

水惑星実験における赤道域降水パターンの多様性： 鉛直乱流混合過程の影響

林 祥介¹・石渡 正樹²・山田 由貴子¹・森川 靖大¹・高橋 芳幸¹
中島 健介³・小高 正嗣¹・竹広 真一⁴

¹北海道大学大学院理学院、²北海道大学大学院地球環境科学研究院
³九州大学大学院理学研究院、⁴京都大学数理解析研究所

1. 研究目的

本研究では、赤道域降水構造の大気大循環モデルにおける表現の多様性とその要因を探ることを目的として、水惑星 GCM 実験によるパラメタ依存性調査を行っている。本年は、鉛直乱流混合過程がもたらす影響を、鉛直乱流混合過程を単純化することによって調べた。

2. モデルと実験設定

使用した数値モデルは、球面3次元プリミティブ方程式系に基づき、簡略な水循環過程と放射過程を持つ、地球流体電脳倶楽部版 AGCM5 (<http://www.gfd-dennou.org/arch/agcm5/>)である。解像度は T42L16 とし、東西一様、南北対称な固定 SST 分布を持つ水惑星条件を与えた。赤道域における東進構造がもっとも明瞭になる条件、すなわち、鉛直放射冷却率分布が上層で最大値を持つように操作し、積雲パラメタリゼーションとして Kuo スキームを用いた場合に対し、鉛直乱流混合を単純化して、その構造の変化を観測することを行った。

3. 実験結果

Kuo スキームは wave-CISK の力学が働きやすいと期待される積雲パラメタリゼーションであり、実際昨年度まで行って来た放射冷却率依存性実験 (K-UC 実験) によれば、対流圏上層で強い冷却を与えると格子点スケールの降水域の東進が明瞭に見られる。しかし、その東進パターンは Hayashi and Sumi (1986) や Numaguti and Hayashi (1991) とは異なり、赤道円周上に強い降水域が一箇所しか存在しないようなパターンとなっていた (図 1)。この原因を探るべくモデルの物理過程を順次単純化し、線形 wave-CISK モデルに近づける操作を行った。その結果、乱流鉛直輸送過程を単純化し、地表面フラックスを与えるバルク係数を安定度やシアーに依存しない定数とし、鉛直乱流混合も安定度やシアーに依存しない固定鉛直拡散係数で与えることにしたところ、強い降水域が赤道円周上に複数発生する傾向が現れた (図 2)。

地球流体電脳倶楽部版 AGCM5 では、鉛直乱流混合過程と大循環場とのフィードバックが強く働いており、降水が抑圧的で、一度降水が発生すると強い降水になるためますます他の降水の発生に対して抑圧的になるのだと想像される。

鉛直乱流混合過程の水蒸気供給を介しての大規模運動の表現に少なくない影響を及ぼしていること、ならびに、積雲対流パラメタリゼーションと鉛直乱流混合過程との整合性を検討するべきことなどが示唆された。

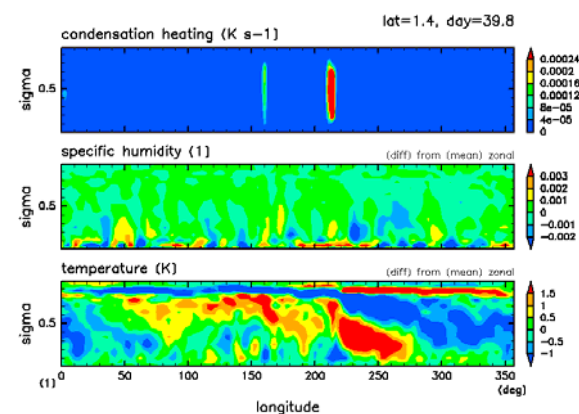


図 1 K-UC実験におけるとある時刻での赤道断面図。(上)凝結加熱 ($K s^{-1}$)、(中)湿度 ($kg kg^{-1}$)、(下)温度 (K)。

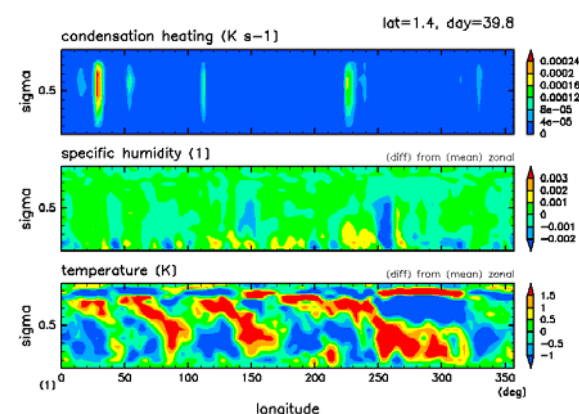


図 2 地表面フラックスを与えるバルク係数と鉛直乱流混合を定数にした実験におけるとある時刻での赤道断面図(各図の物理量は図 1 と同じ)。