

CREST・さきがけ複合領域「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」  
中間評価報告書

## 総合所見

本研究領域は、再生可能エネルギーの大量導入に必要な技術の基礎研究を中心としてその先鋭的役割を果たすエネルギーキャリアの先進的な技術開発を目的としている。エネルギーキャリアの合成・分解、貯蔵・運搬、利用に関して、触媒化学、電気化学、化学工学、機械工学などの異分野の研究者が参画するという趣旨は、基礎研究を実用化へ繋ぐという観点から意義が認められる。この視点に沿って CREST およびさきがけの研究課題を選定している。

研究マネジメントとして、研究進捗検討会、CREST・さきがけ合同領域会議、サイトビジットを何度も実施することにより、CREST、さきがけともに、研究者と研究総括・領域アドバイザーの打ち合わせを積極的に行っている。そのため成果が見えやすだけでなく、研究がうまく進まなかった場合に最適な専門家に相談できるようになっている。また、領域内の意見交換が活発に行われており、共同研究にも発展しやすい仕組みとなっている。

領域アドバイザーに関しては、多様な学問分野から、また大学、研究機関、企業とバランスよくアドバイザーを選出しており、産学両面から専門的にアドバイスができるようになっている。一方で、材料科学の観点や理学的な研究者が参加することで更に多面的な外部意見等も必要と考えられる。また研究費の有効活用の点で、今後は複合領域内での設備の共同利用の促進も重要である。

戦略目標の達成に向けた状況としては、アンモニアの錯体合成触媒や電解合成技術などの新規性・独創性に優れ学術的に高く評価される研究や、エネルギーキャリアの製造・利用に関わる電気化学セル・(光)触媒に関する重要な研究が育ってきており、CREST・さきがけ複合領域として、技術革新を導く学術基盤が創出されている。今後、複合領域としての特徴をより鮮明に出すためにも、各キャリアのメリット・デメリットを俯瞰する視点も重要である。

さきがけでは、論文発表、特許、受賞やキャリアアップの状況から評価すると、高い学術レベルの研究が活発に行われている。一方、CREST は、高い水準の研究成果がある一方で、研究チーム間で研究の進捗に差が見られるが、今後、研究総括・領域アドバイザーからのアドバイスにより研究を円滑に進め、研究成果の進展が得られることを期待する。

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 さきがけ

## (1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

エネルギーキャリアの新領域を開拓する意欲にあふれ、社会へも柔軟に対応する若手研究者を育成するという選考指針のもと、既知のエネルギーキャリアだけでなく独創的・革新的なエネルギーキャリア物質の提案、エネルギーキャリア物質の製造法・利用システムの開発など電気化学・触媒化学・材料科学・プロセス工学の異分野融合型研究を推進する上で研究課題がバランス良く選定されていることは評価できる。また、新領域や独創性を重視しながらも、同時にキャリアの量的観点など、将来の実現性も含めて選考されている点は重要である。応募数は3年間にわたり高水準を維持しており、研究領域としての選考方針等の適正さが伺える。キャリア別には、アンモニア、有機ヒドライド、ギ酸、過酸化水素、水素、製造・利用別には、合成・分解、燃焼、燃料電池など良い分布となっている。アンモニアに力点が置かれているところも特に問題はない。

領域アドバイザーの構成としては、多様な学問分野から、また大学、研究機関、企業とバランスよくアドバイザーを選出しており、産学両面から専門的にアドバイスができるようになっている。一方で、材料科学の観点や理学的な研究者が参加することで更に多面的な外部意見等も検討してもよいと思われる。さらにエネルギー関係の企業の視点を入れることも検討に値する。

研究領域運営において、十分な回数のサイトビジットや研究進捗検討会議が開催され、領域研究者への指導状況、更に人材育成やアウトリーチ等も含め研究マネジメントは適切である。エネルギーシステムの出口イメージを持つようにアドバイスされていることも評価できる。研究費については熊本地震により被災した研究者に物品修理のための増額措置を行うなど、臨機応変に各研究者が研究計画を遂行しやすいよう考慮がなされている。

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に向けた状況

研究成果は、学術論文や招待講演の状況から判断して、研究者によって質・数ともに濃淡はあるものの、全体として国際的にも高水準といえる。アンモニア合成触媒やRu担持酸水素化物触媒、チタン系水素化物触媒、過酸化水素合成用光触媒等は、国内外の研究と比較して国際的に高い新規性・実効性を備えた研究が進められており、特筆すべき研究成果が創出されている。全体としては、独創的かつ斬新な研究と認められ、科学技術の進展に有用な発見、実用的に有益な知見の獲得、が達成されている。今後、システム全体で見たエネルギー効率などの定量評価についても意識を共有できることが望ましい。

一方、研究成果が社会的なインパクトを持ち得るかどうかは、学術的な成果とは別の話であり、社会実装は、多くの場合が社会環境と、技術の経済性、事業性の高さに依存し、本研究成果の現時点での技術としての評価は難しい。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、いかにシナリオをきちんと描き、今後の研究開発活動を継続するか、また今後、企業に技術を橋渡ししていくか、は重要な課題である。

以上により、本研究領域としての戦略目標の達成に資する成果は高い水準が期待できると評価できる。

## 1.2 CREST

### (1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

新規性・発展性を最重視しており、特に将来のエネルギーシステムとして受容可能で十分な反応量を達成できることを方針としていることは評価できる。

研究課題の選考は、エネルギーキャリアの研究の現状と今後の展望を十分考慮したものである。また他の省庁で推進されているプロジェクトの課題は募集せず、本研究領域の特色・オリジナリティーを高めていると共に、境界領域研究も推奨する選考方針も適切である。

領域アドバイザーは複合領域としての相互連携の必要性から、さきがけ・CRESTとも同じメンバーで構成されている。先述の通り、様々な学問分野から、また大学、研究機関、企業もバランスよく選出しており、産学両方から専門的にアドバイスができるようになっている。一方で、材料科学の観点や理学的な研究者が参加することで更に多面的な外部意見等も重要であり、またエネルギー関係の企業の視点を入れることも検討に値する。

研究領域のマネジメントとして、合宿形式でのCREST・さきがけ合同の領域会議を実施し、各研究課題の進捗状況を詳細に把握・評価しているため、適切な指導ができています。研究費の重点配分、熊本地震に対する配慮に加え、成果の適宜公表、SIPやNEDOとの連携、など研究活動を的確にガバナンスしながら、研究者が有益な情報を共有できる環境を提供している。しかしながら、一部で各研究課題の年報（公開部分）は、公的資金による研究であることをもっと意識して、研究の進展をより明確にする必要がある。

また、複合領域内での設備の共同利用の促進も、今後は重要である。

一方で、エネルギーキャリアに関するトータルシナリオ（システム全体で見たエネルギー効率などの定量評価）の構築に更なる工夫を期待する。

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に向けた状況

#### ① 研究成果の科学技術への貢献

アンモニア製造に関する触媒技術等、科学技術の一つのブレークスルーを成し遂げており、国際的にも著名な論文誌での発表、また招待講演の状況から判断して、国際的にも高水準の研究成果といえる。

しかしながら、エネルギーキャリアとしての多様性を重視した採択課題群となっているために、個別の研究成果が発散している傾向がみられる。複合領域としての特徴を鮮明に出すためにも、各キャリアのメリット・デメリットを俯瞰する視点も重要である。さらにトータルシステムの視点で自らの技術を評価できることも必要である。

研究開始後で進展が明確でないもの、論文発表など見える形でのアクティブな研究成果

が十分ではない研究課題もみられる。今後、研究総括・領域アドバイザーからのアドバイスにより研究を進め、研究成果が得られることを期待する。

以上により、研究成果の科学技術への貢献については高い水準が期待できると評価できる。

## ②研究成果の科学技術イノベーション創出への貢献

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。産業界におけるアンモニア合成方法を今後変えることも期待され、既に PCT 出願も完了している点も評価される。また、ギ酸の分解による高圧水素の発生も一定の成果を挙げており、新技術として期待される。Pd 系水素分離膜を凌駕する V 系分離膜の開発も、大面積化、モジュール化まで研究が進展している。チーム間の共同研究の更なる推進によって我が国の産業を特徴付ける技術となる相乗効果も期待される。

再生可能エネルギーや水素関連技術を取り巻く国内外の状況は日々変化する状況である。研究課題のテーマによる差はあるが実用化への可能性は認められる。産業や社会への展開・実装の方向性を重視しつつも、同時にそれぞれの研究成果の学理が深まることを期待する。一方で、知的財産権の権利化は、実用化に向けての重要な手段であり、常に意識を持ち、積極的な権利化を進めていただきたい。

以上により、研究成果の科学技術イノベーション創出への貢献については高い水準が期待できると評価できる。

## 2. その他

2017 年 12 月に、「再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議」において「水素基本戦略」が決定・公開され、これを踏まえた政策上の位置づけの柔軟な検討が必要かと思われる。また、社会実装に至るには、長い歳月と多くの努力が必要であり、有望な研究を途中で終わらせることなく実現していくために、今後、どのようにサポートしていくかは、産官学に課せられた課題である。

以上