

# B3-07

## 水圏環境下でイオン・分子認識機能を発現するグラフェン機能材料の開拓

上野祐子(中大理工)

グラフェンは、二次元に配列した  $sp^2$  炭素原子から成る、原子 1 層分 (約 1 nm) の単層の層状物質です。物理的に大変強く、熱伝導、電子移動度が極めて高い、化学的にも熱的にも非常に安定性が高いなどの特長を示します。さまざまな分野への応用が期待されており、電子デバイスなどの水を含まない環境においては幅広い研究が行われていますが、水の存在下でイオンや生体分子の認識機能を発現する「水圏機能材料」としての可能性については、未知の部分が多くあります。

私たちは、疎水的なグラフェン表面をプラットフォームに用いて、優れた特性を有するグラフェンの物性を水圏環境下で発揮するデバイスを実現すれば、学術的にも大きなインパクトがあると考えています。水の存在下で動作するバイオデバイスの例として、これまでに、アプタマという分子認識機能を有する DNA でグラフェン表面を機能化した生体分子インターフェースを構築し、ガンマーカなどの生体内で重要なタンパク質を溶液中で選択的に検出する、蛍光検出型のバイオセンサデバイスのデモンストレーションに成功しています (図 1) [1,2].

このようなバイオセンサデバイスが実現したポイントは、疎水性かつ機能分子を固定化する官能基を有していないグラフェン表面に、水溶液中で動作するアプタマなどの生体分子を、任意の密度で固定化する分子固定化法を考案したことです[3]。具体的には、グラフェン表面に固定したい生体分子を、ピレン骨格を有するリンカー分子を共有結合で接合し、グラフェンの  $sp^2$  構造とピレンの強い  $\pi$ - $\pi$  相互作用による物理吸着により、グラフェン表面に生体分子を固定します。ピレンもしくは分子認識プローブの溶液濃度や反応時間を調節することで、修飾する生体分子の密度を変化させることができます。今後は、水の存在下で分子認識機能を発現する生体分子を、これまで用いてきた DNA アプタマだけでなく、ペプチドアプタマやホストゲスト分子などの新たな分子認識系に拡張することができれば、バイオデバイスプラットフォームとしてのグラフェンの高い汎用性を示すことができると考えています。

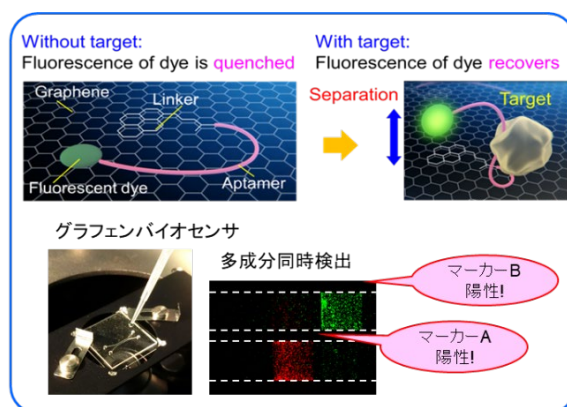


図1: グラフェンバイオセンサの検出原理(上), チップ型センサの写真(左下), 蛍光イメージによる疾病マーカーの同時検出(右下).

- 1) Y. Ueno, K. Furukawa, K. Matsuo, S. Inoue, K. Hayashi, H. Hibino, *Anal Chim Acta*, **866**, 1-9 (2015).
- 2) K. Furukawa, Y. Ueno, M. Takamura, H. Hibino, *ACS Sensors*, **1**, 710-716 (2016).
- 3) K. Furukawa, Y. Ueno, E. Tamechika, H. Hibino, *J. Mater. Chem. B*, **1**, 1119-1124 (2013).

### PROFILE

上野祐子(中央大学理工学部応用化学科・教授)

1997年東京大学大学院理学系研究科化学専攻修士課程修了, 2002年同大学にて博士号(理学, 論文)取得. 1997年日本電信電話(株)入社, 2004年カリフォルニア大学バークレー校化学工学科/ローレンスバークレー国立研究所材料科学部門にて博士研究員. 2018年NTT物性科学基礎研究所特別研究員. 2020年より現職. 専門は分析化学, 物理化学, ナノマイクロ化学. 受賞歴として2008年日本分析化学会奨励賞, 2019年日本分析化学会女性Analyst賞, 2019年米国出版社協会 PROSE Awards (Chemistry & Physics) など.