

## 研究会「長期予報と大気大循環」の報告

熱帯・中高緯度の季節内変動  
～現象のメカニズムと予測可能性～

2017年11月28日に、長期予報研究連絡会が主催する研究会「長期予報と大気大循環」を気象庁にて開催した。今回は、“熱帯・中高緯度の季節内変動～現象のメカニズムと予測可能性～”というテーマで、7題の研究結果が発表された。本文では各発表の概略を紹介する。なお、発表要旨は後ろに付ける。

研究会の前半は、中高緯度大気の変動、あるいは熱帯の変動を起源とした中高緯度大気への影響に関する3題の発表が行われた。

はじめに、向川氏は、成層圏突然昇温の予測可能期間の長かった2010年と短かった2009年の事例について、大気大循環モデルを用いたアンサンブル予報実験結果の解析及び、非発散順圧渦度方程式を用いた力学的安定性解析を実施した。その結果、2009年の事例では、成層圏大気に急速に成長する不安定モードが存在したため、予測可能性を制限した可能性を指摘した。

続いて、関澤氏は、夏季オーストラリアモンスーンの活動と北半球中高緯度の気候循環への影響について発表した。夏季オーストラリアモンスーンの活動を指標化し、その変動に伴う北半球中高緯度大気への遠隔影響を解析したところ、500 hPa 高度場において明瞭にみられる西太平洋 (WP) パターンの偏差分布を通じて、冬季東アジアモンスーンの活動に影響を及ぼすことを示した。

前半の最後に千葉氏は、大規模なアンサンブル予報実験を用いて、冬季の北半球中高緯度予測可能性を調査した。東シベリアのブロッキングに着目した解析では、ブロッキングの発生頻度・持続性・強度はNINO 3.4指数と強い負の相関があることを示し、大気の内変動に分類されるブロッキング現象について、熱帯のSSTの寄与を定量的に見積もることができた。

後半には、熱帯の季節内変動や台風の予測に関わる

研究が4題発表された。

はじめに、久保氏は、気象庁で2017年1月に現業化した全球アンサンブル予報システム (GEPS) におけるマッデン・ジュリアン振動 (MJO) の予測精度や再現性について、MJOの位相を指標化した検証や合成解析などの結果により報告した。MJOの冬季の予測精度は旧システムに比べて全体的に改善しているものの、解析に比べて振幅が過小傾向であることを示した。また、2017年7～8月のMJO事例について、季節内～季節 (S2S) 予測プロジェクト参加機関の予測システムとGEPSの予測の比較を行った。8月の不活発位相の東進前の初期値について、予測2週目にみられたインド洋～西太平洋の対流不活発域とそれに対応する風パターンの東進がGEPSを含め複数の機関で予測できていなかった。MJOの不活発域の予測は熱帯の対流活動を通して日本を含む中緯度にも影響することから、今後もMJOの予測精度向上につながる調査・研究が必要であると述べた。

廣田氏は、新しく開発された浅い対流スキームを適用している気候モデルMIROC6と、旧モデルMIROC5を比較して、MJOの太平洋上の東方伝播への浅い対流スキームの役割に関して報告した。浅い対流スキームにより境界層の水蒸気の鉛直プロファイルが改善することにより、MJOの東方伝播の再現性も向上することを指摘した。

宮川氏は、MJOの再現性に定評のある全球雲解像度モデルNICAMに力学的な海洋モデルを結合した新モデルNICOCOによる、MJOの予測性能と1998年5月のエルニーニョの急速な終息イベントの事例調査を報告した。まず、NICOCOでも、結合したことによるドリフトの影響を除去すると、MJOの予測精度は、大気モデルのNICAMとほぼ同等を確保していることを確認した。次に、1998年5月の事例に関するNICOCOのアンサンブル予報実験では、MJOに伴う熱帯東太平洋上の東風が強いほどSSTの低下が

早くなることが予測され、エルニーニョの収束時にMJOが果たした効果を調べることができた。

最後に中野氏は、NICAMを用いた2004年8月の6個の台風発生を対象にした予測実験で、MJOや北半球夏季季節内変動(BSISO)に関わるモンスーントラフの張り出しが予測できることで、2週間前から台風発生の予測が可能であることを示した。また、将来気候における台風発生予測について、将来気候ではBSISOの発生頻度が減少すると予測され、その分BSISO起源の台風発生頻度も減少すると見込まれることから、BSISOが不明瞭なときの台風発生予測が課題となることが議論された。

会場となった気象庁3023会議室には、大学や研究機関の研究者や学生、気象予報士及び気象庁関係者など約70名が集まり、盛会のうちに今回の研究会を終えることができ、発表者および参加者の方々には深く感謝する。今回の会合では、これまで予報が困難とされながらも近年理解の進んできた、様々な季節内時間スケールの現象に関する研究成果が報告されたため、活発な議論が行われ、大変充実した研究会となった。今後も、数値予報モデルのさらなる高度化、大規模数値予報データセットの整備によって、各分野の理解がさらに進むことが期待できる会合となった。

なお、今回の講演の拡張要旨については、本会のホームページ(<http://www.metsoc.jp/about/research-groups/longforc>)に掲載する予定なので、合わせてご覧いただければ幸いです。

(事務局担当 平井雅之、萬納寺信崇、後藤敦史：  
気象庁気候情報課)

#### 【発表題目および事前提出された概要】

##### 1. 冬季成層圏極渦に内在する予測障壁

～2009・2010年の成層圏突然昇温の予測可能性比較～

向川 均 (京都大学防災研究所)

野口峻佑 (気象研究所気候研究部)

黒田友二 (気象研究所気候研究部)

水田 亮 (気象研究所気候研究部)

小寺邦彦 (名古屋大学宇宙地球環境研究所)

成層圏突然昇温(SSW)の予測可能期間は、事例に依存して大きく異なることが知られている。ここでは、このような依存性をもたらす力学的要因を探るため、予測可能期間が2週間程度と長かった2010年の極

渦変位型SSWと、1週間程度と短かった2009年の極渦分裂型SSWについて、大気大循環モデルを用いたアンサンブル予報実験、および、非発散順圧渦度方程式に基づく成層圏極渦の力学的安定性解析を実施した。その結果、2009年SSWの発生期には成層圏上層の極渦が極度に不安定となる予測障壁が存在するが、2010年SSWの発生期の成層圏循環にはそのような予測障壁は存在しないことが明らかになった。このことは、成層圏極渦に内在する予測障壁がSSWの予測可能期間を規定している可能性を示唆している。

##### 2. 夏季オーストラリア北部の降水量変動に伴う冬季東アジアへの遠隔影響

関澤偲温 (東京大学先端科学技術研究センター)

ENSOに代表される熱帯SST変動に伴う対流活動変動は、中高緯度の気候にも影響し予測可能性を与える。しかし、熱帯の対流活動変動はSST変動のみによってもたらされるわけではない。実際、夏季オーストラリアモンスーンに伴うオーストラリア北部の降水量変動は、熱帯のSST変動との関係が弱いことが知られている。本研究では、オーストラリア北部の雨季平均降水量をもとに夏季オーストラリアモンスーンの活動を指標化し、その変動に伴う中高緯度への遠隔影響について調べたところ、冬季東アジアモンスーンの活動に影響を及ぼすことがわかった。また、このオーストラリアモンスーン変動のメカニズムについて、南東インド洋における潜熱フラックスに着目した解析をもとに議論を行う。

##### 3. 境界条件を与えた全球大気モデルによるアンサンブル実験を用いた日本付近の季節予報可能性調査

千葉丈太郎 (東京大学大気海洋研究所)

木本昌秀 (東京大学大気海洋研究所)

冬季成層圏循環の予測可能性の概観とその対流圏への下方影響を、極夜ジェット振動(PJO)として知られる長周期変動の観点から記述することを試みた。講演では、気象庁の1か月アンサンブル予報データを用いて、成層圏における極端変動(成層圏突然昇温、極渦強化)時の予報のばらつきや偏差の対流圏への伝播が、どのように表現されるのかを紹介する。特に、PJO卓越時における対流圏循環の予報誤差の成長抑制を強調する。また、近年利用可能になってきた大規模アンサンブルデータを用いることで、このような観

点に基づく先見情報を、どの程度精緻化できるのかについて議論したい。

#### 4. 気象庁全球アンサンブル予報システムによる MJO の予測精度と再現性

久保勇太郎 (気象庁気候情報課)

気象庁では、台風情報、週間天気予報、異常天候早期警戒情報、1 か月予報を一体的に支援する全球アンサンブル予報システム (全球 EPS) の運用を2017年1月に開始した。本発表では、季節予報の予測シグナルとして重要な現象であるマッデン・ジュリアン振動 (MJO) について、MJO 指数に基づく全球 EPS での予測精度を紹介するとともに、合成解析等により全球 EPS における MJO の再現性についても紹介する。

#### 5. MJO 東方伝播に対する浅い対流の役割

廣田渚郎 (国立環境研究所)

新しく開発された気候モデル MIROC6には浅い対流スキームが導入された。前のバージョン MIROC5 との比較から MJO に対する浅い対流の役割を調べた。MIROC5では MJO の東方伝播は太平洋の日付変更線付近で途切れてしまうが、MIROC6では観測と整合的に東太平洋まで伝播する様になった。この MJO 表現の改善には、浅い対流が境界層の水蒸気を自由大気を持ち上げるプロセスが重要な役割を果たしていた。

#### 6. NICAM 海洋結合版 (NICOCO) による MJO 予測性能の現状および1998年5月のエルニーニョの急激な終息イベントにおける MJO の役割

宮川知己 (東京大学大気海洋研究所)

本研究では、気象庁季節予報ハインドキャスト実験データにおける北半球冬季成層圏の予報の特徴と対流圏との関連を検討する。冬季 (DJF) 平均の北半球環状モード (NAM) 指数を用いた検証は、特に極渦が弱化する場合に関連して、成層圏で有意な予報スキルを示す。このスキルは、冬季の惑星波強制的強弱とともに、晩秋における成層圏循環の前駆シグナルに関連する可能性がある。さらに、成層圏極渦弱化がよく予報されるときは、対流圏 NAM 指数の予報も良い傾

向にある。

#### 7. NICAM を用いた北半球夏季季節内変動 (BSISO) と台風発生予測

中野満寿男 (海洋研究開発機構)

MJO や BSISO といった季節内変動が活発な場合において、数値モデルを用いて台風発生予測が可能であることがケーススタディーで示されてきたが (Fudeyasu *et al.* 2008; Oouchi *et al.* 2009), より多くの台風について可能であるのかは計算資源不足もあり調べられてこなかった。Nakano *et al.* (2015) では2004年8月の6個の台風発生について2週間前から予測可能であることを示した。本発表では Nakano *et al.* (2015) をレビューするとともに、NICAM を用いた温暖化予測計算 (Kodama *et al.* 2015) から明らかになった、BSISO と台風発生の関係の将来変化についても紹介し、これからの台風発生予測研究の方向性を議論したい。

#### 参考文献

- Fudeyasu, H., Y. Wang, M. Satoh, T. Nasuno, H. Miura and W. Yanase, 2008: Global cloud-system-resolving model NICAM successfully simulated the lifecycles of two real tropical cyclones. *Geophys. Res. Lett.*, 35, L22808, doi:10.1029/2008GL036003.
- Kodama, C., Y. Yamada, A. T. Noda, K. Kikuchi, Y. Kajikawa, T. Nasuno, T. Tomita, T. Yamaura, H. G. Takahashi, M. Hara, Y. Kawatani, M. Satoh and M. Sugi, 2015: A 20-year climatology of a NICAM AMIP-type simulation. *J. Meteor. Soc. Japan*, 93, doi: 10.2151/jmsj.2015-024.
- Nakano, M., M. Sawada, T. Nasuno and M. Satoh, 2015: Intraseasonal variability and tropical cyclogenesis in the western North Pacific simulated by a global nonhydrostatic atmospheric model. *Geophys. Res. Lett.*, 42, doi:10.1002/2014GL062479.
- Oouchi, K., A. T. Noda, M. Satoh, H. Miura, H. Tomita, T. Nasuno and S. Iga, 2009: A simulated preconditioning of typhoon genesis controlled by a boreal summer Madden-Julian Oscillation event in a global cloud-system-resolving model. *SOLA*, 5, doi:10.2151/sola.2009-017.