

「高性能・高信頼性太陽光発電の発電コスト低減技術開発」基本計画

新エネルギー部

1. 研究開発の目的・目標・内容

(1) 研究開発の目的

① 政策的な重要性

2014年4月に閣議決定されたエネルギー基本計画では、再生可能エネルギーを「現時点では、安定供給面、コスト面で様々な課題が存在するが、温室効果ガスを排出せず、国内で生産できることから、エネルギー安全保障にも寄与できる有望かつ多様で、重要な低炭素の国産エネルギー源である。」と位置付け、これまでのエネルギー基本計画で示した水準を更に上回る水準の導入を目指すこととしている。太陽光発電は、「個人を含めた需要家に近接したところで中小規模の発電を行うことも可能で系統負担も抑えられる上に、非常用電源としても利用可能である」と期待されている。一方で、発電コストが高い等の課題も指摘され、更なる技術革新が必要とされている。

また、固定価格買取制度の効果で国内市場は急拡大しているが、今後、太陽光発電を始めとする再生可能エネルギーの普及がさらに進めば、賦課金が増加し、国民負担の増大が見込まれるとの指摘もある。将来の国民負担を軽減するためには、発電コストの低減は重要な課題である。

こうした状況を踏まえ、NEDOは2014年9月に「太陽光発電開発戦略（以下、「開発戦略」という。）」を策定し、発電コスト低減目標として、2020年に業務用電力価格並となる14円/kWh（グリッドパリティ）、2030年に従来型火力発電の発電コスト並みあるいはそれ以下に相当する7円/kWh（ジェネレーションパリティ）を掲げた。また、開発戦略では、その目標達成のための方策として、発電コストに関する要素を分析し、モジュール変換効率の向上、システム価格の低減及び長期信頼性を同時に満たす太陽光発電が必要であり、そのためには新たな技術の開発が必要であるとしている。

② 我が国の状況

2014年度までNEDOが「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」で進めてきた発電コスト低減に資する技術の開発は、多くの成果をあげている。例えば、結晶シリコン太陽電池ではヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池で25%を超える要素技術を開発し、CIS系薄膜太陽電池でも30cm角サブモジュールで変換効率17.8%（世界最高）を達成する等の成果をあげてきた。また、Ⅲ－Ⅴ族の薄膜多接合型太陽電池で世

界最高効率のセル変換効率を達成、量子ドット等の新概念の太陽電池で世界最高水準の技術を開発、ペロブスカイト太陽電池等の革新的な技術を開発する等、新分野の開拓でも大きな成果をあげている。

③ 世界の取組状況

欧州では、戦略的研究計画（Strategic Research Agenda : SRA）を策定し、発電コスト低減に取り組んでいる。欧州フレームワーク計画 FP7 (2007～2013) では、製造装置プロセス、集光型太陽電池、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、FP7の後継プログラム Horizon 2020 (2014～2020) を策定し研究開発に取り組んでいる。

また、米国では、2011年2月に新たな技術開発戦略として「Sunshot イニシアティブ」を策定し、太陽光発電技術に係るコスト削減、太陽光発電の系統連系に係るコスト削減、太陽光発電の設置・運用に係るコスト削減等の開発を行っている。

一方、中国では、第12次5ヵ年計画（2011～2015年）で、変換効率 単結晶シリコン太陽電池で21%、多結晶シリコン太陽電池19%、太陽電池のモジュール製造コスト2020年7元/W等の目標を設定し、研究開発を推進している。

世界各国で国を挙げた研究開発が行われており、2013年時点で、中国メーカーが太陽電池の販売量として出力ベースで6割のシェアを占めるに至り、太陽電池技術分野における我が国の技術の優位性が低下しつつある。

④ 本事業のねらい

本プロジェクトでは、開発戦略で掲げる発電コスト低減目標達成のため、2030年までに7円/kWhの実現に資する高性能と高信頼性を両立した太陽電池の開発を目指す。ただし、実用化が進んでいる結晶シリコン太陽電池とCIS太陽電池については、国内外での競争力確保の観点から太陽電池のコスト低減と効率向上を急ぎ、日本国内における発電コスト7円/kWhの達成目標年を2025年に前倒しする。

具体的には、実用化が進んでいる結晶シリコン太陽電池とCIS太陽電池については、14円/kWhを十分に下回る太陽電池モジュールを2020年までに実用化するとともに、2025年までに7円/kWhを実現する要素技術の確立を目指す。

また、結晶シリコン太陽電池やCIS太陽電池とは異なり、圧倒的な高効率や低コストで発電コスト7円/kWhを目指す革新的太陽電池については、2030年までに7円/kWhを実現する要素技術の確立を目指す。

上記開発と並行して、太陽光発電の信頼性を高め、着実に社会に定着するための評価技術等の共通基盤技術を開発する。

また、上記開発の進捗により、中間目標年までに多くの成果が生まれ、と

くにヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池等の高効率太陽電池の技術は確立しつつある。こうした高効率太陽電池は内外から高く評価されているものの、低コストでの製造プロセスにはまだ課題が残り、2025年の発電コスト目標達成には、技術的ブレークスルーが必要な状況である。そこで、高効率太陽電池の発電コスト目標達成をより強固なものとするべく、「高効率太陽電池製造技術実証」を行う。

(2) 研究開発の目標

① アウトプット目標

2014年度までに実施した「太陽光発電システム次世代高性能技術の開発」の成果から、結晶シリコン太陽電池と CIS 太陽電池については、14 円/kWh 達成の技術的見通しを得たことから、当該技術を着実に実用化するための技術を開発することとする。

また、結晶シリコンと CIS 太陽電池については 2025 年までに発電コスト 7 円/kWh 実現に資する要素技術開発を進める。加えて、実用化まで時間を要するものの、これまでの開発成果から発電コスト低減に有効な太陽電池の実現に有望と考えられる技術を対象に、2030 年発電コスト 7 円/kWh 達成に資する高性能太陽電池を開発する。なお、これまでは主として高性能化に取り組んできたが、実用化を加速するべく、低コスト化や信頼性も重視する。

さらに、上記開発に必要な測定、評価、分析技術等の開発等を共通基盤技術として開発する。

「高効率太陽電池製造技術実証」では、ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池等、海外メーカーに対し圧倒的に高効率な太陽電池の低コストプロセス技術を構築するべく、生産プロセスを設計するとともに、裏面の接合形成プロセス、パターンニングプロセスなど、量産において低コスト化につながる製造技術の実証を行う。

【最終目標】

1) 先端複合技術型シリコン太陽電池、高性能 CIS 太陽電池の技術開発

a) 試作モジュールで、発電コスト 14 円/kWh を十分に下回る性能を確認する。

- ・発電コスト算出においては、開発技術のモジュール変換効率 (%)、モジュール製造コスト (円/W)、想定する使用環境におけるシステムコスト (円/W)、出力劣化率、設備利用率等の前提条件を客観的に説明すること。

<発電コスト 14 円/kWh を満たす性能の目安>

- ・モジュール変換効率 22%
- ・モジュールの出力劣化 25 年で 20%相当

なお、発電コスト目標を達成する使用環境（条件）によっては、上記条件と異なる目標とする場合もあり得る。

- b) 2025年までに発電コスト 7 円/kWh を実現するための開発計画を提示すること。

2) 革新的新構造太陽電池の研究開発

a) 革新的高効率太陽電池の研究開発

- ・モジュール変換効率 : 30%
- ・モジュール製造コスト : 想定する使用環境で、システム価格 125 円/W を実現するコスト

b) 革新的低製造コスト太陽電池の研究開発

- ・モジュール変換効率 : 20%
- ・モジュール製造コスト : 15 円/W を実現するコスト

3) 太陽電池セル、モジュールの共通基盤技術開発

a) 先端複合技術型シリコン太陽電池

① 高効率・低コスト結晶成長、ウエハスライス技術に関する研究開発

p 型、n 型それぞれの基板のキャリアライフタイムを現状の 3 倍以上にする。

材料品質、スライスプロセスがセル性能に与える影響を明らかにし、セルプロセスにおける技術開発指針を得る。

② 高効率・低コストセル、モジュールプロセス技術に関する研究開発

新たに開発する先端複合技術型シリコン太陽電池において、各要素技術（成膜、電極、パッシベーション等）がセル性能に与える影響を明らかにし、セル、モジュールプロセスにおける技術開発指針を得る。

b) 高性能 CIS 太陽電池の開発

- ① 小面積セル（1cm 角程度）で変換効率 23% 以上
- ② 欠陥密度の低減化技術の開発
- ③ CIS 太陽電池の理想的な材料設計技術の提案

4) 共通基盤技術の開発（太陽光発電システムの信頼性評価技術等）

a) 出力測定技術の開発

- ・新型の太陽電池等については、海外における主要研究機関による測定技術との整合性も考慮しつつ、室内測定においては精度 $\pm 0.5\%$ （1 σ ）以内

を目指す。

- ・薄膜系を含む市販されている太陽電池モジュールの屋外での測定においては精度 $\pm 1.0\%$ (1σ) 以内を目指す。

b) 発電量評価技術

- ・気候区による気象データやスペクトルデータ等を整理し、ユーザーにとって利便性の高い日射量データベースを構築し、NEDOホームページ等のWebサイトに掲載する。

c) 信頼性・寿命評価技術の開発

- ・低コストで劣化対策を施した太陽電池モジュールの有効性について実証する。
- ・太陽電池モジュールの性能 30 年を予測できる加速試験方法を開発する。

5) 動向調査等

a) 動向調査

- ・発電コスト7円/kWh実現に向け、開発戦略の見直しの要否を検討するとともに、必要に応じ、見直し案を作成する。

b) I E A国際協力事業

PVPS の動向及び展開を踏まえた、定期的な情報発信を行う。

6) 高効率太陽電池製造技術実証

高効率太陽電池を低製造コストで実用化が可能なプロセスの開発を行い、2025年に発電コスト7円/kWhを達成するための製造技術を試作レベルで実証する。

【中間目標】

1) 先端複合技術型シリコン太陽電池、高性能 CIS 太陽電池の技術開発

a) 試作モジュールで、発電コスト17円/kWh相当の性能を確認する。

- ・発電コスト算出においては、開発技術のモジュール変換効率(%)、モジュール製造コスト(円/W)、想定する使用環境におけるシステムコスト(円/W)、出力劣化率、設備利用率等の前提条件を客観的に説明すること。

<発電コスト17円/kWhを満たす性能の目安>

- ・モジュール変換効率 20%
- ・モジュールの出力劣化 20年で20%相当

なお、発電コスト目標を達成する使用環境（条件）によっては、上記条件と異なる目標とする場合もあり得る。

b) 2020年までの実用化計画を提示すること。

2) 革新的新構造太陽電池の研究開発

a) 革新的高効率太陽電池の研究開発

モジュール変換効率 30%以上、且つ、結晶シリコン並の製造コストを実現するセル・モジュール構造と達成手段を明確化する。

b) 革新的低製造コスト太陽電池の研究開発

量産時にモジュール製造コスト 15 円/W を実現しうる、太陽電池セル材料・構造に関する要素技術の開発。

小面積太陽電池セルでの変換効率 20%の達成。

3) 太陽電池セル、モジュールの共通基盤技術開発

a) 先端複合技術型シリコン太陽電池

① 高効率・低コスト結晶成長、ウエハスライス技術に関する研究開発

p型、n型それぞれの基板のキャリアライフタイムを現状の2倍以上にする。

② 高効率・低コストセル、モジュールプロセス技術に関する研究開発

新たに開発する先端複合技術型シリコン太陽電池において、各要素技術（成膜、電極、パッシベーション等）がセル性能に与える影響を評価し、セル、モジュールプロセスにおける技術開発課題を明らかにする。

b) 高性能 CIS 太陽電池の開発

① 小面積セル（1cm 角程度）で変換効率 22%以上

② 欠陥検出のためのデバイス構造の明確化

③ CIS 太陽電池の電子構造の明確化

4) 共通基盤技術の開発（太陽光発電システムの信頼性評価技術等）

a) 出力測定技術の開発

・新型の太陽電池等については、海外における主要研究機関による測定技術との整合性も考慮しつつ、室内測定においては精度 $\pm 1.0\%$ (1σ) 以内を目指す。

・市販されている結晶 Si 系太陽電池モジュールの屋外での測定においては精度 $\pm 1.0\%$ (1σ) 以内を目指す。

b) 発電量評価技術

- ・気候区による気象データやスペクトルデータ等を整理し、ユーザーにとって利便性の高い日射量データベースを構築する。

c) 信頼性・寿命評価技術の開発

- ・PID現象など太陽電池モジュールの劣化メカニズムを解明するとともに、劣化予防のための具体的な低コスト対策技術を開発する。
- ・太陽電池モジュールの性能 25 年を予測できる加速試験方法を開発する。

5) 動向調査等

a) 動向調査

- ① 年度毎に太陽電池モジュールの性能と発電コストの関係を客観的に分析するとともに、モジュールの産業競争力を評価する。
- ② 発電コスト目標達成後の産業、市場動向について、シナリオ分析を行う。

b) I E A国際協力事業

- N E D Oが参画するPVPSの活動に参加し、その内容を産業界に発信する。2018年度以降のPVPSへの新たな活動計画案を作成する。

② アウトカム目標

本プロジェクトで開発した太陽電池モジュールが実用化、販売され、当該モジュールが採用される太陽光発電システムについて、2020年には発電コスト 14 円/kWh を十分に下回り、2025年には発電コスト 7 円/kWh を実現する。これにより、固定価格買取制度の早期卒業が実現すれば、年間数千億円の費用負担削減効果が見込まれる。また、「高効率太陽電池製造技術実証」においては、既に研究レベルで高効率を実証している高効率太陽電池の早期市場投入により、国内住宅屋根設置市場（需要地近接型市場）をはじめ、国内外の設置面積制約の大きい太陽電池市場の獲得に貢献する。

③ アウトカム目標達成に向けての取組

N E D Oは、2020年に発電コスト 14 円/kWh を十分に下回る性能の実現に向け、参画企業の事業戦略を確認する仕組みを構築する。

また、先端複合技術型シリコン太陽電池及び高性能C I S太陽電池については2025年、革新的新構造太陽電池については2030年の発電コスト 7 円/kWh、実現に向け、開発技術の実用化を進めるための産学連携体制を構築する。

さらに、開発技術の信頼性評価技術を開発、公表し、発電コスト低減技術の普及拡大に努める。

(3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

【共同研究事業（NEDO負担率2／3）】

① 先端複合技術型シリコン太陽電池、C I S太陽電池の技術開発

本研究開発項目は、大学等の関与が必要となる基盤的な研究要素を含むが、すでに実用化が進んでいる太陽電池を対象として主として企業が実施する開発項目であり、共同研究（NEDO負担率2／3）で実施する。

【委託事業／共同研究事業（NEDO負担率2／3）】

② 革新的新構造太陽電池の研究開発

本研究開発項目は、実用化まで長期間を要するハイリスクな「基盤的技術」に対して、産学官の複数事業者が互いのノウハウ等を持ちより協調して実施する事業であり、委託事業として実施する。ただし、民間企業単独、民間企業のみでの連携、大学等の単独実施等、産学官連携とならないものは、共同研究事業（NEDO負担率：2／3）として実施する。

③ 太陽電池セル、モジュールの共通基盤技術開発

本研究開発項目は、大学等が研究開発項目①に取り組む企業と産学官で連携して取り組む基盤的技術の開発に係る事業であり、原則委託事業として実施する。

ただし、大学等の単独実施等、産学官連携とならないものは、共同研究事業（NEDO負担率：2／3）として実施する。

④ 共通基盤技術の開発（太陽光発電システムの信頼性評価技術等）

本研究開発項目は、試験・評価方法の提案等、国民経済的には大きな便益がありながらも、民間企業の研究開発投資に見合うものが見込めない「公共財の研究開発」事業であり、原則委託事業として実施する。ただし、民間企業単独、民間企業のみでの連携、大学等の単独実施等、産学官連携とならないものは、共同研究事業（NEDO負担率：2／3）として実施する。

【委託事業】

⑤ 動向調査等

諸外国の技術開発動向や政策動向等を把握し、技術開発の方向性や分析・評価手法等の判断に活用するため、各種動向調査やI E A国際協力事業等を実施するもので、委託事業として実施する。

【助成事業（助成率：1／2）】

⑥ 高効率太陽電池製造技術実証

本研究開発項目は、高効率太陽電池の開発実績を有する民間企業が、その技術の事業化を加速し、国際的に競争力を有するために行う開発・実証事業であり、助成事業（助成率：1／2）で実施する。

2. 研究開発の実施方式

（1）研究開発の実施体制

プロジェクトマネージャーにNEDO 新エネルギー部 山崎光浩 主任研究員を任命して、プロジェクトの進行全体を企画・管理し、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。NEDOが公募によって研究開発実施者を選定する。研究開発実施者は、企業や大学等の研究機関等（以下、「団体」という。）のうち、原則として日本国内に研究開発拠点を有するものを対象とし、単独又は複数で研究開発に参加するものとする。ただし、国外の団体の特別の研究開発能力や研究施設等の活用又は国際標準獲得の観点から必要な場合は、当該の研究開発等に限り国外の団体と連携して実施することができるものとする。

なお、各実施者の研究開発能力を最大限に活用し、効率的かつ効果的に研究開発を推進する観点から、NEDOは、研究開発項目②、③及び④の各項目の下に研究テーマ毎の研究開発責任者（テーマリーダー）を選定し、各実施者はテーマリーダーの下でそれぞれの研究テーマについて研究開発を実施する。

（2）研究開発の運営管理

NEDOは、研究開発全体の管理・執行に責任を負い、研究開発の進捗のほか、外部環境の変化等を適時に把握し、必要な対策を講じるものとする。運営管理は、効率的かつ効果的な方法を取り入れることとし、次に掲げる事項を実施する。

① 研究開発の進捗把握・管理

NEDOは、研究開発実施者あるいはテーマリーダーと緊密に連携し、研究開発の進捗状況を把握するとともに、実用化時期を配慮した適切な産業財産権の出願管理を行う。また、外部有識者で構成する技術検討委員会等を組織し、知財管理や標準化等の重要事項について検討する他、定期的に技術的評価を受け、目標達成の見通しを常に把握することに努める。

② 技術分野における動向の把握・分析

NEDOは、プロジェクトで取り組む技術分野について、研究開発項目⑤や適宜行う調査から内外の技術開発動向、政策動向、市場動向等について把握し、

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、一部は委託事業として実施する。

3. 研究開発の実施期間

2015年度から2019年度までの5年間とする。

4. 評価に関する事項

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、外部有識者による研究開発の中間評価を2017年度、事後評価を2020年度に実施する。また、中間評価結果を踏まえ必要に応じ研究開発の加速・縮小・中止等見直しを迅速に行う。なお、評価の時期については、当該研究開発に係る技術動向、政策動向や当該研究開発の進捗状況等に応じて、前倒しする等、適宜見直すものとする。

5. その他の重要事項

(1) 研究開発成果の取扱い

① 総論

研究開発実施者は、研究成果を広範に普及するよう努めるものとする。NEDOは、研究開発実施者による研究成果の普及を促進する。

② 開発成果の実用化による発電コスト低減への寄与

開発成果については、その実用化を前倒して実現し、発電コスト低減目標の早期達成を目指す。

③ 共通基盤技術の形成に資する成果の普及

研究開発項目②、③及び④の成果については、広く太陽光発電産業、市場に展開可能な共通基盤技術として、プロジェクト内で速やかに共有した後、NEDO及び実施者が協力して普及に努めるものとする。

④ データベース等の整備

研究開発項目④の成果のうち、日射量等のデータベースを構築するものについては、NEDOのWebサイト等で積極的にデータの提供を行う。

⑤ 標準化施策等との連携

NEDO及び研究開発実施者は、研究開発項目④で得られた評価手法等の成果について、国際標準化に向けた役割を果たしていくこととする。具体的には、開発した新規試験法を太陽電池モジュールの長期信頼性を裏付ける国際標準として成立させる。

⑥ 知的財産権の帰属、管理等取扱い

委託研究開発及び共同研究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、全て委託先に帰属させることとする。なお、研究開発開始段階から、事業化を見据えた知財戦略を構築し、適切な知財管理を実施する。

⑦ 知財マネジメントに係る運用

本プロジェクトは、「NEDOプロジェクトにおける知財マネジメント基本方針」を適用する。

(2) 基本計画の見直し

NEDOは、当該研究開発の進捗状況及びその評価結果、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、研究開発費の確保状況等、プロジェクト内外の情勢変化を総合的に勘案し、必要に応じて目標達成に向けた改善策を検討し、達成目標、実施期間、実施体制等、プロジェクト基本計画を見直す等の対応をおこなう。

(3) 根拠法

本プロジェクトは、「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法」第15条第1号イ、第3号に基づき実施する。

(4) その他

NEDOは、NEDOが実施する他の事業とも連携し、太陽光発電システム全体で発電コスト低減に取り組むこととする。

6. 基本計画の改訂履歴

(1) 2015年3月、制定。

(2) 2018年2月、アウトプット目標を追記し、研究開発項目⑥「高効率太陽電池製造技術実証」を追加。

(3) 2019年2月、研究開発項目①「先端複合技術型シリコン太陽電池、高性能CIS太陽電池の技術開発」について、最終目標を修正。

(4) 2019年4月、プロジェクトマネージャーを山田主任研究員から山崎主査に変更。

(5) 2019年7月、プロジェクトマネージャーの役職を山崎主査から山崎主任研究員に変更。

(別紙1) 研究開発計画

研究開発項目①「先端複合技術型シリコン太陽電池、高性能 CIS 太陽電池の技術開発」

1. 研究開発の必要性

現在普及している結晶シリコン太陽電池や CIS 太陽電池は、技術開発の進展、市場拡大による量産効果によって、性能向上と価格低減が進んでいる。NEDO の「太陽光発電システム次世代高性能技術の開発」プロジェクトでも、結晶シリコン太陽電池のヘテロ接合とバックコンタクトの統合技術によって、セル効率で 25.1% を達成。CIS 太陽電池でも高品質光吸収層と Cd フリーバッファ層を開発し、小面積セルで変換効率 23.35% (2018 年 11 月)、30cm 角サブモジュールで変換効率 17.8% (世界最高) を達成する等、大きな成果をあげた。しかしながら、2030 年までにこれらの成果を実用化し、発電コスト 7 円/kWh を実現するためには、性能を維持しつつ、大面積化や低製造コストプロセスの開発等を進めるため、更なる技術革新が必要である。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 先端複合技術型シリコン太陽電池の開発

ヘテロ接合とバックコンタクトの統合等、先端技術を複合し、高効率かつ高信頼性を両立したシリコン太陽電池とその低コスト製造技術を開発する。

(2) 高性能 CIS 太陽電池の開発

CIS 太陽電池では、実用化規模の大面積モジュールの高効率化及び低コスト製造プロセスの実用化に向けた開発を実施する。

3. 達成目標

【中間目標】

(1) 試作モジュールで、発電コスト 17 円/kWh 相当の性能を確認する。

- ・発電コスト算出においては、開発技術のモジュール変換効率 (%)、モジュール製造コスト (円/W)、想定する使用環境におけるシステムコスト円/W、出力劣化率、設備利用率等の前提条件を客観的に説明すること。

<発電コスト 17 円/kWh を満たす性能の目安>

- ・モジュール変換効率 20%
- ・モジュールの出力劣化 20 年で 20%相当

(加速評価試験の方法については、試験条件(例えば JISC8917 の温湿度サイクル試験の試験時間等)を提示するとともに、目標年数を保証する製品出荷時と同等の条件を満たすこと。)

なお、発電コスト目標を達成する使用環境(条件)によっては、上記条件と異なる目標とする場合もあり得る。

(2) 2020 年までの実用化計画を提示すること。

【最終目標】

(1) 試作モジュールで、発電コスト 14 円/kWh を十分に下回る性能を確認する。

- ・発電コスト算出においては、開発技術のモジュール変換効率(%)、モジュール製造コスト(円/W)、想定する使用環境におけるシステムコスト円/W、出力劣化率、設備利用率等の前提条件を客観的に説明すること。

<発電コスト 14 円/kWh を満たす性能の目安>

- ・モジュール変換効率 22%
- ・モジュールの出力劣化 25 年で 20%相当

(加速評価試験の方法については、試験条件(例えば JISC8917 の温湿度サイクル試験の試験時間等)を提示するとともに、目標年数を保証する製品出荷時と同等の条件を満たすこと。)

なお、発電コスト目標を達成する使用環境(条件)によっては、上記条件と異なる目標とする場合もあり得る。

(2) 2025 年までに発電コスト 7 円/kWh を実現するための開発計画を提示すること。

研究開発項目②「革新的新構造太陽電池の研究開発」

1. 研究開発の必要性

従来の延長線上にはない、Ⅲ-V 族等の革新的高効率太陽電池や、コスト構造を革新する太陽電池は、2020 年の実用化は困難であるが、変換効率の高さや、製造コストの低さから、2030 年に 7 円/kWh の達成が見込める有力な太陽電池である。

しかしながら、革新的高効率太陽電池は、現在は一般に普及する価格での製造

はきわめて困難であり、事業目標達成のためには太陽電池の製造装置及び製造プロセスの開発や、多接合化のための太陽電池層の剥離、接合技術の開発が必要である。

また、近年短期間で発電効率を大幅に伸ばしている、ペロブスカイト太陽電池など、コスト構造を革新する太陽電池の実現が期待される技術も見いだされているが、実用化には、原理検証や、信頼性の確認、新しいコンセプトの製造装置の実現が必要である。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 革新的高効率太陽電池の研究開発

一般には普及していないⅢ-V族太陽電池等の超高効率太陽電池において、将来の普及を目指し、現在普及している太陽電池並みのコストで製造するための低コスト化の要素技術開発並びに、太陽電池の効率向上により発電コスト低減を実現する要素技術開発を合わせて行うことで、2030年に7円/kWhを達成する手段を明らかにする。

具体的には、変換効率30%以上の薄膜化合物の超高効率太陽電池で発電コスト7円/kWhを達成するために、Ⅲ-V族の太陽電池の製造装置、製造プロセス、多接合化の為に剥離・接合などの製造コスト低減のための要素技術開発や、モジュール化の要素技術開発を行い、その実現性を見極める。

(2) 革新的低製造コスト太陽電池の研究開発

太陽電池に新材料、新構造を用いることで製造コストを革新的に低減させ2030年に発電コスト7円/kWhを目指す。モジュール変換効率は20%程度ながら、新材料、新構造を用いることでモジュール製造コストを15円/Wまで革新的に低減することができる技術を実現する。具体的には、新構造のペロブスカイト系太陽電池等の研究開発を行う。

3. 達成目標

【中間目標】

(1) 革新的高効率太陽電池の研究開発

モジュール変換効率30%以上、且つ、想定する使用環境で、システム価格125円/Wを実現するセル・モジュール構造と達成手段を明確化する。

(2) 革新的低製造コスト太陽電池の研究開発

量産時にモジュール製造コスト15円/Wを実現しうる、太陽電池セル材料・構造に関する要素技術の開発。

小面積太陽電池セルでの変換効率 20%の達成。

【最終目標】

(1) 革新的高効率太陽電池の研究開発

モジュール変換効率 30%以上、且つ、想定する使用環境で、システム価格 125 円/W を実現する要素技術を確立する。

(2) 革新的低製造コスト太陽電池の研究開発

量産時にモジュール製造コスト 15 円/W を実現しうる、太陽電池モジュール材料・構造・生産プロセスに関する要素技術の開発。

実験室レベルの小型太陽電池モジュールでの変換効率 20%の達成。

研究開発項目③ 「太陽電池セル、モジュールの共通基盤技術開発」

1. 研究開発の必要性

発電コスト 7 円/kWh、14 円/kWh を実現するためには、従来の太陽電池モジュールを超える性能を、低コストで実現しなければならない。そのためには、材料や構造の設計において、基礎的、科学的知見を踏まえた検討を行う必要がある。本研究開発項目は、研究開発項目①の実施者と産学官連携で進める。

2. 研究開発の具体的内容

以下の研究開発項目を実施する。

(1) 先端複合技術型シリコン太陽電池の開発

太陽電池セル・モジュールの各製造プロセスにおいて、評価解析を行い、得られた知見をもとに、原料、結晶、装置、セル、モジュールメーカーの高効率化、低コスト化、高信頼性化に貢献する。

①高効率・低コスト結晶成長、ウエハスライス技術に関する研究開発

転位密度が低くライフタイムの長い高品質で低コストな材料の開発を行う。また、ウエハスライス技術については、低コスト化、低ダメージ化のための知見を得るための研究開発を行う。さらに、材料品質、スライスプロセスがセル性能に与える影響の研究を行う。

②高効率・低コストセル、モジュールプロセス技術に関する研究開発

受光面構造、受光面成膜、裏面成膜、裏面パターン形成、裏面電極構造、高

品質透明導電膜、高品質パッシベーション膜、高性能エミッタ、細線低抵抗電極、銀代替電極、ヘテロ接合等の研究開発を行い、技術開発指針を確立する。

(2) 高性能 CIS 太陽電池の開発

発電コスト 7 円/kWh 達成のために、CIS 太陽電池モジュールの高効率化および発電コスト低減を可能とする界面制御技術、再結合パッシベーション、バンドプロファイル評価技術等、要素技術の研究開発を行う。また、実デバイスでの評価検証を行う。

3. 達成目標

【中間目標】

(1) 先端複合技術型シリコン太陽電池

① 高効率・低コスト結晶成長、ウエハスライス技術に関する研究開発
p 型、n 型それぞれの基板のキャリアライフタイムを現状の 2 倍以上にする。

② 高効率・低コストセル、モジュールプロセス技術に関する研究開発
新たに開発する先端複合技術型シリコン太陽電池において、各要素技術（成膜、電極、パッシベーション等）がセル性能に与える影響を評価し、セル、モジュールプロセスにおける技術開発課題を明らかにする。

(2) 高性能 CIS 太陽電池の開発

- ① 小面積セル（1cm 角程度）で変換効率 22%以上
- ② 欠陥検出のためのデバイス構造の明確化
- ③ CIS 太陽電池の電子構造の明確化

【最終目標】

(1) 先端複合技術型シリコン太陽電池

① 高効率・低コスト結晶成長、ウエハスライス技術に関する研究開発
p 型、n 型それぞれの基板のキャリアライフタイムを現状の 3 倍以上にする。
材料品質、スライスプロセスがセル性能に与える影響を明らかにし、セルプロセスにおける技術開発指針を得る。

② 高効率・低コストセル、モジュールプロセス技術に関する研究開発
新たに開発する先端複合技術型シリコン太陽電池において、各要素技術（成膜、電極、パッシベーション等）がセル性能に与える影響を明らかにし、

セル、モジュールプロセスにおける技術開発指針を得る。

(2) 高性能 CIS 太陽電池の開発

- ① 小面積セル（1cm 角程度）で変換効率 23% 以上
- ② 欠陥密度低減化の技術開発指針の構築
- ③ CIS 太陽電池の理想的な材料設計技術の提案

研究開発項目④ 「共通基盤技術の開発（太陽光発電システムの信頼性評価技術等）」

1. 研究開発の必要性

太陽光発電の発電コスト低減を実現するためには、長期に亘り安定した発電量を得られることが必要であることから、太陽電池モジュールに対しても、長期信頼性の確保が求められている。

これまでNEDOでは、太陽光発電システム次世代高性能技術の開発において、太陽電池モジュールの評価技術の開発に取り組んできており、出力測定精度の向上や劣化要因について知見が得られつつあるものの、その寿命（耐久性等）を効率的に評価出来る試験技術の確立には至っていない。

発電システムとして信頼性を向上するためには、太陽電池モジュールの耐久性向上に資する技術開発と同時に、実際に設置する環境下での出力測定や寿命を予測できる試験方法といった評価技術の開発と、PID等の太陽電池モジュールの劣化原因の解明が必要である。

更に、これら評価技術の向上や技術開発と併せて、ガイドライン等の作成、認証機関への技術移転や、標準化・国際規格化を進めるための取り組みも実施することで、信頼性の高い太陽電池が適正に評価される環境を作り、日本の太陽光発電産業の国際競争力の向上に貢献する。

2. 研究開発の具体的内容

(1) 出力等測定技術の開発

本プロジェクトで開発する太陽電池等、標準化や規格化が進んでいない太陽電池の出力等を正しく評価するための測定技術を開発する。

(2) 発電量評価技術

NEDO日射量データベースについて、データの更新、高精度化等、拡充を進め、ユーザーの利便性向上を図る。

(3) 信頼性・寿命評価技術の開発

- ①実際の太陽光発電システムから発電データを取得、分析評価し、発電システムの劣化要因の抽出、劣化メカニズムの解明、および劣化予防対策技術を開発する。
- ②太陽電池モジュールが設置される環境を考慮した、長期信頼性を評価するための試験方法を開発する。

3. 達成目標

【中間目標】

(1) 出力測定技術の開発

- ・新型の太陽電池等については、海外における主要研究機関による測定技術との整合性も考慮しつつ、室内測定においては精度 $\pm 1.0\%$ (1 σ) 以内を目指す。
- ・市販されている結晶 Si 系太陽電池モジュールの屋外での測定においては精度 $\pm 1.0\%$ (1 σ) 以内を目指す。

(2) 発電量評価技術

- ・気候区による気象データやスペクトルデータ等を整理し、ユーザーにとって利便性の高い日射量データベースを構築する。

(3) 信頼性・寿命評価技術の開発

- ①PID 現象など太陽電池モジュールの劣化メカニズムを解明するとともに、劣化予防のための具体的な低コスト対策技術を開発する。
- ②太陽電池モジュールの性能 25 年を予測できる加速試験方法（劣化率の予測精度 $\pm 5\%$ 、加速係数 100 倍以上等）を開発する。

【最終目標】

(1) 出力測定技術の開発

- ・新型の太陽電池等については、海外における主要研究機関による測定技術との整合性も考慮しつつ、室内測定においては精度 $\pm 0.5\%$ (1 σ) 以内を目指す。
- ・薄膜系を含む市販されている太陽電池モジュールの屋外での測定においては精度 $\pm 1.0\%$ (1 σ) 以内を目指す。

(2) 発電量評価技術

- ・気候区による気象データやスペクトルデータ等を整理し、ユーザーにとって利便性の高い日射量データベースを構築し、NEDOホームページ等のWebサ

イトに掲載する。

(3) 信頼性・寿命評価技術の開発

- ① 低コストで劣化対策を施した太陽電池モジュールの有効性について実証する。
- ② 太陽電池モジュールの性能 30 年を予測できる加速試験方法（劣化率の予測精度 $\pm 5\%$ 、加速係数 100 倍以上等）を開発する。

研究開発項目⑤ 「動向調査等」

1. 調査等の必要性

太陽光発電は、産業、市場、技術等、どの視点においても、国内外で急激に変化している。発電コスト低減を着実に進めるとともに、我が国産業の国際競争力を確保するためには、国内外の動向を把握し、プロジェクトマネジメントに反映していく必要がある。

2. 調査等の具体的内容

(1) 動向調査

開発戦略の発電コスト低減目標の達成に向け、必要な情報を収集、整理、分析する。

(2) IEA国際協力事業

諸外国の技術開発動向や政策動向等について、国際エネルギー機関(IEA)の太陽光発電システム研究協力実施協定 (PVPS)に参画し、太陽光発電の普及・促進に向けた国際協力活動を通じた調査・分析を実施すると共に、諸外国の技術開発、政策及び市場動向を把握する。併せてこの活動を通じて日本の太陽光発電の国際競争力向上等を図る。

3. 達成目標

【中間目標】

(1) 動向調査

- ① 年度毎に太陽電池モジュールの性能と発電コストの関係を客観的に分析するとともに、モジュールの産業競争力を評価する。
- ② 発電コスト目標達成後の産業、市場動向について、シナリオ分析を行う。

(2) I E A国際協力事業

N E D Oが参画するPVPSの活動に参加し、その内容を産業界に発信する。
2018年度以降のPVPSへの新たな活動計画案を作成する。

【最終目標】

(1) 動向調査

発電コスト7円/kWh実現に向け、開発戦略の見直しの要否を検討するとともに、必要に応じ、見直し案を作成する。

(2) I E A国際協力事業

PVPSの動向及び展開を踏まえた、定期的な情報発信を行う。

研究開発項目⑥ 「高効率太陽電池製造技術実証」

1. 研究開発の必要性

ヘテロ接合バックコンタクト型シリコン太陽電池等の高効率太陽電池は我が国の太陽電池メーカーが世界最高効率を達成する等、技術開発レベルで世界をリードしている。しかしながら、製造工程が複雑なため、量産化と低コスト化には、まだ多くの課題がある。事業化段階においても競争力を有するためには、これらの技術開発と並行して早期に量産プロセスの課題を抽出、解決することが必要である。

2. 研究開発の具体的内容

ヘテロ接合バックコンタクト型太陽電池等、海外メーカーに対し圧倒的に高効率な太陽電池の低コストプロセス技術を構築するべく、生産プロセスを設計するとともに、裏面の接合形成プロセス、パターニングプロセスなど、量産において低コスト化につながる製造技術の実証を行う。

3. 達成目標

【最終目標】

高効率太陽電池を低製造コストで実用化が可能なプロセスの開発を行い、2025年に発電コスト7円/kWhを達成するための製造技術を試作レベルで実証する。