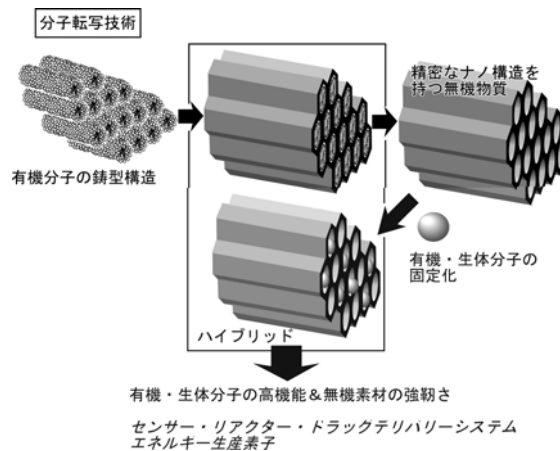


ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク 材料化学

大項目	1. ナノ物質
中項目	1-3. ハイブリッド材料
小項目	1-3-11. 有機-無機ハイブリッド

概要（200字以内）

様々な技術革新により、デザインされた構造中に有機・生体物質を固定化したハイブリッド材料の開発がなされるようになってきた。特に、微細な nm に近いレベルの構造制度を持つハイブリッドは、分子転写の手法によって得られる。開発されたハイブリッド材料は、センサー・リアクター・ドラッグデリバリーシステムなどのへの応用が試みられている。複数成分の合理的固定化法の確立や生体適合性の検証などが今後の課題である。



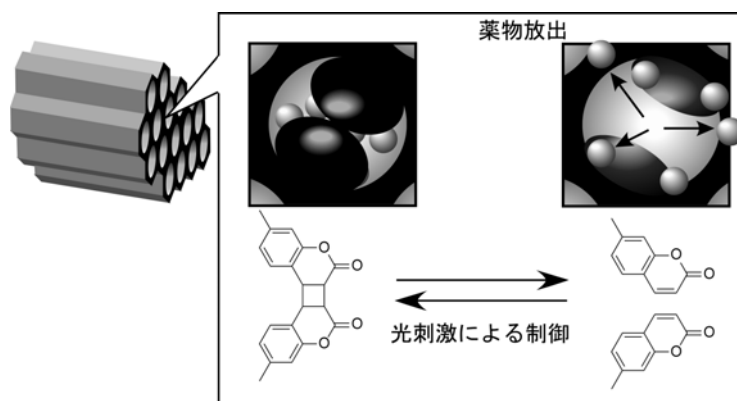
現状と最前線

有機分子の多機能性と無機物質の構造強度を兼ね備える有機-無機ハイブリッド材料は、実際に耐えうる機能素材の観点から注目を集めていた。例えば、合成有機化合物では到達できないレベルにある機能を持ちながら脆弱である酵素などの生体物質を、強靱な無機物質のマトリックス中に固定化することにより、非生物条件化での高機能を目指すなどの試みがなされてきた。

従来は、ただ単に無機物質の中に有機物質を分散させるようなハイブリッド化が主流であったが、様々な技術革新により、デザインされたマイクロ・ナノ構造中に有機・生体物質を固定化したハイブリッド材料の開発がなされるようになってきた。フォトリソグラフィやエッチング技術によって得られる構造あるいは多孔性アルミナ材料に見られるデザインされた構造体への有機・生体物質の固定化などである。より、微細なナノメートルに近いレベルの構造制度を持つ無機物質は、有機分子の自己集合体構造を鋳型として「分子転写」の概念によって得られる。その代表例は、メソポーラス物質であり、ミセル集合体の周囲にシリカやチタニアなどの無機構造を析出させ、鋳型物質を除くことによって得られる構造体である。そのような構造体に酵素や色素などの有機分子を後から吸着・固定化したり、鋳型そのものに機能物質を用いることにより、ナノメートルサイズの構造制度で企画化された無機-有機複合体の作製がなされている。さらに発展するものとして、コロイド粒子などの0次元物質、ファイバーや

シートなど1次元、2次元の集合体を鋳型としたハイブリッドの開発が試みられている。このようにして開発されたハイブリッド材料は、センサー・リアクター・ドラッグデリバリーシステムなどのへの応用が試みられている（例を下図に示した）。

現状では、生体で見られるように複数成分の定序性を保持したまま無機固体に固定化するようなハイブリッド構造の作製は未着手であり、また、生体適合性の検証などの実用化に向けて必要なステップが充分には解決されていない。これらの点が今後の課題であろう。また、チタニアなどの無機素材への色素分子の固定化によるエネルギー生産素子（太陽電池など）の試みもなされており、社会の需要に耐える機能ハイブリッドの開発・実用化が望まれる。



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-有機（生体物質を含む）ハイブリッド材料の生体外での実用化。

生体適合性などの十分な検証

複数成分のハイブリッド材料への合理的な組み込み技術の開発

色素ハイブリッド素材によるエネルギー素子の開発

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

ハイブリッド材料の臨床応用（技術開発以外の法的段階が必要なため上記課題より多少遅れると予測）

太陽電池などハイブリッド素材によるエネルギー素子の実用化

キーワード

多孔性材料、無機-有機ハイブリッド、分子転写、鋳型合成

（執筆者：有賀克彦）