

グリーンイノベーション基金事業

「次世代型太陽電池の開発」プロジェクトに関する
研究開発・社会実装計画 (改定案)

令和~~3~~5年~~10~~11月~~1~~1日

経済産業省

資源エネルギー庁

目次

1. 背景・目的.....	3
2. 目標.....	9
3. 研究開発項目と社会実装に向けた支援.....	13
4. 実施スケジュール.....	17
5. 予算.....	19

1. 背景・目的

- 太陽光発電産業の重要性と課題解決の方向性
 - 2050年カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光発電を含む再生可能エネルギーの主力電源化を目指し、最大限導入を進めていく必要がある。
 - こうした中、平地の少ない我が国において、日本は既に国土面積あたりの太陽光発電の導入量は主要国で1位の状況であるが、地域と共生しながら、安価に事業が実施できる太陽光発電の適地が不足しているという点について、発電事業者等から懸念の声があがっており、適地の確保が導入拡大に向けた大きな課題の一つとなっている。
 - この課題を克服する手段の一つとして、既存の技術では太陽光発電を設置できなかった場所（耐荷重の小さい工場の屋根、ビル壁面等）にも導入を進めていくことが期待されているが、その実現には電池の軽量性や壁面等の曲面にも設置可能な柔軟性等を兼ね備え、性能面（変換効率や耐久性等）でも既存電池に匹敵する次世代型太陽電池の開発が不可欠。
 - 海外においても太陽光発電の導入を拡大する動きは急速に進んでおり、国際機関の報告によれば世界的に屋根置き設置が進むと想定されているところ¹、先行的に課題に直面する日本発のイノベーションにより、今後拡大が見込まれる次世代型太陽光市場の獲得を目指す。現状、次世代型太陽電池の研究開発は、世界各国の研究機関等でしのぎを削っている状況であるが、我が国は次世代型太陽電池について世界でもトップクラスの技術力を有し、現在もトップ集団に位置している。他方で、既存の太陽電池の分野においても世界トップクラスの技術を有しながら、量産に向けた生産体制の構築競争に遅れをとったことなどにより、国際競争力を低下させた経験も踏まえた対応をとることが必要である。
 - 本プロジェクトでは、こうした認識の下、産学官の連携した開発体制を構築することに加え、開発事業者と住宅メーカー・ゼネコン等のユーザー企業に近い事業者との連携体制を構築する。ユーザー企業等のニーズ（意匠性等）をあらかじめ取り込んだ技術開発を同時・平行で行うことなどにより、国内外の市場開拓、製品の信頼性獲得（ブランド力の向上）、効率的な生産体制を早期に確立し、競争力ある産業への進化を加速することを目指す。
 - また、こうした研究開発のみならず、海外市場の獲得も見据え、次世代型太陽電池に係る性能評価等の標準化も並行して進める。

（支援の拡充の必要性）

- ペロブスカイト太陽電池の世界的な研究開発の状況は日に日に激化している状況にあり、こうした中で、諸外国に先駆け社会実装するためには、より一層取組を加速化することが必要であり、量産技術の確立と合わせて、テスト的に実証を行い、その結果を性能向上等にフィードバックすることを通じて発電コストの向上を図ることが有効であると考えられる。

¹ IEA Renewable 2019

- また、本格実証フェーズにおいては、次世代型太陽電池の導入市場としては、公共施設、ビルなどの建築物の壁面、工場、倉庫、学校施設等の耐荷重性の低い建築物の屋根、空港の駐車場、鉄道の法面などの様々なシチュエーションでの導入が期待されている。社会実装が近づくにつれて、需要家側の期待の高まりとともに、導入の可能性について拡大しつつある状況にあり、こうしたそれぞれの特性に応じた実証に取り組むことが重要である。
- さらに、海外展開を見据えては、次世代型太陽電池に係る性能評価等の標準化に加えて、事業化を見据え、諸外国と連携しつつ、IEC 規格の策定に向けた取組等を推進することが重要である。また、2030 年に向けて、諸外国との研究開発競争が激化する中で、引き続き世界をリードし続け、発電コストの低下を図るためには、実証の取組のみならず、基盤技術開発や性能評価等についても、継続的に実施することが必要不可欠である。
- こうしたことを踏まえ、当初計画を見直し、支援を拡充することとする。

● 本プロジェクトを取りまく現状と課題解決の具体的方策

- これまで様々な種類の太陽電池が開発され、大きくシリコン系、化合物系、有機系の 3 種類に分類されるが、現在普及している太陽電池の 95%以上はシリコン系である。シリコン系以外の太陽電池の一部は、既に実用化しているものの、現状ではコストを含む性能面でシリコン系に対して競争力を持つに見込みが立っていない状況にある。
- しかしながら、有機系の一つであるペロブスカイト太陽電池は、直近 7 年間で変換効率が約 2 倍に向上（シリコン系の約 4 倍のスピード）するなど、飛躍的な成長を遂げており、シリコン系に対抗しうる太陽電池として有望視されている。（TRL レベル 4 相当²）
- 具体的には、既存の太陽電池に比べ
 - 少ない製造工程で製造することが可能（製造コスト低減）になる。
※製造技術においても高度な塗布技術を持つ日本に有意性あり。
 - プラスチック等の軽量基板の利用が容易であり軽量性や柔軟性を確保しやすい。
 - 主要な材料であるヨウ素の生産量は、日本が世界シェア 30%を占めている。
 といった特徴を有することに加え、将来的に他の太陽電池と組み合わせる技術（タンデム化³）の進展によりシリコン太陽電池を大きく越える性能の実現が期待されることなどから、高い競争力が期待される。
- このペロブスカイト太陽電池の研究開発は、海外においても活発化している。例えば、米国では、NREL 等の国研が中心となって官民共同で「米国先進ペロブスカイト製造コンソーシアム（US-MAP）」を設立し、基盤技術や製造技術、評価手法の開発等に取り組んでいる。また、欧州（EU）においても、官民によるプラットフォームが設置され共同で基盤技術、製造技

² IEA の TRL(11 段階)指標に基づく。TRL レベル 4 は、初期プロトタイプ（実験室レベル）

³ タンデム型太陽電池とは、2 種類の異なる電池種を組み合わせることにより幅広い波長の光を吸収することを可能とするもの。これにより、高い変換効率が実現可能。

術の開発等を進めている⁴。各国ともに、ペロブスカイト太陽電池をシリコン太陽電池に対抗するゲームチェンジャーと位置づけ、長期的には置き換えることも念頭に、官民を挙げ他国に先駆けて実用化を目指す動きが活発化している。

- こうした中、日本においては、これまで大学や研究開発機関、民間企業を中心に研究が進められており、世界最高の変換効率を記録するモジュールのプロトタイプ製作に成功するなど、世界をリードし、現在もトップ集団に位置している。
- 一方で、世界でも官民を挙げた競争が激化する中で、引き続き、これまで培った技術力を活かして製品化・市場獲得を進めていくためには、日本においても支援体制をギアチェンジして取り組みを強化していくことが不可欠。
- こうした現下の世界の状況や前述の過去の反省も踏まえ、本プロジェクトにおいては、以下に留意しながらプロジェクトを進める必要がある。
 - 世界の開発競争が集中するレベルでは官民協調による基盤的な開発を行い、大型化フェーズでは企業間の競争を促進するなど、フェーズ毎の状況を踏まえた戦略的な支援を行うこと。
 - 製品化から生産体制の確立までを見据え、ユーザー企業等とも連携した開発体制の構築し、太陽電池単品のモノ売りではなく、建材やサービスと一体化した事業展開・市場形成を促進すること。
 - 実用化初期段階から、国内市場への展開のみならず海外への展開を見据え、製品の規格化や既存の関連制度等との整合性の確保、性能評価手法の国際標準化、さらには派生技術（タンデム化等）の開発に取り組むこと。
- これを踏まえた開発・社会実装を進めることで、まずは海外を含めた建築物の壁等の未開拓市場の開拓を進めることで生産体制の確立等を図り、長期的にシリコン太陽電池に対抗する電池への成長を目指していく。
- 本プロジェクトにおいては、こうしたことを勘案し、更には一般に太陽電池の実用化には次の大きく3つの開発工程が必要となることも踏まえ、フェーズを分けて事業を進める。
 - ①実験室サイズでの効率向上：
太陽電池セル（実験室サイズの小面積）の基礎的な性能を向上させる技術の開発、
 - ②大型化・耐久性向上：
性能を維持しつつ、太陽電池モジュール（製品サイズ）への大型化や製造プロセス（塗布工程、電極形成、封止工程等）を含むモジュール化する技術の開発、
 - ③実装・実用化：
耐久性等の屋内試験をクリアした上で、実際の屋外環境で性能の維持する技術の開発
- 上記のフェーズごとに、想定される主な課題と実施する開発の例は以下の通り。
 - ①実験室サイズでの効率向上：【研究開発内容①】

⁴ EPKI (European Perovskite Initiative) は、60以上の大学・国研・コンソーシアム等が参画する研究開発のための共同プラットフォーム。

- ◇ 更なる変換効率の向上等を実現するための最適な材料組成の開発
- ◇ 長期に安定した性能を維持する耐久性の確立に必要な結晶構造等に関する要素技術開発
- ◇ 電池性能等を適切に評価するための技術的な手法の確立

②大型化・耐久性向上：【研究開発内容②】

- ◇ 性能を維持しつつ、製品サイズへの大型化及びモジュール化するために必要な材料塗布や溶剤の封止技術の開発
- ◇ 発電コスト 20 円/kWh を見通せる技術の確立に資する実証事業
- ◇ 開発した上記技術や実証の結果を活用した製造プロセスを実現するための要素技術開発

③実装・実用化：【研究開発内容③】

- ◇ 建材としての意匠性の向上や効率的な施工方法などを考慮した建材一体型モジュールの開発など、ユーザー企業等の用途を考慮した仕様に合わせた調整・開発
 - ◇ 量産化に当たっての品質維持・低コスト化に必要な技術の開発
- ペロブスカイト太陽電池は、実験室サイズの基礎研究段階の技術であり、研究開発段階から、製品化、市場開拓、生産体制の確立を見据えて官民を挙げて取り組みを進めることが重要であることを踏まえ、これらの課題を克服するための具体的な方策として、産学官による開発体制の構築や住宅メーカー・ゼネコンなどのユーザー企業等との連携体制の構築に加え、実験室サイズでの変換効率向上のための最適材料の開発などの数多くのトライアンドエラーを伴う研究開発については、試験設備の自動化など効率的な開発環境を整備し、新材料・新構造等の基盤技術の開発を効率的に進めていく。また、これら基盤技術は実用化・実証の着実な実施に不可欠であり、材料組成等の要素技術・分析・評価など連携することにより推進する。
- より早期な実用化を着実に進めるため、研究開発成果に係るステージゲートを設けた上で、大型化・耐久性向上などのモジュール化に係る要素技術の確立に向けた開発を行う。
- その上で、ユーザー企業等と連携することを前提に、社会実装可能な製品のプロトタイプの開発・量産化に取り組むとともに、実証実験を行うなどの複合的な取組を平行的・段階的に推進していく。
- なお、要素技術の確立と並行して、早期から実証による取組を行い、その成果を発電コストの改善に活かす取組を推進するとともに、社会実装可能な製品のプロトタイプの開発・量産化と並行して、さらなる要素技術の改善を図ることにより、可能な限りシームレスな社会実装を進める。
- 加えて、ユーザー企業等との協議により、ペロブスカイト太陽電池以外の電池種や新たな特性（例えば、曲面追従性）などの必要性についても検討する。

● 関連基金事業ならびに既存プロジェクト

- 既存プロジェクト

- 太陽光発電の導入可能量拡大等に向けた技術開発事業（2020～2024年、令和3年度予算額33億円の内数）⁵
 - ・本事業は、企業・国研・大学等の産学官連携によるコンソーシアムを形成し、2030年以降の次の実用化を見据え、太陽電池の基礎的な原理の究明や性能向上等の課題、要素技術の開発に取り組むもの。

- グリーン成長戦略の実行計画における記載（抜粋）

- (1) 洋上風力・太陽光・地熱産業（次世代再生可能エネルギー）

- ii) 太陽光

- <現状と課題>

- 既存の太陽電池は、価格の低減等が進んではいないが、屋根の耐荷重が小さい既築住宅・建築物や、住宅・建築物の壁面等には設置が容易でないという技術的な課題も存在する。こうした技術的課題を克服する次世代型太陽電池の研究開発については、世界各国のあらゆる研究機関等でしのぎを削っている状況である。具体的には、我が国においては実験室レベルで、変換効率24.9%を達成しているが、韓国では変換効率25.4%（世界最高）を達成している。また、モジュールについては、国内企業が世界最高変換効率17.9%を達成している。
 - 今後、製品レベルで既存の太陽電池を超える性能の実現（変換効率・耐久性・コスト等）やエンドユーザー等のニーズ（意匠性等）に合わせた技術開発によるビル壁面等の新市場開拓（建材一体型太陽電池等）を進めていくことが課題となる。

- <今後の取組>

- ペロブスカイトを始めとした有望技術の開発を徹底的に支援し、性能向上に向けた研究開発を加速化する。特に、既存の太陽電池では技術的な制約のある壁面等に設置可能な次世代型太陽電池の実用化と新市場創出を図るため、次世代型太陽電池や関連製品の社会実装に向けた実証等に取り組む。
 - 具体的には、グリーンイノベーション基金の活用も検討し、産学官が協力してペロブスカイトに関する共通基盤技術の開発を加速するとともに、製品レベルの性能の実現に向けた個別企業の研究開発も推進する。さらに、上述の研究開発の成果も踏まえて、エンドユーザー企業のニーズを考慮した製品開発、開発された製品のプロトタイプを用いた実証等を行い、次世代型太陽電池の市場投入を加速化させる。
 - こうした取組を通じ、2030年を目途に一定条件下での発電コスト14円/kWh等を実現して普及段階に移行できるよう、研究開発の重点化を促す。また、こうした研究開発と併せて、海外市場の獲得も見据え、次世代型太陽電池に係る性能評価等の標準化を進める。太陽光発電は2050年までに世界全体で累積4.4TWが導入されると予測されているが、これを

⁵ https://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2021/pr/en/shoshin_taka_27.pdf

前提とすれば、年間の世界での市場規模は約 10 兆円となる。(国研)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)によると、2050年に次世代型太陽電池等の技術により期待される市場は、太陽光発電市場全体の50%と想定されており、これを前提とすれば2050年の次世代型太陽電池関連の市場規模は約5兆円と想定される。上述のような技術開発を進めることで早期の市場獲得を図り、こうした世界市場の取り込みを目指す(市場が急拡大した2010年以降に日本企業のピークシェアである25%と同等と仮定すると、その経済効果は1.25兆円となる)。

- また、既存の太陽電池では技術的な制約により設置が困難な住宅・建築物にも太陽光発電設備が設置可能となった場合、発電した電力の約3割を自家消費すると仮定すれば、一般家庭においては電力消費量の3割程度を賄うこと(機械的に換算すれば電気代年間1万円相当の節約)が可能となる。

- GX 実現に向けた基本方針における記載(抜粋)

- 2. エネルギー安定供給の確保を大前提としたGXに向けた脱炭素の取組

- (2) 今後の対応

- 2) 再生可能エネルギーの主力電源化

- 太陽光発電の更なる導入拡大や技術自給率の向上にも資する次世代型太陽電池(ペロブスカイト)の早期の社会実装に向けて研究開発・導入支援やユーザーと連携した実証を加速化するとともに、需要創出や量産体制の構築を推進する。

2. 目標

- アウトプット

- 研究開発の目標

次世代型太陽電池の市場での競争力の担保を考えた場合、現在の主流である従来型のシリコン太陽電池と同等の発電コストを達成することが望ましいところ、限られた期間で 2030 年の実用化および想定される市場において十分な国際競争力のある次世代型太陽電池の研究開発の目標設定にあたっては、2030 年以降の更なる大量導入によるコスト低減効果を期待しつつ、現時点における従来型シリコン太陽電池と同等の発電コストを研究開発の目標と設定する。

1. 2030 年度までに、一定条件下（日射条件等）での発電コスト 14 円/kWh 以下を達成

（目標設定の考え方）

- 次世代型太陽電池の中で特に有望なペロブスカイト太陽電池は、2000 年代後半に開発された技術であり、近年、飛躍的に変換効率が向上している。
- 既存のシリコン太陽電池の技術では設置できないような壁面等に設置可能な軽量化が可能である。加えて、製造工程が簡便であることから理論的に更なる低コスト化が可能などといった利点がある。
- 他方、実験室レベルの研究開発段階であり、直ちに既存のシリコン太陽電池と競合するような状況ではないが、既存の太陽電池が 30 年以上の研究開発によって現在のコスト水準（1992 年の約 1,000 円/Wp から 2020 年の 120 円/Wp）にまで低下したものを 2030 年までの 10 年間で達成するという野心的な目標であり、将来的に既存の太陽電池と競合することを目指す。
- こうした状況を勘案し、2030 年までに、まずは直近の業務用電力小売価格並みの 14 円/kWh 以下⁶の水準を目指すこととする。
- 2030 年の目標から逆算し、中間目標として 2025 年までに 20 円/kWh 以下の水準を目指すこととする。

（目標達成の評価方法についての考え方）

- 発電コストの評価方法については、世界でも広く使われているモデルプラント方式に基づく算定方式の考え方に太陽光パネルの変換効率・耐久性等の条件による影響も勘案して試算する。
- その際、提案者の柔軟性を確保する観点から、目標の個別の評価方法については、現時点で特定せず、その方法について考え方のみ示すに留め、提案された技術や製品の

⁶ 第 63 回調達価格等算定委員会より、単純に消費税率（10%）と再エネ賦課金（2.98 円/kWh）を除く直近 8 年間の産業用電気料金単価の平均値は、14.1 円/kWh。同様に、家庭用電気料金単価の平均値は、21.1 円/kWh。

特性を勘案しつつ、採択時に適切な評価方法についても確認し、より具体化することを可能とする。

- また、目標に掲げる発電コストは、日射を含む環境条件および設置条件など用途に関わらず一定条件とすることを念頭に設定されており、基金事業の中で、ユーザー企業等と協議の上、顧客ニーズを踏まえた仕様等の影響を考慮し、個別に有識者会議等で検討していく。（例えば、窓のような透過率が求められる用途）

（目標の困難性）

- ペロブスカイトをはじめとする次世代太陽電池は要素技術の開発段階であり、大面積化、量産技術の確立、耐久性の向上など多くの課題がある。それぞれの課題の解決方法を実験室レベルで模索している段階（TRL レベル4）の技術であり、高いリスクが伴う事業である。
- 既存の太陽電池のコストが約 30 年の研究開発により現在のコスト水準にまで低下したことを踏まえると、2030 年までの 10 年間で既存の太陽電池並みの発電コストは、極めて野心的な目標設定である。

● アウトカム

次世代型太陽電池の導入拡大により期待される世界の CO₂ 削減効果、及び予想される日本企業のターゲット市場規模について、以下の前提に基づき機械的に算出した。日本企業の国際競争力の状況も意識しつつ、世界市場の付加価値の相当程度の割合を我が国に還流させ、世界及び日本の脱炭素化に貢献することを目指す。

➤ CO₂ 削減効果

1. 約 ~~20060~~ 万トン（2030 年）

【算定の考え方】

太陽光発電は ~~2021~~2019 年に世界全体で ~~174112~~GW⁷ が導入され、このまま足下ペースで 2030 年まで導入が進むと仮定する。NEDO によると、2030 年時点では、次世代型太陽電池の市場は限定的である考えられる。仮に世界の太陽電池市場のうち次世代型太陽電池が 1% を占めると想定すると、その導入量は、約 ~~4.33~~5GW と想定される。これを前提に日本企業のシェアを、世界の太陽電池市場（2021 年）における国別世界トップシェアである約 70% が急拡大した ~~2010 年以降のピーク~~シェアである 25% と同等と仮定すると、その CO₂ 削減効果は、約 ~~20060~~ 万トンとなる。

【利用したパラメータ】

CO₂ 排出係数：0.51MtCO₂/TWh⁸

⁷ IEA PVPS Trends Report 202~~20~~

⁸ IEA WEO2020

2. 約 ~~2.31~~ 億トン (2050 年)

【算定の考え方】

太陽光発電は世界全体で 2030 年から 2050 年に向けて年間平均 ~~275±20~~GW 程度のペースで導入すると推定されている⁹。NEDO によると、2050 年に次世代型太陽電池等の技術により期待される市場は、太陽光発電市場全体の 50%と推定されており、これを前提に 2030 年頃から徐々に次世代型太陽電池が普及すると仮定すると、その導入量は、約 ~~1.40.6~~TW と想定される。日本企業のシェアは、次世代太陽電池市場の競争が激化する中でも、市場が急拡大した 2010 年以降のピークシェアである 25%と同等程度を確保すると仮定すると、次世代型太陽電池の導入量は ~~0.350.15~~TW となり、その CO₂ 削減効果は、約 ~~2.351~~ 億トンとなる。

【利用したパラメータ】

CO₂ 排出係数 : 0.51MtCO₂/TWh

➤ 経済波及効果 (世界市場規模推計)

1. 約 ~~1,750±25~~ 億円 (2030 年)

【算定の考え方】

2021 年の太陽光発電の市場規模は、約 25 兆円¹⁰となっており、このまま足下ペースで 2030 年まで導入が進むと仮定する。太陽光発電は 2030 年の 2030 年までに世界全体で累積 2TW が導入されると予測されているが、これを前提とすれば、年間の世界での市場規模は約 5 兆円となる¹¹。NEDO によると、2030 年時点では、次世代型太陽電池の市場は限定的であると考えられる。仮に世界の太陽電池市場のうち次世代型太陽電池が 1%を占めると想定すると、2030 年の次世代太陽電池関連の市場規模は約 ~~2,500500~~ 億円と想定される。これを前提に日本企業のシェアを、世界の太陽電池市場 (2021 年) における国別世界トップシェアである約 70%が急拡大した 2010 年以降のピークシェアである 25%と同等と仮定すると、その経済効果は ~~1750±25~~ 億円となる。

2. 約 ~~7±.25~~ 兆円 (2050 年)

【算定の考え方】

2050 年における太陽光発電の導入量が 275GW であるとする、年間の世界での市場規模は約 57 兆円となる。太陽光発電は 2050 年までに世界全体で累積 4.4TW

⁹ IRENA World Energy Transitions Outlook(2023)

¹⁰ IEA PVPS Annual Report 2022、為替レートは東京外為市場における取引状況 (日本銀行 HP) より 2022 年の中心相場を適用。

¹¹ IRENA Planned Energy Scenario 2019、IRENA World Energy Transitions Outlook(2023)

が導入されると予測されているが、これを前提とすれば、年間の世界での市場規模は約 ~~10兆円~~となる。NEDOによると、2050年に次世代型太陽電池等の技術により期待される市場は、太陽光発電市場全体の50%と推定されており、これを前提とすれば2050年の次世代太陽電池関連の市場規模は約 ~~28.55~~兆円と想定される。これを前提に日本企業のシェアを、次世代太陽電池市場の競争が激化する中でも、世界の太陽電池市場が急拡大した2010年以降のピークシェアである25%と同等程度を確保すると仮定すると、その経済効果は ~~71.25~~兆円となる。

3. 研究開発項目と社会実装に向けた支援

- 【研究開発項目】次世代型太陽電池実用化事業

- 目標：2030年度までに設置場所ユーザーと合意した条件下で、発電コスト14円/kWh以下を実現する見通しを得る。（目標とする発電コストについて、太陽光発電システムの事業者と設置場所ユーザーが参加し合意する場を別途設ける）
- 研究開発内容：

- ①次世代型太陽電池基盤技術開発事業★¹² ¹³

【委託（企業等の場合はインセンティブ1/10）】

ペロブスカイト太陽電池は、有機と無機の材料の混合物を原料としており、原料・溶液の数万通り以上の配合方法から最適な組合せを見出し変換効率の向上と長期にわたり性能を維持する耐久性を向上（長寿命化）させることが重要となる。また、製品の市場獲得に向けては、電池の性能や劣化要因等を分析・評価する手法を開発し、標準化していくことも必要になる。本項目では、こうした共通基盤となる研究を官民の力を結集して、主に以下3つの開発を行う。

1. ペロブスカイト太陽電池の最適な材料組成の開発

- ・マテリアルインフォマティクス（MI）技術等を活用し、変換効率と耐久性を両立する原料配合と温度管理手法等の製造プロセスの最適化や、材料（原液の組成）から電池製作、性能評価に至るまでの自動化によるリードタイムを短縮

2. 変換効率と耐久性を両立する太陽電池セルの要素技術の開発

- ・製品レベルの性能（変換効率・耐久性等）を実現する結晶構造や材料同士の接合等の最適化に係る要素技術の開発

3. ペロブスカイト太陽電池の分析・評価技術の開発

- ・物性（表面・断面形態、結晶状態、欠陥状態など）や電池性能を適切に測定・評価する手法・技術等の開発。国際的に広く認められる第三者機関¹⁴として評価可能な体制の構築

等に取り組み、これらの製造から分析・評価までを一気通貫かつ次世代型太陽電池実用化事業に参加する事業者等と連携して実施が可能な共通研究基盤的環境を整備する。

また、今後の国際的な社会実装に向けて、諸外国と協力しつつ、国際標準の策定に取り組むこととする。

¹² 「2. 目標」の「研究開発の目標」の達成に向けては、様々な方法が考えられるため、具体的な達成方法は提案者の創意工夫に委ねる。

¹³ ★マークがある研究開発内容については、大学・研究機関等が主たる実施者（支出が過半を占める実施者）となることが可能（★マークがない項目は、企業等の収益事業の担い手が主たる実施者となる必要）

¹⁴ ISO/IEC17025 試験所認定を受け国際ラウンドロビンによる指定試験機関等にリストアップされるもの（Progress in photovoltaics, Solar cell efficiency (version 51) Appendix A）

②次世代型太陽電池実用化事業

【(2/3 補助)+(インセンティブ 1/10)】

次世代型太陽電池のうちペロブスカイト太陽電池の実用化には、研究開発内容①で実施する基礎的な実験室サイズ（数 cm² 程度）の基盤技術も活用し、実用化サイズ（モジュールレベルの 900cm² 以上）に大型化することが必要であるが、大型化に当たっては、変換効率や耐久性が低下するといった課題が存在。

本研究開発内容では、これに対応するため、設置場所に求められる形態と変換効率およびコストを満たす太陽電池モジュールの実現に向け、研究開発内容①で開発する小面積セルの性能（変換効率・耐久性等）やモジュールの基盤技術を活用しつつ、製品レベルの大型化を実現するための各製造プロセス（例えば、塗布工程、電極形成、封止工程など）の個別要素技術の確立に向けた研究開発を行う。

また、並行して、ユーザー企業との早期の実証を行うことを通じて、社会実装に向けた課題を抽出と改善のプロセスを行うことで、発電コストの低下に向けた取組みを進め、③次世代型太陽電池実証事業へシームレスに移行する。

なお、本フェーズにおいて、発電コスト 20 円/kwh を見通せる技術の実現に向けて取組を進めたものの、当該実証が終了するより前に、当該発電コストの見通しを示すことが出来るようになった場合であっても、当該実証に関する費用は、さらなる発電コストの低下につながり得るものであることから、支援の対象に含めることとする。

実証に関する費用としては、例えば、建材一体型として実装する場合には、当該建材に係る費用やその施工設置にかかる費用などの一連の実証に必要な費用は支援の対象として認めることとする。また、IoT-I-o干やセンサーなどに実装する場合には、一体的な成型が必要であると考えられることから、これらにかかる費用についても認めることとする。

③次世代型太陽電池実証事業

【(2/3→1/2 補助)+(インセンティブ 1/10)】

ペロブスカイトと太陽電池を市場に投入するためには、研究開発内容①②の成果を活かした高い品質を維持しつつ、低コスト化を実現することが不可欠である。

本研究開発内容においては、品質を安定させつつ大量生産可能な量産技術の確立に向け、研究開発内容②で確立した各製造プロセスについて、連動した一連の生産プロセス（ライン）として高いスループットや高い歩留まりの実現する技術開発を行う。例えばロール・ツー・ロール（R2R）の製造に適した材料、製造装置と製造プロセスの開発とその検証および改善点を抽出しフィードバック等を通じて、量産技術の確立に取り組む。

また、個別要素技術の確立を達成した後であっても、さらなるブレイクスルーによる変換効率や耐久性などの向上を図ることは、発電コストの低下に資するものであることから、こうした取組に関する各製造プロセスの個別要素技術のさらなる改善についても継続的に取り組むこととする。

その上でまた、量産化技術の確立と並行して、ペロブスカイト太陽電池の特徴である軽量性・柔軟性を活かした設置方法や施工方法等を含めた性能検証のため、フィールド実証（建築物等の実用箇所への施工、運用試験）を行い、必要に応じて検証結果を踏まえた改良を進める必要がある。例えば、建材一体型太陽電池の場合、ユーザー企業（建材メーカー、住宅メーカー、ゼネコン等）の要求する寸法・性能・意匠性等の仕様を満たした電池や周辺機器・部材の開発が必要になる。そのため、まずは早期に太陽電池メーカーとユーザー企業間等での仕様や開発の方向性を摺り合わせる必要がある。このため、本開発への参加には以下を条件とする。

(A) 2. に示した中間目標を満たす性能の電池を活用すること

(B) 電池メーカー企業単独ではなく、ユーザー企業と連携して開発・実証を行うこと

※建材一体型太陽電池を例として記載しているが、他の分野を否定するものではない。

なお、③次世代型太陽電池実証事業においては、②次世代型太陽電池実用化事業での実証において行う、NEDO からペロブスカイト自体の技術開発を進める企業に対してのみ支援を行うスキームに加え、ペロブスカイト自体の技術開発を進める企業のみならず、技術開発に必要なデベロッパー、ゼネコン、需要家などの幅広い主体が NEDO から支援を受けるコンソーシアムとして参画するスキームについても認める。

(委託・補助の考え方)

- 研究開発内容①については、ペロブスカイト太陽電池の実用化に取り組む企業等が共通して利用可能な共通研究基盤の開発であることから、開発に取り組む企業等が広く活用できるように一貫通貫で実施可能な研究機関等の一の主体に委託し、事業を実施する。ただし、研究開発内容②を実施する事業者が必要とする個別項目について、共通基盤となる開発を実施する大学等が②の実施主体と連携して追加的に実施する場合、当該項目について研究開発内容①として大学等に委託する。
- 研究開発内容②については、次世代太陽電池は要素技術の開発段階であり、十分な基礎データなどが得られていないことから事業化にコミットするためには高いリスクを負う必要がある。他方、他国に先駆けて早期に実用化を図ることが市場のシェア獲得には重要であることから、新規参入を促進して競争を促しつつ実用化の前倒しを実現するため既存事業と同様の補助率 2 / 3 で事業を実施する。
- 研究開発内容③については、ユーザー企業等が新たに事業主体として加わることに加え、事業開始当初は、分野ごとに追加的に応用的な技術開発（例：建材一体型の電池に必要な耐久性の更なる向上）が必要となること等を勘案し、補助率は 2 / 3 とする。ただし、応用的な技術開発が進めば事業リスクは低減していくことを踏まえ、事業開始後 2 年程度を目処に補助率を 1 / 2 へと逡減させる。

● 社会実装に向けた支援等

- FIT 制度等の支援措置や DER の価値を各種市場において適切に取引できるよう、海外先行事例も参考にしつつ検討を進めること等により、アグリゲーションビジネスの活性化を促す。
- また、家庭用太陽光の導入時のイニシャルコストが導入者の負担になっているとの指摘や、RE100 等の取組が進む中で再エネを直接購入することを希望する需要家が増加していることを踏まえれば、需要を取り込む新たなビジネスモデルの創出・拡大は太陽光発電の導入拡大にも資する。こうした観点から、初期費用ゼロで設備導入を可能とする PPA モデルやオフサイト PPA モデルを活用した先進事例の創出や、先進事例の横展開等を通してこれらのモデルの拡大を図る。住宅・建築物への太陽光発電導入に資する ZEH・ZEB の普及拡大にも取り組む。
- 本プロジェクトにおける研究開発の進捗を踏まえつつ、2030 年を待たずに GW-GW級の量産体制を構築し、早期の社会実装を目指すべく、量産技術の確立に加え、需要の創出、生産体制整備を含め、三位一体で進めていく。
- 海外展開を見据えては、次世代型太陽電池に係る性能評価等の標準化に加えて、事業化を見据え、諸外国と連携しつつ、IEC 規格のを策定に向けた取組等を推進することに対して、①次世代型太陽電池基盤技術開発事業において、必要な支援を行う。
- ペロブスカイトを既存電池と組み合わせたタンデム化をはじめとした派生技術等についても、本事業の成果等も踏まえつつ、本基金の活用に限らず、必要に応じて支援等を検討していく。

4. 実施スケジュール

● プロジェクト期間

➤ 【研究開発内容①】次世代型太陽電池基盤開発事業

基盤技術開発を通じて、継続的な発電コスト低下に取り組むとともに、第三者機関としての評価や国際標準の取組を担う観点から、2030年実用化からのバックキャストにより、2021年度から2030年度までの最長10年間を想定。ただし、状況に応じて期間は延長変更する可能性がある。また、2026年度以降の5年間については、2025年度までの開発状況を踏まえ、2026年度以降の見通しを精査したうえで、必要性が認められた範囲で実施する。

➤ 【研究開発内容②】次世代型太陽電池実用化事業

2021年度から2025年度までの5年間を想定。ただし、状況に応じて期間は延長する可能性がある。

➤ 【研究開発内容③】次世代型太陽電池実証事業

最速2023年度から2030年度までの最大8年間を想定。ただし、個別テーマの実施に当たっては、各技術や事業化に向けた進捗状況を踏まえ、本期間内で柔軟に設定するものとし、早期実用化が図れるものについては期間の短縮を行う。

● キーマイルストーン・ステージゲート設定

研究開発目標の達成には、様々なアプローチが考えられることから、具体的な達成方法は提案者の創意工夫に委ねることを原則とするが、以下の通り、事業化段階の切れ目において、ステージゲートを設定し、事業の進捗を見て、継続可否を判断する。また、必要に応じて追加公募を行う。

➤ 研究開発内容① 次世代型太陽電池基盤開発事業

- ~~ペロブスカイト太陽電池の最適な材料組成の開発（下表の例では2025年頃に事業継続判断）~~
- ~~変換効率と耐久性を両立する太陽電池セルの要素技術の開発（下表の例では2025年頃に事業継続判断）~~
- ~~ペロブスカイト太陽電池の分析・評価技術の開発（下表の例では2025年頃に事業継続判断）~~
- ペロブスカイト太陽電池の国際標準策定の推進

➤ 研究開発内容② 次世代型太陽電池実用化事業

- 次世代型太陽電池の生産技術開発
- 太陽電池の大型化（TRL5：製品の大型プロトタイプ開発）

※下表の例では 2025 年頃に事業継続判断

キーマイルストーン：実用化レベル（モジュールレベルの 900cm² 以上）に大型化したプロトタイプを開発し、発電コスト 20 円/kWh を見通せる技術の実現した実施者については、ユーザー企業（ゼネコン、住宅メーカ、建材メーカ等）と連携し、顧客ニーズを踏まえた仕様（意匠性等）の指標を設定した上で、研究開発内容③へ移行する。

➤ 研究開発内容③ 次世代型太陽電池実証事業

- 建材一体型太陽電池等の開発（TRL6：最終プロトタイプ開発、実証事業開始後 3 年を目処に事業継続判断）
- モデルケースにおける実証試験（TRL 7：実証試験、実証事業開始後 3 年を目処に事業継続判断）

※なお、本フェーズについては、実証の取組がスムーズに進むよう、複数回公募などの方法を通じて執行することを予定している。

キーマイルストーン：建材一体型太陽電池等の建材と太陽電池を組み合わせた最終製品を実用化にむけ、実証試験等により、事業開始時に予め設定した顧客ニーズを踏まえた仕様（意匠性）の指標についての達成度を確認する。

表 1：プロジェクトの想定スケジュール（例）¹⁵

	2021年度	2022年度	2023年度	2024年度	2025年度	2026年度	2027年度	2028年度	2029年度	2030年度
【研究開発内容①】 次世代型太陽電池 基盤技術開発事業	1) 開発環境・評価設備整備 2) 新材料等の共通基盤開発 3) 評価・分析体制の構築 4) 国際標準の推進									
【研究開発内容②】 次世代型太陽電池 実用化事業	1) 製造技術の確立 2) 製品の大型プロトタイプ開発（TRL：5） ※太陽電池の性能を満たす技術の確立									
【研究開発内容③】 次世代型太陽電池 実証事業	1) 最終プロトタイプ開発（TRL：6） ※最終製品として性能を含む仕様を満たす技術の確立 2) 実証試験（TRL：7） ※最終製品としての性能・仕様を実証的に立証									

¹⁵ 表中の TRL 定義及びレベルは、IEA の 11 段階指標に基づく。

表 2 : 社会実装スケジュール



(出典：GX実現に向けた基本方針（2023年2月10日閣議決定）より抜粋）



※なお、状況に応じて各プロセスをさらに前倒して取り組む。

5. 予算

- プロジェクト総額（国費負担額のみ。インセンティブ分を含む額）：上限 498.0 億円 ※今後の経産省の検討を経て金額変更予定。

【研究開発項目】次世代型太陽電池実用化事業

（研究開発内容①）次世代型太陽電池基盤開発事業

- 予算額：上限 80.0 億円 ※今後の経産省の検討を経て金額変更予定。
- 予算根拠：次世代型太陽電池の共通基盤となる研究開発を行うために、過去事業（NEDO「革新的太陽光発電技術研究開発（革新型太陽電池国際研究拠点整備事業）」（7年間））の開発費用や大学・研究機関等へのヒアリングを参考にし、必要な予算額を算出。

その上で、これまでの執行実績や今後の見通しを踏まえ、拡充（2023年X月）。

※製造・分析・評価等について共同で実施可能な大学や研究機関の4者程度への委託を想定。

（研究開発内容②）次世代型太陽電池実用化事業

- 予算額：上限 120.0 億円 ※今後の経産省の検討を経て金額変更予定。
- 予算根拠：製品レベルの大型化を実現するための各製造プロセスの個別要素技術の確立を行うために、実施中の事業（NEDO「太陽光発電主力電源化推進技術開発」（5年間））の開発費用や大学・研究機関等へのヒアリングを参考に、必要な国費負担割合・補助率等を加味して必要な予算額を算出。

その上で、これまでの執行実績や今後の見通しを踏まえ、拡充（2023年X月）。

※異なる材料の塗布方法など複数の製造プロセスの要素技術を対象に5者・コンソーシアム程度の実施を想定。

(研究開発内容③) 次世代型太陽電池実証事業

➤ 予算額：上限 298.0 億円 ※今後の経産省の検討を経て金額変更予定。

➤ 予算根拠：大量生産可能な量産技術の確立、及びフィールド実証による性能検証を行うために、過去事業（NEDO「太陽光発電システム次世代高性能化技術の開発」（5年間）、NEDO「太陽光発電システム普及加速型技術開発」（6年間））の開発費用や大学・研究機関等へのヒアリングを参考に、必要な国費負担割合・補助率等を加味して必要な予算額を算出。

その上で、今後の見通しを踏まえ、拡充（2023年X月）。

※研究開発内容②における開発の状況や今後の適用分野の広がり等を踏まえ、5コンソーシアム程度の実施を想定。

- 取組状況が不十分な場合の国費負担額の返還額：返還が決定した時点における目標達成度を考慮し、WGにおいて「10%、30%、50%」の3段階で評価

(参考) 改訂履歴

2021年10月 制定

2023年●月 改訂