

対馬海峡海洋レーダー システムおよびデータ管理の実際

○奥野 章・吉川 裕・増田 章・
丸林 賢次・石橋 道芳
(九大応力研)

対馬海峡表層海況監視海洋レーダーシステム

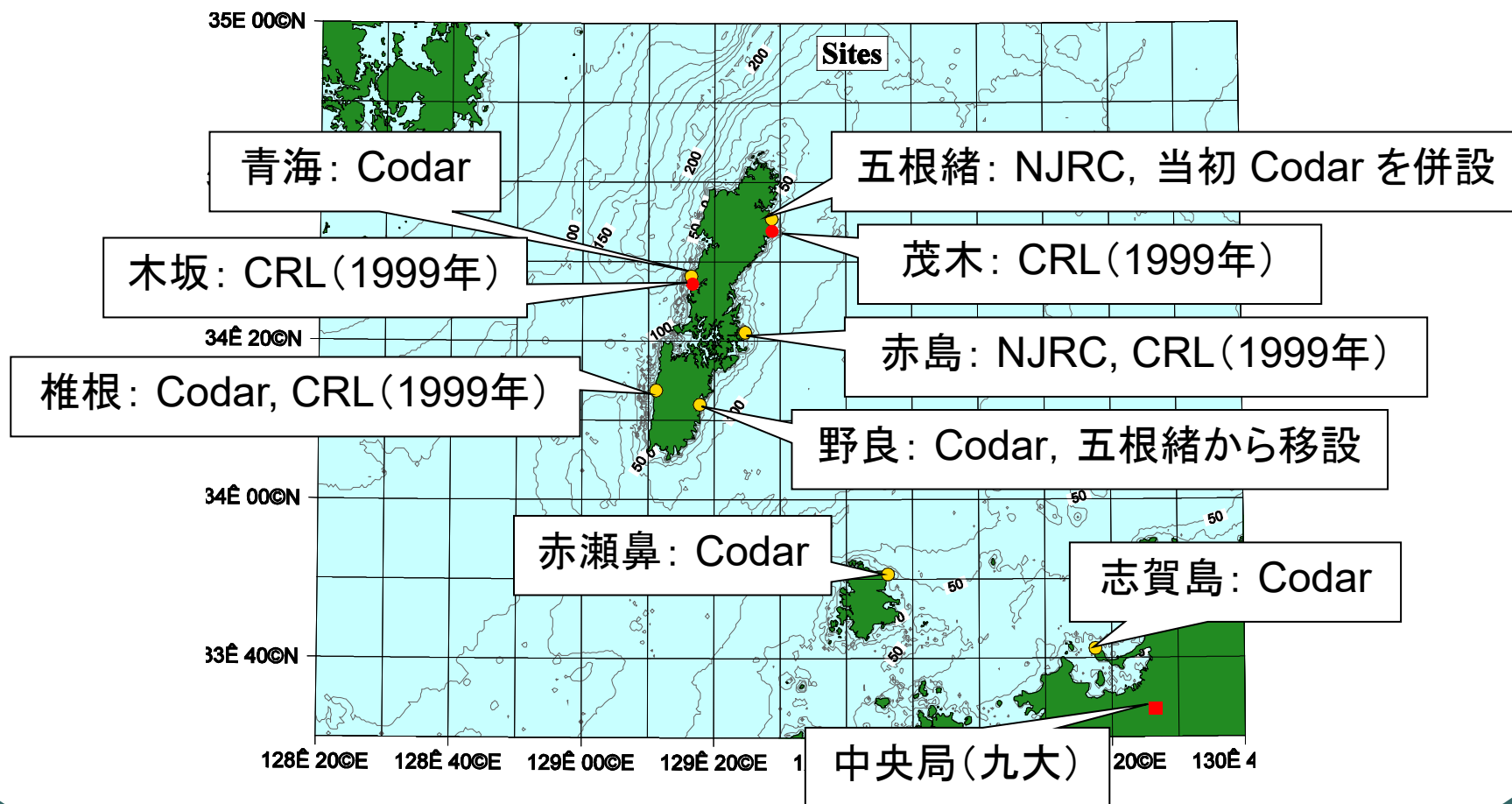
- 対馬海峡の流れ
 - ＝日本海の上流境界条件をおさえる
 - 平均流, 潮流, 変動(季節変動・経年変動)
- 2002 年初より本格運用を開始
- 他機関とデータの相互提供
 - 第七管区海上保安本部
 - 福岡県水産海洋技術センター

システム構成レーダーの概要

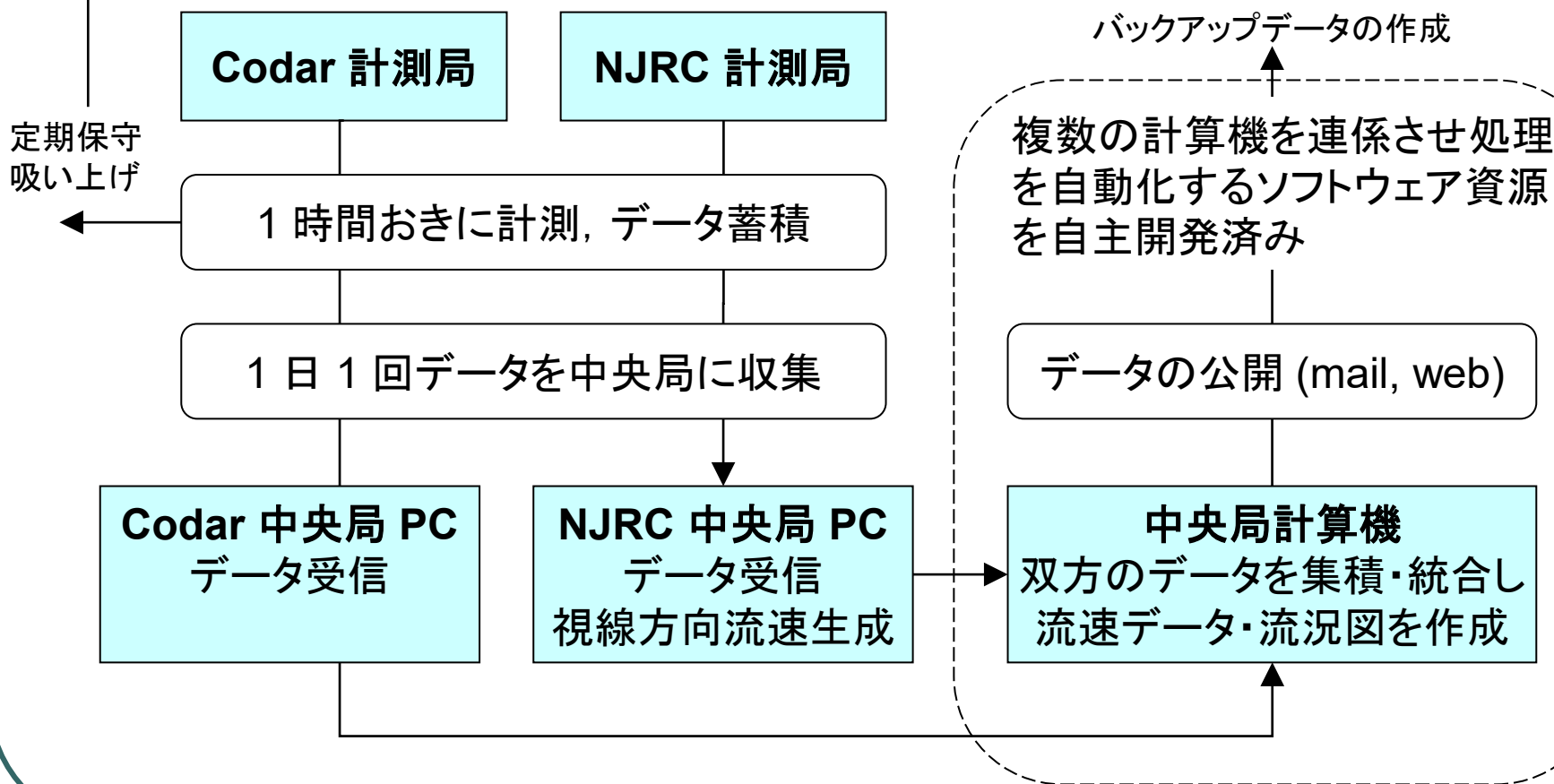
- 長距離用固定式 (Codar) × 5
中心周波数 13.946 MHz (±25 kHz)
距離分解能 ~3 km, 5 度刻み 22~35 方位程度
クロスループアンテナ受信 Music
- 中距離用可搬式 (NJRC) × 2
中心周波数 24.515 MHz (±50 kHz)
距離分解能 1.5 km, 7.5 度刻み 12 方位
アレイアンテナ受信 DBF

Codar, NJRC 双方とも GPS を用いて同期 ⇒ 同時計測が可能

レーダー設置地点 1999予備観測時の地点も含む



データ処理・管理の流れ



日常管理

- データ転送状況の確認
- その他障害の有無の確認
- データ品質のチェック

これらについては
半自動化してある

最新流況図の目視チェック

提携機関提供の ADCP データと比較

- 計測局定期保守・点検作業

中央局から遠隔操作で点検 ⇒ 動作記録チェックなど

計測局に出向き保守・点検 ⇒ 蓄積データの吸い上げ

これまでに生じた問題と対処

- 計測局の動作不良, 計測局・中央局間の通信不良
⇒ 多くは遠隔操作で計測局を再起動して復旧
- 落雷等の影響による計測局故障 ⇒ 現地作業
- 海外からの電波の混信 ⇒ 対処できない
- その他の重大な問題 3 件
 1. 台風による破損
 2. 設置地点・設置方法の問題
 3. データ品質の問題(2003年海洋学会春季大会)
⇔ アンテナパターンの歪みの影響 (Codar)

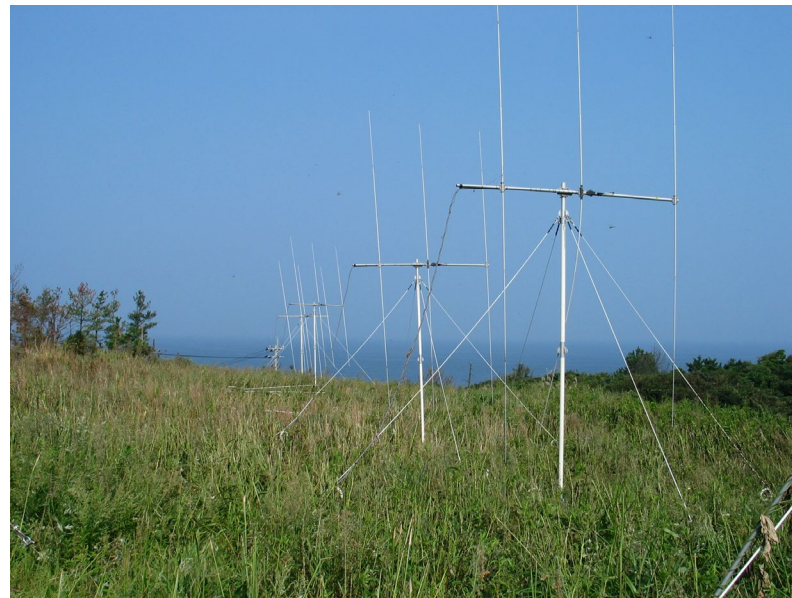
強風(台風)によるアンテナの倒壊

台風 0314 により NJRC 赤島局・五根緒局のアンテナが倒壊・破損
⇒ 予備アンテナを交換設置

赤島局 (2003/09/17)



五根緒局 (2003/09/17)



観測を途絶させないために交換用機材をあらかじめ準備しておく必要がある

設置地点・設置方法の問題

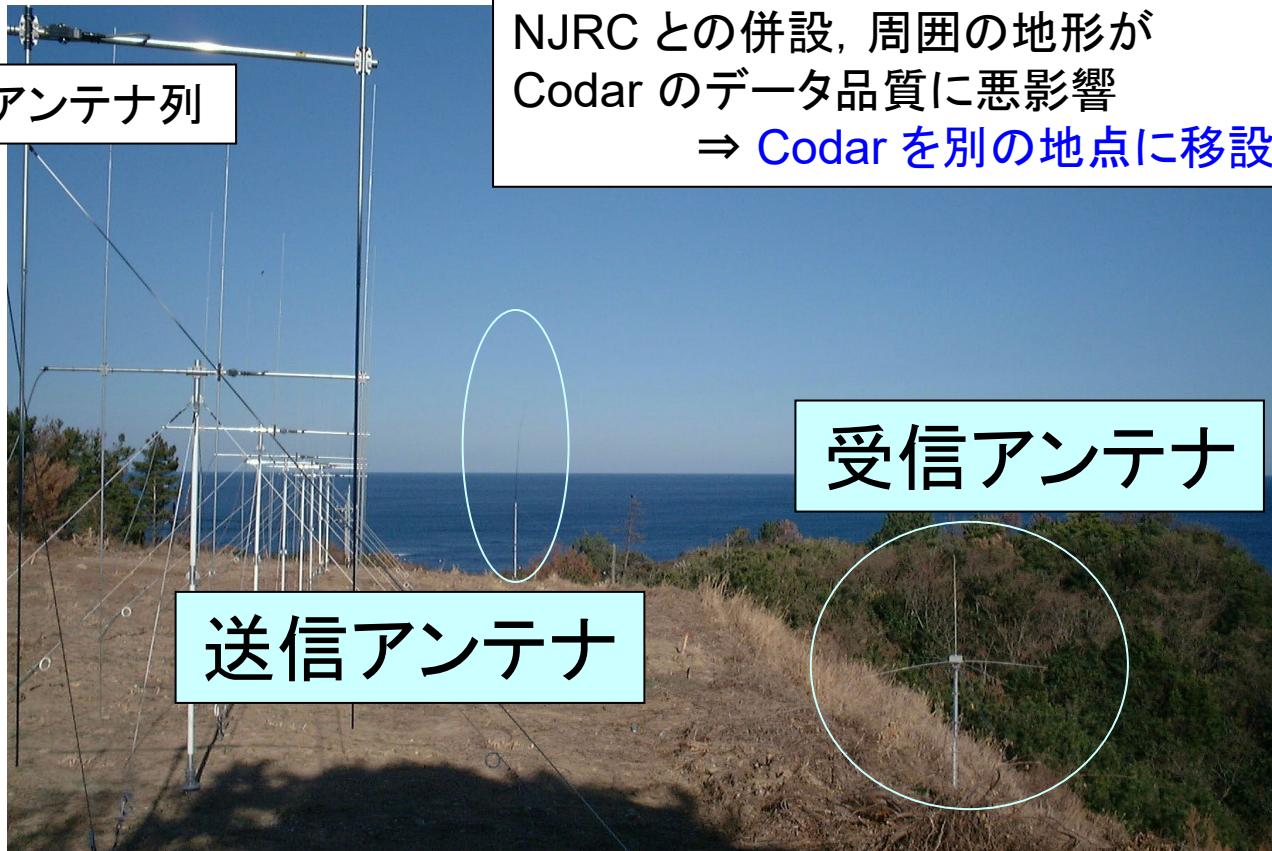
Codar 五根緒局(移設前)の状況

NJRC アンテナ列

NJRC との併設, 周囲の地形が
Codar のデータ品質に悪影響
⇒ Codar を別の地点に移設

送信アンテナ

受信アンテナ



設置地点・設置方法の問題

Codar 野良局(移設後)の状況

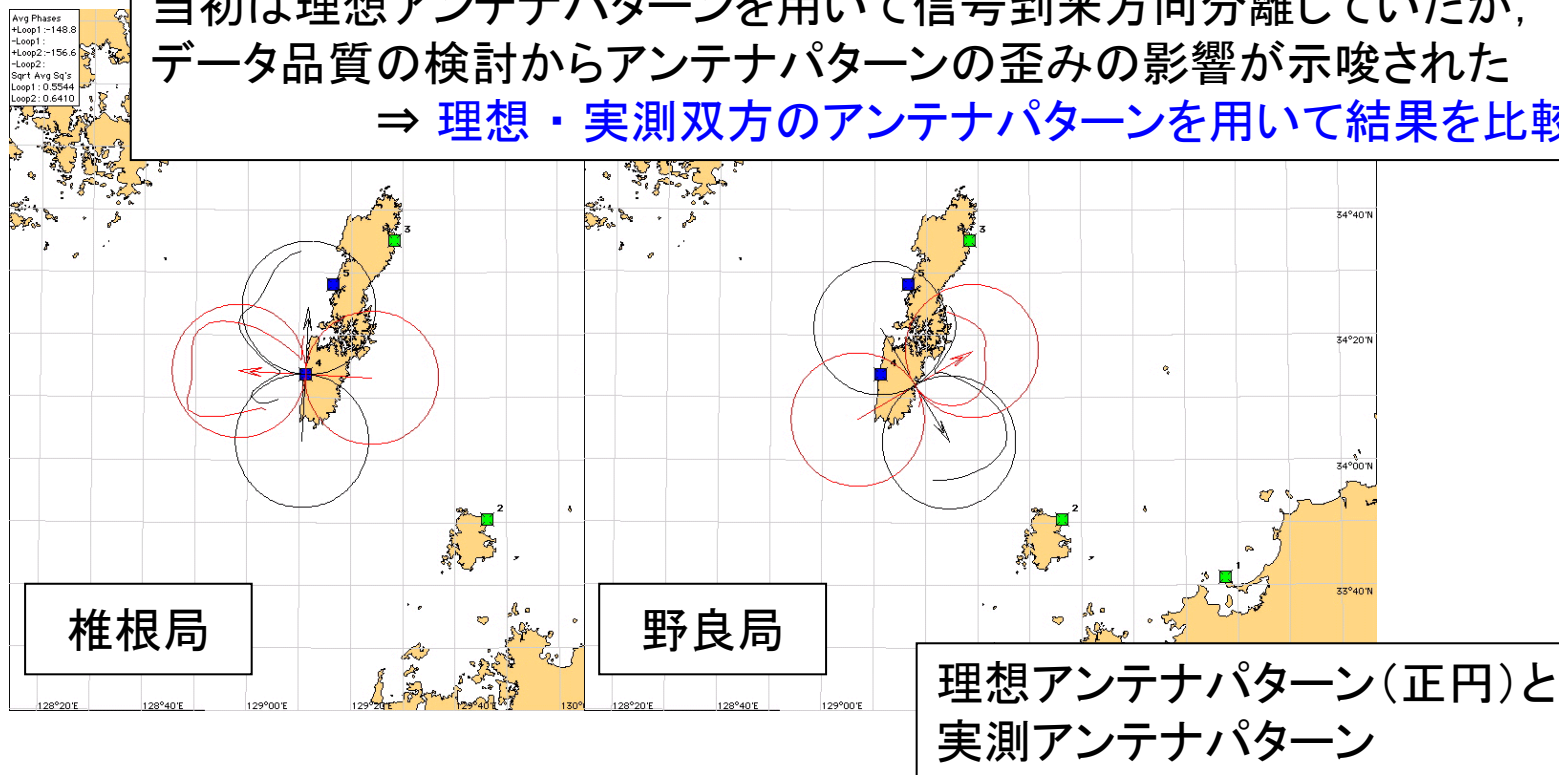


- 視界確保のため受信アンテナを底上げ
- 移設後のデータ品質は良好



アンテナパターンの歪みの影響 (Codar)

当初は理想アンテナパターンを用いて信号到来方向分離していたが、データ品質の検討からアンテナパターンの歪みの影響が示唆された
⇒ 理想・実測双方のアンテナパターンを用いて結果を比較

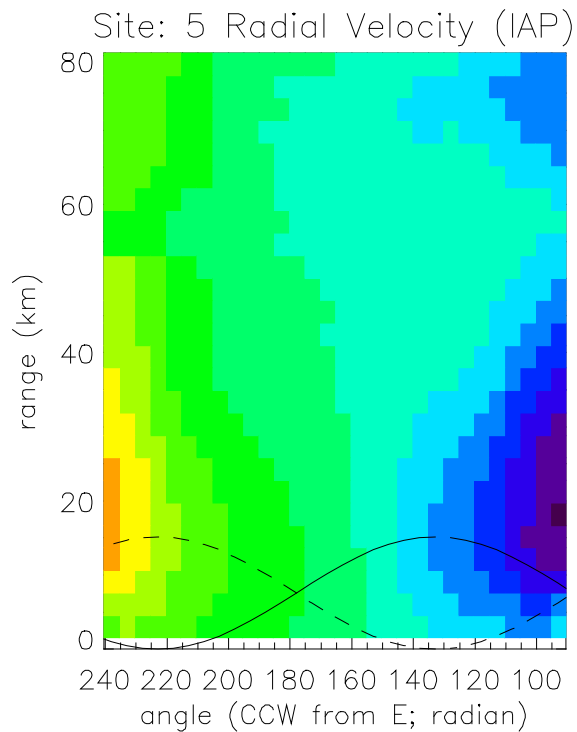


平均視線方向流速の距離・方位分布の比較例

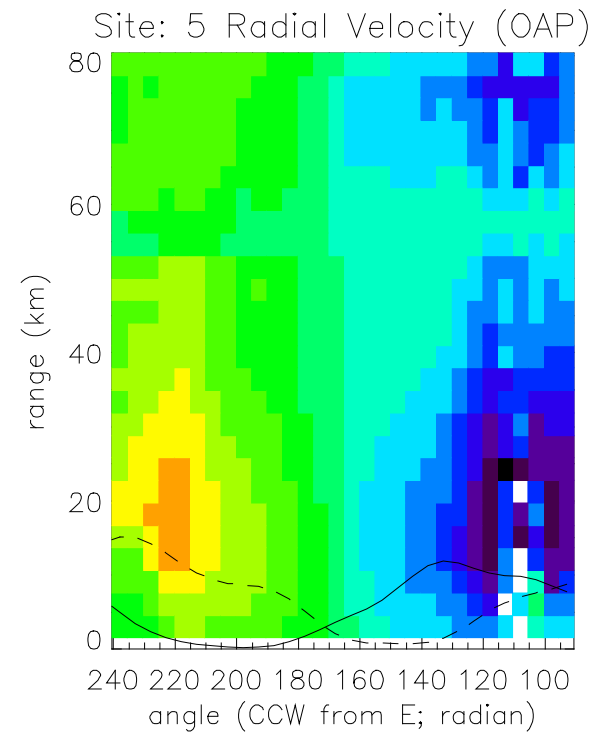
Codar 青海局

2003 年 10 月の月平均値

理想アンテナパターン



実測アンテナパターン



到来方向の判定が大きく変化

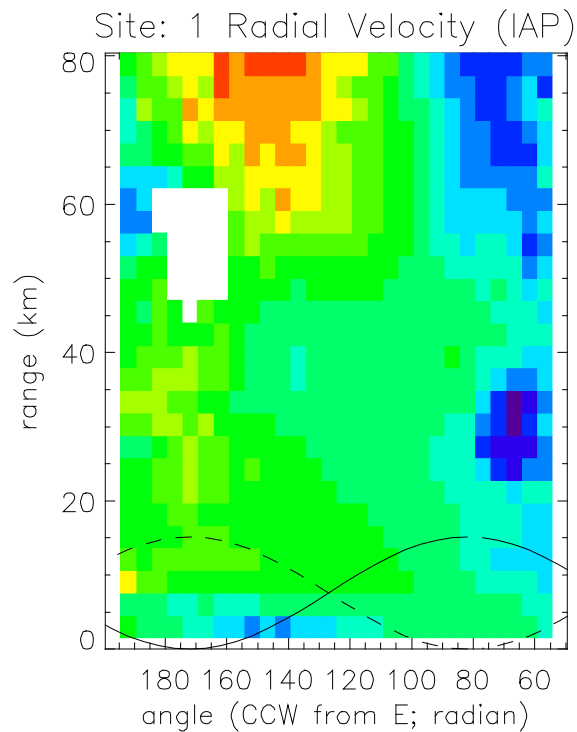


平均視線方向流速の距離・方位分布の比較例

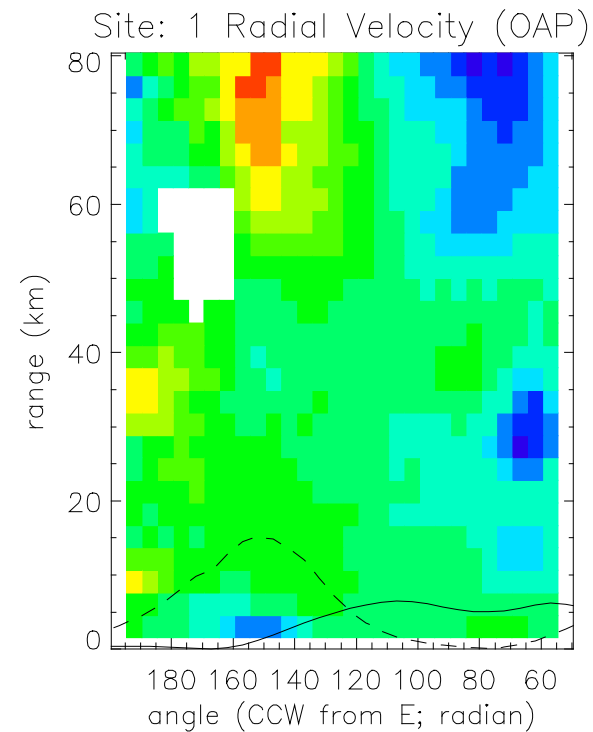
Codar 志賀島局

2003 年 10 月の月平均値

理想アンテナパターン



実測アンテナパターン



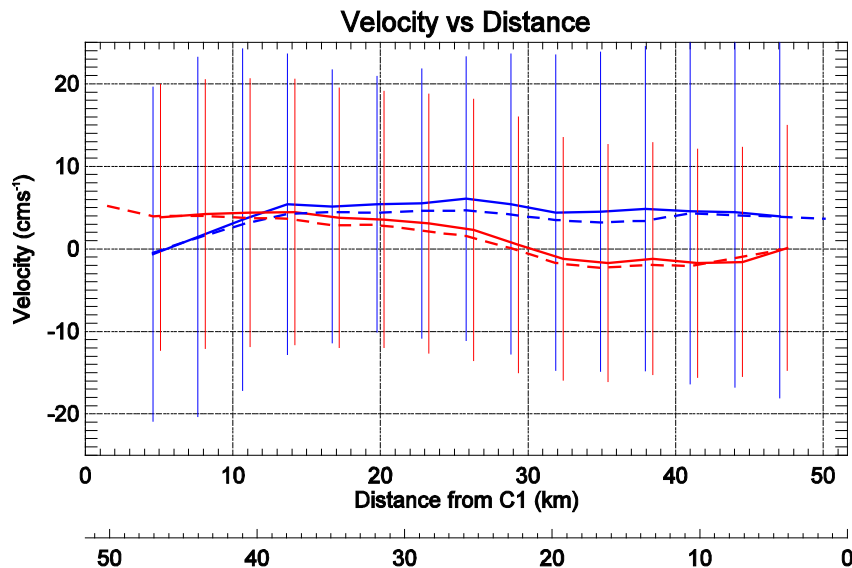
対向レーダー視線方向流速平均値の比較例

志賀島局 (Codar) vs 赤瀬鼻局 (Codar)

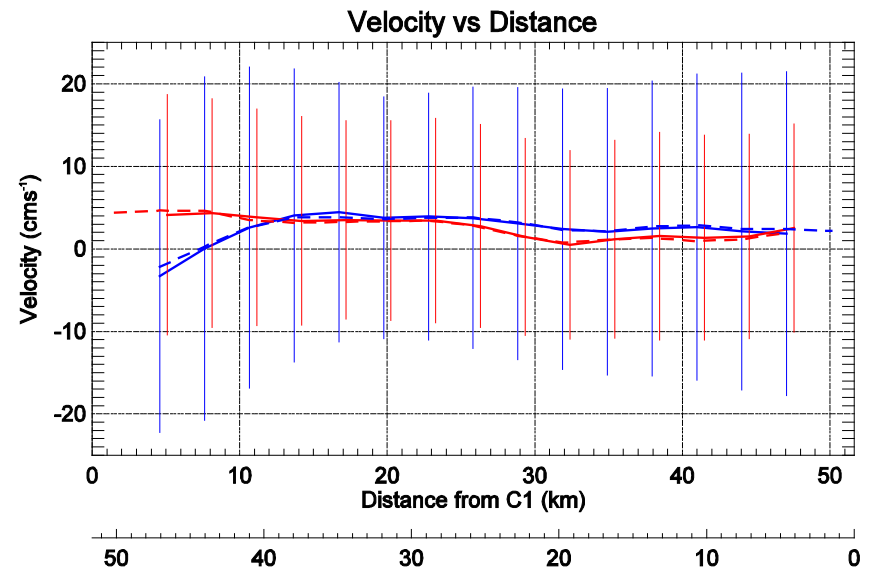
2003 年 10 月の月平均基線方向流速と標準偏差を比較

⇒ 実測アンテナパターンを用いると良好な一致を示すようになった

理想アンテナパターン

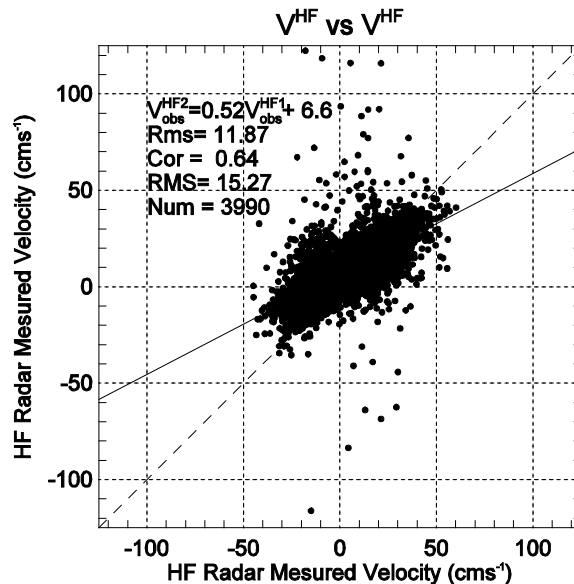


実測アンテナパターン

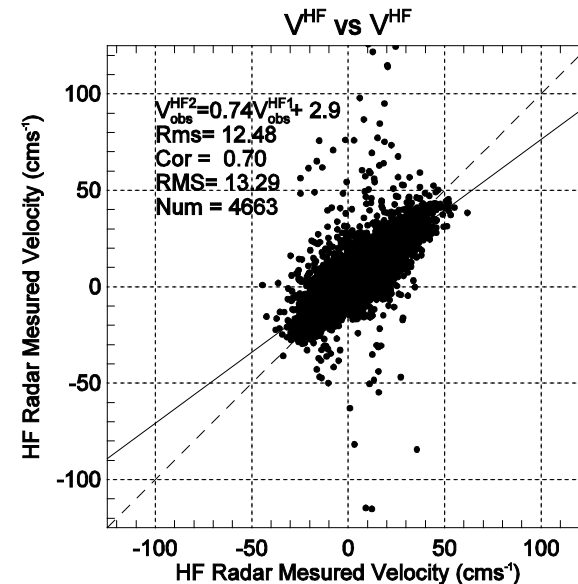


対向レーダー視線方向流速瞬間値の比較例 志賀島局 (Codar) vs 野良局 (Codar)

理想アンテナパターン



実測アンテナパターン

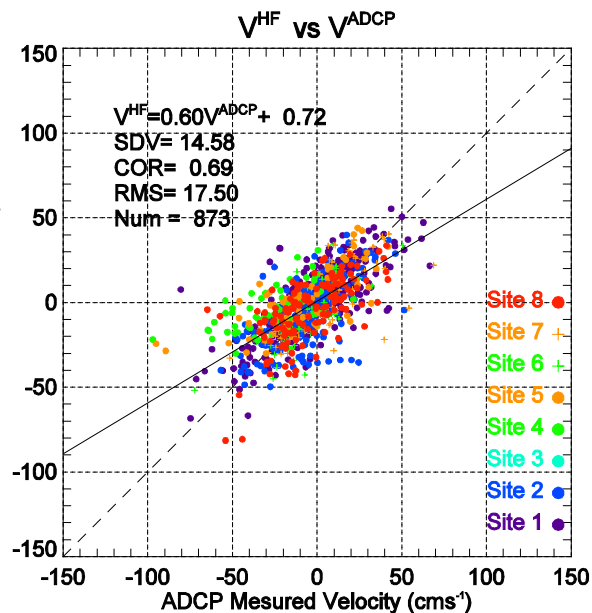


2003 年 10 月の基線方向流速瞬間値を比較

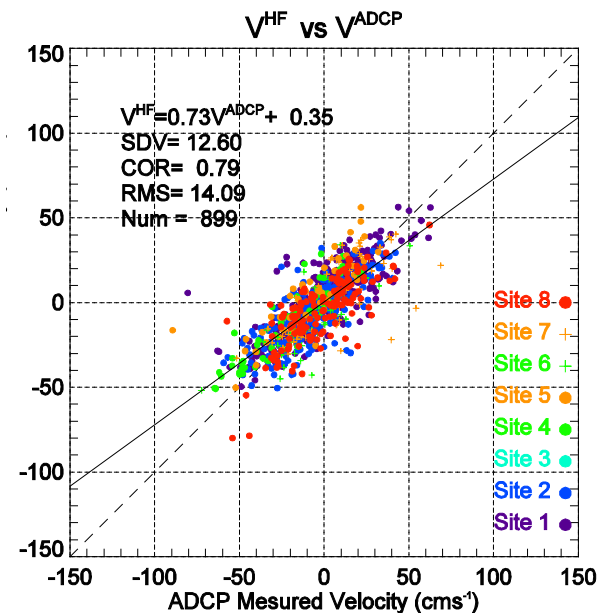
⇒ 瞬間値でも実測アンテナパターンを用いると一致がよい

ADCP 計測データとの比較

理想アンテナパターン



実測アンテナパターン



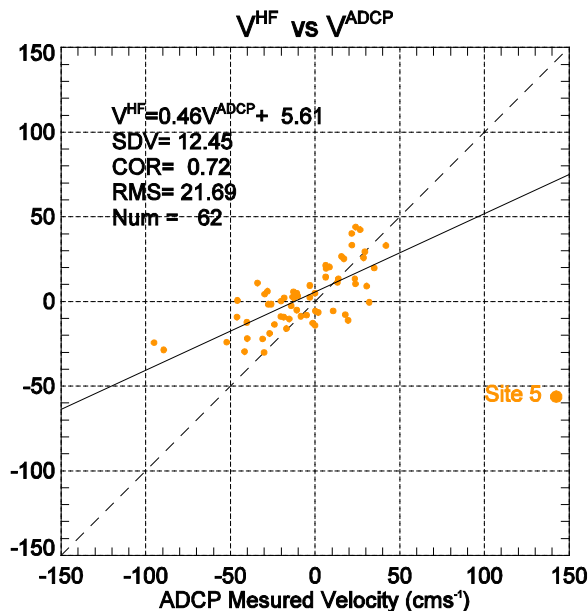
2003 年 9 月以降の ADCP 計測流速の各局視線方向成分との比較

- 第七管区海上保安本部提供データ (2, 5, 7 m)
- 福岡県水産海洋技術センター提供データ (5 m)

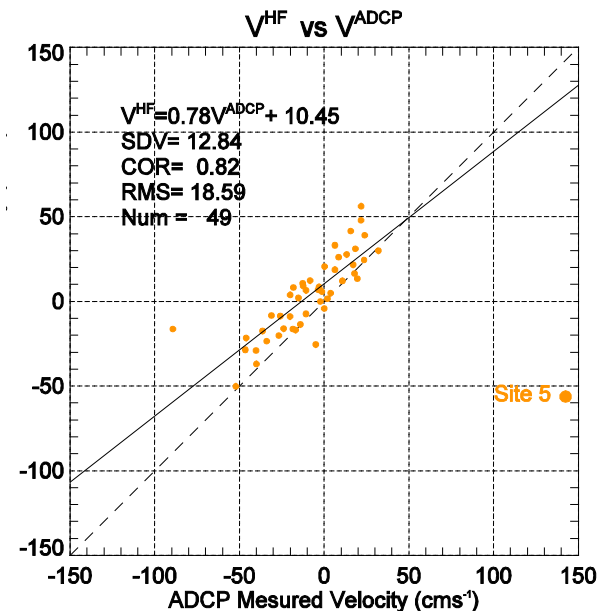
ADCP 計測データとの比較

Codar 青海局のみ抽出した例

理想アンテナパターン



実測アンテナパターン



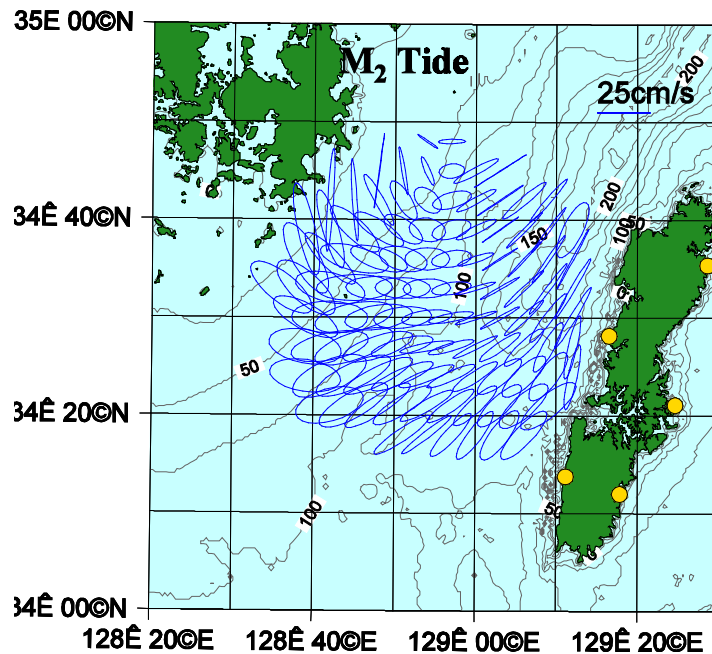
ADCP 計測流速の各局視線方向成分との比較でも
実測アンテナパターンを用いたほうが一致がよい

⇒ その場合の一致の程度は他の研究と同等

西水道の M_2 潮流楕円

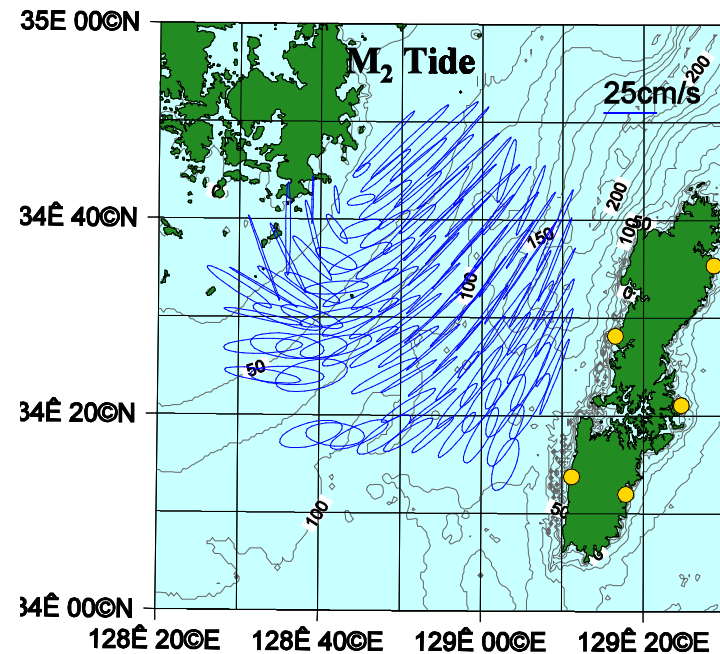
2003 年 9 月 ~ 12 月

理想アンテナパターン



理想アンテナパターンを用いると
潮流楕円の分布が不自然

実測アンテナパターン



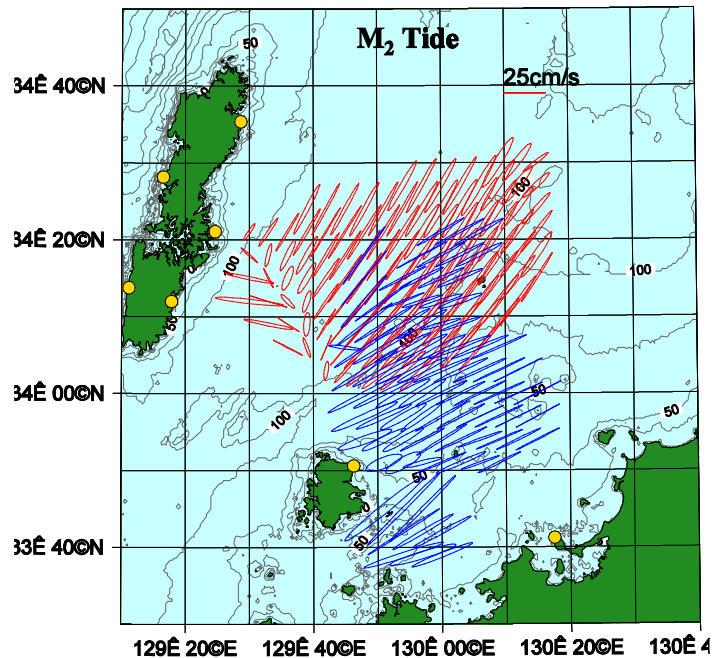
実測アンテナパターンを用いると
従来の研究との整合性が向上

東水道 M_2 潮流楕円の機種間比較

Codar vs **NJRC**

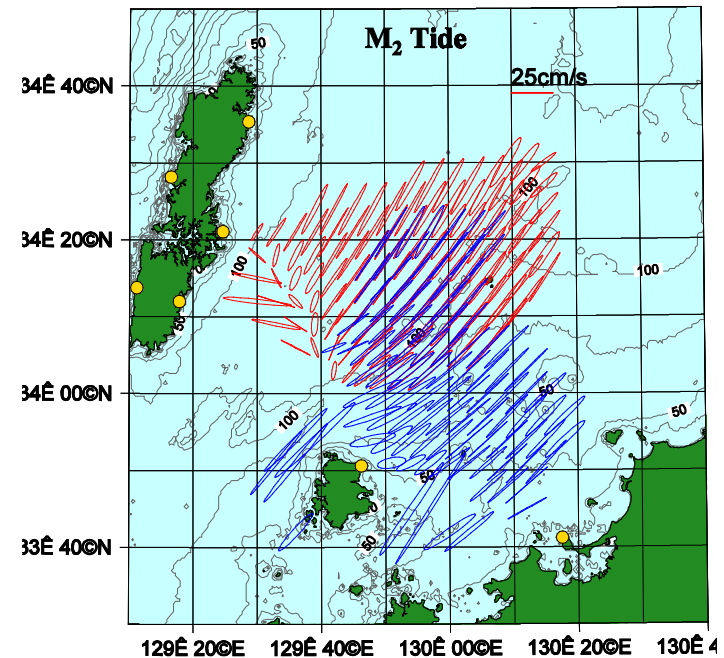
2003 年 9 月 ~ 12 月

理想アンテナパターン



理想アンテナパターンを用いると
NJRC との一致が悪い

実測アンテナパターン

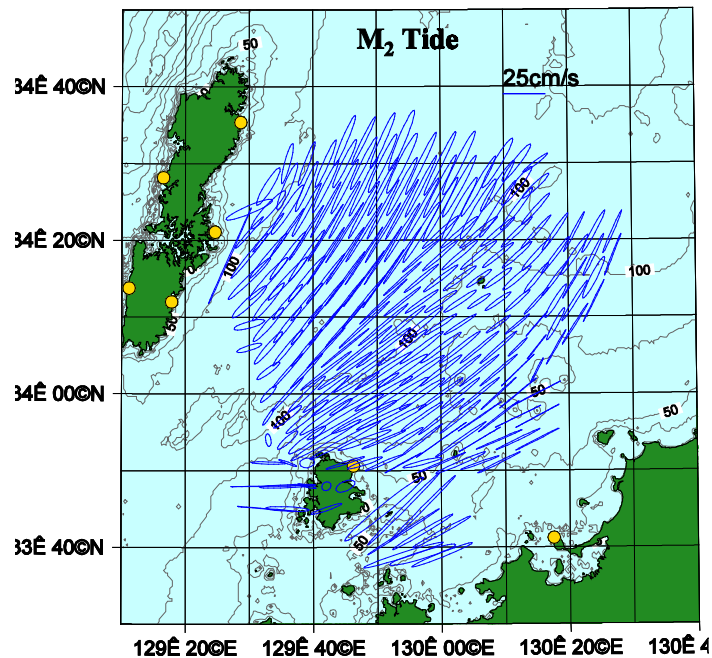


実測アンテナパターンを用いると
NJRC による潮流楕円とよく一致

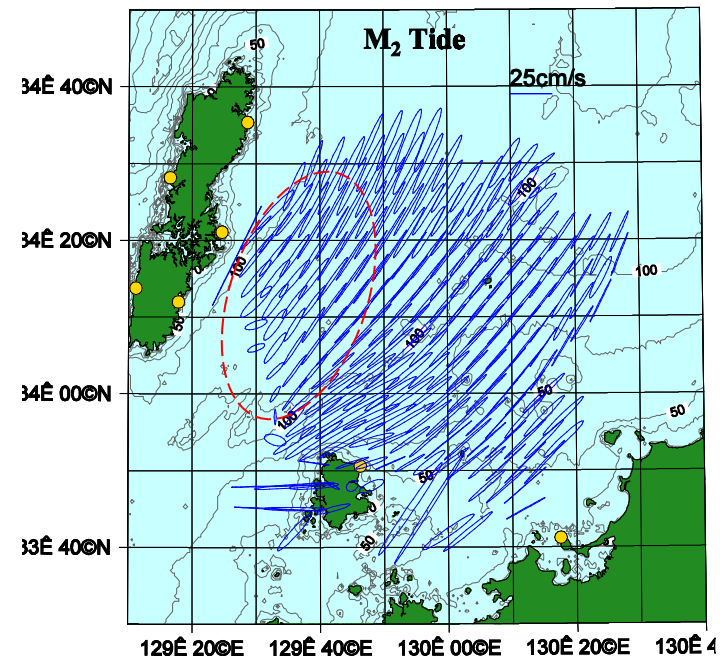
東水道の M_2 潮流橢円

Codar, NJRC のデータを統合 2003 年 9 月 ~ 12 月

理想アンテナパターン



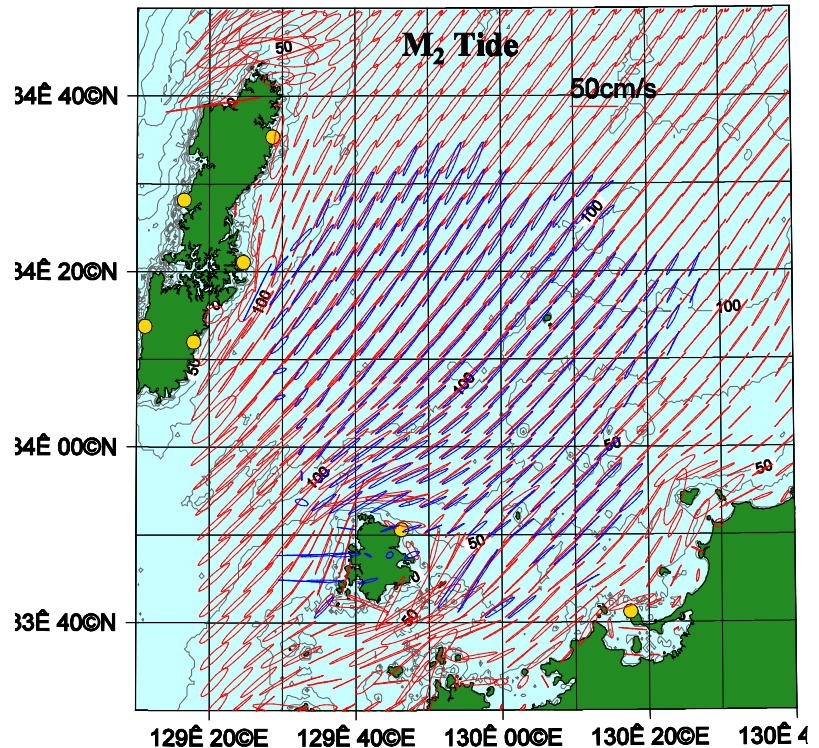
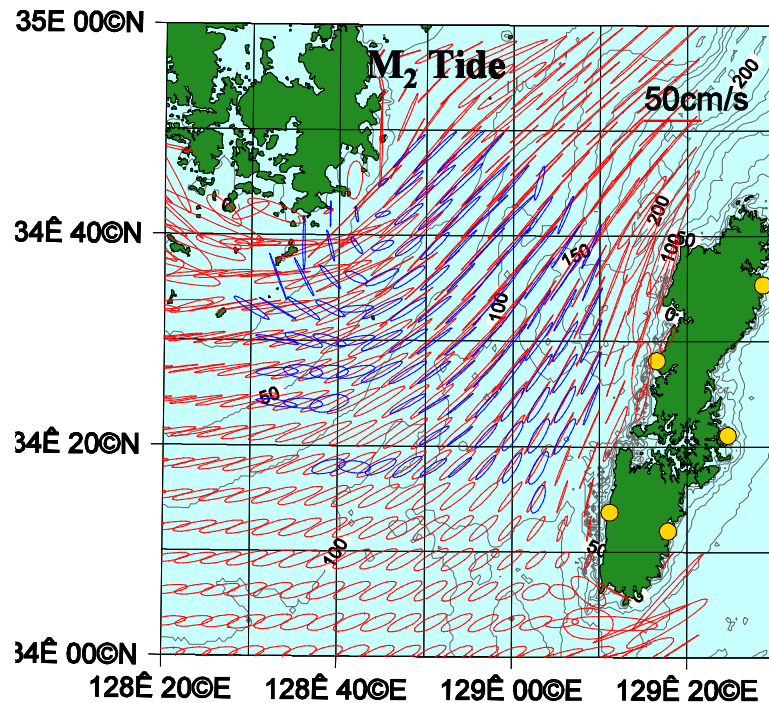
実測アンテナパターン



実測アンテナパターンを用いるとより自然な分布を得る
Codar と NJRC の統合はうまくいっている

M₂ 潮流楕円の比較

現行レーダー vs 数値模型 (Kawano, 1999)



西水道・東水道とも主要部でよく一致している

予備観測との視線方向潮流比較

1999 年の予備観測（山本ほか, 2002）

- CRL 所有の FMICW レーダーを使用
- フェイズドアレイアンテナ, 狭ビーム掃引
- 中心周波数 24.515 MHz
- 距離分解能 1.5 km, 15度刻み 13 方位
- 西水道: 椎根・木坂 (1999/08/22 ~ 10/10)
- 東水道: 赤島・茂木 (1999/10/15 ~ 12/12)

椎根局・赤島局は現行レーダーと同一地点
⇒ 視線方向潮流の比較・検討が可能

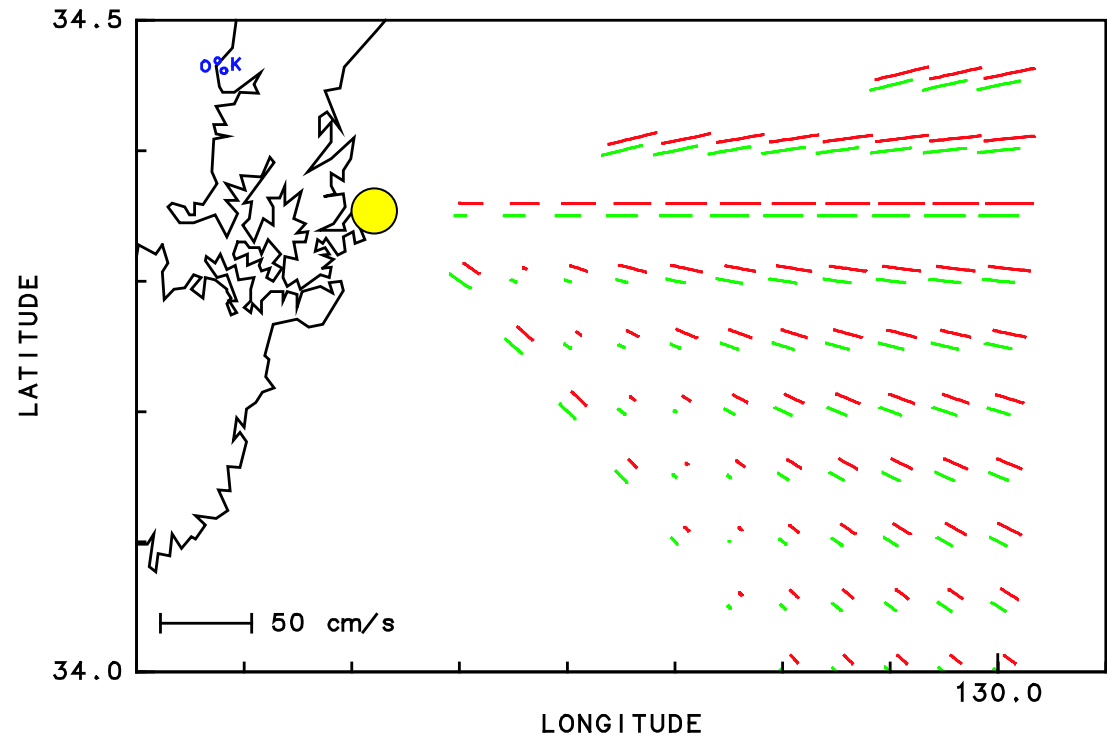
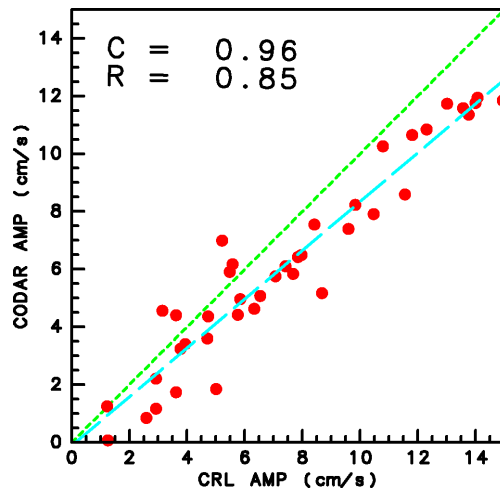
赤島局視線方向 M_2 潮振幅の比較例

NJRC vs CRL

CRL: 1999/10/15 ~ 12/12
NJRC: 2003/10/15 ~ 12/12

M_2 , O_1 , K_1 , S_2 で同様の結果

両者はよく一致している



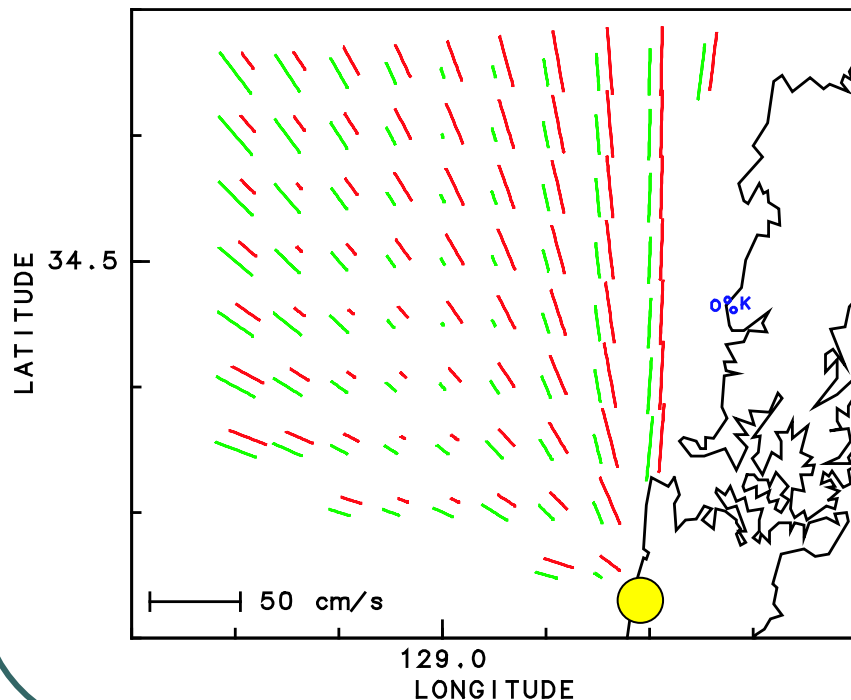
椎根局視線方向 M_2 潮振幅の比較例

Codar vs CRL

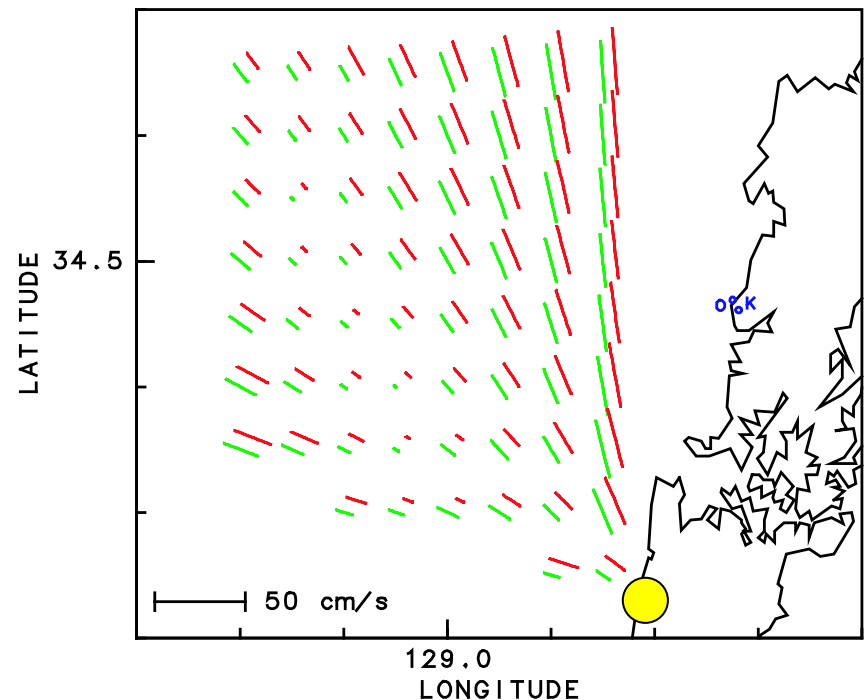
CRL: 1999/08/22 ~ 10/10; Codar: 2003/08/25 ~ 10/10

Codar に実測アンテナパターンを用いるとよく一致

理想アンテナパターン



実測アンテナパターン



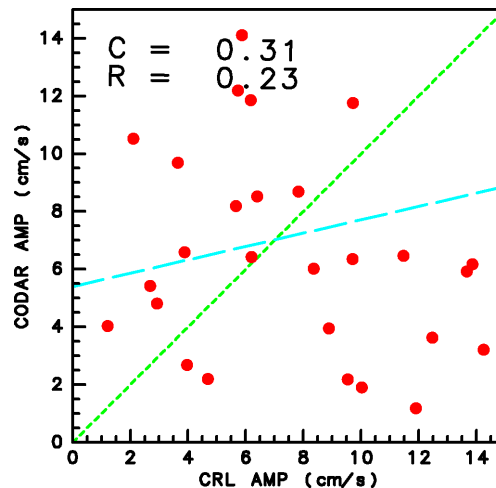
椎根局視線方向 M_2 潮振幅の比較例

Codar vs CRL; 散布図表示

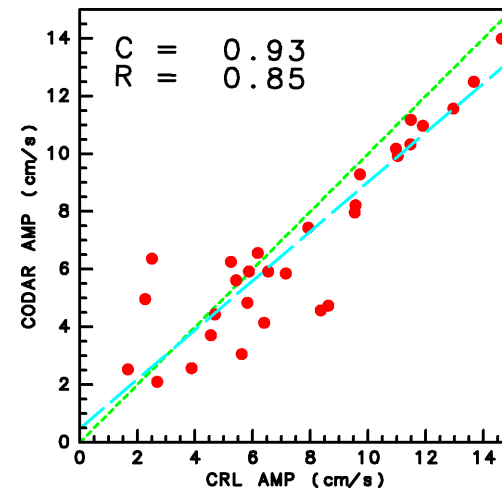
CRL: 1999/08/22 ~ 10/10; Codar: 2003/08/25 ~ 10/10

Codar に実測アンテナパターンを用いるとよく一致

理想アンテナパターン



実測アンテナパターン



M_2 , O_1 , K_1 で同様の結果

まとめ

- 運用開始後の九大レーダーシステムについて
経緯・現状，問題と対処など，運用の実際を紹介した
- 懸案だったデータ品質の問題について
⇒ Codar の計測に実測アンテナパターンを用いることで解決の見通しが立った
- 1999 年予備観測との潮流データ比較
⇒ 現行レーダーの結果と予備観測の結果がよく一致することを確認した

今後

- 日常管理作業かける労力を減らす
自動化できる部分は自動化を進める
- Codar 流速データの再解析
実測アンテナパターンを過去のデータにも適用
- 観測データを用いた海洋学的研究にシフト
平均流, 潮流, 季節変動, 経年変動...