

Earth and Planetary Materials Science Seminar (No.1835)

日時：2014 年 5 月 8 日

Date & Time : May 8th 2014 13:10~15:30

場所：地学生物共通講義室

Room : Earth Science & Biology Lecture Room

-----ABSTRACT-----

Speaker: Yuki Shibazaki

(Group: Frontier Research Institute for Interdisciplinary Sciences, Earth and Planetary Material Physics Research Group, E-mail: yshibazaki@m.tohoku.ac.jp)

Title: Studies for the physical properties of the iron alloys at high pressure and high temperature

(A) Research background (Previous studies)

地震学的観測によって得られる地球金属核の物理量は、数少ない核の直接的な情報である。これらの物理学的情報と隕石などから得られる化学的知見によって、地球の核は固体の内核と液体の外核で構成され、鉄を主成分とし、少量のニッケルと軽元素を含むと考えられている。核の研究における最重要課題の一つが、この軽元素の種類と量の解明である。筆者もこれまでに、軽元素候補である水素の最大量を見積もるために、非弾性 X 線散乱と X 線回折実験を行い、高圧下での鉄水素化物(FeH)の弾性波速度と密度を測定してきた。この結果と地震波観測により得られている核の弾性波速度と密度を比較することで、核中の最大水素量として約 0.37wt% という値が得られている。

上記の研究に加え、液体状態の鉄合金の物性測定も行ってきた。今回はその中でも、液体鉄 - 炭素合金の構造測定についての研究を紹介したい。炭素もまた、有力な核中の軽元素候補であり、多くの鉄 - 炭素合金の高温高圧下での研究が行われている。最近行われた液体鉄 - 炭素合金の密度測定研究によると、約 5 万気圧を境に、密度ジャンプが見られると報告されている。密度ジャンプなどの物性の不連続な変化は、局所的な構造変化が関係していると思われ、仮に約 5 万気圧で液体の構造が変化した場合、粘性や弾性波速度などの他の物性にも大きな影響を与える。そこで、液体鉄 - 炭素合金の構造測定を行った。

(B) Methods

実験はアメリカの放射光施設 APS で行い、白色 X 線を用いたエネルギー分散型の X 線回折を様々な角度で取得し、試料の構造因子及び動径分布関数を求めた。圧力発生に用いた Paris-Edinburg 型のプレスは、上下方向からの圧縮のため水平方向には広く開いており、より高角度での X 線回折を取得することが可能である。

試料には、鉄 - 炭素系の共融点組成である Fe-3.5wt%C を用い、1600°C の温度一定で約 7 万気圧までの圧力範囲で測定した。また、炭素の効果も調べるため、Fe と Fe-6.7wt%C の試料に関しても、いくつかの圧力条件で測定した。

(C) Results and Discussion

Fe-Fe 原子間の散乱は Fe-C 原子間の散乱に比べ圧倒的に強いため、主に得られる情報は液体 Fe-C 中の局所的な Fe-Fe 原子間の距離になる。Fe-Fe 原子間距離の圧力依存性を見ると、約 5 万気圧まではほとんど変化せず、約 5 万気圧を境に縮み始めることが分かった。このことは、約 5 万気圧までは局所的なクラスターのようなもの同士が近づくことで全体が圧縮し、約 5 万気圧以上では局所的なクラスター自体も縮み始めると解釈するのが妥当である。つまり報告されている密度ジャンプは、液体の構造変化というよりは、圧縮形態の変化が原因だと考えられる。

Keywords: X-ray diffraction, Inelastic X-ray scattering, Structure factor, Radial distribution function