

戦略目標 2. 異分野融合による自然光エネルギー変換材料及び利用基盤技術の創出 (平成 21 年度設定)

1. 戦略目標名

異分野融合による自然光エネルギー変換材料及び利用基盤技術の創出

2. 本戦略目標の具体的内容

(1) 本戦略目標の意義

平成 20 年 5 月に総合科学技術会議が取りまとめた「革新的技術戦略」において、「高効率な太陽光発電技術」の開発は国を挙げて取り組むべき課題に選定された。また、「環境エネルギー技術革新計画」(平成 20 年 5 月 総合科学技術会議)においても、『新しい技術の芽を実用化するには、多くの技術的課題を乗り越える必要がある。これらの課題のブレークスルーを実現するため、新しい触媒や材料などを開発する基礎・基盤的な技術の研究を推進する。』と言及されており、既存の太陽電池が抱える課題を解決するための基礎研究が極めて重要と認識している。しかし、量産段階に入ったシリコン系太陽電池のさらなる効率向上及び生産合理化が企業を中心に行われているものの、次世代の社会を支える発電システムを構築するにはまだ多くの課題が残されている。また、政府の「低炭素社会づくり行動計画」(平成 20 年 7 月閣議決定)において、①太陽光発電の導入量を 2020 年に 10 倍(1,400 万 kW)、2030 年に 40 倍(5,300 万 kW)にすること、②3～5 年後に太陽光発電システムの価格を現在の半額程度にすること等を目標とするとともに、「安心実現のための緊急総合対策」(平成 20 年 8 月 政府・与党とりまとめ)においても、低炭素社会の実現に向けた新エネ技術の抜本的導入のための具体的施策として、家庭・企業・公共施設等への太陽光発電の導入拡大が位置付けられている。さらに、平成 20 年 11 月に国土交通省、経済産業省、文部科学省、環境省の連携による「太陽光発電の導入拡大のためのアクションプラン」が公表され、関係省庁との連携を強化し、本アクションプランの取組の更なる深化・具体化が図られることとなった。

革新的技術戦略を具体化すべく文部科学省が検討会を設置して取りまとめた「今後のナノテクノロジーを活用した環境技術の研究開発の進め方について」(平成 20 年 7 月)において、大学等の優れた人材を政策的に環境技術開発に誘導することによって、10～15 年先を見据えたブレークスルーのための研究開発の必要性が強調されている。また、環境技術の実用化のためには、オールジャパン体制によるプロジェクトを構築するとともに、ファンドの特長を活かした組み合わせによる立体的な研究支援を行う必要性が併せて強く指摘されている。

自然光の中でも太陽光利用技術は、自然エネルギーからエネルギーを取り出す最も有力な手段であり、将来のエネルギー供給源としての期待が大きい。このような認識の下、米国も基礎研究からの強力な研究開発体制(HELIOS プロジェクトなど)で推進しており、太陽電池の世界シェアではドイツが世界首位の座を占めている中、太陽光利用技術は我が国の国益の観点でも、政府を挙げて最優先に取り組むべき環境技術である。

(2)具体的な研究開発課題

太陽光利用技術の構築は、地球温暖化を止めることが最大の目的である。したがって、例えば太陽電池を作るために必要な全エネルギーよりも、作製した太陽電池が発電するエネルギーの方が十分大きい太陽電池製造技術を創出することが必要である。この技術を実現することにより、化石燃料を使わずに全世界の電力を太陽光発電で供給でき、二酸化炭素排出抑制に貢献することができる。太陽電池では、シリコン(結晶とアモルファス)や化合物半導体を用いたものは既に実用化段階にあり、産業界並びに経済産業省や新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のプロジェクトによりシステムの高効率化・低コスト化が推進されている。しかし、効率を維持しながら希少元素であるインジウムを使わない系の探索が求められるなど、挑戦的な課題も多い。一方、有機薄膜太陽電池、色素増感型太陽電池、量子ドット太陽電池等の新型高効率太陽電池並びに太陽光利用水素生成については、その将来性が大いに期待されているものの、実用化のためにはエネルギー変換効率の大幅改善や耐久性向上などが必須であり、新規材料技術の開拓が強く望まれている。また、新規材料技術に基づく原理解明と新構造の提案がさらなるブレークスルーを誘発すると期待される。このため、光電変換材料・触媒材料・色素材料の開拓、バンド設計、表面・界面制御、理論的な最大効率の検証など、基礎的研究レベルの課題を解決した上で、デバイス化さらにはシステム化へと道筋をつける必要がある。シリコン系太陽電池・化合物半導体太陽電池と比べて、それ以外の太陽電池は研究の進度に大きな隔たりがあるとはいうものの、太陽光を利用するという見地からは相互補完性を有しており、将来の発展性をより広く確保するためにも複線的な研究開発の推進が必要である。しかし現状においては、先行しているシリコン太陽電池と化合物半導体太陽電池は、市場における普及拡大を目指したコスト低減に力点を置いた研究開発が主に推進され、界面制御、薄膜・結晶成長、新材料開拓といった基盤的研究要素に対する支援が十分なされていない傾向にある。一方、有機薄膜・色素増感型太陽電池、新型高効率太陽電池や、太陽光利用水素生成と発電を同時に実現するようなシステムについては、いまだ市場での普及を考える段階には至っておらず、少なくともエネルギー変換効率の抜本的な向上に資する材料・プロセス・構造の開拓が不可欠である。また、太陽電池技術により培われてきた技術を活用することにより、太陽光エネルギーを積極的に利用した水素生成技術や発電技術において革新的な特性改善を図ることが期待される。そこで本戦略目標では、関連分野間の技術融合の一形態として、例えば先行しているシリコン太陽電池と化合物半導体太陽電池の科学的な知見や技術的経験を、有機薄膜・色素増感型太陽電池、量子ドット太陽電池等の新型高効率太陽電池や太陽光利用水素生成等の飛躍的な効率改善に活用することを推進する。併せて、シリコン太陽電池や化合物半導体太陽電池との共通技術要素である表面・界面制御、新概念・新構造の提案などに関する研究を推進する。また、本戦略目標が示す研究領域は材料化学とデバイス物理が融合した分野である。太陽光利用技術に取り組む国内の研究者数は非常に少ない現状にあり、物理学、化学、電子工学等の異分野の研究者の英知を結集し、太陽光の利用とい

う共通の課題の下で共同研究を推進してインタラクティブイノベーションを引き出すことや、異分野融合によるブレークスルーの誘発を促すことが本研究事業の重要なポイントである。

本戦略目標の下で推進される研究分野と異分野融合の具体例として、以下が挙げられる。

[研究分野]

①太陽光発電技術

- ・シリコン系、化合物薄膜型
- ・色素増感型、有機薄膜型
- ・新型超高効率系（Ⅲ-V族、量子ドット型、多接合型など）

②太陽光利用による有用物質・エネルギー生成技術

- ・水素、ギ酸等の有用物質生成
- ・有用物質とエネルギーの同時生成

[本戦略目標で期待される異分野融合]

① 半導体、有機 EL ディスプレイなど関連分野の研究者に、太陽電池材料への適用研究、劣化機構の解明、発電効率改善の研究を期待

② 界面現象の研究者に、効率的に電荷分離する材料探索を期待

③ 結晶物理、薄膜形成の研究者に、シリコン薄膜の欠陥制御についての研究を期待

④ フォトニック結晶による光制御の研究者に、集光や光閉じ込め制御の研究を期待

⑤ 光触媒などの研究者に、太陽光エネルギーを積極的に利用した発電効率改善についての研究を期待

3. 政策上の位置付け

2007年6月のG8ハイリゲンダム・サミットにおいて我が国は「2050年に温室効果ガス(GHG)排出量の半減を目指す」との声明を先導する役割を果たした。第3期科学技術基本計画において、『理念2 国力の源泉を創る ～国際競争力があり持続的発展ができる国の実現に向けて～』を実現するための目標として、『目標3 環境と経済の両立ー 環境と経済を両立し持続可能な発展を実現(4)地球温暖化・エネルギー問題の克服』が設定されている。また戦略重点科学技術として、ナノテクノロジー・材料分野において『True Nano や革新的材料で困難な社会的課題を解決する科学技術』の『クリーンなエネルギーの飛躍的なコスト削減を可能とする革新的材料技術』、エネルギー分野では『運輸部門を中心とした石油依存からの脱却』の『太陽光発電を世界に普及するための革新的高効率化・低コスト化技術』としてそれぞれ挙げられている。

総合科学技術会議において取りまとめられた「地球温暖化対策技術研究開発の推進について」(平成15年4月)では、地球温暖化対策に関してインパクトの大きい研究開発課題に積極的かつ重点的に取り組むことの重要性を指摘している。さらに、「革新的技術戦略」では「地球温暖化対策技術」の中の「高効率な太陽光発電技術」が選出されており、開発のために必要とされる組織・体制として、産学官連携・府省連携の推進、異業種・異分野融合の促

進等が指摘されている。また「環境エネルギー技術革新計画」において、本戦略目標と関連するものとして、「太陽光発電」と「水素生成」が選ばれている。特に、太陽光発電に関する記述のうち「第三世代：多接合化や量子ナノ構造等、新材料・新構造を活用することにより、飛躍的な効率の向上とコストの低減を図る太陽電池」については、本戦略目標の具体的な課題と密接に関連している。水素生成については、ロードマップ中に飛躍的な低価格化を可能とする革新的水素製造技術の一つとして光触媒が記載されている。また、前述した文部科学省が取りまとめた報告書では、太陽電池をエネルギー創出の代表的環境技術と位置づけ、太陽光を利用し循環する未来型エネルギーフローシステムを提案している。さらに、前述したように4省連携による「太陽光発電の導入拡大のためのアクションプラン」が出されており、文部科学省から太陽光発電に特化した政策を打ち出す重要な時期であるといえる。