太陽光発電競争力強化研究会 報告書

平成28年10月 太陽光発電競争力強化研究会

太陽光発電競争力強化研究会

本研究会の目的

ポストFITも見据えたコスト競争力の強化や、長期安定的な発電事業体制の構築に向けて、具体的に必要な業界の取組や、政策的措置について検討を行う。更に、目指すべきコスト水準や、ゼロエネルギー・ハウスやバーチャルパワープラント等と連携した将来の太陽光発電の導入の在り方についても、検討を行う。

開催実績

第1回 平成28年8月8日

第2回 平成28年9月1日

第3回 平成28年9月15日

第4回 平成28年9月30日

委員一覧

委員長

若尾 真治 早稲田大学 先進理工学部 電気・情報生命工学科 教授

委員

浅野 浩志 一般財団法人 電力中央研究所 社会経済研究所 副研究参事

一木 修 株式会社 資源総合システム 代表取締役社長

植田 譲 東京理科大学 工学部 電気工学科 講師

梅嶋 真樹 慶應義塾大学 SFC 研究所 AutoID ラボラトリー 副所長

仁木 栄 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

再生可能エネルギー研究センター 研究センター長

オブザーバー

一般社団法人 太陽光発電協会

事務局

資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 新エネルギー部

目次

はじめに

第一章 太陽光発電の現状と課題

- 1. 太陽光発電の世界の市場動向
- 2. 世界の太陽光発電のコスト動向
- 3. 世界のプレイヤーの動向
- 4. 我が国の太陽光発電の競争力強化にむけた課題

第二章. 競争力のある太陽光発電の実現 ~コスト構造改革、競争力のある産業の創出~

- I. 我が国の太陽光発電のコスト動向について
- Ⅱ. 太陽光発電のコスト構造・業界分析
 - 1. 非住宅用太陽光発電
 - 2. 住宅用太陽光発電
- Ⅲ. 研究会での議論を踏まえた課題と対応策
 - 1. 太陽光発電の電源としての競争力強化
 - 2. 産業の国際競争力強化

第三章.安定的な信頼ある太陽光発電の実現~長期安定発電、系統制約対策~

- I. 太陽光発電の長期安定発電の実現に向けた現状と課題
- Ⅱ. 太陽光発電のコスト構造・業界分析
 - 1. コスト構造分析
 - 2. 産業構造・業界構造について
- Ⅲ. 研究会での議論を踏まえた課題と対応策
 - 1. 長期安定的な発電基盤
 - 2. 電力系統制約の克服

第四章. 太陽光発電の自立的な導入加速時代~未来型ソーラーライフ時代~~

- I. 研究会での議論を踏まえた課題と対応策
 - 1. 自家消費モデルの確立
 - 2. 太陽光発電ベースの未来型社会

はじめに

世界では、各国による固定価格買取制度(以下、FIT)等の導入施策を通じて、太陽光発電の導入が大幅に進むと共に、世界市場の導入拡大にあわせて急速なコスト低減が進み、FITに頼らない自立的普及(自立化)に向けた動きを見せ始めている。

我が国の太陽光発電についても、FITにより急速に導入が拡大しているが、今後はFITから自立した形での導入へと移行していくことが重要である。また、我が国の太陽光発電の競争力強化のためには、国内における電源としてのコスト競争力の確保やそれに付随する形での太陽光発電関連メーカーの競争力強化、加えて発電事業者が長期安定的に発電事業を実施していくことが必要となり、これに向けて新しい太陽光発電のマーケットの拡大が求められている。他方、足下では、太陽光発電事業について、①国際的に高い水準となっている設備費・工事費等のイニシャルコストの引き下げや、②導入後の長期安定的な発電の確保、運用(適切なメンテナンス、出力制御等)が課題となっている。

今般の FIT 法(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)改正においても、①コスト効率的な価格決定方式や、②長期安定的な発電を促す認定制度の導入が盛り込まれているところであるが、本研究会では、ポスト FIT も見据えたコスト競争力の強化や、長期安定的な発電事業体制の構築に向けて、具体的に必要な業界の取組や政策的措置について検討を行った。更に、目指すべきコスト水準や、ゼロエネルギー・ハウス(以下、ZEH)やバーチャルパワープラント(以下、VPP)等と連携した将来の太陽光発電の導入の在り方についても、検討を行った。

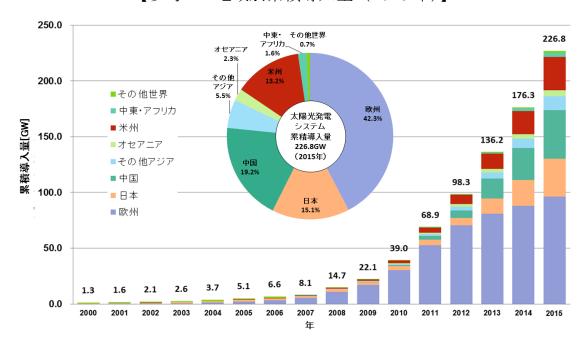
本資料は、我が国において、①導入拡大が進んでいる太陽光発電を更にコスト効率的に導入を進め自立化に向けた動きを加速させること、②導入された太陽光発電が長期安定的に発電を行うこと(結果的に太陽光発電事業の長期化、再投資という良い循環を生むこと)、③こうした太陽光発電の市場拡大に伴う適正な競争を通じて我が国の太陽光発電の競争力を強化していくこと等を実現するために、太陽光発電競争力強化研究会の検討における主な論点と、その点に関する委員からの指摘について、とりまとめたものである。

第一章 太陽光発電の現状と課題

1. 太陽光発電の世界の市場動向

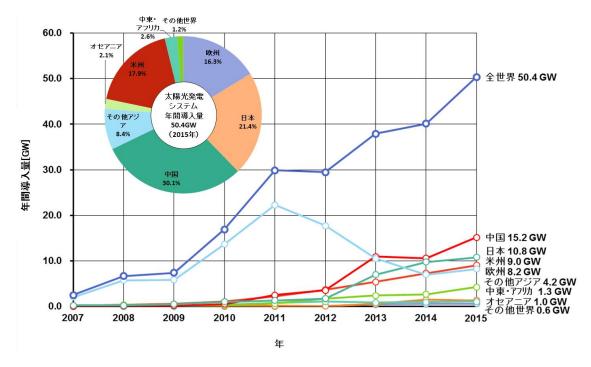
世界における太陽光発電の導入は継続して増加傾向にあり、2015 年時点での累積導入量は226.8GWに達している。これまでは欧州が最大のマーケットで、2015 年時点の累積導入量は世界最大の97GWであったが、近年は中国・日本・米国での導入が急速に拡大しており、2016 年にはアジア・太平洋地域の累積導入量が世界最大になる見込みである。2015 年における世界の太陽光発電市場は、年間導入量の最大は中国(15.2GW)であり、二位が日本(10.8GW)となっている。我が国においても2012 年から始まった FIT に伴い市場が急拡大しており、2015 年度には累積導入量が33GWに達する見込みである。

今後は、アジア・太平洋地域に加え、中南米や中東等の地域で急速に導入が拡大し、 将来は年間 100GW 以上の市場が創出されることも予測されている。



【参考1 地域別累積導入量(2015年)】

出典: ㈱資源総合システム,太陽光発電マーケット 2016 (2016 年 6 月)。



【参考2 地域別年間導入量(2015年)】

出典: ㈱資源総合システム,太陽光発電マーケット 2016 (2016 年 6 月)。

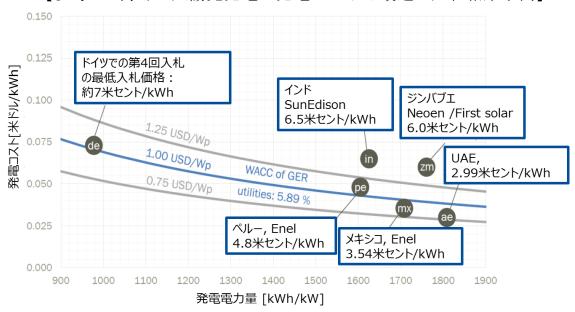
2. 世界の太陽光発電のコスト動向

世界では、太陽光発電の導入拡大と入札制度などの導入を通じて、太陽光発電の発電コストは急速に低下している。直近では、日射量の違いはあるものの、UAE(アラブ首長国連邦)での売電契約価格入札の結果、2.99 セント/kWh で落札される等、非常に低価格での入札事例も生じており、他電源と比較しても非常に競争力のある電源となっている。また、産業用・住宅用を含め、FIT等に依存しない形での自立的な導入に向けた動きも生じ始めている。

こうした動きの背景としては、2009 年以降のシリコン価格の低減等によるモジュール価格の低減、これと平行した導入量の拡大と FIT の買取価格(以下、FIT 価格)の引き下げや入札制度導入等により、事業者間の競争と集約化・効率化(設計・調達・建設(以下、EPC)の専業化、流通構造改革等)が進展した結果、世界では太陽光発電の導入コストの大幅削減と、これを可能とする産業の形成が実現されてきていると考えられる。

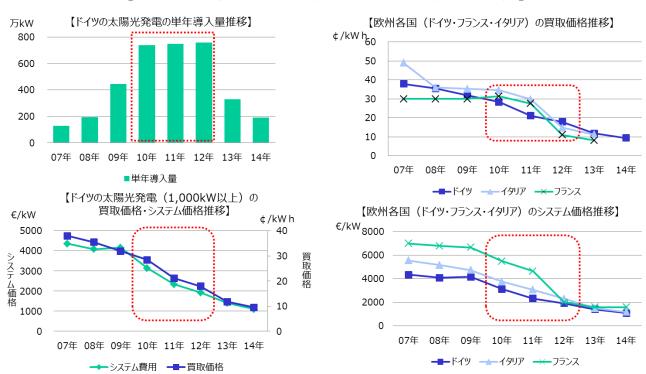
世界での太陽光発電の導入拡大とシステム価格の下落に伴い、各国の発電コストも低下傾向にある一方で、日本の太陽光発電は、日射量の条件の違いにより設備利用率も異なるが(日本の設備利用率は約14%;発電電力量は約1200kWh/kW)、日本より日射量の少ないドイツ、英国と比較しても発電コストは高くなっている(ドイツと比較して約2倍の水準)。今後、我が国における太陽光発電の自立化を進めるためには、早期に発電コストを低減していく必要がある。

【参考3 海外の太陽光発電の発電コストと最近の入札結果事例】



出典: Chris Welner, "Emerging PV Markets A Methodology to Assess PV Market Growth till 2050" より資源エネルギー庁作成。

【参考4 各国での FIT 価格とシステム価格の推移】



出典: 導入量、買取価格は各国政府 HP 等より資源エネルギー庁作成。 システム価格は IEA 統計より資源エネルギー庁作成。(システム費用は 1 \$ = 0.75€で計算)

【参考5 太陽光発電の発電コスト・買取価格の国際比較(2016年)】

	資本費 (\$/kW)	運転維持費 (\$/kW/年)	設備利用率 (%)	発電 コスト (\$/MWh)	F I T価格 (¢/kWh) ※原則2015年
ドイツ	1,000	32	11%	103	8.9 (入札価格)
フランス	1,050	32	14%	93	10.6 (入札価格)
英国	1,160	32	10%	130	16.5
スペイン	1,390	36	16%	148	- (FIT廃止)
トルコ	1,240	32	16%	122	13.3
米国	1,427	21	19%	87	-(RPS制度)
ブラジル	1,381	24	19%	111	7.8 (入札価格)
豪州	1,445	18	20%	85	- (RPS制度)
インド	898	17	19%	90	7.7-9.2
中国	1,181	12	16%	102	14.3-15.8
日本	2,205	68	14%	192	22.5

出典: Bloomberg 資料より資源エネルギー庁作成。FIT 価格は資源エネルギー庁調べ。

3. 世界のプレイヤーの動向

太陽光発電のサプライヤーであるモジュールメーカーは、各国の FIT の後押しもあり、生産量を急拡大してきたが、中国メーカーが生産量の上位を占めており、量の追求によるスケールメリットを活かした競争力を確保している。一方、我が国では、国内メーカーが 1970 年代から太陽光発電の技術開発を継続し、高性能なモジュールの生産を行ってきたが、生産規模では遅れをとっている。

【参考6 主要モジュールメーカーの生産量および出荷量(2015年)】

太陽電池メーカー	生産量		出荷量	
☆陽电心♪−ガー	順位	MW	順位	MW
Trina Solar(中国)	1	5,873	1	5,740
JinkoSolar(中国)	2	4,400	3	4,516
Canadian Solar(中国)	3	4,316	2	4,706
Hanwha Q CELLS(韓国)	4	4,200	5	3,300
JA Solar(中国)	5	3,510	4	3,673
First Solar (米国)	6	2,618	6	2,900
GCL System Integration Technology (中国)	7	2,219	8	2,100
Yingli Green Energy (中国)	8	1,942	7	2,374
SunPower Corporation (米国)	9	1,376	10	1,350
Risen Energy (中国)	10	1,359	-	-
京セラ(日本)	-	1,250	-	1,250
ソーラーフロンティア(日本)	-	860	-	890
パナソニック(日本)	-	420	-	546
三菱電機(日本)	-	400	-	400
シャープ(日本)	-	124	-	900
合計		62.1GW		57.8GW

※生産量は自社で生産した量、出荷量は委託生産やOEM調達などを含め出荷した量。

出典: ㈱資源総合システム資料より資源エネルギー庁作成。

4. 我が国の太陽光発電の競争力強化にむけた課題

世界的には太陽光発電マーケットが拡大する一方で、我が国は、一定の市場規模を有しているものの、電源としての太陽光発電事業のコスト競争力や、モジュール生産などサプライサイドにおける産業の競争力の確保は、不十分な段階にある。

今後、太陽光発電(発電事業及び太陽光発電に係るサプライサイドの産業)の競争力強化に向けて以下の三つについて分析を行い、発電事業そのもの及びサプライサイドの産業の両面において競争力強化を図るべきではないか。

(1) コスト競争力の強化

我が国の太陽光発電事業は、欧米に比して遅れているコスト低減を図り、他の電源と比較してもコスト競争力のある電源として、将来的には FIT に頼らない自立的普及を目指していくことが必要である。そのために、我が国の太陽光発電のコスト構造や産業・業界構造を分析し、どのような対策を講じていくべきかを検討する。

また、我が国のサプライヤーが量によるスケールメリットの追求のみならず、日本の強みを活かした形で、どのように付加価値をつけながら、競争力を確保していくのかを検討する。

(2) 長期安定発電事業への転換

太陽光発電事業が真に我が国に根付いてくためには、地域との共生や安全面での課題の克服、そして発電事業として長期安定的に発電していく事業へと展開していくことが必要である。欧米等では、所有と運営の分離などアセットマネジメントの観点が広く導入されていることや、メンテナンスにおいてもモニタリングや現地点検の専門事業者による適切なメンテナンスにより、稼働率の向上とランニングコストの低下を図っている。一方で我が国では、低圧(50kW未満)の発電設備が多数導入されているため、発電「事業」としての意識が低く、長期安定発電に向けた取組が十分ではない。長期安定発電が根付くことは、結果的に我が国の太陽光発電の発電コスト低減にも繋がることになり、また FIT 終了後においても太陽光発電事業への再投資がなされ、循環的に事業継続されることになり、我が国の太陽光発電の自立化へ向けた動きが進んでいくことになる。

今後、我が国においても長期安定発電を定着させるため、どのようなビジネスモデルが普及していくべきか、そのためにはどのような事業環境の整備や対策が必要か、太陽光発電事業の産業・業界構造も踏まえて検討する。

(3) 太陽光発電の自立的な導入に向けた新しいマーケットの拡大

我が国において継続的な太陽光発電の導入は見込まれるが、今後は FIT 黎明期におけるメガソーラーを中心とした大量導入とは異なり、系統への負担が少ない自家消費と一体化した形での太陽光発電の導入が見込まれる。また一部の地域では、地域資源を活用した発電事業を行い、当該電力を地域内で消費する地産地消型モデルの展開も始まっている。

こうした広がりとは別に、太陽光発電のみによる単純な発電事業とは異なり、太陽光発電と蓄電池、電気自動車(以下、EV)、プラグインハイブリッドカー(以下、PHV)、ヒートポンプなどの需要設備等の他の機器と結びつきながら、新しい価値を生み出していくマーケットの誕生も見込まれており、既にこうした太陽光発電と蓄電池等を組み合わせることにより価値を高める仕組みとして、VPP実証等の新たな取組が始まっている。

今後、我が国においてどのような形で太陽光発電が導入されていくのか、新しい 太陽光発電ベースの未来型社会の可能性も併せて検討する。

第二章. 競争力のある太陽光発電の実現

~コスト構造改革、競争力のある産業の創出~

I. 我が国の太陽光発電のコスト動向について

欧州では、2009年から 2012年頃にかけて大幅なシステム価格低減が実現する一方で、我が国においては 2012年の FIT 開始を受けて、非住宅用の太陽光発電を中心に急速な導入拡大は実現したが、システム価格は欧米と比べて高く、発電コストは主要国と比較して約 2 倍となっている。設備利用率は日射量に左右されることから、豪州やブラジルなどの設備利用率が約 20%の国とは条件が異なる面もあるが、日本より日射量の少ないドイツ・英国と比較しても発電コストは高く、早期に発電コストを低減して自立化を図っていく必要がある。その実現には、発電コストに及ぼす影響が大きいシステムコストについて、太陽光発電ビジネスの構造を分析し、将来の自立化に向けて、コスト構造の改革と競争力のある産業形成を促していくことが求められる。そのため、コスト構造の内外比較を行った上で、政府・業界で進めるべき取組について、議論を行った。



【参考7 住宅用システムのシステム価格比較】

出典: IEA PVPS Trends より資源エネルギー庁作成。(1US ドル=121.05 円,1 ユーロ=134.31 円)

【参考5 太陽光発電の発電コスト・買取価格の国際比較(2016年)】(再掲)

	資本費 (\$/kW)	運転維持費 (\$/kW/年)	設備利用率 (%)	発電 コスト (\$/MWh)	F I T価格 (¢/kWh) ※原則2015年
ドイツ	1,000	32	11%	103	8.9 (入札価格)
フランス	1,050	32	14%	93	10.6 (入札価格)
英国	1,160	32	10%	130	16.5
スペイン	1,390	36	16%	148	- (FIT廃止)
トルコ	1,240	32	16%	122	13.3
米国	1,427	21	19%	87	-(RPS制度)
ブラジル	1,381	24	19%	111	7.8 (入札価格)
豪州	1,445	18	20%	85	- (RPS制度)
インド	898	17	19%	90	7.7-9.2
中国	1,181	12	16%	102	14.3-15.8
日本	2,205	68	14%	192	22.5

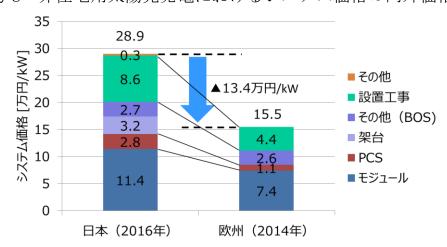
出典: Bloomberg 資料より資源エネルギー庁作成。FIT 価格は資源エネルギー庁調べ。

Ⅱ. 太陽光発電のコスト構造・業界分析

1. 非住宅用太陽光発電

<システム価格全体>

■ 国内の非住宅用太陽光発電のシステム価格は、欧州の約1.9倍($\blacktriangle 13.4$ 万円/kW) の水準であり、各項目において海外と比べて高い価格となっている。モジュール価格は、欧州の約1.5倍($\blacktriangle 4.0$ 万円/kW)、パワーコンディショナ(以下、PCS)の価格差は更に大きく、約2.5倍($\blacktriangle 1.7$ 万円/kW)となっている。その他の架台等及び設置工事価格も約2.1倍($\blacktriangle 7.5$ 万円/kW)となっている。以下、項目別に分けて分析を行う。



【参考8 非住宅用太陽光発電におけるシステム価格の内外価格差】

出典:日本は平成 28 年 1-9 月期の FIT 年報データ。土地造成、系統接続費用は含まない。 欧州は JRC,PV Status Report 2014 より作成、架台価格はその他(BOS) に含む。 (1 ユーロ=134.31 円にて換算)

(1) モジュール、PCS 価格

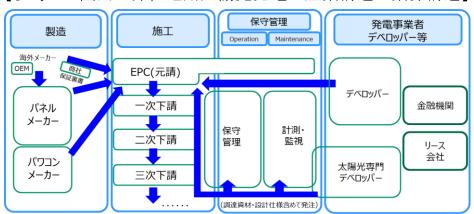
- 国内の非住宅用のモジュール価格は、欧州の約 1.5 倍となっている。住宅用に 比べるとモジュールメーカーにおける競争が進んでいるため、内外価格差は小 さくなる傾向である。PCS 価格は、住宅用よりは kW 単価は安いが、欧州の 2 倍~3 倍の価格差がある。
- その要因は、①欧州では発電事業を行うデベロッパー側がコストも含めた仕様の詳細を定め個別に機器を発注することで調達コスト低減を図っているのに対し、日本国内ではマーケットが成熟していないことを背景に、発電事業者はEPC事業者に機器調達も含めて一括発注しているため、EPC事業者経由の追加マージンが発生すること、②モジュールは国内メーカーと海外メーカーとの競争が進んでいるが、PCSは故障時の対応に懸念があるなどの理由により海外

勢の参入圧力が弱いこと等が挙げられる。

- (2) 架台、接続箱、ケーブル(以下、BOS)、設置工事価格
 - 国内の非住宅用の BOS 価格および設置工事価格は、いずれも欧州に比べ約 2 倍となっている。
 - その要因は、①国内では高い FIT 価格を背景として、EPC 事業者における価格競争圧力が弱いため、経験の少ない設計・施工事業者が多数存在し、太陽光発電専門の業者が育っておらず、設計・施工の効率化が進んでいないこと、②発電事業者が EPC 事業者に対して、各費目のコストの積み上げではなく、FIT 価格の水準に合わせた発注価格による包括的な請負契約をしており、適正なスペック・価格で設置等を行うインセンティブが十分に働いていないこと等が考えられる。
 - また、③国内では土地造成が必要な場合が多いこと、④耐震・耐風で求められる基準が高いことなど、国内の土地・自然環境による影響も生じている。

<非住宅用太陽光発電の産業構造・業界構造>

■ 国内の発電事業など非住宅用市場では、EPC事業者、デベロッパーが主要なプレーヤーである。EPC事業者は、各メーカーから機器を調達し、販売、設計・施工を担う。太陽光発電専門のEPC事業者は少なく、建築業等をベースにした多層の下請構造が存在している。太陽光発電専門のデベロッパーもまだ少数のために専門性が低く、EPC事業者に対して内容を十分に精査できないまま、工事を発注しているケースもある。こうした産業・業界構造が、上記に示したシステム価格の高さにも影響を及ぼしている。



【参考9 国内の非住宅用太陽光発電の産業構造・業界構造】

■ 一方で、欧米の発電事業など非住宅用市場では、FIT 価格の低下に伴い、主要なプレーヤーであるデベロッパー、EPC 事業者、設備の運用管理と保守・メンテナンス(以下、O&M)事業者がそれぞれ太陽光発電専門の事業者となり、徹

底してシステムコストを削減している。太陽光発電専門のデベロッパーは、自ら資材調達や設計仕様、最適工法まで含めて指定して、最適な EPC 事業者へ発注するモデルや、モジュール製造から案件開発、施工、保守管理まで一貫して手がける垂直統合型のモデルも登場している。FIT 価格低減に伴う業界間の競争が、デベロッパーの垂直統合モデルや EPC 等の専業化モデルを生み、より競争力の高い事業者が生き残り、コスト競争力を高めている。

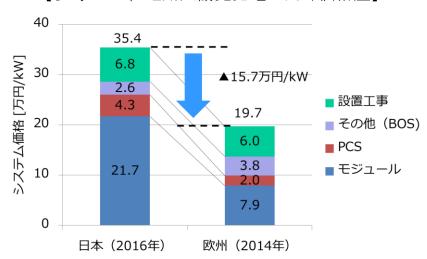
保守管理 発電事業者 製造 施工 デベロッパー等 Operation Maintenance 垂直統合モデル 出資者. Tax Equity 垂直統合デベロッパー Investor パネル メーカ-太陽光 モニタリング・ 太陽光専門EPC 専門 解析 金融機関 保守 太陽光専門 デベロッパー 現地の パワコン 建設会社等 YieldoCo メーカー (調達資材・設計仕様含めて発注) 専門事業者モデル

【参考 10 欧米の非住宅用太陽光発電の産業構造・業界構造】

2. 住宅用太陽光発電

<システム価格全体>

■ 国内の住宅用のシステム価格は、欧州の約 1.8 倍($\blacktriangle 15.7$ 万円/kW)となっている。特にモジュール価格が高く、欧州の約 2.7 倍($\blacktriangle 13.8$ 万円/kW)となっている。



【参考 11 住宅用太陽光発電の内外価格差】

出典:日本は平成28年6-9月期のFIT年報データ。

欧州は JRC, PV Status Report 2014 より作成。(1 ユーロ=134.31 円)

(1) モジュール価格

- 国内の住宅用のモジュール価格は、欧州の約2.7倍となっている。非住宅用と比較して、住宅用で大幅に内外価格差が生じている要因としては、①既築を中心とした多段階の流通構造により、流通コストが高くなっている上、②情報量の少ない住宅用のユーザーに対して相対的に高い価格設定がなされているものと考えられる。
- 例えば、同じメーカーの商品であっても、代理店によって約 1.5 倍程度の価格 差が生じている (参考 12)。また、同じメーカーであっても、10kW 未満の案 件と 2,000kW 以上の案件とを比較すると、kW 当たりの販売価格は 2 倍以上の 差がある (参考 13)。

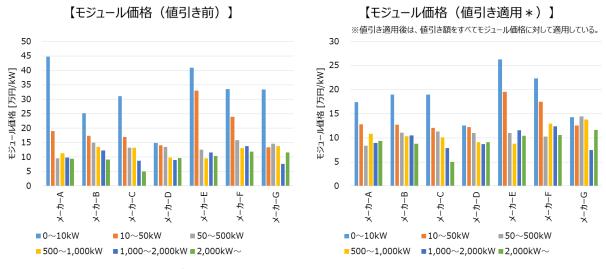
【参考 12 代理店ごとの同一メーカーのモジュール価格差】

太陽電池 モジュールメーカー	代理店	件数	値引き前単価 (万円/kW)	値引き適用後単価 (万円/kW) ※	
Aメーカー	イ社	3,706	20.2	20.0	ำ
	口社	392	28.5	28.4	► 最大8.8万円/kWの差
	八社	292	67.4	28.8	٦
					_
太陽電池 モジュールメーカー	代理店	件数	値引き前単価 (万円/kW)	値引き適用後単価 (万円/kW) ※	
Bメーカー	イ社	47	18.9	18.6	ו
	口社	10	26.4	26.2	
	八社	85	57.2	18.0	┣ 最大13.1万円/kWの差
	二社	4	31.1	31.1	
	ホ社	122	61.7	19.6]J
太陽電池 モジュールメーカー	代理店	件数	値引き前単価 (万円/kW)	値引き適用後単価 (万円/kW) ※	
Cメーカー	イ社	1,019	20.6	20.4]]
	口社	71	26.6	26.6	┣ 最大11.7万円/kWの差
	八社	45	32.1	32.1	٦

※値引き適用後は、値引き額をすべてモジュール価格に対して適用している。

出典:平成27年 FIT 年報データより分析。

【参考13 規模ごとの同一メーカーのモジュール価格差】



出典: 平成 27 年 FIT 年報データより分析。

■ また、③住宅用の市場では、設置ユーザーが、高品質や狭小住宅に適したモジュールや国内メーカーの製品を志向するため、海外メーカーの参入圧力が弱く、結果的に高い価格でも高品質の商品が選ばれていること、更に、品質・志向の違いに加え、④生産規模の違いにより海外メーカーと国内メーカとの生産コストの差も生じていることから、国内メーカーが市場を占める住宅用のシステム価格を押し上げていると推測される。

【参考 6 主要モジュールメーカーの生産量および出荷量(2015年)】(再掲)

上明高速 ナ	生産量		出荷量	
太陽電池メーカー	順位	MW	順位	MW
Trina Solar(中国)	1	5,873	1	5,740
JinkoSolar(中国)	2	4,400	3	4,516
Canadian Solar(中国)	3	4,316	2	4,706
Hanwha Q CELLS(韓国)	4	4,200	5	3,300
JA Solar(中国)	5	3,510	4	3,673
First Solar (米国)	6	2,618	6	2,900
GCL System Integration Technology (中国)	7	2,219	8	2,100
Yingli Green Energy (中国)	8	1,942	7	2,374
SunPower Corporation(米国)	9	1,376	10	1,350
Risen Energy (中国)	10	1,359	-	-
京セラ(日本)	-	1,250	-	1,250
ソーラーフロンティア(日本)	-	860	-	890
パナソニック(日本)	-	420	-	546
三菱電機(日本)	-	400	-	400
シャープ(日本)	-	124	-	900
合計		62.1GW		57.8GW

※生産量は自社で生産した量、出荷量は委託生産やOEM調達などを含め出荷した量。

出典: ㈱資源総合システム資料より資源エネルギー庁作成。

(2) PCS 価格

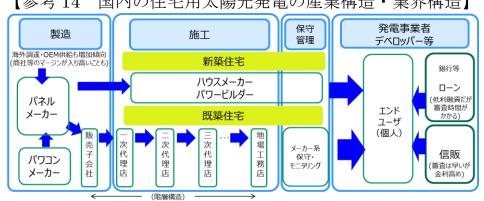
- 国内の住宅用の PCS 価格は、欧州価格の約 2.2 倍となっている。
- その要因は、モジュール価格と同様の構造であり、①多段階の流通構造による流通コストが高いこと、②設置ユーザーが国内メーカの製品を志向することに加え、モジュールと PCS とがセット販売される市場特性であるため、海外メーカーと比較して価格の高い国内メーカーのシェアが高いこと、③国内メーカは、生産規模の小ささや機器のラインナップ数の多さにより、海外メーカと比較すると生産・開発コストが高いことなどと推測される。

(3) BOS、設置工事価格

- 国内の住宅用の BOS 価格は、内外差はあまりなく、設置工事価格については、 欧州と同水準 (1.1 倍程度) である。
- 海外では、コスト効率的な架台や工事を実施し、非常に低コストの事例も存在 するが、台風等の気象条件や安全対策の違いが内外価格差の要因でもある。

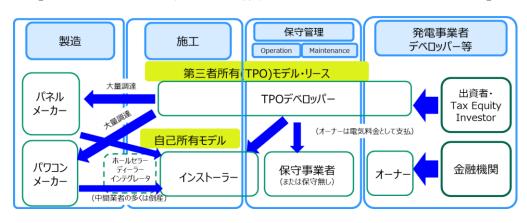
<産業構造・業界構造>

■ 国内の住宅用市場では、発電事業者が個人であり、主要プレーヤーはモジュールメーカーやハウスメーカーとなっている。新築住宅についてはハウスメーカーが機器を大量調達、標準的な設計・施工を導入することにより、安価な建設が可能となっているが、住宅とのセット販売が多いため本来のコストが見えにくい構造となっている。既築住宅については、工場出荷から末端に至るまで代理店や販売会社が間に入る階層構造が一般的であり、その流通過程で価格が倍以上になるとの指摘もある。こうした我が国特有の産業・業界構造も、システム価格に影響を与えているとの指摘もある。



【参考14 国内の住宅用太陽光発電の産業構造・業界構造】

■ 他方、欧米の住宅用市場では、デベロッパー、太陽光発電専門の施工事業者(インストーラー)が中心のプレーヤーとなっている。以前は卸売業者(ホールセラー)や販売事業者(ディーラー)などの中間事業者が多く存在していたが、FIT価格低減等の競争環境の中で、直販に近いモデルに移行している。特に米国では、住宅向けも第三者所有(以下、TPO: Third Party Ownership)やリースモデルが増加しており、電力の小売事業と一体化し、太陽光発電のシステム費用は、ユーザーが初期設置費用は不要で電気料金として支払う仕組みが広まっている。



【参考 15 欧米の住宅用太陽光発電の産業構造・業界構造】

Ⅲ.研究会での議論を踏まえた課題と対応策

1. 太陽光発電の電源としての競争力強化

世界では、太陽光発電の導入拡大に伴うモジュール価格の下落、及び FIT 価格の引き下げや入札制度導入等に伴う事業者間の競争と集約化・効率化(EPC の専業化、流通構造改革等)が進展した結果、システムコストの大幅削減が実現されており、非住宅用・住宅用を含め、FIT に依存しない形での自立的な導入に向けた動きも生じ始めている。

我が国でも、太陽光発電事業が他の電源と比較して、今後もコスト競争力のある電源として自立化を図っていくためには、中長期の価格目標や入札制度の導入など改正 FIT 法の適切な運用により、競争を通じたコスト効率的な導入を促すこと、及び並行した不断の技術開発によりコスト低減を図ることが必要である。また、関連する規制の合理化により、コスト低減に繋がる可能性もある。

(1)FIT 価格低減等によるコスト効率的な導入の促進

EPC 事業者、デベロッパー等の事業者間に適切な競争とイノベーションが生まれ、競争力のある事業者と産業構造の形成を促すよう FIT 価格を設定すべきではないか。

- コスト効率的な導入を進めるためには、事業者の努力やイノベーションを促すことが必要であり、改正 FIT 法において中長期の目標価格を定め、大規模な太陽光発電については入札制度を導入するなど、新たな買取価格の決定方式を導入する。
- こうした価格決定方式の導入に伴い、コスト効率的に導入を進めるトップランナーによる適切な事業者間の競争を進め、新しい工法やビジネスモデル等の開発を後押ししていく。
- 特に住宅用太陽光発電事業は、FIT よる中長期の価格低減スケジュールを示し、 多層的な産業・業界構造を解消しながらコスト低減を図っていく。
- O また、イノベーションを促進するために、国内メーカーの付加価値の向上及び低コスト化に向けて、太陽電池モジュールの高効率化、リサイクル技術の確立等に向けた技術開発支援を行う(NEDO PV Challenge 2020 年 14 円/kwh、2030 年 7 円/kwh を目指す)。
- 上記のように、FIT 価格低減等で競争を促し、技術開発によるコスト低減と併せ、 FIT から自立した導入を目指す。(2030年に7円/kWh;別紙)
- O 更に、関連する規制・制度改革については、引き続き各省と連携を行い進めてい く。

2. 産業の国際競争力強化

太陽光発電の電源としての競争力の強化に加え、国内における機器製造産業等の企業・産業の国際競争力を高めていくことも重要である。太陽電池モジュール製造に関しては、国内市場が縮小していく中、世界規模では太陽光発電の市場拡大が見込まれる。グローバルなモジュールメーカーの規模拡大競争の中で、国内企業・産業が海外展開を含め、競争を勝ち抜く力を持つことが重要である。

そのためには、高効率・高信頼性による差別化や、市場に応じた事業展開(システム売り等の高付加価値化等)が必要である。また、民間投資拡大を生み出していくためには、政府と産業界、学界が太陽光発電の将来像を共有し、コスト低減や技術開発、制度設計等を進めていくことが重要である。

(1) 国内メーカーの競争戦略、海外展開

- ・中国メーカー等が積極的な生産能力の増強とコスト低減競争を繰り広げる中で、 国内メーカーとしては、コスト低減に加え、高効率・高信頼性による差別化、機 器単体ではなく、システム全体としての高付加価値化が求められる。
- ・世界的な市場拡大の中、一定の生産規模の確保のためにも、海外展開は不可欠で あり、これらの付加価値を発揮できるような環境整備が必要ではないか。
- 国内における一定のマーケットを確保しながら、中国メーカー等とのモジュール の低コスト競争のみを目指さずに、技術革新による高品質・高信頼性や、太陽光 発電システムとしての付加価値向上の追求を行う。その際に、安全性・信頼性は 日本メーカーの強みとして非常に重要だが、それを検証できる方法が必要である。
 - ▶ 国内メーカーがモジュールの生産から撤退すると、蓄電池、燃料電池等の関連産業も同様な事態に陥りかねない。発電事業サイドにたてば、コストの側面だけで良いが、サプライサイドの産業も併せて発展していくためには、付加価値をつけながら国内メーカーの生産を維持していくことが必要との指摘もあった。
 - ▶ 太陽光発電の機器生産に当たって付加価値をつけていくことは重要だが、国内メーカーの機器への信頼性をビジネスの中で担保していくためには、長期安定発電における信頼性の評価方法を作ることが必要ではないか。20年、30年保たせるという品質を加速試験等で評価する必要があり、そのための技術開発は今後もやっていくべきとの指摘もあった。
 - ▶ 一方で、信頼性、耐久性に対してプレミアムを払うことはあってしかるべきだが、妥当性や受容性、住宅と非住宅の違いなどを考慮すべきではないか。また、太陽光発電は20年間定格どおりの品質をしっかりと出していくべきか、それともコモディティ化が進む中で、壊れたら途中で交換すれば良いと考えるか等、開発の方向性が世界のトレンドとずれていないかについては、常に留意する必要があるとの指摘もあった。

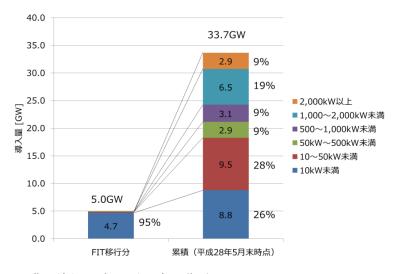
- モジュールや PCS など機器単体におけるコスト競争ではなく、発電システムとしての発電コストでの競争力強化が必要である。また、日欧米を中心に広がっていく自家消費マーケット向けに、様々な機器をつなぎ合わせる高度なエネルギーマネジメント技術で付加価値を付けていくことが必要である。
 - ▶ PCS は、通信機能や系統安定化機能など付加価値をつけることが可能であり、 価格にプレミアムが認められる可能性があるとの指摘もあった。
- 海外展開については、システム化として発電所そのものを建設し、所有権を売却する手法(BOT; Build-Operate-Transfer)も考えられる。また、太陽光発電のみならず、蓄電池やその他エネルギーリソースとの組合わせによるエネルギーマネジメントシステム(以下、EMS)そのものを展開していくことが考えられる。
 - ▶ モジュールメーカー単体ではなく、部材メーカー、化学メーカー、PCS メーカー等、国内企業の強みを活かしたシステム全体の信頼性を確実に上げていくことが重要との指摘もあった。
 - ▶ 海外のメーカーは、太陽光発電と組み合わせて、街作りや都市作りなどのインフラ全体を提案するビジネスモデルを展開しており、国内メーカーも、太陽光発電+αの発想で、システム全体で海外に提案を行っていくべきとの指摘もあった。
 - (2) 民間投資拡大に向けた環境整備(目標設定、規制・制度の合理化) 民間投資拡大を生み出すには、政府と産業界、学界が太陽光発電の将来像を共有 しながら、コスト低減や技術開発、制度設計等を進めるべきではないか。
- 今後の国内マーケットの拡大のためには、政府、産業界、学会において、①コスト効率的な導入を進め、太陽光発電の将来の自立化を目指すこと、②国内外のマーケットに対して一定のシェアを確保していくこと、③導入拡大に向けた電力系統等の導入環境を整備することなど、共通の認識を持つことが必要である。
- コスト効率的な導入については、中長期の価格目標の設定など、政府の目指す自 立化に向けた方針が、民間においても共有されることが重要である。
- 一定のマーケット確保については、国内においては長期エネルギー需給見通しで示された 2030 年のエネルギーミックスの導入見通しの水準を目指しながら、コスト効率的に導入すれば、エネルギーミックスにおいて示された FIT 買取費用が3.7~4 兆円 (太陽光発電は2.3 兆円) の水準であれば、64GW 以上の太陽光発電が導入可能であるとの認識を共有することが重要である。
- また、今後導入される太陽光発電については、ローカルの系統制約が課題となってくる。電力需要が乏しい地域では、系統接続時に必要な送電線強化のために、 多額の工事費負担金と長期の系統接続工事が必要となる。こうした課題を克服するために、既存の系統枠(送電線容量など)を有効活用する仕組みが必要である。
- O さらに、関連する規制・制度改革については、引き続き各省と連携を行い進めていく。(再掲)

第三章. 安定的な信頼ある太陽光発電の実現

~長期安定発電、系統制約対策~

I. 太陽光発電の長期安定発電の実現に向けた現状と課題

今後、太陽光発電が発電事業としてコスト低減を図りながらも、将来にわたって再投資を生み、信頼のあるエネルギー源として自立化していくためには、長期安定的に行われる発電事業として、またエネルギーインフラとして確立していく必要がある(太陽光発電の長期安定発電)。長期安定発電の実現に向けては、設備導入時の適切な設計・施工という観点のみならず、運転開始後の O&M (設備の運用管理と保守・メンテナンス)の両面の取組が重要である。また、それを支える新たなプレイヤーやビジネスモデルが生まれていくことも重要となる。我が国では、2012 年度から FIT に基づき太陽光発電が大量導入されたが、その特長として、10~50kW の低圧の発電設備が多数導入されているため(平成 28年5月末時点にて累積 396,874 件、9,515MW。FIT 後の導入は 9,369MW)、長期安定的に事業を稼働させていくという意識が低く、太陽光発電の初期の導入拡大は実現されたものの、発電事業としての適切な設計・施工、管理・運用の不在が課題となっている。



【参考 16 規模別導入量(平成 28 年 5 月末時点の状況)】

出典:資源エネルギー庁が集計。

FIT 開始後の実態調査においても、低圧の太陽光発電において保守点検・メンテナンスがほとんど実施されてない結果が報告されている。発生している事例としては、発電性能に関して、モジュールの発電特性の低下やPCSの停止が発生していること、また安全に関して、モジュールの飛散や機器の焼損なども一定程度発生していることが報告されている。発電性能については、適切なO&Mにより早期発見などを行うこ

とが必要であり、安全については、保安規制の中でしっかり対応していくことが必要である。

(発電性能・安全に関する実態調査結果) (注1)

- ○保守点検・メンテナンスの実施について
- ・高圧以上の案件では電気主任技術者による管理と保安規程に基づく点検等が実施されているが、低圧案件の26%では、保守点検・メンテナンスが行われていない。
- ○発電性能に関する事例について
- ・機器具材の初期不良や動物による事故などによるモジュール発電量の低下:約9%。
- ・PCS 等の停止による発電停止:約15%。
- ○安全に関する事例について
- ・パネル飛散、架台の損壊:約3%。
- ・設計・施工不良、落雷、機器・部材の初期不良による機器の焼損:約4%。
- ・九州地区の台風による高圧以上(3046件)の被害調査において、54件の構造物に 関する事故が発生。19件が設計基準風速の不足もしくは強度計算の未実施^(注2)。

注1:平成27年度新エネルギー等導入促進基礎調査 (再生可能エネルギーの長期安定自立化に向けた調査) におけるアンケート結果を元に作成 (発電事業者を対象、N=493)。「パワーコンディショナー等の停止」と回答があったものから停止要因のうち「落雷等による系統瞬停」「他事故の波及」「系統過電圧」を除いた値。機器の故障以外での停止を含む。なお、一度でも停止した場合を含む。停止期間は、特別高圧では数日~1週間以内。高圧・低圧では2週間以上停止が一定数存在。注2:九州地区の調査は、産業構造審議会 保安分科会 電力安全小委員会 新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ (第7回) より抜粋。

政府として、安全の確保については、改正 FIT 法により電気事業法(全ての太陽光発電設備が技術基準に適合するよう設計・施工し、維持管理する義務)を含む他法令の遵守を求めるとともに、架台、基礎の設計例等の具体的な標準仕様を明確化するなど、太陽光発電設備に関する電気事業法の保安規制の見直しも進めている。

また、新認定制度では、発電事業者が事業計画時において、発電性能の維持も含め、 適切に点検・保守を行うことを求めることとしており、それと併せて国が構造物、電 気設備、点検保守等を含む事業計画策定を行うに当たってのガイドラインを策定し、 民間ではその具体的な内容を示すガイドラインについて策定することにより、適切な 設計・施工、メンテナンスの水準を確実に担保していく。

こうした長期安定発電の実現に向けた法令上の規制やガイドラインによる事業環境の整備だけでなく、産業・業界構造の変化なども含めて、太陽光発電事業が短期的な投資事業ではなく、長期の安定的な発電事業に転換していくためのビジネスモデルや事業形態が生まれていく必要がある。

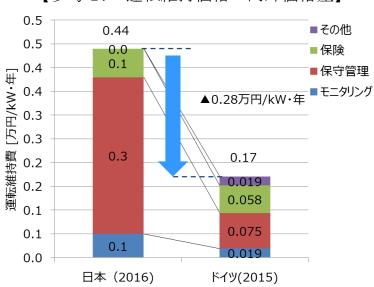
そのために、安全の確保を前提に、システム価格の分析と同様に、O&M についても太陽光発電ビジネスの構造を分析し、将来の自立化に向けて、コスト競争力のある産業形成を促していくことが求められる。そのため、運転維持価格に関するコスト構

造の内外比較を行った上で、政府・業界で進めるべき取組について、議論を行った。 また、長期安定発電としての事業が進むためには、系統制約の解消が必要となる。 足下では、ローカル系統における工事費用が次第に増えていくことになり、発電事業 のボトルネックになる可能性がある。また、太陽光発電は変動電源であるために、供 給量の増加により、域内の電力需要をオーバーした場合には優先給電ルールに基づき、 出力が制御される可能性がある。継続的に太陽光発電が導入されるため、こうした課 題を克服するには、どのような対策が必要かについても議論を行った。

Ⅱ. 太陽光発電のコスト構造・業界分析

1. コスト構造分析

- 国内の非住宅の運転維持価格はドイツの 2 倍以上(▲0.28 万円/kW・年; 5.6 万円/kW・20 年)となっている。いずれの項目の費用も高くなっているが、特に保守管理費用の差が最大要因となっている。なお、住宅用については、ドイツとほぼ同水準である。
- 非住宅の運転維持価格における内外価格差の要因としては、国内の O&M のルールが未整備で、O&M 事業者が乱立し、適切なサービスや価格の水準が収斂しておらず、産業基盤としては未成熟な状況にある点が挙げられる。更に、国内固有の点として、保安規制により一定規模以上の発電設備における電気主任技術者の現地確認による労務コストの増加も挙げられる。



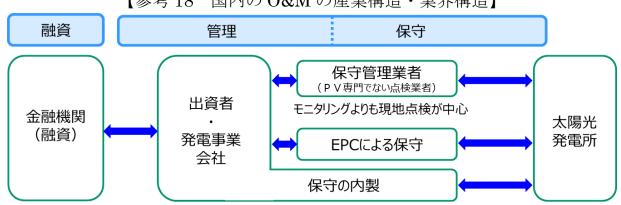
【参考17 運転維持価格の内外価格差】

出典:日本は平成28年FIT年報データより。

ドイツは、IEA/NEA,Costs of Generating electricity 2015 Edition に基づき算出した金額に、資源総合システムがヒアリングにより調査した内訳比率を適用。

2. 産業構造・業界構造について

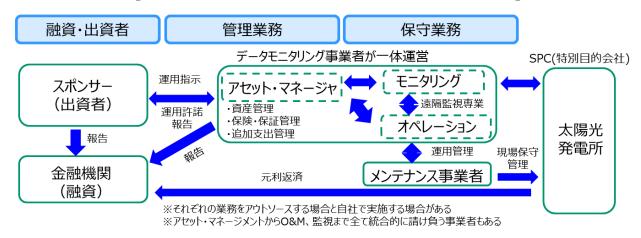
- 国内の非住宅用市場では、保安規制における定期点検の義務づけを背景として、太陽光発電専業ではない点検業者が主要プレーヤーであり、提供する保守サービスは現場点検や不具合発生時の駆け付けが中心となっている。他方、遠隔監視やデータ解析で省力化を図るといった志向はまだ限定的であり、遠隔監視を行う場合でも、膨大なデータを蓄積するだけで本格的に O&M として活用できていないケースが多く、また、アセットマネジメントなどの運用管理と一体化された O&M も限定的である。こうした産業・業界構造がコスト高の一因となっている可能性がある。
- 国内の住宅用市場では、主要なプレーヤーであるモジュールメーカーが一部モニタリング装置販売、遠隔監視サービスを提供しているが、住宅用の設置者が保守管理契約に加入するケースは少ない。また、海外と比較すると屋根貸しモデルの導入も少ないため設備の運用管理の実施はほとんど無い。実態上は、メーカーが駆け付けなどが発生した場合の対応、保守に要する経費もモジュール価格などのイニシャルの販売価格に含まれている可能性がある。



【参考 18 国内の 0&M の産業構造・業界構造】

- 欧米の非住宅用市場では、アセットマネジメントも含む設備と事業の運用管理業務を一体で行うことが多く、データモニタリング事業者がその主要プレーヤーとなっている。モニタリング事業については、規模の経済が働き、大手 PCSメーカーや監視・分析専門の事業者等へ集約化される方向である。発電事業者が、O&M事業者を乗り換える事例も増加しており、高額だった O&M 価格は年々低下傾向にある。
- モニタリング事業者は、SCADA(産業用汎用制御システム)による遠隔監視、 膨大なデータの分析を行い、現場での点検・保守を省力化している。また不具 合パターンを分析することにより、早期のアラート発出や、現地で必要な保守 内容を事前に把握することが可能であり、最適なタイミングでの保守内容のア ドバイス等のサービスも実施している。

■ 欧米の住宅用市場では、TPO モデルの場合、TPO 事業者が O&M の主要プレーヤーである。TPO 事業者が全ての O&M を行うため、住宅オーナーは管理について気にする必要がない。



【参考 19 ドイツの O&M の産業構造・業界構造】

Ⅲ.研究会での議論を踏まえた課題と対応策

1. 長期安定的な発電基盤

太陽光発電は、FIT 買取期間を越えて、更新投資を重ねつつ、長期安定的かつコスト効率的に発電が継続される、「信頼される発電事業」へと成長していくことが重要である。他方、足下の我が国の現状としては、短期的な FIT による売電収益を目的とした、低圧案件が多数分散的に存在しており、これらの案件については、事業の継続性や適切な O&M に対する意識の低い事業者の存在も懸念される。

そのため、改正 FIT 法においてメンテナンスについての規律の強化を図っていく。 それと併せて、O&M 産業の成熟化には、地域にてメンテナンスを担う産業基盤の確立や、適切なモニタリングと膨大なデータ蓄積・分析を通じた効率的な O&M の実現が必要である。また、所有・運営形態についても、インフラファンド等、長期に発電所を保有する主体を中心とする産業・業界構造、体制の再構築が必要である。

- (1) 設計・施工段階でのコスト低減と安全確保の両立 コスト削減競争と安全・品質確保の両立を図るためにどのような対応が必要か。
- 安全の確保に向けた基準については、FIT 省令及び事業計画策定ガイドラインに おいて、求められる基準を明確化することに加え、業界団体においても目指すべ き設計・施工に関するガイドラインを作成する等、安全・品質の確保に向けた基 準の明確化を行う。

- O また、最適な基礎構造と架台の組合せを低コストで実現する設計や機器の技術開発や、業界における工法の標準化も重要である。そのため、継続的な技術開発支援や土地造成の不要な設置工法や工期削減の取組等の優良事例の収集と横展開を実施していく。
 - ➤ 現時点では、EPC 業界においても、安全優先と低コスト優先とに二極化している傾向があり、バランスの取れた工法の標準化がなされていないとの指摘もあった。
 - ▶ 特に、太陽光発電の工期の短縮については、EPC 事業者の工夫の余地がまだ あるのではないかとの指摘もあった。

(2) 効率的な O&M 産業構造の実現

効率的な O&M 産業構造の実現に向けて、改正 FIT 法におけるメンテナンスについての規律の強化等とそれに併せた支援措置を行うべきではないか。

- 改正 FIT 法において、適切に保守点検及び維持管理するために必要な体制を整備し、実施することについての遵守を求めると共に、国と民間が役割分担し、発電事業者として実施すべきメンテナンス(保守・点検)の内容を規定するガイドラインを策定する。
- ガイドラインに沿って適切にメンテナンスが行われるためには、地域での関連産業の基盤確立が必要なため、地方自治体と連携し、例えば、地域のメンテナンス事業者のデータベース化や協議会組成、設計・施工・メンテナンスの研修等を地域主体で進めていく。
- また、モニタリングと現地点検実施者、主任技術者など関係するプレーヤーの適切な役割分担とそれぞれのサービス対価の透明性を図ることや、O&M サービス内容が発電性能維持へ与える効果を明確していくことが必要である。
 - ▶ 現行の O&M におけるメンテナンスサービスやサポートに対して、同サービス が適正に評価されて価格がつくように、同サービスの対価をイニシャルコスト に含めるのではなく、イニシャル費用とランニング費用とを明確に分けること が重要との指摘もあった。
- さらに、O&M における設備の運用管理を成熟させると共に、アセットマネジメントや出力制御を含む発電事業の運用管理業務との一体化により、付加価値の高い O&M ビジネスの創出を促すことで、効率的な O&M 産業構造を実現することが必要である。
- O 電気事業法等の規制については、安全を確保しながらも、IoT の導入による規制のスマート化についての検討を行う。
 - ▶ 規制面の影響でコスト高になっている部分もあり、例えば特別高圧案件では、 電気主任技術者の常駐が大幅なコスト増要因となっている。現地確認の部分に ついて、遠隔監視できるようになれば、コスト低減に繋がるとの指摘もあった。

(3) インフラファンド等の活用

所有と運営の分離を図り、コスト効率的な事業実施・運営の実現を図るインフラファンドの導入は有効ではないか。また、信頼される長期安定的な発電という観点から、大手電力等による事業の集約化も必要ではないか。

- インフラファンドは様々な投資対象をポートフォリオで組んでおり、また、投資 にあたっては長期保有が前提であるため、低い内部収益率での運用が可能となる。 その結果、太陽光発電を含む再生可能エネルギーへ投資するポテンシャルが増加 する。
- また、自らは O&M を実行しないが、アセットマネジメントの観点から、一定のサービス水準を持つ太陽光発電専門の O&M 事業者への委託などを通じて、ランニングコストを抑えながらも、自らの発電事業から得られるキャッシュフローの最大化を行うことにより、太陽光発電事業を長期安定発電のビジネスモデルに移行していくことが重要である。
- 長期安定発電の観点から、将来的にはインフラ企業含めた一定の規模を持つ再生 可能エネルギー発電事業者がロールアップし、垂直統合型のビジネスモデルや、 規模のメリットを活かした効率的な事業運営を行うことが重要である。

2. 電力系統制約の克服

太陽光発電は、電源としての特性上、自然条件により出力が変動し、発電容量当たりの発電電力量が小さいため、系統接続において、その特性を踏まえた効率的な系統接続を行っていくことが重要である。また、太陽光発電が大量導入されるに当たって、出力変動が導入可能量の制約となるため、出力変動対策として、制御技術、発電予測、系統用蓄電池の技術開発等を進めていくことが重要である。

(1) 導入拡大に向けた系統運用ルールの見直し

太陽光発電の特性を踏まえつつ、既存の系統を最大限活用し、導入拡大に資する形での系統運用ルールとすべきではないか。

- 今後導入される太陽光発電については、ローカルの系統制約が課題となってくる。 電力需要が乏しい地域では、系統接続時に必要な送電線強化のために、多額の工 事費負担金と長期の系統接続工事が必要となる。こうした課題を克服するために、 既存の系統枠(送電線容量など)を有効活用する仕組みが必要である。(再掲)
- また、再生可能エネルギーを最大限導入するために、広域融通など地域間連系線の利用を最大限行うことが重要であり、限界費用の低い再生可能エネルギー電源が活用されるためのルール整備が必要である。

(2) 出力変動対策の技術開発等の実施

太陽光発電を含む再生可能エネルギーの最大限の導入のためには、出力変動対策の制御技術、発電予測、系統用蓄電池の技術開発等を進め、電力系統との協調を図ることが重要ではないか。

- O 出力変動対策技術については、気象データを活用した発電予測技術と、蓄電池の活用等による出力調整技術を組み合せて、広域的に需給調整を行う系統運用技術の開発を継続して行う。系統用蓄電地については、系統運用に活用するための出力調整技術の実証と低コスト化へ向けた材料や製造工程の改善などの技術開発を進める。
 - ▶ 出力制御については、ネガティブな印象が強いが、EMS などと組み合わせる こと等、積極的に活用することで調整力として活用できる可能性があるとの指 摘もあった。
- 今後、再生可能エネルギーの導入が進み、地域内の電力需要量を供給量が上回った場合、再生可能エネルギーの出力制御が行われる可能性があるため、どのような形で電源間や発電事業者間の制御に対する公平性を担保しながら出力制御が行われるのかについてのルール整備を行う。

第四章. 太陽光発電の自立的な導入加速時代

~未来型ソーラーライフ時代~~

I. 研究会での議論を踏まえた課題と対応策

1. 自家消費モデルの確立

家庭・オフィス・工場等において、自家消費と一体化した形での太陽光発電の導入 は、自給電源によるセキュリティーの確保、電力系統の負担軽減等の観点から有意義 である。また、地域の再生可能エネルギー資源を地域において活用する地産地消型の 取組も始まっている。

今後は、こうした自家消費モデルを拡大することにより国民負担の少ない自立的な電源を増やし、また「太陽光発電システム」として EV・PHV や蓄電池等とも連携したエネルギーマネジメントを実現するなど、自家消費比率の向上をコミュニティや地域単位で広げていくことが重要である。また 2019 年は、(余剰買取制度から移行した) FIT 買取期間が終了した電源が初めて生じる重要な契機であり、適切な環境整備、インセンティブ設定により、自立的な太陽光発電の導入拡大を図るべきである。

- (1) 自家消費型の太陽光発電の導入促進インセンティブ 自家消費型の太陽光発電の導入促進に当たっては、FIT では売電インセンティ ブが働くため、FIT 以外でのインセンティブ設定が必要ではないか。
- O FIT 価格と電気料金が逆転すれば、自家消費のインセンティブが向上するため、 早期に太陽光発電のコストダウンを進めると共に長期的な目標価格を示していく。
- O 2019年には、2009年から始まった余剰買取制度から FIT 制度に移行した電源の固定価格の買取終了が初めて生じる。そのため、ポスト FIT を見据えた自立的な太陽光発電の導入形態を想定した、太陽光発電を含む再生可能エネルギー自体の価値にインセンティブを与える制度設計(再生可能エネルギー電気のプレミアム取引市場の創設等)や、自家消費比率を高めるための定置型蓄電池や EV 等の蓄電装置及びヒートポンプなどの需要設備と連携した太陽光発電システムの開発が必要である。
- また、地域での再生可能エネルギー資源を活用した地産地消型の取組もはじまっており、自家消費型の再生可能エネルギーの導入支援や、地域資源を活用した面的なエネルギーの活用についての支援を行う。
- 自家消費型の主要マーケットである住宅用については、ZEH 等の住宅とのパッケージ化による導入拡大を図るため、「2020 年までにハウスメーカー等の新築戸建住宅の過半数を ZEH 化」という目標に向けて、技術開発、導入支援・広報活動等

を実施していく。

▶ さらに、新築住宅の太陽光発電搭載率 100%を目指し、住宅の省エネ基準を満たすために中小の工務店が太陽光発電を標準で採用するような誘導策や、工場・ビル等の自家消費電源として標準で搭載されるように省エネ法上の規制等での誘導が必要ではないかとの指摘もあった。

(2) EMSの導入、EV・PHVとの連携

自家消費比率を高めると共に系統負担を軽減するには、蓄電池、EV・PHV、ヒートポンプ等を活用した EMS の導入が不可欠である。これらを繋ぐ統一規格の導入や、取組自体の普及・加速を促すルール整備が必要ではないか。

- 今後は、太陽光発電単体ではなくエネルギーシステム(創工ネ機器(太陽光発電) と蓄工ネ機器(定置型蓄電池、EV・PHV)を組み合わせたシステム)として展開 していくことが重要である。
 - ▶ 外部からの通信、制御を可能とする必要があり、特に太陽光発電と EMS との連携に当たっては、PCS の通信機能が重要である。そのために、各機器を同じ通信規格に統一する必要があるとの指摘もあった。
 - ➤ 海外では「スマートインバータ」として双方向通信機能や系統安定化機能など を PCS に具備することについての議論が進んでおり、国内の PCS にも同様な 高機能化が必要であるとの指摘もあった。
 - ▶ PCS は、通信機能や系統安定化機能など付加価値をつけることが可能であり、 価格にプレミアムが認められる可能性があるとの指摘もあった。(再掲)
 - ▶ 様々な機器と太陽光発電が繋がる前提では、一度蓄電池に貯められた電気を FIT 買取の対象とすることが認められておらず、太陽光発電の電気のみが蓄電 されるようにする必要があるが、適切な計量を行うことで、その課題の解決が できるのではないかとの指摘もあった。

2. 太陽光発電ベースの未来型社会

将来的な太陽光発電や蓄電池の劇的なコストダウンと、出力制御技術、ネットワーク技術の飛躍的発展が実現すれば、個々の家庭や事務所の太陽光発電・蓄電池等の機器について、需給調整の役割の一端を担う形で社会全体の調整力としても有効活用する新たなエネルギーシステムを構築していくことが考えられる。また、地域に分散的に導入される太陽光発電をベースとして生み出される新たな暮らしや社会を支える新しいビジネス(EV 等と連携することでの持ち運び可能な電気の活用など)の創出、更には海外展開に取り組むことが必要である。

- (1)分散型の太陽光発電を前提としたエネルギーシステムの確立 太陽光発電や蓄電池等と組み合わせた EMS の普及のみならず、分散型のエネ ルギーを社会全体で活用するエネルギーシステムの構築に向けて、市場・制度設 計を進めるべきではないか。
- ポスト FIT を見据えて、FIT 価格を下げていくとともに、太陽光発電は電力市場における電力価値に加えて付加価値を付与することにより、自立的な導入を図ることが必要である。
- 定置用蓄電池や EV・PHV などの車載用蓄電池等を用いて一定量の蓄電機能を有することにより、系統への負担軽減を実現する自家消費型や調整力をもった太陽光発電を増やしていくべきであり、将来的には蓄電池等のコスト低減に伴い再生可能エネルギーも安定電源を目指す方向性になる。まずは、一つ一つが小規模である分散型のエネルギーリソースを調整力として活用するためには、アグリゲーションが必要であるため、このような新しいビジネスを創出するための制度設計などの環境整備を行う。
- また、蓄電池のコスト低減を実現するために一定の価格目標を設定することや、 再生可能エネルギーに電力価値以外の付加価値(調整力等)を付与する VPP の実 証を進めると共に、今後行われる調整力の公募調達においても再生可能エネルギ ーの有効活用を促すことが重要である。
 - ▶ 太陽光発電と蓄電池等の分散型のエネルギーリソースを系統接続して、社会的に活用するように、政府がネットワーク規制を変革する方策も検討すべきではないかとの指摘もあった。
- また、太陽光発電を含む再生可能エネルギー自体の価値にインセンティブを与える制度設計(再生可能エネルギー電気のプレミアム取引市場の創設等)も必要である。(再掲)
- こうした国内において開発・実証した技術を活かし、太陽光発電単体売りではなくて、EMSを含むシステム全体として、海外のマーケットにアプローチしていくための支援を行っていく。
 - 海外のメーカーは、太陽光発電と組み合わせて、街作りや都市作りなどのインフラ全体を提案するビジネスモデルを展開しており、国内メーカーも、太陽光発電+αの発想で、システム全体で海外に提案を行っていくべきとの指摘もあった。(再掲)

太陽光発電の導入拡大に向けた方向性 (課題と対策 ~ P V 100年構想に向けて~)

参考資料1(概要)

太陽光発電競争力強化研究会 報告書の概要

太陽光の自立的な導入加速時代~未来型ソーラーライフ時代へ~

1. 自家消費モデルの確立

- ・系統への負担が少ない、自給・自 立型や、地産池消モデルの普及拡 大が鍵。
- ・2019年に向けて、
- ①EV、蓄電池と連携したエネル ギーマネジメントの実現 (共通通信規格の普及等)
- ②自家消費インセンティブ (FIT価格<電気料金)

2. PVベースの未来型社会

- ・地域に分散的に導入されるPVを ベースとして生み出される
- ①新たな暮らしや社会の姿や、
- ②VPP等の新たなエネルギーの取組の実現を目指すとともに、これを実現するビジネスの創出、更には海外展開に取り組むべき。

競争力のある太陽光発電の実現 〜コスト構造改革、 競争力のある産業の創出〜

1. 電源としての競争力強化

・高いFIT価格、多段階流通構造 により、システム費用が海外の約 2倍。

・FIT価格低減等で競争を促し、技 術開発によるコスト低減と併せ、 FITから自立した導入を目指す。 (2030年に7円/kWh)

2. 産業の国際競争力強化

・日本企業・産業が、グローバルな規模拡大競争の中で、海外展開を 含め、競争を勝ち抜く力を持つこ とが重要。

①高効率・高信頼性による差別化

②市場に応じた事業展開 (システム売り等の高付加価値化) 安定的な信頼ある太陽光発電の実現
〜長期安定発電、系統制約対策〜

1. 長期安定的な発電基盤

・多数の投資目的の低圧案件、長期安定発電の意識が低い。

①FITでメンテナンスを義務化

- ②長期安定発電の体制の構築
- ーインフラファンド活用による所 有・運営の再構築
- ー地域メンテ産業の創出

2. 電力系統制約の克服

・自然条件により出力が変動、 導入可能量に制約が存在。

①導入拡大に向けた系統運用ルー ルの見直し

②出力変動対策の技術開発等 (出力制御、変動予測、蓄電池)

~産官学による将来の太陽光の導入像を共有、技術開発、規制改革により、民間の投資を喚起~

太陽光発電のコスト低減イメージ

参考資料1(別紙)

- 欧州の約2倍のシステム費用を大幅に引き下げ、市場価格水準をそれぞれ達成。 (=自立化
- このため、非住宅については、2030年10万円/kW、住宅用については、2020年以降できるだけ早い時期に20万円/kWの達成を目指す。

【現状】

現行のシステム費用は、約30万円/kWで欧州の2倍

モジュール・PCS: 1.7倍

- 国際流通商品でも内外価格差が存在。
- 住宅用は過剰な流通構造で3倍の価格差。

競争促進と

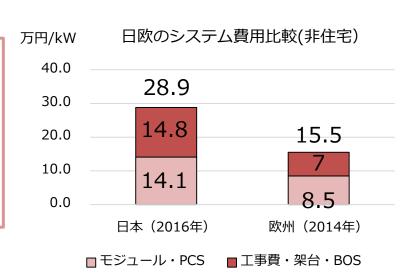
技術開発により

国際価格に収斂

工事費・架台等:2.1倍

- 太陽光専門の施工事業者も 少なく、工法等が最適化されていない。
- 日本特有の災害対応や土地 環境による工事・架台費 増。

工法等の最適化、技術開発等により低減



【目標】

<非住宅用太陽光>

- ·2020年 20万円/kW
- (発電コスト14円/kWh※に相当)
- ・2030年 10万円/kW(発電コスト7円/kWh※に相当)

<住宅用太陽光>

・2019年

30万円/kW

(売電価格が家庭用電力料金24円/kWh並み)

・出来るだけ早期に

20万円/kW

(売電価格が電力市場価格11円/kWh並み)

※2020年14円、2030年7円/kWhはNEDO技術開発戦略目標