

## 2004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、昨年の8月号でコンビーナー及びテーマの募集を行い、2件のテーマが今大会の専門分科会に採用されました。

以下に、それぞれの分科会のコンビ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。

2004年6月 講演企画委員会

## 1. 「ストームトラックの力学」

中緯度の移動性高低気圧の集合体としての振舞に着目し、それらの波動としての振舞や、その基本流への依存性、基本流へのフィードバックなどを研究するのが「ストームトラックの力学」であり、ここ10年程の間に急速な発展を遂げた分野である。本分科会では、今日までの研究の発展を振り返りながら、今後の方向性を模索すべく、気候系において移動性高低気圧が集合体として果たす役割について、上記の対象だけでなく、ジェットや惑星規模波動の形成や変動、海洋との相互作用等様々な観点から議論することをその主旨とした。コンビーナーは、謝(ハワイ大IPRC)、高藪(気象研)、及び中村(東大理)が務めた。以下、分科会の概要を報告するが、講演の紹介順序が一部実際とは異なることを予めお断りしておきたい。

まず高藪が、ストームトラックの力学の背景となるべき傾圧不安定波の発達に関する理論的・数値的研究を概観した。線型固有値問題への基本流の東西非一様性の導入や、local mode と global mode の区別、初期値問題における非 mode 解の重要性、非線型モデルを用いた擾乱の下流発達 (downstream development)

などに関する研究の進展が紹介された。岩崎(東大理)は、質量重み付き等温位座標を用い、渦と平均流とのエネルギー変換を正確に表現する理論的枠組を紹介し、それに基づき大循環における傾圧性擾乱の役割について論じた。一方、渡部(北大地球環境)は、傾圧大気における場の平衡状態、所謂「傾圧調節」に関する過去の研究を概観した後、自らの数値実験の結果を紹介した。調整過程においては、線型的に最も不安定と見なされた東西波数7の成分がまず傾圧的に成長するものの、平衡状態ではより大規模な波数5成分が卓越し、ストームトラックを形成すること、また、それに付随する間接循環に伴う断熱加熱が平衡状態での基本場の傾圧性を維持すると論じた。

次の2件は、総観気象学的見地から個々の低気圧の発達を論じた。まず、榎本(地球シミュレータセンター:ESC)は、2002年11月にタンカーを座礁させたスペイン沖での低気圧の急発達は、伝播してきたロスビー波束の砕波に伴いフィラメント化した上層の高渦位偏差と地表付近の傾圧性・湿潤場との相互作用に因ること。また、急発達の予測精度がロスビー波束の北米沖での砕波の様子に敏感な傾向を指摘した。吉田(ESC)は、北西太平洋域にて背景の傾圧性に比して低気圧が特に著しく発達した3例を検証し、日本南岸を進んだ低気圧では、中心への水蒸気の活発な輸送が急発達に決定的だったことを明らかにした。

荒井(東大気候システム)は、山岳波強制によって形成されるブロッキングの成長・維持過程における移動性擾乱の役割について、順圧モデルを用いて調査した。擾乱の渦度輸送を通じたフィードバック強制が効くのはブロッキングの上流側であって、定常ロスビー波の役割も重要だと論じた。森(北大地球環境)は、観測データに基づき停滞性循環偏差への移動性擾乱の渦度フラックスに伴うフィードバック強制を局所的に評価し、それを平年場の周りに線型化した渦度方程式に組込んで、ストームトラック存在下で最も減衰し難

い変動モードの同定を試みた。一方、向川（京大防災研）は、ストームトラックに沿って、擾乱振幅の正偏差とともに中緯度圏界面高度が上昇する傾向を示し、それが降水に伴う非断熱加熱の増大に起因すると論じた。

続く2件の発表は、対流圏・成層圏の力学結合におけるストームトラックの役割という新しい観点からのものである。塩竈（京大防災研）は、La Niña年に北半球成層圏極渦偏差の出現に引き続き対流圏の帯状流偏差が現れるのに対し、El Niño年では対流圏帯状流偏差が明瞭でない傾向を示し、その差がストームトラックからのフィードバック強制の差によって説明可能と論じた。日尾（京大理）は、南極上空で初めて大規模突然昇温が観測された2002年の冬の特異性に着目して経年変動を調査し、対流圏からの Rossby 波活動度の上方伝播量の増大に果たすストームトラックからのフィードバック強制の重要性を論じた。

後半の5件の発表は、何れもストームトラックと海洋との関連性についてであった。謝は、黒潮とその流域において、衛星観測データに基づき海上風と海面水温の変動を調査し、両者間の相関が正であることを示した。これは海洋変動に伴う水温偏差が大気境界層内の成層度に与える影響を捉えたもので、地表傾圧性の変動を通じたストームトラックへの影響が示唆された。谷本（北大地球環境）は、船舶観測に基づき、北太平洋10年規模変動に伴って、亜寒帯前線帯の年より暖かい海面で大気への熱放出が増大した事実を示し、それがストームトラックの変動を通じてアリューシャン低気圧の偏差を維持した可能性を指摘した。また、衛星データに基づき、海流の強い領域で起こる海洋変動から大気への熱的影響が、北西太平洋のみならずブラジル沖でも認められることを示した。稲津（東大気候システム）は、モデル実験を通じて南半球ストームトラックの東西非一様分布の要因を探った。上空では熱帯の海面水温やモンスーンの影響により太平洋で強化される亜熱帯ジェットが、下層では南インド洋で特に顕著な海洋前線帯が、各々擾乱振幅の地域的強化をもたらすことを示した。中村は、観測データの解析に基づき、ストームトラックが中緯度海洋前線に伴う地表傾圧帯に沿って形成され易いこと、擾乱に依る西風運動量輸送により、それに沿って圏界面から地表まで達する極前線ジェットが形成される傾向を指摘し、中緯度大気大循環を3者間の結合系の中で捉えることを提唱した。また、冬季に発達する上空の亜熱帯ジェッ

トが擾乱を捕捉して3者間の結合を乱す結果、擾乱活動度を低下させる傾向も指摘した。三瓶（東大理）は、全球表面を海洋で覆った大気大循環モデル実験を行い、ストームトラックと海面まで達する寒帯前線ジェットとが中緯度海洋前線帯の緯度に形成されることを示した。また、亜熱帯の海面水温を下げて Hadley cell を強化すると、強まった亜熱帯ジェットに擾乱が捕捉されて中緯度での活動が抑制され、寒帯前線ジェットが形成されないなど、中村が指摘した観測事実を裏付ける結果を示した。

大会最終日の午後にも拘わらず、会場がほぼ満席になる程の参加者があり、活発な質疑応答が行われた。ストームトラックに関する初めての専門分科会が、気象力学の古典的なテーマであった温帯低気圧（移動性高気圧）について、その集団としての振舞に着目し、その多面的な重要性を新しい観点から捉え直す契機となったのではないかと思う。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会員諸氏に改めて御礼申し上げたい。今後の研究の進展が楽しみである。

中村 尚（東京大学大学院理学系研究科）

## 2. 「海洋地球研究船「みらい」における大気観測—これまでの成果と今後の展望—」

海洋地球研究船「みらい」は1998年11月より本格運用を開始し、5年以上が経過した。「みらい」の運用の最大の特徴は、長期観測研究計画によりあらかじめ「みらい」を用いて実施すべき重要な研究テーマ（主ミッション）が設定されており、これに資する研究課題が公募を経て決定されていることである。このため所属は独立行政法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）にあるが、JAMSTEC以外の研究者の参加が可能であり、気象学会に所属する研究者も多数乗船参加している。そこで、5年経過を1つの区切りとして、これまで「みらい」を用いて実施された大気観測やその研究成果の現状について発表の場を設けた。これにより、今後乗船して観測を行いたいとする研究者への情報提供や、既に取得されているデータを用いて新しい研究成果を出すポテンシャルユーザーの発掘、さらには今後の「みらい」の有効活用のための刺激剤となることを目指した。

最初に、米山（JAMSTEC）により、「みらい」の運用面・技術面での特徴、さらに現在「みらい」を用いて行われている主ミッションの中で唯一気象観測を主

題とする「大気—海洋相互作用に係る観測研究」航海について、観測結果も交えた報告が行われた。引き続き「みらい」運用の特徴の1つである観測技術員(ドップラーレーダ、ラジオゾンデなど各種観測の支援を行う専門スタッフ)サイドからの現状報告として、末吉(グローバルオーシャンディベロップメント)から常設観測機器とその運用形態について紹介が行われた。

次に、熱帯の暖水プール域に発生する降水システムに関して4件の研究発表が行われた。勝俣(JAMSTEC)は、北緯2度、東経138度での定点観測で観測されたライン状のメソ降水システムには、ニューギニア島を起源とする日変化に伴うものとMJOなどの大規模変動に伴うものがあることを示し、特に同海域での現象の解析には前者の影響を無視できない点を強調した。城岡(地球観測フロンティア)は同グループがパラオ共和国に展開している観測サイトの紹介と「みらい」との連携、さらにはそこで得られた水蒸気変動の特徴について、特にパラオではモンスーン変動の影響が大きい点を示しつつ報告を行った。竹見(東工大)はラジオゾンデで得られた温・湿度プロファイルを数値モデルに取り込み、熱帯におけるスコールラインの発達に対する湿度分布、特に乾燥域の出現高度の影響を調べ、中緯度との比較も行った。一方、横森(東大気候システム)は、「みらい」で得られたラジオゾンデとGAME-Tropicsで得られたデータを併せて活用し、対流有効位置エネルギー(CAPE)と水蒸気量の鉛直分布の変化について議論を展開した。乗船はないがデータの活用範囲を広げるものであり、今後このような形態のユーザー拡大も期待したい。

セッションの後半は、「北極海の観測研究」航海に乗船し、ドップラーレーダ、ラジオゾンデ、シーロメータなどの「みらい」常設装置に加え、他機関の協力を得て雲レーダやライダー、乱流フラックス、係留気球などの観測研究を併せて実施している藤吉(北大低温研/地球フロンティア)による報告で再開された。限られた条件の中で多種の観測を実施することで北極層雲や降水システムの構造を示した。これ以降は、「みらい」

にそれぞれ独自の観測機器を持ち込んで実施しているグループの研究報告が続いた。塚本(岡山大)は、観測フロンティアなどとの共同により渦相関法による乱流フラックス測定を現在ではすべての観測航海で実施し、地球温暖化で注目されるCO<sub>2</sub>フラックスの観測にも着手している状況を報告した。続いて国立環境研究所によるミー散乱型ライダー観測の紹介と結果が杉本と松井によってそれぞれ行われた。当初は専用コンテナに搭載されていたが、装置とデータの信頼度向上に加え取り扱いも容易になったことが評価され、現在では常設のラジオゾンデコンテナ内に専用窓を設けほぼすべての航海で採択され観測が行われている。最後の2件は航空機搭載型から船舶用に改良された95GHz雲レーダによる成果が報告された。大野(情報通信研究機構)は、技術的な確立とその成果として過去3航海のデータを組み合わせ、緯度別の雲分布の特徴を明瞭に示し、濱田(京大)はさらなる応用としてNOAAのスプリットウィンドウを用いた雲種判別の検証と改良に活用できることを示した。

最後に行われた総合討論では、最終日の最終セッションにも拘わらず、多くの要望や今後への期待が数多く寄せられた。要約すると、1)雲レーダやライダーに代表される各種持込機器による連続観測の重要性和総合的な観測の必要性、2)常設のドップラーレーダや多くの持込機器によるデータを使用しやすい形に整理しデータの早期公開に努めること、3)荒天海域でのデータ取得率を高めること、4)東シナ海など観測海域の拡大、5)国連海洋法等の法規で縛られない大気観測項目を確認し、より自由な観測実現を図ること、等である。これらの意見を反映させるためには、運用を行うJAMSTECへの提言はもちろん、気象学会員諸氏からの積極的なご協力を期待したい。

米山邦夫(海洋研究開発機構)

藤吉康志(北海道大学低温科学研究所/

地球フロンティア研究システム)

塚本 修(岡山大学理学部)

杉本伸夫(国立環境研究所)