

日本近海における過去 60 年間の詳細な海況を再現

～海洋、気候、水産等幅広い分野への活用に期待～

気象庁気象研究所、国立大学法人京都大学、および国立研究開発法人海洋研究開発機構の研究グループは、日本近海における過去 60 年間（1960～2020 年）の詳細な海況を水平解像度 2km で再現した、高精度な海洋再解析データ「FORA-JPN60」を開発しました。従来の海洋再解析データは「長期間だが低解像度」または「高解像度だが短期間」に限られていましたが、FORA-JPN60 は、「長期間かつ高解像度」の両者を兼ね備えた世界に例を見ないデータセットです。今後、海洋分野にとどまらず、気候、水産など、幅広い分野での活用が期待されます。

1. 背景と経緯

日本列島は、北太平洋の亜熱帯循環と亜寒帯循環の境界の緯度帯に位置しており、周囲には黒潮、親潮、対馬暖流といった暖流と寒流が存在します。これらの海流は、日本近海に複雑な海況を形成するとともに、変化に富む気候の形成や豊富な水産資源を育む上で重要な役割を担っています。この日本近海では、全球平均の 2 倍を超える速さで海面水温が上昇しており、近年はその影響が顕在化しています（文部科学省及び気象庁、2025）。その要因として黒潮をはじめとする海流の変化が指摘されているものの（Wu et al. 2012）、詳細なメカニズムは明らかになっていません。このため、日本近海の詳細な海況を再現する長期間のデータセットを作成することは、海洋分野のみならず、気候、水産など幅広い分野にとって極めて重要です。

気象庁気象研究所、京都大学、および海洋研究開発機構の研究グループは、海洋モデルと観測データ、さらに両者を統合するデータ同化手法を用いて過去の海洋の状態を再現する海洋再解析を実施し、日本近海長期海洋再解析データ（FORA-JPN60）を作成しました。従来の海洋再解析データは、「長期間だが低解像度」または「高解像度だが短期間」¹に限られていましたが、FORA-JPN60 では、最新の海洋モデルとデータ同化手法を活用することで、水平解像度 2km、1960 年から 2020 年までを対象とする世界に例のないデータセットを実現しました。

2. FORA-JPN60 の特徴

再解析には、気象庁で現業運用されている海洋モデル・データ同化システム「日本沿岸海況監視予測システム（MOVE-JPN）」（図 1）を使用し、1960 年から 2020 年までのデータセットを作成しました。MOVE-JPN には、水平解像度 2km の日本近海モデルが用い

¹ 黒潮などの日本周辺の海流を現実的に表現するためには、10km よりも高解像度である必要があります。既存の高解像度海洋再解析データの多くは、衛星データが利用可能な 1990 年代以降を対象としており、古くても 1980 年代以降に限られていました。

られており、沿岸域の詳細な海況変動を表現するために潮汐や詳細な河川データを導入しています。また、モデルと観測を統合するデータ同化には、最先端の手法である4次元変分法を採用しています。

再解析に使用する観測データとしては、船舶、ブイ、アルゴフロート等による水温、塩分データを全期間にわたり使用しました。さらに、1982年以降は衛星海面水温を、1993年以降は衛星高度計による水位データをそれぞれ使用しています。1960年代と1970年代については、利用できる衛星データがないため、全球的な水温、塩分データセットに加えて、水産機関、国の出先機関、地方自治体等が実施した観測データを収集・統合し、日本近海のデータを拡充したうえで再解析を実施しました。

3. 黒潮大蛇行の再現例

図2は、日本南岸の黒潮流路変動の指標として用いられている、東海沖の黒潮流軸最南緯度の時系列を示しています。比較に用いた気象庁の現業解析は、各種観測を基に最終的に人の判断で決定された流軸緯度であるのに対し、FORA-JPN60は海面の流速場から自動的に流軸を抽出しています。両者はよく一致しており、FORA-JPN60が過去60年にわたり日本南岸の黒潮流路変動を高精度に再現していることが確認できます。

図3には、1975年8月に発生した黒潮大蛇行の形成過程の再現例を示します。この期間の観測はまばらであり、これまでこの大蛇行の詳細は不明でした。FORA-JPN60では、最新の海洋モデルとデータ同化手法により、観測のみでは把握が困難であった、黒潮大蛇行の形成に伴う水温場や流速場の詳細な変動を表現することが可能となりました。7月下旬に紀伊半島沖にあった黒潮の蛇行は、その後急速に発達し、8月下旬に東海沖に黒潮大蛇行が形成されます。また、大蛇行の形成に伴い、黒潮から分岐した西向きの流れが東海地方沿岸に生じ、暖水が沿岸域へ輸送されることで潮位の上昇を引き起こします。実際に舞阪（静岡県）の潮位計では、7月から8月にかけて40cmもの潮位上昇が観測されており、この様子は、FORA-JPN60で良好に再現されています（図4）。

4. 今後の展望

FORA-JPN60は、過去約60年間の日本近海の詳細な海況を水平解像度2kmで再現した、世界に例を見ないデータセットです。長期間かつ高解像度を特徴とするFORA-JPN60を活用することで、日本近海における海流、水温、水位等の長期変動メカニズムの理解を進展させることが期待されます。また、日本域における海洋将来予測シミュレーションの検証において、FORA-JPN60を信頼性の高い現在気候データとして活用することで、将来予測の信頼性向上にも貢献します。さらに、FORA-JPN60を漁獲情報や機械学習と組み合わせることにより、水産資源変動の理解の促進や漁場予測技術の開発など、水産分野への活用も期待されます。

本研究の成果は、2026年5月28日付けで日本海洋学会の国際誌 *Journal of Oceanography* に掲載されました。また、FORA-JPN60は下記のサイトを通じて公開して

います。

<発表論文>

題名:Four-dimensional variational ocean reanalysis for the seas around Japan over 60 years (FORA-JPN60): Part I - system configuration and basic performance

著者:碓氷典久¹, 広瀬成章¹, 坂本圭², 浅井博明³, 西川史朗⁴, 五十嵐弘道⁴, 川上雄真¹, 青木邦弘¹, 中野英之¹, 石川洋一⁴

所属:1 気象庁気象研究所、2 京都大学理学研究科、3 気象庁情報基盤部、4 海洋研究開発機構

掲載誌:Journal of Oceanography

DOI: 10.1007/s10872-026-00795-x

<データ公開サイト>

海洋研究開発機構: <https://www.jamstec.go.jp/fora/j/>

<謝辞>

本研究は、気候変動予測先端研究プログラム領域課題3: 日本域における気候変動予測の高度化(研究課題番号 JPMXD0722680734)の助成を受けて実施されました。再解析の計算には、海洋研究開発機構地球シミュレータおよび気象研究所のスーパーコンピュータ(FUJITSU PRIMERGY CX2550M5)を使用しました。

<参考文献>

- ・文部科学省及び気象庁, 2025: 日本の気候変動 2025 -大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書-(詳細編) <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>.
- ・Wu, L., W. Cai, L. Zhang, H. Nakamura, A. Timmermann, T. Joyce, M. J. McPhaden, M. Alexander, B. Qiu, M. Visbeck, P. Chang and B. Giese, 2012: Enhanced warming over the global subtropical western boundary currents. Nature Climate Change, 2, 161-166, doi:[10.1038/nclimate1353](https://doi.org/10.1038/nclimate1353).

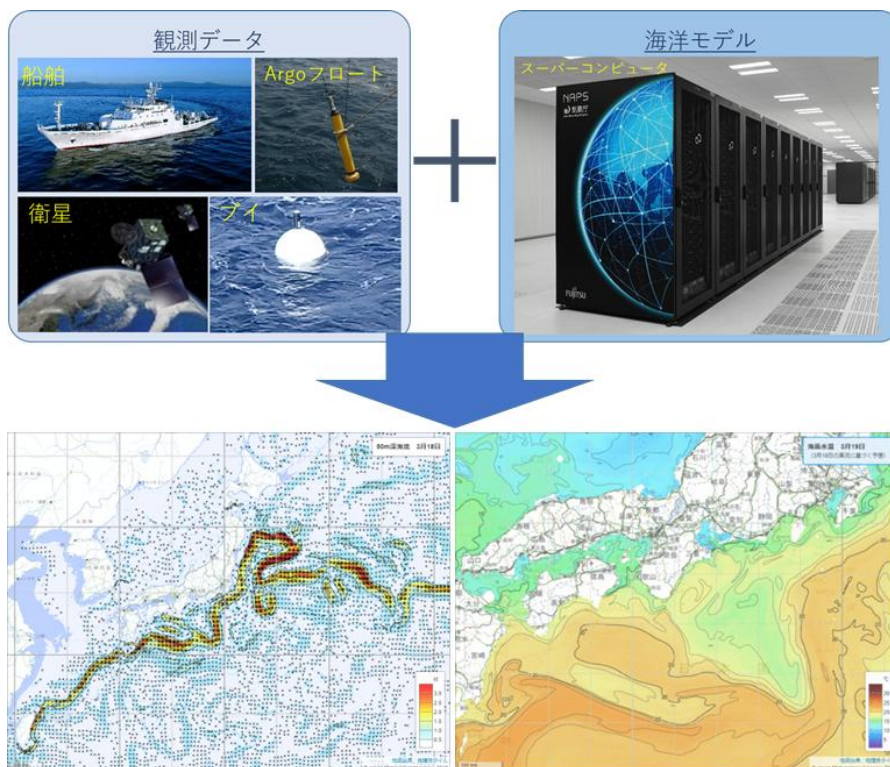


図1 MOVE-JPNの模式図。MOVE-JPNでは、観測データと海洋モデルを組み合わせることで、海流や水温等の詳細な実況を把握することができます（下段の図は海流と海面水温の実況図の例）。図は下記の気象ホームページより引用しました。

https://www.data.jma.go.jp/kaiyou/data/db/kaikyo/knowledge/move_jpn/index.html

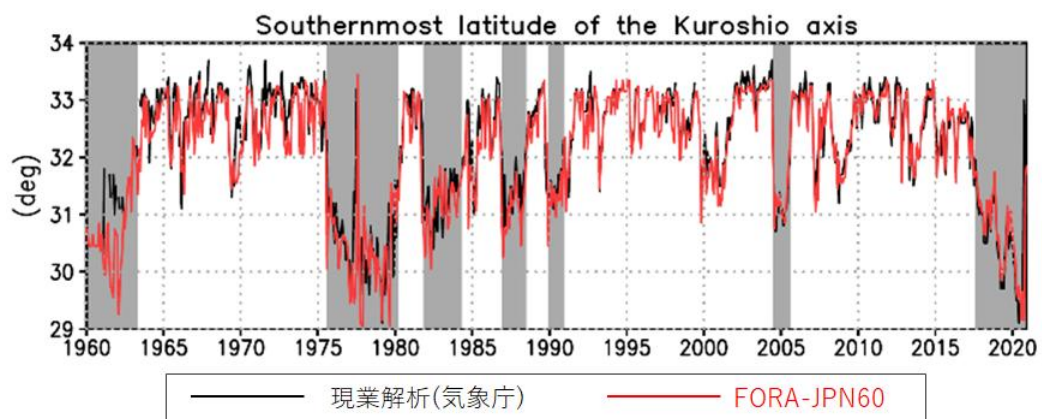


図2 東海沖（136°E-140°E）における黒潮流軸の最南緯度の時系列。黒線は、様々な観測値をもとに最終的に人の判断で決定した気象庁の現業解析データ、赤線は、FORA-JPN60の海面流速場から自動的に判別した流軸緯度を表しています。また、灰色で塗りつぶした期間は、過去の黒潮大蛇行の期間となっています。

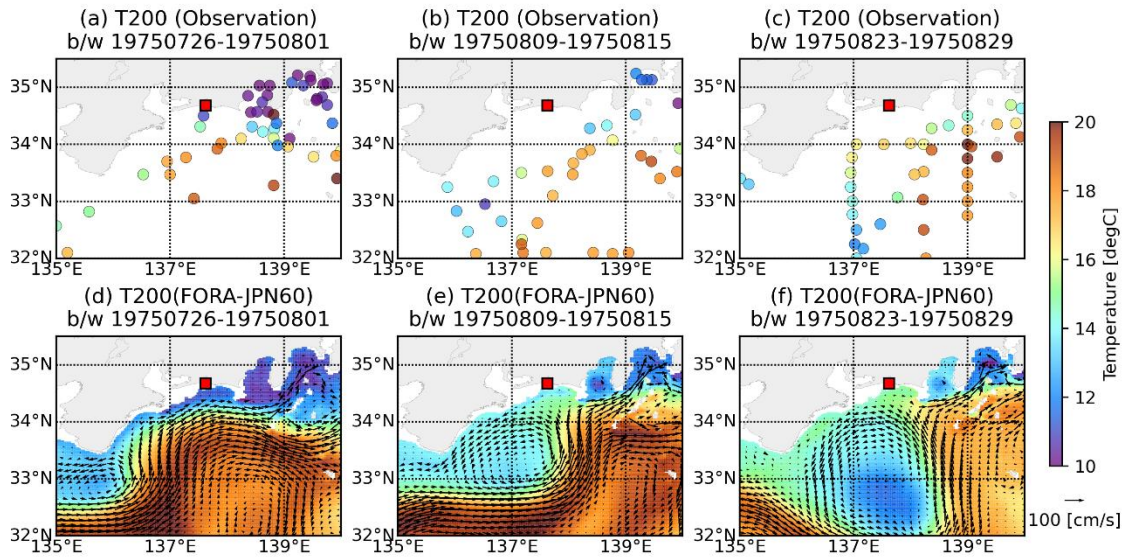


図3 1975年8月に生じた黒潮大蛇行の再現。(a-c)は再解析に使用した水温観測の分布で、1975年7月26日~8月1日、8月9日~15日、8月23日~29日の各7日間に得られた観測点を示しています。プロットの色は観測で得られた200m水温を表しています。(d-f)FORA-JPN60で再現された、200m深における水温と水平流速場の時間発展を示しています。赤四角は、舞阪の潮位観測点を表し、ここでの潮位変化を図4で示します。

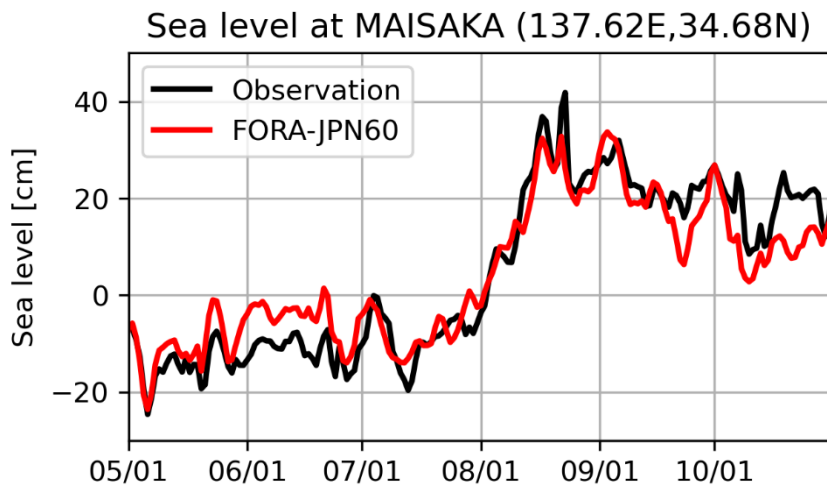


図4 舞阪における1975年5月から10月までの潮位の変化。黒線が潮位計の観測、赤線がFORA-JPN60の結果を表します。潮位の値は、観測、FORA-JPN60ともに、1975年の1年間の平均からの偏差を示しています。舞阪の潮位観測点の位置は、図3に赤四角で示しています。