

【基盤研究(S)】

大区分B



研究課題名 地球・惑星深部における水素の物質科学

東京大学・大学院理学系研究科・教授 かぎ ひろゆき
鍵 裕之

研究課題番号：18H05224 研究者番号：70233666

キーワード：水素、地球内部、惑星内部、中性子回折

【研究の背景・目的】

水素は太陽系での存在度が最も高く、電子数1でシンプルな元素でありながら、さまざまな化学結合状態を取ることができる。その結合多様性から、地球内部、惑星内部を構成する物質の構造や物性を支配しているきわめて重要な元素である。本研究では、J-PARC MLF（大強度陽子加速器施設 物質・生命科学実験施設）に申請者らが中心となって立ち上げた高圧中性子ビームラインを基軸とした高温高圧、低温高圧といった極限状態での実験から、地球惑星内部の諸問題から着想した水素の物質科学を推進する。本研究では、地球内部、氷惑星・氷衛星内部での水素関連物質の結晶構造、化学組成、安定性を高温-高圧、低温-高圧と言った極限条件での物性実験と理論計算から明らかにすることを目的とする。本研究の研究対象を図1に示す。研究テーマは広範に及ぶが、いずれの研究対象もパルス中性子源を用いた高圧下での中性子回折実験が基軸となる。

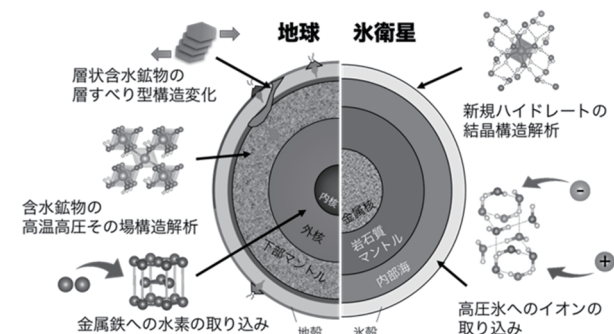


図1 本研究計画の対象

【研究の方法】

研究は主として J-PARC MLF に設置された高圧中性子回折ビームライン(図2参照)、KEK PF に設置された高圧X線回折ビームラインを用いて行う。ただし、いずれの加速器施設においても我々が実験に使用できる時間は限定されているため、可能な限り所属機関での実験が行えるように設備を整える。

水の構造に関しては、氷衛星表層から内部の温度圧力条件において、これまで手つかずであった氷-塩(MgCl₂, NaCl, KCl など)系の相関係、固液境界、ハイドレートの結晶構造を明らかにする。

鉄水素化物に関しては、さまざまな水素含有量条件で最高約 20 GPa, 1200 K の圧力温度条件で放射



図2 J-PARC MLF BL11 (PLANET)

光 X 線回折実験と中性子回折実験を行うことで、hcp 構造の鉄水素化物の安定領域を決定し、詳細な構造解析から hcp 金属格子の水素誘起体積膨張率、水素原子のサイト占有率とその温度依存性を明らかにしていく。

【期待される成果と意義】

本研究計画では地球深部、惑星深部を構成する物質中の水素の原子位置を精密に決定することで、地球惑星深部物性を明らかにすることがもっとも重要な科学的成果として期待される。一方で、このような成果は極限状態での軽元素の物質科学に重要な指針を与えることになるだろう。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- Hattori et al. (2015) Design and performance of high-pressure beamline PLANET launched at pulsed neutron source at J-PARC. *NIM A*, 780, 55.
- Iizuka-Oku et al. (2017) Hydrogenation of iron in the early stage of Earth's evolution. *Nature Comm.*, 8, 14096, DOI: 10.1038/ncomms14096.

【研究期間と研究経費】

平成 30 年度-34 年度
148,500 千円

【ホームページ等】

<http://www.eqchem.s.u-tokyo.ac.jp>