

戦略的創造研究推進事業

ーさきがけタイプー

研究領域「情報、バイオ、環境とナノテクノロジー
の融合による革新的技術の創製」

研究領域事後評価用資料

平成 20 年 1 月 31 日

1. 戦略目標

- ・「情報処理・通信における集積・機能限界の克服実現のためのナノデバイス・材料・システムの創製」
- ・「非侵襲性医療システムの実現のためのナノバイオテクノロジーを活用した機能性材料・システムの創製」
- ・「環境負荷を最大限に低減する環境保全・エネルギー高度利用実現のためのナノ材料・システムの創製」

2. 研究領域

「情報、バイオ、環境とナノテクノロジーの融合による革新的技術の創製」

(平成 14 年度発足)

本領域は、情報通信、バイオ、環境に係わるナノテクノロジー分野において、個人の独創的な発想に基づくこれまでにない新技術、新物質、新システム等の創製を目指した新しいルートを切り拓く挑戦的な研究を対象としている。

具体的には、ナノスケールにおける物理現象に係わる研究、化学や生物系新材料の機構・機能等に係わる研究、センシング、操作、制御等の技術の基盤となる研究、既存技術の限界に挑戦する新しい情報通信、バイオ、環境の技術の創出に向けた研究、現在まだ原理の解明等の段階にとどまっている現象を次世代のデバイスやシステムのコンセプトに結びつける研究等が含まれる。

3. 研究総括

潮田 資勝 (北陸先端科学技術大学院大学 学長)

4. 採択課題・研究費

平成 14 年度採択課題・研究費			
研究者名	所属・役職 上段：平成 20 年 1 月現在 中段：終了時 下段：採択時	研究課題名	研究費 (百万円)
青柳 隆夫	鹿児島大学大学院 理工学研究科 教授 同上 同上	体外からの刺激情報伝達によるナノデバイス機能制御	39
浅沼 浩之	名古屋大学大学院工学研究科 教授 名古屋大学大学院工学研究科 教授 東京大学先端科学技術研究センター 助教授	生体反応の光制御を目指した人工核酸デバイスの創製	100
安部 隆	東北大学大学院 工学研究科 准教授 同上 助教授 同上 助手	マイクロ・ナノマシニングを用いた水晶振動子型分子認識チップの創製	35
新井 豊子	金沢大学大学院自然科学研究科 教授 筑波大学大学院 数理物質科学研究科 助教授 北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究科 助手	走査型相互作用分光顕微鏡の開発とナノ構造創製への応用	108
石内 俊一	東京工業大学 資源化学研究所 助教 同上 助手 慶応義塾大学 理工学部 助手	超臨界流体ジェット法の開発による分子認識メカニズムの解明	34
板倉 明子	(独) 物質・材料研究機構ナノ計測センター 主幹研究員 (独) 物質・材料研究機構材料研究所 主幹研究員 同上 主任研究員	自己集合膜を利用したストレスの制御とパターンニング	86
一木 隆範	東京大学大学院工学系研究科 准教授 同上 助教授 東洋大学工学部 助教授	微細加工によるナノバイオ情報解析デバイス創製	84
井出 徹	大阪大学大学院生命機能研究科 特任准教授 同上 特任助教授 JST 国際共同研究プロジェクト 研究員	バイオナノボアを用いた 1 分子センサーの開発	92
井上 将彦	富山大学大学院医学薬学研究部 教授 同上 富山医科薬科大学薬学部 教授	精密分子認識に基づく人工 DNA の創成とナノ材料への応用	106

大久保 達也	東京大学大学院工学系研究科 教授 同上 助教授 同上	ナノ空間ネットワークの構築による 超集積場の創製	83
大古 善久	産業技術総合研究所 環境管理技術研究部門 研究員 同上 東京大学大学院工学系研究科 助手	酸化チタン上に析出した銀ナノ粒子 の多色フォトクロミズム～新現象の 機構解明と応用展開	46
尾上 慎弥	協立化学産業(株)木更津 R&D センター 研究員 協立化学産業(株)研究所 研究員 同上	集積－融合増幅型ナノ粒子センシン グシステムの開発	42
加藤 大	東京大学ナノバイオ・インテグレーション研究拠点 特任准教授 静岡県立大学薬学部 講師 同上	生体システムを集積化した素子・シス テムの創製と実用化	33
竹内 俊文	神戸大学大学院自然科学研究科 教授 同上 同上	テーラーメイド分子集積による機能 性三次元空間創製	125
富田 知志	奈良先端科学技術大学院大学 物質創成科学研究科 助教 さきがけ専任研究者 理化学研究所ナノ物質工学研究室 協力研究員	強磁性金属ナノコンポジット膜を用 いた Left-Handed Materials の実現と 応用	49
長谷川 幸雄	東京大学物性研究所 准教授 同上 助教授 同上	ナノサイズ一次元構造の電子物性評 価 東京大学物性研究所 助教授	83
深津 晋	東京大学大学院総合文化研究科 准教授 同上 助教授 同上	シリコンをベースとする新光機能素 子の創製	89
藤本 健造	北陸先端科学技術大学院大学マテリアルサイエ ンス研究科 准教授 北陸先端科学技術大学院大学材料科学研究科 助教授 同上	光応答型インテリジェント核酸を用 いた遺伝子操作法の開発	111
森脇 和幸	神戸大学大学院工学研究科 准教授 神戸大学大学院自然科学研究科 助教授 同上	Si ナノ結晶を増感材とした光導波路 増幅器の創製	37

平成 16 年度採択課題・研究費

河野 秀俊	日本原子力研究所量子ビーム応用研究部門 研究主幹 同上 日本原子力研究所 中性子利用研究センター 副主任研究員	特異的な DNA 配列に結合する蛋白質の設計システムの開発	54
多々良 源	首都大学東京大学院理学研究科 准教授 同上 大阪大学大学院理学研究科 助手	電流誘起磁壁移動型磁気メモリの開発に向けた理論研究	30
田丸 博晴	東京大学先端科学技術研究センター 助教 同上 同上 助手	プラズモニック光学素子の解析と設計	40
増淵 雄一	京都大学化学研究所 准教授 同上 東京農工大学大学院共生科学技術研究部 助教授	アナログ&デジタル融合高分子ナノシミュレーション	47
宮崎 康次	九州工業大学生命体工学研究科 准教授 同上 同上 助教授	メタマテリアルの熱伝導率予測	57
		総研究費	1,610

5. 研究総括のねらい

ナノテクノロジーは我が国として重点的に推進する研究・開発テーマである。しかしながら、テクノロジーの基礎となるナノスケールの世界の物理・化学・生物現象が十分に理解されているわけではない。ナノ世界の現象を情報通信、バイオ、環境、材料などの重点分野でテクノロジーとして活用するためには、技術応用の研究と平行して、ナノスケールの世界の科学自体の基礎的研究を進める必要もある。このような観点に立つてこの研究領域では、基礎的なナノスケール世界の物理と化学の研究から、ナノ世界現象のバイオテクノロジーへの応用、情報通信テクノロジーへの応用、環境テクノロジーへの応用などにわたる広い範囲の研究を採択した。

さらに、本領域は、情報、バイオ、環境に係る3つの戦略目標に向けたナノテクノロジーを指向したものであるため、理学、工学を問わず多分野の研究者によって構成されている。このように大きく専門分野の違う研究者が一つのバーチャル・ラボラトリーを構成して相互作用できる機会は他にあまりない。研究者には、この機会を有効に利用して研究者間のネットワークを作り、専門分野以外の研究者との積極的な相互交流（議論）を行うことを期待した。また、本領域で採択された研究者の多くは主に30歳代の若い研究者であり、世界レベルで競争力のある人材の育成も大切な目的だと考えている。

6. 選考方針

本領域では、まず領域開始年度の平成14年度に19件の研究課題を採択した。採択候補の選考にあたっては、研究内容が優れていることはもちろんであるが、異なる分野間のバランス、所属機関の種類間のバランス、地域的分布、年齢層なども総合的考慮の要因に含めた。結果的に、19件の採択課題中、8件は物質関係、7件がバイオ関係、4件が情報関係となった。直接的に環境に係わる研究提案が採択できなかったのは残念であるが、採択された19件中には応用として環境問題にも関わる研究が含まれている。

平成15年度には新規募集を行わなかったが、平成16年度には、ナノテクノロジーに関するモデル化・シミュレーション技術の開発を主目的とした新規課題5件を採択した。選考にあたっては、期待できるナノテクノロジーへの寄与、モデル化・シミュレーション技術の独創性、成功の可能性などの評価観点に加えて、3つの戦略目標それぞれに関連した研究課題をバランスよく選定することを意識し、その結果、情報関連2件、バイオ関連2件、環境関連1件を選定した。

7. 領域アドバイザーについて

領域アドバイザーの人選に当たっては、本領域が扱う幅広い技術の範囲をカバー

するため、専門分野や産学のバランスを十分に考慮し、物理、化学、生物、工学、環境の分野で豊富な知識と経験を有する研究者に就任を依頼した。また、平成 16 年度は計算科学の研究課題を採択することとなったため、計算科学を専門とする研究者に領域アドバイザーとして加わっていただいた。研究者にとっては、専門分野のアドバイザーによる助言は勿論のこと、専門分野外のアドバイザーによる新鮮な視点からの指摘は、ときに鋭く研究の本質を突くものであり、研究を進める上で大きな刺激となった。

領域アドバイザー氏名	所属	役職	任期
油谷 浩幸	東京大学先端科学技術研究センター 東京大学国際・産学協同研究センター	生命大部門長 教授	平成 14 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
江刺 正輝	東北大学未来科学技術共同研究センター	教授	平成 14 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
関 一彦	名古屋大学大学院理学研究科 物質科学国際研究センター	教授	平成 14 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
高柳 邦夫	東京工業大学大学院理工学研究科	教授	平成 14 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
名取 俊二	理化学研究所	特別招聘研究員	平成 14 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
八田 一郎	金井学園 福井工業大学	教授	平成 14 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
馬場 寿夫	日本電気(株)基礎研究所 ナノテクノロジー T G	研究部長	平成 14 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
原 正彦	理化学研究所フロンティア研究システム	チームリーダー	平成 14 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
和佐 清孝	横浜市立大学理学部	客員教授	平成 14 年 11 月～ 平成 17 年 3 月
寺倉 清之	北陸先端科学技術大学院大学 先端融合領域研究院	特別招聘教授	平成 19 年 10 月～ 平成 20 年 3 月
藤原 毅夫	東京大学大学院総合教育研究センター	特任	平成 19 年 10 月～ 平成 20 年 3 月
土井 正男	東京大学大学院工学系研究科	教授	平成 19 年 10 月～ 平成 20 年 3 月
郷 信広	(独)日本原子力研究開発機構 関西研究所	特別研究員	平成 19 年 10 月～ 平成 20 年 3 月

志賀 昭信	ルモックス技研	化学コンサルタント	平成 19 年 10 月～ 平成 20 年 3 月
平尾 公彦	東京大学大学院工学系研究科	教授	平成 19 年 10 月～ 平成 20 年 3 月

8. 研究領域の運営について

8-1. 研究総括の方針や研究領域のマネジメントについて

本領域では、比較的若く挑戦的で創造性豊かな研究者 24 名を物理、化学、生物学、工学、計算科学などの広い専門分野から結集して“バーチャル・ラボラトリー”を構成した。“バーチャル・ラボラトリー”として有効に機能するためには、研究者同士が直接的な議論を通じて刺激し合い、相互交流することが非常に重要であると考えた。そのため、領域会議では、研究発表の時間と同程度に討論のための時間を確保し、十分な議論による研究者間および研究者とアドバイザー間の相互作用を促進するように工夫した。結果として、領域会議では、領域アドバイザーによる質問と議論が活発に行われた。また、研究者同士で専門分野の壁を越えた真摯な議論による切磋琢磨が実現したことは、若い人材の育成という面でも貴重な成果であった。

この領域には広く分布した専門分野が含まれているので、自身の専門分野だけでなく異分野の研究者にも理解される発表内容や方法を工夫することが非常に重要であることを、領域会議の場を通して強調した。各研究者もそのような意識を強く持って相互交流したことによって、異分野交流・融合の実質的な成果があったと考えている。後述するように、この領域に参加したことで知り合った研究者同士の共同研究や、お互いの助け合いと協力によって効率的に研究が進められた例が数多く生まれた。

領域会議は、半年毎（年 2 回）に計 11 回開催した。また、研究期間中に、研究総括と技術参事が各研究者の研究実施場所を訪問して、研究環境の調査と研究進捗状況の把握を行い、所属機関関係者に「さきがけ」研究への協力を依頼した。

8-2. 研究テーマの導き方について

3 年間の研究の途中で極端な研究計画の変更や方向性の転換が必要となった研究課題は無く、概ね当初の構想に沿って推し進められた。「さきがけ」プログラムの精神は研究者本人が自分自身で直接研究を企画、実行する点が特長だと考えるので、領域の運営にあたってはこの特長を常に意識し、研究の進め方については基本的には各研究者の裁量に任せた。一方で、研究の方向が拡散しそうなときには軌道修正や、理論的な裏付けの不足が見受けられる場合には基本に立ち返り研究を見直すことを助言するなど、研究の進捗に応じて適切なアドバイスを行った。

9. 研究を実施した結果と所見

9-1. 研究総括の狙いに対する研究成果の達成度

本研究領域では、情報通信、バイオテクノロジー、環境などの広い範囲にまたがった科学知識と技術をナノテクノロジーと融合することにより、新物質、新技術、新システムの創製を目指す研究を進めた。結果として、研究領域全体として 267 件の論文発表、53 件の特許出願のほか、以下に代表される多くの優れた研究成果が生まれ、概ね当初の研究領域としての狙いを達成できたと考えている。

1) 新物質の創製においては、アゾベンゼンを導入した光応答性 DNA を創製して核酸構造の光制御を実現した浅沼研究者、遺伝子操作の脱酵素化という目標を掲げて、光応答性を有する様々なインテリジェント核酸を創出し、光を使った遺伝子操作技術の開発や遺伝子診断実験に成功した藤本研究者の研究成果が顕著である。

2) 新技術の創製においては、独自のアイディアに基づいた表面局在相互作用分光法を開発し、原子間の相互作用の観測に成功した新井研究者、生体分子などの不揮発性・熱分解性試料の分析手段として、未踏技術であった超臨界流体を用いた超音速ジェット法を立ち上げた石内研究者、人工 DNA の創成により SNPs (DNA 多型) を電気化学的に識別できる DNA プローブ技術を開発した井上研究者、MRAM 開発に向けた磁壁移動のミクロメカニズム解明の理論研究において世界的にトップレベルの成果を挙げた多々良研究者の研究成果が顕著である。

3) 新システムの創成においては、半導体の加工技術をバイオに応用し、細胞のソーティングやゼータ電位の評価など数々の有用なツールを創出した一本研究者、水晶振動子の極限的高性能化を目指して実用化を狙える微細加工技術とセンシングシステムを開発した安部研究者の研究成果が顕著である。

4) プラズモニクス計算における FDTD 法の根本に潜む問題点を明らかにし、その解決法を提案した田丸研究者の研究成果は、FDTD 法への基盤的貢献としてその影響は広く顕著である。

上記のほか、各研究課題において得られた研究成果については、研究課題別事後評価を参照いただきたい。

また、5. で述べたように、本領域では、物理、化学、生物、工学の異なる分野の研究者が友好的なインタラクションのもとに研究が進むことを期待した。具体的には、作製した試料の分析を、分析技術を持っている研究領域内の別の研究者が行った例、また、ある研究者の実験上の問題について計算科学の研究者が協力して検証を行うといった、研究者間の研究協力が約 10 件以上生まれた。また、安部研究者と加藤研究者はこの領域での研究協力をきっかけとして、さきがけ研究終了後、NEDO のプロジェクトにおいて共同で研究を行っている。このように、実質的な異分野の融合・

交流が生まれたことも、本研究領域での大きな成果のひとつと考えている。

9-2. 領域全体としてみた場合の特筆すべき研究成果

1) 科学技術のブレークスルー、フロンティア開拓

◎原子レベルの空間分解能を持つナノ力学的電子分光法の開発（新井研究者）

独自のアイデアに基づき、化学結合に関わる表面準位を測定できる力学的電子分光法：電子印可非接触原子間力分光法（nc-AFS）を開発し、個々の原子間の相互作用（化学結合力）の観測に成功した。この実験により、外部から電圧を操作することで物体間の化学結合力をコントロールできることを初めて実証した。本研究で開発された nc-AFS は、原子・分子スケールの空間分解能を持つ新しい分光法として、表面物性科学研究に大きく貢献するものと期待される。平成 16 年度には、ナノプローブテクノロジー賞（日本学術振興会主催）を受賞し、高く評価されている。さきがけ終了後は、発展研究（SORST）に採択され、固体表面に展開された有機単一分子と深針先端原子または修飾した分子間の結合・電子物性などを原子・分子スケールで解析し、新しい化学結合論の確立を目指している。

◎電流誘起磁壁移動型磁気メモリの開発に向けた理論研究（多々良研究者）

今後の高度情報化のための要請もあり、ナノスケールの磁気現象は学術上及び応用上重要なテーマである。本研究者は、MRAM 開発に向けた電流駆動の磁壁移動のミクロメカニズム解明において、ナノスケールでの磁気と電気伝導を厳格に扱う手法を確立し、世界的にトップレベルの成果を挙げた。また、磁気メモリの読み取りに使える可能性のある逆スピントラッキング効果という新しいメカニズムの糸口を見出したことは当初予定以上の興味深い成果であり、今後さらに広い分野にインパクトを与えることが期待される。本研究は 2005 年に丸文研究交流財団研究奨励賞を、2006 年に久保亮五記念賞を受賞した。海外からの招待講演を数多く受けていることも、本研究に対する高い評価を示している。

◎FDTD 法におけるプラズモニクス計算の精度劣化要因の解明とその解決法の提案（田丸研究者）

金属の局在プラズモンを利用した光学素子の構造設計およびチューニングパラメータを提供することを目的として計算システムの構築を目指す中で、FDTD 法を用いたプラズモニクス計算における精度劣化要因を解明し、その解決法を提案した。これまで広く用いられてきた計算技術の根本的な問題を発見し、解決への道筋をつけたことは、この分野への基盤的な貢献であり、今後の波及効果

は大きい。

2) 革新技術の創製および展開

◎水晶の立体的微細加工技術の開発とセンサの高性能化の実証（安部研究者）

半導体マイクロマシニングを利用して水晶振動子に微細加工を加えることで集積化および高感度化を同時に実現し、高感度な分子センシングとして利用可能な水晶振動子微少天秤センサの開発に成功した。試作したセンサは、数日の長期間にわたりサブ原子層レベルの感度を維持できるほど長期安定性に優れていることを実証した。なお、さがけ終了後における成果として、このセンサを紫外線照射下における光酸化反応の計測へ応用し、外乱下で長期間にわたる表面科学反応を原子層レベルの感度で追跡できることを実証している。環境変動下における表面科学反応をリアルタイムで計測できる計測技術を提供するものとして大きな進展である。技術的には、ドライエッチング技術による非シリコン材料のバルクマイクロ加工の先駆けとなる研究のひとつであり、立体的水晶振動子の製造技術としても、現実的な加工技術の提案と性能向上の実証をしたとして応用・実用化が期待される。

2. 社会的及び経済的効果・効用に資する成果

1) 応用・実用化及び社会的価値に繋がる重要な発見・発明とその後の取組み

◎光ライゲーションを用いた遺伝子操作法の開発と高感度遺伝子解析（藤本研究者）

遺伝子操作の脱酵素化に取り組み、光応答性を有する様々なインテリジェント核酸を創出し、光を使った新規な遺伝子操作技術や既存法の DNA チップの 100 倍の識別能で SNP（一塩基多型）を検出する新しい遺伝子解析技術を開発した。従来の酵素を用いた遺伝子工学の中に「光を用いた遺伝子操作」という新しい遺伝子工学システムを提案したことは意義深い。本研究の成果である 6 編の論文がそれぞれの学術誌のハイライト論文に選ばれたほか、「光を用いた高感度遺伝子解析」についてはドイツの化学論文誌の編集室からプレス発表されるなど、国内外の注目を集めている。また、さがけ研究期間中に出願した基本特許の将来性が評価され第 7 回バイオビジネスコンペ（大阪府等 9 団体主催）最優秀賞に選ばれる等、産業界からも高い評価を受けている。さがけ研究終了後、**JST から出願した特許 3 件が企業にライセンスされた。さらに、企業と共同で、遺伝子診断法、遺伝子操作法の研究を進めており、関連の特許の共同出願もされるなど、今後の実用化に大きな期待が持たれる。**

◎生体反応の光制御を目指した人工核酸デバイスの創製（浅沼研究者）

アゾベンゼンを DNA に結合させて光応答性を付与することに成功し、これに

より DNA 二重鎖の形成と解離の光制御を実現した。この手法を応用することで遺伝子発現に深く関与する酵素の光制御に成功し、*in vitro* での転写・翻訳過程の光制御を実現した。さきがけ研究終了後、開発した光応答性 DNA が企業を通じて市販されたほか、遺伝子欠失 (SNP s) を高感度で検出する DNA プローブの開発に向けて企業との共同研究を開始しており、バイオテクノロジーや遺伝子診断など医療のための新たなツールとして今後の展開が期待される。

◎人工 DNA を用いて高い精度で一塩基多型を検出する方法を開発 (井上研究者)

電気化学活性なフェロセンを導入した人工 DNA を創成し、SNPs (DNA 多型) を電氣的な on/off 応答で識別できる DNA プローブの開発に成功した。これにより、従来法に比べて格段に高い精度で SNP 遺伝子を検出することを実証した。本成果は JST と富山医科薬科大学 (当時) が主体となってプレス発表された。個々人の病気のかかり易さを推定したり体質に合った薬を個別に調べたりする上での画期的な手法として臨床での使用が期待される。さきがけ研究の終了後も、感度・精度・簡便さ・迅速性・安価さの点でより満足のいく SNP 検出法を確立すべく、プローブのさらなる改良、さらには他研究室との共同研究でより臨床に力点を置いた研究へと展開している。

9-3. 今後の研究発展への期待と展望

さきがけ研究において得られた研究成果をもとに、さきがけ研究終了後、企業との共同研究や JST の他事業あるいは他機関のファンドの獲得によって研究を継続し発展させているものが多くある。把握している限りにおいて、企業と共同研究を実施しているものが 6 件、JST の他事業につながったものが 7 件、他機関の研究助成を獲得しているものが 6 件ある。主なものを以下に記す。

1) JST の他事業への展開

- 新井研究者 発展研究 (H17～)
- 浅沼研究者 CREST「新機能創成に向けた光・光量子科学技術」研究領域 山下幹雄チーム (H17～) 共同研究者
- 増渕研究者 CREST「マルチスケール・マルチフィジックス現象の統合シミュレーション」領域 山本量一チーム (H18～) 共同研究者
- 青柳研究者 地域イノベーション創出支援事業 (H18～) 研究代表者
- 藤本研究者 地域イノベーション創出支援事業 (H19～) 研究代表者
- 加藤研究者 産学連携・技術移転事業 (データ補完) (H18)
- 一木研究者 産学連携・技術移転事業 (つなぐしくみ) (H19～)

2) NEDO 研究助成獲得

- 藤本研究者 機能性 RNA プロジェクト (H17~) 研究分担者
- 石内研究者 産業技術研究助成事業 (H18~) 研究代表者
- 大古研究者 産業技術研究助成事業 (H18~) 研究代表者
- 安部研究者 産業技術研究助成事業 (H18~) 研究代表者

3) その他の研究助成獲得

- 浅沼研究者 文部科学省科学研究費補助金 特別推進研究 (H18~) 研究分担者
- 井上研究者 科学技術振興調整費 科学技術連携施策群 (H18~) 研究代表者

10. 総合所見

本領域では、14 年度に物理、化学、生物学、工学などの広い分野に渡る 19 件の研究課題を、16 年度に計算科学の研究課題 5 件を採択し、3 年間という限られた研究期間の中で、それぞれが精力的に研究を進めた。その結果、領域全体として 267 件の論文発表、53 件の特許出願という成果が得られた。この中で、3 件の論文が掲載誌の表紙を飾ったほか、JST からプレス発表を行った 2 件を含めて 10 件以上の研究が新聞や雑誌等に取り上げられるなど、学術的・社会的に関心の高い成果が生まれた。さらに、9-3 でも記したように、「さきがけ」研究で得られた成果のいくつかは、「さきがけ」終了後、企業との共同研究の実施や他事業のプロジェクトにおいて新しい展開を見せている。

さらにこれらの研究業績が外部から高く評価されていることの現れのひとつとして、「さきがけ」研究期間中から現在に至るまでに、24 名中 10 名の研究者が、大学教授昇進をはじめとしてキャリアアップを果たした。ひとつのテーマに取り組むにあたって、3 年間という期間は決して十分とは言えないが、さきがけでの研究がステップとなり、その後により大きな成果として実を結ぶこと、さらには、若い研究者達はその研究分野の中心的な担い手として育っていくことを期待している。

ナノテク研究の推進には異分野の研究者（例えば、エレクトロニクス研究者とバイオチップの研究者、有機合成化学の研究者、計算科学の研究者など）がお互いに相手の研究を知り合い、協力関係を築くことが非常に重要であることをこの研究領域を総括して実感した。例えばバイオ系の研究者が半導体センサーの作り方で困っているときに、デバイス系の研究者が協力することによって効率よく現在可能な最もよいセンサーを作ることができた、あるいは AFM や STM の研究者とバイオ系の研究者の交流で新しいアイデアが生まれた、など本領域の中だけでもいくつかの創造的相互作用が生まれ、その結果が優れた成果につながった。さらにナノテクノロジー・バーチャ

ルラボとして企画した「計測」あるいは「DNA」に関するシンポジウムでは異分野の研究者が共通のテーマについて議論することによって、新しい観点からの研究や異分野間の協力関係を展開するのに役立ったと思われる。このような事例がこれからも数多く生まれてくることが望ましい。そのためには含まれる研究分野をかなり広く定義した領域を設定することが望ましい。また、あまりエスタブリッシュした（既成分野ですでに権威とされている）研究者よりはむしろ若手で新しいアプローチを模索している研究者を参画させるのが効果的だと思われる。エスタブリッシュした研究者は自身の専門とする分野の研究だけで忙しすぎる傾向があり、新しい分野に挑戦する必要も時間的余裕もない。これに対して若手の研究者は現在自身の集中すべきテーマを探しているところであり、他分野の研究者との相互作用は研究を展開する貴重な機会だと思っている。

「さきがけ」タイプの研究では若手の研究者が個人の創造性と努力によって研究を進めることが期待される。したがって多数の研究者を束ねて組織的に行う計画的な研究と違って、研究計画に沿った成果だけでなく研究途中で生まれる新しいアイデアによる発展がしばしば起きる。これは「さきがけ」タイプの研究の特長であり、これからもこのような研究スタイルを奨励することが望ましい。