４．高精度漁海況予測

４.１． DREAMS モデル

４.１.１.　　日本海沿岸モデル開発

農林水産業・食品産業科学技術研究推進事業「日本海沿岸域におけるリアルタイム急潮予測システムの開発」（2012～2014 年度）で開発した DREAMS_C モデル(Hirose et al., CSR, 2017)をベースとして、DREAMS_Cp モデルを作成した。

新たな日本海沿岸モデル DR_Cp の計算領域は従来版 DR_C と同一であり、水平分解能も変わらないが、鉛直方向の解像度を約 3 倍に高めたため、計算上の鉛直層数は従来版の 36 層から新版で 102 層に増加している。おかげで、季節躍層（10～30m 深）や主密度躍層（100～200m 深）がかなり明瞭に再現されるようになった（図 41-1, 2)。

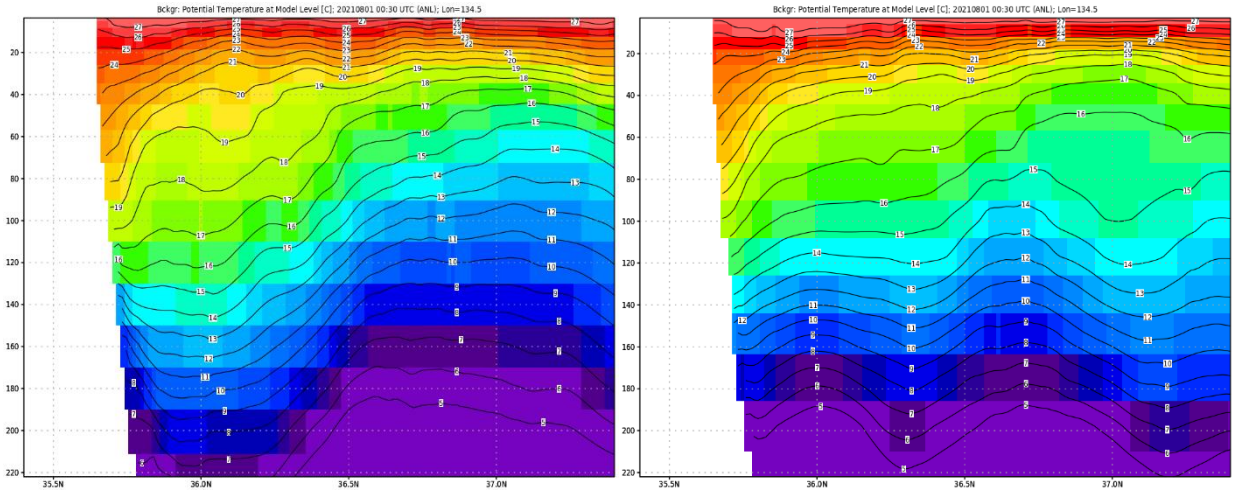

図 41-1　2021 年 10 月 1 日 00:00-01:00 の 134.5°E 水温断面図。左が DR_C、右が DR_Cp。

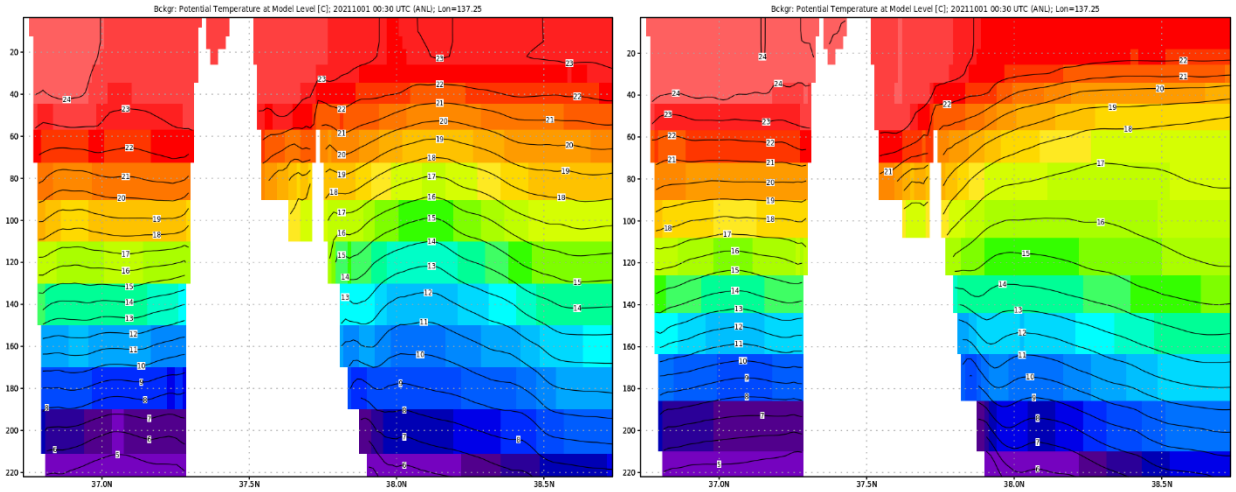

図 41-2　前図と同様、ただし 137.25°E 断面。

鉛直層数の増加に伴い、計算結果のデータサイズが膨大となり、運用に際してディスク容量やデータ転送時間の負荷が問題となる。そこで主に２つの対策を取った。まず（昨年度の DR_Ep と同様に）可視化に影響が認められない程度に鉛直方向の出力間隔を減らすこととした。概ね３層に１層の割合として、結果的に DR_C と同程度の出力間隔となる。

２点目は東西の分割である。能登半島を境に、西側と東側の出力データを分割処理することによって、南東側と北西側の無駄な領域（計算範囲外）を排除することが可能となった。データサイズが小さくなり、「よちょうアプリ」へのデータ転送も高速化された。

計算結果の確認過程において、沿岸流が弱い傾向が認められたため、水平渦動粘性係数（スマゴリンスキー係数 Cs）の調整を行った。海洋よりも小規模な数値流体力学モデリングでは壁付近で Cs を小さめに取るべきことが多数の先行研究で示されているので、本研究でも海陸の境界のみ Cs を半分にしてみたところ、沿岸流が岸付近に移動し、観測データにより近い結果となった（図 41-3）。

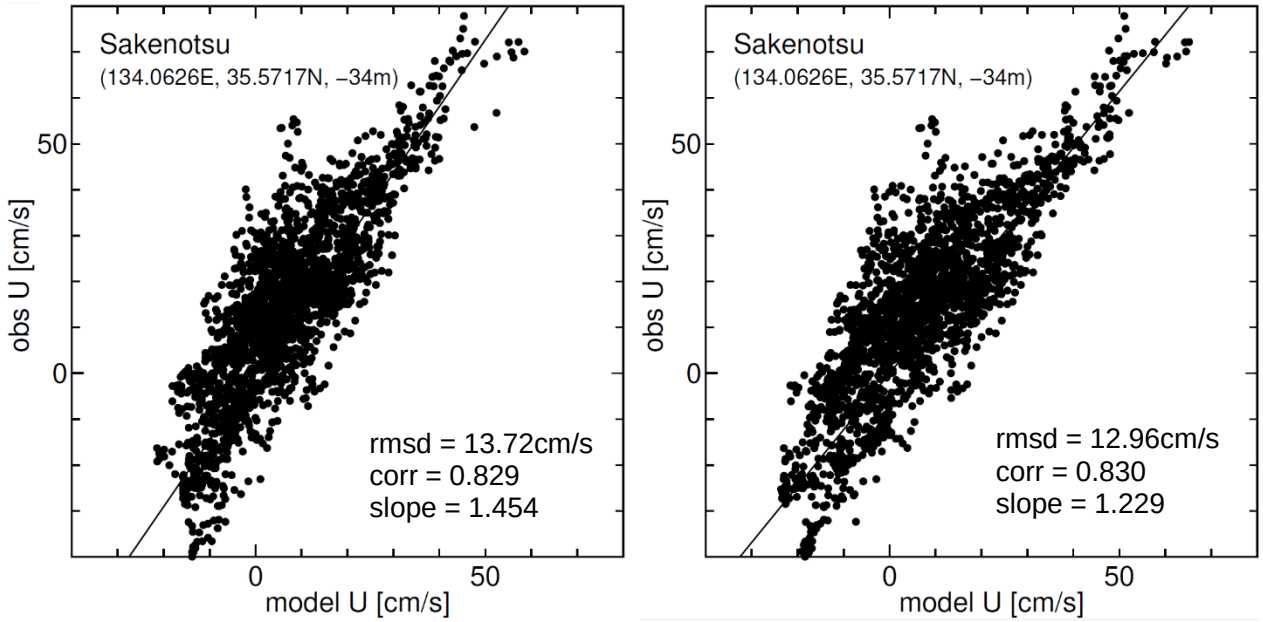

図 41-3　鳥取県酒津ブイ(35°34.3′N, 134°03.75′E) 34m 深の流速観測データ（東西成分）との比較。左は全域 Cs=0.17、右は陸境界で Cs を半分とした場合。

４．１．２．　　データ同化

従来版 DR_C モデルは同化なし（シミュレーションだけ）の運用だったが、新版 DR_Cp モデルでは衛星高度計データと漁船観測データをリアルタイム同化する。

同化手法は先行モデル(DR_D, DR_Ep)と同様に近似カルマンフィルターであり、肝心の誤差共分散の粗値化は図 41-4 に示すような構造格子と非構造格子を試験した。構造格子は東西方向 15′、南北方向 12′（約 22km）間隔とし、流速点と密度点を互い違いに配置して地衡流の関係に配慮している。1 層目だけでそれぞれ 278 点と 284 点となり、同様に 38.5m と 153m にも誤差計算点を配置して鉛直 3 層とした。

比較実験として計算条件を揃えるため、非構造格子も格子点数は全く同一としている。各県の CTD

観測定点（濃い赤色）を基準とし、その間を埋める形（ピンク色）で密度の非構造格子は作成されている。流速点は密度点に近づきすぎない範囲で海底勾配の強い箇所を選択している。

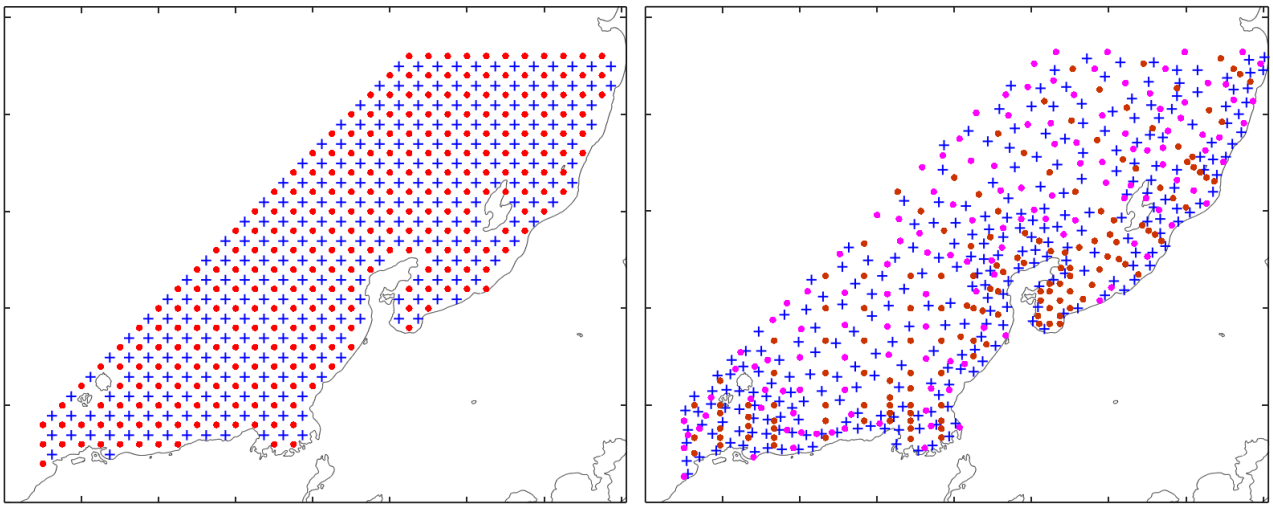

図 41-4　データ同化用の縮小グリッドの配置図（最表層）。左は構造格子、右は非構造格子。赤丸は密度（水温・塩分・海面高度）点、流速点を青十字は流速点を示す。

DR_Cp モデルの計算値は、確実に精度向上している。独立な観測データとの比較の一例として、能登半島の北西端に位置する門前ブイの流速データとの比較散布図を示す（図 41-5）。DR_C モデルの流速変化は観測値よりかなり弱かったが（回帰係数から判断すると約 2/3）、DR_Cp モデルではモデルの流速変化が観測データと同程度となっている。非同化の計算結果でも同様の傾向であり、やはり岸付近で粘性係数を弱めた効果が認められる。中図の構造格子の場合と比較して、右図の非構造格子の相関が高く、さらに沿岸流の再現性が向上している。

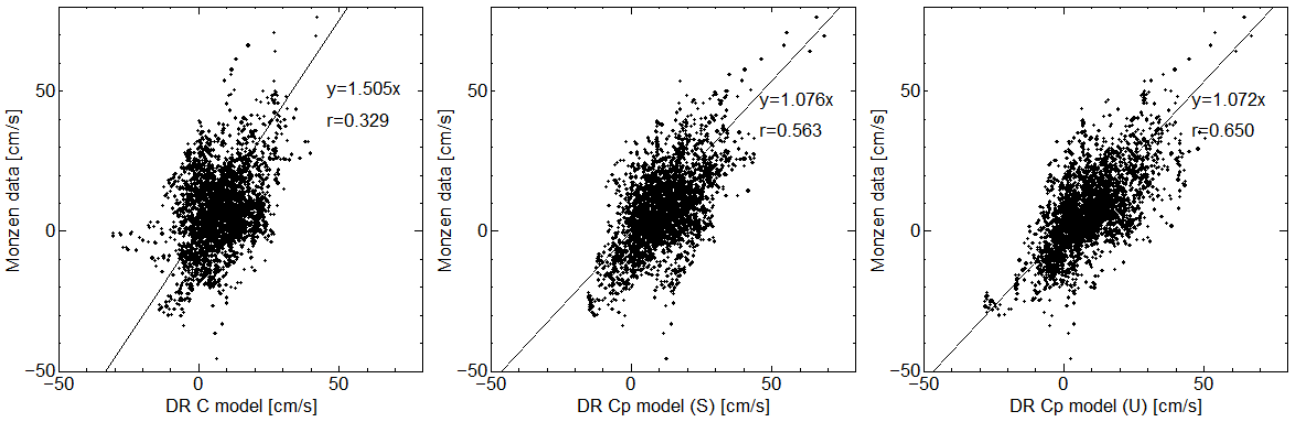

図 41-5　石川県門前ブイ(37°17.8′N, 136°41.9′E) 10m 深で 2021 年 7～11 月に観測された北東向の主流成分との比較散布図。縦軸は観測データ、横軸は左から DR_C, DR_Cp 構造格子同化, DR_Cp 非構造格子同化の場合。

4.1.3.　対馬海峡西水道

同様に、九州北部(DR_D)モデルの水平粘性を壁付近で変更したところ、対馬海峡西水道の底部冷水に比較的大きな変化が生じた。日本海から対馬海峡へ進入する冷水の動きが加速し、間欠的な底部冷水の出現頻度や強度が増しており、より現実的な水温分布が表現されている（図 41-6）。アカムツなど底魚の漁場環境予測にも好影響があるだろう。

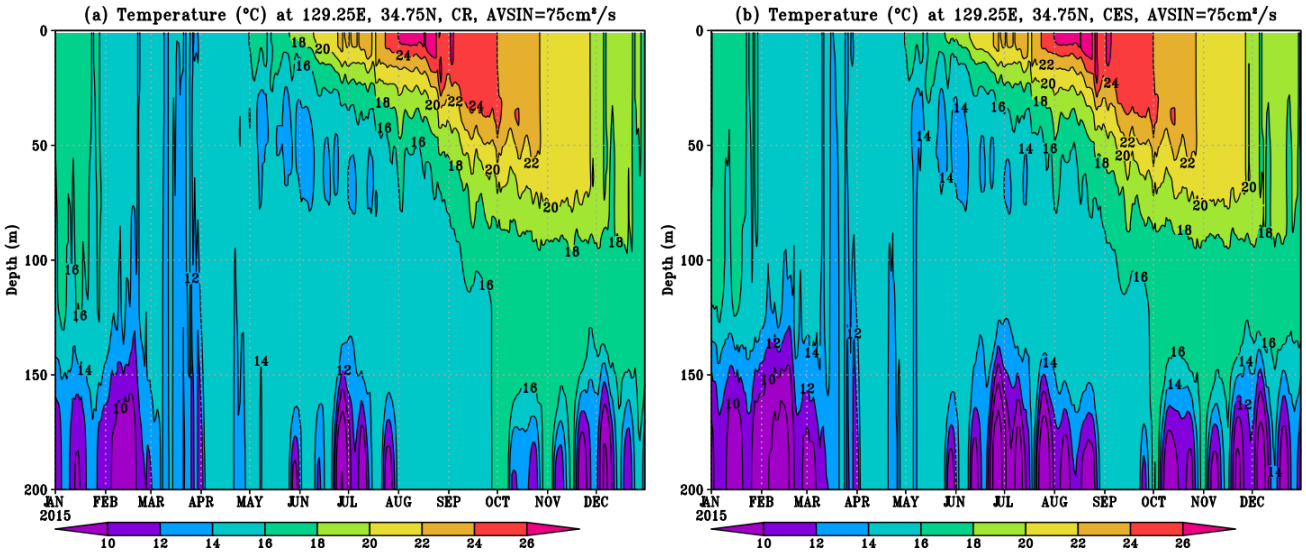

図 41-6　対馬北方の定点(34.75°N, 129.25°E)における水温の時間変化（2015 年）。
左が従来版、右が側壁付近の粘性係数を低減した場合。

4.1.4.　DR_Cp, D, Ep モデル運用

モデル予測やデータ同化の計算は大型計算機で定時実行している。表 41-1 に実施時刻を示す。今年度中に、すべての沿岸海況予測計算が 7 日先まで実行されるように各種プログラムを修正した。

表 41-1　モデル予測計算の実施時刻（毎日のスケジュール）

層番号(k)	DR_Cp	DR_D (S)	DR_Ep
予測計算終了	5:10	4:40 (6:40)	8:10

大量の計算結果をウェブサーバーへ転送する必要があるため、ウェブサイトの表示情報が更新されるのは上表の 1～2 時間後となる。ウェブ兼データサーバーは基本的に自作で安価な Linux サーバーであり、高価で強固な RAID サーバーと比較すると、故障やトラブルに至る可能性が相対的に高い。そこで https://dreams-d.riam.kyushu-u.ac.jp/ サーバーのバックアップとして https://dreams-d2.riam.kyushu-u.ac.jp/ を用意し、https://dreams-c1.riam.kyushu-u.ac.jp/ サーバーのクローンとして https://dreams-c2.riam.kyushu-u.ac.jp/ サーバーを整備した。予測データを自動的にダウンロードするなどのデータ利用を進めている機関は、その処理スクリプトでダウンロード用サーバーを 2 つ指定するなどの多重化を図り、より安定な予測情報の提供にご協力いただけると幸いである。