

研究 成 果 報 告 書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		地球中心核の化学組成: 超高压実験による内核結晶化の再現からのアプローチ			
研究テーマ (欧文) AZ		Chemical composition of the Earth's core: Constraints from crystallization of inner core by high pressure experiments			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓)オザワ	名)ハルカ	研究期間 B	2012 ~ 2013 年
	漢字 CB	小澤	春香	報告年度 YR	2014年
	ローマ字 CZ	Ozawa	Haruka	研究機関名	独立行政法人 海洋研究開発機構
研究代表者 CD 所属機関・職名		独立行政法人 海洋研究開発機構・技術研究副主任			
概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。) 地球の外核は鉄ニッケルを主成分とし、さらに 10%程度の不純物を含むとされているが、その詳細な化学組成は未解明のままである。これは”地震波観測に基づいた核の密度プロファイル”と”同条件下における鉄の密度”との比較から理解される。核の密度が鉄のそれより低い事(核の密度欠損)が不純物、すなわち軽元素(水素、炭素、酸素、珪素、硫黄)の存在を示唆する。本研究では、超高压超高温実験による核の組成の解明を目指した。この問題に対する有力なアプローチの一つは、「地球の冷却に伴い、外核の結晶化により内核が成長してきた」ことに注目し、結晶化の際の相平衡関係から核の軽元素を議論することである。本研究においては、核の軽元素の有力な候補である硫黄に対し、液体-固体鉄間における硫黄の分別から核中における硫黄濃度の制約を試みた。 本研究では、レーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルを用いて、鉄-硫黄系の融解実験を行った。大型放射光施設 SPring-8 において高压高温その場 X 線測定を行った。出発物質として、硫黄濃度が 12.6wt%の鉄と硫化鉄の混合物を用いた。融解温度以下における X 線回折測定により固相関係を調べたところ、220 万気圧まで安定であると報告されている中間化合物の Fe_3S が 250 万気圧以上で分解することが明らかになった (Ozawa et al., 2013)。約 250 万気圧において融解実験を行い、回収試料に対して透過型電子顕微鏡 (TEM) を用いて化学分析を行った。TEM 観察を行うためには厚さ 100nm 以下の薄膜作成が必要である。微小な試料の取り扱いに加え、薄膜化の困難さから、超高压実験の極めて微小な回収試料(直径 20 μm 以下、厚さ 1 μm 程度)の化学分析は行われてこなかった。本実験では、TEM 観察用の薄膜作成には集束イオンビーム加工装置 (FIB) を用いた。FIB では、サブミクロンオーダーで試料観察しながら加工が可能で、微小な回収試料の薄膜化に有効である。化学分析を行ったところ、硫黄濃度の異なった急冷液体と共存する固相が確認された。このことは、以上の実験手法が液体-固体鉄間の元素分別を調べる手法として有効である事を示しており、本研究の大きな成果である。化学分析により、固相に比べて液相は硫黄に枯渇しており、液相中には約 6wt%の硫黄が含まれていた。この事は、共融組成の硫黄濃度が 6wt%以下であることを示唆している。先行研究 (Kamada et al., 2012) により、123 万気圧における共融組成の硫黄濃度は 10wt%と報告されており、少なくとも 250 万気圧までは、共融組成の硫黄濃度は圧力とともに減少することがわかった。外核の軽元素を硫黄のみと仮定すると、密度欠損を説明する為には 11wt%程度の硫黄が必要である。内核-外核境界圧力 (330 万気圧) まで負の圧力依存性をもつと仮定すると、外核中の硫黄濃度は 6wt%以下と考えられる。その為、核の密度欠損は硫黄だけでは説明出来ない事がわかった。今後さらに、内核-外核境界圧力 (330 万気圧) における融解実験を行う予定である。また、酸素や珪素といった他の軽元素についても液体-固体鉄間の分別を調べる必要がある。					
キーワード FA	地球中心核	軽元素	ダイヤモンドアンビルセル	透過型電子顕微鏡	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）										
雑誌	論文標題 ^{GB}	Decomposition of Fe ₃ S above 250 GPa								
	著者名 ^{GA}	H. Ozawa, K. Hirose, T. Suzuki, Y. Ohishi, N. Hirao		雑誌名 ^{GC}	Geophysical Research Letters					
	ページ ^{GF}	4845~4849		発行年 ^{GE}	2	0	1	3	巻号 ^{GD}	40
雑誌	論文標題 ^{GB}									
	著者名 ^{GA}			雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～		発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}									
	著者名 ^{GA}			雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～		発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}									
	書名 ^{HC}									
	出版者 ^{HB}			発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}									
	書名 ^{HC}									
	出版者 ^{HB}			発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要^{EZ}

The Earth's outer core is considered liquid iron alloyed with small fraction of light element(s) (H, O, C, Si, and/or S) based on the fact that the seismologically determined density is lower than the calculated density of pure iron at the same conditions. However, the identity of the impurities still remains uncertain. In this study, we studied the partitioning of sulfur, one of the strong candidates, between liquid and solid iron in order to constrain the S content in the core.

We examined the phase relations in the Fe-FeS system at around 250 GPa using laser-heated diamond-anvil cell techniques. In situ synchrotron X-ray diffraction measurements performed at high pressure and high temperature demonstrate the decomposition of intermediate compound Fe₃S which is stable until at least up to 220 GPa (Ozawa et al., 2013). After melting experiment, chemical analyses on the recovered sample were carried out using transmission electron microscope. Chemical analyses revealed that sulfur content in eutectic liquid is less than 6 wt%. This result suggests a decrease of S content in eutectic liquid with increasing pressure. Assuming this trend to the inner core boundary pressure, sulfur cannot account for the outer core density deficit. Additional melting experiments at the inner core boundary pressure are still needed. We also need to investigate the partitioning of other light elements, such as Si and O, between liquid and solid iron.