

JPEA PV OUTLOOK 2030



2013 年 12 月 改訂
一般社団法人 太陽光発電協会

一般社団法人 太陽光発電協会
太陽光発電産業ビジョン 作成履歴

- 2002 年 太陽光発電産業自立に向けたビジョン
「エネルギー・環境へ貢献する新しい産業創生」
- 2006 年 太陽光発電産業自立に向けたビジョン 2006 年改訂版
「めざせ ソーラー・にっぽん」
- 2010 年 JPEA PV OUTLOOK 2030
「日本ブランド 10 兆円産業を目指す」
- 2012 年 JPEA PV OUTLOOK 2030 2012 年改訂版
「10 兆円産業 より豊かな 2030 年の実現へ」
- 2013 年 JPEA PV OUTLOOK 2030 2013 年改訂版
「FIT が開く太陽光発電、普及の新しい扉」

目 次

1. “JPEA PV OUTLOOK 2030” の改訂について	1 頁
1.1 改訂のポイント	
1.2 2030 年までの国内導入見通し	
2. 急展開を見せる太陽光発電市場	4 頁
2.1 国内の状況	
2.1.1 国内出荷量	
2.1.2 輸入品の拡大と国内メーカーの対応	
2.1.3 住宅用システム価格の推移	
2.1.4 固定価格買取制度での設備認定量	
2.1.5 太陽光発電産業に影響する新たな変化・電力システム改革	
2.2 海外の状況	
3. 新たな社会システムの変化と 2030 年への道筋	9 頁
3.1 FIT 導入以降の変化	
3.2 2030 年に向けて	
3.3 太陽光発電システム構成から見た道筋	
4. 住宅用太陽光発電	13 頁
4.1 住宅用太陽光発電の現状	
4.2 住宅用太陽光発電の市場規模想定	
4.3 市場成長期（FIT 主導期）の産業モデル	
4.4 市場成熟期の産業モデル	
5. 非住宅分野	27 頁
5.1 公共・産業、事業用太陽光発電システムの変化	
5.1.1 公共・産業用市場の特色	
5.1.2 分野別展開	
5.1.3 市場見通し	
6. FIT ソフトランディングの条件	33 頁
6.1 電力システム改革への期待	
6.2 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	
6.2.1 グリッドパリティ早期達成への期待と FIT 制度のソフトランディング	
6.2.2 DSM への期待と太陽光発電の役割	

6.3 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 自律分散型システムとして普及	
6.3.1 第2段階の基本戦略	
6.3.2 需要サイドのスマート化の核としての役割	
6.3.3 DSMが生み出す価値とビジネスモデル	
6.3.4 電力系統側の出力変動対策コストの軽減、発電量予測システムの構築	
6.4 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	
6.4.1 第3段階の基本戦略	
6.4.2 需要サイドと供給（電力系統）サイドの相互連携（統合）による全体最適化	
6.4.3 需要サイドにおけるモビリティや熱利用との連携	
7. コスト	44 頁
8. 新たなビジネスモデルへ	46 頁
8.1 電力システム改革と太陽光発電のビジネスモデル	
8.2 様々なビジネスモデルの例	
9. 海外展開	49 頁
9.1 海外展開の道筋	
9.2 国際競争力強化に向けて	
10. 100GW 導入へのシナリオ	53 頁
10.1 量的課題	
10.2 課題克服への糸口	
10.3 蓄電池の可能性	
10.4 蓄電池導入量ポテンシャル	
11. 国内 100GW から 10 兆円産業へ	59 頁
12. おわりに	60 頁
<付属参考資料 1> 関係機関による太陽光発電の導入見通し	61 頁
<付属参考資料 2> 蓄電池の技術情報	66 頁
用語の解説	71 頁

1. “JPEA PV OUTLOOK 2030” の改訂について

今回のビジョン“JPEA PV OUTLOOK 2030”改訂のポイントは、2012 年 7 月の「固定価格買取制度（FIT）」運用開始直後の 8 月に行われた前回改訂から 1 年余が経過し、この間国内市場環境が激変したことを受け、改めて 2030 年に向けて太陽光発電産業のありべき姿をより具体的に記述した点にある。

これまで JPEA のビジョンでは、産業のありべき姿を理想的に、あるいは「こうなりたい」という意志として示してきた。一方、国内市場環境を飛躍的に活性化させることになった FIT 制度は、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。しかし、産業の立場からは、制度自体が国民の負担で成り立っていることを常に意識し、FIT 制度の次の世界に備えることも必要である。10 年は意外と短いものであり、今回の改訂ではその後の世界を「ポスト FIT」と表現し、予後予測により産業の行き先を探ってみた。

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。2030 年は、理想で描く遠い未来ではなく、又、単に今までの実績の延長線上にある近未来でもない。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。これらの考え方を踏まえ、FIT のソフトランディングとそれに続く「太陽光発電産業の持続的発展のための可能性」に言及したビジョンとなっている。

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、この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。

1.1 改訂のポイント

1) 国内累積導入量

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、今回のビジョン改訂でも 2030 年に 100GW という導入想定は、産業成長発展

の観点から基本的に変えないこととした。

2) FIT 制度下での市場の変化

太陽光発電に関しては、いくつかの市場分野における変化を想定する。

- ・住宅市場では近い将来にグリッドパリティが達成され则认为、グリッドパリティ以降の普及市場の姿を想定した。
- ・10kW 以上の低圧システムで、集合住宅や大規模戸建住宅、屋根貸しビジネスなど新たな用途への普及が始まったが、この分野は小売電力の自由化以降は発電事業用に移行すると考えられ、導入量としては住宅用から除外した。
- ・公共産業市場の高圧連系システムでは、住宅市場から数年遅れてグリッドパリティが実現する则认为。現在一般的に使われている用語である“グリッドパリティ”は、「消費者が電力会社から買う電気料金と等価」という意味と、「発電事業者が消費者の買う単価を実現するための発電原価と等価」の二つが混用されている。従来太陽光発電は自家消費中心であったため、「買う電気料金と等価」のみで混乱はなかったが、今後電力自由化により低圧、高圧、特別高圧における太陽光発電の発電原価も問題となってくることから、本ビジョンでは可能な限り区別した表現とした。
- ・メガソーラー市場については、電力ネットワークの制限などの電力システム改革における再生可能エネルギーの扱いや電力系統対策、農業分野における耕作放棄地などの利用制限に対する規制緩和措置などの動向次第で導入量が変わるが、一定量の導入は継続するもの则认为。

3) 電力システムの制約とスマート化

太陽光発電の導入制約については北海道地区や沖縄地区で顕在化したが、既存インフラでは送電量制限や地域電力需給量の制限からの周波数調整限界など、調整電源や系統ネットワークの受容量が問題となる。前回のビジョンでもエネルギー貯蔵によって系統変動や需要変動の対策となる可能性に言及したが、今回のビジョンではさらに定量化を図り、技術的可能性を明らかにした。結果としてエネルギー貯蔵（揚水発電、電力系統でのエネルギー貯蔵、EV を含む需要家側でのエネルギー貯蔵）や、電力需要とその変化に応じたデマンドサイドマネジメント（DSM）、双方向制御によって、太陽光発電の導入限界が拡大することも視野に入れることとした。

4) 電力システム改革と太陽光発電

電力システム改革については、これまでの地域電力毎の最適化から、全国の需給バランスに応じた電力調整を行うべく、広域的運営推進機関を 2014 年に創設する準備が開始されている。その後は、2016 年の小売り電力の完全自由化、2018 年以降の発送電の法的分離などが国の電力システム改革として進められることとなっている。

本ビジョンでは、太陽光発電の低圧託送、低圧自由市場、特定規模電気事業者（PPS）の電力選択メニューとしての価値など、従来固定化されていた電力メニューが多様化

されることで、太陽光発電の価値を活かせるメニューが考案されると想定されるため、ダイナミックプライシング、ネガワット価値など、小売り完全自由化市場における太陽光発電の新しい価値を提示することとした。

5) 産業としての変化

これまで太陽光発電産業は、太陽光発電機器を提供する「サプライヤー」としての位置付けであったが、「トータルサービス産業」として成長していく姿に変貌していくものと想定される。前回のビジョンでは、日本ブランドの世界的な展開による 10 兆円産業としての裾野の拡大について示した。今回この市場規模は変えていないが、既に日本の市場では日本メーカーが品質等の責任を担保する形で、海外製品（セル、モジュール）を日本ブランドとして取り込んでいる動きが始まっている。国際調達は事業戦略の一つとして 10 兆円産業化の一端でもあり、今後の太陽光発電産業を「周辺機器や産業をも巻き込んだ日本ブランドのトータルサービス産業」として捉えれば、その規模は 10 兆円を凌いで行く可能性がある。

1.2 2030 年までの国内導入見通し

2012 年 7 月より開始された FIT の初期需要を踏まえて想定した 2030 年までの国内導入見通しについては、以下の通りである。従来 JPEA 統計データでは、太陽電池生産量＝出荷量＝導入量と仮定しており、全体量が比較的少ない時代には精度もある程度確保できていた。しかしながら FIT 導入以降大規模メガソーラー等の導入の場合、限られた敷地でより多くの発電量を得るために、太陽電池アレイの出力をパワーコンディショナ（以下、パワコン）容量に対し 2～3 割程度大きくする傾向が出てきており、設備認定に基づく導入量より太陽電池出荷量の方が大きくなってきている。このため、非住宅分野のみこれを考慮し、図 1-2 に示す導入見通しとした。

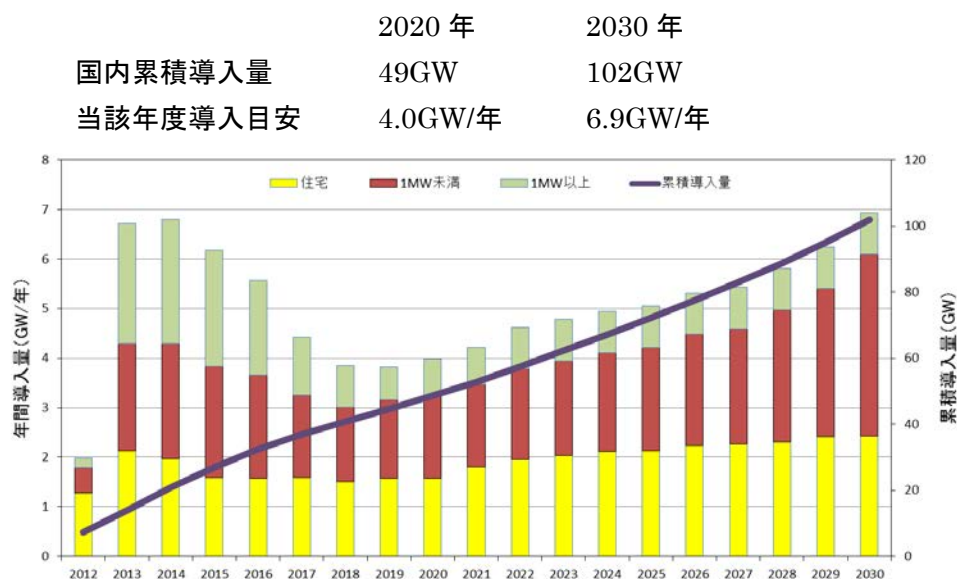


図 1-2 2030 年までの国内導入見通し

2. 急展開を見せる太陽光発電市場

2.1 国内の状況

2.1.1 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により、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 導入に際しては、再生可能エネルギーの導入に対し初期 3 カ年の事業性に配慮した買取価格設定がなされており、中でも太陽光発電は事前評価や設計から施工までの期間が短いことから、他の再生可能エネルギーに先駆けて導入が進んでいる。

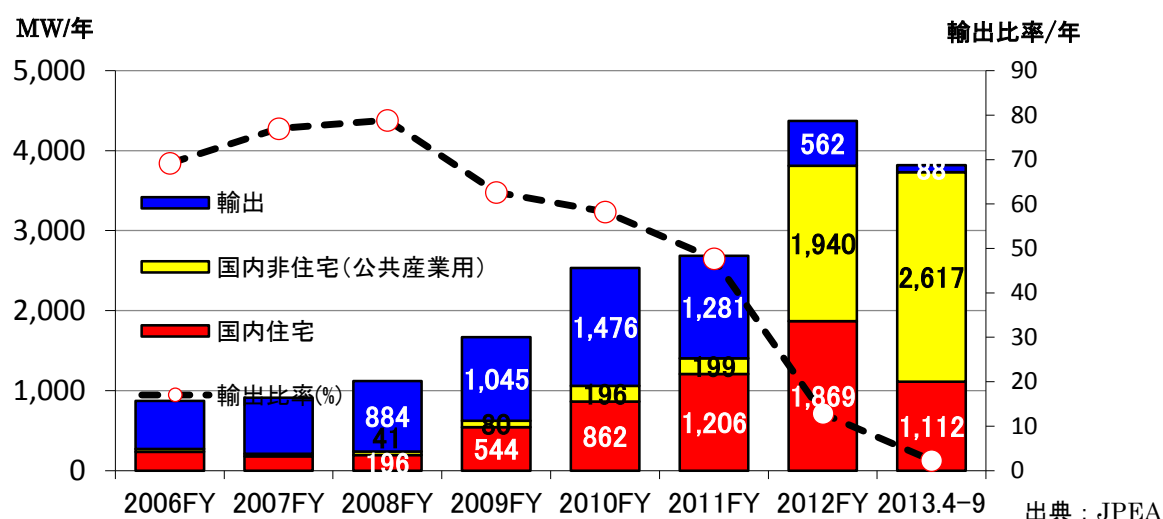


図 2-1-1 日本の太陽光発電の出荷実績

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ている。さらに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（図 2-1-1）。

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ている。システム機器を供給する太陽電池、架台、接続箱、パワコンなどのメーカーはいずれもフル生産をおこなっている状況であり、国内外からの新たな市場参入も増加している。

2.1.2 輸入品の拡大と国内メーカーの対応

国内市場の急激な拡大に必要な供給は、輸入される太陽電池セルやモジュールによって補われている。中国・台湾などのメーカーの太陽光発電セルを輸入し、受け入れ検査により一定の品質管理基準でモジュール化し自社ブランドにすることで、設備投資では間に合わない供給力を確保している。FIT 導入以降、海外からの総輸入比率は 5 割を超える水準となっているが、上記の日本のモジュールメーカーの OEM 輸入を除いた純粋の海外メーカーからの輸入比率は約 3 割程度に留まっている。又、システム機器の基幹部品を構成するパソコンに関しては、住宅用、非住宅用いずれも 9 割以上は国産メーカーによる供給である。図 2-1-2 に輸入品比率の推移を示す。

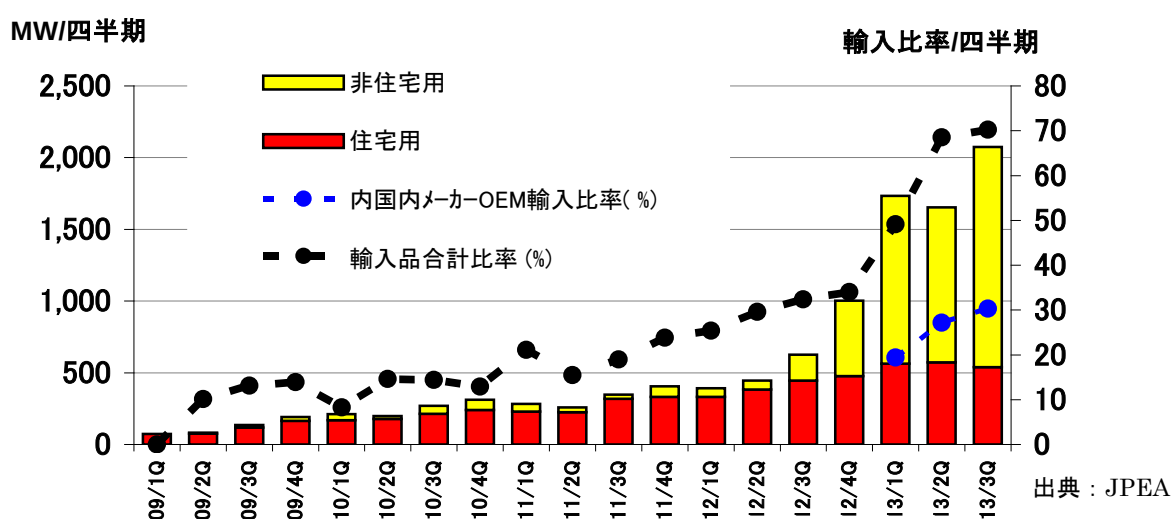


図 2-1-2 四半期別出荷量の推移と輸入品比率の推移

尚、住宅用太陽光発電の施工においては、設置される機器が輸入品であるか否かに関わらず、JPEA が実施する“PV 施工技術者”認定制度やモジュールメーカー各社の専門施工講習などで育成された信頼できる施工技術者が、様々な屋根に対応できる様整備された施工マニュアルに基づき工事を行うことで高い施工品質が維持されている。又、市場の拡大により太陽光発電に関する多くの施工技術者が必要となり、地域の雇用促進に繋がっていることは特筆すべきである。

2.1.3 住宅用システム価格の推移

住宅用のシステム価格については、太陽光発電普及拡大センター（J-PEC）が、補助金対象となったシステム単価を定期的に公開している。2012 年度以降は補助金対象システム単価に上限が設定され、着実にシステム単価が低下したことが読み取れる。

平成 25 年 4～6 月の平均単価は 43.2 万円/kW、7～9 月には新築平均単価では 39 万円/kW の水準となり、年間 10%以上のコスト低減がなされている。表 2-1-3 にシステム単価と補助金額の推移、図 2-1-3 に四半期ごとの平均単価を示す。

又、これとは別に FIT による買取単価は、2013 年度の 10kW 未満の設定ではシステム

単価 42.7 万円/kW の想定に基づき、前年に比べ 4 円/kWh（約 10%）のコスト低減となる 38 円/kWh に設定された。

年度	2009	2010	2011	2012	2013
システム単価上限 (万円/kW 以下)	70	65	60	55	50
補助金額 (万円/kW)	7	7	4.8	3	1.5
				3.5	2

出典：J-PEC

表 2-1-3 対象システム単価上限と補助金額の推移

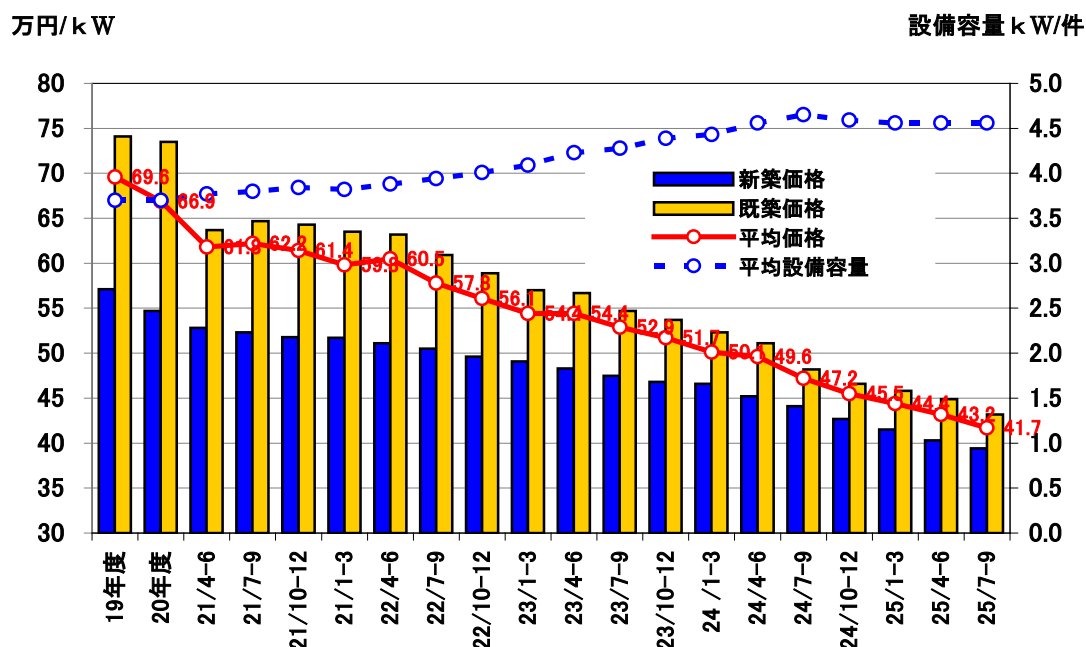


図 2-1-3 住宅システム単価の推移

出典：J-PEC

2.1.4 固定価格買取制度での設備認定量

FIT において買取価格が適用されるタイミングは、国による設備認定が承認され、電力会社による接続検討が行われたことを条件として、電力会社に正式に電力需給契約申込みを行い、それを電力会社が受理した時点となる。平成 24 年度の初年度価格を適用するための駆け込み申請もあり、設備認定・電力申込み容量が時期的に集中する結果となった。図 2-1-4 に平成 25 年 7 月末の設備認定量を示す。

太陽光発電は合計 22GW で、再生可能エネルギー全体の約 94%を占める。太陽光発電は設置までのリードタイムが短いことからプロジェクト化が先行したが、全体での買取枠上限が設定されているわけではないので、他の再生可能エネルギー導入の障害になってい

る訳ではない。又、設備認定を受けた後、意図的に建設を遅らせている事例があるという批判が一部にあるが、建設の遅れにより最も大きなリスクを負うのはサーチャージの負担者ではなく、プロジェクトへの出資者である。経済産業省は、2013 年 3 月末に設備認定済みのもので運転開始に至っていない案件について、内容調査を実施した。これは導入目標量を設定していない FIT とはいえ、サーチャージ負担者の将来の負担を予測する上での指標となり、系統強化や再生可能エネルギー政策を策定する際の国の重要なデータとなり得るであろう。

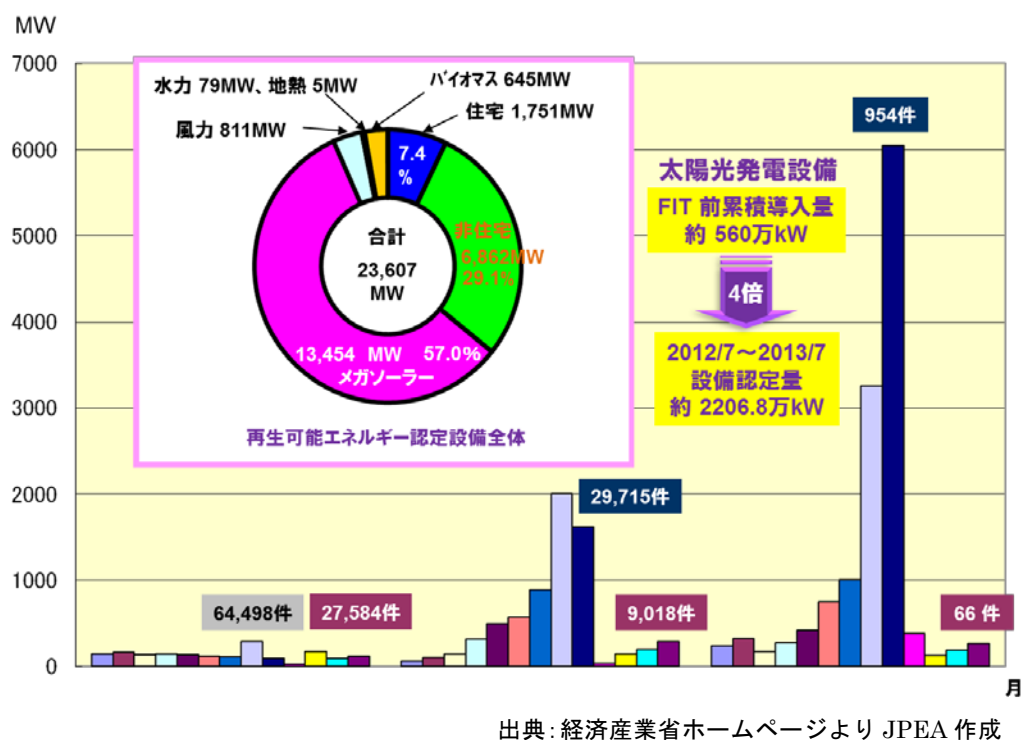


図 2-1-4 2012 年 7 月～2013 年 7 月末までの設備認定量

2.1.5 太陽光発電産業に影響する新たな変化・電力システム改革

2013 年の臨時国会で、電力システム改革の推進を目的に「電気事業法の一部を改正する法律」が成立した。改革は三つの段階に分かれており、第 1 段階は「広域系統運用機関の設立」で、2015 年を目途に設立が目指されている。第 2 段階は「電気の小売業への参入の全面自由化」で 2016 年を目途に実施し、第 3 段階は「法的分離による送配電部門の中立性の一層の確保、電気の小売料金の全面自由化」で 2018 年～2020 年を目途に実施される予定である。この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需要家の選択枝や事業者による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。具体的なビジネスモデルについては、7 章に「新たなビジネスモデル」として提示した。

2.2 海外の状況

世界市場は 2012 年が約 30GW であり、2013 年にはさらに増えると予測されている。その要因は、成熟市場となった欧州に対し、成長市場である米国、アジアが伸びるとされている。

イタリアでは 2011 年に前年の 4 倍近い 9.3GW が導入され、単年では世界第 1 位の導入国となったが、2012 年には FIT に該当するコントエネルギープログラムが大きく見直され、2011 年の三分の一程度まで導入量が減少した。2013 年以降は余剰電力購入が行われている。

ドイツでは 2012 年に FIT の買取価格を毎月調整し、2013 年には住宅用太陽光発電での買取単価を通常の電気料金よりも安く設定することで、売電よりも自家消費を促進する様な仕組みになってきた。

太陽光発電の世界市場をリードしてきた欧州市場では、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しており、今後もこの傾向は続くと考えられる。

米国では、州政府がすすめている RPS（再生可能エネルギーポートフォリオ基準）が各州での電力事業者の再生可能エネルギー導入を義務とすることで、太陽光発電の普及に貢献している。

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）。

欧州市場のマイナスをカバーする形で、日本を含めた米国、アジアなどの市場の伸びが著しく、2013 年の世界市場は前半のペースでは 30GW を超える需要になると見込まれており、2014 年以降もこの傾向は続くと思われている。

日本の市場では、中国、台湾、韓国のモジュールメーカーの参入により、今後ますます競争が熾烈になると考えられる。その様な状況の下、中国系企業のみならず日本の企業においても経営状況が厳しくなることもあり得ると覚悟し、FIT 制度下で技術開発も設備投資も着実にを行い、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。

海外展開の詳細は 8 章に示した。

3. 新たな社会システムの変化と 2030 年への道筋

約 1 年前のビジョンでは、2030 年に向けて日本の太陽光発電産業が挑むべき 3 つの挑戦として、

- 1) 電力供給・電力インフラと一体化した、太陽光発電の使い方への挑戦
- 2) 新しいビジネスモデル創生への挑戦
- 3) 金融と協調した挑戦

を示した。これらの挑戦への兆しは、FIT の下で予想外に早く明確に見えてきている。

3.1 FIT 導入以降の変化

- 1) 電力供給・電力インフラと一体化した、太陽光発電の使い方

家庭用の電力負荷、太陽光発電をはじめとする分散電源、蓄電池、EV など需要家側からの負荷や需要を制御するべく、“ECHONET Lite”による整備が大きく前進し、2014 年度より従来の省エネ診断からエネルギーマネジメントへと発展が見込まれる。

各電力会社は従来のスマートメーター導入計画を大きく前倒しし、導入促進を図ろうとしている。一部の電力会社では、EV の蓄電池を再生可能エネルギーの出力抑制のバッファとして使う検討も始めた。住宅用太陽光発電の遠隔モニタリングサービス提供を専門に手掛ける事業者も現れてきた。

- 2) 新しいビジネスモデル創生への挑戦

電力自由化を視野に入れ、一部の電力会社では各需要家のライフスタイルに合わせた多様な電気料金メニューの提供を始めた。自治体自ら遊休施設を公開し、ビジネスマッチングを手掛ける例が増えてきた。IT を活用することで規模の小さな住宅用システムを集約し、省エネ省コスト価値をまとめたり、住宅の屋根でありながら全量買取対象としたりするビジネスや、PPS 事業者自らが多種多様な発電事業に取り組む例が出てきた。

- 3) 金融と協調した挑戦

メガソーラーなど大型案件の資金調達において、SPC(Special Purpose Company : 特定目的会社) や合同会社などを設立することでの対応が行われる様になってきたが、2MW 程度の高圧規模ではプロジェクトファイナンスを組成することが難しく、コーポレートファイナンスなどプロジェクト導入企業の信用枠を活用することが中心となるため、新規事業者にとっては資金調達がネックとなる例も多かった。最近では、FIT によって得られる利益(事業資産)を担保として融資を受けられる ABL (Asset Based Lending : 動産・債権担保融資)によって資金調達を行うことや、モジュールメーカーが政策投資銀行と共同投資会社を設立し、メガソーラープロジェクトへ投資するモデルなども出てきた。

FIT 導入以降、太陽光発電事業が再生可能エネルギー全体の拡大を牽引し事業を切り開いていると言える。これらのモデルは当然他の再生可能エネルギーへも横展開が可能である。

3.2 2030 年に向けて

FIT 導入以降の変化を受け、2030 年 100GW 導入の達成に向けた社会インフラとしての可能性について、2030 年の電力システムを俯瞰してみると以下の様になる。

2030 年において、瞬時には国内全電源（240GW と想定）の 4 割強の最大出力能力を有し、年間総発電電力量としては国内全電源の発電量（1 兆 kWh と想定）の 1 割程度を担うことで、我が国の基幹電源の一つとして位置付けられることを想定している。その必須条件は、以下の 2 点である。

- ①太陽光発電を含む再生可能エネルギーの大量導入と、それに伴う出力変動に対応できる送配電網、並びに電力系統運営システム及び体制が全国レベルで整備されていること
 - ②需要側と電力系統側の間で電力・情報の双方向のやり取りがリアルタイムで可能となり、電力システムの全体最適化による新しい価値を創出するビジネスが生まれていること
- 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。

- 1) 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压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。さらに数年先に、特別高压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。
- 2) 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、買取単価が経済性を有しないレベルとなる。言い換えればシステム単価が十分下がりきっていない状況であり、経済性を補完すべき太陽光発電の価値付けが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、需要側との一体化や HEMS によるスマート化などが実現され、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、高压分野では BEMS、特別高压では CEMS への試みが活発化し、「ポスト FIT」に備える。
- 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。発電事業では PPS 事業と一体化し、電力システムでの一定役割を担う。

以上の 3 段階のロードマップイメージを図 3-2 に示す。

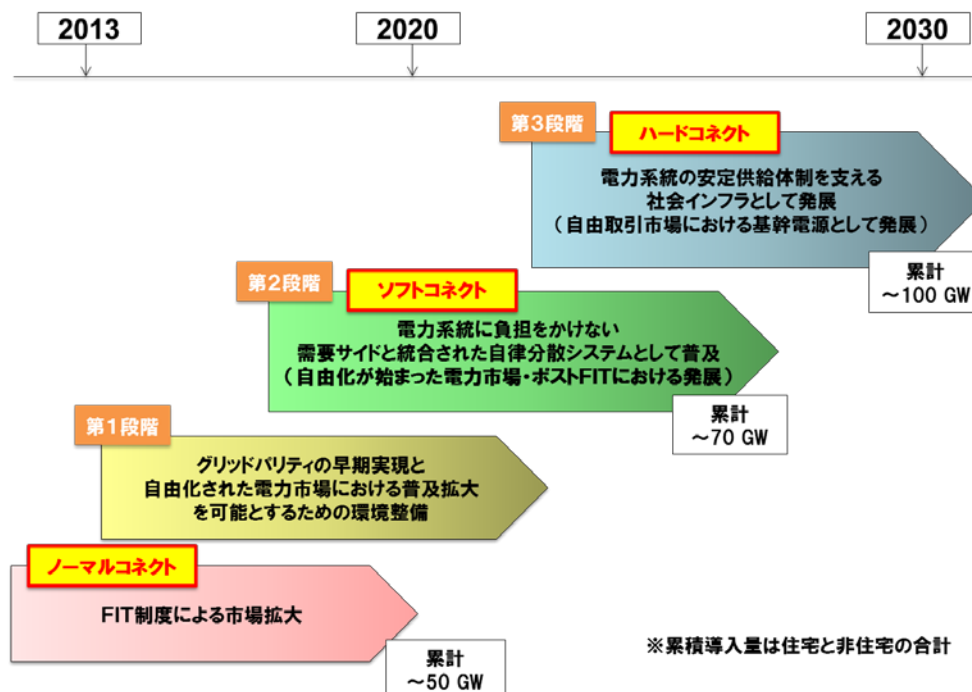


図 3-2 未来へのロードマップ

3.3 太陽光発電システム構成から見た道筋

太陽光発電システムの実用化の始まりは、約 50 年前に無電化地域で蓄電池と組み合わせた「独立型システム」である。現在では、太陽電池と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」が主流となっている。

機能的には「系統と同じ電力を発生させる電源」であるこのシステムは、単純な構成で経済性追求型システムである一方、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範囲でしか普及させられないことは、先のビジョンでも言及した。

特に最近では北海道などの系統が弱い地域では、送・配電線の増強、あるいは安定化のために蓄電装置の設置などが試みられる様になっており、早晚この問題は全国規模に波及することが危惧される。

系統の受容力増強というインフラの整備が太陽光発電システムの普及に追いつかない時代には、普及の腰折れを来たさないために「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。しかし蓄電池と組み合わせることでシステムとして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。

このパッシブ型とも言える“ソフトコネクト”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。又、送配電では一定程度逆潮していたものが全体制御に関係なく突然全量自家消費となれば、マクロでは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、普及量には限界がある。

特に系統運用では「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。システム構成は“ソフトコネクト”（パッシブ）と同じであるが制御方法が異なり、必要な時に系統に供給され、ならし効果として充電もされる。HEMS や BEMS、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ことが最終目標となる。図 3-3 はこれらのシステム構成を示す。

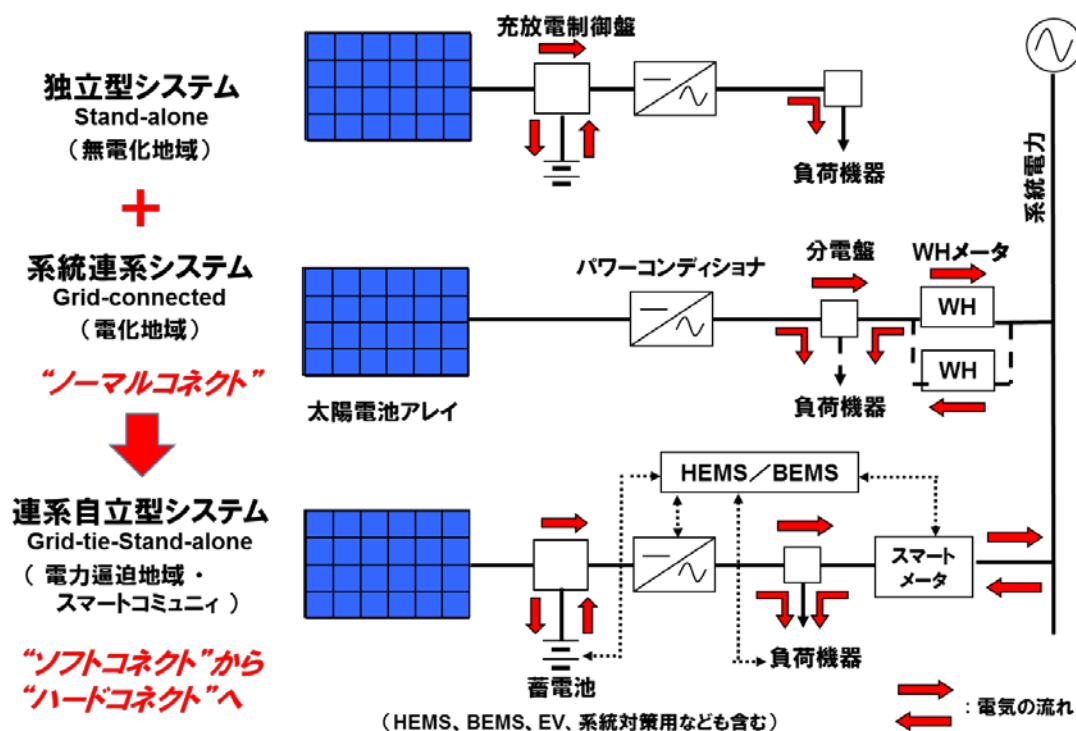
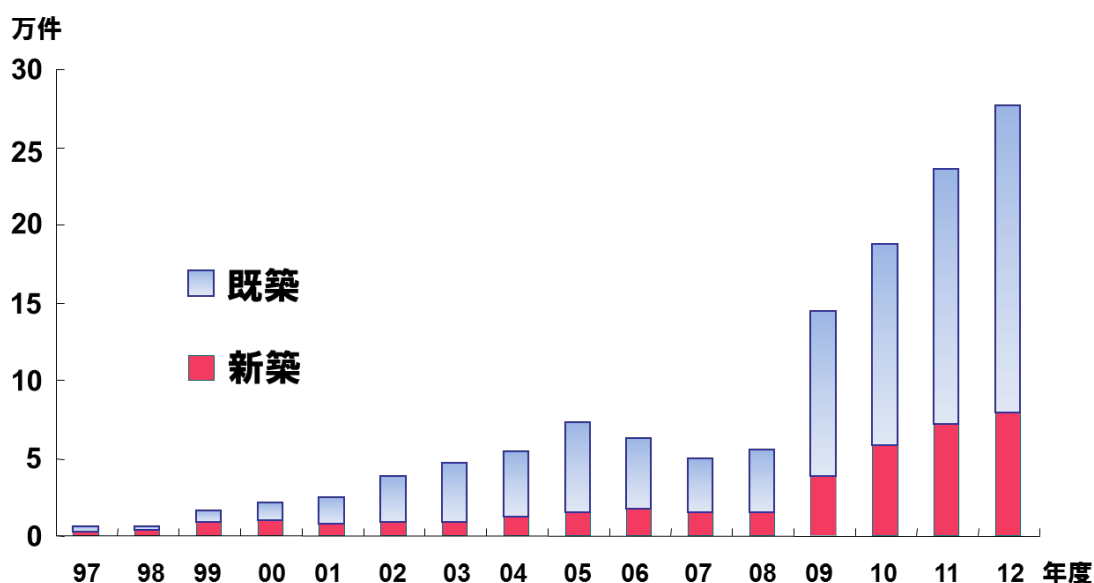


図 3-3 ノーマルコネクト／現在、ソフトコネクト／過渡期、ハードコネクト／双方向

4. 住宅用太陽光発電

4.1 住宅用太陽光発電の現状

1997～2012 年度までの住宅用太陽光発電の導入実績を図 4-1 に示す。2005 年度までの拡大基調が 2006 年度より下降基調に転じたが、2009 年 1 月より新たな補助金制度、さらには 2009 年 11 月から余剰電力買取制度の顕著な効果が表れ、再び市場は急速な拡大基調に転じた。2012 年 7 月からは FIT も始まり、導入拡大がますます加速されると期待された。



出典: NEF、NEPC、J-PEC

図 4-1 住宅用太陽光発電の導入量推移

4.2 住宅用太陽光発電の市場規模想定

FIT の影響を考慮した 2030 年までの住宅用太陽光発電の市場規模想定を図 4-2 に示す。ここでは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、図 2-1-4 に示す設備認定では 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、10kW 以上の大型住宅用を含めると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想定を行い図 4-2 に示した。

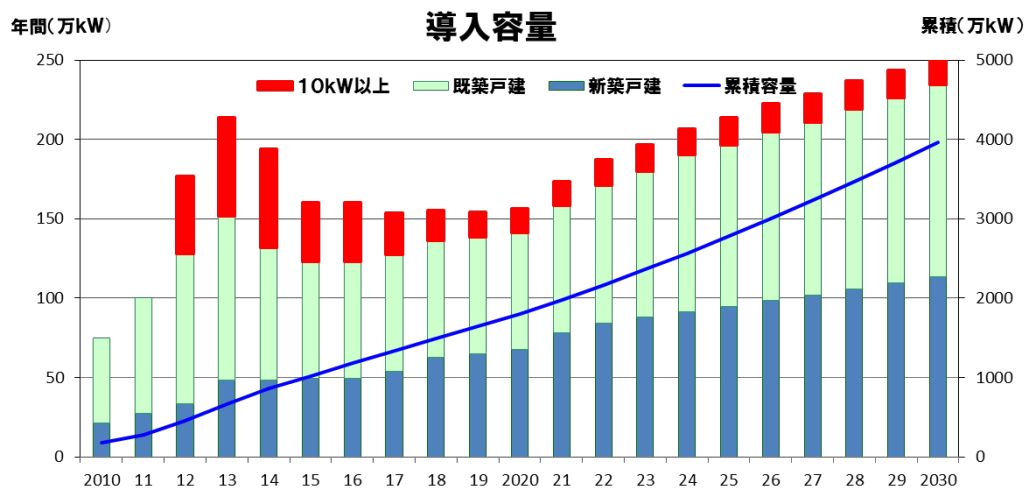
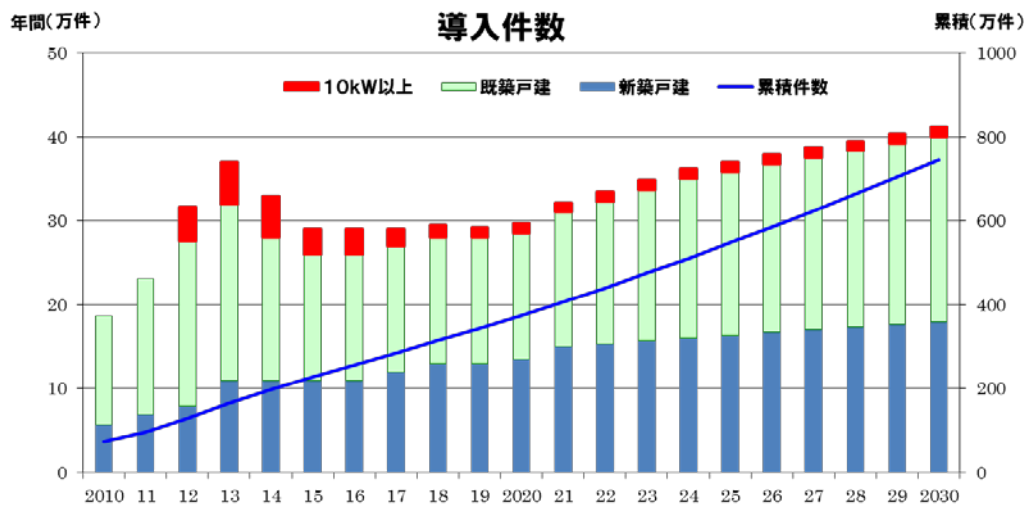
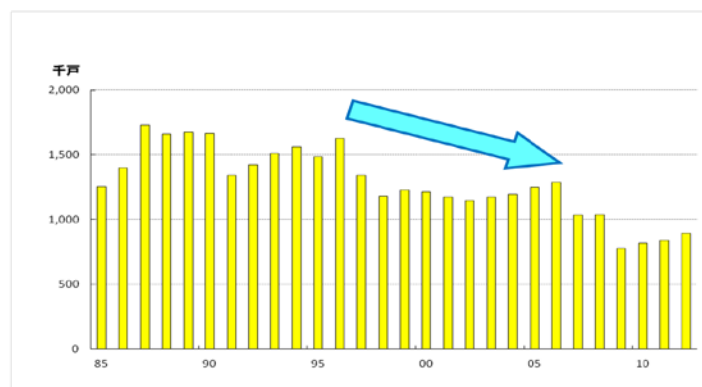


図 4-2 住宅用太陽光発電の導入量推移

1) 戸建新築住宅用太陽光発電の市場規模想定

新築住宅用の市場想定を行うに際し、基本となる新築住宅の着工戸数の推移を図 4-2-1 に示す。



出典：国交省着工統計

図4-2-1 新築住宅着工戸数（戸建＋集合）の推移

国内での新規住宅の着工戸数は 1996 年頃をピークに減少傾向となり、2010 年には 100 万戸を割り込んでいる。今後もこの漸減状態は続くと考えられ、新築太陽光発電市場もこの影響を受ける。

FIT 導入以降新築戸建では、太陽光発電搭載の住宅モデルが多数販売されている。プレハブ建築協会のレポートでは 2012 年の新築戸建住宅における太陽光発電搭載率は約 62%と過半数を超え、工業化住宅においては太陽光発電搭載が主流になってきている。今後この傾向は一般住宅へと拡大し、新築戸建住宅の太陽光発電設置比率の増加が期待できるが、住宅着工総数の顕著な拡大は期待できないので、年間太陽光発電導入件数は限界が見えてくる。

2020 年頃に新築住宅の搭載率が約 60%（年間 15 万戸程度）まで拡大した後は、微増状態になると推定した。但し、ZEH の普及拡大が予想され（※1 参考）、2030 年での平均搭載容量は約 6.3kW まで増加するものと想定した。

2) 既築住宅用太陽光発電の市場規模想定

既築用の太陽光発電市場も新築と同じく、補助金と FIT が起点となり市場拡大が始まった。只、現行の J-PEC 補助金が 2013 年度を持って終了するため、今後の動向は買取単価次第で大きく変動することが想定される。

補助金終了、余剰買取単価の低下により一時的に導入量は縮小するが、新築住宅の ZEH 化に呼応する様な住宅全体のエネルギー消費削減政策が既築市場にも導入され、活性化が図られる。過去の住宅設備の普及は「新築住宅への試験的導入から改良設計を経て既築市場へ拡大」というトレンドになっており、既築用太陽光発電も新築用より遅れながら拡大し、平均搭載容量も 5.5kW 程度まで増加するものと想定した。

3) 搭載容量 10kW 以上の市場

集合住宅、戸建住宅の中で大規模な特別なもの、「屋根貸しビジネス」等がこのカテゴリーに含まれる。

集合住宅用の市場では、FIT により全量 20 年間買取のメリットがユーザに受け入れられ大きく市場が拡大している。この傾向から、集合住宅用の太陽光発電は 4 万件／年程度まで導入が拡大するものと想定した。2020 年頃には小売電力の自由化を活用したビジネスモデルの新規導入が考えられ、一定の市場が継続すると想定している。

FIT 制度下では「屋根貸しビジネス」等の新たな市場が発生している。只、この分野は小売電力の自由化以降最終的には発電事業用として扱われると想定し、導入量推定では住宅用として算入していない。

4) 住宅用太陽光発電市場規模想定のおとめ

ここまで説明した各カテゴリー別の推定をまとめると表 4-2-1 となる。

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。 平均容量に関しては、ZEH 政策により増加が続く。
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 年買取制度の効果で市場が急拡大する。 2020 年頃には、電力自由化をベースとした小規模の安定市場に移行する。

表4-2-1 カテゴリー別の太陽光発電市場想定

上記表の想定数字を積み上げたものが前述の図 4-2 である。

5) 2030 年までの市場の推移

市場の推移は下記の二つの期に大別できる。

第 1 期：FIT 制度主導による市場成長期（2020 年頃まで）

買取単価が電力単価に対して比較的高価で、売電を中心に市場が展開されることを想定している。

第 2 期：FIT 制度縮小（終了）後の市場成熟期（2020 年頃から 2030 年）

買取単価が低下し、電力市場の自由化が進行するという市場環境の変化で、売電以外の選択肢が生まれ、太陽光発電市場の安定化に繋がることを想定している。

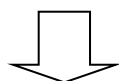
上記二つの期が切り替わる時期は概ね 2020 年としているが、市場の状況により前後することはあり得る。

※1＜参考＞住宅のネット・ゼロ・エネルギー化が太陽光発電に与える影響について

エネルギー基本計画 平成 22 年 6 月

◇住宅・建築物の ZEH 化の推進：家庭部門対策

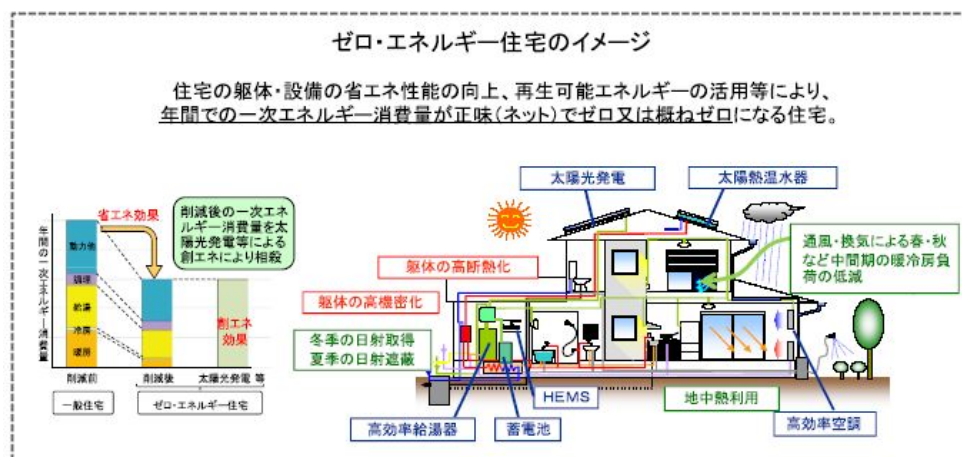
- ・ 2020 年までに ZEH を標準的な住宅とすると共に、
既築住宅の省エネルギー性能を現在の 2 倍程度まで増加させることを目指す。



ネット・ゼロ・エネルギー（ZEH）ハウス支援事業（2012 年～）

- ◇ 2020 年の住宅のネット・ゼロ・エネルギー化を目指すべく、高断熱性能、高性能設備と制御機構等を組み合わせ、住宅の年間の一次エネルギー消費量が正味（ネット）で概ねゼロとなる住宅（ZEH）を導入する者に補助金を交付し、その活動を支援するもの。

太陽光発電システムは補助の対象外であるが、比較的規模の大きな創エネルギー設備がないとエネルギーゼロは実現できないため導入することが必須条件となる。



出典：平成 24 年度 住宅局関係予算概要 国土交通省住宅局 平成 24 年 1 月

今後の見通し

住宅の省エネルギー化政策の中で、太陽光発電が長期にわたり中心的な役割を果たしていく可能性が高い。

4.3 市場成長期（FIT 主導期）の産業モデル

1) 市場の状況

①新築戸建用太陽光発電市場

新築住宅に関してはエネルギー基本計画（2012 年 6 月）の中で、2020 年に向けて ZEH 化という方向性が打ち出されており、ZEH 化の基幹技術である太陽光発電の導入拡大が引き続き期待できる。ZEH 化のためには大容量の太陽光発電が必要で、容量拡大の技術開発への注目も高まっている。

②既築戸建用太陽光発電市場

既築戸建用太陽光発電市場は、2500 万戸といわれる戸建住宅ストックの中から比較的条件（屋根形状、方位、予算等）の良いものから設置が進むことになるので、市場拡大には製品やサービスにおける進化の継続が重要となる。既築住宅の場合は、現存する屋根にモジュールを合わせて設置するため、新築用より高い応用力が必要である。古い家屋の耐震性能も考慮すれば、モジュールの軽量化も普及の要素になる。

太陽光発電システムは通常の家電製品（10 年程度）よりもはるかに長期にわたって使用されるため、長期信頼性と品質保証体制が重要である。具体的には、製品の耐久性だけでなく長期信頼性の高い施工方法を確立し、顧客へのアフターサービス網を整備・充実させることである。

③10kW 以上システムの市場（集合住宅用、屋根貸し等）

集合住宅用は FIT の導入で状況が大きく変化した。2012 年 6 月までは 10kW 未満の小規模太陽光発電を設置し、J-PEC 補助金と余剰買取制度を利用した提案が普及モデルとなっていたが、FIT 制度下では 10kW 以上の大容量設置で全量 20 年の買取を提案するモデルの魅力度が飛躍的に向上し、市場が大きく拡大した。



写真 4-3-1 集合住宅用太陽光発電設置事例

又、FIT 制度下では、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」等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」の主体は、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用であるが、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。これまでの様な初期設備費を自己資金を使って設置するユーザだけでなく、導入資金余裕のない戸建てユーザに対し太陽光発電設置を提案する EC（電子商取引）サイト等の異業種の取り組み事例もある。

EC サイト運営企業	屋根オーナーに EC 等の主たるサービス割引とセットで PV 販売
住宅メーカー	アパートオーナーの屋根借り上げ

表 4-3-1 戸建て住宅用「屋根貸しビジネス」事例

2) 太陽光発電及び関連機器

①太陽光発電モジュール

屋根との親和性を向上させた事例を写真 4-3-2 に示す。



A 建材一体型モジュール

B 屋根開発

写真 4-3-2 住宅用太陽光発電事例

事例 A は建材一体型モジュールの事例であり、屋根形状に合わせて小割りのモジュールを効率良く設置している。特に既築住宅においては既存の屋根形状や構造に合わせて外観を重視するユーザも多く、「発電効率向上」以外にも「屋根形状対応」「モジュール軽量化」「デザイン親和性」といった技術開発が重要となり、非住宅用途で使われるモジュールの「大型量産化によるコストダウン」とは異なるアプローチも必要となっている。この日本特有のセンスは、住宅用市場の拡大に不可欠な要素になる。

一方、新築住宅においては、事例 B の様に太陽光発電システムに合わせて南面に大きな屋根をもつ設計事例が多く見られるようになってきた。現状では FIT の買取条件が有利となる容量 10kW 以上のシステム搭載が主目的となっているが、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であり、屋根システム開発が引き続き継続されると推定される。このような屋根開発では、住宅設計側と太陽光発電メーカー側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。

既築、新築いずれの場合も、太陽光発電メーカーがコアとなって、屋根（住宅）建材、住宅、屋根施工等の関連分野が協業していくことが重要であり、協業の過程で太陽光発電産業の裾野拡大が期待される。

②パワーコンディショナ及び関連機器

パワコン及び関連機器の進化も普及拡大にとって重要である。FIT 開始以降は平均設置容量が拡大する傾向にあり、大容量パワコンのニーズも増えてきた。静音化等の快適性への対応、長寿命化など、普及が加速する中で、標準化や数量増によるコストダウンと共に、新しいニーズへの対応も必要になる。

さらに関連機器と組み合わせて付加価値を向上させる動きもある。太陽光発電が単なる発電設備としてではなく、一段高いレベルの省エネ化に向け、次項で述べる 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としての役割を担い、発電電力を「賢く使う」ための多機能化も進むと考えられる。

③HEMS（「見える化」システム）

従来から住宅用太陽光発電システムには発電電力や消費電力の「見える化」を意図した電力モニターがオプション化されているが、これをさらに進化させ先進的で高効率な冷暖房や給湯設備、家電製品と連動させることで、家全体の総合的な省エネ化・経済性向上が可能となる。この「見える化」分野では、住宅用太陽光発電の遠隔モニタリングサービスを専門に実施する事業者も現れている。

又、将来の EV や蓄電池の導入も踏まえ多数の企業が研究開発を行っており、今後は太陽光発電を中心に実用化していくものと考えられる。太陽光発電が核となって住宅のエネルギー関連産業が互いに繋がり、産業が拡大していくことが期待される。



写真 4-3-3 発電電力、消費電力の「見える化」＜例＞

④蓄電池

蓄電池市場は、東日本大震災直後に発生した計画停電をきっかけに急激な市場変化が見られる。特に 2012 年度からは家庭用蓄電池への補助金制度が導入され、従来からの独立型に加えて、系統からの商業電力だけでなく太陽光発電の発電電力も蓄電できる機能が備わった製品も見られる。太陽光発電と蓄電池のセット導入により、非常時のバックアップ電源としての機能だけではなく、充放電の時間シフトによる電力ピーク抑制効果などが注目されている。EV も含めて、住宅全体での電力（エネルギー）有効活用の技術開発も始まっている。蓄電池は今後極めて重要となるキーコンポーネントとして注目されており、コストダウン、安全性向上、大容量化とコンパクト化の両立等、技術的進歩が他の機器以上に必要である。

3) 販売及び工事

販売及び工事については、新築戸建が住宅メーカ等の主導であるのに対し、既築は太陽光発電モジュールメーカの主導となっている。加えて以下の商流が加わってきている。

①リフォーム会社の組織化

地域の個々のリフォーム会社、販売会社をグループ（フランチャイズ）化し、販売や施工の教育・研修体系を整備することで、低廉で信頼できる施工、アフターサービスを実現している。オール電化等との組み合わせ総合提案も実施している。

②屋根施工業者による先進太陽光発電の施工

自社の持つ屋根施工技術を応用した低コストで信頼性の高い太陽光発電施工方法を開発し、各所屋根への対応力、技術力で差別化している。

③大手家電量販店による太陽光発電の販売

従来より家電量販店の郊外店では住宅の設備リフォームを積極的に行っていたが、太陽光発電の販売強化に乗り出してきた。より消費者に近い場所にある窓口として、大手の認知度・信頼性と価格競争力で市場を拡大している。

④住宅メーカのリフォーム部門による販売

新築市場が停滞・縮小する中で、住宅メーカは自社ストック客に向けたリフォーム提案に注力しており、太陽光発電に省エネ設備への機器の更新、さらには断熱改修を加えた「省エネルギーリフォーム」なる付加価値提案を行っている。

市場参入者の増加による競争の激化が想定される中で、太陽光発電システムだけでなく、その他の商材と組み合わせた総合提案により事業規模を拡大させる事業者も現れてきた。経験や実績の少ない部分を組織力でカバーし、太陽光発電を事業の中核に押し上げている。この様な付加価値提案の拡大は、太陽光発電の周辺産業を大きく拡大させる可能性を秘めている。

4) 住宅用の屋根貸しビジネス

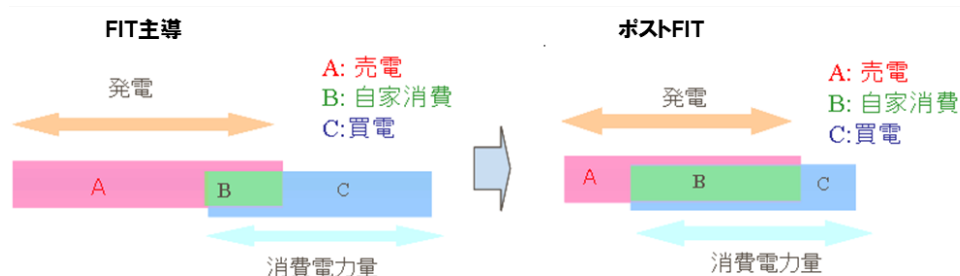
戸建住宅においては1邸に10kW以上の大容量搭載を行うことが物理的に困難であることから、戸建住宅をまとめることで20年全量買取適用を前提とするビジネスモデルは一部の事業者が先行しているが、まだ定着しているとは言い難い。

只、従来の自己資金による太陽光発電設置ユーザに対しても、住宅用アグリゲーター事業者が仲介し、全量20年買取のメリットを活かした初期投資の分担や発電量に応じたキックバック制等を組み合わせたビジネスモデルを進めることにより、戸建住宅用であっても屋根貸しの形で全量買取へのシフトが加速する可能性はある。このビジネスに最も近い業種が通信キャリアであり、販促方法、顧客の囲い込み手法、課金ビジネスの仕組みなどに一日の長がある。電気と通信を併せたサービス業も早晚現れると予想される。

4.4 市場成熟期の産業モデル

1) 市場状況

成熟時期には、買取単価が経済面での魅力を失うことでFITがその役割を終える中で、市場は電力自由取引への移行が想定され、成長時期のモデルから大きく変化する。これをZEHモデルで説明する（図4-4-1-1）。



FIT 主導の成長期では、売電単価と買電単価の差が普及の基本にあり、売電を主体とした普及モデルでの訴求が行なわれている。発電電力をできるだけ多く売電し、ユーザーメリットにつなげるモデルである。成熟期では、売電単価が経済的魅力を失うことにより普及モデルが変化する。発電電力を自家消費に振り向けたり、余剰電力を売電したりする電力の運用を「賢く（スマートに）」行うことが求められる。住宅側から見ると「スマートハウス」が本格的な普及段階になることを意味する。

「スマートハウス」の展開においては、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ことが考えられる。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、「スマートハウス」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。図 4-4-1-2 は「スマートハウス」のイメージ図である。

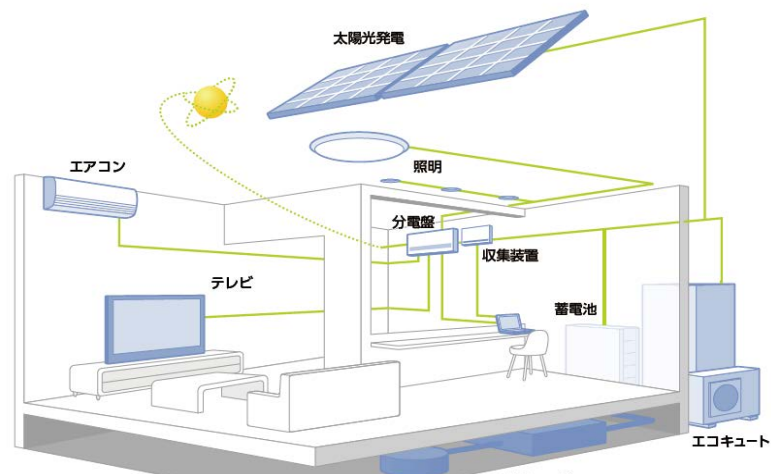


図 4-4-1-2 「スマートハウス」のイメージ

図 4-4-1-3 に「スマートハウス」進化のステップを示す。現状の「スマートハウス」では太陽光発電システム以外のエネルギー関連設備も併用され、パソコンが複数台併設されている事例も見られる。パソコン間は連動しておらず、直流から交流への変換時のロスも多く、過渡期のモデルであるといえる。最終的には完成期のように、多機能パソコンで各種エネルギー関連設備を集中的に管理する状態になると想定している。産業として裾野が広がることは間違いない。

この段階においても、創エネルギー設備として太陽光発電が設備全体のエネルギー供給源となり、中心的な役割を担うと考える。特にパソコンの役割は単に太陽光発電の発電電力を直流から交流に変換するだけでなく、蓄電池、EV 他多種多様な電力源をトータルでコントロールする役割を担うと考える。そこでは、太陽光発電だけでなく総合的なエネルギー活用の業態での産業発展が期待される。

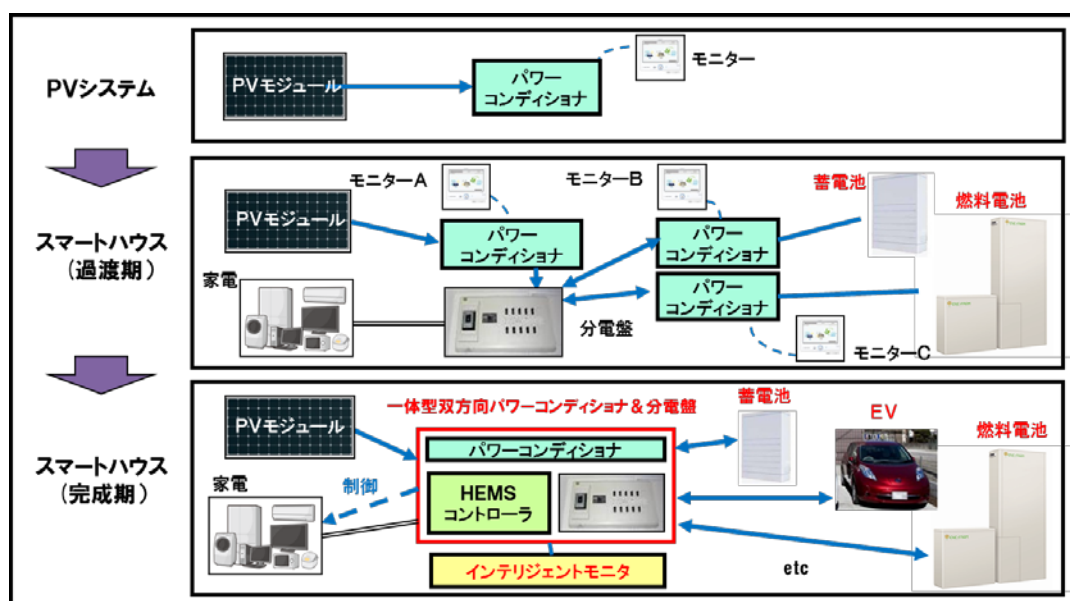


図 4-4-1-3 「スマートハウス」に連動した太陽光発電の進化成長モデル

進化が起きる要因、必要な技術要素を整理すると以下となる。

＜きっかけとなる要因＞

- ・ 小売り電力の自由化
- ・ 購入電力メニューの多様化、時間帯別電力契約の細分化
- ・ FIT 買取単価の低下（売電単価 $\leq$ 買電単価）
- ・ 当初 48 円/kWh 買取ユーザの買取期間終了（2019 年）

＜市場活性化に不可欠な要素＞

- ・ 蓄電池等 発電電力の有効活用に必要な制御技術
- ・ 電力の自由取引ができる市場の成立
- ・ 発電量予測技術

2) 太陽光発電及び関連する技術シフト要因

①太陽光発電システム

住宅の ZEH 化により太陽光発電の大容量化が進むことが想定され、技術的には「モジュールの高効率化」「屋根面への設置効率を高める施工方法」等が注目される。ZEH が住宅の必須要件になった場合、小規模住宅では壁面等 屋根以外へのモジュール設置も普及する可能性がある。

2019 年には住宅用余剰電力買取制度開始当初のユーザの買い取り期間が終了することから、余剰電力を有効活用するための既存システムへの増設、改良などの提案が考えられる。

特にシステム設置後 15 年経過前後に想定されるパワコン交換時期は、その時点での電力事情（売電・買電単価、料金制度等）に合致した最適の提案ができるチャンスであり、今後のリプレイス市場成長のポイントになると考えられる。

②スマートメーターへの切替とスマートグリッド化

太陽光発電に代表される各住宅や地域での変動要素を持った発電に対し、発送電事業者側の運用安定化及び運転効率化を主目的とした発電・送配電系と需要家間のスマートグリッド化が必須とされている。

その構成要素として、住宅を含めた各需要家の電力使用状況が細かく把握できる機能を持つスマートメーターへの切替や地域実証試験が進行中である。このスマートメーターの導入により、各需要家にとっては細かな電力使用状況を確認・認識（見える化）することも可能となり、各需要家内での省エネ志向がますます加速されることが期待できる。

③HEMS（ホーム・エネルギー・マネジメント・システム）普及化

②のスマートメーター切り替えにより各需要家の省エネ志向が喚起され、省エネ機器への積極的な切替及び太陽光発電を始めとする創電力化が進むと考えられる。住宅内での総合的省エネをより積極的に推進する機能として HEMS 導入が図られる。

HEMS 化は省エネに加え電力供給側の運用安定化等へも寄与するため、スマートグリッド化と協調して展開されることが望ましい。この HEMS 化が広く進展する条件としては省エネに対する新たなインセンティブ等の政策がポイントとなる。

これについては、各家庭における HEMS に対応した家電機器のラインナップ拡大と普及が重要なキーとなるが、BEMS だけでなく HEMS アグリゲーターによる各家庭ユーザへのエコポイントのようなポイント・バック制や、それによるインセンティブ付加（電気料金への充当等）など、社会インフラやビジネスモデルの多様化に伴う導入普及モチベーションの向上が必要である。それらによる機器開発の進展が、さらなる HEMS 普及拡大の循環に繋がると考えられる。

④住宅用蓄電システム

FIT 終了や電力市場自由化によって、太陽光発電の余剰電力が自由市場で取引される可能性もある。この場合、買取単価は市場状況により変動することが想定され、より安定した発電電力の有効利用法として、蓄電池等による自家消費利用の拡大が推進されると考える。この変化を具体的に表したのが図 4-4-2 である。

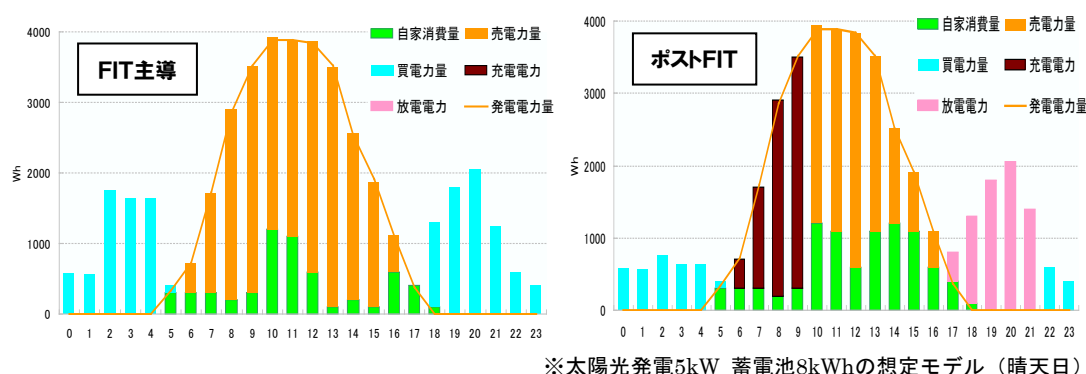


図4-4-2 自家消費電力利用拡大（蓄電池の活用）

「FIT 制度下」の時期は、昼間の節電など自家消費電力量を抑制し、売電量を増大させることでユーザの経済メリットを最大化できた。「ポスト FIT」では、発電電力を蓄電池に充電し非発電時間帯に使用したり、非発電時間帯に消費していた電力を昼間に消費する様にしたりするなど生活パターンが変わる可能性がある。

この様に電力の消費パターンを自給自足型に変動させることで、将来予想される商用電力価格の高騰、余剰電力売電単価の低下といった市場環境に影響されない太陽光発電の活用が可能となる。そこでは蓄電池が大きな役割を果たすことになる。

現時点（2013 年）では、住宅用の蓄電池はまだ高価であり、耐用期間も 3000 サイクル（約 10 年）程度であるが、今後長寿命化が進みコストパフォーマンスの優れた製品の導入が進むものと考えられ、それらと太陽光発電を組み合わせた製品やシステムの普及も期待される。

⑤電気自動車（EV、PHV）

前述の図 4-4-2 は、住宅用蓄電池としては比較的大容量である 8kWh の蓄電池を想定したモデルであるが、この容量の蓄電池でも晴天日の太陽光発電システムの余剰電力を全て充電できるわけではなく、宅内自給率を上げるためにはより容量の大きな蓄電池が必要となる。しかし、大容量の蓄電池導入は初期コストの高騰に繋がるため、代案として電気自動車（EV、PHV）に搭載される蓄電池の活用が考えられる。V2H（Vehicle to Home）の提案である。

大容量の太陽光発電と電気自動車を高度連系した場合、ZEH のレベルを超えてガソリン等の輸送分野の CO₂ 削減まで期待できる。

V2H は、昼間の在／不在等ユーザの生活パターンにより効果が大きく左右されるため、単なる蓄電池の技術開発だけでなく、ライフスタイルに合わせた使い方提案も重要な要素となる。さらに進化が進み住宅と自動車の蓄電池で V2G（Vehicle to Grid）の時代になれば、広域に分散された安定出力の発電所、あるいは小型分散の揚水発電所に相当する機能も夢ではない。

3) 販売及び関連するビジネス要素

成熟期においては、発電電力の経済的な価値は「FIT 制度下」の様に固定されたものではなく、価値観も変わる。具体的には、多数の発電事業者（発電電力の売却先）が現れ、蓄電池、EV 等の運用技術も多様化してくる。ユーザにとっての最適システムは固有のものではなく、個々人のライフスタイルによって大きく左右されるため、そのエネルギー消費特性に合わせて最適な組み合わせ提案をする様なコンサルタントビジネスも現れるであろう。

この流れは、非住宅用太陽光発電と根幹部分では共通したものと考えられるが、住宅用太陽光発電においては、ユーザである消費者が対象となるため、単にエネルギービジネスだけではなく、IT と融合することで健康、快適、安全といった異種の生活サービスと連携、連動する様な新たなビジネス形態も想定される。

この様に、太陽光発電産業を起点とし、多くの住宅関連の他分野、他業種を巻き込むことで、総合的なエネルギー産業へと発展していくことが期待される。

5. 非住宅分野

5.1 公共・産業、事業用太陽光発電システムの変化

2012年7月に施行されたFITを契機に、公共・産業用や事業用太陽光発電の普及拡大の様相は大きく変化した。FIT施行前は、国や自治体などによる率先導入や、民間事業者の社会貢献（CSR）の一環としての導入が中心で、補助金などの導入支援策がこれを支えてきた。FIT施行後は、太陽光発電がビジネスとして成立する条件が整ったことにより、商社やゼネコン等従来参入していなかった多くの企業で、遊休地などを使ったメガソーラー事業への参入が進んだ。自治体でも、工業団地の未利用地や廃棄物処理場などへのメガソーラー事業誘致などの新たな動きが現れた。FIT施行に引き続いて工場立地法や電気事業法などの規制が緩和されたことにより、工場や倉庫の屋根、さらには個人の住宅の屋根を使った新たなビジネスが萌芽した。

又、FITでは20年間にわたって同じ金額での買取りが保証されることから、太陽光発電への投資に関する金融手法も提案されてきた。大規模な案件に対して組成されるプロジェクトファイナンスのみならず、ABLなどの金融手法を用いることで比較的小規模な発電事業でも金融サービスを受けることができるようになってきた。

一方「屋根貸しビジネス」は、倉庫業者やハウスメーカーなどの民間企業の他に地方自治体も興味を示し、太陽光発電の新しいビジネスモデルとして発展していくものと期待されたが、屋根の権利関係に関する法的な取り扱いが明確になっていない等の課題も明らかになり、当初期待された状況には至っていない。

しかしながら、僅か1年でそれまで低位安定ムードであった国内市場を一変させたFIT制度は、太陽光発電が今後多くの分野を巻き込む一大産業として発展する可能性の扉を開いたと言える。

5.1.1 公共・産業用市場の特色

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、ボランタリー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、やはり費用面での負担が重く、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されたシステムが構築されず、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。又、事例の少なさなどにより進捗に遅れが見られた設計から施工までのガイドラインの整備と充実、導入に伴う様々なインフラ整備などが進みつつあり、その中で新たなイノベーションも生まれている。非住宅(公共・産業)用の商流を図5-1-1に示す。関連事業者が発展することは、技術の発展やインフラの整備、さらには国内における雇用機会の拡大にも資するものであり、当制度の継続が期待される。

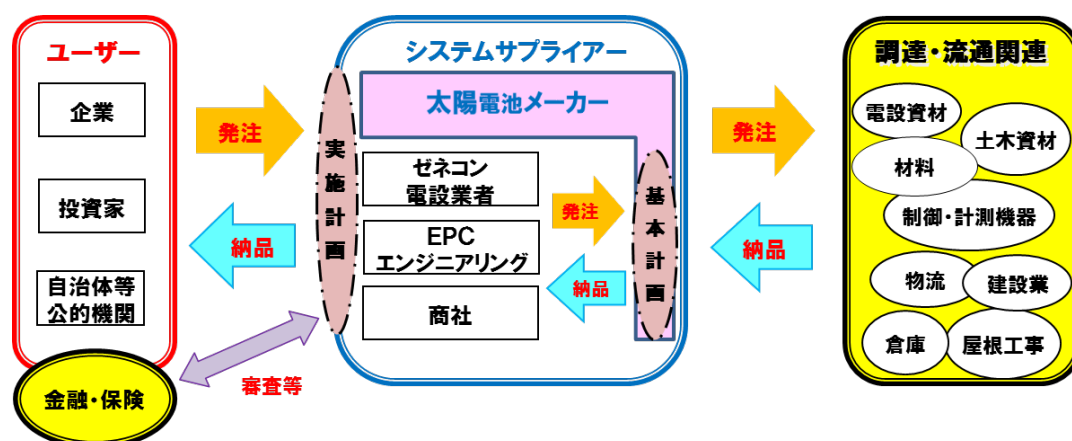


図5-1-1 非住宅用システムの商流

5.1.2 分野別展開

1) 集合住宅

集合住宅についても、単に共用部分の電力負荷を賄うこれまでの考え方から、全量買取による経済性の担保や売電による導入へのインセンティブが高まったことなどにより、従来に比べ積極的な導入事例が増えている。又、技術的発展や商品開発の進展によって、高効率型の太陽電池や、壁面、ベランダ部などへの設置も広がりつつある。また、こうした積極導入を支えるゼロエネルギー住宅への補助、ビルへの導入支援策も相まって、賃貸型低層集合住宅から大型集合住宅へと市場の広がりを見せている。

2) 交通インフラ

今後、都市交通の公共化やパークアンドライド、地域コミュニティへの既存のガソリン車等の乗入れ制限など、広く交通システムの変化が予想される。この中心となるのが電気エネルギーによる公共的な交通手段や電気自動車、電動アシスト自転車などである。太陽光発電による急速充電ステーションがガソリンスタンドやコンビニエントストアなどに常設される様になると共に、IT技術を用いた課金システムなども開発され、実用化が進みつつある。

3) 公共分野

庁舎、学校、病院等の公共性のある設備では、環境やエネルギー問題の視点に加え、非常時の電源として地域社会における災害対応の視点から、蓄電池と組み合わせたシステムの導入が行われている。この動きは、東日本大震災で被災した自治体を中心に導入が進み、全国へ展開されつつある。

又、この蓄電池付きシステムは、当面非常時のみの使用に限定されるが、大量導入が進んでくれば、平常時でも昼間のピーク時に蓄電池と併せて逆潮流させることにより、ピークカットへの貢献もできるようになる。これによりピーク時だけに発電する発電設備等を減らすことができ、震災後輸入に大きく頼っている燃料費の削減にも繋がることで、CO₂削減やエネルギー自給率向上を進めることとなる。現在「ダブル発電」として低く設定されている買取単価を太陽光発電のみの場合の単価と同等に評価するなど、ピーク時での蓄電池による放電に関するインセンティブ付与が望まれる。

さらに、これまでは自治体自身が公共施設に導入を推進してきたが、規制緩和で屋根貸しが可能となったことにより、今後は自治体が所有する庁舎、学校などの屋根を発電事業者や市民団体に発電用途として貸すことによる普及促進が進むものと思われる。

4) 産業分野

FIT 制度及び規制緩和によって専用線での売電が可能になったことで、ビジネスとして自社工場の屋根や遊休地を使った大規模な発電を行う分野と、接続費用が比較的安価にできる 50kW 未満の低圧連系システムの分野での導入が大幅に進んだ。この分野の拡大は、今後の普及拡大の大きな柱になるものと予想される。

一方、今までこの分野を牽引していた自社設置の 50kW から中規模システムの範囲は、高圧連系での接続に要する建設費のアップに比べ、得られるリターンが大規模システムより少ないことから、メガソーラーなどに比べて相対的に導入が遅れることが予想されたが、設備認定数および設置運転開始数の推移からはある程度の普及が進んでいるのがわかる。

しかしながら、大規模太陽光発電における導入の限界を考えると、大きなポテンシャルを持つこの分野に対するインセンティブや設置者のモチベーションを維持する支援策は、今後の普及拡大にとって極めて重要である。さらに、ESCO (Energy Service Company) 事業が面的に拡大した地域 ESCO や、将来行われる自家用発電機やオンサイト発電事業まで含めた最適化も新たな電力ネットワークとして拡大する可能性があり、工場の屋根などは未利用空間として広く活用されることとなる。

又、ゼロエネルギービルへの支援策などにより、環境共生施設として産業用施設のスタンダード化による普及がさらに拡大する可能性がある。将来、普及が進んだ分散型電源を効果的に利用するためには、家庭、ビル、工場等に導入される EMS(Energy Management System)との連携により、エネルギーの地産地消を推進することが重要となる。再生可能エネルギーと EMS とを連携させることで、地域内におけるエネルギー需給の最適化が図れ、より安全・安心で、環境にやさしい社会の実現が期待できる。

5) 発電事業用分野

FIT制度により、最も導入が進むと考えられているのがこの分野である。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、従来の公共・産業分野と異なり、事業を行っていくために必要な資金、未利用地などが必要となってくる。図5-1-2-5に、メガソーラー等の大型太陽光発電事業の立案・企画から運転開始までの基本的な流れを示す。

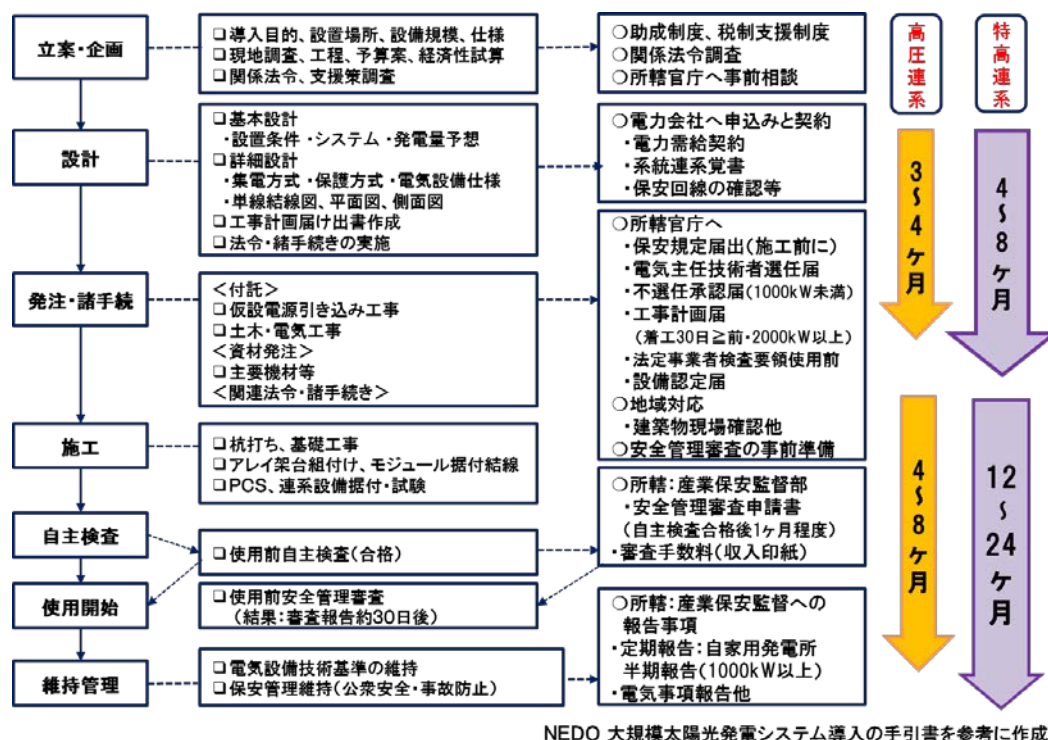


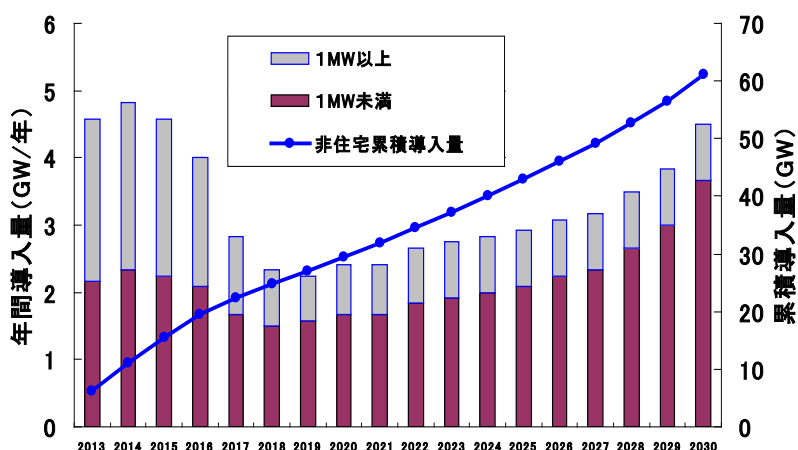
図5-1-2-5 大型太陽光発電設備の導入手順の概要（企画から運用までの一般例）

民間では大手企業の遊休地を使った発電事業が、自治体では所有している工業団地の未利用地や廃棄物処理場などへの導入が、期待通り急拡大している。メガソーラーによる大型太陽光発電事業を推進していくためには、初期に多額の費用が必要となると共に、発電量による長期にわたるリターンの確保が重要となってくる。そのため、電力の売電収入を配当とする投資信託、長期にわたる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参入が進んでいる。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）など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が進んでおらず、将来的なポテンシャルは高いものの依然として潜在的なレベルに留まっている。今後の規制緩和が期待されるところである。

5.1.3 市場見通し

2030年までの非住宅（公共・産業用、発電事業用）分野の市場見通しを図5-1-3-1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。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の発電事業用あるいは大規模業務用設置の他、学校などを始めとする公共施設、産業施設、工場、商業施設、ビルなどへの市場拡大がさらに進む。導入量は各機関が実施した潜在導入可能量も参考に推定した。



	2020年	2030年
1MW未満 年間導入量	1.7GW/年	3.7GW/年
1MW以上 年間導入量	0.7GW/年	0.8GW/年
年度計	2.4GW/年	4.5GW/年
1MW未満 累積導入量	16.7GW	40.2GW
1MW以上 累積導入量	12.7GW	20.9GW
累積導入量	29.4GW	61.1GW

図 5-1-3-1 非住宅用導入

図 5-1-3-2、図 5-1-3-3 に示す農林水産省が公開している資料によれば、農地面積は 456 万 ha と国土の 12%を占めている。さらに荒廃農地の内、再生可能な農地として 14.8 万 ha、再生利用困難な農地が 13 万 ha あることから、今後の規制緩和次第では太陽光発電の設置可能量が拡大されることとなる。2013 年 12 月には、「農林漁業の健全な発展と調和のとれた再生可能エネルギー電気の発電の促進に関する法律」が国会で成立し、今後農林漁業分野において太陽光発電をはじめとする再生可能エネルギーの活用が拡大される可能性がある。

本ビジョンのシナリオでは2030年の導入量によって電力エネルギーの10%を賄うとしており、成熟し安定した住宅市場以外の部分は、公共産業用と未利用地活用が市場拡大を牽引する。市場のグリッドパリティについては、2020年頃を境に住宅用での低圧等価水準から産業用での高圧等価水準に移行する動きが加速する。

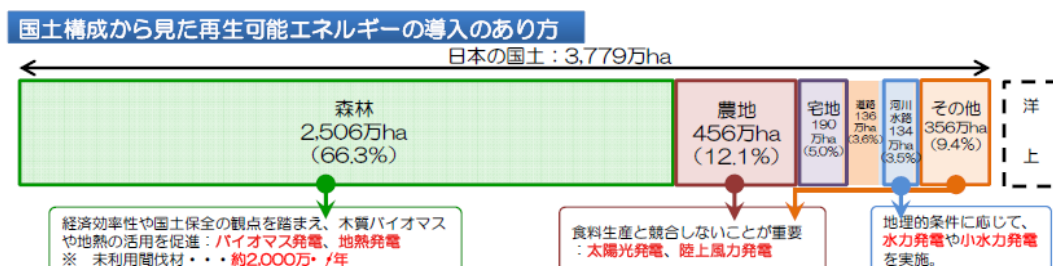


図 5-1-3-2 日本の国土構成から見た再生可能エネルギーの可能性《農水省資料》

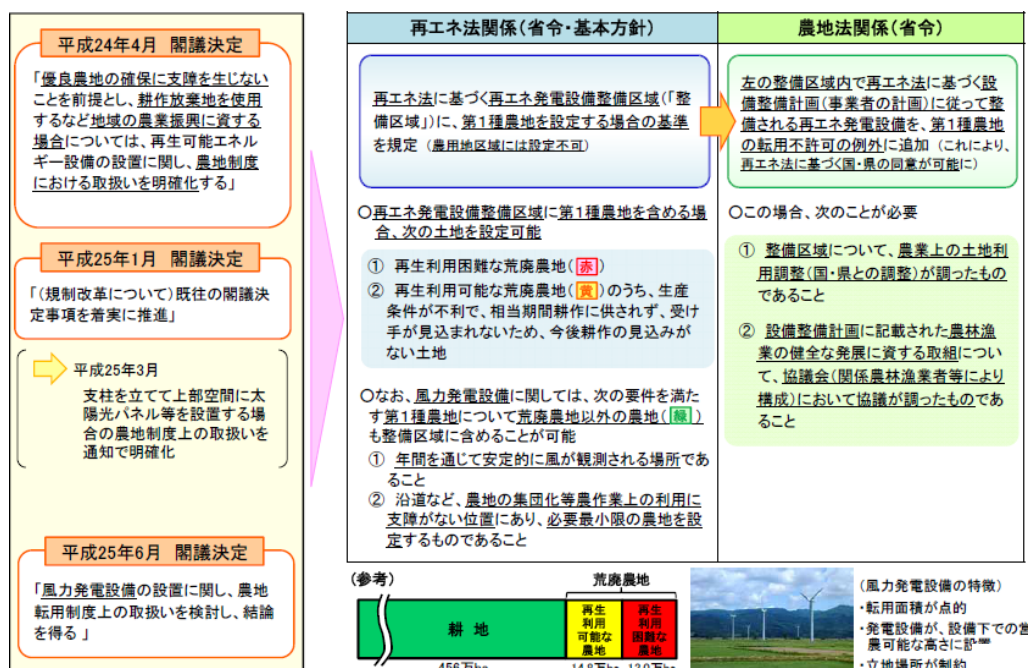


図 5-1-3-3 再生可能エネルギー発電設備に係る農地転用の取扱方向《農水省資料》

6. FIT ソフトランディングの条件

第4章、第5章では、2030年へ道のりとして住宅分野、非住宅分野のロードマップを示した。本章では、FIT導入から次のステージへ進み、業界が目指す100GW達成に向けて太陽光発電産業が果たすべき役割と発展の道筋を示す。

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」）に進むためには、FITに頼らなくても消費者にも事業者にも選ばれる基幹電源の一つとしての価値と競争力を備えていなければならない。そのための条件は以下の通りである。

- 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太陽光発電で創られた電力が余剰分を含め再生可能エネルギーとして真価を発揮し、その価値を利用者が享受できるシステムとビジネスが構築され、それを支える市場と制度が整っていること。
- ③2009年に国が設定した導入目標を超える状況に至っても、新規導入のための物理的・制度的障害が取り除かれ導入の自由が担保されていること。

上記①のFITソフトランディングの大前提である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見た場合で異なり、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）に依存することを認識しておく必要がある。

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・運用できることを意味し、送配電コストが含まれていない。

従って、グリッドパリティとなるkWh単価は、低圧需要家においては現状20～28円/kWh程度と最も高く、続いて高圧需要家、特別高圧需要家、メガソーラー等の発電事業者の順で安くなっていく。低圧需要家でも導入が容易な太陽光発電は、条件次第では25円/kWh程度でもグリッドパリティに到達できることになり、他の電源とは異なる特徴を備えている。

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の大量導入を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。

尚、本章における需要サイドとは、個人のみならず法人を含む電力の消費側を指し、電力系統における需要地の小規模分散電源や配電網の一部を含んでいるものとする。需要サイドのイノベーションとは、今まで受け身であった需要サイドが、太陽光発電による「創エネ」を入り口に、「蓄エネ」や「操エネ」（デマンドレスポンス等）に関しても取り組むことで、電力システム安定化と全体最適化に能動的に関わっていくことを意味する。又、スマート化した需要サイドと供給サイド（大規模集中電源と地域の送配電網、地域を跨ぐ連系線等を主とする電力系統の上流側）が双方向のシステムとして統合されれば、いわゆる「スマートグリッド」として電力システム全体の安定化と最適化を図ることができ、さらには再生可能エネルギーの大量導入が最小コストで実現できるようになる。

以上で示した FIT ソフトランディングの条件が成立し、産業としての役割を果たすためには、技術革新に加えて新しいビジネスの創出が不可欠である。そのための行政側からの後押しとしての制度改革、特に現在進行中の電力システム改革には大きな期待が寄せられている。電力システム改革については 6.1 項で詳しく述べる。

未来に向けた太陽光発電システムの発展のステップは図 3-2 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、電力系統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、最終的には
- ・第 3 段階として、電力系統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。

以上の三つの各段階については、本章の 6.2 項で詳しく解説する。

これまでのまとめとして図 6-1 図 6-2 に住宅分野と非住宅分野のロードマップを示す。

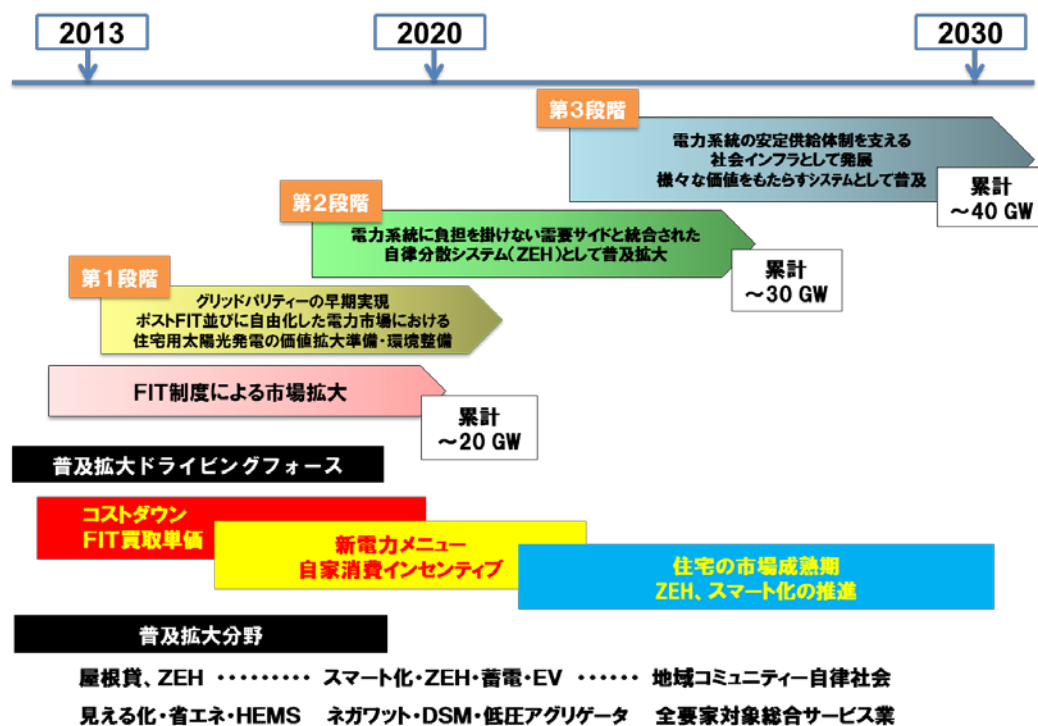


図 6-1 住宅分野のロードマップ

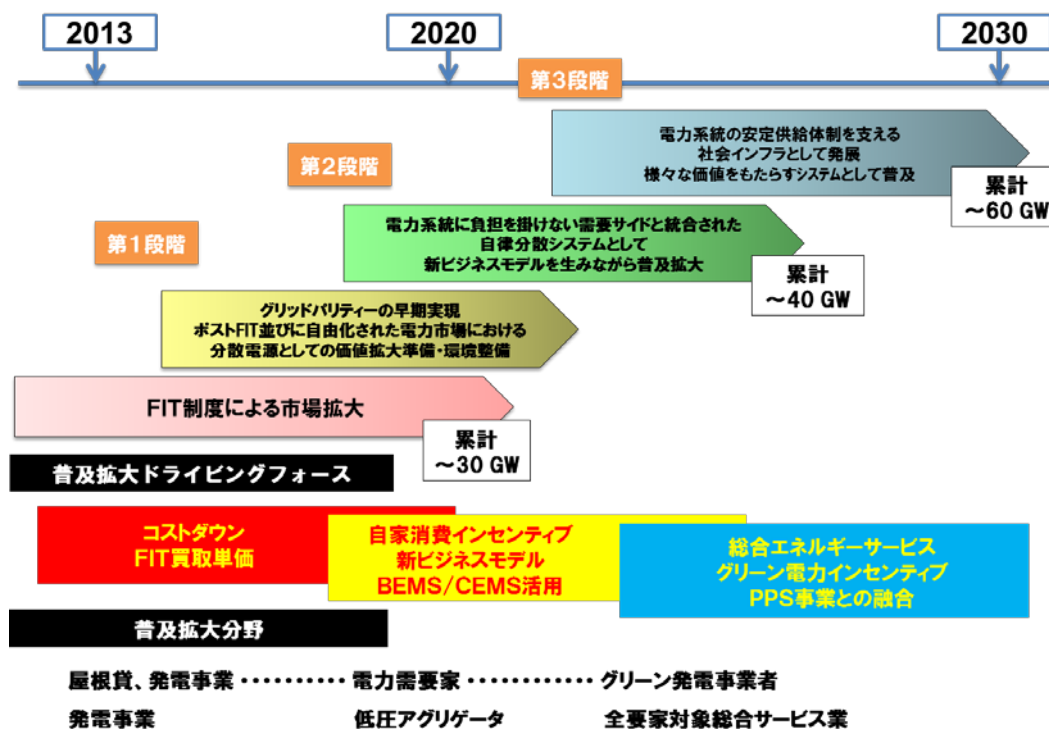


図 6-2 非住宅分野（公共産業用等）のロードマップ

6.1 電力システム改革への期待

電力システム改革を三つの柱で進める電気事業法改正案が、2013年11月13日の参院本会議で可決成立した。これにより改革の第1の柱として全国規模で電力需給を調整する「広域的運営推進機関」が2015年に設立される。又、改革の第2の柱「電力小売り参入の全面自由化」は2016年に、第3の柱「発送電分離」（電力会社の発電部門と送電部門を分社化）は2018～20年を目途に実現することが同法案の附則に明記されている。これは、1951年に始まった大手電力会社による地域独占を基本とする我が国電力制度の抜本的改革を目指していると言え、太陽光発電産業にとっても重要な意味を持つ。

第1の柱として2015年に新設する「広域的運営推進機関」は、現在大手電力会社で区分けされた地域を越えた電気のやり取りを容易にし、災害時等に停電を起こりにくくする役割を担う。又、全国規模での需給調整機能の強化等により、出力変動のある再生可能エネルギーの導入拡大に対応するための司令塔となる。従って「広域的運営推進機関」が強い権限を持ち、再生可能エネルギーの大量導入を可能とするための役割を十分果たしてもらうことが、100GWを目指す太陽発電産業にとって最も重要な要望事項の一つとなる。

第2の柱である「電力小売り参入の全面的自由化」では、一般家庭や法人向けの電気の小売販売ビジネスに関して新規参入が全面的に解禁される。これにより、電気の利用者なら誰でも電力会社や料金メニューを自由に選択できるようになる。このことで、太陽光発電による電気を売る小売り事業者が登場し、再生可能エネルギーとしての価値が高まると期待される。電力の自由化が先行している欧州や米国では、再生可能エネルギー電力の小売りが活発に行われ、料金メニューを比較するウェブサイトまで存在する。

新規参入者等によりデマンドレスポンスをベースとしたネガワット取引等が始まれば、デマンドサイドのイノベーションが加速し、蓄電池や次世代自動車と連携した太陽光発電の可能性が広がることになる。

第3の柱である「発送電分離」では、送配電ネットワークを誰もが利用しやすくする狙いがある。発電した電気の売買には送配電ネットワークを使うことが不可欠であり、電力会社の送配電部門を別の会社に分離し、このネットワークを誰もが公平に利用できる様にするということである。需要サイドが設置可能な小規模分散電源としての太陽光発電にとっては、余剰を含む発電電力をできるだけ近隣で利用してもらうことがその価値を高め、さらには電力系統の安定化にも寄与できる。そのためには需要サイドの配電網を活用した低圧から低圧へ、あるいは高圧から低圧への送電を前提とした新たな託送制度が必要であり、需要地から離れた大規模発電所からの送電を前提とした従来の託送料金とは別の料金制度が切に望まれる。

6.2 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

2030年の未来に向け、特にこれからの数年間はFITの成功を未来に繋ぐための過渡期であり、又、電力システム改革が進展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ある。

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。

6.2.1 グリッドパリティ早期達成への期待とFIT制度のソフトランディング

グリッドパリティは、低圧需要家→高圧需要家→特別高圧需要家→メガソーラー等の専用発電所の順番で達成されると期待されている。太陽光発電産業界としては、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す。一方で、FIT制度で加速された普及速度を維持しながら、グリッドパリティ到達を早期実現できるか否かは、これからのFIT制度の運用、特に買取価格の設定が大きな鍵となる。FIT制度本来の目的と考え方に従って、グリッドパリティ達成のタイミングとうまく連動させながら運用していくことで、太陽光発電普及の勢いが維持され競争力のある電源としての成長が可能となる。その様なFITの持続的運用によってこそ、「ポストFIT」の世界が開けると言える。

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ではあるが、ゴールではない。

6.2.2 DSMへの期待と太陽光発電の役割

需要サイドのDSMと電力の自由化が結びついて創り出す新たなビジネスへの期待が高まっている。

太陽光発電が他の再生可能エネルギーと差別化できるポイントは、住宅地・商業地の建物や工場の屋根などに設置可能であり、需要サイドの電源、創エネ機器として活躍することである。さらに遊休地の有効利用が可能という特徴により、設置スペースの問題は大幅に解決できる可能性がある。

需要サイドの電源であることは、需要サイドのスマート化の核として発展できるということであり、需要サイドのイノベーション、すなわち従来受け身であった需要サイドを電力システムの安定化と最適化に能動的に関与するプレーヤーに変えていくことになる。この進化に力を注ぐことは、産業としての重要な役割と言える。

電力システム改革が緒に就いたばかりの現時点において、DSMにより大きな価値を想定することは難しいが、将来に向けて今から準備しておく必要がある。具体的には太陽光発電システムに付属するモニタリング機器をEMS（HEMS/BEMS）化し、インターネットを通じた双方向コミュニケーションとビッグデータの活用が可能となる環境を、国の支

援制度と連動しながら業界が主体的に整備して行く方法がある。

又、DSM の価値付けにはスマートメーターが必須であり、電力会社による意欲的な整備とともに、HEMS/BEMS との連携を促進するためにより一層の通信規格の標準化や政策支援が望まれる。図 6-2-2 に互いに必要とする太陽光発電と DSM の関係について整理した。

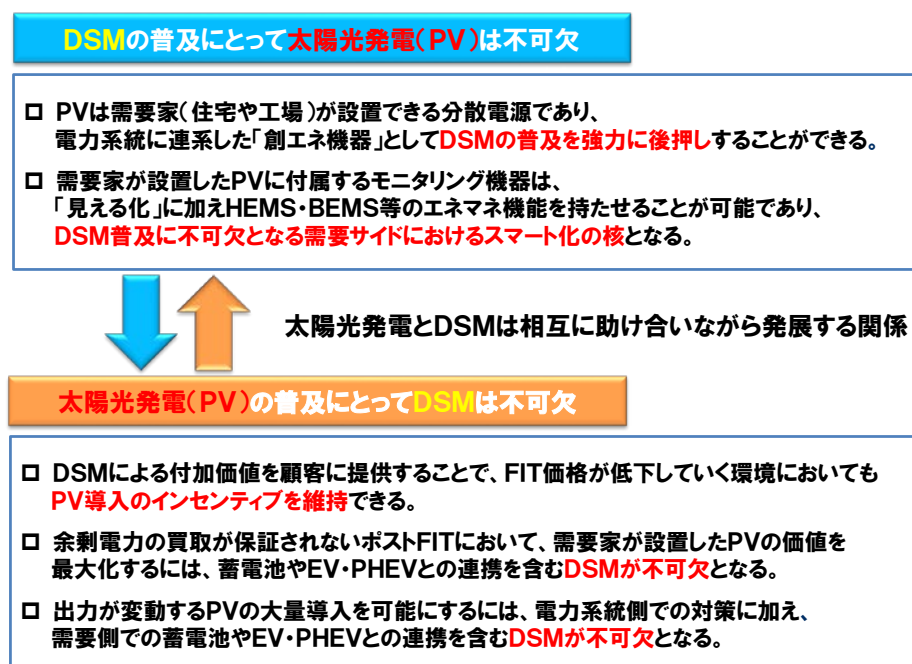


図 6-2-2 互いに必要とする太陽光発電と DSM の関係

6.3 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

2020 年頃になると、グリッドパリティが低圧需要家から高圧需要家の一部に拡大している。又、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いる。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。

6.3.1 第2段階の基本戦略

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系統への負担の最小化を図りながら 100GW への道を進む。

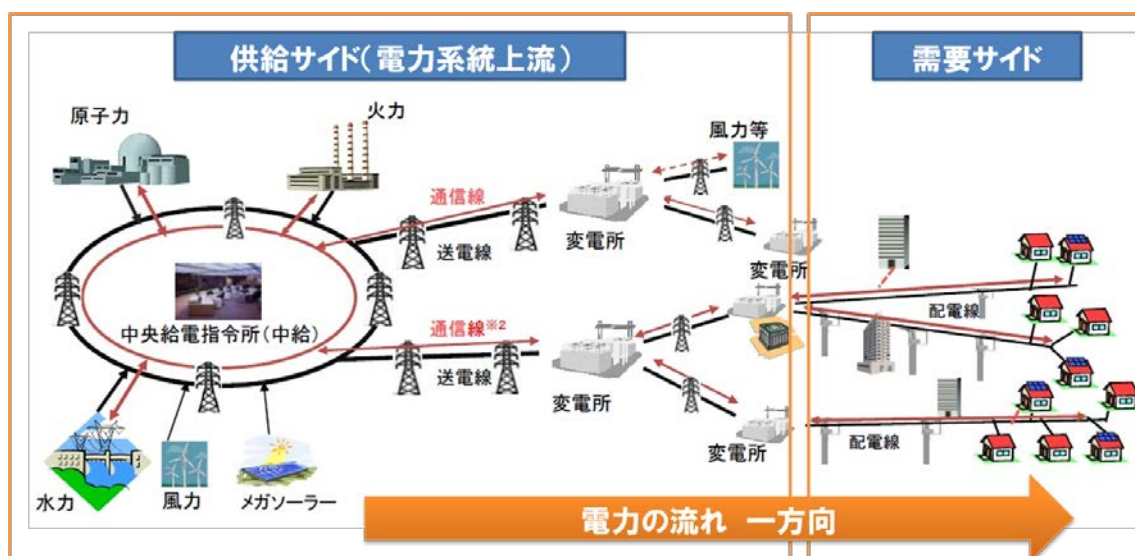
6.3.2 需要サイドのスマート化の核としての役割

需要サイドのスマート化は、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核であり起爆剤になる。

第1段階の項でも示したが、太陽光発電は他の再生可能エネルギーと異なり、住宅地・商業地の建物や工場の屋根に設置可能で需要サイドの電源として活用することができる。又、付属するモニタリング機器は容易に EMS (HEMS/BEMS) 化することができ、インターネットを通じた双方向コミュニケーションとビッグデータの活用といったスマート化の環境を提供できることも大きな特徴である。

太陽光発電にとって需要サイドのスマート化は重要であり、これからの普及拡大においてスマート化した需要サイドとの一体化を進めることは不可欠である。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。又、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 6-3-2-1 に供給サイドが集中的に管理する従来の電力システムを示した。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。この時太陽光発電は、変動する負荷の中で負荷を軽減する役割を果たす。

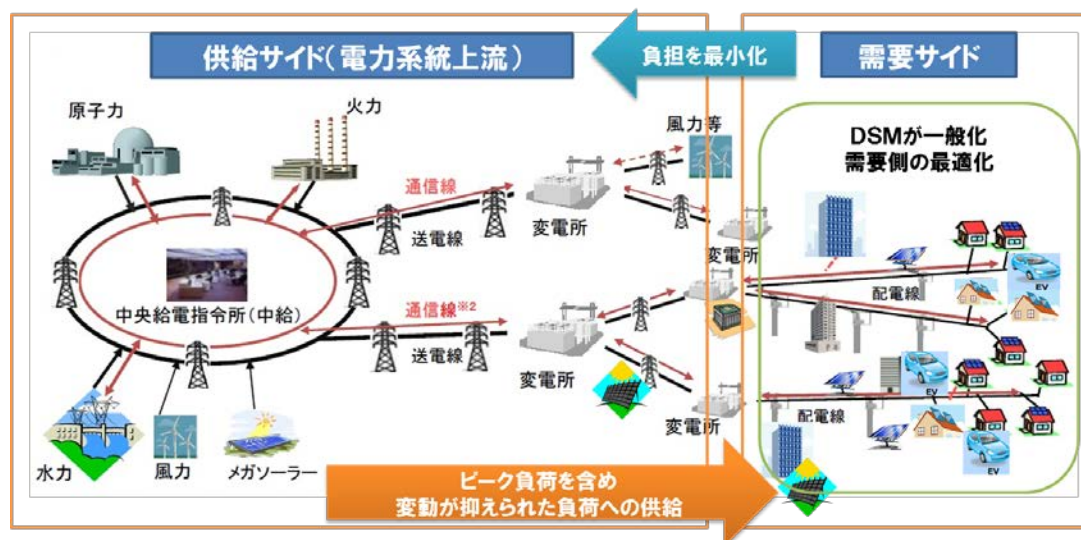


出典：送配電システムの現状と課題について＜次世代送配電ネットワーク研究会の概要等＞

(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6-3-2-1 第1段階：従来の電力システム（送配電ネットワーク）

図 6-3-2-2 に第 2 段階の電力システムを示した。需要サイドに統合された自律分散システムとして太陽光発電が普及する。需要サイドではスマート化が進み、DSM が一般化することで太陽光発電の電力は自律的かつ適切に消費され、電力系統側（供給側）の負担を小さくできる。



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6-3-2-2 第2段階：需要サイドと統合された自律分散システム

6.3.3 DSM が生み出す価値とビジネスモデル

DSM が生み出す価値は、電力システム改革の進展により飛躍的に向上する可能性がある。例えば、新電力にとって DSM で生まれるネガワットはバーチャルな自社電源として使える可能性もあり、一方で DSM を導入している需要家は優良な潜在電力販売先になるといえる。

リアルタイムの電力取引所が創設され、ネガワットを売買できる様な仕組みやビジネスモデルができれば、そこでの売り買いで利益が生まれる。又、太陽光発電による余剰電力は、グリーン価値のついたプレミアム電力として取引され、高くてもその電力を買いたい消費者に直接売ることができるようになる。

図 6-3-3 にデマンドレスポンス (DR) の事例を示すが、ビジネスモデル等の詳細については、8 章にて述べる。

需要サイドの DR で生まれるネガワットは、小売事業者にとっては出力調整可能な自社電源と同じであり、発電事業者や電力取引所から調達する電力と同様の価値を持つ。又、需要家にしてみれば、小売事業者と直接契約するかアグリゲーターを介することで電力卸取引所や小売り事業者と取引を行い、価値を創造することができる。

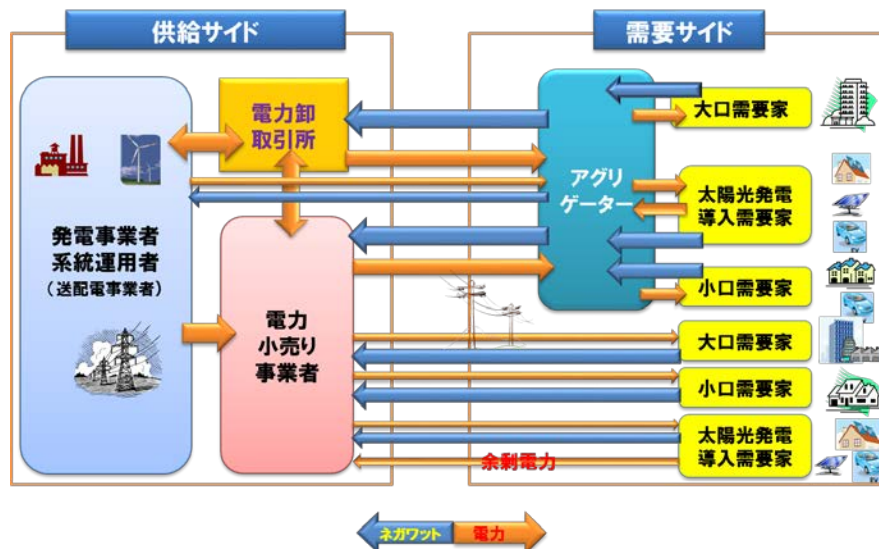


図6-3-3 電力システム改革後のデマンドレスポンスビジネス

6.3.4 電力系統側の出力変動対策コストの軽減、発電量予測システムの構築

需要サイドと一体化し系統に負担をかけない太陽光発電システムは、将来導入量が増えたとしても、結果的に送配電網への接続や出力変動に対する電力系統側での設備投資を最小限に抑えることを可能にする。

さらに太陽光発電の発電量予測と実績の把握が正確に行える様になれば、電力系統の安定化に寄与するだけでなく、電力系統側の調整電源・ミドル電源の最適活用が可能となり、系統運営コストの削減に貢献できる。これを推進するためには、HEMS/BEMS等で収集した発電量等のデータがアグリゲーター等を介して地域別及び広域でリアルタイムにまとめられるようになること、人工衛星の画像データ等の分析技術と組み合わせた高精度の発電量予測（1日前から5分前まで等）が可能となること等が必要である。これらの技術によって変動を事前に予測し、ならし効果や地域間での調整を行うことで系統全体への負担の軽減化が可能となる。

6.4 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

システムコストの低減が進み、グリッドパリティが特高需要家とメガソーラーにまで拡大している。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イヤーの協業に広がっている。EV/PHV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。

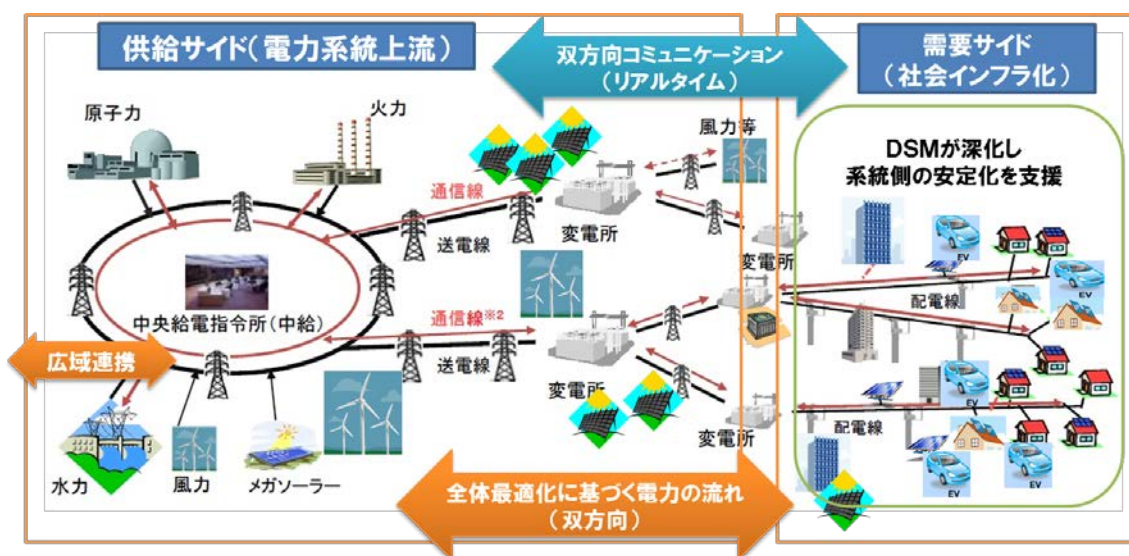
6.4.1 第3段階の基本戦略

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に発展させることで、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。交通手段や熱利用との連携も進めながら、電力系統のみならずエネルギーの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。

6.4.2 需要サイドと供給（電力系統）サイドの相互連携（統合）による全体最適化

第2段階においては需要サイドとの統合並びにスマート化を重点に発展してきたが、電力系統である供給サイドとの連携はゆるやかであり、それぞれの最適化のための連携に留まっている。第3段階においては需要サイドと供給サイドが統合され、リアルタイムで行われる両サイド間の電力・情報のやり取りと、ビッグデータの解析をもとに電力システム全体での最適化を実現している。太陽光発電システムは、この統合された電力システムにおいて、より安定的でより高い価値を生むインフラの一つになっている。

図6-4-2-1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、まずは需要サイドと供給サイドの双方向の連携をどう確立させるかであり、そのための体制とルール作り、生まれた価値の配分方法の検討が必要である。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ように電力系統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リーに発信することが求められる。又、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。



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 6-4-2-1 第3段階における電力システム概念

図6-4-2-2に全体最適化を実現するための運営体制を示す。太陽光発電の普及と共に進んだ需要サイドのスマート化が進化し、供給サイドと双方向の連携をリアルタイムで行い、太陽光発電や風力発電など変動する再生可能エネルギーが大量導入された電力系統の安定化と全体最適化に能動的に寄与する。又、地域を跨いでの広域的な連携に拡大して行く。

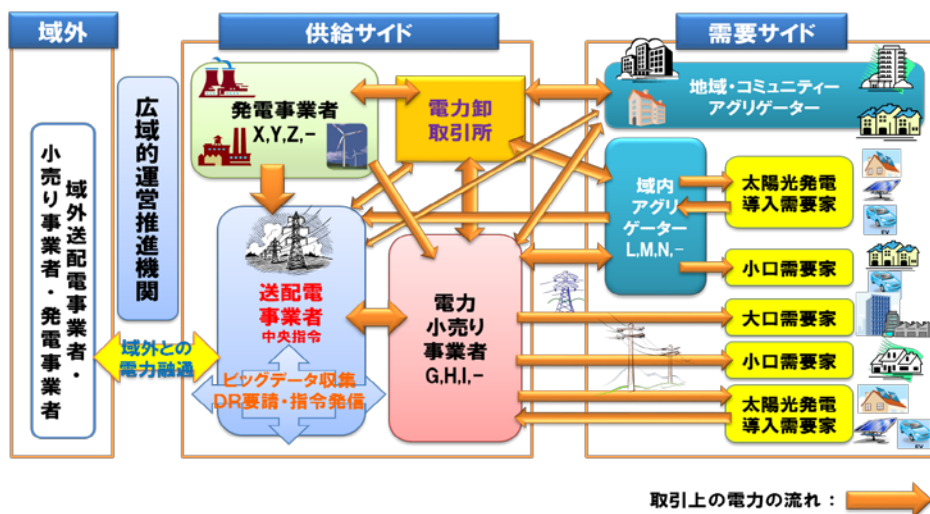


図 6-4-2-2 第 3 段階で全体最適化を実現する運営体

太陽光発電が大量に導入されスマート化が進んだ需要サイドが、供給サイドと連携し能動的に電力システムの安定化に貢献できる仕組みと体制が求められる。特に域内の送配電事業者がアグリゲーター等と連携することにより、需要側を含むシステム全体の状況を瞬時に把握し、全体最適化のための指令・要請をシステム全体に伝えることができる体制やルールを今から検討すべきと考える。

6.4.3 需要サイドにおけるモビリティや熱利用との連携

モビリティ（次世代自動車、次世代交通システム）や、熱利用（ヒートポンプ、蓄熱等）などの需要サイドの資源を総動員しての連携が、太陽光発電の価値をさらに高め、系統電力の安定化のみならずエネルギーの安定供給にも貢献する。これにより社会インフラの一つとしての地位を強固にすることができる。さらに発電量と需要予測を高度に行うシステムと組み合わせれば、電力システムの柔軟な運営が可能となり、再生可能エネルギーの大量導入と電力システムの安定化を最小のコストで実現することができる。図 6-4-3 にそのコンセプトを示す。

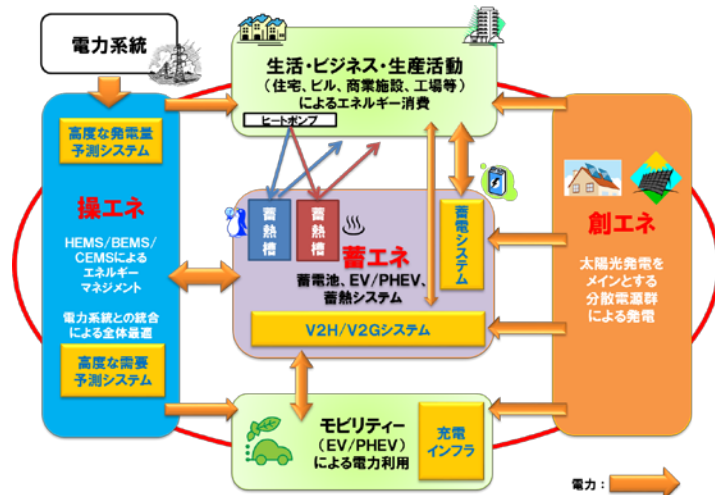


図 6-4-3 DSM の深化：需要サイドにおけるモビリティ・熱利用との統合

7. 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 7 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ことである。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)	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
	住宅用系統連系システムでの利用		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 7 “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 7-1 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。

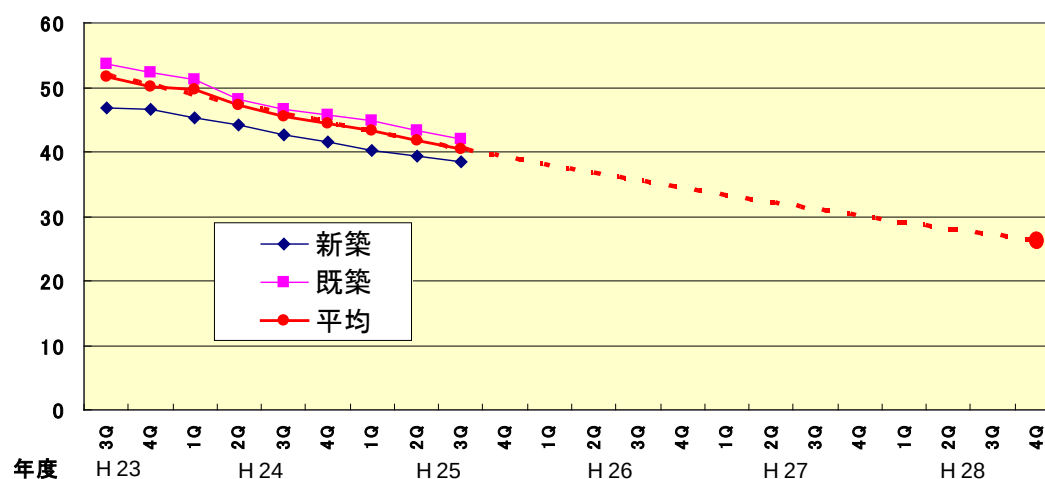
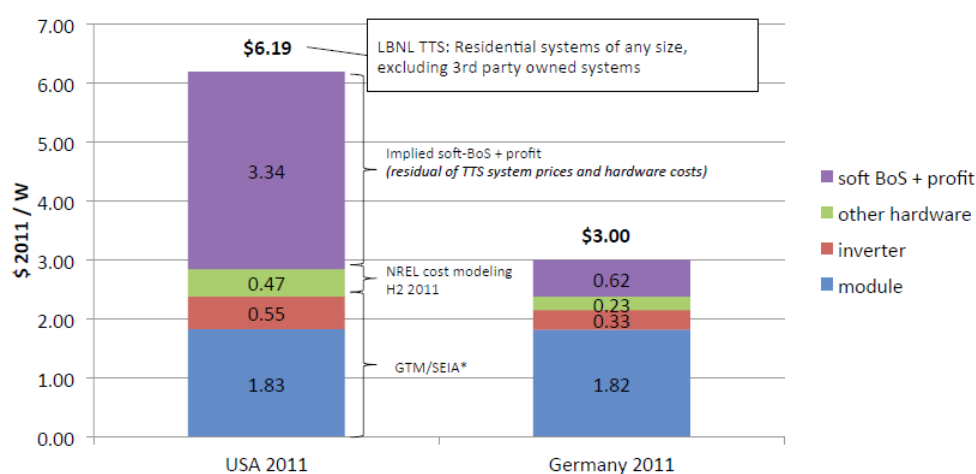


図 7-1 家庭（住宅）用システム価格推移

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る(図 7-2)。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 7-2 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。

8. 新たなビジネスモデルへ

8.1 電力システム改革と太陽光発電のビジネスモデル

図 8-1-1 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た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 3.3 項で示した主に経済性追及の“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。

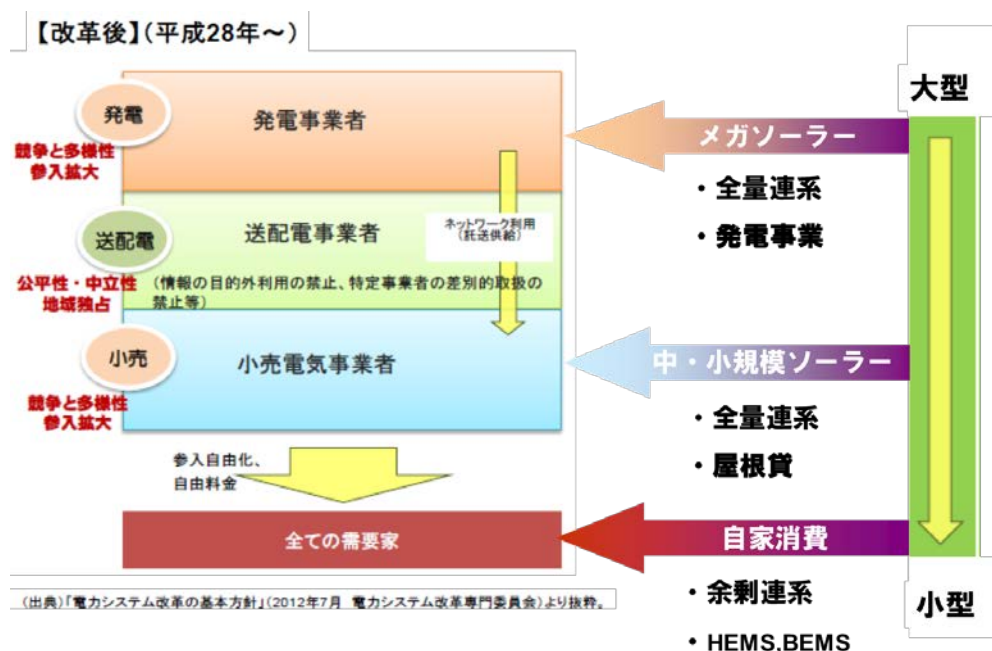


図 8-1-1 「ポスト FIT」における太陽光発電用途の絵姿

第 2 章でも述べたが、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に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。

FIT が漸次フェーズアウトするとともに、太陽光発電の導入目的、用途、他電源との連携制御など様々な価値付けが行われる。例えば住宅用太陽光発電では、HEMS などによるデマンドレスポンスによる省エネインセンティブを活用できる可能性もある。又、住宅用太陽光発電は 1 件当たりの設置容量が小規模であるが、数千件以上の需要家をアグリゲーター（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。電気と通信の両方を提供する総合サービスなどである。

表 8-1-1 は電力システム改革により期待されるビジネスキーワードである。

生産／調達		流通	消費		電力利用			
調達	生産	貯蔵	利用用途	環境負荷	発電コスト	生産	バックエンド	事故等
枯渇なし 国産エネルギー 適地調査コスト小 土地当たり 発電量低	出力変動 ピーク効果 ならし効果	一次エネルギーとしての 貯蔵は困難 蓄電池や 揚水発電等との 組み合わせ	電力利用 分散電源として 活用が進む 非常時の 電源活用	炭素排出 ゼロ	高い	出力変動 ピーク効果 ならし効果 延間電力への 充当制あり	少ない	事故の範囲 は発電 エリア内 復旧は 1週間から 数カ月
広域電源運用		HEMS/BEMS/CEMS・貯蔵・制御		環境	電力システム改革により大きく変化			
広域最適化 季節変動 地域間調整 需要予測 潮流調整 周波数調整 電圧調整 変動シフト 電力市場		地域特性、需要パターン (LS、WS) 事業特性/時間帯別 省エネ/ネガワット価値 エネルギー貯蔵 双方向制御(PCS、EV、BL) スマートハウス、 スマートマンション、ビル、工場 エネルギーサービス アグリゲーター		環境価値 取引 グリーン証書 CO ₂ 価値 取引 環境ポイント	電力会社の料金メニュー多様化 PPS事業者の料金メニューの多様化 卸電力市場 スポット市場 グリーン電力市場 ネガワット市場 ピーク価値の活用 電力抑制時のエネルギー貯蔵と販売 DSMを活用したユーザーメリット最適化 低圧託送、バーチャル発電所			

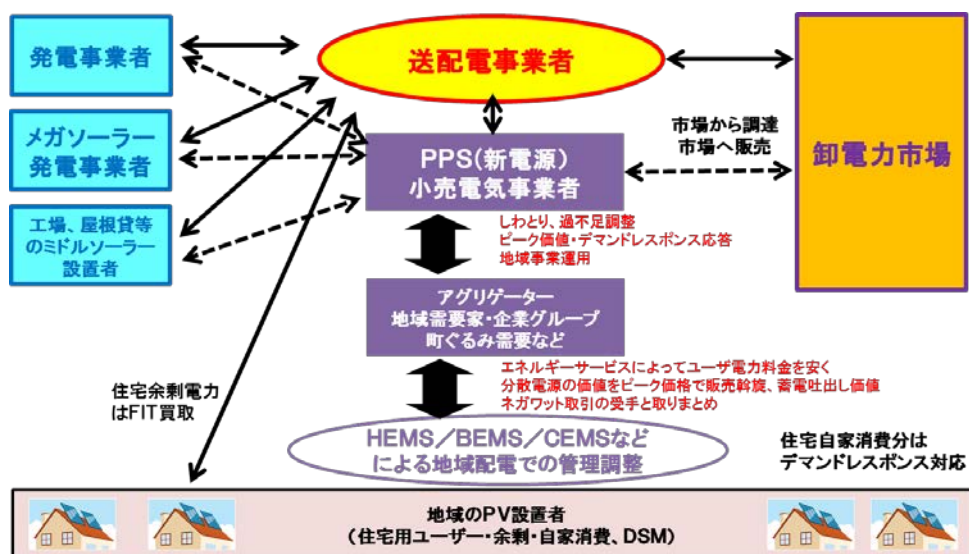
表 8-1-1 電力システム改革によるビジネスキーワード

具体的ビジネスモデルの検討では、電力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、見張りサービス等）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、住宅用まで裾野が広く、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。太陽光発電の特徴であるピーク価値については、将来的には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と考えられる。アグリゲーターは新たなビジネスにおいて重要な存在である。表 8-1-2 にアグリゲーターの例を示す。又、電力自由化が始まることを想定したビジネスモデルの基本形を図 8-1-2 に示す。

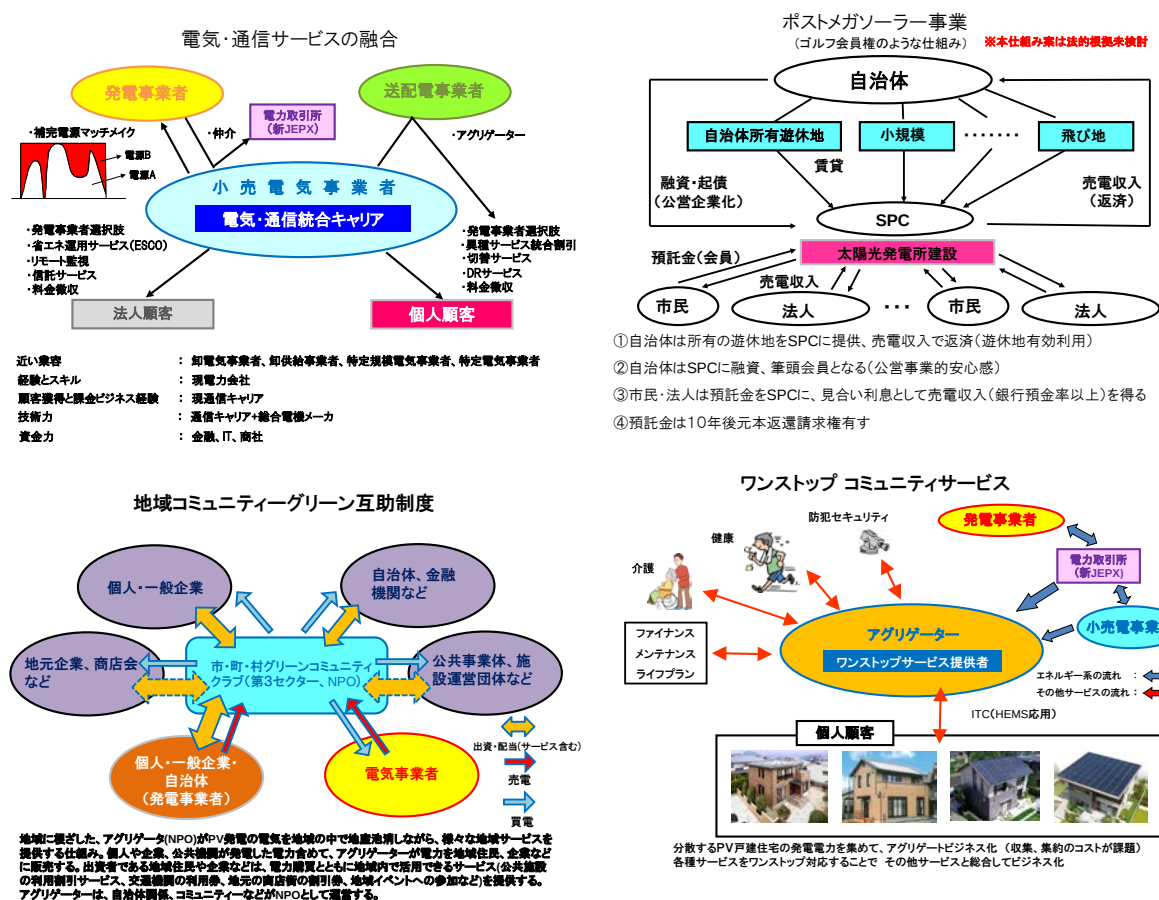
余剰電力アグリゲーター	●太陽光発電の余剰電力分にプレミア(グリーン価値)を賦与することが条件
定格ピーク電力アグリゲーター	●ピーク時間帯に定格出力で系統に供給 ●グリーン電力由来のものにはさらにプレミア
小売事業アグリゲーター	●零細電力小売費業者を集めて一括電力販売
アグロ・アグリ	●耕作放棄地を集めた農家のための発電事業(農地転用が条件)

表 8-1-2 アグリゲーターの例



8.2 様々なビジネスモデルの例

電力自由化を想定した中で、太陽光発電を活かした様々なビジネスモデルについて法的根拠を度外視してアイデア的に図 8-2 に示す。



9. 海外展開

9.1 海外展開の道筋

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こり、海外展開への道筋にも影響することとなった。

ドイツで始まった FIT 制度は太陽光発電市場に大きなインパクトを与え、その後周辺諸国にも制度が波及することで 2000 年初頭はヨーロッパ市場が世界を牽引した。日本の太陽光発電産業もこの市場に参入し、輸出比率が 80%を超える時期もあった。この間にメーカは設備増強や技術開発など糊口をしのぐことができた。しかしながらこれはある意味幸運な時期であったとも言える。

図 9-1 はドイツ FIT のタリフを当時の為替レートで表したものである。2004 から 2007 年の間はタリフが 60～75 円/kWh を維持し、日本企業にとって強烈なフォローの風が吹いた。やがてタリフは漸減したが、EU 市場で設備を増強した中国や台湾メーカがそのまま 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。必ずしも健全な産業発展とは言えないが、市場にはコストダウンの成果のみ残り、ドイツ自体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。

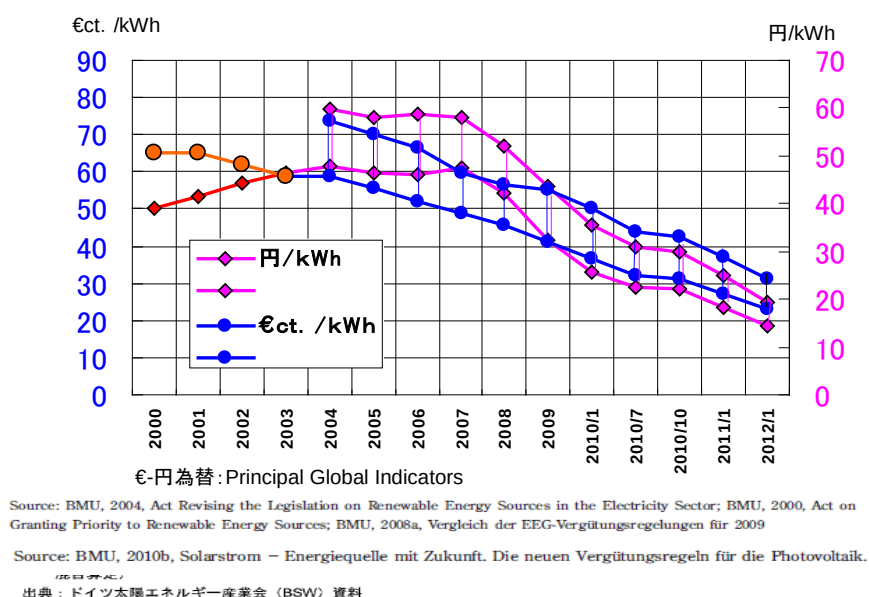


図 9-1 ドイツ FIT のタリフ（買上料金）の推移と為替換算

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。疲弊の最も大きなところは、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、トップレベルの企業同士では品質や特性が近づきモジュール自体のコモディティ化が進んできたことである。キーコンポーネントであるモジュールは、太陽光発電産業において「市場のコメ」の様なものであり、市場における基礎的原材料とも言える。この産業が衰退し枯渇すれば、輸入頼りの化石燃料と同じ運命を辿ることにもなりかねない。この産業が再び普及の鍵を握ることは間違いないため、産業の発展・継続のために近未来において海外展開の必要性を強調したが、これまでの「モジュール単体売り」のビジネスだけで競争に打ち勝つことはできないことも事実である。

9.2 国際競争力強化に向けて

1) EU で経験したこと

海外展開を行う場合、EU の 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捉えるのは早計である。前章で挙げた様に市場規模は 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。EU と同じ電力インフラ、政治的志向、財政状態、国民性があって FIT が施行され、メガソーラーも見かけ上商業ベースになる可能性はあるが、EU と同じ状態の国や地域は僅少であり、その市場を探すことは非常に難しい。

図 9-2-1 はこれまでの経験から、メガソーラー事業化のプロセス、プロジェクト発掘から電力の販売・保守管理に至るまでのプロセスごとに、EU で FIT が始まった頃と同じ市場が、国内ではない第三国に出現した場合の日本の実力を定性的に示したものである。欧州勢の各項目での実績の多さから来る優位性が際立っており、その他の国では中国、韓国、台湾などの新興勢が現時点では圧倒的価格優位を保持しており、グローバル競争の中で日本勢が優位性を保つことはかなり難しい。

しかし、これは「メガソーラー事業」という言わば定型ビジネスの場合の比較であり、海外ビジネス展開における全体の実力差を表すものではない。さらに定型ビジネスと言える国内 FIT が始まり急激に経験とノウハウを積みつつある日本では、図中で評価の「→」で示したものは、今後国際競争力が向上すると期待されることである。



	1.	評価	2.	評価	3.	評価	4.	評価	5.	評価	6.	評価
日本	実績少	△ →◎	実績少 専門業種多	△ →◎	国際入札力 劣後	△	実績少 潜在力大	○	実績少 潜在力大	○ →◎	国際性劣後 潜在力大	○ →◎
欧州	域内、 アフリカ	◎	域内実績多	◎	実績多、仕 様作成得手	◎	実績多	◎	実績多 顕在力大	○	実績多	◎
米国	同盟国内	○	国内実績 コンサル多	○	国内実績多 契約得手	◎	国内実績多	○	実績多 国際性優位	◎	米国内 実績多	○
他	実績少	△	実績、専門 業種少	△	価格優位	◎	EPC実績少	△	国際性劣後	△	ノウハウ少	△

EPC：設計(Engineering)・調達(Procurement)・建設(Construction)の略でエンジニアリング会社の事業

SPC：特別目的会社(special purpose company)でプラントを所有したり運用を行う

◎：競合優位 ○：競合可能 △：やや弱い

図 9-2-1 メガソーラー事業化プロセスにおける国際比較

2) 海外展開のためのシーズ

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。これはメガソーラー事業といった定型ビジネスではなく、日本の得意とするメニューを展開することである。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。系統の運用は、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 9-2-2 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。

日本の太陽光発電関連産業が、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 制度下でどのよう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となる。前回のビジョンでは、太陽光発電システムを中心に国内普及、海外展開合わせて 10 兆円産業を目指すとしたが、これら周辺ビジネスとの融合、適地への輸出が好循環で行われれば 20 兆円程度まで拡大の可能性もある。

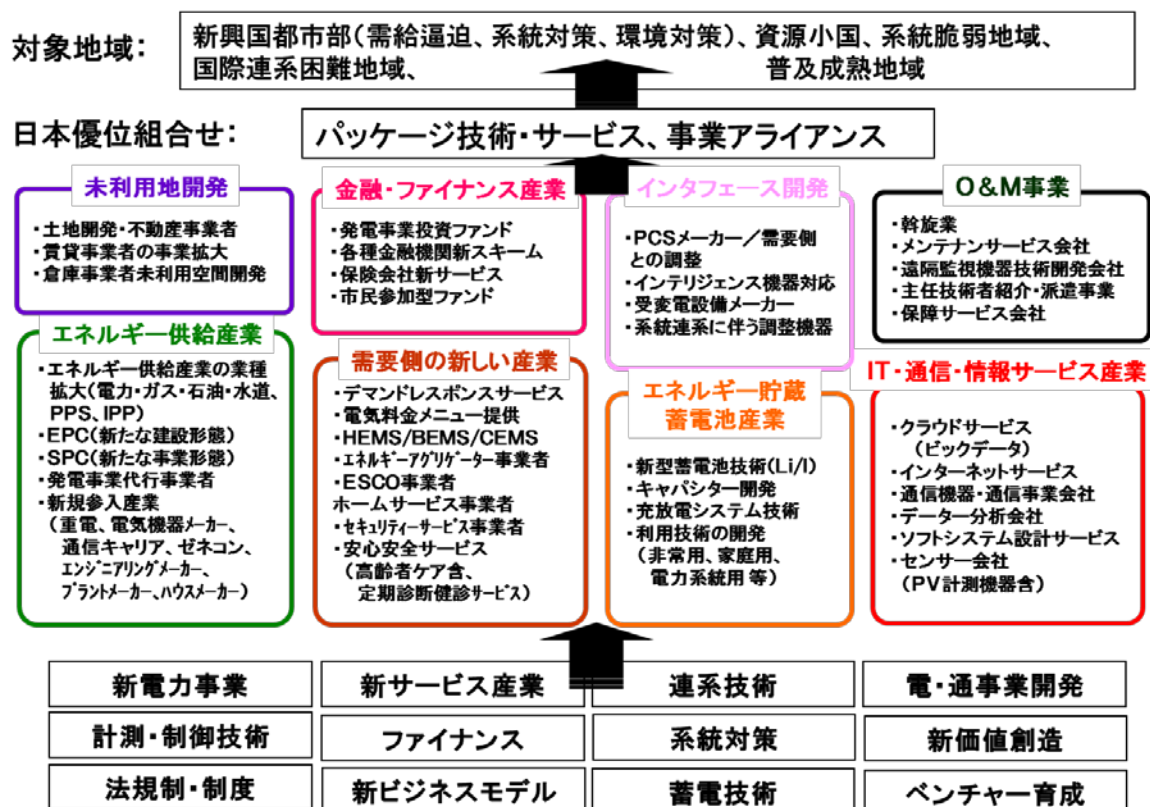


図 9-2-2 国内市場の経験・実績を海外へ

10. 100GW 導入へのシナリオ

10.1 量的課題

図 10-1 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。

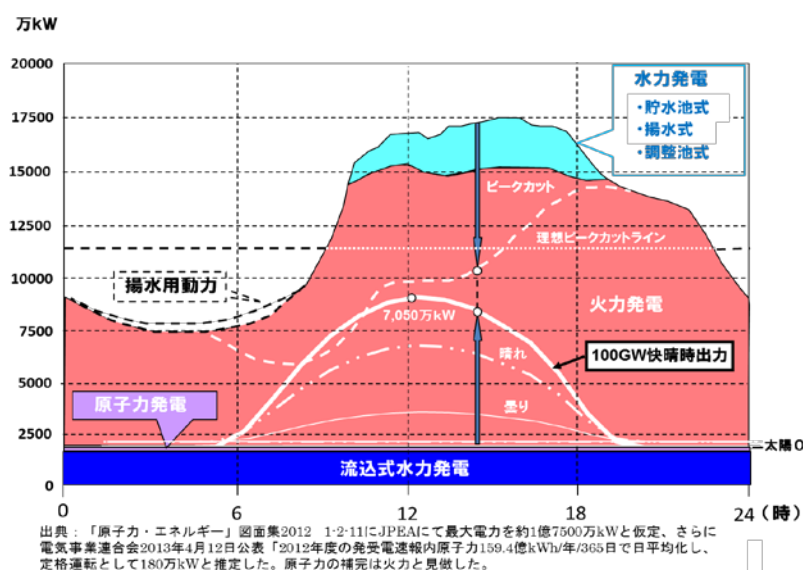
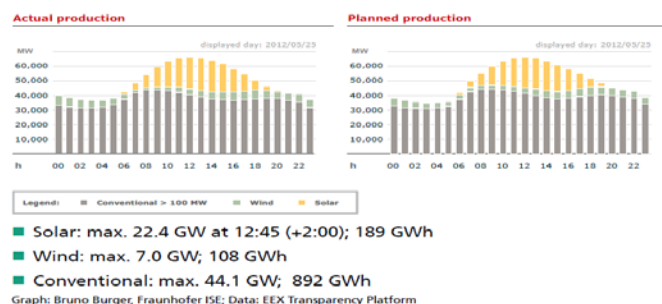


図 10-1 100GW（1 億 KW）太陽光発電と電源構成イメージ限界

10.2 課題克服への糸口

太陽光発電が既に大量導入されているドイツの運用例を示したものが図 10-2-1～図 10-2-3 である。図 10-2-1 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。

Date of maximum total and peak solar power production (both in GW and GWh): Friday 25th of May



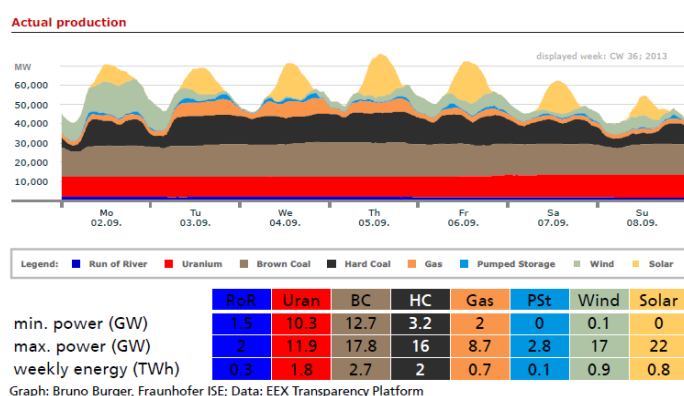
出典：Electricity production from solar and wind in Germany in 2012, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

図 10-2-1 2012 年太陽光発電最大出力

又、図 10-2-2 は 2012 年第 36 週の発電構成であるが、どちらも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。2012 年の全体の発電量は 4828 億 kWh で、このうち太陽光が 279 億 kWh（全体の約 6%）、風力が 459 億 kWh（同 8.2%）である。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。

図 10-2-3 は 2012 年の電気の輸出入量を示したものである。輸出量が輸入量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るが、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。

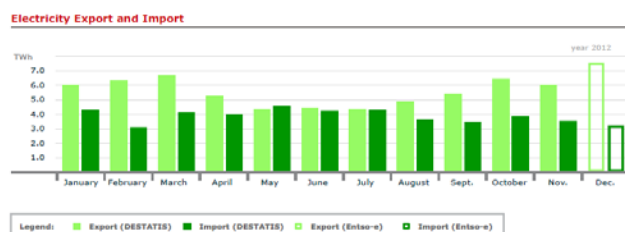
Electricity Production in Germany: Calendar Week 36



出典：Electricity production from solar and wind in Germany in 2012, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

図 10-2-2 2012 年第 36 週の発電構成

Electricity Export and Import



出典：Electricity production from solar and wind in Germany in 2012, Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

図 10-2-3 2012 年電気の輸出入量

10.3 蓄電池の可能性

前項ドイツの例を纏めると、表 10-3 となる。

	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	

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

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

表 10-3 2012 年ドイツの発電量緒元

表 10-3 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と風力のほぼ 1 日の発電量と等しい。

一方、日本で系統制約が出てきた北海道電力では、技術要件として「全ての時間において、発電所の合成出力の変化速度を発電所定格出力の 1%以下/分」としたが、元となったのは 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) による検証の結果である。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。

もし 100GW の太陽電池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) $\div 10\text{億kWh}$ 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。

以上より、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。

10.4 蓄電池導入量ポテンシャル

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。それぞれの導入目標等から 2030 年での累積設置容量を推定してみると、表 10-4-1 から表 10-4-3 となる。

年度		2013	2015	2020	2025	2030
PV導入件数(万件)	新築	11	11	14	16	18
	既築	21	15	15	20	22
	合計	32	26	29	36	40
蓄電池 導入件数(万件)	年間	3.2	2.6	8.6	22.6	27.8
	累計	6.0	11.4	44.1	140.4	270.4
蓄電池 導入容量(万kWh) 平均6kWh/件	年間	19	16	51	136	167
	累計	36	68	264	842	1,623
投資額(億円/年)		480	281	205	407	333
平均価格(万円/kWh)		25	18	4	3	2

表 10-4-1 2030 年までの蓄電池推定設置量：住宅

年度		2013	2015	2020	2025	2030
床面積累計(万㎡)	新築	1,500	4,500	12,000	19,500	27,000
	既築	57,080	55,257	50,806	46,509	42,377
	合計	58,580	59,757	62,806	66,009	69,377
蓄電池 導入総床面積(万㎡)	年間	66	81	1,581	1,787	1,822
	累計	646	800	4,916	13,434	22,560
蓄電池 導入容量(万kWh)	年間	5	6	120	136	139
	累計	49	61	374	1,021	1,715
投資額(億円/年)		100	37	481	407	277
平均価格(万円/kWh)		20	6	4	3	2

表 10-4-2 2030 年までの蓄電池推定設置量：ビル等

— 仮定 — 国交省統計値を参考に推定

- ・ 2012 年までの累積床面積 = 58,000 万㎡
- ・ エネルギー原単位：2000MJ/㎡・年（省エネセンター情報より推定）
- ・ 年率 1%で床面積増加
- ・ これを全て電力消費と考えると一日分の電力は約 1.52kWh/㎡
- ・ 新築床面積=1,500 万㎡
- ・ この 5%を蓄電するとして、760kWh/万㎡を平均導入容量と仮定

年度		2013	2015	2020	2025	2030
JAMA統計値による全需推定(万台)		474		490		450
経済産業省普及目標値(万台)				70		90
EV/PHV出荷台数(万台) 平均使用期間13年	年間	2.1	5.3	70.0	79.4	90.0
	累計	6.4	14.9	172.9	523.1	795.5
EV/PHV容量(万kWh)	年間	36	91	1,400	1,588	1,980
	累計	109	253	3,458	10,461	17,501
平均搭載容量(kWh)		17	17	20	20	22
蓄電池部分コスト(億円/年)		319	747	4,200	3,811	3,600
蓄電池コスト(万円/台)		150	140	60	48	40

表 10-4-3 2030 年までの蓄電池推定設置量：EV/PHV

— 仮定 —

- ・ 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：16988 台、搭載蓄電池容量平均値 17kWh/台
- ・ 経産省目標値に向けてリニアに成長すると仮定して、累計台数を推定する
- ・ 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）

以上の結果を図 10-4 に示す。

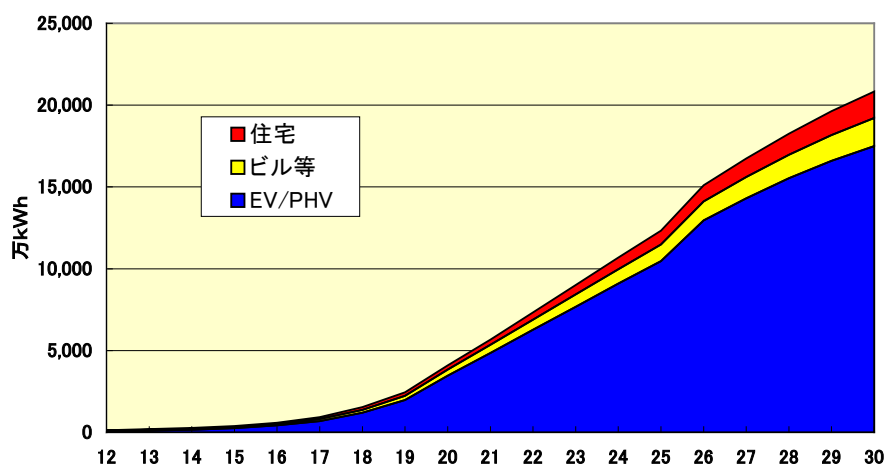


図 10-4 蓄電池ストックポテンシャル

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。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」すると考えれば、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 と見積もり、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と結論した。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 $2.08 \text{ 億 kWh} \times 0.7 \text{ (DOD)} \div 3 \text{ 時間} = 4800 \text{ 万 kW}$ となる。同じく出力抑制量の考えでは $2.08 \text{ 億 kWh} \times 0.7 \text{ (充電可能蓄電池空き容量)} = 1 \text{ 億 } 5000 \text{ 万 kWh/日}$ 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上がるものではない。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。

11. 国内 100GW から 10 兆円産業へ

図 11-1、図 11-2 に今回改訂したビジョンによる市場規模見通しを示す。国内における FIT 開始以降、市場環境は激変し導入が加速された。この延長からすれば 2030 年の 100GW 目標も上方修正すべきであるが、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。より大きな揺らぎは世界のエネルギーや環境問題の趨勢により起こる。それは世紀単位でしか確認できないものかも知れない。

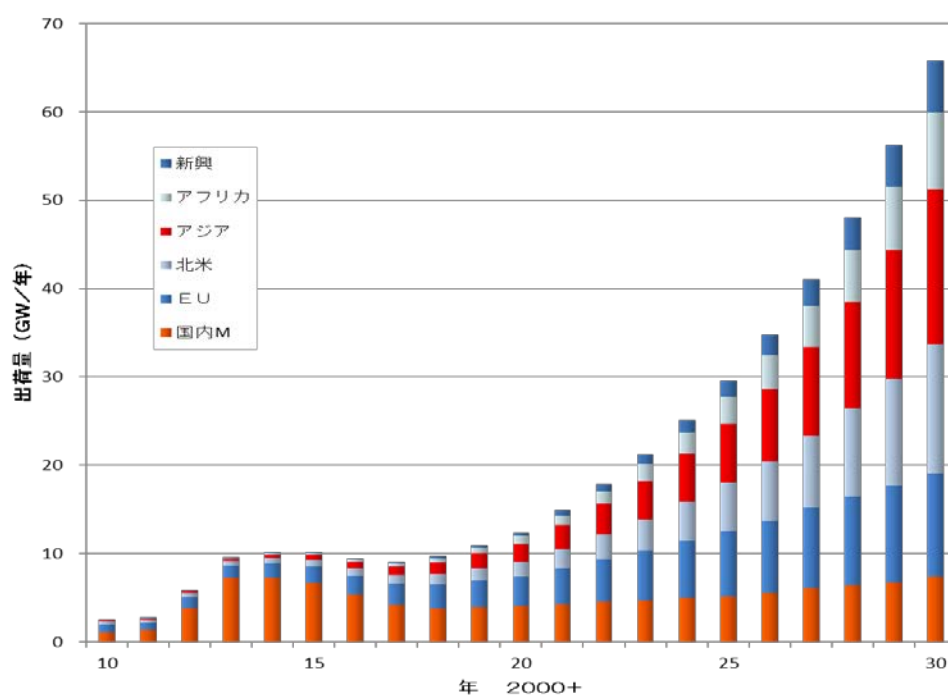


図11-1 日系（日本ブランド）市場規模（GW/年）

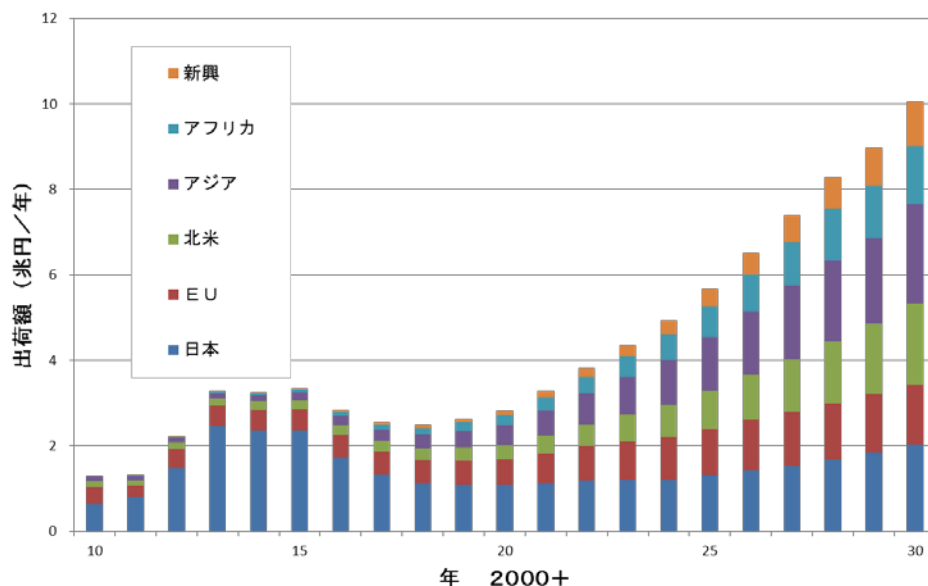


図11-2 日系（日本ブランド）市場規模（兆円/年）

12. 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の予後を考慮す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ぬ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まれない。

<付属参考資料 1>

関係機関による太陽光発電導入見通し

1. 市場実績

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いる。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。

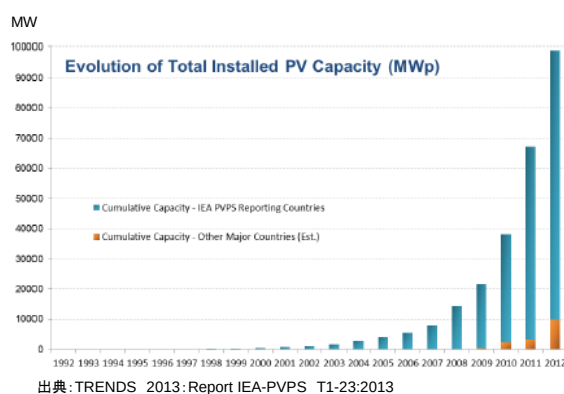


Fig1 世界の太陽電池累積設置量

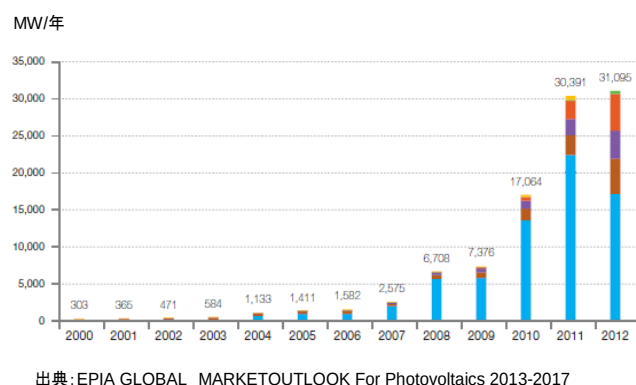


Fig2 世界の太陽電池設置量

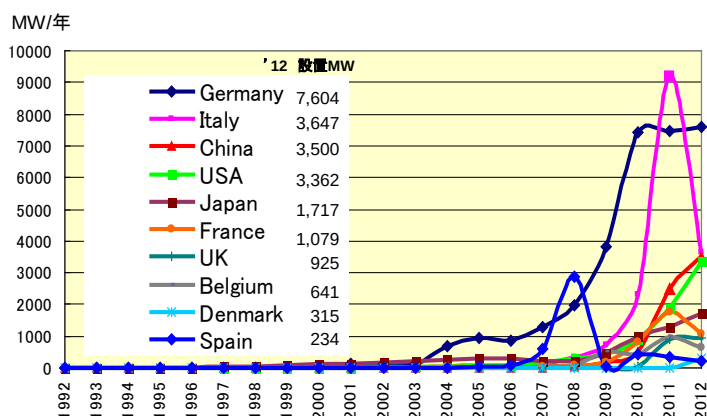


Fig3 設置量 TOP10 国別推移

Fig1 は 2012 年時点での世界の累積設置量として 96.5GW を示している。IEA PVPS Task1 の集計によれば、2011 年の太陽光発電システムの設置量は約 28.0 GW、2012 年は横這いで約 28.4GW である。一方、Fig2 の EPIA の集計では、それぞれ約 30GW、31GW であり、若干の違いはあるが 2011 年と 2012 年は横這いである。Fig3 は 2012 年の設置量 TOP10 を過去に遡って示したものである。単年で見ると何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 2004 年頃から急増しているのは、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。

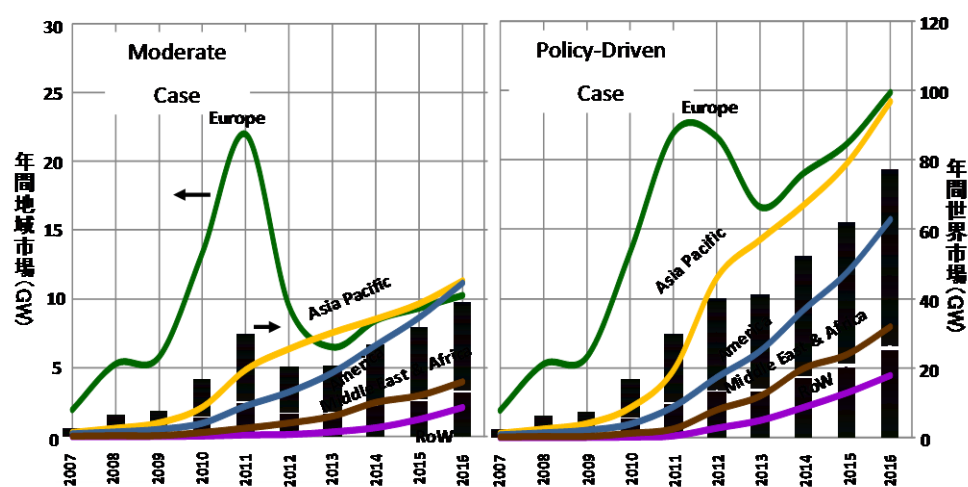
これまでの市場拡大の推進力は、FIT 制度というビジネスモデルの成功であった。しかしその裏面では、投機的とも言える生産能力増強投資による供給過剰、需給の不均衡、在

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 年を見渡すときには適切ではない。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だ。それは過去の多くの国際紛争の引き金となった教訓からである。

2. 諸機関のビジョン

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、多くは悲観と楽観の内数である。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。



出典：Global Market Outlook for PV until 2016 (EPIA May 2012)

Fig4 2016 年までの単年度市場予測

Fig4 は EPIA が 2012 年 5 月に発表した 2016 年までの世界市場見通しである。短期予測の典型であるが、EPIA はほぼ毎年その後の 5 年間を Moderate と Policy-Driven の二つのケースを想定して予測してきた。Policy-Driven では世界市場で 2011 年に 29.7GW のものが 2016 年には 77.3GW になるという大胆なものである。特徴的なのは欧州市場で、2011 年の設置量 21.9GW に対し、2012 年には Moderate で 9.4GW、Policy-Driven で 21GW になると予測したが、実績はその間の 17GW であった。この様に 1～2 年の範囲でも予測が難しいのは事実である。

域内でも困難な予測であるが、諸機関による予測を集めたものが Fig5 である。

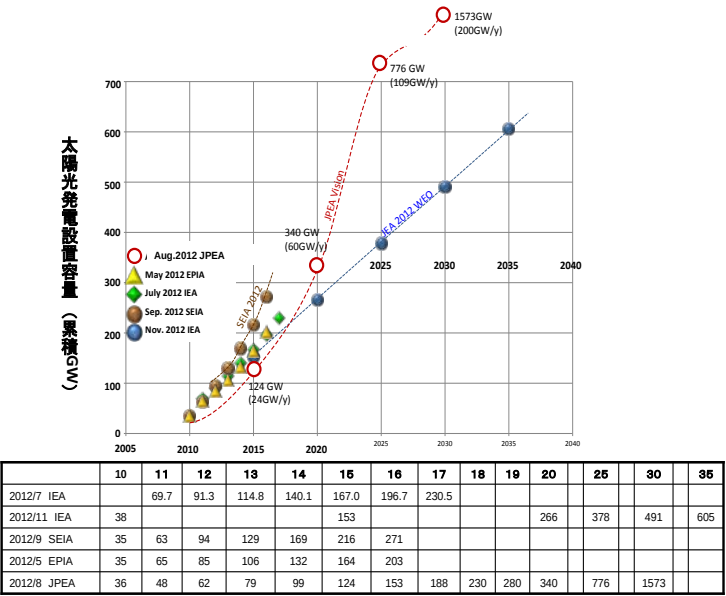


Fig5 諸機関による世界累積設置量予測

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。

①New 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。

②Current Policies

2013 年半ばまでに発効されている政策による。

③450 Scenario

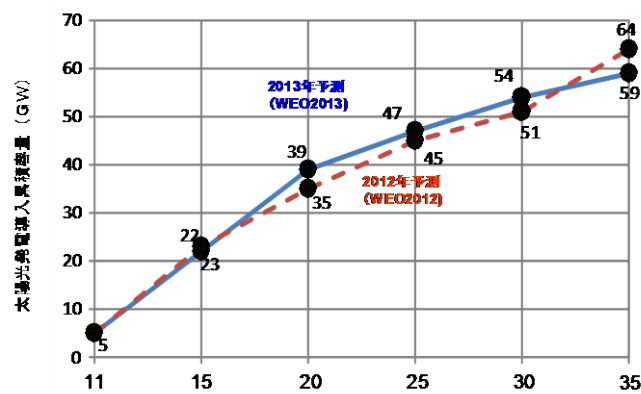
世界の平均気温上昇を 2℃に確率 50%で抑えられるエネルギー供給構成に準拠する。

表 2-1 に、この 3 つのシナリオに沿った地域別設置見通しを示した。

PV Cumulative Installed Capacity (GW) by Region in the World up to 2035 : IEA World Energy Outlook 2013																		CDRW31EAWEOtable1 sheet1									
PV cumulative GW	IEA World Energy Outlook 2013																	IEA World Energy Outlook 2012									
	New Policies Scenario							Current Policies Scenario (CPS)							450 Scenario (450)							New Policies Scenario					
	2011	2020	2025	2030	2035	Share % 2011-35	CAAGR % 2011-35	2020	2030	2035	Share % 2035	CAAGR % 2011-35	2020	2030	2035	Share % 2035	CAAGR % 2011-35	2010	2015	2020	2025	2030	2035				
World	69	312	437	564	690	1	7	10.1	290	443	511	5	8.7	342	760	990	10	11.7	38	153	266	378	491	602			
OECD	64	192	244	288	338	2	9	7.1	183	248	275	7	6.2	268	358	438	11	8.2	37	121	182	229	266	301			
America	5	33	54	77	100	0	6	13.3	32	64	79	5	12.2	38	110	146	8	15.1	2	15	31	47	64	81			
USA	4	29	48	68	88	0	6	13.3	29	59	74	5	12.5	35	99	129	9	15.1	2	13	28	42	55	68			
Others	1	4	6	9	12	-	-	-	3	5	5	-	-	3	11	17	-	-	0	0	3	5	9	13			
Europe	52	115	134	144	152	5	11	4.6	108	129	136	9	4.1	120	171	194	13	5.6	30	80	111	129	140	149			
European Union	52	115	133	143	150	6	12	4.5	109	129	136	11	4.1	120	168	190	14	5.5	30	80	110	128	138	146			
Others	0	0	1	1	2	-	-	-	1	0	0	-	-	0	3	4	-	-	0	0	1	1	2	3			
Asia/Oceania	7	45	56	67	77	2	12	10.5	43	56	61	10	9.4	49	77	90	14	11.2	5	26	40	63	82	70			
Japan	5	39	47	54	59	2	16	19.3	38	47	50	14	19.1	42	61	67	18	11.5	4	23	35	45	51	64			
Others	2	6	9	13	18	-	-	-	5	9	11	-	-	7	16	23	-	-	1	3	5	8	11	16			
Non OECD	5	128	193	276	360	0	6	19.8	187	195	236	4	17.8	134	403	559	9	22.1	1	32	84	149	225	302			
East Europe/Eurasia	0	3	4	5	7	0	1	12.8	3	4	5	1	10.9	4	9	13	2	15.8	0	1	2	3	4	6			
Russia	0	1	1	1	1	-	0	n.a.	0	1	1	0	n.a.	1	2	3	1	n.a.	0	0	0	1	1	1			
Others	0	3	3	4	6	-	-	-	3	3	4	-	-	3	7	10	-	-	0	1	2	2	3	5			
Asia/Oceania	4	104	161	220	280	0	7	19.3	92	157	184	4	17.2	115	320	428	11	21.4	1	28	71	122	177	229			
China	3	80	114	138	157	0	6	17.2	70	109	126	5	16.1	85	198	253	10	19.5	1	20	50	78	98	113			
India	0	16	33	60	91	0	10	28.4	15	32	39	5	24.0	26	77	107	12	29.3	0	5	16	32	58	85			
Others	1	8	14	22	32	-	-	-	7	16	19	-	-	10	45	68	-	-	0	3	5	12	21	31			
Africa	0	4	9	17	25	0	6	22.8	4	12	17	4	20.8	6	25	38	9	24.8	0	1	4	9	16	24			
Latin America	1	4	7	11	16	0	3	29.5	4	9	12	2	28.0	4	18	31	6	33.2	0	1	4	8	14	20			
Brazil	1	2	4	6	8	-	3	n.a.	2	5	7	3	n.a.	2	7	9	4	n.a.	0	1	2	4	7	10			
Others	0	2	3	5	8	-	-	-	2	4	5	-	-	2	11	22	-	-	0	0	2	4	7	10			
Middle East	-	5	11	22	32	-	7	n.a.	4	12	18	4	n.a.	5	30	50	10	n.a.	0	1	3	6	13	23			
CAAGR, compound average annual growth rate																											

表 2-1 地域別太陽光発電設置見通し

表 2-1 より New Policies Scenario での日本の数値を抜き出したものが Fig6 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

Fig6 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。Fig7 にグラフ化した（太陽電池換算は JPEA にて作成）が、このシナリオは、「新しいレンズを通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。

太陽光発電の立場からは「MOUNTAINS シナリオ」は保守的、「OCEANS シナリオ」は活動的であるが、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ない。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ものと言えよう。

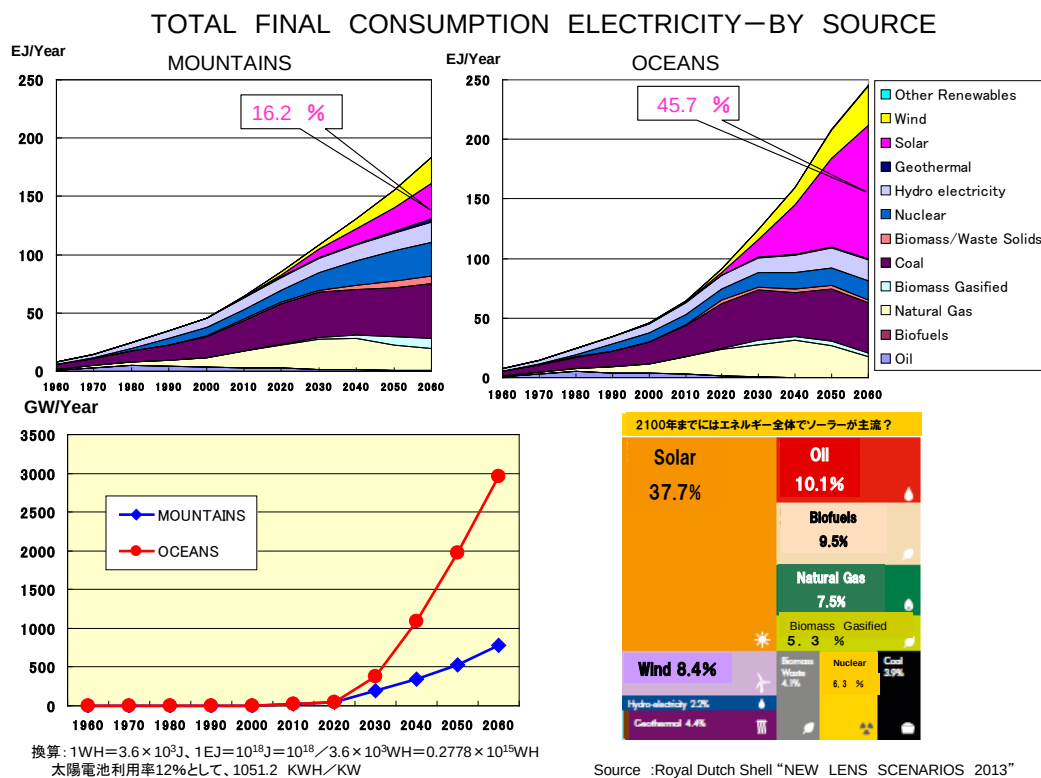


Fig7 NEW LENS SCENARIOS

＜付属参考資料 2＞

蓄電池の技術情報

1. NEDO「二次電池技術開発ロードマップ 2013」

NEDO（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）は、「二次電池技術開発ロードマップ 2013」を 2013 年 8 月に公開した。太陽光発電用途に資する蓄電池は定置用蓄電池であるが、昨今の V2H（Vehicle to Home）への期待もあることから自動車用二次電池についても取り上げることとした。以下は NEDO のロードマップより「定置用二次電池ロードマップの概要」「自動車用二次電池ロードマップの概要」「革新電池技術マップの概要」の各項原文を転載したものである。尚、「革新電池技術マップの概要」における「提言」とは、2006 年に NEDO より公開された「次世代自動車用電池の将来に向けた提言」を指す。

1) 定置用二次電池ロードマップの概要

定置用二次電池の用途は多岐にわたるが、本ロードマップでは電力の供給側に設置する「系統用」と、消費側に設置する「需要家用」に大別した。更に、系統用を「長周期変動調整用二次電池（需給調整用二次電池）」と「短周期変動調整用二次電池」の 2 つの用途に分類し、需要家用は「中規模グリッド・工場・ビル・集合住宅用二次電池」、「家庭用二次電池」及び「基地局・データセンターバックアップ電源用二次電池」の 3 つの用途に分類した。なお、系統用の「短周期変動調整用」とは、数分～20 分程度の時間レンジの出力変動に対応する二次電池を指し、「長周期変動調整用」とは、それ以上の時間レンジで需給調整用として使用する二次電池を指す。また、需要家用では「緊急時、災害対策用」も考慮した。

定置用二次電池では、既に鉛蓄電池で普及しているバックアップ用と同様、コスト及び寿命が重要視されるため、用途毎にコスト及び寿命を指標として技術開発の方向性を示した。

コスト目標はセル、モジュール、電池システムで大きく異なる。定置用二次電池は、エネルギーマネジメントシステムと一体として運用される他、用途に合わせた充放電や交流～直流変換が求められるため、電池管理システムやパワーコンディショニングシステム（PCS）等、補機を含めた「電池システム」で考える必要がある。そのため、コスト目標は、「電池システム」としての値を基本とし、現状の開発レベルと将来見込みを勘案して設定した。現在（2012 年度末時点）のコスト及び寿命は、用途毎に各メーカーにヒアリングを行い、目安となる値とした。また、2020 年目標では、「長周期変動調整用」は代替手段である揚水発電と同額の設置コスト（2.3 万円/kWh）とし、現在は主に火力発電で対応している「短周期変動調整用」は各メーカーのヒアリング結果を参考に NEDO で定めた。なお、「系統用」の 2030 年のコスト目標、「需要家用」の 2020 年及び 2030 年のコスト目標については、二次電池種別、設置環境、運転条件等により容量あたりのコストが大きく異なる可能性があるため、「更なる低コスト化を期待」という方向性のみ

を記載した。

寿命目標については、現在、市販されている長寿命の鉛蓄電池を参考に、「系統用」では20年、「需要家用」では2020年を15年、2030年を20年に設定した。

また、定置用二次電池への適用が想定される二次電池（リチウムイオン電池、NiMH電池、NAS電池、鉛蓄電池、レドックスフロー電池等）について、現状の特性値及び今後解決すべき課題を記載した。

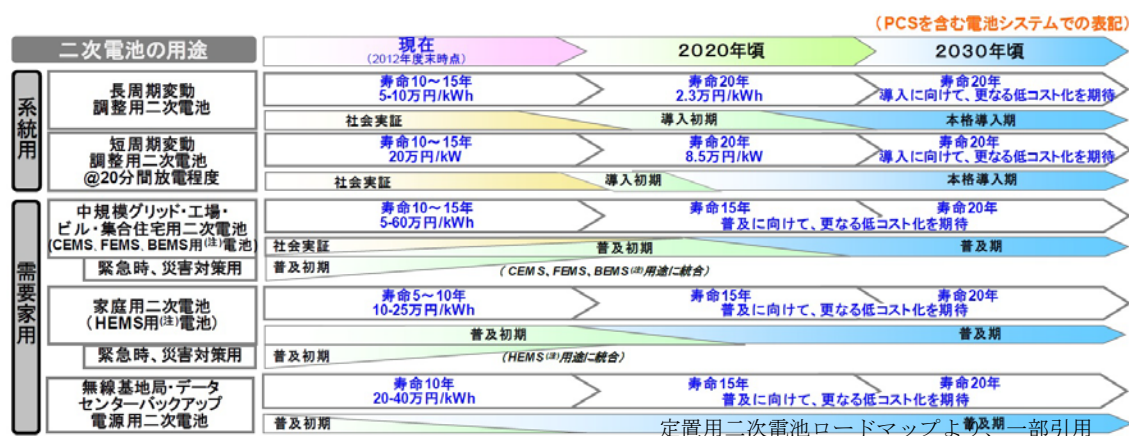


図1 NEDOの定置用二次電池ロードマップ

2) 自動車用二次電池ロードマップの概要

自動車用二次電池ロードマップは、重量当たりのエネルギー密度及び出力密度、コスト、寿命を指標として技術開発の方向性を示したものである。LIB搭載HEV並びにPHEV用二次電池を「出力密度重視型二次電池」、EV用二次電池を「エネルギー密度重視型二次電池」と、用途毎に分類した。

電池コストやエネルギー密度・出力密度の目標値はパックをベースにして記載した。これら目標値は、セル、モジュール、パックのどれを対象とするかで大きく異なり、材料系・電池系間で厳密な比較をする上ではセルを対象にするのが好ましく、実際に多くの電池・材料系の性能はセルをベースに公表されている。しかし、実用上は電池管理ユニット(BMU)等を含めたパックで評価されるべきである。これまでも我が国の電池開発の目標値はパックをベースに記載されてきたため、今回も基本的にこの考え方を踏襲した。

電池コストは各メーカーのヒアリング結果を参考にNEDOで定めた。また、海外企業が公表しているコストもベンチマークした。今回のロードマップでは寿命目標も設定した。自動車用二次電池も自動車用部品であるため、一般に求められる「5年、10万km」の性能保証が必要と想定し、カレンダー寿命とサイクル寿命を想定した。

次世代自動車の普及までのフェーズとしては、現在の市場導入状況を考慮して普及初期、普及期とした。

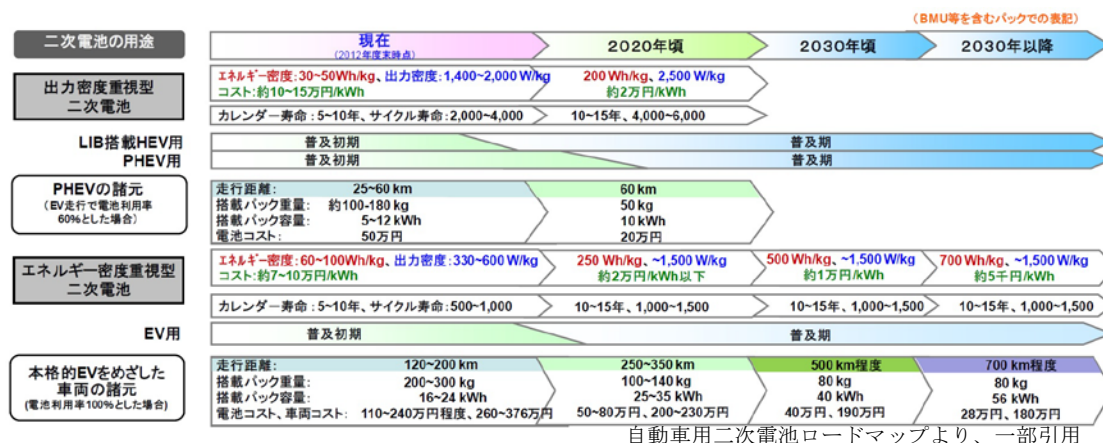


図2 NEDOの自動車用二次電池ロードマップ

3) 革新電池技術マップの概要

現在実用化されている電池系の中で、リチウムイオン電池は鉛蓄電池やニッケル水素電池に比べ、高いエネルギー密度を有している。また、現行のリチウムイオン電池に比べ、さらに高いエネルギー密度を持つ材料を適用した先進リチウムイオン電池についても研究開発が行われている。しかし、「提言」ではリチウムイオン電池系の性能限界となるエネルギー密度も指摘されており、先進リチウムイオン電池系においても性能向上には上限があるとされている。そこで、リチウムイオン電池を含む既存の電池系を超えるエネルギー密度を有する新たな革新電池の登場が望まれる。

革新電池系についての明確な定義はないことから、2030年頃に要求される現行の電池系では到達し得ないような高い性能を達成し得る可能性がある電池系を革新電池系とした。例として、金属・空気電池、リチウム硫黄電池、金属負極電池等が挙げられる。

これら革新電池系も現行の電池系と同様に2つの重要用途（自動車用、定置用）について展開され、次第に置き換わるものと考えられる。各用途に対応した、普及に向けての施策や導入支援等の検討、実用化課題の把握等を整理し、実施していくことが期待される。

2. 北海道電力の蓄電池付きメガソーラー規制

北海道電力は2013年7月に、特別高圧連系となる2MW以上のメガソーラーに対する連系制約を示し、その出力変動対策として設置する蓄電池の技術要件を公表した。北海道電力は稚内メガソーラーに設置した蓄電池によりメガソーラー蓄電を検証してきた。その技術要件は「全ての時間において、発電所合成出力の変化速度を発電所定格出力の1%以下/分」とされている。北海道電力が公表した資料により蓄電池の導入効果が以下の様に示されている。

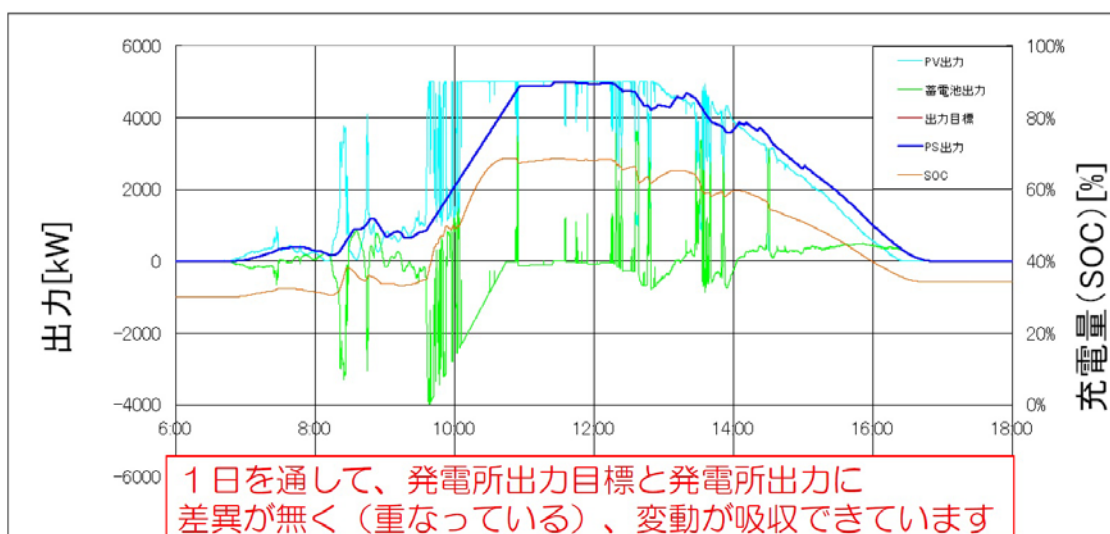


図3 蓄電池容量（Wh）が充分な場合の発電電力

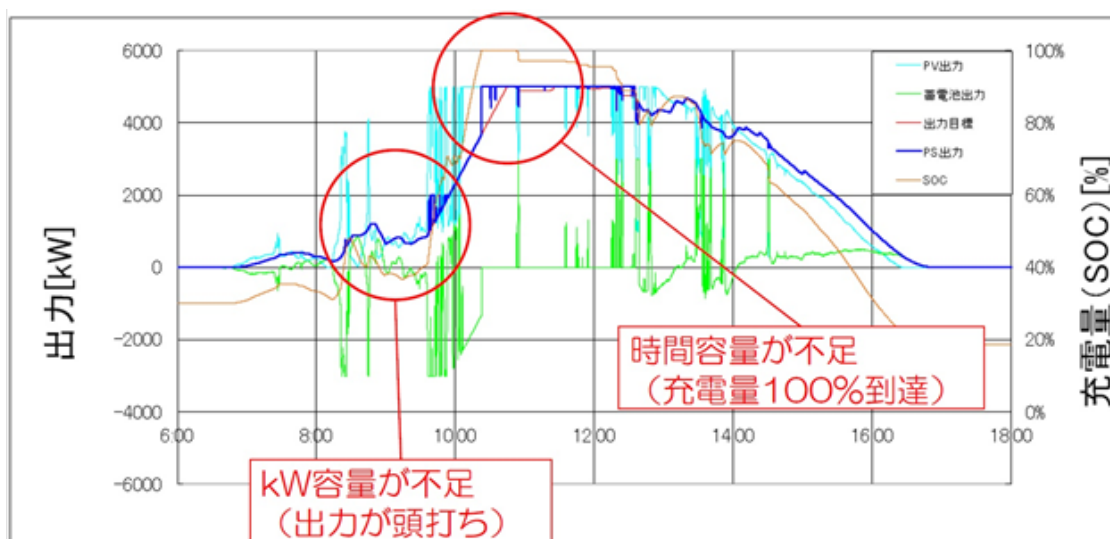


図4 蓄電池容量（Wh）が不足する場合の発電電力

		出力抑制率				出力抑制日数率			
蓄電池のkW容量 (発電所出力に対する割合)		100%	80%	60%	40%	100%	80%	60%	40%
蓄電池 の時間容量	0.8h	0%	1%	11%	33%	0%	6%	31%	67%
	0.6h	1%	1%	11%	34%	1%	7%	41%	71%
	0.4h	1%	4%	14%	36%	9%	47%	63%	75%

※出力抑制率【%】：出力抑制電力量(kWh)／年間発電電力量(kWh)×100

出力抑制日数率【%】：出力抑制実施日数／年間日数×100

表1 シミュレーションによる蓄電必要容量

①蓄電必要量の見方

- ・蓄電池のkW容量：蓄電池の出力容量(kW)の事。太陽光発電用PCSの定格出力電力(W)に対する蓄電池用PCSの出力容量比率を示す。
- ・蓄電池の時間容量：蓄電池の時間容量(kWh)の事。0.8h、0.6hなどの「h」は蓄電池の充放電時間を示す。
- ・出力抑制率：表にある任意の蓄電池の出力容量(kW)と蓄電池の時間容量(kWh)を選定した場合に、電力会社が表示した技術要件を守る為に太陽光発電の出力抑制電力量を年間発電電力量に対する比率で示したもの。
- ・出力抑制日数率：表にある任意の蓄電池の出力容量(kW)と蓄電池の時間容量(kWh)を選定した場合に、電力会社が表示した技術要件を守る為に太陽光発電を「出力抑制率」の比率で抑制する可能性がある年間日数を示したもの。

②算出事例

○10MWのメガソーラーで算出した。

- ・蓄電池のKW容量＝60%で選定。蓄電池用PCSは6MWを選定する。
- ・蓄電池の時間容量＝0.4時間で選定。蓄電池は2.4MWh(6MW×0.4)を選定する。
但し、使用する蓄電池固有の寿命条件があるので実際には2.4MWhより大きな蓄電池が必要となる。

○算出結果

- ・出力抑制率は14%となり、太陽光発電は定格値での年間発電量に対して14%の太陽光発電の出力を抑制する可能性がある。
- ・出力抑制日数率は63%となり、年間で約230日は太陽光発電の出力を14%以下に抑制する可能性がある。[算出式＝365日×63%]

用語の解説

本ビジョンにおける用語は以下の意味で使用している

DSM (Demand Side Management) : デマンドサイドマネジメント

DSM とは需要家（デマンドサイド）の消費電力を、電力供給側が制御することで需給調整を行うこと。現状、電力の需給調整は電力供給側の発電量で行っている。

FIT (Feed-in Tariff) : 固定価格買取制度

世界的に再生可能エネルギーの普及助成政策として普及している制度で、再生可能エネルギーで発電した電気の買取価格、買取期間を法律で定めて買い取る方式の助成制度のこと。日本では 2012 年 7 月 1 日から、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達等に関する特別措置法」（通称：再生可能エネルギー特措法）として施行され、再生可能エネルギー毎に買取価格、買取期間が設定されている。経済産業省の「なっとく！再生可能エネルギー」のホームページに制度の詳細が示されている。

→ <http://www.enecho.meti.go.jp/saiene/index.html>

EV (Electric Vehicle) : 電気自動車

車載電池から電力を得てモーターを動力源とする電池式電気自動車のこと。蓄電池の充電は外部から行う。車載電池の充放電を家庭等での DSM に組み込むことにより、電気エネルギーのより効率的な運用が可能となる。

PHV (Plug-in Hybrid Vehicle) : プラグインハイブリッド自動車

ガソリンで動くエンジンと、電気で動くモーターなどの複数の動力機関を持ったハイブリッド自動車に、直接コンセントから車載蓄電池に充電できる機能を持たせた自動車のこと。EV 同様に車載電池の充放電を家庭等での DSM に組み込むことにより、電気エネルギーのより効率的な運用が可能となる。

SPC (Special Purpose Company) : 特別目的会社

固定価格買取制度を活用するメガソーラーなどの発電プロジェクト事業を行うために、資金調達など含め原保有者から資産の譲渡を受け、株式や債券を発行する様な特別の目的のために設立された会社のこと。

デマンドレスポンスサービス (Demand Response Service)

電力供給側が、需給状況に応じた電力料金やインセンティブ条件を掲げて、需要側の電力消費の抑制や制御を行うためのサービスのこと。スマートメーターを活用した木目細かい料金設定や、需要家の負荷機器の使い方などをモニターする様な仕組みもある。需要家にとって、電力料金設定に応じ賢く電気を使うことで省エネルギーに貢献できる他、供給側にとっても、電力需給調整への効果が期待できる。

ダイナミックプライシング (Dynamic Pricing)

電力の需給バランスに応じて電気料金を設定する仕組みのこと。供給に余裕がないピーク時には料金が高く、供給に余裕がある時には安く設定される。時間単位（例えば 30 分、1 時間等）に価格が変動することから、ダイナミックプライシングと呼ばれる。デマンドレスポンスサービスにおける手法のひとつである

HEMS (Home Energy Management System) : 家庭内エネルギー管理システム

BEMS (Building Energy Management System) : ビルエネルギー管理システム

FEMS (Factory Energy Management System) : 工場エネルギー管理システム

住宅、ビル、工場などにおいて、様々なセンサーや IT 技術を使って最適なエネルギー管理を行う手法であり、省エネルギーや環境負荷を低減するシステムのこと。エネルギー使用状況の見える化や、使用されているエネルギー機器の最適利用を行うことを目指している。今後の太陽光発電システムは、これら HEMS/BEMS/FEMS の一部としてより効率的な利用に進んでいくと期待されている。

CEMS (Community Energy Management System) : 地域エネルギー管理システム

HEMS や BEMS を包括する一定地域での最適なエネルギーの最適管理を、センサーや IT 技術を使って行う手法のこと。

エネルギーアグリゲーター (Energy Aggregator)

電力消費を把握し、節電を支援するサービスの提供を行う事業者のこと。BEMS 導入に際しては、BEMS アグリゲーターを通してエネルギー管理支援サービスを実施することが行われている。

V2H (Vehicle to Home)

PHV や EV からの電力を家庭に送ること。HEMS に組み込まれて利用される。

V2G (Vehicle to Grid)

PHV や EV からの電力を電力網に送ること。例えば、夜間電気自動車に充電した電力を昼間電力網に接続して電力を供給すれば、需要供給を平準化することに役立てることができる。

パークアンドライド (Park and Ride)

都市部などでの交通渋滞緩和や環境負荷低減を目的に、都市近隣部まで自動車で行き、最寄りのターミナルからバスや公共交通機関を利用して都心部の目的地までいく方法のこと。

ピークカット (Peak Cut)、ピークシフト (Peak Shift)

ピークカットとは、夏の冷房や冬の暖房などによってできる電力需要のピークを低く抑えること。晴れた日の太陽光発電は、日中の電力需要の多い時に良く発電することから、普及次第でピークカットに貢献する。ピークシフトとは、電力需要のピーク時に蓄電池、ヒートポンプ等のエネルギー貯蔵機器の電力を利用し、需要を他の時間帯に移すこと。

ECサイト

自社の商品（広義では他社の商品）やサービスを、インターネット上に置いた独自運営のウェブサイトで販売するサイトのことである。ECとは"electronic commerce"（エレクトロニックコマース=電子商取引）の略。

ネガワット

ネガワットとは負（ネガティブ）の電力（ワット）を意味する造語で、需要家が節電した電力を発電した電力と同等の価値と見なす考え方である。大口需要家であれば直接に、又、中小需要家であればアグリゲーターを通じて、自由化された電力市場で節電価値の取引を行うことをネガワット取引という。

エコーネットライト (ECHONET Lite)

エコーネットコンソーシアムが策定した通信プロトコルであり、ISO 規格および IEC 規格として国際標準化された。スマートハウス向け制御プロトコルおよびセンサーネットプロトコルとして 2012 年 2 月 24 日、経済産業省にて日本国内でのスマートメータと HEMS を繋ぐ標準プロトコルとして認定された。種々のサービスの提供のために開発された通信規格であり、HEMS と各家電機器、太陽光発電パワコン、蓄電池パワコン等との通信に利用されることを想定している。

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。

