

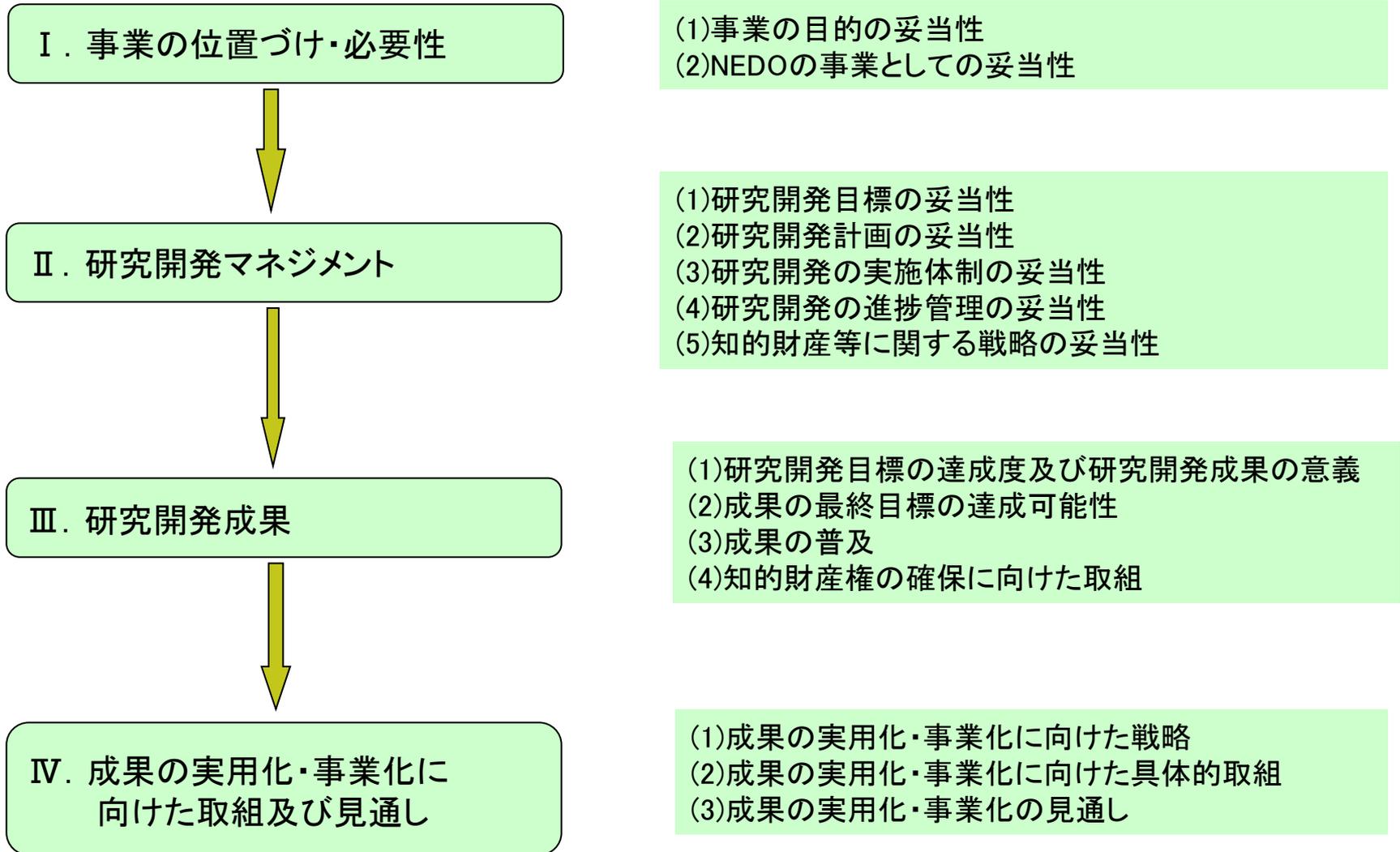
**「太陽光発電主力電源化
推進技術開発」(中間評価)
(2020～2024年度 5年間)**

プロジェクトの概要 (公開)

NEDO

新エネルギー部

2022年10月21日



◆事業実施の背景と事業の目的

【社会的背景】(2020年当時)

- 国内においては2012年からの、固定価格買取制度の効果で太陽光発電の導入量は急増、従来の「普及させるための戦略」から、「**普及後の社会を支える戦略**」の検討が必要となってきた。また、導入拡大に関連して安全性や廃棄物等の問題も懸念されてきた。
- 世界に目を向ければ、「太陽電池」の価格は低減し、導入量は拡大。あわせて、欧州を中心に脱炭素と再エネ支援の動きが拡大。中国は太陽電池の世界シェアの過半を占め、国内導入量も拡大。
- また、次世代電池の開発が進み、地上設置や住宅屋根設置以外の新しい領域への設置が進み始めている。
- 太陽光発電の大量導入社会における、現状分析、課題抽出を包括的に行い、その課題解決の方策を検討。そこから今後の技術開発の指針を得ることを目的として、「**太陽光発電開発戦略**」を策定。この開発戦略を実現するための新しいプロジェクトが必要となった(戦略の公開は2020年度)。

◆政策的位置付け

■第5次エネルギー基本計画(2018年7月)

- 「2030年に向けた基本的な方針と政策対応」として、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取組は、「他の電源と比較して競争力ある水準までのコスト低減と固定価格買取制度(FIT)からの自立化を図り、日本のエネルギー供給の一翼を担う**長期安定的な主力電源として持続可能なものとなるよう、円滑な大量導入に向けた取組**を引き続き積極的に推進していく」ことが必要とされている。
- 太陽光発電などの再生可能エネルギーは主力電源化に向け、「**面積的な制約の克服のための発電効率の抜本的向上**」などの技術革新によるブレークスルーを要する課題に取り組む事が必要とされている。

■第6次エネルギー基本計画(2021年10月)

- 2021年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画では、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、電化の促進、電源の脱炭素化が鍵となる中で、再生可能エネルギーに関しては、S+3Eを大前提に、**2050年における主力電源として最優先の原則の下で最大限の導入に取り組む**とされており、太陽光発電の更なる導入が必要不可欠である。

◆国内外の研究開発の動向と比較

太陽電池の分野では国内においては1974年のサンシャイン計画開始以降、NEDOが主導して技術開発を推進してきた。日本以外の主要地域における開発状況をみると、現在では世界各国で国を挙げた研究開発が行われている。直近では脱炭素やエネルギー安全保障の面から太陽光発電については公的支援が拡大している。

欧州：研究及びイノベーションの枠組みプログラム「Horizon 2020」(2014～2020)、「Horizon Europe」(2021～2027)で、製造装置プロセス、次世代太陽電池、薄膜系太陽電池、結晶シリコン太陽電池等、国家横断的な技術開発を行っている。また、ロシアからの化石燃料への依存度を低減するための「REPowerEU計画」において、EU域内での太陽電池産業の再構築への動きがさらに加速しようとしている。

米国：トランプ政権において、予算削減が提案されるも議会により従来レベルを維持し、研究開発を継続、セーフガード関税等により太陽電池モジュール生産能力は増加。バイデン大統領は米国の電力部門を2035年までに脱炭素化する目標で再生可能エネルギーの導入に意欲的である。米国エネルギー省(DOE)が2021年5月に発表した、2025年までの重点分野及び目標に関する計画「Solar Energy Technologies Office Multi-Year Program Plan」では太陽光発電のコスト削減、国内産業の育成などが目標に掲げられている。太陽電池製品を「国防生産法」の対象として、生産能力の再構築を狙っている。

中国：第13次5ヵ年計画(2016～2020年)で、2020年までに単結晶シリコン太陽電池で23%、薄膜太陽電池の効率向上等の目標を設定し、研究開発を推進。「スマート太陽光発電産業创新发展行動計画」(2021～2025年)において、太陽電池製品のプロセスの効率化や新たな応用に関する目標を設定し、研究開発を推進している。

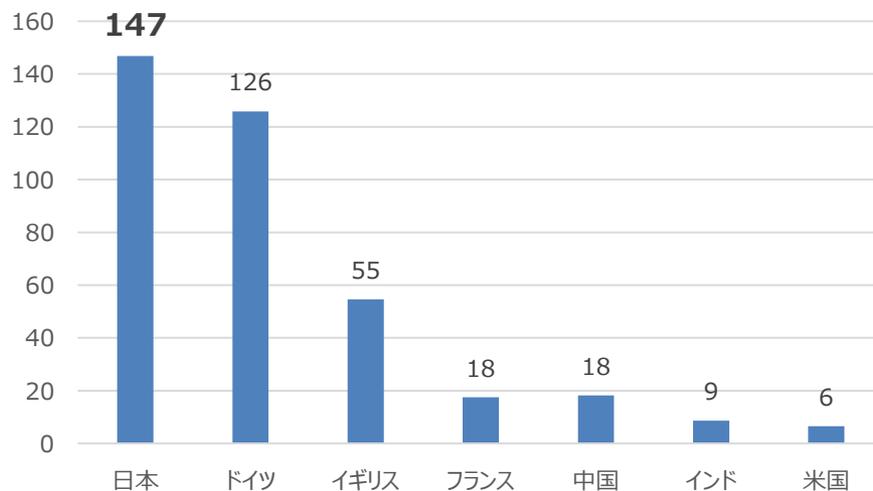
◆現状の課題(太陽電池)

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 第40回基本政策分科会資料2

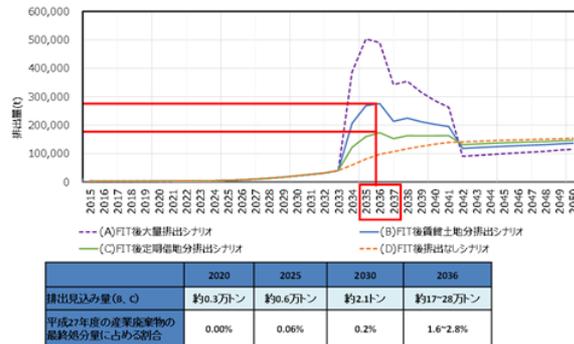
◆現状の課題(太陽光発電システム)

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**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。

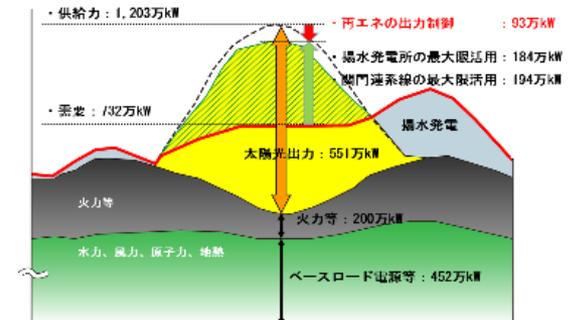
＜風水害による破損＞



＜モジュールの大量廃棄の予測＞

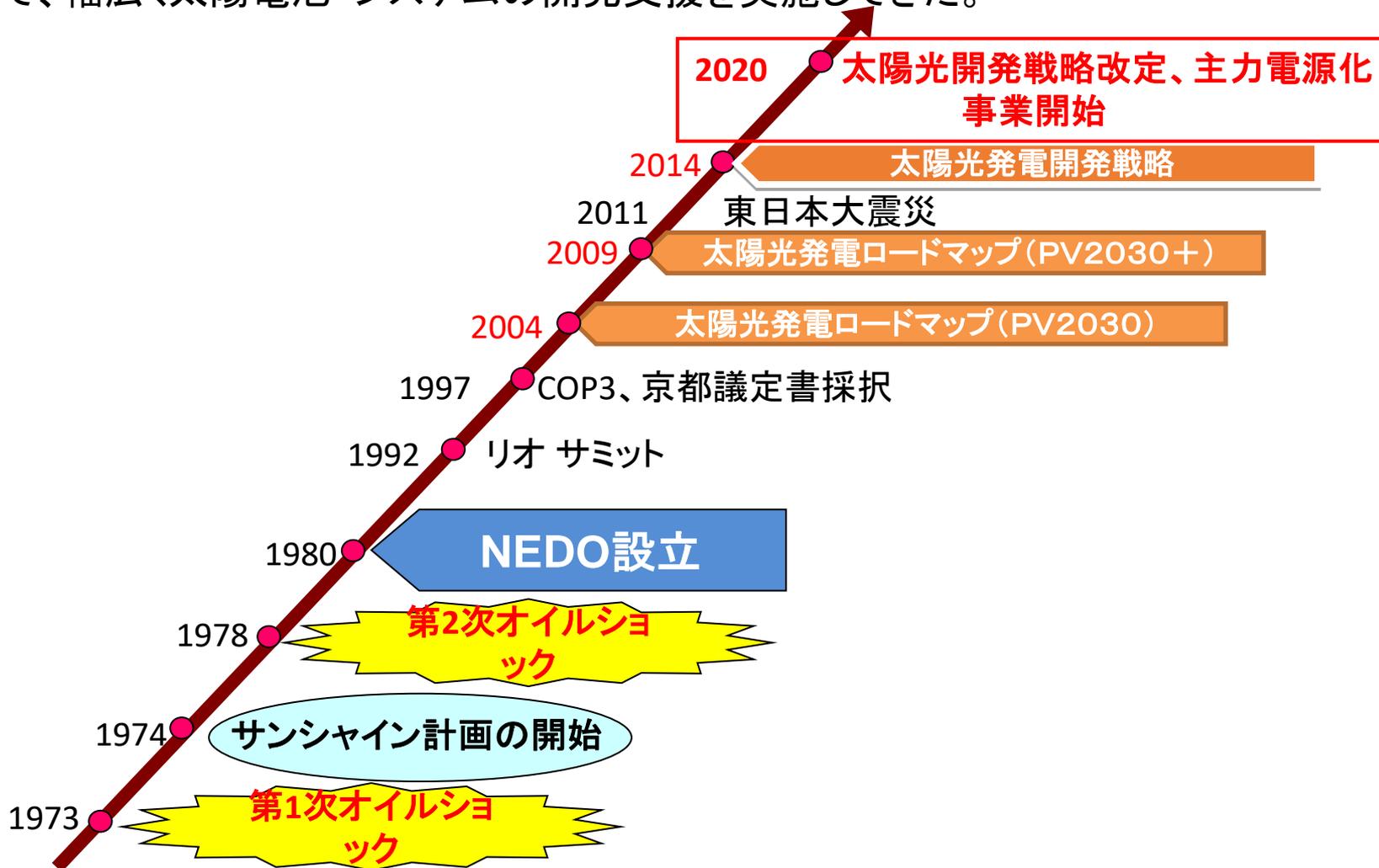


＜太陽光発電の需給乖離＞



◆ 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。



1. 事業の位置付け・必要性 (2) NEDOの事業としての妥当性

◆技術戦略上の位置付け

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)

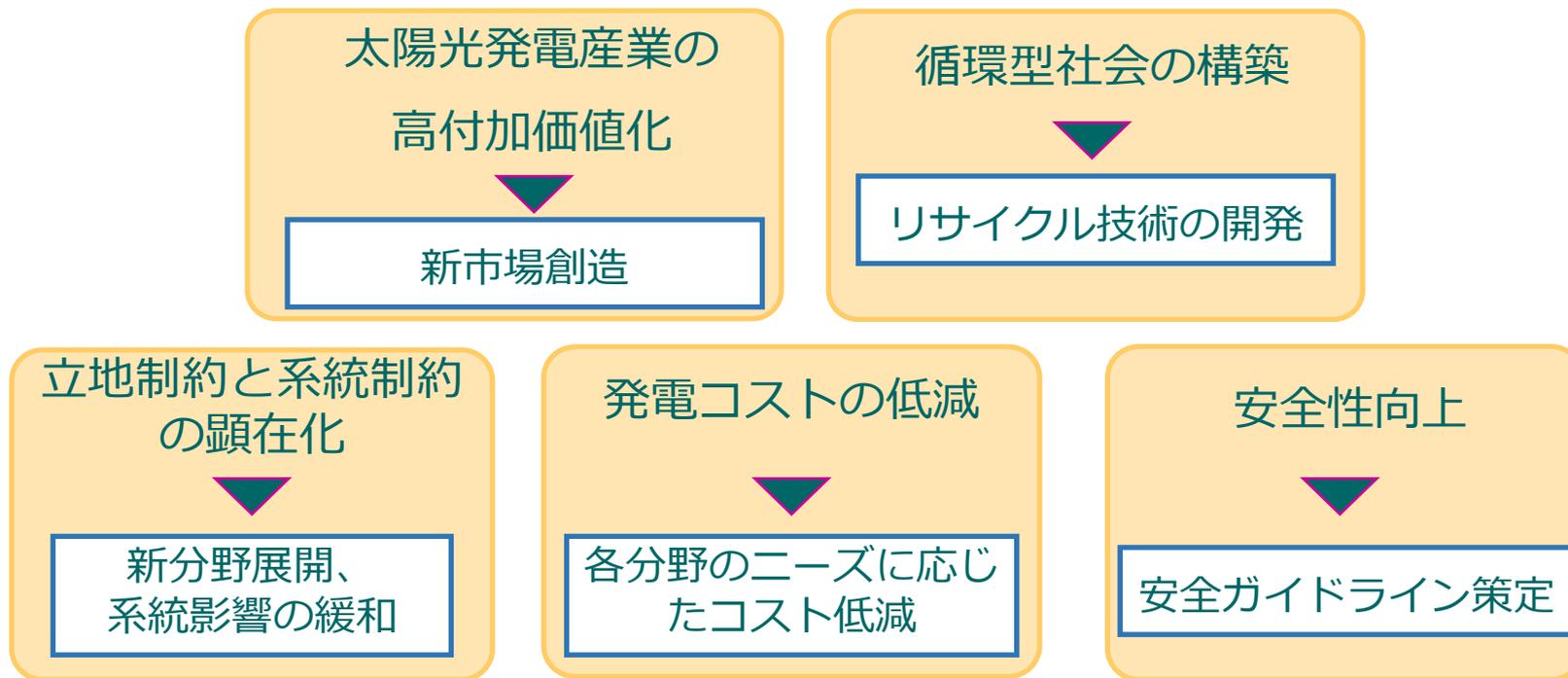
▶ GI基金で採択されたペロブスカイト太陽電池の開発について、同基金にて実施。

◆技術戦略上の位置付け

「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】



—NEDO関与の意義—

マネジメントプロセス

企画・立案

体制構築

事業推進

NEDOの強み

- ✓産学官を取り纏めてロードマップを策定（事業環境の変化に即して改訂）
- ✓国策を盛り込んだ企画が可能

- ✓産学官を組み合わせた柔軟な体制を構築可能
- ✓30年以上に亘るコーディネート経験

- ✓公的機関としての中立性
- ✓運営費交付金制度を最大限に活かして柔軟に推進

長期間に亘る太陽電池の技術開発を牽引しているNEDOが関与するのが適切

マネジメントのポイント

- ✓業界全体のニーズを把握するために産学官のヒアリングを実施
- ✓開発戦略を踏まえた目標設定

- ✓複数の競合企業を、コンソーシアムに纏め上げ、共通の技術目標に向けて研究開発を推進
- ✓企業、大学、公的研究機関でコンソーシアムを形成

- ✓大学及び公的研究機関の基礎研究成果を企業の事業化に活かせるように調整
- ✓必要に応じて加速資金を投入
- ✓事業環境の変化に即して追加公募を実施
GI基金との連携

◆実施の効果（費用対効果）

●インプット

➤プロジェクト費用の総額 **約150億円**（予算規模30億円を5年間とした）

アウトプットとしては例えば以下の点が挙げられる。

- 太陽光発電の導入量拡大：FIT制度により、導入量は60GWを超えているが、これまでの地上設置等は立地制約に直面しており、新たな用途を通じた設置面積の拡大により、**2030年エネルギーミックスの目標104～118GW**に貢献する。
- また、ペロブスカイト(PSC)等の新型・次世代太陽電池の世界市場規模は2021年時点では約370億円だが、**2035年には8,300億円**にまで拡大すると予測（富士経済）、将来の市場のポテンシャルは大きい。

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 事業の目標

現在導入されている太陽光発電設備の長期安定電源化や現在、太陽光発電の導入が進んでいない市場に適応できる太陽電池等を通じ、日本の太陽光発電の導入拡大や産業発展に貢献していく。

開発項目(事業目標)	実施内容
<p>①新市場創造技術開発 (太陽電池)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電の導入が期待される新市場(壁面・屋根・移動体)向けのモジュール・システム開発 ・モジュール効率30%超Ⅲ-V族太陽電池を低コスト化 ・低製造コストのペロブスカイト太陽電池を開発 ・更にタンデム太陽電池についても開発 ・建物壁面や移動体では実証(データ検証)
<p>②長期安定電源化技術開発 (システム)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・安全・廃棄物・系統接続等の現行の発電設備の課題解決を技術開発により支援 ・農地・水上・傾斜地向け安全ガイドライン ・低コスト太陽光モジュールリサイクル技術の開発 ・系統影響緩和技術の開発と実証
<p>③先進的共通基盤</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽光発電の信頼性を高め、確実に社会定着を実現 ・次世代電池の評価 ・日射量予測技術の開発
<p>④動向調査</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・情勢変化を把握し、マネジメントに反映

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標(中間目標)	研究開発目標(最終目標)	根拠
<p>研究開発項目 I 「新市場創造型」 重量制約のある屋根/フィルム型超軽量モジュール太陽電池</p>	<p>①超軽量薄膜系太陽電池の開発 ・架台を含めたモジュール重量5kg/m²以下。 ・30cm角以上の大面積モジュール変換効率18%以上。 ・製造コスト35円/W以下の見通しを得る。 ・屋外曝露10年時点での初期変換効率に対する低下率10%以下。</p>	<p>①超軽量薄膜系太陽電池の開発 ・架台を含めたモジュール重量3kg/m²以下。 ・30cm角以上の大面積フィルムモジュールで変換効率23%以上。 ・製造コスト15円/W以下の見通しを得る。 ・屋外曝露15年時点での初期変換効率に対する低下率10%以下。</p>	<p>・重量制約のある屋根に適用できるペロブスカイト、CIS太陽電池の開発を支援。</p>
<p>研究開発項目 I「新市場創造型」 壁面設置太陽光発電システム技術開発</p>	<p>①壁面設置太陽光発電システムの技術開発 (非開口部) ・建築物としての寿命35年相当の性能を確認する。 ・モジュール内の色調均一性と変換効率を両立させる要素技術を開発する。 (開口部) ・半透明モジュールで可視光透過率20%以上、変換効率10%以上の性能を達成する要素技術を開発する。 ・窓の代替として用いる際の性能について、10年相当の寿命を確認する。</p> <p>②壁面設置基盤技術開発 評価・技術基準等に資する測定・評価技術等を開発する。</p> <p>③太陽光発電システム壁面大量設置実証 壁面へ太陽電池を大量設置する際の課題を解決し、外観をアピールできる太陽光発電システムを建築物壁面へ適用する。</p>	<p>①壁面設置太陽光発電システムの技術開発 (非開口部) ・壁面を想定した設置形態(東南西面への設置)で発電コスト14円/kWh以下を達成する要素技術を確認する。 ・建築物として寿命40年以上を達成する要素技術を開発。 ・面内の色調が均一なモジュールで変換効率20%以上を達成する。 (開口部) ・壁面を想定した設置形態(東南西面への設置)で発電コスト16円/kWh以下を達成する要素技術を確認する。 ・半透明モジュールで可視光透過率20%以上、変換効率13%以上の性能を達成する要素技術を開発する。 ・窓の代替として用いる際の性能について、20年相当の寿命を確認する。</p> <p>②壁面設置基盤技術開発 評価・技術基準案等を3件以上作成する。</p> <p>③太陽光発電システム壁面大量設置実証 建築物の壁面へ太陽光発電システム設置前後での環境性能、発電性能を評価し、その効果を広く公開する。</p>	<p>・BIPVなどを想定し、長期の耐久性および意匠性等を勘案した太陽電池の開発。</p>

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標(中間目標)	研究開発目標(最終目標)	根拠
<p>研究開発項目Ⅰ 「新市場創造型」 移動体用太陽電池の研究開発</p>	<p>①超高効率モジュール技術開発 ・モジュール効率33%以上(30cmx30cm) ・上記モジュールと同等の効率をもつセルを使った3D曲面モジュール(曲率半径1mを含む) ・実用サイズの複数枚処理装置(4インチ以上)において、モジュールコスト200円/W(量産時GWレベル)を達成するための基板再生装置及び高速成膜装置の試作および要素技術構築</p> <p>②次世代モジュール技術開発 ・モジュール効率25%以上、3D曲面(球面曲率半径1mを含む)。</p>	<p>①超高効率モジュール技術開発 ・モジュール効率35%以上(30cmx30cm) ・上記モジュールと同等の効率をもつセルを使った3D曲面モジュール(曲率半径1mを含む) ・実用サイズの複数枚処理装置(4インチ以上)においてモジュールコスト200円/W(量産時GWレベル)を達成するための基板再生装置及び高速成膜装置の実証。</p> <p>②次世代モジュール技術開発 ・モジュール効率30%以上、3D曲面(球面曲率半径1mを含む)。 ・モジュール価格:70円/W。</p>	<p>・車をはじめとした移動体の実装を踏まえた低コストな高効率モジュールの製造技術を支援。</p>
<p>研究開発項目Ⅱ 「長期安定電源化」 安全性・信頼性確保技術開発</p>	<p>①安全性に係る基盤整備(2021年度) ①-1)安全ガイドラインの策定(傾斜地設置型、営農型、水上設置型等) ・暫定版として2021年9月までに2020年版を取りまとめる。 ①-2)機器設置に関する基準類、ガイドライン等の策定 ・調査や実験等の結果をもとに利用の見通しを示す。または暫定版を公開、発行する。 ②信頼性評価技術、信頼性回復技術の開発(2021年度) ・開発した技術の有効性を評価するとともに、その実証方法を具体化する。</p>	<p>①安全性に係る基盤整備 ①-1)安全ガイドラインの策定(傾斜地設置型、営農型、水上設置型等)(2023年度) 実証試験と調査、シミュレーションの結果に基づき、設置環境の多様化に必要な新たな裏付けを加えて、2022年版を発行する。 ①-2)機器設置に関する基準類、ガイドラインの策定(2023年度) 発行、公開とセミナー等の実施を通じて、発電事業者の利用を促進する。 ②信頼性評価技術、信頼性回復技術の開発(2023年度) ②-1)信頼性評価技術(構造・電気) ②-2)信頼性回復技術(構造・電気) 開発した技術の実証を行い、その結果を受けた改良により実用性と採算性を確立する。小規模発電設備(50kW未満)における評価結果をもとに普及計画を立案する。</p>	<p>・傾斜地設置型、営農型、水上設置型の新規設置の太陽光発電の指針。 ・日本で件数の多い小規模発電設備(50kW未満)の信頼性向上。</p>

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標(中間目標)	研究開発目標(最終目標)	根拠
<p>研究開発項目Ⅱ「長期安定電源化」分離・マテリアルリサイクル技術開発</p>	<p>(2021年度)実モジュールにおいて、以下の技術を確立する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分解処理コスト3円/W以下。 ・部材として再利用可能な状態で資源回収率80%以上。 ・太陽電池モジュール由来の回収物のマテリアルリサイクル技術を開発する。 	<p>(2023年度)実モジュールサイズの実証プラントを構築し、連続運転で以下の性能を満たすこと。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・分離処理コスト3円/W以下の分離技術であること。 ・資源回収率80%以上の分離技術であること。 ・太陽電池モジュール由来の回収物がマテリアルリサイクルに資する性能であること。 	<p>・2030年代に想定される太陽光発電の大量廃棄時代に向けて、低コストのリサイクル技術(ガラス分離技術)を開発し、実プラントに適用を図る。</p>
<p>研究開発項目Ⅱ「長期安定電源化」系統影響緩和</p>	<p>【2020年度目標】 経済合理性が評価された需給一体型システムの実証プランを企画策定する。 系統連系における影響緩和の技術的な対応方法の検討や、有効性確認のための手法を策定する。</p> <p>【2023年度目標】 系統連系における影響緩和のための技術開発と実証: 経済合理性を前提として、需給調整市場の応動・継続時間の要件(一次から三次調整力)に適合しうる計画技術・制御技術を備えたシステムの構築 ※: 中間目標は無いため、最終目標を記載。</p>	<p>【2023年度目標】 系統連系における影響緩和のための技術開発と実証: 経済合理性を前提として、需給調整市場の応動・継続時間の要件(一次から三次調整力)に適合しうる計画技術・制御技術を備えたシステムの構築</p>	<p>・系統連系への影響緩和のために需給乖離を低減し、調整力に対応する技術開発が必要。</p>

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標(中間目標)	研究開発目標(最終目標)	根拠
<p>研究開発項目Ⅲ「先進的共通基盤技術の開発</p>	<p>①新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発(2022年度) 新型太陽電池等について、その設置形態環境・形状を考慮した測定技術を開発し、海外主要研究機関の測定技術との国際整合性も考慮しつつ、室内測定においては精度±1.0%(1σ)以内を目指す。 ②発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発(2022年度) 1km四方程度のエリアを想定した数時間先の発電量の予測に向け、想定エリアの日射量予測情報を提供する技術を開発する。 ③翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発(2022年度) 現在から翌日および翌々日程度先の日射量を予測する技術開発において、日射量予測の最大誤差を10%以上低減することを目指す。</p>	<p>①新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発(2024年度) 新型太陽電池等について、その設置形態環境・形状を考慮した屋内屋外測定技術を確立し、海外主要研究機関の測定技術との国際整合性も考慮しつつ、室内測定においては精度±0.5%(1σ)以内を目指す。屋外環境下においては精度±1.0%(1σ)以内を目指す。性能評価技術の標準化に取り組む。 ③発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発(2024年度) 現在から翌日および翌々日程度先の日射量を予測する技術開発において、日射量予測の最大誤差を20%以上低減することを目指す。 ※②発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発(委託事業)は2022年度終了事業のため、左の列の記載の通り。</p>	<p>・既存のシリコン太陽電池と異なるペロブスカイト、タンデム太陽電池について高精度の性能評価技術を開発し、セルモジュール開発にフィードバックする。 ・太陽光発電の発電量予測の根幹となる日射量予測の高精度化を行う。</p>

2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

◆ 研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標(中間目標)	研究開発目標(最終目標)	根拠
<p>研究開発項目Ⅳ「動向調査等」</p>	<p>①移動体用太陽電池の動向調査 ・移動体用太陽電池の調査結果を中間報告書としてまとめ、関連するプロジェクトへフィードバックする。 ②リサイクル関連の動向調査 ・リサイクルに関わる調査結果を、太陽電池モジュールのリサイクル技術開発へフィードバックする。 ・太陽電池モジュールの適正処理を実証できる企画を提案。 ③太陽光発電の動向調査 ③-1 技術開発の方向性や普及方策の分析、検討に資する調査結果を中間報告書としてまとめ、関連するプロジェクトへフィードバックする。 ③-2 PVPSの活動に参画し、その内容を産業界に発信する。</p>	<p>①移動体用太陽電池の動向調査(2024年度) 今後の移動体用太陽電池の技術開発に資する分析、検討をまとめる。 ②リサイクル関連の動向調査 ②-1 リサイクルに関わる調査結果(ガラスの再利用の状況、使用済太陽光発電設備の排出量予測、経済的有効性等)を、太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発へフィードバックする(2023年度)。 ②-2 太陽電池モジュールの適正処理を実証できる企画を提案する(2021年度)。 ②-3 各研究開発テーマからの評価に必要なデータを収集し、LCA等の評価を行うとともに評価結果を太陽電池モジュールの分離・マテリアルリサイクル技術開発へフィードバックする(2023年度)。 ③太陽光発電の動向調査(2024年度) ③-1 今後の技術開発の方向性や普及方策の分析、検討に資する情報をまとめる。 ③-2 PVPSでの活動を踏まえ、定期的な情報発信を行うと共に分析、検討をまとめる。 ③-3 技術開発の方向性や普及方策の分析、検討に資する調査結果をまとめ、関連するプロジェクトへフィードバックを行う(2022年度)。</p>	<p>・情勢変化に対応するためには太陽光発電全般の国内外の動向把握、分析が不可欠。</p>

◆ 研究開発のスケジュール

各々の実施項目の中でテーマの変更、追加等を実施した。

	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度
(Ⅰ) 太陽光発電の新市場創造技術開発	各市場で要求される性能を満たす要素技術開発・実証					
(Ⅱ) 太陽光発電の長期安定電源化技術開発	ガイドライン策定					
	信頼性評価・回復技術の開発					
	マテリアルリサイクル技術開発、実証				1年延長	
	系統影響軽減2020年度FS、2021年度以降実証 (その後、実証) (その後、実証)					
(Ⅲ) 先進的共通基盤技術の開発等	日射量予測技術の開発					
	新型太陽電池の高精度性能評価					
(Ⅳ) 動向調査	動向調査					
評価			★ 中間評価			★ 事後評価

評価対象期間

◆プロジェクト費用

- 当初公募(2020年度)
 - ✓ 59件の応募に対し、50件のテーマを採択。
- 追加公募(2021年度)
 - ✓ 研究開発項目②で3回・5件、研究開発項目④で1回・1件を採択

－研究開発予算の推移(実績;単位:億円)－

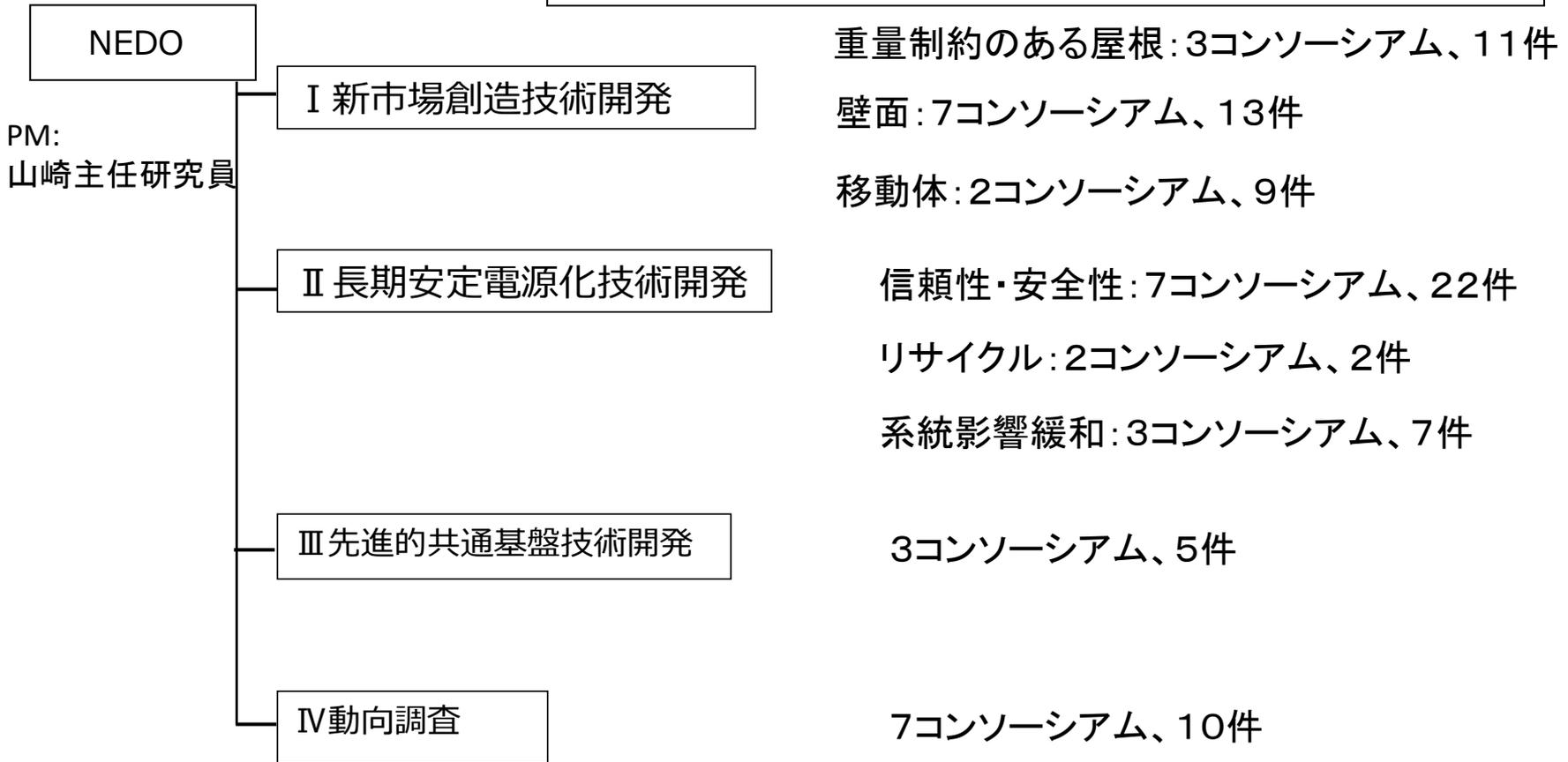
年度	2020	2021	2022	2023	2024	総額
研究開発項目① (新市場創造)	19.7	19.4	3.8	—	—	
研究開発項目② (長期安定電源化)	4.1	5.4	1.1	—	—	
研究開発項目③ (先進的共通基盤)	1.8	2.2	0.8	—	—	
研究開発項目④ (動向調査)	1.2	1.7	0.5	—	—	
計 特別会計(需給勘定)	26.7	28.6	6.2	—	—	

2022年7月末時点

◆研究開発の実施体制

分野毎に有識者による技術推進委員会を実施。また、コンソーシアム内では開発責任者が進捗管理を実施。

推進委員会：NEDO、実施者、外部有識者



◆ 研究開発の進捗管理(1)

外部有識者で構成する**技術検討委員会／推進委員会**を組織し、定期的に技術的評価を受けて目標達成の見通しを把握するとともに、情勢変化への対応、加速の要否を判断するための助言を受けた。

	2020年度	2021年度	2022年度
技術検討委員会／推進委員会	4	12	(8)
成果報告会	1	1	1

【技術検討委員会／推進委員会の代表的事例】

② 長期安定電源化／安全性・信頼性確保技術開発

傾斜地設置型ガイドライン、水上設置型ガイドラインの策定に際し、補修や安全性の観点で留意する項目について有益な助言を受けた。

◆ 動向・情勢の把握と対応(要検討)

プロジェクト内で情勢変化を踏まえて、マネジメントの対応を行った。

情勢	対応
【①新市場創造】出口分野を見据えての技術開発・実証の加速	壁面では実際のビル設置の実証、太陽光搭載自動車のデータ検証を実施。
【①新市場創造】ペロブスカイト太陽電池は世界での競争激化。	グリーンイノベーション(GI)基金でペロブスカイト太陽電池を対象に公募。採択後、重複部分は現行事業から削除(後述)。
【②長期安定電源化】政策的課題として、安全対策やリサイクルに注目。	農地・水上・傾斜地向け安全ガイドラインを実施内容を増強。2021年に暫定版を公開。また、リサイクルは環境省の委員会等に参加。
【③先進的共通基盤】導入量拡大に伴う予測誤差に対応するための調整力の増加。FIP制度導入に伴い、より時間軸的により多角的な断面における高精度な発電量予測需要の増加。	2020年度から実施していた数時間先を対象とした日射量予測に加えて、(予測誤差対応に要する調整力低減を目的として、)2021年に翌日、翌々日程度先を対象とした高精度日射量予測技術の開発を追加。
【④動向調査】周辺環境(海外)の変化や政策動向の変化。	政策の要請により、廃棄物対策としてリサイクルの調査を拡充。また、重量制約のある屋根や建物壁面での実装の課題を踏まえた調査を実施。

◆ 開発促進(加速)財源投入実績(1)

事業の進捗(計画の具体化に伴う予算精査、開発成果等)に応じて、予算の再配分を実施。そのうち主な拡充は以下の通り。**特に、実用化に向けた技術開発および次世代型太陽電池等の基盤技術開発等に加速を行った。**

研究開発項目	年度	金額 (百万円)	目的、内容	効果
研究開発項目 ①新市場創造 (フィルム型超 軽量モジュール)	2020年	40	原子層堆積装置を導入し、ペロブスカイト多接合型太陽電池の技術開発を加速。	ペロブスカイト多接合型太陽電池の変換効率向上に繋げることができる。
	2020年	9	ペロブスカイト太陽電池の劣化原因を解析するため、インピーダンス解析装置を改造。	耐久性改善のための要因を明確にする基盤技術を確立することができる。
研究開発項目 ①新市場創造 (壁面設置太陽 光発電システム)	2020年	20	屋外発電量の評価並びに推定を高精度化するため、屋外での垂直設置モジュールの発電量計測システムを導入。	中間目標のガイドライン作成の目途を得た。
	2020年	30	モジュール製造装置及び評価装置を導入し、既築向けPVモジュールの構造設計を加速。	東京大学での実証事業につなげることができた。
	2022年	5	壁面設置PVの色調制御技術開発で必要となる装置を導入。	実用化に向けた低コストプロセス開発の検討を推進することが可能となった。

◆ 開発促進(加速)財源投入実績(2)

研究開発項目	年度	金額 (百万 円)	目的、内容	効果
研究開発項目 ①新市場創造 (移動体用太陽 電池)	2020年	40	シート貼り付け装置、Pd処理用 専用プラズマ装置等を導入。	CISにGaAs系トップセルを接合する技 術の早期開発が可能となる。
	2020年	9	プラズマエッチング装置及び反 射防止構造モールドの設備等を 導入。	フラット基板に適用できる光閉じ込め構 造技術の開発を加速することができる。
研究開発項目 ④動向調査	2020年	3	次世代型太陽電池の動向の最 新情報を収集するための文献 取得等のため。	調査内容の拡充に貢献した。

◆ 知的財産権等に関する戦略

- 知財として確保することが有利な技術に関しては積極的に特許として出願する。
- ノウハウとして保有することが有利な技術に関しては出願しない。
- 競合技術の出願状況を定期的に調査し、対策を検討する。

具体的戦略の事例は以下の通り。

- 実用化に必須の信頼性確保のためのモジュール封止技術について重点的に出願。また、高効率化のための材料、構造に関する特許および電極についても出願。さらに競争優位性が設計や製作、工法にある場合は、あわせてこれらについても特許を出願。
- また、太陽電池の性能評価技術に関しては、国際規格・国内規格(IEC, JIS規格)等の標準化活動を実施している。
- 安全性ガイドラインについても、成果は広く公開する他、必要に応じて標準化提案の検討も行う。

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目①「新市場創造型」重量制約のある屋根

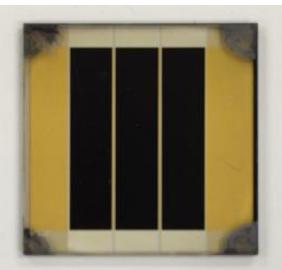
コンソーシアム	中間目標	研究成果	判定	今後の課題と解決方針
軽量基板上化合物薄膜太陽電池の高効率化技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・架台込みモジュール重量7kg/m²の見通しを得る。 ・30cm角以上の大面積モジュール変換効率18%以上 ・高効率化に向けた要素技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・大波スレート屋根向けで7.3kg/m²を確認(架台込み)(架台なしで5kg/m²以下に相当) ・90×120cmの大判サイズでのモジュール変換効率14.9%。 ・10cm角程度の超軽量ミニモジュールで18.6%を達成 ・パッファレスプロセス、ドライプロセスなど接合界面高品質化のための要素技術開発が進展 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・大面積モジュールの面内分布改善
高自由度設計フィルム型ペロブスカイト太陽電池モジュールの技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・フィルム基板上30cm□サイズモジュールで変換効率18% ・製造コスト35円/W、信頼性10年の見通しを立てる ・モジュール重量5kg/m²のモジュールデザイン提示 ・1cm角フィルムセルで信頼性10年達成 ・高効率化、高耐久化に向けた要素技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・75 mm角ガラスモジュールフィルムモジュールで変換効率17.1%を達成 ・裏面電極低コスト化で有力材料を選定 ・施工性、メンテナンス性を考慮した軽量化モジュールをデザイン ・耐久性向上が見込まれる新規単分子膜ホール輸送性化合物を適用し、ガラス基板ミニセルで19.8%を検証 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・新規材料検討や膜厚等の最適化、大面積塗工条件の検討 ・モジュールの作製によるコストおよび兼良性の検証と耐久性の確認(GI基金)
超軽量ペロブスカイト系太陽電池の研究開発	<ul style="list-style-type: none"> ・30cm角程度の超軽量モジュール変換効率18%以上 ・初期効率から相対効率低下10%以下である耐熱試験時間を1000時間、光照射試験を500時間 ・架台及びモジュール重量5kg/m²以下 ・高効率化、高耐久化に向けた要素技術の開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・30cm角程度のフィルムモジュール変換効率16.6%(自社測定;世界記録)を達成 ・30cm角程度のフィルムモジュールで、耐熱性試験1,000時間以上、耐湿熱性試験1,000時間以上、光照射試験で500時間以上の目標を達成 ・架台含めないモジュール重量にて3kg/m²達成 ・高分子薄膜基板セルで効率23.8%を達成 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・ペロブスカイト層の面内膜質分布改善、スクライブ加工の微細化等の改善検討(GI基金)

開発成果 新市場創造型 (重量制約のある屋根)

- ペロブスカイト層の高品質化や太陽電池構造の最適化を行小面積セルで**変換効率24.9%**を達成(前事業)、引き続き材料系の開発を実施。このような技術開発と連携して、各企業において**大面積モジュール**や**量産技術**を開発。併せて**耐久性向上**にも取り組む。(上記はGI基金にて加速して、開発を実施)。引き続き、ペロブスカイトを用いた**タンデム系モジュールの基盤開発**を本事業内で大学にて実施。
- CIS太陽電池では軽量モジュールの開発において、出光興産のテーマは中断したが(軽量化の目途もついていたが)、産総研、大学等で引き続き、開発は継続。

ペロブスカイト太陽電池

CIS太陽電池



東大: ペロブスカイ太陽電池セル

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

積水化学: **ロールtoロール法**による量産化技術を検討。

出光興産: 軽量化CISモジュール

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。

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目①「新市場創造型」壁面

コンソーシアム	中間目標	研究成果	判定	今後の課題と解決方針
ビル壁面開口部向けシースルー太陽電池の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・可視光透過率20%以上、変換効率10%以上のウェットプロセスで作製した量子ドット・中間バンド太陽電池を開発 ・10年相当の耐久性を有するセルを開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・透過率は目標を達成したが、変換効率は4%未満 ・耐久性評価装置の導入、評価系の確立まで ・開発した光閉じ込め技術で量子効率5~6倍増大を確認 ・機械学習、キャリア緩和過程計測などの基盤要素技術を開発 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・量子ドットの複合化および高分散化 ・量子ドットの密度向上
壁面設置(非開口部)タンデム太陽電池モジュールの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・、発電性能・寿命・意匠性・コスト等の観点から2端子構造と4端子構造(場合によっては3端子構造)のいずれが優位か総合的に判断 ・屋外照度3万lux以上でも不良検知を可能とするEL検査方法の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ・シミュレーションにより、各端子構造でのタンデムデバイスに関する知見を得て、端子構造の優位性に関する検討を実施 ・ペロブスカイト膜を含む積層膜構造への窒化Si堆積により大気下での劣化減速を確認 ・屋外照度、約10万luxでの撮像および欠陥の検知に成功。また取得した像から開放電圧値を高精度で推定することに成功。 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・試作結果を踏まえた判断を行う
開口部向けペロブスカイトBI PVモジュールの開発	<ul style="list-style-type: none"> ・30cm角サイズの半透明モジュールで透過率20%以上、効率10%以上 ・0.1cm²の小面積ペロブスカイト・タンデム太陽電池セルで変換効率25% ・高温高湿試験合格 ・屋外曝露60kwhで目視欠陥なし ・塗布系材料により100円/m²以下の低コスト電極 	<ul style="list-style-type: none"> ・15cm角の半透明モジュールで透過率20%、効率10.1%を実現 ・0.1cm²のペロブスカイト・タンデム太陽電池セルで変換効率20.8%を実現 ・50cm²モジュールで耐熱性と耐光性の両立を確認 ・屋外曝露試験280kWhにおいてデバイスの顕著な劣化および目視欠陥無いことを確認 ・100円/m²以下のカーボン電極を使用し、動作実証済(金属補助電極あり) 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・30cm角基板に形成して実証予定 ・光学設計により変換効率達成の見込み ・カーボンインクの配合比最適化および厚膜化により達成見込み
壁面設置太陽電池モジュール(非開口部、開口部)の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・変換効率低下が5%以下の色調均一性を有するモジュール構造を開発 ・建築物としての寿命35年相当の性能を確認 ・半透明モジュールで可視光透過率20%以上、変換効率10%以上を達成する要素技術を開発 	<ul style="list-style-type: none"> ・非開口部向けモジュールのストリング設備を導入。耐久性の高い接合状態が得られる設計技術を開発 ・IEC基準の1,000時間、200cycleを10年相当とした場合、50年相当を確認 ・可視光透過率20%換算で、モジュール効率10%以上を達成 	○	—

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:達成見込み、×未達

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目①「新市場創造型」壁面

コンソーシアム	中間目標	研究成果	判定	今後の課題と解決方針
壁面設置太陽光発電システム市場拡大のための共通基盤技術の開発とガイドライン策定	<ul style="list-style-type: none"> ・国内市場向け設置ガイドライン策定 ・壁面設置太陽光発電システムの発電量評価のガイドライン原案作成 ・壁面設置PV用SHGC測定設備の運用および高精度評価の実証 ・壁面設置PVのための安全性に関する報告書の一次案作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・建築、太陽電池両業界が関心を持つ項目を抽出し、初稿を作成 ・防眩モジュールおよび両面発電モジュールの発電量データからそれぞれの優位性を実証 ・海外の安全性・火災対策情報収集(および国内事事故事例調査を実施) 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・2022年度中に設置ガイドライン完成の見込み ・2022年度中に発電量評価のガイドライン原案作成見込み ・2022年度中に安全性に関する調査報告書を作成予定
ZEB達成に向けた同時同量を実現する太陽光発電システムの実証	<ul style="list-style-type: none"> ・色調の均一化、広角化技術を盛り込んだ意匠改善された太陽電池モジュールの建築物壁面等への設置検証を通じて、大量設置の際の課題抽出および解決を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・色調の均一化および広角化技術を盛り込んだ太陽電池を製作し、意匠評価を実施した。東京大学の西門にて3種の意匠サンプルを設置し、周辺住民に対して、設置許可を得られる意匠を抽出 ・今後の既築建物への壁面PV設置に関する潜在需要と、波及性の大きさから東京大学3号館壁面への高効率広角化モジュールの設置を計画。将来的な高効率モジュールへの可換性を想定したサッシ構造にて設計 	○	
デザイン性を考慮した後付け可能な新築・既築向けBIPVシステムの実証	<ul style="list-style-type: none"> ・デザインや施工性に配慮した屋内日射遮蔽装置にPVを組み合わせた屋内設置型多機能BIPVシステムを開発 ・既築建物の窓部に設置し、発電性能の評価を実施 ・既築建物の窓部を模して、環境性能の評価を実施 	<ul style="list-style-type: none"> ・デザインや施工性に配慮した屋内日射遮蔽装置としてのBIPVロールスクリーンシステムを開発 ・既存建物の窓部に設置し、発電性能の評価を開始。 ・断熱性能や日射熱取得率に関して第三者試験機関で評価を実施断熱性能44.1%向上、日射熱取得率19.1%向上を実証 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・発電性能評価は2023年1月完了の見込み

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目①「新市場創造型」移動体

コンソーシアム	中間目標	研究成果	判定	今後の課題と解決方針
<p>超高効率モジュール技術開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> 変換効率33%と同等のセル(化合物2接合セル+SiセルもしくはCISセル)を用いた3D曲面モジュール(曲率半径1mを含む)の作製 変換効率33%のモジュール作製 GaAsフィルター下変換効率5.5%のボトムセル(CIGS、Si)の開発 6インチ基板に成膜できるHVPE装置の設計、製作。 移動体用モジュールの屋外実験環境下における評価・解析技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> 化合物3接合型で300mmモジュールで変換効率32.65%を達成 世界で初めて高品質Al系材料の成長に成功。InGaAs/GaAs 2接合セルで変換効率28.3%(HVPEとして世界最高)を確認 4.2%(CIGS)、5.49%(Si)を確認 コスト低減に向けて、ELO複数枚処理、HVPE大口径化の装置化を検討。 ストリング構成最適化のための評価手法や微分幾何学を用いた曲面太陽電池発電出力評価手法を開発 	<p>△</p>	<ul style="list-style-type: none"> 小サイズモジュール、ボトムセルで確立した技術をインテグレート。 バンドプロファイルの改良による長波長領域の外部量子効率の改善。 6インチ対応量産型HVPE装置の製作、内部供給による原料切り替え性能と初期成膜確認 セル間の隙間による損失など、実際のセル配置方法等を考慮して発電への影響を定量化
<p>次世代モジュール技術開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> モジュール変換効率25%を達成するために必要な高効率セル技術を確立する モジュール効率25%以上、3D曲面(球面曲率半径1mを含む) ペロブスカイトセルにおいて変換効率17%(Si基板上、面積約100cm²)を得る。 	<ul style="list-style-type: none"> ペロブスカイト-シリコン多接合型の小サイズセルで変換効率28.3%(第三者機関測定)および29.0%(社内測定)を達成 ボトムセル(シリコン太陽電池)で曲面モジュールを作製する際の課題抽出とその対応手法を開発 10 cm角ガラス基板上に貧溶媒法を用いて、トップセル向けトリプルカチオン組成のペロブスカイト層を面内で均一に塗布する技術を構築。小セル部分(基板上3 mm角)にて変換効率17.0%を達成 	<p>△</p>	<ul style="list-style-type: none"> 高効率小サイズセルと局面对応ボトムセルのインテグレート セル間の隙間による損失など、実際のセル配置方法等を考慮したうえで発電への影響を定量化

開発成果 新市場創造型（壁面・移動体）

- 建物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とともに、実用化に向けて実際の建物への**設置実証や設置の測定・評価の技術開発**を実施。
- 移動体においては、ⅢV系やタンデム太陽電池等の高効率太陽電池のモジュール化、さらに曲面追従、低コスト化を実施。**シャープのⅢV系モジュールでは世界最高効率の32.65%**を達成。並行して、前事業でトヨタ自動車、日産自動車、シャープと協力して作成した**太陽電池搭載の自動車**の走行データの検証を進めている。

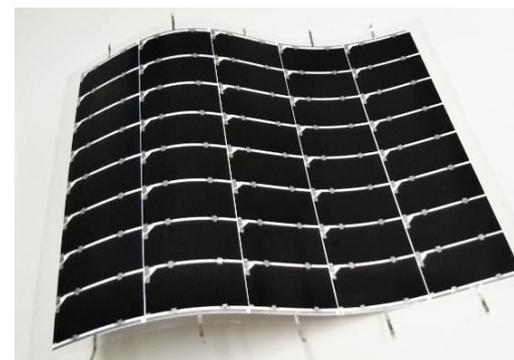
壁面用モジュール



意匠が改善したサンプル外観((株)カネカ)

(補足)
左: 広角化技術なし
中・右: 広角化技術あり
(セル配線技術違い)

移動体用モジュール



世界最高効率: 32.65%を達成したモジュール
(シャープ(株))

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目②「長期安定電源化」安全性・信頼性

コンソーシアム	中間目標	研究成果	判定	今後の課題と解決方針
太陽光発電の長期安定電源化に向けた評価・回復の実用化促進技術開発	<ul style="list-style-type: none"> 不具合要因特定するためのチェックリストおよび手順書の開発 低廉かつ狭隘箇所での施工可能な手法の開発 衛星リモートセンシング技術を活用した太陽光発電施設周辺のモニタリングシステム開発 	<ul style="list-style-type: none"> 切土、盛土を施した用地に建設された特別高圧・高圧・低圧について90サイト(DC出力約1,063MW)を抽出し、それぞれの立地の基礎地盤、基礎、地盤の変状の履歴について調査・検証を実施。 補強用アンカーの試作品を作成・現地施工し結果良好 高解像度衛星による解析技術開発、発電施設規模と災害種別の整理・衛星コンステレーションによるモニタリング技術開発 	○	—
傾斜地設置型並びに営農型太陽光発電施設を対象とした凍上対策ガイドラインの策定に関する研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 基礎(布基礎、べた基礎、独立基礎)、埋設深さを変化させた布基礎、各種杭(直接杭、地盤改良杭、スクリュー杭、RC杭など)の凍上挙動について明らかにする。 	<ul style="list-style-type: none"> 埋設深さが浅い布基礎の凍上挙動を解明 埋設深さが深い布基礎の耐凍上性を確認 布基礎の適切な埋設深さを解明 H鋼杭の凍上挙動を解明 埋設深さが浅いスパイラル杭の凍上挙動を解明 埋設深さが深いスパイラル杭の耐凍上性を確認 スパイラル杭の凍上対策としての有効性を確認 	○	—

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目②「長期安定電源化」安全性・信頼性

コンソーシアム	中間目標	研究成果	判定	今後の課題と解決方針
<p>特殊な設置形態の太陽光発電設備に関する安全性確保のための実証実験</p>	<p>・傾斜設置型PV、営農型PV、水上設置型PVのガイドラインの最終版にあわせて実証実験の結果、データを提供する。</p>	<p>・傾斜地設置型について、CFD解析の条件を設定、基礎の載荷試験を実施。地盤侵食保護に関する実証実験を開始。 ・営農型について、足高式の風洞実験を準備。 ・水上型について、連結浮体の動揺を踏まえた係留張力特性把握として予備実験の実施、水中アンカーの載荷試験の場所選定、フロートの強度や性能評価方法の検討としてラボレベル試験の実施、フロートへの荷重検討のための風水洞実験の準備。</p>	<p>○</p>	<p>—</p>
<p>次世代のO&Mを支える発電電力量評価等の技術開発</p>	<p>・推定した阻害要因の実例による実証とそれを元に阻害要因推定手法を定型化 ・開発した遠隔での日常監視業務の自動化手法の確立と実業務での使用</p>	<p>・147発電所の発電電力量データ解析を行い、発電阻害要因候補の切出し・分類を作成し、年内に実施する実証調査対象25発電所を選定した。 ・主要な遠隔監視システム11機種を対象に、自動でデータを取得し判定するRPAを設定、人による日常監視と当該自動監視の平行実施を開始。</p>	<p>○</p>	<p>—</p>

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目②「長期安定電源化」マテリアルリサイクル

コンソーシアム	中間目標	研究成果	判定	今後の課題と解決方針
太陽電池モジュールの低温熱分解法によるリサイクル技術開発	<ul style="list-style-type: none"> ・分解処理コスト3円/W以下の技術の確立 ・部材として再利用可能な状態で資源回収率80%以上。 ・太陽電池モジュール由来の回収物のマテリアル技術を開発する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・3.76円/W(10,8000枚/年)の結果が得られた。 ・セル、リボン、端子BOXが有価販売できることを確認した。 ・熱分解後のガラスが、板ガラスメーカーから実プラント評価レベルと評価を受けた。 	○	—
結晶シリコン及びCIS太陽電池モジュールの低環境負荷マテリアルリサイクル技術実証	<ul style="list-style-type: none"> ・分離 処理コスト3円/W以下 ・部材として再利用可能な状態で資源回収率80%以上 ・太陽電池モジュール由来の回収物のマテリアルリサイクル技術を開発する 	<ul style="list-style-type: none"> ・結晶シリコンモジュールに対応したパネルセパレータプロセスを開発、CISと同等のEVA残渣を確認 ・マーケットとプロセスコストを考慮したリサイクルプロセスにより92%のマテリアルリサイクル率見込みを確認 ・PVガラスを骨材としたコンクリートを開発、ASRの抑制とガラス内規制物質の溶出抑制を確認 ・多様なフレーム構造に対応し、カバーガラスを割らずに分解可能な設備を開発 	○	—

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目②「長期安定電源化」系統影響緩和

コンソーシアム	中間目標	研究成果	判定	今後の課題と解決方針
太陽光発電による調整力創出技術の実現可能性に関する研究	・PVが自ら創出する調整力を活用するための技術課題を抽出	・持続的なPV発電の実現のため、Headroom制御による電源価値向上に向けたフィジビリティスタディを行い技術的課題の抽出した。	○	—
多地点間における自己託送を活用した需給一体型太陽光発電システムの基本設計	・自己託送制度を活用した需給一体型システムの机上モデル検討	・実証プランの策定と制度面における課題の確認ができた	○	—
太陽光発電による調整力創出技術の実証研究	<p>【2023年度最終目標】</p> ・需給調整市場の応動・継続時間の要件（一次から三次調整力）に適合しうる計画技術・制御技術を備えたシステムを構築する。また、それらの成果については、調整力創出のための知見として詳細を幅広く公開する。	・FREAのPVの実測データを利用して、日射強度のばらつきおよび回帰式の検討を行った。 ・最適計画アルゴリズムとして、線形計画法を用いて収益が最大となる計画の算出の検討し、調整力確保時間帯の不足インバランスを極力減らすことが可能な制御方法の検討を実施した。 ・Headroom制御の実システムへの実装技術の開発として、実システムを見据えたシステム構成を検討した。	△	実際のPVシステムによる実証実験が今後の課題となるがシステム構築、その実証実験に準備は順調に進んでおり、今年度末から来年度にかけて実施することで解決可能。

開発成果 長期安定電源化

- NEDOでは前事業で、地上設置向けガイドラインを作成し、2019年7月に公開。本事業では**傾斜地・営農・水上のガイドライン**を2021年11月に公開。さらに現在、内容の拡充に向けて引き続き、実証事業中。
- 2030年代に予測される太陽光モジュールの大量廃棄に向けて、特に廃棄物の中で約6割の重量を占める**ガラスのリサイクルの低コスト分離技術**(熱分解等複数のアプローチで)について前事業でFSを実施した技術について、低コスト化と実証を実施。

傾斜地・営農・水上のガイドライン

営農



水上



傾斜地



リサイクル技術の一例

営農型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン
2021年版

この成果物は、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）の委託業務「太陽光発電と農業を融合させた持続可能な社会の実現に向けた研究開発」のうち、農林水産省委託業務「持続可能な社会の実現に向けた研究開発」の一環として実施したものです。

2021年11月12日

水上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン
2021年版

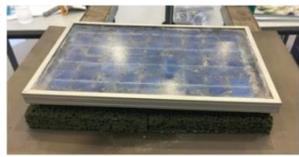
この成果物は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務「太陽光発電と農業を融合させた持続可能な社会の実現に向けた研究開発」のうち、農林水産省委託業務「持続可能な社会の実現に向けた研究開発」の一環として実施したものです。

2021年11月12日

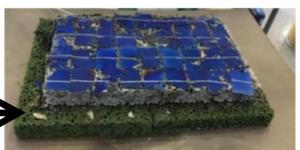
傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン
2021年版

この成果物は、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）の委託業務「太陽光発電と農業を融合させた持続可能な社会の実現に向けた研究開発」のうち、農林水産省委託業務「持続可能な社会の実現に向けた研究開発」の一環として実施したものです。

2021年11月12日



触媒の熱分解によりガラスを分離



(株)トクヤマ

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目③「先進的共通基盤技術開発」

コンソーシアム	中間目標	研究成果	判定	今後の課題と解決方針
新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・新型太陽電池等について、その設置形態・設置環境・形状を考慮した測定技術開発し、屋内測定において性能評価再現性$\pm 1.0\%$(1σ)以内を達成する。 ・自然太陽光下での新型太陽電池高精度性能評価に向けた性能評価要素技術の開発を行う ・基準太陽電池の最高校正能力0.5%($k=2$)以上を目指し、新型太陽電池評価技術の高度化を支援する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・各種新型太陽電池の高精度性能測定技術の開発・実施・実証。測定再現性$\pm 1.0\%$(1σ)以内となる見通しを得た。 ・太陽電池モジュール日射センサ(PVMS)を用いた太陽電池出力の高精度連続監視技術を開発。高効率系を含む結晶シリコン系PVシステムでの実験検証において、測定再現性$\pm 1\%$以内の結果を得た。 ・構造精緻型絶対放射計の受光部構造を改良。国際比較校正に参加し、世界標準器群の加重平均に対する補正を0.1%まで低減。 	○	—
発電量の短期予測に向けた日射量予測技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・1km四方程度のエリアを想定した数時間先の発電量の予測に向け、想定エリアの日射量予測情報を提供する技術を開発する。数時間程度先の日射量予測に関しては、現行の手法より予測精度をRMSEで15%改善する。また開発する手法は、実際の情報提供での有用性を考慮して、数十分以内で計算可能な手法とする 	<ul style="list-style-type: none"> ・数時間先の日射量を予測する手法として、衛星による雲分布と物理学的予測を組み合わせた物理AIモデルの開発を行った。(日本気象協会) ・物理モデルを用いた現行の発電量推定手法に対して、機械学習モデルを追加で用いることで、推定精度の向上が確認できている。(東京理科大学) 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・2地点(つくば、新潟)での精度検証の結果、最終目標(RMSEで15%)と同程度の精度改善を既に確認済 ・2022年度末までに2地点以外に関しても現在検証を進める
翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・現在から翌日および翌々日程度先の日射量予測において、従来の予測手法に比べて最大誤差を10%以上低減する技術を開発する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・複数機関の気象モデル予測値の統合について、統合に用いる気象モデル予測値の統計補正および統合比率の高度化を検討した。 ・日射量予測が大きく外れる可能性を予測するため、日射量の予測傾向とアンサンブル予報の気象要素の予測傾向を比較分析した。 ・従来手法より数%~10%程度の最大誤差低減を達成済。複数モデル統合における統合比率の層別化等の高度化により、最大誤差10%以上低減を達成見込み 	△	<ul style="list-style-type: none"> ・既に従来手法より数%~10%程度の最大誤差低減を達成済。 ・今後、複数モデル統合における統合比率の層別化等の高度化により、2022年度末には最大誤差10%以上低減を達成見込み

◎:大きく上回って達成、○:達成、△:達成見込み、×未達

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

開発成果 先進的共通基盤

- 過去のプロジェクト(高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発)では、太陽光発電システムの期待発電量算出に利用可能な**日射量データベース**を作成し、これまでNEDOホームページで公開してきた。
- 本プロジェクトでは、太陽光発電による電力の安定供給に向け、インバランスや予備力などの社会的コスト低減に資する**日射量および発電量予測技術の高度化**を実施。
- 加えて、**新型太陽電池の評価技術**についても実施中。

新型太陽電池の高精度性能評価技術の開発

評価手法の有用性検証として、NEDO 開発品を含む各種新型太陽電池の高精度性能評価を実施

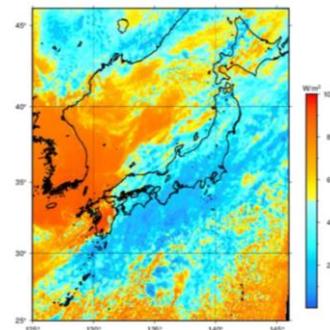
表1-1 2021年度新型太陽電池高精度測定(2022年3月末までを集計)

種類	2020年度 下期(10月~3月)	2021年度実績(21/4月~22/3月)		
		セル	モジュール	小計
c-Si, 薄膜Si, Si系多接合	18	6	13	19
CIGS系	3	2	1	3
III-V, III-V系多接合	2	11	1	12
ペロブスカイト, ペロブスカイト多接合	12	25	6	31
合計	35	44	21	65

産業技術総合研究所

翌日および翌々日程度先の日射量予測技術の開発

日射量予測に特化した気象モデルの技術開発に向け、モデル内でより正確に雲が発生することを目的とした物理過程の改良などへの取組を実施。また、予測精度を検証するため、既往の気象モデルを用いた過去予測計算を開始。



過去予測計算結果の例(全天日射量予測分布)
日本気象協会

3. 研究開発成果 (1) 研究開発目標の達成度及び研究開発成果の意義

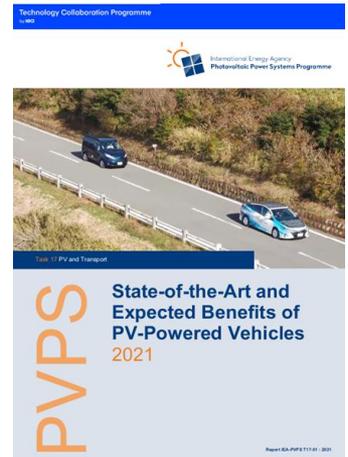
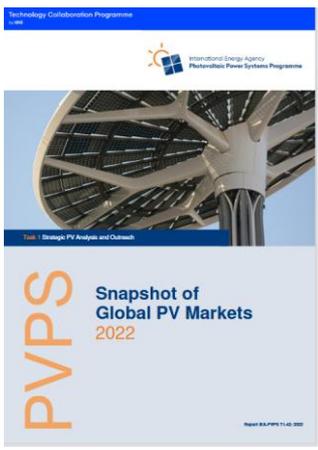
◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

研究開発項目④「動向調査」

コンソーシアム	中間目標	研究成果	判定	今後の課題と解決方針
移動体太陽電池の動向調査	<ul style="list-style-type: none"> ・自動車等への太陽電池搭載を目指した研究開発や市場の動向を把握するとともに、日本の先進的な取り組みに関する国際的な情報発信を行う ・CO2排出量削減、充電回数低減などの期待される効果を定量的に分析する。 ・移動体用太陽電池技術開発の調査・分析による結果を国内外関係者、関連するプロジェクトに広くフィードバックする。 	<ul style="list-style-type: none"> ・日本の取り組みや本事業の成果も含む太陽光発電システム搭載自動車に関する技術レポートを公表 ・CO2排出量の削減効果、外部からの充電頻度低減に着目し、走行パターンに応じた効果を定量的に分析、評価した。中長期的な低炭素化電力の普及に伴う効果を評価した ・太陽光発電搭載自動車等の太陽電池の移動体利用を巡る動向や期待される効果等をまとめた、太陽光発電システム搭載自動車検討委員会報告書（中間報告書第3版）を公開する 	○	—
リサイクル関連の動向調査	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラスのマテリアルフローの更新、グラスウールを探りあげ、その受入条件・ポテンシャルについて、中間処理業者、グラスウールメーカー等と連携して整理・把握 ・リサイクル技術開発動向、政策動向、実施事例等について基礎情報を整理・把握 ・使用済太陽光発電設備の排出量予測について更新を行うとともに、太陽光発電システムの導入・排出実態により即した予測手法への改善を検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・太陽電池由来のガラスに関するグラスウールの受入条件・ポテンシャルに関し、硝子繊維協会と連携して立ち上げたWGの成果をまとめて課題を整理・把握 ・太陽電池モジュールのリサイクルに関わる国内・海外の技術開発動向、実施状況として最新情報を整理・把握 ・使用済み太陽電池モジュールの排出、収集・運搬および中間処理等に関して関連事業者へのアンケート調査を実施。 	○	—
太陽光発電の動向調査	<ul style="list-style-type: none"> ・技術開発の方向性や普及方策の分析、検討に資する太陽光発電セル、モジュール、システムおよび太陽光発電が導入される分野に関する国内外の技術や産業・市場動向や今後の太陽光発電の可能性の調査を行い、その結果を的確にプロジェクトへフィードバック 	<ul style="list-style-type: none"> ・IEA PVPS タスク1のSnapshot Report及びTrends Reportの日本語版を公開 ・日本の太陽光発電動向を調査・分析した英文報告書(National Survey Report、NSR)を作成し、IEA PVPS タスク1に提出 ・新市場での導入事例、新型太陽電池の開発・技術・事業課動向等を調査、成果報告会を介してプロジェクトへフィードバック 	○	—

開発成果 動向調査

- 技術開発テーマのマネジメントに活用するため、**太陽電池全般、リサイクル、移動体**についての動向調査を実施。情勢を踏まえて、適宜、追加。
 - また、一部の調査結果は**IEA PVPS(実施協定)**にて欧米等の研究機関とも情報共有、情報収集を図る。
- 太陽電池全般の国内外の技術・市場動向
 - ペロブスカイト太陽電池の動向、実装に向けた課題整理(2021年度追加)
 - 太陽電池のリサイクル技術に関する動向調査
 - 太陽光モジュールの回収に係る課題整理
 - リサイクルのLCA評価や海外動向の調査(2022年度追加)
 - 移動体(車載太陽電池等)に係る動向調査
 - IEA PVPS(太陽光発電に関する実施協定)を通じた国内情報の発信と海外情報の収集



◆ 成果の普及

◆ 特許出願件数と学会発表等

項 目	特許出願		論文 (査読付)	研究発表・ 講演	新聞・ 雑誌等 への掲載	受賞 実績	展示会 への出 展
	国内	外国					
研究開発項目① (新市場創造)	36	7	88	418	120	23	14
研究開発項目② (長期安定電源化)	14	2	0	28	18	1	2
研究開発項目③ (先進的共通基盤)	0	0	5	26	1	0	0
研究開発項目④ (動向調査)	0	0	3	29	3	0	0
計	50	9	96	501	142	24	16

(2022年6月20日時点)

◆ 成果の普及

- ◆ 開発成果の普及については、NEDO自らも毎年ウェブを通じて「成果報告会」を開催したほか、国際会議、展示会等で広報に努めた。
- ◆ プレスリリースについてはNEDOに加えて、事業者から複数のプレスリリースが発表された。
- ◆ 特殊な設置形態(傾斜地設置型・営農型・水上設置型)の太陽光発電システムの設計ガイドライン2021年版を公開した。(2021年11月)
- ◆ ここ1, 2年でプレス問い合わせはさらに増えて、TV、新聞等でも取り組みが紹介された。

掲載日	主体	件名
2020年7月30日	NEDO	新たな太陽光発電技術開発で44テーマを採択 —再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取り組みを推進—
2020年12月28日	NEDO	「太陽光発電開発戦略2020(NEDO PV Challenges 2020)」を策定 —2050年の大量導入を実現する新分野を特定し技術開発を促進—
2021年11月18日	NEDO	特殊な設置形態(傾斜地設置型・営農型・水上設置型)の太陽光発電システムの設計ガイドライン2021年版(太陽光の取り組みに掲載)
2021年9月10日	(株)東芝	世界最高のエネルギー変換効率15.1%を実現した フィルム型ペロブスカイト太陽電池を開発 https://www.global.toshiba/jp/technology/corporate/rdc/rd/topics/21/2109-01.html
2022年6月6日	シャープ (株)	実用サイズの軽量かつフレキシブルな太陽電池モジュールで 世界最高の変換効率32.65%を達成 https://corporate.jp.sharp/news/220606-a.html
2022年7月19日	(株)LIXIL	既築ビルにおける脱炭素化への貢献とBCP対応に寄与する「太陽光発電 ロールスクリーンシステム」を開発し、実証実験開始 https://newsroom.lixil.com/ja/2022071902

◆ 成果の普及

報道採録(主なもの、他に専門誌等にも掲載事例あり)、また、展示会等でも実モジュールを展示し、多くの来場者が訪問した。

○2021年

- ・2月27日 テレビ朝日「CHANGE YOUR LIFE」でペロブスカイト太陽電池を放映。
- ・10月4日 毎日新聞「再考エネルギー:太陽光発電、進む「老化」」として掲載。
- ・11月20日 NHK総合「ニュース」で安全性ガイドラインを放映。

○2022年

- ・1月26～28日 再生可能エネルギー世界展示会に新エネルギー部でブース出展。各種電池を展示。
- ・6月13日に 日刊工業新聞本紙36面、14日ニュースイッチで公開。
- ・PVeye2022年8月号(7月25日発刊)の特集に掲載。



2022/1 再生可能エネルギー世界展示会

◆ 知的財産権等に関する戦略および知的財産管理

- ▶ 委託研究開発の成果に関わる知的財産権については、「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エネルギー・産業技術業務方法書」第25条の規定等に基づき、原則として、すべて委託先に帰属させることとする。
- ▶ また、コンソーシアム間においては、必要に応じて実施者間のNDA締結や、プロジェクトマネージャーを通じた実施者との緊密な連携の実現により、実施者間で情報共有を図る。

特許出願(うち外国出願)	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	計
研究開発項目① (新市場創造)	4(2)	38(5)	1(0)	—	—	43(7)
研究開発項目② (長期安定電源化)	8(2)	8(0)	0(0)	—	—	16(2)
研究開発項目③ (先進的共通基盤)	0(0)	0(0)	0(0)	—	—	0(0)
研究開発項目④ (動向調査)	0(0)	0(0)	0(0)	—	—	0(0)
計	12(4)	46(5)	1(0)	—	—	59(9)

(2022年6月22日現在)

◆本プロジェクトにおける「実用化・事業化」の考え方

研究開発項目①新市場創造技術開発

当該研究開発の結果、基盤技術等が、社会的に利用されることが実用化である。

試作品、サービス等の社会的利用(顧客への提供等)が開始されることであり、さらに、当該研究開発に係る商品、製品、サービス等の販売や利用により、企業活動(売り上げ等)に貢献することを事業化という。

研究開発項目②長期安定電源化技術開発、③先進的共通基盤

当該研究開発成果である太陽電池モジュールのリサイクル技術や安全ガイドライン、系統影響緩和、日射量予測、性能評価等の現在の太陽光発電設備が抱える課題を解決する技術が、社会的に利用されることが実用化であり、それによって関連事業者に利益をもたらすことが事業化である。

◆実用化・事業化に向けた戦略

テーマが終了する2024年以降も引き続き、企業等実施者主体で実用化・事業化に向けた活動を実施予定。

	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度
(Ⅰ)太陽光発電の新市場創造技術開発		重量制約のある屋根・壁面・移動体の技術開発・実証	低コスト化・信頼性向上・生産技術の確立・事業化に向けた企業連携（設置先等）・体制確立。			
(Ⅱ)太陽光発電の長期安定電源化技術開発		ガイドライン・マテリアルリサイクル・系統影響緩和技術	成果のセミナー等での公開（ガイドライン等）・更なる実証による検証・事業化に向けた企業連携・体制確立。			
(Ⅲ)先進的共通基盤技術の開発等		新型電池の性能評価と日射量予測技術の開発	性能評価の高精度化と技術開発へのフィードバック（電池評価）・発電事業者／電力事業者への情報公開（日射量）			
(Ⅳ)動向調査		太陽電池・リサイクル・移動体の動向調査	成果は効果し、上記技術開発および一般へフィードバック			
評価			★ 事後評価			

◆実用化・事業化の見通し

- **開発成果の出口を意識した開発(高信頼性・低コスト化等)、実装等を実施する。**例えば各分野について以下のような視点で実用化・事業化を意識した取り組みを実施している。
- 研究開発項目Ⅰ：各分野に向けた要素技術を確立し、今後、低コスト化や実証を含めた内容も実施。一部のテーマでは事業化に向けたプレスリリースを実施。
- 研究開発項目Ⅱ：安全性ガイドラインは2021年度版を更新予定。リサイクル技術開発は実プラントでの検証中。
- 研究開発項目Ⅲ：電池評価や日射量予測は、その技術を活用する予定の関係事業者とともに成果の活用方法の検討を行っている。
- 研究開発項目Ⅳ：海外動向を含めて、Ⅰ～Ⅲのテーマ運営の際の参考とするとともに、関係省庁にも情報共有している。

※実用化・事業化に向けての取り組み及び見通し」は

「個別テーマの詳細説明および実用化・事業化に向けての見通し及び取り組み」にて説明。

◆波及効果

- 研究開発項目①、②(うちリサイクル)については、日本の太陽光発電モジュールやシステム関連の産業力強化、国内シェア増加につなげる。また、新規分野への展開により、市場規模の拡大が見込める。
 - 研究開発項目②(うち安全性、系統影響)、③については、太陽光モジュール企業のみならず、太陽光発電システム、関連する事業者、周辺住民にとっても裨益するものである。
- 
- 上記を通じて、日系企業モジュールの産業競争力強化や国内導入量の増加、関連雇用の増加、CO2削減(長期的にはカーボンニュートラル)等に貢献していく。

補足資料

◆ 動向・情勢の把握と対応

(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

◆ 動向・情勢の把握と対応

(参考) グリーンイノベーション基金の成立と役割分担(2)

実用化開発はペロブスカイトの製造方法毎に企業が大学等と連携し、技術開発を進める。※積水化学、東芝、エネコートテクノロジーズ、東京大(一部)、京都大(一部)は主力電源化事業のテーマから移行。

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)の作製技術を確認するとともに、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認するため、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認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



◆ 動向・情勢の把握と対応

(参考) グリーンイノベーション基金の成立と役割分担(3)

基盤技術開発は産業技術総合研究所が実施し、前述の実用化開発の企業に貢献を図る。※産総研(一部)は主力電源化事業のテーマから移行。

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認するため、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