

## 研究会「長期予報と大気大循環」の報告

### 熱帯海洋変動と大気循環～新たな展開～

「天気」2008年7月号で告知したように、長期予報に関する有志の研究グループである「LFグループ」は、気象学会の「長期予報研究連絡会」に移行した。

当会が毎年開催してきた月例会「長期予報と大気大循環」について、「月例会」を「研究会」と名称を若干変更し、2008年10月2日に「熱帯海洋変動と大気循環～新たな展開～」というテーマで開催した。

研究会の前半はインド洋海面水温(SST)やエルニーニョ・南方振動(ENSO)による大気循環への影響に関する4題の発表が行われた。インド洋SSTの変動やトレンドは、ENSOと同様に大気循環に影響を与える境界条件として近年注目されている。今回の研究会では、インド洋と循環場や台風活動との統計的な関係やENSOとインド洋SSTの関係などについての研究結果が発表された。

後半の3題は、MJO(Madden-Julian Oscillation)と長期予報に関連した研究で、MJOの位相とPNAパターンの予測精度や非静力学モデルによるMJOの予測事例についての発表があった。

会場となった気象庁3023会議室には、受付名簿によると40人ほど(実際はもう少し多かった)が集まり、活発な議論が行われた。盛会のうちに本年の研究会を終えることができ、講演者および参加者の方々には深く感謝する。

研究連絡会に移行しても、LFグループ(この名前は通称として残す)の活動の趣旨に変わりはない。今後とも、長期予報に関連する研究者や専門家の間での意見交換する場を培い、長期予報の発展に寄与していきたい。

(事務局担当 磯部英彦：気象庁気候情報課)

#### 【発表された題目および概要】

1. 夏季におけるインド洋の対流活動と大規模循環場との関係についての予備調査

原田やよい(気象庁気候情報課)

外向き長波放射量(OLR)から推測される2008

年夏季の熱帯の対流活動は、インド洋西部で非常に活発だった。インド洋西部で対流活動が非常に活発な状態は、6月中旬から8月中旬まで持続し、インド洋西部で領域平均した夏平均外向き長波放射量は、1979年以降、最も低い値となった。夏季におけるインド洋の対流活動が、アジアモンスーン、さらには大規模循環場に与える影響を調査し把握することは、気象庁の気候解析業務を遂行する上で非常に重要である。その予備調査として、JRA-25・JCDAS、COBE-SST、OLR(ESRL/NOAA提供)を用いた統計的な調査を行なった。

2. インド洋SSTが日本の天候に与える影響について

平原翔二・後藤敦史(気象庁気候情報課)

夏(JJA)のインド洋熱帯域SSTの第1主成分ベクトルとして、海盆スケールで同符号に変動するモードが得られる。この第1主成分のスコアは、前冬(DJF)の太平洋赤道域中部～東部のSSTと高い相関を持ち、時系列の変動の大部分はENSOに遅れたインド洋の応答として説明できることが知られている。エルニーニョの翌年の夏季の循環場の特徴として、北西太平洋域の下層高気圧性偏差が顕著であるが、Xie *et al.* (2008)ではインド洋のSSTの高温偏差がこの高気圧性偏差の持続・強化に寄与するメカニズム(K-WIED: Kelvin wave-induced Ekman divergence)を提唱した。また、Xie *et al.* (2008)では、この下層高気圧性偏差に伴う降水量の偏差パターンなどから、八丈島の降水量がエルニーニョの翌年の夏に増加することなどについても触れている。本研究では、インド洋のSSTに着目し、北西太平洋下層高気圧性偏差の日本の天候への影響を調べた。1つ目として、北西太平洋の下層高気圧性偏差が、北西太平洋域のモンスーントラフの張り出しにも影響を及ぼすことが期待されることから、台風の発生数について調査した。2つ目として、Xie *et al.* (2008)では触れられていない日本の地上気象要素について

も影響を調査した。

### 3. エルニーニョ予測モデルによる東アジアの夏の予測

～1月末初期値の夏(JJA)の予測～

成瀬由紀子, 高谷祐平, 佐藤 均, 新保明彦, 前田修平(気象庁気候情報課), 安田珠幾(気象研究所気候研究部)

気象研究所において, 大気・海洋結合モデルによる季節予報の実用化に向けた季節予報実験が実施された。この結合モデルは, 2008年3月より現業運用を開始したエルニーニョ予測モデルである。この実験データの1月末初期値の夏(JJA)の予測について解析を行った結果, 東アジアの夏の天候に関係がある, ①北西太平洋域の海面更正気圧と②日本の東海上の500hPa高度場の精度が, 現業運用中の季節予報モデルより大きく改善することがわかった。本研究では, この2点の改善が何に起因しているのかについて調査した。

### 4. アジアモンスーンを介したインド洋・太平洋の大気海洋相互作用

大庭雅道(筑波大学陸域環境研究センター), 植田宏昭(筑波大学生命環境科学研究科)

熱帯太平洋上で発生する ENSO は, 大気の橋を介して地球上の他の地域の気候場へ大きく影響する。ENSO の経年変動のメカニズムを説明するために, これまでに幾つかの振動モデルが考えられてきた。西太平洋振動子(Weisberg and Wang 1997), 再充填振動子(Jin 1997a, b)はその理論モデル中でも特に重要な役割を果たすと考えられているものであり, これら振動子理論ではその線形的な発達・衰弱・遷移の振舞いを説明することに成功している。しかしながら, 実際の観測結果では正位相(El Niño)から負位相(La Niña)への ENSO の遷移は急速に進むのに対し, 負位相から正位相への遷移は多くのイベントで停滞する傾向があり, 従来の振動子理論だけでは説明が困難であることが知られている。また, 現存する気候モデルなどの全球大気海洋結合モデルでは ENSO イベントの頻度が高くなり, 線形的な振動をするなど, 多くのモデルで修正再充填振動子に代表されるような海洋内部の力学に依存してしまう傾向が見られる。ENSO の遷移プロセスの差違に対し, 大気場の応答とそ

の非対称性に注目した研究は少ない。そこで, 本研究では SST 偏差に対する大気(非断熱加熱)の非線形性が ENSO 自身の遷移プロセスにどのような影響をもたらすかを調べた。

### 5. PNA パターンの成長・励起メカニズム: MJO-PNA コヒーレンス

森 正人, 渡部雅浩(東京大学気候システム研究センター)

北半球冬季における主要な低周波変動の1つに Pacific/North American(PNA) テレコネクションパターン(Wallace and Gutzler 1981; Barnston and Livezey 1987)がある。PNA はその形が波列状であることや, ENSO 時によく発生することから, ENSO と関連して広く調査され, PNA は ENSO に伴う熱帯の強制による Rossby 応答として理解されてきた。しかし, ENSO イベントが発生していない時にも PNA パターンが現れることが知られている。このことから, PNA は単純な強制応答ではなく, 中緯度大気の内力学(東西非一様な基本場からのエネルギー変換やストームトラックからのフィードバック)で生じる変動だと考えられている。一方過去の研究では, 月平均場や季節平均場で PNA のような低周波変動の力学が議論されることが多かったが, PNA 本来の時間スケールは 1~2 週間程度(Feldstein 2000, 2002)で, 季節だけでなく季節内の時間スケールにも卓越する変動である。このような時間スケールにおける PNA の時間発展の特徴や, その成長・励起メカニズムはよく分かっていない。その life time が天気予報の予測限界とも近いことから, PNA のライフサイクルを理解することは天気予報の観点からも重要であると考えられる。そこで本研究では, 季節内 PNA を支配している力学を, 特にその成長と励起メカニズムに注目して, ECMWF ERA-40 の日平均のデータ(期間は 1957-2002 年の 11-3 月)ならびに力学モデルを用いて解析した。

### 6. MJO が PNA パターンの予測可能性に及ぼす影響

向川 均(京都大学防災研究所)・林 麻利子(京都大学理学研究科, 現松江地方気象台)

大気運動における低周波変動モードの一つである, PNA パターンが存在する領域は, 北半球冬

季において大気変動の大きい領域であり、予報誤差も他の領域に比べて大きい。このためPNA パターンの予報誤差は、北半球全体の予報誤差に大きな影響を与えるため、PNA パターンの予測可能性を明らかにすることは重要である。また、これまで、PNA パターンの予測可能性についていくつか研究がなされてきたが、PNA パターンの予測可能性が、高い場合と低い場合とで何処に差があるのか、どのような力学的要因により、差位を生じるのかについて明らかにされていない。そこで本研究では、気象庁気候情報課で実施されたアンサンブルハインドキャスト実験結果を用いて 11 月から 3 月の北半球冬季の PNA パターンの予測可能性を詳細に検討した。特に、Mori and Watanabe(2008)で指摘された PNA パターンの形成と熱帯域における主要変動モードである MJO との関連性を考慮し、MJO が PNA パターンの予報誤差に及ぼす影響について詳しい解析を行った。

#### 7. 全球非静力学モデルを用いた 2006 年 12 月実験における MJO 再現性評価

谷口 博 (地球環境フロンティア研究センター)

全球雲解像大気モデルの熱帯気象予測への実用化を目指して、著者らは正 20 面体格子非静力学大気モデル NICAM を用いて、地球シミュレータ上で現実的な海陸分布のもと全球雲解像実験を遂行してきた(Miura et al. 2007a, b; Iga et al. 2007; 大内ほか 2008; 野田ほか 2008)。これまでの報告では、MJO に伴う対流活発域の東進のタイミング、平均速度が NICAM で良く再現出来ていること、再現された MJO の内部構造が最近の観測による知見(Masunaga et al. 2006, 他)と整合的であること(那須野ほか 2008)、等の解析結果が示された。しかし、これまでの解析では予報事例に対する定量的な誤差評価がなされておらず、他の多くのモデル実験との比較に資する情報が得られていない。本研究では、2006 年 12 月に発生した MJO の NICAM による再現実験結果(Miura et al. 2007b) を、予測可能性の観点から評価し、熱帯域大気循環場や MJO の位相と振幅の再現性について評価した。

#### 参考文献

Barnston, A. G. and R. E. Livezey, 1987:

- Classification, seasonality and persistence of low-frequency atmospheric circulation patterns. *Mon. Wea. Rev.*, 115, 1083-1126.
- Feldstein, S. B., 2000: The timescale, power spectra, and climate noise properties of teleconnection patterns. *J. Climate.*, 13, 4430-4440.
- Feldstein, S. B., 2002: Fundamental mechanisms of the growth and decay of the PNA teleconnection pattern. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 128, 775-796.
- Iga, S., H. Tomita, Y. Tsushima and M. Satoh, 2007: Climatology of a nonhydrostatic global model with explicit cloud processes. *Geophys. Res. Lett.*, 34, L22814, doi:10.1029/2007GL031048.
- Jin, F.-F., 1997a: An equatorial ocean recharge paradigm for ENSO. Part I: Conceptual model. *J. Atmos. Sci.*, 54, 811-829.
- Jin, F.-F., 1997b: An equatorial ocean recharge paradigm for ENSO. Part II: A stripped-down coupled model. *J. Atmos. Sci.*, 54, 830-847.
- Masunaga, H., T. S. L' Ecuyer and C. D. Kummerow, 2006: The Madden-Julian oscillation recorded in early observations from the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). *J. Atmos. Sci.*, 63, 2777-2794.
- Miura H., M. Satoh, H. Tomita, A. T. Noda, T. Nasuno and S. Iga, 2007a: A short-duration global cloud-resolving simulation with a realistic land and sea distribution. *Geophys. Res. Lett.*, 34, L02804, doi:10.1029/2006GL027448.
- Miura H., M. Satoh, T. Nasuno, A. T. Noda and K. Oouchi, 2007b: A Madden-Julian oscillation event realistically simulated by a global cloud-resolving model. *Science*, 318, 1763-1765.
- Mori, M. and M. Watanabe, 2008: The growth and triggering mechanisms of the PNA: A MJO-PNA coherence. *J. Meteor. Soc. Japan*, 86, 213-236.
- 那須野智江, 三浦裕亮, 佐藤正樹, 野田 暁, 大内和良, 2008: 全球非静力学モデルを用いた

- 2006 年 12 月 MJO 再現実験 第 2 報—対流の階層構造と熱帯波動擾乱の役割—. 2008 年度春季大会講演予稿集, C404, 236.
- 野田 暁, 大内和良, 佐藤正樹, 富田浩文, 那須野智江, 伊賀晋一, 三浦裕亮, 對馬洋子, 井上豊志郎, 2008: 全球非静力学モデル NICAM における下層雲の振舞い—2004 年 6 月~8 月のケース—. 2008 年度春季大会講演予稿集, A203, 55.
- 大内和良, 野田 暁, 佐藤正樹, 富田浩文, 那須野智江, 伊賀晋一, 三浦裕亮, 2008: 全球非静力学モデル NICAM における MJO サイクル, スーパークラスター, および台風の発生—2004 年 6~8 月のケース (序報) —. 2008 年度春季大会講演予稿集, B307, 152.
- Wallace, J. M. and D. S. Gutzler, 1981: Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.*, 109, 784-812.
- Weisberg, R. H. and C. Wang, 1997: Slow variability in the equatorial west-central Pacific in relation to ENSO. *J. Climate*, 10, 1998-2017.
- Xie, S.-P., K. Hu, J. Hafner, H. Tokinaga, Y. Du, G. Huang and T. Sampe, 2008: Indian Ocean capacitor effect on Indo-western Pacific climate during the summer following El Niño. *J. Climate*, submitted.