

【令和6年度実績】

1. 学内でも有数の外部資金獲得の実績とその定常的獲得に向けた強化策

「研究」

No.18 (1)-1 自由な発想に基づく基礎研究の推進および新興・分野融合研究の開拓, No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進

実績報告

最終プロジェクト評価で「目標以上の成果があった」と評価:

1. 久保プロジェクト(計算化学)

高耐久性・高信頼性材料の開発に際して、従来の小規模な計算科学シミュレーションでは、材料劣化・摩耗・腐食・破壊現象などの解明や金属・セラミックス・高分子・炭素材料など多成分から構成されるコンポジット材料の設計を目的とした計算科学シミュレーションは不可能であった。久保プロジェクト「超大規模計算科学シミュレーションの産業展開」は、産業界が求める燃料電池、トライボロジー、構造材料の3つのサブテーマのいずれにおいても、当初の予定通り、それぞれが対象とする大規模シミュレーションを実施可能とする高度なシミュレータ群の開発に成功している。中でも、積極的に企業からのコメントを受け、それを反映させるため、構築したシミュレータをベースに、当初の予定になかった、電極反応と触媒劣化を同時に扱えるシミュレータ、分子数可変の摩擦シミュレータ、ニューラルネットワーク分子動力学シミュレータとそれに基づく腐食シミュレータなど、さらに高度なシミュレータ群を開発している。さらに、これらの高度シミュレータを用いて、大規模解析でしか解明できない根本メカニズムを数多く発見し、材料設計指針を得ることに成功している。これらのことから、当初の計画を大きく上回る進捗が見られると判断される。

2. 須川プロジェクト(半導体)

NICHE の設立目的の、新しい技術・産業分野の創出のために組織の枠を超えて産業界等と共同研究の推進を図り先端的かつ独創的な開発研究とその成果の社会実装を推進するために、わが国の強みである半導体製造装置・部素材技術およびイメージセンサ技術の一層の競争力強化と新たな分野開拓に向けた技術開発を実施した。具体的には、竣工後 20 年を経過した未来情報産業研究館のクリーンルームの設備機器の更新および改修工事を実施しクリーンルーム環境を世界先端最高水準にアップデートした上で、半導体部材プロセス装置技術、半導体製造プロセス技術、半導体イメージセンサ・デバイス、および、先端半導体技術分野の重要テーマについて産学連携を基軸として開発研究を行い技術移転・実用化を推進した。その実現のために、中立なポジショニングをとり大学がハブとなって、さまざまな階層の企業(群)とシステム、回路、デバイス、プロセス、製造装置、部材、計測評価、インフラ・ユーティリティに関わるすべての先進的開発を同時並行的に進め、また、クリーンルーム施設・装置をオープンイノベーションの場として提供し、開発技術のさらなる追究・独創化・深化・普及・発展を図った。評価委員からは「技術移転 24 件、製品化 24 件を達成し、またそれらすべてが新産業分野創出に結びついていること、及び当初の目標を越えて大きな展開を図っている成果が幾つかあること、更にこれらの成果が、国の半導体プロジェクトの一つである最先端半導体技術センター(LSTC)設立に大きく寄与したことは、半導体集積回路・デバイス・製造技術分野において日本の競争力を一層強化発展させることに多大な貢献を果たした。」と評価された。

*** NICHe の特長: 世界の国際卓越大学並みに、定年後でも教員は研究活動等が継続できる雇用システムを整備**

上記のように須川 PL は定年後も NICHe において、活発に研究活動を実施し、優れた実績を挙げている。

世界の国際卓越大学では、一般的に定年後でも、教員の希望で教育・活動を継続できる雇用システムが整備されている。しかし、日本の大学では、一般的に、定年後の教員雇用には消極的であり、研究、教育活動を継続するのは難しいのが現状である。NICHe では、教員が定年後でも、どの部局に所属していたかは無関係に、主に研究活動が継続できる雇用システムを整備している。研究活動の支援として、研究スタッフの採用など、プロジェクトの進捗に合わせた人員配置に柔軟に対応している。更にプロジェクト支援を目的とする開発企画部という専門スタッフも常駐している。

現在、NICHe において 12 名の定年後の PL が、「大学のポテンシャルを基に産業・社会の課題解決のためのプロジェクト研究を外部と連携して行う」活動を活発に実施している。

国際卓越研究大学は「国際的に卓越した研究の展開及び経済社会に変化をもたらす研究成果の活用が相当程度見込まれる大学」を目指すものであり、NICHe の部局の特長として、今後も定年を迎えた研究者が、産業・社会の課題解決のためのプロジェクト研究を活発に外部と連携して行うシステムを推進していく方針である。

2. 学内でも有数の外部資金獲得の実績とその定常的獲得に向けた強化策

「研究」

No.18 (1)-1 自由な発想に基づく基礎研究の推進および新興・分野融合研究の開拓, No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進

実績報告

長坂徹也教授は、メタウォーター(株)、国立環境研究所、住友商事共同研究体と共に、国交省の「下水道施設における 2050 年カーボンニュートラルに資する技術」に対し、「下水汚泥焼却灰からのリン酸抽出グリーン新技術」を研究課題として申請し採択された。下水汚泥焼却灰から黄リン製造法の原料に資するリン酸の効率的抽出と、リン酸抽出残渣の利活用を推進できるグリーン新技術を開発する。

2024 年度から開始した黄リン精製側の NEDO プロジェクトに加え、黄リン製造の原料調達に関する国交省プロジェクトの両方の研究を行い。カーボンニュートラルに貢献する。

* 国土交通省

令和7年度 応用研究(下水道)で実施する研究テーマについて

https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000997...

<新たに採択する研究テーマ>

募集テーマ: 下水道施設における 2050 年カーボンニュートラルに資する技術

[1]研究名: 下水汚泥焼却灰からのリン酸抽出グリーン新技術

実施者：東北大学、メタウォーター(株)、国立環境研究所、住友商事共同研究体

概要：下水汚泥焼却灰から黄リン製造法の原料に資するリン酸の効率的抽出と、リン酸抽出残渣の利活用を推進で

きるグリーン新技術を開発する。

* * (参考：2023 年度実績として報告済み)

リサイクル黄燐の国内製造に向けた住友商事との共同研究契約締結 ～半導体原料である黄燐の安定供給を目指して～

<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2023/10/press20231023-02-recycle.html>

東北大学は、半導体原料である黄リンの新たな製造技術確立および国内での商業生産に向けて、住友商事と共同研究契約を締結した。

黄リンは半導体上の薄膜を加工する工程で使用される薬液の原料であり、極めて高い純度が必要となるため、代替が困難な物質である。また黄リンの原料となる高品位のリン鉱石が偏在していることや特殊な製造条件が必要となることから生産国が限られており、日本は国内需要の全てを輸入に依存している。

NICHe の長坂徹也教授、石原真吾特任准教授、佐々木康学術研究員は、スラグ、廃酸、下水汚泥焼却灰などの未利用リン資源から回収したリン酸を原料に、黄リン(リサイクル黄リン)を製造する研究を実施している。今後、東北大学および住友商事は複数回の実証実験を通じ、製造技術の確立および商業化を推進する。

リサイクル黄リンの製造技術確立および国内生産に向けた取り組みは、その重要性が認められ、経済産業省から半導体の安定供給の確保に係る取組として認定を受け、同省による事業費用の一部助成が決定している。東北大学と住友商事は、生活および経済活動を支える重要物資の安定供給を通じ、安全保障の観点からも市場の期待に応じるよう協力する。

* (根拠資料)

(経済産業省) 半導体に関する最近の政策動向について

https://www.kyushu.meti.go.jp/seisaku/jyoho/oshirase/240228_1_1.pdf

令和6年2月

P.11 経済安保推進法に基づく半導体サプライチェーンの強靱化

④半導体原料(黄リン・黄リン誘導品、ヘリウム、希ガス、蛍石・蛍石誘導品)

リサイクルの促進、国内生産の強化、備蓄、輸送体制の強化に向けた設備投資等を支援

P.12【参考】半導体サプライチェーンの強靱化にかかる認定

分類「原料」 事業者名「住友商事」 品目「黄リン(リサイクル)」 最大助成額(億円)「52」

3. NICHe 発ベンチャーの創出・支援の取組

「社会との共創」

No.04 (2)-2 東北大学発ベンチャーの創出の加速, No.06 (2)-4 「社会とともにある大学」としての社会連携の強化

実績報告

NICHe 発ベンチャーを設立した。NICHe の Web サイトで紹介している。

次世代半導体・酸化ガリウムウエハの低コスト量産化に向け東北大学発スタートアップ:株式会社 FOX を起業 –低損失・高性能なパワーデバイスによる脱炭素社会実現へ貢献を目指す–(吉川 PJ)

<https://www.niche.tohoku.ac.jp/?p=8210>

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCC16BVNoW4A011C2000000/>

2024 年 10 月 17 日

カーボンニュートラル実現に向け、家電・電気自動車・産業用機械・再生可能エネルギー等の電力変換をおこなうパワーデバイス(※1)の省エネルギー化が必要である。 β -Ga₂O₃ は、シリコンカーバイド(SiC)や窒化ガリウム(GaN)に比べてバンドギャップが広く、更に高性能でエネルギー損失の少ないパワーデバイスとして期待されている。加えて β -Ga₂O₃ はシリコン(Si)同様に融液成長(※2)が可能のため、理論的には低コストで低欠陥の単結晶基板(ウエハ)作製が可能である。しかしながら従来の結晶育成法では、高融点酸化物の融液を保持するルツボに貴金属であるイリジウム(Ir: 約 2.6 万円/g@2024 年 8 月相場)を用いており、定期的な改鑄も必要なことから、Ir 由来のコストが半導体前工程の一部の薄膜製造を含むコストの 6 割以上を占め、 β -Ga₂O₃ デバイスの製造コストの低減が非常に困難であった。現状、 β -Ga₂O₃ 基板は次世代パワー半導体の代表格の SiC 基板よりも高価となり、 β -Ga₂O₃ の普及は進んでいない。

この課題を解決すべく、東北大学発スタートアップ株式会社 FOX を起業した。マクニカ・インベスメント・パートナーズ、岩谷ベンチャーキャピタル、合同会社東北テックベンチャーズ等からの出資と NEDO DTSU 事業の支援を受け、 β -Ga₂O₃ の低コストで低欠陥の大口径ウエハ製造技術確立して量産することで、 β -Ga₂O₃ パワーデバイスの社会実装を促し、脱炭素社会の実現に大きく貢献することが期待される。製造拠点は東北地方に設ける方針で、33 年までの新規株式公開(IPO)を視野に入れる。

※1 パワーデバイス

直流を交流に変換するインバータ、交流を直流に変換するコンバータ、周波数変換などの機能を持つ電力変換器を構成する最も重要な半導体デバイスの総称です。電車や電気自動車、家電

製品、照明器具、電磁調理器、コンピュータの電源部品など身近なさまざまな場面でパワー半導体が使用され、パワー半導体とも称される。

※2 融液成長

材料を融点まで加熱して溶かした後に冷却することで単結晶を作る方法。Si や GaAs 等の半導体、LiTaO₃、LiNbO₃ 等の圧電体、Ce:Lu₂SiO₅、Ce:Gd₃(Al, Ga)₅O₁₂ 等のシンチレータなど、一般社会で使われている機能性単結晶の量産に最も多く用いられている結晶作製法の1つ。

4. 未来科学オープンセミナーの実施

「社会との共創」

No.18 (1)-1 自由な発想に基づく基礎研究の推進および新興・分野融合研究の開拓, No.20 (2)-1 社会の要請に応える研究の推進, No.30 (2)-3 文化・学術資源の発信

実績報告

未来科学オープンセミナーによる研究・社会実装の成果のオンライン配信

未来科学オープンセミナーは、NICHe の研究成果・社会実装の現状をオンラインで情報発信するセミナーである。

コロナで成果発信活動が停滞していた 2020 年から始め、2024 年度までに 29 回開催した。当センターは工学系、バイオ系などの様々な分野の研究者が在籍しており講演テーマも多彩だが、毎回 50 人以上の聴講者がいる。聴衆層も広く、大学や企業の研究者だけでなく高校生、高専生、大学生などの次世代を担う若者の参加も多い。大学や企業の研究者には最新の研究成果報告、高校生、高専生、大学生には科学への関心が深まるようなテーマが盛り込まれている。特に、2024 年度は半導体人材育成を意識しテーマを選定した。なお、アーカイブ動画は半導体共創体が推進する人材育成用教材として提供した(白井教授、堀邊特任教授)。

2024 年度のセミナー開催実績は以下の通り。半導体関連は下線で示す。

(セミナー一覧 URL: https://www.niche.tohoku.ac.jp/?page_id=3971 から 2024 年度開催分を抽出。アーカイブ動画があるセミナーは URL を記載。)

5/31 「未来のエレクトロニクス産業を担う走査型非線形誘電率顕微鏡とは – 世界初、半導体等の局所的電荷分布や結晶性を高感度に検出可能 –」 長 康雄 特任教授

(アーカイブ: <https://www.youtube.com/watch?v=I32XJD4hzgo>)

6/21 「5G 基地局・EV 用等の将来を担う凄い窒化物半導体とは – 窒素極性結晶が開く新たなトランジスタの展開 –」 末光 哲也 特任教授

(アーカイブ: <https://www.youtube.com/watch?v=1CeCHI-kDEA>)

7/26 「半導体製造の歩留まり向上に必要なクリーン化技術とはー半導体製造を支えるインフラ・ユーティリティー技術を中心にー」 白井 泰雪 教授

(アーカイブ: <https://www.youtube.com/watch?v=CE2aQMhDhM>)

9/6 「新たなマテリアルズ・インフォマテックスを展開する基盤としての全電子混合基底法とはー新有用材料設計開発の抜本的改善ー」 川添 良幸 NICHe シニアリサーチフェロー

(アーカイブ: <https://www.youtube.com/watch?v=liF1XL49AHA>)

10/3 「街のヘルスケア」を実現する次世代環境モニタリング技術の開発ー社会インフラ(上下水道・道路・橋・トンネルなど)劣化の検知から対策までー 佐野 大輔 教授

(アーカイブ: <https://www.youtube.com/watch?v=LMTEYOT-c2w>)

11/14 「筋力低下が社会に与えるインパクト」ー筋力低下を防ぎ QOL 向上のためにはー 樋口 秀男 特任教授

1/7 「半導体の高性能化を担うフォトレジストとはー半導体フォトレジストの開発現況と半導体産業の動向ー」 堀邊 英夫特任教授
