

太陽光発電システム効率向上・維持  
管理技術開発プロジェクト/  
太陽光発電システム技術開発動向調査/  
太陽光発電システムのコスト低減に関する  
技術開発動向調査

杉渕 康一  
(株)資源総合システム  
2019年10月18日

問い合わせ先  
株式会社資源総合システム  
E-mail: [info@rts-pv.com](mailto:info@rts-pv.com)  
TEL: 03-3551-6345  
URL: [www.rts-pv.com](http://www.rts-pv.com)

# 事業概要

## 1. 期間

開始： 2015年2月

終了： 2019年2月

## 2. 最終目標

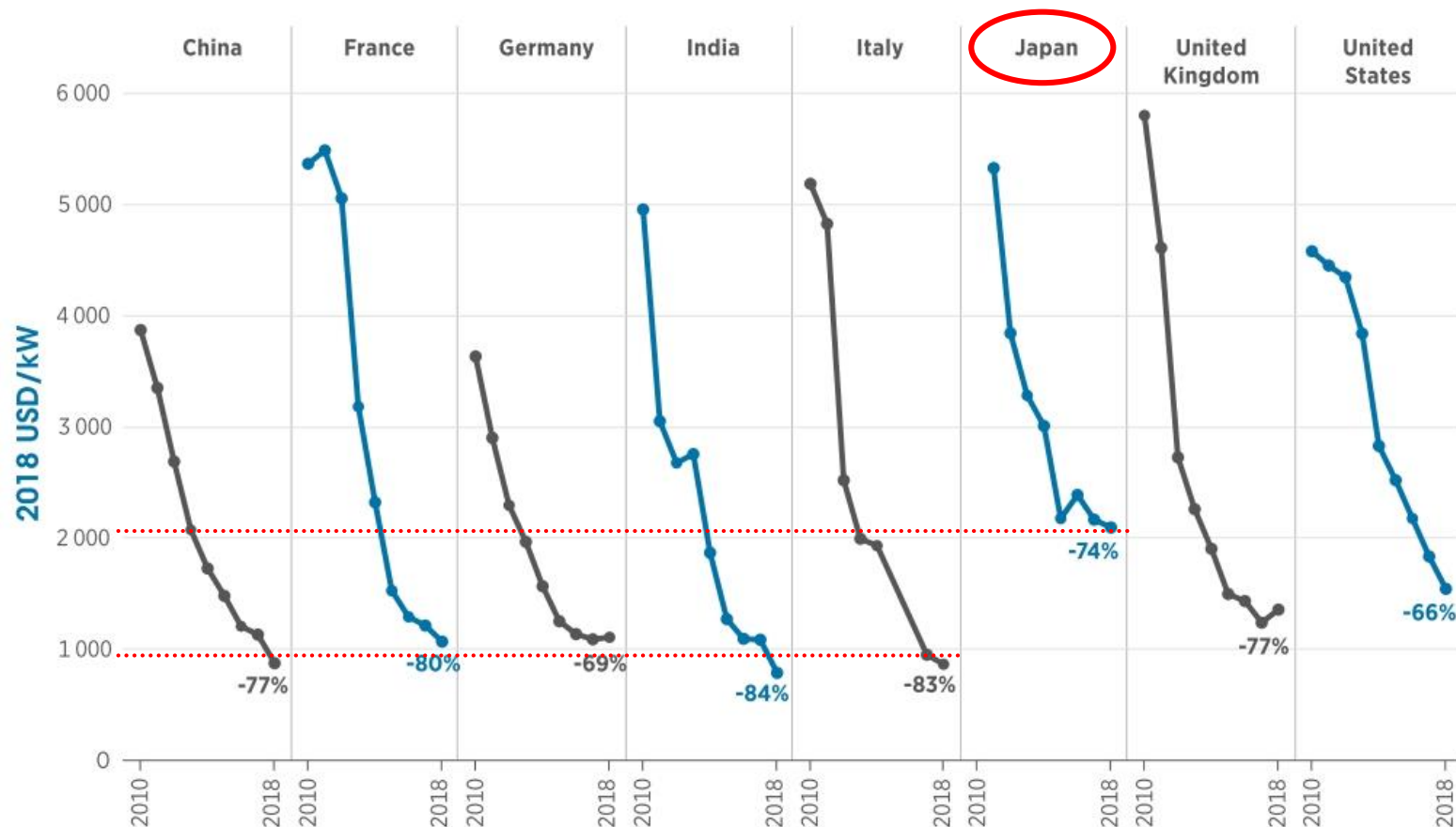
国内外における太陽光発電システムについてのコストや実態を定点観測するとともに、それらを体系的に分析・評価し、技術開発へフィードバックし、太陽光発電システムの効率向上・維持管理技術およびコスト低減の技術開発についての今後の方向性の策定に資することを目的とした。

## 3. 成果概要

本調査では調査項目として、①国内外における太陽光発電システムの実態調査(システム・コスト調査、太陽光発電システムの実態調査、信頼性・安全性の実態調査)、②国内外における最先端の太陽光発電システム技術開発動向調査、③海外諸国の研究開発プログラムに関する動向調査、④国内外の産業動向・施策に関する調査、⑤太陽光発電システム普及・利用動向調査、⑥国内外の太陽光発電産業・市場動向に関する調査、⑦太陽光発電システム普及施策・企業動向に関する調査、⑧ドイツにおける電力事業用太陽光発電システムのコスト分析調査、他を実施し、システムコスト低減に関する国内外の最新の動向に加え、技術開発・産業・施策等の動向についても調査を実施した。

# 国際水準に比べて日本はコスト高

- ✓ 世界各国の太陽光発電システムの導入費用(初期投資)は2010～2018年にかけて66～84%コスト低下した。日本も74%の低下。
- ✓ しかしそれでも2018年時点の導入費用は、日本:22万円/kW、仏・独・伊:11万円/kW、米:15万円/kWと、欧米に比べて日本はコスト高だと言われている

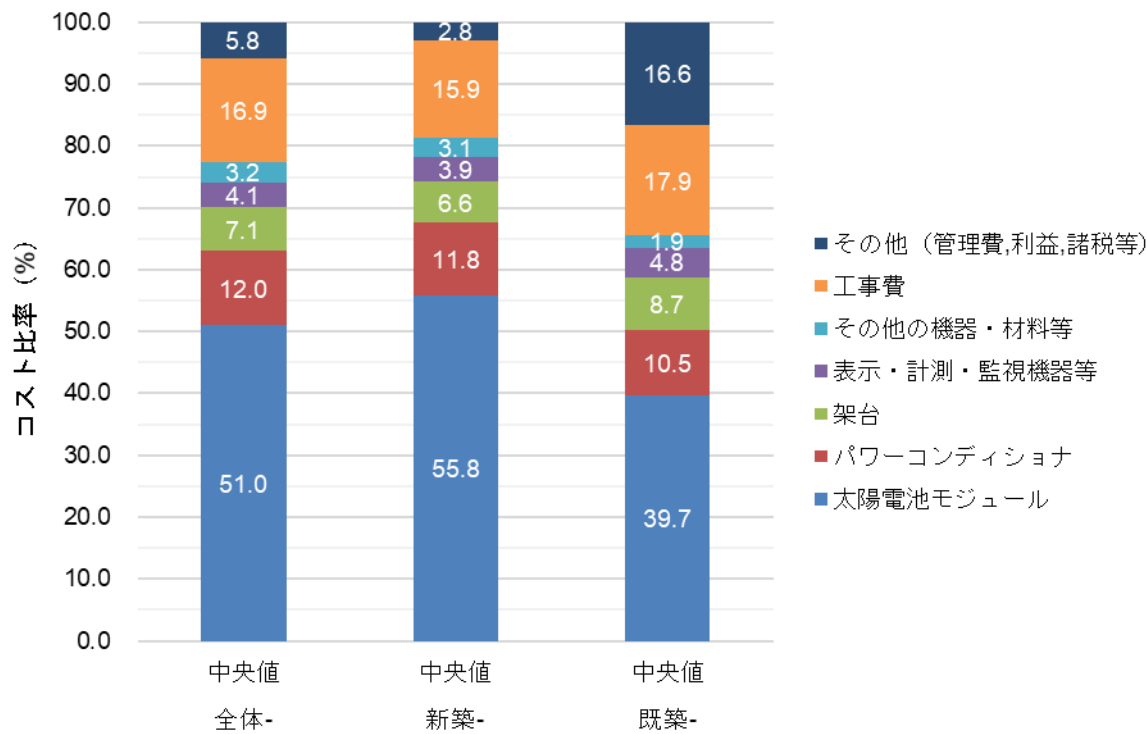


出典: Electricity Storage and Renewables; IRENA; 2017/10

(※110円/USDで計算)

# 導入コスト：住宅用・システム全体

新築 258円/W、既築 253円/W、全体251円/W



- ✓ 新築と既築とを比較すると、太陽電池モジュールとその他（管理費、利益、諸税等）とでトレードオフの関係となっている。
- ✓ これは、新築においては国内メーカーの太陽電池モジュールを標準搭載した住宅が多く、既築においてはより低価格の海外製太陽電池モジュールが採用されるが、その分、管理費、利益、諸税等の割合が多くなっている、という状況を示しているのではないかと推測される。

コスト構造（中央値）（単位：円/W）

	新築	既築	全体
太陽電池モジュール	177.6	125.0	160.0
パワーコンディショナ	37.5	33.0	37.5
架台	20.8	27.3	22.2
表示・計測・監視機器等	12.5	15.0	12.7
その他の機器・材料等	10.0	6.0	10.0
工事費	50.6	56.3	52.8
その他（管理費、利益、諸税等）	9.1	52.4	18.2
ハードコスト小計	258.5	206.3	242.4
ソフトコスト小計	59.6	108.7	71.0
システムコスト（値引前）	318.1	315.0	313.5
値引	-60.0	-62.5	-62.5
システムコスト（値引後）	258.1	252.5	251.0

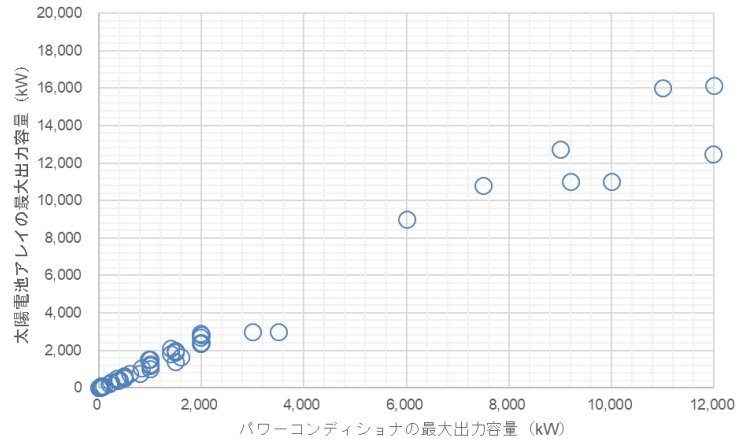
# 導入コスト：住宅用・システム全体の経年推移

- ✓ システムコスト（設備導入全体のコスト）をみると、平成27年度から平成29年度の2年間で348円/Wから300円/Wに13.8%低下したのに対し、平成30年度は251.0円/W（値引後）となっており、1年間で16.3%の低下となった。
- ✓ コスト構成要素を個々にみると、平成29年度に対し平成30年度が、コスト上昇しているように見えるものもあるが、実際には全体値引（-25%）によってコスト低下していると考えられる。

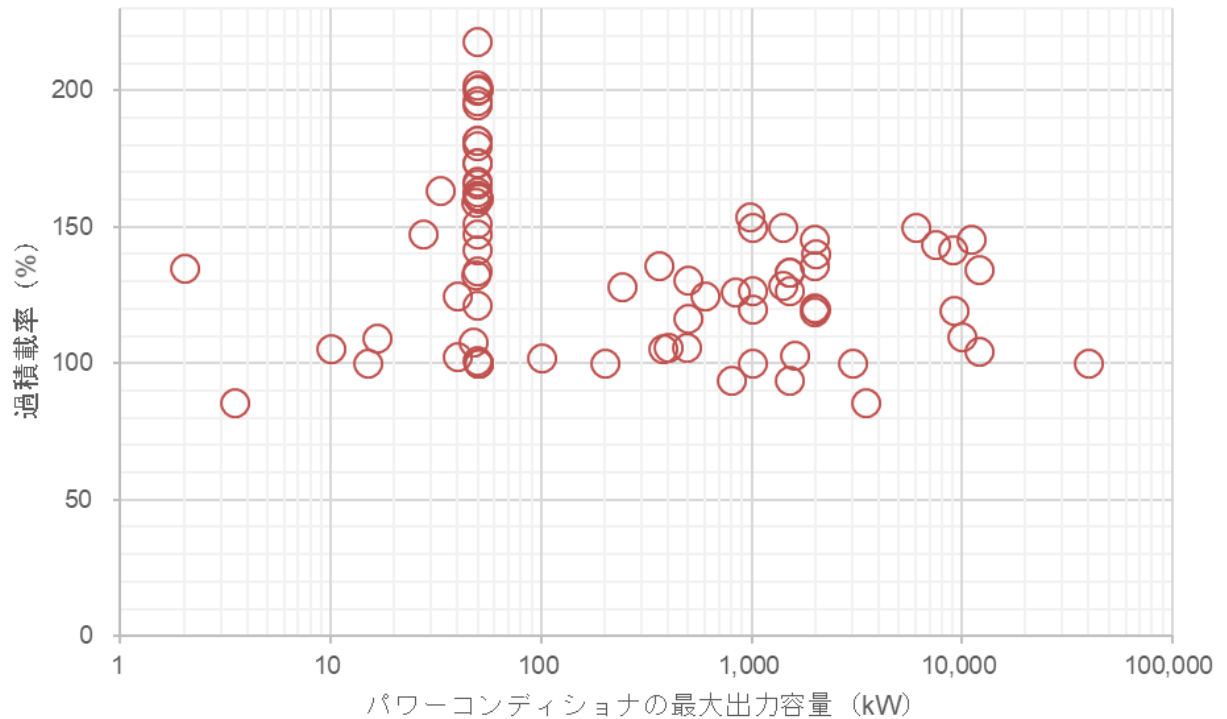
項目		平成27年度	平成29年度	平成30年度
代表値 (単位)	コスト構成要素	平均値 (円/W)	平均値 (円/W)	中央値 (円/W)
設備機器 (ハード)	太陽電池モジュール	138	131	160.0
	パワーコンディショナ（PCS）	42	32	37.5
	架台	37	26	22.2
	表示・計測・監視機器等	20	10	12.7
	その他の機器・材料等	20	8	10.0
機器以外 (ソフト)	工事費	65	50	52.8
	その他（管理費、利益、保険等）	26	20	18.2
値引き		—	—	-62.5
システムコスト（設備導入全体）		348	300	251.0
コスト変化率（%）		—	-13.8	-16.3

# 事業用設備・過積載率

- ✓ 対象設備における過積載率の分布： 低圧連系で平均149.1%、最大218.2%、  
高圧連系で平均122.0%、最大153.6%、  
全体では 平均122.7%、最大で150.0% に分布
- ✓ 事業用の太陽光発電設備において、120～150%の過積載が一般的になっている  
特に低圧連系設備（50kW未満）の設備において、高い過積載率になっている



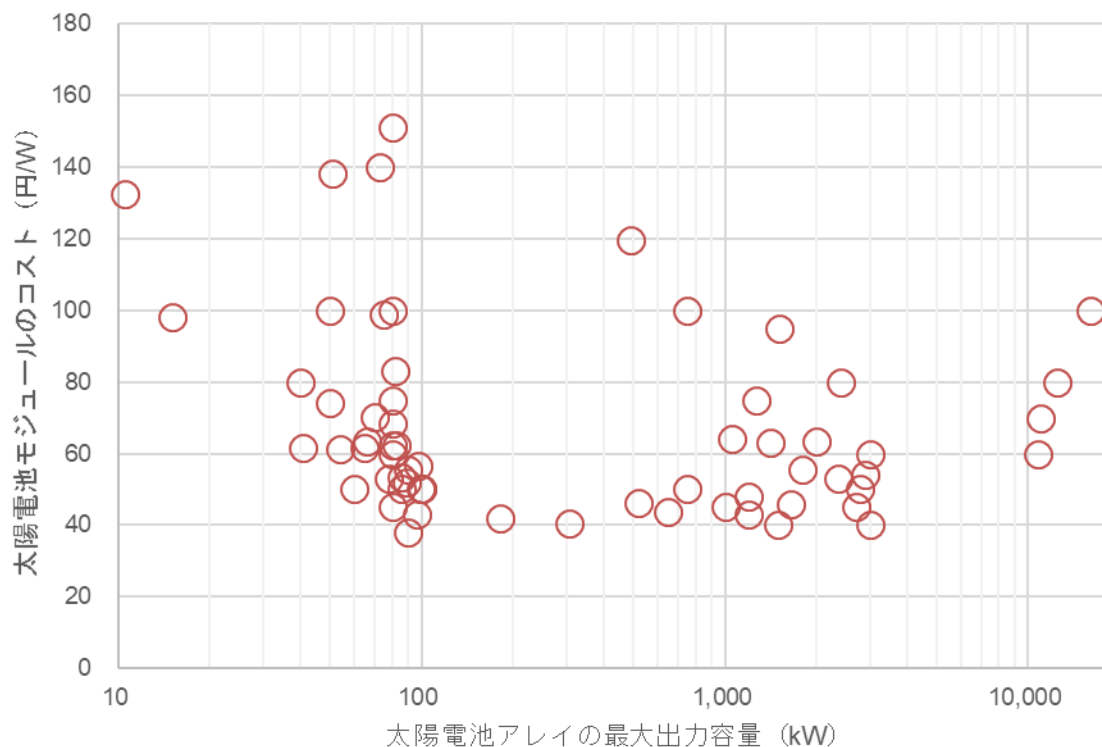
PCS容量に対するアレイ容量



PCS容量に対する過積載率

# 事業用・導入コスト：太陽電池モジュール

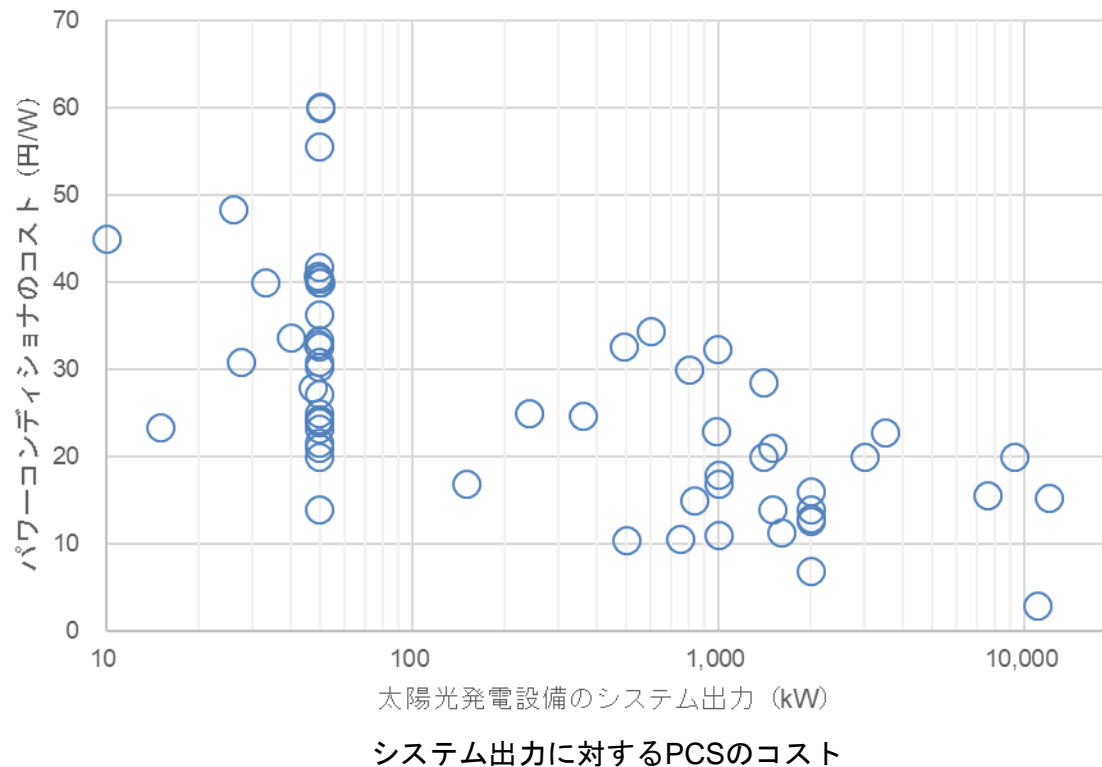
- 低圧連系：38.0円/Wから416.7円/Wまで大きくコストはばらついた。分布を見ると50～70円/W近辺に偏っていることが読み取れ、中央値である62.5円程度が平均的なコスト。
- 高圧連系、特別高圧連系の範囲においてモジュールコストは40～120円/Wに分布しているが、システム出力容量とモジュールコストとの間に強い相関はみられず、必ずしも大規模メガソーラーがコスト有利というわけではない状況となっている。
- モジュールコストの最安値は38.0円/W（システム容量49.5kW、太陽電池容量90kW、過積載率1.82%）のケースであった



アレイ容量に対するモジュールコスト

# 事業用・導入コスト：PCS

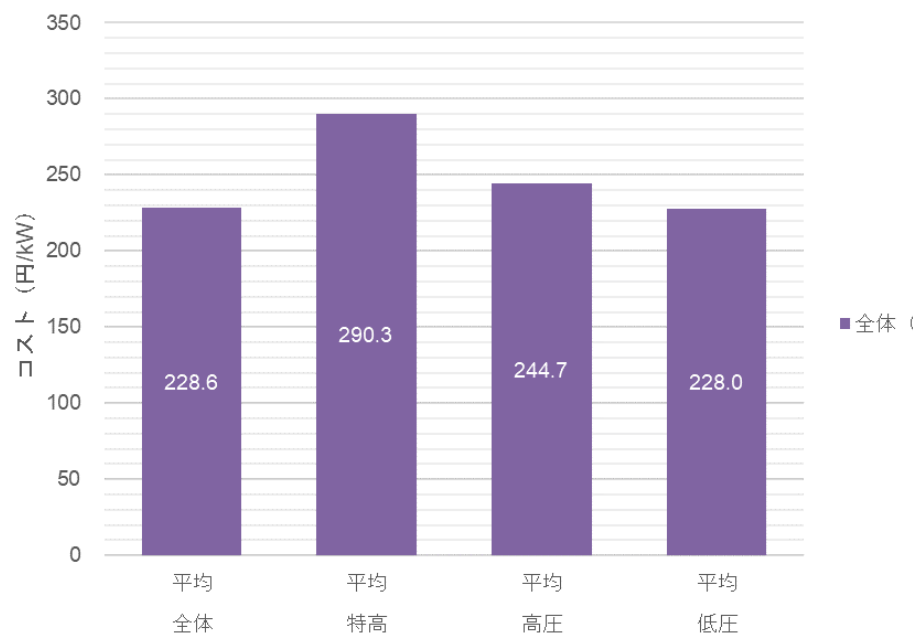
- 低圧連系：14.0～60.1円/Wに分布し、平均値で35.0円/W、中央値で32.9円/W。低圧連系用の場合、メーカーや機種、単機容量のバリエーションが多いこと、海外製の低価格製品がシェアを伸ばしていること等により、コストに幅がでていると推測される。
- 高圧連系、特別高圧連系を含む全体のコスト傾向をみると、システム出力が大きくなるに連れてコストが低下している傾向がある。
- 中央値だと、低圧連系で32.9円/kW、高圧連系で17.5円/kW、特高連系15.4円/kWとなった。高圧以上の設備においては、単機容量の大型化によってコスト低減が進んでいると推測される。



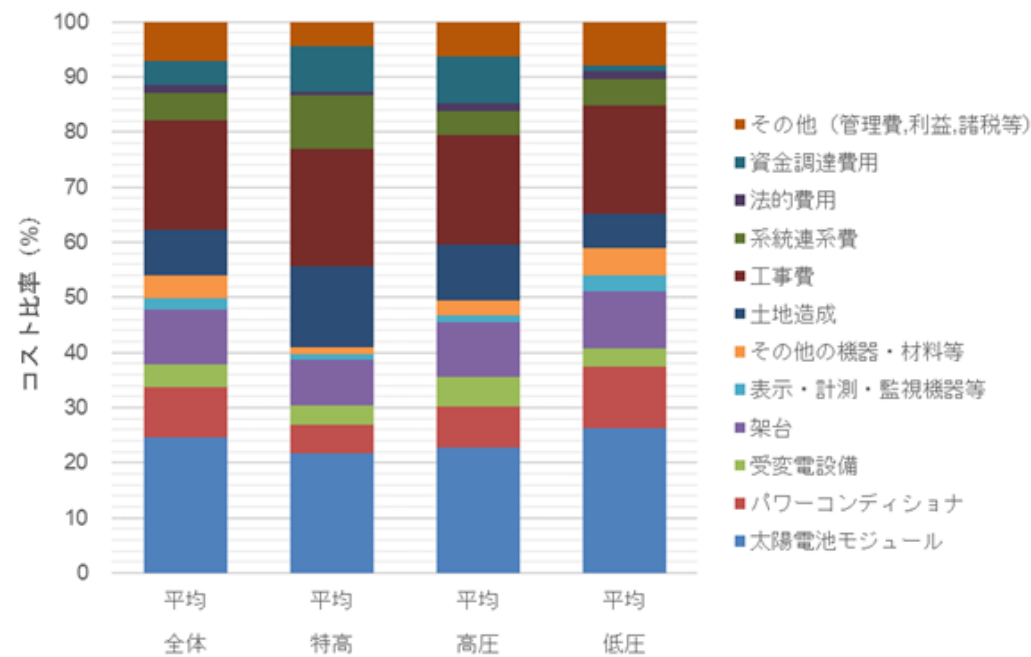


# 事業用・導入コスト：システム全体

- コストの低い順に低圧連系 228円/W、高圧連系 244.7円/W、特別高圧連系 290.3円/Wの順になり、システム出力の規模順序とは逆転する結果となった
- 低圧連系から特別高圧連系までを含めた全体平均でみると、各コスト要素の比率の大きい順で、太陽電池モジュール24.5%、工事費19.7%、架台10.1%、パワーコンディショナ9.2%、土地造成8.4%、その他（管理費,利益,諸税等）7.1%、系統連系費5.1%
- 土地造成費、工事費、系統連系費のソフトコストは、連系規模が大きいほどコスト比率が大きくなっており、大規模案件の適地が少なくなっている中、設置がし難い場所（コスト高）にも設置が進められている様子が伺える



システム規模別のシステム導入コスト



システム規模別のシステム導入コストの内訳比率

# 事業用・導入コスト：経年推移

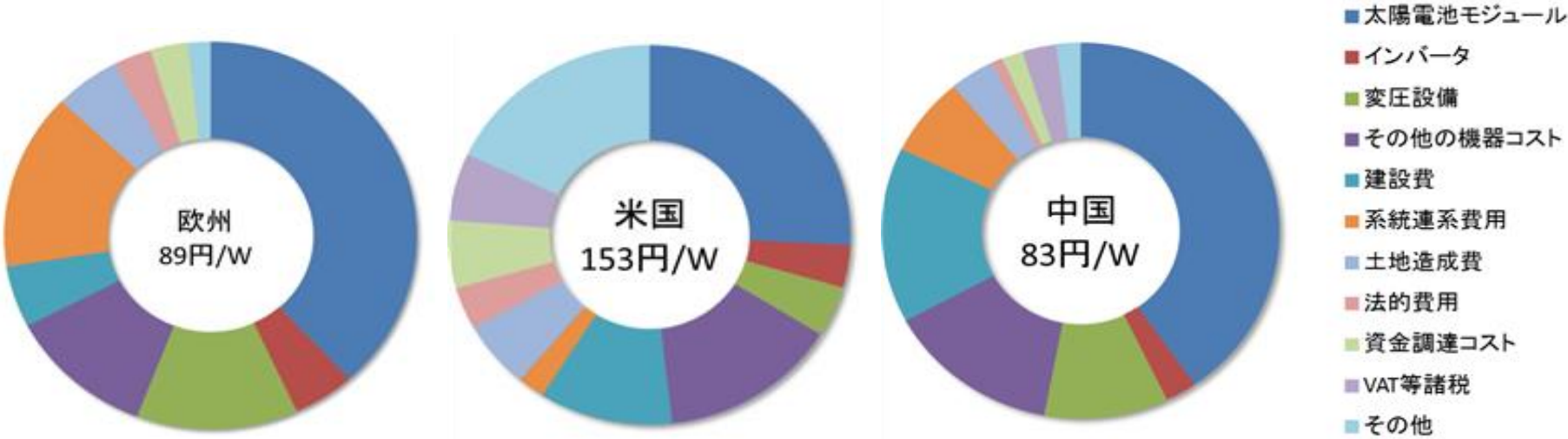
事業用太陽光発電システム（低圧以上）の導入コストの推移について、平成27年度、平成29年度、平成30年度のアンケート調査による結果を示す

項目		2015年度	2017年度	2018年度
代表値 (単位)	コスト構成要素	平均値 (円/W)	平均値 (円/W)	平均値 (円/W)
設備機器 (ハード)	太陽電池モジュール	80	72	56.1
	パワーコンディショナ（PCS）	24	20	20.9
	受変電設備	—	—	9.4
	架台	32	26	23.0
	表示・計測・監視機器等	4	4	4.4
	その他の機器・材料等	20	14	9.4
機器以外 (ソフト)	土地造成	13	29	19.2
	工事費	41	48	45.1
	系統連系費	6	8	11.7
	法的費用	—	—	3.1
	資金調達費用	—	—	10.0
	その他（管理費、利益、保険等）	20	18	16.2
システムコスト（設備導入全体）		240	238	228.6
コスト変化率（%）		—	-0.83	-3.95

- ✓設備導入の全体コストをみると、平成27年度から平成29年度の2年間では240円/Wから238円/Wとほとんど変わらなかったのに対し、平成30年度は228.6円/W（値引後）となっており、1年間で3.95%の低下となった
- ✓ハードコストは低下傾向にあるものの、ソフトコストは上昇

# 事業用・導入コスト：海外

- ✓ 海外の大規模太陽光発電所の導入コストは、日本に対し、欧中で6割以上、米でも3割以上も安価
- ✓ 導入コストの年変化率（低減率）も、日本は海外に比べて小さかった

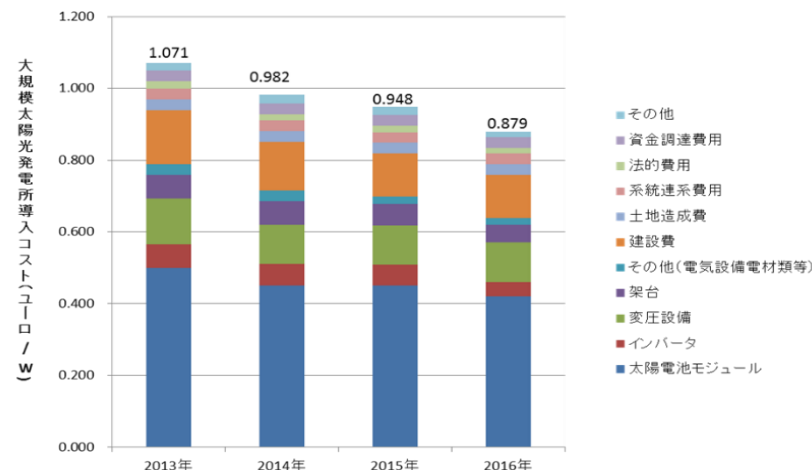


	2017年度調査	2018年度調査	年変化率 (2017→2018)	2018年度調査 日本に対するコスト比率
	円/W	円/W	%	%
欧州	103	89	-13.6	39.0
米国	164	153	-6.71	67.1
中国	99	83	-16.2	36.4
日本	238	228	-4.2	100.0

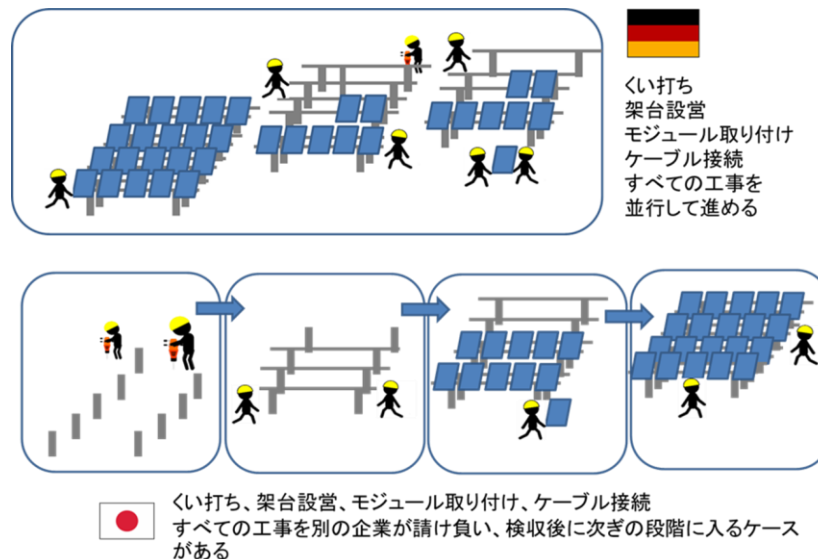
# 事業用・海外：ドイツにおけるコスト低減

制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <b>フィードイン・タリフ (FIT)</b> の低減が機器コストの低減に大きく寄与。特に2013年以降市場が縮小し、コスト低減圧力が高まったことでコスト低減が進展</li> <li>・ <b>入札制度</b>が2015年から試験的に開始され、2017年から本格施行された大規模発電所の入札制度は、募集枠以上の申請があり、競争環境が働き価格低減が進展。コスト低減が進んだことから投資意欲が継続しており、競争環境が働きさらにコスト低減が進展</li> </ul>
市場環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 太陽電池モジュールのコスト低減に<b>海外製</b>モジュールが貢献</li> <li>・ インバータも欧州域外製品の導入が増加しコスト低減に寄与</li> </ul>
産業の取り組み	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <b>インバータ製造企業は</b>、設置コスト低減に寄与するために、<b>容量拡大、コンテナ体型や架台が不要な製品を開発</b>し、コスト低減に寄与してきた</li> <li>・ EPC/開発事業者は、<b>Lean Installation</b>を実践し、短期間で効率よく太陽光発電所を完成させるノウハウを蓄積した（2017年には<b>5MW/週（実質5日間）</b>での設置を実現）</li> <li>・ Lean Installationの取り組みの一環として、たとえば3MWを単位とした標準化ユニットにより、迅速なターンキー設置を実施</li> <li>・ <b>GPSを利用した自動くい打ち装置</b>などが早くから利用されている</li> <li>・ アレイのレイアウトなどの最適化を行う<b>設計ソフトウェア</b>の開発及び導入により効率的に設計</li> </ul>
資金調達環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ドイツ開発銀行（KfW）の再生可能エネルギー向け融資プログラムにより低利融資を提供</li> <li>・ 2005年頃から、大規模発電所への投資スキームが発展し、資金調達コストは安価</li> <li>・ 再生可能エネルギープロジェクトに対する理解が進展し、金融機関との交渉には時間がかからず、資金調達コストは問題となっていない</li> </ul>

ドイツにおける大規模発電所の導入コスト推移



産業の取り組み



# 海外動向：欧州での研究開発プロジェクトの事例

## Super PV：コスト低減とシステム性能の強化

### 太陽電池モジュールの革新

- ・結晶Si太陽電池
- ・両面太陽電池
- ・CIGS太陽電池

＊リサイクル技術も含む

### モジュールレベル・パワーエレクトロニクス（MLPE）

- ・高出力、性能モニタリング、ストリングレベルのデータ収集、稼働の信頼性確保のためのMLPEの開発

### 太陽光発電システムの統合とプロセスの革新

- ・デジタルかつ全体統合的な新たなプロセスの開発：PIM（PV情報モデリング/管理）

Development of technology innovations and novel data management tools

Testing of the innovations and methods in real conditions

Evaluation of the effectiveness of the proposed solutions

**IMPACT**  
Expected **Reduction of LCOE** for proposed innovations:

PV Modules



7 - 14 %

Power Electronics



4 - 5 %

System Integration, O&M



12 - 18 %

Industry 4.0  
Internet of Things (IoT)  
Data Management  
Manufacturing

Additional Reduction

LCOE (life time costs/energy production) ↓

SOLITEK  
R&D



TECNAN  
TECNOLOGIA NAVEGACION Y AVIONICA, S.L.

Universität  
Konstanz



COSYLAB  
CONTROL SYSTEM LABORATORY

SINTEF

proTECH



SUPSI  
University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland



Flisom  
Flexible Solar Modules

TNO  
Innovation for life



APOLLON SOLAR  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES - A SCHOOL OF INNOVATION

University of Lodz  
Faculty of Electrical Engineering



ayesa  
Engineering, Information, Innovation

CADCAMation

éolane



Lurederra  
centro tecnológico

masen

AGENCE NATIONALE POUR  
L'ENERGIE  
ANME  
Un engagement durable et responsable



# 海外動向：システム関連の技術開発

- ✓ PVシステムの普及が進み、FITから自家消費型への市場の流れもあり、技術開発分野も、系統インテグレーション、交通等の他のセクターとの融合、新たな利用展開、O&M、安全性等へと広がっている
- ✓ システム関連のあらゆる分野で、「デジタライゼーション」が重要なキーワードとなっており、コスト低減にも寄与するとされている

