

研究成果報告書

研究テーマ (和文) AB		液体鉄合金の超高压下音速測定による地球コア化学組成の解明			
研究テーマ (欧文) AZ		The chemical composition of the Earth's core based on sound velocity measurements of liquid Fe alloys under high pressure			
研究氏 代表名 者	カタカナ CC	姓)	名)	研究期間 B	2018 ~ 2019 年
	漢字 CB	中島	陽一	報告年度 YR	2019 年度
	ローマ字 CZ	Nakajima	Yoichi	研究機関名	熊本大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		熊本大学大学院先端機構・助教			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>地球中心コアはその大部分が液体であり、鉄を主成分とし、10%程度の軽元素を含んでいる。コアの直接観測情報は地震波観測による音波速度と密度に限られる。よって、地球コア圧力温度条件下において、候補となる液体鉄合金の物性を測定し、地震波観測と直接比較することが、コア組成を解明する唯一の方法である。しかし、135 万気圧、4000K を超える超高压高温コア条件下における、液体鉄合金の物性測定は困難を極め、10 万気圧を超えるような静的圧縮下での測定はほとんど行われていない。本研究では地球コア化学組成を解明するために、実際のコア圧力温度条件下での液体鉄合金の音速測定を目指し、高压高温下音速測定を行った。</p> <p>高压高温発生にはレーザー加熱式ダイヤモンドアンビルセルを用い、大型放射光施設 SPring-8 において非弾性 X 線散乱 (IXS) 測定を行った。IXS 測定により得られる、液体鉄合金の縦波音響フォノン分散関係から、P 波速度を決定した。試料には鉄リン化合物合金 (Fe₇₅P₂₅) 及び鉄窒化物 (Fe₈₀N₂₀) 合金を用いた。液体 Fe₇₅P₂₅ について 96 万気圧、3000K まで、液体 Fe₈₀N₂₀ について 76 万気圧、2200K までの P 波速度を測定することに成功した。その結果、リンは液体鉄の音速にほとんど影響を及ぼさないことが明らかになった。また、窒素は液体 Fe の音速を増大させ、Fe₈₀N₂₀ は Fe と比較し 10% 程度音速が速いことが判明した。本実験結果と液体コアの地震波速度を比較すると、地球コア中のリン及び窒素最大存在量は、それぞれ 15wt% 及び 4wt% であると見積られる。本研究により、静的圧縮下における液体鉄合金の音速測定を、地球コア圧力に迫る 100 万気圧で行うことが可能となった。今後、この手法をさらに拡張することで、さらに高精度なコア組成への制約が可能になるだろう。</p>					
キーワード FA	地球中心コア	液体鉄合金	音速	高压高温	

(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}

The Earth's core is almost molten. The liquid core consists mainly of iron alloying with 10% lighter elements. The direct observables of the core are only P-wave velocity, S-wave velocity, and density, which are given by seismological observations. Therefore, the comparison of measurements on the elastic properties of possible liquid Fe alloys under relevant high-pressure and -temperature (P-T) conditions with the seismological observations are only the way to investigate the core composition. However, most of previous measurements on those properties under static pressure conditions are limited to <10 GPa due to the experimental difficulties. In this study, we challenged the sound wave velocity measurements of liquid Fe alloys under high P-T conditions corresponding to the core.

We performed inelastic X-ray scattering (IXS) measurements using laser-heated diamond-anvil cells at the SPring-8 synchrotron facility. P-wave velocity of liquid Fe alloys were determined from longitudinal acoustic phonon dispersion at high P-T conditions. The starting materials were Fe₇₅P₂₅ and Fe₈₀N₂₀. We succeeded to determine P-wave velocity of liquid Fe₇₅P₂₅ up to 96 GPa and 3000 K and liquid Fe₈₀N₂₀ up to 76 GPa and 2200 K. The results show that phosphorous has negligible effect on P-wave velocity of liquid Fe, while nitrogen increases the velocity. Comparing the present results and seismological observations for the Earth's liquid core, we constrained the upper limit of phosphorous and nitrogen to 15 wt% and 4 wt%, respectively. The present study demonstrates sound velocity measurements on liquid Fe alloys up to ~100 GPa, which is almost close to the real core pressure conditions.