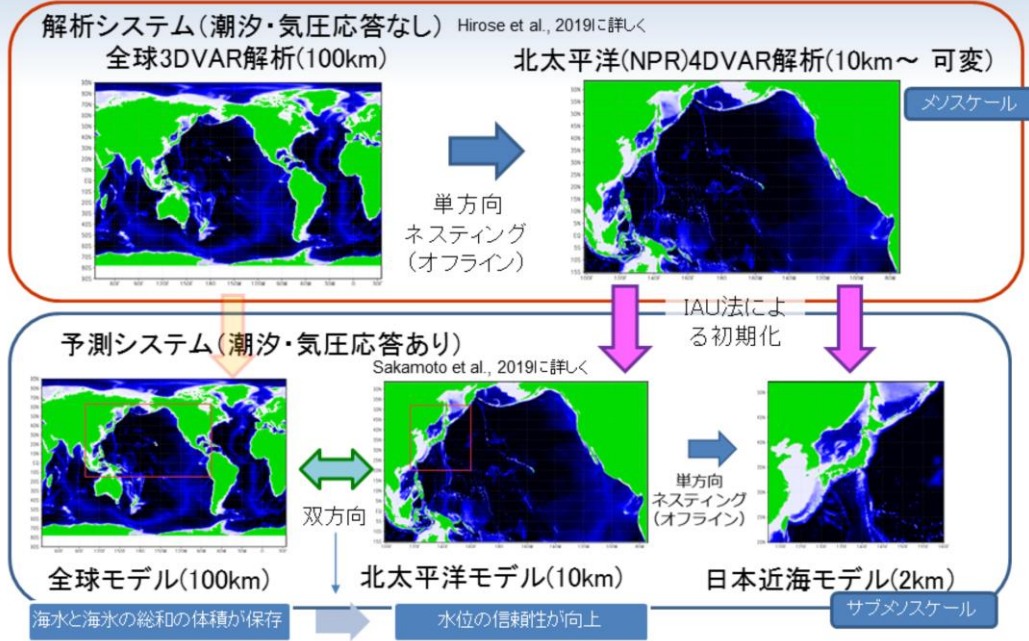




# 第1章 基礎編

## 1.7.13 日本沿岸海況監視予測システム

# 日本沿岸海況監視予測システムの特徴



気象庁では沿岸域におけるより詳細な海流・海水温が把握可能な日本沿岸海況監視予測システム(以下、JPNシステム)を開発し、令和2年10月28日(10月27日00UTC初期値)から運用を開始した。

日本沿岸海況監視予測システム(JPNシステム)の構成図を示す。解析システムである海洋データ同化システムMOVE/MRI.COM(Usui et al. 2015; Hirose et al. 2019)と、予測システムである気象研究所共用海洋モデルMRI.COM(Tsujino et al. 2017; Sakamoto et al. 2019)から構成される。双方向オンラインにより、親モデルと子モデルの場が滑らかに繋がり、側面境界の不連続性を解消、ノイズの発生も抑制される。

# 日本沿岸海況監視予測システム 解析システム概要

モデル	GLB	NPR
水平解像度	東西1度×南北0.5度 (北極域:一般座標) (赤道域:南北0.3度)	日本近海:東西1/11×南北1/10度 その他:1/7度~0.3度
対象海域	全球	北太平洋
遅延解析	1週間かけて実行(大気外力: JRA55)	
速報解析	10~1日前(大気外力: GSM)	
同化手法	3DVAR	4DVAR
同化ウィンドウ	5日×2	10日
潮汐過程	なし	
対象とする現象	黒潮、親潮、中規模渦 (数日スケールの変動を同化)	

解析システムは、北太平洋モデル(NPR)、全球モデル(GLB)から構成される。GLBを用いて3次元変分法による解析を行った後、子モデルのNPRを用いた4次元変分法による解析を行う。

# 日本沿岸海況監視予測システム

## 解析: 4次元変分法による同化

- 同化ウィンドウは実行日(◎)の前10日間(□■)
- 7日前～1日前(■)の観測データと前方積分結果を比較
- 後方積分:  
評価関数を最小化するような初期修正量を求める
- 前方積分(2回目):  
最初の3日間(□)をIAUにより修正
- 後方積分(2回目): 初期修正量を求める
- 所定の条件をみたすまで、前方・後方積分を繰り返す



日本沿岸海況監視予測システムは、4次元変分法によるデータ同化を行う。前方積分と後方積分を行って、評価関数を最小化するような初期修正量を求めるが、求まった修正量の構造は、4次元変分法といえどもモデルの力学を満たしているわけではなく、このような修正量を1ステップで前方計算用のモデルに与えると、重力波などの高周波ノイズを生じさせる原因となる。そのため、Bloom et al. (1996) のIncremental Analysis Update (IAU) の手法を用いて、解析対象期間の最初の3日間において、前方計算用のモデルで修正量をタイムステップごとに加えながら積分することにより、高周波ノイズの除去を図っている。評価関数の修正量に関する勾配の初期勾配との比が所定の値以下になるまでこの手続きを繰り返す。

# 日本沿岸海況監視予測システム

## 解析:速報解析

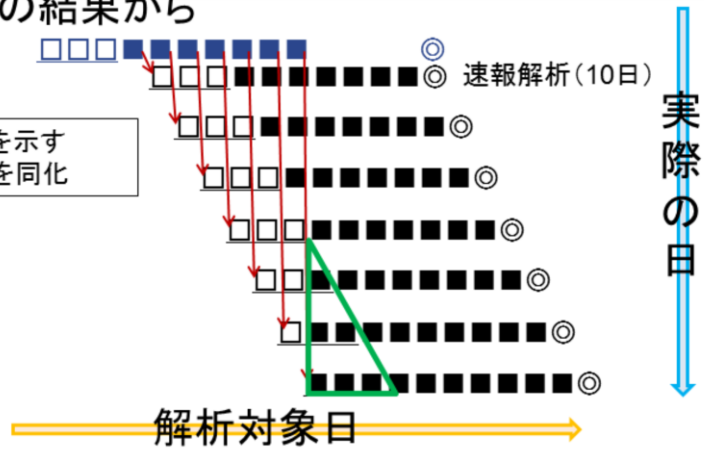
初期値は遅延解析の結果から

遅延解析(10日)



速報解析(10日)

□■の下線はIAU期間を示す  
■■の日の観測データを同化



- 解析結果の日替わりは小さい
- IAU期間の観測データは(なるべく)同化しない

基本的にIAU期間の観測データは同化しないが、観測データの空白を避けるため例外的に同化する場合もある。



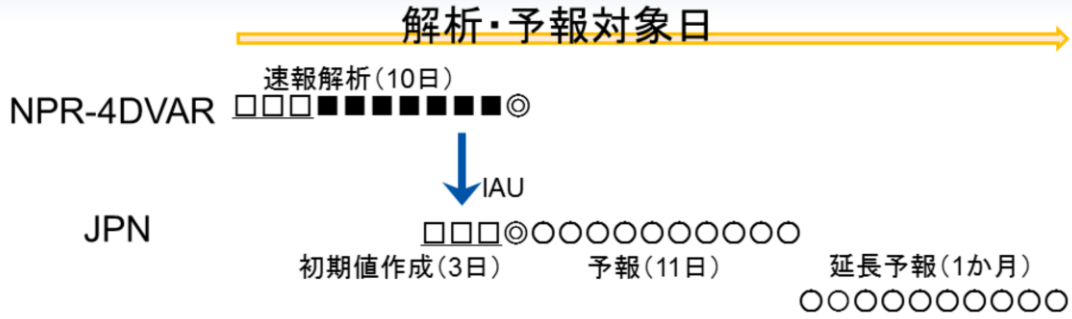
# 日本沿岸海況監視予測システム 予報システム概要

モデル	GLB	NP	JPN
水平解像度	1×0.5度	1/11×1/10度	1/33×1/50度(約2 km)
対象海域	全球	北太平洋	日本近海
外力	GSM		
初期値(参照)	GLB-3DVAR	NPR-4DVAR	
IAU期間	3日間		
予報期間	11日間		
延長予報	1か月(GEPS)		なし
潮汐過程	あり		
河川水	JRA55気候値		
対象とする現象	黒潮、親潮、中規模渦		小規模渦、ストリーマ、沿岸波、沿岸湧昇 (詳細な海岸・海底地形)

予測システムは、水平解像度2 kmの日本近海モデル(JPN)を核として、北太平洋モデル(NP)、全球モデル(GLB)から構成される。予報期間は、JPNについては11日間、NPおよびGLBは1か月である。NPおよびGLBの1か月延長予報は、気象庁が毎旬発表する海面水温・海流1か月予報の基礎資料等の用途で使用するために実行される。

# 日本沿岸海況監視予測システム

## 予報: 初期値作成と予報期間



- JPN 第1推定値(平滑化)と NPR-4DVAR 解析値を比較
- 求めた修正量を IAU によりJPNに入れる
- JPNの予報は11日間
- 延長予報は全球-NPのみ

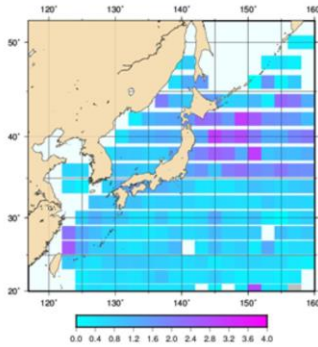
8

予測システムの初期値は、Bloom et al. (1996) のIncremental Analysis Update (IAU) の手法を用いて、予報開始前の3 日間に対して海洋モデルを実行しながらモデルの水  
温・塩分場を速報解析の水温・塩分に近づけるよう修正することで作成される。

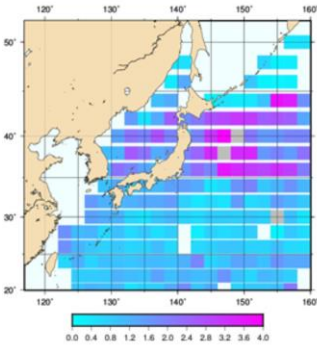


# 日本沿岸海況監視予測システムの運用開始 解析精度(水温RMSE)

JPN(11日目) 1 m



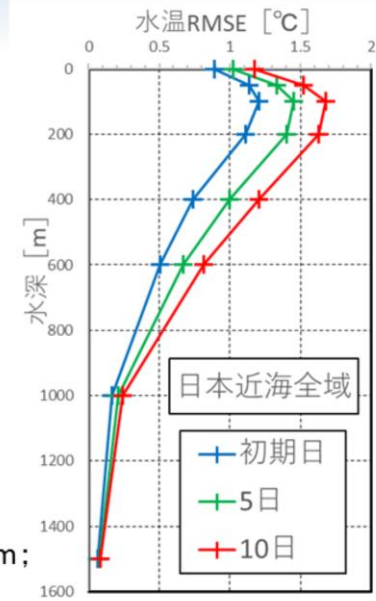
JPN(11日目) 100 m



上: 本州東方で大(解析と同様)

右: 水深別RMSE

- 100 m付近で最大
- 10日予測値のRMSEは初期日の約1.4倍(100 m; 他の水深でも同程度)

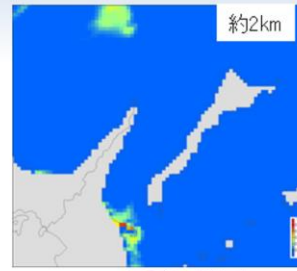


水温のRMSEは水深100メートル付近で最大となる。水深100メートルでの10日予測値のRMSEは初期日の約1.4倍で、他の水深でも同程度である。

# 日本沿岸海況監視予測システム

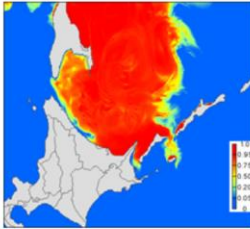
## 予報: 海水予測の概要

日本近海モデル (JPN)	
水平格子間隔	約2km
領域	北緯20度～52度 東経117度～160度
予報時間	11日間
予報時間間隔	3時間
予報頻度	毎日、通年

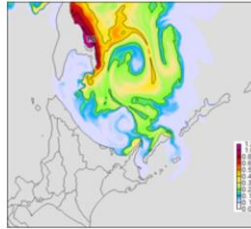


モデル格子

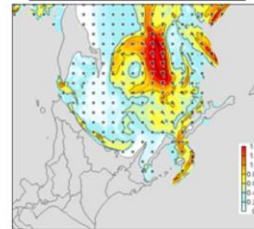
海水密接度



海水の厚さ



海水の漂流速度



init=2020.02.27.00z FT=48

JPNシステムの日本近海モデル(JPN)には、従来の海氷モデルを高度化した2kmの海氷モデルも組み込まれている。下図にJPNから得られる海氷予測の各要素を示す。海氷密接度だけでなく、海氷の厚さや海氷の漂流速度についても、詳細に把握することが出来る。

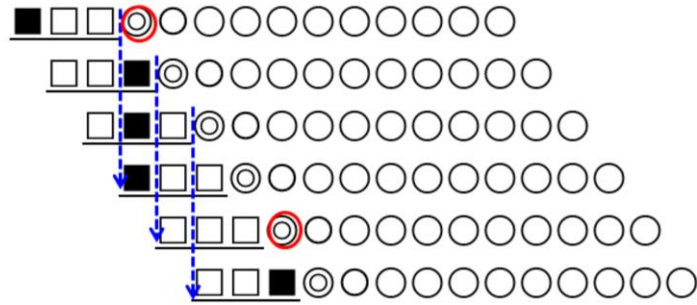
# 日本沿岸海況監視予測システム

## 解析：海水密接度の同化

観測値として火・金の速報解析図を利用する。

自動解析については、ノイズ除去が不完全のため当面利用しない。

火水木金土日月火水木……………



□■：JPN水温・塩分IAU期間、◎予報実行日、○予報対象日

火・金曜日に海水密接度をナッジング(■◎)

※ 予報実行日(予報初期日)も速報解析があれば同化する

海水同化は、JPN では海水速報解析の密接度を、GLBとNP はCOBE-SST(Ishii et al. 2005) の海水密接度を参照してナッジングすることで、海水の実況を初期値に反映している。