

日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書 *The Supernovae through the Ages Conference*

氏 名 長尾崇史（京都大学D1（渡航当時））
 渡航先 チリ共和国，イースター島
 期 間 2016年8月1日-8月13日

今回、私は2016年8月9日から8月13日の間、チリ共和国のイースター島で開催された国際会議“The Supernovae through the Ages Conference”に参加し、ポスター発表を行いました。また、この会議の前の週（8月1日から8月8日）にサンティアゴに滞在し、この会議に合わせて世界中から集まった一流の研究者たちと、自身の研究について議論を行いました。今回の機会は、自分の研究を宣伝するだけでなく、膨大な範囲に広がる超新星研究の最前線を知り、今後の研究の方向性を決めるうえでたいへん有意義なものでした。

サンティアゴ滞在中は、研究会に合わせて企画されていた超新星研究のワークショップに参加しました。イースター島の研究会に比べて参加人数が少なく、一人ひとりの研究者の方と密な議論ができました。そうした中で、今後の研究テーマがいくつか見つかりました。参加者の一人である、テキサスA&M大学のLifan Wang教授との議論の中で、私の開発した輻射輸送コードを改良し計算することで、彼のもつIIp型超新星の偏光の観測データが解釈できるかもしれないという話になり、今後共同で研究を行うことになりました。また、ほかの方との議論の中からも、面白そうな研究テーマがいくつか得られました。発表内容もレベルが高く、どの研究も興味深く刺激的でした。超新星への知見が広がり、とても有意義なものでした。

イースター島での国際会議は、近年の大規模サーベイにより見つかった多様な超新星を、観測・理論の両面から統一的に理解することを目指すものでした。世界中の一流の超新星研究者が多く参加

しており、広範囲に及ぶ講演は私の超新星の知見を広げるだけでなく、今後の研究テーマを考えるうえでたいへん有意義な研究会でした。

私は“The non-standard extinction law toward SNe Ia and circumstellar dust”という題でポスター発表を行いました。われわれのグループは、Ia型超新星の特異な減光曲線を超新星周りの星周ダストによる多重散乱の効果で説明できる可能性を探ってきました。どのようなダストであれば、このIa型超新星の特異な減光曲線を説明できるのかを、星周ダストをもつ超新星の輻射輸送計算を行うことで解明しました。この成果は、Ia型超新星の特異な減光を理解できただけでなく、Ia型超新星を距離測定の指標として用いる際のダストの減光補正を大きく改善するという意義があります。これらの成果をこのような大きな研究会で宣伝できたことはとても有意義でした。さらに、この研究の先行研究のリーダーである、ストックホルム大学のAriel Goobar教授と今回の結果について議論でき、有意義なアドバイスをいただきました。また、超新星研究を牽引している有名な研究者の方々とも直接お話することで、研究への刺激やモチベーションを得ることができました。

今回の渡航の目的であった（1）世界中の一流の研究者が集まるこの会議で、われわれのIa型超新星の特異な減光曲線に関する研究成果を宣伝すること、（2）普段なかなか会うことのできない海外の研究者の方々とお話するということは、おおむね達成できたと思います。今後は、今回得られたモチベーションを糧に、持ち帰ってきた多くの研究課題についての研究を地道に行っていこうと思います。最後に、このような貴重な機会をくださった日本天文学会と早川基金の関係者の方々に深く感謝いたします。ありがとうございます。

日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書

Star Formation 2016

氏 名 麻生有佑 (東京大学/国立天文台ハワイ
観測所D3 (渡航当時))

渡航先 イギリス

期 間 2016年8月21日-27日

早川基金からの援助を得て、イギリスのエクセター大学で開かれた国際研究会Star Formation 2016にて口頭発表を行ったので研究会、発表内容および成果を報告する。共同研究者は大橋永芳 (国立天文台ハワイ観測所) 教授、西合一矢 (大阪府立大学) 研究員、Yen Hsi-Wei (台湾中央研究員)、黒瀬一平 (東京大学) らである。

今回の渡航の趣旨である研究会Star Formation 2016はその名のとおり星形成に関わる研究を幅広く対象とした研究会である。今回扱われた星形成という分野は星が生まれる環境である分子雲や将来星になると考えられるコアから、作られる星の分布、星が作られる過程で生じる円盤や分子流、惑星までを含む。これら星形成が扱う対象は天体の中でも最小単位であり、星形成は天文学の中でも極めて基礎的な分野と言える。またSpitzer, Hershelなどの赤外衛星やALMA, NOEMAなどの電波望遠鏡を用いた観測的研究と、磁場の役割を検証するシミュレーションや観測を再現するモデル計算などの理論的研究の両面が研究会の対象であった。会期中の五日間はそれぞれ分子雲、原始星コア、原始星星団、円盤、およびスプリンターセッションに分けられていた。なお、スプリンターセッションはさらに若い星の年齢、惑星形成撮像、理論計算、温度密度測定、若手キャリアと細かく分かれ、これら五つのセッションが並行して開かれていた。それぞれのセッションでは共通の問題をもつ参加者が短い発表を行い、ほかの参加者とともに解決策を議論した。

スプリンターセッションを除く四つの日程の中で申請者は原始星コアの枠にて「ALMA observations of Keplerian disks around protostars」というタイトルの発表を行った。この枠では個々の原始星を中心に0.1 pcスケールのコアから10 auスケールの円盤が対象であり、申請者の研究は原始星に付随する円盤の観測的研究である。星形成において円盤は惑星の母体となる、そのケプラー回転速度が中心星の力学質量を与える、分子流やジェットを駆動する、磁場と相互作用するといった重要な役割を果たす。1990年代のミリ波干渉計の開発に伴い、比較的進化した段階にあるTタウリ型星の周りに円盤が同定された。Tタウリ型星は中心星と円盤からなる単純な系のため、その後もTタウリ円盤は個別にも統計的にも研究が進んだ。このような円盤はTタウリよりも若い原始星の段階で作られるという予想のもと原始星周りの円盤を捉える観測も試みられた。しかしながら、原始星は1,000 auスケールのエンベロープに覆われているため可視光での観測は不可能であり、さらにエンベロープも円盤と同じように回転し、円盤状の構造をもつためにエンベロープと円盤の切り分けが最大の課題であった。この課題の解決を目指して申請者らのグループは高感度高空間分解能を誇る電波干渉計ALMAを用いて三つの星形成領域にある八つの原始星からのC¹⁸O J=2-1輝線と220 GHz連続波を観測した。連続波とC¹⁸Oの積分強度図はおおむねそれぞれの原始星に付随する分子流に直行する方向に伸びており、C¹⁸Oの平均速度図は伸びの方向にはっきりと速度勾配を示すものからほとんど速度勾配を示さないものまでさまざまである。伸びの方向の速度勾配は円盤またはエンベロープの回転によるものと考えられるので、伸びの方向に切った位置速度図

を使ってより詳細にこの回転速度を調べた。その結果、1. 回転を示さない、2. 中心星からの距離（半径）の -1 乗に比例する回転速度分布を示す、3. 外側は半径の -1 乗に、内側は半径の $-1/2$ 乗に比例する回転速度分布を示す、4. 半径の $-1/2$ 乗に比例する回転速度分布を示す、という四つに分類できることがわかった。これは一定の比角運動量をもつ収縮領域が拡大することで徐々に大きな角運動量が外側から内側へ運ばれ、それが円盤を形成・成長させるという進化モデルを支持する。1. から4. はそれぞれエンベロープなし（または極めて小さいエンベロープ）、エンベロープのみ、エンベロープとケプラー円盤、ケプラー円盤のみという進化段階に対応すると考えられる。進化に伴って全輻射温度や中心星質量が増加すると予想されるが、その傾向は見られなかった。今後はサンプルを増やすとともに星形成領域ごとの違いにも注目して研究を進めるつもりである。八つの原始星の中でもL1527IRSについては連続波のビジビリティを方位角方向に平均化せずに解析を行った。これにはALMAのような高感度が必要となる。このビジビリティをモデルフィットすることで、ダスト円盤が面密度のジャンプをもつこと、ジャンプの半径が $C^{18}O$ から求めたケプラー円盤の半径と一致すること、加えて円盤の高さは赤外線観測から測られた温度で決まる静水圧平衡で説明できることを示した。なお、本研究で用いたデータは申請者の指導教員である大橋永芳教授と共同研究者であるYen Hsi-Wei氏が観測提案をALMAへ提出して観測したものである。データ解析は共同研究者であるYen Hsi-Wei氏、黒瀬一平氏とともに分担している。特に2天体

TMC-1A, L1527 IRSの解析を申請者が担当し、これら2天体にかかわるデータ解析、議論はすべて申請者が中心となって行っている。モデルフィットには共同研究者である西合一矢研究員から提供されたIDLコードを用いた。

申請者の発表に対しては、中心星質量の計算方法、進化の解釈、若いケプラー円盤の信頼性への質問があった。発表後も内容について興味をもった参加者から声をかけられたことから自分たちの研究をしっかりと発信できたと思う。この意味で五日間のうちの二日目に発表できたことは幸運であった。また、原始星コア枠の観測レビュー担当者の発表で申請者の論文が取り上げられるなど、国際的な研究の場で認知されていることを実感できた。ほかの機会に知り合ったアメリカテキサス州の若手研究者とも再会し、新たな友人もできた。同じ分野で研究している彼らとは今後とも交流していきたいと思う。より近い分野のフランスと台湾の教授らに対してはポスドクに就けないかという相談もでき、いずれも好意的な返答が得られた。彼らの学生とも議論でき、近い分野だからこその実用的な情報が得られた。今回の研究会はイギリスで開催ということもあり、東アジアでの研究会よりも欧米からの参加者が多く、英語の発表の質の高さにも良い刺激を受けた。目指すべきプレゼンの形がはっきりしたので、これからはそれを目指して自分のプレゼンを洗練させていこうと思う。

以上のように今回の研究会に参加したことでさまざまな面で収穫があった。このような機会を得られたことも早川基金からの援助があってこそであり、ここに厚く感謝申し上げる。