

次世代型太陽電池に関する 国内外の動向等について

2022年11月

資源エネルギー庁

再生可能エネルギーの導入推移と2030年の導入目標

- 2012年7月のFIT制度（固定価格買取制度）開始により、再エネの導入は大幅に増加。特に、**設置しやすい太陽光発電は**、2011年度0.4%から2019年度6.7%に増加。再エネ全体では、2011年度10.4%から**2020年度19.8%**に拡大。
- 今回のエネルギーミックス改定では、2030年度の温室効果ガス46%削減に向けて、施策強化等の効果が実現した場合の**野心的目標**として、**電源構成36-38%**（合計3,360～3,530億kWh程度）の導入を目指す。

<再エネ導入推移>

	2011年度	2020年度		2030年新ミックス	
再エネの 電源構成比 発電電力量:億kWh 設備容量:GW	10.4% (1,131億kWh)	19.8% (1,983億kWh)		36-38% (3,360-3,530億kWh)	
太陽光	0.4%	7.9%		14-16%程度	
		61.6GW	791億kWh	104~118GW	1,290~1,460億kWh
風力	0.4%	0.9%		5%程度	
		4.5GW	90億kWh	23.6GW	510億kWh
水力	7.8%	7.8%		11%程度	
		50GW	784億kWh	50.7GW	980億kWh
地熱	0.2%	0.3%		1%程度	
		0.6GW	30億kWh	1.5GW	110億kWh
バイオマス	1.5%	2.9%		5%程度	
		5.0GW	288億kWh	8.0GW	470億kWh

「地域と共生した」再エネの導入拡大に向けて

- **2030年の再エネ比率36~38%と2050年CN**に向けて、**事業規律強化**を行った上で、「**地域と共生した**」再エネ導入をS + 3 Eを前提に実現。

電源	適地への最大限の導入	<ul style="list-style-type: none">● 住宅等の屋根、公共施設、空港、鉄道、工場・倉庫等への太陽光拡大● 改正温対法により各自治体が指定する促進区域等での再エネ導入● 再エネ海域利用法の入札見直し等による洋上風力の早期導入
	既存再エネの有効活用	<ul style="list-style-type: none">● 既設再エネへの蓄電設置促進や、長期電源化に向けた増出力・長期運転促進
	再エネの市場電源化／自立化	<ul style="list-style-type: none">● 4月から制度開始したFIP制度の活用や、需要側と発電側が一体となった再エネ導入（UDAモデル）による新規開発
系統	再エネ適地等を踏まえた系統整備	<ul style="list-style-type: none">● 長距離直流送電の検討加速化による風力発電等の早期導入● マスタープランの策定を踏まえたプッシュ型の計画的な系統形成
	系統運用の高度化	<ul style="list-style-type: none">● ノンファーム型接続による既存系統への最大限の再エネ導入
産業化	再エネ分野での産業・人材育成	<ul style="list-style-type: none">● 浮体式洋上風力、次世代型太陽電池（ペロブスカイト）等について、スピーディーに課題を解決し、市場獲得に向けた企業育成・生産体制を構築● 洋上風力や太陽光のサプライチェーン高度化を支える人材育成

(参考) 屋根への導入拡大・自家消費モデル普及の促進

- 適地が限られる中、住宅や工場・倉庫などの建築物の屋根への導入など、あらゆる手段を講じていくことが必要。
- 住宅や工場・倉庫などの建築物への導入拡大に向けては、**FIT制度・FIP制度において一定の集合住宅に係る地域活用要件の緩和や屋根への導入に係る入札免除**や、**ZEHに対する補助、初期費用を低減した太陽光発電の導入モデルの構築に向けた補助金、認定低炭素住宅に対する住宅ローン減税における借入限度額の上乗せ措置**等による導入を推進。**関係省庁とも積極的に連携・協力しつつ、更なる太陽光の導入拡大を進めていく。**

FIT・FIP制度 (経産省)

- ✓ 住宅等に設置された太陽光発電で発電された電気を買収することにより安定的な運営を支援。

【2022年度の買取価格】

- ・住宅用 (10kW未満) 17円/kWh (買取期間10年)
- ・事業用 (10-50kW) 11円/kWh (地域活用要件あり)
- ・事業用 (50kW以上) 10円/kWh or 入札制

FIT・FIP制度での屋根設置案件特例 (経産省)

- ✓ 既築建物への屋根設置の場合は**FIT・FIP入札を免除**。
- ✓ 集合住宅の屋根設置 (10-20kW) については、配線図等から自家消費を行う構造が確認できれば、**30%以上の自家消費を実施しているものとみなし、導入促進**。

ZEHに対する支援 (経産省・国交省・環境省)

- ✓ 3省連携により、太陽光発電設備等を設置したZEHの導入費用を補助 (令和3年度補正予算30億円の内数及び令和4年度当初予算390.9億円の内数)。

オンサイトPPA補助金 (環境省・経産省連携事業)

- ✓ 工場等の屋根などに太陽光パネルを設置して自家消費する場合など、設備導入費用を補助。

補助額：太陽光パネル 4~5万円/kW

住宅ローン減税 (国交省・環境省)

- ✓ 太陽光発電設備等を導入した認定低炭素住宅の新築等に対して、借入限度額の上乗せ措置を適用。

控除率：0.7%、控除期間：13年等

借入限度額：5000万円

※認定低炭素住宅の認定基準について、太陽光発電設備等の設置を要件化するなどの見直しを本年10月に実施予定

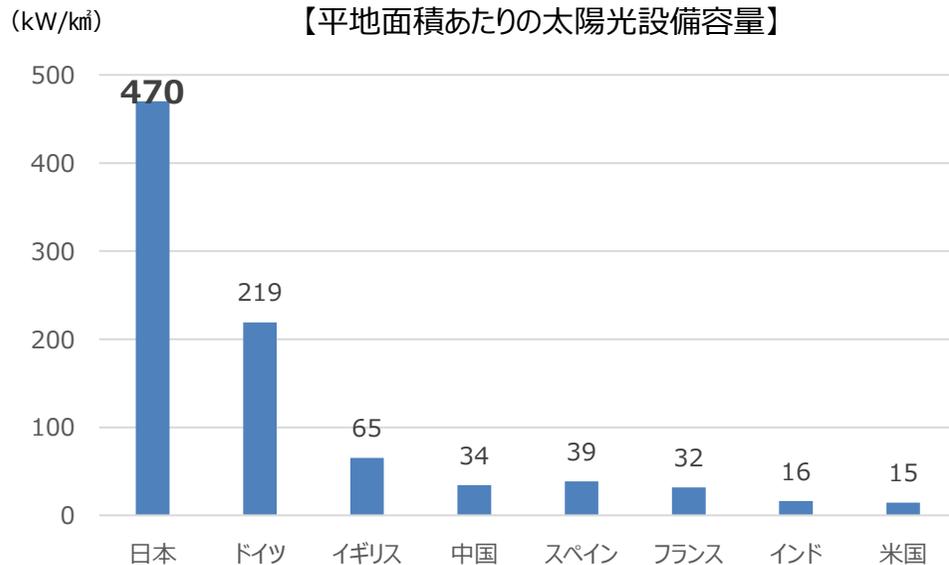
※現行省エネ基準に適合しない住宅の場合：3,000万円

省エネリフォーム税制 (国交省・経産省)

- ✓ 自己居住用の住宅の省エネ改修を行った場合の所得税の税額控除について、太陽光発電設備を設置した場合、通常よりも最大10万円控除額を上乗せ。

次世代型太陽電池を開発する必要性（適地の確保）

- 2050年カーボンニュートラル(CN)の実現に向けて、太陽光の導入を拡大するためには、**立地制約の克服**が鍵。
- **日本は既に平地面積あたりの導入量は主要国で1位**であり、**地域と共生しながら、安価に事業が実施できる太陽光発電の適地が不足しているという点**について、懸念の声があがっている。
- **既存の技術では設置できなかった場所**（耐荷重の小さい工場の屋根、ビル壁面等）にも導入を進めるため、**軽量・柔軟等の特徴を兼ね備え**、性能面（変換効率や耐久性等）でも**既存電池に匹敵する次世代型太陽電池**の開発が不可欠。



(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 Market Report Series - Renewables 2020（各国2019年度時点の発電量）、総合エネルギー統計(2020年度確報値)、FIT認定量等より作成

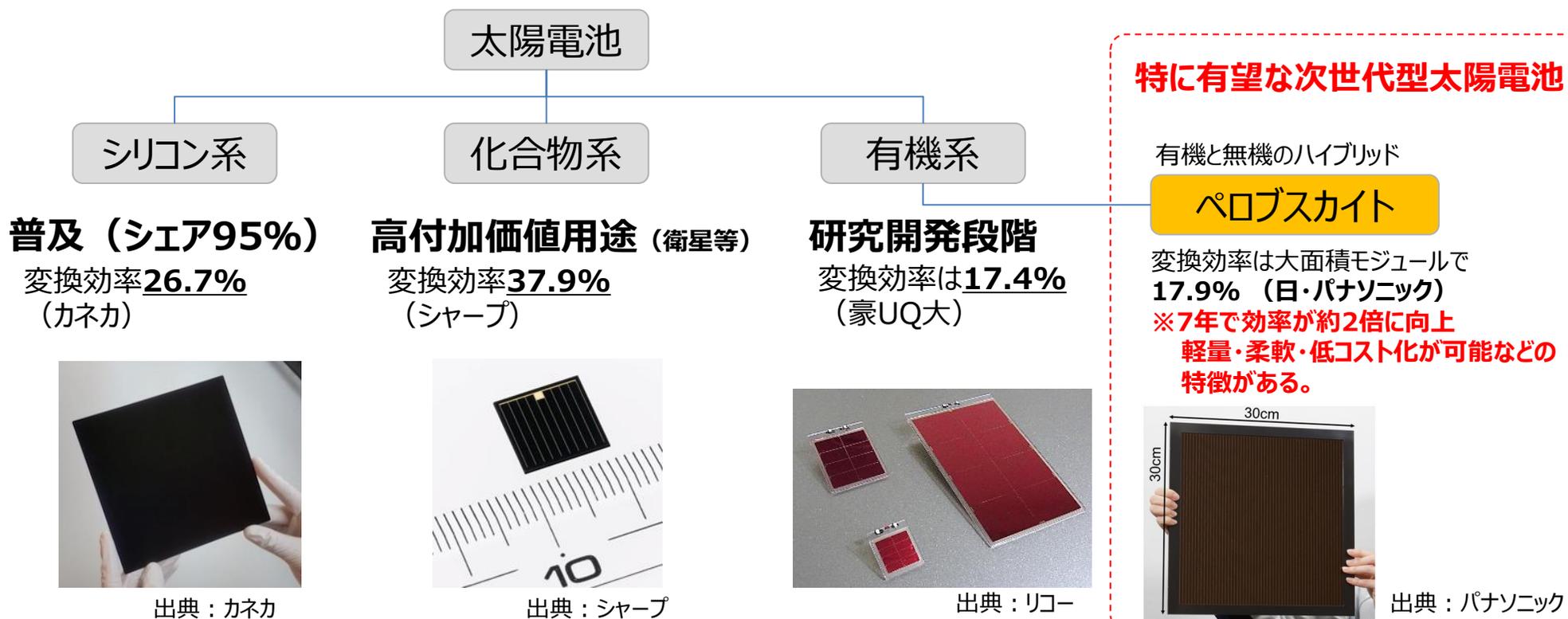
ビル壁面等に太陽光パネルを設置するイメージ



出典：大成建設

戦略的に開発すべき太陽電池の選定

- これまで様々な種類の太陽電池が開発され、大きくシリコン系、化合物系、有機系の3種類に分類される。現在普及している太陽電池の95%以上はシリコン系太陽電池。
- シリコン系以外の太陽電池の一部は、既に実用化しているものの、現状ではコストを含む性能面でシリコン系に対して競争力を持つ見込みが立っていない状況。
- しかしながら、有機系のペロブスカイト太陽電池は、直近7年間で変換効率が約2倍に向上（シリコン系の約4倍のスピード）するなど、飛躍的な成長を遂げており、シリコン系に対抗する太陽電池として有望視されている。



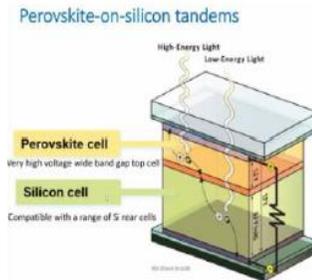
※変換効率は、太陽電池セル (実験室サイズ) の数値

諸外国におけるペロブスカイト開発の動向について

- 特に欧州・中国において、ペロブスカイトに関する研究開発が盛んに進められている。
- 英国では、オックスフォード大学発スタートアップのオックスフォードPVは、タンデム型（複数種を組み合わせた電池）太陽電池技術の商品化・量産化・製造プロセスの開発に焦点を開発を行っている。また、ポーランドのスタートアップ企業であるサウレ・テクノロジーズは、屋内向けの電子商品タグ等のペロブスカイト太陽電池を発表。
- 中国では、2015年頃からスタートアップ企業が複数設立。多数の企業や大学が中国自国内の特許取得を進めていると見られ、研究開発が盛んに進められている。

<英国・オックスフォードPV>

- 2020年にペロブスカイト・シリコンのタンデム型で29.52%の変換効率を実現（1 cm角のセル）。
- タンデム型が中心であり、住宅・発電事業用などがターゲット。



<ポーランド・サウレ・テクノロジーズ>

- 小売店向けの電子商品タグ等の提供に向け、開発を進めている。ただ、耐久性等の製品のスペックなどの詳細は不明。



<中国・南京大学>

- 2022年に英国オックスフォード大学と共同で、変換効率21.7%のペロブスカイト・ペロブスカイトのタンデム型太陽電池モジュールを発表（20cm²のミニモジュールサイズ）。

<中国・DaZheng Micro-Nano Technologies（大正微納科技有限公司）>

- 2012年から研究開発に着手。2020年にペロブスカイト太陽電池で21%の変換効率を実現（3mm角程度のセル）と発表。

次世代型太陽電池の開発（国費負担額：上限498億円）

- 太陽光の拡大には、立地制約の克服が鍵。ビル壁面等に設置可能な次世代型太陽電池（ペロブスカイト太陽電池）の開発が必要。
- 現在、日本は、ペロブスカイト太陽電池の開発でトップ集団に位置（世界最高の変換効率を記録）。一方で、欧米や中国等でも開発が急速に進展。
- 具体的には、研究開発段階から、製品化、生産体制等に係る基盤技術開発から実用化・実証事業まで一気通貫で取り組み、2030年を目途に社会実装を目指す。

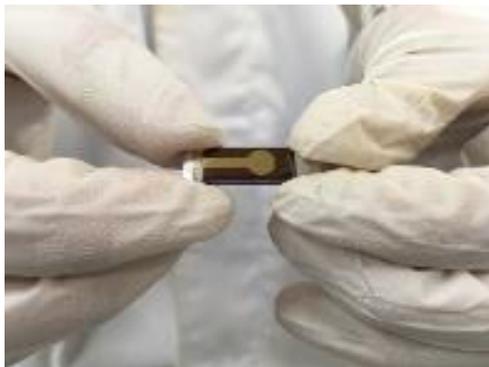
<実用化に向けた流れと課題>

① 実験室レベルでの技術開発

課題例：

- ・高い性能（変換効率や耐久性）を実現する原料の組合せの探索

実験室内での超小面積サイズ



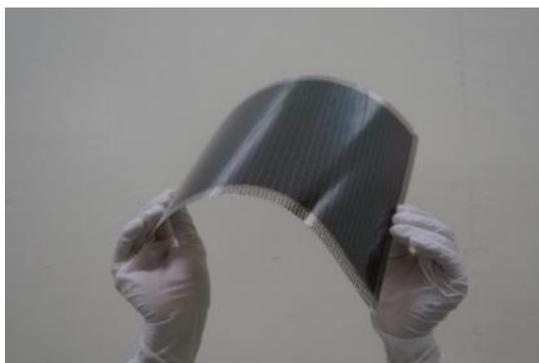
出典) 東京大学

② 製品化に向けた大型化等

課題例：

- ・大型化・量産を実現する製造技術の開発

実用化サイズの次世代型太陽電池の例



出典) 東芝

③ ユーザーと連携した実証

課題例：

- ・実際にビルの壁面等に設置し、性能評価、課題検証・改良を実施

ビル壁面等に太陽光パネルを設置した例



出典) 大成建設

次世代型太陽電池実用化事業

事業の目的・概要

ペロブスカイト太陽電池の実用サイズモジュール（900cm²以上）の作製技術を確立するとともに、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を確立するため、製品レベルの大型化を実現するための各製造プロセス（例えば塗布工程、電極形成、封止工程など）の個別要素技術の確立に向けた研究開発を行う。また、これら研究開発を行う事業者の目標達成に必要なセルや材料に係る基盤技術開発を行う。

実施体制

- ① 積水化学工業株式会社、国立大学法人東京大学、学校法人立命館立命館大学
- ② 株式会社東芝、国立大学法人東京大学、学校法人立命館立命館大学
- ③ 株式会社エネコートテクノロジーズ、国立大学法人京都大学
- ④ 株式会社アイシン、国立大学法人東京大学
- ⑤ 株式会社カネカ

※太字は幹事企業である研究開発項目〔2〕の実施者
その他は研究開発項目〔1〕-Bの実施者

事業規模等

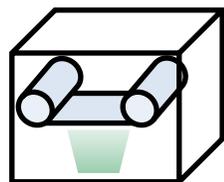
- 事業規模：約191億円
- 支援規模*：約154億円
*インセンティブ額を含む。採択予定額であり、契約などの手続により変更の可能性あり。
- 補助率など：〔2〕 2/3補助（インセンティブ率は10%）
〔1〕-B 委託

事業期間

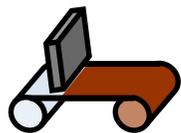
2021年度～2025年度（5年間）

事業イメージ

ナノレベルで均一に塗布する技術など、各製造プロセスにおける要素技術を開発



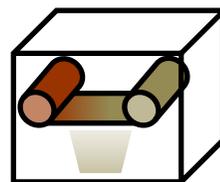
電極形成



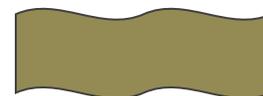
発電層塗布



パターニング



電極形成



ペロブスカイト
太陽電池

次世代型太陽電池基盤技術開発

事業の目的・概要

ペロブスカイト太陽電池の実用化に向けて、企業などが共通して利用可能な変換効率や耐久性を両立する要素技術および分析・評価にかかる技術を確立するため、製造から分析・評価までを一気通貫で、実用化に取り組む企業などが共同で実施可能な研究基盤の整備および基盤技術の開発を行う。

実施体制

国立研究開発法人産業技術総合研究所

事業期間

2021年度～2025年度（5年間）

事業規模等

- 事業規模：約39億円
- 支援規模*：約39億円
- 補助率など：委託

*採択予定額であり、契約などの手続により変更の可能性あり。

事業イメージ

製造から分析・評価までを一気通貫かつ実用化に取り組む企業などが共同で実施可能な研究基盤整備および基盤技術を開発

1. 結晶構造などの技術開発

【技術開発要素】

- ・劣化を抑えつつ、性能を向上させる結晶構造などの要素技術開発

2. 材料組成の開発

【技術開発項目】

- ・マテリアルインフォマティクス技術などを活用した最適材料の探索

3. 分析・評価技術開発

【技術開発要素】

- ・劣化要因の分析や電池性能を測定可能とする技術などの開発

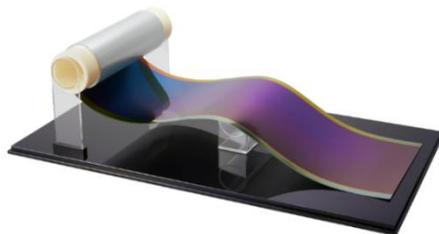
次世代型太陽電池の社会実装に向けて

- 令和3年末の採択後、各事業者において、グリーンイノベーション基金を活用することで**実用化に必要な製造技術の確立等に向けた研究開発が加速**。
- グリーンイノベーション基金を活用した研究開発に取り組む企業は、**ユーザー企業との実証計画をすでに公表し、社会実装に向けた動きも実現しつつある**。

積水化学工業・JR西日本プレスリリース（2022年8月3日）

- ・積水化学工業は屋外耐久性10年相当を確認し、30cm幅のロールtoロール製造プロセスを構築。（発電効率15.0%）
- ・2025年に全面開業するJR西日本「うめきた（大阪）駅」広場部分にフィルム型ペロブスカイト太陽電池を設置。

※一般供用施設でのペロブスカイト太陽電池採用計画は**世界初**（JR西日本調べ）



ペロブスカイト太陽電池



JR西日本「うめきた（大阪）駅」イメージ図



ロールtoロールによる製造

エネコートテクノロジーズ・マクニカ プレスリリース
（2022年3月8日）

- ・エネコートテクノロジーズは株式会社マクニカと協業し、IoT端末向けのペロブスカイト太陽電池をマクニカのCO2センサーに搭載。
- ・概念実証製品と位置づける**CO2センサーの試作品を開発し、量産化に向けた取組を進めている**。



CO2センサー

ペロブスカイト太陽電池の市場分類別の考え方

- ペロブスカイト太陽電池の市場は目的・用途により大きく3つに大別される。
- 軽量・フレキシブル型については、開発に一定の進展が見られ、エネルギー政策・産業競争力強化の観点からもよりスピーディな開発実現に向けた取組を進めることが不可欠。また、屋内・小型についてもペロブスカイトの特性を活かした利用ニーズが聞かれているところ、従来太陽電池が使用されなかった新市場への展開が期待される。
- なお、超高効率型については、高いエネルギー密度が求められる分野（交通・航空等）での利用が想定され、これらの市場ニーズに対応できるよう開発することが必要。他方、ペロブスカイト単体の技術開発に加え、接合技術等の様々な技術要素があることから、GI基金とは別に取り組む。

屋内・小型

IoTデバイス等、特定用途の比較的小型な機器類に貼る太陽電池



(出典) エネコトテクノロジーズ

- 短寿命の機器への用途であれば、**耐久性の課題は発電用途に比べてハードルが低く、大面積生産技術が確立されることで、小型・高付加価値**といった展開が期待される。
- ユーザー等との連携による、**独自性・高付加価値**を追求することが市場獲得に不可欠。

軽量・フレキシブル型

既存の太陽電池では設置が困難な場所（壁面、耐荷重が小さい屋根等）に設置

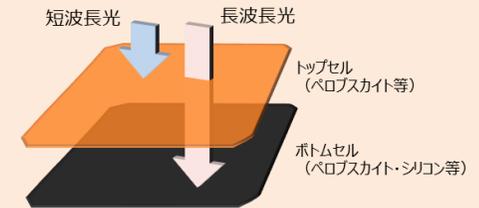


(出典) 積水化学工業

- 高い耐久性と高い歩留まりが求められることから、**量産化へのハードルは高いものの、既存の太陽電池ではアプローチできなかった場所**に設置でき、太陽光の導入量の増加に寄与。
- **量産可能な製造技術**が鍵。日本は**耐久性**に関する特許でリードしており、特許化に適さない**製造ノウハウの蓄積が不可欠。**

超高効率型

高いエネルギー密度が求められる分野



タンデム型太陽電池のイメージ

- 設置面積の制限などから、高いエネルギーが求められる分野（交通・航空等）では、従来よりも**超高効率なタンデム型の開発が必須。**
- **超高効率のメリットに合う価格を実現可能な低コスト化が鍵。**高い耐久性と高い歩留まりが求められることから、**量産化へのハードルは高い。**

次世代型太陽電池の早期社会実装に向けて

- 日本企業が海外のスタートアップ群に勝つためには、技術力に加え、スピーディな事業展開が必要不可欠。
- GI基金等を活用した開発により、実証段階に近い開発状況にある企業も存在。 GI基金参加企業へのヒアリングによれば、すでに多くのユーザー企業から利用ニーズが上がっており、建築物等への導入や小型センサーへの活用など、社会実装に向けた具体的な実証計画が進められている。
- ユーザーと連携した研究段階での実証や開発状況を踏まえた標準化への戦略的な取組の強化など、早期社会実装の実現と市場獲得に向けた開発を加速する必要がある。

現状の分析

ユーザー企業との連携

- ◆ 実証段階に近い開発状況
- ◆ ユーザー企業の関心・ニーズの広がり
- ◆ 国際的な開発加速によるユーザー獲得競争の激化

国際標準環境整備 (規制等)

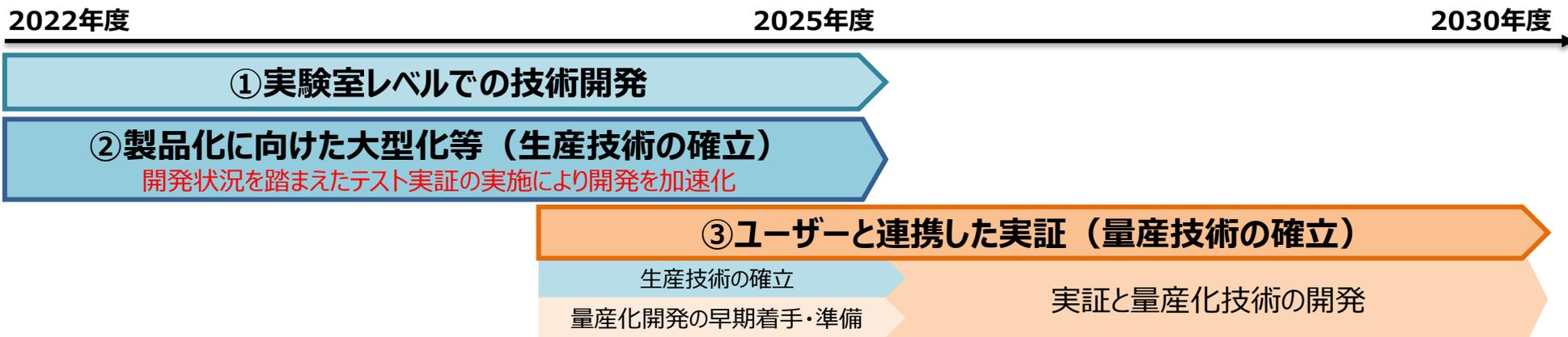
- ◆ 国内外の市場獲得に向けたルール形成の必要性
- ◆ 社会実装に必要な規制への対応準備

今後の取組

- **ペロブスカイト開発企業とユーザー企業との連携強化**
 - 早期に実証に取り組むことでユーザー市場を意識した開発による実用化の加速化
 - 実証によるトライ＆エラーを通じた特許・ノウハウの蓄積によるユーザー市場の早期具体化
- **標準化に向けた産学連携体制の強化**
 - 市場化に向けた必要なルールの洗い出し
 - 変換効率や信頼性等の標準化
- **用途に応じた法令等による利用制約の解消を想定した環境整備**
 - 必要に応じグレーゾーン制度や企業実証特例等を活用

早期社会実装に向けた今後の取組

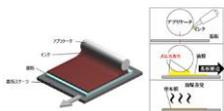
- 研究開発の進捗状況を踏まえ、**早期の社会実装に向けて研究を加速**するため、**新たに以下の取組を実施**。
 - ① **ユーザー市場を意識した開発**を促進するため、実証可能な試作品が実現できた者を対象に、生産技術の開発段階から**早期にユーザーと連携したテスト実証を実施対象とできるよう、柔軟に研究計画を見直し、開発進捗等に応じて追加的に必要な支援を実施**。 ※当面は次世代型太陽電池実用化事業の予算の範囲内で実施。
 - ② **海外市場展開を目指した標準化の推進**に向けて、産学連携による体制を構築し、**国内企業の市場化ニーズや強みを活かせるよう共通基盤となる評価技術開発等の追加実施を検討**。
- また、将来的な**住宅・公共施設等の建築物や公共インフラ等**への太陽光導入に際して、**ペロブスカイトが積極的に活用されるよう推進**。



- ・国際研究機関との連携による評価手法等の国際標準化策定に向けた体制強化（企業ニーズ・強み等に応じて評価技術等の追加実施を検討）
- ・利用用途を見据えた**規制への対応**（建築基準法など、必要に応じて企業実証特例制度などの活用）



大型化に向けた生産技術の確立



実証事業の
早期着手



実証事業による社会実装



量産化技術・
量産体制の確立

次世代型太陽電池の
本格社会実装の実現