

片山 昇 研究室

創域理工学部 電気電子情報工学科 准教授
かたやま のぼる
片山 昇 先生



研究室の学生たちと

多様な研究を生かし、 新しい時代の電力のあり方を探る

最近のエネルギー源はどんどん小さくなっている。例えばスマートフォンなどの小型電気製品や電気自動車などがその筆頭に挙げられよう。

多様な電力を組み合わせる時代がくる

「これまでのエネルギー源は火力発電所などで一括して作り、供給されてきましたが、今は使い方が多様化し有機的になっています。一括・大量には様々なリスク、送電時のロスが多さなどがあり、効率的とは言えません。

それに最近のエネルギーデバイスはとても高機能化し、技術を組み合わせ、新しい状況が生まれてきているのです。すでに、私たち一人一人がただ消費するだけでなく、自分の手で作る時代になってきました。マンションのビル単位、個人の住宅単位での発電という考え方も広まりつつあります。

そして電源そのものもソーラー発電やリチウムイオン電池などが実用化され、燃料電池と呼ばれる水素を使う小さな発電装置の研究も進んでいます。これからは小型のエネルギーをうまく組み合わせ、使っていくことが重要なのだと思います」と片山昇先生は話す。

4つの分野で総合的に研究し、新しいものを作る

片山先生が現在取り組んでいる主な研究には4つの分野がある。1つ目は水素を使った「燃料電池」の触媒層に関する研究、2つ目は燃料電池用の水素を貯

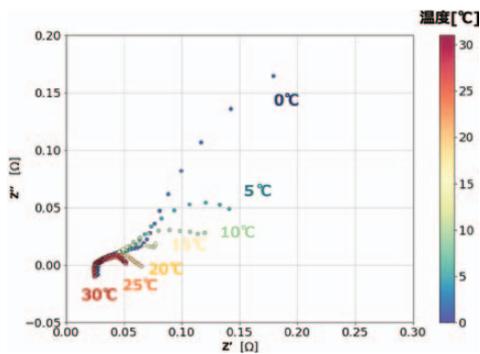
蔵する「水素吸蔵合金」の開発、3つ目は交流インピーダンス法と機械学習を組み合わせた新世代の「エネルギーデバイス診断」、4つ目は電源を組み合わせ、利用の効率化を図る「エネルギーマネジメント」である。

機械学習を活用して充電池を正確に測定する

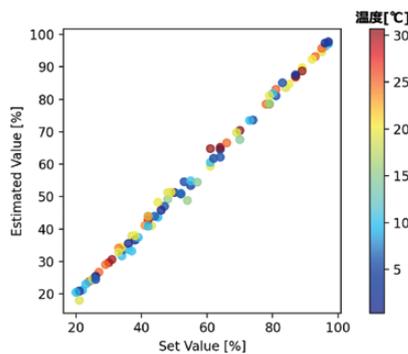
リチウムイオン電池は開発が進み、比較的使いやすい充電池として様々な利用が可能になっている。

「ただこれからは、容量、充電量、健全度など、その内部の状態を高精度に推測する技術が必要になります。電気化学の基礎研究分野では、交流インピーダンス法が広く使われていますが、実際に使われているリチウムイオン電池は使われる環境が様々で、交流インピーダンス法を適用するには大量の実験データと解析が必要になり、難しいとされています。そこで私は大量のデータを処理するために機械学習を使うことを考えました」と言う。

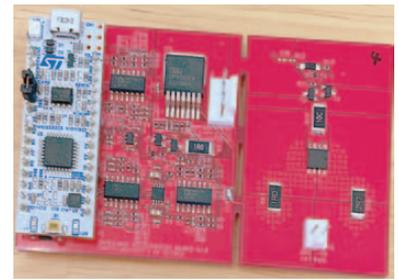
交流インピーダンス法では、様々な周波数でインピーダンスを計測し、ナイキスト線図というグラフに表してその分布を調べるが【図1】、これだけでは計測の正確さに限界があり、これからのニーズには不足が出る。そこで、片山先生はニューラルネットワークによる機械学習を利用した技術を開発している。交流インピーダンス法で得た数値データと、それ以外の別の方法で集めた電池状態の情報を大量に与え、まずコンピュータに学習させる。



【図1】リチウムイオン電池のナイキスト線図の例



【図2】交流インピーダンス法とニューラルネットワークによるリチウムイオン電池の充電量推定



【図3】機械学習用のデータ収集のために自主開発した測定器

ここで重要なのはデータが様々な条件となる電池を用意することだ。温度や充放電履歴、電池の種類など、できるだけバリエーションを持たせることで、「機械学習の汎化」と呼ばれる性質を発揮し、先々、条件が変わっても正しい推定ができるようにする。この2つを合わせて正確さを高めたものが新しい状態推定法になるのだ【図2】。

「ニューラルネットワークによる機械学習のポイントはデータの量にあります。これまでは市販の測定器を利用して計測してきましたが、1台が数百万円するもので、大量データの収集には向きません。そこで、目的を絞り、1台数千円でできる自作の測定器を開発し【図3】、これを100個、1000個と使って同時並行的に測定することを可能にしました。市販品と同等の性能や汎用性はありませんが、大量データの収集に特化することで機械学習のためのデータを比較的容易に集めることを可能にしたのです」と話す。

多彩な研究のあり方と、その環境づくり

修士1年の本田光哉さんは、小学生時代に東京近郊に住み、東日本大震災を経験。近隣で比較的早く電気が復旧した場所には自家発電装置が備えられていたことを知り、それがきっかけで小型発電に興味を持ったと話してくれた。現在はこの研究室で燃料電池の研究を行っている。

研究チームの全体的テーマは燃料電池を使って電動アシスト自転車を作製し、運用するシステムづくりであり、本田さんはその中で、燃料電池の温度管理の研究を担当している。片山研究室で研究を進める水素吸蔵合金を使う燃料電池が完成すれば、リチウムイオン電池の約7倍の電力、約2倍の走行距離が実現できる可能性があるそうだ。ただし、実現への道は厳しく、少しずつ、一步一步進めていくしかないと言う。

「燃料電池はかなり発熱する性質を持っているので、温度の管理が難しいのです。逆に水素を供給する水素吸蔵合金は水素を放出すると冷えてしまうため、燃料電池が発する熱を使って水素吸蔵合金を暖めることができないか、ということが現在の大きなテーマです」と話す。

経営システム工学科の堂脇研究室との共同研究の中にあり、参加する学生が分担研究し、それを持ち寄って全体を進めている。実用化されたシェアサイクルでは既に電池が劣化している現象も見られるため、この共同研究が新しい道を拓くと考えていると言う。

片山先生は、「この研究スタイルは、私たち数人の研究者が学科を超えた共同研究を始めたことが原点でした。その中で合同ゼミを開催したり、ラボツアーでお互いの研究室を見学したりする中で、他の研究室と関わりあい、自分たちの問題が解決の糸口を見つけられることを知りました。学生たちも社会に出れば、必ずそういう能力が必要になるはずで、とても教育効果の高い事例になりました」と説明する。この取り組みは大学院の創域理工学研究科の目玉である横断型コースに発展している。

「最近は様々な情報やツールに満ち溢れた時代になっています。例えばYouTuberは、企画から撮影、配信まで全部1人でやるのが当たり前です。逆に言えば1人で多くのことに挑戦できる時代になっています。これまでは、研究といえば一つのテーマだけに集中することが普通だと考えられてきましたが、これからは、一つの分野や専門領域にとらわれず、1人の研究者が多様な研究を行う新しいスタイルを加えてもいいと思うのです。それらがかけ合わされて新たなアイデアを生むこともあるはずですよ。実際に私の研究室では複数の分野が融合して新しい技術が生まれています」と話してくれた。

太田 正人（ジェイクリエイト）