

2012年度山本・正野論文賞の受賞者決まる

受賞者: 宮崎和幸 (独立行政法人海洋研究開発機構／オランダ王立気象研究所)

対象論文: Miyazaki, K., S. Watanabe, Y. Kawatani, Y. Tomikawa, M. Takahashi and K. Sato, 2010: Transport and mixing in the extratropical tropopause region in a high-vertical-resolution GCM. Part I: Potential vorticity and heat budget analysis. *J. Atmos. Sci.*, **67**, 1293-1314.

Miyazaki, K., K. Sato, S. Watanabe, Y. Tomikawa, Y. Kawatani and M. Takahashi, 2010: Transport and mixing in the extratropical tropopause region in a high-vertical-resolution GCM. Part II: Relative importance of large-scale and small-scale dynamics. *J. Atmos. Sci.*, **67**, 1315-1336.

選定理由: 対流圏及び成層圏の大気構造とその変動を理解する上で、その境界領域である上部対流圏下部成層圏 (Upper Troposphere and Lower Stratosphere: UTLS) における物理・化学過程の理解が極めて重要である。対流圏と成層圏の大気変動は互いに強く影響し合い、UTLSでの過程が重要な役割を果たすことが指摘されている。近年の航空機観測などから、中高緯度の対流圏界面近傍において大気安定度が急激に変化する対流圏界逆転層 (Tropopause Inversion Layer: TIL) 及び大気組成濃度が段階的に変化する対流圏界遷移領域 (Extratropical Tropopause Transition Layer: ExTL) が厚さ1-2 kmの幅を持ちほぼ同一の領域に存在することが確認されている。放射過程及び大気波動を介して、TILやExTLなどの微細な構造が対流圏・成層圏の広域の大気構造に及ぼす影響に大きな関心が集まっている。

宮崎氏は、同氏の所属する研究グループで開発された重力波の伝搬特性とその大気構造への影響を詳細に解析するための非常に高い鉛直解像度 (300 m) の大気大循環モデル (GCM) のデータに独自の解析手法を適用し、TIL・ExTLを含むUTLSでの詳細な大気構造に着目した解析を行った。用いた解析手法は、大気大循環の解析のために提案された温位面の質量重み付き帯状平均方程式を基にして、宮崎氏が大学院在籍時に大気組成の輸送解析へと応用・発展させたものである。本解析手法は、大

気大循環や大気輸送に関わる物理量の変動を断熱・非断熱による寄与に分離し、大気の下境界条件を含んで大気波動との関係を厳密に記述する。

宮崎氏は上記のGCM及び解析手法が持つ特徴を活かし、渦位・大気安定度・水蒸気の移流・混合・生成消滅過程に着目した収支解析に基づき、以下の点を明らかにした。(1) 鉛直に高分解能化することでExTLおよびTILの構造とその季節変動を現実的に再現可能となる。(2) 大気大循環は対流圏界面付近で段階的に急激に変動する。混合過程の空間変動により対流圏界面近傍に厚さ2 km程度の混合が活発な領域を形成し、この結果、大気組成濃度の勾配は強化され、更に放射過程を介して大気安定度および大気循環場を歪ませ、対流圏界面付近における微細な構造を作り出す。混合層および放射加熱の分布・強度は季節により大きく異なり、TIL, ExTLの季節変動の要因となる。これら一連の大気循環-大気組成-放射の強い相互作用過程の結果としてTILとExTLは同一の領域に維持形成される。(3) TIL周辺では大気安定度の急激な変化と関連して重力波の伝搬・碎波特性は特異なものとなる。主に重力波と関連する水平スケール約2000km以下の擾乱は対流圏界面近傍の限られた高度領域で強い3次元混合を引き起こしExTLの形成に寄与する。更に、この小規模擾乱は対流圏界面近傍で運動量を大きく変化させ下部成層圏で赤道向きの循環を引き起こす。この循環は大規模擾乱による極向き循環を一部相殺し、UTLSにおける大気大循環の構造・再現性に大きく影響する。

本研究では、独自の解析手法を高分解能モデルに適用することで、より小スケールの現象の混合過程への寄与、それに伴うTIL周辺の重力波の特性の変化などによるExTL, TILの維持形成の詳細が明らかとなった。また対流圏界面近傍での微細な相互作用過程の表現が対流圏・成層圏の物質交換過程や気候シミュレーションに重大な影響を及ぼす可能性を指摘し、気候システムモデルの精密化および今後の気候研究にも重要な提言を与えるものと期待できる。

以上の理由により、日本気象学会は宮崎和幸氏に2012年度山本・正野論文賞を贈呈するものである。

受賞者：時長宏樹（ハワイ大学国際太平洋研究センター）

対象論文：Tokinaga, H., S.-P. Xie, A. Timmermann, S. McGregor, T. Ogata, H. Kubota and Y. M. Okumura, 2012: Regional patterns of tropical Indo-Pacific climate change: Evidence of the Walker circulation weakening. *J. Climate*, 25, 1689–1710.

選定理由：過去の観測データから長期的な気候変化の特徴を明らかにすることは、将来の気候変化予測に用いる全球気候モデルを評価する上で必要不可欠であり、気候変化の要因を検証する上で重要な意義を持つ。特に熱帯域における海面水温の長期変化は、遠隔作用を介して全球的な気候変化をもたらすことが考えられるため、それに伴う気候力学過程の究明は極めて重要な課題である。しかし、熱帯太平洋および熱帯インド洋においては、異なる手順で作成された海面水温データセット間で長期変化パターンの特徴が大きく異なり、それに付随する気候変化についても統一的な見解が得られていなかった。そこで時長宏樹氏は、海面水温など単一の変数だけに着目するのではなく、互いに独立した大気海洋観測データの解析やモデルによる数値実験によって、物理的に整合する気候変化パターンの特定とメカニズムの解明に取り組んできた。

時長氏は対象論文において同氏が開発した海上風速の系統誤差を補正したデータセットの解析から、熱帯で卓越する気候平均場の海上風が減速していることを発見した。この長期変化は、東西循環の弱化を示唆している海面気圧観測の結果と物理的に整合

しており、全球気候モデルによる20世紀再現実験のマルチモデルアンサンブルの結果を支持している。さらに、陸域雨量計データや海上雲量データを用いた解析では、海上風収束の長期変化が大気対流活動をインドネシア海洋大陸上で弱め、熱帯中央太平洋で強めていることを突き止めた。

一方、対流圏大気における東西循環の弱化と海水温の関連性を調べるために、系統誤差補正が施された投下式水温水深計による海洋亜表層水温データを解析した。その結果、熱帯東部太平洋と熱帯西部インド洋において水温躍層が深くなっているのに対し、熱帯西部太平洋と熱帯東部インド洋では浅くなっていることを明らかにした。これらの海洋亜表層水温の長期変化は、既存の海面水温データセットでは判断できなかった赤道域の海面水温場における東西コントラストの弱まりを示唆している。これらの結果から時長氏は、正のBjerknesフィードバックにより維持されていた熱帯太平洋–インド洋の対流圏・海洋亜表層の東西コントラストが、同じフィードバックによって弱められている可能性を指摘した。さらに、前述した海上風データセットによって駆動した海洋大循環モデル実験では、観測とよく似た水温躍層の長期変化パターンが再現され、海洋の力学および熱力学的な構造変化に対する海上風の重要性を示した。この研究成果は、気候変化予測に使用される全球気候モデルを評価するための重要な指針を与えている。

以上の理由により、日本気象学会は時長宏樹氏に2012年度山本・正野論文賞を贈呈するものである。