

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	原始地球におけるマントル-コアの化学進化と成層構造
Title(English)	Chemical evolution and stratification of the primordial mantle and core
著者(和文)	野村龍一
Author(English)	Ryuichi Nomura
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9396号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣瀬 敬,岩森 光,高橋 栄一,太田 健二,丸山 茂徳
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9396号, Conferred date:2014/3/26, 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		野村 龍一	
			氏名	職名		
論文審査 審査員	主査	廣瀬 敬	教授	審査員	丸山 茂徳	教授
	審査員	岩森 光	教授		太田 健二	講師
		高橋 栄一	教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Chemical evolution and stratification of the primordial mantle and core」というタイトルであり、6章から成っている。

第1章「Introduction」では、原始地球におけるコアとマンツルの化学進化について、これまでの実験・理論的研究を紹介し、本論文の目的について述べている。理論研究により、月を形成するような巨大衝突の際、地球は全溶融を経験したと考えられているが、過去の実験的研究は主に低圧低温下で行われ、温度圧力外挿に基づいた議論しかなされていなのが現状である。本論文は、地球深部の超高压高温を実現可能なレーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセル装置を使用した融解実験手法を確立し、初期地球の全溶融状態からの冷却・化学分化過程を実験的に再現し、外挿なしの実験データに基づいた原始地球化学進化モデルを構築することを目的としている。

第2章「Spin crossover and iron-rich silicate melt in the Earth's deep mantle」では、マンツルの化学組成を近似した  $\text{SiO}_2\text{-MgO-FeO}$  三成分系における液相/固相間の鉄分配の圧力依存性について報告している。マグマと固体マンツルの密度逆転の有無は、初期地球における溶融マンツルの結晶分化・成層化過程に大きな影響を与えるが、重い元素である鉄の分配が密度逆転の鍵となる。本章では、下部マンツル中位の圧力にて鉄の分配が大きく変化し、深さ 1800km 以深では鉄がマグマへ選択的に分配され、密度逆転が起こることを明らかにした。初期地球において重いマグマがマンツルの底に形成され、その残滴が現在のマンツル最下部で見られる地震波速度異常の原因になっている可能性を示した。

第3章「Crystallization and chemical stratification of the primordial mantle」では、パイロライトと呼ばれる代表的な多成分マンツル組成物質に対し、下部マンツル中部ならびに最下部圧力での分別結晶化実験を行っている。全溶融マンツルの結晶化過程における晶出相関係、マグマの組成進化を明らかにし、実験データに基づいた原始マンツル化学成層構造モデルを構築した。

第4章「Metal-silicate partitioning of lithophiles and implications for potassium and light elements in the core」では、超高压高温下における液体ケイ酸塩（マグマ）と液体金属鉄合金の間の元素分配実験を行っている。138 GPa・5500 K までの実験結果から、液体金属鉄中にマグマから酸素とケイ素が多量に溶け込むこと、4000 K 以上ではマグネシウムも金属へ溶解すること、一方放射性の熱源として重要なカリウムは 5000 K 以上の超高温でもほとんど金属へ分配されずコアの熱史にほとんど影響を与えないことを議論している。

第5章「Low core-mantle boundary temperature inferred from the solidus of pyrolite」では、マンツルのソリダス温度を基に、コア-マンツル境界の温度とコア中の軽元素を議論している。高压高温状態にあった試料を回収し、高解像度 X 線 CT 撮像法によって試料内部の微小な融解組織の撮像に成功した。本研究で決定されたマンツルの底のソリダス温度は 3600 K であり、従来の見積りよりも 500 K 以上低い。これはコア最上部の温度の上限値を与えることから、外核が液体であるためには水素が多量に溶けていなければならないことを明らかにした。

第6章「Synthesis」では、第2章と第3章で得られた初期マンツルの成層モデル、第4章で得られたコアとマンツルの化学反応、また第5章で得られたコア中の水素量を考慮した、原始地球におけるマンツルとコアの化学進化モデルを構築した。また、得られた全地球の化学組成から、地球の材料物質と考えられるコンドライト隕石の種類について議論を行った。また、同位体地球化学の側面から今後さらに取り組むべき研究課題について方向性を与えた。

以上の通り、本論文は新たに確立した実験技術を基に超高压下における数々の融解実験を行い、原始地球のマンツル・コアの化学進化モデルを構築・提唱した。本論文の結論は今後の高压岩石学的・地質学的・地球化学的研究の新たな方向性を与えるものである。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。