

CREST・さきがけ複合領域  
「二酸化炭素資源化を目指した植物の物質生産力強化と  
生産物活用のための基盤技術の創出」  
研究領域中間評価報告書

## 総合所見

地球上の二酸化炭素を効率よく資源化する基盤技術の研究やそのプロセス技術の開発は地球環境改善に資する取り組みであり、温室効果ガスの削減・化石燃料に過度に依存しない社会の構築に向けた最重要課題のひとつである。本複合領域では、この課題を達成するための諸戦略のうち、①植物の光合成能力の増強、②有用なバイオマス生成性の高い植物の作出、③光合成産物としての各種のバイオマスの活用、の3つを研究目標とし、二酸化炭素を資源として利活用するための基盤技術の創出を目指した。

領域アドバイザーの構成は専門分野や所属等の観点から適切に選出されている。また研究課題については、上記3つの研究目標を達成するために本複合領域全体としてバランス良く採択されている。研究総括はCREST(チーム型研究)とさきがけ(個人型研究)を一体化した運営を基本方針とし、領域会議、研究会などをCREST・さきがけの合同で行い研究の交流や協力体制の強化を図っており、人材育成や共同研究の更なる進展が期待できる。

本複合領域の研究代表者、研究者は研究総括のねらいや運営方針を十分に熟知して研究を推進しており、上記3つの研究目標を達成するために、先進的かつ挑戦的な様々なアプローチが展開されている。

本CREST研究領域では、狙いを定めた研究が格段に進んで世界的に優位な成果も生まれている。一方、本さきがけ研究領域では、ほとんど研究の研究期間が3年間と短いにもかかわらず、研究成果が高く評価され、表彰を受けた課題や新たな研究費を獲得して次の展開が期待できる課題が相当数ある。これは、研究成果の独創的・先端的な科学技術としての水準の高さを物語るものと言える。本複合領域の研究成果は、将来のブレークスルーの核となる可能性を秘めているとも言え、この点は高く評価できる。

社会や産業への展開・実装への見通しという点では、CREST研究領域の③光合成産物に関連する各種バイオマスの活用につながる幾つかの研究課題でイノベーションへ向けた展開が期待される。一方その他の研究課題については、顕著な効果・成果を挙げているかどうかを現時点で判断することは難しい。

本複合領域のような比較的目標の明確な領域の場に、それぞれが独創的で一見ベクトルの異なる研究課題を配置することによって、新しいコンセプトや研究の新展開・融合・複合が生まれる基盤が構築されつつある点は期待できる。研究総括や領域アドバイザーの役割は重要であり、研究におけるメンターの役割に留まらず、推進力を発揮していることは心強い。但し、バイオサイエンス分野の研究は一般的に時間を要するため、腰を据え着実に展開されることを期待したい。

以上を総括し、本研究領域は総合的に優れていると評価できる。

## 1. さきがけ研究領域中間評価

### (1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

本さきがけ研究領域はバイオマスとしての構成成分や分解利用解析に関連した生化学的アプローチが多いが、発現プロファイルのデータ解析とその活用や、育種の解析、遺伝的改変を通じた機能改変などのアプローチ、機能メカニズムの解明などの基礎的研究もバランス良く配置されている。それらの課題を相互に組み合わせた機能的マネジメントを行なうなど、適切な工夫が行なわれている。

また本さきがけ研究領域の全体会議で進捗状況を把握し評価するのみならず、各専門分野のグループ討論や勉強会等を通じて、さきがけの研究者が CREST の研究者とも交流を広げ、各々の研究者が相互に問題点を把握し互いの伸びる力を引き出している点は評価できる。さらに研究課題の中間評価および事後評価等において、研究者の価値観に配慮しつつ推進すべき研究項目の絞り込みを促したり、メリハリの利いた研究費再配分を行うなど、適切なマネジメントがなされていると言える。

さらに半数以上のさきがけ研究者が自己の研究を大きく発展させ、その結果として国内外での受賞、国際会議での発表などの成果に結びついた点、研究期間終了後に他の戦略的競争的資金を得た点、また研究職において上位ポストを獲得した点など、順調に若手研究者の育成と研究展開の両輪が機能したことにも注目したい。本さきがけ研究領域で成長した研究者が、将来本研究分野を担う中核的リーダーとなることが期待される。

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) 研究領域として戦略目標の達成に向けた状況

論文発表数は 129 件(うち国際誌 123 件)、口頭発表数は 401(うち国際学会 133 件、招待講演 135 件)であり、その中には Science、Scientific Reports、Nature Communications 等の雑誌や Proc. Nat. Acad. Sci. USA、EMBO Journal、Plant Cell 等のインパクトの高い学術誌への論文発表が認められる。これらの結果より、本さきがけ研究領域は国際的かつ先駆的な成果が出ており、科学技術の面で高く寄与していると評価できる。一方、論文数にはバラツキが認められ論文数の少ない研究課題があることも事実である。挑戦的研究課題の場合、成果が出るまで時間がかかる側面はあるが、領域事後に向けて今後の進捗が望まれる。また、運営側の十分なサポートを期待したい。

本さきがけ研究領域の研究成果を総合すると、当初より優れた研究者が厳選されていることもあり、多くの研究課題が個別の目標に向かって順調に進展している。また研究結果の多くは概ね科学技術としての水準が高く、独創性・挑戦性・先駆性の点でも、国際的に競争力のあるものとなっている。特に、フィールドオミクス手法による環境因子とトランスクリプトームデータの関連付け(永野 惇 研究者)、塩ストレスに関わる遺伝子探索とそ

の手法(内藤 健 研究者)、鉄センシング機構の解明と鉄蓄積植物の作出(小林 高範 研究者)、時計遺伝子を利用したバイオマス増産技術(中道 範人 研究者)、セルロース合成に関わる新たな因子の解明(小田 祥久 研究者)、リグニン微細構造の解明(秋山 拓也 研究者)などの成果は高く評価できる。これらの成果は、将来の展開のためのブレークスルーの核、あるいは科学技術イノベーションの源泉となりうるインパクトの大きいものであり、産業創出の鍵となる基盤技術へと着実に育ててほしい。一方で、光合成能力の改良やバイオマス増産の目標については、基盤技術の面では順調に成果が得られているが、将来の社会実装に向けた具体的イメージを喚起させられる成果が少ないように思える。個人型研究の挑戦的で先駆的な目的基礎研究を前提とした「さきがけ」のあり方を考えると仕方の無い状況とも思えるが、「研究総括のねらい」に述べられている目標「二酸化炭素を資源として利活用するための基盤技術の創出」の達成に向けてさらなる努力を期待したい。

また、特許の出願数が7件(うち国際特許1件)と少ないので、優れた発明がなされた場合には将来の技術展開に備え特許出願を行うように指導して欲しい。

以上により、本研究領域としての戦略目標の達成に向けた状況は高い水準にあると評価できる。

## 2. CREST 研究領域中間評価

### (1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

本 CREST 研究領域では、①植物の光合成能力の増強、②有用なバイオマス生成性の高い植物の作出、③光合成産物としての各種のバイオマスの活用を達成目標として、入り口に当たる光合成からバイオマス生産、そして出口のバイオマス利活用と幅広い分野で数多くはないが厳選した研究課題が取り上げられている。それぞれの分野で、従来から中心的に活躍し、顕著な成果をあげている幾つかの研究グループが本 CREST 研究領域に取り込まれており、研究総括の狙い通りの採択がなされている。またバイオポリマー生産、セルロースやリグニン系の新規な素材開発などイノベーション創出を比較的強く志向した研究も含まれており、本複合領域内での問題提起・連携などの核となる場を提供できる可能性もある。研究マネジメントについては、本さきがけ研究領域と共通の方式で、CREST・さきがけ研究領域を一体的に運営する手法が採られており、問題点の共有化や相互の理解が進むように工夫され効果が上がっている。本 CREST 研究領域独自の取り組みとしては、領域アドバイザーの中からその分野に詳しい委員を選び、研究課題を担当する領域アドバイザーとして位置づけ、領域会議、チーム連絡会議等での研究課題相互の情報共有、意見交換を通じて、各研究課題へのアドバイスや評価を行うなど、きめ細かで有効なマネジメントがなされている点があげられる。また予算面では、研究進捗状況に応じた配分と総括裁量経費による追加配分を実施し、優れた研究の加速、あるいは進捗が芳しくない研究の縮小・集中化を図る工夫が行われている。欲を言えば、バイオマス利用の観点から、発酵学、林産学、バイオリファイナリーなどの面を強化する余地があると思われる。

このように CREST・さきがけ研究領域の一体運営により、合同ワークショップや研究会の開催、勉強会での議論などを通じて、本 CREST 研究領域の各研究者がこの複合領域の牽引役としての役割を果たすなど、全体が高効率かつ機能的に運営出来ており、これらが研究成果に繋がっている点にも注目したい。

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

論文発表数は 366 件(うち国際誌 310 件)、口頭発表数は 1,371(うち国際学会 376 件、招待講演 466 件)であり、その中には Nature Communications、Scientific Reports 等の雑誌や Proc. Nat. Acad. Sci. USA、Plant Cell 等のインパクトの高い学術誌への論文発表が認められる。これらの結果より、本 CREST 研究領域は国際的かつ先駆的な成果が上がっており、科学技術の面で高く寄与していると評価できる。

また幾つかの研究課題において、国の内外を問わずパイオニア的側面を持つ成果が得られつつある。これらの研究成果はインパクトの高い学会・学術雑誌などへの発表数も多く、国際的にも高い評価が得られていることが推察できる。例えば、セルロース系ナノ素材やリグニン系新素材の創出と利用(磯貝 明 研究代表者、渡辺 隆司 研究代表者)は、将来の基盤技術への核となる可能性が期待できるものであり、高く評価できる。今後これらの課題のさらなる進捗を促進することで技術確立を目指してほしい。ソルガムを用いた新しい分子育種法の開発(堤 伸浩 研究代表者)も精力的に研究が展開されており、実際のバイオマス増産に繋げるにはさらなるブレークスルーが必要かもしれないが、基盤的研究としては評価に値する。また植物ホルモン類の生理作用ネットワークの解明(浅見 忠男 研究代表者)も将来的にバイオマス増産への基盤を提供する科学技術として期待できる。微生物プロセスによるバイオマスからのユニークなバイオプラスチック類の生産(田口 精一 研究代表者、大西 康夫 研究代表者)は、この分野で世界をリードするパイオニア的成果であり、高く評価できる。次のステップとして、科学技術としてさらにインパクトのある成果を期待したい。光合成能力の改良に基づくバイオマス増産に関連する課題については、基盤技術の面から評価できる成果がいくつか出ているが、本複合領域のねらいという観点からすると必ずしも具体的方向性が打ち出されているようには見えない。研究の方向性を明らかにし、今後大きく展開されることを期待したい。他の研究課題に関しては、科学技術的成果は質・量ともに概ね順調にあがっており、活発な展開となっている。研究総括および領域アドバイザーには、基礎的・基盤的成果と応用的・技術的成果を的確に区別しつつ研究成果や進捗状況を適宜評価し、大胆な予算配分や研究の方向性の明確化等のメリハリのある総合的なマネジメントを期待したい。

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

本 CREST 研究領域では、イノベーション創出への貢献を意識した切り口の課題が比較的多く採択されており、いくつもの卓越した成果が出ている。セルロースナノファイバー作出法の開発(磯貝 明 研究代表者)は、多様な新規ナノ素材の調製、医療素材への展開などで大きな成果をもたらしたものであり、森林素材を先端産業へと転換させうるポテンシャルの高い技術と言える。植物体からの高効率リグニン分解法の確立とリグニン系機能性ポリマーの創成(渡辺 隆司 研究代表者)やバイオマスから微生物プロセスによる有用ポリマー素材の生産とプロトタイプの作製(田口 精一 研究代表者)などは、すでに科学技術イノベーションへ向けて一步を踏み込んだ研究成果である。またストリゴラクトンなどの植物ホルモンによるバイオマス制御植物の作出(浅見 忠男 研究代表者)、バイオマスからのベンゾイミダゾール系ポリマー生産のための微生物プロセスの開発(大西 康夫 研究代表者)などは将来のイノベーション創出の基盤となる可能性がある。

また、渡辺チーム、磯貝チームらの成果を中心として特許が 32 件出願されているが、その内の 10 件は国際出願となっており技術水準の高さが窺える。

本 CREST 研究領域で研究成果は技術的側面、すなわち新規性、進歩性の両面から国際的にも高い水準にあり、イノベーション創出への道を拓く成果と言える。

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。

## 3. その他

本複合領域の研究成果は温暖化や化石資源の枯渇に対応する技術を作るためにも重要であることから、社会的インパクトも大きいと言える。したがって、研究成果の社会的認知の展開に関して何らかの工夫が必要と思われる。たとえば、遺伝子組換え植物に対する理解を深め、研究成果を産業として展開できる足場構築に向けた努力なども必要かと思われる。専門家や同業者に向けた成果の発信や研究内容の議論にとどまらず、産業・政策などに関わる人たちとの議論が深められる場も作っていく必要がある。そうすることで本当の意味で社会実装へのスピードが上げられると考えられる。研究総括や領域アドバイザーは専門分野のメンターとしての役割のみならず、このような点にも配慮して活動していただきたい。