

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（案）に対する意見公募手続の結果について

令和 3 年 8 月 31 日  
経済産業省資源エネルギー庁  
省エネルギー・新エネルギー部  
新 エ ネ ル ギ ー 課

「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（案）」について、令和3年6月23日から同年7月22日まで意見公募手続を実施いたしました。

提出意見と提出意見を考慮した結果については以下のとおりです。なお、提出意見は同旨の内容等を踏まえて整理・要約しています。

1. 意見公募の実施方法
  - ・ 意見募集期間：令和3年6月23日（水）～令和3年7月22日（木）
  - ・ 実施方法：電子政府の総合窓口（e-Gov）における掲載
  - ・ 意見提出方法：e-Gov
2. 提出意見数  
21件
3. 提出されたご意見の概要及びご意見に対する考え方  
別紙のとおり。

御協力いただき、誠にありがとうございました。

## ご意見の概要及びご意見に対する考え方

	提出意見	提出意見を考慮した結果
1	<p>次世代型という名のもとに、資源的にも、本質的な信頼性の点でも問題のある材料にのみ集中し、他の選択肢を排除しようとしている点が気になる。半導体でも同様に、当時より主流のSiが、すべて新しい材料に置き換わるかのように"次世代半導体"として、化合物半導体量子によるデバイスや超電導素子などに限った予算投入が行われ、最盛期50%あったシェアが10%になるまでの、世界戦略上の危機に陥った。同様に、現在主流のSi太陽電池を捨てて、"次世代"として、ペロブスカイトにのみ集中するほどの確信の根拠は極めて薄弱に見える。まずは、現在の主流技術で世界に追いつく努力をするべき。太陽電池は次世代の重要なエネルギー源であり、安全保障上の重要性も半導体に劣らない。中国の戦略的な国家を挙げてのダンピングで弱っている業界を立て直し、まず現業で世界レベルに到達し、その上で次世代の研究開発に向かうのが本来の姿だと思う。もうSiで世界に追いつくのは無理だからあきらめて、次で勝負しようというように一見もっともらしい、しかしながらまさにいつか来た道が無反省につき進むことなく、十分に討議されることを望みたい。半導体のように、本当の手遅れになってから、再度チャレンジするのは大変な努力とコストを要し、かつ成功の可能性が低くなってしまう。</p>	<p>本プロジェクトでは、企業のコミットメントを前提に、シリコン型太陽電池産業の現状やこれまでの経験を踏まえつつ、太陽光発電の更なる導入拡大に向け、既存の技術では太陽光発電が設置できなかった場所にも導入が期待される次世代型太陽電池の開発が不可欠であることから実施するものです。</p> <p>本プロジェクトで対象とするペロブスカイト太陽電池は、上記の課題を満たすとともに可能性を持つ技術であることに加え、製造技術や想定される主原料で日本に優位性があることから、官民を挙げて開発を加速化させることにより、新たな産業の獲得に繋がる可能性のあるものと認識しております。</p> <p>その上で、御指摘のシリコン型太陽電池を含む既存電池についても、ペロブスカイトをはじめとした次世代電池とのタンデム化等により更なる活用の可能性はあるものと認識しており、本プロジェクト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きます。</p>
2	<p>本プロジェクトはペロブスカイト太陽電池の実用化に関するものだが、そのメリットが軽量性や柔軟性、低コスト化と主張されている。しかし結晶シリコン太陽電池においても、樹脂を用いたモジュールの軽量化、基板薄型化等によるセミフレキシブル化が可能。ユーザ視点での意匠性、形状、重量等の性能要求を満たす高信頼性軽量モジュール、高信頼性フレキシブルモジュールが実現できれば、新築のみならず、既存のビルや軽量屋根への設置を進めることができる。また、タンデムデバイス技術は、新規技術と実績のある主力技術とを融合させる研究開発であり、早期の社会実装を実現するうえでも必須の技術である。</p> <p>ペロブスカイト太陽電池の社会実装に向けては、Si等とのタンデム型を優先し、その技術を用いて更に周辺部材</p>	<p>本プロジェクトにおいては、過去の電池における経験も踏まえ、明確なコスト目標等を設定することにより、耐久性等の観点を踏まえても普及可能な電池として開発することを目的としております。</p> <p>タンデム化はペロブスカイトの有効な活用方法の一つとして承知しておりますが、接合技術の在り方はボトムセルとの組合せやペロブスカイトの開発状況等に左右されるものであることから、企業にコミットを求める等の要件を課す本事業の性格には馴染まず、より長期的な課題として、本プロジェクトの成果等も踏まえつつ、本基金の活用に限らず、必要に応</p>

	<p>や生産技術の向上により、ペロブスカイト単体のみでの太陽電池よりもペロブスカイト/Si タンデムやペロブスカイト/CIS タンデムも同時に研究開発すべきだと考える。</p>	<p>じて別途支援してまいります。          なお、ペロブスカイトの開発状況等を勘案し、将来的に本事業の対象に加えることを現時点で否定するものではありません。</p>
<p>3</p>	<p>2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光発電の分野では社会実装に重点を置いた研究開発が重要と考えている。社会実証において、建築物への次世代型太陽電池の導入は非常に重要な導入施策と考える。建築物の東西面の壁面に設置された太陽光発電システムでは、電力需要の大きい朝夕の時間帯で発電量が最大化するため、自家消費と一致した同時同量性により、出力制限や送電負荷等の系統負荷の影響が軽微である。こうした建築物への実装による CO2 の削減並びに自家消費を加速するには、ペロブスカイト技術を活用した高効率化の研究が重要と考えられます。一方で、新型太陽電池の技術開発においては、長期的な信頼性や実環境下での強度及び耐久性がモジュール化技術・パッケージング技術も重要。2023 年からの社会実装、さらには早期の実証検証には、すでに実用化又は実証検証段階にある新技術との組合せが重要であり、これらの多様な組み合わせが早期に社会実装を実現するカギと考えられる。ペロブスカイト等による次世代型太陽電池の研究開発により早期の社会実装を実現するためには、一つ目には新規材料としてのペロブスカイト材料の探索及び高効率セルの開発、二つ目には社会実装に向けた基盤技術の活用と進化を目指した異種材料融合実用化技術の開発、三つ目には新規技術と基盤技術の組合せや融合を目指した多層積層太陽電池素子技術（タンデムデバイス技術）の開発が重要。こうした研究開発には住宅メーカーやゼネコン等の導入企業との連携による開発や社会実装が必須であり、国際競争力のある技術としてブラッシュアップさせる必要がある。また、ペロブスカイト太陽電池の開発においては、発電層としてのペロブスカイト層の高品位化に加えて、太陽電池の正極及び負極に用いられる新規材料の探索が高効率と長期耐久性を実現するキー技術であり、化学メーカーを中心とした素材メーカーとの連携が不可欠。2007 年以降に中国が結晶シリコンの量産化や商用生産の規模を急速に拡大した。同時期に国内で市場投入された薄膜太陽電池は少数メーカーによる事業規模であったため、コスト競争力を維持することが困難であ</p>	<p>御指摘のとおり、本プロジェクトは、海外市場も視野に住宅・建築物の壁面等への導入に向け、ユーザー企業との連携による取組が重要と考えており、社会実装を念頭にユーザー企業との連携による次世代太陽電池の研究開発を実施することとしています。また、基盤技術となる最適な材料組成や変換効率と耐久性を両立する要素技術の開発、分析・評価技術の開発を行い、共通基盤となる研究に取り組むこととしています。本プロジェクトにおいては、過去の電池における経験も踏まえ、明確なコスト目標等を設定することにより、耐久性等の観点も踏まえても普及可能な電池として開発することを目的としております。さらに、タンデム化はペロブスカイト太陽電池の有効な活用方法の一つとして承知しておりますが、接合技術の在り方はボトムセルとの組合せやペロブスカイトの開発状況等に左右されるものであることから、企業にコミットを求める等の要件を課す本事業の性格には馴染まず、より長期的な課題として、本プロジェクトの成果等も踏まえつつ、本基金の活用に限らず、必要に応じて別途支援してまいります。なお、ペロブスカイトの開発状況等を勘案し、将来的に本事業の対象に加えることを現時点で否定するものではありません。</p>

	<p>った。こうした過去の経験から、グローバル市場で新規技術の競争力を確保するためには国内の複数の太陽電池メーカーの取り組みが重要である。本事業で開発された要素技術は、国内での普及拡大やサプライチェーンの強化による国際競争力の確保等の観点からも、代表事業者が他社へ実施許諾（技術のオープン化）することを前提とした事業編成が重要と考える。グローバル市場においては、東南アジア地域での高層建築への壁面太陽光発電システムの導入がいくつか計画されている。ビルディングコードもほぼ各国共通であり、本事業で開発された壁面設置太陽電池は早期にグローバル市場へ展開可能と期待される。国際競争力を強化するためには、社会実装事業を通じてゼネコンや施工会社の参画や工法開発、設計施工に関わる国際標準等の建築施工に関わるサプライチェーンを日本の技術プラットフォームや知財網等で囲い込むことも重要であり、今後同分野で日本がイニチアチブを取るためにも国からの支援が必要。</p>	
4	<p>太陽電池における世界市場のシェアを一定程度獲得することを目標にすることに賛成する。</p> <p>キーマイルストーン・ステージゲート設定の「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」については、建材一体型は国内市場の一部にしかならないため、BIPVに限らずBAPVも含めて、海外の建物等の設置に展開できるような企業との連携、地上設置型のシェアを目指した目標が重要である。例えば、海外のGWクラスの大規模案件が1ヶ獲得できるだけで、国内の一部市場を上回る可能性もある。そのような海外案件も見据えた体制構築を検討して欲しい。総花にならないようにする必要があり、今後の世界市場が獲得できる分野に重点する必要があると考える。</p>	<p>本プロジェクトでは、製品化から生産体制の確立まで見据え、ユーザー企業とも連携した開発体制を構築し、太陽電池単体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・海外を含めた市場形成を念頭に事業を進めることとしており、いただいた御意見も参考にさせていただきます。</p>
5	<p>意欲的なプロジェクトである。</p> <p>コンソーシアム形成をするにしても、既存プロジェクトとの切り分けが不明確な印象である。海外に対し、日本のベンチマークを明確にするべき。以上の問題点を踏まえて、国内企業のみならず、欧米やアジアの最先端研究者も引き込んだコンソーシアムにすべき。日本の太陽光電池産業はコストの面で苦戦している。国際競争力の強化の観点から技術を知的財産権で囲める戦略が必要。</p> <p>「次世代型太陽電池の開発」プロジェクトに関する研究</p>	<p>本プロジェクトでは、民間事業者が一定のコミットメントをすることを前提に、事業者の提案によって柔軟な開発体制を構築することを可能とするとともに、ベンチマークとして明確なコスト目標等を設定しております。また、事業の実施に際しては、知的財産権の確保も含め、参加事業者による事業戦略の提出を求めています。</p> <p>なお、グリーン成長戦略においては「海外</p>

	<p>開発・社会実装計画（案）に知的財産権に関する記述がある方がよい。</p>	<p>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。」としており、標準化等にも取り組んでいきます。</p>
6	<p>ペロブスカイトに着目するのは、確かに良いが、まだまだ課題は多い印象がある。一方、多接合型太陽電池は衛星などの用途で使用されているが、コストが高い課題があり、普及していない。しかし、使用実績および変換効率の高さから、非常に有望な高効率な太陽電池の一つであり、コストの課題をクリアにすることで、普及する可能性を秘めている。高コスト要因の一つに、非常に高価なGe単結晶基板を用いているのが課題の一つと考えるので、それを解決出来る別の方法として、安価なSi単結晶基板を用いてSi-Ge層を成長させる方法など、基板開発にも力を振り分けても良いのではないか。</p>	<p>いただいたご意見も参考にしながらプロジェクトを進めてまいります。</p>
7	<p>日本は、シリコン系太陽電池において、技術開発段階では世界をリードしながら、その後の本格商用化段階においては、中国をはじめとする海外のメーカーに敗北を喫したと言える。残念ながら、本研究開発・社会実装計画（案）は、このシリコン系太陽電池における大敗北の反省を踏まえたものとは言い難い。技術開発段階において世界をリードすることを目指すための策ばかりが述べられ、本格商用化段階において世界をリードするための戦略が全く見当たらない。この計画に沿って巨額の投資を講じて技術開発を進めても、本格普及段階では海外メーカーに敗北を喫する事を繰り返すばかりであり、本格商用化段階において、海外メーカーに勝つ戦略が盛り込まれていない本計画案は、承認されるべきではない。また、令和3年7月13日の総合資源エネルギー調査会基本政策分科会（第45回会合）の「資料2 発電コスト検証に関する議論について」のp.4にて示されたように、2030年の電源別発電コスト試算において、太陽光（事業用）のコストは、8円台前半-11円台後半と試算されている。これに対し、本計画案において示されている「発電コスト14円/kWh以下を達成」と言う目標は明らかに低すぎる。</p>	<p>ペロブスカイト太陽電池の主要材料であるヨウ素の生産量は、日本が世界シェアの30%を占めており、本格商用化段階において、材料の安定供給が望める優位性も活かし、日本が世界をリードする可能性があると考えられています。社会実装に向けては、応募する事業者に対して、住宅メーカー・ゼネコン等のユーザー企業との連携体制の構築による市場化に向けた事業戦略の提示を求めるとしており、国内外の市場獲得を見据え、研究開発を実施することとしています。また、発電コスト14円/kWhは既存太陽電池が30年以上の研究開発によって達成したコスト水準であり、次世代型太陽電池を用いて10年で達成することは野心的な目標と考えております。</p>
8	<p>ZEH化においては、住宅商品保証の長期化の観点から高効率かつ高耐久性な太陽電池が必須であり、多雪・塩害・狭小地など設置困難地域への太陽電池の設置や、集</p>	<p>本プロジェクトでは、社会実装を念頭にユーザー企業との連携による次世代太陽電池の研究開発を実施することとしてお</p>

	<p>合住宅の ZEH 化も必要。また、都市圏では不燃認定を取得できる屋根建材型があれば適用しやすい。さらに、カーボンニュートラルを達成するには新築だけでなく、既築にも展開することも必要であり、構造に影響を与えない太陽電池モジュールや工法開発、既存屋根に合わせるための高効率モジュールの他、屋根以外の壁面・窓・庇・バルコニーでも発電する壁面太陽電池が必要と考える。日本では景観に配慮した家づくりをしており、日本の太陽電池メーカーはこれを意識して建材一体型の商品をラインナップしてきた。屋根だけでなくあらゆる部位に設置できる意匠に優れた太陽電池製品を早期に社会実装化させ、海外メーカーに対して優位となる市場形成を進める必要があり、高効率太陽電池の開発と並行して進めるべきである。</p> <p>また、ZEB 化に向けては、屋上置の太陽電池だけでは設置可能場所が限られており、壁面等の活用が一層求められる。また、壁面を活用しても設置可能面積には限りがあるため、高い変換効率も必要である。ビル壁面に設置する太陽電池では、コストやビルを使用したまま大規模改修することの困難さを考慮すると容易には交換出来ないため、高い耐久性が必要。また発電性能が低下しても、壁面材料として安全に機能する仕組みが必要。さらに高い位置に垂直面に設置する上で、周囲への反射光の影響を低減する防眩機能も重要である。</p> <p>この他、太陽光発電では初期費用を低減する仕組みも普及拡大には必要と考える。PV システムが総合的に安価になっていることは浸透しておらず、地場工務店や施主の理解では高価だという認識が多い。市場を活性化する政策や制度（第三者所有（PPA）やリース）も選択できる仕組みづくりを進めていただきたい。</p>	<p>り、ご意見いただいた壁面設置等における高い耐久性等は重要な研究開発要素と考えています。また、太陽光発電の導入拡大に向けては、PPA などの新たな導入モデルなどの先進事例の創出等にも取り組んでいく考えです。</p>
9	<p>「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」ということだが、ソーラー発電の場合、設置面積に比例して発電量が増減するという特性を考慮すると、発電コストに土地代を含めた施設建設費も含有する必要がある。土地・施設費を考慮して 10 円/kWh あたりを目標とすべきではないか。</p>	<p>本プロジェクトでは、既存の太陽光発電を設置できなかった場所への導入可能であり、性能面でも既存電池に匹敵する次世代型太陽電池の開発を目標としています。なお、目標とする 14 円/kWh（モデルプラント方式による）は既存太陽電池が 30 年以上の研究開発によって達成したコスト水準であり、次世代型太陽電池を用いて 10 年で達成するという野心的な目標と考えています。</p>

<p>10</p>	<p>2050年カーボンニュートラル、2030年度温室効果ガス削減目標46%を実現するためには「革新的な新技術の開発」と、それに係わる開発期間が必要であるが、その間に社会実装へのタイムラグが生じるため、ペロブスカイトの開発成功までの間にも太陽光発電設備の実装拡大を進めておく必要がある。実装を推進するべきと考えるのは「都市・建築における需給一体の再生可能エネルギー発電」であり、建築物と一体化した太陽光発電設備は「発電設備」であるだけでなく、電力系統からの供給量を削減する効果があり、結果としてエネルギー密度の高い都市部の電力系統負担を軽減できる。また、自家消費であることから、送配電への負担をかけないシステムであり、この「建築一体型太陽光発電設備」に支援（基金）が必要。</p> <p>その際、建築物の用途・規模・階数など様々なパラメータにより、実装可能な規模等の最適化・蓄電設備との組み合わせなど、大規模な社会実装を図る前に実装モデルとして検証しておくべき。また、コスト縮減に向けた製造設備投資として、大量生産と自動化装置の導入によるコストの縮減効果は大きく、大規模社会実装の早期実現が可能である。また、建築外装材として遜色ない美観・デザインが必要。</p>	<p>本プロジェクトは、2050年カーボンニュートラルの実現に向けた革新的な新技術の研究開発と社会実装を目指すものですが、プロジェクト成果の社会実装に向けては住宅メーカー・ゼネコン等のユーザー企業との連携体制の構築による市場化に向けた事業戦略を求めることとしており、御意見いただいたようにフィールド実証を行い、研究開発に取り組むこととしています。</p>
<p>11</p>	<p>2050年カーボンニュートラル宣言に続き、2030年温室効果ガス46%削減という目標を背景として、住宅分野において太陽光発電の導入拡大が進められている。住宅市場の現場においては、昨今のコロナ禍により自宅で過ごす時間が長くなった為、自宅の電気消費量が相対的に増加した影響もあり、地域の工務店が住宅の新築を検討する一般の顧客を接客する場面では、断熱強化によるエネルギー消費量の削減と共に、太陽光発電を導入する経済性についての関心が一層高まって来ている。</p> <p>脱炭素化の加速に対応する住宅分野の取組みとしては、住宅建築物自体のエネルギー消費量の削減や、太陽光発電の定格出力に対する実発電量の信頼性に関し、それらの実効性を定量的に評価する必要がある。その場合、住宅の断熱性能や太陽光発電の出力に関する長期的な経年劣化また経年変化を定量的に実測評価する場合には概ね10か年が必要な為、現実的に2030年まであと9年足らずである点を考慮すると、速やかにそれら社会実装を行うべきである。</p> <p>特に太陽光発電に関しては、都市部の狭小地など「建物</p>	<p>いただいたご意見を参考にしながら取組を進めて参ります。</p>

	<p>立地の問題解決」も図れる様に、面積効率が高く、両面受光機能で一層高い発電量が期待でき、かつ、即時に適用が可能な新型太陽電池を社会実装することにより、再エネ発電の効率向上、ひいては電力単価を低減する観点において、実効性ある施策としてほしい。</p>	
12	<p>シリコン系に対抗しうる太陽電池として有望視されるペロブスカイト太陽電池技術に具体的にフォーカスされているが、他有機系技術(色素増感など)も支援対象に含めて欲しい。例えば色素増感太陽電池はペロブスカイト太陽電池と同様に曲面追従性、軽量といった点で既存太陽光発電技術と比べ性能優位性があり、既に量産化が可能な段階となっている。加えて美観という観点、ペロブスカイト太陽電池の課題である鉛が使用されないため、環境対応の側面からも支援対象に資する技術であると考え。</p> <p>壁面以外の例えば家電製品や IoT 機器の領域、一般消費者にとって必要とされる身の回りの機器についても対象に含めて欲しい。特に電池駆動の機器では電池をクリーンエネルギーに置き換えることにより電池交換が不要になることなどから廃棄電池の削減に繋がります。また、その際、身の回りの製品であり、消費電力が小さことから、家電や IoT 機器等に合わせた目標値に別途定めて欲しい。</p>	<p>本プロジェクトでは、企業のコミットメントを前提に、シリコン型太陽電池産業の現状やこれまでの経験を踏まえつつ、太陽光発電の更なる導入拡大に向け、既存の技術では太陽光発電が設置できなかった場所にも導入が期待される革新的な次世代型太陽電池の開発が不可欠であることから実施するものです。</p> <p>本プロジェクトで対象とするペロブスカイト太陽電池は、上記の課題を満たす可能性を持つ技術であることに加え、製造技術や想定される主原料で日本に優位性がある一方で、実用化に向けた途上であり、開発には相応のリスクを伴うことから、官民を挙げて開発を加速化させることにより、新たな産業の獲得に繋がる可能性のあるものと認識しております。なお、御指摘の成果目標については、社会実装に向けてユーザー企業と連携し具体的な要件等を検討することとしており、ユーザーの意見を踏まえた上で、プロジェクトを実施することとしております。</p>
13	<p>再生エネルギーの普及は、脱炭素化に向けて不可欠なため、このような基金で加速することは素晴らしいこと。本基金では社会実装量を増やすということが重要であり、ビルの窓への設置など様々な視点での社会実装方法を考慮し、幅を持たせた運用や目標設定が好ましい。例えば、窓向けと屋根向けでは、異なった発電コストの目標値となる。また、モジュールの規格、端子ボックスや配線などの関連部品や建材化について、開発するフィルムタイプのペロブスカイト太陽電池に特化した新たな規格策定も並行して進めた方が、普及の加速に繋がる。</p>	<p>いただいたご意見を参考にしながら取組を進めて参ります。</p>