

JPEA PV OUTLOOK 2030



<要約版>

2013年12月改訂

一般社団法人 太陽光発電協会

目次

1. はじめに	1 頁
2. ビジョン改訂の要因	1 頁
3. 市場環境	2 頁
(1) 国内出荷量	
(2) 海外の状況	
4. 2030 年に向けた道筋	4 頁
(1) 市場概観	
(2) 時代に適合するシステム構成	
(3) FIT ソフトランディングの条件	
5. 分野別展開	7 頁
(1) 2030 年までの国内導入量見通し	
(2) 住宅用太陽光発電の市場規模想定	
(3) 公共・産業用市場	
(4) 事業用分野	
(5) 住宅・非住宅ロードマップとビジョン全体	
6. コスト	14 頁
7. 電力需給から見た変化	16 頁
(1) 第 1 段階	
(2) 第 2 段階	
(3) 第 3 段階	
8. 新たなビジネスモデルへ	19 頁
9. 海外展開	22 頁
10. 100GW 導入への課題	24 頁
11. 蓄電池導入量ポテンシャル	27 頁
12. 諸機関のビジョン	29 頁
13. おわりに	30 頁

JPEA PV OUTLOOK 2030

「FIT が開く太陽光発電、普及の新しい扉」

1. はじめに

太陽光発電協会（JPEA）では、ビジョン“PV OUTLOOK 2030”を定期的に見直してきた。今回は 2012 年 8 月「10 兆円産業 より豊かな 2030 年の実現へ」と題し、東日本大震災から 1 年を経て、蓄電池を併用した分散電源としての可能性、同年 7 月に開始された固定価格買取制度（FIT）への期待など、それまでの平和な時代に描いたビジョンと異なり、ある意味「危機から出発」という視点で 2030 年を展望した。さらにビジョンの途中経過の検証という意味で、2013 年 3 月 28 日発行の機関紙「光発電 No.36」で特集記事を掲載した。

この特集記事では、2012 年 8 月発表のビジョンがかなりの部分で具体化されて行く様子を記したが、今回改訂では、ある部分では事実の補強、またある部分では 2030 年に向けてより実現可能性が増した分野を特筆した。2010 年に初めて上梓した“PV OUTLOOK 2030”は、「日本ブランド 10 兆円産業を目指す」として 2030 年を俯瞰した。僅か 3 年後の現在が描く 2030 年は、理想的に描く未来でも現状の延長線上の未来でもなく、多くの人々が「こうなるかも知れない」「こうなって欲しい」と願う理想と現実の世界である。今回改訂が目指したものは、2030 年に向けて太陽光発電の未来を事実と根拠を基にその可能性を最大限に引き出すことである。

2. ビジョン改訂の要因

今回改訂の最も大きな目的は、国内市場を飛躍的に活性化させることになった固定価格買取制度を如何にその後の世界に繋いで行くか、又、制度のソフトランディング後の世界を「ポスト FIT」と表現し、予後予測のもと 2030 年の産業の絵姿を鮮明に描くことである。この意味で、改訂では激変する国内市場に焦点をあてた。FIT 制度では、平成 23 年（2011 年）8 月に制定された「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」の附則第十条 3 項に「施行後平成三十三年三月三十一日までの間に抜本的な見直しを行うもの（一部省略）」と規定されており、平成 33 年（2021 年）までは法的には継続されることになっている。しかし、欧州の先例に見るまでもなく、制度はいずれ色褪せる時が来る。制度自体が国民の負担で成り立っており、この 10 年間に産業は国民の期待に応え着実な成果をあげなければならない。具体的には 2030 年に向けての産業の姿を「FIT 制度下」「ポスト FIT」と二つの期に大きく分けて、「FIT 制度下」で得られるであろう経験や実績を如何に「ポスト FIT」に活かして行くかを示した。さらに二分割した期のつなぎ目には FIT の終わり方、新しい時代への準備といった過渡の時期が挟まる。産業の真価が問われるのは、この過渡の時期に智慧と経験で如何にソフトランディングとテイクオフをスムーズに繋げるかである。そのためには

FIT 制度が有効に機能している間に、社会やエネルギー市場の新たな変化に対応した準備が産業としてできるか否かが重要である。現在国で検討されている電力システム改革やエネルギー基本計画などは、太陽光発電産業の持続的発展に対して大きな影響を及ぼすものであり、太陽光発電の価値が経済、環境、セキュリティの点でどの様に消費者に受け入れられるかということが生命線となる。

日本の太陽光発電産業の持続的発展の鍵は、従来の太陽光発電単体サプライヤーから太陽光発電をコアとしながらもトータルサービス産業に如何に成長発展できるかである。世界市場に対して、単に日系企業の太陽光発電システムのブランド展開のみならず、太陽光発電システムを活用した社会インフラそのものを提供していくことを目指さなければならない。

3. 市場環境

(1) 国内出荷量

太陽光発電電力の買取に関しては、2003 年施行の RPS 法、2009 年の余剰電力買取法に始まり、2011 年の東日本大震災で日本のエネルギー供給の脆弱さが露呈されたことより、環境・エネルギー両面での再生可能エネルギーへの重要性が認識され、2012 年 7 月の FIT へと繋がった。FIT が始まる直前の時期は、円高や欧州市場停滞による輸出の激減、国内での公共産業用補助金廃止により住宅用だけが頼りの状況となり、各企業も生産縮小や人員の配置転換を余儀なくされた。1974 年のサンシャイン計画発足以来、初めて事業の位置付けに迷い、目標や希望を見失った時でもあった。

この様な状況で登場した全量買取を中心とした FIT 制度は、さらに初期 3 カ年の事業性に配慮した買取価格設定がなされ、壊滅寸前とも見られた国内産業に強力なカンフル剤の効果をもたらした。図 1 に国内メーカーの出荷実績を示す。

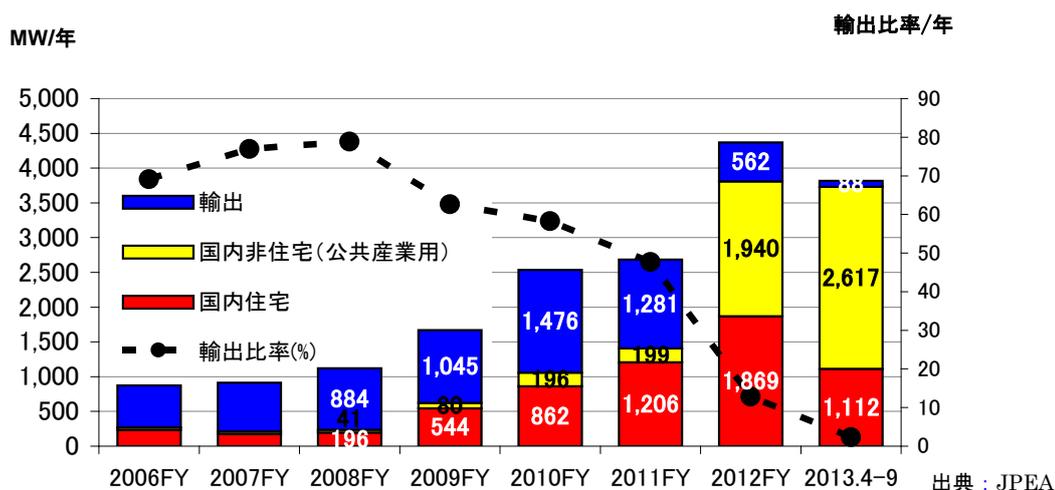


図 1 日本の太陽光発電の出荷実績

JPEA の出荷統計によれば、2012 年度の国内出荷量は 3.8GW であり、それまでの年間出荷量の 2.5 倍以上となった。又、2011 年度までの国内市場の構成比で 15~20%程度であった非住宅分野での出荷が大幅に伸び、FIT 導入以降は住宅を大きく上回る比率となった。さらには国内総出荷に占める輸出比率も 2012 年以降大きく低下し、従来の輸出依存型から国内市場中心にシフトした。

非住宅市場は、小規模産業用（10kW 以上~50kW 未満の低圧契約領域）、中規模公共産業（50kW 以上~2000kW 未満の高圧契約領域）、大規模メガソーラー（2000kW 以上の特別高圧）に分けられるが、小規模産業用を含めた産業分野と 2MW 未満のメガソーラーが大きな成長を示し、国内外からの新たな市場参入も拡大している。

経済産業省発表の FIT による設備認定量を見ると、平成 25 年 7 月末時点の太陽光発電の合計は 22GW で、FIT 以前の累積設置容量の 4 倍にも達している。これは技術的には実用レベルにあることの証明であり、残された最も大きな課題が経済性（コストダウン）であることを示している。太陽光発電は設置までのリードタイムが短いという特徴から再生可能エネルギー設備認定量全体の約 94%を占めているが、新しい普及の形態、ファイナンスを含めたビジネスモデルなど、他の再生可能エネルギー普及にも大いに参考となるはずである。

又、FIT が有効に機能している間は中国、台湾、韓国の太陽光発電モジュールメーカーの参入もますます増え、競争は熾烈になると考えられるが、技術開発と設備投資を着実にやり、やがてその成果を海外展開に繋いで行くことが唯一生き残る道である。

(2) 海外の状況

これまで世界市場の中心であった欧州市場では、経済停滞や予想以上に太陽光発電の導入が進んだことに対し、イタリア、ドイツをはじめとして各国の買取価格が下方修正されたり、キャップ（上限導入量）が設けられたりしたことで、太陽光発電市場の成長が鈍化する傾向にある。

一方 EU に比し FIT 黎明期とも言えるアジア市場では、中国、タイ、マレーシア、インド、日本が市場を牽引している。特に中国では、米国、欧州でのアンチダンピング措置により過剰生産から経営悪化に至った自国メーカーの救済も踏まえ、本年 7 月に 2015 年の国内累積導入目標を 35GW まで拡大しており、日本を上回る勢いである（2013~2015 年の年平均導入量は 9GW）。これは、EU の黎明期と似た展開がよりスピード感をもってなされている状況といえる。学ぶべきは、EU が成し得た事、成し得なかった事を冷静に判断し、自国の健全な産業発展に活かして行くことである。

4. 2030 年に向けた道筋

(1) 市場概観

現在から 2030 年の到達点に向けた道のり（ロードマップ）は、次の 3 段階に分けることができる。

第 1 段階：グリッドパリティ（消費者の買電単価と等価）の早期実現と、自由化された電力市場における普及拡大を可能とするための環境整備を行う時代

グリッドパリティは、住宅用では数年のうちに、それに続き非住宅高圧需要家では自家消費分が買電単価と等価になることで実現する。特別高圧や発電事業用では他の発電方式と発電原価が等価になることでパリティが実現するが、この段階では未達である。

第 2 段階：電力系統に負担をかけない、需要サイドと統合された自律分散システムとして普及する時代

「FIT 制度下」と「ポスト FIT」の繋ぎ目だが、系統増強（受容力増大）が間に合わない、又、分野によっては買取単価が経済性を有しないレベルとなる。経済性を補完すべき太陽光発電の価値付けが広く浸透していないなど、踊り場的停滞が懸念される。住宅分野ではネットゼロエネルギーハウス（ZEH）の普及がある程度進み、HEMS によるスマート化、自由化された電力市場でグリーン価値創造などが進展する。非住宅分野においては、高圧分野では BEMS、特別高圧では CEMS の実証が広範囲に試みられる。「ポスト FIT」に備えるため技術開発も施策も最も重要な時代となる。

第 3 段階：電力系統の安定供給体制を支える社会インフラの一つとして発展する時代
需要サイドとの統合による部分最適システムから、供給サイド（電力系統）との相互連携に発展させることで、電力システムの全体最適化に貢献する。

以上の 3 段階のロードマップイメージを図 2 に示す。

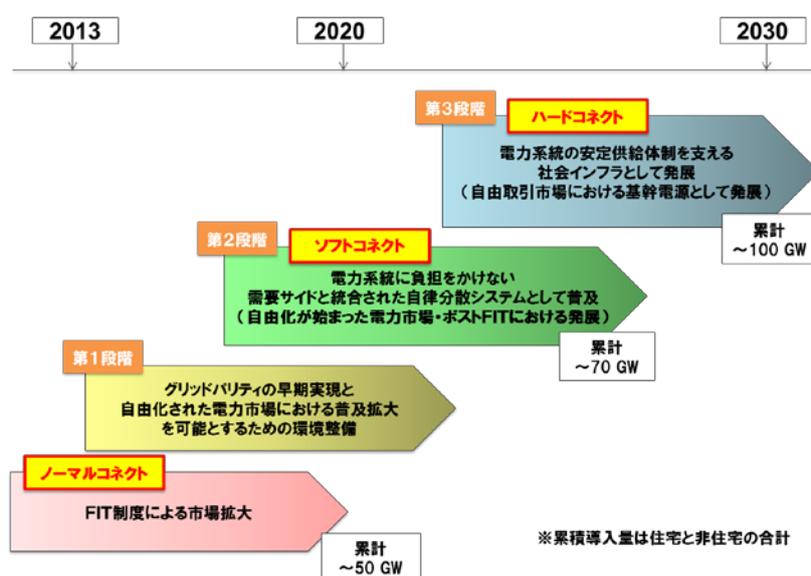


図 2 2030 年へのロードマップ（イメージ）

(2) 時代に適合するシステム構成

太陽光発電システムの実用化の始まりは、約 50 年前に電気の無い僻地で蓄電池と組み合わせた「独立型システム」である。現在は、太陽電池とパワーコンディショナ（以下、パワコン）の組み合わせという最もシンプルで経済性を追求する先進地域における「系統連系システム」が主流である。しかしこの経済性追求型システムは、発電自体が天候に左右されるため制御された電源とは言い難く、系統が安定的に運用できる量的範囲内に限定されることは先のビジョンでも言及した。系統の受容力増強が太陽光発電システムの普及に追いつかない時代には、「系統に過度の負担を掛けないシステム」の開発も重要である。従来の経済性追求型の連系を“ノーマルコネクト”と称するならば、これは“ソフトコネクト”とも称することができる。系統への逆潮流を一定程度抑える目的で、蓄電池を備えた独立型システムが系統に連系された様なシステムである。しかしシステムの経済性は後退するため、何らかのインセンティブが働かないと普及は難しい。一方、消費者にとっては災害時の非常電源機能、あるいは電気料金メニュー（ピーク時放電で自家消費）と組み合わせた経済性の追求など、システムコスト上昇を補う方策も練られる。電力供給という点では、このシステムは自家消費を促すことから、発電事業者にとっては「電気が売れない」ことに繋がる。また、送配電では一定程度逆潮していたものが全量自家消費となれば、先のビジョンで示した「太陽光発電システムも変動する負荷（需要）の一部」となり、必ずしも系統安定化に繋がらない。

系統運用では「全体として制御された電源」が重要であり、第三の連系として双方向制御のシステムが必要となる。HEMS や BEMS、電気自動車（以下、EV）などスマートグリッドの構成要素をアクティブなシステムとして使う方法である。構成は“ソフトコネクト”と同じであり制御方法のみ異なる。これを“ハードコネクト”と称し、最終システム構成となる。図 3 にこれらのシステム構成を示す。

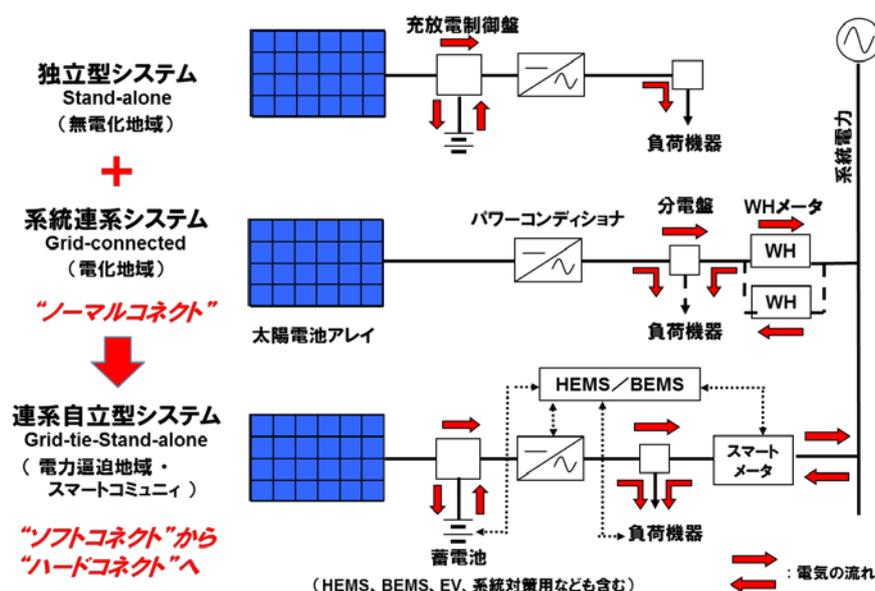


図 3 ノーマルコネクト／現在、ソフトコネクト／過渡期、ハードコネクト／双方向

(3) FIT ソフトランディングの条件

FIT 導入から次のステージ（ソフトランディングと「ポスト FIT」）へスムーズに移行する条件は以下である。

- ① システム導入コストの低減が着実に進みグリッドパリティに到達していること
- ② 太陽光で創られた電力が余剰分を含め、再生可能エネルギー、クリーン電力、自給エネルギーとして、その価値を消費者が理解できること
- ③ 新規導入のための物理的・制度的障害が取り除かれ、供給・消費両サイドにメリットが見出せる市場と、それを支える制度が整っていること

上記①のグリッドパリティについては、需要側から見た場合と供給側からみた場合で次のように異なる。

- ・ 需要側から見たグリッドパリティとは、需要家自身が電力系統から電気を購入する場合と同等のコストで太陽光発電を導入できることを意味し、比較対象は送配電コストである託送料金を含む電力会社の電気料金メニューとなる。
- ・ 一方、供給側から見たグリッドパリティとは、発電事業者が、他の選択肢である従来型電源と比較して同等の kWh 単価（ライフサイクル全体で見て）で太陽光発電を導入・運用出来ることを意味し、送配電コストが含まれていない。

太陽光発電は、消費者自身が導入の担い手になり得るという点で、他の再生可能エネルギーと大きく異なる特徴を有している。パリティは電源が設置される場所（需要端なのか、系統上流の発電端なのか）に依存しており、グリッドパリティへの到達に関しては色々なレベルが存在する。

FIT ソフトランディングを成し遂げ、さらに業界が目指す 100GW を達成するために太陽光発電産業が果たすべき役割は次の通りである。

- ④ 技術革新を怠らず、さらには HEMS・BEMS や次世代自動車・蓄電池等との連携を進め、システム導入コストの低減と価値創造を図ること
- ⑤ 消費地に設置できる特徴を活かし、需要サイドにおけるイノベーションをシステム面のみならずビジネス面からも率先して推進すること
- ⑥ 供給サイドと需要サイドのインテグレーション（統合）を消費者・他産業・国・自治体と連携し実現するために、最大限の貢献をすること。
- ⑦ 以上の結果として、100GW の大量導入が国全体として最小のコストで成し遂げられ、太陽光発電が電力システム全体を支える基幹電源としての一角を占めるまで成長させること。

以上（④～⑦）は、産業としての責務であると同時に大きなビジネスチャンスと捉えることもできる。

5. 分野別展開

(1) 2030年までの国内導入量見通し

前回ビジョンでは国内累積導入量について、2020年に34GW、2030年に100GWとしたが、2012年7月より開始されたFITが初期需要を大幅に励起したため、数年は普及の山が現れる。見かけの谷を経て市場が落ち着いた後は着実な伸びを示すと考えられ、2020年、2030年の見通しを若干上方修正した。国内導入量見通しについては以下の通りである。

	2020年	2030年
国内累積導入量	49 GW	102 GW
当該年度導入目安	4.0 GW/年	6.9 GW/年

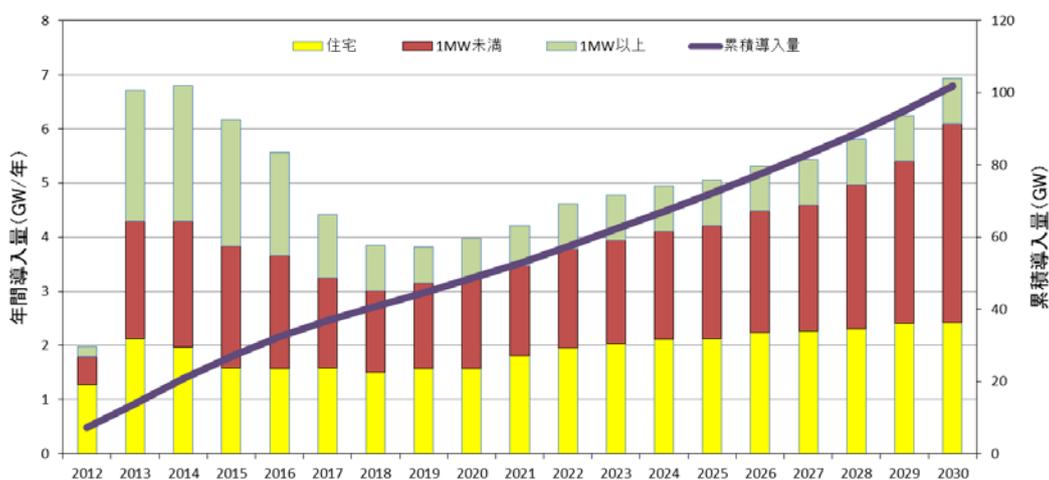


図4 2030年までの国内導入量見通し

(2) 住宅用太陽光発電の市場規模想定

住宅用太陽光発電の市場規模想定を図5に示す。市場全体を買取制度の区分である10kW以上、10kW未満に分け、さらに住宅用が大部分を占める10kW未満（戸建住宅想定）に関しては従来統計通り新築、既築に2分類し、計3つのカテゴリーにて市場想定を行った。又、設備認定では10～999kWの容量（及び件数）が大幅に増加し、住宅用でも10kW以上のカテゴリーでの市場拡大が顕著になると考えられ、件数表示だけでは全体像が捉え難いため、件数と容量の両面からの想定を行った。

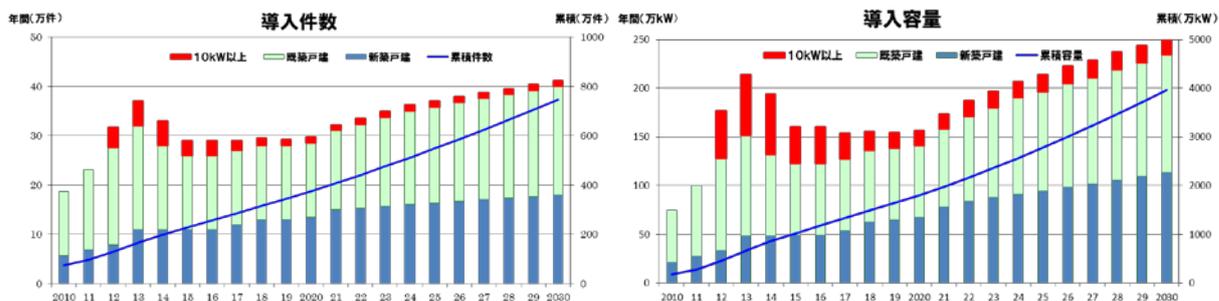


図5 住宅用太陽光発電の導入量推移

カテゴリー別の特徴を以下に示す。

- ・戸建新築：ZEH 政策により設置数の拡大は続くが、2020 年以降件数は安定状態になる。平均容量は拡大が続く。
- ・戸建既築：新築 ZEH に呼応するような省エネルギー政策により、一定量の市場が形成され安定状態になる。
- ・10kW 以上：集合住宅は全量 20 年間買取の効果で市場は急拡大する。2020 年頃より電力自由化をベースに安定市場に移行する。

さらに、住宅分野において今後予想される変化を以下に示す。

①電カインフラと一体化した太陽光発電の使われ方の拡大

太陽光発電をはじめとする分散電源、蓄電池、EV などの需要家側での組み合わせが進み、従来の省エネ診断からエネルギーマネジメントへと進化が見込まれる。又、スマートメーターの導入では、EV の蓄電池を再生可能エネルギーの出力抑制のためのバッファとして使うようになる。

②太陽光発電搭載を想定した住宅の開発

新築住宅では南面屋根を大きくとったデザインが現れる。買取期間が 20 年となる容量 10kW 以上の全量売電システム搭載が主目的だが、将来的に ZEH を実現するためには 7~9kW 程度の太陽光発電システム搭載が必要なこともあり、南面大型屋根システム開発が引き続き行われる。屋根開発では、住宅設計側と PV メーカーが協業し最適設計を行うことで大幅なシステムコストダウンが期待できる。

③周辺機器の多機能化

パソコンは関連機器と組み合わせて付加価値を向上させる。一段高いレベルへの省エネ化に向け、HEMS やスマートグリッド、スマートハウスなどと連携した宅内外コントロールタワーの役割を担うなどの多機能化が進む。

蓄電池は据置型以外に EV も含めて、非常時のバックアップ電源の機能だけではなく電気料金メニューに合わせて充放電制御するなど、住宅全体の電力（エネルギー）を有効活用する上で極めて重要な役割を果たす。

④スマートハウスの進化

スマートハウスの進化は、HEMS、蓄電池、燃料電池、EV 等と太陽光発電が段階的にセット導入されると考えられる。新築戸建で始まった動きは数年後には既築リフォームにも波及し、このスマートハウスの展開により太陽光発電市場は FIT のソフトランディングからスムーズにテイクオフし成熟期を迎える。

— 要点：住宅用市場 —

<市場成長期（FIT制度下）の課題と対策>

- ・ ZEH化の進展が期待できる新築用に対して、既築用の停滞が懸念される。既築住宅においては、既存の屋根形状や構造に合わせた「屋根形状対応」「モジュール軽量化」といった技術開発が重要となる。
- ・ 市場の拡大により、経験や実績の少ないプレーヤーが増加する。販売品質、施工品質確保の取り組みが重要となる。

<市場成熟期（ポストFIT）の課題と対策>

- ・ スマートハウス化により、蓄電池、HEMS等の関連設備機器と融合し、多機能化が加速する。家全体でのエネルギー最適化の視点からの技術開発が必要となる。
- ・ 小売り電力自由化を契機に、従来の「省エネ診断」から「エネルギーマネジメント」へと進化が見込まれる。市場状況の変化に合わせた太陽光発電の活用提案力が重要となる。

(3) 公共・産業用市場

FIT施行以前の公共・産業用市場では、ほとんどが自家消費に充てられることから低炭素化社会づくりのシンボリック的意味合いが強く、学校などでは環境教育の実践として、企業や自治体では社会貢献（CSR）としてなど、ボランティア的色彩の濃い導入であった。一方、設置に当たっては経済性が大きな課題であったため、補助金を活用することによって一定程度の導入は進んだが、余剰のほとんど発生しないこの分野では余剰電力メニューだけでは住宅用市場に比べ普及は遅れていた。

さらに、従来の公共・産業用市場では、住宅用ほどの件数が見込めないことから標準化が遅れ、各施設に応じた個別の設計や導入が進められていた。個別設計による導入では自ずと差別化・優位性を競う傾向となるため、設計から施工まで多くの人・物・費用が必要となり、住宅用と異なり体力のある業態、業種の法人でなければ、この分野での事業には取り組めないのが実情であった。

しかし、一定程度の経済性が担保されたFITの開始によって、公共・産業用のみならず発電事業用市場の拡大が図られ、量産効果による機器や架台等の低コスト化が進むと共に、市場参入意欲の高まりによる新たな技術的提案も多数現れてきた。また、FIT制度のもとでは新しい普及形態に積極的に取り組む自治体もあり、「屋根貸しビジネス」「遊休地斡旋」など様々なビジネスモデルが立ち上がっている。「屋根貸しビジネス」は遊休スペースを持つ工場や建屋の屋上など中規模システムが設置可能な非住宅施設が主体であるが、小規模屋根を集めた戸建て住宅用の「屋根貸しビジネス」の事例も出てきた。

2030年までの、非住宅（公共・産業用、事業用）分野の市場見通しを図6に示す。市場の変化は、2020年を境に住宅用太陽光発電の市場成長が鈍化する代わりに、これを補う形で非住宅用市場が拡大していく。セグメント別には、現在活況であるメガソーラーは用地確保、系統制約などから伸びは鈍化し、これに代わって低・未利用地など休耕地、分譲中の工業団地、廃棄物処分場などで自己資金による発電事業用あるいは大規模

業務用設置へボリュームゾーンが移って行く。これに並行して学校、公共施設、産業施設、工場、商業施設、ビルなどの建物への設置も増えると考えられる。

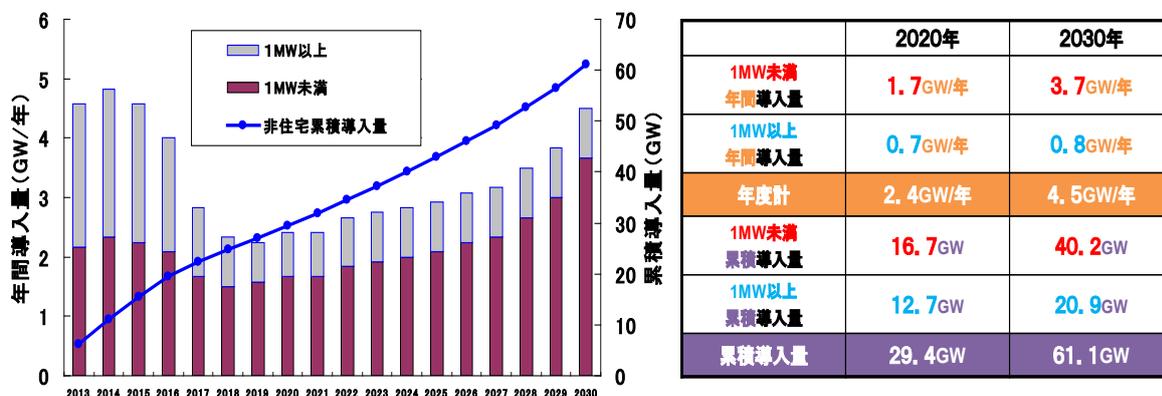


図6 非住宅用導入量

(4) 事業用分野

FIT制度により、最も導入が進むと考えられているのが事業用分野である。発電事業はビジネスとして利潤を上げることが目的であるため、自己資金の範囲、スペース分だけの設置を行う公共・産業分野と異なり、事業性を担保するためのリスクヘッジを含めたファイナンス、一定規模以上の未利用地、事業性に大きく影響する豊富な日射量の場所などが必要となってくる。

自治体では所有している工業団地の未利用部や廃棄物処理場などへの導入、民間では大手企業の遊休地を使った発電事業用が急拡大している。長期にわたる電力の売電収入を配当とする投資信託、安定的な発電を担保する保険制度、発電量を予測する天候デリバティブなど、今まで太陽光発電事業に関連がなかった金融や保険会社等の新規参入も進んでいる。又、発電事業として長期にわたる発電を確保するための運営会社としてのメガソーラー発電会社（SPC）等が続々と現れている。

一方、設置場所として有望な耕作放棄地等への導入圧力はかつてないほどに高まっているが、農地利用に関連する規制緩和は進んでおらず、将来的なポテンシャルは高いものの潜在的なレベルに留まっている。

この分野の最も大きな課題は、「ポストFIT」の時代に如何に電力自由化をビジネスとして組み込めるかである。大型の適地が漸減し、FITの経済的的魅力が失われていく中、それまでに保有した発電所の維持管理だけをビジネスとすることはできない。企業努力によって継続的事業発展ができなければ単なるモニュメントになってしまう。

— 要点：非住宅用市場 —

<市場成長期（FIT 制度下）の課題と対策>

- ・FITの導入でビジネスとして成り立つ環境が整ったことにより、メガソーラーをはじめとして大規模から中小規模に亘って普及が進んだ。しかしながら、大規模ソーラーシステムに比べてインセンティブが弱くなる中小規模の太陽光発電システム（サブメガ）のさらなる普及が課題である。
- ・この分野の普及には、インセンティブの付与を含むビジネスモデルの構築やそれを支える環境整備が重要である。具体的な普及施策としては、低・未利用地の開発、金融支援、屋根貸しビジネスの環境整備などである。

<市場成熟期（ポスト FIT）の課題と対策>

- ・非住宅用市場を牽引したメガソーラーなどの大規模発電設備の伸びが見込めない中、中小規模の発電設備やこれを含めた省エネ・創エネ設備が普及の中心なる。
- ・この分野の普及には、大量導入が進む住宅用に加えて、さらに広範囲に分散電源を許容するエネルギーインフラの構築やビジネスモデルが重要な鍵になる。またそれらの実現のためには、コストダウンと同時に、導入に向けてのインセンティブが依然として必要である。具体的な普及施策としては、低・未利用地の活用、ESCO 事業、EMS などである。

(5) 住宅・非住宅ロードマップとビジョン全体

光発電システムの発展のステップは図 2 で示した通り、

- ・第 1 段階では、
グリッドパリティの早期実現と自由化された電力市場における普及拡大が可能となる環境が整備され、
- ・第 2 段階では、
電力システムに負担をかけない需要側と統合された自律分散型システムとして普及が進み、最終的に
- ・第 3 段階では、
電力システムの安定供給を支える社会インフラの一つとして発展する。

図 7、図 8 にこれをベースとした住宅分野と非住宅分野のロードマップを示す。また、図 9、図 10 に海外を含めたビジョン全体の市場規模見通しを示す。国内における FIT 開始以降の市場環境の激変は、海外向けを含めた全体にも影響を及ぼすこととなるが、FIT 導入後の市場が波打ちながら変化することは各国の事例で学習したところである。この経験からベースラインの成長曲線は変わらないものとし、昨年改訂したビジョンで示した「2030 年に 10 兆円産業を目指す」ことは変更せず、今回の改訂でも目標はほぼ同じとした。国内の活況は 2014 年頃 小山とその後の谷を出現させるが、政策・経済・資源・市場・技術・国際協力等々如何によって、今後もこの揺らぎは繰り返し起こるものと予想される。

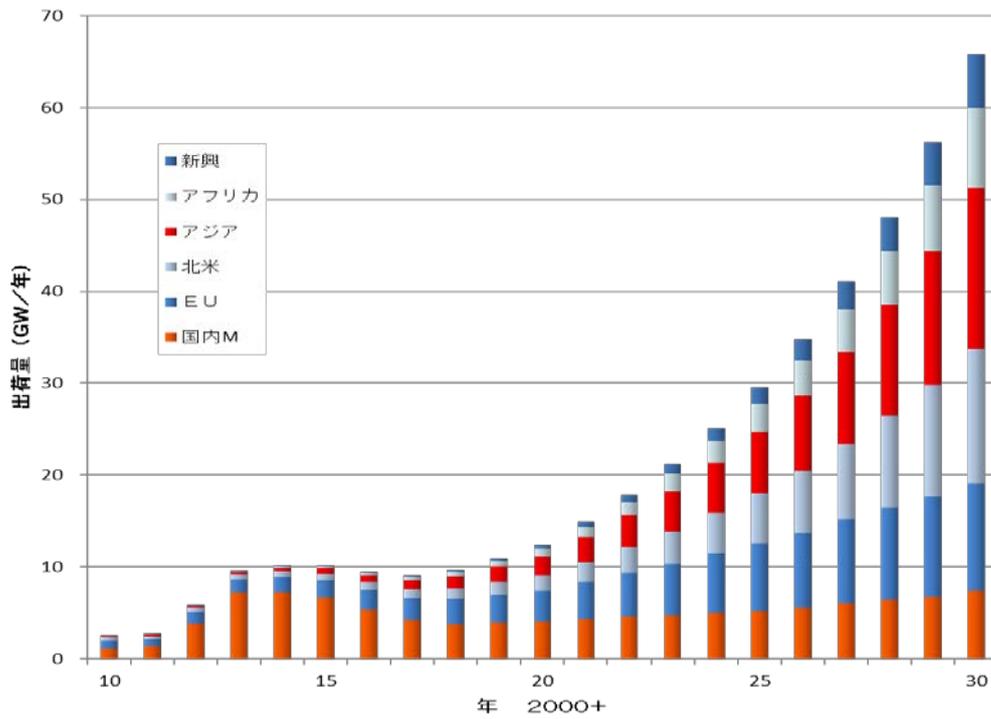


図9 日系（日本ブランド）市場規模（GW/年）

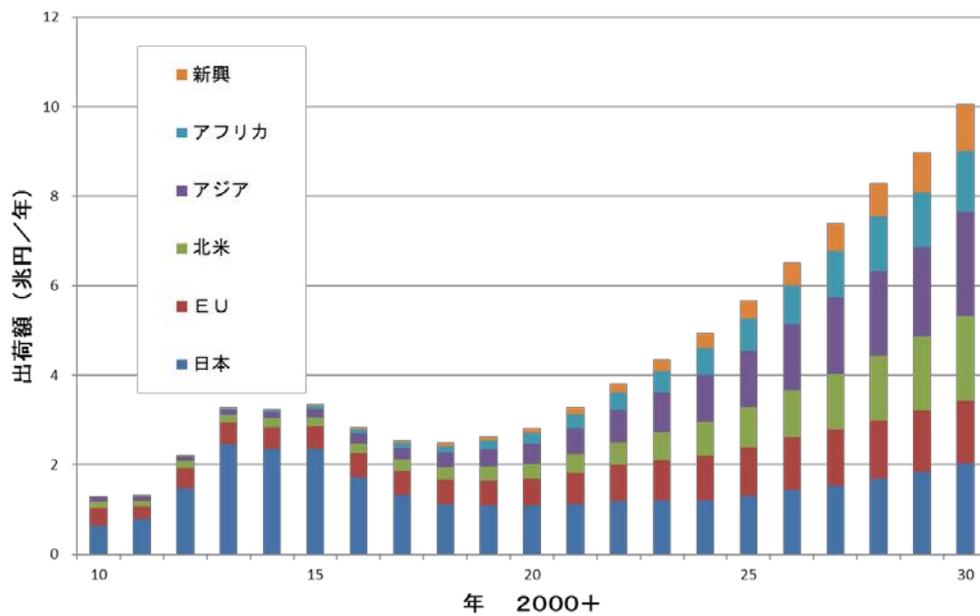


図10 日系（日本ブランド）市場規模（兆円/年）

6. コスト

FIT 制度による普及の急拡大は、太陽光発電が技術的には既に実用レベルにあり、残された最も大きな課題が経済性（コストダウン）であることの証明でもある。本ビジョンにおいても、2030 年を見通す時のベースとしてのコスト見通しは当然含んでいる。

指針としたのは NEDO が作成した“太陽光発電ロードマップ (PV2030+)”である。表 1 はその抜粋であるが、留意すべきはこれが技術開発目標であり、量産化され広く普及するには数年を要するという点である。この表を、2020 年までに家庭用電力並みが普及、2030 年までに業務用電力並みが普及、2030 年からは汎用電源を目指した普及が始まると捉えれば、本ビジョンのベースと合致する。

実現時期(開発完了)	2010年~2020年	2020年(2017年)	2030年(2025年)	2050年
発電コスト	家庭用電力並 (23円/kWh)	業務用電力並 (14円/kWh)	事業用電力並 (7円/kWh)	汎用電源として利用 (7円/kWh以下)
Grid Parity対象と 主な利用内容	家庭用電力 (23円/kWh) 住宅用系統連系シ ステムでの利用	業務用電力(14円/kWh) 産業・運輸及び業務分野での電力利用 蓄電機能付きシステムでの住宅利用		汎用電源として利用 (7円/kWh以下) 独立システム
		事業用発電(7円/kWh) 運輸、大規模発電所、水素製造など 蓄電機能付きでの産業利用など		

出典：NEDO「2030年に向けた太陽光発電ロードマップ (PV2030) に関する見直し検討委員会」報告書より抜粋

表 1 “PV2030+” 発電コスト

“PV2030+”では、システムコストを 37 万円/kW として、家庭用の耐用年間平均電力コスト（15 年、金利 3%）が 23 円/kWh となると試算している。これを実績で検証したものが図 11 であり、直近の市場価格と近似曲線（2 項近似）を示している。ここから平成 28 年度第 4Q（2017 年 1~3 月期）には 30 万円/kW を割り込むことが読み取れ、“PV2030+”の現実味と、本ビジョンにおける第 1 段階との整合が示される。

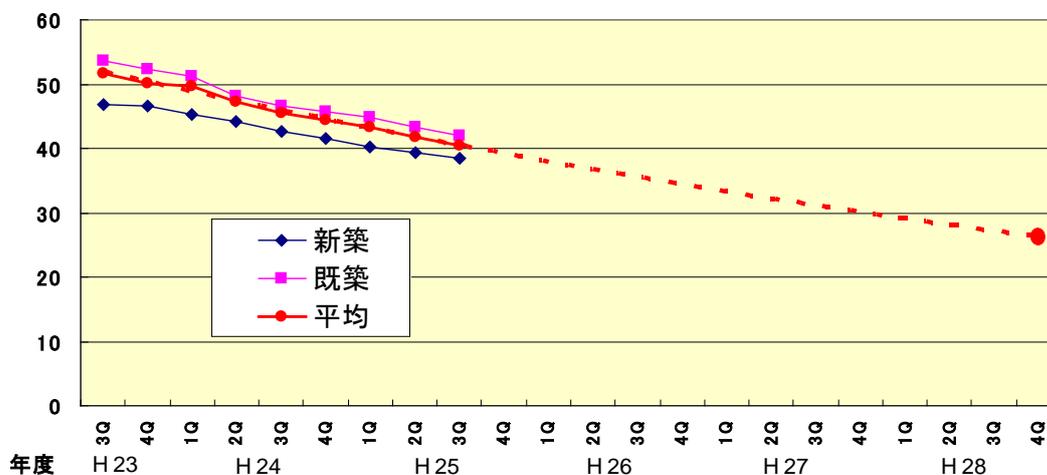
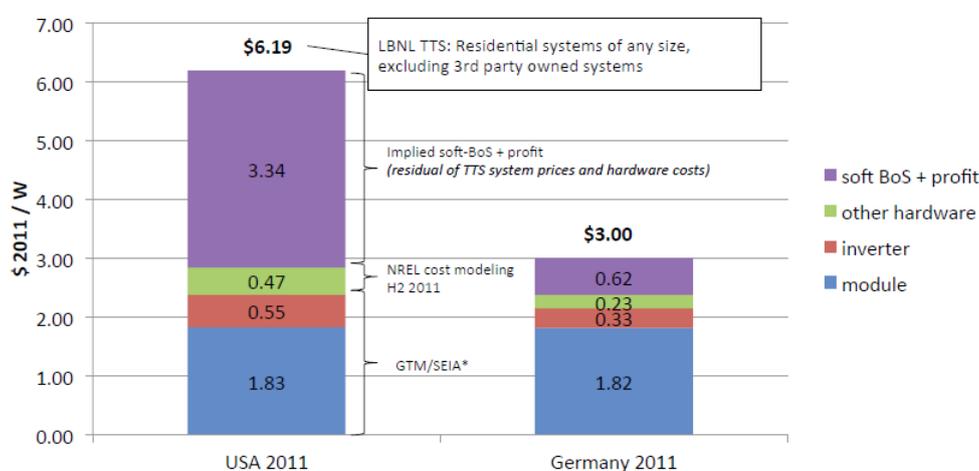


図 11 家庭（住宅）用システム価格推移

住宅用の価格分析については、米国のローレンスバークレー国立研究所が米独のシステム価格差を分析したものがあある（図 12）。2011 年時点での比較であるが、日本における 2013 年の価格（平成 25 年度第 4Q 平均 40.5 万円/kW）はほぼこの中間になる。この分析ではモジュールとインバータ、その他機器における差はほとんど無いが、それぞれ全体価格の 54%（米）、20%（独）を占めるソフトコストの差が大きい。ソフトコストの内訳は、《・許認可コスト（州毎に異なる）・販促費（顧客の分散と獲得、消費者の理解度）・その他関連部材（習熟曲線）・施工工数（時間、労務費）・戸あたり kW 規模差・価格競争度合い・工法の違い・流通マージン・所有者の違い》などである。これらは何れも日本においてもコストダウンのための課題であり、機器コストの低減のみならず、パリティ実現の大きな要素となる。



出典: Lawrence Berkeley National Laboratory Feb. 2013 Revision
 "Why Are Residential PV Prices in Germany So Much Lower Than in the United States? A Scoping Analysis"

図 12 住宅用太陽光発電 米独価格比較

上記住宅用太陽光発電の価格分析における特異性は、自宅屋根という「無料のスペース」と、買う電気と等価（パリティ）という「事業性（収益性）の無視」を前提としている点である。非住宅用においても、自社工場の屋根や空き敷地等で自家消費を行う場合は、余剰買取単価次第ではあるが、同様な考え方とシステム価格評価ができる。

しかしながら、より大規模な普及を目指す本ビジョンでは、非住宅用のコストターゲットの実現可能性も考慮しなければならない。買う電気と等価となる 14 円/kWh を実現するためのシステムコストを耐用年数 20 年、金利 2%、設備利用率 12% で算出すると、24 万円/kW となる。

但し、これは売価であるため、住宅用で示した販促費や施工費、許認可費、必要な場合の土地代、事業用であれば維持管理費、利潤までも含まなければならない。その覚悟を踏まえた上での捉えられるターゲットとして、本ビジョンの第 3 段階を想定した。コスト面でのハードルは高いが、バリューチェーンのあらゆる部門でコストダウンを図ることによって、「理想社会」でも「夢」でもない「ビジョン」が実現する。

7. 電力需給から見た変化

(1) 第1段階

：グリッドパリティの早期実現と自由化された電力市場における普及拡大を可能とするための環境整備の段階

電力の流れは上流（供給サイド）から下流（需要サイド）へ一方通行であり、需給調整は供給サイドが需要変動に合わせ独占的・集中的に管理する。先のビジョンで示した様に、太陽光発電は変動する負荷の中で負荷を軽減する役割を果たす。

この段階では、グリッドパリティ達成は一部（低圧需要家）であり、電力システム改革も緒に就いたばかりである。一方、国の政策支援によりスマートメーター、HEMS/BEMS の普及が始まり、DSM と電力ビジネスを結び付けたビジネスモデルが意欲的に試されることで、業界の枠を超えた連携も生まれてくる。太陽光発電産業は、技術開発努力等による一層の発電効率の向上、システムコストの低減に努め、グリッドパリティの早期実現を目指さなければならない。しかし、グリッドパリティの実現がすべてを解決するわけではない。例えば FIT 制度が先行しているドイツでは、住宅部門の太陽光発電で既にグリッドパリティが達成されているが、爆発的あるいは自動的に普及が進んでいるわけではない。従来明確な投資対象（利得）として導入していたユーザが、等価になっただけでは急には動かないことが分かったことは予想外の経験である。それでも一定の普及が持続しているのは、経済合理性以外の価値を見出す者の存在や自家消費にインセンティブが働く様な制度を導入したことも支えになっているものと考えられる。グリッドパリティは早期に通過すべき点だが、ゴールではない。

(2) 第2段階

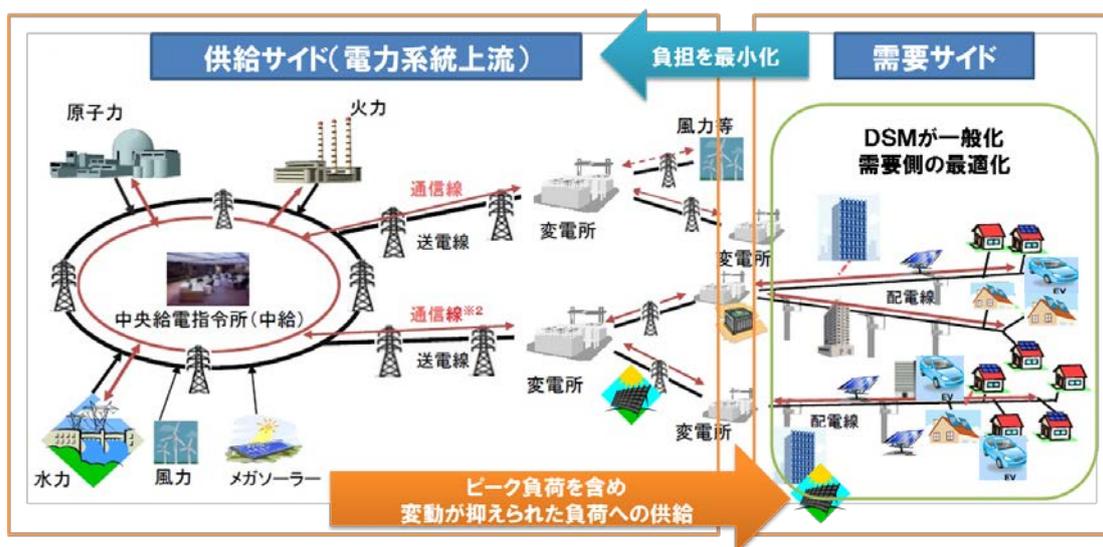
：電力システムに負担をかけない需要サイドと統合された自律分散システムとしての普及段階

FIT 制度の成功を未来に繋ぐための最も重要な過渡期であり、また電力システム改革が進化した環境下において太陽光発電の特色が十分発揮され、競争力のある電源システムとしての地位を確立するための重要な準備期間でもある。電力システム改革が需要サイドを巻き込んで新しいビジネスモデルを生み出し、様々なプレーヤーが電力ビジネスに参入してくる。スマートメーターや HEMS/BEMS/FEMS を搭載したスマートハウス、スマートビル、スマートファクトリー、EV と太陽光発電が融合したシステムなどが全国に拡大し、太陽光発電はその核となって発展している。

FIT 制度によるインセンティブの活用に加え、グリッドパリティ到達部門を中心に需要サイドとの一体化を図りながら、電力自由化が生み出す新たな価値をインセンティブとして取り込みながら発展させていく。又、需要側と統合された自律的分散システムとして発展することで、出力変動等による電力システムへの負担の最小化を図りながら 100GW への道を進む。

需要サイドのスマート化は、スマートハウス、スマートビル、スマートファクトリー等の普及が基本であるが、太陽光発電はこれらを推進するための中核技術となる。

例えば、需要サイドの負荷調整機能・蓄電機能により太陽光発電の出力変動を吸収できれば、余剰電力の活用を含め発電電力の価値を最大化できる。また、災害時の非常電源としての能力を高められユーザにメリットを提供できる。さらに、自律的分散システムとして電力系統への負担が軽減できれば、送配電網への接続制約が緩和されると考えられる。図 13 に需要側のスマート化のイメージを示す。



出典：送配電システムの現状と課題について<次世代送配電ネットワーク研究会の概要等>
(2010年5月27日 資源エネルギー庁電力・ガス事業部) を基にJPEA作成

図 13 第 2 段階：需要側のスマート化

(3) 第 3 段階

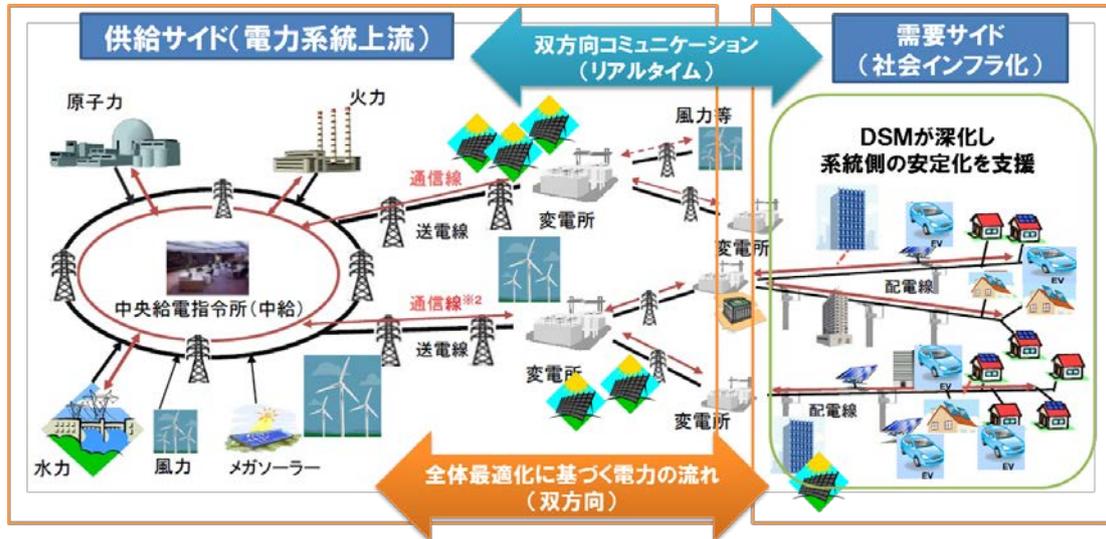
：電力系統の安定供給体制を支える社会インフラの一つとして発展する段階

電力システム改革が浸透し、需要サイドを巻き込んだ新しいビジネスモデルが供給サイドとの連携で大きな価値を生み出しながら全国レベルで様々なプレーヤーの協業で広がっている。EV/PHEV と蓄電池が普及し、電力貯蔵が系統安定化に活用可能となる。第 2 段階の需要サイドとの一体化・スマート化による部分最適システムから、供給サイド(電力系統)との双方向潮流制御へ発展させることで、電力システムの全体最適化に貢献しながら普及拡大を続ける。太陽光発電は安定供給体制を支える社会インフラの一つとして位置付けられることを目指す。

第 3 段階では、需要、供給両サイドの間の電力・情報のやり取りがリアルタイムで行われ、ビッグデータを解析しながら電力システム全体での最適化を実現している。

図 14 に第 3 段階の電力システム概念を示す。この段階での課題は、双方向連携の体制とルール作りである。例えば、送配電事業者は、域内全体の状況についてアグリゲーター等を介してリアルタイムで把握し、全体最適化が実現する様に電力システムを運用しなければならない。そのためには、需要予測や再生可能エネルギーを含む全電源の発電量予測を正確に行い、目指す全体最適のための要請を供給サイドと需要サイドにタイム

りに発信することが求められる。また、需要サイドにはコミュニティーレベルのエネルギーシステム運営機関が新たに生まれる可能性もあり、これらとの連携・融合も必要になるであろう。図 15 に全体最適化を実現するための運営体制を示す。



出典：送配電システムの現状と課題について<次世代送配電ネットワーク研究会の概要等>
 (2010年5月27日 資源エネルギー庁電力・ガス事業部) を基にJPEA作成

図 14 第 3 段階：需給両サイドの連携

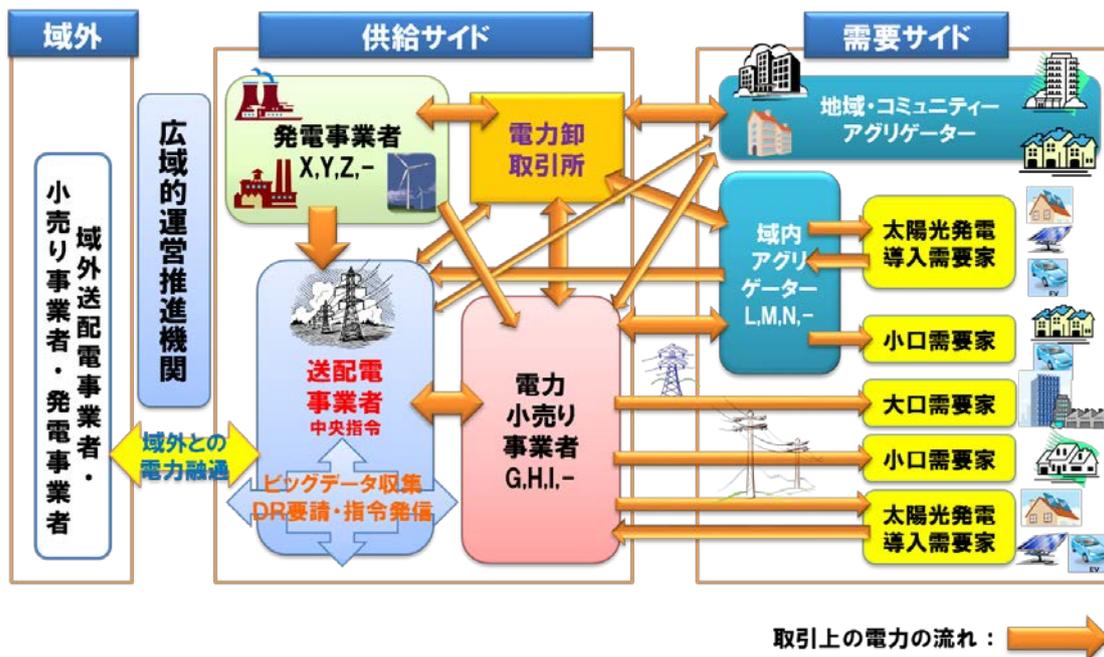


図 15 第 3 段階：運営体制

－ 要点：電力需給から見た変化 －

<「第1段階」の課題と対応の方向性>

- ・グリッドパリティの早期実現のため、発電効率の一層の向上とシステムコストの低減が求められる。
- ・DSMと電力ビジネスとが結びついた新たなビジネスモデルの創出と、それを可能とするスマートメーター、HEMS/BEMSの普及が求められ、そのためには業界の枠を超えた連携が鍵となる。
- ・既にグリッドパリティを達成したドイツの経験からは、住宅部門のユーザーは経済性だけでは動かないことが判明しており、経済合理性以外の価値創出や自家消費を促進する制度が求められる。

<「第2段階」の課題と対応の方向性>

- ・100GW達成には、①出力変動による電力系統への負担軽減、②送配電網への接続制約の緩和、③余剰電力の活用、④ポストFITの経済的インセンティブが課題であり、そのためには需要側と統合された自立分散システムとして発展することが求められる。
- ・具体的には、需要サイドのスマート化の核としての役割を果たしながら、EV・PHEVとの連携を含むDSMを普及させ、需要サイドにおける負荷調整機能・蓄電機能が最大活用で出来る環境を整える必要がある(①、②、③対策)。
- ・又、余剰電力の活用と経済合理性の向上には、電力システム改革が生み出す新たなビジネスモデルを最大限取り込むことが求められる(③、④対策)。

<「第3段階」の課題と対応の方向性>

- ・100GW達成時には、電力系統の安定供給を支える社会インフラの一つとなっていることが求められる。
- ・そのためには、自らの普及制約の対策として整備した需要サイドの負荷調整機能・蓄電機能を、供給側と連携した電力システム全体の最適化と安定化に活用できる様に、需給両サイドの電力・情報を双方向でやり取りできるシステム・制度の構築が必要となる。

8. 新たなビジネスモデルへ

図16は現在検討が行われている電力システム改革専門委員会資料に太陽光発電の関わり方の可能性を追加加工したものである。オリジナルでは図右端は自家発、自家消費として電力産業の絵姿と分離、独立していたが、ここを太陽光発電所と捉えると図の様に発電事業者、自前の設備を有する小売電気事業者、需要家の自家発電という分類になると考えられる。この様な分類はFIT制度自体が成熟期になると萌芽し、「ポストFIT」へのスムーズな移行に貢献する。発電事業者は主に経済性追及の“ノーマルコネクト”、自家消費は“ソフトコネクト”、小売事業者は“ハードコネクト”が主になると考えられる。

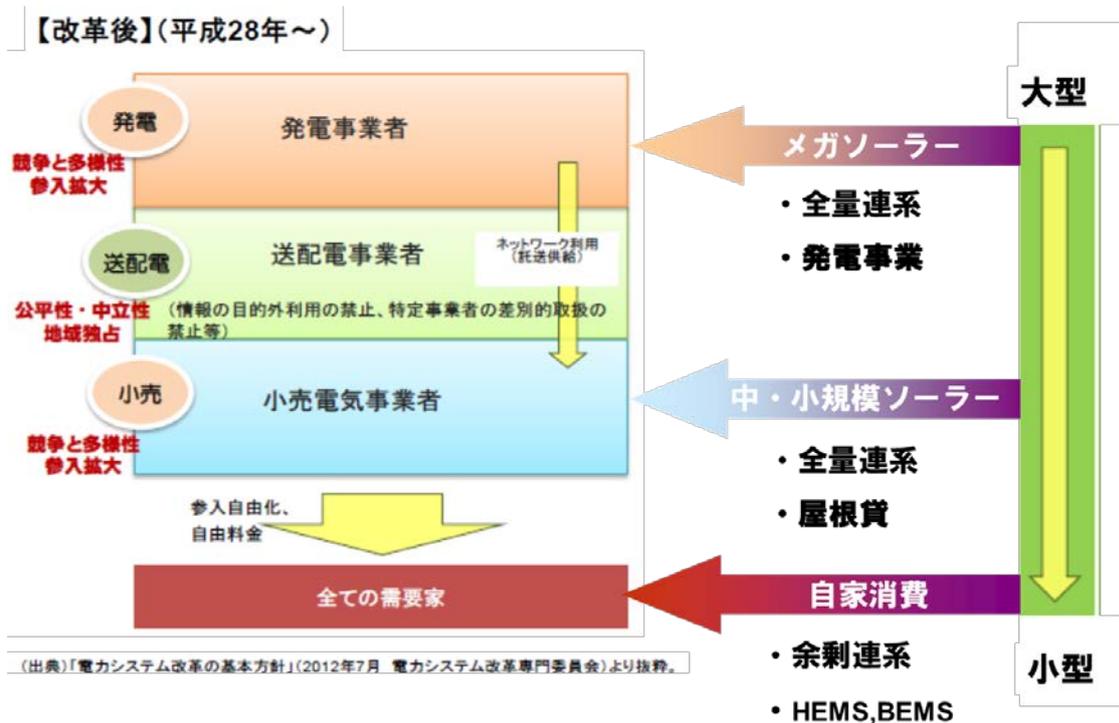


図 16 ポスト FIT における太陽光発電用途の絵姿

電力システム改革の目的は、①安定供給の確保 ②電気料金の最大限の抑制 ③需要家の選択肢や事業者への事業機会の拡大である。本ビジョンでは、これらの電力システム改革に呼応して太陽光発電の持っている価値（分散電源、ピーク価値、省エネツールとしてのネガワット価値）を活かせる機会が広がるものと期待している。この中で大きな役割を果たす存在がアグリゲーターである。アグリゲーターは新規ビジネスの重要なキーワードとなる。例えば住宅用太陽光発電は、1件当たりの設置容量自体は小規模であるが、数千件以上の需要家をアグリーゲート（一括管理運営）することで新たな事業性も生まれる。アグリゲーターは、IT やネットワークを活用することなどにより太陽光発電以外の様々なサービスを提供することも可能となる。電気、通信両方を提供する総合サービスなどである。表 2 に今後現れそうなアグリゲーター例を示す。

余剰電力アグリゲーター	●太陽光発電の余剰電力分にプレミア(グリーン価値)を賦与することが条件
定格ピーク電力アグリゲーター	●ピーク時間帯に定格出力で系統に供給 ●グリーン電力由来のものにはさらにプレミア
小売事業アグリゲーター	●零細電力小売費業者を集めて一括電力販売
アグロ・アグリ	●耕作放棄地を集めた農家のための発電事業(農地転用が条件)

表 2 アグリゲーター一例

具体的ビジネスモデルの検討では、電力システム改革や社会システムの変化に応じたモデルの検討が必要となる。特に、アグリゲーターといわれる事業者が、中間的なエネルギーサービスや、様々な価値（省エネ診断、付加価値サービス、デマンドレスポンス、みはりサービス等）を提供する流れが活発化すると想定される。太陽光発電の普及分野は、大型メガソーラーから中規模な事業者用の設置、住宅用までと裾野が広く、これらのセグメントに応じてアグリゲーターの役割も異なる。

住宅では HEMS を主体に多くのユーザーを束ねることで、太陽光発電のメリットを活かせる可能性をもっている。複数の集合住宅の一元管理や工場などの事業所においても、太陽光発電と BEMS の活用による価値を活かせる可能性がある。将来的には太陽光発電の特色であるピーク価値について、ピーク時間の電力価値に応じた電力売買、アグリゲーターと小売り電気事業者が一体化されたビジネスなど様々な可能が考えられる。電力自由化がもたらすビジネスモデルの基本形を図 17 に示す。

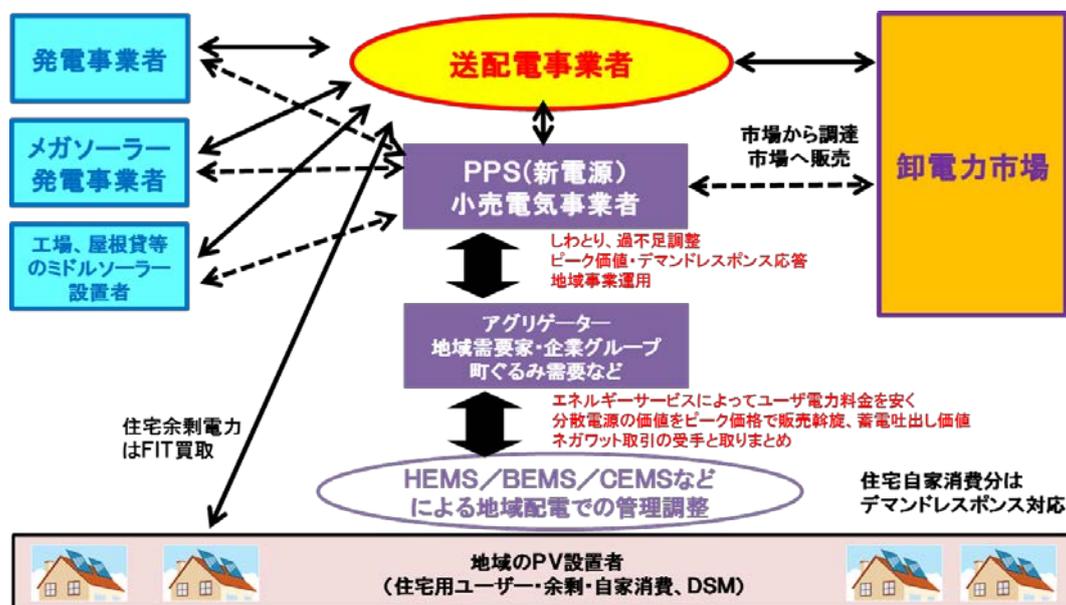


図 17 電力自由化を前提としたビジネスモデル基本形

－ 要点：新たなビジネスモデルへ －

<ビジネスモデル構築の課題と対策>

- ・電力システム改革の変化に応じ、太陽光発電の価値を生かせるビジネスモデルをどのような仕組みで事業化できるかが課題である。
- ・住宅用の様に一件当たりの設置容量が小規模であっても、お客様として多くのユーザーを束ねることで、ネガワット価値やピーク価値をうまく活用できる。特に、お客様を束ね多様なニーズに合わせたサービスを提供するという重要な役割を担うアグリゲーターを、如何にビジネスとして機能させるかが重要となる。

9. 海外展開

2012年8月のビジョン改訂では、副題を「10兆円産業 より確かな2030年の実現へ」とし、国内外で日本企業として10兆円の産業となることを示した。おおよその内訳は国内で2兆円、海外市場で8兆円の市場と推定した。特に海外展開については国内市場の成熟、飽和から海外へと展開して行った他産業に倣い、基本計画からEPC事業、ファイナンスまで含めた総合サービスを行うことで優位性を発揮し「日本ブランドを確立すべき」と結論づけた。

しかしながら冒頭述べた様に、2012年8月から今日では国内市場において予想を上回る変化が起り、海外展開への道筋にも影響することとなった。EUでの経験から、FIT制度下で需要が大きく供給を上回り、見かけ上の競争原理が働いていたことで商業ベースに入っていたと考えるのは早計である。市場規模はFITのタリフに支えられてきたが、タリフが下がると過去の商業的成功体験は自らの真の実力を見失う原因となった。例えばメガソーラー事業の横展開が可能と考えたが、技術的側面よりも地政学的リスクを考慮しないと成功しないことを痛切に体験した。さらにタリフの漸減で市場の伸びが鈍化しても、EU市場で設備を増強した中国や台湾メーカーがそのままEUを巨大市場と捉え、「在庫するより拡販へ」と過当競争時代に突入した。市場には価格暴落の結果のみ残り、ドイツではグリッドパリティに近いところまで太陽光発電システムの単価が下がったためFIT自体の継続理由が問われ、系統受容量の問題も起こってきた。

この経緯は大筋ではFIT制度の目的を達しつつあるものの、産業の姿としては必ずしも健全な発展とは言えない。日本企業にも過当競争で鍛え上げられた部分と疲弊した部分が残った。疲弊の最も大きな点は、モジュールのコストダウンにおける過当競争の中で「品質やサービスは二の次」となり、コストのみでユーザに選択される様になったことである。もし、この戦いに敗れ、「市場のコメ」とも言うべき基礎の原材料である太陽電池モジュールのメーカーが日本から消えることになれば、エネルギーセキュリティの点で輸入頼りの化石燃料と何ら変わりのないことになる。

太陽光発電に対する世界共通の普遍的ニーズは「グリーン電力による環境対策」しかない。しかしこれは国によってプライオリティが異なるため、これを目的としたプロジェクト創生は限定的である。むしろ、電力逼迫、自給率向上、地域インフラ整備、産業振興などの地域別ニーズに応えることが重要である。これらに応える技術はEUタイプのメガソーラーよりも、スマートグリッドのキーコンポーネントである蓄電池との組み合わせが有効である。「系統に過度の負担を掛けないシステムの導入（パッシブ）」あるいは「系統への電力供給を積極的に行うシステムの導入（アクティブ）」なら、世界の多くの地域（都市、僻地を問わず）でニーズがある。日本はこの分野における技術開発と実績を積むことで、再び世界への飛躍が可能となる。

現地（国レベルより地域）のニーズを把握し、それに合致した上でさらに日本が優位性を保てるモノやサービスを如何に獲得していくかが重要である。例えば高度に発達した日本の系統において培われた系統連系技術は、よく言えば「洗練」であるが、不安定な系統の下での連系技術の経験がないことから、悪く言えば「応変さに欠ける」

点も多い。システムの運用は、ある意味でその国や地域の文化や歴史の賜物でもある。高度な技術こそが世界を制するとは限らない。現地のニーズに合致したものを提供することが海外展開の肝とも言える。

2012年から導入されたFITにより活性化した国内市場からは、多くのシーズが生まれることが期待される。図18の最下段は日本版FITの下で経験が積まれる分野を示している。中段には2012年のビジョンで示した「関連産業が裾野を広げていく分野」として示したものを掲げている。これらの中から幾つかの分野は、最上段の現地ニーズを捉えるためモノやサービスのアライアンスを組み海外展開していく様を示している。我々が世界のあらゆるニーズに素早く対応し勝ち残って行けるかどうかは、EUでの成功や失敗から何を学び、日本のFIT制度下でどの様な武器を獲得するかに掛かっている。FITやその他の普及促進策は今後も世界の色々な所で実行されるであろうが、それらによるものは人工的に作られた市場である。産業としてはあくまでそれらの施策を「カンフル剤」と捉え、それに続くユーザと直接対峙する真の市場への健全な発展を遂げなければならない。

太陽光発電の海外展開とは、日本で成熟したサービスを海外に展開するというより、海外市場と国内市場の間の行き来を繰り返す形になる。

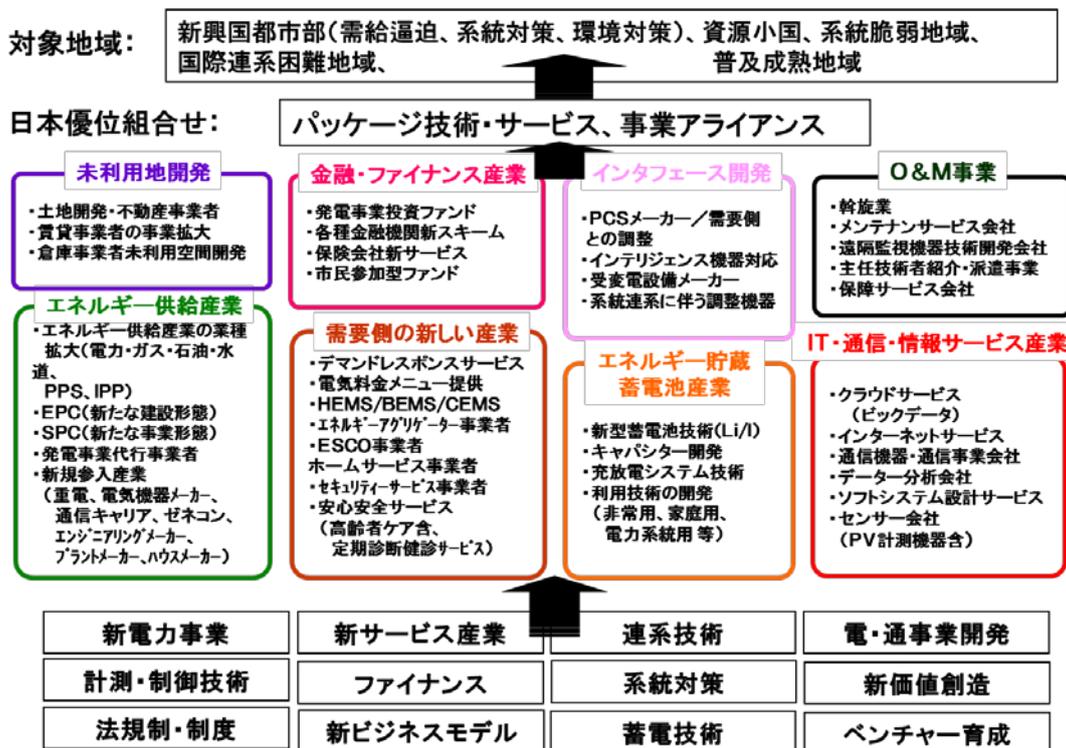


図18 国内市場の経験・実績を海外へ

－ 要点：海外展開 －

- ・ 10兆円産業を目指すためには、国内市場に回帰した太陽光発電産業が再び海外展開を果たさなければならない。
- ・ 2000年初頭、停滞していた国内市場を輸出で支えたEU市場は、ドイツを筆頭としたFIT制度が市場を牽引していた。その後、FITによる電力買上げ単価の漸減、導入量上限の設定あるいは市場での過大なコスト競争により輸出量は急激に減少していった。
- ・ この経験から何を教訓として学ぶかは重要である。第一に、FIT制度はあくまで人工的に作られた市場であり、我々はそれを「カンフル剤」と捉え、有効に機能している間に次の段階への準備を行うことである。第二に、EU市場において太陽電池モジュール単体のビジネスで市場獲得してきた成功体験は、そのままのモデルで国内外に横展開することは相当困難と覚悟すべきということである。
- ・ 太陽電池モジュール自体はコモディティ化しながらも、システムの導入動機は普遍的ではない。国や地域ごとのニーズは、環境対策、電力逼迫、自給率向上、産業振興、インフラ整備などの条件によってそのプライオリティが異なる。
- ・ 国内FIT制度下においてあらゆる技術開発、ビジネスモデル創造を行い、世界のショウウィンドウとなることで、従来のモジュール単体売りからモノやサービスの最適な組み合わせを世界に提供することこそが、産業の維持発展の肝となる。

10. 100GW 導入への課題

図19に太陽光発電が2030年に100GW（1億kW）導入された時の電源構成のイメージを示す。太陽光発電の快晴日最大出力は約7000万kWである。過去実績で電源供給の最大値は約1億7500万kWであり、快晴日の100GW出力を重ねると図中白点線のピークカットとなるはずである。しかし、太陽光発電の出力は天候によって刻々変化し、系統運用の中でこの変動を吸収することは、調整電源の内数とはいえ相当困難と考えられる。

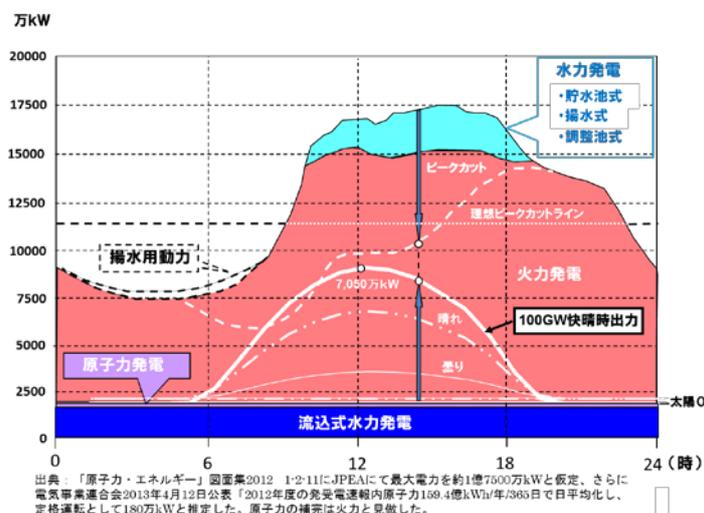
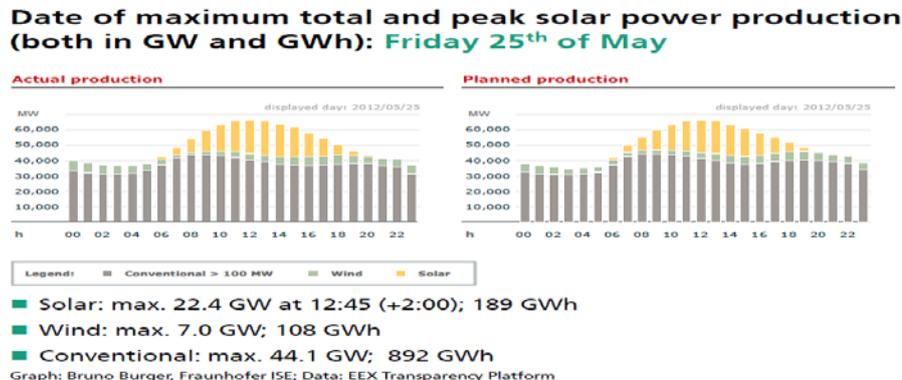


図19 100GW（1億kW）PVと電源構成イメージ限界

似た様な例として太陽光発電が既に大量導入されているドイツでの運用例を示したものが図 20 である。図 20 は 2012 年 5 月 25 日の供給電源構成の計画値と実績であるが、太陽光発電最大 2240 万 kW、風力発電 700 万 kW、既存電源 4410 万 kW である。ピーク値のみの比較では太陽光発電が既存電源の約 50%をも占めている。2012 年の全体の発電量は 4828 億 kWh で、このうち太陽光発電が 279 億 kWh（全体の約 6%）、風力発電が 459 億 kWh（同 8.2%）である。変動する再生可能エネルギー（太陽光発電＋風力発電）を系統の中で最大限使っている様子が窺える。

ドイツは昼夜の電力消費パターンは日本と似ているが、系統が周辺諸国と連系され電気の輸出入が行われていることが大きな違いである。2012 年の電気の輸出入量では、輸出が輸入よりやや大きく、年間約 675 億 kWh である。これは 1 日あたり 1.85 億 kWh であり、再生可能エネルギー（太陽光発電＋風力発電）の 1 日あたり発電量約 2 億 kWh にほぼ等しい。電力の輸出入が真に電力の過不足によるものだけでなく、経済性による取引、あるいは調整火力、揚水力の構成の違いもあると考えられ一概には言えないが大胆な仮定で周辺諸国への輸出入が変動電源のバッファ的役割を果たしていると考えれば連系されている周辺諸国の系統が巨大な蓄電池の役割を果たしているとも言える。これは変動電源の出力が調整電源の範囲内であれば、技術的には運用可能である可能性を示唆している。



参考資料 : Electricity production from solar and wind in Germany in 2012,

Fraunhofer-Insitut fur Solare Energiesysteme ISE

図 20 2012 年ドイツ太陽光最大出力日

表 3 は 2012 年のドイツの発電量緒元である。これにより、「太陽光発電＋風力発電」の 1 日あたり発電量は約 2.02 億 kWh/日、1 日あたり輸出量は 1.85 億 kWh、輸出を周辺国への充電と考えると太陽光発電と風力発電のほぼ 1 日の発電量と等しい。

	発電量	設備容量
全発電量	5,600億kWh	内従来型最大値 6,590万kW
太陽光発電	279億kWh	定格値 3,224万kW
風力発電	459億kWh	定格値 2,990万kW
輸出電力量	675億kWh	

出典：Electricity production from solar and wind in Germany in 2012

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

表3 2012年ドイツの発電量緒元

一方、日本の例では NEDO 稚内プロジェクトのメガソーラー5MW に設置した蓄電池 (1.5MW/10.8MWh) による検証がある。蓄電池の用途は長周期変動調整と短周期変動調整であるが、この検証で蓄電池容量はメガソーラーの1日あたり発電量

$5\text{MW} \times 3.38\text{h}$ (南面 40° 傾斜面等価日射) $\times 0.7$ (システム効率) = 11.83MWh とほぼ等しい。

100GW の太陽電池を安定化させるために必要な蓄電池量は、これが独立型システムと仮定すると、賄える平均 (連続) 負荷は約 10GW (1000 万 kW) で、通常これに併設される蓄電池は、

$1000\text{万kW} \times 24\text{時間} \times 3\text{日}$ (連続不日照日) $\div 0.7$ (DOD ほか) ≈ 10 億 kWh となり、これが必要蓄電池容量を想定する場合の最大値と考えてもよい。

ドイツや稚内の例からは、100GW の1日あたり発電量 =

$1\text{億kW} \times 3.72$ (全国平均最適傾斜面日射量) $\times 0.7$ (システム効率) = 2.6 億 kWh の蓄電池が必要となる。

巨視的に言えば、「変動する太陽光発電を安定化させるためには 2.6~10 億 kWh の蓄電池が必要」となる。もちろん実際の制御は時々刻々、日本全体、あるいはかなり広域な単位で発電と消費の双方向の制御がなされ、調和のとれた運用が必要となることは言うまでもない。

— 要点：100GW 導入への課題 —

- ・本ビジョンが目指す 2030 年 100GW (1 億 kW) 導入は、日本のピーク電力供給の 50%強に相当し、現在ドイツが導入している比率と同等である。日本においてこの大量の太陽光発電を、天候次第で変動する中で果たしてコントロールできるであろうか。
- ・日本に比べてドイツが大きく異なる点は、系統が周辺諸国と連系されており、電力の輸出入が行われることである程度のバッファとなっていることである。日本には国際連系線はないため国内で電力需給を完結させる必要がある。変動する電源を制御するためには、いわば国全体がスマートコミュニティとなって自立しなければならない。
- ・そのために最も必要なことは蓄電技術であり、電気自動車、HEMS、BEMS、CEMS などが広く普及しネットワーク化 (双方向制御) すれば、制御は十分可能である。この意味で他産業との連

携は不可欠である。

- ・100GW 導入は、発電量としては国内消費電力量の約 10%を賄うことであり、太陽光発電が社会インフラとして位置付けられるための数字でもある。

11. 蓄電池導入量ポテンシャル

100GW の太陽電池を安定化させるための蓄電池の量的目安を前項で示したが、ここでは市場でのストック量の試算を行う。蓄電池の導入については、多くの普及促進施策が実施されている。主なものでは EV/PHV 普及について、「クリーンエネルギー自動車等導入促進対策費補助金」、「次世代自動車充電インフラ整備促進事業補助金」があり、経済産業省も 2020 年で全販売台数中の EV/PHV 比率を 15%~20%へ、2030 年では 20%~30%へ高めることを目標としている。また建築物のゼロエネルギー化について、住宅の ZEH、ビル等の ZEB について補助金が計画され、2030 年に建てられる建築物では 100%ゼロエネルギー化を果たすことを目標にしている。そのためには太陽光発電と蓄電池の設置は必須と考えられる。さらに電力システム改革による小売りの自由化と、スマートメーター普及によるダイナミックプライシング(時間帯別電力取引など)により、蓄電池導入インセンティブは強まることが見込まれる。これらは系統への大規模蓄電池導入以外で系統に制御可能な状態で接続される蓄電池となる。それぞれの 2030 年での累積設置容量を以下の仮定から推定すると図 21 となる。

— 仮定 —

- ・国交省統計ビル等の累積床面積に 2000MJ/m²・年の電力消費を乗じ、この 5%を蓄電する。
- ・経済産業省資料にある、EV/PHV 普及目標は、2020 年新車販売台数の 15%~20%、2030 年で 20%~30% (2020 年 70 万台/年、2030 年 90 万台/年) とする。
- ・次世代自動車振興センター統計値、2011 年までの EV/PHV 累計値 26,240 台、2011 年の出荷台数 16,988 台、搭載蓄電池容量平均値 17kWh/台とし経産省目標値に向けてリニアに成長すると仮定、残存率は平均使用期間 13 年の正規分布の上側確率とする (13 年で 50%残存)。
- ・住宅用はビジョン予測 PV 導入件数(新築、既築)の 10% (2015 年) から 30% (2030 年) に 6kWh/件が設置され、2020 年頃より ZEH への導入も加速されると仮定。

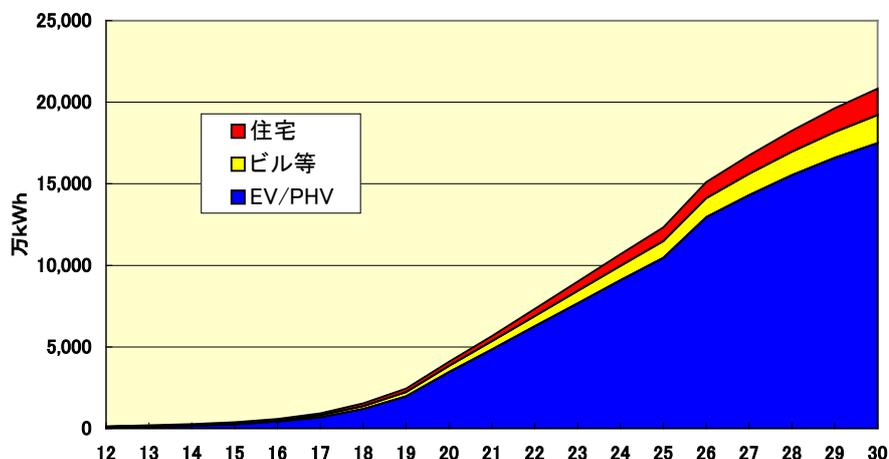


図 21 蓄電池ストックポテンシャル

図 21 の 2030 年断面では、

・住宅用蓄電池	0.16 億 kWh
・ビル等蓄電池	0.17 億 kWh
・EV/PHV	1.75 億 kWh

合計 2.08 億 kWh となる。これ以外にインフラとして系統に設置される蓄電池を考慮すると、この数量は前項で述べた 100GW の蓄電池を安定的に運用できる可能性の 2.6 億 kWh に近い値となる。NEDO の定置用、自動車用二次電池ロードマップ記載の価格を参考にすると 2030 年までの投資額累計では次の通りとなる。

・住宅/ビル	1 兆 2000 億円
・EV/PHV	5 兆 1700 億円

自動車用の蓄電池の費用は太陽電池が車に「ただ乗り」と考えれば、単純平均では約 630 億円/年の投資となる。

先のビジョン（2012 年 8 月）ではある仮定の下でデマンドレスポンスに対応可能な量を 3807 万 kWh と見積り、もし昼間のピーク時間帯に強制放電すれば 888 万 kW の安定電源になり得る結論した。今回は蓄電池総量の見直しを行ったが、同じ考えなら 2030 年断面で、2.08 億 kWh × 0.7 (DOD) / 3 時間 = 4800 万 kW となる。同じく出力抑制量の考えでは、2.08 億 kWh × 0.7 (充電可能蓄電池空き容量) = 1 億 5000 万 kWh/日となる。

以上を纏めると、

- ① ドイツの系統で周辺諸国との電力輸出入を蓄電池の充放電に見立てた場合、変動する再生可能エネルギー（太陽光発電+風力発電）の 1 日分の発電量が、1 日の輸出量にほぼ等しい。
- ② 日本は周辺諸国との連系のない閉じられた島国のため、国の中で変動再生可能エネルギーの自家消費的運用をしなければならない。
- ③ 日本国内に分散して普及する蓄電池は、超小型の揚水発電が分散設置される様なもので、これを全体的に制御できれば自家消費的運用も可能性がある。
- ④ 天候によって変動する太陽光発電も、60 年前から今日まで独立型システム（蓄電池と併用）として昼夜を問わない安定電源として使われてきた実績がある。
- ⑤ 系統に過度の負担を掛けないシステム（インフラ整備が間に合わない時代）はこの独立型が系統に接続された様なものである。
- ⑥ さらに進んで双方向の制御が可能となれば、供給電源の一部として機能することも可能である。

技術的可能性の有無は経済性による否定に優先する。ここではより具体的に 100GW 導入の可能性に迫った。もちろん全体が一気にできるものではない。可能性を実現するためには将来の絵姿を描いて、それに迫るための将来の役割を見据えた小さな完成品を積み上げていくことが必要である。

12. 諸機関のビジョン

太陽光発電の市場見通しについては多くの機関がそれぞれの立場で示しており、全体を俯瞰することにより JPEA ビジョンの位置づけの参考とした。“IEA PVPS TRENDS 2013”では2012年時点で世界の累積設置量として96.5GW、2011年は28.0GW、2012年は横這いで約28.4GWである。国別ではいずれの国も凹凸を繰り返し、単純な右肩上がりではない。特にEUの国々では2004年頃から急増しており、これはドイツのFIT制度に触発された国々が同様な制度で普及促進を始めたことによる。

これまでの市場拡大の推進力は、FIT制度というビジネスモデルの成功であった。しかしその裏面では、投機的とも言える生産能力増強投資による供給過剰、需給の不均衡、在庫増、資金繰り逼迫、過度の価格競争などが現れた。FIT制度自体についても、認可量上限や賦課金負担許容の設定など、運用を続ける中で出てきた問題への対処も迫られてきた。反ダンピングや反補助金関税提訴が取引両者から共に出されるといった貿易紛争の兆しは、FITの誤った便乗予後症状といえる。

もう一つの再生可能エネルギー導入促進のドライバーであった「いずれ枯渇する化石燃料」すなわちエネルギー資源の分野でも変化が起きつつある。その第一はシェールガス開発である。化石燃料の流れも価格も変化するであろう。例えば中国は最大の石炭消費国であるが、2012年は欧州が第二の石炭消費地域であった。シェールガスに押された石炭が安価に米国より欧州に輸出されたためという。安価なシェールガスが普及すれば当然従来の天然ガスのネットワークにも影響を及ぼす。例えばロシアの天然ガスの仕向け地も変化する可能性がある。日本に多量・安価のシェールガス・LNG等が輸入されれば、状況は容易に変化する。「のどもと過ぎれば現象」の繰り返しは2030年を見渡す時には適切ではない。根本的な問題は、資源小国の日本はエネルギーセキュリティの観点からエネルギー自給率向上に資するあらゆる努力を払っていかねばならないということである。

ここ2年ほどの諸機関の太陽光発電導入の将来予測を通覧すると、2020年を中心とした長期予測（中には2060年への予測もある）と2017年くらいまでの中短期予測になっている。多くのものは予測の方法を述べていないので評価はできないが、ビジョンは大別すると、過去の実績および直近の社会情勢を反映した比較的短期のもの、「こうありたい」「こうあるべき」と願うステークホルダーによる中期のもの、大胆な仮説による楽観的あるいは悲観的仮定に基づく長期のものになる。例えば過去の予測が現在を当てているかを見渡すと、多くは楽観と悲観の内数である。科学的予測の難しさは、経済的あるいは技術的予測に加え、社会システム（制度）が大きく影響を与えるためである。

IEAは1994年より“World Energy Outlook (WEO)”を原則毎年発刊し、20～25年後までの世界のエネルギー予測を行っている。2013年版WEOでは3つのシナリオを想定して、2035年までの予測を行っている。

① New Policies Scenario

現在の政策は継続する。政府が既に発表済の政策は実効性をもって実施される。

② Current Policies

2013 年半ばまでに発効されている政策による。

③ 450 Scenario

世界の平均気温上昇を 2°C に確率 50%で抑えられるエネルギー供給構成に準拠する。

図 22 は New Policies Scenario での日本の数値を抜き出したものである。2013 年の予測では 2035 年 64GW であったものがここでは 59GW に下方微修正されている。この値は 2008 年 5 月策定された長期エネルギー需給見通しの 2030 年 54GW にほぼ等しい。



出典: World Energy Outlook 2013: IEA Nov. 2013

図22 日本の設置見込み

何らかをベースに未来を予測しても、大方の場合は公表された時点で社会が大きく変わっているのが常である。一方、近未来の状況の揺らぎに関わりなく定めるのが長期予測であり、代表的なものとして 2013 年にロイヤル・ダッチ・シェルから発表された “NEW LENS SCENARIOS” がある。

このシナリオは、「新しいレンズを透して変わりゆく世界、新しい時代を見る」という謳いで、「MOUNTAINS シナリオ」と「OCEANS シナリオ」の 2 ケースにまとめている。しかし、二者択一では納まらないのがこのシナリオである。これは将来起こり得るいくつかの可能性の一つと見なければならぬ。予測とは将来起こりうる多くの可能性の一つであり、いずれかの途を選び、そこに帰納してゆく産業としてのシナリオを作ってこそ初めて意味を持つ。

13. おわりに

日本の太陽光発電の発展は、石油代替（Energy Security）→ 経済発展エネルギー確保（Economy）→ クリーンエネルギー（Environment）という3Eの積み重りに支えられてきた。しかし東日本大震災後は、「S（Safety）+3E」として安全性への関心が急激に高まってきた。太陽光発電の将来を描くには、炭酸ガス削減目標、エネルギーミックス、さらには電力システム改革などをベースに置いた上で、「何のための普及か」を再認識しなければならないということである。

太陽光発電市場はFITにより非常に励起されてきた。しかしFITの功罪と限界は、これまでの学習と現在の経験から理解できることである。FITの予後を考えるにあたり観点を整理すると、政策・経済・資源・市場・技術・国際協力等々広範であり流動している。もはや太陽光発電は単独ではなく多面的に考えるものであり、そうしなければならないところまで成長したといえる。

本来、長期にわたる予測はその時期までに達成したい上位の目標があり、その達成のための事物を整えていくロードマップというべきものである。太陽光発電の場合は、上位目標として地球環境保全・エネルギー保障といった全地球的なものはあるが、地域や国に落とし込む場合、経済発展、資源開発、災害や事故、時には指導性への野心によって全地球的目標への回帰道筋が大いに揺らぐ。

JPEA ビジョンは産業が創るビジョンであることから自ずと課せられた上位目標があつて然るべきであり、文献任せ人任せの疑似科学的予測ではなく、可能性に力点を置いた「自分達はここへ行く」という明確な意志表示であると読みたい。

※本資料中の略号、技術用語については本編の「用語の解説」を参照下さい。

掲載中の文章・図表・数表等の無断転載を禁じます。
掲載内容の利用希望者は、一般社団法人太陽光発電協会
事務局にご相談下さい。

