

平成29年度実施方針

新エネルギー部

1. 件名：太陽光発電リサイクル技術開発プロジェクト

2. 根拠法

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1号イ

3. 背景及び目的・目標

近年のエネルギーセキュリティや地球環境問題への意識の高まり、東日本大震災後の電力供給不足への懸念により、太陽光発電は、平成10年に住宅用太陽光発電システムの国内導入件数が1万件に到達、平成16年に国内累積導入量1GWを達成、平成24年には住宅用太陽光発電システムの国内導入件数が100万件を突破、累積導入量も6.6GWに達するなど、着実に導入拡大が続いている。さらに、平成24年7月より再生可能エネルギーの固定価格買取制度が実施されたことで、今後さらに大幅な普及拡大が見込まれる。

一方、大量導入が実現すると、使用済みの太陽光発電システムが大量発生することが予想され、太陽光発電の健全な普及拡大には、使用済みのシステムを適正に処分可能な手段や社会システムを確保することが重要である。また、「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」の附帯決議において、「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」が求められている。

これに対し、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、NEDOは「太陽光発電システム次世代高性能技術の開発」において、大量かつ様々な種類の太陽電池モジュールに対応した低コスト汎用リサイクル処理技術の開発をしているところである。しかし、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・回収関連技術の開発が必要である。

そこで、本プロジェクトでは、使用済み太陽光発電システムのうち、リサイクル処理が困難となる太陽電池モジュールについて、低コストリサイクル処理技術の確立とともに、リユース関連の技術を開発し、撤去・回収関連技術などについて課題と対策を検討し、太陽光発電システムのリサイクルシステムの構築を促進する。

[委託事業]

研究開発項目①「低コスト撤去・回収・分別技術調査」

最終目標（平成26年度）

- ・撤去・回収・分別、それぞれの低コスト化技術の実現可能性と有効性を見極め、有望な技術については、課題と目標コストを明確化する。

[委託事業]

研究開発項目②「低コスト分解処理技術F S（開発）」

最終目標（平成26年度）

- ・低コスト汎用分解処理技術、低コスト専用分解処理技術など、年間200MW処理時の分解処理コスト5円/W以下に資する技術を確立する。
- ・分解処理コストを試算する。

[共同研究事業（NEDO負担率：2/3）]

研究開発項目③「低コスト分解処理技術実証」

中間目標（平成28年度）

- ・低コスト汎用分解処理技術、低コスト専用分解処理技術を適用した試作プラントを構築する。
- ・使用済み太陽電池モジュールの供給と、リサイクル処理により得られる回収物の提供に関して、一時的ではない体制・仕組みを確保する。
- ・様々な運転条件下における分解処理コスト低減効果を実証可能な実験計画を策定する。

最終目標（平成30年度）

- ・分解処理コスト：5円/W以下（年間200MW処理時）

[委託事業]

研究開発項目④「太陽光発電リサイクル動向調査」

中間目標（平成28年度）

- ・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まとめる。
- ・撤去、回収から分解処理に至るまで、各技術の効果の横断的な評価方法を確立する。

最終目標（平成30年度）

- ・国内外の各種動向を調査し、本プロジェクトへのフィードバック情報をまとめる。

[委託事業]

研究開発項目⑤「使用済み太陽電池モジュールの低コストリユース技術の開発」

最終目標（平成30年度）

- ・使用済み太陽電池モジュールの回収・運搬、分別、修復コスト180円/枚を達成する技術を開発する。

4. 実施内容及び進捗（達成）状況

プロジェクトマネージャーにNEDO 新エネルギー部 山田宏之主任研究員を任命して、プロジェクトの進行全体の企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させた。

4. 1 平成28年度までの事業内容

研究開発項目①「低コスト撤去・回収・分別技術調査」

本項目は平成26年度2月で事業終了。

研究開発項目②「低コスト分解処理技術F S（開発）」

本項目は平成26年度3月で事業終了。

研究開発項目③「低コスト分解処理技術実証」

確立した低コスト分解処理技術の早期実用化を実現するために、実用化時に近い規模、対象に対する実証を通して、処理コストやコスト削減効果、安全性など実運用に重要なデータを蓄積・提供する。また、目標分解処理コストの達成目処や、十分なコスト低減効果が確認された技術については、コスト低減効果を実証する。

テーマ毎の主たる実施内容及び進捗状況は下記のとおりである。

1) 結晶シリコン太陽電池モジュールのリサイクル技術実証

太陽電池パネルを剥離機に投入する前処理として金属製の枠を1分以内で外すことが可能なアルミ枠取機を開発・製作した。併せて、剥離工程に投入できないジャンクションボックスを取り外す機能を付加させた。

また、昨年度設置した試作プラントにより150枚の実証試験を行い、回収物の評価結果から経済性を確認した。試作プラントのライン化を目的とした設計を行い、各装置間を繋ぐ搬送機器の一部の設計・製作を行った。（実施体制：三菱マテリアル株式会社）

2) ウェット法による結晶系太陽電池モジュールの高度リサイクル技術実証

課題であったカバーガラスの劣化EVA剥離については、ブラシによる物理力効果によるガラスのテクスチャ内EVA除去手法を開発した。

回収有価物の価値の向上については、サイクロン効果を利用した分離法の開発により、シリコン、金属の分離性能の向上と処理時間の短縮、及びコストの削減が可能となった。

また、小規模処理でのシリコン純化プロセスを確立し、純度99%以上を達成した。（実施体制：東邦化成株式会社）

3) ホットナイフ分離法によるガラスと金属の完全リサイクル技術開発

アルミフレーム除去装置について、様々な結晶系パネルによる取外し試験を行い、モジュールと装置のコンタクト部分の最適化検証を実施した。

バックシート除去装置は、除去機能を向上させる為の改良を実施し、ガラス分離装置については、モジュール分離開始部分の切込み装置を追加し、ガラスに対する刃物の追従性向上の改良を行うとともに、数種類の材質での刃物耐久性試験を実施した。

ガラス表面EVA除去装置は、金属ブラシによる除去装置の開発を実施した。除去性能の測定方法として、EVA除去後のガラスを2mの高さから落下させる粉砕試験を実施し、ブラシ回転速度を最適化した。また、プロセス装置の処理能力実施試験を行い、（株）浜田に移設し、ライン化での検証試験を実施した。

ガラスカレットについては、板ガラス原料にするために、ガラスメーカーにて原料投入試験を行い、受入条件の明確化につながった。EVA/セル層の売却は精錬所数社で評価を得た。（実施体制：株式会社浜田、株式会社エヌ・ピー・シー）

4) 合わせガラス型太陽電池の低コスト分解処理技術実証

製品パネルを用いて合わせガラスパネルのホットナイフ分離法の開発を行い、モジ

ジュールに与える熱量と基板の破断寸法の大きさおよび偏差に相関があることを見出した。

また小型パネルを用いて封止材EVAの各種有機溶剤による溶解について調査し、その構造および性質と溶解性の関連付けを行った。そしてその際に確認された課題、例えば割れた基板ガラスから高収率でCIS粉を回収するために、新たにリフトオフ法等の技術を開発した。

上記の技術を実証するための設備を平成29年1月に完成させ、平成28年度末に基本技術の確立が望める体制を構築した。(実施体制：ソーラーフロンティア株式会社ー(再委託 宮崎県工業技術センター))

5) PVシステム低コスト汎用リサイクル処理手法に関する研究開発

連続処理試験に供するCIS系工場スクラップの提供について、PVモジュールメーカーと契約を締結し、15,000枚を調達し、連続処理プロセスに試験用モジュールを投入し、多数枚処理試験を進めた。

回収有価物についてはリサイクル処理で得られるアルミ枠・カバーガラスの売却先、及び基板ガラス・バックシートの処理先との契約を締結した。

また、分解処理コスト低減効果を実証可能な実験計画の策定を行い、平成29年1月下旬から24時間体制での処理試験を開始した。(実施体制：株式会社新菱ー(共同実施 公益財団法人北九州産業学術推進機構))

研究開発項目④「太陽光発電リサイクル動向調査」

リサイクル関連技術のスムーズな実用化には、社会親和性の高い技術であることが求められるため、太陽光発電システムの適正処分に關わる国内外の技術開発動向、普及動向、政策動向、実施事例などを調査し、最新データを常に把握しつつ、それらを的確に技術開発にフィードバックした。また、国内の太陽光発電システムの分布調査を行った。さらに研究開発項目①～③を横断的に評価する手法について検討した。

テーマ毎の主たる実施内容及び進捗状況は下記のとおりである。

1) 太陽光発電リサイクルにおける国内外動向および評価手法に関する調査

IEA PVPS タスク12 専門家会議や太陽光発電国際会議への参加、専門家へのヒアリング等を通じ、海外における太陽電池モジュールリサイクルの動向について情報を収集し、海外で実施されているモジュールリサイクル技術開発の動向を整理した。

太陽電池モジュールリサイクル技術の評価手法を検討し、ガイドラインとして取り纏めた。海外の評価制度、最新のケーススタディのレビュー、既存プロジェクトを対象とした予備的な評価により検証を行うとともに、専門家へのヒアリングを実施し、ガイドラインに反映した。(実施体制：みずほ情報総研株式会社)

2) 太陽光発電リサイクルに関する国内動向調査、分布調査及び排出量予測

国内における技術開発動向・政策動向・実施事例調査のフォローアップを実施し、各動向について俯瞰的な整理を行った。昨年度に整理した導入量データの更新・拡充を行い、都道府県別・モジュール種類別導入量推計について検討した。

また、昨年度に推計した排出量予測の精度向上のために、発電設備の規模・設置時期・設置主体により分類した上で、各分類の排出判断をモデル化した排出量予測手法の検討

を行った。(実施体制：株式会社三菱総合研究所)

研究開発項目⑤「使用済み太陽電池モジュールの低コストリユース技術の開発」

低コストリユース技術の開発について、下記2テーマを採択した。テーマ毎の主たる実施内容及び進捗状況は下記のとおりである。

1) 使用済み太陽電池モジュールの低コスト修復技術の開発

修復技術Ⅰ(故障BPDの交換)について、ポッティング材溶剤(9種類)の基本性能試験を実施し、その後の実験結果により、溶剤を使用しない除去方法を採用する方針を決定した。

修復技術Ⅱ(バックシート損傷部位の補修)について、予備実験としてバックシートの機械的剥離を試みたところ、3層バックシートの中間層部位できれいに剥がれることが判明し、RTV法による簡易補修がEVA法より有効且つ適切であると判断した。

修復技術Ⅲ(故障セルの交換)：EVA溶剤(3種類)の基本性能試験を実施し、その後の実験で、溶剤を使用せずセルを除去することに成功したので、この方法を採用することを決定した。透明RTV法に関しては適切な補修方法を見出した。EVA法については架橋処理条件の条件出しを実施した。(実施体制：ジー・エム・ジーエコエナジー株式会社)

2) On-Siteでのリユースモジュール分別技術の開発

簡便な電気安全性判定方法の開発では、市場から収集した138枚の中古モジュールの絶縁抵抗試験を気中及び湿潤状態で実施し、電圧印加後の経過時間と絶縁抵抗の変化をグラフ化するとともに、気中及び湿潤での相関データの測定を実施した。

迅速な分析判断ツールの開発では、公表されている各社のモジュールの温度係数を調査し、963件をデータベース化し、ヒストグラムを作成した。

On-Siteでの分別技術開発では、EL検査時間改善のため超広角レンズを導入し、撮影方法の改良を実施した結果、検査時間を約30秒/枚短縮できることを確認した。その他、洗浄時間の短縮に関する既存の洗浄方式の整理と洗浄機器の調達および出力測定の効率化のための作業フロー改善見直しを実施した。(実施体制：太陽光発電技術研究組合)

4.2 実績推移

	平成26年度	平成27年度	平成28年度
実績額推移(需給)(百万円)	371	173	234
特許出願件数(件)	1	0	6
論文発表数(報)	0	0	1
フォーラム等(件)	0	4	16

5. 事業内容

プロジェクトマネージャーにNEDO 新エネルギー部 山田宏之主任研究員を任命して、

プロジェクトの進行全体の企画・管理や、そのプロジェクトに求められる技術的成果及び政策的効果を最大化させる。

5. 1 平成29年度事業内容

研究開発項目③「低コスト分解処理技術実証」

各テーマの主たる研究開発の概要は以下のとおり。

1) 結晶シリコン太陽電池モジュールのリサイクル技術実証

前年度から引き続き、各装置間を繋ぐ搬送機器の設計・製作を行い、試作プラントのライン化を行う。特にコンベアでは搬送できないPVパネルの移載装置の設計・製作を中心に行う。併せて防音壁等の環境対策や安全対策を行い、適切な作業環境を整える。試作プラントのライン化を行った後、太陽電池パネルの処理（1時間の連続処理：60枚程度）を行い、回収物の評価等も含め稼働評価を行う。（実施体制：三菱マテリアル株式会社）

2) ホットナイフ分離法によるガラスと金属の完全リサイクル技術開発

最終目標の処理コストを達成する為に、ガラス分離装置の刃物コスト削減を目的として、刃物耐久性の評価試験を実施し装置を改良する。

一連の処理プロセスにて、ガラス割れモジュールを含め様々な太陽電池モジュールでの実証試験を行い、装置の性能向上並びに、分解処理コスト低減効果に繋がる装置改良を行い実証する。

ガラスカレットは、安定したマテリアルフローを構築するため、売却先ガラスメーカーの販路拡大とともに、大量廃棄に備えて、板ガラス原料以外での活用方法を検討する。また、EVA/セル層は今後の廃パネルでは銀含有量が下がる見込みがあるため、銀相場・回収量対コストを明確にする。

プラント運営については自動化を目標にした設備の改修を実施し、処理時間の削減と省力化を行うことで処理費用の削減を図る。（実施体制：株式会社浜田、株式会社エヌ・ピー・シー）

3) 合わせガラス型太陽電池の低コスト分解処理技術実証

平成28年度に確立した基本技術を基にスケールアップした実験を実施し、プロセスの安定稼働における必要なパラメータを抽出し仕様化する。

また、平成30年度末最終目標である5円/Wを確認するための各種データを取得する。具体的には量産時におけるプロセスおよび設備における材料消費量、各種溶液の消費量およびガラス、CIS等の回収量等が試算できるレベルまでプロセス仕様の確度を上げる。（実施体制：ソーラーフロンティア株式会社（再委託 宮崎県工業技術センター））

4) PVシステム低コスト汎用リサイクル処理手法に関する研究開発

分解処理コスト低減効果を実証可能な実験計画を策定し、平成28年度から継続してCIS系工場スクラップの残り約7,500枚の連続処理試験を実施し、年間200M

W処理時の処理コスト5円/W以下を実証する。

また別事業で収集した結晶Si系モジュールを用いて、結晶Si系モジュールの処理レシピの確立と、更なる処理コスト削減の為に作業負荷削減を目的とした省人化検討を図る。(実施体制:株式会社新菱ー(共同実施 公益財団法人北九州産業学術推進機構))

研究開発項目④「太陽光発電リサイクル動向調査」

各テーマの主たる研究開発の概要は以下のとおり。

1) 太陽光発電リサイクルにおける国内外動向および評価手法に関する調査

海外における使用済み太陽電池モジュールのリサイクルに関する技術および政策・市場の動向などを継続的に把握する。太陽電池モジュールリユースに関連する情報もあわせて収集する。

検討してきた評価手法に基づき、現在実施されている各研究開発テーマを対象とした評価に着手し、評価に必要なデータの収集を行う。また、引き続き、国内外の評価事例、評価制度の内容を把握し、必要に応じて評価手法への反映を検討する。(実施体制:みずほ情報総研株式会社)

2) 太陽光発電リサイクルに関する国内動向調査、分布調査及び排出量予測

太陽電池モジュールのリサイクル・リユースに関する国内における技術開発動向・政策動向・実施事例のフォローアップ・整理を実施するとともに、今年度に推計した排出量予測の精度向上のための検討(データの更新・拡充、推計方法の精緻化等)を実施し、導入分布を考慮した排出量予測をまとめる。また、有識者及び関連事業者等から構成される委員会(NEDOにて設置)の運営支援を行う。(実施体制:株式会社三菱総合研究所)

研究開発項目⑤「使用済み太陽電池モジュールの低コストリユース技術の開発」

各テーマの主たる研究開発の概要は以下のとおり。

1) 使用済み太陽電池モジュールの低コスト修復技術の開発

修復技術Iについて、BPD断線モードとBPD短絡モードの作り込みを行い、修復後の性能(Pmax)を確認する。

修復技術II、IIIについては、修復後のPmax測定、DH試験、及びTC50試験後の内部封止材界面観察を行う。(修復技術IIについてはRTV法だけの研究になる。)低コスト自動分別ラインの設計仕様を提案する。(実施体制:ジー・エム・ジーエコエナジー株式会社)

2) On-Siteでのリユースモジュール分別技術の開発

簡便な電気安全性判定方法の開発では、湿潤・気中での絶縁抵抗の相関データによって気中での絶縁試験から湿潤での絶縁抵抗値を推定する技術を開発する。

迅速な分析判断ツールとして、温度係数データベース、外観判定マニュアル作成を行う。

On-Siteでの分別技術開発では、EL撮影画像の判別支援ソフト開発、効率的なモジュール洗浄方法の検討、バイパスダイオード測定手法の開発を行い分別処理時間

7分の目途を付ける。(実施体制：太陽光発電技術研究組合)

5. 2 平成29年度事業規模

需給勘定230百万円(継続)

事業規模については、変動があり得る。

6. その他重要事項

(1) 評価の方法

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、技術評価実施規程に基づき、事後評価を平成31年度に実施する。

(2) 運営・管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及び研究開発実施者と密接な関係を維持しつつ、有識者及び関連事業者等から構成される委員会を設置し、本研究開発の目的及び目標に照らして適切な運営管理を実施する。

また、NEDOは、プロジェクトで取り組む技術分野について、内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について調査し、技術の普及方策を分析、検討する。なお、調査等を効率的に実施する観点から委託事業として実施する。

さらに、NEDOは各テーマ共通のボトルネック課題に対して、実施者間の共同検討会などを開催し、共通基盤として技術開発を行うことで重複開発の回避と効率の向上を図る。

(3) 複数年度契約の実施

原則として、平成29～30年度の複数年度契約を締結する。

(4) その他

本研究開発で得られた研究成果については、国際会議やシンポジウムなどで積極的に発表を行うことで、NEDO、委託先ともに世界にアピールし、普及に努めるものとする。

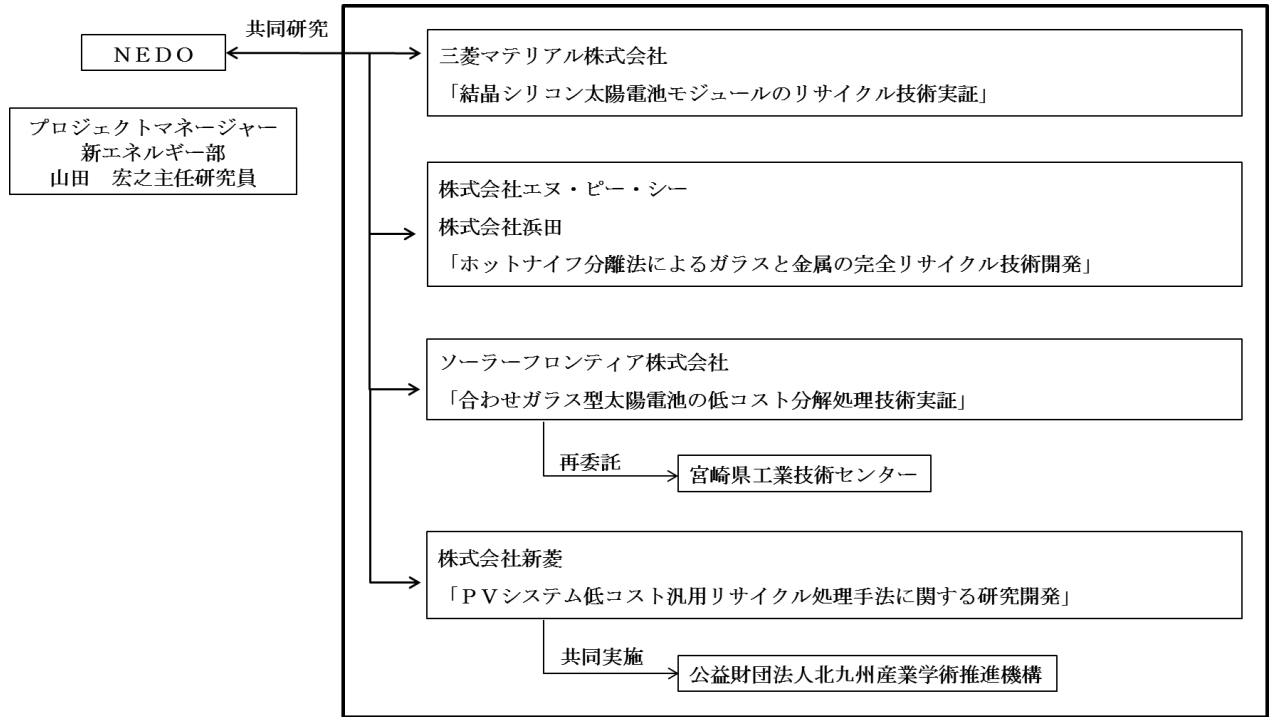
7. 実施方針の改定履歴

平成29年2月15日、制定。

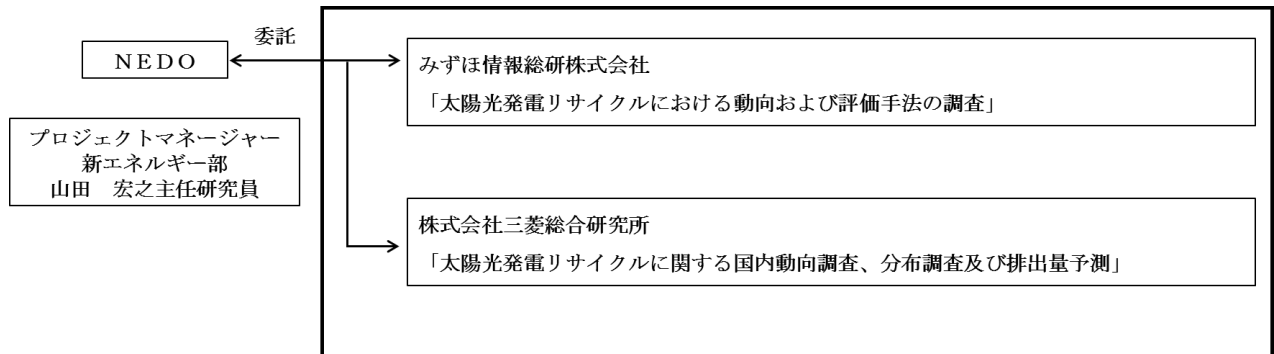
平成29年7月19日、改訂。

(別紙)

研究体制：研究開発項目③「低コスト分解処理技術実証」



研究体制：研究開発項目④「太陽光発電リサイクル動向調査」



研究体制：研究開発項目⑤「使用済み太陽電池モジュールの低コストリユース技術の開発」

