

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	初期太陽系における核合成起源 Sr・Nd 同位体不均質性
Title(English)	Nucleosynthetic Sr and Nd isotope heterogeneities in the early Solar System
著者(和文)	深井稜汰
Author(English)	Ryota Fukai
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11058号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:横山 哲也,中本 泰史,綱川 秀夫,奥住 聡,石川 晃
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11058号, Conferred date:2019/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	深井 稜汰	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	横山 哲也	教授	石川 晃	准教授
	審査員	中本 泰史	教授		
		綱川 秀夫	教授		
奥住 聡		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Nucleosynthetic Sr and Nd isotope heterogeneities in the early Solar System」と題し、以下の6章で構成されている。

第1章「General introduction」では、鉄以降の重元素の核合成過程、鉄以降の重元素を太陽系に運んだ担体、および隕石の核合成起源同位体異常についてレビューし、宇宙化学分野における本研究の位置づけをまとめている。

第2章「Evaluation of the long-term fluctuation in isotope ratios measured by TIMS with the static, dynamic, and multistatic methods: A case study for Nd isotope measurements」では、TIMS (表面電離型質量分析計) を用いた高精度 Nd 同位体測定法の開発を行っている。Nd 標準物質 (JNdi-1) の同位体組成を8ヶ月間にわたり3つの異なる測定法 (スタティック法・ダイナミック法・マルチスタティック法) により測定し、測定法や分析時期による測定結果の違いを詳しく検証している。その結果、ダイナミック法が検出器の劣化による影響を最も効果的に補正できることを見出した。従来のダイナミック法では $^{142}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比のみが測定されてきたが、本研究では $^{148}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \cdot ^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比も同時に測定し、これら同位体比の再現性を先行研究より1.5~4.1倍高精度化している。

第3章「Assessment of the secondary instrumental fractionation in TIMS: Implication for high precision Nd isotope analysis of geochemical samples」では第2章の結果を精査し、ダイナミック法の $^{142}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \cdot ^{148}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} \cdot ^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比が分析時期に応じて、わずかに変動することを見出した。この同位体比の変動は二次的な質量依存同位体分別であり、質量分析計のイオンレンズに蓄積されたリン酸などの導電性物質によって誘発される。 $^{142}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比に見られる二次的同位体分別は、同時測定される $^{150}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比によって補正可能であり、補正によって繰り返し再現性は ± 5.6 ppm から ± 4.2 ppm へと向上することを示している。

第4章「Neodymium isotope heterogeneity of ordinary and carbonaceous chondrites and the origin of non-chondritic ^{142}Nd compositions in the Earth」では、普通コンドライト (OC) 及び炭素質コンドライト (CC) の高精度 Nd 同位体測定を行っている。OC は均質かつ地球と異なる $\mu^{142}\text{Nd}$ 、 $\mu^{148}\text{Nd}$ 、 ^{150}Nd 値を示し、 $\mu^{142}\text{Nd}-\mu^{148}\text{Nd}$ 、 $\mu^{142}\text{Nd}-\mu^{150}\text{Nd}$ 図上で s 核種端成分と地球組成との混合線上にプロットされる。一方 CC は OC より高い $\mu^{142}\text{Nd}$ 、 $\mu^{148}\text{Nd}$ 、 ^{150}Nd 値を持ち、 $\mu^{142}\text{Nd}-\mu^{148}\text{Nd}$ 、 $\mu^{142}\text{Nd}-\mu^{150}\text{Nd}$ 図上で s 核種-地球の混合線から外れる。このずれは CC に含まれる CAI (Calcium- and Aluminum-rich inclusions) によるものである。OC 及び CC に見られる s 核種の異常と CAI の影響を補正すると、地球と隕石の $\mu^{142}\text{Nd}$ 値は一致する。これは地球とコンドライトが異なる $\mu^{142}\text{Nd}$ 値を持つとした先行研究を否定する結果であり、先行研究で提唱された「隠れたリザーバー」の存在 (マントル深部に存在する初期地殻の残存物、あるいは衝突により宇宙空間に消失した初期地殻) を仮定する必要はない、と結論付けている。

第5章「Nucleosynthetic Sr-Nd isotope correlations in chondrites: Evidence for nebular thermal processing and dust transportation in the early Solar System」では、高精度 Nd 同位体に加え、同一の隕石試料から高精度 Sr 同位体測定を行っている。エンスタタイトコンドライト (EC) および OC の Sr・Nd 同位体比は均質で、地球と異なる μ 値を示す。一方、CC は Sr 同位体比にバラつきが見られ、 $\mu^{84}\text{Sr}-\mu^{148}\text{Nd}$ 、 $\mu^{84}\text{Sr}-\mu^{150}\text{Nd}$ 図上で、s 核種端成分と地球組成との混合線から外れる。このずれは CC に含まれる CAI が原因である。地球・EC・OC・CAI を差し引いた CC に見られる Sr・Nd 同位体不均質は、s 核種の不均質分布によって生まれており、それは初期太陽系星雲でのダストの選択的熱破壊と CC 形成領域へのケイ酸塩ダストの輸送に起因すると結論付けている。

第6章「Future perspective」では、本論文で議論した内容をふまえ、今後当該研究分野を進展させる上で必要な分析技術の発展や分析すべき試料に関する将来展望を述べている。

以上のように、本論文はコンドライト隕石の核合成起源 Sr・Nd 同位体異常の分析に基づき、初期太陽系における物質移動や地球の起源物質について、先行研究とは異なる新たな視点から議論しており、太陽系の初期進化過程に関する研究に新たな方向性を与えるものである。また、新しい分析技術の開発も行っており、当該研究分野に対する貢献は大きい。よって博士 (理学) の学位を与えるにふさわしいものと認める。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。