

水素複合化による新しいセラミックス材料の開発と新機能の探求

Development of new ceramic materials and functions by hydrogen ion composite

京大院工¹, °高津 浩¹

Graduate School of Engineering, Kyoto Univ.¹, °Hiroshi Takatsu¹

E-mail: takatsu@scl.kyoto-u.ac.jp

地球温暖化は年々深刻になり、人類が直面する喫緊の課題である。この問題の解決にはクリーンな水素を使った新しい観点での材料開発や変換技術が必要であり、安定性や持続可能性の観点からは、酸化物をはじめとしたセラミックス材料を基盤とした研究開発は理想のひとつである。酸化物中の水素は、通常、正電荷のプロトン(H⁺)として存在する。しかし、近年、負電荷のヒドリド(H⁻)を含む酸化物が合成され、新たな注目を集めている[1]。例えば、H⁻の高い活性や強い塩基性は、安定な酸化物だけでは見られなかった触媒活性や、電子特性、クロミック特性など有望な機能につながるものが明らかになってきている。また、H⁻特有の「サイズ柔軟性」も見出され[2]、圧力下において新規多形構造の探索や、新しい電子構造の開拓に注目が集まり、新たな観点での材料開発が浮き彫りになりつつある。しかし、H⁻を含む酸化物の合成は未だ物質数が少なく、その化学的・物理的な機能特性は十分に開拓できていないのが現状である。

本発表では「水素複合化による新しいセラミックス材料の開発と新機能の探求」をテーマに、近年我々が取り組んできた「応力下のトポケミカル反応」による酸水素化物等の新物質開発[3]や、酸化物のプロトン化を経由した強力還元反応と新しい酸素組成をもつ化合物の研究結果[4]について報告する。

図1は、EuVO₂HというH⁻を含む酸化物の結晶構造であり、我々は最近、この物質の合成と単相化に成功した。さらに、応力や圧力という外場を加えることで、(1)強磁性転移温度が大幅に上昇すること、(2)通常では理解できない体積減少が起きること、(3)巨大な垂直磁気異方性の発現等を見出した。特に、異常な体積減少はEuH層における水素イオンH⁻の高い圧縮性と、Euイオンの2価から3価への価数変化の協働効果でおきることが分かってきた。発表ではこれらの実験結果の詳細を報告する。また、プロトン経由反応による物質開発[4]を含め、今後の展望について発表したい。

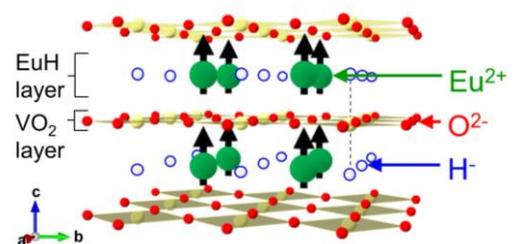


図1：新規層状化合物 EuVO₂H

[1] H. Kageyama *et al.*, Nat. Commun. **9**, 772 (2018). [2] T. Yamamoto *et al.*, Nat. Commun. **8**, 1217 (2017).[3] H. Takatsu *et al.*, Cryst. Growth Des. **21**, 3779-3785 (2021)., J. Cryst. Growth **543**, 125685 (2020)., *ibid.* **593**, 126752 (2022)., Inorg. Chem. **59**, 10042 (2020)., Inorganics **8**, 26 (2020). [4] H. Li, H. Takatsu* *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **143**, 17517 (2021).