

【基盤研究(S)】

理工系 (数物系科学)



研究課題名 地球核の最適モデルの創出

東北大学・大学院理学研究科・教授 おおたに えいじ
大谷 栄治

研究課題番号: 15H05748 研究者番号: 60136306

研究分野: 数物系科学

キーワード: 地球核、高温高圧、X線非弾性散乱、放射光メスバウア法、音速

【研究の背景・目的】

本研究は、地球核物質に関する最先端の高温高圧研究にもとづいて、地球物理学的観測データを説明する地球核の最適モデルを創出することを目的とする。具体的には、地球核の条件において、核を構成する鉄合金の固相と液相の相関係と軽元素の分配の実験的研究、放射光X線非弾性散乱法・超音波法等を用いた金属鉄軽元素合金の固体および液体の音速（縦波、横波）の測定、放射光メスバウア分光とX線回折法による金属鉄軽元素合金の磁性・電子状態の解明と状態方程式の決定などの物性測定を総合し、地球物理学的観測データを満足する地球核の内部構造の最適なモデルを創出する。

【研究の方法】

両面レーザー加熱ダイヤモンドアンビル高圧装置（図1）を用いて、高温高圧下での金属鉄の固体・液体、ケイ酸塩液体・金属鉄液体のNiおよびSi、S、C、O、Hなどの軽元素の分配実験を行い核の分離および内核の成長に伴う軽元素の分配を明らかにする。Fe, Fe-Ni, Fe-Si, Fe₃S, Fe₃C, FeO, FeHなど

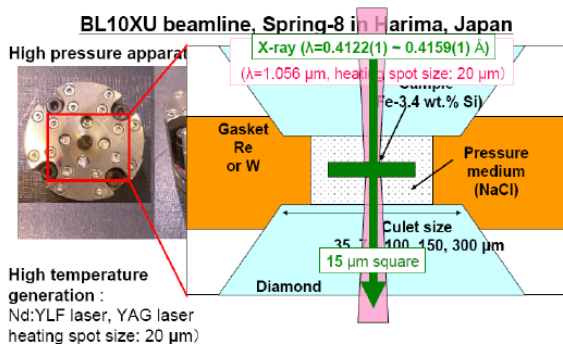


図1. 本実験に用いる両面レーザー加熱ダイヤモンドアンビル高圧装置

の鉄・軽元素系物質について、両面レーザー加熱ダイヤモンドアンビル高圧装置を用いた高温高圧のもとで(1)放射光を用いたX線非弾性散乱法による音速測定、(2)放射光メスバウア分光を用いた電子状態と磁性の解明、(3)X線粉末回折実験による状態方程式の決定を行う。

【期待される成果と意義】

図2にhcp-Feの非弾性散乱測定の実験結果を例示する。同様の測定を金属鉄軽元素系合金および鉄化

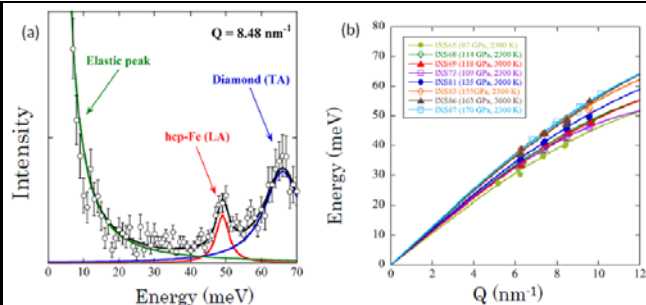


図2. (a) 164 GPa, 3000 Kにおけるhcp-Feの放射光X線非弾性散乱スペクトルの例、(b) 高温高圧下におけるhcp-Feの非弾性散乱測定から得られる分散曲線。この分散曲線から縦波速度 V_p を決定できる。

合物について行うことによって、それらの音速、密度の関係を、世界最高の温度・圧力下で系統的に決定することができる。これによって、外核および内核に含まれる軽元素の種類と量を推定することが可能になり、それにもとづいて、地球核の形成条件を解明することができる。また、地震学的観測データを説明する最適な核の組成と構造のモデルを創出し、地震波異方性、東西半球の不均質性、外核の表層および底部の速度異常、内核と外核の組成の違いなど地球核の未解明問題を解決することができる。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ Sakai T, Takahashi S, Nishitani N, Mashino I, Ohtani E, Hirao N, Equation of state of pure iron and Fe_{0.9}Ni_{0.1} alloy up to 3Mbar. Phys. Earth Planet. Inter., 228, 114-126, 2014.
- ・ Ohtani E, Shibazaki Y, Sakai T, Mibe K, Fukui H, Kamada S, Sakamaki T, Seto U, Tsutsui S, Baron Q. R. A., Sound velocity of hexagonal close-packed iron up to core pressures. Geophys. Res. Lett., 40, 5089-5094, 2013.
- ・ Ohtani, E, Chemical and Physical Properties and Thermal State of the Core. Physics and Chemistry of the Deep Earth, First Edition. Chapter 8, Edited by Shun-ichiro Karato. John Wiley & Sons, Ltd. Published 2013 by John Wiley & Sons, Ltd., 244-270, 2013.

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度 - 31 年度 149,700 千円

【ホームページ等】

http://epms.es.tohoku.ac.jp/minphys/j_publication_s.html

ohtani@m.tohoku.ac.jp