

# 先端的データ同化システムの開発とそれを用いた再解析データの作成

課題責任者

石川 洋一

海洋研究開発機構付加価値情報創生部門情報エンジニアリング  
プログラム

著者

石川 洋一\*<sup>1</sup>, 五十嵐 弘道\*<sup>1</sup>, 西川 史朗\*<sup>1</sup>, 西川 悠\*<sup>1</sup>, 松葉 史紗子\*<sup>2</sup>, 田中 裕介\*<sup>2</sup>, 蒲地 政文\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> 海洋研究開発機構付加価値情報創生部門情報エンジニアリングプログラム, \*<sup>2</sup> 海洋研究開発機構地球環境部門海洋生物環境影響研究センター

海盆スケールの(再)解析・予測データを利用して、沿岸域の高解像度(水平1/50度~1/60度)の過去再現・解析・予測データを作成するためのシステムを、昨年度までに開発した東北地方沖合から、日本列島の太平洋側をカバーするように拡張する研究開発を行い、データセットの作成を行った。また、より沿岸の詳細な海洋環境を把握するために、昨年度開発した三陸沿岸を対象とした詳細な(水平1/250度)ダウンスケーリングモデルの過去再現実験に着手するとともに、湾内の詳細な海洋環境を推定するための水平解像度1/1250度のモデルを開発した。さらに、これらのデータセットを用いた付加価値情報として、東北地方太平洋沖地震による津波により流出し海底に沈降したガレキの分布推定などが行われた。

**キーワード:** ダウンスケーリング, 過去再現実験, リアルタイム予測, 付加価値情報

## 1. はじめに

近年、沿岸域は、海運・漁業に加えて、洋上風力発電開発など様々な経済活動による利用が拡大している一方、環境モニタリング体制が十分に整備されておらず、詳細な海洋環境の推定・予測データに対するニーズが高まっている。本課題では、現在提供されている水平解像度0.1度程度の解像度の海洋(再)解析データを利用して、沿岸域の詳細な海洋環境を再現・予測する技術の研究開発と行ってきた。加えて、再現・予測した海洋環境データを利用した、付加価値情報を創出するための研究開発を、主に沿岸・沖合漁業への貢献に絞って行ってきた。

## 2. リアルタイム解析・予測システムの拡張

JST-CREST「イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化」領域における「Fishtechによる持続可能な漁業モデルの構築」課題(以下CREST課題とよぶ)では、沿岸漁業を対象に、漁獲データと数値モデルによって得られた解析・予測結果をもとに、漁場推定を行うことを目指している。平成30年度には、東北地方沿岸・沖合を対象とした水平解像度1/50度のダウンスケーリングモデルTHK50[1]をリアルタイムシステムに組み込み、毎日5日先予測を更新する試験運用を開始した。

今年度は、まず、THK50をもとに、瀬戸内海・西日本太平洋側を対象とした水平解像度1/60度のMTLと、東日本太平洋側と伊豆・小笠原諸島を対象とした水平解像度1/60度のICTKSMWを新たに開発した。それぞれのモデルの計算領域を図1に示す。

THK50, ICTKSMW, MTLの3モデルをリアルタイムシステムに組み込んで、昨年度と同様に5日先予測を毎日更新する試験運用を行うことで、日本列島の太平洋側をカバーするリアルタイム解析・予測データを作成した。なお、

これらの解析・予測データは、JAMSTECベンチャーである株式会社オーシャンアイズに提供し、沿岸・沖合域の海況情報サービスのコンテンツとして、主に漁業者を対象に活用されている。

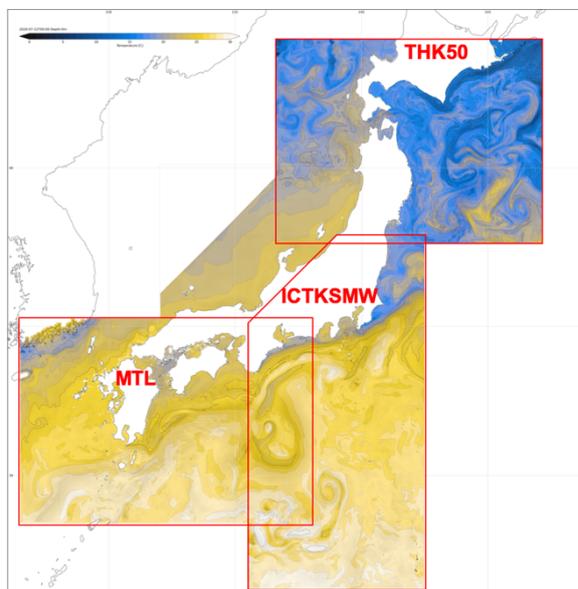


図1 リアルタイム運用を行ったTHK50, ICTKSMW, MTLの3モデルの計算領域。分布は2020年7月12日の海面水温と表層流速を示す。

## 3. 高解像度の海洋環境データを利用した付加価値情報の開発

CREST課題では、京都大学との共同研究を通して、沿岸漁業を主な対象とした漁場予測技術の開発に取り組んで

いる。THK50, ICTKSMW, MTL の各モデルによる過去再現実験結果は、漁獲データ（漁獲位置・時刻と量）と合わせて機械学習させることによって漁場推定技術の開発を進めた。

JAMSTEC むつ研究所、宮崎県水産試験場では、海面の流速を広範囲に面的に把握することができる海洋短波レーダーを、それぞれ、津軽海峡東口と日向灘に設置して、観測を行っている。観測対象の海域を利用する漁業者からの要望が多い、短時間予測情報の提供に向けて、海洋モデルで得られた流速場の情報と組み合わせた、低計算負荷・高精度の流速ナウキャスト手法の開発を行った。

沿岸海域の流速情報は、陸域から流れ出した漂流物の移動・堆積を考える上で重要である。東北地方太平洋沖地震に伴う津波では、陸上から多くのガレキが流れ出した。海流に乗って漂流したものがあ一方で、海底に沈降・堆積したものもあった。三陸地方沿岸では、タラ・イカなどを対象とした底曳網漁業が盛んに営まれており、海底に堆積した大型のガレキは操業の大きな支障となった。大型のガレキの掃海作業を効率的に行うため、海底ガレキの調査結果をもとに、沿岸域の土地利用などの環境要因に加えて、THK50 による流れの強さを考慮した分布推定モデルを作成した[2]。

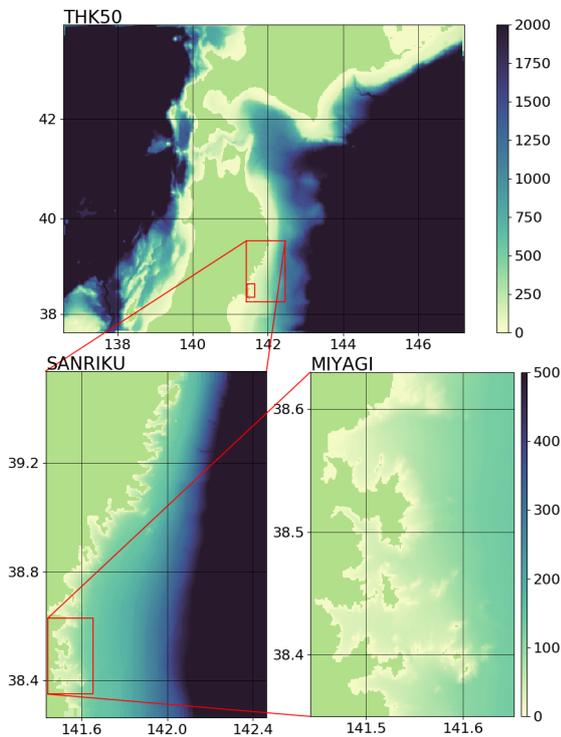


図2 THK50, SANRIKU, MIYAGI の計算領域と海底地形

#### 4. 沿岸域の海洋環境を再現する高解像度ダウンスケーリングデータの作成

平成 30 年度に開発した、水平解像度 1/250 度の THK50 からのダウンスケーリングモデル SANRIKU について、2011 年 3 月 12 日の THK50 の過去再現結果を初期値とした過去再現実験を開始した。今年度は、2013 年 12 月 31 日までのおよそ 3 年間のデータセットの作成を終えた。

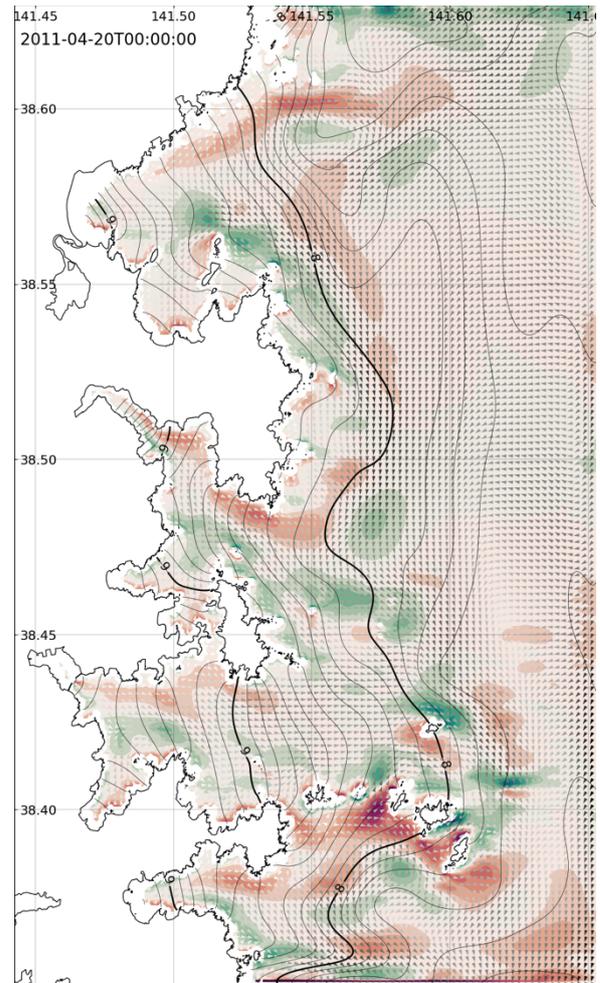


図3 MIYAGI で再現された 2011 年 4 月 20 日の女川湾周辺の海洋環境場。矢印は 10m 深の流速、シェードは 10 深の流れの収束、等値線は 10m 深の水温を示す。

三陸沿岸のリアス式海岸では、複雑な地形を利用した養殖業が盛んであるが、養殖生産物の主力はカキ・ホタテ・ホヤ・ワカメであり、無給餌での生産のため、栄養塩を含む海洋環境の詳細な理解が重要であり、水平解像度 1/250 度の SANRIKU でも解像度が不十分である海域も多い。東北マリンサイエンス拠点形成事業において、宮城県の女川湾を臨む東北大学の女川フィールドセンターと協力して、数値モデルとモニタリングの両面から、女川湾内の詳細な海洋環境変動の解析を進めてきた。その中で、今年度は SANRIKU からのさらなるダウンスケーリングもで

るとして、女川湾とその周辺を対象とした水平解像度 1/1250 度のモデル MIYAGI を開発した。図 2 に MIYAGI の計算領域と、その親モデルとの位置関係を示す。

図 3 に MIYAGI で再現された女川湾周辺の流れの様子を示す。女川湾沖に位置する江島列島の島の間では、潮汐に伴って強い流れが生じ、複雑な海底地形と相まって強い鉛直流（流れの収束・発散として見える）が起きていることがわかる。また、女川の湾奥まで詳細な海洋環境場を再現することができた。今後は、取得した観測データとの比較分析を進めて、湾内の海洋環境場について調べる。

## 文献

- [1] 田中 裕介, 石川 洋一, 五十嵐 弘道, 西川 悠, 蒲地 政文, “三陸沖の高解像度海洋モデルの開発”, 日本水産学会誌 84 巻, pp. 1047-1049 ページ, (2018).
- [2] Matsuba, M., Y. Tanaka, T. Yamakita, Y. Ishikawa, K. Fujikura, Estimation of tsunami debris on seafloors towards future disaster preparedness: Unveiling spatial varying effects of combined land use and oceanographic factors. Marine Pollution Bulletin vol. 157, 111289 (2020).

# Development of Advanced Data Assimilation System and Production of Reanalysis Datasets

Project Representative

Yoichi Ishikawa

Information Engineering Program, Research Institute for Value-Added-Information Generation, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

Authors

Yoichi Ishikawa \*<sup>1</sup>, Hiromichi Igarashi \*<sup>1</sup>, Shiro Nishikawa \*<sup>1</sup>, Haruka Nishikawa \*<sup>1</sup>, Misako Matsuba \*<sup>2</sup>, Yuusuke Tanaka \*<sup>2</sup>, Masafumi Kamachi \*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup>Information Engineering Program, Research Institute for Value-Added-Information Generation, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, \*<sup>2</sup>Marine Biodiversity and Environmental Assessment Research Center, Research Institute for Global Change, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology

We expand the simulation system of marine environment in coastal area using the (re-)analysis data with basin-wide scale. Now the system covers the Pacific side of Japan in addition to the Tohoku area developed last year. More detailed downscaled model is developed for the research of environment in small bays. We also do research in generation of value-added information based on the simulated marine environment coastal.

**Keywords** : downscaling, hindcast, realtime forecast, value-added information

## 1. Introduction

As the economic activities in coastal area is growing, such as marine transportation, fisheries, offshore wind farms, the importance of the detailed estimate and forecast of marine environment is increasing. In this project, we have developed the system to forecast high-resolution coastal ocean environment utilizing the mesoscale resolving 1/10 deg. (re-)analysis data. We are also trying to generate value-added information from the marine environmental data.

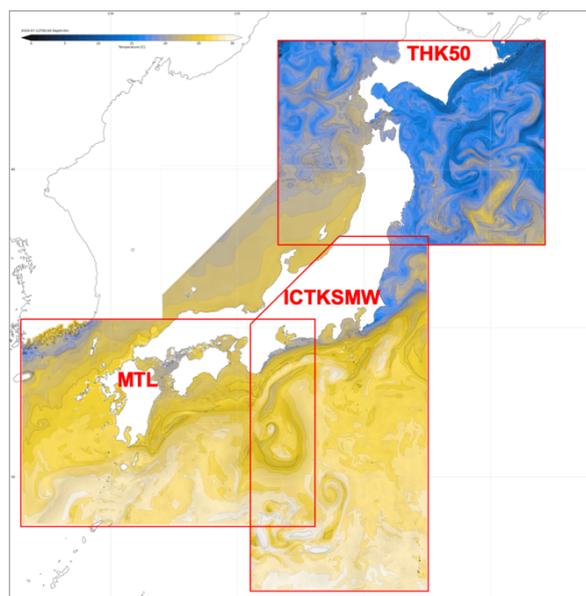


Figure 1 Model domains in realtime forecast system, THK50, ICTKSMW, MTL. The figure shows the surface temperature and current at Jul. 12, 2020.

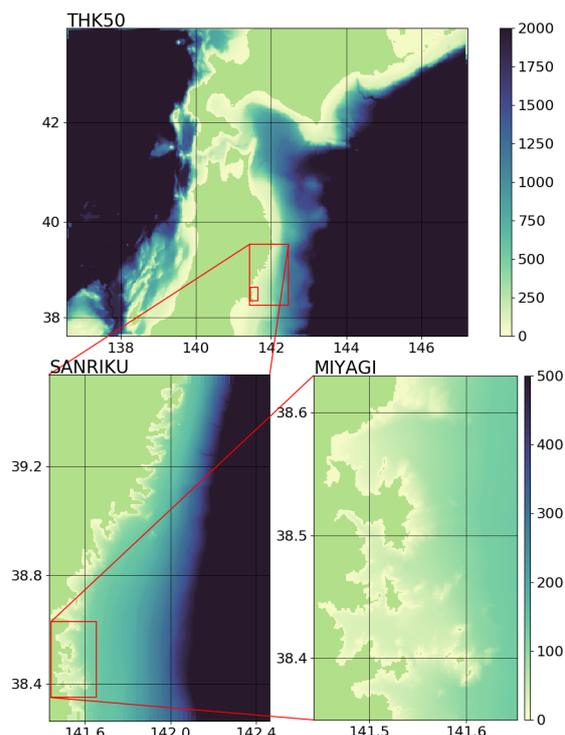


Figure 2 Model domains with bottom topography of THK50, SANRIKU and MIYAGI.

## 2. Extension of the system for real-time analysis and forecast

In order to generate the potential fishing grounds map for coastal fishermen, we developed the system for real-time analysis and forecast around Japan in the JST-CREST project “FishTech for Sustainable Fishery Model”. THK50, the model

for the Tohoku area with 1/50 deg [1], has been operated in real-time from last year. We developed the model for the western and eastern part of Japan along Pacific, MTL and ICTKSMW, based on the THK50, and appended to the system. The calculation domains of these models are shown in Figure 1. The system is now generating high-resolution estimate and 5-day forecast of marine environment along Pacific coast of Japan every day. Ocean Eyes, Co., Ltd., one of the JAMSTEC ventures, started providing marine environmental information for fishermen based on the data.

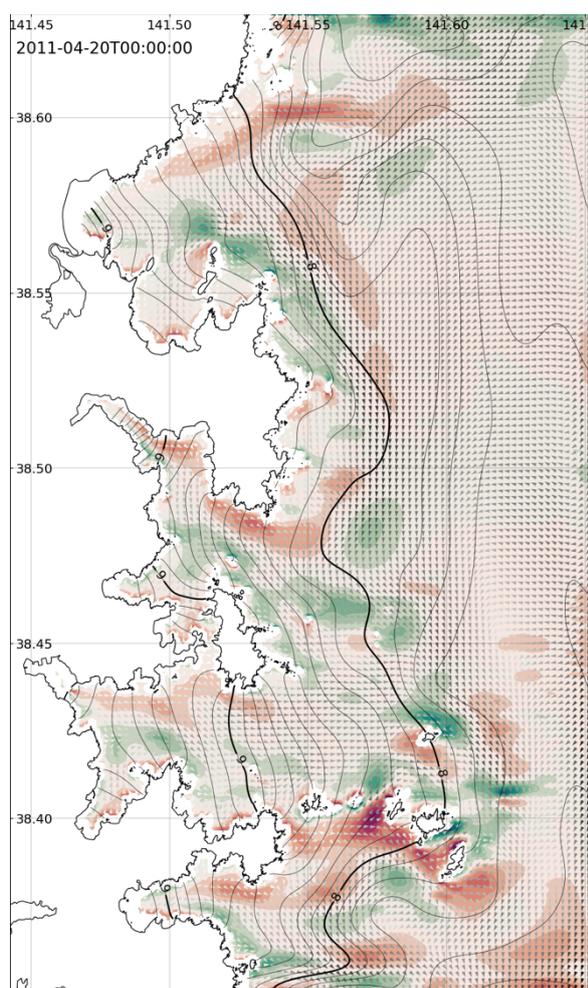


Figure 3 Result from MIYAGI in April 20, 2011. Arrows are the current at 10m depth, colors show the horizontal divergence at 10m depth, and contours are the water temperature at 10m depth.

### 3. Development of value-added information based on the marine environmental information

The datasets from THK50, ICTKSMW and MTL hindcast experiments were synthesized with fishing results (the amount of catch, time, and location) to generate potential fishing ground map in JST-CREST project. The datasets are also used to the development of the nowcast of surface current. We are now developing the technique to generate short-term forecast of

surface current by comparing the observed surface current map from the HF radar and the typical distribution based on the hindcast datasets.

Current velocity in coastal region is important for the trajectory of marine debris from adjacent land. We estimate the distribution of sunk debris generated by the tsunami invoked by the Great Tohoku Earthquake. The investigation results of debris on the sea floor along the Sanriku coast are well modeled by the land use information along with the current velocity distribution of Sanriku area [2].

### 4. Ocean downscaling model for the coastal marine environmental estimation

We executed the hindcast experiment of SANRIKU, the numerical ocean model developed in last year with the horizontal resolution of 1/250 degrees (equivalent to about 350m) downscaled from THK50. The initial condition of the experiment is the result of THK50 on Mar. 12, 2011.

Furthermore, we developed more detailed model downscaled from SANRIKU to examine the variation of marine environment in small bays along the Sanriku coast. MIYAGI is the model with horizontal resolution of 1/1250 degrees. Figure 2 shows the model domain of Miyagi. Figure 3 is the example of the results from MIYAGI. Around Enoshima Islands off Onagawa Bay, strong vertical currents (shown as large divergence and convergence) were seen which reflect the complicated bottom topography. In corporation with the observational research in Tohoku University, we are trying to reveal the characteristics of the ocean variation in Onagawa Bay.

### References

- [1] Tanaka Y., Y. Ishikawa, H. Igarashi, H. Nishikawa, M. Kamachi, The development of high-resolution ocean numerical model for off-coast of Sanriku, *Nippon Shisan Gakkaishi*, vol. 84, pp 1047-1049 (2018).
- [2] Matsuba, M., Y. Tanaka, T. Yamakita, Y. Ishikawa, K. Fujikura, Estimation of tsunami debris on seafloors towards future disaster preparedness: Unveiling spatial varying effects of combined land use and oceanographic factors. *Marine Pollution Bulletin* vol. 157, 111289 (2020).