

研究室紹介： 近年における大気環境観測研究（中島研究室） 中島 孝*

Introductory Article: Recent activities on the atmospheric environmental observations (Nakajima Laboratory)

by

Takashi Y. Nakajima*

(Received on Dec. 5, 2023 & accepted on Jan. 9, 2024)

Abstract: *The recent activities and research topics of Nakajima Laboratory are summarized in this article. Since 2005, we have conducted atmospheric environmental research using Earth-observing satellites and ground validation sites. These results were achieved through collaboration with over 130 undergraduate students, 5 graduate students, 1 doctoral student, and 9 postdoctoral fellows, as well as collaborative researchers from other universities and research institutes.*

Keywords: *Climate Change, Meteorology, Atmospheric remote-sensing*

1. 研究分野

中島研究室は、現在の地球環境、未来の地球環境に大いなる興味を持ち、各種観測とプロセス研究の両面から地球システムの謎に迫っている。研究においては、地球観測衛星、衛星搭載センサー、データ処理アルゴリズム、処理データの分析、データ検証などで多くの情報技術と密接にリンクしていることが特徴であり、中島研究室の研究スタンスをひとことていうと「最新の情報機器と情報技術を用いて、地球について調べてみよう」となる。地球の科学のなかでも、雲やエアロゾルなどの大気現象、およびそれらの物質の存在濃度の違いによる地球のエネルギー収支が専門である。

中島が地球について調べることになったきっかけは、純粋な科学的な興味、そして近年問題になっている気候変動である。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第6次報告書で明記されたように、近年の地球温暖化傾向は明確であり、さらに「人間の影響が大気・海洋・陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がない」とされた。2023 年北半球夏季に記録的な高温となったことは記憶に新しい。アントニオ・グレーテス国連事務総長は「地球温暖化の時代は終わり、地球沸騰化の時代が来た」と2023 年 7 月に述べた。もちろん、私達が直面している危機がより現実的な危機になっていることを警告する言葉である。中島研究室では、せまりくる危機を正確に捉えて理解しながら、それでも人類は賢く、かならずや何らかの解決策を見つかることができるであろう、という強い希望をもち、多くの仲間の研究者や学生らとともに日々の研究を行っている。

2. 研究室運営方針

いわずもがな、大学の研究は研究代表者の教員がひとりではできないものではない。中島研究室は、北は北海道大学、南は九州大学などの研究者らとも共同で研究を行っている。研究に必要な資金については、科学研究費補助金（科研費）のほか、宇宙航空研究開発機構からの委託研究や共同研究、さらに科学技術振興機構からの研究費などが主である。東海大学附置研究所のひとつである情報技術センター（TRIC）とも連携し、精力的に研究を実施している。

2023 年度における学内の研究スタッフは、ポストドクター（特定研究員）1 名、王敏睿氏、博士課程の学生 1 名、ウォンニム・パヌウォン氏、修士の学生 2 名、清水完太氏、村松祐人氏である。その他に、学部生として 4 年生と 3 年生それぞれ 10 名が中島研究室に所属している。研究室の運営としては、研究に関するノウハウのスムーズな継承と連携を重視し、ポストドクターと博士課程の学生、博士課程の学生と修士課程の学生、修士課程の学生と学部の学生の間でのコミュニケーションが十分に図られるように工夫を行っている。例えば、学部の学生が約 10 年前に始めた全天雲カメラによる衛星雲量の検証については、修士の学生がより高度化と精緻化をほどこし、さらにポスドク自らがかわる JAXA 衛星プロジェクトで技術をブラッシュアップして実用化し、実際の衛星データの検証で使用するなどの垂直展開の事例が出てきている。研究の水平展開、垂直展開はそれなりに手間と時間がかかることではあるが、まずは地道に研究を継続することが大切である。

* 東海大学情報理工学部情報科学科

3. 研究成果

現在中島研究室で実施している研究は、ポストドクターの研究テーマ、博士課程学生の研究テーマ、修士課程学生2名それぞれの研究テーマ、さらに学部学生の研究テーマが5-6種と多岐にわたる。そのなかから、雲の成長過程に関する研究と、ソーラーカーシミュレーターに関する研究について記述してみたい。

3.1. 雲の成長過程に関する研究

本研究課題は、中島研究室の根幹となる課題である。気候変動研究や地球温暖化予測における最大の不確定要素（＝未解決事項）は、雲とエアロゾルの相互作用である。ひとことでいうと、我々人類は大気中の雲とエアロゾルについての理解が不足している。本研究課題で主に用いているのは、地球観測衛星に搭載された雲レーダーと可視赤外イメージャーである。2010年に発表した2本の論文では、これらの2つのセンサーを組み合わせる統計解析を行うことで、雲の成長過程を可視化することに成功した（Nakajima et al. 2010a, 2010b, JAS）。2021年からは、7年分のデータ解析をもとに、雲成長過程の地域依存性についての研究を行い、研究成果を発表してきた（Matsumoto et al, 2023, SOLA）。本研究課題で従来使用してきたデータはNASAが構築したA-Train観測システムにおけるCloudSat衛星/CPR(雲レーダー)、Aqua衛星/MODIS（可視赤外センサー）であるが、2024年度に、日欧共同ミッションであるEarthCARE（アースケア）衛星が打ち上げられる予定である。中島研究室のポストドクである王敏睿氏はEarthCARE衛星のデータ解析を担当しており、今後の活躍が期待される。

3.2. ソーラーカーシミュレーターに関する研究

本研究課題は中島研究室が推進する研究成果のスピコンオプ的な課題である。すなわち、雲やエアロゾルの研究を通じて、地球におけるエネルギーの出入りが計算できるわけであるが、これは地上で活用できる再生可能エネルギーを精度良く見積もることが可能であることを意味する。再生可能エネルギー活用の筆頭のひとつは、ソーラーカーであろう。東海大学のソーラーカーチームは強豪である。隔年開催される豪州縦断ソーラーカーレースに出場する東海大学ソーラーカーチームを地球情報の提供で支援している。さらに、MATLABを使用してソーラーカー走行シミュレーターを構築し、効率的な走行方法や、大気状態と発電量の関係の調査などを行っている。2023年10月に開催されたBWSC2023 豪州縦断レースにおいても支援活動を行った。そのときは理学研究科、情報理工学部情報科学科、理学部数学科に所属する8名の学生が湘南校舎19号館に設置された「湘南支援基地」に輪番で張り付いて、レース中の現地チームに対して日射量の推移や気象情報を届ける作業を行った。

3.3. 過去から現在までの主な研究

■非球形散乱粒子による電磁波散乱（2005－2010）

地球大気成分によるエネルギーの計算は、ひとつの散乱粒子（雲粒など）による光の散乱解を得ることがスタート地点である。マクスウェル方程式から導かれる方程式系をもとに散乱解をもとめることが可能である。そのための解析計算プログラムSIEMMを開発した。SIEMMの計算量は膨大で、1ケースの散乱計算に3日間かかることもある。高速化作業が残されている。

■雲の成長過程の研究（2006－現在）

雲粒がエアロゾルを凝結核として成長することは教科書レベルでは説明されており、世間でもよく知られている。しかしながら実際の大气中での雲粒成長や振る舞いについて我々はまだ完全には理解していない。そのため、衛星観測を用いて雲成長過程を可視化する研究を実施している。

■JST, CREST 研究（2012－2020）

科学技術振興機構（JST）のCREST研究課題として、再生可能エネルギーの活用とエネルギー需要に関する研究を実施した。CRESTでは中島は最強チームリーダーとして約50名の研究者を牽引した。得られた研究成果は原著論文137編、学会発表646編、受賞13件、報道150件、ワークショップ等の開催61回であった。

■EarthCARE/MSIのアルゴリズム開発（2012－現在）

JAXAと欧州宇宙機関（ESA）が共同開発中のEarthCARE衛星搭載MSIセンサー用の雲特性解析アルゴリズムの開発を行っている。本衛星は2024年中頃に打上げられる予定である。打ち上げ後は、得られた物理量の検証作業を開始する予定である。

■GCOM-C/SGLIのアルゴリズム開発（2013－現在）

JAXAが2017年に打ち上げたGCOM-C衛星搭載SGLIセンサー用の雲特性解析アルゴリズムの開発を行った。さらに、解析で得られた大気物理量の検証作業を実施している。GCOM-C衛星は運用開始から5年を経過し後期運用フェーズに入ったものの、衛星の健康状態は良好で、さらに長期の観測が可能と見られ、気候変動研究に貢献する。

付録

研究室統計（2005-2023）

学部学生 130名
修士学生 5名
博士学生 1名
PD研究員 9名
(以上、延べ人数)

発行文献数 122編
被引用数 3677回
h-index 30
(以上、Scopusによる。2023/12/5調査)

