

# 序

地球温暖化や ENSO 等の大気海洋結合系の長期変動やそれに伴う異常気象等、地球の気候システムにおける、海洋の役割の重要性は古くから認識されてきた。このような状況の下、海洋数値モデリングは、海洋自体の変動メカニズムの解明のみならず、気候変動の研究やその将来予測を行うにあたっての不可欠な手段となっている。

気象研究所では、2000 年代前半にそれまで研究業務に開発・使用されてきた二種類の海洋モデルを統合して、高い汎用性を持つ気象研究所共用海洋モデル (MRI.COM) を独自に開発し、気象研究所の研究業務や気象庁における現業運用に供してきた。その後も海洋モデル開発は、気象研究所経常研究、「高解像度 (渦解像) 海洋大循環モデルの開発とそれによる水塊の形成、維持、及び変動機構の解明」(平成 15~19 年度)、「海洋環境モデル・同化システムの開発と海洋環境変動機構の解明に関する研究—フィージビリティ・スタディー—」(平成 20 年度)、「海洋環境の予測技術の開発」(平成 21~25 年度)、「海洋モデルの高度化に関する研究」(平成 26~30 年度)、「地球システム・海洋モデリングに関する研究」(令和元~5 年度) の副課題 2「マルチスケールに対応した海洋予測技術の開発に関する研究」において継続されている。今回これまでの海洋モデルよりも性能を向上させた MRI.COM (第 5 版) を開発したことから、本技術報告は新しいバージョンの海洋モデルの英語版解説書として、これまでの解説書 (2017 年出版) の内容を改訂して出版するものである。

気象研究所における海洋モデリング研究は、海洋変動のメカニズムを解明することを目的に 1970 年代の終わり頃に開始された。その初期段階で、米国 UCLA で高野健三教授により開発されたプリミティブ方程式系モデルが導入された。一方、その直後に東京大学の海洋グループによって開発された別のプリミティブ方程式系モデルも導入された。それ以降、海洋モデルとしてコードの全く異なる 2 系列のモデルが併存し、それぞれのモデルに独自の改良が加えられ、目的に応じて利用に供されてきた。UCLA 系列モデルの特徴は、当時のベクトル計算機に適合させた計算効率性の高さであり、水平の高解像度実験や全球深層循環実験等に使用された。一方、東大系列モデルの特徴は、海面混合層や等密度面拡散、海水過程といった多彩な物理過程をオプションとして含んでいることであり、ENSO や中層水形成等、表層・中層の時間変動性をターゲットとする種々の研究や気象業務にも幅広く用いられた。

1990 年代初期、エルニーニョ現象再現のための初めての気候・海洋結合モデル実験が、海洋研究部と気候研究部 (いずれも当時) との共同研究として行われて以来、ENSO サイクルはもちろんのこと、地球温暖化予測、季節予報等に関連した研究および気象業務での利用にとって、大気・海洋・海水・陸域等を総合した気候モデル構築の必要性が急速に高まってきた。このため、モデル開発・管理の効率化とそれぞれのモデルの長所の統合を目的として、従来 2 系列の海洋モデルをもとに広範な種々の目的に供し得る新たな汎用的海洋モデルを開発することとした。2 系列モデルの統合に当たっては、海洋モデルとしての大枠は UCLA 系列のものを扱い、東大系列の多彩な物理過程モデルを融合させるとともに、最新の物理過程やスキームを取り入れることとした。このようにして MRI.COM が誕生し、2005 年にその第 1 版の内容を記述した解説書が作成された。

その後も物理プロセスのさらなる改良と新たなプロセスの付加が継続的に行われ、MRI.COM は改良を重ねて現在に至っている。MRI.COM (第 5 版) について特筆すべきは、高精度時間積分スキームを新たに導入したことである。これにより、計算安定性が向上するとともに、高速化が可能になった。また、大気モデルと整合的なバルク式の導入や海水プロセスの高度化を行うなど、大気モデルや海水モデルとの結合過程を改善し、100 年先の気候変動から防災に係る短期変動までをシームレスに扱える海洋モデルとなっている。本解説書には最近の成果が結実している。

MRI.COM はすでに海洋モデル単独実験のみならず、気候モデル実験の海洋パートおよび海洋データ同化システムのモデルパートとしても数多くの研究上の実績を積み上げてきたもので、気象庁ですでに 10 年以上現業運用され、季節予報や海況予報などの確度の高い情報発信に貢献してきた。また、地球システムモデルの海洋部分として地球温暖化予測にも重要な貢献を行っており、今や MRI.COM は気象庁の基盤モデルの一つとなっている。その経験から、本モデルは世界に幾つかある他の海洋モデルに十分伍して行ける性能を持っていると確信している。

終わりに、長年にわたる海洋モデル開発関係者の多大な努力と協力に深く感謝の意を表す。今後、本モデルと解説書が気象庁と気象研究所における気象業務や研究活動のみならず、日本国内、諸外国における気候、海洋、環境科学の研究の推進に大きく貢献することを祈念している。

全球大気海洋研究部長  
山中 吾郎