

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	玄武岩質ユークライトの地球化学的及び年代学的研究：地球型天体ベスタにおける熱的歴史の解明に向けて
Title(English)	Geochemical and chronological studies of basaltic eucrites: Implications for decoding the thermal history of a terrestrial planet, Vesta
著者(和文)	鏡味沙耶
Author(English)	Saya Kagami
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11054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,上野 雄一郎,中島 淳一,太田 健二,玄田 英典
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11054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)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of, Graduate major in	地球惑星科学 地球惑星科学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(理学)
学生氏名： Student's Name	鏡味 沙耶		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	横山 哲也	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は、「Geochemical and chronological studies of basaltic eucrites: Implications for decoding the thermal history of a terrestrial planet, Vesta」と題し、6章から構成されている。

第1章「General introduction」では、無人探査機 Dawn による観測と隕石の双方から情報を取得可能な天体である小惑星ベスタの特殊性に着目し、地球型天体の進化を議論する上でのベスタの重要性を述べている。まず母天体がベスタと考えられる HED 隕石 (ユークライト・ホルダイト・ダイオジェナイト) について紹介し、ベスタの初期進化及び年代学による熱的歴史をまとめている。地殻由来の玄武岩質ユークライトは、化学組成によって細分されている (例えば、メイングループ、スタンネルグループ)。メイングループを用いた熱的歴史が多く報告されてきたが、隕石数の少ないスタンネルグループに着目した熱的歴史は未だ議論されていない。本研究では、年代分析・化学組成分析の手法開発を行い、スタンネルグループの化学組成・同位体分析、ならびに種々の年代測定からスタンネルグループの形成過程及び熱的歴史に新たな制約を与えることを目的とした。

第2章「Chemical separation of Nd from geological samples for chronological studies using ^{146}Sm - ^{142}Nd and ^{147}Sm - ^{143}Nd systematics」では、Nd 同位体分析において必要な元素分離手法を立ち上げ、玄武岩質ユークライトの全岩試料に適用し得られた年代を報告した。従来法では困難であった高 Nd 回収率と Nd の効率的な単離を両立し、さらに、Sm と Nd の濃度同時測定を実現することで、迅速な Sm-Nd 年代測定を可能にした。

第3章「Simultaneous determination of high field strength and insoluble fluoride-forming elements in rock samples by ICP-QMS with isotope dilution-internal standardization (ID-IS) method」では、化学的挙動の異なる元素群 (High field strength elements: HFSEs) と Insoluble fluoride-forming elements: IFFEs) を同一の岩片から測定する手法を開発した。玄武岩質ユークライトは、両元素群を用いて細分類されるため、この技術はユークライトを対象とする宇宙化学的研究において特に有用である。様々な岩石試料を用いた測定では、多くの元素に対して約 2% (1SD) の繰り返し再現性を達成した。この手法は、試料使用量を従来の 1/2 にするため、隕石試料だけでなく、使用可能なサンプル重量が限られているサンプルリターン試料の分析にも貢献する。

第4章「Geochemistry and Sm-Nd chronology of a Stannern-group eucrite, Northwest Africa 7188」では、第3章で確立した手法による元素濃度測定を行い、分化隕石である NWA 7188 が発見数の少ないモノミクトスタンネルグループであることが分かった (9 例目)。また、第2章で開発した手法を NWA 7188 に適用したところ、玄武岩質ユークライトの中で最古の ^{146}Sm - ^{142}Nd 年代 (4554 $^{+17}_{-19}$ Ma) が得られ、母天体での後天的な再加熱イベントの影響を免れた貴重な隕石であることが判明した。

第5章「Noble gas isotopic compositions of four Stannern-group eucrites: Implication for decoding the thermal history of eucrite parent body」では、複数の年代系による包括的な熱的歴史を制約するため、4 試料のモノミクトスタンネルグループの希ガス分析を行った。希ガス分析では、それぞれ異なるイベントに対応する (U-Th)/He、 ^{40}K - ^{40}Ar 、 ^{244}Pu - ^{136}Xe 年代に加え、隕石が母天体を出し地球へ飛来するまでの期間に相当する宇宙線照射年代も得られる。希ガス分析による年代データと第4章で得た ^{146}Sm - ^{142}Nd 年代データを合わせ、スタンネルグループの熱的歴史を議論した。各年代系内で、スタンネルグループの年代に大きなばらつきがあることが確認され、スタンネルグループは母天体上の複数箇所形成されたことが示唆された。特殊な形成過程が提唱されているスタンネルグループであるが、熱的歴史に関してはメイングループと同様、火成活動及び母天体全体での初期の熱変成、後天的な衝突による再加熱イベントを経験していることが示された。

第6章「Synthesis」では、近年報告された溶融実験結果を踏まえたスタンネルグループの形成過程モデルを検討した。また、本研究の結果をまとめ、スタンネルグループの熱史及びメイングループも含めたベスタ全体の熱史を議論した。さらに、本研究で開発した手法の応用可能性を提示した。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： Department of Graduate major in	地球惑星科学 地球惑星科学	系 コース	申請学位 (専攻分野)： Academic Degree Requested	博士 Doctor of	(理学)
学生氏名： Student's Name	鏡味 沙耶		指導教員 (主)： Academic Supervisor(main)	横山 哲也	
			指導教員 (副)： Academic Supervisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

HED (Howardite–Eucrite–Diogenite) meteorites are considered to be originated from a terrestrial asteroid Vesta, which was explored by the spacecraft Dawn (NASA) extensively. The connection between geochemical and petrological data obtained from HED and the exploration data by the Dawn mission allow us to elucidate the evolutionary process of Vesta. Basaltic eucrites, which quenched at the surface of the parent body's crust, are divided into the sub-groups depending on diverse chemical compositions (e.g., main group and Stannern group). In this thesis, we focused on the Stannern group, of which the thermal history has not been discussed yet. We have conducted chemical and isotopic analyses and multiple radiometric dating for some Stannern-group eucrites.

First, we have developed the analytical method for the simultaneous determination of Sm and Nd concentrations and the effective chemical separation of Nd from rock samples with high recovery yield aimed for the application of the Sm–Nd radiometric dating. Second, we developed a technique for the simultaneous determination of abundances for 27 elements to classify basaltic eucrites. This method enables to reduce the requisite sample amount by 50% and thus useful for the analysis of precious samples including meteorites and returned samples that will be brought to the Earth by future sample-return missions.

We applied the developed methods to the geochemical and Sm–Nd chronological studies on a basaltic eucrite, NWA 7188. We found that this meteorite is the ninth monomict Stannern-group eucrite and has the oldest ^{146}Sm – ^{142}Nd age among basaltic eucrites. Next, we measured isotopic compositions of noble gases in four Stannern group eucrites, which provide (U–Th)/He, ^{40}K – ^{40}Ar , ^{244}Pu –Xe, and cosmic-ray exposure ages. The obtained ages show a wide variation in all of the chronometers, suggesting that the Stannern-group has formed in various regions on the parent body and has experienced complex thermal history as well as the main group: 1) igneous crystallization, 2) initial global metamorphism by internal heat source, and 3) later reheating events by impacts. Finally, we discussed the origin of Stannern group and summarized the thermal history of basaltic eucrites including Stannern-group eucrites.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、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。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).