

次世代型太陽電池戦略

令和6年11月

次世代型太陽電池の導入拡大及び
産業競争力強化に向けた官民協議会

目次

1. 太陽電池産業の振り返り …P3
2. 次世代型太陽電池の位置づけ …P9
3. ペロブスカイト太陽電池の需要推計 …P19
4. 今後の対応について …P30
5. 参考資料 …P57

1. 太陽電池産業の振り返り

太陽電池産業の振り返り

- 我が国は、1973年のオイルショックを契機として、サンシャイン計画を皮切りに太陽光パネルの技術開発を進め、2000年頃には、世界シェアの50%を占めるに至った。2005年以降、中国等の海外勢に押され、日・米・独勢は一斉にシェアを落とし、日本のシェアは直近1%未満となっている。
- 2000年代半ば以降を振り返ると、総じて、急激に事業環境が変化をする中で、官・民ともに、需要創出や投資の面で、必ずしも十分な「規模」と「スピード」で対応ができていなかった。

<民間側>

- ① 2000年代半ばより急拡大した世界市場への対応が遅れ、拡大する市場で競争力をもつための「生産体制の整備」に向けた投資の規模・スピードが不十分であった。
- ② 当初は優れていた製造面での技術力についても、国内での生産基盤が不十分な中、海外での製造委託を進め、技術開発をすることなく最先端の製造装置を導入してパネルを大量製造することが可能となる状況が生まれ、徐々に優位性を失うこととなった。
- ③ 原材料であるシリコンの安定調達ができないといったサプライチェーンの脆弱性が、競争上も影響を及ぼした。

<官側>

- ① 市場拡大期における需要創出において、民間の投資の予見性を確保するような政策の継続性や、支援の規模が不十分であった。
- ② 政策による対応は、FIT制度による価格に着目した需要支援策が中心であったが、世界市場や競争環境を念頭に置いた、生産体制構築やサプライチェーンの強靱化、価格以外の要素の評価・反映など、総合的な政策対応が不十分であった。

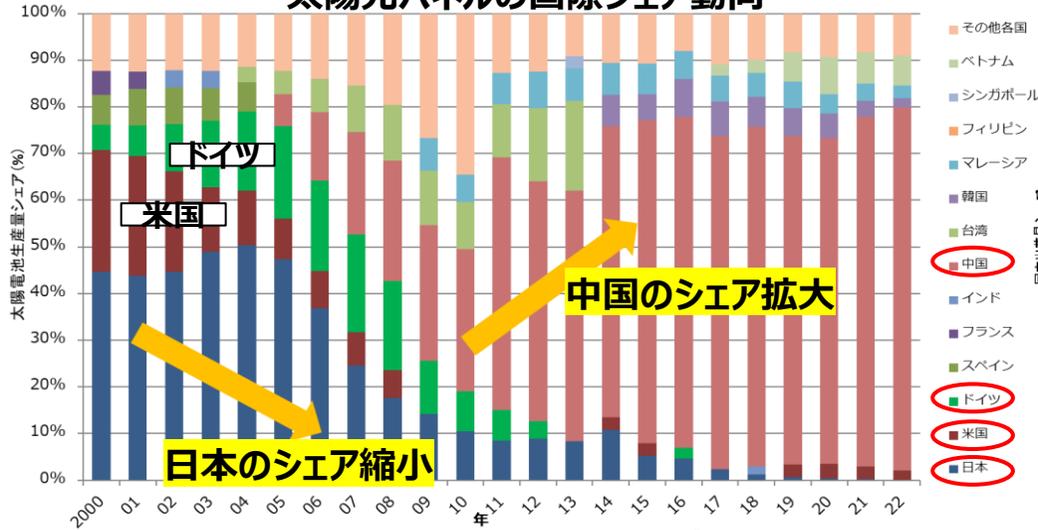
太陽電池産業の振り返り

論点	当時の状況	必要な対応
<p>民間投資・国内需要創出の規模とスピード</p>	<p>1994年から、住宅用太陽光発電向け補助金を開始。世界で最大の導入量・生産量に至った。2000年代半ば以降の海外での爆発的な需要拡大に対応した生産体制を構築する十分な民間投資がなされず、2005年の住宅用太陽光発電への補助金の終了も相まって、民間の投資予見性の確保に資する国内需要創出の面で遅れを取り、その後の余剰電力買取制度（2009年）やFIT制度開始（2012年）後もGW級の量産体制の確立には至らず、産業競争力の面で巻き返しには至らなかった。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 中長期的な導入・コスト目標の策定 ➤ 官民投資の規模・スピード/GW級の量産体制の早期確立 ➤ 需要の創出
<p>脆弱なサプライチェーン</p>	<p>シリコン系太陽電池では、当時、主に日米欧の半導体向けシリコンの余剰分を利用。2004年、独のFIT制度開始後、太陽光向けシリコン価格が約10倍に急騰。我が国も独と連携し、シリコン工場の増設を進めたが、中国は、新疆ウイグル自治区を中心に、安価な労働力と電力などを背景にシリコンの大量生産を開始し、安価なサプライチェーンが構築された。日本ではシリコン原料確保のため、相対的に高い価格での長期取引契約を結ばざるを得ない状況となり、原材料の調達面でも競争上劣後し、製造コスト増の一因となった。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 原材料を含めた強靱なサプライチェーン構築
<p>技術力偏重と量産体制の劣後</p>	<p>中国では、①土地提供の優先的な保障、②輸入関税の減免、③生産工場立地地域への電気料金優遇など、多面的な政策支援を通じ、世界の市場を獲得。日本は、技術開発支援（NEDO）や導入支援（FIT）を行った一方で、国内企業の量産体制は中国国内で形成された。国内市場も中国製パネルが席卷し、製造技術面での日本の優位性も崩れた。規模の大きい海外市場への展開に出遅れ、世界的に中国製パネルがシェアの大部分を占める形となった。太陽光パネルの価格低減・汎用化が進み、事業の選択と集中を進める中で、日本企業の多くが事業から撤退した。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 早期からの海外市場の獲得 ➤ 海外展開を視野に入れた事業計画の策定 ➤ 量産体制構築に対する支援 ➤ モニタリングと不断の政策見直し
<p>技術・人材流出</p>	<p>中国は、主にドイツなどから、シリコン製造エンジニアを採用し、製造機器メーカーのノウハウ・技術を吸収。日本企業も、中国国内で、同国の太陽光パネルメーカーに製造委託を進めた。さらに、いわゆるターンキーでのパネル製造による事業参入が可能となったことで技術優位性が損なわれ、中国の技術力向上を後押しした。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 信頼できるパートナーとの連携
<p>政策対応</p>	<p>2000年代半ば、民間投資の予見性の確保に資する国内需要創出策の継続性が十分ではなかった（2005年住宅用太陽光発電への補助金の終了）。その後の政策支援は、FIT制度による価格に着目した需要創出策が中心で、生産体制構築やサプライチェーンの強靱化、価格以外の要素の評価・反映など総合的な対応が十分に行われなかった。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 需要・供給双方を念頭においた太陽電池産業全体への支援策

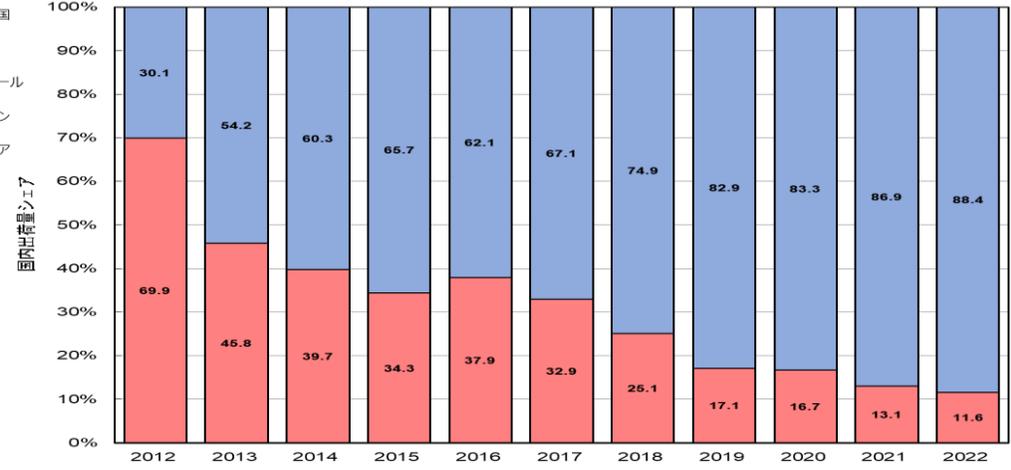
(参考) 太陽電池産業の経緯

- 我が国は、1973年のオイルショックを契機に、サンシャイン計画を皮切りに、太陽光パネルの技術開発を進め、2000年頃には、世界シェアの50%に至った。2005年以降、中国等の海外勢に押され、日・米・独勢は一斉にシェアを落とし、日本のシェアは直近1%未満となっている。

太陽光パネルの国際シェア動向



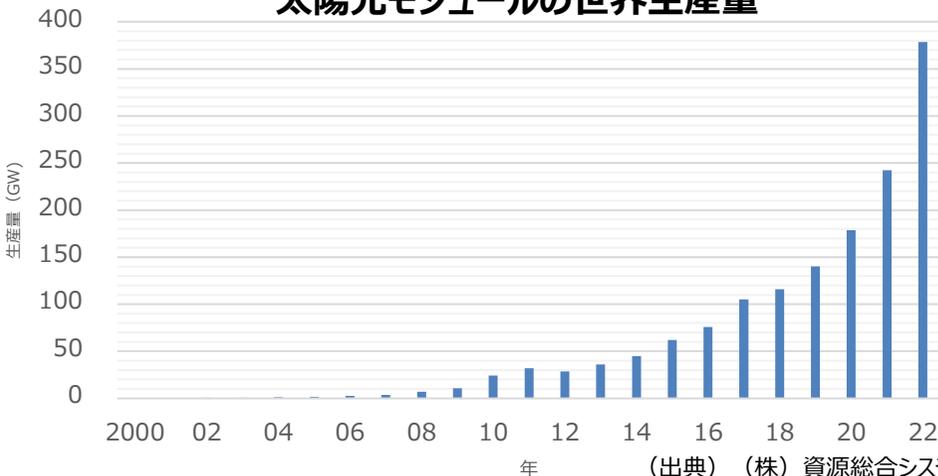
太陽光パネルの国内シェア動向



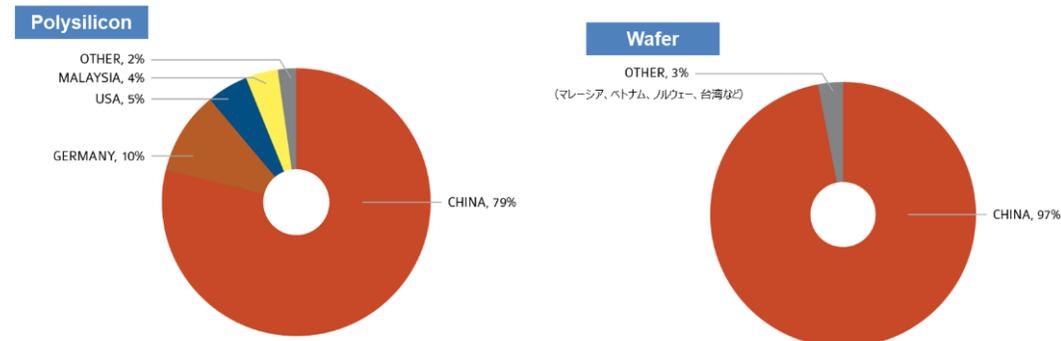
凡例 赤棒：国内生産／国内出荷量 青棒：海外生産／国内出荷量

(出典) (一社) 太陽光発電協会 出荷統計

太陽光モジュールの世界生産量



太陽電池向けシリコンサプライチェーンのシェア



(参考) 太陽光政策の変遷

太陽光パネル
価格

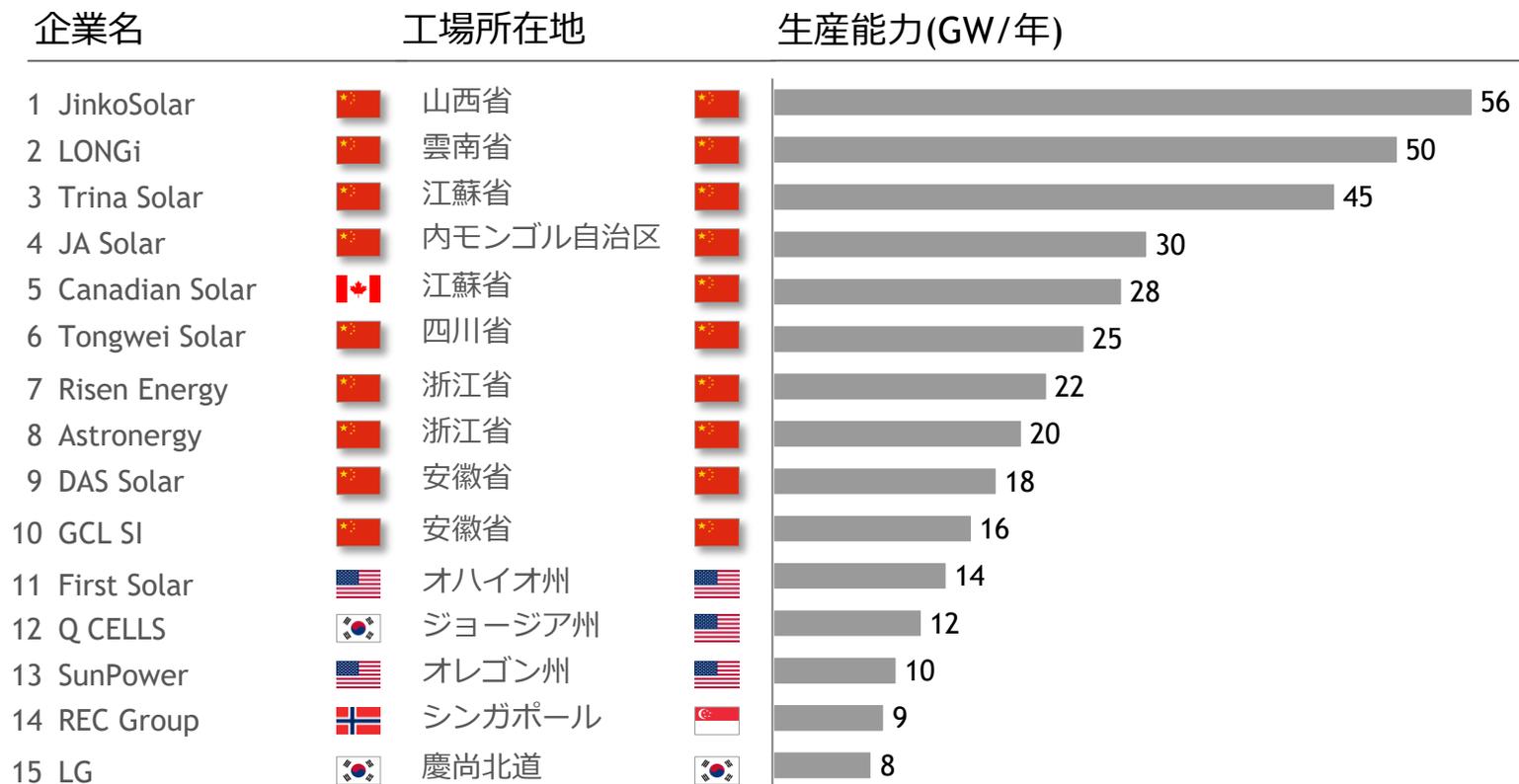
生産シェア

(参考)
買取価格

年	政策	太陽光パネル価格	生産シェア	(参考)買取価格
1974	サンシャイン計画 発足		—	
1993	ニューサンシャイン計画 発足		27.8%	
1994	住宅用太陽光発電向け補助金 開始		27.8%	
2002	RPS制度 (新エネルギー利用法) 開始		44.7%	
2004	生産シェア過去最大	44.1万円/kW	50.4%	
2005	住宅用太陽光発電向け補助金 終了	42.8万円/kW	47.3%	
2009	自家用太陽光発電の余剰電力買取制度 開始		14.1%	
2012	FIT制度 (再エネ特措法) 開始 住宅用太陽光発電向け補助金 再開	28.4万円/kW	9.0%	40円
2013	住宅用太陽光発電向け補助金 終了	25.1万円/kW	8.3%	36円
2017	FIT制度における入札 開始	15.0万円/kW	2.4%	21円
2022	FIP制度 開始	14.9万円/kW	0.2%	10円

(参考) シリコン太陽電池生産能力上位15工場

- シリコン太陽電池では、年間10GW以上の生産能力を有する工場も多く存在している。

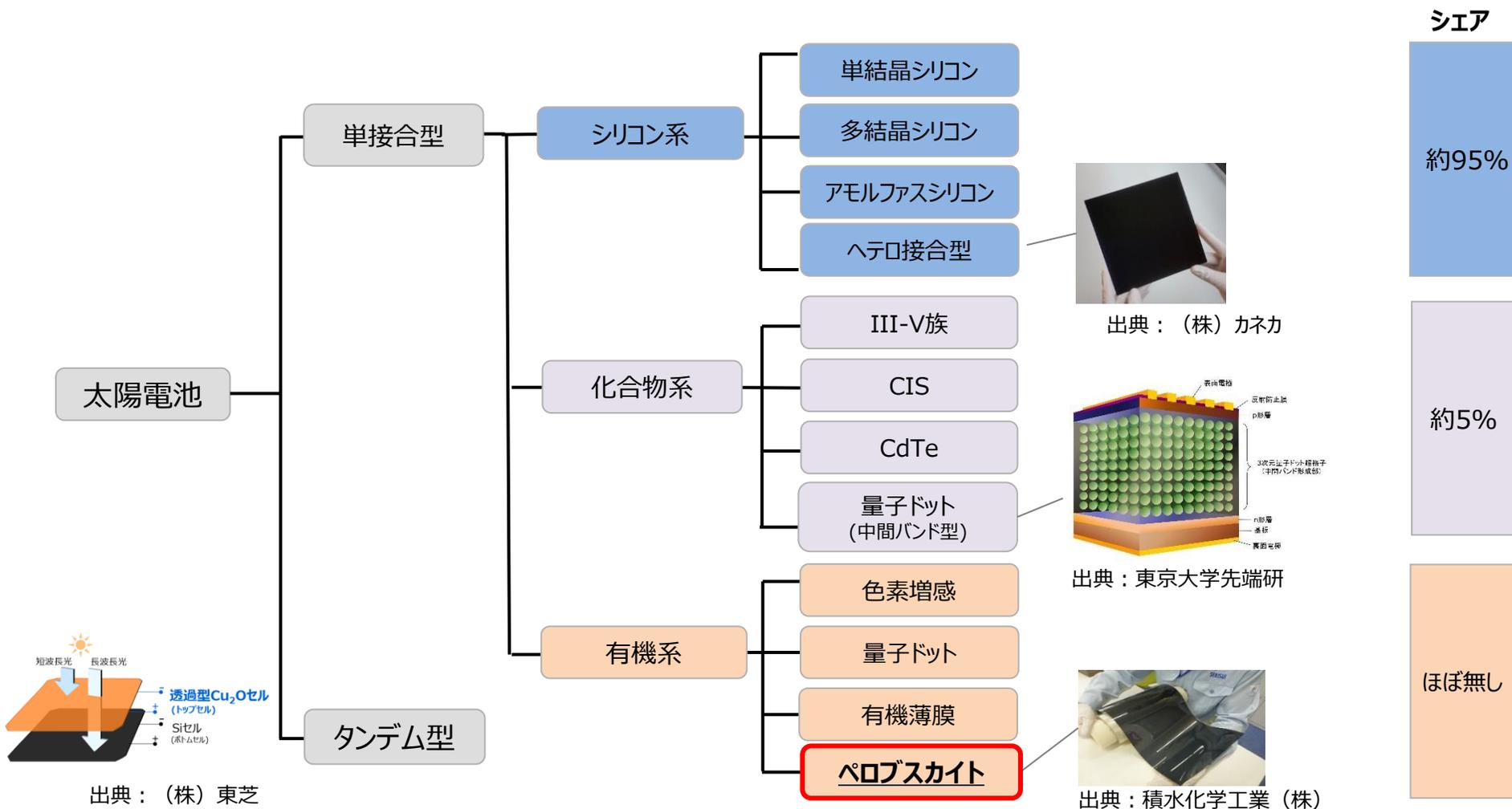


出典: SOLARBE GLOBAL、各種公開情報

2. 次世代型太陽電池の位置づけ

次世代型太陽電池について

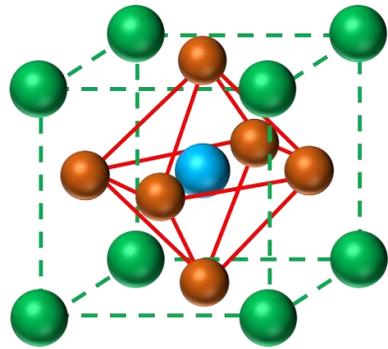
- 現在、主流のシリコン太陽電池が市場の95%を占める。
- シリコン太陽電池以外の様々なタイプの太陽電池が開発されているが、特に、ペロブスカイト太陽電池は、直近10年間で変換効率が約1.5倍に向上。タンDEM型までを視野に入れ、各国で事業化を目指す動きが見られる等、社会実装が近い次世代型太陽電池として期待されている。



ペロブスカイト太陽電池について

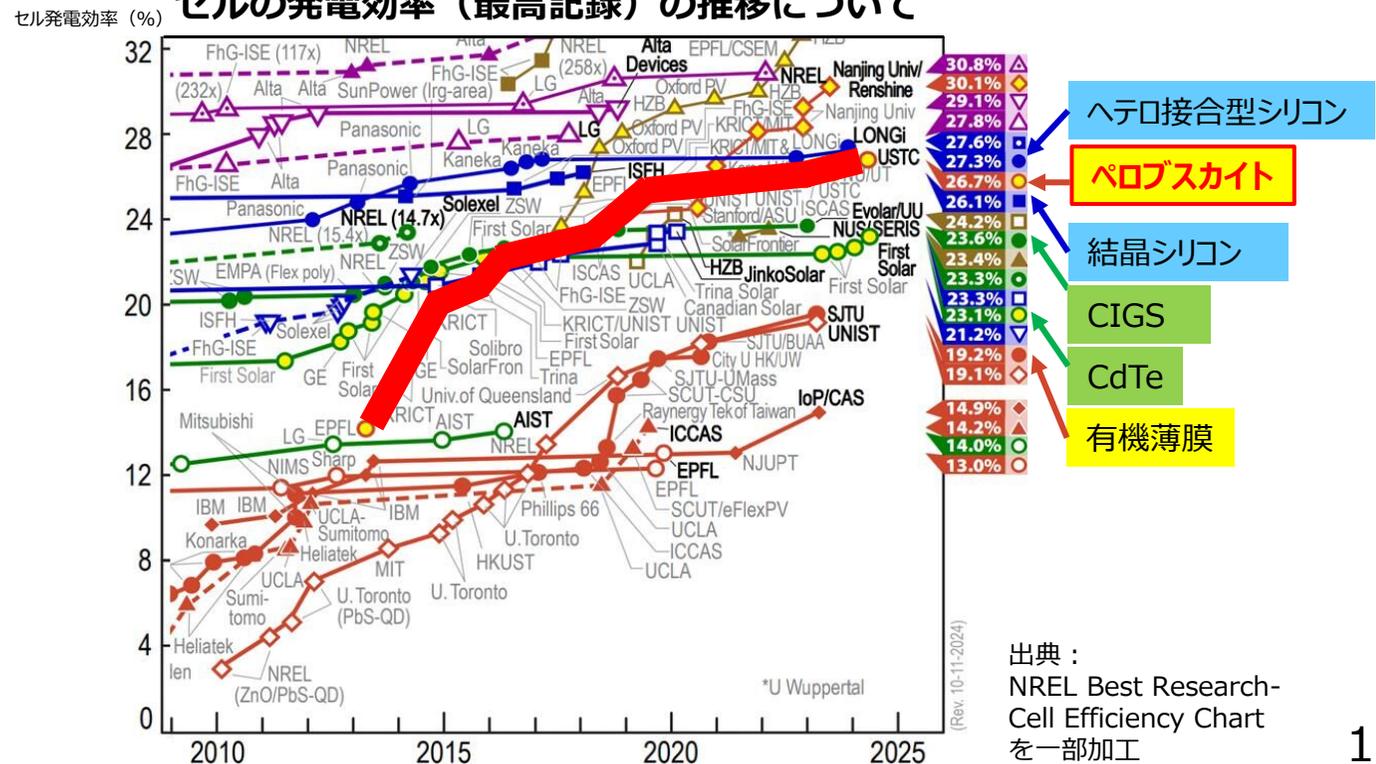
- ペロブスカイト太陽電池とは、3種類のイオン（代表的にはA:有機アンモニウム、B:鉛、X:ヨウ素）が ABX_3 のペロブスカイト結晶構造で配列する材料を発電層に用いた太陽電池の総称であり、国内研究者が開発した日本発の技術。
- 2009年に初めて作製されたが、発電効率は3~4%であった。2012年に、固体型ペロブスカイト太陽電池が英国と日本の研究者らによって共同開発され、安定性が向上したことを皮切りに、研究開発が加速。
- 近年、世界的に開発競争が激化し、2024年11月現在では、26.7%まで発電効率が向上。

ペロブスカイト結晶構造 (一般式: ABX_3)



- A: 有機アンモニウム
- B: 鉛
- X: ヨウ素

セルの発電効率（最高記録）の推移について



(参考) ペロブスカイト太陽電池の種類

フィルム型



(出典) 積水化学工業 (株)

- 軽量で柔軟という特徴を有し、建物壁面など、これまで設置が困難であった場所にも導入が可能で、**新たな導入ポテンシャルの可能性大**。
- 海外勢に、大型化・耐久性といった**製品化のカギとなる技術で、大きくリード**。
- △ 発電コストの低下に向けては、引き続き、**耐久性の向上に係る技術開発**が必要。

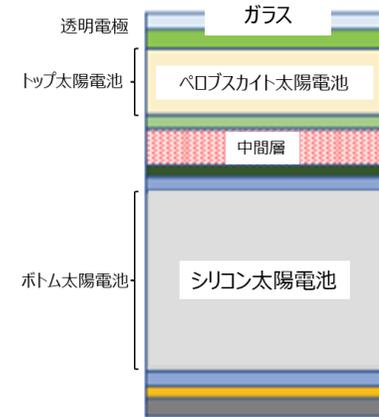
ガラス型



(出典) パナソニックHD(株)

- 建物建材の一部として、既存の高層ビルや住宅の窓ガラスの代替設置が期待され、一定の**新たな導入ポテンシャルの可能性**に期待。
- △ 海外勢でも技術開発が盛んに行われており、**競争が激化**してきている状況にある。
- フィルム型と比べ、耐水性が高く、**耐久性を確保しやすい**。

タンデム型 (ガラス)



(出典) (株) カネカ

- 現在一般的に普及しているシリコン太陽電池の置換えが期待されており、引き続き研究開発段階。**世界的に巨大な市場**が見込まれる。
- △ 海外勢でも技術開発が盛んに行われており、**競争が激化**してきている状況にある。
- △ 開発の進捗状況は、フィルム型やガラス型に劣り、**引き続き研究開発段階**。
- × **シリコンは海外に依存**。

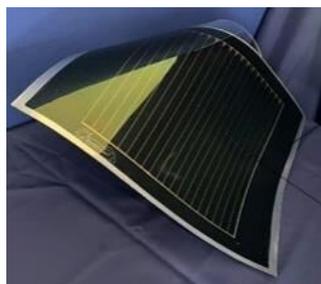
(参考) 国内企業における開発動向

- ペロブスカイト太陽電池は、国内において開発が進められ、一部の企業では2025年度から事業化が開始される予定。
- 特にフィルム型では、耐久性や大型化の面で技術的に世界をリード。ガラス型・タンデム型についても開発が進められている。

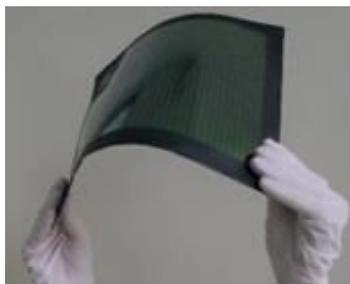
ペロブスカイト太陽電池 イメージ



出典：積水化学工業 (株)



出典：(株) エネコートテクノロジーズ



出典：(株) 東芝



出典：(株) カネカ



出典：パナソニック HD (株)



出典：(株) アイシン

想定される用途



建物屋根

出典：(株) エネコートテクノロジーズ



建物壁面

出典：積水化学工業 (株)



建材一体型

出典：パナソニック HD (株)



IoT機器 出典：(株) エネコートテクノロジーズ

(参考) 海外企業における開発動向について

- ペロブスカイト太陽電池を巡っては、国際競争が激化している。
- ① 中国：2015年頃からスタートアップ企業が複数設立。多数の企業や大学において中国自国内の特許取得が進められている。ガラス型を中心に、タンデム型を含め各社量産に向けた動きが見られる。
- ② 欧州：独立系メーカーが、フィルム型・タンデム型を開発。量産ラインの整備に向けた動きもみられる。

	フィルム型		ガラス型		タンデム型		
	大正微納 (中国)	Saule Technologies (ポーランド)	極電光能 (中国)	万度光能 (中国)	G C L (中国)	仁燦光能 (中国)	OxfordPV (イギリス)
変換効率	13~15%	12.0%	1.2×0.6m : 17% (2024年内目標値 : 20%超) 1.2×2.3m : 18% (目標値)	18% (実験効率)	1.0×2.0m : 19.04% 1.2×2.4m:27% (目標値)	18% (2024年内目標値 : 20%)	28.6%
サイズ	1.0×0.6m	9㎡、1㎡	1.2×0.6m 1.2×2.3m	不明	1.0×2.0m 1.2×2.4m	1.2×0.6m	16.6×16.6cm
耐久性	不明	1,000時間 ※連続発電時の耐久性	~10年	不明	10~15年	不明	10~15年の見込み
生産能力	100MW ※建設中	約100MW ※建設予定	150MW 1GW(建設中) ※2026年末までに10GWま で拡張予定	200MW ※1.2GW建設中のほか、 拡張計画あり	100MW ※1GW建設中のほか、 拡張計画あり	150MW ※2024年に1GW級建設 予定	100MW ※稼働率50%以下
生産開始	稼働予定 (2024年 ~2025年)	建設予定 (2026年)	2022年12月	稼働中 (時期不明)	2021年	2024年1月	2023年

(出典) 公表情報、

令和6年度エネルギー需給構造高度化対策調査等事業(次世代型太陽電池の需要等に関する調査)、以下、当資料においては、委託調査(ポストンコンサルティンググループ(BCG))とする。14

ペロブスカイト太陽電池の位置づけ①

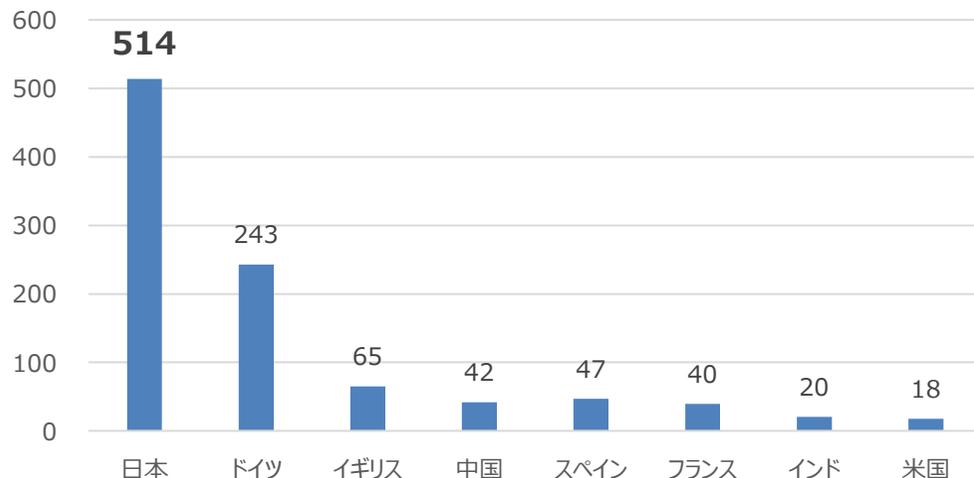
- 2012年のFIT制度開始以降、太陽光発電の導入量は大幅に拡大（**平地面積当たりの導入量は主要国で最大級**）する中で、**適地の制約**、**地域との共生上の課題**が生じている状況。
- ペロブスカイト太陽電池は、軽量・柔軟などの特徴を生かし、これまで太陽電池が設置困難であった場所にも設置し、**再エネ導入拡大と地域共生を両立するもの**として期待される。

	2011年度	2023年度	2030年ミックス
再エネの電源構成比 発電電力量:億kWh	10.4% (1,131億kWh)	22.9% (2,253億kWh)	36-38% (3,360-3,530億kWh)
太陽光	0.4%	9.8%	14-16%程度
	48億kWh	965億kWh	1,290~1,460億kWh

(出典) 2023年度数値は令和5年度(2023年度)エネルギー需給実績(速報)より引用

【平地面積あたりの太陽光設備容量】

(kW/km²)



(出典) 外務省HP (<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html>)、Global Forest Resources Assessment 2020 (<http://www.fao.org/3/ca9825en/CA9825EN.pdf>)

IEA Renewables 2022、IEAデータベース、2021年度エネルギー需給実績(確報)、FIT認定量等より作成
※平地面積は、国土面積から、Global Forest Resources Assessment 2020の森林面積を差し引いて計算したものの。

【導入拡大に伴って生じている地域共生上の課題】

土砂崩れで生じた崩落



景観を乱すパネルの設置

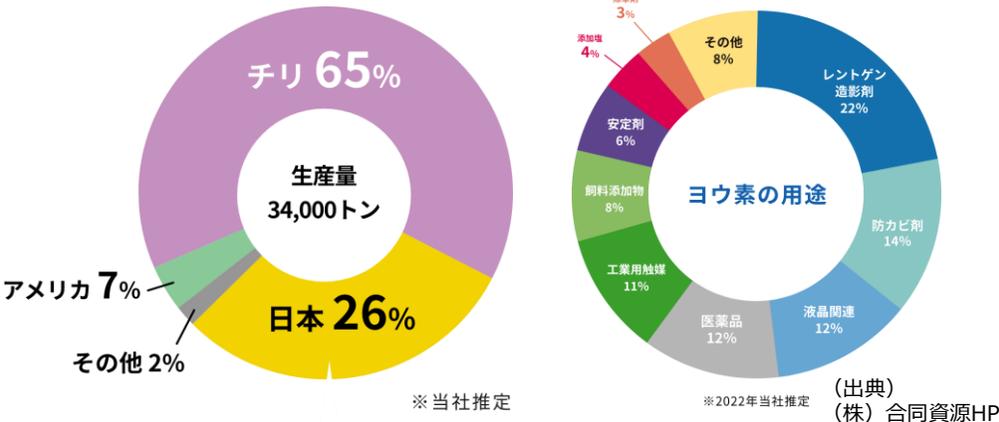


- **不適切案件への規律強化については、本年4月から、改正再エネ特措法を施行。** 関係法令違反時のFIT/FIP交付金の一時停止措置や、申請時の説明会の開催など周辺地域への事前周知の要件化などの措置を講じており、事業規律強化を進める。

ペロブスカイト太陽電池の位置づけ②

- ペロブスカイト太陽電池の発電層において主要となる原材料のヨウ素について、日本は世界第2位の産出量（シェア約30%）。
- 原材料を含め強靱なサプライチェーン構築を通じ、エネルギーの安定供給にも資することが期待される。

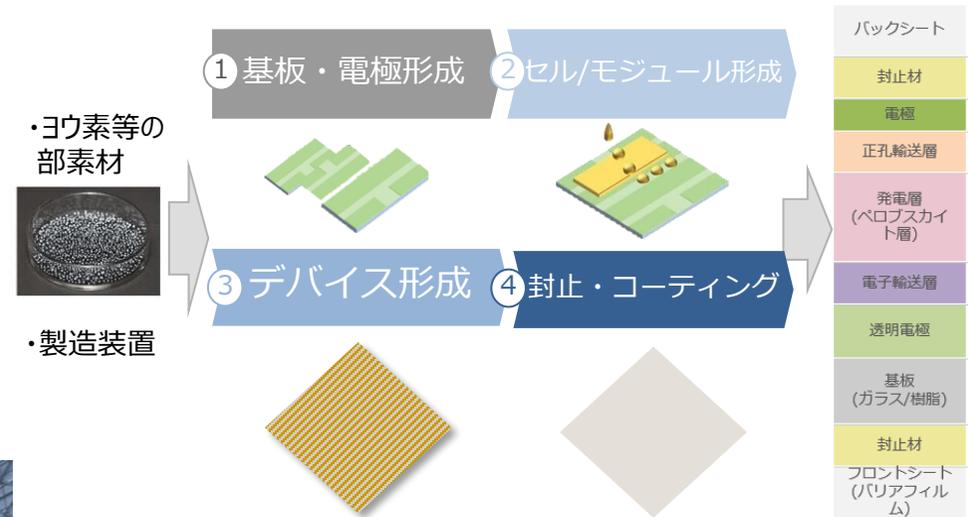
【ヨウ素の国際シェア】



（千葉県でヨウ素の原料のかん水をくみ上げ、製造している様子）



【ペロブスカイト太陽電池のサプライチェーン】



ペロブスカイト太陽電池の位置づけ③

- ペロブスカイト太陽電池について、その発電効率や耐久性などの**製品としての競争力は、製造プロセス等のノウハウ**（製造装置に化体しない複雑な材料加工や成形、温度・湿度の管理など）による部分が多い。
- 省資源、製造に必要な温度や期間などの面で優れ、耐久性など性能面の課題の克服や量産化を進めることで、将来的に、**シリコン太陽電池に比肩する発電コストを実現していくことが期待**される。
- 特に、ペロブスカイト太陽電池のうちフィルム型や建材一体型は、**自由度の高い施工・運搬の可能性**を活かし、製造のみならず、施工・運搬・回収などを含めた**システム全体で付加価値を創出し、競争力を実現**していく余地が多い。

	シリコン太陽電池	ペロブスカイト太陽電池（フィルム型）
発電層の 主要材料	ケイ素	ヨウ素、鉛
光吸収係数	~10 ⁴ /cm	~10 ⁵ /cm 日陰・室内等でも発電可能
製造日数	3日以上	1日程度を目指す
製造温度	1,400℃以上	150℃
製造工程	ターンキー製造	高度な材料加工・精密な製造プロセス
施工	確立した設置形態（地上・屋根・建材一体）	多様な用途・設置形態（壁面・曲面・屋根・建材一体など）
リサイクル	パネルの義務的リサイクル制度を含めた 新たな制度の構築に向けて検討中	軽量・減容化に優れた特徴を活かし、 最適なりサイクルシステムを確立するための検討を開始

ペロブスカイト太陽電池の導入による課題解決の可能性

- ペロブスカイト太陽電池は、太陽光発電が直面する様々な課題を乗り越えながら、再エネの導入拡大・エネルギーの安定供給の実現・産業競争力の強化等に貢献しつつ、世界の市場において稼げる再エネ産業として成長し、我が国のGXの牽引役となることが期待される。

① 地域との共生

- ✓ 安全面、環境面、景観など地域の懸念の顕在化
- ⇒ 生活環境や景観等への配慮をする前提のもと、従来、太陽電池が設置困難であった場所・対象など追加的な導入ポテンシャルを創出するとともに、比較的地域共生がしやすい設置形態の実現や意匠性を活かすことが可能となることが期待される。

② 国民負担の抑制

- ✓ FIT制度による20年間の固定価格買取によって国民負担増大（2024年度再エネ賦課金単価：3.49円/kWh）
- ⇒ 技術開発・大量生産等により発電コスト低減が十分に進んだ場合は、将来的には安価な再エネ電源となりえる、加えて自家消費を中心に導入が進めば、国民負担の抑制につながる可能性がある。

③ 出力変動への対応

- ✓ 気象等による再エネの出力変動時への対応が重要
- ✓ 全国大での出力制御の発生
- ⇒ 建物の屋根/壁/窓など需要地に近接した設置が可能であり、特に初期段階では高い自家消費率を前提とした発電が見込まれることから、設置場所によっては、系統負荷の抑制に資する可能性がある。

④ イノベーションの加速とサプライチェーン構築

- ✓ 平地面積などの地理的要件により新たな再エネ適地が必要
- ✓ 原材料や設備機器の大半は海外に依存
- ✓ 技術開発のみならず、コスト低減、大量生産実現に向けたサプライチェーン構築、事業環境整備が課題
- ⇒ 主要な原材料であるヨウ素は、日本は世界第2位の産出量。
原材料を含む強靱なサプライチェーン構築を通じ、経済・エネルギーの安全保障にも資することが期待される。
- ⇒ 材料、製造ノウハウの確保、製造から廃棄・リサイクルまでのシステム全体の付加価値の創出等により産業競争力強化を実現できる余地が大きい。
- ⇒ タンDEM型が社会実装された場合には、既存設備のリプレースを含め太陽電池の大幅な発電効率向上が期待される。

⑤ 使用済太陽光パネルへの対応

- ✓ 2030年代後半以降に顕著に排出量が増加する太陽光発電設備について、計画的な対応が必要。
- ✓ 適切な廃棄のために必要な情報（例：含有物質情報）の管理が不十分
- ⇒ 軽量・減容化といった優れた特徴を活かし、より低コストなりサイクルシステムを確立できる可能性がある。

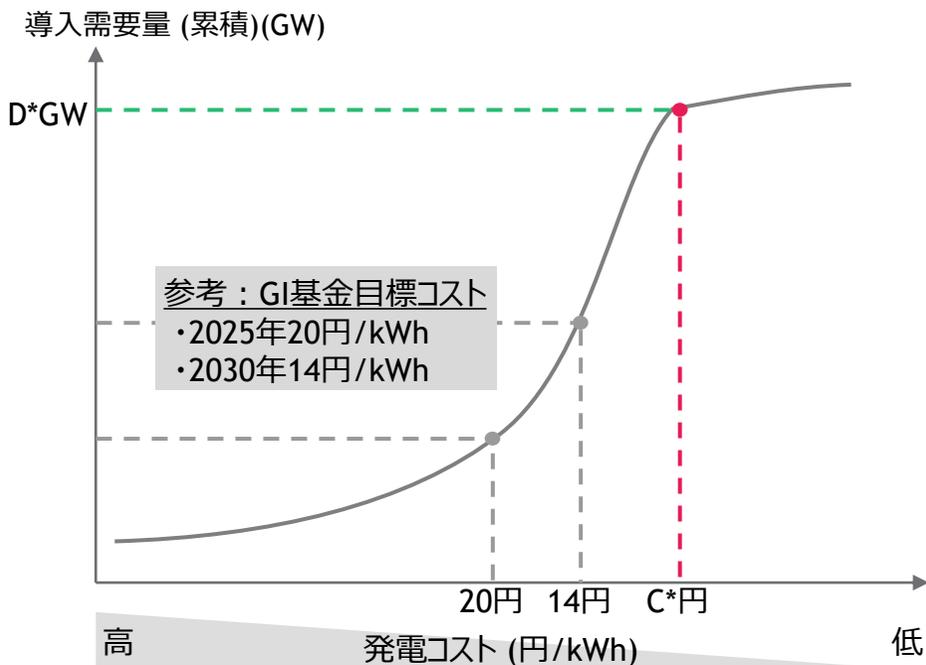
3. ペロブスカイト太陽電池の需要推計

需要推計・習熟効果分析の考え方

- 発電コスト・生産量・導入量は相互に関係する性質を持つため、①製造メーカーによるコスト試算や、②需要推計に基づくコストと導入ポテンシャルの関係性、③習熟効果によるコスト低減に必要な生産量等を踏まえる。

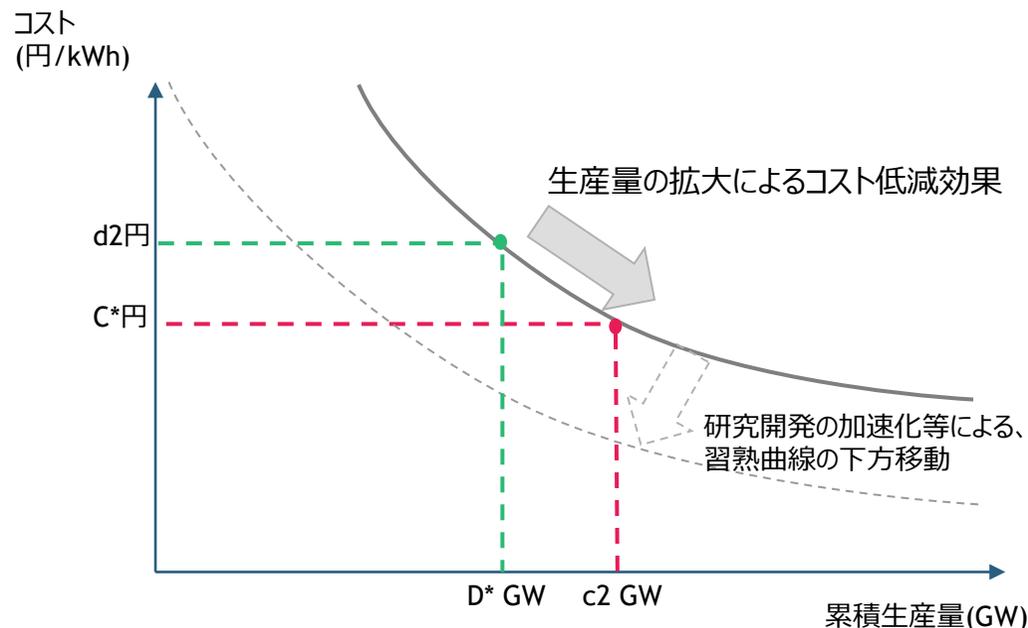
需要推計

- 発電コストの低減に伴って導入ポテンシャルは増加。



習熟効果分析

- 累積生産量が増加すると、発電コストは減少。
(累積生産量は、国内に加えて海外展開などの需要増加に伴って増加する)



導入需要の推計方法について

- ペロブスカイト太陽電池が設置可能な面積について、設置場所ごとに各種統計データとヒアリングをベースに算出。更に、事業者へのアンケート結果をもとに、電気料金水準を踏まえてペロブスカイト太陽電池の発電コスト毎の導入比率を推計し、**経済性を考慮した導入需要を推計**。
- 海外の需要推計については、対象国（全32ヶ国^{注1}）毎に推計。

導入需要 (W)
(容量ベース)^{注2}

= ペロブスカイト太陽電池設置可能面積 (m²)^{注3}

=

場所別面積(m²)

国内：統計データ^{注4}を集計して設定
海外：各国統計データをもとに、場所別面積に変換して設定

×

設置場所別係数(%)

設置場所ごとに係数を設定
国内：ヒアリングをもとに設定
海外：国内需要推計で設定した値を類似の設置場所に適用
ヒアリング先：ゼネコン設計担当者、インフラ系企業工事担当者等

×

ペロブスカイト太陽電池導入率 (%)

=

アンケート調査をもとに電気料金水準も踏まえた上でのペロブスカイト太陽電池の発電コスト毎の導入率を算出
国内：各事業者における太陽光発電導入時の価格感応度をアンケート調査にて収集
電気料金水準は直近10年の平均数値を横置き
屋根設置の発電コストと、壁・窓設置の発電コストとの差は、ヒアリング調査と、FIT/FIPの定期報告データにおける屋根設置太陽光のコストをもとに試算
海外：国内需要推計で設定したLCOE毎の導入比率をベースとして、各国ごとに異なる電力料金、設備利用率、施工コストを勘案して国毎のペロブスカイト太陽電池導入率を推計
電気料金水準は各国の電気料金を採用、ペロブスカイト太陽電池のLCOEは各国の電力料金・設備利用率・施工コストを考慮

×

面積あたりの発電容量 (W/m²)

=

太陽光発電1m²(日射強度 1,000W/m²)あたりに対して発電できる容量
ヒアリングをもとに下記の通り設定
屋根・壁面：150W/m² (= 変換効率15%) に設定
窓：太陽光の透過性の観点から75W/m² (= 変換効率7.5%) に設定

委託調査 (BCG) をもとに、事務局にて整理

注1：可住地当たりのシリコン太陽電池の導入容量、人口、データアベイラビリティ等を考慮して選定。

注2：経済性についてシリコン太陽電池との競合を加味した推計の場合については、下記計算にもとづき、「ペロブスカイト太陽電池の経済性>シリコン太陽電池の経済性」となった場合にペロブスカイト太陽電池の導入需要として算入。

シリコン太陽電池設置による経済性 = (電力料金(国別) - シリコン太陽電池のLCOE(国別)) × シリコン太陽電池の設置可能係数(建物別)

ペロブスカイト太陽電池設置による経済性 = (電力料金(国別) - ペロブスカイト太陽電池のLCOE(共通)) × (シリコン太陽電池 + ペロブスカイト太陽電池の設置可能係数(建物別))

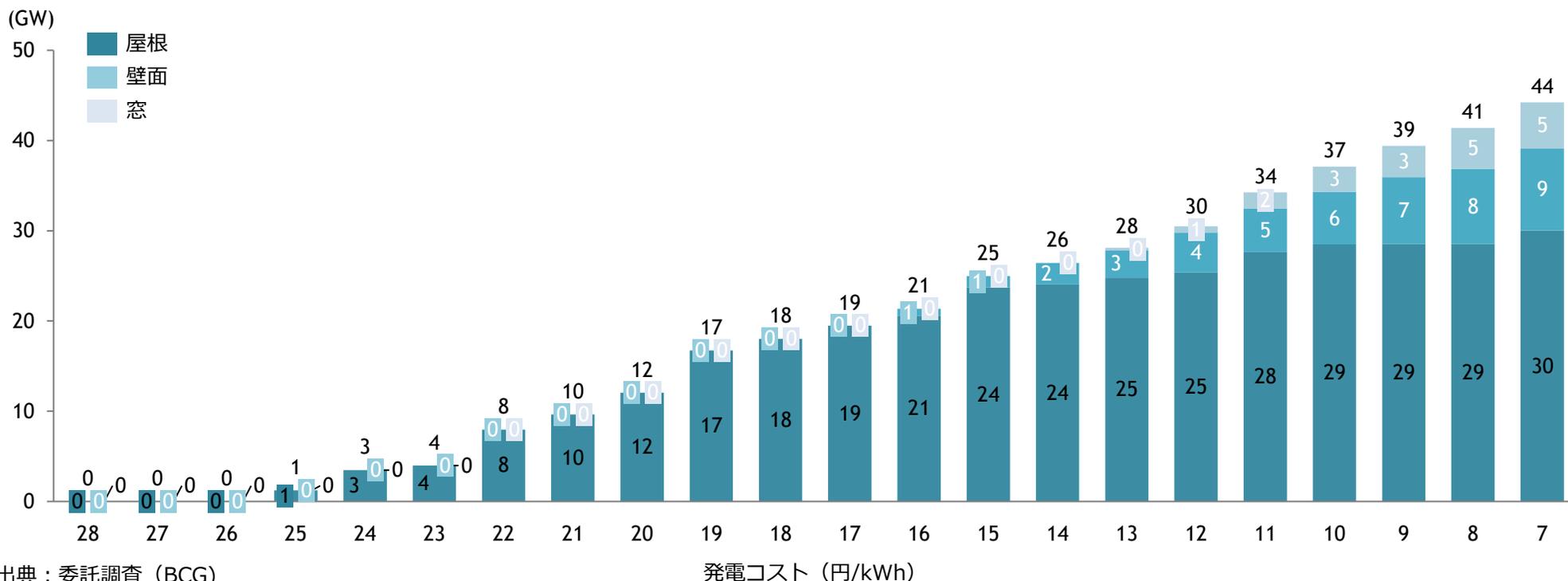
注3：壁および窓は南向きに面しているかつ近隣建築物と隣接せず日陰にならない場所のみを対象としており、全体の壁・窓面積に、一定の仮定の下で設定した係数(0.1875)を乗じて算出。

注4：参照した統計データは設置場所ごとに異なる。

注5：太陽光発電設備の設備利用率は、屋根設置と、壁・窓設置で大きな差があるため、便宜上、壁・窓設置の導入容量は、左記設備利用率の差で割り引く補正を行っている。

国内での需要の見込みについて

- 設置場所に着目すると、経済性の観点から、まずは、**屋根から導入が開始**され、**発電コストの低下に伴って、垂直面である壁面や窓への導入**が進んでいくことが見込まれる。
- 但し、**実際の導入量と潜在的な需要量との間には乖離**があり、特に**発電コストが高い段階においては、ペロブスカイト太陽電池の導入量が限定的となる可能性**がある点に留意が必要。



出典：委託調査 (BCG)

発電コスト (¥/kWh)

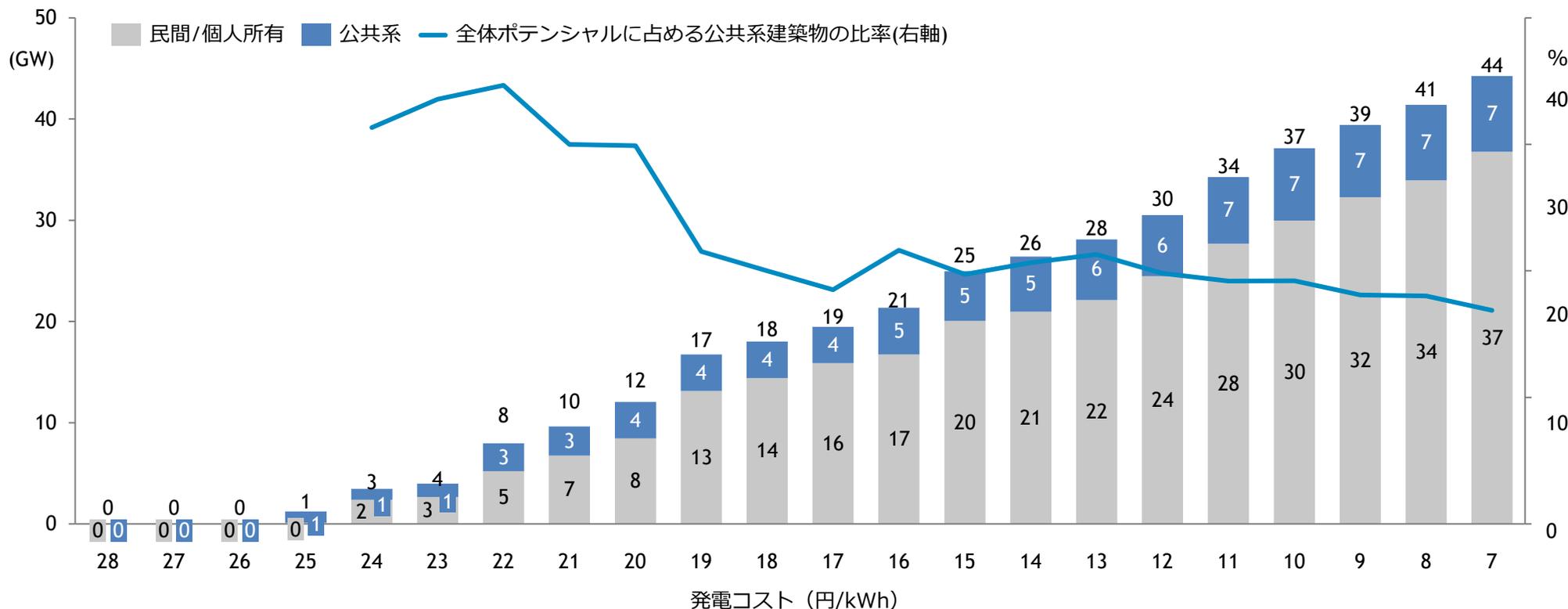
注1：太陽光発電のパネル容量がパワコンの容量を超過する過積載を考慮

注2：発電コストは屋根置きを前提としたペロブスカイト太陽電池の発電コストとなり、設備利用率や発電効率を考慮すると壁・窓置きにおける発電コストは高くなることと想定される。価格感応度には回答者のバイアスが含まれており、経済性を正確に反映出来ていない可能性がある点は留意が必要

注3：上記推計は、事業者の価格感応度と発電コストが合致する場合に、ペロブスカイト太陽電池の追加設置が可能な場所全てについて、ペロブスカイト太陽電池が導入される前提を置いている。なお、ペロブスカイト太陽電池の経済性がシリコン太陽電池の経済性を上回った場合のみ導入が進むとの仮定の下での推計では、約16円/kWhまで発電コストが低減した後に一定の規模の需要が立ち上がる。

(参考) 国内での導入先別の需要推計結果

- 国内の需要に関して、導入先に着目すると、公共部門や、環境価値を高く評価する企業などの割合が多く、発電コストの低下に伴って、様々な主体での設置が進んでいくことが見込まれる。

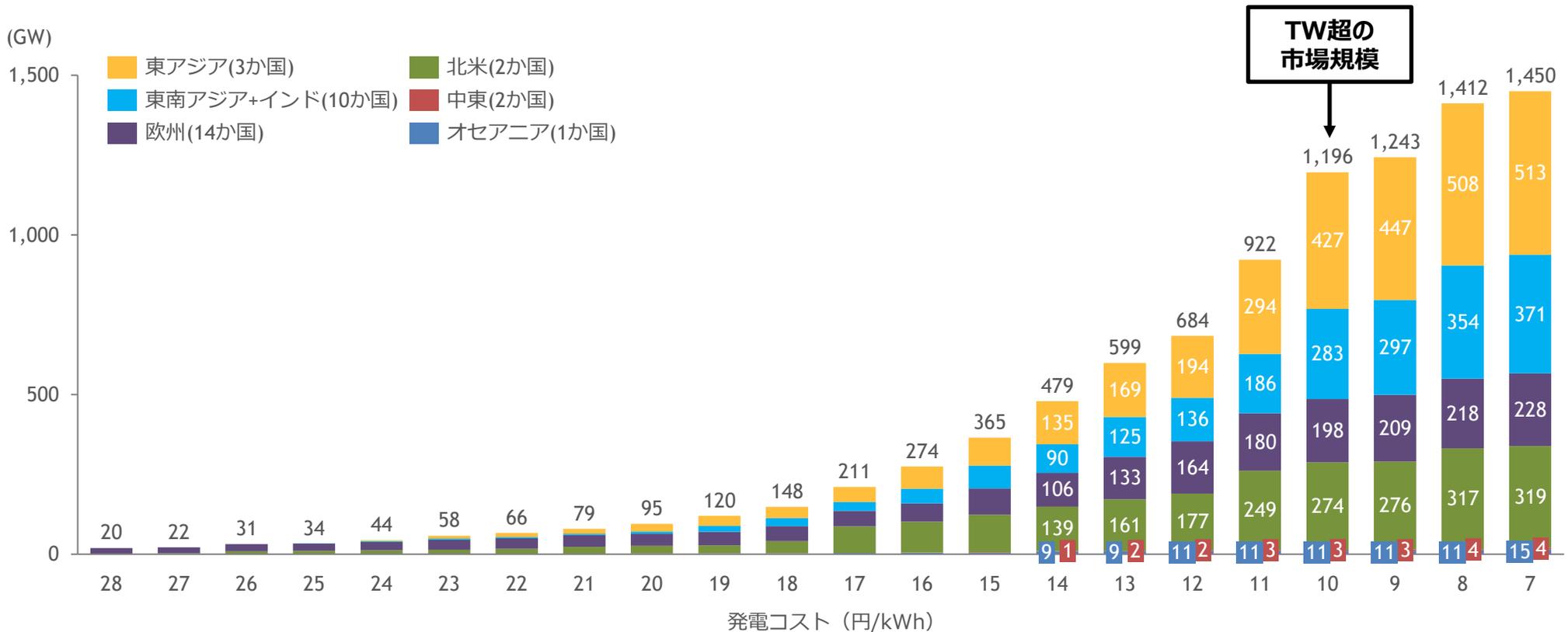


出典：委託調査 (BCG)

注1：本スライドでの「公共系建築物」とは、学校・病院（公共系）、娯楽・商業施設（公共系）・官公庁施設を指す。
 注2：発電コストは屋根置きを前提としたペロブスカイト太陽電池の発電コストとなり、設備利用率や発電効率を考慮すると壁・窓置きにおける発電コストは高くなることが想定される。価格感応度には回答者のバイアスが含まれており、経済性を正確に反映出来ていない可能性がある点は留意が必要。
 注3：上記推計は、事業者の価格感応度と発電コストが合致する場合に、ペロブスカイト太陽電池の追加設置が可能な場所全てについて、ペロブスカイト太陽電池が導入される前提を置いている。なお、ペロブスカイト太陽電池の経済性がシリコン太陽電池の経済性を上回った場合のみ導入が進むとの仮定の下での推計では、約16円/kWhまで発電コストが低減した後に一定の規模の需要が立ち上がる。

海外での需要量の見込みについて

- 発電コスト10～14円/kWhの場合、**2040年の導入量は約500～1,000GW程度**と見込まれる。特に、**発電コスト10円/kWhの場合、TWを超える需要量**が見込まれる。

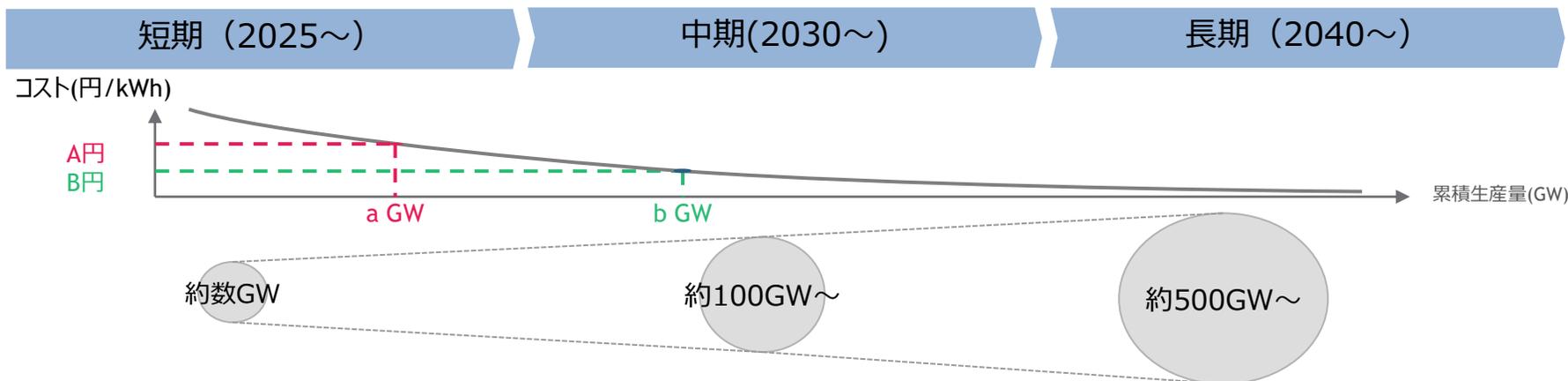


出典：委託調査 (BCG)

- 注1：本需要推計については自国バイアスが見込めないことを踏まえ、経済性についてシリコン太陽電池との競合を加味した上で推計を行っている。
 注2：対シリコン太陽電池の経済性を考慮する上でペロブスカイト太陽電池の経済メリット計算時の追加設置場所を屋根のみに限定した数値で比較した値。
 注3：海外需要推計の値は生産目標ベース(DC)換算で、ペロブスカイト太陽電池の追加性のみを考慮した需要量を記載。

海外市場への導入イメージ

- **①本邦現地法人数が多い、②電気料金が高い、③設備利用率が高い、④施工コストが安い、といった特徴を持つ国・地域において導入が進むことが見込まれる。**その後、生産規模拡大に伴う習熟効果を通じ、発電コストが低減するにつれて、世界各地で導入が進むことが見込まれる。
- なお、初期的には国際標準策定での連携が見込める**高度研究機関を有する国・地域から導入**を進めていくことが重要。



高度研究機関
(性能認証機関)
を有する国

- 米国 : 国立再生可能エネルギー研究所 (NREL)
- 中国 : 国立太陽光発電産業計測センター (NPVM)
- ドイツ : フ라운ホーファー研究機構太陽エネルギー研究所 (FhG-ISE)
- イタリア : 欧州太陽光発電試験施設 (ESTI)
- オーストラリア : オーストラリア連邦科学産業研究機構 (CSIRO)

本邦製造業種
現地法人数

中国 : 3,400社、米国: 1,000社、インドネシア: 630社、韓国: 320社、インド: 290社、英国: 140社、ドイツ: 140社、フランス: 90社、スペイン: 40社、スイス: 10社

電力料金が高い国^{注1}

ドイツ、スペイン、英国、オーストラリア、デンマーク、ギリシャ、イタリア、カンボジア、米国、インド

設備利用率が高い国^{注1}

インドネシア、タイ、アラブ首長国連邦、カタール、アメリカ、ギリシャ、オーストラリア、キプロス、カンボジア、インド

施工コストが安い国^{注1,2}

オーストラリア、中国、インド、イタリア、スペイン、カナダ、オーストラリア、インドネシア、英国、スロベニア

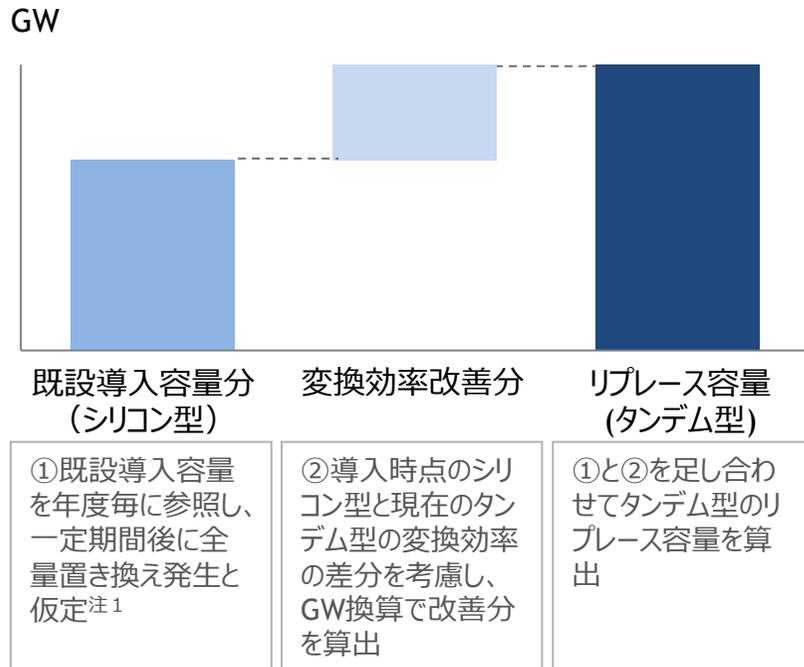
公表情報及び委託調査 (BCG) をもとに事務局にて作成

注1 : 委託調査においてペロブスカイト太陽電池の導入量について調査を行った32か国 (可住地当たりのシリコン太陽電池の導入容量、人口、データペイラビリティ等を考慮して選定) から上位10か国を記載。 注2 : IRENA_Renewable_Power_generation_Costs_in_2022参照、データがない国・地域については掲載省略しているもの。

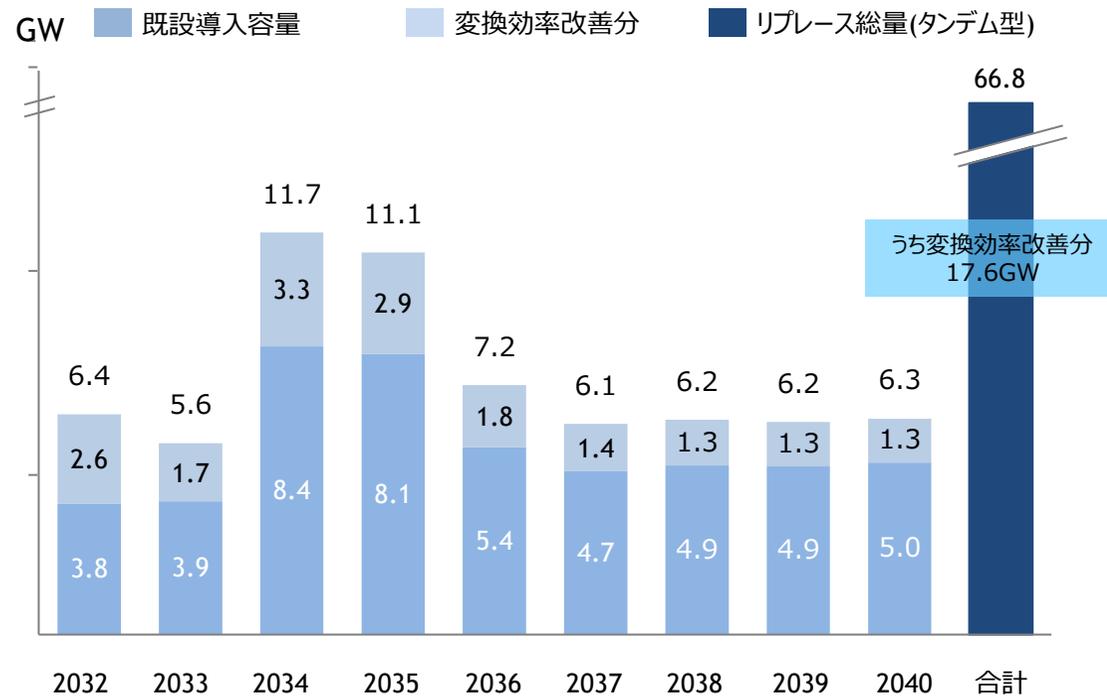
(参考) タンデム型太陽電池によるリプレースの可能性

- 国内において**タンデム型太陽電池**について、技術が確立し、商用化された後には、既設の太陽光発電設備における**シリコン太陽電池からのリプレースが見込まれる**。
- なお、FIT/FIP制度の対象となっている事業用太陽光発電設備について、**2032年度以降、順次、FIT/FIP期間の満了が見込まれるが**、FIT/FIP期間終了後も、**必要に応じて再投資・リプレースを行いながら長期安定的に事業継続されることが重要**。

推計方法



推計結果 (タンデム型へのリプレース容量)



注1：FIT/FIP対象設備がFIT/FIP期間終了時点でタンデム型にリプレースされると機械的に仮定して計算。なお、FIT制度導入前の導入分（0.9GW）は、2032年にリプレースがされると機械的に仮定し、便宜上、2032年の既設導入容量に含めている。なお、シリコンの変換効率は各年度の変換効率は各種データソース・委託調査（BCG）より参照。

注2：タンデム型の変換効率は29%（イギリスOxford PVの商用効率）と仮定。既設導入容量は、住宅用太陽光発電設備を含まない。

出典：経済産業省 2024年再生可能エネルギーの導入状況、各種発表情報、委託調査（BCG）

(参考) 発電コストについて

- 次世代型太陽電池については、①生産規模の拡大による製造装置の稼働率の向上等の規模の経済によるパネルコストの低減、②技術革新による一定の稼働年数や変換効率の向上等が見込まれる。
- こうした点を踏まえ、本官民協議会に参画する次世代型太陽電池メーカー 6 社のコスト見通し及び事業用太陽光（屋根設置）の2023年に設置されたFIT/FIP案件の定期報告をもとに、事務局において、2040年に一定規模（概ね1GWと仮定）の年間生産体制を実現した際のコスト諸元を以下のとおり想定すると、発電コスト（政策経費を含まない）は15円/kWh台半ばとなる見込み。
 - － 壁や窓等に設置した場合は、屋根に設置する場合と比べて日射量が減ることから設備利用率が減少するが、本試算では、同一の条件下における電源技術のコストを算出するため、屋根に設置した場合を想定して、設備利用率を試算。
 - － 実際の発電コストは設置形態等によって大きく変わり得るものであるところ、各社がコスト見通しを作成する際の設置形態の想定にはバラツキがある。したがって、今回コストの諸元として採用した各社のコスト見通し（設備利用率以外のコスト諸元）については、必ずしも屋根設置の設備が想定されているものではない点に留意が必要。
- 発電コストはあくまで、メーカーのコスト見通し等に基づき、一定の諸元を置いて算出した、現段階での試算値であることに留意が必要。今後、研究開発の加速化、国内外の需要拡大に合わせた生産規模の拡大等により、より競争力のあるコスト水準を目指していく必要がある。

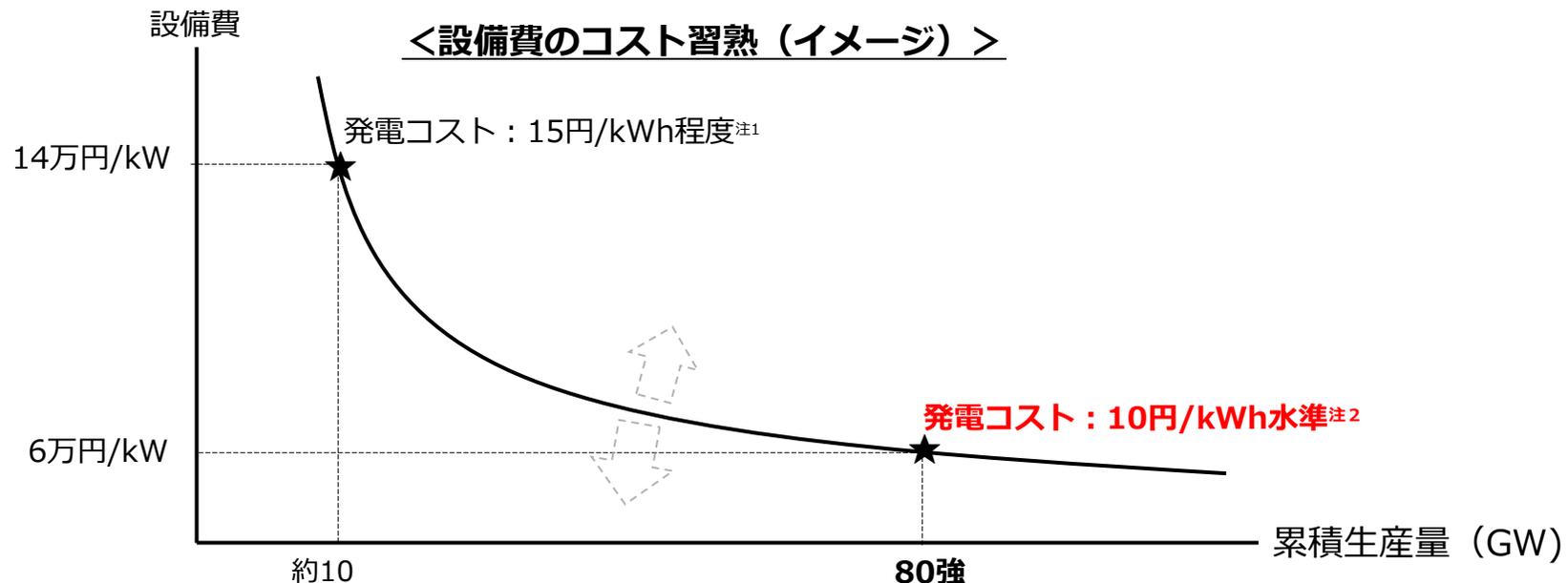
項目		値	参照データの考え方
建設費	合計	20.4万円/kW	「次世代型太陽電池の導入拡大及び産業競争力強化に向けた官民協議会」に参画するメーカー 6 社それぞれのコスト見通しと、事業用太陽光（屋根設置）の2023年に設置されたFIT/FIP案件の定期報告（2023年8月までに報告されたデータを対象）をもとに分析。
	設備費	14.3万円/kW	
	工事費等	6.1万円/kW	
廃棄費用		0.6万円/kW	
運転維持費		0.37万円/kW/年	事業用太陽光（屋根設置）のこれまでに設置された全てのFIT/FIP案件の中央値（2023年8月までに報告された定期報告データを対象に分析）
設備利用率		14%	2023年に設置されたFIT/FIP案件の太陽光パネルの変換効率を20%と仮定し、「次世代型太陽電池の導入拡大及び産業競争力強化に向けた官民協議会」に参画するメーカー 6 社それぞれの変換効率に係る見通しと、事業用太陽光（屋根設置）の2022年に設置されたFIT/FIP案件中央値（データ取得期間：2022年6月～2023年5月）をもとに、分析。
稼働年数		20年	メーカー 6 社のコスト見通しにおける稼働年数の中央値。

(参考) 発電コストの低減に必要な生産量について

- 2030年までの早期にGW級の生産体制構築後、同水準で生産を続けた場合、**2040年時点での累積生産量は10GW程度**であり、その場合の**設備費について、現時点でのメーカーのコスト見通しをもとに一定の仮定を置いて試算すると14万円/kW程度**。
- 仮に、設備費の習熟率をシリコン太陽電池と同様の20%と設定をして分析をした場合、発電コスト**10円/kWh水準の達成に必要な設備費(約6万円/kW)を実現する累積生産量は、80GW強**と試算。**国内需要のみならず、相応の海外需要を見据えていくことが必要となる**。

注) 習熟曲線については、研究開発の加速化や生産技術の革新による変動があり得ることに留意が必要である。

注) 発電コスト・価格目標の試算にあたっては、同一条件下における電源技術のコストを算出するため、屋根に設置された場合を想定している。また、パネルコスト以外のコスト諸元について、2040年の発電コスト(15円/kWh程度)を算出する際に用いた諸元(P27参照)が一定であると仮定している。コストの諸元や習熟率については、このように一定の仮定に基づく数値である点に留意が必要である。



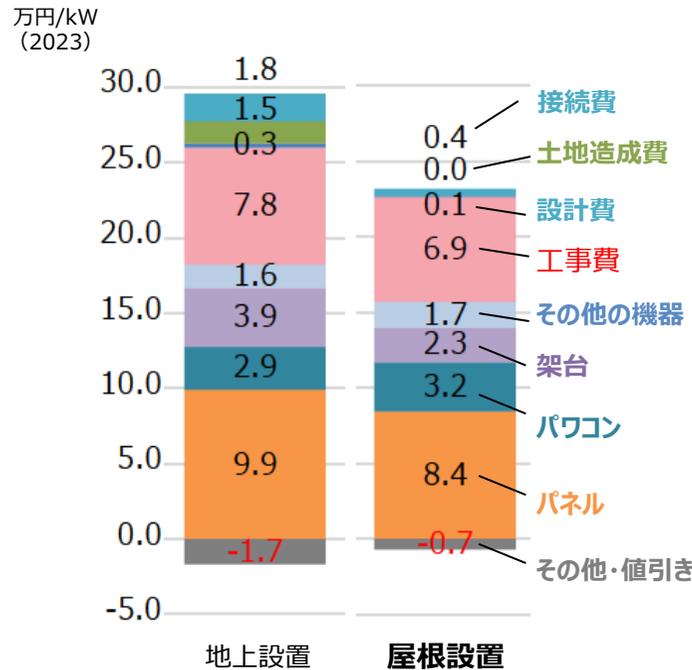
注1：現時点におけるメーカーへのヒアリングをもとにした2040年のコスト見通し

注2：研究開発の進展等により大幅なコスト低減した場合の2040年のコスト

(参考) 発電コストの構造について

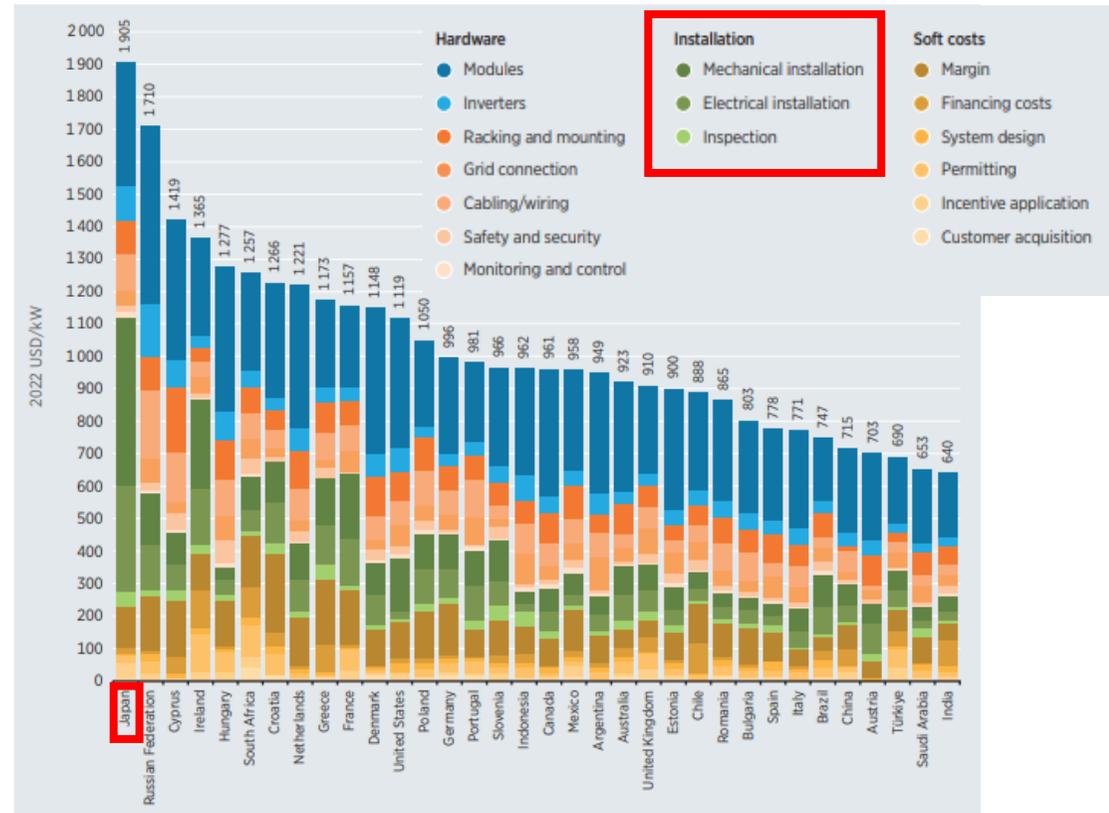
- **FIT/FIPの定期報告データによると、屋根設置太陽光発電設備の施工コストは資本費全体の約30%。** 海外市場への展開を見据え、ペロブスカイト太陽電池の競争力を高めるには、パネルのコスト低減に向けた努力のみならず、**施工コストに関する削減余地**についても検討する必要がある。
- なお、IRENAのレポートでは、日本は、他国と比べて資本費に占める**施工コストの占める割合が高いことが示されている**。施工コストが高い背景としては、**国内に施工の専門事業者が少ないことが考えられる**。

事業用太陽光発電設備のコスト内訳
(2023年設置の10kW以上)



(出典) 第91回調達価格等算定委員会 資料1より抜粋

各国における地上設置の太陽電池のコスト内訳



(出典) IRENA_Renewable_Power_generation_Costs_in_2022

4. 今後の対応について

次世代型太陽電池戦略の考え方①

(基本的考え方)

- ① 我が国の太陽光発電の導入量は大幅に拡大し、平地面積当たりの導入量は主要国で最大級である一方で、適地の制約、地域との共生上の課題が生じている。このような中で、次世代型太陽電池であるペロブスカイト太陽電池は、軽量・柔軟などの特徴を生かし、従来太陽電池が設置困難であった場所にも設置可能であり、再エネ導入拡大と地域共生を両立するものとして期待。
- ② ペロブスカイト太陽電池について、2050年のカーボンニュートラル目標や再エネ主力電源化に向けて、エネルギー政策上の位置づけを明確にした上で、サプライチェーンを含めた強靱なエネルギー供給構造の構築や、産業競争力の強化を目指し、まちづくり・地域や社会との共生を図りながら社会実装を進める。これを実現するため、太陽電池産業を巡る過去の反省を踏まえ、官民連携し、世界をリードする「規模」と「スピード」で、時間軸の中で目標を定めながら、量産技術の確立・生産体制整備・需要創出を三位一体で進める。

(産業競争力の強化)

- ① 主要な原材料のヨウ素の生産・供給、部素材のフィルム等、製造装置などサプライチェーンの中で特に重要なものは、国内において強靱な生産体制を確立させる。世界市場に展開していくことを念頭に、世界をリードする「規模」と「スピード」での投資を実現するとともに、様々な主体を巻き込んだ最適な推進体制を構築していく。
- ② 人材や製造装置を通じた技術流出によって競争力を失った過去の反省を踏まえ、フィルム型ペロブスカイト太陽電池においては材料加工・成形、製造プロセスに係るノウハウが競争力を左右する特徴を活かす。その際、特許とブラックボックス化した全体の製造プロセスを最適に組み合わせつつ、サプライチェーン全体で、製造装置を含め技術・人材の両面から、戦略的な知的財産の管理を行う。その上で、製造のみならず、知的財産を有効活用した事業展開も視野に入れる。
- ③ 特に、フィルム型ペロブスカイト太陽電池は、低温での製造が可能、軽量かつ柔軟で、より自由度の高い設置形態に対応できることから、製造・運搬・設置・施工・回収・交換・廃棄・リサイクルなどのライフサイクル全体での付加価値を捉えて競争力の実現を目指していく。

(量産技術の開発・生産体制の整備)

- ① 関係者間での競争・協調を図りながら、技術開発を進め、GI基金で掲げる2025年までに20円/kWh、2030年までに14円/kWhが可能となる技術を確立させる。生産体制についても、2030年を待たずにGW級の構築を目指す。将来的に、更なる規模の生産体制を構築するとともに、2040年には自立化が可能な発電コスト(10円/kWh(※)～14円/kWh以下)の実現を目指す。その際、新規参入者による技術革新も積極的に取り込んでいく。(※) 研究開発の進展等により大幅なコスト低減をする場合
- ② 並行して、既存のシリコン太陽電池のリプレース需要を視野に入れて、社会実装・量産化に向け、GI基金の対象追加を検討し、タンデム型の開発を進める。ボトムセルについて、サプライチェーンにも留意しつつ、最適なセルの選択・開発を検討していく。

次世代型太陽電池戦略の考え方②

(国内での社会実装・需要創出・海外展開)

- ① 早期の社会実装に加え、一定の投資の予見性を確保し、事業者の生産体制構築を促す観点から、まずは、2025年度から早期に国内市場の立ち上げを進める。導入初期におけるコスト低減と需要拡大の好循環を形成し、2040年には約20GW_(※)の導入を目指す。その際、太陽光発電に係る国内市場は海外市場と比して小さいことを踏まえ、当初から海外市場への展開を視野に入れる。(※) 大幅なコスト低減等が進んだ場合は、約40GW～
- ② 需要創出に関して、自治体を含めた公共部門や環境価値を高く評価する企業からの導入を見込みつつ、施工面も考慮した上で、本戦略の中で定める先行的に導入に取り組む重点分野を踏まえ、安全の確保を図りながら、適切な官民リスク分担の下で、初期市場を効果的に立ち上げていく。
- ③ その際、政府機関及び地方自治体及び環境価値を重視するRE100に参加している企業等は、ペロブスカイト太陽電池の導入の推進に主体的な役割を果たしていく。また、保険会社や銀行等においても、ファイナンスの側面からペロブスカイト太陽電池の社会実装を後押しする役割を果たしていく。
- ④ 2030年までに実現を目指す GW級の生産体制の構築時には、広く国内に展開させるとともに、国際標準策定時に連携が見込める高度研究機関を有する同志国・地域を念頭に、先行して導入が見込まれる国・地域から順次展開し、海外市場にも本格的な展開を図る。こうした海外展開が可能となるよう、次世代型太陽電池の信頼性評価等に関する国際標準の策定を目指す。

(施工方法の確立)

- ① ペロブスカイト太陽電池の設置について、関係当局からの助言を得つつ、建築基準法等の関係法令を遵守した上で、2024年度から、GI基金等を通じ、様々な設置形態に関する社会実証を進め、施工事業者との連携の下で、安全性・維持管理性・施工性を考慮した製品の開発及び施工方法の確立を進める。また、実証内容等を踏まえつつ施工に関するガイドライン策定についても検討・着手していく。社会実装にあたって設置箇所の検討を行う際には、道路等のインフラ空間の活用も含めた幅広い検討を行う。

次世代型太陽電池戦略の考え方③

(政策対応)

- ① 第7次エネルギー基本計画の議論の中で、ペロブスカイト太陽電池の位置づけについても検討を進める。
- ② 2040年目処までに、ペロブスカイト太陽電池の発電設備として自立化の実現を目指していくことを前提に、生産・導入拡大及び産業競争力の強化に向け、意欲的かつ長期的な目標を定め、時間軸を見据えながら、研究開発や実証、サプライチェーンを含めた生産体制構築、需要創出まで切れ目のない支援、適正な廃棄リサイクルシステムの確立、サプライチェーン全体で重要技術に関する適切な管理、人材育成など、総合的な政策対応を大胆に行っていく。
- ③ 特に、同志国等とも連携した価格以外の要素を適切に評価・反映する仕組みを構築し、将来的な海外展開を見据えて、国際競争力を有した産業へと成長できる環境を整備していく。なお、価格以外の要素としては、脱炭素、安定供給、資源循環といった観点を踏まえていく。
- ④ 次世代型太陽電池の設備投資等への支援について、導入拡大と産業競争力の強化に真に資するものに支援対象を重点化し、世界をリードする「規模」と「スピード」の投資を政策面から後押しする。次世代型太陽電池に関する海外企業や市場の動向、一部市場が競合する薄型シリコン太陽電池の動向など、政策支援を実施する前提となる状況を絶えず注視し、目標や計画の見直し、支援の加速化/継続を含め、随時、柔軟に政策のあり方を見直していく。
- ⑤ 環境省は、ペロブスカイト太陽電池の需要創出に向け、経済産業省と連携して、政府施設における導入目標や自治体を含む需要家向け導入補助事業、適切な廃棄・リサイクルルールの検討を進める。

(フォローアップ)

- ① 本協議会は、特定国によるガラス基板のタンデム型ペロブスカイト太陽電池を主とした大量生産・導入が行われていく前提のもと海外動向を注視するとともに、ペロブスカイト太陽電池に限らず次世代型太陽電池に係る技術動向をモニタリングしていく。こうした海外動向・技術動向を見極めつつ、次世代型太陽電池戦略について、より意欲的な目標の設定も含め、必要に応じて、随時見直しを行っていく。
- ② 本協議会では、様々な官民関係者の連携のもと量産技術や需給に関する諸課題やペロブスカイト太陽電池の導入加速に関する施策、その進捗に関し、必要なフォローアップを行う。

次世代型太陽電池戦略の進め方（イメージ）

	短期（2025年～）	中期（2030年～）	長期（2040年～）
生産体制	～数百MW/年	約1GW/年～数GW/年	数GW/年～
価格	既存シリコン太陽電池より高価格となることが想定	20円/kWh～14円/kWh	自立化水準 10円/kWh※～14円/kWh以下 <small>※研究開発の進展等により大幅なコスト低減をする場合</small>
導入見込み	✓ 当初から海外展開を視野に入れ、国内市場から立ち上げる	✓ 国内市場に広く展開 ✓ 導入が見込まれる海外市場から優先し展開	✓ 国内・海外市場に広く展開 国内：20GW程度 海外：500GW～
①量産技術の確立	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2025年20円/kWh、2030年14円/kWhの技術確立に向けGI基金による支援を継続。タンデム型の実現に向け研究開発支援 ✓ GI基金による社会実装の実証（2024年9月に第一弾採択公表） 		<div style="border: 1px solid gray; padding: 20px; width: 100%; height: 100%;"> <p>自立化</p> </div>
②生産体制整備	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2030年までの早期にGW級の生産体制を目指した投資支援、強靱なサプライチェーン構築に向けた関係事業者の投資支援（2024年9月から公募を開始） 		
③需要創出	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 重点分野を特定しつつ、既存太陽電池との値差等に着目した導入支援（2025年度から開始を目指す） 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 多様な設置場所への導入拡大支援 	
導入に向けた環境整備	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 国際標準化の検討 ✓ 設置施工に関する実証の実施 ✓ 廃棄リサイクルの技術開発・システム検討 		

① 量産技術の確立について

- **2025年度までに20円/kWh、2030年度までに14円/kWhが可能となる技術確立を目指す。**
※「次世代型太陽電池の開発プロジェクト」（648億円：GI基金）にて技術開発を支援。
- 様々な設置形態での社会実装を念頭に置いたユーザーと連携した実証を進める。
（今年3月公募開始し、9月に採択済）

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度
【研究開発内容①】 次世代型太陽電池 基盤技術開発事業	1) 開発環境・評価設備整備 2) 新材料等の共通基盤開発注 3) 評価・分析体制の構築 4) 国際標準の推進									
【研究開発内容②】 次世代型太陽電池 実用化事業	1) 実用サイズモジュールの製作技術の確立 2) 一定条件下で発電コスト20円/kWh以下を実現する 要素技術の確立 3) テスト実証									
【研究開発内容③】 次世代型太陽電池 実証事業	1) 量産技術開発 2) ユーザー企業等と連携したフィールド実証 一定条件下で発電コスト14円/kWh以下を実現可能であることを明らかにする。									

注：燃焼性も踏まえたペロブスカイト太陽電池に係る適切な素材の開発も実施。

GI基金【研究開発内容③】次世代型太陽電池実証事業での取組

事業の目的・概要

- ペロブスカイト太陽電池の実用化へ向けて一定条件下（日射条件など）での**発電コスト14円/kWh以下を達成**するため、品質を安定させつつ大量生産可能な量産技術の確立に向け、一連の生産プロセス（ライン）として高いスループットや高い歩留まりを実現する技術開発を行う。
- 量産技術の確立と並行して、ペロブスカイト太陽電池の特徴である**軽量性・柔軟性を活かした設置方法や施工方法などを含めた性能検証**のため、国内外の市場を想定した**フィールド実証（建築物などの実用箇所への施工、運用試験）**を行い、必要に応じて検証結果を踏まえた改良を行うことで、ペロブスカイト太陽電池の実用化を促進させる。

今回採択したテーマの規模等

- テーマ期間：2024年度～2028年度（5年間）
- テーマ規模：約183億円
- 支援規模*：約125億円
*インセンティブ額を含む。
採択予定額であり、契約などの手続きにより変更の可能性あり。
- 補助率：助成2/3、1/2

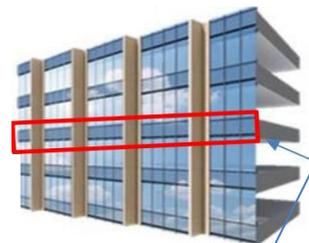
事業イメージ

量産技術開発



（積水化学工業株式会社 提供）

フィールド実証（一部）



スパンドレル部外壁面内部
高層ビルでのメガソーラー発電
内幸町一丁目街区南地区第一種市街地事業にて建設予定の建物（2028年竣工予定）にてフィルム型ペロブスカイト太陽電池による発電を計画。



ドーム状軽量屋根全面への設置
脱炭素先行地域である福岡市は、みずほPayPayドーム福岡にて、ペロブスカイト太陽電池（最大3MW程度）の設置を検討。

出典：各種公表資料

実施体制

テーマ名

軽量フレキシブルペロブスカイト太陽電池の量産実証

事業者名

積水化学工業株式会社
東京電力ホールディングス株式会社

※太字は幹事企業

(参考) 住宅・建築物分野における設置・施工上の課題について

- ペロブスカイト太陽電池の設置・施工においては、安全性・維持管理性・施工性について検討が必要。
- また、GI基金を活用した社会実装に向けて、施工を含めた実証が本格化していく中で、建築規制との関係で整理が必要な点についても、メーカーから国土交通省に相談を開始。
- 今後、メーカーや、国土交通省等をはじめとした関係省庁と連携しながら、設置・施工上の課題に係る論点・対応を整理し、社会実装にむけて課題を解決していく。

<実装に関する課題等(イメージ)> ※各社が開発・実装を進める製品ごとに住宅・建築物がさらされる様々な環境を想定して検証する必要。

課題		今後整理が必要と考えられる事項	その他対応が必要な事項
安全性	<ul style="list-style-type: none"> ○地震や風雨によりパネルが剥離したり、<u>設置した建築物の部位ごと剥離・損傷</u>したりする恐れ ○パネルを設置した外壁や屋根等の火災時における燃え広がり等の懸念 ○パネルの不具合による漏電・火災の懸念 	<ul style="list-style-type: none"> ○<u>屋根や壁等に応じた、固定方法の確立</u>（ビスやピンでの点固定、接着剤での面固定、ベースプレートによる固定等） ・<u>パネルの強度や耐久性に係る試験データ</u> ・<u>固定する部材や接着剤の種類、強度、耐久性、変形追従性に係る試験データ</u> ○パネルの燃え広がり等の性状の検証と、燃え広がり等の防止策 ○パネルの不具合に対する安全措置 	<p><リプレース></p> <ul style="list-style-type: none"> ・部材とパネルの耐用年数が異なることから、<u>更新しやすい工法・仕様の確立</u>が必要。 ・また、廃棄における分別リサイクル手法についても検討が必要。 <p><情報開示></p> <ul style="list-style-type: none"> ・実装に当たっては、メーカー側から実験データ等の<u>詳細な情報が開示</u>されることが必要。
維持管理性	<ul style="list-style-type: none"> ○雨水等による固定部分の腐朽・劣化 ○住宅・建築物本体とパネルの耐用年数の違いにより発生する更新工事の計画・実施方法の未整備 	<ul style="list-style-type: none"> ○パネル設置における<u>雨水処理方法の確立</u> ○パネルの<u>耐久性に関するデータの収集</u> ○<u>維持管理・点検・パネルの交換方法の確立</u> 	
生産性 施工性	<ul style="list-style-type: none"> ○部材とパネルの<u>仕様（寸法等）の整合</u> ○パネル設置に伴う<u>雨漏りの懸念</u> 	<ul style="list-style-type: none"> ○部材とパネルの<u>仕様（寸法等）の整合の確保</u> ○パネル設置を前提とした<u>屋根・壁等の仕様の検討</u> ○<u>施工上の留意点の整理</u> 	

(参考) 太陽光パネルを住宅・建築物に設置する場合の建築基準法の規制について

- ペロブスカイト太陽光電池等の太陽光パネルを住宅・建築物に設置する場合、建築基準法の基準への適合が求められる。

以下の3パターンの設置方法に応じ、それぞれ建築基準法上の基準への適合が必要。

- ①太陽光パネルが屋根や外壁と一体となった建材一体型である場合
- ②太陽光パネルを屋根や外壁にビスや接着剤等で設置する場合
- ③太陽光パネルを設備架台等を用いて屋根や外壁に設置する場合

なお、具体的な、建築基準法の適用については、当該太陽光パネルの仕様や設置方法に応じ、個別判断が必要。

対象箇所	対象パターン	適合が必要な基準と要求される性能等
屋根	①、②	(防火関係規定) 法第22条（防火地域等以外の指定地域の屋根の不燃化）、法第62条（防火・準防火地域の屋根）に基づき求められる火の粉による延焼防止等の防耐火性能を満たすこと。
	①、②	(構造関係規定) 令第39条（屋根ふき材等）に基づき、風圧並びに地震その他の震動及び衝撃によつて脱落しないようにしなければならない。具体的には、所定の構造方法（仕様）を用いるか、構造計算によつて風圧に対して構造耐力上安全であることを確かめなければならない。
	③	(設備関係規定) 令第129条の2の3（建築設備の構造強度）に基づき、構造耐力上安全なものとして、所定の構造方法（仕様）を用いるか、構造計算により風圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して構造耐力上安全であることを確かめなければならない。
外壁	①、②	(防火関係規定) 法第21条（火災による倒壊防止）、法第27条（在館者の避難安全）、法第61条（隣棟への延焼防止）に基づき求められる防耐火性能を満たすこと。
	①、②、③	(構造関係規定) ※屋根の構造関係規定と同様

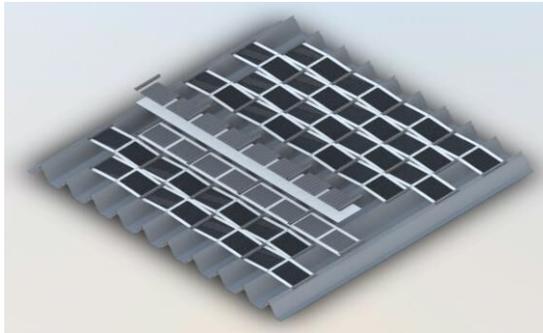
(参考) 実証事業における設置・施工上の課題への取組について

- GI基金や各社実証事業にて、様々な場所・用途での設置・施工方法が模索されており、課題の整理と解決方法の検討が進められている。

取組例① 建物屋根への設置



折板屋根への設置例



提供：(株)エネコートテクノロジーズ・日揮HD(株)

「シート工法」では、建物に貼り付けず、シート状のままテントのように張ることが可能。着脱容易であることから、**建物のメンテナンスも可能**。

取組例② 建物屋根への設置



提供：東芝エネルギーシステムズ(株)

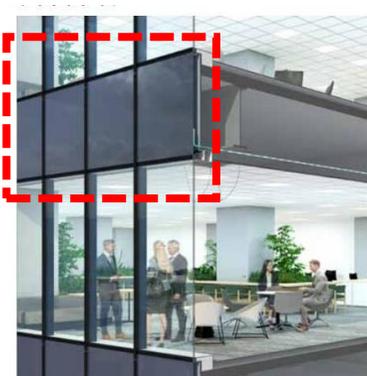
透明架台を利用した設置方法を検討。軽量性を維持しつつ、**現場作業は透明板の設置（ネジ締め）のみとなることから現場作業が容易**となる。

取組例③ 建物窓・壁面への設置

窓用（シーソー）



壁用



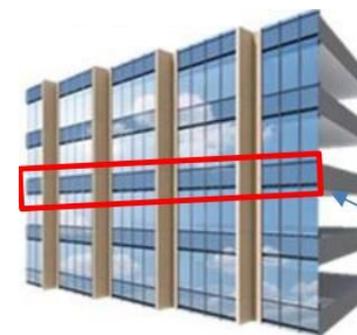
提供：(株)カネカ

設置場所に合わせた種類のペロブスカイト太陽電池を利用することで、**意匠性を確保**しながら設置することが可能。

取組例④ 建物壁面への設置



サウスタワー



スパンドレル部（※）
外壁面内部

（※）ビルの各階の床と天井の間に位置する防火区画に位置する外壁面

出典：中央日本土地建物グループ・東京電力HD HPより一部加工

高層ビル壁面への建物内側からの設置により、**耐風性・防水・意匠性などの課題解決し、設置・交換が容易となる工法**の実現を目指す。

(参考) 実証事業における設置・施工上の課題への取組について

- GI基金や各社実証事業にて、様々な場所・用途での設置・施工方法が模索されており、課題の整理と解決方法の検討が進められている。

取組例⑤ 建材一体型



提供：パナソニック HD(株)

建材一体型としてガラス型の事例は多く、窓壁面のガラス建材一体型太陽電池の施工は、PVTEC・JPEAなどのガイドラインの事例を踏襲して設置が可能。

取組例⑥ 一般共用施設への展開

フィルム型ペロブスカイト太陽電池を採用予定



出典：JR西日本HPより一部加工

うめきた（大阪）駅広場部分にてフィルム型ペロブスカイト太陽電池を設置予定。今後他の鉄道施設への展開を目指す。

取組例⑦ バスシェルターへの設置



出典：積水化学工業(株)HP

大阪・関西万博において、バスシェルター（約250m）にペロブスカイト太陽電池を設置。蓄電池に電力を貯め夜間のLED照明点灯に活用予定。

取組例⑧ 営農型太陽光発電



提供：(株)TERRA

形状の工夫により、発電量の安定化・耐風性の確保・豪雨地域への対応・中空部への自動運転農機具誘導線の格納を可能とすることで、農業との両立を目指す。40

ペロブスカイト太陽電池のその他用途について

- バッテリーを搭載する電動車の屋根に搭載するペロブスカイト太陽電池の開発も進んでいる。
- 2030年代後半に大量廃棄を想定されているシリコン太陽パネルに対して、既存パネルを直ちに廃棄せずに架台として再利用し、その上に、ペロブスカイト太陽電池を設置する取組も存在している。
- ペロブスカイト太陽電池の性質を活かし、営農型やカーポートでの活用等含め幅広い用途での活用を実証等を通じて検討していく。

車載



III-V族化合物太陽電池を搭載した実証車
事務局としてペロブスカイト太陽電池の搭載を想定

- ◆ ルーフパネルとして、**自動車への搭載**も注目。
- ◆ すでにIII-V族化合物太陽電池については、車載用途での実証も実施。
- ◆ ペロブスカイト太陽電池においても車載用途を想定した開発がメーカーにおいて進められている。

既存のシリコン太陽電池パネル上への設置



実証予定の既存発電設備（一部）

- ◆ 福島県いわき市では、既存のシリコン太陽光パネル等が老朽化する一方で、長寿命の架台や配線ケーブル等の機材が残存。
- ◆ 当初約70kWから導入を開始し、実証後、結果を踏まえて活用拡大について協議予定。

写真提供：福島県いわき市

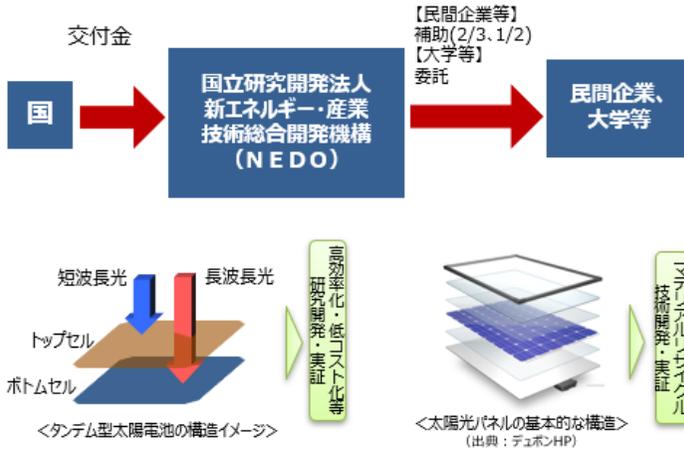
(参考) 太陽光発電に関する技術開発について

- 多様な多接合太陽電池等といったペロブスカイト太陽電池以外の次世代型太陽電池の開発に対しても、継続して研究開発を促進し、技術開発を進める。また、既存発電設備の長期安定稼働のための技術開発、リサイクル、日射量測定等についても技術の確立を支援する。
- ペロブスカイト太陽電池について、関係省庁と連携し、既存建築物の改修時に係る設置も含め、各種の設置場所に応じた設置方法等に関するガイドラインの策定も進めていく。

太陽光発電大量導入への課題解決に向けた技術開発事業

令和7年度概算要求額 **35億円 (32億円)**

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

事業目的・概要	事業スキーム (対象者、対象行為、補助率等)
<p>事業目的 2050年のカーボンニュートラル実現に向け、太陽光発電設備のさらなる用途拡大・高効率化を図ること、そして導入可能量拡大に向け、新市場への導入に向けた課題解決に資する技術開発を行うこと、更に、既存発電設備の太陽光発電の長期安定電源化に資することを目的とする。</p> <p>事業概要 本事業は、太陽光発電大量導入への課題解決に向けた技術開発に資するため、以下の事業を実施する。</p>	 <p>国 → 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) → 民間企業、大学等</p> <p>【民間企業等】補助(2/3・1/2) 【大学等】委託</p> <p>短波長光 / 長波長光 トップセル / ボトムセル 高効率化・低コスト化等 リサイクル技術開発・実証 ＜太陽光パネルの基本的な構造＞ (出典：デュボンHP)</p>
<p>(1) 新市場に向けた次世代型太陽電池の研究開発 次世代型太陽電池の開発として、多様な多接合型太陽電池等の開発と屋外曝露による実証評価等を行う。また、設置場所に応じた太陽電池システムの開発を行う。</p> <p>(2) 長期的に安定な電源として維持するための技術開発 既存発電設備の長期安定稼働のため、発電事業のトータルコスト低減に向けた技術開発、設置場所に応じた安全ガイドラインの策定、資源循環を目指したリサイクル技術、日射量予測技術、次世代型太陽電池の評価技術を確立するための技術開発等を行う。</p>	<p>成果目標・事業期間</p> <p>令和7年度から令和11年度までの5年間の事業であり、太陽光発電の長期安定電源化や導入可能量の大幅拡大に資する8件の技術の確立を目指す。</p>

(参考) 人材育成について

- ペロブスカイト太陽電池を含めた再エネ電源の普及を担う人材育成のために今年度に調査事業を実施し、ペロブスカイト太陽電池導入拡大に向けて必要なスキルや課題を整理し、人材育成策を検討する。

再生可能エネルギー実務人材育成事業

令和7年度概算要求額 **7.5億円 (7.5億円)**

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

事業目的・概要

事業目的

再エネについては、第6次エネルギー基本計画において、2030年度に36～38%という野心的な目標を目指すこととしており、導入目標に向け最大限取り組むこととしている。

特に、洋上風力発電は、再エネ主力電源化の鍵となっている。第6次エネルギー基本計画における、2030年までに10GW、2040年までに30～45GWの案件形成という目標達成に向けて長期的、安定的に洋上風力発電を普及させていくには、洋上風力発電に関する人材育成が急務である。

また、その他各再エネ電源についても、地域での導入加速のためのコーディネート人材や、機材を操作できる専門的な人材、ペロブスカイト等技術開発に伴う新たなスキル需要に対応する人材の育成が必要となっている。

本事業では、洋上風力等の再エネ導入に必要な人材の育成を通じ、再エネの最大限導入を図る。

事業概要

(1) 洋上風力発電人材育成事業

風車製造関係のエンジニア、洋上施工や調査開発に係る技術者、メンテナンス作業等、幅広い分野を見据え、洋上風力人材育成のカリキュラムの開発・高度化や、訓練施設整備を支援する。また、これまで整備してきた施設を利活用し、より安定的に継続した人材育成事業が行われる仕組み作りについて、新たに支援する。

(2) 再生可能エネルギー実務人材育成等事業

再エネ電源の導入拡大に必要な人材に必要な人材を育成するための調査等を実施する。

事業スキーム (対象者、対象行為、補助率等)

(1) 洋上風力発電人材育成事業



(2) 再生可能エネルギー実務人材育成調査等事業



高所作業訓練の例

洋上作業の例



成果目標・事業期間

(1) 令和4年度からの事業であり、

- ①2030年までに、本事業で支援した洋上風力人材の育成に資するカリキュラムやトレーニングをのべ5,000人が受講することを目指す。
- ②令和12年(2030年)までに10GWの洋上風力発電の案件を形成する。
- ③令和22年(2040年)までに30～45GWの洋上風力発電の案件を形成する。

(2) 人材育成を通じ、再エネの最大限導入を促進する。

②生産体制整備について

- ペロブスカイト太陽電池について、2030年を待たずにGW級の量産体制構築を目指す。**次世代型太陽電池の導入拡大と産業競争力の強化に真に資するものに支援対象を重点化**し、強力に投資促進していく。

※GXサプライチェーン構築支援事業（R6年度548億円（国庫債務負担行為含め総額4,212億円））を令和6年度予算にて措置、**R7年度は777億円を概算要求中**。ペロブスカイト太陽電池を支援対象とする第二回公募は9/17より公募開始。

- 加えて、ヨウ素等の主要な原材料、フィルム等の部素材、レーザー加工装置等の製造装置など**サプライチェーン**の中で特に重要なものは、**国内において強靱な生産体制を確立**させる。

投資支援に関する考え方

(1)支援対象の重点化

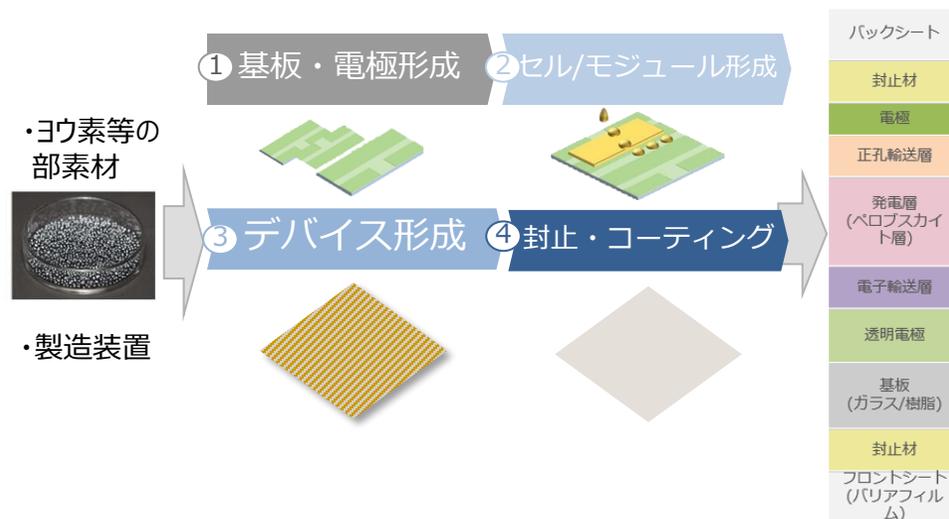
設備投資への支援にあたって、最低でも2029年度までに年産300MW以上の生産体制構築を条件とし、以下のような事項についても確認する。

- ① 海外展開（標準化や知財戦略含む）やGW級への生産規模拡大など将来構想
- ② 中長期目標（将来的な自立化）に向けた取組方針等

(2)進捗状況の確認

生産規模の段階的拡大に際し、知財戦略、海外展開に向けた取組などを含め事業の進捗について、第三者専門家の目も取り入れ、進捗状況を都度確認するプロセスを設ける。

サプライチェーン



(参考) GXサプライチェーン構築支援事業

<公募概要抜粋>

予算額	4,212億円（令和10年度までの国庫債務負担含む）
事業期間	令和6年9月17日～令和11年2月28日 ※間接補助事業者においては、間接補助事業の 建物・設備の取得等が完了した日 から起算して30日を経過した日、又は、令和11年2月28日のいずれか早い日までに実績報告書及び精算払請求書を提出する必要があります。
補助対象要件	次に掲げる製品の生産に係る設備投資等を行う事業であること。 ◆ ペロブスカイト太陽電池 ・完成品（ ペロブスカイト結晶構造の発電層を有するフィルム型の太陽電池 ） ・ レーザー加工装置
補助率	原則 大企業 1/3以内 中小企業等 1/2以内 ※一定の要件を満たす場合には、補助率引き上げの可能性あり。
補助対象	上記に掲げる製品を製造する工場で使用する 設備機械装置、建物等取得費 （新設、立て替え、リフォーム含む）及び システム購入費 ※設備機械装置の購入（改造等含む）は必須とし、設備機械装置の購入を伴わない案件は補助対象外とする。
補助対象施設	次に掲げる施設において行われる事業であること。 工場：日本標準産業分類（令和5年7月告示）に掲げる製造業の用に供される施設

③ 需要創出支援について

- ペロブスカイト太陽電池の早期の社会実装に加え、事業者の一定の投資予見性を確保し、生産体制構築を促す観点から、その需要の創出を行う。量産化による価格低減、更なる導入拡大につながる好循環の形成を目指す。

※予算による導入支援について2025年度から実施すべく事項要求中。

予算による導入支援

- 自治体含む導入主体の需要家への支援を設計。補助率は既存太陽光設備との値差を踏まえ検討。
- 重点分野への設置を想定して、対象費用・設備の範囲は、官民の適切な役割分担の下で、適切に設定し、設置に係る支援についても検討する。
- 可能な限り早期に支援措置の情報提供を行うことをはじめ自治体等と密に連携を図るとともに、PPA事業者など関係事業者との連携も検討する。

<重点的分野の考え方>

① 設置場所

- 追加的な再エネ導入(従来太陽光発電の設置が難しかった建物屋根・壁面等)

② 導入主体

- 需要地と近接した設置場所・自家消費率が高い設置場所
 - 緊急時の発電機能等
- ※公共部門や環境価値を高く評価する先進的な企業による積極的な対応を促進

③ 施工面

- 一カ所当たりの設置面積が大きいこと
 - 同種の屋根等がある建物への施工の横展開可能性が高いこと
- ※関係法令への適合を前提とし、ペロブスカイト太陽電池が軽量である利点を活かした形で建材として設置できるよう耐火性の向上に関しても要考慮。

FIT/FIP制度による導入支援の検討

<新区分の創設検討に当たっての留意点>

FIT/FIP制度を、新しい技術を用いた再エネを広く普及拡大するための強力な支援制度として活用する際には、

- 制度は電気の需要家による国民負担に支えられており、支援を行う電源は、国民負担の抑制や、将来的に自立化する見込みがあることを前提とし、
- 本官民協議会で確認された自立化に向けた官民連携による取組の状況、予算による導入支援との役割分担、自家消費を妨げない価格水準への道筋を踏まえ、
- 政府は、ペロブスカイト太陽電池に関する新設区分の創設、そのタイミングについて、引き続き、検討する。

検討時に留意すべき点の例：

長期安定的な発電を可能にする性能基準の確認や、調達の安定性の担保 等

(参考) 政府施設への率先導入について

- 環境省は経済産業省と連携して、**政府施設へのペロブスカイト太陽電池の導入目標を検討**予定。また、需要創出や、再生可能エネルギーを最大限活用する観点から、ペロブスカイト太陽電池の率先導入について**政府実行計画への位置付け**の検討を進める。
- ペロブスカイト太陽電池の需要創出や導入推進に向け、**政府機関は主体的な役割を果たしていく**。例えば、**防衛省では、官民共同の社会実装に向けた実証等に参画することが検討されている**。

公共部門（政府施設）への導入について

環境省は、政府施設へのペロブスカイト太陽電池の導入に向け、経済産業省と連携して以下の取組を進める。

- 政府施設における**屋根・壁面のポテンシャル調査**を行い、結果を踏まえ**導入目標を検討**

※自治体施設等においても今後導入が進むよう、まずは先進事例等の共有を行う予定。また、自治体を含む需要家向け導入補助事業を検討。

- ペロブスカイト太陽電池の率先導入について**政府実行計画へ位置付け**

(参考) 政府実行計画の改定について

▶次世代型太陽電池であるペロブスカイト太陽電池については、分野別投資戦略（2023年12月GX実行会議とりまとめ）において、政府実行計画への位置付けにより公共施設での率先導入が示されている。

▶このため、ペロブスカイト太陽電池の活用により、従来型の太陽電池では設置が困難であった**耐荷重の小さい屋根等への率先導入を政府実行計画に位置付ける**。

（第3回公共部門等の脱炭素化に関する関係府省庁連絡会議（R6.10.31）資料より）

導入イメージ

各省庁においては、今後、政府施設への率先導入に向けて積極的な取組が期待される。

【防衛省での取組例】

- 防衛省では、**保有する建物について、集約・再配置による大規模な更新**を進めているところ。
- その際、平時の省エネ化に加え、災害時等における駐屯地等の機能維持や災害派遣活動にも資する設備として**太陽光発電設備の整備を推進**していく。
- この中で、ペロブスカイト太陽電池には、柔軟性・軽量性を活かした新たな設置場所（曲面等）への適用等を期待。
- まずは、ペロブスカイト太陽電池の早期実用化のため、**防衛省も官民共同の社会実装に向けた実証等に参画する**考え。

(参考) ペロブスカイト太陽電池に係る税制措置

- 令和6年度税制改正において、再エネ発電設備の固定資産税を3年間に渡り、一定割合軽減する措置のうち、太陽光発電の対象設備について、次世代型太陽電池である「ペロブスカイト太陽電池」を追加する拡充を行った上で、適用期限を2年間延長することが決定。

<拡充内容>

ペロブスカイト太陽電池の追加

- ① グリーンイノベーション基金「次世代型太陽電池の開発」プロジェクトの支援を受けて取得した設備（ペロブスカイト太陽電池）であること
- ② 1,000kW未満であること 等

<制度全体>

対象設備	発電出力	課税標準割合※1
太陽光発電設備※2 ・ペロブスカイト太陽電池を使用した一定の設備 ・認定地域脱炭素化促進事業計画に従って取得した一定の設備	1,000kW以上	3/4 (7/12~11/12)
	1,000kW未満	2/3 (1/2~5/6)
風力発電設備	20kW以上	2/3 (1/2~5/6)
	20kW未満	3/4 (7/12~11/12)
中小水力発電設備	5,000kW以上	3/4 (7/12~11/12)
	5,000kW未満	1/2 (1/3~2/3)
地熱発電設備	1,000kW以上	1/2 (1/3~2/3)
	1,000kW未満	2/3 (1/2~5/6)
バイオマス発電設備 (2万kW未満)	1万kW以上	2/3 (1/2~5/6) ※3
	1万kW未満	1/2 (1/3~2/3)

※1 本特例措置による軽減後の課税標準の割合。固定資産税額 = 設置する設備の評価額 × 課税標準割合 × 固定資産税率 (1.4%)。

※2 「ソーラーカーポート (駐車場屋根) の導入を行う補助金の支援を受けて取得した設備等」は今回、対象から除外。

※3 「一般木質バイオマス・農産物残さ区分」については、6/7 (11/14~13/14)。

(参考) クリーンエネルギー分野における日EU間の連携

- 日EUの閣僚レベルで、官民で政策連携や具体的な協力分野について議論し、太陽光についても価格以外の要件による評価に向けた作業を開始することを確認。

日EU閣僚による共同プレス声明

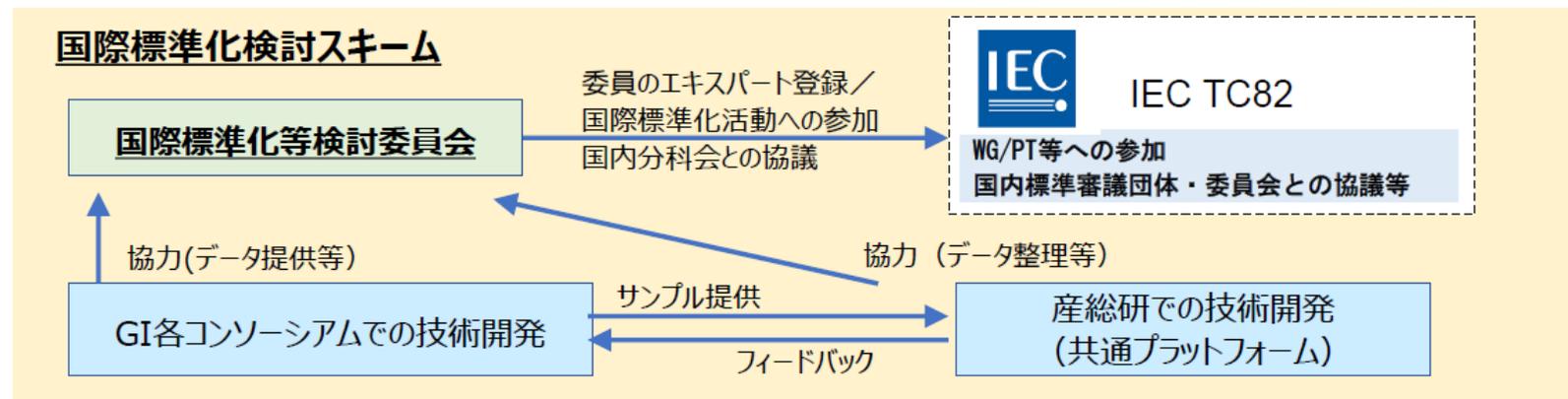
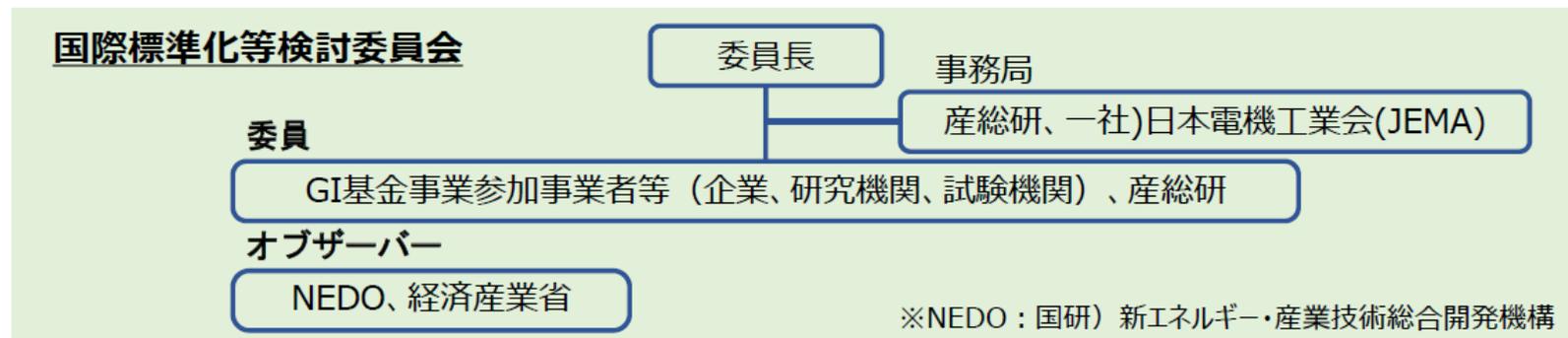
…両者は、クリーンエネルギー分野における供給・需要サイドの政策で協力し、透明性、多様性、安全性、持続可能性及び信頼性の原則に基づき、脱炭素、安定供給、サイバーセキュリティといった価格以外の要件を適切に評価する。両者は、まずは風力、太陽光、水素分野において作業を始め、今後対象分野を拡大することを確認する。



2024年6月に水素ビジネスフォーラムを開催時に行われた齋藤経産大臣、シムソン欧州委員（エネルギー担当）の閣僚セッション後の共同記者会見

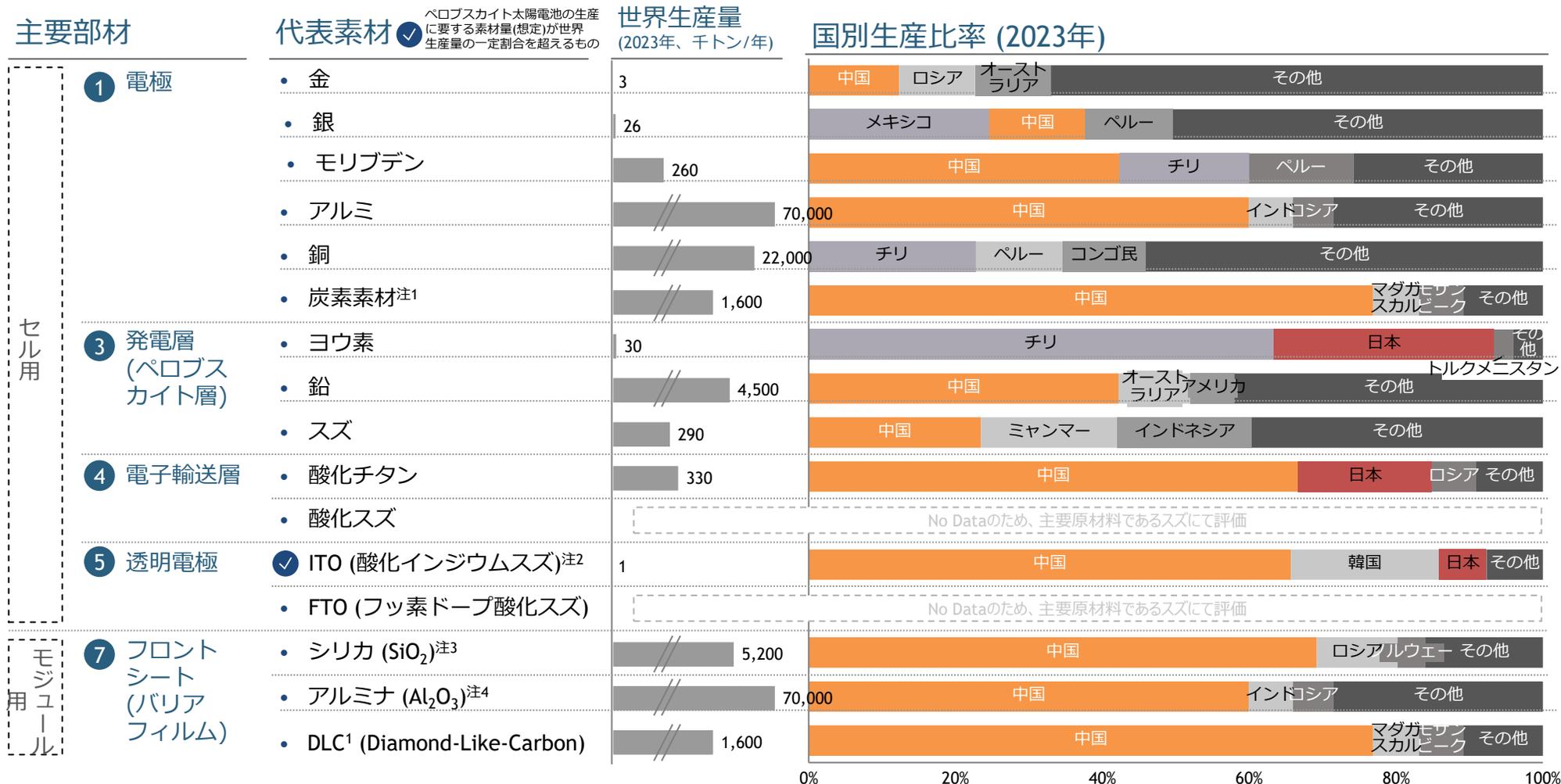
国際標準の策定に向けた取組

- ペロブスカイト太陽電池は、製品の品質等を確認する試験の試験条件、プロトコルが確立されていない状況。海外市場への展開も見据え、ペロブスカイト太陽電池の耐久性や信頼性を評価する試験技術、第三者による確認スキームの検討等に必要となる技術開発・データ取得を進めていく。
- 2024年3月に国際標準化等検討委員会を設立し、産総研などの関係者による、太陽電池の性能評価に関する標準規格の検討を開始。今後、必要な測定データなどを集約し、太陽電池のIEC規格の標準原案の検討・策定を進めていく。



ペロブスカイト太陽電池の部素材となる資源の主要生産国

- 発電層で主要となる原材料であるヨウ素については、日本が世界第二位の生産量。その他の原材料についても特定国に依存しない強靱なサプライチェーンを構築する観点から精査していく必要がある。



注1. 生産量・比率はグラファイトで評価 注2. 生産量・比率はインジウムで評価 注3. 生産量・比率はフェロシリコンで評価 注4. 生産量・比率はアルミで評価
 出典: 各種公開情報、ヒアリング、委託調査 (BCG)分析

(参考) 主要部素材の需要量の算出

- 各主要部材の厚みと素材密度から、ペロブスカイト太陽電池の製造に必要な素材量を算出。

主要部材	代表素材	厚さ		× 密度		必要素材量(1m ² あたり)
		一般的なレンジ	算出利用値	一般的なレンジ	算出利用値	
バックシート	• PET	0.1 ~ 0.3 mm	0.2 mm	1.3 ~ 1.4 g/cm ³	1.35 g/cm ³	270.0 g
	• PVF			1.6 ~ 1.8 g/cm ³	1.7 g/cm ³	340.0 g
封止材	• EVA樹脂	0.05 ~ 0.1 mm	0.075 mm	0.9 ~ 1.0 g/cm ³	0.95 g/cm ³	71.3 g
	• POE系樹脂			0.8 ~ 0.9 g/cm ³	0.85 g/cm ³	63.8 g
電極	• モリブデン	80 ~ 150 nm	115 nm	10.3 g/cm ³	10.3 g/cm ³	1.2 g
	• 銅			9.0 g/cm ³	9.0 g/cm ³	1.0 g
正孔輸送層	• Spiro-MeOTAD	100 ~ 300 nm	200 nm	1.2 ~ 1.4 g/cm ³	1.3 g/cm ³	0.3 g
	• PTAA	30 ~ 100 nm	65 nm	1.1 ~ 1.3 g/cm ³	1.2 g/cm ³	0.1 g
発電層 (ペロブスカイト層)	• CH ₃ NH ₃ PbI ₃	300 ~ 500 nm	400 nm	3.7 ~ 4.3 g/cm ³	4.0 g/cm ³	1.6 g
	• CH ₃ NH ₃ SnI ₃			3.5 ~ 4.2 g/cm ³	3.85 g/cm ³	1.5 g
電子輸送層	• SnO ₂	20 ~ 80 nm	50 nm	6.8 ~ 7.1 g/cm ³	6.95 g/cm ³	0.3 g
	• TiO ₂			4.1 ~ 4.4 g/cm ³	4.25 g/cm ³	0.2 g
透明電極	• ITO	100 ~ 200 nm	150 nm	7.0 ~ 7.4 g/cm ³	7.2 g/cm ³	1.1 g
	• FTO			6.8 ~ 7.2g/cm ³	7.0g/cm ³	1.1 g
基板 (ガラス/樹脂)	• ガラス(SiO ₂)	0.5 ~ 1.1 mm	0.8 mm	2.3 ~ 2.5 g/cm ³	2.4 g/cm ³	1920.0 g
	• 樹脂	0.1 ~ 0.3 mm	0.2 mm	1.3 ~ 1.4 g/cm ³	1.35 g/cm ³	270.0 g
封止材	• EVA樹脂	0.05 ~ 0.1 mm	0.075 mm	0.9 ~ 1.0 g/cm ³	0.95 g/cm ³	71.3 g
	• POE系樹脂			0.8 ~ 0.9 g/cm ³	0.85 g/cm ³	63.8 g
フロントシート (バリアフィルム)	• SiO ₂	0.1 ~ 0.3 mm	0.2 mm	2.1 ~ 2.3 g/cm ³	2.2 g/cm ³	440.0 g
	• Al ₂ O ₃			3.8 ~ 4.0 g/cm ³	3.9 g/cm ³	780.0 g
	• DLC			3.4 ~ 3.6 g/cm ³	3.5 g/cm ³	700.0 g

(参考) 主要部素材中の鉱物等資源の需要量の算出

- 各主要部材中の鉱物等資源含有率から、ペロブスカイト太陽電池製造に必要な資源量を算出。

主要部材	代表素材	必要素材量(1m ² あたり)×	鉱物等資源の含有率		必要鉱物等資源量(1m ² あたり)
			鉱物等資源	含有率(重量比)	
バックシート	• PET	270.0 g	一般的に鉱物等資源は含まれない		
	• PVF	340.0 g	一般的に鉱物等資源は含まれない		
封止材	• EVA樹脂	71.3 g	一般的に鉱物等資源は含まれない		
	• POE系樹脂	63.8 g	一般的に鉱物等資源は含まれない		
電極	• モリブデン	1.2 g	モリブデン	100%	1.2 g
	• 銅	1.0 g	銅	100%	1.0 g
正孔輸送層	• Spiro-MeOTAD	0.3 g	一般的に鉱物等資源は含まれない		
	• PTAA	0.1 g	一般的に鉱物等資源は含まれない		
発電層 (ペロブスカイト層)	• CH ₃ NH ₃ PbI ₃	1.6 g	ヨウ素	61.4%	0.98 g
			鉛	33.4%	0.53 g
	• CH ₃ NH ₃ SnI ₃	1.5 g	ヨウ素	71.6%	1.1 g
			スズ	22.3%	0.34 g
電子輸送層	• SnO ₂	0.3 g	スズ	78.8%	0.27 g
	• TiO ₂	0.2 g	チタン	59.9%	0.13 g
透明電極	• ITO ^{注1}	1.1 g	インジウム	74.4%	0.80 g
			スズ	7.9%	0.09 g
	• FTO	1.1 g	スズ	78.8%	0.83 g
基板 (ガラス/樹脂)	• ガラス(SiO ₂)	1920.0 g	シリカ	100%	1920.0 g
	• 樹脂	270.0 g	一般的に鉱物等資源は含まれない		
封止材	• EVA樹脂	71.3 g	一般的に鉱物等資源は含まれない		
	• POE系樹脂	63.8 g	一般的に鉱物等資源は含まれない		
フロントシート (バリアフィルム)	• SiO ₂	440.0 g	シリカ	100%	440.0 g
	• Al ₂ O ₃	780.0 g	アルミニウム	52.9%	412.8 g
	• DLC	700.0 g	一般的に鉱物等資源は含まれない		

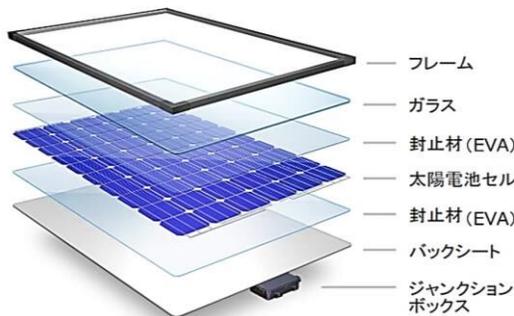
注1. ITOはIn₂O₃とSnO₂が9:1の重量比で組成
 出典: 各種公開情報、ヒアリング、委託調査 (BCG)分析

シリコン／ペロブスカイト太陽電池の廃棄・リサイクルについて

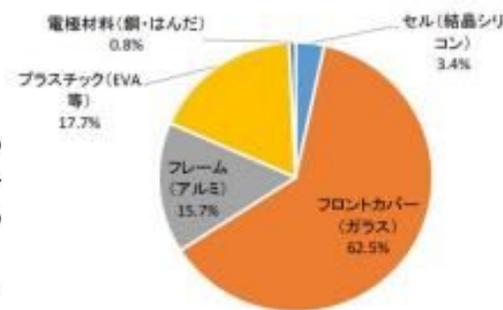
- 太陽電池のライフサイクル全体では、製造・発電のみならず、適切な廃棄・リサイクルまでを確保していくとともに、それが適切に評価される仕組みを構築する必要。
- ペロブスカイト太陽電池については、軽量・減容化に優れた特徴を活かし、より低コストな廃棄・リサイクルのシステムを確立することが必要。

【シリコン太陽電池】

- ✓ 2030年代後半に大量の排出が想定されている。その際、排出時点で製造・輸入事業者が不在であることも懸念される。
- ✓ 全重量の6割超をフロントカバー（ガラス）が占め、その適切なリサイクルが課題。
- ✓ フレーム、ガラス、封止材、太陽電池セル、バックシートを分解、ガラス・一部金属の有価物を再利用。
- ✓ FIT/FIP制度において、有害4物質（鉛、ヒ素、カドミウム、セレン）の含有情報登録を義務付け。

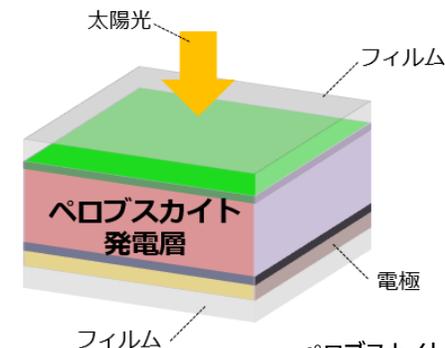


シリコン太陽電池の構造（出典：NEDO）



【ペロブスカイト太陽電池】

- ✓ 製造事業者がリサイクルまでを視野に入れた設置・導入を行っていくシステムの構築が必要。
- ✓ 重量は、一般的なシリコン太陽電池の1/10であり軽量化が可能。容積は、一般的なシリコン太陽電池の1/20。
※フィルム型の場合、1.5 kg/m²として試算。
- ✓ 0.5 g/m²程度含有する鉛について適切な処理・回収を行う必要がある。
- ✓ リサイクル技術については、現在、開発段階。経済性を加味し、実装を検討していく必要。

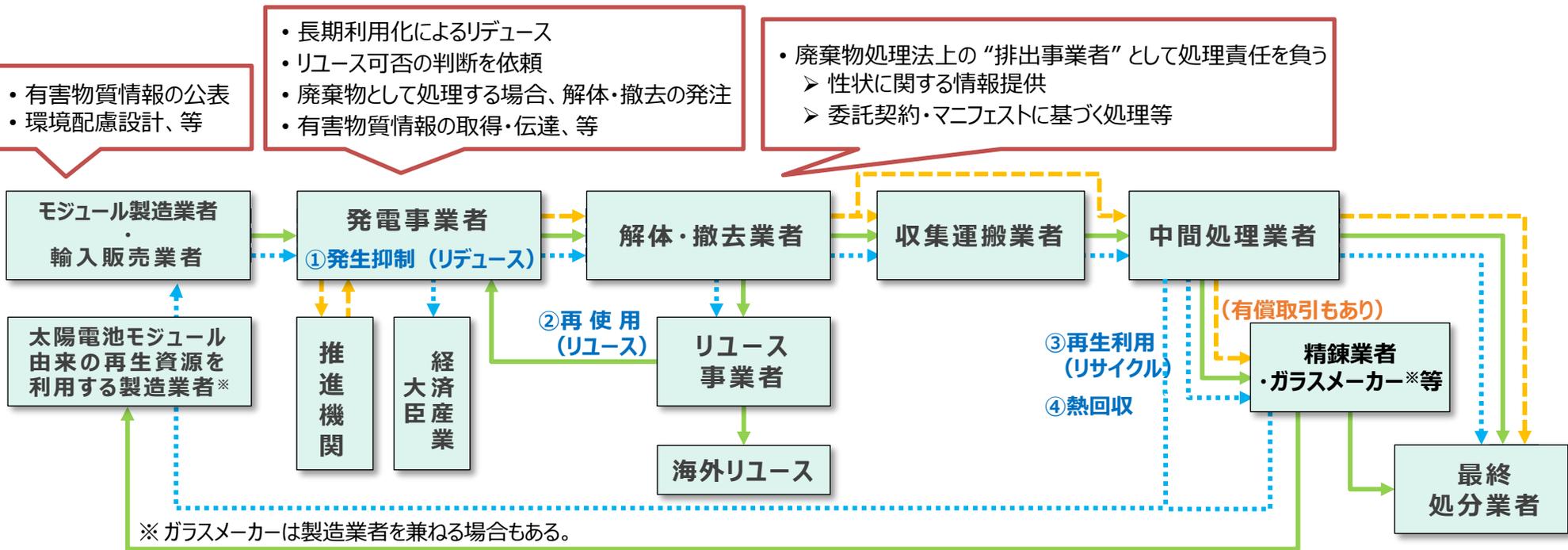


ペロブスカイト太陽電池の構造

(参考) 太陽電池の廃棄・リサイクルについて

- 経済産業省と環境省の合同審議会において、太陽光発電設備について、適正なリユース・リサイクル・廃棄を確実にを行うため、太陽光パネルの義務的リサイクル制度を含めた新たな制度の構築に向けて検討を進めている。
- 次世代型太陽電池については、今後のリサイクル技術の進展状況を踏まえ、当該制度における取扱いを検討していく。

<太陽電池モジュールのリユース・リサイクル・埋立処分の全体像>



凡例

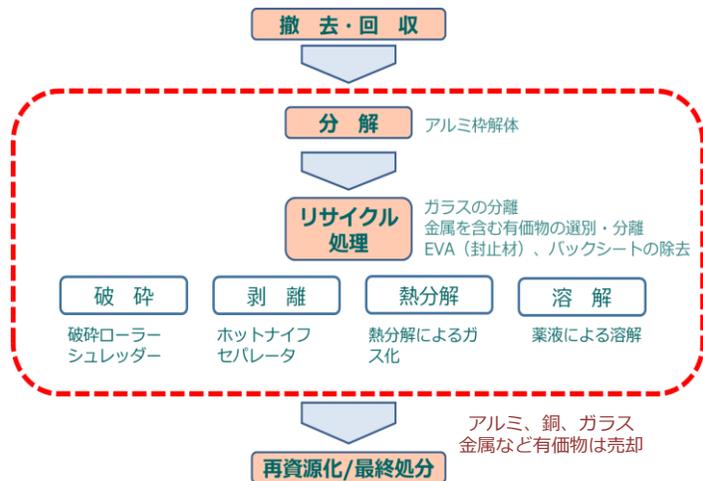
廃棄等費用の流れ : →
 モノの流れ : →
 情報の流れ : →

• 太陽電池モジュール由来の廃棄物（残渣等）を埋立処分する場合、浸出水の管理が可能な、管理型処分場への埋立が求められる。

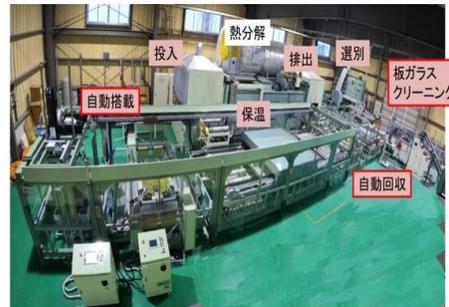
(参考) 太陽光パネルのリサイクルに関するNEDOによる技術開発

- NEDOでは、2014年度より太陽光パネルの高度なリサイクル技術に関する技術開発を実施。2018年度には分解処理コスト約5,000円/kW以下(※1)を達成し、2024年度に分解処理コスト約3,000円/kW以下、資源回収率80%以上の分離技術であることを目指したマテリアルリサイクル技術開発(※2)を実施している。
 - (※1) 分解処理コスト = (処理費用(設備費、光熱水費、人件費など) - 有価物売却益) ÷ 想定処理量相当量の太陽光パネルを処理し、回収した資源が売却できるといった一定の条件下。
 - (※2) 具体的には、太陽光パネルを剥離(加熱 + パネルセパレーター)、低温熱分解処理により部材毎(ガラス、封止材、セルシート、バックシート)に効率的に分解する技術開発に取り組んでいる。
- 今後の排出量の増加に伴い稼働率が上がることでリサイクル費用の低減が見込まれるが、加えて、着実にリサイクル技術の開発を進めていくとともに、費用効率的なリサイクル技術の実装や、再生材の利用拡大により、社会全体のリサイクルコストを下げることが必要。
- 来年度から、ペロブスカイト太陽電池についても廃棄・リサイクル技術の研究開発の検討を進めていく。

<パネル分離技術の分類>

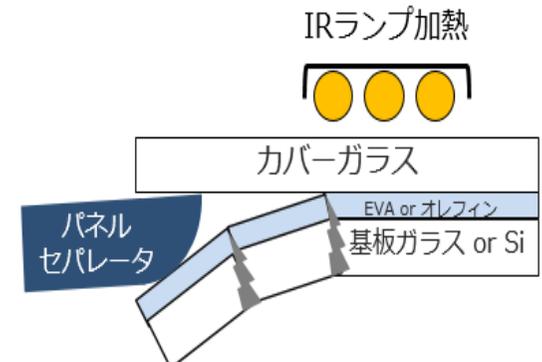


<低温熱分解法>



(株)トクヤマ

<パネルセパレータプロセス>



ソーラーフロンティア(株)

參考資料

次世代型太陽電池の導入拡大及び産業競争力強化に向けた官民協議会の開催実績について（2024年）

- 5/29 第1回 太陽電池産業の歴史と次世代型太陽電池の可能性
- 6/19 第2回 次世代型太陽電池の社会実装に向けて
- 7/26 第3回 次世代型太陽電池の導入ポテンシャル、施工・設置
- 8/20 第4回 需要家からみた次世代型太陽電池の可能性
- 8/26 第5回 次世代型太陽電池の海外ポテンシャル、国際標準化、サプライチェーン
- 9/10 第6回 次世代型太陽電池に関わるファイナンス・保険
次世代型太陽電池戦略（骨子案）
- 10/8 第7回 次世代型太陽電池戦略（案）～取りまとめに向けた議論～
- 11/26 第8回 次世代型太陽電池戦略（案）

次世代型太陽電池の導入拡大及び産業競争力強化に向けた官民協議会 参加者一覧

●座長

高村 ゆかり 東京大学 未来ビジョン研究センター 教授

●委員

秋元 圭吾 地球環境産業技術研究機構 システム研究グループリーダー

植田 穰 東京理科大学 教授

大橋 弘 東京大学大学院 経済学研究科 教授

清家 剛 東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授

瀬川 浩司 東京大学大学院 総合文化研究科 教授

長島 聡 きづきアーキテクト株式会社 代表取締役

原田 文代 株式会社日本政策投資銀行 常務執行役員

●事務局

伊藤 禎則 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部
部長

村上 貴将 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部
政策課長

日暮 正毅 経済産業省 資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギー課長

●関係省庁

金融庁 総合政策局 総合政策課 サステナブルファイナンス推進室 室長

総務省 自治財政局 公営企業経営室 室長

総務省 地域力創造グループ 地域政策課 課長

法務省 大臣官房秘書課 課長

法務省 大臣官房施設課 課長

文部科学省 大臣官房政策課 課長

文部科学省 大臣官房文教施設企画・防災部 施設企画課 課長

農林水産省 大臣官房環境バイオマス政策課 課長

経済産業省 イノベーション・環境局 国際電気標準課 課長

経済産業省 イノベーション・環境局GXグループ 環境政策課 課長

経済産業省 イノベーション・環境局GXグループ

脱炭素成長型経済構造移行投資促進課 課長

経済産業省 イノベーション・環境局GXグループ 資源循環経済課 課長

経済産業省 製造産業局 総務課 課長

経済産業省 製造産業局 素材産業課 課長

経済産業省 商務情報政策局 電池産業課 課長

国土交通省 総合政策局 環境政策課 課長

国土交通省 不動産・建設経済局 不動産課 不動産政策企画官

国土交通省 不動産・建設経済局 建設業課 建設業政策調整官

国土交通省 道路局 環境安全・防災課 課長

国土交通省 住宅局 建築指導課 課長

国土交通省 住宅局 参事官（建築企画担当）

国土交通省 鉄道局 技術企画課 課長

国土交通省 港湾局 海洋・環境課 課長

国土交通省 航空局 航空ネットワーク部 空港計画課 課長

環境省 大臣官房 地域政策課 課長

環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 課長

環境省 環境再生・資源循環局 総務課 リサイクル推進室 室長

防衛省 地方協力局 環境政策課 課長

次世代型太陽電池の導入拡大及び産業競争力強化に向けた官民協議会 参加者一覧

●協議メンバー

株式会社アイ・グリッド・ソリューションズ
株式会社アイシン
飯田グループホールディングス株式会社
ウシオ電機株式会社
英弘精機株式会社
株式会社エネコートテクノロジーズ
AGC株式会社
株式会社NTTデータ
株式会社荏原製作所
エム・エム プリッジ株式会社
尾池アドバンスファーム株式会社
大倉工業株式会社
株式会社大林組
株式会社カネカ
関西エアポート株式会社
関西電力株式会社
株式会社関西電工
九州旅客鉄道株式会社
京セラ株式会社
株式会社クボタ
株式会社クラレ
一般社団法人建築設備技術者協会
一般社団法人再生可能エネルギー長期安定電源推進協会
国立研究開発法人産業技術総合研究所
GMOインターネットグループ株式会社
株式会社JERA
CKD株式会社
株式会社資源総合システム
四国旅客鉄道株式会社
一般社団法人住宅生産団体連合会
国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
新虎興産株式会社
新明和工業株式会社
積水化学工業株式会社
一般社団法人全国銀行協会
一般社団法人全国空港事業者協会
全国建設労働組合総連合
大日本印刷株式会社
太陽光発電技術研究組合
一般社団法人太陽光発電協会
中部国際空港株式会社
辻・本郷 スマートアセット株式会社
一般財団法人電気安全環境研究所

東海旅客鉄道株式会社
東京化成工業株式会社
株式会社東芝
TOPPAN株式会社
トヨタ自動車株式会社
成田国際空港株式会社
西日本旅客鉄道株式会社
西松建設株式会社
日揮株式会社
日清紡メカトロニクス株式会社
日本ガイシ株式会社
日本貨物鉄道株式会社
日本板硝子株式会社
日本気候リーダーズ・パートナーシップ (JCLP)
一般社団法人日本経済団体連合会
一般社団法人日本建設業連合会
公益社団法人日本建築家協会
一般社団法人日本建築士事務所協会連合会
日本商工会議所
一般社団法人日本設備設計事務所協会連合会
一般社団法人日本電機工業会
日本テントシート工業組合連合会
一般社団法人日本民営鉄道協会
日本郵政株式会社
日本ヨウ素工業会
ネグロス電工株式会社
一般社団法人農業電化協会
野村不動産ホールディングス株式会社
リタケ株式会社
パナソニック ホールディングス株式会社
東日本旅客鉄道株式会社
一般社団法人不動産協会
ホシデン株式会社
北海道旅客鉄道株式会社
株式会社みずほ銀行
三菱HCキャピタル株式会社
三菱マテリアル株式会社
株式会社三菱UFJ銀行
株式会社ミライト・ワン
有機系太陽電池技術研究組合
ヨウ素学会
株式会社LIXIL
株式会社リコー
YKK AP株式会社

(自治体)

北海道札幌市、北海道苫小牧市、北海道石狩市、北海道千歳市、北海道富良野市、北海道二セコ町、北海道土幌町、北海道安平町、北海道せたな町、北海道大樹町、北海道鹿追町、青森県佐井村、秋田県、岩手県宮古市、岩手県紫波町、宮城県、宮城県仙台市、山形県山形市、福島県、福島県福島市、福島県いわき市、福島県会津若松市、福島県南相馬市、福島県浪江町、福島県広野町、福島県楡葉町、福島県大熊町、福島県双葉町、福島県富岡町、福島県川俣町、福島県飯舘村、茨城県行方市、茨城県笠間市、栃木県、栃木県宇都宮市、栃木県那須塩原市、栃木県佐野市、群馬県太田市、群馬県富岡市、埼玉県、埼玉県さいたま市、埼玉県白岡市、埼玉県所沢市、埼玉県上尾市、埼玉県入間市、埼玉県狭山市、埼玉県毛呂山町、千葉県、千葉県匝瑳市、千葉県千葉市、千葉県柏市、千葉県君津市、千葉県南房総市、東京都、東京都千代田区、東京都調布市、東京都多摩市、神奈川県、神奈川県横浜市、神奈川県川崎市、神奈川県小田原市、神奈川県横須賀市、神奈川県藤沢市、神奈川県大和市、神奈川県平塚市、神奈川県南足柄市、神奈川県相模原市、新潟県、新潟県長岡市、新潟県上越市、新潟県南魚沼市、新潟県関川村、富山県、富山県富山市、富山県高岡市、富山県魚津市、富山県立山町、石川県、石川県加賀市、福井県、山梨県、山梨県甲府市、長野県、長野県小布施町、長野県小諸市、長野県塩尻市、岐阜県山岡市、静岡県、静岡県静岡市、静岡県浜松市、静岡県磐田市、静岡県袋井市、愛知県、愛知県豊田市、愛知県一宮市、三重県、三重県四日市市、三重県志摩市、三重県鳥羽市、三重県多気町、滋賀県、滋賀県甲賀市、京都府、京都府京都市、京都府京丹後市、大阪府、大阪府大阪市、大阪府堺市、大阪府枚方市、兵庫県、兵庫県姫路市、兵庫県尼崎市、兵庫県神戸市、兵庫県明石市、奈良県、奈良県奈良市、奈良県生駒市、奈良県宇陀市、和歌山県、和歌山県和歌山市、鳥取県、鳥取県鳥取市、鳥取県境港市、鳥取県倉吉市、島根県松江市、島根県出雲市、島根県邑南町、岡山県、岡山県瀬戸内市、岡山県西粟倉村、広島県、広島県廿日市市、山口県、山口県山口市、山口県岩国市、徳島県、徳島県阿波市、香川県、香川県三豊市、香川県坂出市、愛媛県八幡浜市、高知県、高知県日高村、高知県室戸市、福岡県、福岡県北九州市、福岡県うきは市、福岡県福岡市、福岡県大野城市、福岡県直方市、福岡県上毛町、佐賀県鹿島市、佐賀県唐津市、長崎県長崎市、熊本県、熊本県熊本市、宮崎県企業局、宮崎県串間市、鹿児島県南九州市、鹿児島県肝付町、沖縄県、沖縄県与那原町