

戦略的創造研究推進事業(さきがけ)における 研究領域「形とはたらき」追跡評価報告書

1. 総合所見

本追跡評価は、さきがけ「形とはたらき」事後評価後の、研究者及び研究の発展についての追跡調査結果（2008年実施）を基に行ったものである。事後評価では、全研究者38名中、約1/3は注目に値する成果をあげているとある。今回の調査では、少なくとも1/2は十分な研究実績をあげ、着実に研究者として成長していると考えられた。

また、すでに日本の中核を担う国際的な研究者として活躍しているさきがけ研究者もかなりの数にのぼる。特に、3年間の研究期間の終了時に、新しい芽を出していた人材は、ほとんど現代の日本を代表する研究者に育ち、日本の基礎研究の基盤強化にかけがえのない貢献をしている。このように、「形とはたらき」の領域では、極めて意欲的に広い分野から人材を登用し、その中から目立った人材を輩出したことは高く評価される。

研究全体に関しては、幅広い観点から研究領域が設定され採択した研究課題が多様であったために、全体としての「形とはたらき」研究の大きな流れをつくりだしたと評価することはできないと考える。しかし、一方で、本調査結果により、個別の研究者の独創的な研究による、たくさんの新しい研究の流れが社会に定着し、次第に大きくなっていく様子が示された。したがって、「形とはたらき」と題して生物から化学にまたがる広い領域から独創的な個人研究を採択し、3年間の研究支援を行った成果は十分に得られたと評価できる。特に、基礎的研究として多くの優れた成果が挙がっており、この基礎的研究を突きつめたところに新たな科学技術や応用への出口が見えてきたケースが多数出てきており、アイデアの独創性を基準に選抜し、それを推進時に貫いたという当該さきがけ領域の審査と運営は成功だったといえることができる。

2. 研究成果の発展状況や活用状況

本評価は、すでに行っている事後評価後の発展状況について行われたものである。上述のように、事後評価では、全研究者38名中、約1/3は注目に値する成果をあげているとある。今回の調査では、採択時に2名であった大学教授職が19名に増えていること、また、年間発表論文数3編以上の研究者が、さきがけ期間中に9名だったものが、研究領域終了後には19名と増えていることなどから考えて、少なくとも1/2は十分な研究実績を上げていると評価してよいであろう。プロモーションの機会が少ないということが統計的には知られている女性の場合でもプロモーションされているようである。さきがけ「形とはたらき」の選考においては、将来性に賭けて人選を行っていることから、うまくいかなかった研究者がある程度の数出することは当然である。にもかかわらず、半数にのぼるさきがけ研究者が十分な研究実績を残しているという事実は、さきがけ「形とはたらき」研究者が、研究領域終了後も研究に専心し、日本の中核的研究者

として育っているということを示している。

具体的に、課題の進展が顕著である例をいくつか挙げることにする。

- 昆虫の色覚系の研究を継続して、固有種に特徴的な現象と複数種に共通する普遍的な現象のメカニズムの解明に発展させており、ヒトをはじめとする高等動物の色覚系の根本的な理解につながることを期待される（蟻川）。
- **Runx2** をマスター遺伝子とする骨芽細胞分化制御機構の研究は、さきがけ後も **SORST** や **JST** 戦略的国際科学技術協力推進事業等に引き継がれ、骨形成の調節機構の全体像の解明に向けて着実に発展している。この分野の研究者はそれほど多くないが、医療分野への応用が広がる可能性を秘めている（小守）。
- 葉の形態制御に関わる遺伝子群の同定と機能解明の研究は、基盤研究Aや学術創成研究に引き継がれ、植物の器官サイズ制御の分子基盤に関する研究として大きく発展している（塚谷）。
- ゴルジ体のバイオジェネシスに関する細胞生物学的研究は、膜融合分野における世界のトップクラスの研究として大きく進展しており、研究の発展状況は抜きん出ている（近藤）。
- 巻貝の左右性をはじめとする動物の鏡像体の進化に関する研究は、新種の生物進化のメカニズムを直接証明したことにより、世界の生物学の教科書を書き換えることになった（浅見）。
- 昆虫の脳神経系に関する研究は、一酸化窒素シグナル伝達系の長期記憶形成への役割、昆虫の報酬系におけるオクトパミン、ドーパミンの役割などを明らかにしつつあり、大きく進展している（水波）。

3. 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

3.1 研究成果は科学技術の進歩への貢献

さきがけ「形とはたらき」研究領域では、当初から独創的な研究を推奨していて、应用的な観点からは研究課題の選定が行われていないように見受けられる。したがって、その評価の観点は、あくまで、本さきがけ研究をもとに高水準の新しい科学が作られたかあるいは進展したか、という点であるべきである。当該観点から、まずは全体を考えてみたい。

全体に関しては、採択した研究課題が多様であったために、全体としての「形とはたらき」研究領域の大きな流れを創り出したと評価することはできないと考える。しかし、一方で、個別の研究者の独創的な研究による、たくさんの新しい研究の流れをつくりだしたことは高く評価してよい。しかも、これらの中には、すでに大きな資金を獲得し、中程度のしっかりした流れになっているものも複数ある。

例えば、**ERATO** 事業に発展した研究者の研究課題は、我国の科学技術の根幹に関わる基礎を固めるという大きな社会貢献を約束している。袖岡生細胞分子化学プロジェクトでは、有機化学と細胞生物学の橋渡しをする、大きな発展性を持った研究が開始されている。長谷部の分化全能性進化プロジェクトでは、植物の細胞や組織の多分化能の基

盤を明らかにすることを目指し、将来の生態系やエネルギー問題にも大きなインパクトを持ちうる研究となっている。また、八島の超構造らせん高分子プロジェクトは、らせん状高分子を自在に創製するための新しい概念を創出するとともに、分子中にらせん形状の記憶や修復が可能であることを示し、極めて独創性の高い成果であることから、日本独自の科学技術の創出に貢献する可能性が高い。

ERATO 事業以外でも、四方は、ランダムな母集団から機能を創出するという複雑系に基礎をおいた現象の把握を更におしすすめて、現在では人工環境下での共生現象へと研究を発展させている。蟻川は、昆虫の色覚の研究を、微小脳の機能の研究に発展させた個性的な研究を展開している。また、船津は、新規顕微鏡システム（赤外レーザーによる生体試料の加熱）を考案し、生体分子の分離・回収可能な新しい装置として注目されている。このほか、骨形成の調節機構に新展開をもたらした小守、アサガオに現代的な遺伝学を導入した仁田坂、磁性フォトリソグラフィの基礎研究を行った井上、ゴルジ体の形成機構の解明に大きな貢献をした近藤、心臓の管構造の形成について新発見をした阪本、植物の生長と葉の形成の機構の解明に貢献した塚谷、ゼブラフィッシュを用いて網様体脊髄路の機能的回路を解明した小田などは、「さきがけ」の研究課題とその発展の中で、これからの日本発の研究をリードする、国際的な研究の最前線に位置づけられる。

変わり種としては、宇佐見は生物体に流体力学の枠組みをきちんと取り入れた計算を行ったが、それを「バーチャル地球史博物館」という形で一般公開している。1年に500名以上の一般の来訪者が閲覧しているという。この研究は、生物学とITを融合することにより新しい技術のブレークスルーを成し遂げた点で、高く評価できる。

これらの例にも見るように、現在、大きな発展を遂げている研究者たちにとって、さきがけ「形とはたらき」の事業期間における研究実績が、今日の基礎をなしていることは間違いない。

3.2 研究成果はどのような形で応用に向けて発展しているか

特許件数は伸びており、また企業との共同研究もいくつかの研究からは生まれてきていることから、応用へ向けた研究は進展していると考えられる。例えば、斎藤のグラフト高分子鎖に関する研究では、放射性核種の濃縮のための多孔性シート状吸着剤、抗体医薬品精製のためのビーズ状吸着剤、タンパク質の汚れを防ぐための両性電解質固定フィルムなど、さきがけ研究で取り組んだ一つの技術で色々な応用を行い、起業に向けた取り組みを行っている。また、受賞からも応用への貢献が見えてきている。イオン交換学会奨励賞、日本骨代謝学会学術賞、電気科学技術奨励賞、有機合成化学奨励賞、東レ研究企画賞、コーニングリサーチアワード、ロリアル奨励賞、ノバルティス・リウマチ医学賞、日本IBM科学賞などの応用系学会または企業からの賞を、さきがけ研究終了後受賞していることから考えて、応用的なインパクトのある研究がある程度生まれてき

ていると考えることができる。しかし、それが社会的・経済的なインパクトを与えるまでにはいたっていない。すでに書いたように、本さきがけ研究では、独創的研究の展開が期待され、直接的に応用に結びつくことは期待されていない。したがって、さきがけ終了後 10 年にならない時点で、社会的・経済的インパクトを与えるような応用的な大きな成果は出ていないことは、むしろ当然である。

一方で、独創的な基礎的研究を通じて、「昆虫色覚系を利用した害虫防除」(蟻川) や「骨形成機構解析に基づく骨疾患治療薬開発」(小守) など、直接的な応用につながったケースが出てきている。また、さきがけ研究の発展として、藤原により世界で初めて単離された植物ホウ素トランスポーターは、農業における栄養塩類の吸収の改良に道を拓く新技術になる可能性がある。阪本は ephrin-B1 とその受容体 EphB2 の研究から臨床的応用を検討している。ここでみられるように、極めて独創的な基礎研究がインパクトのある応用に結びつくのであり、短期的な視野での応用を目指した研究はほとんど残っていないことは注目に値する。

3.3 参加研究者はどのような形で活躍しているか

すでに書いたが、全研究者 38 名中、採択時に 2 名であった大学教授職が 2008 年の調査時点で 19 名に増えていること、また、年間発表論文数 3 編以上が、さきがけ期間中に 9 名だったものが、終了後には 19 名と増えていることなどから考えて、本研究を通して、研究者のキャリアアップが達成されたことは間違いない。さきがけ終了後の受賞に関しては、時間がたつにつれて社会的インパクトのある賞が増えている。文部科学大臣表彰「科学技術賞(研究部門)」、日本学術振興会賞、The Nagoya Medal Prize、日本学士院学術奨励賞などである。例えば、植物学系で 4 名の若手研究者がさきがけ「形とはたらき」(平成 9 年度: 1 名、平成 10 年度: 3 名) に選ばれている。驚くことに、このうちの 3 名が日本学術振興会賞を受賞している。過去 5 年で植物系では、7 名が日本学術振興会賞を受賞しているだけであるので、その約半数がさきがけ研究で切磋琢磨した研究者ということになる。テーマに関しては、受賞者の 2 名がさきがけの研究課題に関連して受賞しており、他の 1 名はさきがけ研究を発展させたテーマにより受賞した。この結果からも、研究課題の発展と人材育成の両面で、さきがけ研究が重要な役割を果たしたと考えることができる。

相当数の参加研究者たちはその各々の評価に応じて順当にキャリアアップし、3 年間の研究期間の終了時に新しい芽を出していた人材は、ほとんど現代の日本を代表する研究者に育ち、日本の基礎研究の基盤強化にかけがえのない貢献をしている。3 年間は研究の完成のためには短い期間ではあるが、才能の芽を伸ばす期間としては十分な意義を持っていたと評価される。

また、「形とはたらき」への参加者の連携は、全体としての大きなつながりになっているとは言い難いが、個人のレベルでは今日も活発なようである。

4. その他

「さきがけ」の制度は、人材発掘と人材育成をその大きな使命としている。「さきがけ」の研究期間を土台として、次のステップでその人材が才能を大きく開花させれば、その目的を十分に達成したと評価できる。そのような意味で、さきがけ「形とはたらき」は大きな成功をおさめた。表面的な新しさに留まることなく、個性的な研究の姿勢を貫きながら問題を深く極めることが、新しい科学を築き、その新しい科学が大きな社会貢献をもたらす。そのような社会貢献が、本領域で育まれた研究者たちによってなされるであろうことは、十分に期待できると考えられる。

短期的な成果を求める研究開発は必要であるが、多くの場合、成功しない。一方、さきがけ「形とはたらき」のような、若手研究者に挑戦的な研究を自由にやらせる仕組みは極めて大事である。本さきがけ研究では基礎研究の豊かな進展があったが、それとともに、その基礎研究を基にした多くの技術的なブレークスルーがあった。もちろん、これは個別の研究者の力量によるところが大きいですが、さきがけという「大きな自由度と責任を与えて、未知の分野に挑戦させる」仕組み自体が総合力としての技術開発の成功に導いたのだと考える。

さきがけ参加研究者のコメントにもあったように、我が国の学術研究においては、「さきがけ」に限らず、基礎研究の空洞化が進んでいるように思われる。評価用資料から学ぶべきことは、真に独創的な基礎研究の発展として、大きな社会貢献があるということである。さきがけ「形とはたらき」のような、目先のアウトリーチを追い求めない、真に自由な独創的研究を支援する制度が今後も続くことを期待したい。そのためには、研究総括とアドバイザーたちが「目利き」であることが大切であることは言うまでもない。

最後に、今の時点で個々の研究課題を見ると、科研費の申請課題との違いが明確でないようなものも含まれている。特に、日本学術振興会の「若手S」や挑戦的萌芽研究が創設された中では、多様性を保ちつつも「さきがけ」と科研費の若手研究・挑戦的萌芽研究等とのより一層の差別化が必要であると考えます。しかし、その差別化はすでに述べてきたように、目先のアウトリーチであってはいけない。

以上