

渦解像海洋再解析データセットの 日本近海域における相互比較

小守 信正（慶大 自然セ），杉本 憲彦（慶大 日吉物理/自然セ）
久米田 健人（慶大 院 政策メディア），森 日桜菜（慶大 総合政策）
宮本 佳明（慶大 環境情報/自然セ），広瀬 直毅（九大 応力研）

1 はじめに

研究や開発で利用するには、時期によって使用する数値モデルや設定が変化する現実的な解析値・予報値よりも、品質が一定に保たれている再解析値の方が都合が良い。海洋分野においても大気分野と同様に再解析が利用されており、Ocean Reanalyses Intercomparison Project (ORA-IP, [Balmaseda et al., 2015](#)) などの相互比較も行われている。また近年では、領域あるいは（準）全球を対象とした渦解像海洋再解析が各国の現業センター等で実施されている。

海洋分野における「渦解像」とは、水平解像度が $1/12^\circ$ – $1/10^\circ$ 程度のプロダクトを指して呼ばれることが多い。中緯度海洋における Rossby の変形半径（傾圧第 1 モード）は 30–40 km 程度と見積もられており（e.g., [Chelton et al., 1998](#)），これを数値モデルで表現するには 8–10 km 程度の水平解像度が必要とされる。従って、高緯度域や高次モードに対しては必ずしも十分ではない点に注意が必要である。

本研究では、無償で公開されている 3 つの渦解像海洋再解析データセットについて比較を行い、各々の特徴や再現性を確認する。

2 渦解像海洋再解析データセット

相互比較には、日本の海洋研究開発機構と気象庁気象研究所が作成した **FORA-WNP30** ([Usui et al., 2017](#))，欧州連合の Copernicus Marine Environment Monitoring Service (CMEMS) による **GLORYS12V1** ([Lellouche et al., 2021](#))，オーストラリアの Bluelink Consortium による **BRAN2020** ([Chamberlain et al., 2021](#)) を用いた。

諸元を表 1 にまとめる*。

3 相互比較

日本近海域 (117°E – 160°E , 20°N – 50°N) を対象海域とした。黒潮・黒潮続流や親潮などに伴う前線（e.g., [Kida et al., 2015](#)）およびそれらから切離した中規模渦が存在し、渦解像海洋再解析の評価を行うのに適した海域である。

上記 3 つのデータセットが全て存在する期間は 1994 年 1 月 1 日から 2016 年 12 月 31 日までの 23 年間である。本稿では 2005 年 2 月 1 日の海面水温・海面塩分・海面流速のみを示す（厳密には最上層の値であり、FORA-WNP30, GLORYS12V1 は水深 0.5 m, BRAN2020 は 2.5 m である点に注意する必要がある）。

3.1 水深

図 1 に各再解析で使用されている水深を示す。FORA-WNP30 と GLORYS12V1 は海溝をある程度は表現できているのに対し、BRAN2020 は海溝が存在しないだけでなく全体的に浅い。このような違いは、海底斜面勾配を感じる中規模渦の挙動に影響を及ぼすと考えられる。

3.2 海面水温

図 2 に 2005 年 2 月 1 日の海面水温を示す。観測データが同化されているため大規模な場はよく似ているものの、日本南岸での黒潮大蛇行や黒潮–親潮混合水域など中規模な構造には違いが見られる。また、 -1°C 以下の水温で近似的

*これら以外にも GOFS3.1 ([Cummings and Smedstad, 2013](#)), JCOPE-FGO ([Kido et al., 2022](#)), LORA ([Ohishi et al., 2023](#)) などの渦解像海洋再解析が公開されている。

表 1: 相互比較に用いた渦解像海洋再解析データセット

	FORA-WNP30	GLORYS12V1	BRAN2020
領域	北西太平洋 [†]	全球 (89°S–90°N)	準全球 (75°S–75°N)
数値モデル	MRI.COM	NEMO	OFAM
水平解像度	1/10° [‡]	1/12°	1/10°
鉛直レベル	54	50	51
最大水深	6,300 m	7,849 m	5,000 m
大気外力	JRA-55	ERA-Interim / ERA5	JRA-55do
データ同化	MOVE-4DVAR	SAM2	EnOI
期間	1982-01-01 から	1991-12-04 から	1993-01-01 から
	2014-12-31 まで (2016-12-31 まで延長)	2021-06-30 まで (以降は interim 期間)	2019-12-31 まで (2023-12-31 まで延長)

[†] 117°E–160°W, 15°N–65°N [‡] 160°E 以東および 50°N 以北は 1/6°

に表した海水分布もかなり異なっている。

3.3 海面塩分

図 3 に 2005 年 2 月 1 日の海面塩分を示す。海面水温と同様の違いに加え、大陸沿岸に顕著な違いが見られる。GLORYS12V1 では顕著な低塩域が岸沿いに拡がり、BRAN2020 では 34°N 付近に局所的な高塩域が存在する。これは、使用する河川流出の境界条件の違いに起因するものと推測される。

3.4 海面流速

図 4 に 2005 年 2 月 1 日の海面流速を示す。日本南岸の黒潮大蛇行や黒潮続流から切離した中規模渦の違いが明瞭に判別できる。また、GLORYS12V1 は大陸沿岸に強い流れが存在しており、これは上述の塩分前線に伴う密度勾配にバランスした流れだと推測される。

4 おわりに

本稿では、本格的な相互比較に先立ち、一事例 (2005 年 2 月 1 日) のみの比較を行った。観測データを同化しているため大規模場はよく似ているものの、中規模の構造や縁辺海では違いが顕著であった。この原因として、水深や河川流出などの境界条件やデータ同化手法の違いが可能性として挙げられる。

今後は、何を比較の指標とするか、先行研究 (e.g., [Balmaseda et al., 2015](#); [Castillo-Trujillo](#)

[et al., 2023](#); [Kida et al., 2015](#)) 等を踏まえて検討を進める。また、データセット間で水平・鉛直の格子系を統一して比較が容易に行えるようにするとともに、より長期間 (23 年分) のデータで統計的な比較を行い、さらにデータセット間のバラツキから不確実性の評価も行う予定である。

謝辞

本研究では、国立研究開発法人海洋研究開発機構および気象庁気象研究所により作成された、北西太平洋海洋長期再解析データセット (FORA-WNP30) を使用した。水深データは気象庁気象研究所・碓氷典久博士のご厚意により提供いただいた。

This study has been conducted using E.U. Copernicus Marine Service Information; GLORYS12V1 (<https://doi.org/10.48670/moi-00021>).

BRAN2020 data has been used in this study. BRAN2020 is made freely available by CSIRO Bluelink and is supported by the Bluelink Partnership: a collaboration between the Australian Department of Defense, Bureau of Meteorology and CSIRO.

また、慶應義塾大学 学事振興資金『地球型惑星の大気海洋の数値実験・データ同化による予測可能性の研究』の支援を受けた。

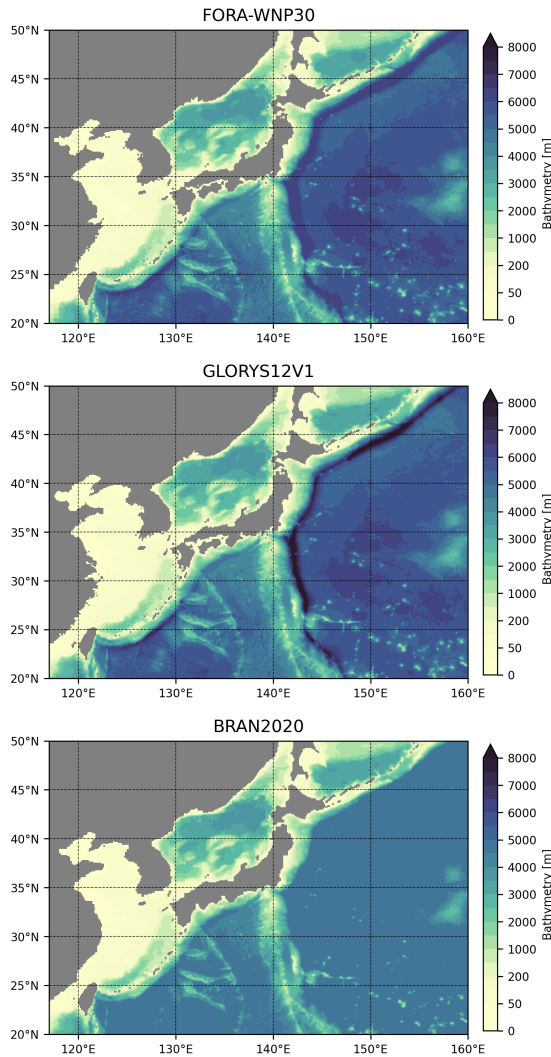


図 1: 再解析で使用された水深 [m]. (a) FORA-WNP30, (b) GLORYS12V1, (c) BRAN2020.

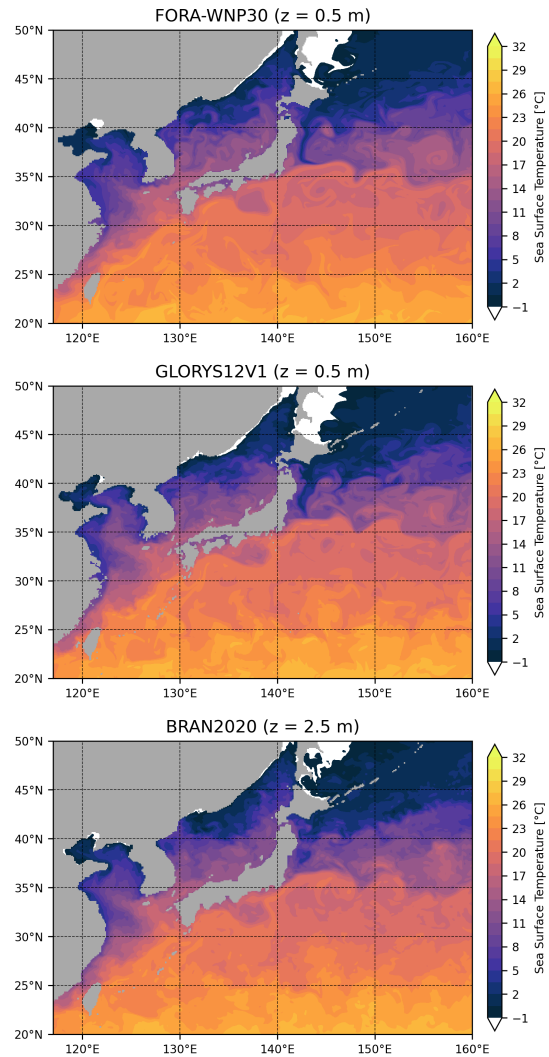


図 2: 2005 年 2 月 1 日の海面水温 [°C]. (a) FORA-WNP30 ($z = 0.5$ m), (b) GLORYS12V1 ($z = 0.5$ m), (c) BRAN2020 ($z = 2.5$ m).

参考文献

- Balmaseda, M. A., and Coauthors, 2015: The Ocean Reanalyses Intercomparison Project (ORA-IP). *J. Oper. Oceanogr.*, **8** (sup1), s80–s97, doi:[10.1080/1755876X.2015.1022329](https://doi.org/10.1080/1755876X.2015.1022329).
- Castillo-Trujillo, A. C., Y.-O. Kwon, P. Fratantoni, K. Chen, H. Seo, M. A. Alexander, and V. S. Saba, 2023: An evaluation of eight global ocean reanalyses for the Northeast U.S. Continental shelf. *Prog. Oceanogr.*, **219**, 103126, doi:[10.1016/j.pocean.2023.103126](https://doi.org/10.1016/j.pocean.2023.103126).
- Chamberlain, M. A., P. R. Oke, R. A. S. Fiedler, H. M. Beggs, G. B. Brassington, and P. Divakaran, 2021: Next generation of Bluelink ocean reanalysis with multiscale data assimilation: BRAN2020. *Earth Syst. Sci. Data*, **13** (12), 5663–5688, doi:[10.5194/essd-13-5663-2021](https://doi.org/10.5194/essd-13-5663-2021).
- Chelton, D. B., R. A. de Szoeke, M. G. Schlax, K. E. Naggar, and N. Siwertz, 1998: Geographical variability of the first baroclinic Rossby radius of deformation. *J. Phys. Oceanogr.*, **28** (3), 433–460, doi:[10.1175/1520-0485\(1998\)028<0433:GVOTFB>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0485(1998)028<0433:GVOTFB>2.0.CO;2).
- Cummings, J. A., and O. M. Smedstad, 2013: Variational data assimilation for the global ocean. *Data Assimilation for Atmospheric, Oceanic and Hydrologic Applications (Vol. II)*, S. K. Park, and L. Xu, Eds., Springer, Berlin, Heidelberg, chap. 13, 303–343, doi:[10.1007/978-3-642-35088-7_13](https://doi.org/10.1007/978-3-642-35088-7_13).

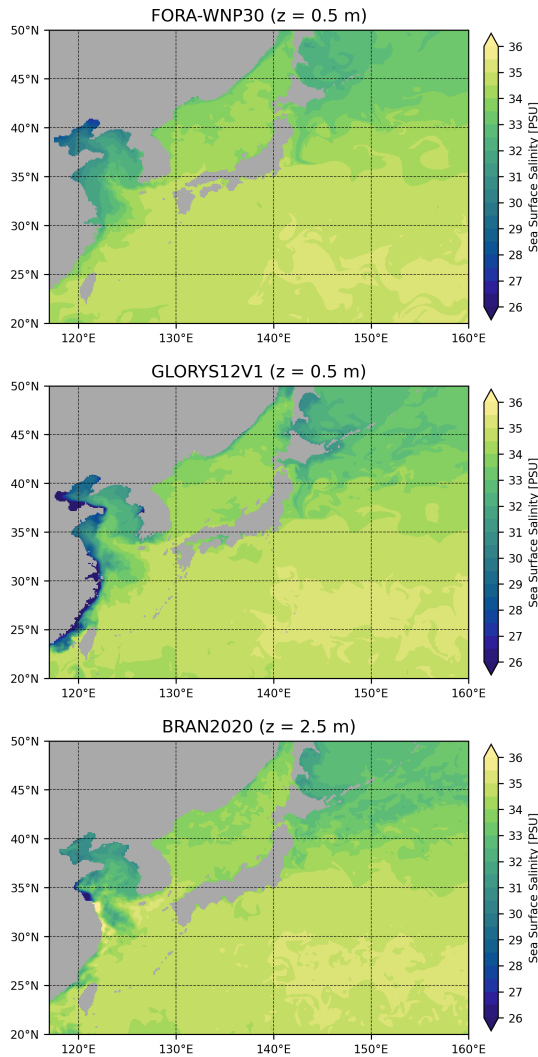


図3: 図2に同じ, ただし海面塩分 [PSU].

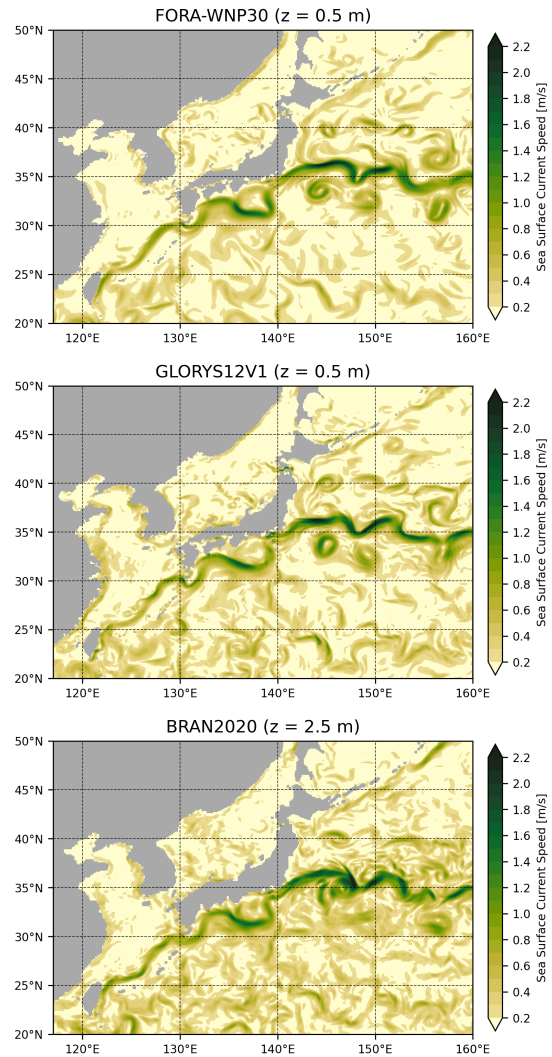


図4: 図2に同じ, ただし海面流速 [m s^{-1}].

Kida, S., and Coauthors, 2015: Oceanic fronts and jets around Japan: a review. *J. Oceanogr.*, **71** (5), 469–497, doi:[10.1007/s10872-015-0283-7](https://doi.org/10.1007/s10872-015-0283-7).

Kido, S., M. Nonaka, and Y. Miyazawa, 2022: JCOPE-FGO: an eddy-resolving quasi-global ocean reanalysis product. *Ocean Dyn.*, **72**, 599–619, doi:[10.1007/s10236-022-01521-z](https://doi.org/10.1007/s10236-022-01521-z).

Lellouche, J.-M., and Coauthors, 2021: The Copernicus global $1/12^\circ$ oceanic and sea ice GLORYS12 reanalysis. *Front. Earth Sci.*, **9**, 698876, doi:[10.3389/feart.2021.698876](https://doi.org/10.3389/feart.2021.698876).

Ohishi, S., T. Miyoshi, and M. Kachi, 2023: LORA: a local ensemble transform Kalman filter-based ocean research analysis. *Ocean Dyn.*, **73**, 117–143, doi:[10.1007/s10236-023-01541-3](https://doi.org/10.1007/s10236-023-01541-3).

Usui, N., and Coauthors, 2017: Four-dimensional variational ocean reanalysis: a 30-year high-resolution dataset in the western North Pacific (FORA-WNP30). *J. Oceanogr.*, **73** (2), 205–233, doi:[10.1007/s10872-016-0398-5](https://doi.org/10.1007/s10872-016-0398-5).