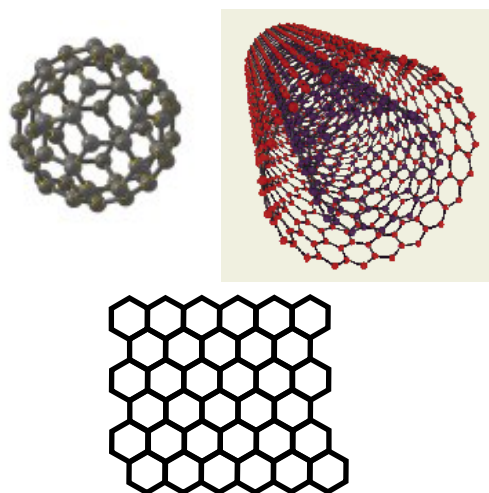


ディビジョン番号	1
ディビジョン名	物理化学

大項目	3. 凝縮系の物性と機能
中項目	3-2. 固体構造と機能
小項目	3-2-11. 炭素ナノ π 電子系の電子・磁気特性

概要（200字以内）

炭素ナノ π 電子系物質には、閉じた π 電子系をもつフラーレン、炭素ナノチューブの他、ナノサイズ平板として、開いた π 電子系を有するナノグラフェンが存在する。これらの電子・磁気特性は、大きさ、幾何学構造に支配され、また、ナノグラフェンでは、端の幾何学構造が特性に大きな影響を与える。炭素ナノ π 電子物質はナノテクノロジー/ナノサイエンスのなかで、将来の分子デバイスとして大きな期待が寄せられている。



現状と最前線

炭素ナノ π 電子系物質には大きく分けて2つの物質系が存在する。一つはフラーレンや炭素ナノチューブのように閉じた π 電子系を有するものであり、その電子・磁気特性はその大きさ、カイラリティ（螺旋性の度合）等の幾何学構造により支配される。もう一つのグループは縮合多環芳香族炭化水素の延長上にある物質でありナノサイズの平板を構成するナノグラフェンである。ナノグラフェンは、端の存在により開いた π 電子系を構成し、その電子・磁気特性は大きさに加えて、端の幾何学構造が重要な役割を果たしている。

フラーレンは最初に発見されたナノ π 電子系物質であり、5員環の存在により閉じた球状の形状をし、その電子状態は分子的性格を有し、電子受容体としてアルカリ金属、アルカリ土類金属、希土類金属、強い有機電子供与体等と錯体を形成して、超伝導体、強磁性体等を形成する。特に、超伝導現象に関しては、分子性超伝導体としては最も高い超伝導転移点を有する。また、 C_{60} ポリマーでは高い転移点をもつ強磁性が発見され注目されている。炭素ナノチューブはカイラリティに大きく依存した電子状態を持ち、幾何学構造の法則性を有する金属状態、半導体状態が形成される。炭素ナノチューブには単層ナノチューブと多層ナノチューブが存在し、これらの多様な電子状態とその組み合わせにより、電子デバイスとして多くの可能性を有し、炭素ナノチューブを用いた電界効果トランジスター(図1)等への発展が注目されている。

ナノグラフェンは、端構造に大きく依存した電子状態を持ち、縮合多環芳香族炭化水素がケ

キュレ構造分子と非ケキュレ構造分子に分類されることと類似した2つの状態を取る。後者においては、強い磁性が発現し、強磁性の可能性も指摘されている(図2)。また、端の構造を化学的に修飾することにより多様な電子・磁気特性の発現が期待されている。

炭素ナノπ電子系物質はナノテクノロジー/ナノサイエンスの中心的物質として大きな注目を集めている。

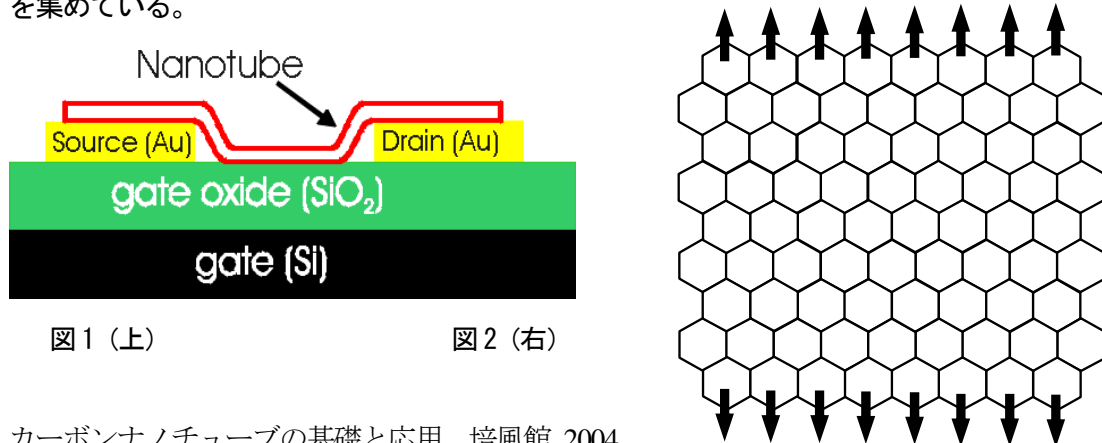


図1 (上)

図2 (右)

カーボンナノチューブの基礎と応用、培風館 2004.

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

フラレンは有機合成の手法による化学修飾により多様な電子・磁気状態を形成することが可能である。また、化学的な機能を電子・磁気特性とともに付与することが可能であり、このことを基礎に、多様な分子素子への発展が望まれる。また、炭素ナノチューブでは、構造を制御した合成法と大量合成法の確立により、電子デバイスとしての利用価値を高めることが重要な課題である。ナノグラフェンでは理論的に予言されている電子・磁気特性を明らかにすることが大きな課題である。

1. 構造制御された炭素ナノチューブの作製技術の確立
2. ナノグラフェンの電子・磁気特性の解明

・10年後までに解決・実現が望まれる課題

炭素ナノチューブの展開では、構造の制御されたナノチューブ1本、1本を電子デバイスの構成要素として組み込む技術、化学修飾による電子・磁気特性の制御が課題である。また、ナノグラフェンは、設計された端構造を原子分解能で電子線リソグラフィにより作り出し、化学修飾により多様な電子・磁気特性をデザインできる技術の確立が期待される。

1. 制御された構造の炭素ナノチューブの素子への組み込み技術の確立
2. 構造制御されたナノグラフェンの作製技術と素子への組み込み技術の確立

キーワード

フラレン、炭素ナノチューブ、ナノグラフェン、ナノグラファイト、電子素子、磁気素子、分子素子、電界効果トランジスタ、スピントロニクス、電子特性、磁気特性

(執筆者: 榎 敏明)