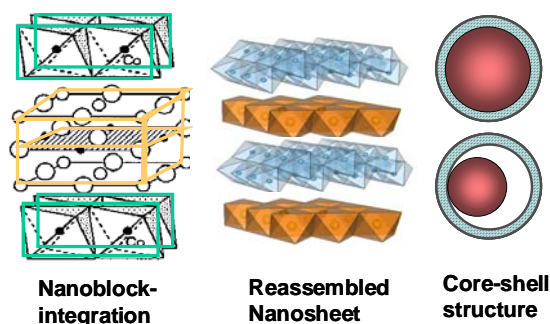


ディビジョン番号	14
ディビジョン名	ナノテク・材料化学

大項目	1. ナノ物質
中項目	1-3. ハイブリッド材料
小項目	1-3-17. 無機-無機

概要（200字以内）

結晶を構成するブロックに異なる機能を持たせて機能調和を図るナノブロック・インテグレーションが熱電材料などで展開されている。層状化合物を相剥離して得られるナノシートと他の物質との複合体や、異種ナノシートの交互積層体がナノハイブリッドとして各種用途に研究が進められている。蛍光半導体などにコア・シェル構造体が導入され、粒子サイズやシェル厚さの選択により種々の特性制御が可能になりつつある。



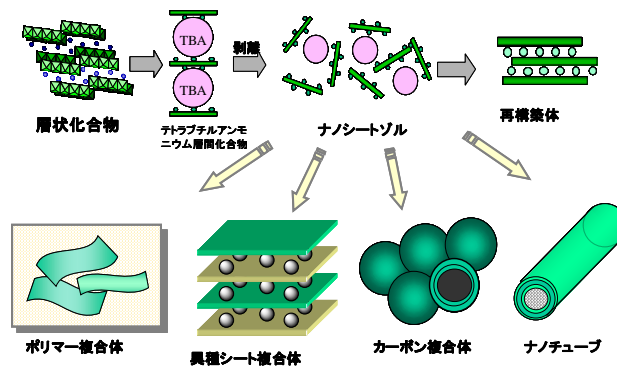
現状と最前線

無機結晶の単位胞をいくつかのブロックに分割し、各ブロックに異なる機能を持たせて機能調和を図り新規な材料を創製する考え方は、ナノブロック・インテグレーションと呼ばれる。層状構造をもつ酸化物高温超伝導体、熱電体、強誘電体などでその有効性が解明されつつある。Ca₃Co₄O₉ など層状構造の熱電材料で、各層の物性制御と構造異方性を用いることにより、大きな熱起電力、低い電気抵抗率、低い熱伝導率という相反する物性を向上させる試みが進められている。

無機層状化合物を層間剥離した厚さ数ナノメートルのナノシートを用いて、各種の無機ハイブリッド材料を形成する研究が多く進められている。チタン酸ナノシートと導電性炭素粒子との複合体によるリチウムイオン二次電池電極、チタン酸ナノシート/金属錯体による光電気化学デバイス、Pt 微粒子担持層状ペロブスカイトナノシート凝集体による水の全分解を可能とする光触媒などがある。ナノシートの交互積層体も合成されている。Ti の一部を Co や Fe で置換した酸化チタンナノシートは室温で強磁性体となり、それらの交互積層体は著しく高い磁気光学効果を示す。このような無機ナノシートハイブリッド体は、ウェットプロセスで合成でき、新たな機能材料としての展開が期待される。

金属あるいは半導体ナノ粒子を、それとは異なる材料で被覆したコア・シェル構造体は、コアであるナノ粒子のサイズを変化させることなく特性を制御することができる。CdSe コア粒子

に ZnS シェルを施した蛍光半導体では、半値全幅が狭いシャープな発光スペクトルや高い発光安定性が得られる。また、CdS/SiO₂ コア・シェル構造体に、サイズ選択的光エッチングによりコア粒子サイズのみを減少させてコアとシェルの間に空隙を形成した構造体では、内部のコア粒子サイズやシェル膜厚に依存して光化学特性や光触媒活性が変化する。高活性触媒や新規光学材料としての応用が期待される。



ナノシート・再構築体の種々の構造

(文献)

無機ナノシートの化学と応用、シーエムシー出版 (2005)

田原聖一・菅原義之、化学、61 (9), 70 (2006)

ナノマテリアルハンドブック、第9章、エヌ・ティー・エス (2005)

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
 - 層状構造体での各層間での相互作用の解明
 - 広範囲なサイズのナノシート積層構造、コア・シェル構造の実現
- ・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題
 - ナノシートハイブリッドやコア・シェル構造体による薄膜機能デバイスの実現

キーワード

ナノブロック・インテグレーション、熱電材料、ナノシート、コア・シェル構造

(執筆者：宮山勝)