

## さががけ「細胞機能の構成的な理解と制御」 研究領域事後評価報告書

### 総合所見

本研究領域は、細胞機能の理解と制御のために構成的アプローチに主眼を置く、挑戦的な研究領域である。生命・細胞システムを理解するためには、生命の動作原理（情報）を理解しようとする分析型と動作原理に基づき生命システムを設計・制御しようとする合成型の両方向のアプローチが相補的に働いてはじめて真の理解が可能であり、本研究領域は重要な意義を持っていた。

研究課題は、審査に工夫を凝らして多方面の分野からユニークで優れた提案が採択され、領域アドバイザーは、分野を超えた知識と見識を持つ第一線の研究者が科学と技術の両サイドからバランス良く配置された。研究への助言においては、個々の若手研究者に2名のメンターが対応する体制が採用され、良く機能していた。領域会議での議論と指導、自主勉強会の推進支援、関連拠点との合同シンポジウムでの発表機会の設定、海外との交流機会の設定等を通して、領域内共同研究やオープンな議論を促進し、研究の独創性を生み出すことに繋がった。以上のように、研究総括はすぐれたリーダーシップをもってマネジメントを行い、若手研究者を育成する大きな役割を果たしたと評価できる。

その結果、個々の研究課題からは、新たな方法論や技術が開発され、質の高い研究成果が多数得られて、国際的にも大きなインパクトが認められた。一方で、本研究領域の目指すものは「生命科学のパラダイムの転換」、「新たな技術プラットフォームの構築」であり、それについては未だ「道半ば」であろう。本領域で育ったさががけ研究者が、さらに強い問題意識を持って研究を続けることで、本研究領域の評価を将来に向けてより高めていくことを期待する。

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. 研究領域としての成果について

#### (1) 研究領域としての研究マネジメントの状況

本研究領域は、細胞機能の理解と制御のために構成的アプローチに主眼を置くことを目指した挑戦的な新しい領域設定であり、従来の縦割型の研究を横断する、生命の原理に迫る方法論、基盤技術の開発を進めた。生命・細胞システムを理解するためには、生命の動作原理（情報）を理解しようとする分析型と動作原理に基づき生命システムを設計・制御しようとする合成型の両方向のアプローチが可能であり、本研究領域は後者を強く意識している。世界的にも合成生物学は大きな潮流となりつつあり、領域設定は時宜を得ていたと言える。一方この両者は相補的に働いてはじめて真の理解が可能であり、その意味でも本研究領域は重要な意義を持っていた。研究総括は、この問題を十二分に理解し推進するトップランナーの1人であり、また自らも若く、若いさががけ研究者を牽引するのに最適の人材であったと言えよう。

基礎研究分野での基盤技術の開発を主たる目標に掲げたこともあって、全体で770件と非常に

多数の応募があった。また、「生命現象の統合的な理解」という視野の広い目標設定により、限定された領域別では見落とされ易い重要な研究テーマが応募された。その中から、総合的に優れた提案だけでなく、どこかにユニークさを持つ尖った提案も審査するよう、選考に工夫が凝らされた。その結果、採択された研究課題は、生命現象の理解、細胞機能の操作、合成生物学や技術基盤の開発など、多方面に広がりを持ち、人材としても多彩であった。

領域アドバイザーは、分野を超えた知識と見識を持つ第一線の研究者が科学サイドと技術サイドからバランス良く配置され、研究への助言においては、個々のさきがけ研究者に2名のメンターが対応する体制が採られた。異分野のメンターとのコラボレーションとして、持田研究者と永井アドバイザーによるリン酸化解析用プローブの開発等が、良く機能した例として挙げられる。

年2回の領域会議での議論を踏まえ、課題の解決やテーマ変更を適切に指導するとともに、自主勉強会を支援することで共同研究を促進した。また領域内に閉じることなく関連する拠点との合同シンポジウムで発表の機会を設けたり、海外との交流の機会を設けたりすることでオープンな議論を促進し、研究の独創性を生み出すことに繋がった。SciFoS (Science For Society) 活動への参加も、社会的なニーズや産業界の視点を知る興味深い試みであった。

多くの若手研究者に対して上記のような研究支援を行った結果、193報の論文が発表され、口頭発表や他の出版物でも多数の成果発表があった。また、10件近くの国際賞を含む、54件の受賞があり、国際学会での79件の招待講演を合わせ、国際的にレベルの高い研究成果が得られたといえる。人材の輩出という観点でも、39名中26名がキャリアアップしている。特筆すべき点として、若手教授が輩出したことが挙げられる。一方、半数近くが依然としてPIとしての独立を目指す段階にあるのは、厳しい社会情勢を考えると無理もないことではあるが、今後一層の精進によって1人でも多くがこの分野を背負う新たなリーダーに育っていくことを期待したい。

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たと評価できる。

## (2) 研究領域としての戦略目標の達成状況

本研究領域は、生命現象の可視化と計測による数値化、そのデータの解析と数理モデル化、*in vitro/in silico*での再現という戦略目標の下、特に構成的アプローチに主眼を置き、生命システムの理解や広範な応用をもたらすコンセプトや基盤技術の創出を目指したものである。

本研究領域の5年間に、個々の研究者は優れた研究成果・業績を残しており、独創性の高い研究成果も多く出されている。国際的に評価の高い科学雑誌に多くの論文が掲載され、国内外の学会での口頭発表や招待講演も多くなされて、国際的なインパクトの大きさを示している。特許も相当数が出願されており、優位性・先行性があることを示している。以上より、個々の研究成果が国際的に高い水準にあることに疑いはない。一方で、個人研究で戦略目標全ての達成が求められるべきではなく、研究領域全体としてどこまで新しいパラダイムの創出に迫れたのかが問われることになる。

本研究領域が真の意味で成功したと評価されるためには、「生命科学のパラダイムの転換」、「新たな技術プラットフォームの構築」がなされなくてはならないが、その意味では、いずれの研究成果も、従来の枠組を大きく超えるには未だ至っていないように見受けられ、今は「道半ば」で

あろう。生命現象の統合的な理解に必要な、階層をつなぐロジックについて、より新しいコンセプトや技術基盤の提示が欲しい。さきがけの研究期間内で本研究領域のように挑戦的な戦略目標を達成することは困難と考えられるなかで、従来の枠組を超える萌芽はいくつか生まれているように思われるので、それを育む次の発展を期待したい。

以上により、本研究領域として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. 研究領域の活動・成果を踏まえた今後の展開等についての提言

### (1) 本研究領域の活動や成果を、科学技術の進歩へと展開させるための方策

本研究領域が目指した目標が重要であることには疑いがないが、その達成のためには、研究者自らが従来の枠組を超えた新たなパラダイムを生み出す必要があり、個々の研究者が厳しく問題意識を持ち続けることが重要であろう。一方、目標達成のためには、一定の時間と経費が必要である。本さきがけ研究員の多くが、優れた成果を得ながら、領域終了後に不安を抱えていることから、才能ある研究者を厳選し、研究費と支援体制が整った次のステップの事業に進ませる等の方策も、科学技術の進歩へと展開するために重要であろう。また、研究成果を外部から見えるようにすることも重要である。本研究領域で研究総括が行ったマネジメントは、他の領域の模範となるものである。

本研究領域は、生命科学の重要な課題を含むため、引き続き多くの研究者によって担われ、展開されると考える。それ故、「さきがけ」という恵まれた環境で育った若手研究者の追跡調査を行い、今後の本研究領域にどれだけ貢献するかをしっかりと評価することが重要であり、ここから将来の日本を背負う人材が輩出する否かが問われると考える。長期的視野による評価が大切である。

### (2) 本研究領域の活動や成果を、社会還元や産業化・実用化に向けて実現させるための方策

本研究領域が目指しているものは、基本的に「生命とは何か」という根源的な問いに答える基礎基盤研究であると考えられる。その意味で、直ちに社会還元、産業化・実用化に向けた提言はここでは控えるが、実際には、個々の研究員の成果から、これらに向けた展開は十分に期待され、医学分野でのイノベーションへの期待、現在進展の著しい技術との融合によるさらなる展開が期待される。