



報道の解禁日(日本時間)

(テレビ,ラジオ,インターネット) : 2025年8月25日(月) 18時

(新聞) : 2025年8月26日(火) 付朝刊

2025年8月22日

報道機関 各位

惑星形成の歴史に迫る“溶融岩石の雨粒”の起源を解明 ～木星の形成と水の存在が鍵だった～

【本研究のポイント】

- ・木星の形成により微惑星^{注1)}の衝突が頻繁に発生、溶融岩石の雨粒(コンドリュール)^{注2)}が原始太陽系に降ったことが明らかになった。
- ・微惑星に含まれる水の存在がコンドリュールの大きさと冷却速度を決定した。
- ・コンドリュールに残された情報から惑星形成過程の復元に道を開く。

【研究概要】

名古屋大学大学院環境学研究科の城野 信一 准教授とイタリア・トリノ天文台の Diego Turrini(ディエゴ・トゥリーニ) 主任研究員との共同研究チームは、木星の形成により微惑星の衝突が引き起こされ、太陽系に溶融岩石の雨粒を降らし、微惑星に含まれていた水が雨粒の大きさと冷却速度を決定していたことを新たに発見しました。

地球に落下する隕石には「コンドリュール」と呼ばれる直径 0.1～2 ミリ程度の球状粒子が非常に多く発見されます。その形状から、岩石が溶融して分裂することで形成されたと考えられていますが、その形成プロセスは明らかではありませんでした。一方で、コンドリュールの冷却速度は 10～1000 度/時であることが室内実験により推定されていました。

本研究では木星形成後の微惑星の運動を数値シミュレーションすることにより、岩石が溶ける程度的高速衝突が多数起こることを明らかにし、さらに微惑星に含まれる水が急速に膨張することでコンドリュールの直径と冷却速度が再現されることが分かりました。

今後、これまで得られているコンドリュールの膨大なデータを解析することで、衝突した微惑星の大きさや衝突速度がどう変化していったのか、微惑星からどのように惑星が形成されていったのかを明らかにしていくことが期待されます。

本研究成果は、2025年8月25日18時(日本時間)付英国科学雑誌『Scientific Reports』に掲載されました。

【研究背景と内容】

地球に落下してくる隕石の多くには「コンドリュール」と呼ばれる直径 0.1~2 ミリメートルの球状粒子が含まれます。岩石が何らかのイベントにより加熱され溶融し、細かく分裂した上で表面張力によって球形になったものとされています。コンドリュールの内部組織から、冷却速度が 10~1000 度/時であることが判明しており、形成年代は太陽系形成開始後 100~300 万年後とされています。多い場合は隕石の体積の 80%以上を占めることがあり、この年代と高い体積比率から、惑星形成時に普遍的に太陽系で発生していたイベントによりコンドリュールが形成されたものと考えられてきましたが、そのイベントはこれまで明確になっていませんでした。

そこで本研究では木星の形成に着目しました。木星の質量は非常に大きいので、ひとたび木星が形成されると周囲の微惑星の軌道が大きく変化します。これにより微惑星は相互に高速衝突をするようになります。高速で衝突すると岩石が溶融します。この様子を数値シミュレーションし、衝突が発生する時期と生成する溶融岩石の量を求めました(図1)。その結果、太陽系形成開始後 180 万年に溶融岩石生成のピークが現れ、その前後 100 万年程度の間に溶融岩石が生成されることが分かりました。これはコンドリュールの形成年代の分布と整合的です。

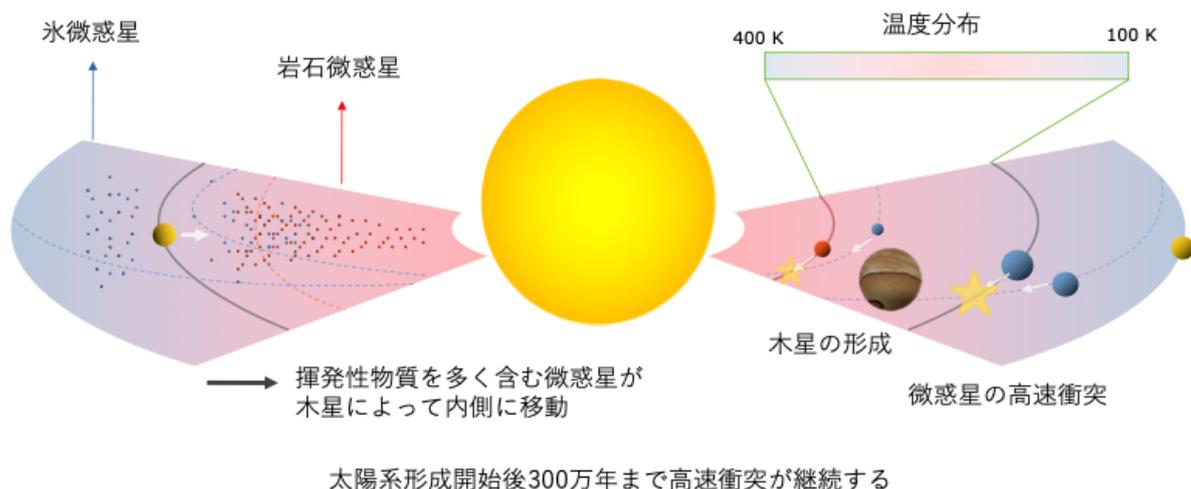


図1.木星形成に伴う微惑星の高速衝突。

さらに、微惑星には水や有機物といった揮発性物質が含まれています。このような微惑星が高速衝突すると、衝突による加熱に伴って水は水蒸気となり急激に膨張します。高速で膨張するガスが溶融岩石を分裂させ、一方で膨張によって温度が低下します。この膨張をさまざまな条件で数値シミュレーションしたところ、分裂後の粒子の直径と冷却速度の範囲がこれまで計測されている範囲をよく再現することが分かりました。

微惑星の衝突は惑星形成過程で必ず発生していたイベントであり、また微惑星の一部が水や有機物を含んでいた可能性は非常に高いため、コンドリュールの形成は惑星形成に伴う必然的な副産物であることが明らかとなりました。

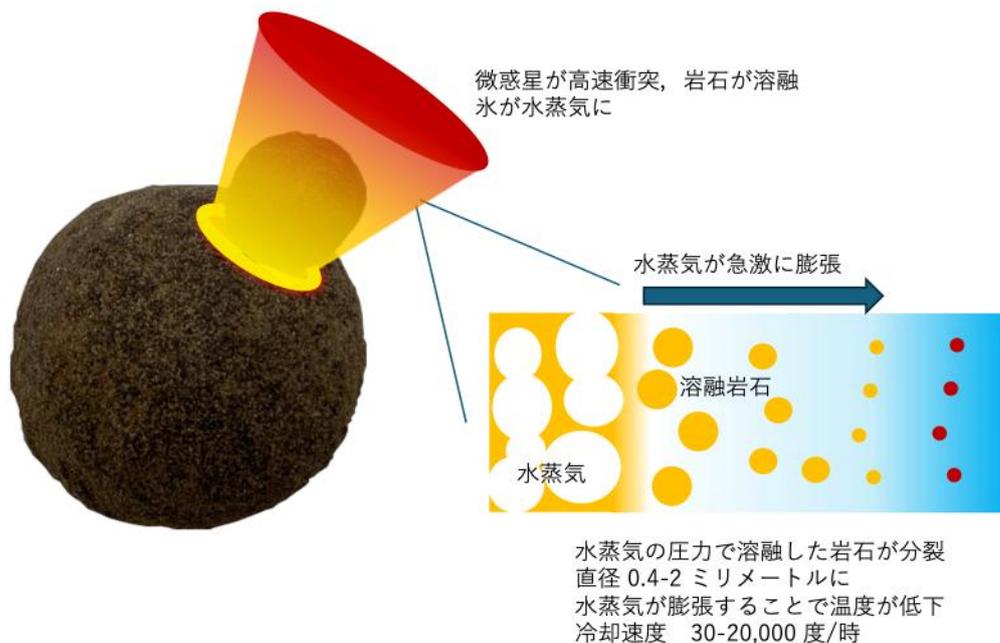


図2.水蒸気の膨張による熔融岩石の分裂と冷却。

【成果の意義】

本研究で得られた、コンドリュールの大きさおよび冷却速度と、衝突する微惑星の大きさおよび衝突速度との間の関係から、それぞれのコンドリュールを生み出した微惑星の大きさと衝突速度に制約を与えることができます。さまざまな年代に形成されたコンドリュールに対して解析を行うことで、時間とともに微惑星の大きさと衝突速度がどう変化していったのか、つまり太陽系における惑星形成の歴史に迫ることができるようになります。

本研究は、科学研究費補助金基盤 C 25K07383 の支援のもと行われたものです。

【用語説明】

注 1) 微惑星:

惑星の元となる直径100～1000キロメートル程度の天体。微惑星が相互に衝突・合体を繰り返すことで惑星が形成する。微惑星の一部は水や有機物といった揮発性物質を含んでいた可能性が高い。

注 2)コンドリュール:

隕石に含まれる直径0.1～2ミリ程度の球状粒子。カンラン石や輝石で構成される。多い場合は隕石の80%以上の体積を占める。形成年代は太陽系形成後100～300万年程度。

【論文情報】

雑誌名:Scientific Reports

論文タイトル:Chondrule formation by collisions of planetesimals containing volatiles triggered by Jupiter's formation

著者:Sin-iti Sirono & Diego Turrini

DOI:10.1038/s41598-025-12643-x



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/>

