

# 電子デバイス 工学研究室(I)

## 電子材料の探索と 新規デバイスの開発で 社会課題を解決



野田実 教授  
[電気電子工学系]

**[経歴]**  
**1983年04月-**  
 三菱電機株式会社 エル・エス・アイ研究所  
 光・マイクロ波デバイス開発研究所  
 研究員、主事、主幹  
**1997年03月-**  
 大阪大学 基礎工学部電気工学科  
 大学院基礎工学研究科 助教授  
**2007年03月-**  
 京都工芸繊維大学 教授  
**2007年04月-2009年03月**  
 大阪大学大学院基礎工学研究科  
 システム創成専攻電子光科学領域 招へい教授  
**[研究分野]**  
 電子デバイス・電子機器、電子・電気材料工学、  
 計測工学、薄膜・表面界面物性



電子デバイス工学  
研究室(I)

**[研究概要]**  
 IoT・AI時代を指向した  
 新しい電子デバイス研究を実施。  
 主に、生体重要タンパク質の動態を  
 高感度に検出するナノバイオセンサなど  
 医療応用を目指したセンサの開発や、  
 ニューラルネットワークへの応用を睨んだ、  
 不揮発性アナログメモリ特性を用いた  
 ニューロモルフフィック・シナップスデバイスの  
 研究を取り組んでいます。

半導体という材料が登場してコンピュータが進化し  
 私たちの生活を便利にしたように、  
 新たな材料は新たなデバイスを生み、社会を変える力を持ちます。  
 電子デバイス工学研究室(I)では新規材料の探索から  
 それを活用したデバイスの提案まで、総合的な研究を行っています。

### 医療に貢献できる 電子デバイスを

新型コロナウイルスの流行に伴い、感染の有無を調べる検査に対して人々の注目が集まりました。検査手法としては、よく耳にする遺伝子を用いたPCR法の他、抗原抗体反応を利用して免疫抗体を検出し、ウイルス感染の有無を調べるエライザ法などがあります。このエライザ法はアルツハイマー病などの診断にも応用されていますが、検査にはやや手間と時間、そして費用がかかるという問題を抱えています。それともう、電子デバイスを使って「誰でも」「どこでも」検査ができるとしたらどうでしょうか。病気の早期発見を促し、医療従事者の負担軽減にもつながると考えられます。そうした夢のようなデバイスの開発に取り組んでいるのが、電子デバイス工学研究室の野田先生です。「私の研究室では『バイオセンサ』という電子デバイスに関する研究を行っています。バイオセンサとは、生体現象に関わる物質の挙動を検出するもので、主に医療用の電子機器などで利用されています。医療現場で大変な思いをしている先生方の助けになれるようなものをつくりたいとの思いで、この研究を進めています」と先生は語ります。

バイオセンサを用いた病気の診断は、実際どのように行うのでしょうか。野田先生は次のように説明してくれました。「私はアルツハイマー病やパーキンソン病の診断を研究対象にしているのですが、この病気にはアミロイド $\beta$ タンパク質、あるいは $\alpha$ シヌクレインタンパク質という原因物質があります。このタンパク質の存在をバイオセンサで検出できれば、病気の診断に役立てることができます。『ニューラルネットワークは、人間の脳内にある神経回路をコンピュータ上で表現した数学モデルです。現在は、その計算はデジタル回路で処理しています。その方法も一定の成果を収めていますが、脳と比べるとデジタル回路は集積度の点で遠く及べません。消費電力も多く、この方法を使い続けるのは徐々に無理が生じてきます。そこで、デジタルではなくアナログ技術を用いたアミロイド $\beta$ タンパク質、あるいは $\alpha$ シヌクレインタンパク質と相互作用を起こすようなバイオ認識分子をセットします。そして、そこに被験者の方から採取した検体を接触させます。もし上記のタンパク質が含まれていれば、相互作用が起こり、

ごくわずかな力が発生。レバーが動き、タンパク質の存在を示してくれるという仕組みになっています」

どのようなバイオ認識分子を使うかの判断など、研究には電気電子工学以外の分野の知識も必要になってくるといいます。「今の世の中において重要な研究は、境界領域にあると考えています。分野を超えた連携は、大きな価値を生みます。私自身も医学部の先生やバイオ材料の専門家、MEMS（微小電気機械システム）を専門とする方などと連携してこの研究を進めていますが、それによって、医療現場の課題を解決するという最終目標に着実に近づいている感じます」と野田先生は話します。

また、電子デバイスの活用はデータサイエンスとも高相性。

バイオセンサによって電気信号に変換された生体情報を蓄積し、機械学習などを使って分析することにより、これまで見えてこなかった情報が得られるようになる可能性が高いといいます。

### ヒトの脳を模倣した

#### 次世代デバイスの実現に向けて

電子デバイスの研究においては、材料に特化したり、電子回路やデバイスそのものに特化したりする場合も少なくありません。そのような中、この電子デバイス工学研究室では、材料とデバイスの両方の視点を持って研究を進めている点が特長です。野田先生がバイオセンサとともに力を入れているのが「ニューラルネットワークでのシナプス素子となるアナログメモリデバイス」の研究。その中で「強誘電体」という電子材料に注目しています。研究内容について、野田先生はこう話します。「ニューラルネットワークは、人間の脳内にある神経回路をコンピュータ上で表現した数学モデルです。現在は、その計算はデジタル回路で処理しています。その方法も一定の成果を収めていますが、脳と比べるとデジタル回路は集積度の点で遠く及べません。消費電力も多く、この方法を使い続けるのは徐々に無理が生じてきます。そこで、デジタルではなくアナログ技術を用いたニューラルネットワークの構築に注目が集まるようになりました。世界的に研究が盛り上がりを見せています。そこで使われるのが『アナログメモリデバイス』、脳の中で起こっているアナログの現象を模倣できるデバイスです。私は、その材料として有

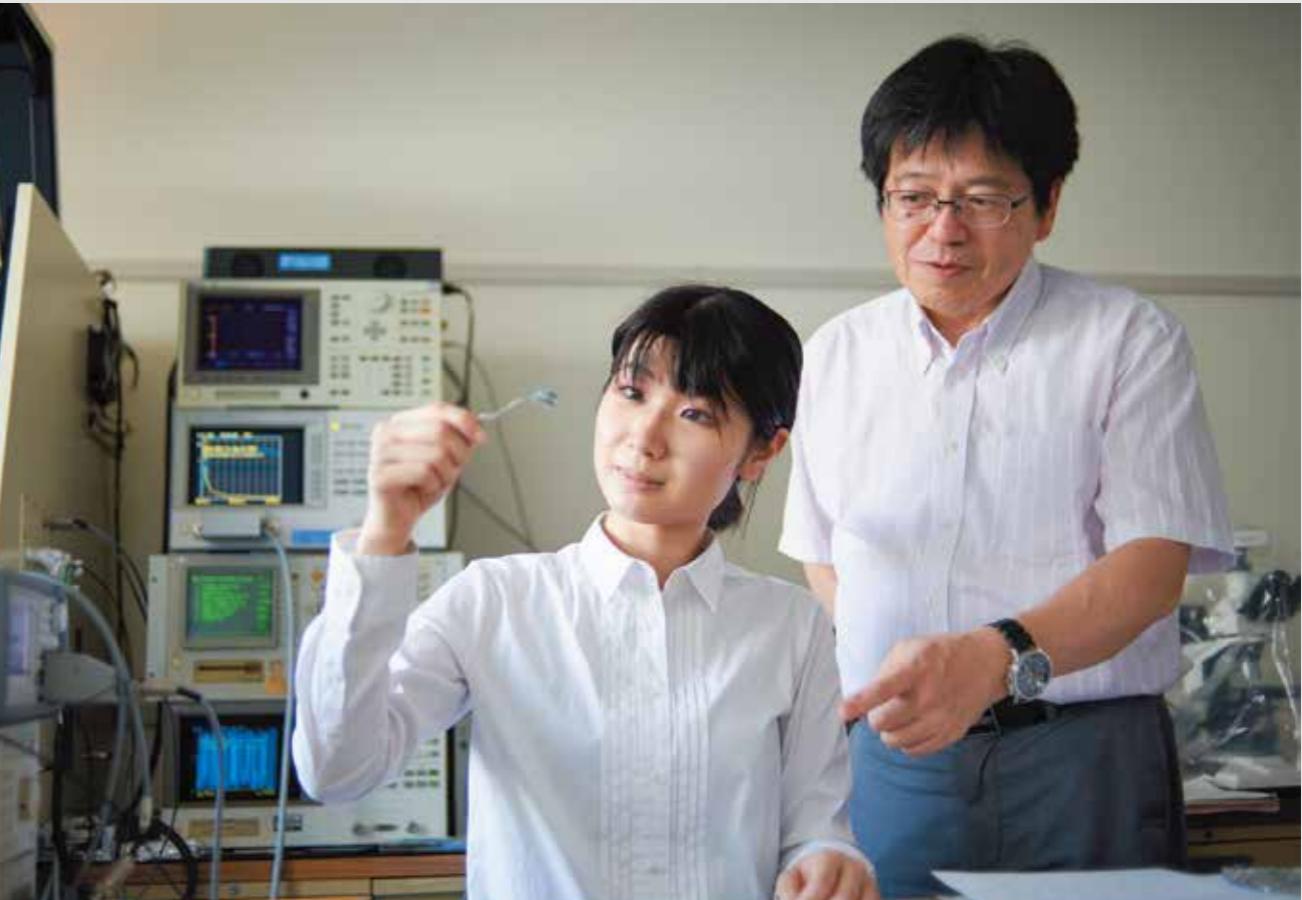


Fig.1——作製したデバイスチップと一緒に目視観察



Fig.2——デバイスの測定結果を先輩と一緒に解析



Fig.3——国際会議発表内容について皆で討論

望な『強誘電体』と呼ばれる物質の応用研究に取り組んでいます。現在特に注目しているのが『二酸化ハフニウム』という強誘電体。この材料は今もデジタルメモリなどの材料として利用されていますが、その特性にはまだ科学的に解明されていない部分があります。今後その特性についてさらに探究を進め、アナログメモリデバイスへの活用の可能性を探っていきたいと考えています。しかし、それだけをやっていて他の研究者の後追いになってしまって面白くありません。私が独自に取り組んできたバイオセンサの研究と絡めて、新しい使い方も提案してみたいですね」

### 思いがけず得られる発見 それこそが研究の醍醐味

「研究はうまくいかないこともありますが、実験を進めたり、他の先生と交流したりする中で思いがけず新たな気づきが得られることがあります。そうした『知らなかったことを知る喜び』が大きな原動力となっています」と語る野田先生。「学生たちにもぜひそうした経験をしてほしい。自分でやりたいことを決めて、モチベーションを持って研究に取り組む姿勢が大切です。『これについては自分が一番詳しい』と言えるものを持ってもらいたい

ですね。大学では、装置を壊すといった失敗をして怒られることはあっても、処罰を受けることはありません。ぜひ学生のうちに、やりたい研究に充分に取り組んでほしいと思います」と、学生に向けてエールを送ります。

超高齢化社会における医療問題や、超スマート社会の発展に深く関わる研究に取り組む電子デバイス工学研究室。この先、どのような形で研究成果が社会に実装されていくのか、期待が膨らみます。