

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		超高压下における鉄合金の融点：地球中心温度の決定			
研究テーマ (欧文) AZ		Melting temperature of iron alloys: the temperature of the center of the Earth			
研究氏 代 表 名 者	カカナ CC	姓)タテノ	名)シゲヒコ	研究期間 B	2016~2018 年
	漢字 CB	館野	繁彦	報告年度 YR	2018 年
	ローマ字 CZ	Tateno	Shigehiko	研究機関名	東京工業大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		地球生命研究所・研究員			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>地球は集積直後から現在に至るまで、宇宙空間への熱の放出により冷却を続けている。地表へ向けた熱輸送は、液体鉄合金からなる外核の対流や岩石からなるマントルの対流などのダイナミクスを駆動している。これによる磁場の生成やプレートテクトニクスにより表層環境変動(地殻の生成、大気組成、生命の誕生と進化)は支配されている。従って、地球中心の温度は、これら地球の熱進化を理解する上で重要である。内核-外核境界の温度(=地球中心の温度)は、この圧力(329GPa)における核を構成する鉄合金の融点に相当する。本研究では、核に含まれる有力な軽元素の候補の1つとして特に硫黄に注目した。そこでFe₂Sの超高压超高温下における相平衡関係を310GPa, 3000Kまで調べた。</p> <p>高温高压実験にはレーザー加熱ダイヤモンドアンビルセルを用い、高温高压下その場観察を大型放射光施設SPring-8の高輝度X線を用いて行い、Fe₂Sの構造探索を行った。180GPa以上で斜方晶(空間群 <i>Prma</i>)が安定な結晶構造であることが初めて明らかになった。また、先んじて進めていた鉄-硫黄系の相平衡実験の結果(Mori et al., 2017 EPSL)と合わせ、内核圧力における鉄-硫黄系状態図を制約することができた。これまで最も鉄に富む硫化鉄はFe₃Sとされていたが、250GPaで分解し、それ以上の圧力では低温では六方晶の鉄とCsCl型FeS、高温で六方晶の鉄と <i>Prma</i> Fe₂Sが安定である。したがって、内核条件下におけるではFe₂Sが最も鉄に富む硫化鉄である。地球の冷却に伴い液体外核が結晶化し内核が成長する。これを鉄と軽元素の二元系状態図を用いて議論することで核の化学組成を制約することができる。鉄-硫黄系ではFe-Fe₂S系状態図における共融点温度と組成を明らかできれば、地球中心の温度と硫黄が核に含まれる可能性について議論できるようになることが期待される。</p>					
キーワード FA	高温高压実験	地球中心核			

(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}								
	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}	
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

Upon Earth's secular cooling, extensive heat loss to the space leads its transportation from core to surface, which should control surface conditions and environment of birth of life. Thus, the temperature of the center of the Earth is of a great importance for understanding the thermal history of the Earth. The temperature of the solid-inner/liquid-outer core boundary corresponds to the melting point of a metallic-iron alloy that is constituent of the core. Therefore, phase diagrams of Fe alloys should first be investigated under high-pressure and temperature conditions. Sulfur is considered to be one of the light elements in the Earth's core as iron sulfides are universally found in iron meteorites. Here we have established new phase diagram of the Fe-FeS system to 300 GPa on the basis of synchrotron X-ray diffraction measurements in-situ at high-pressure and -temperature in a laser-heated diamond-anvil cell.

We performed three separate sets of experiments at pressures at 120-310 GPa and temperature up to 3000 K. First, we find new high-pressure iron sulfide Fe₂S stable above 180 GPa to 310 GPa, whose structure was indexed to orthorhombic structure with *Pnma* symmetry. Furthermore, we find that hexagonal-closed packed (hcp) structure of Fe and CsCl-type phase of FeS crystallizes in Fe-6wt% S bulk composition at 250 GPa and low temperature to 2500 K. Such phase assemblage transformed into a mixture of hcp Fe and *Pnma* Fe₂S above 2500 K. Our results indicate that Fe₂S is the most iron-rich iron sulfide, and thus the new end-member phase in the iron-rich portion in the Fe-FeS system above 250 GPa. The phase diagram in the system of Fe-Fe₂S should be studied above 250 GPa to constrain the eutectic temperature and composition.