

CREST・さきがけ「再生可能エネルギーからのエネルギーキャリアの製造と  
その利用のための革新的基盤技術の創出」  
複合領域事後評価報告書

## 総合所見

本研究領域は、再生可能エネルギーの輸送・貯蔵・利用に向けた革新的エネルギーキャリア利用基盤技術の創出を目的として、エネルギーキャリア(エネルギーの輸送・貯蔵のための担体)としての利用にふさわしいものとなり得る窒素化合物や炭化水素、無機水素化物等の高効率変換・利用技術の創出が進められた。具体的には、再生可能エネルギーを効率的にエネルギーキャリアとして化学的なエネルギーに変換するための基盤技術、エネルギーキャリアから電気エネルギーを取り出し利用するための基盤技術、エネルギーキャリアを安全に輸送・貯蔵する技術の創出を目指した。

本研究領域の特徴として、基盤研究による学術的成果と社会実装へのカタパルトとしての役割が強く求められたが、研究マネジメントでは両者を常に意識しつつ各研究チームと研究者の採択と研究成果管理がなされていることは評価できる。

戦略目標の達成状況に関して、アンモニア合成等、当該研究期間中のCRESTを代表する研究成果が出ており、その他にも国際的に注目されたり今後の企業連携が始まりつつある研究成果があることも評価できる。

以上を総括し、本複合領域は総合的に優れていると評価できる。

## 1. 複合領域としての成果について

### 1.1 CREST

#### (1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

研究課題は、エネルギーキャリア研究における新規性、発展性という学術的価値を重視しながら、エネルギーシステムとして量的観点で受容可能な点も意識し各研究チームの採択と成果管理がなされており、研究課題の構成も、境界領域研究を推奨しつつ専門分野・所属等もバランスの取れた採択がなされた。

領域アドバイザーは、様々な専門性と経験を持った優れたメンバーの人選となっており多面的なアドバイスが可能な構成であり、産学官から年齢も偏りなく、また女性研究者の参画も考慮されている。一方で、エネルギー企業の領域アドバイザーは入っておらず、材料科学分野や先端計測分野の領域アドバイザーを検討してもよかったと思われる。

研究領域運営においては、研究総括ならびに領域アドバイザーも参加し、研究進捗報告会、サイトビジット、研究チーム内で報告会等を開催することにより、進捗状況の把握や推進方針へのアドバイスをを行い、また新規性、革新性だけでなく実際上の出口イメージを明確な評価基準として、適切な指導を行った。また、CREST・さきがけ複合領域として効果的且つ多角

的な運営も行われた。

さらに、卓越した研究成果を示した研究チームには研究費の増加配分をし、研究を加速させる一方、予定通り研究が進捗しないチームには、他の研究領域・機関から協力研究者を参入させ、異分野との連携・協力を図ることにより、最終的に優れた研究成果を得られるようにきめ細かい配慮がなされた。熊本地震後の支援もマネジメントとして適切だった。また、NEDO や SIP のエネルギーキャリア関連課題と情報交換の場を設定し、CREST の研究チーム間および複合領域内の連携促進も配慮された。

以上により、本研究領域の研究マネジメントは優れていると評価できる。

## (2) 研究領域としての戦略目標の達成状況

### ① 研究成果の科学的・技術的な観点からの貢献

CREST の 9 つの研究チームでの論文件数は 236 件、口頭発表は 766 件（招待講演 299 件を含む）と多く、得られた研究成果は、どの研究チームについても、科学的・技術的に国内外の類似研究と比較して国際的に高い水準にあると判断される。例えば藤代チームと曾根チームは、メタン合成に至るプロセスに関して再生可能エネルギー利用の推進で先を行く欧州に対抗する国内技術を確立した。アンモニア合成に関しての西林チームによる一連の研究成果は、基盤研究として学会及び産業界に大きなインパクトを与え、当該研究期間中の本 CREST を代表する研究成果の一つとして評価出来る。アンモニア合成に関する新技術は世界的な競争が展開されているが、今後、どのような外部条件、スケール、市場条件での社会実装を想定するかを、たとえ方向性のみであっても示すことができれば、注目度はさらに上がることが期待できる。他にも、得られた研究成果は多少の濃淡はあるものの、科学的・技術的なインパクトが期待できる。また、複数の研究チームに新たに参画した計算科学分野の研究者の貢献も重要といえる。

以上により、研究成果の科学的・技術的な観点からの貢献については、特に高い水準にあると評価できる。

### ② 研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献

研究成果の社会的・経済的価値は、研究総括の示した目標の「出口イメージ」をした実用化の高いものとなっている。例として永岡チームが開発した Ru 触媒は、アンモニア合成において従来の Fe 系 Haber-Bosch 触媒や他の Ru 触媒を凌駕する高い活性を示している。空気中でも取り扱いやすい触媒であり、実用的な観点から大きなメリットを有する。また、複数の企業との共同研究も展開しており、インパクトの大きさが伺える。姫田チームによるギ酸の分解による高圧水素の発生も新技術として期待され、一酸化炭素をほとんど副生せず、50MPa 以上の水素と二酸化炭素を連続的に発生させる化学的な高圧水素の発生法として重要である。山口チームの新規な燃料電池用部材の開発とシステムとしての評価は、ラボレベルでは

あるが実際の発電試験と耐久試験により実用化の可能性を明らかにしており、次のフェーズへの展開が期待される。

今回の研究成果が、現時点で、産業や社会に大きく貢献する劇的なイノベーションが期待できる技術かどうかの判断は難しいが、将来の実用化につながる有望な研究開発成果が得られたと考える。この中から、実用化の可能性の高いものを選びすぎりながら、次のステップにつなげていくことが大切である。

以上により、研究成果の社会的・経済的な観点からの貢献については、高い水準にあると評価できる。

## 1.2 さきがけ

### (1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

さきがけには、基盤研究、あるいはそれ以前の萌芽的研究が期待されているが、それであるがゆえにマネジメントは大きな重みを持つと考える。重要なことは多様なアイデアを多様な視点から評価することで、形式的な「失敗」も研究者にとって次へのステップとみなす視点が必要である。その観点から、実施に当たっては独創的・挑戦的・先駆的研究を重視した明確な目標を掲げており、研究課題の構成も、研究者の専門分野・所属等も広い分野から選考され量的な視点も評価できる。さらに人材育成の観点も考慮しており適切である。領域アドバイザーとして、産学官から年齢も偏りなく、また女性研究者の参画も考慮されており、専門分野も異なる優れたメンバーで構成されている。

研究マネジメントとしては、CREST とさきがけの研究者間の情報交換を奨励し、さきがけ研究者間や領域内外のさきがけ研究者間、さきがけ・CREST 間との共同研究の実施などが進めた点、CREST と同様に NEDO や SIP のエネルギーキャリア関連課題と情報交換の場を設定し連携をすすめるなど、研究者が有益な情報を得やすい環境を提供している点など、評価出来る。また、研究費の増額配分、災害（熊本地震）への配慮などもスムーズな研究の推進に向けて適切であった。

以上により、本研究領域の研究マネジメントは特に優れていると評価できる。

### (2) 研究領域としての戦略目標の達成状況

さきがけ研究者による論文発表件数は計110 件であり、口頭発表は204 件(内、招待講演は70 件)と多く、どの研究者についても、オリジナリティの高い成果が出ており国内外の類似研究と比較して国際的に高い水準にあると判断される。特に触媒ならびに光触媒に関する研究課題について新規性・独創性のある成果が達成された。例として小林研究者が開拓したアンモニア合成触媒としての新規なRu担持酸水素化物や、森研究者が従来の10 倍以上の活性を示すギ酸分解不均一触媒を開発し、学術的にも非常に優れた研究成果が得られている。

社会的・経済的価値の創造につながる萌芽は十分認められる。一例として、青木研究者の新規な発想に基づくアンモニア燃料電池の発電方法など、燃料・エネルギーキャリアとしてのアンモニア研究において大きな貢献をしている。

科研費を始めとする各種研究助成金の獲得や多数の企業との共同研究を展開するなど、学術的に高い評価を受け、社会的・経済的なインパクトも示している。

以上により、本研究領域の戦略目標の達成状況は高い水準にあると評価できる。

## 2. その他

本研究領域のテーマは2020年10月に我が国の首相から発せられた2050年CO<sub>2</sub>実質ゼロ宣言の達成に深くかかわるものであり、本研究領域のそれぞれの研究成果および研究者にも今後大きな注目と期待が注がれるであろう。

CREST・さきがけは、新規性のある、独創的なテーマから出発して、それを実用化につなげる萌芽的なプロジェクトであるが、一方、ビジネスの世界においては、モノづくりではなく事づくり、デザインシンキング、ペインキラー型の技術開発が主流となっており、世界のスタートアップも、決して技術リッチではない。技術のもたらす社会的な意義や、もともとの出口イメージから出発するスタイルが主流になっている。今回、水素社会に向けたエネルギーキャリアと言う切り口で、出口をイメージしたマネジメントが取られたが、何が課題であり、その課題をどのように解決するためにどのような技術が必要であるかという点では、今後の運用において、より詳細な課題設定の視点も重要と考える。

他方、研究成果が社会的なインパクトを持ち得るかどうかは、学術的な成果とは必ずしもつながるものではない。むしろわが国として本研究成果の社会実装に向けてどのようなステップを踏み、どのように取り組んでいくかにかかっている。研究成果の実用化までには、いくつもの死の谷を超えて行く必要があり、いかに実用化までのシナリオをきちんと描き研究開発を継続するか、企業に技術を橋渡ししていくかは、今後の重要な課題である。