

CREST 研究領域「プロセスインテグレーションによる機能発現ナノシステムの創製」 追跡評価報告書

1. 研究成果の発展状況や活用状況

ほぼすべての研究代表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。特に、染谷、齊藤、山元は ERATO に採択され、新たな CREST にも 5 名が研究代表者として選ばれている。さらに ACCEL、OPERA などの研究資金で研究成果を発展させている。また、SIP、Impact、AMED など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)などの大型資金を得て、本 CREST 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 1513 報(このうち Top10%以内は 237 報)であったのに対して、研究終了後の投稿論文数は全体で 974 報(このうち Top10%以内は 151 報)であった。Top10%以内の論文数が増加している元研究代表者もおり、研究期間終了後の評価対象が元研究代表者に絞られたことを勘案すると、研究期間終了後も論文発表が活発に継続されていることがわかる。

特許出願に関して研究領域全体では、研究期間中の国内出願数は 145 件、海外出願数は 81 件、研究期間終了後の国内出願数は 152 件、海外出願数は 112 件であった。研究期間中の出願件数に比べて研究期間終了後の出願件数は国内および海外ともに増加しており、特に海外出願件数は 30 件ほど多くなっている。一方、登録件数は研究期間中に比べて研究期間終了後は、国内および海外ともに半減している。ただし、研究終了後の出願がこれから登録される場合もあると考えられる。審査が終了したと考えられる出願についての登録率は、国内で 67%、海外で 54%となっている。

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。具体例を挙げると、染谷は生体の炎症反応が極めて小さな導電性のゲル素材を用いた柔軟な有機増幅回路シートおよび生体認証とバイタルサイン計測を同時に行えるセンサ等を開発して、人間と機械を調和する伸縮性エレクトロニクス、すなわちスキンエレクトロニクスの発展に寄与した。澤田は、CMOS センサ技術と MEMS 技術を融合した高精細イオンイメージセンサ開発を進め、高解像度・高速動作イオンセンサアレイ、複数種類の神経伝達物質の分布を取得するイメージセンサおよびマウスの脳内 pH のリアルタイム観察可能な生体刺入型イオンイメージセンサを開発して、生体内の情報伝達解明に大きく貢献した。山元は、原子数を制御可能な金属原子クラスター形成方法によるサブナノ粒子高機能触媒を創製するとともに、

理論モデルにより、複数の原子からなる高次の物質の間にも族、周期、類、種の四つの次元を有する周期律が存在することを発見し、触媒活性や光学特性、磁性などを持つ高機能なサブナノ粒子を予測し合成するのに役立つ「ナノ物質の周期表」として表すことに初めて成功した。齊藤は、電子スピンと力学運動や熱を相互作用させる基本現象として、量子スピンゼーベック効果、反強磁性転移によるスピンゼーベック異常およびスピンゼーベック効果の力学的逆効果を発見して、スピン流 - 熱流相互変換の物理を体系的にまとめ上げるとともに、熱スピン効果に基づくスピントロニクス of 新たな応用展開を推進した。

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。文部科学省から、畠と野地が平成 28 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰、齊藤が平成 29 年度科学技術分野の文部科学大臣表彰、染谷が平成 31 年度文部科学大臣表彰をそれぞれ受賞し、内閣府から畠が第 14 回産学官連携功労者表彰を受賞し、経済産業省から染谷が Innovative Technologies 2015 特別賞を受賞した。また、Highly Cited Researchers を齊藤が 4 回、染谷が 2 回受賞している。

(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、野地は超高感度デジタル ELISA 計測システムの事業化を進めるとともに、環状 DNA、長鎖 DNA のマイクロアレイチャンネル内増幅等の人工細胞リアクタ基盤技術を確立した。藤岡は低温・低コストなパルススパッタ堆積法によるグラフェン上 GaN 結晶成長の実現および金属基板上 GaN LED の作製を実現し、安価なガラス基板上に 500°C 以下の低温で LED を作成する技術を開発した。辻井は濃厚ポリマーブラシのトライボロジー材料・システム基礎理論を確立するとともに、低摩擦/高潤滑性と強靱/耐久性を両立する機械摺動部をはじめイオン伝導性を向上させた燃料電池や生体との相互作用を精密に制御したバイオ・医療などへ応用展開した。樋口は(株)東京化成工業より 2020 年 6 月から鉄を含むメタロ超分子ポリマーの一般販売を開始した。また実証実験用にエレクトロクロミック調光ガラスを、つくば市の施設の窓に 2020 年 8 月納入している。

本研究領域の研究成果をベースに、ベンチャー企業を立ち上げた例も多い。澤田は 2016 年 9 月に一般社団法人豊橋センサ協議会を設立してイオンイメージセンサを応用した「かおりカメラ」を発表し、この技術をもとに(株)アロマビットシリコンセンサテクノロジーを設立した。岡崎市商工会議所の応援とクラウドファンディングにより、宇理須は 2020 年 2 月に(株)NANORUS(ナノルス)を設立した。同社は培養型プレーナーパッチクランプ装置の実用化を目指している。染谷は 2015 年 11 月に(株)Xenoma を設立した。一般的な布上に電気配線やセンサを形成し、自由に変形・伸縮可能な世界初の布状電子回路基板「Printed Circuit Fabric(PCF)」を開発した。さらに、2018 年 11 月にパラマウントベッド(株)と共同で、最先端のセンサ技術を活用した機器の開発・販売および情報サービスを提供する合弁会社サイントル(株)も設立している。藤井は自身の研究成果をもとに ALS などの発症の仕

組みや治療の研究に役立つ新技術を活用した創薬事業を目指して、2017年2月に(株)Jiksak Bioengineering を設立した。生体内の運動神経組織に似た束状の形態を持つ神経オルガノイドの形成技術により ALS 疾患の原因遺伝子を特定するスクリーニングサービスを提供している。

(3) その他の特記すべき波及効果

本研究領域における 16 名の研究代表者のうち、終了後に研究所長や研究センター長になったものが 3 名、副学長になったものが 1 名いる。

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