

# 「太陽光発電システム長期安定電源化基盤技術開発」

## 事後評価報告書（案）概要

### 目 次

分科会委員名簿 .....	1
評価概要（案） .....	2
評点結果 .....	4

## はじめに

本書は、NEDO技術委員・技術委員会等規程第32条に基づき研究評価委員会において設置された「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）の研究評価委員会分科会（2020年9月30日）において策定した評価報告書（案）の概要であり、NEDO技術委員・技術委員会等規程第33条の規定に基づき、第63回研究評価委員会（2021年1月8日）にて、その評価結果について報告するものである。

2021年1月

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構  
研究評価委員会「太陽光発電システム長期安定電源化基盤  
技術開発」分科会  
（事後評価）

分科会長 倉持 秀敏

「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)

分科会委員名簿

(2020年9月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	くらもち ひでとし 倉持 秀敏	国立研究開発法人 国立環境研究所 資源循環・廃棄物 研究センター 基盤技術・物質管理研究室 室長
分科 会長 代理	こばやし まさかず 小林 正和	早稲田大学 理工学術院 教授
委員	おのづか よしのり 小野塚 能文	株式会社日本設計 第1環境・設備設計群 副群長
	ごうだ すみひろ 合田 純博	ゴウダ株式会社 取締役 事業統括部長
	にしど ゆうき 西戸 雄輝	株式会社トーエネック 技術研究開発部 研究開発グループ 電力技術チーム 研究副主査

敬称略、五十音順

# 「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)

### 評価概要 (案)

#### 1. 総合評価

本事業は太陽光発電システムの設計・製造から廃棄・リサイクルに至る一連のライフサイクルを構成するために重要な各種事業が採択されており、短期間ながら全ての目標を達成している。

評価技術やIoTによる安全技術の検討では、開発シナリオ策定に加えて、リユース等への適用可能なアイデアなど、期待感の高い成果が得られた。ガイドライン立案に関しては、多様な地形に加えて自然災害への対応など、的確にニーズを捉えている点を高く評価する。また、リサイクル技術開発では、高い目標値を超える成果も得られており、早期事業化につながる高いポテンシャルを有していると思われる。

リサイクルには持続可能性が重要であり、後継プロジェクトにおいても素材変化への対応、ガラスのリサイクル先の開拓なども引き続き課題として検討していただくとともに、将来の循環型社会システムの構築という大命題に沿うために、コスト以外に資源戦略・環境保全上の視点や埋立処分量削減だけでなく、循環利用率等の指標等も入れて事業を評価していく事を望む。また、幅広い参加者を募り、更なる異業種間シナジー効果が得られる事を期待したい。

#### 2. 各論

##### 2. 1 事業の位置付け・必要性について

事業は第5次エネルギー基本計画において太陽光発電の長期安定電源化が望まれているなかで、その実現へ向けた課題解決に貢献するとともに、循環型社会形成推進基本計画にも資するものである。また、太陽光発電のライフサイクルという大きな視野から事業を立案・実行するためには民間企業だけでは成り立たず、NEDOが先導する役割は極めて大きい。

安全設計ガイドラインの立案では、近年の災害による事故事例への対応も図られており、将来を見通した適切な事業であったと評価できる。

今後については原材料の安定的な循環に関してNEDOが太陽電池製造業者と元素リサイクル技術開発業者を積極的に関わらせる等、異業種間のシナジー効果等も期待したい。

##### 2. 2 研究開発マネジメントについて

ニーズの高い課題を的確に捉え、事業性を意識した技術開発目標設定がなされており、目標の設定は適切であった。実施者が目標を達成できている点から実施体制も適切であった。

また、プロジェクトの期間が短いながらも実施者は多くのヒアリングや実験的検討を実施しつつ研究発表等の成果発信も着実に進んでおり、NEDOの支援や進捗管理は高く評価する。総合的には、十分な成果が得られるように高いマネジメント力を発揮されたと思われる。

その一方で、一部の課題については1年間というプロジェクト期間は短く、期間中に成果を十分に確認する事は困難であると考えられる。

今後については、資源戦略上の視点や環境保全の視点が後継事業に反映されることを期待する。

### 2. 3 研究開発成果について

短期間にすべての成果が目標を達成し、いくつかの大きな進捗があった。質と量の両方を追うような成果であり、実施者の努力と能力を高く評価する。短期間にもかかわらず、成果の普及や知財関連にも成果が出ており、その積極性を高く評価する。

また、評価技術やIoT技術がリサイクルだけでなくリユースにも貢献ができる可能性が示されている点、更に、CIS系のリサイクル技術は、シリコン系への展開も可能であり、間口の広い優れた処理ポテンシャルを有している点は高く評価できる。

今後、循環型社会システムの構築という本質を追求するのであれば今回の技術開発目標に加えて、資源戦略や環境保全等を意識したリサイクル技術及び技術を実装するシステムの開発、資源性元素などの再利用を積極的に見据えたリサイクル技術の開発が重要であると考えられる。

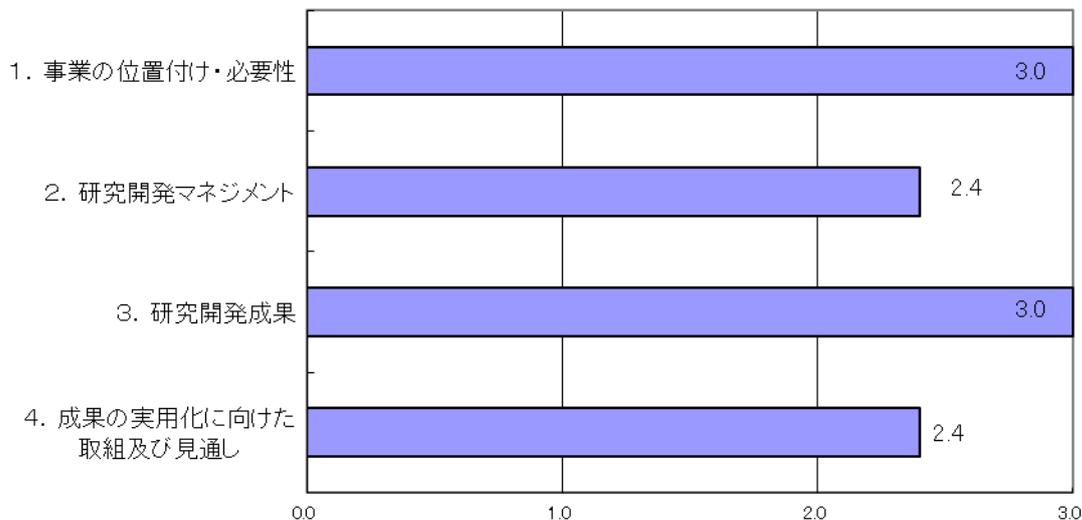
### 2. 4 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて

信頼・安全技術の技術基準への展開では、専門家委員会の設置が検討され、ガイドライン立案については、策定への道筋がヒアリング、実証、暫定版、評価、完成と合理的な道筋になっており、後継事業における機器設置に関する基準類・ガイドライン策定に向けた適切な計画である。事故事例データベースの整備も同時に進める計画となっており、評価・ガイドラインの内容や有効性が高くなると思われる。

また、リサイクル技術開発で研究開発した分解処理方法のうち、パネルセパレータ法については動脈側事業と連携する予定であり、サーキュラーエコノミーを志向した静脈—動脈両事業間の連携のリサイクルシステムを提示している点を高く評価する。

今後に向けて、分解処理コストのほかに希少資源回収率についても注目した再利用に関する指標導入と、本事業で開発された技術の海外展開等が検討されることを期待する。

## 評点結果〔プロジェクト全体〕



評価項目	平均値	素点 (注)				
1. 事業の位置付け・必要性について	3.0	A	A	A	A	A
2. 研究開発マネジメントについて	2.4	A	C	A	B	A
3. 研究開発成果について	3.0	A	A	A	A	A
4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて	2.4	A	B	A	B	B

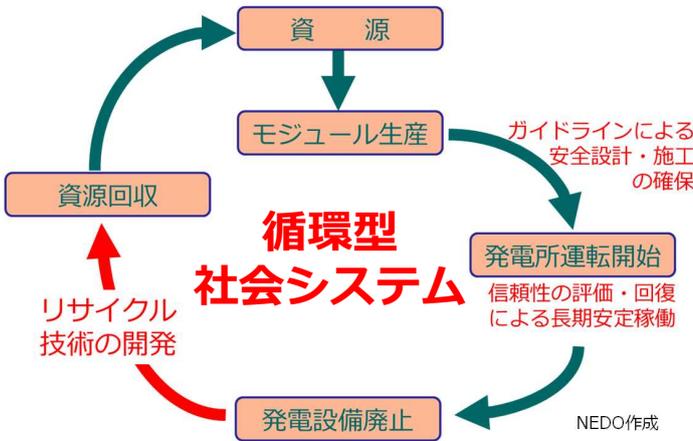
(注) 素点：各委員の評価。平均値は A=3、B=2、C=1、D=0 として事務局が数値に換算し算出。

### 〈判定基準〉

- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| 1. 事業の位置付け・必要性について | 3. 研究開発成果について            |
| ・非常に重要 →A          | ・非常によい →A                |
| ・重要 →B             | ・よい →B                   |
| ・概ね妥当 →C           | ・概ね妥当 →C                 |
| ・妥当性がない、又は失われた →D  | ・妥当とはいえない →D             |
| 2. 研究開発マネジメントについて  | 4. 成果の実用化に向けた取組及び見通しについて |
| ・非常によい →A          | ・明確 →A                   |
| ・よい →B             | ・妥当 →B                   |
| ・概ね適切 →C           | ・概ね妥当 →C                 |
| ・適切とはいえない →D       | ・見通しが不明 →D               |

◆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。

◆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、 <b>50kW未満の発電設備の信頼性の評価・回復技術</b> が課題。	・50kW未満の発電設備の <b>信頼性評価・回復</b> に係る現状把握と課題整理。	・50kW未満の発電設備の <b>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</b> 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、 <b>地上設置の太陽光のガイドライン</b> を公開。	・多様化する環境( <b>傾斜地、水上、営農</b> )のガイドライン策定に向けた現状把握と課題整理。	・ <b>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</b> 。
リサイクル	・ガラス分離技術について技術開発を行い、 <b>5円/W</b> を達成。	・次の段階として、より低コストの <b>3円/Wかつマテリアルリサイクル率80%</b> 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。	・ <b>3円/Wかつマテリアルリサイクル率80%の実証と検証</b> 。 ・ <b>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</b> 。

2

## ◆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。

◆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ので、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)

4

◆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**

## ◆ 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>

6

## ◆ 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>

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

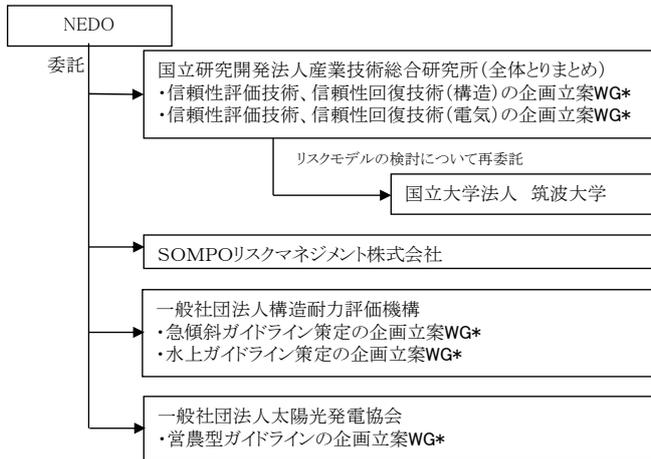
研究開発項目 (I) 太陽光発電設備の信頼性・安全性向上 有効技術の評価

(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

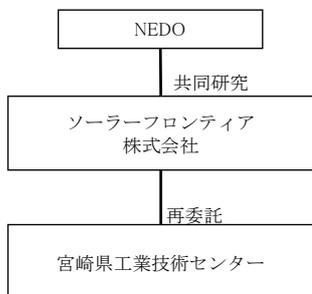
研究開発項目 (II) 太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発

(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

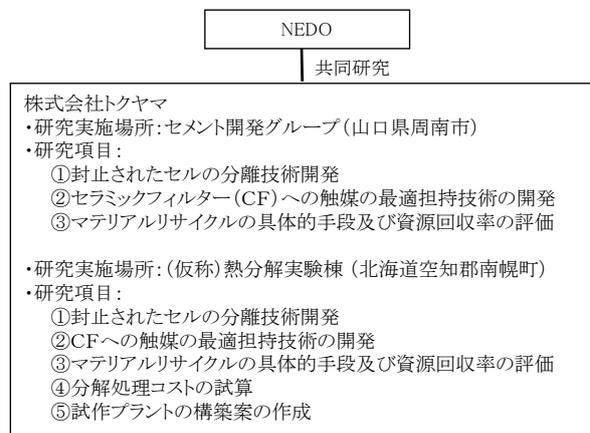
実施者：ソーラーフロンティア(株)

(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

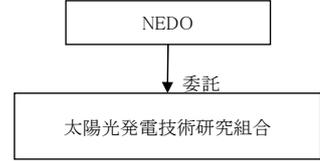
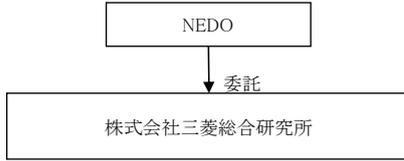
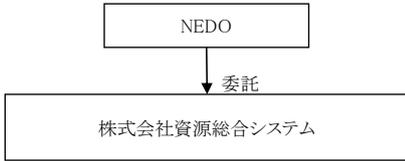
◆実施体制

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 (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。

	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					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				
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					太陽光発電 主力電源化推進 技術開発プロジェクト				
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									

## ◆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	89
		S O M P Oリスクマネジメント 株式会社	14
	(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	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	(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

12

## ◆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**。

◆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。

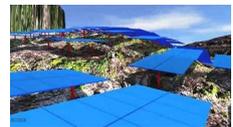
●成果

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。



◆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。</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>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。</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)

16

## ◆ 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。

◆ 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のマテリアル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 ★	設計・導入・実験			実証実験		事業化検討 ★

## 概要

	最終更新日	2020年8月8日	
プログラム (又は施策)名			
プロジェクト名	太陽光発電システム長期安定電源化基盤技術開発	プロジェクト番号	P19003
担当推進部/ PMまたは担当者	<p>新エネルギー部</p> <p>PM : 山崎 光浩 主任研究員</p> <p>担当者: 石村 正憲 専門調査員</p> <p>森田 正 専門調査員 (～2019年9月)</p> <p>葛西 正 主査 (2019年9月～)</p> <p>嶋田 聡 主査</p> <p>楠原 賢治 主査</p> <p>近藤 信義 主査</p>		
0. 事業の概要	<p>太陽光発電の長期安定電源化を目指す取り組みとして、発電設備としての信頼性評価技術及び信頼性向上技術、多様化が進む設置形態における安全確保のための課題を明確化しガイドライン等の策定を行う。また、マテリアルリサイクルを低価格かつ高品質で実現するための要素技術開発を行う。併せて、これらの取り組みに不可欠な動向調査を実施する。</p> <p>以上により、本プロジェクトでは、下記3つのテーマを実施する。</p> <p>(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> <p>(Ⅱ)「太陽電池マテリアルリサイクル要素技術開発」</p> <p>(Ⅲ)「持続可能な太陽光発電動向調査」</p>		
1. 事業の位置 付け・必要性 について	<p>「エネルギー基本計画」(2018年7月閣議決定)では、再生可能エネルギーの主力電源化に向けた取り組みが掲げられ、その中で太陽光発電は、「大規模に開発できるだけでなく、個人を含めた需要家に近接したところで自家消費や地産地消を行う分散型電源としても、非常用電源としても利用可能である。一方、発電コストが高く、出力不安定性などの安定供給上の問題があることから、更なる技術革新が必要である」と位置付けられた。</p> <p>太陽光発電は固定価格買取制度の下で導入量を拡大させたが、その大半は小規模な発電設備であり、これらは買取期間が終了した際の事業継続性に懸念が出ている。発電事業の適正な継続、将来的な再投資を呼び起こすためには、発電設備を適正に評価し、発電設備としての信頼性を向上させる事が必要である。</p> <p>一方、太陽光発電システムは多様な環境に設置されるようになっているが、発電システムの安全確保のための技術的知見は乏しく規格・法令の整備は遅れている。近年、太陽電池モジュールおよび電池アレイの強風による飛散や積雪による圧潰、土砂崩れ等による太陽光発電設備の損壊が報告されており、太陽光発電システムの信頼性、安全性に関する社会的関心も高まりつつある。</p> <p>また、発電事業終了後の設備廃棄等に対する地元の懸念や長期安定的な発電に対する懸念が生じている。調達価格の低減が進んでいることから、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きている。</p>		

2. 研究開発マネジメントについて

事業の目標	<p>太陽光システムの長期安定電源化を目指し、下記の目標を設定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・様々な設置環境や構造の太陽光発電システムについて、50kW 以下の小規模発電設備に適用可能な技術（信頼性評価技術、信頼性回復技術）の開発課題を明確化する。</li> <li>・発電モジュール及びそれ以外の電気設備について、50kW 以下の小規模発電設備に適用可能な技術（信頼性評価技術、信頼性回復技術）の開発課題を明確化する。</li> <li>・「急傾斜地」/「営農型」/「水上」への太陽光発電システムの設置について、設備自身と周辺環境の安全確保のために考慮する項目を調査し、各項目の対策案を抽出する。さらに、電気安全、構造安全に関する設計施工、普及促進のガイドライン策定に向け課題を抽出し、ガイドラインを策定するための企画書（案）を明確化する。</li> <li>・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、分解処理コスト（売却益を含む）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。見出した技術を用い分解処理後のガラス品質を評価し、マテリアルリサイクルの可能性を明確化する。</li> <li>・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、日本での技術開発に活用可能な情報として纏める。</li> <li>・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、実施事例などを調査し、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纏める。</li> <li>・将来の既設建築物の 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 Z E B 化への技術課題、要求性能を抽出する。</li> </ul>
-------	---

事業の計画内容	主な実施事項	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」	←→					
	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」	←→					

開発予算 (単位:百万円)	会計・勘定	2019 年度					総額
	一般会計	-	-	-	-	-	-
	特別会計 (需給)	362	-	-	-	-	362
	開発成果促進財源	-	-	-	-	-	-
	総予算額	362	-	-	-	-	362
	(契約件数)	10	-	-	-	-	-
	負担率:2/3 (共同研究) 負担率:1/1 (委託事業)	120 242	-	-	-	-	120 242

開発体制	経産省担当原課	資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部 新エネルギー課
	プロジェクトリーダー	(指名せず)

	委託先	国立研究開発法人産業技術総合研究所、SOMPO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、太陽光発電技術研究組合(参加 23 社・機関)、ソーラーフロンティア(株)、(株)トクヤマ、(株)資源総合システム、(株)三菱総合研究所
情勢変化への対応		<ul style="list-style-type: none"> <li>2019年9月の台風15号の強風による、水上設置型太陽光発電所の被災及びその後の火災発生を受け、被害状況と発生原因に関する情報を収集し、得られた知見をガイドライン案へ反映した〔(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」〕</li> <li>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、モジュールへの安全性ニーズの高まりを受け、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こととした〔(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」〕</li> </ul>
評価に関する事項	事前評価	事前評価 2018年度実施 担当部：新エネルギー部
	中間評価	(単年度事業につき実施せず)
	事後評価	事後評価 2020年度実施 担当部：評価部
3. 研究開発成果について	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>50kW以下の小規模発電設備における、設置環境、構造、発電モジュール、発電モジュールを除く電気設備、それぞれに適用可能な信頼性評価技術および信頼性回復技術の開発課題を明確化した。</li> <li>急傾斜地/営農型/水上、それぞれのガイドライン策定のための企画書を立案した。</li> </ul> <p>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</p> <p>封止材とガラスを対象とした部材再利用に係る技術として、分解処理コスト(売却益を含む)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した。これらの技術を用い、分解処理後のガラス品質を評価し、マテリアルリサイクルの可能性を検討した。</p> <p>研究開発項目 (III) 持続可能な太陽光発電動向調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>導入が増加する水面、農地、急傾斜地への太陽光発電システムの設置について、国内外の動向を調査した。また、最先端の技術開発動向、各国の普及施策、太陽光発電システムに関連する各種の実態について最新情報を収集した。</li> <li>国内におけるリサイクルの技術開発を行ううえで参考となるよう、将来的な排出見込量、国内動向(技術開発、政策、事業化事例)、ガラスリサイクル市場動向を調査した。</li> <li>既存建物のZEB化を実現するため、既設建築に対するBIPVの導入拡大に資する阻害要因の分析と課題解決の方策を調査・分析した。</li> </ul>	
	投稿論文	2件
	特許	2件
	その他の外部発表	1件
	4. 実用化の見通しについて	<p>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」は、承継されたプロジェクトにおいて引き続き研究開発がなされ、将来公開される関連技術や策定されるガイドラインによって、安全で長期間の安定稼働が可能な太陽光発電の普及が促進される。</p> <p>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」では、承継されたプロジェクトにおいてさらなる実証検討がなされ、分解処理コストと資源回収率を両立しつつ、回収素材の高品質化や水平リサイクルを可能とする実証プラントの構築により、マテリアルリサイクルの普及に寄与する。なお、実施者であるソーラーフロンティアは、自社工場内でのパイロットラインの構築を計画しており、ソーラーパネルリサイクル処理技術の実証を検討する旨公表している。</p>
5. 基本計画に関する事項	作成時期	2019年3月 作成