

【令和6年度実績】

1. WPI アカデミー拠点として世界最高水準の研究を推進

「研究」

No.01 (1)-1 「高等研究機構」を頂点とした横断的分野融合研究を戦略的に推進するための三階層「研究イノベーションシステム」の一層の充実

実績報告

AIMR は 2007 年開始の文部科学省事業「世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI プログラム)」により設立された WPI 拠点の一つである。第一線の研究者が世界から多数集まる優れた研究環境ときわめて高い研究水準を誇る「世界から目に見える研究拠点」を日本国内に形成することを目指す WPI 拠点は、①トップレベルサイエンス、②異分野融合研究、③システム改革、④国際化の推進、をミッションとしている。WPI 事業終了後の 2017 年度からは「WPI アカデミー拠点」に認定され、2012 年からは数学者と材料科学者が同一の環境で働く「数学・材料科学連携」を推進している。2024 年度は、材料科学の 3 分野(量子・スピン、ソフト・バイオ、エネルギー)において、基礎から応用までを見据えた 3 つの研究フェーズ(サイエンス、融合、イノベーション)で研究展開を行う「3 分野×3 トップス戦略」をその研究戦略に策定した。

このうち量子・スピン材料分野では、安定な新トポロジカル量子コンピューティング材料としてキラル量子細線を発見、次世代通信技術に用い得る従来比約 4 倍の高強度テラヘルツ波の発生に、特殊磁性体を活用することで成功など、量子コンピューティングや通信技術の基盤技術に進展をもたらした。(資料 1-1.pptx)ソフト・バイオ材料分野では、「分子をまぶす」手法を用いた高性能スーパーキャパシタや、ヤヌス粒子を活用した新型コロナウイルス高速(15 分以下)定量システムの開発を行った。(資料 1-2.pptx)また希少貴金属を含まない AZUL 触媒による革新的な CO₂削減技術により競争的研究開発コンテストを受賞するなど、分野融合によって技術的ソリューションを前進させ社会課題解決へ貢献することができた。エネルギー材料分野では、カーボンナノチューブの原子配列を精密制御する合成手法を確立し、持続可能なエネルギー技術の発展に大きく貢献する成果を挙げた。(資料 1-3.pptx)これら一連の研究成果の多くは国際共同研究の結果であり、国際共著論文率は 66.3%を示した。

AIMR が主導する材料科学コアリサーチクラスターCRC-MS では、今年も CSIS, GP-MS, GP-Spin との共催で第 8 回国際シンポジウム (CRCGP-MSSP2024) を開催し、前回を超える 17 カ国から 330 人の参加を得た。

WPI アカデミーでは 4 年に一度、WPI サイトビジット(以下 SV)を受ける。2024 年度はこの SV 並びにこれに基づくアカデミー継続認定審査を受け、①質・量ともに優れた研究成果を上げ、数学と材料科学の融合推進拠点としてのアイデンティティを確立、②研究者総数が過去 4 年間でほぼ倍増(115 名から 203 名)、PI やポスドクを含む若手研究者も増加(66 名から 109 名)、等のきわめて高い評価を以て継続が認定された。

 [資料 1-1.pptx](#),  [資料 1-2.pptx](#),  [資料 1-3.pptx](#)

2. 数学—材料科学連携の実績を生かした産学連携

「社会との共創」

No.03 (2)-1 戦略的産学共創の展開

実績報告

材料科学と数学の融合をめざす AIMR では、それぞれにおいて共創研究所を設立し、基礎科学を媒介とする「組織」対「組織」の産学連携を行っている。「住友金属鉱山×東北大学 GX 材料

科学 共創研究所」では、水素活用・将来電池材料の研究開発をリードする学内教員とのマッチングをはかるために複数のワークショップ等を開催し、新たな共同研究や学術指導の開始につなげた。(資料 2-1.pptx)

AIMR 発のスタートアップである 3DC 社との「3DC×東北大学 カーボン新素材 GMS で『世界を変える』共創研究ラボ」では、カーボン新素材であるグラフェンメソスポンジ(GMS)の社会実装(電極材料など)に取り組んでいる。さらに本年度は、同じく AIMR 発スタートアップである AZUL Energy 社との間に「AZUL Energy×東北大学 バイオ創発 GX 共創研究所」を設置し、再生可能エネルギーを効率的に利用するエネルギー材料の創製と、計算科学を用いた高速材料開発ができる人材の育成を開始した。

数学分野では、数理科学共創社会センターが設置した「富士通×東北大学 発見知能共創研究所」の活動に対し、AIMR は全 5 テーマのうち 3 テーマを支援した。本年度は先端計測分野における大規模データからの因果発見と新しい視点の導出、インフラネットワーク分野におけるエネルギー利用の最適制御に繋がる解析などを行った。数学における重要な方法論のひとつである因果推論は AI の説明可能性向上の意味からも期待されており、AIMR における数学-材料科学連携の新しい切り口として有望なものとなっている。(資料 2-2.pptx)

AIMR の数理科学オープンイノベーションセンター(OIC)では、数理科学を基盤として材料科学を含む幅広い分野での様々な連携を推進している。中でもトポロジカルデータ解析(TDA)技術は、これまで困難だった顕微画像データを定量化してミクロ構造とマクロ物性をつなぐ数理的枠組みを与えるものとして産業界からのニーズが高まっている。OIC 内に事務局を置く TDA コミュニティへの企業参加は 2020 年度発足当時の 15 社 28 名から 2024 年度の 70 社 118 名へと大きく増加した。

AIMR は、本学における特色ある国際 Project-based Learning プログラムである G-RIPS-Sendai を全面支援している。本年度も企業3社から4課題(AI の説明可能性、三次元点群の幾何構造、量子計算アルゴリズム、大規模システムの最適制御)の提案と資金提供を受け、日米アフリカからの学生 20 名が8週間にわたり課題解決に取り組んだ。同プログラムは富士通との共創研究所の活動とも連動し、学生の研究成果に基づく論文発表や国際会議発表に加え、企業と本学教員との共同研究契約に発展するなど、数理系研究者と企業との連携の好事例となっている。(資料 2-3.pptx)

 [資料 2-1.pptx](#),  [資料 2-2.pptx](#),  [資料 2-3.pptx](#)

3. 国際連携を基盤とする若手研究者の活躍

「研究」

No.22 (3)-1 優秀な若手研究者の活躍促進

実績報告

WPI プログラムでは、その国際化ミッションに関連して海外研究機関にサテライトを置いている。AIMR は現在、ケンブリッジ大学(英国)、シカゴ大学(米国)、清華大学(中国)の3大学に部局間協定に基づくジョイント・リサーチ・センター(JRC)を設置し、ポスドクを現地雇用・配置して国際共同研究を実質的に推進している。(資料 3-1.pptx)本年度はこれらに続く第4の JRC をスイス Empa に設置すべく、エネルギー材料を中心とした Intensive Workshop を 8 月に開催したが、同 Workshop は AIMR が主導する CRC-MS の若手研究者 5 人の手によって企画・運営された。Empa をハブとしてヨーロッパ大陸と連携する新 JRC は 25 年 5 月発足予定である。(資料 3-2.pptx)

所内若手研究者による成果としては、(1)表面コーティング材として知られるクロム窒化物に高速相変化機能を発見し、新メモリデバイスを提案、(2)数ナノメートルサイズの金属酸化物微粒子の精密合成技術を開発し、次世代材料設計を加速、(3)白金触媒の代替触媒と期待される窒素ドー

プカーボンの精密な特性評価装置を開発、(4)希土類単原子による二酸化マンガンの電気化学的酸素発生反応の大幅な活性化法を確立、持続可能なアンモニア生産を実現する革新的な銅ベース触媒の機能解明などが挙げられる。

AIMR が過年度に JrPI として採用した若手研究者 2 名は本年度 Top10%論文率 36.2%を示し、所全体の Top10%論文率を 3%引き上げた。こうした若手研究者の貢献により所全体の 10%論文率は 20%を超え、国際卓越研究大学構想での KPI 目標達成に向けて、本学の戦略策定に貢献した。

リサーチリード小田玲子教授を代表とする「多彩なキラル場と物質的キラリティーが織りなす未踏科学創成研究」が学術振興会のプログラム「core to core」に採択された(2025年4月～2030年3月)。この研究拠点形成により、活発で魅力的な若手研究者、学生の交流ルートを構築し、分野、国を超えた世界トップクラスの中核研究者として新分野を構築する次世代若手研究者を人材育成する。(資料 3-3.pptx) 小田玲子教授はフランス CNRS の国際研究体制プログラム International Research Project (IRP)にも代表として採択された:「Chiral Field-Matter Interaction」。キラルな光と物質の相互作用を理解し、機能強化や新機能の創出をめざす同プログラムでは、代表がこれまでに日本とフランス、ヨーロッパで築いてきた広範なネットワークを最大限に活用し、活発な国際共同研究を展開学生および若手研究者の交流を強化し、次世代の中核人材の育成を目指している。

 [資料 3-1.pptx](#),  [資料 3-2.pptx](#),  [資料 3-3.pptx](#)

4. 材料科学・数学連携でグリーン未来社会の実現に貢献

「社会との共創」

No.27 (1)-2 持続可能でレジリエントなグリーン未来社会構築への貢献

実績報告

グリーン未来社会の実現に資する大型プロジェクト JST-GteX(革新的 GX 技術創出事業)・水素領域の実施にあたり、高圧水素環境下での材料設計・精密解析が可能な最先端の共通機器群を所内に導入・整備して、内外の研究者に加えて産業界も利用できる新たな水素研究インフラ(高圧ガス第 2 種製造事業所)としての運用を開始した。今後、JST プロジェクトの枠を超えて、グリーン未来社会構築につながる新たな国際連携や産学連携のための研究開発拠点として機能することが期待できる。

AIMR 発のスタートアップである 3DC 社との連携により「3DC×東北大学 カーボン新素材 GMS で『世界を変える』共創研究ラボ」を、また、同じく AIMR 発スタートアップである AZUL Energy 社との連携により「AZUL Energy×東北大学 バイオ創発 GX 共創研究所」を設置し、それぞれカーボン新素材・グラフェンメソスポンジ(GMS)の社会実装(電極材料など)や新素材「AZUL」を通して GX に貢献する次世代材料を共創する研究開発および人材育成を目指している。(資料 4-1.pptx)

カーボンニュートラル社会の実現に資する成果としては、持続可能なアンモニア生産を実現する革新的な銅ベース触媒の機能解明、磁場技術による過酸化水素の環境調和型生産効率の大幅向上、及び SnO 系電極触媒による CO₂還元の新機構を解明、等の成果が特筆される。

グリーン未来社会の実現に資するプロジェクト SIP 第3期「スマートエネルギーマネジメントシステムの構築」では、関係企業等の参画の下、大学キャンパスを実証フィールドに水素・メタンなどへのエネルギーキャリアの変換やモビリティのカーボンニュートラル化に係るマネジメント技術の開発に取り組んでいる。今年度は、新たな学内交通システムとして片平一星陵間において、本学初となるオンデマンドバスの実証運行を行った。また、併せて、エネルギーの活用手段の一つである電気自動車の運用状況と消費電力を調査・分析するため、AIMR 公用車(EV)を導入し運用を開始した。(資料 4-2.pptx)

 [資料 4-1.pptx](#),  [資料 4-2.pptx](#)
