

4 次元変分法データ同化システムを用いた高分解能海洋再解析

課題責任者

石川 洋一 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター
 蒲池 政文 気象庁気象研究所

研究分野

海洋物理学

1. 研究の目的と意義

過去の現実的な海洋循環場、特に中規模変動を再現した高分解能データセットの必要性は、海洋研究のみならず、水産や海運などの応用分野などにも重要なデータセットである。本研究で用いる4次元変分法の有効性は、いくつかの研究によって示されているものの、計算負荷の高さなどの理由により高分解能データセットの作成にはこれまで利用することができなかった。種々の観測データを4次元変分法という高度なデータ同化手法によって統合したデータセットは、これまで作成された同種のデータセットと比べ、大幅な精度向上が期待される世界初のデータセットとして非常にインパクトの大きなものとなる。

2. 研究内容

4次元変分法海洋データ同化システムを用いて、ARGOフロートデータ、海面水温、海面高度人工衛星リモートセンシングデータなどの海洋観測データを統合し、高解像度での過去の海洋状態を再現する実験（再解析）を行う。またその結果を用いて、過去の海洋顕著現象の解析を行い、現象解明を行うとともに、モデル・データ同化手法の改良を行う。現在ES2での実行が確認できている北西太平洋バージョンMOVE-WNPを用いて1985年以降のデータ同化計算を行い、30年分の再解析データセットを作成する。

3. 研究成果

図1は本研究でもちいた観測データ数の時系列である。1993年に衛星海面高度データの利用を開始するまでは現場観測データのみであり、これまで再解析データが作成されなかった時期である。また、2000年以降Argo計画の発展に従い特に塩分データの増加が顕著である。

これらのデータを同化した結果について、日本周辺の主要海流に焦点を絞って性能評価を行った。図2は日本南岸の黒潮の流軸の緯度について観測データとの比較を行ったものである。

比較したデータは同化にも用いられているので、必ずしも独立ではないが両者は非常によく一致している。特に、黒帯で示した期間は大蛇行が発生していた期間であり、黒潮が南偏していたことがよく再現されている。

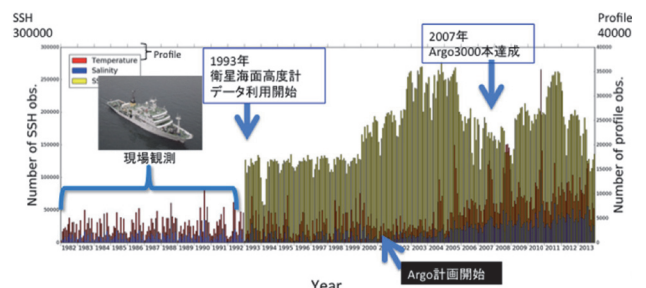


図1 観測データ数の時系列。(緑、左軸)海面高度計、(赤と青、右軸)水温及び塩分データ。

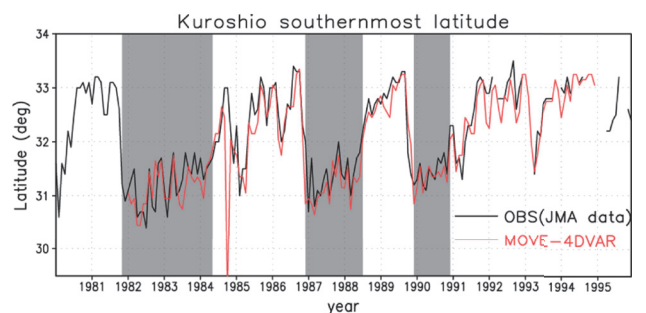


図2 黒潮流軸緯度の時系列。黒:観測データ、赤:再解析データ。

図3は黒潮大蛇行が発生した1996年後半の日本南岸における200m水温と流速分布を示したものである。これまでよく知られている通り、九州沖の小蛇行が東に伝搬し、紀伊半島沖で離岸する大蛇行が発生してした様子がよく再現されている。

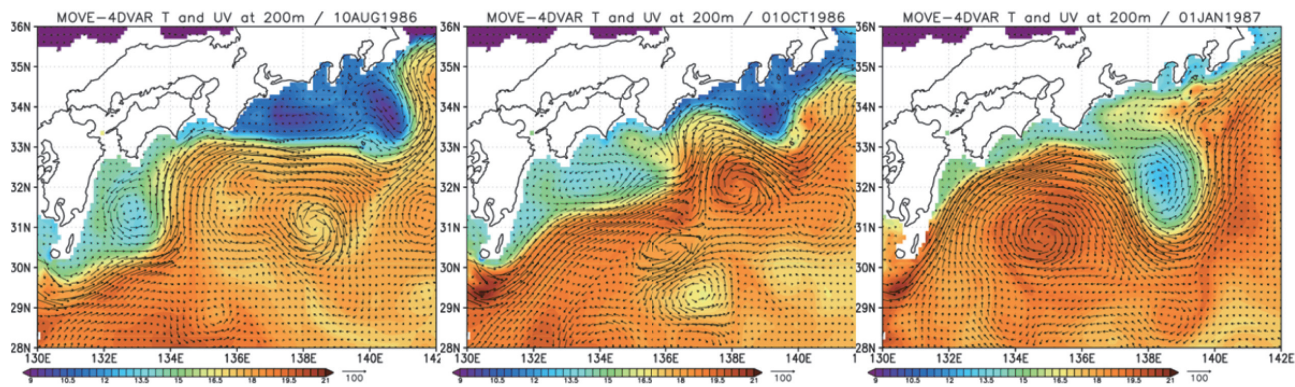


図3 1986年8月、10月及び1997年1月の200m深水温と流速分布。

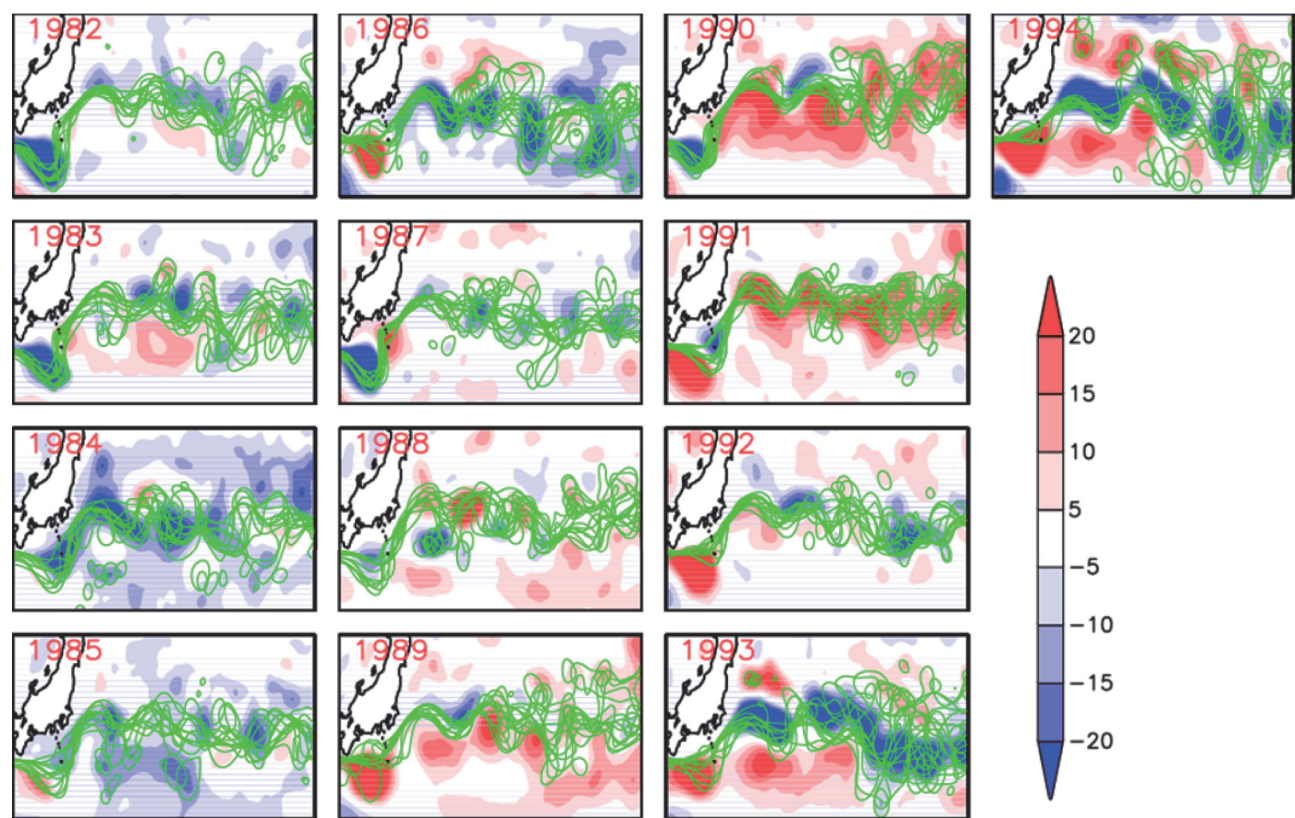


図4 黒潮統流の流軸分布(緑線)と海面高度偏差(シェード)。

図5は親潮の南下緯度の指標として100m深の水温が5℃以下の領域面積の時系列である。

親潮には顕著な経年変動があり、図6に親潮面積が最大になる1984年と最少だった2000年の水温分布を示している。このような親潮変動を支配するメカニズムについては未だ不明なところも多く、今回作成した再解析データがその解明に役立つことが期待できる。

図7は日本海の海峡通過流量の経年変動を示したものである。対馬暖流には増加トレンドが見られており、30年間で1～2割程度増加していることがわかる。対馬暖流が増加した分は津軽暖流よりも宗谷暖流の方に多く分配されており、対馬暖流と宗谷暖流の変動に良い相関があることが示されている。

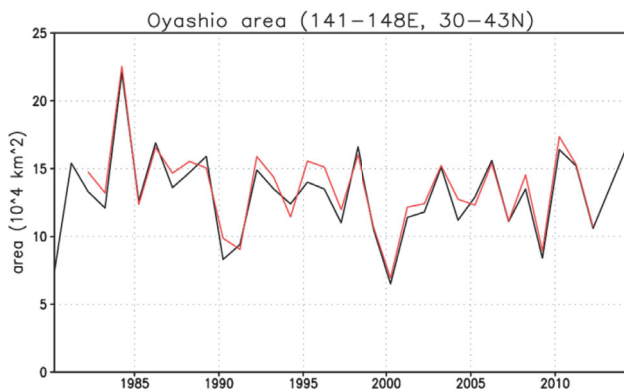


図5 親潮面積の時系列。黒：観測データ、赤：再解析データ。

4. 想定される波及効果

本研究で作成した再解析データは前節で示したように過去の海洋現象の解明といった直接的な利用に加え、海面水温データを気象モデルの境界条件として用いることにより過去の気象状態の再現や、水産資源変動に影響を与える環境場としてそのメカニズム解明に活用されることが期待できる。このような学術的な利用に加え、気象庁では本研究で用いたデータ同化システムを次期現業運用システムとして利用することを予定しており、その際には本研究で作成したデータセットをから求めた統計値を、新たな海洋の平年値とする予定である。

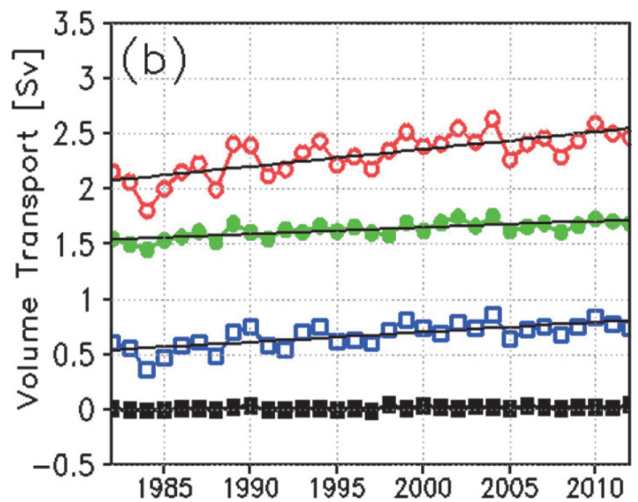


図7 日本海通過流量の時系列。赤：対馬海峡、緑：津軽海峡、青：宗谷海峡、黒：間宮海峡。

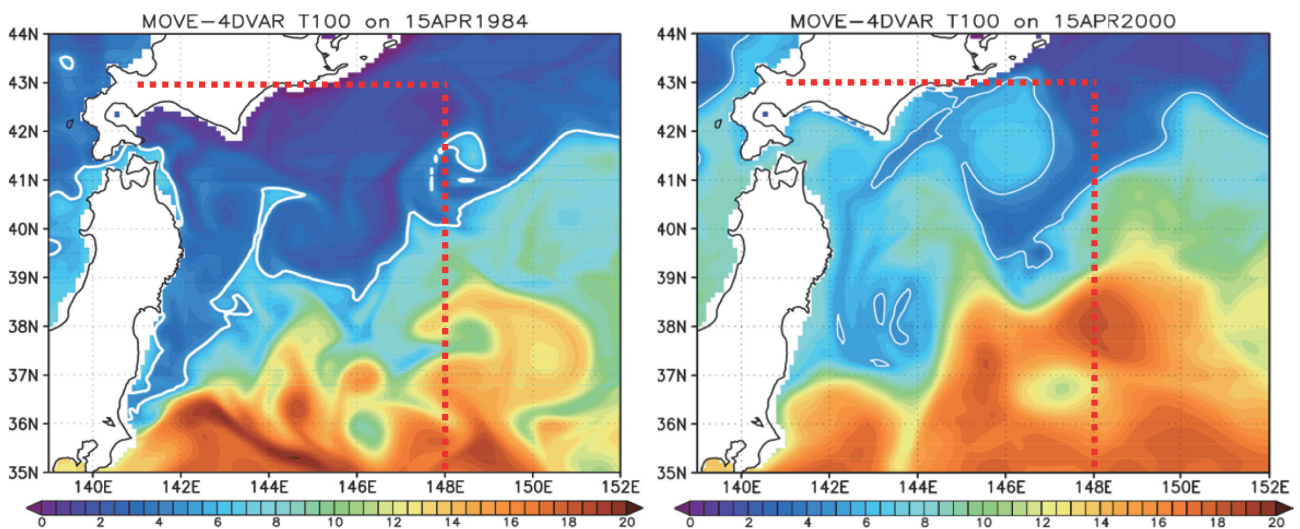


図6 1984年4月(左)と2000年4月の100m深水温。

High-resolution Ocean Reanalysis Using 4-dimensional Variational Data Assimilation System

Project Representative

Yoichi Ishikawa

Center for Earth Information Science and Technology, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Masafumi Kamachi

Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

Authors

Yoichi Ishikawa^{*1}, Tsuyoshi Wakamatsu^{*1}, Shiro Nishikawa^{*1}, Yusuke Tanaka^{*1},
Hiromichi Igarashi^{*1}, Norihisa Usui^{*2}, Nariaki Hirose^{*2}, Yosuke Fujii^{*2}, Takahiro Toyoda^{*2},
Yasushi Takatsuki^{*2}, Tsurane Kuragano^{*2} and Masafumi Kamachi^{*2}

^{*1} Center for Earth Information Science and Technology, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

^{*2} Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency

High-resolution ocean reanalysis dataset (FORA-WNP30: Four dimensional Ocean reanalysis for western North Pacific over 30year) is made. The dataset can reproduce realistic feature of the major currents around Japan, such as Kuroshio, Oyashio, and mesoscale eddies. The dataset will apply for practical use in fisheries, marine transports, and disaster presentation in coastal region as well as a scientific use in oceanography and climatology.

Keywords: Ocean reanalysis, data assimilation, high-resolution model

1. Introduction

The importance of ocean reanalysis data to reproduce realistic circulations such as major currents and meso-scale eddies has been recognized well since such datasets can be used not only for ocean science but also for fisheries, ocean transports, and disaster preventions. However, the limitation of computational power was a one of the important hindrance to make ocean reanalysis dataset. In this study, we utilize new Earth Simulator to produce high-resolution ocean reanalysis dataset for western north Pacific.

2. Data assimilation system

The data assimilation system used in this study is MOVE-4DVAR (Usui et al., 2015), which is developed by Meteorological Research Institute, Japan Meteorological Agency. Various observation data such as temperature/salinity profile derived by ARGO float, sea surface temperature and height derived by satellite remote sensing are assimilated into the high-resolution (1/10 deg.) ocean general circulation model using variational adjoint method. The reanalysis data are covered from 1982 to 2014 with 1 day interval, while the assimilation period is 10 days.

3. Reanalysis dataset

The performance of the reanalysis dataset is examined from various point of views. The major current around Japan, such as Kuroshio, Oyashio current and their variability is well reproduced. For example, the large meander events of Kuroshio show good correspondence with historical record and detailed processes of meander propagation are quite realistic. In Japan Sea, time series of the volume transport of through flows are examined. It is clearly shown that the volume transport of Tsushima current increase about 20% in 30 years and corresponding increase of outflow are significant in Soya strait rather than Tsugaru Strait.

4. Summary and Future Works

The high-resolution ocean reanalysis dataset FORA-WNP30 is made not only for scientific interest but also for various applications such as fisheries and coastal disaster prevention. The detail of dataset are summarized in the web site and online download will be enabled from this site (<http://synthesis.jamstec.go.jp/FORA/e/index.html>).