

研究領域「情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム」

事後評価（課題評価）結果

1. 研究領域の概要

本研究領域は、デバイス内で情報の鍵を握る「情報担体」の特性を活用した高性能・高機能デバイスを創出し、さらにこれらを集積化・システム化することにより社会実装可能な情報システム基盤技術を創成する。超スマート社会やさらにその先の次世代情報化社会を実現するには、情報処理を担うデバイスやシステムのさらなる高度化が不可欠である。一方で、CMOSの微細化に代表される従来のエレクトロニクスでは情報処理能力向上に限界が見え始めており、限界を突破するための新しい材料・デバイス技術やそれらをシステム化するための革新的な基盤技術が求められている。

そこで本研究領域では、デバイス内での情報処理の鍵となる情報担体に着目する。ここで情報担体とは、状態変数として定義される情報を表す物理量や物理系のネットワーク構造・分子構造等のように、広く情報を担い得る自由度を包含した概念とする。本研究領域では、多くの既存デバイスで情報担体の役割を果たしている電荷に限らず、スピン状態や分子構造、物質相変化、量子、構造ネットワークなどの情報を担いうるあらゆる情報担体を対象としている。情報の取得、変換、記憶、演算、伝達、出力等のデバイス機能の根幹をなす多様な情報担体を深く掘り下げ、かつ高度に利用することによって革新的なデバイスを創出する。さらに社会実装可能なシステム構築へ導くため、単体デバイスによる機能発現にとどまらず、集積化・システム化を想定して、回路・アーキテクチャ・システム・アプリケーションレイヤーとの協働を進め、革新的な情報システム基盤のイノベーションを目指す。特に本研究領域では、個人のアイデアにもとづいた挑戦的な材料・デバイス・システムの基礎研究に注力している。

2. 事後評価の概要

2-1. 評価の目的、方法、評価項目及び基準

「戦略的創造研究推進事業（先端的低炭素化技術開発及び先端的カーボンニュートラル技術開発（ALCA-Next）を除く）の実施に関する規則」における「第4章 事業の評価」の規定内容に沿って実施した。

2-2. 評価対象個人研究者及び研究課題

2020年度採択研究課題

- (1) 荒井 慧悟（東京工業大学工学院電気電子系 准教授）
ダイヤモンド中の電子スピンを用いたマルチモダル量子センサの開発
- (2) 安藤 裕一郎（京都大学大学院工学研究科 准教授）
シリコン中の電子スピンを用いた論理演算素子の創成
- (3) 清水 荘雄（物質・材料研究機構電子・光機能材料研究センター 独立研究者）
ウルツ鉱型極性材料による強誘電トンネル接合素子の創製と物性解明
- (4) 高木 里奈（東京大学物性研究所 准教授）
磁気メモリの革新に向けたスキルミオン物質の開発と機能開拓
- (5) 田中 貴久（慶應義塾大学理工学部 専任講師）
大規模集積化ガスセンサの創出による多成分ガスの時系列分析
- (6) 廣谷 潤（京都大学大学院工学研究科 准教授）
電子・正孔を情報担体とするフレキシブルサーマルデバイスの創製
- (7) 松久 直司（東京大学生産技術研究所 准教授）
伸縮性導体・半導体による超柔軟ダイオード

- (8) 三宅 丈雄 (早稲田大学大学院情報生産システム研究科 教授)
電子・イオン制御型バイオイオントロニクス
- (9) 森山 貴広 (名古屋大学大学院工学研究科 教授)
反強磁性薄膜を用いたスピン超流動デバイスの創出
- (10) 山田 道洋 (大阪大学大学院基礎工学研究科 特任准教授)
革新的スピン注入技術を用いた縦型半導体スピン素子の創成

2-3. 事後評価の実施時期

2023 年 12 月 27 日 (水曜日) 事後評価会開催

2-4. 評価者

研究総括

若林 整 東京工業大学科学技術創成研究院 教授

領域アドバイザー

岡田 健一 東京工業大学工学院 教授

斉藤 朋也 ルネサス エレクトロニクス (株) メモリ I P 技術開発第一部 課長

清水 健 アクセンチュア (株) ビジネスコンサルティング本部ストラテジーグループ マネジング・ディレクター

瀬川 澄江 東京エレクトロン (株) 執行役員・Corporate Innovation本部 本部長代理

出口 淳 キオクシア (株) メモリ技術研究所 グループ長

富永 淳二 産業技術総合研究所デバイス技術研究部門 招聘研究員

根本 香絵 沖縄科学技術大学院大学量子情報科学・技術ユニット 教授

平本 俊郎 東京大学生産技術研究所 教授

藤澤 宏樹 マイクロンメモリジャパン (株) DEG DRAM Engineering R&D フェロー

水野 正之 日本電気 (株) 航空宇宙・防衛ソリューション事業部門 主席スペース ICTアーキテクト

森村 浩季 NTTテクノクロス (株) IOWNデジタルツイン事業部 ビジネスユニット長

山川 真弥 ソニーセミコンダクタソリューションズ (株) 第4研究部門 統括部長

外部評価者

該当なし

3. 総括総評

この研究領域が扱う情報担体は、多くの既存デバイスで情報担体の役割を果たしている電荷に拘らず、情報を担い得るあらゆる概念を対象としていて、従来技術による情報処理能力の限界を突破する、革新的な情報システム基盤のイノベーションを目指している。従って、材料・デバイス・集積回路・アーキテクチャなど様々なレイヤーの立場、物理学、化学、工学、生物学、情報科学、数理科学など多彩な学問分野からの独創的でチャレンジングな研究提案を期待してスタートした。

今回評価の対象となる 2020 年度採択の研究者は、発足初年度の 10 名で、スピンをを用いたメモリやロジック、センサ、またスキルミオンを用いたメモリ、MXene を用いた熱伝導の変調、伸縮性ダイオード、バイオエレクトロニクスデバイスと、期待通りに幅広いレイヤー・分野での挑戦的な研究が進められ、多くの研究結果を挙げた。当初の目標を十分達成して限界突破を予感させるものもあれば、道半ばで模索中の課題もある。しかし共通して言えることは、一つ一つの課題を着実に乗り越えて、部分的であっても重要な成果を出していること、場合によっては方向転換して、当初計画にはない新たな発見を得るなど、食欲に探求を進めていることである。

発足時から COVID-19 のために甚大な影響を受けたが、研究者間の積極的な共同研究を推奨し、CREST「情報担体」との連携や、産業界を含めた研究開発環境の紹介等の結果、実際に様々なコラボレーションが推進されている。MXene の生体応用や、ウエハ試作の共同実施、試料提供・評価協力など、思いも寄らない組み合わせの共同研究が芽生え、今後さらに発展し、成果に結びつくものと期待される。個人の研究でスタートしたものが、さきがけの人脈を介して有機的な成長をしている様で、大変頼もしい限りである。

また、研究者 10 名のうち 8 名は異動・昇進により研究環境に変化が生じた。これは研究者自身の努力はもちろんのこと、情報担体研究に寄せられる期待の大きさも示していると考えられる。研究者はそれぞれ、環境の変化をバネとして活動を加速し続けている。さきがけの場でつかんだ分野を超えた関係をさらに広く発展させて、研究者として成長し続けることを期待している。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： ダイヤモンド中の電子スピンを用いたマルチモダル量子センサの開発

2. 個人研究者名

荒井 慧悟（東京工業大学工学院 准教授）

3. 事後評価結果

本研究では、ダイヤモンド中 NV センターの電子スピンを情報担体とする量子センシング技術において、磁場・温度・圧力等のマルチモダル性を実証し、社会実装を見据えたデバイス化・システム化への方針を得ることをねらいとしている。特に NV センターの精密制御によって複数物理量の計測を新たな付加価値として引き出すことが主要な目標である。

これまでに、磁場と温度の計測や、ラットの心臓が作る電荷移動分布の再構成に応用し、結果として様々な生体物理量の同時検出の実証に成功したと言える。さらに生体計測向けのセンサヘッドや、極限環境向けの加温・加圧システム、次世代 IoT 向けの小型デバイスなどが創出されており、目標はほぼ達成した。社会実装のユースケースが見え始めていて応用展開先が多く、今後の期待も大きい。

NV イメージングや地球科学応用の模索では国内外の大学・研究機関との共同研究を進め、トポロジカル・シミュレーションでは積極的に海外との取り組みを実施しており、さきがけ研究の効果的な推進を進めている。

論文発表やプレス発表も活発に行っており、「ダイヤモンド量子センサの高性能化と次世代応用の研究」に対して、2023 年 4 月には文部科学大臣表彰（若手科学者賞）を受賞するなど、他にも研究期間内に多数の受賞があり、さきがけにおける成果は高く評価されている。

研究期間中に准教授に昇進して着実に研究環境を整えたことから、今後はスピンセンシングを軸とした、医療分野への応用展開による社会貢献を期待することができる。研究者のこれまでの経験との相乗効果も併せることで大いなる飛躍を確信している。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： シリコン中の電子スピンを用いた論理演算素子の創成

2. 個人研究者名

安藤 裕一郎（京都大学大学院工学研究科 准教授）

3. 事後評価結果

本研究ではシリコン中におけるスピン操作と演算に関連する物理現象の学理を構築し、シリコン中のスピンを情報担体とした新しい論理演算デバイスの提案と動作実証を目標としている。具体的には、スピンの回転操作や減衰・増幅、スピン同士の相互作用、スピンと他の物理量との相互作用を積極的に活用し、スピン情報の制御を実際に作製したデバイスで室温動作を実証することである。

特筆すべき成果として、多端子スピン注入により 1 素子で演算内容を NAND と NOR に切り替え可能な Magnetologic gate の室温動作実証に成功しており、シミュレーション検証への展開が現実的なものとなった。この点は目標を十分に達成したと認められる。今後は複数のデバイスで構成された集積回路の動作を理論と実験で検証することを期待できる。

期間中には数多くの論文を精力的に発表しており、シリコン・スピン・トランジスタの室温実証を通じて強磁性体材料の仕事関数の大幅変調に成功した成果は、Phys. Rev. Mater. 誌の Featured in Physics に選ばれた。また、シリコン・スピン・デバイスの電界に依るスピン操作という新しい方法については、論文中の図が Nature Material 誌の表紙を飾るなど、世界的に高い評価を受けている。これはさきがけ研究として非常に大きな成果である。

一方、研究を進める上で多くの業務を並行して遂行したため、リソース不足に苦慮している様子が見られた。アウトソースの利用など工夫があれば、さらに高いレベルに手を掛けることを期待できただけに、対策が遅れたことが惜まれる。研究期間内に投稿が間に合わなかった成果論文は、できるだけ早期に発表することが望まれる。スピンによる演算を実現し、論理演算デバイスの具現化を通じて、国内外をリードすることを確信している。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： ウルツ鉍型極性材料による強誘電トンネル接合素子の創製と物性解明

2. 個人研究者名

清水 莊雄（物質・材料研究機構電子・光機能材料研究センター 独立研究者）

3. 事後評価結果

本研究ではウルツ鉍型強誘電体材料について、強誘電体トンネル接合素子の応用を目指した材料開発と、特に界面に着目した強誘電体物性の解明から、集積化した強誘電体メモリへの応用を目指すものである。基板材料を選びながら、種々の強誘電性 $\text{Al}_{1-x}\text{Sc}_x\text{N}$ のエピタキシャル成長を行い、強誘電薄膜の成長に成功している。さらにこの薄膜を用いた分極特性を解明し、分極反転のモデル化を行っている。極薄膜の $\text{Al}_{0.7}\text{Sc}_{0.3}\text{N}$ 膜については、強誘電体トンネル接合の検証を実施し、さらに新規窒化物強誘電体として、 AlN 膜に挑み、その強誘電性の実証にも成功したことは特筆すべき成果である。

本研究でウルツ鉍型強誘電体材料の基礎的な特性の確認までは達成できたが、集積化を含む素子の動作実証にはさらなるデータの積み上げが必要であると思われる。しかし、薄膜化による強誘電性の発現を実証できたことは、この材料のトンネル接合素子としてのポテンシャルを示すうえで大きな成果である。また、数多くの論文発表や学会での講演を行っており、活発な成果の発表は評価に値するものである。

試料の提供や評価において、外部機関や大学との協力体制を取って進めてきたが、本さがけプログラムの研究者や領域アドバイザーとも、もっと高い頻度で交流の機会を持てば、さらに有用なデータが得られた可能性もあり、悔やまれる点である。今後の低消費電力データ社会におけるキーデバイスとなる強誘電体不揮発メモリの実現に向けて、さらなる発展を期待する。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 磁気メモリの革新に向けたスキルミオン物質の開発と機能開拓

2. 個人研究者名

高木 里奈（東京大学物性研究所 准教授）

3. 事後評価結果

この研究の目標は、従来の空間反転対称性の破れではなく、磁性金属中の伝導電子に起因する新しい機構を用いることで、微小なスキルミオンを生成する新物質を開発し、その機能開拓を行うことである。

スキルミオンのような非共面的なスピン構造の形成には等方的なスピンが有利であると予測し、 Gd^{3+} または Eu^{2+} を含む金属間化合物のバルク単結晶に着目し、それぞれ直径 2.7 nm と 3.5 nm のスキルミオンを予想通りに観測することに成功した。さらに、磁気構造の詳細な温度・磁場依存性を調べ、理論計算と比較することで、スキルミオンの安定性や配列構造が伝導電子系のフラストレーション効果や磁気異方性によって大きく変化することを明らかにした。社会実装に必須である薄膜試料では、まだスキルミオン生成に至っていないが、従来十〜数百 nm サイズのスキルミオンを無磁場で 3.5 nm の微小サイズで生成する可能性を示したことは大きな成果であり、高く評価できる。

研究者は研究期間中に、東京大学大学院工学系研究科の助教から物性研究所の准教授へ昇進したことや、ライフイベントによる3ヶ月の中断がありながら、速やかに最適な実験環境を構築し、懸命に時間を捻出して研究を推進した。また、本さがけプログラムの研究者間での議論や、共同研究も積極的に実施することで多くの成果をあげており、併せて評価したい。これらの研究成果から、当初想定していた磁気メモリへの応用のみならず、量子コンピュータや熱電素子、さらに将来的なマグノニクス応用分野への展開などへ可能性が大きく広がったと考える。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 大規模集積化ガスセンサの創出による多成分ガスの時系列分析

2. 個人研究者名

田中 貴久（慶應義塾大学理工学部 専任講師）

3. 事後評価結果

本研究では、イオンゲルによる大規模集積センサにより、呼気中のガス濃度の変動を効率的にトランジスタ内の電荷情報に変換して Cyber 空間でのデータ処理を可能とする小型・大規模集積センサの創出と、多成分ガスの時系列データ分析が目標である。具体的には、集積化センサの構築、呼気中の疾病の兆候の理解、さらにその原子スケール解析による金属表面化学反応の理解を目指した。

これらの目標に対し、イオンゲルと電極界面の巨大な電気二重層容量を利用した集積化ガスセンサを構築し、ヒトの呼気相当濃度の水素・アンモニア・エタノールを含む空気のセンシングに成功した。さらに時系列データを深層学習による回帰分析で、ppm オーダーの 3 成分を独立に識別できることが分かった。また、マウスを使った呼気ガスのモニタリングや、分子動力学法による金属表面でのガスとの相互作用の解析を達成していて、当初計画は着実に遂行できたと考えられる。

期間中に東京大学から慶應義塾大学へ異動し、設備面・人的リソースで大きなビハインドが生じたが、活動の停滞を最小限に抑えて粘り強く成果拡大に邁進した。2023 年 4 月以降は研究室に配属学生がいないうりソース難の中、呼気ガスの解析にとどまらず、生活臭分析の可能性も検討している。研究者の論文発表や国内外での学会発表などの成果発表は活発で、プレス発表への反響から社会実装へと進展する可能性も見え始めた。今後は、センサの再現性を向上させることを目的として、イオンゲルに収蔵されたガスや電極に吸着した原子を脱離させてセンサの初期化を検討したり、センサ性能の改善を進めて、医療分野への応用を推進することを大いに期待したい。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 電子・正孔を情報担体とするフレキシブルサーマルデバイスの創製

2. 個人研究者名

廣谷 潤（京都大学大学院工学研究科 准教授）

3. 事後評価結果

本研究の目標は、原子層材料である MXene の電子を制御することで、熱量やその流れを自在に制御することができる新原理のデバイス創出である。制御する熱流束を厳密に測定する手法として、ナノカーボン材料を用いた超極薄の熱流束センサの創出にも挑戦している。

これらの目標に対して、デバイス作製の要素技術となる大面積 MXene 薄膜のエッチングによる作製手法を構築し、熱伝導率評価装置の感度改善や、カーボンナノチューブ薄膜の p/n ドーピング、サーモリフレクタンス法によるナノスケール 3 次元熱伝導計測手法の確立などの成果をあげている。熱伝導率の高い薄膜 MXene を実現したこと、またその精密熱計測装置と計測手法を立ち上げたことは高く評価できる。特に、MXene などの原子層材料のナノスケール熱伝導率計測が可能な、周波数領域サーモリフレクタンス (FDTR) 法を用いた熱伝導率評価装置は、ナノスケールを 3 次元で計測可能であるため、3D 集積回路などの積極的な放熱が必要な多くの研究分野で活用が期待できる。最終目標である熱を自在に制御するデバイスを創出する一歩手前まで達成した状況にあり、これまで開発した各要素技術を結集して挑むことを希望する。

本研究者は特許出願・論文・学会における成果発表を活発に行っており、さらに独自の単層 MXene 薄膜作製技術は、異分野研究者からも試料提供を求められる程の高い評価を得ている。研究期間中に名古屋大学助教から京都大学准教授に異動・昇進した際も、中断すること無く精力的な研究活動を行った。

この技術を基礎としてサーマルデバイスの動作に成功すれば、さまざまな用途や波及効果を期待することができる。今後の業界リーダーとしての活躍を大いに期待する。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 伸縮性導体・半導体による超柔軟ダイオード

2. 個人研究者名

松久 直司（東京大学生産技術研究所 准教授）

3. 事後評価結果

本研究では、伸縮性電子材料とプロセスの開発を通じて伸縮性半導体デバイスの物理を正しく理解し、情報担体（主に電子）をゴムのように柔らかい材料の中でも自在に操るデバイスを開発することを目標としている。

これらの新型導電性高分子材料とプロセスの開発に成功し、伸縮性ダイオードを実現、デバイスの動作・機能確認まで達成している。開発するデバイスの特性や用途まで鑑みて、既存の材料を調達するのではなく、最適な材料の調合から始め、製造プロセスまで構築している。非常に意欲的な研究の進め方であり、高く評価できる。結果として本研究により、伸縮性高周波ダイオードや、フォトダイオードなどの重要なデバイスについて、基礎材料・プロセス技術の開発を達成するという大きな成果をあげた。

これら伸縮性ダイオード用導電性高分子開発、デバイス開発の成果は国内外で反響が大きく、Nature 誌では研究紹介のビデオが作製され、また MIT Technology Review Innovators Under 35 Global や PMI Future 50 などの世界規模の賞を受けるなど、国際的に高く評価されている。さらに研究者は、論文発表や招待講演、特許出願などの成果発表や、共同研究を活発に行っており、この分野の活動の活性化に貢献していることも大きな成果である。

開発された超柔軟デバイス（高周波ダイオードやフォトダイオード）は皮膚と一体化するような次世代ウェアラブルデバイスへの適用が可能で、ヘルスケアセンサやヒューマン・コンピュータ・インターフェースとしての実装が大いに期待される。今後、専門分野に縛られない世界的なリーダーとしての活躍を大いに確信している。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 電子・イオン制御型バイオイオン트로ニクス

2. 個人研究者名

三宅 丈雄（早稲田大学大学院情報生産システム研究科 教授）

3. 事後評価結果

本研究課題は、従来のバイオエレクトロニクス分野のデバイスで実現できなかった物質輸送や、電子とイオンのキャリア制御、自己発電などの新機能を実現することで、生体(主に細胞)活動をイオン信号で制御するバイオイオン트로ニクスデバイスを創出することを目標としている。これらは細胞穿刺用複合ナノチューブというイオン配線や、生化学燃料から電気を創るイオン発電、電気エネルギーから生化学物質の分布を制御し細胞内に調節因子を輸送するイオン変換として、目標を全て達成している。特に、これらの素子を統合することで、細胞からデバイスへの情報物質の取り込みに応じてデバイスから細胞へのケミカル情報伝達が決定的される新しい原理のバイオデバイスの試作に成功したことになる。この成果は細胞活動に介入する新しい手段を示したことになり、半導体と生体を繋ぐ技術へと大きく発展する可能性を秘めている。本「情報担体」研究の枠を広げた画期的な成果と考える。

MXene の 2 次元ナノシート上での細胞培養と電気化学計測は京都大学の廣谷准教授と、バイオセンサによる計測システムの構築は東京農工大学の田畑講師と共に、それぞれ本さがけプログラムの研究者間での共同研究で達成している。さらにメリーランド大学とは電気遺伝学に関わる共同研究を実施するなど、適切で効果的な共同研究を活発に進めている。

学会発表や論文発表も活発に行っており、特に一方向性の電気浸透流ナノポンプの開発は、2021 年 9 月のプレス発表に対する反響が大きく、大学発スタートアップとして株式会社設立に至っている。今後は国内外での研究活動を進めて、創出された技術シーズが社会に役立つものと大いに期待できる。またバイオイオン트로ニクス分野の確立に向けて活躍を大いに確信している。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 反強磁性薄膜を用いたスピン超流動デバイスの創出

2. 個人研究者名

森山 貴広（名古屋大学大学院工学研究科 教授）

3. 事後評価結果

本研究は、磁気容易面を作ること、スピン超流動を実験的に実証し、超低散逸のスピン輸送の実現を目標としている。そこで、磁気容易面を制御した高品質の単結晶反強磁性薄膜の作製、スピン超流動材料へのスピン注入手法の確立、スピン超流動の評価方法の確立を通して、最終的には超低散逸・長距離スピン輸送デバイスの実証を試みている。

反強磁性薄膜については、MgO 基板上に NiO 単結晶膜を作成し、目標である 2 次元的な磁氣的拘束状態を得ている。さらにスピン注入法はスピンホール効果よりもスピン軌道歳差効果の方が適切であることを見出し、デバイス内に超流動励起を達成している。スピン超流動の評価では、超流動の特徴の一つである指数関数的ではなく線形的なスピン流減衰を確認し、スピン超流動の実証の手がかりを得るに至っている。これはスピン超流動デバイスの可能性を示唆する重要な成果である。今回観測した数 μm の長距離スピン輸送では、スピンロジック LSI の実現に十分ではなく、輸送距離を延ばすためにも、更なる精緻な実証実験と理論的裏付けが求められる。

スピン超流動デバイスの理論的提案者から理論的な支援を直接仰いだり、研究期間中の京都大学（准教授）から名古屋大学（教授）への異動・昇進の間に速やかに研究室立上げを遂行したことなど、精力的な活動で超流動の追究を継続した。論文発表や国際学会での発表を活発に行っており、今後専門領域の世界的リーダーシップを発揮することを期待している。

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 革新的スピン注入技術を用いた縦型半導体スピン素子の創成

2. 個人研究者名

山田 道洋（大阪大学大学院基礎工学研究科 特任准教授）

3. 事後評価結果

本研究の目標は、不揮発メモリ動作とトランジスタ動作を1つのデバイスで実現できる、縦型半導体スピン素子構造の実現と、室温動作高性能半導体スピン素子の創成である。

縦型でスピン素子構造を作製するためには、高スピン偏極膜ソース・ドレインと半導体膜チャネルのサンドイッチ構造を平坦にエピタキシャル成長する必要がある。特に、半導体膜 Ge 界面の平坦性と相互拡散を抑制するために、成長温度や Sn のドーピング、スピン偏極材料の模索を経て、縦型半導体スピンデバイスにおける世界最高性能を実現したことは高く評価できる。スピン偏極材料のホイスラー合金は Co_2FeSi や Co_2MnSi を検討したが、磁気抵抗比は目標値に至らず、また極短チャネル化による性能向上の検討も今後必要である。性能向上へ更に実証検討を重ねて、目標値に少しでも近づけて頂きたい。既存のシリコンプラットフォームとの親和性も高く、磁気抵抗比が改善できれば大きな波及効果を期待することができる。

当初研究者はさがけ専任として活動を開始したが、着実に環境の整備を成し遂げた。また論文発表や国際学会への参加を通して活発な成果発表を行っており、この点も大いに評価できる内容である。今後、業界のリーダーとなることに向けて、ますますの活躍を期待したい。