

## 炭 素 材 料

炭素は石炭、木炭、ダイヤモンドの成分として古代からよく知られた元素で、地球上における存在比の高い元素のひとつでもあります。炭素の英語名 carbon はフランスの化学者がラテン語の木炭 carbo にちなんだ carbone を 1787 年に提唱したことに由来すると言われています。

炭素にはダイヤモンドや黒鉛（グラファイト）の単体があり、これらは「同素体」と呼ばれています。ダイヤモンドは炭素原子が正四面体状に積み重なった巨大分子で、すべての物質のなかで最も堅く、また熱伝導率も最も大きく銅の 5 倍にも達します。銅の熱伝導がおもに自由電子によるものに対して、ダイヤモンドの場合は結晶格子の振動で起こっています。また、自由電子が存在しないため電気伝導性はありません。黒鉛（グラファイト）は六角形の網目状にならんだ炭素原子の平面膜どうしが弱く重なり合った巨大分子で、黒い金属光沢を有し電気伝導性を持ちます。黒鉛は薄くはがれて柔らかいために、鉛筆の芯にも使われています。ダイヤモンドや黒鉛とは対照的にススや木炭は結晶構造を持たない「無定形炭素」と呼ばれ、炭素繊維、活性炭、コークスなど工業的にも重要な材料として利用されています。

新たな炭素同素体は 1985 年に英国と米国の研究者によって発見されました。これは黒鉛にレーザー光をあてることによって合成されるもので、フラレン分子と呼ばれています。フラレンはススのような外観をもち、サッカーボールのような五角形と六角形の多面体

頂点に炭素原子を置いた球状の形状をしています。フラレンの直径は約 0.7 ナノメートル（1 ナノは 10 億分の 1 メートル）で、60 個の炭素原子からなる C<sub>60</sub> の他にも C<sub>70</sub>、C<sub>76</sub> などの大きな籠状分子が存在し、これら一連の分子をフラレンと総称しています。

また 1991 年にはチューブ状の形状をした炭素の集まりが発見されました。これは黒鉛の六角網面により筒状を構成しておりカーボンナノチューブと呼ばれています。カーボンナノチューブは直径数ナノメートル、長さ 1 ミクロン（1 ミクロンは 100 万分の 1 メートル）程度のチューブで、炭素をアークまたはレーザーにより蒸発させ、それを凝縮させることにより合成されます。カーボンナノチューブの種類には黒鉛の六角網面が 1 枚巻いている単層カーボンナノチューブと六角網面が中空の空間を中心に同心円筒状に多数枚積層した構造を持つ多層カーボンナノチューブがあります。

フラレン、カーボンナノチューブといったナノサイズの炭素素材は、その特異的な電気化学的特性、ガス吸蔵特性、機械的特性、光学的特性などを有し新しい材料として注目されています。ナノチューブを電子放出源に利用したディスプレイ、燃料電池の水素吸蔵ポンプやバッテリー、分子コンピュータ素子、また抗ガン剤等などの医薬品などナノカーボンの応用範囲は幅広く次世代を担う革新的な新素材として今後ますます発展することが期待されています。

フラレン・カーボンナノチューブの応用範囲

走査型プローブ顕微鏡（電子顕微鏡の一種）探針への応用	電子放出能を利用することにより、直径数ナノメートルの探針が実現でき、より微細な構造の観察が可能になる。
燃料電池の電極への応用	燃料電池の電極に用いることで、触媒の機能を向上させることが可能となる。
水素吸蔵材料への応用	ガス吸蔵特性を利用し、水素を効率的に吸蔵させることで燃料電池普及への可能性を高める。
ディスプレイへの応用	電子放出能を利用し、輝度が高く低消費電力な次世代ディスプレイとして開発が進められている。
複合材料への応用	既存の素材と組み合わせることで、高性能（強度・伝導性・耐腐食性の向上）を付加させる。
医療分野への応用	光吸蔵特性を利用し、抗癌剤・抗エイズ剤の開発。



基盤技術部 吉元昭二 (shoji\_yoshimoto@pref.aichi.lg.jp)

**研究テーマ**：導電性高分子を応用した複合化による基材表面の高機能化に関する研究

**指導分野**：有機材料