

理工系

気体を分離、貯蔵する 新しい多孔性物質の開発

京都大学物質-細胞統合システム拠点 副拠点長 **北川 進**



研究の背景

多孔性物質とは、表面や中にナノメートルサイズの穴が多数存在する固体物質のことです。古くから物質を分離・除去・貯蔵・変換する際に使われ、脱臭用途の活性炭やナフサ分解用触媒のゼオライトのように、私たちの生活に深く関わっています。

私たちは10数年前から多孔性配位高分子という新しい物質を開拓し、発展させてきました。多孔性配位高分子とは、金属イオンと有機分子をブロックのように組み上げてつくる物質で、ナノスケールの細孔構造をもっています(図1)。金属イオンと有機分子の組み合わせを変えることで、様々な大きさ・形状の細孔を作り出すことができるため、従来の多孔性物質では不可能であった気体の分離・貯蔵ができる新しい物質の開発が期待できます。特定の気体を吸着・濃縮できる技術が発展すれば、燃料電池車の水素貯蔵や、温室効果ガスであるメタン・二酸化炭素の分離除去など、エネルギーや環境の問題に貢献できます。

研究の成果

私たちは新しい多孔性配位高分子を合成し、これにアセチレン分子だけを選んで吸収させ、安定にしかも超高密度でアセチレンを濃縮・保存することに成功しました。アセチレンは非常に不安定で、室温で2気圧以上に圧縮すると爆発する危険性があります。また二酸化炭素と比較して、分子サイズや沸点など多くの点で性質が似ているため、通常の方法でアセチレンだけを選んで分離するのは困難でした。

新しく開発した多孔性配位高分子では細孔の表面を工夫し、アセチレン

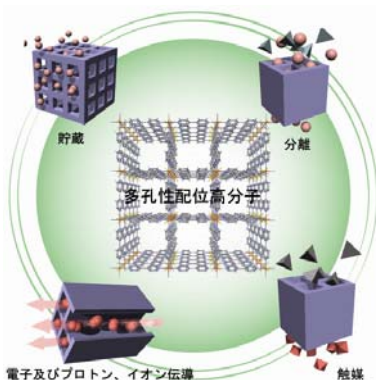


図1 多孔性配位高分子(中央)および生み出される機能

と細孔表面との間に水素結合を作り出します。放射光施設(Spring-8)を利用して細孔内のアセチレンを観測してみると、細孔内ではアセチレン分子はまるで両端をつかまえているような状態で、安定して規則正しく並んでいる様子がわかりました(図2)。細孔内でアセチレンは爆発限界の200倍に圧縮した状態の高密度に相当しますが、室温で安定して純粋なアセチレンを貯蔵することができます。この成果は、アメリカ化学会の会員誌が掲げる「2005年につくられた世界の材料のハイライト」のトップに選ばれました。

今後の展望

細孔内のアセチレン分子を吸着する箇所をオーダーメイドで変えることができれば、他の気体分子(酸素・メタン・二酸化炭素など)もアセチレンと同様に吸着・貯蔵する可能性がでてきます。有害物質の分離や、温室効果ガスの除去、更には爆発しやすい気体を安全に高密度で貯蔵するなどといった、環境やエネルギー問題への解決できる次世代のナノ機能材料の開発に貢献したいと考えています。

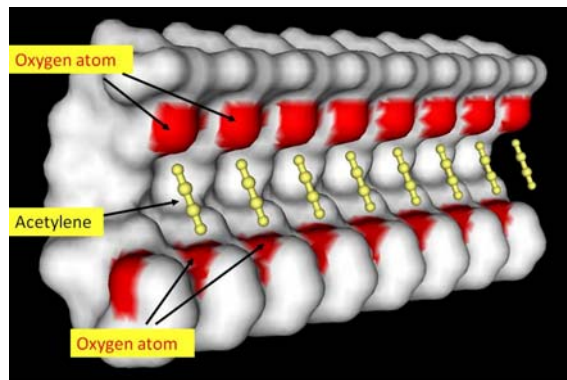


図2 アセチレン分子吸着状態 細孔内断面

関連する
科研費

平成16-19年度 特定領域研究「配位空間の化学」

(記事制作協力:科学コミュニケーター 松島 淳一)