

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Crystal/melt partitioning under deep mantle conditions and melting phase relation in the system Fe-FeH
著者(和文)	今井崇暢
Author(English)	Takamasa Imai
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9389号, 授与年月日:2014年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高橋 栄一,中本 泰史,廣瀬 敬,上野 雄一郎,岩森 光
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9389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		今井 崇暢	
論文審査 審査員		氏名	職名		氏名	職名
	主査	高橋 栄一	教授	審査員	上野 雄一郎	准教授
	審査員	中本 泰史	准教授		岩森 光	教授
		廣瀬 敬	教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Crystal/melt partitioning under deep mantle conditions and melting phase relation in the system Fe-FeH」と題し、地球や地球型惑星形成過程における化学進化の解明のために行った実験岩石学的研究をまとめたものである。本論文は、以下に述べる六つの章から成っている。

第1章「Introduction」では、本研究が地球や惑星の化学進化解明に向けて主に二つの点、「マグマオーシャン結晶化におけるケイ酸塩鉱物—メルト間の微量元素分配」「金属—ケイ酸塩分別過程における水素分配」に注目していることを述べている。

第2章「Element partitioning between olivine and melt up to 10GPa: Implications for the effect of pressure」では、上部マントルを構成する主要鉱物であるカンラン石に注目し、共存するカンラン岩メルトとの間の微量元素分配係数の圧力依存性について述べている。東工大のSPI-1000装置を用いて高圧融解実験を行い、得られた試料をEPMA、および京都大学平田研究室のICP-MSで化学分析した。その結果、1価と3価の元素の分配係数に圧力変化が見られた。この変化は分配係数とイオン半径の関係を表したPC-IR図上では曲線の幅の広がりとして見られ、PC-IR曲線を表すパラメータの一つである「結晶サイトの見かけヤング率‘E’」の減少によるものであることがわかった。本論文ではこの圧力変化はケイ酸塩メルトの効果であると解釈した。

第3章「Effect of water on trace element partitioning between garnet, olivine and silicate melt」では、元素分配に与える水の影響に注目し、カンラン石—メルト、ガーネット—メルト間の微量元素分配の含水量依存性について述べている。実験は第2章と同様に行われ、その結果、PC-IR図における曲線の幅の変化が見られたが、その変化は含水による融点の降下のみで説明できることを示した。

第4章「Pressure effect on element partitioning between majorite garnet and peridotite melt」では、マントル遷移層のリキダス鉱物であるガーネットとメルト間の微量元素分配係数の圧力依存性について述べている。第2章のカンラン石と同様の圧力変化が見られた。これらの圧力変化から、結晶サイトの見かけヤング率‘E’と結晶—メルトの体積弾性率の差 ΔK に比例関係があることがわかった。つまり、‘E’の減少は圧力変化に伴う体積弾性率の差の減少で説明される。この結果を用いて下部マントル鉱物であるMgペロフスカイト、Caペロフスカイト—メルト間の分配係数を予想したところ、下部マントル深部では元素ごとの分配係数の差が小さくなることを示した。

第5章「Model calculation for chemical evolution of magma ocean」では地球マグマオーシャンの結晶分別作用によるマントルの化学進化について述べている。4章までで得られた結果をもとに各圧力の分配係数を与え、組成分化を計算した。カンラン岩組成、コンドライト組成の2種類のマグマオーシャンが分別結晶化し、Protocrust、Deep Crystal Pileを孤立させた場合をそれぞれ計算した。その結果を上部マントルの観測値と比較すると、カンラン岩マントルからDeep Crystal Pileを3-10%、Protocrustを0.2%程度分別した時に上部マントルの $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 、 $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ 同位体比、微量元素濃度比を説明できることを示した。

第6章「Hydrogen partitioning between iron and silicate and melting phase relation in the system Fe-FeH」では鉄—水素系の相平衡関係を実験的に調べ、地球型惑星のコア形成時における水素の分配を述べている。SPRING-8に設置されているSPEED-Mk2装置を用い、X線その場観察から相平衡関係と鉄中の水素濃度を調べた。FT-IRで実験回収試料中のケイ酸塩の水素(水)濃度を分析し、それらの結果を合わせることで水素分配係数を得た。得られた分配係数から出発物質中の99%以上の水が鉄と反応することで鉄水素化合物を生成し、ケイ酸塩にはほとんど水が残らないということがわかった。また、鉄—水素系の相平衡図を実験的に初めて得ることに成功し、少量の水素が鉄の融点を大きく下げることが示された。これらの結果は惑星形成過程において材料物質に水が入っていた場合、ケイ酸塩よりも先に金属相が熔融してコア形成が起こる可能性を示している。その場合、コアの密度欠損の一部が水素によって引き起こされている可能性が高い。また外核の熔融温度は大幅に低くなることを示唆した。

以上のように、地球型惑星形成過程における化学進化に関して申請者は実験岩石学的研究から多大な貢献をしたと言える。よって、博士(理学)の学位を与えるに相応しいと認める。