

New faces

川島 由依¹ (理化学研究所 開拓研究本部)

皆様、こんにちは。川島 由依と申します。2018年3月に東京大学 大学院理学系研究科 地球惑星科学専攻にて生駒大洋先生 (現 国立天文台教授) のご指導の下、学位を取得致しました。現在は理化学研究所 開拓研究本部の坂井星・惑星形成研究室で研究員をしております。専門は太陽系外惑星の大気の理論です。この度New Face記事を書かせて頂くことになりましたので、自己紹介を致したいと思ます。

私の実家の近所には科学館があり、幼い頃から、その科学館に併設されているプラネタリウムを訪れたり、科学館が主催する天体観望会に度々参加したりしていました。そのような環境のおかげもあってか惑星科学や天文学に自然と興味を持つようになり、学部2年時に理学部 地球惑星物理学科に進学しました。地球惑星科学や物理学の授業を受ける中で、太陽以外の恒星の周りにも惑星が見付かっていることを知り面白そうだと思ったのが、系外惑星に興味を持ったきっかけです。地球惑星物理学科では学部4年生時点での研究室配属はありませんでした。代わりに、(現在のシステムは知らないのですが、) 夏学期と冬学期にそれぞれ、先生方が出されたテーマの中から興味があるものを一つ選択し取り組む演習の授業がありました。私は夏学期に生駒先生のテーマを選択し、教科書等で系外惑星についての基礎を学んだ後、簡単な演習として大気の成分が異なる際に惑星のトランジット半径にどのような違いが出来るかを計算しました。大気の吸収源として気体分子のレイリー散乱のみを考慮するという簡単なものでしたが、系外惑星の大気の成分を観測的に検証出来るということにとっても興味を惹かれたことを覚えてい



ます。冬学期の演習では、阿部豊先生と玄田英典先生が出されていた、熱化学平衡計算コードを構築して太陽系の各惑星大気の組成の熱化学平衡からのずれ度合いを調べるというテーマを選択しました。当時の私には、化学式や化学反応が線形代数と関係するイメージがあまりありませんでした。そのため、考慮する化学種の化学式行列からの行列変換により、線形独立な化学反応から成る行列を導くという発想がとても新鮮に感じました。また、分厚い熱力学データ辞典に載っている各化学種についてのデータ表をコピー、スキャンし、OCRにかけた数字の正誤を確認する作業が非常に大変であったことを覚えています。後日談として、実はこの熱力学データテーブルはオンライン上で電子データとして配布されていることを知り、大変な作業は始める前に立ち止まってよく調べてから行うべきという良い教訓になりました。

学部卒業後は、そのまま東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻の修士課程へと進学し、生駒先生の研究室に所属させて頂きました。当時から、国内では成田憲保氏 (現 東京大学教授) のグループ等が系外惑星のトランジット観測を精力的に

¹ l.yui.kawashima@riken.jp

されていました。しかし、観測されたトランジット半径の波長依存性(大気透過スペクトル)から惑星の大気組成を解釈するための体系的なモデルが国内にはない状況でした。そのため、大気透過スペクトルモデルの開発が研究テーマとなりました。現在こそ、スペクトルや吸収係数、化学反応や大気温度構造等を計算する様々な数値計算コードが公開されています。しかし、私が大学院に入った当時はそのようなオープンソースコードはまだあまりなかったこともあり、独自に開発することとなりました。最近では私もオープンソースコードを使うこともありますが、実際に自分でコードを書いた経験は、今でもとても役に立っています。初めに取り掛かったのは吸収係数計算コードの作成でした。研究室には、一学年上と同じく系外惑星大気の研究をされている伊藤祐一さんがおり、吸収線形の計算方法や吸収線の裾の取り扱いをどうするか等、日々議論させて頂きました。こうして修士1年の終わり頃に大気透過スペクトル計算コードが完成しました。(このコードの中には、前述した学部4年の演習で構築した熱化学平衡計算コードも組み込まれています。)そんな折、生駒先生や共同研究者の成田憲保氏、福井暁彦氏らとの議論の中で、次は大気中のエアロゾルを考える必要があるという結論になりました。これは、気体分子の吸収の特徴があまり見えず、エアロゾルによる減光を考えないと説明が出来ないようなスペクトルを持つ惑星がいくつか発見され、系外惑星大気中にも普遍的にエアロゾルが存在するのではないかと考えられ始めていたためです。

系外惑星大気中に存在し得るエアロゾルの種類はいくつか考えられます(相変化により出来るダストの凝縮雲や硫化ヘイズ等)が、その中でもまずは中心星からの紫外線が駆動する光化学反応で生成される有機物ヘイズを考えようという結論になりました。これは、トランジット観測がされやすい惑星は、「中心星に非常に近いものが多く、中心星からの強力な紫外線を浴びていると期待される」ことと、「木星や海王星のような大きな惑星が多く、大半が還元的な大気を持ち、その大気中に有機物ヘイズの材料であるメタン等が存在すると考えられる」ためです。このような経緯で、修士1年の終わり以降は、この有機物ヘイズのモデリングが研究のメインテーマとな

りました。

修士2年の頭に学振DC1を書くにあたり、生駒先生に今後の研究方針を相談させて頂きました。当時の系外惑星大気分野では、大気中にヘイズが存在していた場合のスペクトルへの影響は調べられていたのですが、ヘイズ粒子の粒径や数密度を物理・化学的根拠に基づいて決定しているような詳細なモデルはありませんでした。一方、有機物ヘイズのモデリングが20年以上も前から盛んに行われている土星の衛星タイタンや初期地球に目を向けると、ヘイズの生成を考慮するための光化学反応計算と、微物理(ヘイズ粒子のモノマーの生成、沈降、合体成長、拡散による輸送等)を考慮した粒子分布計算が長く行われており、両者には大きな開きがありました。そこで、タイタンで行われているようなヘイズのモデリングを系外惑星大気に適用するという計画を立てました。その後、博士課程の終わりまではこの時に立てた方針に沿って研究を進めていきました。

5年間の大学院生活の中で特に印象に残っているのが、修士2年時に参加した、カリフォルニア大学サンタクルーズ校で行われた系外惑星大気をテーマとしたサマープログラムです。同じくプログラムに参加されていた大野和正さんご本人のNew Face記事で触れられていますが、このプログラムは世界各地から第一線で活躍する研究者と大学院生が参加し共同研究を行うというものでした。サマープログラムの間には、日々のセミナーやコーヒータイトムを通してこれまで論文で名前を知っていただけだった研究者と知り合いになり、当時悩んでいた光化学や粒子分布モデルの詳細な部分についての議論も出来ました。日本で系外惑星大気の理論研究をしている人はそこまで多くはなかったため、学生のうちに海外に出てこのような機会を得られたことは非常に有意義でした。加えて、同じく学生の立場として参加していた同世代の研究者と交流を深められたことも、とても良かった点です。この時の仲間達とは今でも交流が続いており、また現在最先端で活躍している人が多いためとても励みになります。プログラム参加当初は英語が喋れないことに落ち込みもしましたが、6週間のプログラムを通し、あまり喋れなくても積極的にコミュニケーションを取る姿勢の重要性を学びました。

こうしたサマープログラムでの経験や生駒先生をはじめとする共同研究者の方々のご助力もあり、ヘイズの生成を考慮するための光化学モデルと、微物理を考慮したヘイズ粒子分布モデルを組み入れた大気透過スペクトルモデルが完成し、博士3年の夏には論文として投稿しました。博士論文提出の要件を満たすためにはこの論文のアクセプトが必要だったのですが、最終的にアクセプトされたのは博士論文提出締め切りの十日程前となってしまい非常に焦ったのを覚えています。学位取得後は、東京工業大学 地球生命研究所で井田茂教授と藤井友香准教授(現 国立天文台)の下で半年間研究員として雇っ

て頂いた後、オランダのユトレヒトにある宇宙研究所SRONにて、Michiel Min氏の下で二年間、系外惑星大気の研究を引き続き行わせて頂きました。その後、2020年10月より理化学研究所に所属を移し、現在に至ります。これまでの研究生活の中で、大学院の指導教員であった生駒先生をはじめ、本当にたくさんの方々の共同研究者の方々にお世話になって来ました。この場を借りて、あらためて感謝申し上げます。また、本New Faces記事の執筆を勧めて下さいました小久保英一郎氏にも感謝致します。今後も日々精進して参りたいと思っておりますので、どうぞよろしくお願い致します。

柴田 翔² (チューリッヒ大学)

皆様、こんにちは。スイスのチューリッヒ大学で研究員をしています。柴田翔(しばたしょう)と申します。この春、生駒大洋教授(現、国立天文台)のご指導のもと、東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻にて博士号を取得しました。大学院在学の5年間は上手くいかないことも多く大変でしたが、生駒教授はじめ多くの方々に支えられ、無事博士号を取得できたことに感謝いたします。本記事では私の簡単な自己紹介をさせていただきます。

私は栃木県の片田舎、関東平野の端に位置する太平山の麓で生まれ育ちました。東京から電車で1時間と意外な交通アクセスの良さが人気を呼び、人口増加に伴う都市化の波に飲まれつつある小さな町ですが、今でも夜になるとそれなりに綺麗な星空を眺めることができます。母は「銀河鉄道999」が好きで、実家にはコミックスが全巻揃っていました。幼い頃から何度もコミックスを読み、漠然と宇宙の壮大さや人智の及ばぬ神秘性に取り憑かれていたように思います。主人公の少年が、1年をかけてアンドロメダ銀河の惑星まで旅をする。その壮大な物語は今でも大好きで、私が宇宙や科学に興味を持ったきっかけになったに違いありません。本を読んで知識をつけた私は、お隣の銀河への旅が一年で終わるようなものではないと知り、僕が生きている間に鉄道が宇宙まで



延びることがないことを理解しましたが、宇宙への情熱が消えることはありませんでした。中学生の頃にアルマ望遠鏡の存在を知り、高校生の時に初代はやぶさの帰還を目の当たりにした私は、宇宙物理や航空工学など、宇宙に携わる様々な分野に興味を持つようになりました。実際大学入学後は、宇宙を探るための学問である天文学を専攻するか、宇宙へ行くための学問である航空宇宙工学を専攻するかでずっと迷っていました。そんなとき、大学の授業で系外惑星の話を見ました。太陽のすぐそばを公転する灼熱のホットジュピターや、生命がいるかもしれないハビタブルプラネットの存在は、幼少期に夢中で読んだ漫画の世界を思い起こさせ、僕の知的好奇心の原点に迫る魅力をもっていました。散々迷った挙句、僕は原点に立ち返り、地球惑星科学専攻に進学するこ

2. s.shibata423@gmail.com