

## 【令和3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

#### No.20 ①-2 世界トップレベル研究の推進

##### 実績報告









AIMR では、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、海外 JRC(ジョイントリサーチセンター) 共同参画の下、3 つの「発展ターゲットプロジェクト(ATP)」と進化させ、前年度に引き続いて全研究者が連携するとともに、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) [資料 1 \(WPI\).pptx](#)

発展ターゲットプロジェクトの推進により得られた成果を実際の材料創製とデバイス開発に繋げることで、新たな遷移金属カルコゲナイド系トポロジカル材料での二次元 Mott 絶縁体の開発(資料 2) [資料 2 \(WPI\).pptx](#)、p-bit コンピュータにおける高速面内スピン反転の機構解明(資料 3) [資料 3 \(WPI\).pptx](#)、トポロジカルデータ解析と先端イメージング技術を活用した高機能水素化物を用いた電池材料の開発(資料 4) [資料 4 \(WPI\).pptx](#)、ポロノイ解析に基づく多孔質グラフェン材料の粒界構造解析による自然冷媒を利用する新型ヒートポンプの開発(資料 5) [資料 5 \(WPI\).pptx](#)、カーン=ヒリアード方程式での構造予想に基づく相分離ポリマーを活用した COVID-19 向け高感度・高選択性バイオセンサーの開発(資料 6) [資料 6 \(WPI\).pptx](#)、白金を含有しない高性能電極触媒を用いた燃料電池や金属空気電池の開発(資料 7) [資料 7 \(WPI\).pptx](#) 等、先進性・先駆性・独自性を有する研究成果を数多く輩出した。

これらの研究成果により、国際共著論文比率および FWCI はそれぞれ 58.5%および 1.51(いずれも 2018-2020 年度の平均値)となり、高い研究競争力を維持し続けている。

加えて、2021 年 6 月に改組刷新した、ノーベル賞受賞者を含む AIMR アドバイザリーボードの第一回委員会を開催し、数学-材料科学連携の研究コンセプトおよび発展ターゲットプロジェクトの推進により得られた成果について高い評価を得るとともに、大学の研究所である利点を活用し学生を含む幅広い世代の研究者が連携できる体制の構築等の貴重な助言を受け、AIMR の今後の運営方針に取り込んだ。(資料 8) [資料 8 \(WPI\).pptx](#)

さらに、WPI アカデミー拠点のフォローアップの一環として行われた JSPS WPI 拠点形成推進センター長の宇川アカデミーオフィサー(AD)および理化学研究所 客員主管研究員の長田アカデミーオフィサー(AO)による拠点訪問(オンライン開催)においても、数学-材料科学連携の体系化や発展ターゲットプロジェクトの将来像を提示、補助金終了に一旦減少した全体予算の回復や国内外からの秀逸研究者のリクルーティング成功等の取り組みも含めて、高く評価された。

 [資料 1 \(WPI\).pptx](#),  [資料 2 \(WPI\).pptx](#),  [資料 3 \(WPI\).pptx](#),  [資料 4 \(WPI\).pptx](#),  [資料 5 \(WPI\).pptx](#),  [資料 6 \(WPI\).pptx](#),  [資料 7 \(WPI\).pptx](#),  [資料 8 \(WPI\).pptx](#)

## 2. 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

### No.23 ②-2 イノベーション創出を实践する研究の推進 実績報告

AIMR 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広く材料科学を含む幅広い領域での連携推進を目指している。その中心事業のひとつである g-RIPS-Sendai プログラム(資料 9、10)資料 9-10(数理 OIS).pptx は、2021 年度は三菱電機の2課題、NEC とトヨタ自動車からそれぞれ1課題を完全オンラインで実施した。三菱電機の先端技術総合研究所からの課題では、異種デバイスを用いた遠隔ロボット操作における一体感を実現するための多様体学習などを取り入れた適切な写像の構築に取り組み、同社情報技術総合研究所の課題では、無線局の配置最適化問題に対してパーシステントホモロジーを導入し、現実の問題への適用に取り組んだ。NEC からの課題では、東北大学に設置されている新しいベクトルプロセッサ SX-Aurora-TSUBASA を用いてニューラルネットワークの一種であるボルツマンマシンによる機械学習を実装し、トヨタ自動車の出資で筑波大学に設置されている F-MIRAI センターからの課題では、次世代モビリティサービスの対象として郊外地域を取り上げ、公共交通機関としての路線バスの運行最適化を含めた MaaS (Mobility-as-a-Service) の問題に取り組んだ。国際的ネットワークの一環として UCLA の IPAM から米国人学生派遣やプログラム運営についての支援を受け、オンラインではありながらも充実したプログラムとなった。その中から、国内ではまだ稀な数学分野と企業との共同研究に繋がったケースが出てきているのが 2021 年度の大きな成果である。

本センターではさらにトポロジカルデータ解析 (TDA) コミュニティを設置し、その活動を発展させている。特に 2021 年度中に参加企業数が 15 社から 34 社に倍増し、この技術に対する産業界からの注目の高さを表す形になっている。その他にも個別企業との議論の場を継続的に設けるなどの活動を続けている。(資料 11)資料 11(数理 OIS).pptx

 資料 9-10(数理 OIS).pptx,  資料 11(数理 OIS).pptx

## 3. 国内外頭脳循環の推進

### No.27 ①-2 世界をリードする優れた研究者等の確保 実績報告

東北大学が世界トップレベル研究者獲得のために新設した人事制度(プロフェッサー, ユニバーシティ・リサーチリード)や AIMR が全学に先駆けて開始した海外研究者との業務委託契約制度等を活用し、女性研究者2名含む世界で活躍する秀逸研究者を受入れることで、国際的ネットワークの強化、国際共同研究の推進に寄与する。

#### 1. プロフェッサー, ユニバーシティ・リサーチリードによる女性研究者の受入れ

東北大学が新設したトップレベル研究者獲得のための人事制度であるプロフェッサー, ユニバーシティ・リサーチリードによる採用を大学より承認された小田玲子氏(フランス国立科学技術センター(CNRS)第1級研究部長・ボルドー大学勤務)に PI として着任いただくこととなった。2022 年度より、当面は CNRS とのクロスアポイントメントによって、研究室立ち上げも含め AIMR での研究を開始いただく予定である。キラリティーに立脚したトップレベルサイエンスと有機・無機の物質世界を包括的につなぐ融合研究、並びに欧州との連携強化(国際化)をお願いする。(資料 12)資料 12(新 PI).pptx

#### 2. 海外研究者との業務委託契約制度を利用した女性研究者の受入れ

AIMR が全学に先駆けて開始した海外研究者との業務委託契約制度を利用し、トヨタ北米先端研究所 (TRINA) 研究員である Rana MOHTADI (ラナ モータディ) 氏に 2022 年度より、海外 PI として着任いただく。専門分野はエネルギー貯蔵を目的とした電池技術や水素科学、エネルギー変換を目的とした燃料電池技術や電気化学であり、国際連携と産学連携の両面でご活躍いただく。(資料 13) [資料 13 \(新 PI\).pptx](#)

 [資料 12 \(新 PI\).pptx](#),  [資料 13 \(新 PI\).pptx](#)

## 4. 研究環境及び研究支援体制の推進

No.32 ②-3 附置研究所等の機能強化

### 実績報告

AIMR の国際推進係 (IAC) では、従来、全学の外国人研究者 (渡日後) の方を対象にオリエンテーションを実施していたが、現在のコロナ禍を踏まえた新たな取組として、全学の外国人研究者 (渡日前) に対し、来日前及び来日直後の必要な手続、仙台での生活情報等に関する動画を 2022 年 8 月 23 日からウェブサイト上で公開した後 (アクセス数は公開後 1 週間で 73 回、2022 年 3 月 10 日までに 818 回のアクセスを記録 (参考値: 2022 年 7 月 8 日現在 1,568 回))、9 月 13 日 (アジア・欧州地域) 及び 9 月 15 日 (米国地域) の 2 回に分けてオンラインで Q&A セッション (参加者 6 カ国 9 名) を実施した。また、特に AIMR の外国人研究者 (渡日前) に対しては、個々のニーズに応じた個別相談会 (参加者 3 名) を企画・実施し、外国人研究者支援機能の強化を図った。これらの新たな取組に対する参加者の満足度は総じて高く、渡日前から外国人研究者とコミュニケーションが円滑に行われ、日本での生活に対する不安を解消させ、研究へのモチベーション維持・向上させることができ、参加者の満足度も高かった。(資料 14) [資料 14 \(オリエンテーション\).pptx](#)

共通機器室では、主に所内の研究者を対象として実験測定を支援するサービスを行なっているが、材料科学分野における近年のデータ科学的アプローチの流れや、2 年にも及ぶ新型コロナ感染症による影響を踏まえて、実験装置のリモート対応に着手した。まず、利用者の多い X 線回折測定装置と 1 件あたりの使用時間が長いスパッタ成膜装置を対象に、安全面に留意しつつネットワーク経由での制御やデータ解析ができるよう既存の設備を改修した。それぞれ 2021 年 9 月と 2022 年 3 月に試験運用を始め、テストユーザからの良好な評価が得られた。次年度からの正式サービス開始により、新型コロナの感染抑止や機器の稼働率の向上、研究者の時間の効率的な活用といった効果も得られると期待される。次年度は顕微鏡系の機材のリモート対応を行うなど、費用対効果や課題、テクニカルサービスセンター (TSC) の動きを踏まえながら継続的に対象機器を増やす予定である。実験におけるデータ科学的アプローチを推進するための中期的視点では、これらは材料分野に強みのある本学独自の研究 DX として、生成・取得したデータを活用するための先進的な取り組みの一環に位置付けている。(資料 15) [資料 15 \(共通機器\).pptx](#)

 [資料 14 \(オリエンテーション\).pptx](#),  [資料 15 \(共通機器\).pptx](#)

## 5. 基礎研究をベースとしたイノベーション創出と社会実装

No.23 ②-2 イノベーション創出を実践する研究の推進

### 実績報告

カーボン系素材は多岐に渡る分野で使用されており、新素材の用途には多くの可能性が存在する。そこで、AIMR 西原グループで開発したカーボン系新素材を利用して社会的な課題のソリューションを提供するための大学発ベンチャー創設を目指した活動を行った。

世界で脱炭素化の動きが活発化する中、蓄電・発電デバイスの性能向上や次世代デバイスの開発競争が活発化している。例えば、電気二重層キャパシタ(EDLC)はリチウムイオン電池より性能は劣るがクリーンな蓄電デバイスとして、自動車・列車や自然エネルギー発電用の大規模蓄電などへ用途拡大が期待されている。2019年の世界市場は約380億円と評価され、2020年から2027年にわたって12%を超える割合で成長すると予想されている<sup>[1]</sup>。CO<sub>2</sub>を発生しないクリーンな発電デバイスである固体高分子形燃料電池(PEFC)は、燃料電池自動車(FCV)や定置型発電デバイスに使用されており、世界市場は2019年の2,513億円から2030年には4兆4724億円に拡大すると予想されている<sup>[2]</sup>。また、全固体電池や金属空気電池といった次世代電池は現在開発が活発化しているが、これら次世代電池の2030年における世界市場は1兆4940億円と予想されている<sup>[3]</sup>。

AIMR 西原グループが開発した試料16に示すカーボン新素材「グラフェンメソスポンジ(GMS)」は、EDLCの高性能活物質(電気を蓄える材料)、PEFCの長寿命Pt担体(発電を担う心臓部の部材)、全固体電池ならびに金属空気電池を実現するための新規正極材料としてのニーズがあることが分かっている。GMSは日産自動車との共同研究により開発し、2016年に特許を共同出願(特許第6460448号)、論文発表(*Adv. Funct. Mater.* 2016)・プレスリリースを行い、カーボン関連の産業界に大きなインパクトを与えた。(資料16)資料16(3DC).pptx

そこでGMSの社会実装を行うため、大学発ベンチャー創設の準備を進めた。まず2021年5月に東北大プレスリリースにて、GMSをMTAにより有償提供をすることを告知したところ、40社以上の多くの企業から問合せを頂き、15社へのMTAによるサンプル提供に繋がった。この活動を通じ、GMSのマーケティングと課題抽出ができ、事業計画を策定することができた。5月20日には仙台市ビジネス創出支援プログラム「SENDAI NEW PUBLIC」のDEMO DAYにてピッチ講演を行い、「リアルテックファンド賞」を受賞、8月にはJSTが企画するイノベーション・ジャパン2021に出展、9月にはリバネス主催のディープテックグランプリ2021にて「最優秀賞」と「Real Tech Fund 賞」を受賞(資料17)資料17(3DC).pptx、10月にはBIPビジネスプラン審査会にてNEDO賞を受賞、2022年度のNEDO-NEPの採択に繋がった。さらに、令和4年度産学連携・スタートアップアドバイザー(プロジェクト伴走型支援)派遣事業にも採択されている。

これらの準備期間を経て、2022年2月22日に、株式会社3DCを創立した(AIMR 教員である西原PIが代表取締役CEOに就任)。

[1] Reportoearn.com;

[2] (株)富士経済, 「2019年版 燃料電池関連技術・市場の将来展望」

[3] JOGMEC; [4] Allied Market Research 調べ; [5] Global Market Insights, Inc.

 資料16(3DC).pptx,  資料17(3DC).pptx

## 6. 研究支援活動による研究時間確保に係る取組

### 実績報告

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、事務部門(研究支援部門)に研究経験のある事務部門長(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以外の業務(雑務)を、事務部門長(研究支援部門長)が中心となって研究者目線で察知し、一つでも多くの雑務を事務部門(研究支援部門)で引き取り、研究者が研究に専念できるようにしている。加えてAIMRでは、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、研究担当副事務部門長として中堅現役研究者を事務部門(研究支援部門)に配置し、今日においてURA業務と認識されている様々な活動を展開、研究者が研究に専念できる環境を創出してきた。

外国人研究者割合の大きいAIMRでは外国人研究者の支援体制拡充が必須であり、また国際シンポジウムの開催、海外ジョイントリサーチセンターの運営等、国際連携を推進する専門部署が必要であることから、研究支援部門内に国際推進係(IAC)を設置している。IACでは、全学の外国人研究者の方を対象に渡日後にオリエンテーションを実施していたことに加え、現在のコロナ禍を踏まえた新たな取組として、全学の外国人研究者の方を対象とした来日前及び来日直後の必要な手続、仙台での生活情報等に関する動画を2021年8月23日からウェブサイト上で公開した。その後、9月にアジア・欧州地域及び米国地域の2回に分けてオンラインでQ&Aセッション(参加者6カ国9名)を実施、また、個々のニーズに応じた個別相談会(参加者3名)を企画・実施し、外国人研究者支援の機能強化を図った。これまでに培ったノウハウは本部に新たに設置された国際サポートセンターへ全学展開された。加えて国際サポートセンターと連携、協力することにより、より一層の外国人研究者支援を充実させ、渡日後から研究開始までの環境整備に係る時間を大幅に減少させることが可能となり、研究時間の確保につながった。(資料18) [資料18\(IAC\).pptx](#) 英語対応が可能な技術職員を配置した共通機器室も外国人研究者が言語の問題で困ることなく研究に専念できる環境作りに貢献している。(資料19) [資料19\(共通機器室\).pptx](#)

また、世界トップレベル研究拠点事業等による国際シンポジウム開催に係る企画、運営を、研究支援部門(国際推進係等)事務職員等が世界トップレベル研究拠点URAと連携、協力して行う体制を構築し、教員の負担軽減を図り、研究時間の確保につながった。

 [資料18\(IAC\).pptx](#),  [資料19\(共通機器室\).pptx](#)