

2019年7月12日

再生可能エネルギー100%への道(上)

普及はユーザーが主役

ビジネスとしての成立には一層の参加が必須

特任研究員 小林光 (東大大学院総合文化研究科客員教授・工学博士、元環境事務次官)

再生可能エネルギーの導入を飛躍的に増やすには、送配電網(グリッド)を自在にコントロールして需給を調整する技術、仕組みが極めて重要になる。「エコ買いな!?’では、3回に分けて、論者が各地で見てきた再エネ利用拡大を目指すグリッド上の技術的、制度的な新工夫を報告する。第1回では、ハワイと福島の事例を紹介する。ハワイと福島の共通点は「フラ」ではなく、再エネ100%を目指している点だ。これら二つの場所で見つかった、再エネを増やすために役立つ知恵や経験のスケッチである。結論から先に言えば、ユーザーは単なるお客様でなく、エネルギービジネスの主役の一人になる必要があるということだ。

1. ハワイが示す10年後の日本

ハワイ州は米国の中でも脱炭素に最も注力する州と言えよう。2018年の州法2182号では、2045年までに電力を含む全エネルギーはすべて再生可能エネルギー、または再エネ起源にすることが宣言されている。カリフォルニア州も18年に、同じく45年までに電力の二酸化炭素(CO₂)排出量をゼロとすることを州法で宣言しているが、加州は、対象を電力に限った上で、燃料も再エネには限定していない。ハワイ州の方が一層前向きとも言える。

現在の達成状況は、最も目標から遠いオアフ島でも、2017年通年の実績で、電力の21%が再エネ(半分以上が太陽光)起源になっている。日本のエネルギー基本計画の再エネ導入目標が、2030年に電源構成の22~24%となっていることと比較すると、10年以上先を走っている。

論者は、東京大学先端科学技術研究センターの瀬川浩司教授の指導する産学連携プロジェクトの現地視察として2月末にオアフ島を訪れた。小売りと送配電を独占的に担うハワイ電力の苦労や対応方針、再生可能エネルギー利用を増やすための現場の知恵を各所で聞く機会を得た。コーディネーターは、カリフォルニアを本拠とし、ハワイに詳しいコンサルタント、クリーンエネルギー研究所の阪口幸雄氏であり、短期間に濃密な情報収集ができた。論者は、ハワイには環境をテーマに約25年前に約1年間在住していたほか、ここ10年間にも2度ほど訪問したことがある。今回の訪問を総括すれば、再エネ利用への熱意の高まりが確実に実を結びつつあることを強く感じた。

1.1 一般の電力ユーザーの力も借り、双方向の電力流通技術を導入

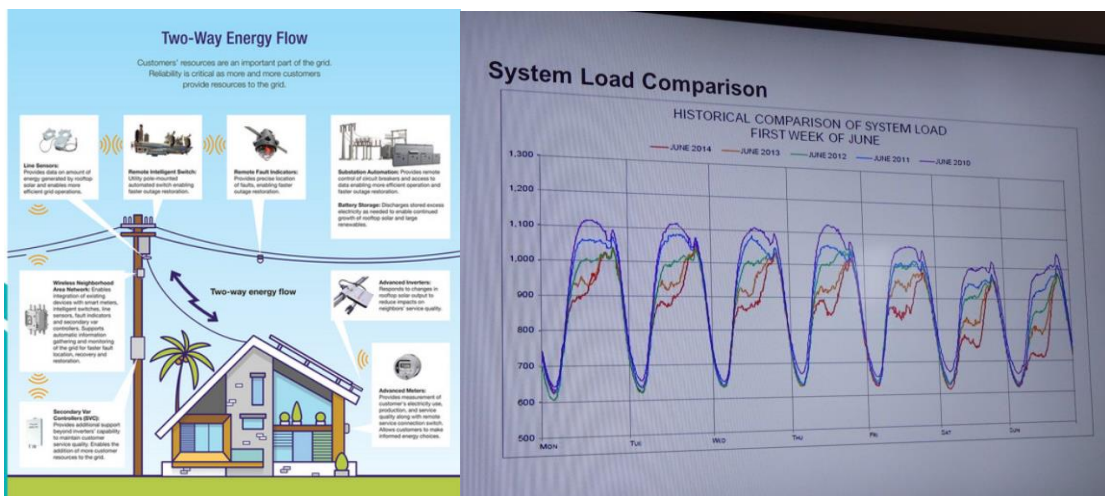
ハワイ電力本社を訪れ、まず聞いたことは、電源側の動きである。実は、ハワイの太陽光発電は、現時点では個人の屋根に置かれているものが中心である。日本で固定価格買取制度(FIT)による事業規模発電が始まる、その以前のように、個々の電力需

要家の余剰電力の逆潮流（配電網を通じて電気を戻すこと）が相当のシェアを持っている。ハワイの太陽光奨励策は、FIT よりも買い上げ価格は低いが、ハワイ電力から購入する電気料金と同額で買い上げ電力と購入電力を差し引きする「ネット・メーターリング」を長い間採用してきた。さらに、ESCO（エネルギー・サービス・カンパニー）サービスのよう形で初期投資を民間が担い、電力消費者は、これまでよりも安い電力料金で太陽光発電を享受できる事業も盛んであった。特にネット・メーターリングに加え、税額控除による導入支援もある。太陽光パネルへの支出が、連邦の所得税控除になるだけでなく、ハワイの場合は、州税の控除にもなって、初期費用のおよそ8割が負担軽減される。何もしないと高い電気代となる一方、太陽光発電をするとなるとほとんど初期投資負担不要という手厚い優遇策のお陰で、ハワイの個人所有の太陽光発電パネルは爆発的に増加してきた。オアフ島の場合、2017年の年間発電量ベースで総電力の9%を個人の発電パネルが担っている。

またハワイ電力へ電気を卸す独立系発電事業者（IPP）は、今後、数十から100超M（M=メガは100万）W級の太陽光発電所を建設、あるいは計画している。驚いたことに、IPPとの契約では、午後5時以降4時間の電力卸供給可能なことが義務付けられたPPA（電力購入契約）になっている。夕刻になっても、なお4時間分の供給継続ができる容量の蓄電池を備えていないとハワイ電力へ電気を卸せないわけだ。大規模蓄電池付きにもかかわらずハワイ電力の購入価格は10セント/kWh（約11円）程度の廉価。ハワイの太陽光発電は、強力な調節能力を持った大規模発電所が主流になっていこう。

それでも問題となってきたのは、システムの電圧や周波数の不安定である。ブラックアウトの危険も迫ってきている。夕刻などには、太陽光発電が急速に減少し、火力発電所の焚き増しが追い付かない。かろうじて逆潮を続ける個人所有のパネルも、そこに設けられているパワーコンディショナーが旧型である場合、システムの電圧が下がると、太陽光発電システムを守るために自動的に解列してしまう仕掛けになっており、ミリ秒といった短時間にシステムの電圧低下が加速してしまうそう。

図1 ハワイでは再エネ導入に様々な工夫がなされている
 (左) 家庭から逆潮を受け入れる措置 (右) 昼間電力量減少の推移



(資料) ハワイ電力

そこでハワイ電力は、系統を守り供給責任を果たすために様々な手を打ってきている。そこには個人電力ユーザーに求められる新しい役割がある。10年先に行くハワイから私たちが学べることは多い。

既に述べた、卸売り事業用太陽光発電所における夕方の蓄電池からの放電の義務付けと発想を一にして、個人持ちの発電パネルに設置するパワコン、インバーターは、系統の電圧が下がっても逆潮流を続けられる賢いもの（advanced inverters）が奨励されている。特に、時間に限らず無制限に認められてきた個人の逆潮も、余剰電力買い上げに関する最新のメニューでは、個人宅に蓄電池があることが前提。午後5時から朝9時までに限って比較的良い価格（約15セント/kWh）での逆潮が認められ、ネット・メーターリングによる随時の逆潮は新規には認められなくなった（ただし、蓄電池なども前述の税控除の対象になる優遇策は続いており、家庭での再エネ投資は2年半程度で投資回収でき、日本よりは手厚い再エネ支援が続いている）。

需要の制御にも踏み込んだ取り組みも行われている。従来はハワイ電力自体が需要家に直接要請して、需要削減や過剰電力の吸い込みをしているが、今後は、公募された節電仲介業者（アグリゲーター、当面2社）が需要の制御を一括して担うそうである。「2020年には総需要の10%程度を制御したい」と期待していた。需要制御の際には、需要端の各地に置かれた蓄電池や電気給湯器なども活躍するであろうし、全島では既に6900台を数える電気自動車の活用も視野に入ってくるようであった。ここでも、一般電力ユーザーの新しい出番が出てきているのである。

1.2 電力料金制度の改革など、ユーザーのコミットメントを強化

ハワイ電力によれば、系統電力が購入する太陽光発電単価の大幅な低下にもかかわらず、系統側の安定化に必要な設備投資に伴い、電力の小売価格は上昇せざるを得ないという。オアフ島でも現行の5割増から2倍程度の40～60セント/kWh（ハワイ島では45セント）へと価格上昇が予想される。

そうなると、論者が懸念するのは、分配面の副作用である。お金持ちや屋根面を多く持つ事業者は高額な電気代支払いを避けるべく、太陽光発電パネルと蓄電池を購入し、そして税額控除の恩典を受ける。他方で、太陽光パネルなどに投資できない人、あるいは投資しても控除を受けるほど納税していない低所得者は、インセンティブを感じず、高くなる電力価格を支払い続けなければならない。集合住宅に住む人は、所得が高くても太陽光パネルを置く場所がない。これらの人々のためには追加的な対策が必要になるように思われた。

この面でもハワイ州は挑戦している。一つは、電力料金の仕組みでの対応である。既に、すべての顧客について消費量がゼロでも月額25ドルの基本料金を負担する仕組みに変えられ、太陽光パネルを持つ高所得層の負担を相対的に増やした。今後、行動変容によって高い電力価格を回避できる時間帯別電力料金制度を強制的に導入することが検討されている。二つめは、アパート住民のためには、コミュニティ・ベースド・ソーラーという仕組みで、集合的な投資によって離れた場所に太陽光パネルを持つ場合にも税控除を受けられる仕組みが導入され、実例ができつつあるようだった。いずれも、電力ユーザーに対し再生可能エネルギー利用拡大へ向けた今以上のコミットを求めるものである。論者としては、この場合の自家託送の制度面の取り扱いなど、この取り組みの今後の発展に注目したい。

2. 再エネを核とする新地域モデル創造——福島への挑戦

論者は、2月中旬と6月下旬に、当センター同僚研究員らと共に福島県を訪問した。同県は、「原子力に依存しない、安全・安心で持続的に発展可能な社会づくり」を復興の理念にしている。「県民が主役となり、県内で資金が循環し、地域に利益が還元する…エネルギーの地産地消を推進する」と決め、これに従い2012年、再生可能エネルギー推進ビジョンにおいて、2040年ごろを目途に、県内のエネルギー需要の100%以上に相当する量のエネルギーを再エネによって生み出す、との目標を定めた。まさに日本のハワイ州である。

2015年度の、電力のみに関する実績では、(託送などの需給の紐づけを考慮した地産地消ベースではなく、総量ベース)27.3%が再生可能エネルギー起源の電力となり、ハワイ全島の2017年実績と同等となり、2017年度実績では、15年度比で、太陽光の約60万kWの発電容量の積み増しがあり、70%に相当するまでの発電を果たした。エネルギー全体についても、再エネ率は、2017年度には30.3%になった。

以下では、ここまで積み上がってきた再生可能エネルギーが直面する課題とその克服の知恵に注目しよう。

2.1 大規模再エネ発電の首都圏への販売——自前で送電網整備

既にハワイで見たように、比較的小きなグリッドに、変動著しい太陽光で発電した電力などが大量に出入りするとシステムの安定性が損なわれる。他方、福島県が属する東日本圏のグリッドは大きく、他方でそこに占める再生可能エネルギー比率はまだ小さい。東電ではFIT対象の電気を含めて8%程度である(2017年度)。その意味で、地産地消ではなく、地産のエネルギーを広域の大きなグリッドに(したがって高い電圧で)注入するのであればハワイ電力のような悩みは当面免れ得る。しかし、この作戦にも課題はある。それは高圧線の空き容量の問題である。

これに対しては、福島では「民営の送電線整備」が開始されている。一つは、浜通り地方にある8か所合計約18万5000kWの太陽光発電所の電力を、福島第一原子力発電所用の、東電の空き高圧送電線にまでつなぎ込む双葉北部送電ルート。もう一つは、風力発電所を中心とする13か所の電源、合計約42万kWをつなぎ込む計画の阿武隈北部・南部送電ルートである。これらの計画上(未着工分も含んだ)の総延長は約80km、総額約290億円と見込まれる投資であるが、国・県の半額補助の下で、福島送電合同会社(本社は福島市、福島県・東京電力・東邦銀行が出資)が事業主体となり、民間事業者(電力をつなぎ込む各再生エネ発電会社)の負担で民営共用の送電線が整備されつつある。合計の発電能力では65万kWの規模を目指すものであって、これだけでも、オアフ島であれば、2017年にあった商業規模、家庭規模の全太陽光パネルの合計能力(約67万kW)にほぼ等しい。

図2 民営の送電線計画（左）と太陽光発電所から民営送電網が地下に入る所（右）



（資料）福島県再生可能エネルギー導入推進連絡会・2018年2月公表の資料、写真は筆者撮影

送電開始は、2020年3月を予定している。往々にして政府に頼りがちな日本にしては、草の根の力が発揮された話である。推進力となっているのは東邦銀行や福島県が主体となって2013年に設立された福島発電（福島市）。再生可能エネルギーを通じて地域の経済社会に貢献することがミッションであり、社名にある発電はもちろん、ここで見た送電、そして次で見るように小売りにも影響力を行使している。この送電事業モデルでは、発電会社の収入はもちろん、送電会社の収入も地元還元されるが、消費自体のメリットは首都圏が得る。利益すべての地元還元を目指す地産地消とするなら、福島の消費者に近いところでのもう一步の工夫が必要だ。次にその工夫を見よう。

2.2 地域密着型のグリッドの試み

福島発電は、2018年、葛尾（かつらお）村と合弁で葛尾創生電力株式会社を設立した。福島発電が2000万円、葛尾村が2200万円出資している。事業費総額8億円を投じて、2000kWの太陽光発電所、3000kWhの蓄電池及びEV2台を設け、さらにそれらからの電力を法人（20口）や個人宅（80口）に配電する自営線延長4kmを設けることとして工事中である。営業開始は20年末であり、目的は、地産エネルギーの開発利用のみならず、地域の雇用創出、魅力向上、ブランディングに置かれている。前述した再生可能エネルギー推進のビジョンにまさしくかなう事業である。

この葛尾創生電力は、村の中心部では、住民や法人の賛同を得て独占的に電力を供給する（特定送配電の）グリッドを営むほか、村外への電力小売り、隣接自治体に立地する太陽光発電所の敷地管理の請負などを担って収益を増やし、その利益を村内に極力還元するというビジネスモデルを営む。電力料金は、現行の東北電力よりも1～2%程度は安く、売り上げは、ほとんど村内に落ちる。実は、2000kWの太陽光発電所の電力が、東北電力の高圧送電線に空きがなく、つなぎ込めないことがあった。そうしたことを踏まえた工夫としては、太陽光発電等の規模の選定がある。太陽光発電の電力が余らないようにする。その結果、予測上は、供給域内の電力に対して発電・蓄電による供給力は55%になり、不足分は系統から部分供給を受けることとなっている。

完全に独立したグリッドを目指さない身軽さが「地産地消の現実解かな」と論者には思われた。

この意味で、県北の新地町の熱電併給のグリッドも同様に身軽な発想をしている。新地町は放射能汚染地ではなく津波被害地である。幸い仙台と結ぶ基幹の天然ガスパイプラインが通っており、ガスを分岐させる形で使える便利な立地にある。そこで、津波で壊滅した既存市街地を嵩上げし、震災復興のまちづくりとして新しい発想の環境共生型の土地区画整理事業が行われた。中核は、町有の天然ガスコージェネ（図3、操業に当たる指定管理者は、町や石油資源開発、京葉プラントエンジニアリング、NECなどが出資する新地スマートエナジー）で、排熱を活用する発電を行っている。発電出力は設備容量では175kW、年間発電量は98万7000kWh（このほかに能力50kWの太陽光発電パネルも電力を生産している）であり、排熱利用量は4,690GJ（G=ギガは10億、J=ジュール）を計画している。総合熱効率は概ね87%とされている。生産された熱は、土地区画整理で生まれた新地駅近くのホテル、温浴施設（温泉を加温）、複合商業施設、文化センター、体育施設などに対し1.2kmの距離を熱導管で供給される。また、電力は、この駅近くエリアに自営線により供給される。けれども、コージェネが電力負荷に追従するのではなく熱需要を満たすように稼働するため、この地区の電力需要をフルに満たすことは考えない軽装備になっている。また需要家側の諸施設の屋根には数多くの太陽光発電パネルが載っているが、もったいないことに、現時点では、逆潮流は行わない設計になっている。

図3 新地エネルギーセンターの外観（左）と内部の熱供給システム（右）



（日本経済研究センター撮影）

葛尾村にせよ、新地にせよ、地産地消を第一ステップとして身軽に具体化する発想は大変優れていると思われる。けれども、地産地消の拡大ということであればなお課題は多い。

まずはエネルギー需要家の一層の参画である。葛尾では、村内中心部の特定送配電地区での住民の積極的な供給業者交代意識、地産電力の受電意識がまだまだ育っていないとは言えないようであった。新地町でも安定的な熱需要になると見込まれる農業系施設（そこには施肥効果の見込める排ガス中のCO₂供給も構想されている。）の立地がまだ決まっていない。新地では、また、ごく近所に下水道の終末処理場もあり、それとのエネルギーのやり取りも、スマートグリッドの拡大上の大きな課題であり、チャンスでもあろう。

その他に、制度に関連する現場的な課題も見られた。例えば、葛尾であれば、国道には新規の電柱が設けられないとの規制がある一方、東北電力はその有する既存電柱の貸与に消極的である由である。また、新地には限られないが、各戸建て住宅に置かれる太陽光パネル電力の FIT を利用しない近隣での融通のための低圧託送などの規制緩和も今後の課題である。

3. 電力流通の抜本的な規制改革を

いずれにしてもエネルギーを使う人や組織が、エネルギーを使うだけでなく、作ったり、貯めたり、あるいは、エネルギー需要の時間的な調節を行える時代になった。こうした人々はお客様だけではいられず、エネルギーシステムのプレイヤーにならないといけないし、プレイヤーになるよう仕向けることが必要だ。そのためのルール整備も喫緊である。例えば、前述の既設電柱の共用、低圧の電力の逆潮・近隣融通の解禁のほか、低圧託送の料金大幅引き下げ、小規模融通の場合の同時同量原則の撤廃なども、政策当局や既存の大電力会社には考えて欲しいものだ。こうした「お上」側の協働に向けた姿勢が、ハワイに比べ日本、そして福島においてですらまだ消極的な感じがする。今後、世界に劣後しないかと心配になる。

今回は、福島と山梨で進む再エネ起源の水素製造の現状と課題を紹介したい。

本稿の問い合わせは、研究本部（TEL：03-6256-7730）まで

※本稿の無断転載を禁じます。詳細は総務・事業本部までご照会ください。

公益社団法人 日本経済研究センター

〒100-8066 東京都千代田区大手町1-3-7 日本経済新聞社東京本社ビル11階

TEL:03-6256-7710 / FAX:03-6256-7924