

天田財団 ニュース

2022 Autumn | No.13

- 02 「微細表層レーザ加工」をテーマに開催——
「レーザプロセッシング助成研究成果発表会」
- 研究室訪問**
- 04 鹿児島工業高等専門学校 機械工学科 徳永 仁夫 教授
- 06 新居浜工業高等専門学校 環境材料工学科 真中 俊明 准教授
- 08 富山高等専門学校 機械システム工学科 井上 誠 教授
- 10 長岡工業高等専門学校 電気電子システム工学科 島宗 洋介 教授
- 12 釧路工業高等専門学校 創造工学科 高橋 剛 教授／グエン・タン・ソン 講師
- 14 2022年度前期助成先が決定
「レーザー夏の学校」に初参加



レーザプロセッシング 助成研究展



「微細表層レーザ加工」をテーマに開催—— 「レーザプロセッシング助成研究成果発表会」

「第5回レーザプロセッシング 助成研究成果発表会」開催

公益財団法人天田財団は4月20日、OPIE'22の公式併催イベントとして「第5回レーザプロセッシング助成研究成果発表会」をリアルとオンラインのハイブリッド方式で開催した。

天田財団の助成研究成果発表会では毎回テーマが設けられ、過去に助成研究として採択された研究成果報告の中から関連したものを選定し、その後の研究の進展を加えて発表する。今回のテーマは「微細表層レーザ加工」となった。

今回は財団が助成研究成果の啓蒙と産学交流の促進を目的として行っている「助成研究成果発表会」のほか、一般社団法人レーザー学会東京支部が共催する「特別講演」や、産業分野での取り組みを紹介する「企業講演」も併せて行われた。「企業講演」は、これまで大学や研究機関の研究者を中心として行われていた本発表会に、企業からの視点を加え、それぞれの視点のちがいや産学連携の重要性を再認識するきっかけにすることを目的に今回初めて企画された。

テーマは「微細表層レーザ加工」

発表会の冒頭に行われた主催者挨拶では天田財団・末岡慎弘代表理事理事長が「長引くパンデミックに加え、ロシアのウクライナ侵攻により世界経済は大きなダメージを受

け、先行きの不透明感が増えています。一方、科学技術の分野においてはデジタルトランスフォーメーションへの対応、SDGsの達成、カーボンニュートラルの実現など、技術的な課題が山積しています。私はいつの時代も科学技術のイノベーションこそが課題を解決して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。当財団は次の時代を切りひらくイノベーターを応援するとともに、研究開発助成によって社会に貢献することを目指しています」と述べた。

基調講演では東海大学・山口滋教授（天田財団役員）が「『微細表層レーザ加工』研究が拓く未来」という演題で、レーザ加工の歴史や研究事例について紹介し、「表層加工はSDGsやカーボンニュートラル、循環型社会、安全・安心、健康促進社会など医学分野も含めてこれからの応用・発展が期待できる分野です」と、その重要性について説明した。その後、山口教授が座長となり、助成研究成果発表会や特別講演、企業講演が行われた。

「助成研究成果発表会」では、北海学園大学・藤原英樹教授が「プラズモン場を用いたレーザー水熱合成によるナノ発光体の最適配置 ～フォトニック・プラズモニックハイブリッドデバイスの作製～」、慶應義塾大学・寺川光洋教授が「レーザ直接描画によるフレキシブル導電性構造の作製」、産業技術総合研究所・奈良崎愛子研究グループ長が「レーザー転写による物質デリバリー ～微粒子からタンパク質担持マイクロチップまで～」、東北大学大学院・水谷正義准教授が「レーザ照射と超精密切削のサイマルプロ



主催者挨拶をする天田財団・末岡慎弘代表理事理事長



基調講演を行う東海大学・山口滋教授（天田財団役員）



助成研究成果を発表する北海学園大学・藤原英樹教授

セッシングによる高品位微細構造体の創成 ～微細な形をレーザーで整える～」と題した研究成果発表を行った。

産学の壁を越えて交流

「特別講演」では、**筑波大学 計算科学研究センター・矢花一浩教授**が「フェムト秒レーザーから物質へのエネルギー移行の第一原理計算」と題した講演を行い、「レーザー加工現象は光から物質中の電子へエネルギーが移行することから始まる。この過程に対して物質科学の第一原理計算の方法を用いた記述が可能」として、その現状と課題について紹介した。

「企業講演」では、**(有)志村プレス工業所・志村正廣代表取締役社長**が「たかがボタン されどボタン」、**(株)リブス・ワークスの照井正人営業責任者**が「超短パルスレーザーによるマイクロテクスチャ技術の現状と課題」というタイトルで、それぞれ自社の表層加工関連技術や取り組みについて産業的な視点から講演した。各講演の終了後には質疑応答の時間が設けられ、活発な質問や意見交換が行われた。

発表会の最後に山口教授は「CO₂レーザーから固体レーザー、ファイバーレーザーへと開発が進んできて加工速度が大きく変わり、切断の溝もシャープになり、短い時間で制御できるレーザーが登場するなど加工の現場は大きく変わっています。ここからさらにものづくりを飛躍させていくためには産業界と学会、機械加工系とレーザー加工系の研究者などが積極的に情報交換をすることが大事です。ぜひ皆さま、いろ

いろな機会を通して産学の壁、学会の壁を越えて交流していただき、日本のものづくりの飛躍のため、ご協力をいただければと思います」と総括の言葉を述べ、本発表会を締めくくった。

次回は来年4月にパシフィコ横浜で開催

その後は会場をヨコハマグランドインターコンチネンタルホテルに移して交流会が行われた。交流会のはじめに**(株)オプトロニクス社・上野直樹代表取締役会長**が来賓祝辞と乾杯の言葉を述べた。長く続くコロナ禍の影響で久しぶりの対面交流となる参加者も多く、マスクをしながら積極的に会話・情報交換を行う姿が多く見られた。

交流会の最後には**天田財団・阪部周二評議員**（京都大学名誉教授、一般社団法人レーザー学会副会長）が「天田財団は、ものづくりを基盤とする日本の科学技術を発展させるために努力する研究者・開発者のためにあります。当財団の助成を受けられた先生方はそれを肝に銘じて研究に精進していただければと思っております。今後も当財団ならびに日本のレーザープロセッシング分野を盛り立てていくために皆さまと一丸となって努めていければと思っておりますので引き続きよろしくお願ひ申し上げます」と閉会の挨拶を述べ、交流会は終了した。

財団では次回の「第6回レーザープロセッシング助成研究成果発表会」もOPIE'23の公式併催イベントとして2023年4月19日にパシフィコ横浜で開催する予定としている。



助成研究成果を発表する慶應義塾大学・寺川光洋教授



助成研究成果を発表する東北大学大学院・水谷正義准教授



企業講演を行う(株)リブス・ワークスの照井正人営業責任者

動的液圧バルジ試験装置により 金属板材の変形速度をコントロール

材料工学や加工学分野の研究、
産業発展に貢献する

鹿児島工業高等専門学校 機械工学科

徳永 仁夫 教授



鹿児島工業高等専門学校・徳永仁夫教授

専門知識・技術を有する創造的な 人材を育成する高専

高等専門学校（以下、高専）は、1961年6月に学校教育法の一部改正により創設され、1962年4月に第一期校が開校されて以来、国内外で活躍する多彩な人材を輩出している。そもそも高専は職業に必要な実践的かつ専門的な知識・技術を有する創造的な人材を育成するとともに、日本の高等教育水準の向上と均衡ある発展をはかることを目的として創設された。

現在は北海道から沖縄まで国立高専51校（55キャンパス）の全国ネットワークを持ち、学生数5万2,000人、教職員数6,300人（うち教員数3,800人、技術職員数700人）の大規模な高等教育機関となっている。

各高専には3～7の学科があり、理工系分野の学科としては、機械・材料系学科（機械工学科など）、電気・電子系学科（電子工学科など）、情報系学科（情報工学科など）、化学・生物系学科（物質工学科など）、建設系・建築系学科（環境都市工学科など）、商船系学科（商船学科）などがある。

5年間の教育課程の中で、一般科目と専門科目が balan

スよく配置されている。実験・実習を重視した専門教育を行い、大学と同程度の専門的な知識・技術が身につけられるよう工夫されているのが特徴となっている。

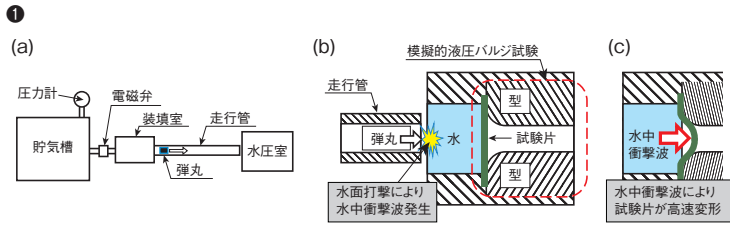
また、5年間の教育を受けたあとに専攻科で2年間学ぶこともできる。専攻科は、本科卒業後により高度な技術者教育を行うことを目的としており、機械・電気システム工学系専攻、環境システム工学系専攻、物質工学系専攻などがある。最近では専攻科や4年生大学への編入を志す生徒が毎年20～50%いるという。

国際交流センター長も兼任 ——グローバルエンジニア基礎力を育成

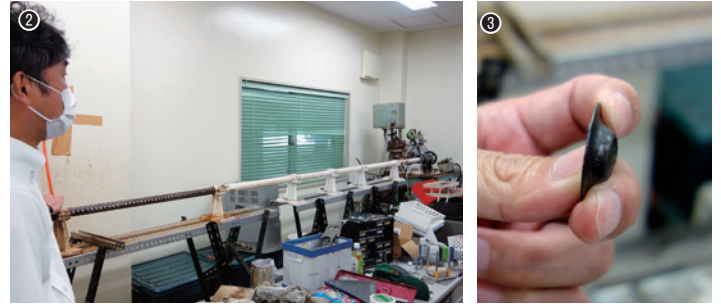
鹿児島工業高等専門学校（以下、鹿児島高専）機械工学科の徳永仁夫教授は、天田財団の2021年度「一般研究開発助成」の塑性加工分野に採択された「動的液圧バルジ試験の提案とマグネシウム合金の冷間塑性加工に関する考察」の研究を行う一方で、高専の目的である「専門的な知識・技術を有する創造的な人材の育成」にも積極的に関わっている。

また、2019年度から全国の高専で取り組みが始まった、世界で活躍できるグローバルエンジニアを育成するための活動を推進する国際交流センターのセンター長も兼任している。

鹿児島高専では「グローバルエンジニア基礎力としてのICTスキル、問題解決力、グローバルマインド育成事業（事業期間：2019～2023年度）」を推進する取り組みを中心に、特色のある教育研究体制を構築し、国際社会で活躍するグローバルな高専生の育成を目指している。そのため、国際交流センター長である徳永教授は超多忙なスケジュールをこなされており、採択された助成研究についても「今年度いっぱいセンター長としての任期があるので、来年度からは本格的に助成研究に取り組めると思います」と語っている。



①動的液圧バルジ試験装置の概要／②空気圧で毎秒100mのスピードで弾丸を発射することができる試験措置／③動的液圧バルジ試験で張り出し成形されたAZ31合金の試験片



鹿児島高専の機械工学科に赴任

徳永教授は2006年3月に「熱強化ガラスの強度と破壊に関する研究」で宮崎大学大学院 工学研究科 博士後期課程を修了。同年4月から2007年3月までは宇部工業高等専門学校（以下、宇部高専）の助手として「セラミックスを対象とした、金属薄膜を用いたき裂長さ測定法に関する研究」を行った。2007年4月から2009年3月までは宇部高専の助教となり、「Zr基バルク金属ガラスの引張塑性変形挙動、ひずみ速度依存性に関する研究」に携わった。2009年4月から2016年3月までは宇部高専の准教授として「Zr-Cu-Al合金の機械的性質や形状記憶特性に関する研究」を行った。

2016年4月には現在の鹿児島高専の機械工学科に赴任、准教授として「衝撃水圧成形法による金属の塑性および機械的性質に関する研究」に着手した。2019年4月からは国際交流センター長に就任。2021年4月からは教授に昇任した。

「私が熊本出身、妻が宮崎出身で、いずれは九州に戻りたかったということもあり、宇部高専から鹿児島高専に移ってきました」と徳永教授は語っている。

「新しい塑性加工技術の確立も期待できる」

今回の助成研究「動的液圧バルジ試験の提案とマグネシウム合金の冷間塑性加工に関する考察」では、環境・エネルギー問題解決につながる新材料として期待されているマグネシウム合金（以下、Mg合金）の冷間塑性加工方法を確立するという目標がある。

Mg合金は冷間塑性変形能がほかの機械・構造用材料に著しく劣るといわれている。すでに、液圧バルジ試験（金属円板の片側から液圧を付与し、張り出し変形を生じさせる試験）を用いてMg合金（AZ31）の張り出し成形性におよぼす試験温度の影響を調査したほかの研究者によって、試験温度が150℃以下では張り出し成形ができないことが報告されている。

徳永教授は高エネルギー速度加工の一種である衝撃水圧法によってMg合金の冷間塑性変形能が向上することを見いだした。すなわち、衝撃水圧法と模擬的液圧バルジ試験を組み合わせた試験（動的液圧バルジ試験と称する）を提案し、市販のAZ31合金の張り出し成形性の評価に適

用した。本研究ではその実験結果をさらに推し進め、Mg合金に適用可能な新しい冷間塑性加工プロセスを構築することを目的としている。そのため、本研究では高速変形する金属板材の機械的性質や張り出し成形性を定量評価する手法の提案と、その提案手法を用いたMg合金の冷間塑性変形能延性向上メカニズムについて取り組む計画である。

本研究で使用する衝撃水圧法は、空気圧によって生じさせた高水圧を金属ポンチの代わりとしてプレス成形を行うため、安全性は極めて高い。また、空気圧によって衝撃波強度を幅広くコントロールすることができる。

この試験では金属板材に高速・高圧の水中衝撃波が作用し、金属板材は高ひずみ速度で変形する。動的液圧バルジ試験（室温）後のAZ31合金の外観は、明らかな張り出し変形が生じている。これによって動的液圧バルジ試験により、AZ31合金の張り出し成形性評価に適用することができ、金属板材の動的ひずみ速度域での機械的性質や張り出し成形性評価に広く適用可能な汎用性の高い手法だと考えられる。

徳永教授は新しい塑性加工技術の確立も期待できるとも考えており、「本研究の成果によって材料学や加工学分野の研究や産業発展に貢献できると考えます」と語る。

鹿児島高専からは明治維新の原動力となった先人も常に見上げていた、錦江湾に浮かんだ白煙を上げる桜島を一望できる。そのロケーションの中で教育、研究そして国際交流と獅子奮迅の活躍をされる徳永教授の研究成果が楽しみである。



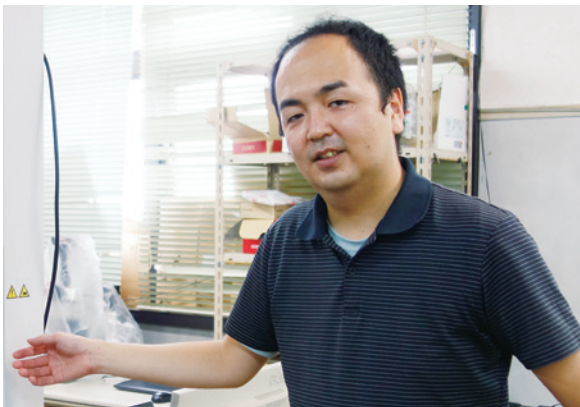
徳永研究室のメンバーの集合写真

晶出第二相粒子のマイクロ組織制御による アルミニウム合金の力学特性改善

社会基盤を支える金属構造材料の開発には
異分野との連携が必須

新居浜工業高等専門学校 環境材料工学科

真中 俊明 准教授



新居浜工業高等専門学校・真中俊明准教授

「アルミニウム材料中の水素挙動」を研究

新居浜工業高等専門学校（以下、新居浜高専）環境材料工学科の真中俊明准教授は、大学在学中から一貫して「アルミニウム材料中の水素挙動」についての研究を行っている。

2012年4月～2014年3月には茨城大学大学院 理工学研究科 博士前期課程 機械工学専攻で、超塑性Zn-Al共析合金のマイクロ組織制御の研究に取り組んだ。熱間圧延プロセスによる組織制御を行い、結晶粒微細化過程と引張特性の関係を調査。国際会議「ICSAM2012」では「Best Poster Award」、日本機械学会からは「日本機械学会三浦賞」を受賞した。

2014年4月～2017年3月には同大学院 博士後期課程 物質科学専攻でアルミニウム合金の水素脆化機構の解明を目指し、アルミニウム材料中の水素挙動を研究した。

2017年4月からは新居浜工業高等専門学校 環境材料工学科の助教に着任。アルミニウム合金の水素挙動解析を発展させて水素脆化機構の解明に引き続き取り組んでいる。2020年4月には同学科の講師となり、2022年4月には准教授へと昇任した。

アルミニウム合金の力学特性を改善

真中准教授の研究テーマ「晶出第二相粒子の分布状態制御によるアルミニウム合金の力学特性改善」が、天田財団の2019度「奨励研究助成（若手研究者枠）」の塑性加工分野に採択された。

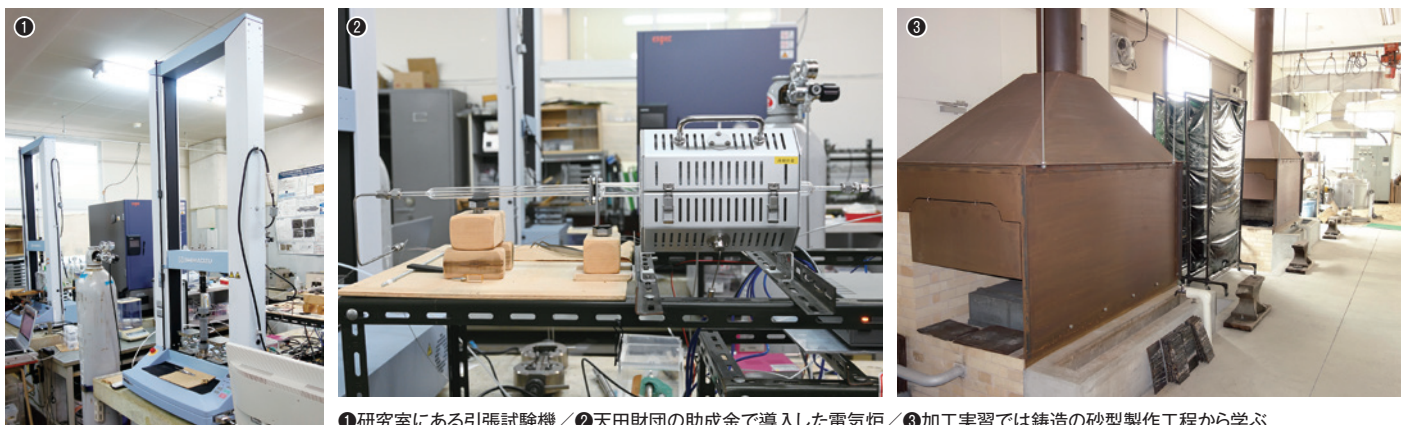
今回の研究は溶体化後も残存する晶出第二相の分布状態を制御することで、アルミニウム合金の力学特性を改善することを目的としている。具体的にはステップ溶体化処理と冷間圧延を行う。前者では段階的に昇温することで共晶溶解を生じさせることなく通常の条件よりも高温で溶体化処理を行う。これにより溶質元素量を増やすことで時効硬化による強化量が増大するうえ、破壊の起点となる粒子のサイズおよび量を減少させることで延性の向上を狙う。さらに冷間圧延を施すことで、残存する第二相粒子の微細化、結晶粒形状および水素マイクロポアの制御を行い、力学特性の向上を目指している。

真中准教授は「研究は計画どおりに進んでいますが、なかなか狙ったような結果は出てきません。申請書の段階では熱処理を加えることで性能を変化させようと思いましたが、それだけでは十分な成果を得られないので加工を採り入れる必要がありそうです。水素は直接目で見る事ができないうえ、材料中に含まれる分量も決して多くはありませんが、材料に大きな影響を与えます——そこをうまく制御することができれば、もっと強いアルミニウム合金を使えるようになるはずです」と、研究の進捗状況と今後に向けた考えについて述べている。

環境保全に対応したものづくりができる 技術者を育成

真中准教授は現在、環境材料工学科の4年生の担任を担当している。

「環境材料工学科という名前からは何をやっている学科なのかわかりづらいこともあり、PRには結構苦労していま



①研究室にある引張試験機／②天田財団の助成金で導入した電気炉／③加工実習では鑄造の砂型製作工程から学ぶ

す。環境材料工学科では材料工学に関する基礎的な専門知識と技術を身につけ、環境保全に対応したものづくりができる技術者の育成を目的としています。私の知る限りでは現在、材料を専門に扱う学科のある高専は新居浜・鈴鹿・久留米の3校のみ。新居浜高専の環境材料工学科では金属だけでなく、セラミックスやプラスチックなども扱っています」。

「環境材料工学科の場合、専攻科への進学、豊橋技術科学大学や愛媛大学といった大学への編入を選択する学生が20～30%となっています。わりと早い段階から大学進学に興味を持っている学生も多いようです。話を聞いてみると、『高専卒業後は四大に編入して大学院まで進学したい』『将来は外国で働きたい』と考えている学生もいます」。

「対照的に、入学当初から就職を念頭に置いている学生もいます。環境材料工学科には機械・電気・化学・造船・建設など非常に多くの分野の企業から求人があり、それぞれの分野で卒業生たちが活躍しています」（真中准教授）。

そうした学生たちの進学・就職などをサポートしているのが、真中准教授を含む先生たちだ。インターンシップにいく前のマナー講習から、就職活動での履歴書の書き方、面接指導、普段の生活にいたるまで各学生の希望に応じて丁寧に指導している。そのため、「自身の研究に費やす時間はかなり限られてくる」（真中准教授）という。

アルミニウム合金の可能性

「アルミニウム関連の研究ではまだ企業との連携はできていませんが、溶接関係では地元の溶接材料のメーカーさんと共同研究を行っています。溶接でも水素が関係した割れが発生するので、どういう条件で溶接したら水素が入るのかなど基礎的な部分から調査しています。四国地域ですとどうしても金属の溶接——特に造船からきているのですが、プラント関連の溶接が多いです。そういった地域からの要望に応えられるような研究も展開していきたいと思っています」。

「先日、富山で開催されたアルミニウム合金の国際会議に参加したときに改めてアルミニウムのリサイクルへの可能

性を感じました。日本ではアルミニウムの地金は輸入に頼っていますが、今後、国内で展伸材をうまくリサイクルして活用していければ価格の高騰などが生じても安定した供給が可能となります。現在、輸送機器に使われているアルミニウム展伸材のリサイクルは元の製品の品質からの低下をとまなう『カスケードリサイクル』がスタンダード。これを『水平リサイクル』にすることができれば大きなメリットとなります。そのためには、リサイクル時に混入する不純物元素の無害化が必要で、取り組みたい研究課題のひとつです」（真中准教授）。

金属構造材料開発には異分野の研究者の連携が必須

「社会基盤を支える金属構造材料開発には、ラボレベルの強度・延性評価だけでなく、その後の加工特性の評価や実用化に向けた製造プロセス開発まで多岐にわたる検討が必要です。そのためには異なる複数分野の研究者・技術者の連携が必須で、自分の専門分野だけに特化するのではなく、さまざまな分野の技術動向に目を配る必要があります。新居浜高専では愛媛大学工学部との連携を進めているほか、私自身は学会の研究会などで大学の先生がたと共同研究を行っています。今後もいろいろな企業や研究者の方と連携しながら研究を進めていきたいと考えています」（真中准教授）。



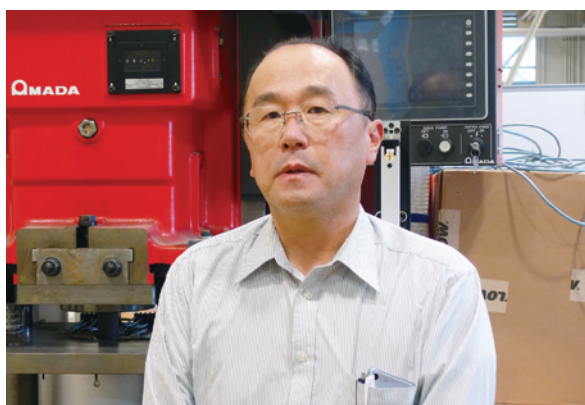
真中研究室のメンバーの集合写真

サーボプレスを用いた押出加工による 高強度・高耐食性Mg-Zn合金板材の作製

マグネシウム合金のリサイクル、 高純度化、特性に関する研究を継続

富山高等専門学校 機械システム工学科

井上 誠 教授



富山高等専門学校・井上誠教授

研究開発助成の採択は今回が3度目

富山高等専門学校（以下、富山高専）機械システム工学科の井上誠教授は、「サーボプレスを用いた押出加工による高強度・高耐食性Mg-Zn合金板材の作製」という研究テーマで、天田財団の2020年度「一般研究開発助成」の塑性加工分野に採択された。井上教授は現在、校長補佐の要職も兼務しており、取材にうかがった日は「商船学科」の卒業式が射水キャンパスで催され、過密スケジュールの合間を縫ってのインタビューとなった。

富山高専は、富山工業高等専門学校と富山商船高等専門学校が統合して2009年に誕生した。そのため、「機械システム工学科」「電気制御システム工学科」「物質化学工学科」「電子情報工学科」「国際ビジネス学科」「商船学科」と、名称に「工学」が付かない学科もある。また、本科卒業後に2年間学べる専攻科には「エコデザイン工学専攻」「制御情報システム工学専攻」「国際ビジネス学専攻」「海事システム工学専攻」がある。

井上教授が所属する「機械システム工学科」は1学年あたりの定員が40名で、5年生までで約200名の学生が在籍している。このうち50%の学生が高専卒業後には専攻科

や、長岡技術科学大学、豊橋技術科学大学、東京大学、東京工業大学などの4年制大学に編入している。

軽金属材料やMgの高純度化などを研究

井上教授は富山高専を卒業後、民間企業に就職したが、1986年に長岡技術科学大学 工学部 創造設計工学課程の3年に編入学し、1988年に研究科の博士前期課程に入学した。長岡技術科学大学に在籍中から軽金属材料、マグネシウムの高純度化などの研究に携わってきた。1990年3月に卒業した後は再び民間企業に就職したが、1991年には富山工業高等専門学校 金属工学科の助手となり、2009年9月まで同校の環境材料工学科の助手、講師、准教授、教授を務め、2009年10月からは富山高専 機械システム工学科の教授となった。

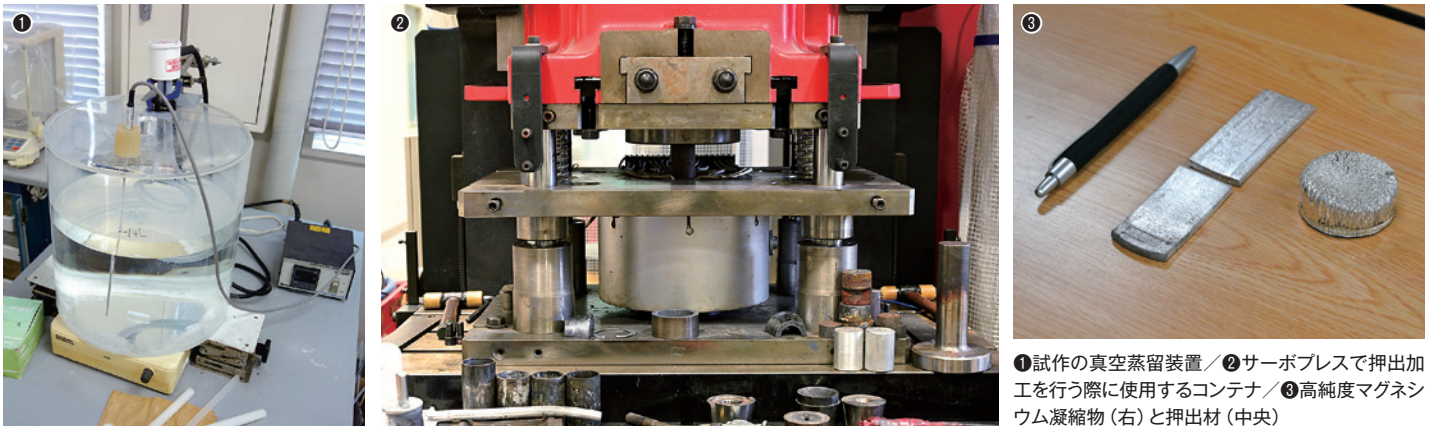
高強度・高耐食性Mg-Zn合金板材の作製

井上教授の研究テーマはこれまでに3度、天田財団の研究開発助成に採択されており、いずれもマグネシウム合金材料の研究テーマとなっている。

井上教授は、今回の助成研究に至った経緯について次のように説明する。

「近年、マグネシウム合金は軽量であることや、リサイクル性の高さなどの優れた特性により、携帯用電子機器をはじめとした構造用材料としての需要が増加する傾向にあります。また、生体吸収性材料であることから医療材料への適用も検討されています。私の研究室ではこれまでに、マグネシウム合金のリサイクルに関する研究や、高純度化に関する研究、その特性に関する研究を行ってきました」。

「市販のマグネシウム合金では生体吸収が速すぎるため、生体吸収が遅くなる高純度マグネシウム合金の研究が行われています。しかしながら、強度の低さが問題となっていました。これまでの研究で、亜鉛を含むマグネシウム合金を使用すると、固溶強化などにより強度が増え、高純度



①試作の真空蒸留装置／②サーボプレスで押出加工を行う際に使用するコンテナ／③高純度マグネシウム凝縮物(右)と押出材(中央)

Mg-Zn合金板材は高強度・高耐食性が実現可能であることがわかってきました。そこで、当研究室では各元素間の蒸気圧差を利用した真空蒸留法、および押出加工法により高強度・高耐食性Mg-Zn合金板材の作製の検討を行ってきました」。

「真空蒸留法で得られた多孔質な高純度マグネシウム凝縮物のまま押出加工を行い、高純度マグネシウム押出材を製作。特性の検討を行うため、2013年度には(株)アマダ製のデジタル電動サーボプレスSDE-8018を購入し、押出加工への適用を検討しました。同じく2013年度に天田財団の研究開発助成を受けて『マグネシウム合金の気相-固相法による高純度広幅サイクル材の作製』の研究を行いました」。

「2017年度の研究開発助成で採択された『サーボプレスを用いた押出加工・圧延加工による超高純度マグネシウム板材の作製』では、サーボプレスを用いた押出加工・圧延加工により純度99.995%以上の超高純度マグネシウム板材を作製し、特性を確認しました。これまでのところ私の研究室以外では、サーボプレスを用いた押出加工による高純度・高耐食性Mg-Zn合金板材の作製の体系的な実験、研究は行われていません」。

「今回の研究テーマ『サーボプレスを用いた押出加工による高強度・高耐食性Mg-Zn合金板材の作製』では、①押出加工のための真空蒸留法による高純度Mg-Zn合金凝縮物の作製、②サーボプレスを用いた押出加工による高強度・高耐食性Mg-Zn合金板材の作製、③得られた高強度・高耐食性Mg-Zn合金板材の特性調査——の3点について明らかにしたいと考えています」。

報告例がほとんどない珍しい研究

本研究では、各元素間の蒸気圧差を利用した真空蒸留法により、高い回収率で、高品質(高耐食性・高延性)な超高純度マグネシウム凝縮物の回収が可能である。回収部の形状を変えることにより、溶解鑄造せずに押出加工を行うことができる。

さらにマグネシウムは大気中で溶解すると燃焼のおそれがある

あり、溶解鑄造を行わずサーボプレスによる押出加工を行うことにより、燃焼のおそれがなく、不純物の混入がなく、板材を作製できるという。多彩なモーションコントロールが可能なサーボプレスを用いてさまざまなモーションを押し出加工に使用することにより、これまでの油圧プレスによる押し出加工と比べ、押し出速度を変え、表面の清浄な押し出材の作製が期待できる。

また、真空蒸留の原料に亜鉛を含むマグネシウム合金を用いることにより、高純度Mg-Zn合金を回収でき、押し出加工を行うことにより、強度の向上(引張り強さ200MPa以上)も期待できる。

真空蒸留法を用いたマグネシウムの精製に関する報告例はこれまでもいくつかあり、製錬法としても用いられている。しかし、真空蒸留法と押し出加工を組み合わせた報告例は、国内外で井上教授の研究室以外にはない。

また、近年はサーボプレスがマグネシウム合金の絞り加工、曲げ加工などに積極的に用いられるようになってきた。マグネシウム合金の押し出加工の報告例も国内外で増えている。しかし、サーボプレスを用いた押し出加工の体系的な報告例は井上教授の研究室以外にない。それだけに今後の研究成果が期待される。

富山県はもともとアルミサッシなど軽金属を使った産業がさかんな地域である。それだけに井上教授の研究にも熱が入るようだ。



井上研究室のメンバーの集合写真

レーザーによる多結晶成長制御で 高効率薄膜太陽電池の実用化を目指す

「研究成果が現場で活用されることが技術者の喜び」

長岡工業高等専門学校 電気電子システム工学科

島宗 洋介 教授



長岡工業高等専門学校・島宗洋介教授

新しい化合物薄膜太陽電池の実用化を目指す

長岡工業高等専門学校（以下、長岡高専）電気電子システム工学科の島宗洋介教授は、新しい化合物薄膜太陽電池の実用化を目的に、太陽電池を構成する各種薄膜の物性制御とそれらを積層化した高効率太陽電池に関する研究を行っている。

島宗教授は1995年3月に長岡高専 電気工学科を卒業後、1995年4月からは先進的な材料分野の研究を行っている東北大学工学部電気電子情報系に編入し、半導体分野の研究を始めた。1997年4月～2002年3月には同大学大学院工学研究科で「IV族半導体への原子層ドーピングに関する研究」などを行い、博士の学位を取得した。

2002年4月からは富士通㈱で「バッチ式低温選択SiGeエピタキシャル成長プロセスの開発」「スーパーコンピュータ『京』用CPUの製造プロセス及び量産技術開発」「28nm node 先端プロセスASICの量産展開」などの研究を行った。しかし、同社は2014年に半導体事業からの撤退を発表。島宗教授は「もっとものづくりに関わる仕事をしたい」との思いから、2015年2月に同社を退社した。

2015年4月からは長岡高専 電気電子システム工学科の准教授として、2022年4月からは教授として「CZTS化

合物薄膜太陽電池の変換効率改善に関する研究」などを行っている。

レーザーの特性を生かした 多結晶成長制御の試み

島宗教授の研究テーマ「レーザーアニールによる光吸収層の局所結晶化プロセスの確立と薄膜太陽電池への応用に関する研究」が、天田財団の2020年度「一般研究開発助成」のレーザープロセッシング分野に採択された。

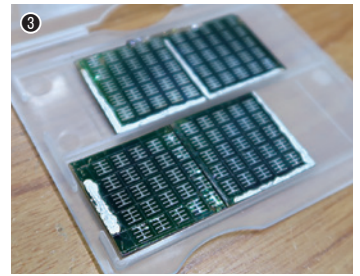
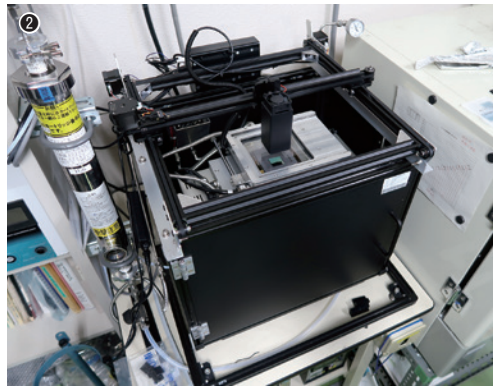
本研究は、汎用元素からなるCZTS化合物薄膜太陽電池の実用化を目指し、レーザー照射による局所瞬時高温加熱によって高品質CZTS多結晶を実現するプロセスを確立することを目的としている。レーザーの特性を生かして波長・エネルギー・走査間隔・走査速度をパラメーターとすることで、従来の均一加熱による硫化工程では実現できなかったCZTSの多結晶成長制御を試みる。

太陽電池では、光吸収層は太陽光を吸収して電子・ホールキャリアを生成する役目を担っている。電子・ホールキャリアの再結合をいかに抑制するかは「太陽光エネルギーをいかにムダなく、電気エネルギーとして取り出せるか」に直結する重要な課題である。多結晶構造においては、結晶粒界を少なく、結晶性を均一に保つことが、キャリア再結合を抑制するために重要と考えられている。

本研究では、従来にない熱処理であるレーザー加熱を採用することで、生じる結晶化のメカニズムを明らかにし、より大きな結晶粒径や、より配向のそろった多結晶を実現するための指針を得るとしている。

CZTS化合物半導体のメリット

「CZTS化合物半導体のメリットとしては、まず銅・亜鉛・スズ・硫黄という汎用元素により構成されるため、安定的な生産が可能なのが挙げられます。シリコンも汎用元素のひとつですが、CZTSの光吸収係数はシリコンの約100倍あるといわれています。つまり、CZTSはシリコンの1/100の厚さで太陽光を吸収することが可能です。また、CZTSは、



① 太陽電池に必要な薄膜を形成するスパッタ装置／② 実験で使用するレーザーニール装置／③ 研究室で作成した太陽電池の試作品

太陽光のスペクトルを効率よく吸収するのに適している禁制帯幅エネルギーに近い1.5eVを有していることから、これらのポテンシャルを最大限に引き出すことができれば、かなり良いものができるはずです」。

「CZTSは、1988年に信州大学の伊東栄次教授が初めて光起電力を報告し、その後に長岡高専の片桐裕則教授が1996年に初めて太陽電池として動作を確認し、そこからさまざまな機関で研究が行われてきました。私も本校赴任当時に片桐教授にご指導いただき、また片桐教授が築かれた研究資産を活用させていただきました」。

「現在は試作を重ねている段階で、まずは試作品でエネルギー変換効率10%を超えることを目標としています。目標を達成できたら集積化するなど、さらなる高出力化を検討していく必要があります。まずはベース性能を安定して上げることが大事なタスクです」(島宗教授)。

「技学イノベーション機器共用ネットワーク」

島宗教授が天田財団の研究助成に採択されたのは2020年——コロナ禍での研究継続にあたっては、長岡技術科学大学を中心とした研究機器相互利用ネットワーク導入実証プログラム「技学イノベーション機器共用ネットワーク」にも助けられたという。

「自前で設備を持ちたいという思いもありますが、維持管理を考えると簡単ではありません。こういった仕組みがあると、めったに使えない高スペックな装置も簡単に利用でき、とても助かっています。製品サンプルができたら、使いたい設備のある学校へ送って、現地サポートスタッフにセッティングしてもらい、機器操作およびデータ転送などを通じてオンラインで分析操作ができます。学生が使用する際も、現地のスタッフが技術的な部分を含めてわかりやすく説明してくれます。この仕組みのおかげもあり、コロナ禍でも研究が停滞するような事態にはなりませんでした」(島宗教授)。

地域産学連携と次世代エンジニアの育成

長岡高専には、地域と連携した教育・研究を推進し、地域の活性化を担うイノベーション人材の輩出を目指す「地域創生教育研究推進室」(in-port)がある。in-portでは、

県内の企業に対して、長岡高専の教育研究への協力を行う「技術協力会」への加盟を依頼しており、加盟企業からは日々さまざまな技術相談が寄せられる。島宗教授は、in-portを構成する3つのセンターのうち、「オープンソリューションセンター」のセンター長を担っている。

「県内酒造メーカー様からは、IoTを活用した技術相談をいただきました。長岡高専では、AI・IoT・RTといった次世代技術をAIR(空気)のような当たり前の知識・技術として使いこなすことができる次世代エンジニアの育成を目指しており、電気電子システム工学科の学生とともに私が担当させてもらいました」。

「お酒をつくる工程では麹菌を繁殖させる際の温度管理がとても大事で、これまでは職人さんが発酵にかかる数日の間、数時間ごとに汗だくになりながら温度を見に行っていたそうです。この温度モニターの作業負担を『IoT化することで軽減させたい』というご相談でした。古来の技法を継承しながらも新しい酒づくりに取り組まれていて、非常に奥深く、おもしろさを感じました」。

「こういった案件を通じて企業の方々のものづくりやビジネスに対する考え方を知ることができ、大変良い経験をさせてもらっています。工学は実際に人に使ってもらわれる技術を生み出す学問でなければならないと考えています。また、苦勞して生み出した技術が人や社会のために貢献するところに技術者としての喜びがあると思っています」(島宗教授)。



島宗研究室のメンバーの集合写真

3D積層造形法と表面改質により 小型ロケットエンジン製造の課題を克服 「宇宙産業を北海道の基幹産業のひとつに成長させたい」

釧路工業高等専門学校
創造工学科

高橋 剛 教授 グエン・タン・ソン 講師



釧路工業高等専門学校・高橋剛教授(左)とグエン・タン・ソン講師(右)と学生たち

小型ロケットエンジン部品製造に役立つ研究

釧路工業高等専門学校 創造工学科スマートメカニクスコース 機械工学分野の高橋剛教授の研究テーマ「3D積層造形法と表面改質を活かした小型ロケットエンジンの低コスト化と耐久性向上」が、天田財団の2021年度「一般研究開発助成」に採択された。この研究は宇宙ベンチャー、インターステラテクノロジズ(株) (以下、IST) の助言を受け、将来的には小型ロケットに搭載するロケットエンジン部品製造に役立てたいとの希望を持って進めている。

民間企業で17年間の勤務経験

高橋剛教授は、1986年に国内大手重工業メーカーに就職し、造船設計部で4年間、船殻関係の仕事に携わった。1990年に国内大手商用車メーカーに転職し、主として車両系とパワートレイン系のCAE関連の業務に従事。在職中に企業社会人ドクター制度を活用し、2003年に北海道大学工学系研究科機械科学専攻博士課程により学位を取得した。

2006年に職を辞し、釧路工業高等専門学校機械工学科助教授に就任、2010年には准教授を経て教授に昇任した。その後、2016年改組により「創造工学科」に科名が変

更となり、改めて創造工学科スマートメカニクスコース機械工学分野の教授となった。

現在は、グエン・タン・ソン (NGUYEN Thanh Son) 講師とともに材料・加工研究室を運営している。研究テーマは金属材料系の研究が多いが、構造解析を駆使した設計的な研究も並行して行っている。

宇宙ビジネスの発展で商用小型ロケットのニーズが増える

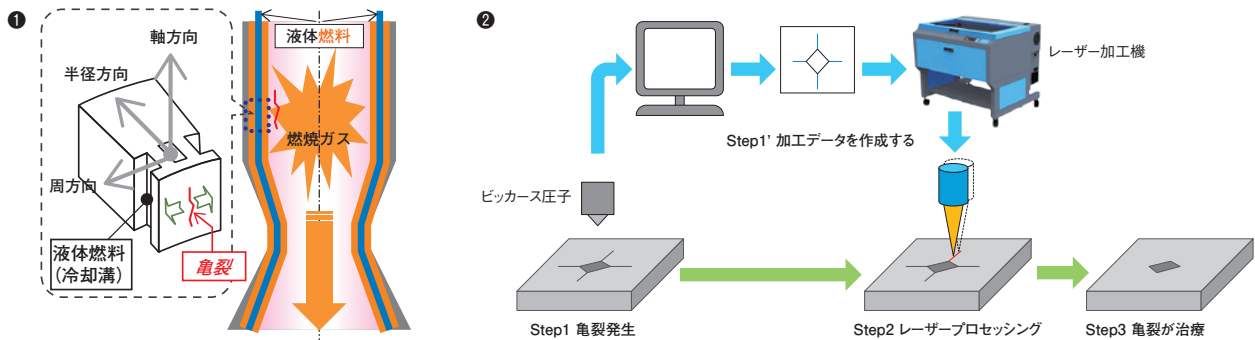
ISTとの接点は、ISTから縦吹き実験塔製作の仕事を受注した釧路市内の橋梁・機械メーカー、(株)釧路製作所の取りはからいにより、同学生と教職員合わせて約60名が大樹町のISTを見学したことにはじまる。

これまでの国内の宇宙開発は、H-IIAロケットで知られるように国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)が主導し、大手メーカー数社による共同開発に委ねられ、高性能の大型ロケットの実現を目指してきた。しかしながら大型ロケットは大量輸送ができる反面、打ち上げ頻度が少なく、輸送費も高いという難点があった。そのため打ち上げ機会という点で顧客ニーズに十分応えられない。

その需要を埋めるのが商用小型ロケットであり、そのためには顧客が利用しやすいよう民生品活用による低コスト化と、再使用部品の耐久性向上という相反する2つの課題を両立することが肝要になる。

3D積層造形法と表面改質を活かした 低コスト化と耐久性向上

再使用部品の中でも、エンジンは打ち上げ頻度が高くなればなるほど耐久性向上が求められる。具体的には、エンジン構造は円筒形状をしており、内筒の内壁は3,000℃の高温燃焼ガスに晒される。一方、外壁には多くの冷却溝が円周上に規則的に配置され、そこを極低温の液体燃料が流れることで内筒の溶損を防いでいる。しかし、冷却性を重視し内筒の肉厚はわずか1~2mmであるため、内筒はその温度差から極めて過酷な環境になる。この課題を解決す



①ロケットエンジン断面及び内筒構造模式図／②レーザーによる表面亀裂の自己治療の実験方法

ることが小型ロケット開発の鍵となる。

今回採択された研究では、通常、エンジンは中実丸棒材の外周部以外のほとんどを削り出し加工で製作するため総コストに占める割合が大きく、かつ耐久性がより重要となる。それを、金属3Dレーザープリンターによる積層造形法で製作することで材料の無駄を省き、加えて形状自由度が増すことによる構造の最適化を目指す。さらに、レーザー表面熱処理による材料改質によって、商用ロケットエンジンが抱える強度耐久性課題を克服することを目的としている。

ターゲットとなる不具合事象は、燃焼室内筒の内表面の軸方向に生じる熱亀裂である(図①)。この急速損傷蓄積対策として、内表面断面形状を工夫し、応力緩和形状に構造変更することは効果的であるが、逆に切削加工は複雑になる。その点、金属3Dプリンターを用いると、ニアネットシェイプ構造を柔軟に低コストで製作でき、かつ複数部品を一体型でつくれるため、部品点数の削減や後工程の短縮ができるなど、多くの利点が生じると思われる。

上記したエンジン内筒内表面の亀裂対策として冷却性能の向上は必須であり、これには冷却溝の形状が鍵となる。そのために構造解析によるロケットエンジン燃焼室の新構造を検討する。具体的にはエンジンの軸対称性を利用し、解析対象領域を全体の1/8、すなわち中心角45°分モデル化する。また、表面改質については、技術開発実績のあるレーザー熱処理技術を応用し、耐久性向上をはかる。

材料評価試験は、引張試験、疲労試験、クリープ試験や低温シャルピー衝撃試験による機械的特性、冷却性能に関わる熱伝導率試験を行う。達成目標は、熱間鍛造による従来工法材のそれと同等以上を最低目標としている。

本研究では、以下の3項目を行う予定となっている。

- ① 金属3Dプリンターによる積層造形法の利点を活かしたエンジン燃焼室新断面構造提案
- ② エンジン燃焼室の耐久性向上を目的としたレーザー熱処理による表面改質処理法の開発
- ③ クリープを含む極低サイクル疲労評価法の開発

ただ、ロケットエンジン燃焼室の一部を金属3Dプリンターで造形して実用性を検証すると同時に、エンジンノズルなどにセラミック部品を採用することも考えられることから、ソ

ン講師にも協力してもらっている。現在はソン講師のほか、専攻科と5年生1名ずつが従事している。

「地元経済の活性化をお手伝いするためにも研究成果をロケットエンジン開発に生かしていきたい」と高橋教授は語っておられた。

エンジンノズルなどにセラミック部品を検討

研究に参加されているソン講師は、2007年にベトナム・ダナン工科大学工学部電子情報工学科を卒業後、同年から2011年まで同工科大学電子情報工学科講師を務めた。2013年に長岡技術科学大学大学院工学研究科電気電子情報工学専攻に留学し、2016年3月に同工学研究科材料工学専攻を卒業、「耐環境用途に向けた複合酸化物およびその複合材料の材料設計と創製に関する研究」で工学博士の学位を取得した。2016年4月から2018年3月まで、同大学原子力システム安全工学専攻特任助教を務めた。2018年4月から2020年3月まで釧路工業高等専門学校機械工学科助教、2020年4月から講師に昇任した。

天田財団の2020年度「奨励研究助成(若手研究者枠)」に「レーザーを利用したセラミックス材料の亀裂に対する局所自己修復技術の開発」が採択されている。ロケットエンジンノズルをはじめ、広範に使用されているセラミックス材料は韌性が低いため、使用中に亀裂が発生することがある。そのためレーザーで自己治療する方法が提案されている。

ソン講師は、所定の位置にレーザービームを照射できる機能を持つレーザー加工機を用いて、亀裂位置にレーザーを正確に照射し、高速度で自己治療効果を向上させる研究を行っている。効果の状況は、電子顕微鏡(SEM)の画像によって確認できるが、レーザー加工機は亀裂の位置と長さを画像情報として直接読み込めないため、画像処理技術を用いて亀裂の位置情報を抽出し、レーザー加工機が解読できる入力データに変換するソフトウェアの開発も行っている(図②)。

高橋教授は、ソン講師の研究内容がロケットエンジン部品に使われるセラミック部品の開発研究にも応用できると考え、共同研究を進めておられる。

2022年度前期助成先が決定

採択された助成総数は90件、助成総額は2億6,631万円

天田財団は、**2022年度前期の助成先を決定**した。今回の**助成総数は90件、助成総額は2億6,631万円**となっている。これにより1987年の財団創立から35年間の累計助成件数は2,090件、累計助成総額は37億696万円となった。

今回の助成内訳をみると、塑性加工分野やレーザープロセッシング分野に必要な技術の研究・調査に対する「**研究開発助成**」が**81件・2億5,941万円**で、このうち財団が掲げる課題からテーマを選んで取り組む「**重点研究開発助成**（課題研究）」は6件・5,900万円となった（**詳細は下表を参照**）。

また、それらの研究成果等の普及啓発に対する「**国際交流助成**」は、**9件・690万円**となった。

今回決定した助成先研究者に対して、2022年12月3日（土）14時から日比谷図書文化館（東京都千代田区）で、助

成金目録を贈呈する「天田財団助成式典」を開催する。

財団が10月1日から募集を開始した後期助成では「**国際交流助成**」の**追加募集**のほか、令和4年度後期・技能検定「工場板金」および「金属プレス加工」の受検手数料を助成する「**資格取得助成**」の**募集**を行う。

「資格取得助成」に関しては2022年度前期から助成対象の資格として、新たに「金属プレス加工」が加わった。2022年度前期の助成実績は、助成人数42名（16団体）・助成総額80万円だった。内訳は、「工場板金」が助成人数8名（1団体）・助成金額17万円、「金属プレス加工」が助成人数34名（15団体）・助成金額63万円だった。

「資格取得助成」の申請には、技能検定受検申請書・受検票・受検手数料領収書等のコピーが必要となる。募集詳細については天田財団のWebサイトをご確認ください。

2022年度前期助成事業：「重点研究開発助成（課題研究）」の採択一覧

●研究開発助成

重点研究開発助成 課題研究 <塑性加工>

計3件 2,900万円

所属機関名		役職	研究者	研究題目	助成金額（万円）
産業技術総合研究所	製造技術研究部門 素形材加工研究グループ	主任研究員	梶野 智史	工程数削減を実現するサーボプレスモーションの究明、およびモーション設計支援ツールの開発	1,000
大阪産業技術研究所	物質・材料研究部	研究主任	木元 慶久	強ひずみ加工による高機能材料の量産技術開発	900
東海大学	工学部機械工学科	講師	窪田 紘明	強制潤滑ハイドロフォーミングの実用化に向けた研究	1,000

重点研究開発助成 課題研究 <レーザープロセッシング>

計3件 3,000万円

所属機関名		役職	研究者	研究題目	助成金額（万円）
物質・材料研究機構	構造材料研究拠点 接合・造型分野	分野長	渡邊 誠	レーザー積層造形Ni基超合金の延性低下割れ挙動の定量評価および割れ特性改善の試み	1,000
名古屋工業大学	大学院工学研究科・ 工学専攻	教授	渡辺 義見	ヘテロ凝固核添加によるレーザー式指向性エネルギー堆積法の高精度プロセッシング	1,000
東京都立大学	システムデザイン研究科 機械システム工学域	教授	笥 幸次	指向性エネルギー堆積法を用いたTiAl4822タービンブレードの補修技術開発	1,000

「レーザー夏の学校」に初参加

学生・研究者・企業の密接な交流がコンセプト

天田財団は、北海道大学 フード&メディカルイノベーション国際拠点で10月1～2日に開催された「第29回レーザー夏の学校」に参加し、企業プレゼンと企業ポスター講演を行った。

「レーザー夏の学校」とは、レーザー学会およびレーザー夏の学校実行委員会が主催するレーザー関連の研究会で、年に1回、学生主体で開催する。学生・研究者・企業の密接な交流をコンセプトに、レーザー分野の最先端で活躍している研究者を招いての特別講演、協賛企業による企業プレゼン、学生と協賛企業が入り交じってのポスター講演、懇親会などが行われる。実行委員はすべて修士課程を中心とした学生であり、校長は大阪大学と電気通信大学の院生が隔年で務めている（今回は大阪大学）。

当財団の「レーザー夏の学校」への協賛および参加は今回が初めてだが、過去には財団事務所が当時入居していた神奈川県伊勢原市のアマダのFORUM246（現在の名称はAMADA FORUM）で開催されたこともある。

初日は校長である大阪大学修士課程2年の奥田弘礼さんの挨拶から始まり、北海道大学・上野貢生教授、(株)ワールドラボ・池末明生代表取締役の特別講演が行われ、その後は企業プレゼン5社、ポスター講演と続き、夕方に懇親会が開催された。

2日目は午前中に東京大学・芦原聡教授、理化学研究



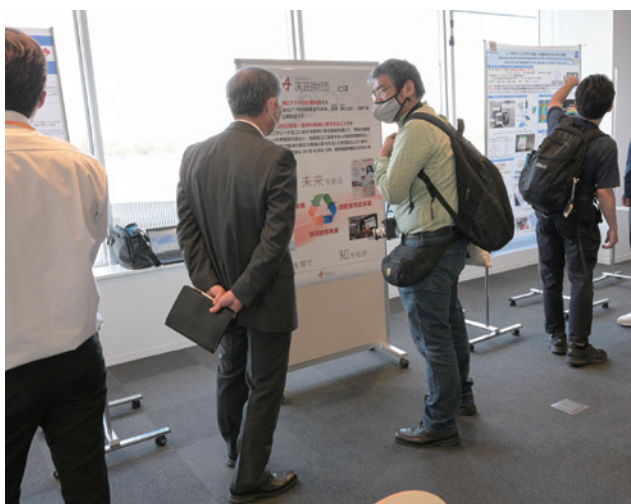
「第29回レーザー夏の学校」が開催された北海道大学フード&メディカルイノベーション国際拠点

所・杉岡幸次チームリーダーの特別講演が行われた。午後には企業プレゼン5社、ポスター講演と続き、当財団はこの日の2番目に企業プレゼンを行い、ポスター講演も行った。その後、閉会式と優秀ポスター表彰が行われ、来年度の役員である電気通信大学4年生の相馬恭介さんの挨拶のあと、閉会となった。

今回の参加者は学生、教員、企業参加者を併せて50名あまりで、そのうち40%程度が今回初参加の学生だった。3年ぶりのリアル開催ということもあり、学生主体の手作り感満載な催しで、講演者や参加教員からの暖かい眼差しが感じられる、良い雰囲気の学校であった。



企業プレゼンを行う天田財団の鈴木太一事務局長



ポスター講演の状況

2022年度後半からの行事予定

1. 公共展への参加

Photonix 2022

日程：2022年12月7日～9日

場所：幕張メッセ

レーザーソリューション2023

日程：2023年1月18日～20日

場所：ウイंकあいち

OPIE '23

日程：2023年4月19日～21日

場所：パシフィコ横浜

2. 助成研究成果発表

第6回 レーザプロセッシング 助成研究成果発表会

日程：2023年4月19日

場所：パシフィコ横浜

※OPIE '23の公式イベントとして開催

第20回 塑性加工 助成研究成果発表会

日程：2023年6月頃

場所：未定

3. 助成事業

2022年度助成式典

日程：2022年12月3日

場所：日比谷図書文化館
(日比谷コンベンションホール)

※交流会はレストラン アラスカ プレスセンター店で開催

2022年度後期助成(国際交流助成のみ)

募集期間：2022年10月1日～12月20日

令和4年度後期 技能検定 受検手数料助成 「工場板金」「金属プレス加工」

申請期間：2022年10月1日～

2023年2月28日

事務局メンバー紹介

財団事務局のメンバーとそのコメントを紹介します。左から順番に、

- 事務局長・鈴木太一 毎号、編集後記だけ書いています。
- 江川恵 「第19回塑性加工助成研究成果発表会」では司会を担当しました。
- 事務局次長・高津正人 鹿児島から北海道にかけての訪問取材が終わり、一息ついています。
- 専務理事・佐藤雅志 健康に留意してがんばります。
- 小山純一 パートタイマーとしてお手伝いしています。

以上5名、よろしくお願ひします。



編集後記

事務局長の鈴木です。今年の4月に高津正人事務局次長が着任しましたので紹介します。

高津さんは新卒で(株)アマダに入社し、パンチングプレスの商品開発に従事したあと、当財団に着任するまではレーザー加工機の商品開発や要素開発を行っていました。当財団では前任の小山純一さんの業務を引き継いでおり、すでに今号の研究室訪問では訪問先の選定から取材のお願い、実際の訪問・取材(残念ながら体調不良のため長岡高専のみ取材に同行できなかったようですが)、原稿チェックまで担当してくれました。良い機会なので、この編集後記の上に「事務局メンバー紹介」のコーナーを設けましたので、ご覧ください。

当財団では2022年度に入ってから、レーザープロセッシング助成研究成果発表会のほか、理事会や評議員会、選考委員会

もすべて対面で開催してきました(アマダの施設であるAMADA FORUMが引き続き工事中のため、開催場所はその都度探しています)。今号の研究室訪問も南は鹿児島から北は釧路まで、5校の高専を実際に訪問して取材しており、世の中がwithコロナに変わってきつつあることを実感しています。

この編集後記を執筆している現在、11月開催の塑性加工助成研究成果発表会や12月開催の助成式典の準備を進めています。塑性加工助成研究成果発表会は仙台ガーデンパレスで、助成式典は昨年と同じ日比谷図書文化館で開催します。助成研究成果発表会を聴講される方、助成式典に出席される方に実際にお会いできるであろうことを大変喜ばしく思い、皆さまのお越しをお待ちしております。

(事務局 鈴木)

今回の表紙

②

③

① 4月20日、OPIE '22の公式併催イベントとして「第5回レーザープロセッシング助成研究成果発表会」をリアルとオンラインのハイブリッド方式で開催した／② 特別講演を行う筑波大学計算科学研究センター・矢花一浩教授／③ 講演会の後に行われた交流会で(南)志村プレス工業所・志村正廣代表取締役社長(左)から記念品を贈呈された産業技術総合研究所・奈良崎愛子研究グループ長(右)