

セメント（C12A7）への水素照射で現れる電気伝導の起源の解明

KEK 物構研ミュオン・構造物性研究セ¹、東工大応セラ研²、東工大元素戦略セ³ 平石雅俊¹
小嶋健児¹、宮崎正範¹、山内一宏¹、幸田章宏¹、門野良典¹、松石聡²、細野秀雄^{2,3}
ryosuke.kadono@kek.jp

セメントの原料である $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ （C12A7、マイエナイト）はカゴ状物質としても知られ、その単位格子を表す化学式 $[\text{Ca}_{24}\text{Al}_{28}\text{O}_{64}]^{4+}[\square_{10}2\text{O}^{2-}]$ （ $\square$ は空のカゴを示す）から明らかなように、Ca・Al・O から構成される正に帯電した 12 個のカゴのうちの 2 つに酸素イオン (O^{2-}) を含むという構造を持つ（図 1）。

C12A7 は酸素イオンの代わりに様々な負イオンをカゴ内に担持することができ、特に近年では強還元により電子のみを持つエレクトライド状態にすることで、低い仕事関数を持つ電極材料としての応用をはじめ、多彩な機能発現の舞台として注目されている。

さらに、当該物質中では水素も負イオン状態として存在することが示唆されており、様々な条件下での水素の電子状態にも興味を持たれている。そこで我々は、物質中のミュオン（Mu）が水素の同位体としてその電子状態をシミュレートする

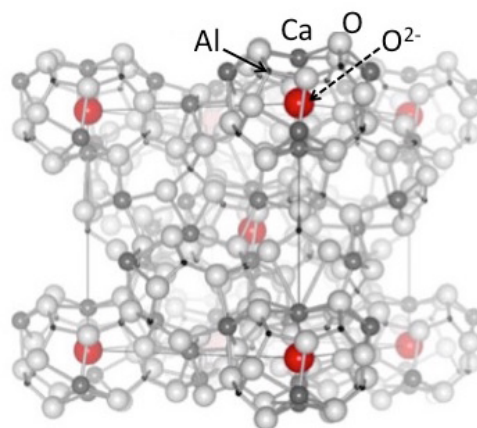
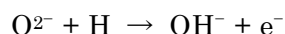


図 1 : C12A7 の結晶構造[1]。

ことに着目し、C12A7 にミュオンを注入してその電子状態を調べた。その結果、絶縁体に近い C12A7 試料中で、ミュオンはカゴ中の酸素イオン結合し、低温で水酸基イオン類似体と電子の複合状態 ($\text{OMu}^-\text{-e}^-$) を形成すること、さらにこれを 30 K 以上に昇温すると複合状態が消失し、 OMu^- のみが観測されることを見出した。これは、低温で OMu^- と同じカゴ内に束縛されていた電子が昇温によりホッピング運動を起こしていると考えられ、先行して行われていた水素イオン照射により現れる電気伝導[3]の起源が



という、これまで知られていなかった電子供与プロセスによるものであることを強く示唆する結果となっている。

[1] H. Hosono; Jpn. J. Appl. Phys. **52** (2013) 090001.

[2] M. Hiraishi *et al.*; Submitted to Phys. Rev. B.

[3] M. Miyakawa *et al.*; Adv. Mater. **15** (2003) 1100.