

日本天文学会 早川幸男基金による渡航報告書

East-Asian ALMA Science Workshop

氏 名—麻生有佑（東京大学大学院理学系研究科 M2）

渡航先—台湾

期 間—2013年9月1日-5日

今回の渡航の主旨はEast-Asian ALMA Science Workshopに口頭発表者として出席することであり、申請者は「The formation of Keplerian disk around a late-stage protostar」というタイトルで口頭発表を行った。発表内容は、チリに建設された電波干渉計ALMA (Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array) の初期運用成果の一つとしてTMC-1Aという原始星の観測結果を報告し、原始星周囲における原始惑星系円盤の形成過程について考察するというものであった。なお、共同研究者は大橋永芳 (国立天文台/ハワイ観測所)、西合一矢 (国立天文台)、YenHsi-Wei (ASIAA)らである。

本研究の科学的意義は、原始惑星系円盤の発達が始まっている原始星周囲の力学を調べ、原始惑星系円盤の形成および進化過程を明らかにすることである。古典的Tタウリ型星の周囲に観測される原始惑星系円盤は惑星が形成される現場として近年注目を集めており、力学的には遠心力と重力が釣り合った回転運動（ケプラー回転）が支配的であると知られている。一方で、古典的Tタウリ型星の前段階に当たる原始星の周囲では、円盤状の構造が観測されるも、その力学は中心星への落下（インフォール）および（ケプラー回転とは異なる）角運動量保存回転が支配的である。これまでの観測結果では、ケプラー回転のみを示す天体、またはインフォールと角運動量保存回転を示す天体はそれぞれ同定されているが、その中間に当たる天体は同定されていない。両者の間の力学

的遷移、つまりケプラー回転の発達過程については理論的研究からも確かな示唆が得られていないのが現状であり、観測的研究による解明は非常に意義がある。ケプラー回転円盤は若い原始星の周囲ですでに形成を始めていると考えられているが、形成初期では小さ過ぎて観測が困難である。一方で古典的Tタウリ型星まで進化してしまうとインフォール成分は散逸してしまう。したがって、ケプラー回転が発達を始め、かつインフォール成分が散逸し切っていない原始星後期段階が、問題となっている遷移過程を調べるのに最も適している。そこでわれわれは電波干渉計ALMAを用いて、原始星後期段階にあるTMC-1Aを観測した。分子輝線C¹⁸O ($J=2-1$)の観測結果として、TMC-1A周囲の円盤の外側ではインフォールと回転の両方が、内側ではケプラー回転と解釈できる回転のみが運動を支配していることが明らかになった。特に、インフォール成分の検出はこれまでにない成果であり、ALMAの特性である世界最高感度を十二分に活かした本研究における最大の成果である。ALMAの高感度を活かした方法とは、観測された運動を高速度分解能で分解し、二次元空間上の位置と速度勾配の関係を詳細に決めるというものである。回転とインフォールでは速度勾配の方向は直交するので、どちらの成分が支配的なのかを明確に示すことができる。速度方向に細かく分解すると各速度で検出される放射が弱くなるが、ALMAの高感度観測によって弱い放射も十分な信号雑音比で検出可能となった。科学的意義に加えて、今回の発表にはALMA干渉計の初期成果の報告という意義もある。ALMAは2011年から段階的運用が始まった世界最大の電波干渉計である。日米欧共同のプロジェクトとして建設されたALMAは従来の干渉計とは桁違

いの性能をもち、電波天文学を新時代へと牽引すると期待されている。申請者が出席したworkshopはALMAの初期成果を報告し合い、東アジアコミュニティとして今後の研究を活性化させる目的で開催された。そのようなworkshopで成果を報告したことで申請者はコミュニティの一員として役割を果たしたと感じている。また、世界最先端の観測装置にかかわる国際的なworkshopで、修士学生として出席および口頭発表を行うことは、今後の研究活動を円滑に進めるためにも重要であると考えられる。

発表について申請者自身は、内容・質ともに今回のworkshopに相応しいものであったと考えている。加えて質疑応答の時間に質疑を受けたこと、および発表後に申請者の研究内容に興味をもった参加者と個人的な議論ができたことなどからも、今回の発表によって大きな成果が得られたと言える。これから本研究をもとに修士論文および投稿論文の執筆を予定しているので、今回のworkshopを通して行った議論を生かしていきたいと思う。また、ALMAという共通のテーマを通して東アジアにおける他分野の成果を確認できたことや、懇親会などで分野や国境を超えて交流を深められたことも今回の渡航の成果として挙げられる。近年、いくつかの大型観測装置が各国共同で建設されるように天文学において国境を超えた協力は必要不可欠である。一方で、ALMAを例に

取ってみても観測数や関連論文の数では欧米がその他を上回っていることも事実である。そのような状況や、世界の中で東アジアが果たす役割、東アジアの中で日本が果たす役割について、今回のworkshopを通じて改めて考えることができた。

今回出席したworkshopではALMAの初期成果報告というテーマの下、申請者の研究分野である原始惑星系円盤に限らず、惑星形成や銀河、偏波観測など天文学のさまざまな分野にわたって講演が行われた。これらの分野は大別すれば、「銀河」分野と申請者がかかわる「星形成」分野に二分されるが、星形成という大きな枠組みにおいても、修士学生の口頭発表者は申請者のみであった。段階的運用が開始されたばかりの干涉計ALMAは現在は初期科学 (earlyscience) と呼ばれる段階にあり、これからさらに数年以上をかけて本格的な成果を生み出す計画である。この長期計画において、現在の若手研究者が担う役割は今後ますます大きくなっていくと予想される。そのような点において、今回のworkshopに口頭発表者として出席できたことはとても意義深いことである。しかしながら研究内容の如何にかかわらず、予算をもたない修士学生にとって経済的負担が大きい国際研究会への参加は決して容易なことではない。今回のworkshopへの参加も「日本天文学会早川幸男基金」からの支援あってこそであり、ここに厚く感謝申し上げる。