

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	下部マントル構成鉱物の高温高圧力下輸送特性測定から推定されるコア-マントル境界熱流量
Title(English)	Core-mantle boundary heat flow inferred from high-P,T transport property measurements on lower mantle minerals
著者(和文)	奥田善之
Author(English)	Yoshiyuki Okuda
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11884号, 授与年月日:2021年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:太田 健二,中本 泰史,石川 晃,神田 径,玄田 英典
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11884号, Conferred date:2021/3/26, 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		奥田 善之	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	太田 健二	准教授	審査員	玄田 英典	准教授
	審査員	中本 泰史	教授			
		石川 晃	准教授			
		神田 径	准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Core-mantle boundary heat flow inferred from high- $P,T$  transport property measurements on lower mantle minerals」というタイトルであり、全9章から構成されている。

第1章では、地球全体のエネルギー収支とコア-マントル境界(CMB)熱流量の制約の概略について述べたうえでこれまでの高圧力下熱伝導率測定の実験的研究をレビューし、最後に本論文の目的と論文全体の構成を記述している。CMBで輸送される熱は全てが熱伝導で運ばれるため、その熱流量はフーリエの法則から最下部マントルの熱伝導率とそこでの温度勾配によって決定される。下部マントルの熱伝導率の実験的な先行研究は不純物を含まない純物質組成について行われてきたが、実際の下部マントル鉱物は多くの不純物を含むと考えられており、下部マントルを模した不純物を含む組成での高圧実験による下部マントルの熱伝導率の制約が必要である。本論文では、ダイヤモンドアンビルセル(DAC)を用いて不純物を含む系における下部マントル主要構成鉱物の高温高圧熱伝導率を測定し、CMB熱流量に強い制約を与えることを目的としている。

第2章では、鉄・アルミニウムの含有が下部マントル主要構成鉱物ブリッジマナイトの高圧力下における熱伝導率に与える影響について実験的に制約を行った。鉄とアルミニウムは地球マントル中の鉱物に固溶する代表的な不純物であると考えられているが、これら両方を含むブリッジマナイトの熱伝導率の測定は未報告であった。本章において、鉄・アルミニウムを固溶したブリッジマナイトの熱伝導率を142万気圧まで測定した。その結果、鉄・アルミニウムがブリッジマナイトの熱伝導率に与える影響は他の鉱物と比べて小さいことがわかった。

鉱物中の鉄のスピンの状態は、熱伝導率をはじめとする諸物性に大きな影響を与える。下部マントルのブリッジマナイト中の鉄のスピンの状態は長年議論が続いてきたが、過去の10報以上の実験結果は大きく食い違っており総意は得られていなかった。そこで第3、4章では、DACを用いた高圧実験を系統的に行い、先行研究の実験結果を全て統一的に説明できるブリッジマナイトへの鉄の固溶モデルを構築した。その結果、下部マントルに存在するブリッジマナイト中の鉄は深部でスピン転移を起こし、低スピンと呼ばれる状態を取ることを明らかにした。また、第5章ではブリッジマナイト中の鉄がスピン転移を起こすことによる熱伝導率への影響を高圧力下熱伝導率測定により明らかにした。

第6章では、最下部マントルの主要構成鉱物であると考えられているポストペロプスカイト相に鉄が固溶することによる熱伝導率への影響を調べるために高温高圧熱伝導率測定を行った。その結果、鉄が固溶することでポストペロプスカイト相の熱伝導率は大きく減少することがわかった。

第7章では、外部抵抗加熱式DACを用いた高温高圧実験の際の発生可能温度・空間的温度均質性・時間安定性の向上のために新しい外部抵抗加熱式DACの開発を行った。開発した実験技術は従来のものよりも安価に準備が出来、発生可能温度・空間的温度均質性に優れ、測定温度の確度も改善された。

第8章では、第7章で開発した手法を用いて水を含むブリッジマナイトの高温高圧下電気伝導率測定を行った。その結果、含水ブリッジマナイトは無水のものよりも高温高圧力下で優位に高い電気伝導率を示すことが明らかになった。観測されている地球マントルの電気伝導率との比較から、下部マントル中のブリッジマナイトはほとんど水を含まないことが示唆される。

第9章では、本研究で得られた結果をもとにマントル底部の温度構造を計算し、CMB熱流量を制約した。得られたCMB熱流量は $10.4 \pm 2.5$  TWであり、地球全体の熱収支からプレートの沈み込みが地球の冷却に最も寄与していることを明らかにした。以上の通り、本論文は地球最下部マントルの熱伝導率推定に関する強い制約を与え、地球の熱収支の理解に大きく貢献した。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。