

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	The Earth ' s inner core dynamics inferred from experimental determinations of transport properties of iron at high pressures
著者(和文)	PARKYohan
Author(English)	Yohan Park
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12027号, 授与年月日:2021年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:太田 健二,中島 淳一,横山 哲也,上野 雄一郎,佐藤 文衛
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12027号, Conferred date:2021/6/30, 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	PARK Yohan		
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	太田 健二	准教授	審査員	佐藤 文衛	教授
	審査員	中島 淳一	教授			
		横山 哲也	教授			
上野 雄一郎		教授				

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「The Earth's inner core dynamics inferred from experimental determinations of transport properties of iron at high pressures」というタイトルであり、全6章で構成されている。

第1章「General introduction」では、地震波観測から明らかにされた地球内核の地震波速度異方性の特徴について記述したうえで、その異方性の原因として考えられている地球内核の粘性流動の駆動力を説明する様々なモデルをレビューしている。各々のモデルの妥当性を左右する内核の物性値は粘性率及び熱伝導率であることを明示した上で、この論文の目的を記述している。地球内核の粘性率は内核のダイナミクスを理解するうえで最も重要な物性値の一つであるにもかかわらず、提案される推定値には10桁にも及ぶ不確定性がある。また、実験的難しさにより実験による見積もりは殆どなされていなかった。また、内核の熱伝導率も先行研究の見積もりの間に最大5~6倍程度の大きな違いがある。本論文では、高圧下における鉄及び鉄-ケイ素合金の拡散実験の結果から内核の粘性率に制約を与えることに加えて、鉄の高圧相の熱伝導率異方性から内核の熱伝導率を見積もり、内核のダイナミクスに制約を与えることを目的としている。

第2章「Isotope imaging with secondary ion mass spectroscopy and internally heated diamond anvil cell: Evaluation of self-diffusion experiments of iron under pressure at 25 GPa」では、鉄の高圧下自己拡散実験手法の開発と、その手法から得られた高圧下での鉄の自己拡散係数について記述している。本章では、二次イオン質量分析法と内部抵抗加熱式ダイヤモンドアンビル技術を組み合わせることで、高圧下鉄同位体拡散実験を試みた。この結果から内核の粘性に制約を与える重要な物性値である鉄の自己拡散係数を実験的に評価することに成功した。本実験の結果は、先行研究において鉄の自己拡散係数のアナログとして用いられる鉄とニッケルの相互拡散係数が高圧条件においても鉄の自己拡散係数と同等であることを示している。

第3章「Influence of silicon on Fe-Ni inter-diffusion under pressure up to 50 GPa」では、高圧下における鉄-ケイ素合金中のニッケル拡散について記述している。ケイ素は内核に存在する軽元素の有力な候補の一つであるため、ケイ素が鉄合金中の拡散現象に及ぼす影響を調べる必要がある。高圧下での鉄-ケイ素合金中のニッケルの拡散係数を実験的に評価し、ケイ素が存在しない場合の鉄-ニッケル相互拡散の結果と比較した。その結果、本研究の結果から見積もった拡散の活性化体積及びエンタルピーはケイ素を考慮していない先行研究の結果と整合的であり、ケイ素の存在が鉄合金中のニッケル拡散に大きな影響を与えないことを確認した。

鉄の熱伝導率の異方性を調べるためには二種類以上の特徴的な選択配向を持つ試料の作製が必要である。第4章「Texture development of hexagonal closed packed iron transformed from single crystal body centered cubic iron」では、三つの異なる配向を持つ単結晶鉄を出発試料として使い、三つの異なる選択配向を持つ高圧相鉄試料を合成する手法について述べている。出発物質と合成された高圧相鉄の配向関係に基づき、鉄の高圧相転移メカニズムについても議論している。

第5章「Anisotropic thermal conductivity of hexagonal closed packed iron under pressure up to 80 GPa」では、第4章で作製した試料を用いて高圧相鉄の熱伝導率異方性を測定した。測定結果は50 GPa付近で異方性の大きさが変わることを示している。

第6章「Synthesis: Dynamics of the Earth's inner core」では、第3章と5章で得られた実験の結果に基づいて内核の粘性率の上限と熱伝導率を見積もった後に、地球内核のダイナミクスについて議論している。本論文で見積もった内核の熱伝導率と粘性率は、内核の地震波異方性が地球磁場の存在によって駆動されるローレンツ力によって内核が変形された結果として生じている可能性を示唆している。以上の通り、本論文は地球内核のダイナミクスに最も影響を与える物性値を高圧実験から制約し、内核内部の異方性の成因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。