

# 船井情報科学振興財団 第三回留学報告書

平田 憲  
2023 年 7 月

University of Colorado Boulder (CU Boulder) で大気海洋科学の PhD 課程に在籍している平田です。昨年夏の渡米から丸一年が経過しました。3 回目となるこの報告書では、引き続き授業の履修状況と研究の経過、そして留學生活について書き記します。



▲ CU Boulder メインキャンパスから望む、雪化粧をした山並み。

## コースワーク

秋学期に引き続き、PhD 課程 1 年目の学生として研究よりも授業に時間を割くことが求められます。春学期には 3 科目を履修しました。いずれの授業も、所属する大気海洋科学科が開講する科目で、同期にあたる同学科の大学院生 7~8 人に加えて、他学科から参加する数人~十数人程度の学生と一緒に授業を受けます。しばしば学生同士がグループを作って共同作業することがあり、日本の多くの課程では座学として学ぶであろう内容も互いにコミュニケーションを取りつつ授業をこなすことが多くありました。

### 1. Dynamics of the Atmosphere and Oceans (3 単位)

大気海洋分野における地球流体力学（通称 GFD）に関する基礎的な授業でした。珍しくホワイトボードに板書する形で授業が進められましたが、流体の数値計算プログラムを組んで実行したり、導出や式変形を全員の前で披露したりというような、単なる座学ではない要素が組み込まれていました。1 学期中に学ぶ範囲の広さには限界があり、GFD の授業内容としては少し物足りなささえ覚えました。最終プロジェクトとして各自作成したプログラムに基づく解析を学期末に共有し合い、興味深い議論がなされました。

### 2. Introduction to Atmospheric Radiative Transfer and Remote Sensing (3 単位)

大気科学の中でも、私が特に専門とする大気放射学に関する授業でした。大気放射における基礎方程式の導入から、複雑な粒子による光散乱理論、衛星リトリーバル（物理量の推定手法）アルゴリズムに加えて、レーダー・ライダーの作動原理まで、まさに基礎から応用までを 1 学期に詰められ盛りだくさんの内容でした。あらかじめ用意されたプログラムを各自で編集して、1 次元放射伝達モデルを作ったり簡単なリトリーバルを試したりする課題などが出され、手を動かして学ぶことに重点が置かれていました。

### 3. Physics and Chemistry of Clouds and Aerosols (3 単位)

雲の生成から降水までの過程を力学、熱力学の観点で整理する雲微物理の授業でした。微物理過程の基礎を一通り学んだのち、山岳気象や降雹・竜巻などさまざまな気象条件において重要な過程を事例ごとに分析しました。また、実際のレーダー画像をもとに降雨・降雪の状況を診断するなど、日常的に体験する気象現象に根ざした側面がありました。一方、日々の課題に加えて、学期を通じて関連分野のレビュー論文をまとめるという大きな課題が出されました。数十本の関連論文を読み込んで整理することが求められ、大気モデリングにおける物理過程の表現方法について深く知る機会となりました。

以上の授業の単位と秋学期に取得した単位において所定の成績以上を修めたため、PhD 課程の進級試験（Comprehensive Exam、またはいわゆる Qual）の前半部分は免除となりました。試験の負担を軽くして研究により多くの時間を充てられるようにする当学科独自のポリシーの恩恵を受けた形ですが、引き続き研究に勤しみたいと思います。



▲ 研究室の窓から見られた積乱雲。講義で学んだ雲微物理過程を直接観察できた。

## 研究

1年目の春学期までで一通り授業の山場を越えるため、徐々に研究への時間配分を大きくできるようになってきました。1年目の研究は複数の研究テーマの種を温めつつ、初めに取り組んだテーマの成果を上げることに注力しました。

この研究テーマを追求する過程では、大気中の放射伝達を高い精度で解くモデルが必要となります。そのため、研究室で作られた3次元放射伝達モデルのツール開発の一端を担いはじめました。学部時代に取り組んだ並列計算やモデルの中核部分の知識を生かして、開発チームに

貢献しています。また、必要な計算資源が増えていくにつれて、手元の計算機では能力が不足したため、大学が管理する大型計算機の資源も獲得して効率化を図っています。さらに、研究室を越えた連携として、近隣の NOAA（アメリカ海洋大気庁）の研究所に勤める研究者と協力し、大気のシミュレーションモデルの出力や過去の観測データなどの提供を受けています。大気モデルと観測データの両方を用いて雲とエアロゾル（大気中に浮遊する粒子）の大気エネルギー収支への影響を定量化するため、大気モデルの現実との乖離と観測誤差という複数の不確定要素を同時に考慮する難しい課題ですが、慎重に研究を進めています。

対外的には、今年の前半に2つの研究集会に参加しました。1つ目は2月に Boulder で開催された 2nd MOSAiC Science Conference で、北極域に配備された砕氷船で1年以上にわたって雪氷・大気放射・雲エアロゾルの観測を続けた多国籍ミッションをまとめる国際学会でした。私が現在行っている研究では直接関与していませんが、私が研究で用いる大気モデルや大気放射観測を組み合わせて用いた研究の発表が多くあり、全期間聴講しました。このような機会に、費用や時間のコストをかけずに参加できるのは、大気科学・気候学のホットスポットである Boulder で学ぶ大きなメリットです。また、もう一件は、5月にフランス北部・Lille で行われた Workshop Lille 2023 & GRASP ACE Summer School で、エアロゾルの観測とモデリングに関する専門性の高い学会でした。NASA の渡航費支援に申請し採択されたため出席が叶い、現在私が取り組んでいる研究内容について初めて発表を行いました。アメリカの研究コミュニティに属する中でヨーロッパの研究者と直接交流する機会は少なく、たくさんの方と有意義な意見交換が出来ました。

## 生活

変わらず自宅と研究所、授業が行われる建物との行き来を繰り返す毎日です。学科の大学院生や身の周りの人にはアウトドアを楽しむ人がとても多い印象があり、週末を利用して今シーズンだけで7回もスキーに行きました。また、学科の運営に関わる活動として、学科の教授会に出席したり、学科の公式ウェブサイトの編集にも参加したりしています。学科内はインクルーシブな雰囲気になっていて、留学生が少ない環境とはいえ、居心地のいいコミュニティだと感じます。

大学を越えた人との関わりとしては、2月の学会でヨーロッパから来訪した大学院生を迎えたほか、3月には Boulder で開催された他の学会に出席するため日本から訪問した研究者の方々と時間を共にするなど、たくさんの方と交流する機会に恵まれています。また、東海岸で気候学を学ぶ同期で、大学院出願時から関わりのあった日本人学生たちと会い、私的な訪問にも関わらずプリンストン大学の学生主催のセミナーにてプレゼンテーションの機会をいただくなど貴重な経験となりました。



▲ 春学期の週末に訪れたスキー場から見たハロ（日暈）。