

高性能・高信頼性太陽光発電の 発電コスト低減技術開発 ／動向調査等 ／太陽光発電開発戦略に関する動向調査

並河 昌平
みずほ情報総研(株)
2019年10月18日

問い合わせ先
みずほ情報総研株式会社
グローバルエネルギー&イノベーション部
担当: 並河 昌平
E-mail: shouhei.namikawa@mizuho-ir.co.jp
TEL: 03-5281-5286

事業概要

1. 期間

開始 : 2015年4月

終了(予定): 2020年2月

2. 最終目標

- ◆ 発電コスト7円/kWhの実現に向けた太陽光発電開発戦略の見直しの要否を検討するとともに、必要に応じて見直し案を作成する。
 - ◆ 発電コスト低減目標の達成に係る各種情報を継続的に収集、整理し、動向を分析するとともに、日本の太陽光発電コストを継続的に評価し、太陽光発電技術開発の方向性に関する検討に反映する。
 - ◆ 産業や市場の変化に応じた産業構造分析やシナリオ分析を行い、太陽光発電技術開発の方向性に関する検討に反映する。
 - ◆ 「太陽光発電システム搭載自動車」に関する情報収集、課題の抽出等を行い、導入拡大に向けた検討をする。

3. 成果・進捗概要

- ◆ 太陽光発電開発戦略の推進に係わる各種情報の収集・分析、太陽光発電コストの分析を実施した。発電コストについては過積載実施時の低減レベルについて定量評価した。
- ◆ 太陽光発電に関する将来シナリオを検討するため、RE100、SDGs、Society5.0等の市場動向や関連制度動向を調査、太陽光発電の新市場、新機能について検討を行った。
- ◆ 「太陽光発電システム搭載自動車」では、太陽光発電システム搭載自動車の取得日射量に関する予備的検討を行うとともに、国際展開にあたっての支援を行った。

事業目的

本調査研究では、開発戦略の発電コスト低減目標の達成に向け、必要な情報を収集、整理、分析し、国内外における太陽光発電コスト構造の分析、太陽光発電市場の産業構造分析を行うとともに、発電コスト目標達成後の産業、市場動向についてシナリオ分析を行い、「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」プロジェクト推進に資することを目的とする。

また、本プロジェクトで開発する低発電コストの太陽電池、その中でも特に「高効率太陽電池」の新たな利用方法の可能性を検討するため、「面積制約」を受ける環境での活用例として「太陽光発電システム搭載自動車」に関する情報収集、課題の抽出等を行う。また太陽光発電システム搭載自動車の取り組みを我が国主導で国際的に展開するための準備として、関連する調査等を実施する。

報告内容

- (1)「太陽光発電開発戦略」に係る動向調査
 - ① 太陽光発電の導入動向
 - ② 太陽光発電の価格動向
- (2)太陽光発電の将来シナリオに関する検討
- (3)太陽光発電システム搭載自動車への取り組み
- (4) まとめ

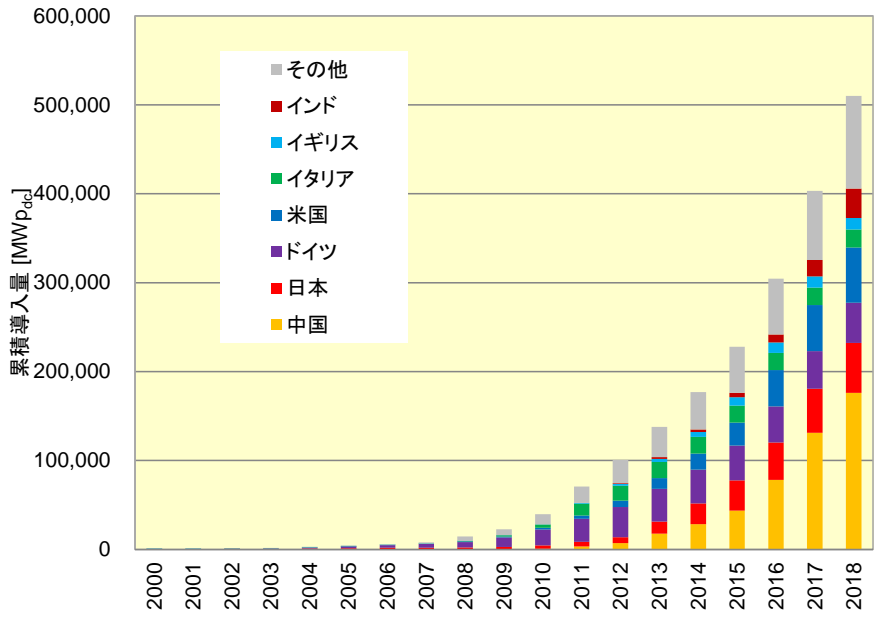
(1)「太陽光発電開発戦略」に係る動向調査

① 太陽光発電の導入動向

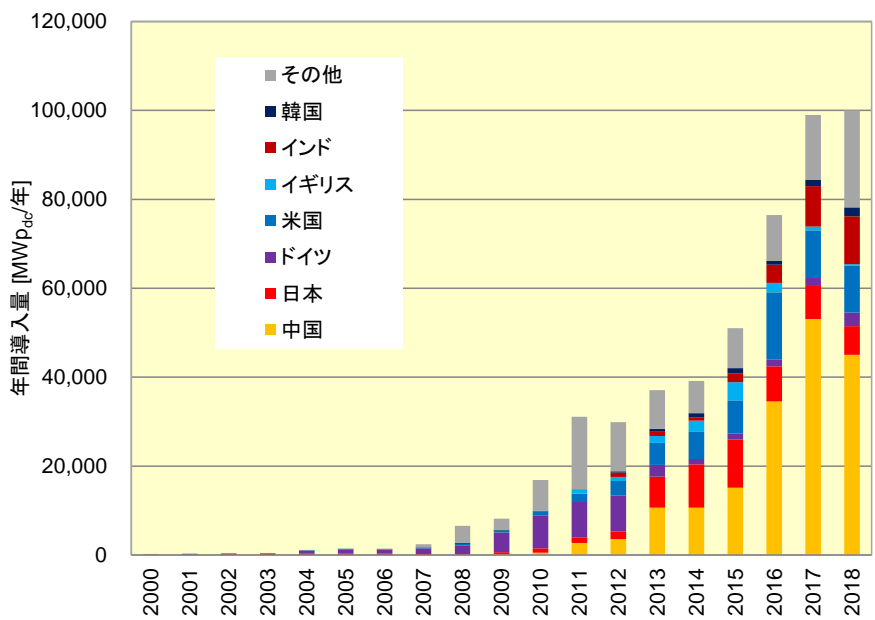
世界の累積導入量と年間導入量

- ◆ 2018年に世界の累積導入量は500GWdcを超えた。年間導入量は2017年の横ばいで約100GWdcとなった。これは、主に中国の導入量低減の影響による。
- ◆ 2018年の年間導入量のうち45%、累積導入量のうち35%を中国が占めている。2018年の年間導入量は、中国について、インド、米国、日本が大きい。

＜累積導入量＞



＜年間導入量＞



出典: IEA PVPS: Trends in Photovoltaic Applications -2017、
Snapshot of Global Photovoltaic Markets 2018よりみずほ情報総研作成

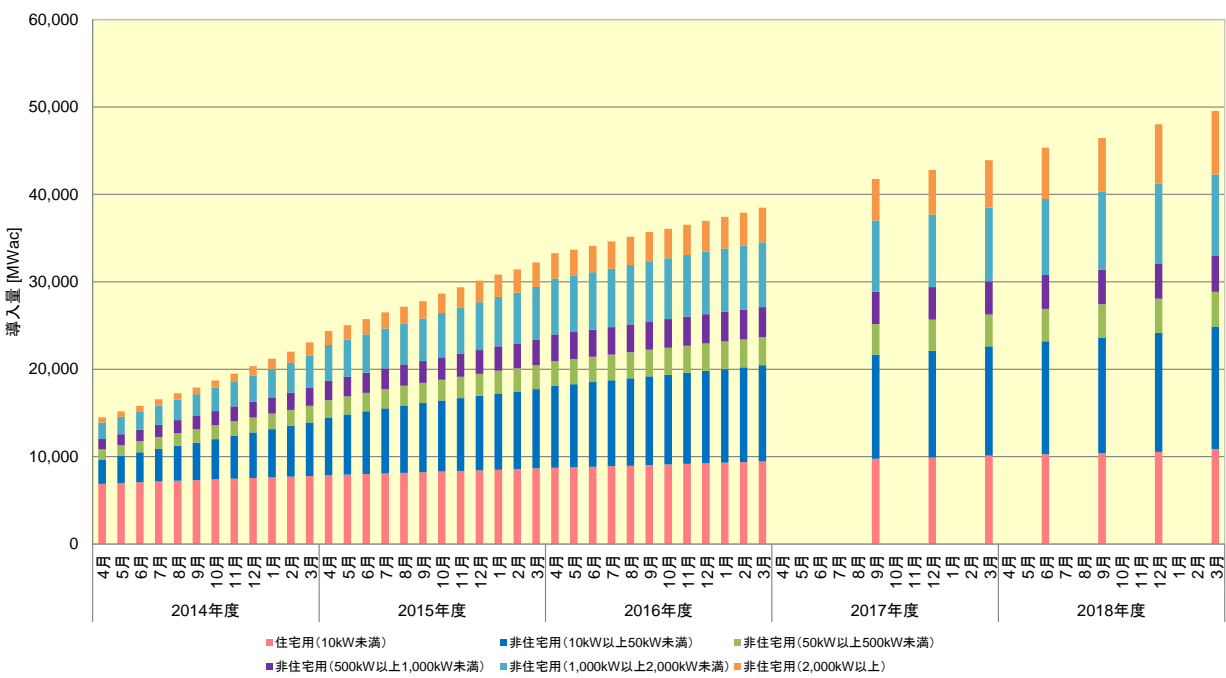
(1)「太陽光発電開発戦略」に係る動向調査

① 太陽光発電の導入動向

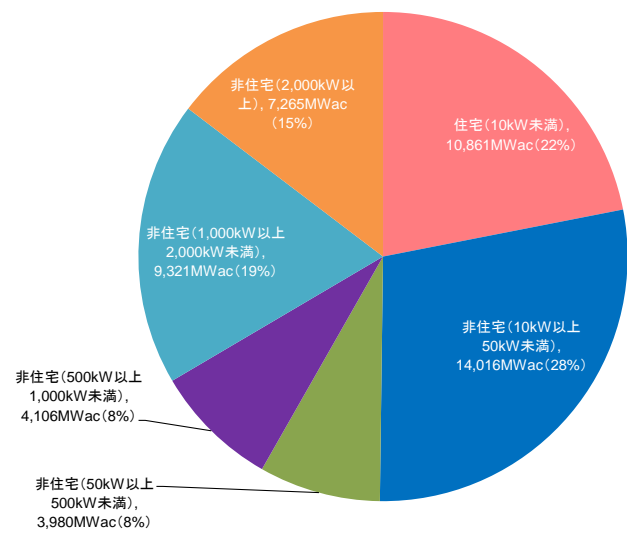
国内の導入量の推移

- ◆ 2019年3月末時点で49GWacを超え、うち住宅(10kW未満)は11GWac、非住宅(10kW以上)は38GWacとなった。
- ◆ 全体の導入量のうちおよそ半分(25GWac)が50kW未満の低圧太陽光発電である。

＜国内導入量の推移＞



＜国内導入量(2019年3月末時点)＞



出典:資源エネルギー庁：再生可能エネルギー発電設備の導入状況（各報）および公表データよりみずほ情報総研作成

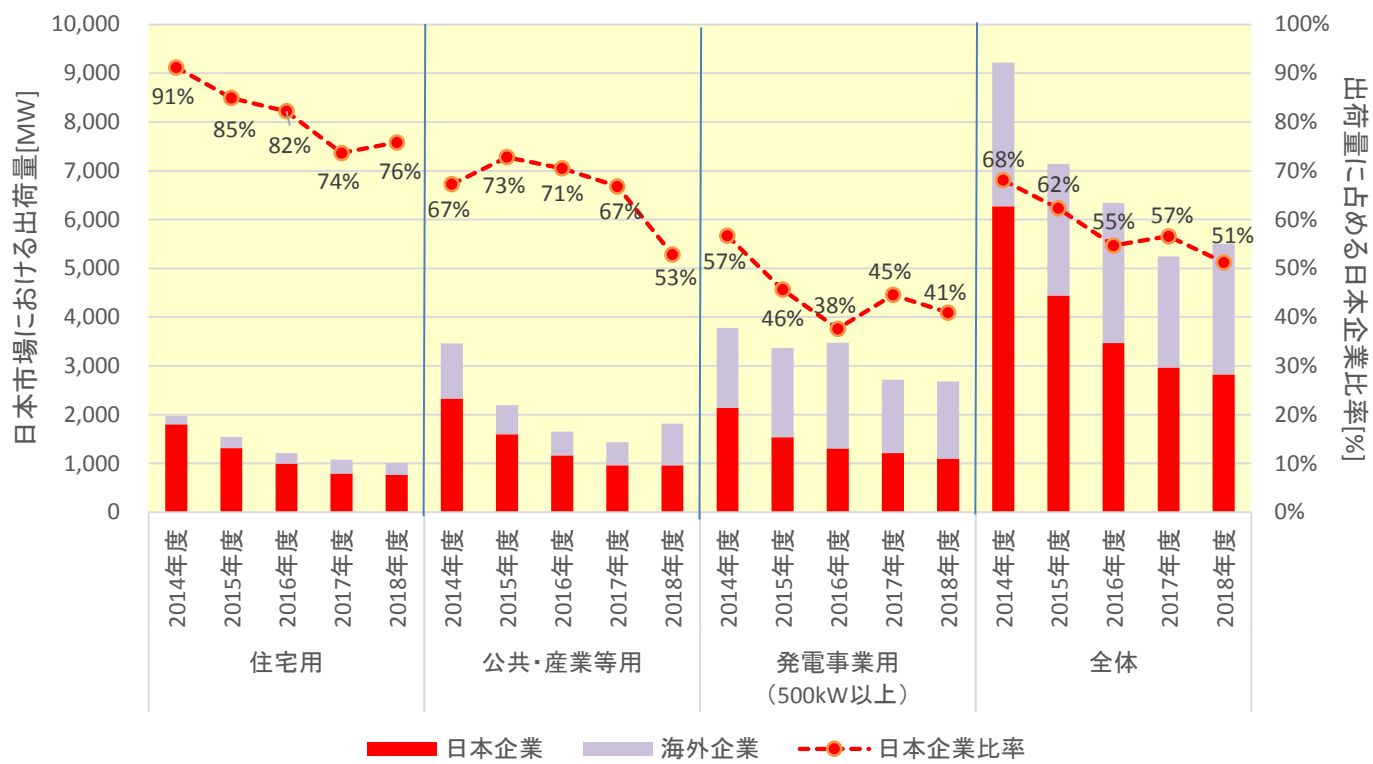
(1)「太陽光発電開発戦略」に係る動向調査

① 太陽光発電の導入動向

日本市場への分野別太陽電池モジュール出荷量と出荷量に占める日本企業比率推移

◆ 分野別の経年傾向は以下のとおり。2018年度の日本企業比率は、住宅用で7割台後半と若干の回復が見られ、公共・産業用では7割から5割に低減、発電事業用では4割を維持している。

＜日本市場への分野別太陽電池モジュール出荷量と出荷量に占める日本企業比率の推移＞



出典：(一社) 太陽光発電協会：太陽電池出荷統計（各報）よりみずほ情報総研作成

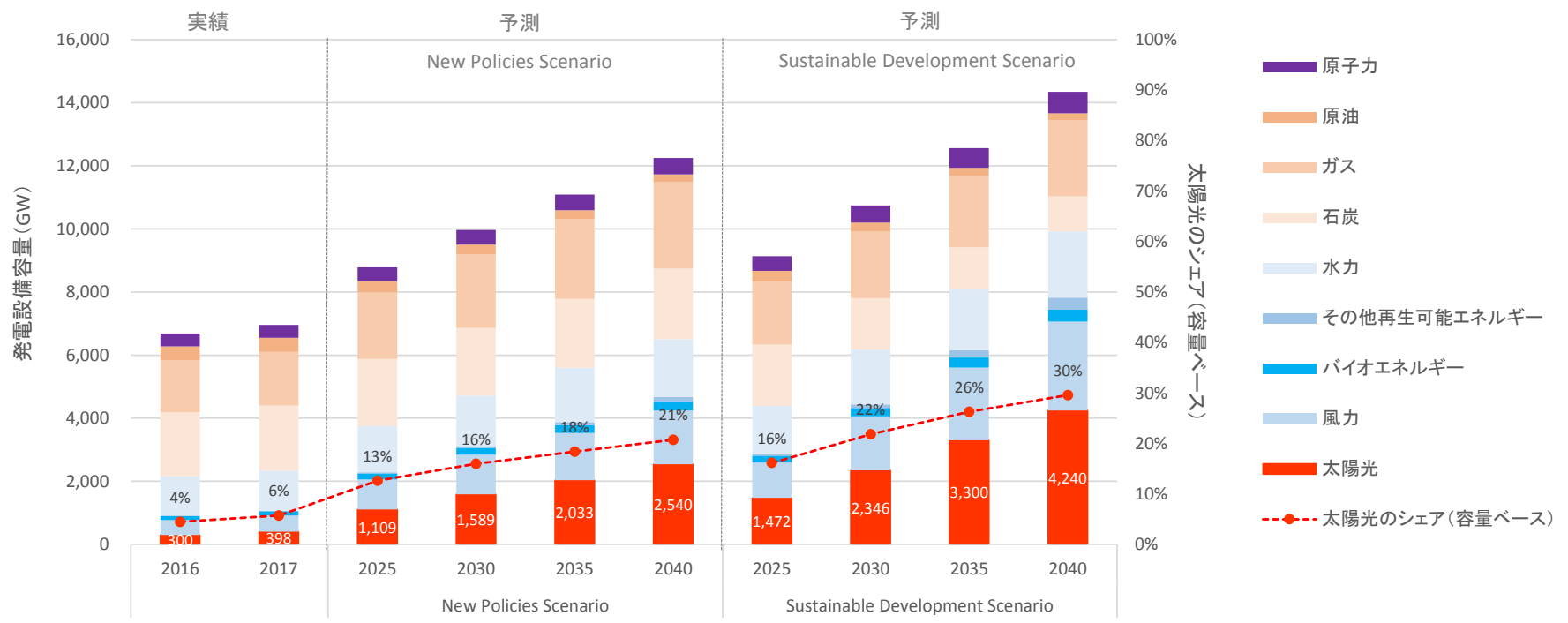
(1)「太陽光発電開発戦略」に係る動向調査

① 太陽光発電の導入動向

世界における太陽光発電の設備容量見通し

- ◆ IEAにおいて、2040年の太陽光発電の設備容量は、New policies Scenario (NPS) で2,540GW、Sustainable Development Scenario (SDC) で4,240GWになると見通している。
- ◆ Sustainable Development Scenarioは、SDG目的に合わせて設定したシナリオ(ユニバーサルエネルギーアクセス、大気汚染、CO2排出等)。2040年のCO2排出量は、パリ協定の2℃以下のシナリオの低減経路と一致。

＜世界における太陽光発電の設備容量見通し(IEA)＞



出典：IEA World Energy Outlook 2018よりみずほ情報総研作成

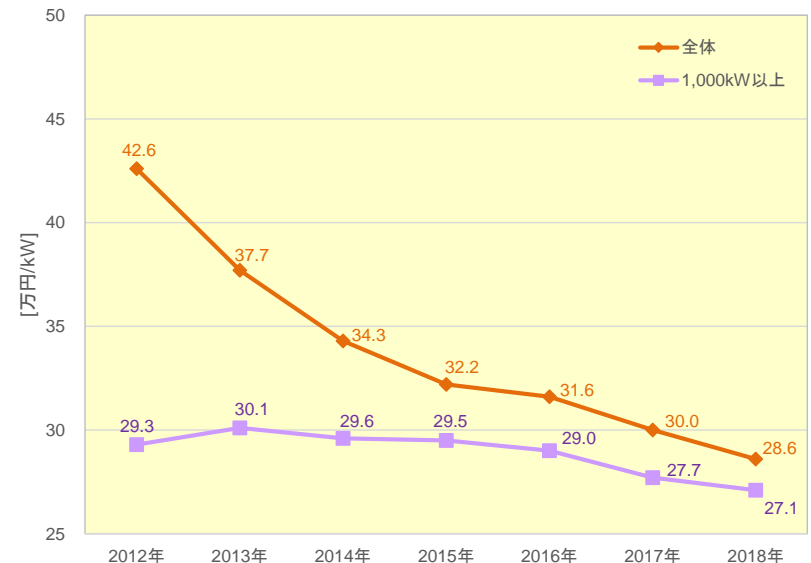
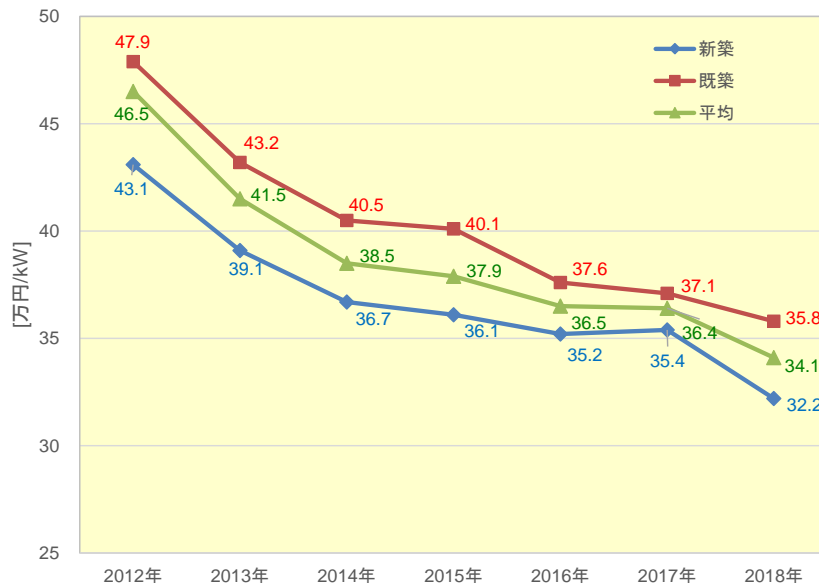
(1)「太陽光発電開発戦略」に係る動向調査

② 太陽光発電の価格動向

住宅用、非住宅太陽光発電システムの平均システム価格推移

- ◆ 住宅用の平均システム価格は、2012年46.5万円/kWから2018年34.1万円/kWと約27%低減、非住宅用の平均システム価格は、2012年42.6万円/kWから2018年28.6万円/kWと約33%低減した。

<住宅用太陽光発電(10kW未満)の平均システム価格(年平均)> <非住宅用太陽光発電(10kW以上)の平均システム価格(年平均)>



出典: 2012～2017年: 調達価格等算定委員会「平成30年度以降の調達価格 等に関する意見」(平成30年2月7日)より、
2018年: 第40回調達価格等算定委員会(平成30年11月8日)資料1よりみずほ情報総研作成

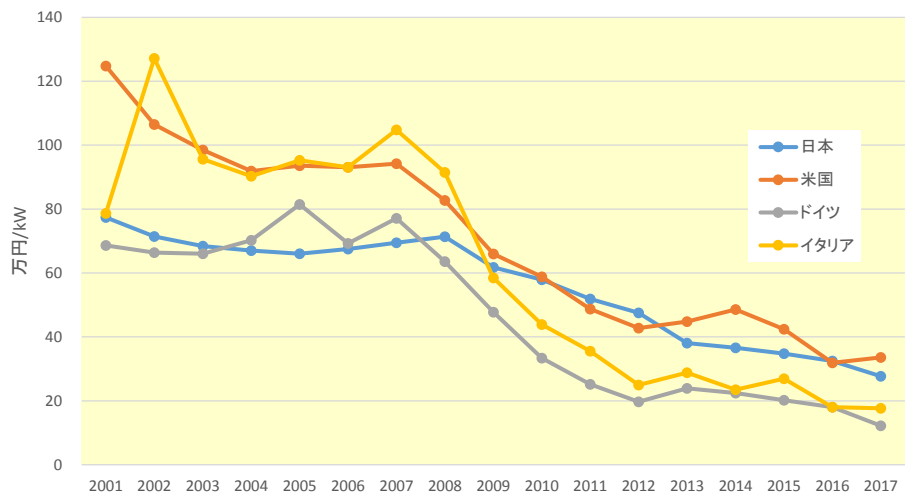
(1)「太陽光発電開発戦略」に係る動向調査

② 太陽光発電の価格動向

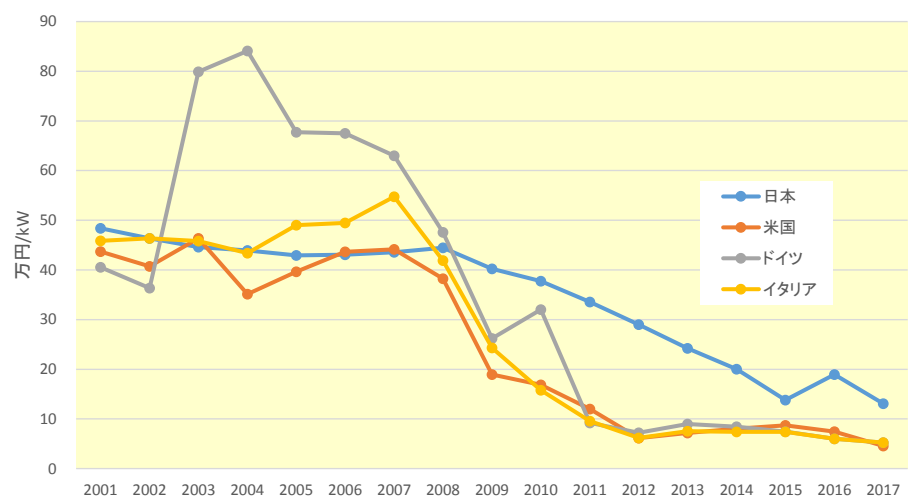
各国の住宅用太陽光発電のシステム価格と太陽電池モジュール価格の推移

- ◆ モジュール価格は2000年代前半にシリコン価格の高騰で各国で高止まりしたが、それ以降はシステム価格、モジュール価格ともに順調に低減している。

＜各国の住宅用太陽光発電のシステム価格推移＞



＜各国の太陽電池モジュール価格推移＞



※価格が範囲で示されている場合は、最大、最小の平均値とした
※2012年までは<10kW、2013年以降は住宅用
※毎年の為替レート（Trends reportの値）で各国通貨を円に換算し比較
（Inflationは考慮していない）

※価格が範囲で示されている場合は、最大、最小の平均値とした
※毎年の為替レート（Trends reportの値）で各国通貨を円に換算し比較
（Inflationは考慮していない）

出典： IEA PVPS: Trends in Photovoltaic Applications -2017よりみずほ情報総研作成

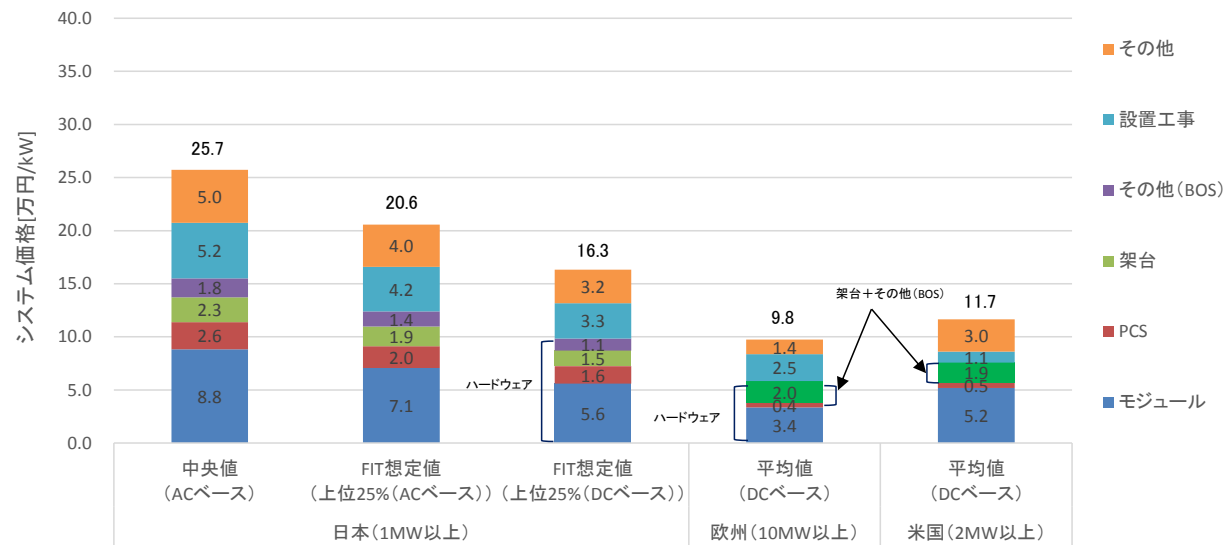
(1)「太陽光発電開発戦略」に係る動向調査

② 太陽光発電の価格動向

システム価格の比較

- ◆ システム価格の日本と欧州（住宅はドイツ）、米国との比較は以下のとおり。日本のシステム価格はACベース、欧州（住宅はドイツ）、米国はDCベースであり、非住宅については、日本は1MW以上、欧州は入札案件を中心とした10MW以上が対象であることに留意が必要。
- ◆ 非住宅用は、日本のFIT想定値（DCベース）は、欧州平均値の1.7倍、米国平均値の1.4倍となっている。欧州平均値と内訳を比較するとハードウェアが1.7倍、ソフトコストも1.7倍となっている。

< 非住宅用太陽光発電のシステム価格比較（2018年） >



出典：日本：平均値：2018年度調達価格等算定委員会により報告された2018年1,000kW以上の中央値、FIT想定値：2018年度調達価格等算定委員会で作示された1,000kW以上の上位25%水準。内訳は、IEA PVPS National Survey Report of PV Power Applications in Japan 2018のUtility-Scale(>1MW)各要素割合を使用して計算
FIT想定値（DCベース）：過積載率2018年1,000kW以上126%として換算（委員会報告値）
欧州：JRC: PV Status Report 2018 Utility-scale PV system(>10MW)、1EUR=130.4円（2018年平均値）として換算
米国：NREL:U.S. Solar Photovoltaic System Cost Benchmark: Q1 2018 Utility-Scale PV Fixed Tilt、1USD=110.4円（2018年平均値）として換算

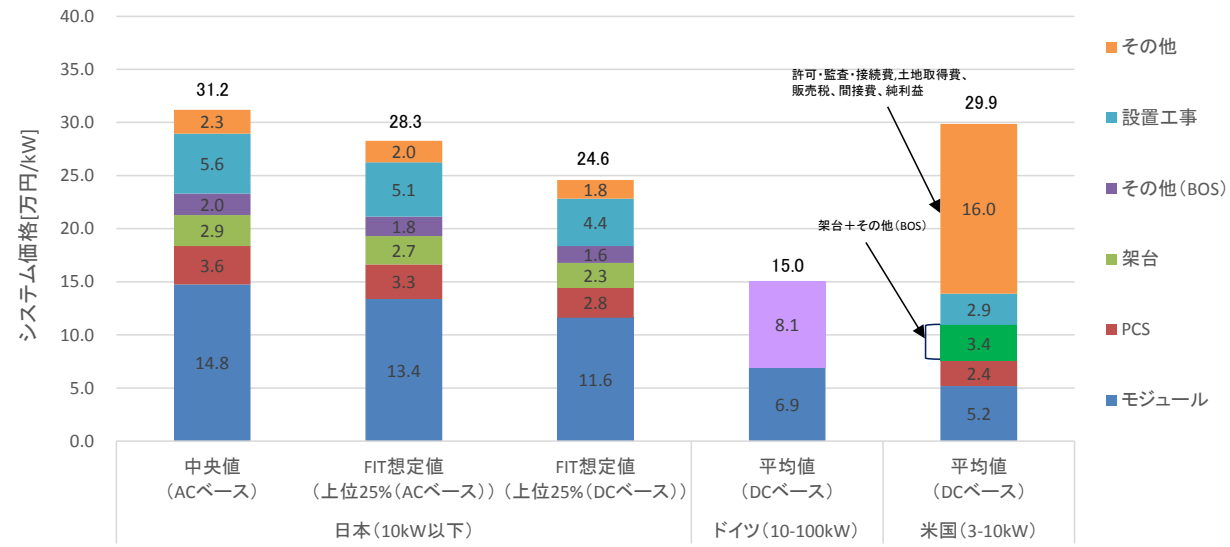
(1)「太陽光発電開発戦略」に係る動向調査

② 太陽光発電の価格動向

システム価格の比較

- ◆ 住宅用は日本のFIT想定値(DCベース)はドイツ平均値の1.6倍、米国平均値の0.8倍となっている。
- ◆ 米国の住宅ではその他コスト(間接費、純利益等)が高く、日本のFIT想定値(DCベース)より高価格となっているとみられる。

＜住宅用太陽光発電のシステム価格比較(2018年)＞



出典：日本：中央値：2018年度調達価格等算定委員会により報告された2018年新築住宅の中央値、FIT想定値：2018年度調達価格等算定委員会が示された上位25%水準。内訳は、IEA PVPS National Survey Report of PV Power Applications in Japan 2018のResidential(<10kW)各要素割合を使用して計算
FIT想定値 (DCベース)：過積載率2018年115%として換算(NREL住宅と同じ過積載率と想定)
ドイツ：Fraunhofer ISE: Recent Facts about Photovoltaics in Germany 2017Q4データ、1EUR=130.4円 (2018年平均値) として換算
米国：NREL:U.S. Solar Photovoltaic System Cost Benchmark: Q1 2018 Residential PV、1USD=110.4円 (2018年平均値) として換算

(2) 太陽光発電の将来シナリオに関する検討

太陽光発電の発電設備としての新機能

- ◆ 太陽光発電は変動電源であり、系統安定化に必要な「調整力」へ影響をもたらす。一方、技術開発や運用の工夫をすれば、太陽光発電が調整力、すなわち周波数調整、運転予備力へ寄与し、系統安定化に資することも可能となる。

<太陽光発電と調整力への影響と寄与可能性>

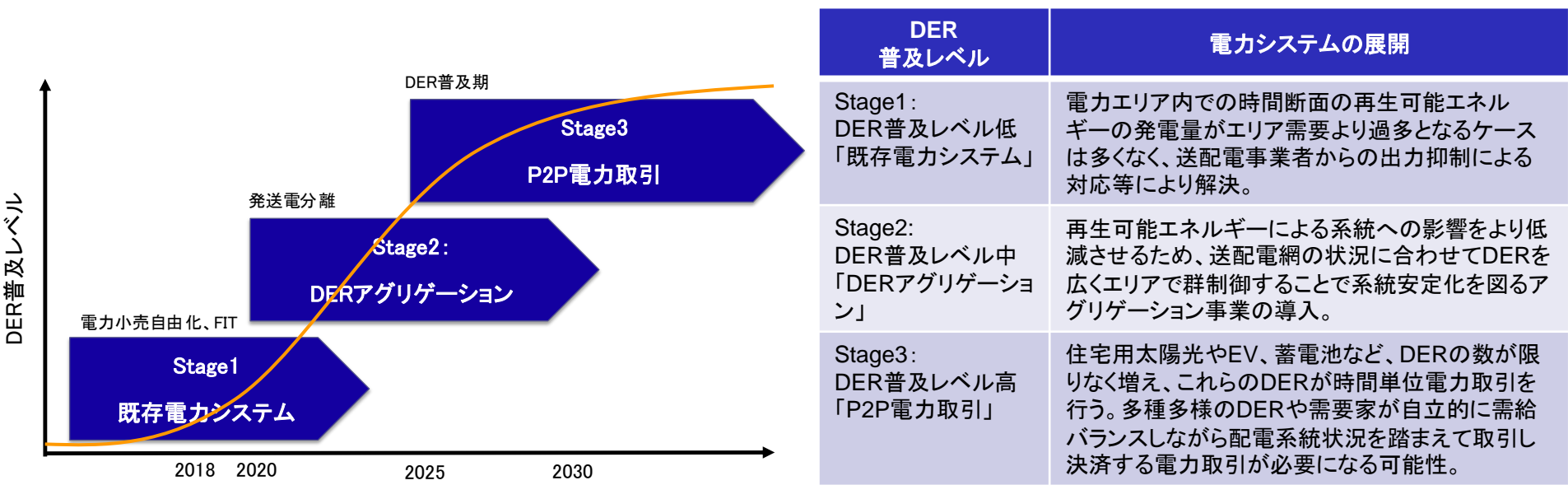
調整力種類	太陽光発電の調整力への影響	太陽光発電の調整力への寄与
周波数調整力	太陽光発電システムの発電量が秒単位で変動するため、普及に伴いより多くの周波数調整力が必要	<u>○周波数調整機能</u> 太陽光発電システム側で、系統周波数に合わせて出力を秒単位で調整、周波数調整として活用
運転予備力	<ダックカーブ問題> 晴れの日等は、ダックカーブ(需要－太陽光)に対応する調整力の確保のための運転予備力が必要。送配電事業者は需給調整市場から調整力を調達。	<u>○低出力帯を前提とした運用</u> 日射による変動影響が少ない低出力帯を前提にした運用により、ダックカーブや、天候の変化等による影響を最小限に抑制。 <u>○東西向き設置</u> 朝夕の発電量を高め、昼の発電量を平準化することで、ダックカーブの影響を低減。 <u>○追尾機能</u> 追尾機能により太陽光発電の時間ごとの発電量を需給調整市場の状況に合わせて制御。
	<計画と実発電量にずれが生じる問題> 急な天候の変化等により実発電量が計画値(予測値)より上下するため、より多くの運転予備力(インバランス調整)が必要。送配電事業者は需給調整市場から調整力を調達。	<u>○低出力帯を前提とした運用</u> 上と同様。 <u>○発電量予測のさらなる高度化</u> 計画値と実発電量が一致すれば、インバランス調整は発生しないため、発電量予測の高度化が必要(現在は前日12時、ゲートクローズ1時間前の2回計画を提出)。 <u>○蓄エネとの連携</u> 中長期的には蓄エネとの連携により天候の変化等があっても蓄エネで調整し、計画値と実発電量を一致させることも可能。

(2) 太陽光発電の将来シナリオに関する検討

太陽光発電の発電設備としての新機能

- ◆ DERの普及を見据え、国内でもDERを群制御して系統安定化を図るアグリゲーション事業が開始。この分野においても太陽光発電自体が調整力として寄与する可能性が出てきている。
- ◆ さらに、中長期的には、住宅用太陽光や蓄電池やEVなど、DERの大量普及を見据え、各DERが自立的に需給バランスしながら配電系統状況を踏まえて電力取引を行うP2P電力取引の流れも出現している。

<DERの大量普及と電力システムの展開可能性>



(3) 太陽光発電システム搭載自動車への取り組み

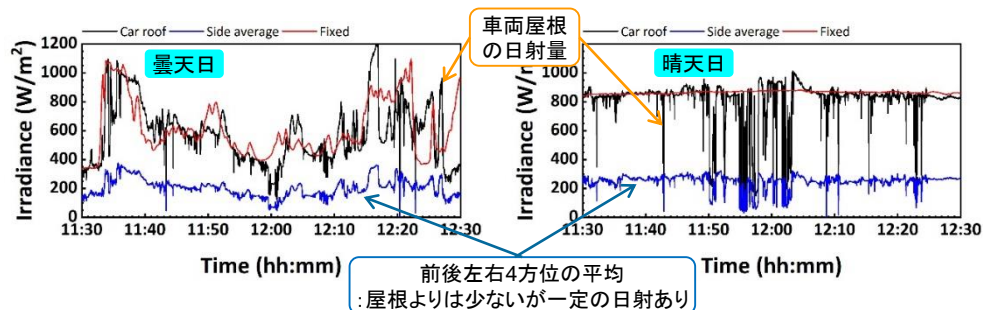
太陽光発電システム搭載自動車の取得日射量に関する予備的検討

- ◆ 「太陽光発電システム搭載自動車検討委員会」(事務局:みずほ情報総研)による中間報告書(2)を作成、日本気象協会、宮崎大学の協力による車上日射量の計測結果に基づくとりまとめを行った。
- ◆ 結果は2019年6月にNEDOホームページにて公表 (<https://www.nedo.go.jp/content/100892361.pdf>)

＜北海道札幌市における計測結果の例(車両屋根上の日射)＞



＜宮崎県宮崎市における計測結果の例(屋根上および側面)＞



太陽光発電システム搭載自動車検討委員会
中間報告書(2)
「太陽光発電システム搭載自動車の取得日射量に
関する予備的検討」



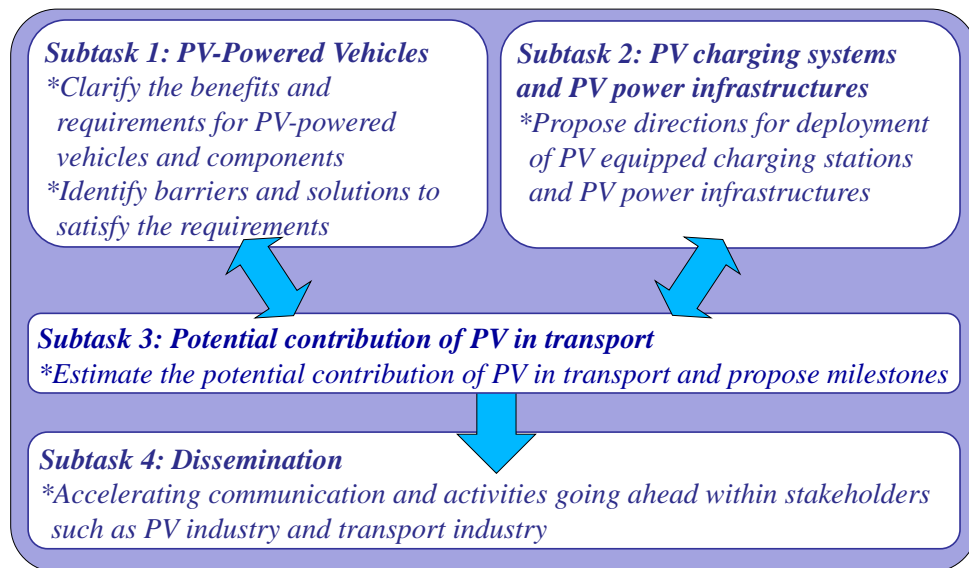
平成 31 年 4 月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

(3) 太陽光発電システム搭載自動車への取り組み

IEA PVPSタスク17: PV and Transport

- ◆ 日本が幹事国を務める国際協力プロジェクト「IEA PVPS※ Task17: PV and Transport」の活動を推進
 - ※International Energy Agency, Photovoltaic Power Systems Programme (Technical Collaboration Programme)
- ◆ 2018年度の主な活動
 - ◆ 2018年6月 : Task17 preparatory meeting (オランダ: ハーグ)、6ヶ国から12名が参加
 - ◆ 2018年9月 : 1st Solar Mobility Forum (ベルギー: ブリュッセル) にてTask17活動を紹介
 - ◆ 2018年10月 : **Task17 kick-off meeting** (スイス: ブルグドルフ)、7ヶ国より12名が参加、IEA HEV (Hybrid and Electric Vehicle) とのジョイントワークショップ
 - ◆ 2019年3月 : Task17 regional meeting (NEDO本部)、3ヶ国から11名が参加
 - ◆ これらのほか、IEA PVPS執行委員会(2018年4月および2018年11月)において進捗状況を報告
- ◆ タスク17への参加国(2019年8月時点、公式手続き未済み(手続き中)国含む)
 - ◆ 日本(OA: Operating Agent)
 - ◆ オーストラリア
 - ◆ オーストリア
 - ◆ 中国
 - ◆ フランス
 - ◆ ドイツ
 - ◆ モロッコ
 - ◆ オランダ
 - ◆ スイス
 - ◆ スペイン



まとめ

(1)「太陽光発電開発戦略」に係る動向調査

- ◆ 2018年世界市場では累積導入量が500GWdcを越え、導入量は100GWdcで横ばい。2018年中国の導入量が落ちたがそれをインド、オーストラリア、メキシコ等での導入拡大が補った。国内市場ではこれまで海外企業のシェアが増加傾向にあったが、住宅では70%程度のシェアがさらに回復、発電事業用でも40%程度と横ばい傾向にある。
- ◆ IEAの見通しでは、Sustainable Development Scenarioで世界で2040年4TWを越える導入量が期待されており、世界市場は今後も急速に拡大していくとみられる。
- ◆ システム価格は欧州と比較して住宅では差が縮まる傾向にある。非住宅については国内価格は下がっているが、欧州でもハードウェア価格がさらに低減しており差は変わらない。

(2) 太陽光発電の将来シナリオに関する検討

- ◆ 現時点の市場動向や関連制度動向を調査した上で、太陽光発電の機能について再度評価した。太陽光発電のさらなる普及を鑑み、太陽光が系統安定化に影響を及ぼすのではなく、系統安定化に積極的に寄与していくための新機能について検討を行った。

(3) 太陽光発電システム搭載自動車への取り組み

- ◆ 太陽光発電システム搭載自動車の搭載自動車の取得日射量に関する予備的検討を行い、「太陽光発電システム搭載自動車検討委員会」(事務局:みずほ情報総研)による中間報告書(2)として取り纏めた。
- ◆ 国際的に運輸部門の低炭素化への関心が高まっている中、国際的な取り組みをリードするため、日本の提案によりIEA PVPSのタスク17: PV and Transportを立ち上げ、2018年10月より公式な活動を発足している。現時点で参加国は我が国を含め10カ国となった。