

## 超薄膜エレクトロニクスが拓く、 しなやかな未来

電気電子情報通信工学専攻 エレクトロニクスデバイス講座  
有機フレキシブルシステム領域  
教授 福田 憲二郎

### 1. はじめに

2025年4月より、大阪大学大学院工学研究科電気電子情報通信工学専攻に着任いたしました福田憲二郎です。私は2011年に東京大学大学院にて博士号を取得後、山形大学の助教としてキャリアをスタートさせました。その後、科学技術振興機構（JST）のさがけ研究員を経て、2015年からは理化学研究所（RIKEN）にて、専任研究員として研究活動に邁進してまいりました。

産まれは長崎県で東京大学進学後は山形、埼玉と九州・関東・東北地方で生活をしてきましたので、初めての関西での勤務に身が引き締まる思いです。歴史ある大阪大学の一員として、これからの研究・教育活動に貢献できることを大変光栄に感じております。特に、大阪大学の初代総長でいらっしゃる長岡半太郎先生は、私と同じ長崎県大村市の出身であり、また、私が卒業した長崎県立大村高等学校は長岡先生に縁の強い学校でもあります。このような深いご縁のある大阪大学の一員として研究・教育に携わる機会を賜りましたことを、大変光栄に思うと同時に、身が引き締まる思いです。

### 2. 厚さ1マイクロメートルの極薄電子デバイス

私の研究室では、まるでラップフィルムのように極めて薄く、しなやかな電子デバイスの実現を目指しています。その中核となるのが、厚さわずか1マイクロメートル(0.001mm)という驚異的な薄さを持つ「超薄膜有機太陽電池」と、それを応用した電子システムの開発です(図1)。

従来の太陽電池は硬く重いため、設置場所が限られていました。しかし、私たちの開発する超薄膜太陽電池は、羽のように軽く、布のように曲げられるため、これまで電子機器を搭載できなかった動くモノや曲面にも貼り付けることができます。太陽電池の材料開発や構造制御・プロセスエンジニアリングを行うことで、このような超薄型有機太陽電池のエネルギー変換効率を向上させ、同時に環境に対する安定性を改善する取り組みを行ってまいりました。

この「どこにでも貼れる電源」は、これまでにない応用を可能にします。期待される応用例

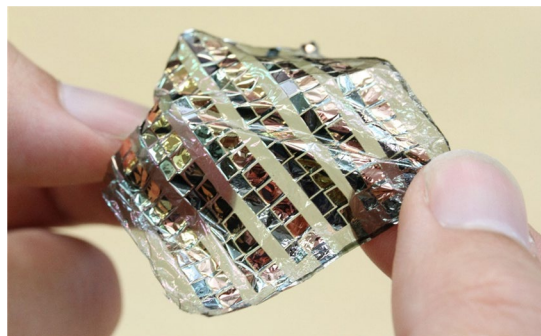


図1 超薄型有機太陽電池

としては医療・ヘルスケア分野への応用が挙げられます。開発した太陽電池と、生体信号を高感度に検出する有機センサーを一体化し、皮膚に直接貼り付けられる「自己電源型バイオセンサー」を実現しました。将来的には「貼るだけ」で健康状態を常時モニタリングする社会の実現に貢献できると考えています。このセンサーは外部の電源やバッテリーを使った場合よりもノイズが少ないという利点も持ち、ラットの心臓に直接貼り付けた実験では高い S/N 比での心電位計測に成功しています

また、最近では新しい応用としてソフトロボットへの応用に関する研究を行っています。ここでは生きた昆虫の機能を拡張させる「サイボーグ昆虫」研究を進めてきました(図2)。昆虫の複雑な動きを阻害しないよう、超薄膜の太陽電池モジュールを昆虫の背中に直接搭載し、発電した電力で無線歩行制御を行うことに成功しました。昆虫の腹部の自然な変形を妨げない特殊な貼り付け構造を考案し、搭載した太陽電池でBluetoothでの無線通信を行うことが可能な電力量を発電しました。これは、極限環境での探査などへの応用が期待される技術です。

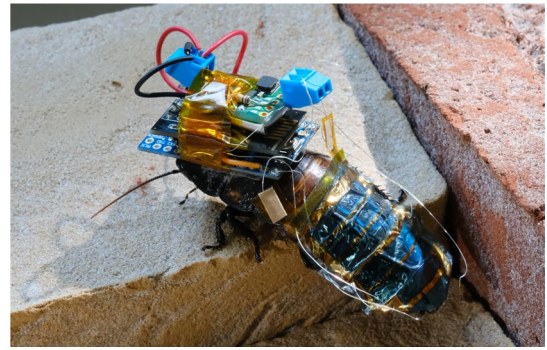


図2 再充電可能なサイボーグ昆虫

こうした複雑なシステムを構築するには、柔軟なデバイス同士を繋ぐ信頼性の高い接続技術も不可欠です。私たちは、熱や接着剤を使わずに常温で電極を直接接合する「水蒸気プラズマ支援金接合」という独自技術も開発し、超薄膜デバイスの集積化に向けた基盤を固めています。

### 3. おわりに

超薄膜エレクトロニクスの分野は、ウェアラブル機器からソフトロボティクス、医療デバイスに至るまで、様々な産業に変革をもたらす大きな可能性を秘めています。その一方で、新しい技術だからこそ、性能を正しく評価し、比較するための「ものさし」が必要です。私は最近、世界中の研究者と協力し、フレキシブル太陽電池の機械的性能を評価するための国際的な標準試験プロトコルを提案する活動も行っています。今後は、基礎研究から応用展開、さらには分野全体の発展に貢献する標準化活動まで、広い視野を持って研究・教育に取り組んでいきたいと考えております。

最後になりますが、この度は本稿の執筆の機会を賜りましたこと、関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

(東京大学 工学部物理工学科 2006 年卒業

東京大学大学院 工学系研究科物理工学専攻 修士課程 2008 年修了

博士課程 2011 年修了)