

## さきがけ研究領域「組織化と機能」追跡評価報告書

### 総合所見

21世紀は発達した分子科学や物理学を武器として、生命科学の高次現象が次々に解明されてゆく時代として位置づけられる。遺伝子やタンパク質に代表される生体高分子はその二次構造、高次構造、超構造への階層構造化を通じて、細胞・臓器の高次機構の発現を遂行している。分子系—超分子系—分子集合系—分子系および超分子系包接環境—組織系—生命系の階層構造において従来のトップダウン的視点による研究探索に加えて、自己化・組織化等多様な秩序だった集合化・局在化等分子から積み上げるボトムアップ的視点による研究努力がますます重要になっている。学理の解明と共に、機能発現とその制御、設計など応用展開研究についても無限の可能性を秘めており、このような学術の発展状況を背景に本さきがけ研究領域「組織化と機能」が、1999年にスタートしている。まさに時宜を得た研究領域であり、領域設定の先見性について非常に高く評価される。個々のさきがけ研究者の研究内容とさきがけ終了後の発展状況については、本さきがけ領域は科学技術の進歩に間違いなく格段の貢献をしている。研究活動の活動状況や発展状況を定量的に把握することは本質的に困難ではあるが、本さきがけ研究者31人についての追跡調査を次の6つの視点で俯瞰する限りにおいて、本さきがけ研究者達の研究発展状況は極めて高く評価できると言えよう。

視点1)：研究活動のアウトプット指標としての執筆論文数の増加

視点2)：研究活動のアウトカム指標としての招待講演および受賞

視点3)：さきがけ研究者へのアンケート結果とアウトカム評価の相関

視点4)：さきがけ終了後の研究領域、研究課題の広がり

視点5)：さきがけ終了後の提案公募研究などの採択状況

視点6)：さきがけ終了後の職位など

特に、金属ナノ微粒子などのナノ構造およびATP合成酵素などのナノバイオマシンの機能と構造や遺伝子発現制御といったナノとバイオの融合研究分野において、本研究領域は世界に先駆ける研究展開が見られ、多数の有力なる若手研究者のクラスターを形成させることに成功している。

また、日本では異例ともいえる若い年齢で教授に抜擢された逸材も本領域は輩出しているので、若手育成の観点からみても、成功であったといえる。

### 1. 研究成果の発展状況や活用状況について

研究活動の状況や発展状況を定量的に把握することは本質的に困難ではあるが、本領域

の研究者 31 人についての追跡調査を次の 6 つの視点で俯瞰する限りにおいて、本さきがけ研究者の研究の発展状況は極めて高く評価できると考えられる。

#### 視点 1) : 研究活動のアウトプット指標としての執筆論文数の増加

発表論文数は分野、領域によって基準が異なることや、創造的な論文であるほどその発表数は少ないであろうなど、論文数のみから評価するのは危険であるが、さきがけ期間中と終了後の論文数の増減は、本人の研究活動の活発さを表す一つの指標であると考えられる。本さきがけ研究者 31 人中 20 人が、さきがけ終了後の論文数が増大しており、参画した多数の研究者が研究を進展させていることを示している。

#### 視点 2) : 研究活動のアウトカム指標としての招待講演および受賞

招待講演は、研究者の学術活動がどのように学会などで評価され波及しているかを評価する上で非常に重要な指標である。論文被引用数と類似の指標と言える。若手研究者が招待講演をする機会はシニア研究者に比して一般には少ないが、本さきがけ研究者は、さきがけ期間中は 15 人、終了後は 23 人と大部分の研究者が招待講演の機会を得ていることは学会などでの評価が高いことを示しており、基礎研究において、大きな波及効果があると言える。また、受賞を指標とすると、さきがけ終了後に 15 人が受賞していることは高いアウトカム評価となる。

#### 視点 3) : さきがけ研究者へのアンケート結果とアウトカム評価の相関

さきがけ研究者 31 名へのさきがけ研究の意義についてのアンケート調査により 25 名が「意義があった」と自己評価している。研究者の実感として、さきがけ研究により一層の研究展開ができたとの評価ができていることは、上述のアウトカム評価とも一致しており、本さきがけ研究の意義は、自他共に確かなものであると評価できる。

#### 視点 4) : さきがけ終了後の研究領域、研究課題の広がり

さきがけ研究者の期間中の研究課題は、さきがけ終了後も継続しながら、研究展開し新領域を創設しつつある。このことも、本さきがけの成果の一つと考えられる。

#### 視点 5) : さきがけ終了後の提案公募研究などの採択状況

提案公募研究のなかでも特に評価が高い CREST、SORST について 6 名が代表者として採択されている。また、科研費特別推進研究に 1 名が採択されている。このことから、さきがけ終了後のアウトカム評価は高い。

#### 視点 6) : さきがけ終了後の職位など

さきがけ研究者 31 名の中で、24 名がより上位の職に就いている。これは総合的な評価として本さきがけ研究者が高く評価されている証左といえる。

## 2. 研究成果から生み出された科学技術的、社会的及び経済的な波及効果について

### 2.1 研究成果は科学技術の進歩への貢献

詳細調査を行った代表事例を見てみると、本領域の研究成果の科学技術への貢献が窺え

る。

野地氏は ATP 合成酵素の 1 分子計測を通して、従来の生物学とは異なった視点で、「たんぱく質の形と機能を結びつける」という新しい研究の潮流を生み出し、世界的に高い評価を得ている。

寺西氏は、次世代電子デバイスとして、金属ナノ微粒子の単電子トンネル素子への応用を目指して、ナノ粒子合成技術と自己組織化技術を開発し、その研究はナノサイエンス・ナノテクノロジーの分野で世界の最先端を拓く重要な研究開発として評価できる。

佐々木氏は、ナノサイエンス・ナノテクノロジーにおいて、潤滑性という機械的特性の発現に関する研究を進め、「ナノマシン」という概念の基礎をなす研究の 1 つとしても注目されている。

## 2.2 研究成果の応用に向けての発展

詳細調査を行った代表事例を見てみると、発展状況が示されているが、いずれも独創的な展開がなされていると推察される。

片山氏の研究は細胞内分子に着目した点で、独創性がある。すなわち、標的細胞における細胞内シグナル伝達を担う酵素活性を利用した導入遺伝子とそのキャリアー高分子設計の活性制御のコンセプトを生み出しことである。この斬新で独創的な概念の創出が、従来の創薬設計の考え方を根底から覆すパラダイムシフトを起こす可能性を秘めている。そのために、次世代医療の一手法として、実用面における今後の展開が期待されている。

寺西氏は、 $\gamma$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$  単分散ナノ粒子の合成や、 $\text{FePd/Fe}$  ヘテロ構造ナノ粒子の合成に成功し、この成果は、現状の  $\text{NdFeB}$  磁石の特性を上回るナノコンポジット磁石の創製に繋がると期待されている。

佐々木氏の研究成果であるグラファイト - フラーレン ハイブリッド系の超潤滑性は、企業との共同研究に発展している。JST イノベーションプラザ東海において、共同研究者が、摩擦ゼロフィルムを機械・機器に適用するための技術の開発、及び摩擦ゼロフィルムをワックスやオイルに混入した新しい超潤滑性固体潤滑材の開発を進めている。

このように、少なくとも大学のこれらの先駆的研究で育てられた研究者・技術者が産業界で新しい分野をつくり出すことにも貢献していることは、本研究領域の成果として、応用に向けての発展につながりつつあると評価できる。

## 2.3 参加研究者の活躍状況

本さがけ研究者 31 名中 24 名がさがけ終了後に、より上位の職に就いており、特に 19 名が現在、教授として活躍している。同時に、さがけ採択時の研究領域、課題を全員が発展的に研究展開しており、各研究グループが博士研究員や大学院生などの次世代研究

者を育成していることは我が国の研究基盤強化の観点からも非常に頼もしい状況といえる。同様に、多くの研究者がさきがけ終了後に、国内外の有力な学会において、多くの招待講演をおこない、高額な CREST や科研費などの提案公募研究で採択されてもいる。

特に日本では異例ともいえる若い年齢で教授に抜擢された逸材も本領域は輩出している。若手育成の観点からみて、このプロジェクトが成功であったことは間違いない。特に化学・高分子分野について、次世代の中心となる研究者を多数輩出している。

詳細調査の代表事例 4 例の結果から言えることは、研究者間ネットワークによる異分野融合／境界領域研究の重要性である。片山氏の研究アイデアは本人の化学企業の出身者としてのバックグラウンドと医療応用（細胞研究）のアイデアが結びついたところにある。寺西氏の代表的研究成果である金属ナノ微粒子の単電子トンネル素子への応用は、本領域のさきがけ研究者間での共同研究の成果である。野地氏の ATPase 1 分子計測研究も、さきがけ期間中に移動した東大生産技術研究所という新しい研究環境における研究者との出会いにより大きく進展した。佐々木氏の理論研究も共同研究者の実験的検証と結びつくことで社会的に大きな注目を集めた。

さらに、ナノ構造およびナノとバイオの融合研究分野は世界に先駆けての研究分野と位置付けられるほどであり、多数の有力なる若手研究者のクラスターを形成させることに、成功したといえよう。

### 3. その他

①さきがけ研究は我が国の「競争的研究資金制度」の中でも、大変成功しているものと評価できる。さきがけ研究の意義は、第 1 に新領域を能動的に形成し得ること。第 2 に若手研究者の中から、次代のリーダーを選択し自由に研究展開が可能な環境を提供することにより真に創造的な研究展開が可能になるよう支援するに要約される。その為には、研究総括の自由な発想での領域運営が不可欠であるが、国武領域の成功はまさにそのことを実証しているものと言える。今後とも、もう一方の対局に位置する研究支援システムとしての科研費型（大学にまかせっきり）ではない研究総括主導型の JST 独自の領域運営方法を堅持していただきたいと思う。そのことにより初めて能動的な新領域創設力に富む、次世代リーダーの選択と育成が可能になると思われる。

残念ながら、今回の調査資料には含まれていないが、さきがけ研究者が育てた研究者の数やその活動状況についてもアウトカム評価には大変重要な視点となるので、今後 JST としても、加えることが望まれる調査項目として考慮されたい。

②さきがけ研究は、若手研究者に所属組織から独立した形で研究遂行させる。優秀で早熟な若手研究者の場合、潤沢な研究費が与えられる代わりに、幅広い分野に及ぶ人材の交流の場で、それなりに厳しい競争的環境下におかれるという（健全な）ストレスが、分野の壁を超えて独創的な新しい研究分野を開拓する適切で健康的な原動力となり、良い研究成果に結びついているように思う。しかし、どんな優れた成果であっても国際的競争の中で

あつという間に色あせてしまう可能性は十分にある。今後もさきがけスピリットに基づく攻めの思考で、さらに独創的な新規研究分野の開拓を継続して欲しい。

③本追跡評価におけるアンケート調査の中で、研究領域参加者 31 名中 25 名はさきがけ研究の意義を認めているが、残りの 6 名は意義を認めていないようだ。J S Tとしてはネガティブな意見に対してもフォローし、今後の事業運営に活かして欲しい。

④さきがけ研究の成果について、3.2 項で応用に向けて発展しているかを評価しているが、これはあくまでも期待値であって、実用化については、追跡評価項目に加えることは適切ではないと思う。基礎研究についても経済的インパクトを要求する風潮が強まっているのは了解するが、ここはきちんと 1 線をひいてもらいたい。わずか 3 年の若手基礎研究支援、それも独創的で挑戦的なテーマを募ってのプロジェクト実施の後に、わずか 5 年で実用化までに行き着くことは不可能と思われるからである。