

先端的データ同化システムの開発と再解析データの作成

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

著者

石川 洋一^{*1}, 五十嵐 弘道^{*1}, 西川 史朗^{*1}, 西川 悠^{*1}, 田中 裕介^{*1},
蒲地 政文^{*1}

*1 海洋研究開発機構 地球情報基盤センター

平成 27 年度地球シミュレータ特別推進課題で作成した北西太平洋海洋長期再解析データセット (FORA-WNP30) をベースにして、平成 28 年度に開発した高解像度の海洋モデルによる力学的ダウンスケーリング技術を用いて、学際研究分野で役立つ海洋環境データセットを作成した。また、生態系に関わる観測データの同化に向けて、低次生態系モデルを結合した海洋モデルを開発した。

キーワード：ダウンスケーリング, 低次生態系モデル, 生態系データ同化

1. はじめに

本課題では海洋再解析データの高度利用のためのダウンスケーリング技術の開発を行うとともに、より多くの分野での利用が期待される海洋の低次生態系に関するデータ同化システムの開発を目指して、低次生態系モデリングについての研究開発を行なった。

2. ダウンスケーリングによる高解像度過去再現データセットの作成

平成 27 年度地球シミュレータ特別課題で作成した北西太平洋海洋長期再解析データセット (FORA-WNP30) は黒潮、親潮やその現実的な変動を再現したデータセットとして様々な分野で利用されており、現在もデータ提供依頼が続いている。しかしながら、FORA-WNP30 の水平解像度は 10km であり、必ずしも沿岸域の海洋変動については十分に再現しているとは言えない。そこで、平成 28 年度は、データ同化プロダクトの高度利用として FORA-WNP30 を水平境界条件としてより高解像度の海洋モデルを駆動するダウンスケーリングシステムの開発を行った。本年度は、昨年度開発したシステムの改良を行い、1998 年から 2015 年までの 18 年間にわたる高解像度な海洋環境の過去再現データセットを作成した。

ダウンスケーリングのためのモデル (THK50) は FORA-WNP30 の 5 倍の解像度 (1/50 度) を持ち、図 1 に示す領域をカバーしている。また、潮汐・潮流は沿岸域の海流変動において重要な要素であるが FORA-WNP30 では潮汐成分は含まれていなかった。THK50 では水平境界条件に潮汐成分を追加するとともに、領域内部での起潮力も考慮することにより潮汐・潮流の再現も行っている。

図 2 は津軽海峡の月平均流量の時系列を示す。流量は冬季に少なく夏季に多いという季節変動を示すが、その振幅などの年々変動は激しいことがわかった。また、潮汐を導入した高解像度モデルでは親モデルと比較して流

量が平均でおよそ 0.2Sv 減少した。

図 3 は岩手県水産技術センターが毎月行っている沿岸定線観測の結果との比較である。三陸沿岸に沿って南下する高温高塩な水塊 (津軽暖流) がよく再現された。津軽暖流とより沖合いの水塊の境界付近 (東経 142.3 度付近) では水平スケールが 10km 程度の擾乱が見られ、モデルを高解像度することによって、前線波動などの小スケールの現象の再現性向上が示唆された。

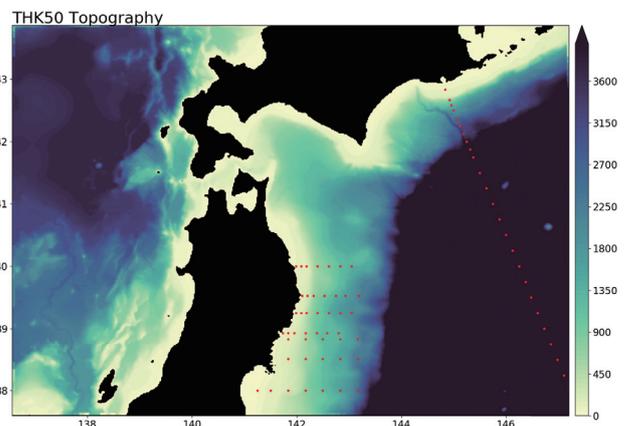


図 1 東北モデル THK50 の領域と海底地形

3. 低次生態系データ同化に向けたシステム開発

海洋の低次生態系に関する情報は、水産などの分野において、海洋物理に関する情報とともにニーズが高い。外洋の低次生態系については、窒素循環を基にしたモデルに観測データを同化した研究が行われてきているが、沿岸についての研究は緒についたばかりである。そこで、沿岸の低次生態系のデータ同化によるプロダクト作成のために、THK50 に低次生態系モデルを結合したシステムの開発に取り組んだ。図 4 に低次生態系モデルとして NPZD モデルを結合した結果の例を示した。三陸沖では東北マリンサイエンス拠点形成事業において生態系を含

めた様々な観測データを取得しており、今後は観測データを使って低次生態系モデルのチューニングを行い、データ同化に取り組む。

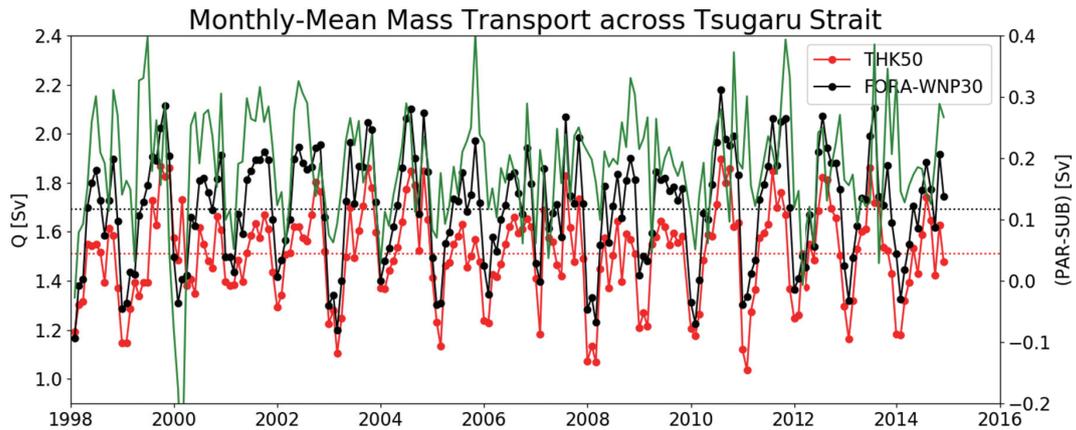


図2 THK50 (赤線) と親モデル FORA-WNP30 (黒線) の月平均した津軽海峡の通過流量 (東経 140.2 度を東向きに横切る流量) の時系列。緑線 (右目盛) は FORA-WNP30 と THK50 の流量の差を示す。

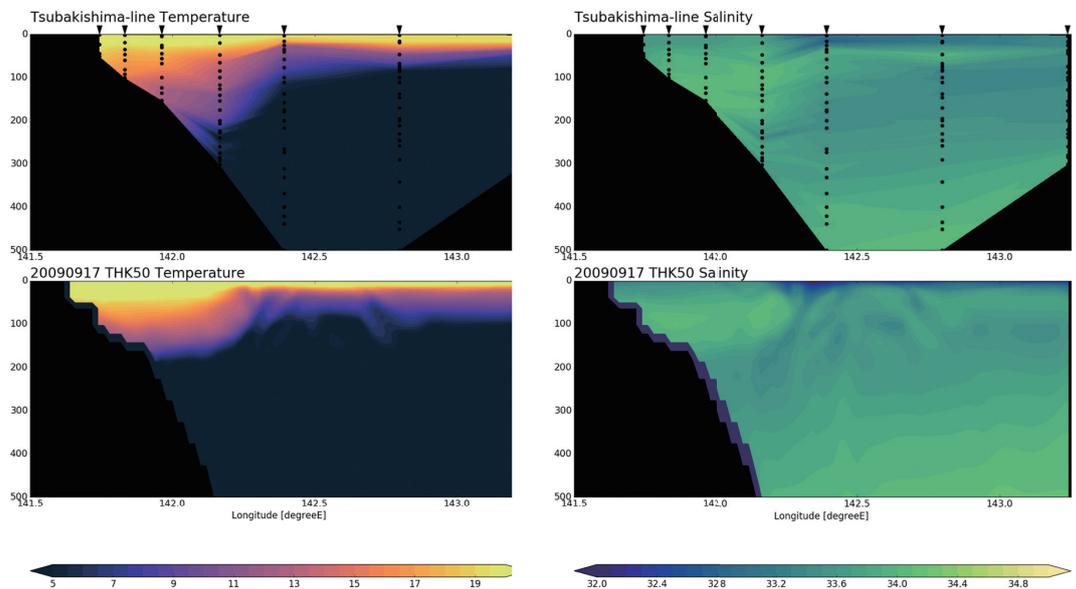


図3 2009年9月の岩手県水産技術センター岩手丸による沿岸定線観測 (椿島ライン) と THK50 を使って作成した過去再現データセットの比較。左が水温、右が塩分で、上段が観測値、下段が過去再現データセットである。

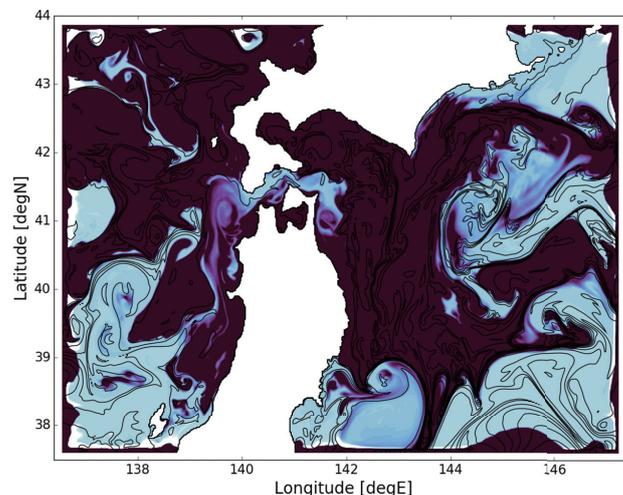


図4 低次生態系モデルを THK50 に結合してシミュレーションした 2013 年 4 月 30 日の水深 10m における硝酸塩の分布。

Development of Advanced Data Assimilation System and Production of Reanalysis Dataset

Project Representative

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

Authors

Yoichi Ishikawa^{*1}, Hiromichi Igarashi^{*1}, Shiro Nishikawa^{*1}, Haruka Nishikawa^{*1}, Yusuke Tanaka^{*1} and Masafumi Kamachi^{*1}

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

We made coastal high-resolution dataset of physical oceanographic environment using dynamical downscaling technique developed last year based on FORA-WNP30, which is developed by special promoted theme on Earth simulator in FY2015. In addition, we developed the ocean model including ecosystem model in order to assimilate geo-bio-chemical observations.

Keywords: Downscaling, ecosystem model, ecosystem data assimilation

1. Introduction

In this theme, we developed downscaling technique for advanced use of ocean reanalysis data. Information on oceanographic ecosystem is also useful for various field. We developed ecosystem model integrated into physical oceanographic numerical model in order to generate analysis dataset of ecosystem variables.

2. Coastal high-resolution hindcast dataset

The high-resolution reanalysis data set (FORA - WNP 30) prepared in the FY2005 Earth Simulator Special Task is used in various fields as a data set reproducing the Kuroshio, Oyashio and its realistic fluctuations and the request for data provision continues. However, the horizontal resolution of FORA-WNP 30 is 10 km, and it can not necessarily be said that the coastal oceanic variability is sufficiently reproduced. Therefore, in FY2016, we developed a downscaling system to drive a higher resolution ocean model with FORA-WNP 30 as horizontal boundary condition, in which we propose advanced use of data assimilation products, and to create further detailed data set for the coastal area of the Tohoku region. In this year, we modified the system to improve the ability to reproduce the past oceanographic environment. We ran hindcast simulations and generate dataset for 18 years from 1998 to 2015.

The model for downscaling (THK50) has 5 times the resolution (1/50 degree) of FORA-WNP30 and covers the area shown in Fig. 1. In addition, tidal currents are an important factor in ocean current variability in coastal areas, but tidal components were not included in FORA-WNP30. In THK50, the tidal component is added to the horizontal boundary condition, and the tidal elevation / tidal current is also

reproduced by considering the tidal force inside the area.

Figure 2 is the time-series of monthly-mean volume transport across the Tsugaru Strait. It showed the seasonal variation with maximum in summer and minimum in winter. There is also large interannual variation in the amplitude of the seasonal variation. The transport of sub-model was about 0.2 Sv smaller than parent model.

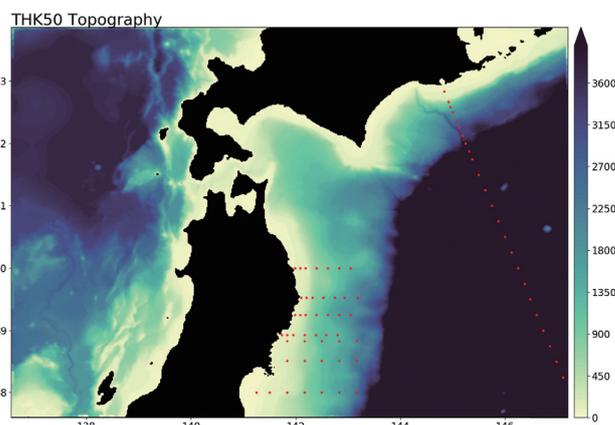


Fig. 1 Model domain and bottom topography of THK50

Figure 3 is the comparison to CTD line observation conducted by Iwate Fisheries Technology Center. Saline warm water adjacent to the Sanriku coast is Tsugaru Warm Water (TW) flowing to south and well expressed by THK50. Small scale perturbations are simulated in the boundary region between TW and offshore waters (around 142.3E) implying the ability to reproduce frontal wave propagation in coastal high-resolution model.

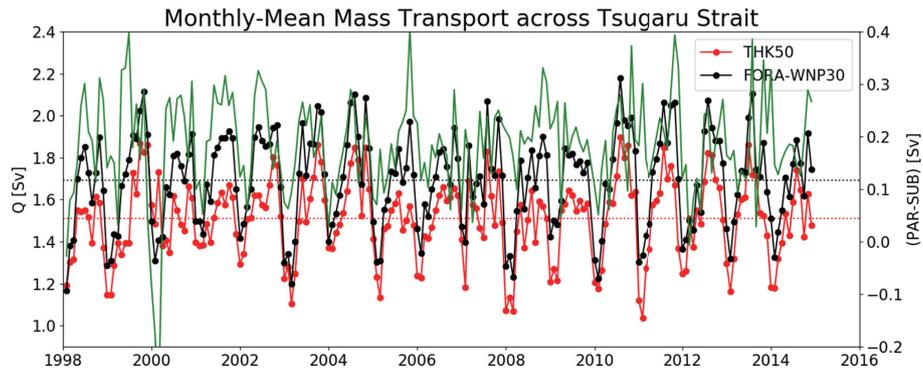


Fig. 2 Time-series of monthly-mean transport across Tsugaru Strait (volume transport crossing 140.2E line from west to east) in THK50 (sub-model; red line) and FORA-WNP30 (parent model; black line). Green line indicates the difference between FORA-WNP30 and THK50.

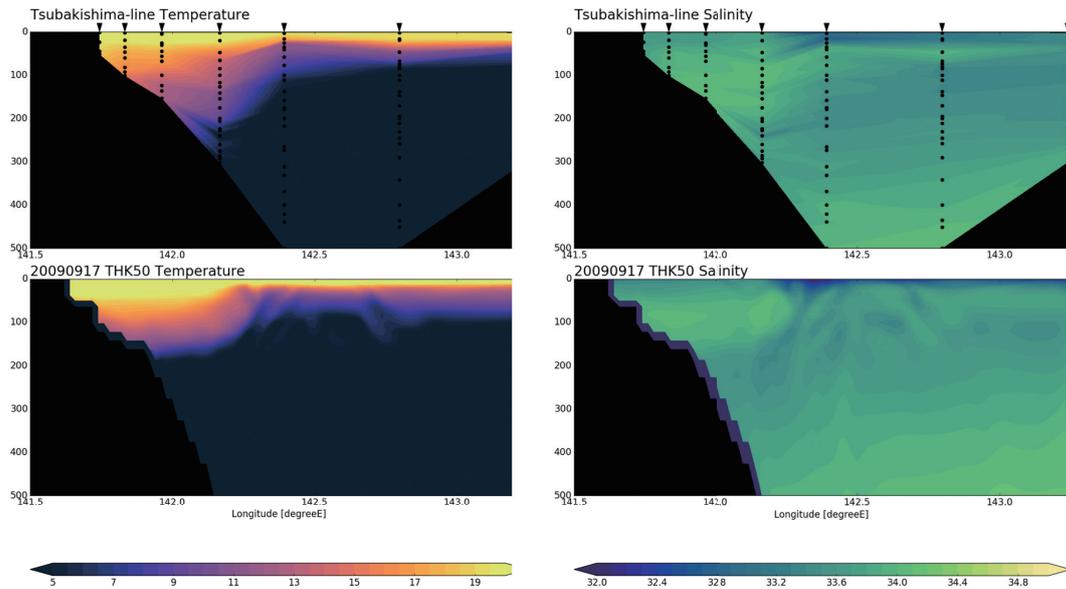


Fig. 3 Comparison between THK50 results and monthly CTD line observation by Iwate Fisheries Technology Center. Left and right panels show the temperature and salinity. Top and bottom panels are observation in Sep. 2009 and THK50 results, respectively.

3. Development of ecosystem modeling and assimilation system

Information on oceanographic ecosystem is useful in various field, especially in fishery science. On the other hand, there is few research in Japanese coastal ecosystem modeling and data assimilation. In order to generate analysis data for oceanographic ecosystem, we developed the ecosystem model integrated in physical oceanographic numerical model. Figure 4 is the example of ecosystem information simulated by THK50 integrating NPZD model. The model will be tuned by observations acquired in Tohoku Ecosystem Associated Marine Science (TEAMS) project and will be used in the data assimilation system.

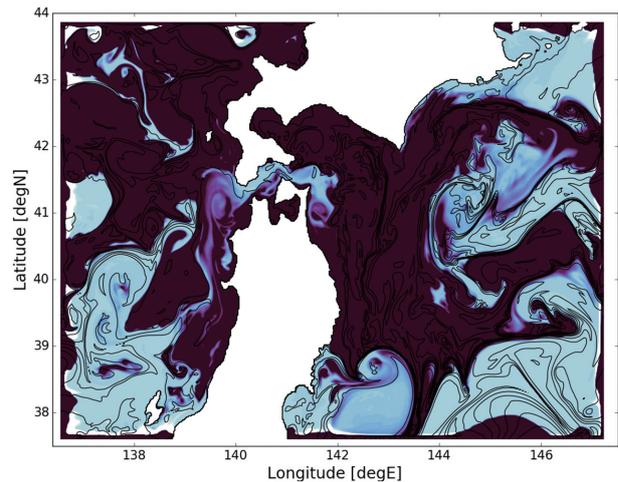


Fig. 4 Horizontal distribution of nitrate in 10 m depth on April 30, 2013, simulated by THK50 integrating NPZD model.