

2019年8月20日

再生エネ 100%への道 (下)

需要側からのビジネス提案こそ具体化を

――鹿児島・甕島(こしきしま)、沖縄・宮古島から学ぶこと

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)

本稿では3回連続で、再生エネルギーの利用をどんどん増やすための各地の挑戦を報告している。1回目には、まずはグリッドそのものにおける努力を紹介し、2回目には、グリッドの上流で二次再生可能エネルギーを製造するところを見た。今回は、最下流の需要サイドからの眺望である。

(上)の冒頭に紹介したハワイと同様に、国内の離島でも、電力の製造原価は高いので、地産の再生可能エネルギーからの発電に置き換えることにより、エネルギー費用の削減と島外に流出する資金を減らし地元への支出を増やすことにつながる可能性が出てくる。離島はいわば日本の縮図であって、日本がしたいことの先行試験場なのである。今回は、グリッドが模型的に分かりやすく、かつ、電力の平準化の仕掛けとして電気自動車の使用済み蓄電池を活用するとの試みを行っている甕島、そして、低圧配電線のレベルにたくさんの太陽光パネルや、逆に電力を消費するエコキュートなどを置いて、これらのコントロールを行うことで、系統の上位グリッドも喜ぶ形で利益を出して再エネ利用率を高める、という宮古島モデル、この2つのディマンド側からのアイデアを紹介する。

1. EV中古バッテリーの活用、再エネ電力の品質向上――住商の試み

甕島(こしきしま)は、薩摩川内市に属し、九州本島の沖合30kmに浮かぶ、人口5千人程度の離島であり、白亜紀の断崖などの風光で知られる。論者は、再エネ活用・蓄電事業開始1年半後の2017年5月末に現地を訪れ、また、最近の事情を、この事業を担う住友商事から伺った。

島の人口集積地は上甕島の里で人口2千人弱、そのほかに大きな電力需要としては自衛隊のレーダー基地がある。電力需要は、年間のピークで7MW(7000kW)、平均的な最大需要は4MW(4000kW)程度である。薩摩川内市は、よく知られた原発立地自治体である。けれども、原発は、固定資産税収や定期検査時の宿泊や飲食、バス・タクシーなど移動に関する経済効果はあるものの、立地する自治体の持続的な経済発展に対しては特別の恩恵をもたらさないことに気づき、同市は、地産の再生可能エネルギーの活用を力を入れている。2013年策定の「次世代エネルギービジョン」には種々の取り組みが収められているが、その一環として、市内離島の甕島について、いわば、再生可能エネ活用モデル地域となるように、市役所は新しい試みを支援している。

ここで紹介するのは、住友商事、日産自動車、そして地元薩摩川内市が事業主体となる、甕島「みらいの島」共同事業である。この事業は、いくつかの太陽光発電所や風力

発電機がつなぎこまれた島内の九電グリッド（メインの電源はディーゼル発電機。九州本島とはつながっていない。）を相手に、これに独立してつながる、大容量蓄電池が電力を吸い込んだり吐き出したりして、需給調節等を行うことにより、系統全体として極力多くの再生可能エネルギー起源の電力を使えるようにすることを狙ったものである。このグリッドの操作可能な電力需要としては、前述の蓄電池（日産リーフに搭載して後、退役した中古リチウムイオン電池 36 台分、システム出力は 800 kW、容量は約 600kWh）に加え、現役の電気自動車（日産の e-NV200）40 台（島内の車両の 1 割に匹敵、合計の蓄電池容量は 960kWh）が投入されており、DR（需要調節）、特に上げ DR（再エネ電力が豊かな時に電力を吸い込む）能力にはかなりのものがある。ちなみに、固定して系統安定化用に置かれるリユース蓄電池システムの瞬時の吸い込み、吐き出し能力の 800kW とは、平均で 4000kW になる島内全需要から考えると、その 2 割程度の幅の需給変動であれば、どのような需給変動にも瞬時に応答して平準化できる能力だそうである。



写真 1：中古のリチウム蓄電池群を収めるコンテナ（旧浦内小学校校庭）（筆者撮影）

住友商事では、単に再エネ電力を量として増やすだけでなく、この中古リーフ蓄電池を使って、電力の変動速度をなだらかにし、波形もきれいにして電力の質を高めるアンシラリー（皺取り）サービスを商売として行って、島の低炭素化やエネルギーの地産地消に役割を果たせないか、と考えている。

甬島のグリッドはとても分かりやすい。電源側では、調節可能な電源として、前述の九電の持つ合計で 13MW(13000kW)超のディーゼル発電機があり、さらに、調節はできない電源として、小さいが 250kW 級の風力発電機、100kW（旧浦内小学校）及び 10kW（老人福祉センター）の太陽光パネル等がある。将来的には、さらに 1MW（1000kW）程度の太陽光発電所（メガソーラー）を設け、再エネ出力、全部合わせると合計 1.6MW 程度を、平均的な電力消費が 4MW（4000kW）程度のグリッドに流し込もう、というのが構想である。これだけの再エネ出力を甬島の小さなグリッドに流し込むためには、中古リーフの蓄電池による瞬時吸い込み吐き出し能力の 800kW による出力安定化の働きが欠かせない。

この構想が実現すると、晴天昼間ピーク時の再エネ起源電力割合が約 40%、1 日全体の再エネ電力割合は 10%弱程度になると見込まれている。ハワイなどに比べると、ささやかな目標ではあるが、国内有数のエネルギー地産地消アイランドが実現する。

本事業は現時点では技術的な実証授業であり、その意味では、概ね目的を果たしている。例えば、同島の昼間ピーク時の再エネ起源電力比率は最近では 10%超となった。2015 年の運用開始以来 4 年以上、この中古蓄電池システムは一度もトラブルを起こさずに、質の良い電力を島内に流し続けており、自動車部品の高信頼性が裏付けられた点も重要である。また、風力発電機の出力は極めて短い時間スピードで変動するところ、相当に早い情報伝達を行えばリチウムイオン電池による吸い込み吐き出しで相殺し、系統安定化は可能であることも分かった。

しかし、民間の持続可能な営利事業として成り立たせるとの目標の達成の目途はまだ立っていない。それは、どうやら技術的な理由ではないようだ。論者の理解するところ、甑島のグリッドを預かる九電が、発電事業者そして送配電事業者としての立場から、この系統の安定化のために、今後もっぱら働くことになる蓄電池をどう位置づけ、その働きの対価をどのように考えて払うのか、という制度的な整理が事業開始以来 4 年以上経つのに「できない」ことにあるようであった。知恵不足、決断力不足と言うべきか、残念でならない。

2. 需給協調で年間 25 億円の収益改善の可能性――宮古島の挑戦

宮古島は、甑島から 1000km、那覇からでもさらに 300km 南西方向の、太平洋と東シナ海の境辺りに位置する。東洋一白いと言われる前浜ビーチなど風光明媚な点で甑島にひけをとらないが、地質は新しく、最終氷期の後の、今から 1 万年前かそれ以前にできた隆起サンゴ礁の島である。人口は 5 万 5000 人と、甑島の約 10 倍。電力需要のピークは 60MW (6 万 kW) 程度であって、これもほぼ 10 倍である。グリッドの中心は沖縄電力の合計 75.5MW の火力発電 (主に C 重油焚きのディーゼル) であって、そこへ、風力、太陽光 (それぞれ能力ベースで 4.2MW と 4MW) が電力を流し込んでいる。また、需要端には、屋根置き太陽光パネルが合計で約 22MW (能力) ある。再エネ電源の能力がグリッドに占める割合は甑島よりは高い。けれども一次エネルギー自給率は 2016 年で 2.9%と、日本全体 (8.3%) よりも相当に劣った状態にある。

同島は、2008 年に、エコアイランド宣言をし、島の暮らしの持続可能性を高める取り組みを市政の中心課題に据えた。そして、2018 年には、さらにステップアップを行って、宣言バージョン 2.0 を行った。「千年先の、未来へ。」と題し、島としての持続可能性を固めるために、5 つの指標と 2030 年、2050 年の数値目標とを定めた。指標はサンゴ被度や地下水の窒素濃度などユニークなもので、それらに加え、エネルギー自給率が取り上げられた。ハワイ州には劣るが、2050 年に 48.9%を目指す。このため、電力や燃料の省エネを現状比 20%以上行った上で、太陽光パネルを 10 倍近く増加させるなどにより、電力ベースでは、約 92%を再エネ起源にする計算にしている。

その実現策として期待されているのが、沖縄出身の電気技術者・比嘉直人氏が音頭を取る、再エネ電力を生み出す再エネサービスプロバイダー事業と系統安定化を果たしつつ再エネ電力を流し込むエリア・アグリゲーション事業である。一言で言えば、需要側の積極的な行動によって需給協調を果たし、もって再エネ活用の最大化を目指すビジネ

モデルである。論者は、日本経済研究センターの同僚研究員らと7月半ばに同島を訪れて、見学をさせていただいた。

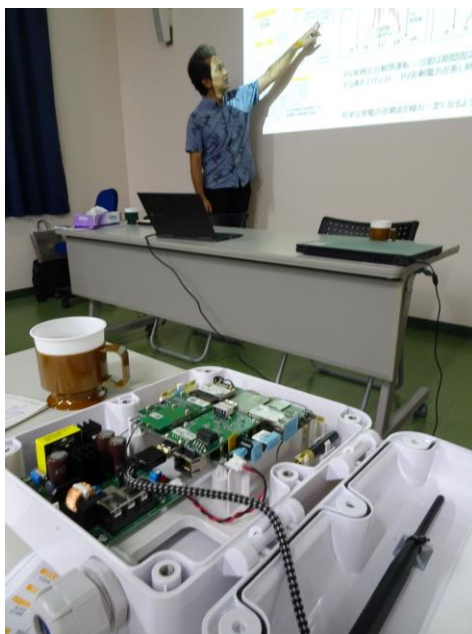
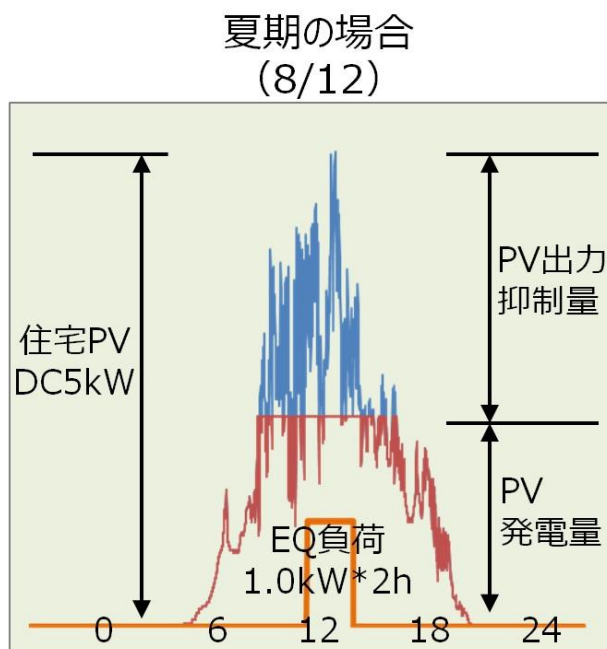


写真2 HEMS-GWを前に熱弁をふるう比嘉氏（筆者撮影）

再エネサービスプロバイダーとしては、太陽光パネルを普通の家庭に置かしてもらい、その電力を自家消費で使ってもらうのがまず基礎である。そこだけでは、既存の屋根借りモデルと同じだが、まずは、太陽光パネルの施工を含めた徹底的な低価格化が図られている（ただし、同島は強力な台風の常襲地なので、頑健化や耐腐食性能はむしろ高度になっている）。そして、その上で、遠隔的に操作されるHEMS-GW（HEMSは住宅のエネルギーを管理・制御するシステム。GWは、gate wayの略。HEMSを遠隔操作するコントローラーともなっている）経由で太陽光出力を制限できるパソコンを設置している。ちなみに、このHEMS-GWは、この事業のために特別に設計されたもので、これも塩害に強く、しかも廉価であることに徹底してこだわって製造されている。

さて、どう制限しようとするのか、そこがユニークなのである。（中）で紹介した山梨県米倉山の水素製造事業と似て、太陽光電力のうち一番使いやすい良質な部分を逆潮して沖縄電力に売るのである。グラフを見てみよう。太陽光の出力を示すギザギザ線の青い部分は出力抑制され、赤い部分のみが逆潮売電されるのである。これは一軒一軒のグラフだが、エリア内で複数の家からの売電と合わさると、こうした低位出力帯はもともと変動性が低く、分散平滑化効果が高いため、安定した出力の太陽光（PV）電源として系統側にとっても嬉しいものにできる。さらに、全体として太陽光発電が過剰となるような場合は、さらに出力制限を強めることもできるし、あるいは、エコキュートを遠隔的に沸き上げて、折角の良質電力が高く売れないようであればこれを有効利用し、夜に使う温水の形で蓄えることもできる。グラフの一番下部の矩形の部分は、エコキュート（EQ）へ供給された電力を示す。したがって、売電量は矩形の線と赤色の線のグラフまでの間の距離の分となる。

図1 宮古島未来エネルギー社（再エネサービスプロバイダー）によるPV常時出力制限運転とエコキュート沸き上げ時間帯シフトの模式図



これでは折角の太陽光発電が擦切られて、もったいない、と思うのが普通だが、比嘉氏の宮古島での実測によると、通年の出力制限（例えば、7月は30%の高出力部分をカット、12月は60%をカット）をしても年間発電可能総電力量の90%は活かせるのだという。サービスプロバイダーとしては、なるべく屋根を借りているお客様に電力を自己消費させるか、次善には、固定価格買取制度（FIT）の価格でたくさん逆潮売電するのが経営上有利だと思いがちだが、比嘉氏は、そうではなくて、グリッド側が喜ぶ質の良い電力をタイムリーに供給することでグリッド側の買い上げ単価を一層高いものにしてもらうことの方が総利益は大きくなると算盤をはじいているのである。ちなみに、このビジネスモデルは、FITとは無縁に成り立つところがミソである。

同氏の試算するところでは、グリッドにおける最大負荷に対する平均負荷の割合（負荷率）が現状は49%であるところを、仮に、75%にまで高められれば、宮古島のグリッドでは年間25億円の収支改善になるとのことだ。これは沖縄電力が離島全体で発生させている供給赤字としてかつて発表した75億円の約3割に当たる。そこで出てくるネガティブ・キャッシュフローが沖縄の利益に貢献するだけでなく、その何がしかが宮古島の再エネサービスプロバイダーや、さらには、その上に立って需要側の電力の吸い込み・吐き出しを調整するエリア・アグリゲーターに与えられたとしよう。こうした地元事業者の商売が成り立ち、消費者のエネルギー支払総額は減って、そして、地産再エネが使われCO₂が減る、というハッピーなディールが可能になるのである。もっとも、負荷率を75%にまで高めるのは容易ではない、比嘉氏は、コストのもう一段の低下を前提として家庭用蓄電池を需要制御の追加手段として大々的に使う計画であるし、電気自動車も、あるいは家庭用電気温水器も活用する構想である。同島独自の地下ダムの水は農業灌漑用水に使うために地上タンクへ汲み上げられるのだが、そのポンプの稼働や灌漑散水が電力過剰時に行われるよう制御するための準備も着々と進んでいる。こうした話

は夢物語ではない。既に、宮古島未来エネルギー社によって市営住宅 202 戸に、太陽光発電合計 1.2MW、エコキュート 120 台が置かれて遠隔操作が始まっている。ぜひ、沖縄電力との間でウィン・ウィンのディールを建設的に進めて、需要側からの提案を大きく具体化してもらいたいものである。



写真3 遠隔操作用 HEMS に対応したエコキュートが設置された市営住宅（筆者撮影）

3. 卒 FIT で好機、需要側の再投資促す制度改革を期待

分かりやすい事例として2つの離島での挑戦を紹介した。ここに見たように、需要側が再エネ利用で収益しつつエネルギー総費用を引き下げ、グリッド側も裨益できる、という仕組みは十分に形成可能だと思われる。日本で長年続いた、グリッドが電力を売るだけのビジネスモデルに拘泥することは、新ビジネスのチャンスを奪い、国民の利益を毀損するものと言えよう。資源エネルギー庁などで、末端の電力ユーザーがプロシューマーとして登場できるような舞台づくり、ルール整備がようやく考えられだしたようだが、グリッドの延命のための微温的な改良ではなく、CO₂削減も含めた国民の利益をきちんと確保できる大胆な改革を期待する。

こうしたときに一つの参考になると思われるのが、ドイツの、ゾンネン (Sonnen) 社のビジネスモデルである。論者はまだ現地を訪れたことはなく、聞いたところに過ぎないが、その中心的なアイデアは、各家庭に同社販売の太陽光発電パネルと蓄電池を置いた上で、蓄電池相互を通常の配電線を借用してつなぎ、全体を再エネ最大利用の条件で統合運用することにある。

ゾンネン社は、ヴィルズポルズリートという田舎町に本社を置く、2010年創立のベンチャー起業の会社である（本 2019 年にシェルの完全子会社になった由）。4 万以上の蓄電池（設計はソニー）を家庭に売っただけでなく、上述のように、各家庭をつないで再エネ利用の極大化サービス事業も行っている。このつながれた家庭はゾンネン・コミュニティと呼ばれ、わずかな額（20 ユーロ/月）の会費を支払わなければならないが、そこに属せば、電力が不足する時は、他のお宅の蓄電池などから系統よりも安い価格で再エネ起源の電力を売ってもらえる。さらに、遠隔操作で電力吸い込み・吐き出しを行う VPP (ヴァーチャル・パワープラント) 機能も果たせるそうである。こうした相互融通で、コミュニティ全体として、太陽光 100%の暮らしもできるところにまで来ていると聞く。

このビジネスが成り立つ背景には、優れた蓄電池が量産効果で安く買えるようになったことがあることはもちろん、それだけでなく、日本のように厳しい電力事業者への様々な技術的規制がなく、また、既存配電線を利用した低圧での託送が、これまた日本のように禁止的な高料金ではない（一説には、さらに、連邦政府の託送補助があるとも言われる。）こと、といった仕掛けがある。ドイツはできて、日本ではできない。その理由は、こうした、既存の商売に適応してガラパゴス的に進化した日本の規制にあるのではないかと思われてならない。

日本では、FIT 以前から太陽光発電を行っていた環境意識が高いご家庭が、卒 FIT の時期を迎える。FIT 初期に、高額な太陽光パネルに資金を投じたご家庭も環境意識は極めて高い。これから続々登場する卒 FIT のご家庭の、もともと高い環境意識を活用し、これらのご家庭に、今度は個別蓄電池に、あるいは甕島のような集中型蓄電池に投資をしていただき、九州本島でも、そして本州でも、甕島や宮古島の夢がかなえられることになったらすばらしい。卒 FIT の、しかし、環境価値を立派に持っている逆潮電力を 7 円、8 円/kWh といったジャンク料金でただ買い上げるなどはもってのほかであって、価値が活かされる仕組みを作るべきである。また、FIT の下では許された低圧逆潮あるいは託送が、FIT 切れになったら（技術的には引き続き問題なくとも）許されなくなる、などという理不尽を今後許してよいはずはなく、経済産業省の本気の制度改革を望みたい。もちろん、宮古島の夢を日本全土でかなえるなら、消費者側にも「損して得取れ」の考えで相応の行動変容が求められるし、また、ゾンネンの成功事例で見られるような政府の財政出動も、初期段階では必要であろう。例えば、実際に他の家庭に託送され有効に使われた再エネ起源電力には、1 kWh 当たり仮に 1 円の補助が、エリア・アグリゲーターなり再エネ・サービスプロバーダーなりに対して、エネルギー特会から支払われてもいいように思う。こうした、CO₂削減量に応じた、いわば出来高払いの補助金は、事業者の創意工夫を損なわず、長期的な事業計画を立てやすくさせ、かつ、成果比例なので効率性が高い。こうしたことは特会を預かる環境省に考えてもらいたい。官僚が、補助要件を事前に細かく定めるなどは、電力事業を保護する過剰な規制と同じで、非効率である。少なくとも成果主義補助金（コースの補助金）に置き換えてほしいものである。

こうした新しい改革の先導者として甕島や宮古島には、苦勞や知恵を国民皆と分かち合いつつ、是非とも成功してもらいたい。

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