

# 日本地球惑星科学連合2011年大会

## 「最新の大気科学：大気・海洋・地球環境における乱流の数値解析」

### セッションの報告

竹見 哲也\*1・新野 宏\*2・三上 正男\*3

#### 1. セッションの趣旨

日本地球惑星科学連合2011年大会が2011年5月22日から27日にかけて千葉市幕張メッセ国際会議場で開催され、昨年度と同様に今年度も「最新の大気科学」のセッションを開催した。「最新の大気科学」セッションは、日本気象学会主催のレギュラー・セッションとして昨年度から設けられたものであり、サブテーマを毎年変えて実施することとなっている(田中ほか2010)。本年の大会では、「大気・海洋・地球環境における乱流の数値解析」をサブテーマとして、5月25日午前2コマ(8:30~12:30)に口頭発表セッションを、同日午後にはポスター発表セッションを実施した。

今大会では、大気・海洋・陸水など地球の流体現象の中でも最も取り扱いが難しいもののひとつである乱流現象を対象とし、特にその数値解析の手法開発や実際への適用について論じあう場とした。最近の気象学においては、計算機能力の持続的な発展により、ラージ・エディ・シミュレーション(LES)と呼ばれる高度な乱流解析手法を利用した中小規模過程の研究が活発になってきている。これは、大気・海洋・陸水など地球流体圏の乱流現象を研究する理工学の関連分野に共通する傾向である。このことは、最近の気象学会の春季・秋季大会において、大気境界層や都市環境の分野で気象学と関連分野との連携による研究発表が増加してきていることにも現れている。このようなことから、本セッションでは、大気・海洋・環境の理学・工学分野で行われている乱流研究において、LESをは

じめとする乱流の数値解析手法に焦点をあてることにより、異なる分野での共通する研究手法について関連する研究者が情報や意見の交換をし、共通する課題について議論することを目的とした。セッションには約50名の参加があり、15件の口頭発表が行われた。以下にその内容を簡単に紹介する。

#### 2. 発表の内容

最初に本セッションの趣旨について竹見哲也が簡単に前節で述べたようなことを説明した。その後、竹見ほかは気象モデルとLESモデルの融合による都市域での乱流変動の数値シミュレーションの考え方と解析結果について発表した。東京都心部での建物高度情報を利用することで、現実的な都市形態をLESモデルにおいて実現し、気象モデル出力を利用して現実気象条件のもとでの強風変動の定量的なシミュレーションを行ったものである。

次の4件はモデル開発や風洞実験に関する話題であった。北村祐二(気象研究所)は、安定境界層でのLESにおけるサブグリッド乱流モデルに対する依存性を調べた。4種類のサブグリッド乱流モデルについて検討し、各モデルの特性を明示しており、安定境界層での乱流モデルの改良のための基礎的な検討を行った。服部康男ほか(電力中央研究所)は、中立大気境界層を想定した風洞実験を行い、乱流構造に応じた空間フィルタリングの影響について考察した。粒子画像流速測定法を利用した高精度での乱流計速を行い、LESなど乱流解析のための基礎的な実験データを提示した。中山浩成と永井晴康(原子力研究開発機構)は、実際の都市の建物配置を数値モデルに取り込んだ乱流と拡散のLESを行い、風洞実験による結果と比較し、LESの再現性について調べた。彼らのモデル

\*1 京都大学防災研究所。

\*2 東京大学大気海洋研究所。

\*3 気象研究所。

© 2011 日本気象学会

では、流れの平均構造のみならず変動性状や拡散特性をも良好に再現できていた。近藤亮彦ほか（名古屋大学）は、大気境界層のLESを行うために必要な乱流生成法について新しい手法を提案した。不安定時のLESを除けば、LESでは乱流を生成する手法が重要であり、実際の大気境界層で見られる高度毎の乱流特性を模擬できるような手法を考案した。

次に、大気境界層の観測と数値計算に関する発表が6件続いた。藤原忠誠と藤吉康志（北海道大学）は、ドップラーライダーで観測した海上での境界層の組織的な気流構造について発表した。雲の発生を伴わない竜巻状の渦や島の後流での弱風域などの事例を紹介し、ドップラーライダーの特性を活かした観測の意義やモデル研究との協力の重要性について指摘した。伊藤純至ほか（東京大学）は、対流混合層において発生するダストデビル（塵の渦）のLESを行い、ダストデビルによる物質輸送について定量的な評価を行った。ダストデビルを陽に解像することで、局所的な現象による物質輸送の役割の重要性について強調した。山口春季（気象庁）と新野は、雲の発生を伴う湿潤の対流混合層での渦擾乱（蒸気旋風）のLESを行った。降水が生じる場合については、雲底下での冷氣外出流により生じる局所的な収束線の存在が、蒸気旋風の強化に寄与していることを示した。中西幹郎（防衛大学校）と新野は、台風の境界層において生じる流れの不安定に関するLESを行った。境界層での変曲点不安定によりロール渦が出現することを示すと共に、その空間構造や発生メカニズムを調べた。稲垣厚至と神田 学（東京工業大学）は、都市での大気境界層のLESを行い、都市キャノピー層での乱流構造について解析した。観測に基づき地表面および建物屋根面からの熱フラックスを与え、熱の寄与と建物形状の影響の双方を考慮し、都市キャノピー層でできる組織的な構造の生成メカニズムについて調べた。道岡武信と佐藤 歩（電力中央研究所）は、気象モデルとLESモデルを結合させたモデルを開発し、都市域での気体の拡散の予測計算を行った。観測データと比較し、気象モデルを用いることでLESモデルが良い精度で拡散場を再現できることを示した。

次の発表からは、より広範な分野からのものであった。太田健介（筑波大学）は、チェルノブイリ原子力発電所事故による放射性核種の大気中での長期予測に係る数理モデルを提案し、解析的な予測手法を提案した。数十年規模での長期の予測を対象としており、数

理解析手法という異なるアプローチの研究であった。古市尚基ほか（東京大学）は、気象擾乱に伴う海面付近でのシアーにより発達する海洋混合層の形成過程をLESにより解析した。レイノルズ平均型モデルと比較し、LESの有用性を示し、その上でレイノルズ平均型モデルの修正を行った。根本征樹ほか（防災科学技術研究所）は、吹雪現象へのLESの適用についての発表をした。吹雪により生じる視程の非定常的な変化や吹きだまりの生成といった複雑な挙動を調べる手段としてLESを用いたものである。高橋芳幸ほか（神戸大学）は、火星大気の高解像度での大循環の数値実験を行い、解像度依存性を調べた。解像度を細かくすることで、対流境界層に対応するような循環を表現し、中小規模現象が火星の大気構造を特徴づける過程を示した。

以上のように、気象学のみならず、海洋物理学・雪氷学・惑星科学などの理学分野、土木・建築・環境・機械などの工学分野というように、流体関連の幅広い分野から発表がなされた。異なる分野から研究者が集まり共通する手法や課題について議論することができたという点で、本セッションの目的は達成することができたと考えている。

### 3. セッションの意義と今後の展開について

地球惑星科学連合大会という学際的な大会は、今回のように理学・工学の多数の分野から参加して議論を深めるという点では、好都合なプラットフォームだと感じた。学際的な大会だからこそ、今回のように多数の分野の研究者に集まっていただくことができたと思う。気象学会の大会では、気象学分野以外の研究者（仮に気象学会会員であっても）が発表をするのはなかなかハードルが高いものである。しかしながら、地球惑星科学という広い分野を包括するような場であれば気象学分野以外の方も参加しやすいという気持ちはあると思う。気象学に関連する学際的な学会としては、地球惑星科学連合以外にも多数存在するが、地球惑星科学連合大会の利点は、テーマを絞ってセッションを提案できる点にあると思う。このような利点を活かし、気象学会会員と関連分野の研究者とが交流を深める機会が増えればよいと思う。また、気象学は地学の一分野でもあるので、地学分野の中での横の繋がりを深めるという点でも、連合大会での気象学会主催セッションの役割は大きいと思う。

本セッションでは、LESなどの数値解析手法に焦

点をあて、大気・海洋・陸水など流体圏の現象における乱流や拡散の問題について議論を深めることができた。セッションを提案したときと大会当日との間に東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）が発生し、福島第1原子力発電所事故による放射性物質の拡散と環境汚染が大きな問題となっている。セッション提案をした昨年秋には想像もできなかった状況の変化があり、結果として、本セッションもこの拡散や環境汚染の問題とも関連するテーマを取り扱うこととなった。拡散

の問題のみならず、環境流体中の乱流の問題は気象学においてますます重要な研究テーマとなるであろう。今回のセッションが、そのような取り組みの一助となれば幸いである。

#### 参 考 文 献

田中 博, 山崎孝治, 山内 恭, 2010: 地球惑星連合2010年大会「最新の大気科学」北極圏の気候変動セッション報告. 天気, 57, 517-518.