

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	高温高圧力下における鉄の電気伝導度と地球中心核の熱進化の推定
Title(English)	Electrical conductivity of iron at high P-T condition and its implication for thermal evolution of the Earth ' s core
著者(和文)	末広翔
Author(English)	Sho Suehiro
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11382号, 授与年月日:2020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,小川 康雄,上野 雄一郎,玄田 英典
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11382号, Conferred date:2020/3/26, 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

学位論文(博士)要約

Electrical conductivity of iron at high P-T condition and its implication for thermal evolution of the Earth's core

地球惑星科学系地球惑星科学コース
末廣 翔

本論文は「Electrical conductivity of iron at high P-T condition and its implication for thermal evolution of the Earth's core」というタイトルであり、5章から成っている。

第1章「General introduction」では、地球コアの形成過程や熱進化過程の概略について述べたうえで内核の誕生時期に関するこれまでの古地磁気学的、理論・実験的研究をレビューし、本論文の目的と論文全体の構成について記述している。誕生初期の地球は現在よりも非常に高温で金属コアはすべて熔融していたと考えられており、コアの対流が数十億年にわたる地磁気の生成、維持の源となっている。古地磁気観測から地磁気の強度には特定の年代において大きな変動が見られ、その原因として内核の誕生によるコアの対流の活発化が提唱されているが、内核年齢の強い制約には至っていない。高圧実験によりコアを構成する鉄合金の電気・熱伝導特性を測定し、モデル計算を行うことで内核の誕生時期を見積もる方法があるが、コア中の不純物が鉄の伝導度へ与える影響と、鉄合金の融解前後での伝導度の変化量は実験による制約が十分になされていなかった。本論文では、ダイヤモンドアンビルセル (DAC) を用いた高温高圧実験手法の開発によってこれらの問題を解決し、内核の誕生時期により強い制約を与えることを目的としている。

第2章「The influence of sulfur on the electrical resistivity of hcp iron: implications for the core conductivity of Mars and Earth」では、高圧力下において硫黄の含有が鉄の電気伝導度へ与える影響について制約を行った。硫黄は地球や火星コアの構成元素であると古くから指摘されてきた元素であるにも関わらず、硫黄が鉄に固溶することによる伝導度の変化を実測した研究例は皆無であった。本章において、鉄-ケイ素-硫黄合金の電気伝導度を 110 万気圧まで測定した結果から、鉄-硫黄合金をベースとしたコアの電気伝導度推定を行った。その結果、硫黄が鉄の電気伝導度へ与える影響は他のコア軽元素候補の中でも比較的小さいものであることがわかった。

第3章「High-temperature electrical resistivity measurements of hcp iron to Mbar pressure in an internally resistive heated diamond anvil cell」では、高温高圧電気伝導度測定の高精度化を目指し、発生温度の空間的均質性・時間安定性の向上が期待される内部抵抗加熱式 DAC の開発を行った。この手法によって、より温度不確かさの小さい電気伝導度測定が実現し、鉄合金など伝導度が比較的低い物質に対しても有用な手法であることを提唱している。

第4章「Electrical resistivity of liquid iron up to 70 GPa」では、鉄試料の DAC 内封入方法を新たに考案し、融解による試料形状の変化を抑えた電気伝導度測定を可能にした。その結果、従来の研究よりも遥かに高い圧力条件での融解鉄の伝導度測定に成功し、地球コア条件での鉄の伝導度の融解による変化量を定量的に議論することが可能となった。

第5章「Synthesis」では、本研究で得られた実験データをもとに、地球外核条件における硫黄を含んだ融解鉄合金の電気・熱伝導率の見積もりを行った。硫黄含有や融解による純鉄の電気・熱伝導率の減少を定量的に評価し、得られたコア物質の熱伝導率からコアの熱流量の計算を行った。その結果は約 8 億年の若い内核年齢を支持するものとなり、最新の古地磁気研究に見られる地磁気強度の上昇時期と整合的なものとなっている。また、本章の後半では、より確かなコアの伝導度推定と熱進化過程の解明のために今後さらに取り組むべき研究課題について検討している。