

太陽光発電に関するNEDOの取り組み

2023年2月1日

新エネルギー部 太陽光発電グループ

主任 永田 重陽

NEDOとは

- NEDOは、持続可能な社会の実現に必要な技術開発の推進を通じて、イノベーションを創出する、国立研究開発法人です。
- リスクが高い革新的な技術の開発や実証を行い、成果の社会実装を促進する「イノベーション・アクセラレーター」として、社会課題の解決を目指します。

NEDOのミッション

エネルギー・
地球環境問題の解決

産業技術力の強化

NEDOについて

イノベーション・アクセラレーターとしてのNEDOの役割

技術戦略の策定、プロジェクトの企画・立案を行い、プロジェクトマネジメントとして、産学官の強みを結集した体制構築や運営、評価、資金配分等を通じて技術開発を推進し、成果の社会実装を促進することで、社会課題の解決を目指します。

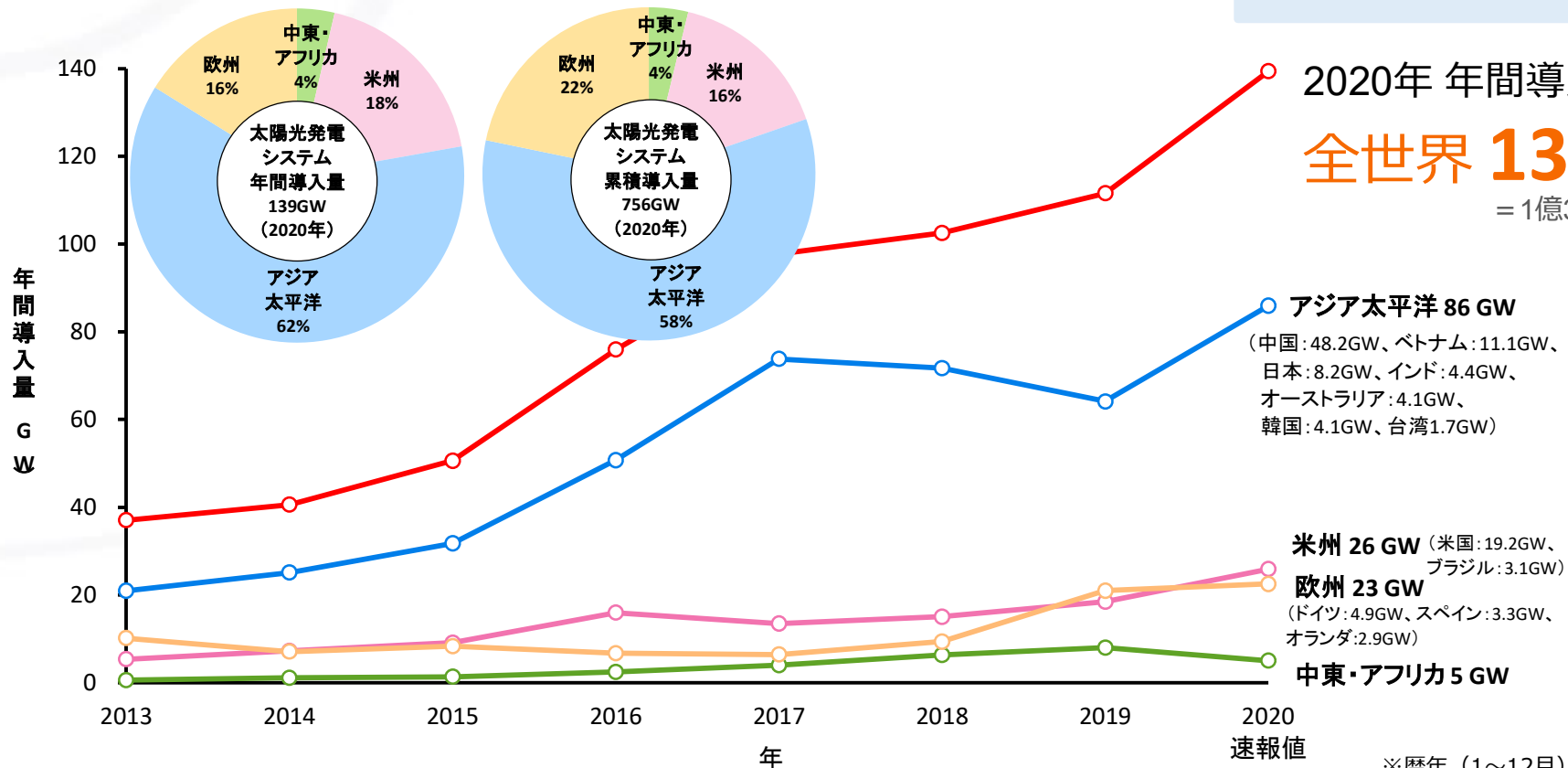


1-1世界の年間導入量の推移

▶世界の累積導入量は750GWに到達。年間についても100GW以上の導入が進んでいる。

2020年末 累積導入量
全世界 756 GW

2020年 年間導入量
全世界 139 GW
= 1億3900万kW



出典：株式会社資源総合システム調べ（一部推定、2021年7月速報値）

※暦年（1～12月）、直流DCベース（太陽光パネル換算）の系統連系済み設置容量（2020年は速報値）

2-1世界の年間導入量と日本の導入量比較

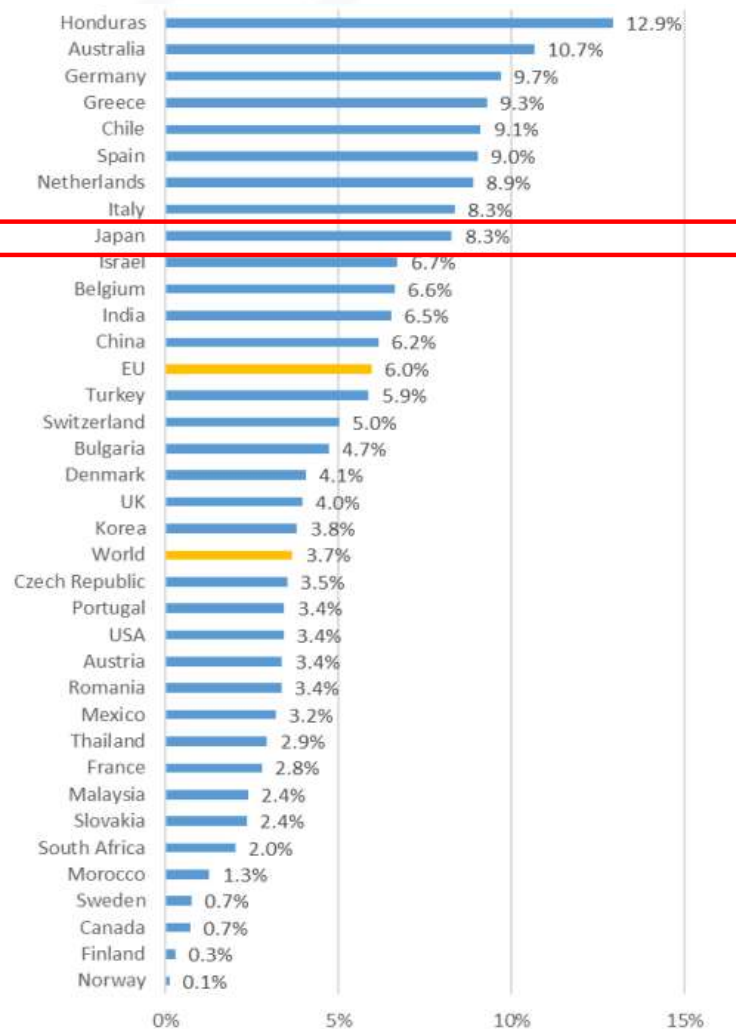
▶年間導入量トップ10の推移。

| 順位 | 2020年速報値 | | 2019年 | | 2018年 | |
|----|----------|----------|---------|----------|---------|----------|
| | 国 | 導入量 (GW) | 国 | 導入量 (GW) | 国 | 導入量 (GW) |
| 1 | 中国 | 48 | 中国 | 30.1 | 中国 | 44.2 |
| 2 | 米国 | 19 | 米国 | 13.27 | インド | 10.8 |
| 3 | ベトナム | 10 | インド | 9.9 | 米国 | 10.68 |
| 4 | 日本 | 8.2 | 日本 | 7.0 | 日本 | 6.66 |
| 5 | インド | 6.5 | ベトナム | 4.8 | オーストラリア | 4.4 |
| 6 | ドイツ | 4.8 | オーストラリア | 4.76 | トルコ | 2.94 |
| 7 | オーストラリア | 4.8 | スペイン | 4.75 | ドイツ | 2.89 |
| 8 | 韓国 | 3.3 | ドイツ | 3.83 | メキシコ | 2.59 |
| 9 | オランダ | 2.8 | ウクライナ | 3.5 | 韓国 | 2.26 |
| 10 | スペイン | 2.6 | 韓国 | 3.13 | オランダ | 2.35 |

出典： (株) 資源総合システム調べ

2-2電力需要に占める太陽光発電の供給割合

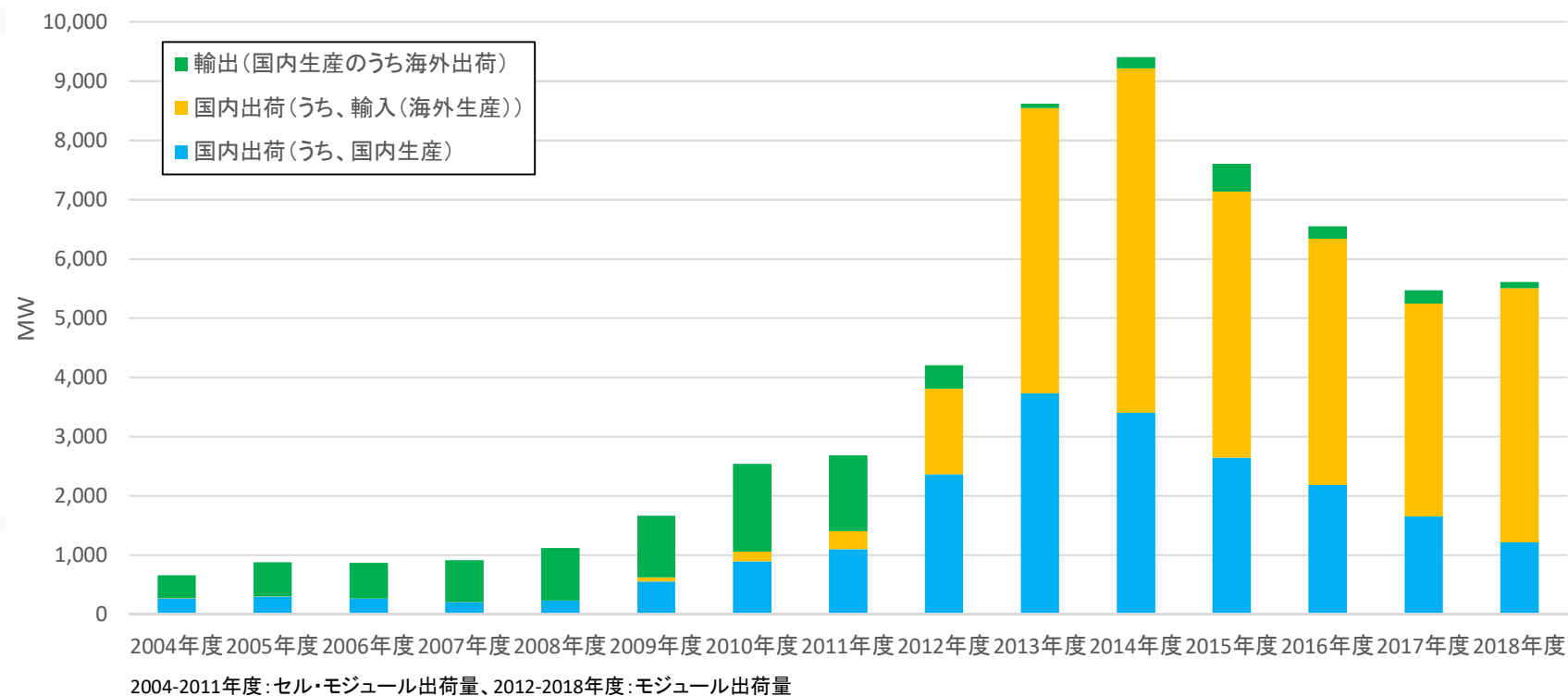
- ▶ 電力需要に占める太陽光発電の供給割合は、日本は世界でも高いレベル。



出典: IEA PVPS Snapshot of Global PV Markets 2021

2-3 日系太陽光モジュールの産業競争力について

国内出荷は減少。
日系メーカーの輸入含めて海外からの輸入は増加。

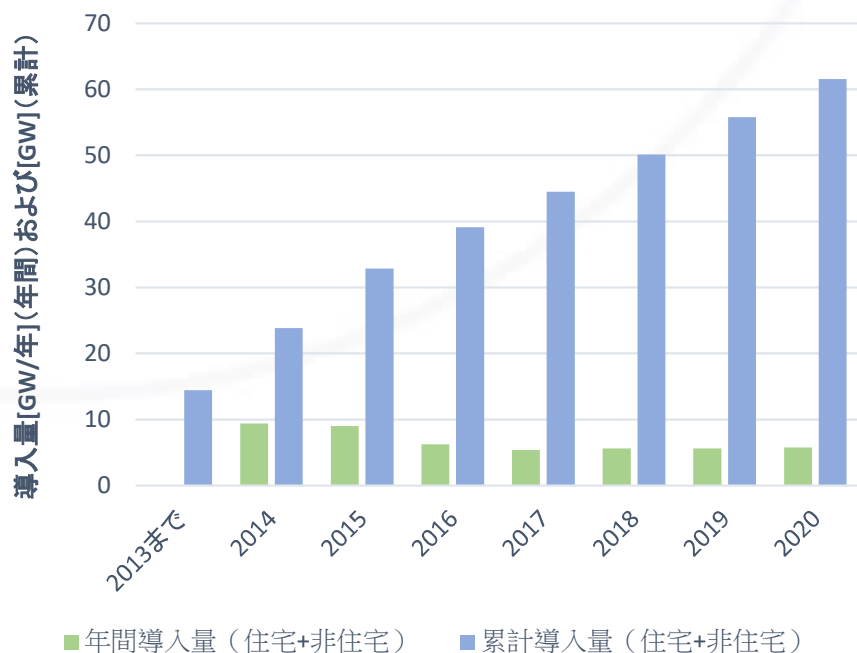


出典：一社）太陽光発電協会の出荷統計をもとにNEDO作成

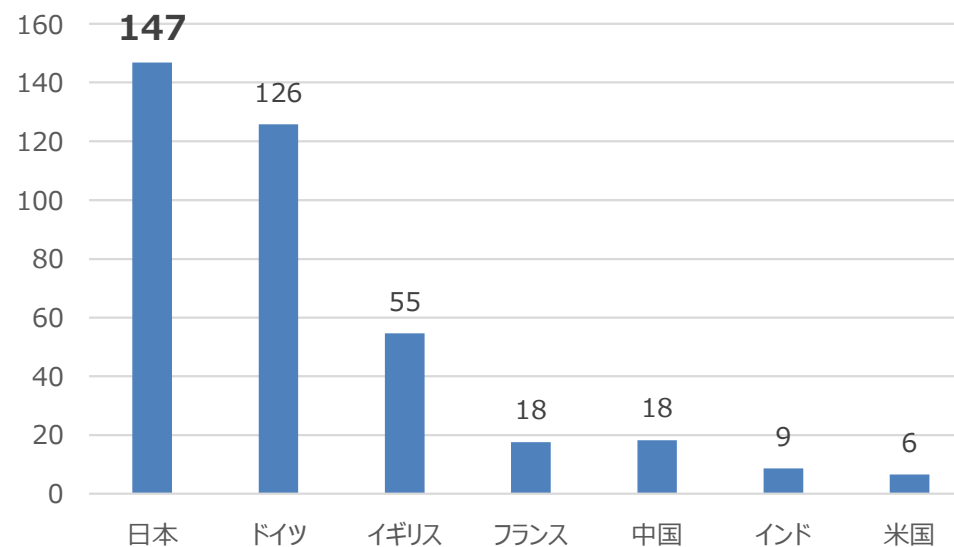
2-4太陽電池の現状の課題について

FIT制度が開始された2012年から導入量は急増。国内累積導入量は60GW以上となっている。日本は既に国土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。
 ⇒新たな用途に向けて、モジュール開発を支援する意義はある。

＜日本における太陽光発電の導入量＞



＜国土面積あたりの太陽光設備容量＞



出典：経済産業省データからNEDO作成

出典：令和3年4月13日経済省第40回基本政策分科会

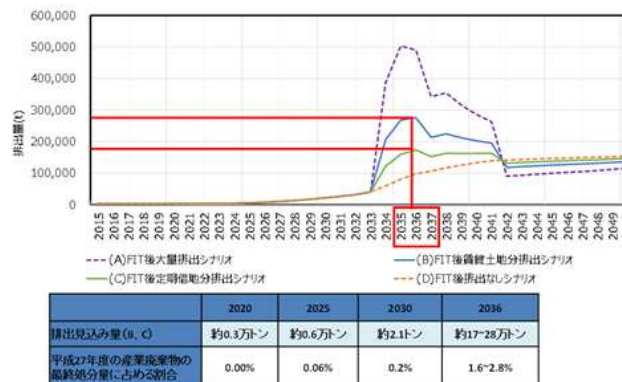
2-5太陽電池の現状の課題について

太陽光発電はFITにより急速に拡大したが、さらなる導入量の拡大により太陽光発電の主力電源化を推進するには、発電施設の設置・運営の不備による**安全面での不安**、将来予想されるの**太陽電池モジュールの大量廃棄**による産業廃棄物の最終処分場の圧迫の懸念、**出力不安定性**などの安定供給上の問題など、現在顕在化しつつある課題の解決が必要。

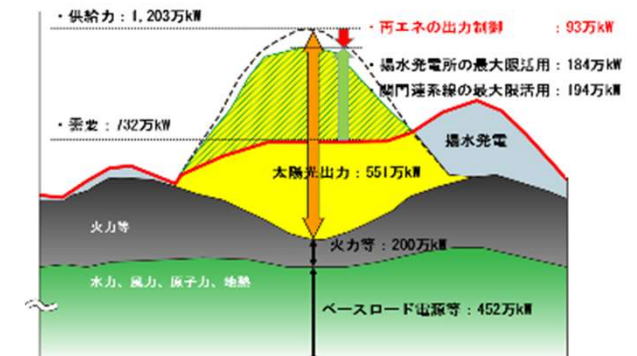
<風水害による破損>



<モジュールの大量廃棄の予測>

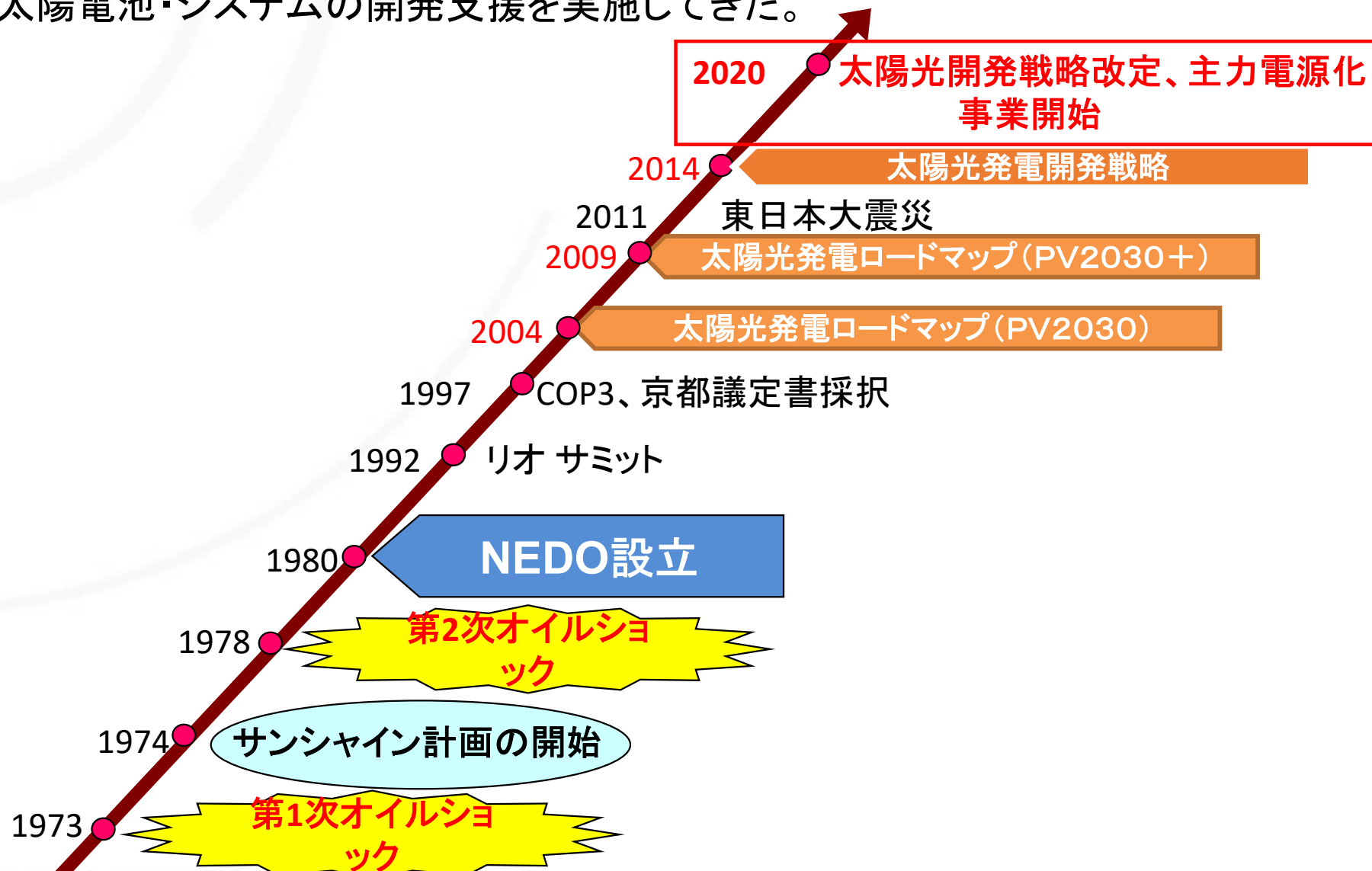


<太陽光発電の需給乖離>



3-1技術戦略上の位置付け

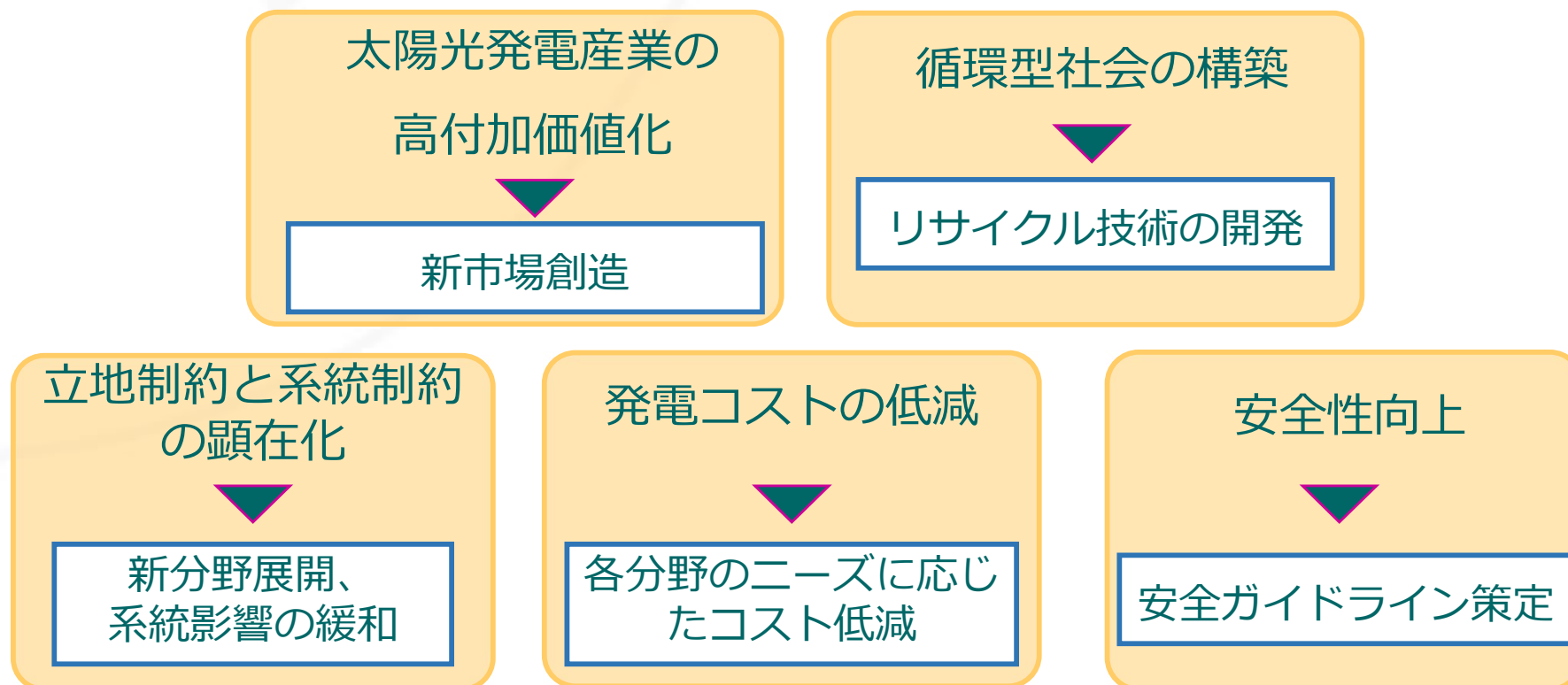
NEDOは設立当初からシリコン系太陽電池の開発を支援、その後、時代の状況に応じて、幅広く太陽電池・システムの開発支援を実施してきた。



3-2 「太陽光発電開発戦略（2020年）」の課題認識

- 新たな価値を創造すること
- 安全性の確保と循環型社会を構築すること
- 新市場における発電コストを低減すること
- 技術開発を推進すべき市場を確保すること

【太陽光発電の発展に必要な5つの課題】



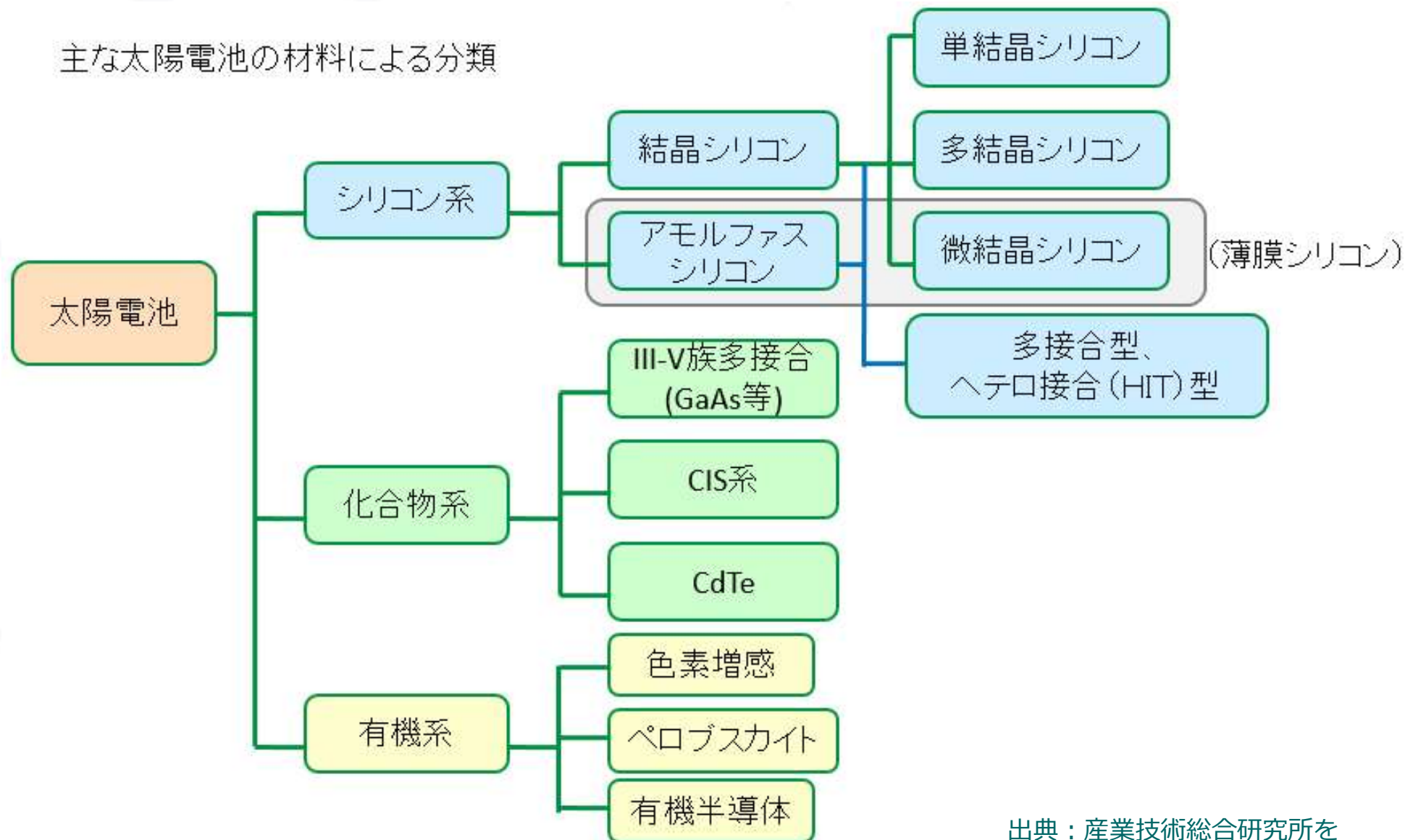
3-3NEDOの太陽光発電開発の現状

| 太陽光発電開発戦略課題 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |
|---------------------|------------------------------|------|------|------|------|------|--|------|------|------|------|
| 政府予算 | 太陽光発電のコスト低減や信頼性向上等に向けた技術開発事業 | | | | | | 太陽光発電の導入可能量拡大等に向けた技術開発事業 | | | | |
| 発電コスト低減 | 高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発 | | | | | | 太陽光発電主力電源化技術開発 中間評価2022年 事後評価2025年 | | | | |
| 信頼性向上 | 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 | | | | | | | | | | |
| リサイクル技術確立 | 太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト | | | | | | | | | | |
| 立地制約解消 高付加価値事業創出 | 太陽光発電多用途化実証プロジェクト | | | | | | | | | | |

太陽光発電システム長期安定電源化基盤技術開発
 別途、グリーンイノベーション(GI)基金事業(2021-2030)

3-4太陽電池の分類について

主な太陽電池の材料による分類



出典：産業技術総合研究所を
もとにNEDO編集

3-5各太陽電池の特徴

● 結晶シリコン太陽電池

● 特徴

- ✓ 世界の太陽電池市場の9割を占める
- ✓ 電力用途の太陽電池としては変換効率が
高い

● 課題

- ✓ 原料（シリコン原料、基板）の高品質化、
低コスト化、使用量削減
- ✓ 変換効率の向上と低コスト化技術の両立
（高効率プロセスの量産技術への展開）
- ✓ 信頼性の更なる向上（使用期間延長：20
年⇒35年など）



鹿児島七ツ島
出典：京セラ



Fujisawa SST
出典：パナソニック

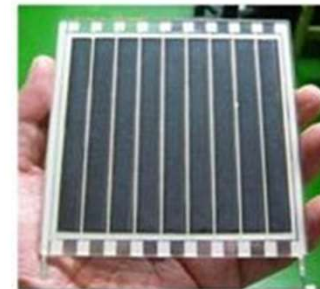
● ペロブスカイト太陽電池

● 特徴

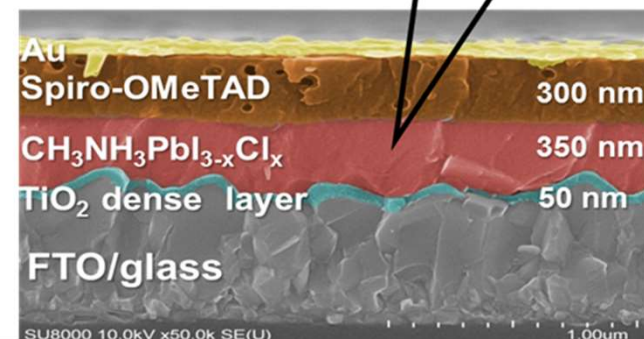
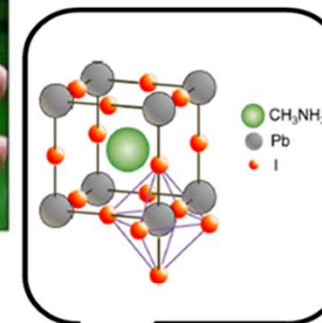
- ✓ 次世代型の高性能低コスト太陽電池
- ✓ 発電層はペロブスカイト構造の超薄膜
- ✓ 塗布やRoll to Rollプロセスで製造可能
- ✓ 大面積化、曲面加工可能

● 課題

- ✓ 高効率化（モジュールで20%）が必要
- ✓ 水分、熱、紫外線等への耐久性向上
- ✓ 希少元素、有害元素の置換が必要

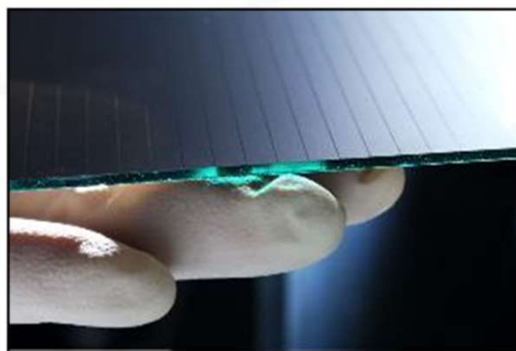
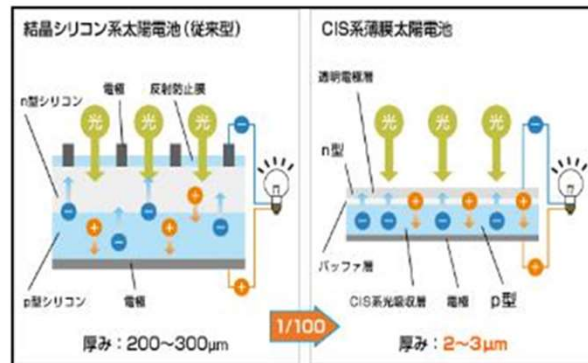


ペロブスカイト太陽電池
ミニモジュールの試作品



3-5各太陽電池の特徴

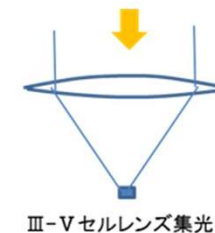
- CIS系薄膜太陽電池
- 特徴
 - ✓ CIS : CuIn(Ga)Seの化合物薄膜
 - ✓ 高温時の出力ロスが少ない
 - ✓ 集積構造のため部分的な影の影響が少ない
 - ✓ 製造工程がシンプルで低コスト
- 課題
 - ✓ 結晶シリコン型と比べて変換効率が若干低いので更なる高効率化が必要



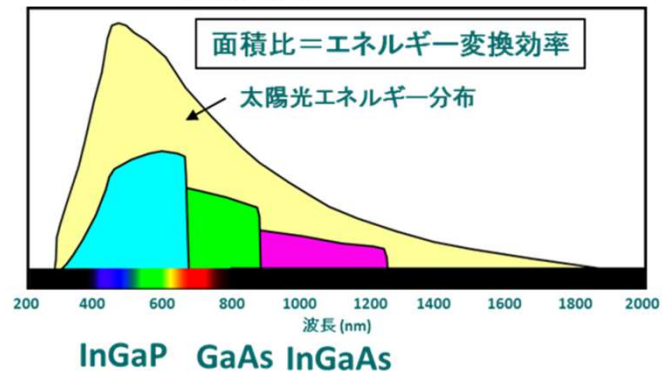
CIS系薄膜太陽電池（ガラス基板の上に薄膜を積層）

出典：ソーラーフロンティア

- III-V化合物太陽電池
- 特徴
 - ✓ GaAsを代表とするIII-V族化合物半導体を用いている
 - ✓ GaAs、InGaP等のIII-V族化合物半導体を、3~5つの層で接合した多接合構造の研究が主流
 - ✓ 高い変換効率や放射線損傷への高耐久性
- 課題
 - ✓ 製造コストが他の太陽電池に比べ高く、特殊用途のみに応用（人工衛星、宇宙ステーション）



III-V多接合化合物太陽電池



3-5 太陽光発電の新市場への展開

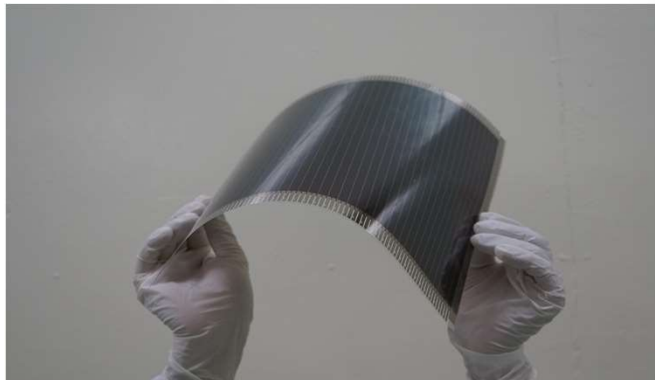
太陽光発電は需要地に設置できるという強みを活かし、現在、課題となっている以下のような各部門でのエネルギー供給とCO2削減に貢献できる可能性が大きい。



4-1新市場創造：工場・倉庫屋根

- ▶ 太陽光発電の低コスト化、RE100の取組等から自社の工場・倉庫等の屋根への太陽光発電の導入が増加。重量制約のため、既存の太陽電池モジュールの設置が難しい場所に対しては軽量モジュールのニーズが大きい。
【軽量、高効率モジュール候補技術】

ペロブスカイト太陽電池



(株)東芝: **世界最大面積のフィルム型**ペロブスカイト太陽電池モジュール(24.15cm×29.10cm、面積703cm²)



積水化学工業(株): **ロールtoロール法**による量産化技術を検討。

主力電源化事業でGI基金に公募・採択されたテーマは同基金にて実施。

4-2新市場創造：建物壁面への設置

- 業務部門におけるZEB化目標を達成するには、建築物での創エネルギー量向上が必要となるため、壁面への太陽光発電システム導入を目指す。
- 壁面へ適用する際に求められる経済性・耐久性・意匠性を改善する太陽光発電システムを開発することが必要。



ビル壁面に設置例

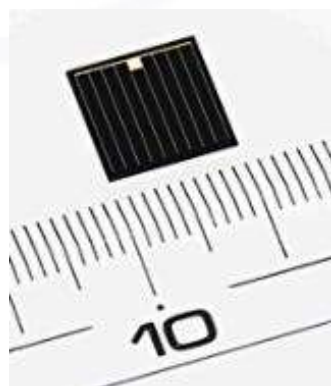


スイス チューリッヒ: カラーモジュールの適用

出典: NEDOおよびIEA PVPS

4-3新市場創造：移動体（超高効率電池）

- III V 化合物太陽電池モジュールでシャープは**世界最高変換効率31.17%**を達成。軽量・フレキシブルも実現、その後低コスト化に向けた開発を実施。



セル大型化
モジュール化

変換効率**37.9%**
セル面積1.047cm²



2016年5月リリース

発表当時世界最高

変換効率**31.17%**
セル面積27.86cm²
モジュール面積968cm²

このIII V 化合物太陽電池等を世界的に電気自動車の導入が加速する中、直接、航続距離の延長に貢献できる車載太陽光発電等の可能性を検討。トヨタ自動車、NEDO、シャープの3社は協力して太陽光発電システム搭載自動車用モジュールを作製(2019年7月)。



出典：NEDOウェブサイト

4-4ガイドライン2021年版の公開

2021年11月、2019年公開の地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドラインをベースに、**傾斜地、営農、水上設置等**特殊な設置環境の太陽光発電設備を対象とした設計・施工**ガイドライン2021年版**を公開。

https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2_100060.html#sp



傾斜地設置型



営農型

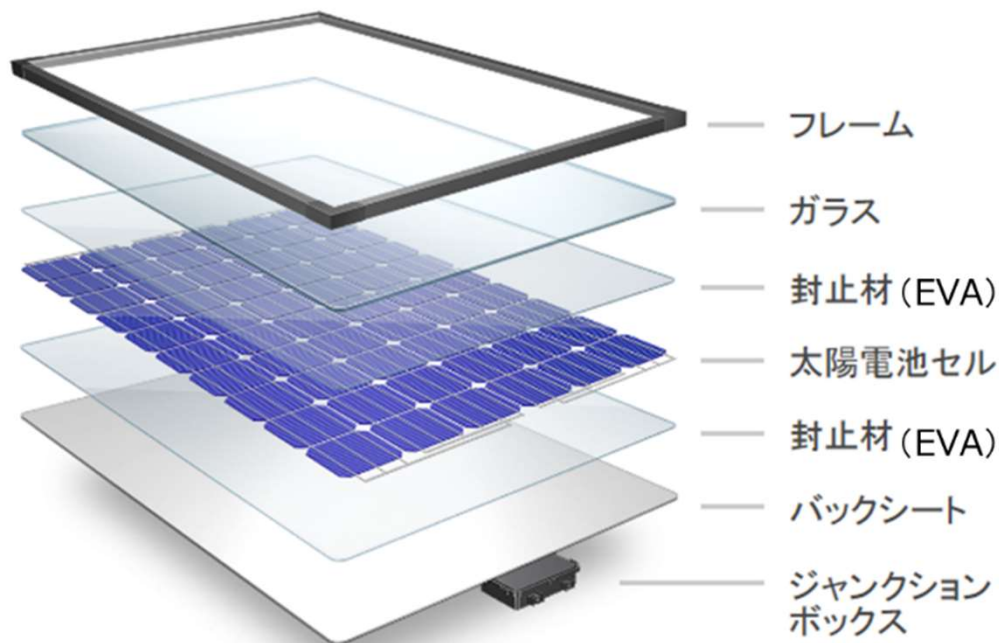


水上設置型

4-5リサイクル技術の開発

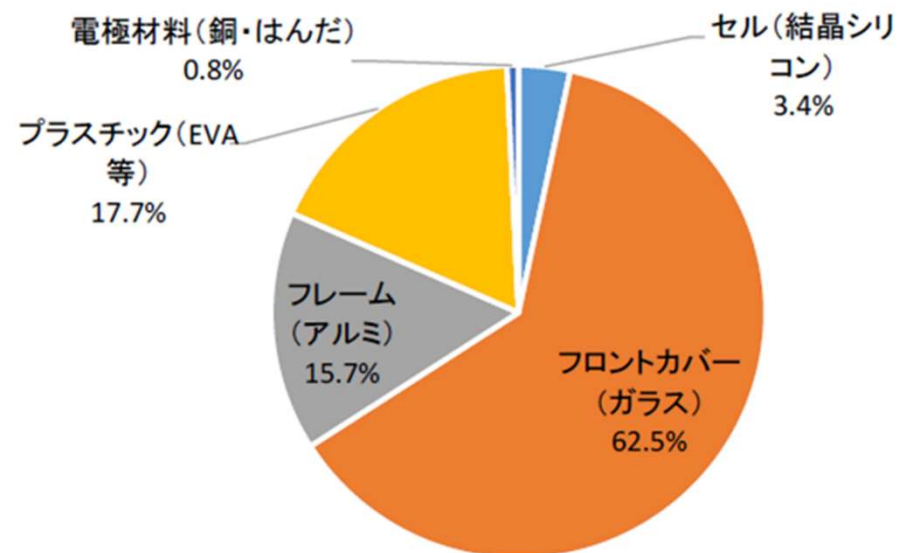
- 太陽電池モジュールは長期間の使用に耐えられるように封止剤で固めた非常に強固な構造。リサイクル時は封止材の分離・除去が最も困難。
- 今後、太陽電池モジュールの大量廃棄により、産業廃棄物の最終処分場はひっ迫され、これを解消するためには、資源の有効利用を図る必要あり。
→既に5円/Wの低コスト分離技術の開発を実施。更なる低コストかつ高資源回収率の分離技術、回収方法、ガラスの再利用技術に取り組む。

太陽電池モジュールの構造



出典：デュポン株式会社HPより

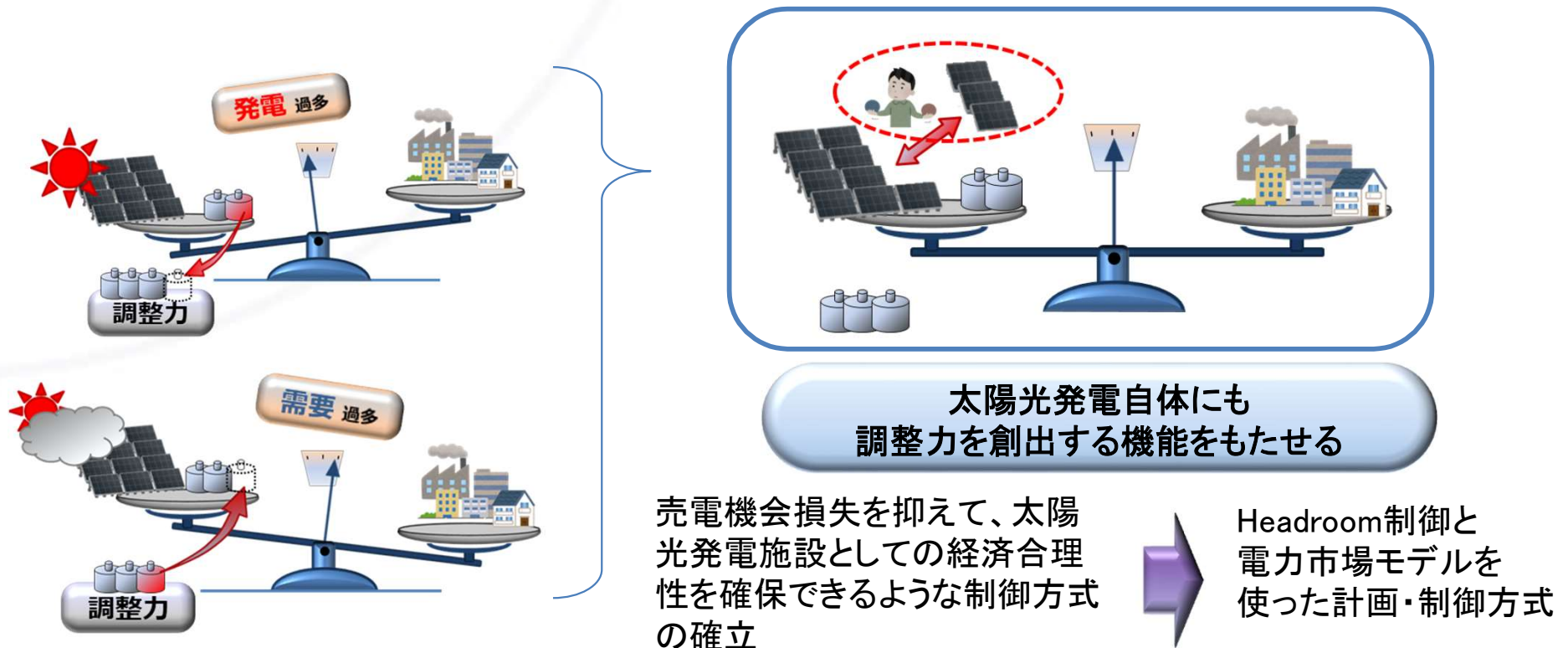
太陽電池モジュールの重量比（結晶シリコン）



出典：NEDO「太陽光発電システムのライフサイクル評価に関する調査研究」(2009)

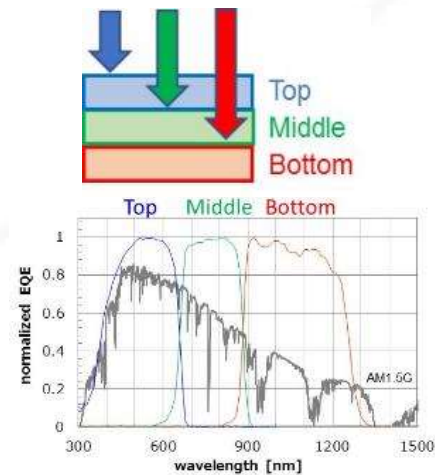
4-6 系統影響緩和のための技術開発

- 現行のFIT制度の下で導入されてきた太陽光発電であるが、系統運用における同時同量確保の観点からは、今後は太陽光発電事業者も需給管理の責任を負う必要が出てくる。加えて、再エネの主力電源化に伴い柔軟な調整力の重要性が高まる。
- 更なる再エネの導入拡大に向けて、出力を柔軟かつ適切に制御することにより太陽光発電自らが調整力を創出する技術の開発および実証等を行う。



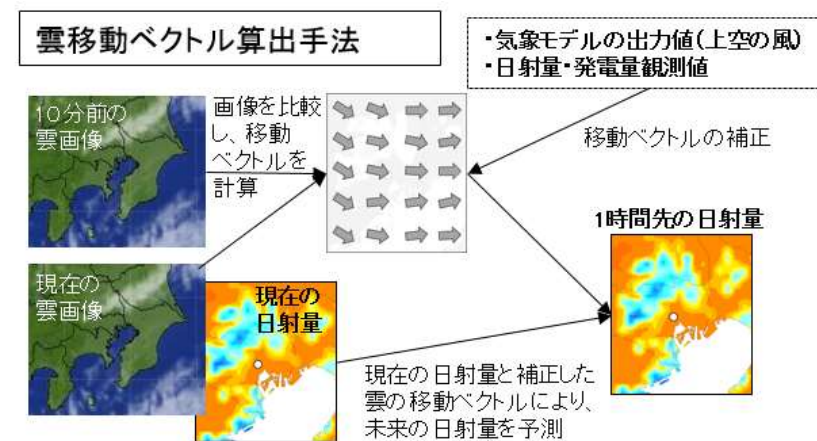
4-7先進的共通基盤技術開発

- 太陽光発電の導入に向けた基盤技術として、性能評価試験を実施するプラットフォームの整備・確立や、電力の安定供給等の観点から、発電量予測技術の高度化が不可欠。
- 太陽電池の技術開発や導入状況に応じたタンデム型等の新型太陽電池の性能評価および標準化に取り組む。
- 太陽光を含む自然変動電源の普及や需給運用の複雑化に伴い、正確な日射量予測の重要性が高まる。効率的な調整力確保とインバランスの低減に向けて日射量予測技術開発を実施する。



各要素セルの量子効率(EQE)

タンデム型太陽電池等の性能評価技術の開発

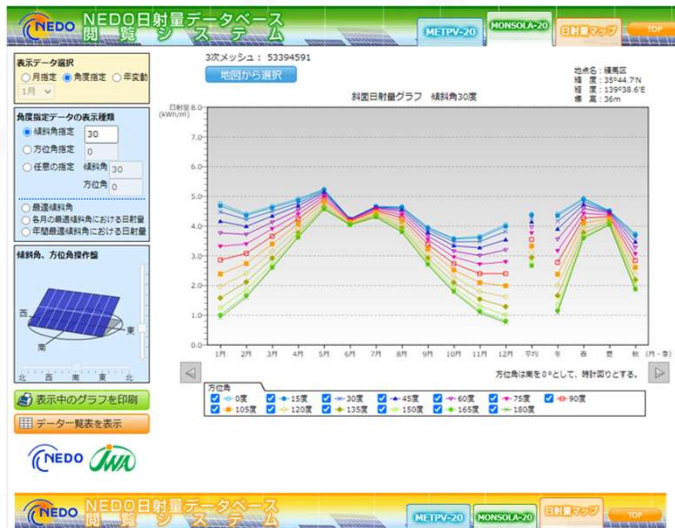


日射量予測技術の開発

出典:産業技術総合研究所および日本気象協会

4-8日射量データベース、日射量マップ

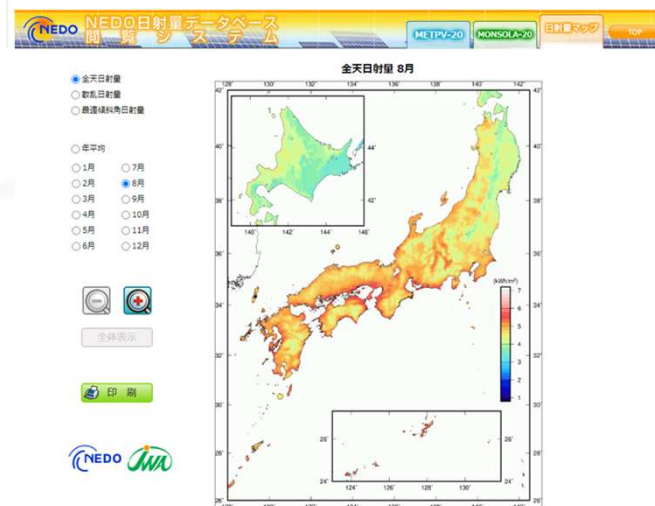
太陽光発電システムの期待発電量を算出するには、正確な日射量の推定が不可欠。NEDOでは過去より日射量データベースや日射量マップをホームページで公開してきた。



- 2021年4月より、METPV/MONSOLA-20をデータベースとした新たな日射量データベースシステムをNEDOホームページにて公開(以下URL)

https://www.nedo.go.jp/library/ZZFF_100041.html

- 新たな日射量データベースシステムでは、従来のデータベースと比較し以下に示すような改良を行っている。
 - 統計期間の更新
 - 衛星データ(ひまわり8号)を利用した高密度化
 - 日射量推定モデルの高精度化

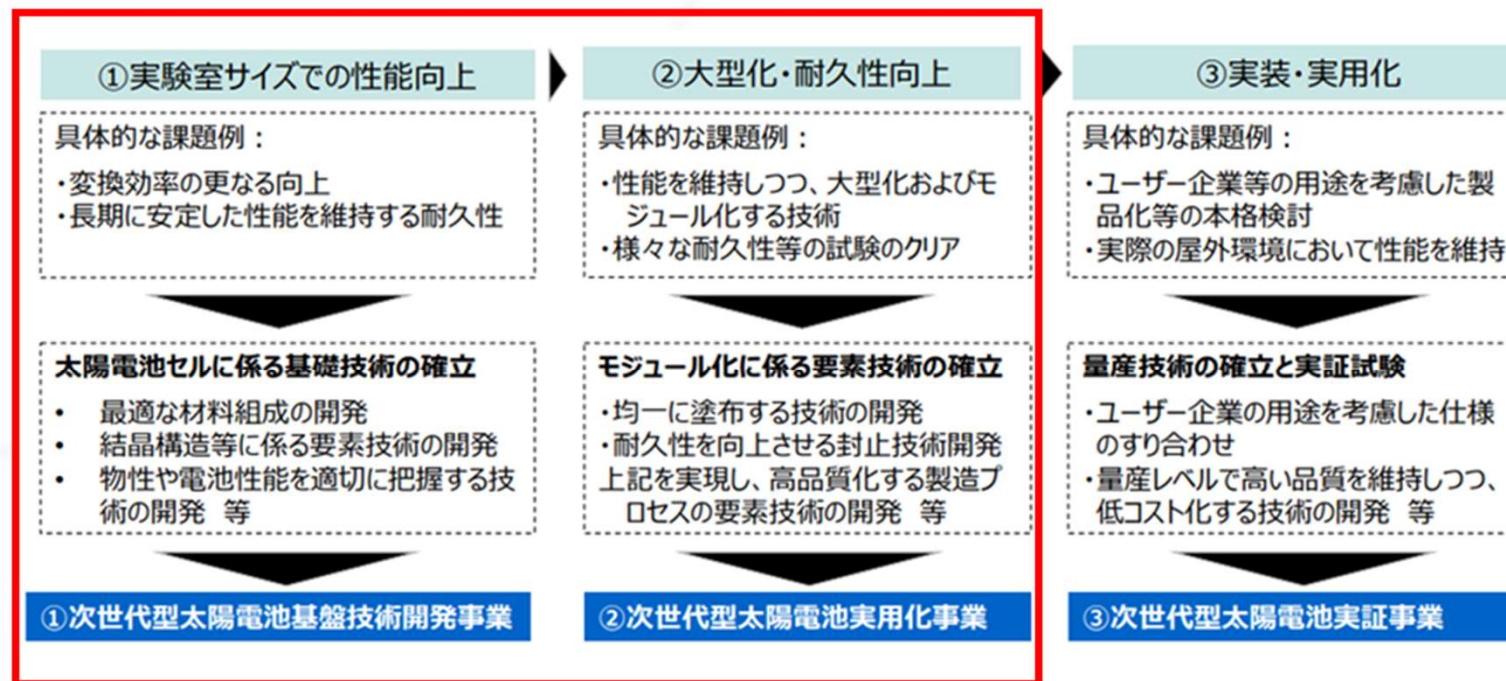


出典:NEDO

5-1 グリーンイノベーション基金事業について

(参考) グリーンイノベーション基金の成立と役割分担(1)

菅前総理のカーボンニュートラル宣言(2020年10月)を受けて、2050年カーボンニュートラルの実現に向け、官民で野心的かつ具体的な目標を共有した上で、これに経営課題として取り組む企業等に対して、10年間、研究開発・実証から社会実装までを継続して支援することとなった。18分野が選定され、次世代太陽光としてペロブスカイトを対象に公募を実施。



※今回公募を行った研究開発項目①-A、①-B、②は赤枠のフェーズ

5-1 グリーンイノベーション基金事業について

次世代型太陽電池（**ペロブスカイト太陽電池**）の基盤技術の開発や、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ことを通して、現時点における従来型シリコン太陽電池と同等の発電コスト**14 円/kWh**以下の達成を2030年までに目指す。

フェーズ1

○次世代型太陽電池の基盤技術開発事業

→最適な材料組成や変換効率・耐久性を両立する要素技術等の研究開発を行う

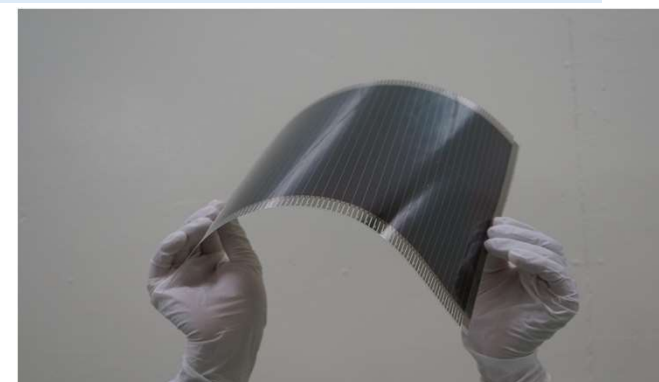
○次世代型太陽電池の実用化事業

→基盤技術を活用しつつ、製品レベルの大型化を実現するための製造プロセスの要素技術等の研究開発を行う

フェーズ2

○次世代型太陽電池の実証事業

→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実証等を行う



出典：NEDO/(株)東芝



出典：積水化学工業(株)

<https://green-innovation.nedo.go.jp/project/next-generation-solar-cells/>

5-1グリーンイノベーション基金事業について

次世代型太陽電池の開発プロジェクト

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

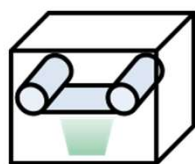
- 事業規模：約191億円
- 支援規模*：約154億円
*インセンティブ額を含む。採択予定額であり、契約などの手続により変更の可能性あり。
- 補助率など：〔2〕 2/3補助（インセンティブ率は10%）
 〔1〕-B 委託

事業期間

2021年度～2025年度（5年間）

事業イメージ

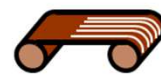
ナノレベルで均一に塗布する技術など、各製造プロセスにおける要素技術を開発



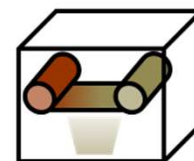
電極形成



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

5-1 グリーンイノベーション基金事業について

次世代型太陽電池の開発プロジェクト

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
*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：委託

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

6-1本日のまとめ

- コスト低減および低炭素化の流れの中で太陽光発電の大量導入社会が予想される。太陽光発電の導入領域の拡大のために、電力以外の運輸部門、建物部門（業務部門）等への導入（貢献）が重要である。
- また、既に導入している発電設備の長期安定電源化に向けた信頼性・安全性・リサイクル技術の確立が必要。
- 更に太陽光発電の更なる導入のために、系統への影響緩和技術等、需給一体型などに対応したシステム開発も重要となる。
- 更に、カーボンニュートラル宣言やグリーン成長戦略等、国内外において、再生可能エネルギーの期待は高まっており、グリーンイノベーション基金事業にてペロブスカイト太陽電池について社会実装へ向けた研究開発を実施している。
- NEDOは、太陽光発電技術の開発を通じて、大量導入社会の維持、拡大と新市場開拓と国内企業の産業競争力の強化を推進していく。

ご清聴ありがとうございました。

N E D O 新エネルギー部 太陽光発電グループ

永田 重陽

※本資料の内容の無断転用は禁止します。