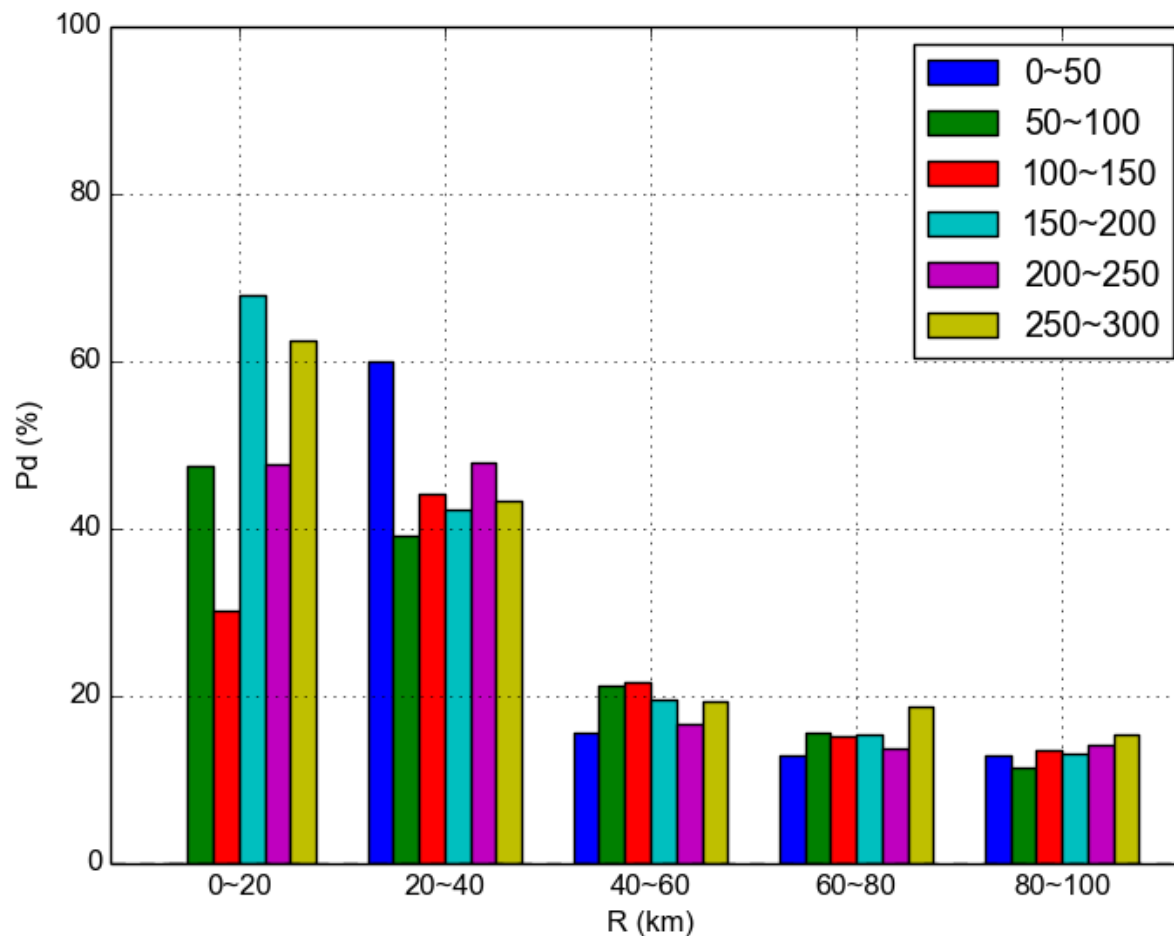
検出率(距離 vs. 船の向き)

志賀島



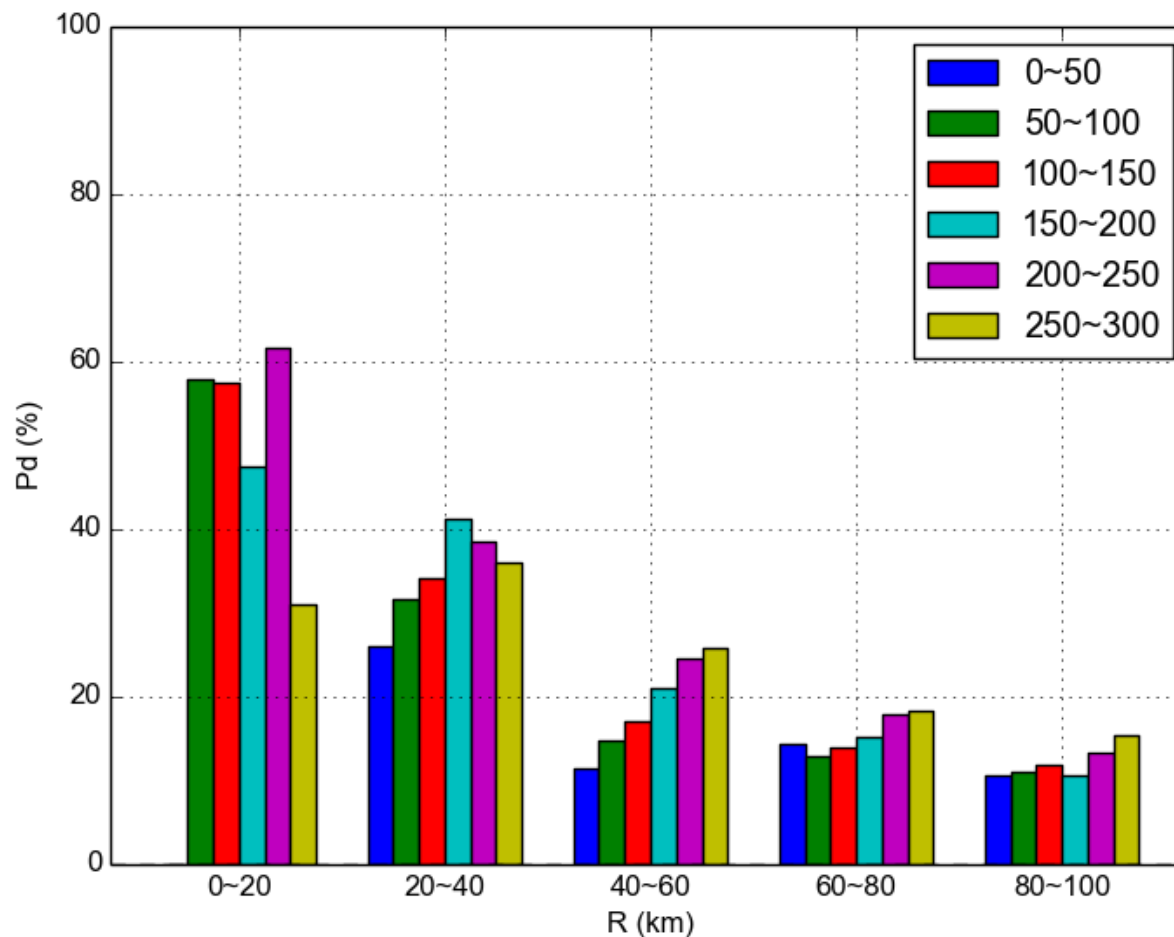
検出率 (距離 vs. 船の長さ)

野良



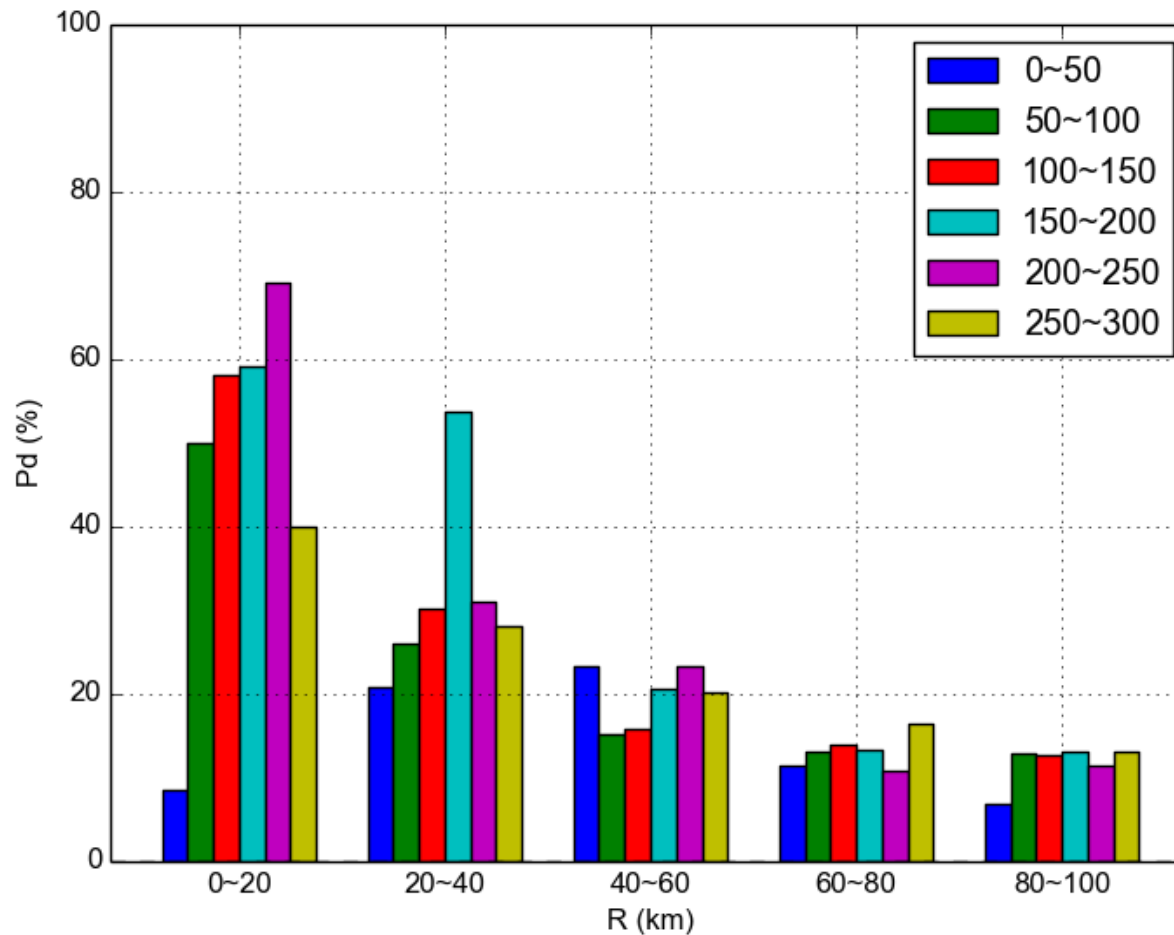
検出率 (距離 vs. 船の長さ)

赤瀬鼻

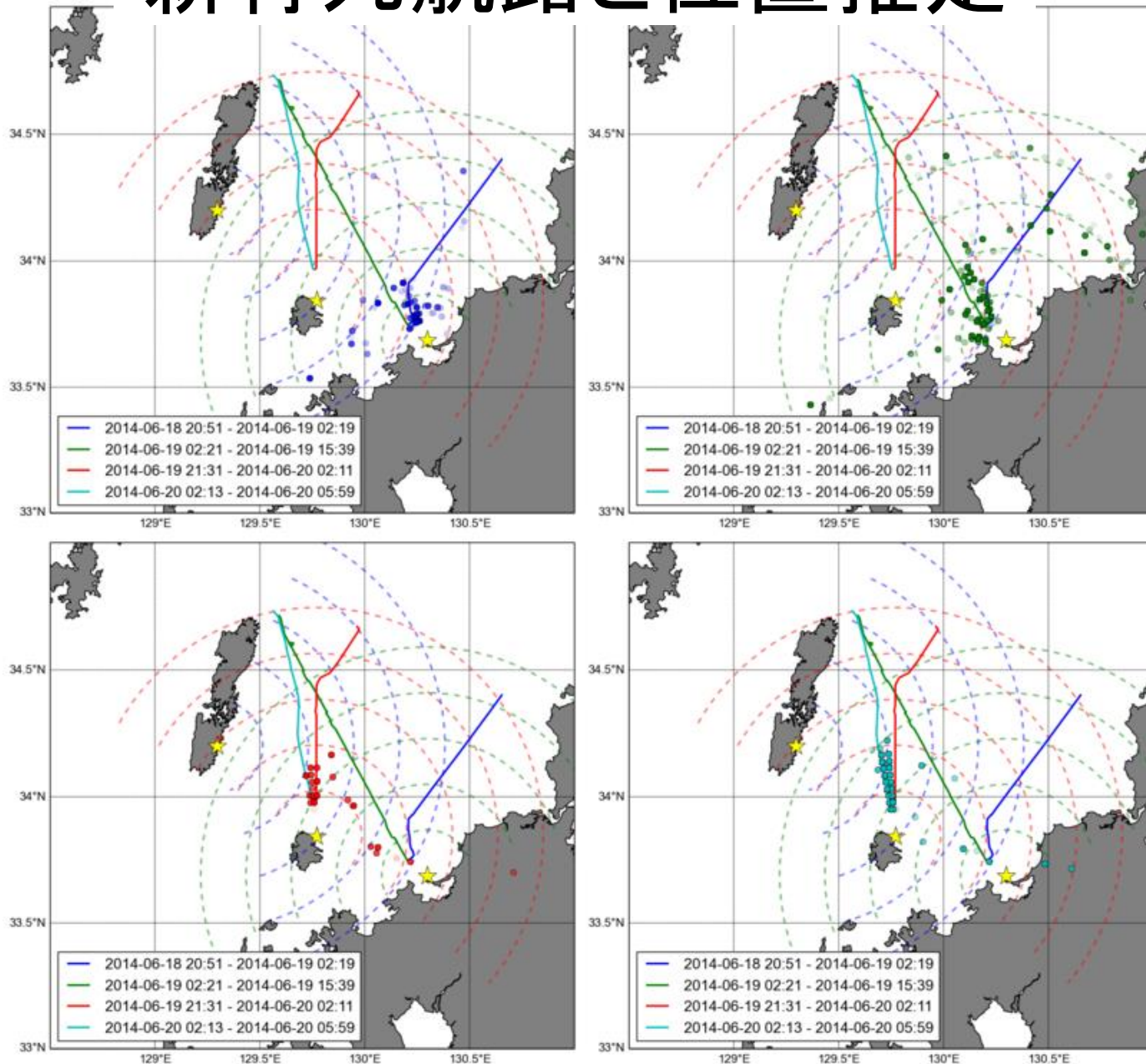


検出率 (距離 vs. 船の長さ)

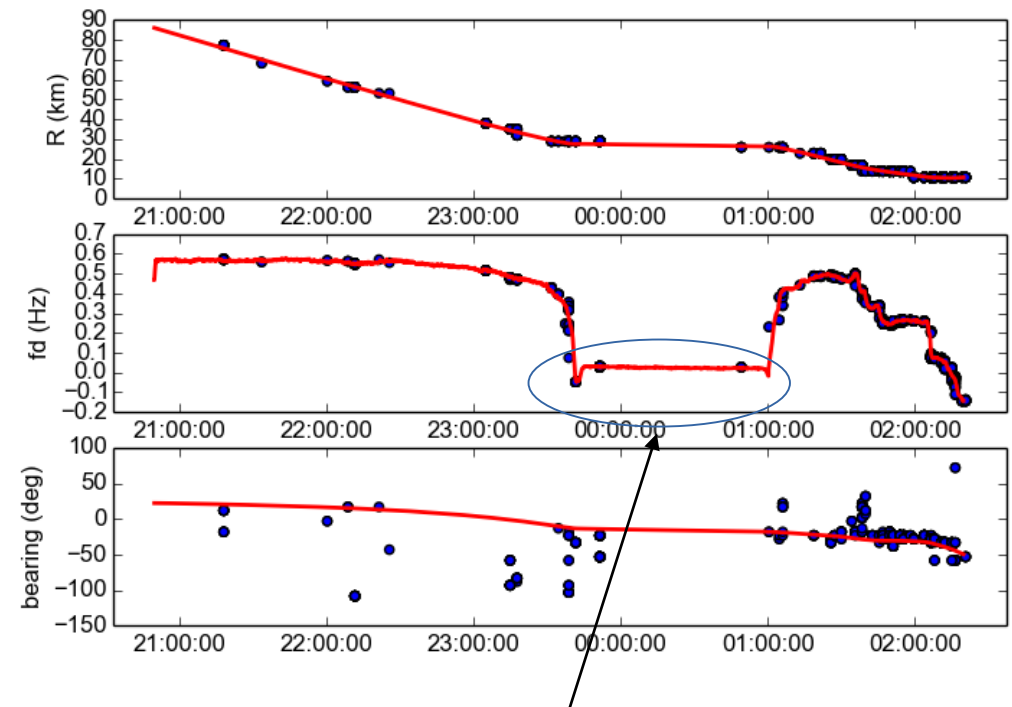
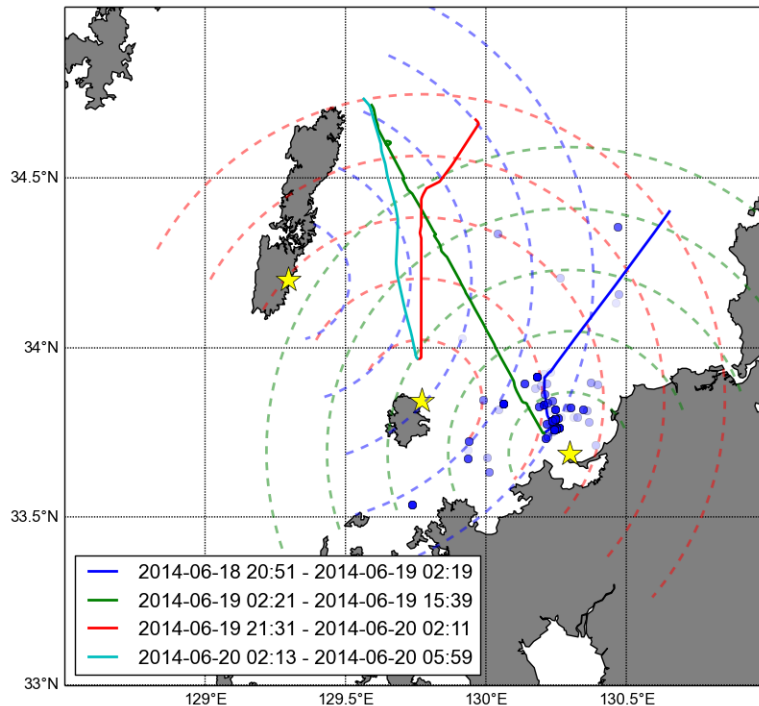
志賀島



新青丸航路と位置推定



新青丸の位置推定 (6/18 20:51-6/19 05:19)

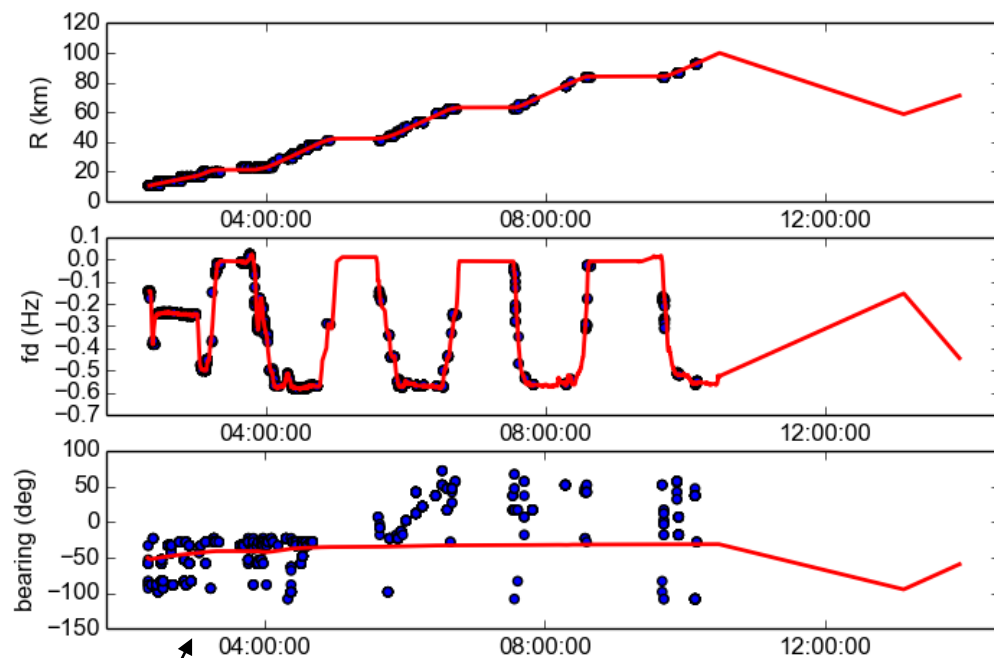
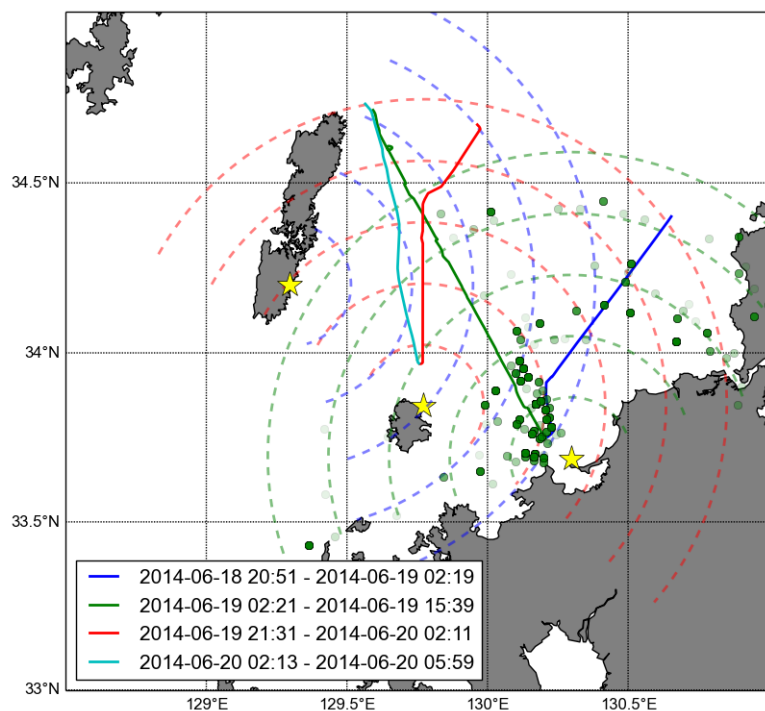


0[Hz]付近のデータを除いているため、
停止している船は検出が難しい

MUSICアルゴリズムで到来方向を推定
(一方向からの到来を仮定)

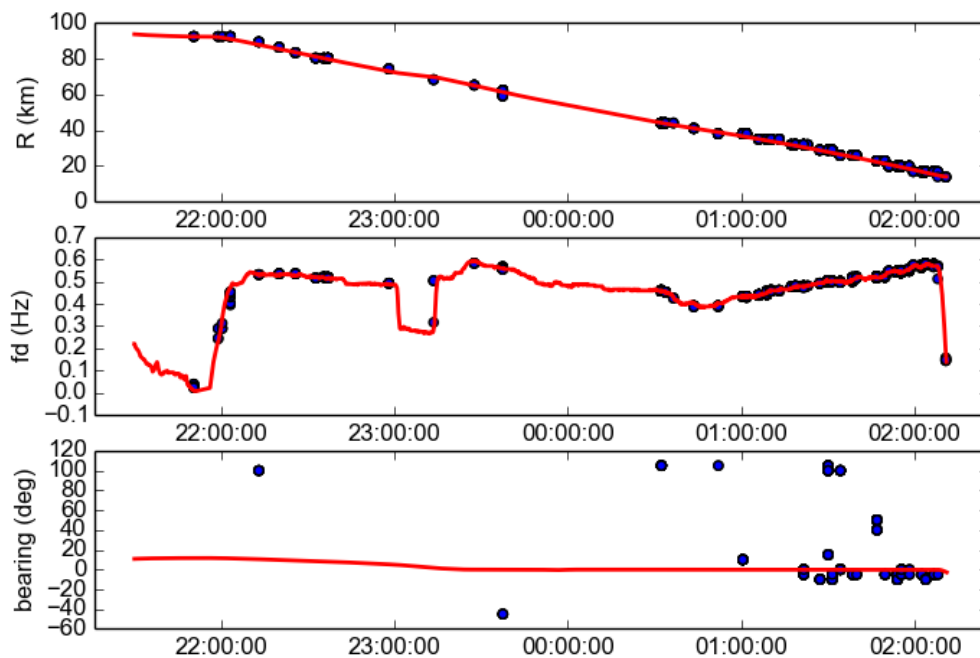
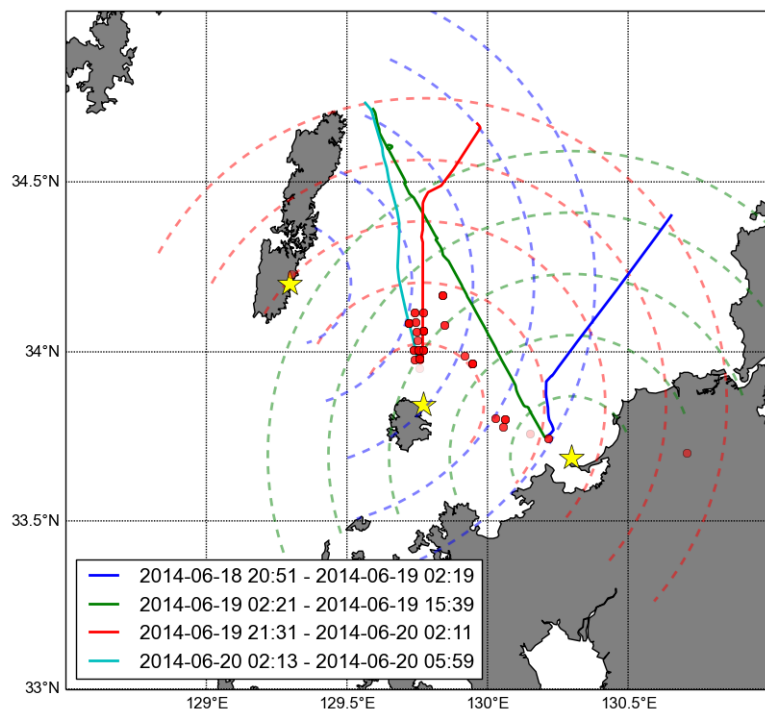
方向は5°刻み(内挿も試したが結果がほぼ同じ)

新青丸の位置推定 (6/19 05:21-6/19 15:39)

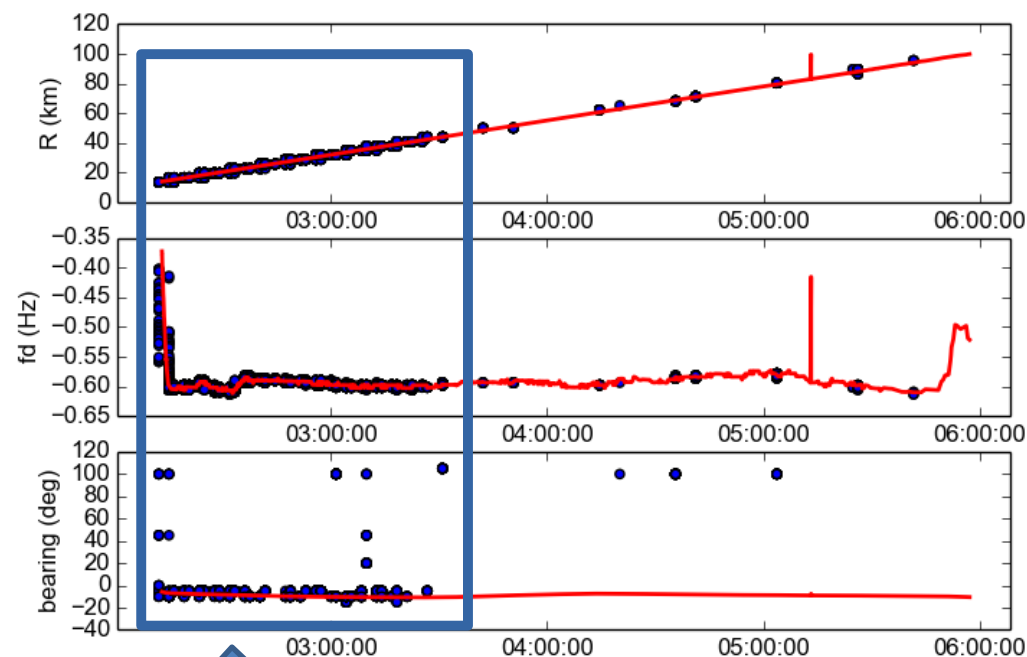
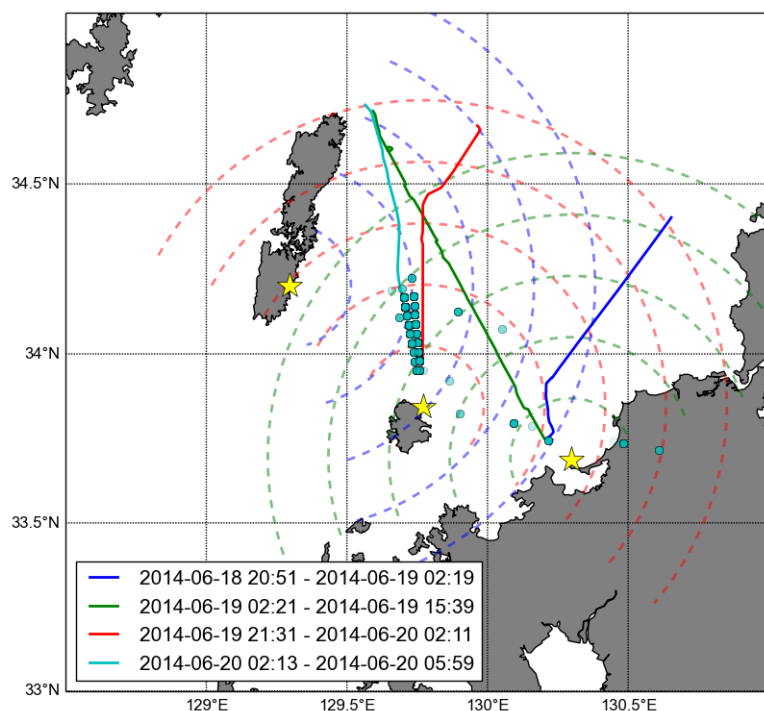


混信?(一方向以上からの到来?)

新青丸の位置推定 (6/19 21:31-6/20 02:11)



新青丸の位置推定 (6/20 02:13-6/20 05:59)



方向の推定が働く範囲
≡見通し距離?

まとめ

- ◆ 対馬東水道海洋レーダ(CODAR/SeaSonde 13.9MHz)で受信されたドップラスペクトルから船舶検知は可能か？
 - ✓ AIS情報との照合
 - ✓ ノイズフロアからの閾値判断で検出可能
 - 閾値8dB で 検出率60%
 - ✓ 船の方向(電波照射面)、船の大きさによる検出率の違いは顕著な違いは見受けられない？
 - ✓ 約40km以内だと方位推定も可能
 - クロスループ/モノポールシステム(CODAR/SeaSonde) + MUSICの場合