

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

第90巻 第2号 2012年4月 目次と要旨

論文

- Sang-Sam LEE・B. J. SOHN：MODIS 赤外観測によるアジアダストの  
夜間エアロゾル光学的厚さのリトリーバル：  
人工ニューラルネットワークによるアプローチ .....163-177
- Pang-chi HSU・Tim LI・Yun-Ching LIN・Mong-Ming LU・June-Yi LEE：  
台湾北部における春季降水量予測のための次空間射影法 .....179-190
- Hyoung-Wook CHUN・B. J. SOHN・Do-Hyeong KIM・Myoung-Hwan AHN・  
Mi-Lim OU：オーストラリアの砂漠を標的とした太陽放射観測チャンネルの  
キャリブレーション：運輸多目的衛星 (MTSAT-1R) の可視センサへの適用 .....191-205
- 中谷 彩・近藤沙綾子・林田佐智子・永島達也・須藤健吾・Xiong LIU・Kelly CHANCE・  
廣田 勇：東アジア中緯度の対流圏オゾン高濃度帯と  
亜熱帯ジェット気流との関係 .....207-222
- Chao WANG・Liguang WU：北西太平洋での熱帯低気圧の強度変化：  
IPCC AR4 実験のダウンスケーリング .....223-233
- 石崎紀子・高藪 出・大泉三津夫・佐々木秀孝・大楽浩司・飯塚 聡・木村富士男・  
日下博幸・足立幸穂・栗原和夫・村崎万代・田中賢治：  
マルチモデルアンサンブルを用いた日本域の気候再現性の改善 .....235-254
- 國井 勝・瀬古 弘・上野 充・小司禎教・津田敏隆：2007年台風 Usagi の予報への  
GPS 掩蔽データ同化のインパクト .....255-273
- 山下吉隆・川村隆一・飯塚 聡・初鹿宏壮：中部日本の日本海側の大雪に関連する  
爆弾低気圧活動 .....275-295
- 杉本志織・上野健一：モンスーン期にチベット高原東部周辺で発達したメソ対流系の  
上層高気圧東方拡大に対する役割 .....297-310

要報と質疑

- 日比野研志・石川裕彦・石岡圭一：キャッピング逆転層がエクマン境界層の安定性に  
与える影響 .....311-319

学会誌「天気」の論文・解説リスト (2012年1月号・2月号) .....	321
英文レター誌 SOLA の論文リスト (2012年1-12) .....	322
気象集誌次号掲載予定論文リスト .....	323

.....◇.....◇.....◇.....◇.....

### Sang-Sam LEE・B. J. SOHN : MODIS 赤外観測によるアジアダストの夜間エアロゾル光学的厚さのトリートメント:人工ニューラルネットワークによるアプローチ

Sang-Sam LEE and B. J. SOHN: Nighttime AOT Retrieval for Asian Dusts from MODIS IR Measurements: An Artificial Neural Network Approach

東アジアのダスト粒子に対する夜間の MODIS 等価エアロゾル光学的厚さ (AOT) を推定するため、MODIS の赤外輝度温度 (BT) と可視 AOT を結びつける人工ニューラルネットワーク (ANN) モデルが使われた。ANN モデルの学習には、可視 AOT の利用できる日中に、BT と地表面のタイプと形状情報が MODIS の AOT を予測する入力に使われた。学習は2006年春季 (5-6月) の東アジア (20°N-55°N, 90°E-145°E) のダストに覆われたピクセルのみを対象

にした。日中の ANN モデルの AOT は、解析領域での MODIS の観測の AOT との相関係数が0.77を示し、両者は良く一致していた。ANN モデルの AOT と CALIPSO の AOT との相関は小さかったが、ANN モデルは夜間のアジアダストプリュームの変化や強度の両方を良く表現していた。さらに、夜間の可視相当の AOT は、日中のみの一連の AOT 分布のギャップを埋めており、ダストの動きや強度をモニターするのに安定的に使えることを示していた。

### Pang-chi HSU・Tim LI・Yun-Ching LIN・Mong-Ming LU・June-Yi LEE : 台湾北部における春季降水量予測のための次空間射影法

Pang-chi HSU, Tim LI, Yun-Ching LIN, Mong-Ming LU, and June-Yi LEE: A Spatial-Temporal Projection Method for Seasonal Prediction of Spring Rainfall in Northern Taiwan

春季 (3-5月) の台湾北部における降水量予測のために、時空間射影法 (STPM) という統計手法を開発した。7つの大気海洋変数 (925hPa 風速および水蒸気比湿, 850, 500, 200hPa 等圧面高度, および海面水温) を、過去11か月間の時間発展を考慮して独立変数として用いる。検証期間において、各変数の最も良い交差検定の結果にもとづき、最適アンサンブル法 (OE) を適用した。OE で採用されたいくつかの

独立変数は、最長10か月のリードタイムで予報スキルを示す。OE による決定論的予報は、STPM の独立変数が平均して相関係数0.6の予報精度をもつことを示している。しかし、予報された降水量の絶対値は過小評価されており、これを補正するために拡大係数を導入する必要がある。STPM は確率予報においても有効であった。平均したブライアスキルスコアは、平年値以下の降水について0.37であった。

## Hyoung-Wook CHUN・B. J. SOHN・Do-Hyeong KIM・Myoung-Hwan AHN・Mi-Lim OU：オーストラリアの砂漠を標的とした太陽放射観測チャンネルのキャリブレーション：運輸多目的衛星(MTSAT-1R)の可視センサへの適用

Hyoung-Wook CHUN, B. J. SOHN, Do-Hyeong KIM, Myoung-Hwan AHN, and Mi-Lim OU: Solar Channel Calibration Using Desert Targets in Australia: Application to the MTSAT-1R Visible Sensor

西太平洋地域における静止衛星の太陽放射観測チャンネルのキャリブレーションのために、オーストラリアのシンプソン砂漠を標的として設定し、放射伝達モデルに基づくキャリブレーション手法を開発した。放射伝達計算に必要な地表面の波長別反射率は、改良型衛星搭載用熱放射・反射放射計 (ASTER) の波長別データに対して、中分解能撮像分光放射計 (MODIS) の双方向反射率分布関数を調整する事により導出した。その砂漠の大気上端における放射輝度のシミュレーションを行った結果を、中分解能撮像分光放射計

(MODIS) 及び海洋観察広視野センサ (SeaWiFS) の可視チャンネルで観測された放射輝度と比較したところ、シンプソン砂漠を標的に開発された本手法は5%程度の不確実性で静止衛星の可視チャンネルをキャリブレーション可能である事が明らかになった。この手法を運輸多目的衛星 (MTSAT-1R) の可視チャンネルに適用したところ、可視センサの打ち上げ前のキャリブレーション係数は、比較的低いデジタルカウント値の範囲に対しては、5%の誤差範囲にあることを確認した。

## 中谷 彩・近藤沙綾子・林田佐智子・永島達也・須藤健吾・Xiong LIU・Kelly CHANCE・廣田 勇：東アジア中緯度の対流圏オゾン高濃度帯と亜熱帯ジェット気流との関係

Aya NAKATANI, Sayako KONDO, Sachiko HAYASHIDA, Tatsuya NAGASHIMA, Kengo SUDO, Xiong LIU, Kelly CHANCE, and Isamu HIROTA: Enhanced Mid-Latitude Tropospheric Column Ozone over East Asia: Coupled Effects of Stratospheric Ozone Intrusion and Anthropogenic Sources

過去15年間 (1995年から2009年) にわたる衛星データとオゾンゾンデデータを用いて、東アジア域でみられる対流圏オゾン気柱量の高濃度帯と亜熱帯ジェット気流付近の成層圏オゾン流入との関係を調べた。解析の結果、対流圏オゾン気柱量の高濃度帯と亜熱帯ジェット気流の位置は冬から夏にかけて北に移動し、夏から冬にかけて南に移動しており、1年を通して近接した緯度に位置することがわかった。このことから、成層圏オゾンの流入が高濃度オゾン帯の発生に寄与していると示された。しかし、オゾンゾンデデータの解析結果から、高濃度オゾン帯への上部対流圏オゾンの寄与は大きいとは限らず、下部対流圏のオゾンが高濃度オゾン発生に関わっている事が示唆された。観測データの解析結果とモデルのタグ付きトレーサー実験の解析結果を比較したところ、高濃度オゾン帯への

濃度の寄与は対流圏起源オゾンの方が大きいことがわかった。しかし、成層圏起源オゾンは対流圏起源オゾンよりも緯度勾配が大きいいため、両起源のオゾンを足し合わせた対流圏オゾン気柱量は、成層圏オゾンの流入場所である亜熱帯ジェット気流の付近で最大となる。この比較の結果より、衛星で観測された対流圏オゾン気柱量の高濃度帯の発現には成層圏起源と対流圏起源、両方のオゾンが寄与していると考えられる。東アジアではオゾン前駆物質の放出と亜熱帯ジェット気流の位置が近いいため、衛星データから両起源のオゾンを分離することは難しい。しかし、両起源のオゾンが分離して観測されていると思われる事例を示す衛星データもあり、成層圏起源と対流圏起源オゾンの両方が高濃度オゾン帯の発生に寄与していることが観測データからも示唆された。

## Chao WANG・Liguang WU：北西太平洋での熱帯低気圧の強度変化：IPCC AR4 実験のダウンスケーリング

Chao WANG and Liguang WU: Tropical Cyclone Intensity Change in the Western North Pacific: Downscaling from IPCC AR4 Experiments

従来の過去の研究では、熱帯低気圧（TC）の強度に及ぼす地球温暖化の影響を過去数十年に渡って議論されるとともに、気候モデルによる地球温暖化実験によって得られた大規模環境場に高解像度領域モデルをダウンスケーリングすることによって調べられてきた。本研究では、TC 強度と経路に関する理論モデルを用いたダウンスケール手法によって、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次レポートにおける気候モデルの選択に留意し、北西太平洋におけるTC 強度に対する地球温暖化の影響を調べた。また、海面水温（SST）、鉛直シア、TC の経路変化のそれぞれが台風強度に及ぼす寄与について議論した。

本研究での全般的なTC の活動度を、運動および強度のモデルをそれぞれ使ってシミュレートした。ここで、将来のTC 形成の地域的な変化については不確実性が大きいと仮定した。ダウンスケーリングモデルははじめに1965-1999年の観測値に対して評価し、次いで、コン

トロール実験における大規模場に対してダウンスケールして得られたTC 強度を基準に、10個のIPCC モデルを選んだ。2065-2099年の期間におけるSST の1.6-3.5K の昇温に対して、TC の最大強度は14%強まり、強いTC の数は66%増加する。この結果は、過去の研究と整合的である。すなわち、北西太平洋において将来TC の発生数が顕著に減らなければ、この領域での強いTC の数は、温暖化した世界において増加する可能性が高い。ほとんどの気候モデルではSST の昇温がTC 強度の変化に主要な役割を果たしているものの、鉛直シアと主要なTC 経路の変化もTC の強度変化に重要な役割を果たしていることがわかった。

これらの寄与は、ときにはSST 変化の寄与よりも大きくなり得る。しかし、TC 経路や鉛直シアの変化はSST の変化のようにTC 強度に対して系統的な変化をもたらすわけではなく、将来予測にさらなる不確定要素を加えるという結果になった。

## 石崎紀子・高藪 出・大泉三津夫・佐々木秀孝・大楽浩司・飯塚 聡・木村富士男・日下博幸・足立幸穂・栗原和夫・村崎万代・田中賢治：マルチモデルアンサンブルを用いた日本域の気候再現性の改善

Noriko N. ISHIZAKI, Izuru TAKAYABU, Mitsuo OH'IZUMI, Hidetaka SASAKI, Koji DAIRAKU, Satoshi IIZUKA, Fujio KIMURA, Hiroyuki KUSAKA, Sachiho A. ADACHI, Kazuo KURIHARA, Kazuyo MURAZAKI, and Kenji TANAKA: Improved Performance of Simulated Japanese Climate with a Multi-Model Ensemble

本研究では、水平解像度が20km の5つの領域気候モデル（RCM）を用いて、JRA-25再解析データのダウンスケーリングを行い、日本域の気候の再現性を評価した。RCM は気温と降水の時空間変動を精度良く再現していた。RCM でシミュレートされた気温のスキルスコアは再解析データよりも改善していた。JRA-25で夏季・冬季ともに過小評価されていた降水は改善され、特に冬季の降水エラーを減少した。一方、多くのRCM に共通する特徴として、氷点下時の気温の温暖バイアス、弱い降水の過大評価、および強

い降水の過小評価があることが確認された。RCM の結果を相互比較することで、気温バイアスにはモデル解像度の不足が、降水バイアスには積雲パラメタリゼーションが関わっていることが示唆された。マルチモデルアンサンブル平均した地上気温と降水量は、個々のモデルに比べてバイアスやスキルスコアを改善する。マルチモデルの力学的ダウンスケーリングは、日本域の気候変化に向けた影響評価研究にも適用できる有効な手段である可能性が示された。

## 國井 勝・瀬古 弘・上野 充・小司禎教・津田敏隆：2007年台風 Usagi の予報への GPS 掩蔽データ同化のインパクト

Masaru KUNII, Hiromu SEKO, Mitsuru UENO, Yoshinori SHOJI, and Toshitaka TSUDA: Impact of Assimilation of GPS Radio Occultation Refractivity on the Forecast of Typhoon Usagi in 2007

本研究の目的は、メソスケールデータ同化システムを用いた GPS 掩蔽データを同化することにより、台風の発生、発達段階のシミュレーションのための初期値を改善することである。低緯度域で動作するよう改良された気象庁メソ4次元データ同化システムを用いて、2007年7月の台風 Usagi に関して調査を行った。気象庁全球解析値、本データ同化システムによる解析値、本データ同化システムに掩蔽データを加えて作成された解析値それぞれを初期値とした予報実験を、気象庁非静力学モデルを用いて行った。

全球解析値を初期値にした実験では、予報モデルに

おいて台風の発生を予報することはできなかったが、本データ同化システムの解析値を用いることで発生を再現することができた。さらに GPS 掩蔽データを同化した解析値を用いることで、台風強度が改善されることが確認された。結果として、本データ同化システムが熱帯域でも良好に動作し、全球解析値と比較し高解像度の初期場が台風の強度予報に重要であることが示唆された。また、観測精度が高く全天候型の GPS 掩蔽データが台風予報に正のインパクトがあることがわかった。GPS 掩蔽データの現業利用が、低緯度域の防災に有益であることが期待される。

## 山下吉隆・川村隆一・飯塚 聡・初鹿宏壮：中部日本の日本海側の大雪に関連する爆弾低気圧活動

Yoshitaka YAMASHITA, Ryuichi KAWAMURA, Satoshi IIZUKA, and Hiroaki HATSUSHIKA: Explosively Developing Cyclone Activity in Relation to Heavy Snowfall on the Japan Sea Side of Central Japan

中部日本の日本海側の大雪発生と密接に関連する日本近海の爆弾低気圧活動について、日本版長期再解析データ (JRA-25) 及び気象庁気候データ同化システム (JCDAS) のデータを用いて調べた。月単位では、多雪時には、爆弾低気圧の経路は太平洋沿岸の黒潮流域と日本海に集中し、少雪時にはその経路は広範囲に分散する傾向がみられた。多雪 (少雪) 時には冬季東アジアモンスーンは強く (弱く)、モンスーン変動は爆弾低気圧活動の変化を通して日本海側の地域的な月降雪量に影響を与えている。日単位では、ユーラシア北部と南アジアの導波管を通る定在ロスビー波束の伝播 (亜寒帯テレコネクション型と亜熱帯テレコネ

クション型) が、爆弾低気圧の発達を通して、極端な大雪イベントの発生に寄与している。亜寒帯テレコネクション型は東アジアの寒冷な高気圧の発達と南下を促すのみならず、高緯度から赤道方向への高高位の移流をもたらすことによって日本近海の爆弾低気圧の急速な発達を促進している。両者の発達には日本を横切る海面更正気圧 (SLP) の東西傾度を強化し、極端な大雪発生の好適な条件を生み出している。亜熱帯テレコネクション型では、主に爆弾低気圧が単独で SLP 傾度を強めることで、極端な大雪が生じている。また、二つのテレコネクション型の間で、爆弾低気圧活動の地理的分布や経路に違いが見出された。

## 杉本志織・上野健一：モンスーン期にチベット高原東部周辺で発達したメソ対流系の上層高気圧東方拡大に対する役割

Shiori SUGIMOTO and Kenichi UENO: Role of Mesoscale Convective Systems Developed around the Eastern Tibetan Plateau in the Eastward Expansion of an Upper Tropospheric High during the Monsoon Season

本研究では、1999-2008年の10年間の夏期を対象とし、アジアモンスーン地域に形成される上層高気圧 (いわゆるチベット高気圧または南アジア高気圧) の

東方拡大に対するメソ対流系 (MCS) の役割を、数日程度の時間スケールに着目して明らかにした。MCS の抽出には1時間毎の衛星画像を用いた。雲面



積が最大に達した MCS の分布は不均一で、 $1.2 \times 10^5$  km<sup>2</sup>以上に成長した MCS の発生率はベンガル湾上、ベトナム北部沿岸地域、チベット高原周辺において高く、25%を超えた。この3地域に注目して、大きく発達した MCS (LMCS) と上層高気圧との関係について客観解析データを用いて調べた。チベット高原東部で形成された LMCS のみ、200hPa 面におけるジオポテンシャル高度の顕著な増加と対流圏中上層の昇温に貢献することがわかった。同時に、30-35°N に沿

った積雲対流活発帯 (ZACC) が中国中東部に形成されていた。ZACC の分布は LMCS と強く関連していた。対流圏下層では LMCS に伴う低気圧性循環の強化によって、北-北東方向、すなわち内陸側へ湿潤空気が輸送され、結果として ZACC は北方へ蛇行した。ZACC は LMCS 形成後数日間維持され、上層高気圧のさらなる東方拡大と、陸面湿潤領域の東方伝播を引き起こした。

### 日比野研志・石川裕彦・石岡圭一：キャッピング逆転層がエクマン境界層の安定性に与える影響

Kenshi HIBINO, Hirohiko ISHIKAWA, and Keiichi ISHIOKA: Effect of a Capping Inversion on the Stability of an Ekman Boundary Layer

中立成層したエクマン境界層 (EBL) の上部に存在するキャッピング逆転層が EBL の安定性に与える影響を、固有値問題と初期値問題を解くことで研究した。逆転層が十分高くに存在する場合には、逆転層が無い場合と同様に変曲点不安定に相当する発達ノーマルモードが存在する。しかし、逆転層を課す高度を下げていくと、発達ノーマルモードを生じさせる原因はホルムポー不安定に変わる。逆転層が特定の高度よりも低くなると、最終的には発達ノーマルモードは存在しなくなる。発達ノーマルモードが存在しない場合で

も、一時的にならば発達することが可能な非ノーマルモードタイプの摂動が存在する可能性はある。私たちは短い時間の間の発達の最も速い最適摂動の計算を行った。ノーマルモードと違いこの短時間最適摂動の性質は逆転層の存在によっても質的な影響は受けない。これらの結果は、逆転層を伴い中立成層した EBL のラージ・エディ・シミュレーションを他の研究者が行った際に、卓越した構造ではなく短時間だけ存在する小スケールのストリーク構造が出現したという事実と整合的である。