

CREST 研究領域「太陽光を利用した独創的クリーンエネルギー生成技術の創出」 追跡評価報告書

1. 研究成果の発展状況や活用状況

本研究領域終了後、研究代表者 15 名中 9 名が科研費、NEDO プロジェクトを中心に競争的研究資金を 3 件以上獲得し、活発な研究開発を継続して行なっている。研究終了後は、CREST 研究に 2 名が採択されるなど、研究のさらなる発展が認められる。さらに SIP の 1 名を含め、NEDO や A-STEP をはじめとする実用化研究に 6 名の研究者が採択され、実用化を見据えた研究開発へと着実に研究を進展させている。

本研究領域全体において論文数は 1184 報が発表され、CREST 研究期間中、研究終了後の論文数はそれぞれ、717 報、467 報であった。Top10 %以内の論文数比率は、期間中、終了後それぞれ、18.2%、19.2%で変わらず、CREST 研究終了後においても、発表論文の質も良好な水準を維持している。特許出願数は、期間中、研究終了後、それぞれ、国内 117 件、海外 25 件、および国内 25 件、海外 6 件、また、特許登録件数は、期間中、国内 66 件、海外 8 件と、極めて有効性の高い知財を多く創出しているとともに、研究成果の社会実装に向けた取り組みも継続されている。今後の国内外での特許登録件数の伸びに期待したい。

2. 研究成果から生み出された科学的・技術的および社会的・経済的な波及効果

(1) 研究成果の科学的・技術的観点からの貢献

本研究領域では、ペロブスカイト太陽電池、材料評価技術ならびに新規材料開発において顕著な科学的な貢献がなされている。韓は、薄膜デバイスに適している逆構造型ペロブスカイト太陽電池を開発し、変換効率 18.2%を達成するとともに、曲面あるいは壁面設置など、ペロブスカイト太陽電池の多用途展開の可能性を示した。また、CREST 研究終了後の発表論文においても高い FWCI 値を維持し、ペロブスカイト太陽電池の研究潮流創出に寄与した。金光は太陽電池・フォトンクス材料であるペロブスカイト材料の物性解析を進め、光変調素子などの新規デバイス応用への可能性を示すとともに、デバイス設計上重要なキャリアの有効質量の決定など、基礎物性解明に数多くの貢献を行なった。また野田は、フォトニック結晶技術およびその物性評価研究を進め、近接場熱輻射に着目することにより黒体輻射限界を超える熱輻射を引き出す技術を開発し、高出力・高効率な熱光発電の実現に向けた基礎学理を構築した。入江は、ほぼ可視光全域に応答する新規二段階励起光触媒粉末を開発するとともに、同技術を二酸化炭素還元へと展開、新たな光触媒の開発に貢献した。末益は、CREST 研究過程において $BaSi_2$ の熱伝導率が極めて小さくゼーベック係数が大きいことを発見、Ba-Si 系材料の熱電材料としての新たな応用分野の創出に貢献した。

これらの純粋科学に近い領域での多くの独創的研究に加え、(2) で示す科学技術イノベ

ーション創出に関する先進的研究を含めて、1. の研究成果で記した 1184 報の領域全体としての学術論文公表に現れているが、特に、成果論文 19 報、発展論文 16 報といった多くの Top 1 %論文を生み出していることにも、その質の高さが現れている。

受賞、表彰は全体で 48 件、片桐(2017 年)と金光(2022 年)が文部科学大臣表彰(科学技術賞研究部門)、野田は学士院賞(2022 年)を授与され、科学技術分野への貢献が認められている。

(2) 研究成果の社会的・経済的観点からの貢献

本研究成果の社会実装に向けた取り組みが顕著であったのは、太陽電池デバイス化技術分野およびフォトニック結晶分野である。シリコン太陽電池技術に関しては、第一に、パッシベーション技術として佐藤は、シリコン基板上に高い固定電荷を有する Sr シリケート層を形成することに成功、この技術は PERC 太陽電池などの裏面パッシベーション技術に活かされた。第二に、松村が開発した Cat-CVD 法は、シリコン太陽電池用高性能パッシベーション膜の作製に応用されるとともに、非晶質 Si へのドーピング技術として利用されている。第三に、安武のプラズマ技術は、CF₄ ガス改質による半導体用エッチングガス C₂F₄ の高効率生成を実現し、同ガスを用いた SiO₂ のエッチングにおいて、従来混合ガス CF₄/O₂/Ar の 2.7 倍の高速エッチングが可能であることを示した。第四に、シリコン薄膜形成プロセスとして本間は、電解析出法による新手法を提案し、光照射あるいはパルス電解などを導入してシリコン薄膜の特性向上を達成している。

一方、化合物半導体太陽電池技術に関しては、第一に、結晶接合技術として重川は、多接合太陽電池のセル化に貢献するとともに、ダイヤモンドと半導体の直接接合技術へと発展し、大電力用途 GaN パワーデバイスへの応用展開が図られている。第二に、CZTS (Cu-Zn-Sn-S 系)バルク多結晶と同じレアメタルフリー硫化物である SnS を対象として片桐は、結晶作製技術ならびに分析評価技術で成果を上げている。第三に、Ba-Si 系材料の高品質化と太陽電池応用に関して末益は、深い準位の形成で変換効率向上の阻害要因となる Si 空孔を原子状水素照射により不活性化することに成功するとともに、BaSi₂ 薄膜太陽電池の量産化を指向して従来の分子線エピタキシー方からスパッタ法への進展とそれによる BaSi₂ 結晶品質向上に成功した。

また、野田のフォトニック結晶技術は、フォトニックレーザー応用へと進展し、平面レーザー、LiDAR などに向けた多くのデバイス応用の可能性を示し、10 社以上の企業との共同研究開発を実施、技術の社会実装に向けた活動を行った。

以上の技術的な発展の貢献に加え金光の光測定技術は、太陽電池評価用イメージングシステム装置として、平本の有機材料技術は、フラーレン材料の販売ならびに昇華精製装置として製品化されている。

以上により、本研究領域は研究成果の発展や活用が認められ、科学的・技術的および社会

的・経済的な波及効果が十分に生み出されている。

以上