

自然エネルギーで脱原発はできるか？（Ⅳ） ～卒FIT太陽光発電と蓄電池の有効利用について！～

技術士（衛生工学・建設・環境）・第一種放射線取扱主任者等
環境計画センター 専任理事 鍵谷 司

はじめに

「環境施設」前号（第163号、2021.3発行）では、国の方針である「再エネ主電源化」に向けた取り組みのうち、自然エネ発電の最大の欠点である発電量が、時々刻々と大きく変動する不安定な電源であり、その対策として、揚水発電所、電力を融通しあう広域連系線並びに蓄電池による安定供給システムの確立が不可欠であることを紹介した。

とくに、電気を貯めることができる蓄電池が電力の供給並びに需要の平滑化に有効であり、再エネ発電、電力系統、家庭、企業、地域において蓄電池を活用する取り組みについて紹介した。

私は、2000年6月から自宅に太陽光発電設備（3.9kW）を設置し、2019年5月をもってFIT対象が終了した。現在は故障しており、ほとんど発電していない。今後の対応を考えながら、この卒太陽光発電設備の活用について調べている。なお、前回の内容は下記の通りであり、今回は③について取り上げたい。

- ①再エネ発電における蓄電池の導入
- ②送配電ネットワーク（電力系統）における大型蓄電池の導入
- ③家庭（住宅用太陽光発電）における再エネと蓄電池
- ④企業における再エネと蓄電池
- ⑤地域における再エネと蓄電池

ところで、政府は2021年4月に、2030年の温室効果ガスの排出量を2013年の46%削減することを表明した。従来の目標は26%削減であったのでかなり大幅な削減目標である。環境省をはじめ、経済界や専門家から再エネの導入促進が主張されて

いる。しかしながら、再エネ、とくに自然エネルギー発電の拡大は、発電量が大きく変動するリスクについてはまったく触れていない。これについては次回で紹介したい。

1. 卒FIT住宅用太陽光発電設備の活用について

私は、2000年6月に住宅用太陽光発電設備（3.8kW）を設置したが、2019年11月にFIT対象期間が終わり、当初48円/kWhの売電価格が、1/6の8円/kWhに低下した。15年を経過してから急激に発電量が低下し、最近ではほとんど発電していない。発電パネルの部分故障、配線の部分断線などを想定しているが、まだ対応できていない。

いわば、卒FIT太陽光発電設備の活用について検討しているところであるが、故障した太陽光発電設備の修復あるいは廃棄についても検討が必要であり、悩ましい。自分の事例の場合は、どのように対応すべきかについて思慮しながら、蓄電池の活用について検討した。

1. 1 卒FIT太陽光発電設備の推移

【余剰電力買取制度の経緯】

再生可能エネルギー固定価格買取制度（FIT）は、特別措置法（FIT法）に基づき、2012年7月1日にスタートした。それ以前の2009年11月に太陽光発電の余剰電力買取制度が始まり、余剰電力を10年間同じ金額で買い取る制度である。2019年11月に制度開始から10年が経たので、固定価格での買取りが終わる。しかし、太陽光発電は継続しており、売電も可能であるが、その対応を含めて「2019年問題」といわれた。

とくに、自然エネルギーの普及促進のために、太陽光発電の売電価格を48円/kWhと当時の買電価格の2倍に設定され、非常に高額だった。が、FIT終了後の売電価格は各電力会社が自由に設定することができる。経産省は11円/kWhを目安として設定したが、現実には7～9円程度である（詳細は「環境施設」、第158号、pp.56-64（2019.12）および第159号、pp.47-53（2020.3）参照のこと）。なお、事業用太陽光発電の買取期間は20年とされているので、当分、FIT制度に基づく高額での買取が続く。

このように、この2019年問題が起こった時点から高額での売電はできないが、太陽光発電は継続するので自家消費および売電はできる。いわば、「FIT（固定価格買取制度）を卒業」との意味合いで「卒FIT太陽光発電設備」といわれている。

【卒FIT太陽光設備の状況】

2009年度以降に設置されたFIT認定住宅用太陽光発電設備については毎年の設置数が計上され、10年を経過すると対象外となるので、年度別の卒FIT太陽光発電設備は正確に算定できる。

表1に示すように、2019年11月からFIT買取期間が順次終了するが、2019年の11月・12月だけで約53万件が対象になり、累積では、2023年までに約165万件、670万kWに達し、これらが自家消費または余剰電力の自由売電に移行していくことになる¹⁾。なお、事業系太陽光発電設備のFIT買取期間は20年なので、2029年以降に卒FIT太陽光発電設備が発生することになる。

1. 2 卒FIT太陽光発電の活用方法について

FITに基づく高額での買取が終了した住宅用太陽光発電では、売電期間が終了した後も発電する。昼間は、消費電力よりも発電量が多いので、売電することができる。地域の電力会社により変動するが、売電価格は8円/kWh程度であり、極端に低額になる。現在（2021.4）、買電単価が29円/kWh程度なので、1/3以下である。つまり、売電収入が極端に少なくなるので、余剰電力をより有効に活用できる方法が各社から提案されている。代表的な方法について簡単に紹介する。

基本的には、図1に示したように余剰電力の活用には大きく二つに区分される。

○「選択枝1」：自家消費の量を増やす

⇒蓄電池、エコキュート等機器、ハイブリッドカーなどの自動車の充電

○「選択枝2」：管内の大手電力会社以外の電力小売業者と自由契約で売電する

【①蓄電池の活用】

太陽光発電システムに蓄電池を組み合わせ、余剰電力を有効に活用する方法である。つまり、

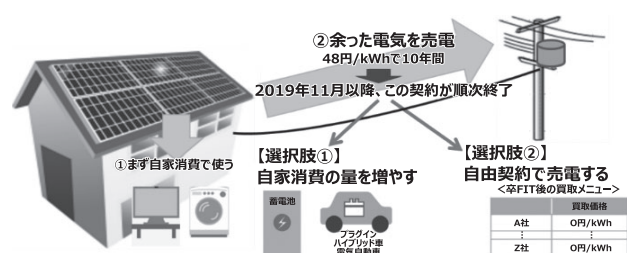


図1 FIT後の家庭用太陽光発電設備の有効利用事例²⁾

表1 卒FIT太陽光発電設備の件数と累計

発電開始時期	卒FIT時期	卒FIT件数	(累計)	卒FIT容量	(累計)
～2009年11月	2019年11月	53万件	53万件	200万kWh	200万kWh
2009年12月	2019年12月				
2010年	2020年	20万件	73万件	82万kWh	282万kWh
2011年	2021年	27万件	100万件	114万kWh	396万kWh
2012年	2022年	34万件	134万件	139万kWh	535万kWh
2013年	2023年	31万件	165万件	135万kWh	670万kWh

日中に発電した電力は余るので売電していたが、これを蓄電池に貯めておけば、天候不順で発電量が不足する時間帯や発電しない時間帯の消費電力を昼間に発電した電力で賄うことができる。これにより買電量は大幅に少なくなり、電気代の低減に寄与する。

最近では、単に蓄電池に貯めるだけでなく、電気使用量や発電量の「見える化」や家電の自動制御を行う省エネ機器と組み合わせて、電力を無駄なく活用するシステムあるいは蓄電池そのものにAI機能を搭載し、効率よく電力の充放電を行えるものもある。いずれにしても、蓄電池は高価なので、低価格化が普及の鍵を握っている。

【②エコキュートやエネファームへの活用】

余剰電力を蓄電してエコキュートやエネファームの電源として利用することにより電気代を大きく低減化できる。

「エコキュート」は、電気代の安い夜間電力を使ってヒートポンプでお湯を沸かす方法で、一般的な電気温水器よりも電気料金を抑制できる。本体価格が50～80万円程度である。一方、「エネファーム」とは、家庭用燃料電池での発電と発電時に発生する熱で湯を作る。燃料電池の原料は天然ガスであり、これから水素を生成して空気中の酸素と反応させて電気を作る。いわば、自家発電設備であり、電気と温水を作れるが、本体価格はおおよそ300万円と高額である。

【③電気自動車の充電に利用】

余剰電力を自動車の蓄電池に充電すれば電気代は無料になる。電気自動車の蓄電池は、容量が大きいので、災害時には電源として使用でき、災害対策としても注目されている。電気で行く自動車には、エンジンと電気で行くHV（ハイブリッド車）・PHV（プラグインハイブリッド車）と、電気のみで行くEV（電気自動車）がある。CO₂削減および環境保全等の観点から、ガソリン車から電気自動車へと転換が進められており、余剰電力や安価な夜間電力による充電が注目される。

とくに、一般的な家庭用蓄電池は4～12kWhの容量であるのに対し、電気自動車は10～40kWhと容量が大きいので、より長い時間、電化製品を使用できる。なお、PHV（プラグインハイブリッド車）とは、ハイブリッド車（HV）に外部充電機能を加え、ガソリンでも走行できるが、電気だけで走る距離を大幅に長くしたエコカーである。

【④電力会社を変えて売電する】

FIT制度による売電期間が終わった後の大手電力会社10社の対応は、変動はあるものの売電価格は7～9円/kWhであり、我が家（関西電力）の買電価格29円/kWhの1/3～1/4程度である。2016年に電気事業法が改訂され、電気小売りが自由化されたことにより売電先の選択肢は広がっている。これらの事業者による余剰電力の買取価格は10～11円/kWhで2割程度は高い。なお、小売電気事業者とは、大手電力会社や新電力など電力の小売を行う事業者を言い、他に電力会社と需要家の間を仲介して電力の需給バランスを調整する事業者（アグリゲーター）がある。

1. 2 卒FIT太陽光発電設備の活用について

自宅は築20年を経過し、かつ老夫婦二人の世帯であり、電気使用量は年間4,000kWh程度である。現在、2019年11月に卒FITとなった太陽光発電設備は故障中であるが、修復して有効に活用したい。一方、2011（平成23）年8月にハイブリッド車プリウスを購入して10年を迎える。ハイブリッド車には、充放電できる蓄電池が搭載されているので、これを太陽光発電の余剰電力で充電する利用が思いつく。

今後、脱ガソリン車へと移行することは世界の潮流であり、電気自動車の普及促進は急激に進みそうである。いずれ家庭用蓄電池の普及が、自然エネルギー発電の拡大、電力使用のピークカットや購入電力の低下等に寄与し、結果的に二酸化炭素排出量の削減に大きな役割を担うと考えられる。

(1) 現状（売電）と蓄電（自家消費）の概算

京都市内の自宅は関西電力のエリア内であり、従量電灯Aで契約している。現在、卒FIT太陽光発電設備で発電した電気は、従来通り、昼間は家庭内の電気として使用し、余剰電力が自動的に送電（売電）されている。が、買電単価は、再エネの普及とともに賦課金が高くなっている。現在（2021.4）では、買電価格は29.1円/kWhであり、このうち、再エネ賦課金は2.98円で、ほぼ10%強を占める。なお、2019年4月に関西電力よりFIT終了後の売電価格は8円/kWhと通知されている。

ところで、卒FIT太陽光発電が従来と同じように発電（現在、故障中）したと仮定した場合、年間4,000kWhの発電量に対して買電が50%の2,000kWh、売電が50%の2,000kWhとして、現状の電気代を適用すると負担額は次のように算出できる³⁾。

①太陽光発電設備がない場合；4,000kWh/年×29.1円/kWh＝年116,400円の負担

②太陽光発電設備を再起動（補修）した場合；補修費は未定

※従来と同様に余剰電力を売電した場合；42,200円の負担。従来の約1/3。

・買電負担額； $(4,000 - 2,000 = 2,000) \times 29.1$ 円
＝－58,200円/年

・余剰電力の売電収入； $2,000\text{kWh} \times 8$ 円＝＋16,000円

③蓄電設備を設置した場合；蓄電池容量10kWhを設置したと想定

※発電電力4,000kWhをすべて充電できるとして買電量はゼロになる。

つまり、年間116,400円が節約できることになる。ただし、蓄電設備費や蓄電池の寿命があるので、目安に過ぎない。

余剰電力を安価（8円/kWh）で売電するより、できる限り有効に自家消費した方が経済的には有利であるが、蓄電設備の設置費とメンテナンス費の負担を検討する必要がある。むしろ、蓄電設備を設置するのであれば、余剰電力をすべて蓄電し、昼間に消費すれば、8円/kWhではなく29円/kWh

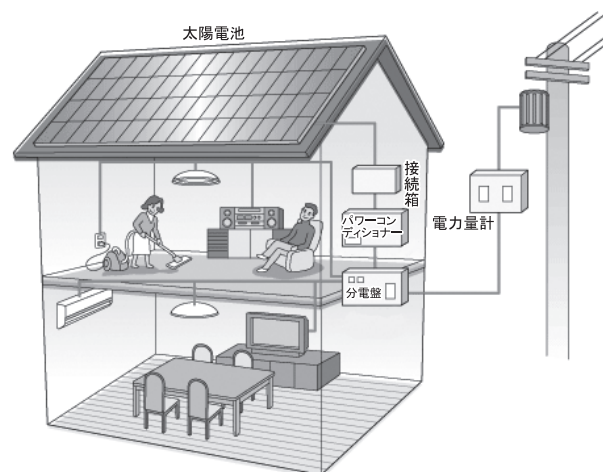


図2 太陽光発電システムの仕組み⁴⁾

で売電することと同じことなので、経済的に有利であろう。また、蓄電設備があれば安価な深夜電力（買電事例；13.25円/kWh）の活用など選択枝が広がる。なお、省エネ設備の設置費には、国及び自治体による補助制度があるので、交付条件を確認する必要がある。

(2) ハイブリッド車（ガソリン＋蓄電池）への充電利用

自宅には太陽光発電設備が設置されており、かつハイブリッド車を愛用している。ガソリン車と比べるとその燃費はおおよそ2倍の20km/リットルであり、ガソリン代はあまり負担にならない。卒FIT電源をより有効に活用する方法には、最初に自動車の蓄電池への充電が考えられる。蓄電池を搭載しているので、余剰電力を蓄電して活用する有効利用が考えられる。

【①ハイブリッド車（HV）への充電は？】

このように燃費の良好なハイブリッド車に、余剰電力による充電はできないのであろうか？

ハイブリッド車は基本的に外部からの充電は不要なシステムであり、ガソリンエンジンがその動力源、つまり、充電は不要なシステムなのである。仮に、蓄電池に充電できるとしても住宅用電源は交流であり、一方、市販の汎用ハイブリッド車は蓄電池なので直流電源である。つまり、住宅用電

源を直流にし、電圧調整できる給電設備が必要なので、改造はかなり費用がかかりそうである。

ところで、最近では、通常のガソリン車やハイブリッド車でもAC（交流）100V電源を使用できる車種が増えている。ハイブリッド車に1,500Wの外部給電機能を搭載すれば、停電時でも電子レンジや冷蔵庫などほとんどの家電を動かせる。車内にAC100V用のアクセサリコンセントを備えるハイブリッド車では充電が可能である。

なお、ハイブリッド車には、補機用蓄電池（鉛蓄電池）と駆動用蓄電池（リチウムイオン蓄電池、ニッケル水素蓄電池）が搭載されている。補機用鉛蓄電池が容量不足になると始動できなくなるので、他の蓄電池から充電（DC（直流）12V）が必要になる。

【②プラグインハイブリッド車（PHV）】

最近では、車載バッテリーに家庭用電源などから直接充電できるプラグインハイブリッド車（PHV）が注目されている。PHVも基本構造はハイブリッド車（HV）と変わらないが、ハイブリッド車に比べて搭載するバッテリーの容量が大きいので、蓄電池による走行可能な距離がハイブリッド車に比べて長いことが特徴である。

蓄電池による走行距離は、プリウスHVが2～数km程度に対してPHVは60kmと公表されている。満充電・ガソリン満タン時の電力量は約40kWhであり、災害時や停電時にこれだけの電力を外部へ給電できる。一般的に家庭における1日の電力使用量は約10kWh以下であるので、4日から5日分の電気を供給できる。なお、基本的に走行中ガソリンを消費しないが、ガソリンのみでの走行も可能であるので、安心して長距離も走行できる。しかし、通常のHVと比較して数十万円から100万円ほど高額である。

（3）余剰電力の高度利用；蓄電池と住宅給電⁵⁾⁶⁾

近年では、昼間に太陽光で発電した電力を蓄え、夜間に充電できるように蓄電池機能を搭載したシステムがある。1日に10kWhの太陽光発電による

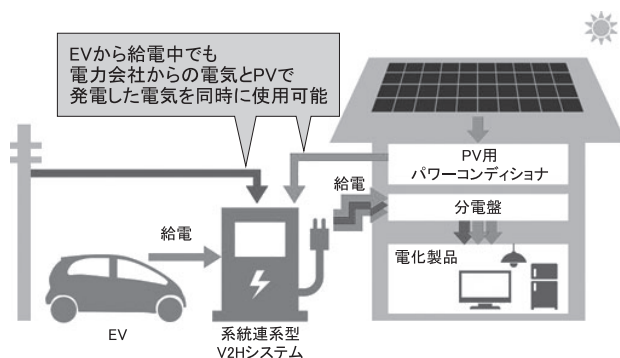


図3 充放電器を設置した余剰電力の利用事例⁵⁾⁶⁾

電力を蓄えるとすべての消費電力を賄えるので、電気代（電費）はかからないことになる。太陽光発電の利用はしだいに高度化し、容量の大きな蓄電池との組み合わせにより、自ら電気を作り、自ら使う、いわば地産地消を指向しつつある。

- ①従来、蓄電池を設置して余剰電力を夜間にも使用して電気代を少なくする。
- ②100/200Vのコンセントを設置してハイブリッド車や電気自動車の充電に利用する。
- ③充放電機器を導入し、車の蓄電池の電力を家庭に供給する（図3）。
- ④蓄電機能付き充放電器を導入し、車が外出中でも家庭の電力を賄える。

誌面が限られているので、ここでは、概要に留めおく。新築住宅の場合は、太陽光発電設備設置も容易であり、車の蓄電池利用、蓄電池から家庭内電気の給電、安価な深夜電力の使用、停電や災害時の対応など多くのメリットが広がる。

今後、このようなシステムが普及すれば、価格の低下へとなびくことになり、さらに、電力消費の削減は二酸化炭素の排出削減に寄与することから国や自治体による補助制度も充実してきているので、注目事項である。

まとめ

自然エネルギー発電は、気象に大きく影響を受け、発電量は時々刻々と大幅に変動する。この不安定発電をバックアップする電力供給システムを構築しなければ、再エネの普及は抑制される。その「切り札」の一つは蓄電池の利用である。とく

に、FIT対象期間を終えた卒FIT太陽光発電設備は、発電をし続けるので余剰電力が生じるが、その売電価格は買電価格の約1/3以下と安価である。

この余剰電力を有効に活用する方法の一つとして家庭における電力需要を大きくして余剰電力の発生を抑制する方法、ハイブリッド車の充電に利用する、あるいは余剰電力の充放電設備を導入して車の蓄電池のみならず住宅にも給電できる方法、さらに停電時や災害時における非常用電源として重要な役割を担うシステムなどが実用化されている。蓄電池の容量や寿命に関するデータ不足、設置価格など調べきれなかったが、蓄電池の利用は、自然エネルギー発電の普及に欠かせないとの結論に至った。

おわりに

自宅に2000年6月に太陽光発電設備（京セラ製、3.8kW）を設置し、2019年11月にFIT対象が終了した。その結果、従来、余剰電力を48円/kWhで売電していたが、卒FIT後は8円/kWhと安価での売電になった。発電設備は現在、故障中であるが、これを修復して活用する方法の一つに蓄電池利用がある。2011年8月にハイブリッド車を購入し、10年を迎える。当然、これには容量の大きな蓄電池が搭載されており、余剰電力の活用が思い浮かぶ。ハイブリッド車に対する充電の可否、充放電機器による車、住宅給電等による余剰電力の有効利用や災害時の緊急電源等、安全、安心な日常生活を確保するために活用する方向が見えてくる。

今後の、二酸化炭素排出削減に自然エネルギー発電は不可欠であるが、発電量が極めて不安定であるので、普及が進むと安定な電力供給が難しくなる。その切り札の一つが、蓄電池の活用であり、あらゆる場面で蓄電池の利用が進むことが予想される。

【追記】

ハイブリッド車（HV；プリウスの事例）とは

ガソリンと蓄電池を併用し、蓄電量が不足するとエンジンが始動して走行及び充電する。また、ブレーキ時のエネルギーを回収して発電して充電する。ハイブリッド車の蓄電池は、通常の車と同じく補機用に鉛蓄電池（12V）、駆動用にリチウムイオン電池56個（容量5Ah、1時間容量）とニッケル水素イオン電池28個（6.5Ah、3時間容量）が積載されている。なお、電圧は表示されていないが、電池1個の電圧が、リチウムイオン電池は3.6V、ニッケル水素イオン電池は7.2Vとされているので、電池数から計算すると直列で約200Vになる。後者は前者よりもかなり安価である。

また、駆動用の蓄電池容量は、リチウムイオン電池は1,008Wh、ニッケル水素イオン電池は1,310Whであるので、合計約2.3kWh程度であり、2kmから数kmの走行ができるとの情報もある。走行条件が不確かであり、信頼できないかも！

なお、最新の日産電気自動車リーフのリチウムイオン電池容量は40kWhで、航続距離が400kmとある。kWhあたり10kmの走行であるが、実際の走行では7～8kmとのネットコメントが多い。

〈引用・参考文献〉

- 1) 卒FIT住宅用太陽光発電の規模；エコめがね
- 2) 「更なる再エネ拡大を実現するためのエネルギー需要革新の推進 ～需給一体型モデルの活用～」、p.9、資源エネルギー庁（2019年7月5日）
- 3) 鍵谷司；実践レポート；太陽光発電15年間の稼働実績と最新の動向について、環境施設、No.144、pp.57-69（2016.6）
- 4) 太陽光発電のしくみ；太陽光発電協会
- 5) 電気自動車を電源に？ 便利でお得な「V2H」とは？：省エネドットコム
- 6) トヨタホーム 安価な電力供給装置「クルマde給電」