

中嶋 宇史 研究室

先進工学部 物理工学科 教授

なかじま たかし
中嶋 宇史 先生



研究室の学生たちと

振動を小さな電源に、 トリリオンセンサー社会の基盤を考える

21世紀は「見守り社会」と呼べるようになるのではないか。ソフトマテリアルの機能物性について中嶋宇史先生の話のを伺う中でそう考えた。

現在、超スマート社会の実現に向けて「トリリオンセンサー社会」という考え方がある。トリリオンとは数の「1兆」を示す単位だ。つまり、地球上に兆を超える数のセンサーがインターネット上でつながり、個人の体調から、病気流行の早期発見、モノが壊れそうな時の警告、交通渋滞の緩和などあらゆる場所を見守り、エネルギーの無駄遣いも減らしていくのだ。統計学的にはそのトリリオン社会は2020年代中に達成できると予測されている。

ソフトマテリアルを研究すると、 振動や熱、電波も電源になる

今の時代をIoT (Internet of Things) と表すことができるが、さらにこれがIoE (Internet of Everything) へと移りゆき、データ解析の恩恵で、世の中はより豊かになっていくだろう。すでに生体センサーの利用も進み始めているし、例えば今使われているVRゴーグルも、将来はコンタクトレンズにできるのではないかと期待されている。

「例えば私の歩行パターンを足音などから判別して、中嶋さんが来たのでこういう挨拶をしよう、こんな新しいサービスをさり気なくしてあげよう、という世界ができていき、機械学習などとの組み合わせで色々なことができるようになるのです」と中嶋先生は話す。

これらを実現するために必要なのが、このセンサーやそれを駆動させる電源なのである。

例えばコンプレッサー（空気圧縮ポンプ）は、一般的に常時稼働する機械だが、その異常を継続的に診断できる装置を考えてみよう。コンプレッサーにソフトマテリアルで作成したセンサーと圧電ポリマー、発信機を取り付け、本体が発する振動を受け圧電ポリマーが半永久的に発電をし、センサーや発信機に電力を供給する。これでコンプレッサーの振動状態を常時モニタリングすれば、他から電力を供給することなく、修理や入れ替えが必要な時にすぐ対応できるようになる。こういうものが身の回りに多数配置されることで、トリリオンセンサー社会が出現していくのである。

ソフトマテリアルと エネルギーハーベスティング

中嶋先生の研究対象となるエネルギー源は、主に振動、熱、電波である。振動源にはこのコンプレッサーのようなものが多数あり、熱では工場などの廃熱が主に考えられ、電波は、近年は空気中をたくさん飛んでいるWi-Fi波などが考えられるという。

ソフトマテリアルの多くは、高分子材料やナノカーボン材料などのいわゆる有機物質であり、軟らかい材料で構成され、階層性を持っている。つまり1個の分子から始まり、それがつながって「分子鎖」となり、それが多様な形で並んでいくと、そこに全く異なった性質が現れてくる。人間をはじめとした生物の体もそ

の1つといえるのである。

現在は半導体やAIなどの進化に支えられた社会だが、同時にとても多くのエネルギーを消費する世界になっていると中嶋先生は言う。囲碁の世界でプロの棋士にも勝ってしまうほどのコンピュータプログラムがあるが、これを動かすためには人間の脳の約12,000人分の電力が必要だと聞いた。しかし棋士の脳はほんの少しのエネルギーでそれと戦えるのである。生物の能力は人間の脳に代表されるように、地球誕生から46億年をかけた進化の賜物なのである。中嶋先生たちの研究は、それを理解した上で、最近の約100年の間に急激に積み上げられたデジタル社会を超える、ビヨンドデジタルな新しいアナログ世界の到来を見つめている。

そんな中嶋先生の研究室で、最近、絹糸の圧電効果の研究に成果をあげたことが興味深い。

「カイコは繭を作る糸を吐き出す時、首を振ってその糸を伸ばすのですが、それが配向を促し電気的な偏りを生み出し、センサーとして利用できるほど圧電素材としてとても良い材料になっていることを発見しました。自然素材であり体内での使用も可能で、これから注目しているところですよ」と話す。

スマート社会実現に向けて基礎から学ぶ

今年4月から修士1年になった吉武晃生さんは、「社会貢献につながる研究がしたいという思いがあり、IoTやIoE社会の発展やエネルギーハーベスティングにも直結するためこの研究室を選びました。大学4年次から圧電材料の評価や設計などに取り組んでいます。バッテリーのいらないセンサーがあれば医療領域でもできることがたくさんあると思います」と。

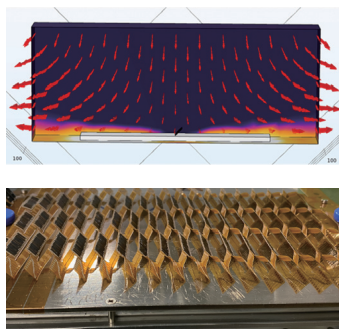
同学年の飯田京佑さんは、

「私はエネルギーハーベスティングに興味がありました。現在はカーボンナノチューブをベースに熱電発電の効率化や、よりよい熱電材料の創出について研究しています。昨年初めて研究に携わるようになり、誰もやっていないことに自分に取り組んで、この先どんなことになるのかと思いながら進めていけたのは新鮮で楽しかったです」と。

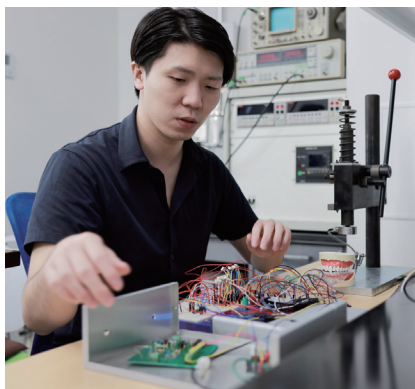
大学4年の松崎文音さんは、

「昨年度からプレゼミ生として所属させてもらい、超音波で積雪量を観測する評価方法の開発の研究をさ

熱電エネルギーハーベスティング

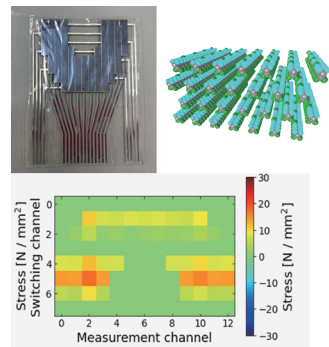


熱電エネルギーを利用したエネルギーハーベスティング



学生たちが手作りで取り組む次世代センサーの開発

次世代センサー開発



せてもらいました。週に1回程度の取り組みでしたが、研究室のテーブルに実験装置を作って、先輩の皆さんたちに教えてもらいながら、とても楽しく研究に取り組みました。日常の授業について教えてもらうこともできました。今後もセンサーに関わる研究を続けたいと思っています」と話してくれた。

学生たちは「圧電材料」「熱電材料」「センサー」の3つのグループに分かれて研究している。

「圧電材料」グループは機能性圧電材料（電気と機械エネルギーを相互に変換する材料）を、「熱電材料」グループは機能性熱電材料（電気と熱エネルギーを相互に変換する材料）の創出を目指し、「センサー」グループは、新規のセンサーシステムを考える、というものだ。

「研究室内にグループは3つありますが、この研究室の特徴であるソフトマテリアルの基礎的な研究である『機能物性をよく理解する』ことはとても大事なことです。研究対象のほとんどは高分子材料やナノカーボンなどですが、それらの電氣的、熱的、力学的などの性質をよく調べ、知識を深めることが重要です。応用研究ももちろん大切ですが、基礎をしっかり身につけた上での応用でなければなりません。学生にはどちらも大切に取り組んでもらえる場を提供しているつもりです」と中嶋先生は話してくれた。

太田 正人（ジェイクリエイト）