

# 「太陽光発電システム 長期安定電源化基盤技術開発」(事後評価) (2019年度 1年間)

## プロジェクトの概要 (公開)

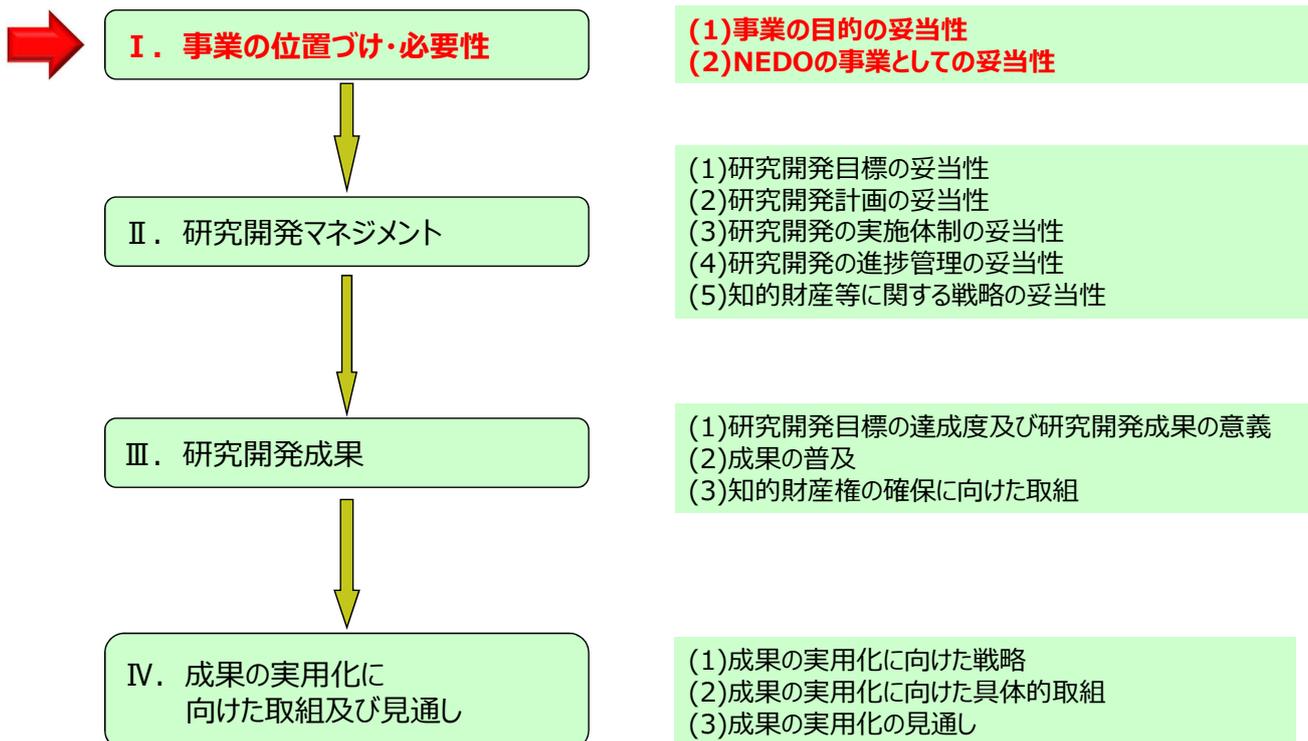
NEDO

新エネルギー部

2020年9月30日

発表内容

公開



◆ 本事業の位置付け

➤ 2020年度に向けた一年間のFS事業

	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度	2018年度	2019年度	2020年度	2021年度	2022年度	2023年度
【NEDO戦略】	太陽光発電開発戦略 NEDO PV Challenges					太陽光発電開発戦略(改訂版) NEDO PV Challenges 2020				
信頼性安全性向上	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 (NEDO負担総額2,021百万円)					太陽光発電システム 長期安定電源化基盤技術開発 プロジェクト (NEDO負担総額367百万円)				
リサイクル	太陽光発電リサイクル 技術開発プロジェクト (NEDO負担総額1,020百万円)					太陽光発電 主力電源化推進 技術開発プロジェクト  NEDO負担額 468百万円 (2020年度の左記 本事業からの関連 事業分のみ額)				
セル、デバイス	高性能・高信頼性太陽光の発電コスト低減技術開発プロジェクト (NEDO負担総額20,941百万円)									

- 2020年度に発足の「太陽光発電主力電源化推進技術開発プロジェクト」におけるガイドライン等の策定や、実証プラント構築による検証に関するFSのため、一年間の事業として、下記を実施。
  - ・研究開発項目 (I) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価
  - ・研究開発項目 (II) 太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発
  - ・研究開発項目 (III) 持続可能な太陽光発電動向調査

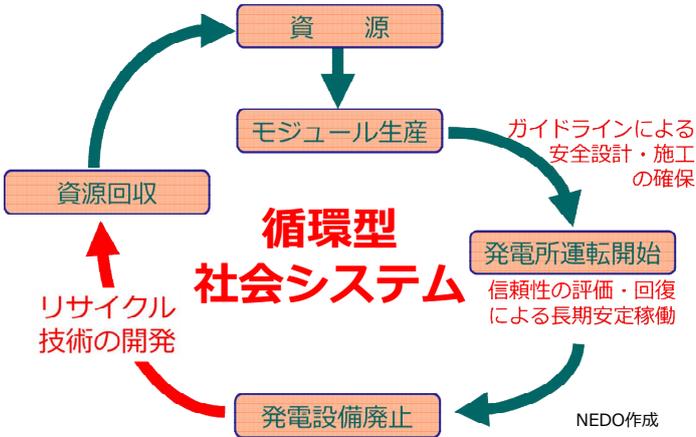
◆ 以前および今後の事業との関連

	2018年度以前 ・太陽光発電システム効率向上 維持管理技術開発 ・太陽光発電リサイクル技術開発	2019年度 ・太陽光発電システム長期安定 電源化基盤技術開発	2020年度以降 ・太陽光発電主力電源化 推進技術開発
信頼性	・これまでの技術開発より、 <u>50kW未満の発電設備の信頼性の評価・回復技術</u> が課題。	・50kW未満の発電設備の <u>信頼性評価・回復</u> に係る現状把握と課題整理。	・50kW未満の発電設備の <u>事故情報のデータベース構築と低コストの信頼性評価・回復技術</u> の開発。
安全性	・風水害による太陽光発電設備の破損を踏まえ、 <u>地上設置の太陽光のガイドライン</u> を公開。	・多様化する環境( <u>傾斜地、水上、営農</u> )のガイドライン策定に向けた現状把握と課題整理。	・ <u>傾斜地、水上、営農の構造安全と電気安全に係るガイドライン策定</u> 。
リサイクル	・ガラス分離技術について技術開発を行い、 <u>5円/W</u> を達成。	・次の段階として、より低コストの <u>3円/Wかつマテリアルリサイクル率80%</u> を目標。 ・調査の中でガラスのリサイクル可能性の観点から、実態を調査。	・ <u>3円/Wかつマテリアルリサイクル率80%の実証と検証</u> 。 ・ <u>廃棄パネルの回収とリサイクルしたガラスの用途開拓に関する実態把握と課題整理</u> 。

## 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆ 社会背景と本事業実施の必要性

➤ 循環型社会システム構築には、安全性・信頼性の確保とマテリアルリサイクル技術が必要



- エネルギーの安定的な確保と温室効果ガス(CO<sub>2</sub>)削減には、太陽光発電の導入拡大が重要。  
⇒太陽電池モジュールの低価格化等により、太陽光発電の大量導入が進行中(2020年3月の累積導入量は50.2GW)。

- 埋立廃棄物量削減やCO<sub>2</sub>削減など、さらなる環境負荷低減のためには、ガイドラインによる安全な設計施工の確保、信頼性の評価・回復による長期安定稼働、使用後の廃太陽電池モジュールのマテリアルリサイクルによる循環型社会システムの構築が必要。

- これらの課題解決には、太陽光発電設備の**安全設計・施工**と、50kW未満の小規模な発電設備\*に適用可能な**信頼性評価・回復技術**と、使用後太陽電池モジュールの**マテリアルリサイクル技術\*\***の開発が必要。

\* 本事業における50kW未満の小規模な発電設備(あるいは低圧)には、住宅用は含まない。

\*\* 本事業におけるマテリアルリサイクル技術とは、「PV由来の回収物の水平リサイクルにより、当該製品の原料化するための技術、もしくは、PV由来の回収物の新規用途開発を行い、当該用途の原料化するための技術」と定義する。

4

## 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆ 事業実施に至った背景 (安全設計・施工)

➤ 設置件数や設置環境の多様化に伴う事故の増加



- 太陽光発電設備の導入増加(2019年3月で約190万件)に伴い、**事故件数、事故率とも増加**。

- **傾斜地、水上、営農設置**の安全確保に対する社会的要請も高まる。

出典：経済省新エネルギー発電設備事故対応・

構造強度ワーキンググループ (2019年11月19日)

5

◆事業実施に至った背景 (安全設計・施工)

- 前プロジェクトで「地上設置型設計ガイドライン」を策定・公開済み(図中の①)。
- さらに、多様化が進む設置環境に応じた、安全設計・施工のためのガイドラインが必要(同②)。  
⇒空白となっている、傾斜地設置、水上設置、営農型設置等の新たな設置環境(構造設備)における安全確保のため、設計・施工のためのガイドラインが必要。

		法規制	規格	ガイドライン
構造設備	構築物 建物設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電気事業法</li> <li>・電技省令</li> <li>・電技解釈及び解説</li> <li>・建築基準法 (建築構造物、9m以上高)</li> <li>・急傾斜地法 (指定の有無)</li> <li>・農地転用に係る取扱通知 (営農型太陽光発電)</li> <li>・改正FIT(点検・保安)</li> </ul>	JIS C 8955 : 2017	① 地上設置型設計ガイドライン 日本風工学会 ハンドブック
	地上設置			② 安全な設備設計のための安全ガイドライン 策定推進中
	傾斜地設置			
	水上設置			
	営農型設置			
電気設備	太陽電池 モジュール		JIS C 8992、8954、8951 IEC JIS C 8980、8961 IEC、JESC系統連系規程	JPEA 水没安全ガイド AIST 直流電気安全 手引と技術情報
	周辺機器			
施工管理	一般			JPEA 設計と施工 改訂5版
保守管理	発電能力 安全性		JIS C 8907、8953	JPEA 保守点検ガイドライン
	設備維持			JPEA 事業の評価ガイド 経産省 事業計画策定ガイドライン

出典：NEDO

◆事業実施に至った背景 (信頼性評価・回復技術)

- 電気・構造の信頼性評価・回復技術が必要

※電気事業法における定期点検の規定は

**低圧\*** : **自主点検**  
**高圧** : **2回/年以上**  
**特別高圧** : **4回/年以上**

\*低圧とは、50kW未満の小規模な発電設備を指す

- 50kW未満の小規模な発電設備(非住宅)では、定期点検頻度が低いものが多い。  
⇒太陽光発電設備の約98%を占めており、定期点検とメンテナンスの実施率向上が必要。
- 発電事業者の意識不足や、保守費用が発電収入に対して割高なことが問題。  
⇒50kW未満の小規模な発電設備に適用可能な、低コストな点検・保守技術(信頼性の評価・回復技術)の開発が必要。

## 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆事業実施に至った背景 (マテリアルリサイクル)

➤ マテリアルリサイクルの必要性 … 埋立廃棄物量(最終処分量)の削減

- 廃太陽電池モジュールの排出量が増加、2036年には約17~28万トン/年と予測。  
⇒年間最終処分量の1.7~2.7%に相当(2015年度の年間最終処分量基準)

- 逼迫している最終処分場の残存容量  
⇒このままではあと十数年で満杯。  
最終処分量削減が喫緊の課題。

	排出見込量 (B)、(C)	平成27年度の産業 廃棄物の最終処分量 に占める割合
2020	約0.3万トン	0.03%
2025	約0.6万トン	0.06%
2030	約2.2万トン	0.2%
2036	約17~28万トン	1.7~2.7%

出典：NEDO



➤ 埋立廃棄物量を最小限にとどめるため、現行埋立処分費用 2 円/Wと同額で、**高い資源回収率を実現するマテリアルリサイクル技術\***の開発が必要。

⇒これまでの事業で、分離処理コスト 5 円/Wを達成。2円/Wに向けての前段階として、**3円/W**を目標。

⇒廃太陽電池モジュールに約20wt%で含まれる樹脂は、サーマルリサイクルとして活用可能なため、**マテリアルリサイクル率を80%**と設定。

\*本事業におけるマテリアルリサイクル技術とは、「PV由来の回収物の水平リサイクルにより、当該製品の原料化するための技術、もしくは、PV由来の回収物の新規用途開発を行い、当該用途の原料化するための技術」と定義する。

8

## 1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

## ◆政策的位置付け

## 第5次エネルギー基本計画 (2018年7月3日に閣議決定)

・2030年度の総発電電力量のうち再生可能エネルギーの割合は22~24%程度。

(うち太陽光発電の導入目標は64GW)

・**長期安定的な電源としていくため**、(中略) **使用済みパネルの適正な廃棄・処理が確実に実施されるよう対応するとともに**、**小規模な事業用太陽光発電の適切なメンテナンスを確保し**、再投資を促す。

上記に関連した内容が、「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 中間整理 (第3次) (2019年1月)」に記載されている。

※電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法等の一部を改正する法律案に対する附帯決議 (2011年8月25日 参議院経済産業委員会)

- ・**長期間にわたりその安全性等が確保**されるよう、品質保証がなされていること、メンテナンス契約が締結されていることその他の厳格な基準を設けること。
- ・耐用年数経過後において**大量の廃棄物の発生を防ぐ**観点から、設備のリサイクルシステム構築等、早急に必要な措置を講ずること。

※電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法等の一部を改正する法律案に対する附帯決議 (2016年5月24日参議院経済産業委員会)

- ・特に、太陽光発電設備については、**安全上の問題に対処**するため、認定基準や関係法令の遵守状況等の観点で不適切な事業者に対しては認定の取消等、厳正に対処すること。また、安全管理上の事故が発生していることに鑑み、太陽光発電設備の保安規制については、公衆安全並びに作業安全を確保する観点から、一般用電気工作物の太陽光発電設備を含め状況の把握に努め、事故報告の義務の対象拡大など、その強化を図ること。

9

## ◆技術戦略上の位置付け

- 長期安定電源化のため、**信頼性の評価・回復に関する技術開発のための企画立案。**
- 新しい立地環境での安全確保のため、**電気・構造に関する設計ガイドライン策定のための企画立案。**
- 封止材・ガラスの**回収率を向上**させると共に、**ガラスのマテリアルリサイクル**が可能である技術について実証。

NEDO 太陽光 技術開発戦略 (NEDO PV Challenges)	2014年 9月	4章 太陽光発電大量導入社会における課題 4.2【課題2】長期・安定な発電能力維持の必要性 太陽光は長期間稼働させることを前提に事業性を検討しているため、その信頼性は普及の大きなカギを握る。(中略) 機器の信頼性向上や維持方法の向上は重要である。 4.3【課題3】立地制約の顕在化 太陽光発電の導入は加速しているが、導入ポテンシャルは無限ではない。 4.4【課題4】廃棄物大量発生への対応 我が国ではリサイクル処理技術に関する取組が一部存在するものの十分ではなく、太陽光発電のさらなる普及を図るためには、リサイクル処理技術の実用化を着実に進めるとともに、撤去・回収・分別等においても低コスト化技術の有効性や実現可能性を検討する必要。
NEDO 太陽光 技術開発戦略 改訂版 (NEDO PV Challenges 2020)	2020年 後半 (予定)	1. 太陽光発電戦略の目的 これらを踏まえ、今後の太陽光発電の発展に必要な5つの課題を提示するとともに、それぞれの課題に対する技術開発の方向性を示す予定。 (5つの課題のうち) 【課題2】立地制約と系統制約への顕在化 【課題3】安全性の向上 【課題4】循環型社会の構築(信頼性、リサイクル)

10

## ◆国内外の施策・技術動向(信頼性・安全性向上)

## 【国内】

- ・資源エネルギー庁：事業計画策定ガイドライン(太陽光発電)(2017年、2020年改訂)  
⇒再生可能エネルギー発電事業者が遵守すべき事項及び推奨される事項を記載。
- ・経済産業省：新エネルギー発電設備事故対応・構造強度ワーキンググループ  
中間報告(2019年)  
⇒再生可能エネルギー発電設備の保安を巡る課題(設置件数や事故件数の増加)を検討。
- ・資源エネルギー庁：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  
中間整理(第三次)(2019年)  
⇒50kW未満の太陽光発電設の安全確保等を検討。

11

## ◆国内外の施策・技術動向（信頼性・安全性向上）

## 【海外】

- ・米国 エネルギー省(DOE)太陽光エネルギー技術局(SETO):2020年度融資プログラム  
⇒システム・インテグレーション分野において、特にコミュニティ・レベルでの電力システムの回復力と信頼性を高めて太陽エネルギーの機能強化を目指す融資案件を募集・選考中。
- ・欧州連合：エネルギー総合計画“Clean Energy for All European”（2018年）  
⇒加盟各国のクリーンエネルギー・イノベーションの促進（政策先行型）。  
⇒統合欧州戦略的エネルギー技術計画(SET)の目標の一つとして「寿命、品質及び、持続可能性の更なる向上」を設定。
- ・ドイツ 連邦経済エネルギー省：第7次エネルギー研究プログラム  
⇒システムにおける環境に優しく安全な電力供給のための研究を継続。太陽電池部材やシステムの品質や信頼性の問題を重点課題の一つとしている。
- ・中国：第13次5ヶ年計画(2016～2020年)  
⇒2020年における目標のなかに、農地や養殖池への設置の推進が記載されている。
- ・韓国 産業通商資源部：2020年エネルギー技術開発の実行計画(案)(2020年1月)  
⇒重点分野中の太陽光発電システムに関する課題に、「立地の多様化や建物設置への適応性を向上させるための技術開発の推進」が挙げられている。

12

## ◆国内外の施策・技術動向（マテリアルリサイクル）

## 【国内】

- ・総務省：太陽光発電設備の廃棄処分等に関する実態調査(2017年)
- ・環境省：太陽光発電設備のリサイクル等の推進に向けたガイドライン(第二版)(2018年)
- ・資源エネルギー庁：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 中間整理(第三次)(2019年) ⇒太陽光発電設備の廃棄等費用の確保
- ・資源エネルギー庁：太陽光発電設備の廃棄等費用の確保に関するワーキンググループ 中間整理（2019年）⇒太陽光発電設備の廃棄等費用確保のための積立て

## 【海外】

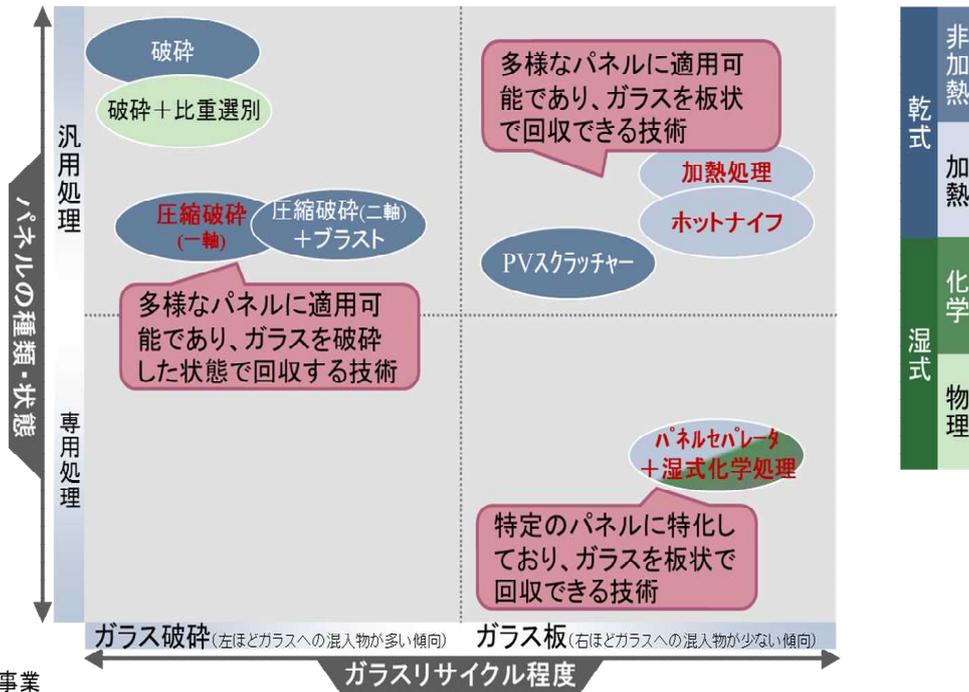
- ・欧州連合：統合欧州戦略的エネルギー技術計画(SET)  
研究開発目標に、「太陽光発電の価値連鎖全体でライフサイクル環境影響を最小限に抑え、太陽電池モジュール・コンポーネントのリサイクル性を向上」を挙げている。
- ・ドイツ：第7次エネルギー研究プログラム(2018年～)の公募による技術開発  
重点課題として、太陽光発電システムのリサイクルが公募された。
- ・中国：国立の研究機関、中国科学院电工研究所(IEE CAS)と企業、機関の協力による基礎的な研究。いずれも結晶Si太陽電池モジュールを対象としたリサイクル技術を開発。
- ・韓国 産業通商資源部：2020年エネルギー技術開発の実行計画(案)(2020年1月)  
⇒重点分野として、「太陽電池モジュールのリサイクルが挙げられている。

13

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆国内外の施策・技術動向 (マテリアルリサイクル)

➤ リサイクル技術俯瞰図 (前回のプロジェクトの調査結果 (国内))



赤: NEDO事業  
出所) 事業原簿等各種文献調査、ヒアリング調査等に基づき三菱総研作成(実証試験実施、事業化済み技術のみを整理)

● 本プロジェクトの調査結果を次ページ以降に示す

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆国内外の施策・技術動向 (マテリアルリサイクル)

本プロジェクトの調査結果: サンドブラスト法 (ミクロンメタル株)

調査項目	調査結果
技術概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>ジャンクションボックスおよびアルミフレームを取り外した太陽電池モジュールのカバーガラス表面に対して、粒状の投射材料を吹き付けることで、太陽電池セルからカバーガラスを物理的に剥離する。</li> <li>手動装置と自動装置の2種類がラインナップ</li> </ul> <p>出所) 未来創造HP, <a href="https://mirai-souzou.co.jp/recycle-solar/">https://mirai-souzou.co.jp/recycle-solar/</a>, アクセス日: 2019年9月20日</p>
適用モジュール	<ul style="list-style-type: none"> <li>シリコン系単結晶、多結晶モジュールが主な対象</li> <li>化合物系のモジュールについては有害物質の管理の観点から対象外</li> <li>割れているもの、曲がったもの、両面ガラスの処理も可能</li> </ul>
大量処理容易性	<ul style="list-style-type: none"> <li>手動装置では約6分/枚、自動装置では約60秒/枚</li> </ul>

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆国内外の施策・技術動向 (マテリアルリサイクル)

本プロジェクトの調査結果：**破碎法** (近畿電電輸送株)

調査項目	調査結果
技術概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境省補助金を活用し、近畿工業株式会社の廃太陽電池モジュール処理設備「Resola」を導入。投入部とアルミフレーム解体機、ガラス剥離機で構成される全自動太陽電池モジュール処理設備。(6,000万円)</li> <li>手作業によりジャンクションボックスを取り外した太陽電池モジュールを、ガラス面を下にして投入すると、センサーによりアルミフレームの位置が感知され、自動でアルミフレームが解体・回収される。</li> <li>アルミフレーム回収後、ロール状の刃物により5回粉碎されることで、太陽電池モジュールからガラスを剥離することが可能。</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>
適用モジュール	<ul style="list-style-type: none"> <li>シリコン系単結晶、多結晶モジュールが主な対象</li> <li>割れているもの、曲がったものも処理可能</li> <li>薄膜系、化合物系のモジュール、両面ガラスは対象外</li> </ul>
大量処理容易性	<ul style="list-style-type: none"> <li>約120秒/枚で、連続式で処理可能</li> </ul>

1. 事業の位置付け・必要性 (1) 事業の目的の妥当性

◆国内外の施策・技術動向 (マテリアルリサイクル)

総務省の勧告

研究開発項目(Ⅲ)太陽光発電システムのリサイクル戦略策定に向けた基礎調査 より

- 総務省では、「太陽光発電設備の廃棄処分等に関する実態調査」の勧告(2017年9月)に対する改善措置状況(2回目のフォローアップ)について2019年11月に概要をとりまとめた。

1 災害による損壊パネルへの対処

<主な勧告事項(調査結果)>

- 感電等の危険性やその防止措置の確実な実施等について周知徹底

<主な改善措置状況>

- 関係道府県に対し、損壊パネルによる感電等の危険性についての地域住民等への注意喚起などについて、**市町村・事業者への周知を求める通知**を发出
- 平常からの備えを一層推進するため、平成30年12月、**環境省ガイドラインに、損壊パネルの取扱い等を追記するなどの改訂・公表**を行い、地方公共団体・関係事業者団体に周知

2 使用済みパネルの適正処理・リサイクル

<主な勧告事項(調査結果)>

- 有害物質情報を容易に確認・入手できる措置、排出事業者から産廃処理業者への情報提供義務の明確化、適切な埋立方法の明示

<主な改善措置状況>

- 業界団体が作成・公表したガイドライン(平成29年12月)に基づき、パネルメーカー等が**有害物質情報を積極的に開示していくことをアクションプランに盛り込み**
- 平成30年12月に**有害物質情報等に関して環境省ガイドラインを改訂**

<主な勧告事項(調査結果)>

- 使用済みパネルの回収・適正処理・リサイクルシステムの構築について、法整備も含め検討

<主な改善措置状況>

- 平成30年7月、**安定的なリサイクル状況の整備等を満たした、円滑・効率的なリサイクル・適正処分に係る制度の早期導入について公表**
- 同月、エネルギー基本計画を閣議決定、法整備も含めた検討、パネルの適正処理の確実な実施を明記。また、**廃棄等費用の積立計画・進捗状況の報告を義務化・公表**。今後も、自主的なリサイクルの実施状況や諸外国の動向を踏まえ、**法整備も含め継続的に検討**

## ◆他事業との関係

## ➤ 信頼性・安全性向上

## ● 経済産業省：令和2年度 産業保安高度化推進事業費補助金

⇒電力、コンビナート等の産業インフラについて、遠隔監視・制御、AIによる設備点検作業の自動化などスマート保安技術の実証を行うもの。

## ● 日本電機工業会、太陽光発電協会：太陽光発電システム保守点検ガイドライン (2017年、2019年改訂)

⇒本事業では、このガイドラインと連携したガイドラインの策定を目指す。

## ➤ マテリアルリサイクル

● 環境省：平成30,31年度二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金 (省CO<sub>2</sub>型リサイクル等高度化設備導入促進事業)

⇒いずれも、リサイクルプロセス全体のエネルギー起源の二酸化炭素排出の抑制の観点から実施されるもので、二酸化炭素の確実な削減が重要な目的となっている。

一方本事業は、**回収物のマテリアルリサイクルによる当該製品を原料化するための低コスト技術開発、もしくは回収物の新規用途開発による当該用途への原料化**を目的とするものである。

## ◆NEDOが関与する意義



- 再生可能エネルギーの主力電源化を目指し、太陽光の発電の大量導入社会を構築するためには、顕在化した様々な課題の解決が必要。
- 特に、近年の自然災害に関連して太陽光発電設備の破損事故例が数多くなっており、なかでも国内設置件数の98%以上を占める50kW未満の小規模な発電設備に関して、事故や破損に繋がる事象の事前検知やその対応に関する技術開発が求められている。
- また、災害等で太陽電池モジュールの廃棄物が発生しているが、2030年代のFIT終了後にはさらに大量の廃モジュールの発生が予測されており、そのリサイクル技術の開発が重要。
- これらは**公益性が高く、かつ民間企業では開発リスクが大きく、関連する技術的知見も乏しい**。また、規格・法令の整備も遅れている。このため、NEDO主導による産学連携での開発体制が必要。
- これらの成果により、特に小規模発電設備と中心とした**太陽光導入の促進**と、**埋立廃棄物量が削減**され、**循環型社会システムの構築に資**することが期待される。

**NEDOが持つマネジメント実績を活かして、産学官体制で推進すべき事業**

◆実施の効果（費用対効果）

プロジェクト一覧とNEDO負担額

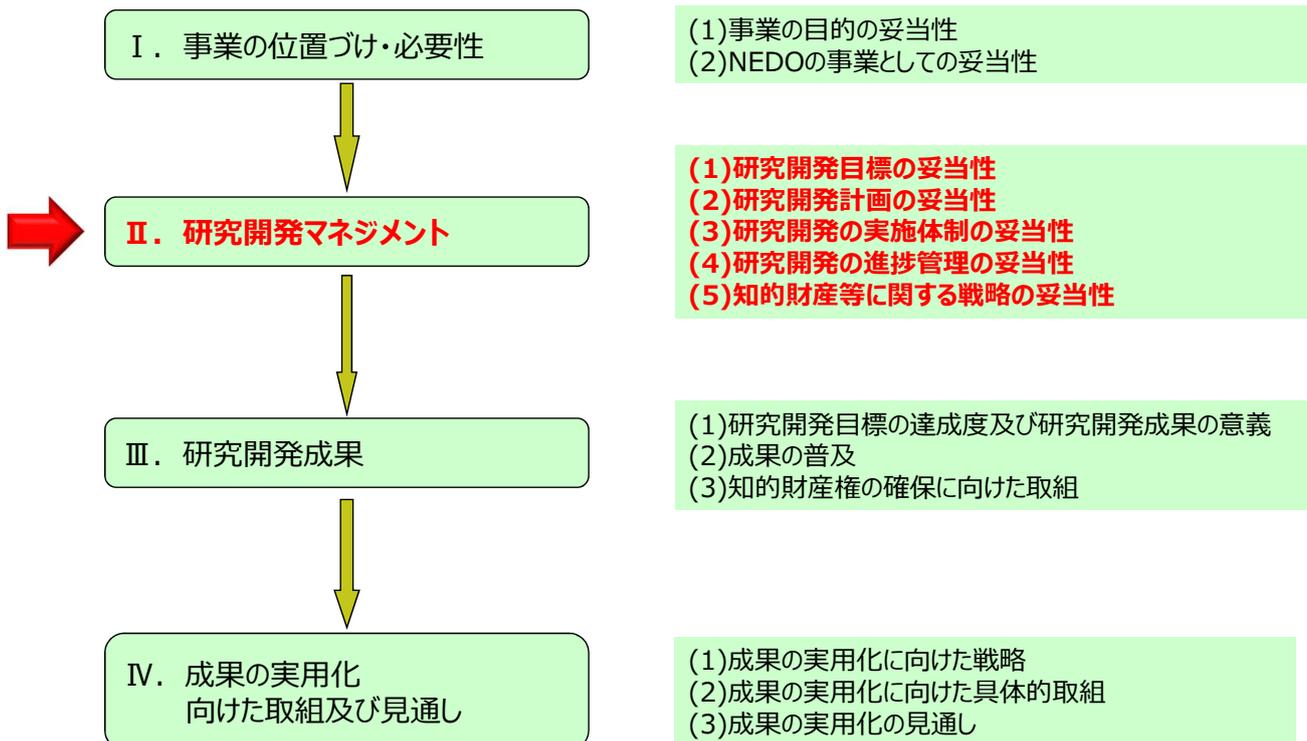
(単位：百万円)

中項目	小項目	実施者	2019年度
研究開発項目（Ⅰ） 「太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価」 NEDO負担割合 1/1	(i) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上の技術評価およびガイドライン策定に関する企画立案	国立研究開発法人 産業技術総合研究所	89
		S O M P O リスクマネジメント株式会社	14
		一般社団法人 構造耐力評価機構	51
		一般社団法人 太陽光発電協会	13
研究開発項目（Ⅱ） 「太陽電池マテリアルリサイクル 要素技術開発」 NEDO負担割合 2/3	(ii) I o T 技術による長期安定稼働 P V システムの開発シナリオ策定と要素技術の予備検討	太陽光発電技術研究組合	22
		ソラーフロンティア株式会社	60
研究開発項目（Ⅲ） 「持続可能な太陽光発電 動向調査」 NEDO負担割合 1/1	(i) 多様化太陽光発電システムの信頼性・安全性に関する動向調査	株式会社資源総合システム	18
	(ii) 太陽光発電システムのリサイクルに関する国内動向調査及び排出量予測	株式会社三菱総合研究所	20
	(iii) 既設建築物への Z E B 化に向けた太陽電池設置の可能性に関する調査	太陽光発電技術研究組合	18
合計			367

- 本事業は1年間のFSであるが、この成果を元に2020年度以降の事業において、
  - ・新しい設置環境や50kW以下の設備において、安全性・信頼性向上が促進される。
  - ・廃太陽発電モジュールのマテリアルリサイクルによって、埋立廃棄物削減やCO<sub>2</sub>削減に貢献するとともに、太陽光発電に関する循環型社会構築に繋がる。

20

発表内容



## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

## ◆ 本事業の構成、研究開発目標と根拠

研究開発項目	研究開発目標	根拠
(I) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価	<p>(i) 太陽光発電設備としての信頼性向上技術開発のための課題を明確化するため、特に50kW以下の小規模な発電設備に適用可能なものの<b>信頼性の評価・回復に有効な技術の開発課題を明確化するための企画立案を行う。</b></p> <p>(ii) 「傾斜地」「営農」「水上」へと多様化が進む設置形態での安全確保のため、電気安全・構造安全に関する設計・施工、普及促進の<b>ガイドライン作成のための企画立案を行う。</b></p>	<p>太陽光発電は導入量が約50GWに拡大したが、98%が小規模な発電設備であり、買取期間終了後の事業継続性に懸念が出ている。このため、発電事業として適正な継続や将来への再投資のためには、発電設備を適正に評価し、その信頼性を維持あるいは向上させる必要がある。</p> <p>一方、太陽光発電設備は、「傾斜地」「営農」「水上」など、多様な環境に設置されるようになってきたが、当該環境における安全性確保のための技術的知見は乏しく、規格・法令の整備も遅れており、太陽光発電システムの安全性確保に関する指針作成が必要である。</p>
(II) 太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発	<p>発電事業終了後の廃棄モジュールの低コスト分解処理技術・資源回収率向上技術開発のため、封止材、ガラスを対象とした部材再利用に係る技術として、<b>分解処理コスト(3円/W)以下と資源回収率(80%以上)を両立させる技術を見出す</b>と共に、分解処理後のPV由来の回収物を評価し、マテリアルリサイクルの可能性を明確化する。</p>	<p>発電事業終了後の設備廃棄等に対する地元での懸念や産業廃棄物への回避が必要。調達価格の低減が進むに伴い、正しく処理が行われるための更なる処理コストの低減やリサイクル技術が必要となっている。</p> <p>※これまでの事業で、分離処理コスト5円/Wを達成。埋立処分費2円/Wに向けての前段階として、<b>3円/W</b>を目標。廃太陽電池モジュールに約20wt%で含まれる樹脂は、サーマルリサイクルとして活用可能なため、<b>マテリアルリサイクル率を80%</b>と設定。</p>

22

## 2. 研究開発マネジメント (1) 研究開発目標の妥当性

## ◆ 本事業の構成、研究開発目標と根拠

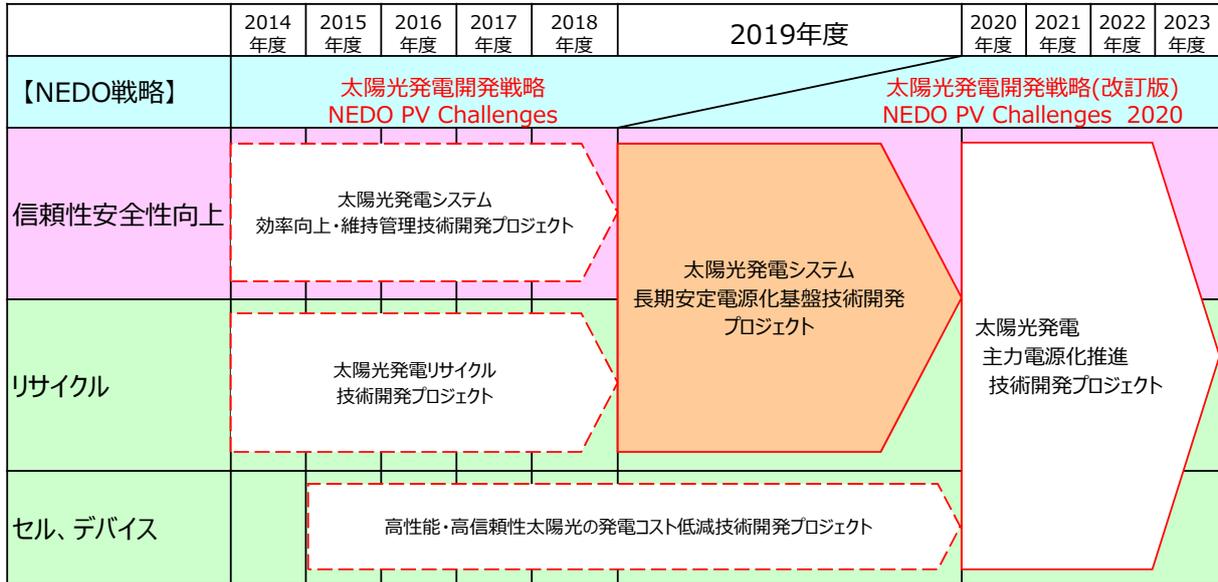
研究開発項目	研究開発目標	根拠
(III) 持続可能な太陽光発電動向調査	<p>i) 国内外の急傾斜地、営農、水上等の設置環境や太陽光発電システムの信頼性・安全性に関わる市場、技術、政策等のトレンドを調査・分析し、日本での<b>技術開発に活用可能な情報として纏める。</b></p> <p>(ii) 太陽電池光発電システムのリサイクルに関わる国内の技術開発動向、普及動向、政策動向、実施事例などを<b>調査</b>し、国内の太陽光発電システム導入分布を考慮した<b>排出量予測</b>を纏める。</p> <p>(iii) 既設建築物のZEB化に向けた太陽光発電システム設置の可能性について確認するため、開口部としての窓や改修時に設置可能な部位への太陽電池適用について国内外の市場・技術動向を調査し、既築建築物のZEB化への技術課題、要求性能を抽出する。</p>	<p>本事業の一環として、国内外における太陽光発電システムの信頼性・安全性、多様化する設置環境、マテリアルリサイクルや既設建築物のZEB化に係る、技術、政策、市場等のトレンドを調査・分析し、日本での技術開発に活用可能な情報として纏める必要がある。</p> <p>さらに、新たな太陽光発電のマーケットとして、既設建築物へのZEB化に向けた太陽電池設置の可能性について調査する。</p>

23

2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆研究開発のスケジュール

- 一年間のFSとして、2020年度に発足する「太陽光発電主力電源化推進技術開発」事業での実証・実用化やガイドライン作成に繋げる。



2. 研究開発マネジメント (2) 研究開発計画の妥当性

◆プロジェクト費用

プロジェクト一覧とNEDO負担額

(単位：百万円)

中項目	小項目	実施者	2019年度
研究開発項目 (I) 「太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価」 NEDO負担割合 1/1	(i) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上の技術評価およびガイドライン策定に関する企画立案	国立研究開発法人 産業技術総合研究所 S O M P O リスクマネジメント株式会社 一般社団法人 構造耐力評価機構 一般社団法人 太陽光発電協会	89 14 51 13
	(ii) I o T 技術による長期安定稼働 P V システムの開発シナリオ策定と要素技術の予備検討	太陽光発電技術研究組合	22
研究開発項目 (II) 「太陽電池マテリアルリサイクル 要素技術開発」 NEDO負担割合 2/3	(i) 合わせガラス型太陽電池のマテリアルリサイクル要素技術開発	ソーラーフロンティア株式会社	60
	(ii) 太陽電池モジュールの触媒使用によるリサイクル技術開発	株式会社トクヤマ	60
研究開発項目 (III) 「持続可能な太陽光発電 動向調査」 NEDO負担割合 1/1	(i) 多様化太陽光発電システムの信頼性・安全性に関する動向調査	株式会社資源総合システム	18
	(ii) 太陽光発電システムのリサイクルに関する国内動向調査及び排出量予測	株式会社三菱総合研究所	20
	(iii) 既設建築物への Z E B 化に向けた太陽電池設置の可能性に関する調査	太陽光発電技術研究組合	18
合計			367

本日の発表プロジェクト

2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆実施体制

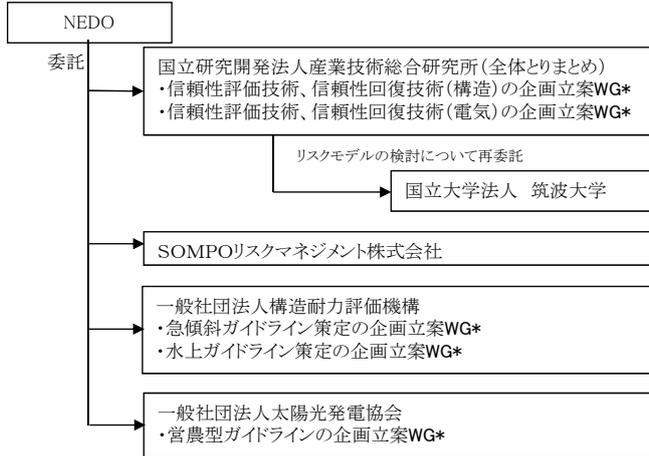
研究開発項目 (I) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価

(i) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上の  
技術評価およびガイドライン策定に関する企画立案

実施者：産業技術総合研究所、SOMP Oリスクマネジメント(株)  
(一社)構造耐力評価機構、(一社)太陽光発電協会

(ii) IoT技術による長期安定稼働PVシステムの  
開発シナリオ策定と要素技術の予備検討

実施者：太陽光発電技術研究組合



\* 本事業の目的を達成するため、分野毎に、研究機関、関連事業者等の専門家により構成されるワーキンググループを立ち上げ議論を行った。



2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

◆実施体制

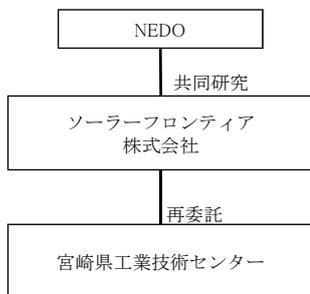
研究開発項目 (II) 太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発

(i) 合わせガラス型太陽電池の  
マテリアルリサイクル要素技術開発

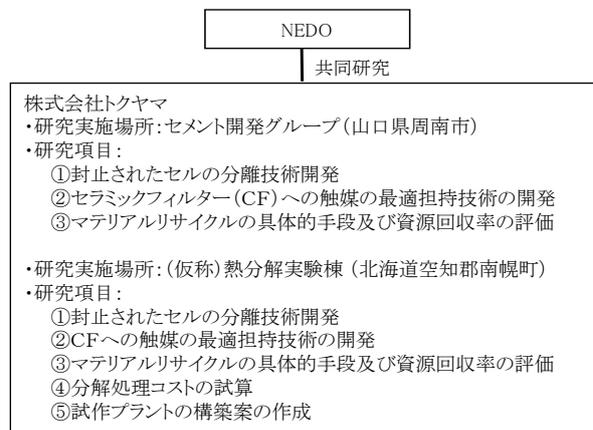
実施者：ソーラーフロンティア(株)

(ii) 太陽電池モジュールの触媒使用による  
リサイクル技術開発

実施者：(株)トクヤマ



(ガラス及び樹脂材料の清浄度分析、プロセスダメージによるカバーガラスの強度変動分析に関する開発を再委託)



## 2. 研究開発マネジメント (3) 研究開発の実施体制の妥当性

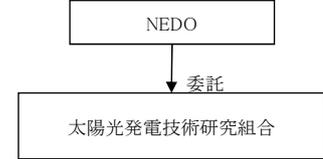
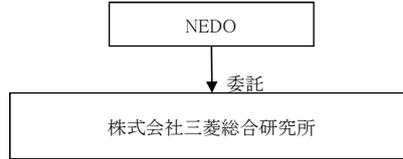
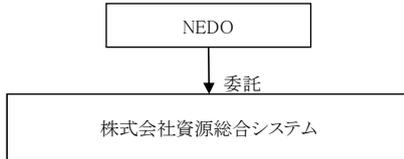
## ◆実施体制

## 研究開発項目(Ⅲ) 持続可能な太陽光発電動向調査

(i) 多様化太陽光発電システムの  
信頼性・安全性に関する動向調査  
実施者：株式会社資源総合システム

(ii) 太陽光発電システムのリサイクル  
に関する国内動向調査  
及び排出量予測  
実施者：株式会社三菱総合研究所

(iii) 既設建築物へのZEB化に向けた  
太陽電池設置の可能性に  
関する調査  
実施者：太陽光発電技術研究組合



## 2. 研究開発マネジメント (4) 研究開発の進捗管理の妥当性

## ◆進捗管理

- 外部有識者による推進委員会（下記）を開催し、委託先からの報告を受けるとともに、開発の方向性などを審議し、必要に応じて開発内容の修正を実施。
- 委員は技術的視点での進捗状況を確認し、各研究開発テーマ、或いは事業者の成果を評価し、対応策について助言・提言を行った。

## ■ 推進委員会の詳細 (1/2)

研究開発項目(Ⅰ) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価 推進委員会

・メンバー(敬称略)

委員長 近藤 道雄 (国立研究開発法人産業技術総合研究所 コーディネータ)  
委員 植田 讓 (学校法人東京理科大学 教授)  
委員 一木 修 (株式会社資源総合システム 代表取締役)  
委員 田村 良介 (株式会社NTTファシリティーズ 再生可能エネルギー事業室)

※ 推進委員会は、2019年9月及び2020年1月の2回実施

委員会種別	開催時期	主な検討項目
推進委員会	第1回 (2019年9月25日)	検討すべき点が多いため、計画的かつ系統だった調査・実験を進めること。
推進委員会	第2回 (2020年1月9日)	総括と次期事業に向けての見通しについて。

## ◆ 進捗管理

## ■ 推進委員会の詳細 (2/2)

## 研究開発項目(Ⅱ) 太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発

## ・メンバー(敬称略)

委員長	大和田 秀二	(早稲田大学 教授)
委員	松野 泰也	(千葉大学 教授)
委員	加藤 聡	(ガラス再資源化協議会 代表幹事)
委員	大木 達也	(産業技術総合研究所 総括研究主幹)
委員	亀田 正明	(太陽光発電協会 技術部長)
委員	河本 桂一	(みずほ情報総研株式会社 シニアコンサルタント)

※ 推進委員会は、研究項目Ⅲ②の「リサイクルに関する国内動向調査及び排出量予測」を含め2019年11月及び2020年2月の2回実施

委員会主別	開催時期	主な検討項目
推進委員会	第1回 (2019年11月22日)	試作機による分離実験状況の確認。採用すべき排出量予測モデルについて議論。
推進委員会	第2回 (2020年2月17日)	事業化へ見直しについて。

30

## ◆ 動向・情勢の把握と対応

- プロジェクト開始後に発生した以下の2事象について迅速に対応し、プロジェクトに反映した。

情勢変化	対応
○台風15号の強風による、 <b>水上設置型太陽光発電所の被災</b> 及びその後の火災発生 (2019年9月)	●被害状況を確認し、発生原因を特定して、ガイドラインへの展開を図ることとした [(I) - (i) 「太陽光発電設備の信頼性・安全性向上の技術評価およびガイドライン策定に関する企画立案」]。
○太陽光発電システムへのIoT技術導入促進と、NFPA 70 (NEC) 2020による規制等に伴う <b>モジュールへの安全性ニーズ</b> の高まり	●IoT化の技術開発シナリオ案に、緊急遮断機能を持つ高安全モジュールの開発を加える [(I) - (ii) 「IoT技術による長期安定稼働PVシステムの開発シナリオ策定と要素技術の予備検討」]。



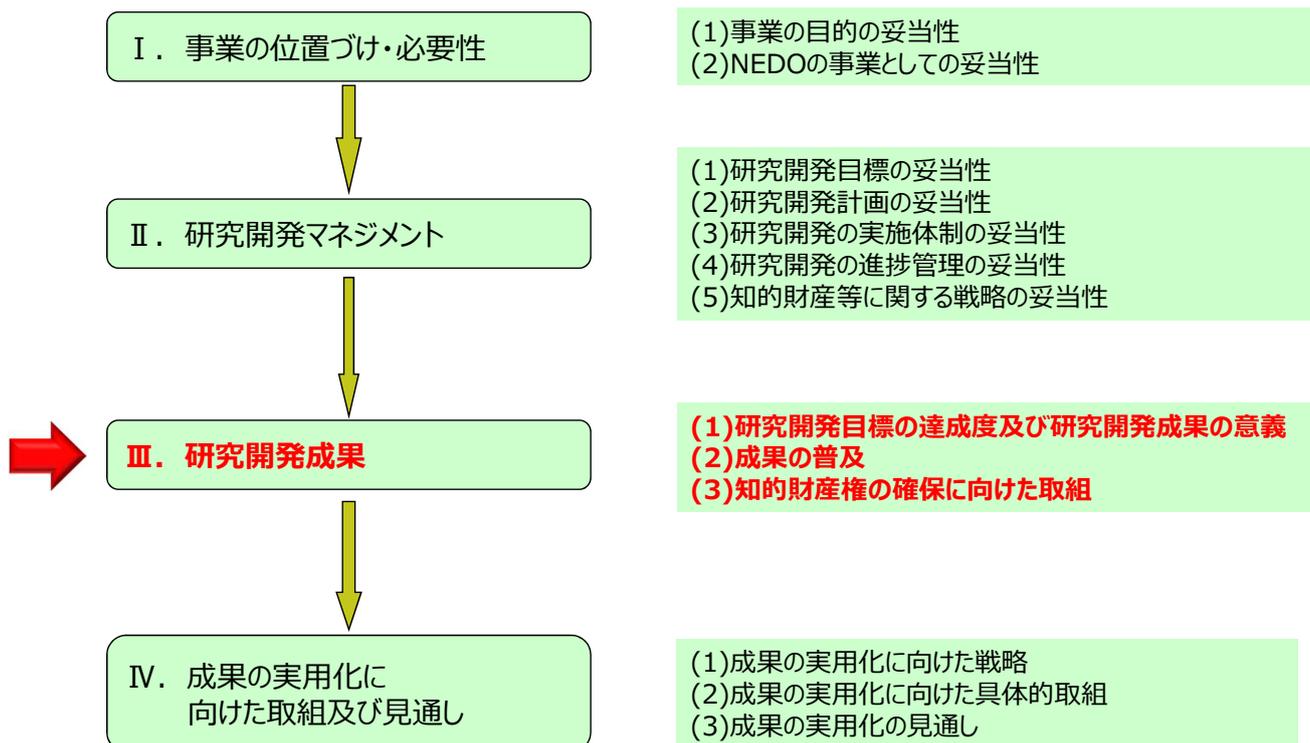
台風による被害(水上)

31

## ◆ 知的財産権等に関する戦略、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した。
- 要素技術開発のための成果物として2件の特許出願を行ったが、本事業はFSのため、2020年度に発足する「太陽光発電主力電源化推進技術開発事業」において、実証に向けた系統的な特許抽出を行い、特許戦略を立案する。

## 発表内容



◆研究開発項目毎の目標と達成状況

(I) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価

研究開発テーマ	最終目標	成果	達成度	今後の方針
(i) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上の技術評価およびガイドライン策定に関する企画立案 (産総研他)				
①設置環境の信頼性評価技術、信頼性回復技術の企画立案	様々な地形や設置環境において、太陽光発電設備の安全性や信頼性を失う要因に対する対策手法や懸念されるリスクを明らかにし、技術課題の抽出を行う。	太陽光発電の発電設備を構成する土木、基礎・構造、発電設備(発電性能と安全)、環境影響に対するリスクアセスメントを実施し、それぞれのリスクを現地で評価する技術(信頼性評価技術)とリスクを低減する技術(信頼性回復技術)についての <b>実態把握を行うことで</b> 、既存技術のコスト低減が必要な項目や対策が不足している項目などの <b>課題を抽出し</b> 、それら課題を解決可能な技術の開発項目や体制などを含めた <b>技術開発計画の企画立案を行った</b> 。	○	発電設備の信頼性評価・回復のため、立案内容に基づいた技術開発を実施する。
②構造の信頼性評価技術、信頼性回復技術の企画立案	構造に関して、太陽光発電設備の安全性や信頼性を失う要因に対する手法や懸念されるリスクを明らかにし、技術課題の抽出を行う。		○	
③発電モジュールの信頼性評価技術、信頼性回復技術の企画立案	発電モジュール(発電特性)に関して、太陽光発電設備の安全性や信頼性を失う要因に対する手法や懸念されるリスクを明らかにし、技術課題の抽出を行う。		○	
④発電モジュールを除く電気設備の信頼性評価技術、信頼性回復技術の企画立案	電気設備に関して、太陽光発電設備の安定性を失う要因に対する手法や懸念されるリスクを明らかにし、技術課題の抽出を行う。		○	

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部達成、× 未達

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

(I) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価

研究開発テーマ	最終目標	成果	達成度	今後の方針
(i) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上の技術評価およびガイドライン策定に関する企画立案 (産総研他)				
⑤急傾斜地ガイドライン策定の企画立案	「急傾斜地」への太陽光発電システムの設置において、電気安全、構造安全に関する設計施工について考慮する項目について課題を抽出する。	「傾斜地型」「営農型」「水上型」等の新しい設置形態 <b>特有の設計・施工項目を抽出し</b> 、設計・施工等のガイドライン策定に <b>必要な情報収集方法や策定体制などを含めた企画立案を行った</b> 。	○	太陽光発電設備の安全性確保のため、立案した企画に基づいて、ガイドラインの作成を行う。
⑥営農型ガイドライン策定の企画立案	2018年度のNEDO事業で策定した「地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン」および「構造設計例」並びに営農型太陽光発電に関する調査を踏まえ、営農型太陽光発電設備において、電気安全、構造安全に関する設計施工等について課題を抽出する。		○	
⑦水上ガイドライン策定の企画立案	「水上」への太陽光発電システムの設置について、電気安全、構造安全に関する設計・施工について考慮する項目、および設備自身と周辺環境のために考慮する項目として、風荷重、積雪荷重、波力、フロートの係留工法、腐食対策、漏電対策、水質変化等の課題を中心に課題を抽出する。		○	

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部達成、× 未達

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

(I) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価

研究開発テーマ	最終目標	成果	達成度	今後の方針
(ii) IoT技術による長期安定稼働PVシステムの開発シナリオ策定と要素技術の予備検討 (太陽光発電技術研究組合)				
①IoTパワーコンディショナによる遠隔O&M技術の予備検討	遠隔O&Mのプロトタイプを試作し、パワーコンディショナ、太陽電池、及びシステム全体の点検手法を確認するとともに、その課題抽出、開発シナリオの策定を行う。	IoT-PCSの遠隔O&Mにより、通常の不具合の他、システムの性能低下等の検出の可能性を確認し、 <b>開発シナリオを策定</b> 。コストシナリオも明確にした。	○	機能を集約したPCSを中心とした太陽光発電システムを開発する。  太陽電池モジュールの火災安全に必要とされる技術基準案、ならびに高安全な太陽光発電システムの点検、診断に必要とされる技術基準案を策定する。
②IoTストリング診断の予備検討	ストリング単位で発電電力、温度などを計測するIoTシステムを実施の太陽光発電システムに後付け設置し、信頼性評価、信頼性回復に貢献できることを実証するとともに、その課題抽出、開発シナリオの策定を行う。	<b>ストリングIoT</b> により、小規模な太陽光発電システムでも安全・出力安定・機器故障・アセット評価やリユース判別への <b>活用ができることを実証</b> した。さらに、これらの課題整理を行うとともに、さらなる付加価値創造シナリオを提言した。	○	
③MLPEによるIoTシステムの予備検討	MLPE (Module Level Power Electronics) を太陽光発電システムに設置し、安全性 (シャットダウン) の実証、発電性能低下抑制 (モジュール単位MPPT) の効果を実証する。また、課題抽出と開発シナリオの策定を行う。	MLPEが、遮断性能などの基本性能において高い安全性を有することを実証した。太陽光発電は広範囲に「建物と共存する時代」を迎えており、 <b>建物と同等レベルで「長期に安定で安全な電源」となるべく、安全性規程の整備状況に応じたシナリオを提言</b> した。	○	
④IoT技術による長期安定稼働PVシステムの開発シナリオ策定	住宅への太陽光発電システムの搭載率向上に伴い、火災等の事故も増加している。その事前対策として、信頼性評価、信頼性回復に貢献するIoT技術の評価、課題抽出を行うとともに、その開発シナリオを策定する。	IoT PCSの技術開発を中心にした開発シナリオを提言。 <b>モジュールやシステムの技術基準整備も提言</b> 。	○	

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部達成、× 未達

36

◆ 研究開発項目毎の目標と達成状況

(II) 太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発

研究開発テーマ	最終目標	成果	達成度	今後の方針
(i) 合わせガラス型太陽電池のマテリアルリサイクル要素技術開発 (ソーラーフロンティア)				
①実モジュールにおける基板ガラスとカバーガラスの解体	実モジュールサイズのパネルセパレータ設備を導入し、プロセスの妥当性を検証する。また、水平リサイクルに向けてEVA残渣に対する定量化を行い、各種プロセス感度を解析する。	EVA残渣品質を維持しつつ、 <b>タクトタイムを前プロジェクトの1/2</b> にできた(20枚連続処理でもカバーガラスの割れ無し)。更に比重選別機を導入することにより、高純度の基板ガラスを選別できることを確認。	◎ (処理速度2倍で目標達成)	本プロジェクトで確認した技術を推し進め、実証プラントを構築し、低コストで低環境負荷なマテリアルリサイクルを実証する。
②水平リサイクル又はユースに対応したカバーガラスの清浄化および品質確認技術	リユース可能技術を開発する。その際、パーズン材料費と同等以下の処理費用を実現する。	新たに <b>プチルゴムの除去</b> が問題になったが、 <b>酸素ラジカルによるプラズマ除去</b> で対応できることを見出した。処理コスト低減が今後の課題である。	○	
③基板ガラス及び樹脂材料の分離・選別技術				
④マテリアルリサイクルが可能なレベルまで清浄化する技術	・基板ガラス及び樹脂材料のマテリアルリサイクル率60%。	・基板ガラスのマテリアルリサイクル率90%以上の見込み。 ・樹脂材料のマテリアルリサイクル率50%以上の見込み。	◎	
⑤基板ガラス及び樹脂材料のマテリアルリサイクルのための用途開発	・モジュール全体の資源回収率80%(重量比)。 ・売却益を含む分解処理コスト3円/W以下。	・モジュール全体の <b>資源回収率90%以上の可能性確認</b> 。 ・売却益を含む <b>分解処理コストは2.93円/Wと試算</b> 。	(目標を大きく上回る資源回収率を達成)	
⑥試作プラント構築案の作成、分解処理コスト及び資源回収率の評価				

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部達成、× 未達

37

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

(Ⅱ) 太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発				
研究開発テーマ	最終目標	成果	達成度	今後の方針
(ii) 太陽電池モジュールの触媒使用によるリサイクル技術開発 (トクヤマ)				
①実モジュールにおいて、ガラスとEVAで封止されたセルの分離技術開発	太陽電池パネル分解熱処理装置の導入と搬送用の鉄かごを設計及び購入し、収集した実モジュールの投入実験を行う。	実モジュールを熱分解するためのチェーンコンベア式の熱分解炉と、モジュール投入用の鉄かごを設計・導入し、処理条件を見出し、連続3枚を実施、きれいな処理物を得た。	○	・触媒の最適化と、処理条件の改善による処理時間の短縮。 ・工程を詳細設計し実証プラントを構築。
②セラミックフィルタ(CF)への触媒の最適担持技術の開発	触媒を担持するCFの最適な穴のサイズの選定実験を行う。	孔の大きい(目が粗い)の方が、「すす」の発生が抑えられ、モジュールの熱分解速度も速いと判った。	○	
③マテリアルリサイクルの具体的手段及び資源回収率の評価	実モジュールテストで得られた回収物である板ガラス及びセルの特性の評価と、資源回収率の評価を行う。資源回収率80%以上を目標。	熱分解後は物性が大きく低下しており、そのままでは水平リサイクルは困難。回収したガラスを販売できた場合の資源回収率は90%。	○	
④分解処理コストの試算	設置するパネル分解熱処理装置と脱臭装置に加え、将来導入するAI枠除去装置、篩分け装置、セル吸引装置等も考慮した詳細見積も行う。目標3円/W以下。	試算を行った結果、分解処理コストは、2.71円/Wとなり、目標はクリアできた。	○	
⑤試作プラントの構築案の作成	パネル分解熱処理装置を実運用しながら新たに見積・テストを行い、その結果を反映させて現在の試作プラント構築案を改定する。	プラント案を作成した。	○	

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部達成、× 未達

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

調査事業につき「今後の方針」は無し

(Ⅲ) 持続可能な太陽光発電動向調査				
研究開発テーマ	最終目標	成果	達成度	
(i) 多様化太陽光発電システムの信頼性・安全性に関する動向調査 (資源総合システム、抜粋)				
①土地活用型太陽光発電システムの動向調査	土地活用型太陽光発電システムについて、一般公開情報等による概要調査に加え、国内外の学会・展示会等にて直接調査を行う。さらに関連事業者等へのアンケート、ヒアリング等による詳細調査を実施し、分析深度を深める。	・水上設置は国内で230MW以上導入、 <b>信頼性・長期安定性に関する技術開発が必要。</b> ・ <b>営農型</b> は、農業と太陽光発電の <b>技術分野をまたいだ体系的な技術開発が重要。</b> ・ <b>急傾斜地</b> は、崩落事故や景観悪化・森林伐採・環境悪化への反対運動が増加しており、 <b>技術課題よりも社会的課題が大きく、</b> 今後は減少すると推測される。	○	
②最先端の太陽光発電システム技術開発動向調査	太陽光発電システムの信頼性や安全性の確保について、文献・国際会議等にて最先端の技術開発動向を国内外から幅広く情報収集し、動向と将来の方向性を体系的に整理する。	太陽光発電システムの動向を調査し、システム機器、システム技術、O&M、 <b>信頼性・安全性・持続性の分野における最新のトピックスをまとめた。</b>	○	
③海外諸国の研究開発プログラムに関する動向調査	欧州連合等の技術先進国を対象に、研究開発プログラムの枠組みなどを調査するとともに、各国の技術開発の方向性を調査する。さらに、欧州で検討が進められている太陽電池モジュールのギガワット製造構想に関して調査する。	米国、欧州連合、ドイツ、フランス、スイス、オーストラリア、中国、台湾、韓国における太陽光発電に関する研究開発プログラムについてまとめた。	○	
⑤太陽光発電システム導入における実態調査	国内外において、太陽光発電システムに関連した各分野の市場実態等について調査する。	道路応用の動向、発電・EPCの実績多数事業者、太陽電池・システムの価格推移、太陽電池デバイス関連の国別供給状況、太陽電池製造装置・システムの状況、太陽電池モジュール保証状況、自立運転パワーコンディショナの製品動向、国内EPCの実態、国内外の市場実態等について調査した。	○	

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

調査事業につき「今後の方針」は無し

(Ⅲ) 持続可能な太陽光発電動向調査

研究開発テーマ	最終目標	成果	達成度
(ii) 太陽光発電システムのリサイクルに関する国内動向調査 及び排出量予測(三菱総合研究所)			
①太陽光発電システムの分布調査と、その分布に基づいた排出量予測	文献調査に基づきデータ更新を行うとともに、現状の排出量予測における課題及びその解決方法を整理して調査計画を立案のうえ、現時点で実施可能な調査について実施する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>文献調査、ヒアリング調査に基づき<b>現状の排出量予測における課題(内的要因、外的要因、その他)を整理した。</b></li> <li>調査結果を踏まえ、今後の検討方針を整理した。</li> </ul>	○
②太陽光発電システムのリサイクル戦略策定に向けた基礎調査	文献調査及びヒアリング調査を行うなどして、情報収集・分析を実施し、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・把握する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>文献調査、ヒアリング調査に基づき、<b>リサイクル技術開発動向、政策動向、実施事例等の最新動向を整理・把握した。</b></li> <li>「太陽光発電システムのリサイクル戦略」の策定に必要な基礎情報を整理し、同戦略の策定に向けた今後の課題や更なる検討が必要となる事項を整理した。</li> </ul>	○
③ガラスリサイクル市場に関する基礎調査	ガラスリサイクルに関して、水平リサイクル、グラスウール等、グレードの高いものから低いものまで幅広く調査対象とし、文献調査及びヒアリング調査により、受入条件や受入ポテンシャル把握を目的とした市場調査を実施する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>文献調査に基づき既存のガラスマテリアルフロー(2017年)を作成した。</li> <li>文献調査、ヒアリング調査に基づき<b>ガラスリサイクルの現状と太陽電池モジュール由来ガラスの受入可能性について整理した。</b></li> <li>太陽電池モジュール由来ガラスの再利用に向け、課題と思われるポイントをプロセス別に整理し、対応方法案を検討した。</li> </ul>	○

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部達成、× 未達

◆研究開発項目毎の目標と達成状況

調査事業につき「今後の方針」は無し

(Ⅲ) 持続可能な太陽光発電動向調査

研究開発テーマ	最終目標	成果	達成度
(iii) 既設建築物へのZEB化に向けた太陽電池設置の可能性に関する調査(太陽光発電研究組合、抜粋)			
①PV設置可能な建築物の整理	後付け設置が建築物のどこに可能か、その時に検討すべき課題は何かを整理する。	既設建築物に多い鉄骨建築(S造)のガラスカーテンウォール(CW)との親和性が高いことが示されたが、 <b>取り付け構造やモジュールの軽量化が課題</b> であることが示された。	○
②性能試験特定のための予備試験	通常のコモジュールとは異なる形態、色調を持つBIPVに特に必要な試験は何かと言うことを特定するためにいくつかの項目について予備試験を行ないその必要性について評価する。	フレキシブルモジュールについて、曲面での発電量測定やベンディング試験を実施した。さらに両面ガラスパネルとのホットスポット特性の違いも測定し、 <b>課題を抽出・検討した。</b> また、融雪型モジュールについて認証機関と連携して調査を行い、試験方法のプロトコルの素案を提案した。	○
④建築物用PVの発電量予測	垂直設置のBIPVの発電量を予測する方法について、モジュール発電量の角度依存性について予備測定を行なうとともに、設置環境依存性に対するシミュレーション手法を調査する。	発電量は、日射の角度依存性や対地反射の影響、街区での建築物同士による相互干渉などによって複雑であるが、 <b>最も重要な因子はモジュール温度</b> と判明。その予測方法を、シミュレーションも含めて検討した。	○
⑥建築物用PVの安全性	BIPV特有の安全性の課題について調査検討を行なう。	建物設置における安全性の課題は、 <b>①リスクレベルの考え方、②システム設計要件の決定</b> 、と示された。それぞれに技術が存在するため、それらの性能を確保できるプロダクト、インストール、システムという <b>一連の試験方法や竣工試験、定期点検方法を検討することが重要</b> である。	○
⑨課題の整理と対策・提案	今後の対策と提案を行なう。	性能、コストだけでなく <b>デザイン性、施工性、設計ツールの必要性</b> などが求められていることが分かった。また、日陰に対する関心も高く、これらに基づいて、普及促進の要件として <b>検討すべき項目を抽出した。</b>	○

◎ 大きく上回って達成、○ 達成、△ 一部達成、× 未達

## ◆プロジェクトとしての達成状況と成果の意義

## 研究開発項目（Ⅰ）太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価

太陽光発電設備の信頼性向上を目的として、設置環境、構造および電気設備の信頼性に関する評価技術と回復技術を検討し、**技術開発計画の企画立案**を行った。また、安全性向上を目的として、新たな設置形態である、傾斜地、営農型、水上における設計・施工に関する技術を検討し、**ガイドラインの目次案**を作成し、**いずれも当初の目的を達成した**。

また、これらの事業の遂行にあたっては、構造、電気それぞれの専門家グループと、それぞれの設置環境に関する専門家グループを、主題によって組み合わせることにより、目的にかなった効率の良い議論を行うと共に、適宜必要な調査・実験・ヒアリングを実施し、2020年度に発足する「太陽光発電主力電源化推進技術開発」事業における**技術開発やガイドライン策定に向けた方針を得た**。

## 研究開発項目（Ⅱ）太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発

埋立廃棄物量（最終処分量）の削減を目指し、現行埋立処分費用2円/Wに向けての前段階として、太陽電池モジュールの**分解処理コスト3円/W以下と資源回収率80%以上**を目標とした廃太陽電池モジュールのマテリアルリサイクル技術の開発を行い、これらを**両立させる要素技術を見出し、目的を達成した**。

また、これらの成果は、開発中に得た知見と共に、2020年度に発足する「太陽光発電主力電源化推進技術開発」事業で構築する**実証プラントにおける検証に資するものである**。

42

## ◆各個別テーマの成果と意義

## ▶ 「多様化太陽光発電システムの信頼性・安全性に関する動向調査」

委託先：株式会社資源総合システム

●期間・予算 2019年5月～2020年2月(1年間) 総額:18百万円(うちNEDO負担額:18百万円)

## ●目的と概要

水面、農地上空、急傾斜地の**未利用地への太陽光発電の設置**を総称して土地活用型太陽光発電システムとし、国内外の設置環境やシステムの信頼性・安全性に関わる市場・産業の**実態と、新たな用途に向けた技術動向等を把握**することを目的とした。

## ●成果

**水上設置**は既に国内で230MW以上が導入されている。ため池だけで8GWの導入可能量があり、**今後も増加が期待**される。一方で台風による転覆・火災事故も発生し信頼性・長期安定性への必要性が高まっている。

**営農型**も日本で設置事例が先行し導入数では世界一である。農業や食料自給率向上の面からも今後さらに重要な形態となるが、営農と発電の両立を、信頼性を保ちつつ長期安定に維持するには、技術分野をまたいだ体系的な技術開発が**重要**である。海外でも水上や営農型太陽光発電の研究開発は盛んになっている。

## ●成果と意義（効果）

水面への水上設置太陽光発電、農地における営農型太陽光発電については、今後も有用な設置形態ではあるが発展途上であり、信頼性を担保するために必要な技術課題を整理した。



43

## ◆ 各個別テーマの成果と意義

## ➤ 「太陽光発電システムのリサイクルに関する国内動向調査及び排出量予測」

委託先：株式会社三菱総合研究所

- 期間・予算：2019年6月～2020年2月(1年間) 総額:20百万円(うちNEDO負担額：20百万円)
- 国内の太陽光発電システム導入分布を考慮した排出量予測を実施。太陽光発電システムのリサイクルに関わる国内の技術開発動向、普及動向、政策動向、実施事例や、太陽光発電システム由来のガラスのリサイクルにあたっての受入条件・ポテンシャルを把握。

項目	成果	成果の意義
①太陽光発電システムの分布調査と、その分布に基づいた排出量予測	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 文献、ヒアリング調査に基づき現状の<b>排出量予測における課題（内的要因、外的要因、その他）を整理。</b></li> </ul>	大量排出のピークや現状の能力を上回る排出となる時期を予測することで技術開発や政策検討に活用が可能。
②太陽光発電システムのリサイクル戦略策定に向けた基礎調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 文献、ヒアリング調査に基づき、リサイクル技術開発動向、政策動向、実施事例等の最新動向を整理。</li> <li>● 「太陽光発電システムのリサイクル戦略」の策定に必要な基礎情報を整理し、同戦略の策定に向けた更なる検討が必要な課題を整理。</li> </ul>	情報整理や戦略立案により、我が国の今後の技術開発の方向性等を明確するために活用が可能。
③ガラスリサイクル市場に関する基礎調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>● ガラスマテリアルフロー（2017年）を作成。</li> <li>● <b>ガラスリサイクルの現状と太陽電池モジュール由来ガラスの受入可能性を整理。</b></li> <li>● 同ガラスの再利用に向け、課題をプロセス別に整理し、対応方法案を検討。</li> </ul>	太陽電池モジュールリサイクルにあたり、大きな課題であるガラスのリサイクル技術開発や用途開発の基礎情報として活用が可能。

## ◆ 各個別テーマの成果と意義

## ➤ 「既存建物へのZEB化に向けた太陽電池設置の可能性に関する調査」

委託先：太陽光発電技術研究組合

期間・予算 2019年5月～2020年2月(1年間) 総額:18百万円(うちNEDO負担額：18百万円)

## 【目的と概要】

建築物の中で比率の多い既設建築物のZEB化促進を目的に、課題の抽出と予備検討を実施し、普及阻害要因を抽出するとともにその解決策を提案した。

## 【成果】

普及促進のための提言を行った。主なものは以下の通りである。

- ①建築物・街並みとの**一体感のあるPV**の開発(色・透過性・サイズの自由度など)
- ②設置・交換・**メンテナンスの容易**なPVモジュールと施工方法
- ③所与の色・デザイン・設置角度(垂直)・部分影環境で**最大の発電量**を得られるPVシステムの開発
- ④多様な業界に技術的要件をわかりやすく、正しく伝えるための標準化を視野に入れた**ガイドライン**作成

## 【成果の意義（効果）】

本調査事業の提言に沿ったNEDO事業を2020年度より行うことが決まり、壁面設置太陽光発電の普及加速が見込める。



イメージ：既設建築物への太陽光発電設置例（コペンハーゲン）

**◆成果の普及 (1/2)**

## 【信頼性・安全性】

## ◆研究発表・論文等

- ・M. Seapan, Y. Hishikawa, M. Yoshita, K. Okajima, "Temperature and Irradiance Dependence of Current and Voltage at Maximum Power of Crystalline Silicon Photovoltaic Modules", 46th IEEE PVSC, Chicago(June 16-21, 2019).
- ・Manit Seapan (Univ. of Tsukuba), Yoshihiro Hishikawa, Masahiro Yoshita, Keiichi Okajima (Univ. of Tsukuba), 「Temperature and irradiance dependences of the current and voltage at maximum power of crystalline silicon PV modules」, AIST 太陽光発電研究成果報告会 2019 (ポスター講演) (2019/12/18).
- ・植松康、高森浩治ほか「特集：多様化する太陽光発電システムの耐風設計上の課題」日本風工学会誌 第41巻 第4号 (通号第149号) 2020.04

**◆成果の普及 (2/2)**

## 【マテリアルリサイクル】

## ◆研究発表・論文等

- ・原田「合わせガラス型太陽電池のリサイクル技術」宮崎県太陽電池・半導体関連産業振興会臨時総会 2020.02

## ◆新聞・雑誌への掲載

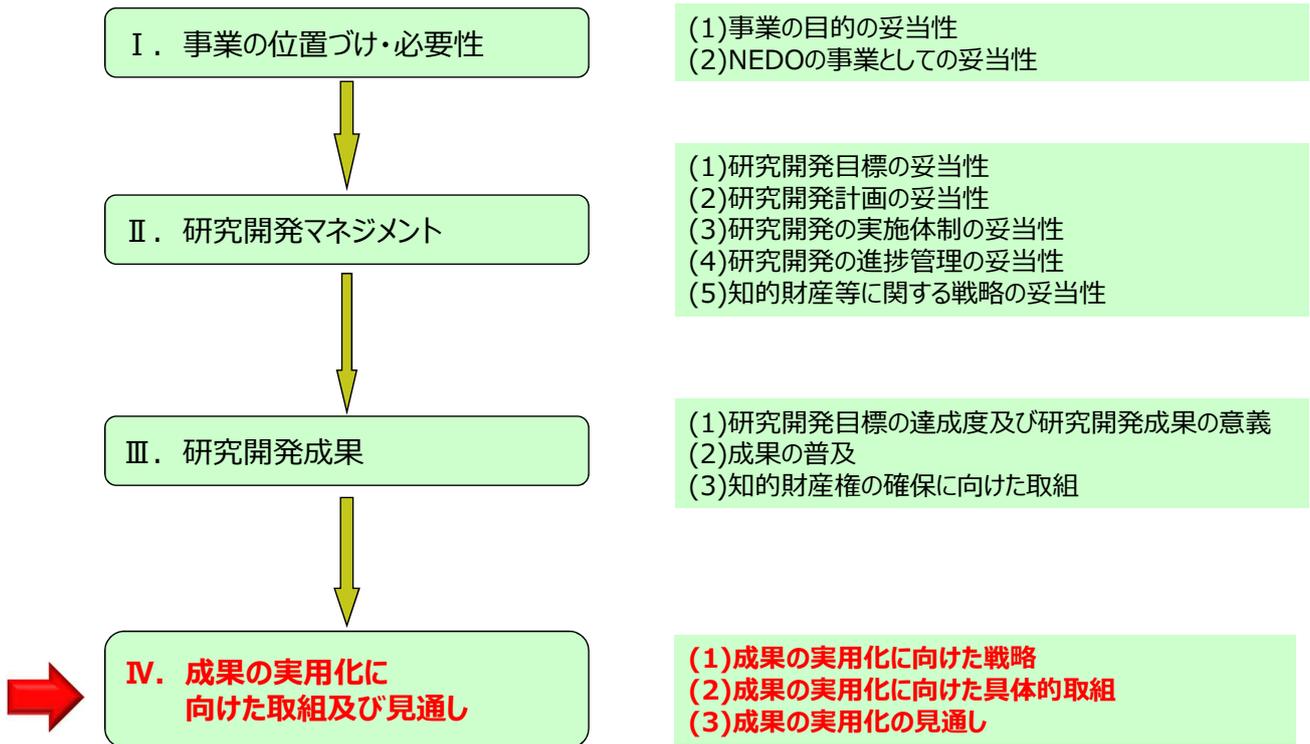
- ・「太陽光、廃パネル有効活用 大量廃棄控えメーカー始動 出光系、リサイクル設備」日本経済新聞朝刊2020.02.26

## ◆特許関連

- ・特許出願1件 2019年9月 ソーラーフロンティア株式会社
- ・特許出願1件 2020年7月 株式会社トクヤマ (予定)

**◆知的財産権の確保に向けた取組**

➤開発した技術を守るため、特許化可能なものは特許化し、特許化が得策ではないものはノウハウとする等、戦略的な出願をするよう指導した。



4. 成果の実用化に向けての取組及び見通し

◆本プロジェクトにおける「実用化」の考え方

研究開発項目（Ⅰ） 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価

◆実用化

- ( i : 信頼性) 太陽光発電設備の信頼性評価と信頼性回復に有効な技術の開発課題を明確にし、技術開発に向けた計画の企画立案を行い、2020年度に発足する「太陽光発電主力電源化推進技術開発」事業において、機器設置に関する基準類・ガイドラインを策定する。
- ( ii : 安全性) 傾斜地や営農型、水上等の新たな設置形態特有の設計・施工項目を抽出し、ガイドラインを策定するための企画立案を行い、2020年度に発足する「太陽光発電主力電源化推進技術開発」事業においてガイドラインを策定する。

研究開発項目（Ⅱ） 太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発

◆実用化

- ・研究開発した分解処理方法（パネルセパレータ法、熱分解法）について、太陽電池モジュールにおける分解処理コスト3円/W以下と資源回収率80%以上を両立させる技術を確立し、2020年度に発足する「太陽光発電主力電源化推進技術開発」事業において実証プラントを構築し、検証する。

4. 成果の実用化に向けての取組及び見通し (1)(2) 成果の実用化に向けた戦略と具体的取組

◆ 成果の実用化に向けた戦略と具体的取組

- ▶ 本プロジェクトは一年間のFSとして実施し、設定した目標を達成した。  
2020年度に発足する「太陽光発電主力電源化推進技術開発」において、技術開発やガイドライン策定を着実に実行してゆく。

		本プロジェクト (2019年度)	次期プロジェクト				2024年度～
			2020年度	2021年度	2022年度	2023年度	
太陽光発電設備の信頼性・安全性向上の技術評価及びガイドライン策定に関する企画立案	信頼性評価・回復技術の検討	技術開発計画の企画の策定★	信頼性評価・回復ガイドライン				★
	傾斜地設計・施工ガイドライン	ガイドライン策定企画の策定★	★	★	★	★	
	営農型設計・施工ガイドライン	ガイドライン策定企画の策定★	★	★	★	★	
	水上設計・施工ガイドライン	ガイドライン策定企画の策定★	★	★	★	★	
合わせガラス型PVの材料リサイクル要素技術開発	要素技術開発と技術検証★	量産技術開発	技術実証ライン	構築中間処理★	中規模工場(～2030年度)		
太陽電池モジュールの触媒使用によるリサイクル技術開発	セル分離技術★						
	触媒担持技術★						
	試作プラント★	設計・導入・実験		実証実験		事業化検討★	

★ 策定、基本技術確立 50

4. 成果の実用化に向けての取組及び見通し (3) 成果の実用化の見通し

◆ 成果の実用化に対する課題と今後の方針

- ▶ 研究開発項目 (I) 「太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価  
安全性については、傾斜地、営農型、水上という新たな設置形態における設計・施工に関するガイドラインの目次案を作成した。今後、**実証実験等を通じて、ガイドラインの策定を行う。**

信頼性に関しては、太陽光発電の信頼性評価と回復に関する技術開発計画の企画立案を行ったが、その過程で、**開発した技術を利用する際に適切な技術を選択するためのガイドラインが必要**と判明した。よって、2020年度に発足する「太陽光発電主力電源化推進技術開発」事業では、**設計・施工のガイドラインに加え、信頼性の評価と回復に関するガイドラインの策定**も行う。

- ▶ 研究開発項目 (II) 「太陽電池材料リサイクル要素技術開発」

当初目標である、太陽電池モジュールの分解処理コスト 3 円/W以下と資源回収率 80%以上を両立させる要素技術を見出すことができた。今後は、2020年度に発足する「太陽光発電主力電源化推進技術開発」事業において、今回開発した技術の量産適応に向け、処理条件の精緻化や周辺技術の開発のための**実証プラントを構築し、さらなる技術開発**を行う。

**◆波及効果**➤ 研究開発項目（Ⅰ）「太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価」

安全性に関しては、ガイドラインの整備により、**新たな設置形態においても安全な導入拡大**が期待される。

信頼性に関しては、評価・回復技術が開発されることにより、50kW未満の小規模な太陽光発電設備の適切な保守がなされ、**長期間にわたる安定電源としての運用**が期待できる

研究開発項目（Ⅱ）「太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発」

太陽電池モジュールのマテリアルリサイクル技術として、マテリアルの高純度分離技術が開発され、高い経済合理性により、**埋立廃棄物量(最終処分量)の削減**が期待される。

※ 以上により、太陽光発電設備の長期安定運用と使用後太陽電池モジュールのマテリアルリサイクルが実現され、**太陽光発電における循環型社会システム構築の促進**が期待される。