

## さきがけ研究領域「ナノシステムと機能創発」

### 追跡評価報告書

#### 1. 研究成果の発展状況や活用状況

ほぼすべての研究者が研究期間終了後も科研費を中心に競争的研究資金を獲得して、研究開発を継続的に行っている。新たなさきがけに5件、CRESTに6件採択され、AMED、SCOPEやNEDOの研究資金を獲得している研究者も存在する。科研費に関しても、新学術領域研究(研究領域提案型)、基盤研究(S)、基盤研究(A)などの大型資金を得て、本さきがけ研究領域で挙げた研究成果を継続、発展させている研究者が多く認められる。

研究期間中の論文発表件数が研究領域全体で829報(このうちTop10%以内は136報)であったのに対して、研究期間終了後の投稿論文数は全体で802報(このうちTop10%以内は140報)であり、研究期間終了後も論文発表が活発に継続され、Top10%の論文数の比率が増加していることがわかる。

特許出願についても同様の傾向が見られる。研究期間中の研究者の特許出願件数は国内127件、海外31件であり、成立件数は国内71件、海外24件であった。これに対して研究期間終了後の特許出願件数は、国内135件、海外76件であり、このうち国内56件、海外34件が特許として成立している。また、本さきがけ研究領域の研究者が発明者として含まれ、企業が出願人となっている特許の出願件数は112件であり、52件(国内37件、海外15件)が成立している。研究期間終了後も、継続、発展させた研究成果を特許出願に結びつけている。

また、若手だった研究者が本研究期間終了後に独立して研究室を主宰するようになり、その多くが順調に競争的研究資金を獲得していることは、さきがけ研究での研究成果が確実に次につながっている証拠と言える。また本研究期間終了後に出版された論文の質・量はともに充実しており、研究内容そのものについても発展が伺える。

#### 2. 研究成果から生み出された科学的・技術的および社会的・経済的な波及効果

##### (1) 研究成果の科学的・技術的観点からの貢献

研究期間終了後も継続、発展させた研究成果を挙げている研究者が多く存在する。具体的には、角五の分子群ロボットの開発や分子人工筋肉の開発、廣畑のナノリング内のスピン偏極電流の制御に関する研究が挙げられる。また、山内は多孔性炭素系物質を開発し、白金を使わなくても白金と同程度の触媒効果を出すことに成功した。白幡はシリコンに関する研究を進め、シリコンナノ粒子が1nmサイズになると、原子や分子のようなエネルギー準位を持つ量子ドットが生じることを発見した。木村は波動散乱の逆問題の解析解の導出に世界で初めて成功し、その解析手法を用いて、医療、自動運転、非破壊検査、地質探査等をテーマに、見えないものを見る技術の開発に貢献している。山西の研究により、バイオやプラズ

マ分野に関する研究が深化し、電界誘起気泡による同時エッチングとデポジションの研究、電界誘起気泡による網膜血栓除去と血流回復低侵襲治療の研究、電界誘起気泡の放電現象を用いた衝撃波及び膨張波の生成と収束機構の研究に発展している。

本研究領域は「創発」という新しいサイエンスを創ることを目指したが、微細加工のようなトップダウンプロセスと分子・原子レベルのボトムアッププロセスを区別することなく組み合わせる融合と、物理・材料系とバイオ・有機化学・無機化学等との異分野の融合の2つの融合を果たした。

科学技術の進歩への貢献や研究成果に関する評価を示す指標の一つとして、受賞が挙げられるが、本研究領域の研究者は財団などの様々な賞や、学会賞などを受賞している。若手研究者に対する著名な賞である文部科学大臣表彰若手科学者賞については、角五が2012年に、内藤が2013年に、藪と小寺が2014年に、横川と宮内が2016年に、松永(津田)が2018年に受賞している。また、千葉は2017年に日本学術振興会賞を受賞している。さらに、木村と山西は、日本医療研究開発機構理事長賞を、田川は、女性研究者に関わる賞を複数受賞している。若手らしい斬新かつ大胆な発想と、速やかに行動に移せる実行力から、従来の常識を破る新展開が見られている。

## (2) 研究成果の社会的・経済的観点からの貢献

研究成果の社会・経済への貢献について具体例を挙げると、角五は合同会社分子ロボット総合研究所の副所長を兼任し、AIや仮想現実を活用して分子ロボット等を効率よく作り上げる研究に従事し、社会実装を目指している。廣畑は、SEMの加速電圧制御による界面非破壊検査手法の開発において、日本電子株式会社と共同研究を実施している。製品化されれば、ナノスケール素子の伝導特性を評価することや、強磁性体と非磁性体との接合面の破壊過程観察等を非破壊で検出することが可能になる。山内の研究に関しては、多孔性炭素系物質の開発によって燃料電池の触媒効果を向上することができ、また多孔性金属の開発によって各種センシング技術の確立に貢献できる。白幡の研究に関しては、シリコンの発光光源によるレーザーが完成し、シリコンウェハの微細加工技術ができれば、電子回路よりも高性能な光回路の情報処理技術につながる可能性がある。また、シリコンバイオマーカーの技術を応用すれば、蛍光イメージングで細胞を見ながら患部を狙って治療し、その後の経過観察もイメージングできるようになる。木村は波動散乱の逆解析理論を基に、心筋梗塞の早期発見に向けた異常心筋の可視化手法の開発や、奈良古墳の地質探査、壁画や美術品に含まれる鉄等の成分分析、工業製品の検査等を実施しており、広い分野での社会実装が進んでいる。山西は株式会社ベックスとともに、植物への遺伝子導入技術の実用化を検討中である。また、電界誘起気泡の医療応用技術(網膜血栓除去と血流回復低侵襲治療)の実用化検討も実施している。

本研究領域の研究成果を基に、藪が2019年7月に設立したAZUL Energy株式会社、木村が2012年4月に設立した株式会社Integral Geometry Science、池内が2018年7月に設立

した株式会社シムスバイオ、角南が 2017 年 2 月に設立した株式会社 Grancell のベンチャー企業 4 社が生まれている。特に、Integral Geometry Science は従業員 24 名ながら資本金 30 億円、時価総額 200 億円を達成するまでに成長している。また、生津はベンチャー企業設立を検討中である。

### (3) その他の特記すべき波及効果

研究期間終了後に、本研究領域内外の研究者との共同研究が進んでいる。例えば、山西と田川は CREST 研究領域「ゲノムスケールの DNA 設計・合成による細胞制御技術の創出」、研究課題「電界誘起気泡及び DNA ナノ粒子結晶による長鎖 DNA の導入・操作技術の研究」(2019 年度採択)にて共同研究を行っている。生津、宮内、山田、千葉は微小構造体の機械物性計測について共同研究しており、複数の論文発表、国際会議発表をしている。藪、永野、長尾はブロック共重合体の相分離とプロトン伝導性に関する共同研究を行い、2 報の共著論文を発表した。上野はさきがけ研究領域「光の利用と物質材料・生命機能」の井村考平(早稲田大学先進理工学部化学・生命化学科)と共同研究している。このように、本研究領域がきっかけとなり、研究者のコミュニティが形成され、研究期間終了後の本研究領域の発展に貢献している。ほとんどの研究者が本研究期間終了後に昇進、もしくは栄転しており、さきがけの経験がキャリアアップにつながっている。

以上により研究成果の発展や活用が認められ、科学的・技術的および社会的・経済的な波及効果が十分に生み出されている。

以上