

(令和元)年度国立天文台滞在型共同研究報告書

2020 年 1 月 1 日

申請者 (受入責任者)	氏名	片岡 章雅
	所属・職	科学研究部助教
研究課題名	原始惑星系円盤における偏波と惑星形成	
研究場所	国立天文台三鷹	
台外からの 共同研究者	氏名	Nienke van der Marel
	所属・職	NRC Herzberg (カナダ, National Research Council)

1. 研究概要

原始惑星系円盤とは、若い星の周りにできるガス円盤であり、内部ではマイクロンサイズのダストが数千キロメートルサイズの惑星まで合体成長が起こっており、惑星形成の舞台として注目されている。近年、すばる望遠鏡やALMA望遠鏡等によって、円盤はリング・ギャップや局在型ダスト分布、渦状腕など多様な構造を持つことがわかってきた。そのため、これまでスムーズなガス円盤を仮定して検討されてきた惑星形成理論の修正が必要となっている。

我々はその中でも特に、ALMA望遠鏡による原始惑星系円盤の偏波観測の理論観測両面において世界的にリードする研究を行っている。これまでの研究により、世界でまだ数天体程度しか行われていない原始惑星系円盤の偏波観測から、ダストサイズが従来予測されていたミリメートルサイズより小さな $100\mu\text{m}$ 程度であることがわかった。これは、これまでの原始惑星系円盤でのダスト成長の解釈の変更が必要となったことを示している。

そのような中で我々はNienke van der Marel氏（以下van der Marel氏）や理化学研究所の大橋聡氏らと共同で行ったALMA観測提案によりOph IRS 48というダスト局在構造を示している遷移円盤の偏波データを取得した。初期解析において、すでに散乱による偏波の可能性が濃厚となっており、ダストサイズが $100\mu\text{m}$ 程度であることを示唆している。この結果は、従来ミリメートルサイズのダストを仮定することで初めて説明できていたダストの局在構造が説明できなくなる可能性を示している。我々は本データの解析を共同で進め、局在円盤におけるダストサイズ推定をおこなう。その後IRS 48におけるダスト分布を説明するモデルを探ることで、局在円盤における惑星形成について研究を行う。

2. 研究成果 ※学会等での発表、学会誌等に掲載するなどされた場合は(別紙)にご記入ください。

観測対象天体IRS48のダストサイズについて特に着目した。これまでのダスト連続波の多波長観測結果は、1cm程度のサイズのダストの存在を示唆していた。その一方で、今回取得した新しい偏光観測結果は100マイクロン程度のダストを示唆している。今回の滞在では、主にこの矛盾に焦点をあて、どう解くべきかについて議論を進めた。

その結果、共同研究者であるNienkeは滞在中は納得しなかったが、「従来光学的に薄いと思っていたミリ波での放射が実はとても光学的に厚く、実は100マイクロンサイズダストで説明できるのではないか」という案で落ち着いた。

2週間の滞在では実際の研究の進捗は進まないが、本議論をもとに理化学研究所の大橋聡氏が中心となり輻射輸送計算を進めた。その結果、1.光学的に薄いと仮定した場合、たしかにアルマ連続波観測とVLA観測を説明するにはセンチサイズダストが必要であることを確認、しかしアルマ偏光は説明できない。2. 光学的に厚いとした場合、滞在中の予測通り観測を説明できることを確認した。

このことは、従来「アルマで見つかった原始惑星系円盤の非軸対称なダスト分布は、センチメートルサイズの大きなダストが明るいところに集まっている」とする定説を覆し、「明るいところでもダストサイズはせいぜい100マイクロン程度である」ということがわかった。これは、更に大きなキロメートルサイズの微惑星やその先の惑星形成はより困難になるが、アルマを使った惑星形成への新たな観測的成約になると期待される。

3. 本制度に対する意見、要望など【申請者記載欄】

4. 本制度に対する意見、要望など【本事業で来訪した共同研究者記載欄】

5. 共同研究者の滞在日程	
氏名・所属	Nienke van der Marel (NRC)
滞在日程・日数	2019年 10月 20日 ~ 2019年 10月 30日 (11)日間
滞在日程・日数	2019年 11月 1日 ~ 2019年 11月 7日 (7)日間
合計	(18)日間

(記載要領)

※ 記入欄は必要に応じ適宜スペースを拡張して記入のこと。

※ 共同研究者の滞在日程は、必要に応じ行を追加して記入、複数人招へいしている場合には、表をコピーして各人ごとに記載すること。

※ 報告書の公開にあたり支障を生ずるおそれがある場合は、当該部分とその理由を明記すること。

【お願い】

滞在終了1年後、当該共同研究によって出版された論文等の成果の提出を依頼させていただきますので、その際にご協力ください。

国立天文台滞在型共同研究 報告書(別紙)

氏名	所属	標題名	ID
----	----	-----	----

回答日: 年 月 日

1 欧文論文(査読あり)

記述不要	著者(DOIが付与されていれば記述不要)	出版年	論文名	雑誌名	巻(※1)	ページもしくはID (DOIが付与されてい れば記述不要)	DOI	調査年度	備考
	Tenmon, T., Mitaka, H., Osawa, J.:	2010	○○○○○○○○○○○○	ApJ	707	485-497.	10.1088/0004-637X/111/1/111		

2 和文論文(査読あり)

筆頭著者名 ローマ字表記	著者(DOIが付与されてい れば記入不要)	出版年	論文名	雑誌名	巻(※1)	ページもしくはID (DOIが付与されてい れば記述不要)	DOI (付与されている場合)	調査年度	備考
Tenmon, T.	天文太郎、三鷹花子、大沢二郎	2009	○○○○○○○○○○○○	測地学会誌	58	102-106			

3 国内・国際会議講演、学会発表等

記述不要	講演者	年	講演名	会議等名	開催場所・開催日	招待講演(※2)	調査年度	備考
	Tenmon, T.:	2009	○○○○○○○○○○○○	New Science Enabled by Microarcsecond Astronomy	(Socorro, NM, USA, Aug. 6-10, 2009).	*		

4 修士/博士論文

記述不要	著者	学位授 与年度	論文名	学位授与大学	言語	取得学位	DOI (付与されている場合)	調査年度	備考
	星光	2010	○○○○○○○○○○○○	総合研究大学院大学	英語	博士(理学)			

5 その他

--

(※1)巻がない場合は省略可。また、号の記載が必要な場合は巻の後ろに括弧で記載する。(例: 57(12))

(※2)招待講演の場合には「*」を記載する。