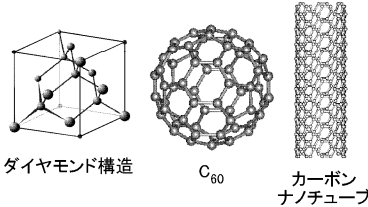


ディビジョン番号	10
ディビジョン名	分析化学

大項目	1. 分析化学
中項目	1-5. 電気化学分析
小項目	1-5-2. 電極材料

<p>概要（200字以内）</p> <p>電気化学分析では多くの電極材料が利用されているが、近年はナノテクノロジー、バイオテクノロジーの発展を背景に、ダイヤモンド、ナノ粒子、カーボンナノチューブ・フラーレンが大きな注目を集めている。特に、生体材料との親和性の高さ、触媒能の高さ、使用可能電位領域の広さ等の点で従来材料と比較して優れており、これらの材料を利用することで分析精度を著しく向上させることができることから、今後の発展が期待されている。</p>	
<p>Table of Contents</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ダイヤモンド ・ナノ粒子 ・ナノカーボン材料 	 <p>ダイヤモンド構造 C₆₀ カーボンナノチューブ</p>
<p>現状と最前線</p> <p>電気化学分析における電極材料は多岐にわたり、詳細な解説も数多く出版されている^[1]。本レポートでは、ナノテクノロジーやバイオテクノロジーの発展を背景に近年大きな注目を集める新材料である、ダイヤモンド、ナノ粒子、カーボンナノチューブ（CNT）・フラーレンに焦点を絞り現状を紹介する。</p> <p>・<u>ダイヤモンド</u>^[2,3]：ダイヤモンドは電極材料として、従来の材料が使用できない電位領域に酸化電位・還元電位を持つ物質の電気化学的検出が可能である。導電性はホウ素をドーピングすることで制御できる。またバックグラウンド電流が非常に小さいので、微量分析用センサ電極として適している。これらの性質を利用して、ダイヤモンド電極表面にDNA やタンパク質や酵素などを固定して、シグナル／ノイズ比の高いバイオセンサが多数報告されている。その他、金属イオンや生体関連物質の選択的検出にも成功している。</p> <p>・<u>ナノ粒子</u>^[4]：ナノ粒子を電極材料として電気化学分析に使用する場合、マクロ電極と比較して、大きな比表面積、球面拡散効果による高い物質移動性、触媒能向上による過電圧の減少等において利点がある。ナノ粒子表面には電荷が存在するため、生体物質の活性を保ったまま修飾できることが多い。さらに、ナノ粒子は酵素の活性中心とマクロ電極との間でメディエータとして電子移動反応の橋渡しをすることが知られている。電極表面上に固定されたナノ粒子上に酵素や抗体などの生体物質を修飾して作製した、各種バイオセンサが報告されている。</p>	

・CNT・フラーレン^[2,5] : CNT は、比表面積が大きく、また構造（カイラリティ）により導電性または半導体的になる。マクロ電極上に固定した導電性のCNTは、捕捉した電子を効率良くマクロ電極に導電する一方、ナノ粒子と同様に、電子移動反応のメディエータとしても働く。これらの性質を利用し、CNT表面に酵素やDNAなどの生体物質を固定することで、種々のバイオセンサが開発されている。半導体的なCNTは、周囲の化学的環境に敏感であるという電子特性を有するため、ガスセンサなどのセンサ材料や電界効果トランジスタ（FET）の電極材料として研究されている。フラーレンは、多くの化学種の電気化学的反応の過電圧を減少させ反応速度を上昇させるため、CNTと同じくグルコースセンサやDNAセンサなど、高感度なバイオセンサが開発されている。

引用文献：[1] 例えば、電気化学便覧第5版（丸善）、材料電気化学（朝倉書店）など、[2] ナノカーボン材料（丸善）、[3] Electroanalysis 2003, **15**, 1349、[4] Anal. Bioanal. Chem. 2006, **384**, 601、Electroanalysis 2006, **18**, 319、[5] Electroanalysis 2005, **17**, 7、Electroanalysis 2003, **15**, 753。

表：各電極材料の主な合成法と活用例

	主な合成法	活用例
ダイヤモンド	プラズマCVDおよびPVD	金属イオンやグルコース、ドーパミン、薬物、内分泌攪乱物質などの生体関連物質センサ
ナノ粒子	クエン酸やアスコルビン酸による塩化金の還元（金ナノ粒子の場合）	ヘモグロビン修飾金ナノ粒子による一酸化窒素(NO)センサ DNAプローブ修飾金ナノ粒子によるDNAセンサ チロシナーゼ修飾金ナノ粒子によるポリフェノールセンサ 燃料電池におけるメタノール改質触媒としての白金ナノ粒子固定電極
CNT・フラーレン	アーク放電法	CNT固定電極によるカテコール、ドーパミンなどの生体関連物質センサ グルコースオキシダーゼ修飾C ₆₀ によるグルコースセンサ

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

- (1) 生体材料との親和性や触媒能がより高く使用可能電位領域がより広い、ナノデバイス用電極材料の開発。
- (2) 電極材料の物理的・化学的性質を制御もしくは選択して合成する技術および分離精製する技術の開発（例えばCNTでは、カイラリティを選択して合成する技術が未開発）。

・ 10年後までに解決・実現が望まれる課題

- (1) 電極材料のボトムアップ型三次元ナノ構造アセンブリ技術。

キーワード

ダイヤモンド、ナノ粒子、カーボンナノチューブ、フラーレン、バイオセンサ

（執筆者： 青木 寛 ）