

2008年度山本・正野論文賞の受賞者決まる

受賞者：三浦裕亮（独立行政法人海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センター，現在コロラド州立大学滞在中）

対象論文：Miura, H., M. Satoh, T. Nasuno, A. T. Noda, K. Oouchi, 2007: A Madden-Julian oscillation event realistically simulated by a global cloud-resolving model. *Science*, **318**, 1763-1765.

選定理由：マッデン・ジュリアン振動 (MJO) は、熱帯域での (周期40~50日の) 気圧振動であるが、その実態は高度15 km に及ぶ発達した積乱雲群が東西スケール数千 km の大規模な集合体となり、平均約5 m/s の速度でインド洋上から太平洋上へとゆっくり移動する現象である。MJO には赤道沿いに吹く強い西風など独特の大気循環を伴い、熱帯低気圧の発生やモンスーンの活動、エルニーニョ現象など、世界の気象・気候にも多大な影響を及ぼすことが明らかになってきている。このようなことから、熱帯域のみならず世界的な週間予報から季節予報の精度向上のため、MJO の適切な予測が期待されていた。しかし、従来の大気モデル (大気海洋結合モデルを含む) では MJO を十分に再現することができなかった。三浦氏は、雲の生成・消滅を直接計算できる全球大気モデルを用いて、MJO の詳細な再現に成功した。MJO に伴う雲集団が発生から1カ月間先まで予測できる可能性を世界で初めて実証したもので、週間予報から季節予報の精度向上への見通しを示すとともに、世界的な大気モデル開発の方向性にも影響を与えることが予想される。

本論文で三浦氏は、雲の生成・消滅を直接計算できる全球大気モデル NICAM を用いて、2006年12月にインド洋上で発生し、2007年1月にかけて太平洋上へ移動した、MJO に伴う大規模雲活動の再現実験の結果を示した。再現実験では、水平メッシュ3.5 km で2006年12月25日00 UTC を計算開始時刻とした7日実験と、水平メッシュ7 km で同月15日00 UTC を計算開始時刻とした30日実験とを行った。水平メッシュ3.5 km の実験により、MJO に伴う広域雲分布の詳細構造を現実的に再現することができた。水平スケール数百 km の組織化した雲群がいくつも存在し、全体として東南アジア島嶼部を広く覆っている結果を得た。また、水平メッシュ7

km の実験では、大規模雲活動のインド洋上から太平洋上への移動を時間的・空間的に精度良く再現することができた。さらに、MJO に伴いジャワ島の南に発生した熱帯低気圧について、計算開始から2週間以上を経た2007年1月2日に、現実的な発生予測に成功した。特に、MJO が海洋大陸上を伝播する際に、ニューギニア島東方での下層の水蒸気量の蓄積の役割を指摘した点は重要である。東方からの約5日周期の擾乱に伴って下層の水蒸気が蓄積し、ニューギニア島東方でのメソ対流の活発化をもたらす。これにより、MJO 本体がニューギニア島をジャンプすることが可能になるというメカニズムを明らかにした。

本論文の研究は、超高解像度の全球大気モデルを地球シミュレータ上で動かすことで初めて実現できたものであるが、本研究の成果は単に既存のモデルを走らせるだけで得られたものではない。三浦氏は、全球雲解像モデルによる MJO の再現実験を成功させたのち、その結果を詳しく解析し、東方からのロスビー波的な擾乱の伝播と水蒸気の蓄積の役割に着目した。作業仮説を裏付けるため、地形の起伏をゼロにした実験、海面水温を時間的に固定した実験などの感度実験を行うことにより、上記の MJO の海洋大陸上の伝播メカニズムを明らかにした。これらの成果は MJO 研究のブレイクスルーになると期待される。

以上の理由から、日本気象学会は三浦裕亮氏に2008年度山本・正野論文賞を贈るものである。

受賞者：三好建正 (気象庁予報部)

対象論文：Miyoshi, T. and S. Yamane, 2007: Local ensemble transform Kalman filtering with an AGCM at a T159/L48 resolution. *Mon. Wea. Rev.*, **135**, 3841-3861.

選定理由：近年、データ同化が数値予報精度に与える影響について認識が深まり、研究開発が盛んに行われるようになってきている。現在、高度な手法として主に4次元変分法が現業利用されており、我が国でも、気象庁が2002年にメソ4次元変分法を世界で初めて現業化したほか、2005年には全球4次元変分法

を現業化した。一方、別の手法としてアンサンブルカルマンフィルタ (EnKF) が注目を集め、主に北米や欧州で研究が進められてきたものの、我が国では研究がほとんど行われてこなかった。EnKF は、変分法と比べて実装が簡便で、基本的にモデル依存性がないという重要な利点があり、幅広いデータ同化への発展性に富んでいる。また、EnKF は、高度なデータ同化を行うと同時に、解析誤差を反映したアンサンブル摂動を自然に生成するため、アンサンブル手法としても有望である。しかしこれまでの研究では、比較的低解像度のモデルが使われ、実際の数値予報に匹敵する解像度のモデルは使われなかった。解像度が増すと、モデルの自由度が増えるため、予報誤差を説明するためにより多くのアンサンブルメンバーが必要となり、計算コスト面で非実用的となる恐れがある。また、仮にアンサンブルメンバー数を1000程度まで増やした場合にどの程度精度向上が可能であるかは、多大な計算量を必要とするためこれまでは明らかにされてこなかった。将来の実用化や様々な研究への応用・発展を考える際、これらの問題は重要な調査課題である。

本論文で三好氏は、地球シミュレータ用大気大循環モデル AFES (AGCM for the Earth Simulator) に精通している山根氏と協力して、我が国で初めて、EnKF を実際的な大気大循環モデルに適用した結果を示した。実装した EnKF は、実用性を念頭にメリーランド大学で開発された局所アンサンブル変換カルマンフィルタ (LETKF) であり、並列計算機でその計算効率性を発揮するものである。ここで開発された LETKF は、三好氏が米国メリーランド大学における博士論文研究の際に同氏が独自に構築した局所アンサンブルカルマンフィルタ

(LEKF) に基づいている。

本論文では、このシステムを地球シミュレータ上で実行し、水平切断波数159 (水平解像度約80 km)、鉛直層数48という実際の数値解析予報システムと同程度の解像度で、アンサンブルサイズを1000メンバーまで増やした実験を行った。これにより、現実的な解像度でも高々20メンバーで安定して動作することを確認し、100メンバーを超えて1000メンバーまで増やしてもそれほどの精度向上効果が得られないことを確認した。さらに、計算時間についても詳細な調査を行い、地球シミュレータを240ノードまで使い、99.99%の並列化率のもとで、実用可能な計算時間であることを確認した。また EnKF 実験で必須となる共分散局所化距離や膨張係数といった LETKF の調整パラメータへの依存性を示した。さらに米国環境予測センター (NCEP) の再解析値や気象庁現業の全球サイクル解析値と予報精度の比較を行い、LETKF による解析値がこれら現業システムの解析値と同等以上の予報精度であることを示した。このように、実用化に向けて残されていた多くの課題に取り組み、定量的に実用性を裏付けた最初の研究であることは高く評価できる。

以上のように、本論文は、EnKF の実用化や様々な応用・発展に向けて大きな一歩となった。実際、本論文の価値は、その後の特筆すべき応用・発展によっても裏付けられている。さらに、これまであまり進んでいなかった我が国の EnKF 研究が世界最先端の水準に高まったとの認識をもたらした本論文の貢献は大きい。

以上の理由から、日本気象学会は三好建正氏に2008年度山本・正野論文賞を贈るものである。