

業 務 年 報

Annual Report of
Akita Industrial Technology Center

2021

秋田県産業技術センター

ご 挨 拶

ここ数年の間に、我々はコロナ禍や異常気象など想定外の事態に直面することが多くありましたが、首都圏の大企業においても秋田県の中小製造業にあっても、その都度、皆で団結し協働で解決策を見出し乗り越えて来たと思います。そんな様々な環境変化や市場変化の中においても、我々秋田県産業技術センターは「県内企業の技術支援機関」として、その役割を変える事はありません。

県内企業の技術支援機関として我々が最も重視するものに、「県内企業との共同研究」「県内企業からの技術相談・技術指導」「県内企業による設備利用」の3大業務があります。

共同研究は、企業の皆様と当センターが共同で研究開発に取り組むもので、10年前と比べて3倍近くにまでその件数が増加しており、驚くことにコロナ禍においても伸び続けています。企業の皆様が抱える困難課題の解決や新技術開発課題の解決に直接取り組むため、共同研究契約や秘密保持契約を締結しながら研究開発を進めてまいります。

技術相談・技術指導は、企業技術者からの生産性向上の相談、品質管理手法、不良分析の依頼、新商品のアイデア具現化など、実に様々な相談に対して当センターの研究員が直接に指導を行うものです。対応する技術分野も極めて広範囲に渡るため、場合によっては複数の技術分野の研究員が連携して相談にあたる事も少なくありません。当センターではWeb面談も積極的に取り入れ、年間で2,500件近くの技術相談・技術指導にあたっています。

設備利用は、当センターが保有する機器を企業の皆様に利用して頂く仕組であり、400種類近くの機器について設備利用環境を提供しています。これらの機器は、当センターのホームページ上でその仕様などが公開されており、企業技術者の方がご自身で検索可能な環境も提供しております。当センターでは宅配サービスなども活用し、年間で3,000件近くの設備利用にあたっています。単独の企業では保有することが困難な機器を、当センターが整備し共同利用できる環境を提供することは、県内企業の皆様にとって大きな技術支援になるものと捉えております。

当センターでは「共同研究」「技術相談・技術指導」「設備利用」の3大業務のほかに、独自のコア技術獲得に向けた個々の研究開発も行っており、今年度は特に「ロボット・AI、IoT」と言った先進技術や「導電性セラミックス」「高充填精密成形」など次世代を見据えた技術獲得に向け新規研究テーマを設定しています。これらの研究開発は、既に推進中の他の研究開発と共に、その成果を県内企業の皆様に技術移転するという目的に向かって実施してまいります。

秋田県産業技術センターは「県内企業の技術支援機関」として、今後もより一層の努力をし、県内産業の振興を目指してまいりますので、どうかよろしくお願い致します。

令和4年3月

秋田県産業技術センター所長

佐藤 明

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	8
5.	導入機械設備一覧	9
6.	業務実績概況	10
7.	「産業基盤強化事業」の概況	12
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	28
III	研究成果・広報活動	29
1.	研究成果報告会の概要	30
2.	研究成果概要	31
3.	所内見学	41
IV	研究報告	43
1.	産業基盤強化事業	45
2.	研究推進	89
V	資 料	115
1.	沿革詳細	116
2.	特許出願・登録状況	118
3.	各技術研究会の概要	122
VI	当センターのご利用について	125
1.	産業技術センターの所在とアクセス	126
2.	産業技術センター施設・設備利用のご利用案内	128

I 総 説

1. 沿革

昭和03年07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05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01月	秋田県角館権工芸指導所設立。
昭和21年04月	秋田県川連漆工芸指導所設立。
昭和30年09月	秋田県工業試験場と改称。 秋田県角館権工芸指導所、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06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03月	秋田県工業試験場角館指導所を廃止。
昭和43年04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03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03月	秋田県工業技術センター川連指導所を廃止。
平成17年05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04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(m ²)	建物面積(m ²)
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3年4月1日現在

	技術系	事務系	嘱託	計
所長、副所長、上級主席研究員、 総務管理部	3	6	3	12
企画事業部	4	1	0	5
共同研究推進部	7	0	1	8
先進プロセス開発部	7	0	1	8
素形材開発部	10	0	3	13
電子光応用開発部	10	0	1	11
先端機能素子開発部	8	0	1	9
合計	49	7	10	66

3. 組織・業務体制

3-1 組織図

令和3年4月1日現在



3-2 職員・業務分担 令和3年4月1日現在

- 秋田県産業技術センター 所 長 佐藤 明
- 秋田県産業技術センター 副所長 斉藤 耕治（本務 秋田県産業労働部 次長）
- 秋田県産業技術センター 上級主席研究員 遠田 幸生
- 秋田県産業技術センター 上級主席研究員 鈴木 淑男

○ 総務管理部

組織名	職 名	氏 名	主な業務
総務管理班	部長	佐藤 守英	総務管理部門の総括、人事、危機管理
	副主幹（兼）班長	清水 利明	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	文書副主任、環境マネジメントシステム、各種照会
	副主幹	熊谷 篤	予算・決算、施設維持管理（本館）、施設修繕（本館）、研究機器管理、予算執行管理、財産管理、歳出、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、社会保険・所得税等、科研費
	主事	保坂 駿	歳入、施設維持管理（AIT）、施設修繕（AIT）、公共料金・事務用品、車両管理、燃料費・定期刊行物等、情報化リーダー

○ 企画事業部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	遠田 幸生	企画事業部門の総括
	（兼）主席研究員	杉山 重彰	【本務：輸送機産業振興室長】
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、情報化副リーダー
	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	杉崎 学	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
	主任研究員	荒川 亮	ネットワークの管理運営、ホームページの管理運営、データベースの管理運営
	専門員	赤上 陽一	企業支援、企業等の新事業創出

○ 共同研究推進部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	千葉 隆	共同研究推進部門の総括
技術コーディネーター班	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	技術コネクタハブ強化事業、各種分析業務、企業支援フォロー、各種推薦業務
	専門員	山川 清志	技術コネクタハブ強化事業、センターの利活用促進
	専門員	小笠原 雄二	技術コネクタハブ強化事業、センターの利活用促進
	専門員	森 英季	技術コネクタハブ強化事業、センターの利活用促進
	専門員	木村 光彦	技術コネクタハブ強化事業、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	鈴木 淑男	先進プロセス開発部門の総括
システム制御グループ	主任研究員 (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、電界非接触攪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、電界非接触攪拌システム制御技術、有機化学・分析化学技術
スマートものづくり技術グループ	上席研究員 (兼) グループリーダー	内田 富士夫	グループの総括、スマートエンジニアリング、鑄造技術・金属材料
	主任研究員	伊藤 亮	スマートロボティクス技術、数値シミュレーション技術、人工知能 (A I) 技術、
	研究員	黒沢 憲吾	スマートエンジニアリング、精密形状計測 (デジタイズ) 技術、鑄造技術・金属材料
	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、情報化副リーダー

○ 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、情報化副リーダー
	研究員	高山 健太郎	熱利用、材料解析（成分分析、表面観察）
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、ロボティクス技術、輸送機産業、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	小松 和三	ロボティクス技術、機械加工技術、超音波応用技術
	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、情報化副リーダー
	研究員	瀧田 敦子	レーザ熱処理技術、非破壊検査技術、接合技術、材料の機械的特性評価
	研究員	瀬川 侑	金属技術、ものづくり

○ 電子光応用開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	近藤 康夫	電子光応用開発部門の総括、電子回路・設計技術
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、電磁界計測技術・応用
	上席研究員	佐々木 信也	電子通信技術、ネットワーク応用、情報化副リーダー
	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・機械学習技術
	主任研究員	伊藤 亮	電子回路応用、信頼性試験・関連法規
	専門員	千葉 さおり	信頼性試験
	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	グループの総括、光学デバイス・光計測技術、光学薄膜の作成・評価
	（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	光学機器開発、光学機器評価
	研究員	笠松 秀徳	光学機器技術、光学薄膜技術

○ 先端機能素子開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	梁瀬 智	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	菅原 靖	グループの総括、セラミック材料の開発、化学分析
	上席研究員	新宅 一彦	磁性材料の開発、複合材料の開発
	上席研究員	内田 勝	光電子デバイス、表面処理技術（乾式・湿式）
	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、情報化副リーダー
	主任研究員	山本 安彦	航空機関連技術の開発
	研究員	関根 崇	高機能焼結材料の開発、硬質材料の開発

4. 決算 ※人件費を除く

(令和3年度)

歳 入

科 目	収入額 (円)	備 考
国庫支出金	77,678,700	
地方創生臨時交付金	77,678,700	新型コロナウイルス感染症対策
使用料及び手数料	21,077,003	
産業技術センター使用料	20,522,834	
行政財産目的外使用料	554,169	
諸収入	73,730,010	
受託事業収入	64,136,761	
雑入	9,593,249	
財産収入	357,008	
財産貸付収入	36,586	
特許等運用収入	320,422	
一般財源	182,483,785	
計	355,326,506	

歳 出

科 目	支出額 (円)	備 考
管理運営費	176,221,852	
研究推進費	70,036,603	
施設・設備整備費	77,678,700	
技術コネクターハブ強化事業	1,066,140	
産業基盤強化事業	30,323,211	
計	355,326,506	

5. 導入機械設備一覧

(令和3年度)

機器名称	メーカー及び型式	概 要	設置場所
MTF 評価装置	(株) エフケー光学研究所/ MATRIX-CS	レンズがどれだけ正確に被写体を写しているかを表す MTF (Modulated Transfer Function 変調伝達関数) を測定する装置	高度技術研究館
NC フライス盤	(株) 山崎技研/F-352	主軸に取り付けられた切削工具を回転させ、テーブルに固定された被加工物を切削する加工装置	本館
ミリ波帯アンテナ付アンテナ	(株) テクノサイエンスジャパン/LB-180400H-KF	空気中を伝搬する 26.5GHz～40GHz の電波を計測するための装置	高度技術研究館
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(株) /8890GC+5977B	アルコールやアセトンなどの溶媒、灯油などの液体、燃料ガスなどの気体に含まれる成分の定性、定量を行う装置	本館
紫外可視分光光度計	(株) 島津製作所/UV-3600i Plus	紫外線、及び可視光領域の波長を順次変化させながら光の強さを検出して試料の透過率、吸光度を測定する装置	本館
三次元ひずみ解析システム	(株) レーザー計測/VIC-3D	金属および樹脂の変形特性などを評価する際に非接触で 3 次元のひずみ・形状を評価する装置	本館

6. 業務実績概況

(令和3年度)

項 目		実績数	単位
研究 関 連 契 約	共同研究	99	件
	受託研究	2	件
	簡易受託研究	384	件
	委託研究	2	件
	外部資金	15	件
	その他の研究開発関連契約 (NDA 等)	8	件
技術相談・指導		3,209	件
施設・設備利用状況		1,794	件
開放研究室入居状況 (R4.3.31)		12	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	5	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	11	回
	秋田県生産技術研究会	7	回
	北東北ナノ・メディカルクラスター研究会	2	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	5	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	
	ロボット技術研究会	3	回

項 目		実績数	単位
人 材 育 成	技術者の育成・受託研修	5	件
	講師及び審査員の派遣	18	件
成 果 ・ 広 報 活 動	研究成果報告会	Web サイト上に 特設ページ開設	
	特許等	8	件
	誌上・論文発表	13	件
	学会等口頭発表	56	件
	各種表彰	5	件
	一般公開	コロナウィルス感染症 (COVID-19) 感染予防対策 として一般公開を中止した	
	イベント	10	件
	新聞・一般誌掲載・テレビ放映等	49	件
	所内見学	37	人
研究報告		27	件

7. 「産業基盤強化事業」の概況

平成 28 年度から令和 2 年度までの 5 年間、研究員が保有するオンリーワンのコア技術を磨き、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ようという目的で、「あきたものづくり創生事業」を実施しました。

そして、令和 3 年度からの 5 年間は、その後継事業として、「産業基盤強化事業」に取り組んでいます。この事業は、コロナ禍に対応した工場のデジタル化及びリモート化の支援等、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を活用し推進することを目的にしています。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 つの事業を実施することにより、研究員の保有するコア技術をさらに高度化し、県内企業に展開していくことにより、企業の活性化に結びつけようというものです。

また令和元年度から 5 年間の計画で、産業技術センターをハブとした企業間連携の促進により、新たな企業価値創出を図ることを目的とした、技術コネクターハブ強化事業も展開しています。

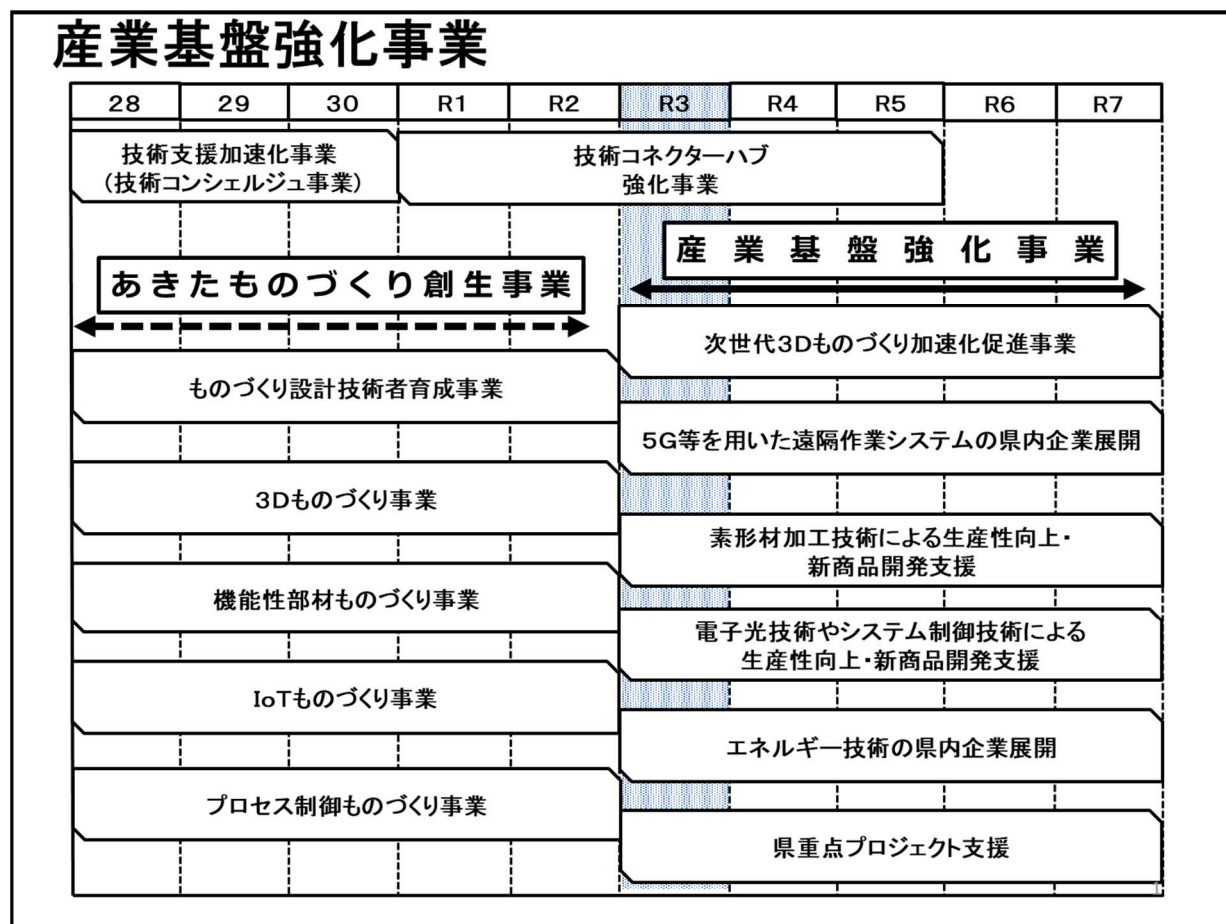


図 産業基盤強化事業と技術コネクターハブ強化事業の中期計画

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 鈴木 淑男

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 開発やロボット活用技術等のコースを新設し、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、30 社 466 人日の企業が本事業を活用し、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。

【3D-CAD コース】	37 人日
【射出成形コース】	77 人日
【次世代鋳造技術コース】	107 人日
【構造解析コース】	10 人日
【流体解析コース】	13 人日
【樹脂プリンタコース】	60 人日
【ロボット活用技術コース】	22 人日
【AI 開発コース】	66 人日
【デジタル形状検査コース】	74 人日

今年度新設した AI 開発やロボット活用技術コースにおいては、本事業を通して新規設備導入を決めた企業もあり、設備導入の機種選定等の支援も行った。

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 ものづくリ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。

今年度は、指向性エネルギー堆積 (DED) 法による金属積層造形を実施した。造形には、三菱電機社製の試作開発機を用いた。本設備で採用しているレーザ・ワイヤ DED 法は、溶接ワイヤをレーザで熔融させることで、3 次元形状を構築する造形法である。このため、粉末を扱う造形方式と比較して、①造形速度が速い、②異材への造形が可能、③ランニングコストが安価で材料管理しやすいなどのメリットを有することから、県内企業において金属製品の高付加価値化を検討する上で有用な技術と考えられる。しかしながら、本技術は研究開発段階であるため、造形条件など未だ確立できていない部分が多い。そこで今年度は 12 枚の複雑な翼形状を有するインペラの造形を試みた。ベースとなる基材には SUS304、造形材には SUS630 を用いた。

検討初期には、ワイヤの張付き、ドロップ、クレバス状など多種多様な造形欠陥が生じ、造形が破綻に至る場合も確認された。検討の結果、これらの欠陥の多くはワイヤ挿入方向が原因であるものと、入熱不足が原因であるものの 2 種類に大別することができた。前者については造形 NC プログラムを修正することで対応し、後者については造形スピードを低くし入熱量を増やすことで対応した。入熱量の増加は、熱による形状のダレが懸念されたが、形状検査の結果、目標形状との誤差が小さく、12 枚の翼が概ね等しい形状で造形できていることを確認した。また、入熱量を増やしたことで積層ピッチが増加し、造形時間を短縮することに成功した。

今後は、造形物のさらなる薄肉化や複雑形状化を可能とするために、本設備で実施できる他の造形プロセスの確立を目指す。また、造形条件と変形特性・金属組織の関係調査することで、レーザ・ワイヤ DED 法における組織制御の可能性を見出したい。

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 近藤 康夫、先進プロセス開発部 鈴木 淑男
素形材開発部 工藤 素

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

本事業は、遠隔システムとして IoT を基本とし、製造業における業務改善を目指したシステムの内製化人材育成を重点的に実施した。大きく 2 つの取り組みを行った。

1 つ目は、由利本荘市及びにかほ市の合同事業として公益財団法人 本荘由利産学振興財団が行った IoT 現場実践研修である。由利本荘市及びにかほ市でそれぞれ 1 社に現場の提供を依頼した。研修参加者は、各社の課題をヒアリングし、自分の意向に沿った現場を選定し、4 人 1 組で 2 チームを作った。各チームで、課題に対応した IoT 機器を検討し、開発を実施した。期間は 3 ヶ月で、随時 SNS で情報交換を行いながら設計を進めた。最後は開発した IoT 機器のデモを行うプレゼンテーションを行った。この期間、経済産業省による中高生参加型の事業も同時に行われ、同じ現場の課題を高校と中学校とで IoT 及び ICT によって解決する機器の開発を行った。中高生への指導者については、過去に同じ地域から IoT 研修を受講した社員を選定し、指導を依頼した。学ぶ側と教える側という 2 つのサイクルを持つことで、この地域における IoT 内製の機運を高めることができた。

2 つめは、従来の IoT 研修においてビデオ教材を作成し、オンデマンド化を図った。これは COVID-19 によって対面形式が困難になったことがきっかけであるが、受講する企業にとっては、研修にスケジュールを合わせる必要が無く、自由なスケジュールでの受講が可能となった。質問などもオンラインで受け付けることとし、ビデオ教材における課題も軽減できた。

今年度、2 つの取り組みによって、県内製造業における IoT システムの内製化人材がより多く育成できた。

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。

超音波は、市場に存在する様々な医療用画像診断モダリティの一つである。超音波診断装置にはプローブが装備されており、プローブから高周波の超音波が患者の体内に送信され、体内の器官によってプローブに反射されることで映像化される。

近年、ポータブルタイプの超音波診断装置等が販売されている。患部にプローブを当てると、専用のタブレット等でエコー画像を確認することができる。またインターネット等を介して、遠隔地にいる人とエコー画像を共有することができ、相談などを行うことができる。

本事業では、秋田大学大学院医学系研究科と共同で、ポータブル超音波診断装置と協働ロボット遠隔操作システムを活用した超音波診断に関するロボット遠隔操作実証実験を行った。遠隔地にいる熟練技術を有した施行者が、プローブを備えたロボットを遠隔操作し、信頼性の高い超音波診断画像が得られるかの実証実験を行った。3 次元 CAD システムを用いて協働型ロボット向け超音波プローブ把持治具の設計開発を行い、3D プリンタで試作を行った。本実証実験を通じて、ロボット遠隔操作に対して操作者の慣れは必要であったが、ポータブル超音波診断装置及び協働ロボット遠隔操作システムを活用することで、遠隔地から信頼性の高い超音波診断画像が得られると分かった。

本実証実験を通じて、医療分野におけるロボット遠隔操作に関するニーズの掘り起こし、3 次元 CAD システム及び 3D プリンタを活用した試作による迅速なソリューションの提案を実現した。

素形材加工技術による生産性向上・新商品開発支援

企画事業部 遠田 幸生 先端機能素子開発部 梁瀬 智
素形材開発部 工藤 素

目 的

本事業は、金属材料・レーザ熱処理、プラスチック材料、セラミック材料、CFRP、センサ素子等の様々な素形材を対象とした技術開発による県内企業の競争力の向上支援を目的とする。

内 容

1. 難削材・難形状品の高能率加工技術の企業展開

近年、切削加工や各種成形加工など、従来手法での製造が不可能な形状を作る方法として、金属 3D プリンタの導入や活用が進み始めている。当センターでは、三菱電機(株)名古屋製作所との共同研究により、三菱電機(株)製ワイヤ/DED 方式による金属 3D プリンタを導入した。そこで本事業では、金属 3D プリンタで造形されたインペラモデルを対象に、5 軸制御マシニングセンタで切削による仕上げ加工を実施し、段取りや各加工工程のノウハウを蓄積するとともに、金属積層造形による部品製造の有効性を確認した。

2. 機能性材料の開発と企業展開

当センターと秋田大学で開発した WC-SiC 基セラミックスは、優れた機械的性質を有しており切削工具、金型、耐磨耗部材等への利用が期待される。本研究では、WC-SiC 基セラミックスの高温耐酸化性と耐薬品性について検討した。高温耐酸化性では、600℃で 4 時間保持の条件において、SiC 添加率 5~40 mol%の WC-SiC 基セラミックスは、クラックの発生や変形が起こらないことを確認した。また、耐薬品性では、SiC 添加率 5~50 mol%の WC-SiC 基セラミックスは、硝酸等の酸性溶液に対して優れた安定性を有することが明らかになった。

3. プラスチック成形基盤技術強化事業

本事業ではプラスチック成形加工の技術支援を目的に先端技術情報などの発信に取り組んでいる。環境にやさしいプラスチック材料として注目される木粉やセルロースナノファイバーなどの木質バイオマスと複合化した木質複合化材料は、含水率が高いため射出成形時にはガス焼け、シルバー等の成形不良が発生することがある。そこで、ベン

ト式射出成形による試験片を作製し、ガス焼け不良への有効性や力学特性等の知見を得た。

4. プリンテッドセンサシステムの県内企業展開

プリンテッドエレクトロニクスは、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。本研究では、印刷プロセスの一つの方法であるディスペンシング方式により製作した薄型温度センサの抵抗値制御について報告する。製作した温度センサの抵抗値にはバラツキがあり、抵抗値から温度へ変換する式をセンサ毎に用意しなければならないため、正規化した抵抗値を用いた温度変換式を求めた。この方式の採用で抵抗値にバラツキがあっても一つの温度変換式で済むようになった。今後は実用化に向けセンサの更なる信頼性向上を目指す。

5. 県内企業への CFRP 成形技術事業展開

炭素繊維強化プラスチック (CFRP) は、軽量で高強度と優れた物性を有していることから世界的に利用が急増している。本事業では、CFRP 製造コスト削減を目的に、型材に高強度耐熱樹脂を用いてプレス成形用樹脂型を作製した。その結果、アクリルプリプレグを用いた CFRP 成形においては 180℃、50kN の条件下で問題なく成形可能であることを確認した。また、型材である高強度耐熱樹脂単体では割れが生じやすいため、増粘剤を添加することで割れを抑制可能であることが明らかになった。

6. レーザ熱処理技術の県内企業展開

近年開発の進む金属 3D プリンタの県内企業での活用に向け、レーザ・ワイヤ DED 法で造形された SUS630 造形物の熱処理前後の組織観察および機械特性評価を行った。その結果、パス走査方向に対して異方性を持った組織が形成され、熱処理後もその異方性が残り、機械特性に影響することが分かった。本結果より造形物にかかる荷重を考慮した設計や造形パスを直交させるなどパスを工夫して組織の異方性を低減することで、意図する機械特性を発現させる造形プロセスの知見を得た。

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

先端機能素子開発部 梁瀬 智 電子光応用開発部 近藤 康夫
先進プロセス開発部 鈴木 淑男

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

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・安心の確保は、政策上の最重要課題である。これら様々な問題を解明し、解決していくためには、生活環境や医療等に係る計測／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。具体的には、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開発を目標とする。今年度は特に、磁性積層膜における表面プラズモン共鳴を利用した「磁気プラズモンセンサ」について検討を行い、従来のセンサに比べて、高い検出感度を達成するとともに、水素ガス検知ならびにグルコース計測において基本動作を確認した。今後さらに、検知材料の高性能化を図ることで各種バイオ化学センサとして実用化を目指す。

2. 機能性光学デバイス技術の県内企業展開

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）の開発と関連技術の普及・展開を行っている。その代表である液晶レンズは秋田県発の技術シーズであり、イメージングデバイスやセンシングデバイス等への応用に向けた試作・開発を行っている。機能性光学デバイスには「高抵抗膜」（高い電気抵抗を有する透明薄膜）が必須の技術として使われている。高抵抗膜の任意パターンへの形成によりデバイスの性能向上や新機能の発現が期待されるため、今回はリフトオフ法を適用したパターン形成を検討した。逆テーパーのフォトレジストを用いることで、バリがないパターンエッジを作製できた。フォトレジストの除去に、Nメチル-2-ピロリドンを用いると残渣が生じないことが分かった。現在、これら高抵抗膜作製に関する技術の県内企業への移転を支援している。

3. Si スピンデバイス技術の県内企業展開

Si スピンデバイスを用いることにより、独自に考案したスピンパケット理論を検証した。この理論は、スピン信号解析技術の県内企業展開として、昨年度の共同研究で開発・整備した ESR シミュレータ（電子スピン共鳴スペクトルを解析するツール）の計算手法の基礎となる。今年度の検証により、当センターのシミュレータの妥当性を保証することができ、信頼性の高い解析データの提供が可能となる。

さらに、薄膜・表面技術の県内企業展開として、県内企業と共同出願した異種金属接合体に関する“モノ”発明を権利化するとともに、この特許を補完する新しい概念のめっき方式に関する製法発明を共同出願した。技術的思想は、Si スピンデバイスの研究開発で提案した非対称ポテンシャル障壁（科研費挑戦的萌芽研究）の仮説実証のためのアイデアを応用展開したものである。半導体物理におけるアイデア・成果を、異分野のめっき方式・製法で県内企業展開できた事例である。

4. 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

新型コロナウイルス（COVID-19）の検査について、本事業では、秋田県独自技術である電界攪拌技術（Electric field Mixing（以下、EFM））を用いてウィルス検査等の迅速化を目指し、今年度は、主に ELISA 技術における最適プレート材の検討と ELISA 法の迅速プロトコルの開発を行った。

プレート材の検討結果として、従来 96 ウエルプレート、市販のポリスチレンプレート、スライドガラスプレートの3種類を静置法で比較した場合、吸光度のばらつきの少ないガラスプレートが最適であることを確認した。また、ELISA 法の迅速プロトコルの検討結果として、発色工程でも電界攪拌を行うことにより、発色工程の迅速化と高い発色（吸光度）を得ることが確認でき、全て静置で行うプロトコルと全て電界攪拌を行うプロトコルを比較して吸光度は最大約2.6倍に向上することを確認した。

北東北ナノメディカルクラスター研究会については、新たな技術開発のための競争的資金獲得として、1件の新規事業が採択された。

エネルギー技術の県内企業展

先端機能素子開発部 梁瀬 智 素形材開発部 工藤 素

目 的

本事業は、エネルギーの利用技術に関する技術開発による県内企業の競争力の向上支援を目的とする。

内 容

1. エネルギーの効率的利用に関する技術開発

1-1 感染症対策用パーティションの開発

新型コロナウイルス(COVID-19)は世界的なパンデミックを起こしている。その感染症対策の換気方法について、吸気ファンを搭載した感染症対策用パーティションの開発を流体シミュレーションにより行っている。一般的に感染症対策は、外気を取込んだ室内換気が盛んに行われており、冷・暖房期には、エネルギーロスが発生する。

そこで換気回数の削減を目的に、パーティションに「吸気ファンを搭載した室内用の換気システム」の検討を行った。本換気システムの設計は、流体シミュレーションにより改良化を図る。その上で、吸込み率・目標値は90%以上の良好な吸込み能力を有する換気システムの開発を進めている。

1-2 熱交換器の利用によるCO₂排出量削減

2020年に日本政府は「2050年カーボンニュートラル宣言」を行った。二酸化炭素(CO₂)は温暖化等の気候変動の原因と考えられている。現在、CO₂の排出量削減は『地域脱炭素ロードマップ』にも掲げられており急務とされている。高効率な熱交換器は、エネルギー利用時のCO₂排出量を削減できることからその研究・開発が注目を集めている。

これまでの試験研究では、熱交換器を利用した熱交換能について評価してきている。その結果をもとに、熱交換量と同等の熱量を発生させるために必要なCO₂量を推算した。円管式二重管と多葉状式二重管の熱交換能を比較した結果、多葉状式二重管のCO₂発生量は円管式二重管と比べて半分程度になることが推算され、多葉状式二重管の利用はCO₂の排出量削減が期待できることを確認した。

2. 熱マネジメント技術の開発と県内企業展開

熱エネルギーを有効利用する上で、最近では断

熱や遮熱、蓄熱などの技術に関する検討が進められている。例えば、断熱や遮熱に関する身近なところでは、住宅の窓からの熱の出入りによる気密性の評価などがある。その熱の評価には、一般的に温度の測定が用いられることが多い。しかしながら、温度の測定だけでは、どこから、どのくらいの熱の出入りがあるのかを把握することは難しく、具体的な改善策を立てることは容易ではない。

そこで、温度よりも直接的な熱の評価の指標となる熱流に着目し、市販の熱流センサを用い、温度測定用の熱電対と比較評価を行った。これにより、熱流センサにおける特徴および現状における課題を把握することができた。

3. ワイヤレス機器向け高周波応用技術の開発

「コイル・磁気コアの設計・試作」および「高周波回路設計の設計・試作・評価」により、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及び製品化支援を行っている。今年度は県内企業2社向けに、低電圧入力／高出力の送電ドライバ、ワイヤレスFPCヒーター、送受電コイルの位置ずれに強い高効率Dualコイル等を開発し、試作品が県外企業に納入された。

高周波電界センサの新たな応用として、マイクロ波帯の電波吸収性能についてシミュレーションを行った。散乱体物性や形状と感度および周波数特性との関係を解析し、センサ性能の高感度や広周波数帯域化の条件を明らかにした。

電波暗室の年間累計の利用は181時間、35件であった。また管理・運用において、他電子計測機器も活用して、製品のEMC規制への対応や適合性判断を実施した。開発効率やEMC品質の向上を目指し、EMC計測技法やEMC対策技術を指導した。また他機関との相互運用性を向上させた。さらに昨年度末に導入した「電源周波数磁界イミュニティ試験装置及びハイブリッドアンテナ」の運用により、試験可能項目の拡充と最新規格のエミッション試験へ対応が可能になった。

県重点プロジェクト支援事業

先端機能素子開発部 梁瀬 智 電子光応用開発部 近藤 康夫
企画事業部 遠田 幸生

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. 秋田県版サステナブル社会構築の検討

2020年10月、菅前首相の「我が国は2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする。」という方針を受け、国内がサステナブル社会構築に向け、ドラスティックに動き始めた。それに伴い、秋田県でも、何ができるかを検討した。そして「アンモニアマイクロガスタービンのコジェネレーションを活用したゼロエミッション農業の技術実証」という内容で、環境省委託事業に応募し、採択された。委託期間は、2021～2023年度、今年度は主に、実証フィールド（大仙市南外）へのアンモニアマイクロガスタービンの設置工事、試運転等を行った。

2. 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は県内企業に対して、世界最先端の放射光分析によるものづくりの革新や自社の得意分野を生かした加速器産業への参入に向けた好機になる。そこで、高エネルギー加速器技術を基盤とする新産業の育成を目指し、次の3つの事業に取り組んだ。

2-1 小型加速器を目指した超伝導体ニオブスズめっき技術の開発

秋田化学工業（株）、高エネルギー加速器研究機構、当センターの共同で、東経連ビジネスセンター「新事業・アライアンス助成事業」の資金援助のもと、電解めっき法と熱処理を組み合わせた超伝導体 Nb_3Sn 薄膜の生成技術の確立に向け、プロセス開発を行った。

2-2 放射光を用いた光学薄膜の異常成長欠陥メカニズムの解析

（株）三井光機製作所、（株）日東分析センター、当センターの共同で令和3年度仙台市既存放射光施設活用事例創出事業の支援を受け、大型放射光施設 SPring-8 を用いて光学薄膜成膜で生じる微小欠陥の原因特定を試みた。

2-3 加速器用電磁石の製造技術開発

加速器を構成する重要な電磁石の製造技術を県内の企業に展開するために、産学官連携の体制構築を進めた。

3. ナノコイルを軸とした薄膜応用技術の県内企業展開

新世代航空機部品製造拠点創生事業として、秋田県での複合材料製造、製造装置・検査装置の事業化と機体主要構造物の製造拠点の創生を図るとともに、軽量化が求められている自動車分野や福祉医療分野等での事業化を目指している。本事業は、航空機機体主要構造物をターゲットとした複合材の革新的な製造技術を開発するために、秋田大学の技術シーズである微小金属体（メタルナノコイル）を用いた手法の確立を目的としている。

本事業の実施体制は、秋田大学、当センター、県内企業からなり、3者がそれぞれ保有する、材料開発、解析評価技術、装置製造技術などの基盤技術を共有することで効率的な研究遂行が可能と考えている。

主な成果として、複雑な仕組みがなく、熱処理まで真空装置内で完結できる方式を提案し、大規模な改造を行ったスパッタ装置の真空中の熱処理装置を用い、大面積化手法（熱収縮シート方式によるメタルナノコイル作製工程）を完成させた。これにより一昨年特許を出願し、早期の成立を目指している。

4. 航空機電動化（大学交付金事業）

航空機のCO₂排出量削減に向けた技術革新としての航空機電動化は、国内外を問わず様々な企業や団体が、研究に取り組んでいる。秋田県においても、航空機産業における県外大手企業の協力を得て、産学官連携事業として、県内大学が中心となり、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を行われている。そしてそこから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たプロジェクトが進められている。

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、大型モータの評価設備や電力グリッド網評価設備を導入し、来年度から本格的な運用が始まる予定である。

Ⅱ 事業報告

1. 研究関連契約

項 目	件数 [件]				
	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度	令和 3 年度
共同研究契約	61	67	70	98	99
受託研究契約	8	6	4	5	2
簡易受託研究契約	447	353	439	403	384
委託研究契約	0	2	1	1	2
外部資金	5	8	14	14	15
その他の研究開発 関連契約（NDA 等）	7	4	11	9	8

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。その結果、本事業の開始 3 年目となる今年度は、共同研究の件数が昨年度に比べ 48%増加した。

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。

表 技術相談・指導件数の経年変化

(件)	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度	令和 3 年度
相談	691	737	659	944	1,149
指導	1,536	1,248	759	1,017	1,013
その他	219	160	564	641	851
技術コーディネート	239	264	285	167	196
計	2,685	2,409	2,267	2,769	3,209

表 企業訪問、共同研究件数の経年変化

(件)	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度	令和 3 年度
企業訪問	510	555	599	800	822
相談等総数（再掲）	2,685	2,409	2,267	2,769	3,209
共同研究	61	67	70	98	99

3. 施設・設備利用状況

区分／利用件数〔件〕	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度	令和 2 年度	令和 3 年度
施設利用 ※会議室等	64	61	58	37	21
設備利用	2,217	2,302	2,163	2,752	1,773
計	2,267	2,366	2,224	2,810	1,794

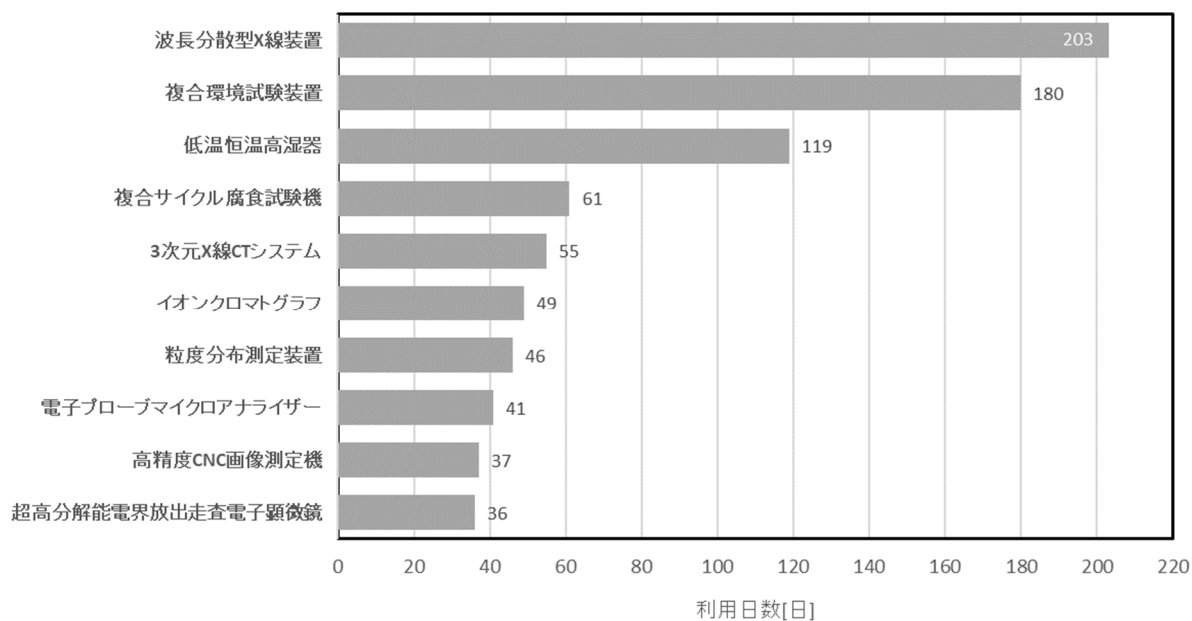


図 利用日数の多い設備

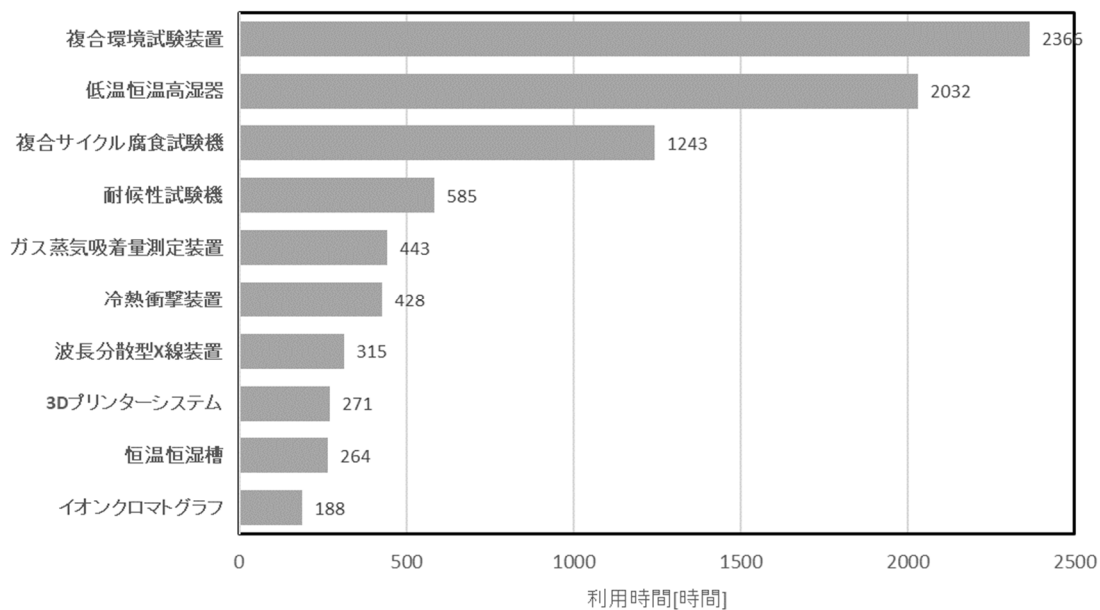


図 利用時間の長い設備

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 3年 5月11～ 18日	通常総会	1.令和2年度事業実施報告及び収支決算の承認 2.令和3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	書面審議	52
令和 3年 6月 4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 3年 7月15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）	3
令和 3年 7月15日	共催講演会	ポータブル型X線残留応力測定装置の原理と活用事例 パルステック工業（株） 内山 直樹氏	Web 開催	35
令和 3年 9月 2日 ～ 3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） 元あきた企業活性化センター 副参事 浅利 孝一氏	産業技術 センター （秋田市）	1

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 3年 5月	役員会	令和 2 年度通常総会提出議案の審議	E メール 審議	10
令和 3年 5月	通常総会	令和 2 年度提出議案審議	書面審議 （郵送）	
令和 3年 8月24日	共催講演会	残留応力測定セミナー ①X 線残留応力測定の基礎知識・測定事例 ②X 線残留応力測定装置のデモンストレーション パルステック工業（株） 内山 直樹氏	Web 会議	22
令和 3年 8月27日	技術講演会	「5G 関係の動向と材料開発状況」 ポリプラスチック（株） 佐々木 信彰氏 「射出成形 今昔物語 ～古典的な反り・ヒケ対策、 最新計測技術を AI 活用の DX 的未来～」 技術オフィス Tech・T 高原 忠良氏	Web 会議	33
令和 3年 10月29日	技術講演会	「金型からガスを抜く ～ベント技術のいろいろ～」 ECOVENT（株） 齊藤 輝彦氏 「最新射出成形周辺機器の紹介」 （株）ユーシン精機 阿部 智将氏 「3D プリンタ複合切削機能を用いた短納期簡易金型 作製技術」 （株）ソディック 松本 格氏	Web 会議	49
令和 4年 1月21日	技術講演会	「最新射出成形機の紹介と成形事例」 日精樹脂工業（株） 宮島 正彦氏 「金型補修技術の最適化について ～レーザー溶接機 及び放電被覆肉盛装置を用いた金型補修～」 テラスレーザー（株） 佐野 崇訓氏 「産業デザイン財団賞 表彰式・受賞講演」 秋田エコプラッシュ（株） 佐藤 秀明氏 「ベント式射出成形機の紹介」 秋田県産業技術センター 野辺 理恵	Web 会議	35
令和 4年 1月21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：SDGs 海洋プラスチックを考えるリサイクル産業 受賞者：秋田エコプラッシュ（株） 佐藤 秀明氏	Web 会議	35

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 3 年 3 月 25 日	第 1 回青年会幹 事会	1. 令和 3 年度事業計画の作成 2. その他	産業技術 センター (秋田市)	5
令和 3 年 4 月 23 日	役員会	1. 令和 3 年度通常総会提出議案の作成・審議 2. その他	ホテルパー ルンティ 秋田竿燈大 通り (秋田市)	12
	通常総会	1. 令和 3 年度通常総会提出議案の審議・承認 (1) 令和 2 年度事業実施報告 (2) 令和 2 年度収支決算報告 (3) 会計監査報告 (4) 令和 2 年度収支決算書承認 (5) 令和 3 年度事業計画(案)の審議並びに承認 (6) 令和 3 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		20
令和 3 年 7 月 1 日 2 日 26 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)製造部係長 秋山 小百合氏 秋田化学工業(株)技術課 高橋 知子氏 秋田化学工業(株)技術課 佐々木 瞳氏	秋田化学工 業(株) テクニカル センター (にかほ市)	20
令和 3 年 7 月 16 日	第 1 回青年交流 研修会	企業視察 秋田県産業技術センターの炭素繊維強化プラスチック、 超臨界発泡射出成型、電界攪拌、3D ものづくり等	産業技術 センター (秋田市)	12
令和 3 年 8 月 7 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	秋田市 北部市民 サービス センター	9
令和 3 年 9 月 24 日	情報交換会	1. 各社の近況報告 2. その他	メール開催	16
令和 3 年 10 月 12 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)	5
令和 3 年 10 月 21 日	企業視察	1. 太平化成工業(株)本社工場 2. 太平化成工業(株)森吉工場	本社工場 (秋田市) 森吉工場 (北秋田市)	18
令和 3 年 11 月 12 日	第 2 回青年 交流研修会	1. フェライト子ども科学館見学 2. TDK 歴史みらい館見学	(にかほ市)	13
令和 4 年 1 月 31 日	幹事会	1. 令和 3 年度予算執行状況 2. 令和 4 年年度事業計画(案) 3. その他	メール開催	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 3 年 4 月 19 日～ 5 月 14 日	通常総会 (書面審議)	令和 3 年度通常総会提出議案の審議・承認等について 1. 令和 2 年度事業実施報告について 2. 令和 2 年度収支決算の承認について 3. 令和 3 年度事業計画(案)の審議について 4. 令和 3 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	書面審議	—

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
令和 3年 5月 1日～ 8月 31日	後援事業	「第1回高校生3Dデザイン&3Dプリンタコンテスト」 秋田県立大学システム科学技術学部機械工学科の主催によるスマホスタンドのデザインコンテスト	Web 開催	—
令和 3年 08月 24日	共催講演会	「X線残留応力測定セミナー」 講師 パステック工業(株) 内山 直樹氏	Web 開催	35
令和 3年 10月19日	オンライン セミナー	「切削油セミナー」 講師：ENEOS (株) 中台 聡氏	Web 開催	27
令和 3年 11月 16日	特別講演会 (本荘由利テクノネットワーク と共催)	1.「医工連携による精密加工の新展開」 講師：東北大学工学部 厨川 常元氏 2.「ファインバブルの複合化によるERID研削の性能向上」 講師：理化学研究所開発研究本部 大森 整氏	秋田県立大本荘キャンパス&Web 開催	45
令和 3年 11月 19日	共催講演会	「事例から学ぶ自動化の推進<エプソンロボット編>」 講師：沖縄東京計装(株) 知名 定道氏 倉敷紡績(株) 北井 基善氏 エプソン販売(株) 小野 仁氏 秋田エプソン(株) 下山 耕平氏	産業技術 センター (秋田市) &Web 開催	30
令和 4年 1月 26日	共催講演会	「機能性コーティングおよび複合材料を用いた高性能加工ツールの開発」 講師：秋田県立大学システム科学技術学部 鈴木 庸久氏	Web 開催	37

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 3年 8月 4日～	セミナー(第17回 TOLICカンファレンス後援)	テーマ：次世代医療「Organ-on-a-Chip」におけるものづくり	(岩手県盛岡市) Web ハイブリッド	—
令和 3年 12月 28日	セミナー(第18回 TOLICカンファレンス後援)	TOLICが目指すSDGs	(岩手県盛岡市)	—

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 4年 1月 26日	共催講演会	「機能性コーティングおよび複合材料を用いた高性能加工ツールの開発」 秋田県立大学 システム科学技術学部 機械工学科 教授 鈴木 庸久氏	オンライン 開催	39

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 3 年 6 月 21 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 2 年度の事業報告および令和 3 年度の事業計画	メール開催	45
令和 3 年 8 月 10 日	応用物理学会 東北支部 リフレッシュ理科 教室、秋田 (後援)	「光をまぜまぜ？光るコマを作ろう！」 (理科に興味のある小・中学生を対象に、赤・緑・青の LED を用いたコマを作成し、光の三原色について学ぶ)	秋田大学 (秋田市)	16
令和 3 年 10 月 21 日	技術講演会 (主催)	「LIDAR による洋上風況観測とそれによる風力発電の高性能化」 産業技術総合研究所再生可能エネルギー研究センター 風力エネルギーチーム 小垣 哲也氏 「再生可能エネルギーネットワークの開発」 産業技術総合研究所再生可能エネルギー研究センター エネルギーネットワークチーム 大谷 謙仁氏	オンライン 開催	45
令和 4 年 1 月 27 日	ALL(All Japan Lighting Laboratry) 特別講演会 (共催)	「AI (空中結像 (Aerial Imaging)) × AI (人工知能 (Artificial Intelligence)) による空間情報 技術の動向と展望」 宇都宮大学工学部基盤工学科 教授 山本 裕紹氏	オンライン 開催	44
令和 4 年 3 月 17 日	技術講演会 (主催)	「高精度な位置・姿勢推定が可能な視覚マーカの開発」 「ロボット制御、計測、AR (拡張現実) などへの高精度 マーカ技術の応用」 産業技術総合研究所人間拡張研究センター 生活機能ロボティクス研究チーム 田中 秀幸氏	オンライン 開催	22

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 3 年 5 月 28 日	通常総会	令和 3 年度通常総会提出議案の審議・承認 (1) 令和 2 年度事業報告について (2) 令和 2 年度決算報告について (3) 令和 2 年度監査報告について (4) 令和 3 年度事業計画 (案) について (5) 令和 3 年度予算計画 (案) について その他	Webex Meetings を用いたオンライン配 信	29
令和 3 年 9 月 10 日	第 1 回研究会	講演 I: 「次世代放射光への東北大学の役割」 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 センター長・教授 村松 淳司氏 講演 II: 「超低消費電力型の高機能次世代磁気デバイス に向けた磁気特性に優れた強磁性・強誘電体薄膜材料 の探索」 秋田大学 大学院理工学研究科附属革新材料 研究センター センター長・教授 吉村 哲氏 講演 III: 「次世代放射光における磁性材料評価技術」 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 放射光次世代計測科学連携研究部門 教授 (一財) 光科学イノベーションセンター 部長 (ビームライン建設統括) 中村 哲也氏	Webex Meetings を用いたオンライン配 信	58

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
令和 3 年 11 月 1 日	第 2 回研究会	講演Ⅰ：「水溶液系電解プロセッシングに用いる電極材料の探索と活性発現メカニズム」 秋田大学大学院理工学研究科物質科学専攻 講師 高橋 弘樹氏 講演Ⅱ：「X 線吸収分光による機能性材料の化学状態・局所構造評価」 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 基幹研究部門 教授 西堀 麻衣子氏	Webex Meetings を用いたオンライン配信	27
令和 4 年 1 月 25 日	第 3 回研究会	講演Ⅰ：「特異なイオン結晶形成に基づく白金族金属の選択分離回収と高効率利用」 秋田大学大学院理工学研究科物質科学専攻 准教授 松本 和也氏 講演Ⅱ：「コヒーレント X 線による機能性材料の微細構造・化学状態イメージング」 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 高橋 幸生 氏	Webex Meetings を用いたオンライン配信	32
令和 4 年 3 月 2 日	第 5 回研究会 (研究会共催)	令和 3 年度日本素材物性学会 第 1 回研究会 主催：日本素材物性学会 講演Ⅰ：「グリーン水素の製造、貯蔵および運搬、利用に関する一連の研究について」 秋田大学 大学院理工学研究科物質科学専攻 准教授 福本 倫久氏 講演Ⅱ：「放射光光電子分光と光電子顕微鏡による表面分析」 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 基幹研究部門 教授 虻川 匡司氏	ZOOM を用いたオンライン配信	28

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://AIIoT.aitec.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@aitec.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@aitec.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 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 3 年 5 月 14 日	通常総会	令和 3 年度通常総会提出資料の審議・承認 (1) 令和 2 年度事業実施報告について (2) 令和 2 年度会計報告及び会計監査報告について (3) 令和 3 年度事業計画（案）について (4) 令和 3 年度予算計画（案）について (5) 令和 3 年度役員（案）について その他	メール審議	32 社
令和 3 年 7 月 20 日	オンラインセミナー	AI で何ができるのか？基礎の基礎から最新事例まで (1) AI とは何か？ (2) エッジデバイス、Jetson による AI 活用事例 (3) 活用事例、できること・できないこと (4) 各種デモ (5) AI 技術者の育成 (6) 質疑応答 講師：NVIDIA エンタープライズ事業本部 鈴木 博文 氏 廣岡 信行 氏	オンライン セミナー (Zoom)	45
令和 3 年 11 月 19 日	技術講演会	実事例から学ぶ自動化の推進＜エプソンロボット編＞ (1) ロボットの知識ゼロから如何にしてロボットアーム による自動化を実現してきたか 講師：沖縄東京計装（株） 知名 定道氏 (2) ケーブル／コネクタ作業 ロボット自動化のご提案 講師：クラボウ（倉敷紡績（株）） 北井 基善氏 (3) エプソンロボットの進化と強み 講師：エプソン販売（株）小野 仁氏、福島 秀樹氏 (4) エプソンロボットによる自動化作例紹介 講師：秋田エプソン（株）下山 耕平氏	産業技術 センター (秋田市) & オンライン (Zoom) 開催	33

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 3. 4. 1～ 令和 4. 3.31	秋田大学大学院理工学研究科 4 名 秋田大学理工学部 5 名
技術研修員 「電界砥粒制御技術を適用した精密加工技術の評価ならびにデータ解析方法の取得」	令和 3. 9. 6～ 令和 3. 9.17	秋田工業高等専門学校 創造システム工学科 1 名
湯沢翔北高等学校 専攻科 生産技術科 鋳造実習	令和 3. 9. 9	県立湯沢翔北高等学校専攻科 3 名
秋田高専インターンシップ 「CFRP の成形と物性評価」	令和 3. 9.14～ 令和 3. 9.21	秋田工業高等専門学校 4 年生 4 名
秋田大学理工学部材料理工学コース デジタルエンジニアリング実習	令和 3.10.28	秋田大学理工学部材料理工学コース 10 名

5-2 講師及び審査員の派遣

名 称	派 遣 先	回数	部 署
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
テクノキャリアゼミ 講師	秋田大学 理工学部	1 回	先進プロセス開発部
(社) 日本鋳造工学会東北支部第 20 回夏期鋳造講座	(社) 日本鋳造工学会東北支部	1 回	先進プロセス開発部
技能検定 (金属熱処理) 検定委員	秋田県職業能力開発協会	1 回	先進プロセス開発部
技能検定 (ダイカスト) 検定委員	秋田県職業能力開発協会	1 回	先進プロセス開発部
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 先進プロセス開発部
第 67 回秋田県溶接競技会	秋田県溶接競技会	1 回	共同研究推進部 先進プロセス開発部
秋田工業高等専門学校 講師	秋田工業高等専門学校	1 回	先端機能素子開発部
IoT 導入実践事業業務委託企画提案コンペ審査員	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 業務委託 企画提案競技 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
DX 加速化プロジェクト形成事業 DX 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	1 回	電子光応用開発部
企業支援機関向け ICT スキルアップ事業審査会 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
IoT アイデアソン・ハッカソン 講師	青森県	3 回	電子光応用開発部
社長会議 講師	鹿角地域振興局	1 回	電子光応用開発部
特別講義 II(地域計画) 非常勤講師	秋田工業高等専門学校	2 回	電子光応用開発部
IoT セキュリティセミナー 講師	青森県	1 回	電子光応用開発部
IoT 現場実践研修会 講師	本荘由利産学振興財団	5 回	電子光応用開発部
DX 加速化プロジェクト形成事業 DX アイデアソン審査会 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

Ⅲ 研究成果・広報活動

1. 令和3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3年度成果報告会

○開催方法：オンライン形式（センターホームページ上で公開）

記事一覧

《先進プロセス開発部》部長：鈴木 淑男

担当者	記事タイトル
久住、越後谷、赤上	電界砥粒制御技術を用いた新たな切断技術の開発
中村、大久保、久住、赤上	電界攪拌技術の開発
内田、黒沢、伊藤、小松	3D デジタルエンジニアリング+3D プリンタ
伊藤、小松	AI・ロボティクス技術を活用したスマートファクトリー化の推進

《素形材開発部》部長：工藤 素

担当者	記事タイトル
井上、高山、伊勢	流体解析技術による製品開発支援について
野辺	ベント式射出成形によるフィラー高充填樹脂複合材料の精密成形技術
藤嶋、工藤	CFRP 複合材料のハイサイクル成形技術の県内企業展開
加藤、小松	難削材・難形状製品の機械加工技術支援
小松	ミニチュア超音波モータの開発

《電子光応用開発部》部長：近藤 康夫

担当者	記事タイトル
山根	化学センサ「磁気光学効果を利用した超高感度プラズモンセンサの開発」
笠松	カメラレンズ用性能評価装置の開発
丹、佐々木(信)、佐々木(大)、伊藤、千葉(さ)、大竹	IoT 技術の開発と活用について

《先端機能素子開発部》部長：梁瀬 智

担当者	記事タイトル
新宅	メタルナノコイルの生成技術の開発
関根、菅原、杉山	次世代型多機能セラミックスの開発
梁瀬、内田	機能性光デバイスの応用例と開発・技術支援について

2. 研究成果概要

2-1 特許

【令和3年度出願分】

※8件

No.	名 称	権利の別	出願番号
1	指標算出システム及び指標算出方法	特許を受ける権利	特願 2021-103096
2	めっき方法	特許を受ける権利	特願 2021-114840
3	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	17/343304
4	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	202110653452.X
5	切断方法及び切断装置	特許を受ける権利	17/352412
6	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	特願 2022-014720
7	異種金属接合体およびその製造方法	特許を受ける権利	PTC/JP2022/009393
8	肺活量計マウスピース	特許を受ける権利	特願 2022-037960

【令和3年度登録分】

※5件

No.	名 称	権利の別	出願番号
1	打撃装置および固有周波数測定装置	特許	16/248809
2	異種金属接合体およびその製造方法	特許	特願 2021-049102
3	指標算出システム及び指標算出方法	特許	特願 2021-103096
4	打撃装置および固有周波数測定装置	特許	特願 2018-011638
5	排尿検知装置	特許	特願 2020-023942

【令和3年度実施許諾分】

※12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～R 5
2	工事用絶縁監視装置	H16～R 5
3	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～R 5
4	高硬度、高ヤング率、高破壊靱性値を有するWC-SiC系焼結体	H24～R 4
5	液晶レンズ	H24～R 5

No.	発明の名称	期間
6	迅速免疫染色等の技術並びにその周辺技術並びに装置	H25～R 5
7	点滴モニタ装置	H25～R 9
8	高硬度、高ヤング率、高破壊靱性値を有する WC-SiC 系焼結体の製法に関する技術	H26～R 6
9	迅速免疫染色等の技術並びにその周辺技術並びに装置	H26～R 5
10	水素水生成器	H27～R 7
11	高硬度、高ヤング率、高破壊靱性値を有する WC-SiC 系焼結体	H29～R 4
12	排尿検知装置	R03～R 8

2-2 誌上・論文発表

No.	テーマ	著 者	掲載誌名	年月
1	Lightweight investigation of long chain branching polypropylene/cellulose nanofiber composite foams	Rie Nobe, Jianhu Qiu, Makoto Kudo, Guohong Zhang	Applied Polymer Science	R 3. 4
2	Polar Kerr effect and perpendicular magnetic anisotropy in Fabry-Pérot cavity containing CoPt/AZO magneto-optical interference layer	H. Yamane, Y. Yasukawa and M. Kobayashi	Journal of Applied Physics, Vol.129, pp. 203902 (Editor's picks)	R 3. 5.24
3	「秋田県産業技術センターの医工連携の取組み」ー人と人との出会いがイノベーションを加速するー	久住孝幸、中村竜太、大久保義真、赤上陽一	日本生活支援工学会誌, Vol. 21, No. 1, pp.60-61, (2021)	R 3. 6
4	Relationship Between Tensile Strength and Durability of Oxide Thermoelectric Modules	Ryoji Funahashi, Yoko Matsumura, Tomoyuki Urata, Hiroyo Murakami, Hitomi Ikenishi, Shinya Sasaki, Shigeaki Sugiyama	Journal of Electronic Materials 7/2021	R 3. 7
5	学位取得者の紹介	野辺理恵	成形加工, 第 33 巻, 第 8 号, p. 282	R 3. 8
6	秋田県産業技術センターのプラスチック成形加工技術	野辺理恵	成形加工, 第 33 巻, 第 9 号, pp. 321-323	R 3. 9
7	超音波霧化を用いた Bi 置換希土類鉄ガーネット薄膜用 MOD 溶液塗布技術の開発	磯村奎太郎、西川雅美、荒川亮、森英季、河原正美、石橋隆幸	2021 年第 82 回応用物理学会秋季学術講演会	R 3. 9
8	アルミニウム基 2 元系合金溶湯による鉄の溶損における金属間化合物層の溶出メカニズム	後藤育壮, 白井康太, 大山礼, 黒沢憲吾	鑄造工学	R 3. 9.25
9	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	JETI, 第 69 巻, 第 10 号, pp. 92-95	R 3.10
10	超音波霧化法を用いた MOD 法による Bi 置換希土類鉄ガーネット薄膜作製技術の開発	磯村奎太郎、荒川亮、森英季、河原正美、藤田拓実、西川雅美、石橋隆幸	日本電子材料学会 第 58 回秋期講演大会	R 3.11

No.	テーマ	著 者	掲載誌名	年月
11	電界砥粒制御技術を応用した電界攪拌技術の開発とその応用展望	中村竜太（分担執筆）	攪拌技術とスケールアップ、シミュレーションの活用, ISBN: 978-4-86104-864-7	R 3.11
12	研究室紹介：「秋田県産業技術センター 先進プロセス開発部・システム制御グループ」	久住孝幸	砥粒加工学会誌, Vol. 66, No. 2, pp.86, (2022)	R 4. 2
13	ミストコート法を用いた MOD 法による Bi 置換希土類鉄ガーネット薄膜作製技術の開発	磯村奎太郎、西川雅美、河原正美、荒川亮、森英季、石橋隆幸	電子情報通信学会 2021 年度マグネティックス研究会	R 4. 3

2-3 口頭発表

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
1	「再生可能エネルギーと水素利用」	遠田幸生	秋田経済同友会	R 3. 4. 7
2	実用アルミニウム合金溶湯中での低炭素鋼と合金工具鋼の溶損挙動	後藤育壮, 白井康太, 大山礼, 黒沢憲吾	日本鑄造工学会第 177 回全国講演大会	R 3. 5.23
3	AlN セラミックスの機械的性質に及ぼす硬質炭化物添加の効果	関根崇, 仁野章弘, 菅原靖, 杉山重彰, 大口健一, 泰松斉	粉体粉末冶金協会 2021 年度春季大会, 8-3A, (2021)	R 3. 6. 1 ～ 3
4	W-Ti-Ta-C 硬質セラミックスの機械的性質に及ぼす Ta および Hf 量の効果	仁野章弘, 石積優人, 関根崇, 杉山重彰	粉体粉末冶金協会 2021 年度春季大会, 8-4A, (2021)	R 3. 6. 1 ～ 3
5	「再生可能エネルギーと水素利用」～なぜ水素社会が必要なのか～	遠田幸生	秋田異業種交流会	R 3. 6.15
6	再生可能エネルギーと水素利用～なぜ水素社会が必要なのか～	遠田幸生	秋田カメイ特約販売店会	R 3. 6.22
7	「再生可能エネルギーと水素・アンモニア活用」～2050 年温室効果ガスゼロを目指して～	遠田幸生	由利本荘地球温暖化対策協議会	R 3. 6.23
8	PLD 法による硫化鉄薄膜の作製	播間愛実, 金子俊也, 小宮山崇夫, 長南安紀, 小谷光司, 山口博之, 山内繁, 菅原靖, 関根崇, 杉山重彰	日本素材物性学会 令和 3 年度（第 31 回）年会	R 3. 6.24
9	「再生可能エネルギーとカーボンフリー燃料利用」	遠田幸生	公益社団法人 日本技術士会東北本部秋田県支部 第 2 回 CPD 講演会	R 3. 7. 2
10	秋田県における地産地消型水素製造・利活用ポテンシャルに関する調査	村岡元司, 遠田幸生	NEDO 次世代電池・水素プロジェクトレビュー 2021	R 3. 7. 2
11	微細はんだ接合部 FEA の高精度化に向けた Cu/Sn 系 IMCs の引張特性評価	黒沢憲吾, 大口健一, 福地孝平	スマートプロセス学会 エレクトロニクス生産科学部会電子デバイス実装研究委員会	R 3. 7.16

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
12	Surface plasmon resonances on perpendicular magnetic nanolayers for chemical sensing applications	H. Yamane	Asia Pacific Society for Materials Research 2021 Annual Meeting, ID:2 (Invited)	R 3. 8.20
13	電界砥粒制御技術を用いた新たな切断加工技術（第2報）	久住孝幸, 越後谷正見, 中村竜太, 大久保義真, 赤上陽一	2021 年度砥粒加工学会 学術講演会	R 3. 9. 2
14	高速研磨装置における電界スラリー制御技術の適用	神津美和, 宮下忠一, 越後谷正見, 久住孝幸, 赤上陽一	2021 年度砥粒加工学会 学術講演会	R 3. 9. 2
15	電界砥粒制御技術を適用した高効率ラッピング技術の研磨特性	池田洋, 遠藤大輔, 久住孝幸, 赤上陽一	2021 年度砥粒加工学会 学術講演会	R 3. 9. 2
16	CoPt 垂直磁化膜における表面プラズモン共鳴と極 Kerr 効果	山根治起, 梁瀬智, 安川雪子, 小林政信	第 45 回日本磁気学会学術講演会, 02pB-13 (2021)	R 3. 9. 2
17	短炭素繊維含有アルミニウム焼結体の熱伝導特性における圧延・焼鈍条件の影響	福地孝平, 大口健一, 黒沢憲吾	日本機械学会 2021 年度年次大会	R 3. 9. 8
18	複合材料型銅線試験片による Cu ₃ Sn の繰返し変形特性評価	大口健一, 福地孝平, 黒沢憲吾, 古澤彰男	日本機械学会 2021 年度年次大会	R 3. 9. 8
19	Cu ₃ Sn による次世代パワー半導体実装時の熱変形解析	高山志啓, 大口健一, 福地孝平, 黒沢憲吾	日本機械学会 2021 年度年次大会	R 3. 9. 8
20	木口欠陥部分を排除した自動丸太径計測技術の開発	伊藤亮, 小笠原雄二, 佐藤勝, 佐藤良	第 39 回 日本ロボット学会学術講演会(RSJ2021)	R 3. 9. 9
21	磁性層 CoPt 成膜時の投入電力変化による CoPt 薄膜の磁気特性変化	澤畑有輝, 山根治起, 小林政信	2021 年秋期日本金属学会講演大会, P125	R 3. 9.15
22	ZnO 薄膜への Zn 添加による酸素欠損の影響	小林泰河, 山根治起, 小林政信	2021 年秋期日本金属学会講演大会, P127	R 3. 9.15
23	光変調散乱素子における信号強度の散乱体抵抗率依存性	黒澤孝裕	2021 年電子情報通信学会ソサイエティ大会 B-4-17	R 3. 9.17
24	電界攪拌技術を適用した自動迅速免疫染色法の開発（第二報）	大久保義真, 中村竜太, 久住孝幸, 赤上陽一	2021 年度精密工学会秋季大会学術講演会	R 3. 9.21 ～27
25	病理診断のための薄切片厚さの高精度化法の検討	北村峻祐, 丸山祐, 中西将也, 中川佑貴, 南條博, 赤上陽一, 中村竜太, 久住孝幸, 吉野雅彦	2021 年度精密工学会秋季大会学術講演会	R 3. 9.21 ～27
26	光変調散乱素子を用いた高周波電界計測システムの FDTD 法による性能評価	黒澤孝裕	2021 年 10 月 電子情報通信学会環境電磁工学研究会 EMCJ2021-34	R 3.10. 7
27	秋田県における CFRP 普及活動について	藤嶋基	令和 3 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	R 3.10.14
28	「ディーゼルエンジン発電機でのアンモニア混合燃焼について」	遠田幸生	令和 3 年度産技連 東北地域部会秋季 資源・環境・エネルギー分科会	R 3.10.20

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
29	Preparation of Iron Sulfide Films by PLD Techniques	Aimi Harima, Syunya Kaneko, Takao Komiyama, Yasunori Chonan, Koji Kotani, Hiroyuki Yamaguchi, Shigeru Yamauchi, Yasushi Sugawara, Takashi Sekine, Shigeaki Sugiyama	The Ninth International Conference on Materials Engineering for Resources	R 3.10.22
30	Thermoelectric Properties of Carbon Nanohorn Monoliths	Ryu Obara, Yasunori Chonan, Takao Komiyama, Koji Kotani, Hiroyuki Yamaguchi, Shigeru Yamauchi, Yasushi Sugawara, Takashi Sekine, Shigeaki Sugiyama and Yuichi Momoi	The Ninth International Conference on Materials Engineering for Resources	R 3.10.22
31	オートエンコーダーを活用した AI 開発の効率化	伊藤亮	令和 3 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	R 3.10.26
32	ガラスの研磨加工	久住孝幸	ニューガラス大学院	R 3.10.28
33	淡水二枚貝タテボシガイの異なる温度・餌料濃度条件における藍藻資化速度の定量	菅原巧太朗, 佐々木勇太, 岡野邦宏, 遠田幸生, 渡邊美穂, 宮田直幸	日本水処理生物学会第 57 回大会	R 3.10.30
34	純アルミニウム及び純銅と各種酸化物の高温下での接触保持による接合挙動	柳沢稀希, 後藤育壮, 肖英紀, 黒沢憲吾	日本鑄造工学会第 178 回全国講演大会	R 3.11. 7
35	窒化アルミニウム基板を鑄ぐるんだ純アルミニウム鑄物の熱サイクルによる特性変化	土田菜摘, 後藤育壮, 肖英紀, 大山礼, 黒沢憲吾, 小林幸司, 小山内英世	日本鑄造工学会第 178 回全国講演大会	R 3.11. 7
36	AlN セラミックスの機械的性質の及ぼす SiC および WC 添加の効果	関根崇, 仁野章弘, 菅原靖, 杉山重彰, 大口健一, 泰松斉	粉体粉末冶金協会 2021 年度秋季大会, 4-7A, (2021)	R 3.11. 9 ~11
37	WC-Si ₃ N ₄ 硬質セラミックスの機械的性質	高橋晴暢, 関根崇, 杉山重彰, 仁野章弘	粉体粉末冶金協会 2021 年度秋季大会, 4-4A, (2021)	R 3.11. 9 ~11
38	W-Ti-Ta-Nb-C ハイエントロピー硬質セラミックスの機械的性質と微細組織に及ぼす Nb 量の効果	佐藤洸輝, 関根崇, 杉山重彰, 仁野章弘	粉体粉末冶金協会 2021 年度秋季大会, 4-3A, (2021)	R 3.11. 9 ~11
39	産業技術センターの技術支援事例と農工連携への可能性	松倉和浩、大竹匡	令和 3 年度 産学官交流プラザ	R 3.12. 6
40	The Study on the Potential of Hydrogen Production by Local Production and Consumption, and Utilization in Akita Prefecture	M.Muraoka、Y.Enda	Regional H2 Production and Use – Model Projects and Use Cases in Germany and Japan	R 3.12. 8

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
41	「秋田県の再生可能エネルギーの現状と取り組みについて」	遠田幸生	第1回あきたサステイナブルプロジェクトWG講演会 ～秋田における液化水素の可能性を考える～	R 3.12. 9
42	AI・ロボットの研究と事例紹介	伊藤亮	製造業・サービス業部会令和3年第2回定例会	R 3.12.10
43	磁性層 CoPt 成膜時の投入電力変化による CoPt 薄膜の磁気特性変化	澤畑有輝, 山根治起, 小林政信	第31回日本MRS年次大会, E-P14-016 (2021)	R 3.12.14
44	表面プラズモン FeSi/Au 系における磁気光学応答の飛躍的な向上	伊藤雅晃, 金子佳史, 山根治起, 安川雪子	第31回日本MRS年次大会, E-P14-018 (2021)	R 3.12.14
45	Ag ナノ構造薄膜の熱処理加工における下地層が与える光学的特性への影響	杉田優樹, 山根治起, 小林政信	第31回日本MRS年次大会, E-P14-021 (2021)	R 3.12.14
46	磁気光学カー効果と局在表面プラズモン共鳴の相互作用による新規機能性材料の開発	朝原昌毅, 山根治起, 安川雪子	第31回日本MRS年次大会, E-P14-025 (2021)	R 3.12.14
47	Zn 添加による ZnO 薄膜への酸素欠損の影響	小林泰河, 山根治起, 小林政信	第31回日本MRS年次大会, E-P14-043 (2021)	R 3.12.14
48	深層学習を活用したデータ収集システムの開発 -AI カメラを用いたアワビ認識に関する検討	綾田アデルジャン, 松本有記雄, 萩原義裕	情報処理学会第84回全国大会	R 4. 3. 3
49	デジタル関連部活に対する新たな支援	佐々木信也	経済産業省 第3回デジタル関連部活支援の在り方に関する検討会	R 4. 3. 7
50	病理診断試料の薄切における切削力および薄片厚さの検討	佐藤寛恭, 北村峻祐, 中川佑貴, 南條博, 赤上陽一, 中村竜太, 久住孝幸, 吉野雅彦	2022 年度精密工学会春季大会学術講演会	R 4. 3.15
51	秋田県産業技術センターにおける金属積層造形に関する取り組み	黒沢憲吾	日本鑄造工学会第29回東北支部 YFE 大会	R 4. 3.18
52	ストリーミングレイテンシの簡易測定方法の検討	綾田アデルジャン, 佐々木大三, 丹健二	令和4年電気学会全国大会	R 4. 3.21
53	長時間熱処理による Ag ナノ構造薄膜の表面状態と光学的特性への影響	杉田優樹, 山根治起, 小林政信	2022 年春期日本金属学会講演大会, P8	R 4. 3.22
54	ZnO 薄膜への金属元素添加による光学的・電気的特性の改善	小林泰河, 山根治起, 小林政信	2022 年春期日本金属学会講演大会, P47	R 4. 3.22
55	CoPt 垂直磁化膜における表面プラズモン共鳴と極 Kerr 効果	山根治起, 梁瀬智, 長谷川崇, 安川雪子, 小林政信	2022 年応用物理学会春季学術講演会, 23p-E303-8	R 4. 3.23
56	青年海外協力隊から研究員へ秋田⇒モザンビーク⇒秋田	野辺理恵	センパイに聞くキャリア開拓	R 4. 3.26

2-4 各種表彰

No.	テーマ	受賞者	表彰名	年月
1	東北職業能力開発協議会 業種 プラスチック成形 作業 射出成形	工藤 素	表彰	R 3. 6.24
2	東北職業能力開発協議会 業種 工場板金 作業 機械板金、数値制御タ ブレットパンチプレス板金	加藤 勝	表彰	R 3. 6.24
3	東北職業能力開発協議会 業種 金属熱処理 作業 一般熱処理作業、浸 炭・浸炭窒化・窒化処理作業 業種 ダイカスト 作業 コールドチャンバダイ カスト作業	内田 富士夫	表彰	R 3. 6.24
4	窒化アルミニウム基板を铸ぐ るんだ純アルミニウム铸物の 熱サイクルによる特性変化	土田菜摘，後藤育壮，肖英 紀，大山礼，黒沢憲吾，小 林幸司，小山内英世	学生優秀講演者賞	R 3.11. 7
5	アルミニウム基 2 元系合金溶 湯による鉄の溶損における金 属間化合物層の溶出メカニズ ム	後藤育壮，白井康太，大山 礼，黒沢憲吾	日本鑄造工学会論文賞	R 4. 3.11

2-5 一般公開

コロナウィルス感染症（COVID-19）予防対策として一般公開の開催を中止した。

2-6 イベント・セミナー

No.	名 称	主催者	場 所	年月日
1	サイエンスフェスティバル I	秋田市自然科学学 習館	秋田拠点センタ ーアルヴェ	R 3. 7.10
2	THE KAGAKU	秋田市自然科学学 習館	秋田県産業技術 センター	R 3. 8. 5
3	食品製造業・縫製業向け ICT/IoT 活用 セミナー	いわて産業振興セ ンター	いわて県民情報 交流センター	R 3. 8. 6
4	残留応力測定セミナー	秋田県産業技術セ ンター	秋田県産業技術 センター	R 3. 8.24
5	「女性の街づくり」マーケティング	大学コンソーシア ムあきた	カレッジプラザ	R 3.10.20 R 3.12. 8
6	秋田 ICT フェア 2021	秋田デジタルイノ ベーション推進コ ンソーシアム、秋 田県	秋田拠点センタ ーアルヴェ	R 3.11.28 ～29
7	とうほく・北海道 新技術・新工法展 示商談会	とうほく自動車産 業集積連携会議、 北海道自動車産業 集積促進協議会	オンライン	R 4. 1.11 ～ 2.28

No.	名 称	主催者	場 所	年月日
8	MEMS センシング&ネットワークシステム展	(一財) マイクロマシンセンター、技術研究組合 NMEMS 技術研究機構、JTB コミュニケーションデザイン	東京ビッグサイト、東ホール、小間 2A-02-05	R 4. 1.26 ~28
9	東北経済産業局 デジタルエンジニア人材育成に関するセミナー	東北経済産業局	オンライン	R 4. 3. 2
10	つながる工場テストベッド事業 報告会	青森県産業技術センター	トヨタ自動車(株) 本館ホール	R 4. 3.18

2-7 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	R 3. 4	秋田大学大学院 理工学研究科 2022	材料理工学コース
2	R 3. 4. 7	毎日新聞電子版	酒造りにスマホ活用 新システムで温度監視／秋田
3	R 3. 4. 8	SANKEI Biz 電子版	IoT で日本酒造りサポート 秋田、杜氏の負担軽減や次世代育成に
4	R 3. 4.15	秋田さきがけ	電動化研究センターの試験施設 入札不調で開設延期
5	R 3. 6.16	秋田さきがけ	知事「高賃金の雇用創出」
6	R 3. 6.25	秋田さきがけ	大仙に事業所開設へ コールセンター業・エスプール
7	R 3. 6.25	日本経済新聞	セルスペクトの検査キット ワクチン接種効果一目で
8	R 3. 6.26	日本経済新聞	酒造り最後まで凡事徹底 秋田酒類製造・御所野蔵杜氏加藤均氏に聞く
9	R 3. 6.26	秋田さきがけ	千代田興業が新工場
10	R 3. 6.27	秋田さきがけ	アスターEV 用新型モーター開発 性能お墨付き、8月量産へ
11	R 3. 7. 1	秋田さきがけ	第2期県新エネ産業戦略 10月めどに改訂版素案
12	R 3. 7. 8	日本経済新聞	高級腕時計の海外販売加速 東南アジア富裕層にも 協和精工、EC や SNS 活用
13	R 3. 7.10	AKT	LiveNews あきた 体験コーナーがずらり！夏祭りイベント開催 秋田市
14	R 3. 7.15	日刊工業新聞	第51回機械工業デザイン賞 IDEA 審査委員会特別賞 産業用マルチコプター 東光レスキュードローン「TSV-RQ1」
15	R 3. 7.16	日刊工業新聞	第51位回機械工業デザイン賞 IDEA 喜びの声
16	R 3. 7.26	日刊工業新聞	Kamogawa、ダイヤ電着工具の母材バインダーに SiC 摩耗後の再電着可能
17	R 3. 7.29	秋田さきがけ	TDK 売上高 4201 億円四半期ベース過去最高
18	R 3. 8. 3	秋田さきがけ	東電化工業、工場拡大へ ショウワ、秋田市に事務所
19	R 3. 8. 3	日本経済新聞	兵庫のショウワ、秋田に開発拠点

No.	掲載年月日	掲載紙名等	掲載見出し・タイトル
20	R 3. 8. 6	秋田さきがけ	ハウス農業 CO ₂ 削減へ 大仙で実証事業 アンモニア燃料のタービン活用 トヨタ子会社 大仙で実証事業
21	R 3. 8.11	秋田さきがけ	東光鉄工（大館市）と東芝子会社 ドローン技術、共同開発へ
22	R 3. 8.17	秋田さきがけ	アルファシステム（秋田市）開発へ__フレイル健診、AI が判定
23	R 3. 8.25	秋田さきがけ	地域活性化へ初の助成金 東光虹川ものづくり財団
24	R 3. 8.26	秋田さきがけ	湯沢産人工ダイヤ宇宙空間で実験へ 湯沢産人工ダイヤ宇宙へ 究極の半導体大型化に成功 風力脱電団体協力会員数が急増
25	R 3. 8.27	秋田さきがけ	県内に風車部品供給網 洋上用、TDK と連携
26	R 3. 8.28	秋田さきがけ	洋上風力サプライチェーン構築 TDK「部品供給取り組む」
27	R 3. 9. 3	秋田さきがけ	需要見越し大型部品生産「大東精機」 商品開発担い再稼働へ「秋田ホーセ」
28	R 3. 9. 5	朝日新聞デジタル	「つながる工場」青森でも普及めざす 北東北連携で研究
29	R 3. 9. 7	秋田さきがけ	インスペック純利益1千万 エネルギー講座開講 来春、県内外3社と連携
30	R 3. 9.10	NHK 秋田 NEWS WEB	“秋田の健康寿命延ばすビジネス” アイデア募集でコンテンツ
31	R 3. 9.23	秋田さきがけ	新秋田元気創造プラン骨子案 県民の賃金向上 柱に
32	2021 年 10 月号	月間事業構想	デジタル庁創設で進む民間 DX、秋田県特集 日本一の再生可能エネルギー供給県へ
33	R 3.10.26	秋田さきがけ	新ビジネス切り開く「見える化」で品質向上
34	R 3.11.13	秋田さきがけ	DOWA 過去最高益__9 月期決算__金属価格上昇も追い風
35	R 3.11.19	日本経済新聞	TDK、稼ぎ頭は小型電池
36	R 3.11.22	AKT	装置の性能など体感 ドローン開発効率化に向け研修会 秋田・大館市
37	R 3.11.23	秋田さきがけ	山本精機、鴻上に本社 航空機用原動機製造 来秋にも東京から移転
38	R 3.11.30	日刊工業新聞	技術支援 コロナ後を見据えて 業態転換・新分野開拓ニーズ対応 東北 6 県公設試の動き
39	R 3.12. 1	秋田さきがけ	自社工場にかほに開設 「iPOSH」製造・販売 ローカルパワー（秋田市）
40	R 3.12. 4	日本経済新聞	東北の若者就労 秋田増加率 54%でトップ
41	R 3.12. 9	日本経済新聞	手指洗浄剤の新工場__ローカルパワー秋田県にかほ市に
42	R 3.12.20	秋田さきがけ	EV 製品増産へ工場増強
43	R 3.12.24	日本経済新聞 電子版	要介護者の排せつ感知 秋田の官民がシステム開発
44	R 3.12.25	日本経済新聞	要介護者の排尿 感知 秋田テクノデザインなど
45	R 3.12.28	AKT	空振りなしでおむつ交換…新たなシステムが介護職員を救う！ 秋田
46	R 4. 1. 8	秋田さきがけ	排せつ、センサーで感知 介護のおむつ用に開発

No.	掲載年月日	掲載紙名等	掲載見出し・タイトル
47	R 4. 3	日本も元気に する 青年海外 協力隊 東北 編	海外の人材確保が難しい地元企業のために経験と専門技術 を活かす
48	R 4. 3.15	秋田さきがけ	秋田杉製玄関ドア開発 コシヤマ（能代市）
49	R 4. 3.15	Fujikura News（フジク ラニュース No.482）	受電コイル一体ワイヤレスヒータの開発

3. 所内見学

3-1 一般見学

令和3年度計：37名

コロナウィルス感染症（COVID-19）感染予防のため、三密を避けて見学を実施した。県内・秋田市内の感染状況を踏まえての実施であり、感染警戒レベルが高い場合は、中止した。

3-2 一般公開

コロナウィルス感染症（COVID-19）予防対策として一般公開の開催を中止した。

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 [1] -

スマートものづくり技術グループ 内田 富士夫、伊藤 亮、黒沢 憲吾
加工技術グループ 加藤 勝、小松 和三、井上 真、野辺 理恵
素形材開発部 工藤 素

Acceleration Project of Next Generation 3D Manufacturing - Digital Manufacturing Advanced Engineer Training [1] -

Smart Manufacturing Technology Group Fujio UCHIDA, Ryo ITO and Kengo KUROSAWA
Machining and Materials Processing Group Masaru KATO, Kazumi KOMATSU, Makoto INOUE and Rie NOBE
Ecological Material Development Section Makoto KUDO

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 開発やロボット活用技術等のコースを新設し、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

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 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

コース名	研 修 概 要	担当研究員	研修実績(人日)
①3D-CAD	対象者：機械・電機・電子部品設計、金型設計等 ・3D - CAD(SolidWorks)	黒沢 憲吾	37
②射出成形	対象者：プラスチック部品設計、射出成形金型設計 ・射出成形シミュレーション(東レエンジニアリング製 3DTIMON)	工藤 素 野辺恵理	77
③次世代鋳造技術	対象者：鋳造方案設計 ・鋳造シミュレーション(クオリカ製JSCAST) ・3D鋳型プリンタ(シーメット製SCM-10)	内田富士夫	121
④構造解析	対象者：機械・電子部品設計、金型設計 ・構造解析(MSCソフトウェア製Marc)	伊藤 亮	10
⑤流体解析	対象者：機械・電子部品設計、金型設計 ・構造解析(MSCソフトウェア製Marc)、流体解析(XFlow)	井上 真	13
⑥樹脂プリンタ	対象者：意匠設計、新製品開発設計 ・3D樹脂プリンタ(STRATASYS製 J750,FORTUS250mc)	黒沢 憲吾	61
⑦ロボット活用技術	対象者：製造プロセス、品質管理 ・双腕型共同ロボット(川田工業製Nextage)他	伊藤 亮	22
⑧AI開発	対象者：AI、製造プロセス、品質管理 ・オープンソース	伊藤 亮	66
⑨デジタル形状検査	対象者：機械・電機・電子部品設計、金型設計等 ・3D形状計測(東京貿易テクノシステム製VMC7000M) ・X線CT(東芝製TOSCANER-32300)	黒沢 憲吾	74

合計 40 社 : 481 人日

・研修事例紹介

この事業を活用し、「3D-CAD による製品のモデリング技術」、「3D 鋳型プリンタによる造形技術」、「鋳造シミュレーションによる鋳造方案の最適化技術」及び「非接触 3D デジタイザによる形状計測技術」に係る研修として、鋳造材料の凝固特性、鋳造方案の基礎、3D 鋳型プリンタの概要等の座学のほか、3D 鋳型プリンタによる砂型造形や非接触 3D デジタイザによる計測実習を行った結果、これまで、外注に依頼していた鋳造方案設計、試作、形状計測を内製化することが可能となった。これにより、製品開発期間の短縮、コスト低減を図ることができた。また、この企業では研修で得た技術を社内での実用化のため、一連設備を導入したいとの要望により、企業に沿った機種選定等の支援を行った。

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 [1] -

スマートものづくり技術グループ 内田 富士夫、黒沢 憲吾
加工技術グループ 加藤 勝、小松 和三

Acceleration Project of Next Generation 3D Manufacturing

- 3D Manufacturing Evolution [1] -

Smart Manufacturing Technology Group Fujio UCHIDA and Kengo KUROSAWA
Machining and Materials Processing Group Masaru KATO and Kazumi KOMATSU

抄録

金属積層造形（AM）技術は次世代のものづくり技術として国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である。日本では、粉末床溶融結合方式（PBF）による試作開発が盛んに行われてきたが、最近では材料が低コストで造形速度が速いことなどから指向性エネルギー体積方式（DED）も注目されている。2020 年に開始した共同研究によりワイヤ・レーザ DED 方式の金属 AM 装置の運用を開始したが、複雑形状の造形実績が乏しく、造形ノウハウの構築には至っていない。そこで本事業では、12 枚の翼を有する複雑形状インペラの造形を実施し、造形不良の対策指針や造形時間の短縮に関して検討した。

[キーワード：積層造形、指向性エネルギー体積法、ワイヤ・レーザ DED]

Abstract

Metal additive manufacturing (AM) technology is attracting attention in Japan and abroad as a next-generation production technology, which is extremely important for adding high value to products. In Japan, the powder bed fusion (PBF) method has been widely used for prototype development, but recently, the directed energy deposition (DED) method is also attracting attention due to its low cost of materials and high deposition speed. However, the project has yet to build up its modeling know-how due to a lack of experience in modeling complex geometries. Therefore, in this project, a complex-shaped impeller with 12 blades was formed, and guidelines for countermeasures against forming defects and reduction of forming time were studied.

[Key words: Additive manufacturing, Directed energy deposition, Wire laser DED]

1. はじめに

近年、金属 AM は次世代の高付加価値ものづくり技術として注目されており、全国の公設試験研究機関でも金属 AM 装置の導入が進んでいる。金属 AM は、PBF 方式と DED 方式の 2 種類に大別される。前者は金属粉末をレーザや電子ビーム等で溶融させて積層する方式であり、後者は造形箇所に供給された金属材料をレーザ等で溶融させて積層する方式である。世界的には PBF 方式が広く普及しつつあり、国内でもこの技術に関する研究・活用事例は多い。一方、DED 方式は PBF 方式よりも材料が安価で造形速度が速いことに加えて、基材と造形材が異なる造形が可能であることから最近注目されている。すなわち、DED 方式は複合材料化が可能であることから、高機能材料の使用量低減が期待できるため、資源の利用効率が高いこともメリットの一つと考えられている。

当センターでは、三菱電機㈱産業メカトロニクス製作所との共同研究によりワイヤ・レーザ DED 方式の金属 AM 装置を活用した技術支援を開始した。本設備は、溶接ワイヤをレーザで溶融させて積層する方式（レーザ・ワイヤ DED 方式）を採用しており、金属製品の生産性向上と廃棄ロス削減が期待できる。しかしながら、本方式に関す

る研究例や造形実績は PBF 方式と比較して少なく、造形ノウハウの構築が急務とされている。そこで本事業では、12 枚の翼を有する複雑形状インペラの造形を実施し、造形不良の対策指針や造形時間の短縮に関して検討した。

2. ワイヤ・レーザ DED によるインペラ造形

2-1 造形条件

造形には、三菱電機（株）産業メカトロニクス製作所との共同研究により設置したワイヤ・レーザ DED 方式の金属 AM 装置を用いた。熱源には 2kW のファイバーレーザーを用い、溶融時にはアルゴンガスをシールドガスとして用いた。造形形状は 12 枚の翼を有するインペラであり、予め旋盤加工で仕上げた円錐状の SUS304 製の基材に対して、翼形状のみを SUS630 製の溶接ワイヤ（直径 1.2 mm）を用いて造形した。造形に使用する NC データは、本装置専用の CAM を用いて作成した。本検討では、1 枚の翼が 5 本の造形パスで構成されるように設定した。

また、レーザ・ワイヤ DED 方式の造形物は仕上げ加工が必須であることから、造形後には 5 軸制御立形マシンングセンタ（オークマ（株）MU-400 VII）を用いて、切削加工を施した。

2-2 造形結果

12 翼インペラの造形検討初期では、入熱不足が原因で生じるワイヤ固着・ヒゲ状欠陥や、ワイヤの送給方向や高さセンサの誤検出など NC プログラムが原因で生じる造形破綻等、様々な造形不良が発生した。このため、NC プログラムの修正に加え、造形速度を遅くすることで入熱量を増やすなどの対策を実施し、図(a)に示す 12 翼インペラを造形することが可能となった。なお、造形時間は約 9 時間であり、検討初期と比較して約 40%短縮することに成功した。このことは、入熱量増加に伴い、造形量が増えたことで積層ピッチが大きくなり、検討初期よりも少ない積層数で造形が完了したことが原因と考えられる。また、3D 形状計測システム（東京貿易テクノシステム（株）VECTORON VMC7000M）を用いて 12 枚の翼形状データを取得し、形状検査を実施した結果、切削の加工代が想定どおりに確保できていることを確認した。また、12 枚の翼形状を比較した結果、 $\pm 0.2\text{ mm}$ の誤差範囲内で造形できていることが判明した。図(b)に 5 軸制御立形マシンングセンタによる仕上げ加工後の 12 翼インペラを示す。切削加工面を観察した結果、ボイド等は確認されなかったことから、内部欠陥が少ない造形条件を選定できたと考えられる。

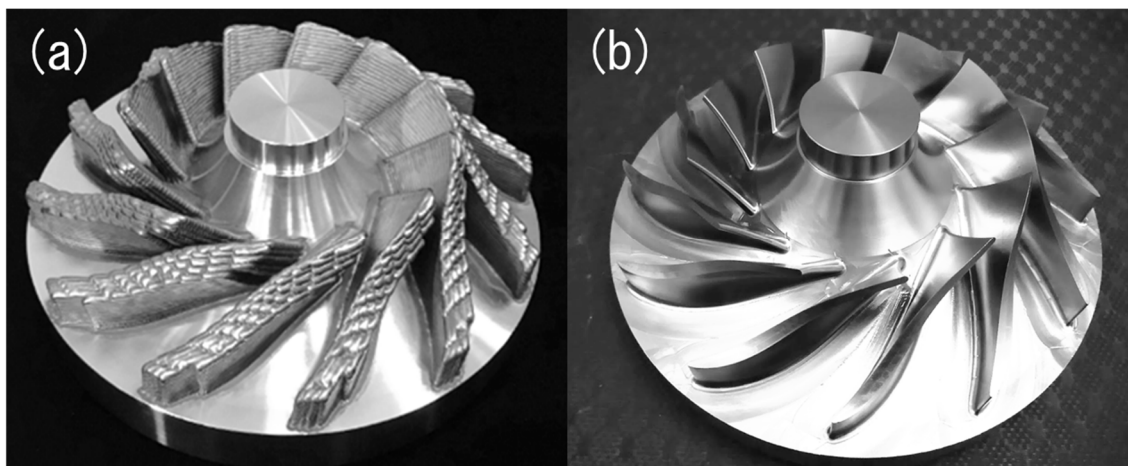


図 ワイヤ・レーザ DED 方式で造形した 12 翼複雑形状インペラ : (a)積層造形後、(b)切削加工後

3. まとめ

12 翼の複雑形状インペラの造形条件を検討した結果、レーザ・ワイヤ DED 方式で複雑形状の造形を行う場合、ワイヤ挿入方向及び入熱量の調整が造形欠陥の低減に有効であることを確認した。今後本技術で造形された金属材料の組織・特性評価を進め、他の製造技術との差別化と適用先の拡充を図り、県内企業への技術移転を促進する。

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 [1] -

情報・電子グループ

丹 健二、佐々木 信也、佐々木 大三、伊藤 亮、千葉 さおり、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 [1] -

Information and Electronics Group

Kenji TAN, Shinya SASAKI, Daizo SASAKI, Ryo ITO, Saori CHIBA, and Adiljan AYATA

抄録

デジタルトランスフォーメーション（DX）はビジネスにおける効率を改善する。DX 推進が可能な人材育成を目的とし、今年度、実践研修会（リアル IoT ハッカソン）、IoT 講座、ネットワーク講座、センサ講座を実施した。上記研修会においては、社会人のみならず、新たに中高生も参加した。また、教材をビデオ化することで、オンデマンド講座を実現した。

[キーワード：DX、IoT、ハッカソン、オンデマンド講座]

Abstract

Digital Transformation (DX) improves operational efficiency in business. In order to cultivate human resources who are capable of DX promotion, we conducted practical workshop named "Real IoT Hackathon" and seminars which focused on IoT technology, network technology, and sensor technology in this fiscal year. Not only working people but also high school and junior high school students participated in the workshop. By making the teaching materials into videos, we have realized on-demand seminars.

[Key words: DX, IoT, Hackathon, on-demand seminar]

1. はじめに

人口減少に伴う人材不足への対策として、DX を用いた業務効率の改善は年々重要となっている。これに対応すべく、秋田県ではIoT、AI、センサ、ネットワークに関する講座、稼働中の工場を実践場所とする実践研修会を通して、DX 推進に必要な人材育成を行ってきており、これまで多くの人材を育成してきた。また、上記人材が現在では、人材を育成する側となり、更なる人材育成を行われている。今年度は、育成対象を更に広げた実践研修会、教材のビデオ化によるセミナーのオンデマンド化を行った。

2. DX 内製人材育成

平成 28 年度から AI や IoT を活用した DX 推進に必要な人材育成を実施してきた。今年度は、平成 30 年度に引き続き、稼働中の工場を同業他社問わずにハックし、デジタルを活用したソリューションを開発、デプロイメントし、その有効性を評価していく実践研修会（リアル IoT ハッカソン）を開催した。その

際、経済産業省の令和3年度事業である、AI人材連携に中小企業課題解決促進事業「ニューノーマルに対応したデジタル関連部活に対する新たな支援モデルの検証」に、ハッカソン実施主体である本荘由利産学学振興財団が選定されたことから、製造業等からの参加者の他、地域内の中・高校生も参加し、共同で課題解決に取り組んだ。

工場（主課題：加工精度向上のための環境温度計測制御）の他、高齢者福祉施設（主課題：プライバシーを担保した高齢者見守り）の2者が課題提供者となり、種々のセンシング処理やクラウド活用など、前回以上に広範囲な実践力を身につけられるハッカソンとなった。社会人チームが計測結果と可視化に重きを置いたシステムを開発したのに対し、生徒チームは積極的に制御まで踏み込んだ。これらの取り組みから次の利点を得ることができた。

- ・生徒の活動成果が直接的に地域企業のDX化に貢献し、大会などで勝利するのに匹敵するインセンティブが得られた。
- ・産業界技術者が地元学校のデジタル部活のメンターになることで、デジタルに精通した教師不足が補完できた。
- ・地元企業の企業活動を知ったことで、将来的に地元就業機会の創出にも寄与できる。
- ・生徒の活動成果が地域企業のDX化に貢献したことで、大きなインセンティブが得られた。
- ・産業界と教育界という異分野の相互関係により、互いに化学変化・イノベーションが期待できる。



図1 実践研修

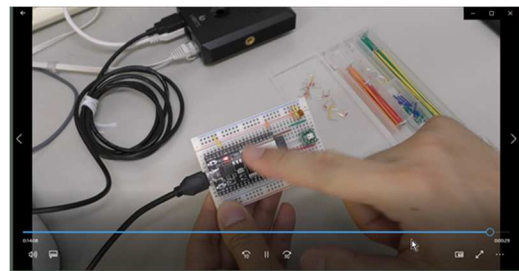


図2 ビデオ教材画面



図3 ビデオ教材

3. IoT 研修のオンデマンド化

これまで行ってきた講座がCOVID-19の影響で対面形式が困難になった。そこで、オンデマンド講座を可能にするため教材のビデオ化を行った。オンデマンド講座のメリットは、日程や場所を選ばないため、受講者の業務都合に合わせやすい、長時間の拘束が無い、一時停止や巻き戻しできる、などがある。他方、デメリットとして、説明が一方的になり受講者の理解度が把握しづらい、受講者がその場で質問できない、などが挙げられる。これらデメリットを埋めるため、常にメ

ールでの質問を受け付ける体制をとり、テキスト中に例題などを設け、自分の理解チェックを促す仕組みを整えた。また、対面式では、回路構築の方法はテキストと口頭での説明だけだったのに対し、ビデオ教材では、構築中の手元を撮影することで、作成方法を理解しやすくした。

4. まとめ

対象者を広げたリアルIoTハッカソンにより、様々な効果を上げた。また、ビデオ教材を用いたオンデマンド講座では、そのデメリットに対する様々な工夫により、受講者から好評を得た。

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 [1] -

スマートものづくり技術グループ 伊藤 亮、大竹 匡

Development of Remote Work Systems using Telecommunication Technologies including 5G

- Demonstration Test of Remote Control Robot Technology [1] -

Smart Manufacturing Technology Group Ryo ITO and Masashi OHTAKE

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等、労働環境の多様性が高まっている。そのため省力化、省人化、生産性向上につながるオートメーション技術やロボティクス技術、さらに ICT を活用した遠隔監視や遠隔操作技術に対する期待が高まっている。しかしながら県内企業において、ロボティクス技術や遠隔操作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、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、ロボティクス技術およ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および企業価値向上に貢献する。

2. 超音波診断に関するロボット遠隔操作実証実験

超音波は、市場に存在する様々な医療用画像診断モダリティの一つである。超音波診断装置にはプローブが装備されており、プローブから高周波の超音波が患者の体内に送信され、体内の器官によってプローブ

ブに反射されることで映像化される。超音波診断装置は、肝臓、腎臓、血管、心臓、人間の胎児、その他の臓器の視覚化等に使用される。しかしながら、信頼性の高い超音波診断画像を得るためにプローブを扱う施行者に熟練技術が求められる。

近年、ポータブルタイプの超音波診断装置等が販売されている。患部にプローブを当てると、専用のタブレット等でエコー画像を確認することができる。またインターネット等を介して、遠隔地にいる人とエコー画像を共有することができ、相談などを行うことができる。

本研究では、秋田大学大学院医学系研究科と共同で、ポータブル超音波診断装置と協働ロボット遠隔操作システムを活用した超音波診断に関するロボット遠隔操作実証実験を行った。遠隔地にいる熟練技術を有した施行者が、プローブを備えたロボットを遠隔操作し、信頼性の高い超音波診断画像が得られるかの実証実験を行った。図1に協働型ロボット向け超音波プローブ把持治具を示す。3次元CADシステムを用いて治具の設計開発を行い、3Dプリンタで試作を行った。図2および図3に実証実験におけるロボット遠隔操作の様子とエコー画像取得の様子を示す。実証実験を通じて、ロボット遠隔操作に対して操作者の慣れは必要であったが、ポータブル超音波診断装置および協働ロボット遠隔操作システムを活用することで、遠隔地から信頼性の高い超音波診断画像が得られると分かった。

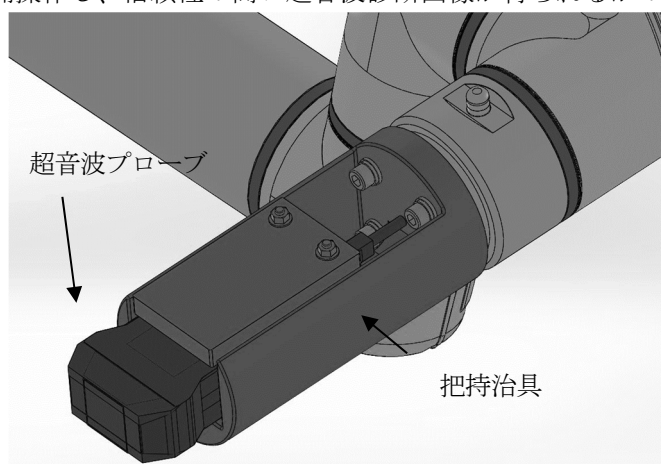


図1 協働型ロボット向け超音波プローブ把持治具



図2 ロボット遠隔操作の様子

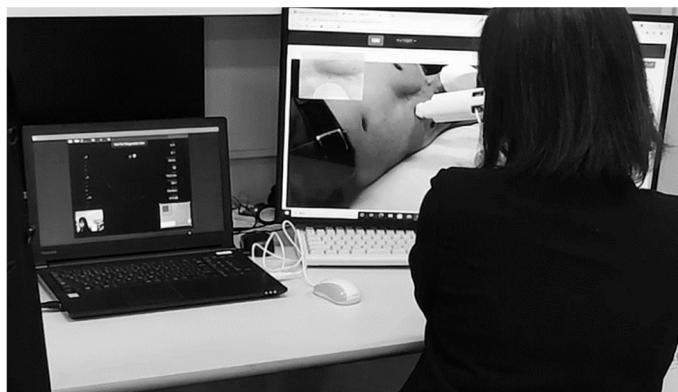


図3 遠隔でのエコー画像取得の様子

3. まとめ

ポータブル超音波診断装置と協働ロボット遠隔操作システムを活用した、超音波診断に関するロボット遠隔操作実証実験を行った。本実証実験を通じて、医療分野における遠隔操作に関するニーズの掘り起しに加えて、3Dプリンタなどを活用した迅速なソリューションの提案を実現した。次年度以降、多様な分野における遠隔操作に関するニーズの掘り起こしを行うとともに、オープンソース等を活用した遠隔操作に関する技術開発を行っていく。

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 [1] -

加工技術グループ 加藤 勝、小松 和三

Productivity improvement and new product development with material processing - Development of High Efficiency Processing Technology of Difficult-to-cut Materials and Complex Shape Parts [1] -

Machining and Materials Processing Group Masaru KATO and Kazumi KOMATSU

抄録

近年、3D CAD/CAM/CAE/RP 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。当センターでは、三菱電機 (株) 名古屋製作所との共同研究により、三菱電機 (株) 製ワイヤ/DED 方式による金属 3D プリンタを導入した。本事業では、金属 3D プリンタにより造形されたインペラモデルに、5 軸制御マシニングセンタで切削による仕上げ加工を実施し、その加工プロセスの検討を行った。

[キーワード: 3D CAD/CAM/CAE、金属 3D プリンタ、5 軸制御マシニングセンタ、難削材]

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. The wire/DED metal 3D printer has been installed in our center through joint research with Mitsubishi Electric Corporation. In this project, the impeller parts were produced by the wire/DED metal printer and the finish cut was done by the 5-axis control machining center. The cutting conditions for the finishing of the impeller parts were established.

[Key words: 3D CAD/CAM/CAE/RP, Metal-3D -Printer, 5-axis control machining center, Difficult-to-cut materials]

1. はじめに

近年、切削加工や各種成形加工など、従来手法での製造が不可能な形状を作る方法として、金属 3D プリンタの導入や活用が進み始めている。海外では医療器具や高級車、航空機などの分野で取り入れられ、少量品の製造手法として活用が広がっている。日本でも金属 3D プリンタの重要性は、2014 年の技術研究組合次世代 3D 積層造形技術総合開発機構 (TRAFAM) による経済産業省「三次元造形技術を核としたものづくり革命プログラム - 次世代産業用 3D プリンタ技術開発 -」プロジェクト並びに、内閣府による SIP プロジェクトの実施以降、急速に認識され、徐々に普及し始めている状況である。

こうした中、当センターでは、三菱電機 (株) 名古屋製作所との共同研究により、三菱電機 (株) 製ワイヤ/DED 方式による金属 3D プリンタを導入した。本事業では、金属 3D プリンタにより造形されたインペラモデルに 5 軸制御マシニングセンタで切削による仕上げ加工を実施し、その加工プロセスの検討を行った。

2. インペラモデルの切削加工について

当センターの金属 3D プリンタは、ワイヤ/DED (Direct Energy Deposition) 方式と呼ばれ、ワイヤ状態の金属材料を供給しながらレーザービームを照射し、熔融した金属材料を堆積させて積層造形する。切削加工の対象としたインペラモデルは直径 244 mm×高さ 103 mm であり、図 1 に示すようにハブ面状態（富士山のような形状：材質 SUS304）まで旋盤等で切削加工後、金属 3D プリンタで翼（材質：SUS630）のみを 12 枚造形した。造形時間は約 11 時間であり、造形完成後のインペラモデルを図 2 に示す。この積層造形ワークを 5 軸制御マシニングセンタ（オークマ（株）製 MU-400 V II）で切削による仕上げ加工を行った。NC プログラムは 3 次元 CAD/CAM ソフト（Mastercam）で作成し、NC 検証ソフト（G-NAVI）で動作シミュレーションした。多数の工程を経て切削加工を行ったが、紙面の関係上、2 点の工夫した工程について述べる。

2-1 翼と翼の間の荒加工

一般的に削り出しからインペラを加工する際は、翼と翼の間の荒加工が最も時間がかかるが、積層造形のインペラはこの工程を大幅に削減できる可能性がある。最初は削り出し状態を想定して荒加工パスを作成し切削加工した結果、翼間の総荒加工時間は 156 時間であった。そこで、積層造形されたインペラを 3 次元測定器（VECTORON）で計測し、その STL データから翼間の輪郭形状を抽出して荒加工パスを作成し切削加工した結果、翼間の総荒加工時間を半分以下の 77 時間に短縮することができた。

2-2 翼面の仕上げ加工

図 3 に切削仕上げ加工後のインペラモデルを示す。翼面の加工は、ボールエンドミルではシャンク部分が翼に干渉することから、先端が球状のキャンディミルと呼ばれる工具を用いて加工した。また、翼面をシュラウド面からハブ面にかけて 4 面に分割し、12 翼をシュラウド面方向からハブ面方向へ順番に中加工を行い、最後に 1 つの翼面全体を仕上げ加工することにより、工具摩耗による仕上げ面状態の悪化を改善することができた。

3. まとめ

金属 3D プリンタで造形されたインペラモデルを対象に、5 軸制御マシニングセンタで切削による仕上げ加工を実施した。段取り方法や加工工程の検証、STL データの活用や不具合対策等のノウハウを蓄積することができたとともに、積層造形による部品製造の有効性を確認することができた。今後も金属 3D プリンタを活用したものづくり技術の普及を図るべく、加工データの蓄積を図っていく予定である。

最後になりましたが、切削加工の NC プログラム作成に際し、（有）ファインデータの藤巻 勇登 氏に多大なご協力を賜りましたことに感謝致します。



図 1 積層造形前のワーク形状



図 2 積層造形後のワーク形状



図 3 切削仕上げ加工後のワーク形状

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 [1] -

機能性材料・デバイスグループ 菅原 靖、関根 崇、岸 初美
企画事業部 杉山 重彰
秋田大学理工学部 仁野 章弘、泰松 斉

Productivity improvement and new product development with material processing - Developing in Manufacturers in Akita Area [1] -

Functional Materials and Device Group Yasushi SUGAWARA, Takashi SEKINE and Hatsumi KISHI
Planning Affairs Section Shigeaki SUGIYAMA
Akita University Akihiro NINO and Hitoshi TAIMATSU

抄録

- (1) 1600℃で焼結した WC- x mol%SiC ($x=5\sim50$) 組成焼結体の高温耐酸化性を評価した結果、600℃で4hr保持した場合は、 $x=5\sim40$ の焼結体で形状変化はみられなかったが、 $x=50$ の焼結体は崩壊した。800℃で4hr保持した場合は、全ての焼結体で崩壊が起きた。
- (2) 1600℃で焼結した WC- x mol%SiC ($x=5\sim50$) 組成焼結体の耐薬品性を評価した結果、水酸化ナトリウム溶液に浸漬した焼結体の重量減少量は超硬と同等であったが、硝酸溶液に浸漬した焼結体の重量減少量は超硬よりも著しく少なく、焼結体は酸性溶液に対して優れた耐薬品性を有していた。

[キーワード：通電加圧焼結、WC-SiC 基セラミックス、高温耐酸化性、耐薬品性]

Abstract

- (1) As a result of the high temperature oxidation resistance of the WC- x mol%SiC ($x=5-50$) ceramic sintered at 1600℃, when it was held at 600℃ for 4 hours, the shape change was not observed in the ceramic of $x=5-40$, but $x=50$ ceramic collapsed. When held at 800℃ for 4 hours, all ceramic collapsed.
- (2) As a result of the corrosion test of the WC- x mol% SiC ($x=5-50$) ceramic sintered at 1600℃, the weight loss soaked in sodium hydroxide solution was the same as cemented carbide, but in nitric acid solution was significantly lower than cemented carbide. WC- x mol% SiC ($x=5-50$) ceramic had excellent corrosion resistance to acidic solutions.

[Key words: Reactive resistance-heated hot pressing, WC-SiC based ceramics, high temperature oxidation resistance, corrosion test]

1. はじめに

WC は高硬度、高ヤング率、高熱伝導率等の優れた特性を有しており、高性能な切削工具や耐摩耗部材に利用されている。WC は加圧焼結を行っても緻密化しにくい難焼結体であるため、コバルト等の金属を添加して液相焼結を行い、緻密な焼結体を作製している。しかし、コバルト添加により硬度とヤング率は著しく低下し、耐食性も低下することが知られている。金属無添加の WC 基複合材料として、当センターと秋田大学では、WC に SiC を添加した複合セラミックスを開発し、優れた機械的性質を有することを明らかにしてきた。

本研究では、WC に SiC を添加した複合セラミックスについて、高温耐酸化性および耐薬品性について検討を行った。

2. 実験方法

原料の WC 粉末、SiC 粉末を WC- x mol%SiC ($x = 5, 10, 20, 30, 40, 50$) 組成になるように秤量の後、ボールミルを用いて湿式混合し、混合粉末を調製した。混合粉末をグラファイト型に充填し、通電加圧焼結装置を用いて 1600℃、50 MPa、10 min 保持の条件で焼結し、直径 20 mm、厚さ 5 mm の焼結体を作製した。

高温耐酸化性は、電気炉内に焼結体を設置し、室温から昇温速度 8 °C/min で 400 °C、600 °C、800 °C の各温度に昇温し、4hr 保持した後に室温まで放冷し、形状変化の有無と重量変化率から評価した。

また、耐薬品性は、アルカリ性の水酸化ナトリウム、酸性の硫酸、硝酸の各 3 % 溶液 50 ml に焼結体 1 個を浸漬し、室温で 168 hr 放置し、浸漬前後の重量変化を測定して評価した。

3. 実験結果

3-1 焼結体の高温耐酸化性

図 1 に、600 °C に昇温した WC- x mol%SiC 組成焼結体の外観を示す。 $x = 5 \sim 40$ の焼結体では形状変化は認められなかったが、 $x = 50$ 組成の焼結体は完全に崩壊した。一方、400 °C に昇温した場合は、全ての組成の焼結体において形状変化は起こらず、また 800 °C に昇温した場合は、全ての焼結体で崩壊が確認された。昇温前後の重量変化率は、400 °C 昇温の全ての組成および 600 °C 昇温の $x = 5 \sim 40$ の組成で 0 % であったが、600 °C 昇温の $x = 50$ 組成では 4.0 %、800 °C 昇温では 2.8 % ($x = 5$) $\sim$ 4.8 % ($x = 50$) を示した。重量増加は、焼結体の酸化に起因すると考えられる。

3-2 焼結体の耐薬品性

図 2(a) に 3 % 水酸化ナトリウム溶液、(b) に 3 % 硫酸溶液、(c) に 3 % 硝酸溶液に浸漬した WC- x mol%SiC 組成焼結体の重量減少量を示す。アルカリ性の水酸化ナトリウム溶液への浸漬では、焼結体の重量減少量は 1.0 g/m² ($x = 30$) $\sim$ 2.4 g/m² ($x = 50$) となり、超硬の重量減少量 3.3 g/m² とほぼ同等であった。一方、酸性の硫酸溶液への浸漬では、超硬の重量減少量 81.0 g/m² に対して焼結体は 1.5 g/m² ($x = 50$) と小さく、さらに硝酸溶液への浸漬では超硬の 595 g/m² に対して焼結体は 1.9 g/m² ($x = 30$) に留まり、焼結体は酸性溶液に対して優れた耐薬品性を有することが明らかになった。超硬はコバルトを含むため、酸性溶液中ではコバルトの溶出が起これ、大きな重量減少量を示したが、焼結体はコバルトフリーのため小さな重量減少量に留まったと推察される。

4. まとめ

(1) WC- x mol%SiC ($x = 5 \sim 50$) 組成焼結体は、600 °C で 4 hr 保持した場合、 $x = 5 \sim 40$ の焼結体で形状に変化はみられなかったが、 $x = 50$ の焼結体では崩壊した。800 °C で 4 hr 保持した場合は、全ての焼結体で酸化に伴うクラックの発生や崩壊が認められた。

(2) WC- x mol%SiC ($x = 5 \sim 50$) 組成焼結体の重量減少量は、水酸化ナトリウム溶液中では超硬と同等であったが、硝酸中では超硬よりも著しく小さく、焼結体は酸性溶液に対して優れた耐薬品性を有することが明らかになった。

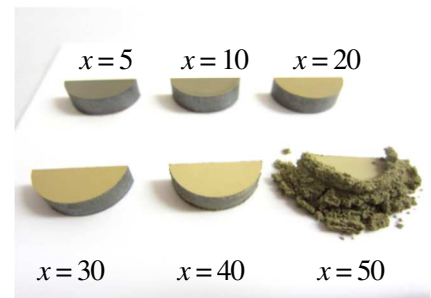


図 1 600 °C に昇温した焼結体の外観

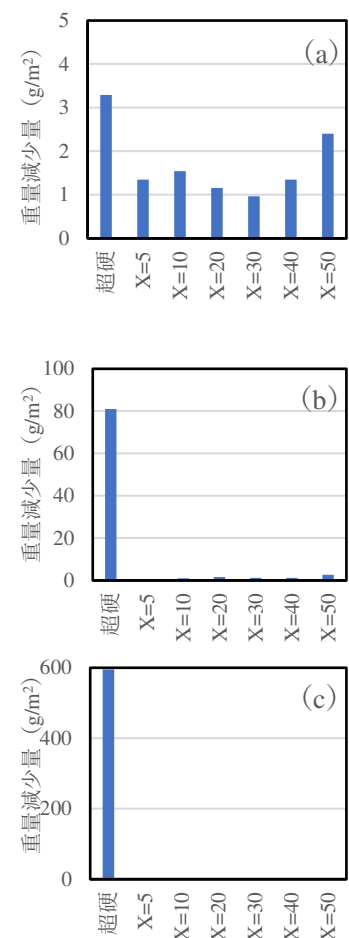


図 2 焼結体の重量減少量

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 [1] -

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 [1] -

Machining and Materials Processing Group Rie NOBE
Ecological Material Development Section Makoto KUDO

抄録

木粉やセルロースナノファイバーなどの木質バイオマスと複合化したプラスチック材料は、プラスチックの持続可能なプラスチック材料として、ますます注目されてきている。木質複合化材料は含水率が高いため、射出成形時にはガス焼け、シルバー等の成形不良が発生することがある。本報では、木質複合材料を用いてベント式射出成形を行い、ガス焼け不良への有効性や力学特性について知見を得ることができた。

[キーワード：射出成形、ベント成形、木粉、セルロースナノファイバー、複合化材料]

Abstract

Wood-polymer composites (WPC) are thermoplastic compounds containing woody biomass, for instance, wood powder and cellulose nanofiber. Although WPCs have attracted increasing attention as sustainable polymeric materials, the molding defects, such as burning and silver streak, can be seen easily during injection molding process due to their high moisture content. This paper describes the mechanical properties and effects on the burning of WPCs through vented injection molding.

[Key words : injection molding, vented injection molding, wood powder, cellulose nanofiber, composites]

1. はじめに

プラスチックの歴史は、1835年にポリ塩化ビニルが発明されて以来、1909年にベークライトが合成樹脂の第一号として工業化された。1960年代には汎用プラスチックが多くの日用品に採用され、その後1970年代には工業用部材として機能化されたエンジニアリングプラスチック、1980年代にはさらに高機能なスーパーエンジニアリングプラスチックが開発され、今ではあらゆる工業製品に使用されている。プラスチックは、製品の軽量化が図られるほか、大量生産がしやすく、曲面・複雑形状も効率的に加工できることから金属材料に代わる新たな素材として発展してきた。現在、プラスチックには様々な種類があり、透明性ばかりでなく、着色・メッキ等の加飾の自由度が高いなど意匠性に優れた特徴を有し、また耐薬品性、耐熱性、耐候性、撓動性、導電性など様々な機能を付加することができることから日用品、電気製品、情報機器、輸送機械など多くの工業製品に適用されている。特に、日本のプラスチック成形加工は、微細形状、複雑形状を有する製品を高品質、高精度に製造できる生産技術力を誇っており、金型技術も含めて高度経済成長を支えてきた基盤技術の一つである。

プラスチック製品は、積極的に生産され続けた一方で、その廃棄物は自然分解が難しく、環境に流出した場合は長期的に亘って残留することが大きな問題となっている。中でも微細なプラスチックゴミであるマイクロプラスチックは、海洋プラスチック問題となり深刻化するなどプラスチックの環境対策への対応が急加速してきている。

プラスチック資源循環促進法が 2022 年 4 月から施行されることとなり、そこでは「捨てることを前提としない経済活動をする」ことが掲げられている。特定プラスチック使用製品が対象となっているが、今後秋田県のプラスチック製品製造企業においても SDGs 実現、エコマテリアル、バイオマスプラスチック、海洋分解プラスチック、脱プラスチック、カーボンニュートラルなどの環境対策を強く意識した「ものづくり」が極めて重要と考える。

本事業では、新技術の導入、独自技術の開発、生産技術の改善による企業支援を目的に、プラスチック材料、射出成形技術、金型技術など成形加工技術に係わる技術開発を行う。今回は、木質バイオマスである木粉複合材料とセルロースナノファイバー (CNF) 複合材料を用いてベント射出成形による成形加工性を評価したので報告する。

2. 木質バイオマス複合材料のベント式射出成形

環境にやさしいプラスチックの利用手法には木粉などの木質バイオマスとの複合化がその一つとして挙げられる。木粉複合材料はウッドプラスチックと称されるなど様々な製品が開発されている。また、昨今では木粉やパルプをさらに解繊したセルロースナノファイバー (CNF) が注目を集めている。CNF は、鉄鋼の 1/5 の軽さでその 5 倍以上の強度を有すると言われており^[1]、これまでの研究においても軽量化、高強度化が期待されるプラスチックの利用技術について検討してきた。木粉、CNF などの木質材料は含水率が高く、その水分は射出成形加工においてはガス焼け、ショー-とショット、シルバー等の不良の原因となる。本報ではベント式射出成形機^[2]を用いた木粉 (WP) 複合材料、CNF 複合材料の成形性や力学特性について検討した。

供試材料は、30 %WP/PP (日本ポリプロ (株) 製) と 10 %CNF/PP (日本製紙 (株) 製)、10 %CNF/PA6 (日本製紙 (株) 製) を用いた。30 %WP/PP は未乾燥材料を用いて、ベント式射出成形と従来式射出成形にて試験片を作製し、型内の樹脂圧計測など流動性を評価した。10 %CNF/PP と 10 %CNF/PA6 は、乾燥材料 (105 °C /12 時間) と未乾燥材料を用いてベント成形にて試験片を作製し、その力学特性を評価した。その結果、30%WP/PP は従来式の型内樹脂圧 (80 MPa) と比較してベント式の型内樹脂圧 (74 MPa) は 8 %の低減が確認されたほか、ガス焼けの解消も確認された (図 1)。また、乾燥材料と未乾燥材料の比較では、10 %CNF/PP と 10 %CNF/PA6 のそれぞれの引張強度の低下はなく (図 2, 3)、未乾燥材料でも同等の力学特性が得られることが確認された。

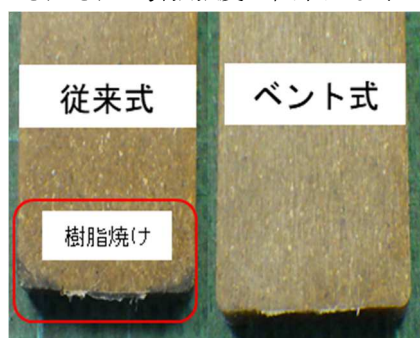


図 1 最終充填箇所のガス焼け解消

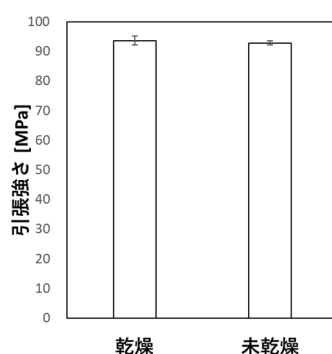


図 2 10 %CNF/PP 引張特性

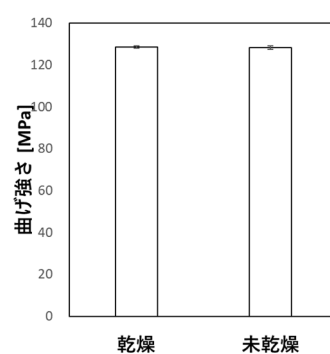


図 3 10 %CNF/PA6 引張特性

3. まとめ

環境にやさしいプラスチックの利用技術として、木粉複合材料、CNF 複合材料を用いて、ベント式射出成形の流動性、力学特性について評価を行った。その結果、型内樹脂圧の低減、ガス焼け不良解消のほか、未乾燥の材料でも引張強度が低下しないことが確認された。

文 献

- [1] 矢野浩之, セルロースナノファイバーとその利用, 日本ゴム協会志 (2012)
- [2] 野辺理恵ほか, 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, 秋田産技セ業務年報 (2020)

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 [1] －

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 [1] -

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、実用化に向けた薄型温度センサの製作手法の検討を行った。

[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 the manufacturing method of a thin temperature sensor for practical use.

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

1. はじめに

プリンテッドエレクトロニクス（PE）を応用した製品は、有機 EL ディスプレイ、フレキシブルな太陽電池、センサ技術、デジタルサイネージ、照明など、非常に多岐に渡っている。IoT 時代では、大量のセンサを製造するために革新的な製造プロセスが必要となり、印刷プロセスは、低価格で様々な種類を製造する最も費用効果が高い製造方法の 1 つである。そこで本報では、印刷プロセスの一つの方法であるディスペンシング方式により製作した薄型温度センサの抵抗値制御について報告する。

2. 薄型温度センサ抵抗値制御の検討

前報では、ロボットディスペンサー IMAGE MASTER 350PCSmart（武蔵エンジニアリング（株））と導電性接着剤 CR-2800（化研テック（株））を使用し、ポリイミドフィルム（125 μm ）に塗布して製作した測温抵抗体（RTD）タイプのセンサを紹介した。RTD は温度変化によって抵抗値が変化するが、温度変化と抵抗値の変化との間には一定の関係

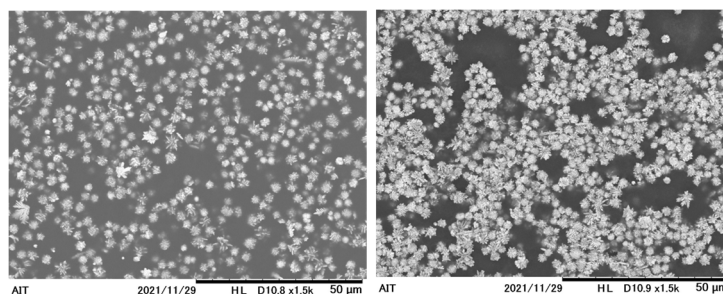


図1 導電性接着剤 SEM 画像 加熱前（左）、加熱後（右）

がある。市販の RTD である Pt100 は 0℃において皆 100 Ωを示すが、自作した RTD の抵抗値にはバラツキがあり、抵抗値から温度へ変換する式を RTD 毎に用意しなければならないため、抵抗値の制御に取り組んだ。CR-2800 はエポキシ系バインダーと銀の導電粒子を使用する導電性接着剤であるが、加熱によるバインダー樹脂の硬化の際の収縮で導電粒子同士が接触し電気伝導が生じる。走査電子顕微鏡により加熱前と加熱後の導電性接着剤を観察した結果を図 1 に示す。加熱により銀粒子同士の距離が縮まっていることを確認できたが、様々な加熱温度・時間を試したものの、結果的には抵抗値のバラツキを解消することはできなかった。

3. 正規化抵抗値の導入

各温度センサの電気抵抗値にバラツキがあるという前提で、正規化した抵抗値を用いて温度変換式を求めた。図 2 に示す通り銅角棒に自作 RTD と市販のフィルム型 RTD (CF4V0820、坂口電熱 (株)) を並べて、両面テープ等で固定し、銅角棒をヒーターで加熱した。

$$s = \frac{\Delta R}{R_0} = \frac{R - R_0}{R_0} \times 100\% \quad (1)$$

式(1)において R_0 は 25℃での自作 RTD の抵抗値とし、市販 RTD の温度とその温度での自作 RTD の抵抗値 R から s を算出して作成した散布図から線形近似曲線を求めた結果を図 3 に示す。

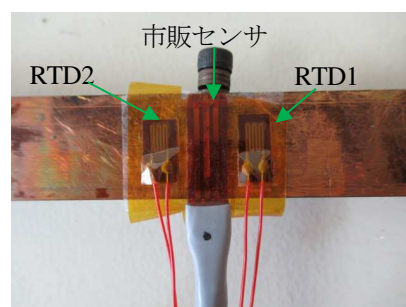


図 2 自作センサ (RTD1、2 と市販センサ)

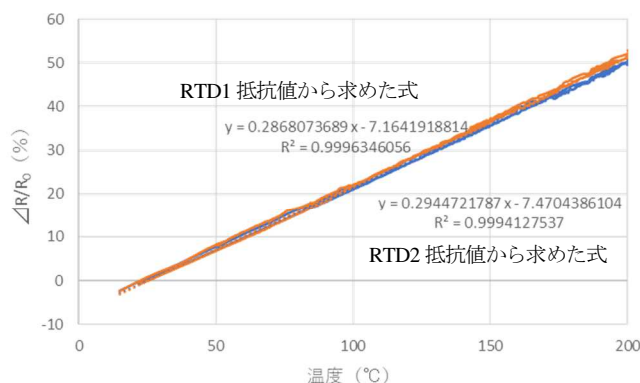


図 3 正規抵抗値を導入した温度変換式

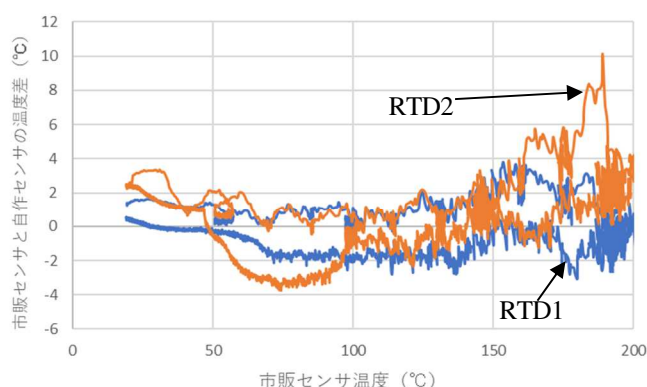


図 4 市販センサと自作センサの温度差

自作 RTD 使用時には抵抗値をこの近似式に代入することにより温度を求めることができる。今後新たに RTD を自作してそれぞれの抵抗値にバラツキが存在しても、予め 25℃での抵抗値を求めるだけでよい。線形近似式 $y = 0.2868073689x - 7.1641918814$ を 2 つの自作 RTD に適用して求めた温度を図 3 に示す。市販 RTD 温度とその温度での自作 RTD との温度差を散布図としているが、RTD1 の方が RTD2 よりも市販 RTD との差が少ないという結果になった。抵抗値にバラツキがあっても一つの温度変換式で済むというのが正規化抵抗値を導入する利点であるが、図 4 に示す通り求めた線形近似曲線は小数点以下まで完全に一致するということはないため、式の選択によりどのような変化があるかについては、今後データを積み重ねて検証していく必要がある。

4. まとめ

正規化抵抗値を導入し、導電性接着剤を使用して製作した測温抵抗体の抵抗値のバラツキを補正した。今後は実用化に向けセンサの更なる信頼性向上を目指す。

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 [1] -

加工技術グループ 藤嶋 基
素形材開発部 工藤 素

Productivity Improvement and New Product Development with Material Processing - Development of CFRP Molding Methods in Akita Prefecture [1] -

Machining and Materials Processing Group Motoi FUJISHIMA
Ecological Material Development Section Makoto KUDO

抄録

炭素繊維強化熱可塑性プラスチック（CFRTP）は大量生産、低コスト化、リサイクル性に優れていることから様々な分野で利用が拡大している。本事業では CFRTP のプレス成形における製品開発のコスト削減を目的に金型の材料を金属から樹脂へ変更し、機械加工工程を削減した。また、この樹脂型を用いて CFRTP の試作を行い、成形条件を検討した。

[キーワード：炭素繊維強化熱可塑性プラスチック、樹脂型、プレス成形]

Abstract

Carbon fiber-reinforced thermoplastics (CFRTP) has been widely used in various industries because of its ability as productivity, low cost, and recyclability. This project aims to reduce the cost of the product development. The mold material for CFRTP press molding was replaced from the metal to resin for reducing the machining process, and the molding conditions of CFRTP press molding were examined by using this resin mold.

[Key words: carbon fiber-reinforced thermoplastics, resin molds, press molding]

1. はじめに

炭素繊維強化プラスチック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スポーツ用品等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。炭素繊維強化プラスチックの成形法は多種多様であるが、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。一般に金型の製作費用の構成割合は概ね材料費 20 %、加工費 70 %そして管理費 10 %といわれている^[1]。この構成割合は簡易金型、量産金型であっても変わらず、金型製作における加工費用は製造業者にとっても大きな負担となっている。この部分が削減可能であれば製品開発コストや製品価格を下げる可能性が大きい。

本研究ではプレス成形時の製品開発コスト削減を目的に成形対象物を樹脂に埋め込み転写させるだけで機械加工不要な高強度樹脂を使った成型型を作製し炭素繊維強化熱可塑プラスチック（CFRTP）の成形を行ったので報告する。

2. 実験

2-1 プレス成形用樹脂型の作製

樹脂は耐熱温度 230 ℃のエポキシ+アミン樹脂を使用した。作業は非常に簡単で型枠に成型対象物を固

定し、樹脂を流し込み脱型するだけである。しかし、樹脂単体では衝撃に弱く型枠から取り外す際に割れを生じやすいことが判明したことから樹脂の粘度を上げることによって割れを抑制できないか検討した。改善方法として長さ 1 mm のチョップドカーボンファイバーを添加したところ増粘効果は認められたが添加量の微調整が難しいことや成形対象物に対する賦形性が悪化することが分かったため粒径の小さい別の材料を検討することになった。選定の結果、粒径数 10 μm のガラスパウダーを添加したところ割れの抑制効果を確認、さらに粘性の調整についてもチョップドカーボンファイバーより簡単であるため採用することにした。

成形対象物はアルミ板やゴム板を使用していたが、樹脂との接着力が強く取り外し時に樹脂型を破損する事が多発したため、スポンジゴムに変更したところ取り外しが容易で破損を抑えることが出来るようになった。

樹脂型は熱処理および離型処理後プレス成形を実施した。

2-2 炭素繊維強化熱可塑プラスチックの成形

作製した樹脂型を用いて繊維強化熱可塑プラスチック成形を実施した。材料は厚さ 0.23 mm のアクリルプリプレグを使用した。このプリプレグを 2 枚重ね、成形温度：180 $^{\circ}\text{C}$ 、保持時間：180 秒、圧力：10 kN～50 kN で成形した（図 2）。図 3 に成形物を示す。10 kN では中央部に成形不良を確認できるが、圧力の上昇と共に成形不良は無くなっている。しかし、圧力の上昇と共に成形品の面積が大きくなっており、成形寸法に対する適切な圧力を検討する必要がある。

3. まとめ

炭素繊維強化プラスチックのプレス用成形型として樹脂を使用した成形型を作製し、炭素繊維強化熱可塑プラスチックの成形を行った。成形型は 50 kN の圧力でも問題なく使用できることを確認した。今後は、樹脂型の精度向上、増粘剤添加時の基礎物性評価等を行い、県内企業への技術移転を目指す。

文 献

- [1] 加藤 文男, “初心者も知っておきたい金型の知識 2”, 神奈川県異業種連携協議会, 2016-01-29.
<http://www.kanagawa-iguren.com/column/purchase/purchase-911>, (参照 2022-03-24)

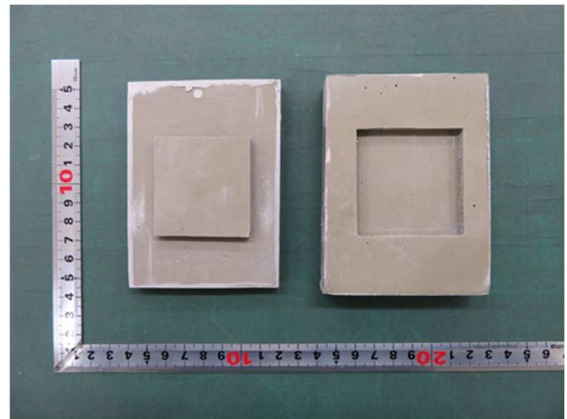


図 1 作製したプレス成形用樹脂型



図 2 プレス成形状況写真

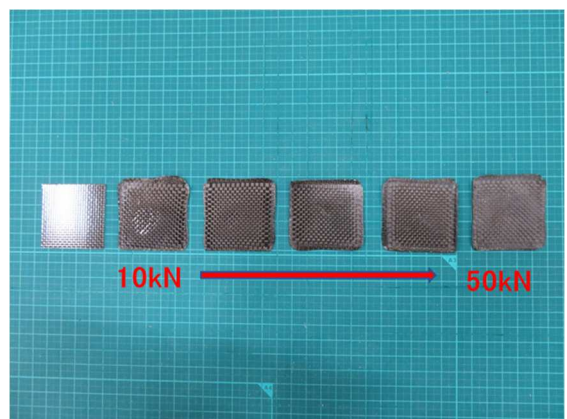


図 3 プレス成形物

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 [1] -

加工技術グループ 瀬川 侑、黒沢 憲吾

Productivity Improvement and New Product Development with Material Processing - Deployment of Laser Heat Treatment Technology [1] -

Machining and Materials Processing Group Susumu SEGAWA and Kengo KUROSAWA

抄録

近年開発の進む金属 3D 積層造形技術を県内企業で活用するため、ワイヤ・レーザ DED (Direct Energy Deposition) 法で造形された SUS630 造形物の組織観察および力学特性の評価を行った。その結果、レーザの走査方向に対して異方性を持った組織を形成すること、熱処理後も異方性は残留し、レーザ走査方向と積層方向との間で約 12% 最大引張強度が異なることが分かった。本結果より DED 法で金属材料を造形する際には、造形物にかかる力を考慮した設計やパスを設定する必要があるという知見が得られた。

[キーワード：金属積層造形、レーザ・ワイヤ DED、金属組織、異方性]

Abstract

Additive manufacturing (AM) technology have been rapidly developed in recent years. In order to utilize the AM to the prefecture companies, we observed the structure and evaluated the mechanical properties of the SUS630 model formed by the laser wire DED (Direct Energy Deposition) method. As a result, a structure having anisotropy with respect to the scanning direction of the laser is generated, the anisotropy remains even after the heat treatment. And tensile strength differs by about 12% between scanning direction of the laser and stacking direction. From this result, we found that when modeling a metal material by the DED method, it is necessary to set a design and a path in consideration of the force applied to the modeled object.

[Key words: Additive manufacturing, DED, SUS630, anisotropy]

1. はじめに

金属積層造形技術は、3次元データを基にして、金型などを使わずにこれまで造形が不可能であった形状を直接造形できることから、近年航空宇宙、医療、産業機器などの分野での開発や実用化が進んでいる^[1]。造形方法には PBF (Powder Bed Fusion) 方式や DED (Direct Energy Deposition) 方式などいくつかの造形方式が提案されており、用いる材料の形状や熱源などに因って、それぞれ特徴を有している。その中でワイヤ・レーザ DED 法は積層材料に汎用溶接ワイヤを用いるため、材料の管理・切り換えが容易であること、造形速度が速いことなどのメリットを有する。また、ベースとなる基材と積層材料が異なる複合材料化も可能であることなどから、使用する材料や工数の低減が期待されている。本技術で造形された部材を実用するためには、組織形態や機械特性を理解することが極めて重要である。そこで本研究では、ワイヤ・レーザ DED 法を用いて、SUS630 を造形し、その金属組織と変形特性を調査した。なお、SUS630 は実用時に溶体化処理と析出硬化処理と呼ばれる 2 種類の熱処理を施すため、これら各工程での評価も併せて実施した。

2. 組織観察・機械特性測定結果

2-1 DED 方式で造形された SUS630 造形物の組織

本研究では、ワイヤ・レーザ金属積層造形装置（三菱電機（株）、試作開発機）を用いてサンプルを作製した。サンプルは、SUS304 の基材上に、直径 1.2 mm の SUS630 溶接ワイヤを一方方向に走査して積層造形して得た。造形物は①造形まま、②固溶化熱処理、③析出硬化熱処理の状態で、マクロ組織観察（オリンパス（株）、DSX500）、EBSD 解析（日本電子（株）、JSM-7900F）、XRD 構造解析（（株）リガク、RINT-2500）、残留応力測定（パルステック工業（株）、m-X360s）を行った。

造形まま材の金属組織マクロ観察結果を図 1 に示す。図中、レーザ走査方向は左から右であり、下から上に向かって積層した。組織観察・EBSD 解析の結果、造形まま材では積層方向に $\langle 110 \rangle$ が配向する異方性が認められた。また、熱処理後では、X 線残留応力測定で検出されたデバイ環の形状に熱処理前と同様の偏りが確認されたことから、本サンプルでは熱処理後も異方性を示すことが示唆された。



図 1 SUS630 造形物組織（造形まま）

2-2 DED 方式で造形された SUS630 造形物の機械特性

固溶化・析出硬化熱処理を施した SUS630 板状造形物の異方性を調査した。引張試験には万能材料試験機（インストロン（株）、5985）を用い、試験片はレーザ走査方向に対して引張方向が 90、45、0 deg になるように放電加工機（（株）ソディック、AQ360L）を用いて切出した。

引張強さと造形方向の関係を図 2 に示す。0deg の引張強さは 90、45 deg よりも約 12 % 低くなるという異方性が確認された。0 deg が最も低強度であった原因には、レーザ走査方向に対して $\langle 001 \rangle$ の凝固が進んだこと、積層方向に対して $\langle 110 \rangle$ が成長したこと^[2]で、最大せん断応力が加わる方向がすべり面方向と一致したことが考えら

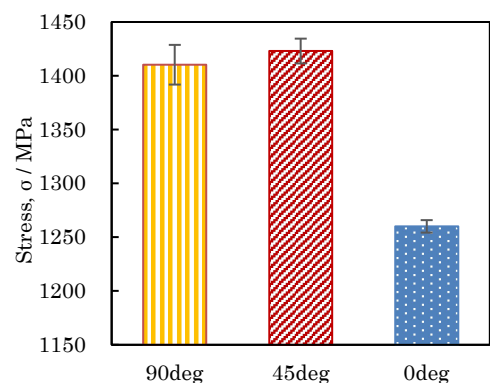


図 2 析出硬化熱処理を施した SUS630 造形材の引張強さ

れる。また、熱処理によって異方性が消失しなかった原因には、造形後期では造形物が十分に加熱され、熱応力が生じにくい状態であったため、転位密度が低く再結晶化が進行しなかったことが考えられる。

3. まとめ

金属積層造形技術の県内企業での実用に向けて、レーザ・ワイヤ DED 方式による造形物の金属組織の観察、変形特性の評価を行った。その結果、板状造形物を造形した場合、粗大な結晶粒が基材側から上部へ成長することがわかった。この金属組織は固溶化・析出硬化熱処理を施しても消失せず、サンプル切出し方向によって引張強さが約 12% 異なる異方性が認められた。このことは、PBF 方式で検討されているような組織制御を活用したものづくりがレーザ・ワイヤ DED 方式でも可能であることが示唆している。一方で、等方性が求められる箇所では、積層パスを層毎に回転させるなど、造形パスに工夫が必要であると考えられる。

文 献

[1] TRAFAM, 金属積層造形技術入門, ウィザップ, (2016)

[2] 中野他, デジタル時代における金属積層造形による組織制御と機能発現, 溶射. 58(3) p.121-128. (2021)

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 [1]－

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 [1] -

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、あるいは、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・安心の確保は、政策上の最重要課題である。これら様々な問題を解明し、解決していくには、生活環境や医療等に係る計測／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を開発する。積層膜や微細加工あるいは微粒子などのナノ構造を磁性材料に付与することで、プラズモン励起や光干渉効果などによって磁気光学特性を向上させ、高い検出感度を実現する。本年度は、磁性薄膜における表面プラズモン共鳴を利用した「磁気プラズモンセンサ」について検討を行い、従来型センサに比べて、高い検出感度を実現するとともに、水素ガス検知およびグルコース計測において基本動作を確認した。今後さらに、検知材料の高性能化等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、プラズモン、磁気光学、磁性ナノ構造体]

Abstract

Improvements in magneto-optical (MO) effects due to magneto-photonic crystals and plasmon resonances have been extensively studied, because large MO activities are desirable in practical applications, such as optical recording system, telecommunications, and optical chemical and biological sensors. The MO properties in magnetic multilayers and nanoparticles can be enhanced and/or controlled by the effects of optical interference, photonic crystals and plasmon resonances. These MO phenomena in magnetic nanostructures are useful for chemical and biological sensing applications.

[Key words: chemical and biological sensors, plasmon, magneto-optical, magnetic nanostructure]

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・安心の確保は、政策上の最重要課題である。これら様々な問題の解明・解決には、生活環境や医療等に係る計測／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、バイオ計測で一般に利用されているプラズモンセンサにおいて、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、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バイオ化学センサ「磁気プラズモンセンサ」の開発を目的としている。

2. 磁気プラズモンセンサ

磁気プラズモンセンサは、貴金属、酸化物および磁性薄膜の積層膜で構成され、スパッタ法により作製した。代表的な膜構造は、[SiO₂(5.0)/CoPt(3.9)/ZnO(3.0)/Ag(18.6)/ZnO(30)//ガラス基板, unit nm]である。図1に、磁気光学特性(Kerr 回転角: θ_K)、および、反射光強度: I_R の入射角依存性を示す。特定の入射角において、Ag 層で励起された表面プラズモンによって反射率が減少し、それとともに磁気光学効果が増強されることが分かる。反射率が最小となる共鳴角での Kerr 回転角は±21.2 度であり、表面プラズモンを用いない通常の測定条件に比べて、約 100 倍の増幅率が得られた。また、磁気プラズモン共鳴は、入射角に対して急峻な応答を有しており、半値幅: $\Delta\theta$ は約 0.08 度であった。一般に、プラズモンセンサの性能指数: FOM は、センサ表面の屈折率の変化にともなう共鳴角の変動: $\delta\theta_K/\delta n$ を用いて、以下の式で与えられる。

$$FOM = \frac{\delta\theta_K/\delta n}{\Delta\theta_K} \quad (1)$$

上式より、急峻な入射角スペクトルを有する磁気プラズモン共鳴では、高性能センサの実現が期待できる。マトリックス法によるシミュレーションからも、通常のプラズモンセンサに比べて、検知感度の向上が確認できている。

磁気プラズモンセンサの応用例について示す^[1,2]。図2は、水素反応によって光学特性が変化する Pd 薄膜を、積層膜の表面に形成した場合についての結果である。水素-窒素混合ガスの導入/遮断にともなう明瞭な検知信号を確認することができ、水素ガスセンサとして機能していることが分かる。また図3に、グルコース計測に関する結果を示す。センサの表面状態を、純水からグルコース水溶液に変えることで、磁気プラズモン共鳴角の明瞭な変化が確認できる。

3. まとめ

磁性ナノ構造体におけ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。磁性積層膜における表面プラズモン共鳴を用いることで、水素ガスセンサおよびグルコース計測への応用が可能であることを確認した。今後、バイオ/化学反応の積極的な活用により、各種バイオ化学センサとしての実用化を目指す。本研究の一部は、千葉工業大学工学部・安川雪子准教授との共同研究であり、科学研究費助成事業(19K04496, 20K05375)の助成のもと実施した。

文 献

- [1] H. Yamane, Jpn. J. Appl. Phys. Vol.60, SCCG01 (2021)
- [2] 伊藤雅晃, 金子佳史, 山根治起, 安川雪子, 第31回日本MRS年次大会, E-P14-018 (2021)

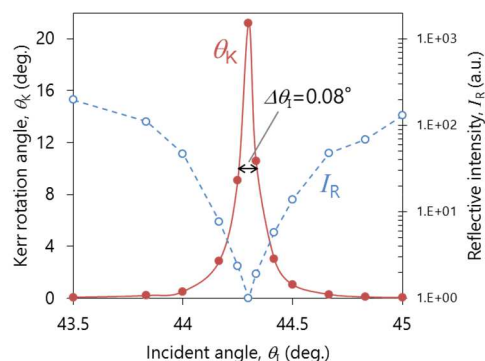


図1 表面プラズモン共鳴による磁気光学性能の増強

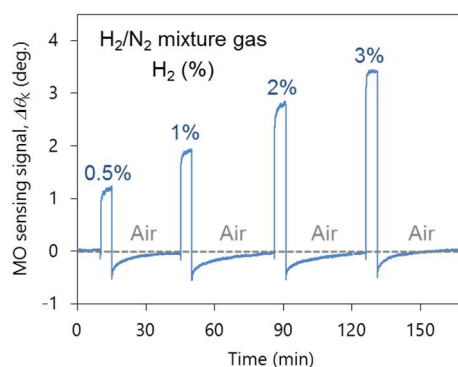


図2 磁気プラズモン共鳴を利用した水素ガスセンサ

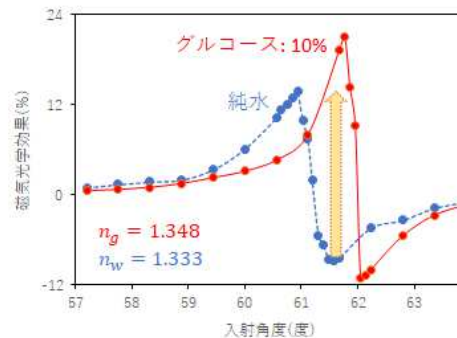


図3 磁気プラズモン共鳴を利用したグルコース計測

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 [1] -

機能性材料・デバイスグループ 内田 勝
先端機能素子開発部 梁瀬 智

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

- Development of Functional Optical Device Technologies [1] -

Functional Materials and Device Group Masaru UCHIDA
Advanced Functional Element Development Section Satoshi YANASE

抄録

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）の開発と関連技術の普及・展開を行っている。その代表である液晶レンズは秋田県発の技術シーズであり、イメージングデバイスやセンシングデバイス等への応用に向けた試作・開発を行っている。機能性光学デバイスには「高抵抗膜」（高い電気抵抗を有する透明薄膜）が必須の技術として使われている。高抵抗膜の任意パターンへの形成によりデバイスの性能向上や新機能の発現が期待されるため、今回はリフトオフ法を適用したパターン形成を検討した。逆テーパのフォトレジストを用いることで、バリがないパターンエッジを作製できた。フォトレジストの除去に、N-メチル-2-ピロリドンを用いると残渣が生じないことが分かった。現在、これら高抵抗膜作製に関して県内企業への技術移転を支援している。
[キーワード：高抵抗膜、薄膜作製技術、パターン形成加工、リフトオフ法、液晶レンズ]

Abstract

New optical devices using liquid crystal(LC) materials have been developed as functional optical device, and the research results and relational technologies are being promoted. The LC lens, which is a technical seed from Akita Prefecture, is typical in the functional optical devices. A high electrical resistance(HR) film we developed is not only transparent, it is also an indispensable technology for the LC lens. Improvement of the performance and addition of new functions to the functional optical device are expected by forming the HR film into an arbitrary pattern. Then, we examined to form the HR film using the lift-off method. By using a reverse taper type photoresist, the patterned edge without burrs could be realized. Moreover, it is found that no residue was obtained by removing the photoresist with N-methyl-2-pyrrolidone. We are currently supporting the transfer of these technologies related to the manufacture of HR films to companies in Akita Prefecture.

[Key words: high electrical resistance film, film fabrication, pattern formation processing, lift-off method, liquid crystal lens]

1. はじめに

本テーマでは、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）の開発と関連技術の普及・展開を行っている。その代表である液晶レンズは秋田県発の技術シーズであり^[1]、イメージングデバイスやセンシングデバイス等への応用に向けた試作・開発を行ってきた^[2-3]。これら機能性光学デバイスに「高抵抗膜」^[4]（高い電気抵抗を有する透明薄膜）は必須の技術である。本稿では高抵抗膜へのパターン形成技術の開発状況について報告する。また、これら高抵抗膜作製に関して県内企業への技術移転についても述べる。

2. 高抵抗膜のパターン形成加工技術の開発

高抵抗膜は、透明膜である特長も活かして、機能性光学デバイスのみならず新たな電気光学デバイス等への展開が期待される。また高抵抗膜への任意パターン形成によりデバイスの性能向上^[2]や新機能の発現も期待される。今回はリフトオフ法によるパターン形成加工の検討結果を報告する。リフトオフ法は、フォトリソ（以下、レジスト）で形成したパターン上に薄膜を成膜して、のちにレジストを取り去ることで、レジストがなかった部分に薄膜のパターンを形成する手法である。

図1は、我々が通常行っているリフトオフ条件（レジスト型番 AZP4110、膜厚 $1\ \mu\text{m}$ 形成）によって高抵抗膜（膜厚 $30\ \text{nm}$ ^[4]）をパターン化した結果である。原子間力顕微鏡（AFM）でのパターン段差部分の観察から、バリ（突起）が生じていることが分かる。バリの存在は、デバイス作製の障害となるばかりでなく、高抵抗膜の機能である電界分布の制御にも悪影響を与えることになる。レジストパターンの側壁がテーパ形状になっていることでバリが生じるので、逆テーパを形成できるレジスト（AZ5214E、膜厚 $1.3\ \mu\text{m}$ ）での対策を試みた。その結果、図2に示すようにバリの発生を解消することができた（段差の傾斜の急峻化は、レジストのパターン化条件を検討することで可能と考えられる）。一方で、図3に示す様に基板の表面粗さ R_a （図中の数値）が、パターン形成前よりも大きくなった。この原因はレジスト残渣であると考え、レジストの除去条件を見直した。これまでの〔室温のアセトンに浸漬・超音波洗浄 20 分〕から〔 $65\ ^\circ\text{C}$ の N-メチル-2-ピロリドンに浸漬・超音波洗浄 20 分〕とすることで、表面粗さをパターン形成前のレベルにすることができた。

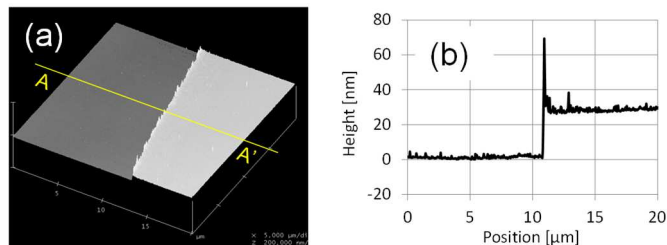


図1 高抵抗膜のパターン形成加工後 (a)AFM 像、(b)段差部分のラインプロファイル (A-A')

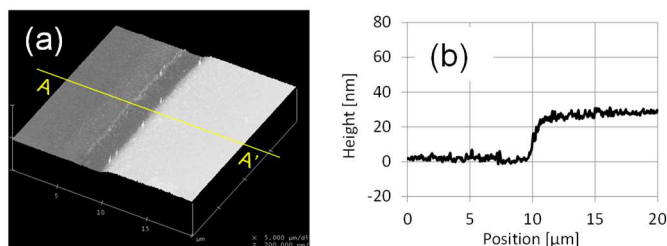


図2 逆テーパレジストを用いたパターン形成加工後 (a)AFM 像、(b)段差部分のラインプロファイル (A-A')

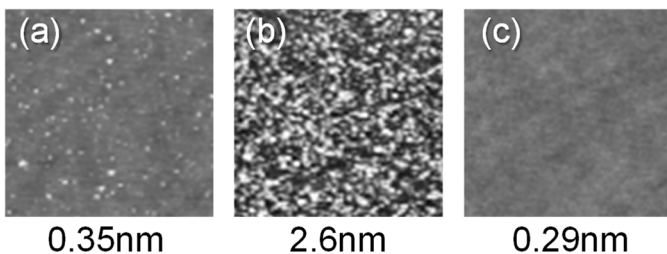


図3 基板表面の AFM 像 ($3\ \mu\text{m}$ 四方) (a)パターン形成工程前、(b)従来条件によるレジスト除去後、(c)条件見直し後

3. 企業との連携・開発支援

開発した高抵抗膜のパターン形成加工技術は、今後、デバイスの性能向上や新規なデバイス開発への利活用が期待できる。一方で、高抵抗膜の量産化の技術開発も急がれている。現在、光学機器メーカーである（株）目白ゲノッセン秋田工場と共同研究でこれらの課題に取り組んでいる。当センターが保有する関連技術を活用することで企業の持つ強みをさらに伸ばし、将来的な製品化を見据えた開発活動を支援していく。

文 献

- [1] M. Ye *et al.*: Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 49, pp.100204-1-3 (2010).
- [2] 内田ほか：第 63 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 19a-P3-26 (2016).
- [3] 梁瀬ほか：第 66 回応用物理学会春季学術講演会予稿集, 11a-PA2-17 (2019).
- [4] 内田ほか：秋田県産業技術センター令和 2 年度業務年報, pp.68 (2021).

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

- Si スピンデバイス技術の県内企業展開 -

先進プロセス開発部 鈴木 淑男

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

- Development in Si Spin-Device Technology to Local Companies -

Advanced Processing Technology Development Section Toshio SUZUKI

抄録

Si スピンデバイスを用いることにより、独自に考案したスピンパケット理論を検証した。この理論は、スピン信号解析技術の県内企業展開として、昨年度の共同研究で開発した ESR（電子スピン共鳴）スペクトルシミュレータの計算手法の基礎となる。今年度の検証により、当センターのシミュレータの妥当性を保証することができる。さらに、薄膜・表面技術の県内企業展開として、県内企業と共同出願した異種金属接合体に関する“モノ”発明を権利化するとともに、この特許を補完する新しい概念のめっき方式に関する製法発明を出願した。

[キーワード: Si デバイス、スピントロニクス、電子スピン共鳴 (ESR)、スピン緩和時間、スピンパケット理論]

Abstract

A new idea of spin-packet theory has been verified with the Si spin-device. The theory is the basis of the ESR-simulator which was developed in the application of the spin signal analysis technique last year by collaboration with local company. This verification leads to guaranteeing the high reliability to the ESR-simulator. In the application of the thin-film and surface technology, a patent on a junction-structure of a different kind of metals has been obtained by collaboration with the local company, and a new application of patent for a manufacturing method of a new concept for metal-plating has been filed.

[Key words: Si device, Spintronics, Electron spin resonance (ESR), Spin lifetime, Spin-packet theory]

1. はじめに

巨大磁気抵抗効果 (GMR) の発見と室温トンネル磁気抵抗効果 (TMR) の発見に端を発し、スピントロニクスと呼ばれる研究分野が注目を集めている。産業としても、ハードディスクドライブ用の再生ヘッド、高感度磁気センサー、磁気ランダムアクセスメモリ (MRAM) へと応用範囲を広げ、市場のさらなる成長が期待されている。また、半導体技術と融合させる Si スピントランジスタは、微細化限界や消費エネルギー問題を打破する Beyond-CMOS として期待され、半導体国際ロードマップ (IRDS/ITRS) の半導体スピンデバイスにおける旗艦デバイスとしてリストアップされている。

当センターでは、Si スピントランジスタを実現するためのキーテクノロジーとなる Si へのスピン注入技術に関する基盤技術開発を行ってきた。本事業では、スピン注入の高効率化を実現するとともに、一連の研究開発から派生した技術を県内企業に応用展開することを目指す。

これまでに、スピン注入用積層膜の Si 基板へのエピタキシャル積層、トンネル接合のポテンシャル測定、素子作製用ウェットプロセス、スピン信号計測等の基盤技術を構築し、当センターオリジナルのポテンシャル障壁に関する仮説を実証した。本報告は、これらをさらに深化することで得たトピックと県内企業展開の事例をまとめる。

2. 新しいトピック：スピンプケット理論の検証

電子スピン共鳴（ESR）スペクトル測定装置は、有機分子内のラジカル（不対電子（スピン））を検出する唯一の測定装置である。有機分子においては、超微細構造相互作用と呼ばれる量子力学的効果により、単一ラジカルに対して多重分裂した複雑なピークプロファイルを示し、解析には高い専門性が必要となる。

これに対して、当センターでは、Si スピンドバイスの信号解析のための独自の計算プログラムを転用した ESR シミュレータを昨年度開発し、一般の設備利用ユーザーによる ESR スペクトル解析を可能とした。さらに、スピン緩和に関する仮説としてスピンプケット理論を考案し、2 種類のラジカルが混在する系におけるそれぞれの成分を効率的に抽出する解析手法の基礎として用いている。今年度は、Si スピンドバイスをを用いる検討を行い、スピンプケット理論の正当性を検証することによって、ESR シミュレータと測定手法の妥当性を確認した。

図 1 に、Si スピンドバイスの三端子局所法による磁気抵抗効果を測定した結果を示す。従来理論の単一スピンに対するブロッホ方程式の解であるローレンツ関数は、一般に知られる通り、ピークの両脇のプロファイルをフィッティングできない。これに対して、今回考案したスピンプケット理論は、実験データを良くシミュレートできることが分かる。さらに、フィッティングにより得られるスピン緩和時間は、従来理論の 0.12 ns に対し、スピンプケット理論では 0.97 ns となる。すなわち、スピンプケット理論を用いると、スピン物性評価としての信頼性の高い四端子非局所法で以前に報告した 1.3 ns と同等の値が得られることが分かった。スピンプケット理論は、集団としてのスピンの緩和を定式化している。従って、現実の実験系をより良くシミュレートしており、理論の正当性を支持する結果が得られたと判断する。さらに、ESR スペクトル解析のために開発したシミュレータおよび測定手法は、スピンプケット理論に基づくものであることから、目的とする解析手法としての妥当性を確認できたと判断する。

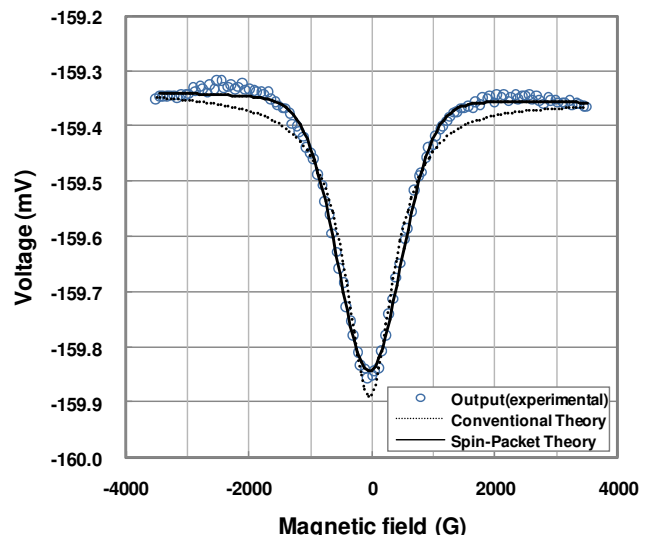


図 1 Si スピンドバイスの磁気抵抗効果の測定と理論の比較

3. 県内企業展開の事例

3-1 スピン信号解析技術の県内企業展開

Si スピンドバイスの研究開発で構築したスピン信号の解析技術を用いることにより、ESR スペクトルシミュレータと測定手法を開発し、県内企業の研究開発に貢献することができた。シミュレータ開発では、県内企業との共同研究における有機分子内ラジカル量子化学的な効果に関する議論に基づき、約 3 か月の短期間で、計算プログラムとユーザーインターフェースを開発した。

3-2 薄膜・表面技術の県内企業展開

県内企業と NEDO 戦略的省エネルギー技術革新プログラムに参画し、昨年度、異種金属接合体に関する“モノ”発明を共同出願し、今年度、権利化した。さらに今年度は、この特許を補完する新しい概念のめっき方式に関する製法発明を共同出願した。技術的思想は、Si スピンドバイスの研究開発で提案した非対称ポテンシャル障壁（科研費挑戦的萌芽研究）の仮説実証のためのアイデアを応用展開したものである。半導体物理におけるアイデア・成果を、異分野のめっき方式・製法で県内企業展開できた事例である。

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

- 電界攪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 [1] -

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) [1] -

System Control Group Ryuta NAKAMURA, Yoshinobu OKUBO and Takayuki KUSUMI

抄録

秋田県独自技術である電界攪拌技術を用いて、世界的に猛威を振るっている新型コロナウイルス感染症における抗体検査にも応用可能な ELISA 法、また PCR 検査に対して、新しい検査システムとして期待される ELONA 法、これらプロセス時間の迅速化を目指す。本年度は、電界攪拌技術導入に最適なプレートの選定を行った。3 種類のプレートを比較し、吸光度のばらつきの少ないガラス製プレートが最適であることを確認し、液滴を滴下するそのプレートの底面積が大きくなれば吸光度も大きくなる相関関係があることを確認した。

[キーワード：電界攪拌技術、酵素免疫測定法、抗原抗体反応、ELISA、ELONA、COVID-19]

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, and the ELONA method, as a new testing system, for new coronavirus infection which is rampant worldwide. In this report, to select the most suitable plate for EFM, we compared three types of plates. It was found that the “glass” plate with less variation in absorbance is optimal. And, we confirmed the correlation that the absorbance increases as the bottom area of the droplet increases on the glass plate.

[Key words: Electric Field Mixing, enzyme-linked immunosorbent assay, antigen-antibody reaction, ELISA, ELONA, COVID-19]

1. はじめに

世界的に猛威を振るっている新型コロナウイルス感染症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、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、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¹⁾。そこで、本事業では、秋田県独自技術である電界攪拌技術を用いて、これら検査時間の迅速化を目指す。具体的に、ELISA 法の最適なプロセスとキット等の研究開発し、さらに、現在、試薬供給が課題となっている PCR 検査に対して、新しい検査システムとして期待される高精度かつ迅速な ELONA (Enzyme Linked Oligonucleotide Assay) システムの研究開発を行う。これらの開発を通して、電界攪拌技術の更なる深化と企業における事業展開に貢献する。本年度は、まずは、電界攪拌技術を導入可能なプレート材の検討を行った。それについて報告する。

2. ELONA・ELISA 技術における最適プレート材の検討

現状 ELONA や ELISA において、一般的に用いられている 96 ウェルプレート（主にポリスチレン製）はこのままだと電界攪拌が行えない。そこで、電界攪拌に最適なプレート材の検討を行なった。検討した材料としては、従来 96 ウェルプレート、市販のポリスチレンプレート（以下 PS プレート）、スライドガラスプレート（以下ガラスプレート）の 3 種類とした。PS プレート、ガラスプレートはそれぞれ撥水性テープ、撥水性印刷によってドーム型の液滴を形成した。

まず、ELISA 法を用いて、96 ウェルプレート（ハーフサイズ底面直径 4 mm）、PS プレート、ガラスプレートの 3 種についてバイオ・ラッド製 ELISA イムノ Explorer キットを用いた ELISA 評価を行なった。底面積はすべて $\phi 4\text{ mm}$ である。ELISA 法は通常 50~100 μL の液量を用いるが、本実験では 20 μL とした。結果を図 1 に示す。結果として、静置法で比べると、吸光度はガラスプレート=96 ウェルプレート>PS プレートとなった。ただ、微量の条件下では、壁面への付着によって 96 ウェルプレートにおいてばらつきがかなり大きく、今回の条件では、吸光度のばらつきの少ないガラスプレートが最適であることを確認した。

このガラスプレートを用いて、液滴の底面積と吸光度の関係について検討した。結果を図 2 に示す。結果として、底面積が大きくなれば吸光度も大きくなる相関関係があることを確認した。また底面積が大きくなるにつればらつきも大きくなることがわかった。さらに、電界攪拌を導入することにより、吸光度は静置と比較して約 1.2 から 1.5 倍向上することを確認した。

次に、ELISA 法の発色工程に着目し、プレート材料の比較を行った。材料としては、従来 96 ウェルプレート（ポリスチレン）、ガラスプレートを用いて、吸光度と時間の関係を検討した。結果を図 3 に示す。発色工程において、吸光度は時間に比例して高くなり、ガラスプレートが従来 96 ウェルプレートより約 3 倍発色が速いことが確認できた。

3. まとめ

3 種類のプレートを比較し、吸光度のばらつきの少ないガラスプレートが最適であることを確認し、液滴を滴下するそのプレートの底面積が大きくなれば吸光度も大きくなる相関関係があることを確認した。さらに、発色工程において、吸光度は時間に比例して高くなり、ガラスプレートが従来 96 ウェルプレートより約 3 倍発色が速いことが確認できた。

文 献

[1] セルスペクト株式会社：COVID-19 抗体検査:収束への道しるべとなるか？, <https://www.cellspect.com/article1-1>

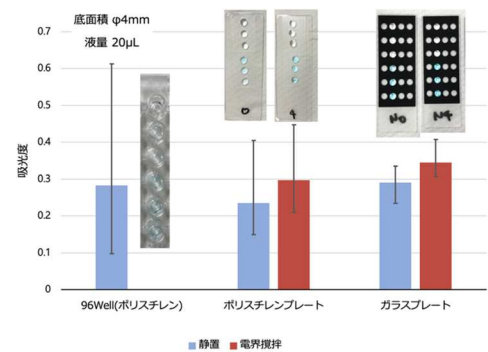


図 1 ELISA 法を用いたプレート材料比較結果

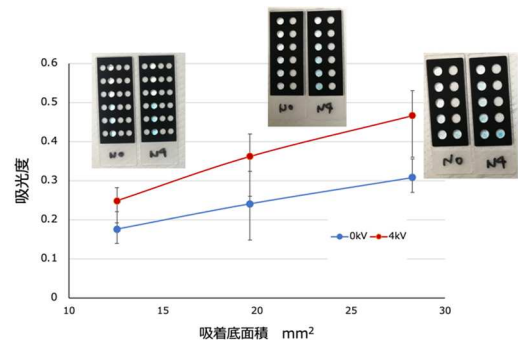


図 2 ガラスプレートにおける液滴底面積と吸光度

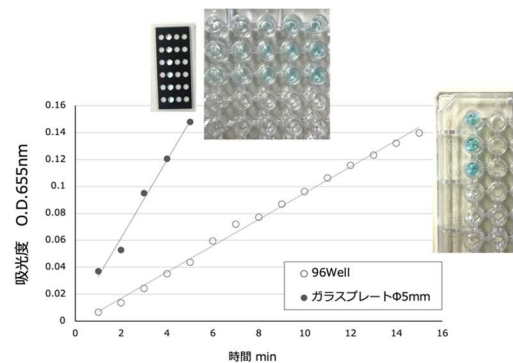


図 3 96 ウェルプレート (PS 製) とガラスプレートの発色における時間と吸光度の関係

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 [1] -

新エネルギー・環境グループ 井上 真、高山 健太郎

Development of Energy Technology - Technology for Effective use of Energy [1] -

New energy and Environment Group Makoto INOUE and Kentaro TAKAYAMA

抄録

一般的に感染症対策は、外気を取込んだ室内換気が必要とされているが、冷・暖房期にはエネルギーロスの問題がある。本事業では、換気回数の削減を目的に、流体シミュレーションを用いて「パーティションに吸気ファンを搭載した室内用の換気システム」の換気効率について解析した。これより、人間の呼気を想定した気流を効率的に換気するために、吸気ファンを搭載することの有効性を確認した。

また、エネルギーの効率的利用においては、熱交換器の性能向上を図るために、熱交換器の構造と熱交換量について検討を行った。今回は、これまでの試験結果をもとに熱交換量と同等の熱量を発生するために、必要な二酸化炭素（CO₂）の推算を行った。

[キーワード：流体シミュレーション、換気、吸気ファン、パーティション、熱交換器、CO₂排出削減量]

Abstract

As a generally, indoor ventilation that takes in outside air is required as an infectious disease countermeasure, but energy loss problems occur during the air conditioning seasons. In this project, we analyzed about ventilation efficiency of 'an indoor ventilation system with intake fan in the partition' to reduce ventilation frequency by fluid simulation. As a result, we confirmed the effectiveness for efficiently ventilates airflow assuming human exhalation.

We also investigated the structure and performance of heat exchangers to improve their performances for effective use of energy. We estimated the carbon dioxide (CO₂) reductions required to generate the same amount of heat as the quantity of heat exchange.

[Key words: fluid simulation, ventilation, intake fan, partition system, heat exchanger, CO₂ reduction]

1. はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）は世界的なパンデミックを起こしている。一般的に感染症対策は、外気を取り込む室内換気が必要とされているが、冷・暖房期にはエネルギーロスが問題となる。当センターでは、その感染症対策の換気方法について、吸気ファンを搭載した感染症対策用パーティションの開発を流体シミュレーションにより行っている。本報では、換気回数の削減を目的に吸気ファン搭載の有効性について報告する。

また、日本政府は「2050年カーボンニュートラル宣言」を行い、2050年までに温室効果ガス排出ゼロの社会を目指しており、様々なところで温室効果ガスの削減が必要となる。当センターはこれまで二重管型熱交換器の性能実証を行っていたが、この熱交換器の利用により温室効果ガスの削減が期待できる。そこで熱交換器を利用することで削減可能なCO₂量を推算した。

2-1 流体シミュレーションの解析条件

2-2 吸気ファン搭載の有効性の確認

Figure 1 illustrates the experimental setup and its dimensions. The setup includes a green table, two chairs, and a purple soundproof box. The dimensions are as follows:

- Top wall sound absorption area: 1150 mm × 150 mm
- Side wall sound absorption area: 150 mm × 300 mm
- Sound outlet: Indicated by an arrow pointing to the top of the box.
- Table height: 1200 mm
- Chair height: 850 mm
- Box width: 500 mm
- Box height: 700 mm
- Box depth: 550 mm
- Table width: 1100 mm

Unit: mm

Figure 10 consists of two 3D flow field visualizations around a vehicle body model. (a) 搭載無し (Without loading) shows a large, dark, turbulent wake flow behind the vehicle. (b) 搭載有り (With loading) shows a more streamlined flow with significantly reduced turbulence. A color scale on the right indicates velocity (流速, m/s) from 0.000 to 0.020.

図2 吸気ファン搭載無し・有りの比較

表 熱交換器の能力と予測される CO₂ 排出削減量

熱交換器形状	単位時間あたりの 熱交換量 [kWh]	CO ₂ 排出削減量 [kg-CO ₂]
円管	2.50	1.16
多葉状管	4.41	2.04

$$[\text{発電時のCO}_2\text{排出削減量(kg-CO}_2\text{)}] = [\text{熱交換量(kWh)}] \div [\text{単位CO}_2\text{重量あたりの発電量(kWh/kg-CO}_2\text{)}]$$

「熱交換器の利用による CO2 排出削減量」については、円管と比較して多葉状管の熱交換器の利用は、CO₂ 排出量の削減に有効であることを確認した。

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 [1] -

新エネルギー・環境グループ 伊勢 和幸

Development of Energy Technology - Development of Thermal Management Technology and Deployment for Companies in the Prefecture [1] -

New energy and Environment Group Kazuyuki ISE

抄録

熱エネルギーの有効活用のために、熱のマネジメント技術を検討している。一般的に熱は、温度で表されているが、そのほかに熱流で表すこともできる。そこで温度と熱流の両方を活用し、これまでよりも効率的な熱マネジメントを行うために、市販の各センサの測定や熱解析を行うことで、それぞれの特徴の把握を行った。

[キーワード：熱マネジメント、温度、熱流、熱解析]

Abstract

We have studied thermal management technology for effective use of heat energy. As a generally, heat is expressed by temperature, but it can also be expressed by heat flow. Therefore, to utilize it for heat flow management, we evaluated each commercial sensors and performed thermal analysis to understand their characteristics.

[Key words: thermal management, temperature, heat flow, heat analysis]

1. はじめに

熱エネルギー全体の 2/3 が未使用であり、その有効活用は重要である。熱の活用技術には、断熱や遮熱、蓄熱などがある。身近なところでは、住宅の断熱性もその一つである。熱の評価には一般的に温度を用いているが、温度だけでは、「熱が、どこから、どのくらい出入りしているのか」などはわからない。そこで、温度よりも直接的な熱の評価である“熱流”に着目した。この“熱流”は、熱解析などでは温度と同等に扱われており、熱の大きさと流れる向きを表している。そのため熱流を用いることで、効果的な熱マネジメントを行える可能性がある。ここでは、温度と熱流の各センサの評価や熱解析を通じて、それぞれの特徴についての検討を行った。

2. 温度と熱流の評価

2-1 実験方法

温度の測定には一般的な熱電対、熱流の測定には日置電機（株）製の熱流センサ（Z2015-01）を用いた。また、熱源にはペルチェ式の温調器、計測には日置電機（株）製の熱流ロガー（LR8432）を用いた。熱電対と熱流センサは、温調器上に熱伝導率の高い吸着式シートを用いて固定した。また、熱流センサの測定は、推奨されている面とその反対面の両面で行った。

測定は静的な応答と、動的な過渡応答の 2 つを行った。静的な応答では、温調器表面の温度が設定温度に到達から 3 分以上経過後、1 分間の出力信号を測定した。また、過渡応答では、初期温度を室温（23℃前後）とし、30 秒間隔で±10℃の温度変化を与えた際の出力信号を測定した。

2-2 結果および考察

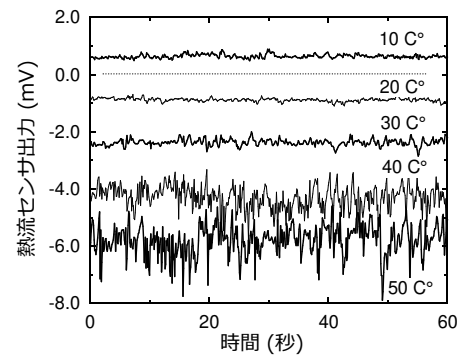
熱流センサの静的な特性を図1に示す。出力信号の平均的な値は、設定温度に対してほぼ比例している。また、推奨面とその反対面では、出力の絶対値はほぼ同じものの、その極性は正負が逆である。これは同じ温度状態でも、その状態維持に必要な熱が、センサ面のどちらから出入りしているかを示唆している。これより同じ温度でも、測定対象に対して放熱か、もしくは受熱か、という熱に関する重要な情報が熱流センサによってわかる。但し、今回の測定では、設定温度が、23℃前後の室温から離れる、特に高温になるにつれ、出力変動が大きくなっていた。これはセンサを構成している微小な柱状の熱電材料の形状や特性のばらつきにより、熱的な平衡状態に収束しにくいと考えられる。なお、熱電対の出力である温度は、各温度で $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 以内と安定であった。

次に室温から30秒毎に $\pm 10^\circ\text{C}$ の温度変化を与えた際の各センサの過渡応答を図2に示す。熱電対の出力は緩やかな変化である。一方、熱流センサの出力は、一見すると応答性が良く、昇温時に大きなオーバーシュートも認められる。このような熱流センサの過渡応答時の出力が、実際の熱流に対応しているのか、有限要素法による熱解析から検証を試みた。

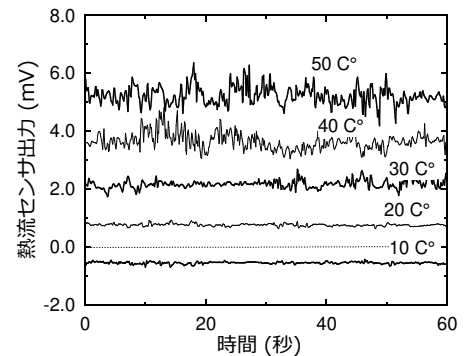
熱解析のモデルでは、熱流センサを小型のペルチェ素子構造とした。また熱源温度の設定値には、実験時で温度制御に用いていたフィードバック用温度の値を用いた。これら解析条件において、熱流センサの出力に対応するセンサ用熱電材料上下間の温度差と、温調器表面における熱流値の解析結果を図3に示す。これより熱流値は、図2の温度変化に近い傾向にある。一方、小型ペルチェ素子構造とした熱流センサは、解析した熱流値よりも、温度変化時にオフセット的な出力の重畳や、昇温時に小さなオーバーシュートも認められる。これより本熱解析では、実験とほぼ同様な傾向を確認することができたと考える。その一方で、使用した熱流センサでは、過渡応答時の出力が実際の値よりも大きくなる可能性がある。そのため、実際に利用する際には、注意が必要だと考える。

3. まとめ

熱をマネジメントするための評価の指標として、温度と熱流のセンサの評価を行い、その特徴についての一定の知見を得た。今後はこれらを熱評価に応用する技術を構築し、実際の熱の有効利用に繋がるように検討を進める。



a) センサ推奨(表)面取り付け時



b) センサ反対(裏)面取り付け時

図1 熱流センサの静的な温度特性

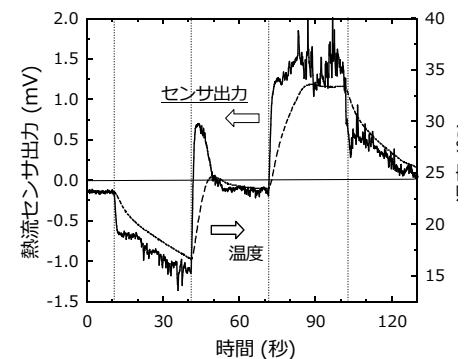


図2 熱流センサの過渡応答特性の実験値

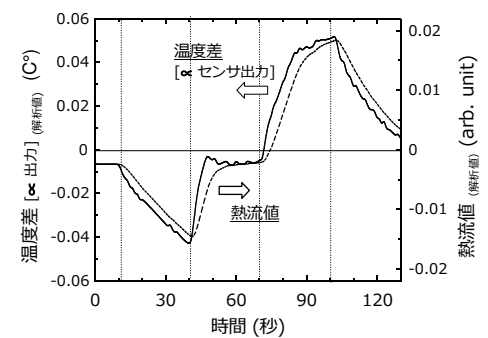


図3 熱流センサの過渡応答特性の解析結果

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 [1] -

機能性材料・デバイスグループ 黒澤 孝裕、木谷 貴則

Development of Energy Technology - Radio Frequency Application Technology for Wireless Devices [1] -

Functional Material and Device Group Takahiro KUROSAWA and Takanori KIYA

抄録

変調散乱電場センサについては、散乱体物性や形状と感度・侵襲性の関係を数値計算で検討した結果、光照射時の導電率増加および散乱体の薄型化が性能向上に効果的であった。受電コイルとヒーターを一体構造とした極薄ワイヤレス FPC ヒーター、高効率で送受電コイル間の位置ずれに強い Dual コイルを開発した。

[キーワード：高周波電場センサ、変調散乱、ワイヤレス給電、EMC]

Abstract

Microwave field sensor based on the modulated scattering technique is analyzed by using FDTD method. Increasing the photo-induced conductivity or decreasing the thickness of the scatterer are effective for increasing the sensitivity. In a wireless power transfer, we developed a wireless FPC heater and a dual coil.

[Key words: 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、5G 通信端末や自動車用レーダーといったマイクロ波・ミリ波帯の高周波を利用した無線通信システムや、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が実用化されている。このようなシステムの今後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、高周波帯の信号計測、分布計測技術や材料評価、高周波電磁界を使用したワイヤレスエネルギー伝送の距離延伸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. 誘電体散乱電場センサ

マイクロ波帯の電磁場分布を低擾乱に計測する手法として、変調散乱技術を用いた完全非金属製かつワイヤレスな電場センサを開発している。この測定システムの性能向上を図るため、散乱体物性や形状に対する信号強度および侵襲性との関係を数値計算で検討し、感度向上や低侵襲性を図るための指針を明らかにした。

実測およびFDTD計算による信号強度の周波数特性を図1に示す。計算結果は実測とおおむね一致し、測定システムを解析可能な計算モデルを提案できたと考

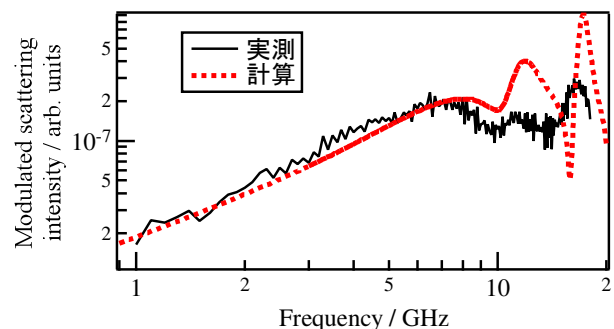


図1 信号強度の周波数特性.

える。光照射時の導電率を変えて同様の計算を行い、導電率増加により高感度が得られることを明らかにした。また、散乱体厚さを変えて信号強度を計算した結果を図2に示す。散乱体厚さを減少させることが測定感度向上および侵襲性低減に効果的である。

本研究の一部は科学研究費助成事業（19K04417）の助成を受けて実施した。

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・磁気コアの設計・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。県内企業が試作品を作製し、県外に納めた2つの案件について紹介する。

（株）東北フジクラと共同でフレキシブルプリント基板（FPC）を用いた受電コイルとヒーターが一体構造の極薄ワイヤレスヒーターを開発した。図3左図に示す構成で送電コイルに高周波電流を流し、受電コイル内側に接続されたヒーターの温度分布を計測した（図3右図）。設計通りのヒーターパターンが観測されており、エネルギー伝送の成功を確認した。また、共振回路定数を最適化することで電子部品レス化を図り、FPC単体で動作する高効率・極薄ヒーターを実現した。

さらに、長さ165 mm、幅33 mmのコイルにおいて、送受電コイル間の位置ずれに強いDualコイルを開発した。図4に送受電コイル間のオフセット量に対するコイル結合係数 k を示す。Dualコイルにより k が向上、幅方向のオフセットに対する k の低下も軽減し、位置ずれに強い高効率伝送を実現した。

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。今年度から電源周波数磁界イミュニティ試験装置およびハイブリッドアンテナの運用を開始し、試験可能項目の拡充とエミッション試験の規格改定に対応した。電波暗室の利用累計は181時間、35件であった。

5. まとめ

ワイヤレス給電の技術開発により、県内企業2社が県外に試作品を納めることができた。

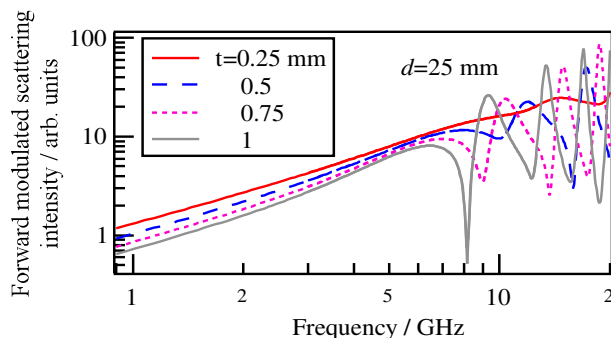


図2 信号強度の散乱体厚さ t 依存性。

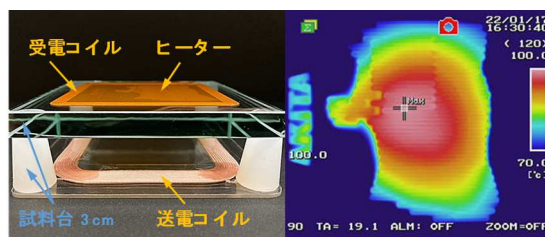


図3 ワイヤレスFPCヒーターと温度分布

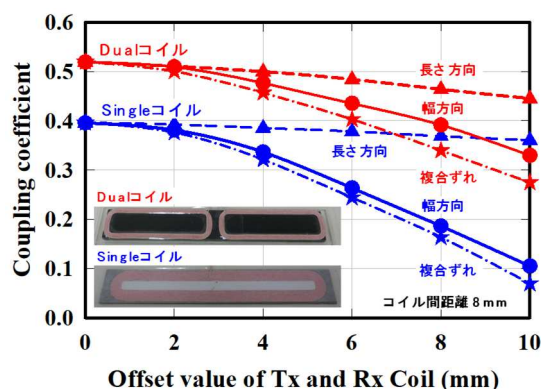


図4 コイルのオフセット量と結合係数

県重点プロジェクト支援

- 秋田県版サステイナブル社会構築の検討 -

企画事業部 遠田 幸生

Project of advanced technologies for Akita manufacturing industries - Examination of building a sustainable society for Akita Prefectures [1] -

Planning Affairs Section Yukio ENDA

抄録

2020 年 10 月に菅前首相が所信表明演説において「我が国は 2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする。2050 年、カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すこと」を宣言した。これに伴い、2020 年 12 月に経済産業省は、関係省庁と連携し、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定した。

一方、秋田県は、風力発電量が国内トップになるなど、再生可能エネルギーの高いポテンシャルを有している。今後、大規模な洋上風力発電が計画されており、2030 年に向け、秋田県版サステイナブル社会構築に関する検討を行った。

[キーワード：温室効果ガス排出、カーボンニュートラル、再生可能エネルギー、サステイナブル社会構築]

Abstract

In October 2020, former Prime Minister Suga declared, "Japan will reduce greenhouse gas emissions to zero as a whole by 2050. By 2050, we aim to realize a carbon-neutral, carbon-free society." Along with this, in December 2020, the Ministry of Economy, Trade and Industry, in collaboration with related ministries and agencies, formulated the "Green Growth Strategy for 2050 Carbon Neutral".

On the other hand, Akita Prefecture has high potential for various renewable energies, such as the highest amount of wind power generation in Japan. Offshore wind power is also planned to expand rapidly in the future, and we examined the construction of an Akita prefecture version of a sustainable society toward 2030.

[Key words: Greenhouse gas emissions, Carbon neutral, Offshore wind, modulated scattering, Sustainable society]

1. はじめに

2020 年 10 月に菅前首相が所信表明演説において「我が国は 2050 年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする。2050 年、カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すこと」を宣言した。それに伴って、2020 年 12 月に経済産業省は、関係省庁と連携し、「2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を策定し、2030 年には、2013 年対し、温室効果ガスの排出を 46 %削減するなど、大幅な見直しを行った。

一方、秋田県は、2020 年には風力発電量が国内トップになるなど、再生可能エネルギーの高いポテンシャルを有している。今後、秋田港、能代港における港湾内において 13.86 万 kw、能代市、三種町及び男鹿市沖において、47.88 万 kw、由利本荘沖において 81.9 万 kw の洋上風力が、それぞれ計画されており、100 基以上の風車が建設される予定である。そのため、これら再生可能エネルギーをを生かした地域活性化を目指し、秋田県版サステイナブル社会構築の検討を行った。

2. 検討内容について

2-1 環境省委託プロジェクトについて

二酸化炭素を排出しない燃料として、アンモニアが注目され始めている。アンモニアは約 8 kg/cm^2 の圧力をかけると、液化するので、輸送量が大幅に増加する。それに加え、肥料として既に流通していることもあり、輸送インフラも確立している。しかしながら、アンモニアを燃料として発電する技術についてはまだ開発が進んでおらず、2014 年に（株）トヨタエナジーソリューションズと産業技術総合研究所が、世界で初めて 50 kw のアンモニアマイクロガスタービン（以下、アンモニア MGT と略す）の運転に成功し^[1]、その後、2019 年に（株）トヨタエナジーソリューションズは、300 kw のアンモニア MGT を開発した^[2]。そこで、アンモニア MGT により、発電される電気と排出される熱が、農業へ活用できないかということを検討し、環境省の令和 3 年度「CO₂ 排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業」に「アンモニア MGT のコジェネレーションを活用したゼロエミッション農業の技術実証」というタイトルで応募し、採択され、2021 年～2022 年の 2 年間、実施することとなった。

本事業の概要を図 1 に示す。

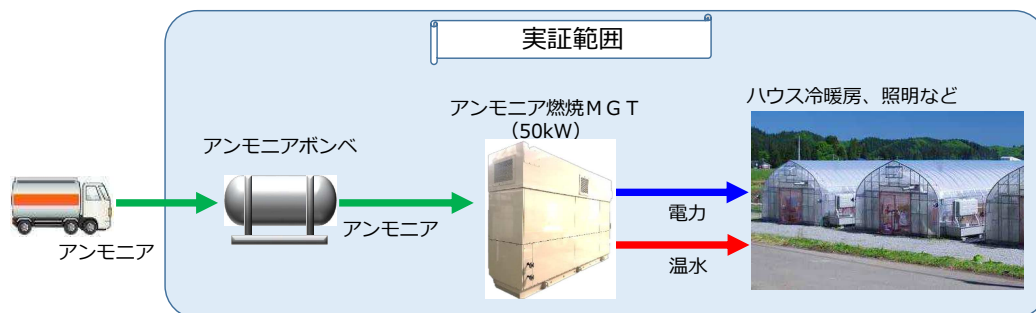


図 1 環境省委託事業概要

実証内容は、主に下記の 3 点である。

- (1) アンモニア MGT による CO₂ フリー電気と温水を農業ハウスへ送ると共に周年ハウス農業の最適栽培管理システムを開発し、ゼロエミッション農業の可能性を広く検証
- (2) 地域雇用確保や農業収入の安定化に貢献する周年ハウス農業の実現
- (3) CO₂ フリーアンモニア普及に向け市場動向を考慮したサプライチェーンの立案

2-2 啓蒙活動について

秋田県版サステイナブル社会構築の一環として、企業経営者、大学生らに対し、なぜ再生エネルギーの活用が必要なのか、なぜ水素エネルギー・アンモニアエネルギーの提案がなされているかを、講演を通して啓蒙活動を行った。講演先として、秋田経済同友会、秋田異業種交流会、由利本荘地球温暖化対策協議、日本技術士会東北本部秋田県支部、秋田カメイ特約販売店会、あきたサステイナビリティスクール、秋田県立大学、秋田工業高等専門学校を訪問し、説明を行った。

3. まとめ

秋田県版サステイナブル社会構築を目指して、令和 3 年度環境省委託事業に採択され、「アンモニア MGT のコジェネレーションを活用したゼロエミッション農業の技術実証」というタイトルで、2021 年～2022 年の 2 年間、実証試験を行うこととなった。

文 献

[1] https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2014/pr20140918/pr20140918.html

[2] https://www.toyota-energy.co.jp/wp-content/uploads/2019/04/190408_press-release.pdf (2019)

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 [1] -

オプトエレクトロニクスグループ 近藤 祐治、笠松 秀徳
技術コーディネート班 山川 清志
先端機能素子開発部 梁瀬 智

Project of advanced technologies for Akita manufacturing industries - Development of New Industries based on High Energy Accelerator Technology [1] -

Optoelectronics Group Yuji KONDO and Hidenori KASAMATSU
Technology Coordinate Section Kiyoshi YAMAKAWA
Advanced Functional Element Development Satoshi YANASE

抄録

東北地方で進められている加速器プロジェクトへの県内企業の参入に向け、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指して、今年度は超伝導体ニオブスズめっき技術の開発、放射光を用いた光学薄膜の異常成長メカニズム解析、加速器用電磁石の製造技術開発に取り組んだ。

[キーワード：加速器、放射光、めっき、光学薄膜、電磁石]

Abstract

We aimed to develop new industries based on high energy accelerator technology in order for companies in Akita area to participate in accelerator projects being promoted in Tohoku region. In this year, a development of electroplating technology for Nb-Sn formation, an analysis of abnormal growth mechanism in optical thin films using synchrotron radiation and a development of manufacturing technology for electromagnets for accelerators were carried out.

[Key words: accelerator, synchrotron radiation, electroplating, Optical film, electromagnet]

1. はじめに

現在、東北地方では二つの大きな加速器プロジェクト、仙台市の「次世代放射光施設」の建設と北上山地の「国際リニアコライダー（ILC）」の誘致活動が進められている。これらは県内企業に対して、世界最先端の放射光分析によるものづくりの革新や、自社の得意分野を通じた加速器産業への参入に向けた好機となる。そこで、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指し、県内企業の積極的な取組みを支援する事業を実施した。

2. 事業実施概要

2-1 小型加速器を目指した超伝導体ニオブスズめっき技術の開発

加速器の中で電子や陽子、イオンなどの荷電粒子を加速するための中核的な部品として加速空洞がある。ILCではNb材などの超伝導体を用いることで、高効率、かつ、高い加速性能を実現できる。さらに、この空洞内面に超伝導Nb₃Sn薄膜を付与すると、従来のNb空洞に比べて加速性能が2倍に向上することが理論的に示されている。この薄膜を用いることで、加速器の小型化や建設コストの低減ができ、このメリットを生かした産業用途や医療用途などのより広範な応用展開が期待されている。

秋田化学工業（株）、大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構（KEK）と当センターは、東経連ビジネスセンター「新事業・アライアンス助成事業」（R2～R3）の採択を受け、めっき法による Nb_3Sn 薄膜形成技術^[1]の開発に取り組んだ。形成プロセスは、(1) Nb 材表面への電気めっき法による Cu/Sn/Cu の 3 層膜形成、(2) 熱処理による Nb_3Sn 合金層とブロンズ層の形成、(3) 最表面ブロンズ層の選択的エッチングによる除去で構成される。(1)ではめっき膜の基板との密着性向上に対し、複数の Cu めっき浴の中からピロリン酸銅浴を選定して解決した。(2)では Sn や Cu の単一金属層の残存が熱処理後の膜剥離などの不具合の原因と判り、3 層膜の膜厚最適化を行った^[2]。図 1 にブロンズ層除去後の Nb-Sn 薄膜の断面 SEM 写真を示す。薄膜の EPMA 分析により元素比が Nb : Sn = 3.3~4.1 : 1 と得られ、理想比に近い Nb_3Sn が実現できたものと考えられる。さらに、この薄膜が約 17.5K 以下の温度で超伝導特性を示すことを確認した。

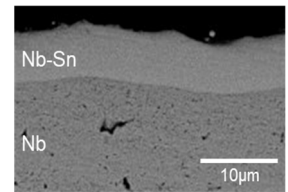


図 1 ブロンズ層除去後の Nb-Sn 薄膜の断面写真。

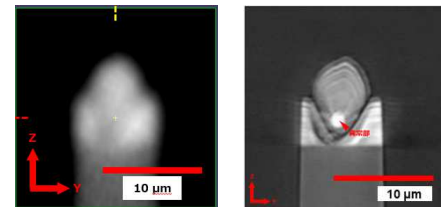


図 2 ラボ X 線 CT(a)および放射光による X 線 CT(b)により再構成断面像。

2-2 放射光を用いた光学薄膜の異常成長欠陥メカニズム解析

8K の衛星放送の開始など、光学製品の高解像度化が進み、光学素子に要求される高い外観品質の実現も困難度を増している。一方、従来は問題にならなかった微小な欠陥でも不良となるケースが増加し、生産効率の悪化を招いている。これらの微小欠陥は成膜後の外観検査で初めて顕在化するため、非破壊、かつ、3 次元的に可視化できる X 線 CT 法を用いて、(株)三井光機製作所、(株)日東分析センター、当センターの共同で欠陥原因の特定を試みた。まず、ラボ用の工業用 X 線（ピクセルサイズ 200 nm/pixel）で観察したが、空間分解能が足りず欠陥構造が特定できなかった（図 2(a)）。そこで、より高い空間分解能を持つ放射光（SPring-8 BL24XU : X 線 CT 装置（ピクセルサイズ 78 nm/pixel））による X 線 CT 観察を行った。X 線エネルギーは 9 keV を使い、試料を 0~180° で回転しながら連続透過像を 1800 枚撮像し、得られた全透過像から 3 次元再構成像を得た。図 2(b)に再構成断面像を示す。コントラストが高く明るく見える箇所が基板から離れた位置に確認できることから、欠陥の原因は成膜途中に混入した異物と考えられる。今後はこの異物の発生原因を特定し、プロセス改善に繋げていく予定である。なお、この取組みは令和 3 年度仙台市既存放射光施設活用事例創出事業の支援を受けて行われた。

2-3 加速器用電磁石の製造技術開発

加速器では荷電粒子ビームの軌道修正や収束は電磁石を用いて行われ、ILC では 8400 台もの様々な電磁石が必要とされている。県内の機械加工を得意とする企業や高度な巻線技術を有する企業が新たに電磁石産業に参入するための支援として、連携体制の構築や電磁石製造技術の習得を進めている。多くの種類がある中で、まずは最も単純な 2 極の偏向用電磁石を想定した試作開発を県内公的機関と共に計画し、具体的な取り組みを始めた。

3. まとめ

放射光の利活用促進と加速器産業への参入を目指す県内企業の外部資金獲得支援と、SPring-8 を使用した材料評価実験や、加速器の中核を担う加速空洞や電磁石などの共同開発を実施した。今後も引き続き、新産業の育成を目指して技術開発支援を進めていく予定である。

文 献

- [1] 井藤隼人、他：“4K 高 Q 値運転可能な超伝導加速空洞のための電気メッキ法による Nb_3Sn 成膜”，PASJ2020 FROO07, p.193（2020）。
- [2] 高橋亮、他：“ Nb_3Sn 超伝導体薄膜を生成するためのブロンズ層形成プロセスの検討”，2021 年度電気関係学会東北支部連合大会論文集，3H01（2021）。

県重点プロジェクト支援事業

- ナノコイルを軸とした薄膜応用技術の県内企業展開 -

機能性材料・デバイスグループ 新宅 一彦

Project of advanced technologies for Akita manufacturing industries - Prefectural Company Development of Thin Film Application Technology Centered on Nanocoils -

Functional Material and Device Group Kazuhiko SHINTAKU

抄録

航空機機体主要構造物をターゲットとした複合材の革新的な製造技術を開発するために、微小金属体（メタルナノコイル）を用いた手法の確立を目指して、微小金属体（メタルナノコイル）の材料ならび作製方法の検討を行った。また、大面積化に対応できる製造技術を確立した。

[キーワード：航空機，複合材，メタルナノコイル，スパッタ装置]

Abstract

Aiming at establishment of a method by using a micro metal body (metal nanocoil) for developing innovative manufacturing technology of composite materials targeting main structures of aircraft fuselage, materials and fabrication methods of micro metal body (metal nanocoil) was examined, and fabrication technology for producing in a large area was established.

[Key words: aircraft, composite materials, metal nanocoil, sputtering machine]

1. はじめに

高度技術研究館のクリーンルーム内にあるスパッタ装置により、垂直磁気記録媒体にはじまり、これまで種々の機能性薄膜を作製してきた。これまでは磁性薄膜材料を中心に開発してきたが、最近の当センターが所有するスパッタ装置を利用した薄膜作製技術シーズを活かした外部機関との連携について紹介する。

2. メタルナノコイルの生成技術の開発

新世代航空機部品製造拠点創生事業として、秋田県での複合材料製造、製造装置・検査装置の事業化と機体主要構造物の製造拠点の創生を図るとともに、自動車分野や福祉医療分野等の軽量化が求められている分野での事業化を図ること目指している。特に、航空機機体主要構造物をターゲットとした複合材の革新的な製造技術を開発するために、秋田大学の技術シーズである微小金属体（メタルナノコイル）を用いた手法の確立を目指している。メタルナノコイルの電子顕微鏡写真を図1に示す。また、ナノファイバーを形成する手法（エレクトロスピンング）を図2に示す。

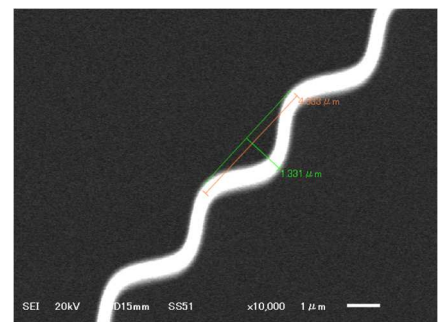


図1 メタルナノコイルの電子顕微鏡写真

本事業において、当センターの薄膜製造技術を活かして、主として以下の内容を担当している。

- (1) 電場加熱および磁場加熱による炭素繊維への誘導加熱に用いるメタルナノコイルに適した低コスト材料の探索。
- (2) メタルナノコイルをスパッタリング法により作製するための真空装置の開発。
- (3) メタルナノコイルを量産するための成膜条件の確立。
- (4) メタルナノコイルを大面積化するための製造技術の開発。

実施体制は、秋田大学、当センター、県内企業からなり、3者が保有する、材料開発、解析評価技術、装置製造技術などの基盤技術を共有することで効率的な研究遂行が可能と考えている。

昨年度までに、当センターでの薄膜製造技術ならびに経験を活かして、大面積化に対応できる大型スパッタ装置および基礎的な検討が行える小型スパッタ装置の導入を行い、秋田大学に設置した。スパッタ装置の立ち上げ・周辺整備、成膜条件等の基礎的な検討、ならびに、大面積化手法の探索的な検討を行った。特筆すべきこととして、複雑な仕組みがなく、熱処理まで真空装置内で完結できる方式を提案し、大規模な改造を行ったスパッタ装置の真空中の熱処理装置を用い、大面積化手法（熱収縮シート方式によるメタルナノコイル作製工程）を完成させた。これにより一昨年特許を出願し、早期の成立を目指している。

また、熱収縮シート方式による新規材料探索として、従来、大気中熱処理ではコイル形成ができていなかった Cu のメタルナノコイル作製を検討し、不十分ではあるが、真空中熱処理により初めてコイル形成を確認した。これにより真空中熱処理を用いることで、酸化しやすい材料に対して、メタルナノコイル作製の可能性が示された。本年度は、残っていた課題であるナノファイバーならびに金属薄膜の新規材料探索を中心に行った。基礎的な検討が行える小型スパッタ装置を用い、Pt ベースの合金膜を作製した。現在のところ、十分なコイル形成が確認できておらず、それに伴い、電波吸収特性の向上も観測されていない。

3. まとめ

航空機機体主要構造物をターゲットとした複合材の革新的な製造技術を開発するために、微小金属体（メタルナノコイル）を用いた手法の確立を目指して、当センターの知見を活かして導入した大型スパッタ装置により、メタルナノコイルの材料ならび作製方法の検討を行い、大面積化に対応できる製造技術を確認した。本事業は本年度をもって一旦終了するが、航空機機体主要構造物以外の新たなターゲットも模索しており、今後の展開と秋田発の産業振興に寄与することが期待される。

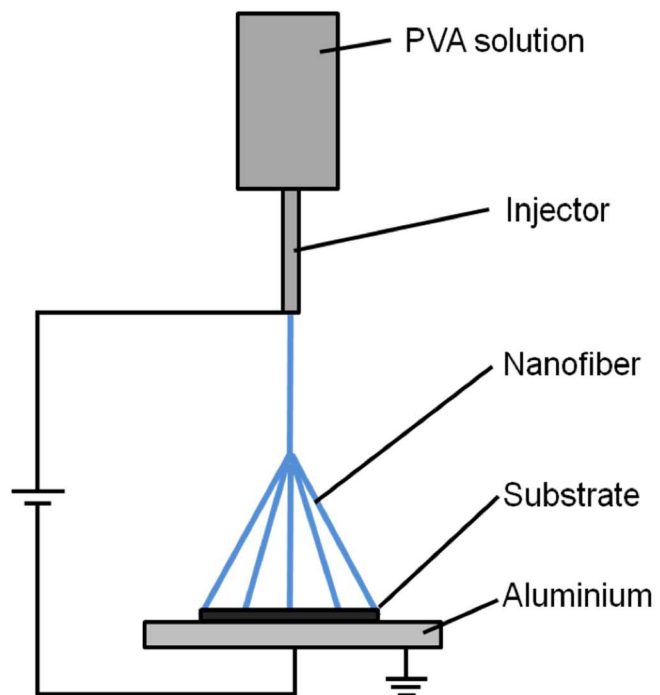


図2 エレクトロスピンニングの原理図

県重点プロジェクト支援

- 航空機電動化（大学交付金事業） [1] -

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 (University Grant Program) [1] -

Functional Material and Device Group Yasuhiko YAMAMOTO

抄録

航空機電動化は、航空機の CO₂ 排出量削減を達成するために必要な技術革新の一つであり、秋田県においても産学官連携事業として、研究が進められている。本報では、内閣府の「地方大学・地域産業創生交付金」事業として採択された、産学官連携事業「小型軽量電動化システムの研究開発による産業創生」の概要を紹介すると共に、本事業で取り組まれている研究の一例として、電動燃料システムの開発についても紹介する。
[キーワード：航空機電動化、産学官連携事業、電動モータ、冗長構成]

Abstract

Aircraft electrification is one of the technological innovations necessary to reduce CO₂ emissions from airplanes, and research is being conducted in Akita Prefecture as an industry-university-government collaboration project. This report outlines the industry-university-government collaboration project "Industry Creation through Research and Development of Compact and Lightweight Electrification Systems," which was adopted by the Cabinet Office as a "Regional University and Regional Industry Creation Grant" project, and also introduces the development of an electric fuel system as an example of the research being conducted under this project.

[Key words: Aircraft electrification, Industry-University-Government Collaboration, Electric Motors, Redundancy]

1. はじめに

航空機の CO₂ 排出量削減に向けた技術革新としての航空機電動化は、国内外を問わず様々な企業や団体が研究に取り組んでいる。秋田県においても、航空機産業における県外大手企業の協力を得て、航空機システムの電動化プロジェクトが進められている。このプロジェクトでは、得られた技術の応用展開により、県内企業の競争力強化と航空機産業への参入を促進する事を目的としている。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」に採択されている。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. 大学交付金事業の概要

2-1 実施概要

産学官連携事業である、「小型軽量電動化システムの研究開発による産業創生」の事業概要を図 1^[1]に示す。本事業は、県内大学（秋田大学、秋田県立大学）が中心となって、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を行う。さらに、得られた技術を県内企業に展開して、航空機産業への参入を促進させる事が最終的な目的としている^[2]。既に県内企業の数社が、モータの試作や試験装置の開発等で、本事業に携わっている。今年度は、大型モータの評価設備や電力グリ

ッド網評価設備を導入し、来年度から本格運用が始まる予定である。図2に大型モータ評価設備の外観を示す。

2-2 電動燃料システムの制御系開発

従来航空機では、燃料ポンプはエンジンの駆動力を抽出して、燃料を吐出するため、吐出流量の直接制御は行えず、燃焼効率が悪いシステムとなっている。電動燃料システムでは、燃料ポンプの駆動を電動モータにより直接制御する事により、吐出流量の正確な制御が可能となるため、燃焼効率の改善が期待出来る^[3]。図3に示すシステムでは、さらにシステムの信頼性を上げるために、冗長構成としている^[4]。本研究では、航空機産業の県外大手企業が、県内企業が試作したモータを使用して構築した、電動燃料システムを使用している。このシステムを使用し、県外大手企業と共同で、当該システムの基本特性を取得し、基礎理論の構築に取り組んでいる。また、冗長構成としての耐故障性能の評価・検証も進めている。

3. まとめ

秋田県において、産学官連携事業として進められている、航空機電動化をターゲットとした産業創生事業の概要について、紹介した。今年度までに主要な評価設備の導入が完了し、来年度から本格的な研究開発が開始される予定である。

文 献

- [1] 榑純一：“秋田大学における電動化システムの研究開発による産学官連携”，産学連携学会，(2021)
- [2] 秋田県：“地方大学・地域産業創生交付金に関する計画の認定について” <https://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/47057>，(2020)
- [3] 森岡典子ら：“More Electric Engine 制御技術の実用化研究”，IHI 技報，(2012)
- [4] 株式会社 IHI：“燃料供給制御装置”，国際公開番号 WO2019/117135 A1，(2019)
- [5] N. Morioka, et al.：“Thermal management system for the MEE and Engine embedded electric machine”，ASME GT2018-76356，(2018)

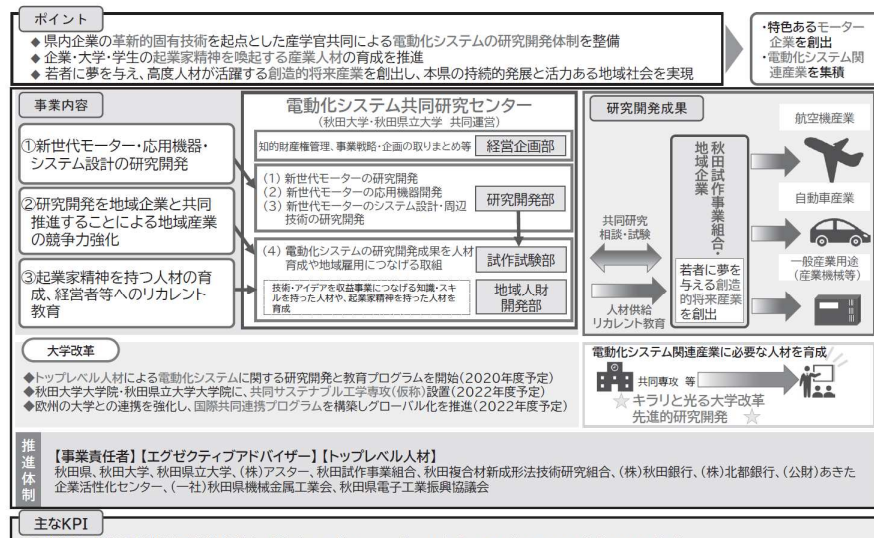


図1 「小型軽量電動化システムの研究開発による産業創生」事業概要^[1]



図2 大型モータ評価設備

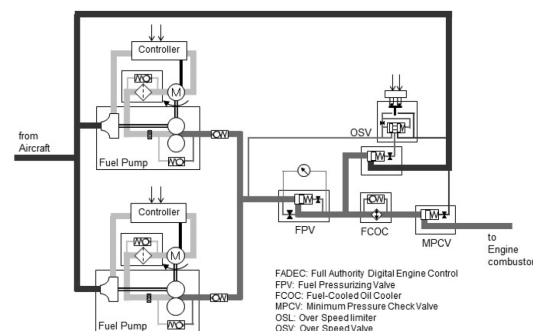


図3 電動燃料システム^[5]

IV-2 研究推進

導電性を持つ次世代型多機能セラミックスの開発 [2]

機能性材料・デバイスグループ 関根 崇、菅原 靖、岸 初美

企画事業部 杉山 重彰

加工技術グループ 加藤 勝、石田 広巳

秋田大学 仁野 章弘

Development of Next-generation Multifunctional Ceramics with Electrical Conductivity [2]

Functional Materials and Device Group Takashi SEKINE, Yasushi SUGAWARA and Hatsumi KISHI

Planning Affairs Section Shigeaki SUGIYAMA

Machining and Materials Processing Group Masaru KATO and Hiromi ISHIDA

Akita University Akihiro NINO

抄録

AlN-WC および AlN-Y₂O₃ セラミックスを通電加圧焼結により作製し、密度、微細組織、機械的性質、導電性を調べた。AlN-1~15 mol% Y₂O₃ および AlN-5~40 mol% WC において、焼結温度 1700 °C で緻密に焼結することができた。WC を添加することで、AlN セラミックスのヤング率、ビッカース硬さ、破壊靱性値が増加した。AlN-WC セラミックスの微細組織は、AlN 中に WC が均一に分散した組織を形成した。AlN に WC を添加することで、導電性が得られた。

[キーワード：窒化アルミニウム、酸化イットリウム、炭化タングステン、機械的性質]

Abstract

AlN-WC and AlN-Y₂O₃ ceramics were sintered by the reactive resistance-heated hot-pressing method. The density, microstructure, mechanical properties, and conductivity of these ceramics were examined. The AlN-(1-15 mol%) Y₂O₃ and AlN-(5-40 mol%) WC ceramics were densely sintered at 1700 °C. The addition of WC to AlN ceramics increased Young's modulus, vickers hardness and fracture toughness. The microstructure of AlN-WC ceramics formed dispersion of WC in the AlN matrix phase. Conductivity was obtained by adding a large amount of WC to AlN.

[Key words: AlN, Y₂O₃, WC mechanical properties.]

1. はじめに

近年、自動車や航空機のエンジン部品や産業機器のタービンなどには、耐熱合金が使用されている。耐熱合金は、高温でも高い強度を持つため切削加工時の工具への負荷が大きく、難削材料とされている。切削工具には WC-Co 超硬合金や TiC 基サーメットがあるが、これらは金属バインダを添加して焼結されるため、硬さや耐食性、高温強度の低下が問題となる。このため新たな工具材料が求められており、高温強度や耐熱性、耐食性に優れた AlN や Si₃N₄、SiC 等をベースとしたセラミックスが注目されている。これらの材料は高い熱伝導率を持ち、高温構造材としての応用も期待できる。しかしながら、これらのセラミックス自体も加

工が難しい、絶縁性のために放電加工ができない等の問題がある。また単体での緻密な焼結が難しい、難焼結材料である。一般的にこれらのセラミックスは、焼結助剤を添加することで焼結されるが、焼結助剤に用いられる酸化物が、熱伝導率や機械的性質の低下を招く。そのため、本研究では、AlN や Si₃N₄、SiC 等をベースとし、新たな添加物との複合化により焼結助剤を用いずに緻密な焼結体の作製を試みた。これにより優れた機械的性質を持ち、さらには導電性を付与した複合セラミックスを作製することを目的とする。

今年度は、高い熱伝導率を持つ AlN に WC を添加した AlN-WC セラミックス、また比較試料として一般的な焼結助剤の Y₂O₃ を添加した AlN-Y₂O₃ セラミックスを通電加圧焼結装置で作製した。これら複合セラミックスの構成相、密度、微細組織、機械的性質、導電性を調べた。

2. 実験方法

本研究では、AlN- x mol% WC ($x=5, 10, 15, 20, 30, 40$) の組成となるように AlN-WC セラミックスを作製した。また比較試料として、AlN- y mol% Y₂O₃ ($y=1, 2, 3, 5, 10, 15$) の組成となるように AlN-Y₂O₃ を作製した。原料には、AlN 粉末（東洋アルミニウム）、WC 粉末（日本新金属）、Y₂O₃ 粉末（レアメタリック）を用いた。原料粉末の平均粒径と不純物量を表 1 に示す。AlN、WC、Y₂O₃ の各粉末は上記組成となるように秤量し、転導ボールミルを用いてエタノール中で 24 時間、湿式混合した。混合粉末はロータリーエバポレーターで乾燥後、直径 20 mm、高さ 40 mm のグラファイトダイスに充填し、加圧力 50 Mpa、1 分、一軸加圧成形した。成形体は通電加圧焼結装置（住友炭鉱業、SPS-2080）を用いて、焼結温度 1700 °C、保持時間 10 min、昇温速度 50 °C/min、真空中、加圧力 50 MPa の条件で焼結した。焼結体は両面を平面研削、片面を鏡面研磨し評価に用いた。図 1 に混合粉末を充填したグラファイトダイスと評価試料の模式図を示す。密度は電子天秤（Sartorius、BP210S）と比重測定キット（Sartorius、YDK 01）を用いてアルキメデス法で、ヤング率は高温動弾性率測定装置（東芝タンガロイ、UMS-HL）で測定した。硬さはビッカース硬さ試験機（マツザワ、Via-S）を用い、試験力 98 N、保持時間 15 秒の条件で測定した。破壊靱性値は、ビッカース硬さ試験で生じた圧痕とクラック長さから、IF（Indentation Fracture）法の ED 式を用いて算出した。作製した焼結体の組織観察と化学組成分析には EPMA（日本電子、JXA-8200）を用いた。導電性の確認には、低高抵抗率測定システム（三菱アナリック、ロレスタ MCP-T610/ハイレスタ MCP-HT800）を用いた。

表1 原料粉末の平均粒径と不純物量

Powder		AlN	WC	Y ₂ O ₃
Average particle size [μm]		1.27	0.53	1.08
Composition [mass%]	Total C	0.04	6.13	-
	Free C	-	-	-
	Fe	0.0008	-	-
	Si	0.003	-	-
	O	0.80	-	-
	Cr	-	0.86	-
	Dy ₂ O ₃	-	-	0.01
	Ho ₂ O ₃	-	-	0.01
	Er ₂ O ₃	-	-	0.01
	Yb ₂ O ₃	-	-	0.01
	CaO	-	-	0.001
	Fe ₂ O ₃	-	-	0.0005
	SiO ₂	-	0.87	0.005

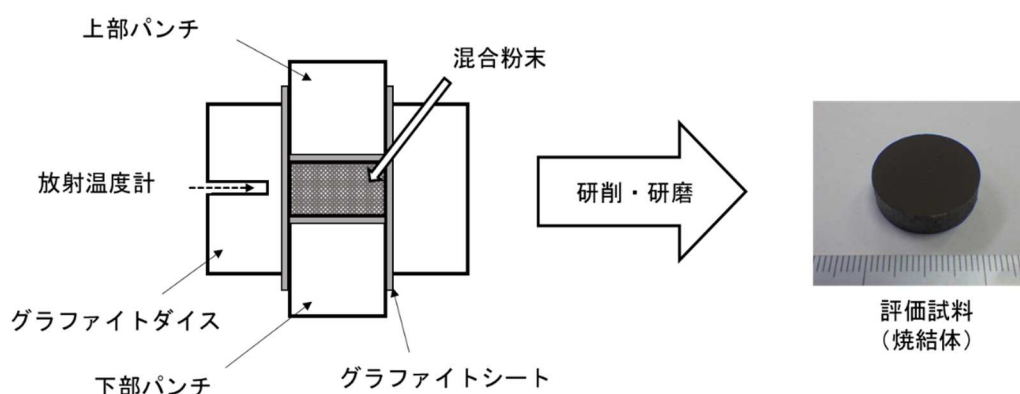


図1 焼結型と試料の模式図

3. 実験結果および考察

図2にAlNセラミックスの相対密度を示す。なお、相対密度は焼結体のかさ密度と計算密度から算出した。相対密度は、 Y_2O_3 、WC添加量の増加に伴ってわずかに低下したが、全ての焼結体で相対密度98%以上の緻密な焼結体を得られた。このため、WC添加がAlNの緻密な焼結に効果的であると考えられる。

図3にAlNセラミックスのヤング率を示す。AlN- Y_2O_3 では、 Y_2O_3 添加量の増加に伴ってヤング率が低下した。これはAlNに比べ、 Y_2O_3 のヤング率が低いためと考えられる。一方のAlN-WCでは、WC添加量の増加に伴って増加し、AlN-40 mol% WCで最大値430 GPaの高い値を示した。これは、AlNに比べて非常に高いヤング率を持つWCを添加して緻密に焼結したためと考えられる。

図4にAlNセラミックスのビッカース硬さを示す。AlN- Y_2O_3 の硬さは、 Y_2O_3 添加量の増加に伴って低下し、最大でも10 GPa程度となった。一方、AlN-WCではWCの添加によって大きく増加し、AlN-40 mol% WCで最大値約16 GPaの高い値を示した。

図5にAlNセラミックスの破壊靱性値を示す。AlNセラミックスの破壊靱性値はWC添加で増加し、AlN- Y_2O_3 の最大値4.1 MPa m^{0.5}に比べ、AlN-40 mol% WCで5.7 MPa m^{0.5}と高い値となった。

図6にAlN- Y_2O_3 およびAlN-WCセラミックスの微細組織を示す。AlN- Y_2O_3 の微細組織に比べて、AlN-WCの組織は、AlNよりも硬さや破壊靱性値が高いWC粒子がAlN中に均一に分散した組織を形成した。このため、WC添加により硬さと破壊靱性値の両方が増加したと考えられる。

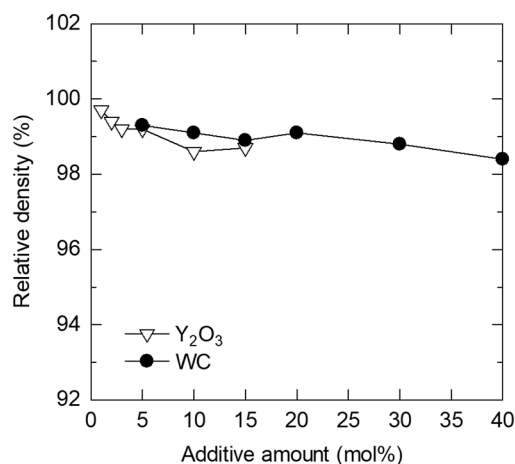


図2 AlNセラミックスの相対密度

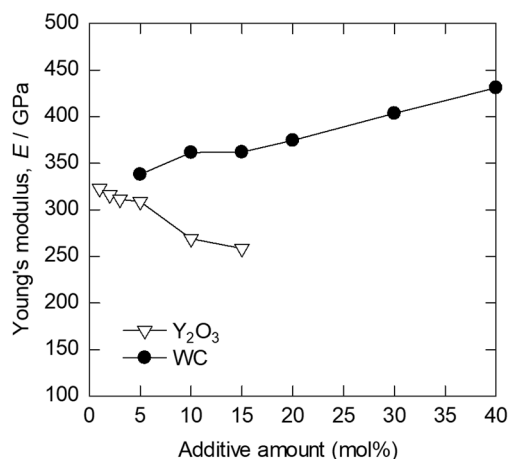


図3 AlNセラミックスのヤング率

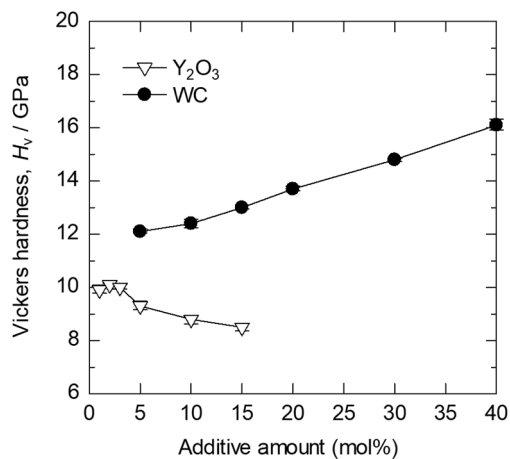


図4 AlNセラミックスのビッカース硬さ

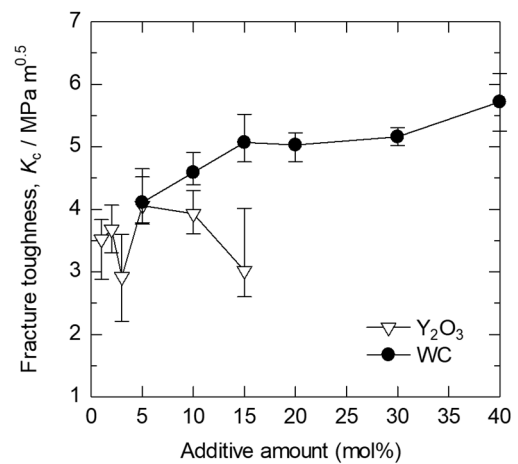


図5 AlNセラミックスの破壊靱性値

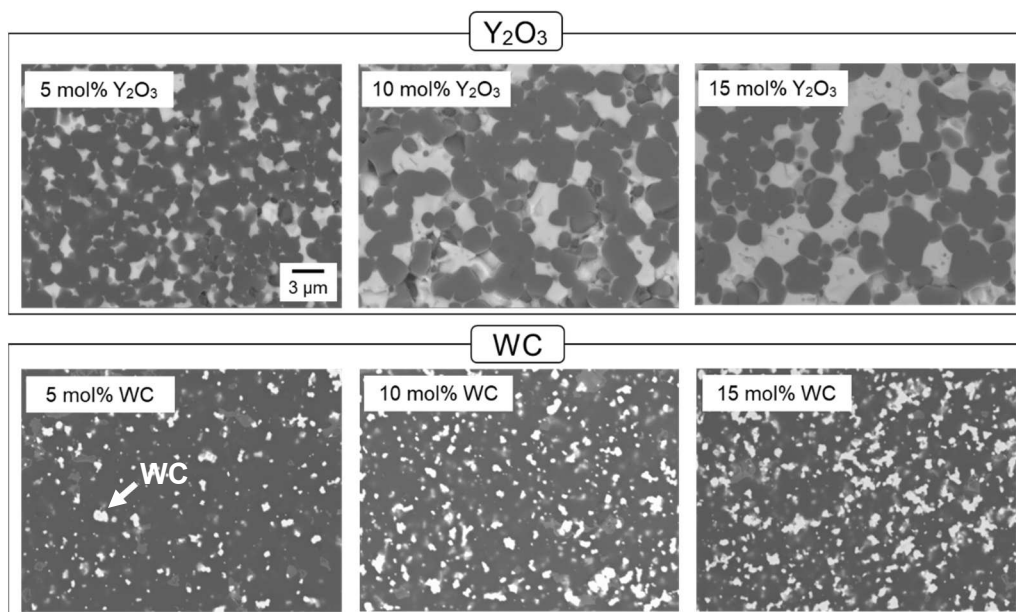


図6 AlN- Y_2O_3 およびAlN-WCセラミックスの微細組織

AlN セラミックスの導電性については、AlN- Y_2O_3 では絶縁性であったが、AlN-WC では WC 添加量が多量の 40 mol% WC 添加で導電性が確認された。今後、放電加工テストを実施する予定である。

4. まとめ

AlN に WC および Y_2O_3 を添加した複合セラミックスを通電加圧焼結により作製し、密度、機械的性質、導電性を調べた結果、次のことがわかった。

- (1) 焼結温度 1700 °C で、AlN に 1~15 mol% Y_2O_3 、5~40 mol% WC を添加することで、緻密に焼結できた。
- (2) AlN に WC を添加することでヤング率、ビッカース硬さ、破壊靱性値が増加した。
- (3) AlN に多量の WC を添加した場合、導電性が得られることが明らかになった。

電界砥粒制御技術を用いた新たな切断技術の開発 [4]

システム制御グループ 久住 孝幸、中村 竜太、越後谷 正見

Development of the Novel Slicing Technology using Free Abrasives Controlled by AC electric field [4]

System Control Group Takayuki KUSUMI, Ryuta Nakamura and Masami ECHIGOYA

抄録

炭化ケイ素基板などの次世代半導体材料は、高硬度かつ化学的に安定な材料が多く、多くの加工時間を費やしており、特にインゴットからのウェーハに切出す切断工程は、全工程中の6～7割を占めることから迅速化への要求が高い。そこで、この切断工程に用いられるワイヤーソーの高効率化並びに高品位化を目的として、ワイヤー工具と試料間に交流高電圧を印加し、切断時の砥粒をワイヤー上に効率的な配置制御する電界スライシングを提案する。本報告では、電界スライシング技術に及ぼす砥粒濃度の影響などについて検討した結果を報告する。

[キーワード：ワイヤーソー、インゴット、切断、遊離砥粒、スラリー、交流電界]

Abstract

Next generation semiconductor materials such as silicon carbide are high hardness and chemically stable materials. Thus, it takes a lot of time to manufacture wafers using these materials. In particular, the process of slicing from ingots to wafers accounts for 60 to 70% of the total manufacturing time. Therefore, there is a high demand for high-speed slicing process. A wire saw is used for the slicing process. In order to improve the efficiency of this wire sawing, we propose the novel slicing technology, "Electric field-assisted Slicing (EFS)". In this report, we describe the effect of the abrasive grain concentration of the slurry for EFS.

[Key words: wire saw, ingot, slice, free abrasives, slurry, A.C. electric field]

1. はじめに

近年の地球温暖化問題の顕在化によって電気エネルギー利用効率向上技術の確立が求められている。特に、電気エネルギーの輸送や変換において電圧・周波数制御に多用されているパワーデバイス半導体の大幅な性能向上が希求されている。現在、パワーデバイス半導体は、概ねSi基板を用いて製造されているが、物性に起因する性能限界を迎えており、炭化ケイ素（以下SiC）や窒化ガリウム（以下GaN）、ダイヤモンドを基板とするワイドギャップ半導体の開発に期待が高まっている^[1]。その中でもSiCパワー半導体は、技術研究組合次世代パワーエレクトロニクス研究開発機構（FUPET）や様々な研究者^[2,3]が技術課題の抽出や実証実験を通して普及への道筋を立て、2015年秋より山手線に、2020年、次世代東海道新幹線N700Sに採用されている。

このように普及し始めているSiCをはじめとしたワイドギャップ半導体は、インゴットからの①切断工程、②研削工程、③ラッピング工程、④ポリッシング工程を経てウェーハとして提供されている。しかしながら、

化学的に安定で高硬度な素材であるため、多くの加工時間を要し、加工コストも高い。特に切断工程は、全工程中の加工時間の6～7割を占めることから高速化への課題を有している。本研究では、切断工程に用いられる遊離砥粒方式のワイヤーソー加工に、「電界砥粒制御技術」¹⁴⁾を導入し、高効率切断技術を創出する。具体的には、電界でワイヤー工具に砥粒を集めることによって、高い切断速度と良好な表面品位の両立化を狙う『電界スライシング技術』を提案する。前報で、ワイヤーソー実機上で電界スライシング技術の効果を示したが、本年度は、効率的な最適化検討を行うにあたって卓上型の原理検証実験機を用いてスラリーの砥粒濃度などの影響について検討した。

2. 実験方法

電界スライシング技術の最適化検討に用いた卓上型の電界スライシング原理検証実験装置を図1に示す。図1(a)は装置全体模式図、図1(b)は試料保持部概観写真を示す。本装置は、ワイヤー工具往復部と試料上昇機構部、高電圧給電部からなる。ワイヤー工具は、小型振動発生器のロッドに配置された1対の治具で両端固定される。その際、ワイヤーは、張力調整機構によって所定の張力が与えられてから固定される。振動発生器によって固定治具上のワイヤー工具は左右に往復運動を行う。被削材は、試料上昇機構部のZ軸ステージ上の固定具によってワイヤー工具下方に保持され、ステッピングモーターの上昇送りにてワイヤー工具と被削材の間に接触加工力を与える。砥粒を分散させたスラリーを被削材上方より一定量滴下することによって、遊離砥粒方式のワイヤー切断を模擬した配置とした。電界砥粒制御用の電圧は、図1(b)に示すように、ワイヤー工具と被削材との間で交番電圧を印加した。この時、ワイヤー工具には、工具－被削材間の絶縁を保つため、樹脂コーティングワイヤーを用いた。また、ワイヤーへの電圧給電部は、基本信号を発生させるシンセサイザー(アジレント・テクノロジー(株)製33120A)で信号を生成し、得られた信号を増幅度2000倍の高電圧アンプ(トレック・ジャパン(株)製model 20/20B)にて増幅して印加する構成となる。この信号の観測には、デジタルオシロスコープ(アジレント・テクノロジー(株)製54645A)を使用した。本原理検証実験装置を使うことによって、幅広い条件検討を効率的に探索できる。主な実験条件を表1に示す。

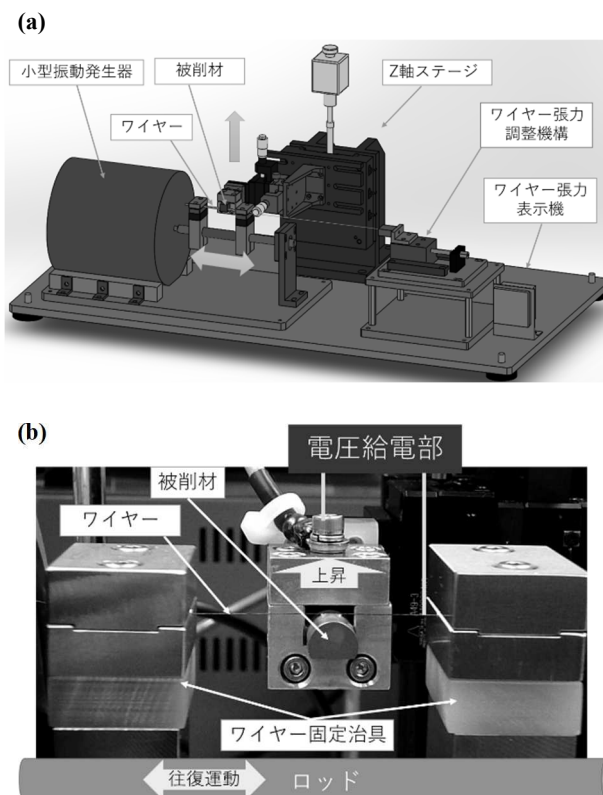


図1 電界スライシング原理検証実験装置：
(a)装置模式図、(b)試料保持部概観写真

表1 電界スライシング原理実験条件

ワイヤー	芯線径	φ120 μm
	張力	8N
	走行速度	平均 2.53 m/min
スラリー	分散媒	ジメチルシリコーン
	砥粒	単結晶ダイヤモンド ／ 炭化ケイ素 (GC)
	濃度	～60 wt%
	滴下量	50 μL/min
工作物	材質	単結晶シリコン
	寸法	φ10×30 mm (オリフラ付)
	送り量	23 μm/min
電界条件	電圧 V	～±1.0 kV
	周波数 f	6 Hz
	波形	矩形波

3. 実験結果および考察

3-1 電界スライシング技術に及ぼす砥粒種と

電界強度の影響

電界スライシング技術への、スラリーの砥粒種と電界強度の影響を明らかにするために、同程度の呼称粒径の単結晶ダイヤモンド砥粒と炭化ケイ素 (GC) 砥粒による切断速度の電界強度依存性を調べた。表 2 に作成したスラリーの諸元を示す。スラリー以外の実験条件は表 1 に示す通りである。印加した電圧の波形は、6 Hz の矩形波とし、無電界から ± 1.0 kV までの切断深さと印加電圧の関係を図 2 に示す。GC スラリーでの切断は、 ± 0.1 kV の電圧を印加すると切断速度は飽和し、 ± 1 kV まで速度は変わらなかった。一方、ダイヤモンドスラリーでの切断では、飽和するために ± 0.5 kV の印加電圧を要した。

図 3 に用いた砥粒の電子顕微鏡像を示す。同程度の呼称粒径ではあるが、ダイヤモンドと GC 砥粒では粒度分布に違いが見られ、GC 砥粒は大径から小径まで混在している。また、砥粒形状もダイヤモンドに比べ GC 砥粒は長短径差が大きく、電界による分極が電界集中効果を促進させ、電気泳動力が大きくなると予想される。その結果、ワイヤー工具に大径砥粒が集まりやすく、 ± 0.1 kV という比較的小さな電圧で砥粒の集約効果が飽和したものと考えられる。

表 2 スラリー諸元

	ダイヤモンドスラリー	GC スラリー
砥粒種	単結晶 ダイヤモンド	炭化ケイ素砥粒 (GC #2000)
呼称粒径	5.6 μm (5-10)	6.9 $\pm$ 0.6 μm
分散媒	ジメチルシリコーン (動粘度 10 mm ² /s (10cSt))	
濃度	10 wt%	

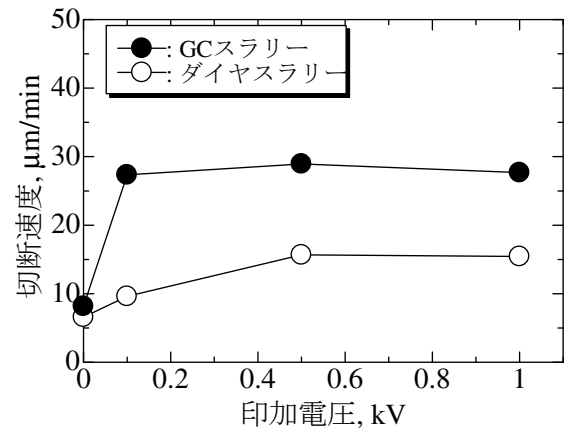


図 2 電界スライシング技術への砥粒種と印加電圧の関係

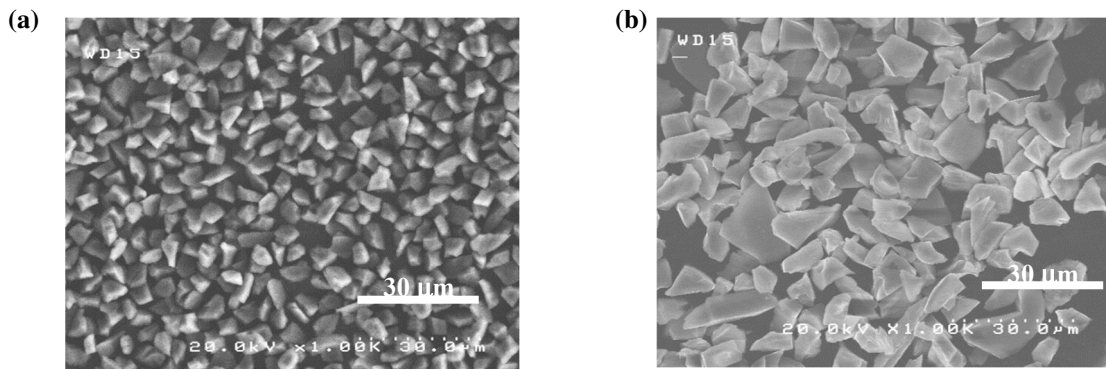


図 3 砥粒の電子顕微鏡像： (a)ダイヤモンド砥粒, (b)炭化ケイ素砥粒

3-2 電界スライシング技術に及ぼす砥粒濃度の影響

電界スライシング技術における、砥粒濃度の影響を明らかにするために、砥粒濃度と切断速度の関係を調べた。ここで、砥粒には安価な炭化ケイ素 (GC) 砥粒を用いることとし、表 2 の GC スラリーを用いた。各種実験条件は表 1 に示す通りで、電界周波数及び電圧は、それぞれ 6 Hz $\pm$ 0.5 kV とし、矩形波波形とした。図 4 にスラリー濃度と切断速度の関係を示す。また、HAAKE 社製 RheoStress1 にて測定したスラリー濃度と粘度の関係を図 5 に示す。

電界を印加することによって、40 wt% 以下の濃度帯において、無電界での切断速度の数十 %から 250 %

の向上効果が得られた。一方、40 wt%を超えた濃度帯では、電界効果が見られなかった。これは、図 5 に示すスラリー濃度と粘度の関係からわかるように、40 wt%以上にスラリー濃度が高くなると、粘度が急激に上昇している。その結果、電界による砥粒の流動性が低下し、集散効果が抑制されたためと考えられる。

一方、図 4 に示す結果は、低濃度スラリーでも高濃度スラリー並の切断能力が得られることを示しており、例えば、10 wt%のスラリーに電界を印加すると 40 wt%並の、1 wt%のスラリーに電界を印加すると 10 wt%並のスラリー濃度の切断能力が得られると言い換えることができる。すなわち、電界スライシング技術は、従来の切断方法と比べてスラリー中の砥粒使用量を節約する効果があると言える。

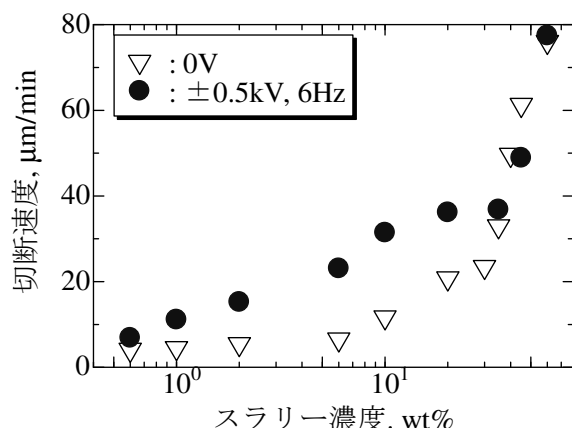


図 4 電界スライシング技術への砥粒濃度の関係

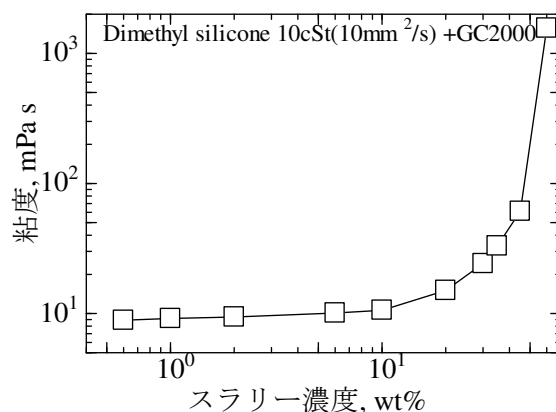


図 5 スラリー粘度の濃度依存性

4. まとめ

半導体インゴットの新たなワイヤーソー切断加工法として、「電界スライシング技術」を提案し、原理検証実験によって最適化検討を行った。その結果、以下のことが明らかとなった

- (1) 電界スライシング技術において必要印加電圧は砥粒形状の影響を受け、砥粒種ごとに必要印加電圧が存在し、5-10 μm ダイヤスラリーでは±0.5 kV 以上、GC2000 スラリーでは±0.1 kV 以上の印加電圧が必要である。
- (2) 電界スライシング技術の切断効率向上効果には、スラリーの砥粒濃度依存性があり、GC 砥粒では、40 wt%以下のスラリーにおいて切断効率向上効果が得られた。すなわち、低い砥粒濃度で高い砥粒濃度並の切断効率が得られることから、砥粒使用量節約効果があるといえる。

文 献

- [1] 高橋清(監修) 長谷川文夫・吉川明彦(編著), ワイドギャップ半導体 光・電子デバイス 森北出版(2006),
- [2] 河田研治, 平野真也, 浅水啓州, 加藤智久, パワーエレクトロニクス用 SiC ウエハの高効率 CMP プロセスの開発, 2015 年度砥粒加工学会学術講演会講演論文集, (2015), pp367-372
- [3] 諏訪部仁, 大久保順平, 松川和平, 石川憲一, マルチワイヤーソーによる SiC の延性モード加工, 2015 年度砥粒加工学会学術講演会講演論文集 (2015) pp.287
- [4] 赤上陽一他 4 名, 粒子分散型機能性流体を用いた精密研磨方法の開発, 日本機械学会論文集 C 編, 66 巻 649 号(2000), pp.270-275

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 [2]

加工技術グループ 野辺 理恵

素形材開発部 工藤 素

Precision Processing Technology in Highly Filled Polymer Composites [2]

Machining and Materials Processing Group Rie NOBE

Ecological Material Development Section Makoto KUDO

抄録

近年、樹脂部材の放熱性向上のため、高熱伝導性樹脂コンポジットが注目されている。高熱伝導性樹脂コンポジットは、熱伝導性フィラーの高充填により転写不良、物性の不安定化、メンテナンスの増加などの課題がある。成形不良を解決できる成形技術の一つとして、ベント式射出成形法がある。この成形法は、加熱シリンダの中間部にベント孔を開け、材料熔融中に発生する水分、ガス、残留モノマーを脱気し、ガス焼けやシルバー等の成形不良の解消、成形材料の予備乾燥レス、金型メンテナンス回数の削減等の効果があるとされている。しかしながら、ベント式射出成形法による高熱伝導性樹脂コンポジットの精密成形に関する報告はほとんどない。本報では、高熱伝導性ポリフェニレンサルファイド（PPS）の射出成形時の金型内圧力を計測し、ベント式射出成形による圧力低減効果を検証した。

[キーワード：ベント式射出成形、フィラー高充填樹脂コンポジット、高熱伝導、精密成形]

Abstract

The high thermal conductivity polymer composites have attracted attention because of its ability to improve the heat dissipation of resin parts. Meanwhile, there are several challenges for them, such as inferior quality of surface, destabilization of properties, and increase in mold maintenance due to a large amount of thermal conductive fillers. The vented injection molding is one of the innovative technologies to resolve the injection molding defects. In this method, there is a venting hole at the middle part of the heating cylinder in order to release moisture, gases, and residual monomers of polymer melt. Thus, it is expected to reduce burning, silver streak, pre-drying process, and mold maintenance. However, there are few studies on the precision processing technology of high thermal conductive polymers using the vented injection molding. This paper demonstrates that the high thermal conductivity polyphenylene sulfide (PPS) can be obtained by the vented injection molding methods, and the in-mold pressures are measured during the process in order to evaluate the pressure reduction effects of this technology.

[Key words: vented injection molding, highly filled polymer composites, high thermal conductivity, precision processing]

1. はじめに

地球温暖化対策として、自動車の CO₂ 排出量削減が重要な研究課題となっている。経済産業省は「2050 年カーボンニュートラルに伴う成長戦略」において、2030 年代半ばまでの乗用車新車販売で電動車 100 % の

実現を目標としている^[1]。ハイブリッド車（HV）や電気自動車（EV）などの次世代自動車は、長距離の走行を確保するためにエネルギー密度の高いリチウムイオン二次電池（LIB）などを搭載することから、ガソリン車と比較して車両重量が増加する。そのため、部材の軽量化による次世代自動車の燃費向上が重要な研究課題となっている。また、次世代自動車では電気・電子部品（電池、インバーター、モーターなど）の使用量が増加するが、それらの軽量化のためには小型化、薄肉化、高集積化が必要となり、発熱量が増加する傾向にある。しがたがって、放熱対策も重要となっており、放熱性向上のために熱伝導性フィラーを樹脂中に高充填した高熱伝導性樹脂コンポジットが注目されている^[2]。一般的に樹脂の熱伝導率は $0.1\sim0.3\text{ W/mK}$ であるが、フィラー高充填により金属以上の放熱性を持つ材料も開発されている^[3]。高熱伝導性樹脂コンポジットはフィラー高充填により、粘度が増加し流動性が低下するため、射出成形時に高速・高圧で充填する必要がある。そのため、射出成形時の断熱圧縮や摩擦によるせん断熱発生によりガスが発生しやすく、ガス焼けやショートショット等の転写不良、ボイドやフィラー配向の異方性による物性の不安定化、金型およびスクリュのメンテナンスの増加が起こる。しかしながら、樹脂製品の生産性や軽量性は金属やセラミクスと比較して優れており、潜在需要は大きい。これまで、フィラー高充填の高熱伝導性樹脂コンポジットの開発は樹脂メーカーや研究機関において行われているが、射出成形条件と転写性、放熱性の関係について明らかにされていないため、精密成形技術の確立が必要とされている。

樹脂材料の成形不良を解決できる成形技術の一つとして、ベント式射出成形法がある。ベント式射出成形法は、加熱シリンダの中間部にベント孔を開け、材料溶融中に発生する水分、ガス、残留モノマーを脱気する手法である。この手法により、ガス焼けやシルバー等の成形不良の解消、成形材料の予備乾燥レス、金型メンテナンス回数の削減等の効果がある^[4]。これまでベント式射出成形法を用いて、タルク強化ポリプロピレン、ガラス繊維強化ナイロン、液晶ポリマーなど様々な樹脂製品が生産されているが、高熱伝導性樹脂コンポジットに関する研究報告は少ない。

そこで本研究では、ベント式射出成形法を用いて、フィラー高充填の高熱伝導性樹脂の精密成形技術を確立することで、次世代自動車の軽量化および放熱対策に貢献できる技術開発を行う。高熱伝導性樹脂の微細加工への転写性を向上する精密成形条件を明らかにし、高転写によって放熱性を向上することを目指す。本報では、高熱伝導性 PPS の射出成形において金型内圧力を計測し、ベント式射出成形の圧力低減効果について検証した。

2. 実験方法

2-1 試験片の作製

試験片の作製は電動式射出成形機（日精樹脂工業（株）製、NEX110IV-12EG、最大型締力：1080 kN）を用いた。ベント式射出成形ではベント式可塑化ユニット（（株）日本油機製、スクリュ径： $\phi 32$ ）とハングリーフィーダー（（株）日本油機製 HF-1）を組み合わせ、材料を適量供給した。従来式射出成形は標準シリンダ（日精樹脂工業（株）製、スクリュ径： $\phi 32$ ）を用い、材料は飽食供給とした。図1に試験片形状を示す。試験片の寸法は $80\times 80\times t1.5$ [mm]

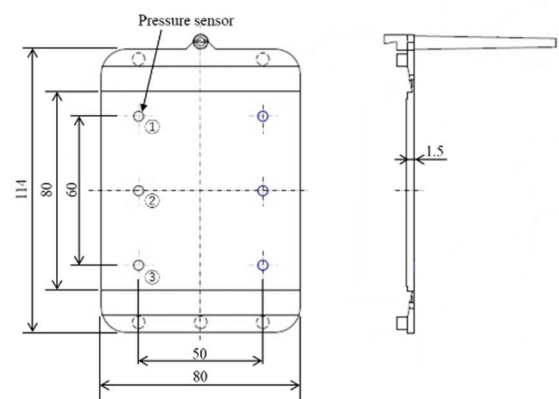


図1 試験片形状および圧力センサ位置

であり、鏡面、シボ面、ヒートシンク面の3種を作製した。材料は高熱伝導性PPS（東ソー（株）製、SUSTEEL TC-70-12）を用い、ベント式では未乾燥とし、従来式は120℃で5時間の予備乾燥を行った。成形条件はノズル温度が330℃、金型温度が150℃、射出速度が50 mm/sとした。

2-2 金型内圧力の計測および評価

金型内に圧力センサ（双葉電子工業（株）製、SSB）をゲート部（図1①）、中央部（図1②）および最終充填部（図1③）の3カ所に設置し、成形データ収集システム（日精樹脂工業（株）製、DLA6）を用いて金型内圧力を計測した。最終充填部のセンサ（図1③）まで樹脂を充填させたショートショット成形を行い、射出成形時に発生するガス圧力として評価した。また、フルショット成形時の金型内樹脂圧力を計測し、従来式と比較したベント式の各部における圧力低減効果を検証した。

3. 実験結果および考察

3-1 射出成形時のガス圧力

図2にヒートシンク面のガス圧力波形を示す。射出の約0.5 s後にフローフロントがセンサに触れ、ガス圧力を計測している。従来式はシャープな波形であるが、ベント式は幅の広い波形となっている。さらに、ガス圧力のピーク値は従来式よりもベント式が減少していることが分かる。鏡面およびシボ面においても同様の波形が得られた。図3に各面のガス圧力の平均値を示す。鏡面では3.3 MPaから2.9 MPaとなり13%、シボ面では3.4 MPaから3.2 MPaとなり6%、ヒートシンク面では3.5 MPaから2.7 MPaとなり24%の削減効果が得られた。ベント式では材料を未乾燥で投入しているが、飢餓供給とベント孔からの水分等の除去効果により、予備乾燥を実施した従来式よりも金型内でのガス発生量を抑制できることが分かった。ガス発生量の減少により、ガス焼けの解消やモールドデポジットの減少によるメンテナンス回数削減などの効果が期待できる。特に、ヒートシンク面でのガス発生量の抑制効果が高いことから、複雑形状での転写性向上に寄与できると考えられる。

3-2 射出成形時の金型内樹脂圧力

図4にヒートシンク面を成形した場合の金型内樹脂圧力の波形を示す。金型内樹脂圧力はピーク値に達した後に緩やかに減少する。ゲート部からの距離が増加するとピーク値は減少し、この傾向は従来式とベント式で同様である。一方、従来式と比較してベント式のピーク値は減少している。鏡面およびシボ面においても同様の波形が得られた。図5に各面の金型内樹脂圧力を示す。全ての面において、従来式と比較してベント式の方が金型内樹脂圧力は減少していることが分かる。特に、最終充填部での減少率が大きく、鏡面では19 MPaから16 MPaとなり13%、シボ面では46 MPa

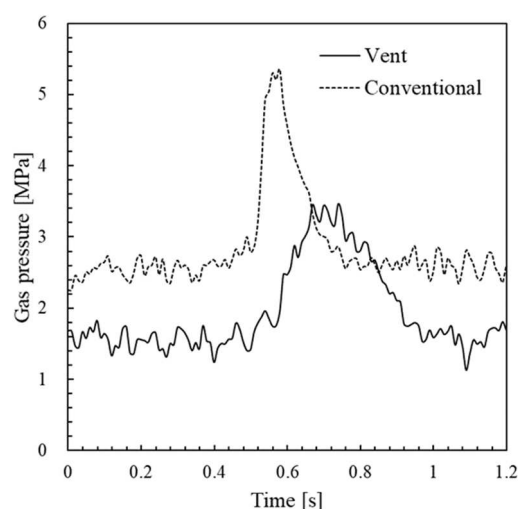


図2 ヒートシンク面のガス圧力波形

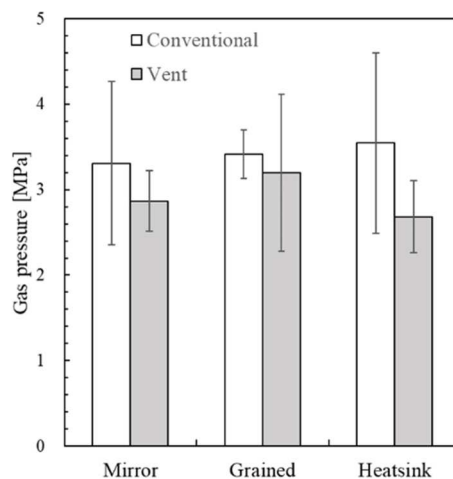


図3 ガス圧力の平均値

から 18 MPa となり 62 %、ヒートシンク面では 41 MPa から 29 MPa となり 46 %であった。最終充填部の圧力減少が大きいことは、ガス焼け、ショートショット等の不良解消に期待できる。

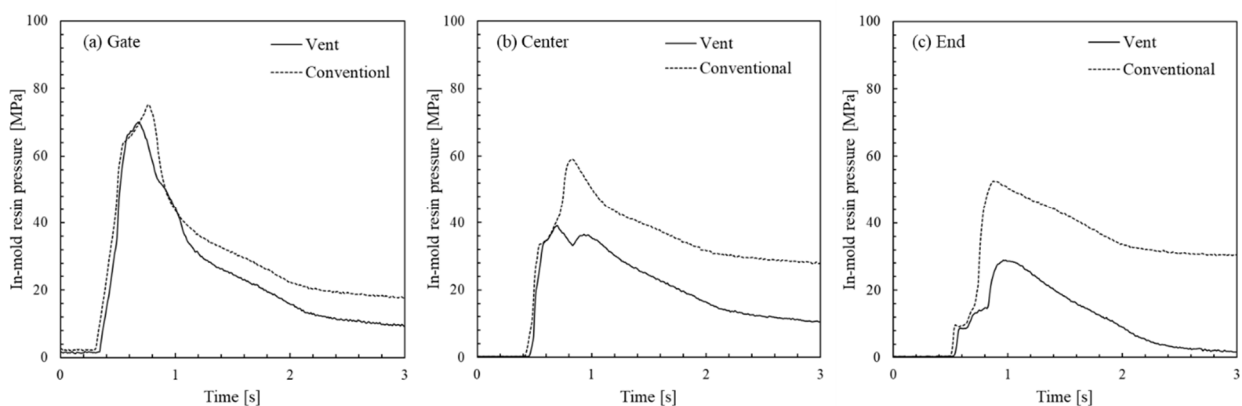


図 4 ヒートシンク面における金型内樹脂圧力の波形

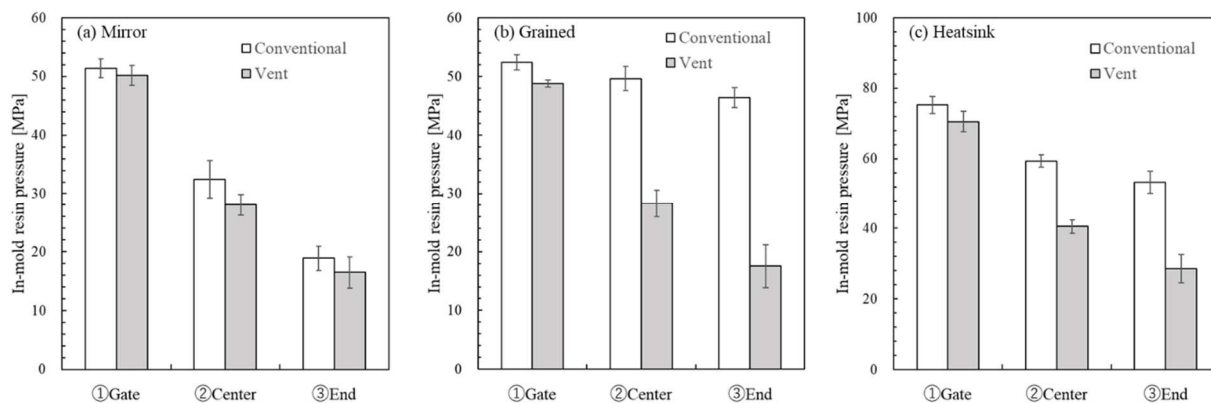


図 5 各面の金型内樹脂圧力

4. まとめ

本報では、高熱伝導性 PPS の射出成形において金型内圧力を計測し、ベント式射出成形の圧力低減効果について検証した。従来式と比較して、ベント式ではガス圧力および金型内樹脂圧力を低減でき、ガス焼けやショートショット等の成形不良を解消できることが示唆され、高転写成形を実現できると考えられる。今後は転写性および熱伝導性の評価を行う。

文 献

- [1] 経済産業省, 2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略 資料 2 (2020)
- [2] 岩野昌夫, プラスチックの自動車部品への展開 ケーススタディから読み解く現状と近未来, 日本工業出版 (2011)
- [3] 竹澤由高 監修, 高熱伝導性コンポジット材料, シーエムシー出版 (2016)
- [4] ベント研究会 編集, ベント式射出成形法によるものづくりの革新, プラスチックス・エージ (2020)

人工知能と VR 技術の融合によるインテリジェント検査システムの開発 [2]

スマートものづくりグループ 伊藤 亮、大竹 匡、内田 富士夫
加工技術グループ 小松 和三、加藤 勝

Research and Development of Intelligent Inspection System based on the Fusion of AI and VR Technologies [2]

Smart Manufacturing Technology Group Ryo ITO, Masashi OHTAKE and Fujio UCHIDA
Processing Technology Group Kazumi KOMATSU and Masaru KATO

抄録

現状の人工知能（AI）開発では学習データの取得およびその前処理（アノテーション作業）に多大な時間と労力がかかることが課題として挙げられ、AI 導入の妨げの一因となっている。本研究では、学習データの取得およびアノテーション作業の効率化を目指し、これまで培った 3D 技術（VR 技術）をもとにした AI の新しい学習方法の提案・実証を行う。さらに、画像検査やロボットハンドの制御に AI を導入してスマート化を行った具体例を示し、その技術を普及させることを目標としている。

本年度は画像から良否判定を行う AI の開発において、良品画像のみで AI を開発する手法の開発、およびロボットのハンドリング試験に用いるロボットハンドの試作と力覚センサの値による制御を行うためのソフトウェアの検討を行った。

[キーワード：人工知能(AI)、画像処理、外観検査、ロボットハンド、オートエンコーダ]

Abstract

In the development of artificial intelligence (AI), the acquisition of training data and its pre-processing (annotation work) require a great deal of time and effort, and this is one of the factors that hinder the introduction of AI. In this research, we will propose and demonstrate a new learning method for AI based on 3D technology (VR technology) that we have cultivated so far, aiming to improve the efficiency of training data acquisition and annotation work. In addition, we aim to show concrete examples of how AI has been introduced to image inspection and robot hand control to make them smarter, and to spread the technology.

In the development of AI that judges whether a part is good or bad from images, we build a system to develop the AI only with good images, based on autoencoder. Furthermore, we prototype a robot hand used for robot handling test, and conducted an experiment to operate in conjunction with the force sensor.

[Key words: Artificial intelligence, Image processing, Visual inspection, Robot hand, Convolutional Neural Network]

1. はじめに

本研究では、ロボティクス技術に関して秋田県の企業が自社内で技術者を育て、技術・ノウハウを蓄積しながら次々と新しい取組みに応用していける状態になることが重要と考え、その技術的支援に必要なロボティクスのコア技術確立を目指している。前年度は異形状・柔軟物把持用のロボットハンドを試作し試験を行

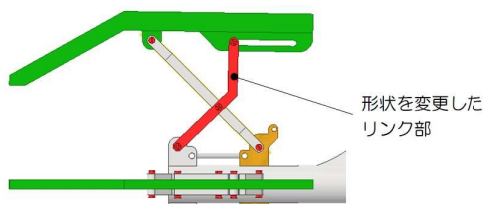


図1 改良したリンク部

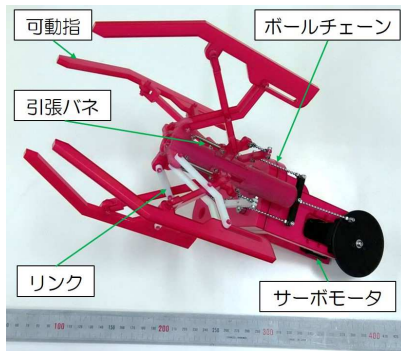


図2 3D樹脂プリンタにより造形したロボットハンド

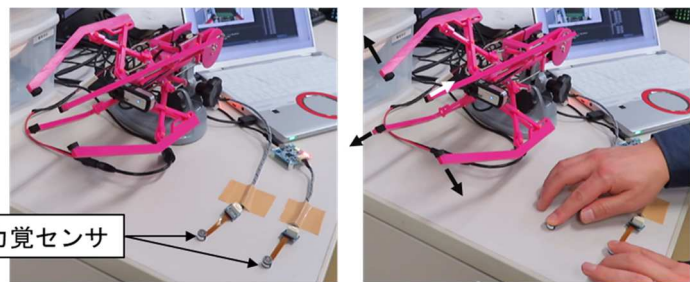


図3 力覚センサとの連動

ったほか、AIの開発環境の構築と予測根拠の可視化、転移学習の導入および実験を行ってこれらの技術の有効性を確認した。今年度はロボットハンドについてはその改良とセンサ信号との連動、AI開発については学習をより効率化する新しい方法について検討したので報告する。

2. 異形状・柔軟物把持用ロボットハンドの開発

2-1 リンク機構を用いたハンドの設計および制作

前年度は柔軟（軽量）で一つ一つ形状の異なる物体を傷付けずに把持するためのロボットハンドを設計・試作した。今年度はこのロボットハンドをベースに、把持可能な可動指先端の可動範囲はそのままに、ロボットハンド全体の小型化を行った（図1）。図に示したリンク部分を直線構造から図のような屈曲構造に変更することで可動指先端の可動範囲をそのままに全体を小型化にすることができた。なお、サーボモータによる入力変位と可動指先端の出力変位の比は、1:3.3である。さらに、設計したロボットハンドは3D樹脂プリンタを用いて各パーツを造形し組立て、動作を確認した（図2）。今後は、可動指先端に力覚センサを搭載し、把持試験によりロボットハンドの評価を実施する予定である。

2-2 力覚センサとの連動

本ロボットハンドは今後AIによる制御システムを構築するための実験を行う予定であるが、その前段階としてセンサ信号とハンドの動作を組み合わせたシステムの試作を行った。サーボモータとしては双葉電子工業（株）製RS405CBを用い、センサとしてはミネベアミツミ（株）製の小型6軸力覚センサ(MMS101)を2個用いた。それぞれPCとシリアル接続し、pythonによるプログラムで制御できるようにした。本来はハンドの可動指先端にセンサを装着する予定であるが現段階で製作が間に合わなかったため、図3に示すようにセンサは未装着のまま両方のセンサに力を加えた場合に把持力を弱める（一定の力で把持する）プログラムを作成しテストを行った。今後、ハンドにセンサを装着し一定力で把持する試験や、センサ信号からAIが把持力を調整するシステムの開発に取り組む予定である。

3. AI開発におけるアノテーション作業を効率化する手法の検討

3-1 アノテーション作業の効率化

生産現場における製品検査（良否判定）を行わせるAIを開発するには、通常は良品および不良品の検査画像をそれぞれ多数取得しこれらを整理する必要があるが、製品の種類などによっては不良品の画像を多数取

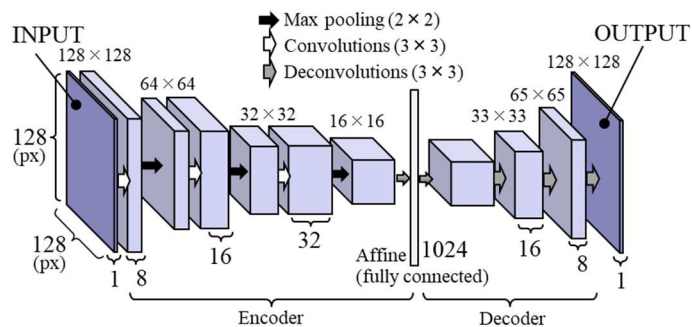


図4 オートエンコーダの構成1

得することが難しい場合がある。このような場合への対応を考慮し、良品画像のみを使って良否判定のAIを構築する技術の開発を行った。

3-2 良品データのみを用いた画像検査AIの開発

3-2-1 電子部品を対象とした場合

はじめにオートエンコーダ^[1]を応用した画像検査AIの実施例として電子部品の良否判定を行った例を示す。ここでは図4に示すエンコーダとデコーダからなる構成のニューラルネットワークを構築した。エンコーダ部分では3回の畳み込みを含む操作を行って圧縮を行い1024個の特徴量ベクトルとした後、デコーダ部分で逆畳み込みを行って元の情報量に復元する。学習には正常品の画像のみを用いて入力画像と出力画像の差を誤差として学習を進めることで、正常品の画像が入力された場合はうまく復元できるが不良品の画像が入力された場合はうまく復元できない（入力と出力に差が生じる）という状態になり、不良品の検出が可能になる。学習用には128×128ピクセルのグレースケール画像約3000枚を用い、バッチサイズ10として200エポックまで学習を行った。また、誤差関数には平均二乗誤差（MSE）を用いた。図5に入力画像と出力画像の一例を示す。

学習完了後、正常品画像と不良品画像をそれぞれ入力した場合のMSEの値をヒストグラムで表したものを図6に示す。図からわかる通り、正常品を入力した場合と不良品を入力した場合とでははっきりと分離できており、この間に閾値を設定することで良否判定が可能になったことが分かる。

3-2-2 木口を対象とした場合

次に、電子部品などの形状が決まっている人工物よりも難易度の高いものとして木口の画像を用いた場合の例について示す。木口には図7に示すような欠陥がある場合があり、ここではこれを不良として検出できるかどうかを検討する。ここで用いたオートエンコーダの構成を図8に示す。学習には背景を除去した3366枚の欠陥のない木口の画像を使用し、バッチサイズ10として200エポックまで学習を行った。誤差関数としては平均二乗誤差（MSE）を用いた。図9に学習済みのオートエンコーダに欠陥のない木口および欠陥のある木口それぞれの画像を入力した場合の出力の例を示す。出力画像をみると想定通り欠陥の部分はうまく

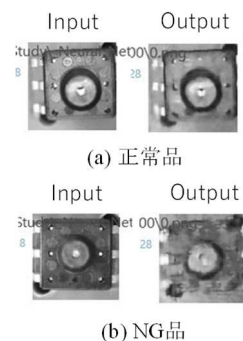


図5 入力画像および出力画像

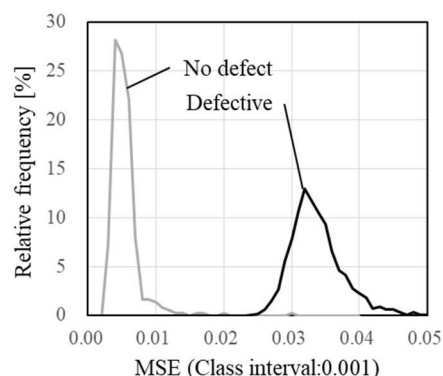


図6 MSE値の度数分布の比較

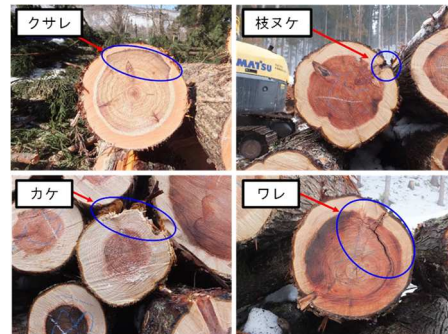


図7 木口における種々の欠陥

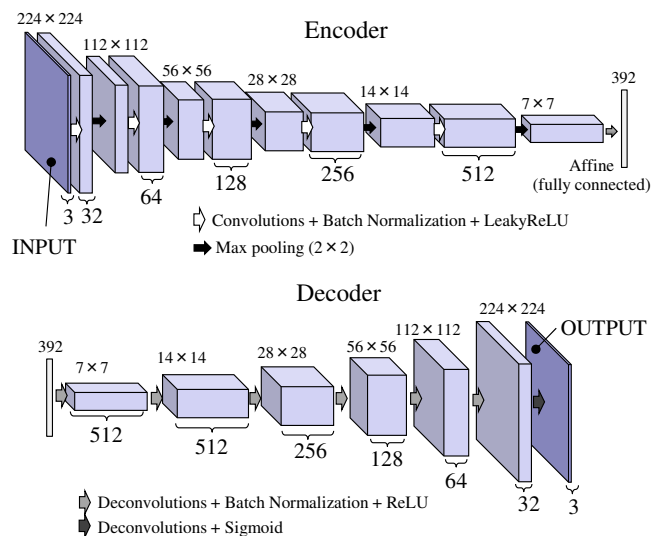


図8 オートエンコーダの構成2

復元できていないことが分かるが、欠陥がない場合でも影や色調が特徴的な部分はいま復元できておらず、MSE 値の度数分布を比較 (図 10) しても明確に分離できていないことが分かる。自然物は一つ一つ形状が異なるほか欠陥の様子も様々であることや、入力が 224×224 ピクセルのカラー画像でデータ量が多いことなどが要因であると考えており、これに対しては学習データを増やすほかネットワーク構造の最適化、誤差関数の最適化などに取組んでいく予定である。

4. まとめ

異形状・柔軟物把持用のロボットハンドの試作においては小型化の実現と今後の実験で用いるセンサと連動する制御システムの作成を行った。AI の開発においてはオートエンコーダを応用して正常品画像のみで良否判定を行う AI を学習させる手法の構築を行い、例として挙げた電子部品についてはうまく良否判定が可能になることを示した。今後はロボットハンドにおいてはセンサ信号から AI が把持力を調整する手法、AI の開発においてはアノテーション作業を効率化する方策として GAN (Generative Adversarial Networks) ^[2]などを応用した手法などを模索していく。

文 献

- [1] G. E. Hinton and R. R. Salakhutdinov : “Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks” Science, Vol.313, no. 5786, pp504-507. (2006).
- [2] I. J. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair, A. Courville and Y Bengio : “Generative Adversarial Nets” arXiv:1406.2661, (June 2014).

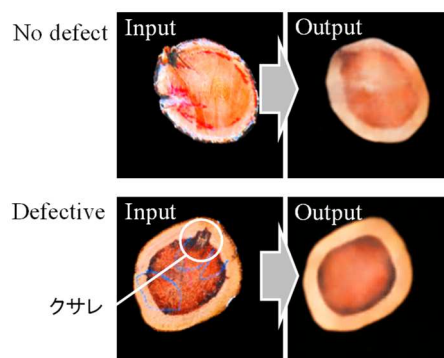


図9 オートエンコーダによる復元画像

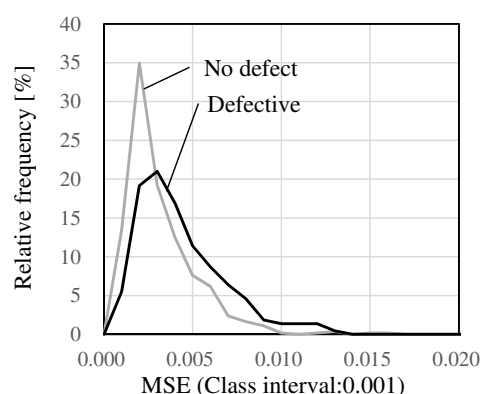


図8 MSE 値の度数分布の比較

5G を用いたテレプレゼンスシステムの研究開発 [1]

情報・電子グループ 丹 健二、佐々木 大三、綾田 アデルジャン
スマートものづくり技術グループ 大竹 匡

Development of Tele-Presence system using 5G [1]

Information and Electronics and Group Kenji TAN, Daizo SASAKI and Adiljan Ayata

Smart Manufacturing Technology Group 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 つにできるような、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、UDP (User Datagram Protocol) 送信検討および Local 5G の通信実験、カメラ画像処理および伝送方式開発、カメラ可動部の動力選定および試作をそれぞれ行った。

[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、機構制御]

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, except for giving the explanation of the development of each elemental technology, experiments on UDP transmission and local 5G communication are also presented.

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

1. はじめに

秋田県が抱える社会的課題の 1 つとして、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。スマートファクトリー化によって改善できるとはいえ、遠隔作業など物理的な問題は先送りとなってきたが、COVID-19 の影響によって、いよいよ解決策が求められる時代となった。スマートファクトリーにおけるテレプレゼンスは、概念的には実装可能ではあるものの、設置の困難さや制御遅延といった現実的な障害があるため、これまで実現できずにいた。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) を用いて、機械操作の遠隔作業を実現し、現場に居なくても、作業を可能にするテレプレゼンスシステムを開発する (図 1)。この研究開発によって、システムを

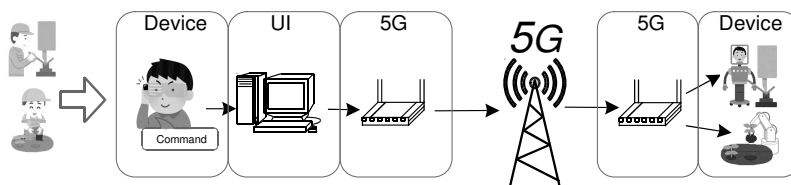


図 1 本研究の目指すシステムの概念

構成する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

本研究では、無線通信、デバイス、ユーザーインターフェース (UI) の3つの研究開発を行う。

図2に、本研究のシステムと情報伝達の模式図を示す。現地に設置したカメラは映像を遠隔地に伝送する。操作者は、カメラに動作指示を出す。この情報の流れは、現地の状況を遠隔側に

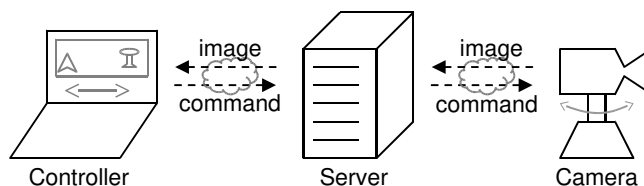


図2 本研究が想定するシステムと情報伝達の模式図

伝送する方向と、遠隔側から動作の指示を現地に伝送する方向の2つがある。そして、カメラデバイス側はローカル 5Gを経由する。今回は、通信の方式検討と5Gによる通信特性の確認、画像の取得方法および伝送方法の検討、そして遠隔装置の機構制御の検討を行った。

3. 各要素技術の検討

3-1 無線通信部 (UDP 送信検討と Local 5G 通信検討)

インターネットプロトコル (IP) を用いて情報の伝送するためには、IP上のプロトコルの検討が必要となる。まずは、最もシンプルで高速であるUDP (User Datagram Protocol) を用いた情報伝達の検討として、UDP上に自身の時刻を載せて相手に伝送する実験を行った。実装はpython3を用いた。

時間測定を概念を図3に示す。測定直前にNTP (Network Time Protocol) で時刻調整をしたHostおよびRemoteは、相手からパケットを受信すると直ちに自分の時刻情報を送信する。初めにHostからRemoteへ自分の時刻 t_0 を送信し、Remoteは受信した時刻 t_1 をHostに送信する。伝送時間は $T_p = t_1 - t_0$ となり、往復遅延時間 (Round Trip Time : RTT) は、 $T_{RTT_H} = t_2 - t_0$ となる。Remote側のRTTも同様に $T_{RTT_R} = t_3 - t_1$ となる。RTTの測定結果を図4に示す。

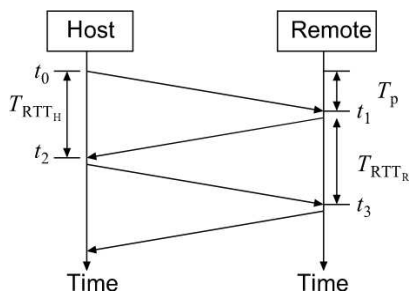


図3 遅延時間測定概念図

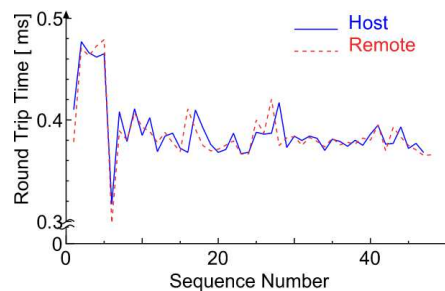


図4 RTT測定結果

安定化するまでに5回程度の伝送が必要ではあるが、それ以降は0.4ms程度であることがわかる。なお、時刻の形式変換等の処理時間は、3μs以内でありRTTよりも十分小さく、ほぼ無視できる。

このような測定系を構築することで、ネットワークでのお互いの時間差を把握でき、またお互いの時刻差を調整できることがわかる。

次にLocal 5G (以下、L5G) の検討を行った。今回、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に(株)秋田ケーブルテレビが設置したL5G設備を利用して実験した。図5に今回の測定系を示す。PCはMacbook Pro 2019、UE (User Equipment) はPanasonic (株) 製5G Gateway XC-WN930J-01、サーバは

x64系CPUとLinux系OSで構築した。

PCとUE間は、1GBPSでリンク状態のEtherケーブルで接続した。この間での遅延は、無線通信における遅延よりも非常に小さいため、無視できると考えられる。サーバはCGIが起動できる設定にしたwebサービスを稼働させ、UDPでの測定同様にRTTを測定し、また一定のサイズのファイルをアップロードし、完了するまでにかかる時間を計測した。本システムで転送容量の大きいのはアップロードのみであるため、ダウンロード速度については割愛する。UEとgNB側のアンテナ間の距離を変えながら、同期参照信号受信電力 (Synchronization Signal-Reference Signal Received Power : SS-

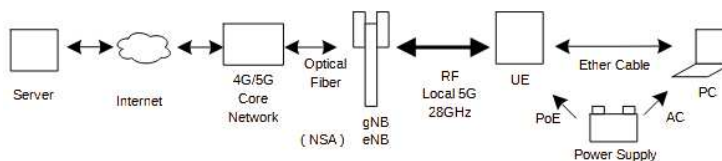


図5 Local5G 用測定系

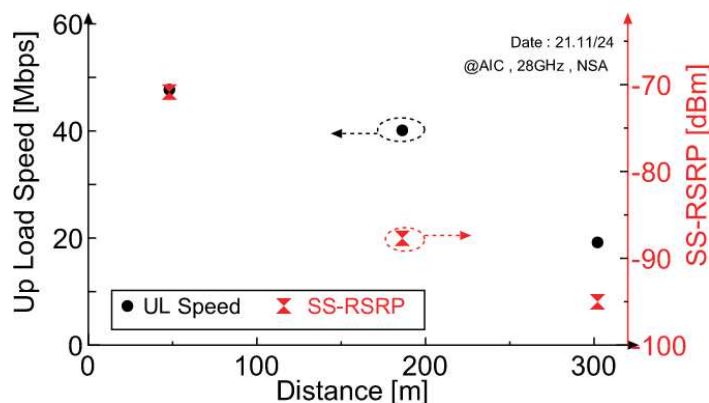


図6 距離に対するアップロード速度と SS-RSRP

RSRP)、アップロード速度、RTTを測定した。その結果、RTTは、距離に関係無く約0.1秒であった。SS-RSRPとアップロード速度の結果を図6に示す。300 m離れても20M bps以上であるのがわかる。また、SS-RSRPとアップロード速度は、距離に対して同じ傾向になることも判る。この特性から、アプリケーションで通信する規模を策定できる。

3-2 カメラ画像処理部

近年、監視カメラによる作業現場の様子確認やリモート制御のためのルート案内など、動画配信技術の応用が広がっており、オープンソースとして公開されているライブラリも増えつつある。しかし、これらのライブラリーのほとんどは単体カメラからの配信を想定しており、配信側をWebサーバーとしてカメラ画像をストリーミングし、受信側をクライアントにした仕様で実装されていることが多い^[1]。配信コンテンツの再生にはブラウザなどの専用ソフトウェアが必要であるため、受信データに対して画像処理などを実施しながら表示することは難しい。

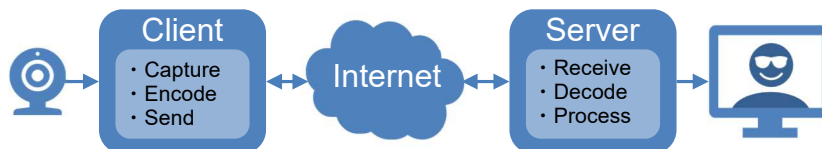


図7 開発した画像ストリーミング方式の概要

本研究で開発するテレプレゼンスシステムでは、同期性を要するデュアルカメラから生成される立体画像を配信する必要があるため、上記のようなライブラリを用いて実現することは困難である。そこで、本研究では図7のような配信システムを開発した。このシステムではオープンソースのOpenCVを用いてクライアント側に接続したカメラからの画像の読み取り、エンコーディングの後、TCPソケット通信により画像をサーバーに伝送する。サーバー側で受信したデータに対してデコードディンクして、そのまま表示または処理を

かけて利用できるようにした。

次年度以降は、同期性をもつデュアルカメラ画像を配信できるように開発したシステムを拡張する。

3-3 カメラ稼働部

本研究が想定するシステムの駆動源として、小型ロボット等に採用されるサーボモーターを検討した。サーボモーターは内部に制御回路等があらかじめ組み込まれており、パルス幅変調（Pulse Width Modulation : PWM）パルスで目標角度指令を行うPWMサーボや、シリアル通信による目標角度指令および状態フィードバックを行うシリアルサーボ等がある。ロボットアームのような多軸機構の開発において、PWM通信方式を多チャンネル設けるのは、ハードおよびソフト的に困難である。一方シリアル通信方式の場合、配線をスリム化することができ、プログラムはIDを割り振って効率的に処理することが可能である。従来、シリアルサーボはPWMサーボより高価な傾向であったが、近年、安価なシリアルサーボが流通しはじめている。

本研究ではFeetech RC Model社のシリアルサーボおよび安価なWiFiモジュールESP32-DevKitCを用いた遠隔制御システムの技術開発を行った。サーバー側に、ビジュアルプログラミング用のフローベース開発ツールNode-REDおよび、Message Queueing Telemetry Transport (MQTT) プロトコルにおけるブローカーでオープンソース実装のMosquittoらを実装した。Node-REDからの回転指示が、WiFi経由でESP32に送信される。ESP32から回転指示をシリアル信号に変換し、シリアルサーボを駆動する（図8）。

次年度以降、本制御システムを応用し、テレプレゼンスシステムの開発を進める。

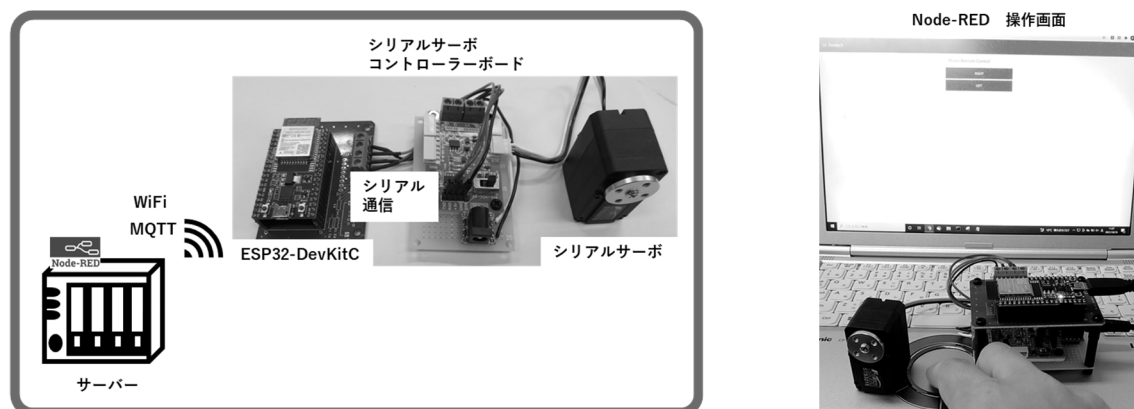


図8 シリアルサーボを用いた遠隔制御システム

4. 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開発した要素技術について説明した。テレプレゼンスシステムは、多くの要素技術によって構成されており、この技術を県内企業に展開し、技術力の向上に貢献していく。今後も本研究のシステム開発を推進していく。

文 献

- [1] 綾田アデルジャン, 佐々木大三, 丹健二: “ストリーミングレイテンシの簡易測定法の検討”, 4-134, 令和4年電気学会全国大会, (2022)

微細構造光学素子の基礎技術の確立 [1]

オプトエレクトロニクスグループ 笠松 秀徳

Establishment of Basic Technology for Microstructure Optical Elements [1]

Optoelectronics Group Hidenori KASAMATSU

抄録

当センターは県内企業を、下請け体質から自社ブランド製品を開発できる企業へと転換を促すために、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、Zemax 社の光学設計解析ソフトウェア Optic Studio を用いた、光学機器の設計技術の習得と、公差解析技術の習得を行った。

[キーワード：光学設計、公差解析、Optic Studio]

Abstract

Our center wants to support the design and development of optical system products in the future in order to promote the conversion of companies in the prefecture from a subcontracting structure to a company that can develop its own brand products. Therefore, we are trying to strengthen or newly add the optical design technology for assembling the optical system, the evaluation and analysis technology of optical equipment and optical components, and the manufacturing technology related to advanced optical elements to the technical seeds of this center.

This year, we learned the design technology of optical equipment and the tolerance analysis technology using the optical design analysis software Optic Studio.

[Keywords: Optical Design, Tolerance Analysis, Optic Studio]

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。

本テーマの目的は、複数の光学部品を組み合わせた光学システム製品を、県内企業が開発できるよう技術支援を行うため、光学設計ソフトを用いた光学機器の設計、評価技術および、機能性の高い微細構造型素子の基礎技術を確立し、当センターの技術シーズに加えることにある。

2. 光学設計技術

光学設計とは、複数のレンズ、プリズム、ミラー等の光学部品を組み合わせることで様々な光学現象をコントロールし、望遠鏡やカメラ、医療機器などに使われる光学機器を設計する技術である。機器の光学性能をいかにして良くするかに関心が払われる。光学性能の良し悪しは、MTF (Modulation Transfer Function) ^[1]や収差のような光学

指標や、目視(カメラレンズのように人の感性が重要なもの)によって評価される。

光学機器は、個々の光学部品の組み合わせによって構成されるが、その特性上、それぞれの構成要素が複雑に関連しあって、はじめて一つの機能を発揮する。そのため、一つの構成部品のみで形状を決定することが出来ず、常に他の構成要素との関連を見ながら全体的な設計を行う必要がある。設計に用いるパラメータはレンズの曲率半径、面間隔、ガラスの屈折率、分散率であるが、それらの一般的に採りうる範囲を考慮すると、パラメータの場合の数は単レンズでさえ 4000 億通りあるとされる。n 枚のレンズを組み合わせる場合は(4000 億)ⁿ 通りとなり、天文学的な数となる。そのため、得られた最終的な設計が、最良の解であるか判断することは非常に難しく、設計は連続的な試行錯誤が必要となる。

光学設計の一般的な手順を図 1 に示す。今回はこの手順で光学設計を行い、技術の習得を行った。

はじめに、レンズの仕様として、焦点距離、画角、センサーサイズ、F ナンバー、レンズ外径、全長、波長などを決める。次に、特許データや過去に設計したレンズデータから目的の仕様に対して近いデータを選択し、仕様に合わせた微調整を行い、初期データを作成した。このデータでの収差図や収差係数を読み、現状の確認をする。次に、収差補正に入る。収差補正は、ハンドメソッドで行った。曲率半径、面間隔、ガラス材質等の各パラメータを手動で変化させ、各収差の動きをそれぞれ調べて表にし、その表に基づいて徐々に収差を補正する。ある程度良い結果が得られたら、収差図や MTF で性能を評価し、良い結果が得られなければ、前のステップに戻り収差補正

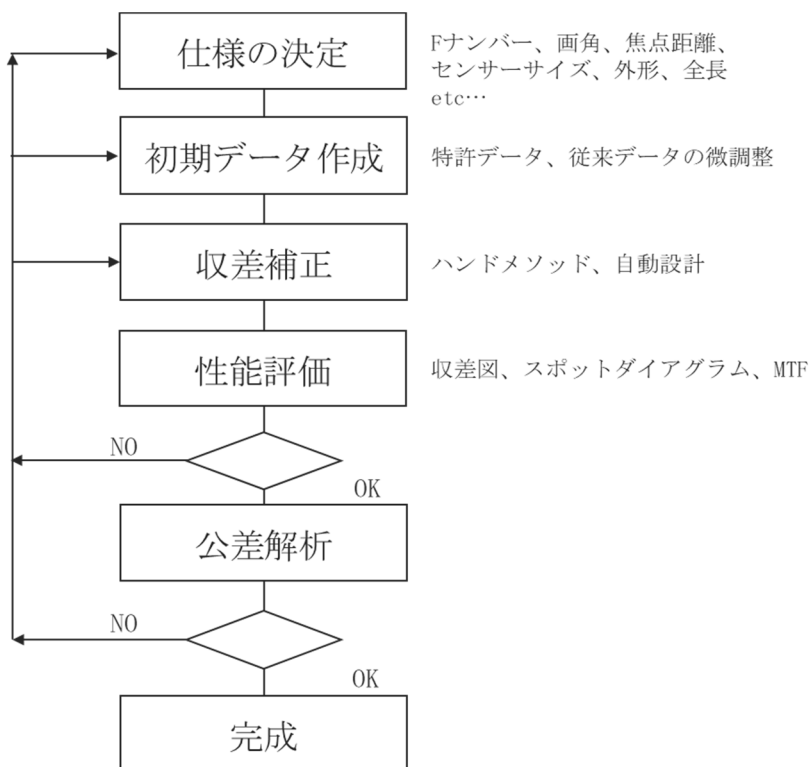


図 1 光学設計フローチャート

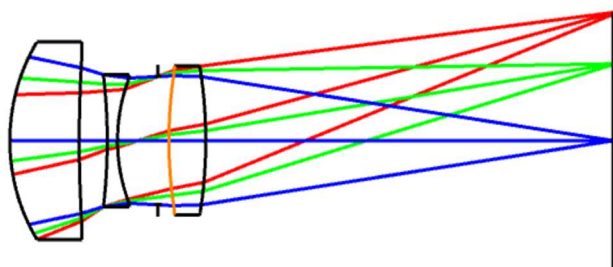


図 2a) トリプレットレンズ

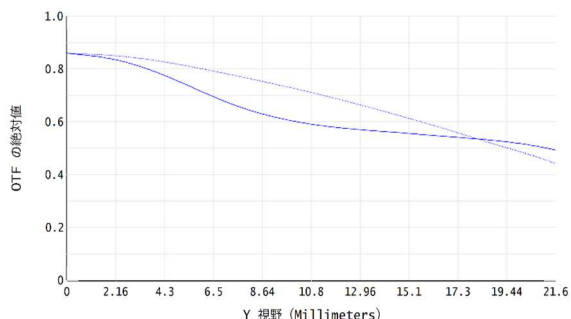


図 2b) MTF 曲線

表1 レンズ仕様

焦点距離	105mm
レンズタイプ	3枚3群
設計波長	d, C, F
Fナンバー	3.5
像高	21.6mm

表2 目標値

MTF10本/mm	軸上 80%、7割像高 70%
MTF20本/mm	軸上 60%、7割像高 50%
MTF30本/mm	軸上 40%、7割像高 30%
ディストーション	±3%
周辺光量	40%以上

を繰り返す。十分な光学性能が出たら、公差許容量やレンズ形状などから、製造上の問題が無いか検討し、問題が無ければ完成となる。

図2のようなトリプレットレンズの設計を行った。焦点距離 $f=105\text{mm}$ 、レンズタイプ：3枚3群、波長：d線、C線、F線、Fナンバー=3.5、像高=21.6mmを仕様としたカメラレンズの設計を行った(表1)。光学性能の目標値は、ビネッティング 40%以下、MTF10 本/mm：軸上 80%、7割像高 70%、MTF20 本/mm：軸上 60%、7割像高 50%、MTF30 本/mm：軸上 40%、7割像高 30%、ディストーション：±3%、周辺光量：40%以上とした(表2)。

3. レンズの公差解析技術

レンズ製造過程で製造誤差が発生した場合に、光学性能にどのような影響があるのかを調べるのが公差解析技術である。

公差解析は、主に光学設計の際に製造のしやすい適切な公差を設定するために用いられるが、設計を行わず、レンズの組み立てを主に行う企業でも有用だと考えている。県内企業の中には、外部から委託されてレンズの製造、組み立てを行っている企業があるが、個々のレンズの公差や組み立ての手順のみ教えられ、レンズの偏心や間隔などの組み立て公差を教えられない場合がある。当センターで県内企業が製造しているレンズの公差解析を行い、光学性能の低下に敏感なレンズを見つけることが出来れば、組み立て精度の向上に貢献できると考えている。

レンズ製造時の誤差には、面精度、レンズの肉厚、芯出し誤差、組立時の空気間隔、偏心、光学ガラスの屈折率、アッベ数、透過率のズレ等の各要素がある。可視光領域のレンズやミラー等の光学部品は、約380~780nmの波長を扱うため、面精度や屈折率などは非常に精密な精度で管理されている。それと比較して、鏡筒などの光学系を保持する部品の、一般的な量産の精度は10 μm 程度と精度が低い。そのため、これらの誤差要素の中でも、組立時に発生するレンズの偏心が、最も結像性能の劣化に影響を与えることが多い。

本事業では、Zemax社の光学設計解析ソフトウェア Optic Studio を用いたレンズの公差解析技術の習得を行った。解析の手順について紹介する。

レンズの誤差量の設定を行う。公差は主に、各面で発生する公差とエレメント単体で発生する公差の2つに分けられる。各面で発生する公差は、面精度、厚み、XYディセンタ、XYティルトなどがあり、エレメント単体の公差には、面間隔、XYディセンタ、XYティルト、屈折率、アッベ数などを設定可能で、これらの公差が製造上とりうる範囲を指定する。面精度の劣化はニュートンリングの本数で測定され、一般的に3~5本程度を設定する。レンズの厚み、面間隔は±0.1mm以下、偏心の公差はディセンタ0.01mm~0.02mm、ティルトは1分~2分などである。その後、波長や画角など評価のためのパラメーター設定を行う。評価指標としては主に、MTFの平均や光線収差を用いる。

図3のような4枚レンズを用いて、面の曲率半径：干渉縞3本、面の厚み=0.05mm、ディセンタ=0.05mm、ティルト=0.083度(5分)、一枚レンズのディセンタ=0.05mm、ティルト=0.0083度、材質の公差が屈折率=0.001、アッベ数=1%の誤差を設定し、解析を行った結果を表3に示す。評価指標は、像高0mm、10mm、15mm、21

mm の 10 cycles/mm での MTF の平均値 0.852 を使用した。また、光学性能の変化量は、サジタルよりもタンジェンシャルの方が大きいと、タンジェンシャル方向の MTF を評価に用いた。

表 3 中の、TETX は面の X 方向ティルト、TSDY は球面レンズの Y 方向ディセンタ、TEDY は面の Y 方向ディセンタ、TSTX は球面レンズの X ティルトを表し、横の数字は面の番号を表す。値は誤差の値、基準値は誤差が生じた場合の MTF の平均値、変化は評価指標とした MTF の平均値と基準値との差をあらわす。一番上の TETX 3 4 は、光学系の第 3 面と第 4 面の X 方向のティルトが-0.083 度傾いた場合、10cycles/mm での平均 MTF 値は 0.728 になり、通常時の平均 MTF 値 0.852 よりも 0.124 劣化すると読む。表 1 中では、TETX 3 4 が最も MTF の変化が大きいと、評価に用いた 4 枚レンズのうち、第 2 レンズの偏心が最も敏感に反応するということが分かる。

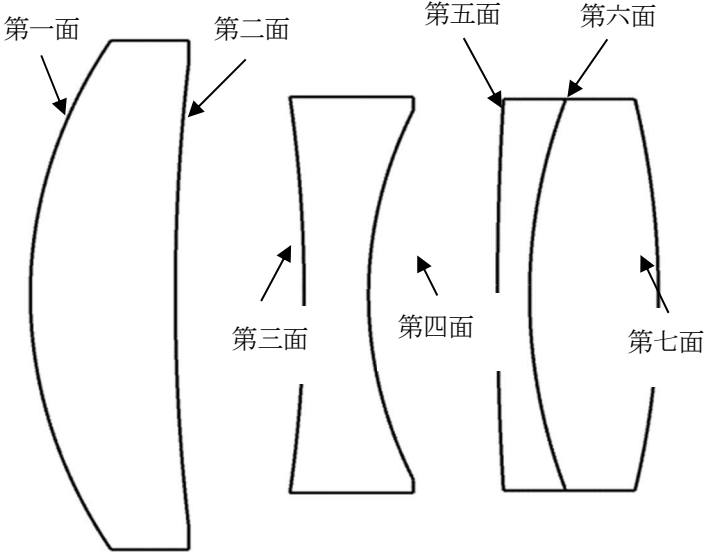


図3 4枚レンズ

表3 公差解析結果

		Type	値	基準値	変化
4. まとめ	今年度は、光学設計解析ソフトウェア Optic studio を用いた、レンズの設計技術と、公差解析技術の習得を行った。光学設計技術は、光学システム製品の開発や測定装置の開発に応用可能で、県内企業のものづくりの高度化支援や新製品開発に、公差解析技術は、県内企業が行っているレンズの組み立て作業の高精度化に貢献できると考える。来年度からは、県内企業を回り、上記技術を用いた技術支援を行いたい。	TETX 3 4	-0.83	0.728	0.124
		TETX 3 4	0.083	0.728	0.124
		TSDY 4	0.05	0.772	0.08
		TSDY 4	-0.05	0.772	0.08
		TEDY 1 2	-0.05	0.773	0.079
		TEDY 1 2	0.05	0.773	0.079
		TSDY 1	-0.05	0.785	0.067
		TSDY 1	0.05	0.785	0.067
		TSTX 3	-0.083	0.785	0.067
		TSTX 3	0.083	0.785	0.067

文 献

[1] 中川治平，レンズ設計工学，東海大学出版会（2004）

V 資料

1. 沿革詳細

昭和 02 年 4 月	商工大臣より工業試験場の設立認可。
昭和 03 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 m ² 、延床面積 6,500 m ² (内クリーンルーム 300 m ²))
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。
平成 8 年 4 月	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)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	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	特許	赤上陽一	H15.2.21	H19.1.19	2003-043990	3906165
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	特許	鎌田悟、工藤素	H15.6.24	H19.1.5	2003-179193	3897738
3	工事用絶縁監視装置	特許	小笠原雄二、近藤康夫	H15.12.12	H21.10.2	2003-436531	4378749
4	高硬度、高ヤング率、高破壊靱性値を有するWC-SiC系焼結体	特許	杉山重彰	H16.9.27	H22.6.11	2004-279279	4526343
5	TiB ₂ 基Ti-Si-C系複合セラミックス及びその焼結体製造方法	特許	杉山重彰	H18.3.29	H23.8.26	2006-089729	4809096
6	車椅子使用者のためのトレーニングマシン	特許	小笠原雄二、宮脇和人、香澤圭一	H18.9.4	H21.11.6	2006-239125	4399569
7	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
8	TiC基Ti-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	H18.3.27	H23.8.26	2006-086240	4809092
9	非接触攪拌方法、非接触攪拌装置、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
10	非接触攪拌方法、非接触攪拌装置、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
11	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
12	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
13	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
14	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
15	基板の接合方法および基板接合装置	特許	木村光彦	H23.1.19	H26.11.28	2011-008905	5653232
16	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
17	アクチュエータの減衰方法およびアクチュエータ	特許	森英季	H16.3.15	H16.11.5	2004-073233	3612670
18	アクチュエータ	特許	森英季	H18.3.30	H24.9.7	2006-095447	5076063
19	電磁界計測システム	特許	黒澤孝裕	H18.10.25	H24.2.3	2006-289985	4915565
20	位置決め機構	特許	森英季	H19.8.24	H24.7.6	2007-218965	5028659
21	液晶光学デバイス	特許	葉茂、佐藤進	H20.8.14	H23.11.18	2008-209004	4863403
22	空間光変調器	特許	山根治起	H21.5.11	H26.4.11	2009-114082	5514970
23	低電圧駆動液晶レンズ	特許	佐藤進、葉茂、王濱	H21.7.7	H25.8.9	2009-160358	5334116
24	低電圧駆動液晶レンズ	特許	佐藤進、葉茂、高橋慎吾	H22.3.1	H27.7.17	2010-044352	5776135
25	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	特許	鈴木淑男	H22.9.3	H26.11.28	2010-198159	5651826
26	液晶光学デバイス	特許	佐藤進、高橋慎吾、葉茂	H22.12.27	H28.4.1	2010-291221	5906366
27	液晶シリンドリカルレンズアレイおよび表示装置	特許	佐藤進	H23.1.6	H27.2.27	2011-001217	5699394
28	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
29	液晶光学レンズ	特許	葉茂、佐藤進	H20.8.14	H24.12.21	2011-239597	5156999

No.	名称	権利の別	発明者	出願日	登録日	出願番号	登録番号
30	磁気光学効果計測装置	特許	近藤祐治、山川清志	H23.5.31	H28.4.15	2011-122769	5914903
31	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
32	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
33	液晶光学デバイス	特許	佐藤進、葉茂	H19.2.16	H22.1.8	2007-037047	4435795
34	マトリクス駆動液晶光学素子及び装置	特許	佐藤進	H24.6.26	H29.6.2	2012-143369	6149210
35	並進機構を用いたアクチュエータの減衰方法およびアクチュエータ	特許	森英季	H25.1.25	H28.10.28	2013-011990	6029063
36	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
37	酸化セリウム砥粒再生方法	特許	赤上陽一、久住孝幸	H24.3.21	H28.5.27	2012-063494	5938589
38	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
39	電界攪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
40	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
41	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
42	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
43	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
44	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 201380003276.9	ZL2013 80003276.9
45	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
46	並進機構を用いたアクチュエータの減衰方法およびアクチュエータ	外国特許	森英季	H26.1.23	H28.11.15	14/162562	US9496478 B2
47	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
48	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
49	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
50	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
51	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
52	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
53	電界攪拌用電極及びこれを用いた電界攪拌方法	特許	赤上陽一、中村竜太	H27.2.6	H27.10.23	2015-022163	5825618
54	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攪拌方法	特許	赤上陽一、中村竜太	H27.2.6	H27.11.20	2015-022575	5839526
55	液滴形成用シャーレ及びこれを用いた電界攪拌方法	特許	赤上陽一、中村竜太	H27.2.6	H27.12.25	2015-022721	5857309
56	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
57	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
58	交流電磁石	特許	山川清志	H27.12.10	R1.10.18	2015-241610	6601799
59	電界攪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

No.	名称	権利の別	発明者	出願日	登録日	出願番号	登録番号
60	硬質磁性材料	特許	新宅一彦	H28.3.8	R2.7.14	2016-044907	6734578
61	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
62	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
63	電界攪拌方法及び電界攪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
64	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
65	反応デバイス、電界攪拌装置、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
66	旋光度測定装置	特許	山根治起	H30.3.2	H30.7.13	2018-037602	6368880
67	WC-Si3N4系複合セラミックス及びその製造方法	特許を受ける権利	杉山重彰、関根崇	H30.10.26		2018-201820	
68	プラズマ発生装置	特許を受ける権利	丹健二	H31.2.26		2019-032595	
69	液中プラズマ発生装置	特許を受ける権利	丹健二	H31.2.26		2019-032596	
70	ガス検知装置	特許を受ける権利	山根治起	H31.3.29		2019-067141	
71	切断方法及び切断装置	特許を受ける権利	久住孝幸、赤上陽一、越後谷正見	R1.12.17		PCT/JP2019/049487 2020-563119	
72	排尿検知装置	特許	小笠原雄二、近藤康夫、丹健二、伊藤亮96、大竹匡	R2.2.17	R4.3.28	2020-023942	7048057
73	金属製ナノコイルの製造方法	特許を受ける権利	新宅一彦	R2.2.21		2020-028264	
74	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
75	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	
76	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	
77	薄膜製造方法、薄膜製造装置、センサの製造方法	特許を受ける権利	杉山重彰、菅原靖、関根崇	R2.7.21		2020-124382	
78	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	
79	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	H30.12.12		18212070.9	
80	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	黒沢恵吾	R2.9.3		2020-148313	
81	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
82	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97、佐々木大三、小笠原雄二	R2.12.25		2020-216137	
83	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		20181136115.7	
84	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
85	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96、大竹匡	R3.6.22	R3.11.5	2021-103096	6971447
86	めっき方法	特許を受ける権利	鈴木淑男	R3.7.12		2021-114840	
87	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	R3.6.9		17/343304	
88	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		202110653452.X	
89	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/JP2019/049487 17/352412	
90	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	R4.2.2		2022-014720	

No.	名称	権利の別	発明者	出願日	登録日	出願番号	登録番号
91	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/ 009393	
92	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	

3. 各研究会の概要

令和3年度

○秋田県非破壊検査技術研究会 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 44 社、大学・支援機関等 6 機関 7 名	代表者：佐々喜興業（株） 佐々木 一喜 事務局：共同研究推進部 木村 光彦
○秋田県高分子材料研究会 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生産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	代表者：（株）ホクシンエレクトロニクス 佐藤 宗樹 事務局：素形材開発部 工藤 素
○秋田県表面処理技術研究会 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 19 社、大学・支援機関等 4 機関 5 名	代表者：太平化成工業（株） 加賀 孝義 事務局：企画事業部 菅原 靖
○秋田県生産技術研究会 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 50 社 大学・支援機関等 7 機関 8 名	代表者：（株）三栄機械 佐藤 淳 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 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とする。 会員：企業 10 社、大学・支援機関等 14 機関	代表者：秋田大学医学部附属病院 南條 博 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 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 5 社、大学・支援機関等 2 機関 6 名	代表者：秋田大学大学院 泰松 斉 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 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 30 社、大学・支援機関等 7 機関 54 名	代表者：秋田大学大学院 河村 希典 事務局：先端機能素子開発部 内田 勝 梁瀬 智
○高エネルギー加速器技術研究会 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	代表者：秋田化学工業（株） 丹野 恭行 事務局：電子光応用開発部 近藤 祐治

○あきた AI・IoT 技術互助会**代表者：(株) 三栄機械 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 40 名**事務局：先進プロセス開発部 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 32 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

1-3 ご利用案内

秋田県産業技術センターでは、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、共同研究、受託研究、人材育成、設備利用など、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。

詳細については以降をご確認いただき、各担当窓口までご相談ください。ご不明な点などお気軽にお問い合わせください。

(1) ご相談窓口について

はじめて当センターをご利用される方、新たなご相談のある方は、下記電話へご連絡ください。また当センターホームページのお問い合わせのページからは、メールによるご連絡も可能です。

TEL 018-866-5800

ホームページ <http://www.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。

◎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ますようお願いいたします。

◎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。

◎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「設備機器利用について」をご参照ください。

◎研究会の紹介

- ・当センターが活動を支援している研究会を紹介します。
- ・講演会、講習会、研究発表会、情報交換会、工場見学会などを開催しております。
- ・企業間連携、産学官連携の場としてご活用ください。

(2) 設備機器利用について

秋田県産業技術センターでは、研修会や会議等に利用できる当センターの研修室や会議室を、また試作、加工、分析評価等に利用できる当センターに設置されている設備機器の一部を、有料で開放しています。機器設備のご利用案内と、ご利用いただける機器の一覧を収録してありますのでご参照ください。なお、これら設備機器につきましては、ご利用の可否、ご利用条件、料金などに変更が生じる場合がございます。予めご了承ください。

2. 秋田県産業技術センター施設・設備利用のご案内

秋田県産業技術センターでは、試験研究、技術支援・相談、技術者養成、研究会活動、研修会・講習会の開催、技術情報の提供などの業務を行っております。

当センターには、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

特に制限はありません。

(2) 利用対象施設、設備機器及び使用料金

「施設及び設備使用料」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

あらかじめ電話等により、対象設備、利用日時等をご連絡の上、当日まで申請手続きが必要です。
使用が可能な場合は、許可書を交付します。

(5) 使用方法の指導

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することになっています。

(7) ご利用にあたっての順守事項

- ◎ 会議室、講堂、展示室の使用に際しての机、椅子の準備及び原状回復は、使用者の責任において行うことになっています。
- ◎ 茶器は無償で貸し付けしますが、消耗品は持ち込みとなるほか、後片づけは使用者の責任において行って下さい。
- ◎ 敷地内（駐車場を含む）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いたします。
- ◎ 当センターの施設及び設備機器をき損した場合は、直ちに届け出願います。
故意または過失によると認められる場合には、損害賠償の責任が生じることになりますので
注意してご利用下さい。

(8) 申込・照会先

〒010-1623 秋田市新屋町字砂奴寄4番地の11

秋田県産業技術センター

施設利用

総務管理部 TEL 018-862-3414 FAX 018-865-3949

設備利用等の相談窓口

共同研究推進部 TEL 018-866-5800 FAX 018-866-5803

施設使用料及び設備使用料

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 (m ²)	室数	使用料金 (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 (m ²)	室数	使用料金 (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			収容人数
	9:00-12:00	13:00-17:00	9:00-17:00	
講 堂	3,600円	4,800円	8,400円	100人
研修室B	1,110円	1,480円	2,590円	20人
展示室	(1日) 1,360円			—

また、次の付属備品が使用できますので、施設の使用申込の段階でお申し込み下さい。使用料はかかりません。

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

3. 機械設備の使用料について

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) 施設及び設備使用料には、消費税が含まれています。

(注3) 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機器設備一覧

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	3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	AeroJet	R02	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	H04	440	丹
9	非接触3次元デジタイザー	Steinbichler	COMET	H21	1,990	黒沢
10	電源ノイズ測定器	(株)TFF(テクトロニクス)	MD04104-6	H23	250	佐々木(大)
11	全光束測定システム	オーシャンフォトンクス	OP-FLUX-76-CA	H23	2,410	梁瀬
12	精密騒音計	リオン(株)	NL-52	H25	100	内田(勝)
13	超高精度3次元測定器	Panasonic	UA3P-300	H20	2,930	久住
14	非接触式表面性状評価装置	Zygo	NewView6300	H19	1,150	久住
15	非接触式フィゾー干渉計	Zygo	GPI XP/D	H19	580	久住
16	4インチ光学原器	Zygo	TS f/0.65, f/1.5, f/3.3	H21	300	久住
17	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
18	総合型金属顕微鏡	オリンパス(株)	DSX500,DSX100	H25	540	黒沢
19	CNC3次元測定機	カールツァイス(株)	PRISMO 5 HTG-S	H07	470	加藤
20	真円度測定機	ランクテラーホブソン	タリロンド262型	H08	110	加藤
21	CNC3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
22	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
23	非接触形状測定顕微鏡 ※	キーエンス	VK-9500	H15	1,030	熊谷(篤)
24	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
25	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
26	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)
27	3D鋳造積層造形装置	シーメット社	SCM-10	H27	4,950	内田(富)
28	3次元X線CTシステム	(株)東芝	TOSCANER-32300μFD	H28	2,850	内田(富)
29	鋳造CAEシステム	クオリカ	JSCAST	H29	580	内田(富)
30	3Dハイエンドプリンターシステム	ストラタシス社	J750	R01	8,850	内田(富)
31	3次元CADシステム	DASSAULT SYSTEMS	Solidworks	H28	500	黒沢
32	3D形状計測システム	東京貿易テクノシステム	VMC7000M	R02	3,000	黒沢
33	再資源化焼結炉	アドバンテック東洋(株)	KS-1703型	H07	160	遠田
34	管状炉	タナカテック	MPH-6VGS	H15	520	遠田

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	炭化賦活炉	(株)ウエーブニナー	炭化賦活炉 T-2000L	H16	1,210	遠田
36	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
37	振動試験機 ※	エミック(株)	F-03000BM/FA	H16	1,210	熊谷(篤)
38	空圧落下衝撃試験装置	ボクスイ・ブラウン(株)	SM-110-MP型	H03	110	伊藤
39	熱特性測定装置	NETZSCH	LFA457-A21 MicroFlash	H21	1,210	菅原
40	電気伝導率・熱電率測定装置	真空理工(株)	ZEM/PEM-1型	H09	1,410	関根
41	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
42	ナノインデント ※	米国Hysitron社	Model Triboscope他	H14	3,040	熊谷(篤)
43	熱膨張測定装置	理学電機	Thermo Plus 2	H15	470	関根
44	電界放射走査電子顕微鏡	日立製作所	S-4500	H08	620	菅原
45	S-4500用オートステージ	日立製作所	S-8432型	H12	110	菅原
46	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
47	3次元ひずみ解析システム	(株)レーザー計測	VIC-3D	R03	2,000	黒沢
48	圧縮成形機	東洋精機(株)	試験用加硫プレス 30ton f	S58	280	工藤
49	プラスチック衝撃試験機	上島製作所	シャルピーJIS7111	S58	110	工藤
50	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
51	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
52	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
53	メルトインテグサ	(株)東洋精機製作所	型式G-01	H25	250	工藤
54	真空加熱プレス装置	井元製作所	1824型	H19	110	工藤
55	電子天秤	ザルトリウス(株)	MC210S	H10	110	工藤
56	3次元CAD/CAMシステム	CNC Software	Mastercam他	H19	1,620	加藤
57	色彩色差計	日本電色工業(株)	SQ-2000	H12	290	工藤
58	フーリエ変換赤外分光光度計	日本分光(株)	IRT-7000	H21	840	工藤
59	粘弾性測定装置	Anton Paar社	MCR302	H26	1,120	工藤
60	低高抵抗率測定システム	(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
61	プラスチック自動比重計	東洋精機製作所	DSG-1	H28	100	野辺
62	デジタル硬度計	テクロック	GSD-1	H29	100	野辺
63	熱分析装置	(株)リガク	TG-DTA8122 / TMA8311(-S) / TMA8311(-H) / DSC8271 / DSCvesta	R02	1,120	関根
64	小型電気炉	(株)セイシン企業	PART-3	H02	260	菅原
65	電動式塗工機	(株)小平製作所	YOA-B型	H18	110	菅原
66	セミビッカース硬度計	マツザワ	PVT-7S	H21	430	関根
67	超硬製転動ミル用容器	(株)伊藤製作所		H20	110	関根
68	マイクロビッカース硬度計	(株)マツザワ	AMT-X7FS-B	H28	270	関根

※印のある設備については、担当者に直接お問い合わせください。

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	X線応力測定装置	(株)マックスサイエンス	MXP3AHP	H07	1,730	黒沢
70	スクラッチ試験機	新東科学(株)	TYPE.22H	H06	400	黒沢
71	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	黒沢
72	X線残留応力測定装置	パルステック工業(株)	m-X360s	R02	750	黒沢
73	原子吸光分光分析装置	日本ジャーレリアッシュ	SOLAAR M-6	H15	1,100	工藤
74	酸素・窒素分析装置 ※	(株)堀場製作所	EMGA-620W/C	H13	1,360	熊谷(篤)
75	炭素・硫黄分析装置	LECO社	CS-200型	H13	890	工藤
76	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
77	X線回折装置	リガク	RINT-2500	H09	720	菅原
78	低温灰化装置	ヤマト化学	PDC-210	H15	680	工藤
79	電気マッフル炉	アドバンテック東洋	FUS612PA	H15	360	工藤
80	ドラフトチャンバー	(株)ダルトン	DFB11-DFC14,DFD31	H27	730	工藤
81	精密旋盤	池貝鉄工	D-20型	S47	260	加藤
82	ドリル研削盤	(株)藤田製作所	DG36A形	S55	220	加藤
83	コンターマシン	アマダ	V-400	S47	110	加藤
84	直立ボール盤	(株)吉田製作所	YUD600	S47	110	加藤
85	卓上ボール盤	吉田鉄工所	YBD-420B	S46	110	加藤
86	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
87	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
88	ワイヤーカット放電加工機	(株)ソディック	AQ360L	H18	1,010	加藤
89	5軸制御立形マシニングセンタ	オークマ(株)	MU-400V II 型	H26	2,740	加藤
90	NCフライス盤	(株)山崎技研	F-352	R03	1,280	加藤
91	プラスチック粉砕機	ホーライ	VC3-360	H12	240	工藤
92	鋳型焼成雰囲気炉	日新化熱工業(株)	EBS-9(改)	H10	1,310	内田(富)
93	チタン用精密鋳造機	吉田キャスト	YSE-100	H28	1,270	内田(富)
94	複合サイクル腐食試験機	スガ試験機	CYP-90	H20	290	菅原
95	マイクロフォーカスX線装置 ※	日本フィリップス(株)	HOMX-161	H05	1,830	熊谷(篤)
96	プレス付真空熱処理装置	東京真空(株)	PRESS-VAC-2	H03	580	黒沢
97	交直両用TIG溶接機	(株)ダイヘン	AVP-3000P	H13	740	黒沢
98	真空チャンバー	日本精機	φ500×H250mm(内寸)材質:SUS304	H14	280	黒沢
99	レーザ加工装置	レーザライン	LDM3000-60	H29	1,900	黒沢
100	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	H07	310	関根
101	多目的高温炉	富士電波工業	ハイマルチ5000	H08	1,040	関根
102	放電プラズマ焼結装置	住友石炭鉱業(株)	SPS-2080	H08	5,400	関根

※印のある設備については、担当者に直接お問い合わせください。

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	高速精密切断装置	平和テクニカ(株)	HS-100G II	H29	300	関根
104	極間式磁気探傷機	日本工機	BY-1	S43	110	黒沢
105	超音波映像装置	日立エンジニアリング・アンド・サービス	FS200 II	H22	1,780	黒沢
106	磁気探傷機	(株)島津製作所	PRA-80型	S46	230	黒沢
107	超音波探傷器	東京計器	SM80型	S53	510	黒沢
108	X線透過検査装置	理学電気工業(株)	300EG-B2L型	S55	1,000	黒沢
109	JSNDI仕様デジタル超音波探傷器	GEインスペクション・テクノロジーズ・ジャパン(株)	USM35X JE	H23	160	黒沢
110	3Dプリンターシステム	STRATASAS	FORTUS250mc	H25	1,120	黒沢
111	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
112	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	R02	540	大竹
113	双腕型協働ロボット	(株)川田工業	Nextage	R01	810	小松
114	ビッカース硬度計	(株)アカシ	AVK-C2500	H04	110	内田(富)
115	XY自動テーブル付硬度計	明石製作所	MS-4	S60	250	内田(富)
116	電解研磨装置	ストルアス社	ボレクトロール	H09	230	黒沢
117	試料研磨琢磨機	ビューラー	エコメット4000	H20	720	黒沢
118	試料研磨琢磨機	丸本	DAP-2	S58	720	黒沢
119	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
120	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
121	万能材料試験機	Instron	5985	H22	2,460	黒沢
122	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	H02	200	菅原
123	ボールミル	日陶科学	架台二連式AN-3S無段変速28～100bpm	H01	110	菅原
124	中型電気炉	(株)モトヤマ	SH-3045E	H10	900	菅原
125	遊星回転ボールミル	(有)伊藤製作所	LA-PO412	H08	210	関根
126	アトライタ	日本コークス工業(株)	MAISE-X	H25	350	関根
127	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
128	真空溶解炉	富士電波工業(株)	FVPM-10型	H07	1,890	内田(富)
129	ニューマブラスター	(株)不二製作所	FDQ-4S	S57	300	内田(富)
130	動的ひずみ解析装置	(株)共和電業	EDX-1500A-16AC	H10	110	内田(富)
131	エアブラストマシン	(株)不二製作所	SGF-3(A)	R02	500	内田(富)
132	エアブラストマシン	(株)不二製作所	SGF-3(A)	R02	500	内田(富)
133	発光分析装置	(株)SPECTRO Analytical	SPECTROLAB M	H14	1,310	黒沢
134	シャルピ衝撃試験機	(株)島津製作所	30kgm型	S54	140	内田(富)
135	万能試験機	島津製作所	UH-F300kNI	H19	700	黒沢
136	スガ摩耗試験機	スガ試験機(株)	NUS-ISO-3型	H01	170	関根

※印のある設備については、担当者に直接お問い合わせください。

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	摩耗試験機	(株)エー・アンド・ディ	EFM-3-EM	H09	420	関根
138	標準試験片作製金型	AXXICON社	AIM Mould System	H13	230	工藤
139	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	R02	1,780	野辺
140	押出機	(株)テクノベル	KZW25TW-60MG-NH(1200)スクリュ径25φ	H16	1,620	工藤
141	集塵機	アマノ(株)	PIE45	H18	490	工藤
142	樹脂乾燥機	アドバンテック東洋	DRL823WA	H16	220	工藤
143	砥粒分散用超音波発生器	トミー精工	UD-201(S)	H13	110	久住
144	平坦度測定装置	(株)ニデック	FT-900(ウェハ用)	H25	1,270	久住
145	磁束密度測定装置	F.W.BELL	9550	H09	130	丹
146	電界制御装置	トレック・ジャパン(株)	MODEL20/20B	H10	110	久住
147	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
148	除振台	明立精機	AYA-1809K4	H21	110	久住
149	レーザー変位計	キーエンス	LC-2400	H14	110	久住
150	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
151	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
152	電源装置	トレックジャパン(株)	MODEL609D-6	H07	190	久住
153	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
154	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
155	材料物性測定装置	東陽テクニカ	1260-MAS(ソーラートロン)	H18	700	久住
156	ゼータ電位測定装置	Sysmex	Nano Z	H19	340	久住
157	誘電率測定用サンプルホルダー	東陽テクニカ	SH2-Z	H25	100	久住
158	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
159	安全キャビネット	エアーテック	BHC-1006 II A/B3	H20	110	中村
160	核酸増幅システム	三洋電機バイオメディカ(株)	MDF-192	H17	310	中村
161	蛍光顕微鏡	ニコン	E400-RFL 1	H15	200	中村
162	サーマルサイクラー	Bio-Rad	T100	H27	100	中村
163	プレートリーダー	Bio-Rad	iMark PCシステム	H27	100	中村
164	蛍光式光ファイバー温度計	安立計器	FL-2000	H28	100	中村
165	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
166	研磨装置	不二越機械工業	SLM-140	H22	490	久住
167	片面研磨装置	不二越機械工業(株)	SLM-140改	H25	560	久住
168	高速引張試験機	島津製作所	HITS-T10	H21	2,410	黒沢
169	落錘衝撃試験機	INSTRON	9205HV	H21	1,470	黒沢
170	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

※印のある設備については、担当者に直接お問い合わせください。

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	減圧除湿乾燥機	カワタ(株)	DV-30	H26	250	野辺
172	高転写成形用急加熱冷却金型システム	山下電気(株)	超臨界発泡射出成形機用金型	H26	1,110	野辺
173	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
174	立形マシニングセンタ	ファナック	α -T14iD	H16	470	加藤
175	複合材硬化成形用オートクレーブ	(株)羽生田鉄工所	ϕ 850 x 1500L	H21	1,470	藤嶋 基
176	複合材料切断機	(株)丸東製作所	AC-300CF	H22	580	藤嶋 基
177	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 基
178	複合材料圧縮成形装置	(有)郷製作所	MBO05-GMS	H27	1,410	藤嶋 基
179	超臨界発泡射出成形機	日精樹脂工業(株)	NEX180Ⅲ 25E	H24	3,040	野辺
180	プリント基板加工システム	日本LPKF(株)	Protomat C100HF	H16	460	久住
181	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	R01	730	大竹
182	パイボラ電源	松定プレジジョン	POEF60-20	H27	100	丹
183	直流安定化電源	菊水電子工業(株)	PAT80-100T WITH USB	H27	180	佐々木(大)
184	電子負荷装置	菊水電子(株)	PLZ1004WH	H27	100	佐々木(大)
185	冷熱衝撃装置	エスベック(株)	TSA-73ES-W	R01	700	伊藤
186	雑音総合評価試験機	(株)ノイズ研究所	MODEL EMC-5000S	H01	890	佐々木(信)
187	ファストランジェントノバースト試験機	(株)ノイズ研究所	FNS-AX3-B50B	H26	150	佐々木(信)
188	低温恒温高湿器	エスベック	PSL-2K	H19	240	佐々木(大)
189	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
190	耐候性試験機	岩崎電気(株)	SUV-W161	H25	1,540	伊藤
191	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
192	静電気試験器	ノイズ研究所	ESS-S3011A	H29	200	伊藤
193	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	佐々木(信)
194	衝撃波記録解析装置	Lansmont社	Test Partner TP3-USB	H26	100	伊藤
195	真空乾燥器	EYELA	VOS-450SD	H09	130	遠田
196	自動研磨装置	ビューラー社	AUTOMET2&ECOMET3	H09	170	遠田
197	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	H09	180	遠田
198	発熱量測定装置	(株)島津製作所	CA-4PJ	H10	110	遠田
199	粉塵ドラフト	オリエンタル技研(株)	GNS-1800S	H10	110	遠田
200	排ガス分析装置	(株)島津製作所	GC-17A	H10	120	遠田
201	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
202	GC用熱分解装置	(株)島津製作所	PY-2020iD	H21	520	遠田
203	サイクロンサンプルミル	静岡精機(株)	CSM-F1	H20	110	遠田
204	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

※印のある設備については、担当者に直接お問い合わせください。

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	ビード作製装置	東京科学(株)	TK-4100型	H16	810	遠田
206	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
207	粒度分布測定装置	日機装(株)	MT3300EX2-SDC-H	H25	580	遠田
208	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
209	ハロゲン化合物測定用検出器	Thermo SCIENTIFIC 社	ICS-1600	H26	410	遠田
210	ガス蒸気吸着量測定装置	日本ベル(株)	BELSORP-max	H26	920	遠田
211	超純水製造装置	アドバンテック東洋	RFU665DA	H26	100	遠田
212	CHN元素分析装置	LECO	CHN628	R02	570	遠田
213	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	R03	1,610	遠田
214	低温恒温恒湿器	タバイエスベック(株)	PL-3SP型	H05	180	遠田
215	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
216	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-300+2100型	H22	1,570	遠田
217	吸着性能評価装置	Quantachrome社	ChemBET-3000型	H16	700	遠田
218	バイオシェーカー	タイテック(株)	BR-43FL-MR	H23	110	遠田
219	分子量分布測定装置	(株)島津製作所	ProminenceGPCシステム	H25	390	遠田
220	高感度ガスクロマトグラフ	(株)島津製作所	Tracera	H27	470	遠田
221	波長分散型X線装置	(株)リガク	ZSX Primus IV	R01	1,170	遠田
222	紫外可視分光光度計	(株)島津製作所	UV-3600i Plus	R03	420	工藤
223	微粉碎機	中央化工機(株)	MB-1	H09	110	遠田
224	粗粉碎機	三田村理研工業(株)	SR-2	H09	140	遠田
225	凍結粉碎器	日本分析工業	JFC-1500型	H15	300	遠田
226	小型タンデムリング粉碎機	中央化工機商事(株)	TR-LM	H24	110	遠田
227	アスファルト用乾燥機			S46	110	遠田
228	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(信)
229	光テストシステム装置	横河電機	AQ2200	H17	710	佐々木(信)
230	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)
231	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)
232	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)
233	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)
234	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)
235	絶縁耐圧試験器	日置電機(株)	3159	H14	110	伊藤
236	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
237	ロックウェル硬さ試験機	(株)アカシ	ATK-F1000	H07	190	内田(富)
238	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

※印のある設備については、担当者に直接お問い合わせください。

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
239	蛍光X線膜厚計	セイコー電子工業	SEA-5120	H06	1,410	岡田
240	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
241	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
242	イオンスパッタ装置	日本電子(株)	JUC-5000	H04	2,040	岡田
243	マイクロオージェ電子分光装置	日本電子(株)	JAMP-7830F	H14	9,270	岡田
244	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
245	実体顕微鏡	オリンパス	SZH-141	H04	350	岡田
246	光電子分光装置(ESCA)	アルバックファイ	5600MC	H04	17,910	千葉
247	卓上顕微鏡	日立ハイテクノロジーズ	Miniscope TM3030Plus,EDX:Quantax70	H27	770	千葉
248	高感度マグネットメータ	プリンストンメジャメント社	MicroMag2900	H05	4,510	山根
249	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
250	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
251	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
252	2次元光検出器	ビットラン	BQ-73LN	H22	120	笠松
253	恒温恒湿槽	ADVANTEC	AGX-224	H07	310	遠田
254	ダイヤモンド研磨システム	マルトー	ML-150P	H05	110	岡田
255	低速切断機	サウスベイトテクノロジー	SBT650	H05	110	岡田
256	卓上プラズマエッチング装置	三友製作所	TP-50B	H27	470	伊勢
257	静電容量微小変位計	ナノテックス	PS-Ⅲ-5D	H16	110	小松
258	純水・超純水製造装置	アドバンテック	RFU655DA・RFP543RA	H22	240	山根
259	金属顕微鏡	ニコン	XPF-UNRB	H04	960	伊勢
260	ハイトゲージ	ハイデンハイン	CERTO-CT60M	H06	430	伊勢
261	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
262	ダイシング・ソー	ディスコ	DAD320	H07	1,470	内田(勝)
263	摩擦摩耗試験機	ブルカー・ジャパン(株)	UMT-TL-BASE	R01	900	関根
264	スパッタ・蒸着複合装置	トッキ	SPS506	H07	3,980	山根
265	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
266	パッチ式多元スパッタ装置 ※	トッキ	SPM506	H07	3,820	熊谷(篤)
267	イオンビームガン	アリオス	EMIS-212	H17	440	内田(勝)
268	スパッタリング用パルス電源	日本MKS	RPG-50A-00	H17	290	内田(勝)
269	イオンミリング装置	コモンウェルス	ミラトロンⅣ	H04	1,940	田口
270	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
271	パッチ式多層スパッタ装置 ※	日電アネルバ	SPF-540H特	H04	2,570	熊谷(篤)
272	パッチ式スパッタ装置 ※	日電アネルバ	SPF-332H	H06	2,040	熊谷(篤)

※印のある設備については、担当者に直接お問い合わせください。

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
273	ディスクスパッタ装置	日本真空技術	SSH-4S	H05	12,570	山根
274	超高真空多元スパッタ装置 ※	アルバック	MPS-4000-C6	H15	6,130	熊谷(篤)
275	純水・超純水製造装置	日本ミリポア(株)	Milli-Q Integral 10	H21	230	田口
276	工場顕微鏡システム	ニコン	MM-11U	H04	2,990	伊勢
277	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
278	超音波洗浄装置	本多電子	W118	H07	450	内田(勝)
279	サンプリングオシロスコープ	レクロイジャパン	9354TM	H07	160	黒澤
280	高速スペクトラムアナライザ	HP	E4401B	H11	280	黒澤
281	高速パルスジェネレータ	HP	HP81110A	H11	240	黒澤
282	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
283	電波暗室・EMI測定システム	Rohde&Schwars	ESIB26a	H16	9,740	黒澤
284	電波暗室用センサスキャナ	デバイス	DM3423AV1/0	H19	210	黒澤
285	発振器	エヌエフ回路設計ブロック	WF1973	H19	110	黒澤
286	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
287	低ノイズアンプ	TSJ	MLA-00118-B01-35	H20	110	黒澤
288	高利得マイクロ波アンテナ	Electro Metrics	EM-6969	H21	110	黒澤
289	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
290	CISPR22対応電波吸収体	TDK	IS-030A	H22	110	黒澤
291	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
292	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
293	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
294	高周波発振器	アンリツ	MG3692C	H26	150	黒澤
295	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
296	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
297	オシロスコープ	キーサイト・テクノロジー(株)	DSOX6004A	H30	140	黒澤
298	EMS用発信器	ローデ・シュワルツ社	SMB100B	R01	110	黒澤
299	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	R03	100	黒澤
300	電子負荷	(株)計測技術研究所	LN-300A-G7	H26	100	木谷
301	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
302	EM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
303	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	R02	190	木谷
304	触針式表面形状測定装置	アルバック	DEKTAK150	H21	250	千葉
305	超微小硬度計 ※	日本電気	MHA-400	H04	14,980	熊谷(篤)
306	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	R02	2,000	久住

※印のある設備については、担当者に直接お問い合わせください。

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
307	分光エリプソメータ	日本セミラボ(株)	SE2000	H28	1,130	山根
308	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
309	MTF評価装置	トライオプティクス	Image Master HR LP	H21	550	梁瀬
310	金属顕微鏡システム	オリンパス	BH3-MJL	H06	1,520	梁瀬
311	MTF評価装置	(株)エフケー光学研究所	MATRIX-CS	R03	670	梁瀬
312	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
313	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
314	スペクトラムアナライザ	HP	HP4396B	H09	930	小松
315	FFTアナライザ	HP	HP35670A	H05	1,150	小松
316	光マイクロメータ	MTI	MTI-2000 1157	H05	620	小松
317	光マイクロメータ	MTI	MTI-2000 1165	H05	340	小松
318	FFTサーボアナライザ	HP	HP35670A	H07	640	小松
319	高分解能光ファイバー式変位計	フォトリクス	ATW-01 + ATP-A20	H12	220	小松
320	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	小松
321	FFTアナライザー	アジレントテクノロジー	35670A	H17	170	小松
322	5ch 静電容量変位計	ナノテックス	PS-Ⅲ-5D	H17	110	小松
323	オートコリメータ	ニコン	6B	H18	220	小松
324	超高分解能光学スケール	Sony Manufacturing Systems Corporation	BH20	H18	110	小松
325	平面検出型光学スケール	Sony Manufacturing Systems Corporation	BZ	H18	110	小松
326	FFTアナライザー	小野測器	DS-2100	H19	220	小松
327	マイクロ스코プ	ハイロックス	KH-7700	H19	230	小松
328	高分解能・光学スケール	ソニーマニファクチュアリングシステムズ(株)	BH20	H20	110	小松
329	ロジックアナライザ	アジレントテクノロジー(株)	16804A	H20	240	小松
330	オシロスコープ	アジレントテクノロジー(株)	DSO7104A	H21	110	小松
331	高分解能・光学スケール	ソニーマニファクチュアリングシステムズ	BH25, BD96-B1400HC特	H21	120	小松
332	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	小松
333	レーザ干渉変位計システム	(株)小野測器	LV-2100	H21	130	小松
334	除振台	明立精機	MAPS-008A-G1010	H22	270	小松
335	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	小松
336	レーザドップラ振動計	小野測器	LV-1800	H25	140	小松
337	振動周波数分析器	(株)エヌエフ回路設計ブロック	FRA5097	H25	130	小松
338	微小トルク検出器	ユニパルス	UTM II -0.05Nm	H26	100	小松
339	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	小松
340	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	小松

※印のある設備については、担当者に直接お問い合わせください。

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
341	差動型非接触振動計	小野測器(株)	LV-1800	H26	150	小松
342	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	小松
343	小型赤外線サーモグラフィー	(株)アピステ	FSV-210L	H30	170	小松
344	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
345	発振器	HP	HP81110A	H11	240	木谷
346	クリーンブースC(H17導入)	日本エアテック	ACB-352C-特型	H07	130	木谷
347	光学顕微鏡	ニコン	MM-11U	H07	590	木谷
348	ローパスフィルタ	エヌエフ回路設計ブロック	3660A	H09	440	木谷
349	ロングメモリオシロスコープ	レクロイ	LC574AL	H11	680	木谷
350	オシロスコープ	Agilent Technologies	54622A	H12	110	木谷
351	高精度スピンスタンド	協同電子システム	LS1000/500PS-II K	H16	2,510	木谷
352	磁気抵抗測定装置	ハヤマ	MRMS-10K	H20	3,770	黒澤
353	スイッチ・マトリックス	ケースレーインストルメンツ(株)	4200-UL-LS-12	H21	110	黒澤
354	GPIO直流電源装置	菊水電子	PB×40-5	H05	260	木谷
355	粘度計	ブルックフィールド社	DV2TCP	H29	100	遠田
356	表面張力計	協和界面科学	DY-500	H29	170	遠田
357	小型旋盤	エムコ社	コンパクト8	H05	590	小松
358	立型帯鋸盤	ラクソー	VWS-55	H05	280	小松
359	静電力発生用高圧電源システム	松定プレジジョン	HAR-30P73.3	H27	100	小松
360	ハイスピードマイクロスコープ	キーエンス	VW-9000	H28	400	小松
361	LCRメータ	HP	HP4284A	H07	610	小松
362	ズーム顕微鏡	ユニオン光学(株)	DZ2-SH	H09	230	笠松
363	B-Hルーブメータ(解析装置付き) ※	テスラ	MODEL4800(解析装置: マイテック: 高感度 M-VSM500R)	H04	1,360	熊谷(篤)
364	標準電圧電流発生器	アドバンテスト	R6161	H05	230	内田(勝)
365	マルチメータ	HP	HP3458A	H05	340	内田(勝)
366	アンプ付き電流プローブ	ソニーエレクトロニクス	AM503S+op05	H11	110	木谷
367	デジタルオシロスコープ	LeCroy	WR6051A	H16	110	木谷
368	インピーダンスアナライザ ※	HP	HP4291A	H06	1,680	熊谷(篤)
369	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
370	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
371	フォトリソグラフ用クリーンオープン	榎本化成	CSO-402BF	H12	160	内田(勝)
372	スピンコータ	ミカサ(株)	MS-A150	H21	140	内田(勝)
373	液晶配向シミュレータ	シンテック(株)	LCD MASTER 3D	H18	190	梁瀬

※印のある設備については、担当者に直接お問い合わせください。

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
374	ラビング装置	E.H.C(株)	MR-100	H18	270	梁瀬
375	UV加圧硬化装置	E.H.C	MLP-320G	H19	110	梁瀬
376	シール剤塗布装置	岩下エンジニアリング	Ez-ROBO5/ACCURA DG	H20	110	梁瀬
377	アッベ屈折計	アタゴ	DR-M4/1550	H21	110	梁瀬
378	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	H05	110	梁瀬
379	照明光学系設計システム	Zemax社	OpticStudio Professional版	H27	220	梁瀬
380	高速カメラ	(株)ディテクト	HAS-D3M	H25	110	笠松
381	偏光顕微鏡	オリンパス光学工業(株)	BHS-751-P型	S62	110	梁瀬
382	高性能LD光源	メスグリオ	56RCS002/HV	H21	110	梁瀬
383	色彩輝度計	コニカミノルタ	分光フィッティング方式 CS-200	H25	130	梁瀬
384	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	R02	340	梁瀬

※印のある設備については、担当者に直接お問い合わせください。

秋田県産業技術センター 業務年報

2021年(令和3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番地の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)

TEL 018-866-5800(技術相談窓口)

FAX 018-866-5803(技術相談窓口)

E-mail : soudanshitu@aitc.pref.akita.jp

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