

太陽光発電投資に関する考察

西岡 聖治

キーワード： 太陽光発電、エネルギー供給、投資効果、信頼性

1. はじめに

エネルギー供給の検討は事業計画を練る上で重要であり、継続的に事業を営むには絶えずエネルギーコストを見直す必要がある。事業設備として電力供給の施設を保持することは、長期的にエネルギー供給を安定させることになる。この場合、設備を設置するためのコストだけでなく、設備の維持管理に関するコストを的確に見積もる必要がある。さらに、エネルギー供給を自前の施設だけで完備するには膨大なコストを必要として、事業の採算を得るには容易ではない。したがって、事業に必要なエネルギー供給の一部を自前生成し、さらに供給されるエネルギーも合理的な方法で得ることが必要となっている。特に、近年では太陽光発電が自然エネルギーの観点から注目されており、具体的な導入も進められている。

太陽光発電導入を促進する目的には、複数の側面があるだろう。一つは東日本大震災後原子力発電に変わる代替電源としての機能であり、二つめは資源国の政情や為替による価格変動のリスク低減と国内の設備投資に資金を回す地域内投資、そして三つめは地球温暖化の原因と言われている CO₂ の排出削減である。2009 年に批准した京都議定書目標達成計画のため、2020 年に 1990 年比 25% の温室効果ガス排出量削減を実現する必要があり、CO₂ を排出しない太陽光発電、風力発電、地熱発電、バイオマス発電といった大規模な自然エネルギー利用の導入が提唱された。しかし、政府の太陽光発電導入目標は、2020 年に 2700 万 Kw であったが、2009 年に導入された実績値は約 1/10 の 262.7 万 Kw であった。導入が進まなかった理由として、設備導入価格が高額であった為と売電価格が安かったことが挙げられる。そこで、政府は太陽光発電普及を推進する為に、再生エネエネルギー固定価格買い取り制度を 2012 年 7 月から開始した。

太陽光発電によるエネルギーの買い取り制度は、長期にわたるエネルギー供給計画に関する収支モデルを事業経営者が立て易くなることを意味している。したがって、固定買い取り金額決定後、多くの事業者がソーラー発電事業に参入し、全国各地の立

地の良い場所や屋根の上に太陽光発電設備が設置され今後も増えると思われる。この場合、事業者が固定買い取り価格を利用して投資を考えるのなら、制度の基礎となっている再生可能エネルギー電気の調達にかかる特別措置法を念頭に置かなければならない。なぜなら附則第7条において、施行から3年間に限定し「調達価格を定めるに当たり、特定供給者が受けるべき利潤に特に配慮する」と記載されており、最初の3年間について固定買い取り価格が高めに設定され、また減価償却も出力10kw以上の設備が即時償却も可能となっているからである。このような制度のもとで太陽光発電の普及を支援していることになる。

以上のことから、事業計画の立案等においても、太陽光発電の投資効果に関する検討が必要となってくる。すなわち、過去に例のない高額な長期固定買い取り制度、安定した収益を前提とした金融機関からの融資の受けやすさ、減価償却の特例等、過去に例の無いくらい手厚い支援で政府が普及を促進しているのが太陽光発電投資である。特に、高圧受電設備（キューピクル）の設置が不要で、しかも電気主任技術者や保安要員も不要である50kw未満の設備は、事業者にとって魅力的に思われるだろう。

そこで、本論文では太陽光発電の投資について考察する。特に、高圧受電設備（キューピクル）の設置が不要で、しかも電気主任技術者や保安要員も不要である50kw未満の設備について取り上げる。そこで、ここでの考察は以下の構成で行う。第2章において電力供給の概要について述べる。第3章では太陽光発電の便益について述べ、第4章ではその課題について扱う。第5章において電力の買い取り制度について説明する。そして、第6章において太陽光導入の検討事項について整理する。

2. 電力供給の概況

2-1 電源別発電電力の変化

東日本大震災以前のエネルギー政策は、地球温暖化対策のためCO₂の排出がない原子力発電と水力発電を24時間出力変動のないベース電源として運転し、さらに電力需要が増加する日中に火力、LNG、石炭発電を追加して1日の需要をまかなっていた。しかし、東日本大震災の原子力発電所事故以来、原子力発電所が順次稼働を停止し、現在全国50基中発電しているのは関西電力の大飯原子力発電所4号機5号機のみである。その為それまでのベース電源であった原子力発電の代替にLNGのガスタービン発電がベース電源を担い、燃料価格上昇による電力会社の赤字、電気料金の値上げと

繋がっている。今後もガスタービン発電及びCO2排出量が多いとされ新規建設が困難であった石炭発電が電力供給の中心を担うと思われる。図1は、電源別の発電電力量を年次ごとに示したものである。

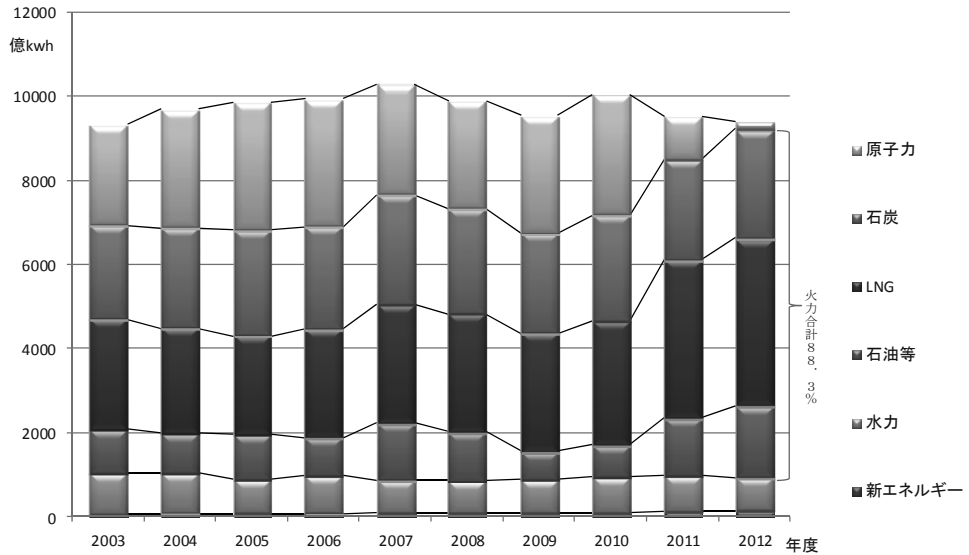


図1：電源別発電電力量構成比

(出典：電気事業連合会 (2013. 5. 17) 電源別発電電力量構成比を引用。

ただし、その一部を筆者が修正して作成している。)

http://www.fepc.or.jp/about_us/pr/sonota/_icsFiles/afieldfile/2013/05/17/kou

2-2 電力需給バランスの必要性

ここでは、電気の流れている「電力系統」について説明する。電気は貯蔵が出来ないので、安定して電気を送るためには電気の消費量と発電量が常に合っていなければならない。例えるなら、電気製品を使用し使用電力が増えた瞬間に発電量が増加され、停止すると瞬時に発電量が抑制される。消費が増えても減っても、瞬時に電気の発電量はコントロールされなければならない。系統周波数は発電機の回転数で決定されるが、この発電機の回転数は、発電機へと入力される蒸気タービン等の原動機動力と負荷で消費されるパワーのバランスで決まる¹⁾。この場合、発電量と消費量が常に balan

¹⁾三菱重工 電気の基礎知識 http://www.mhi.co.jp/products/expand/wind_kouza_0105.html

スするよう周波数を調整するシステムの安定度合いを「定態安定度」と呼ぶ。負荷は一定ではなく、絶えず変動しているので周波数も変動するが、電力系統では多数の同期発電機が稼動しており、その慣性が大きいので通常周波数変動は問題にならない。しかし、発電量と消費量のバランスが崩れると電気の周波数（つまり発電機の回転数）が変動し振動が発生する。例えば、火力発電のタービンの場合、蒸気エネルギーを効率よく回転エネルギーに変換するために本体とのクリアランスが 1mm 以下で回転させるが、1 分間に 3000 千回転で高速運転しているタービン羽根に周波数変動による共振が発生してしまうと、最悪の場合にはタービンが損壊してしまう。そのため、電力系統では、周波数の許容偏差を±0.1~0.2Hz 程度で運用している。したがって、電気事業者は、一日の負荷変動に応じて発電設備を使い分け電力需要を満たしている。

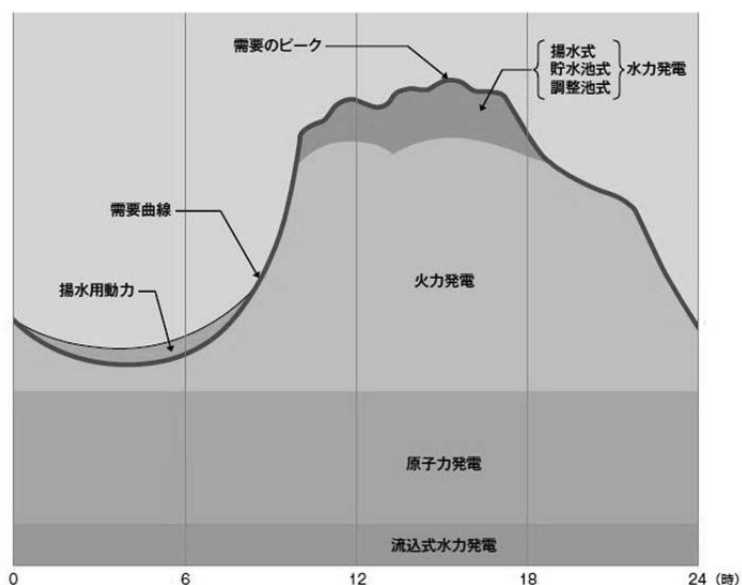


図 2：時間帯電力需要の略図

(出典:原子力・エネルギー図面集 1-2-11)

<http://www.fepc.or.jp/library/pamphlet/zumenshu/p>

2-3 電力供給不足でなぜ計画停電が必要なのか

図 2 は時間帯の電力需要を示したものであり、1 日の大まかな電気使用量は日中に多く夜間に少ないことがわかる。需要が供給能力を超えることで起こる停電を避けるために、2011 年の東日本大震災以降には節電が求められるようになった。原子力発電所

事故の以来、電力供給を担っているのは火力発電所であり、ここで周波数トラブルが発生し停止すれば計画停電では済まない大規模停電が長期間発生し、国民生活に大混乱を招く。電力会社が供給する電力よりも消費量が多いと、周波数調整容量を超えて周波数が大きく低下（2Hz 以上）することになり、その結果として発電装置損壊防止の為に運転を停止してしまう。配送電は、ネットワークで繋がっているので管内で電力供給が追いつかなければ連鎖的に停電になる。2003年に起きたニューヨークでの大停電は、そのような理由で発生した。しかも、広域停電の復旧には長期間を要する。なぜなら、停電した一体を切りはなした健全な他社系統から電力を融通して貰い、さらに能力の大きい水力発電所から試送電を行い、初期電流を確保する。このとき消費地側に負荷がない為、送電電圧に注意しながら送電を開始し、適切な電圧調整を行いつつ順次遮断機を投入していく。全ての復帰には相当な時間が掛かり、元の状態になるには数ヶ月必要な事も有る。そのような大規模停電を防ぐ為に、電力供給量が不足になると予想される場合、計画停電を行い発電設備を保護しなければならない。電力供給が逼迫している時には、予期せぬ停電防止の為ピークカット、ピークシフトが必要である。震災後電力会社は夏に節電要請を出す場合があるが、その意図は停電を未然に防止するためのピークカットであり、需要家は1日中節電を意識しなければならない事はない。また、一般家庭では、年間を通して最も光熱費用が掛かるのは冬の暖房費用であり、冬暖かい家の方が夏涼しい家よりも年間光熱費は少ない。

3. 太陽光発電普及で得られる便益

3-1 太陽光発電設置の経済効果

太陽光発電の導入で得られるメリットを国レベルで見ると、産業振興およびエネルギー自給率の向上が挙げられる。そして、これらに伴う化石燃料購入の低減およびCO2排出削減による温室効果ガス対策も付加される。

環境省の推計によれば、2020年までに太陽光発電に投資される累計投資額は10.6兆円であり、パネルの設置に伴う工事業者の仕事量増加、パネルメーカーの増産、電設資材関連業種の活性化等、設備投資関連企業だけが収益をあげるのでは無く、50kw以上の発電設備には電気主任技術者の設置も義務づけられていることから雇用も生み出すことになる。

3-2 太陽光発電設置で削減できる推計価格

太陽光発電量の増加により削減できる火力の燃料価格を再生可能エネルギー普及に要する費用と普及がもたらす具体的効果で捉えると、価格固定ケースとしては「低炭素電力供給システムに関する研究会」の値を用いると 2020 年に 0.5 兆円、価格上昇ケースについては World Energy Outlook2008 に示されたエネルギー価格見通しを前提によると 2020 年に 0.8 兆円となる。

3-3 太陽光発電導入で削減できる CO2 の経済効果

太陽光発電設置による CO2 排出削減効果は、2010 年からの増加分を 2020 年で推計すると 47MtCO₂ の削減となり、tCO₂ 当たりの価格を EU-ETS の価格を参考に 2,400 円/tCO₂ とすると 2020 年で 0.1 兆円となる⁽²⁾。要するに、2020 年までに投下される投資額の 1/10 位が回収できる便益であり、果たして合理的であるかは疑問である。

国家レベルでみると、便益が得られるが事業者からすれば、高額な初期投資が計画した年数で回収が出来、残りの固定買い取り期間中に安定的な収益が得られる事のみであろう。

4. 太陽光導入拡大の課題

4-1 太陽光パネルのしくみ

太陽光パネルは使う材料や、その構造によりいくつかの違いがある。最初に開発された単結晶シリコンパネルの原材料はシリコンを溶融し回転しながら大きくしたもの、直径数十センチ長さ 1 メートルくらいのシリコンインゴットである。それを薄くスライスして基板とするのでシリコンの配列もそろって、性能も一番高く変換効率が 20% くらいになるが、問題は価格が高い事であった。そこで現在主流である多結晶シリコンが開発され、単結晶に比べ 15% から 18% と発電効率はすこし減少するが、単結晶と比べ省コストでの製造が可能となった。当初は半導体チップなどにも利用出来る「半

² 低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策検討会(2009)(pp.51-53) 低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策について

「導体グレード」と言うシリコンを使用するため原材料価格は高額であったが、現在は「ソーラーグレード」と呼ばれる安価なグレードを使用している。薄膜シリコンはガラスパネルにシリコンを吹き付ける事により作られ、ディスプレイを作る様に大規模、大量生産に向いている。しかし、変換効率は6から10%と低い。このように、製造コストの低減と大量生産により価格は下がっていくが、半導体の様にムーアの法則は当てはまらない。なぜなら半導体は処理速度を上げるため回路を微細化することで性能を向上させているが、太陽光パネルの出力を上げるには面積の拡大しか方法がなく製造原価低減にも限界が有るからである。また定格出力とは国際規格で定められた、光の質、強さ、温度の条件下で得られた最大出力であり実際の太陽光発電の設備利用率(稼働率)は総発電量(Kwh)/(経過時間×設備出力)×100で計算され、太陽光発電は一般的に12%前後とされる。火力で約40%原子力で約78%の設備利用率に比べ効率は低い。このような低効率の設備は小規模な出力を分散して設置するよりも、大きな所にまとめて設置を行い一括運用した方が効率がよい。なぜなら、導入コスト、運用時のエネルギーロス、保守管理などは、一括運用した方が得られる利益も大きいからである。今後は、太陽光発電導入が1000万kwを超えたあたりから以下の課題が大きく顕在化すると思われる。⁽³⁾

4-2 出力変動

太陽用発電は、天候、気温により出力が激しく変動する。政府目標の2800万kWが導入されたとしても、外気温25°Cで快晴の場合に初めて可能な値であり実際の効率性は10%程度である。太陽電池モジュールの表面温度が60°Cを超えるあたりになると、出力は約半低下するので、涼しく日の長い春と秋が最も効率よく夏と冬は出力が低い。電力需要がもっとも多くなる夏の盛りに出力が半分まで低下するのは、太陽光発電が半導体で作られているからである。急に天候が悪化したり、晴れたりすると既存のシステムで変動分を吸収出来なくなる。

4-3 電圧面

太陽光発電の出力が設置箇所の消費電力を上回り系統に電力が逆流する事により、

³新エネ発電の大量導入が連系線へ与える影響に関する勉強会とりまとめ報告書(2011)(pp.77-84)

電力系統利用協議会

電圧が高まり電気法第26条に規定されている $101 \pm 6V$ 以内での安定供給が困難になる。現在は、太陽光からの逆潮流で電圧が上昇した場合、太陽光側で逆潮流を抑制しているが、抑制が増加すると設備利用率が低下する恐れがある。

4-4 周波数調整容量(LFC容量不足)

需要の小刻みな変動はその予測が困難なため、需要変動を検出してから中央給電司令所から都度発電所を制御しており、その微調整をLFCと言う。図3は、LFCの概要を示したものである。通常電力会社は、各社ごとに総需要の1~2%をLFC容量として確保しているが、太陽光の導入が増加すると天候の変化により出力が急変する恐れがあるので、このことにより容量を超えた変動が起こり停電の要因となりうる。

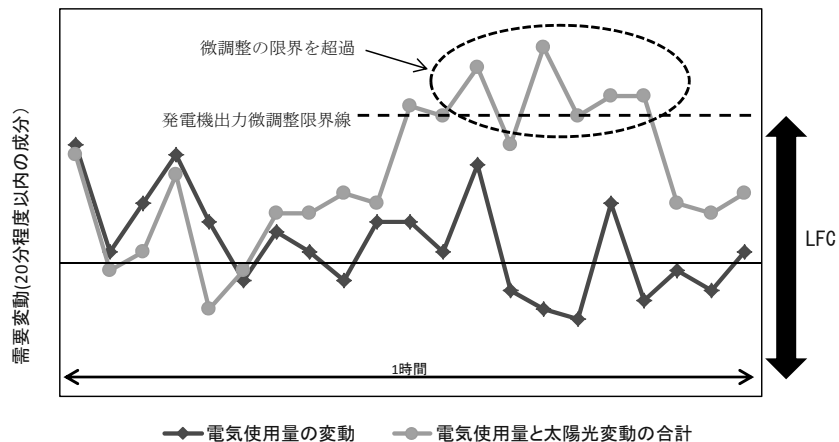


図3：周波数調整容量(LFC)容量不足図

(出典：新エネ発電の大量導入が連系線へ与える影響に関する勉強会とりまとめ報告書(2011) 電力系統利用協議会 資料編3-48より引用。ただしその一部を筆者が修正して作成している)

4-5 パワーコンディショナーによる綺麗な波形の継続的生産

太陽光発電で作られる電力は直流であり、送電網に接続するにはインバーターで交流に変換しなければならない。日本の各メーカーがシェアを多く占め品質および性能とも信頼性は高いが、今後安価で粗悪な疑似正弦波を発生させる機器が接続されると、電気の品質が保証出来なくなるので、設置と維持管理を継続的にモニタリングしていかなければならない。また、パワーコンディショナーは製品寿命が10年ほどと言われ

ているが、それ以下の期間での故障発生事例が多数報告されている。しかしパワーコンディショナーは、人の目のつく所に設置されている事が多く、異常発生時も検出が比較的容易である。

4-6 課題の対策と展望

起こりえる課題に対する対策として、需要家側の電圧上昇については細い電線の更新、電柱トランスの入れ替えや電圧調整装置の設置が提唱されている。周波数の変動には、蓄電池の設置が有効である。このことにより、オフピーク時の電力を蓄電池に貯蔵し、ピーク時に放電を行い、また天候による出力のばらつきをなくす効果がある。今後、再生可能エネルギー普及の為には、蓄電池の性能向上と価格低減が大きなテーマだと言われているが、現時点で最も普及している効率の良いリチウムイオン蓄電池は、容量当たりの単価が 1kw あたり 30 万円と高額であり、夜間電力を溜めて昼間使用したとしても、10 年と言われている蓄電池の寿命の間に投資した金額の元を取る事は困難で有る。また、大出力で長期寿命が求められる系統側には、日本ガイシが製造する NAS 電池が実用化され宮古島のマイクログリッド実証実験に納入されたり、住友電工が作るレッドクロスフロー電池などが提唱されているが、未だ本格的に普及するレベルでは無い。さらに、水を利用した蓄電システムとして揚水発電所の活用などが提唱されているが、新設に適した立地が少なくなっている。しかし、いずれも長期需要見通しにおける最大導入ケース（5300 万 kw）に到達するまでに対応能力が不足すると予測されている。また、太陽光発電普及の為には、既存の設備とバランスを維持する為相当の設備投資が必要となるので、賦課金の上昇との兼ね合いを注意すると共に、火力発電設備とのコスト比較を行うと割高になる状況が続けば、現在のペースで導入拡大が続くのかは疑問である。

5. 固定価格買い取り制度 (FIT)

5-1 導入背景

太陽光発電の電力固定買い取り制度は、従来からある火力発電などに比べ発電コストが非常に高額になった場合、経済的合理性に任せれば普及しない。その為、2012 年から始まった再生可能エネルギー全量固定価格買い取り制度が設計された。これは、

本来ならば電力事業者が負担すべき設備導入コストをあまねく全ての電気使用者に負担を求める制度であり、毎月の電気料金請求に買い取り制度が続く限り長期に渡り賦課金として上乗せされる。従来から、政府の太陽光発電導入目標は、高額な初期投資費用と低い売電価格で未達が続いていた。政府目標 2020 年 2.800 万kWのところ、過去 36 年間の実績では 482 万kWであった。しかし、過去に前例のない長期間固定価格買い取り制度の投資効果に着目した企業、個人の参入で 2012 年 4 月から 11 月の間に 140 万kW稼働した。(資源エネルギー庁 H24,12,24) 福島第一原子力発電所 1 号機の出力がおおよそ 100 万kWなので、原発 1 台分の導入が進んだことになる。

しかし、関西電力従来灯 A の契約区分において 1kw 当たり 20 円で販売されている電力が、定格 10kw 以上の太陽光発電で売却できる平成 25 年度の価格は 37.8 円であり、普及を狙った魅力的な買い取り価格とは言え売価より仕入れが高い不合理が永続する事は困難であろう。

5-2 先行する欧州の事例

再生可能エネルギー導入先進国である欧州のケースでは、再生可能エネルギー普及のコストを電力利用者に転嫁する事による電気料金の値上げが産業界、家庭の不満を誘発し批判が相次いでいる。欧州各国は電気料金抑制を押さえるため買い取り価格の引き下げ姿勢を強め、発電事業者の導入意欲が鈍り 2013 年に導入された太陽光発電容量は、2000 年以降初めて減少する見通しである。欧州の固定買い取り価格制度を中心とした再生エネルギーの普及をエネルギーイノベーションの成功事例だと言えるであろうか。固定価格導入の目的は、既存電力に代わる新たな安定電源の普及、二酸化炭素排出を低減、新たな産業を創出することとするならば、結果は気象条件等で安定供給を担えず、投資額に対して設備利用率が低く発電量は少ない。そして中国などの競合メーカーとの価格競争に巻きこまれ、パネル製造メーカーである Qセルズ破綻に代表されるように、期待される雇用の創出には繋がらなかった。導入目的を達成する事が出来なかったと言う事をふまえ、欧州の固定価格買い取り制度は失敗事例では無いかと推測する。このような欧州での先行事例を参考に、今後日本の買い取り制度を柔軟に運用しなければ長期にわたり消費者に大きな負担を強いる事になるであろう。

既存の発電システムを運用して行くには、周波数と電圧の厳密な管理が必要であり、そこに出力が不安定な再生可能エネルギーを送電できる量には限りがある。電気事業連合会は、08 年 5 月、太陽光、風力発電の受け入れ可能量の試算を行い、太陽光発電

で 1000 万kW程度、風力発電で 500 万kWキロワットが安定性を損なわずに許容できる限界線とした。北海道電力では風力、太陽光発電の申請を却下する事例も発生している。

太陽光発電を普及させるために電力利用者が費用負担を行い、普及が進むにつれて顕在化する技術的な問題を解決するためには、莫大な費用が必要となる現在の状況は制度的に無理があるのではなかろうか。よって固定価格買い取り制度が実施された初期の 3 年間を経過すると、制度の見直しが行われるものと思われる。そのような中太陽光発電投資を行い、利益を上げて行く事が出来るのはスケールメリットを生かして導入コストを抑える事ができる大規模事業者かイニシャル・コストが比較的少なく各種補助金が利用出来る個人住宅向けであると推測する。

6. 太陽光発電導入後の懸案

6-1 発電導入の試算

ここでの前提として、小規模事業者が設置するのにハードルが比較的低い、電気主任技術者の設置が不要で全量定価格買い取り制度適用で売電が可能な 10Kw 以上 50kw 未満の事業者とする。

表 1：自社工場の屋根に太陽光発電を設置した場合の
試算例（割引計算無し） 筆者作成

発電根拠	250W パネルを 50 枚設置			
公称最大発電量	12.5Kw			
平均日射量	3.47Kwh/m ² ・日			
1kw 売電価格	36 円			
太陽電池容量	温度損失 (15%)	パワコン損失 (5%)	その他損失 (10%)	実質容量
12.5KW *	0.85 *	0.95 *	0.9	9.08Kw
1 年間の予想発電量	1 年 1%劣化考慮後の予想収入 10 年間		11 年～20 年劣化収支予想	
11.520Kw	33046×10 年=3965520 円		29886×10 年=3586320 円	
初期投資額	パネル劣化による売電価格予想		予想最終利益	
6,000,000 円	7,551,840 円		1,551,840 円	

太陽光発電を設置しパネル劣化を1年1%考慮にいれても、15年で投資額を回収しその後も安定的に収益をもたらす。また、投資資金も太陽光発電設置目的の融資は比較的 low金利な物が多く、自己資金無しで投下資本を全額回収できる見込みがある魅力的な投資だと思われる。ゆえに、住宅金融支援機構が2013年6月に発表した「住宅取得に係る消費実態調査(2012年度)」⁴⁾によると新築1戸建てを購入した人のうち2010年は6.8%、2011年は10.5%、2012年は23.3%が同時に太陽光発電を導入している。出力10kw未満の設備は、自家消費余剰分を売電に回し固定買い取り期間も10年と出力10kw以上より買い取り期間が短いにもかかわらず、平均1912千円の設備投資をしている。太陽光設置事業者は、消費者へ導入のメリット大きくプロモーションし家電量販店からネットショップまで多くの事業者が参入している。表1は、自社工場に太陽光発電を設置した場合の試算結果をまとめたものである。

6-2 太陽光パネルの信頼性

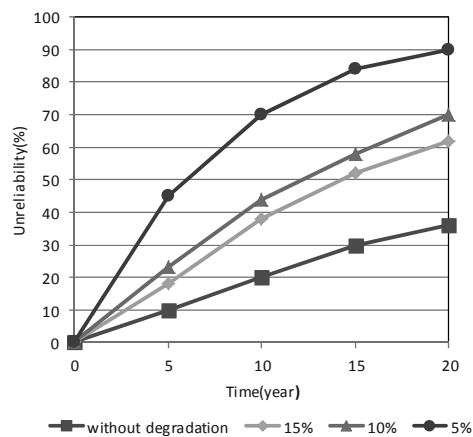


図4：劣化故障と突発故障を考慮した経年時の不信頼度
 (出典:岡島(2010)「太陽電池モジュールの劣化・故障を考慮した信頼性評価」太陽エネルギー = 『Solar energy』36(5) 63-69
 を引用。ただし、その一部を筆者が修正して作成している)

投資モデルの前提として、20年間パネルが発電し続ける必要がある。しかし、半導

⁴住宅支援機構：住宅取得に係る消費実態調査(2012)住宅支援機構 [http://www.jhf.go.jp/files/300108477.pdf\(P8\)](http://www.jhf.go.jp/files/300108477.pdf(P8))

体である太陽光パネルの信頼性基準を設ける事が提唱されているが達成されていない。太陽光パネルメーカーは10年から20年の出力保証をしており、おおむね10年で公称最大出力の90%以上の性能を保証している。しかし、天候により出力が変動する太陽光発電は劣化と天候の影響の違いがわかりにくく、メーカーの保証を受けるにはユーザーが劣化を申請しなければならない場合がある。10年で10%以上の出力劣化を故障とするならば、岡島(2010)の論文によると10年経過時の、劣化故障基準5%の場合70%、10%の場合44%、15%の場合38%、突発故障のみを考慮した場合は20%と言う結果になっている。岡島(2010)では10年で44%のパネルが10%以上出力劣化していると述べており、パネルメーカーが宣伝するイメージと大きくかけ離れている。

また、太陽光発電システムにおける経年モジュールの影響評価と信頼性モデルを検討した大友(2011)の論文では、製造メーカーによっても劣化の分布に大きく違いがあると述べられている。図4は、劣化故障と突発故障を考慮した経年時の不信頼度を示したものである。

太陽光パネル劣化による出力変動に関する先行研究は他に坂本(2002)、羽倉(2010)などが経年変化による劣化を発表しているが、先行研究作成に使用されたパネルの製造時期が10年以上前であったり、また経年変化による発電能力劣化データもバラバラなので、一概にメーカー公表値が間違いだとは言えない。しかし多くの先行研究では、製造メーカーがアピールしているメンテナンスフリーと言うイメージはオーバートークではないかと指摘されている。またNOP太陽光発電ネットワークの報告では、実際に導入した会員のシステム実調査をおこない故障率(実効率)が30%を超えると報告されている。大規模事業者は、遠隔モニタリングサービスや故障診断メニューなどを実施して設備維持を行うだけの売電収入が発生するが、年間売電額が40万円程度の小規模事業者はそういったサービスに支出すれば投資計画が大幅に狂ってしまう。

個人で出来る対策は、システムの性能評価として「期待発電量」と「年乖離度」と言う二つの指標が提唱されている⁵⁾。産業総合研究所が開発した期待発電量を推定するサイトが公開されているので、そこにアクセスすることで個人が導入したシステムに異常があるのかを比較する一つの指標として利用できる。そして期待発電量と実際の発電量を記録していき、年間発電量が期待値とどの程度ずれて居るのかをグラフにプロットしてシステムの劣化をモニタリングする事が提唱されている。

⁵⁾加藤 和彦(2010) 太陽光発電システムの不具合事例ファイル(pp.30-34) (日刊工業新聞社)

7. むすびにかえて

長期固定買い取り制度を導入し買い取り価格を売却価格の約 2 倍と言う破格の値段に設定する事により太陽光発電導入を振興しているが、導入量が増えるほど電気の安定化に必要な設備投資問題が大きくなる。太陽光発電は設備効率が約 12%と低く、設備の信頼性もメーカー公称値以上を長期に渡って保持するものや、数年で出力が低下してしまうものなどばらつきが非常に大きく、また故障の基準も決まっていない。そのような太陽光発電が次世代を担うエネルギーイノベーションと言えるのか疑問であり、固定価格買い取り制度も当初の 3 年を過ぎた後に、大幅な見直しが行われるのではと思われる。欧州の固定価格買い取り制度を成功事例と捉え制度を参考にしたのならば、今後は買い取り抑制が行われた原因も参考にする必要があると思われる。

既に設置しているユーザーは高額な初期投資でパネルを設置する事が太陽光発電投資の終着点ではなく、家電製品の様に故障する可能性があるという前提に立ち NPO の太陽光発電所ネットワークなど太陽光発電の維持管理を啓発している団体の情報に自らアクセスし、出力劣化を前提として自分で持続的に出力のモニタリングを行い設置してから伴に維持していく物と言う意識改革が必要ではなかろうか。

イニシャルコストを安くすると投資利回りが向上するので初期投資額を減額する事だけに目が奪われがちになるが、太陽光発電投資は長期的なリスクを管理する事によるリターンを得る事と考え、パネルの保証期間や長期の出力劣化比較なども考慮する必要がある。

再生可能エネルギー導入が有利な場合の例を挙げるならば、本土から離れた離島や非電化地帯の山間部ではなかろうか。離島ではディーゼル発電機で発電している場合が多いが、燃料のコストや輸送を考慮に入れ太陽光発電や風力発電が大きく活躍する場であると思われる。現在九州電力が長崎県壱岐市で、沖縄電力が宮古島で蓄電池を組み合わせた導入実験を行っている。このように燃料の輸送が困難で都会に比べ需要が小さい場合制御技術の向上により既存の補完となり得る可能性がある。

<参考文献>

- 石川 憲二(2012) 『自然エネルギーの可能性と限界』 (オーム社)
- 今泉 大輔(2013) 『再生可能エネルギーが一番わかる』 (技術評論社)
- 大嶋 輝夫(2013) 『停電が一番わかる』 (技術評論社)

加藤 和彦(2010) 『太陽光発電システムの不具合事例ファイル』 pp. 30-34
(日刊工業新聞社)

<参考資料>

大友 政吉(2011) 『太陽光発電システムにおける経年モジュールの影響評価と信頼性モデルの検討』筑波大学大学院博士課程 システム情報工学研究科修士論文

岡島 敬一(2010) 『太陽電池モジュールの劣化・故障を考慮した信頼性評価』太陽エネルギー = Solar energy 36(5) pp. 63-69

阪本貞夫、大城壽光(2003) 『シリコン結晶系太陽電池モジュールの屋外暴露に伴う経年変化の解析』、『Reliability Engineering Association of Japan』 Vol. 25 No. 6 (pp. 571-581)

住宅取得に係る消費実態調査 (2012) 住宅支援機構 (PP8)

<http://www.jhf.go.jp/files/300108477.pdf>

新エネ発電の大量導入が連系線へ与える影響に関する勉強会とりまとめ報告書(2011) (PP77-PP84) 電力系統利用協議会

低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策検討会(2009) (PP51-PP53) 低炭素社会構築に向けた再生可能エネルギー普及方策について

羽倉瑞季(2010) 『モジュールの不具合を考慮した太陽光発電システム信頼性の検討』筑波大学大学院博士課程 システム情報工学研究科修士論文

三菱重工電気の基礎知識

http://www.mhi.co.jp/products/expand/wind_kouza_0105.html

NPO 太陽光発電ネットワーク <http://www.greenenergy.jp/>

(謝辞) 本稿の作成に当たり、兵庫県立大学経営研究科の貝瀬教授に丁寧かつ熱心なご指導を賜りました。ここに感謝の意を表します。