



PRESS RELEASE (2022/08/18)

19 万光年彼方の小マゼラン雲から星の産声をキャッチ！

アルマ望遠鏡が捉える 100 億年前相当の星の誕生

ポイント

- ① 太陽系誕生よりも遙か昔の環境でどのように恒星(星)が誕生するかが未解明であった
- ② 100 億年前相当の状況に近い小マゼラン雲で星誕生の産声を初めて検出することに成功
- ③ 産声を手がかりに、宇宙の遙か昔の星や惑星の誕生過程の解明がさらに進むと期待

概要

ヘリウムよりも重たい元素のことを天文学では”重元素”と呼びます。宇宙が誕生した頃は恒星の中で長時間かけて起こる元素合成が進んでいないため、軽い元素が支配的でした。このように現在の宇宙と大きく異なる環境では、どのように星が誕生するかは明確にはわかっていませんでした。

本研究では太陽系よりも重元素量が少なく、約 100 億年前の宇宙の環境を残した場所からの産声を初めて発見したことにより、宇宙の進化の歴史において星が誕生するメカニズムが共通していることを示す結果が得られました。

九州大学大学院理学研究院の徳田一起 学術研究員/特任助教 (兼・国立天文台アルマプロジェクト特任助教)及び大阪公立大学大学院理学研究科の大西利和 教授をはじめとする国際共同研究チームはアルマ望遠鏡を使って、地球から 19 万光年離れた小マゼラン雲に存在する Y246 という原始星(幼年期の星)を観測しました。その結果、時速 54000km 以上の速さで運動する分子のガス流が存在していることを突き止めました。これは星の産声に対応する双極分子流という現象です。天の川銀河を初めとする現在の宇宙の原始星は、分子雲コアと呼ばれる星の卵から誕生しますが、この分子流を通して余分な回転の勢いを捨てることにより収縮して大人の星へ成長します。これと同様な現象が重元素量の少ない小マゼラン雲で見られたということは、星の誕生する過程が 100 億年の歴史の中で共通していたということを示す大きな証拠となります。

双極分子流は原始星近傍のガス円盤から噴出すると考えられているため、今回の発見は、遙か昔の宇宙環境におけるガス円盤の形成やその円盤中での惑星系の誕生について、新たな視点からの調査を進める第一歩となるかもしれません。

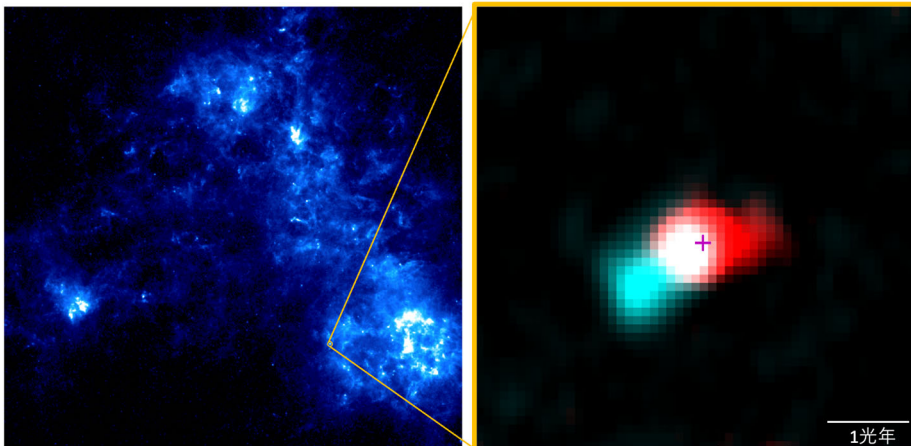


図 1: (左) 欧州宇宙機関のハーシェル宇宙天文台が遠赤外線観測した小マゼラン雲と(右) 原始星 Y246 からの双極分子流。シアンおよび赤色で示した部分がそれぞれ地球に近づく方向および遠ざかる方向に時速 54000 km 以上の速さで運動しています。クロスは原始星の位置を示しています。

Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), Tokuda et al. ESA/Herschel

【研究の背景と経緯】

ヘリウムよりも重い元素のことを天文学では”重元素”と呼びます。宇宙が誕生した頃は元素合成が現在よりも進んでいないため、重元素量が少ない環境を調べることは宇宙が誕生して間もない頃を調べることに相当します。このような場所では星が誕生する条件(主に、星の卵となる分子雲コアの温度や密度の状態)などが大きく異なり、現在よりも活発に星を誕生させている銀河が多いため、星の誕生メカニズムが現在と異なっているか、もしくは共通しているかを調べることは宇宙の歴史を紐解く上で重要な課題でした。しかし重元素量が少ない場所は100億光年ほど彼方に存在することが多く、現在の観測技術を以ってしても、星の産声を直接聞くことは不可能です。小マゼラン雲は我々の住む天の川銀河も属する局所銀河群の銀河の中では重元素量が太陽系の1/5と最も低い環境にある銀河です。小マゼラン雲は太陽系から19万光年と比較的近い距離にあるため、宇宙の昔の状態を色濃く残した場所での星の誕生を調べるための絶好な場所となります。

【研究の内容と成果】

今回、九州大学、大阪公立大学などの研究チームは小マゼラン雲に存在する大質量星の原始星(幼年期の星)をアルマ望遠鏡で観測し、星の誕生の産声とも呼べる双極分子流を同銀河内で初めて検出しました。双極分子流自体は、これまでの天の川銀河を初めとする原始星の観測で”星誕生の目印”として普遍的に見られていた現象でした。しかし、小マゼラン雲においては分子ガスを観測するために一般的に用いられている一酸化炭素からの電波が非常に微弱であり、この産声を検出するのは私たちの住む天の川銀河も属する局所銀河群の他の銀河よりも困難を極めていました。本研究では、温度や密度が高い場所でより強い電波が期待される輝線を選択したことにより、Y246という原始星(幼年期の星)からの双極分子流を初めて検出することができました。この分子流の性質について詳しく調べてみると、ガスの運動の勢いなどが天の川銀河で見られていたものと共通していることを突き止めました。天の川銀河を初めとする現在の宇宙の原始星は、分子雲コアと呼ばれる星の卵から誕生しますが、この分子流を通して余分な回転の勢いを捨てることにより収縮して大人の星へ成長します。これと同様な現象を小マゼラン雲で始めて見いだすことができたのです。この研究のデータ解析を主に担当した大阪公立大学4年生の國年悠里さんは、「今回小マゼラン雲にある6つの原始星のデータを同時期に解析しました。小マゼラン雲で双極分子流はこれまで見つかっていなかったため、検出できるかどうか不安でしたが、Y246原始星で見つけた時はまるで宝探しに成功したような感覚でした。今回の発見で得た経験を活かし、アルマ望遠鏡を始めとする観測データを用いて小マゼラン雲をさらに研究し、天文学の発展に貢献したいと思います。」とコメントしています。

【今後の展開】

双極分子流の発生源は原始星周辺の円盤であると考えられており、このような円盤の中で太陽系は形成されています。小マゼラン雲での初めて双極分子流発見は、宇宙史の中で重元素量が少ない100億年前から現在に至るまで、星や惑星系の形成のメカニズムが同様であることを示しています。また、このような重元素量が少ない環境での原始星アウトフローの検出手法に大きな指針を与えた意味でも重要です。今後、同銀河において数10個以上確認されている同種の原始星に対して網羅的な観測を行い、双極分子流の発生の普遍性を検証する予定です。また、アルマ望遠鏡はさらなる解像度を達成することができるため、実際に原始星周りに円盤が形成されているのかも検証できる可能性があります。重元素量が少ない環境を模して星の誕生をコンピュータの中に描き出す理論的な計算の進展も期待されます。

【用語解説】

(※1) アルマ望遠鏡

説明・・・東アジア(日本・台湾・韓国)・北米(アメリカ・カナダ)・ヨーロッパが共同で運用する国際的な望遠鏡プロジェクトです。チリ・アタカマ砂漠の標高約 5000m の場所に設置されており、合計 66 台のパラボラアンテナを組み合わせることで高い解像度の天体画像を得ることができます。

(※2) 重元素量 (金属量)

説明・・・天文学では水素とヘリウムよりも重い元素のことを重元素(金属)と呼びます。太陽およびその周辺を基準とし、最も多い元素である水素に対して重元素がどれくらい含まれているかを表します。

(※3) 小マゼラン雲

説明・・・地球から約 19 万光年の距離にある銀河。我々が住む天の川銀河も含まれている局所銀河群の中では、分子ガスが観測できてかつ原始星(幼年期の星)が詳しく観測できるものの中では最も重元素量が少ない(天の川銀河の 1/5 程度)環境にあります。

(※4) 双極分子流

説明・・・原始星(幼年期の星)から放出されるほぼ反対向き(南極方向と北極方向)に放出される分子ガスの高速な流れで、産声に対応します。これにより分子雲コア(※5)が持っている回転の勢いを捨て去ることにより大人の星に成長します。太陽系の周辺数万光年以内や大マゼラン雲の原始星では普遍的に観測されてきましたが、今回最も重元素量の小さい銀河で検出できたことがこの研究のポイントになります。

(※5) 分子雲コア

説明・・・宇宙空間には星の材料となる水素原子/分子を主成分としたガスが漂っています。その中でも特に水素分子が豊富に存在する場所が分子雲です。さらに濃くなった場所は分子雲コアと呼ばれており、いわゆる星の卵に相当します。これがさらに収縮することによって、太陽のような恒星や、それよりもさらに重い星(大質量星)その連星が誕生します。

【謝辞】

本研究は JSPS 科研費 (JP18H05440, JP19K14760, JP21H00049, JP21H00058, JP21H01145, and JP21K13962)、ALMA 共同科学研究事業 (【2022-22B】) の助成を受けたものです。

【論文情報】

掲載誌：The Astrophysical Journal Letters

タイトル：The First Detection of a Protostellar CO Outflow in the Small Magellanic Cloud with ALMA

著者名：Kazuki Tokuda, Sarolta Zahorecz, Yuri Kunitoshi, Kosuke Higashino, Kei E. I. Tanaka, Ayu Konishi, Taisei Suzuki, Naoya Kitano, Naoto Harada, Takashi Shimonishi, Naslim Neelamkodan, Yasuo Fukui, Akiko Kawamura, Toshikazu Onishi and Masahiro N. Machida

D O I : 10.3847/2041-8213/ac81c1

【お問合せ先】

<研究に関すること>

九州大学理学研究院地球惑星科学部門 学術研究員/特任助教 徳田一起（トクダカズキ）

Mail : tokuda.kazuki.369@m.kyushu-u.ac.jp

大阪公立大学大学院理学研究科 教授 大西利和（オオニシトシカズ）

Mail : tonishi@omu.ac.jp

<報道に関すること>

九州大学広報室

TEL : 092-802-2130 FAX : 092-802-2139

Mail : koho@jimu.kyushu-u.ac.jp

大阪公立大学広報課

TEL : 06-6605-3411

Mail : koho-list@ml.omu.ac.jp