

## 2006年度春季大会専門分科会報告

今大会は、ポスター及び口頭発表による一般講演と、特定のテーマについて議論を深める専門分科会とが行われました。このうち専門分科会については、昨年8月号でコンピーナー及びテーマの募集を行い、5件が採用されました。

以下に、それぞれの分科会のコンピーナーの方々から頂いた報告を掲載します。なお、専門分科会のプログラムは4月号に掲載されています。

2006年6月 講演企画委員会

## 1. 「太平洋・インド洋域における大気海洋結合現象」

本分科会では、我が国の天候予測にとっても重要な、太平洋・インド洋域での様々な時空間規模における大気海洋結合の現象に関して、13名（うち招待講演者2名を含む）の講演者から最新の研究成果を紹介して頂いた。コンピーナーは、中村（海洋研究開発機構/東大）と謝（ハワイ大）が務めた。なお、注目される話題の豊富さを反映して、予想を大幅に上回る31件もの申込を頂いたが、時間の制約から16件をポスター発表に、2件を一般講演に回さざるを得なかったことを、この場を借りてお詫び申し上げたい。

分科会の前半では、熱帯域における大気海洋結合現象に関する6件の講演が行なわれた。冒頭の招待講演において Behera（海洋研究開発機構）は、地球環境フロンティア研究センターで実施された大気海洋結合大循環モデル（CGCM）での幾つかの感度実験に基づき、エルニーニョ・南方振動（ENSO）とインド洋ダイポール現象（IOD）という、熱帯域の2つの卓越経年変動モードの相互関係を論じた。ENSO、IODは約5年と2年の固有周期を持つ自励的結合変動モードだが、相互影響により発現間隔が変化することが示された。次いで、Luo（海洋研究開発機構）は、同じ

CGCMによる過去22年間の季節予報再現実験が、ENSO、IODの9～12か月予報に高いスコアを示したことを報告した。Annamalai（ハワイ大）は、2つの大気大循環モデルによるアンサンブル実験に基づき、エルニーニョ時に熱帯太平洋の海面水温（SST）偏差が強制する冬季北太平洋上の大気循環応答が、同時に海洋力学応答としてインド洋に現れるSST偏差により強制される大気の遠隔影響によって弱められる傾向にあることを示した。一方、植田（筑波大）は、夏季モンスーンに絡むインド・太平洋域での大気海洋相互作用の特徴を、季節進行と経年変動とに関して総合的にレビューした。Qin（東北大）は、日々の人工衛星観測による0.1°の高分解能SSTデータに基づき、夏季南シナ海において晴天弱風時にSSTが29.5°Cを超える高温イベントの形成過程を解析した。清木（東大）は、Madden-Julian振動（MJO）に伴い観測された強い西風偏差をエルニーニョ発生前と他の時期とに分類の上、短周期の総観規模擾乱の振舞を比較した結果を報告した。前者の場合にのみ、その特徴的な基本場の影響でMJO対流域にて擾乱の発達が見られることを紹介し、それが強い西風バーストにまで成長する可能性を示した。

後半は、亜熱帯・中高緯度の結合現象に関する7件の講演があった。まず、Schneider（ハワイ大）は招待講演にて、黒潮・親潮続流域（KOE域）における長周期変動とそれに関わる大気海洋相互作用についてレビューした。KOE域の長期変動の大規模構造は、大気により強制され西進してくる海洋ロスビー波が決定するものの、海流に伴う非線型力学が変動を前線帯に集中させることや、こうしたSST分布に見られる前線構造が大気境界層構造に顕著に影響することを示した。野中（海洋研究開発機構）は、10kmの高い水平分解能の海洋大循環モデル（OFES）で再現された北西太平洋亜寒帯前線帯における十年規模変動を調査し、風応力により生じた北海道沖の親潮の強化に引き

続き、低温偏差が亜寒帯前線沿いに急速に東方へ広がって、大気への熱供給を低下させることを示した。見延（北大）は、人工衛星からのマイクロ波観測データの解析から、メキシコ湾流や黒潮統流に沿う SST 前線帯においてその南と北で海上風がそれぞれ収束・発散し、その収束域に沿って雲量や降水量の極大が分布する傾向にあり、その傾向が大西洋で特に明瞭なことを示した。甲斐（北大）は、2005年梅雨期に KOE 域で実施されたゾンデの集中観測のデータを解析し、統流に沿った SST の前線と南北移動する梅雨前線との相対的な位置関係に依存して、大気海洋間の熱交換が変化し、大気境界層の構造や下層雲の種類に影響をもたらす傾向を紹介した。一方、美山（海洋研究開発機構）は、高分解能の領域海洋循環モデルを、太平洋東部でのみ領域大気モデルと結合し、太平洋の西部では観測された大気強制を与えた初期的な実験結果を紹介した。その結果、SST や下層雲、熱帯収束帯が現実的に再現され、通常の全球 CGCM より高い再現性を示した。小守（海洋研究開発機構）は、大気側が水平50 km、海洋側が水平25 km の高分解能全球 CGCM 積分の初期成果において、海岸付近の地形の影響による海上風の強弱により局所的な海洋応答もたらされる様子が現実的に再現されることを報告した。最後に、望月（海洋研究開発機構）は、4次元変分法に基づく大気海洋陸面結合系のデータ同化を目指して実施したアンサンブル同化実験を紹介した。境界層の乱流フラックスのバルク係数を最適化する効果で同化モデルの再現性に向上が見られること、それが海洋大陸上で特に顕著で、改善された SST 分布の影響により降水量の再現性も高まったことが報告された。

本分科会には海外からの申込が4件もあった他、講演の殆どは英語で行われ、国際化が進む本学会を象徴する分科会でもあった。また、午後の分科会講演では、多様な大気海洋結合現象に関する最新の研究に対して、満席の会場から活発に質疑がなされ、将来への方向性を考える契機となったのではないと思う。それに先立って行われたポスターセッションも大変盛況で、発表者と聴衆との間で時間をかけての活発なやりとりが繰り返された。この場を借りて、コンピナーを代表し、各講演者、大会関係者、並びに参加下さった多くの会員諸氏に改めて御礼申し上げます。

中村 尚（海洋研究開発機構/東大院理）

## 2. 「アジアにおける広域大気汚染とその環境影響」

### 2.1 「地球環境問題委員会」について

気象学が包含する研究領域は今日、地球規模の環境問題（地球温暖化、オゾン層の破壊、広域大気汚染など）と密接に結びついている。これらの環境問題の研究は他の研究分野との多くの接点を持っている。このため、気象学会における、環境問題研究の進展・推進は境界領域との結び付きを深めるという点で重要である。また、気象学における環境問題を中心とした研究分野は広く社会と深い関わりを持っていると言える。また気象学会会員の研究活動はこれらの問題の理解や解決に重要な貢献をなすものであると考えられる。気象学会員の研究活動を通して得られた成果が、社会・経済活動にとってどのような接点を持っているのか、どのように有用であるのかということをもっと多くの方々に知ってもらうための活動を「地球環境問題委員会」として行ってきた。こういった取り組みの1つとして、公開講演会「地球温暖化と異常気象」を2004年度春季大会中に開催した。また2005年の春には、学会会期中に公開シンポジウム「地球環境の進化と気候変動」を東京大学大会実行委員会と共催して行った。2006年の春の大会では、「アジアにおける広域大気汚染とその環境影響」という標題の専門分科会を地球環境問題委員会が主催した。

### 2.2 分科会の趣旨・内容

アジアでは、近年の急速な経済発展に伴って人為起源物質の発生量が著しく増大しており、その環境への影響が懸念されている。特にエアロゾル・オゾンの環境影響は、気候（日射、気温、雲量、降水量など）、農業生産・植生、人間の健康など多岐にわたる。これらの研究のための国際的な共同研究も進みつつある。この学際的な環境研究分野における近年の知見や今後の研究の方向性を、招待講演により紹介するという形式で分科会を実施した。

分科会は1. アジアの大気汚染物質の放出（増井利彦、秋元 肇）、2. アジアの都市域・広域におけるエアロゾルの変動（竹川暢之、小池 真）、3. アジアにおける対流圏オゾンと植生影響（谷本浩志、小林和彦）、4. エアロゾルの気候へのインパクト（竹村俊彦、村上正隆）、5. 総合討論（中島映至）という5部で構成され、大気汚染物質の放出、エアロゾル・オゾンの生成、その植生・気候影響の研究の現状と最前線が紹介された。このように分科会の内容は、気候学・大気化学・社会経済学・農学にまたがっており、

これらを統一的に語ることにより、この研究分野の現状と将来像を気象学会会員の方々によく理解してもらうことを主眼としていた。このことは、長期的に気象学会の活動の社会的な貢献に有効と考えられる。「アジアの環境問題」に対する高い関心を反映して、会場に座りきれないほどの方々が集まった。また討論の場では、アジアをフィールドとした共同研究の必要性が、フロアから熱く語られ、分科会の趣旨は十分に達成された。この分科会の成功が、「アジアの環境問題」研究の大きな発展の流れを作るステップとなることを願っている。

近藤 豊 (東京大学先端科学技術研究センター)

### 3. 「種々の地表面上に発達する大気境界層の観測とモデリングに関する研究の現状と将来展望」

ここ数年、大型予算を伴う研究プロジェクト等により、種々の地表面上に成立する大気境界層の観測的研究や数値実験を併用した研究が、国内外で活発に行われている。これらの研究は、大気境界層内の乱流変動量や地表面フラックスの空間分布に関する観測的研究、ウィンドプロファイラレーダを用いた大気境界層～対流圏中層の風の場に関する観測的研究、そしてLES (Large Eddy Simulation) に代表される大気乱流に関する数値実験など、多岐にわたる。我々は、最近の大気境界層の最新の観測事例や数値実験の成果について情報交換を行うことを目的に、標題の専門分科会を企画した。分科会は前半セッション、後半セッション、そして総合討論のセッションで構成され、それぞれにおいて、活発な議論が行われた。その概要と議論の内容を、以下に記す。

前半セッションでは、衛星リモートセンシングや航空機を用いた地表面フラックスの推定手法に関する研究、フラックス観測装置とウィンドプロファイラレーダを用いた観測的研究や、LESを併用して大気境界層内の鉛直循環を空間的に明らかにする研究など、4件の話題提供があった。先ず、千葉工大の松島大氏からは「リモートセンシングと数値モデルによる地表面熱フラックスと関連するパラメータの推定」、筑波大の小谷亜由美氏からは「航空機観測データを用いた混合層分散法による地表面フラックスの推定」と題し、それぞれ衛星観測、航空機観測から広域地表面フラックスを推定する手法についての講演があった。両発表とも、推定の過程で算出されるパラメータなどから、表層土壌水分量の推定 (前者) や混合層における統計

値への傾圧性の影響 (後者) などが明らかにされた点が興味深かった。続いて、名大の田中広樹氏から「中国淮河流域における地表面フラックスおよび大気境界層観測」と題して、フラックス観測装置とウィンドプロファイラレーダを用いた連続観測結果について、同じく名大の遠藤智史氏から「2004年初夏の中国淮河流域における対流境界層内の鉛直循環の特徴」と題して、LESの数値実験結果とウィンドプロファイラレーダ観測結果との比較について、講演があった。観測された大気境界層高度が浮力フラックスの積算量と関係しつつ、総観場 (沈降流速度) に影響されること (前者) や、浮力フラックスが、地表面が乾燥した場合には顕熱フラックスでほとんど占められる一方、湿潤な場合には水蒸気フラックスの重要性が増す点 (後者) が、それぞれ興味深かった。前半セッションのコメントとして、特に遠藤氏の発表に関連して名大の篠田太郎氏から、海洋上の大気境界層においては水蒸気フラックスによる浮力が卓越することが、また熊本大の田中健路氏からは、干潟上における熱収支が潮の満ち引きに応じて陸面と海面の両者の特性を持つことが、それぞれ紹介された。

後半セッションでは、都市境界層に関する最近の研究のレビューや、コヒーレントドップラーライダーを用いた大気境界層内の縞状気流構造の発見的な観測事例の紹介、そしてLESや雲解像モデルの改良に関する話題提供がなされた。先ず、東工大の森脇亮氏からは、「都市域における乱流・フラックス観測研究の動向」と題し、都市境界層におけるフラックス観測の世界的動向、東京住宅街の長期乱流観測から得られた知見 (植生オアシス効果、都市キャノピー内の熱源の季節依存性、相似則の適用性) に関する発表があった。ドイツ・ハノーバー大のラッシュ氏からは、「High resolution Large Eddy Simulations on the effects of land surface heterogeneities」と題し、超並列用に巧妙に開発されたLESを用いた数値実験の話題が提供された。特にLITFASS-2003と呼ばれるヨーロッパにおける非一様地表面大気境界層観測プロジェクトの乱流観測結果とLESのアンサンブル計算値との比較は示唆に富んでいた。続いて北大の山下和也氏からは、「コヒーレントドップラーライダーを用いた大気境界層の縞状気流構造の研究」に関して講演があり、近年、流体力学全般において話題となっている内部境界層の低速ストリーク構造との類似性を示唆し、大気境界層乱流の新しい観測ツールとして大いなる期待を

抱かせるものであった。後半セッションのコメントとして、海洋研究開発機構の吉崎正憲氏から、気象庁で現業に使用されている非静力学モデルに応用でき、かつ凹凸地表面上でも使用に耐える新たなモデルの開発についての紹介があった。

総合討論に入ると、会場から、安定境界層の研究結果がこの分科会では紹介されなかったことや、ストリーク構造が観測できると何が面白いのか、そして複雑地表面上の大気境界層研究に、今後何を期待するのか、等の疑問が投げかけられた。我々コンピーナーは、大気境界層研究の難しさは、実験室レベルでの流体現象ではない（地球大気の下端としての）実スケールでの大気乱流現象そのものにあり、その3次元的なふるまいを容易には観測できないことにあると考えている。LESは、従来の流体力学的知見で直接計算できる大規模渦と、パラメタリゼーションにしか頼れない（直接計算不可能なスケールの）乱渦を効率的に計算する画期的なツールである。しかし、その結果が実スケールでの大気乱流現象を本当に再現しているのかどうかについては、定かではない。したがって、今後の大気境界層研究において、LESなどのモデルの改良と観測技術の発展による相互補完関係が、非常に重要になってくると考えられる。鉛直1次元的な観測では明らかにできない大気乱流現象を、LESなどのモデルで補いながら相互補完的に研究を進め、モデルの改良と観測技術の改良・普及が抜きつ抜かれつ進展していく姿が、妥当なものであることは言うまでもない。これらの点に関連して、大気境界層を安価にかつ空間的に精査できる観測技術が必要であることや、大気境界層研究を発展させていくために新たな枠組みでの研究プロジェクトが必要であることなど、時間を大幅にオーバーしたにも関わらず、白熱した議論が繰り広げられた。なお、上述のように今回の分科会では、メソ対流系と大気境界層過程のリンクを主に目指したために、安定境界層の研究事例が皆無であった。この点を反省するとともに、数年後、安定境界層に関する専門分科会が企画されることを願ってやまない。

檜山哲哉（名古屋大学地球水循環研究センター）

浅沼 順（筑波大学陸域環境研究センター）

神田 学（東京工業大学大学院理工学研究科）

#### 4. 「雲・エアロゾルの新しい地球環境監視システム」

雲やエアロゾルは地球温暖化予測モデルの結果を左

右する不確定要因として注目されているが、近年、新しい観測システムや解析手法が提案・開発・利用され、その地球放射に関する役割が徐々に明らかになってきている。この専門分科会は、様々な観測手法や最新結果の発表を通して、この分野の現状認識、理解が深まることを期待して企画された。

最初に中島（東大気候システム）からエアロゾルの間接効果など最新の研究報告があり、雲エアロゾル観測システム構築の重要性が述べられた。その後、前半は雲レーダやライダーやスカイラジオメータなどの地上観測関連で7件の発表があった。これらの発表では、複数の測器から成るシステムで観測を行っていることや多地点に測器を展開して広範囲の情報を取得していることが強調された。また、ドップラー観測で上昇流と雲生成の関係を示したり、複数の測器を組合せて有効半径など雲物理量を推定したりと、雲・エアロゾル相互作用を考察する上で重要な観測結果が多数示された。

後半は衛星観測と数値モデルに関して7件の発表があった。現在計画中の雲レーダとライダーを同時搭載したEarthCARE衛星が紹介され、鉛直分布を測定する能動型センサと広域を測定できる受動型センサとの組合せの有効性について議論された。また、雲解像モデルのパフォーマンス確認のための衛星データ利用やビン法雲モデルを用いたエアロゾルと雲物理過程の研究が報告された。そして、降雨観測衛星TRMMやGPMに関する2件の発表と、テラヘルツ放射計による雲氷量推定の予備検討についても報告された。気候モデルへ雲エアロゾルの影響を取り入れていくには、全球観測できる衛星からのデータが不可欠であり、今後も様々な連携が必要だと感じられた。

4月末にNASAの雲レーダ、ライダーを搭載したCloudSat、Calipso衛星が打ち上がった。分科会の数日前にCloudSat衛星による初画像が公表されたばかりというタイミングであったため、この分科会の講演でもこの画像は何回も取り上げられ、聴衆に衛星雲レーダ時代の到来を印象づけていた。

最後に本分科会には予想以上に22件の申込みをいただいたが、時間の都合で7件は一般講演に変更していただいた。また、講演や質疑の時間を十分取れず、講演、聴講された皆様によくぶん消化不良の感を抱かせたかもしれない。この場をお借りしてコンピーナーの至らなさをお詫びすると共に、ご協力いただいた講演者、聴講者、大会関係者の方に感謝します。

大野裕一（情報通信研究機構）

### 5. 「JRA-25長期再解析が切り開く新しい気候研究」

本分科会は、長期再解析に関する専門分科会としては2005年春季大会における「日本における再解析～作る立場から、利用する立場から～」に続く第2回目である。JRA-25は気象庁と（財）電力中央研究所が共同で実施し、2006年3月に完成したばかりの再解析データである。今回はJRA-25が計算途中であり、再解析データの作成方法・品質情報など、再解析提供者側と利用者側との情報交換を主目的としていたのに対し、今回は、JRA-25を用いてどんな新しい発見が期待されるか・どんな研究が展望できるかということに焦点を当てた。

本分科会では、まず大野木（気象庁気候情報）が趣旨説明を兼ねてJRA-25の概要・特性について発表した。計算ストリームの接続や入力した観測データの変遷に伴う解析値の変動など、データ作成者でなければ知りえない情報や、JRA-25の特性について詳細な報告がなされた。続いて、JRA-25を用いた様々な研究成果の発表が行われた。谷田貝（総合地球環境学研究所）はJRA-25の降水量と東アジア域の雨量計観測との比較を行い、日々の変動が両者でよく一致することを示した。山崎（気象大）は夏季東アジア周辺の循環場と降水量の年々変動の関係について、PJパターンとの対応を調べた。高橋（気象研）はJRA-25等の再解析における半月および日降水量の特性を調べ、降水量強度分布が観測とよく一致することを示した。山田（富山大理）は台風が定在ロスビー波を励起することを示し、台風による遠隔強制が十分遠方へも伝わることを示した。初鹿（富山県環境科学センター）はJRA-25およびERA-40における熱帯低気圧の再現性および発生ポテンシャルの経年変化を調べ、JRA-25の熱帯低気圧再現性が良いこと、1990年代における北半球の発生ポテンシャルが高いことを示した。釜堀（気象庁気候情報）はJRA-25の熱帯低気圧場のコン

ポジット解析を行い、全球非断熱加熱・潜熱フラックス・顕熱フラックスにおける熱帯低気圧場の寄与を見積もった。筒井（電中研）は再解析と気候モデルにおける熱帯大気の熱力学的構造のトレンドを比較し、再解析と気候モデルの双方に改善の余地があることを示した。小坂（東大院理）はJRA-25とNCEP-R2におけるPJパターンを比較し、JRA-25の方がOLRとの対応が良いことを示した。濱田（東北大理）は予午面循環の検証を行い、各再解析間でハドレー循環やブリュワー・ドブソン循環に大きな差があることを示した。寺崎（筑波大生命環境）は大循環場の3次元エネルギースペクトルの解析を行い、太陽加熱により大気にインプットされたエネルギーが傾圧不安定や粘性を通してカスケードしていく様子を定量的に示した。佐藤（気象庁数値予報）は変分法バイアス補正システムを紹介した。長期再解析では観測データの変遷に伴う解析値の品質変動が大きな問題になるが、この手法により観測データの変遷の影響を自動的に補正できる。三好（気象庁数値予報）は局所アンサンブル変換カルマンフィルタによるデータ同化技術を紹介した。現在の再解析は3次元変分法により行われているが、次世代の同化技術として注目される。

これまで気象学会においても再解析データを用いた数多くの研究発表が行われてきた。しかしながら、利用可能な再解析はNCEP/NCARやERA-40など欧米のものしかなかったため、作成者と利用者との交流が少なく、再解析データの有効性や品質に関する情報も希薄なものとならざるを得なかった。この点について、最後の総合討論で、JRA-25を含む複数の再解析データで違いが大きいことが再認識され、今後の課題等について議論できたことは有益であった。本分科会が、再解析提供者とユーザーとの相互交流の出発点になれば幸いである。今後、JRA-25が幅広い分野で活用されて、多くの成果が出ることを期待したい。

釜堀弘隆（気象庁地球環境・海洋部気候情報課）  
大野木和敏（気象庁地球環境・海洋部気候情報課）  
筒井純一（電力中央研究所）