ISSN 0914 - 4420

業　務　年　報

Annual Report of
Akita Industrial Technology Center

2023

秋田県産業技術センター

ご 挨 拶

2023 年 5 月、新型コロナウイルス感染症が 5 類感染症になりました。2020 年 2 月に 2 類相当に指定されてから 3 年余り、心身に制約を与え経済活動を停滞させてきた長いトンネルを抜け出しました。しかし、世界経済の急速な需要回復と戦乱によって、原油高、インフレ、円安、株高、ゼロ金利解除、人手不足…と、トンネルの手前とはかなり変わった世界が広がっています。これらは、エネルギーおよび原材料価格の高騰、金利負担の増加、求人難として企業経営が圧迫されています。特に輸出をしない中小企業においては、円安のメリットが無いなか、新規事業の開拓や格段の原価低減を進めることで、設備投資による競争力強化と給与増による人材確保に取り組まなければならない困難な状況におかれていると拝察しております。

弊センターは、昭和 3 年（1928 年）秋田県工業試験場工芸部として設置されて以来、秋田県の企業なかんずく中小企業の支援に努めてまいりました。年間 2500 件余り承っておりますご相談は、不具合の原因究明や工程改善など多岐にわたりますが、まずはじっくりお話を伺います。ものづくりの現場において何が問題なのか、解決すべきは何なのかが最初から明らかなことはまれです。「昨日はうまくいっていたのに今日はおかしい」、「冬はいいのに夏はダメ」、「担当が変わったら不具合連発、同じにやっているのに」といった「何が根本原因なのか、どこを改善すべきなのか分からない」事案の対応に試行錯誤する日々ではないでしょうか。私共は、こういった現場の日常を共有し、対話するところから仕事を始めたいと思います。多くの場合、対話を重ねる中で現場の人自身が答えを見出します。よき話し相手としてアイデアを出し合い、必要に応じ弊センターが設備する約 400 種の試験評価機器を駆使して検討を進めていきます。解決すべきことが明らかになったら、解決策を探します。既存のものがなければ、共同研究あるいは委託研究の制度を活用していただけます。相談を伴わない試験評価機器の利用も可能です。品質管理や検査などに、年間 2000 件以上のご活用を頂いております。

今年、私共の本務が秋田県産業の発展に資するところにあることを再確認し、地域の「人のために尽くす」、「人の役に立つ」、「現場で結果を出す」を旨に、地域産業への一層の貢献に努めて参りました。拙い報告ではございますが、ご笑覧いただき、いささかなりともお役に立てれば幸甚に存じます。

令和 6 年 3 月

秋田県産業技術センター

所長　斉藤　耕治

目　次

Ⅰ　総　説　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１

１．沿　革　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２

２．規　模　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２

３．組織・業務体制　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３

４．決　算　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　７

５．導入機械設備一覧　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　８

６．業務実績概況　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　９

７．「産業基盤強化事業」の概況　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１１

Ⅱ　事業報告　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１９

１．研究関連契約　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２０

２．技術コネクターハブ強化事業　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２０

３．施設・設備利用状況　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２１

４．技術研究会活動　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　２２

５．人材育成　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３０

Ⅲ　研究成果･広報活動　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３３

１．研究成果報告会の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３４

２．研究成果概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　３５

３．所内見学　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４２

Ⅳ　研究報告　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４３

１．産業基盤強化事業　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　４５

２．研究推進　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　８７

Ⅴ　資　料　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１０５

１．沿革詳細　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１０６

２．特許出願・登録状況　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１０８

３．各技術研究会の概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１１１

Ⅵ　当センターのご利用について　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１１３

１．産業技術センターの概要　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１１４

２．施設・設備機器利用のご案内　・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・　１１６

Ⅰ　総　説

1. 沿 革

昭和 3年 7月　秋田市土手長町に、秋田県工業試験場工芸部を設置。
昭和12年 5月　秋田県工業指導所と改称し、秋田市茨島に移転。
昭和17年 1月　秋田県角館樺工芸指導所設立。
昭和21年 4月　秋田県川連漆工芸指導所設立。
昭和30年 9月　秋田県工業試験場と改称。
　　秋田県角館樺工芸指導所、秋田県川連漆工芸指導所の名称を、
　　それぞれ秋田県工業試験場角館指導所、秋田県工業試験場川連指導所と改称。
昭和36年 6月　秋田県工業試験場に秋田県工業試験場能代指導所、同大館指導所を設置。
昭和43年 3月　秋田県工業試験場角館指導所を廃止。
昭和43年 4月　工業試験場大館指導所を秋田県林業試験場へ移管。
昭和57年10月　秋田県工業技術センターと改称し、秋田市新屋町字砂奴寄に新築、移転。
昭和58年 3月　秋田県工業技術センター能代指導所を廃止。
平成04年11月　秋田県高度技術研究所設立。
平成11年 3月　秋田県工業技術センター川連指導所を廃止。
平成17年 5月　工業技術センターと高度技術研究所との統合により
　　秋田県産業技術総合研究センター設立。
平成23年 4月　秋田県産業技術センターと改称。

2. 規 模

2−1 土地・建物

	敷地面積(m²)	建物面積(m²)
本館(秋田市)	34,466.00	9,552.95
高度技術研究館(秋田市)	23,107.12	6,611.34
合　計	57,573.12	16,164.29

2−2 人員

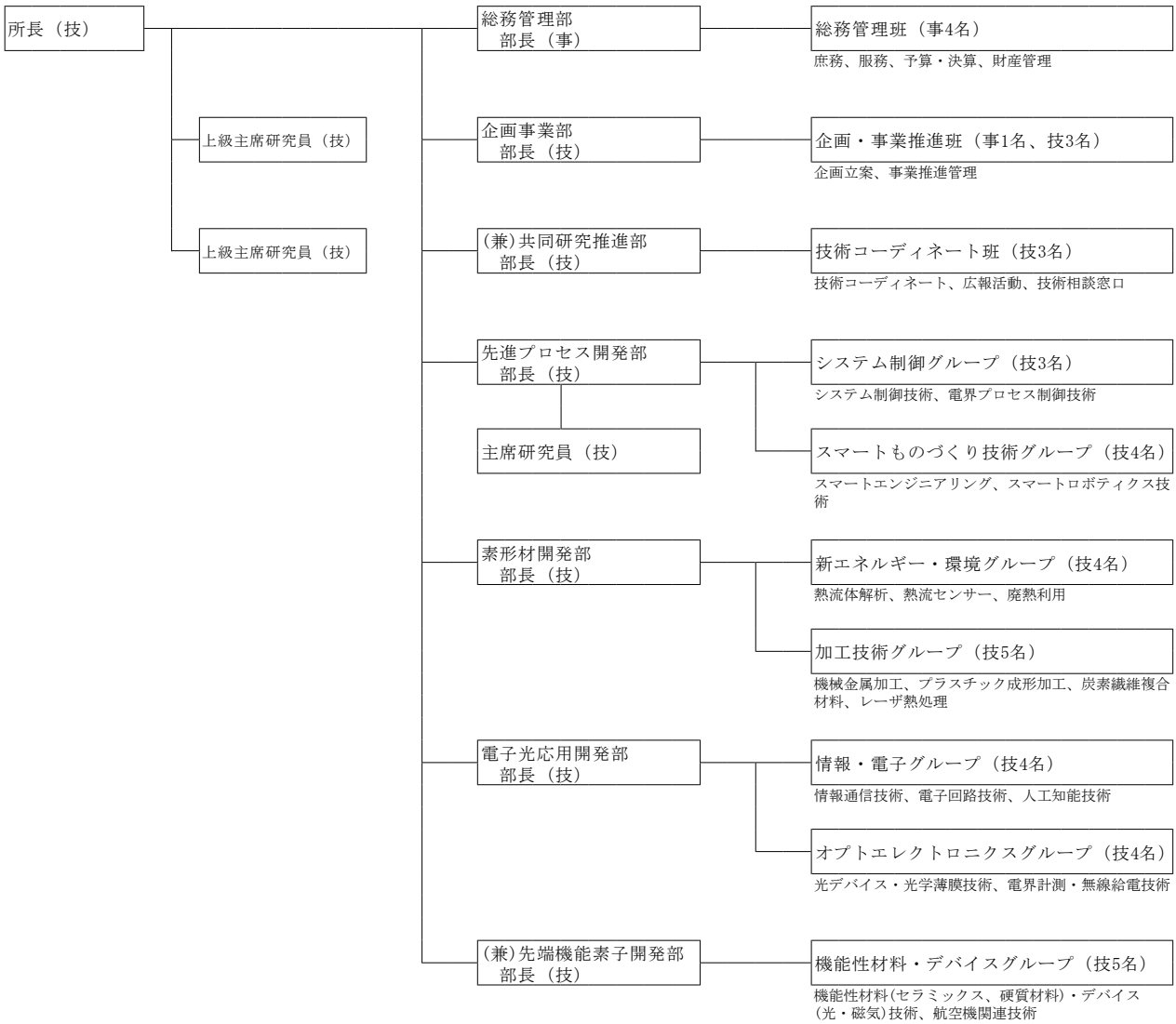
令和5年4月1日現在

	技術系	事務系	嘱託	計
所長、上級主席研究員、総務管理部	3	5	3	11
企画事業部	4	1	0	5
共同研究推進部	3	0	1	4
先進プロセス開発部	9	0	1	10
素形材開発部	10	0	2	12
電子光応用開発部	9	0	1	10
先端機能素子開発部	5	0	1	6
合　計	43	6	9	58

3. 組織･業務体制

3−1 組織図

令和5年4月1日現在



3−2 職員・業務分担　令和５年４月１日現在

○ 秋田県産業技術センター 所 長　斉藤 耕治
秋田県産業技術センター 上級主席研究員 工藤 公樹
秋田県産業技術センター 上級主席研究員 千葉　隆

○ 総務管理部

組織名	職 名	氏 名	主な業務
	部長	佐々木 琢	総務管理部門の総括、人事、危機管理
総務管理班	主幹(兼)班長	能登　匡	班の総括、センターの管理運営・防災、入居団体等の連絡調整、服務、非常勤職員の任用、監査、労働安全衛生、文書主任
	副主幹	竹内 洋之	文書事務、環境マネジメントシステム、各種照会
	副主幹	奥山 淳子	施設維持管理、施設修繕、研究機器管理、財産管理、車両管理、歳入、物品取扱員
	主査	伊藤 佳菜子	物品(研究用)の購入、給料・報酬・旅費、歳出、公共料金・事務用品、定期刊行物等、社会保険・所得税等、科研費、デジタル化リーダー

○ 企画事業部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	菅原　靖	企画事業部門の総括
企画・事業推進班	上席研究員 (兼)班長	熊谷　健	班の総括、企画立案・事業遂行管理の総括、政策予算、議会・本課対応、設備導入・管理、産技連デジタル化副リーダー
	上席研究員	岡田 紀子	施設・設備利用実績管理、見学対応、業務年報・技術シーズ集、刊行物、成果報告会、北東北公設試連携推進会議
	副主幹	石川 正人	共同研究・受託研究・受託研修、競争的資金、知財管理、開放研究室、政策予算執行管理
	専門員	佐藤　明	研究開発・中期計画の企画立案・進捗管理

○ 共同研究推進部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	工藤 公樹	共同研究推進部門の総括
技術コーディネート班	上席研究員 (兼)班長	松倉 和浩	班の総括、研究開発コーディネーターの総括、技術コネクターハブ強化事業、広報、産学官連携、共催・後援・協賛、関係機関連携
	上席研究員	田口　香	技術コネクターハブ強化事業、各種分析業務、各種推薦業務、デジタル化副リーダー
	専門員	木村 光彦	技術コネクターハブ強化事業、センターの利活用促進

○ 先進プロセス開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	内田　富士夫	先進プロセス開発部門の総括
	主席研究員	佐々木　信也	電子通信技術、ネットワーク応用技術、スマートファクトリ
システム制御グループ	上席研究員(兼)グループリーダー	久住　孝幸	グループの総括、電界砥粒システム制御技術、精密形状計測(表面性状)技術
	主任研究員	中村　竜太	医工連携、電界非接触撹拌システム制御技術、電界砥粒システム制御技術
	研究員	大久保　義真	医工連携、電界非接触撹拌システム制御技術、有機化学・分析化学技術、デジタル化副リーダー
スマートものづくり技術グループ	主任研究員(兼)グループリーダー	小松　和三	グループの総括、スマートロボティクス、形状計測・機械加工技術
	研究員	大竹　匡	スマートロボティクス技術、メカトロニクス
	研究員	瀬川　侑	ネットワーク応用技術、人工知能(AI)技術、スマートファクトリ、デジタル化副リーダー
	研究員	高橋　朗人	スマートロボティクス技術、人工知能(AI)技術、メカトロニクス

○ 素形材開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	工藤　素	素形材開発部門の総括
新エネルギー・環境グループ	上席研究員(兼)グループリーダー	伊勢　和幸	グループの総括、熱流センサ、熱解析、熱発電システム
	主任研究員	井上　真	熱解析、流体解析
	専門員	遠田　幸生	再生可能エネルギー技術、化学試験・評価
	研究員	高山　健太郎	熱利用、材料解析(成分分析、表面観察)、デジタル化副リーダー
加工技術グループ	上席研究員(兼)グループリーダー	加藤　勝	グループの総括、機械加工技術、精密形状計測技術
	上席研究員	藤嶋　基	複合材料、CFRP成形・補修・評価技術
	主任研究員	野辺　理恵	複合材料、プラスチック成形加工技術、高分子材料分析
	研究員	瀧田　敦子	レーザ熱処理技術、接合技術、材料の機械的特性評価
	研究員	黒沢　憲吾	材料の機械的特性評価、接合技術、非破壊検査技術、デジタル化副リーダー

○ 電子光応用開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	梁瀬　智	電子光応用開発部門の総括、光電子デバイスおよび光計測技術
情報・電子グループ	上席研究員(兼)グループリーダー	丹　健二	グループの総括、パワーエレクトロニクス技術、センシング技術
	主任研究員	佐々木　大三	AI・IoT 県内普及推進、信号処理・適応制御・データ分析
	主任研究員	伊藤　亮	電子回路応用、信頼性試験・関連法規、デジタル化副リーダー
	主任研究員	綾田 アデルジャン	通信技術を活用したアプリケーション、画像解析・機械学習
オプトエレクトロニクスグループ	上席研究員(兼)グループリーダー	山根　治起	グループの統括、光学デバイス・光計測技術、光学薄膜の作成・評価
	上席研究員	黒澤　孝裕	電磁界計測技術の開発、電波暗室の運用
	主任研究員	木谷　貴則	無線給電技術の開発、デジタル化副リーダー
	(兼)主任研究員	近藤　祐治	【本務:地域産業振興課　副主幹】
	専門員	高橋　慎吾	光学薄膜の作成・評価、光学機器の開発・評価

○ 先端機能素子開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	千葉　隆	先端機能素子開発部門の総括
機能性材料・デバイスグループ	上席研究員(兼)グループリーダー	内田　勝	グループの総括、光電子デバイス、表面処理技術(乾式・湿式)
	主任研究員	山本　安彦	航空機関連技術の開発
	主任研究員	関根　崇	高機能焼結材料の開発、硬質材料の開発
	研究員	阿部　禎也	化学分析
	研究員	笠松　秀徳	光学機器技術、デジタル化副リーダー

4. 決算 ※人件費を除く

（令和５年度）

歳　入

科　　目	収入額(円)	備　　考
使用料及び手数料	19,841,509	
産業技術センター使用料	19,437,035	
行政財産目的外使用料	404,474	
諸収入	47,714,752	
受託事業収入	36,188,187	
雑入	11,526,565	
財産収入	627,503	
財産貸付収入	32,120	
特許等運用収入	595,383	
一般財源	304,590,066	
計	372,773,830	

歳　出

科　　目	支出額(円)	備　　考
管理運営費	188,501,218	
研究推進費	37,797,632	
施設・設備整備費	99,459,800	
技術コネクターハブ強化事業	6,577,955	
産業基盤強化事業	40,437,225	
計	372,773,830	

5. 導入機械設備一覧

（令和5年度）

機器名称	メーカー及び型式	概　要	設置場所
高速インターネット接続用ルータ	NVIDIA／SN2010	産技センター本館及びテクノリサーチゾーンをインターネットに高速接続する装置	本館
複合サイクル腐食試験機	スガ試験機(株)／CYP-90	複合サイクル腐食試験を行い、耐食性をテストする装置	本館
標準試験片作製金型	日精樹脂工業(株)／FP	ISO に準拠したプラスチック試験片を作製する装置	本館
化学発光撮影装置	アトー(株)／LuminoGraph	タンパク質や核酸の同定試験における化学発光を検出する装置	本館
インピーダンスアナライザ	キーサイト・テクノロジー(株)／E4991B	高周波帯における電子部品等の電気特性評価に使用する装置	高度技術研究館
自動接触角計	協和界面科学(株)／DMo-602	プラスチック成型品等の表面物性（表面の濡れ性、接着性等）評価に用いる装置	高度技術研究館
ナノインデンテーション試験機	(株)アントンパール・ジャパン／NHT³	微小領域の硬さ、ヤング率、その他機械的特性を評価する装置	本館
3次元光造形システム	(株)ストラタシス・ジャパン／Origin One	耐熱性・高靭性材料による造形を行う装置	本館
超低温恒温恒湿器	エスペック(株)／PSL-2J	温湿度サイクル試験など、品質保証・信頼性の基本となる試験を行う装置	本館

6. 業務実績概況

（令和５年度）

項　目		実績数	単位
研究関連契約	共同研究	73	件
	受託研究	8	件
	簡易受託研究	311	件
	委託研究	0	件
	外部資金	15	件
	その他の研究開発関連契約（NDA 等）	4	件
技術相談・指導		2,663	件
施設・設備利用状況		1,606	件
開放研究室入居状況（R6.3.31）		14	件

項　目		実績数	単位
技術研究会活動	秋田県非破壊検査技術研究会	6	回
	秋田県高分子材料研究会	7	回
	秋田県表面処理技術研究会	12	回
	秋田県生産技術研究会	10	回
	北東北ナノ・メディカルクラスター研究会	3	回
	秋田県硬質工具材料研究会	1	回
	次世代ひかり産業技術研究会	6	回
	高エネルギー加速器技術研究会	5	回
	あきた AI・IoT 技術互助会	随　時	
	秋田県ロボット技術研究会	4	回

項　目		実績数	単位
人材育成	技術者の育成・受託研修	7	件
	講師及び審査員の派遣	24	件
成果・広報活動	研究成果報告会	18	件
	特許等	2	件
	誌上・論文発表	14	件
	学会等口頭発表	49	件
	各種表彰	2	件
	一般公開	19	人
	イベント	6	件
	新聞・一般誌掲載・テレビ放映等	15	件
	所内見学	90	人
研究報告		24	件

7.「産業基盤強化事業」の概況

あきたものづくり創生事業（平成 28 年度～令和 2 年度）では、研究員のオリジナルのコア技術を磨き、それを核とした製品開発と技術支援により、企業の売れるものづくりを支援しました。

産業基盤強化事業は、その後継となる事業で、令和 3 年度から 5 年計画で進めております。本事業では、第 4 次産業革命による新技術開発に追従するため、IoT、AI、ロボット等の研究開発と県内企業の人材育成を図ります。また、コロナ禍に対応した工場のデジタル化とリモート化の支援、アフターコロナ時代を牽引する新技術の開発を産学官連携により推進します。具体的には、「次世代 3D ものづくり加速化促進事業」、「5G 等を用いた遠隔作業システムの県内企業展開」、「素形材加工技術による生産性向上・新商品開発支援」、「電子光技術やシステム制御技術による生産性向上・新商品開発支援」、「エネルギー技術の県内企業展開」、「県重点プロジェクト支援」の 6 つの事業を実施し、研究員のオリジナルなコア技術の高度化を図り、県内企業に展開することにより、県内企業の技術力やポテンシャルの向上を目指しています。

技術コネクターハブ強化事業は、技術支援加速化事業（技術コンシェルジュ事業）に引き続き、令和元年度から 5 年にわたり実施して参りましたが、本年度で終了しました。当センターがハブとなり県内企業間連携を促進し、新たな企業価値の創出を図ることを目的として進めて参りましたが、新たな課題も明らかになりましたので、次年度からは後継事業の中で更に検討していく予定です。

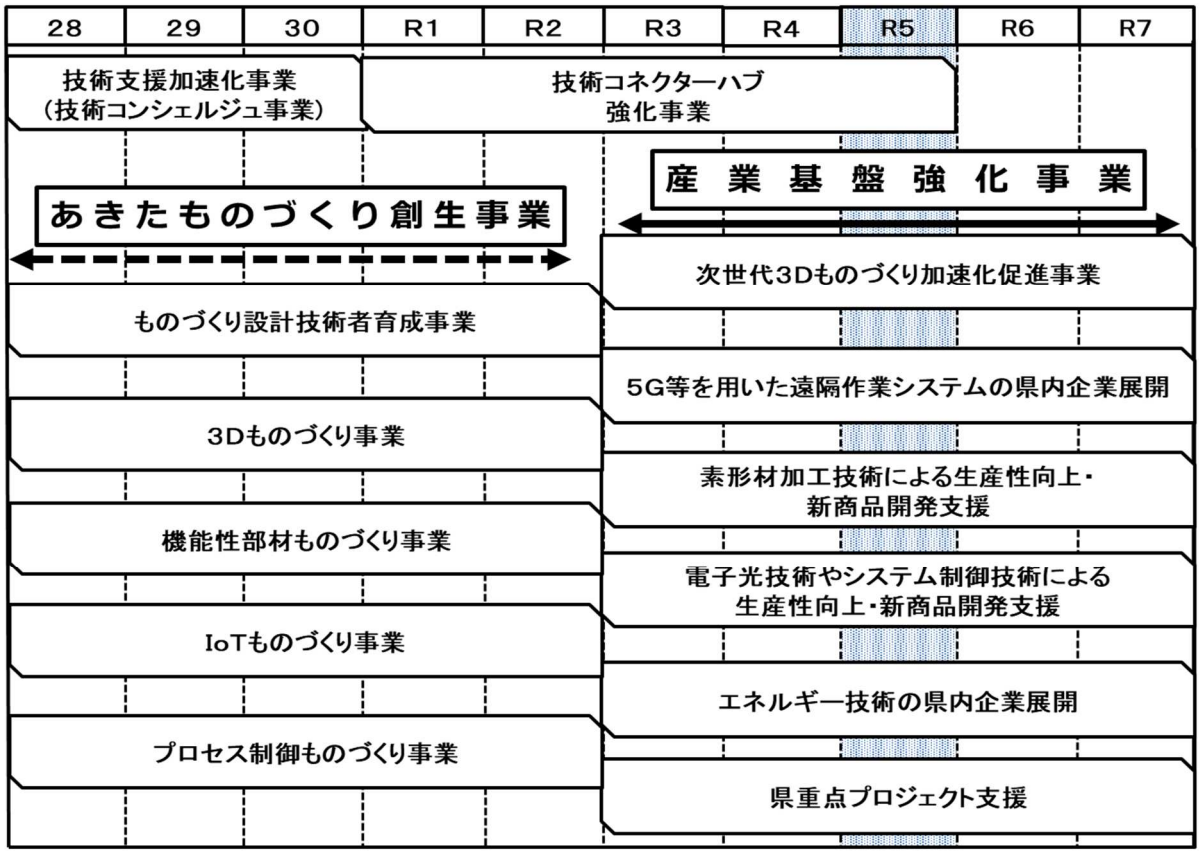


図　産業基盤強化事業と技術コネクターハブ強化事業の中期計画

次世代 3D ものづくり加速化促進事業

先進プロセス開発部　内田　富士夫

目　的

本事業は、次世代 3D 技術を活用したものづくりを加速化促進させ、県内企業の技術力と競争力を向上させることを目的とする。

内　容

1. デジタルものづくり高度設計技術者育成事業

3 次元 CAD/CAM/CAE/RP 等を活用したデジタルエンジニアリング技術は、近年の製造業において欠かせない技術である。特に 3D プリンタによる積層造形技術は、新製品のモックアップ等の試作開発から直接実製品を製作する AM（Additive Manufacturing）への移行が進んでおり、極めて有用な技術といえる。本事業ではこれまでの人材育成事業を応用発展させ、さらに、AI 活用技術に IoT 技術を加えた AI・IoT 開発コースを新設し、省力化・業務の効率化・コスト低減を目指す『デジタルものづくり高度設計技術者育成事業』として実施した。研修コースとして 9 コースを開設し、県内企業が抱える具体的な技術課題解決に向けた技術研修を行った。研修は各企業の課題毎にスケジュールを調整し、全て個別で対応した。

今年度の実績としては、のべ 117 企業 8 教育機関 614 人日が本事業を活用し、デジタルエンジニアリングに関する技術の習得とそのレベルアップを図った。

利用件数の内訳は次のとおりである。

①【3D-CAD モデリング技術コース】	67 人日
②【射出成形技術コース】	37 人日
③【次世代鋳造技術コース】	108 人日
④【構造解析技術コース】	4 人日
⑤【樹脂プリンタ造形技術コース】	125 人日
⑥【3D-CAM 技術コース】	20 人日
⑦【ロボット活用技術コース】	110 人日
⑧【AI・IoT 活用技術コース】	96 人日
⑨【デジタル形状検査技術コース】	47 人日

これまで、機械・金属製品及びプラスチック製品製造業を対象に進めてきたが、対象企業分野を広げて対応した。その一つとして県内のアパレル系製造企業において、裁断用治具の設計及び 3D プリンタを活用した製作研修を実施した結果、裁断後の仕上がりについて熟練度の影響を最小限に抑えることが出来るようになった。

来年度も県内企業の技術力向上及び競争力向上を目指して事業の継続を予定している。

なお、本事業の詳細な成果は、本年報の IV-1 次世代 3D ものづくり加速化事業／デジタルものづくり高度設計技術者育成事業に記載した。

2. 3D ものづくりエボリューション事業

本事業は、次世代型 3D ものづくり技術の活用を通して、県内企業の技術力向上、人材育成、新規分野への進出を支援する発展・応用型事業である。具体的には、鋳型積層造形、金属積層造形などの試作開発技術と、3 次元 X 線 CT システムや 3D 形状計測システムなどを用いた CAT（Computer Aided Testing）技術を組合せることで、新しい設計開発法の提案・普及を目指すことである。特に昨年度から DX(デジタルトランスフォーメーション)に対応した次世代のものづくり技術として推進してきた結果、文化財などのリバースエンジニアリングや、ユニバーサル化を目的とした工芸品・美術品レプリカ製作技術など、従来の主たる支援対象であった製造業とは全く異なる分野への横展開として応用範囲を広げることができた。更に 3 次元 X 線 CT システムによるリバースエンジニアリングにより、貴重な文化財に対して新たな考古学的知見を得るという結果をも生み出した。

このように、DX に対応した次世代ものづくり技術の応用可能範囲が極めて広大であることを実証した形となっているが、この応用技術を製造業に再度フィードバックすることで、従来の既成概念と異なる新たなものづくりの可能性を広げることも可能だろう。異分野への適応・応用は決して無駄ではなく、応用分野間の技術交換や切磋琢磨により、相互の技術を高め深め合うことができると考えられる。

なお、本事業の詳細な成果は、本年報の IV-1 次世代 3D ものづくり加速化事業／3D ものづくりエボリューション事業育成事業に記載した。

5G 等を用いた遠隔作業システムの県内企業展開

電子光応用開発部　梁瀬　智、先進プロセス開発部　内田　富士夫

目　的

今後の 5G 時代に対応した IT とセンサを活用した遠隔作業による軽労化ソリューション普及のための技術構築やロボットによる遠隔操作の実証試験の実施により、県内企業への技術導入支援を行う。

内　容

1. IT とセンサを活用したデジタル化・リモート化のための技術構築

本事業では、昨今の生産年齢人口の減少等に対応するために、自社内でシステムを構築し運用を行う内製化人材の育成に取り組んでおり、主に 2 つの研修を行った。

1 つ目は、「IoT 技術体験研修」である。これは、基礎技術編、センサ特化編、ネットワーク特化編の 3 つから構成されており、IoT 導入に不可欠な基礎技術を実践し、体験することで、自社の課題解決に対応出来る人材の育成を図るものである。

令和元年に COVID-19 感染対策として YouTube を利用した動画配信形式にしているが、今年度もこの形式を継続している。受講者の業務都合に合わせやすい環境を提供し、質問もオンラインで受け付けることで、講師側および受講者双方の負担を軽減することができた。

2 つ目は、「AI プログラミング入門」である。これは、Python プログラミング入門、画像処理基礎、カメラ画像、AI 概要、AI 処理という項目で構成された研修であり、画像処理による自社の課題解決や AI 技術の導入を検討する企業を対象として、関連知識と技術の習得を目指すものである。

研修環境は、開発環境と実験環境そしてデジタル教材を全て同梱した RaspberryPI4 を用いた。この環境は全てオープンソースで構築されており、受講者が修了後に、手軽に構築できるものである。また、プログラミング経験のない受講者でも理解し易く実践できるように演習形式を取り入れた。また、画像処理および AI における複数の重要な手法の仕組みや使用上の注意点、応用例をあげながら説明することで、参加者の理解度を高めた。

これら 2 つの実践型研修によって、県内製造業のみならず、様々な分野の企業の内製化人材を育成することができた。

2. ロボット遠隔操作技術の実証試験

本事業では、協働ロボット遠隔操作システムによる実証実験を進めることで、ロボティクス技術や遠隔操作技術に関する技術普及を行う。また、安価なワンボードマイコンやオープンソース等を用いて、ロボット遠隔操作システム構築のための技術開発を行う。これらの技術を県内企業等に普及することで、ロボティクス技術及び遠隔操作技術に関する内製化人材育成を行うとともに、魅力ある県内企業の育成及び企業価値向上に貢献する。

周年栽培を行う農業ハウスでは、様々な要因から二酸化炭素が不足しやすい環境となっており、農作物の生育に悪影響を及ぼすことがある。そのためハウス内の二酸化炭素の濃度を計測・管理することは非常に重要であるが、現状ポータブルタイプの二酸化炭素濃度センサを持ち歩いて測定しており、生産者の労働負担となっている。またハウス内に多数のセンサ設置することは、コストや管理に課題がある。

本研究では、安価なワンボードマイコンやオープンソース等を用いて、ハウス内全体を計測可能な移動式ロボットを開発した。タイヤ部はグリップタイヤを採用し、駆動源は高トルクのシリアルサーボを採用した。シリアルサーボはマスタースレーブ方式のシリアル通信で回転制御することができ、配線をスリム化できるとともに、プログラムはスレーブ ID を割り振ることで効率的に処理可能である。開発基板である ArduinoMEGA やシリアルサーボの制御基板を格納するために、防水・防塵ケースを採用した。また各基板やセンサ、モーターへの電源供給源としてモバイルバッテリを採用した。駆動系部品やセンサ周辺部品、モバイルバッテリ収納のための機械部品などは 3D プリンタで試作した。

テストフィールドにて機体走行試験を行った。砂利の上にシートをした状態でも安定した走行が可能で、さらに高さ 80 mm 程度の角材を乗り越えることができた。本研究を通じて、IoT 計測システムと親和性の高い開発環境を有し、凹凸のある路面や一定以下の段差を乗り越えることができるロバスト性の高い走行ロボットの開発を実現した。本開発を通じて獲得した各要素技術について、県内企業に技術普及していき、人材育成に努める。

素形材加工技術による生産性向上・新商品開発支援

素形材開発部　工藤　素、先端機能素子開発部　千葉　隆

目　的

本事業は、様々な素形材の技術開発を行い、県内企業の競争力向上となる技術支援を目的とする。

内　容

1. 難削材・難形状品の高能率加工技術の企業展開

切削加工では製品を製造する際、CAD/CAM による NC データ作成が必要であるが、3D プリンタで利用される自由曲面を有する STL データは、STEP データや IGES データ等への変換が必要となり、そのままでは CAD/CAM における編集が困難である。そこで様々なリバースエンジニアリング事例を想定し、自由曲面を有する部品形状を対象に STL データの変換手法を工夫し、5 軸制御マシニングセンタでの加工を想定した加工パスの作成について検討した。

2. 機能性材料の開発と企業展開

切削加工や金型、耐摩耗部品等に用いられる材料は、高能率加工や高強度材料の加工、過酷な使用環境に対応するため、優れた機械的性質や熱的性質が求められる。本事業では、TiC、WC 等の硬質炭化物や、AlN、Si_3N_4 等の窒化物を用いた新たな材料や作製技術を開発し、県内企業に展開することで、秋田県産業の競争力強化を図る。本報告では、TiC-SiC 基セラミックスの特性向上のため、第三の遷移金属炭化物を添加し、緻密な焼結体の作製、および特性評価を行った。

3. プラスチック成形基盤技術強化事業

プラスチックやエラストマーの成形において、製品の小型化や形状の複雑化、薄肉化の傾向があり、それに伴い成形金型からの離型不良に起因した歩留まりの低下が課題となっている。県内プラスチック成形企業においても離型不良改善に関わる技術支援は急務である。本報ではプラスチック成形時の離型性向上を目的に有機／無機複合コーティング技術を開発し、表面特性の評価方法および射出成形用金型の離型性向上に関して技術支援を行なった。

4. プリンテッドセンサシステムの県内企業展開

金型の温度管理は非常に重要な工程であり、温度異常による製品品質の悪化と焼付きによる金型の損傷を防ぎ、生産性の向上を目的とする。今回は射出成形機に Arduino と Raspberry Pi から成る安価な金型温度計測システムを追加し、成形前の昇温時から成形中までの温度変化を記録した。測定結果から昇温中に 10 ℃程度の温度差、成形中も固定側と可動側で温度差が生じていたため、金型可動側に断熱板を追加し、放熱が抑制され固定・可動の温度差が減少する結果を確認した。

5. 県内企業への CFRP 成形技術事業展開

本事業は CFRP の利用促進を目的に、平板成形時に使用するカウルプレートの低コスト化について検討した。一般的に使用されるアルミ板よりも軽量かつ安価な樹脂板を用いて CFRP 平板を成形し寸法計測を行った。CFRP 板は使用した樹脂板によって板厚の最大最小値が異なることを確認した。また、使用した樹脂板全てに熱による変形が認められた。今後は成形温度および圧力を変更した成形条件について検討を加える。

6. レーザ熱処理技術の県内企業展開

プラスチック射出成形における金型は、成形時の射出圧力による摩耗と発生するガスに起因した腐食で局所的に欠損が生じる場合があり、バリ不良の原因となる。本報では欠損部の補強のため、レーザ熱処理で欠損部を硬化させ局所的に耐摩耗性の向上を図った。金型材（S55C）に対するレーザ熱処理条件の最適化では、焼入れ工程と焼戻し工程を 2 回ずつ行うことで均一な表面硬さの硬化部が得られた。また、実際の金型に対してレーザ焼入れ焼戻しを行い、射出成形による金型の摩耗状態を確認した結果、バリの発生がなくレーザ熱処理の有効性が確認できた。

7. プラスチック資源循環の成形技術開発

カーボンニュートラル社会実現のため、化石燃料を原材料とするプラスチックは、リサイクルの促進が求められているが、県内企業でのリサイクル材の利用率は低いのが現状である。カーボンニュートラル社会への貢献よって県内企業の競争力を向上するためには、リサイクル率の増加は必須である。本報告では、県内企業で多く成形されているガラス繊維強化ポリブチレンテレフタレート（PBT）樹脂を用いて、リサイクル材の基礎的評価を行った。

電子光技術やシステム制御技術による生産性向上・新商品開発支援

電子光応用開発部　梁瀬　智、先端機能素子開発部　千葉　隆
先進プロセス開発部　内田　富士夫

目　的

本事業は、電子光技術やシステム制御技術による生産性向上・新商品開発の支援を行い、県内企業の競争力を向上させることを目的とする。

内　容

1．県内光学産業の高度化支援とセンサデバイスの企業展開

本事業では、可燃性ガスやバイオ分子などの化学物質を高精度に検出できる新たな光検知式バイオ化学センサの開発を目的としている。特に、磁性体と光との相互作用である磁気光学効果を利用することで、高感度かつ安定な検出を特徴とする磁気光学式センサの実現を目標とする。

今年度は、消費電力の低減ならびに装置小型化を目的として、小さな印加磁場にて磁化反転が可能な磁性薄膜の開発に取り組んだ。その結果、膜厚が 0.5 nm 程度の極薄 CoPt 膜を用いることで、印加磁場を約 2 桁低減することに成功した。現在、放射光施設「高エネルギー加速器研究機構」での計測実験によって、特性改善の要因について調査を進めている。

2．機能性光学デバイス技術の県内企業展開

液晶レンズは、液晶材料を用いた新しい光学デバイス（機能性光学デバイス）であり、秋田県発の技術シーズでもあり、その応用が期待されている。

前報では、高抵抗膜の径を制限した液晶レンズに対して計算機シミュレーションでレンズ特性の改善と、試作・実験で凸レンズ特性が改善することを検証している。

本報では、従来の円形中央電極と外電極で駆動する方式を、中央電極を同心円状に 2 分割した構造とし、その外側電極の駆動電圧および駆動周波数を制御することで凹レンズ特性の改善を検討した。その結果、収差低減の観点から周波数制御が凹レンズ特性の改善に有用な駆動法であると考えられる。

また本事業では、液晶レンズの実用化を進めていくために HR 膜の量産化の技術開発と確立が急がれている。現在、県内企業と連携して課題解決に取り組んでおり、当センターが保有する関連技術を活用した支援を行っている。

3．電界攪拌技術を用いた新型ウィルス等に対応した迅速検査システムの開発

本事業では、新型ウイルス等の検査に対して、秋田県独自技術である電界攪拌技術（Electric field Mixing（以下、EFM））を用いて検査の迅速化を目指した。その検査の一つである ELISA には多くの検出法があるが、一般的に比色定量、蛍光、化学発光がよく利用されている。

それら従来法に替わる方法として、株式会社小滝電機製作所で独自に開発したクイック光質センサを用い、吸光度ではなく色調によって評価する方法を新たに開発した。光質センサを用いた彩度評価において、従来の吸光度測定方法との相関性を確認し、液量が微量でも評価可能であることがわかった。また、電界攪拌 ELISA 法により、静置法と比較して、彩度が約 1.4 倍向上し、かつ、ばらつきが小さいことも確認できた。

また、本年度、北東北ナノメディカルクラスター研究会を 8 月、12 月、3 月の 3 回、現地開催し、合計 60 名を超える参加があった。

4．電界砥粒制御技術を用いた結晶材料の加工技術支援

「結晶材料」は、古くからルビーなど宝飾品として知られている材料であるが、今日の工業用途にも広く用いられており、電子デバイス、発光素子、光学素子、エネルギー変換素子、など幅広い分野で利用されている。秋田県には、これらの結晶材料を成長製造から行う企業や、近年の工業製品の高度化によってますます要求の高まってきている高品位表面を創成する加工を生業とする企業が数多く存在する。

本事業では、結晶材料インゴットの切り出しから高品位表面仕上げ加工までの各工程に対して、秋田県独自技術である電界砥粒制御技術による援用加工技術の提案などを通して、結晶材料等の高脆材加工技術の高度化技術支援を行う。

本年度は、電界砥粒制御技術の実用化に向けて、研磨装置メーカーと共同研究を行うとともに、センターで保有する各種測定機器による加工品位評価などを通して高脆材加工技術の高度化技術支援を行った。

エネルギー技術の県内企業展開

電子光応用開発部　梁瀬　智、素形材開発部　工藤　素

目　的

本事業は、エネルギーに関わる利用技術開発による県内企業の競争力向上の支援を目的とする。

内　容

1. エネルギーの効率的利用に関する技術開発

1－1　熱交換器技術の開発

近年、家庭用・高効率温水生成器は急速に普及してきている。その家庭用ヒートポンプユニットの内部には、環境配慮のために冷媒に CO_2 を使用する熱交換器が採用されているシステムがある。そこで、熱交換器の性能改善を効率的に進めるため、熱交換器構造の新規提案をし、その熱流体解析を行った。新規熱交換器は二重型とし、水が流れる内管で乱流が促進される絞り板を配置した。その結果、構造によっては熱交換性能を改善できる可能性が示唆された。

1－2　太陽光発電パネルの劣化診断技術の開発

東日本大震災以降に太陽光発電パネル（PV パネル）の導入量が急速に増加した。導入された PV パネルは、今後大量の廃棄物となり、様々な問題の要因となることが想定されており、それを回避するためには PV パネルのリユースが有効であると考えている。そこで本研究は、リユース可否を判断する劣化診断の技術開発を目的とし、交流インピーダンス法を PV パネルのリユース診断へ応用することを検討した。本報では、耐候性試験機を用いて PV パネルを劣化させ、劣化前後の PV パネルを交流インピーダンス法で測定した。その結果、結露を追加した耐候性試験によって PV パネルの劣化が進み、試験後の抵抗が低下することを交流インピーダンス法で確認した。

2. 熱マネジメント技術の開発と県内企業展開

工場内設備の保全予知や農作物の育成や保管環境の管理に、IoT システムを用いることは有効である。但し IoT システムの動作に必要な電源の確保は、商用電源の位置や電池の交換等の課題も多い。そのため常時発電可能な熱発電の IoT 用電源への応用には以前から期待が大きいものの、利用可能な熱源の制限により、必要な発電量を得ることは容易ではない。そこで、単位面積あたりの発電量の増大を目的とした小型熱発電システムの考案とその試作を行った。

はじめに熱解析より単位面積あたりの発電量は、1.5 倍程になることが予測された。次に市販のペルチェ素子や DC-DC 電源コンバーターなどで試作し、市販の環境計測用無線タグの動作を試みた。その結果、17 ℃以上の温度差では 5 秒程度の間隔で、5 ℃以上の温度差では数分間隔でデータ送信が可能であった。試作した熱発電システムは 2×3 mm の設置面積であり、一般的なペルチェ素子の 4 cm 角の 1/3 程でも、IoT 用電源として十分利用できることを確認できた。

3. ワイヤレス機器向け高周波応用技術の開発

電磁場シミュレーション解析に基づいた「コイルの設計・試作」、所望の電力と伝送効率を得るための「高周波回路の設計・試作・評価」を行い、企業ニーズに沿ったオリジナルなワイヤレス給電の技術開発、製品化支援を行っている。今年度は大電力高効率電力伝送の実証機を試作し、伝送出力 260 W で DC-DC 伝送効率 85%を達成した。また、株式会社アクトラスと共同で非接触加熱撹拌装置を開発した。本装置は、アクトラスの「圧電アクチュエータを用いたオリジナル撹拌技術」と株式会社フジクラプリントサーキットと共同開発した「ワイヤレス給電式の FPC ヒーター」を融合させたものである。免疫染色などの反応促進や薬液混合、洗浄などへの応用が期待される。

高周波応用技術の構築として、光走査式電界分布計測システムの性能向上を図り、ミリ波帯の近傍電界分布をサブ mm の空間分解能で計測可能なシステムを構築した。このシステムの応用として、電界強度分布に基づいてマイクロ波からミリ波帯(1 GHz～40 GHz)までの電磁界シールド効果を評価する技術を確立し、計測サービスの提供を開始した。

これら開発した高周波電界センサ、ワイヤレス給電のデモ機をセミコン・ジャパン 2023、MEMS センシング＆ネットワークシステム展 2024 に出展した。十数社が興味を示しており、県内企業と連携して共同で製品開発する取り組みを継続している。

また、電波暗室の管理、運用、その他電子計測機器を活用して、製品の EMC 規制対応や適合性判断を実施するとともに、EMC 対策の技術指導を行った。放射・伝導エミッションおよびイミュニティ試験システム、電源周波数磁界イミュニティ試験装置の運用により、民生機器の最新規格に対応した試験を実施した。電波暗室の年間累計の利用は 132 時間、30 件であり、昨年度とほぼ同様の利用状況であった。

県重点プロジェクト支援事業

先端機能素子開発部　千葉　隆

目　的

本事業は、秋田県が重点政策として、実施している事業を支援することを目的にしている。以下にその概要を報告する。

内　容

1．高エネルギー加速器技術を基盤とする新産業育成

東北地方で進められている「次世代放射光施設建設」と「国際リニアコライダー誘致」の大きな加速器プロジェクトを契機として高エネルギー加速器技術分野における新産業の育成を目指し、今年度は次の 2 つの事業に取り組んだ。

1－1高エネルギー加速器技術研究会を通じた産業参入支援

本年度は、計 3 回の研究会を開催した。令和 5 年度の第 1 回研究会では、高エネルギー加速器研究機構（KEK）から 2 名の講師を招き、研究内容と課題についての講演会を行った。翌日、アキモク鉄工（株）と東光鉄工（株）の工場見学会を実施し、加速器産業への参入に関する意見交換を行った。第 2 回研究会では、東北大学と秋田大学から各 1 名の講師を迎え、秋田大学の先生が研究課題を発表し、東北大学の先生が放射光を活用した課題解決方法について発表した。これにより、放射光の具体的な利用方法について理解を深めた。第 3 回研究会では、「Phosic（光科学イノベーションセンター）」から講師を招き「NanoTerasu」の概要を説明していただいた。さらに県内を含む 3 つの放射光利用経験のある企業に、取り組んだ研究について話していただいた。

1－2放射光を用いた高度計測支援人材の育成および高度化

本検討では、九州シンクロトロン光研究センターに設置されているビームライン BL12 にて放射光 X 線光電子分光分析（放射光 XPS）を行なった。

通常のラボ XPS においては、5~10 nm 程度の深さの情報が平均化され、濡れに関わる 1 nm の極最表面構造以外の情報が含まれてしまう。一方、放射光 XPS においては 400 eV 程度の入射光を用いることで濡れに関わる 1 nm 程度の極最表面化学構造の情報がダイレクトに得られるため、表面特性制御を必要とする材料開発、不良解析に関してより有用な情報が得られる手法であり、実際に検討した結果においても、ラボ XPS では確認できなかった表面濡れ性と表面化学構造との相関性が放射光 XPS を用いることで明確にすることができ、表面特性の開発、不良解析において有用な手段であることを確認することができた。

2．航空機電動化（地方大学・地域産業創生交付金事業）

航空機電動化技術の開発は、航空機の CO_2 排出量削減を目標として、国内外の企業や団体が様々な研究を進めている。秋田県においても航空機産業の県外大手企業からの協力を得て、産学官連携事業として、航空機搭載に向けた新世代モータの研究開発、それを適用する機器およびシステムの研究開発が行われている。さらに，得られた技術を県内企業に展開し、航空機産業への参入を促進させる事を目的として、プロジェクトを進めている。

本事業は、内閣府の「地方大学・地域産業創生交付金」に採択されている。今年度は、本事業の研究拠点である「新世代モータ特性評価ラボ」を中心に、「超高速モータ用プラスチック磁石ロータ」の開発成功に貢献し、さらに，「大容量水素再循環装置向け電動ターボブロア」および「メガワット級電動機」の評価支援を行い，県内大学および県内企業とともに，その成功に貢献した。

Ⅱ　事業報告

1. 研究関連契約

項　目	件数[件]				
	令和元年度	令和 2 年度	令和 3 年度	令和 4 年度	令和 5 年度
共同研究契約	70	98	99	90	73
受託研究契約	4	5	2	2	8
簡易受託研究契約	439	403	384	384	311
委託研究契約	1	1	2	0	0
外部資金	14	14	15	12	15
その他の研究開発関連契約(NDA 等)	11	9	8	6	4

2. 技術コネクターハブ強化事業

技術相談・指導及び技術コーディネート活動の概要

本事業は、平成 30 年度まで実施した技術支援加速化事業(技術コンシェルジュ事業)を発展的に継承したものである。本事業では、再任用のベテラン職員を始めとする研究員等が県内外の企業を訪問し、共同研究によるコア技術の県内企業への積極的な技術提案や、新製品につながる新たな知見の獲得を行う。

事業活動実績の一部である技術相談と技術指導の結果を集計し、次の表に示す。なお、技術相談と技術指導について、当センターでは設備を利用しない技術知識やノウハウによる対応を技術相談、設備の利用も伴う対応を技術指導として分類している。

また令和5年度は、県内企業が抱える技術課題を解決するため、同企業と共にフィージビリティスタディに取り組んだ。その結果、同企業が課題解決に向けた事業予算を確保するため、競争的資金の補助事業等へ応募し採択される成果を得た。

表　技術相談・指導件数の経年変化

(件)	令和元年度	令和 02 年度	令和 03 年度	令和 4 年度	令和 5 年度
相談	659	944	1,149	1,238	1,045
指導	759	1,017	1,013	1,306	848
その他	564	641	851	822	596
技術コーディネート	285	167	196	189	174
計	2,267	2,769	3,209	3,555	2,663

表　企業訪問、共同研究件数の経年変化

(件)	令和元年度	令和 02 年度	令和 03 年度	令和 4 年度	令和 5 年度
企業訪問	599	800	822	654	335
相談等総数(再掲)	2,267	2,769	3,209	3,555	2,663
共同研究	70	98	99	90	73

3. 施設・設備利用状況

区分／利用件数[件]	令和元年度	令和　2 年度	令和　3 年度	令和 4 年度	令和 5 年度
施設利用	58	37	21	29	36
設備利用	2,752	2,053	1,773	1,780	1,570
計	2,810	2,090	1,794	1,809	1,606

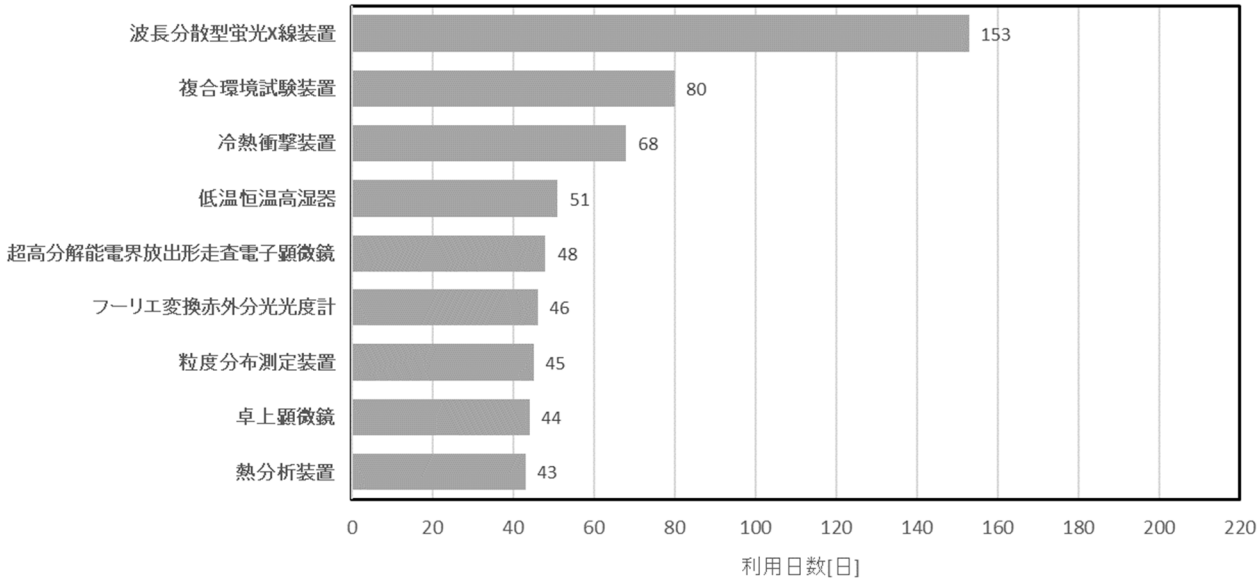


図　利用日数の多い設備

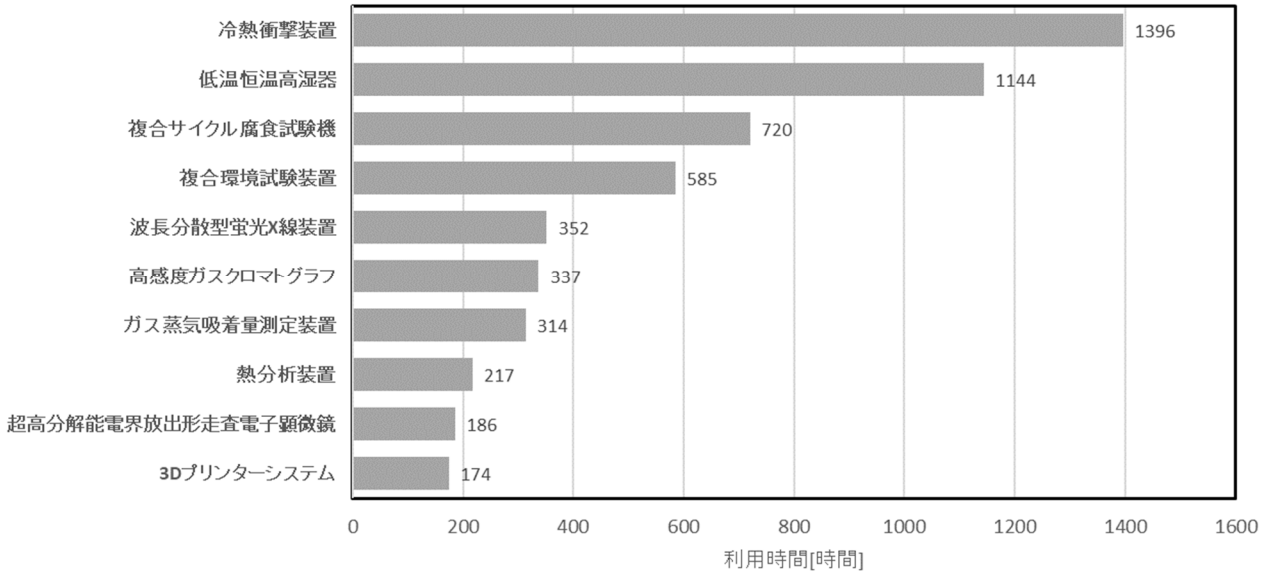


図　利用時間の長い設備

4.技術研究会活動

4－1 秋田県非破壊検査技術研究会

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員（人）
令和5年 5月11日	通常総会	1. 令和4年度事業実施報告及び収支決算の承認 2. 令和5年度事業計画及び収支予算の審議並びに承認 3. 役員改選 4. その他	パーティーギャラリーイヤタカ（秋田市）	17
令和5年 6月12日	講習会	超音波探傷装置の性能測定方法講習会（講義・実習） 溶接検査（株）秋田出張所　金谷　貴志　氏	産業技術センター（秋田市）	20
令和5年 7月13日	講習会	超音波探傷技術入門講習会（座学・実技） 秋田県産業技術センター　専門員　木村　光彦	産業技術センター（秋田市）	7
令和5年 9月6日 7日	講習会 （共催：秋田県鐵構工業協同組合）	超音波探傷試験[レベル1,2]資格取得のための講習会 （座学）秋田県産業技術センター　専門員　木村　光彦 研究員　瀧田　敦子 研究員　黒沢　憲吾	産業技術センター（秋田市）	4
令和5年 10月18日	工場見学会	1. 大橋鉄工秋田　株式会社 2. 株式会社　クツザワ ※ 機械金属工業会、生産技術研究会と共催で実施	横手市	30
令和5年 11月21日 22日	講習会 （共催：秋田県鐵構工業協同組合）	超音波探傷試験〔レベル1,2〕資格取得のための講習会 （実技）秋田県産業技術センター　専門員　木村　光彦 研究員　瀧田　敦子 研究員　黒沢　憲吾	産業技術センター（秋田市）	4

4－2 秋田県高分子材料研究会

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員（人）
令和5年 4月	役員会	令和5度通常総会提出議案の審議	Eメール審議	10
令和5年 5月19日	通常総会	令和5度提出議案審議	秋田拠点センターアルヴェ（秋田市）	26
令和5年 5月19日	特別講演会	「成形工場の（手作り）管理システム」 ダイワ工業（株）常務取締役　佐藤　孝志　氏 「産業デザイン財団賞　受賞記念講演」 （株）品川合成製作所　佐藤　弘康　氏、佐々木　大輔　氏	秋田拠点センターアルヴェ（秋田市）	26
令和5年 10月20日	技術講演会	「旭化成のエンジニアリングプラスチック事業領域におけるサステナビリティへの取り組み」 旭化成（株）　古閑　直人　氏、芦田　直明　氏 「省エネと省人化による CO_2 削減」 住友重機械工業（株）　平野　智裕　氏 「東海理化トウホク　会社紹介」 （株）東海理化　柿木　昌清　氏 「オロテックス秋田株式会社　会社紹介」 オロテックス秋田（株）　石黒　秀尚　氏	ANAクラウンプラザホテル（秋田市）	25
令和5年 11月30日 12月1日	先進地見学会	見学先 ①2023　国際プラスチックフェア（IPF） ②国際ロボット展	幕張メッセ（千葉県） 東京ビックサイト（東京都）	9

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員（人）
令和6年 1月24日	産業デザイン 財団賞 贈賞式	産業デザイン財団賞の贈賞 開発名：プラスチック資源のリサイクルと廃棄物削減 受賞者：（株） 湯沢クリーンセンター 安藤 貴志子 氏 門脇 貴行 氏	湯沢クリーンセンター（湯沢市）	4
令和6年 2月2日 2月9日	成形スクール	基礎編 ①射出成形など各種成形法 ②プラスチックの基礎、種類 ③金型の機能 ④射出成形機構 ⑤成形工程と条件、など 講師 秋田県産業技術センター 部長 工藤 素	産業技術センター（秋田市）	15

4－3 秋田県表面処理技術研究会

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員（人）
令和５年 ４月４日	第１回 青年会幹事会	1. 令和５年度事業計画の作成 2. その他	産業技術センター（秋田市）	6
令和５年 ４月21日	役員会	1. 令和５年度通常総会提出議案の作成・審議 2. その他	パーティーギャラリーイヤタカ（秋田市）	13
令和５年 ４月21日	通常総会	1. 令和５年度通常総会提出議案の審議・承認 (1) 令和４年度事業実施報告 (2) 令和４年度収支決算報告 (3) 会計監査報告 (4) 令和４年度収支決算書承認 (5) 令和５年度事業計画(案)の審議並びに承認 (6) 令和５年度収支予算(案)の審議並びに承認 (7) 青年会活動について 2. その他	パーティーギャラリーイヤタカ（秋田市）	22
令和５年 ６月９日	第1回青年交流研修会	研修会 トヨタ自動車東日本（株）岩手工場の見学	岩手県金ヶ崎町	27
令和５年 ６月28日 29日	技術講習会	電気めっき技能検定実技試験対策用講習会 講師： 太平化成工業（株）品証技術部長 今野 友典 氏 東電化工業（株）品質保証部 佐渡 友広 氏 秋田化学工業（株）技術課課長代理伊藤 智也 氏	秋田化学工業（株）テクニカルセンター（にかほ市）	21
令和５年 ８月５日	技術研修会	電気めっき技能検定筆記試験対策用研修会 講師： 東電化工業（株）技術課課長 和合谷 繁満 氏 太平化成工業（株）品質技術部長 今野 友典 氏	北部市民サービスセンター（秋田市）	17
令和５年 10月13日	情報交換会	1. 各社の近況報告 2. 設立40周年記念式典実行委員会報告 3. その他	ホテルメトロポリタン秋田（秋田市）	19
令和５年 10月23日	第２回青年会 幹事会	1. 第２回青年交流研修会について 2. その他	産業技術センター（秋田市）	6
令和５年 11月20日	企業視察	1. 東北スイコー（株）本社工場 2. （株）東亜電化 本社工場	岩手県北上市盛岡市	16
令和６年 ２月２日	幹事会	1. 令和５年度予算執行状況 2. 令和６年年度事業計画（案） 3. その他	ホテルメトロポリタン秋田（秋田市）	13

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員(人)
令和６年 ２月２日	研究発表会	1. 今すぐ出来る生産現場の改善活動 太平化成工業(株)飯島工場課長　柴田　幸人　氏 2. 業務の効率化 東電化工業(株)　管理部係長　加藤　咲子　氏 3. 現場環境と作業の改善 東電化工業(株)製造部主任　佐藤　伸哉　氏 4. LCWS2023 に参加して 秋田化学工業(株)　常務取締役　高橋　幸一　氏	秋田化学工業(株)テクニカルセンター(にかほ市)	32
令和６年 ２月 16 日	第２回青年交流研修会	研修会 1. 花火伝統文化継承資料館「はなび・アム」の見学 2. (株)和火屋の見学	大仙市	18
令和６年 ２月 26 日 ２月 27 日 ３月１日	外国人技能実習生向け技術講習会	電気めっき技能検定実技試験対策用講習会 講師:秋田化学工業(株)技術課課長代理　伊藤　智也　氏	秋田化学工業(株)テクニカルセンター(にかほ市)	14

４－４ 秋田県生産技術研究会

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員(人)
令和5年 ５月 24 日	通常総会	令和 5 年度通常総会提出議案の審議・承認等について 1. 令和４年度事業実施報告について 2. 令和４年度収支決算の承認について 3. 令和５年度事業計画(案)の審議について 4. 令和５年度収支予算(案)の審議について 5. 役員変更について 6. その他	協働大町ビル(秋田市)	21
令和5年 ５月 24 日	特別講演会	秋田県ロボット技術研究会と共催 題目:「ものづくりはひとづくり」 ～SDGs を考慮したものづくり産業の未来～ 講師:　室蘭工業大学　副学長　清水　一道　氏	協働大町ビル(秋田市)	53
令和5年 7月7日	後援事業	(一社)日本ロボットシステムインテグレータ協会主催 「SIer‘s Day in 秋田」 特別講演１件、一般講演６件によるシステムインテグレータ関連講演会	ANA クラウンプラザホテル(秋田市)	40
令和5年 ９月 14 日	機械加工分科会講習会	「極み加工セミナー」 講師:　ユニオンツール(株)　高松　学　氏 (株)C&G システムズ　佐藤　直樹　氏	産業技術センター(秋田市)	22
令和5年 9月27日 28日	後援事業	「第8回あきた機械部品技術展2023」 機械関連会社 16 社による機械部品や治工具、制御装置等の展示会	産業技術センター(秋田市)	150
令和5年 10月18日	合同企業見学会	秋田県非破壊検査技術研究会、秋田県ロボット技術研究会、(一社)秋田県機械金属工業会と共催 見学先 ： 大橋鉄工秋田(株)、(株)クツザワ	横手市	30
令和6年 1月18日	3D ものづくり分科会講習会	「3D 樹脂プリンタの最新情報セミナー」 講師:　アルテック(株)　岩本　晃輔　氏	産業技術センター(秋田市)	15
令和6年 2月20日	技術講演会	秋田県硬質工具材料研究会、秋田県表面処理技術研究会と共催 「アライドマテリアルの事業紹介と開発トレンド」 講師:　(株)アライドマテリアル　喜久山　竜太　氏 (株)アライドマテリアル　蒲生　文隆　氏	産業技術センター(秋田市)	19

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員 (人)
令和6年 3月1日	技術講演会	秋田県ロボット技術研究会と共催 「自動化セミナー」 講師:　DMG森精機(株)　奥田　崇　氏	産業技術 センター (秋田市)	19

4－5 北東北ナノ・メディカルクラスター研究会

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員 (人)
令和5年 8月4日 5日	研究会	サマーキャンプ 基調講演 (1)「フィジカルインターネット実現のロードマップ」 経済産業省　商務情報政策局　商務・サービスグループ　消費・流通政策課長　中野　剛志　氏 (2)「Go-Tech 事業"迅速 ELISA による多種歯周病菌検出装置の開発"に関わる科学的背景」 秋田大学大学院　医学系研究科　医学専攻　腫瘍制御医学系 胸部外科学講座 病院准教授・医局長　佐藤　雄亮　先生 研究発表 (1) 東京工業大学工学院機械系　教授　吉野　雅彦　先生 (2) 神戸大学医学部附属病院病理部・病理診断科 教授　伊藤　智雄　先生 企業紹介 (株)アルファシステム様、(株)サノ様、(有)サイテック様、いわて産業振興センター様、秋田県信用保証協会様、アキモク鉄工(株)様、インスペック(株)様、大橋鉄工秋田(株)様、(株)小滝電機製作所様、Cranebio(株)様、(株)ケーエンジニアリング様、(株)斉藤光学製作所様、(株)リベンリ秋田様	ホテル グランド 天空 (仙北市)	30
令和5年 12月22日 23日	研究会	ウインターキャンプ 基調講演 「社会の変化に伴い現実的になってきた患者参加型システムとは」 エムジーファクトリー(株)代表取締役　大沼　裕　氏 研究発表 東京工業大学工学院機械系　教授　吉野　雅彦先生 話題提供 秋田銀行営業支援部チーフアドバイザー　土谷　諄一　氏 「再生可能エネルギーへの取り組みについて」 秋田大学大学院医学系研究科　医学専攻　腫瘍制御医学系胸部外科学講座 病院准教授・医局長　佐藤　雄亮　先生 企業紹介 秋田エプソン(株)様、(株)リベンリ秋田様、秋田県信用保証協会様、(株)アルファシステム様、インスペック(株)様、(株)小滝電機製作所様、Cranebio(株)様、(株)斉藤光学製作所様	ホテル グランド 天空 (仙北市)	24

実施年月日	事業名	内　容	会　場	人員（人）
令和6年 3月29日 30日	研究会	スプリングキャンプ 基調講演 「精密加工技術を医療へ」 金沢工業大学工学部機械工学科 教授　諏訪部　仁　先生 特別講演 「スケールシフトとは何ですか？」 岩手県工業技術センター　顧問　岩渕　明　先生 研究発表 「Go-Tech 事業"迅速 ELISA による多種歯周病菌検出装置の開発"の進捗状況」 秋田県産業技術センター　主任研究員　中村　竜太 話題提供 （株）アルファシステム　代表取締役　佐藤　嘉晃　氏 「仙北市における医療 DX の取り組みについて」 企業紹介 インスペック（株）様、（株）小滝電機製作所様、Cranebio（株）様、（株）斉藤光学製作所様、（株）サノ様	ホテル グランド 天空 （仙北市）	14

4－6 秋田県硬質工具材料研究会

実施年月日	事業名	内　容	会　場	人員（人）
令和６年 2月20日	技術講演会	「アライドマテリアルの事業紹介と開発トレンド」 講師:　（株）アライドマテリアル　喜久山　竜太　氏 （株）アライドマテリアル　蒲生　文隆　氏	産業技術 センター （秋田市）	19

4－7 次世代ひかり産業技術研究会

実施年月日	事業名	内　容	会　場	人員（人）
令和５年 5月31日	通常総会	1.「電子メールによる案内と資料の送付」および「電子メールによる書面表決」について 2. 令和4年度の事業報告および令和5年度の事業計画	メール開催	48
令和５年 9月22日	NPO法人　光環境DX研究学会に共催	「光環境 DX 研究学会と光応用研究」 秋田大学理工学研究科　河村　希典　氏 「あきた快適環境創造研究会と機械学習応用研究」 秋田大学理工学研究科　田中　元志　氏 「ワイヤレス非接触センシング技術の応用研究」 秋田大学理工学研究科　内海　富博　氏 「産学官連携事業について」 秋田大学産学連携推進機構	秋田大学 （秋田市）	25
令和５年 10月24日	研究会講演会	「樹脂成形体表面への電気回路配線パターン形成技術」 地方独立行政法人　岩手県工業技術センター 機能材料技術部　目黒　和幸　氏 「オルガノシランを用いた表面コーティング技術および表面分析・特性評価技術のご紹介」 秋田県産業技術センター 先端機能素子開発部　研究員　阿部　禎也	産業技術 センター （秋田市） ＋ Web開催	36
令和５年 12 月 8 日	NPO法人　光環境DX研究学会 学術研究発表会に共催	特別講演「国の半導体産業政策と取り巻く環境 東北半導体研究会／半導体産業の動向」 東北経済産業局　佐藤　和男　氏 ほか 12 件の講演	秋田大学 地方創生 センター （秋田市）	54

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員（人）
令和６年 ２月１日	研究会講演会	「レーザー損傷と光学素子の高耐力化」 レーザー技術総合研究所　本越　伸二　氏 「多機能 OCT を用いた機械特性および流動特性のマイクロ断層可視化について」 秋田県立大学　古川　大介　氏	産業技術センター（秋田市）	25
令和６年 ３月 28 日	NPO法人　光環境DX研究学会に共催	「空間音響デザインソリューション「KooNe」の事業化と安らぎの「場」としてのハイレゾ自然音源」 （株）JVC ケンウッド　榎本　誠也　氏 「香のブランディングと感性デザインの研究開発」 NEKIRIKI Production（株） （株）KASEI Design Limited　柳川　舞　氏	秋田大学（秋田市）	19

４－８　高エネルギー加速器技術研究会

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員（人）
令和５年 ５月 12 日	通常総会	令和４年度通常総会提出議案の審議・承認 (1) 令和４年度事業報告について (2) 令和４年度決算報告について (3) 令和４年度監査報告について (4) 令和５年度事業計画（案）について (5) 令和５年度予算計画（案）について その他	産業技術センター（秋田市）	26
令和５年 ９月７日	第１回研究会	講演Ⅰ：「過酷環境下にて動作する高安定アライメントモニターの開発」 高エネルギー加速器研究機構　機械工学センター 講師　久米　達哉　氏 講演Ⅱ：「加速器科学とロボット技術」 高エネルギー加速器研究機構　機械工学センター センター長　教授　平木　雅彦　氏	産業技術センター（秋田市）＆オンライン配信	16
令和５年 ９月８日	工場見学会	見学先：アキモク鉄工株式会社　東光鉄工株式会社	能代市 大館市	6
令和５年 12 月６日	第２回研究会	講演Ⅰ：「鋳造に関する取り組みと課題」 秋田大学大学院理工学研究科部室化学専攻 材料理工学コース　後藤　育壮　氏 講演Ⅱ：「放射光 CT の最前線」 東北大学国際放射光イノベーション・スマート研究センター 教授　矢代　航　氏	産業技術センター（秋田市）＆オンライン配信	31
令和６年 ３月 19 日	第３回研究会	講演Ⅰ：「放射光の原理と産業界での応用」 一般財団法人　光科学イノベーションセンター 理事長特別補佐　東北大学　特任教授　八木　直人　氏 講演Ⅱ：「放射光を用いた複合酸化物薄膜における光学特性の変動要因の特定」 河野光学レンズ株式会社　第二製造部　製造３課 渡邊　充彦　氏 講演Ⅲ：「レーザ洗浄における金属材料表面の残留応力変化～中小企業が放射光施設を利用する価値～」 東成エレクトロビーム株式会社　技術部 兼メカトロニクス事業部　西原　啓三　氏 講演Ⅳ：「放射光を活用した乾燥わかめの内部構造観察と、新たな価値創造の取組み」 理研食品（株）品質保証部品質管理グループ 大場　隆　氏	産業技術センター（秋田市）＆オンライン配信	50

4－9 あきたAI･IoT技術互助会

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員（人）
随 時	技術相互支援	参加者同士の相互技術支援も可能であることを特徴とした研究会であり、本会専用SNSおよびメーリングリストを会運営基盤とし、総会は実施せず(会費等不要)、運営会議等については前述の電子的手段を通して行うことを前提としている。 ★本会専用SNSサイト URL https://AAIIoT.aitc.pref.akita.jp/ ★本会入会には、まずメーリングリストに参加していただく必要があります。 ★メーリングリスト入会（技術互助会会員登録）手続き 1. aaiiot-join@aitc.pref.akita.jp 宛に空のメールを送信します。 2. 参加確認メールが送られてきます。内容をご確認の上、aaiiot-info-request@aitc.pref.akita.jp 宛に確認メールをそのまま返信してください。 3. 技術互助会事務局の承認を経たのち、メーリングリストに登録され、技術互助会会員になります。 4. 本会専用SNSには別の登録が必要となります。メーリングリストに参加希望の旨、メールにてご連絡ください。	オンライン（左記URL）	全会員

4－10 秋田県ロボット技術研究会

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員（人）
令和5年 5月24日	通常総会 特別講演会	通常総会 令和5年度通常総会提出資料の審議・承認 (1) 令和4年度事業実施報告について (2) 令和4年度会計報告及び会計監査報告について (3) 令和5年度事業計画（案）について (4) 令和5年度予算計画（案）について (5) 令和5年度役員（案）について 特別講演会 題目：「ものづくりはひとづくり」 ～SDGsを考慮したものづくり産業の未来～ 講師：日本鋳造工学会 会長 室蘭工業大学副学長 大学院工学研究科 教授 清水 一道 氏	協働 大町ビル （秋田市）	22
令和5年 10月18日	企業見学会	見学先 ・大橋鉄工秋田（株） ・（株）クツザワ ロボット工房	横手市	30

実施年月日	事業名	内　容	会 場	人員 （人）
令和 5 年 10 月 27 日	ハンズオン セミナー	自動外観検査のための AI 学習と検査装置化研修 (1) 座学＋デモンストレーション ・AI 画像認識概論 ・AI 画像検査概論 ・導入事例の紹介 ・MENOU による AI 外観検査開発・ 運用イメージのデモンストレーション (2) 演習 ・MENOU による AI 外観検査開発演習 センサ基盤の検査を行う AI を MENOU ツールで開発 講師：株式会社 MENOU 代表取締役 CEO　西本　励照　氏 原田　元　氏	産業技術 センター （秋田市）	19
令和 6 年 3 月 1 日	技術講演会	自動化セミナー (1) DMG 森精機について (2) 製品・ソリューション紹介 (3) 自動化のご紹介 講師：DMG 森精機（株） 奈良事業所　副事業所長　奥田　崇　氏	産業技術 センター （秋田市）	20

5.人材育成

5－1　技術者の育成・受託研修

指　導　内　容	期　間	研修員所属人員
技術研修員 「セラミック材料の合成とキャラクタリゼーション技術の取得」	令和 5.4.1～ 令和 6.3.31	秋田大学大学院物質科学専攻材料理工学コース８名
技術研修員 「3D-CAM 技術コース」	令和 5.8.22～ 令和 6.3.31	県内企業１社１名
技術研修員 「3D－CAD 技術コース」	令和 5.9.20～ 令和 6.3.31	県内企業１社１名
技術研修員 「発泡スチロール製農業ハウス開発のための構造解析」	令和 5.10.1～ 令和 6.3.31	県内企業２社４名
技術研修員 「CAE（Marc）による車載アンテナ部品の衝撃解析」	令和 5.11.21～ 令和 6.3.31	県内企業１社２名
技術研修員 「3DCAD（Solidworks）の操作研修」	令和 6.1.16～ 令和 6.1.18	県内企業１社２名
技術研修員 「3DCAD コース、樹脂プリンタコース」	令和 6.1.22～ 令和 6.3.31	県内企業１社２名

5－2　講師及び審査員の派遣

名　　称	派　遣　先	回数	部　署
技能検定（コールドチャンバーダイカスト）検定委員	秋田県職業能力開発協会	3 回	先進プロセス開発部
DX 基礎研修会	本荘由利産学振興財団	1 回	先進プロセス開発部
テクノキャリアゼミ	秋田大学	1 回	先進プロセス開発部
地方創生 DX 基礎 I	秋田大学	8 回	先進プロセス開発部
地方創生 DX 基礎 II	秋田大学	8 回	先進プロセス開発部
地方創生 DX 実践	秋田大学	2 回	先進プロセス開発部
特別講義 I（地域のグローバリゼーション）	秋田工業高等専門学校	2 回	先進プロセス開発部
特別講義Ⅲ（地域産業Ⅰ）	秋田工業高等専門学校	1 回	先進プロセス開発部
技能検定（プラスチック成形）検定委員	秋田県職業能力開発協会	6 回	素形材開発部
地域産業Ⅱ　講義	秋田工業高等専門学校	2 回	素形材開発部
航空機概論　特別授業	由利工業高等学校	1 回	素形材開発部
高校生ものづくりコンテスト溶接部門秋田県大会	秋田県溶接競技会	1 回	共同研究推進部 素形材開発部
第 68 回秋田県溶接競技会	秋田県溶接技術競技会	1 回	共同研究推進部 素形材開発部
創造工房実習（CAD・CAE について）	秋田大学理工学部物質科学科材料理工学コース	1 回	素形材開発部
デジタルデータを活用したものづくり　授業	横手清陵学院高等学校	1 回	素形材開発部
プラスチックから学び考える私たちの環境　授業	秋田商業高等学校	1 回	素形材開発部

名　　称	派　遣　先	回数	部 署
地域産業Ⅰ講義（秋田の産業政策）	秋田工業高等専門学校	1 回	素形材開発部
再生可能エネルギー入門 （再生可能エネルギーと水素利用）	秋田県立大学	1 回	素形材開発部
再生可能エネルギー特論	秋田県立大学	1 回	素形材開発部
水素活用技術	令和 5 年度 あきたサスティナビリティスクール（秋田大学）	1 回	素形材開発部
DX 加速化プロジェクト形成事業 実証プロジェクト選定審査会 審査員	産業労働部 産業政策課デジタルイノベーション戦略室	2 回	電子光応用開発部
DX 加速化プロジェクト形成事業 PMO 委託業務審査会 審査員	産業労働部 産業政策課デジタルイノベーション戦略室	1 回	電子光応用開発部
デジタル化トライアル事業審査会 審査員	産業労働部 産業政策課デジタルイノベーション戦略室	1 回	電子光応用開発部
食品製造業イノベーション推進事業審査会 審査員	食のあきた推進課	1 回	電子光応用開発部

Ⅲ　研究成果・広報活動

1. 令和 5 年度研究成果報告会の概要

○標　題:秋田県産業技術センター　令和 5 年度成果報告会

○日　時:秋田県産業技術センター　研修館

○会　場:令和 5 年 7 月 14 日(金)　13:00～16:15

○参加者:81 名

《 特別講演 》

公立大学法人 国際教養大学 理事長・学長 Prof. Monte CASSIM

《 令和 4 年度の成果報告 各部の紹介とサマリー 》

(1)先進プロセス開発部

半導体製造工程・医療機器開発、及び AI・IoT+ロボット技術によるデジタルファクトリーの実現部隊

先進プロセス開発部長 内田 富士夫

(2)素形材開発部

素形材の可能性と技術支援　素形材開発部長 工藤 素

(3)電子光応用開発部

電波と光を使って県内企業の業務や開発を支援します　電子光応用開発部長 梁瀬 智

(4)先端機能素子開発部

各種開発と関連技術による企業支援　先端機能素子開発部長 千葉 隆

《 ポスター展示 》研修館 1F 展示室

No.	タイトル	発表者
1	デジタルものづくり高度設計技術者育成事業	秋田県産業技術センター
2	電界による液滴内の撹拌	中村　竜太
3	電界砥粒制御技術による表面創成	久住　孝幸
4	自分で作るお手軽 IoT	佐々木　信也、瀬川　侑
5	協働ロボットと遠隔操作	小松　和三、大竹　匡
6	どこでも熱発電　～熱発電の可能性～	伊勢　和幸
7	使用済み太陽光発電パネルの再利用	高山健太郎
8	ベント・低圧・精密・射出成形	野辺　理恵
9	レーザ局所熱処理	瀧田　敦子
10	テレプレゼンスシステムの研究開発	佐々木　大三
11	IoT の県内企業展開	伊藤　亮
12	光で水素濃度を測る	山根　治起
13	こんなものにもワイヤレス給電	木谷　貴則、黒澤　孝裕
14	電波暗室で測る	黒澤　孝裕、木谷　貴則
15	航空機電動化	山本　安彦
16	硬質セラミックスの開発	関根　崇
17	共同研究のご案内	共同研究推進部
18	技術支援の概要	企画事業部

2. 研究成果概要

2－1　特許

【令和５年度出願分】

※　２件

No.	名　称	権利の別	出願番号
1	異種金属接合体およびその製造方法	特許を受ける権利	202280017782.2
2	異種金属接合体およびその製造方法	特許を受ける権利	22775017.1

【令和５年度登録分】

※　３件

No.	名　称	権利の別	出願番号
1	WC-Si_3N_4系複合セラミックス及びその製造方法	特許	特願 2018-201820
2	ガス検知装置	特許	特願 2019-067141
3	打撃装置および固有周波数測定装置	特許	18212070.9

【令和５年度実施許諾分】

※　17 件

No.	名　称	権利の別
1	電界砥粒による刃先研磨仕上げ方法、及び刃先を有する微細部品の作製方法	H16～R05
2	生分解性樹脂を用いた打揚げ花火用玉皮、及びその製造方法	H17～R05
3	高硬度、高ヤング率、高破壊靭性値を有するWC－SiC系焼結体	H24～R06
4	高硬度、高ヤング率、高破壊靭性値を有するWC－SiC系複合体及びその製造方法	H24～R05
5	免疫組織染色方法および免疫組織染色装置	H25～R10
6	点滴モニタ装置	H25～R09
7	WC 基 W-Mo-Si-C 系複合セラミックス及びその製造方法	R01～R08
8	電界洗浄方法	H25～R10
9	電界撹拌用ならびに電界洗浄用はっ水フレーム及び、電界非接触撹拌方法・電界撹拌向けインジケータ付きはっ水リング	H25～R10
10	自動電界免疫組織染色装置	H27～R10
11	水素水生成器	H27～R07
12	電界撹拌用電極及びこれを用いた電界撹拌方法	H31～R06
13	液滴形成用シャーレ及びそれを用いた電界撹拌方法	H31～R06

No.	名　称	権利の別
14	電界撹拌を用いた生体分子の迅速検出法	H30～R10
15	迅速なハイブリダイゼーション方法	H31～R06
16	電界撹拌方法及び電界撹拌用キャップカバー	H31～R06
17	排尿検知装置	R03～R08

2－2　誌上・論文発表

No.	テーマ	著　者	掲載誌名	年月
1	酸化物シード層による hcp–$Co_{80}Pt_{20}$ 薄膜の垂直磁気特性の向上	山根治起、長谷川崇、安川雪子、小林政信	日本金属学会誌, 第 87 巻, 第 4 号, pp.139-147	R5.4
2	純銅鋳物の電気伝導性に及ぼす微量元素の影響	後藤育壮、肖英紀、松木俊朗、三井俊明、黒沢憲吾	鋳造工学, Vol.95, No.3, pp.123-133	R5.4
3	光変調散乱素子を用いた高周波電界計測システムの感度・侵襲性解析	黒澤孝裕、菅原英子、伊藤桂一、駒木根隆士	電子情報通信学会論文誌 B, 第 J106-B 巻, 第 6 号, pp.353-360.	R5.6
4	フィラー高充填樹脂コンポジットの精密成形技術の開発	野辺理恵、工藤素	型技術, 第 38 巻, 第 8 号, pp.127-129	R5.7
5	秋田県産業技術センターの紹介	遠田幸生	工業加熱　60 巻 4 号	R5.7.1
6	Effects of Si_3N_4 addition on the microstructure and mechanical properties of binderless tungsten carbides	Akihiro Nino, Harunobu Takahashi, Takashi Sekine, Shigeaki Sugiyama	International Journal of Refractory Metals and Hard Materials, Vol. 114	R5. 8
7	アルミニウム合金の電気伝導性に及ぼす化学組成の影響の重回帰分析	後藤育壮、土田菜摘、肖英紀、黒沢憲吾、小林幸司、井手口悟、小山内英世	鋳造工学, Vol.95, No.8, pp.435-443	R5.9
8	Fabrication of Cylindrical Periodic Structures Aiming at Surface Antifouling Function Applied to Solar Cell	Letian Bai, Hitoshi Ohmori, Shinjiro Umezu, Seiji Hirai and Takayuki Kusumi	Engineering Proceedings of the 17th CHINA-JAPAN International Conference on Ultra-Precision Machining Process 2023	R5.10.21～23
9	電界砥粒制御技術を用いた表面創成	久住孝幸	精密工学会誌 Vol.89, No.5, 2023 May, pp377-381	R5.11
10	レーザー・ワイヤ DED 方式金属積層造形を活用した技術支援－秋田県産業技術センター	黒沢憲吾	型技術, 第 39 巻, 第 1 号, pp.50-53	R5.12
11	イオンビームアシスト蒸着法による TiN 薄膜の機械的特性と超微粒 WC-Co 超硬合金への密着性	佐藤颯哉、鈴木庸久、藤井達也、野村光由、関根崇、菅原靖、杉山重彰	日本機械学会論文集、Vol. 89, No. 928	R5. 12
12	フィラー高充填樹脂コンポジットの精密成形技術の開発[3]	野辺理恵、工藤素	JETI, 第 72 巻, 第 3 号, pp.54-56	R6. 3

No.	テーマ	著　者	掲載誌名	年月
13	りんご剪定枝活性炭から作製した電気二重層キャパシタの性能に与える賦活時間の影響	中村遼、廣瀬孝、遠田幸生	日本産業技術教育学会	R6.3
14	Fabrication of Cylindrical Periodic Structures Aiming at Surface Antifouling Function Applied to Solar Cell Cover	Letian Bai, Hitoshi Ohmori, Shinjiro Umezu, Seiji Hirai and Takayuki Kusumi	Engineering Proceedings of the 6th International Conference on Surface and Interface Fabrication Technologies (ICSIF) 2024	R6.3.15

2－3　口頭発表

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
1	(Ti, Ta, Nb, W)(C, N)セラミックスの合成と機械的性質	仁野章弘、吉井響生、関根崇、杉山重彰	粉体粉末冶金協会 2023 年度春季大会	R5.6.6 ～6.8
2	PLD 法で作製したチタン酸化物薄膜の特性	松橋泰我、山口博之、小宮山崇夫、長南安紀、小谷光司、布田潔、菅原靖、関根崇、杉山重彰	日本素材物性学会令和 5 年度年会	R5.6.13
3	SDGs9（インフラ・産業）に関する学問別ガイダンス　エネルギー・資源工学入門　～持続可能な産業とは～	遠田幸生	秋田県教育委員会「キャリア設計 e－ミーティング」	R5.7 ～R6.2
4	電界砥粒制御技術を用いた表面創成	久住孝幸	第 96 回 ELID 研削セミナー	R5.7.21
5	電界砥粒制御技術を用いた表面創成技術	久住孝幸	表面技術協会めっき部会 7 月度例会	R5.7.26
6	スモールツールによる新たな高効率修正研磨技術の創出（第 2 報）	土田真子、池田洋、小野夏美、久住孝幸	2023 年度 砥粒加工学会学術講演会	R5.8.29
7	スモールツールを使用した電子デバイス向け基板の高効率研磨技術の開発	小野夏美、池田洋、土田真子、久住孝幸	2023 年度 砥粒加工学会学術講演会	R5.8.29
8	電界スライシング技術におけるスラリー濃度依存性に関する基礎検討（第 2 報）	細川遥花、池田洋、久住孝幸、越後谷正見	2023 年度 砥粒加工学会学術講演会	R5.8.29
9	電界砥粒制御技術における電極配置と周波数掃引効果	神津美和、宮下忠一、久住孝幸	2023 年度 砥粒加工学会学術講演会	R5.8.29
10	微小 SAC はんだ試験片における初晶 Sn の分布形態と強度の関係	大口健一、渡辺匠、福地孝平、黒沢憲吾	日本機械学会 2023 年度年次大会	R5.9.3～6
11	繰返し圧延による短炭素繊維含有アルミニウム基複合材料への熱伝導異方性の付与	福地孝平、大口健一、黒沢憲吾、瀧田敦子	日本機械学会 2023 年度年次大会	R5.9.3～6
12	イオンビームアシスト蒸着による CrN 薄膜の組成比に及ぼす成膜速度の影響	福田将也、佐藤颯哉、鈴木庸久、藤井達也、野村光由、関根崇、菅原靖、杉山重彰	表面技術協会第 148 回講演大会	R5.9.4～5

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
13	ローカル 5G の基地局-端末間距離におけるデータ転送速度の検討	佐々木大三、伊藤亮、荒川亮、西村 洋、綾田アデルジャン、丹健二	2023 年度電気関係学会東北支部連合大会	R5.9.5～6
14	電界スライシング技術の基礎研究　第 2 報	久住孝幸、越後谷正見、池田洋、細川遥花、中村竜太、大久保義真	2023 年度精密工学会秋季大会学術講演会	R5.9.12
15	光走査式変調散乱素子を用いたミリ波帯の電界分布計測	黒澤孝裕	2023 年電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-4-13	R5.9.13
16	蒸発温度差を用いたフラッシュ蒸着によるTiN/AlN 多層膜形成法の基礎的検討	佐藤颯哉、鈴木庸久、藤井達也、野村光由、関根崇、菅原靖、杉山重彰、峯田貴	2023 年度精密工学会秋季大会学術講演会	R5.9.13～15
17	核酸結合反応迅速化における電界撹拌技術の基礎的検討（第一報）-DISH 法でのハイブリダイゼーション時における電界撹拌周波数依存性について-	大久保義真、中村竜太、赤上陽一、若松 由紀、今井 一博、南谷 佳弘、久住孝幸	2023 年度精密工学会秋季大会学術講演会	R5.9.15
18	電界撹拌技術による感染症検査へ適応可能な迅速酵素免疫測定法の開発（第 2 報）-発色（酵素反応）工程における電界撹拌技術の導入-	中村竜太、大久保義真、久住孝幸	2023 年度精密工学会秋季大会学術講演会	R5.9.15
19	骨組織包埋試料の薄切におけるミクロトーム刃の耐久性試験	佐藤寛恭、中前圭人、佐々木雄大、南條博、赤上陽一、中村竜太、久住孝幸、吉野雅彦	2023 年度精密工学会秋季大会学術講演会	R5.9.15
20	TbFeCo の磁気特性に対する局在表面プラズモン共鳴による増強電場の影響	花島颯介、山根治起、高橋龍之介、中田 勝、和達大樹、安川雪子	2023 年応用物理学会秋季学術講演会, 21p-D903-7	R5.9.21
21	PLD 法によるマグネリ相チタン酸化物の成膜	松橋泰我、山口博之、小宮山崇夫、長南安紀、小谷光司、布田潔、菅原靖、関根崇、杉山重彰	第 84 回応用物理学会秋季学術講演会	R5.9.21
22	[CoPt/Ru/CoPt]反強磁性結合膜における表面プラズモン共鳴	山根治起、劉 家祥、小林政信、安川雪子	2023 年応用物理学会秋季学術講演会, 22p-P04-6	R5.9.22
23	FeSi/Ag 積層膜における表面プラズモン共鳴による磁気光学効果の増大	堀田大智、山根治起、安川雪子	2023 年応用物理学会秋季学術講演会, 22p-P04-10	R5.9.22
24	ワイヤ・レーザ DED 式金属積層の事例紹介	黒沢憲吾	粉体粉末冶金協会 第 16 回粉末積層 3D 造形技術委員会	R5.10.6
25	ベント式射出成形技術の開発	野辺理恵	令和 5 年 度産業技術連携推進会議 東北地域部会 秋季 物質・材料・デザイン分科会	R5.10.13
26	Ta-Ti-C 硬質セラミックスの機械的性質に及ぼす他炭化物添加の効果	梶谷研、関根崇、杉山重彰、仁野章弘	粉体粉末冶金協会 2023 年度秋季大会	R5.10.19～20

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
27	AlN-WC 複合セラミックスの機械・電気・熱的性質	関根崇、菅原靖、杉山重彰、仁野章弘	粉体粉末冶金協会 2023 年度秋季大会	R5.10.19～20
28	Fabrication of Cylindrical Periodic Structures Aiming at Surface Antifouling Function Applied to Solar Cell	Letian Bai, Hitoshi Ohmori, Shinjiro Umezu, Seiji Hirai and Takayuki Kusumi	The 17th CHINA-JAPAN International Conference on Ultra-Precision Machining Process 2023 （CJUMP 2023）	R5.10.21～23
29	イオンビームアシスト蒸着による CrN 薄膜の機械的特性に及ぼす成膜速度の影響	福田将也、佐藤颯哉、鈴木庸久、藤井達也、野村光由、関根崇、菅原靖、杉山重彰	2023 年度精密工学会東北支部講演会	R5.10.28
30	光学積層膜における偏光干渉を利用した広濃度対応型水素ガスセンサの開発	山根治起、梁瀬智、高橋慎吾、高橋幸希、世古暢哉、重村幸治	2023 年電気学会 第 40 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, 8P2-PS-34	R5.11.8
31	頚椎補助具フォアヘッドレストの開発	高橋朗人	令和 5 年度 産業技術連携推進会議 東北地域部会 秋季 機械・金属分科会	R5.11.15
32	鋳造工場生産現場における IoT 導入によるスマート化	飛澤靖恵、瀬川 侑	秋田県機械金属工業会	R5.11.24
33	表面プラズモン共鳴による CoPt 垂直磁化膜における磁気光学増強とセンサ応用	山根治起	日本光学会 年次学術講演会 Optics & Photonics Japan 2023, 28pP1	R5.11.28
34	水素感応を有する光学積層膜を用いた広濃度対応型水素ガスセンサ	山根治起	日本金属学会 第 1 回 水素が関わる材料科学の課題共有研究会, P-4	R5.12.8
35	微小 SAC はんだ試験片の引張特性および疲労特性に対する初晶 Sn の分布形態の影響	渡辺匠、大口健一、福地孝平、黒沢憲吾	2023 年度 日本塑性加工学会 東北・北海道支部 若手研究発表会	R5.12.22
36	レーザ熱処理の事例紹介とレーザ照射条件の最適化	瀧田敦子	令和 5 年度第 2 回レーザ技術活用セミナー	R6.2.8
37	秋田県におけるレーザ熱処理の取組みと事例紹介	瀧田敦子	2023 年度産業技術連携推進会議北海道地域部会合同分科会	R6.3.4
38	ワイヤ・レーザ DED 方式金属積層の造形事例と金型製造に向けた検討	黒沢憲吾	2023 年度産業技術連携推進会議 北海道地域部会 合同分科会	R6.3.4
39	インスタンスセグメンテーションによる海藻認識の検討	綾田アデルジャン、丹健二、佐々木大三、伊藤亮、萩原義裕	2024 年電子情報通信学会総合大会	R6.3.4～8
40	イオンビームアシスト蒸着によるシェーパー加工ツールへの CrN 薄膜の形成	福田将也、佐藤颯哉、佐藤猛、鈴木庸久、藤井達也、野村光由、関根崇、菅原靖、杉山重彰	2024 年度精密工学会春季大会学術講演会	R6.3.12～14
41	(Ta, Cr, Ti, Mo, W)C ハイエントロピー炭化物の機械的性質に及ぼす Cr 量の効果	山崎洋音、関根崇、杉山重彰、仁野章弘	日本金属学会 2024 年春期（第 174 回）講演大会	R6. 3.12～15
42	バインダーレス WC セラミックスの機械的性質に及ぼす Ti(C, N)添加の効果	金谷智聡、関根崇、杉山重彰、仁野章弘	日本金属学会 2024 年春期（第 174 回）講演大会	R6. 3.12～15

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
43	豚肋骨の脱灰試料の薄切におけるミクロトーム刃の耐久性試験	佐々木雄大、佐藤寛恭、中前圭人、南條博、赤上陽一、中村竜太、久住孝幸、吉野雅彦	2024 年度精密工学会春季大会学術講演会	R6.3.13
44	Text to Segmentation による海底画像からの海藻認識の検討	綾田アデルジャン、丹健二、佐々木大三、伊藤亮、飯倉宏治	令和 6 年電気学会全国大会	R6.3.14 ～16
45	航空機エンジン用冗長電動アクチュエータの概念設計	山本安彦、村岡幹夫	日本航空宇宙学会 第 63 回航空原動機・宇宙推進講演会	R6.3.14
46	Fabrication of Cylindrical Periodic Structures Aiming at Surface Antifouling Function Applied to Solar Cell Cover	Letian Bai, Hitoshi Ohmori, Shinjiro Umezu, Seiji Hirai and Takayuki Kusumi	The 6th International Conference on Surface and Interface Fabrication Technologies (ICSIF) 2024	R6.3.15
47	2 分割中央電極と外側電極で駆動する円形高抵抗膜付き液晶レンズの凹レンズ特性	内田勝、梁瀬智、米田公太郎、佐藤進	2024 年応用物理学会春季学術講演会, 24a-P01-13	R6.3.24
48	磁気ナノキャビティにおける磁気光学効果の増大と化学センサへの応用	劉 家祥, 山根治起, 安川雪子	2024 年応用物理学会春季学術講演会,24p-12H-3	R6.3.24
49	CoPt/Ag 積層膜における酸化物界面層が垂直磁気特性に与える影響	山根治起, 劉 家祥, 安川雪子, 雨宮健太、	2024 年応用物理学会春季学術講演会, 25a-P01-50	R6.3.25

2－4 各種表彰

No.	テーマ	受賞者	表彰名	年月
1	核酸結合反応迅速化のための電界撹拌に関する研究	大久保義真	2023 年度精密工学会秋季大会学術講演会ベストプレゼンテーション賞	R5.9.15
2	Fabrication of Cylindrical Periodic Structures Aiming at Surface Antifouling Function Applied to Solar Cell	Letian Bai, Hitoshi Ohmori, Shinjiro Umezu, Seiji Hirai and Takayuki Kusumi	The 17th CHINA-JAPAN International Conference on Ultra-Precision Machining Process 2023 (CJUMP 2023) Best Paper Award	R5.10.21 ～23

2－5 イベント・セミナー

No.	名 称	主催者	場 所	年月日
1	THE KAGAKU	秋田市自然科学学習館	秋田県産業技術センター	R5.8.2
2	きらめき de サイエンス	秋田市自然科学学習館	秋田拠点センター ALVE	R5.10.9
3	みんなのキンビプロジェクト 特別展 「からだじゅうで あじわう 大根ビネーション展」「さわってみる絵」展示	「みんなのキンビ」プロジェクト実行委員会	秋田県立近代美術館	R5.11.11 ～R6.1.28

No.	名　称	主催者	場　所	年月日
4	あきたイノベーションフォーラム	秋田大学、秋田県、秋田産学官ネットワーク等	秋田拠点センターALVE	R5.12.5
5	セミコン・ジャパン 2023	セミ・ジャパン	東京ビッグサイト、東 7 ホール、小間 7512	R5.12.13～15
6	MEMS センシング＆ネットワークシステム展 2024	(一財)マイクロマシンセンター	東京ビッグサイト、東 5 ホール、小間 5B-06-02	R6.1.31～2.3

2－6　新聞・一般誌掲載・テレビ放映等

No.	掲載年月日	掲載紙名等	掲載見出し・タイトル
1	R5.4.21	日経電子版	ICT や AI で営農支援　秋田で実証、まずタマネギ栽培
2	R5.4.27	RIETI　コラム	第 152 回「つながる工場テストベッドの紹介」
3	R5.6.19	Motor-Fan TECH　電子版	IHI、航空機・車載システム向け超高速モーター用高磁束プラスチック磁石ローター(回転子)の開発に成功
4	R5.6.23	日刊工業新聞	(広告)秋田県産業技術センター
5	R5.6.26	日刊自動車新聞 電子版	IHI、超高速モーター用高磁束プラスチック磁石ロータを開発 50%がプラスチックの磁石でレアアースの使用量を削減
6	R5.7.5	NHK　秋田	洋上風力発電で生み出された電力で水素製造する企業連合設立(あきた次世代エネルギーコンソーシアム)
7	R5.7.25	公益財団法人日本電信電話ユーザ協会　テレコム・フォーラム 8 月号	企業 ICT 導入事例　-秋田酒類製造株式会社- 東北最大級の蔵元が挑戦する IoT と人の五感を活かした酒造り
8	R5.9.29	日本経済新聞	タマネギ　端境期出荷狙う　東北の地　最新技術で耕す
9	R5.11.5	鍍金の世界(No.670)	セミナーレポート　表面技術協会・めっき部会　例会レポート 表面処理・改質・創成の新技術開発について最前線が語られる(前編)「電界砥粒制御技術を用いた表面創成技術」
10	R5.11.13	株式会社 IHI プレスリリース	航空機燃料電池向け世界最高レベルの大容量水素再循環装置の実証に成功
11	R5.11.15	日刊工業新聞	航空エンジン搭載_1000kW 級電動機
12	R5.11.15	秋田さきがけ新報	すいよう学芸 「みんなのキンビ」プロジェクト　美術をあらゆる人へ
13	R5.11.27	横手経済新聞電子版	「大きな根のつながり」を大根になぞらえる美術展　秋田県立近代美術館
14	R5.12	mari*mari vol.733 秋田さきがけ新報	アート探訪　県立近代美術館　からだじゅう で あじわう 大根ビネーション展
15	2024 年 1 月第 39 巻 第 1 号	月刊「型技術」日刊工業新聞社出版局	レーザー・ワイヤ DED 方式金属積層造形を活用した技術支援 秋田県産業技術センター

3. 所内見学

3－1　一般見学

令和 5 年度計　：　90 名

3－2　一般公開

令和 5 年 7 月 12 日　：　19 名

Ⅳ　研究報告

Ⅳ-1　産業基盤強化事業

次世代 3D ものづくり加速化事業

- デジタルものづくり高度設計技術者養成事業 [3] -

先進プロセス開発部　内田富士夫、佐々木信也、小松　和三、大竹　匡、瀬川　侑
素形材開発部　工藤　素、加藤　勝、井上　真、野辺　理恵

Acceleration Project of Next Generation 3D Manufacturing
- Digital Manufacturing Advanced Engineer Training [3] -

Advanced Processing Technology Development Section Fujio UCHIDA, Shinya SASAKI, Kazumi KOMATSU, Masashi OHTAKE, and Susumu SEGAWA
Ecological Material Development Section Makoto KUDO ,Masaru KATO, Makoto INOUE and Rie NOBE

抄録

近年、3 次元 CAD/CAM/CAE/RP 等を活用したデジタルエンジニアリング技術は、3D プリンタによる新製品のモックアップなどの試作開発技術から、3D プリンタで直接実製品を製作する AM（Additive Manufacturing）技術に移行しつつある。そこで、本事業では、当センターがこれまで行ってきたデジタルエンジニアリング技術を県内企業の技術課題に適用させ、生産効率・品質の向上及び低コスト化を目的に設計技術者の育成の支援を行った。

［キーワード:3 次元 CAD/CAM/CAE、3D プリンタ、3D 鋳型積層造形機、AM］

Abstract

In recent years, digital engineering through 3D CAD/CAM/CAE/RP is shifting from prototype, such as mocking up new products with 3D printers, to additive manufacturing (AM), which is directly manufacturing final products with 3D printers. Therefore, in this project, we applied the digital engineering technology we have been doing to the technical issues of enterprises in the prefecture, and supported the training of design engineers for the purpose of improving production efficiency and quality and lowering costs.

[Key words: 3D CAD/CAM/CAE/RP, 3D-Printer, 3D-Sand Casting Meister, AM]

1. はじめに

秋田県産業技術センターでは、これまでものづくりと IT を融合した「デジタルエンジニアリング技術」の向上を図ることを目的に人材育成事業を進め、試作開発技術の向上、新規事業への進出支援を行ってきた。しかし、人手不足、業務の効率化等の課題解消には至っていないのが現状である。そこで、本事業ではこれまでの人材育成事業を応用発展させ、今年度より AI 開発コースに IoT 開発を加え、省力化・業務の効率化・コスト低減を目指した”デジタルものづくり高度設計技術者育成事業”を行った。

2. 人材育成及び技術支援

本事業では、表 1 に示すように研修コースを 9 コース用意し、県内企業における技術課題を基に課題解決に向けて研修を実施した。この研修は、「産業技術センター技術研修制度」を活用し、設備の操作方法については無料対応として研修を行っているが、試作等によって材料等の消耗品が発生する場合は、設備利用料として対応した。また、コース単体の受講だけでなく、「3D-CAD によるモデリング」、「構造解析・鋳造・射出成形シミュレーションによる最適設計」、「3D 樹脂プリンタ・3D 鋳型プリンタ等による試作」、さらに「3D 形状計測による寸法計測」まで、設計から試作・評価までを組み合わせ

た内容で受講することも可能など、企業ニーズに合わせて対応した。

3. 成果

本事業による研修コース、研修概要及び研修実績（人日）を表に示す。

表1　デジタルものづくり高度設計技術者養成事業　研修コース

研修コース名	研修概要	担当研究員	研修実績（人日）
①3D-CADモデリング技術	対象者：機械・電子部品設計等 ・3D-CAD（Solid Works）	大竹　匡	67
②射出成形技術	対象者：プラスチック部品設計、射出成形金型設計等 ・射出成形ｼﾐｭﾚｰｼｮﾝ（東ﾚｴﾝｼﾞﾆｱﾘﾝｸﾞ製3DTIMON）	工藤　素 野辺恵理	37
③次世代鋳造技術	対象者：鋳造方案設計等 ・鋳造ｼﾐｭﾚｰｼｮﾝ（ｸｵﾘｶ製JSCAST） ・3D鋳型プリンタ（ｼﾒｰﾄ製SCM-10）	内田富士夫	108
④構造解析	対象者：機械・電子部品設計等 ・構造解析（Marc）	大竹　匡	4
⑤樹脂プリンタ造形技術	対象者：意匠設計、新製品開発設計等 ・3D樹脂プリンタ（Stratasys製J750、FORTUS250mc）	小松和三 内田富士夫	125
⑥3D-CAM技術	対象者：機械加工・機械部品設計等 ・3D-CAM（Matercam）	小松和三 加藤　勝	20
⑦ロボット活用技術	対象者：製造プロセス、品質管理等 ・双椀型共同ロボット（川田工業製Nextage）	大竹　匡 小松和三	110
⑧AI・IoT活用技術	対象者：製造プロセス、品質管理等 ・オープンソース	佐々木信也 瀬川　侑	96
⑨デジタル形状検査技術	対象者：機械・電気・電子部品設計等 ・非接触3次元デジタイザー（COMET） ・X線CT（東芝製TOSCANER-Z32300）	小松和三 内田富士夫	47

合計のべ **117** 企業、**8** 教育機関:**614** 人日

・ 研修事例紹介

本研修事業は、これまで県内の機械・金属製品製造業、プラスチック製品製造業等の企業を対象に進めてきた。近年では上記対象の企業以外からの研修申込みや問合せがあり、対象企業分野の幅を広げて対応した。その一つの事例として、県内のアパレル系製造企業における研修を紹介する。県内のアパレル系製造企業より製品を裁断する際、従業員の熟練度によって仕上がりが異なる等の課題が生じていた。その対策として製品を裁断するための治具を 3D プリンタにて製作し、その治具に沿って裁断する方法の技術支援を行った。その結果、裁断後の仕上がりについて熟練度の影響を最小限度に抑えることが出来た。この結果を基に他製品に対しても同様に裁断用治具の製作を行いたいとの要望があったため、3DCAD によるモデリング技術及び 3D プリンタによる治具の製作技術について研修を行い、他の製品についても同様な成果を得ることが出来た。今後もまた、研修を通して県内企業の技術力向上を目的に技術支援を進める予定である。

4. まとめ

本事業にて県内企業を対象とした研修事業を実施した結果、県内企業の技術力向上及び新規産業への進出、省力化への支援することができた。今後も県内企業の技術向上及び競争力向上を目指して実施する予定である。

上記の研修の受講希望の方は、随時対応可能ですので当センター技術相談窓口にお気軽にご連絡ください。

次世代 3D ものづくり加速化事業

-3D ものづくりエボリューション事業 [3] -

スマートものづくり技術グループ　佐々木　信也、瀬川　侑、大竹　匡、小松　和三、内田　富士夫

Acceleration Project of Next Generation 3D Manufacturing
- 3D Manufacturing Evolution [3] -

Smart Manufacturing Technology Group　Fujio UCHIDA, Shinya SASAKI, Susumu SEGAWA

抄録

昨年度より DX（デジタルトランスフォーメーション）に対応した次世代の 3D ものづくり技術に関わる研究開発を推進してきた。従来は工業製品主体の製造業に対応したものづくりへの技術支援を目的としてきたが、3D やデジタル技術の広範囲な適応性から、今年度は工業分野だけではなく福祉や美術分野、文化財レプリカなどの分野にも応用展開することができた。本稿では、その応用分野への適用について報告する。

［キーワード：3D ものづくり、福祉、美術、文化財レプリカ、リバースエンジニアリング］

Abstract

Since last fiscal year, we have been promoting research and development related to next-generation 3D manufacturing technology for Digital Transformation. However, due to the wide applicability of 3D and digital technology, we have been able to expand its application to the fields of welfare, art, and cultural asset replicas in addition to the industrial field this fiscal year. In this paper, we report on the application of the technology to these fields of application.

[Keywords: 3D manufacturing, welfare, art, cultural asset replica, reverse engineering]

1. はじめに

当センターでは工業製品や医療分野等に向けた 3D CAD/CAM、3D 造形に関して長年に渡り多くの技術を蓄積してきた。今年度は従来対応してきた工業分野だけではなく、美術展示への応用、文化財のレプリカ作製など、さまざまな分野での応用開発を行った。本報告では、2 次元の美術絵画をデジタル処理によって 3D データ化し、3D プリンタで立体的に出力することによって、触覚的に理解可能な美術展示の開発事例、3D-CT スキャンを用いて文化財の詳細なデータを取得し、3D プリンタで精密なレプリカを作製することで、文化遺産の保存・展示・研究に貢献する取組みについて報告する。これらの応用開発事例を通じて、3D ものづくり技術がどのように社会貢献を果たしているかを示し、今後の技術の進化に期待する視点を提供する。

2. ユニバーサルデザインに対応した美術展示への応用

視覚障害者にとって一般的な絵画を直接的に鑑賞することは極めて困難である。秋田県立近代美術館からの依頼で、健常者・視覚障害者ともに鑑賞可能な絵画作品の展示レプリカ作製を行った。対象となる作品は同館所蔵の不忍池図（小野田直武筆）である。本物は 98.5 cm×132.5 cm であるが、手で持ち触れられるようにおおよそ A4 サイズに縮小したレプリカとした。手で触れることで絵画鑑賞が楽しめるように絵画の陰影・色調に合わせた 3D 処理が必要となる。3D 処理は透かし彫り技法であるリトフェイン処理を行う Web アプリを使用し、画像の濃淡をデジタル処理することで、3D 化を実現できた。視覚障害者の方にレビューいただくことを通じて、より理解しやすい触感を得るため陰影部の処理や凹凸高の調整な

どの追加処理を手動で行った。これら微調整の後、3D フルカラー樹脂プリンタで出力し、触覚で鑑賞可能なレプリカを完成させることができた(図 1)。本作品は令和 5 年 11 月 11 日～令和 6 年 1 月 28 日までみんなのキンビプロジェクト 大根ビネーション展において同美術館にて展示されるに至った。

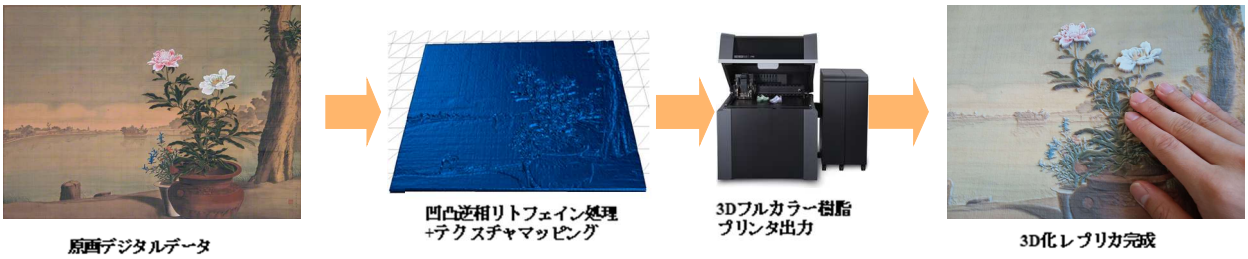


図1 絵画作品の 3D 化手順

3. 3D ものづくり技術を応用した貴重文化財レプリカの作製

文化財の分野では、リバースエンジニアリングを活用したレプリカ作製が注目されている。大湯ストーンサークル館より特別史跡大湯環状列石で出土した土版(縦 58 mm×横 37 mm×厚 15 mm 4000 年～3500 年前と想定)のレプリカ作製依頼を受け、センター所有の 3D X 線 CT により本物の土版を 3D デジタルデータ化し、3DCG ソフトウェア LightWave3D で土版表面のテクスチャをマッピングし、3D フルカラー樹脂プリンタを利用してレプリカを出力する工程で作製を試みた(図 2)。カラーマッチングや表面質感の再現など、数多の試行とプリンタ出力後の表面追加工処理が必要となったが、本物に限りなく近いレプリカを作製することができた。また、CT スキャンの工程で土版内部構造が初めて明らかとなり、本土版は人を模した土偶の一種である可能性が高いという新たな知見を得るに至った。これまで本土版は門外不出としていたが、本工程で完成したレプリカはイギリスにあるストーンヘンジ博物館に所蔵展示されることになった。

図 2 貴重文化財レプリカ作製手順

4. まとめ

本稿では非工業製品への応用例として 2 例を提示したが、工業製品に対する次世代ものづくりも並行して進めている。美術品、文化財のレプリカ作製は人間の感性で左右されることが多く、3D やテクスチャマッピング、出力結果の後加工など、人手を要する箇所が多数存在した。本件のような美術品などの作製にも最先端の 3D ものづくり技術は活かされるが工業製品並に省力化を実現するためには AI 技術など他分野の技術活用も必要になってくる。今回得られたノウハウは、工業製品のものづくりにも将来的に活用可能であると考えられる。

5G 等を用いた遠隔作業システムの県内企業展開

- IT とセンサを活用したデジタル化・リモート化のための技術構築 [3] -

情報・電子グループ　丹 健二、佐々木 大三、伊藤 亮、綾田 アデルジャン

Development of Remote Work Systems using Telecommunication Technologies including 5G

- Technology Construction for Digitization and Remoteization utilizing IT and Sensors [3] -

Information and Electronics Group
Kenji TAN, Daizo SASAKI, Ryo ITO, and Adiljan AYATA

抄録

製造現場における業務効率改善が可能な人材育成を目的とし、これまで、モノのインターネット（IoT）研修、コンピュータネットワーク研修、センサ研修を実施してきた。今年度は、上記研修に加え、生産性向上、品質管理の強化、コスト削減、新たな価値創造などが期待される人工知能（AI）技術に関する研修を新たに開催した。

［キーワード：IoT 技術、コンピュータネットワーク技術、センサ技術、AI 技術］

Abstract

To date, we have conducted Internet of Things (IoT) training, computer network training, and sensor training with the aim of developing human resources who can improve work efficiency at manufacturing sites. This year, in addition to the above training, we held a new training session on Artificial Intelligence (AI) technology, which is expected to improve productivity, strengthen quality control, reduce costs, and create new value.

[Key words: IoT, computer network, sensor, AI]

1. はじめに

人口減少に伴う人材不足が深刻化する中、製造現場における業務効率化の重要性は増している。これを実現する手法として、IoT 技術、AI 技術が挙げられる。これらの技術により製造現場では、生産性向上、品質管理の強化、コスト削減、新たな価値創造が期待される。しかし,これらの技術に関する知識を有する人材は必ずしも十分とは言えない。この問題を解決するため、これまで行ってきた IoT 技術研修を引き続き実施するとともに、今年度新たに画像認識を対象とした AI 技術に関する研修を実施した。

2. IoT 技術研修

今年度も次の 3 つの研修を実施し、人材育成に取り組んだ。

・IoT の基礎に関する講義の聴講後、自分で組み立てた IoT デバイスを用いた、データの収集や通信を体験する基礎技術研修

・IoT を活用していくうえで必要となるネットワークを学ぶネットワーク特化研修

・センサそのものについての基礎知識に加え、IoT 向けの回路制作を学ぶセンサ特化研修

基礎技術研修の講義部分、ネットワーク特化研修、センサ特化研修においては、本研修用に用意した Youtube 動画の視聴後、随時質問を受ける形で実施した。但し、基礎研修の作製作業部分に関しては、リアルタイムの指導が

必要となるため、Web 会議形式を採用した。研修の内容に応じた形式を採用することで、より効率的な習得がなされたものと思われる。

3. AI 基礎研修

近年、画像認識、音声認識、自然言語処理などに関する深層学習をベースにした AI 技術は目覚ましい進歩を遂げ、様々な分野でその活用が広がっている。無償で利用可能なオープンソースやその実装に関する記事や紹介サイトが数多く公開されていることが AI 技術の活用の広がりをより一層進めている。AI 技術は製造業においても、生産性向上、品質管理の強化、コスト削減、新たな価値創造などのメリットをもたらす可能性を秘めおり、AI を活用した競争力を高める取り組みも見られている。中小企業における AI 活用は徐々に増加しているが、まだまだ普及しているとは言い難い状況である。その原因として、導入に関連する高いコストや技術的な専門知識の不足、データの不十分さなどが挙げられる。

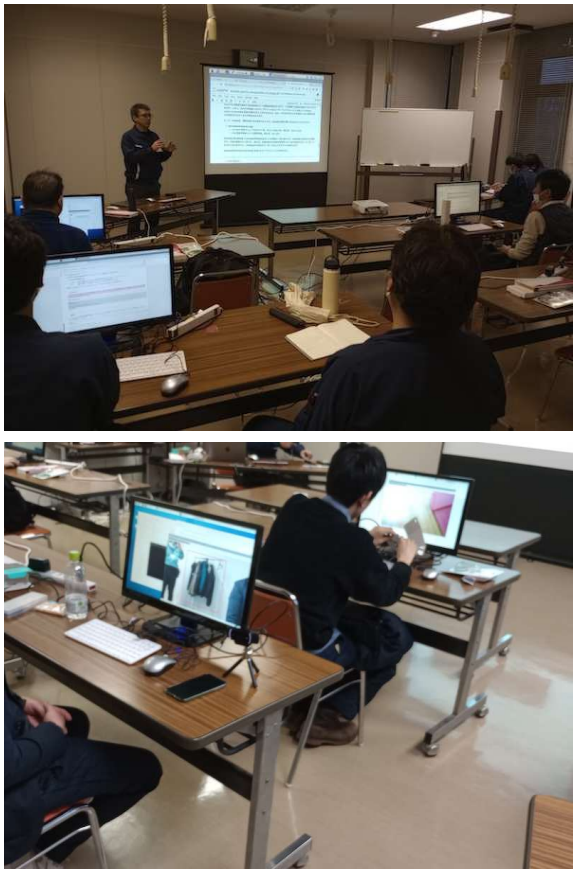


図 1 研修の様子

本研修は、画像認識を対象に、深層学習をベースにした AI 技術に関する基礎知識とその活用を習得することを目的として、画像処理の基本から深層学習モデルの構築まで一貫したカリキュラムを設計し、研修を演習形式で実施した。まず、Python プログラミングの入門からスタートし、デジタル画像の入出力および画像データへの操作、画像処理の基本概念などを説明した。次に、深層学習に関する基礎知識を習得し、ニューラルネットワークのモデル実装と実際の学習データセットを用いた学習モデルの作成過程を実践した。さらに、深層学習フレームワーク PyTorch を用いて認識モデルを構築する方法と推論を行う方法を、演習を通して学んだ。そして、深層学習モデルの構築に不可欠な学習データセットの作成に関して、AI を活用する環境に合わせたカメラの設置方法、学習データの収集と正解ラベル付与方法について説明した。本研修では、座学と演習をバランス良く組み合わせて、深層学習による画像認識技術への理解を深めることに努めた。

4. まとめ

IoT 技術関連では、これまで蓄積してきた Youtube などの教材を用いることで、オンデマンド形式の研修を行った。これに加え、作製作業部分に対し Web 会議形式でのリアルタイムの指導を導入することで、より効率的な研修を行うことができた。また、今年度新たに開始した AI 研修では、画像に対する AI の活用において必要となる知識の基礎をカバーし、これらを習得することで現場に導入する際の検討がスムーズに行えることが可能となる。また、AI 研修に含まれる、プログラミング、画像処理、ニューラルネットワーク、カメラ、学習データの取扱などに関する知識は、それら単体でも有用な知識として AI 以外の分野でも活用されることが期待される。研修に対しては、様々な意見が寄せられており、これらの意見を可能な限り反映させた上で、今後は、よりニーズが多いものに比重を置きながら、研修事業を継続する予定である。

5G 等を用いた遠隔作業システムの県内企業展開

- ロボット遠隔操作技術の実証試験 [3] -

スマートものづくり技術グループ　大竹 匡、瀬川 侑、小松 和三

Development of Remote Work Systems using Telecommunication Technologies including 5G

- Demonstration Test of Remote Control Robot Technology [3] -

Smart Manufacturing Technology Group Masashi OHTAKE, Susumu SEGAWA, Kazumi KOMATSU

抄録

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の影響により、人との接触を極力避ける働き方が求められるようになり、ICT やロボティクス技術導入による遠隔監視や遠隔操作に対する関心が高まっている。本研究では、協働ロボット遠隔操作システムによる実証実験を進めるとともに、安価なワンボードマイコンとオープンソースを用いて、ロボット遠隔操作システム構築のための技術開発を行う。

［キーワード：ICT、ロボティクス、省力化、遠隔監視、遠隔操作］

Abstract

Due to the influence of COVID-19, working styles that avoid contact with people as much as possible have been required. Therefore, interest in remote monitoring and remote control by introducing ICT and robotics technology have been increasing. In this research, the demonstration experiment using remote control collaborative robot system is conducted, and we develop technology for remote-control robot system using an inexpensive one-board microcomputer and open source.

[Key words: ICT, robotics, labor saving, remote monitoring, remote control]

1. はじめに

秋田県の課題として、少子高齢化に伴う人口減少があり、生産年齢人口の減少により、様々な業種において人手不足が深刻化している。また、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の拡大を契機にあらゆる産業分野で、「遠隔」「非接触」「非対面」を実現することが求められている等、労働環境の多様性が高まっている。そのため幅広い産業分野へのオートメーション技術やロボティックス技術、ICT を活用した遠隔監視や遠隔操作技術などの導入が必要であるが、県内企業においてこれらの技術に関する知見は十分に浸透しておらず、技術導入の障壁となっている。

本研究では、安価なワンボードマイコンやオープンソース等を用いて、ロボット遠隔操作システム構築のための技術開発を行う。ロボティクス技術や遠隔操作技術など、各要素技術の開発を進め、県内企業への普及を図る。オートメーションや ICT に関する内製化人材育成を行うとともに、魅力ある県内企業の育成および企業価値向上に貢献する。

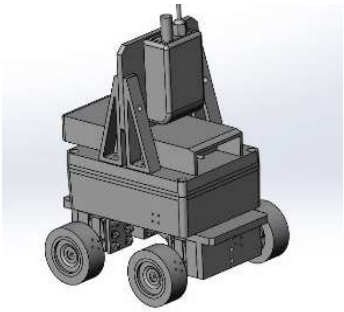
2. 移動式 CO_2 計測ロボットの開発

周年栽培を行う農業ハウスでは、様々な要因から二酸化炭素が不足しやすい環境となっており、農作物の生育に悪影響を及ぼすことがある。そのためハウス内の二酸化炭素の濃度を計測・管理することは非常に重要であるが、現状ポータブルタイプの二酸化炭素濃度センサを持ち歩いて測定しており、生産者の労働負担となっている。またハウス内に多数のセンサ設置することは、コストや管理の手間に課題がある。

本研究では、安価なワンボードマイコンやオープンソース等を用いて、二酸化炭素濃度を計測可能な移動式ロボッ

トを開発した。図 1(a)に機体の 3DCAD データ、図 1(b)に開発した実機を示す。タイヤ部にグリップタイヤを採用し、駆動源に高トルクのシリアルサーボを採用した。シリアルサーボを採用することで、マスタースレーブ方式のシリアル通信で回転制御することができ、配線をスリム化できるとともに、プログラムはスレーブ ID を割り振ることで効率的に処理可能である。開発基板である ArduinoMEGA やシリアルサーボの制御基板を格納するために、防水・防塵ケースを採用した。また各基板やセンサ、モーターへの電源供給源としてモバイルバッテリを採用した。駆動系部品やセンサ周辺部品、モバイルバッテリ収納のための機械部品などは 3D プリンタで試作した。

図 2 に機体のテストフィールド走行の様子を示す。砂利の上にシートをした状態でも安定した走行が可能で、さらに高さ 80 mm 程度の角材を乗り越えることができた。本研究を通じて、IoT 計測システムと親和性の高い開発環境を有し、凹凸のある路面や一定以下の段差を乗り越えることができるロバスト性の高い走行ロボットの開発を実現した。



(a) 設計開発機の 3D データ

(b) 試作した機体

図 1　センサ搭載型移動機構試作機

図 2　テストフィールド走行の様子

3. まとめ

安価なワンボードマイコンやオープンソース等を用いて、二酸化炭素濃度を計測可能な移動式ロボットを開発した。本研究を通じて、IoT 計測システムと親和性の高い開発環境を有し、凹凸のある路面や一定以下の段差を乗り越えることができるロバスト性の高い走行ロボットの開発を実現した。本開発を通じて獲得した各要素技術について、県内企業に技術普及していき、人材育成に努める。

素形材加工技術による生産性向上・新商品開発支援

- 難削材・難形状品の高能率加工技術の企業展開 [3] -

スマートものづくり技術グループ　小松　和三
加工技術グループ　加藤　勝
先進プロセス開発部　内田　富士夫

Productivity improvement and new product development with material processing - Development of High Efficiency Processing Technology of Difficult-to-cut Materials and Complex Shape Parts [3] -

Smart Manufacturing Technology Group　Kazumi KOMATSU
Machining and Materials Processing Group　Masaru KATO
Advanced Processing Technology Development Section　Fujio UCHIDA

抄録

近年、図面や加工データが無い部品や、金型等の現物を 3 次元計測装置で計測し、そのデータを基に更新用の製品を製造するリバースエンジニアリングのニーズが高まっている。一般的に、切削加工で製品を製造する際、CAD/CAM による NC データの作成が必要である。一方、3D プリンタで利用される 3D スキャナなどの計測装置から得られた自由曲面を有する STL データは、STEP データや IGES データへの変換が必要となり、そのままでは CAD/CAM における編集が困難である。そこで本報では、様々なリバースエンジニアリング事例を想定し、自由曲面を有する部品形状を対象に STL データの変換手法を工夫し、5 軸制御マシニングセンタでの加工を想定した加工パスを作成について検討した。
［キーワード：3D CAD/CAM、STL データ、リバースエンジニアリング、5 軸制御マシニングセンタ］

Abstract

In recent years, there has been a growing need for reverse engineering, in which parts for which there are no drawings or machining data, or actual products such as molds, are measured with a 3D measurement device, and the data is used to manufacture products for updating. Generally, when manufacturing products by cutting, it is necessary to create NC data using CAD/CAM. On the other hand, STL data with free curved surfaces obtained from measurement devices such as 3D scanners used in 3D printers needs to be converted to STEP data or IGES data. Therefore, editing in CAD/CAM is difficult. In this report, we will introduce various reverse engineering cases in which we devised an STL data conversion method for parts with free-form surfaces and created machining paths that are assumed to be machined with a 5-axis control machining center.
[Key words: 3D CAD/CAM, STL data, Reverse engineering, 5-axis control machining center]

1. はじめに

近年、ものづくりの現場では 3D プリンタ（樹脂 3D プリンタや金属 3D プリンタ）による部品の試作に限らず、製品そのものを造形することも多くなっている。特に、リバースエンジニアリングでは、3D スキャナによる取得データや 3D プリンタによる造形で活用されるデータは STL データでのやり取りが主流である。一方、機械加工の分野では、主に IGES データや STEP データでのやり取りが主流であり、これを CAM に取り込み、加工用の NC プログラムを作成するのが一般的であるため、STL データを使用した機械加工のプロセスは難しいのが現状である。この STL データは 3 次元形状を多数の小さな三角形（ポリゴン）を集合させているため、自由曲面を有する部品形状に対して、CAM を使用した加工パスの作成が困

難である。そこで本研究では、3D デジタル技術を活用し、STL データによる機械加工技術を確立することで、新しい加工プロセスの開発を目指し、県内産業の生産性向上を図る。

本事業では、自由曲面を有する部品形状の 3D データ(STL データ)から、様々なリバースエンジニアリング事例を想定し、実際の 5 軸マシニングセンタでの機械加工が可能な加工パスの作成について報告する。

2. 自由曲面の加工パス作成

図 1 に加工モデルを示す。この加工モデルは比較検討のために 3D CAD(Solidworks)で作成した自由曲面を有するモデルであり、STL データで出力したものである。平面や直線から構成させるモデルであれば、STL データのままで加工パスを作成することが出来る場合があるが、自由曲面を有するモデルは曲面部分が小さな三角形の多数の集合体で構成されるため、加工部分の面の選択が困難であり、STL データを STEP データや IGES データへ編集変換する必要がある。そこで、STL データをリバースエンジニアリングソフトウェア(Geomagic Design X)で STEP データに編集変換した(図 2)。

次に、編集変換した STEP データを、CAM(Mastercam)へデータをインポートすることで、加工したい自由曲面を選択することが容易となる。これにより、自由曲面に対して、実際の 5 軸制御マシニングセンタでの機械加工が可能な加工パスを作成(図 3)し、加工のシミュレーションにより自由曲面を有する STL データによる機械加工が可能であることを確認した(図 4)。

3. まとめ

本研究では、様々なリバースエンジニアリング事例を想定し、STL データをベースとした自由曲面を有する部品形状を対象に STL データの変換手法を工夫し、5 軸制御マシニングセンタでの加工を想定した加工パスを作成し、ノウハウを蓄積することができた。今後も STL データを活用した、さらなる機械加工技術の可能性を探っていく予定である。

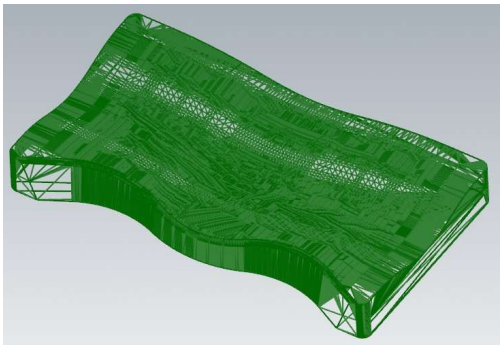


図 1 加工モデル(自由曲面を持つ STL データ)

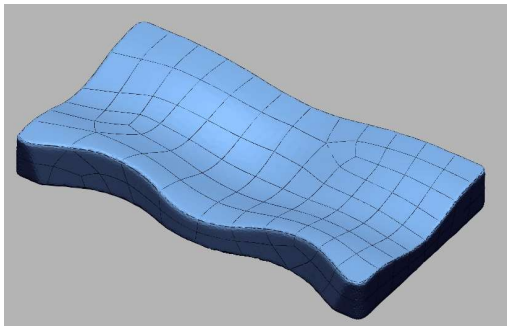


図 2 データ編集変換(STL→STEP)

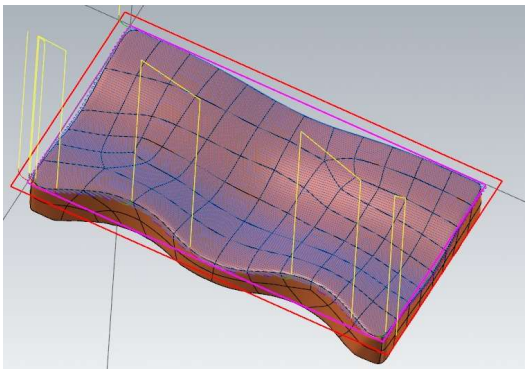


図 3 CAM へインポート → 加工パス作成

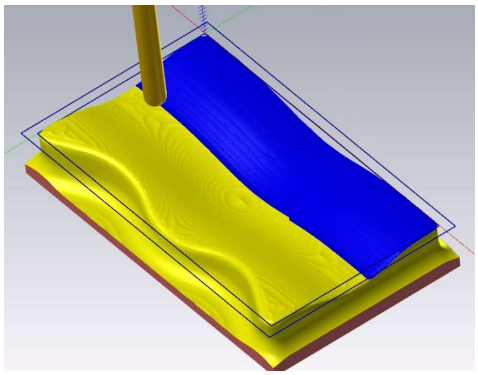


図 4 CAM による加工シミュレーション

素形材加工技術による生産性向上・新商品開発支援

- 機能性材料の開発と県内企業展開 [3] -

機能性材料・デバイスグループ　関根　崇、岸　初美
企画事業部　菅原　靖
秋田大学　仁野　章弘

Productivity improvement and new product development with material processing

- Developing in Manufacturers in Akita Area [3] -

Functional Materials and Device Group　Takashi SEKINE and Hatsumi KISHI
Planning Affairs Section　Yasushi SUGAWARA
Akita University　Akihiro NINO

抄録

TiC は高い硬さや耐摩耗性、耐食性を持つため、切削工具材料に用いられている。しかしながら、単体での緻密な焼結が難しい。このため、TiC は金属バインダーを添加して焼結されるが、機械的性質が低下する。TiC に SiC を添加することで焼結性や機械的性質が向上することがこれまでにわかっている。本研究では TiC-SiC セラミックスの機械的性質をさらに向上させるため、ZrC を添加したセラミックスを通電加圧焼結により作製し、機械的性質を調べた。

［キーワード：炭化チタン、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、機械的性質］

Abstract

TiC having high hardness, good wear and heat resistance is used for cutting tools. However, pure TiC is difficult to sinter in dense without metallic binders. TiC is sintered with the addition of metallic binders, but deteriorates the mechanical properties. The addition of SiC to TiC improves sintering and mechanical properties. In this study, ZrC added to improve mechanical properites of TiC-SiC ceramics. These ceramics were sintered by resistance-heated hot-pressing, and were examined mechanical properties.

[Key words: TiC, SiC, ZrC, mechanical properties]

1. はじめに

宇宙航空機や自動車などの輸送用機器に用いられる材料には、高温での強度が非常に高い耐熱合金や、硬さや耐摩耗性に優れた合金が用いられる。これらの材料は、優れた機械的性質を持つため、加工が非常に難しい難削材とされる。また、工作機械や加工技術も発展し、従来よりも高速・高精度加工が可能となっている。このため、切削工具材料には高い硬さやヤング率、破壊靭性値などの優れた機械的性質や耐摩耗性、耐熱性が求められる。本事業では、これらの性質に優れた新たなセラミックスを開発し、切削工具材料のみならず、金型や耐摩耗部品などへ幅広く実用化を図るために、新たな材料の作製および評価を進めている。これにより、秋田県発の新たな材料を開発し、県内企業に材料の開発技術や評価・分析技術を展開することによって、秋田県産業の競争力強化を図る。今年度は、高い硬さ、優れた耐摩耗性を持つ TiC に、硬さや熱伝導率に優れた SiC を添加して焼結性や機械的性質を改善した TiC-SiC セラミックスのさらなる特性向上を試みた。超硬合金やサーメットの機械的性質の改善においては、第三の遷移金属炭化物を添加することが有効であると報告されている。本報告では、TiC-SiC に ZrC を添加し、機械的性質を調べた結果を報告する。

2. 実験方法

原料粉末は、TiC 粉末（平均粒径：1.41 μm、日本新金属）、SiC 粉末（平均粒径：0.62 μm、屋久島電工）、ZrC 粉末（平均粒径：2.17 μm、日本新金属）を用いた。これらの粉末は、組成が(55-x) mol% TiC–45 mol% SiC–x mol% TaC（x = 0～15）となるように、粉末を秤量した。秤量した粉末は、ボールミルを用いて 24 時間、エタノール中で湿式混合した。混合した粉末は乾燥後、直径 20 mm のグラファイトダイスに充填し、圧力 50 MPa で 1 分間、一軸加圧成形した。成形体は通電加圧焼結装置（住友石炭鉱業（株）、SPS-2080）を用いて、焼結温度 1800ºC、保持時間 10 分、加圧力 50 MPa、真空中の条件で焼結を行った。焼結体は両面を平面研削、片面を鏡面研磨して評価試料とした。焼結体の密度測定はアルキメデス法を用いて行った。生成相の同定は X 線回折装置（（株）リガク、RINT-2500VHF）で、組織観察および分析には EPMA（日本電子（株）、JXA-8200）を用いた。ヤング率は高温動弾性率測定装置（東芝タンガロイ（株）、UMS-HL）で、硬さはビッカース硬さ試験機（（株）マツザワ、VMT-7S）で 98 N、15 秒の条件で測定した。破壊靭性値は、ビッカース硬さ試験で生じた圧痕とクラック長さを用いて IF 法の ED 式により算出した。

3. 実験結果および考察

TiC-45 mol% SiC に対して、ZrC 添加量が 0～15 mol% ZrC の間で増加しても、全ての焼結体のかさ密度は計算値に近い値となり、緻密に焼結した。

図 1 に TiC-SiC-ZrC セラミックスの X 線回折パターンを示す。X 線回折の結果から、TiC-SiC に ZrC を添加することで、TiC のピークが低角度側へシフトしていた。このことから、(Ti, Zr)C 固溶体が生成したと考えられる。また、10 mol%以上の ZrC 添加では ZrC のピークが確認され、このピークが高角度側へ移動していたことから(Zr, Ti)C 固溶体が生成したと考えられる。

ヤング率は、425～440 GPa となり、ZrC 添加量の増加に伴って低下する傾向を示した。これは、TiC のヤング率に対して ZrC のヤング率がわずかに低いためと考えられる。

図 2 に TiC-SiC-ZrC セラミックスのビッカース硬さを示す。今回作製した TiC-SiC-ZrC セラミックスは、TiC 単体の 15 GPa に比べて高い値を示した。また、ZrC を 10 mol%以上添加することで、ビッカース硬さが増加した。

TiC-SiC-ZrC セラミックスの破壊靭性値は、ZrC 添加量の増加に伴ってわずかに低下した。硬さと破壊靭性値は負の相関があるといわれ、硬さの増加したため破壊靭性値が低下したものと考えられる。

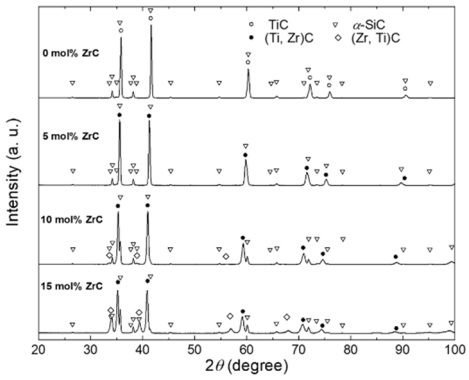


図1 TiC-SiC-ZrCセラミックスのX線回折パターン

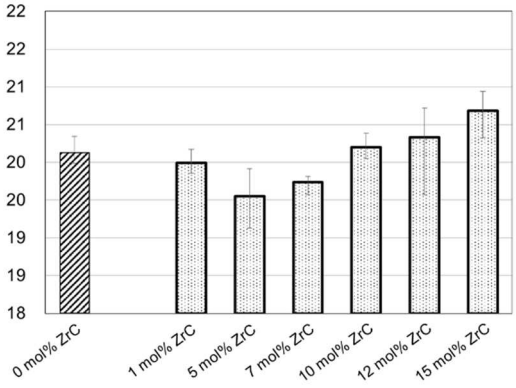


図2 TiC-SiC-ZrCセラミックスのビッカース硬さ

4. まとめ

・TiC-SiC セラミックスに 0～15 mol% ZrC を添加した試料は、焼結温度 1800ºC で焼結することによって、緻密に焼結することが出来た。

・TiC-SiC セラミックスに ZrC を添加することにより、破壊靭性値の低下がみられたが、硬さは増加し、15 mol% ZrC を添加した焼結体では約 21 GPa の高い硬さとなった。

素形材加工技術による生産性向上・新商品開発支援

- プラスチック成形基盤技術強化事業 [3] -

機能性材料・デバイスグループ　阿部　禎也
加工技術グループ　野辺　理恵
素形材開発部　工藤　素

Productivity Improvement and New Product Development with Material Processing
- Improving Fundamental Technologies in Polymer Processing [3] -

Functional Materials and Device Group　Tomoya ABE
Machining and Materials Processing Group　Rie NOBE
Ecological Materials Development Section　Makoto KUDO

抄録

本事業ではプラスチック材料の物性や性能評価技術、及びプラスチック成形加工技術を通して県内企業に生産技術の向上、新製品開発に関わる技術支援を行っている。本報告では、プラスチック射出成形において有機／無機複合コーティング技術による離型不良改善に関して企業支援を行ったので報告する。

［キーワード：有機／無機複合コーティング、離型性、射出成形］

Abstract

We have studied the properties and performances of plastic materials and the polymer processing technology for improving productivity and developing new products of the companies based in Akita Prefecture. This paper describes the development of organic/inorganic composite coatings to improve the mold releasability at the plastic injection molding.

[Key words： Organic/inorganic composite coating, Releasability, Injection molding]

1. はじめに

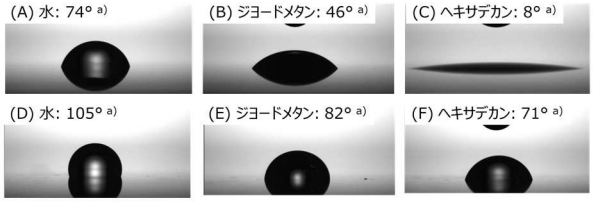
昨今、プラスチックを取り巻く状況は環境資源への体制構築が強く言われている。海洋汚染問題となっているマイクロプラスチックやプラスチック資源循環促進法による再資源化への対応が一層必要となっており、これまで環境材料を用いた製品開発や廃プラスチックの抑制について技術支援を行なってきている。一方、県内プラスチック業界においても自立型企業への転換も重要であり、新たな製品開発への技術支援も急務である。本事業ではプラスチック材料をはじめとする高分子材料の評価技術やプラスチック成形加工技術について県内企業への技術支援を目的に生産技術、新製品開発に関わる技術支援を行なっている。

本報告では、プラスチック成形において問題となっている離型不良の改善を目的とした有機／無機複合コーティング技術の開発について検討を行ない、特性評価技術の確立および射出成形用金型の離型コーティングへと応用したのでその成果について報告する。

2. 有機／無機複合コーティングの濡れ性評価

プラスチック成形における離型性の向上は、金型表面と成形するプラスチック材料との親和性を低下させることが重要であり、金型表面の表面自由エネルギーの低下が効果的であるとされている。そこで本研究では、表面自由エネルギー

の低下が期待できるフッ素シランを用いた有機／無機複合コーティングを作製し、得られたコーティング基板の表面自由エネルギーを評価した。基板の表面自由エネルギーは、自動接触角計を用いて種々のプローブ液体（水、ジヨードメタン、ヘキサデカン）の接触角を測定し、得られた接触角値から Owens-Wendt-Rabel-Kaelble (OWRK)法を用いて算出した。結果を図 1 に示した。



(G)

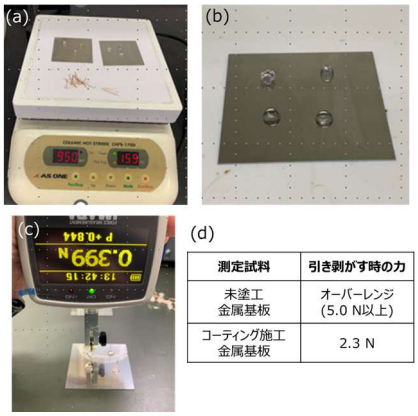
測定試料	表面自由エネルギー (mJ/m²)
未塗工基板	39.0
コーティング基板	16.5

図 1　未塗工基板（A～C）およびコーティング基板（D～F）の接触角測定像と OWRK 法を用いて算出した表面自由エネルギー値（G）　a)接触角値

図 1 に示すように、すべてのプローブ液体において、コーティング基板[図 1(D)~(F)参照]は未塗工の基板[図 1(A)~(C)]よりも液滴をよくはじき、コーティング中のフッ素に起因した優れた撥水撥油性を示した。この接触角値を用いて表面自由エネルギーを算出した結果、図 1(G)に示すように、コーティングを施工することで基板の表面自由エネルギーが 39.0 mJ/m^2 から 16.5 mJ/m^2 まで低下することがわかった。一般的な熱可塑性樹脂は表面張力が 35~50 mN/m であり、未塗工基板と類似しているため基板表面と樹脂との親和性が高いことが推定される。一方、コーティング基板においては、表面自由エネルギーが 16.5 mJ/m^2 まで低下しているため樹脂との親和性が低く、プラスチック成形用金型へ本コーティングを施工することで、優れた離型性を示すことが推測される。

3. 有機／無機複合コーティングの離型性評価と射出成形用金型の離型コーティングへの応用

第 2 項において示した有機／無機複合コーティングの樹脂に対する離型性について、図 2 に示す手法を用いて評価した。図 2(a)および(b)に示すように、ホットプレートで加熱した基板上で樹脂ペレットを溶融させた後に放冷により完全固化させ、測定試料とした。完全固化後、プッシュプルゲージを用いて基板から垂直方向に樹脂を引っ張り、樹脂が基板から離れた時の引張力[単位: N]を離型性として評価した（図 2(c)参照）。その結果、未塗工の金属板は樹脂を引き剥がすのに 5.0N 以上の力が必要であるのに対し、コーティング表面においては、その力が 2.3 N まで低下し、著しく低い力で離型することがわかった。この結果は、本コーティングがプラスチック成形における金型の離型コーティングとして有用であることを示唆している。



(d)

測定試料	引き剥がす時の力
未塗工 金属基板	オーバーレンジ (5.0 N以上)
コーティング施工 金属基板	2.3 N

図 2　プッシュプルゲージを用いた離型性評価（a～c）と離型性評価結果（d）
(a)　基板をホットプレートで加熱し、樹脂を溶融
(b)　室温で放冷し、溶融樹脂を固化
(c)　基板から垂方向に樹脂を引き剝がす力を測定

そこで本事業では、この有機／無機複合コーティングを射出成形用金型に施工し、県内企業において離型不良が課題となっているエラストマー製品の成形不良改善について検討を行なった。その結果、未塗工の金型を使用すると離型不良に起因した変形が発生するため効率良く生産できないのに対し、本コーティングを金型に施工することにより、離型不良に起因した変形が発生せず、エラストマー製品を効率良く生産することができた。今後、本コーティングの更なる離型性向上だけでなく、耐久性や施工簡便性などについても検討と行ない、離型性向上による生産性改善をはじめとした技術支援を継続していく。

4. まとめ

プラスチック成形において問題となっている離型不良の改善を目的とした有機／無機複合コーティング技術の開発を行ない、離型性に優れたコーティングの開発に成功した。本コーティングを射出形成用金型に施工することにより、離型不良に起因したエラストマー製品の成形不良を改善することができた。

素形材加工技術による生産性向上・新商品開発支援

- プリンテッドセンサシステムの県内企業展開 [3] -

企画・事業推進班　熊谷 健

Productivity Improvement and New Product Development with Material Processing
- Dissemination of Printed Sensor System to Companies in the Prefecture [3] -

Planning Affairs Section Ken KUMAGAI

抄録

プリンテッドエレクトロニクス（PE）は、さまざまな基板上に電子回路、デバイスを作成するために使用される一連の印刷方法である。PE は露光や現像といった工程を印刷に置き換えるもので、低コスト化、省エネ化、生産性向上、廃棄物削減などの環境調和性の点でも期待されている。本研究では、金型温度計測システムの活用による金型の放熱対策の検討を行った。

［キーワード：プリンテッドエレクトロニクス、ディスペンサー印刷、導電性接着剤、薄型温度センサ］

Abstract

Printed electronics (PE) is a series of printing methods used to create electronic circuits and devices on various substrates. PE replaces processes such as exposure and development with printing and is also expected from the point of environmental harmony such as low cost, energy saving, productivity improvement, waste reduction, and the like. In this research, we examined consideration of heat radiation measures for molds.

[Key words: printed electronics, dispenser printing, conductive adhesive, thin film temperature sensor]

1. はじめに

ロボットディスペンサーと導電性接着剤を使用し、ポリイミドフィルムに塗布して製作した測温抵抗体（RTD）タイプのセンサ開発を主目的としてきたが、製作したセンサの抵抗値がばらつく等の問題点が解消されていない。製作した薄型温度センサは狭い空間にも設置しやすいという利点があることから今後も改善を続けていくこととし、本報では熱電対を使用した金型温度計測システムの活用による金型の放熱対策とその検証について報告する。

2. 金型の温度管理について

金型の温度管理は非常に重要な工程であり、温度異常による製品品質の悪化と焼付きによる金型の損傷を防ぎ、生産性の向上を目的とする。射出成形においては、固定側と可動側に温度差があると、成形品の片面が低温で反対の面が高温になり、その温度差から樹脂の収縮に差が生じる。この収縮差によって、成形品に内部応力が発生し、金型から取り出したときに変形してしまうことがある。今回は射出成形機に安価な金型温度計測システムを追加し、整形前の昇温時から成形中までの温度変化を記録した。このシステムは Arduino と温度センサ用モジュールと熱電対から成る。5 秒毎に取得した温度データは WiFi で送信され、Raspberry Pi に蓄積される。複数の射出成形機の温度状況を一括して Raspberry Pi 上で確認することも可能である。

80℃設定で、昇温開始から 60 分後 20 分間の成形を行った時の測定結果を図 2 に示す。成形開始時の温度差は 5.23 ℃（80.4- 75.17）、20 分間成形後の温度差は 6.69 ℃（82.39-75.7）であり、金型の温差を解消する手法の一つである

金型温度調節機を使用しているものの、成形中に固定側と可動で温度差が生じていることが分かった。また昇温時には金属の熱膨張が無視できない 10 ℃程度の温度差が発生しており、この状態で成形を開始すると型摩耗や破損が生じる恐れがある。

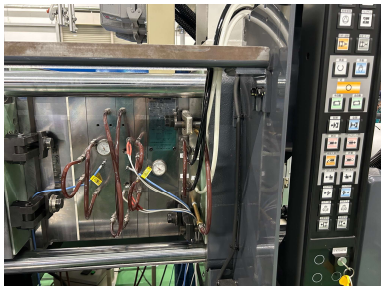


図 1　金型に設置した熱電対

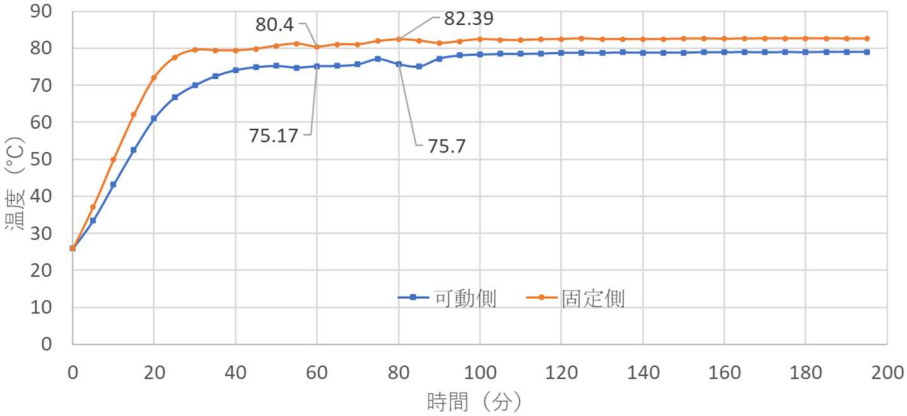


図 2　80℃成形時の温度測定結果

3. 放熱対策と効果検証

金型可動側の温度が低かったため、放熱対策として断熱板を設置した(図3)。断熱板は主材料が無機材(ホウ酸塩系バインダー)で、熱伝導率 0.71 W/m･K、厚さ 3 mm のものを使用した。断熱板設置後 80 ℃まで昇温後 20 分間の成形を行い、それから 90 ℃まで昇温し、20 分間の成形を行った時の測定結果を図 4 に示す。固定側と可動側の温度差は、80 ℃での成形開始時には 3.65 ℃(80.49-76.84)、20 分間成形後では 3.06 ℃(81.97-78.91)、90 ℃での成形開始時には 5.29 ℃(90.09-84.8)、20 分間成形後では 2.85 ℃(90.65-87.8)であった。80 ℃設定の比較では、断熱板有無により可動側の温度差が半減(6.69→3.06)しており、成形開始から 20 分後の可動側温度は、断熱板無しでは 75.7 ℃、断熱板有りでは 78.91 ℃であり、目標設定値の 80 ℃近くに保温されている。また 80 ℃まで昇温後型開きをして、接触式温度センサで可動側の金型表面の温度を測定したところ、断熱板有りでは 60 ℃台、断熱板無しでは 40 ℃台だった。これらの結果から、断熱板による保温の効果はあったと言える。

図 3　追加した断熱板(矢印箇所)

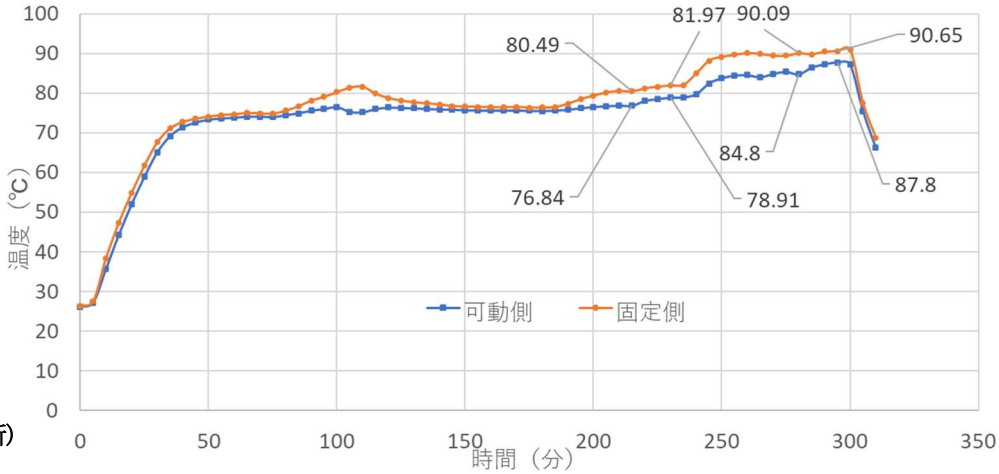


図 4　断熱板追加後の温度測定結果(成形温度 80℃、90℃)

4. まとめ

金型表面温度をリアルタイムに計測し、可動側の断熱板設置により、放熱が抑制され固定･可動の温度差が減少する結果が得られた。この温度差減少は製品品質の向上と金型の損傷防止につながるだけでなく、放熱の抑制によりエネルギー消費量の削減にも寄与すると考えられるため、今後は温度調節部分の消費電力量も計測できるようにシステムを改善していきたい。

素形材加工技術による生産性向上・新商品開発支援

- 県内企業への CFRP 成形技術事業展開 [3] -

加工技術グループ　藤嶋　基

Productivity Improvement and New Product Development with Material Processing - Development of CFRP Molding Methods in Akita Prefecture [3] -

Machining and Materials Processing Group　Motoi FUJISHIMA

抄録

炭素繊維強化熱硬化プラスチック（CFRP）は軽量、高強度であることから航空宇宙分野を始めスポーツ用品まで幅広く使用されている。本事業ではオートクレーブ法による CFRP 平板成形時の低コスト化を目的にカウルプレートをアルミ板から樹脂板へ変更した。成形した CFRP 平板は板厚と表面形状を計測し、カウルプレートとして使用した樹脂板は成形前後に表面形状を計測した。

［キーワード：炭素繊維強化プラスチック、カウルプレート、オートクレーブ成形、樹脂板］

Abstract

Carbon Fiber Reinforced Thermosetting Plastic (CFRP) is widely used in various fields from aerospace to sports goods due to its lightweight and high strength. In this project, the caul plate was changed from an aluminum plate to a resin plate with the aim of reducing costs during the autoclave method of CFRP flat plate molding. The molded CFRP flat plate measured the plate thickness and surface shape, and the resin plate used as the caul plate measured the surface shape before and after molding.

[Keywords: Carbon Fiber Reinforced Plastic, Caul Plate, Autoclave Molding]

1. はじめに

炭素繊維強化プラスチック（以下 CFRP）は軽量・高強度であることから、自動車、航空機といった輸送機器からテニスラケットやゴルフクラブ等の身近な製品まで利用が拡大しており、今後もさらなる利用の増加が見込まれている。CFRP の成形法はハンドレイアップ、プレス成形、オートクレーブ等多種多様であるが、高強度であるため成形用金型にも強度が求められている事が特徴である。プリプレグを原料として CFRP を成形する場合、カウルプレートと呼ばれる当て板を使用するが、成形する CFRP の種類や成形条件、要求される性能によって材料を選ぶ必要があり、場合によっては材料費や加工費が高額になることがある。材料としてはアルミ板がよく使用されているが CFRP 平板を成形する場合、アルミ板の重さが成形物を潰す場合があるためより軽い材料が望まれている。

本研究では CFRP 平板成形時にカウルプレートとして使用されるアルミ板の代替品として軽量かつ安価な樹脂板を用いて CFRP を成形したので報告する。

2. 実験

2－1　供試体成形

カウルプレートはアクリル板、ポリカーボネート板、ナイロン板を使用し、比較のためアルミ板を用いた CFRP も成形した。成形する CFRP の厚みは 5 mm、積層構成は 0 ° 方向に 21 層積層した。積層時に 5 層毎に真空引きを行いプリプレグ層間に残留する空気を焼成前に取り除く作業を行った。成形条件は圧力：0.8 MPa、保持温度：130 ℃、

保持時間:120 分で焼成した。成形した CFRP は板厚計測と表面粗さ計測を行った。

2－2 結果と考察

成形した CFRP 板の厚みとカウルプレートの重さの関係を図 1 に示す。すべての CFRP 板でカウルプレートの板厚が増加すると厚みが減少しており、カウルプレートの重量が成形物を押し潰していることがわかる。ただし、各カウルプレートの板厚とCFRP板厚には線形関係があることから樹脂板を用いて CFRP 成形を検討する際の指標になると思われる。

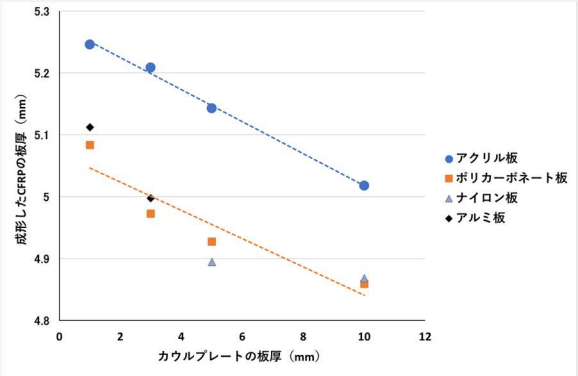


図 1 CFRP 板厚とカウルプレートの板厚の関係

今回成形した CFRP の形状を図 2 に示す。中央部が若干厚い凸型の形状となっている。中央部と端部の高さの差は使用したカウルプレートによって異なりアルミ板を使用した CFRP の差が一番小さくアクリル板を使用した場合はアルミ板の 3 倍弱、ナイロン板を使用した場合は 2 倍弱という結果になりアルミ板の優位性が強調される結果になった。また、CFRP 板がこのような形状となった原因としては次のようなことが考えられる。今回成形した CFRP 板は 0 ° 方向のみである。そのため繊維方向は非常に強いが 90 ° 方向は樹脂同士の結合が主な力であるためその強度は非常に弱く広がりやすいこととカウルプレートの熱変形が組み合わされた複合要因と考える。解消方法としては 0 ° と 90 ° の交互積層とすることで CFRP 板の凸型を抑制できるが強度が 1/4 に低下することから使用される場所に応じて積層構成を検討しなければならない。

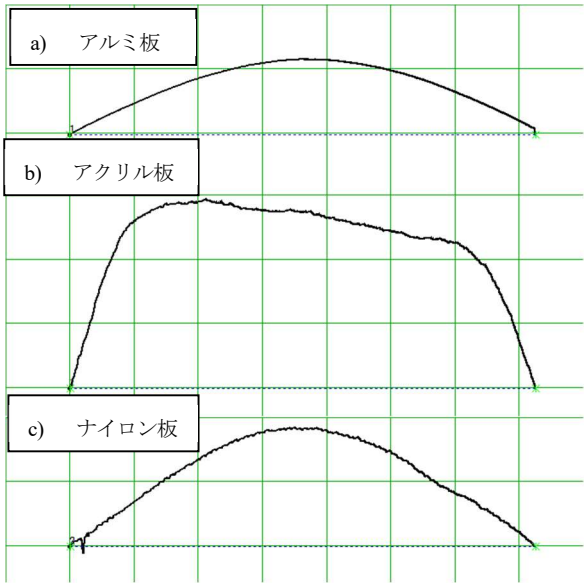


図 2 CFRP 形状計測結果

CFRP 成形後のアクリル板は端部が大きく変形し表面には白化が発生しており成形には耐えられないことが明らかになった。アクリルの融点は 160 ℃で CFRP 成形温度よりも高いが連続使用可板能温度は CFRP 成形温度よりも低く熱による変形が発生したためと考えられる。一方、ポリカーボネート板やナイロン板では表面の変質は見られなかったが熱変形は発生しており変形量はポリカーボネート板:0.28 mm～0.79 mm、ナイロン板:0.15 mm～0.55 mm であった。今回は 130 ℃で成形したが温度を下げ樹脂板の熱変形を抑えることで CFRP 平板成形に使用できる可能性がある。問題点としては成形温度を下げることで樹脂の架橋反応が進まず CFRP の強度が低下することが考えられるので加熱保持時間の延長等成形条件を詳細に検討すると同時に成形した CFRP の物性を確認する必要がある。

3. まとめ

CFRP 成形用カウルプレートとして樹脂板を使用したが成形した CFRP 板はアルミ板を使用した場合より大きく変形しており改良の余地を残す結果となった。今後は成形条件を変更し平板成形だけでなく立体形状の成形においても樹脂型の適用を検討し CFRP 成形の低コスト化を図り県内企業の複合材産業参入を推進する。

素形材加工技術による生産性向上・新商品開発支援

- レーザ熱処理技術の県内企業展開 [3] -

加工技術グループ　瀧田　敦子、黒沢　憲吾

Productivity Improvement and New Product Development with Material Processing
- Deployment of Laser Heat Treatment Technology [3] -

Machining and Materials Processing Group　Atsuko TAKITA and Kengo KUROSAWA

抄録

プラスチック射出成形における金型は、成形時の射出圧力による摩耗と発生するガスに起因した腐食で局所的に欠損が生じる場合があり、バリ不良の原因となる。本報では金型の局所欠損を防ぐため、レーザ熱処理で欠損予測箇所を部分的に硬化させ耐摩耗性の向上を図った。金型材（S55C）に対するレーザ熱処理工程の最適化では、焼入れ工程と焼戻し工程を 2 回ずつ行うことで均一な表面硬さの硬化部が得られた。また、実際の金型に対してレーザ焼入れ焼戻しを行い、射出成形による金型の摩耗状態を確認した結果、バリの発生がなくレーザ熱処理の有効性が確認できた。
［キーワード：：レーザ熱処理、S55C、金型、射出成形、耐摩耗性］

Abstract

In injection molding, there is possibility of causing local damage of molds because the molds wear due to the injection pressure and the corrosion of mold also occurs by gas. Those damages cause the burr defection. To improve wear resistance of parts where the damage occur, the molds became locally hardened by the laser heat treatment in this report. The laser heart treatment process was optimized for the mold made by S55C. As the result, it was clarified that hardening treatment which obtained uniformly surface hardness needed two times quenching treatment and two times tempering treatment. Optimized process for molds (S55C) was applied for the actual mold. Wear status of the mold was observed after injection molding. It was confirmed that burr defection did not occur and the laser heat treatment had effect on the improvement of the wear resistance for molds.
[Keywords: Laser heat treatment, S55C, Molds, Injection molding, Wear resistance]

1. はじめに

本事業では、レーザ熱処理技術の普及とその適用範囲の拡大を図り、企業支援と技術検討を進めている。プラスチック射出成形において金型には、成形時の射出圧力による摩耗と発生ガスに起因した腐食で局所的に欠損が生じる場合があり、バリ不良の原因となる。局所的な欠損を防ぐため、予め発生が予測される箇所をレーザ熱処理により部分的に硬化させ、耐摩耗性の向上を図った。レーザ熱処理条件の最適化を行い、金型に最適なレーザ熱処理工程を検討した。また、実際の金型に対してレーザ焼入れ焼戻しを行い、射出成形による金型の摩耗状態を確認することでレーザ熱処理による耐摩耗効果を検証した。

2. 金型用レーザ熱処理工程の最適化

金型に適したレーザ熱処理プロセスを検討するため、金型を模擬して溝加工した S55C プレート (200 mm×200 mm、厚さ 30 mm) に対するレーザ熱処理工程の最適化を行った。S55C のレーザ熱処理では、残留オーステナイトの発生と加

熱不足による炭化物の残留で表面の均一硬化が阻害される可能性がある。対策として、残留オーステナイトには焼戻し処理の追加、加熱不足には複数回のレーザ照射が挙げられる。そこで、焼入れ焼戻し処理の有無と加熱回数を変えた条件で溝周りにレーザ熱処理を行い、表面硬さ分布を確認した。レーザ熱処理には、レーザ加工装置(Leaser line 社製、波長940 nm)を用いた。照射面積を(幅)4 mm×(走査方向)8 mm として、1000 ℃の温度制御、走査速度 8 mm/s でレーザ焼入れを行った。焼戻し処理では、制御温度を 600 ℃として焼入れ処理と同じ経路にレーザを照射した。

図 1 に溝エッジからの距離と表面硬さの関係を示す。目標硬さはHV550～700 であり、焼入れ処理を 1 回行った場合は表面硬さが目標値範囲に収まらなかった。一方で、焼入れ処理後に焼戻し処理を行った場合は表面硬さのばらつきが大きいが、エッジから 1.3 mm 程度離れた位置まで目標硬さの硬化部が得られた。焼戻し処理により、硬さが調整された。また、焼入れ焼戻し処理を同じレーザ照射経路で 2 回ずつ行った場合には、硬さのばらつきが少なくエッジから約 2 mm の位置まで目標硬さが得られた。耐摩耗性向上には目標範囲内での均一な硬化が望ましく、焼入れ処理 2 回の後に焼戻し処理 2 回を行う工程が S55C 金型に適したレーザ熱処理工程であることが分かった。

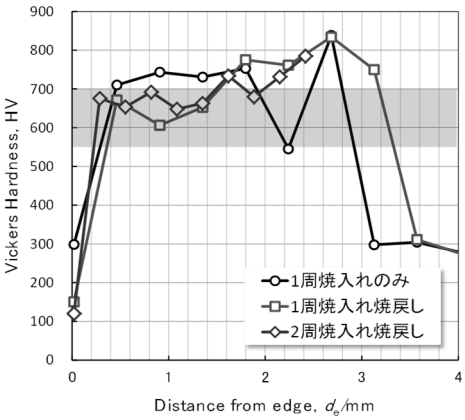


図 1 表面硬さに対するレーザ照射回数と処理の影響

3.レーザ熱処理の効果検証

実際の金型に対して、上述のレーザ焼入れ焼戻し処理を行った。処理範囲は図 2 に点線で示す 40 mm×80 mm エリア 2 か所である。1000 ℃の温度制御、照射面積 8 mm×8 mm、走査速度 8 mm/s、走査距離 40 mm で 120 本のラインでレーザ焼入れ処理を実施した。レーザ照射後に十分に冷却できるようにレーザ照射ラインの間隔を空けて 4 本/1 セット、計 30 セットで照射経路を設定した。2 回目の焼入れ処理も同じ照射経路で実施した。焼入れ処理後は制御温度を 600 ℃に変更し、2 回のレーザ焼き戻し処理を行った。隣り合うライン同士は重ならないように、且つライン間に隙間ができないようにレーザを照射したが、金型表面には縞状のレーザ照射痕を確認した。

レーザ熱処理施工の金型を用いて射出成形を行い、成形品表面の経過観察を行った。図 3 に成形品の表面状態を示す。表面にみられる凸部がエッジ部分の摩耗により生じたバリである。図 3(a)の点線間は金型でレーザ照射痕を確認した位置に対応し、1376 ショットではバリが発生しなかった。ショット数を増やすと、図 3(b)に示すようにレーザ非照射部ではバリの高さが高くなったが、レーザ照射痕に対応する箇所ではショット数を重ねてもバリの発生がない。レーザ照射痕では金型が局所的に表面硬化することで摩耗が抑制されており、金型の耐摩耗性向上にレーザ熱処理が有効であることが分かった。

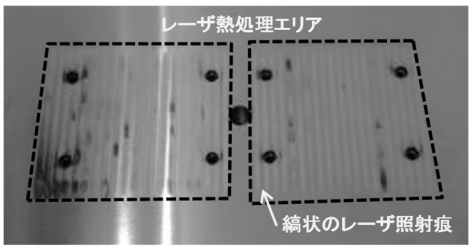


図 2 実際の金型へのレーザ熱処理外観

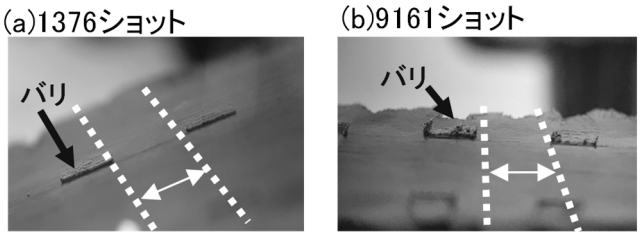


図 3 レーザ熱処理金型を用いた射出成形品のバリ

4. まとめ

金型(S55C)に対しては、焼入れ処理 2 回の後に焼戻し処理 2 回を行う工程が均一な表面硬さの硬化部が得られる最適なレーザ熱処理工程である。実際の金型に対してレーザ焼入れ焼戻しを行い、射出成形による金型の摩耗状態を確認した結果、バリの発生がなく耐摩耗性向上に対するレーザ熱処理の有効性が確認できた。

素形材加工技術による生産性向上・新商品開発支援

- プラスチック資源循環のための成形技術開発 [1] -

加工技術グループ　野辺　理恵
素形材開発部　工藤　素
機能性材料・デバイスグループ　阿部　禎也
新エネルギー・環境グループ　遠田　幸生

Productivity Improvement and New Product Development with Material Processing
- Improving Polymer Processing Technologies for Plastic Resource Circulation [1] -

Machining and Materials Processing Group　Rie NOBE
Ecological Material Development Section　Makoto KUDO
Functional Material and Device Group　Tomoya ABE
New Energy and Environment Group　Yukio ENDA

抄録

本事業では、プラスチック循環のための成形技術を県内企業に普及し、カーボンニュートラル社会に貢献できる企業としての価値向上を目的としている。プラスチック資源循環のためにはリサイクルが必須であるが、県内企業はリサイクル立が低いことが課題となっている。本報告では、ガラス繊維強化ポリブチレンテレフタレート樹脂のダイレクトリサイクル成形を行い、リサイクル材の物性評価を行った結果を報告する。

［キーワード：プラスチック資源循環、ベント式射出成形、力学特性］

Abstract

We have studied polymer processing technologies for plastic resource circulation. Although material recycling has been required for plastic resource circulation, local companies have a low recycling rate. This work aims to enhance the enterprise value of local companies by contributing to carbon neutrality. We describe the mechanical properties of recycled polybutylene terephthalate obtained by direct recycling injection molding.

[Key words： plastic resource circulation, vented injection molding, mechanical properties]

1. はじめに

カーボンニュートラル社会実現のため、化石燃料を原料とするプラスチックは使用料の削減やリサイクルの促進、バイオ由来素材への転換などが求められている。2022 年 4 月にはプラスチック資源循環促進法が施行され、ワンウェイプラスチックの排出抑制、プラスチックの再利用などの数値目標が示されている。一方、県内プラスチック成形企業は射出成形による生産を行っているが、カーボンニュートラルを考慮した成形技術の導入は進んでいない。また、受注生産率が高く、付加価値の高い自社製品の開発が難しいことや、原料価格の高騰に伴う製品価格の交渉が難しいことも課題となっている。本事業は付加価値の高いプラスチック成形技術を企業展開することにより、県内企業の競争力強化およびカーボンニュートラル社会への後編を推進し、企業価値を向上することを目的としている。

本報告では、県内企業で生産量の多いガラス繊維強化ポリブチレンテレフタレート樹脂（GF-PBT）を用いて、ベント式射出成形機によるダイレクトリサイクル成形を行い、リサイクル材の物性評価を行った結果を報告する。

2. 材料および実験方法

材料はガラス繊維含有量が 30 wt.%の GF-PBT（ポリプラスチックス（株）DURANEX®PBT 3316）を用いた。試験片の作製は、ベント式可塑化ユニット（（株）日本油機　スクリュ径：φ32）を搭載した電動式射出成形機（日精樹脂工業（株）NEX110IV－25EG）を用い、多目的試験片（JIS K 7139　タイプ　A）を得た。材料は予備乾燥を行わず、飢餓供給装置（（株）日本油機　HF-1）を用いて適量供給した。リサイクル材は、粉砕機（（株）ホーライ　VC3-360）を用いて多目的試験片を粉砕した。リサイクル材の割合が 30 wt.%となるようにバージン材と混合し、ホッパーに直接投入するダイレクトリサイクル成形を行った。リサイクル回数は 0（バージン材）～4 回とした。射出条件はノズル温度が 270 °C、金型温度が 60 °C、射出速度が 100 mm/s、保圧が 40 MPa とした。

万能材料試験機（Instron 5967 型）を用いて引張試験および 3 点曲げ試験を行った。引張速度は 10 mm/s、曲げ試験速度は 2 mm/min として 5 回測定し、平均値を求めた。

3. 実験結果

図 1 にリサイクル回数が引張特性に及ぼす影響を示す。バージン材の引張強さは 125 MPa、引張弾性率は 3650 MPa であった。1 回リサイクルでは、引張強さは 123 MPa、引張弾性率は 6212 MPa に低下した。リサイクル回数の増加に伴って引張強さはおよび引張弾性率は低下し、4 回リサイクルでは引張強さ 121 MPa、引張弾性率 6177 MPa となったが、その低下率は約 3 %であった。図 2 にリサイクル回数が曲げ特性に及ぼす影響を示す。バージン材の曲げ強さは 186 MPa、曲げ弾性率は 9653 MPa であった。1 回リサイクルでは約 3 %低下し、181 MPa となった。リサイクル回数が増加しても、曲げ強さの低下はみられなかった。曲げ弾性率も同様の結果であり、1 回リサイクルで 9520 MPa へと低下したが、4 回リサイクルしても同程度を維持し、その低下率はわずか 1 %であった。以上の結果から、材料の予備乾燥を行わずダイレクトリサイクル成形をした場合、引張特性および曲げ特性ともにバージン材と比較して 97 %以上の強度を維持しており、リサイクル材の成形手法として有効であることが分かった。

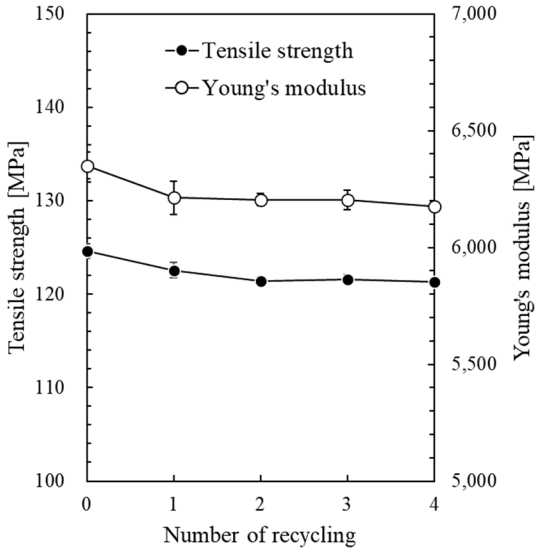


図 1　リサイクル回数が引張特性に及ぼす影響

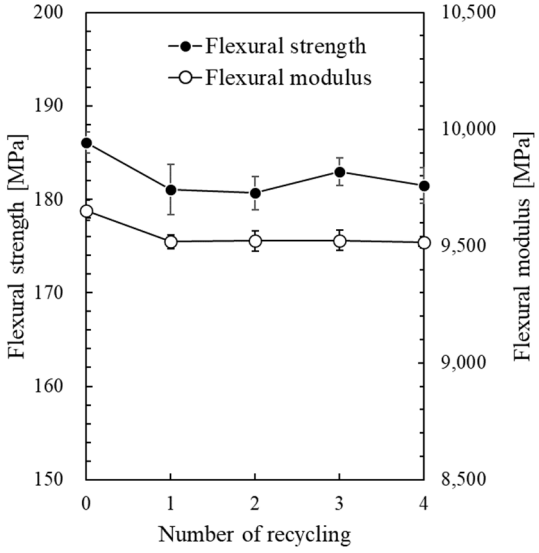


図 2　リサイクル回数が曲げ特性に及ぼす影響

4. まとめ

ベント式射出成形機を用いて、材料の予備乾燥を行わず GF-PBT のダイレクトリサイクル成形を行い、物性を評価した。バージン材と比較してリサイクル材の物性は低下するが、97 %以上の強度を維持しており、リサイクル材の成形手法として有効であることがわかった。

電子光技術やシステム制御技術による生産性向上・新商品開発支援

県内光学産業の高度化支援とセンサデバイスの企業展開 [3] -

オプトエレクトロニクスグループ　山根　治起

Electro-Optics and System Control Technologies for Productivity Improvement and New Products
- Advanced Optical and Photonic Devices for Sensing Applications [3] -

Optoelectronics Group　Haruki YAMANE

抄録

地球温暖化などのグローバルな環境破壊や局所的な公害問題、さらには、感染症のパンデミック（世界的大流行）など、暮らしにおける安全・安心への関心は益々高まっている。これらの問題を解明／解決していくには、生活環境や医療等に関わる計測・検査技術の進展が不可欠である。本研究課題では、可燃性ガスやバイオ分子などの化学物質を高精度に検出できる新たな光検知式バイオ化学センサを開発し、県内光学関連企業による製品化を目的としている。特に、磁性体と光との相互作用である磁気光学効果を利用することで、高感度かつ安定な検出を特徴とする磁気光学式センサについての研究を実施している。本センサでは、検知素子を構成する磁性膜の磁化方向を、外部磁場を使って周期的に反転させる同期計測法を用いることで、高い検知精度を実現する。この場合、消費電力の低減ならびに装置小型化の観点からは、小さな印加磁場で磁化が反転できる磁性材料の開発が求められる。今年度は、磁気光学プラズモンセンサに用いる磁性薄膜について検討を行い、厚さが 0.5nm の極薄 CoPt 膜を用いることで、磁化反転磁場を約 2 桁低減することに成功した。今後、検知材料との組み合わせなどによって、各種バイオ化学センサとして実用化を目指す。

［キーワード：バイオ化学センサ，磁気光学，磁気特性 ］

Abstract

Enhancements on magneto-optical (MO) effects due to optical interferences, photonic crystals, and plasmon resonances have been extensively studied, because large MO activities are desirable in practical applications, such as optical recording media, telecommunications, and optical chemical and biological sensors. In this research, the improvements in magnetic properties of MO plasmon elements have been investigated for bio-chemical sensing applications. The CoPt magnetic ultra-thin films generated very low magnetic saturation field, and so it would be useful for high-performance sensor elements.

[Key words: chemical and biological sensor, magneto-optical effect, optical interference]

1. はじめに

地球温暖化による環境破壊や、感染症のパンデミック(世界的大流行)など、暮らしにおける安全・安心への関心は益々高まっている。これらの問題の解明・解決には、生活環境や医療などに係る計測／検査技術の進展、つまり高性能バイオ化学センサが不可欠である。化学物質の検出や濃度判定に用いるバイオ化学センサには、ガス漏れや火災に伴う有毒ガスを検知するガスセンサ、溶液中のイオンを検知するイオンセンサ、生体反応を検知するバイオセンサなどがある。本研究課題では、光と磁性体との相互作用である磁気光学効果を利用した新規センサの開発を目的としており、表面プラズモン共鳴あるいは光学干渉による磁気光学特性の増大とともに、水素ガスセンサへの応用について報告している[1,2]。今年度は特に、磁気光学プラズモンセンサの磁気特性の改善について検討を行った。

2. 磁気光学プラズモンセンサ

表面プラズモン共鳴を利用した磁気光学式センサの一例として、水素ガス検知への応用について説明する。センサ素子は、【水素検知層／磁性層／貴金属層】積層膜を基本構成とし、直角プリズムと光学結合して、基板裏面から p 偏光を照射することで、表面プラズモンを励起する。単層膜に比べて数百倍に及ぶ磁気光学特性が実現できるとともに、その増幅率は積層膜の表面状態に非常に敏感でもある。水素ガスを検知する際は、積層膜表面に形成された水素検知層の水素反応にともなう物性変化を磁気光学信号(偏光角)として計測する。水素検知に用いる積層膜の代表的な構造は、[Pd(3)/Al_2O_3(5)/CoPt(3.9)/Ag(9)/ZnO(30), unit nm]/ガラス基板であり、Pd 層、CoPt 層、および、Ag 層が、それぞれ、水素検知、磁気光学、および、プラズモン励起を担う。本積層膜を用いて、室温での水素ガスの検知実験を行った結果を図 2 に示す。水素ガスの導入／遮断にともなって、検知信号の明瞭な変化が確認できる。ここで、磁気光学式センサでは、測定光強度に依存しない偏光角を計測することで、高い安定性を実現する。実際に、入射光強度を変えて水素ガスの検知実験を行い、検知信号に影響がないことも確認している。

さらに、磁気光学式センサでは、検知素子を構成する磁性層の磁化方向を、外部磁場を使って周期的に反転させる同期計測を用いることで、高い検知精度を実現する。その際、消費電力の低減ならびに装置小型化の観点からは、小さな印加磁場で磁化が反転できる磁性材料が求められる。検討の結果、図 3 に示すように、厚さが 0.5 nm 程度の極薄 CoPt 膜を用いることで、これまでに比べて、磁化反転磁場を約 2 桁低減することに成功した。また、磁気光学顕微測定では、膜厚の減少にともなって、磁化反転機構が、【磁壁移動】→【磁気バブル】→【連続回転】へと変化する様子が観測された。現在、高エネルギー加速器研究機構での放射光計測によって、磁気物性について詳細な調査を進めている。

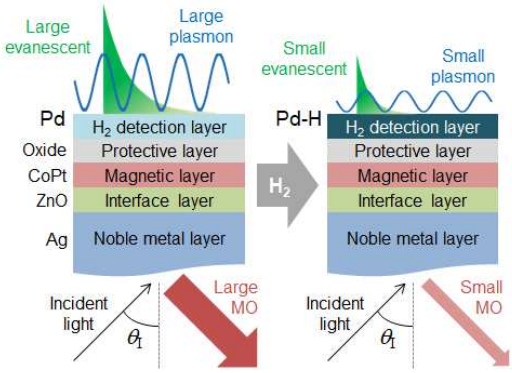


図1. 磁気光学式水素ガスセンサの構造

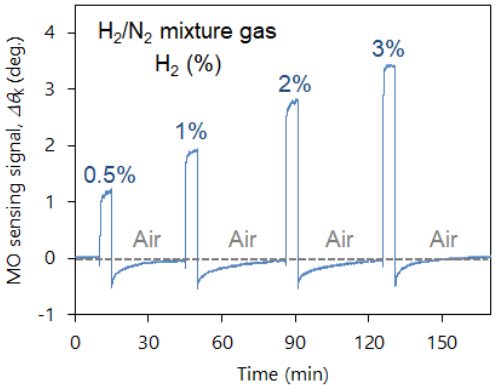


図 2. 磁気光学式センサによる水素検知

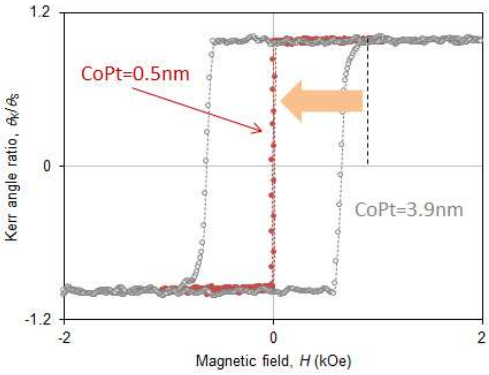


図 3. 極薄 CoPt 膜による飽和磁場の低減

3. まとめ

光と磁性体との相互作用である磁気光学効果を利用することで、新たな高性能バイオ化学センサの開発を進めている。磁気光学式センサでは、検知素子を構成する磁性膜の磁化方向を、外部磁場を使って周期的に反転させる同期計測法を用いることで、高い検知精度を得ることができる。今年度は特に、磁気光学プラズモンセンサに用いる磁性薄膜について検討を行い、厚さが 0.5nm の極薄 CoPt 膜を用いることで、磁化反転磁場を約 2 桁低減することに成功した。消費電力の低減ならびに装置小型化が期待できる。本研究の一部は、科学研究費助成事業(23K04619)の助成のもと実施した。

文　献

[1] H. Yamane, Jpn. J. Appl. Phys. Vol.60, SCCG01 (2021)

[2] 山根治起, 電気学会論文誌 E 139, 317 (2019)

電子光技術やシステム制御技術による生産性向上・新商品開発支援

- 機能性光学デバイス技術の県内企業展開 [3] -

機能性材料・デバイスグループ　内田　勝
電子光応用開発部　梁瀬　智

Electro-Optics and System Control Technologies for Productivity Improvement and New Products

- Development of Functional Optical Device Technologies [3] -

Functional Materials and Device Group　Masaru UCHIDA
Electronics and Optics Application Development Section　Satoshi YANASE

抄録

液晶レンズは、液晶材料を用いた新しい光学デバイス（機能性光学デバイス）であり、秋田県発の技術シーズでもあり、その応用が期待されている。高抵抗膜の径を制限した液晶レンズの試作・評価を行い、凸レンズ特性が改善することを検証している。本報では凹レンズ特性の改善のために、従来の円形中央電極と外電極で駆動する方式を、中央電極を同心円状に 2 分割した構造とし、その外側電極の駆動電圧および駆動周波数の制御を検討した。その結果、収差低減の観点から周波数制御が凹レンズ特性の改善に有用な駆動法であると考えられる。

［キーワード：液晶レンズ、高抵抗膜、光学特性、電極構造、駆動方法］

Abstract

A liquid crystal (LC) lens is a one of a functional optical device, which can be changing of focus length with control of electrical voltage, and also is one of the important technical seeds invented in Akita Prefecture. The LC lenses with a limited diameter high-resistance film were tried and shown improvement of the convex lens characteristics. In this report, in order to improve the concave lens characteristics, the conventional driving method by electrode structure with a circular center electrode and outer electrodes was revised. A LC lens was made with an electrode structure of a with two-divided center electrodes, the control of the driving voltage and driving frequency of the outer electrode was investigated. As a result, frequency control is considered to be a useful driving method for improving concave lens characteristics from the viewpoint of reducing aberrations.

[Key words: liquid crystal lens, high-resistance film, optical properties, electrode structure, driving method]

1. はじめに

液晶レンズは、液晶材料を用いた新しい光学デバイス（機能性光学デバイス）であり、秋田県発の技術シーズでもある。小型イメージングデバイスやセンシングデバイス等がヒューマン・インターフェイス機器への応用が進む中で、機械的動作がなく凸凹焦点可変機能を持つ液晶レンズによる応用が期待されている[1]。近年では、用途範囲をより広げるためにレンズ径を大口径化する技術開発も進められている。

前報では、高抵抗（HR）膜の径（HR 径）を制限した液晶レンズに対して計算機シミュレーションでレンズ特性の改善を検討した[2]。その後の試作・評価で凸レンズ特性が改善することを検証している。凹レンズにおいても特性の評価を進めているが、レンズパワー（レンズ度数）の増加と収差の低減が課題となっている。本報では、円形高抵抗膜付きの液晶レンズにおいて、従来の円形中央電極と外電極の2電圧で駆動する方式を、中央電極を 2 分割した構造とし、その外側電極の

駆動電圧および駆動周波数を制御することで凹レンズ特性の改善を検討した[3]。

2. 試作・実験・結果

液晶レンズの電極構造を図 1 に示す。ITO 膜をパターニングして、2分割した中央電極(内電極: V1(径 8 mm)と内外電極: V2)および外電極: V3 を配置した。V3 の内孔 10 mm がレンズ径である。透明絶縁膜を介して HR 膜(2×10^6 Ω/□)を設け[4]、さらにリフトオフ法で径 11 mm とした。液晶の複屈折率Δn は 0.298、セルギャップは 53 μm である。

各電極を駆動する電圧および周波数(矩形波)をそれぞれ V_1, f_1, V_2, f_2, V_3, f_3とする。図 2 は、$V_1 = V_2 = 2.5\ V_{rms}$, $V_3 = 1\ V_{rms}$, $f_1 = f_2 = f_3 = 3$ kHz の“通常駆動”で得られた干渉縞パターンと光学位相差分布である。位相差分布に不連続性(“ジャンプ”)が発生するために変化量、レンズパワー(放物線近似した 2 乗係数)が小さい。

“通常駆動”から V_2 を制御すると(2.5 V_{rms} から下げると)、位相差分布の“ジャンプ”量が減少して変化量が増加したことによりレンズパワーが増加した(図 3 の(a)と(b))。これは V2 電極による電界分布が HR 径のエッジ付近に作用したことによると考えられる。また、図 3 の(c)と(d)に示す f_2 制御(3 kHz から高くすること)においても“通常駆動”よりもレンズパワーが増加することが分かった。さらに、図 3 の(b)と(d)との比較からは、f_2 制御の方が収差が小さい(グラフ中の放物線へのフィッティングが良く RMS 誤差が小さい)ことが分かる。種々条件を検討して位相差分布を解析した結果(図 4)、f_2 = 9 kHz では“通常駆動”と同等の RMS 誤差で 3 倍大きいレンズパワーが得られることが分かった。

3. まとめ

円形高抵抗膜付きの液晶レンズの凹特性改善のために 2 分割した中央の外側電極の駆動電圧および駆動周波数の制御を検討した。その結果、収差低減の観点から周波数制御が凹レンズ特性の改善に有用な駆動法であると考えられる。

文　献

[1] M. Ye *et al.* : Jpn. J. Appl. Phys. 52, 042501 (2013).

[2] 梁瀬ほか: 秋田県産業技術センター令和 4 年度業務年報, 66 (2023).

[3] 内田ほか: 第 71 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 24a-P01-13 (2024).

[4] 内田ほか: 秋田県産業技術センター令和 3 年度業務年報, 68 (2022).

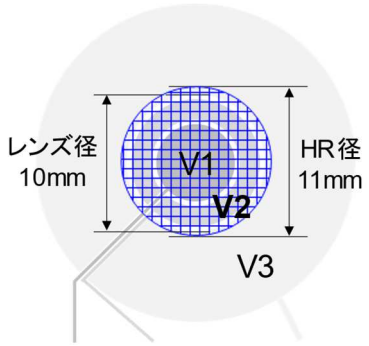


図 1　電極は内電極: V1、内外電極: V2、外電極: V3、HR 膜はハッチング部分

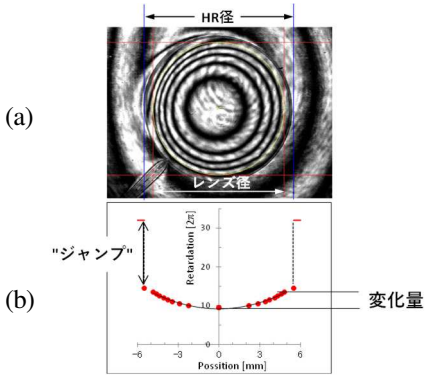


図 2　“通常駆動”での(a)干渉縞パターンと(b)光学位相差分布（レンズ径内で放物線近似）

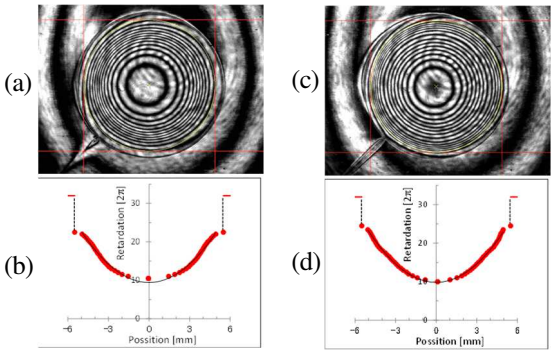


図 3　$V_2 = 1.2\ V_{rms}$ での(a)干渉縞パターンと(b)光学位相差分布、$f_2 = 9$ kHz での(c)干渉縞パターンと(d)光学位相差分布

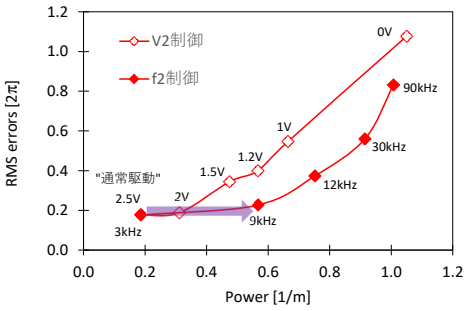


図 4　レンズパワーと RMS 誤差の関係

電子光技術やシステム制御技術による生産性向上・新商品開発支援

- 電界撹拌技術を用いた新型ウイルス等に対応した迅速検査システムの開発 [3] -

システム制御グループ　中村　竜太、大久保　義真、久住孝幸

Electro-Optics and System Control Technologies for Productivity Improvement and New Products

- Development of Rapid Diagnostic System for New Viruses using Electric Field Mixing (EFM) [3] -

System Control Group　Ryuta NAKAMURA, Yoshinobu OKUBO and Takayuki KUSUMI

抄録

秋田県独自技術である電界撹拌技術を用いて、新型ウイルス等の感染症における抗体検査にも応用可能な ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay：酵素結合免疫吸着測定)[1]法のプロセス時間の迅速化を目指す。本年度は、従来の吸光度測定に替わる新たな検出方法として、株式会社小滝電機製作所で独自に開発したクイック光質センサを活用し、ELISA 後の発色液滴の色調を評価する装置の開発を行い、ELISA における従来吸光度測定と色調測定の相関評価を行った。その結果を報告する。

［キーワード：電界撹拌技術、酵素免疫測定法、抗原抗体反応、クイック光質センサ］

Abstract

By the electric field mixing (EFM) that is Akita's original technology, we aim to speed up the processing time of the ELISA method, which can be applied to antibody test for Infectious diseases caused by new viruses. In this report, as a new detection method to replace the conventional absorbance measurement, using a quick light quality sensor originally developed by Otaki Electric Manufacturing Co., Ltd., we developed a device to evaluate the color tone of colored droplets, and evaluated the correlation between conventional absorbance measurement and color tone measurement in ELISA.

[Key words: Electric Field Mixing, enzyme-linked immunosorbent assay, antigen-antibody reaction, quick light quality sensor]

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症等における検査について、ウイルスそのものを特定する PCR 検査や抗原検査、感染後の抗体の有無を確認する ELISA 法を用いた抗体検査が適宜行われている。長所短所がそれぞれの検査に存在するが、抗原検査以外において共通する課題として、それぞれ約 3 時間程度の長時間を要することが挙げられる。

そこで、本事業では、秋田県独自技術である電界撹拌技術[1]を用いて、これら検査時間の迅速化を目指す。ELISA には多くの検出法があり、一般的に比色定量、蛍光、化学発光がよく利用されている。発色反応した液を分光光度計等の専用機器によって吸光度等が測定され、数値化される。この検出方法においては、測定に関してある程度の液量や、それぞれの色に合わせた検出フィルターも必要となる課題がある。それら従来の吸光度測定に替わる方法として、株式会社小滝電機製作所で独自に開発したクイック光質センサを用い、吸光度ではなく色調によって評価する方法を新たに開発することを目的とする。

2. クイック光質センサを用いた色調評価装置の開発

開発した色調評価装置を図 1 に示し、クイック光質センサによる測定原理を図 2 に示す。LED 照明からの拡散光をレンズによってコリメート光とし、スライドガラスを通し、発色した検体液の色調をセンサによって検出する。これを 1 スポットごと自動で走査させて最大 96 スポット測定できる装置である。

図 1 開発した色調評価装置

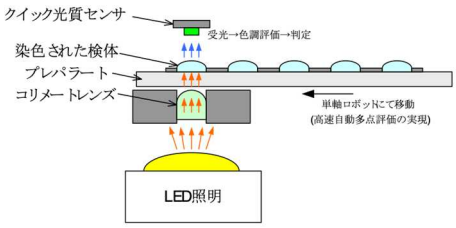


図 2 クイック光質センサによる測定原理

3. 開発した色調評価装置における発色評価

開発した装置を用いて、従来の吸光度測定方法との比較評価を行った。96 ウエルを用いた吸光度測定とスライドガラスを用いた色調測定における相関係数を図 3 に示す。液量が小さくなれば、吸光度測定（X 軸）において、吸光度のダイナミックレンジが小さくなるが、光質センサを用いた彩度評価（Y 軸）においては、15 μL になっても彩度のダイナミックレンジは変化しない。この結果から、微量でも計測可能であることが、本装置のメリットである。

従来の静置方法による ELISA 法と電界撹拌技術を導入した ELISA 法の比較を行った。実際の ELISA 後の発色写真及び抗体濃度と彩度で評価した結果を図 4 に示す。この結果から、電界撹拌を導入することにより、彩度が約 1.4 倍向上することが確認できた。また、それぞれでばらつきを評価した結果、電界撹拌を用いた ELISA では、静置法に比較して、ばらつきが小さいことが確認できた。

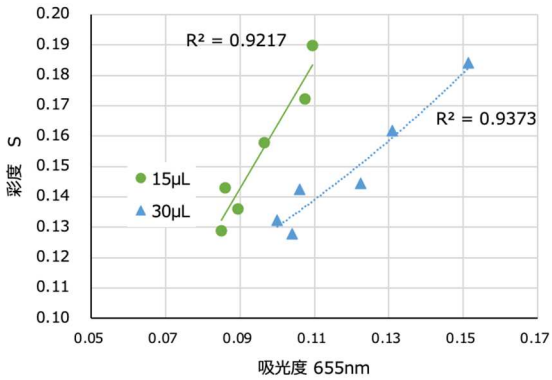


図 3 吸光度測定と色調測定における相関係数

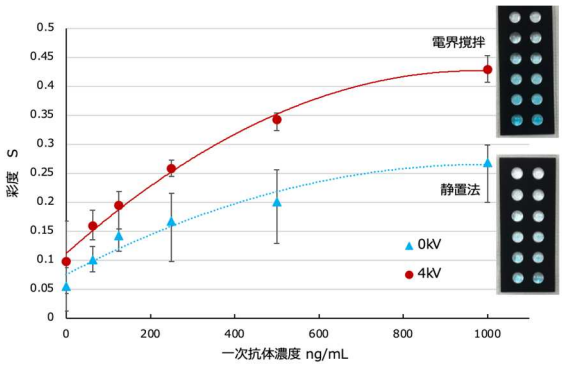


図 4 抗体濃度と彩度の関係

4. まとめ

光質センサを用いた彩度評価において、15 μL でも評価可能であることが確認できた。また、電界撹拌 ELISA 法により、静置法と比較して、彩度が約 1.4 倍向上し、かつばらつきが小さいことも確認できた。

謝辞 本研究の一部は、令和 3 年度あきた企業活性化センターあきた中小企業未来応援ファンド事業「バイオ向け高速多点色調測定装置の研究開発」（株式会社小滝電機製作所）のご支援によるものであり、ここに感謝の意を表します。

文　献

[1] 中村竜太ら, 電界非接触微粒子撹拌技術の開発, 精密工学会誌, Vol.80, No.9 (2014)862-866.

電子光技術やシステム制御技術による生産性向上・新商品開発支援

- 電界砥粒制御技術を用いた結晶材料の加工技術支援 [1] -

システム制御グループ　久住　孝幸、越後谷　正見

Electro-Optics and System Control Technologies for Productivity Improvement and New Products

- Technical assistance for Processing of Crystalline materials using Electric Field-assisted Abrasives control technology [1] -

System Control Group　Takayuki KUSUMI　and Masami ECHIGOYA

抄録

「結晶材料」は、古くからルビーなど宝飾品として知られている材料であるが、今日の工業用途にも広く用いられており、電子デバイス、発光素子、光学素子、エネルギー変換素子など、幅広い分野で利用されている。本事業では、結晶材料インゴットの切り出しから高品位表面仕上げ加工までの各工程に対して、秋田県独自技術である電界砥粒制御技術による援用加工技術の提案などを通して、結晶材料等の高脆材加工技術の高度化技術支援を行う。本年度は、電界砥粒制御技術の実用化に向けて、研磨装置メーカーとの共同研究を行うとともに、センターで保有する各種測定機器による加工品位評価などを通して高脆材加工技術の高度化技術支援を行った。

[キーワード：電界砥粒制御技術、結晶材料、切断、研磨]

Abstract

"Crystalline materials," known since ancient times as materials for jewelry such as rubies, are widely used in today's industrial applications in a wide range of fields such as electronic devices, light-emitting elements, optical elements, energy conversion elements, etc. This project provides advanced technical assistance for the processing of brittle materials such as crystalline materials from slicing out ingots to high-grade surface polishing through proposals for processing technology using Electric Field-assisted Abrasives control technology, that is Akita's original technology. This year, we have conducted joint research with polishing machine manufacturers towards the practical application of Electric Field-assisted Abrasives control technology. And we have provided advanced technical support for the processing of brittle materials through evaluations of processing quality using various measuring instruments.

[Key words: Electric Field-assisted Abrasives control technology, Crystalline materials, slicing, polishing]

1. はじめに

「結晶材料」は、古くからルビーや水晶など宝飾品として知られている材料であるが、今日の工業用途にも広く用いられており、電子デバイス、発光素子、光学素子、エネルギー変換素子など、幅広い分野で利用されている。これらの材料は、結晶成長させたインゴットから切り出し、所定の形状に整えた後に、結晶材料の機能を発揮させるための表面を創成するためにナノメートルオーダーまで磨き上げることによって工業製品として提供される。秋田県には、これらの結晶材料を成長製造から行う企業や、近年の工業製品の高度化によってますます要求の高まる表面を創成し得る高品位加工を生業とする企業が数多く存在する。

本事業では、結晶材料インゴットの切り出しから高品位表面仕上げ加工までの各工程に対して、秋田県産業技術センターで保有する各種測定機器による加工品位評価や、秋田県独自技術である電界砥粒制御技術による援用加工技術の提案などを通して、結晶材料等の高脆材加工技術の高度化技術支援を行う。

2. 評価・解析手法や加工技術の提供による技術移転・高度化支援

本年度は、県内外企業・機関の 27 事業所（うち、県内 18 事業所）に対し、技術相談・指導を 107 件、設備利用 60 件、簡易受託研究 20 件、共同研究 10 件などを通して、技術移転や高度化支援を実施した。

評価解析事例紹介：図1は秋田県産業技術センターにて保有する高分解能プローブ顕微鏡によって得られた SiC ウェハのダイヤモンドラップ面の表面観察像である。粒径の大きなダイヤ粒子によるスクラッチ痕の他、ところどころに、ピットのようなクラックが入っている様子が観察された。結晶材料ではこういったピットは、結晶構造に深さ方向に見えないダメージが入って加工変質層として残る。加工変質層の深さは、後工程の加工時間の増減に響くので、加工の良し悪しの指標の一つとなる。

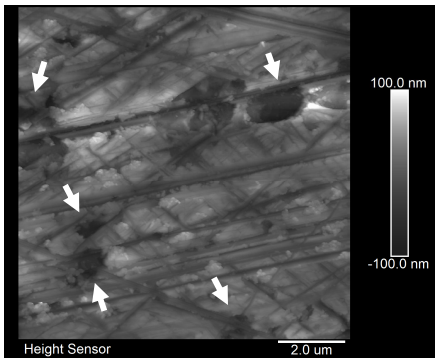


図 1 解析事例：高分解能プローブ顕微鏡による SiC ウェハのダイヤラップ面観察像

3. 電界砥粒制御技術[1]の実用化に向けた取り組み

赤上らは、低周波高圧電界によって研磨スラリー中の砥粒が活発に運動する特徴を見出し、これを遊離砥粒研磨加工に展開した。図 2 に示すように砥粒の飛散性を抑制させ、研磨面に引き込むことによって良好な研磨を進める加工法が電界砥粒制御技術[1]である。一方で、高電圧を印加する電極を上部研磨ヘッド内に搭載する必要があるため、装置に組み込む際に制約が生まれ、ウェハ大口径化の際には、剛性や平坦性を担保するためのヘッドの製作が大きな課題となって実用化のハードルの一つになっている。

そこで、研磨装置メーカーと共同研究を行い、電界印加用の電極を一体化させた研磨ヘッド方式ではなく、電界砥粒制御用電極と研磨ヘッドを分離配置した構成の研磨装置を提案した[2]。本方式で研磨レートの向上効果認められ、また、電界印加周波数掃引機能を用いることによって、これまで必要だった周波数の最適化検討を容易にした。

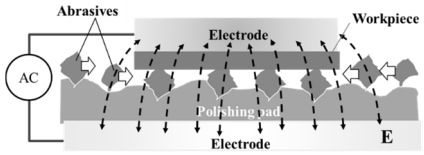


図 2 電界砥粒制御技術の原理模式図

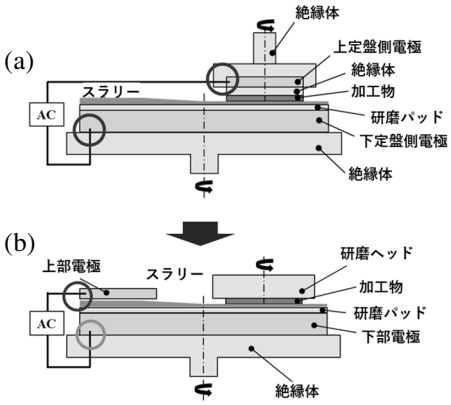


図 3 電界砥粒制御技術用電極配置
(a)既存方式、(b)提案方式

4. まとめ

電界砥粒制御技術の実用化に向けて、研磨装置メーカーと共同研究を行い、従来の電界印加用電極が一体化した研磨ヘッド方式ではなく、電界砥粒制御用電極と研磨ヘッドを分離配置した構成の研磨装置を提案した。また、センターで保有する各種測定機器による加工品位評価などを通して高脆材加工技術の高度化技術支援を行った。

文　献

[1] 赤上陽一他, 粒子分散型機能性流体を用いた研磨方法の開発, 日本機械学会論文集 C 編, 66, 649, (2000) 270.
[2] 神津美和, 宮下忠一, 久住孝幸, 電界砥粒制御技術における電極配置と周波数掃引効果, 2023 年度砥粒加工学会学術講演会論文集, (2023) 40.

エネルギー技術の県内企業展開

- エネルギーの効率的利用に関する技術開発 [3] -

新エネルギー・環境グループ　高山　健太郎、伊勢　和幸

Development of Energy Technology
- Technology for Effective use of Energy [3] -

New energy and Environment Group　Kentaro TAKAYAMA and Kazuyuki ISE

抄録

太陽光発電パネル（PV パネル）の廃棄量の増大に伴い、最終処分場のひっ迫することが見込まれる。その問題の解決には、使用済み PV パネルのリユースの可否を判断する劣化診断技術が重要となる。これまで当センターでは、交流インピーダンス法による新たな劣化診断技術を検討している。本年度は PV パネルに対して結露などを追加した条件で耐候性試験を行った。その結果、耐候性試験後には PV パネルが劣化していたことを、交流インピーダンス法で確認できた。
［キーワード：太陽光発電、劣化診断、交流インピーダンス法、耐候性試験］

Abstract

The increasing disposal of photovoltaic panels (PV panels) is expected to lead to a shortage of final disposal sites. To solve this problem, it is important to develop a degradation diagnosis technology to determine whether used PV panels can be reused or not. We are studying a new degradation diagnosis technology based on the AC impedance method. This year, weathering tests were conducted on PV panels under additional conditions such as condensation. The results showed that the PV panels were degraded after the weather resistance test, which was confirmed by the AC impedance method.
[Keywords: photovoltaic power generation, deterioration diagnosis, AC impedance method, weather resistance test]

1. はじめに

東日本大震災などの際に問題となった安定的な電力需給を契機として、「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法（FIT 法）」による後押しなどにより、再生可能エネルギーによる電力の導入が進んできた。また、国の政策による各種補助金など支援もあり、太陽光発電は全国各地で導入が進んできた。PV パネルの製品寿命は一般的に、25～30 年とされている[1]。そのため 2010 年頃に加速的に導入量が増加した PV パネルは、一定の役割を終える 2030～2040 年代には、大量の廃棄物となる懸念がある。廃棄物として扱われる PV パネルの問題には、最終処分場のひっ迫や PV パネルからの有害物質の流出などがある。これらの問題を解決するためには、PV パネルの材料リサイクルだけでなく、まだ再利用の可能性の是非を判別する技術、即ち、使用済み PV パネルの劣化診断技術が必要となる。しかしながら現状は、故障診断技術はあるものの、十分な劣化診断技術はなく、その技術開発が望まれる。

当センターでは昨年度から PV パネルの新しい劣化診断技術として、交流インピーダンス法に着目し、その可能性について検討を進めている[2]。この手法では、電気配線の異常の他に、PV パネルを構成する材料の劣化に関する情報も得られることが期待される。昨年度は紫外線照射による耐候性試験を PV パネルに対して実施したが、十分に劣化させることはできなかった。本年度は結露などを加えた条件で耐候性試験を行い、試験前後での交流インピーダンス法による測定から、PV パネルの劣化を評価することが出来たので、その結果を報告する。

2. 実験方法

実験には昨年度の実験で用いた試料と同仕様の小型の PV パネル(PV モジュール)を用いた[2]。

耐候性試験には、促進耐候性試験機(岩崎電気(株)製、SUV-W161 型)を用いた。同試験では、紫外線照射を 10 時間、次に結露を 5 時間、最後にシャワー30 秒間を 1 サイクルとし、累積紫外線照射時間が 100、200、300、400、500 時間となるようにサイクルを繰り返した。紫外線照射時の設定条件は、紫外線強度 150 mW/cm^2、温度 85 ℃、相対湿度 70% RH とした。また、結露時には紫外線照射と温度制御は行わず、相対湿度 100%RH とした。なお、紫外線強度 150 mW/cm^2 で最大照射時間 500 時間は、屋外環境でおよそ 10 年分の紫外線照射量に相当する。

交流インピーダンス法による測定には、電気化学測定システム(東陽テクニカ製、Model 1260-MAS(ソーラトロン))を用いた。その測定条件を表 1 に示す。交流インピーダンス法の測定結果の 1 つである Cole-Cole プロットの例を図 1 に示す。一般的に、PV モジュールの Rsh と Rs の関係は、 Rsh>>Rs≒0 であり、 Rs+Rsh≒Rsh と考えることができる。従って、以降の本実験での Rs+Rsh は、単に Rsh と表記する。

表 1 交流インピーダンス法による測定条件

交流電圧	0.02 V
掃引周波数	1 Hz~ 1M Hz
恒温恒湿槽内温度	25±1 ℃
PV モジュールの状態	遮光状態(非発電状態)

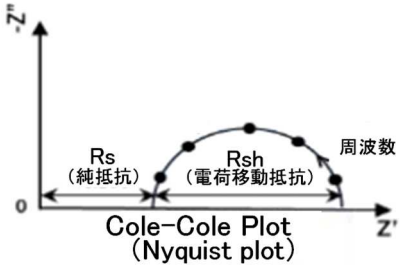


図 1 Cole-Cole プロットの例

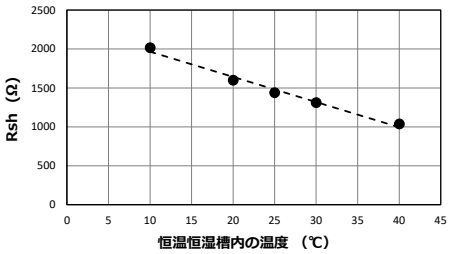


図 2 PV モジュールの Rsh の温度依存性

3. 結果と考察

図 2 に PV モジュールの Rsh の温度依存性を示す。同図から Rsh には温度依存性があることがわかる。そこで本実験では、PV モジュールの測定時には恒温恒湿槽内に入れ、一定の温度(25 ℃)で測定を行った。図 3 に結露有りと無しの条件で耐候性試験を行った前後での Rsh の比(抵抗比)の測定結果を示す。結露有りでは、結露無しに比べて全照射時間で抵抗比は小さい。また 500 時間の紫外線照射では、結露有りでの抵抗比は 0.6 程度まで低下しており、水の影響により PV モジュールの劣化が進んだと思われる。従って、結露などの条件を追加した耐候性試験により PV モジュール内部での劣化が進み、その結果として抵抗比が低下することを、交流インピーダンス法で確認できた。

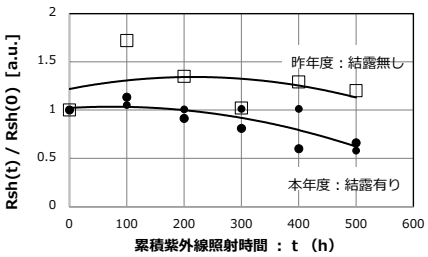


図 3 耐候性試験前後の PV モジュールの抵抗比の紫外線照射時間依存性

4. まとめ

PV モジュールに対して、結露などの条件を追加した耐候性試験を実施し、交流インピーダンス法で測定を行った。耐候性試験後には PV モジュールの抵抗比は低下しており、水の影響により内部劣化が進んだことを、交流インピーダンス法によって確認できた。今後は PV パネルの劣化に関わる要因の詳細な調査を進める。

謝辞 本研究の一部は、環境省「脱炭素型循環経済システム構築促進事業」の一環として行われた。

文 献

[1] 資源エネルギー庁:“2040 年、太陽光パネルのゴミが大量に出てくる？再エネの廃棄物問題”,
https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/taiyoukouhaiki.html

[2] 秋田県産業技術センター 令和 4 年度業務年報、pp.70-71 (2023)

エネルギー技術の県内企業展開

- 熱マネジメント技術の開発と県内企業展開 [3] -

新エネルギー・環境グループ　井上　真、伊勢　和幸

Development of Energy Technology
- Development of Thermal Management Technology and Deployment for Companies in the Prefecture [3] -

New energy and Environment Group　Makoto INOUE and Kazuyuki ISE

抄録

県内における熱エネルギーの有効活用を図るため、熱交換器と熱発電の検討を行っている。熱交換器では、冷媒にCO_2を使用する家庭用ヒートポンプユニットを想定し、新規提案の二重管構造の基礎的な性能解析を行った。水が流れる内管内で乱流を促進することで、熱交換器の性能改善の可能性を、熱流体解析により確認した。

また熱発電では、IoT デバイス用電源として熱発電システムの基礎実証を行った。熱解析で性能予測した構造で試作と動作検証を行った。その結果、狭設置面積かつ小さな温度差でも、IoTデバイスの連続動作が可能である事を確認した。

［キーワード：二重管型熱交換器、乱流、熱流体解析、熱発電、IoTデバイス］

Abstract

A heat exchanger and heat power generation were studied for effective utilization of thermal energy in the prefecture. For the heat exchanger, a basic analysis of a newly proposed double-tube structure was conducted, assuming a residential heat pump unit that uses CO_2 as refrigerant. The possibility of performance improvement in heat exchanger by generating turbulence in the inner tube where water flows was confirmed through thermo-fluid analysis.

We have also conducted a basic demonstration of a thermoelectric system as a power source for IoT. A prototype was fabricated and demonstrated using a structure whose performance was predicted by thermal analysis. As a result, it was confirmed that continuous operation of IoT devices was possible even with a small footprint and small temperature differences.

［ Keywords: double-tube heat exchangers, turbulence, thermo-fluid analysis, thermoelectric, IoT device ］

1. 熱交換器の検討

1－1はじめに

近年、家庭用温水機器として環境に考慮した冷媒であるCO_2を用いた熱交換器を搭載する機器の普及が進んでいる。その熱交換器では、乱流の促進により高効率化が可能である[1]。そこでCO_2熱交換器の性能改善を効率的に進めるために、新たに提案する乱流を促進する構造を取り入れた二重管型熱交換器の性能改善の効果を、熱流体解析により確認したので、その概要を報告する。

1－2　解析条件および結果

熱流体解析には、これまでにも流体解析に使用していた解析ソフトのXFlow を用いた[2]。今回新たに提案する構造の解析モデルを図 1 に示す。複数の穴がある板（以下、絞り板）を、二重管型熱交換器の内管内に配置す

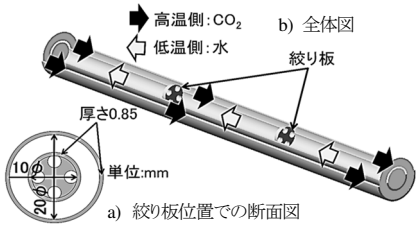


図 1　絞り板が 2 枚の二重管型熱交換器の解析モデル（穴数:4 個）

ることで、内管内の水に乱流を促し、熱交換性能の向上を図る狙いがある。熱交換器の全長は 220 mm、内管内径は 10 mm φ、外管内径は 20 mm φ、管材には厚さ 0.85 mm の銅合金を設定し、管材表面の境界条件は滑りなしとした。低温側(内管)には 25 ℃の水、高温側(外管)には 90 ℃の CO_2 を共に流量 2 L/min で、対交流に設定した。なお CO_2 の物性値は、ヒートポンプユニット内のコンプレッサーで圧縮された状態を仮定し、密度は 461 kg/m^3、熱伝導率は 0.0214 W/(m・K) とした。

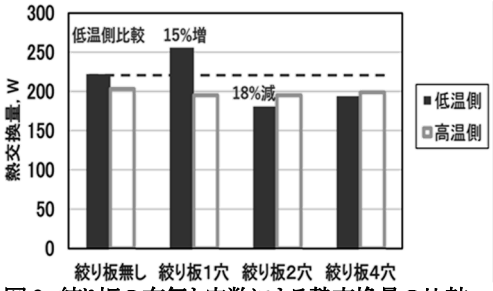


図 2 絞り板の有無と穴数による熱交換量の比較

図 2 に絞り板の穴数による熱交換量を、絞り板無しの場合と比較した結果を示す。絞り板 1 穴では、絞り板無しに比べ最大で 15% 熱交換量が増加し、乱流の効果が現れたと考える。一方で絞り板 2 穴と 4 穴では、熱交換量の増加は見られなかった。これは内管内での水流に対する絞りの効果が、穴数が多いために不十分となり、期待したほど乱流が発生しなかったためと考える。なお高温側の熱交換量は、外管内に絞り板がないため、CO_2 の流れはいずれの場合も層流のため、大きな違いは見られなかった。

1－3 まとめ

二重型熱交換器の内管内に乱流を促進する穴の開いた板(絞り板)を配置することで、熱交換性能を改善出来る可能性を熱流体解析で確認できた。今後は、絞り板を配置した熱交換器構造の最適化について検討を進める。

2. IoT 電源用小型熱発電システムの検討

2－1はじめに

設備の保全予知や農作物の育成環境計測等に用いる IoT 用の電源として、常時発電可能な熱発電への期待は高い。ただし、利用可能な熱源の温度や面積の制限で、必要な発電量を得ることは容易ではない。そこで単位面積あたりの発電量が増える工夫を行った小型熱発電システムを考案・試作し、IoT システムの動作を確認したので、概要を報告する。

2－2 小型熱発電システム

小型熱発電システムの詳細は本報では割愛するが、このシステムについての熱解析から、単位面積あたりの発電量が 1.5 倍以上になることが予測された。そこで市販のペルチェ素子を用い、設置面積 2×3 cm の熱発電システムを試作した。動作検証には、モノワイヤレス製磁気・湿度・温度センサー無線タグ“TWELITE® ARIA”を、その他に昇圧用 DC-DC コンバータやコンデンサも使用した。また温度差は、ペルチェ温調器で熱発電システムを挟み、付与した。

図 3 に熱発電システムへの温度差と、開放端電圧と起電力の関係を示す。得られた電圧や起電力は、熱解析から予測した値に近い改善量であった。そこで、17℃以上で動作が見込まれる 250 mV 駆動の昇圧コンバータからの出力で無線タグの動作を試みたところ、5 秒間隔程でデータ送信が可能であり、一般的な環境計測用途には十分な性能であることを確認できた。また、実際にはより低い温度差での動作が必要な場合もある。そこで 5 ℃前後で動作が見込まれる 20 mV 駆動の昇圧コンバータからの出力を、一端コンデンサに蓄電することにより、数分間隔でのデータ送信も確認できた。

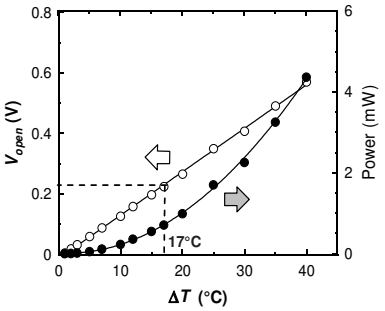


図 3 小型熱発電システムの開放端電圧と発電量の温度差依存性

2－3 まとめ

熱源の制限を受けにくい工夫をした小型熱発電システムを試作し、汎用的な 4 cm 角のペルチェ素子よりも小さな設置面積かつ 20℃以下の温度差で、IoT 用電源として利用できる可能性を確認した。今後はより実用的な性能向上に務める。

文　献

[1] 斎川路之, 家庭用自然冷媒(CO_2)ヒートポンプ給湯機“エコキュート”の技術と将来展望 IEEJ Journal, Vol.128, No.10 (2008)

[2] 秋田県産業技術センター 令和 3 年度業務年報, pp.74-75 (2022)

エネルギー技術の県内企業展開

- ワイヤレス機器向け高周波応用技術の開発 [3] -

オプトエレクトロニクスグループ　黒澤　孝裕、木谷　貴則

Development of Energy Technology
- Radio Frequency Application Technology for Wireless Devices [3] -

Opto-electronics Group　Takahiro KUROSAWA and Takanori KIYA

抄録

変調散乱技術による光走査式電界分布計測システムの性能向上を図り、ミリ波帯の近傍電界分布をサブ mm の空間分解能で計測可能なシステムを構築した。このシステムの応用として、強度分布に基づいてマイクロ波からミリ波帯における電磁界シールド効果を評価する技術を確立し、計測サービスの提供を開始した。また、250W 級大電力高効率ワイヤレス電力伝送の実証例および株式会社アクトラスと共同開発した非接触加熱撹拌装置について紹介する。

［キーワード：高周波電磁界センサ、変調散乱、ワイヤレス給電、EMC］

Abstract

We improved the performance of a light-scanning electromagnetic field distribution measurement system using modulated scattering techniques. This system could measure the electromagnetic field distribution in the mm-wave band with sub-mm spatial resolution. As an application of this system, evaluate electromagnetic wave shielding effects from microwave to mm-wave bands. For the wireless power transfer system, we demonstrated a 250W-class high-power, high-efficiency wireless power transfer system. And a non-contact heating stirring device jointly developed with ACTLAS Inc. .

[Keywords: electric field sensors, modulated scattering, wireless power transfer, EMC]

1. はじめに

小型ワイヤレス機器が広く普及しており、高周波電磁界を使用してエネルギーを伝送するワイヤレス給電システムや、5G 移動体通信端末、自動車や家電用人感レーダーといったミリ波帯高周波を利用したシステムが実用化されている。このようなシステムの更なる高度化や需要増加に対応可能な高周波応用技術の開発を目的として、高周波電磁界を使用したワイヤレスエネルギー伝送技術や高周波の信号計測、分布計測や材料評価技術を構築している。また、これら電子機器の開発時に必要な EMC 計測技術の指導や対策技術の強化を通して製品の開発効率・EMC 品質の向上を図っている。

2. マイクロ波・ミリ波帯高周波の分布計測技術

高周波信号の計測用途に、周波数40GHzのミリ波帯まで計測可能な4ポートベクトルネットワークアナライザ（VNA）を昨年度導入した。これを光変調散乱技術による光走査式電界分布計測システムに応用し、マイクロ波ーミリ波帯の近傍電界分布を計測可能なシステムを構築した。

周波数30 GHzで計測された電界分布を図1に示す。同軸一導

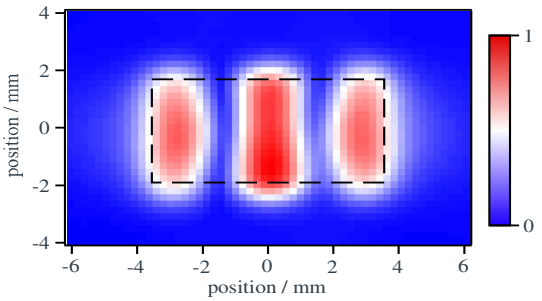


図 1.　周波数 30 GHz で計測した同軸-導波管アダプタ近傍の電界分布。導波管開口部の外形を破線で示した。

波管（WR-28）アダプタを高周波電界源とし、VNAより高周波信号を給電した。電界源直上に設置したシリコン基板を散乱体とし、レーザ光を照射して散乱波に変調を与えた。ここからの散乱電磁波を受信してVNAに入力し、復調して信号強度を求めた。散乱体上の光照射位置を掃引することにより電界分布を計測した。図1から、電界源開口部内部（7.1×3.6 mm）に電界が局在していることが分かり、ミリ波帯分布計測においてサブ mmの空間分解能を達成できた。

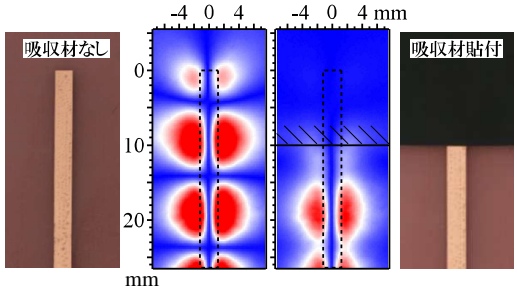


図 2. 近傍電磁界シールド効果の評価例。測定周波数 10 GHz.

この電界分布計測システムの応用例として、電磁界シールド効果を評価した結果を図2に示す。マイクロストリップラインを電界源として高周波信号を給電し、吸収体の有無による電界源直上の電界強度を比較した。吸収体貼付時に電界が減衰していることが分かり、この減衰量からシールド効果を評価可能である。この技術は小寸法の試料で近傍でのシールド効果を直接評価可能な特長があり、技術の応用としてマイクロ波・ミリ波に対するシールド効果の計測サービスを開始した。

3. ワイヤレス給電

電磁場シミュレーション解析に基づいた「コイルの設計・試作」、所望の電力と伝送効率を得るための「高周波回路の設計・試作・評価」を行い、企業ニーズに沿ったオリジナルなワイヤレス給電の技術開発、製品化支援を行っている。大電力高効率電力伝送の実証例および株式会社アクトラスと共同開発した非接触加熱撹拌装置を紹介する。

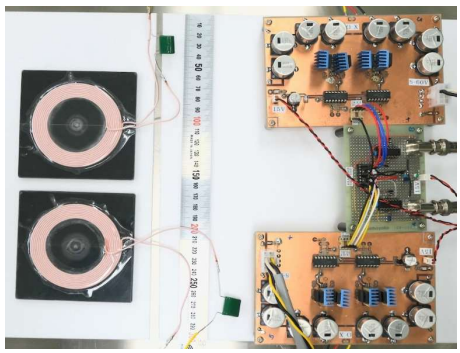


図 3. 250W 級ワイヤレス電力伝送システム。DC-DC 伝送効率 85%.

大電力高効率電力伝送の実証例として、直列－直列共振、同期整流を採用した 250 W 級ワイヤレス電力伝送システムを試作した。外観を図 3 に示す。送電ドライバはフルブリッジ型、受電は同期式フルブリッジ整流とした。送電/受電コイルは外径 80 mm とした。このシステムにより、伝送距離 3 mm、伝送出力 260 W において DC-DC 伝送効率 85%を達成した。

（株）アクトラスと共同開発した非接触加熱攪拌装置を図 4 に示す。本装置は、（株）アクトラスの「圧電アクチュエータを用いたオリジナル攪拌技術」と（株）フジクラプリントサーキットと共同開発した「ワイヤレス給電式の FPC ヒーター」を融合させたものである。容器内の液体は、上下の機械的振動により攪拌され、受電コイルとヒーターをシームレスで一体化した極薄 FPC ヒーターにより直接加熱される。免疫染色などの反応促進や薬液混合、洗浄などへの応用が期待される。

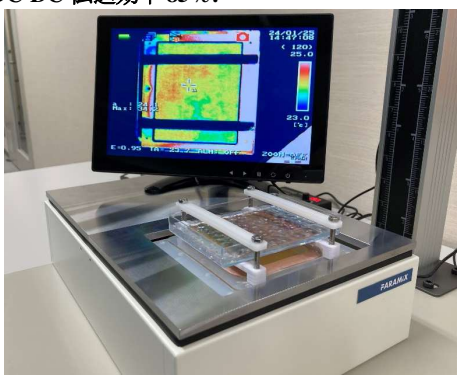


図 4. 非接触加熱攪拌装置.

4. 電子機器における EMC 計測・対策

電波暗室の管理、運用、その他電子計測機器を活用して、製品の EMC 規制対応や適合性判断を実施した。放射・伝導エミッションおよびイミュニティ試験システム、電源周波数磁界イミュニティ試験装置の運用により、民生機器の最新規格に対応した試験を実施した。電波暗室の年間累計の利用は 132 時間、30 件であった。

5. まとめ

これら、開発した高周波電界センサ、ワイヤレス給電のデモ機をセミコン・ジャパン 2023、MEMS センシング＆ネットワークシステム展 2024 に出展し、実応用に繋がる案件を獲得した。

県重点プロジェクト支援

- 高エネルギー加速器技術を基盤とする新産業育成 [3] -

機能性材料・デバイスグループ　笠松　秀徳、阿部　禎也、関根　崇
加工技術グループ　黒沢　憲吾
オプトエレクトロニクスグループ　山根　治起、近藤　祐治

Project of advanced technologies for Akita manufacturing industries
- Development of New Industries based on High Energy Accelerator Technology [3] -

Functional Materials and Device Group　Hidenori KASAMATSU, Tomoya ABE and Takashi SEKINE
Machining and Materials Processing Group　Kengo KUROSAWA
Optoelectronics Group　Haruki YAMANE and Yuji KONDO

抄録

現在、新たな高エネルギー加速器技術を用いたプロジェクトが東北地方で進められている。県内企業の加速器プロジェクトへの参入、および高エネルギー加速器技術を基盤とした新産業の育成を目標とし、今年度は次世代加速器技術の県内企業展開と、放射光を活用した測定技術の構築と技能者の育成に取り組んだ。
［キーワード：加速器、放射光、計測技術］

Abstract

Currently, projects using new high-energy accelerator technology are operation in the Tohoku region. We aimed to encouraging local companies to participate in accelerator projects and fostering new industries based on high-energy accelerator technology. In this year, we worked on the deployment of next-generation accelerator technology by local companies and the construction of synchrotron radiation measurement technology and the training of technicians.
[Key words: accelerator, synchrotron radiation, measurement technology]

1. はじめに

本事業では、高エネルギー加速器から生じる電子線や放射光 X 線を活用するための技術の構築や技術者育成、加速器技術を活用した企業支援を行うことで、県内の新産業育成を図る。令和 6 年度より運用が予定されている仙台市の「次世代放射光施設」や東北地方への誘致活動が進められている「国際リニアコライダー（ILC）」などの大型加速器プロジェクトは、高度な分析・計測手法の獲得によるものづくりの革新や、加速器産業への新規参入に向けた好機と捉えられる。高エネルギー加速器技術を基盤とした新産業育成に向けて県内企業の取組みを支援する事業を引き続き実施した。

2. 事業実施概要

2－1高エネルギー加速器技術研究会を通じた新規産業参入支援

現在東北地方では、2024 年度から仙台で運用開始予定の「Nano Terasu」や、岩手県の北上山地に建設予定の「国際リニアコライダー」等の高エネルギー加速器産業が活発な動きを見せている。本県の企業もこれらのプロジェクトへの参入を図るため、2018 年より「秋田県高エネルギー加速器技術研究会」を発足し、施設の部品調達や利活用

に向けた勉強会を定期的に開催している。秋田県産業技術センターも本事業を通じて、講演会や見学会の開催等の支援を行っている。本年度は、計 3 回の研究会を開催した。

令和 5 年度の第 1 回研究会では、高エネルギー加速器研究機構(KEK)から 2 名の講師を招き、研究内容と課題についての講演会を行った。翌日、アキモク鉄工(株)と東光鉄工(株)の工場見学会を実施し、加速器産業への参入に関する意見交換を行った。第 2 回研究会では、東北大学と秋田大学から各 1 名の講師を迎え、秋田大学の先生が研究課題を発表し、東北大学の先生が放射光を活用した課題解決方法について発表した。これにより、放射光の具体的な利用方法について理解を深めた。第 3 回研究会では、「Phosic(光科学イノベーションセンター)」から講師を招き「NanoTerasu」の概要を説明していただいた。さらに県内を含む 3 つの放射光利用経験のある企業に、取り組んだ研究について話していただいた。これらの講演を通じて、実際に企業が経験した知見を共有し、県内企業の利活用促進を目指した。

図 1　講演会の様子

2－2 放射光を用いた高度計測支援人材の育成および高度化

本事業では、高エネルギー加速器を構成する部品や関連技術の開発および製造に関わる『サプライヤー産業』への技術支援だけでなく、高エネルギー加速器から発生する放射光 X 線の高度利活用による先端計測を用いた新製品開発・不良分析を行なう『ユーザー産業』の育成や高度化に関する技術支援を行なっている。特に今年度は、ユーザー産業の育成および高度化について重点的に取り組み、放射光による計測を県内企業の製品開発や不良分析への新たな技術支援ツールとすべく、高度計測をサポートする人材育成を目的とし、既存の国内放射光施設を活用した放射光計測を行ない、放射光計測と従来のラボ機との相補的な活用による分析支援技術の確立について検討を行なった。

本検討では、九州シンクロトロン光研究センターに設置されているビームライン BL12 にて放射光 X 線光電子分光分析(放射光 XPS)を行なった。本ビームラインは、X 線光電子分光装置を設置しているため、表面化学組成および表面化学結合状態の解析が可能であり、濡れ性や摩擦・摩耗性、接着・接合性といった表面特性の開発に有効な手段となる。通常の X 線光電子分光装置(ラボ XPS)は、X 線源として特定のエネルギーを有する Al K α 線(1486.6 eV)もしくは Mg K α 線(1253.6 eV)を利用し、5~10 nm 程度の深さ方向での分析とされている。一方、放射光 XPS においては、入射光のエネルギー可変性(40 eV~1500 eV)を有しているため、入射光のエネルギーを変えることで 1nm～10 nm 程度の元素組成分布や化学結合状態の深さ方向での分布解析を非破壊で行なうことが可能である。本事業における計測では、表面濡れ性と表面化学構造との相関性を把握することを目的として検討を行なった。材料表面の液滴に対する濡れ性は、表面 1nm の化学構造が作用するとされている。通常のラボ XPS においては、5~10 nm 程度の深さの情報が平均化され、濡れに関わる 1 nm の極最表面構造以外の情報が含まれてしまう。一方、放射光 XPS においては 400 eV 程度の入射光を用いることで濡れに関わる 1 nm 程度の極最表面化学構造の情報がダイレクトに得られるため、表面特性制御を必要とする材料開発、不良解析に関してより有用な情報が得られる手法であり、実際に検討した結果においても、ラボ XPS では確認できなかった表面濡れ性と表面化学構造との相関性が放射光 XPS を用いることで明確にすることができ、表面特性の開発、不良解析において有用な手段であることを確認することができた。

3. まとめ

高エネルギー加速器技術を基盤とした新規産業に、県内企業の参入を支援する事業の一環として、次世代加速器技術の県内企業展開と、放射光を活用した測定技術の構築と技能者の育成を実施した。今後も新産業の育成を目指して、継続した技術開発支援を進めていく予定である。

県重点プロジェクト支援

- 航空機電動化（地方大学・地域産業創生交付金事業） [3] -

機能性材料・デバイスグループ　山本　安彦

Project of advanced technologies for Akita manufacturing industries - Aircraft electrification (Subsidy Project for Regional University / Regional Industry Creation) [3] -

Functional Material and Device Group　Yasuhiko YAMAMOTO

抄録

秋田県における産学官連携事業として研究が進められている航空機電動化に関する今年度の成果として、本事業の研究拠点として開設した「新世代モータ特性評価ラボ」を中心に、県内大学および県内外企業が開発を進めた、「超高速モータ用プラスチック磁石ロータ」、「大容量水素再循環装置向け電動ターボブロア」および「メガワット級電動機」に関する研究状況を紹介する。

［キーワード：航空機電動化、産官学連携事業、プラスチック磁石ロータ、電動ターボブロア、メガワット級電動機］

Abstract

We would like to introduce this year's results regarding aircraft electrification, which is being researched as an industry-university-government collaboration project in Akita Prefecture. We supported the development of "plastic magnet rotors for ultra-high-speed motors," "electric turbo blowers for large-capacity hydrogen recirculation equipment," and "megawatt-class electric motors." This development was carried out by the "New Generation Motor Characteristics Evaluation Laboratory," which was established as a research base for this project, in collaboration with universities in the prefecture and companies inside and outside the prefecture.

[Key words: Aircraft electrification, Industry-University-Government collaboration, Plastic magnet rotors, Electric turbo blowers, Megawatt-class]

1. はじめに

航空機の CO_2 排出量削減に向けた航空機電動化技術の開発は、国内外の企業や団体が様々な研究を進めている。秋田県においても航空機産業の県外大手企業から協力を得て、県内企業への取得技術の応用展開による競争力強化および航空機産業への参入を促進する事を目的として，航空機電動化プロジェクトを進めている。今年度は本事業の研究拠点として開設した「新世代モータ特性評価ラボ」を中心に、航空機向け超高速モータおよび大出力電動機の開発支援を行った。なお、このプロジェクトは、内閣府の「地方大学・地域産業創生交付金」に採択されており、当センターは、このプロジェクトの技術支援を行っている。

2. 今年度の本事業成果概要

2－1航空機・車載システム向け超高速モータ用高磁束プラスチック磁石ロータ（回転子）試作品の開発

本事業に携わる県内外の企業と県内大学が連携し、航空機・自動車向け超高速モータ用高磁束プラスチック磁石ロータを試作した（図 1）。高磁束プラスチック磁石ロータとは、永久磁石とプラスチックの複合材料（コンポジット材料）を射出成

形すると同時に、溶融したプラスチックに混合した粉末磁石をハルバッハ配列と同様（極異方性）に磁場配向することで、 磁石の利用効率を最大化し、大出力（高効率）化、小型化、軽量化に加えて、機械加工を大幅に削減することが期待できる電動モータ用ロータである。さらに射出されたプラスチック磁石を高強度のカーボンファイバー複合材（CFRP）リングで覆うことで、毎分 10 万回転を超えるモータ回転数に耐えうる構造を実現した。完成した試作品について特性評価を行った結果、従来の焼結磁石製ロータと同等以上の性能が得られることを確認した。今後は、性能向上に向けた追加試作および対応する超高速インバータ（電力制御装置）の設計等を行い、量産化に向けた検討を開始する計画である[1]。

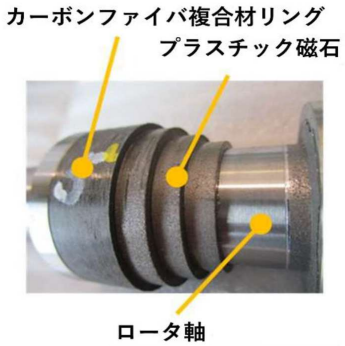


図 1　プラスチック磁石ロータ[1]

2－2航空機燃料電池向け大容量水素再循環装置（電動水素ターボブロア）の開発

本事業に携わる県内企業と県内大学の協力を受けて、県外企業は，大容量再循環装置(電動水素ターボブロア)の開発および実証運転に成功した。本装置は航空機燃料電池向けに使用することを目指して開発したもので，独自開発のガス軸受超高速モータ（図 2）を採用することで、大容量化を達成した。ガス軸受は、潤滑油を使用しないため，潤滑油で水素を汚染することがない。完成した試作品について，県外企業および本事業にて新たに設置した実験設備にて特性評価を行った結果、 水素ガス環境あるいは高湿潤環境等の，これまで難しいとされていた環境において必要性能が得られることを確認した。この成果は，航空機にとどまらず，今後，大出力化が期待される燃料電池モビリティにおいて，船舶や大型トラックなどの開発にも貢献できる[2]。

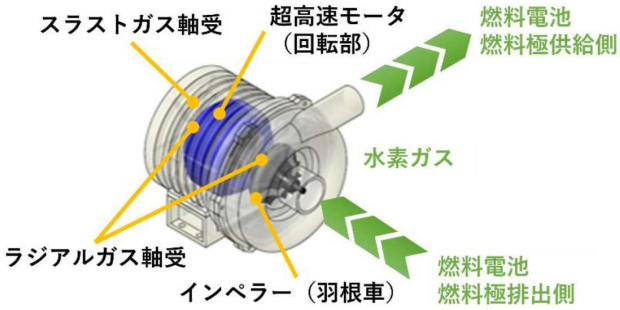


図 2　水素ターボブロア用超高速モータ（概念図）[2]

2－3メガワット級電動機の開発

本事業の研究拠点として開設した「新世代モータ特性評価ラボ」に設置した国内最大規模の電動機評価設備を用いて、県外企業がハイブリッド電動推進システムとして適用可能となる 1 MW 級の出力が可能な電動機の開発を行った。当該電動機の評価試験においては、当ラボを運営する県内大学が中心となって支援を行った[3]。

3. まとめ

秋田県における産学官連携事業として研究が進められている航空機電動化に関して、今年度の成果を報告した。来年度は今年度得られた成果を活かし、さらに実機環境におけるシステム評価の準備も進めていく計画である。

文　献

[1] 秋田大学プレスリリース:“航空機・車載システム向け超高速モータ用高磁束プラスチック磁石ロータ（回転子） 試作品の開発に成功”, https://www.akita-u.ac.jp/dendouka/ja/eventa/item_pro_27.html,（2023）

[2] 秋田大学プレスリリース:“航空機燃料電池向け世界最高レベルの大容量水素再循環装置の実証に貢献”, https://www.akita-u.ac.jp/dendouka/ja/eventa/item_pro_32.html,（2023）

[3] IHI プレスリリース:“世界初 メガワット級の航空機ジェットエンジン後方に搭載可能な電動機を開発”, https://www.ihi.co.jp/all_news/2023/aeroengine_space_defense/1200551_3544.html,（2024）

Ⅳ-2　研究推進

5G を用いたテレプレゼンスシステムの研究開発 [3]

電子光応用開発部　情報・電子グループ　丹 健二、佐々木 大三、伊藤 亮、綾田 アデルジャン
先進プロセス開発部　スマートものづくり技術グループ　大竹 匡

A Development of Tele-Presence system using 5G [3]

Electronics and Optics Application Development Section　Kenji TAN, Daizo SASAKI, Ryo ITO, Adiljan AYATA
Advanced Processing Technology Development Section　Masashi OHTAKE

抄録

人手が必要な場面において遠隔作業を解決策の 1 つを提供できる、5G を用いたテレプレゼンスシステムの要素技術について研究開発を行っている。目標とするテレプレゼンスシステムの実現のために、無線通信、画像伝送、機構制御のそれぞれの要素技術が必要となる。今回は、中継システム開発、自然言語による制御技術開発、Local5G を介した実験をそれぞれ行った。

［キーワード：ローカル 5G、テレプレゼンスシステム、無線通信、画像伝送、自然言語処理］

Abstract

In order to provide remote operation as a solution for lack of manpower, this report presents elemental technologies that we are engaged in to develop a Tele-Presence system using local 5G.　The elemental technologies which are needed in the proposed system, include radio communication, image transmission and mechanical control. In this report, the development of a relay system and a natural language recognition system, and experiments on local 5G communications are presented.

[Key words: Local 5G, Tele-Presence system, Radio Communication, Image Transmission, NLP]

1. はじめに

秋田県が抱える社会的課題の 1 つに少子高齢化があり、製造業などの現場では、利益率向上、作業効率向上、労働環境の多様化などのニーズがある。これらのニーズはスマートファクトリー化によって対応できるとはいえ、昨今の COVID-19 の影響を鑑みると、遠隔作業を可能とする仕組みが求められる。特に、臨場感を伝えた操作を可能にするテレプレゼンスシステムを考えた場合、遅延時間、機構設計、操作手法など困難な課題が残っている。そこで我々は、低遅延が実現可能な第五世代移動通信システム（5G）を用いたテレプレゼンスシステムを研究開発する。主に、無線通信、デバイス、ユーザインターフェース（UI）の 3 つの研究開発を行い、それぞれの要素技術の確立による、県内企業の技術力の底上げを狙う。

2. 開発するシステムについて

本研究の目標は、遠隔の映像を確認しつつ操作ができるシステムの要素技術について研究開発することである。今回は、遠隔の臨場感を伝えるためにデュアルカメラを利用し、その映像を遠隔へ伝送し、デュアルカメラを操作する可動部とその操作情報の伝送するそれぞれの要素技術の確立を目指した。

図1に今回の開発内容の全体イメージを示し、図2に実施例の写真を示す。遠隔で画像を確認し操作するシステム（開発名:telRemo）、カメラで撮影した画像の処理・伝送および制御情報を送受する主機能部（開発名:frontCom）、モータを制御し状態監視する末端部（開発名:edgeCom）からなり、デュアルカメラは可動部と筐体を持つ。それぞれを開発する上で要素となる技術について次に報告する。

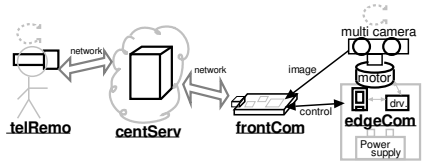


図 1　目標とするシステム

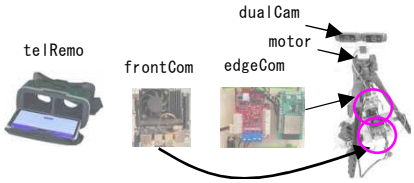


図 2　システムの写真

3. 各要素技術の検討

3－1LAN から WAN へ（中継システムの開発）

本研究は遠隔作業を可能とする要素技術の確立が目標である。そこで、従来のローカルネットワーク（LAN）版からインターネット版に刷新するにあたり、中継サーバへの送信システムとサーバからの配信システムを開発した。

従来のLAN版は、デュアルカメラの撮影処理部とストリーミングを担うサーバ処理部の二つを1つのワンボードマイコンで行った。この構成は、シンプルで運用も楽である。しかし、本システムを世界のどこからでも接続できるようにするためには、通信セキュリティを担保する必要があり、プログラムが複雑化する、という問題が生じる。例えば、セキュリティを担保するために仮想専用通信網（VPN）を用いる手段も考えられるが、一般ユーザに展開するソリューションには適しない。

そこで、プロトコルとしては、利便性良くセキュリティも担保できるhttpsを採用した。通信の構成は、LAN版とは異なり、中継するサーバを設ける方法を採用した。httpsでwebサーバを運用するために、NGINX（エンジンエックス）を採用した。高速かつ複雑な中継処理を実装するためにフレームワークとして、FastAPIとUvicornを採用した。これらを用いて処理ソフトウエアを開発し実装した。堅牢性を高めるために認証機能も導入した。今回のシステムの概要図を図3に示す。このソフトウエアを当センター内だけでなく、さくらインターネットなどの一般的なサーバにも導入しテストを行い、スムーズな配信ができることを確認した。

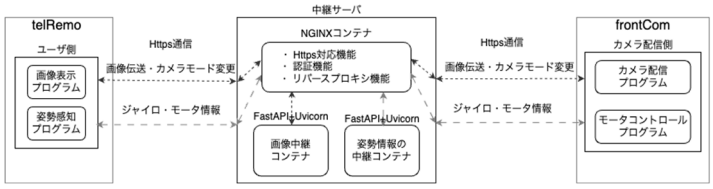


図 3　中継システムの概要

3－2デュアルカメラからマルチへ

ステレオ画像は、主観視点として臨場感が得られる手法である。しかし、遠隔システムを運用する場合、その周囲の雰囲気を即座に把握できるような仕組みを提供する必要があると考えた。そこで、多視点モニタリング用カメラを追加し、その伝送手法を検討しソフトウエアを開発した。

図4にカメラの配置を示す。横並びになっているUSBカメラはステレオ画像用である。この2台のカメラの後方からもう1台のUSBカメラを配置した。画面構成として、ステレオ画像は2台のUSBカメラ画像を横に連結した形になる。今回、更に1つのUSBカメラ画像を設けるにあたり、ピクチャーインピクチャ（PIP）の構成を採用した。図5に実際に表示した

様子を示す。ステレオ画像中にPIPを加えるため、立体視した場合、3つ目の画像は空間に浮かんでいるように見える。

ソフトウエアにおいては、2台のカメラから3台になったことで撮影同期がより複雑になったが、OSレベルでのシグナル処理を用いることで、同期することに成功した。複数のカメラはそれぞれの独立したスレッドで管理され、あらかじめ設定したフレームレートのタイミングで画像をキャプチャしており、終了時にシグナルを送出する仕組みである。画像合成の種類として、ステレオ画像、PIP画像、第三人称視点、単眼の4つを指示できるインターフェースを設けた。これらの画像はブラウザで確認することができ、4つの画像合成が正しく機能していることをブラウザで確認した。

図4　カメラ配置概要

図5　カメラ画像をPIPで表示した様子

3－3ことばで操る（自然言語処理を応用した制御技術開発）

カメラが向く方向は、スマートフォンのジャイロセンサー値から角度情報に変換され指示されるが、今回、人の言葉による制御も可能とする試みを行った。これは、音声から文字に変換し、文字化された言葉が角度指示に該当する場合、制御情報としてモータ側に伝える機能である。

音声認識モデルはOpenAI社のwhisperを用いた。言葉から角度指示への変換はrinna（株）の japanese-gpt-neox-3.6b を元に低ランク適応（LoRA: Low Rank Adaptation）で追加学習した大規模言語モデル（LLM）を用いた。音声認識および言語認識のための推論に、Georgi Gerganov 氏のオープンソース Llama.cppを用いた。これら音声と言語の認識で用いた入力ハードウエアは、CPUがcore i5 12400（第12世代）、GPUが非搭載、OSがubuntu、処理能力が0.04 TOPS相当の一般的なPCである。なお、追加学習自体もこのPCを用いHugging Face社のpeftで行った。

入力の例としては、「ゆっくり右に」、「急いで左に」などである。明確な数値が無いような曖昧な言葉に対して、速度と角度を指示するコマンドに変換することができる。この技術を用いることで、人の言葉でもシステムに指示を出すことが可能となり、制御方法の幅が大きく広がる。

4. 実験と結果

今回開発したシステムを Local5G で接続し実験を行った。場所は秋田県立大学 大潟キャンパス アグリイノベーション教育センター（AIC）周囲で、（株）秋田ケーブルテレビの Local5G 回線を利用した。無線回線は、NSA（non-Stand Alone）構成の ミリ波（28 GHz）帯と、SA（Stand Alone）構成の sub6（4.9 GHz）との 2 種類あり、それぞれで確認した。

Local5G アンテナからの位置は、約 50 m 地点とした（図 6）。無線電力の強さを示す同期参照信号受信電力（SS-RSRP）は-83 dBm と良好であり、パケット往復時間は約 200 ms、スループットはミリ波および sub6 でアップ・ダウンロード共に 30 MB/s 程度を確保した [1]。

システムの反応速度の検証のために、frontCom には角度指示に対して現在の角度情報を返答する機能を実装した。これにより、telRemo 側で指示と応答をモニタすることで、指示が反映されるおおまかな時間を把握することができる。図 7 はこの応答メッセージに含まれる角度の時間変化をプロットしたものである。角度指示に対する動き始めの時

間は 約 400 ms で、指定の角度に到達したのは 約 800 ms であった。

秋田県産業技術センター（AIC から 32km）の室内で telRemo を実装したスマートフォンを使い、インターネットを介して、画像確認と角度制御の機能について確認した。スマートフォンをヘッドマウントディスプレイとして頭に装着し、カメラが撮影したステレオカメラ画像が表示され、首を振ると追従して画像が動き、実際に機能していることが確認できた。

図 6　設置したシステム

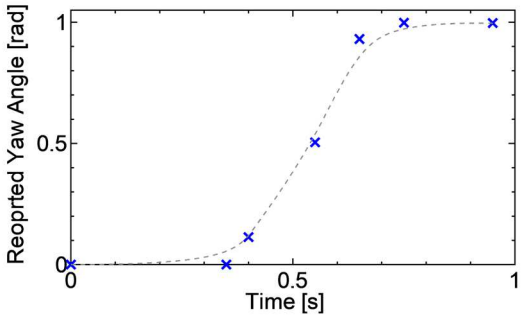


図 7　命令後のモータ角度

図 8　カメラの前景

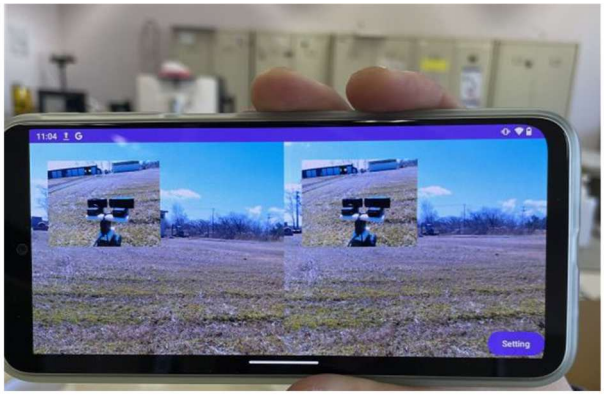


図 9　当センター室内での telRemo の表示内容

5. まとめ

本報告では、5G を用いたテレプレゼンスシステムの研究開発において、要素技術について説明し、実験結果についてまとめた。中継サーバを用いた構成は、セキュリティとしても堅牢にできるため、ネットワークアプリケーションを開発する企業へ強い後押しとなる技術である。自然言語処理技術は、オンプレやプライベートクラウド向けソリューションを開発する企業へ基盤技術として提供できる。今回の研究開発を通し、多くの要素技術が構築できた。この技術を県内企業に展開し、技術力の向上に貢献できるものと考える。

文　献

[1] 佐々木大三, 伊藤亮, 荒川亮, 西村 洋, 綾田アデルジャン, 丹健二:“ローカル 5G の基地局-端末間距離におけるデータ転送速度の検討”, 2H07, 2023 年度電気関係学会東北支部連合大会, 2023

微細構造光学素子の基礎技術の確立 [3]

機能性材料・デバイスグループ　笠松　秀徳

Establishment of Basic Technology for Microstructure Optical Elements [3]

Functional Materials and Device Group　Hidenori KASAMATSU

抄録

秋田県産業技術センターは、自社ブランド製品を開発できる企業を県内に増やすために、今後は光学システム製品の設計開発に関する支援を行いたいと考えている。そこで、光学システムを組み上げるための光学設計技術と、光学機器や光学部品の評価解析技術、高度な光学素子に関する製造技術を、強化、あるいは新たに当センターの技術シーズへ加えようとしている。

今年度は、複数のレンズを組み合わせたレンズユニットの光学性能を、MTF（Modulation Transfer Function：変調伝達関数）で計測可能なシステムを開発した。

［キーワード：光学設計、干渉計、MTF］

Abstract

The Akita Prefectural Industrial Technology Center aims to increase the number of companies within the prefecture that can develop their own brand products. To achieve this, we are looking to offer support in the design and development of optical system products. Accordingly, we intend to enhance or newly incorporate optical design technologies for assembling optical systems, evaluation and analysis techniques for optical instruments and components, and manufacturing technologies for advanced optical elements into our center's technological seeds.

This fiscal year, we have developed a system capable of measuring the optical performance of lens units composed of multiple lenses, using MTF (Modulation Transfer Function).

[Keywords: Optical Design, Interferometer, MTF]

1. はじめに

本県の光学企業は、研磨技術や光学薄膜の製膜技術を基礎として、レンズやプリズムのような光学部品の製造を主要な事業としている。しかし、これらの事業は人件費の安い海外企業の進出が近年著しく、価格競争が激化している。また、下請け事業が多いため、製品に高い付加価値をつけることも難しい。ゆえに、県内企業が光学産業市場で今後発展していくためには、独自ブランドの製品を販売する事業形態へ転換する必要があると考えている。

一般に、単一のレンズよりも、複数のレンズを組み合わせてユニット化した製品の方が付加価値は高まる。そのようなレンズユニットの品質は、MTF（Modulation Transfer Function：変調伝達関数）や解像力などの性能指標に基づいて、合格品と不合格品が評価される。

本県の光学企業は主に単一のレンズを研磨製造する企業が多く、レンズユニットの組立や評価技術を持っていない企業もある。この状況から、当センターがレンズユニット評価技術を保有することは重要性だと考え、今年度は MTF（Modulation Transfer Function：変調伝達関数）とコントラスト（解像力）の測定が可能なレンズ性能評価システムを開発した。このシステムによって、レンズユニットの性能を定量的に評価できるようになる。また、このシステムは被検レンズを用いてターゲットを撮影するだけで評価が可能である。市販の製品に比べ簡易的で安価なため県内企業への展開も容易だと考えている。

2. レンズユニットの性能評価指標

2－1MTF（Modulation Transfer Function）について

MTF は、レンズユニットの性能評価に使用される重要な指標の一つであり、レンズがどれだけ被写体の持つコントラストを正確に再現できるか、空間周波数による特性として表現したものである。これにより、レンズの総合的な結像性能を把握することができる。

図 1 は「MTF 曲線」として知られており、横軸は 1 mm あたりに存在する L/S パターンの本数を表す空間周波数[lp/mm]を示す。縦軸はコントラストの再現度を表す。

レンズの性能評価に MTF を活用する典型的な方法としては、空間周波数が 10 [lp/mm]の際にコントラスト値が 0.5 以上であれば合格品、それ以下であれば不合格品とする判断基準や、空間周波数が 1～100 [lp/mm]の範囲でコントラスト値が 0.2 以上維持できる場合、そのレンズはおおむね解像力 0.01 mm の性能を有していると考える等がある。コントラストがどの程度の値であれば分解しているかという判断基準は、求めるレンズユニットの性能や設計思想によって異なる。

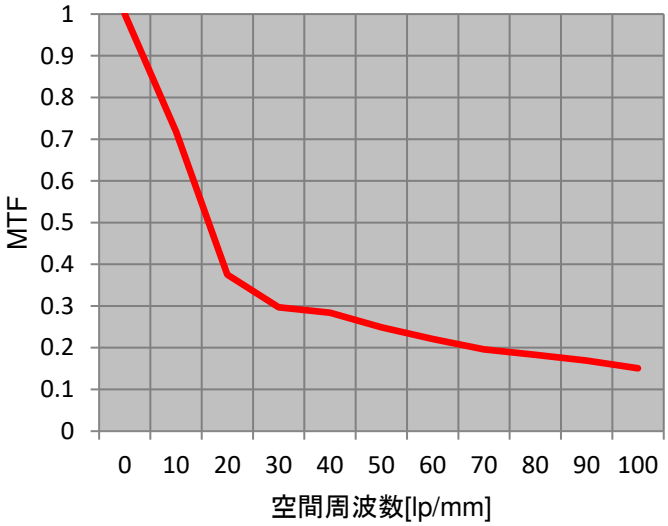
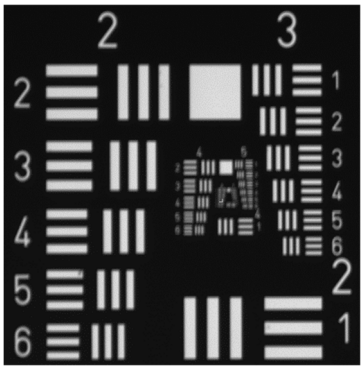
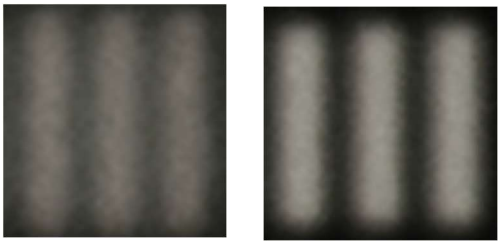


図 1.　MTF 曲線

2－2 解像力について

解像力は、特定の解像度（空間周波数）での L/S（明暗の線）がどれだけ明確に区別されるかを数値化したものである。図 2 のような解像力チャートで被検レンズユニットを通して確認し、L/S のコントラストの低下具合で解像力を判定する。





低コントラスト　　高コントラスト

図 2.　解像力チャート

3. 開発したレンズユニットの評価システムについて

今年度は、MTF と L/S のコントラストをリアルタイムに計測可能なシステムを開発した。図 3 のようにカメラに被検レンズを取り付けて、チャートを動画で撮影しながらリアルタイムで解析を行う。レンズユニットのピント位置を変えながらの測定が可能なため、ベストなピント位置を判定できる。チャートはネガ、ポジどちらも対応可能。センサーモジュールは iDS 社の UI-3482LE-M を使用した。プログラミング言語は Python を用いた。

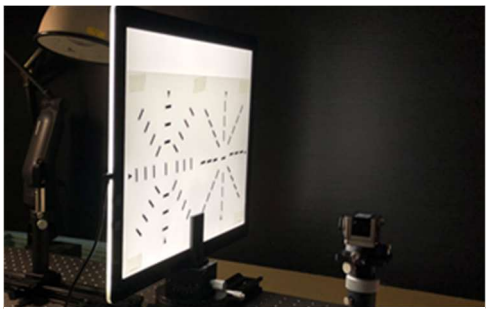
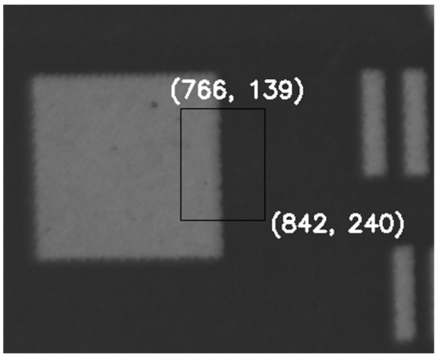


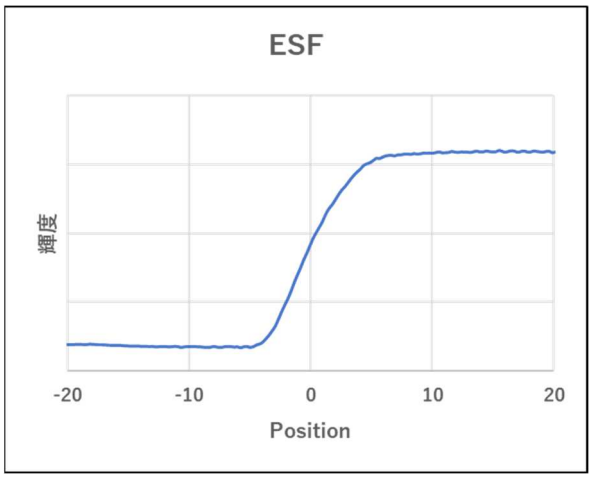
図 3.　レンズユニット性能評価システム

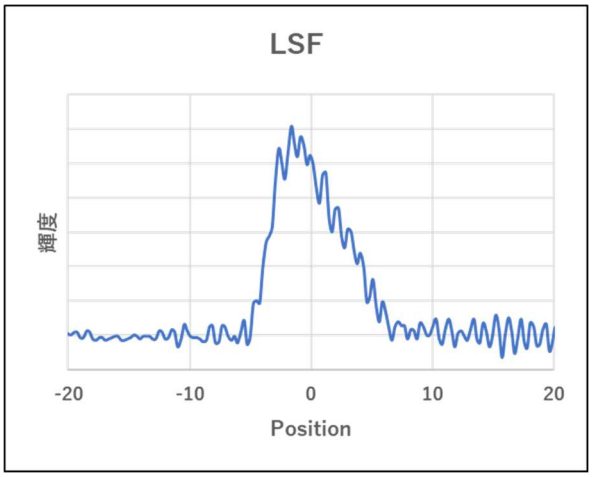
3－1MTF 曲線の取得方法

本テーマでは、エッジ法によって MTF を計算した。手順を以下に示す。



エッジテストパターンの撮影





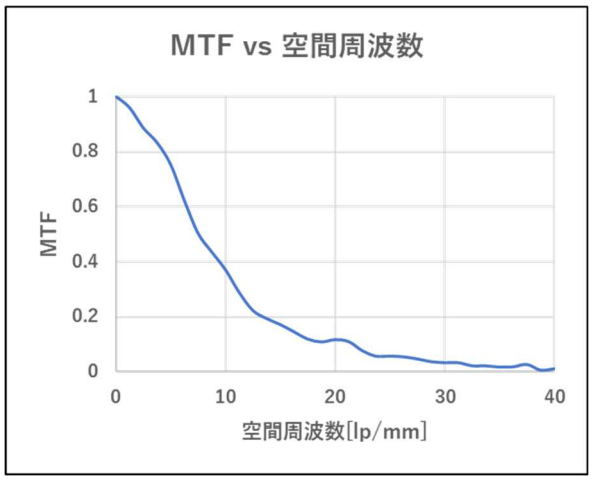


図 4.　MTF 値の計算の流れ

① テストパターンの撮影

被検レンズを使用してエッジテストパターンを撮影する。

② ESF（Edge Spread Function）の取得

撮影したエッジの画像から、エッジを横切る方向の平均輝度プロファイルを取得する。

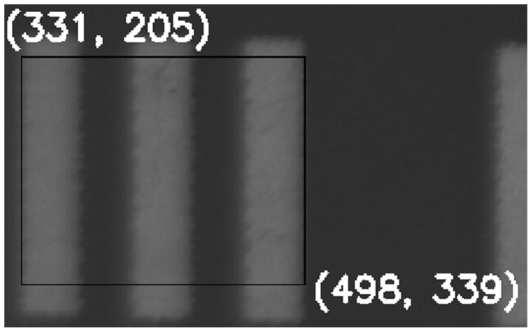
③ LSF（Line Spread Function）の導出

ESF を微分することで LSF を導出する。LSF は、点光源やスリット光が被検レンズによってどのように広がったのかを表す。

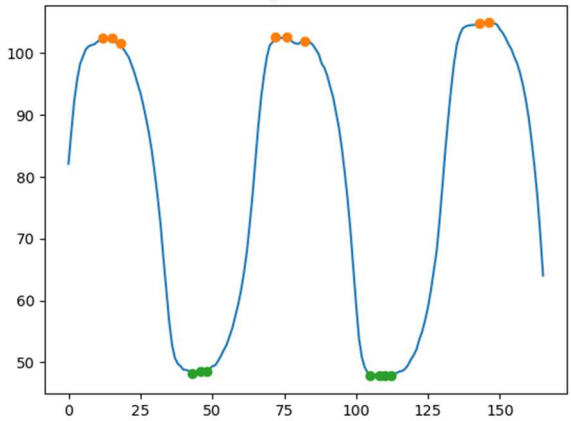
④ MTF の計算

LSF をフーリエ変換し、正規化することで MTF を得る。

3－2コントラストの取得方法



解像力チャートの撮影



平均輝度プロファイル

図 5.　コントラストの計算の流れ

コントラストの取得手順を以下に示す。

① テストパターンの撮影

被検レンズを使用して L/S チャートを撮影する。

② 輝度値の取得

撮影したチャートの画像から、L/S を横切る方向の平均輝度プロファイルを取得する。

③ コントラストの計算

図 3.b の三つのピーク値の平均をI_{max}、2 つのボトム値の平均をI_{min}としてコントラスト C を以下の様に計算する。

$$C = \frac{I_{max} - I_{min}}{I_{max} + I_{min}}$$

4. まとめ

本年度は、MTF とコントラストの測定が可能なレンズ性能評価システムを開発した。これにより、レンズユニットの定量的な性能評価が可能となり、県内企業の製品開発と品質保証に貢献できると考える。このシステムはリアルタイムで MTF と解像力を計測し、簡易的かつ低コストでの製作が可能である。

品質・設備モニタリング技術開発とスマート工場の実現 [1]

-生産の効率的管理と予知保全の県内企業普及-

スマートものづくり技術グループ

瀬川　侑、高橋　朗人、大竹　匡、小松　和三、佐々木　信也、内田　富士夫

Development of Quality and Equipment Monitoring Technology and Application of Smart Factories [1]

Smart Manufacturing Technology Group

Susumu SEGAWA, Kazumi KOMATSU, Masashi OHTAKE, Akito TAKAHASHI, Shinya SASAKI and Fujio UCHIDA

抄録

製造業においては少子高齢化による労働力不足が顕著であり、生産性の向上が課題となっている。近年では企業のデジタル技術の活用が一般化してきており、秋田県では特に普及の必要性が高い。本研究は IoT や AI、ロボット技術を活用した生産性向上技術の開発と普及を目的とする。今年度は設備の振動と電流を測定して監視を行う IoT システム開発を行い、研修プログラムを県内企業へ実施した。また、企業の技術の活用イメージを養うため、IoTとAI、ロボット技術を組み合わせた簡易スマート工場デモ装置を構築した。

［キーワード：IoT、AI、ロボット、センシング、予知保全］

Abstract

In the manufacturing industry, labor shortages due to the declining birthrate and aging population are becoming more serious, and productivity improvement has become an issue. In recent years, the use of digital technology by companies has become more common, and its popularization is especially required in Akita Prefecture. The purpose of this research is to develop and disseminate productivity-enhancing technologies that utilize IoT, AI, and robot technologies. This year, we developed an IoT system for equipment monitoring by measuring vibration and electric current, and conducted a training program for companies. Additionally, we created a simple smart factory demonstration device combining IoT, AI, and robot technologies to make it easier to visualize their usage.

[Keywords: IoT, AI, robot, sensing, predictive maintenance]

1. はじめに

秋田県内の製造業では少子高齢化や人口減少による労働力不足の課題に直面している。その一方で生産性が低く低賃金であることから若年層の県外流出がすすみ、更に働き手の確保が困難になってきている。そのため、本県においては企業の収益や従業員の賃金向上に向けた生産性向上、様々な人が分け隔てなく活躍できる職場づくりが急務となっている。近年では IoT、AI、ロボット等の技術活用による製造プロセスの効率化が盛んにおこなわれているが、県内企業のデジタル化、自動化に対する意識は消極的な現状にある [1)]。その原因として、各種技術に対する知見を持った人材の不足や外部委託によるコスト高が挙げられる。

本研究では県内中小企業が安価に自社開発で品質・設備管理の自動化に取組みやすくするための IoT、AI、ロボ

ット技術開発を行い、研修事業を通じた技術普及により品質や設備管理の省力化、生産性の向上、企業内でのデジタル化人材の育成によるスマート工場の実現を目的とする。今年度は設備監視を行う IoT 技術の開発と研修による技術普及活動、企業でのデジタル技術の活用イメージを醸成するための簡易スマート工場デモ環境の構築を行った。

2. センシングシステムの開発

2－1センシング対象の選定

製造業において、生産能力を維持管理するうえで設備の状態を把握し突発的な設備停止や長時間の故障を回避することは非常に重要である。しかしながら設備の維持管理を行う保全部門は生産部門に比べ少人数で、個々の設備に対して五感を使った感覚で状態を判断しているのが現状である。そのため、すべての設備状態の把握が困難であること、感覚的なノウハウの伝承に時間がかかることが課題である。これに対し、センサを使用して各設備の状態を数値的に集約し把握するセンシングシステムを開発することで、感覚に頼らずに設備の異常を早期に発見し、修理や対策を行う予知保全による効率的な設備の維持管理が可能となる。今回、県内企業の保全部門の聞き取り調査から、設備の振動と電流をセンシング対象とし、データの見える化と保存、異常の通知を行うシステムを構築した。

2－2システムの構成

図 1 に示す構成で振動、電流データのセンシングおよび表示・通知を行うシステムを開発した。システムはマイコン（Atom Matrix,および Lite、M5Stack 社）、交流電流センサ（CTL-6-S32-8F-CL、U_RD 社）、AD コンバータユニット（M5Stack 社）およびシングルボードコンピュータのサーバ（Raspberry Pi 3 Model B+）から構成される。

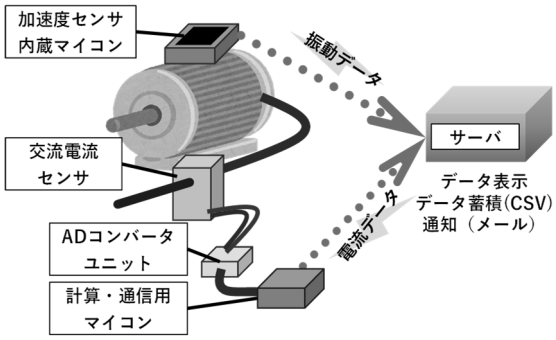


図 1 システムの構成

振動データは、測定対象に取り付けたマイコン（Atom Matrix）内蔵の加速度センサから収集される。ノイズの影響を考慮し、一定時間毎に複数回の加速度値を取得し、その平均値を算出している。一方、電流データは配線にクランプした交流電流センサから出力された電圧信号を AD コンバータユニットでデジタル信号に変換し、マイコンで電流値を算出している。

振動・電流のデータは、マイコンから定期的に Wifi 経由でサーバへ送信される。サーバではデータの受信、保存、および可視化を行っており、受信したデータを CSV ファイルで保存し、ブラウザでグラフとして表示する。また、異常を検知した場合、サーバからメールで通知が行われる。

各デバイスのプログラミングは、プログラミング初心者の取り組みやすいよう、ノーコード、ローコードツールを使用している。マイコンは M5Stack 社の UIFlow（ブロックプログラミングツール）、シングルボードコンピュータは IBM 社の Node-RED（ローコードツール）を採用した。

3. IoT 技術の普及活動

県内企業内で IoT 技術を理解し、活用できる人材を増やすことでデジタル技術の普及を進めるため、研修事業を県内企業へ実施した。今年度開発した IoT システムをベースとして、M5Stack 社のマイコンとセンサを用い、プログラミングをノーコードツールとすることで、センサの配線やプログラミング部分を簡素化し、センサでデータを取得、表示、保存する体験に重点を置いた研修プログラムを作成した。また、研修時間を既存プログラムの 1 日から半日に短縮し、

出前研修にも対応可能とすることで中小企業では長時間の研修に人材を割くことが難しいとの声を反映した。その結果、今年度は 14 社 24 名の方に研修を受講いただくことができた。今後は引き続き研修事業を行いながら研修後のフォローをすすめ、県内企業における技術導入の課題の吸い上げや困りごとの解決につなげていく。

4. デモシステムの構築

企業への技術普及活動を通じて、実際にデジタル技術がどのように活用されているか実機や現場を見たいとの要望を多く寄せられた。しかしながら、各企業の都合により、デジタル技術導入済みの企業の視察を行うことは容易ではないのが現状である。そこで、デジタル技術の活用のイメージができるよう、今回開発した IoT 技術や過去に開発した AI 技術、当センターで所有するロボットを組み合わせ、センター内に設備管理、検査、搬送の自動化を行うスマート工場のデモ環境を構築した。

4－1ミニスマート工場（IoT システム）

設計・製作したミニスマート工場の構成を図 2 に示す。本装置は鉄球が転がるコースと鉄球をコース上へ搬送させるロータ、ロータを回転させるモータおよびコントローラから構成される。モータの振動、温度、電流値から稼働状態を把握し、コース上の鉄球の通過個数で生産数、稼働時間から稼働率を算出するシステムを構築した。鉄球を搬送するロータおよびコース部分は 3DCAD（Solidworks）で設計し、当センター保有の 3D プリンタ（Stratasys 社 J750）で出力した。センシング、通信部分は M5Stack 社のマイコンとセンサを用いている。取得されたデータはサーバであるラズベリーパイへ送信され、Node-RED で稼働データを処理しモニタリング用ダッシュボードに表示している。本デモシステムは、開発した振動・電流値の測定に加えて、光センサでワークのカウント、非接触温度センサでモータの温度を把握できるようになっている。また、Wifi ルータでローカルネットワークを本システム用に構築し、装置両サイドに取手を装備することで各企業へ持ち運び、当センター以外の場所でもデモンストレーションを実施可能な仕様とした。

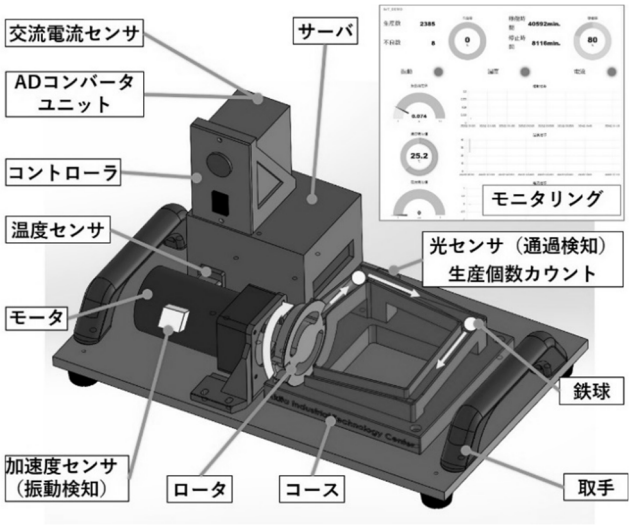


図 2 ミニスマート工場の構成

4－2ロボットハンドリングシステム

構築した自動搬送システムを図 3 に示す。ロボットハンドは Dobot Magician（Dobot Robotics 社）を用い、コンベアは Dobot Magician を通じて制御している。ロボットハンドと搬送用コンベアの制御プログラムはともに python で作成し、AI 検査システムと同期をとった。本システムは①搬送用コンベアが所定の位置まで金属ワッシャ（φ43mm、以下ワーク）を運搬し、②外観検査装置で AI 検査システムが撮影画像からワークの

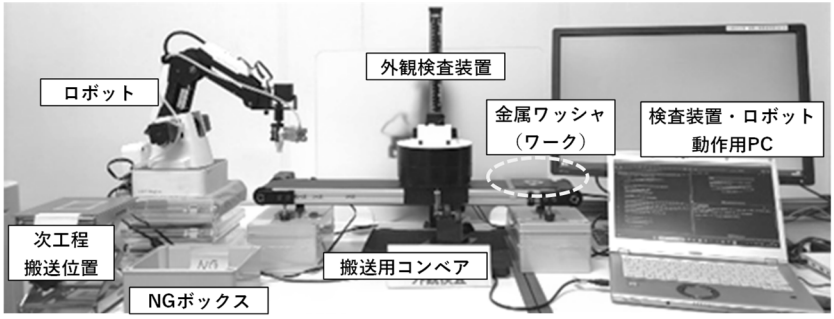


図 3 自動搬送システム外観

OK または NG の判定をする。③ワークを搬送用コンベアでロボットハンド前まで搬送し、④検査の結果に基づいて、ロボットハンドがワークの仕分けを行う。OK の場合は次工程搬送位置へ、NG の場合には NG ボックスに搬送される。

ワークはコンベア上の治具に乗せて搬送されるが、治具はワーク外周を囲む円盤状の溝があり、ワーク外周を把持するようなグリッパは適用できない。そこで、ワークを内周から把持するグリッパを 3DCAD で設計し、3D プリンタで出力し、図 4 に示すロボットのマニピュレータとして適用した。

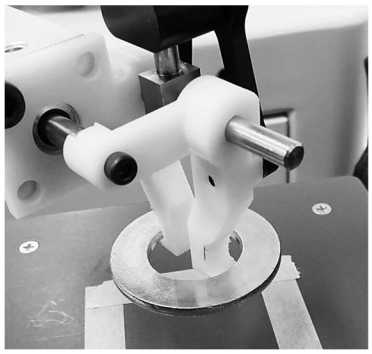


図 4　マニピュレータ

4－3AI 検査システム

昨年度作成した AI（オートエンコーダ）をベースとして[2]、ワークに対しマジックペンのマーキングの有無を Web カメラで撮影した画像から検査するシステムを構築した。ワークである金属ワッシャは金属光沢による反射や映り込みによる誤判定が多いことから、映り込みを防ぐように市販の LED ライトの光を反射板でワークに投影する図 5 に示す撮影装置を 3DCAD で設計、3D プリンタで出力して製作した。また、判定 AI はソニー社の Neural Network Console で作成し、150 枚のマジックペンの書き込みが無い画像（128 ピクセル×128 ピクセル）を学習させることで、マーキングの有無から OK、NG の判定が可能である。

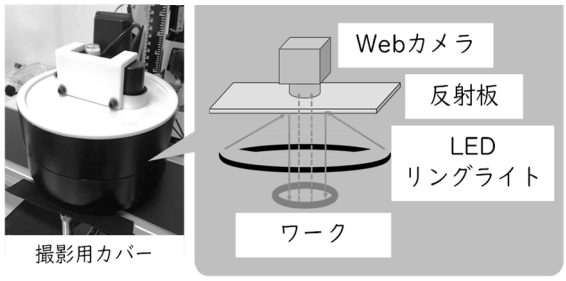


図 5　撮影装置概略

5. まとめ

今年度は設備の振動と電流を測定して設備監視を行う IoT 技術を開発し、研修事業を通じて IoT 技術の普及活動を行った。また IoT 技術と AI、ロボット技術を用いて企業での技術活用イメージをしやすくする簡易スマート工場デモ装置を構築した。今後研修プログラムやデモ装置のアップデートを行いながら、企業への技術支援を進める。

文　献

[1] 2021 年 10 月 28 日　一般社団法人秋田 RPA 協会　秋田県内企業における ICT/DX の導入実態とコロナ禍における景況感調査結果

[2] 伊藤亮ほか, 秋田県産業技術センター業務年報 pp102-105, (2022)

金型の機能性向上に資する金属AM技術の開発 [1]

加工技術グループ　黒沢　憲吾、瀧田　敦子

Development of Metal AM Technology Contributing to Enhancement of Mold Functionality. [1]

Machining and Materials Processing Group　Kengo KUROSAWA, Atsuko TAKITA

抄録

金属積層造形（金属 AM）は、次世代の高付加価値ものづくり技術として国内外で導入が進んでいる。ワイヤ・レーザ DED 方式の金属 AM は微細形状の造形は困難であるが、従来技術との親和性が高く、材料効率の向上が期待できる。しかし、本方式は入熱が大きいため、金型の製造および補修への導入は限定的である。そこで本研究では、樹脂射出成形用の金型材であるマルテンサイト系ステンレス鋼を用いて AM 材を含む金型を作製し、射出成形への適用を試みた。その結果、AM 材は熱処理を施さなくとも、従来金型材と同等の硬さを示し、射出成形に使用できることが確認された。

［キーワード：金属積層造形（金属 AM）、ワイヤ・レーザ DED、金型、射出成形］

Abstract

Metal additive manufacturing (AM) is increasingly being introduced as a next-generation high-value manufacturing technology both domestically and internationally. Laser-wire Directed Energy Deposition (DED) metal AM, while challenging for fabricating intricate shapes, offers high compatibility with conventional technologies, thus promising improved material efficiency. However, due to its significant heat input, the adoption of this method for mold manufacturing and repair is limited. Then, in this study, we attempted to create molds including AM materials using martensitic stainless steel, which is commonly used as mold material for resin injection molding and tried to apply them to injection molding. As a result, it was confirmed that AM materials exhibit comparable hardness to conventional mold materials even without heat treatment, thereby confirming their suitability for use in injection molding.

[Keywords: metal additive manufacturing（metal AM）, laser-wire DED, molds, injection molding]

1. はじめに

金属 AM 技術は、次世代のものづくり技術として高内外で注目されており、製品の高付加価値化を図る上で極めて重要な技術の一つである。日本は海外に比べて導入が遅れていたが、最近では製品として活用され始めた分野も出始めている。国内では、粉末状の金属をレーザや電子ビームなどの熱源を用いて溶融させる粉末床溶融結合方式（PBF）の導入が進んでいる。当該方式は、複雑形状の造形が得意であり、公設試でもラティスなど複雑な形状を造形し、力学または熱的な機能性向上を検討した研究例[1-2]が報告されている。一方、当センターが運用しているワイヤ・レーザ指向性エネルギー堆積（DED）方式は、微細形状の造形は困難だが大物造形が可能であり、切削加工を組合わせることで加工時間の短縮や材料ロスの低減などが期待できる。しかし、国内で需要が高い金型補修に関する適用では、造形時に与えられる入熱や AM 材の影響を無視できず、軽微な補修に限った事例が多い。射出成形に

おいては、摩耗によるバリ発生箇所に肉盛り溶接を施し金型を補修することもあるが、この補修規模が広がれば、さらなる材料効率の向上が期待できる。そこで本研究では、DED 方式の金属 AM により金型材として使用されているマルテンサイト系ステンレス鋼 SUS420J2 の造形条件を検討し、樹脂射出成形用の金型の試作を試みた。

2. ワイヤ・レーザ DED 方式金属 AM 装置の概要

本研究では、ワイヤ・レーザ DED 方式金属 AM 装置（三菱電機（株）産業メカトロニクス製作所、AZ600-F20 に準ずる開発機）を用いた。本装置は肉盛り溶接を応用した金属 AM プロセスを採用しており、汎用溶接ワイヤを波長 1.06 nm のファイバレーザで溶融させる。装置概要を図 1 に示す。5 軸マシニングセンタの切削ユニット部分に溶接ユニットを取り付けた構成になっており、主軸側に XYZ の 3 軸、ステージ側に BC の 2 軸を有し、同時 5 軸による積層造形が可能である。溶接ワイヤリールは装置正面の下部に配置されている。直径 1.2 mm の溶接ワイヤを照射径 3 mm のレーザで溶融させるため、1 パスのビード幅（積層幅）は 3 mm 程度となる。積層高さは、高さセンサを用いてフィードバック制御される。装置内部の造形スペースは大気であるが、レーザ照射時には Ar シールドガスがレーザ同軸で供給され、溶融金属の酸化を防ぐ。最大ワークサイズは、基材の他に、それを固定するバイスやチャックなどの治具を含めて最大寸法 500×500×500 mm（ϕ500×500 mm）、質量 500 kg まで搭載可能である。

3. 実験方法

3－1金型適用材の造形および金型作製

造形材料は、マルテンサイト系ステンレス鋼SUS7420J2のミグ溶接用ソリッドワイヤ（特殊電極（株）、M-420J2）であり、基材には同じくマルテンサイト系ステンレス鋼であるSTAVAX材（HRC20～30調質済み）を用いた。図2に積層造形寸法を示す。基材寸法は100×100×30 mmであり、この上面に90×90×5 mm（図2中のうろこ状ハッチング部）の積層造形を施した。この状態を金型適用材と称する。レーザ出力は2 kW、シールドガス流量は5 L/minとした。また、本造形には始端終端には点造形、内部には線造形（連続造形）を施すハイブリットプロセスを適用した。なお、造形は終端点造形、内部線造形、始端点造形の順で実施した。

金型は図 2 の灰色線で示す金型適用材から黒色線で示す部分を切出して作製した。金型外寸は 80×80×23.8 mm であり、成形部には長さ 10 mm、高さ 0.2 mm の段差を設けた。この段差は、基材上面（積層造形界面）を基準とし、AM 材側+0.8～基材側-0.6 mm まで 8 段とした。後述の硬さ試験結果を踏まえ、この段差部（成形面）が基材/AM 材の界面を含む熱影響部で構成されるように作製した。

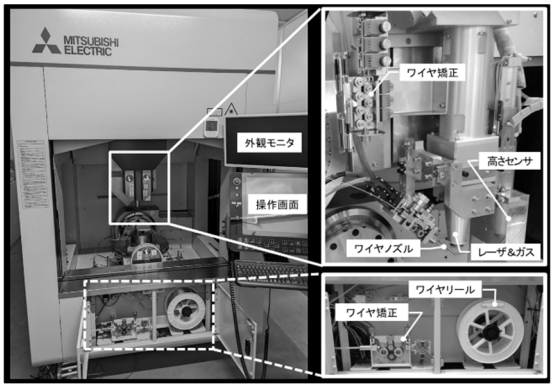


図 1 DED 方式金属 AM 装置の構成

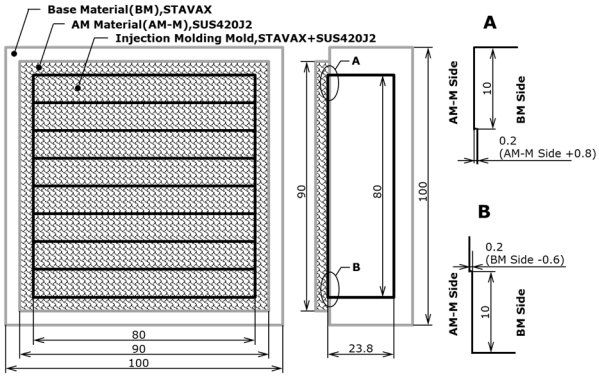


図 2 積層造形寸法と金型採取位置

３－2金型適用材・金型の評価

金型適用材の評価方法として、硬さ測定とX 線回折による残留応力・残留オーステナイト測定を実施した。

硬さ測定には、マイクロビッカース硬度計（(株)マツザワ、AMT-X7FS-B）を用いた。試験荷重は 2 kgf とした。金型適用材からサンプルを切出し、断面の深さ方向に対してライン状に測定した。基材上面を基準位置、基材側をマイナス方向、AM 材側をプラス方向とし、測定範囲は-10～+4 mm、間隔は 0.5 mm とした。

残留応力の評価には、X 線残留応力測定装置（パルステック工業（株）、μ-x360s）を用いた。サンプルは後述の金型形状に加工した金属ブロックであり、その成形面を測定した。

３－3射出成形テスト

射出成形には、電動式射出成形機（日精樹脂工業（株）、NEX110V-12EG）を用いた。作製した金型は、樹脂が基材から積層材に向かって、高さ 0.2 mm の段差を上る方向に流れるようにユニットモールドに組込んだ。PP を用いて 100 ショット試作し、問題ないことが確認できたため、PC/GF10%による射出成形を実施した。成形条件はノズル温度 280 ℃、金型温度 80 ℃、射出速度 110 mm/s とした。成形前、100 ショット後、500 ショット後に金型をデジタルマイクロスコープ（オリンパス（株）、DSX1000）で観察し、クラックの有無などを確認した。

4. 実験結果および考察

4－1金型適用材の評価結果

図 3 に金型適用材の中央で採取したサンプルから得られた硬さ測定結果を示す。横軸の深さは、基材上面を基準にマイナス方向が基材領域、プラス方向が AM 材領域である。縦軸の硬さは、ビッカース圧子を用いて得られた HV2.0 を HRC に換算したものである。○は造形始端部、△は造形中央部、□は造形終端部の結果を示している。いずれの位置においても深さ約-2 mm までは、STAVAX 納入時の硬さが維持されていた。約±1.5 mm の範囲においては、基材から AM 材への遷移領域であり、硬さの上昇が確認できる。1.5 mm よりも浅い範囲では、HRC60 程度を維持しており、金型材料としては十分な値が得られることが判明した。このような傾向は、他の領域でも認められた。

図 4 に X 線回折を用いた金型成形面の評価結果を示す。分布図中央の数値は基準である基材上面からの差である。いずれも金型表面を 64 分割した際の分布図である。図 4(a)に示す残留応力は射出成形方向に生じたものであり、全体的に圧縮方向の残留応力が付与されていた。また、その平均値は約-400 MPa であり、金型の長寿命化が期待できる傾向を示した[3]。 残留オーステナイトは概ね 15%程度であったが、基材側へ深さ-0.4mm の面では 30%近い値が得られた。この原因については FEA などを活用し、今後検討する予定である。

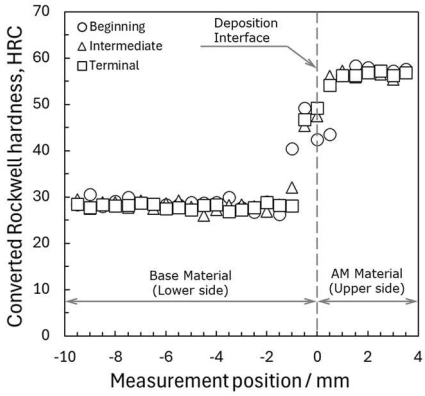
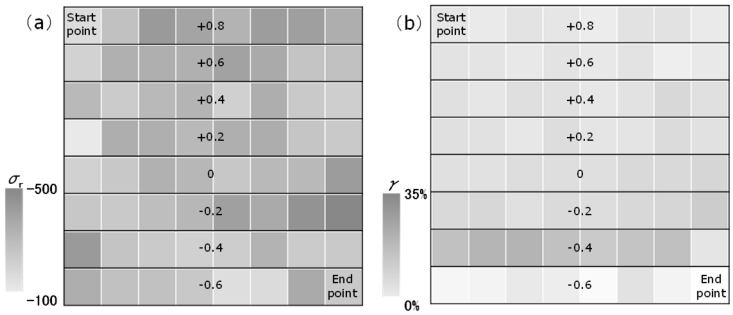


図 3　金型適用材深さ方向の硬さ分布



(a) 残留応力分布図　(b) 残留オーステナイト分布図

図 4　X 線回折を用いた金型成形面の評価結果

4－2作製した金型および射出成形への適用結果

作製した金型の外観とユニットモールドおよび成形機に取り付けた状態を図 5 に示す。積層造形は約 1.5 h で完了した。金型に設けた段差付近は、本 AM 方式で最も欠陥が生じやすい造形初期を含む領域であったが、クラックや融合不良、ボイドなどは認められなかった。

図 6 に成形前、100 ショット後、500 ショット後の段差側面の例を示す。下段が基材側-0.6 mm から-0.4 mm の段差部であり、上段が AM 材側+0.8 mm から+0.6 mm の段差部である。本試験では、金型が摩耗しやすいと考えられる PC/GF10%を使用したが、いずれの段差においても 500 ショットでは段差角部の摩耗やき裂の発生は認められなかった。短期間の使用に耐え得ることは確認できたが、ショット数の増加や、材料変更などを検討し、今後は長期利用が可能であるか評価する必要がある。

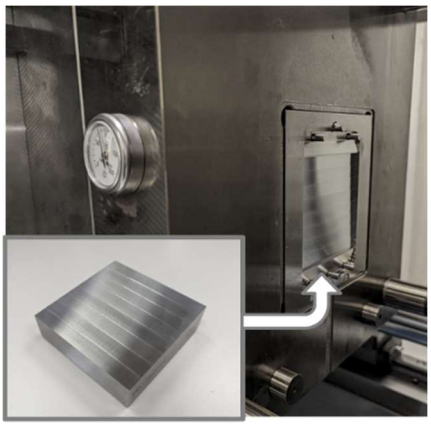


図 5 作製した金型と成形機への実装

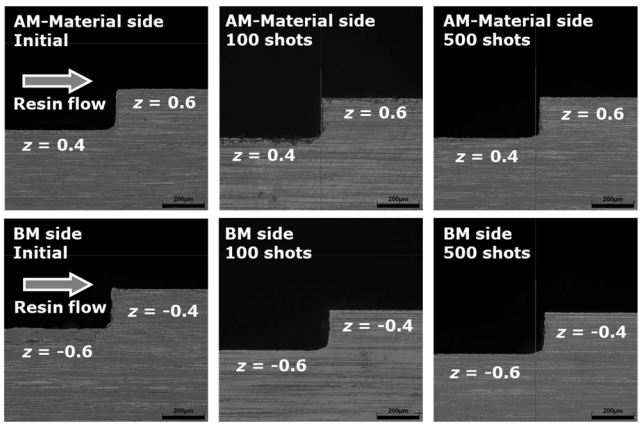


図 6 金型段差部の観察結果

5. まとめ

本年度は、ワイヤ・レーザ DED 方式の金属 AM 装置を用いて、樹脂射出成形の金型材であるマルテンサイト系ステンレス鋼 SUS420J2 の造形条件などを検討し、以下の結論が得られた。

(1) 基材を STAVAX、積層造形材を SUS420J2 とする造形条件を選定した。作製した金型適用材を光学顕微鏡で観察した結果、金型成形面にボイドや融合不良などの欠陥は認められなかった。

(2) 結論(1)の金型適用材からサンプルを採取し、硬さ試験を実施した。その結果、AM 材は熱処理を施さなくとも HRC60 程度を示した。また、基材の HRC30 程度であり、納入状態から変化は小さかった。

(3) 金型適用材から段差を有する金型を作製し、PC/GF10%の射出成形を実施した結果、500 ショットまではき裂など発生せず、使用に耐え得るものであった。今後は長期使用などについて検討する必要がある。

謝辞 本研究の遂行にあたり、共同研究を実施している三菱電機（株）産業メカトロニクス製作所殿、特殊電極（株）殿には装置運用や積層造形材の評価方法について有用な助言をいただいた。ここに記して感謝申し上げる。

文　献

[1] 中本貴之ほか,スマートプロセス学会誌, 10 巻 4 号(2021), pp.187-191.

[2] 鈴木逸人ほか,鋳造工学会第 182 回全国講演大会講演概要集, (2023), p.43.

[3] 佐野正明ほか, 山梨県富士工業技術センター業務・研究報告, (2009), pp.55-59.

V　資料

1. 沿革詳細

昭和 2年 4月　商工大臣より工業試験場の設立認可。

昭和 3年 7月　秋田市土手長町に、秋田県工業試験場工芸部を設置。

昭和 12年 5月　秋田県工業指導所と改称し、秋田市茨島に移転。

昭和 17年 1月　秋田県角館樺工芸指導所設立。

昭和 21年 4月　秋田県川連漆工芸指導所設立。

昭和 30年 9月　秋田県工業試験場と改称。秋田県角館樺工芸指導所、秋田県川連漆工芸指導所の名称を、それぞれ秋田県工業試験場角館指導所、秋田県工業試験場川連指導所と改称。

昭和 36年 6月　秋田県工業試験場に秋田県工業試験場能代指導所、同大館指導所を設置。

昭和 37年 4月　科・係制に組織を改め、庶務係、機械化学科、工芸科、木工科を設置。

昭和 41年 4月　本場に土木試験科を設置。

昭和 41年 7月　本場本館竣工。

昭和 42年 4月　機械化学科を機械金属科、化学科の2科に分離。

昭和 43年 1月　高周波焼入試験工場並びに木材人工乾燥工場竣工。

昭和 43年 3月　工業試験場角館指導所を廃止。

昭和 43年 4月　工芸科をデザイン科と改称、工業試験場大館指導所を秋田県林業試験場へ移管。

昭和 46年 8月　講堂、会議室、非破壊試験室竣工。

昭和 47年 6月　化学科を工業化学科、木工科を工芸技術科と改称。

昭和 48年 4月　工業試験場に技術情報室設置。

昭和 49年 3月　機械金属科実験棟改築工事完成。恒温恒湿室設置。

昭和 57年 10月　秋田県工業技術センターと改称し、秋田市新屋町字砂奴寄に新築、移転。

昭和 58年 3月　工業技術センター能代指導所を廃止。

昭和 61年　県議会高度技術産業・交通対策特別委員会から「本県独自の技術基盤を構築するための高度な研究機関設置の必要性」の提言。

昭和 61年 4月　組織改正、企画管理部を企画室と改称。応用開発室を設置。機械金属部と工業化学部を統合し機械化学部、木材部とデザイン部を統合し木材デザイン部と改組。

平成 4年 3月　秋田県条例第 34 号により「秋田県高度技術研究所」の設置を公布。

平成 4年 9月　同研究所の建物完成。（砂奴寄に新築、敷地面積 23,130 ㎡、延床面積 6,500 ㎡（内クリーンルーム 300 ㎡））

平成 4年 11月　同研究所、開設。

平成 7年 4月　工業技術センター木材デザイン部を廃止。

平成　8年　4月　工業技術センターの部門で、応用開発室を情報システム開発部とメカトロニクス開発部に、機械化学部を工業材料部と生産技術部にそれぞれ2部に分離。建設技術部を建設・環境システム部と改組。
工業技術センターに開放研究室を設置。

平成　8年　8月　工業技術センターが特許庁から知的所有権センターとして認定。

平成 11 年　3月　工業技術センター川連指導所を廃止。

平成 12 年　4月　建設・環境システム部を環境システム部と改称。

平成 14 年　4月　工業技術センターの組織改編により、部制を廃止しグループ制とする。（情報システム開発部、メカトロニクス開発部、工業材料部、生産技術部、環境システム部をそれぞれ情報システムグループ、メカトロニクスグループ、工業材料グループ、生産技術グループ、環境システムグループと改組）

平成 15 年　4月　生産技術グループを生産システムグループと精密加工グループに改称。

平成 17 年　4月　グループ制を廃止し、チーム制とする。財団法人秋田県資源技術開発機構（小坂町）の研究部門を包括。（情報システムグループ、メカトロニクスグループ、工業材料グループ、生産システムグループ、精密加工グループ、環境システムグループの 6 グループ制から、プロジェクト研究チーム、技術応用化研究チーム、リサイクル技術開発チームの 3 チーム制。）

平成 17 年　5月　工業技術センターと高度技術研究所が統合し、産業技術総合研究センターに改称。組織改編により、部門を総務管理部、経営企画部、工業技術センター、高度技術研究所へ改組。

平成 23 年　4月　産業技術総合研究センターを産業技術センターに改称。組織改編により、総務管理部、技術イノベーション部、素形材プロセス開発部、電子光応用開発部、先端機能素子開発部と部門を改組。

平成 30 年　4月　組織改編により、総務管理部、技術イノベーション部、先進プロセス開発部、素形材開発部、電子光応用開発部、先端機能素子開発部と部門を改組。

令和　2年　4月　組織改編により、総務管理部、企画事業部、共同研究推進部、先進プロセス開発部、素形材開発部、電子光応用開発部、先端機能素子開発部と部門を改組。

２．特許出願・登録状況

No.	名称	権利の別	発明者	出願日	登録日	出願番号	登録番号
1	高硬度、高ヤング率、高破壊靭性値を有するWC－SiC系焼結体	特許	杉山重彰	H16.9.27	H22.6.11	2004-279279	4526343
2	電界下における誘電性砥粒を水に分散させた流体を用いた仕上げ方法及び仕上げ装置	特許	赤上陽一	H18.12.4	H23.7.15	2006-326935	4783719
3	電磁界計測システム	特許	黒澤孝裕	H18.10.25	H24.2.3	2006-289985	4915565
4	空間光変調器	特許	山根治起	H21.5.11	H26.4.11	2009-114082	5514970
5	非接触撹拌方法、非接触撹拌装置、それを用いた核酸ハイブリダイゼーション反応方法、反応装置、試料中の核酸を検出する方法、核酸検出装置、試料中の抗体を検出する方法、及び抗体検出装置	外国特許	赤上陽一、加賀谷昌美	H21.10.23	H24.10.9	12/604640	US8283120 B2
6	非接触撹拌方法、非接触撹拌装置、それを用いた核酸ハイブリダイゼーション反応方法、反応装置、試料中の核酸を検出する方法、核酸検出装置、試料中の抗体を検出する方法、及び抗体検出装置	特許	赤上陽一、加賀谷昌美	H21.10.22	H27.1.23	2009-243468	5681912
7	WC－SiC系焼結体の製造方法	特許	杉山重彰	H16.9.27	H25.2.15	2010-007009	5198483
8	免疫組織染色方法および免疫組織染色装置	特許	赤上陽一、加賀谷昌美	H22.7.2	H26.10.17	2010-151695	5629850
9	砥粒の回収方法、及び回収装置	特許	赤上陽一、久住孝幸、池田洋	H22.7.9	H26.5.30	2010-156485	5548860
10	点滴モニタ装置	特許	小笠原雄二、佐々木信也、近藤康夫、熊谷健	H22.12.16	H27.2.20	2010-280437	5696297
11	WC基W－Mo－Si－C系複合セラミックス及びその製造方法	特許	杉山重彰	H23.3.24	H27.7.10	2011-066045	5771853
12	超音波流量計を用いた酸素濃度計	特許	小笠原雄二	H23.5.20	H28.5.27	2011-113374	5938597
13	スピン注入電極構造、スピン伝導素子及びスピン伝導デバイス	外国特許	鈴木淑男	H23.8.24	H25.7.23	13/216965	US8492809 B2
14	強磁性積層構造及びその製造方法	外国特許	鈴木淑男	H23.12.13	H25.11.19	13/323869	US8586216 B2
15	液晶光学デバイス	特許	佐藤進、葉茂	H19.2.16	H22.1.8	2007-037047	4435795
16	研磨装置および研磨装置に用いられるアタッチメント	特許	赤上陽一	H25.3.15	H29.5.26	2013-052876	6145596
17	電界洗浄方法、電界免疫組織染色方法、電界洗浄装置及び、電界免疫組織染色装置	特許	赤上陽一、加賀谷昌美、中村竜太、池田洋	H26.1.22	H27.6.5	2014-009634	5754520
18	電界撹拌用はっ水フレーム	特許	赤上陽一、加賀谷昌美、中村竜太、池田洋	H26.1.22	H26.12.5	2014-009629	5655180
19	切削工具仕上げ装置および切削工具仕上げ方法	特許	赤上陽一	H26.1.15	H29.11.24	2014-004940	6244573
20	自動電界免疫組織染色装置	特許	赤上陽一、加賀谷昌美、中村竜太、池田洋	H26.2.20	H27.2.20	2014-030179	5696300
21	ドリル及び穿孔の形成方法	特許	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7	H30.8.31	PCT/JP2013/080126 2014-545750	6393620
22	ドリル及び穿孔の形成方法	外国特許	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7	R2.3.4	PCT/JP2013/080126 13843029.3	EP2918361 B1
23	ドリル及び穿孔の形成方法	外国特許	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7	H30.1.12	PCT/JP2013/080126 2013	ZL2013 80003276.9
24	ドリル及び穿孔の形成方法	外国特許	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7	H28.10.25	PCT/JP2013/080126 14/229096	US9475128 B2
25	自動電界免疫組織染色装置及び、自動電界免疫組織染色方法	外国特許	赤上陽一、加賀谷昌美、中村竜太、池田洋	H26.2.20	H29.12.5	14/185533	US9835619 B2
26	研磨材および研磨方法	特許	赤上陽一、久住孝幸、中村竜太	H26.3.18	H30.5.25	2014-054845	6340497
27	検知装置及び摘出部位載置容器	特許	丹健二	H27.1.22	H30.8.31	2015-010003	6392132

No.	名称	権利の別	発明者	出願日	登録日	出願番号	登録番号
28	水素水生成器	特許	木谷貴則、黒澤孝裕、山川清志	H27.1.28	H28.9.30	2015-014852	6012782
29	細胞内生体分子の検出に用いる標準試料及び細胞内生体分子の検出方法	特許	赤上陽一、中村竜太	H27.2.3	H28.8.26	2015-019566	5993967
30	培養細胞を用いた標準試料及びその製造方法	特許	赤上陽一、中村竜太	H27.2.5	H28.7.22	2015-021657	5972412
31	電界撹拌用電極及びこれを用いた電界撹拌方法	特許	赤上陽一、中村竜太	H27.2.6	H27.10.23	2015-022163	5825618
32	微小液滴を形成する反応デバイス及びこれを用いた電界撹拌方法	特許	赤上陽一、中村竜太	H27.2.6	H27.11.20	2015-022575	5839526
33	液滴形成用シャーレ及びそれを用いた電界撹拌方法	特許	赤上陽一、中村竜太	H27.2.6	H27.12.25	2015-022721	5857309
34	ゼータ電位制御法を用いた処理方法	特許	赤上陽一、中村竜太、久住孝幸、池田洋、佐藤安弘	H27.2.12	H28.2.26	2015-025880	5891320
35	熱電変換素子、発電デバイス	特許	伊勢和幸	H27.5.21	H31.4.19	2015-103327	6513476
36	交流電磁石	特許	山川清志	H27.12.10	R1.10.18	2015-241610	6601799
37	電界撹拌を用いた生体分子の迅速検出法	特許	赤上陽一、中村竜太	H28.2.5	H28.10.21	2016-020839	6026027
38	硬質磁性材料	特許	新宅一彦	H28.3.8	R2.7.14	2016-044907	6734578
39	光検知式水素ガスセンサ	特許	山根治起、高橋慎吾	H28.3.18	R2.1.17	2016-055934	6647589
40	迅速なハイブリダイゼーション方法	特許	赤上陽一、中村竜太	H29.2.27	H30.2.2	2017-034426	6281852
41	電界撹拌方法及び電界撹拌用キャップカバー	特許	赤上陽一、中村竜太	H29.7.11	R2.10.21	2017-135498	6781873
42	液滴移動装置及び液滴の移動方法	特許	赤上陽一、中村竜太	H29.10.12	H30.6.22	2017-198243	6354114
43	反応デバイス、電界撹拌装置、及び検出方法	特許	赤上陽一、中村竜太	H30.2.19	H30.10.26	2018-026697	6422068
44	旋光度測定装置	特許	山根治起	H30.3.2	H30.7.13	2018-037602	6368880
45	WC－Si3N4系複合セラミックス及びその製造方法	特許	杉山重彰、関根崇	H30.10.26	R5.4.13	2018-201820	7261949
46	プラズマ発生装置	特許	丹健二	H31.2.26	R4.12.26	2019-032595	7200450
47	液中プラズマ発生装置	特許	丹健二	H31.2.26	R4.12.26	2019-032596	7200451
48	ガス検知装置	特許	山根治起	H31.3.29	R5.6.5	2019-067141	7290243
49	切断方法及び切断装置	特許	久住孝幸、赤上陽一、越後谷正見	R1.12.17	R4.6.14	PCT/JP2019/049487 2020-563119	7089257
50	排尿検知装置	特許	小笠原雄二、近藤康夫、丹健二、伊藤亮、大竹匡	R2.2.17	R4.3.28	2020-023942	7048057
51	金属製ナノコイルの製造方法	特許	新宅一彦	R2.2.21	R4.5.12	2020-028264	7072152
52	打撃装置および固有周波数測定装置	特許	木村光彦	H30.1.26	R4.2.18	2018-011638	7026901
53	超音波振動装置およびホーン	特許を受ける権利	荒川亮、森英季	R2.3.24		2020-052499	
54	熱電変換素子及び熱電変換モジュール	特許を受ける権利	伊勢和幸	R2.6.12		2020-102495	
55	光検知式化学センサ	特許を受ける権利	山根治起、山川清志、高橋慎吾	R2.8.4		2020-132418	

No.	名称	権利の別	発明者	出願日	登録日	出願番号	登録番号
56	打撃装置および固有周波数測定装置	外国特許	木村光彦	H30.12.12	R5.11.29	18212070.9	EP3517928
57	複合Cu材、これを含む電子部品または実装基板、電子部品実装基板、複合Cu材の製造方法、および、接合体の製造方法	特許を受ける権利	黒沢憲吾	R2.9.3		2020-148313	
58	打撃装置および固有周波数測定装置	外国特許	木村光彦	H31.1.16	R3.4.6	16/248809	US10969312 B2
59	木材切断端面直径の撮像計測方法及び装置	特許を受ける権利	伊藤亮、佐々木大三、小笠原雄二	R2.12.25		2020-216137	
60	打撃装置および固有周波数測定装置	特許を受ける権利（外国特許）	木村光彦	H30.11.16		2018 1136115.7	
61	異種金属接合体およびその製造方法	特許	鈴木淑男	R3.3.23	R3.8.2	2021-049102	6923099
62	指標算出システム及び指標算出方法	特許	丹健二、佐々木信也、伊藤亮、大竹匡	R3.6.22	R3.11.5	2021-103096	6971447
63	めっき方法	特許	鈴木淑男	R3.7.12	R4.5.25	2021-114840	7079436
64	熱電変換素子及び熱電変換モジュール	特許を受ける権利（外国特許）	伊勢和幸	R3.6.11		2021 10653452.X	
65	切断方法及び切断装置	特許を受ける権利（外国特許）	久住孝幸、赤上陽一、越後谷正見	R1.12.17		PCT/JP2019/0 49487 17/352412	
66	異種金属接合体およびその製造方法	特許を受ける権利（外国特許）	鈴木淑男	R4.3.4		PCT/JP2022/0 09393 2023	
67	肺活量計マウスピース	特許を受ける権利	小笠原雄二、工藤素	R4.3.11		2022-037960	
68	熱電変換素子及び熱電変換モジュール	特許を受ける権利（外国特許）	伊勢和幸	R4.6.17		17/843604	
69	センサシステム及び検知対象の検知方法	特許を受ける権利	山根治起、梁瀬智、山川清志、高橋慎吾	R5.1.16		2023-004209	
70	異種金属接合体およびその製造方法	特許を受ける権利（外国特許）	鈴木淑男	R5.3.4		PCT/JP2022/0 09393 18/018721	
71	異種金属接合体およびその製造方法	特許を受ける権利（外国特許）	鈴木淑男	R5.8.29		PCT/JP2022/0 09393 202280017782.2	
72	異種金属接合体およびその製造方法	特許を受ける権利（外国特許）	鈴木淑男	R5.9.18		PCT/JP2022/0 09393 22775017.1	

3. 各技術研究会の概要　　令和５年度

○秋田県非破壊検査技術研究会　　**代表者:佐々喜興業(株)　佐々木　一喜**

非破壊検査、及び溶接・接合に関する技術水準の向上普及を図り、工業の発展に寄与することを目的とし、講演会、講習会、研究成果発表会、視察会、情報交換会などを実施。

会員:企業 46 社、大学・支援機関等 6 機関 7 名　　**事務局:　素形材開発部　瀧田　敦子・黒沢　憲吾**
共同研究推進部　木村　光彦

○秋田県高分子材料研究会　　**代表者:(株)ホクシンエレクトロニクス　佐藤　宗樹**

プラスチック成形加工技術、金型技術、高分子材料等に関する技術向上を図るとともに、会員相互の研鑽を目的として、研究開発報告会、先端技術講演会、射出成形取扱講習会、金型講習会、先進地見学会、情報交換会、企業表彰などを実施している。

会員:企業 26 社、大学・支援機関等 6 機関 7 名　　**事務局:素形材開発部　工藤　素**

○秋田県表面処理技術研究会　　**代表者:太平化成工業(株)　加賀　孝義**

表面処理(電気めっき、無電解めっき、溶融亜鉛めっきなど)に関する技術の向上をはかるとともに会員相互の研鑽と融和をはかることを目的とし、講習会、研修会、情報交換会、企業視察、講演会、研究発表会、青年交流研修会、などを実施。

会員:企業 19 社、大学・支援機関等 4 機関 5 名　　**事務局:企画事業部　菅原　靖**

○秋田県生産技術研究会　　**代表者:(株)三栄機械　佐藤　淳**

工業の生産技術に関する研修、試験研究等を通して、新技術の開発、技術力の向上、人材養成を図るとともに産・学・官の連携強化等により本県工業の発展に資することを目的とし、(1)分科会方式による新技術の開発、共同研究の実施、(2)技術講習会、講演会、研修会の開催、(3)研究成果・事例発表会、企業見学会等の開催、(4)技術交流および技術情報の交換などを実施。

会員:企業 47 社　大学・支援機関等 7 機関 8 名　　**事務局:素形材開発部　加藤　勝**

○北東北ナノ・メディカルクラスター研究会　　**代表者:秋田大学医学部附属病院　南條　博**

精密加工技術・界面制御技術・医療技術を融合させた次世代医療システムづくりの進展を目指し、北東北の産業創出に貢献することを目的する。

会員:企業 10 社、大学・支援機関等 14 機関　　**事務局:先進プロセス開発部　中村　竜太**

○秋田県硬質工具材料研究会　　**代表者:秋田大学大学院　泰松　斉**

産学官が協力して硬質工具材料技術に関する技術交流を図り、硬質工具材料技術を利用した新材料開発や新製品開発などを目指すことで、この分野における技術の高度化を図るとともに、会員相互の啓発と親睦を図り、本県の工業の発展に資することを目的とする。

会員:企業 4 社、大学・支援機関等 2 機関 7 名　　**事務局:先端機能素子開発部　関根　崇**

○次世代ひかり産業技術研究会　　**代表者:秋田大学大学院　河村　希典**

県内で活動する企業による次世代ひかりデバイス及びその周辺技術(以下、「ひかりデバイス等」という。)の用途開発や製品開発又はマーケティング戦略構築等に資するため、企業支援機関、大学等と連携し、ひかりデバイス等の技術や市場動向に関する情報の収集や市場進出に向けた課題の検討等を行うほか、会員相互の情報交換・マッチングを図ることを目的とする。

会員:企業 28 社、大学・支援機関等 8 機関 50 名　　**事務局:先端機能素子開発部　内田　勝**
電子光応用開発部　梁瀬　智

○高エネルギー加速器技術研究会　　**代表者:秋田化学工業(株)　丹野　恭行**

国際リニアコライダーや次世代放射光施設を始めとする高エネルギー加速器産業への部品調達などの産業参入や施設利活用の高度化などを目指すことにより、この分野の技術向上を図るとともに、会員相互の啓発と親睦を図り、本県の工業の発展に資することを目的とし、(1)技術講習会および講演会の開催、(2)技術情報の交換および加速器施設の視察などを実施。

会員:企業 18 社、大学・支援機関等 6 機関 18 名　　**事務局:先端機能素子開発部　笠松　秀徳**

○あきた AI･IoT 技術互助会 **代表者:(株)三栄機械会長 齊藤 民一**

AI や IoT を活用した高効率な企業活動を実現するために必要となる技術を、研修や試験研究、会員相互の技術支援（互助）を通して習得・実装・普及を図ることにより、少子高齢化や人材不足の課題を乗り越えつつ、新たな産業創出と本県の発展に資することを目的とする

会員:企業等 41 名 **事務局:先端機能素子開発部 佐々木 信也**

○秋田県ロボット技術研究会 **代表者:アキモク鉄工(株) 花下 智之**

県内企業にロボティクス技術の活用や自動化推進を促すため、(1) ロボット及びその周辺技術に関する情報提供および情報交換、(2) 勉強会や技術講演会、(3) 企業見学会 (4) 産学官の技術交流を通じた新技術開発等を実施し、ロボティクス分野の高度化を図るとともに本県の工業の発展に資することを目的とする。

会員：企業 31 社、特別会員機関等 12 機関 14 名 **事務局：先進プロセス開発部 大竹 匡**

Ⅵ　当センターのご利用について

1. 産業技術センターの概要

1－1 所 在 地

秋田県産業技術センター

本館

住 所 〒010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番11

代表電話 018-862-3414 Fax 018-865-3949

高度技術研究館

住 所 〒010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番21

代表電話 018-862-3414 Fax 018-866-5803

Home page

https://www.aitc.pref.akita.jp/

1－2 公共交通機関によるアクセス

◎ バス 秋田中央交通 秋田駅西口 3 番線発『146 県立プール』線

本館:『産業技術センター前』停留所下車※

高度技術研究館:『県立プール前』停留所下車※

※両建屋間は徒歩 2 分ほど離れています。

◎ タクシー 秋田駅より約 7 キロ。

1－3 ご利用案内

当センターでは、秋田県産業の活性化と持続的な発展を目指し、研究業務のほかにも、県内企業の皆様のためのさまざまな活動を行っております。技術相談、受託研究・簡易受託研究、共同研究、人材育成・技術研修、設備機器利用、施設の利用など、各種のサポートメニューをご用意し、県内企業をはじめとする皆様のご利用をお待ちしております。

ご不明な点はお気軽にお問い合わせください。

(1) 技術相談

ご相談のある方は、あらかじめホームページのお問い合わせフォーム、E メール又は電話のいずれかでお問い合わせをお願いします。なお、技術に関する相談については、できるだけホームページのお問い合わせフォームをご利用ください。

TEL 018－862－3414 （自動音声でご案内いたします）
Home page **https://www.aitc.pref.akita.jp/**
E-mail **soudanshitu@aitc.pref.akita.jp**

継続してご利用されている方は、引き続き担当の研究員へ直接ご連絡ください。

(2) 受託研究・簡易受託研究

- 企業様等から委託を受けて研究を行う、受託研究及び簡易受託研究を行っています。
- 受託研究とは、当センターが当センター以外の方（企業様等）から委託を受けて行う研究で、これに要する費用を委託する方（企業様等）が負担していただきます。
- 受託期間が比較的短く、ご利用しやすい簡易受託研究もございます。
  詳しくは共同研究推進部までお問い合わせください。

(3) 共同研究

- 企業の皆様と当センターが共同で研究開発に取り組みます。
- 秋田県産業技術センターで使用する消耗経費をご負担いただきます。
- 共同研究契約を締結していただきます。秘密保持契約も可能です。
  詳しくは共同研究推進部までお問い合わせください。

(4) 人材育成・技術研修

- 企業の皆様の技術力向上や新技術の習得のために研修制度を用意しております。
- 研修費用は無料ですが、必要な消耗品についてはご負担願います。
- 学生の皆さんのインターンシップも受入可能です。

(5) 設備機器利用

- 試作加工、分析評価等に利用できる当センターの設備機器を開放しております（有料）。
- 使用料のほか、必要な消耗品についてはご利用者様にご負担いただきます。
- 設備機器の使用方法については、当センター研究員がサポートします。
  詳しくは次項「施設・設備機器利用のご案内」をご参照ください。

(6) 施設の利用

- 当センターの一部の施設をご利用いただけます。
- 利用可能な施設は、開放研究室、講堂、研修室、会議室、展示室と付属の設備となります。
  （付属設備の一部は有料のものがあります）
- 講演会、講習会、発表会、展示会などの催し物にご利用ください。
  詳しくは次項「施設・設備機器利用のご案内」をご参照ください。

2. 施設・設備機器利用のご案内

当センターは、県内企業をはじめ外部の方に施設や設備機器を次のとおり開放しております。

ご利用の留意事項

(1) 利用者

どなたでもご利用いただけます。

(2) 利用対象施設、設備機器および使用料

施設使用料及び設備使用料に記載しているとおりです。

(3) 利用日時

原則として、当センターの休業日を除く午前9時から午後5時までです。

(4) 利用・申し込み方法

あらかじめホームページお問い合わせフォーム、Eメール、又は電話等で、対象設備、利用日時等をご連絡のうえ、当日まで申請手続きをお願いします。

使用が可能な場合は、許可証を交付します。

(5) 使用方法

設備機器の使用方法については、必要に応じて当センター職員が指導します。

(6) 支払い方法

当センターで発行する納入通知書により、指定金融機関に納付ください。

(7) ご利用にあたっての遵守事項

◎ 会議室等の使用に際しての机、椅子の準備及び復旧は、使用者の責任において行ってください。

◎ 茶器は無償で貸し出しますが、消耗品はお持込いただき、後片付けは使用者の責任において行ってください。

◎ 敷地内(駐車場・駐車中のお車の中を含む)は、全面禁煙です。

◎ 設備機器のご利用にあたっては、原則として危険物及び有害物質の持ち込みを禁止します。

◎ 当センターの施設及び設備機器をき損した場合は、直ちに届出願います。
故意又は過失と認められる場合には、損害賠償の責任が生じますので、ご注意ください。

(8) 申し込み・照会先

秋田県産業技術センター

〒010-1623　秋田市新屋町字砂奴寄4番11

TEL　018-862-3414(自動音声でご案内いたします)

FAX　018-865-3949

Home page　https://www.aitc.pref.akita.jp

E-mail　soudanshitu@aitc.pref.akita.jp

施設使用料及び設備使用料

注） すべての使用料は消費税を含みます。

1. 開放研究室

開放研究室には、備品としてOAテーブル、OAチェア、キャビネット、ロッカー、作業台などが備え付けられており、LANの端子が設けられておりますので、コンピュータを持ち込むことにより、電子メール等を利用できます。

1－1 本館

区分	面積（m²）	室数	使用料（円／月）
開放研究室A	59	1	71,130
開放研究室B	46	6	67,890
開放研究室C	40	2	45,260

1－2 高度技術研究館

区分	面積（m²）	室数	使用料（円／月）
高機能開放研究室	61.44	5	99,630

2. 講堂、研修室、会議室、展示室

2－1 本館

区 分	使 用 料（円）			収容人数（人）
	9:00－12:00	13:00－17:00	9:00－17:00	
講 堂	3,600	4,800	8,400	100
研修室B	1,110	1,480	2,590	20
展示室	（1日） 1,360円			－

以下の付属備品は無料で利用できます。施設の利用申請の時にご連絡ください。

・ 液晶プロジェクタ、スクリーン、ホワイトボード、ワイヤレスマイク

2－2 高度技術研究館

区分	使 用 料（円）			収容人数（人）
	9:00－12:00	13:00－17:00	9:00－17:00	
視聴覚研修室	9,900	13,200	23,100	100
研修室A	3,600	4,800	8,400	24

付属設備で有料となるもの

区 分		使用単位	使 用 料（円）
視聴覚研修室	映像装置	一式1時間につき	2,150
	同時通訳装置		1,620
研修室A	拡声装置		530

3. 設備機器の使用料について

次頁以降に示します。

（注1） 使用時間が1時間未満である時、または当該時間に1時間未満の端数がある時は、1時間として計算した使用料です。

（注2） 付属設備の使用料が追加される場合があります。

秋田県産業技術センター設備機器一覧

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度（S/H/R）	使用料（円/時間）	担当者
1	高周波3次元電磁界シュミレータ	アンソフト	HFSSV・10・0	H17	970	熊谷(健)
2	三次元電磁界最適化設計ツール	アンソフト・ジャパン（株）	Optimetrics	H18	110	熊谷(健)
3	電磁界解析用ワークステーション	DELL	PrecisionT5400	H20	110	熊谷(健)
4	PC制御画像認識塗布システム	武蔵エンジニアリング（株）	SHOTMASTER SM300DSS-3A+IMAGE MASTER 350PCSmart	H28	220	熊谷(健)
5	レーザーカッター	エピログ社	Epilog Mini 24	H29	270	熊谷(健)
6	非接触ジェットディスペンサー	武蔵エンジニアリング（株）	AeroJet	R2	100	熊谷(健)
7	低雑音振幅器	MITEQ	NSP2000-P	H17	110	丹
8	ローパスフィルタ	エヌエフ回路設計ブロック	NF 3660	H4	440	丹
9	フォトレシーバ	NewFocus	1544-B-50	H22	110	丹
10	電流アナライザ	キーサイト・テクノロジー	CX3324A	R4	3,500	丹
11	非接触三次元デジタイザー	Steinbichler	COMET	H21	1,990	内田(富)
12	全光束測定システム	オーシャンフォトニクス	OP-FLUX-76-CA	H23	2,410	梁瀬
13	電源ノイズ測定器	（株）TFF(テクトロニクス)	MDo4104-6	H23	250	佐々木(大)
14	精密騒音計	リオン（株）	NL-52	H25	100	内田(勝)
15	総合型金属顕微鏡	オリンパス（株）	DSX500,DSX100	H25	540	内田(富)
16	超高精度三次元測定器	Panasonic	UA3P-300	H20	2,930	久住
17	非接触式フィゾー干渉計	Zygo	GPI XP/D	H19	580	久住
18	4インチ光学原器	Zygo	TS f/0.65, f/1.5, f/3.3	H21	300	久住
19	フィゾー干渉計用球面測定ジグ	ZYGO	フィゾー干渉計用球面測定ジグ	H23	140	久住
20	CNC3次元測定機	カールツァイス（株）	PRISMO 5 HTG-S	H7	470	加藤
21	真円度測定機	ランクテーラーホブソン	タリロンド262型	H8	110	加藤
22	CNC三次元測定機用データ処理装置	（株）東京精密	Calypsoシステム	H18	850	加藤
23	超高倍率3次元複合顕微鏡	島津製作所	ナノサーチ顕微鏡SFT－3500ほか	H17	1,680	加藤
24	非接触形状測定顕微鏡	キーエンス	VK－9500	H15	1,030	加藤
25	表面粗さ測定機	（株）東京精密	ｻｰﾌｺﾑ3000A-3DF-DX-S	H13	120	加藤
26	高精度CNC画像測定機	（株）ニコンインステック	NEXIV VMZ-R6555	H27	800	加藤
27	デジタルマイクロスコープ	オリンパス	DSX1000	R4	700	黒沢(憲)
28	ハイエンド3次元CAD/CAMシステム	PTC社	Pro/ENGINEER Wildfire 4	H10	110	内田(富)
29	3Dプリンターシステム	STRATASAS	FORTUS250mc	H25	1,120	内田(富)
30	3D鋳型積層造形装置	シーメット社	SCM-10	H27	4,950	内田(富)
31	3次元CADシステム	DASSAULT SYSTEMS	Solidworks	H28	500	内田(富)
32	3次元X線CTシステム	（株）東芝	TOSCANER-32300μFD	H28	2,850	内田(富)
33	鋳造CAEシステム	クオリカ	JSCAST	H29	580	内田(富)
34	ハイエンド3Dプリンターシステム	ストラタシス社	J750	R1	8,850	内田(富)

使用料（円/時間）は、消費税込み

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度(S/H/R)	使用料(円/時間)	担当者
35	3次元光造形システム	アルテック	Origin One	R5	5,940	内田(富)
36	3D形状計測システム	東京貿易テクノシステム	VMC7000M	R2	3,000	黒沢(憲)
37	再資源化焼結炉	アドバンテック東洋(株)	KS−1703型	H7	160	遠田
38	管状炉	タナカテック	MPH−6VGS	H15	520	遠田
39	炭化賦活炉	(株)ウエーブ二十一	炭化賦活炉 T-2000L	H16	1,210	遠田
40	ナノバブル評価装置	マイクロトラック・ベル(株)	ZetaView-PMX100SP	H29	410	遠田
41	プラスチックノッチ加工機	東洋精機製作所	A−4	R4	170	野辺
42	空圧落下衝撃試験装置	ボクスイ・ブラウン(株)	SM−110−MP型	H3	110	伊藤(亮)
43	熱特性測定装置	NETZSCH	LFA457-A21 MicroFlash	H21	1,210	菅原
44	電気伝導率・熱電率測定装置	真空理工(株)	ZEM/PEM-1型	H9	1,410	関根
45	高温動弾性率測定装置	東芝タンガロイ(株)	UMS-HL	H10	3,410	関根
46	ナノインデンター	米国Hysitron社	Model Triboscope他	H14	3,040	関根
47	熱膨張測定装置	理学電機	Thermo Plus 2	H15	470	関根
48	電界放射走査電子顕微鏡	日立製作所	S-4500	H8	620	菅原
49	S-4500用オートステージ	日立製作所	S-8432型	H12	110	菅原
50	電子プローブマイクロアナライザー	日本電子(株)	JXA-8200ほか	H13	1,680	菅原
51	圧縮成形機	東洋精機(株)	試験用加硫プレス 30ton f	S58	280	工藤(素)
52	真空加熱プレス装置	井元製作所	1824型	H19	110	工藤(素)
53	3D射出成形ｼﾐｭﾚｰｼｮﾝｼｽﾃﾑ	富士通(株)	CELSIUS W480-NTM	H23	1,150	工藤(素)
54	示差走査熱量計	(株)日立ハイテクサイエンス	X-DSC7000	H23	630	工藤(素)
55	プラスチック万能材料試験機(CFRP用)	インストロン(株)	5967型	H24	940	工藤(素)
56	メルトインテグサ	(株)東洋精機製作所	型式G-01	H25	250	工藤(素)
57	自動プラスチック衝撃試験機	東洋精機製作所	IT	R4	250	野辺
58	電子天秤	ザルトリウス(株)	MC210S	H10	110	工藤(素)
59	電子天秤	ザルトリウス(株)	A200S	H10	100	工藤(素)
60	3次元CADCAMシステム	CNC Software	Mastercam他	H19	1,620	小松
61	色彩色差計	日本電色工業(株)	SQ-2000	H12	290	工藤(素)
62	粘弾性測定装置	Anton Paar社	MCR302	H26	1,120	工藤(素)
63	低高抵抗率計システム	(株)三菱アナリック	ロレスタMCP-T610,ハイレスタMCP-HT800	H26	210	野辺
64	プラスチック自動比重計	東洋精機製作所	DSG-1	H28	100	野辺
65	デジタル硬度計	テクロック	GSD-1	H29	100	野辺
66	熱分析装置	(株)リガク	TG-DTA8122 / TMA8311(-S) / TMA8311(-H) / DSC8271 / DSCvesta	R2	1,120	関根
67	フーリエ変換赤外分光光度計	サーモフィッシャーサイエンティフィック	Nicolet iS50／iN10MX	R4	1,240	阿部
68	小型電気炉	(株)セイシン企業	PART−3	H2	260	菅原

使用料(円/時間)は、消費税込み

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度(S/H/R)	使用料(円/時間)	担当者
69	低温恒温水槽	小松エレクトロニクス	DW-621	H8	110	菅原
70	電動式塗工機	(株)小平製作所	YOA-B型	H18	110	菅原
71	セミビッカース硬度計	マツザワ	PVT-7S	H21	430	関根
72	超硬製転動ミル用容器	(株)伊藤製作所		H20	110	関根
73	マイクロビッカース硬度計	(株)マツザワ	AMT-X7FS-B	H28	270	関根
74	X線回折装置	リガク	RINT-2500	H9	720	菅原
75	高周波プラズマ発光分光分析装置	サーモフィッシャーサイエンティフィック(株)	iCAP6300 Duo	H23	3,670	工藤(素)
76	蒸留水製造装置	アドバンテック東洋(株)	RFD240ND	R4	100	工藤(素)
77	スクラッチ試験機	新東科学(株)	TYPE. 22H	H6	400	瀧田
78	微小硬さ試験機	(株)フィッシャー・インストルメンツ	H－100	H14	490	瀧田
79	X線残留応力測定装置	パルステック工業(株)	m-X360s	R2	750	瀧田
80	ナノインデンテーション試験機	アントンパールジャパン	NHT	R5	1,320	瀧田
81	X線応力測定装置	(株)マックサイエンス	MXP3AHP	H7	1,730	黒沢(憲)
82	低温灰化装置	ヤマト化学	PDC－210	H15	680	工藤(素)
83	電気マッフル炉	アドバンテック東洋	FUS612PA	H15	360	工藤(素)
84	ドラフトチャンバー	(株)ダルトン	DFB11-DFC14,DFD31	H27	730	工藤(素)
85	精密旋盤	池具鉄工	D－20型	S47	260	加藤
86	ドリル研削盤	(株)藤田製作所	DG36A形	S55	220	加藤
87	圧電型切削動力計	日本キスラー(株)	9257B	H2	680	加藤
88	コンターマシン	アマダ	V-400	S47	110	加藤
89	直立ボール盤	(株)吉田製作所	YUD600	S47	110	加藤
90	卓上ボール盤	吉田鉄工所	YBD-420B	S46	110	加藤
91	超精密成形形状研削盤	ナガセインテグレックス	SGC-630S4AK-Pcnc	H22	3,670	加藤
92	油圧式強力高速弓鋸盤	津根マシーンツール	PSB-350U	H12	280	加藤
93	ワイヤーカット放電加工機	(株)ソディック	AQ360L	H18	1,010	加藤
94	5軸制御立形マシニングセンタ	オークマ(株)	MU-400VⅡ型	H26	2,740	加藤
95	NCフライス盤	(株)山崎技研	F-352	R3	1,280	加藤
96	細穴放電加工装置	(株)ソディック	K1C	R4	730	関根
97	プラスチック粉砕機	ホーライ	VC3-360	H12	240	工藤(素)
98	エコーチップ硬さ試験機	プロセク社(スイス)	D型	S60	130	内田(富)
99	鋳型焼成雰囲気炉	日新化熱工業(株)	EBS-9(改)	H10	1,310	内田(富)
100	チタン用精密鋳造機	吉田キャスト	YSE-100	H28	1,270	内田(富)
101	複合サイクル腐食試験機	スガ試験機(株)	CYP-90	R5	500	関根
102	プレス付真空熱処理装置	東京真空(株)	PRESS－VAC－2	H3	580	瀧田

使用料(円/時間)は、消費税込み

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度（S/H/R）	使用料（円/時間）	担当者
103	レーザ加工装置	レーザライン	LDM3000-60	H29	1,900	瀧田
104	マイクロフォーカスX線装置	日本フィリップス（株）	HOMX－161	H5	1,830	黒沢(憲)
105	交直両用TIG溶接機	（株）ダイヘン	AVP－3000P	H13	740	黒沢(憲)
106	真空チャンバー	日本精機	φ500×H250㎜（内寸）材質：SUS304	H14	280	黒沢(憲)
107	溶接部可視化装置	石川島播磨重工業（株）	ILV型	H12	110	黒沢(憲)
108	冷間等方加圧成形装置	アプライドパワージャパン（株）	CIP－50－2000	H7	310	関根
109	多目的高温炉	富士電波工業	ハイマルチ5000	H8	1,040	関根
110	放電プラズマ焼結装置	住友石炭鉱業（株）	SPS-2080	H8	5,400	関根
111	高速精密切断装置	平和テクニカ（株）	HS-100GⅡ	H29	300	関根
112	超音波映像装置	日立エンジニアリング・アンド・サービス	FS200Ⅱ	H22	1,780	瀧田
113	極間式磁気探傷機	日本工機	BY-1	S43	110	黒沢(憲)
114	磁気探傷機	（株）島津製作所	PRA－80型	S46	230	黒沢(憲)
115	超音波探傷器	東京計器	SM80型	S53	510	黒沢(憲)
116	X線透過検査装置	理学電気工業（株）	300EG－B2L型	S55	1,000	黒沢(憲)
117	JSNDI仕様デジタル超音波探傷器	GEインスペクション・ﾃｸﾉﾛｼﾞｰｽﾞ・ｼﾞｬﾊﾟﾝ（株）	USM35X JE	H23	160	黒沢(憲)
118	双腕型協働ロボット	（株）川田工業	Nextage	R1	810	高橋
119	有限要素解析用計算システム	エムエスシーソフトウェア（株）	Marc2014AIT	H26	1,620	大竹
120	協働ロボット遠隔操作システム	ユニバーサルロボット／アスラテック	UR5e／V-Sido Webconnect	R2	540	大竹
121	微小硬度計	明石製作所	MVK－E型	S52	200	内田(富)
122	XY自動テーブル付硬度計	明石製作所	MS－4	S60	250	内田(富)
123	試料研磨琢磨機	ビューラー	ｴｺﾒｯﾄ4000	H20	720	内田(富)
124	試料研磨琢磨機	丸本	DAP－2	S58	720	内田(富)
125	ビッカース硬度計	（株）アカシ	AVK－C2500	H4	110	黒沢(憲)
126	電解研磨装置	ストルアス社	ポレクトロール	H9	230	黒沢(憲)
127	セラミックス研磨装置	丸本ストラウス（株）	アブラミン	H10	2,670	関根
128	セラミックス自動精密切断機	丸本ストラウス（株）	アキュトム50	H11	400	関根
129	万能材料試験機	Instron	5985	H22	2,460	黒沢(憲)
130	三次元ひずみ解析システム	（株）レーザー計測	VIC-3D	R3	2,000	黒沢(憲)
131	小型造粒機	日本アイリッヒ（株）	アイリッヒ逆流式高速混合機RVO2型	H2	200	菅原
132	ボールミル	日陶科学	架台二連式AN-3S無段変速28～100bpm	H1	110	菅原
133	中型電気炉	（株）モトヤマ	SH-3045E	H10	900	菅原
134	遊星回転ボールミル	（有）伊藤製作所	LA-PO412	H8	210	関根
135	アトライタ	日本コークス工業（株）	MAISE-X	H25	350	関根
136	真空乾燥用ミキサ	日本コークス工業（株）	FMミキサ、FM10C/I-X型	H26	910	関根

使用料（円/時間）は、消費税込み

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度(S/H/R)	使用料(円/時間)	担当者
137	真空溶解炉	富士電波工業(株)	FVPM−10型	H7	1,890	内田(富)
138	ニューマブラスター	(株)不二製作所	FDQ−4S	S57	300	内田(富)
139	動的ひずみ解析装置	(株)共和電業	EDX-1500A-16AC	H10	110	内田(富)
140	発光分析装置	(株)SPECTRO Analyical	SPECTROLAB M	H14	1,310	内田(富)
141	エアブラストマシン	(株)不二製作所	SGF-3(A)	R2	500	内田(富)
142	エアブラストマシン	(株)不二製作所	SGF-3(A)	R2	500	内田(富)
143	シャルピ衝撃試験機	(株)島津製作所	30kgm型	S54	140	内田(富)
144	万能試験機	島津製作所	UH−F300kNI	H19	700	瀧田
145	スガ摩耗試験機	スガ試験機(株)	NUS−ISO−3型	H1	170	関根
146	摩耗試験機	(株)エー・アンド・ディ	EFM-3-EM	H9	420	関根
147	ベント式射出成形機	日精樹脂工業(株)	NEX110-Ⅳ-12EG φ32ベント式可塑化ユニット	R2	1,780	野辺
148	押出機	(株)テクノベル	KZW25TW-60MG-NH(1200)ｽｸﾘｭ径25φ	H16	1,620	工藤(素)
149	集塵機	アマノ(株)	PIE45	H18	490	工藤(素)
150	樹脂乾燥機	アドバンテック東洋	DRL823WA	H16	220	工藤(素)
151	標準試験片作製金型	日精樹脂工業(株)	FP	R5	830	野辺
152	クリーンベンチ	日本エアーテック(株)	BCM-843S-S	H16	100	久住
153	砥粒分散用超音波発生器	トミー精工	UD−201(S)	H13	110	久住
154	平坦度測定装置	(株)ニデック	FT-900(ウェハ用)	H25	1,270	久住
155	磁束密度測定装置	F.W.BELL	9550	H9	130	丹
156	電界制御装置	トレック・ジャパン(株)	MODEL20/20B	H10	110	久住
157	小型切削動力計	日本キスラー(株)	9256C2	H16	500	久住
158	自動研磨ヘッド	ビューラー	オートメット2000 60-1970	H20	110	久住
159	除振台	明立精機	AYA-1809K4	H21	110	久住
160	レーザー変位計	キーエンス	LC-2400	H14	110	久住
161	電界砥粒制御用小型片面研磨装置	ビューラー	エコメット250／オートメット250	H28	160	久住
162	電界砥粒制御用多機能ワイヤーソー	(株)タカトリ	WSD-K2	H30	1,010	久住
163	材料物性評価装置	東陽テクニカ	1260−MAS(ソーラートロン)	H18	700	田口
164	誘電率測定用サンプルホルダー	東陽テクニカ	SH2-Z	H25	100	田口
165	15MHzファンクションウェーブジェネレータ	日本ヒューレットパッカード	33120A	H11	110	久住
166	オシロスコープ	日本ヒューレットパッカード	HP-54645A	H11	110	久住
167	ゼータ電位測定装置	Sysmex	Nano Z	H19	340	久住
168	動的光散乱式測定装置	(株)Malvern	ゼータナノサイザー ナノZSP	H26	810	久住
169	電源装置	トレックジャパン(株)	MODEL609D−6	H7	190	中村
170	安全キャビネット	エアーテック	BHC-1006ⅡA／B3	H20	110	中村

使用料(円/時間)は、消費税込み

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度(S/H/R)	使用料(円/時間)	担当者
171	蛍光顕微鏡	ニコン	E400－RFL　1	H15	200	中村
172	CCDカラーカメラ	東京電子	CS5270i-S	H12	110	中村
173	砥粒挙動モニタ用レンズ	ﾓﾘﾃｯｸｽ	ML-Z07545他	H12	110	中村
174	サーマルサイクラー	Bio-Rad	T100	H27	100	中村
175	プレートリーダー	Bio-Rad	iMark PCシステム	H27	100	中村
176	蛍光式光ファイバー温度計	安立計器	FL-2000	H28	100	中村
177	フローサイトメーター	ベックマン・コールター社	CytoFLEX　3レーザー13カラー	H28	1,220	中村
178	核酸増幅システム	三洋電機バイオメデイカ(株)	MDF－192	H17	310	大久保
179	化学発光撮影装置	(株)アトー	LuminoGraph Ⅰ	R5	100	大久保
180	研磨装置	不二越機械工業	SLM-140	H22	490	久住
181	オシロスコープ	ソニーテクトロニクス	TDS-420A	H5	100	久住
182	片面研磨装置	不二越機械工業(株)	SLM-140改	H25	560	久住
183	熱電発電モジュール温度特性評価試験装置	サカタ理化学(株)	MS-010	H24	520	菅原
184	減圧除湿乾燥機	カワタ(株)	DV-30	H26	250	野辺
185	高速引張試験機	島津製作所	HITS-T10	H21	2,410	黒沢(憲)
186	落錘衝撃試験機	INSTRON	9205HV	H21	1,470	黒沢(憲)
187	材料試験高速解析システム	(株)フォトロン	FASTCAM SA-X	H24	800	黒沢(憲)
188	立形マシニングセンタ用集塵防塵装置	アマノ	PiE-30SD	H22	780	加藤
189	立形マシニングセンタ	ファナック	α-T14iD	H16	470	加藤
190	複合材硬化成形用オートクレーブ	(株)羽生田鉄工所	φ850 x 1500L	H21	1,470	藤嶋
191	複合材料切断機	(株)丸東製作所	AC-300CF	H22	580	藤嶋
192	フラットベット切断機	(株)ミマキエンジニアリング	CF2-1215RC-S	H25	760	藤嶋
193	複合材料圧縮成形装置	(有)郷製作所	MBO05-GMS	H27	1,410	藤嶋
194	プリント基板加工システム	日本LPKF(株)	Protomat　C100HF	H16	460	久住
195	ロボットシミュレーションシステム	(株)シーエムエス	Visual Components 3D Automate	R1	730	大竹
196	バイポーラ電源	松定プレシジョン	POEF60-20	H27	100	丹
197	直流安定化電源	菊水電子工業(株)	PAT80-100T WITH USB	H27	180	佐々木(大)
198	電子負荷装置	菊水電子(株)	PLZ1004WH	H27	100	佐々木(大)
199	雑音総合評価試験機	(株)ノイズ研究所	MODEL　EMC－5000S	H1	890	佐々木(大)
200	低温恒温高湿器	エスペック	PSL-2K	H19	240	佐々木(大)
201	ファストトランジェント／バースト試験機	(株)ノイズ研究所	FNS-AX3-B50B	H26	150	佐々木(大)
202	雷サージ試験システム	(株)ノイズ研究所	LSS－15AX－C1／S	H13	110	伊藤(亮)
203	耐候性試験機	岩崎電気(株)	SUV-W161	H25	1,540	伊藤(亮)
204	グローワイヤー試験機	Physics tecnics Labor	TA03.35(付属チャンバBT-07)	H25	320	伊藤(亮)

使用料(円/時間)は、消費税込み

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度(S/H/R)	使用料(円/時間)	担当者
205	静電気試験器	ノイズ研究所	ESS-S3011A	H29	200	伊藤(亮)
206	冷熱衝撃装置	エスペック(株)	TSA-73ES-W	R1	700	伊藤(亮)
207	超低温恒温恒湿器	エスペック	PSL-2J	R5	400	伊藤(亮)
208	衝撃波記録解析装置	Lansmont社	Test Partner TP3-USB	H26	100	伊藤(亮)
209	複合環境試験装置	IMV(株)	EM2502(1250/SA5M)(振動試験機本体)Syn-3HA-40(恒温恒湿槽)	H26	1,720	伊藤(亮)
210	真空乾燥器	EYELA	VOS-450SD	H9	130	遠田
211	自動研磨装置	ビューラー社	AUTOMET2&ECOMET3	H9	170	遠田
212	スクラバー付ドラフトチャンバー	オリエンタル技研工業(株)	GNE-1500N	H9	180	遠田
213	発熱量測定装置	(株)島津製作所	CA-4PJ	H10	110	遠田
214	粉塵ドラフト	オリエンタル技研(株)	GNS-1800S	H10	110	遠田
215	排ガス分析装置	(株)島津製作所	GC-17A	H10	120	遠田
216	ガスクロ用オートインジェクター	島津製作所	AOC-20i	H16	110	遠田
217	GC用熱分解装置	(株)島津製作所	PY-2020iD	H21	520	遠田
218	サイクロンサンプルミル	静岡精機(株)	CSM-F1	H20	110	遠田
219	ハロゲン化合物測定自動前処理装置	三菱化学(株)	AQF-100	H18	730	遠田
220	ビード作製装置	東京科学(株)	TK-4100型	H16	810	遠田
221	ハンディ型燃焼排ガス分析計	(株)テストー	t350システムXL	H23	130	遠田
222	放射線(α線、β線、γ線)測定器	日立アロカメディカル(株)	TCS-362,TCS-172B,ICS-323C	H23	110	遠田
223	粒度分布測定装置	日機装(株)	MT3300EX2-SDC-H	H25	580	遠田
224	赤外線サーモグラフィカメラ	日本アビオニクス(株)	R300SR-H	H26	100	遠田
225	ハロゲン化合物測定用検出器	Thermo SCIENTIFIC 社	ICS-1600	H26	410	遠田
226	ガス蒸気吸着量測定装置	日本ベル(株)	BELSORP-max	H26	920	遠田
227	超純水製造装置	アドバンテック東洋	RFU665DA	H26	100	遠田
228	CHN元素分析装置	LECO	CHN628	R2	570	遠田
229	ガスクロマトグラフ質量分析装置	アジレント・テクノロジー	8890GC+5977B	R3	1,610	遠田
230	低温恒温恒湿器	タバイエスペック(株)	PL−3SP型	H5	180	遠田
231	ICP質量分析装置	アジレント・テクノロジー(株)	Agilent 7500 Series ICP-MS	H18	1,680	遠田
232	イオンクロマトグラフ(陰イオン・陽イオン・糖分析システム)	ダイオネクス	ICS−3000+2100型	H22	1,570	遠田
233	吸着性能評価装置	QuantacRome社	ChemBET-3000型	H16	700	遠田
234	バイオシェーカー	タイテック(株)	BR-43FL-MR	H23	110	遠田
235	分子量分布測定装置	(株)島津製作所	ProminenceGPCｼｽﾃﾑ	H25	390	遠田
236	高感度ガスクロマトグラフ	(株)島津製作所	Tracera	H27	470	遠田
237	波長分散型蛍光X線装置	(株)リガク	ZSX Primus IV	R1	1,170	遠田

使用料(円/時間)は、消費税込み

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度(S/H/R)	使用料(円/時間)	担当者
238	紫外可視分光光度計	(株)島津製作所	UV-3600i Plus	R3	420	阿部
239	微粉砕機	中央化工機(株)	MB-1	H9	110	遠田
240	粗粉砕機	三田村理研工業(株)	SR-2	H9	140	遠田
241	凍結粉砕器	日本分析工業	JFC－1500型	H15	300	遠田
242	小型タンデムリング粉砕機	中央化工機商事(株)	TR-LM	H24	110	遠田
243	マスクレス露光装置	ハイデルベルグ・インストルメンツ(株)	μMLA	R4	890	梁瀬
244	摂動方式誘電率測定システム	キーコム(株)	摂動方式試料穴閉鎖形空洞共振器法比誘電率・誘電正接(εr, tanδ)測定システム	H18	310	千葉
245	光テストシステム装置	横河電機	AQ2200	H17	710	佐々木(信)
246	ベクトルシグナルジェネレータ	アジレント	V2920A	H21	310	佐々木(信)
247	ミックスドシグナルオシロスコープ	日本テクトロニクス	MSO4104	H20	110	佐々木(信)
248	ソフトウェア品質評価試験システム	(株)ハートランドデータ	DT10 STD Value Ⅳセット	H26	260	佐々木(信)
249	ロックインアンプ	Anfatec Instruments	eLockIn205/2	H25	100	丹
250	差動プローブセット	ソニー・テクトロニクス	P6330・P5210・TCP202S	H14	110	佐々木(大)
251	計測制御ソフトウェア開発システム	National Instruments(株)	LabVIEW 2010プロフェッショナル開発システム	H23	110	佐々木(大)
252	プレシジョンパワーアナライザ	横河電機(株)	WT3000	H23	180	佐々木(大)
253	絶縁耐圧試験器	日置電機(株)	3159	H14	110	伊藤(亮)
254	ロックウェル硬さ試験機	(株)アカシ	ATK―F1000	H7	190	内田(富)
255	電子スピン共鳴測定装置	ブルカー・バイオスピン社	EMXplus型(マイクロ波ブリッジ含)	H25	1,830	菅原
256	薄膜・粉末両用型高輝度X線回折装置	リガク	SmartLab9K-INP	H29	2,580	菅原
257	超高分解能電界放出形走査電子顕微鏡	日本電子(株)	JSM-7900F	H30	5,490	菅原
258	イオンスパッタ装置	日本電子	JUC-5000	H4	2,040	岡田
259	実体顕微鏡	オリンパス	SZH-141	H5	350	岡田
260	光電子分光装置 (ESCA)	アルバックファイ	5600MC	H4	17,910	千葉
261	卓上顕微鏡	日立ハイテクノロジーズ	Miniscope TM3030Plus,EDX:Quantax70	H27	770	千葉
262	自動接触角計	協和界面科学	DMo-602	R5	600	阿部
263	紫外分光式磁気特性評価装置	ネオアーク	BH-M800UV-HD-10	H17	1,410	山根
264	クリーンブースA	日本エアテック	AER-2000C	H9	110	山根
265	ポータブル型分光測定装置	ARCopix S.A.社	ARCspectro FT-NIR Rocket 0.9-2.6	H26	210	山根
266	モノクロメータ式分光光源	朝日分光(株)	MAX-303+,CMS-100	H27	200	山根
267	偏光カメラ	ビットラン	スロットブレードMC1F10HP付き、100VAC(日本国内向け)	R4	100	山根
268	2次元光検出器	ビットラン	BQ-73LN	H22	120	笠松
269	ダイヤラップ研磨システム	マルトー	ML-150P	H5	110	岡田
270	低速切断機	サウスベイテクノロジー	SBT650	H5	110	岡田

使用料(円/時間)は、消費税込み

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度(S/H/R)	使用料(円/時間)	担当者
271	純水・超純水製造装置	アドバンテック	RFU655DA・RFP543RA	H22	240	田口
272	静電容量微小変位計	ナノテックス	PS-Ⅲ-5D	H16	110	荒川
273	卓上プラズマエッチング装置	三友製作所	TP-50B	H27	470	伊勢
274	金属顕微鏡	ニコン	XPF-UNRB	H4	960	千葉
275	ハイトゲージ	ハイデンハイン	CERTO-CT60M	H6	430	伊勢
276	静電式パターニング装置	エンジニアリングシステム(株)	QDX500-V-XC	H25	1,130	伊勢
277	ダイシング・ソー	ディスコ	DAD320	H7	1,470	内田(勝)
278	摩擦摩耗試験機	ブルカージャパン(株)	UMT-TL-BASE	R1	900	関根
279	バッチ式多元スパッタ装置	トッキ	SPM506	H7	3,820	山根
280	スパッタ機用RFマッチングボックス	トッキ	RF-MN750	H19	220	山根
281	イオンビームガン	アリオス	EMIS-212	H17	440	内田(勝)
282	スパッタリング用パルス電源	日本MKS	RPG-50A-00	H17	290	内田(勝)
283	イオンミリング装置	コモンウェルス	ミラトロンⅣ	H4	1,940	田口
284	クライオコンプレッサー	ブルックス・オートメーション社	8200空冷式	H26	100	田口
285	バッチ式多層スパッタ装置	日電アネルバ	SPF-540H特	H4	2,570	伊勢
286	バッチ式スパッタ装置	日電アネルバ	SPF-332H	H6	2,040	伊勢
287	ディスクスパッタ装置	日本真空技術	SSH-4S	H5	12,570	山根
288	空冷インバーターチラー	オリオン機械(株)	RKE2200B1-V-G2	H25	120	山根
289	冷却水循環装置	オリオン(株)	RKE3750B-V-G2	H28	230	山根
290	工場顕微鏡システム	ニコン	MM-11U	H4	2,990	伊勢
291	MEMS対応型マスクアライナ	ズース・マイクロテック	MA6BSA	H15	1,990	伊勢
292	純水・超純水製造装置	日本ミリポア(株)	Milli-Q Integral 10	H21	230	山根
293	超音波洗浄装置	本多電子	W118	H7	450	内田(勝)
294	サンプリングオシロスコープ	レクロイジャパン	9354TM	H7	160	黒澤
295	高速スペクトラムアナライザ	HP	E4401B	H11	280	黒澤
296	高速パルスジェネレータ	HP	HP81110A	H11	240	黒澤
297	ルビジウム周波数標準発振器	スタンフォードリサーチ	FS725	H17	110	黒澤
298	電波暗室・EMI測定システム	Rohde&Schwars	ESIB26a	H16	9,740	黒澤
299	電波暗室用センサスキャナ	デバイス	DM3423AV1/0	H19	210	黒澤
300	発振器	エヌエフ回路設計ブロック	WF1973	H19	110	黒澤
301	ロックインアンプ	エヌエフ回路設計ブロック	LI5640	H19	110	黒澤
302	低ノイズアンプ	TSJ	MLA-00118-B01-35	H20	110	黒澤
303	高利得マイクロ波アンテナ	Electro Metrics	EM-6969	H21	110	黒澤
304	自動車用直流電源インピーダンス安定化回路網	Schwarzbeck Mess Elektronik	NNBM8125	H21	110	黒澤

使用料(円/時間)は、消費税込み

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度(S/H/R)	使用料(円/時間)	担当者
305	CISPR22対応電波吸収体	TDK	IS-030A	H22	110	黒澤
306	電磁シールド特性評価システム	テクノサイエンスジャパン	KEC法測定システム	H22	120	黒澤
307	雑音電力測定システム	(株)東陽テクニカ	MAC600A-AJ , EPS/RFP-AJ	H25	100	黒澤
308	雑音測定用疑似通信回路網	協立電子工業(株)	KNW-2208, KNW-441, およびF-51	H25	100	黒澤
309	高周波発振器	アンリツ	MG3692C	H26	150	黒澤
310	放射・伝導イミュニティ試験システム	東陽テクニカ	IEC61000-4-3 ,IEC61000-4-6 2008対応	H27	1,400	黒澤
311	車載機器放射イミュニティ用アンテナ	東陽テクニカ	イミュニティ試験システム	H29	200	黒澤
312	オシロスコープ	キーサイト・テクノロジー(株)	DSOX6004A	H30	140	黒澤
313	EMS用発振器	ローデ・シュワルツ社	SMB100B	R1	110	黒澤
314	ミリ波帯アンプ付アンテナ	(株)テクノサイエンスジャパン	LB-180400Hほか	R3	100	黒澤
315	電子負荷	(株)計測技術研究所	LN-300A-G7	H26	100	木谷
316	EMC試験用交流安定化電源	エヌエフ回路設計ブロック	ES2000S+ES2000B×2台	H27	250	木谷
317	EMIレシーバー	ローデ・シュワルツ社	ESW-26、TEPTO-DV/RE、TEPTO-DV/CE、TEPTO-DV/PE	H30	880	木谷
318	電源周波数磁界イミュニティ試験装置	(株) テクノサイエンスジャパン	IEC61000-4-8対応	R2	190	木谷
319	触針式表面形状測定装置	アルバック	DEKTAK150	H21	250	千葉
320	高分解能走査型プローブ顕微鏡	ブルカージャパン(株)	Dimension Icon	R2	2,000	久住
321	MTF評価装置	トライオプティクス	Image Master HR LP	H21	550	梁瀬
322	金属顕微鏡システム	オリンパス	BH3-MJL	H6	1,520	梁瀬
323	分光エリプソメータ	日本セミラボ(株)	SE2000	H28	1,130	山根
324	分光エリプソメータ用反射率測定モジュール	日本セミラボ(株)	SE-2000用	H30	440	山根
325	MTF評価装置	(株)エフケー光学研究所	MATRIX-CS	R3	670	笠松
326	ナノ加工用イオンビーム装置	セイコーインスツルメンツ(株)	SMI2050	H14	4,090	伊勢
327	クリーンブースB(H17導入)	日本エアーテック	ECB02-22D5	H17	130	伊勢
328	マイクロスコープ	ハイロックス	KH-7700	H19	230	田口
329	スペクトラムアナライザ	HP	HP4396B	H9	930	荒川
330	光マイクロメータ	MTI	MTI-2000 1157	H5	620	高橋
331	光マイクロメータ	MTI	MTI-2000 1165	H5	340	高橋
332	FFTサーボアナライザ	HP	HP35670A	H7	640	荒川
333	高分解能光ファイバー式変位計	フォトニクス	ATW-01 +ATP-A20	H12	220	高橋
334	高周波連続可変フィルタ(H13導入)	エヌエフ回路設計ブロック	3660A	H13	110	荒川
335	FFTアナライザー	アジレントテクノロジー	35670A	H17	170	荒川
336	5ch 静電容量変位計	ナノテックス	PS-Ⅲ-5D	H17	110	荒川
337	超高分解能光学スケール	Sony Manufacturing Systems Corporation	BH20	H18	110	荒川
338	平面検出型光学スケール	Sony Manufacturing Systems Corporation	BZ	H18	110	荒川

使用料(円/時間)は、消費税込み

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度(S/H/R)	使用料(円/時間)	担当者
339	FFTアナライザー	小野測器	DS-2100	H19	220	荒川
340	高分解能・光学スケール	ソニーマニュファクチュアリングシステムズ(株)	BH20	H20	110	荒川
341	ロジックアナライザ	アジレントテクノロジー(株)	16804A	H20	240	荒川
342	オシロスコープ	アジレントテクノロジー(株)	DSO7104A	H21	110	荒川
343	高分解能・光学スケール	ソニーマニュファクチュアリングシステムズ(株)	BH25, BD96-B1400HC特	H21	120	荒川
344	ファンクションジェネレータ(2ch出力)	テクトロニクス(株)	AFG3252	H21	110	荒川
345	レーザ干渉変位計システム	(株)小野測器	LV-2100	H21	130	荒川
346	除振台	明立精機	MAPS－008A－G1010	H22	270	荒川
347	走査型プローブ顕微鏡	エスアイアイ・ナノテクノロジー(株)	L-trace Ⅱ	H24	680	荒川
348	レーザドップラ振動計	小野測器	LV-1800	H25	140	荒川
349	振動周波数分析器	(株)エヌエフ回路設計ブロック	FRA5097	H25	130	高橋
350	微小トルク検出器	ユニパルス	UTMⅡ-0.05Nm	H26	100	荒川
351	ピコメートル分解能非接触変位計	(株)マグネスケール	BN100	H26	100	荒川
352	高分解能反射型レーザースケール	(株)マグネスケール	BF1,BD-96	H26	100	荒川
353	差動型非接触振動計	小野測器(株)	LV-1800	H26	150	荒川
354	デジタルオシロスコープ	キーサイトテクノロジー	DSOS104A	H29	230	荒川
355	小型赤外線サーモグラフィー	(株)アピステ	FSV-210L	H30	170	高橋
356	オートコリメータ	ニコン	6B	H18	220	笠松
357	GMR評価高磁界用マグネット電源	菊水電子工業	PBX20－20	H10	110	山根
358	オシロスコープ	AgilentTechnologies	54622A	H12	110	黒澤
359	スペクトラムアナライザ	AgilentTechnologies	E4411B	H12	110	黒澤
360	発振器	HP	HP81110A	H11	240	木谷
361	クリーンブースC(H17導入)	日本エアテック	ACB-352C-特型	H7	130	木谷
362	光学顕微鏡	ニコン	MM-11U	H7	590	木谷
363	ローパスフィルタ	エヌエフ回路設計ブロック	3660A	H9	440	木谷
364	ロングメモリオシロスコープ	レクロイ	LC574AL	H11	680	木谷
365	高精度スピンスタンド	協同電子システム	LS1000/500PS-ⅡK	H16	2,510	木谷
366	磁気抵抗測定装置	ハヤマ	MRMS-10K	H20	3,770	黒澤
367	スイッチ・マトリックス	ケースレーインスツルメンツ(株)	4200-UL-LS-12	H21	110	黒澤
368	GPIB直流電源装置	菊水電子	PB×40-5	H5	260	木谷
369	小型旋盤	エムコ社	コンパクト8	H5	590	木谷
370	立型帯鋸盤	ラクソー	VWS-55	H5	280	木谷
371	静電力発生用高圧電源システム	松定プレシジョン	HAR-30P73.3	H27	100	荒川
372	粘度計	ブルックフィールド社	DV2TCP	H29	100	遠田

使用料(円/時間)は、消費税込み

No.	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度（S/H/R）	使用料（円/時間）	担当者
373	表面張力計	協和界面科学	DY-500	H29	170	遠田
374	ハイスピードマイクロスコープ	キーエンス	VW-9000	H28	400	笠松
375	一軸面内磁場印加マニュアルプローバー	ハイソル（株）	HMP-400SMS-Entry型	H27	350	千葉
376	ネットワーク・アナライザー・システム	アジレント・テクノロジー（株）	E8364A	H14	1,260	黒澤
377	インピーダンスアナライザ	キーサイト・テクノロジー	E4991B	R5	1,010	黒澤
378	LCRメータ	HP	HP4284A	H7	610	荒川
379	アンプ付き電流プローブ	ソニーテクトロニクス	AM503S＋op05	H11	110	木谷
380	デジタルオシロスコープ	LeCroy	WR6051A	H16	110	木谷
381	標準電圧電流発生器	アドバンテスト	R6161	H5	230	内田(勝)
382	マルチメータ	HP	HP3458A	H5	340	内田(勝)
383	ズーム顕微鏡	ユニオン光学（株）	DZ2-SH	H9	230	笠松
384	大規模データ処理用並列分散計算クラスタリングシステム	IBM	eServer325	H16	150	黒澤
385	高周波連続可変フィルタ(H11導入)	エヌエフ回路設計ブロック	3660A	H11	180	木谷
386	フォトリソグラフ用クリーンオーブン	榎本化成	CSO-402BF	H12	160	内田(勝)
387	スピンコータ	ミカサ（株）	MS-A150	H21	140	内田(勝)
388	液晶配向シミュレータ	シンテック（株）	LCD MASTER 3D	H18	190	梁瀬
389	ラビング装置	E.H.C（株）	MR-100	H18	270	梁瀬
390	UV加圧硬化装置	E. H. C	MLP-320G	H19	110	梁瀬
391	アッベ屈折計	アタゴ	DR-M4/1550	H21	110	梁瀬
392	ヘッド観察用顕微鏡セット(ボアスコープ)	オリンパス	G080- 034-090-55	H5	110	梁瀬
393	照明光学系設計システム	Zemax社	OpticStudio Professional版	H27	220	梁瀬
394	偏光顕微鏡	オリンパス光学工業（株）	BHS−751−P型	S62	110	梁瀬
395	高性能LD光源	メレスグリオ	56RCS002/HV	H21	110	梁瀬
396	色彩輝度計	コニカミノルタ	分光フィッテイング方式　CS-200	H25	130	梁瀬
397	可視光対応光スペクトラムアナライザー	横河計測	AQ6374-10-L1-D/FC/RFC	R2	340	梁瀬
398	高速カメラ	（株）ディテクト	HAS-D3M	H25	110	笠松

使用料（円/時間）は、消費税込み

秋田県産業技術センター
業務年報

2023年（令和5年度）

編集・発行： 秋田県産業技術センター

〒010－1623
秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番11
あきたけん あきたし　あらやまちあざ　さぬき

TEL　018－862－3414（代表）
FAX　018－865－3949（代表）

E-mail : soudanshitu@aitc.pref.akita.jp
Home page : https://www.aitc.pref.akita.jp/