

## 大気大循環モデルを用いた大気エネルギー収支とその長周期変動の研究 Research on Atmosphere Energy Budget and its Long-term Variability using Atmospheric General Circulation Models

田中博

筑波大学計算科学研究センター

### 1. 研究目的

本プロジェクトの目的は、これまでに筑波大学 CCS の計算機資源を用いて行った全球非静力大気大循環モデル NICAM、および、現業全球再解析データ JRA-55 の使用経験を生かして、これらのモデルデータと現実大気データの一連の大気大循環のエネルギー収支およびその長周期変動の研究を行うことである。研究の背景としては、申請者が長年にわたり開発してきた 3 次元ノーマルモードエネルギー論という解析スキームがある。これは大気変数を 3 次元ノーマルモード関数に展開し、東西、南北、鉛直波数と振動数エネルギースペクトルを包括的に定量化するとともに、モード間のエネルギー流を定量化するものである。これまでに 3 次元ノーマルモードエネルギー論を扱った研究は 1985 年の FGGE データを用いたもののみであり、古くて解像度の粗いデータの結果である。そこで、このノーマルモードエネルギー論の集大成として、気象庁長期再解析データ JRA-55 (または最新の JRA-3Q) の格子点データや NICAM の高解像度モデルデータを用いて、最新の値を定量化することを目的とする。

### 2. 研究成果の内容

筑波大学で全国共同利用施設として運用する OFP や Cygnus システムは、NICAM と同並列処理対応の格子モデルに適したアーキテクチャーであり、実効性能についてはこれまでの T2K システムや COMA システムなどの経験から十分に使える実行演算速度を持つことが分かっている。本システムは、NICAM を用いた試行用の低解像モデルから雲微物理を導入した高解像モデルまでの一連の実行が可能であり、解像度に依存した予報精度の変化を調査することができる。大気循環モデルの解像度を上げることによって、より細かい渦が表現できるようになるため、大気大循環を維持する渦と渦の相互作用のプロセスについて詳細に解析することができる。さらに、気象庁現業全球再解析データ JRA-55 (JRA-3Q) を使用することにより、現実大気におけるエネルギー収支の理解とともに、大気長周期変動の物理プロセスに関する新たな知見も得られると期待される。今期は石山涼太(M2)が北極低気圧の発達過程における渦度収支解析の研究を行った。解析の結果、北極低気圧に温帯低気圧が合体することで北極低気圧の渦度が供給され低気圧が維持されることを示した。渦度収支式においては、渦度フラックスがコントロールボリュームの境界を通過して流入する効果が最も重要であることを明らかにしている。本研究の成果は英文国際誌 SOLA に掲載された。

3. 学際共同利用が果たした役割と意義

高解像度のNICAMによる実験は計算コストが高く、OFPのような大規模計算機でのみ実行可能である。通常のワークステーションでは、gl08以上の解像度を用いた計算は実行不可能であった。gl08以上の解像度のモデル実験を実施できたこと、またgl09の雲解像モデルにより、北極低気圧の再現実験を実施できたことは、学際共同利用としてOFPを利用できたためである。今年度はNICAMを用いた北極低気圧のアンサンブル予報についての計算が主で、OFPの利用は小規模であった。

4. 今後の展望

高解像度 NICAM での実験を行う 2 名の大学院生が、シカゴ大学 (米国) とカールスルーエ工科大学 (KIT ドイツ) に留学したことから、NICAM を用いた研究の推進を実際に担当する研究者としては M1 の亀田遼が主戦力となっている。今後は残っている人材で可能な範囲で実施する予定である。

5. 成果発表

(1) 学術論文

Ishiyama, R. and Tanaka, H.L. 2021: Analysis of Vorticity Budget for a Developing Extraordinary Arctic Cyclone in August 2016, SOLA, 2021, 17, 117-120. <https://doi.org/10.2151/sola.2021-020>

Akasofu, S. and Tanaka, H.L. 2021: On the importance of the natural components in climate change study: Temperature rise in the study of climate change, Physics & Astronomy International Journal, Vol. 5, Issue 2, 2021. <https://doi.org/10.15406/paij.2021.05.00236>

(2) 学会発表

(3) その他

田中博, 2021: 真鍋淑郎氏のノーベル賞受賞に寄せて 今後の地球温暖化研究への懸念と提言, エネルギーフォーラム 2021 年 11 月号. .

田中博 2021: 気候危機の真相、杉山大志編, エネルギーフォーラム (株) Kindle Cloud Reader (amazon.co.jp), .

使用計算機	使用計算機 に○	配分リソース*	
		当初配分	追加配分
Cygnus	○	128000	0
Oakforest-PACS	○	3000	0
※配分リソースについてはノード時間積をご記入ください。			