



名古屋大学
NAGOYA UNIVERSITY

配布先: 文部科学記者会、科学記者会、名古屋教育記者会

報道解禁日(日本時間): 2025 年 5 月 16 日(金)午前 0 時

2025 年 5 月 12 日

報道機関 各位

“引き裂かれる銀河”に広がる二方向の星の波

～セファイド変光星が明かす、小マゼラン銀河のカオスな内部運動～

【本研究のポイント】

- 天の川銀河の隣にある小マゼラン銀河のセファイド変光星(詳細は p. 2 下部)の動きを研究し、私たちに近い星が北東に、遠い星が南西に動いていることを発見した。
- セファイド変光星には北西と南東に向かう小マゼラン銀河を引き裂く動きも見られ、南東の大マゼラン銀河による影響と解釈される。
- 新たに発見された近い星と遠い星の逆向きの動きは、引き裂かれる向きとは異なる方向であり、小マゼラン銀河はさらなる未知の原理で引き伸ばされていると分かった。

【研究概要】

名古屋大学大学院理学研究科の 中野 寛矢 博士後期課程学生、立原 研悟 准教授は、小マゼラン銀河のセファイド変光星が異なる二方向に広がって動くことを発見しました。

セファイド変光星と呼ばれる種類の星は、その星までの距離を正確に計算できます。本研究では、天の川銀河の隣に位置する小マゼラン銀河において、距離に応じたセファイド変光星の動きを研究しました。その結果、小マゼラン銀河内部で私たちに近い星は北東に、遠くの星は南西に向かって互いに遠ざかるように動いていることが明らかになりました。

一方で、セファイド変光星には、大質量星で発見された北西と南東で逆向きの動き(以前のプレスリリース)も見られました。この動きは、小マゼラン銀河が南東に位置する大マゼラン銀河によって引き裂かれていると解釈されます。特に、セファイド変光星の奥行き方向の速度は、小マゼラン銀河の南東ほど速く、北西ほど遅くなっています。

本研究で新たに発見された小マゼラン銀河の近い星と遠い星の逆向きの動きは、小マゼラン銀河の“引き裂かれる”方向とは異なる方向を向いています。また、セファイド変光星の距離と奥行き方向の速度はほぼ無関係(相関係数がほぼ 0)でした。この結果は先行研究のシミュレーションによって得られていた予想を覆すもので、小マゼラン銀河は大マゼラン銀河に北西-南東方向に引き裂かれるだけでなく、さらに異なるメカニズムで北東-南西に引き伸ばされていることが示唆されました。

本研究成果は、米国の学術雑誌『The Astrophysical Journal Letters』に 2025 年 5 月 16 日 午前 0 時 (日本時間) 付で掲載されます。

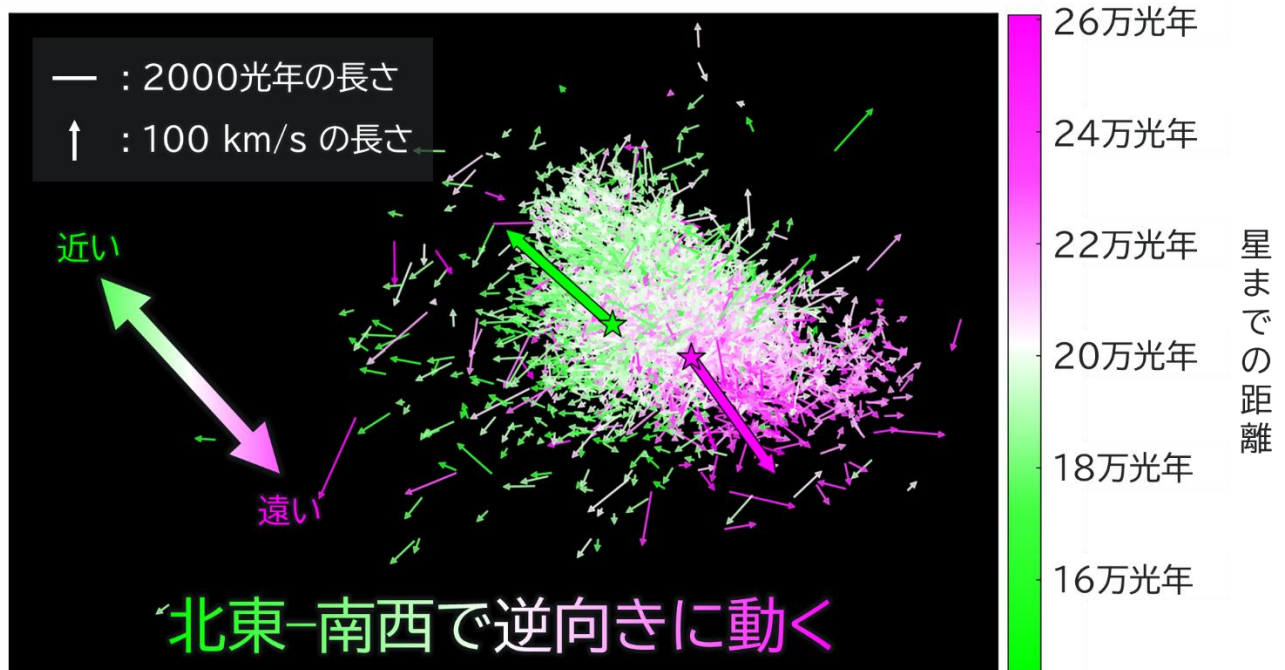


図1 小マゼラン銀河のセファイド変光星の動きを矢印で可視化した図。矢印は約4000個のセファイド変光星の速度を表す。矢印の色はセファイド変光星までの距離を表し、近いほど緑色に、遠いほど赤紫色で着色されている。緑色の星印(★)は18万光年より近いセファイド変光星の平均位置を、赤紫色の星印(★)は23万光年より遠いセファイド変光星の平均位置を表す。星印から伸びる太い矢印は、近いセファイド変光星と遠いセファイド変光星の平均的な運動方向を表す。図の上側が北、図の左側が東に対応する。

【研究背景】

小マゼラン銀河は天の川銀河の隣にある小さな銀河です。最も近い銀河の一つであるため、銀河全体の星を一つ一つ、その動きまで詳細に観測できる特長があります。小マゼラン銀河までの距離は約20万光年と求められていますが、全ての星が20万光年の距離にあるわけではありません。先行研究によって、小マゼラン銀河は奥行き方向に約10万光年も伸びていることが分かっています。小マゼラン銀河の見かけの直径は約1万6000光年であるため、実は、小マゼラン銀河はソーセージのような細長い形状をしているのです。

小マゼラン銀河の大質量星^{注1)}の研究から、大質量星は小マゼラン銀河を引き裂くように、北西-南東方向に逆向きに動いていることが示されました([以前のプレスリリース](#))。本来は、星の見かけの動きから速度を導出するには、星までの距離が分かっている必要があります。しかし、大質量星までの距離を正確に求めることは難しく、以前の研究では、全ての星が20万光年に位置すると仮定して星の速度が計算されていました。距離を等しいと仮定して得られた星の運動には、大きな誤差が含まれている可能性があります。

距離を正確に測定できる星は限られていますが、その一種がセファイド変光星です。セファイド変光星は明るさが周期的に変化し、その周期と本来の星の明るさ(絶対等級)には一定の関係があります。よって、変光周期から本来の明るさを求められます。そして、星の見かけの明るさは遠くにあるほど暗くなるため、セファイド変光星の本来の明るさと見かけの明るさを比較することで、星までの距離を正確に計算できます。

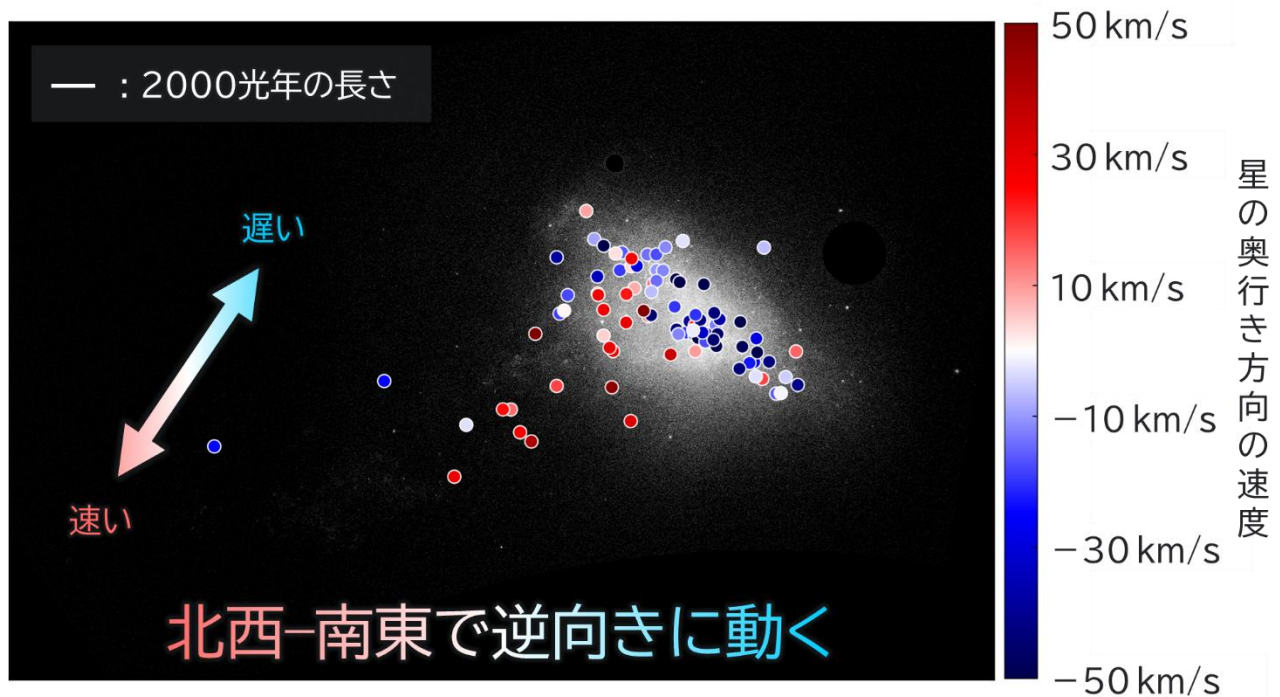


図2 小マゼラン銀河で奥行き方向の速度が測定された 91 個のセファイド変光星の分布図。背景には小マゼラン銀河の星が白で示されており、91 個のセファイド変光星は着色された円で示されている。円の色は奥行き方向の速度を表し、遠ざかる速度が赤いほど大きく、青いほど小さい。

【研究内容】

本研究では、位置天文衛星 *Gaia* ^{注2} により観測された 4236 個のセファイド変光星を用いて、小マゼラン銀河内部のセファイド変光星の動きを可視化しました(図 1、図 3)。小マゼラン銀河全面で個々の星までの距離を考慮した運動の解析は、本研究によって世界で初めて実現しました。さらに、*Gaia* によって奥行き方向の速度が測定されている 91 個のセファイド変光星の分布を可視化しました(図 2)。これらの 91 個は、特に若く明るいセファイド変光星であり、そのうちの 36 個は以前に私たちが発見した大質量星と一致しています。

図 1 より、小マゼラン銀河のセファイド変光星の距離に応じた運動の特徴として、近いほど北東に、遠いほど南西に向かって動いていることを発見しました。先行研究では、近い星が北東に動いていることが示されていましたが、遠い星も南西に動いており、近い星と遠い星が北東-南西方向に互いに逆向きに動くことを発見したのは本研究が初めてです。

また、図 2、図 3 より、私たちが以前に報告した、小マゼラン銀河を引き裂く北西-南東方向の運動はセファイド変光星でも見られることが分かりました。この運動は南東に位置する大マゼラン銀河に小マゼラン銀河が引き裂かれていることを示すと解釈できます。同時に、セファイド変光星でも小マゼラン銀河の銀河回転は見られません。

図 1 に示した近い星と遠い星の逆向きの動きは、大マゼラン銀河に“引き裂かれる”方向とは異なります。実際、91 個のセファイド変光星の距離と奥行き方向の速度の相関係数は -0.095 であり、距離と奥行き方向の速度がほとんど無関係であることを示します。セファイド変光星によって発見された北東-南西方向の動きは、大マゼラン銀河によって引き伸ばされるだけでなく、謎の異なるメカニズムが作用した結果であると解釈できます。

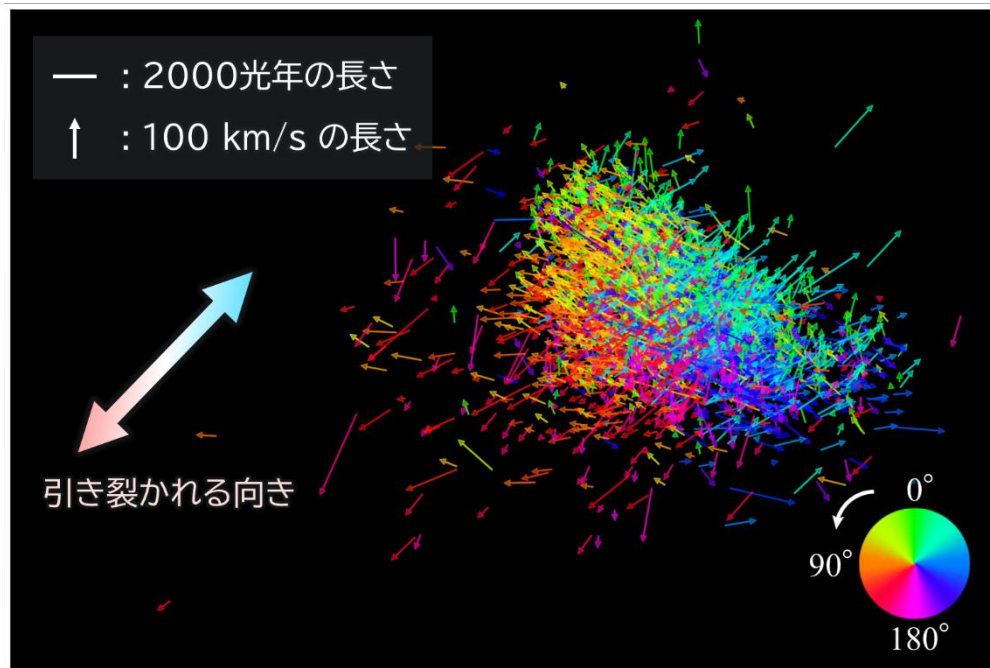


図3 小マゼラン銀河のセファイド変光星の動きを矢印で可視化した図。矢印の色は運動の向きに応じて塗り分けられている。**銀河の南東には赤い矢印**が多く、南東に位置する大マゼラン銀河に向かって動いている。**銀河の北西には水色の矢印**が多く、大マゼラン銀河から遠ざかって動いている。

【研究成果の意義】

小マゼラン銀河、大マゼラン銀河、そして天の川銀河の互いの重力による影響をシミュレーションした13年前の先行研究^{注3)}では、小マゼラン銀河において「星までの距離が遠いほど、奥行き方向の速度が大きくなる」と予想されていました。しかし、本研究によって、星の距離と奥行き方向の速度がほとんど無関係であることが示され、13年越しにシミュレーションの予想が覆されました。この発見は、私たちの天の川銀河を含む三つの銀河の重力的な結びつきの歴史を再計算・再検討する動きを大きく促す成果となっています。

小マゼラン銀河の奥行き方向に伸びた形状は、これまで大マゼラン銀河の重力の影響で生じたと解釈されてきました。しかし、本研究で、セファイド変光星の距離に沿った運動は大マゼラン銀河に“引き裂かれる”方向とは異なると示されました。小マゼラン銀河を奥行き方向に伸ばしている原因は明らかではありませんが、私たちがいる天の川銀河とは反対方向に伸びていることを考えると、その原因は天の川銀河の重力かもしれません。あるいは、さらに過去に起きていた小マゼラン銀河と大マゼラン銀河の接近が原因である可能性があります。この謎を解明するためには、新たなシミュレーションによる検証が必要です。

さらに本研究では、小マゼラン銀河内部で初めて距離を考慮した星の運動を明らかにし、大質量星の研究から得られていた、小マゼラン銀河を引き裂くような運動や、銀河回転の不在が再現されました。13年前のシミュレーションでは、小マゼラン銀河が回転していると仮定されており、回転しない小マゼラン銀河を前提とした新たなシミュレーションを行うことで、観測との矛盾を解消する新たな理論の構築が期待されます。

本研究は、JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2125、および JSPS 科学研究費助成事業 20H01945 の財政支援を受けて行われました。

【用語説明】

注1) 大質量星:

太陽の8倍以上の質量を持つ星。死に際に超新星爆発と呼ばれる爆発を起こし、周辺の環境に大きな影響を与える。大質量星は個数が少なく、形成メカニズムにも謎が多い。多くの研究者が大質量星の形成メカニズムを解明するため研究を進めている。

注2) 位置天文衛星 *Gaia*:

天の川銀河の星の位置と距離を正確に観測することを目的とした宇宙望遠鏡。2013年12月に欧州宇宙機関 (European Space Agency: ESA) によって打ち上げられた。地球が太陽を公転するのに合わせ、あらゆる方向の星を2025年1月まで観測し続けてきた。同じ星を何度も観測することで、正確な星の色や明るさに加え、その星がどちらに動いているかまで明らかにできる。*Gaia*の観測結果はインターネット上に公開されており、誰でも利用可能になっている。

注3) 13年前の先行研究:

Jonathan D. Diaz and Kenji Bekki 2012 *ApJ* **750** 36, [DOI: 10.1088/0004-637X/750/1/36](https://doi.org/10.1088/0004-637X/750/1/36)

【論文情報】

雑誌名: *The Astrophysical Journal Letters*

論文タイトル: Dual Directional Expansion of Classical Cepheids in the Small Magellanic Cloud Revealed by *Gaia* DR3

著者: NAKANO Satoya and TACHIYARA Kengo

DOI: 10.3847/2041-8213/adce0b