

【令和4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、2016 年度まで WPI プログラムにより支援を受け、研究所レベルで数学－材料科学連携を推進する革新的な研究所として認識されるに至った。将来にわたり長期的に数学－材料科学連携を加速して材料創製に繋げるために、2019 年度に開始した 3 つの「発展ターゲットプロジェクト(ATP)」を年ごとに進化させ、AIMR の全研究者が連携するとともに、異分野融合研究による研究成果が目に見える形となるよう努めた。(資料 1-1) [資料 1-1\(ATP\).pptx](#)。2022 年度には、トポロジカル絶縁体における準粒子ダイナミクスの解明(資料 1-2) [資料 1-2\(トポロジカル絶縁体\).pptx](#)、確率論的スピンドダイナミクスの分岐理論による記述(資料 1-3) [資料 1-3\(スピンドダイナミクス\).pptx](#)、次世代エネルギーデバイス実現に向けた分子状電極触媒の設計(資料 1-4) [資料 1-4\(分子状電極触媒の設計\).pptx](#) や超イオン伝導材料の開発(資料 1-5) [資料 1-5\(超イオン伝導材料の設計\).pptx](#)、トポロジカルデータ解析によるポリマー電解質のネットワーク構造の解明(資料 1-6) [資料 1-6\(トポロジカルデータ解析\).pptx](#)、リザーバーコンピューティングによる生物学的神経回路網の音声パターン認識(資料 1-7) [資料 1-7\(生物学的神経回路網\).pptx](#) 等において先進性・先駆性・独自性を有する研究成果を得ることができ、目標とする材料創製とデバイス開発に向け大きく前進した。

欧米も含め材料科学分野における Field-Weighted Citation Impact (FWCI)に低下傾向が見られる中、COVID-19 の影響による国内外連携の一時的な減速も加わり、前年度までは FWCI が落ち込むなどしたが、所長のリーダーシップによる国際頭脳循環や海外連携機関との共同研究等、国内外連携再強化により、FWCI が 1.4～1.5 程度まで回復し、WPI アカデミー拠点として世界最高水準研究を推進する姿を取り戻しつつある。

 [資料 1-1\(ATP\).pptx](#),  [資料 1-2\(トポロジカル絶縁体\).pptx](#),  [資料 1-3\(スピンドダイナミクス\).pptx](#),  [資料 1-4\(分子状電極触媒の設計\).pptx](#),  [資料 1-5\(超イオン伝導材料の設計\).pptx](#),  [資料 1-6\(トポロジカルデータ解析\).pptx](#),  [資料 1-7\(生物学的神経回路網\).pptx](#)

2. AIMR における海外トップ研究者との戦略的連携

「研究」

No.02 (1)-2 卓越した研究を基盤とした国際共同教育の深化

実績報告

東北大学材料科学高等研究所(AIMR)は文部科学省の事業として 2007 年に始まった「世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI プログラム)」によって設立された 17 の WPI 拠点(うち AIMR を含む先発 6 拠点は「WPI アカデミー拠点」に移行)の一つである。WPI プログラムは第一線の研究者が世界から多数集まってくるような、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しており、本プログラムによって採択された WPI 拠点は「世界から目に見える研究拠点形成」の実現とその持続のため、以下4つをミッションとしている。

①世界トップレベルのサイエンス

②異分野融合研究の推進とそれによる(世界のどこにもない)新学術領域の創出

③日本の大学・国研に定着した従来の運営・事務組織体制より脱却した世界水準の研究所運営・研究支援組織体制を構築するためのシステム改革(トップダウン型意思決定、英語の公用語化、手厚い研究者サポート等)

④国際化(国際的研究環境の構築、国際共同研究ネットワークの構築)

AIMR は、WPI 補助金支援期間(2007~2016 年度)にこれら4つのミッションを着実に遂行し、2016 年度の最終評価において WPI プログラム委員会より世界トップレベル研究拠点としての地位(World Premier Status)達成の認定を得、2017 年度には WPI アカデミー初代メンバーの一員となった。WPI アカデミー拠点への移行後も、研究力そのものを強化するミッション①・②と研究環境を整備するミッション③・④の両輪をバランスよく機能させ続けることが、World Premier Status を維持するために必要となる。

ミッション④の国際化に関して、WPI プログラムでは海外研究機関にサテライトを置くことが必須とされており、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 大学にジョイント・リサーチ・センター(JRC)を設置し、ポスドクを雇用・配置して、実質的な国際共同研究を推進できる仕組みを構築している(資料 2-1)資料 2-1(JRC の発展).pptx。米国の JRC は当初、カリフォルニア大学サンタバーバラ校(UCSB)に設置したが、関係者の異動等もあり、2014 年よりシカゴ大学 JRC の立ち上げに着手し、2016 年からはシカゴ大学に一本化している。中国・清華大学の JRC(協定書上の名称は Joint Research Team; JRT)は指定国立大学法人事業として東北大学内に設立された「材料科学世界トップレベル研究拠点(Core Research Cluster for Materials Science)」の国際連携加速を目的として設置されたが、実質的には材料科学拠点の中核部局である AIMR がその運営を担っている。現在、ケンブリッジ大学 JRC ではトポロジカルデータ解析(TDA)等の数理科学的手法を用いた新材料構造探索および機能予見を、シカゴ大学 JRC ではスピントロニクスに立脚した量子材料開発を、また清華大学 JRC(JRT)では角度分解光電子分光(ARPES)等、AIMR の強みである計測技術を活用した共同研究によりトポロジカル物質の探究を進めている。









JRC のような組織間の国際連携の仕組みを成立させるためには(英語の)協定書調印に至るまでの煩雑な準備と手続きが必要であり、従来の大学のシステムでは研究者(教員)の負担が大きかったが、AIMR では International Affairs Center (IAC) が協定書調印に向けた準備を担っている。研究内容を議論するのは研究者であるが、それ以外の部分は可能な限り、IAC スタッフを中心とする研究支援部門スタッフが引き取り、研究者の負担軽減に努めている。IAC という国際関係の専門家セクションを設置したことで初めて JRC の円滑な立ち上げと維持が可能になっているとも言える。

JRC を介した共同研究により 50 編(資料 2-2 参照)資料 2-2(JRC 論文数).pptx に及ぶ国際共著論文が出版され、2017 年以降の Field-Weighted Citation Impact (FWCI) は 2.0 前後、トップ 10%論文割合は 30%前後であり、AIMR の論文数値指標の向上に大きく寄与している。COVID-19 の影響が現れた 2020 年度以降は JRC との往来が困難となり共同研究の一時的な減速が認められたが、オンラインミーティング等を活用することで、2021 年度以降は再び共同研究が活発化している(資料 2-3)資料 2-3(JRC 共同研究).pptx。2022 年度にはケンブリッジ大学 JRC で新しいポスドクを採用、またシカゴ大学 JRC の AIMR 側担当教員を増員するなど、

JRC のアクティビティを維持・強化する措置を講じた。JRC は WPI(アカデミー)拠点としての AIMR の最大の特徴の一つであり、このノウハウをもって東北大学全体の研究力強化に貢献する所存である。

AIMR は JRC 以外にも国際ネットワークを拡げる取り組みを行っている(資料 2-4)資料 2-4 (国際ネットワーク).pptx。AIMR は 2007 年の設立以降、海外 PI を戦略的・継続的に刷新してアクティビティの向上を図ってきたが、2022 年度には新たに2名の著名研究者を海外 PI として迎え入れ、エネルギー・水素科学分野、非平衡材料分野における国際連携を強化した(資料 2-5,2-6)資料 2-5(新海外 PI-1).pptx 資料 2-6(新海外 PI-2).pptx。本学のプロフェッサー、ユニバーシティ・リサーチリード制度を利用し PI に着任いただいた小田玲子教授(CNRS 第 1 級研究部長・ボルドー大学)の研究スペース整備が進み、雇用するポスドクも決定するなど、小田研究室の立ち上げも順調に進んでおり、2022 年 11 月にはボルドー大学とのジョイントワークショップも開催した(東北大学での現地開催)。また、COVID-19 の影響を受けながらも、Global Intellectual Incubation and Integration Laboratory 制度(GI³ Lab)や AIMR 若手研究者海外派遣プログラムによる研究者招へい・派遣をオンラインでも可能にするなど工夫(オンライン業務委託やオンライン派遣)をし、国際交流が途切れないよう努めてきた(資料 2-7)資料 2-7(若手研究者国際頭脳循環).pptx。更に 2022 年度には、海外 PI も構成員とする水素科学 GX オープンイノベーションセンター(資料 2-8)資料 2-8(水素科学 GX).pptx を立ち上げるなど、学内外に加えて海外 PI の頭脳も生かした組織的な取り組みにも着手した。

AIMR は今後も JRC、ならびに海外 PI との連携を戦略的に機能させ、「世界から目に見える」質の高い研究成果を出し続けていく。

 資料 2-1(JRC の発展).pptx,  資料 2-2(JRC 論文数).pptx,  資料 2-3(JRC 共同研究).pptx,  資料 2-4(国際ネットワーク).pptx,  資料 2-5(新海外 PI-1).pptx,  資料 2-6(新海外 PI-2).pptx,  資料 2-7(若手研究者国際頭脳循環).pptx,  資料 2-8(水素科学 GX).pptx

3. 数学－材料科学連携の実績を生かした波及効果と産学連携

「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 の数理科学オープンイノベーションセンターでは、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。2022 年度は、戦略的イノベーション創造プログラム(第3期)に向けたフィージビリティスタディとして「再生可能エネルギーの自立化と次世代モビリティ(EV)との連携」に取り組み、特に、新青葉山キャンパスでの実証実験に向けて本学施設部の協力のもとに電力データや施設情報の提供を受け、電力需要の解析を行った。併せて関連企業とタスクフォースを構成し、グランドデザインの作成を始めた。自治体のスマートシティ関連部署との連携構築の準備も進めた。電力とモビリティの多重化によるレジリエンス向上をテーマに、再生可能エネルギーを電気エネルギーだけでなく水素やメタンといった化学エネルギーにも変換するなど、様々な要因による需要の変動に対応できる最適なエネルギー組成を試算した。また、再生可能エネルギーでは避けられない発電のゆらぎを予測する手法としてリザーバ計算に着目し、先行して知見を持つ AIMR のスピン系・バイオ系グループや数学連携グループと協働して、「交通の流れ」のような現実世界の現象を活用した新しい計算技術の開発も進めた(資料 3-1 は自動走行の

TaaC(Traffic as a Computer)システムを使った実験の様子)資料 3-1(TaaC システム解析設備).pptx。

本センターの主要プログラムの一つである g-RIPS-Sendai 2022(資料 3-2)資料 3-2(g-RIPS-Sendai).pptx では、トヨタ自動車と筑波大学に設置した F-MIRAI とともに次世代モビリティサービスのデザインに関するテーマを設定して共同研究を行い、つくば市の交通データをもとに待ち行列理論と車両からの排ガスモデルを組み合わせた新しいモデルを構築した。三菱電機とは走行車両によって取得した不完全な道路情報をグラフマッチングの技術に関する共同研究を行った。

2020 年度に設置したトポロジカルデータ解析(TDA)コミュニティも、その活動を発展させている。参加企業数は 2022 年度中に 44 社に達し、数学を基盤とするこの技術が産業界からの注目を引き続き集めていることが分かる(資料 3-3)資料 3-3(TDA コミュニティ).pptx。企業との共同研究による鉄鋼材料など具体系への応用事例に対しては本学の研究者からも強い関心が寄せられており、学内頭脳循環のひとつの形として工学研究科から 2 名、多元研から 1 名の若手研究者を新たに受け入れ、学内連携の推進を念頭に置いた技術指導を始めた。

 資料 3-1(TaaC システム解析設備).pptx,  資料 3-2(g-RIPS-Sendai).pptx,  資料 3-3(TDA コミュニティ).pptx

4. 研究環境及び研究支援体制の推進

「業務運営の改善等」

No.44 (1)-2 東北大学ブランドを高めるための戦略的広報の強化
実績報告



・広報による研究支援

情報発信で研究を支援する AIMR 広報戦略室では、従来、研究者の要望に基づき論文発表成果のプレスリリース支援を行ってきたが、2022 年度に広報の人員を強化して現状のプレスリリース件数とページビュー数の分析(資料 4-1)資料 4-1(日英プレスリリース).pptx を行い、英文プレスリリースが日本語プレスリリースに対して件数で約 1/3、ページビュー数では 1/20 に留まっていることを明らかにした。加えて、WPI 拠点としての利点を最大限に活用し、他拠点のアウトリーチ担当者と研究成果発信に関する情報共有を図った。これらの分析結果と共有情報に基づいて英文プレスリリース件数増加の具体的方策を立案し、より魅力的なリリース文を配信すべく、検索ワードとアクセス元地域の統計データを研究者に提供するとともに、所内セミナー等で英文プレスリリースに関する周知と啓蒙に努めた。英文プレスリリース発出の加速と並行して公式 Web ページを充実させ SNS での研究成果発信を強化した結果、英国 BBC より TV プログラム取材を受けるなど、国際ブランディングの強化を図ることができた(資料 4-2)資料 4-2(国際ブランディング強化).pptx。

・研究環境整備

全所の研究パフォーマンスを最大化するため、研究スペースの効率的活用と新規スペースの捻出を図った。各研究室の意向に配慮しつつ、所全体としてのパフォーマンス最大化を実現するため、研究支援部門が主体となって各研究室の所有装置の集約と再配置を実施した。具体的には、物理特性測定システム(PPMS)を共通機器室に近接して集約設置し、量子・スピン関係の研究を効率化させた。これにより所の戦略的人事や独自の招へい制度で新規参画する研究者に十

分なスペースを配分することが可能となり、将来的に参画する研究者に対するスペース確保の準備も整った。

 [資料 4-1\(日英プレスリリース\).pptx](#),  [資料 4-2\(国際ブランディング強化\).pptx](#)

5. 基礎研究に立脚したイノベーション創出と社会実装

「研究」

No.03 (2)-1 戦略的産学共創の展開

実績報告

世界的なグリーン転換(GX)の流れを受けて、水素をエネルギーとして利用に関する技術開発のみならず、それを強力に先導する「水素科学」の視点での学理構築が強く求められている。これは、「水素は極めて多様な性質を有し、未知な部分も多く、アカデミアによる学理追及と人材育成を通じて、水素技術を強化することが急務」とする文部科学省の提言(2022年6月24日 研究開発局環境エネルギー課)においても明記されている。これらを踏まえ、所内に「水素科学 GX オープンイノベーションセンター」を設置した([資料 5-1](#)) [資料 5-1\(水素科学 GX 設立\).pptx](#)。

同センターでは、AIMR がこれまで培った材料科学・数理科学を含む総合的な基礎研究力を水素科学に展開することで、国内外の研究機関や産業界と連携して、革新的な水素活用材料(高密度水素貯蔵材料、高活性触媒材料、高温超伝導材料など)、創蓄電デバイスや物質変換プロセスなど、多彩な研究に取り組んでいる。関連分野における国内および海外のトップ研究者(現在、所内のコアメンバー9名、国内外のアソシエイトメンバー12名)を中心として、水素科学に関する研究会の運営や放射光・中性子などを用いる大型研究施設との連携などを通じた研究(および研究インフラ)ネットワークの強化を図っている。また、関連分野の包括的産学連携や産官学での人事交流を促進する体制の構築も進めている。

その第一歩として、AIMR を受け入れ部局とした「住友金属鉱山×東北大学 GX 材料科学 共創研究所」を設置した([資料 5-2](#)) [資料 5-2\(共創研究所の設置\).pptx](#)。この共創研究所では、クロスアポイントメント制度を活用して企業より運営統括責任者を招聘雇用し、組織的連携のビジョン共創パートナーシップに基づいた GX(グリーン転換)材料科学^(※1)に関する研究開発テーマの探索、および探索したビジョン共創テーマの研究企画の立案と推進を部局横断的に行っている。併せて、水素関連の新材料開発テーマを自ら提案でき、将来的に共創テーマをファシリテートする若手人材の育成に着手した。

さらに、カーボン新素材やバイオマス機能材料等の所内の卓越した研究シーズを活用し、第二、第三の共創研究所の設置準備も進めている。

(※1) GX(グリーン転換)材料科学

2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、温室効果ガスを発生させない再生可能なクリーンエネルギーに転換し、経済社会システムや産業構造を変革させて成長に繋げるための新材料開発に資する材料科学

 [資料 5-1\(水素科学 GX 設立\).pptx](#),  [資料 5-2\(共創研究所の設置\).pptx](#)

6. 研究支援活動による研究専念時間の確保に係る取組

「教員の研究時間確保」

実績報告

研究支援部門長による研究者目線での URA 的業務支援

WPI プログラムでは研究者が研究に専念できる環境を作ることを重要課題とし、研究支援部門に研究経験のある研究支援部門長を置くことを必須としている。研究者が抱える研究業務以外の雑務を研究支援部門長が察知し、ひとつでも多くの雑務を研究支援部門で引き取ることで、研究者が研究に専念できる体制を構築している。AIMR は文部科学省が 2012 年に URA 育成・確保のための事業を開始する以前から中堅・現役の研究者を研究支援部門に配置しており、現在では研究支援部門長が自ら URA 認定を受け、研究者目線での研究力分析・業績評価・研究スペース整備といった URA 業務を行っている。

計算機の運用支援を通じた研究室の立ち上げの加速

研究者がより多くの時間を研究に使えるように、共通機器室による実験・測定のサポートと並んで、2022 年度は計算支援ユニットによる計算機シミュレーションやデータ解析のサポートにも力を入れて取り組んだ。計算サーバのような計算資源の導入や維持管理は、各研究室が個別に行っても時間や手間にコストや品質が見合わない場合が少なくない。そこで、共用の基幹インフラと運用ノウハウを有する計算支援ユニットで各研究室の計算サーバを受け入れる体制を整え、研究時間の確保と研究費の効率的な利用を強力に後押しした。例えば 2022 年 4 月に海外から赴任した Hao Li Jr. 主任研究者に対しては、計算機の仕様策定・調達・設定管理までの包括的なサポートを行うことで最初から研究に専念できる環境を整え、グループの立ち上げから研究活動が軌道に乗るまでの流れを加速して業績の早期のアウトプットに繋げることができた。他にも、若手研究者の計算サーバを個別に受け入れたり、空きのある計算資源をカスタマイズして実験系研究室に貸し出したりすることで、研究者がシミュレーションやデータ解析そのものに時間を使えるよう支援した。

海外連携への包括的な支援

外国人研究者割合の大きい AIMR は外国人研究者への支援体制を充実させてきており、この取り組みが国際サポートセンターとして全学に横展開された。今年度は、同センターへの業務支援(培ったノウハウの移転等)を行うとともに、所内の業務分担を明確にして効率化を図っている。また、今後の新型コロナ対応の緩和を見越して、海外ジョイントリサーチセンターの再活性化、来日した外国人研究者のサポート拡充を進めている。来日直後の実験系研究者が円滑に実験を開始できるような視点での共通機器室の整備にも取り組み、英語対応が可能な技術職員の継続的な配置や研究設備の DX 化の推進を通して、外国人研究者ゆえの負担の低減を行った。

材料科学世界トップレベル拠点 URA との連携

(31 材料科学高等研究所)

材料科学世界トップレベル研究拠点 URA と連携して国際公募を実施した。「ソフトマター・バイオ」、「スピン・量子物性」、「構造・耐環境性」、「エネルギー・物質変換」の4領域に計 79 名の応募あり、この中から計 4 名(各領域 1 名)の秀逸な海外若手研究者を獲得した。これら 4 名にも AIMR における上記の取り組みを最大限活用しつつ、材料科学世界トップレベル研究拠点の研究者にとっても研究時間の確保につながるようなシステムリフォームに継続的に取り組んでいる。