



名古屋大学
NAGOYA UNIVERSITY



名古屋市科学館
NAGOYA CITY SCIENCE MUSEUM

配布先: 文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

2026 年 2 月 4 日

報道機関 各位

天の川銀河円盤に落下する星形成の材料“分子雲”を発見 ～天の川の進化の謎を解く大きな手がかり～

【本研究のポイント】

- ・天の川のじょうぎ座^{注1)}の方向に銀河円盤から垂直に尻尾のように伸びた構造(ヘッドテイル構造)を持つ分子雲を発見した。
- ・位置天文衛星ガイア^{注2)}のデータ解析によって分子雲までの距離を 8000 ± 590 光年と推定した。
- ・分子雲が天の川銀河円盤に落下し、円盤部からの衝撃圧縮によって加熱を受けている可能性が示唆された。

【研究概要】

名古屋市科学館の河野 樹人 学芸員 (兼: 名古屋大学大学院理学研究科 客員研究員)、名古屋大学の福井 康雄 名誉教授、早川 貴敬 研究員、立原 研悟 准教授、東京大学の土井 靖生 助教らの研究チームは、オーストラリアに設置されたモプラ電波望遠鏡^{注3)}で得られた一酸化炭素分子(CO)輝線^{注4)}のデータを解析することで、じょうぎ座の方向で天の川銀河円盤から垂直方向に伸びた分子雲を発見しました。分子雲は銀河円盤から尻尾のように伸びた構造(ヘッドテイル構造)を持ち、通常の分子雲と比較して加熱されていることが分かりました。さらに位置天文衛星ガイアのデータを解析することによりこの分子雲までの距離を 8000 ± 590 光年と推定しました。これは分子雲が天の川銀河円盤に落下し、円盤からの衝撃圧縮によって加熱される現場を捉えた初めての例です。

本研究成果は、2026 年 2 月 6 日発行の「Publications of the Astronomical Society of Japan (日本天文学会欧文研究報告)」に掲載されます。

【研究背景と内容】

私たちの住んでいる太陽系は、数千億個の星の大集団である天の川銀河(銀河系)に属しています。天の川銀河は直径 10 万光年で薄い円盤状の構造をしており、その中にある星間ガスが濃く集まって新しい星が誕生します。これまでの研究で円盤部の星形成活動は、およそ 100 億年にわたって継続的に行われていることが知られています。一方で、これまでと同じペースで星形成が続いた場合、現存する星間ガスは約 10 億年以内で使い果たされてしまうと指摘されており、継続的な星形成活動を説明するのには不十分でした。その解決策として、銀河円盤の外側からの継続的なガス供給が重要な役割を果たすことが指摘されていましたが、その観測的検証は十分に行われてきませんでした。

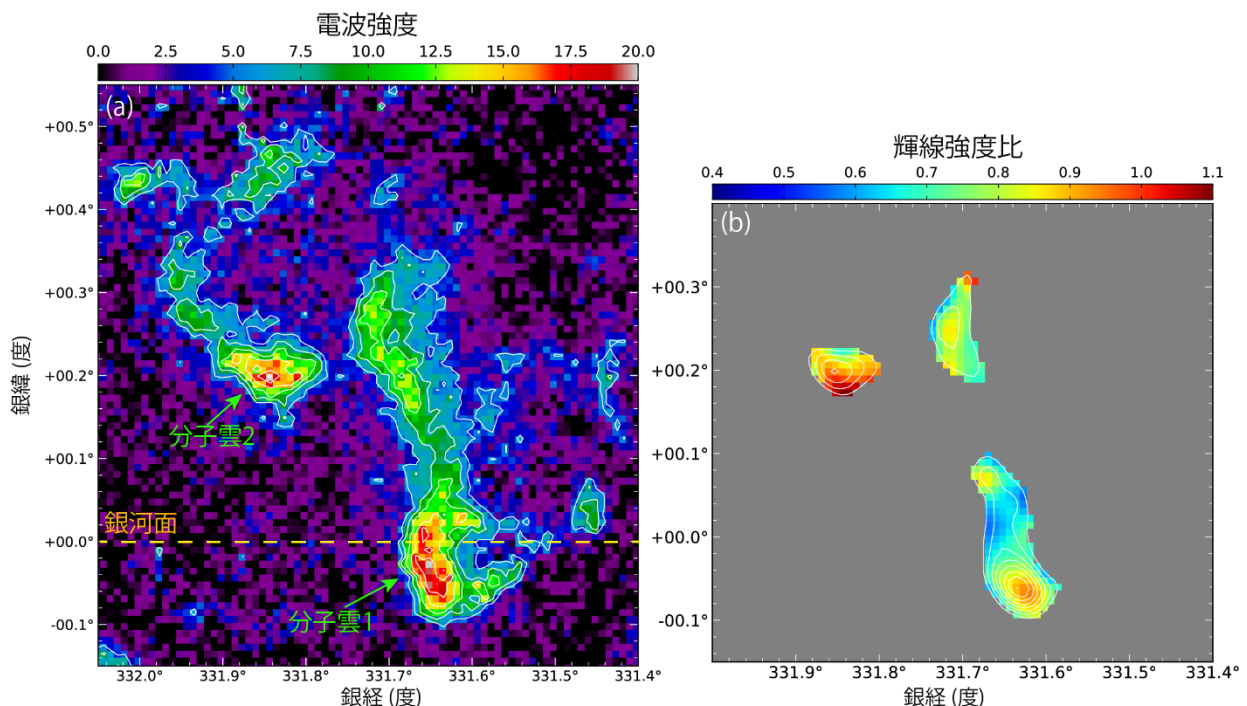


図 1 (a) 本研究で発見した 2 つの分子雲。銀河面から垂直に伸びた構造を持つ。(b) 異なるエネルギーを持つ一酸化炭素分子から放射された輝線強度比の分布図。比の高い場所が温度と密度が上昇していることを示す。

本研究では、天の川の分子雲観測のデータから、じょうぎ座の方向に特徴的な分子雲を発見しました(図 1 左)。この分子雲は円盤部(銀河面)から垂直方向に尻尾のように伸びた構造(ヘッドテイル構造)を持ちます。分子雲の温度を調べるため、エネルギー準位の高い一酸化炭素分子輝線で観測されたアパックス 12m サブミリ波望遠鏡^{注5)}のデータも併せて解析しました。2 つのエネルギー準位の異なる輝線強度比を取ってモデル計算をすることで分子雲の温度と密度を推定することができます。その結果、銀河円盤にある典型的な分子雲の温度である 10K(-263 度)と比較して温度が 30-50 K に上昇している様子が分かりました。近くに分子雲全体を暖める対応天体が見られないことから、これは分子雲が銀河円盤に落下し、衝突による衝撃圧縮を受けることで温度が上昇していると考えられます。さらに、位置天文衛星ガイアのデータを解析したところ、分子雲に対応する恒星の減光を発見しました(図 2 左)。恒星の距離 8000 光年周辺で分子雲の空間分布

に対応する密度分布が見られることから、発見した分子雲の距離は 8000 ± 590 光年である可能性が最も高いことが分かりました(図 2 右)。この結果から落下する 2 つの分子雲の質量は 4800 太陽質量と 3500 太陽質量であることが分かりました。

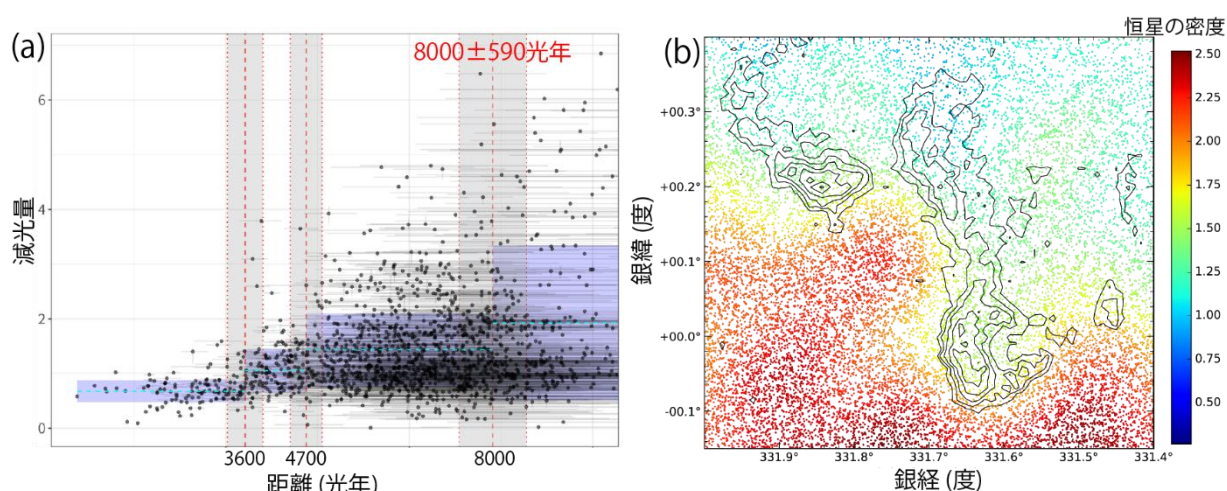


図 2(a): 分子雲の対応するガイア衛星によって得られた恒星の距離と減光量の関係。灰色で示した 3 つが可能性のある距離範囲。(b): 距離 7400 光年から 13000 光年の範囲内にあるガイア衛星による単位面積あたりに検出された恒星の数。黒い等高線で 2 つの分子雲の空間分布を重ねている。これらの解析から分子雲の私たちからの距離が 8000 ± 590 光年の可能性が高いことが分かった。

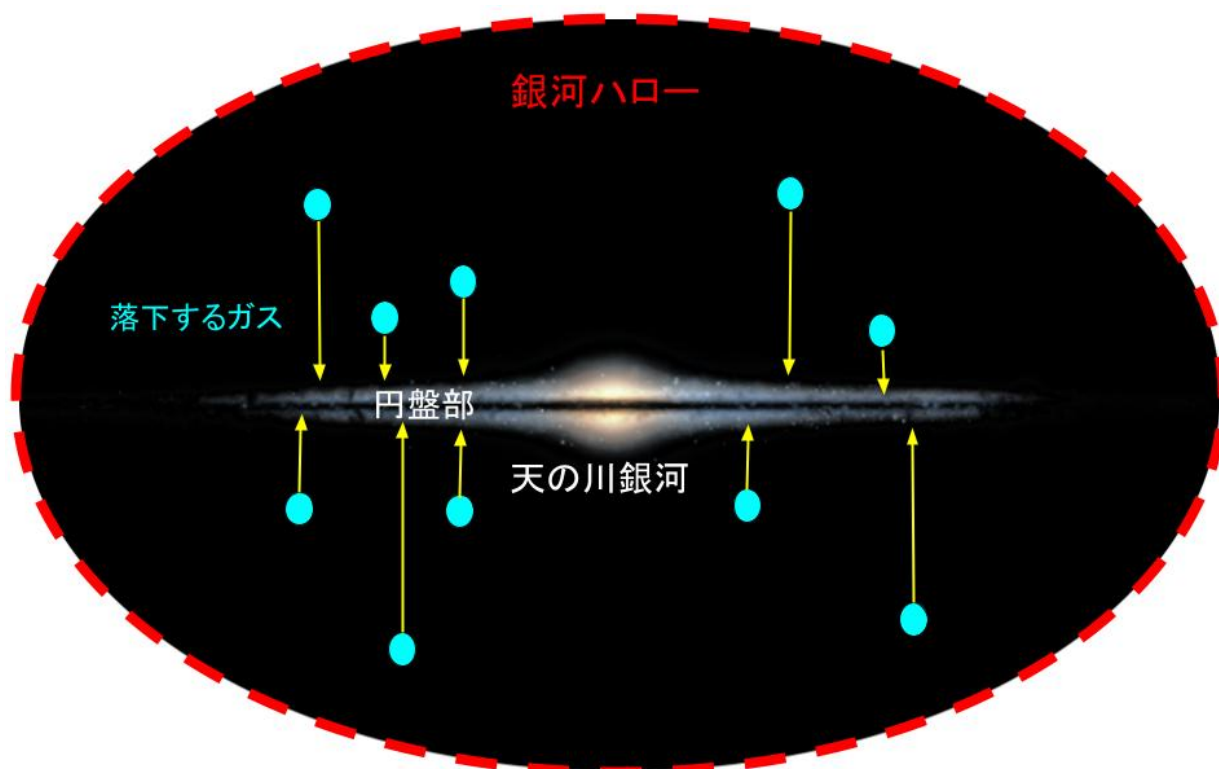


図 3: 天の川銀河を真横から見た模式図。今回発見した 2 つの分子雲は背景の黒色で示した銀河ハロー^{注6)}と呼ばれる銀河円盤を取り囲む領域から落下した可能性が考えられる。(この図は概念図であり、落下するガスの大きさや形状を正確に再現したものではない)

【成果の意義】

これまで天の川銀河の分子雲広域観測は主に銀河円盤(銀河面)に集中して行われており、特に垂直方向に伸びた分子雲の探査はほとんど行われてきませんでした。本研究は銀河円盤から垂直方向に伸びたヘッドテイル構造を明確に捉え、衝撃圧縮による温度上昇を捉えた点で非常に画期的です。またアメリカを中心とする研究グループによるコンピューターを使った理論計算においても、円盤に落下する星間ガスがヘッドテイル構造を持つことが再現されており、本研究のシナリオを支持しています。

本研究に先立って、名古屋大学の早川 貴敬 研究員と福井 康雄 名誉教授は、2024年に全天にわたる水素原子ガスの解析から中速度雲^{注7)}と呼ばれる銀河円盤に落下する水素原子雲の広域探査を行いました。星間ダスト^{注8)}放射との比較解析の結果、中速度雲の大部分は太陽系近傍と比較して重たい元素量が少なく、天の川銀河外から落下した始原ガスであることを立証しました^{注9)}。本研究で発見した分子雲の視線速度は -35km/s であり、この中速度雲とも一致しています。したがって、銀河ハローと呼ばれる銀河円盤を取り囲む領域から落下した中速度雲が、円盤部で強く圧縮され落下分子雲を形成するシナリオが考えられます。このような落下分子雲は、天の川銀河円盤の外側からの継続的なガス供給源になる可能性があります。今後、銀河円盤から垂直方向の分子雲探査と解析を進めることで落下分子雲の系統的な研究が進むと期待されます。

【用語説明】

注 1)じょうぎ座:

18 世紀にフランスの天文学者ニコラ＝ルイ・ド・ラカージュによって設定された星座。南天の天の川に位置し、4 等星以下の暗い星で構成されている。日本の多くの地域では、地平線から低くまでしか昇らないため星座全体を見るのが難しい。この方向には赤外線や電波で明るい、RCW106 と呼ばれる活発な星形成領域が存在し、名古屋大学が南米チリで運用する NANTEN2 望遠鏡による分子雲広域観測の結果が本研究の契機となった。

<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-3881/adae87>

注 2)位置天文衛星ガイア (Gaia):

2013 年にヨーロッパ宇宙機関によって打ち上げられた位置天文衛星。天の川銀河の構造の解明を目的としていて、Data Release 3 では約 14 億個以上の恒星の距離と運動の結果が公開されている。

注 3)モプラ (Mopra) 電波望遠鏡:

オーストラリア国立望遠鏡機構(ATNF)が運用している口径 22m の電波望遠鏡。ニューサウスウェールズ州クーナバラブラン近郊に設置されている。名古屋大学の研究チームも共同研究として、一酸化炭素分子輝線による天の川広域観測プロジェクトに参加し、名古屋大学からの遠隔操作による観測にも貢献した。

<https://www.narrabri.atnf.csiro.au/mopra/>

注 4)一酸化炭素分子(CO)輝線:

星間ガスの主成分である水素分子は通常、電磁波を出さず直接観測が困難なため、その次に存在量の多い一酸化炭素分子が主要な観測手段として用いられる。分子の回転により電波が放射される。本研究では、波長 2.6 mm, 2.7 mm (115, 110 GHz)と波長 1.4 mm (220 GHz)の電波観測によって得られたデータの解析を行った。

注 5)アペックス (APEX) 電波望遠鏡:

ヨーロッパ南天天文台、ドイツ・マックスプランク電波天文学研究所、スウェーデン・オンサラ天文台によって共同運用されている南米チリ・アタカマ高地に設置された口径 12m の電波望遠鏡。モプラ望遠鏡よりもエネルギー準位の高い一酸化炭素分子輝線を観測することが可能で、南天の天の川の広域観測データが公開されている。

<http://www.apex-telescope.org/ns/>

注 6)銀河ハロー:

銀河円盤を取り囲むように広がった領域。円盤部と比較して年老いた星や高温で希薄な星間ガスで構成されている。

注 7)中速度雲:

通常の天の川銀河円盤の回転速度から外れた視線速度を持つ水素原子雲。視線速度は $\pm 30 \text{ km/s}$ から $\pm 100 \text{ km/s}$ 程度で、1960 年から 1970 年代にかけて銀河円盤から垂直方向に離れた領域で水素原子が放射する波長 21 cm の電波観測によって発見された。銀河円盤に向けて落下しつつある星間ガスであると考えられているが、その形成起源は未解明な点が多い。

注 8)星間ダスト:

宇宙空間に存在する大きさ数マイクロメートル以下の固体微粒子。主に酸素、炭素、マグネシウム、ケイ素、鉄などで構成される。遠赤外線や電波(ミリ波・サブミリ波)領域の熱放射を観測することでその空間分布を捉えることができる。

注 9)2024 年名古屋大学プレスリリース:

銀河系に降り積もる水素ガス ～系外起源とする有力な証拠を発見、二十年来の状況打開～ (早川貴敬・福井康雄)

<https://www.nagoya-u.ac.jp/researchinfo/result/2024/03/post-636.html>

【論文情報】

雑誌名: Publications of the Astronomical Society of Japan (日本天文学会
欧文研究報告)

論文タイトル: Head-tail molecular clouds falling onto the Milky Way disk

著者: Mikito Kohno (河野樹人;名古屋市科学館/名古屋大学), Yasuo Fukui (福井康雄;名古屋大学), Takahiro Hayakawa (早川貴敬;名古屋大学), Yasuo Doi (土井靖生;東京大学), Rin I. Yamada (山田麟;国立天文台野辺山), Fumika Demachi (出町史夏;名古屋大学), Kazuki Tokuda (徳田一起;香川大学),

Press Release

Hidetoshi Sano (佐野栄俊; 岐阜大学), Shinji Fujita (藤田真司; 統計数理研究所), Rei Enokiya (榎谷玲依; 国立天文台), Asao Habe (羽部朝男; 北海道大学), Kisetsu Tsuge (柘植紀節; 岐阜大学), Atsushi Nishimura (西村淳; 国立天文台 野辺山), Masato I.N. Kobayashi (小林将人; 核融合科学研究所), Hiroaki Yamamoto (山本宏昭; 名古屋大学), and Kengo Tachihara (立原研悟; 名古屋大学)

DOI:10.1093/pasj/psaf125

URL:<https://doi.org/10.1093/pasj/psaf125>