

配布先: 名古屋教育記者会

2025年5月22日

報道機関 各位

嵐を呼ぶ太古の巨大棒渦巻銀河

【本研究のポイント】

- ・111 億年前の棒渦巻銀河について、アルマ望遠鏡^{注1)}を用いてガスの分布と運動を詳細に観測した。
- ・棒構造の存在により、ガスが銀河の中心に供給されていることが示された。
- ・現在の宇宙に至る棒渦巻銀河の形成と進化を理解する手がかりとなる。

【研究概要】

名古屋大学大学院理学研究科の黄燦(ファン・ショウ)研究員(兼 国立天文台研究員)、梅畑 豪紀 特任助教(高等研究院 YLC 教員)、田村 陽一 教授らの研究グループは、ALMA 望遠鏡を用いて、111 億年前の宇宙で見つかった棒渦巻(ぼううずまき)構造を持つモンスター銀河について、その星形成の元となるガスの分布と運動を詳細に捉えることに成功しました。ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡とアルマ望遠鏡による観測から、初期の宇宙に存在したこの銀河が、現在の宇宙に存在する棒渦巻銀河と似通った姿でありながらも、実はその銀河の中ではガスが激しく吹き荒れ、一部のガスが銀河の中心に落ち込んで猛烈な星形成を起こしていることを明らかにしました。本研究結果は、天の川銀河に代表される棒渦巻銀河の成長と進化の歴史に新たな知見を与えてくれます。

本研究結果は、『Nature』に2025年5月22日付で掲載されました。

【研究背景と内容】

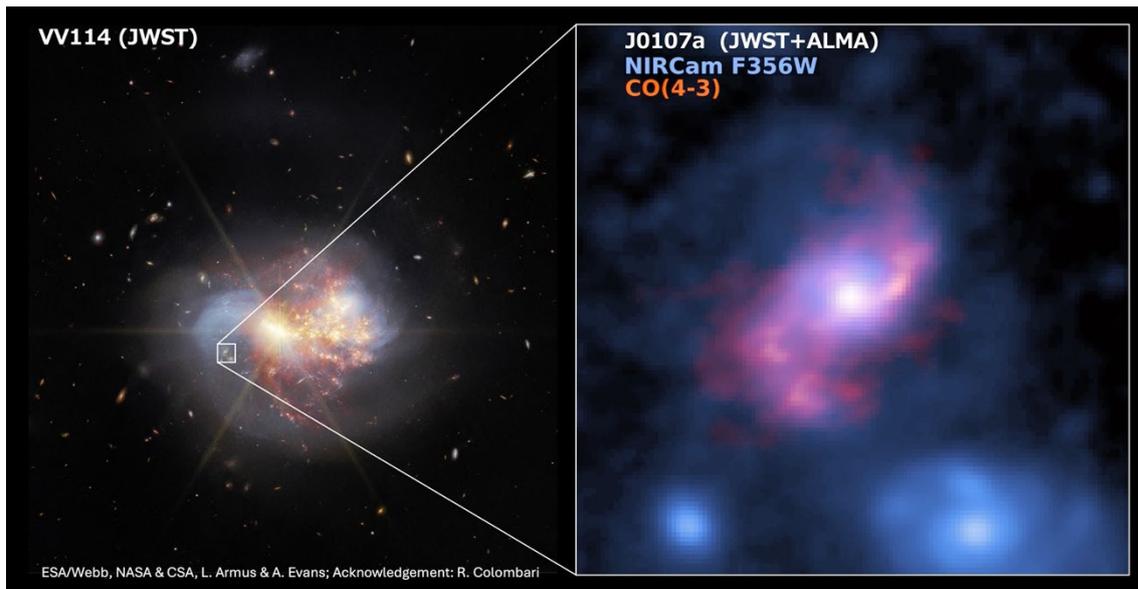
今から 100 億年以上前の初期の宇宙には、私たちの天の川銀河の 100 倍以上の効率で爆発的に星を作っているモンスター銀河が多く存在していました。現在の宇宙にも同様な規模の星形成を行っている銀河が稀にいますが、そのほとんどは衝突や合体の途中の銀河であることが知られています。そのため、モンスター銀河も銀河の衝突、合体によって大量のガスが中心に流れ込むことで爆発的な星形成を起こし、そのガスを使い果たした後には巨大な楕円銀河になるだろうと考えられてきました。

モンスター銀河は遠方にある上に、活発な星形成から作られた大量の塵に覆われており、目に見える光で観測することが難しいため、銀河本体がどのような姿をしているのか、また、その爆発的な星形成を引き起こすメカニズム(物理的な過程)もよくわかっていま

せんでした。しかし、近年のジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡による赤外撮像観測により塵の中に埋もれた銀河の形も見えるようになり、実は立派な円盤構造を持つモンスター銀河が多数存在していることがわかってきました。一見普通の円盤銀河なのに、なぜモンスター銀河は爆発的星形成を起こしているのか、新たな謎が浮かび上がってきました。

黄燦氏を中心とする研究チームは、111 億年前の宇宙で見つかった棒渦巻構造を持つモンスター銀河に着目しました。この J0107a と呼ばれる銀河は赤方偏移 2.467 にあり、10 年前の近傍合体銀河 VV114 の観測でその隣に偶然見つかりました。2023 年に VV114 のジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡の赤外線データが公開され、J0107a は天の川銀河の 10 倍以上の質量と約 300 倍の星形成率という、モンスター銀河の中でも特に巨大で星形成の激しい銀河であることがわかりました。さらに驚くことに、J0107a はこの時代の銀河としては最大級の綺麗な棒渦巻構造を持っており、モンスター銀河として今まで見たことのないくらい現在の銀河とそっくりの形をしていました。そして J0107a における爆発的星形成の原因を調べるためには、ガスの運動情報がさらに必要ですが、塵に埋もれた銀河に対する分光観測は、ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡をもってしても非常に困難でした。

そこで、研究チームはアルマ望遠鏡を使って、一酸化炭素と中性炭素原子の輝線の観測を行いました。その結果、J0107a の棒構造はその姿だけでなく、付随するガスの分布と運動も天の川銀河を含む現在の棒渦巻銀河とよく似ていることがわかりました。一方で、現在の銀河の棒構造ではガスの全質量に占める割合が 10% 以下であるのに対し、J0107a の棒構造におけるガスの割合は 50% 程度ととても高いこともわかりました。J0107a の中では、現在の銀河とは桁違いに質量が大きい星とガスからなる棒構造が円盤をグルグルとかき回すことで、銀河の中心から半径 2 万光年の範囲(天の川銀河の中心から太陽系までと同じ程度の範囲)で吹き荒れる秒速数百キロメートルのガスの流れを作り出し、さらにその一部のガスが銀河の中心に落ちて、猛烈な星形成を引き起こしていました。そしてこのような棒構造を持つモンスター銀河は、これまでの銀河形成の理論研究でも予言されてきませんでした。



左:ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWST)による VV114 の近赤外線画像とその背景にある「J0107a」銀河。(credit:ESA/Webb, NASA & CSA, L. Armus & A. Evans)右:JWST による星の分布とアルマ望遠鏡によるガス分布の比較。(credit: NASA, ALMA(ESO/NAOJ/NRAO), Huang et al.)

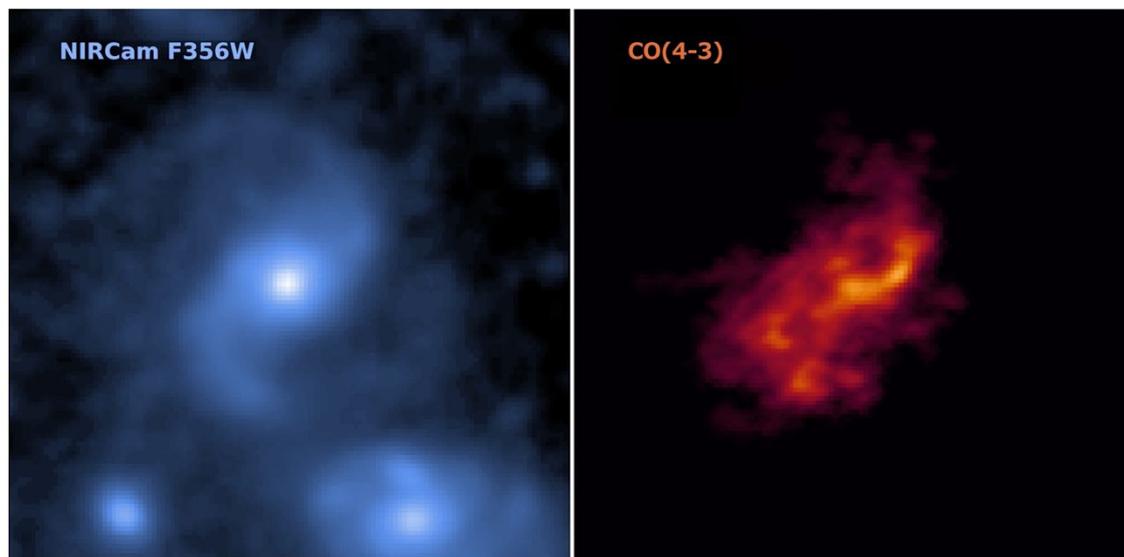
【成果の意義】

初期宇宙において、棒構造からのガス供給による爆発的星形成の直接観測に成功したのは今回が初めてです。従来のモンスター銀河の形成進化シナリオでは、衝突合体や円盤の重力不安定性によって激しい星形成が起こり、その後、数億年の内に楕円銀河に変わっていくと考えられてきました。一方、J0107a は宇宙誕生後 26 億年という初期の時代に数億年をかけて、中身がモンスターのまま、現代の棒渦巻銀河と同じ姿へと成長したと考えられます。今回の観測で得た詳細なガス分布と運動の情報は、モンスター銀河の起源だけでなく、宇宙初期における棒構造の形成過程を見ていると考えられるため、より普遍的な銀河の棒構造の形成進化の研究にも重要な手がかりを与えてくれます。

研究チームの黄燦氏は「巨大銀河の成長に必要な多量のガスは、銀河合体や宇宙網(コズミックウェブ)から流れ込んで供給されます。J0107a には合体の兆候が見られない一方、周りに大きなガス円盤が検出されています。このガス円盤の直径は星で見える銀河本体の2倍の約12万光年に及び、運動も銀河本体とほぼ沿っていることから、おそらく宇宙網から渦を巻きながら降着してきた大量ガスでできたと推測しています(注釈)。このように、宇宙スケールのガスの流れの中で円盤銀河が誕生して、そして銀河内部の進化で棒構造が出現し、銀河スケールの激しい風と爆発的星形成を引き起こすというモンスター銀河に対する新しい描像が考えられます。我々は、この描像を詳細に確認するためのアルマ望遠鏡観測による観測研究を継続する予定です。」と語ります。

(注釈)：これらのガスの流れは、理論的に予想されており、「冷たい流れ」(cold

streams)と呼ばれている。



左:ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡(JWST)の観測による近赤外線画像。画面下の 2 つは近距離にある天体。(credit: NASA)右:アルマ望遠鏡によって観測されたガス分布。棒状構造は時計回りに回転している。大量のガスが、回転の前方の縁から中心に向かって落ち込んでいる。(credit: ALMA(ESO/NAOJ/NRAO), Huang et al.)

【用語説明】

注 1):アルマ望遠鏡(アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計、Atacama Large Millimeter/submillimeter Array: ALMA)は、欧州南天天文台(ESO)、米国国立科学財団(NSF)、日本の自然科学研究機構(NINS)がチリ共和国と協力して運用する国際的な天文観測施設です。アルマ望遠鏡の建設・運用費は、ESO と、NSF およびその協力機関であるカナダ国家研究会議(NRC)および台湾国家科学及技術委員会(NSTC)、NINS およびその協力機関である台湾中央研究院(AS)と韓国天文宇宙科学研究院(KASI)によって分担されます。アルマ望遠鏡の建設と運用は、ESO がその構成国を代表して、米国北東部大学連合(AUI)が管理する米国国立電波天文台が北米を代表して、日本の国立天文台が東アジアを代表して実施します。合同アルマ観測所(JAO)は、アルマ望遠鏡の建設、試験観測、運用の統一的な執行および管理を行なうことを目的とします。

【論文情報】

雑誌名:Nature

論文タイトル:Large gas inflow driven by a matured galactic bar in the early Universe

著者:Shuo Huang (黄燦、国立天文台/名古屋大学)、Ryohei Kawabe (川邊良平、国立天文台)、Hideki Umehata (梅畑豪紀、名古屋大学)、Kotaro Kohno (河野孝太郎、東京大学)、Yoichi Tamura (田村陽一、名古屋大学)、Toshiki Saito (齊藤俊

Press Release

貴、静岡大学)

DOI:[10.1038/s41586-025-08914-2](https://doi.org/10.1038/s41586-025-08914-2)



東海国立大学機構は、岐阜大学と名古屋大学を運営する国立大学法人です。

国際的な競争力向上と地域創生への貢献を両輪とした発展を目指します。

東海国立大学機構 HP <https://www.thers.ac.jp/>

