

海況リアルタイムデータベースの概要[†]

東 吉一*, 熊川浩一*, 浅原悠里*, 瀬尾奏子*, 入澤沙弥*

Summary of the oceanic condition real-time database[†]

Yoshikazu HIGASHI*, Koichi KUMAGAWA*, Yuri ASAHARA*, Kanako SEO*, and Saya IRISAWA*

Abstract

The oceanic condition real-time database was launched in order to supply real-time oceanographic data to drift prediction system and to production of “Quick Bulletin of Ocean Conditions” in 1998. Four revisions have been conducted in 2001, 2003, 2010, and 2014, which can provide abundant data at much higher speed. This paper reports the outline and current status of the database.

1 はじめに

海況リアルタイムデータベース (Oceanic condition real-time database, 以下 RTDB という) は、当庁を含め国内外の様々な機関で得られたリアルタイム及びノンリアルタイムの海洋観測データ (海流, 水温, 気象データ等) を収集, 要素毎にデータベースを作成し, 漂流予測プログラム (環境調査課, 2012) 及び海洋速報作成のための基礎資料として使用すると共に, 得られたデータに関係機関に対し提供するシステムである。

1998年, 漂流予測プログラムの開発整備にあわせ RTDB の構築が行われ, 同システムを用いた漂流予測の運用が始められた。その後, 漂流予測及び海洋速報の信頼性向上のため, 2001年, 2003年, 2010年及び2014年の4回にわたりソフトウェアの改修が行われた。

これらの改修により, 通信機器の発達や情報処理能力の高速化に対応し, 整備当初から比較す

べ, よりリアルタイムで大容量の情報量を扱えるようになった。

2014年の改修においては, 漂流予測プログラムのバージョンアップにあわせ, 取得データの充実, 漂流予測を行なうサーバー (以下, 漂流予測サーバーという) に提供する海流データの処理改修が行われた。主な改修内容は次のとおりである。

- (1) 海洋観測データの取得範囲拡大
- (2) 沿岸域用漂流ブイ及びレスキューブイの観測データ登録
- (3) 相模湾海洋短波レーダーの海流データ登録
- (4) 漂流予測プログラムで使用する海流データの重み付処理

本稿では, この2014年の改修後の RTDB の概要と現状を紹介する。

2 RTDB の構造と機能

RTDB は, UNIX システム上に構築され, 複数

[†] Received September 19, 2014; Accepted November 11, 2014

* 環境調査課 Environmental and Oceanographic Research Division

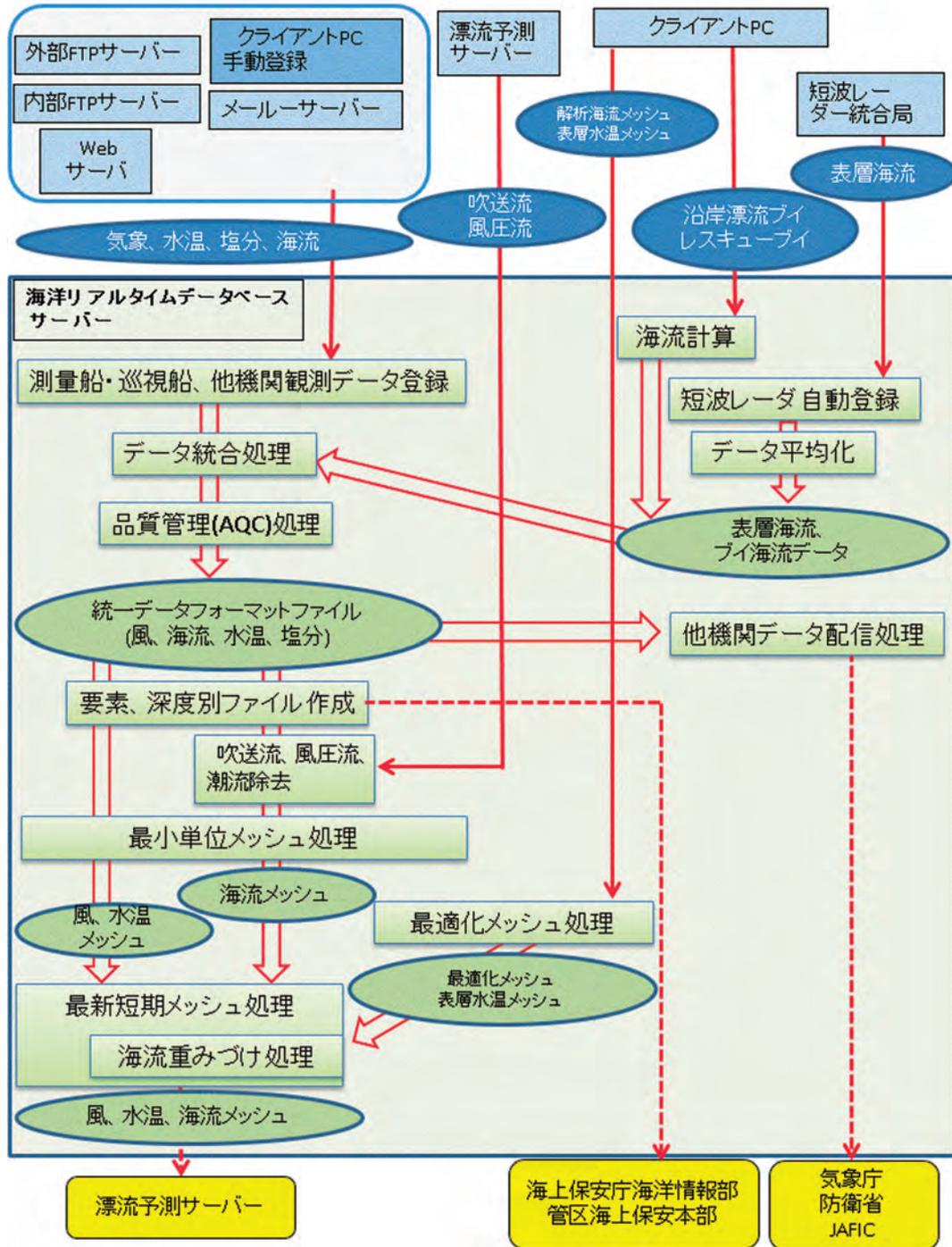


Fig. 1. System diagram of RTDB.

図1. RTDB のシステム系統図.

の処理プログラムを有し、それらのプログラムをクローン処理により指定した時間で処理を行っている。また、ネットワークを介し海洋情報部外及び部内から観測データの取得、配信を行っている。RTDB のシステム系統図を Fig. 1 に示す。

RTDB の主な処理機能は次のとおりである。

- ・観測データ及び解析海流メッシュデータ等の登録
- ・観測データの処理
- ・漂流予測用のメッシュ処理

3 観測データ及び解析海流メッシュデータ等の

登録

観測データは、船舶、海洋気象ブイ、定点ブイで観測された風(風向・風力), 水温, 塩分, 海流データがあり, 主に次の機関から入手している.

- (1) 海上保安庁の測量船及び巡視船
- (2) 気象庁, 防衛省, 一般社団法人漁業情報サービスセンター (Japan Fisheries Information Service Center) 以下, JAFIC という)
- (3) 北東アジア地域海洋観測システムリアルタイムデータベースに登録される SHIP, TESAC, BATHY, TORACKOB 報の海洋観測通報電報
- (4) 船舶運航を行っている機関, 民間船舶等の協力により提供される海洋観測データ
- (5) 沿岸域用漂流ブイ及びレスキューブイのデータ
- (6) 相模湾海洋短波レーダーの海流データ
- (7) その他, 水産試験場等の機関がホームページで公開している定点ブイ海洋観測データ

観測データの収集機関とデータ内容の詳細を Table 1 に示す.

収集しているデータは, 北緯 10 度から北緯 65 度, 東経 100 度から東経 180 度の範囲で選択され, 1 ヶ月に登録されるデータの点数は約 80,000 点に及ぶ.

日本近海での 2014 年 7 月に登録された登録データ点を Fig. 2 に, 海流データを Fig. 3 に示す.

観測データは手動又は定時処理により登録される. 特に測量船, 巡視船及び他機関提供のデータは自動受信され, 定時処理により 1 時間毎にリア

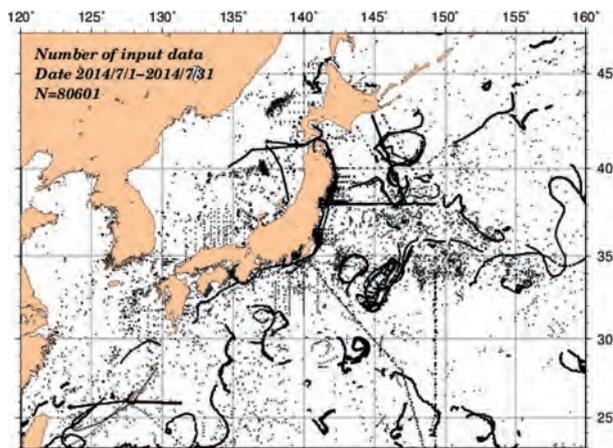


Fig. 2. Observation points registered in the RTDB in July 2014.

図 2. 2014 年 7 月に RTDB に登録された観測点.

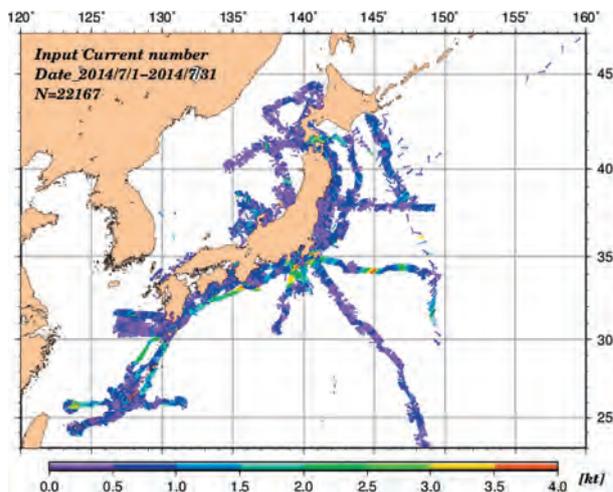


Fig. 3. Current data registered in the RTDB in July 2014.

図 3. 2014 年 7 月に RTDB に登録された海流データ.

Table 1. Data content and collection agencies of observation data.

表 1. 観測データの収集機関とデータ内容

	観測データの収集機関	データ内容	入手方法
1	測量船・巡視船観測データ	ADCP, XBT, XCTD, CTD, 水温, 塩分, 海上風データ	データ転送装置による自動受信
2	関係機関(気象庁, 防衛相, JAFIC)	海流, 水温, 塩分, 海上風データ	メールによる自動受信
3	NEAR-GOOS 地域リアルタイムデータベース	海洋観測通報電報	FTPによる自動受信
4	協力機関(一般船舶, 大学, 水産高校, 商船等)	海流, 水温, 塩分, 海上風データ	メール・ファックスによる受信
5	沿岸域用漂流ブイ・レスキューブイのデータ	ブイ位置情報	クライアントPCによる登録
6	海洋短波レーダー観測データ	相模湾の海流データ	FTPによる自動受信
7	ホームページ公開定点ブイ海洋観測データ	海流, 水温, 海上風データ	プログラムによる自動取得

表1. 観測データの収集機関とデータ内容

ルタイムでデータベースに登録される。

観測データ以外には漂流予測に用いる解析海流メッシュデータ（以下、解析海流メッシュという）及びNOAA（アメリカ海洋気象庁（National Oceanic Atmospheric Administration））衛星水温データと観測水温データから作成した海面水温メッシュが登録される。

4 観測データの処理

RTDBに登録されたデータは、定時の処理により、海洋速報解析用データ、漂流予測用のデータに加工される。漂流予測で使用される海上風データは、観測データから誤差を取り除いた後、メッシュを生成し使用されている。

また、処理された観測データは関係機関に提供も行っている。

4.1 統一フォーマットファイル作成

RTDBに登録される観測データの要素は、観測日時、観測位置緯度・経度（度分単位）、風（風向・風速）、水温（℃）、塩分（psu）、海流（流向・流速）がある。水温・塩分データは表面の他50 m, 100 m, 200 m, 400 mの各深度の値であり、海流データは10 m, 50 m, 100 mの各深度の値も登録される。

登録されたデータには、データの入力ミス、不良データが含まれる場合があり、不良データ除去を目的とし、自動品質管理処理（Automatic Quality Control）以下、AQC）という）プログラムによりエラー除去を行う。AQCに使用される閾値をTable 2に示す。表面水温データにおいて

Table 2. Threshold to be used in the automatic quality control.

表2. AQCで用いる閾値

	QC閾値
水温(℃)	-2.0~35.0
塩分(psu)	27.0000~36.0000
風速(m/s)	0.0~49.9
流速(knot)	0.0~4.9

表2.AQCに使用される閾値

は、あらかじめ作成してある月毎の平年水温データの標準偏差 σ から $\pm 3\sigma$ を超えるものは除外される。塩分、風速、流速データにおいては閾値内の値を採用し、それ以外の値はエラーデータとして除外される。AQC後のデータは、日毎の統一フォーマットファイルとして取りまとめられる。

4.2 沿岸域用漂流ブイ及びレスキューブイデータの海流値への変換

沿岸域用漂流ブイ及びレスキューブイデータは他の観測データと異なり、登録内容はブイの位置情報、時間、ブイ番号等であり、ブイデータ間の緯度差 $\Delta\theta$ 、経度差 $\Delta\Phi$ 及び移動時間 Δt から東西方向流速 u 、南北方向流速 v を算出し海流値を算出している（以降、東西方向流速を u 、南北方向流速を v と表す）。

$$u = \sqrt{\frac{\Delta\Phi \cos \theta_1}{\Delta t}} \quad (1)$$

ここで θ_1 は移動前の緯度とする。

$$v = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (2)$$

ブイ海流データは、 u 及び v から流向・流速を算出し、日時、緯度・経度、流向、流速及びブイ情報が、統一フォーマットファイルに登録される。

4.3 ライブラリーファイル、データ提供

統一フォーマットファイルを元に、当庁発行の海洋速報（Fig. 4）作成に用いるため、要素毎、各深度に処理されたライブラリーファイルを作成し、解析に使用している。また、管区で作成している海洋速報もライブラリーファイルが使用され、共通したデータで解析、海況資料の作成が行われている。

当庁で独自に入手したデータは、関係機関への配信データとして、統一フォーマットファイルから、配信機関に合わせたフォーマットデータを作成し、気象庁、防衛省、JAFICにメールで送付し海洋観測データの共有を図っている。

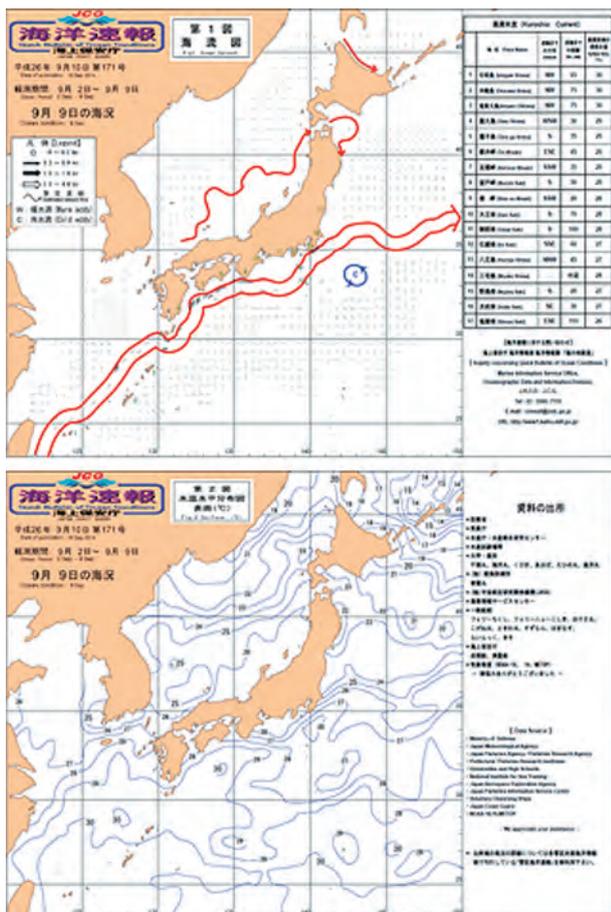


Fig. 4. Examples of Quick Bulletin of Ocean Conditions.
図 4. 海洋速報.

5 漂流予測用のメッシュ処理

漂流予測に使用する海流データは、RTDBに登録された海流観測データだけではデータの密度が充分ではない。このため RTDB に登録された解析海流メッシュと海流観測データを合成させて海流メッシュを作成し、漂流予測サーバーに風及び水温データと共に配信している。

5.1 海流データ補正, 海流最小単位メッシュ

表層の海流観測データには、潮汐に伴う潮流と海上を吹く風により生じる流れの吹送流等が含まれる。漂流予測には、これらを取り除いた海流データが必要とされるため、10 m 以浅の海流データには潮流、吹送流の除去に加え、レスキューブイについてはドロークが付いていないため、さらに風圧流の除去処理といった補正が行われる。

潮流除去においては、国立天文台が作成した調

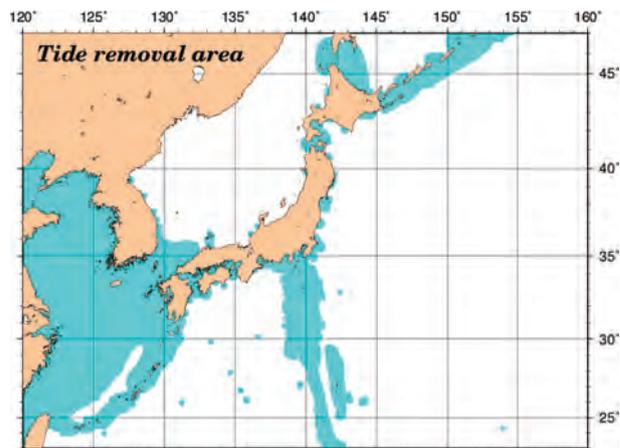


Fig. 5. Areas with estimated tidal current (blue region).

図 5. 推算潮流海域 (水色の領域).

和定数データ (Matsumoto et al., 2000) を元に毎時の推算潮流メッシュを Fig. 5 に示す海域において作成している。Fig. 6 に推算潮流メッシュを描画した例を示す。

このメッシュと海流観測データを照合、時間及びメッシュ格子点位置と同じ位置に存在する海流データに対して、潮流を除き潮流除去海流を算出する。

吹送流除去では、漂流予測サーバーで作成された、0.5 m, 3 m, 10 m の深度層における、毎時間の吹送流メッシュを取得する。10 m 深の潮流除去海流データは、10 m 深吹送流データから、沿岸域用漂流ブイ海流は 3 m 深吹送流データから、レスキューブイ、短波レーダー海流は 0.5 m 深の吹送流データから潮流除去と同様に時間、位置を照合し、吹送流除去海流を算出する。Fig. 7 に 10 m 深吹送流メッシュを描画した例を示す。

風圧流の除去は、レスキューブイデータのみ処理される。漂流予測サーバーでは、RTDBに登録されたレスキューブイデータ毎に、風圧流データが作成される。RTDB でレスキューブイに適合する風圧流データを取得し、レスキューブイ海流から風圧流を除去した風圧流除去海流を算出する。

風圧流を除去したレスキューブイ海流データは、吹送流除去、潮流除去の処理がされる。

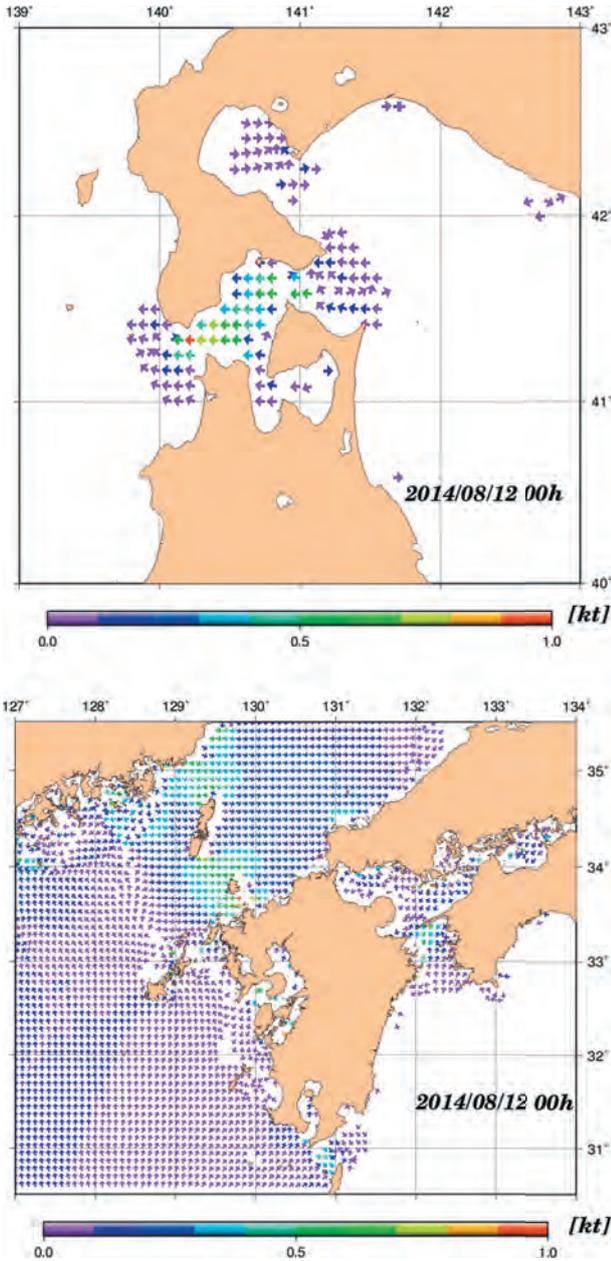


Fig. 6. Estimated tidal current at 00 : 00 August 12, 2014.

図6. 2014年8月12日0時の推算潮流.

以降、潮流、吹送流及び風圧流を除去した海流データを除去済海流という。

除去済海流を含む海洋観測データは同日の同じ観測点で複数存在した場合、平均化を行い、緯度経度1分単位データとする。また、平均化とともに標準偏差 σ を求め、 $\pm 3\sigma$ を超える値については除外し、再計算を行う。この平均化されたデータを海流最小単位メッシュという。

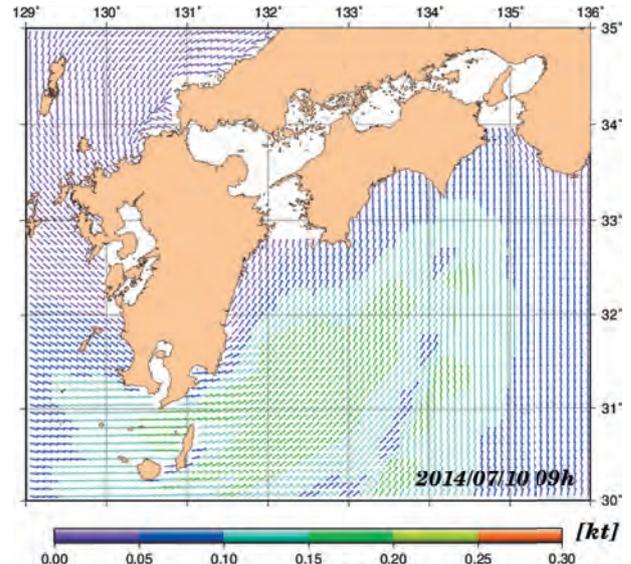


Fig. 7. Wind-driven current at 10 m depth at 00 : 00 July 10, 2014.

図7. 2014年7月10日0時の深度10 mにおける吹送流.

5.2 漂流予測用海流最適化メッシュ

漂流予測に使用する解析海流メッシュは、海流解析格子点データ (MOVE/MRI, COM-WNP, 以下、MOVEという)、人工衛星高度計から計算する地衡流データ、管区独自で作成する最適化データにより構成されるが、各データは格子点間隔が異なる。これらの海流データを処理により統合して Fig. 8 に示す範囲で配置し、緯度経度5分間隔の等格子メッシュに変換する。これを、海流最適化メッシュという。

5.3 重み付け処理及び海流最新短期メッシュ

海流最適化メッシュは主に解析値であるため、海流観測データと異なる場合がある。漂流予測には海況を正確に再現したデータが求められるため、海流観測データを真値として海流最適化メッシュを補正したものを海流最新短期メッシュといい漂流予測の海流データに用いている。2014年の改修において、漂流予測精度向上のため、衛星高度計から推定される空間・時間スケール海洋変動 (Kuragano et al., 2000) から、海流観測データをより海流最適化メッシュに反映させる重み付け処理を実施することとした。

新たに重み付け処理の定数として、Fig. 9 に示

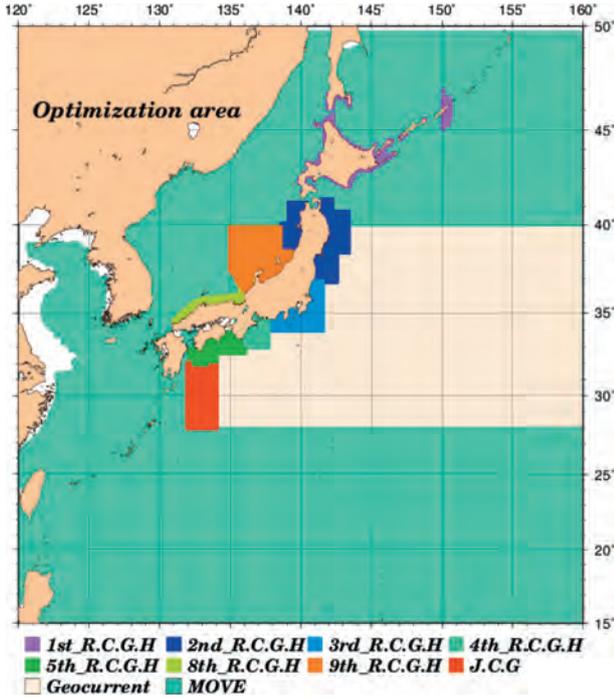


Fig. 8. Zoning of optimized current mesh data.
図 8. 海流最適化メッシュデータ配置.

すように、海域を No.1 から No.7 の 7 つに区分し、各海域に table 3 の時間（日数）スケール及び水平（緯度及び経度）スケールの定数を設定した。重み付け処理にはこの定数が用いられる。

重み付けの処理は、海流最適化メッシュ格子点毎に重み付け定数設定に従い、指定日数分、指定空間分の海流最小単位メッシュを検索、該当データを読み込み、海流最適化メッシュの日付 t 、緯度・経度 Φ, θ 、海流 u_{opt}, v_{opt} 、海流最小単位メッシュの日付 t' 、緯度・経度 Φ', θ' 、海流 u_{obs}, v_{obs} から重み付けした海流値 u_w, v_w を算出する。

$$\begin{aligned} & \begin{pmatrix} u_w(t, \Phi, \theta) \\ v_w(t, \Phi, \theta) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} u_{opt}(t, \Phi, \theta) \\ v_{opt}(t, \Phi, \theta) \end{pmatrix} \\ &+ \left\{ \begin{pmatrix} u_{obs}(t', \Phi', \theta') \\ v_{obs}(t', \Phi', \theta') \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} u_{opt}(t, \Phi, \theta) \\ v_{opt}(t, \Phi, \theta) \end{pmatrix} \right\} \exp(R^2) \quad (3) \end{aligned}$$

$$R^2(t, \Phi, \theta) = \min[\Omega(t', \Phi', \theta'; t, \Phi, \theta)] \quad (4)$$

ここで、(4) は次の重み付け設定値、時間スケール T_s 、東西・南北スケール Φ_s, θ_s の範囲で

$$|t-t'| \leq T_s, \quad |\Phi-\Phi'| \leq \Phi_s, \quad |\theta-\theta'| \leq \theta_s$$

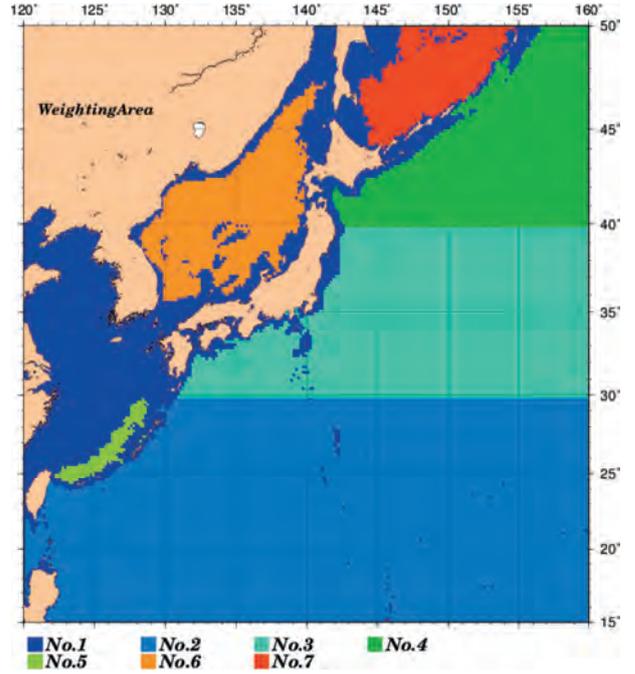


Fig. 9. Zoning of weighting. The weight values for each zone are shown in Table 3.

図 9. 重み付け海域.

Table 3. Weight values for each zone

表 3. 各海域における重み付設定値

海域区分番号	時間スケール T_s (日)	東西スケール Φ_s (経度, 分)	南北スケール θ_s (緯度, 分)
1	5	10	10
2	13	45	30
3	19	45	25
4	23	35	20
5	9	20	25
6	23	20	20
7	14	25	15

※1: 各海域における重み付け設定値

Ω を最小とするような変数組 (t', Φ', θ') を検索することを意味する。

$$\Omega = \left(\frac{t-t'}{T_s(\Phi, \theta)} \right)^2 + \left(\frac{\Phi-\Phi'}{\Phi_s(\Phi, \theta)} \right)^2 + \left(\frac{\theta-\theta'}{\theta_s(\Phi, \theta)} \right)^2 \quad (5)$$

今回採用した時間及び距離の変化に対応する重み量の変化を Fig. 10 に示す。

次に海流最新短期メッシュの合成例を示す。Fig. 11 は、2014 年 8 月 1 日の海流観測データであり、これを同日の海流最適化メッシュに合成したものが、Fig. 12(a)、6 日後の 8 月 7 日最適化メッシュに合成したものが Fig. 12 (b) である。また合成する際の重み量の分布を示したものが、それぞれ Fig. 12 (c), (d) である。

この結果からわかるように、8 月 7 日の結果で

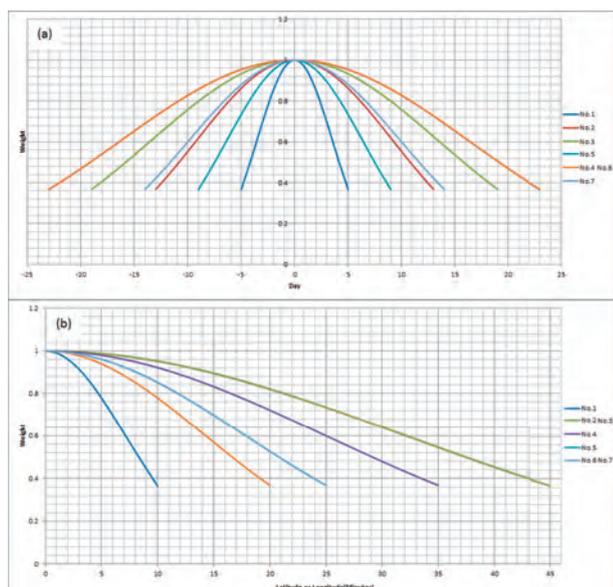


Fig. 10. Weight change of each sea area, changes associated with (a) time, changes associated with (b) distance.

図 10. 海域毎の重み変化, (a) 時間に伴う変化, (b) 距離に伴う変化.

は沿岸部に対する観測データの影響が重み量の時間的な減少に伴い無くなっている。

5.4 風及び水温データ処理・漂流予測サーバーへのデータ配信

水温及び風のデータにおいても、海流の処理と同様に最小単位メッシュが作成され、最小単位メッシュから、水温は緯度経度 10 分間隔、風は 30 分間隔のデータに変換し、水温及び風の最新短期メッシュとし、水温の最新短期メッシュは、日別ファイル、風の最新短期メッシュは時間別のファイルとなる。

漂流予測サーバーには、海流及び風の最新短期メッシュ並びに海面水温メッシュが自動処理により 3 時間毎に配信される。

6 おわりに

2014 年度の改修により、漂流予測に取り扱う海流データの品質が向上した。一方、このことは観測データに不良データが含まれた場合、漂流予測に影響を及ぼしやすいことを意味する。海流に関しては、水温と異なり統計的な値から不良値の

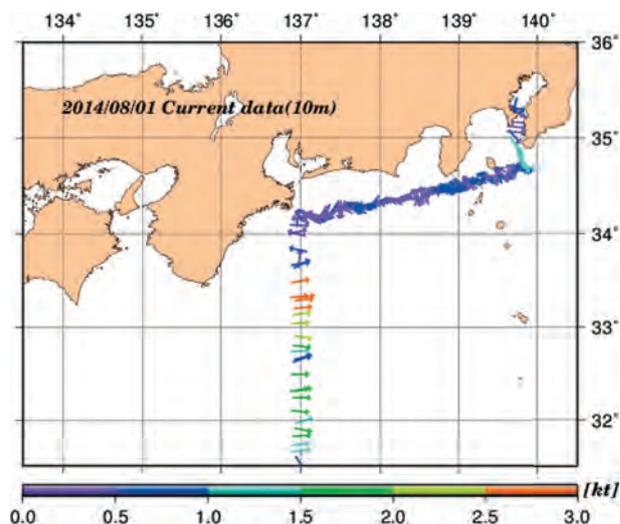


Fig. 11. Observed current data on August 1, 2014

図 11. 2014 年 8 月 1 日の観測海流データ.

除去が困難である。手動登録データにおいては、入力者による品質管理をすることはできるが、自動登録においては、処理の時間帯によってデータの品質確認が困難であり、不良な値が登録された場合、漂流予測に反映されてしまう。漂流予測の精度維持のため海域特性など考慮した、海流データ AQC の方法を検討する必要がある。また、不良な値が登録処理された場合の不良データの除去を速やかに行える処理の検討も必要である。

文 献

- 環境調査課 (2012) 漂流予測, 海洋情報部研究報告, 49, 50-56.
- Kuragano, T and M. Kamachi (2000) Global statistical space-time scales of oceanic variability estimated from the TOPEX/POSEIDON altimeter data, J. Geophys. Res, 105, 955-974.
- Matsumoto, K., T. Takanezawa, and M. Ooe (2000) Ocean Tide Models Developed by Assimilating TOPEX/POSEIDON Altimeter Data into Hydrodynamical Model: A Global Model and a Regional Model around Japan, J. Oceanogr., 56, 567-581.

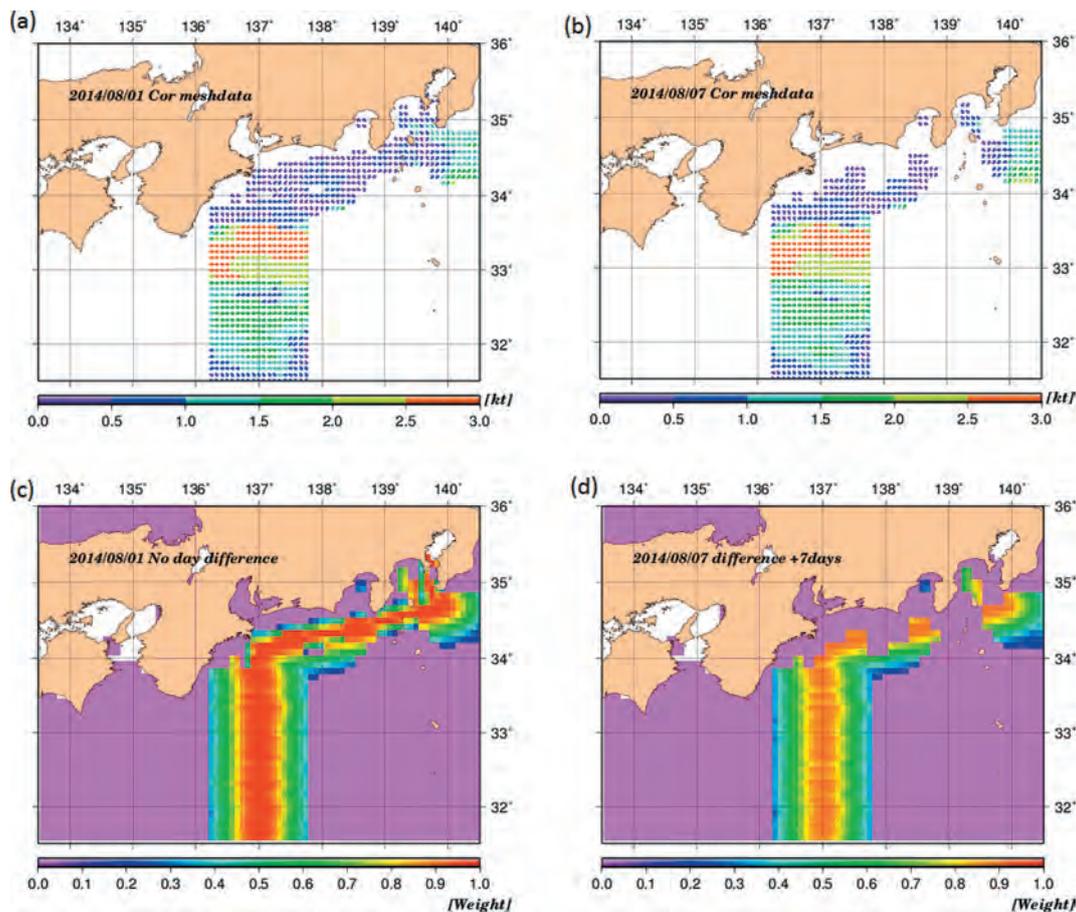


Fig. 12. Weighting process result, (a) processing on August 1, 2014, current data, (b) processing on August 7, 2014, ocean current data, (c), processing on August 1, 2014, the amount of weight, (d) processing on August 7, 2014, the amount of weight.

図 12. 重み付け処理結果, (a) 2014 年 8 月 1 日処理, 海流データ, (b) 2014 年 8 月 7 日処理, 海流データ, (c) 2014 年 8 月 1 日処理, 重み量, (d) 2014 年 8 月 7 日処理, 重み量.

要 旨

海況リアルタイムデータベースは海洋観測データをリアルタイムで収集し、漂流予測へのデータ提供と海洋速報作成の資料とする目的で 1998 年作成された, その後 2001 年, 2003 年, 2010 年及び 2014 年に改修が行われ, 収集データ量の充実と高速化が図られてきた. 本稿では, 海況リアルタイムデータベースの概要と現状を紹介する.