

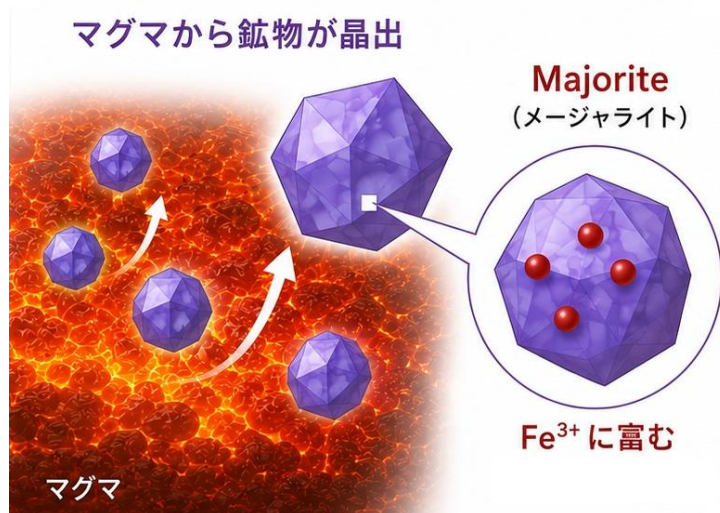
令和 8 年 6 月 23 日

愛 媛 大 学

地球・火星マントル深部の主要鉱物 Majorite(メージャライト)に含まれる 三価鉄量を高圧実験で解明

初期地球・火星のマントル酸化状態を理解するための新たな制約

愛媛大学先端研究院地球深部ダイナミクス研究センターの桑原秀治特任講師は、地球や火星深部で主要鉱物となる Majorite (メージャライト) 中の鉄の価数状態を高圧実験と X 線吸収端近傍構造分析により決定しました。その結果、Majorite が多量の Fe^{3+} を含むことを明らかにし、岩石惑星形成後のマントルの酸化状態や表層における酸化的マグマ形成に重要な役割を果たした可能性を示しました。



マグマから晶出する Fe^{3+} に富む Majorite のイメージ

【本件に関する問い合わせ先】

愛媛大学先端研究院

地球深部ダイナミクス研究センター (GRC)

特任講師 桑原 秀治

電話: 089-927-8153

E-mail: kuwahara.hideharu.vd@ehime-u.ac.jp

【研究成果のポイント】

- 地球・火星マントル深部で主要鉱物となる Majorite（メージャライト）を、18 万気圧・2150～2200℃の高温高压条件で合成した。
- 放射光施設 SPring-8 において、X 線吸収端近傍構造（XANES）分析により、Majorite 中の Fe^{3+} 量を決定することに成功した。
- Majorite が多量の Fe^{3+} を保持することを明らかにし、これが岩石惑星マントルの酸化状態や酸化的マグマ形成に重要な役割を果たした可能性を示した。

【詳細】

地球や火星などの岩石惑星では、マントルの酸化状態がマントル物質の融解温度（マグマの形成）や火山ガスの組成、さらには表層環境の進化に大きな影響を与えられています。特に、惑星形成初期に広く存在したと考えられる「マグマオーシャン」が冷え固まる過程では、鉄がどのような酸化状態で鉱物に取り込まれるかが、その後のマントル進化を左右する重要な要素となります。鉄は主に Fe^{2+} （二価鉄）または Fe^{3+} （三価鉄）として存在しますが、高压条件下で形成される鉱物中の Fe^{3+} 量を正確に測定することは容易ではありません。Majorite（メージャライト）は、地球では深さ約 500～600 km、火星ではマントル底部に相当するような高温高压条件で安定な主要鉱物です。そのため、Majorite がどの程度 Fe^{3+} を含むかを明らかにすることは、惑星内部の酸化状態を議論するうえで重要な課題となっています。

研究グループは、愛媛大学先端研究院地球深部ダイナミクス研究センター（GRC）のマルチアンビル高压発生装置を用い、18 万気圧・2150～2200℃の高温高压条件下で、マグマと共存する Majorite の合成に成功しました。さらに、大型放射光施設 SPring-8 において、元素の価数を推定できる X 線吸収端近傍構造（XANES）分析を行い、合成した Majorite 中の Fe^{3+} 量を決定しました。その結果、マグマオーシャンから形成される Majorite は、地球下部マントルで最も豊富な鉱物とされる Bridgmanite（ブリッジマナイト）に次いで、多くの Fe^{3+} を含むことが明らかになりました。さらに、 Fe^{3+} に富む Majorite を含むマントル物質が上昇し、浅部で別の鉱物へ相転移または分解する際には、鉱物中に取り込みきれない Fe^{3+} が Hematite（ヘマタイト）などの鉱物として放出される可能性があります。この過程は、酸化的なマグマの形成に寄与した可能性があり、地球や火星におけるマントル酸化状態の進化を理解するうえで重要な知見となります。

本研究成果は、地球や火星内部の酸化状態に新たな制約を与えるとともに、初期惑星における酸化的マグマ形成過程の理解にも貢献すると期待されます。



愛媛大学の先端研究が世界をリードします！

<https://research.ehime-u.ac.jp/>

【論文情報】

掲載誌：Journal of Geophysical Research: Solid Earth

題名：Ferric iron content of majorite coexisting with reducing melt at 18 GPa: Implications for the mantle oxygen fugacity of Mars and Earth.

（和訳）18 GPaにおいて還元的なメルトと共存するメージャライト中の三価鉄含有量：火星および地球マントルの酸素フガシティへの示唆

著者：Kawahara, H., & Nakada, R. (2026).

DOI：10.1029/2025JB033231

【研究サポート】

- ・日本学術振興会 科研費基盤研究（B）（24K00737）
- ・日本学術振興会 科研費挑戦的研究（萌芽）（25K22048）



愛媛大学の先端研究が世界をリードします！

<https://research.ehime-u.ac.jp/>