

高压下における遷移金属 - 水素系の融解 Melting of transition metal-hydrogen systems under high pressure

片山 芳則^{1*}, 齋藤寛之¹, 青木勝敏¹
KATAYAMA, Yoshinori^{1*}, Hiroyuki Saitoh¹, Katsutoshi Aoki¹

¹ 原子力機構量子ビーム

¹QuBS, Japan Atomic Energy Agency

水素は多くの金属と反応し、金属水素化物を形成する。遷移金属では、一般に水素は金属格子の隙間に固溶して侵入型合金を形成し、結晶格子を大きく膨張させる [1]。チタンやバナジウムなどの前期遷移金属は、常圧でも水素化され TiH₂ や VH₂ といった高濃度の水素化物が形成される一方、鉄やニッケルは常圧ではほとんど水素化されない。しかしながら、鉄やニッケルでも、高水素圧下では水素化が起き、例えば鉄の場合は、融点が 5GPa 付近で約 500 程度低下する。我々は、高压下の液体金属が水素を多量に溶け込ませる可能性を調べるため、高水素圧下で遷移金属を融解させて X 線回折測定を行っている。今回はこれまで実験を行ったチタン、バナジウム、マンガン、鉄 [2]、コバルト、ニッケルの実験の結果を紹介する。

実験は SPring-8 の BL14B1 ビームライン設置のマルチアンビル型高压装置を用いて行った。チタンやバナジウムは水素化物を、その他の金属は純粋な金属を出発物質とした。これを水素源とともに高压セルに入れて、約 4GPa の高压下で昇温した。その結果、チタンやバナジウムは、高压下で容器として利用した NaCl の融点より低温では明確な融解が確認されず、常圧で水素を吸収しにくいマンガン、鉄、コバルト、ニッケルは、水素を吸収する高压下で融解が確認できた。融解が確認できた金属では、液体中の金属原子間の距離が、純粋な金属よりもわずかながら長くなっており、水素は結晶と同様、原子間に侵入型合金のような形で入っている可能性が高い。バナジウムの先行研究で提案された、比較的低温で、非常に多くの水素を含む液体合金が得られるという結果は、どの金属においても確認できなかった。

本研究は「水素貯蔵材料先端基盤研究事業」のもと、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託を受けて行われた。

[1] 深井有、日本物理学会誌、55 (2000) 685.

[2] Y. Katayama, et al., J. Phys.: Conf. Ser., 215 (2010) 012080.

キーワード: 高压, 水素, 金属, 液体, X 線回折, 構造

Keywords: High Pressure, Hydrogen, Metal, Liquid, X-ray Diffraction, Structure