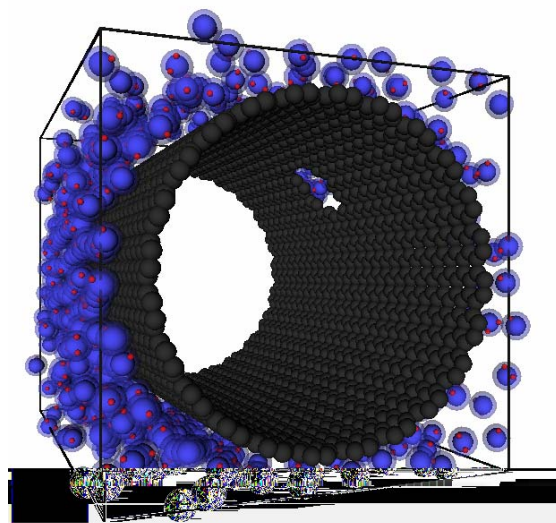


ディビジョン番号	15
ディビジョン名	コロイド・界面化学

大項目	5. 固体表面・界面
中項目	5-2. 吸着と触媒
小項目	5-2-2. ナノ細孔吸着

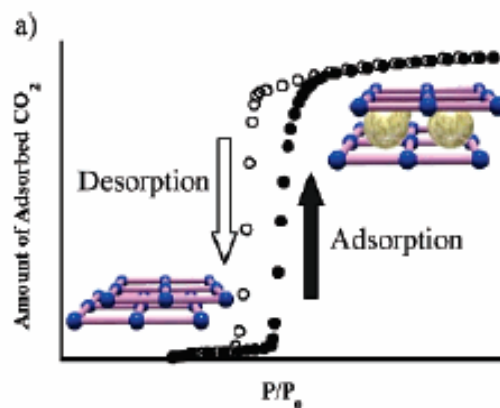
概要（200字以内）

メソ細孔シリカ、カーボンナノチューブ、多孔性配位高分子等を対象とした吸着研究が進行している。クリーンエネルギー貯蔵に関連する超臨界水素およびメタンの吸着の進歩が肝要である。メソ細孔シリカでは毛管凝縮理論の見直しが厳密に行われている。ナノチューブあるいは多孔性高分子等では1nmオーダーの細孔のナノ場が明らかにされ、細孔中の分子集団の規則構造的性が解明されてきた。規則構造的ナノ細孔体によって吸着理論の再構築も行われている。

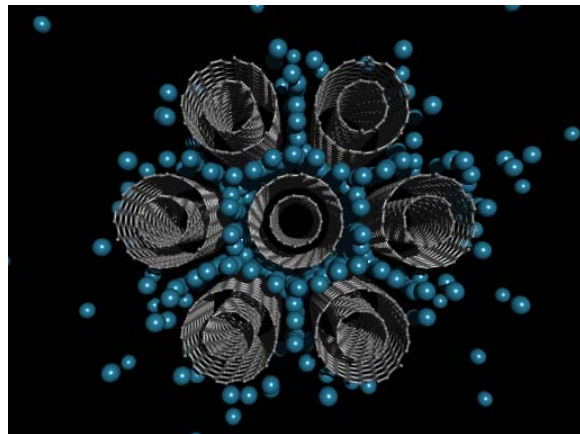


現状と最前線

サステナブル化学の最重要課題として超臨界水素メタンあるいはCO<sub>2</sub>のナノ細孔体への吸着が活発に研究されている。単層ナノカーボンの吸着サイトが明らかにされ、単層ナノカーボンの集合構造制御が進んでいる。単層ナノカーボンの中には、アメリカエネルギー省の応用への閾値に極めて近いメタン吸着能を示すものが見出されている。多孔性高分子には分子を取り込んで新しい包接化合物を形成する減少を示すものが見出されている。メタンあるいはCO<sub>2</sub>を特定圧力で吸収して、新構造に移り、その構造転移が繰り返し生ずるCu錯体も見出されている。この場合には結晶のC軸が50%近くも増加しながらCO<sub>2</sub>を吸収する。(図を参照)物理吸着でありながら水素などの軽分子は不確定性原理に基づく量子効果を示し、大きめに振舞うことが明らかになり、量子分子篩作用が見出された。



2層カーボンナノチューブの中には、図にあるように、超臨界水素をちょうどよくチューブ間サイトに吸着できるバンドル構造を有しているものが見出されており、水素吸着材料設計上の注目を集めている。疎水性ナノ細孔カーボンに水蒸気が吸着される現象が古くから知られているが、その理由が解明された。水分子が6分子程度会合してクラスターを作ると疎水性ナノ空間中でも十分なる安定化を得ることができる。このメカニズムは生体系での水チャネルの解明の糸口になる。



H<sub>2</sub>、D<sub>2</sub>、He 等に対するメソ細孔シリカへの毛管凝縮の研究によって、数 nm のナノ細孔では分子と細孔壁との相互作用が重要になり、従来の Kelvin 理論のみでは不十分であること、分子シミュレーションならびにX線回折を用いた凝縮分子集団構造の研究が必要であることが示されてきた。

#### 将来予測と方向性

超臨界水素吸着のメタン吸着については実用への応用可能なナノ細孔性吸着材および CO<sub>2</sub> 高度分離用のナノ細孔体が開発される。H<sub>2</sub> と D<sub>2</sub> 等の量子気体に着いては量子篩効果を利用した分離技術によって高効率の D<sub>2</sub> 分離が可能となる。水蒸気吸着を利用したヒートポンプが実用化され、自動車の省エネルギーに寄与している。生体モデルとしての格子の伸び縮みあるナノ細孔体配位高分子が意図的に合成され、医療用に役立つ可能性がある。

・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

- (1) ナノ細孔性配位高分子の安定性制御
- (2) 高純度ナノカーボンの集合構造制御
- (3) 量子分子篩効果の高温化達成
- (4) ナノ細孔中のイオン集合構造体の科学の確立
- (5) 相対圧力が低いところで立ち上がる水蒸気吸着材の開発
- (6) メソ孔とミクロ孔の制御共存による飛躍的な吸着性能の向上

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

- (1) 自己組織化的な分子吸着物質の創製
- (2) 超臨界気体の高圧吸着理論構築と高圧吸着層の分子レベルでの構造解析
- (3) 外部制御による吸着と触媒機能の選択的使用

#### キーワード

ナノ細孔 ミクロポアフィリング 量子分子篩 ナノカーボン 毛管凝縮 細孔径分布

(執筆者：金子克美)