

日本気象学会誌 気象集誌  
(Journal of the Meteorological Society of Japan)

第93巻 第4号 2015年8月号 目次と要旨

論文

- 小玉知央・山田洋平・野田 暁・菊地一佳・梶川義幸・那須野智江・富田智彦・  
山浦 剛・高橋 洋・原 政之・河谷芳雄・佐藤正樹・杉 正人：  
NICAM AMIP タイプ実験における20年気候場 .....393-424
- 小田真祐子・金久博忠：簡単な解析モデルにおけるロスビー波と重力波の相互作用 .....425-442
- 田口正和：極渦弱体化と強化の間の北半球冬季成層圏における予報誤差の非対称性について .....443-457
- 大塚道子・國井 勝・瀬古 弘・下地和希・林 昌宏・山下浩史：MTSAT 高頻度  
衛星観測による大気追跡風の大雨事例における同化実験 .....459-475
- 比良咲絵・金久博忠：夜間下層ジェットの解析解 .....477-487

要報と質疑

- 佐藤正樹・山田洋平・杉 正人・小玉知央・野田 暁：地球温暖化に伴う熱帯低気圧の  
全球発生数の将来変化に対する制約条件<sup>†</sup> .....489-500
- 藤部文昭：“Anthropogenic Heat Release: Estimation of Global Distribution and  
Possible Climate Effect (人工排熱：全球分布と気候に対する影響の評価)”  
(Chen, B. *et al.*) についてのコメント .....501-503
- Bing CHEN・Jian-Qi ZHAO・Liang-Fu CHEN・Guang-Yu SHI：Anthropogenic  
Heat Release: Estimation of Global Distribution and Possible Climate Effect  
(人工排熱：全球分布と気候に対する影響の評価)” (Chen, B. *et al.*) についての  
藤部文昭氏からのコメントに対する回答 .....505-508
- 学会誌「天気」の論文・解説リスト (2015年5月号・6月号) .....509
- 英文レター誌 SOLA の論文リスト (2015年53-99) .....510
- 気象集誌次号掲載予定論文リスト .....511

.....◇.....◇.....◇.....◇.....

- 小玉知央・山田洋平・野田 暁・菊地一佳・梶川義幸・那須野智江・富田智彦・山浦 剛・高橋 洋・  
原 政之・河谷芳雄・佐藤正樹・杉 正人：NICAM AMIP タイプ実験における20年気候場  
Chihiro KODAMA, Yohei YAMADA, Akira T. NODA, Kazuyoshi KIKUCHI, Yoshiyuki KAJIKAWA, Tomoe  
NASUNO, Tomohiko TOMITA, Tsuyoshi YAMAURA, Hiroshi G. TAKAHASHI, Masayuki HARA,  
Yoshio KAWATANI, Masaki SATOH, and Masato SUGI: A 20-Year Climatology of a NICAM AMIP-  
Type Simulation

14 kmメッシュの非静力学正二十面体大気モデル      NICAM を用いた20年積分を初めて実施し、気候平均

<sup>†</sup> アジア・オセアニア大気科学に関する特集号

場および日～年々変動場を得た。積分では雲微物理スキームを用いて雲を陽に計算し、積雲対流スキームは用いなかった。大気モデル比較プロジェクト (AMIP) の条件のもとで積分を行ったが、海洋については例外的にスラブ海洋モデルを用い、海水面温度を歴史的観測値に対してナッジングした。台風やマッデンジュリアン振動 (MJO) といった熱帯擾乱を中心に結果の解析を行った。

全体的に NICAM は気候平均場と変動場を満足いく程度に再現した。降水の地理的分布は年々変動、季節変動、日変動も含めてよく再現された。東西平均基本場や雲、大気上端の放射収支についてもモデルは定性的に再現できたが、下層雲や短波反射の過小、地表および熱帯上部対流圏の高温といった深刻なバイアスも存在する。

台風と MJO が本気候実験の注目すべき点である。モデルにおける台風は客観的に決定した最大風速しき

い値を用いて検出した。このような検出方法が可能なのは、NICAM が現実的な台風強度をよく再現したためである。また、NICAM は各海盆における台風発生の季節進行をよく再現した。MJO と熱帯波動については統計的な性質をよく再現することが時空間パワースペクトルによって明らかになり、NICAM を用いた過去の研究を裏付けた。これは成層圏変動の再現性についても示唆しており、本研究ではその兆しを確認した。さらにアジアモンスーンの解析を行い、北西太平洋におけるモンスーンオンセットのモデル気候値が観測に近いこと、および梅雨前線がある程度再現できていることを示した。重大なモデルバイアスがいくつか残ったままになっており、モデルの更なる改良が必要である。本研究を通じて、高解像度の全球非静力学モデルを利用することで、気候システムに内在するマルチスケール現象の解明につながる可能性があることを示した。

#### 小田真祐子・金久博忠：簡単な解析モデルにおけるロスビー波と重力波の相互作用

Mayuko ODA and Hirotsada KANEHISA: Interaction between Rossby and Gravity Waves in a Simple Analytical Model

下層に鉛直上向きの浮力勾配、上層に鉛直下向きの水平勾配勾配がある鉛直-東西2次元の基本場で、ロスビー波と重力波の相互作用を考える。これらの勾配があるために、上層のロスビー波は西向きに伝播し、下層の重力波は西向きと東向きに伝播する。ここで伝播は、基本場に相対的な伝播を意味する。これらの擾乱に対しての初期値問題を解析的に解いた。初期値から出発する解析解の時間発展は以下のことを示す。

順圧や傾圧の場で互いに逆向きに伝播するロスビー波間で共鳴相互作用が起り、擾乱が成長するのと同様に、今考えているモデルでも、上層の西向き伝播の

ロスビー波と下層の東向き伝播の重力波の間で共鳴相互作用が可能である。パラメータ空間において、共鳴的な指数関数的成長が起こる不安定領域と、解が振動する安定領域との境界で、臨界解は時間の線形関数として成長する。他の不安定問題と共通のことではあるが、今考えているモデルにおいては、臨界解の線形成長は自明なことではない。水平波数が小さい場合、西向き伝播の重力波が、西向き伝播のロスビー波と東向き伝播の重力波の間の共鳴相互作用に対して少ない影響を与える。

#### 田口正和：極渦弱体化と強化の間の北半球冬季成層圏における予報誤差の非対称性について

Masakazu TAGUCHI: On the Asymmetry of Forecast Errors in the Northern Winter Stratosphere between Vortex Weakening and Strengthening Conditions

本研究では、極渦弱体化及び強化状況間の、北半球冬季成層圏における予報誤差の非対称性を調査した。先行研究では、極渦弱体化及び強化状況が同様の大きさの偏差を持つとしても、約2週間の中期時間スケールで

の成層圏予報誤差が、極渦弱体化の場合により大きいことが示唆されていた。

著者は、この非対称性を、気象庁1ヶ月再予報実験データを気象庁55年長期再解析データと比較すること

により調査した。極域成層圏温度に対して経験的直交関数解析を行うことで、同様の大きさの偏差を持つ極渦弱体化及び強化状況を定義した。その結果、極渦弱体化状況でのより大きな成層圏予報誤差は、上部対流圏における惑星波強制のより大きな予報誤差から生じることが示された。すなわち、成層圏極渦強化につながる惑星波減衰よりも、極渦弱体化につながる惑星波増幅を

予報することがより困難である。

著者は、高緯度成層圏の東西平均東西風により定義される成層圏大規模突然昇温と極渦強化の間でも予報誤差を検討し、極渦強化よりも突然昇温の予報がより困難であることを示し、さらにその差異の原因についても論じた。

### 大塚道子・國井 勝・瀬古 弘・下地和希・林 昌宏・山下浩史：MTSAT 高頻度衛星観測による大気追跡風の大雨事例における同化実験

Michiko OTSUKA, Masaru KUNII, Hiromu SEKO, Kazuki SHIMOJI, Masahiro HAYASHI, and Koji YAMA-SHITA: Assimilation Experiments of MTSAT Rapid Scan Atmospheric Motion Vectors on a Heavy Rainfall Event

運輸多目的衛星の5分間隔のラピッドスキャン観測から得られる大気追跡風 (RS-AMV) は、観測間隔が短いことから、30分間隔の通常の観測から得られる大気追跡風 (AMV) に比べてより小さなスケールの大気の流れを捉えることができると考えられる。このような高頻度データが停滞前線に伴う大雨の数値予報に及ぼすインパクトについて、データ同化実験を行って調査した。データ同化実験の準備として気象庁非静力学モデルによる第一推定値と RS-AMV を比較し、

RS-AMV が気象庁非静力学メソ 4 次元変分法 (JNoVA) での同化に十分なデータ品質であることを確認した。ある大雨事例に対して、RS-AMV の同化スロットとデータ間引きの時間間隔をそれぞれ変えて、JNoVA によるデータ同化実験を行った。RS-AMV を同化した結果、風の初期場において前線付近で上層の発散と下層の収束が強まり、予報時刻の初期においては、降水量が増加して降水予報精度検証スコアにわずかに改善がみられた。

### 比良咲絵・金久博忠：夜間下層ジェットの解析解

Sakie HIRA and Hirotada KANEHISA: An Analytical Solution of Nocturnal Low Level Jets

夜間下層ジェットの解析解を提示する。本研究のモデルは、夜間下層ジェットを慣性振動の結果として説明する Blackadar のモデルの拡張である。

本研究のモデルでは、昼間の大気境界層の運動方程式は、通常の拡散項に加えて、対流混合を表す項を含んでいる。対流混合により、昼間の平衡風は、エクマン解よりも鉛直方向に一樣となる。夜間の大気境界層では、対流混合はないと仮定され、定数と仮定された拡散係数は、昼間の値よりも小さい。対流混合がないことにより、夜間の平衡風はエクマン解と同じものに

なる。

解析解は、昼間の平衡風を初期条件とし、夜間風の時間発展を、夜間の平衡風の周りの減衰慣性振動として記述する。解析解に含まれるパラメータの値を適切に選ぶことにより、既に知られているいくつかの結果が再現される。例えば、最大風速の高度が時間の経過と共に下降する。良く知られた前方慣性振動に加えて、後方慣性振動も存在する。低い高度では、急激な減衰が起こる。

佐藤正樹・山田洋平・杉 正人・小玉知央・野田 暁：地球温暖化に伴う熱帯低気圧の将来変化に対する制約条件

Masaki SATOH, Yohei YAMADA, Masato SUGI, Chihiro KODAMA, and Akira T. NODA: Constraint on Future Change in Global Frequency of Tropical Cyclones due to Global Warming

多くの力学的な数値モデルの結果によると熱帯低気圧の全球発生数は将来減少すると予測されているが、その理由については十分に理解されていない。ここでは、熱帯低気圧の全球発生数に関する対流質量フラックスに基づく診断的な関係式を提案する。高解像度の全球非静力学モデルの結果によると、全球発生数の減少率は熱帯の全対流質量フラックスの減少率よりもかなり大きい。将来の強い熱帯低気圧の頻度の増加、あ

るいは強い上昇流の面積比率の増加によってこの違いを説明できる。熱帯の全質量フラックスに対する熱帯低気圧の対流質量フラックスの寄与率の減少もまた発生数の減少に寄与する。本研究の結果により、熱帯低気圧の対流質量フラックスの寄与率が変化しない、もしくは減少するという制約条件のもとでは、熱帯低気圧の将来の強化が将来の全球発生数の減少に結びつくと考えられる。

藤部文昭：“Anthropogenic Heat Release: Estimation of Global Distribution and Possible Climate Effect (人工排熱：全球分布と気候に対する影響の評価)” (Chen, B. *et al.*) についてのコメント

Fumiaki FUJIBE: Comments on “Anthropogenic Heat Release: Estimation of Global Distribution and Possible Climate Effect” by Chen, B. *et al.*

Chen *et al.* (2014, *J. Meteor. Soc. Japan*, 92A, 157–165) は、衛星の夜間光データを使って地球上の人工排熱量を見積もり、2000年に比べて2009年の排熱量が欧米を含む世界各地で大幅に増えたことを示した。また、この結果に基づくモデル計算により、人工排熱が

広域の気候に影響する可能性を指摘した。しかし既存のデータによると、欧米のエネルギー消費量や夜間光量は2000年も2009年もほぼ同じであり、彼らの結果の信頼性には疑問がある。

Bing CHEN・Jian-Qi ZHAO・Liang-Fu CHEN・Guang-Yu SHI：Anthropogenic Heat Release: Estimation of Global Distribution and Possible Climate Effect (人工排熱：全球分布と気候に対する影響の評価)” (Chen, B. *et al.*) についての藤部文昭氏からのコメントに対する回答

Bing CHEN, Jian-Qi ZHAO, Liang-Fu CHEN, and Guang-Yu SHI: Reply to the Comments of F. Fujibe on “Anthropogenic Heat Release: Estimation of Global Distribution and Possible Climate Effect” by Chen, B. *et al.*