

大気海洋相互作用に関する研究集会
Meeting for the study of air-sea interaction phenomena

根田昌典、京都大学・大学院理学研究科

概要：

本研究集会は平成30年12月15日（土）と16日（日）の2日間の日程で京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻大会議室（京都市左京区）において開催され、国内の大学・研究機関などから38名の参加のもとに18件の一般講演と7件のポスター発表があった。

研究集会の目的：

大気海洋間の相互作用の研究は、従来は物理的な分野における大気海洋の両領域の研究者の共同研究課題であったが、近年は海洋生物や栄養塩などの環境要因の分布やその特性と混合層変動などの物理過程との関係の重要性が注目されている。また、Argoフロートによる海洋観測の爆発的な増加や気象庁が維持してきた定線観測データの解析といった手法によって、これまで平均像しか得られていなかった北太平洋の水塊形成過程の変動の把握が可能になりつつあり、さらにその大気海洋間の熱・運動量交換の変動による影響評価の重要性が近年の本研究集会でも報告されている。気候変動研究における大気海洋相互作用の役割についての理解を進めるためにはこれまで以上に新たな視点を必要としており、実態解明のための観測計画やそれと組み合わせるべき数値実験研究の立案が緊急の課題である。

この共同研究集会では、大気海洋相互作用に関する研究を精力的に行っている日本中の研究者と院生などの若手研究者が一同に会し、大気海洋相互作用研究についての進捗状況を共有し、分野横断的な議論を行う。議論や懇親会において交流を深め、この解析の更なる萌芽的な着眼点を見出すことによる研究チームの形成など、この研究分野における発展に資することを目的とするものである。

研究集会の内容と結果：

本研究集会は2日間にわたって行われ、ポスター発表を含む25件の一般講演があった。最初の4講演は観測データを基にして海洋のラージスケールの変動現象について調査した研究を集めた。川上（気象庁）は気象庁が蓄積した定線観測の資料を活用して、北太平洋冬季混合層水温の高温偏差に伴って躍層付近の当密度面に低温・低塩化傾向があるという興味深い結果を示した。渦位などの他の指標も導入して表層水塊変動との関係性により客観性を与えることで大気変動との関係性がより明瞭になるとの検討課題も指摘され、冒頭から非常に活発且つ建設的な意見交換がされた。岩坂（海洋大）は1990年代中盤を境にして黒潮続流海域の冬季混合層深度変動の主要因が海面冷却と成層強度の間で変化するというこれまでの報告に対して、海洋長期再解析データを用いることで整合性のある解析を試みた。その結果は従前研究を支持するものであった一方、黒潮続流の蛇行との関係については必ずしも長期にわたる明瞭な関係とはなっていないことも指摘した。山口（東北大）は北太平洋のサブダクション域が特定の領域に限られていることを統一的な基準で判断することを動機とし、低渦位水を形成するための渦位フラックスの力学強制項、熱強制項の内容を再検討することによって、従来研究よりも適切な渦位フラックス評価を試みた。岡（大海研）は気象庁137度線観測データを用いて亜熱帯モード水の特徴が長期変動していることを指摘した。亜熱帯モード水形成の10年規模変動と黒潮続流の流路安定性の変動との対応関係が塩分変動を伴うことが成層の強度との関係を示している。これらの4講演の内容を総合的に検討すると、従来指摘されてきたような黒潮続流の不安定期が南側再循環域における成層強度を変化させることによって混合層深度も変わり得るというシナリオについては今後さらに検討すべき課題であることがわかり、今後の研究指針を与える重要なセッションであった。

午後の講演では海洋前線に関する講演が2件あった。大河内（北大）は海洋前線が気候パターンに与えるインパクトについて大気モデルを用いて評価し、水温前線に気候パターンが応答する時間に関して、背景場が影響していることを指摘した。一方、大石（名大ISEE）は北太平洋東部の前線強化・緩和過程を大気海洋相互作用によって説明を試みる研究について発表した。それぞれ空間スケールは異なるが、水温前線という空間方向に非等方的な現象がより大きなスケールの大気変動と密接にかかわる過程について調査されており、高解像度数値モデルによる海洋前線の影響評価を行う際の指針となり得る研究である。Iskandar（東北大）はインドネシア通過流の変動要因を探るための予備調査として、周辺の水塊について詳細に調査した結果を発表した。西川（北大低温研）はカムチャツカ半島からの淡水供給がアリューシャン低気圧変動と東カムチャツカ海流の

変動を結びつける要素ではないかとの作業仮説に基づいた現地調査について報告して初日を終えた。

2日目は理論的研究の講演から始めた。磯辺（九大応力研）は古気候記録から推定される対馬暖流の流量変動を動機として、線形論で解釈される島弧に沿った海流の海峡における分岐流量の推定理論を再検討した。分岐流に加えて主海流の流速まで考えることで多重解の存在する可能性を示した。志村（名大）は熱帯太平洋の波のエネルギーフラックス分布を求め、ケルビン波の東岸反射を再現した。次いで海盆規模でのデータ解析に関する研究報告を行った。飯田（東北大）は北太平洋上への冬季寒気流出量とその消滅率を計算し、それらに見られる主成分パターンがテレコネクションパターンと関連性があることを指摘した。また、中村（北大）は海盆間相互作用という観点から大西洋のSST変動が太平洋中緯度域に影響を与える可能性について検討し、SSTやSLPの分散説明量を解析した。これらは局所的な変動が他海域に影響を与える過程として波動や気団変質過程などに着目しており、相関解析によって得られた描像にさらに一步踏み込んだ視点がみられた。大石（名大ISEE）と日原（JAMSTEC）はそれぞれ新しいデータ同化手法についての研究を紹介した。また、富田（名大ISEE）は衛星観測に基づいて台風下の海面フラックスを推定する試みについて紹介した。亀山（名大）は乱流クロージャモデルを用いて台風や爆弾低気圧といった極端気象現象下での混合層再現実験について検討した。これらはデータ同化手法や衛星観測、混合層モデルといった、ある程度実用化された手法にもさらに向上の余地があることを示した。王（東北大）は編集されたアルゴデータから亜熱帯モード水の変動をSpicinessに着目して解析し、長期変動において広範囲における相関があることを示した。データセットが整備されたことから可能になった解析であり、水塊追跡において当密度面混合による水塊変質を考慮することの重要性を示した。町田（東海大）は駿河湾に見られる降水分布を海上風の収束との関係に着目して解析した。

ポスター発表は7件であった。小泉（東海大）と八木（東海大）は衛星データに基づいた海上風データの特性について調査し、一般的に時空間的に均一と考えられる衛星データを編集する際にも、複数ある衛星データの統合には注意が必要であることを示した。小橋（海洋大）は温帯低気圧が水温の長期変動に影響を与える可能性について検討し、データ解析の結果からメカニズムに踏み込むために慎重な解析を行った。その結果、水温フロントの強化による大気傾圧性の強化をスタートとするフィードバック過程を提唱した。万田（三重大）はシミュレーションと観測データの比較を通じて下層雲形成に対する大気と海洋のフィードバック過程を詳細に解析し、ケーススタディの結果と気候平均でみられる関係の差異を指摘した。本集会でもたびたび指摘されるように、大スケールの現象の素過程を調べることがメカニズム把握に必要であることの好例であろう。桂（大海研）は震災関連研究で、三陸沖の漁業に重要な海洋中の粒子分散過程について調査した。波浪に関する研究は2件あった。根田（京大）は高精度3次元流速計を用いて砕波乱流を評価するための予備観測の結果について報告し、変動する水面下での一定水深流速観測が可能であると報告した。これは、従来観測では平均水面を基準とした観測しかできていないために、水位変動に伴う鉛直面内の非発散流速変化と乱流成分の分離が難しかった問題点の解決に向かう可能性を示している。藤原（京大）は波による水位変動を直接的に再現可能な最新の数値モデルを開発してラングミュア循環を再現した結果とともに、渦度力による乱流成分の近似の適用範囲を評価できる可能性について報告した。直接数値計算によって従来の理論の適用範囲を再評価する試みで、波浪による流速変化のモデル化の根拠について統括的な理解を目指す非常に意欲的な研究である。

まとめ：

今回の集会は、参加者の多くが講演を行い、そのため非常に活発な議論が行われた。特に冒頭の4件の研究は互いに関連性が強く、相補的であることから、互いの結果を参照しながら総合的な討論がなされた。Regional Studyは3件であり、コミュニティの研究動向としては、整備されつつある大量のデータの解析に注目が集まっていることを実感する。また、現場観測に関する研究も1件であるが、近年の観測機器の性能の向上を考えると、大量データの解析のみならず新たな観測によって従来知見を再検討する研究は今後も必要であろう。何件かの発表は必ずしも大気海洋相互作用に関する研究ではないが、理論研究として非常に興味深いものであった。今年度はベテランの研究者の研究発表も多く、単に解析を行うだけではなく、使用したデータセットのバイアスの範囲をあらかじめ検討したうえで解析にあたるというような予備解析の重要性を示した。若い研究者が安易に解析結果の解釈に走ることにに対する警鐘となる好例である。

波浪や混合の素過程を直接的に扱う研究についての新たなアプローチに関する研究も見られ、素過程を明らかにしながら大規模な現象に拡張していくマルチスケールの視点の重要性が確認された。直接的ではなくても海洋や大気の物理現象に対して互いを単に境界条件としてではなく結合系の一部としての大気海洋現象だという視点をもつ研究は散見される。このような視点の重要性を意識して議論していく必要性を感じる。

この研究会から派生した小グループ内での勉強会も頻繁に開かれるようになっていくとともに、そこから科研費や公募航海への応募も行われている。今後も大気海洋相互作用にかかわる現象解析を行う研究者の交流や情報交換、また互いに啓発しあうための機会として本研究集会の重要性を再確認した。