

天田財団 ニュース

2025 Spring | No.18

02 | 「2024年度助成式典」を開催

助成型公益財団巡り

04 | 公益財団法人 軽金属奨学会

研究室訪問

06 | 産業技術総合研究所 製造基盤技術研究部門 奈良崎 愛子 副研究部門長

08 | 早稲田大学大学院 情報生産システム研究科 志村 考功 教授

10 | 名城大学 理工学部 機械工学科設計・生産分野 吉川 泰晴 准教授

12 | 東京都立大学 システムデザイン学部 清水 徹英 准教授

14 | 立命館大学 理工学部 機械工学科 高 崇 助教

16 | 名古屋大学大学院 工学研究科 電子工学専攻 久志本 真希 准教授

18 | 2024年度後期「国際交流助成」／2024年度後期「技能検定受検手数料助成」／
「第37回 優秀板金製品技能フェア」



「2024年度助成式典」を開催

助成件数は108件、助成総額は2億9,211万円

2024年度助成は108件・2億9,211万円

公益財団法人天田財団は2024年11月30日、AMADA FORUM（神奈川県伊勢原市）で、2024年度の助成金採択者に助成金目録を贈呈する「**2024年度助成式典**」を開催した。式典には助成を受けた研究者、来賓、財団関係者など、152名が参加した。

今回採択された助成は108件、助成総額2億9,211万円で、このうち「研究開発助成」は87件・2億7,590万円、「国際交流助成」は21件・1,621万円だった。これにより、1987年の財団創立から37年間の累計助成件数は2,342件、累計助成総額は42億8,018万円となった。

若手研究者の育成、 研究成果の普及啓発が天田財団の使命

式典の冒頭、主催の**天田財団・伊藤克英代表理事**は次のように挨拶した。

「日本は昨年、GDPでドイツに抜かれ4位に転落しました。来年はインドに抜かれ、5位に転落するという報道があります。1人あたりのGDPにいたっては、日本はG7の最下位、世界34位に沈んでいます。私は資源のない日本において、科学技術のイノベーションこそが課題を解決し、次の時代を切りひらく原動力ではないかと考えています」。

「当財団が目指しているのは、若手研究者を育成することであり、研究成果を産業界へ普及啓発し、社会実装につなげることです。この目標に向け、微力ではありますがさ

まざまな課題に対して貢献するべく、助成事業を通じて、取り組んでまいります。公益事業の使命は、より多くの人々の利益に資すること。日本が持続的に発展し、これからも世界で主導的な役割を果たすためには、絶えず科学技術のイノベーションを起こす必要があります。研究者の皆さまには助成金とともに、当財団のこのような熱い思いも受け取っていただき、研究に取り組んでいただきたい」。

「私が常に発信してきた言葉があります。『2番じゃ駄目なんです。常に一番を目指してください』——天田財団は常に一番を目標にする研究者に助成を行いたいと思います」。

より良い技術で、持続可能な社会活動を

来賓祝辞では**(株)アマダ・山梨貴昭代表取締役社長執行役員**が「世界中でさまざまな社会課題やニーズへの解決策を模索する技術競争が起きています。技術の追求と同時に環境への配慮、人手不足を補う自動化技術やDX、AIのフル活用なども考慮しなければなりません。しかし、こうした技術だけでは社会課題を解決するのに不十分です。われわれモノづくりに携わる者が必要としているのは、さまざまな課題を解決し、ブレークスルーを起こす圧倒的な技術。より良い技術で、自然環境と共生しながら持続可能な社会活動を構築・貢献していくことが、モノづくり企業や研究開発に携わる方の使命であり、目的とするところです」。

「アマダグループではお客さまと新たな加工技術を共創する場や工場の課題を見える化し付加価値の高い生産を実



助成式典の冒頭に、主催者挨拶を行う天田財団・伊藤克英代表理事



来賓祝辞を述べる(株)アマダ・山梨貴昭代表取締役社長執行役員



来賓祝辞を述べる文部科学省 科学技術・学術政策局 産業連携・地域振興課 産業連携推進室 迫田健吉室長

現するシステムの提供、お客さまの生産現場を支えるための社員のエンジニアリング力の底上げなど、モノづくり企業の活動を支援する体制を幅広く整えています。それらの中心となる商品も、さまざまな研究開発、先端技術への追求を重ねていますが、すべてを独力で生み出すことは難しく、産官学連携での取り組みが必要と考えています。本日ご列席の先生方におかれましても、研究活動を通じて新たな技術や理論の構築に取り組んでいただき、企業のイノベーション喚起にもご尽力いただければ幸いです」と述べた。

イシューの解決につながるイノベーションを

文部科学省 科学技術・学術政策局 産業連携・地域振興課 産業連携推進室の迫田健吉室長は「本日助成金目録を受けられた研究者の皆さま、今後も世界に負けない、ワクワクするような研究を期待しています。ただ、せっかくの成果を研究だけで終わらせてしまってはもったいないので、社会に届けていっていただきたい。たとえば、ベンチャーキャピタリストや所属組織の産学連携部門から、共同研究や産学連携などの話があったときは面倒だと思わず、一度考えていただきたい。もしかしたらその研究が社会や環境、経済の課題——イシューを解決するイノベーションが見つかるきっかけとなるかもしれません。失敗を恐れず、爆発的なイノベーションをもたらすようなご活躍を期待しています」。

「(株)アマダ様も昔はスタートアップでした。1946年の創業以来、成長を続け、次世代研究者の支援を行う天田財団を生み出されました。その助成を受けた研究者の皆さまが将来成功して、次世代研究者を支援できるような立場になる——そうした好循環が生まれたらいいなと思っています。皆さまの今後のご活躍を期待しています」と述べた。

本年度からの新たな取り組みとその効果

創価大学・渡辺一弘名誉教授（天田財団評議員）が今

回の助成について次のような総評を行った。

「本年度からの新たな取り組みとして、『研究開発助成』では、社会的な課題解決に貢献する『重点研究開発助成』に積極的に挑戦していただくため、プログラムの重複申請を許可しました。重複申請を許可したプログラムは『重点研究開発助成』と『一般研究開発助成』、または『重点研究開発助成』と『奨励研究助成』です。その結果、『重点研究開発助成』の申請件数が昨年度の6件から、21件に増加しました」。

「『国際交流助成』ではコロナ禍後、実参加での活動が戻りつつある中、歴史的な円安、物価高騰の影響による費用高騰に鑑みて、『国際交流等参加助成』において旅費とは別枠で会議参加費を助成しました。また、渡航先に応じた旅費の最高助成金額も公開しました。その結果、申請件数は昨年とほぼ同じですが、1件あたりの助成金額が増加しました。会議はオンライン会議でも助成の対象としています。『国際交流助成』は、『研究開発助成』と重複して受けることができますのでぜひご活用いただき、皆さまの研究成果を世界へ発信していただければ幸いです」。

2件の招待講演も行われた

助成金目録贈呈式では、伊藤理事長から式典に出席した助成者84名の一人ひとりに助成金目録が贈呈された。

式典の後には天田財団の「重点研究開発助成」を受け、2024年度に研究成果報告を行った研究の中から、電気通信大学・久保木孝教授が「V曲げ加工金型の長寿命化に関する研究」、慶應義塾大学・寺川光洋教授が「高繰り返しフェムト秒レーザパルス照射による黒鉛質炭素構造の直接描画」と題した招待講演を行った。

その後は会場を移して交流会が開催され、研究者や財団関係者たちによる積極的な意見交換や近況の共有、雑談も交えながらの交流が行われた。



今回の助成に関する総評を述べる創価大学・渡辺一弘名誉教授（天田財団評議員）



電気通信大学・久保木孝教授が「V曲げ加工金型の長寿命化に関する研究」と題した招待講演を行った



助成式典の後の行われた交流会で、乾杯の挨拶を行う職業訓練法人アマダスクール・福井幸弘理事長

財団設立から70年、 軽金属工学の進歩・発展に貢献

科学研究で存在感が低下する日本の学術研究を支える

公益財団法人 軽金属奨学会

民間の助成型公益財団や公益財団の設立が盛んとなり、助成、表彰、奨学など、民間の財団活動が重要なものとなっているが、天田財団の事業活動をはじめとして、これらの活動は未だ必ずしも社会的に十分理解されているとは言えない。長期的な視野に立ってその活動を継続するための基盤整備が必要となっている。

そこで天田財団ニュースでは、国内で活発な活動を行っている民間の助成型公益財団を尋ね、現在および将来の財団活動についてお聞きする「助成型公益財団巡り」を、2024春号（No.16）からスタートした。

第2回となる今号では、1955年に東洋アルミニウム(株)の「創立25周年記念事業」の一環として、東洋アルミニウム(株)と当時同社の大株主であったカナダのアルキャン・アルミニウム・リミテッドの協力のもと、「軽金属に関する学術の研究及び教育を助成・奨励して、我が国の軽金属工学及び軽金属工業の進歩・発展に寄与する」ことを目的に設立した、公益財団法人 軽金属奨学会を紹介する。



公益財団法人 軽金属奨学会のメンバー（後列右が後藤全事務局長、後列中央が氏江達之事務局長補佐、前列中央が浅田淑専務理事）

東洋アルミニウム(株)の記念事業の一環として 設立——70年で研究者5,600名を支援

公益財団法人 軽金属奨学会が発足した当時、日本の軽金属（アルミニウムあるいはマグネシウムやチタンなどを主成分とする金属材料）産業は熾烈な国際競争の中で、欧米先進国に対し、技術・設備の両面で大きく立ち遅れていた。この遅れを取り戻すには、一日も早いアルミニウムに関する根本的な基礎研究と、情報収集力の強化が最優先課題であった。こうした状況に危機感を抱いていた当時の東洋アルミニウム(株)の社長、故・小山田裕吉氏は1955年、

同社の「創立25周年記念事業」の一環として、当時同社の大株主であったアルキャン・アルミニウム・リミテッドの全面協力のもと、「財団法人 軽金属奨学会」を設立した。

そして、産・学協同で軽金属に関する研究に着手してもらえよう、この種の学科を設置している全国の大学研究室や研究者に研究資金の提供を開始した。これが同財団の代表的事業として、設立以来一度も途切れることなく続いている「教育研究資金」「研究補助金」である。過去70年間で延べ5,600名あまりの研究者を支援してきた。

ほかの主要事業としては、設立当初に開始した「奨学金」「海外交流補助金」「研究設備購入」「図書購入文献寄贈」「研究試料提供」「出版刊行」などがある。1968年には「表彰」事業を開始、1980年から1990年代には「研究成果発表」「課題研究」「シンポジウム等助成」「軽金属フォーラム」事業を立ち上げた。さらに2007年には新事業として「統合的先端研究」を開始した。2010年には公益財団法人への移行が認可された。

今須聖雄理事長（元・東洋アルミニウム(株)代表取締役会長）は「70年の歴史の中で、現在も継続している事業、役目を終え廃止した事業、一時中断している事業、内容を見直して再開した事業などがありますがその時代、時代に伴って柔軟に対応してきました。特に基礎研究や社会課題の解決のための研究テーマへの助成には重点的に取り組んでまいりました」と語る。

途切れることなく続く

「教育研究資金」「研究補助金」

浅田淑専務理事は「当財団の基幹事業である『教育研究資金』の対象は軽金属に関する学科目を教える日本の大学・公的研究機関の、原則として常勤の教授（特任を含む）、『研究補助金』は軽金属に関する日本の教育機関、または公的研究機関の原則として常勤の研究者（ただし大学では准教授、講師、特任を含む助教。短期大学、工業高等専門学校では教授、准教授、講師、助教。公的研究機関では無期雇用の研究員）となっています。設立以来70年にわたって大学を中心とした学術・研究機関に関わっていらっしゃる多くの研究者に助成支援を行っており、我が国の軽金属工学の進歩・発展に幾何かの貢献ができたのではないかと考えています」という。

後藤全事務局長は「当会は軽金属に関する研究・教育を助成奨励することで軽金属工学の進歩に寄与する財団で、『公募型助成事業』と『非公募型事業』を展開しています。『公募型助成事業』としては、教育研究資金・研究補助金のほかにも、課題研究、統合的先端研究、海外交流補助金、奨学金、シンポジウムなどがあります。また、『非公募型事業』としては、研究試料提供、出版刊行、研究成果発表会、オンラインでの研究成果発表、図書寄贈、表彰などを行っています。一件あたりの助成金額としては『教育研究資金』の年額が30万円、『研究補助金』が年額20万円となっています。課題研究や統合的先端研究は大型助成であり、2年間で一人あたり最大1,000万円が助成されます」と説明する。

人材育成事業にもっと注力したい

浅田専務理事は「文部科学省が発表する、日本の研究力を示す『科学技術指標2024』によると、日本の科学論文の総数は昨年と同じで世界5位。一方、『注目度の高い論

文』として引用された回数が上位10%に入る論文数（トップ10%）では13位。このトップ10%補正論文数は質の高い研究の指標とされ、日本は過去最高の3位から下落傾向が続いています」。

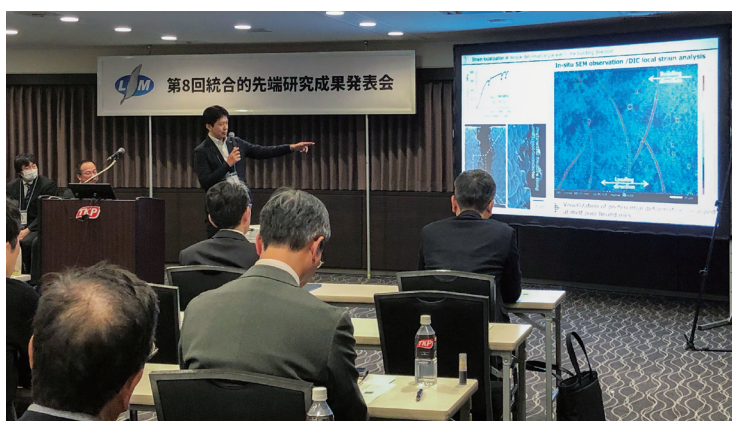
「その背景に大学などの研究者数の減少、高齢化、さらには博士課程への進学者が減少していることも大きな問題として挙げられます。今後さらに少子高齢化が加速し、こうした傾向に拍車がかかることが懸念されます。また、研究者の中には研究資金力が高い海外へ流出する傾向も強くなっています。日本の科学技術の発展のためにも、環境整備も含めて新しい施策の実現が必要になっています」。

「そうした状況の中、当財団では未来の研究者・科学者を育てる種まきとなる人材育成事業に、もっと注力していきたいと考えています。現在の大学院生を対象とする奨学金事業をさらに拡大させていくこと。小中学生など、多くの子どもたちに理科や科学のおもしろさや楽しさを感じてもらい、斬新な事業プログラムの実施を計画しています」。

「また軽金属工学では最近、レーザ加工技術を応用した3Dプリンターを用いて軽金属の粉末素材を積層し立体を造形する加工方法、アディティブマニファクチャリング（AM）を研究する研究者が増えており、レーザ応用という視点で天田財団様の助成対象と重なる部分が出てきています。同じ志を持つ財団と連携し、教育機関、国や地域社会を巻き込んで協働できる体制づくりを進めていきたい。是非、天田財団様とも連携を行っていききたいと思っています」という。

同財団は浅田専務理事、後藤事務局長、氏江達之事務局長補佐の3名と、女性スタッフ3名で活動している。大阪・淀屋橋近くのビジネス街、本町にある東洋アルミニウム（株）本社内に事務局があり、立地環境に恵まれている。

設立から70年という歴史ある同財団のリーダーシップに期待していきたい。



2024年12月に開催された「統合的先端研究成果発表会」の質疑応答の様子

財団情報

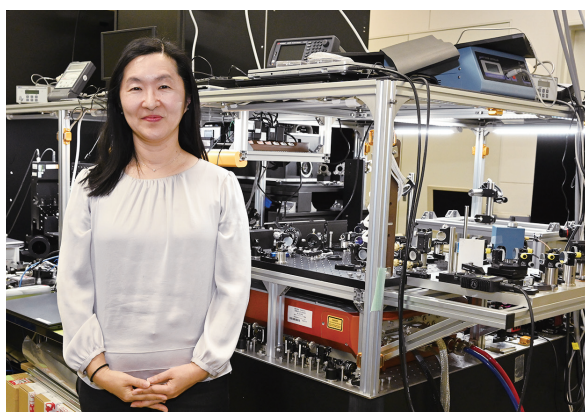
財団名	公益財団法人 軽金属奨学会
理事長	今須 聖雄
専務理事	浅田 淑
事務局長	後藤 全 ※役職は2025年3月取材時
所在地	大阪市中央区久太郎町3-6-8 東洋アルミニウム株式会社内
電話	06-6271-3179
事業内容	軽金属に関する学科目を教育・研究している大学・公的研究機関の研究グループ・研究者に教育研究資金・研究補助金を交付・助成奨励し、軽金属工学の進歩に寄与すること
URL	https://www.lm-foundation.or.jp/

データ駆動型レーザー内部描画による超低損失コパッケージドオプティクスの開発

データ駆動型レーザー加工を駆使した産業実装に挑む

産業技術総合研究所
製造基盤技術研究部門

奈良崎 愛子 副研究部門長
(レーザー加工フロンティア研究グループ)



産業技術総合研究所・奈良崎愛子副研究部門長

新しいものづくり・医療などの産業分野に 貢献できる技術の開発を目指して

産業技術総合研究所 製造基盤技術研究部門の奈良崎愛子副研究部門長の研究テーマ「データ駆動型レーザー内部描画による超低損失コパッケージドオプティクス開発」が、天田財団の2024年度「重点研究開発助成」にレーザープロセッシング分野で採択された。奈良崎氏は2017年度にも「早期治癒を支援するレーザー生理活性コーティング技術開発」という研究テーマで「重点研究開発助成」に採択されており、同財団の「重点研究開発助成」に採択されるのは今回で2度目。

奈良崎氏は京都大学大学院 工学研究科 材料化学専攻 博士後期課程で、新しいガラスを用いた非線形光学材料研究でレーザー光を使った物性測定に取り組み、2000年に博士(工学)の学位を取得。同年4月に工業技術院(現・産業技術総合研究所)に就職した。

深紫外から中赤外まで各種波長のナノ秒からフェムト秒パルスレーザーを駆使して、ガラスの表面微細加工や多様な材料のレーザー転写プロセスの研究開発を行うなど、レーザーを利用した材料加工・新物質創製・物質デリバリーなど、さまざまなレーザープロセスを研究することで、これからの新しいものづくりや医療などの産業分野に貢献できる

技術の開発を目指している。

奈良崎氏は、レーザープロセス開発とレーザー光源・計測の専門家が同じグループにいる優位性を生かし、エレクトロニクス・製造・医療・バイオ・環境など主要産業分野に貢献しながら、“新たな価値”を提供する技術開発を率先垂範している。

データ駆動型レーザー加工の研究

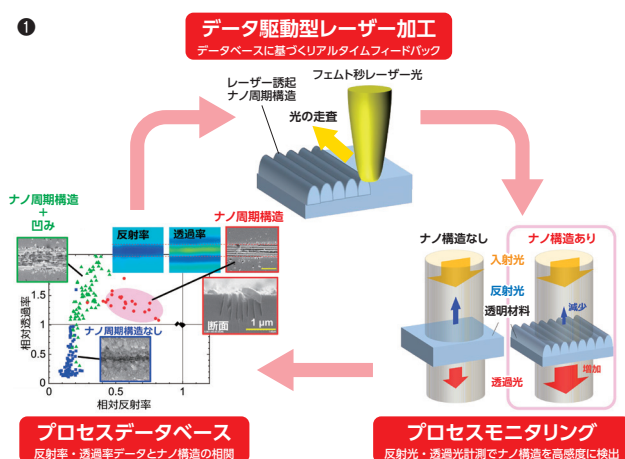
レーザー加工は、非接触加工の特徴を生かして硬い物質から軟らかい物質、複合材を含めたマルチマテリアルに適用でき、難加工材の精密加工も可能な製造技術として期待されている。一方で、レーザー加工では複雑に相関する複数のパラメータが存在し、各種材料に対する最適条件を導き出す工程数が膨大なため、レーザー加工技術の真の産業実装にはプロセス条件の高速最適化技術の開発が急がれている。

これまでは技術者の経験と勘を頼りにプロセス最適化してきたが、産業競争力の強化や省人化のためには、より早く最適化できる仕組み(システム)が求められている。すでに国内外で、レーザー溶接などのマクロ加工を中心に、インプロセスモニタリングや、機械学習などのAI技術を活用した研究開発が進められている。

そうした中、奈良崎氏の研究グループは、超短パルスレーザーによる微細加工を対象に、技術者の五感となるインプロセスモニタリング技術、それらのデータから高速最適化を実現する機械学習法、そして最適化パラメータに高速応答する超高速レーザー制御技術といったコア技術の研究開発を通じて、データ駆動型レーザー加工の開発に取り組むようになっていった。

ガラス表面へのナノ周期構造形成を光で 検出できる技術を開発

データ駆動型レーザー加工は、必要なデータをインプロセスで高効率に収集できるリアルタイムモニタリング技術、データを高速最適化できるAI技術、そして最適化指示に応答



①リアルタイム監視とフィードバックにより安定した加工ができるデータ駆動型レーザー加工／②研究グループが開発した広域パラメータ可変レーザー加工装置／③多様なレーザー加工技術を研究開発する実験システム

してレーザーパラメータを高速変調する技術の3つのコア技術から成り立っている。

産業技術総合研究所（以下、産総研）と共同研究のパートナー、東京農工大学の宮地悟代教授の研究グループは、この技術をガラス表面へのナノ周期構造形成に応用するため、透明材料表面へのナノ周期構造形成をインプロセスモニタリングできる計測手法を新たに開発した。このモニタリング技術では、モスアイ構造などのナノ周期構造が表面反射率を抑え、透過率を増加させることを利用し、レーザー照射領域の反射率が減少、透過率が増加したときに、ナノ周期構造が形成されたことを検出する。

この技術により、加工後に表面観察を行わずとも、ナノ構造形成が判別できるため、ナノ構造形成の品質保証だけでなく、観測結果に基づいた動的レーザー制御により、ナノ構造の安定形成も行うことができるようになった。これにより、ナノ周期構造が形成されない欠陥の発生率を、大幅に低減することに成功し、世界に先駆けてデータ駆動によるレーザー表面微細加工の高品位化を実証した。

本開発技術と、高速なレーザー強度変調を組み合わせることにより、ナノ構造の安定形成が可能となり、ガラス表面にフェムト秒レーザーパルス照射するだけで数百nmの周期の溝を均一に形成できる。そのため、多段プロセスや薬剤不要な微細加工技術として注目されている。

また、レーザー光の走査でナノ周期構造を材料表面に形成できるため、複雑なジオメトリへの表面微細加工や大面積材料へのナノ加工も可能となった。このような大面積領域にナノメートルサイズの微細加工を行える技術はほかにはない。そのため、メタマテリアル表面形成、構造色表面加工、MEMS用表面加工、広帯域の無反射表面形成、照明光源の指向性表面形成、X線用光学素子作製、構造化光発生用素子作製などへの応用も期待される。

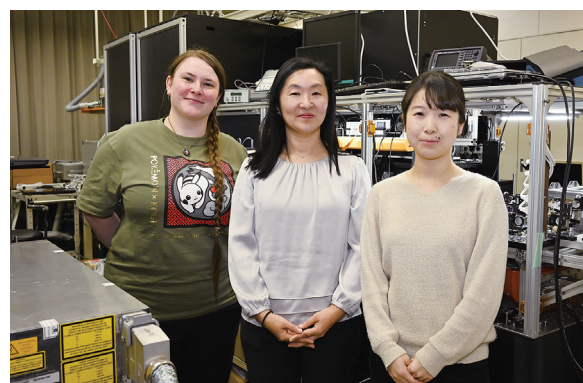
この研究成果は、2025年1月に米国サンフランシスコで開催された、世界最大級の光産業展示会・国際会議である「SPIE Photonics West 2025」で、奈良崎氏がHot Topic講演を行い、注目を集めた。

今回採択された研究では、これまでの研究成果を活用し、世界に先駆けてデータ駆動型超短パルスレーザー内部の描画技術の基盤構築とデモンストレーションを目指す。

「機会」と「ヒト・資源」に恵まれた

「先端の複数技術を必要とする研究開発に取り組めるのは、グループメンバーやリサーチアシスタントである学生のみなさん、ネットワークが緊密な国内レーザー加工分野のアカデミアの先生方の協力の成果であり、恵まれた研究分野にいと感謝しています。産総研は総合研究所であるため先端材料やデバイスの研究者も多く、企業との共同研究の機会も多いことから、多様なレーザープロセスを開発する『機会』と『ヒト・資源』に恵まれた環境にあります」。

「今後の研究や方向性としては、データ駆動型レーザー加工の産業実装に向けて、高速な大面積プロセスへの適用検討を進めていきます。また、これまでではモニタリングが容易な材料表面の機能化に応用してきましたが、レーザー本来の魅力であり、ほかの製造技術では難しい、透明材料の内部加工にもデータ駆動型レーザー加工を駆使し、その産業実装に挑戦してみたいと考えています」と奈良崎氏は述べている。



奈良崎先生が所属するレーザー加工フロンティア研究グループのメンバー。左からDaniela SERIEN主任研究員、奈良崎副研究部長、山室悠香研究員

次世代光電子融合デバイスに向けた ゲルマニウム受発光素子の開発

研究成果で光電子融合デバイスの 破壊的イノベーションを引き起こす

早稲田大学大学院 情報生産システム研究科

たか よし
志村 考功 教授

早稲田大学大学院・志村考功教授

次世代光電子融合デバイスのための ゲルマニウム受発光素子を開発する

早稲田大学大学院 情報生産システム研究科の志村考功教授の研究テーマ「レーザー溶融結晶化による結晶成長プロセスの現象の理解とその制御」が、天田財団の2024年度「重点研究開発助成」にレーザプロセッシング分野で採択された。この研究は、形成される単結晶 GeSn 細線による室温動作、低しきい値でのレーザー発振を実証し、次世代光電子融合デバイスに向けたゲルマニウム受発光素子の開発を目指している。

ヒューマンインターフェースとしてのVR技術の普及や、現実世界のデータを用いたサイバー空間を再現するデジタル技術により、生産プロセスなどが大きく変わろうとしている。これらを実現するには3次元情報をリアルタイムに伝送するための膨大な情報処理が求められ、従来のシステムでは通信速度とデータ処理速度が限界に直面している。さらに、IoTの進展にともなうネットワークに接続するデバイスの指数関数的な増加は、膨大なエネルギー消費を引き起こしている。特にデータセンターの電力消費量の増加は世界的な問題となっており、その影響が懸念されている。

エレクトロニクスの基盤材料であるシリコン (Si) は間接遷移型の半導体であるため、光源材料としての利用が困難である。一方、光通信で光源材料として一般的に用いられているⅢ-V属化合物半導体はSiに対してドナー / アクセプタとして作用するため、Siプロセスとの整合性に課題がある。Siプロセスと高い整合性を持つⅣ族材料で光源が実現できれば、光電子融合デバイスの破壊的なイノベーションを引き起こすと期待される。

大学時代から放射光X線による 結晶表面界面・薄膜の研究に従事

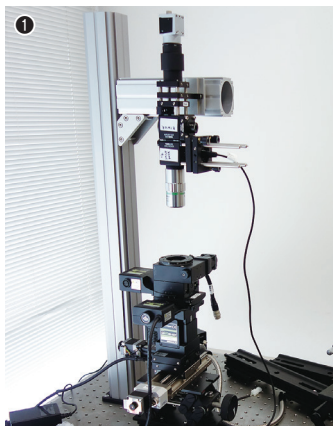
志村教授は、X線による表面回折の研究を行い、1994年に名古屋大学で博士号を取得した。その後、大阪大学に移り、1998年に工学研究科助手、2007年に工学研究科准教授を経て、2024年4月に早稲田大学大学院 情報生産システム研究科の教授に着任し、半導体デバイス材料の評価や材料研究を推進している。

また、兵庫県にある世界最高性能の放射光を生み出すことができる大型放射光施設「SPring-8」を活用した半導体デバイス材料の研究も継続されている。現在、志村教授の研究室は北九州市若松区ひびきのにある早稲田大学北九州キャンパス内にある。ここは「北九州学術研究都市」と呼ばれ、理工系の国公・私立大学や研究機関、先進企業が同じキャンパスに集まり、先端的な科学技術の研究が活発に行われている。

電子デバイスと光通信技術を効率的に融合

「赴任したばかりで研究設備、スタッフが十分ではありません。学生もM1の6名が配属されたばかりで、4月に4年生1名の配属が決まったところです」。

「インターネットを基盤とした情報通信網の発達には社会の構造に大きな変革をもたらしてきました。さらに今後、情報化の進展がますます加速し、AIやIoT技術が日常生活に



①レーザー光源や駆動装置などで構成された実験装置／②ステッピングモータコントローラなどの測定装置／③移動してきて1年目の実験室の整備はこれから

浸透することで、私たちの暮らしは劇的に変化すると予想されます。あらゆる情報がネットワークを通じて瞬時にクラウド上のサーバーに蓄積され、その大量の情報が瞬時に処理され、個人、企業、国境の壁を越え、リアルタイムに情報が飛び交う時代になろうとしています」。

「その結果、ネットワークに接続するデバイスの指数関数的増加は、膨大なエネルギーを消費します。特にデータセンターの電力消費量の増加は、世界的な問題となっています。加えて、これらの情報セキュリティ対策も重要な課題となっています。光通信技術を効率的に電子デバイスと融合する技術は電力効率の大幅な向上により、急速に増加する情報量への対応が可能な処理能力を提供できる潜在力を持ち、これらの課題を解決へと導く技術革新の鍵として期待されています」(志村教授)。

単結晶GeSn細線の作製と、その電子デバイス応用に向けた基礎的研究開発

「従来、長距離の伝送技術として発展してきた光ファイバ通信は、エレクトロニクスで発展してきた微細加工技術を取り入れることにより光デバイスの集積化を進め、コンピュータラック間、さらにはコンピュータボード間へと広がり、電気配線を置き換えることでエネルギー消費の低減に貢献してきました。現在はチップ間、さらにはチップ内のコア間への光配線が検討されており、通信の高速化や超低消費電力化の実現が期待されています」。

「一方、デバイスの微細化や素子構造の3次元化などによって高性能化を実現してきたエレクトロニクスも、その限界を迎えつつあると考えられ、ブレークスルーが求められています。その第1候補が量子コンピューティングです。量子的に0と1が重ね合わさった状態を量子ビットとして用いることで、現在のコンピュータよりも圧倒的な高速計算が可能になります。量子ビットを実現する手法として超伝導を用いた手法などがありますが、光子を利用した手法はすでに室温で100万量子ビットの量子もつれ状態が実現されており、その優位性が示されています。現在は、実証から実用に向けてSi基板上での集積化が検討されています」。

「さらに、光を用いた長距離の量子暗号通信はすでに実用段階であり、情報セキュリティの分野で必須の技術になろうとしています。しかし、エレクトロニクスの基盤材料であるSiは間接遷移型の半導体であるため、光源材料として用いることはできません。一方で、光通信で光源材料として用いられているⅢ-V属化合物半導体はSiに対しドナー / アクセプタとして作用するため、Siプロセスとの整合性に問題があります。技術的には実現可能ですが、生産工程まで考えると大きな課題があり、現在は外部から光を導入したり、光源部分を接合することによりデバイスを形成しています」。

「Siプロセスと整合性の高いⅣ族材料で光源が実現できれば、光電子融合デバイスの破壊的なイノベーションを引き起こすと考えられます。その要となる材料がゲルマニウム (Ge) です。GeはSiと同じⅣ族元素であり、かつ間接遷移型半導体ですが、 γ 点とL点の伝導帯下端のエネルギー差は137meVと非常に小さく、擬直接遷移型半導体とも呼ばれています。さらに、引張歪みの印加や同じⅣ族元素のSnの添加によりその差は小さくなり、ついには直接遷移型半導体に遷移することが知られています。そのため、世界中でGeを用いた発光素子の開発が進められています」。

「しかしながら、レーザー発振はするものの低温条件下や、レーザー発振のしきい値が非常に大きいという問題があります」(志村教授)。

ゲルマニウム受発光素子の開発に貢献

志村教授はレーザー溶融結晶化という独自の手法により、単結晶 GeSn 細線の作製とその電子デバイス応用に向けた基礎的研究開発を行ってきた。この GeSn 細線の PL 測定による光学特性計測では、Ge 基板に比べ100倍以上の発光強度の増加を示した。これは低温のCVDやMBEで形成したGe (Sn) に対して2000倍の発光強度に相当し、本手法で形成したGeSnが高品質結晶であることを示している。本研究は、レーザー溶融結晶化による結晶成長プロセス現象の理解とその制御、この手法により形成した単結晶 GeSn 細線による室温動作、低いしきい値でのレーザー発振を実証することを目的としている。

軟質材料を工具として金属表面に 凹凸を転写する技術の研究

塑性加工による構造色の制御手法と 適用条件を明らかにする

名城大学 理工学部 機械工学科設計・生産分野

吉川 泰晴 准教授



名城大学・吉川泰晴准教授

金属への凹凸転写加工の新しい技術

名城大学 理工学部 機械工学科設計・生産分野の吉川泰晴准教授の研究テーマ「印刷工具を用いたトレーサビリティ向け凹凸刻印・発色技術の開発」が、天田財団の2024年度「重点研究開発助成」に塑性加工分野で採択された。

現状の金属への凹凸転写加工は、一般に貨幣製造のように凹凸を有する被加工材よりも硬い金型を金属円板に押し付け、金型の凹凸が反転したパターンを金属円板に転写し製造している。吉川准教授の発想は、これとは逆に軟質な材料を工具として使用する。軟質材料の表面に設けられた凹凸を金属板に転写する独自技術により、高精細で高精度、安価で早急に大量の同一品質の製品を製造できる技術の研究を行っている。

本研究は紙や樹脂フィルムなどの軟質材料を工具とし、金属表面に凹凸を転写する技術の基礎・応用研究である。より高精細で高精度な転写が行えるようにするため、軟質材料を工具として用いた際のトライボロジーの役割や、加工条件に関して、転写過程を詳細に分析し、転写機構を明らかにすることを目標にしている。

プラズマによる窒化処理の研究で学位取得

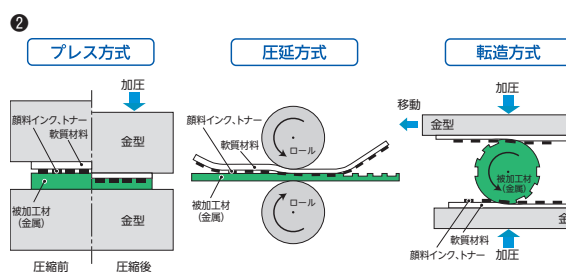
吉川准教授は2000年に名城大学 理工学部に入學した後、2004年4月に同大学大学院 理工学研究科に進学、2009年には「電子ビーム励起プラズマ環境および窒素スピーシーズによる金属窒化処理法の開発」の研究で博士号を取得した。2009年4月にはポスドク研究員として、豊田工業大学でプラズマ窒化の研究を行った。同年11月に岐阜大学 工学部の助教に任官、トライボロジーと塑性加工を中心とした生産加工分野の研究を約8年間にわたり行った。2017年に名城大学 理工学部の助教、2020年には現職である同准教授に就任した。

吉川研究室では、紙や樹脂フィルムを工具として金属表面に凹凸を転写する技術の基礎・応用研究や、板鍛造の工程設計および板鍛造工程中の諸問題の解決、塑性加工におけるトライボロジーに関する研究、精密金型や治具に関する研究などに取り組んでいる。

人がやらない分野の研究をやりたい

「学生時代は機械といえば4力学（熱工学・流体力学・材料力学・機械力学）で、ほとんどの学生は4力学の分野の中のいずれかの研究を選択していました。私はほかの人がやらない分野を研究したいと思い、プラズマを応用したコーティング、窒化処理の研究で学位を取得。その後はトライボロジー、塑性加工中心とした生産加工の分野が抱える課題をテーマとして研究しています」。

「研究を通して社会に貢献したいという強い思いがあります。学内外の業務が増える中でも、できるだけみずからの手で実験や解析を行っています。特に軟質材料を工具とした金属表面への凹凸転写技術が応用できれば、ものづくりプロセスも変わると考え、大学発スタートアップの勉強や展示会などに参加してさまざまな意見を聞き、社会実装に向けて不足しているデータの収集や情報の顕在化も行っています」（吉川准教授）。



①天田財団の2019年度「一般研究開発助成」に採択された研究の際に製作された実験用圧延機／②印刷物を工具に用いたほかの凹凸転写方式／③印刷工具の凹凸をアルミニウム円板に転写したQRコード

軟質材料を工具に用いた凹凸転写法の展開への期待

軟質材料を工具に用いた凹凸転写法は、プレスだけでなく圧延や転造でも行うことができる。

吉川准教授は天田財団の2019年度「一般研究開発助成」に採択された研究の際に実験用圧延機を製作し、この凹凸転写法の大面積化に成功、加工条件の影響を調査した。なぜ軟らかい材料がそれよりも硬い金属を変形させられるのか、興味深い点である。そのメカニズムについても調査を進めており、印刷物を工具とした円板圧縮の場合は「局所変形モード」と「トナー埋め込みモード」の2つの転写形態の存在が明らかになった。また、工具として使用する樹脂フィルムと、被加工材金属の材料特性や大きさが影響をおよぼしていることを示した。

このように吉川准教授は加工方法の基礎研究を進める一方、本転写方法の活用への模索も進めている。本凹凸転写技術は写真のような高精細なデザインも可能であることから、メダルや自動車用の加飾部品、建材などへの応用が挙げられる。また、印刷手法と転写条件を工夫することで、深溝の成形も可能であり、流路構造物の製造に活用すれば、パワーデバイスのヒートシンク部品などにも応用できるようになっている。

凹凸転写技術と塑性加工品のトレーサビリティ

生産現場では個々の部品のトレーサビリティのひとつとして、部品に対してシリアルナンバーの付与や製品情報の書き込みが行われている。個々の部品へのナンバリングには、粘着シールに情報を印刷して製品に貼ったり、金型やレーザーマーカによって部品表面に直接情報をマーキングする方法がとられている。

しかし、金型によるマーキングでは成形品に個別のナンバリングをすることは難しい。レーザーマーカは金属にマーキングすることは可能だが、設備として高額な高出力レーザーマーカが必要なうえ、使用にはレーザーの漏洩がないよう、十分な安全管理が必要になる。

これらの課題を乗り越えて部品一つひとつに対して個別の情報をマーキングできる方法として、印刷物を工具として用いる凹凸転写技術により、QRコードをマーキングすること

が考えられた。ところが凹凸転写技術でQRコードはマーキングできても、その視認性は高くなく、QRコードの読み取りに支障があった。しかし、マーキング時に凹凸だけでなく着色・分布させることができれば、視認性の高いQRコードも形成できると吉川准教授は考えた。

そこで、吉川准教授は金属への着色方法として、構造色を利用することを考案した。構造色は表面の凹凸や光路差による光の干渉により発色する。本研究によって、凹凸転写技術と構造色の発色機構を組み合わせ、塑性加工による構造色の制御手法と適用条件を明らかにすることを目標としている。

研究成果を出し、社会実装にまで発展させていきたい

そのため、吉川准教授は本研究でこれまで無かった塑性加工を利用したマーキング方法を開発していく。シミュレーションと実験により、さまざまなパラメータの影響を調査して、QRコードが読み取りやすくなる色調とコントラストを見つけ出し、塑性加工品のトレーサビリティのためのマーキング条件を最適化していく。

「この研究は塑性加工により凹凸転写技術と表面処理技術の両方を研究してきた、私にしかできない研究課題だと思います。研究成果を出し、社会実装にまで発展させていきたいと考えています」(吉川准教授)。



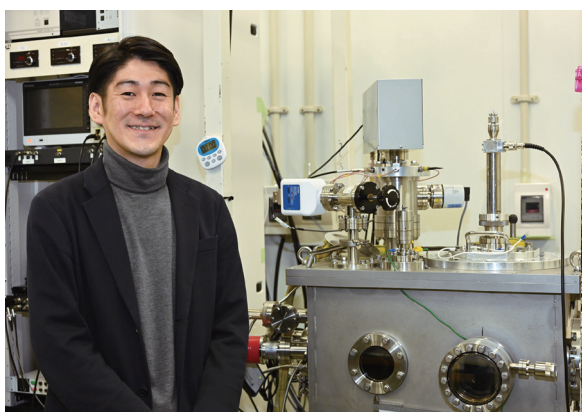
吉川准教授と研究室の学生

超ハイテン材用金型開発のカギを握る、 硬質薄膜材料の形成

産業界と積極コラボ、大学発スタートアップも設立

東京都立大学 システムデザイン学部

清水 徹英 准教授



東京都立大学・清水徹英准教授

従来技術の限界を超える薄膜材料を形成する

東京都立大学 システムデザイン学部の清水徹英准教授の研究テーマ「超ハイテン用金型に向けた高靱性アモルファス窒化ホウ素膜を実現するイオン化PVD法の開発」が、天田財団の2024年度「重点研究開発助成」に塑性加工分野で採択された。

現在、世界の国・地域では気候変動対策として、温室効果ガスの排出規制が強化されている。各種排出量の目標数値を達成するためには車体の軽量化が必須となる。構造部材には1.8GPa級の超高張力鋼板（以下、ハイテン材）の使用比率を高める必要があり、面圧負荷の高いプレス加工にも耐えうる次世代の金型開発が急務になっている。この開発には金型表面の高強度・高靱性・低摩擦化のために、摩擦熱の発生にも耐えうる硬質薄膜材料の適用が求められる。

従来の表面改質技術の限界を超える革新的な薄膜材料としては、ダイヤモンドに次ぐ硬さと、1300℃程度までの高温耐熱性を備えた「立方晶窒化ホウ素」（以下、c-BN）という化合物が注目されてきた。だが、c-BN相の形成にはさまざまな技術的課題が多く、応用研究が進展せず、産業化に至っていなかった。特に金型などの表面に成膜しようとしても、基材との密着性が低下してすぐに剥がれてしまう

ことが産業化における足かせとなった。その大きな要因として、薄膜を形成するプロセスに由来して、膜中に大きな残留応力が発生してしまうという構造的な欠陥があった。

パラメータを切り替え、薄膜形成の謎を解明

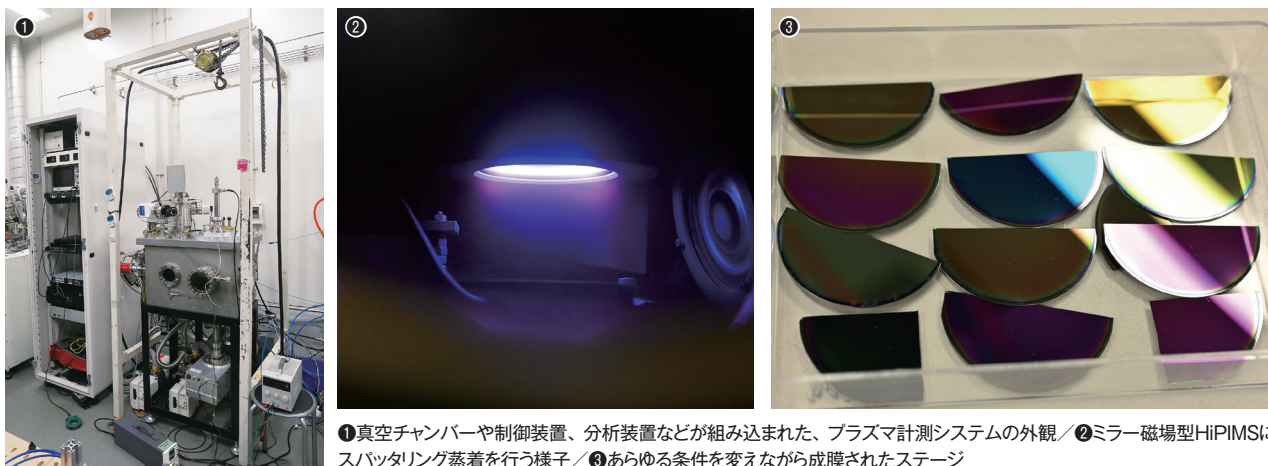
清水准教授の率いる研究室はこれらの課題を解決するため、c-BNを構成するホウ素や窒素原子自身により、イオン衝撃を起こして、金型などの表面に硬質薄膜材料をコーティングできる可能性に着眼した。その手段として「大電力パルススパッタリング法」（以下、HiPIMS法）と呼ばれる技術を応用した研究開発を進めてきた。

c-BNの形成にはさまざまな製膜手法が試みられてきたが、その一手法として、B4C（炭化ホウ素）という固体原材料を気化させながら窒素ガスを導入する、反応性スパッタリングと呼ばれる真空技術によって薄膜が形成される。

HiPIMS法では、この固体原材料へ高パルス電圧をかける。そうすることで高密度のプラズマが発生し、ターゲット基材を構成する元素となるホウ素や、雰囲気中存在する窒素も、プラズマと反応してイオン化することが明らかになっている。このイオン化現象を活かした蒸着方法は、対象物に対する蒸着粒子の制御性が高まるという長所がある。材料加工・薄膜工学の分野では「イオン化PVD法」と呼ばれており、注目が高まっている。

HiPIMSの技術を応用することで、高硬度と平滑性、化学的安定性など、ハイテン材用金型への適用に対して極めて魅力的な特性を持つ「高靱性アモルファス窒化ホウ素膜」の形成に成功している。ただし、残留応力の低減という観点では、まだハイテン材のプレス加工に耐え得るレベルには達していない。

この点をクリアするために、同研究室のメンバーは、プラズマの内部に含まれる粒子・イオンの種類や運動エネルギー条件に関する分析・検証を行い、薄膜材料の形成とその特性にどのような影響をおよぼしているかを解明しようとしている。薄膜の残留応力を最小化しながら、BN（窒化ホウ素）の立方晶相を成長させる最適な条件とは何なのか



①真空チャンバーや制御装置、分析装置などが組み込まれた、プラズマ計測システムの外観／②ミラー磁場型HiPIMSにスパッタリング蒸着を行う様子／③あらゆる条件を変えながら成膜されたステージ

——この疑問に対して、成膜基材に降り注ぐ蒸着粒子の入力条件や、高電圧をかける際の周波数などを切り替え、さまざまなパターンで解析することが、本研究の軸となっている。

HiPIMS技術が貢献できる産業分野

HiPIMSを適用できる固体原材料は千差万別である。清水准教授の研究室では幅広い産業分野に向けて、各用途にマッチした多様な硬質薄膜材料の研究に取り組んでいる。研究対象の材料が、c-BNを含む窒化物や酸化物材料および純金属薄膜ということもあって、金型分野への応用だけではなく、最近では半導体業界からの依頼も増え、同研究室とのコラボレーションが相次いで立ち上がっている。

さらに医療分野では酸化マグネシウムをコーティングすることで、マグネシウム製のインプラントの生体内の耐食性向上などを目標とした研究にも着手してきた。また、水素を製造する過程で、必要となる化学反応を促進させる触媒材料などに用いられる「ナノ粒子」の形成プロセスの開発にも関与している。

「薄膜プロセスの研究者集団である私たちは、過去の膨大な研究成果に基づいた製膜プロセスの活用方法を産業界へ提案することで、材料開発に従事する多様な人々をお手伝いできる立ち位置にあります」と、清水准教授は語る。

近年は、コーティング受託メーカーやPVD装置メーカーなどから「HiPIMS技術を手がけてみたい」という相談が同研究室に多く寄せられている。こうしたニーズに応えるため2025年4月、HiPIMSの技術サポートや電源の選定指南を手がけるスタートアップ企業を立ち上げる。高性能なHiPIMS電源やスパッタリング蒸着源などを開発しながら、企業向けのサポート事業に応用していく構想も描いている。

東京都立産技研での企業向け技術支援が、本研究テーマの起点になる

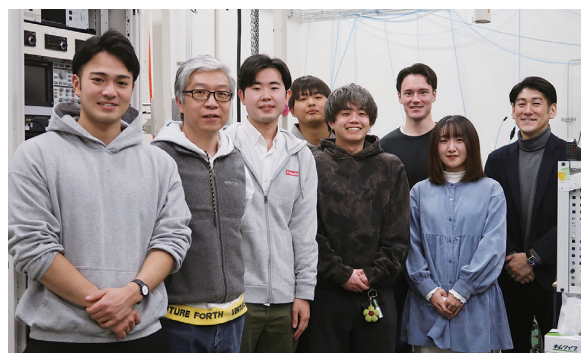
清水准教授は東京都立大学工学部を卒業後、首都大学東京でマイクロ精密プレス加工特有の摩擦現象に関する研究で博士号を取得した。その後、表面トライボ設計に

関する専門を軸に、さらにそれを活かしたモノづくり技術支援を目指して、2011年より東京都立産業技術研究センター（以下、都立産技研）に、研究員として1年間に在籍した。

「自身の研究成果などを活かして、中小企業への技術支援を行う業務は、世の中への貢献を強く実感できるものでした。実は今回採択された研究テーマも、都立産技研でのご縁が起点となって、今現在まで発展してきました」と、清水准教授は明かす。その後は首都大学東京でシステムデザイン学部 助教を務め、スウェーデン・Linköping 大学での客員研究員を経て、2020年からは東京都立大学 システムデザイン学部で、同分野の研究を継続している。

清水研究室には清水准教授のほか、博士・修士課程の院生10名（うち留学生2名）、学部生4名が在籍している。所属している学生の半数以上が企業との共同研究のメンバーにも名を連ね、会議にも参加している。

「学生にはもっと研究活動を楽しんでもらいたいというのが、私の強い思いです。実際、世の中にない新しい材料を形成したり、さらに優れた特性が得られた瞬間などは、私自身もすごくワクワクします。多くの研究活動を通じた出逢いを通して、多様な専門性と個性を持つメンバーが力を合わせて導き出す研究結果には、世の中をガラリと変えるほどの可能性を秘めているということを、未来のもののづくりを支える若い世代に伝えていきたい」と、清水准教授は強調する。



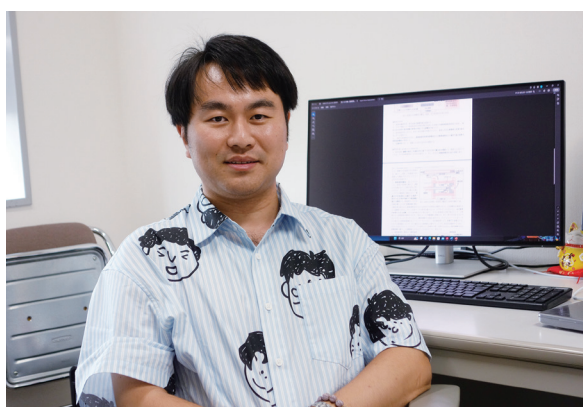
清水研究室の学生たちと清水准教授（右）

超高速変形における宇宙構造物用材料 の熱・力学的挙動の測定法の研究

Taylor 衝撃試験に基づく加工素材の 熱・力学特性評価法を提案

立命館大学 理工学部 機械工学科

高 崇 助教



立命館大学・高崇助教

材料の熱・力学的挙動およびその加工速度 依存性の評価

立命館大学 理工学部 機械工学科の高崇助教の研究テーマ「Taylor 衝撃試験に基づく超高速変形における加工素材の熱・力学特性評価法の提案」が、天田財団の2023年度「奨励研究助成（若手研究者）」に塑性加工分野で採択された。

金属材料強度の変形速度依存性の観点において、塑性加工では異なる加工速度による素材の変形挙動差異を考慮する必要がある。特に超高速で加工する場合には、材料の強度が顕著に硬くなるため、加工装置が損壊する可能性があった。一方、加工時の塑性変形により生ずる温度上昇は、材料や加工装置に強く影響するため、異なる加工速度での温度上昇の発生量が重要となる。

そのため、材料の熱・力学的特性および加工速度の依存性に対して評価を行うことが重要となってくる。材料の力学的特性の速度依存性関係は、異なるひずみ速度に適用される種々の材料特性評価試験法を用いて得られたが、試験方法の限界から、 10^5s^{-1} 以上のひずみ速度における金属材料の変形挙動が未知のままとなっており、超高速塑性

加工の開発促進の観点から、その測定には挑戦的な要素が十分に含まれていた。

ところがひずみ速度は、 10^4s^{-1} 以上で材料の強度は著しく硬くなり、ひずみ速度に対して非線形性を示して、低速度域の結果の外挿だけでは予測が困難になる。また、同様の非線形性が未踏の速度領域に存在する可能性もある。

Taylor 衝撃 (TI) 試験法に別の要素を 追加した新しい試験法を確立

そこで高助教は、材料衝撃強度のみを計測する従来 Taylor 衝撃 (TI) 試験法に、高速度カメラとひずみゲージを貼り付けた応力棒を加えて 10^5s^{-1} のひずみ速度領域の材料変形挙動を測定可能にする計装化 Taylor 衝撃 (ITI) 試験法を確立した。

ただ、高助教の研究開発では空気銃を利用しているため、 10^5s^{-1} のひずみ速度を超える超高速変形を実現するのが困難だった。また、高助教によって提案された方法の妥当性は純アルミニウムのみの実験結果であり、任意材料に対してはその適応性が未解明である。さらに高い変形速度に適応可能な測定方法の提案までは行われていない。

本研究では下記の5つを目的としている。

1. 仮定を設定せず、応力分布の取得方法を提案する。
2. 今まで提案していた高速度変形を実現可能な「計装化 TI 試験法」を超高速変形領域まで拡張し、未知である材料の変形挙動の評価を可能とする試験法を確立する。
3. 高速度変形における、材料の変形挙動を評価するために、重要な外力を高精度に計測可能なセンサーを開発する。
4. 一カ所の温度測定に注目し、超高速材料特性試験法および超高速加工に適用可能な温度上昇評価試験法を提案する。
5. 任意材料に対して、提案した方法の妥当性を確認する。



①Taylor衝撃実験装置／②引張・圧縮・曲げ試験を1台で行うことができる油圧万能試験機／③引張試験装置などが並ぶ共有の実験設備

この研究の5つの特色

これまで衝撃強度のみを計測するものだったTI試験法は、近年になって種々拡張されており、材料モデルの確認、衝突外力の取得、応力-ひずみ曲線の測定などにも応用されている。

そうした中で本研究の特徴は以下になる。

1. DIC法によりTI試験の応力分布を取得する。
2. 超高速度試験方法の確立。
3. ひずみゲージの代わりに、出力信号が非常に大きな圧電フィルム(PVDF)を応力棒に貼り付け、外力を高精度に測定可能なセンサーを開発する。
4. 赤外線ファイバーおよび赤外線検出素子(IRD)を利用して温度測定系を設計する。
5. FCC材(面心立方格子金属)とするアルミニウムだけではなく、BCC材(体心立方格子金属)とする鉄、HCP材(六方最密格子金属)とするマグネシウムなどの材料の応力特性の取得などがある。

中国地質大学を卒業後、広島大学で学位取得

高崇助教は、中国・武漢市にある中国地質大学・機械および電子情報学院で、機械設計とその自動化を専攻。2015年6月に卒業すると、広島大学大学院 工学研究科の研究生として来日。2017年4月に同工学研究科 機械システム工学専攻 材料研究室の博士前期課程に入学し、2019年4月からは博士後期課程で研究・勉学に励み、2022年3月に工学博士となった。その後、2022年4月から立命館大学 理工学部 機械工学科の助教に就任した。

「広島大学 工学研究科 機械システム工学専攻 材料力学研究室を選択し、約5年間、同研究室で勉学や研究に励みました。指導教員やほかの学生らと切磋琢磨して研究に取り組む中で、研究活動自体を生涯の仕事としたいと強い希望を抱きました。複数の国際会議でさまざまな研究者と議論をしたことも刺激になり、研究への興味がますます深化。これからも研究を続けたいと思い、立命館大学に就職、研究を継続することができるようになりました」(高助教)。

宇宙構造物用材料の熱・力学的挙動の測定の研究

中国地質大学は、教育部直轄の国家重点大学。地球システム科学を主要領域として、応用科学・先端科学を重点とする学科体系を構築しており、地球規模での資源環境領域における研究分野に人材を輩出している。

高助教は、大学在学中から将来は研究者になることを目標に勉学に励んだ。その中で、宇宙開発は開発のイニシアチブをめぐる世界的競争の中にある。高助教は、高速を超えて飛来する宇宙ゴミと宇宙構造物の破壊と損傷の問題が重要課題であると考え、その回避のため、超高速変形における宇宙構造物用材料の熱・力学的挙動の測定が重要になると考えた。しかし、試験法の限界から超高速度であるレベルの試験は困難であり、対応する速度領域における材料の熱・力学的挙動の解明は急務となっている。

そこで、高助教は材料の熱・力学的挙動の評価、超高速度における熱・力学的挙動測定法の開発およびその高精度化などを主要なテーマとして研究に取り組んでおり、今回、天田財団に採択された研究はその中核となっている。

「航空宇宙開発の分野で、日中が協力しあえるための架け橋になりたい」

今年33歳となる高助教は一昨年、中国で知り合っていた女性と結婚、現在は大学近くのマンションの新居で夫人とともに暮らしている。

高助教は「オリジナリティ、未知のものへの挑戦的な精神、国際的なコミュニケーションスキル、そしてより高いレベルへ向かうための粘り強さを持った研究者として、培ってきた知識に加え、意欲的に新しい知識を取り入れることで、外国人として日本を中心に国際社会に貢献できるような研究者を目指したい」(高助教)と語る。

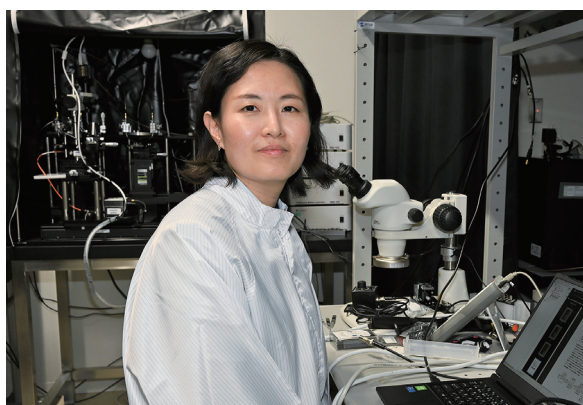
そして「人類にとって未開のフロンティアのひとつである航空宇宙開発の分野で、日中両国が互いに協力しあえる関係を構築するための懸け橋になりたい」という。その夢に一步でも近づくため、高助教は日々研究に動しんでいる。

極短共振器を用いた深紫外半導体レーザーの光学特性を解明する

深紫外半導体レーザー技術の実用化を推進し、
ものづくりの分野に貢献する

名古屋大学大学院 工学研究科 電子工学専攻

久志本 真希 准教授



名古屋大学大学院・久志本真希准教授

研究の歩み——学生時代から半導体デバイスに関する研究を行う

名古屋大学大学院 工学研究科 電子工学専攻の久志本真希准教授の研究テーマ「極短共振器を用いた深紫外半導体レーザーの光学特性解明」が、天田財団の2024年度「奨励研究助成（若手研究者）」にレーザプロセッシング分野で採択された。

久志本准教授は2007年に名古屋大学 工学部へ入学した後、名古屋大学大学院 博士課程前期、博士課程後期と進学、2016年3月には博士号（工学）を取得した。同年5月からは名古屋大学大学院 工学研究科の助教となり、2022年に同大学院 工学研究科の講師、2024年に同大学院 工学研究科 電子工学専攻の准教授に昇任。同大学院 工学研究科 電子工学専攻の天野・本田研究室のメンバーとして、活動している。

研究室には天野浩教授、本田^{よしお}善央教授をはじめ特任教授1名、特任准教授2名、久志本准教授を加えて准教授2名、特任助教2名、研究員5名のほか、学生はM2が7名、M1が6名、学部生が7名となっており、研究補助員、秘書など50名以上が所属している。

天野・本田研究室では、新分野で世界を先導する人材の養成を目的に、結晶成長、紫外光・可視光発光ダイオード、半導体レーザー、フォトトランジスタ、電力変換用パワーデバイス、高周波デバイスに関する研究を行っている。研究課題は、高品質な窒化物半導体の結晶成長技術および物性評価法の開発、さらにLEDやレーザーなどの発光デバイス、高耐圧スイッチングデバイスなど、窒化物半導体を用いた新規デバイスの実証や高効率化を目指している。

深紫外半導体レーザーの室温波発振の実現

久志本准教授は学部生のころから半導体結晶成長や、半導体デバイスの作製などに取り組み、多角的な視点から半導体デバイスの研究に従事してきた。そして、経験を通じて局所的な最適化にとどまらず、全体を見据えた最適化をはかることの重要性や、それぞれの知識の相互的な理解が必要であることを学んできた。こうした知識や経験を活かして研究してきたのが、深紫外半導体レーザーの室温波発振の実現だ。

半導体レーザーは小型で高効率かつ低コストなため、光源として、検査システムなどに広く利用されているが、深紫外光を発する半導体レーザーの実現には光の増幅度や温度上昇によるしきい値電流の増加など、多くの課題が存在していた。

久志本准教授はこれらの課題を解決するため、窒化アルミニウムを単結晶として成長させた基板、単結晶 AlN（窒化アルミニウム）基板を用いることで、アルミニウム（Al）と窒素（N）とガリウム（Ga）から構成される化合物、AlGa_{0.5}N（窒化アルミニウムガリウム）結晶の欠陥低減と、従来手法とは異なる伝導性制御技術を用いて、パルス（パルスは一時的な電流の変化）電流注入による深紫外半導体レーザーの実証を行った。さらに、多角的な評価を行うための測定システムを構築することで、デバイス性能の低下の主な原因は欠陥形成であることを明らかにした。



①電気特性評価装置／②ワイヤーボンダー／③全自動多目的X線回折装置

そこで、レーザー結晶の形状制御による剪断応力の集中抑制手法を提案し、深紫外波長域の半導体レーザーの結晶欠陥の抑制およびデバイス構造設計を通じたデバイス特性の向上により、当初の1/10の電力で動作し、室温で連続波発振する半導体レーザーを世界初で実現した。

深紫外半導体レーザーの閾値低減に向け、利得特性の解明を目指す

今回採択された研究テーマ、「極短共振器を用いた深紫外半導体レーザーの光学特性解明」では、深紫外半導体レーザーの閾値低減に向けて利得特性の解明を目指している。半導体レーザーの利得解析には、スペクトル中の縦モードを解析する、ハッキパウリ法が一般的には用いられている。しかし、深紫外半導体レーザーでは発振波長が短く、スペクトルに見られる縦モード間隔が非常に狭いため、従来の評価装置の波長分解能では不十分となるため、利得特性が未解明となっている。

久志本准教授はこの問題の解決策として、極短共振器長を有する深紫外半導体レーザーを挙げている。共振器長を短くすることで縦モードの波長間隔を拡げ、従来の評価装置が有する波長分解能でも利得特性を評価できるようになると考えた。そのため、まずは従来手法では作製することが難しい、極短共振器長を有する深紫外レーザーの作製方法を確立する。その後、作製した極短共振器長を有する深紫外レーザーを用いて測定手法を確立し、利得特性の評価行っていくという。

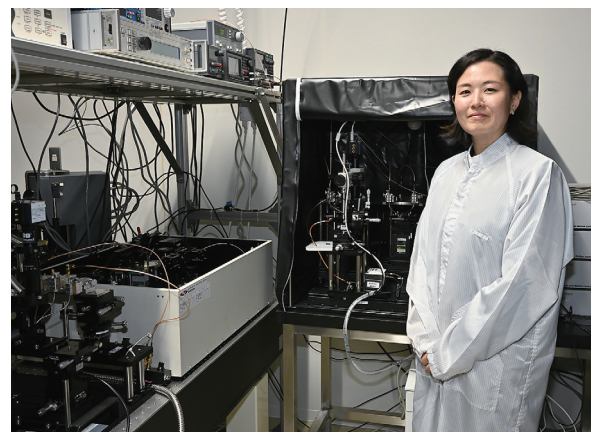
具体的には、すでに久志本准教授らの研究グループが実証したウエハ形状のまま深紫外レーザーを作製する技術をさらに発展させ、極短共振器長の深紫外レーザーを試作する。この手法では、ミラー端面を半導体薄膜エッチングとALD成膜により作製する。この方法で、50 μm 程度までの短い共振器長を有するレーザー構造を作製し、実現可能な共振器長を検討する。次に、作製した半導体レーザーを用いて、既存の評価装置を基に深紫外レーザーの利得測定手法の確立を進めるとともに、利得特性の解明を目指すことが研究の主眼となっている。

「深紫外レーザーのさらなる発展には利得特性の解明が不可欠であり、本研究が少しでも貢献できれば幸いです」（久志本准教授）。

ものづくりの発展に寄与できる研究を行う

久志本准教授は深紫外半導体レーザーの実用化に必要な室温連続波発振を実現したが、青色半導体レーザーの発展当初のような活発さがあるとは言えないという。その要因のひとつは時代が変化し、ものづくりを牽引してきた企業が、新規デバイスの開発に積極的に関われなくなっている状況があると、久志本准教授は考えている。このような状況下においても、半導体デバイス技術の発展を進めるために、深紫外半導体レーザー技術の発展に努めることで実用化を推進し、ものづくりの分野に貢献したいと久志本准教授は日々、研究を行っている。

「私の強みは、専門知識を活かし、研究の全体像を把握しながら技術発展へと導く力だと思っています。また、問題解決に向けたクリエイティブなアプローチと、新しい技術の導入に積極的に取り組む姿勢も私の長所だと思います。研究の成果を社会に還元し、ものづくりの進展に寄与することを目指して、引き続き努力を続けていく所存です」と久志本准教授は語っている。



レーザー装置の前で説明を行う久志本准教授

2024年度後期「国際交流助成」の 助成先を決定

天田財団は3月、**2024年度後期「国際交流助成」の助成先を決定**した。天田財団では毎年、金属等の塑性を利用した加工およびレーザ加工分野の研究開発助成、加工に必要な技術に関する国際交流に対する助成、ならびに金属の加工に従事する者の技能と地位の向上を目的とした資格取得に対する助成を行っている。

今回は2024年5月7日～7月31日まで行った前期募集の追加公募で、塑性加工分野・レーザプロセッシング分野を併せた**2024年度後期「国際交流助成」**として**17件・**

1,237万円の採択が決定した。

前期採択分を含めた2024年度の「研究開発助成」、「国際交流助成」の助成先総数は125件・3億449万円となった。これにより、1987年の創立以来の累計助成先件数は2,359件、累計助成金は42億9,256万円となる。

天田財団では6月2日より、**2025年度の「研究開発助成」「国際交流助成」の公募を開始**する。**募集期間は6月2日(月)から7月31日(木)までの2カ月間**。募集の詳細については天田財団のWebサイトをご確認ください。

●2024年度後期「国際交流助成」 助成内訳

助成プログラム名称	分野	件数	合計
国際会議等準備及び開催助成	塑性加工	1 件	100 万円
	レーザプロセッシング	1 件	100 万円
第1回国際会議等準備及び開催助成	塑性加工	1 件	150 万円
国際会議等参加助成	塑性加工	7 件	435 万円
	レーザプロセッシング	4 件	282 万円
国際会議等参加助成（若手研究者）	塑性加工	2 件	120 万円
国際シンポジウム等準備及び開催助成	レーザプロセッシング	1 件	50 万円
計		17 件	1,237 万円

※万円未満を切り捨てて記載

2024年度後期「技能検定受検手数料助成」 の対象先を決定

天田財団は3月、**2024年度後期「技能検定受検手数料助成」**の対象者を発表した。後期の対象職種は「工場板金」と「金属プレス加工」で、**助成先人数は316名（92団体）、助成金総額は591万円**となった（下図）。

天田財団では資格取得支援として、職業能力開発促進法施行令で指定され、都道府県職業能力開発協会が実施する国家検定「技能検定」の受検手数料への助成を2019年から行っている。当初は対象職種が「工場板金」

●2024年度後期「技能検定受検手数料助成」 助成実績

職種名	作業名	等級	助成者数	助成金額
工場板金	工場板金	特 級	20 名	29 万円
	機械板金作業	1 級	84 名	166 万円
		2 級	131 名	242 万円
		数値制御タレットパンチプレス板金作業	1 級	27 名
	2 級		54 名	102 万円
計			316 名	591 万円

のみだったが、時流の変化によって範囲を拡大、2022年度から「金属プレス加工」、2023年度から「レーザー加工作業」が追加された。

助成先募集期間は**前期が4月1日(火)～8月31日**

(日)、後期が**10月1日(水)～2月28日(土)**を予定している。
2025年度後期からは受検対象職種に「鍛造」を追加する(下図)。募集の詳細については天田財団のWebサイトをご確認ください。

●2025年度「技能検定受検手数料助成」対象一覧

2025年度	職種名	作業名	等級	募集期間
前期	工場板金	曲げ板金作業	1～3 級	4月1日(火) ～ 8月31日(日)
		打出し板金作業	1～3 級	
	金属プレス加工	金属プレス作業	1～2 級	
	非接触除去加工	レーザー加工作業	1～2 級	
後期	工場板金	工場板金	特級	10月1日(水) ～ 2026年2月28日(土)
		機械板金作業	1～3 級	
		数値制御タレットパンチプレス板金作業	1～2 級	
	金属プレス加工	金属プレス加工	特級	
	鍛造	自由鍛造作業	1～2 級	
		ハンマ型鍛造作業		
		プレス型鍛造作業		

「第37回優秀板金製品技能フェア」の受賞作品が決定

職業訓練法人アマダスクールは3月8日、「**第37回優秀板金製品技能フェア**」の選考結果を発表した。

同フェアは国内外の金属加工企業が製作した板金製品や作品を公募によって集め、加工技術・技能を競う場として提供することで、優れた技術・技能を表彰するとともに、一般展示を通じて板金加工技術・技能の交流と向上をはかることを目的に毎年開催している。一般社団法人日本塑性加工学会が協賛し、厚生労働省、経済産業省、天田財団などが後援している。

選考の結果、厚生労働大臣賞は**(株)MMR技研**(大阪

府)の「王冠」、経済産業大臣賞は**(株)田名部製作所**(福岡県)の「BEVEL GEAR CUBE」が受賞した。

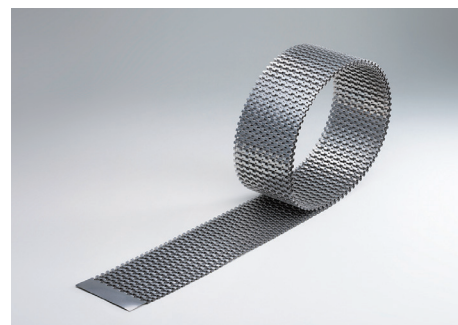
神奈川県知事賞は**(株)石川金属製作所**(北海道)の「METAL-TOY『神奈川沖浪裏』“The Great Wave”」、中央職業能力開発協会会長賞は**(株)キヨシゲ**(千葉県)の「3Dパズル」、日刊工業新聞社賞は**(株)シンエイ**(京都府)の「球体パズル」、日本塑性加工学会会長賞は**(有)スナミ製作所**(岡山県)の「コルゲート加工品」、海外最優秀作品賞は**OFFICINE BIEFFEBI S.p.a.**(イタリア)の「エンジンサポート」が受賞した。



厚生労働大臣賞を受賞した**(株)MMR技研**(大阪府)の「王冠」(W200×D200×H155mm)



経済産業大臣賞を受賞した**(株)田名部製作所**(福岡県)の「BEVEL GEAR CUBE」(W250×D250×H250mm)



日本塑性加工学会会長賞を受賞した**(有)スナミ製作所**(岡山県)の「コルゲート加工品」(W100×D送りピッチ9×H4mm)

2025年度の行事予定

1. 公共展への参加

OPIE '25

日程：2025年4月23日～25日
会場：パシフィコ横浜

MF-TOKYO 2025

日程：2025年7月16日～19日
会場：東京ビッグサイト

レーザーソリューション2026

日程：2026年1月21日～23日
会場：大阪南港ATCホール

2. 助成研究成果発表

第8回 レーザプロセッシング 助成研究成果発表会

日程：2025年4月23日
会場：パシフィコ横浜
※OPIE '25の公式イベントとして開催

第22回 塑性加工 助成研究成果発表会

日程：2025年5月15日
会場：アクリエひめじ
(姫路市文化コンベンションセンター)

3. 助成事業

2025年度助成式典

日程：2025年11月29日
会場：AMADA FORUM

2025年度研究開発・国際交流助成

募集期間：2025年6月2日～7月31日

令和7年度 技能検定 受検手数料助成※

前期募集：2025年4月1日～8月31日
後期募集：2025年10月1日～
2026年2月28日

※今年度から助成対象職種に「鍛造」が追加に
なります(詳細はP18を参照)

天田財団は、助成研究成果を産業界へ積極的に発信しています。

各行事の詳細につきましては、
天田財団のWebサイト (<https://www.amada-f.or.jp/>) をご参照ください。



編集後記

事務局長の鈴木です。「天田財団ニュース2025春号」をお届けします。本号では現在助成中の先生方の研究室6件のほか、公益財団法人軽金属奨学会様を訪問し、インタビューいたしました。ご対応いただきましたみなさま、どうもありがとうございました。

私事で恐縮ですが、私は本年3月末日をもちまして人生2度目の定年退職となり、天田財団を離れます。(株)アマダで1度目の定年をむかえて天田財団に移籍してから5年が経ちましたが、振り返ってみるとあつという間のように感じます。移籍後最初の仕事が、辞任による理事長交代と事務所の引っ越しといういきなりの山場で、しかもコロナ禍がすでに始まっていて、理事会などの会議、助成研究成果発表会や助成式典といったイベントをどうするのか——課題が山積する中でのスタートでした。さらにはいつも借用していた(株)アマダの朝霧スクエアが閉館となり、AMADA FORUM (旧・FORUM246) も改装工事に入ったため、会議場をその都度探す必要が生じました。

コロナ禍につきましては、大学の授業のオンライン化にともなうビデオ教材の作成に苦労されている話を当時はよく伺いました。私どももWeb会議システムWebexを導入したり(現在はZoomを利用)、助成研究成果発表会をオンラインで行うための動画撮影を行ったり、助成式典をバーチャルに開催したりと、

四苦八苦しながらこれまで経験したことのない方法で実施してきました。

コロナ禍がようやく3年ほどで落ち着き、AMADA FORUMの工事が終了した今となっては、会議や助成式典を以前と同じように行えるようになっただけでなく、会議にオンライン出席を併用したり、助成研究成果発表会をWeb視聴できるようにしたりと、災い転じて福となす状況となった部分もありました。さらには会議室・会場探しの結果として、新丸の内ビルディング内の会議室を使わせていただいたり、日比谷コンベンションホールと日比谷松本楼で助成式典と交流会を開催したりと、滅多にない良い経験をさせてもらいました。

新しい事務局長には事務局次長の高津正人が就任します。今後も変わらずのご支援・ご協力をお願いしたいと思います。この編集後記も次回からは高津が執筆します。実は私は上述のように任期の前半がコロナ禍の最中であつたことから、Webでの取材はそれなりに参加した一方で、実際に研究室を訪問する機会は少なかったのですが、高津はインタビュー取材をかなりこなしていますので、より臨場感のある編集後記となるのではと期待しております。

最後に、みなさまのご健勝とご多幸をお祈り申し上げます。

(事務局 鈴木)

今回の表紙

①天田財団・伊藤克英代表理事理事長(右)から助成金目録を贈られた産業技術総合研究所・奈良崎愛子副研究部門長(左)／②2024年11月30日にAMADA FORUM(神奈川県伊勢原市)で開催された「2024年度助成式典」の様子／③助成式典のあとに行われた交流会の様子。助成を受けた研究者や財団関係者などの多くが参加して盛大に開催された