


平成30年度国立天文台研究集会開催報告書

平成 31年 4月 12日

国立天文台長 殿

代表者	氏名	(ふりがな) ふるや れい 古屋 玲 
	所属・職	徳島大学教養教育院・准教授
研究集会名	「Polarimetry in the ALMA era: a new crossroads of astrophysics」 (ALMA時代の偏波観測：天体物理学の新たな交差点)	
開催期間	2019年 3月 25日 ～ 2019年 3月 29日	
開催場所	国立天文台三鷹	
参加人数・国数 (国数は所属機関の国数)	67名 (うち韓国2名、中国2名、台湾5名、米国1名、チリ1名の6つの国と地域)	
発表資料等の情報	現在(2019.4.12)、講演スライドを回収中であり、近日中に公開予定。 研究集会のプログラムや発表資料等をまとめたHPがあればURLを記載してください。提出後に作成された場合もご連絡ください。国立天文台研究交流委員会HPにリンクを張らせていただきます。HPではなく、論文や冊子を作成している場合は、可能であれば一部ご提供ください。(論文の場合はDOIの情報でも可)	
研究集会の概要	<p>磁場はさまざまな天体に普遍的に存在し、どの天体の形成や進化、活動においても何らかの役割を担う。このため観測や理論シミュレーション・データを解析する際、共通点が多く、従前の分野を超えた議論が新たな研究を創生するはずである。</p> <p>現在、non-standardの扱いではあるが、ALMAで直線偏波観測が可能となり、コンパクトな天体における偏波構造を知ることができるようになった。ALMAの偏波観測機能は拡充が続けられているが、ユーザーがALMAに望む機能もより具体的になった。ひとつは、広がった放射に対する直線偏波撮像機能の拡充への期待であり、これはマルチスケールでの磁場構造の研究に直結する。もうひとつは、ゼーマン効果検出を可能とする円偏波検出能力への期待である。これは磁場強度を知ることにつながる。そこで、ALMAを始めとする干渉計による、偏波観測を振り返り、ALMAの偏波観測能力を活かした、今後の天体磁場研究を展望する(国際)研究会を開催した。</p> <p>さまざまな天体現象に磁場の存在が見え隠れることから、セッションを (i) 星間 (interstellar) 磁場, (iii) 星周 (circumstellar) 磁場, (iv) 銀河中心核 (circumnuclear) 磁場, (v) 銀河間 (intergalactic) 磁場で構成した。また、ALMA偏波観測におけるもっとも一般的な探査針の特性を議論するために、(ii) 星間塵と磁場を星周磁場と星間磁場セッションのあいだに挿入した。いずれのセッションも冒頭に世話人がKey questionsを提示し、セッションの方向性を示した。また、各セッションの最後に世話人らにより、「まとめ」を行った。これによりセッション内の科学的目標だけでなく、セッション相互の役割も明確にされた。なお、偏波観測に馴染みのない研究者向けに、初日にチュートリアル的な講演をまとめた「偏波の小さな学校」(日本語)を開催した。</p>	

研究集会の成果

ALMAによるこれまでの偏波観測から得られた重要な知見は、対象天体の磁場構造だけでなく、伝播過程における偏波の発生と消偏波を評価しなければ、天体磁場の研究は進められない、である。「学校」参加者は、これを念頭に、2日目からの研究会に臨んだ。

研究会では18件の招待講演（質疑込みで40分間）、11件の一般講演（同20分）、および4件のポスター発表（4分間の講演付き）があった。いずれにおいても活発な質疑が行われた。セッション名に“circum”がつく(iii)と(iv)では重力的な中心を定義できる天体における磁場の役割(ここでは磁場の存在は前提で、天体構造の形成と進化における役割が論点)と偏光偏波観測を論じ、“inter”のつく(i)と(v)では重力的な中心を定義できない天体(ここでは磁場の起源も論点)について議論した。

星間 (interstellar) 磁場セッションでは原子雲から分子雲の形成の際だけでなく、分子雲における構造 (例えばフィラメント) 形成において衝撃波圧縮が重要であり、さらに圧縮の方向と磁場の向きが形成ガスの物理的特徴を決めることが理論から指摘された。一方、観測からは分子雲の大局的な方向と磁場の向きに二面性があるか否かが論点となった。いずれにせよ、この密度スケールで広域に観測される偏波構造は星間磁場を捉えていることは間違いないと思われる[(ii) 星間塵と磁場のセッション]。

分子雲コアよりも小さなスケール (より高密度な領域) では、直線偏波観測が必ずしも磁場を捉えていないと見なせる観測例が多数発表された。プランク衛星による広域磁場構造とJCMT POL2で捉えた磁場構造にギャップのある観測例と無い例が報告されたが、これらの検討が今後の研究の焦点となるであろう。その際、輻射によるダスト整列機構の理解を深めるために他波長での散乱偏波観測を通じたダストサイズやアルベドの推定研究などの重要性が指摘された。

以上を踏まえ、(iii) 星周 (circumstellar) セッションでは自己重力収縮過程において、磁場は基本的にpassiveであるが、特定の密度範囲や空間スケールで効くことが指摘され、それらの理論予測を検証するに足る、ALMAによる100 -- 10 AUスケールの偏波構造の観測結果が報告された。今後、これらの知見を総合して、研究を進めることの重要性を参加者は意識した。さらにダスト熱輻射の直線偏波観測のみならず、原子や分子のゼーマン効果を利用した磁場強度測定を進める必要がある。円偏波測定に必要とされるキャリブレーション精度、手法、先駆的な観測例について、米国国立電波天文台JVLVAのE. Momjian博士に論じていただいた。非熱的放射ではあるが、晩期型星におけるゼーマン効果測定の例も紹介され、熱的輝線での観測に期待を抱かせた。

研究会4日目の銀河中心核 (circumnuclear) 磁場および銀河間 (intergalactic) 磁場セッションでは、系内マイクロクエーサーSS433のジェット構造における磁場構造の観測結果から議論を開始し、BH-降着円盤-AGN jet系における磁場の役割に関する理論予測レビューを配した、このプログラム構成により、参加者は原始星-降着円盤-jet/outflow系との共通点および差異(前者ではMRIが主要機構のため磁場は「常に重要」で、passiveな後者との大きな差)を明確に意識した。さらにAGNトーラス、銀河(系)中心領域の磁場構造の理論や磁場の関与が示唆されるヘリカル形状分子雲などの研究発表がなされた。引き続き近傍の渦巻き銀河円盤部に対するALMAによる偏波観測の現状と展望が報告された。ここでは銀河系内で得られた知見 (e. g., 星形成を「非効率」にしている主因は磁場など) を銀河研究者たちは考慮する重要性を認識されたようで、実際にALMAに偏波観測を提案する機運が銀河研究者のあいだで生まれている。

痛感したようで、本研究会の重要な成果と言える。一方で、磁場を含めた星間物質と星形成の知見 (e. g., 磁気乱流による星形成率の制御とそれにもとづくスケール則で、近傍銀河の銀河スケールでの星形成が一見、説明できていること) の検証の重要性を系内と系外の研究者が共有した。最後にトモグラフィ法による銀河間磁場の磁場強度測定に関する研究が紹介され、放射源と伝播経路の両方で発生する偏波と消偏波をどのように評価し、観測データを解釈すべきかの議論を深めた。

いずれのセッションの議論からも“inter”と“circum”の視点で天体現象を俯瞰しつつ、詳細研究を展開することの重要性、ALMAだけでなく、JCMT-POL2などのデータをフル活用し、マルチスケールで磁場の役割を解明する必要性が改めて認識した。そのためには、ALMA偏波撮像機能の広視野化と高感度化、ACAやTPモードでの偏波観測の実現、JCMT-POL2の広視野化 (マッピングスピードの向上) と高感度化を望む研究者が東アジア天文台には多く存在することは国立天文台にはお伝えしたい。

その他参考
となる事項
(希望事項も
含む)

東アジア諸国には、サブミリ波干渉計(SMA)による偏波観測の経験が蓄積されている。磁場研究をリードしてきた米欧の研究者のもとで研鑽を積んだ研究者が相次いで帰国し、彼らのポストドク研究員や院生が米欧で武者修行する流れがある。また、この環境が米欧の若手研究者を逆に東アジアに惹きつけている。このため、東アジア諸国の存在感が急速に高まっている。我が国における、磁気星間雲の研究は独歩的な地位を占めてきたが、今後の展開を考えると、東アジア諸国との研究交流の重要性は論をまたない。

今回、東アジアで活躍する、若手・中堅研究者を招聘させていただいた。彼らとの議論を通じ、今後も東アジア諸国との研究交流を拡充させることの重要性を強く認識した。

今回の世話人のうち、中心的な役割を担った若手・中堅研究者は大規模な国際研究集会の組織および運営経験を必ずしも持っていなかった。今回は、国内研究集会を拡充し、東アジアの研究者に世話人から個別に参加を呼びかけた(CADCなどでの広報は取ってしなかつた。)ため、研究会の趣旨を外国からの参加者にも十分ご理解いただいた上で運営できた。このことは、若手・中堅研究者が国際研究集会の組織および運営の経験を積むという意味で良い機会となったと言える。