太陽光発電システム維持管理
及びリサイクル技術開発
事前評価報告書

平成２５年９月

産業構造審議会産業技術環境分科会

研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

はじめに

研究開発の評価は、研究開発活動の効率化・活性化、優れた成果の獲得や社会・経済への還元等を図るとともに、国民に対して説明責任を果たすために、極めて重要な活動であり、このため、経済産業省では、「国の研究開発評価に関する大綱的指針（平成２４年１２月６日内閣総理大臣決定）」等に沿った適切な評価を実施すべく、「経済産業省技術評価指針（平成２１年３月３１日改正）」を定め、産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ（座長：渡部俊也　東京大学教授）の場において、経済産業省が実施する研究開発プロジェクト等の技術評価を実施しているところである。

今般、経済産業省から、「太陽光発電システム維持管理及びリサイクル技術開発」を新たに創設することに関し、当該技術分野の省外専門家の評価コメント等を取り纏めた「事前評価報告書（案）」の付議提出があったので、当ワーキンググループにおいてこれを審議し、内容了承することとしたところである。

本書は、上記評価結果及びその経緯等を取り纏めたものである。

平成２５年９月
産業構造審議会産業技術環境分科会
研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ

産業構造審議会産業技術環境分科会
研究開発・評価小委員会　評価ワーキンググループ
委　員　名　簿

委員長	渡部　俊也	東京大学政策ビジョン研究センター教授
	大島　まり	東京大学大学院情報学環教授 東京大学生産技術研究所教授
	太田　健一郎	横浜国立大学工学研究院グリーン水素研究センター長
	菊池　純一	青山学院大学　法学部長・大学院法学研究科長教授
	小林　直人	早稲田大学研究戦略センター教授
	鈴木　　潤	政策研究大学院大学教授
	森　　俊介	東京理科大学理工学研究科長 東京理科大学理工学部経営工学科教授
	吉本　陽子	三菱ＵＦＪリサーチ＆コンサルティング株式会社 経済・社会政策部主席研究員

（委員敬称略、五十音順）

事務局：経済産業省産業技術環境局技術評価室

太陽光発電システム維持管理及びリサイクル技術開発事業の事前評価に当たり意見をいただいた外部有識者

植田 譲	東京工業大学 大学院理工学研究科 電子物理工学専攻　助教
小笠原　忍	太陽光発電協会　適正処理・リサイクル研究会　リーダー
黒川　浩助	東京工業大学　ソリューション研究機構　特任教授

（敬称略、五十音順）

事務局：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対策課

太陽光発電システム維持管理及びリサイクル技術開発事業の評価に係る省内関係者

【事前評価時】

資源エネルギー庁 省エネルギー・新エネルギー部
新エネルギー対策課長　村上　敬亮（事業担当課長）

産業技術環境局　産業技術政策課　技術評価室長　　飯村　亜紀子

太陽光発電システム維持管理及びリサイクル技術開発事業
審 議 経 過

〇新規研究開発事業の創設の妥当性に関する意見の聴取（平成２５年８月）

〇産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・評価小委員会評価ワーキンググループ（平成２５年９月６日）
・事前評価報告書(案)について

目　　次

はじめに
評価小委員会　委員名簿
意見をいただいた外部有識者　名簿
事前評価に係る省内関係者
審議経過

第１章　技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要
　１．技術に関する施策の概要　……　１
　２．新規研究開発事業の概要について　……　１
　３．新規研究開発事業の創設の妥当性等について　……　２

第２章　評価コメント　……　７

第３章　評価ワーキンググループのコメント及びコメントに対する対処方針　……１９

参考資料　ＰＲ資料

第１章　技術に関する施策及び新規研究開発事業の概要

１．技術に関する施策の概要

経済産業省では、我が国の産業界を所管し、かつ、エネルギー政策を所管する立場から、非化石エネルギーの最大限の導入、化石燃料の高度利用等により、エネルギー源の多様化・エネルギーの高度利用を図る。これによって、総合的なエネルギー安全保障や地球温暖化対策を強化しつつ、エネルギーを基軸とした経済成長を実現する。

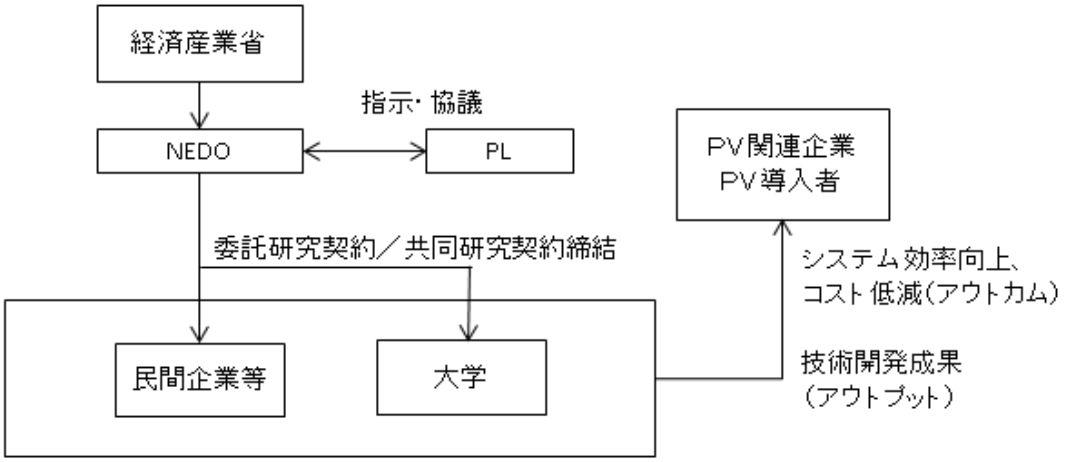
非石化エネルギーの中でも太陽光発電は、個人レベルでの導入が可能であることや導入までに要する期間が短いこと等の理由により、普及が期待されているところであるが、発電にかかるコストが高い等の課題がある。その為、本格的な普及を進めていくためには太陽電池のみならず周辺機器の技術開発によるシステム効率の向上や導入後の維持管理費の低減に寄与する技術開発及び低コストのリサイクル技術の開発が必要であり、これらの技術レベルを向上することで、太陽光発電導入を後押しする。

２．新規研究開発事業の概要について

（1）開発する技術のサイエンス、テクノロジーの概要

太陽光発電システムは、太陽電池モジュールとそれを乗せる基礎・架台・接続箱・配線等からなるアレイ回路と、パワーコンディショナ（略称：パワコン；インバータ、昇圧回路、最大電力点追尾（MPPT）、系統連系保護などを含む）等の周辺機器で構成されるが、これまでの研究開発は主に太陽電池そのものを対象としてきた。しかし、普及拡大の為には太陽電池だけでなく、パワーコンディショナ等の周辺機器の高機能化や、冷却や太陽追尾・集光等によるシステム効率向上に資する技術開発が必要であり、さらに、維持管理に関しては、モニタリングシステムによる健全性診断等の技術開発が必要である。そこで、周辺機器に関しては、低コスト化、省電力化及び電力ロスの最小化を目指した装置の開発・評価、冷却や太陽追尾・集光等に関する低コストな構造や装置の開発、これらを最適に組み合わせたシステムの実証試験・評価を行う。維持管理に関しては、モニタリングシステムによる健全性診断・リスク評価の技術開発や低コストメンテナンス用機器の開発を行うとともに、それらの実証試験・評価を行う。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もあるように、廃棄物対策として、大量かつ様々な種類の使用済み太陽光パネルに対して低コストリサイクル技術の開発を行う必要がある。具体的には、低コスト汎用リサイクル処理技術の確立のため、有用な資源材料の分離・回収を行う装置の開発・評価から、それらを用いた処理システムとしての実証試験・評価まで実施する。

（2）実施体制図



（3）実施スケジュール

・太陽光発電システム維持管理及びシステム効率向上技術開発

H26年度 ： FS、機器基本設計
H27年度 ： 予備試験、詳細試験
H28年度 ： 機器製作
H29年度 ： 実証試験・改良
H30年度 ： 実証試験・評価

・太陽光発電システムリサイクル技術開発

H26年度 ： システム基本設計
H27年度 ： 予備試験
H28年度 ： システム製作
H29年度 ： 実証試験・改良
H30年度 ： 実証試験・評価

3. 新規研究開発事業の創設の妥当性について

（1）事業の必要性及びアウトカムについて（研究開発の定量的目標、社会的課題の解決や国際競争力強化への対応）

①事業の必要性

20～30 年後には、化石燃料の枯渇とそれに伴う化石燃料価格の不安定化が起こりエネルギーセキュリティ確保の必要性がより一層生じると共に、環境に対してもより一層の配慮が求められる社会の到来が予想される。

この“エネルギーセキュリティの確保”や“環境配慮”といった社会的課題を解決するために、エネルギー分野では様々な技術開発が行われている。石炭や天然ガスを用いた火力発電の高効率化及び二酸化炭素回収・貯留（CCS）の適用、中小型炉や次世代軽水炉を用いた原子力発電の先進化等の既存の系統電源の高度化に加え、太陽光や風力等の再生可能エネルギーの高効率化等の次世代電源の開発が取り組みの中心となっている。

我が国においては、石油・石炭・天然ガス等の資源を海外からの輸入に頼った状況にありエネルギーセキュリティの確保、並びに環境配慮、そして発電コストの低コスト化の観点から火力発電の原子力発電による代替が進められてきたが、一昨年発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故に伴い、安全性が高く、エネルギーセキュリティの確保や環境配慮を実現しうる再生可能エネルギーを活用する発電技術の開発が強く求められている。

本事業において提案する太陽光発電技術は、クリーンで無尽蔵にある太陽エネルギーから電力を取り出す技術であり、資源制約が無く発電時の温室効果ガス発生も無い。そのため、国際的にも研究開発が加速されると共に市場も急速に成長している状況にある。

しかしながら、既存の系統電源の代替電源として太陽光発電を考えた場合には課題も多い。

大きな課題としては発電量の低さや不安定さ、割高な発電コストが挙げられる。発電コスト低減の為には、モジュール変換効率向上、セル・モジュール価格低減のみならず、周辺機器を含んだシステム効率向上や、運用コスト低減が重要である。また、代替電源として太陽光発電が大量導入された社会においては、大量に発生する廃棄物の取り扱いも課題となる。上記課題を克服しつつ、我が国のエネルギーセキュリティの確保、並びに世界的な環境配慮への貢献を実現していくために、本事業において提案する太陽光発電技術に対して、国として投資を行うことは極めて重要である。

②アウトカム（目指している社会の姿）の具体的内容及び検証可能なアウトカム指標とその時期

本提案事業では、将来の社会的課題の解決に向けて、太陽光発電システムを継続的かつ安定的に導入、運用していくための維持管理及びリサイクル技術開発に5年間の期間で取り組む。これまで、発電コスト低減と量的拡大を目指した高効率、低価格の太陽光発電システムのセル、モジュール技術開発に取り組んできたが、生涯発電量増大・発電コスト低減を確実に達成するために、周辺機器の高効率化や、メンテナンス技術開発による運用コスト低減を実現する。

さらに、太陽電池の大量導入社会に向けては、大量に発生するおそれのある使用済み太陽光パネルの処理に備えて、薄膜系を含む多品種への対処が可能な、太陽電池リサイクルシステムを構築することを目的に、低コスト化、共通処理化を目指した汎用リサイクル処理技術の開発を実現する。

目標達成度を推し量るためのアウトカム指標について、太陽光発電システム維持管理の技術開発においては、技術開発終了後2～3年以内に当該技術を市場導入するとともに、2020年に14円／kWh、2030年以降に7円／kWhの発電コスト目標の達成に資する。また、リサイクル技術開発においては、廃家電等の既存製品並の処理コストを目指し、5円／W以下でリサイクル処理が可能である社会システムの構築に資する。

③アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果の程度

太陽光発電システム維持管理、システム効率向上技術を確立することで、太陽電池モジュールだけでなく周辺技術、或いはシステム技術として日本技術の海外展開が見込まれ、モジュールメーカーのみならず周辺機器メーカー、システムインテグレーター（SI）など、これまで主に国内で活動してきた企業にも海外進出のチャンスが広がることが期待できる。また、低コストのリサイクル技術が確立すれば、リサイクル時の CO_2 削減効果や省資源化等による資源セキュリティの確保に貢献できるだけでなく、リサイクル技術の海外展開や日本製太陽電池モジュールが廃棄までを考慮した真のエコ商品であることの証明となり、日本のブラ

ンドカの向上にも繋がる。

④アウトカムに至るまでに達成すべきいくつかの中間段階の目標（技術的成果等）の具体的内容とその時期

事業終了時の 2018 年に太陽光発電システム維持管理及びシステム効率向上に関する技術開発においては、システム維持管理による発電効率を 10%向上する技術を開発する。また、太陽光発電システムのリサイクル技術開発においては、年間200MW処理時のコスト5円／W 以下の処理コスト達成を成果目標として掲げる。

（2）アウトカムに至るまでの戦略

①アウトカムに至るまでの戦略

(a)アウトカムに至るまでのスケジュール

本提案事業のうち、太陽光発電システム維持管理及びシステム効率向上に関する技術開発では、2030 年に発電コスト 7 円／kWh の実現を目指して、挑戦的な値ではあるが、従来の方法と比べてシステムの発電効率の 10%向上という目標値を設定した。これを実現するためには、パワーコンディショナ等の太陽光発電システム周辺機器の高機能化、冷却や太陽追尾・集光等によるシステム効率向上、モニタリングシステムによる健全性診断技術・リスク評価や低コストメンテナンス用機器等の実現が必要である。そのため、システム効率については開発技術による効果が正しく評価できるよう、必要に応じて外部の研究や試験機関の協力を得て実証試験を実施することを想定している。

また、太陽光発電システムのリサイクル技術開発では、住宅用太陽光発電システムの国内導入量が 1998 年に 1 万件を超え、一般的な耐用年数が 20 年程度であることを考えれば、2018 年頃から一定量以上の使用済み太陽光パネルが発生し始めることが予想される。これに対応するため、挑戦的な値ではあるが、年間処理量 200MW 時のリサイクル処理コスト5円／W以下という目標値を設定した。本目標を実現するためには、リサイクル処理の低コスト化に加え、様々な種類の太陽電池に対応できる処理技術の汎用性向上も併せて実施することが必要不可欠である。そのため、「太陽光発電システム次世代高性能技術の開発」で開発した要素技術を応用し、効率的かつ効果的に事業を推進する。

(b)知財管理の取扱

特許等の知的財産については、日本版バイ・ドール条項を適用する。産学連携など複数機関の連携における知的財産の取得及びその実施等については、関係機関を中心に、プロジェクトリーダー（PL）や NEDO と協議し、取扱のルールの策定を行う予定である。さらに、成果報告会の開催等により、成果が広く普及するよう努める。

(c)実証や国際標準化

PLの指導を仰ぎつつ実フィールドで実証を進め、標準化や規格化により利便性があるものは国際標準・規格への検討も行う予定である。

(d)性能や安全性基準の策定

周辺機器やメンテナンス機器、及びリサイクル設備については、関係安全規制等に照らして、実用化の際に適用できる性能基準、安全性基準の素案についての検討に取り組む方針である。

(e)規制緩和等を含む実用化に向けた取組

現行の法律では、太陽光発電所の設備容量が2MW 以上になると電気主任技術者の外部委託が不可であり、有資格者の人材不足も相まってこの人件費が維持管理費をアップさせる大きな要因となっている。こうした規制を緩和できるよう、モニタリングシステムによる遠隔監視や制御などを開発する。

また、太陽光発電等設備の適正処分に関しては、将来的な検討課題として、基礎的な事実関係の調査を環境省と共同で開始したところである。

②成果とユーザーの段階的イメージ・仮説

(a)技術開発成果の直接的受け手

太陽光発電システム維持管理及びシステム効率向上技術開発においては、有効かつ効率的な実施体制とするために、周辺機器メーカーやメンテナンス企業だけでなく実際のユーザーとなる発電事業者からの情報や意見をフィードバックすることも想定している。太陽光発電システムリサイクル技術開発については、リサイクル事業者だけでなく、セル・モジュールメーカーも含め、セル・モジュールメーカーからの情報や意見も取り込める体制を構築する予定である。

(b)社会的インパクトの実現までのカギとなるプレイヤー

太陽光発電システム維持管理及びシステム効率向上技術開発に関しては、最終的なユーザーである発電事業者、周辺機器メーカー、SI、運営・管理・メンテナンスに関係する企業、管理会社等を想定している。また、太陽光発電システムリサイクル技術開発に関しては、リサイクル事業を行う処理業者のほか、セル・モジュールメーカー等を想定している。

(3)次年度以降に技術開発を実施する緊急性について

①次年度以降に技術開発を実施する緊急性

FIT 導入により、太陽光発電の設備導入量が急拡大していくことが予測されるが、その発電コストは非再生可能エネルギーの発電コストと比較して高いため、そのコスト低減は急務であり、速やかに研究開発を開始する必要がある。

また、1990 年代から住宅向けとして普及し始めた太陽光発電システムについて、使用済み太陽光パネルが 2018 年頃から大量に出てくるおそれがあるため、速やかに研究開発を開始する必要がある。

(4)国が実施する必要性について

①科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性

(a)我が国が強みを持ち、世界に勝てる技術分野であることについて

本提案事業は、太陽光発電技術に関する研究開発事業であり、我が国の新成長戦略におけるグリーンイノベーション関連施策にあたるとともに、2013 年 6 月に閣議決定された日本再興戦略においてもクリーンで経済的なエネルギーが供給される社会の実現のため、太陽光など再生可能エネルギーの徹底活用を図ることが上げられている。

発電コスト低減に資するシステム効率向上の実現には、周辺機器の高機能化や冷却、

太陽追尾・集光等の要素技術開発の積み重ねが重要である。しかし、要素技術の開発のみでは、システム効率向上の最大化につながらないため、システム効率を最大化する新たなシステム設計技術や、メンテナンス・運営ノウハウの確立が必須となる。これは、周辺機器の高機能化等の結果、発電特性に変化が生じることで、従来のシステムの設計指針やトラブル診断等の運営ノウハウが適用できなくなるためであり、これにより、開発リスクが高くなり、機器メーカーとシステムインテグレーターの連携が必要となるなど、従来にない新たな取組が求められる。一方、新たなシステム効率向上技術や運営・メンテナンス技術が確立することにより、新規市場の開拓や、海外市場への進出にもつながる可能性がある。また、パワーコンディショナ等の周辺機器は HEMS や BEMS、スマートグリッド等の中心的な制御機器となり得るが、このシステム設計技術は、それらの周辺機器をスマート化する際にも波及効果が見込まれる。

また、我が国では、欧州とともに世界に先駆けて太陽光発電システムの導入が始まったため、使用済み太陽光パネルの発生も早い段階で起こると考えられ、さらに、我が国が世界に対して技術的優位性を持つ薄膜系太陽電池等、多種多様な太陽電池パネルが導入された特異性もある。このような事情に対応した低コスト汎用リサイクル処理技術を確立することは、世界中のどのような使用済み太陽光パネル市場にも対応可能な、非常に競争力の高い技術となることが予想され、リサイクル処理装置市場の獲得につながる可能性があると予想される。

(b)他の研究分野等への高い波及効果を含むものであることについて

太陽光発電システム維持管理及びシステム効率向上技術開発では、高機能パワーコンディショナなどの周辺機器や、健全性診断技術等は、太陽光発電以外の再生可能エネルギーシステムへの展開が可能である。

（5）当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業について

①当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業との関係性

(a)当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業

革新的太陽光発電技術研究開発
太陽光発電システム次世代高性能技術の開発
有機系太陽電池実用化先導技術開発
太陽光発電多用途化実証事業

(b)上記の関連性のある事業との重複がなく、適切に連携等が取れていることについて

「革新的太陽光発電技術研究開発」と「太陽光発電システム次世代高性能技術の開発」、「有機系太陽電池実用化先導技術開発」は、発電コストについて 2020 年に 14 円／kWh や 2030 年に 7 円／kWh の実現のため、各種太陽電池のセル・モジュールの高効率化、低コスト化に関する技術開発を実施している。また、「太陽光発電多用途化実証事業」は、太陽光発電システムの導入ポテンシャル拡大を目指した技術開発、実証を実施する。

本提案事業では、セル・モジュールではなく、周辺機器やシステムの維持・管理に関する技術革新により、上記の発電コストの実現を目指すものである。また、太陽光発電システムのリサイクル処理技術についての研究開発では、「太陽光発電システム次世代高性能技術の開発」で開発した要素技術を応用し、効率的かつ効果的に事業を推進する。

第２章　評価コメント

新規研究開発事業の創設の妥当性に対するコメント
（１）事業の必要性及びアウトカムについて（研究開発の定量的目標、社会的課題の解決や国際競争力強化への対応）

（１）①事業の必要性
我が国のエネルギー調達の多様化は喫緊の課題であり、太陽光発電システムの将来課題解決のための施策を展開することは必要不可欠と思われる。全量買取制度の下では「生涯発電量の改善・確保」が重要な課題となっている。このための方策として、「太陽光発電システム効率の向上技術開発」および「太陽光発電システム維持管理技術開発」が提案されたことは、現状の社会的ニーズに合致していると判断される。システムとしての高効率化技術開発やリサイクル技術開発については、短期的にはコスト上昇要因になりかねないため、より長期的視点から国として投資し、技術開発を加速することは妥当である。
また、想定する処理量２００ＭＷ/年は適切かつ現実的と判断される。リサイクル目標コストの５円/Ｗについても、これまでの検討されてきた値との整合が取れている。
なお、リサイクルを３Ｒとして捉え、リユース、リデュースの提案があれば、検討が望まれるものである。また、要素技術研究開発を実施した後に実証段階に移行するのが望ましい。

○肯定的意見
（A 委員）

太陽光発電システム維持管理

昨年度から、固定価格全量買取制度が発足して、太陽光発電システムに対するユーザーの価値観は大きく変わった。これまでは、確定的に分かるパラメーターは、システム規模ｋＷ（＝面積ｍ^2×１ｋＷ／ｍ^2×変換効率）とその初期投資コストのみになり、実際に得られる発電量ｋＷｈの多寡について判断できるユーザーは、皆無に等しかった。
しかし、今や全量買取制度の下では、投資した資金の回収を強く意識したユーザーが大勢である。つまり、「生涯発電量の改善・確保」が一大命題となった。
このための方策として、以下に掲げる「太陽光発電システム効率の向上技術開発」および「太陽光発電システム維持管理技術開発」が提案されたことは、現状の社会的ニーズに合致していると判断される。

［太陽光発電システム効率の向上技術開発］
① 太陽電池モジュール面へ入射される日射量を時間的に増大させる（追尾）
- 平板追尾（無集光トラッキング）
- 集光＋追尾（集光による太陽電池効率上昇効果も見込む）

② 太陽電池動作温度を低下させる構造などにより、等価的な変換効率を増大させる。
③ 太陽電池モジュール以外のパワコンディショナ（略：パワコン）等の周辺機器（ＢＯＳ）運転効率を上げたり、耐久性向上により交換寿命延長により、

生涯稼働時間を改善する。
- パワコン・インバータ部の効率等の向上
- パワコン・昇圧回路部の効率等の向上
- パワコンの交換寿命適合化（太陽電池モジュールとのバランス）※

（※評価者が追加）

［太陽光発電システム維持管理技術開発］

太陽光発電システムは、設置場所の条件（方位・傾斜角、屋根形状からの自己影・周囲の陰影、温度上昇）、日射変動の地域差・季節差・年差や、太陽電池モジュールやシステム機器の健全さ､など多くの個別条件に支配されるために､事前の発電量見積もりとの乖離が生じやすいことに大きな要因が見いだせる。

また、現地で適切な評価をするためには、少なくとも、入力側の日射強度の経時変化を捕捉することと、出力の電力量計測が必須である。両者のデータの関係から、発電量の低下（システムの不具合）が疑われる場合には、太陽電池モジュール、アレイ回路、パワコンなど、各部に不良要因を分離するためには、現状では、専門家の派遣を要請する必要性が生じる。このため、１００万軒を突破した現状ユーザーの大部分は､自分のシステムが期待通りに運転しているのか、具合が悪いのか、知り得ないのが現状である。こういった点を技術面からの解決を早期に図っていかなければならない。

現状では、日射量計測機器付加は高価であり、センサー寿命に問題があること、各家庭へのサービスマン派遣が高価であることなどで、これらのモニタリグは汎用なシステムとして全く確立していないのが実情である。

一方、メガソーラーでは、投資額の大きさから、システムモニタリングや、データの自動解析による不具合の発見などへの要求は強い。投資家などのリスクアセス面での需要もあると見られる。こういった観点から、「④　太陽光発電システムのモニタリング手段の開発」で、システムの運転が設置当初の期待通りに確保できるように、適切で低コストのモニタリング手段（健全性診断システム）を開発し、より適切なメンテナンス体制を提供する。（長期的には、ＨＥＭＳ、ＢＥＭＳとの統合的展開も視野に入れたい分野である）

太陽光発電システム・リサイクル技術開発

わが国においては、住宅用太陽光発電補助金制度が導入されたのは、１９９４年度であり、導入量は初期の増加をたどり、１９９５～２００５年代の年間国内導入量は１０～３００ＭＷと、ほぼ３０倍となった。これらの太陽電池モジュールの寿命中心値が２０年間程度（おそらくは１５～２５年間に分布）とすれば、２０２０年には、２０００年度導入量であった１１０ＭＷがほぼ廃棄されることは必然であり、さらに、２０２５年度に３００ＭＷ、２０３０年度には、１０００ＭＷの大台に達することが容易に推察される。これらは既存導入量に基づくもので確定量と言ってもよいであろう。

また、本事業計画では、２０２０年にリサイクル規模を２００ＭＷ/年と見積もっている点について以下に述べる。

現在までＮＥＤＯの太陽光発電次世代プロジェクトで実施されている､リサクル技術の要素研究の想定では､２０００年時点導入品の廃棄量１１０ＭＷに

加えて、２０２０年時点での国内太陽電池製造拠点での歩留まりを考慮した跳ね出し品およびシステムでの初期不良品を加えて、およそ１６０ＭＷがリサイクルされると見積っていること、２０２３年度には２００３年度生産品約２２０ＭＷを考慮に入れると、上記の想定の基本条件として、２００ＭＷ/年は適切かつ現実的と判断される。

（B 委員）

本事業のリサイクル目標コストについて、５円/Ｗとしているが、要素研究での検討値と整合が取れている。（なお、同研究での見積もりでは、有価物でのコスト回収を見込めば４円を下回るとの記述もある。）

太陽光発電導入の意義については記載されているとおりであり、その発電コスト低減や廃棄時の環境負荷低減は早期に実現すべき課題である。足下ではセル・モジュールの価格競争が国際的に進む中、民間企業は厳しい競争環境にさらされている。システムとしての高効率化技術開発やリサイクル技術開発については短期的にコスト上昇要因になりかねないため、より長期的視点から国として投資を行い技術開発を加速することは妥当である。

（C 委員）

我が国のエネルギ―調達の多様化は喫緊の課題であり、一つの解となりうる太陽光発電システムの将来の課題解決の施策を展開することは必要不可欠と思われる。

○問題点・改善すべき点

（A 委員）

太陽光発電システムのリサイクルについては、要素研究によって得られた技術開発成果についても、技術の維持を考慮した実証研究段階への移行の可能性も含めて検討して欲しい。（参考：現状の需要としては、１９９０年代前半の導入品相当では全国で５ＭＷ/年程度。プラント実証運転用の廃棄モジュールの確保も難しい状況。）

リサイクルを３Ｒとして捉えると、レデュース、リユース方策の提案があれば、前向きに検討して欲しい。

（1）②アウトカム（目指している社会の姿）の具体的内容及び検証可能なアウトカム指標とその時期

太陽光発電を長期的に利用していくためには、健全性を維持し、運用期間終了時には、環境負荷に配慮して回収・リサイクルを行う事が重要である。2020年、2030年における発電コスト低減への貢献をアウトカム指標としたことは妥当である。

廃棄時の処理コストについては、住宅屋根設置が進む我が国において廃棄時に設置者が負担可能と考えられる処理金額に収まると考えられる事から、妥当である。また、リサイクルの基本条件とした処理量２００MW/年は、適切かつ現実的なものと考えられる。様々な太陽電池を対象とした汎用処理技術開発を行うことは、事業の実効性を高める上で欠かせない。

発電コストの低減に向けては、他の研究開発との整合が欠かせない。長期にわたり安定した発電を得るためのシステムの長寿命化も欠かせない。

また、普及が始まっている産業用太陽光発電所の基礎、架台、パワコンについても、LCA 評価に基づいた環境性能の高い最適システムの追求が必要である。

なお、リサイクルにおいては、太陽光発電システムの取り外し工事費やロジスティック費用にも留意することが必要である。

〇肯定的意見

（A委員）

現在までＮＥＤＯの「太陽光発電次世代プロジェクト」で実施されている、リサクル技術の「要素研究」の想定では、２０００年時点導入品の廃棄量１１０MWに加えて、２０２０年時点での国内太陽電池製造拠点での歩留まりを考慮した跳ね出し品およびシステムでの初期不良品を加えて、およそ１６０MWがリサイクルされると見積っていること、２０２３年度には２００３年度生産品約２２０MWを考慮に入れると、上記の想定の基本条件として、２００MW/年は適切かつ現実的と判断され、プロジェクト終了時点での実需が待ち受けていることになる。

（B委員）

太陽光発電を長期的に利用していくためには、20 年以上が期待されるシステムの運用期間にわたり、その健全性を維持し、運用期間終了時には環境負荷に配慮して回収・リサイクルを行い、次のシステム導入につなげる事が重要である。このための技術開発は我が国が目指す低炭素社会の実現に資するものであり、妥当である。またアウトカム指標については、2020 年、2030 年の発電コストが直近の具体的目標であり、これに資する事は妥当な設定である。廃棄時の処理コストについては、住宅屋根設置が進む我が国において廃棄時に設置者が負担可能と考えられる処理金額に収まると考えられる事から、妥当である。

（C委員）

発電システム全体としての効率改善、維持管理のローコスト化検討は、検討の必要な技術領域と思われる。

様々な太陽電池を対象とした（汎用）処理技術開発を行うことは実効性の高い事業を創出する価値あるものと思われる。

〇問題点・改善すべき点

（A 委員）

今回事業の終了時点での､現実的な需要に対する全国展開を念頭に入れた回収ロジスティックス・ネットワーク設計を検討課題に含めておいて欲しい。

主として太陽電池モジュールのリサイクルのみを取り上げているように見えるが､大量に普及しだしたメガソーラーについても将来大量の廃棄物を生み出すので、基礎、架台、パワコンも含めたリサイクルについても、とくにＬＣＡ的評価に基づいた、環境性能の高い最適システムを追求して欲しい。

（B 委員）なし

（C 委員）

発電コストに言及があるが、本事業で開発する技術領域での成果と関連はするものの、他の領域の開発とのリンク・取り合いが必要。また、発電コスト低減には、長期間にわたり安定した発電能力を保つ、長寿命化も大切な項目であろう。

また、処理コストに対する目標値を設定されているが、実際の処理では太陽光発電システムの取り外しやロジスティック費用も無視できないことにも注意が必要である。

（1）③アウトカムが実現した場合の日本経済や国際競争力、問題解決に与える効果の程度

太陽光発電の大量導入は世界的な潮流であり、低価格化に留まらず、ライフサイクル全体での低炭素化を進めることは、再生可能エネルギー源としての価値向上に資する事であり、我が国の国際競争力向上の観点からも有効である。また、システム効率の向上、信頼性の向上により、太陽光発電市場の拡大も期待される。

〇肯定的意見

（A委員）

少なくとも現状想定の２０２０年の太陽光発電国内市場が大きい。例えば、２０２０年国内市場において市場規模は、４GW/年（ＪＰＥＡ-２０３０-Ｏｕｔｌｏｏｋ）とすれば、国内だけで５６００億円/年オーダーとなる（１４円/ｋＷｈを達成していると仮定すれば、国内平均年間稼働時間１０００時間；１０年回収で単純逆算すると、１４万円/ｋＷ×４GW）

このうち、本事業での寄与分を、システム効率向上１０%＋システム信頼性向上１０%とすれば、２０%価値が向上する。

（参考値：仮に２０年間の増収分として単純計算すると：１４円/ｋＷｈ×０．２×１０００時間/年×２０年×４GW＝２２４０億円）

（B委員）

太陽光発電の大量導入は世界的な潮流であり、単なる低価格化だけでなく、ライフサイクルで見たシステムの低炭素化を進めることは、再生可能エネルギー源としての価値向上に資する事であり、我が国の国際競争力向上の観点からも有効であると考える。

（C委員）なし

〇問題点・改善すべき点

（A委員）なし

（B委員）なし

（C委員）なし

（１）④アウトカムに至るまでに達成すべきいくつかの中間段階の目標（技術的成果等）の具体的内容とその時期

２０２０年１４円／kWh の発電コスト目標達成を念頭に置き、システム周辺機器サイドでの効率を１０％向上させること、また、システム信頼性を確保するためのモニタリングシステム不良検出方法等を開発するとしたことは、双方とも、中間目標での「システム生涯発電量の向上」を達成するために、より現実味を持った攻め口と判断できる。

また、2018 年時点で年間２００ＭＷ処理時のコストを 5 円/Ｗとする目標は、実現性が高く妥当な目標であり、この時期の本事業の立ち上げはベストタイミングである。

なお、発電効率１０％改善は意欲的な目標だが、発電コスト低減と両立した検討が必要である。太陽光発電システムには資源としての価値が高い素材は多くは含まれていないことから、過度なリサイクルを要求するものとならないように配慮することが必要である。

〇肯定的意見

（A 委員）

本事業の大元の最終的な目標としては、２０３０年までに７円/ｋＷｈの太陽光発電システムの実現を目指すとした超長期目標（いわゆる NEDO-PV2030）があり、今回提案事業は中間的な段階での発電コスト１４円/ｋＷｈ目標達成の２０２０年を念頭に置いている。ここでは、太陽電池モジュールサイドではなく、システム周辺機器サイドでの効率を１０％向上させること、また、システム信頼性を確保するためのモニタリングシステム不良検出方法等を開発するとしたことは、双方とも、中間目標での「システム生涯発電量の向上」を達成するために、より現実味を持った攻め口と判断できる。

また、リサイクルについては、現実に、 2015～2025 年に向かって、急速に国内市場が立ちあがった 1995～2005 年時期国内導入の現存モジュールの廃棄時期を迎えるため、この時期の本事業の立ち上げはベストタイミングである。

（B 委員）なし

（C 委員）

2018 年時点年間 200MW 処理時のコストを 5 円/W とする目標は実現性が高く妥当な目標である。

〇問題点・改善すべき点

（A 委員）なし

（B 委員）なし

（C 委員）

発電効率１０％改善は意欲的な目標だが、発電コスト低減と両立した検討が必要。また、適正処理の質についても一定の共有が必要である。太陽光発電システムには循環価値の高い素材が多くは含まれていないことに鑑み、過度なリサイクルを要求するものとならないように配慮することが必要である。

（２）アウトカムに至るまでの戦略について

（２）①アウトカムに至るまでの戦略

太陽光発電システム維持管理及びシステム効率向上については、周辺機器の高機能化から実証試験までが計画されており、妥当である。欧州ではガラス回収主体の一世代前の技術レベルであり、米国ではリサイクル技術は立ち後れていることから、今回事業で、有価物回収も可能な新世代リサイクルプラントが実現すれば、国際標準化やプラント輸出において有利となる。

なお、我が国の先進性を担保するためには、海外での取組みについても情報収集する必要がありとともに、国内では、知財等の共同利用が可能な体制を構築する必要がある。また、長期にわたる実証試験が必要な項目については、本事業期間終了後も何らかの形で一部継続できるよう、配慮が必要と考える。リサイクル技術については、処理技術の汎用性向上に向けて資源回収、熱回収、有害物質の回収など総合的な技術開発を行うとともに、住宅用太陽光発電システム等の小規模なシステムについては、効率的な回収方法について検討を行うべきである。

〇肯定的意見

（A 委員）

海外の太陽電池モジュールリサイクルについては、欧州太陽光発電協会ＥＰＩＡが一歩先行したが、ガラス回収主体の一世代前の技術レベルである。米国では、リサイクル技術は立ち後れている。今回事業では、要素技術研究で実現した、有価物回収も可能な新世代リサイクルプラントが実現するので、国際標準化やプラント輸出において有利な地歩を固められる。

（B 委員）

太陽光発電システム維持管理及びシステム効率向上については､周辺機器の高機能化から実証試験までが計画されており、妥当である。

（C 委員）なし

〇問題点・改善すべき点

（A 委員）

２０２０年１１０ＭＷ、２０２５年３００ＭＷの２０年経過廃棄モジュールが実需として待ち構えており、複数のリサイクルプラント拠点や、集荷ロジ網を広域に展開するためには、本事業を開始するに当たっては、知財等の共同利用が可能な体制を構築していただきたい。

（B 委員）

実証試験においては、太陽光発電システム運用期間は通常 20 年以上が想定されるため、長期間の実証試験が必要な項目については、本事業期間終了後も何らかの形で一部継続できるよう、配慮が必要と考える。

リサイクル技術については、処理技術の汎用性向上に向けて資源回収、熱回収、有害物質の回収など総合的な技術開発を行うとともに、我が国の特徴でもある住宅用太陽光発電システム等の小規模なシステムについては、使用済み太陽光パネルをどのように効率的に回収するかについても、大量発生に備えて検討を行うべきである。

（C 委員）

我が国の先進性を担保するためには海外での取組みについても情報共有する必要がある。

（２）②成果とユーザーの段階的イメージ・仮説
　リサイクル処理を担うべき事業者や対象物を設計製造するメーカー、発電事業者等関係者の意見を反映させることは、実効性のある技術を構築する上で極めて重要である。
　なお、技術成果の受け手となる優良な処理・リサイクル事業者が容易に活用できる成果となることが望ましい。

〇肯定的意見
（A 委員）なし
（B 委員）なし
（C 委員）
　リサイクル処理を担うべき事業者や対象物を設計製造するメーカー、また発電事業者等関係者の意見を反映させることは実効性のある技術を構築する上で極めて重要である。

〇問題点・改善すべき点
（A 委員）
（B 委員）
（C 委員）
　技術成果の受け手となる優良な処理・リサイクル事業者が容易に活用できる成果となることが望ましい。

（３）次年度以降に技術開発を実施する緊急性について

（３）①次年度以降に技術開発を実施する緊急性 現在の国内の電力供給事情、およびこれまでの太陽光発電システムの普及量と標準的な運用期間から見て、本事業を早急に開始することは妥当である。

〇肯定的意見

（A 委員）なし

（B 委員）

現在の国内の電力供給事情､およびこれまでの太陽光発電システムの普及量と標準的な運用期間から見て、本事業を早急に開始することは妥当である。

（C 委員）なし

〇問題点・改善すべき点

（A 委員）なし

（B 委員）なし

（C 委員）なし

（４）国が実施する必要性について

（４）①科学技術的価値の観点からみた卓越性、先導性
　国内でゆりかごからゆりかごまでの技術を確立し運用できる体制を作り上げることは、我が国のプレゼンス向上に資するものと思われる。特にパワコン周辺機器は、基本的には、ＨＥＭＳ、ＢＥＭＳ、ＣＥＭＳの中心的制御機器と同一軸上にあると考えられ、これらの先進的な技術分野への波及効果は、技術面でも、ビジネス面でも、非常に大きいと判断される。

〇肯定的意見

（A 委員）
　特にパワコン周辺機器は、基本的には、ネットワークのスマート化で使用される、ＨＥＭＳ、ＢＥＭＳ、ＣＥＭＳの中心的制御機器と同一軸上にあると考えられる。太陽光発電の開発・普及促進が現実のビジネスとして、一歩先に転開し始めていることから、これらの先進的な技術分野への波及効果は、技術面でも、ビジネス面でも、非常に大きいと判断される。

（B 委員）なし

（C 委員）
　国内においてゆりかごからゆりかごまでの技術を確立し運用できる体制を作り上げることは、我が国のプレゼンス向上に資するものと思われる。

〇問題点・改善すべき点

（A 委員）なし

（B 委員）なし

（C 委員）なし

（５）当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業について

（５）①当該事業のアウトカムと関連性のある省内外の事業との関係性

太陽光発電の発電コスト低減は、セル・モジュールの高効率化、周辺機器の高効率化、設置導入量拡大、維持管理技術の高度化によるシステム効率向上、運用期間終了後のリサイクルなど、全ての技術開発を総動員して実現するべき課題であり、その中における本事業の位置づけは妥当である。また、製品が長期間使用されることに鑑み、リサイクル技術は製品開発動向とリンクさせることが必要不可欠であり、必要な開発事業との連携が図られている。リサイクルの観点で環境省サイドとの共通認識を構築していくことは、意味があると判断する。

○肯定的意見

（A 委員）

リサイクル問題については、大量の住宅用太陽光発電の廃棄問題もあって、同様の基本認識を有していると見られる環境省サイドとの共通認識を構築していくことは、意味があると判断する。

（B 委員）

太陽光発電の発電コスト低減は、セル・モジュールの高効率化、周辺機器の高効率化、設置導入量拡大、維持管理技術の高度化によるシステム効率向上、運用期間終了後のリサイクルなど、全ての技術開発を総動員して実現するべき課題であり、その中における本事業の位置づけは妥当である。

（C 委員）

製品が長期間使用されることに鑑み、リサイクル技術は製品開発動向とリンクさせることが必要不可欠であり、必要な開発事業との連携が図られている。

○問題点・改善すべき点

（A 委員）なし

（B 委員）なし

（C 委員）なし

以上

第３章　評価ワーキンググループのコメント及びコメントに対する対処方針

本研究開発事業に対する評価小委員会のコメント及びコメントに対する推進課の対処方針は、以下のとおり。

【太陽光発電システム維持管理及びリサイクル技術開発】

（アウトカムに至るまでの戦略、実用化に向けた取組）
・太陽光発電システム維持管理技術については、システムとして１０%効率を向上するための技術開発要素の内訳、見通しを十分に検討すること。
・リサイクル技術開発については、その目的と位置づけ（大量廃棄における廃棄物の削減と処理費用の低減なのか、有用物質の回収・再利用なのか、また、それによってライフサイクルでみたコストの低減が可能と説明できるのか）を明確にし、具体的に取り組む技術開発課題、優先順位を十分に検討すること。

対処方針

① 太陽光発電システム維持管理技術開発について

（１）太陽電池冷却による効率向上：目標 5%
低コストな冷却システムの技術開発を行う。

（２）太陽追尾・集光等による効率向上：目標 10%
低コストな追尾システム、集光構造や反射機構等、光の利用率を高める技術の開発を行う。

（３）高機能パワーコンディショナ等による効率向上：目標 2～3%
低コスト化、省電力化、電力ロスの最小化を目指したパワーコンディショナや昇圧器等の周辺機器の技術開発を行う。

（４）モニタリングシステムによる効率向上：目標 1～2%
不具合による発電ロスを最小限にするため、モニタリングシステムによる健全性診断・リスク評価の技術開発を行う。

（５）発電コストの低減にもつながるメンテナンス用機器による効率向上：目標 1～2%
砂埃等がパネル表面に堆積しやすい環境における自動クリーニング機器や、草の生えやすい環境における除草機器等、メンテナンスシステムの開発と低コスト化の技術開発を行う。

設置場所の環境に合わせて、コスト面に配慮しつつ、上記機能を組み合わせ実装することで、１０%のシステム効率向上を目指す。

②リサイクル技術開発について

リサイクル技術開発についての目的と位置づけは、将来予想される太陽光パネルの大量廃棄に対して、廃棄物量を削減する観点から、その処理費用を低減するための技術開発を行うことである。

具体的な技術開発課題としては、年間 200MW 処理時に処理コストが 5 円/W 以下となる低コスト処理技術の確立、多種多様な種類・構造のモジュールに対応可能な汎用性の確保、封止材の除去処理技術、薄膜系太陽電池では基板材料からの発電層分離技術などがあるが、様々な使用済みモジュールの処理を実現するため、低コスト処理技術の確立と、汎用性の確保に関する研究開

発を重点的に実施する。
　なお、ライフサイクルでみたコストの低減については、現時点では見込めないが、廃棄物量の削減に係る処理費用の低コスト化を目指すことで、ライフサイクルでの負担の軽減を図る。

（参考）

太陽光発電システム維持管理及びリサイクル技術開発

資源エネルギー庁
新エネルギー対策課
03-3501-4031

事業の内容

事業の概要・目的

○太陽電光発電システム全体の効率向上を図るには、太陽電池のみならず、周辺機器の高機能化、維持管理技術の開発が必要です。さらに、大量導入された後のことも考え、耐用年数経過後の廃棄物発生に備えた措置を講じる必要があります。

このため、

①パワーコンディショナ高効率化、冷却やトラッキング等によるシステム効率向上技術開発等（周辺機器の高機能化）

②モニタリングシステムによる健全性診断等の技術開発（維持管理技術）

③大量処理や様々な太陽光パネルに対応する低コストリサイクル技術の開発（廃棄物対策）

を行います。

【事業目標】

- 発電効率を従来の方法と比べて10%以上向上。
- 処理コスト5円/W以下のリサイクル処理技術の確立。

条件（対象者、対象行為、補助率等）

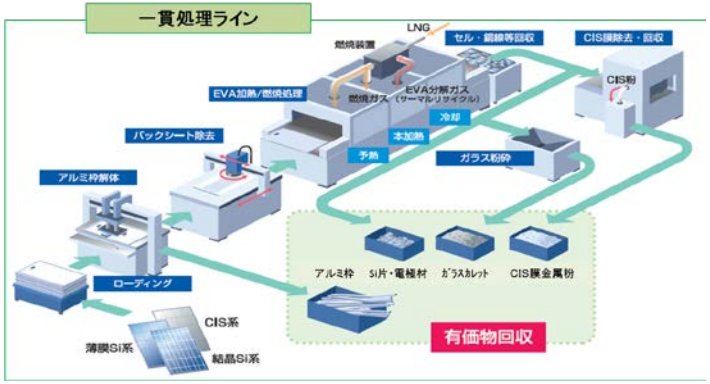
交付金　　委託・補助（2/3）

国 → NEDO → 民間企業・大学等

事業イメージ

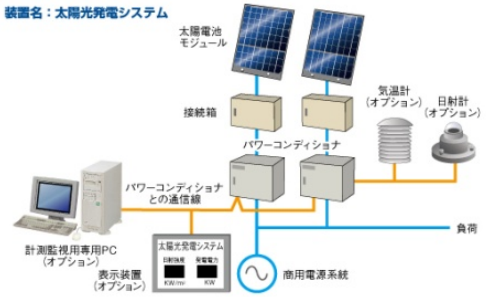
○リサイクル処理に関するもの

・低コスト汎用リサイクル処理技術の開発



○周辺機器に関するもの

PCS、昇圧器、
冷却、トラッキング、
反射利用、集光　等

○維持管理に関するもの

モニタリングシステム、
健全性診断システム、
メンテナンス用機器
等