

海洋モデル・データ同化システムによる 海洋環境の再現・理解・予測

国土交通省気象庁気象研究所 海洋研究部第2研究室 室長

蒲地 政文

1. はじめに

全地球面積の 71% を占める海洋は、大気の約千倍の熱容量を持ち、気候状態や変動に影響を及ぼしている。この海洋の現象は広域かつ長期間にわたる。この現象を全地球規模で捉え、メカニズムを理解し変動の予測を行う為には、海洋モデルとデータ同化システムの利用が不可欠であることが、近年、世界的に共通の認識となっている。気象研究所では、海洋環境の再現と理解、更には予測を目的として海洋モデルとデータ同化システムを開発してきた。これらの概略を述べ、具体的な海洋現象についての研究結果を紹介する。

2. 海洋モデル・データ同化システム及び海洋環境の例

気象研究所共用海洋モデル (MRI.COM) は、有限差分法を用いて、運動方程式、熱力学の状態方程式、連続の式を解く数値モデルである。緯度・経度・深度を座標とする球面座標を用いており、モデル領域、分解能、時間ステップは任意である。研究及び気象庁業務に用いられるためには、種類の現象に応じてモデルが再現可能な能力を有することが必要であり、各種オプションを備えている。一方、データ同化とは、時空間的に離散的だが現実を反映している観測データと、物理法則と整合性はとれているが、外力とスキームに不確実性のある数値モデルとの双方から有用な情報を抜き出し組合せる手法である。気象研究所海洋データ同化システム (MOVE) は、最尤推定を基礎にした 3 次元変分法を用いて海洋の状態を再現するシステムである。

この MRI.COM と MOVE は、以下に述べる海洋現象に関連した研究に使用されている。また、温暖化予測、エルニーニョ予測及び海況予報に用いられており、気象庁での現業運用に供されている。

さて、海洋現象については、時空間スケールに応じて、時間が長く広範囲

な現象は主に深層に現れ、短く水平スケールが小さくなるにつれて表層に顕在化する傾向がある。それらの広範な時空間スペクトルの中から、以下に述べるような現象を研究しており、その成果について講演時に紹介する：

○数ヶ月から数年程度の黒潮流路の変動への風・小規模擾乱の影響、黒潮周りの再循環流の影響、傾圧不安定の働き、また、その流路変動予測実験と世界初の2004年黒潮大蛇行の予測成功。

○数年から10年規模の気候変動では、例えば熱帯太平洋での塩分とエルニーニョとの関連(図1)と予測、及び北太平洋での水温・塩分等の水塊特性の分布と変動要因の解明(図2)。

○数十年から100年スケールの温暖化に伴う大気状態への海洋応答による、東北・北海道沖400m以浅での顕著な昇温(温暖化の局所的な影響)の予測。

○海洋で熱が行き渡る100年から1000年の範囲で、海面熱フラックス、海水、海底地形と境界層の的確な表現による深層流の流路と構造の再現。

○今から300万年前の古気候時のパナマ地峡の閉鎖による北太平洋の塩分の変化と寒冷化。

今後、より精度の高い再現性を得る為、国内外の関係する研究グループとの協力・連携のもとに不確実性を低減化するシステム開発を行い、現象の更なる理解を進めたい。また、これらの研究成果を広く公表し、地球環境分野において社会へ成果の還元を行っていききたい。

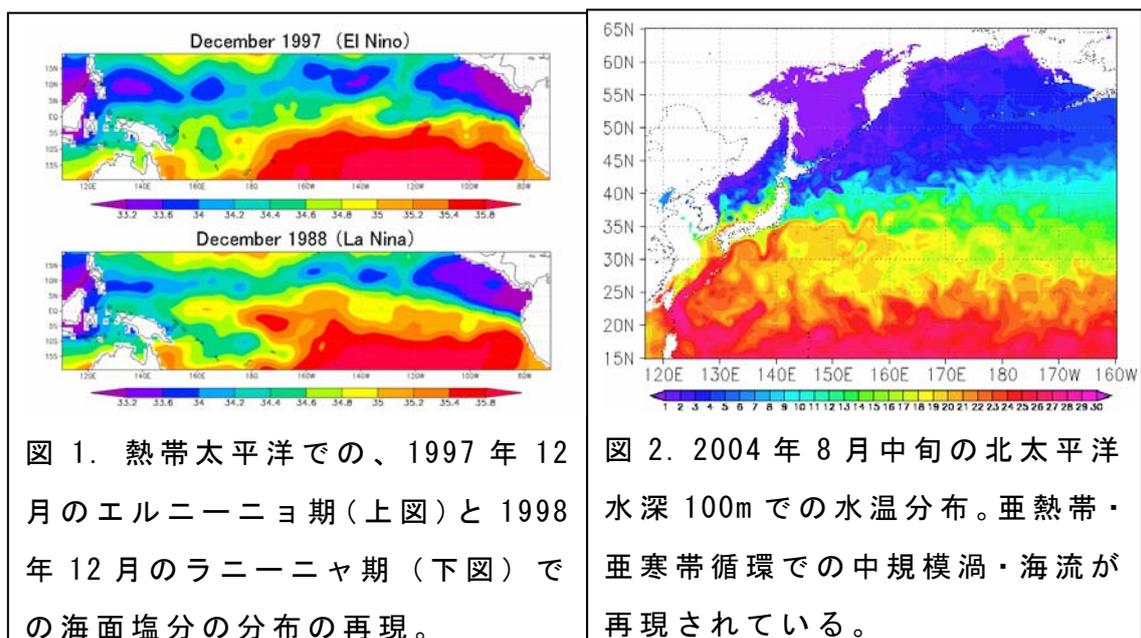


図1. 熱帯太平洋での、1997年12月のエルニーニョ期(上図)と1988年12月のラニーニャ期(下図)での海面塩分の分布の再現。

図2. 2004年8月中旬の北太平洋水深100mでの水温分布。亜熱帯・亜寒帯循環での中規模渦・海流が再現されている。