

「ナノテクノロジーを駆使したバイオセンサー最前線」シンポジウム報告

大阪大学 産業科学研究所 松本和彦

2024年3月22日に応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会とJST 未来社会創造事業本格化研究「世界一の安全・安心社会の実現」領域との共催で「ナノテクノロジーを駆使したバイオセンサー最前線」と題して、3件の基調講演、2件の招待講演、2件の一般講演からなる公開シンポジウムを開催した。

シンポジウムは、春の応用物理学会初日に開催され、参加者は対面で最大80名、ウェブ参加で76名で合計150名以上の多くの方が参加いただけた。会場の様子を写真に示します。



シンポジウムの内容の詳細を以下にお示しします。

最初に主催者の一人の大阪大学産業科学研究所の松本和彦教授よりシンポジウムの開催趣旨の説明があり、続いて JST の田中健一統括より未来社会創造事業における当該研究開発の意味合いが述べられた。

研究成果の発表では、1 件目の基調講演として医科歯科大学の三林浩二教授より、代謝評価や疾患スクリーニングに有益なバイオマーカーであるアセトンを皮膚ガスや呼気として可視化して検出する手法が報告された。2 級アルコール脱水素酵素(S-ADH)をアセトンの還元反応の触媒とし、その際に自家蛍光を有する補酵素 NADH の酸化消費から蛍光減少を撮像してアセトンガスを可視化する。血中のアセトンガスと皮膚ガスとの比率は 1/500 であり、皮膚ガスの濃度がわかれば正確に血中のアセトン濃度が推定できる。呼気中のアセトンを検出することにより糖尿病の早期スクリーニングに有望な技術となる。

2 件目の基調講演として東洋大学の加治佐平准教授は、微小探針を備えた装着型装置によりグルコースを定常的に計測し、スポーツ選手のパフォーマンスとグルコースの明瞭な関係性を示した。グルコースはエネルギー源であるため、肝心なときに多くのグルコースを必要とする。例えば、本番の試合の際のグルコー

スの量は、練習で最高の結果が出た際のグルコースの量に比較して、2倍以上も多いことがわかる。これにより練習と試合とが、いかに異なるかがわかる。また試合で実力が発揮できない選手の食生活を見たところ、ランダムに様々な料理を食べているのを、まず野菜から食事を始め、ついで魚や肉という順に食生活を改めるだけで、グルコースの量が増え、運動のパフォーマンスが大きく向上した。また夜中にグルコースが上昇する選手を調べたところゲームをしていることが判明し、ゲームをやめさせるだけで、運動中のグルコース分泌量が上昇してパフォーマンスが向上した。この様にグルコースをモニターすることにより、スポーツ選手のパフォーマンスを科学的に向上させることが可能になった。

3件目の基調講演として大阪大学産業科学研究所の関谷毅教授は、有機薄膜で形成したパッチ式脳波計を開発し、その応用展開について講演した。当該パッチ式脳波計を用いて、ゲーム中の感情を計測し、ライトの色で感情を識別する手法を開発した。本手法では、様々な脳波から感情を識別するアルゴリズムを決定している。また当該パッチ式脳波計を用いて、認知症の判断を行い、京都大学医学部、大阪大学医学部と共同で脳波から認知症を判断するアルゴリズムを開発した。アルツハイマー型認知症とレビー小体型認知症との差異も脳波で見分けられた。当該パッチ式脳波計は医療機器の認定を受けることに成功している。

2件の招待公演として村田製作所の徳田優果氏と木村正彦氏は、村田製作所におけるグラフェン FET バイオセンサーの安定、感度向上について講演した。ディープラーニングを使ってグラフェンの破れ、汚れ、剥離を定量的に評価する技術を開発した。グラフェンの剥離の原因を、基板とグラフェンの接着仕事の関数として表し、接着仕事を高めるために基板を疎水化することにより、被覆率98%を達成した。また溶液中のグラフェン FET のドリフトの理由を、グラフェン・基板間に存在する負電荷と同定し、PBS 溶液に 720 時間浸潤させることにより PBS 中のカチオンと負電荷を中和させ、ドリフトを大幅に減少させることに成功した。これらの PBS 中のカチオンの侵入は、グラフェン表面の欠陥を介して一様に生じることをラマンマッピングにより明らかにした。またグラフェン FET の感度を向上させるために、グラフェン表面に存在する負電荷をキャプセルアウトさせるために正帯電分子を修飾する手法を開発してモデルタンパク質を検出することに成功した。さらに木村氏から今後の社会実装に関する方向付けや従来のエジプトにおける現地調査の様子を示された。

一般講演として、大阪大学産業科学研究所の松本和彦教授がグラフェン FET の感度と多価イオンの関係、ポリリジンによる表面ポテンシャル変調による高

感度化について講演した。またウイルスセンシングの際には、緩衝液の pH を正確に制御して、電荷中性点から離れ、かつあまり強酸、強アルカリにならない範囲を指定する必要があることを示した。さらに唾液に正確にスパイクした新型コロナウイルスの検出にも成功した。またバイオインクジェットにより、ポジコンとネガコンのウイルス検出を隣接して行ったところ、ポジコンとネガコンの特性の揃った FET 同士では極めて、高い感度が得られるが、特性の揃っていない場合は感度が低くなることが判明した。これにより、グラフェン FET の均一性が極めて重要であることが示唆された。

以上、7 件の研究成果の発表を行い、活発な質疑応答が行われ、バイオセンシングの今後を占う有意義なシンポジウムになったと考えられる。

第71回応用物理学会春季学術講演会
 12 有機分子・バイオエレクトロニクス 公開シンポジウム
 JST未来社会創造事業 公開シンポジウム
 探索加速型 本格研究「世界一の安全・安心社会の実現」領域

ナノテクノロジーを駆使したバイオセンサー最前線
 ～ヒト 感染性ウイルスを迅速に検出可能なグラフェン
 FETセンサーによるパンデミックのない社会の実現～

オンライン聴講
無料

プログラム

13:30-13:35 オープニング	開催の趣旨説明 松本和彦 (大阪大学)
13:35-13:45 御挨拶	田中健一 (三菱電機株式会社 技術統轄/JST未来創造事業「世界一の安全・安心社会の実現」領域運営統括)
13:45-14:15 基調講演①	「血液VOCsの非侵襲バイオ蛍光計測及びヘッドホン型経皮ガスセンサ開発」 三林 浩二(東京医科歯科大学)
14:15-14:45 一般講演	「集積化グラフェンFETアレイによるウイルス検出の高感度化(1) (2)」 松本和彦 (大阪大学)
14:45-15:15 基調講演②	「グルコース変動から診る未来のヘルスケア～アスリートのパフォーマンス向上から安心・安全な妊活ケアまで～」 加治佐 平 (東洋大学)
15:15-15:45	休憩
15:45-16:15 招待講演①	「グラフェンFETバイオセンサの安定化に向けて」 徳田 優果 (村田製作所)
16:15-16:45 基調講演③	「フレキシブル脳波センシング技術が生み出す医療・ヘルスケアの可能性」 関谷 毅 (大阪大学)
16:45-17:15 招待講演②	「グラフェンFETセンサの社会実装に向けたシナリオ」 木村 雅彦 (村田製作所)
17:15 閉会の辞	松本和彦 (大阪大学)



田中 健一



松本 和彦



三林 浩二



加治佐 平



関谷 毅



徳田 優果



木村 雅彦

日時 令和 6年 3月22日(金) 13:30～17:15

会場 東京都大学 世田谷キャンパス 1号館 1 BM (東京都世田谷区)

主催 応用物理学会、 科学技術振興機構



※なお、シンポジウム内容や登壇者は変更する場合があります。
 当シンポジウムに関するお問い合わせは、下記Eメールまで直接ご連絡ください。
 ・お問い合わせメールアドレス
 nigs-staff2@sanken.osaka-u.ac.jp
 (%を@に変えてください)

