

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	シャーゴットイト隕石のPb同位体システムティクスに基づいた火星マントル化学進化の考察
Title(English)	Lead isotope systematics of the shergottite meteorites: Implications for the geochemical evolution of Martian mantle
著者(和文)	森脇涼太
Author(English)	Ryota Moriwaki
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10732号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:横山 哲也,綱川 秀夫,中島 淳一,佐藤 文衛,奥住 聡
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10732号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

論文要約

Thesis Title:

Lead isotope systematics of the shergottite meteorites:

Implications for the geochemical evolution of Martian mantle

(シャーゴットイト隕石の Pb 同位体システムティクス
に基づいた火星マントル化学進化の考察)

著者: 森脇 涼太 (理工学研究科地球惑星科学専攻 横山研究室)

要約:

本論文は、火星由来の玄武岩であるシャーゴットイト隕石の地球化学的研究に基づき、火星マントルの化学進化及び火星で行われている火成活動についての考察を行った。特に、本論文では地球の地殻-マントル進化の研究に幅広く用いられてきた鉛 (Pb) 同位体システムティクスに着目する。また、従来困難であるとされていた火星隕石試料の Pb 同位体組成の測定を高精度・高確度で行うために分析手法の開発・改良を行った。本論文は以下に示す 4 章で構成されている。

第 1 章「General introduction」では、地球型岩石惑星の化学進化を理解する上での火星マントルの地球化学的研究の重要性と、シャーゴットイト隕石の化学組成から推定される火星マントルの特徴、及び地球化学における Pb 同位体システムティクスの重要性について紹介し、本論文の目的について述べている。Pb 同位体システムティクスは地球型惑星マントルの化学進化を理解するための非常に有用な地球化学的トレーサーであるが、隕石試料の Pb 同位体組成は地球落下後の汚染の影響を受け易く、従来火星隕石への適用は困難であった。本研究では火星隕石試料から地球汚染成分を取り除く手法を確立し、シャーゴットイト隕石試料の Pb 同位体組成に基づいて火星の初期分化プロセス・火星マントルの化学進化の解明を目的とした。

第 2 章「Coupled Pb isotopic and trace element systematics of the fall depleted olivine-phyric shergottites Tissint」では、地球落下直後に回収され、地球汚染の影響が小さいと考えられているシャーゴットイト隕石である Tissint 隕石の分析を行い、Pb 同位体組成と微量元素存在度について報告している。また、火星隕石試料から地球汚染成分を取り除く酸処理手法の開発、表面電離型質量分析計 (TIMS) を用いた Pb 同位体測定手法の改良を

行った。これらの手法の妥当性については標準地球岩石試料を用いた分析による評価を行った。Tissint 隕石の分析によって得られた初生 Pb 同位体組成は、現在報告されているシャーゴットイト隕石の中で最も放射性起源の Pb に枯渇した組成を保持している。これは Tissint 隕石の親マグマを形成した火星マントル中のソースリザーバーが、ウラン (U) などの不適合元素に非常に枯渇した特徴を保持していることを示す。また、Tissint 隕石中にはソースリザーバーの特徴とは異なる不適合元素に富みリザーバー由来の成分の混入が確認され、火成活動中の火星地殻成分の混入、あるいは火星表層での流体による変質作用の影響を受けていることが明らかとなった。

第 3 章「Coupled Pb isotopic and trace element systematics of the find depleted shergottites Dar al Gani 476 and Yamato 980459」では、砂漠で発見された Dar al Gani (DaG) 476 隕石と、南極で発見された Yamato (Y-) 980459 隕石の 2 つのシャーゴットイト隕石の Pb 同位体組成と微量元素存在度について報告している。これらの試料の Pb 存在度は Tissint 隕石よりも低いため、微少量の Pb についても高精度な同位体分析ができるように手法を改良する必要があった。本研究で行った改良の結果、1 ナノグラム以下の Pb についての高精度・高確度な同位体分析が可能となった。この改良された手法を用いて測定された DaG476 隕石・Y-980459 隕石の初生 Pb 同位体組成は、これらのソースリザーバーが Tissint 隕石のソースリザーバーと比較してより放射性起源の Pb に富む同位体組成を保持していることを示す。これは火星マントル中に地球化学的な不均質が存在していることを意味する。

第 4 章「Synthesis: Implications for the geochemical evolution of Martian mantle」では、本研究で測定された Tissint 隕石・DaG476 隕石・Y-980459 隕石の Pb 同位体組成と、先行研究で報告されているストロンチウム (Sr)・ネオジム (Nd)・ハフニウム (Hf) 同位体組成に基づき、火星の初期分化プロセスと火星マントルの化学進化についての考察を行った。まず火星マントルの 2 段階進化モデルに基づき、シャーゴットイト隕石のソースリザーバーの μ 値 ($^{238}\text{U}/^{204}\text{Pb}$ 比) の推定を行った。Tissint 隕石のソースリザーバーの μ 値は 1.6、DaG476 隕石・Y-980459 隕石のソースリザーバーの μ 値はともに 2.3 と推定された。これらの値は地球マントルの μ 値 (~8–10) と比較して非常に低く、火星マントルが不適合元素に枯渇した組成のまま閉鎖系を保って進化してきたことを示す。本また、シャーゴットイト隕石のソースリザーバーの Pb 同位体組成は先行研究で報告されている Sr・Nd・Hf 同位体組成と相関している。このことから、火星マントル中の地球化学的な不均質は火星初期分化時に形成された 2 つの端成分リザーバーの混合によって生じたものであると考えられ、火星マントル中に不均質な対流が起きていた可能性を示唆する。