自律分散型電力システムの研究開発と地域の脱炭素化への貢献

株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所
プラネタリーナビゲーショングループ
OESプロジェクト
地主（じぬし）　光太郎（こうたろう）

株式会社ソニーコンピュータサイエンス研究所
プラネタリーナビゲーショングループ
OESプロジェクト
川本（かわもと）　大輔（だいすけ）

1. はじめに

我々、ソニーコンピュータサイエンス研究所（ソニーCSL）は、再生可能エネルギー（再エネ）の導入を促進し、この分散設置される再エネをベースにした分散型電力システムと社会の在り方についてOpen Energy System™（OES）というコンセプトで研究開発を行っている。その内容、実証例、今後の展開について本稿では説明する。

2. 分散型電力システムが必要とされる背景

地球温暖化についての科学的な研究の収集と整理を行う政府間機構である「気候変動に関する政府間パネル」（IPCC）の第6次評価報告にて改めて確認されたとおり[1]、地球温暖化による気候変動が進んでいる。その温暖化に密接に関係している二酸化炭素の排出に対する各国の動きも活発化している。

日本を例にとる。2020年10月当時の菅首相が2050年までに二酸化炭素など温暖化ガスの排出量を実質ゼロ（カーボンニュートラル）にするとの政策目標を表明した。この目標を達成するためには、部門別で一番多く二酸化炭素を排出しているエネルギー転換部門（主には発電所での発電）[2]の脱炭素化、つまり二酸化炭素を排出する、石炭、天然ガスなどに依存しない発電が必要となる。実際、2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画においても再エネの最大限の導入が明記されている。

また、エネルギー問題全般に対する政策提言等を行う国際エネルギー機関（IEA）のNet Zero 2050[3]でも指摘されているが、2050年に脱炭素化を達成するためには従来の二酸化炭素を排出する化石燃料から太陽光や風力といった再エネに移行し、最大限活用していくことが必要となる。これらは特に変動性再生可能エネルギーとも呼ばれているとおり、発電量が天候等で変動する。電力システムでは需要（消費量）と供給（発電量）を常に一致させることが必須となる。従って、変動する再エネの発電量を需要とバランスさせていく調整力が必要となる。

また、導入の容易さから、様々なところに太陽光発電が置かれることになる。それに伴い電力を送る電力ネットワークの在り方も変わってくる。従来は、大規模な発電所を消費地から離れたところに建設していた。そこから消費地に向かって送電線を介して電力を送る一方向の流れだけであった。第6次エネルギー基本計画でもうたわれているが、大規模太陽光発電所の適地が少なくなった現在、今まで導入されていなかった住宅の屋根、自治体の遊休地など、様々な場所に太陽光発電を置く必要がある。その結果、従来、想定されていなかった電力ネットワークの末端から電力が流れ込んでくることになる。この新しい流れにどう対処するかも課題となってくる。

3. 我々のアプローチ

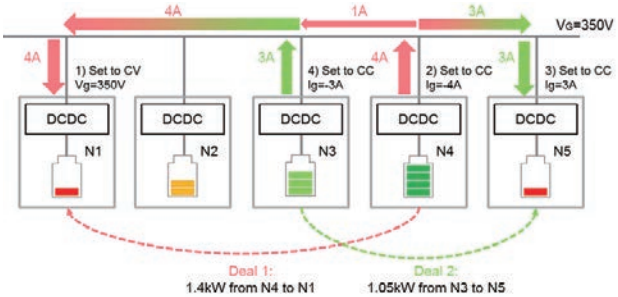
このように電力システムを再エネによる発電に移行して脱炭素化を進めていく上で、需給のバランスをとる調整力、新しい電力ネットワーク管理という課題が存在する。ソニーCSLは、この分散設置される再エネを活用する仕組みとしてコミュニティーなど小さい地域単位で自ら需要と消費のバランスをコントロールし、安定して運用、既存の電力システムと連携していく分散型電力システム：マイクログリッドに着目した。このシステムは一定の地域内で消費する電力をその地域内で発電、蓄電、配電し、地域で調整力を備えた分散型電力システムである。OESは、このマイクログリッドの仕組みを活用して、再エネを最大限に活用し、エネルギーの地域内循環を実現する分散型電力システムを中心に据えたコンセプトである。このOESの中核技術として、直流自営線で接続された蓄電池を活用し、需要と供給を1対1（Peer to peer）で自律的にマッチングさせて電力融通をすることでマイクログリッドを実現する制御技術APISを開発した。

4. 我々の技術

このAPISは以下の2つの技術からなる。1）Physical Peer to Peer電力融通と、2）自律分散協調制御である。

1）Physical Peer to Peer（PP2P）電力融通

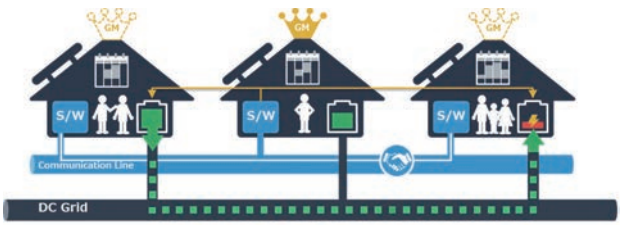
この技術の特徴は、定電流制御により蓄電池間で電力融通を行い蓄電池間の電力バランスを調整することである。従来の電圧制御による電力融通では一つの電力ネットワークにおいて定量での電力融通を実現することが難しかった。定電流制御により多対多、一対多、多対一など柔軟な組合せでPP2P電力融通を実現することで可能となり、需要と供給のバランスを調整できる。**図1**は、直流の電力ネットワークにおけるPP2P電力融通を示している。



■図1. PP2P電力融通

2）自律分散協調制御

APISでは各蓄電池に同一機能を持つソフトウェアを設置する。そのソフトウェアは蓄電池に設定された取引条件（時間帯ごとの目標SoC（State of Charge/充電率）、融通する電力量や電力価格など/以下、「条件」と略）に合わせて電力融通を実施する。それぞれの蓄電池は定期的にSoCと「条件」を比較し、電力融通を他の蓄電池に提案する。提案を受けた側は自分のSoCと「条件」を確認して、その提案を受けるかどうか決定する。提案を受け入れれば取引が成立し電力融通が実施される。この「条件」は蓄電池ごとに時間単位での設定が可能である。サーバー側から一括でこの「条件」を変更できる。各蓄電池は自律的に電力融通を成立させながら、センター側から電力融通をコントロールすることも可能となっている。



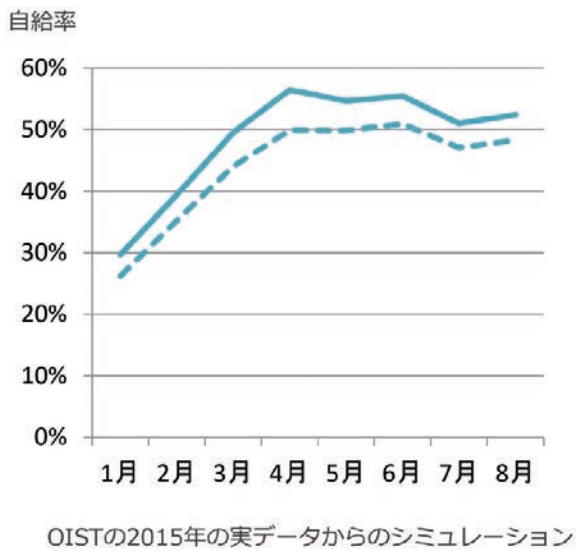
■図2. 自律分散制御

これらの技術を組み合わせることで以下の点を実現できる。

- 再生可能エネルギーの有効利用：蓄電池間の電力融通により、発電量の変動が想定される再エネの需給バランスを調整し、有効利用することができる。
- エネルギーの地域内循環：この仕組みにより個々の蓄電池の充放電をコントロールすることで、域内の電力余剰を特定の施設に集めることが可能となる。また、動く大容量蓄電池、EVにて電力余剰を受け取り、必要なところに運ぶことも可能となり、域内のエネルギー循環を実現できる。

5. OESの実証例

我々はこの仕組みをまず、沖縄科学技術大学院大学（OIST）の構内にある教員用住宅19軒で実証実験した。各住宅に太陽光発電とAPISを実装した蓄電池を導入し、2014年12月より2020年3月まで運用した（本実証実験は沖縄県“亜熱帯・島しょ型エネルギー基盤技術研究補助事業”の採択を受け、OIST、株式会社沖創工、ソニービジネスオペレーションズ株式会社との共同事業体で実施）。結果として、従来の電力システムと並立する形で新しい分散型電力システムを構成して安定的に稼働させ、単に太陽光発電・蓄電池を一軒一軒に導入するよりもより多くの再エネを消費することが実証できた（**図3**）。



■図3. 沖縄における電力融通の効果

このシステムは各蓄電池を直流自営線で結び付ければ比較的容易に構築が可能である。ただ、直流自営線を新たに敷設するには敷設コスト等の課題があり、導入する場所がある程度限定されてしまう。

そこで、我々は既に敷設されている交流の配電線を活用して同様に電力融通ができるようAPISを拡張、実証している。

場所は徳島県三好市池田町白地ウマバのワーケーション施設、ウマバ・スクールコテージである（**図4**）。この建物の交流配線と接続した蓄電池(**図5**)を活用して2021年10月来、電力融通の実証実験をしている（産官学のコンソーシアム、環境配慮型ワーケーションモデル創出会議にて実施）。

併せて、EVの蓄電池からECONET-Liteを活用して、CHAdeMO経由で、定量の電力の充放電についても検証している。2023年度には、市内の別施設に蓄電池システムと拡張されたAPISを導入予定である。実際の配電網とEVを活用した多地点間での双方向の電力融通を実施していく予定である。

■図4. ウマバ・スクールコテージと太陽光発電

■図5. 設置された蓄電池（村田製作所製）

この仕組みを活用して、地域内の家庭で発生する昼間の太陽光発電の電力余剰を、昼間に電力消費をする公民館等に電力融通することで、再エネを有効活用し、地域の脱炭素化に貢献し、エネルギーの地域内循環を推進できることを実証したい。

6. 今後の展開

我々の目的は、再エネを主体とした新しい分散型電力システムを実現して、脱炭素化を進め、地域のエネルギー面での自立性を高めていくことである。その一助として2020年12月にAPISをオープンソースとして公開した[4]。これによりオープンイノベーションを促進し、広くこの仕組みを導入できたらと考えている。

またAPISを様々なモノの余剰と不足のマッチングを行うシステムと再定義し、一定地域内のモノ、ヒトの流れの過不足を結び合わせて効率的に活用する仕組みに拡張できないかと考えている。

例えば、EVを電力余剰のある地域で充電し、電力が不足する場所に運ぶ時に、ヒトも一緒に運搬することで地域の二次交通に寄与する。また、スマート農業との組合せを考えてみる。農作物の収穫時期、量を想定し、もし余剰となる農産物が出た場合、地域内で必要な団体等の需要とマッチングさせて供給する。そういった域内流通システムへ拡張する可能性があると考える。このように電力だけではない分散型システムの追求、社会実装はソニー CSL一社だけでは到底実現できない。ぜひ、様々な方々と共創しながら推進していきたいと考えている。

参考文献

[1] IPCC第6次評価報告書 第1作業部会報告書 https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/IPCC_AR6_WG1_SPM_JP_20220512.pdf

[2] JCCCA 4−04日本の部門別二酸化炭素排出量（2020年度） https://www.jccca.org/download/65477?parent=chart&p_page=3#search（2022/11/17閲覧）

[3] IEA Net Zero by 2050 https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050

[4] Sony CSL APIS https://github.com/SonyCSL/APIS