

Contents

❖ 若手研究者インタビュー	1・2・3	❖ スタッフ紹介	4
❖ 永井弁理士の知財戦略講座第2回	4	❖ 編集後記	4

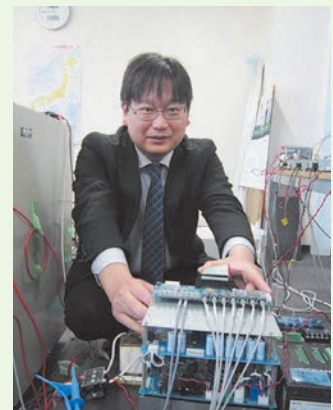
▶ 若手研究者インタビュー

再エネ100%の地域マイクログリッド構築を目指す

広島大学 大学院先進理工系科学研究科 助教 **佐々木 豊** 先生

専門分野：電力系統工学

経歴：2006年 3月 北海道大学 大学院情報科学研究科 博士課程前期修了
 2008年 3月 北海道大学 大学院情報科学研究科 博士課程後期修了 博士(情報科学)
 2008年 4月 広島大学 大学院工学研究科 助教
 2012年11月 米国ワシントン州立大学 客員研究員
 2020年 4月 広島大学 大学院先進理工系科学研究科 電気システム制御プログラム 助教



—先生、「マイクログリッド」という言葉をよく耳にしますが、どういう意味ですか。

電気を利用者に届けるための、発電、変電、送電、配電のすべてを含む電力システムを「系統(グリッド)」といいます。各地の電力会社が提供する既存の大規模系統とは異なり、比較的小さな電力システムであるマイクログリッドを地域で構築すれば、地産地消をベースとした分散型のエネルギー供給が実現できます。私の研究室では、太陽光発電などの再生可能エネルギー(以下、再エネ)を主体とした地域マイクログリッド構築に必要なハードウェア、ソフトウェアの開発に取り組んでいます。



—特定の地域だけで電気が賅えるんですね。そもそも、マイクログリッドを構築するメリットは何でしょうか。

今までは太陽光発電の導入量自体が少なく、発電量も低かったので問題はなかったんですが、最近特に、中山間地にはさまざまな事業者がメガソーラー(1000kW以上、一般家庭に設置されるソーラーパネルの出力は3-5kW)をたくさん設置しています。固定価格買取制度に基づいて、そこで発電した電力を電力会社が買い取っているわけですが、山沿いには電気を利用する家庭や事業所が少ないので、送電線で需要の高い市街地に送ります。長い送電線をたくさん引く必要がありますから、電力会社にとってはかなりのコスト負担になります。そうすると、我々の電気料金に再エネ賦課金として反映されるというわけです。地産地消のメリットは経済性だけではありません、災害時に大きな電力系統が停電になっても、地域マイクログリッドで賅えれば安心でしょう。

—マイクログリッド構築の技術的な課題はあるのでしょうか。

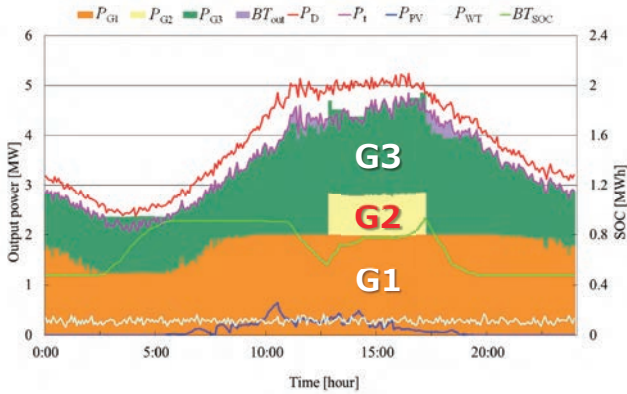
再エネは気象条件の影響を受けやすく出力が不安定ですから、コミュニティ内の再エネ発電量で足りない電気を賅うには、ディーゼル発電機を組み合わせる必要があります。軽油を燃料にするディーゼル発電機は環境に良くないイメージかもしれませんが、発電機は需要と供給のバランスをとるためには現時点では有効な手段です。そこで、再エネ発電量の予測や制御による需給運用管理が重要になってきます。

私はずっと、太陽光発電の発電量予測について研究しています。予測に使うデータは、気象庁のホームページで提供されている過去の気象データのほか、私たちが今いる工学研究科 A 1 棟の屋上に設置したセンサーから、気温や気圧、風速、降雨量、日射量などのデータを蓄積しています。高精度な予測をする場合は有償で衛星画像を取得することもできますが、私はあえて、気象庁などから無料で手に入るデータを使って、できるだけ正確に翌日の太陽光発電の発電量を予測できるオリジナルのプログラムを作っています。ニューラルネットワークという人工知能を利用することで、より精度の高い予測を目指して現在も更新中です。

—どうしてマイクログリッド構築に発電量の予測が大事なのですか。

前日に翌日の発電機の稼働計画を立てるんですが、電気の需要量と供給量(=発電量)の予測が大きく外れると追加のコストがかかります。修理点検のために稼働しない予定だった発電機が急に必要になったら、困りますよね。太陽光発電とディーゼル発電機の最適な発電量の組み合わせができれば、ディーゼル発電機が余分に稼働することなく、使う燃料が減ります。

予測の次に、マイクログリッド内の需要と供給のバランスをとる制御が必要です。地域で独立したマイクログリッドを構築しようとする、小さな発電機を使うことになりましたが、制御は結構難しいです。電力会社が使っているような大きな発電機は、細かい変動に対応する能力を持っていますが、小さな発電機は細かい変動に対応する能力を持っていないんです。そこで、私たちの研究室では、発電量をリアルタイムに制御す



る手法を「ダイナミック経済負荷配分制御法」として提案しています。このグラフを見てください。

一ギザギザのグラフです。発電量が小刻みに変動していますね。

車に乗っているディーゼルエンジンが、細かい変動に対応するために常にアクセルを踏んだり緩めたりしているイメージですからね。このギザギザがなくなると管理しやすくなるんです。G1、G2、G3は発電機を表していて、G1はベース電源として定常的に稼働していて、G2はピークの時だけ稼働します。こうした配分にするとも一日のコストが最も安くなります。この配分自体も私たちが考案した新しい考え方です。細かい変動があると発電機の効率が悪くなってしまいますので、こういった細かい変動には、出力変動に対応できる蓄電池を入れています。ただ、蓄電池はコストが高いので無駄に系統に組み入れず、制御に使う量だけにしています。こうした工夫で節約しようにも、ディーゼル発電機の性能は技術的

には上限まで来ています。そもそも環境負荷が大きいですし、将来的に化石燃料が底をつけば、再エネオンリーでやるしかないのでしょうか。

一えっ！再エネ100%のマイクログリッドは実現可能なんですか。

私たちが現在開発しているインバータ（直流を交流に変換する装置）を使えば理論的には可能です。従来の太陽光発電用インバータだけだと、電力系統の安定度に問題が発生しやすくなります。つまり、落雷などの予期せぬトラブルで発電機が止まると、この影響により従来のインバータは特性上すべて停止し、電力の需給バランスがとれなくなる可能性があるんです。私たちが新しく提案しているインバータは止まらずに安全に運転を継続することができます。太陽光発電が止まらなければ、相棒のディーゼル発電機は頑張っただけで出力を上げなくてもいいのでそのまま電気を供給できます。落雷の他、昨今の大規模な自然災害により、現場では電力系統を不安定化させるような問題がいろいろ起きています。私たちが開発している「単相同期化力インバータ」は、最も安定している三相交流を模擬的に単相交流に適用できる世界初の技術です。

一単相、三相とは配電線の本数のことですか。

順を追って説明しましょう。通常の三相の発電機は、鉄心にコイルを巻いて一相分、二相分、三相分の大きな電磁石をつくっています。固定したコイルの中で磁石を回転させることによって電気を発電します。具体的には、3組のコイルを120度の間隔に配置することで、電圧・電流・周波数の周期（位相）が1/3ずつずれた3つの「単相交流」を同時に発生させます。その3つの「単相交流」を3本の電線で送ることを「三相交流」といいます。三相が必要なのは、三相以上でようやく中心の電磁石が回るようになるからです。三相が一番安定していますし、普通は単相だと発電機が回らないのですが、私たちが開発しているインバータは単相だけで仮想的な三相で動く発電機を模擬しています。

一再エネの課題だった系統の安定度が増強されるわけですね。研究室にもインバータの試作機がたくさん置いてありますね。

私は主に、インバータを制御するハードウェアの開発をしています。私たちの新しいインバータが完成すれば、太陽光発電の制御ができるようになります。発電量がピークになる時間帯をシフトしたり、出力を計画値に合わせたりと、再エネの制御が容易になります。現在一般家庭に設置されている太陽光パネルの多くは、今後10年ほどで寿命を迎えると言われていています。太陽光パネルに付随したインバータの取替時期に合わせて、私たちのインバータを導入してもらえれば、一気に地域マイクログリッドの構築が進むと考えています。私たちのインバータは、一般家庭向けの100Vや200Vといった低圧につながることができますので、ビジネスモデルとしても需要が見込めます。

一地元の電力会社や自治体と連携して、地域マイクログリッドの実証事業も計画しておられるそうですね。

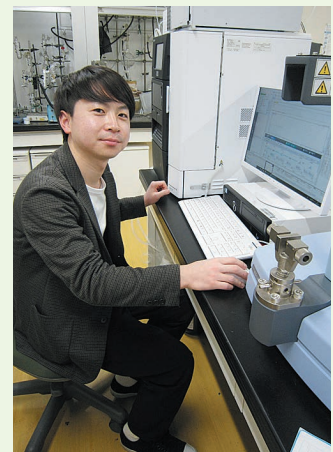
はい。数年後には東広島市内の地域センターをお借りして、可能であれば周りの複数の公共施設とつないで運用する計画です。県内の他の自治体でも、スマートコミュニティに関心をお持ちでしたら、実証場所をご提供いただくと助かります。エネルギーの地産地消ができるスマートコミュニティが増えていけば、将来的には中山間地で余った電気を蓄電池で都市部に運ぶ、災害時の電力供給源にするといった構想も夢ではありません。

▶ 若手研究者インタビュー

力に応答する高分子材料で破壊のメカニズムを解明

広島大学 大学院先進理工系科学研究科 助教 いまとう けいち 今任 景一 先生

専門分野：高分子化学
 経歴：2010年4月～2011年9月 九州大学 大学院工学府 物質創造工学専攻 修士課程修了
 2011年10月～2014年9月 九州大学 大学院工学府 物質創造工学専攻 博士課程修了 博士（工学）
 2012年4月～2014年9月 日本学術振興会 特別研究員（DC1）
 2014年10月～2015年3月 日本学術振興会 特別研究員（PD）
 2014年11月～2015年3月 スイス・フリブール大学 訪問研究員
 2015年4月～2016年3月 東京工業大学 大学院理工学研究科 博士研究員
 2016年4月～2018年12月 早稲田大学 先進理工学部 生命医科学科 助教
 2019年1月～現在 広島大学 大学院先進理工系科学研究科 応用化学プログラム 助教



一早速ですが先生の研究について教えてください。

力を中心とした刺激に応答する高分子材料の開発を進めています。材料は常に何らかの力を受けていますので、破壊や疲労、劣化が起ってきますが、それらの現象を明らかにして、どうにか打ち破りたいというモチベーションでずっと研究しています。特に、高分子材料は概念が提唱されておよそ100年で、鉄やセラミックといった他の材料に比べて歴史が非常に浅いので、高分子材料の破壊や疲労、劣化現象はまだ明らかになっていない部分が多いんです。そのためのアプローチとして、力が加わると色が変わったり、光を出したりするメカノプローブと呼ばれる分子を開発しました。それらを高分子材料に組み込むことで、ダメージがある部分がわかり、さらに破壊してしま

う前に修繕や取替もできるようになるのではないかと考えています。

—そのために必要なのが「力の検出」という機能なんです。

学生時代に僕が最初に開発したのは、引っ張ると青くなるゴムです。力が加わると青くなって、放置すると元に戻るという可逆的な変化で、ゴムなので形も元に戻ります。力が加わると、メカノプローブ分子の真ん中の結合が切れて2つの分子ができて、結合が切れた後の分子は違う色を持っているのでその部分が青くなります。人間の目に見える色は、どの波長の光を吸収するかによって依存していますから、分子の結合が切れる前と後では分子の共役が変わって吸収波長が異なってくるんです。さらに、青くなる分子は解離エネルギーが相対的に低いので、力が加わることで青くなる分子が優先的に切れて青色が現れるという仕組みです。また、結合が切れた青色の分子は、力を取り除くと自動的に再結合するので色も元に戻ります。

—先生が開発した分子はどのような材料に組み込めるのですか。

高分子材料であれば、ゴム状のものでも、ガラス状のものでも大丈夫です。有機ガラス、無機材料とのハイブリッド材料、ナノセルロースのような植物由来の成分を使った材料にも組み込んできました。

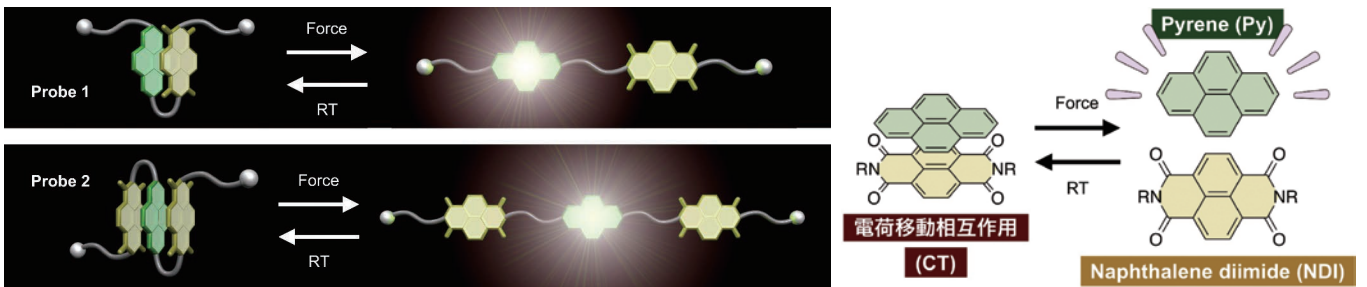
ダメージにも段階がありますが、例えば、目視では傷がついていないように見えるけれど青くなっているとしましょう。ということは、負荷が繰り返しかかって、分子の結合が切れて中で分解が起こっているということです。そうした現象を分子レベルで解明することで、ダメージに対して耐性のある材料の開発につなげられます。

—こちら（図を参照）は最近開発された新しいメカノプローブですね。

今まで話していた青くなる分子は共有結合の切断を利用していましたが、こちらは非共有結合です。共有結合は結合エネルギーが強いため、強い力をかけないと切れないんですが、非共有結合の相互作用は弱い力で外れることが知られています。ということは、弱い力にも応答する、感度が高い力の検出ができます。

蛍光性で電子豊富な分子（図：緑の分子）と電子不足な分子（図：黄色の分子）の間で生じる電荷移動相互作用を利用します。緑と黄色の分子はそうした相互作用によってくっつくことで緑の分子の蛍光性をオフにしますが、その相互作用は非常に弱いので、小さな力であっても互いが離れて蛍光性がオンになります。

先ほどの引っ張ると青くなるゴムは反射光が見えているのですが、蛍光（発光）は分子に光を当てると分子がその光を吸収して別の光に変換して出してくれるので非常に感度が高いです。このプローブを高分子の非常に長い鎖の真ん中の一つ入れるだけでも、非常に感度が高く相互作用が外れると光って見えます。特に、分子の真ん中は力が一番集中するところなので、一つだけでも十分なんです。



—緑色の分子が黄色の分子2つに挟まれたパターンもありますね。

プローブとしての理想的な機能は、力が加わっていない状態では全く発光が見えないけれど、力が加わるとはっきりと見えることです。上の図ですと、対になる分子が一つずつつかないのに、力が加わっていない状態でも、環境によって材料中で相互作用できていない分子があると、少し発光が見えてしまうことがあるかと懸念しました。下の図であれば、黄色の分子の片方が緑色の分子から離れていっても、もう片方で発光を止められます。ただ、上の方が感度良く光ります。

—老朽化している道路や橋梁といったインフラのモニタリングにも使えませんか。

インフラのモニタリングに使う時は、構造材料自体に入れる必要はありません。ポリマーはコーティングとしても使われますから、僕が開発した分子をコーティング剤に少量入れることで、低コストでダメージを検出できます。ただ、弱い力で結合が切れる、つまり感度が高いということは、せっかくダメージが分かっているのに、戻ってしまって分からなくなるという問題が出てくるので、結合が切れた後に光った状態を維持できる分子を開発しています。これなら、微小な力に反応して光って、かつ戻らないという、まさにいいとこ取りができます。光った状態を維持することができて、さらに光った状態で紫外光を当てると元に戻るバージョンも作りたいですね。特に材料の疲労現象の解明に役立つことが期待できます。可視光に反応すると自然に元に戻ってしまいますので、できるだけ日常環境にはない光で操作したいと考えています。

—光に応答する材料の研究もされているのですか。

高分子材料はすべて、高分子の一次構造および高次構造に依存して物性が決まります。以前所属していた大学で、光で分子を変化させると高分子の構造と材料の性質が変わる現象を見出し、その一つの実用として細胞培養用の足場材料の研究を始めたのですが、別の応用を今、広島大学で目指しています。

2種類の性質の異なる高分子ブロックがつながっているブロック共重合体という高分子は、自己組織化してナノからサブマイクロレベルで様々な周期構造をとることが知られています。高分子材料の分野では現在、様々な応用が検討されて大変注目を集めています。このブロック共重合体の周期構造を光で操作する研究に取り組んでいます。電子デバイスですと、ナノパターニング技術に応用するには相分離構造をナノレベルで制御することが必要ですが、本研究を実現できれば光だけで簡単に複雑で微細なパターンを形成できます。

今は、大きさも間隔もバラバラな不均一な構造であれば光で変換できています。ただ、ブロック共重合体本来のナノからサブマイクロレベルの周期構造ではなくなっているので、光による変換をナノレベルの周期構造で行うことが今後の課題です。

—10年後の目標はありますか。

高分子材料には軽いという一番の特徴がありまして、その特徴を生かして金属から置き換わっている分野が飛行機と自動車です。最新の飛行機は重量ベースで50%が高分子でできています。まだ実用化はされていないのですが、すべて高分子材料でできた自動車を開発する内閣府のプログラムに、僕も研究員として参加していました。将来は僕が開発した分子を使って、輸送機器にも耐えうる頑強な高分子材料の開発にチャレンジしたいですね。

—今後の研究の進展に期待しています。最後に、企業の方に一言お願いします。

僕が開発した材料を使って破壊や疲労、劣化現象を解明することで、より良い高分子材料の開発に貢献することが目標です。今は自分が面白いと思う機能性材料を作っているのですが、そうした新しい材料が企業にとって魅力的で、使いたいという要望があれば積極的に提供して、産学連携も進めていけたらと思っています。

—本日は貴重なお話を聴かせていただき、ありがとうございました

知財都市伝説「自分の特許権の範囲なら自由に製造販売できる」



<前回のあらすじ>

社長 A さんは、「座部」とそれを支える「脚部」を備えた椅子 A を発明し、特許請求の範囲がこれら2つの構成要素からなる特許出願 A をして、特許権 A を取得しました。特許権 A を取得したおかげで、A さんは、椅子 A の「座部」の上後部に「背もたれ部」を付けた椅子 B (椅子 B は、特許権 A の構成を全て含んでいます) の製造販売を止めさせることに成功しました。

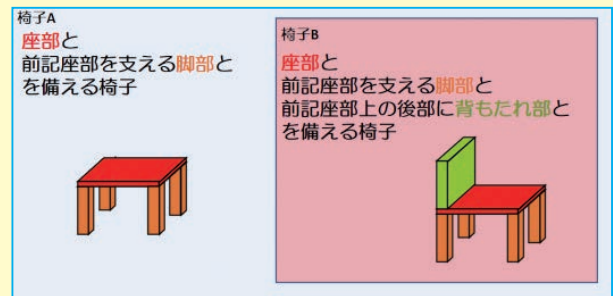
こうして特許権の効力に味をしめた社長 A さんは、「椅子 B も特許権 A の権利範囲なので、自分で製造販売してもいいんだ。」と考えて、椅子 B の製造販売を始めました。

それを知った社長 B さんは、椅子 B の特許権 B を持っている自分が製造販売をすることができないのに、なぜ社長 A さんは許されるのか腑に落ちません。

社長 B さんは出願を依頼した M 弁理士に相談しました。すると M 弁理士は、「特許法では、特許権 B の権利者である社長 B さんの許可なく A さんが椅子 B を製造販売する行為は特許権 B の侵害行為なので、止めさせることができますよ。」と教えてくれました。

社長 B さんは、M 弁理士と一緒に社長 A さんのところに行き、上記の説明をして椅子 B の製造販売を止めるように伝えました。

今度は腑に落ちない社長 A さんが別の N 弁理士に相談しました。すると N 弁理士は、M 弁理士の言うことは正しいので、椅子 B の製造販売を直ぐに止めるように社長 A さんに伝えました。さらに N 弁理士は、「確かに椅子 B は特許権 A の権利範囲だけ



れども、同時に B さんの特許権 B の権利範囲でもあるんですよ。」と教えてくれました。

土地に例えると社長 B さんは、社長 A さんの所有する特許権 A という土地の中に特許権 B という土地を所有できるようになったのです。椅子 B は特許権 A と特許権 B の両方の権利範囲となるのです。ということは、社長 A さんは社長 B さんの許可なく椅子 B の製造販売をすることができません。そのため椅子 B は市場から消えてしまいました。

<プロフィール>

永井 秀男

広島大学 学術・社会連携室 知的財産部 特任教授(知財戦略担当)
1987年広島大学修士課程修了、弁理士、工学博士

教訓

自分の特許権の権利範囲であっても、他人の特許権の権利範囲と重なる製品を製造販売すると特許権侵害となることがある。



■ スタッフ紹介 no.24

前川 慎喜 Shinki Maekawa

担当業務：知的財産

職歴等：特許庁より出向

ひとこと：

昨年4月に特許庁から出向し、広島大学で知的財産部長を担当させて頂いております。これまで約30年間特許に携わってきた経験を

活かし、特許を通じて大学の研究が皆様や社会により良く貢献するお役に立てればと思っております。特許について何かございましたら是非お声がけください。よろしく願いたします。

《問い合わせ先》

TEL：082-424-6559

E-mail：maekawas@hiroshima-u.ac.jp

編集後記

広島大学の本年度の授業はオンライン講義でのスタートとなりました。桜の季節は学生さんでにぎわう東広島キャンパスが、人もまばらで少し寂しいです。

私ごとで恐縮ですが、慣れ親しんだ大好きな母校から広島大学に赴任して1年が経ちました。当初は縁もゆかりもない、そしてちょっとだけ田舎な(ごめんさい)東広島キャンパスに戸惑いましたが、毎日広島のいいところを見つけるよう心掛けて過ごしてきました。今では広島弁が口をついて出るほど、すっかり馴染んで「住めば都」とはまさにこのことと実感しています。

1年間の取り組み成果が見えてきた時期に新型コロナウイルス感染症の関係でフェニックス協会の活動がほぼストップしてしまい残念ですが、引き続き感染対策を怠らず、元気に対外活動を再開できるよう、事務局一同準備を進めているところです。(E.S)

