

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	1-3-5. 有機-無機

概要（200字以内）

有機-無機ハイブリッドナノ材料は、異種材料の複合化による新機能を有する材料として有望であり、触媒、電池などの工業用材料への利用以外にも、次世代の記録デバイス、演算素子および生命分子の検出、機能制御にも利用できることが最近の研究で示されている。テクノロジーへの応用展開においてはナノ材料の微細構造設計および精密合成が重要であり、化学的アプローチに基づくボトムアップ法を利用した研究が重要になると思われる。

化学的アプローチによる有機-無機ハイブリッドのボトムアップファブリケーション

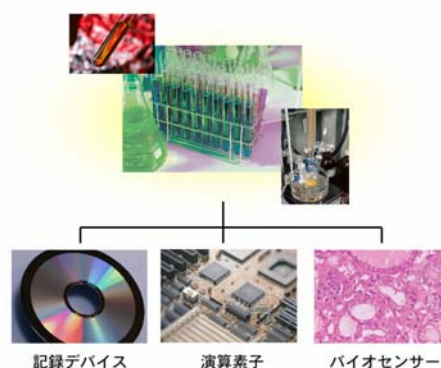


図 有機-無機ハイブリッドの創製と応用

現状と最前線

1. 有機-無機ハイブリッドナノ材料の設計・合成

有機系材料と無機系材料をナノスケールで複合させた有機-無機ハイブリッドナノ材料は、単純な混合物ではなく複合化による新たな物性を発現する機能性材料としてバルク、薄膜、粉体およびナノ粒子など幅広い系において研究されている。短中期的に実用化が期待されている材料には触媒、色素増感太陽電池および配線用導電性ペーストなどがあり、有機分子保護ナノ粒子および有機分子含有無機化合物粉体・薄膜などを中心として開発が進められている。これらの材料のうちバルクや粉体などはトップダウン法による合成手法が確立されているが、近年の民生用材料に対するコストダウン、微細化の要求とともにその報告例は減少してきている。一方で、ボトムアップ法によるハイブリッド材料の開発が近年注目を集めており、現在は個別の材料に対して有機小分子や金属イオンを出発源とする化学的アプローチによるナノ構造材料の合成および精密な構造制御に関する研究が進められている。

2. ハイブリッド材料の構造-物性相関の解明

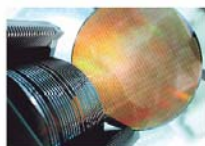
有機-無機ハイブリッド材料はその組み合わせの多様性から、極めて広範囲な構造および形態の制御が可能であるが、それ故に各論的に研究が進められており汎用的な材料設計手法の確立には至っていない。特に光・電子材料への応用に関しては理論研究が先行している現状にある。今後は、個々の成分の複合化による新たな物性発現の開拓のみならず、将来的に高効率で

大量合成を実現するために合成-構造制御-物性発現のプロセスをデータベース化し、材料特性の定量的評価とともに望みの物性を有する材料を合成するための材料設計指針が構築されることになると考えられる。

3. テクノロジーへの応用展開

ハイブリッドナノ材料のテクノロジーへの応用に関しては、上述の触媒、電池およびペーストなどの工業生産、実装分野の他に、中長期的には超高密度記録媒体、単電子トランジスタなどのナノエレクトロニクスデバイスがターゲットとされている。今後は有機半導体・高分子と無機ナノ構造体との複合化による新規デバイスの模索と、その構造と物性の相関が明らかにされていくものと思われる。これらの実用化研究では、構造ユニットのみならずデバイスそのものがナノスケールに近づきつつあることから、微小デバイスの物性を簡便に評価できる計測システムの開発もまた急務である。

また現在までに高分子界面活性剤、有機小分子およびDNAやタンパク質などの生命分子にて保護された金属、半導体および磁性ナノ粒子などの生体適合性ハイブリッド材料の湿式合成法が確立されつつある。近年ではこれらのハイブリッド材料のバイオセンシングへの応用に関する研究が注目されるようになり、DNAおよび有機小分子検出やタンパク質の分離などをハイスループット化できる新しい技術として実用化が進められると考えられる。これらの応用においてもナノ材料をボトムアップにより積層した薄膜型センサーの構築技術の開発は必須である。



無機材料
(金属、半導体、磁性体)

基礎技術の確立

- 大量合成・集積化・薄膜化技術
- テラレーメード合成
- ナノ材料評価法の確立

次世代への応用展開

- 超高密度磁気記録デバイス
- ハイスループットバイオセンサー
- 有用なデータベースの構築



有機材料
(有機小分子、高分子、生命分子)

図 機能性ハイブリッド材料創製の課題

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

マイクロエレクトロニクス実装に利用可能なナノ粒子ペーストの開発

有機分子保護ナノ粒子の構造制御を可能にする汎用的な大量合成法の開発

ナノ材料の集積化・薄膜化技術の開発

各種材料の微細構造と諸物性との相関に関する定量的知見

- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

磁性ナノ粒子を利用した超高密度磁気記録デバイスの開発

有機小分子、生命分子を補足可能な薄膜型バイオセンサーの実用化

材料設計・機能予測に利用可能な、材料のナノ構造と物性相関データベースの構築

キーワード

有機-無機ハイブリッド、ナノ構造、ナノ粒子、複合体、デバイス

(執筆者：赤松謙祐)