天田財団ニュース

2020 Autumn | No.9

02 令和2年度前期助成先が決まる
07 技能検定「工場板金」受検手数料助成の募集開始
「国際交流助成先」を追加募集

研究室訪問
08 大阪大学大学院 工学研究科 マテリアル生産科学専攻　佐野 智一 教授
10 京都大学大学院 エネルギー科学研究科　浜 孝之 准教授
12 上智大学 理工学部 機能創造理工学科　田中 秀岳 准教授
14 仙台高等専門学校 総合工学科　森 真奈美 准教授
16 岐阜工業高等専門学校 機械工学科　島本（田中）公美子 准教授
18 名古屋工業大学 電気・機械工学科 機械工学分野　劉暁旭 助教

公益財団法人
天田財団
THE AMADA FOUNDATION

令和２年度前期助成先が決まる

助成総数91件、助成総額２億4,786万円の採択を決定

天田財団は、令和2年度の前期助成先を決定した。今回の助成件数は91件、助成総額2億4,786万円となっている**（採択先詳細は下表を参照）**。これにより財団創立から33年間の累計助成件数は1,928件、助成総額は32億1,183万円となった。

今回の助成内訳を見ると「塑性加工」分野や「レーザプロセッシング」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・2億4,354万円となった。

天田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）」には計6件が選ばれた。

このうち「塑性加工」分野は、大阪産業技術研究所・四宮徳章主任研究員の「プレス機自らが考えて動く機械学習を活用した知能化成形技術の構築」、東北大学・北條智彦助教の「プレス成形した超高強度低合金TRIP鋼の遅れ破壊特性評価技術の確立」、名古屋大学・湯川伸樹准教授の「大型水素分離合金膜の形状最適化および成形技術の開発」、福井大学・大津雅亮教授の「インクリメンタルフォーミングにおける高加工精度の工具経路を生成するAIシステムの開発」の4件だった。

「レーザプロセッシング」分野は、徳島大学・富田卓朗准教授の「フェムト秒レーザー誘起ハイエントロピー合金のコンビナトリアル探索」、光産業創成大学院大学・石井勝弘教授の「マイクロライダーによるキーホール形状のリアルタイム計測と機械学習による評価」の2件だった。

また、それらの普及啓発に対する「国際交流助成」は、10件・431万円となっている。国際交流助成に関しては、前期助成決定分が予算総額に達しなかったことから10月より追加募集を行っている**（詳細は７ページ参照）**。

新型コロナウイルス感染症の感染拡大防止の観点から、今回の助成を受ける研究者を対象に助成目録の贈呈等を行う「天田財団助成式典」は、11月28日㈯にオンラインで開催する。

令和２年度前期助成事業の採択一覧

●研究開発助成

重点研究開発助成　課題研究　＜塑性加工＞　　計4件　3,993.6万円

所属機関名		役職	研究者	研究題目	助成金額（万円）
大阪産業技術研究所	加工成形研究部	主任研究員	四宮 徳章	プレス機自らが考えて動く機械学習を活用した知能化成形技術の構築	1,000
東北大学	金属材料研究所	助教	北條 智彦	プレス成形した超高強度低合金TRIP鋼の遅れ破壊特性評価技術の確立	1,000
名古屋大学	大学院工学研究科	准教授	湯川 伸樹	大型水素分離合金膜の形状最適化および成形技術の開発	993.6
福井大学	学術研究院工学系部門 機械工学講座	教授	大津 雅亮	インクリメンタルフォーミングにおける高加工精度の工具経路を生成するAIシステムの開発	1,000

重点研究開発助成　課題研究　＜レーザプロセッシング＞　　計2件　1,950万円

所属機関名		役職	研究者	研究題目	助成金額（万円）
徳島大学	大学院社会産業理工学研究部	准教授	富田 卓朗	フェムト秒レーザー誘起ハイエントロピー合金のコンビナトリアル探索	1,000
光産業創成大学院大学	光産業創成研究科	教授	石井 勝弘	マイクロライダーによるキーホール形状のリアルタイム計測と機械学習による評価	950

一般研究開発助成　＜塑性加工＞

計24件　6,383万円

所属機関名		役職	研究者	研究題目	助成金額（万円）
広島大学大学院	先進理工系科学研究科 機械工学プログラム	准教授	曙 紘之	金属微粒子による塑性加工を援用した金属拡散層形成と高機能金属材料の創製	200
東京大学 生産技術研究所	機械・生体系部門	准教授	古島 剛	多結晶塑性解析と実験的その場観察の融合アプローチによる金属薄板のひずみ誘起表面あれ進展挙動の解明	300
智香寺学園 埼玉工業大学	工学部・機械工学科	教授	趙 希禄	ゴム弾性を利用した金型不要の逐次部分張り出し塑性加工法の開発	200
埼玉大学	教育学部 生活創造講座	准教授	内海 能亜	偏心管の曲げ加工における変形メカニズムとその抑制法	300
東海国立大学機構 岐阜大学	工学部・機械工学科	教授	王 志剛	板鍛造品の平面度に及ぼす金型弾性変形の影響	300
北海道立総合研究機構	産業技術環境研究本部 工業試験場 材料技術部	主査	鶴谷 知洋	高速度カメラと超解像処理によるプレス加工金型の微小ひずみ測定技術に関する研究	200
東京工業大学	工学院 機械系	助教	朱 疆	バニシング加工によるタービンエンジンの複雑形状部品の表面改質技術	200
愛知工科大学	工学部・機械システム工学科	准教授	近藤 敏彰	塑性加工法にもとづく合金系ナノワイヤー形成技術の開発	200
東京工業大学	工学院 機械系	准教授	赤坂 大樹	塑性変形相を有する脆性粒子の超音速投射による高濃度機能性材料含有複合材料の形成	200
国立大学法人 富山大学	学術研究部工学系	教授	白鳥 智美	フェムト秒レーザ・ナノ周期構造化せん断工具の凝着摩耗低減メカニズム解明	300
大阪大学	工学研究科マテリアル生産科学専攻	教授	宇都宮 裕	圧延界面における潤滑剤挙動の直接観察	300
兵庫県立大学大学院	工学研究科機械系工学専攻	教授	原田 泰典	摩擦発熱によるマグネシウム合金容器成形技術の開発	300
国士舘大学	理工学部機械工学系	教授	大橋 隆弘	パンチングと摩擦攪拌成形を用いた異種材の疑似線形機械的接合の最適化	300
福岡県工業技術センター 機械電子研究所	生産技術課	研究員	在川 功一	MIM電極を用いた低コストマイクロピラーアレイ金型加工技術ならびに成形技術の開発	300
東海大学	工学部動力機械工学科	准教授	太田 高裕	ピーン成形におけるショット速度の計測と変形形状の制御	200
産業技術総合研究所	製造技術研究部門 構造・加工信頼性研究グループ	グループ長	原田 祥久	電磁成形を用いた異種材マルチマテリアル接合加工技術の開発	300
近畿大学	工学部 機械工学科	教授	生田 明彦	表面被覆を用いた摩擦攪拌接合における塑性流動の制御	288
富山高等専門学校	機械システム工学科	教授	井上 誠	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	200
大阪産業技術研究所	電子材料研究部	研究室長	谷 淳一	通電塑性加工によりナノ・ミクロ組織制御された高性能Mg系熱電材料の創製	300
長岡技術科学大学	機械創造工学専攻	准教授	本間 智之	Processing mapを利用したβ型Ti-Zr-B焼結鍛造材の強度-延性バランスの向上	295
ものつくり大学	技能工芸学部 総合機械学科	講師	牧山 高大	厚肉円管のマンドレルレス逐次鍛造	300
熊本大学	大学院先端科学研究部 物質材料科学部門	准教授	眞山 剛	その場回折試験と格子ひずみ解析による塑性パラメータ最適化手法の構築	300
大阪産業技術研究所	金属材料研究部	主任研究員	濱田 真行	極細糸半田の断線抑制を目指した加工プロセスの開発	300
広島県立総合技術研究所 西部工業技術センター	生産技術アカデミー 製品設計研究部	部長	安部 重毅	汎用ツールによる金型レスの逐次曲げ成形技術の高度化	300

一般研究開発助成　<レーザプロセッシング>

計31件　8,125.7万円

所属機関名		役職	研究者	研究題目	助成金額（万円）
名古屋大学大学院	工学研究科 電気工学専攻	教授	吉田 隆	積層金属―セラミックス複合テープにおける高精度導電性マイクロパス加工技術の構築	270
豊橋技術科学大学	大学院工学研究科	特任教授	森 謙一郎	1.5GPa級超高張力鋼板のレーザブランキングにおける水素ぜい化遅れ破壊防止挙動と冷間プレス成形性の解明	300
理化学研究所	放射光科学研究センター先端光源開発研究部門	研究員	石月 秀貴	擬似位相整合水晶を利用した高輝度紫外パルス光源の研究	267
東海国立大学機構 名古屋大学	大学院工学研究科物質プロセス工学専攻	助教	神田 英輝	超臨界レーザーアブレーションによるナノ炭素被覆技術の開発	180
千葉大学	大学院工学研究院基幹工学専攻	准教授	山崎 泰広	レーザ表面処理による直接造形ABS樹脂／ Al合金接合体の接合強度向上	200
神戸大学	大学院理学研究科物理学専攻	准教授	大道 英二	レーザー加工によるテラヘルツ帯フォトニックジェットレンズの作製	270
熊本大学	大学院先端科学研究部	准教授	黒田 雅利	レーザピーニングおよびショットピーニングを施したステンレス鋼の残留応力予測モデルの構築	200
横浜国立大学	大学院 工学研究院	准教授	西島 喜明	大気下レーザーアブレーションによる分子センサー材料の開発	200
金沢大学	設計製造技術研究所	教授	古本 達明	粉末床溶融結合法によるスパッタレス造形プロセスの開発	200
広島大学	大学院・先進理工学系科学研究科・機械工学プログラム・接合プロセス工学研究室	教授	山本 元道	高出力半導体レーザとホットワイヤ法とを組み合わせた高能率マルチマテリアルAM技術の開発	300
産業技術総合研究所	分析計測標準研究部門 放射線イメージング計測研究グループ	上級主任研究員	三浦 永祐	レーザー駆動X線を用いたフェムト秒レーザー駆動衝撃波の超高速イメージング	300
国立精神・神経医療研究センター	神経研究所 疾病研究第七部	リサーチフェロー	黒瀬 範子	ウェアラブル脳磁計開発のためのレーザ誘起ダイアモンドNVセンター作成法の開発	294.5
名古屋工業大学	物理工学科	教授	濱中 泰	液中レーザアブレーション法による2次元ハイブリッドペロブスカイト半導体ナノ構造の作製	200
光産業創成大学院大学	光産業創成研究科	准教授	沖原 伸一朗	レーザ透明樹脂溶着の印加圧力とビームプロファイル制御による品質・強度向上研究	180
東京工業大学	工学院機械系	准教授	青野 祐子	レーザピーニング処理による脊柱固定ロッド材料の疲労強度向上	200
長岡工業高等専門学校	電気電子システム工学科	准教授	島宗 洋介	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	300
産業技術総合研究所	健康医工学研究部門	主任研究員	渕脇 雄介	ポストコロナ社会を構築する、レーザ改質技術による感染症抗体検査キットの量産化技術の開発	300
理化学研究所	放射光科学研究センター	研究員	佐藤 庸一	サファイアへのNd添加による新奇高機能レーザセラミック媒質の開発研究	280
産業技術総合研究所	電子光基礎技術研究部門	主任研究員	屋代 英彦	成膜を目的とした小型アブレーション粒子発生のレーザー波長依存性	300
産業技術総合研究所	電子光基礎技術研究部門	主任研究員	吉富 大	自動パラメータ可変技術による超短パルスレーザー加工のパルス幅・繰り返しレート依存性の広域連続的分析	290
九州大学	大学院システム情報科学研究院	准教授	中村 大輔	光渦レーザーを用いた機能性ナノ・マイクロ粒子合成技術の開発	270
電気通信大学	情報理工学研究科基盤理工学専攻	准教授	庄司 暁	レーザー光照射と応力印加を用いた金属／ガラス複合材料のナノ構造形成法の開発	270
名古屋大学	工学研究科航空宇宙工学専攻	准教授	杵淵 紀世志	薄肉タングステン合金のレーザ溶融積層造形法の開発と宇宙エンジン用電熱ヒータへの応用	266.5
足利大学	工学部	研究員	江面 篤志	金属粉末床積層法により作製した金属材料の異方性の制御法とレーザアシスト加工による高精度仕上げ加工技術の確立	286.7

神奈川県立産業技術総合研究所	電子技術部	グループリーダー	金子 智	炭酸ガス中のレーザー蒸着法による新機能性材料の合成	261
大阪大学	レーザー科学研究所	講師	時田 茂樹	中赤外パルスレーザによる透明樹脂の微細加工	300
同志社大学	理工学部電気工学科	准教授	鈴木 将之	超高速フォトニックタイムストレッチ光干渉断層計によるレーザ加工中における材料内部の可視化	300
東京大学大学院	工学系研究科	准教授	古川 克子	2光子レーザ・単光子レーザによる高速3次元光造形法の開発と再生医療への展開	300
大阪大学大学院工学研究科	マテリアル生産科学専攻	助教	野村 和史	小型高出力レーザによる動的レーザ超音波計測法の開発と溶接欠陥のその場検出	300
神奈川大学	工学部機械工学科	准教授	寺島 岳史	パルスファイバーレーザ照射による金属ガラス合金のアモルファス化および温度履歴解析	270
秋田県立大学	システム科学技術学部 機械工学科	教授	鈴木 庸久	ナノカーボン添加によるレーザ誘起プレーティングの析出効率の改善	270

奨励研究助成　若手研究者　＜塑性加工＞

計10件　2,000万円

所属機関名		役職	研究者	研究題目	助成金額（万円）
東京電機大学	工学部先端機械工学科	助教	井尻 政孝	環境に配慮した新しい表面加工法によるCr-Mo鋼の疲労特性向上	200
鳥取大学	工学部	助教	衣 立夫	熱間押出し加工による高性能ミルフィーユ構造のAl/黒鉛複合材料の創製	200
産業技術総合研究所	磁性粉末冶金研究センター	研究員	平山 悠介	高強度・高電気特性を実現するCu代替Al－CNT複合線材の開発	200
大阪大学	接合科学研究所	助教	山本 啓	鉄鋼材料における摩擦攪拌加工中のツール摩耗を利用した表面合金化技術の開発	200
大同大学	工学部・機械工学科	講師	宮本 潤示	表面塑性加工を利用した工具鋼の高速光輝プラズマ窒化法の開発	200
鹿児島工業高等専門学校	機械工学科	准教授	東 雄一	圧縮空気をエネルギー源とした衝撃水圧成形法における衝撃波の可視化と高速変形挙動のin-situ観察	200
金沢大学	設計製造技術研究所	助教	山口 貢	ワイヤアークAM-切削複合化による3次元冷却管を有する大型精密金型の高能率造形	200
名古屋大学	工学研究科	特任助教	李 義永	超耐摩耗金型のためのターゲットへの直接ガス供給による高速ta-CNx成膜法の開発	200
大阪産業技術研究所	加工成形研究部	研究員	坪井 瑞記	高周波およびレーザを用いた部分的な組織制御による強度とプレス成形性の両立	200
熊本大学	先進マグネシウム国際研究センター	特任助教	井上 晋一	塑性加工と初期組織制御を巧みに利用したマルチモーダル組織制御による高強度・高靭性Mg合金の材料設計指針の確立	200

奨励研究助成　若手研究者　＜レーザプロセッシング＞

計10件　1,901.9万円

所属機関名		役職	研究者	研究題目	助成金額（万円）
東京大学	工学部機械工学科	助教	伊藤 佑介	透明材料のフェムト秒レーザ加工時の温度分布の超高速精密計測	200
大阪産業技術研究所	応用材料化学研究部	研究員	園村 浩介	セラミックス板のレーザ突合せ溶接技術の開発	200
広島大学 デジタルものづくり教育研究センター	材料MBRグループ	特任助教	荒川 仁太	レーザパターニング表面処理による高耐久性能を実現する接着接合接手の開発	190
釧路工業高等専門学校	創造工学科	講師	NGUYEN THANHSON	レーザ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	175.8
東京大学	大学院理学系研究科化学専攻	助教	本山 央人	表面を原子層レベルで形状制御するための超精密フェムト秒レーザー加工プロセスの開発	176.1
大阪大学	産業科学研究所	特任研究員	水田 好雄	ハンドヘルドレーザによる高張力鋼溶接継手の疲労強度向上	180

広島県立総合技術研究所東部工業技術センター	加工技術研究	研究員	大田 耕平	グリーンイノベーションに対応した表面処理及び加工に関する調査研究	190
慶應義塾大学	理工学部電気情報工学科	専任講師	松久 直司	レーザーアブレーションによる高精細伸縮性半導体デバイス	200
大阪大学	レーザー科学研究所	特任助教	荻野 純平	高出力繰り返しパルスレーザーによる高速レーザーピーニング技術	190
京都大学	大学院理学研究科化学専攻 集合有機分子機能研究室	准教授	齊藤 尚平	新しいLight-Melt Adhesiveをもちいた材料接着と光剥離プロセッシング	200

●国際交流助成

国際会議等準備および開催助成（前期） ＜塑性加工＞

計2件　100万円

所属機関名		役職	研究者	国際会議名	助成金額（万円）
埼玉大学	教育学部 生活創造講座	准教授	内海 能亜	第10回チューブハイドロフォーミング国際会議	50
大阪大学	大学院工学研究科附属アトミックデザイン研究センター	教授	荒木 秀樹	18th International Conference on Aluminium Alloys	50

国際会議等準備および開催助成（前期） ＜レーザプロセッシング＞

計5件　250万円

所属機関名		役職	研究者	国際会議名	助成金額（万円）
大阪大学	大学院工学研究科機械工学専攻	講師	杉原 達哉	18th International Conference on Precision Engineering (ICPE2020)	50
理化学研究所	光量子工学研究センター 先端レーザー加工研究チーム	チームリーダー	杉岡 幸次	第16回レーザーアブレーション国際会議(COLA 2021)（16th International Conference on Laser Ablation）	50
弘前大学大学院	理工学研究科	教授	花田 修賢	第22回レーザ精密微細加工国際シンポジウム（LPM2021）	50
慶應義塾大学	理工学部電子工学科	教授	神成 文彦	光フォトニクス国際会議2021: OPTICS & PHOTONICS International Congress 2021（略称 OPIC2021）	50
大阪大学	大学院工学研究科	准教授	尾崎 典雅	11th International Workshop on Warm Dense Matter 2021 (WDM 2021)	50

国際会議等参加助成（前期） ＜塑性加工＞

計2件　56.4万円

所属機関名		役職	研究者	国際会議名	助成金額（万円）
大阪府立大学	工学研究科・物質・化学系専攻・マテリアル工学分野	教授	井上 博史	THERMEC2021 INTERNATIONAL CONFERENCE ON PROCESSING & MANUFACTURING OF ADVANCED MATERIALS	21.4
熊本大学	大学院先端科学研究部	助教	郭 光植	International Conference on Processing & Manufacturing of Advanced Materials (THERMEC'2021)	35

国際会議等参加助成（前期） ＜レーザプロセッシング＞

計1件　25万円

所属機関名		役職	研究者	国際会議名	助成金額（万円）
量子科学技術研究開発機構	量子ビーム科学部門・高崎量子応用研究所・東海量子ビーム応用研究センター	上席研究員	佐伯 盛久	6th International Conference on Advanced Nanoparticle Generation & Excitation by Lasers in Liquid	25

技能検定「工場板金」受検手数料助成の募集開始

天田財団は10月より、令和2年度後期技能検定「工場板金」の受検手数料の助成先を募集している。

技能検定には130職種あり、天田財団は助成領域に関係する「工場板金」の受検手数料を助成の対象としている。「工場板金」には特級・1級・2級・3級の等級があり、試験は前期と後期の2回行われ、主に各種工業製品に使われる金属薄板の加工・組立に関する知識（学科）と技能（実技）を評価する。受検手数料助成の対象となる技能検定「工場板金」の職種・等級は**右表**のとおりとなっている。

天田財団は、「工場板金」において、金属等の加工現場における管理者または監督者の育成（工場板金 特級）を最終的な目標として継続的な受検手数料助成の支援を行っている。令和元年度後期より技能検定「工場板金」受検手数料の助成を行い、令和元年度後期には149団体・428名に対して総額707万円の助成金を支給している。

前期受検がコロナ禍で中止になったこともあり、前期分として計上されていた1,000万円が繰り越され、今回の助成金予算額は2,000万円（1法人10名以内）となる。申請受付期間は令和2年10月1日㈭から令和3年2月28日㈰まで。助成金の申請には、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。募集詳細は天田財団Webサイトをご確認ください。

●受検手数料助成の対象となる技能検定「工場板金」の職種・等級

工場板金 職種	等 級
曲げ板金作業※	1級、2級、3級
打出し板金作業※	1級、2級、3級
工場板金	特級
機械板金作業	1級、2級
数値制御タレットパンチプレス板金作業	1級、2級

※は後期に実施の場合

「国際交流助成先」を追加募集

天田財団は、令和2年度「国際交流助成先」の追加募集を10月1日㈭から開始した。今回は新型コロナウイルスなどの影響で前期助成決定分が予算総額に達しなかったことによる追加募集で、助成総数は約24件、助成総額は約1,200万円、応募締め切りは12月20日㈰としている。

助成の対象分野は、金属などの塑性を利用した加工（塑性加工）および高密度エネルギー下での諸特性を利用した加工（レーザ加工）に必要な技術の研究開発とその関連技術に対する調査・研究を目的にした国際交流で、国際会議等への開催準備にかかった費用か、参加にかかった費用かなどにより5つのプログラムに分かれている**（詳細は下表を参照）**。

助成への応募には天田財団Webサイトへの研究者登録と、対象とする助成プログラムの選択が必要となっている。

●国際交流助成募集の助成概要

助成プログラム名称	詳 細	助成金額（万円）	募集件数（塑性・レーザ合算）
国際会議等準備および開催助成	国内で開催される権威ある機関、または団体が主催する国際会議等の準備および開催へ助成	30～50	2～4
第1回国際会議等準備および開催助成	海外で開催実績があり、国内で初めて開催される権威ある機関、または団体が主催する国際会議等の準備および開催への助成（初回限定）	100～150	1
国際会議等参加助成	海外で開催される権威ある機関、または団体が主催する国際会議等に参加し、運営の役割を担う者の旅費等に対する助成（ポスドク・院生同行1名可）	1名：20～35 2名：40～70	8～10 2～4
国際会議等参加助成（若手研究者※）	海外で開催される権威ある機関、または団体が主催する国際会議等に参加し、発表等を行う若手研究者の旅費等に対する助成	20～35	2～4
国際シンポジウム等準備および開催助成（若手研究者※）	自らが中心的な役割を担い、3カ国以上の研究者を招請して開催する小規模の研究交流会等への準備および開催への助成	80～100	1

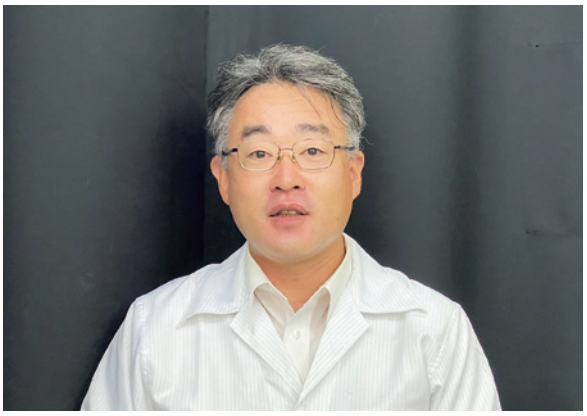
※若手研究者：2021年3月31日時点で満39歳以下、かつ当財団の研究開発助成受給の未経験者

助成の詳細については天田財団Webサイトをご覧ください。https://www.amada-f.or.jp/ または 天田財団

アルミ合金の高強度接合を実現する独創的なレーザ溶接プロセスを開発

日本が再び力を取り戻すためには独創的な基礎研究に基づく応用研究が必要

大阪大学大学院 工学研究科
マテリアル生産科学専攻　佐野 智一 教授



大阪大学大学院工学研究科の佐野智一教授

高パワー・高品質のレーザを用いた溶接を実現

天田財団の2019年度「重点研究開発助成（課題研究）」にレーザプロセッシング分野で採択された大阪大学大学院 工学研究科 マテリアル生産科学専攻 生産科学コース加工物理学領域の佐野智一教授の研究テーマは「析出強化型アルミニウム合金の高強度継手を実現する短パルスレーザ誘起圧力波支援高速レーザ溶接法の開発」。

最近は自動車や鉄道車両のみならず、橋梁や航空機の分野でも軽量で比強度が高いアルミニウム合金の需要が増加、それにともない接合技術としての溶接へのニーズが高まっている。

しかし、アルミニウム合金は鉄鋼材料と比べて反射率と熱伝導率が高く、溶接中に酸化しやすいことなどから、一般的に溶接が困難とされている。さらに、溶接後には、いったん溶融して凝固した溶接金属と、そのまま熱影響を受けて変質した熱影響部が存在する。構造材料として用いられる析出強化型アルミニウム合金の場合、これら溶接金属と熱影響部の力学特性は母材と比較して著しく劣化する。

したがって2000系アルミニウム合金や7000系アルミニウム合金といった熱処理型の析出強化型アルミニウム合金を接合する場合、レーザ溶接のような溶融溶接法ではなく、リベット締結のような機械的接合法や摩擦撹拌接合といった固相接合法が用いられることが多い。しかし、リベット締結の場合は重量が増加し、摩擦撹拌接合の場合は処理速度が遅いことからレーザによる高速溶接の要求が強い。

そこで、本研究では高パワー・高品質のレーザを用いることによって溶接を可能とする短パルスレーザ誘起圧力波支援高速レーザ溶接法の開発を目指す。

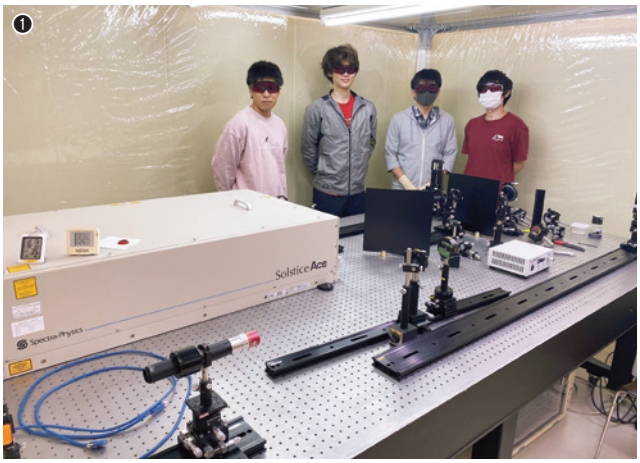
「温度場」だけでなく、「圧力場」も取り入れる

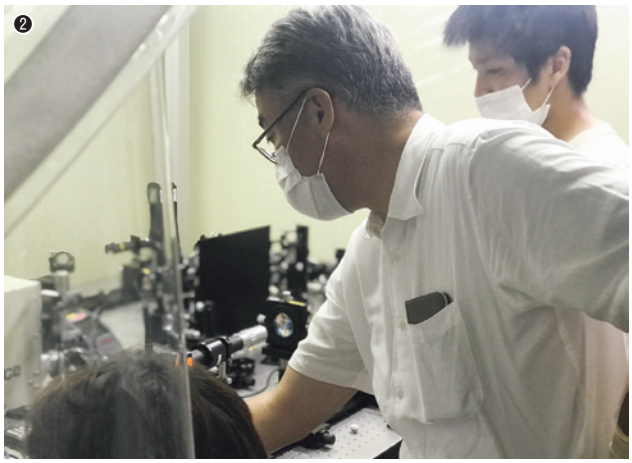
析出強化型アルミニウム合金の高速レーザ溶接中に、溶接部近傍にナノ秒レーザ誘起圧力波と、フェムト秒レーザ誘起衝撃波を印加することにより、溶接金属の結晶粒を微細化し、さらに熱影響部にピーニング効果を付与、溶接部の力学特性を向上させ、溶接部からの破壊が生じない高強度な溶接継手を形成することができる。通常、金属組織をつくり込むときに考慮される「温度場」だけでなく、これまで無視できるほど小さかった「圧力場」を新たに取り入れることによって、これまでにない新しい金属組織制御法の基盤となる新しい学理を構築する。

この学理をもとにナノ秒レーザ誘起圧力波とフェムト秒レーザ誘起衝撃波を「圧力場」として利用することによって、割れのない高強度な溶接継手を実現する高速レーザ溶接法を開発する。

本研究では、プロセス1「溶接金属の強度を向上させるレーザ溶接プロセス」、プロセス2「熱影響部の強度を向上させるレーザ溶接プロセス」を開発。また、プロセス1とプロセス2の成果を組み合わせることによって、プロセス3「溶接継手全体の強度を向上させるレーザ溶接プロセス」を開発する。

この新しい学理は、金属の凝固を考える際に「温度場」だけでなく、これまで無視できるほど小さかった「圧力場」を





❶短パルスレーザ誘起圧力波支援高速レーザ溶接法の研究を行う修士学生と学部学生／❷感染防止対策をして学生を指導する佐野教授

陽に考慮し、エンブリオからの核生成、転位のダイナミクス、転位と析出物との相互作用をシステマチックに構築するものであり、学術的に極めて独創的な研究となっている。

マルチスケールでの加工エネルギーの開発を目指す

佐野智一教授は1997年3月に京都大学 工学部精密工学科を卒業、同年4月に同大学大学院 工学研究科精密工学専攻へ入学、1999年3月に同校を卒業。同年4月に大阪大学大学院 工学研究科 生産科学専攻の助手に就任。2004年3月に同大学にて博士号（工学）を取得、2004年12月同大学大学院 工学研究科 学内講師、2007年4月同大学大学院 工学研究科 助教に就任。2008年4月に同大学大学院 工学研究科 講師を務め、2009年11月に同大学大学院 工学研究科 准教授に就任。2020年4月に同大学大学院 工学研究科マテリアル生産科学専攻 生産科学コース加工物理学領域の教授に昇任、現在に至る。

佐野研究室ではレーザ、およびアーク放電やプラズマを用いた材料加工プロセスに関する研究を行っており、エネルギーと材料間の相互作用について、実験とシミュレーションの両面から研究を進め、現象の解明や、加工プロセスの予測・制御、さらにはこれらの知見を駆使したマルチスケールでの加工エネルギーの開発を目指す教育と研究を行っている。

新型コロナウイルス感染症による教育・研究への影響と対策

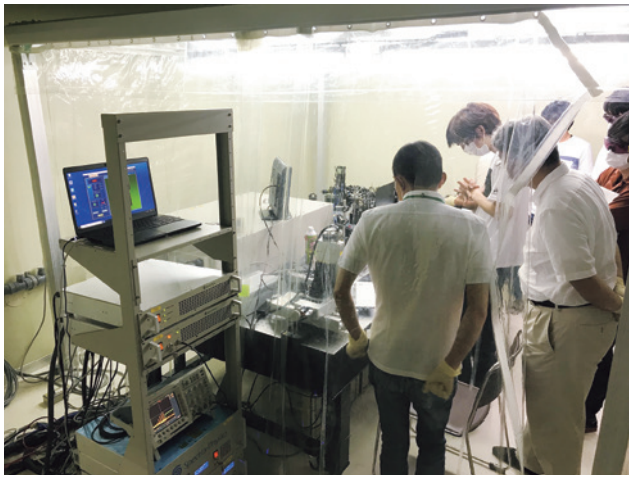
研究室には佐野教授のほかに助教2名、社会人ドクター1名、博士課程1名、修士M2、M1がそれぞれ6名、学部4年生4名の計21名が在籍している。

「今年度は新型コロナウイルス感染症の感染拡大による影響で、前期の授業はすべてオンライン授業になりました。今のところ、後期の授業に関してはオンライン授業、対面授業のいずれにも対応できるよう準備をしています。感染防止対策を実施し、7月過ぎからは大学の定める制約の下で研究・実験作業ができるようになりました。しかし、3密防止ということで研究室・実験室も『密接回避』を徹底、デスクには飛沫防止ガードを設置し、全員が同じ方向を向いて座るようにレイアウトを変更しました。研究中もさまざまな感染防止対策を行っています」と佐野教授は新型コロナウイルス感染症の教育・研究への影響と対策について語っている。

日本が先頭に立つ研究

佐野教授は「レーザ加工研究で日本が再び力を取り戻すには、独創的な基礎研究に基づく応用研究が必要です。本研究で実施するプロセス1とプロセス2はいずれもオリジナルな技術であり、世界に先駆けて実施しています。ドイツを含む諸外国では実施されていないため、日本が先頭に立って研究を引っ張るテーマとなりうると考えます」。

「さらに、この手法が確立すればレーザ溶接、アーク溶接、摩擦撹拌接合といった現行のさまざまな溶接法にも広く適用できます。それだけに自動車、航空機、鉄道車両などの幅広い分野への応用展開が期待できます」という。



研究室内で実験を行っている様子

次世代塑性加工シミュレーション技術の開発

結晶塑性モデルを実際的な塑性加工解析に応用する

京都大学大学院 エネルギー科学研究科　浜 孝之 准教授

宅田裕彦教授（前列中央）、浜孝之准教授（前列右から2番目）および2019年度の研究室のメンバー

FEM解析の精度はいまだに不十分

天田財団の2019年度「重点研究開発助成（課題研究）」に塑性加工分野で採択された京都大学大学院 エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻の浜孝之准教授の研究テーマは「結晶塑性モデルにより素材の多様性を緻密に考慮した次世代塑性加工シミュレーション技術の開発」。

今日では輸送機器の軽量化やニーズの多様化に呼応して、多様な金属板が構造部材に用いられている。部材の適切なプレス成形条件を実験だけから見出すことは極めて難しいため、工程設計に有限要素法（FEM）解析を活用することが一般的だ。しかし、プレス成形性をFEM解析により高精度に予測するためには、素材の塑性変形特性の実験的評価、材料構成式による適切なモデル化、そして入力値の決定という一連の作業が不可欠。また、現在のFEM解析で用いられる材料構成式では、入力値の決定に際して一軸引張試験だけでなく二軸負荷試験や反転負荷試験などにより多様な塑性変形特性を評価する必要がある。

しかし、これらの実験を行うには、多くの設備・労力・時間・コストが必要となる。そのため、現実的には多様なデータを取得できず、解析で素材の特性を十分に考慮できない場合が多い。

また、現状の材料構成式は上記の実験結果を数式表現することに主眼が置かれており、材種が変わるたび、あるいは新しい変形特性の考慮が必要となるたびに、新たな実験結果を取得し直した上で数式を修正する必要がある。しかし、その作業には専門知識が不可欠であるとともに時間を要する。また、現状では十分に把握できない特性も多い。

そのため、アルミ合金板や高張力鋼板、チタン板など多様な材料にFEM解析が実施されているものの、その解析精度はいまだに不十分である。

「結晶塑性モデル」を実際的な塑性加工解析に応用

そうした中で最近、「結晶塑性モデル」と呼ばれる材料構成式が注目を集めている。結晶塑性モデルは、結晶粒レベルの微視的変形を数式化することで、微視的変形の結果として生じる巨視的塑性変形を直接予測できることが大きな特長である。結晶塑性モデル自体は1980年代にはすでに基礎が確立されていたが、その後の計算機能力の飛躍的な向上と多様な金属材料に対するニーズの高まりにより、近年再び脚光を浴びている。

その結晶塑性モデルを活用することで、FEM解析における課題を解決できる可能性が生まれている。

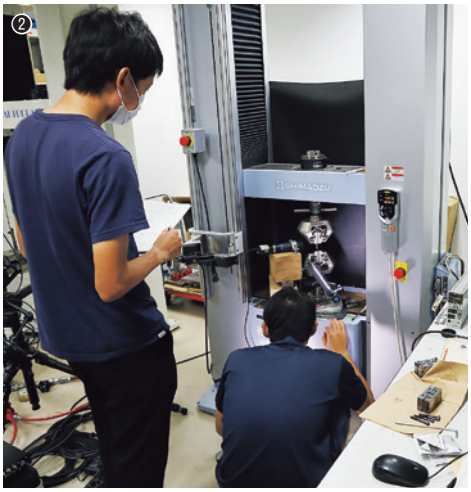
本研究では、結晶塑性モデルを実際的な塑性加工解析に応用することによって、塑性加工解析の精度向上を目指すとともに、これまでは学術的用途にとどまっていた結晶塑性モデルの実用化をはかることを目的とする。

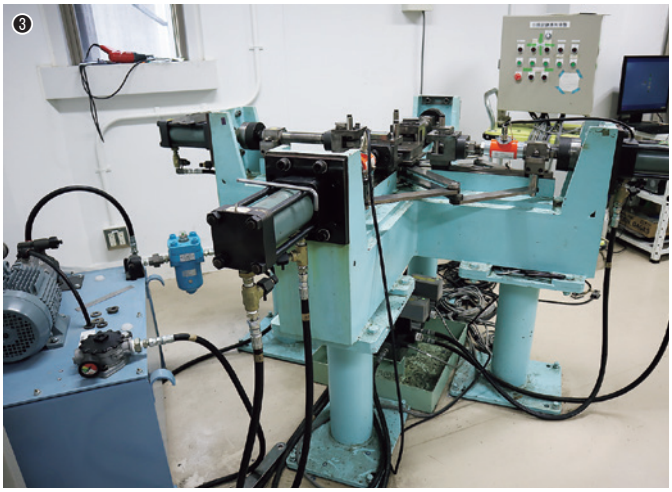
3つの研究課題に取り組む

研究開発助成期間は主に次の3つの課題に取り組む。

1. 異方硬化挙動の予測に資する結晶塑性モデルの構築

結晶塑性モデルの幅広い材種への活用を目的として、種々の金属材料における異方硬化挙動の高精度な予測に資する結晶塑性モデルの構築と、その変形メカニズムの解明を目指す。





❶重点研究開発助成の助成金で購入した試験機／❷実験に取り組む学生たち／❸東京農工大学・桑原研究室より寄贈された二軸負荷試験機

2. 高効率なパラメータ同定法の提案

将来的な実用的利用を見据え、結晶塑性モデルで必要なパラメータのデータベースを作成するとともに、簡便さと緻密さを両立した新しい結晶塑性パラメータ同定法の提案を行う。

3. 結晶塑性モデルの実用的利用

結晶塑性モデルを実用的な塑性加工解析に利用する枠組みを構築する。具体的には、プレス成形解析を対象として、実用に資する数値材料試験機としての活用法の確立を第1の目的とし、次世代構成式としての活用を可能とするシステムの構築を第2の目的として取り組む。

実用的な適用事例としては、結晶塑性モデルを数値材料試験機として用いて、初等解析によるV曲げ加工性評価の高効率化・高精度化を試みている。V曲げで実加工上極めて有用である、曲げ加工精度±25′という高い精度を実現することを指標に、種々の材料を対象として現在研究に取り組んでいる。

資源エネルギープロセス学の学理を追求

浜准教授は2004年3月に早稲田大学大学院 理工学研究科で博士号（工学）を取得後、同年9月まで同大学院 理工学研究科の客員講師（専任扱い）を務めた。その後、同年10月から京都大学大学院 エネルギー科学研究科 エネルギー応用科学専攻 資源エネルギー講座 資源エネルギープロセス学分野を担当する宅田裕彦教授のもとで教育・研究に携わる。2010年1月まで同助手（助教）、2010年2月に准教授に昇任、現在に至っている。

同分野では、素材を製品に加工する際に消費するエネルギーに関して、資源とエネルギーの全体的なプロセスを計算物理学に基づくシミュレーションを中心として理論的、かつ実用的な観点から検討する「資源エネルギープロセス学」の学理を追求するための研究に従事している。

研究室には現在、宅田教授、浜准教授以下、修士課程M2、M1がそれぞれ4名、学部4年生4名の計14名が在籍している。

ターニングポイントとなった出会い

この道を選択したターニングポイントについて浜准教授は以下のように語っている。

「早稲田大学で浅川基男先生の研究室に配属され、高張力鋼板の『スプリングバックと割れ発生』に関する研究に取り組みました。ここで、実験だけでなく弾塑性有限要素法に関する勉強にも取り組み、有限要素法の基礎から弾塑性力学、非線形連続体力学、そして非線形有限要素法を勉強しました。修士2年目で板材成形シミュレーションに関する研究を理化学研究所で行う機会が得られ、牧野内昭武先生の研究室で、板材成形シミュレーションのための弾塑性有限要素法プログラムを学びました。そして、プログラムを拡張してチューブハイドロフォーミング解析プログラムを開発するテーマで修士論文を書き上げました」。

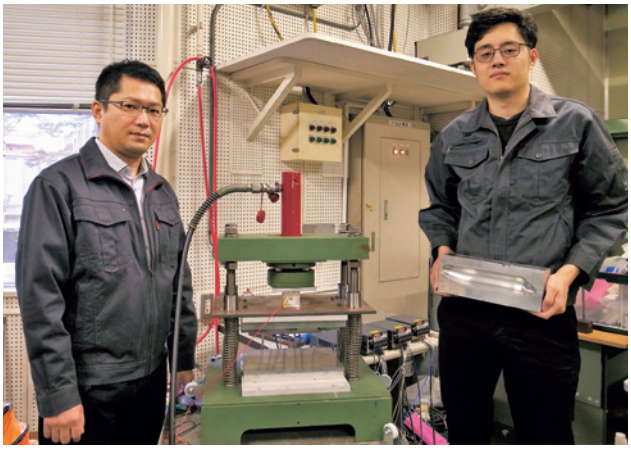
「博士課程へ進学した頃、牧野内先生が新しい形状モデリング手法と、それを援用した数値解析技術の開発に関するプロジェクトを立ち上げ、私は加工成形シミュレーションチームに所属しました。チームリーダーだったChristian Teodosiu先生（当時パリ13大学名誉教授）の下で、チューブハイドロフォーミングに関する研究と並行して、新しい形状モデリング手法を用いた、板材成形シミュレーションにおける接触解析技術について研究する機会にも恵まれました」。

「博士課程修了後は縁あって、板材成形シミュレーションによる延性破壊予測に関する研究を進めておられた京都大学の宅田裕彦先生の研究室で、現在も引き続きお世話になっています。こうした先生方との出会いで今日の私があります。これからもこうした出会いを大切にして、研究活動に邁進していきたい」。

CFRPの複雑形状の加工を連続繊維・複雑形状で実現する順送プレス成形法

産業技術と自然科学との調和ある発展を推進

上智大学 理工学部 機能創造理工学科　田中 秀岳 准教授



田中秀岳准教授（左）と本研究に参加する修士２年生の中間翔さん（右）

付加価値をもった加工方法の開発に取り組む

天田財団の2019年度「重点研究開発助成（課題研究）」に塑性加工分野で採択された田中秀岳准教授の研究テーマは「CADデータに基づいて作成される熱可塑性炭素繊維セミプレグによるプリフォーム材を用いた順送プレス成形法の開発」。

田中准教授の研究分野は生産工学、加工学、計測工学。研究内容は、加工計測・機能性評価の観点から切削加工および塑性加工分野において、付加価値をもった加工方法の開発や加工メカニズム解析に取り組むことだ。具体的な研究テーマは、①傾斜プラネタリ加工およびオービタル加工によるCFRPの高品位穴あけ、②ダイヤモンドバニシング工具に関する研究、③CADデータに基づいた熱可塑性CFRPの逐次成形による新たな3次元プリンティング、④レプリカ法による工具摩耗評価――などとなっている。

機能創造理工学科の特徴

田中准教授は2005年9月に金沢大学で博士号（工学）を取得。2006年3月から2015年3月まで長岡技術科学大学工学部の助教、2015年4月から上智大学 理工学部 機能創造理工学科 准教授に就任、現在に至っている。

「機能創造理工学科というと何を研究する学科か、よくわからないというお話をうかがいます。私たちの学科は人間・環境への支援を基盤とし、新しい物理現象の発見や応用の可能性を考え、そこから新しい機能の創造・創出を探究する学科です。物理学・数学などの理学と、材料・デバイス・電子機器・エネルギー・機械システムなどの工学を融合的に学び、産業技術と自然科学との調和ある発展を推進することを通して、創造性豊かな人材を育成します」。

「そのため、機能創造理工学科では機械工学、電気・電子工学、物理学の3つの学問分野と『エネルギーの創出と利用』『物質の理解と材料・デバイスの創成』『ものづくりとシステムの創造』というキーテーマを結合し、幅広い分野に適応できる専門教育を行っています」。

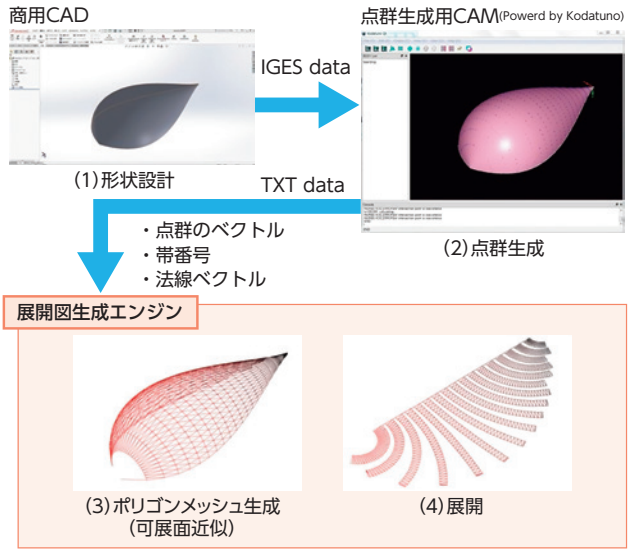
「私の研究室では主に、加工計測・機能性評価、付加価値のある加工方法・計測・加工メカニズム解析を行っています」（田中准教授）。

田中准教授の研究室には現在、博士課程1名、修士課程M2が3名、学部4年生4名が在籍している。

熱可塑性CFRPの短サイクル成形加工技術の研究開発

田中准教授は「たとえば自動車などは衝突安全基準も年々きびしくなっていくことが想定され、従来の設計の改善のみでは、重量の大きな削減の実現は難しいと考えられます。そうした中、新たな軽量化新材料としてCFRP（炭素繊維強化プラスチック）が注目されています。高弾性・高引張強度による高比強度から構造の軽量化が期待されています。CFRPには熱可塑性CFRPと熱硬化性CFRPが存在しています。自動車産業での使用を前提としたハイサイクルでのプレス加工には熱可塑性CFRPが着目されています」。

「熱可塑性CFRPはプレス成形を前提としてLFT-D法などが研究されていますが、不連続繊維のため、既存のプレス成形法では繊維の座屈が発生し、炭素繊維の力学的特性を十分に生かした成形法とは言えません。自動車の構造材にCFRPを適用するには、より短サイクルでの成形が必要に



展開図を用いたCFRP２次元プリフォーム生成CAMシステム

熱可塑性CFRP２次元プリフォームを用いた成形実験（成形温度の差）

なっています。現在、熱硬化性CFRPの加工に要する時間は短いサイクルタイムを持つRTMでも5分程度かかっています。深い絞り形状や複雑形状を持つ場合には、プリフォーム材などの予備成形品の製作にさらに時間が必要になります」。

「また、自由曲面など単純な数式などでの表現が難しい形状に対しては予備成形品の設計、製作手法が確立されておらず、作業者の経験に頼っているのが現状です。成形プロセス加工で理想的なのは、連続繊維で複雑形状を短時間で成形できるようになることです。CFRP材料のさらなる用途拡大のためには、この問題を解決する必要があります」。

「そこで、本研究では炭素繊維の連続性を保ち、3次元に賦形後に目的の力学的特性を持つ繊維の方向を維持できる2次元プリフォームを用い、3次元CADデータに基づいて賦形後に目的の繊維の方向、および連続性を維持できる2次元プリフォームの設計手法およびCAMシステムを開発。真空バッグ法による簡易成形実験によって、単層ごとである熱硬化性テーププリプレグを用い、有効性を確認することを目指しています」。

「2次元プリフォームの製作を手作業で行っていること、複数層をプレスして形状全体での繊維の連続性と力学的特性を満たすこと、プレス加工条件を正確に調整すること、および賦形後の形状評価と成形条件の改善に関しては未実施です。これらを達成しなければ有効なCFRPのプレス成形法としての提案は難しい。次のステップでの達成を目指し、さらなる考察が必要と考えています」と語っている。

研究は３フェーズで段階的に実施

研究開発は3つのフェーズにわたって行う予定だ。

「第1フェーズ」では、成形結果に対する条件の影響の定量化のため、予備成形品製作時の各パラメータに対して予備成形品の形状に再現性を持つ予備成形品の製作用装置を製作。すでに、熱硬化性CFRPの半硬化材料であるトウプリプレグを用いた基礎成形実験は先行研究で達成しており、本研究では新しい装置のもとで熱可塑性CFRPを用いる。

「第2フェーズ」では、熱可塑性連続繊維テープセミプレグを用いたCTSによるプリフォーム製作システムを構築。本研究では熱可塑性連続繊維テープセミプレグを用いることのできるCTS装置を構築、CADデータに基づいて自動的にプリフォーム材を製作する。

「第3フェーズ」では、成形条件を最適化。装置により製作した予備成形品を用いて成形実験を行う。実験に用いる材料は、構造材への用途として熱硬化性、または熱可塑性のセミプレグ、加飾用途として熱可塑性の織物シート材料を用いる。成形対象の形状としては円柱や円錐台などの可展面を持つ形状を用いる。

これらの形状は一方向に対してのみ曲率を持っており、曲率の値・曲率の方向に対する繊維配向による成形時の繊維の挙動を観察することが可能である。繊維の挙動はCAM上での設計時と成形後の形状（各部の位置）を比較することで評価する。成形後の形状は、形状測定と画像により測定する。これらの結果を用いて、成形結果と成形条件の相関を取ることでパラメータの影響を定量化する。また、3次元曲面を用いた成形実験として水滴形状などの3次元曲面形状に対して成形実験も行う。

連続繊維材料を配置するには以下の3つの条件を満たすように近似する。

1. 任意方向への切断線の配置が可能である。
2. 繊維の連続性を考慮し、帯状面の集合へ近似する。
3. 型上に配置するため、CADデータに基づく。

以上の条件を達成するため、田中准教授はCGやペーパークラフトの分野で研究されてきた手法を応用している。このような曲面形状の可展面への近似手法や平面への実長展開手法のCAD/CAMへの応用は例がなく、独創的な研究となっている。

生体用Co-Cr-Mo合金の高強度化と耐食性の研究

自分が設定した研究課題に納得するまで深く取り組む

仙台高等専門学校 総合工学科　森 真奈美 准教授

森真奈美准教授（前列中央）と研究室で学ぶ専攻科、本科の学生たち

社会人ドクターで学位取得

天田財団の2019年度「一般研究開発助成」に塑性加工分野で採択された仙台高等専門学校 総合工学科の森真奈美准教授（採択時は助教）の研究テーマは「塑性加工を用いて高強度化した生体用Co-Cr-Mo合金における耐食性に及ぼす加工組織の影響」。

森准教授は2005年3月に宮城工業高等専門学校（現・仙台高等専門学校）材料工学科を卒業後、宮城工業高等専門学校 専攻科課程に入学、2007年3月に卒業。同年4月に岩手大学大学院 博士課程前期（修士）に入学、2009年3月に卒業。この間、指導教員の千葉晶彦教授の異動にともない、自身も東北大学 金属材料研究所の特別研究生として研究を行った。卒業後は自動車関連企業に就職、製品に不具合が生じた原因の調査を担当した。仕事には満足していたが、次第に自分の設定した課題に対し「納得できるまで深く取り組みたい」と考えるようになった。

そこで2013年12月、4年半勤務した企業を退社、仙台高等専門学校 マテリアル環境工学科の助教に就任。2014年4月、東北大学大学院 材料システム工学専攻 博士課程後期3年の課程に社会人ドクター枠で入学、同大学 金属材料研究所の千葉晶彦教授の下で、「Co-Cr-Mo合金」の塑性変形挙動と力学特性に関する研究を行った。

生体用金属Co-Cr-Mo合金を研究

代表的な生体用金属材料のひとつであるCo-Cr-Mo合金は、塑性加工性は悪いが耐食性や耐摩耗性に優れることから、人工股関節などの整形外科用インプラントに広く使用されている。また、近年は側彎（そくわん）症などの脊椎疾患の治療に用いる脊椎固定器具への応用も進んでおり、生体用金属材料としての重要性がますます増加している。

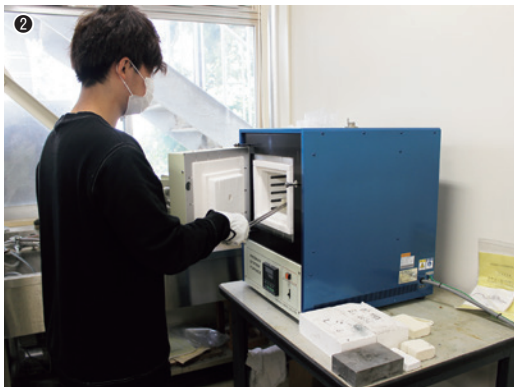
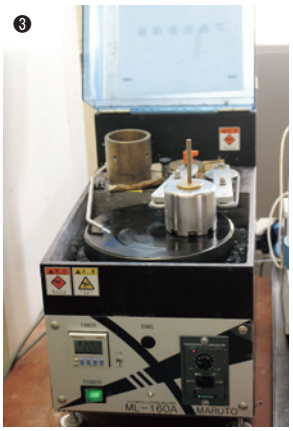
しかし、2010年には海外の大手医療機器メーカーが製造した同合金を使用した人工股関節の大規模リコールが発生。これは、テーパー加工されたモジュラーネック部の腐食が起因しており、生体用Co-Cr-Mo合金の製品設計における耐食性が、臨床上の問題として顕在化した。

森准教授の研究は、生体毒性の懸念があるNiを含まない合金に窒素を添加することで、冷間加工性が大きく改善することを明らかにする。実際に板厚0.3㎜の薄板を製作した。その後、熱間圧延にも取り組み、加工熱処理による機械的特性の改善についても研究、熱間加工における動的再結晶の発現と結晶粒微細化、積層欠陥の導入による高強度化を明らかにするなど、熱間圧延材の高強度化や室温における塑性変形のメカニズム解明に取り組んだ。そして、熱間鍛造材のASTM規格値の約2倍となる、著しい高強度と高延性を同時に実現することに成功している。

チタン合金をはじめとする新たな材料の研究も進めている

また、電子顕微鏡観察を組み合わせながら熱間圧延組織を詳細に調べ、生体用Co-Cr-Mo合金の新しい強化手法を提案するとともに、室温変形においてε（イプシロン）マルテンサイトが形成する過程を、母相であるγ（ガンマ）相中の格子欠陥の変化とする新たな視点からの研究成果を明らかにし、2015年3月には千葉教授の下で博士（工学）の学位を取得した。

学位取得後の2015年4月からは脊椎固定用デバイスなど、新たな応用に向けた生体用Co-Cr-Mo合金の加工プロセスの確立と、放射光・中性子回折や電子顕微鏡を利用した変形組織発達過程の解明に取り組むとともに、チタン

❶電気化学測定による耐食性の評価／❷電気炉による試料の熱処理／❸自動研磨機による組織観察用試験片の作製

合金をはじめとする新たな材料についても、同様のアプローチで研究を進めている。

天田財団の2015年度「一般研究開発助成」に採択された研究では、熱間加工における動的変態の発現を見出し、熱間圧縮試験により結晶粒径1μm以下の「ナノε組織」の形成と圧縮試験前の約2倍の高硬度を初めて示した。

生体医療分野で大きく貢献する

高強度化した生体用Co-Cr-Mo合金の整形外科インプラントへの適用については、熱間加工などにより生じたひずみや組織変化が耐食性におよぼす影響を明らかにする必要がある。しかし、同合金の耐食性や生体適合性におよぼす組織の影響に関する研究は少なく、系統的な理解が得られていない。

本研究では、「塑性加工を用いて組織制御することにより高強度化した生体用Co-Cr-Mo合金に対し、これらの組織変化が耐食性にいかに影響をおよぼすか」に焦点を当て、以下の2つの課題に対応することを計画している。

1. 種々の加工条件にて生体用Co-Cr-Mo合金の熱間加工を行い、得られた試料に対して結晶粒径、転位密度、集合組織、構成相等の観点から加工組織の定量的な評価を行う。加工組織の定量的な解析を行った試料に対して、耐食性の評価を行い、組織解析結果との対応関係を明らかにする。
2. 生体用Co-Cr-Mo合金の焼鈍材に段階的に塑性ひずみを発生させ、耐食性および不動態皮膜への影響が顕在化するひずみ量を基礎的に明らかにする。また、圧延などの塑性加工プロセスを用いて同様の試験を行い、得られた知見をより実用的なプロセスへ展開させる方法について検討する。

塑性加工に係る学術的研究の側面からは、中性子回折やDICといった最先端の定量組織解析手法を用いて変形組織を評価し、耐食性との関係を明らかにする点が特色。また、熱間加工プロセスを実用化する上で必要不可欠な腐食挙動の学術的基礎を構築することができる。これにより、従来の炭化物析出を利用する方法に代替する高強度化手法を確立し、人体に対してより安全なインプラントの開発を通して生体医療分野で大きく貢献することができる。

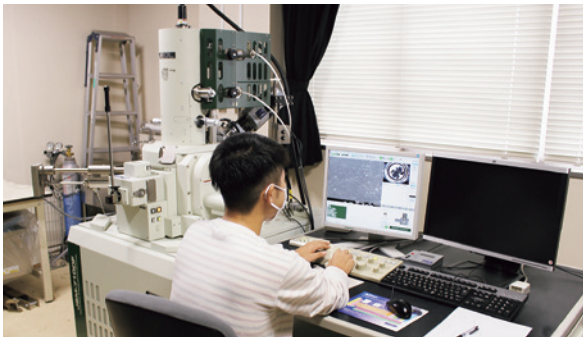
研究成果については、生体用Co-Cr-Mo合金に限らず、チタン合金など、ほかの生体用金属材料やステンレス鋼をはじめとしたインフラを担う構造用金属材料の組織設計や研究開発に応用が可能になる。

毎日が新しい発見の連続

東北地方は新型コロナウイルス感染症の感染者が少なかったこともあり、学校では緊急事態宣言が解除された6月から密にならない人数での対面授業が始まった。森准教授が受け持つ学生は専攻科2年、1年が各2名、本科の5年生、4年生が各4名の計12名。

森准教授は「コロナ禍の教育・研究は、思うように進まないことも多く、指導することの難しさを痛感しています。その一方で学生から学ぶことも多く、そのことが私自身の研究へのモチベーションアップにつながっており、毎日が新しい発見の連続です。若手研究者は研究資金が少ないので、天田財団の助成はありがたいです」。

「生体用インプラントのほとんどが海外から輸入されています。私たちが研究している生体用Co-Cr-Moが世界の医療現場で使われるようにもっとPRしていきたい。これまで企業や大学で学んできたことを材料科学の発展や実際に役立つ優れた材料の開発に活かし、社会に貢献したいと考えています」と語ってくれた。



走査型電子顕微鏡を用いた試料の組織観察

ニーズに合わせたオーダーメイドの材料研究で社会貢献を目指す

「育てていただいた先生方への感謝を忘れずに」

岐阜工業高等専門学校 機械工学科　島本（田中）公美子（くみこ） 准教授

岐阜工業高等専門学校の島本（田中）公美子准教授

ニーズに合わせたオーダーメイドの材料研究

天田財団の2018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岐阜工業高等専門学校 機械工学科の島本（田中）公美子（くみこ）准教授は、2012年4月から2015年3月まで諏訪東京理科大学大学院 博士後期課程 工学・マネジメント研究科 工学・マネジメント専攻（西山勝廣研究室）に所属し、2015年3月に博士号（工学）を取得した。

同年4月から近畿大学 工学部 ロボティクス学科（京極秀樹研究室）博士研究員、同年10月から2016年3月まで山口東京理科大学 工学部 機械工学科（吉村敏彦研究室）助教、公立大学法人化により同年4月から2019年3月まで山陽小野田市立山口東京理科大学 工学部 機械工学科（吉村敏彦研究室）助教として継続採用され、同年4月から2020年3月まで岐阜工業高等専門学校 機械工学科 講師、同年4月から同所属 准教授に就任し、機械工学科に所属する第3学年の学生49名（うち女子学生1名、留学生1名）の学級担任を務めている。

研究分野は材料学（特に機械材料学）、材料設計・材料テーラリング、粉末冶金、3D積層造形、キャビテーション加工。岐阜工業高等専門学校では、ニーズに合わせたオーダーメイドの材料研究（設計、創製、加工、提案、分析、解析など）として①ホウ化物系セラミックスの創製と機械的性質に関する研究、②高減衰能材料の創製および加工法における研究開発、③金属3D積層造形技術を用いた材料創製と特性評価、④繊維強化プラスチック（FRP：Fiber Reinforced Plastics）の新しいリサイクル技術に関する研究、⑤キャビテーション加工技術を用いた材料の表面改質――などの研究を行っている。

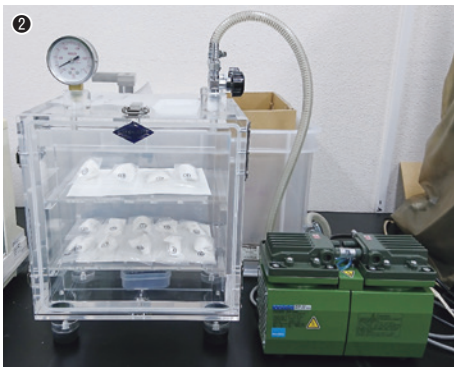
社会への貢献を目指す

島本（田中）准教授は「物質を構成する118種類の元素は、私たちの生活に密接に存在し、身の回りには金属、セラミックス、ポリマーなど、あらゆる材料があふれています。これらの材料は私たちの生活を支え、より豊かにするために創製され、製品として社会に羽ばたきます。不要となった場合には5R（Recycle、Reuse、Reduce、Refuse、Repair）され、社会を循環しています。材料研究では、使い手のニーズに合わせたオーダーメイドの材料設計や材料加工、材料提案により社会への貢献を目指します」と、機械工学科のWebサイトで述べている。

高減衰能特性を持つアルミニウム合金の創製

今回の「奨励研究助成（若手研究者）」に採択された研究テーマは、「選択的レーザー溶解法を用いた高減衰能アルミニウム合金の創製と強靭化」。申請ならびに採択が決まった時点では、山陽小野田市立山口東京理科大学に在職中だったため、山口県産業技術センターなどの協力を得ながら研究を進め、岐阜工業高等専門学校に着任した後も同センターなどの支援を受けて研究を継続している。

アルミニウム合金は軽量で耐食性に優れることから、さまざまな分野の部品に用いられ、現在では部品内部に空気や水が流れる流路を形成するような複雑形状の部品が多くなってきた。従来、アルミニウム合金に制振／防振性（高減衰能特性）を付与させるためには、平板を矩形波状に加工し、クロス圧延を施すことで内部摩擦を大きくし、材料内部で多くのエネルギーを吸収させるという手法が用いられてきた。しかし、平板形状から加工を行うため、部品形状に依



❶材料学研究室の様子。まだ新しい研究室のため装置は少なく、他研究機関の機器を利用・借用することも多い／❷天田財団の助成金で購入したダイアフラムポンプ／❸SEM、XRDなどの機械が並ぶ岐阜工業高等専門学校の機器分析室

存し、厚さのある試料や複雑形状では高減衰能特性の付与が困難とされていた。

本研究は、金属3D積層造形装置の特長を活かした選択的レーザ融解法を用い、試料の造形条件を検討し、高減衰能特性を有したアルミニウム合金の創製を行うことを目的のひとつにしている。一般に高減衰能特性を付与させると、材料内部には多くの欠陥が存在する場合があるため、金属組織学的知見からアルミニウム合金の組織制御について考察するとともに、キャビテーションを用いた表面改質技術を用い、強度の向上をはかることを検討する。

研究スケジュールとしては、金属3D積層造形装置を用いて試験片を製作し、固有減衰性能を算出。その後、引張試験を行い、高減衰能特性と引張強さの関係を解明する。また、試験片の表面改質を行うためにキャビテーション（気泡）の崩壊圧力を利用したキャビテーション加工を行う。これによって高減衰能特性に加え、強度に優れたアルミニウム合金の創製を目指す。

新型コロナウイルス感染症の影響

しかし、新型コロナウイルス感染症の感染拡大により、岐阜県では2度にわたって非常事態宣言が発出された。その間、学校は休校となり、授業は4月の開始とともにオンライン授業となった。そのため、研究も停滞を余儀なくされ、研究予定は遅れ気味となっている。9月に入り、校内の感染対策を徹底することで、対面授業を段階的に再開することが決定。それにともない研究再開の目処が立ち始めている。

しかし、高等専門学校という教育機関の特性上「教育」が主眼で、本科生の卒業研究や専攻科生の特別研究以外の「研究」は自己研鑽に位置付けられている。そのため、計画の遅れを取り戻すのも一苦労だ。そんな状況でも島本（田中）准教授は「予定どおり、年度内には研究成果報告書をまとめたい」と力強く語っている。

今後はさらに実用性のある研究課題に挑戦

島本（田中）准教授は、2006年に環境省から「日本で一番星がきれいに見える場所」として認定された長野県下伊那郡阿智村の出身。生家が縫製業を営んでいる関係で工場で働くご両親を見て育ったこともあり、小さい頃からものづくりが好きだった。学部、修士・博士後期課程まで過ごした諏訪東京理科大学では電子材料や機械材料について学んだ。その後、近畿大学では金属3D積層造形法に関する国のプロジェクト「TRAFAM」で金属3D積層造形装置の研究開発と、材料ごとのレシピづくりを担当。山口東京理科大学（現・山陽小野田市立山口東京理科大学）では、新しいキャビテーション加工技術を学び、これまでにも多くの研究助成を受けた。

助教の任期5年の間に結婚し、研究職のご主人の勤務地が名古屋市だったことから生活の拠点を愛知県に移し、ご主人の上司からの支援もあって、2019年4月に岐阜工業高等専門学校に移籍、現在に至っている。

島本（田中）准教授は「これまで国内外のさまざまな研究分野の先生方にご指導をいただいたおかげで、今の自分があると感謝しています。自分を育ててくださった周りの方々への感謝を忘れずに、今後も若い世代への教育や、ニーズに合わせたオーダーメイドの材料研究に取り組んでいきたい」。

「社会で役に立つものづくりを目指しているので、産学連携にも力を入れており、昨年度の技術相談件数は学内No.1となっています。研究内容に関心を持ってくださる岐阜県や愛知県の製造企業様も出てきているので、これからはさらに実用性のある研究課題に挑戦していきたい」。

「材料学研究室はまだできたばかりの研究室です。装置が少なく、他研究機関で借りられる設備も限られているので、天田財団の助成は本当にありがたい」という。

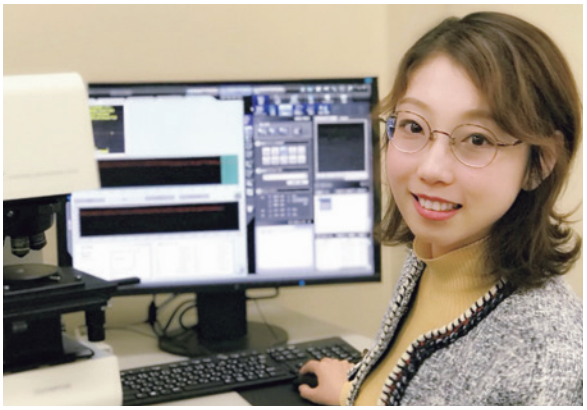
島本（田中）准教授は結婚後の研究活動において新姓と旧姓のどちらを名乗るかで悩んでいた。その時、ご主人とつながりがあった米国の女性研究者の話を聞き、旧姓をミドルネームに入れ、「島本（田中）公美子, Kumiko Tanaka Shimamoto」として併記することにした。これにより研究分野でのプレゼンスを担保できると考えた。

「パスポートの特記事項にも記載していただけるので、これからご結婚をされる研究者や技術者の方に選択肢の1つとして知っておいていただければ」（島本（田中）准教授）。

フェムト秒レーザを用いた炭素系硬質被膜の表面機能創製

新しいものづくり技術の創出を目指す

名古屋工業大学
電気・機械工学科 機械工学分野
劉暁旭（リュウギョウキョク） 助教



名古屋工業大学 電気・機械工学科 機械工学分野の劉暁旭助教

フェムト秒レーザの非熱加工と高精度加工を利用したCVDD工具の刃先創製

天田財団の2019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名古屋工業大学電気・機械工学科の劉暁旭（リュウギョウキョク）助教の研究テーマは「フェムト秒レーザを用いた多結晶CVDダイヤモンド・コーティング工具の高機能刃先創製」。本研究はPLG（Pulse Laser Grinding）加工において、工具の刃先の鋭利さと加工面の品質を両立することを目的として、フェムト秒レーザの非熱加工と高精度加工を利用し、CVDダイヤモンド・コーティング工具（以下、CVDD工具）の刃先創製を行う。

近年、安価かつ高硬度、高成形性などの優れた性能を持つCVDD工具の切削分野への適用が進められている。CVDD工具の適用範囲を拡大する際に課題となるのが、成膜時に生じる刃先丸味が工具の切れ味の低下を引き起こすことである。切れ味の低下は切削抵抗の増加、摩耗の増大、被膜の剥離を生じさせるため鋭利な刃先を成形する加工技術が求められている。

一方、短パルスレーザは材料硬さの制約を受けにくく、非接触な加工が可能であり、硬脆材料であるCVDダイヤモンドであっても鋭利な刃先が成形できるという利点がある。したがって短パルスレーザ加工をCVDD工具の刃先成形へ適用することで刃先丸味の課題が克服できるものと期待されている。そこでフェムト秒レーザ加工の高い刃先成形性と、加工面の表面改質効果を同一光学系で行うtwo-step加工の開発によって、CVDD工具が持つポテンシャルを十分に発揮させ、鋭利な刃先を成形する（高い切れ味を得る）とともに、表面改質効果により表面の硬質化（耐摩耗性の向上）を目指す。

CVDD工具の機能性向上を実現する

研究期間は以下の3つのフェーズに分けて研究を行う。

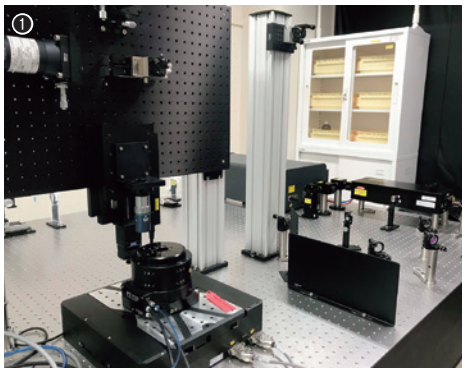
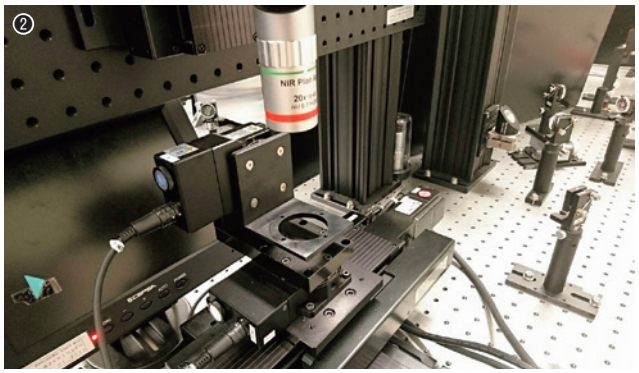
フェーズ1の「CVDダイヤモンド膜の表面改質効果におよぼすレーザ加工条件の影響の調査」では、フェムト秒レーザ加工機を使用して、CVDダイヤモンドの表面改質に必要なレーザフルエンス、パルス幅などを調査する。表面改質効果の評価は仕上げ面のラマンスペクトルからダイヤモンドのピーク強度変化（結晶性向上は硬質化と等価である）を指標とする。また、そのGピークシフト量とID/IG比の変化およびXRD測定結果から内部応力の変化と、その局所化を評価する。

フェーズ2では「CVDD工具の機能性向上を実現する最適なレーザ加工条件の探索」を行う。切削実験や硬さ試験、膜内部応力分布の測定、有限要素法での逆解析と組み合わせることで、切削性能を実現するために最適なレーザ加工条件を実験的に調査する。

フェーズ3では「刃先成形と表面改質を両立するtwo-step加工の提案とその切削性能評価」を行う。そして、トライボロジーと機械加工に関する知見を融合させた切削工具成形技術の提案を行い、さらに実用性を意識した実践的な高付加価値短パルスレーザ加工手法の提案を行う。

48名が在籍する生産機器研究室

劉助教が所属する生産機器研究室は、糸魚川文広教授、樋口和夫特任教授のほかに早川伸哉准教授、前川覚准教授、劉助教、特任研究員1名、秘書1名、技術補佐員3名、博士課程5名、修士M2とM1がそれぞれ11名ず

❶フェムト秒レーザ加工機 LIGHT CONVERSION PHAROS／❷フェムト秒レーザ加工機 IMRA AmericaD-1000／❸マシニングセンタ M140X2

つ、学部4年生10名、2部学生1名の計48名が在籍する学内最大の研究室となっている。

研究室では生産機器（工作機械、工具など）で生じるトライボロジカルな諸現象や、加工表面の物理的・化学的変化の根本的な理解とそこから得られる知見を生かした新しい生産機器・生産プロセスを開発。「生産加工は実際に製品をつくり出す手段であり、それを担う企業と協調しながら研究活動することが重要である」という糸魚川教授の考えから、数多くの企業や研究機関と連携しながら研究を遂行している。

北京・清華大学から名古屋大学へ

劉助教は中国東北部の遼寧省出身。遼寧省は瀋陽、大連といった工業都市があり、日系企業も数多く進出している工業地域。ご両親はいずれもエンジニアとして企業に勤務、その影響もあって子どものころからものづくりに興味を持ち、北京にある清華大学へ入学。2015年9月に清華大学 工学研究科環境工学 修士課程を修了、同年10月に名古屋大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻 博士後期課程に入学。2018年9月に博士号（工学）を取得し、同年10月から名古屋工業大学 電気・機械工学科 助教に就任、現在に至っている。

所属する生産機器研究室では糸魚川教授の指導で「短パルスレーザ照射に基づいた炭素系硬質膜の摩擦摩耗特性の改善」「短パルスレーザ照射を利用した切削工具刃先成形技術の開発」「DLC膜表面における潤滑油添加剤の吸着過程の解明」などの研究を行っている。

劉助教は「省エネルギー化・長寿命化に向けて、機械部品の摩擦と摩耗の制御がより必要となっています。炭素系硬質被膜はダイヤモンドとグラファイトの中間構造であり、耐摩耗性と低摩擦特性の両方を持ち、さらに化学的安定性かつ高密着性・生体親和性などの特性を有しており、幅広い分野で応用されています。人工的に作製されたダイヤモンドの一種であるCVDダイヤモンドは安価かつ高硬度、高成形性などの優れた性能を持つコーティング材として切削分野で注目を集めています」。

「私の研究は超短パルスレーザを利用し、その高い潜在能力を持つ膜の工業的な利用価値をいっそう向上させることです。一方で、DLC膜は優れたトライボロジー特性を持つため、自動車の摺動部へ適用することで低燃費化が期待されています。そこで、光学の手法による潤滑油中の添加剤などのDLC膜への吸着過程の解明についても研究しています」と語っている。

自動車や工作機械の産業がさかんな名古屋へ

「清華大学在学中から日本のものづくりに関心がありました。なかでも自動車産業や工作機械産業がさかんな名古屋地区で勉強したいと考え、名古屋大学大学院 工学研究科 機械理工学専攻の博士課程に入りました。現在のポストはテニュアトラックの助教です。着任から4年後にテニュア審査があり、それに合格すれば任期解除後も大学に残れます。これからも日本で研究を続けていきたい」。

「糸魚川教授の研究室はオープンで産学連携を重視しています。そのため研究実験装置も充実していて、ナノ秒レーザ、フェムト秒レーザなどの短パルスレーザ装置がいくつもあり、研究環境には満足しています。今年度前期は新型コロナウイルス感染症の影響で在宅勤務となり、研究室に来られない状態でした。現在は感染防止対策をして研究室に来ることができるようになり、私が指導する学生とともに、新しいものづくり技術の創出を目指しています」と劉助教は語っている。

生産機器研究室の2019年夏旅行の集合写真

2020年下期の予定

令和２年度 国際交流助成先　追加募集

募集期間：2020年10月1日～12月20日
採択通知：2021年2月上旬

令和２年度後期 技能検定（工場板金後期）受検手数料助成　募集開始

申請期間：2020年10月1日～2021年2月28日
結果報告：2021年3月1日～31日

令和２年度 天田財団助成式典　開催

開催日時：2020年11月28日
※オンラインでの開催となります

Photonix 2020　出展

開催期間：2020年12月2日～4日
会場：幕張メッセ

「Photonix 2019」の天田財団ブースの様子

編集後記

4月に事務局長に着任いたしました鈴木太一と申します。昭和58年に機械工学科を卒業して㈱アマダに新卒入社し、今春天田財団に移籍いたしました。どうぞよろしくお願いします。

着任前は、年度恒例の会議や発表会に加えて理事長の交代や財団事務所の引っ越し（住所は変更ありませんが、㈱アマダの本社敷地内で別の建物に引っ越しを済ませました）が予定されていて、着任早々不慣れな中で慌ただしくなることを覚悟していました。しかし、新型コロナウイルス感染症の影響で塑性加工とレーザプロセッシングの２つの助成研究成果発表会は中止、理事会などの会議は書面会議への置き換えと、多忙な日々は回避されました。その一方で、今までのやり方と異なる方法を検討し実施することに戸惑うばかりです。

天田財団ニュースは例年ですと塑性加工、レーザプロセッシングの助成研究成果発表会や展示会出展が記事となっているようですが、これも叶いません。

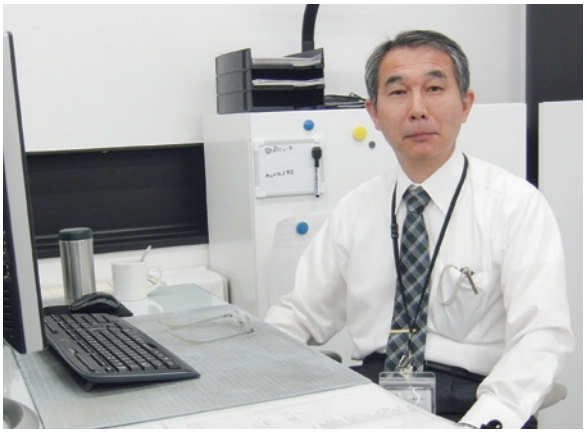
「研究室訪問」も今までは実際に研究室に訪問をしてインタビューや撮影を行っていたとのことですが、今回はすべてWeb会議システムを利用したオンラインでのインタビューで、写真は取材先である先生方に撮影をお願いして送っていただきました。取材を快く受けてくださいました先生方、ご協力いただき、ありがとうございました。

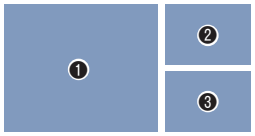
「研究室訪問」の取材旅行は先生方から興味深いお話が聞けるだけでなく、日本各地の景勝地や味覚を味わう楽しみもあったようですが、新型コロナウイルス感染症が落ち着くまではオンラインでの取材にせざるを得ないでしょうし、落ち着いた後も以前どおりに戻るとはいかずにオンライン取材と実際に訪問しての取材を都度比較してどちらにするか判断するようになるのではと思料しています。

この天田財団ニュースをお読みくださるみなさまも、新型コロナウイルス感染症によって大きな影響を受けられているのではないかと思います。大学の授業も登校せずのオンライン中心へと様変わりし、報道では「せっかく入学したのに」という学生の残念な思いを聞くことが多いですが、オンライン授業のメリットを伝える記事も散見されるのが救いです。

天田財団も前述のとおり今春の助成研究成果発表会は中止といたしましたが、この後の行事は実施方法を変えて開催するべく努力をしています。ご期待くださるとともにご支援いただければ幸いです。

（事務局　鈴木）


鈴木太一事務局長



今回の表紙

❶2019年11月30日に開催された「2019年度天田財団助成式典」の会場の様子。式典には塑性加工分野・レーザプロセッシング分野の助成対象者73名と関係者を含め、約150名が参加した／❷助成式典では特別講演や招待講演も行われる。写真は鳥取大学・陳中春教授による招待講演の様子／❸助成式典の後、出席した研究者らは「第32回優秀板金製品技能フェア」の作品展示会場で投票を行った

天田財団ニュース　第9号　2020年11月1日発行　発行所：公益財団法人天田財団　編集：マシニスト出版株式会社　印刷：株式会社あさひ印刷
〒259-1116 神奈川県伊勢原市石田350　TEL：0463-96-3580　FAX：0463-96-3579　https://www.amada-f.or.jp/