



太陽光発電が  
未来を拓く

～安定したクリーンエネルギーで豊かな社会を～

## はじめに ～発刊に寄せて～

皆様におかれましては、益々ご清祥のこととお慶び申し上げます。

このたびの本冊子発刊にあたり、ご挨拶をさせていただきます。

電力供給における望ましい電源構成(ベストミックス)を巡る議論が活発になっています。政府はこのたび、2030年度時点での現実的なベストミックス案として、環境配慮と安定給電という二つの観点から、再生可能エネルギーの比率を高める一方で、既存電源にも一定程度依存する方針を明らかにしました。再生可能エネルギーの柱と位置づけられる太陽光発電につきましては、普及促進策である固定価格買取制度(FIT)の施行や国民の環境意識の高まりなどを反映して、パネルや電源機器など関連産業の裾野が広がってきました。しかしながら、現状では既存電源よりも重い負担、電力会社との系統連系を巡る課題、さらに天候影響をはじめとする安定電源の役割への不安など、国民の皆様には太陽光発電の導入に対する不安の声があるのも事実です。

私たち田淵電機は、太陽光発電システムの関連機器メーカーの立場から、こうした不安を払拭するための製品開発や技術革新に取り組んでおります。太陽光という無尽蔵で環境負荷を与えない自然エネルギー源を活用した太陽光発電を普及させることは、私たちの使命であります。こうした思いから、皆様に正確な情報を提供し、安心して活用できるエネルギー源であることを理解していただくために、本冊子を作成することといたしました。ここでは、皆様が抱えている太陽光発電に対する不安や疑問について、質疑応答形式で解説しています。ぜひご一読いただき、皆様のご意見もいただければ幸いです。本冊子が、太陽光発電の普及拡大の一助になることを願っております。

2015年9月



【解説】  
太陽光発電技術研究組合  
前理事長(現名誉顧問)  
桑野 幸徳



【聞き手】  
田淵電機株式会社  
取締役社長  
貝方士 利浩

# Q.1

政府は、環境にやさしい電力供給システムとして、太陽光発電を再生可能エネルギーの柱に位置づけています。風力や地熱など数ある再生可能エネルギー（自然エネルギー）のなかで、太陽光発電の優位性は何でしょうか。

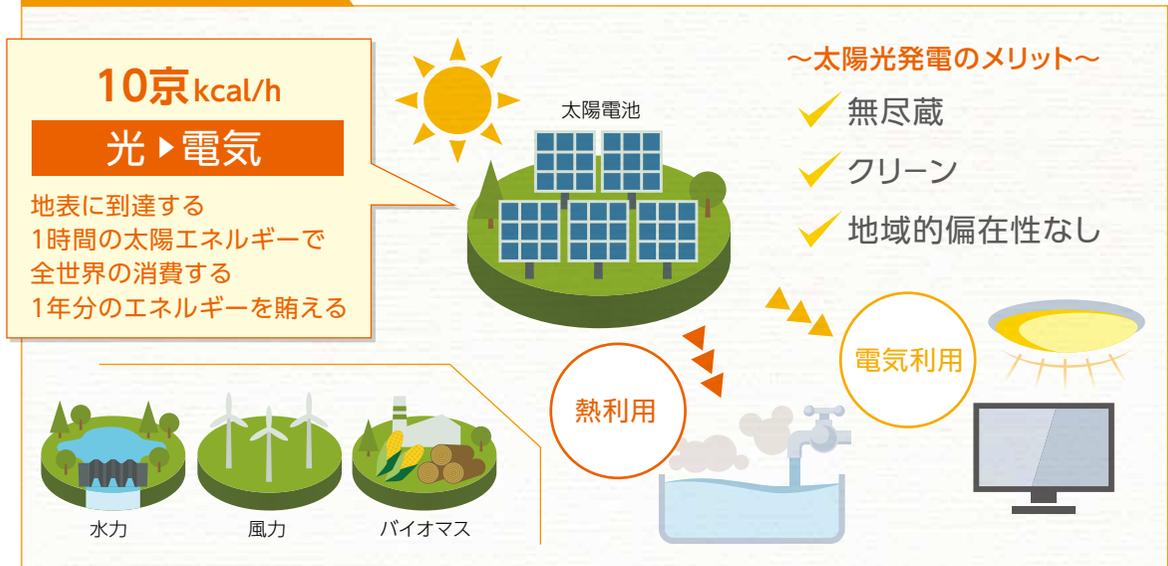
# A.1

太陽光発電は、太陽光を電池で直接電気に変換するシステムです【図1】。再生可能エネルギーの中でも、最も実用性・経済性の高い発電方法と言えます。太陽光発電の優位性として、次の5点が挙げられます。

- ① 太陽光をエネルギー源としているため、無限に活用でき地域的偏在性もないこと
- ② 通常の化石燃料が不要で、排気ガスや騒音が発生しない（無公害である）こと
- ③ 使う場所で太陽光から直接電気エネルギーを取り出せること
- ④ 発電規模の大小（例えば1Wと1MW）により、その効率が変わらないこと
- ⑤ 可動部を持たないシステムであるため、維持管理がしやすく長寿命であること

地球に降り注ぐ太陽光のもたらすエネルギーは、わずか1時間でおよそ10京kcal（1京は1兆の1万倍）に達し、全世界が消費する1年分のエネルギーを賄うことができます。これほど安心して持続的なエネルギー源は、ほかにありません。

【図1】素晴らしい太陽光発電



## Q.2

このたび了承された「2030年度の電源構成(エネルギーミックス)を示した政府案」は、太陽光発電7%を含めた再生可能エネルギーを22%とする一方で、「経済成長を支えるエネルギー需給構造を構築する必要がある」として、原子力発電を重視する方向も明確にしました。太陽光発電の位置づけにあいまいさも感じますが、政府は普及促進に本腰を入れていく方針と考えてよいでしょうか。

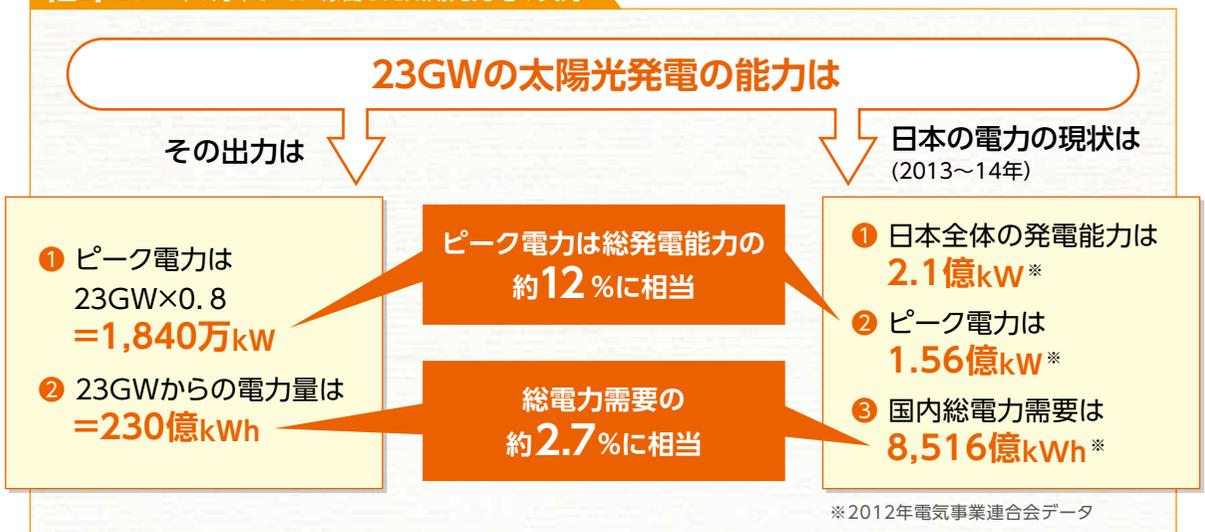
## A.2

政府が発表した2030年度の電源構成比率は、「原子力」20~22%、「再生可能エネルギー(太陽光発電含む)」22~24%、「石炭火力」26%、「LNG火力」27%、「石油火力」3%、としています。

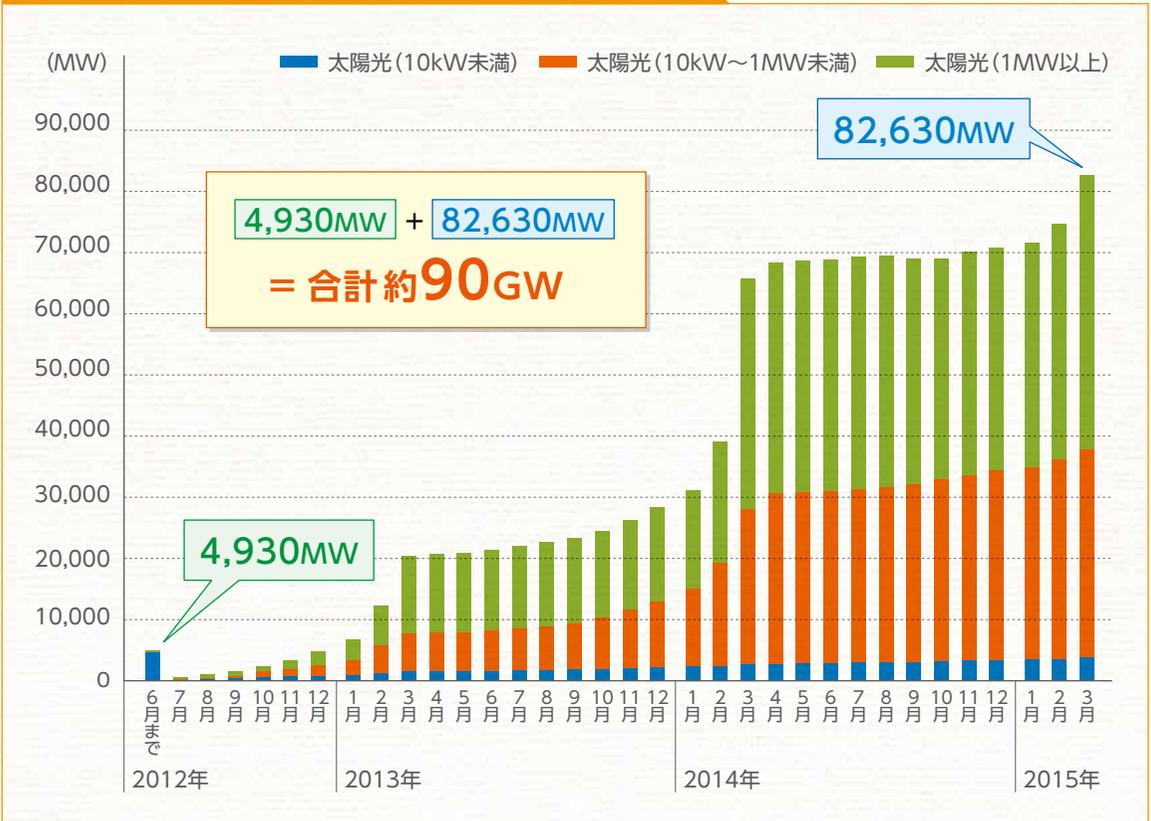
【図2】に示すように、現在、太陽光発電は23GW程度の導入(固定買取制度以前の導入量が約5GW、固定買取制度による導入量は約18GW)で、電力量としては日本の消費電力量の約2.7%(ピーク電力は約12%)を賅っています。太陽光発電は固定買取制度のもと、日本においても着実にエネルギー源としての役割を果たすようになってきています。さらに、【図3】のとおり、固定買取制度における経済産業省の太陽光発電の認可量は2015年3月末に約83GWで、同制度以前に設置されたものを含めると、将来的な設置量は90GWを超えると見込まれます。仮に60GWが普及すると、【図4】のように電力量としては日本の消費電力量の約7%(ピーク電力は約30%)を賅うことができます。

今後も設置量は増大すると考えられ、多くの国民が太陽光発電の普及を支持していることとなります。政府もこうした世論を配慮せざるを得ないでしょう。

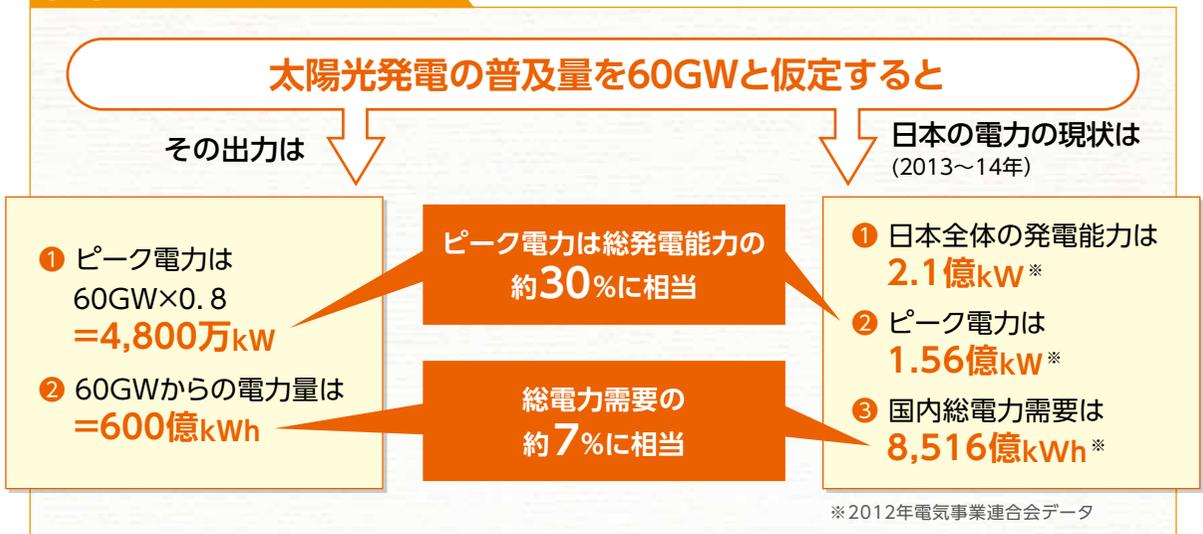
【図2】 2014年3月末までに稼働した太陽光発電の実力



【図3】 経済産業省認定太陽光発電の累積量推移 (2015年3月末まで)



【図4】 近い将来の太陽光発電の実力試算



## Q.3

政府は最適な電源構成を策定するうえで、原子力など既存の電源システムに依存する背景として、社会インフラとしての安定電源確保を重視しています。

太陽光発電は系統上の問題が指摘されていますが、業界としてどう対応すればよいでしょうか。

## A.3

先に述べましたが、現在の太陽光発電導入量は23GW程度で、電力系統への影響はきわめて少ない状況で、太陽光発電による電力で系統に問題が起こった例はありません。一部で議論になっているのは、変動性の高い太陽光発電などが大量に系統につながった場合の影響について、また大量の太陽光発電が導入された時、その発電電力量が各電力会社の系統内の安定量を超え、ある特定の地域において部分的に送電網容量が不足することについてです。

その解決策として、私は次の4点を指摘しておきます。

### ① 電力広域連系の確立

日本には沖縄電力を除く9社の電力会社が、電力系統を相互に接続しています。九州電力での容量オーバーが話題になっていますが、隣の中国電力、さらに隣の関西電力と電力のやり取りをするシステムはすでにあります。この電力会社間の広域連系の強化が一つの解決策です。



### ② 部分的な送電網容量不足への対応

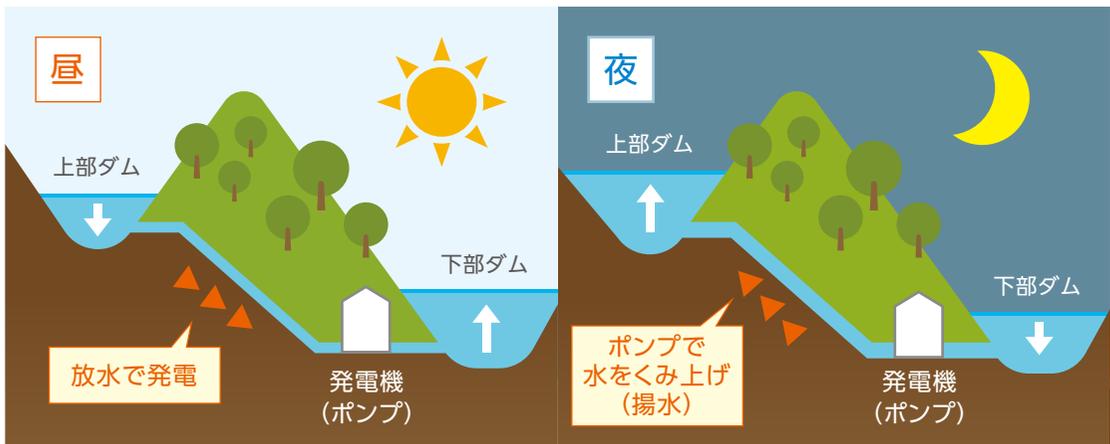
一方で、ある特定の地域では、部分的な送電網の容量不足が発生しています。これは太陽光発電システムが、都市部から離れた地方に設置される場合に起こります。現在、この点については発電業者と電力会社で、送電線の強化のための費用分担を話し合う制度ができるなど、合理的な解決策が構築されつつあります。

### ③ 揚水発電所の利用

揚水発電は、いわば「巨大な蓄電池」です。揚水発電は、夜間の余剰電力を使い、下池（下部の貯水池）から上池（上部の貯水池）へ水を汲み上げ、必要なときに水を落下させ発電します。揚水発電所は、日本全国で40か所以上あり、設備容量は1,000万～2,000万kW超で世界最大規模とされています。

ところが、2013年度の揚水発電の利用率が3%にとどまっていることが、経済産業省の調査で分かりました。まだまだ有効利用のできる余地は大きいのです。

#### 揚水発電所の仕組み



### ④ 蓄電池の利用

電気をためることができる装置として蓄電池があります。現在、家庭用・産業用や大型電力用の蓄電池設置に取り組んでおり、政府も各種の補助金を出して支援しています。この場合、従来のパワーコンディショナ（パワコン）の機能に加えて、「太陽光―蓄電池の充放電機能制御―系統連系機能」が必要です。この3方向制御システムを備えたパワコンは、すでに市場展開されており、技術の進歩にはめざましいものがあります。



## Q.4

太陽光発電の普及拡大で予想される課題として、系統制約の頻発による出力抑制策の発動があります。こうした出力抑制は現実には起きる可能性があるのでしょうか。また出力抑制への対応策はありますか。

## A.4

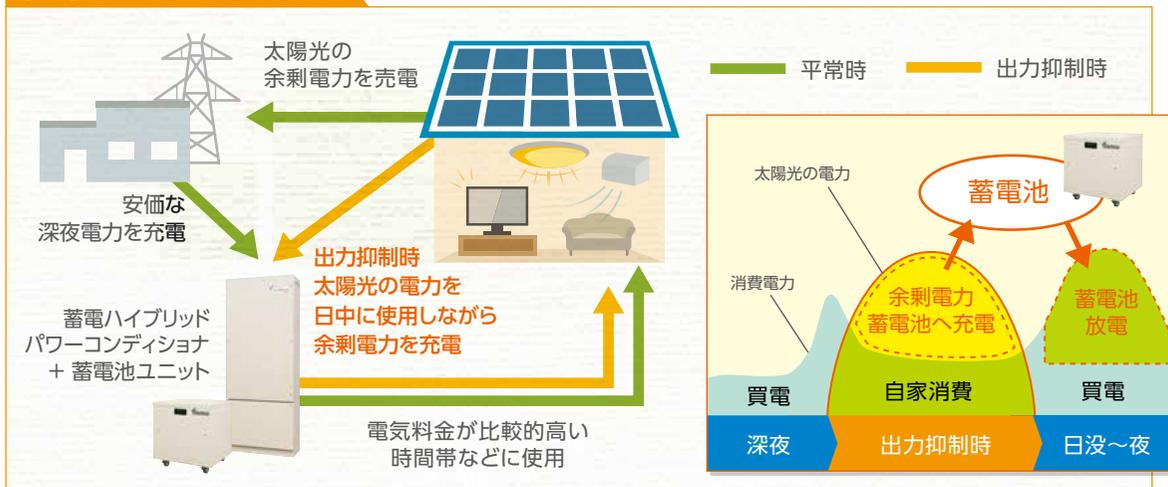
広域の太陽光発電による系統連系の問題は、離島などの電力システムを除けば今すぐ起こる問題ではありません。しかし、近い将来に太陽光発電が大量に普及し、系統に大きな影響を与える可能性が生じた場合を想定して、出力抑制の発動される仕組みが制度化されました。先述の4項目に加えて、この出力抑制対策を行えば、さらに太陽光発電システムは100～200GW程度導入できると思います。

私たちは、政府が再生可能エネルギー源の開発を始めた、1973年のオイルショックを思い出す必要があります。長期的な枯渇や高騰の心配がある化石燃料に依存せず、環境にやさしく、国産のエネルギー資源をもたらす太陽光発電システムをさらに拡大しておくべきだと思います。

出力抑制が現実化するとすれば、設置量が100GWを超えた時点が一つのタイミングになるでしょう。現行のペースで普及が進めば、2020年ごろになる計算ですが、神経質になる必要はありません。なぜなら、出力抑制が発動された時点で、蓄電をすればよいからです。発電しているにもかかわらず出力抑制で系統に送れない電気を、蓄電機能を活用することで「保存」できるわけです。業界でも、蓄電機能を持つパワーコンディショナが製品化されるなど、太陽光発電の安定利用につながる取り組みが活発化してきました。

同様に、太陽光発電が昼間の太陽の降り注いでいるときしか発電せず、天候にも左右される問題についても、この出力抑制と蓄電池の併用で解決できるのです。

【図5】出力抑制と蓄電の概念図



# Q.5

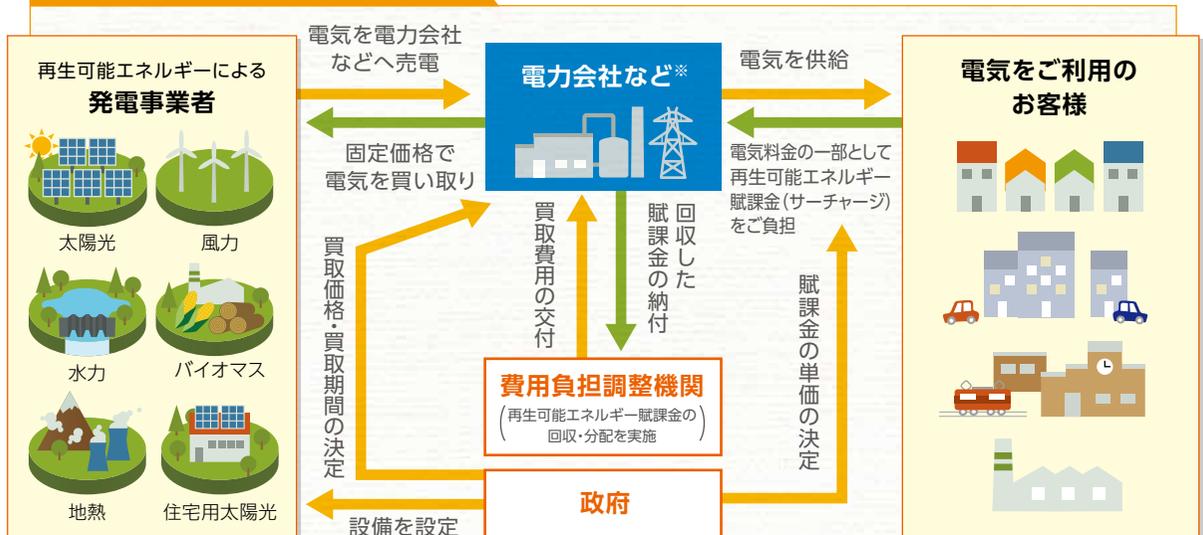
政府の太陽光発電奨励策として導入された固定価格買取制度 (FIT) は、普及拡大に貢献した一方で、迷走も目立ちました。この制度が近い将来、廃止される可能性はありますか。もしもそうなった場合、太陽光発電の関連業界は、どんな対策をすればよいでしょうか。

# A.5

太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーが、なぜ世界的に推進されているのでしょうか。それは、世界中が地球環境の破壊、気候変動、温暖化、化石燃料の枯渇化に備えた取り組みを始めているからです。

私 (桑野) が太陽電池の研究開発を始めたきっかけは、1973年のオイルショックでした。各国が再生可能エネルギーの開発に取り組み、日本でもサンシャイン計画が立案される中で、太陽光発電の研究が推進されてきました。1990年前後にCO<sub>2</sub>の増大による温暖化が明らかになり、1997年に京都で開催された第3回気候変動枠組条約締約国会議 (COP3) は、温室効果ガス排出規制に関する国際的な合意形成をしました。各国での研究開発で太陽電池の効率が向上し、太陽光発電の実用化が進む中、日本でも1994~2005年に太陽光発電のための普及促進助成制度が設けられ、それをさらに進化させた制度として、ドイツで固定買取制度が誕生しました。さらに、2011年の東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故を契機に、日本版FITが創設されました。この制度は20年かけて再生可能エネルギーを普及させていこうとするものであり、国民の支持がある限り、また、この法律を変えない限り、変更や廃止はできません。大切なのは、なぜ今、太陽光発電の普及が大切なのかについて歴史を振り返って考え、国民全体でその意味を共有することなのです。

【図6】 固定価格買取制度 (FIT) のイメージ



※電力会社のほか、特定電気事業者および特定規模電気事業者も、再生可能エネルギーによる電気を買取することができます。(資源エネルギー庁ホームページをもとに作成)

## Q.6

政府主導で太陽光発電の普及策が講じられる場合、その財源は最終的に国民負担となります。太陽光発電の普及によって、国民負担は増加すると考えざるを得ないのでしょうか。国民の理解を得ながら持続的な普及拡大につなげる施策として、どのような取り組みが求められますか。

## A.6

最近、太陽光発電の固定買取に対する国民負担論が出てくるようになりました。固定買取制度は、太陽光発電など再生可能エネルギー普及のため通常電気料金に少しプラスした価格で太陽光発電などから発電される電力を政府が買い取り、その差額を広く国民負担とする制度です。標準家庭での月額負担は地域によって異なりますが、2012年度で67円、2013年度で120円、2014年度で225円程度とされています（日本経済新聞2014年11月1日付記事より）。この額は太陽光発電の設置量が増加するにつれて大きくなります。将来は太陽光発電の設置量に応じて、増大することが予測され、月額1,000円程度になるとの試算もあります。

### 国民負担は本当に増える？

確かに、再生可能エネルギーの普及のために国民が負担するお金が増大することが、一般論として問題であるとする意見は理解できます。

経産省は毎年、国民負担をできるだけ抑えるために、太陽光発電システムの建設コスト低下に応じて買取価格を低減し、国民負担の抑制を図っています。太陽光発電システムを構成する太陽電池モジュールや架台などのメーカー、機器の設置業者など関連業界は必死にコストダウンを図っています。これらの結果、10kW以上の太陽光発電システムからの買取価格は、2012年7月に40円/kWh（税抜き）だったものが、2015年7月からは27円/kWhと約33%低下しました。

特に、日本の再生可能エネルギーの導入は発電コストが高い太陽光が中心で、今後仮に経産省に認可されたものが運転を開始すると、年間賦課金総額は1.9兆円に達し、買取期間が10～20年間続くと総額38兆円の国民負担になるとの意見があります。これは本当でしょうか？



## 太陽光発電普及拡大はLNGコストを抑制する

太陽光発電システムの燃料は太陽光なので無料ですし、CO<sub>2</sub>も排出しません。もし、太陽光発電システムがなくて、現在日本で一番多く使われているLNG（液化天然ガス）発電所をモデルにして、その電力を発生した場合のLNG調達コストの計算結果を【図7】に示します。60GWの太陽光発電システムが稼働したと仮定して計算しました。この太陽光発電システムは日本のピーク電力の約30%に相当し、総電力需要の約7%に相当する電力を発生します。この太陽光発電システムの電力により、日本の発電用LNGの年間削減量（輸入量）は12.8%減少し、LNG削減費用は6,900億円／年になります。太陽発電の燃料費は無料で、20年間稼働できるので、6,900億円×20年＝約14兆円の発電用LNG輸入費の削減に相当します。つまり、政府としてはLNGの輸入量が減少し、国富の流失がなくなるのです。この試算では、LNG価格を20年先まで据え置いています。化石燃料価格は10年後には2倍を超すと思われます。さらに、LNGを使用しない分だけ環境負担も軽減されます。

【図7】 60GWの太陽光発電が稼働したと仮定した場合の輸入LNG削減幅の試算

- |   |   |
|---|---|
| <p>① 太陽光発電によるLNG削減量<br/>LNG年間削減量 <b>800万トン</b></p> <p>② LNG輸入量<br/>LNG年間輸入量 <b>6,274万トン</b></p> | <p>③ 太陽光発電によるLNG削減<br/>LNG年間削減量／輸入量 <b>12.8%</b></p> <p>④ 太陽光発電によるLNG輸入費削減量<br/>(LNG単価8.63億円／万トン)として<br/>LNG年間削減費用 <b>6,900億円</b></p> |
|---|---|

太陽発電の燃料費はタダで、20年間稼働できるので、6,900億円×20年  
＝ **約14兆円**の発電用LNG輸入費の削減に相当する

# Q.7

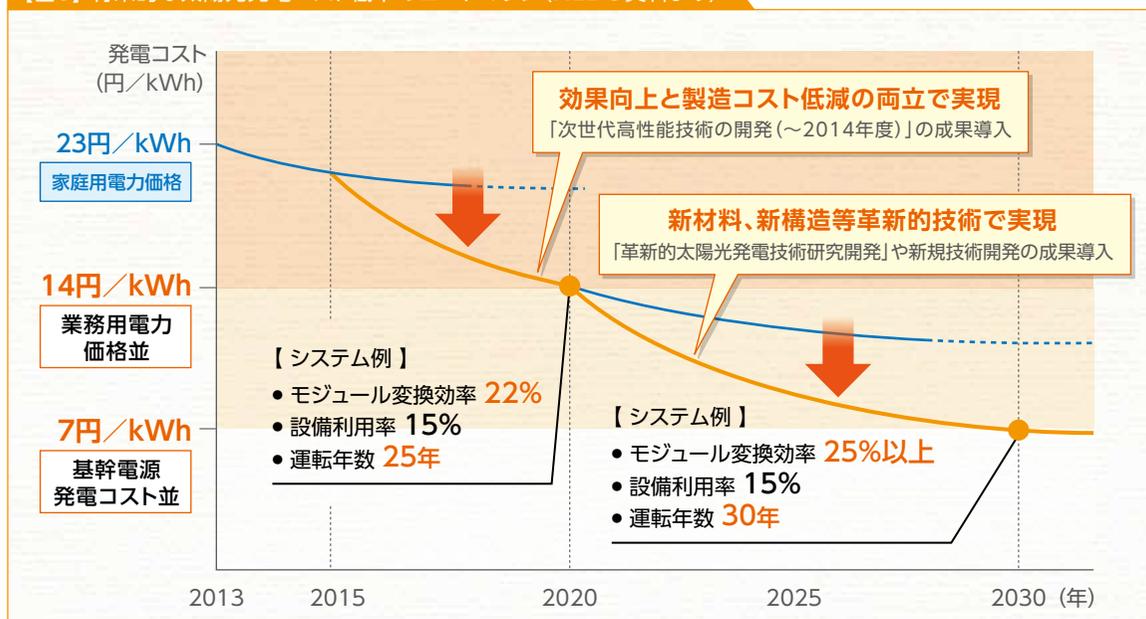
太陽光発電が社会インフラとして成熟するには、政府主導だけでなく民間レベルで成長させていく必要があります。民間事業者の参入促進やコスト競争力・技術力アップに向けた取り組みについて教えてください。

## A.7

太陽光発電に関する政府の研究開発を担っている新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) はこのたび、新しい太陽光発電の開発ロードマップ【図8】を発表しました。従来の計画をさらに加速させ、2020年に太陽光発電システムの価格を業務用電力価格並みに14円/kWh、2030年には基幹電源発電コスト並みの7円/kWhにしようとするものです。この計画では太陽電池の効率を向上させるとともに、太陽光発電システムの寿命を現状の20年から25~30年にする計画です。実現すれば、太陽光発電は通常の電力会社の発電所に対抗できる電力源になり、さらなる普及拡大が期待できます。

太陽光発電業界にとって大きな変革の時代が訪れています。従来、電力会社は発電と送電を一手に担っていました。いわゆる地域独占制度です。政府は発送電分離を決定し、電力の自由化を図ることにしました。太陽光発電システム、水力発電など独自の発電所を持つ発電事業者が消費者に電気を売れるシステムに変更されたことにより、電力の遠隔監視など付帯事業も加速することになります。この制度で発電・送電事業を行うためにはいくつかのハードルがありますが、太陽光発電などの発電事業者に新しいビジネスチャンスが到来したと言えるでしょう。

【図8】 将来的な太陽光発電コスト低下のロードマップ (NEDO資料より)



## Q.8

民間事業者による太陽光発電の普及促進には、持続的に事業を維持・発展できる明るい将来像が必要です。それを実現するために必要な条件は何でしょうか。

## A.8

政府の太陽光発電の認可量は約83GW（2015年3月末）ですが、そのうち運用開始したものは約18GWにすぎません。つまり、1年間に運用開始した太陽光発電は約10GW程度と少ないのです。認可を受けていながら運用開始されていない（つまり、建設されていない）ものが約65GWあり、これを年間約10GWペースで設置されていくとすれば、あと5～6年かかることになります。

その間、太陽電池やパワコン、架台、施工などの各メーカーやシステムインテグレーターなどの業界全体が太陽光発電システムのコスト低減に取り組めば、NEDOの目標である2020年の業務用発電コスト目標（14円/kWh）、2030年の発電所コスト目標（7円/kWh）を太陽光発電において実現できると思います。ちなみに、家庭用太陽光発電の発電コストはすでに、電力会社の家庭用電力料金に対応できています（これをグリッドパリティの実現と呼びます）。

日本における潜在需要は約200GW程度と見込まれています。電力広域ネットワークの強化、蓄電池の高機能化、揚水発電所の有効利用、広域太陽光発電システムの制御制度などを構築していけば、太陽光発電はさらに大きく発展するでしょう。

## Q.9

太陽光発電関連の市場は、今後どのように広がっていくとお考えですか。

## A.9

現在はメガソーラーが注目されていますが、今後はこれに加えて、中規模の市場（数十～数百kW）が伸びるでしょう。この分野はほぼ未開拓の大きな市場です。農業分野でも、ソーラーシェアリングの普及により、米国やカナダ、アジアへの展開が期待できます。日本で培った太陽光発電システムのノウハウが世界に寄与する日も遠くないと思っています。



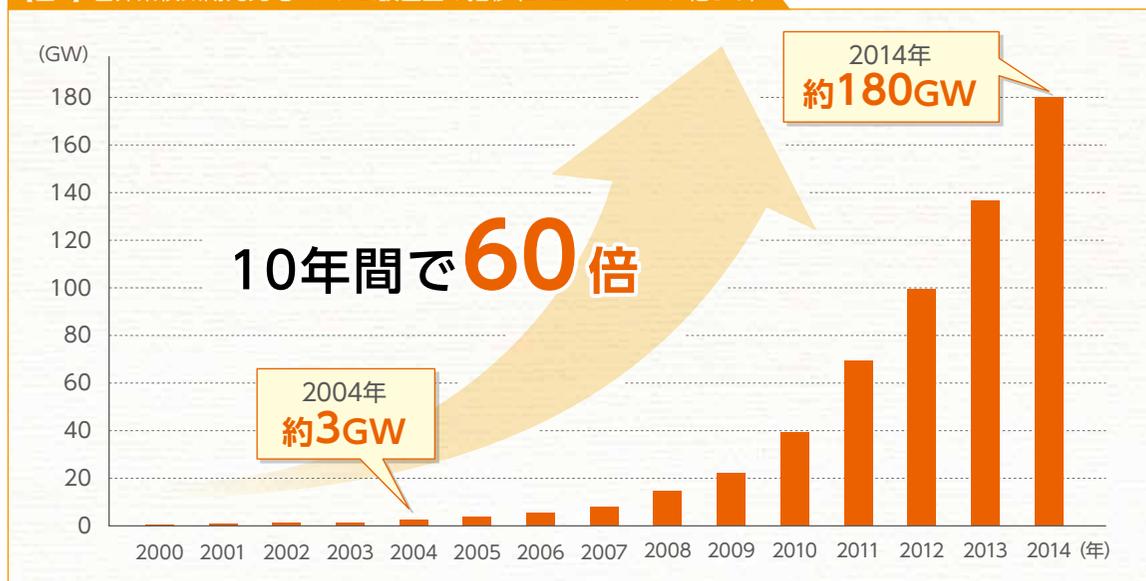
# Q.10

太陽光発電は、安心して利用できる実用的なグリーンエネルギーシステムとして、今後さらに普及が進むと確信しております。最後に、太陽光発電が安定した電源システムとして持続的に機能していくために、私たち全ての国民に求められる役割について聞かせてください。

## A.10

無限で膨大で無料である太陽の光から電気を生み出す、地球環境にも大変やさしいエネルギー源である太陽光発電が、いよいよ私たちの手の届くところにやってきました。世界レベルでの普及も進み、設置量は180GWに達しました。もちろん、まだ解決しなくてはならないことも多くありますが、国民の皆さんと一緒に頑張って立ち向かえば、必ず解決できると思います。

【図9】世界累積太陽光発電システム設置量の推移 (EPEA-PVデータ他より)



～太陽光発電が究極の再生可能エネルギーシステムとなるために～

私は太陽電池の研究を始めて約40年になります。28年前、人類が必要とするエネルギーを太陽光発電システムで賄うとしたらどのくらいの面積が必要かを計算し、世界の砂漠のたった4%に太陽光発電システムを敷き詰めればいいことが分かりました。振り返ると、その実現に人類は一步一步近づいているように思います。

桑野 幸徳



# TABUCHI ELECTRIC



## 田淵電機株式会社

本 社 〒532-0003 大阪市淀川区宮原3-4-30 ニッセイ新大阪ビル

東 京 支 社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-18-3 錦三ビル

栃木営業所 〒324-0021 栃木県大田原市若草1-1475

<http://www.zbr.co.jp>

<http://www.enetelus.jp>



この印刷物は、E3PAのシルバー基準に適合した地球環境にやさしい印刷方法で作成されています  
E3PA:環境保護印刷推進協議会  
<http://www.e3pa.com>