

ペロブスカイト太陽電池（PSC）の動向と課題（前編）

—日本における普及拡大と農業分野への導入可能性—

株式会社H&Sエナジー・コンサルタンツ パートナー

石丸 美奈

目次

はじめに

1. PSCとは

2. 日本におけるPSC推進政策と支援動向

3. PSCを含む次世代型太陽電池と農業
おわりに

はじめに

AIやデータセンターの普及などにより、日本の電力需要は今後、増大する見通しであるが、世界を取り巻く地政学的情勢は不透明さを増しており、エネルギーの安定供給に対する懸念が増加している。加えて気候変動対策として2050年カーボンニュートラルの達成に向けて、再生可能エネルギー（再エネ）導

入の拡大は待ったなしの状況である。

2025年2月18日に閣議決定された日本の「第7次エネルギー基本計画」の見通しでは2040年度の再エネの電源構成に占める割合は4～5割程度と2023年度速報値のおよそ2倍、太陽光発電の割合は23%～29%程度と同2～3倍で、再エネの中では最大となっている（図表1）。

（図表1）2040年度におけるエネルギー需給の見通し

- 2040年度エネルギー需給の見通しは、諸外国における分析手法も参考としながら、**様々な不確実性が存在することを念頭に、複数のシナリオを用いた一定の幅として提示。**

		2023年度 (速報値)	2040年度 (見通し)
エネルギー自給率		15.2%	3～4割程度
発電電力量		9854億kWh	1.1～1.2兆 kWh程度
電源構成	再エネ	22.9%	4～5割程度
	太陽光	9.8%	23～29%程度
	風力	1.1%	4～8%程度
	水力	7.6%	8～10%程度
	地熱	0.3%	1～2%程度
	バイオマス	4.1%	5～6%程度
原子力		8.5%	2割程度
火力		68.6%	3～4割程度
最終エネルギー消費量		3.0億kL	2.6～2.7億kL程度
温室効果ガス削減割合 (2013年度比)		22.9% ※2022年度実績	73%

（参考）新たなエネルギー需給見通しでは、2040年度73%削減実現に至る場合に加え、実現に至らないシナリオ（61%削減）も参考値として提示。73%削減に至る場合の2040年度における天然ガスの一次エネルギー供給量は5300～6100万トン程度だが、61%削減シナリオでは7400万トン程度の見通し。

（出所）資源エネルギー庁「エネルギー基本計画の概要」2025年2月、9ページ

https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20250218_02.pdf

しかし、日本の太陽光発電の国土面積あたりの導入量は既に主要国では最大で(図表2)、今後、地域住民の理解を得ながら、安価に設置が可能となる適地は減少している。こうした導入済みの太陽光パネルは、そのほとんどがガラス基板の結晶シリコン製であるが、重くて柔軟性がないため設置場所が限られてきた。そこで、このようなタイプの太陽光パネルを置くことが出来ず、十分に活用されていない屋根や壁面、耐荷重性の低い場所(農業用ハウス等を含む)などでの利用が可能となる、薄型軽量で柔軟性のある次世代型太陽電池の迅速な開発・導入が求められている。中でも特に注目されているのが「ペロブスカイト太陽電池(Perovskite Solar Cell)」(以下、PSC)である。

PSCの動向と課題についての2回にわたるレポートの前編となる本稿では、PSCの特性と普及拡大にあたっての課題、日本における政府の政策や支援制度、地方自治体の取組み、そしてPSCを含む次世代型太陽電池の農業分野における活用にあたっての課題について論じる。

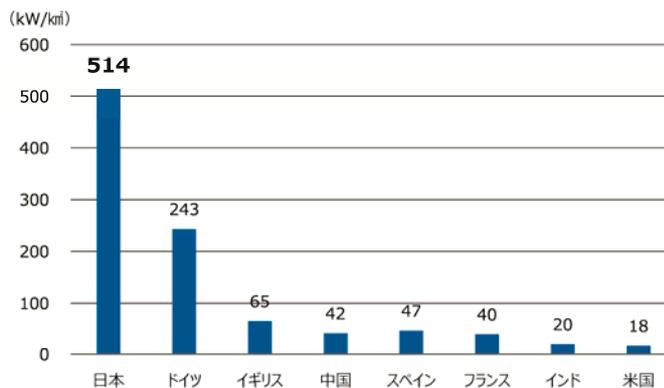
1. PSCとは

(1) 太陽電池の種類とPSC

太陽電池は発電層に用いる材料によって大きく「シリコン系」、「化合物系」、「有機系」の3つに分けられ、PSCは有機系に位置付けられる有機と無機のハイブリッド型太陽電池である(図表3)。

現在のところ、製品としての変換効率(太陽光エネルギーを電力に変換できる割合)が高く、安定性と耐久性に優れ、大量生産により安価となったシリコン系太陽電池が世界的に

(図表2) 世界主要国における平地面積あたりの太陽光設備容量

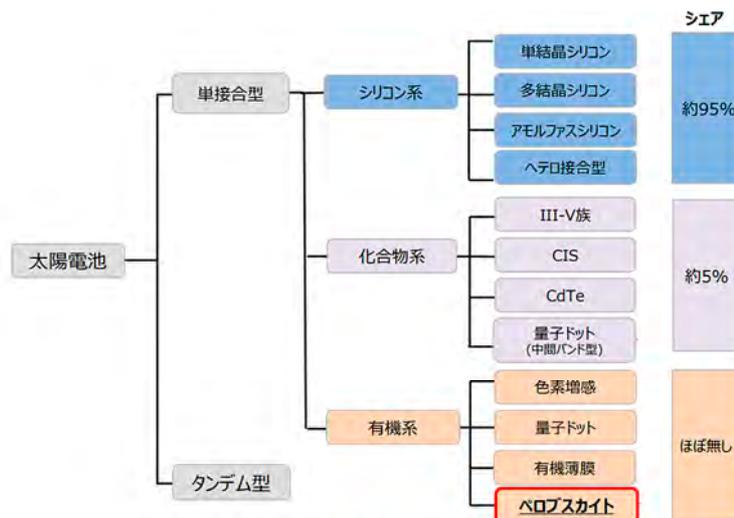


(出典) 外務省HP (<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/index.html>)、Global Forest Resources Assessment 2020 (<http://www.fao.org/3/ca9825en/CA9825EN.pdf>)
IEA Renewables 2022、IEAデータベース、2021年度エネルギー需給実績(確報)、FIT認定量等より作成
※平地面積は、国土面積から、Global Forest Resources Assessment 2020の森林面積を差し引いて計算したものの。

(出所) 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(以下、官民協議会)「次世代型太陽電池戦略」2024年12月12日差し替え版、15ページ

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/perovskite_solar_cell/pdf/20241128_1.pdf

(図表3) 太陽電池の種類



(注) 化合物系のCISはCIS・CIGSまたはカルコパイライトとも称される。

(出所) 官民協議会「次世代型太陽電池戦略」2024年12月12日差し替え版、10ページを筆者加工。資料URLは図表2を参照。

普及しており、市場で95%以上のシェアを占めている。また、国際エネルギー機関(IEA)は2022年7月に発表した特別レポートで、世界市場における太陽光パネルの主要な製造工程のすべてにおいて、中国のシェア

が80%を超えており、ポリシリコンやウエハー¹などの主要部品については、今後数年間で95%以上に上昇するだろうと分析し²、シリコン系太陽電池分野のサプライチェーンにおける中国の独占ぶりが明確になっている。

(2) PSCの特性とメリット

PSCは、ペロブスカイト構造³と呼ばれる独特の結晶構造を持つ化合物を発電層に用いる。さまざまな物質を合成して作ることができ、その種類により特性を変えることができる。

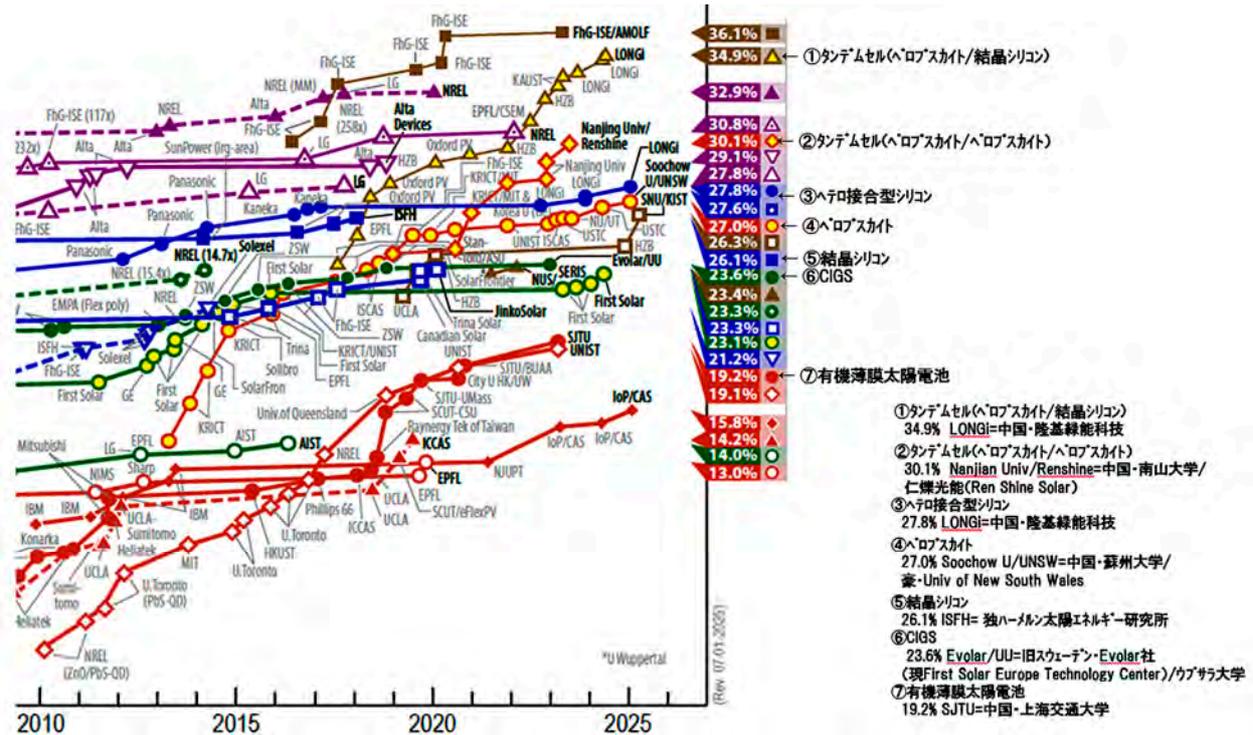
ペロブスカイト結晶を太陽電池に使うことを考案し、世界に先駆けて発表したのは桐蔭

横浜大学教授（当時）の宮坂力氏のグループで（2009年）、当初のPSCの変換効率率は3%台であったが、2012年には10%を超え、世界的に研究・開発競争が加速した。

米国の国立再生可能エネルギー研究所（NREL）⁴によれば、2025年7月15日現在での単結晶PSCセル（太陽電池を構成する最小単位）の変換効率の最高値は27.0%（図表4の④）で、シリコン系太陽電池セルの27.8%（図表4の③）とほとんど肩を並べるほどになっている。

ペロブスカイトは非常に小さな結晶構造の集合体なので、これを溶かした溶媒を基板に塗布・乾燥することで比較的容易にペロブ

（図表4）NRELが認定した各種太陽電池セルの変換効率の推移（2025年7月15日現在）



（出所）NREL資料（<https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency>）を筆者加工

- 1 ポリシリコンはシリコン系太陽電池の原材料であるシリコン（ケイ素）の塊で、そこからインゴット（シリコンの塊）、ウエハー（薄い円盤）、セル（太陽電池素子）、モジュール（セルを必要枚数つなげたもの）へと加工され太陽光パネルが作られる。
- 2 IEA “Solar PV Global Supply Chains—An IEA Special Report” July 2022
<https://www.iea.org/reports/solar-pv-global-supply-chains>
- 3 ペロブスカイトはCaTiO₃（灰チタン石）に代表される結晶構造で、発見者であるロシアの鉱物学者Lev Perovskiにちなんで名付けられている。
- 4 米エネルギー省に属し、再エネとエネルギー効率に関する研究開発を行う基礎研究所

(図表5) 結晶シリコン太陽電池とペロブスカイト太陽電池の比較

	結晶シリコン太陽電池	ペロブスカイト太陽電池
重量	約15kg/m ²	約1.5kg/m ² (結晶Siの10分/1程度)
電変換層の厚さ	数百μm	数μm(結晶Siの100分の1程度)
柔軟さ	なし	大
モジュール変換効率(高照度)	20%超	10~21%(セルでは27%)
同 (低照度)	殆ど発電せず	よく発電
吸収する波長	300~1,200nm	300~800nm
原料コスト	ケイ素/量産効果で安価	鉛、ヨウ素/量産で安くなる可能性大
原料調達	輸入	国内
製造温度	1,400°C以上	100°C
輸送・設置コスト	ある程度安価	軽量なので安価
耐久性(製品寿命)	20~30年程度	現状は5~10年程度
環境負荷	大	小
課題	リサイクル	耐久性、大型化、鉛処理

(出所) 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)、国立研究開発法人 産業技術総合研究所 (産総研)、官民協議会、エネコートテクノロジーズ社などの各種資料から筆者作成

スカイト膜を作ることができる。光を吸収する能力(吸光係数)が高く、厚さ1μm(マイクロメートル、1mmの1,000分の1)以下の薄膜で発電に十分な光を吸収できる。

100°C程度の低温で成膜が可能で、折り曲げや歪みに強いいため、プラスチックフィルムを基板に使用すれば、1m²あたり1.5kg程度と軽量で柔軟性のある太陽電池になり、塗布や印刷技術・ノウハウの応用で大量生産が可能である。

光の量が低下しても電圧が落ちにくいという特性があるため、雨天・曇天時の屋外や屋内照明の下でも高い変換効率を維持できる。

主たる原材料はヨウ素と鉛(Pb)で、シリコンに依存しない。日本のヨウ素産出量(世界の3割)は、チリ(世界の6割)に続く世界第2位で、国内調達が可能となるため、エネルギー安全保障の面からは大きな利点となる。こうした材料は薄膜を洗浄することで簡単に洗い流すことができるため、使用後の回収・廃棄処理が(鉛を除いて)容易で、廃棄にかかる費用も安価で済む。製造にあたって使用する材料の量が少なく、高温での処理も

不要なため、ライフサイクルでの環境負荷が小さい(図表5)。

(3) PSCの課題

多くのメリットを持つPSCであるが、課題としてまず挙げられるのが耐久性・安定性の問題である。ペロブスカイトは光、熱、水分に弱い。特に紫外線に弱く、耐熱性も150°C以下と低いため、劣化しやすい。変換効率を高めようとするとう耐久性が低くなるジレンマがあるため、材料の構成を変えるなど、研究開発が続いている。

水分を遮断するため高性能の封止材やガスバリアフィルム⁵などが必須となるが、こうした部材は高価である。ペロブスカイトモジュール生産の総コストのうち、ペロブスカイト薄膜の割合は1割程度に過ぎず、それ以外の基板材料や封止材、ガスバリアフィルムなどが9割を占めるため、こうした部材の価格を下げていくことが必要となる。

セルレベルでは結晶シリコン太陽電池と同等の変換効率を記録しているPSCである

5 酸素や水蒸気などのガスを遮断する性能を持つフィルム

が、これを安定した品質で実用的な大面積のモジュールとして生産するのはまだ難しく、変換効率を下げることなく大量生産できるか否かが、今後の普及の鍵を握る。

加えて、PSCのモジュールには1㎡あたり0.4～1g程度と少量ではあるが有害物質である鉛が含まれており、人体や環境に与えるリスクがある⁶。

(4) PSCの種類と市場動向

PSCにはフィルム型、ガラス型、2つ以上の太陽電池を直列に並べたタンデム型の3つの種類がある(図表6)。

フィルム型はPSCの特徴を最大限に発揮できるもので、これまで耐荷重性が低く、結晶シリコン太陽電池が設置できなかった駐車

場、工場、倉庫、仮設店舗などの屋根や、テント・農業用ハウス、建物の壁面への導入、電気自動車への搭載、屋内で使用するIoTデバイスや小型電子機器の電源としての利用などが想定されており、太陽電池の用途が大きく広がる⁷。国内では完成品メーカーのみならず、素材・化学メーカーがフィルム型PSC開発・製造に不可欠となる高度な技術やノウハウを有しているため、比較的、日本が先行しているジャンルである。

ガラス型は既存の結晶シリコン太陽電池と同じくガラスを基板としているが、建材一体型(Building-Integrated Photovoltaics、BIPV)のタイプであれば、フィルム型の欠点である耐水性や耐久性の問題を解消しやすい。例えば、パナソニックホールディングス

(図表6) PSCの種類



- 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**
- 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**。
- 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**。

(出所) 官民協議会「次世代型太陽電池戦略」2024年12月12日差し替え版、12ページ。資料URLは図表2を参照。

6 鉛の代替としてスズ(Sn)の使用など無鉛型の新材料は開発途上にある。

7 薄型軽量で、高エネルギーの放射線(陽子線、電子線)に対して高い耐久性を示すので、将来的には宇宙で衛星の太陽電池などへの応用も期待されている。

株式会社が開発したBIPVは、ガラス上に印刷したPSCにレーザー加工することで、太陽電池の透過度を調整できる⁸。透過度が求められないガラス壁ではPSCの集積率を高め、透過度が必要な窓ガラスではPSCの集積率を下げることで、ビルや住宅の窓やバルコニーなどへの設置を可能にしている。新築のみならず、既存の建物のガラス建材を置き換えることができ、建築分野での省エネ・脱炭素を促進できるため、導入ポテンシャルは大きい。中国や欧米での開発が盛んで、競争は激しい。

タンデム型では結晶シリコン太陽電池にPSCを重ねあわせた方式の開発競争が世界的に激化している⁹。吸収できる太陽光の波長が300～800nmのPSCを、300～1,200nmの光を吸収できる結晶シリコン太陽電池の上に積層すれば、変換効率がアップし、より多くの発電量を確保できる。結晶シリコン太陽電池の理論的限界効率は約29%と言われているが¹⁰、これをペロブスカイトとのタンデム型にすることで、セルベースで34.9%と高い変換効率が記録されている(図表4の①)。世界市場において新設のみならず、既存の太陽光発電所(メガソーラ)や屋根置き太陽光発電設備などで膨大なリプレース需要が見込めるため、すでに結晶シリコン太陽電池の大規模生産設備を数多く有する中国メーカー勢は、既存設備の延長上で大量生産が可能になるタンデム市場を狙っている。

日本の株式会社富士経済が今年5月に公開したPSCに関する世界市場調査¹¹によると、その市場規模は2024年の590億円(単接合型は商用化されており500億円、タンデム型は試験生産やサンプル出荷で90億円)から2040年に

はおよそ4兆円に膨らむと予想されている。

2. 日本におけるPSC推進政策と支援動向

(1) 政府の推進政策

新たな太陽電池の国内産業基盤を確立するとともに、太陽光発電の大量導入を加速するため、資源エネルギー庁は2024年5月から11月にかけて官民協議会を開催し、2040年に向けた「次世代型太陽電池戦略」(以下「戦略」という。)を取りまとめた。ここでは薄型・軽量・柔軟で、設置可能な領域を大きく広げ、再エネ導入拡大と地域共生を両立するものとしてPSCに大きな期待がかけられている。

かつて太陽光パネルの技術開発で先行し、2004年には世界シェアの50%を占めた日本は、その後、中国などの参入で急拡大する世界市場において、量産体制と需要創出に十分な規模とスピードでの対応ができず大きくシェアを落とし、現在は1%未満に落ち込んでいる。その反省から「戦略」は、明確な時間軸と目標を定め、世界をリードする規模とスピードで、①量産技術の確立、②生産体制整備、③需要創出を三位一体で進めることを基本方針としている。

2025年度から国内市場を立ち上げ、2030年までにはギガワット(GW)級の生産体制を構築する。2025年に発電コスト20円/kWh、2030年に14円/kWhが可能となる技術を確立させる。2040年には公的支援からの自立可能な10～14円以下/kWhを目指し、国内で約20GWを導入する、などを目標としており(図表7)、こうした内容は2025年2月に閣議決定された「第7次エネルギー基本計画」にも盛り込ま

8 パナソニックホールディングス株式会社 <https://tech.panasonic.com/jp/pv/>

9 ペロブスカイト/結晶シリコン以外にもペロブスカイト/カルコパイライト(後述)、ペロブスカイト/ペロブスカイトなど様々なタンデム型がある。

10 産総研「新しいシリコン系太陽電池デバイスの創出に向けて」
<https://www.aist.go.jp/fukushima/ja/unit/pvdev.html>

11 株式会社富士経済 プレスリリース 第25071号、2025年7月16日
https://www.fuji-keizai.co.jp/press/detail.html?cid=25071&view_type=2&la=ja

(図表7) 次世代型太陽電池政策の進め方

	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	✓ 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)		自立化
②生産体制整備	✓ 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	✓ 重点分野を特定しつつ、既存太陽電池との値差等に着眼した導入支援 (2025年度から開始を目指す)	✓ 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		✓ 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	

(出所) 官民協議会「次世代型太陽電池戦略」2024年12月12日差し替え版、34ページ。資料URLは図表2を参照。

れている。

経済産業省はPSCの中でもフィルム型の量産と普及を急ぐことで、ガラス型PSCや、ペロブスカイト/結晶シリコンのタンデム型の量産をめざす中国との競合を避ける戦略をとっている。そして日本の化学メーカーが持つ、軽量で柔軟なPSCに適した基板や、湿気を防ぐバリアフィルムなどの機能性フィルムの高い技術や多くのノウハウと世界的な実績を背景に、メガソーラーや耐荷重性のある屋根置きとは異なる市場へのいち早い浸透を図っている。

(2) 政府の支援動向

こうした戦略推進の予算措置として、量産技術の確立・社会実装のためには、2021年に創設された「グリーンイノベーション基金」(経済産業省)¹²から、「次世代型太陽電池の開発プロジェクト」に648億円(2021年度から)が充てられており、昨年度の公募では2024年9月に積水化学工業株式会社(以下、積水化学)と東京電力ホールディングス株式会社による「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¹³などが採択されている。

生産体制の構築のためには、「GX(グリ

12 政府の「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」に基づき、企業の取組みを最長10年間にわたり支援するためにNEDOに創設された基金で、当初2兆円(2021年3月)、現在は総額2兆7,564億円となっている。
https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/gifund/

13 NEDO 2024年9月20日付ニュースリリース (https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_101779.html) より。事業概要資料は同ページの別紙2を参照。なお、今年度の公募は2025年6月19日に締め切られている。

ーントランスフォーメーション) サプライチェーン構築支援事業」(経済産業省、GX経済移行債を活用)として、2024年末に積水化学(PSCのGW級の生産ライン構築を目指す事業、補助対象総額約3,154億円、補助率1/2)と株式会社片岡製作所の事業(PSCのレーザー加工装置の生産体制の構築、補助対象総額約68.7億円、補助率1/2)の2件が採択されている¹⁴。

需要創出では、初期段階で重点を置いて導入を進める分野として、①追加性を重んじ、これまで太陽光発電の設置が難しかった耐荷重10kg/m²以下相当の屋根等、②緊急時の地域における避難施設や業務継続計画に位置づけられている自家消費率の高い施設や、温室効果ガス排出削減に積極的な需要家の取組み、③一カ所当たりの導入容量が一定以上で、需要地と近接し、一定以上の自家消費率がある、公共インフラ空間(道路、空港、港湾等)などが想定されている¹⁵。

こうした需要喚起のために、経済産業省連携事業として環境省は、本年秋の公募で「ペロブスカイト太陽電池の社会実装モデルの創出に向けた導入支援事業」(本年度予算50.2億円、GX経済移行債を活用)として、地方公共団体や民間事業者等にフィルム型PSC設備

と設置費用の補助を開始する予定である¹⁶。

また、再エネのFIT・FIP制度¹⁷においてはPSCの普及拡大を支援するために、PSCに関する新しい区分の創設について検討が行われている。

加えて、NEDOが本年3月28日に策定した、太陽光発電の大量導入のための新たな技術開発指針「太陽光発電開発戦略2025(NEDO PV Challenges 2025)」¹⁸に基づき、本年度の新規事業として「太陽光発電導入への課題解決に向けた技術開発事業」を立ち上げ、4月中旬頃から公募を開始した¹⁹。様々なタンデム型太陽電池等の研究開発と屋外での実証評価、PSC等の次世代型太陽電池の設置・施工ガイドラインの作成やリサイクル技術の開発を含む事業を支援する(2025年度予算額は次世代型太陽電池関連を含めて32億円、エネルギー特別会計による事業)。

農業に関連したものとしては、農林水産省が2021年5月に策定した「みどりの食料システム戦略」²⁰では、農林水産業の発展に資する形で農山漁村へ再エネ導入を実現するための推進交付金が措置されている。この交付金のうち「地域循環型エネルギーシステム構築事業」として、既存のシリコン系太陽電池の導入が難しい農林漁業関連施設に対する次世

14 GXサプライチェーン構築支援事業 2024年12月25日
https://gx-supplychain.jp/assets/pdf/gx_list_saitaku20241225.pdf

積水化学 プレスリリース 2024年12月26日

https://www.sekisui.co.jp/news/2024/_icsFiles/afieldfile/2024/12/26/241226.pdf

株式会社片岡製作所 2025年2月25日

<https://www.kataoka-ss.co.jp/newscenter/?p=789>

ただし、片岡製作所は本年8月8日に民事再生手続の開始が決定した。

15 第9回官民協議会資料 2025年5月7日開催資料「次世代型太陽電池に関わる動向について」
https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/perovskite_solar_cell/009.html

16 環境省説明資料「ペロブスカイト太陽電池の需要創出に向けて」2025年5月7日。資料URLは脚注15を参照。

17 FIT制度で再エネ電気は電力会社に固定価格で売電されるが、FIP制度では卸市場等で売電され、その際に売電価格に一定のプレミアム(補助額)が上乘せられる。

18 NEDO「太陽光発電開発戦略2025(NEDO PV Challenges 2025)」2025年3月28日
<https://www.nedo.go.jp/content/800022979.pdf>

19 NEDO「2025年度「太陽光発電導入拡大等技術開発事業」に係る公募について」
2025年4月14日 https://www.nedo.go.jp/koubo/FF2_100429.html

20 農林水産業の生産力向上と持続可能性を実現させるための政策方針。2050年までに農林水産業からのCO₂ゼロエミッションの実現などの目標を掲げている。

<https://www.maff.go.jp/j/kanbo/kankyo/seisaku/midori/>

代型太陽電池（ペロブスカイト）と蓄電池の導入実証を支援する²¹。

(3) 自治体での取組み

自治体におけるPSCを含む次世代型太陽電池の導入に関する支援制度や取組みについては、2025年5月7日現在、18都道府県で合わせて32の支援事業・制度がある²²。

PSC技術の開発者であり、現在は桐蔭横浜大学の特任教授である宮坂氏が代表取締役を務めるペクセル・テクノロジーズ株式会社（川崎市、以下ペクセル・テクノロジーズ）や、PSCと同様に薄型軽量で柔軟な次世代型太陽電池であるカルコパイライト太陽電池（CIS・CIGS太陽電池）を手掛けるPXP社（相模原市、以下PXP）、そして、こうした太陽電池の設置施工を数多く手掛ける大手エンジニアリング会社の日揮株式会社（横浜市、以下日揮）などが本社を置く神奈川県は、次世代型太陽電池の普及促進に積極的で、同県はペクセル・テクノロジーズや日揮と²³、相模原市はPXPと連携協定を結んでいる²⁴。

県レベルの支援制度としては、「次世代型太陽電池普及促進事業補助金」があり、多く

の人々に次世代型太陽電池の「見える化」を図る実証事業への補助²⁵を行うとともに、法人向けの「自家消費型再生可能エネルギー導入補助金」では、本年度からPSCを対象として追加している。

東京都では2025年3月に「2050東京戦略」を策定し、「2050年ゼロエミッション東京」²⁶の実現に向け、2035年までに都内に太陽光発電設備を350万kW（3.5GW）導入するという新たな政策目標を設定し、その達成に向けて「次世代型ソーラーセルの普及拡大に向けたロードマップ」をまとめている²⁷。その中でPSCの都内導入目標を2035年までに約1GW（うち都有施設が約1万kWで、ここにはPSC以外の壁面設置可能な太陽電池も含む）、2040年には約2GWと設定し、これまでの「次世代型ソーラーセル社会実装推進事業」（補助率2/3、上限4,000万円）²⁸とは別に、当面の取組みとして、都有施設への先行導入や、民間事業者によるPSC設置費用（機器費と施工費）の全額補助をおこなっていく支援制度を検討中である。

愛知県では県内の3企業から提案のあった再エネ導入量を飛躍的に増加させるための

-
- 21 経済産業省「総合エネルギー調査会 省エネルギー・新エネルギー分科会/電気・ガス事業分科会 再生可能エネルギー大量導入・次世代電力ネットワーク小委員会（第73回）」2025年5月27日
https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/denryoku_gas/saisei_kano/073.html
資料3 農林水産省説明資料（第73回大量導入小委員会）14ページ
本年8月29日まで要望調査が行われた。
 - 22 官民協議会事務局資料「自治体における次世代型太陽電池の導入等に関わる支援制度・取組」2025年5月7日時点。
資料URLは脚注15を参照。
 - 23 神奈川県 記者発表資料 2023年12月12日
<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/ap4/prs/r1903394.html>
 - 24 相模原市「さがみはら脱炭素ポータルサイト」内の市の取組の一つとして掲載。最終更新日2025年3月14日
<https://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/kurashi/1026489/1026502/1027883/1032585.html>
 - 25 神奈川県「次世代型太陽電池普及促進事業費補助金」ページ 2025年6月13日更新
<https://www.pref.kanagawa.jp/docs/ap4/001/jisedai-hojo.html>
 - 26 2050年までに世界のCO₂排出量実質ゼロに貢献する都の取組み
 - 27 東京都環境局「次世代型ソーラーセルの普及拡大に向けたロードマップ」2025年3月
https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/documents/d/kankyo/jisedaigatasc_roadmap_hp
なお、次世代型ソーラーセルはPSCと同義で、2025年8月8日にはネーミング総選挙の結果、PSCは「Airソーラー」と呼ばれることが決まった。
https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/climate/solar_portal/perovskite
 - 28 東京都が推進する脱炭素社会の実現とエネルギーの安全確保に向けた取組への助成で、PSCの実用化に向け、開発事業者に対し実証費用の一部を助成する。

「ペロブスカイト太陽電池普及拡大プロジェクト」²⁹を支援しており、2025年5月末には「あいちペロブスカイト太陽電池（PSC）推進協議会」が立ち上がり、年度内に県有施設での実証が検討されていく予定である。加えて豊田市では「新エネルギー活用促進補助金」により、市内の製造業又は運輸業を営む中小企業者・中堅企業が事業者の自己所有・自己消費のための次世代型太陽電池を含む再エネ発電設備を導入するにあたり、費用の1/2を補助する³⁰。

農業関連の事例としては、例えば兵庫県洲本市内でPSCを活用した小規模な営農型太陽光発電の実証が予定されている³¹。

3. PSCを含む次世代型太陽電池と農業

(1) カルコパイライト（CIS・CIGS系）太陽電池と有機薄膜太陽電池（OPV）

政府が早期大量導入の支援に注力するフィルム型PSCではあるが、農業分野での活用には課題がある。

主たる用途として、結晶シリコン太陽電池では強固な架台が必要となり導入が難しかった営農型太陽光発電（ソーラーシェアリング）や、耐荷重が低い農業ハウスへの設置が想定されるが、薄型軽量で柔軟な太陽電池にはフィルム型PSC以外にも、化合物系である「カルコパイライト（CIS・CIGS系）太陽電池³²」（以下、カルコパイライト太陽電池）や「有機薄膜

太陽電池（Organic Photovoltaic）」（以下、OPV）があり、さらに、結晶シリコンでも、セルの保護に最新の硬質な樹脂を使った薄型軽量で曲げやすい太陽光パネルが出てきている（図表3）。

カルコパイライト太陽電池は黄銅鉱（CuFeS₂）と同じ結晶構造をもつ材料から作られ、PSC同様に吸光係数が高いため、発電層は数μmと薄い。製品は軽量で柔軟性も高く、日本での開発の歴史も長い³³。有機物を含まないためPSCと比較して劣化が進みにくく、耐久性が高い。鉛などの有害物質を含まず、人体や環境への影響もない。ただし、現状ではPSCより変換効率向上の可能性は低く（今のところ製品で～15%程度、セルベースでは最高23.6%）、吸収する太陽光の波長は400nm～1,300nmと結晶シリコン系とほぼ同じになる。

植物の光合成には400nm～700nmの可視光が不可欠となるが、PSCもカルコパイライト太陽電池もこうした光を効率よく吸収してしまうため、通常の結晶シリコン太陽電池と同じように、その活用には作物の生育の妨げにならないような工夫が必要となる。

ただし、PSCは材料や製法の工夫で透明度を高める（可視光の透過性を上げる）ことが可能で、多くの研究開発が行われている途上³⁴である。しかし、基本的に透過性は発電量とトレードオフの関係にあるため、最終的には

29 株式会社アイシン、中部電力ミライズ株式会社および関西電力株式会社が推進する、PSCによる愛知県内での再エネ導入量の増加可能性に関する評価、導入にあたっての課題の整理、推進体制の構築などの検討を目的とするプロジェクト。https://www.pref.aichi.jp/soshiki/ondanka/psc-project-main.htmlを参照。

30 豊田市「豊田市新エネルギー活用促進補助金」ページ、2025年9月10日更新
https://www.city.toyota.aichi.jp/jigyousha/kigyoyuchi/1064642.html

31 令和7年度あわじ環境未来島構想推進協議会総会議事概要
https://www.awaji-kankyomiraijima.jp/wp-content/uploads/2025/06/79ba2d436fe02bef75a0ed88da2b9657-1.pdf
(2025年5月27日現在の情報)

32 かつては半導体の主たる材料の頭文字をとってCIS系やCIGS系と呼ばれていた。

33 日本のカルコパイライト太陽電池メーカーであるPXPは2020年設立のスタートアップであるが、主要メンバーは1980年代後半からCIS系の太陽電池の研究開発を始め、量産化までを手掛けた日本のソーラフロンティア社（旧昭和シェルソーラー社）の出身者。ソーラフロンティア社は2021年に太陽電池の製造から撤退。

34 たとえば Etgar, Lioz and Wallach, Tehila “Highly transparent and semi-transparent perovskites and their applications” Applied Physics Review, Volume 12, Issue 1 March 2025
https://pubs.aip.org/aip/apr/article/12/1/011314/3333636/Highly-transparent-and-semi-transparentを参照。

（光合成速度を最適に保てるような）透過性、発電量、そしてこうした調整型のPSCの製品コストをどのようにバランスしていくかの問題となる。

他方、同じく薄型軽量で柔軟なOPVには光の透過性があり、材料によって吸収する波長を変えることができる。そのため、光合成に使われる青色光や赤色光は透過させ、使われない緑色光で発電するOPVを使えば、農作物の成長への影響を最大限抑えた発電が可能になる。また、有機半導体材料には有毒成分もない。しかし、現状のOPVは変換効率も耐久性もPSCやカルコパイライト太陽電池より低く、変換効率を高めるためには材料の調達コストがアップする。（緑色光のみで発電することで）活用する光の量が減り、変換効率が低く、劣化が早ければ、発電量は少なくなり、事業採算性が見込めない。

（2）PSC導入の優先順位

早期普及を目指す需要創出の段階ではPSC製品の供給が不足しがちになるため、大規模なインフラ設備、公共性や災害対策の性格が強い事業、これまでは活用されてこなかった・活用できなかった太陽光を一定の規模で、新たにクリーンなエネルギー源として取り込んでいく事業が優先され、太陽光を活用している農業と光エネルギーが取り合いになる形での取組みは優先度が低くなる（製品がなかなか入手できない）可能性が危惧される。

現在のところ、フィルム型PSCは実証が始まりつつある段階で、将来的にある程度の量産体制が整ってから生産は基本的に標準的なタイプの製品であると考えられる。農業に適した透過性があり、無鉛のPSCが開発され、安価な製品として十分に出回るかどうかは不明である。したがって、農業分野の脱炭素化と省エネ／エネルギー自給を促進していくためには、カルコパイライトやOPVなどPSC以

外の薄型軽量で柔軟な太陽電池についても、その長所や短所をよく理解し、製品が入手可能なものを、その性質に合わせて工夫しながら導入していくことが重要になる。こうした観点から、フィルム型PSCとともに、今後カルコパイライトやOPV等の次世代型太陽電池についても、政府、地方自治体等からの支援が期待される。

おわりに

PSCの動向と課題についての後編では、農業や企業など事業者による地域での具体的な取組事例や、PSCの導入拡大が地域社会に及ぼす影響について考察する。