

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

第84巻 第1号 2006年2月 目次と要旨

論 文

Editorial .....	i
Seung-Ki MIN・Stephanie LIGUTKE・Andreas HENSE・Ulrich CUBASCH・ Won-Tae KWON・Jae-Ho OH・Ulrich SCHLESE：IPCC SRES シナリオで大気海洋結合モデル ECHO-G によりシミュレートされた21世紀の 東アジアの気候変化 .....	1-26
Wen-Yih SUN・Jiun-Dar CHERN：寒冷前線に対する台湾の中央山脈の 影響についての数値実験 .....	27-46
二宮洗三・西村照幸・鈴木恒明・松村伸治：大気大循環モデルでシミュレート されたアジア大陸東岸の寒気吹出と気団変質 .....	47-68
Rosbintarti Kartika LESTARI・岩崎俊樹：アジアモンスーンオンセットにおける 海面水温と海陸の温度差の役割に関する大気大循環モデル実験 .....	69-83
Maria João COSTA・Byung-Ju SOHN・Vincenzo LEVIZZANI・Ana Maria SILVA： GOME と GMS 衛星データの複合解析によるアジア域ダストの放射強制量の推定 —事例研究— .....	85-95
富川喜弘・吉識宗佳・佐藤 薫：南半球極渦内で観測された中立波動 .....	97-113
久保田尚之・城岡竜一・牛山朋来・陳 敬陽・中田 隆・竹内謙介・米山邦夫・ 勝俣昌巳：赤道西太平洋において MJO 活発期に観測された 積雲対流活動とその環境場の構造 .....	115-128
加藤輝之：1999年6月29日に九州北部に豪雨をもたらした線状の降水システムの 構造について .....	129-153
菊地勝弘・佐々木佳明・笹垣和香子・野村 聡：pH イメージング顕微鏡を使った 樹葉上の酸性液滴の中和実験 .....	155-164
水田 亮・大内和良・吉村裕正・野田 彰・片山桂一・行本誠史・保坂征宏・楠 昌司・ 川合秀明・中川雅之：JMA-GSM モデルを用いた20 km 格子間隔の 全球気候シミュレーション—平均気候状態— .....	165-185
稲垣厚至・Marcus Oliver LETZEL・Siegfried RAASCH・神田 学：非一様加熱が 熱収支インバランスに及ぼす影響—LES による数値解析的検討— .....	187-198
安永数明・吉崎正憲・若月泰孝・室井ちあし・栗原和夫・橋本明弘・金田幸恵・加藤輝之・ 楠 昌司・大内和良・吉村裕正・水田 亮・野田 彰：20 km 格子間隔の 大気大循環モデルと5 km 格子間隔の雲解像領域気候モデルによって 予測された将来気候における梅雨の変化 .....	199-220
山口和貴・野田 彰：北太平洋域における温暖化の空間パターン—ENSO 対 AO— .....	221-241

要報と質疑

1986年以前の気象集誌掲載論文の著作権の学会への委譲について .....	243
---------------------------------------	-----

学会誌「天気」の論文・解説リスト (2005年11月号・12月号) .....	244
英文レター誌 SOLA の論文リスト (2005年161-212) .....	245
気象集誌次号掲載予定論文リスト .....	246

.....◇.....◇.....◇.....

Seung-Ki MIN • Stephanie LIGUTKE • Andreas HENSE • Ulrich CUBASCH • Won-Tae KWON • Jae-Ho OH • Ulrich SCHLESE : IPCC SRES シナリオで大気海洋結合モデル ECHO-G によりシミュレートされた21世紀の東アジアの気候変化

Seung-Ki MIN, Stephanie LIGUTKE, Andreas HENSE, Ulrich CUBASCH, Won-Tae KWON, Jae-Ho OH, and Ulrich SCHLESE : East Asian Climate Change in the 21st Century as Simulated by the Coupled Climate Model ECHO-G under IPCC SRES Scenarios

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) の Special Report on Emissions Scenarios (SRES) A2, B2シナリオにもとづき、大気海洋結合気候モデル ECHO-G のアンサンブルシミュレーションを行い、東アジアの気候の将来変化を調べた。3つのアンサンブル実験：温室効果気体 (GHG) と硫酸塩エアロゾルを与える A2シナリオ実験(以下 A2)、温室効果気体のみを与える A2シナリオ実験(以下 A2G)、同じく温室効果気体のみを与える B2シナリオ実験(以下 B2G) を行った。すべての実験結果は、21世紀の東アジア地表付近温度 (T 2 m) と降水 (PCP) が、全球平均値に比べてより大きな振幅で増加することを示した。季節的な違いとしては、冬と秋により昇温し、夏により強い PCP になることが示された。

さらに大規模凝結性降水 (LSP) と対流性降水 (CP) の PCP に対する寄与を調べた。積雲パラメトリゼーションとしては調節型のクロージャを持つマスマフラックススキームを用いている。全球平均では LSP は PCP の増加を支配する一方、12-2月 (DJF) での赤道

付近や6-8月 (JJA) での30-40°S の PCP の減少は CP に支配された。後者は、北半球冬季のハドレー循環の弱化和南半球での静的安定度の増加に起因し、過去の研究結果を支持している。東アジアの PCP に関しては、CP の変化が JJA での PCP の増加のほとんどを説明する一方、LSP の変化は DJF の PCP の増加において決定的な役割を果たす。DJF での LSP の増加は北太平洋の40°N の北 (南) での傾圧性の強化 (弱体化)、すなわち将来気候でのストームトラックの極向きの移動とよく対応した。東アジアの気候変化に対するエアロゾルの効果 (A2と A2G の差) は寒冷と乾燥で特徴付けられ、平均的な変化に似た空間分布を持つ。従来の研究で見出されていた局所的な様相とは一致せず、エアロゾル強制に対する領域的応答の大きな不確実性を示している。21世紀での GHG の変化の影響 (A2G と B2G の差) は、PCP よりも T2m の変化でより顕著であり、エアロゾルの効果と同様の空間分布を示す。CP と LSP の PCP への寄与は、GHG のシナリオ依存性と同様、エアロゾルの効果に対して、影響を受けない。

Wen-Yih SUN • Jiun-Dar CHERN : 寒冷前線に対する台湾の中央山脈の影響についての数値実験

Wen-Yih SUN and Jiun-Dar CHERN : Numerical Study of the Influence of Central Mountain Range in Taiwan on a Cold Front

台湾域メソスケール実験 (TAMEX) の集中観測期間中 (1987年6月14日16 UTC~15日17 UTC) に観測された、中国大陸の海岸線付近の山脈に沿った背の低い寒冷前線の侵入と台湾の中央山脈によるその前線の変形を研究するために数値実験を行った。前線の東側

の移動が西側よりも早かったというような観測された前線の特徴が良く再現された。標準実験と感度実験から、台湾における前線の変形が前線とその下に存在する地形との力学的な相互作用によって引き起こされたことが示唆された。冷気塊が北から台湾北部に近づく

につれて、反時計回りの循環をともなう相対的に高い気圧場が風上側に形成された。その後、風の流れは台湾の北西側よりも北東側に多く分流するようになった。その結果、前線の東側と西側とで移動速度に差が生じた。中国の南東部に沿った前線の移動についての力学は海岸に捕捉されるメソスケールの峰や地形性ジェットについての力学とよく似ていた。運動量収支解析を行った結果、非線形の移流、非地衡風による力と摩擦による寄与が前線の直後方の風を局地的に変化

させるのに同程度重要であった。このことは、前線の力学が回転しない流体から導かれる密度流の理論によって記述されるものよりも複雑であることを示唆しているかもしれない。地表面摩擦をなくした感度実験の結果、標準実験と比べて前線の移動は早くなり、前線の先端後方の風が強まった。運動量収支における主要な力は気圧傾度力、コリオリ力と移流項であったので、前線は地形的に捕捉された密度流やケルビン波と力学的に似てないことが分かった。

### 二宮洗三・西村照幸・鈴木恒明・松村伸治：大気大循環モデルでシミュレートされたアジア大陸東岸の寒気吹出と気団変質

Kozo NINOMIYA, Teruyuki NISHIMURA, Tuneaki SUZUKI, and Shinji MATSUMURA : Polar-Air Outbreak and the Air-Mass Transformation over the East Coast of Asia as Simulated by an AGCM

大気大循環モデル T106L52 (プリミティブ・スペクトルモデル, 波数106, 層数52)を用い, 季節変化する気候値海面水温を与えた積分を行った。スピンアップ後の積分第7年(Y07)1月にシミュレートされたアジア大陸東岸における寒気吹出と気団変質の様相を観測的事実と比較して調べた。

Y07の1月の平均場における, シベリア高気圧, 大陸極気団, アリュウシャン低気圧および冬季季節風等の大規模循環系は妥当に再現された。また北西太平洋における総観規模低気圧の準周期的発達とそれに伴うアジア東岸の寒気吹出も観測的事実と矛盾なくシミュレートされた。

この1月の寒気吹出事例のうちの1例を選び詳細に調べた。日本海・北西太平洋における北西季節風(低気圧性循環), 東シナ海・南シナ海における北東季節風

(高気圧性循環)は適切に再現された。日本海および東シナ海において得られた顕熱・潜熱フラックスはこれまでの収支解析による推定値とバルク法による推定値と矛盾しない。海上で変質する大陸性極気団の内部の, 不安定な最下層(surface layer), 雲底下層(sub-cloud layer), 雲層および安定層を含む多層構造も観測事実と矛盾なく生成された。

しかし, 寒気吹出時の降雪量は観測事例に比べ過少である。これは降水をもたらすメソスケール循環系が, モデルの水平分解能の不足により再現されないからである。また, この大気大循環モデルでは, 寒気吹出の持続期間はやや短い。これはモデルにおいては大陸上の高気圧が実際の高気圧に比して東方に張り出す傾向があるためである。

### Rosbintarti Kartika LESTARI・岩崎俊樹：アジアモンスーンオンセットにおける海面水温と海陸の温度差の役割に関する大気大循環モデル実験

Rosbintarti Kartika LESTARI and Toshiaki IWASAKI : A GCM Study on the Roles of the Seasonal Marches of the SST and Land-Sea Thermal Contrast in the Onset of the Asian Summer Monsoon

海面水温と陸面の気温が夏季アジアモンスーンのオンセットに及ぼす影響を大気大循環モデル(気象庁全球モデル)を利用して調べた。5年間の標準実験でモデルがアジアモンスーンをある程度の精度で再現できることを確認した後, アジアモンスーンオンセットに焦点を当て, 海面水温固定および日射条件固定の2つ

のインパクト実験を行った。

海面水温固定実験では, 海面水温を4月1日の状態に固定したままで, 4月1日から6月30日まで積分を行う。系統的な変化を調べるため, 5ケースについてのアンサンブル平均を標準実験と比較した。海面水温固定実験では, 熱帯収束帯が南半球から北半球にジャ

ンブせず南半球に留まる。海面水温を固定したことによって、ソマリージェットやモンスーンオンセットをもたらす南アジアの下層西風は著しく弱まる。日射条件固定実験では、日射条件を4月1日に固定したままで、6月30日まで積分を実行する。日射条件を固定することによって、大陸上の熱的低気圧は弱まり、また地衡風の下の層の西風も弱まる。

これらの実験は、海陸の熱的コントラストと海面水

温はともにアジアモンスーンのオンセットに大きく寄与していることを示している。海陸の熱的なコントラストはユーラシア大陸を周回する風を強化し、アジアモンスーンの西風形成に主要な役割を果たす。海面水温の季節進行は熱帯収束帯を南半球から北半球に遷移させ、ハドレー循環を強化し、絶対角運動量輸送を通してモンスーンの西風を強化する。

### Maria João COSTA・Byung-Ju SOHN・Vincenzo LEVIZZANI・Ana Maria SILVA : GOME と GMS 衛星データの複合解析によるアジア域ダストの放射強制量の推定—事例研究—

Maria Joao COSTA, Byung-Ju SOHN, Vincenzo LEVIZZANI, and Ana Maria SILVA : Radiative Forcing of Asian Dust Determined from the Synergized GOME and GMS Satellite Data—A Case Study—

全球オゾン監視衛星 (GOME) と静止気象衛星 (GMS-5) の可視データを用いて、2000年4月7日に発生した黄砂現象について、その光学的性質を解析した。同時に韓国安眠島 (Anmyon-Do) で観測された太陽周辺光の解析と比較した結果、このダストの単一散乱アルベドが0.76と、サハラダストの0.93や敦煌 (Dunhuang, China) の0.9と較べてかなり低いことが分かった。これは、この地域で観測されるアジア域のダスト

が強い吸収性を持っていることを示している。当日のダストエアロゾルの放射強制効果 (波長 $0.5\mu\text{m}$ での単位の光学的厚さのエアロゾルに対する放射フラックス量) は、大気層で $102\text{ Wm}^{-2}$ 、地表面で $-116.9\text{ Wm}^{-2}$ である。これらの結果は、この地域での地表面や大気の放射収支が、これらのダストの存在によって顕著に変化させられることを強く示唆するものである。

### 富川喜弘・吉識宗佳・佐藤 薫 : 南半球極渦内で観測された中立波動

Yoshihiro TOMIKAWA, Motoyoshi YOSHIKI, and Kaoru SATO : A Neutral Wave Observed in the Antarctic Polar Vortex

2002年6月に行われた南極昭和基地 (東経 $39.6$ 度、南緯 $69$ 度) ラジオゾンデ集中観測において、周期 $12\sim 15$ 時間の短周期擾乱が高度 $22\text{ km}$ 以上の領域で観測された。この擾乱はほぼ順圧な構造を持ち、重力波の分散関係を満たさない。欧州中期予報センター客観解析データを用いた解析の結果、水平波長 $2000\text{ km}$ 程度の擾乱が渦位極小領域とともに背景風速と等しい位相速

度で東向きに伝播していたことがわかった。渦位極小領域は南 (北) 側に負 (正) の渦位勾配を持ち、順圧不安定の必要条件を満たす。しかし、観測された擾乱は順圧的に不安定なシア流中の中立波として解釈可能であることが示された。この結果は、極渦の変形に伴う局所的に不安定な背景流中で順圧不安定を抑えるなんらかのメカニズムが働いたことを示唆している。

久保田尚之・城岡竜一・牛山朋来・陳 敬陽・中田 隆・竹内謙介・米山邦夫・勝俣昌巳：赤道西太平洋において MJO 活発期に観測された積雲対流活動とその環境場の構造

Hisayuki KUBOTA, Ryuichi SHIROOKA, Tomoki USHIYAMA, Jingyang CHEN, Takashi CHUDA, Kensuke TAKEUCHI, Kunio YONEYAMA, and Masaki KATSUMATA : Observations of the Structures of Deep Convections and Their Environment during the Active Phase of an Madden-Julian Oscillation Event over the Equatorial Western Pacific

海洋地球研究船「みらい」によって MJO (マデン・ジュリアン振動) 活発期後期に観測された高時間分解能のデータを用いて積雲対流活動の構造とそれに伴う環境場を調べた。集中観測期間中に MJO に伴う活発な対流活動が観測域を通過した。MJO 活発期には強い西風を観測した。対流活動のライフサイクルとそれに伴う環境場を明らかにするためラグ相関解析を行なっ

た。対流活動は夜間とそれより12-18時間前にピークを持つ積雲対流雲群により構成される。前半に発達する積雲対流雲群は午後にピークを持ち、数時間で衰退するが、対流圏下層、中層に水蒸気を供給している。このことにより夜間により強い積雲対流雲群が発達しやすい環境場を作っている。積雲対流雲群のピークに対応して下層の西風が強化されている。

加藤輝之：1999年6月29日に九州北部に豪雨をもたらした線状の降水システムの構造について

Teruyuki KATO : Structure of the Band-Shaped Precipitation System Inducing the Heavy Rainfall Observed over Northern Kyushu, Japan on 29 June 1999

寒冷前線にともなう線状の降水システムが1999年6月29日に九州北部に豪雨を引き起こした。この降水システムの中には複数のメソ対流系が存在し、さらにそのメソ対流系の風上側では繰り返し積乱雲が発生し、その発生した複数の積乱雲でメソ対流系が構成されていた。すなわち、降水システムは複数の水平スケールを持つ擾乱からなる階層構造をしていた。降水システム、メソ対流系、積乱雲はそれぞれ異なる速度で異なる方向に移動し、異なる空間・時間スケールを持っていた。

降水システムには南西から下層に湿潤気塊が、西から中層に乾燥気塊が流入し続けていた。この乾燥気塊は周囲の大気より冷たいことはなかった。下層の湿潤気塊は積乱雲を発生させ、中層の乾燥気塊は対流不安

定を強化・維持させていた。そのように対流不安定が維持される中で、豪雨が引き起こされた。

積乱雲の雲頂高度は降水システムの西側と中央部で異なっていた。雲頂高度が異なる要因について、再現に成功した水平分解能2 kmの非静力学雲解像モデルの結果を用いて調べた。中層の乾燥気塊の積乱雲への貫入が中央部より西側でかなり多かった。このことが積乱雲の雲頂高度が西側で高度7 km以下、中央部で5 kmから7 kmの高度と圏界面までの2つの高度に2分化させた。すなわち、西側の積乱雲の多くは水物質の蒸発冷却により完全に浮力をなくした。これらの結果から、中層の乾燥気塊の流入はその量が多くなると非常に強く対流不安定を強化する一方、積乱雲の発達を抑制するという効果を持つことが分かった。

菊地勝弘・佐々木佳明・笹垣和香子・野村 聡：pH イメージング顕微鏡を使った樹葉上の酸性液滴の中和実験

Katsuhiko KIKUCHI, Yoshiaki SASAKI, Wakako SASAGAKI, and Satoshi NOMURA : Examination of the Dilution and Neutralization of Acid Droplets by Tree Leaves Using a pH-Imaging Microscope

酸性雨が樹葉によって中和されるというこれまでの一連の観測結果を更に明らかにするために、pH イメージング顕微鏡 (SCHEM-100, 堀場製作所) を使っ

て樹葉上に滴下した人工液滴 (pH 2.0) の中和効果に関する実験を行った。その結果、ブナ、トチ、ケヤキ、カシワの広葉樹は、スギ、クロマツ、アカマツの針葉

樹よりも、より効果的に酸性液滴を希薄にし、中和させる傾向のあることが明らかになった。このことは、これらの広葉樹の樹冠滴下流が、上にあげた針葉樹の樹冠滴下流よりも酸性降雨をより中和させる傾向が強いというこれまでの観測結果を実証したものと考えられる。さらに、実験した全ての樹葉について、酸性液滴の中和効率率は6月よりも9月で大きかった。また、白神山地の緩衝地帯近くの日本海沿岸から風下側に30 km 離れた、殆ど車の通らない岳岱自然観察教育林と秋田市の北側、日本海沿岸から風下側8 km 離れた交

通量の多い県道42号、国道7号、101号に近い大瀨村中心部の生態系公園で採取されたブナの葉の中和効率は殆ど変わらなかった。このことは、樹木が酸性雨を中和する機構として、しばしば議論される樹葉上の Dry Deposition (乾性沈着) の影響は少ないということを示している。更に、ブナの葉の裏側が表側より、より効果的に酸性液滴を中和することも明らかになった。これらの結果を総合すると、樹木による酸性雨の中和機構として葉の中に多く含まれているカリウムが強く寄与しているものと推察される。

水田 亮・大内和良・吉村裕正・野田 彰・片山桂一・行本誠史・保坂征宏・楠 昌司・川合秀明・中川雅之：JMA-GSM モデルを用いた20 km 格子間隔の全球気候シミュレーション—平均気候状態—

Ryo MIZUTA, Kazuyoshi OOUCHI, Hiromasa YOSHIMURA, Akira NODA, Keichi KATAYAMA, Seiji YU-KIMOTO, Masahiro HOSAKA, Shoji KUSUNOKI, Hideaki KAWAI, and Masayuki NAKAGAWA : 20-km-Mesh Global Climate Simulations Using JMA-GSM Model—Mean Climate States—

格子間隔が約20 km の大気大循環モデルを開発した。現時点で気象の用途に用いられる最速の計算機である地球シミュレータを利用して気候値海面水温を用いた10年以上の時間積分をおこない、小さいスケールから全球スケールに至るまでの現在気候を再現する性能を調べた。

季節平均した降水量、地表気温、高度、帯状平均の風速や気温の全球的な分布は観測で得られた分布に近

いものが得られた。ただし全球降水量は過剰であり、熱帯上部対流圏に高温偏差が見られた。モデルの水平解像度を増加させることにより、全球の気候再現性を保ったまま、地形の効果や物理過程の表現が向上した。これにより、小さいスケールの現象や極端な現象に関する全球的な特徴について、これまでになく詳細に調べることが可能になった。

稲垣厚至・Marcus Oliver LETZEL・Siegfried RAASCH・神田 学：非一様加熱が熱収支インバランスに及ぼす影響—LES による数値解析的検討—

Atsushi INAGAKI, Marcus Oliver LETZEL, Siegfried RAASCH, and Manabu KANDA : Impact of Surface Heterogeneity on Energy Imbalance : A Study Using LES

近年、多くの野外大気観測により指摘されているエネルギーインバランス問題（点計測の渦相関法では領域平均のフラックスを過小評価する問題）について、LES を用いた数値解析によって検討を行った。本研究は、地表面加熱が水平一次元方向に正弦関数で変化する水平非一様場を対象とした。熱的な局地循環が発達する点で水平一様場と異なっている。そのような場における高度100 m での1時間平均した水平面熱収支について検討した。

本研究では、領域平均した正味の鉛直熱輸送を、渦

相関乱流熱輸送、局地循環がもたらす正味の熱輸送、そして残差項に分解した。このとき局地循環による熱輸送と残差項の和がエネルギーインバランスとして定義される。これら輸送項の、地表面加熱の振幅と波長に対する依存性について検討した。

結果として、地表面加熱が大きな振幅を持つほど局地循環による輸送は単調増加したが、残差項は単調減少した。そして両者の和として定義されるエネルギーインバランスは、弱い加熱振幅があるときに極小値を取った。この残差項をもたらすのはサーマル組織構造

であり、それは局地循環のような定常流ではないが、個々のサーマルとも明確に区別される長周期の構造である。地表面加熱の振幅が大きくなるとこの構造が減衰するため残差項が減少した。その原因として、(1) 大きな水平圧力勾配が形成され、それがサーマル組織構造を局地循環流の中により強く取り込む作用、(2) 局

地循環流内の水平風速が増加することでエルゴード性が向上するため、時間平均後の構造が減衰する作用の二つが挙げられる。

他に水平一般風を伴う計算を行い、水平非一様場においても水平一般風がインバランスを大きく減少させることを示した。

**安永数明・吉崎正憲・若月泰孝・室井ちあし・栗原和夫・橋本明弘・金田幸恵・加藤輝之・楠 昌司・大内和良・吉村裕正・水田 亮・野田 彰：20 km 格子間隔の大気大循環モデルと 5 km 格子間隔の雲解像領域気候モデルによって予測された将来気候における梅雨の変化**

Kazuaki YASUNAGA, Masanori YOSHIZAKI, Yasutaka WAKAZUKI, Chiashi MUROI, Kazuo KURIHARA, Akihiro HASHIMOTO, Sachie KANADA, Teruyuki KATO, Shoji KUSUNOKI, Kazuyoshi OOUCHI, Hiromasa YOSHIMURA, Ryo MIZUTA, and Akira NODA : Changes in the Baiu Frontal Activity in the Future Climate Simulated by Super-High-Resolution Global and Cloud-Resolving Regional Climate Models

二酸化炭素をはじめとする温室効果気体の大気中の濃度が増加した場合に、東アジア域の梅雨期の気候がどのように変化するかを予測するため、20 km メッシュの高解像度全球気候モデルと、雲を解像する 5 km メッシュの領域気候モデルを使って長期積分をおこなった。この研究では、将来気候実験で現在気候実験に比べて梅雨明けが不明瞭となった原因と、将来気候における梅雨期の降水特性の変化について調べた。

20 km メッシュの全球気候モデルを使った10年間の現在気候実験では、梅雨前線が季節進行とともに北に移動する様子や、日本付近での梅雨明けが良く再現されていた。同じモデルによる将来気候実験では、太平洋高気圧が7月下旬においても日本の南方に留まり、結果として不明瞭な梅雨明けとなっていた。

東アジア域を対象とした 5 km メッシュの領域気候モデルのシミュレーションでは、20 km メッシュの全

球気候モデルのシミュレーション結果を初期値と境界値として利用した。現在気候実験と将来気候実験で、6月の東アジア域の降水量に差は見られなかった。7月には、将来気候実験で現在気候実験よりも降水量が増加し、降水強度が強いものほど降水頻度の増加が顕著であった。

梅雨期の典型的な降水システムとその変化を調べるために、降水システムを降水面積で分別した。6月には現在気候実験と将来気候実験で、どの大きさの降水システムの出現数にも差が見られなかった。7月には、将来気候実験で現在気候実験よりも90,000 km<sup>2</sup>以上の面積を持つ降水システムが増加し、その増加は九州地方で最も顕著であった。この結果は、傾圧性が将来気候実験の7月に、九州地方で現在気候実験よりも強まっていることと整合的であった。

**山口和貴・野田 彰：北太平洋域における温暖化の空間パターン—ENSO 対 AO—**

Kazuki YAMAGUCHI and Akira NODA : Global Warming Patterns over the North Pacific : ENSO versus AO

太平洋域における自然変動と温暖化応答の関係を、海面水温、海面気圧および降水量偏差の空間パターンについて、IPCC 第4次評価報告書に向けて実施された18モデルの結果に基づく相互比較解析により調べた。その結果、温暖化応答パターンはモデル内の自然変動モード、ENSO と AO に強い関連があることが認

められた。熱帯太平洋域では、多くのモデルが ENSO 的な温暖化パターンを示し、そのほとんどがエルニーニョ的な変化である。また、北半球高緯度域では、多くのモデルが AO 的な温暖化パターンを示し、この場合はいずれも正位相の AO 的な変化である。また、上部対流圏及び下部成層圏での南北温度勾配の増加は、

亜熱帯ジェット気流を強め、高緯度においてAO的に変化し易い状態をもたらす一方、静的安定度の増加は、大規模循環を弱め、低緯度においてエルニーニョ的に変化し易い状態をもたらすことが示された。しかし、高緯度の北太平洋域における海面気圧偏差は、エ

ルニーニョ的な変化と正位相のAO的な変化の場合で両立しない。この結果、現在のモデルは、それぞれの変化を引き起こすメカニズムの相対的な重要度を完全には決定できず、このため北太平洋域における温暖化パターンに不一致が生じている。