

坪野,三角,津旨@電中研

## 背景と(昨年の続き)

- 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.
- ・ 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年以降レーダが更新していた。流速計測点数も増えていた。
- 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, 平 均調和定数と誤差共分散行列を作成.

目的

- •2008 2013年(過去)2016年から2019年(最近)の潮汐結果 から、グリーン関数法でモデルパラメータを調整.
- 最適パラメータのモデル計算結果と比較
- ・比較に用いなかった三河湾レーダと比較(パラメータの確認)
- 最近の結果について、潮流楕円長軸の評価

レーダの変更

- •2016年以降更新 していた. 点数も増えていた(約450から550).
- •視線方向も変更していた.
- 視線方向変更->幾何誤差変化



### 観測結果(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
  - •黑三角: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),11個(2016 2020)の 調和定数(M2,S2,K1,O1)
- •平均・分散共分散行列(鳥羽のphaseを0)
- 前処理としてf値(18.6年周期)で補正



拘束条件 
$$J = Ju + J\eta = \frac{1}{2} [Mu(\mathbf{x}) - \mathbf{y}u]^{\mathrm{T}} \mathbf{R}u^{-1} [Mu(\mathbf{x}) - \mathbf{y}u]$$
$$+ \frac{1}{2} [M\eta(\mathbf{x}) - \mathbf{y}\eta]^{\mathrm{T}} \mathbf{R}\eta^{-1} [M\eta(\mathbf{x}) - \mathbf{y}\eta]$$

- M(x) 制御変数から出力(観測と同じ)への関数
- R 観測結果の重み(精度などによる)
- ・観測結果は、M2潮汐成分
- Rは分散共分散行列の逆数

Jall = Jprv+Jcrrnt

- Jprv:2008-2013, Jcrrnt:2016-2020
- •目的関数Jallを最小とするモデル変数を計算する.

## 観測結果: 潮汐流M2

- ・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.
- 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。



#### 伊勢湾の数値モデル

- ROMS (Shchepetkin and McWillliams,2005)
- •伊勢湾包含(1/360° x 1/360° x45)
- ・3次風上(流速移流,トレーサ移流),4次中心(粘性・拡散)
- K-Profile(鉛直乱流) (Largeら, 1994)
- ・駆動力:開境界(JCOPE; Miyazawaら, 2009),海面 (WRF; Skammaockら, 2008 + NuWFAS;橋本ら, 2010), 潮汐(TPXO9: Egbertら, 2002)
- •2013年1月1日~2010年2月14日(45日間)
- •最後の30日間で調和解析(レーダ観測位置,水位観測位置)





# 制御変数 $x=(td_mag,C_d)$ と、 $_{Cd \times u\sqrt{u^2 + v^2}}$ 目的関数の重みR

- 外力である境界条件の潮位・潮流の大きさtd\_mag,および海底 面の抗力係数*Cd*
- R\_対角=(流速の分散共分散,水位の分散の逆数/約150) =>理由 数の比が(450、3) <sup>26</sup><sup>160,000</sup>
- •X\_初期值=(1.0,5.0×10<sup>-3</sup>)
- •X\_最終=(0.95,5.4×10<sup>-3</sup>)
- Obs(pre,currnt)=(462, 574)



潮位の比較 (INI=>OPT)

• 
$$x_i^o \cos \frac{2\pi t}{L_i} + y_i^o \sin \frac{2\pi t}{L_i} \succeq x_i^c \cos \frac{2\pi t}{L_i} + y_i^c \sin \frac{2\pi t}{L_i} \mathcal{O}$$
 比較  
•  $Z'^c = \frac{z^c |z^o|}{z^o} = x'^c + j y'^c, \ Z'^o = \frac{z^o |z^o|}{z^o} = x'^o$ 

• 
$$Z^{"c} = \frac{z^c}{z^o} = x^{"c} + j y^{"c}, \ Z^{"o} = \frac{z^o}{z^o} = 1.$$



## 潮流楕円比較(伊勢湾)

- $\hat{\pi} = x_u \cos \omega t + y_u \sin \omega t$ ,  $v(t) = x_v \cos \omega t + y_v \sin \omega t$
- w = u + j v

• 
$$w = > \frac{(x_u + y_v) + j(y_u - x_v)}{2} e^{j\omega t} + \frac{(x_u - y_v) + j(y_u + x_v)}{2} e^{-j\omega t} = W^+ e^{j\omega t} + W^- e^{-j\omega t}$$

- 1周期の平均二乗偏差は(αは計算c, 観測oの長軸の傾き), Cummins and Thupaki (2018)
- $RMSD_{TCE}^2 = |W_o^+|^2 + |W_c^+|^2 2|W_o^+||W_c^+|\cos\alpha + |W_o^-|^2 + |W_c^-|^2 2|W_o^-||W_c^-|\cos\alpha$ .

$RMSD_{TCE}^2$	Initial	Optimal
2008-2013	6.5cm/s	5.6cm/s
2016-2020	5.1cm/s	4.0cm/s











#### まとめ

- •モデルを用いて、海洋レーダの流速の精度比を評価した.
  - 楕円長軸については、長軸の傾きのばらつき、位相のばらつきと同程 度となった.
  - •大きさのばらつきは、傾きや移送のばらつきよりも大きい。
  - ・観測比で50%以上、差がある領域は、湾奥と湾口となる。
  - 差の大きくなる領域は、潮流楕円の誤差共分散行列の長軸の大きくなる領域とオーバーラップしていた。