

ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	4. ナノ機能・応用
中項目	4-4. 環境
小項目	4-4-3. 触媒

概要（200字以内）																	
<p>ナノ機能の中でも触媒は環境面への応用において最も重要性が高い。近年、新規なアプローチによってゼオライト、メソ多孔体などの新しいナノ空間材料の高度な設計が可能となってきた。また、ナノテクノロジーを駆使して、精密にデザインされたヘテロポリ酸、ペロブスカイトを合成することにより、環境保全やエネルギーの高効率利用を通じた環境貢献が期待される。</p>	<table border="0"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">目的</th> <th style="text-align: left;">手法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>環境浄化</td> <td>ナノ粒子</td> </tr> <tr> <td>水素製造</td> <td>有機ハイブリッド</td> </tr> <tr> <td>選択酸化</td> <td>ヘテロポリ酸</td> </tr> <tr> <td>液体酸代替</td> <td>ゼオライト系物質</td> </tr> <tr> <td>貴金属代替</td> <td>炭素系固体酸</td> </tr> <tr> <td>燃料電池</td> <td>窒化物・硫化物</td> </tr> <tr> <td>高効率分離</td> <td>ペロブスカイト</td> </tr> </tbody> </table>	目的	手法	環境浄化	ナノ粒子	水素製造	有機ハイブリッド	選択酸化	ヘテロポリ酸	液体酸代替	ゼオライト系物質	貴金属代替	炭素系固体酸	燃料電池	窒化物・硫化物	高効率分離	ペロブスカイト
目的	手法																
環境浄化	ナノ粒子																
水素製造	有機ハイブリッド																
選択酸化	ヘテロポリ酸																
液体酸代替	ゼオライト系物質																
貴金属代替	炭素系固体酸																
燃料電池	窒化物・硫化物																
高効率分離	ペロブスカイト																
現状と最前線																	
<p>環境浄化のためには排ガス浄化などの直接型環境触媒だけでなく、危険物、有毒物などを用いず、かつ、塩、廃酸、有害重金属のような不要な副生物を産出しない環境調和型触媒の重要性に対する注目がより集まっている。ゼオライト、ヘテロポリ酸は以前から選択酸化、液体酸代替触媒の有力な候補であったが、原子レベルからの構造設計により高機能化の例が多く見られるようになり、実用レベルに近づいている例も出て来た。チタンが格子内に原子上に分散したチタノシリケートゼオライトやヘテロポリ酸の欠損骨格に植え付けた二核鉄錯体などが特に優れた酸化機能を示している。また、非酸化物ベースの新規な材料として固体酸やプロトン伝導体として炭素ベースの酸の開発がなされ始めた。</p> <p>水素製造関連では、炭化水素の水蒸気改質触媒の活性向上、一酸化炭素の選択酸化などの技術がキーであるが金属のナノ粒子化、合金化、安定化が有効である。また、水の完全光分解による水素の製造はより望ましい技術であるが、金属窒化物・硫化物への展開による可視光領域の利用効率の向上に進展が見られる。金属窒化物・硫化物は燃料電池用の電極触媒としての白金に代わる触媒としても将来性がある。ペロブスカイトは排ガス浄化触媒、電極触媒システム、環境物質センサ、省エネルギー型酸素分離膜への応用が活発に展開している。ペロブスカイトのナノ粒子やその前駆体合成を基盤として、担体への担持や凝集構造状態の制御を通して、ペロブスカイト触媒システムの開発が進んでいる。</p> <p>金属・合金を用いた金属メソ多孔体の合成も可能となった。ナノ粒子ではないが、界面</p>																	

活性剤のリオトロピック液晶中での金属析出反応を制御することにより得られるもので、種々の金属の表面積を大きくすることによる菜の粒子と同様な高い活性が期待される。

メソ多孔体薄膜では、ナノスケールの構造の巨視的なレベルでの制御が可能になりつつある。界面活性剤とシリカ種の超分子集合体が基板と平行に集積する際に、基板表面の原子配列・分子配向を効果的に利用することで、膜面の細孔の配向が完全に制御される。中でも垂直配向性メソポーラス薄膜はより望ましい。新規な試みとして強磁場を用いたプロセスがあり、完全ではないものの垂直方向に誘起したメソチャンネルが確認された。さらに、チタニアメソ多孔体薄膜の熱処理によって、チタニアナノピラーが垂直に配向した極めてユニークな薄膜も出現している。

無機材料合成に有機分子、特に生体分子を用いる研究が盛んに行われており、生体分子の構造を模倣した特異な機能・形態を有する機能性材料が数多く報告されている。リジンやアルギニンのような塩基性アミノ酸によって誘導されたシリカ粒子の合成において、数nm程度の均一なシリカ粒子を形成・規則的に配列することが可能となった。また、アミノ酸誘導体型アニオン性界面活性剤を用いて得られるヘリカルな細孔を有するによって、ラセミ体の光学分割の可能性が示唆されている。

有機無機ハイブリッド化は両者の長所をともに活かす材料として無機材料の機能の更なる向上のためには視野に入れるべき手段であり、有機基の疎水性、官能基による修飾によって無機材料表面の機能向上につながる例が数多く見いだされて来ている。

#### 将来予測と方向性

##### ・ 5年後までに解決・実現が望まれる課題

無機膜によるガスの高効率分離

完全無機多孔体による光学分割

固体酸触媒の炭素質による失活の分子論に基づく長寿命触媒の設計指針の確立

ゼオライトの格子内の特定の位置への活性元素の配置

ヘテロポリ酸の安定化

##### ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

可視光領域における水光分解触媒

燃料電池電極触媒の白金代替化

生体を模倣した無機構造体の合成

#### キーワード

環境浄化触媒、ナノ粒子、水素製造、有機無機ハイブリッド、選択酸化、ヘテロポリ酸、ペロブスカイト、ゼオライト、メソ多孔体、液体酸代替、貴金属代替、炭素系固体酸、燃料電池電極触媒、金属窒化物、金属硫化物、膜分離

(執筆者：辰巳敬)