

ポルフィリンリンカーを用いたグラフェンバイオセンサーの高感度化

Improved sensitivity of graphene biosensor using porphyrin linker

°川田 拓哉¹、小野 堯生¹、金井 康¹、大野 恭秀^{1,2}、前橋 兼三^{1,3}、井上 恒一¹、松本 和彦¹
(1. 阪大産研、2. 徳島大、3. 東京農工大)

°Takuya Kawata¹, Takao Ono¹, Yasushi Kanai¹, Yasuhide Ohno^{1,2}, Kenzo Maehashi^{1,3}, Koichi Inoue¹
and Kazuhiko Matsumoto¹ (1. ISIR, Osaka Univ., 2. Tokushima Univ., 3. TUAT)

E-mail: kawata11@sanken.osaka-u.ac.jp

グラフェンは極めて高い移動度を持つ二次元材料であり、表面付近の電荷に対して鋭敏な応答を示す。我々はこのユニークな特性に着目して、生体分子の持つ電荷を高感度・迅速に検出するグラフェン電界効果トランジスタ(G-FET)バイオセンサーの研究を進めている。検出対象の生体分子の特異的検出能を G-FET に付与するには、リンカー分子を介して抗体等のレセプター分子をグラフェン上に修飾する必要がある。このような系でセンサーの高感度化を図るには、レセプターの修飾密度を向上させ、標的分子の捕捉量を増大させることが有効である。本研究では、リンカーとして従来¹⁾用いてきた1ピレンブタン酸スクシンイミジルエステル(PBASE, Fig. 1(a))に代えて、より大きな π 共役系を持ち、4箇所のレセプター結合部位を持つ分子テトラキス(4-カルボキシフェニル)ポルフィリン(TCPP, Fig. 1(b))で G-FET を機能化し、レセプター修飾密度の向上を試みた。

TCPP を介して G-FET に免疫グロブリン E(IgE)アプタマーを修飾した。IgE アプタマーはアレルギー検査の診断指標である IgE に特異的に結合する。ここに IgE を導入したところ、G-FET の伝達特性は、負電荷を持つアプタマー修飾により正電圧方向に、正電荷を持つ IgE 結合により負電圧方向に遷移し、アプタマーによる機能化と IgE の検出を確認できた(Fig. 2)。相互コンダクタンスで規格化したドレイン電流変化量を PBASE 使用時と比較すると、TCPP 使用時にはより大きなシグナルが得られた(Fig. 3)。これはリンカー変更によって IgE 結合量が增大したことを示している。このシグナル増大によって、TCPP 機能化 G-FET では PBASE よりもおおよそ 1桁低い検出限界 2.2 nM を得た。

【謝辞】本研究は、JST・CREST の支援を受けた。

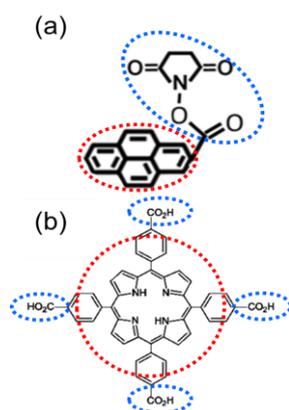


Fig. 1: Structural formulas of (a) PBASE and (b) TCPP. Their π -conjugated systems and receptor binding sites are shown in red and blue circles, respectively.

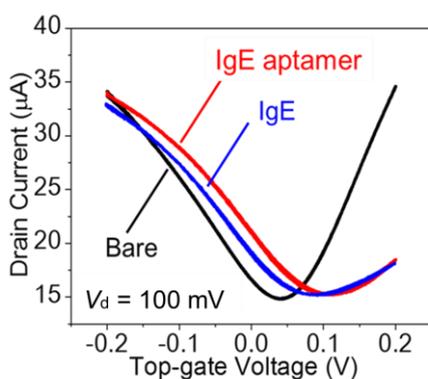


Fig. 2: Transfer characteristics of G-FETs before aptamer modification (Bare, black line), after the modification (IgE aptamer, red line) and after IgE introduction (IgE, blue line).

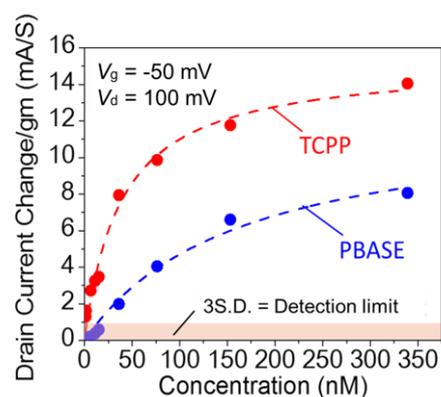


Fig. 3: IgE concentration versus drain current change standardized by transconductance. The detection limit was calculated as three times the standard deviation of the measurement noise. Dotted lines are fitting curves by Langmuir adsorption isotherm.

1) Y. Ohno *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.* **132** (2010) 18012.