

電力系統（供給信頼度維持）は

再生可能エネルギーとどう寄り添うか？

関西電力・大阪大学 西村 陽 様

「再生可能エネルギー」に対する正統的電力技術者、すなわち工学部出身で系統部門に入って他の部署を経験していない技術者の見方は一貫している。それは再生可能エネルギーが電力系統にとって害毒であり、それを吸収する能力をネットワークが備えて安定供給を守る必要がある、というものである。政治的理由で再生可能エネルギーが入ることを否定はしない。再生可能エネルギーがネットワークに導入される場合にはネットワークの強化と高速電源（水力・ガスタービン）の充実が第一だと考えている。それは先達から教わってきたノウハウを第一とし、外から学ばないという風土に多分に影響されていると思われる。

これまでの電力の歴史は大型化・大規模化の歴史であった。発電・送電にスケールメリットがあるため、大型化することで効率が向上するためである。そして需要変動に供給が自在に反応するという発想が一般的であった。電気は貯蔵が効かず、需要が大きく変動するためである。こうして系統運用ができるようになったのは 1920 年代であり、この形で世界中どこでも電力系統は運用されている。しかし 2000 年代に入ってこの傾向が初めて変わった。そのきっかけの 1 つはガス火力発電の発展によるプラントの小型化である。また太陽光発電についてもパワーコンディショナーの分野で革新があり、直流で集めた電力を交流で送り込むことができるようになった。また需要サイドのネットワークでも HEMS や家庭内 IoT などの技術革新が起こっている。

正統的な電力技術者は電力系統を「正弦波（交流）で同期した多くの発電機とそれらをつなぐネットワークで構成されたものであり、それによって需要側の変動と系統内の事故事象（停止等）に対応して信頼度を維持（停電防止）している」と捉えている。従って正弦波で動悸しない発電システム、すなわち太陽光や風力など地熱やバイオマス以外の再生可能エネルギーは需要の一種であって発電機でない、と考えている。需要の変動に加えて再生可能エネルギーの変動も加わる状況では電力系統でより強い変動吸収力が必要で、周波数調整能力を持った電源（揚水・水力・高速ガスタービン）を十分持つ必要がある、というのがトラッドな電力技術者の見方である。ただし日本では揚水発電は非常に充実している。しかしこうした見方が完璧に正しいかというところ世界的には他の選択肢を活用しているところも多くある。

太陽光発電大量導入の電力系統上の 3 つの障害として関西電力が挙げている課題は「天候任せな発電量」「出力変動が大きい」「配電系統に広く分布」である。世界の中では太陽光発電の普及が急速に進んだために停電が起こったところもあるが、日本ではそこまでの事象は今のところ発生していない。「天候任せな発電量」に対しては出力予測やバックアップ電源の確保が対策としてありうる。「出力変動が大きい」ことに対しては既存発電機や需給調整力の向上となる。「配電系統に広く分布」していることが日本では特に課題となっている。配電用変電所からの距離が遠く

なると電圧は下がっていく。配電網はそれを織り込んで設備を構築しているが、太陽光発電が入ってきて余剰発電分が系統に入ってくると配電網の途中で電圧が上がってしまう。これを回避するために変電所に電圧調整器を設置する必要がある。

関西電力では堺港に保有している 10MW の太陽光発電所と石津川変電所に設置した実証用の蓄電池システムで実験を行った。この実験では太陽光発電の出力に応じて蓄電池からの出力を調整し、制御そのものはうまくいった。ただし実証に使ったニッケル水素電池は 4 年間の実証ですっかり劣化してしまった。一方で配電系統における監視・制御の高度化についても実証を行っている。日本では末端の制御装置まで通信装置が入っているため、配電系統の細かな監視・制御が可能になっている。これはこれまで総括原価方式のもとで多額の投資を行ってきたためでもある。

先日行われた「未来投資に向けた官民対話」で安倍総理が節電のインセンティブを抜本的に高めるため「ネガワット取引市場」の創設について発言した。そのコアがアグリゲーションや VPP ということになる。2016 年にネガワット取引市場についてはかなり法整備が進んだ。しかし日本では電力市場で価格スパイクが起これないので、ネガワット取引のインセンティブは薄い。現在行われている取組は、新たなまちの開発にあたって住民に協力を呼びかけたり、工場やオフィスをアグリゲートして調整力とし kW 対価を支払ったりするものである。一方 VPP は一般に量をコントロールするものであり、瞬間的な周波数制御に資するものではない。それでも一定の意味があるとすれば、再生可能エネルギーの出力抑制を回避することで再エネ事業者にサービスができる、小売事業者に対してインバランス回避のサービスができる、といったメリットが考えられる。そもそも再生可能エネルギーが普及すれば kWh の価値は下がっていくので、それ以外のところで価値を出していくことを考えなくてはならないと思う。

アメリカにはユーティリティと呼ばれる事業者が存在する。ユーティリティは配電と小売の両方を担っている。ニューヨークや PJM エリアではこうした事業者が複数存在している。またニューヨークのユーティリティは全ての小売事業者のコールセンターサービス、検針・集金業務、請求・収納、引越契約管理を行い、その対価を託送料金で回収する。なお日本では検針は配電会社が行い、その他は各事業者が行うというテキサス型になっている。アメリカではネットメタリング制度が行われており、太陽光発電を導入する需要家が増えると託送料金の対象となる電力量が減少してしまう。すると託送料金そのものが上昇してしまい、それがさらに需要家の離脱を招くというデス・スパイラルが懸念されている。託送料金は選挙に晒されている州知事の権限で管理されており、簡単に引き上げることができないという事情もあり、伝統的な方法以外で費用効率的に託送料金を抑制する方法を模索している。すなわち顧客のリソース（太陽光発電、CHP、DR、EV）を統合して電力会社の運用に活かそうとしている。彼らがこうした方向に動いているのは、日本の電力会社のように総括原価方式ではなく予算制約があるためだと考えている。

ニューヨーク州公益事業委員会の Ziebelman チェアマンの話では、「Utilityこそが電気事業のイノベーションを先導すべき。配電部門の役割を認めない欧州とは違う考え方」「デス・スパイラルが起これるため、Utilityに他の発展可能性を持たせる必要がある」「ニューヨークにはまだ需要増大地域があり、従来どおりの投資計画を建てさせるととても高額な設備を作ることになってしまう。様々な資源の調整力を活用することで託送料金負担を抑制することができるだろう。REVは従来型の配電投資計画・建設の Alternative だと言える」とのことだ。