

室温での CuMFI への水素吸着特性

(岡山大学大学院自然科学研究科) 篠木春花 森俊謙 板谷篤司 黒田泰重 長尾眞彦

現代社会におけるエネルギー源として、化石燃料への依存度は極めて高く、そのことに由来する環境汚染 (CO₂ 由来の地球温暖化、大気汚染物質としての CO, CH, NO_x および浮遊粒子状物質など) が問題となっている。その回避のための究極のエネルギー源として水素が注目され、来るべき水素社会を切望する声が上がっている。特に、2003 年 2 月に米国のブッシュ大統領が「水素社会」の実現に向けた大規模プロジェクトの開始を宣言して以来である。しかし、水素をエネルギーとして利用する社会を確立していくためには水素の製造、貯蔵、移動等問題点は山積されている。

さて、臨界温度の低い水素(臨界温度 33.2 K)の貯蔵法としては、現在、高压水素タンク、水素貯蔵合金、および液体水素タンク等の検討がなされている。近年は水素の化学吸着を利用した貯蔵法として、金属水素化物の利用が検討され、より低温で水素と反応し、しかも容易に再生可能な材料の開発をめざした研究がなされている。一方、水素の物理吸着を利用した貯蔵法として金属-有機化合物の骨格からなる化合物、カーボンナノチューブ、ゼオライトなどの無機材料を利用した貯蔵などが注目されている。我々は最近、銅イオン交換 MFI 型ゼオライト (CuMFI と略記、図 1) の吸着特性の研究過程で、その物質が室温でさえ水素と強く相互作用するという興味深い現象を見出した。CuMFI を 873 K で真空処理するとイオン交換されている銅イオンは一価のイオンとなる。この状態で水素を室温で吸着させると、吸着水素分子による赤外線吸収バンドが 3300, 3100 cm⁻¹ 付近に観測された (スキーム 1)。吸着等温線のデータからも水素との強い相互作用が存在することが明らかである (図 2)。水素の吸着量は試料の調製法にも依存して変化した。水素分子の赤外線吸収バンドが観測されること、および吸収波数のシフト値が大きい (約 1000 cm⁻¹) ことから、873 K 処理によって形成された一価の銅イオンと水素分子が 型 の結合種を形成して強く相互作用し、赤外線吸収バンドを与えるものと解釈している。この結論は発光や XANES (X 線吸収微細構造) のデータからも示唆された。さらに、この試料中に存在するブレンステット酸点 (-OH) 上の水素と D₂ との間で H-D 交換が室温でさえ起こり、O-D 伸縮振動バンドが観測されることも分かった。以上のように、CuMFI と水素が室温で特異な相互作用をすることがわかった。この水素との相互作用は固体表面で起こる特異な化学結合という基礎研究の面から興味深い現象であり、この活性点を明らかにできればゼオライトを利用した水素の貯蔵、活性化剤への応用も期待できると考えている。

H₂ adsorption on CuMFI at room temperature

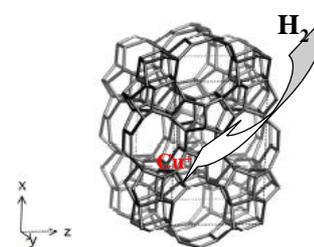


図 1. MFI-type zeolite [Cu_{7.44}Al_{7.44}Si_{88.56}O_{192.0} · nH₂O]

図 2. 水素の吸着等温線 (298 K)。

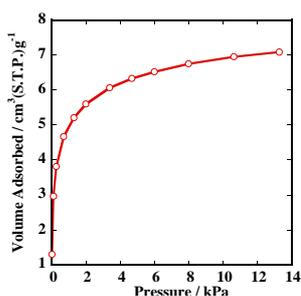


図 2. 水素の吸着等温線 (298 K)。

スキーム 1.

