

2016年以降の伊勢湾海洋 レーダで得られる流速の精度

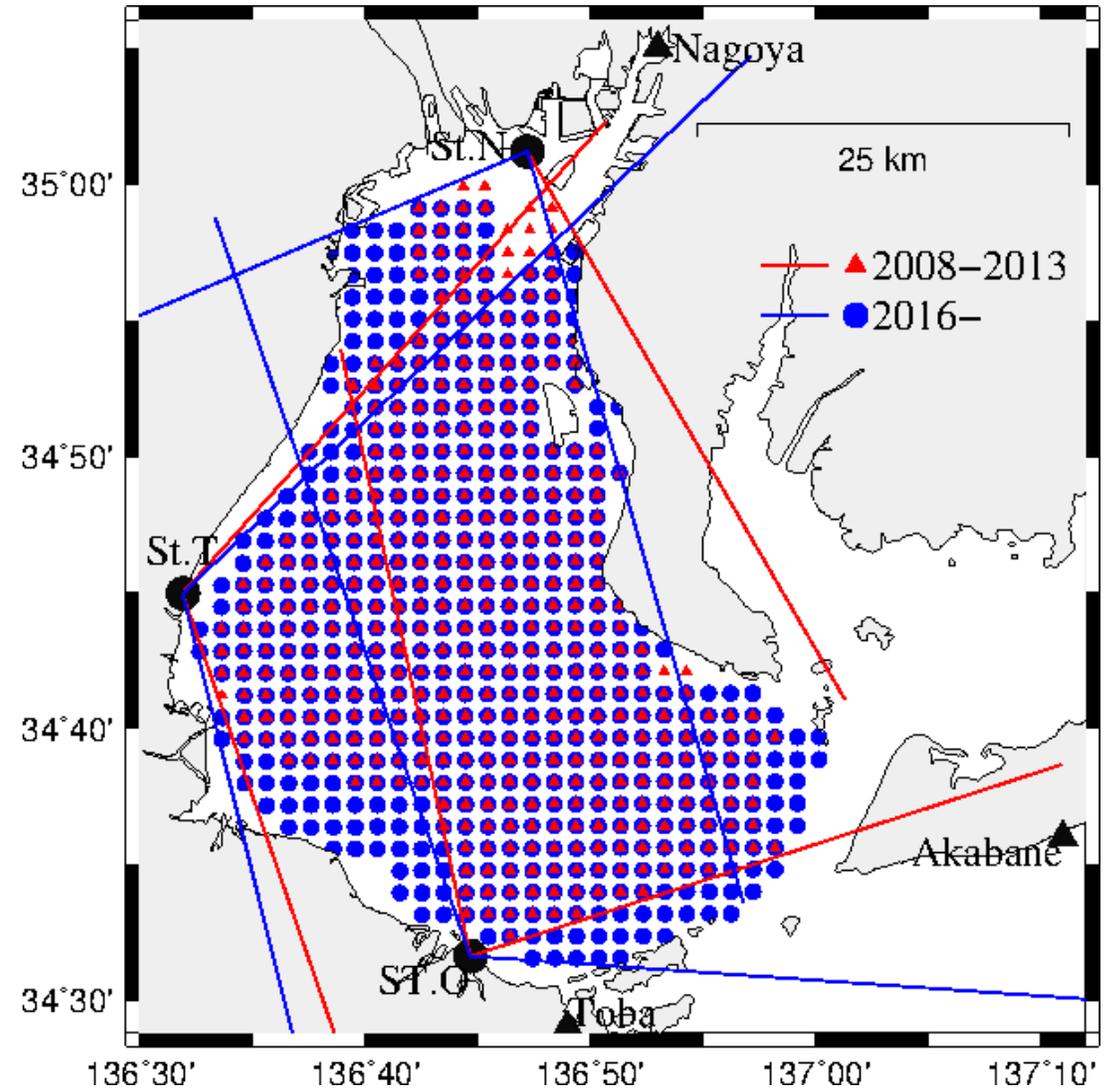
坪野, 三角, 津旨@電中研

背景と目的

- 伊勢湾・東京湾で国土交通省がレーダを設置，WEB PAGEで流速ベクトル（視線流速ではない）が公開.
- 流速ベクトル・潮位の誤差比？（データ同化；例えば坪野ら，2015）
 - 潮汐現象は，定常と推察される.
- 流速ベクトルは幾何的な誤差を含む（日向，2005；Champan, 1997）
- ある区間を区切って，複数の調和解析をして，その統計情報で誤差比を検討すれば，あるいは．．．伊勢湾レーダ2008 - 2013年でやった.
- 2016年以降更新していた．点数も増えていた.
- レーダ流速の誤差や潮流の傾向の評価は，モデル結果の評価や同化に使うときに，避けて通れない.
- 2016年から2019年までの結果について，2008 - 2013年と同じ解析をして，精度評価をする.

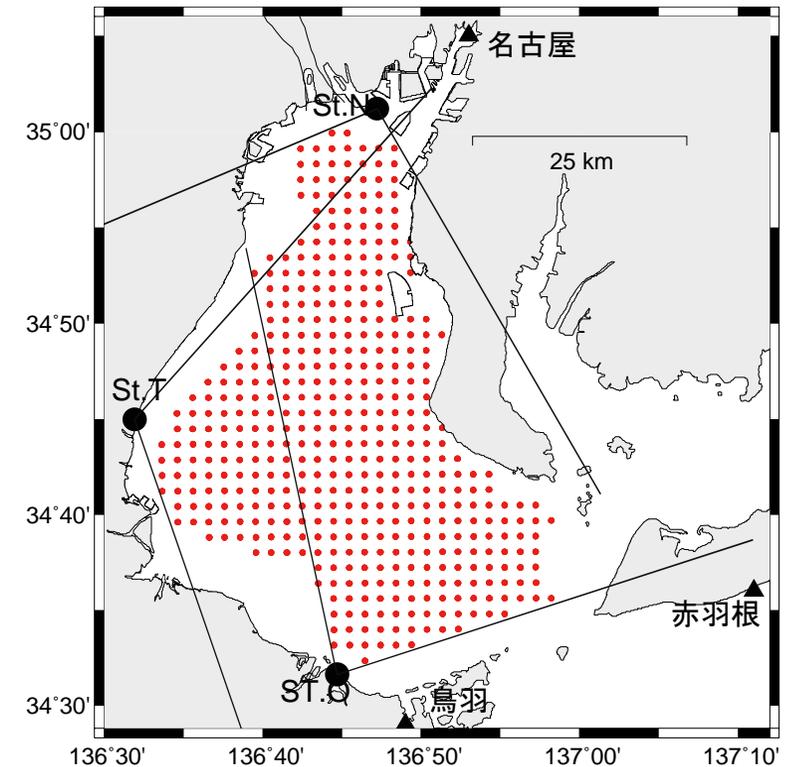
レーダの変更

- 2016年以降更新していた。点数も増えていた。
- 視線方向も変更していた。
- 視線方向変更 -> 幾何誤差変化
- 2016年から2019年までの結果について、前報と同じ解析をして、精度評価をする。



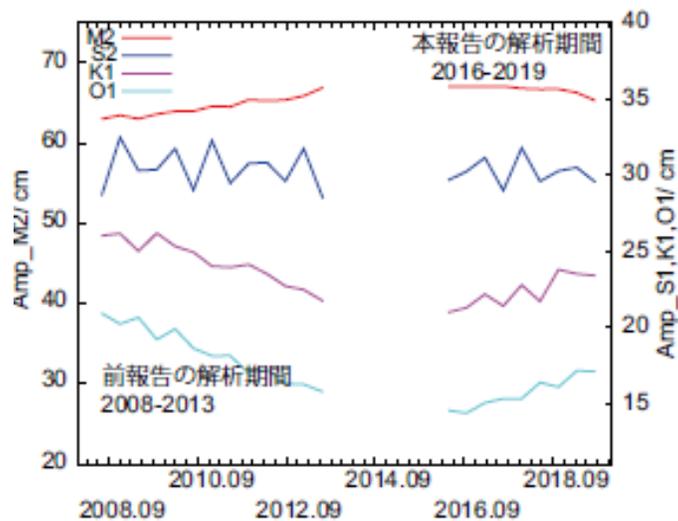
解析方法（流速・水位）

- 2008年4月22日～2013年10月8日のデータ *
- 2016年2月9日～2019年10月29日のデータ *
 - 1時間毎，格子上の点のデータ
 - 赤丸：レーダ
 - 黒三角：水位（名古屋，鳥羽，赤羽根）
- 調和解析：151日毎に分割し，計13回実施
- 13個（2008-2013），9個（2016 - ）の調和定数（M2,S2,K1,O1）
- 平均・分散共分散行列

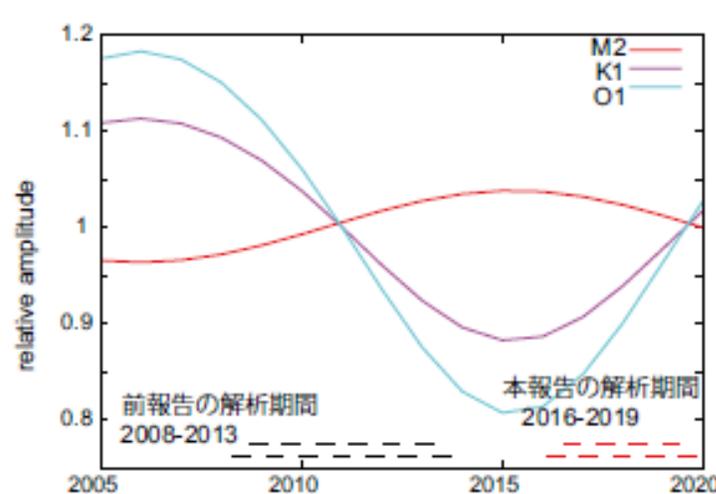


前処理 (潮位)

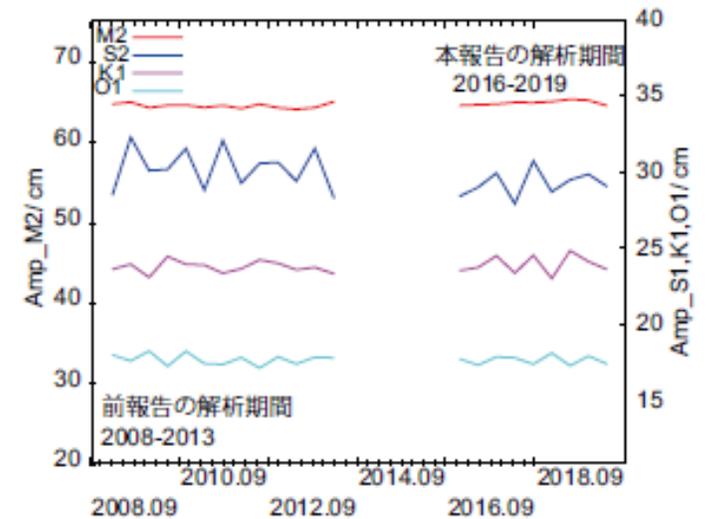
- 平均値：M2(K1,O1):正 (負) のトレンド
- 月軌道の昇降に伴う18.6年周期変動：係数 f が同様のトレンド
- 係数 f で補正：標準偏差 (1.5cm \Rightarrow 0.3cm : M2,K1,O1ともに)
- S2：海陸風か太陽・地球の距離が季節変化？ (評価 \times)



(b) 潮位振幅



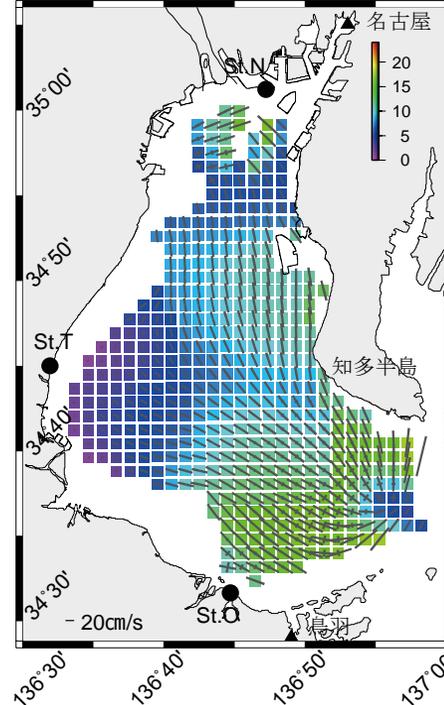
(a) 係数 f



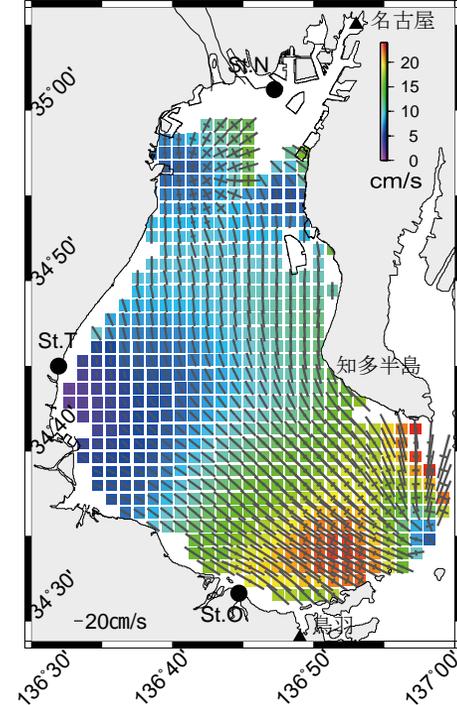
(c) 係数 f で調整した潮位振幅

潮汐流M2 (卓越している)

- どちらも、地形に沿う (湾中央部)
- 湾奥・湾口で不思議な形状 (田中ら, 2010) のうち, 2016年以降, 湾口が改善されている.
- 2016年以降, 長軸は全体的に大きくなった.

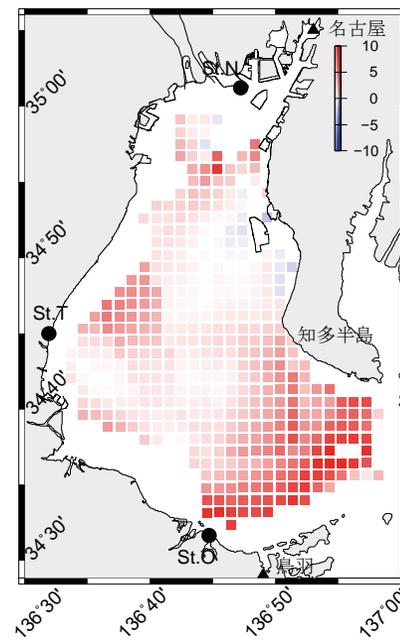


2013年まで

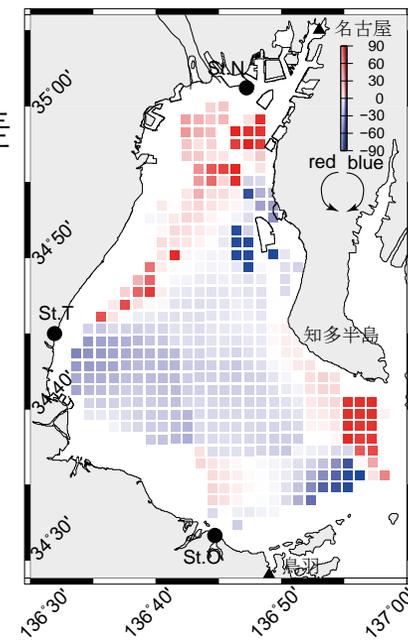


2016年以降

大きさ

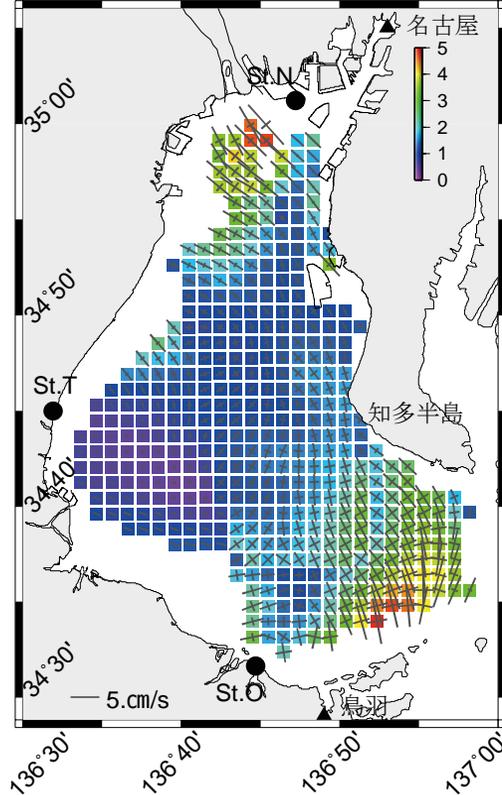


角度差

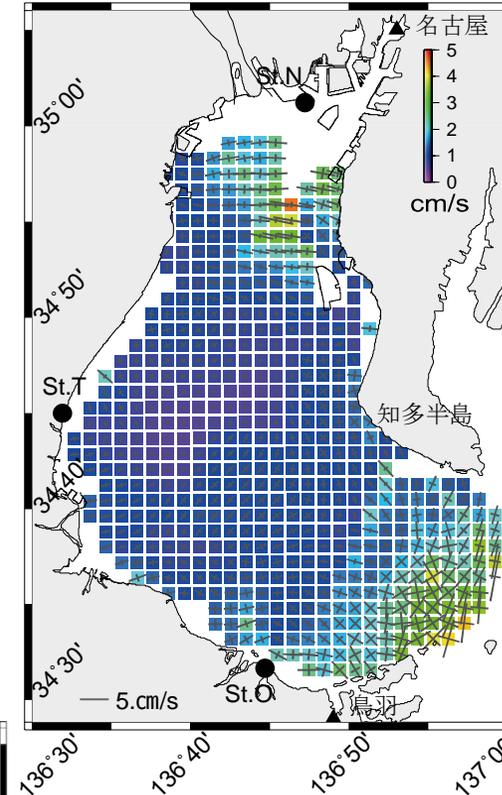


M2潮汐流 (誤差楕円)

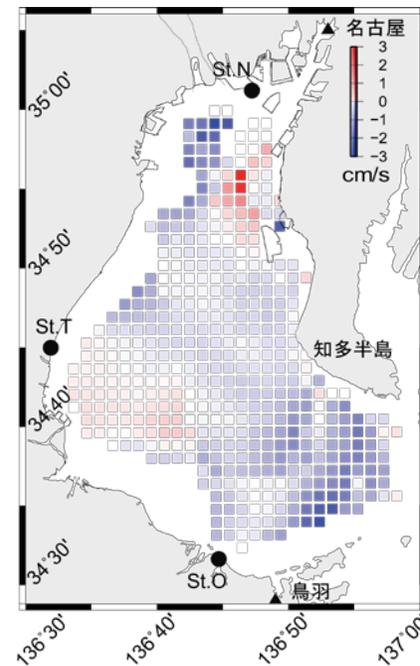
- M2 (2016年以降)
 - 湾口 (離心率大きい) 部で偏差が小さい。
 - 湾中央部：円形の分布が拡大している。
 - 差をみると，全体的に誤差楕円の長軸は小さくなっていた。



2013年まで



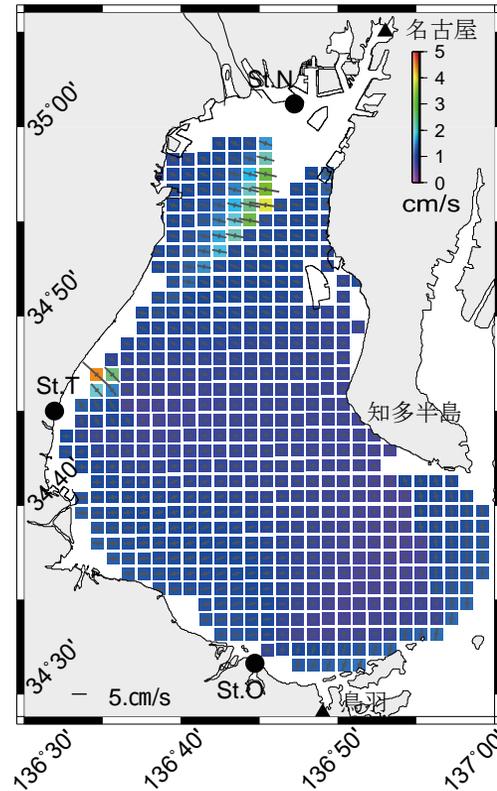
2016年以降



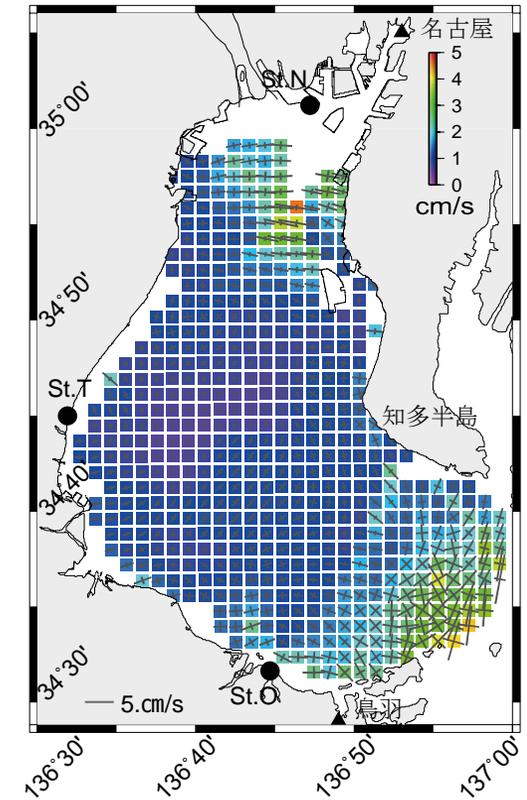
楕円長軸の差

幾何的な誤差と比較(スベックから計算)

- 湾口・湾奥・湾中央：幾何的な誤差：視線流速の誤差
- 割と似ている。(湾奥)
- 3方向でない箇所(湾口)
- 視線流速に 0.9cm/s を与えると、長軸の大きさの差が小さくなる。



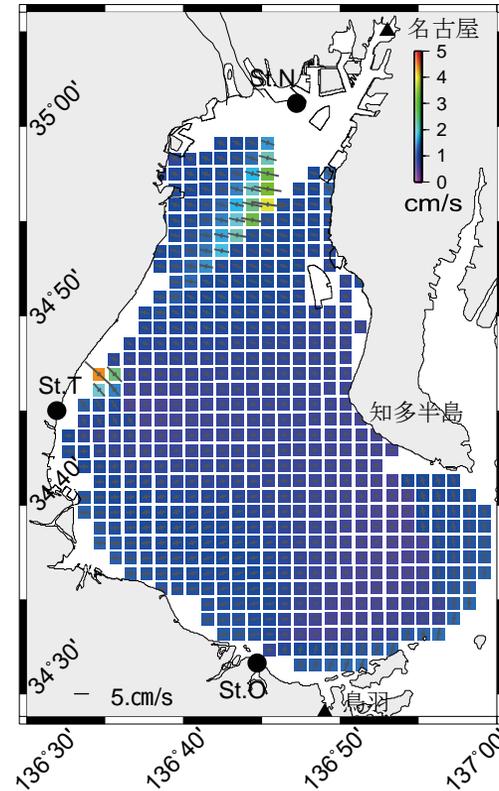
視線流速に約 0.9cm/s を与えたときの幾何的な誤差



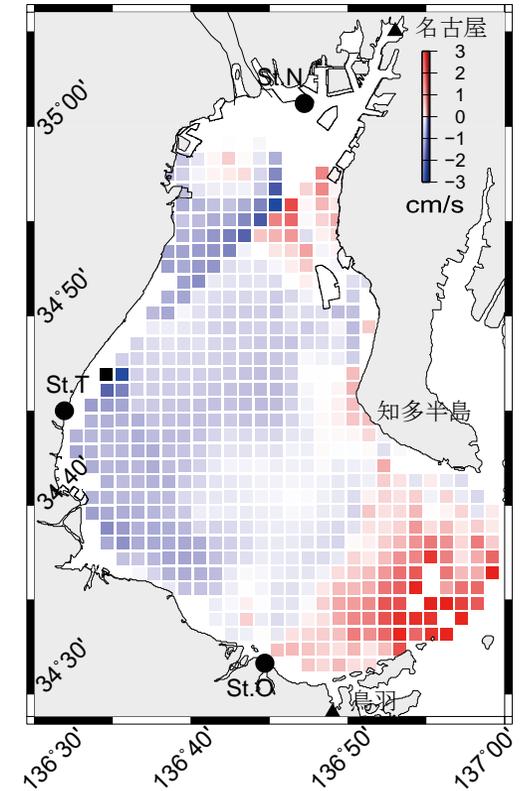
2016年以降

幾何的な誤差と比較(スペックから計算)

- 知多半島より先端南側
 - ✓ 幾何的な誤差と同程度の領域は、ST.T,Oとセントリア空港で囲まれた地域で、誤差が小さい(標準偏差1cm/s)ところ。
 - ✓ 知多半島の南側はSt.Nが届いていない。=>2つのレーダで流速が計算されている。



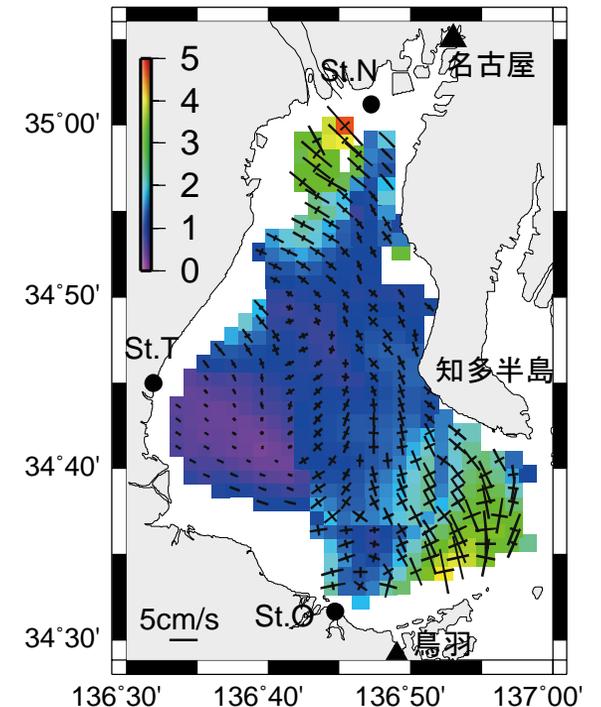
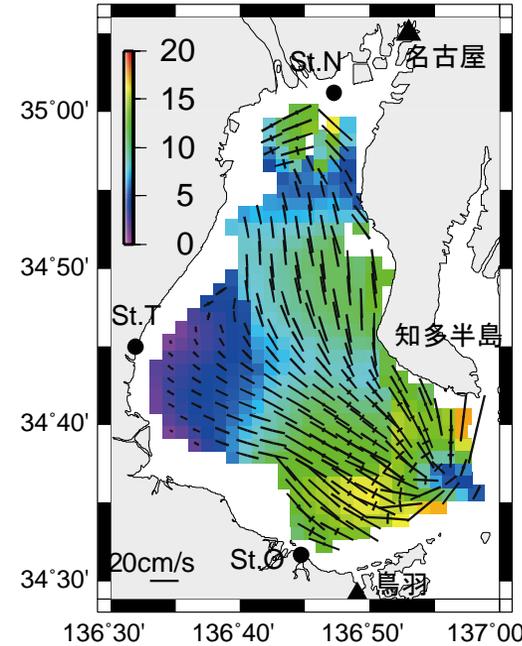
視線流速に約0.9cm/sを与えたときの幾何的な誤差



前頁の潮汐楕円の誤差共分散と幾何学的誤差の差

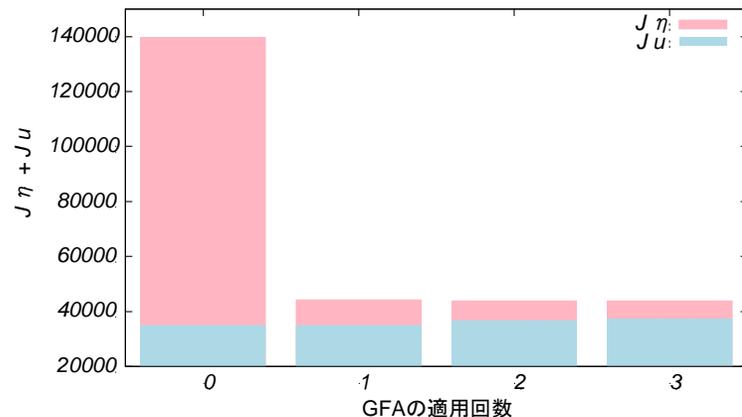
2013年までの結果でパラメタライズした モデル結果との比較

- 2008年4月22日～2013年10月8日のデータ* (坪野ら, 2016)
 - 1時間毎, 格子上的点のデータ
 - 赤丸: レーダ
 - 黒三角: 水位 (名古屋, 鳥羽, 赤羽根)
 - 調和解析: 151日毎に分割し, 計13回実施
 - 13個の調和定数 (M2のみ使う, S2, K1, O1)
 - 月軌道の昇降に伴う18.6年周期変動: 係数 f が同様のトレンドを係数 f で補正: 標準偏差
- 平均・分散共分散行列: これを拘束条件と目的関数の重み

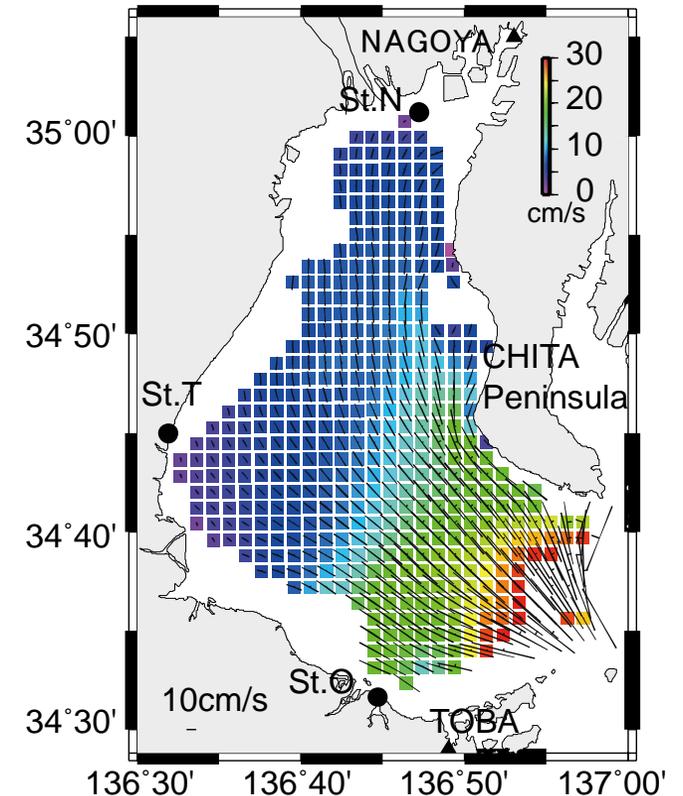


制御変数 $\mathbf{x} = (\text{td_mag}, C_d)$ をGFAで計算

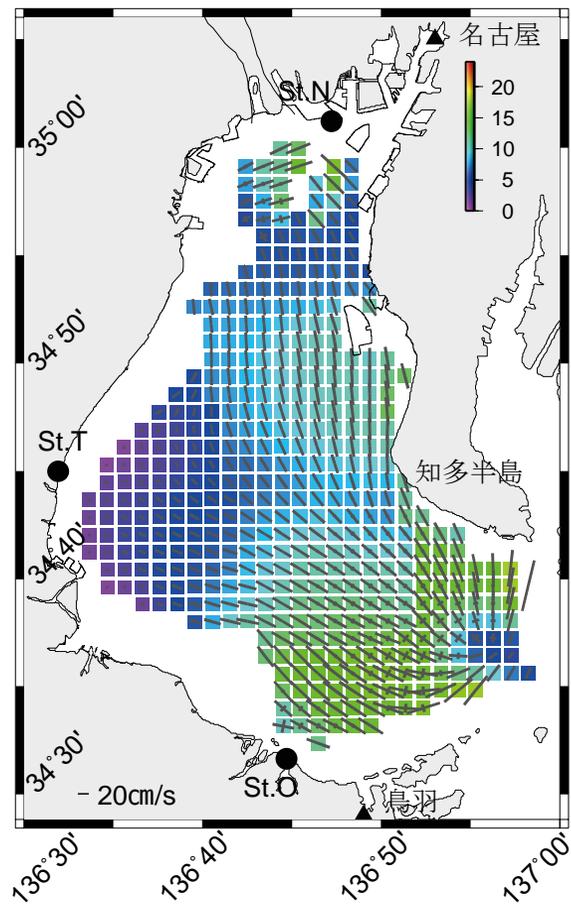
$$\mathbf{J} = \mathbf{J}_u + \mathbf{J}_\eta = \frac{1}{2} [\mathbf{M}u(\mathbf{x}) - \mathbf{y}_u]^T \mathbf{R}u^{-1} [\mathbf{M}u(\mathbf{x}) - \mathbf{y}_u] + \frac{1}{2} [\mathbf{M}\eta(\mathbf{x}) - \mathbf{y}_\eta]^T \mathbf{R}\eta^{-1} [\mathbf{M}\eta(\mathbf{x}) - \mathbf{y}_\eta]$$



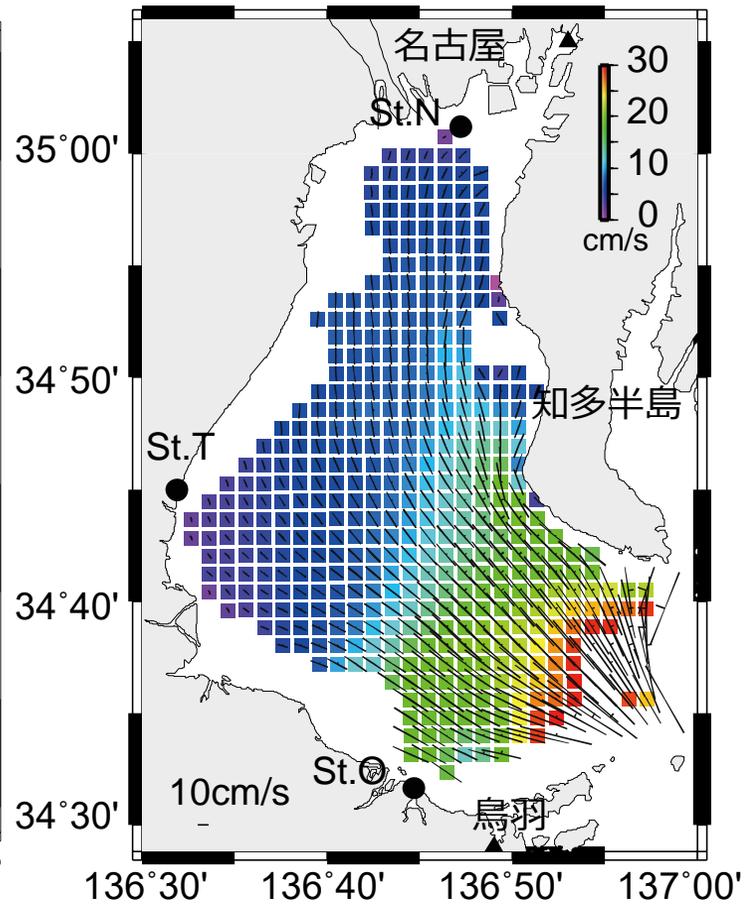
$$\mathbf{J} = \mathbf{J}_u + \mathbf{J}_\eta$$



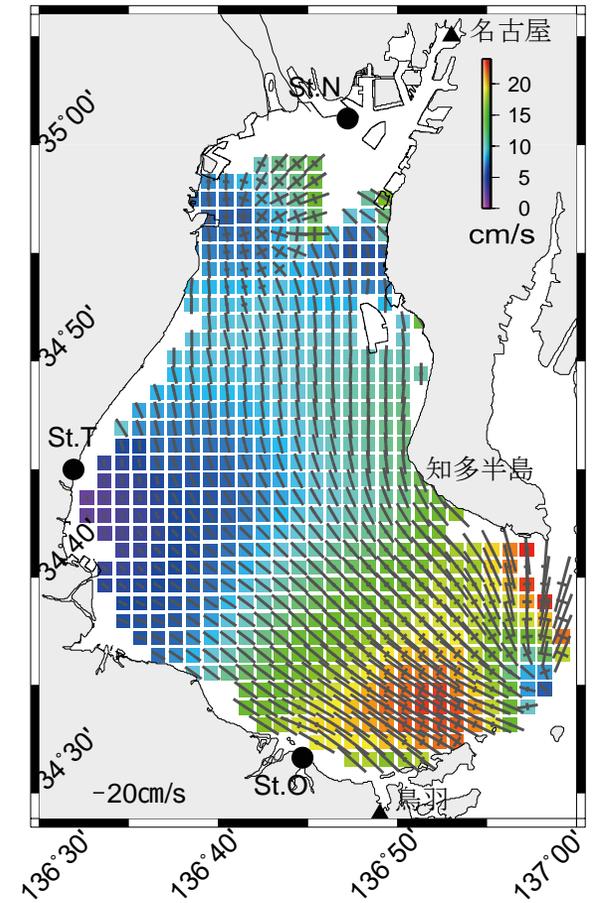
計算結果と比較



2013年まで



計算結果



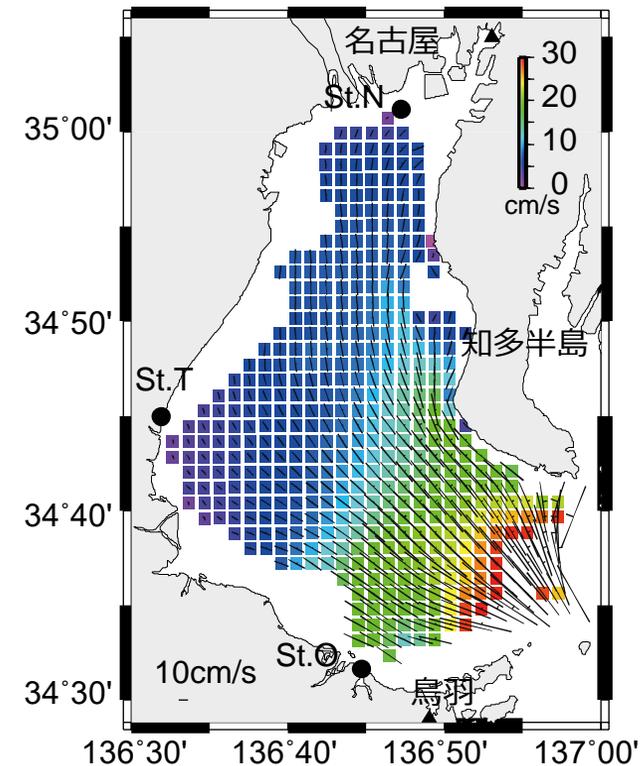
2016年以降

2013年までの結果でパラメタライズされたモデルとの比較

数値モデルで得られた潮流とレーダ観測結果との平方二乗偏差RMSD (cm/s)

- 2013年までの結果で潮位・流速を最尤に再現するモデルの結果（坪野ら，2018）と潮流（調和定数）の比較をした。
- RMSDを計算
- 全範囲と誤差の中央値以下の点
 - 2013年までの結果よりも2016年以降のほうが計算に近い。
 - 潮汐現象は外力が分かりやすく再現性が高い => 2016年のほうが結果がよい

	2016 - 2019	2008 - 2013
全範囲	3.5	4.8
誤差中央値未満	2.4	3.0



まとめ

- 2016年以降に更新された海洋レーダによる流速結果を用いて、流動の精度比を評価した。
 - 潮位に18.6年周期の係数 f が見られる (2008 - 2019) .
 - M2の分散共分散の長軸は2016年以降のほうが小さい. \Rightarrow ばらつかない.
 - 分散共分散：幾何的誤差とよく似ている.
 - モデル結果と比較して、2016年以降の結果のほうが近い結果となっていた. \Rightarrow 2016年以降のレーダ流速結果は2013年よりも高精度と評価.