

業 務 年 報

Annual Report of
Akita Industrial Technology Center

2016

秋田県産業技術センター

ご 挨拶

秋田県産業技術センターは、個々の研究員が持つ要素技術や蓄積した知財、導入した設備などの経営資源を有効に、しかも最大限に活用して、秋田県の産業振興に寄与する役割を担っています。

産業振興、すなわち産業を元気にするということは、高い付加価値を生み出せる製造業が今後も力強く成長していくことが大前提になります。そのためには、個々の企業が、開発型あるいは提案型の企業として、自らを売り込んでいけるようになる必要があります。ただ、自社だけの努力では難しい面もあり、力強いサポーターが必要です。そこにこそ産業技術センターの役割があると言っても過言ではありません。

秋田県産業が持続的に発展して雇用を確保していくために、当センターのミッションとして「売れるものづくりクラスター」を掲げ、輸送機産業、医療機器産業、新エネルギー産業といった秋田の強みでもあり成長が期待される分野に、従来から強みのある電子デバイス産業の技術を絡めて売れるものを開発してきました。

今年度から、これだったら絶対誰にも負けないというオリジナルのコア技術を磨いて、それを核とした製品開発、それを基にした技術支援により、企業の売れるものづくりを支援しようとする「あきたものづくり創生事業」がスタートしました。強みのあるコア技術があれば、それを核として様々な分野で、強みのある製品の開発が可能になります。さらに、ニーズの多様化に対応して、種々の分野での売れるものづくりに寄与します。これらのコア技術と重点となる産業分野との関係を開発品や想定品で表現した「戦略マトリックス」も提示しました。これをもとに、今まで研究開発などで培ってきた強みのあるコア技術を企業の付加価値向上に結びつけていきたいと考えています。

また、そうした「売れるものづくりクラスター」の中核となり、現在もこれからも日本の力の源泉となるのは中小企業です。輝く技術を持っても、それを活かして市場開拓をする、製品開発をする、あるいは他の技術を持つ企業と連携するなどの取り組みになかなか一歩を踏み出せないでいる中小企業に対して、当センターは「秋田県中小企業振興条例」に基づき、御用聞きだけではない提案型の企業訪問である「技術コンシェルジュ事業」を行って参りました。

これからも、「技術支援機能」、「研究開発機能」、「成果普及」の３つの機能をもとに、互いのシナジー効果も含めて県内産業の振興に資するため、より一層の努力をして参りますので、日頃、ご指導をいただいている関係各位に心より感謝を申し上げますとともに、変わらぬご支援を賜りますようお願い申し上げます。ご挨拶といたします。

平成２９年３月
秋田県産業技術センター所長
鎌田 悟

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.	「あきたものづくり創生事業」の概況	11
II	事業報告	17
1.	研究関連契約	18
2.	技術支援加速化事業（技術コンシェルジュ事業）	18
3.	施設・設備利用状況	19
4.	技術研究会活動	20
5.	人材育成	29
6.	その他	30
III	研究成果・広報活動	31
1.	研究成果報告会の概要	32
2.	研究成果概要	34
3.	所内見学	44
IV	研究報告	45
1.	あきたものづくり創生事業	46
2.	研究推進	87
V	資 料	120
1.	沿革詳細	121
2.	特許出願・登録状況	123
3.	各技術研究会の概要	127
VI	当センターのご利用について	128
1.	秋田県産業技術センターの所在とアクセス	129
2.	秋田県産業技術センター施設・設備利用のご利用案内	131

I 総 説

1. 沿革

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

2. 規模

2-1 土地・建物

	敷地面積(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

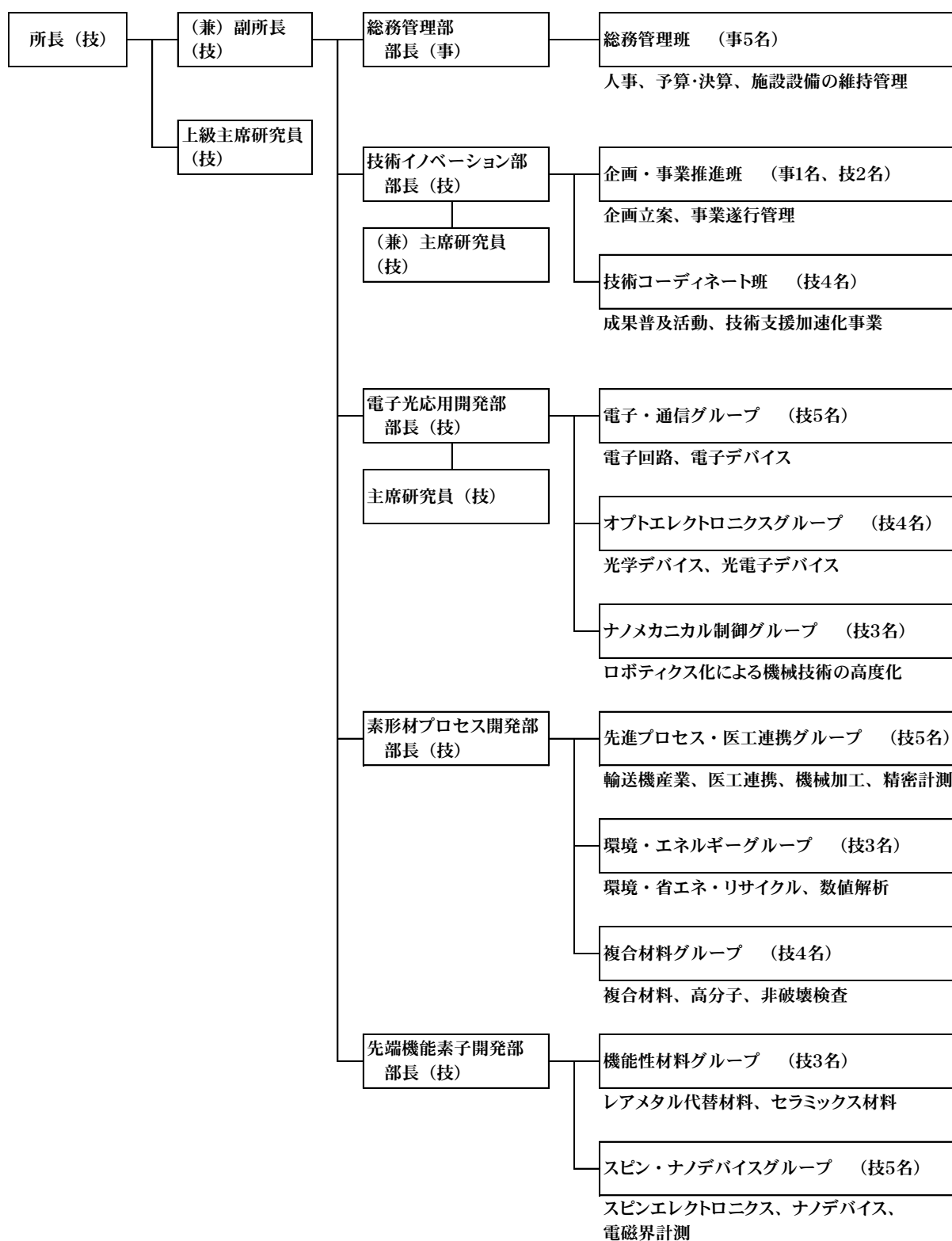
2-2 人員

平成28年4月1日現在

	技術系	事務系	嘱託	臨時	計
所長、副所長、上級主席研究員、 総務管理部	3	6	3	1	13
技術イノベーション部	8	1	3	0	12
電子光応用開発部	14	0	1	0	15
素形材プロセス開発部	13	0	4	0	17
先端機能素子開発部	9	0	1	1	11
合計	47	7	12	2	69

3. 組織・業務体制

3-1 組織図 平成28年4月1日現在



3-2 職員・業務分担

平成28年4月1日現在

- 秋田県産業技術センター 所 長 鎌田 悟
秋田県産業技術センター 副所長 赤上 陽一（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 山川 清志

○ 総務管理部

組織名	職名	氏名	主な業務
総務管理班	部長	藤原 睦子	総務管理部門の総括
	主幹（兼）班長	夏井 耕悦	班の総括、連絡調整、人事、服務、公印管理、文書主任、監査・検査
	副主幹	竹内 洋之	文書副主任、監査・検査
	主査	金澤 恭彦	予算・決算、物品取扱員、歳入、歳出、財産管理、消防防災、施設設備維持管理、情報化リーダー
	主査	青山 香織	給与、歳出（本館）、物品管理（本館）、外部資金経理（本館）、歳入歳出外現金、科研費（人件費分）、情報化リーダー
	主事	浅野 晃子	物品管理（高技館）、外部資金経理（高技館）、歳出（高技館）、福利厚生、労働安全衛生、科研費、公共料金、情報化リーダー

○ 技術イノベーション部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	佐藤 明	技術イノベーション部門の総括
	(兼) 主席研究員	斉藤 耕治	東北航空宇宙産業研究会・秋田輸送機コンソーシアム 【本務：地域産業振興課政策監】
企画・事業推進班	主幹 (兼) 班長	工藤 公樹	班の総括、企画立案・事業遂行管理の総括、政策予算（正）、設備管理（正）
	主任研究員	熊谷 健	議会对応・本課対応、産技連関連、学術管理、ネット管理、政策予算（副）、設備管理（副）、共同研究・受託研究・知財管理（副）
	主査	高橋 浩樹	共同研究・受託研究・競争的資金・受託研修・知財管理・開放研究室（正）、政策予算（副）、設備管理（副）、議会对応・本課対応（副）
技術コーディネート班	上席研究員 (兼) 班長	千葉 さおり	班の総括、成果普及活動の総括、技術支援加速化事業（正）、情報発信（正）、北東北公設試・他公設試・大学高専との連携（副）
	上席研究員	菅原 靖	機能性材料開発・各種分析、情報発信（副）
	上席研究員	岡田 紀子	輸送機産業コーディネート・認証取得支援、東北航空宇宙産業研究会・秋田輸送機コンソーシアム
	主任研究員	田口 香	技術コーディネータの統括、北東北公設試・他公設試・大学高専との連携（正）、技術支援加速化事業（副）

○電子光応用開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
	部長	小笠原 雄二	電子光応用開発部門の総括
	主席研究員	森 英季	ロボティクス化による機械技術の高度化 (グループリーダー)
電子・通信 グループ	上席研究員 (兼) グループリーダー	近藤 康夫	グループの総括、電子回路、電子デバイス
	主任研究員	丹 健二	電子デバイス、電磁界計測技術
	主任研究員	佐々木 信也	電子通信技術、ネットワーク応用
	主任研究員	佐々木 大三	センサー応用開発、信号処理技術、適応制御 技術
	研究員	伊藤 亮	電子回路、計測技術
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	梁瀬 智	グループの統括、光電子デバイス、光学評価 技術、照明光評価
	上席研究員	山根 治起	光学デバイス、光計測技術
	上席研究員	内田 勝	光電子デバイス、薄膜材料、表面処理技術 (乾式、湿式)
	主任研究員	近藤 祐治	光計測技術、磁気計測技術、光学デバイス、 X線計測技術
ナノメカニカル 制御グループ	主席研究員 (兼) グループリーダー	森 英季	ロボティクス化による機械技術の高度化 (技術統括)
	主任研究員	櫻田 陽	ロボティクス化による機械技術の高度化 (制御技術担当)
	研究員	伊藤 亮	ロボティクス化による機械技術の高度化 (霧化現象解析担当)
	研究員	荒川 亮	ロボティクス化による機械技術の高度化 (構造設計担当)

○素形材プロセス開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
先進プロセス・ 医工連携グループ	部長	沓澤 圭一	素形材プロセス開発部門の総括
	主任研究員（兼） グループリーダー	加藤 勝	グループの総括、輸送機産業、医工連携、機械加工、精密形状計測
	主任研究員	内田 富士夫	鋳造技術、輸送機産業、医工連携、デジタルエンジニアリング
	主任研究員	久住 孝幸	電界砥粒制御技術の開発、精密形状計測
	研究員	中村 竜太	医工連携、電界非接触攪拌技術の開発・評価
環境・エネルギーグループ	研究員	黒沢 憲吾	機械加工、精密形状計測、デジタルエンジニアリング
	上席研究員（兼） グループリーダー	遠田 幸生	グループの総括、環境・省エネ、分析、再生可能エネルギー
	主任研究員	経徳 敏明	地熱・地中熱・廃熱利用
複合材料グループ	研究員	井上 真	発電機構の開発、小型水力、流体混合シミュレーション
	上席研究員（兼） グループリーダー	木村 光彦	グループの総括、複合材料、非破壊検査、接合技術開発
	上席研究員	工藤 素	複合材料、超臨界発泡成形技術、高分子材料、分析
	主任研究員	藤嶋 基	複合材料、CFRP成形・補修技術、評価
	研究員	野辺 理恵	複合材料、超臨界発泡成形技術

○先端機能素子開発部

組織名	職名	氏名	主な業務
機能性材料グループ	部長	千葉 隆	先端機能素子開発部門の総括
	主任研究員（兼） グループリーダー	杉山 重彰	グループの総括、レアメタル代替材料、セラミックス材料開発
	主任研究員	伊勢 和幸	セラミックスデバイス開発
スピン・ナノデバイスグループ	研究員	関根 崇	レアメタル代替材料、セラミックス材料開発
	上席研究員（兼） グループリーダー	鈴木 淑男	グループの総括、スピンエレクトロニクス
	上席研究員	新宅 一彦	ナノデバイス・材料技術
	主任研究員	黒澤 孝裕	電磁界計測技術、電波暗室、エネルギーデバイス技術
	主任研究員	木谷 貴則	電磁界計測技術、電波暗室、エネルギーデバイス技術
	主任研究員	神田 哲典	スピンエレクトロニクス

4. 決算 ※人件費を除く

歳 入

科 目	収入額(円)	備 考
国庫支出金	119,556,077	
電源立地特別交付金	119,556,077	
使用料及び手数料	19,533,328	
使用料	19,533,328	
諸収入	39,635,909	
受託事業収入	31,679,628	
雑入	7,956,281	
財産収入	1,665,465	
繰入金	0	
一般財源	220,679,617	
計	401,070,396	

歳 出

科 目	支出額(円)	備 考
管理運営費	196,194,082	
研究推進費	43,649,421	
あきたものづくり創生事業	33,483,657	
施設設備整備事業	117,650,880	
技術支援加速化事業	10,092,356	
計	401,070,396	

5. 導入機械設備一覧

(平成28年度)

機器名称	メーカー及び型式	概 要	設置場所
蛍光式光ファイバー 温度計	安立計器 (株) / FL-2000	高周波・マイクロ波または高電圧などの過酷な環境下において接触式で温度計測を行う装置。	本館
電界砥粒制御用小型 片面研磨装置	ビューラーITW ジャパン (株) / エコメット 250、オートメット 250	水ベースのスラリーにおける電界砥粒制御実験において自動研磨を行う装置。	本館
PC 制御画像認識塗布 システム	武蔵エンジニアリング (株) / IMAGE MASTER 350PC Smart	卓上型ロボットによりワーク (部品、製品) に液剤塗布を行う装置。	本館
マイクロビッカース 硬度計	(株) マツザワ / AMT-X7FS-B	セラミックスや金属等のビッカース硬度、破壊靱性値等の機械的性質を調べる装置。	本館
3 次元 CAD システム	ダッソー・システムズ (株) / SOLIDWORKS2015	工業製品の 3 次元モデル作成とそのモデルを用いた機構・構造解析を行うために使用する。	本館
統合脅威管理装置	フォーティネットジャパン (株) / FortiGate-300D	ネットワークを狙ったサイバー攻撃を検知し、情報機器や情報資産の保全や情報漏洩を防御する装置。	本館
分光エリプソメータ ー	日本セミラボ (株) / SE-2000	光学デバイス作成において、光学薄膜の光学定数および膜厚を測定する装置。	高度技術研究館
3 次元 X 線 CT システ ム	東芝 IT コントロールシステム (株) / TOSCANER-32300 μ FD	ダイカスト等の casting 欠陥、GFRP、CFRP 等の複合材料の繊維分布状態を非破壊で観察し、内部の欠陥数や形状等を測定する装置。	本館
チタン用精密鋳造機	吉田キャスト工業 (株) / YSE-100T	自動車・航空機・医療・電気電子等の分野で使用されるチタン製品を鋳造にて製造する装置。	本館
ハイスピードマイク ロスコープ	(株) キーエンス / VW-9000	液剤霧化における飛翔中の粒径計測やおよび液滴の軌道など、微小な領域を高速で動作する現象を観察する装置。	高度技術研究館
冷却水循環装置	オリオン機械 (株) / RKE3750B-V-G2	成膜装置において、カソード部を冷却するための装置。	高度技術研究館
プラスチック自動比 重計	(株) 東洋精機製作所 / DSG-1	JIS Z 8807 に準拠した測定法により、プラスチック、ゴム、セラミックスおよびその複合材料等の比重を測定する装置。	本館
フローサイトメータ ー	ベックマン・コールター (株) / CytoFLEX	蛍光標識を行うことにより、単一の細胞 (細胞、細菌等) の複数の特徴を同時に高速で解析する装置。	本館

6. 業務実績概況

項 目		実績数	単位
研究 関 連 契 約	共同研究	5 9	件
	受託研究	7	件
	簡易受託研究	4 8 0	件
	委託研究	0	件
	外部資金	6	件
	その他の研究開発関連契約（NDA等）	1 1	件
技術相談・指導		2, 8 3 0	件
施設・設備利用状況		2, 2 1 7	件
開放研究室入居状況		1 2	件
技 術 研 究 会 活 動	秋田県非破壊検査技術研究会	8	回
		1 5 1	人
	秋田県高分子材料研究会	6	回
		1 4 6	人
	秋田県生産技術研究会	1 2	回
		5 4 9	人
	北東北ナノ・メディカルクラスター研究会	3	回
		8 0	人
	秋田県硬質工具材料研究会	1	回
		2 8	人
	東北再生可能エネルギー研究会	3	回
		5 7	人

項 目		実績数	単位
人 材 育 成	技術者の育成・受託研修	7	件
	講師及び審査員の派遣	1 9	件
成 果 ・ 広 報 活 動	研究成果報告会	1 5 6	人
	特許等	1	件
	誌上・論文発表	8	件
	学会等口頭発表	6 9	件
	各種表彰	1	件
	一般公開	3 3	人
	イベント	1 7	件
	新聞・一般誌掲載・テレビ放映等	2 5	件
	所内見学	3 9 4	人
研究報告		2 7	件

7. 「あきたものづくり創生事業」の概況

日本の製造業を取り巻く情勢が大きく変化する中で、秋田県の製造出荷額は全体として伸び悩んでいる。当センター事業である技術支援加速化事業においてこの要因を調査したところ、県内にはオリジナル技術・技術者を保有する企業が少なく、受注下請け体質を脱却できないという根強い課題があることが改めて明らかになった。これらの課題を克服するためには、当センターが確立したコア技術を4つの分野（3D、機能性部材、IoT、プロセス制御）に分類し、これらの技術要素を切り口に、企業の持つ強みを踏まえ、成長分野への参入に繋がるような付加価値の高い製品開発等の提案とその開発支援を行うことによって、研究開発型企業を育成する必要がある。

「あきたものづくり創生事業」では、新たなものづくり時代を見据えながら、県内企業からのニーズを踏まえ、ものづくりに必要な人材を育成するとともに、確立したコア技術を基に県内企業の付加価値の高い製品開発等の支援をすることにより、成長分野への事業展開を促進し本県産業の振興に繋げていく。

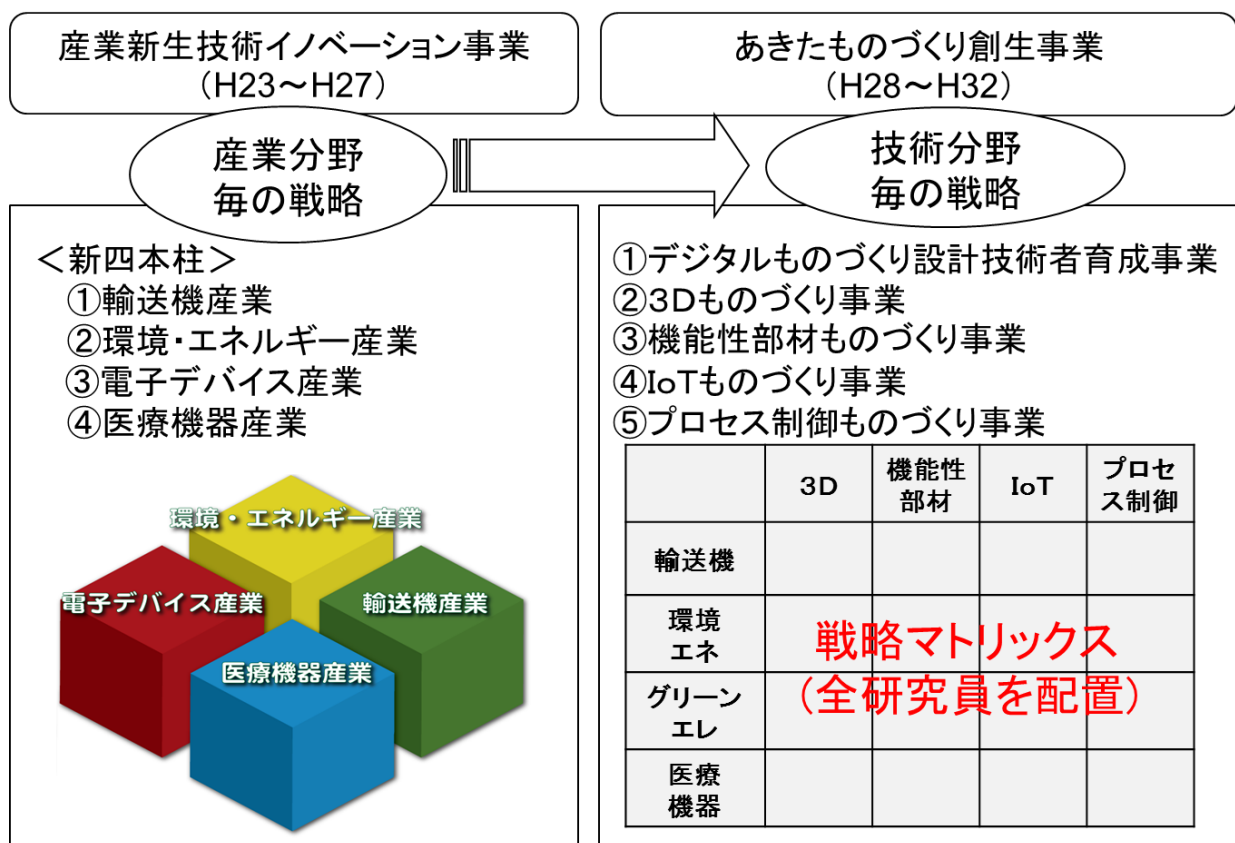


図 あきたものづくり創生事業概要

デジタルものづくり設計技術者養成事業

素形材プロセス開発部 沓澤 圭一

目 的

3次元CAD/CAM/CAE/FP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。本事業では、生産効率・品質の向上及び低コスト化を目的として、当センターがこれまでにや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、技術課題解決に向けた技術支援を行った。

内 容

1. 人材育成並びに技術研修

研修コースとして次の6コースを設定し、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実施した。

【3D樹脂プリンタコース】

意匠設計、製品開発設計担当者を中心に3DCAD（SolidWorks）、3Dプリンタ（STRATASYS CONNEX500, FORTUS250mc）を活用したものづくり支援を行った。

【3D-CAD コース】

機械・電機・電子部品設計、金型設計担当者を中心に3DCAD（SolidWorks）（CATIA, Pro-Engineer）を活用した機械設計、金型設計の技術研修を行った。

【3D-CAM コース】

機械・電子部品、金型等の設計・加工担当者を中心に3D-CAM（Mastercam）5軸制御立形MC（オークマ MU-400VⅡ型）を活用した機械加工技術の研修を行った。

【構造解析コース】

機械・電子部品設計担当者を中心に構造解析（MSCソフトウェア製Marc）、流体解析（XFlow）を活用した強度解析、流体解析技術研修を行った。

【射出成形CAEコース】

プラスチック部品設計、射出成形金型設計担当者を中心に射出成形シミュレーション（東レエンジニアリング製3DTIMON）を活用した射出成形シミュレーション技術の研修を行った。

【鋳造CAEコース】

鋳造方案設計担当者を中心に鋳造CAE（オリカ製JSCAST）3D鋳型積層造形装置（シメット社製IS-800SA）を活用した鋳造シミュレーション研修と鋳造品試作支援を行った。

2. 成果

20社、34名、210人日の研修を実施した成果事例を以下に示す。

【3D樹脂プリンタコース・3D-CADコース】

- ①「自立型無人機の最適設計技術の確立」により、試作回数、製作コスト及び納期を1/2程度に削減することができた。
- ②「3Dプリンタを活用した鋳造技術の開発」にて木型の代替えとして3Dプリンタにて造形した模型を活用することで、木型製作期間の短縮及びコスト半減等の成果を得ることができた。

【3D-CAMコース】

「3次元CAD/CAM（Mastercam）の基本操作と切削加工の基礎知識の習得」により、新入社員の教育研修ができた。

【構造解析コース】

- ①「水回り商品における流体シミュレーション解析技術の確立」により、水の流れや圧力と流量の関係を解明し、従来品より高性能化が図られた。
- ②「加工装置における振動数値シミュレーション解析技術」により、解析ソフトを活用した固有値解析・周波数応答解析技術を習得し、今後の商品開発への解析技術を確立した。

【射出成形CAEコース】

「ランナーバランス最適設計技術の確立」により、射出成形品の多数個取りにおいて、充填バランスの最適化が図られ、安定した成形条件を得ることができ、成形不良が低減され良品率の向上が達成された。

【鋳造CAEコース】

「大型鋳造品の鋳造欠陥解析技術の確立」により、これまで発生した鋳造欠陥の低減及び最適鋳造方案設計技術を確立することができた。

3Dものづくり事業

素形材プロセス開発部 沓澤 圭一

目 的

本事業は、3D 技術を活用した成形加工技術、機械加工技術及び複合材料成形技術に関する技術開発を行い、県内企業の技術力向上と競争力強化支援を目的とするものである。

内 容

1. 次世代3D造形技術の県内企業展開

地域オープンイノベーション促進事業（戦略分野オープンイノベーション環境整備事業）で導入した3D 鋳型積層造形装置を活用したものづくりについて紹介する。

3D 鋳型積層造形装置は、3次元CADデータから鋳造用の砂型をダイレクトに製作することができるため、従来の木型や金型が不要であることとアンダーカットを有する複雑形状の鋳型製作が可能なことに大きな特長がある。

3D 鋳型積層造形装置にて鋳型を製作し、鋳鉄製インペラの試作を行った結果、鋳型の緻密性も良く、従来の生型と比較しても鋳型強度、表面粗さも良好な結果が得られた。

鋳型の製作時間は約3時間であり、その後鋳型の仕上げ、鋳造、鋳仕上げまで約2日、合計3日間で、鋳鉄製インペラを完成することができた。また、湯流れ性を確認するために、肉厚1.0mmのターボチャージャー用インペラの鋳造実験をした結果、湯周り不良等の欠陥も発生せず、アルミニウム合金製インペラ鋳造品が得られた。

2. 機能性を付与した3D造形物の応用展開

プリントドエレクトロニクスは、様々な基板上に電子回路、デバイスを作製するために使用される一連の印刷方法で、応用製品は、有機ELディスプレイ、フレキシブル太陽電池、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

以下に空気圧式ディスペンサーと導電性接着剤を用いた微細パターン描画によるプリントドひずみゲージの試作結果について紹介する。

製作したひずみゲージについて錘の質量と抵抗値変化の関係を調べた結果、重さと抵抗値変化に比例関係が得られたが、精度誤差に関しては市販のひずみゲージより大きかった。ただ、低コストで作製できることから、高精度化に向けて研究を進める。

3. CFRTP 複合材料のハイサイクル成形技術の県内企業展開

炭素繊維強化熱可塑性樹脂（CFRTP）は、短時間での成形が可能であることから、ハイサイクル成形による大量生産と低コスト化、さらにはリサイクルが可能なことから、様々な分野での用途拡大が期待されている。

本事業では、CFRTP のハイサイクル成形技術の確立を目的に、ヒート&クールシステムを備えたプレス機を用いたホットプレス成形による成形時間の短縮並びにホットプレス成形によるアルミ板との接合を行い、その接合強度について基礎的評価を行った。

CFRTP シートの成形サイクル、成形性、寸法精度、接合強度について検討した結果、成形品の変形、ソリ等の寸法安定性は、繊維配向のほか、冷却効率が影響することが分かった。

金型、成形品の冷却効率の向上は、寸法精度向上と成形サイクル短縮が期待できるため、さらに検討を加える。CFRTP と金属と接合は、異種材料接合部材としての利用展開が期待できることから、情報発信を行うとともに、技術支援や共同技術開発に結び付けていく。

4. 難削材及び複雑形状製品の3次元加工技術支援

炭素繊維強化樹脂（CFRP）の切削加工においては、工具寿命が短いだけでなく、層間剥離（デラミネーション）やバリの発生という問題がある。そこで、2013年から企業と共同研究を行い、その成果としてバリやデラミの発生を抑制することが可能なCFRP材加工用穴あけ工具を開発した。開発したCFRP材加工用穴あけ工具は、タップ工具形状であるが、先端部にドリル刃を設けており、続いて食付き刃のねじ山で穴を拡大していき、完全ねじ山部で所定の穴径に仕上げる機構となっている。

厚さ6mmの熱硬化性CFRP材を切削速度100m/min、回転当たり送り0.05mm/revの条件で、1600穴まで加工した結果、僅かにバリの発生が確認されたが穴精度は良好であり、超音波映像装置観察（SAT）ではデラミの発生がなかった。本開発工具は2016年に製品化され、販売を開始している。

機能性部材ものづくり事業

電子光応用開発部 小笠原 雄二

素形材プロセス開発部 沓沢 圭一

先端機能素子開発部 千葉 隆

目 的

本事業は、電子デバイス・材料・光学・エネルギー利用等各種機能性部材に関する技術開発による、県内企業の競争力向上支援を目的とする。

内 容

1. Si スピンデバイス技術の県内企業展開

半導体スピンデバイスの基盤技術に関し、スピン注入の高効率化についての研究を行い、また、この研究から派生した技術を県内企業に応用展開すべく検討した。材料の選定や積層構造の設計により、スピン注入効率の大幅な増大の可能性を見出した。また、スピン寿命評価のために組上げたプローバは、ダイオード解析などに応用可能で、県内企業支援に有効なツールとして、今後の活用が期待できる。

2. 高性能磁石とマルチフェロイック材料の県内企業展開

レアアースフリーの新規高性能磁石材料、および強磁性、強誘電性、強弾性の性質を複数有するマルチフェロイック材料に関する研究を行い、双方とも基本材料系がほぼ確立した。高性能磁石については今後企業との共同研究に発展させる計画となった。マルチフェロイック材料については、性能評価手法確立のため、秋田高専と共同で計測システムを構築中である。

また、航空機産業向けの新規複合材料開発に関して、新材料の根幹となるメタルナノコイルの作製技術の確立に着手。メタルナノコイル作製手段となるスパッタ装置を県内企業主導で製作・導入するための支援を行った。

3. 機能性部材の県内企業展開

県独自の新規硬質材料として開発した WC-SiC について、企業にエンジニアリングサンプルを提供するための一連の検討を行った。

WC-SiC 組成大型焼結体 (50 mmφ、厚さ 25 mm) を作製するため、焼結温度・圧力・時間等の各種条件について検討し、相対密度 98% の緻密な焼結体を得た。この焼結体をエンジニアリングサンプルとして工具メーカーに提供した。提供先で、この材料を工具に加工し、顧客の評価を受ける予定である。

4. 県内光学産業の高度化に資するものづくり創出事業

これまで、微小領域の磁気特性計測装置の集光光学素子として、高精度反射型対物鏡の開発を行ってきた。今年度は、市販対物レンズとサイズ互換を有する、弾性ヒンジ型鏡筒の試作を行い、調整感度、調整範囲が要求性能を満たすことを確認した。今後、計測器メーカーに搭載を依頼する予定である。

また、新規導入したエリプソメータを用い、多層膜の解析を行ったところ、十分な精度で膜厚、光学定数の解析が可能であることが実証された。今後の県内光学メーカーの支援に広く活用できると期待される。

5. 熱・流体解析と設計技術によるエネルギーの効率的利用

熱・流体解析による流体内部の現象解明や、CATIA を利用した設計技術を活用し、混合溶液を用いた殺菌技術の高性能化、高精度流量計の開発研究、高効率プロペラの研究開発等を実施した。研究成果は今後、企業との共同研究により実用化を目指す予定。

6. 地中熱・排熱の効率的利用

熱の有効利用に関する機器開発のための技術支援の一環で行っている研究において、二重管式熱交換器の評価試験を実施。材質や内管形状等、各要素の違いによる熱交換能力、圧力損失を評価し、基礎データを得た。旧来の円管タイプに比べ 2 倍以上 (約 104%) の能力向上が見られた。引き続き、曲げ部のある熱交換器について検討すると共に、各要素の組み合わせで最も効率が良いと思われる熱交換器について検討を行う予定。

また、発酵熱の効率的な利用のため、もみ殻発酵の温度特性について基礎調査を実施。発酵熱の昇温速度は環境温度 50℃ 付近が最も速いことが分かった。今後、高温保持期間の長期化を目指して検討を行う予定。自然熱を活用した簡易型実証試験において、夏場の湧水冷熱利用に続いて冬場の熱源としてもみ殻発酵熱を利用した栽培システムを構築した。現在、液肥温度が最高で 25℃ まで上がることを確認している。

I o T ものづくり事業

電子光応用開発部 小笠原 雄二

先端機能素子開発部開発部 千葉 隆

目 的

本事業は、センシング・ネットワーク等各種 I o T に関する技術開発により、県内企業の競争力の向上を支援することを目的とする。

内 容

1. 微小光学系によるセンシングシステムの県内企業展開

液晶光学デバイスを微小光学素子として用いた液晶マイクロレンズ系を活用して、LED や有機 EL などの照明機器の光を広げたり曲げたりする新たな機能を付与するデバイスを開発し、この技術を県内企業の製品と融合させることを目指す。今年度は、これまで開発してきた光拡散デバイスや光偏向デバイスの実用化展開のため、光拡散効果の向上と全光線透過率の改善を図った。パターン電極の縮小化により大きなレンズパワーが得られ、光拡散光効果が従来の約 2 倍に増大した。また液晶デバイスの偏光依存方向を直交させ重ね合わせることで偏光フィルムを不要とし、全光線透過率を 1.5 倍大きくすることが出来た。今後は実際の照明機器と組み合わせ合わせて効果を検証していく予定である。

2. 秋田版スマートプラットフォームの県内企業展開

I o T センサおよび I o T フレームネットワークを独自に開発を行い、それから得られるビックデータから、これまで先人が築き上げたノウハウや工程などをデジタルデータ化し、今後の担い手不足に対応し、同時に今後到来する高齢化社会に優しい環境を提供する事を目標とする。今年度は、有機 EL パネルを使用したインテリジェント照明器具による居住空間と快適度の評価方法を検討、医療分野への応用が可能な磁気スキャナーの低ノイズ化、マトリクス型赤外線センサと他センサの融合を行った。更に、これらの情報を統合するための基盤技術として、ディープラーニング機能の開発も併せて実施した。

3. 磁気光学式・化学(バイオ)センサの県内企業展開

磁気光学効果を利用した化学(バイオ)センサの実用化に必要な基盤技術の確立、県内企業への技術移転を目指している。垂直磁化方式のバイオ化学センサに関して、CoPt 磁性層の上に

AZO 光干渉層を形成する場合、CoPt 表面の酸素プラズマ処理が、良好な垂直磁気特性の実現に有効であることが分かった。垂直磁気特性の向上は、酸素との結合による CoPt の電子状態の違いに起因するものと考えられる。

また、NiFe 系軟磁性薄膜を用いることで、低駆動電力型のバイオ化学センサについて検討を開始した。積層構造化により、約 10 倍の磁気光学特性の増大が得られたが、偏光角は 0.8 度程度であり、実用化には、さらなる特性向上が必要である。今後、膜構造および計測系の最適化を図る。

4. 電子機器における EMC 計測・対策の技術支援

既設の電波暗室を活用し、正確な計測システムの整備や規格準拠の計測技術を蓄積し、保有する EMC 対策技術の向上により、製品開発時の正確な規格合致判断や効率的な機器開発を支援することを目的としている。

今年度は、設備利用 47 件、利用時間 288 時間と多くの実績があった。また、EMC 試験講習会を通じてイミュニティ試験の配線、コネクタ、機材等の環境整備を行い、伝導イミュニティ試験の設備利用を初めて実施した。

5. ワイヤレス給電の製品化支援

ワイヤレス給電技術は、利便性の良さから小型電子機器、電気自動車の二次電池の充電用途、オフィス機器や調理器具等の実用化が進められており、市場拡大が期待されている。その一方で、これらの市場では国際規格による高額なライセンス料や技術的な制約があり、中小企業が使用するにはハードルが高い技術である。本事業では上記のような規格品ではなく、個々の製品に最適なワイヤレス給電技術を開発し、製品の付加価値向上を図ることを目的としている。

動いている機器への給電のモデルとして、AC 電源アダプタもしくは 9V 形乾電池で駆動可能な無線給電ハイテクコマを試作した。技術のデモが主目的であるが、玩具、教育教材としての製品化の可能性も検討している。また、伝送波形の立ち上がりを急峻化した MHz 対応無線給電モジュールの設計、試作を行った。伝送周波数は 30k-2MHz まで対応可能で、DC-DC 総合伝送効率従来モジュールに比べ 5%の向上が得られた。

プロセス制御ものづくり事業

電子光応用開発部 小笠原 雄二

素形材プロセス開発部 沓澤 圭一

目 的

本事業は、当センターの研究開発成果である「高速・高精度アクチュエータ技術」並びに「電界非接触攪拌」の応用展開並びに産学官連携による新分野進出支援を目的とする。

内 容

1. 高速・高精度アクチュエータ技術の県内企業展開

機械系制御技術は、様々なアクチュエータと機構やセンサーを組合せ、コンピュータを含む制御回路、駆動回路で構成されるロボティクス技術の要となるものである。

当センターでは、これまで高速・高精度アクチュエータ及び位置決め制御技術に関する研究を行っており、本事業はその実用化の一つとして“超音波霧化”を基本とする塗布技術及びシステム化を図りながら、この技術を県内固有技術として確立することを目標とし、更にロボティクス技術の基盤となる機構と制御技術を高めながら、ものづくりへの応用展開を目指す。

今年度は、超音波霧化現象について詳細に評価を行うため、ハイスピードマイクロスコプを用いて霧化面における液膜の様子や、液粒生成の過程について観察を行った。

この結果、液粒生成の主因であるキャピラリ波について確認でき、液粒生成のメカニズムについても評価を行うことができた。

また、重力方向以外に対する液粒軌道についても評価を行い、立体物塗布等に対する基礎検討を行った。

2. 電界非接触攪拌の医療応用展開

電界非接触攪拌技術は、物質固有の誘電率に着目した技術で、外部より電界を与えることで発生する吸引力を用いており、電界のオンオフによって液滴が上下に振動し、液滴の内容物が、スターラーなどの介在物無しに攪拌を可能とした技術である。

本事業は、当センター独自の技術である電界非接触攪拌技術をがんの検査方法の1つである免疫染色に応用展開を目指すものである。具体的には、電界非接触攪拌技術を適用し、手術中に免疫組織染色を可能とする方法の開発を行っており、今年度は、コア技術である電界攪拌の発熱特性と迅速免疫染色の温度依存性について

調査した。

様々な条件にて電界非接触攪拌実験を行った結果、電界非接触攪拌技術に起因する温度上昇が無いことを確認した。この結果から、免疫染色に関して組織の変性がないことが確認され、迅速免疫染色方法として電界非接触攪拌技術が有効であることが分かった。

3. 北東北ナノメディカルクラスター事業

本研究会は当センター主催で、平成 15 年より年 3 回のペースで開催し、北東北に於ける精密工学と医療技術の融合を基に産学官金連携による次世代の新事業創出を目指している。

本年度の参加者は延べ 80 名、参加企業は延べ 32 社（内県内企業 25 社）で以下に主な内容を紹介する。

○講演「医工共進プロジェクトへ向けた先端要素技術の研究」

早稲田大学 教授 水野潤先生

○講演「技術革新は肝臓手術を変えられるか？」
市立秋田総合病院副院長 佐藤勤先生

○講演「グローバル時代の地方の役割と可能性 -場所文化の視点から-」

合同会社場所文化機構 代表 後藤健市様

○講演「情報は資産 発信から運用する時代へ」
合同会社アースボイスプロジェクト

代表社員 榎田竜路様

○講演「蛍光ナノ粒子による HER2 蛋白の定量化：ナノ病理の試み」

東北大学大学院 教授 大内憲明先生

○講演「半導体製造装置開発、大学院改革におけるグローバル化について」

弘前大学大学院 教授 小野俊郎先生

○講演「省エネに貢献する次世代の半導体”SiC”の魅力と開発課題」

産業技術総合研究所チーム長 加藤智久先生

来年度も継続開催し、県内企業の新規事業創出の支援になる「場」を提供していきたいと考えている。

Ⅱ 事業報告

1. 研究関連契約

項 目	件数[件]
共同研究契約	5 9
受託研究契約	7
簡易受託研究契約	4 8 0
委託研究契約	0
外部資金	6
その他の研究開発関連契約（NDA等）	1 1

2. 技術支援加速化事業(技術コンシェルジュ事業)

技術相談・指導及び技術コーディネート活動の概要

平成28年度に対応した技術相談・指導についてその特徴をまとめた。なお、技術相談・指導について明確に区分することは難しいが、産業技術センターでは、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、設備の利用を伴う対応を技術指導、と区分している。平成26年度以降において相談・指導、共同研究の件数が、大幅に増加しているのは、26年度に立ち上げた技術支援加速化事業の効果による。この事業は研究員自らが企業訪問を積極的に行い、現場の課題解決に対応するものである。平成26、27年の活動の結果、研究員の業務内容が企業との共同研究や指導等の実務に移行し、平成28年度では訪問件数が減少している。

表 技術相談・指導件数の経年変化

(件)	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
相談	661	796	961	616	810
指導	834	845	1,198	1,344	1,625
その他	101	—	175	260	260
研究成果	9	—	—	—	—
技術コーディネート	—	251	262	244	135
計	1,624	1,892	2,596	2,464	2,830

表 企業訪問、共同研究件数の経年変化

(件)	平成24年度	平成25年度	平成26年度	平成27年度	平成28年度
企業訪問	340	296	563	469	387
相談等総数(再掲)	1,624	1,892	2,596	2,464	2,830
共同研究	39	41	46	60	59

3. 施設・設備利用状況

区 分	利用件数 [件]
施設利用 ※会議室等	5 0
設備利用	2, 2 1 7
計	2, 2 6 7

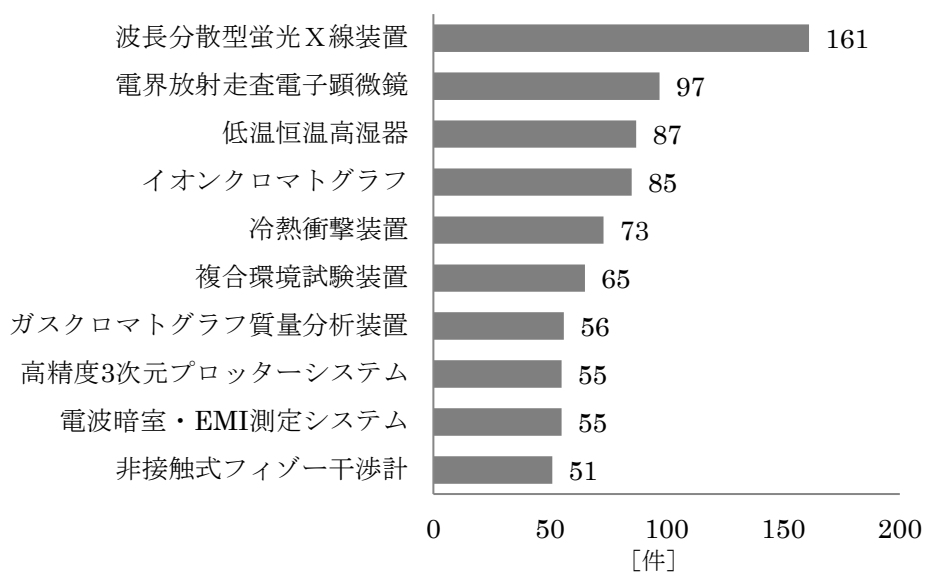


図 利用件数の多い設備

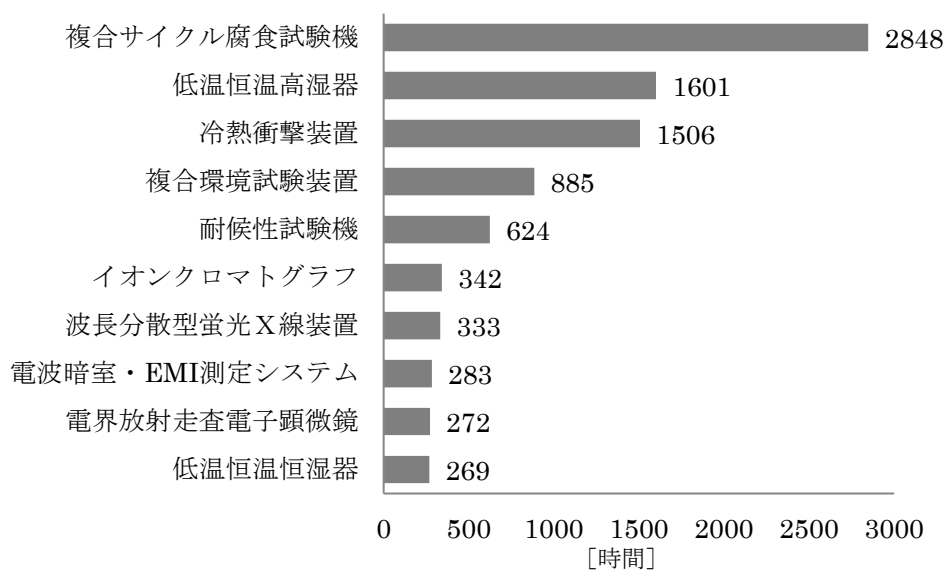


図 利用時間の長い設備

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)
平成 28 年 5 月 12 日	通常総会	1. 平成 27 年度事業実施報告及び収支決算の承認 2. 平成 28 年度事業計画及び収支予算の審議並びに承認 3. その他	第一会館 (秋田市)	20
平成 28 年 6 月 3 日	講習会(共催: 秋田県鐵構工 業協同組合)	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)	15
平成 28 年 7 月 26 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 上席研究員 木村 光彦 〃 嘱託 石田 広巳	産業技術 センター (秋田市)	5
平成 28 年 7 月 29 日	研究発表会 (共催: 秋田県 生産技術研究 会)	(1)「高 Mn オーステナイト球状黒鉛鑄鉄の諸特性」 北光金属工業(株) 千葉 雅則 氏 (2)「建築鉄骨溶接部の品質確保に関して(その4)」 ～外観検査の重要性と告示第 1464 号について～ 溶接検査(株) 金谷 貴志 氏 (3)「秋田県自動車関連技術の展開」 ～自動車部品展示商談会を活用した技術紹介活動～ (公財) あきた企業活性化センター 上林 雅樹 氏 (4)「切削負荷分散型複合材用穴あけ工具の開発」 秋田県産業技術センター 加藤 勝 氏 (5)「(有)トップ技研」の会社紹介 (有)トップ技研 石成 清孝 氏 (6)「(有)田森鉄工」の会社紹介 (有)田森鉄工 田森 豪 氏	第一会館 (秋田市)	27
	講演会(〃)	「CFRP の非破壊検査法」宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 構造・複合材技術研究ユニット 招聘職員 松嶋 正道 氏	〃	27
平成 28 年 8 月 31～ 9 月 2 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 秋田県産業技術センター 上席研究員 木村 光彦 〃 嘱託 石田 広巳	産業技術 センター (秋田市)	6
平成 28 年 10 月 18～ 19 日	工場見学会	(株)アイメタルテクノロジー 北上工場 (岩手県北上市和賀町後藤 2 地割 106 番地 6) (株)中央コーポレーション (岩手県花巻市東宮野目第 11 地割 5 番地) 日立オートモティブシステムズハイキャスト(株) (岩手県北上市和賀町後藤 2 地割 106 番地 145)		20
平成 28 年 11 月 24 日	40 周年 記念講演	(1)「県産業の未来と課題」 秋田産業サポータークラブ 会長 藤盛 紀明 氏 (2)「各種超音波探傷機器を用いた CFRP 探傷」 宇宙航空研究開発機構 航空技術部門 構造・複合材技術研究ユニット招聘職員 松嶋 正道 氏 (3)「非線形超音波と探傷応用に向けての課題」 東北大学大学院工学研究科 教授 三原 毅 氏	第一会館 (秋田市)	26

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 28 年 11 月 28～ 29 日	講習会(共催： 秋田県鐵構工 業協同組合)	超音波探傷試験[レベル 1, 2]資格取得のための講習会 (実技) 元あきた企業活性化センター 副参事 浅利 孝一 氏 秋田県産業技術センター 上席研究員 木村 光彦 〃 嘱託 石田 広巳	産業技術 センター (秋田市)	5

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)
平成 28 年 5 月 27 日	通常総会	平成 28 年度 通常総会議案の審議	イーホテル 秋田 (秋田 市)	22
平成 28 年 5 月 27 日	技術講演会	「金型メンテナンス 腐食対策と電解洗浄の優位性」 ソマックス (株) 中谷 基氏 「小林工業株式会社 金型技術紹介」 小林工業 (株) 齋藤 敏也氏	イーホテル 秋田 (秋田市)	22
平成 28 年 5 月 12, 13 日	技術講習会	成形スクール 初級編 講師 日精樹脂工業 (株) 桜田 喜久男氏 ・射出成形の基本 ・条件出し手順 ・成形不良要因 ・金型の基本、他	産業技術 センター (秋田市)	32
平成 28 年 6 月 23, 30 日	射出成形講習 会	射出成形 基礎技術 講習会 産業技術センター 上席研究員 工藤 素	産業技術 センター (秋田市)	26
平成 28 年 10 月 21 日	先進地見学会	(株) フルヤモールド 睦特殊金属工業 (株) (株) 品川合成製作所	(大仙市) (横手市) (横手市)	22
平成 28 年 12 月 16 日	技術講演会	「自動車の将来技術」 トヨタ自動車東日本 (株) 大保 幸男氏 「高付加価値、長繊維成形の低コスト化技術による自動 車部品への応用」 三菱重工プラスチックテクノロジー(株) 戸田 直樹氏 「富山県におけるセルローズナノファイバー複合材料 の開発と自動車部品への展開」 富山県工業技術センター 水野 渡氏	第一会館 本館 (秋田市)	22

4－3 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)
平成 28 年 5 月 19 日	通常総会	平成 28 年度通常総会提出議案の審議・承認等 について 1. 平成 27 年度事業実施報告 2. 平成 27 年度収支決算の承認について 3. 平成 28 年度事業計画 (案) の審議について 4. 平成 28 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	第一会館本 館 (秋田市)	22
	特別講演会	「シーメット (株) の最新積層造形技術の紹介」 講師： シーメット (株) 荒井 誠 氏	第一会館本 館 (秋田市)	30

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 28 年 7 月 29 日	事例研究発表 会（秋田県非 破壊検査技術 研究会共催）	・事例研究発表、新会員の会社紹介 ①高 Mn オーステナイト球状黒鉛鑄鉄の諸特性 北光金属工業(株) 千葉 雅則 氏 ②建築鉄骨溶接部の品質確保に関して～その 4～ 溶接検査(株) 金谷 貴志 氏 ③秋田県自動車関連技術の展開～自動車部品展示商談 会を活用した技術紹介活動～ (公財)あきた企業活性化センター 上林 雅樹 氏 ④切削負荷分散型複合材用穴あけ工具の開発 秋田県産業技術センター 加藤 勝 ⑤(有)トップ技研の会社紹介 (有)トップ技研 石成 清孝 氏 ⑥(有)田森鉄工の会社紹介 (有)田森鉄工 田森 豪 氏 ・特別講演 「CFRP の非破壊検査法」 講師：宇宙航空研究開発機構（JAXA） 松嶋 正道 氏	第一会館本 館 (秋田市)	26
平成 28 年 9 月 8 日	機械加工分科 会講習会（(公 社)精密工学 会東北支部共 催）	「卓上型高精度 CNC 旋盤を活用した高精度加工技術セミ ナー」 講師： - 碌々産業(株) 服部 祐木 氏 - 碌々産業(株) 中静 雄一 氏 - 碌々産業(株) 河本 裕輝 氏 (株)イマオコーポレーション 神原 淳 氏	産業技術 センター (秋田市)	32
平成 28 年 10 月 4 日	機械加工分科 会講習会	「ロボット活用促進セミナー2016」 講師： (株)不二越 高田 寿則 氏 (株)不二越 早川 篤史 氏	産業技術 センター (秋田市)	34
平成 28 年 10 月 18 日 ～19 日	合同企業見学 会（秋田県非 破壊検査技術 研究会・（一 社）秋田県機 械金属工業会 共催）	・合同企業見学会 ①(株)アイメタルテクノロジー北上工場（岩手 県北上市） ②(株)中央コーポレーション（岩手県花巻市） ③日立オートモティブシステムズハイキャスト (株)北上事業所（岩手県北上市）	岩手県北上 市内 岩手県花巻 市内	24
平成 28 年 10 月 24 日	技術講演会 （（一社）日 本機械学会東 北支部共催）	・技術講演会 「地方創生／まち起こし実践論～雪寄せから 風力発電まで～」 - 講師：(株)ウェンティ・ジャパン 佐藤 浩之 氏	秋田大学 (秋田市)	50
平成 28 年 11 月 7 日	技術講演会 （（公社）精 密工学会東北 支部共催）	・技術講演会 「鉄づくりとは～学校教育と製造現場の距離 感～」 - 講師：中部鋼板(株) 寺本 仁 氏	秋田大学 (秋田市)	40
平成 28 年 11 月 9 日 ～10 日	展示会 （THK(株)主 催 研究会 後 援）	・展示会 「あきた機械部品技術展」 - 機械部品メーカー15 社による機械部品、省エ ネ・環境商品等の展示・説明	産業技術 センター (秋田市)	170
平成 28 年 12 月 6 日	機械加工分科 会講習会（秋 田県主催、(公 財)あきた企 業活性化セン ター共催）	「難削材の切削加工技術セミナー」 講師： - オーエスジー(株) 鳥井 洋三 氏 - オーエスジー(株) 浅井 誠実 氏 - オークマ(株) 大内 雄一朗 氏	産業技術 センター (秋田市)	57

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 29 年 1 月 18 日	技術講演会 ((公財) あ きた企業活性 化センター共 催)	・「医工連携推進研究会」 ～ 3D プリンターの最新技術動向とその研究・ 活用事例～ ・技術講演 ①「高付加価値鋳造品の実現に向けた 3D プリ ンター技術と CAE 技術の開発～医療用品鋳造部 材活用への展望～ 講師：(国研)産業技術総合研究所 岡根 利光 氏 ②「電子ビーム積層造形技術を用いた整形外科 治療用デバイス製造について」 講師：東北大学 千葉 晶彦 氏 ・「戦略分野オープンイノベーション環境整備 事業」導入設備利用説明会 ① 3D 金属粉末清掃造形装置 岩手県工業技術センター 黒須 信吾 氏 ② X 線分析顕微鏡 青森県産業技術センター 高柳 和弘 氏 ③ 3D 超音波検査装置 宮城県産業技術センター 内海 宏和 氏 ④ グロー放電発光分光分析装置 山形県工業技術センター 三井 俊明 氏 ⑤ 3D 鋳型積層造形装置 秋田県産業技術センター 内田 富士夫	産業技術 センター (秋田市)	48
平成 29 年 2 月 28 日	3D ものづく り分科会講習 会	「X 線 CT セミナー」 講師：東芝 IT コントロールシステム(株) 富澤 雅美 氏 原 拓生 氏	産業技術 センター (秋田市)	16

4-4 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)
平成 28 年 8 月 5 日～6 日	研究会	サマーキャンプ <u>基調講演</u> ①「医工共進プロジェクトへ向けた先端要素技術の研究」早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構研究院 教授 水野潤先生 ②「技術革新は肝臓手術を変えられるか？」 市立秋田総合病院副院長・外科部長 佐藤勤先生 <u>研究発表</u> ①「霜成長方向制御のためのマイクロテクスチャリング および撥水性の付与とその観察」 秋田大学大学院 理 工学研究科 野老山 貴行先生 ②「顕微ラマン散乱による機械的微小押し込み誘導現象 の解明」秋田大学大学院 理工学研究科 山口 誠先生 ③「大環状化合物について」 秋田大学大学院 理工学 研究科 生命科学専攻 近藤 良彦先生 ④「電界攪拌技術と医工連携」秋田県産業技術センター 中村竜太 <u>企業紹介</u> ①株式会社アイカムス・ラボ ②秋田銀行 ③秋田県信用保証協会 ④株式会社アクトラス ⑤イノコ株式会社 ⑥インスペック株式会社 ⑦エーピーアイ株式会社 ⑧株式会社神戸製鋼所 ⑨株式会社斉藤光学製作所 ⑩株式会社 SHUTECH ⑪セルスペクト株式会社 ⑫北都銀行	駒ヶ岳温泉 (仙北市)	31
平成 28 年 12 月 22 日 ～23 日	研究会	ウインターキャンプ <u>基調講演</u> ①「グローバル時代の地方の役割と可能性-場所文化 の視点から-」合同会社場所文化機構 代表 後藤健市氏 ②「情報は資産 発信から運用する時代へ」 合同会社アースボイスプロジェクト代表社員 榎田竜路氏 <u>研究発表</u> ①東京工業大学 機械制御システム専攻 吉野研究室 <u>企業経営者が語る人生のターニングポイントと今後の 展開</u> ①秋田精工株式会社 (YURI ホールディングス株式会社) 代表取締役専務 須田浩生氏 ②アキモク鉄工株式会社 代表取締役社長 花下智之氏 ③インスペック株式会社 代表取締役社長 菅原雅史氏 株式会社斉藤光学製作所 代表取締役社長 齊藤伸英氏 ④田口木材株式会社 代表取締役社長 田口知明様氏 ⑤トラベルデザイン株式会社 代表取締役社長 須崎裕 氏 <u>企業紹介</u> ① 秋田銀行 ② 秋田県信用保証協会 ③ 北都銀行	ホテル グランド 天空 (仙北市)	25

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 29 年 3 月 24 日～ 25 日	研究会	スプリングキャンプ <u>特別講演</u> ①「蛍光ナノ粒子による HER2 蛋白の定量化：ナノ病理の試み」東北大学大学院医学系研究科 腫瘍外科学分野 教授 大内憲明先生 ②「省エネに貢献する次世代の半導体” SiC” の魅力と開発課題」産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センターウェハプロセスチーム チーム長 加藤 智久先生 <u>基調講演</u> ①「半導体製造装置開発、大学院改革におけるグローバル化について」弘前大学大学院理工学研究科 附属医用システム創造フロンティア 教授 小野 俊郎先生 <u>研究発表</u> ①「細胞の動態観察を目的とした 3 次元レーザー加工技術によるバイオチップ開発」弘前大学大学院理工学研究科 准教授 花田修賢先生 ②「連続流血液ポンプにおける溶血および血球損傷度評価」弘前大学大学院理工学研究科 准教授 矢野哲也先生 <u>企業紹介</u>	ホテル グランド 天空 (仙北市)	24

4－5 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)
平成 28 年 9 月 2 日	講習会（共催）	タグチメソッド体験教室 ① タグチメソッド紹介 ② 機能性評価超入門 ③ 評価手法のワークショップ ④ 事例紹介	産業技術 センター (秋田市)	28

4－6 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)
平成 28 年 4 月 13 日	第 1 回青年会 幹事会	1. 幹事長、副幹事長の選出 2. 第 1 回青年交流研修会について 3. その他	産業技術 センター	7
平成 28 年 4 月 22 日	役員会	1. 平成 28 年度通常総会提出議案の作成・審議 2. その他		15

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
	通常総会	1. 平成 28 年度通常総会提出議案の審議・承認 (1) 平成 27 年度事業実施報告 (2) 平成 27 年度収支決算報告 (3) 会計監査報告 (4) 平成 27 年度収支決算書承認 (5) 平成 28 年度事業計画(案)の審議並びに承認 (6) 平成 28 年度収支予算(案)の審議並びに承認 (7) 青年交流研修会について (8) 規約の修正について 2. その他	第一会館 本館	21
平成 28 年 6 月 3 日	第 1 回青年 交流研修会	企業見学 1. 東北電力(株)能代火力発電所 2. JAXA 能代ロケット実験場	能代市内 企業	25
平成 28 年 6 月 22 日 ～ 24 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) 製造部課長 佐々木 正博 氏 ・ 秋田化学工業(株) 課長補佐 舟山 紀彦 氏	秋田化学 工業(株) テクニカル センター (にかほ市)	43
平成 28 年 8 月 20 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) 品証技術部長 今野 友典 氏	秋田市北部 市民サービ スセンター	7
平成 28 年 9 月 26 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	6
平成 28 年 9 月 30 日	情報交換会	会員企業のトピックス等の紹介 1. 各社からの紹介 2. その他	第一会館 本館	17
平成 28 年 11 月 18 日	第 2 回青年 交流研修会	発表および意見交換 1. 「会社で担当している業務」 日本メッキ(株) 菅原 穂高 氏 2. 「電力量削減について」 秋田化学工業(株) 伊藤 智也 氏 3. 「太平化成工業(株)の紹介」 太平化成工業(株) 大坂 直也 氏 渡辺 学 氏、荒川 昌起 氏 柴田幸人氏 4. 「若手社員の仕事で抱えている悩み」 ミサキ化学工業(株) 鷹島 浩美 氏 佐藤 幸太 氏、竹坂 満 氏 5. 「会社紹介・途中入社した感想等」 東電化工業(株) 伊藤 伸朗 氏 和合谷 繁満 氏、飛澤 匡伸 氏 矢田 光 氏、伊藤 大介 氏	ユフォーレ	18
平成 28 年 12 月 1 日 ～ 2 日	企業視察	表面処理関連施設等の視察 1. 富岡製糸場 2. 東京都立産業技術研究センター本部 3. 中小企業新ものづくり・新サービス展	群馬県 東京都	7

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 29 年 2 月 10 日	幹事会	1. 平成 28 年度予算執行状況 2. 平成 29 年度事業計画 3. 役員改選について 4. その他	第一会館 本館	13
	研究発表会	会員企業による研究発表 1. 「Au 濃度分析方法の改善」 東電化工業㈱ 品質保証課 白山 美紗 氏 2. 「電気量削減について」 秋田化学工業㈱ 技術課 伊藤 智也 氏 3. 「太平化成工業㈱飯島工場の業務紹介」 太平化成工業㈱ 課長 池田 真理子 氏		30
	技術講演会 (一般社団法人表面技術協会東北支部との共催)	技術講演 講演 1 「電析法による Y および Hf を含む Ni アルミナイドのコーティングと高温環境での耐サイクル酸化性」 秋田大学大学院理工学研究科 教授 原 基 先生 講演 2 「電析研究・電析技術のあけぼの」 秋田大学名誉教授 金児 紘征 先生		30

4－7 東北再生可能エネルギー研究会

実施年月日	事業名	内 容	会 場	人員 (人)
平成 28 年 9 月 5 日	見学会	1. 20MW木質バイオマス発電施設 (ユナイテッドリニューアブルエナジー株式会社) 2. 23.6MW玉川ダム水力発電施設 (秋田県)	1. 秋田市 2. 仙北市	17
平成 29 年 1 月 18 日	幹事会	1. 会長 (鎌田所長) 挨拶 2. 平成 28 年度役員について 3. 平成 28 年度取り組みについて 4. 各県の情報交換 5. 平成 29 年度以降の取り組みについて 6. その他	産業技術総合研究所 青葉サイト (仙台市)	12
	講演会	1. 「リチウムイオン二次電池の研究開発」 ～産総研省エネルギー研究部門での取り組みを中心に～ 産業技術総合研究所 グループ長 松田 弘文 氏 2. 「走る蓄電池」 ～エネルギーの地産化により高まる電気自動車の価値～ 日産自動車 (株) 課長代理 加部 俊 氏 3. 「宮城県の水素エネルギー利活用推進の取組について」 宮城県環境生活部 技術主査 今野 奈穂 氏	産業技術総合研究所 青葉サイト (仙台市)	28

4－8 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)
平成 28 年 9 月 9 日	設立総会	1. 研究会設立の承認 2. 会長、幹事の承認 3. 事業計画の説明 4. その他	秋田大学 (秋田市)	60
	講演会 (共催：秋田県 産業技術セン ター)	1-1. 招待講演「京都光技術研究会－その特徴的活動と最先端光科学技術のユニークな応用」 京都光技術研究会 会長 山下 幹雄 氏 1-2. 特別講演「京都府の光産業支援への取り組み」 京都府中小企業技術センター 安達 雅浩 氏	〃	60
	セミナー・交 流会(共催：秋 田県産業技術 センター)	1. きらりと光る光技術研究の将来展望 秋田大学 准教授 河村 希典 氏 2. 秋田発イノベーションによる県内航空機産業と先導的地域人材の育成 秋田大学 理工学研究科長 村岡 幹夫 氏 3. 秋田県産業技術センターにおける企業支援の取り組み 秋田県産業技術センター 所長 鎌田 悟 氏 交流会 1. 京都光技術研究会 会員企業 2. 次世代ひかり産業技術研究会 会員企業	〃	60
平成 28 年 10 月 14 日	講演会(共催： 電子情報通信 学会 東北支 部)	「中心窩を有する広視野センサシステムの開発」 慶應義塾大学 理工学研究科 准教授 清水創太 氏	秋田大学 (秋田市)	62
平成 28 年 11 月 25 日	講演会	深紫外 LED の最新動向 DOWAエレクトロニクス株式会社 柴田 智彦 氏	産業技術 センター (秋田市)	31
	情報提供	導入装置等の紹介～分光エリプソメータ 秋田県産業技術センター 近藤 祐治 氏	〃	31
	施設見学会	産業技術センター高度技術研究館 ・分光エリプソメータ(新規導入)、MTF 評価装置等 ・光関連実験室等	〃	11
平成 29 年 2 月 3 日	講演会(共催： 電子情報通信 学会 東北支 部)	インテリジェントホームから見る新しいライフスタイル 東京電機大学 理工学部 助教 松井 加奈絵 氏	秋田大学 (秋田市)	41
平成 29 年 3 月 6 日	合 同 研 究 会 (共催：京都光 技術研究会)	・(有)サイカツ建設 齊藤 勝俊 氏 ・(株)システムロード 森田 貴彦 氏 ・秋田大学大学院 河村 希典 氏 ・マイクロシグナル(株) 渡辺 國寛 氏 ・(株)東洋レーベル 田中 正道 氏 ・桂オプティクス 藤井 高志 氏	京都府産業 支援 センター (京都市)	21

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
射出成形技術講習会 「成形スクール 中級編」	H28. 5. 12, 13	県内企業 32 名
射出成形技術講習会 「基礎技術講習会」	H28. 6. 23, 30	県内企業 26 名
技術研修員	H28. 7. 11～ H28. 12. 2	千葉工業大学工学研究科大学院 生（博士）1 名
インターンシップ研修 （学術振興課からの派遣で、研究者インタビューの実習）	H28. 8. 5	立教大学文学部 1 名
インターンシップ研修	H28. 9. 5～ H28. 9. 7	秋田県立大学システム科学技術 学部機械知能システム学科 3 名
インターンシップ研修	H28. 10. 20	秋田南中学校 3 名
I o T サービス開発セミナー	H28. 11. 2	県内企業 8 名

5-2 講師及び審査員の派遣

名 称	派 遣 先	回数	部 署
情報産業活性化事業費補助金 評価員	商業宇貿易課 情報産業班	3 回	電子光応用開発部
情報関連産業商品開発支援事業費補助金 審査員	商業宇貿易課 情報産業班	2 回	電子光応用開発部
情報関連認証取得支援事業補助金 審査員	商業宇貿易課 情報産業班	2 回	電子光応用開発部
次期行政ネットワーク環境構築コンサルティング業務 審査委員	情報企画課	1 回	電子光応用開発部
秋田県情報セキュリティ強化対策事業 企画 提案競技 審査委員	情報企画課	1 回	電子光応用開発部
近未来技術を活用した新たな産業づくり支援 協議会 委員	仙北市	4 回	電子光応用開発部
地域振興カード等に関する検討会 講演	秋田銀行	1 回	電子光応用開発部
秋田県高校生ものづくりコンテスト溶接部門 競技大会 審査員	秋田県溶接協会	1 回	素形材プロセス開発部
秋田県溶接技術競技会 審査員	秋田県溶接協会	1 回	素形材プロセス開発部

名 称	派 遣 先	回数	部 署
溶接技能者評価試験 評価員	東北地区溶接技術検定委員会	10 回	素形材プロセス開発部
全鉄評鉄骨製作工場性能評価 評価員	全国鉄骨評価機構	3 回	素形材プロセス開発部
技能検定（プラスチック成形）検定委員	秋田県職業能力開発協会	4 回	素形材プロセス開発部
金型工作法	秋田県立湯沢翔北高等学校	2 回	素形材プロセス開発部
技能検定（機械板金）検定委員	秋田県職業能力開発協会	1 回	素形材プロセス開発部
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	素形材プロセス開発部
秋田県発明展審査員	秋田県発明協会	1 回	素形材プロセス開発部
講義「バイオマス利用と県内の廃棄物リサイクル」	あきたアーバン開発マイスター養成コース	1 回	素形材プロセス開発部
講義「秋田の産業政策 ～再生可能エネルギーに関して～」	秋田高専「地域教育プログラム」	1 回	素形材プロセス開発部
非常勤講師	秋田工業高等専門学校 物質 工学科	16 回	先端機能素子開発 部

6. その他

社会人

大 学 名	氏 名	部 署
秋田県立大学	野辺 理恵	素形材プロセス開発部

Ⅲ 研究成果・広報活動

1. 平成28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 平成28年度成果報告会

○日 時：平成28年7月1日（金）13：00～17：00

○会 場：秋田県産業技術センター 研修棟2F 講堂・1F 展示ルーム

○参加者：156名

《 基調講演 》

プリンテッドエレクトロニクス技術の最新動向

国立研究開発法人産業技術総合研究所

フレキシブルエレクトロニクス研究センター副研究センター長 牛島 洋史 氏

○ 産総研の役割と橋渡し事業の紹介

産業技術総合研究所 東北センター産学官連携推進室 増田 善雄 氏

《 成果報告 開発部のイチ押し技術と活用事例 》

(1) 液晶技術・クラウド技術・超音波霧化技術

電子光応用開発部長 小笠原 雄二

(2) 電界攪拌技術・CFRP 成形技術・3D プリンター活用技術・地中熱利用技術

素形材プロセス開発部長 沓澤 圭一

(3) 機能性材料・電界センサ・ワイヤレス給電技術

先端機能素子開発部長 千葉 隆

(4) 報告総括

産業技術センター所長 鎌田 悟

《 技術商談会 》

(1) ポスターセッション

※展示ポスターについては次ページの一覧を参照ください。

(2) 企業ブース展示

ポスター一覧

No.	発表者	タイトル
1	梁瀬、内田	液晶材料による光学デバイスの開発 秋田発の技術、液晶レンズ／液晶マイクロレンズで新たな応用へー
2	山根	農作物のモニタリング技術 ー色彩色差測定を用いたりんごの成熟度評価ー
3	赤上、久住、中村	電界砥粒制御技術と電界非接触攪拌技術
4	加藤、木村、斉藤	CFRP 用ドリル(SCUTDRILL)の商品化
5	内田、黒沢	3D鋳型積層造形装置 【CMET Sand Casting Meister SCM-10】
6	遠田、経徳、井上	高性能人工炭酸泉装置の研究開発
7	経徳、齋藤、遠田	地中熱を利用した簡易型実証試験 ー地中熱利用を低コストで農業へ展開ー
8	木村、工藤、藤嶋、野辺	超臨界発泡射出成形による軽量化と高機能化 次世代自動車への適用を目指して!!
9	木村、工藤、藤嶋、野辺	炭素繊維複合材料成形および補修技術
10	杉山、菅原、伊勢、関根、 加藤、村田	機能性部材ものづくり事業
11	鈴木	半導体スピンドバイスの基盤技術開発 ー県内企業シーズとAIT技術の融合による新しいデバイスの創出ー
12	黒澤・木谷	電磁波計測・ノイズ評価・EMC対策技術 ー計測支援と技術開発ー
13	木谷、黒澤、山川	小中電力機器向けワイヤレス給電デバイスの開発
14	近藤、山根、神田、梁瀬、 内田	県内光学産業の高度化に対する技術支援

2. 研究成果概要

2-1 特許

【平成28年度出願分】

※1件

No.	名 称	権利の別	出願番号
1	迅速なハイブリダイゼーション方法	特許	特願 2017-034426

【平成28年度登録分】

※11件

No.	名 称	権利の別	出願番号
1	液晶光学デバイス	特許	特願 2010-291221
2	超音波流量計を用いた酸素濃度計	特許	特願 2011-113374
3	酸化セリウム砥粒再生方法	特許	特願 2012-63494
4	培養細胞を用いた標準試料及びその製造方法	特許	特願 2015-21657
5	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	特願 2015-19566
6	水素水生成器	特許	特願 2015-14852
7	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	特願 2013-11990
8	電界攪拌を用いた生体分子の迅速検出法	特許	特願 2016-20839
9	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（米国）	特許	US 14/162,562
10	ドリル及び穿孔の形成方法（米国）	特許	US 14/229,096
11	磁気光学効果計測装置	特許	特願 2011-122769

【平成28年度実施許諾分】

※15件

No.	発明の名称	期間
1	抵抗器	H13～
2	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成方法	H16～
3	工事用絶縁監視装置	H16～
4	アクチュエータの減衰方法およびアクチュエータ	H16～
5	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～
6	粒子分散型誘電流体を用いた加工法	H17～

No.	発明の名称	期間
7	粒子分散型誘電流体を用いた加工法	H18～
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	H24～
9	液晶レンズ	H24～
10	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～
11	点滴モニタ	H25～
12	抵抗器その製造方法	H25～
13	高硬度、高ヤング率、高破壊靱性値を有するWC－SiC系焼結体	H26～
14	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～
15	水素水生成器	H27～

2－2 誌上・論文発表

No.	テーマ	著 者	掲載誌名	年月
1	Magneto-Optical Enhancement and Chemical Sensing Applications of Perpendicular Magnetic CoPt/Ag Stacked Structures with a ZnO Intermediate Layer	H. Yamane, K. Takeda and M. Kobayashi	The Japan Institute of Metals, Vol.57, 892-897 (2016)	H28. 5 月
2	Novel method for rapid in-situ hybridization of HER2 using non-contact alternating-current electric-field mixing	Yoshitaro Saito, Kazuhiro Imai, Ryuta Nakamura, Hiroshi Nanjo, Kaori Terata, Hayato Konno, Yoichi Akagami & Yoshihiro Minamiya	Scientific Reports 6, Article number: 30034 (2016) doi:10.1038/srep30034	H28. 7 月
3	ナノドット磁性デバイス開発における放射光活用	近藤 祐治, 有明 順, 鈴木 基寛	金属, Vol. 86, No. 8, 25-31 (2016)	H28. 8 月
4	Direct measurement of single-dot coercivity and statistical analysis of switching field distribution in bit-patterned media using scanning hard-x-ray nanoprobe	Motohiro Suzuki, Yuji Kondo, and Jun Ariake	Journal of Applied Physics, Vol. 120, 144503 (2016)	H28. 10 月
5	TiC-SiC 硬質セラミックスの合成と機械的性質	関根 崇, 仁野章弘, 菅原 靖, 杉山重彰, 泰松 斉	粉体および粉末冶金, 63 巻, 10 号, 912-917, (2016)	H28. 10 月
6	Effects of C and NbC Additions on the Microstructure and Mechanical Properties of Binderless WC Ceramics	A. Nino, K. Morimura, S. Sugiyama and H. Taimatsu	IC3MT2016 Matsue, JAPAN, 7 - 11 October, 2016.	H28. 10 月

No.	テーマ	著 者	掲載誌名	年月
7	Preparation of Si ₃ N ₄ -TaC and Si ₃ N ₄ -ZrC composite ceramics and their mechanical properties	A. Nino, A. Sasago, S. Sugiyama and H. Taimatsu	Int. Journal of Refractory Metals and Hard Materials, Vol. 61, 192-200 (2016).	H28. 12 月
8	Image Correction Method to Determine Appropriate Apple Harvest Time for Outdoor Trees	M. Ishii, I. Kusada and H. Yamane	Journal of the Institute of Industrial Applications Engineers Vol.5, 1-6 (2017)	H29. 1 月

2 - 3 口頭発表

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
1	超音波霧化ノズル (Sonic-Jet) の研究開発	荒川亮, 伊藤亮, 櫻田陽, 森英季	新世代塗布型電子デバイス技術研究組合 平成 28 年度第 1 回技術委員会	H28. 5. 11
2	バインダーレス WC-ZrC セラミックスの機械的性質および SiC の効果	仁野章弘, 伊豆 悠馬, 関根 崇, 杉山重彰, 泰松 斉	粉体粉末冶金協会平成 28 年度春季大会講演概要集, 46, (2016)	H28. 5. 24
3	TiC-SiC-ZrC 複合セラミックスの機械的性質	関根 崇, 仁野章弘, 菅原 靖, 杉山重彰, 泰松 斉	粉体粉末冶金協会平成 28 年度春季大会講演概要集, 47, (2016)	H28. 5. 24
4	温泉バイナリー前段熱交換実証試験とディーゼル発電機への再生エネ導入試験	菅原文広, 齋藤昭則, 経徳敏明, 遠田幸生	第 50 回産総研・新技術セミナー (記念大会)	H28. 5. 24
5	東北再生可能エネルギー研究会の紹介	遠田幸生	第 50 回産総研・新技術セミナー (記念大会)	H28. 5. 24
6	CAE を活用した秋田県の産学官連携	荒川亮	第 21 回計算工学講演会	H28. 6. 1
7	3D プリンタを活用したものづくり	内田富士夫	秋田大学テクノカレッジゼミ	H28. 6. 2
8	続けてみること、本気で遊ぶこと、そして学ぶこと～人のためになる技術を創るために～	中村竜太	テクノキャリアゼミ	H28. 6. 23
9	電界砥粒制御技術を用いた表面創成技術～研磨技術から医療技術へ～	中村竜太	平成 28 年度秋田化学技術協会定時大会および化学技術懇談会	H28. 6. 30
10	超音波霧化ノズル Sonic-Jet を用いた成膜技術	荒川亮	第 51 回産総研・新技術セミナー	H28. 7. 8

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
11	超音波霧化ノズル (Sonic-Jet)の研究開発	荒川亮, 伊藤亮, 櫻田陽, 森英季	新世代塗布型電子デバイス 技術研究組合 平成 28 年度第 2 回技術 委員会	H28. 7. 13
12	切削負荷分散型複合材用穴あ け工具の開発	加藤勝、木村光彦	秋田県生産技術研究会 事例研究発表会	H28. 7. 29
13	Magneto-optical enhancement and chemical sensing applications of perpendicular magnetic CoPt/Ag stacked structures with a ZnO intermediate layer	K. Takeda, H. Yamane and M. Kobayashi	The 9th Pacific Rim International Conference on Advanced Materials and Processing, P-380 (2016)	H28. 8. 3
14	電界攪拌技術と医工連携	中村竜太	平成 28 年度北東北ナ ノ・メディカルクラスタ ー研究会サマーキャンプ	H28. 8. 5
15	研磨スラリーの電界活性化技 術	久住孝幸, 池田洋, 越後谷正見, 中村竜太, 赤上陽一	2016 年度砥粒加工学会 学術講演会	H28. 9. 2
16	電界スラリー制御技術を適用 した高効率 CMP 技術の開発	池田洋, 羽柴麗, 藤井優和, 泉泰秀, 久住孝幸, 中村竜太, 赤 上陽一	2016 年度砥粒加工学会 学術講演会	H28. 9. 2
17	術中迅速免疫組織染色を可能 にする電界攪拌技術の開発	中村竜太、赤上陽一、久 住孝幸、南谷佳弘、南條 博	LIFE2016	H28. 9. 4
18	逆位相駆動による液晶マイク ロレンズアレイの光拡散効果 の増大	梁瀬智, 内田勝	日本液晶学会討論会講 演予稿集, PA42 (2016)	H28. 9. 5
19	スリット電極型液晶シリンド リカルレンズアレイによる配 光特性と高速応答化	内田勝, 梁瀬智	日本液晶学会討論会講 演予稿集, PB40 (2016)	H28. 9. 5
20	電界攪拌技術(EST)を用いた抗 原抗体反応の迅速メカニズム の解明(第 5 報)～電界集中電 極による攪拌の高効率化～	中村竜太、赤上陽一、久 住孝幸、南谷佳弘、南條 博	2016 年度精密工学会秋 季大会学術講演会	H28. 9. 6
21	通電加圧焼結による TiO ₂ -NbB ₂ 混合系の反応と焼 結体の熱電特性	菅原 靖, 伊勢和幸, 杉 山重彰, 布田 潔	第 13 回日本熱電学会学 術講演会予稿集, P132 (2016)	H28. 9. 6
22	新たな酸化セリウム砥粒再生 技術及び再生装置の開発 -第 3 報-	久住孝幸, 池田洋, 中村竜太, 赤上陽一, 松 下大作, 照井伸太郎	2016 年度精密工学会秋 季大会学術講演会	H28. 9. 7
23	超音波霧化ノズル (Sonic-Jet)の研究開発	荒川亮, 伊藤亮, 櫻田陽, 森英季	新世代塗布型電子デバ イス技術研究組合 平成 28 年度第 3 回技術委員会	H28. 9. 7

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
24	超音波霧化面の変化に関する考察	荒川亮, 伊藤亮, 櫻田陽, 森英季, 江藤真人, 長縄明大, 渋谷嗣, 大日方五郎	2016 年度精密工学会秋季大会	H28. 9. 8
25	霧化による塗布技術のプリンテッドエレクトロニクスへの応用	荒川亮	産業技術総合研究所平成 28 年度 地域産業活性化人材育成事業成果報告会	H28. 9. 8
26	Image Correction for Proper Time of Harvesting Fruit Outdoors	I. Kusada, M. Ishii and H. Yamane	The 4th International Conference on Intelligent Systems and Image Processing, PS-19 (2016)	H28. 9. 11
27	磁性積層膜における磁気光学キャビティ効果を利用した水素ガスセンサの開発	山根治起, 山崎裕, 住吉研, 重村幸治	第 77 回応用物理学会秋季学術講演会, 14a-PZ-7 (2016)	H28. 9. 14
28	ラップジョイント試験片を用いた SAC はんだ接合部 IMCs 層の塑性変形能の評価	黒沢憲吾, 大口健一	2016 年度日本機械学会年次大会	H28. 9. 14
29	Relationship between mechanical properties and morphology of carbon fibre-reinforced polypropylene prepared by microcellular injection molding	Rie Nobe	The 12th China-Japan Joint Conference on Composite Materials (CJJCC-12)	H28. 9. 15
30	超音波霧化技術を利用した超薄膜塗布技術の提案	荒川亮, 伊藤亮, 櫻田陽, 森英季	第 25 回東北地域の車を考える会	H28. 9. 16
31	CoPt-Ag および CoPt-Au 垂直磁化ナノ構造体の磁気光学特性	山根治起, 伊佐地育圭, 武田啓輔, 小林政信	第 159 回日本金属学会秋期講演大会, P170 (2016)	H28. 9. 21
32	光学的変調散乱素子を用いた高周波電界計測システムの周波数特性	黒澤 孝裕	2016 年電子情報通信学会ソサイエティ大会	H28. 9. 22
33	WC-TiC 硬質セラミックスの微細組織と機械的性質におよぼす Cr_3C_2 添加の効果	仁野章弘, 北林大樹, 関根 崇, 杉山重彰, 泰松 斉	日本金属学会 2016 年秋期大会講演概要集, 478, (2016)	H28. 9. 23
34	複合材料の超音波映像評価の紹介	木村光彦	平成 28 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	H28. 9. 28
35	東北再生可能エネルギー研究会の報告	遠田幸生	平成 28 年度 産業技術連携推進会議 東北地域部会 秋季資源・環境・エネルギー分科会	H28. 9. 28

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
36	人工炭酸泉生成装置の開発 ～商品化事例～	井上真、遠田幸生	平成 28 年度 産業技術 連携推進会議 東北地 域部会 秋季資源・環境・エネ ルギー分科会	H28. 9. 28
37	国産鋳型積層造形装置について	内田富士夫	三重県鋳造技術研究会	H28. 10. 7
38	電界砥粒制御技術を応用した 電界攪拌技術の開発 (第 2 報) ～攪拌の高効率化のための電 極形状の検討～	中村竜太、赤上陽一、久 住孝幸、南谷佳弘、南條 博	日本機械学会 第 11 回 生産加工・工作機械部門 講演会	H28. 10. 22
39	電界ラッピング技術における 研磨砥粒挙動の基礎検討	久住孝幸、池田洋、 中村竜太、赤上陽一	日本機械学会 第 11 回 生産加工・工作機械部門 講演会	H28. 10. 23
40	Microwave Field Measurement by using Semiconductor Scatterer with Optical Modulation	Takahiro KUROSAWA	International Symposium on Antennas and Propagation 2016	H28. 10. 26
41	発泡成形した炭素繊維強化ポ リプロピレンの力学特性に及 ぼす射出条件の影響	野辺理恵	プラスチック成形加工 学会 成形加工シンポ ジア'16	H28. 10. 27
42	バインダーレス WC 硬質セラ ミックスの微細組織と機械的 性質におよぼす TiC の効果	仁野章弘、伊豆悠馬、 菅原 靖、関根 崇、杉 山重彰、泰松 斉	粉体粉末冶金協会平成 28 年度秋季大会講演概 要集, 111, (2016)	H28. 11. 10
43	TiC-SiC-TaC 複合セラミック スの機械的性質	関根 崇、仁野章弘、 菅原 靖、杉山重彰、泰 松 斉	粉体粉末冶金協会平成 28 年度秋季大会講演概 要集, 118, (2016)	H28. 11. 10
44	超音波霧化ノズル (Sonic-Jet)の研究開発	荒川亮、伊藤亮、櫻田陽、 森英季	新世代塗布型電子デバ イス技術研究組合 平成 28 年度第 4 回技術 委員会	H28. 11. 10
45	東北再生可能エネルギー研究 会活動報告～公設試が取り組 める課題は何か～	遠田幸生	平成 28 年度 産業技術 連携推進会議 環境・エ ネルギー部会 分科会 エネルギー研究会	H28. 11. 10
46	Magneto-optical cavity effect on perpendicular magnetic multilayers for hydrogen gas sensing application	H. Yamane, Y. Yamasaki, K. Sumiyoshi, and K. Shigemura	The 29th International Microprocesses and Nanotechnology Conference, 10P-7-21 (2016)	H28. 11. 10
47	秋田県産業技術センターにお ける CAE の活用事例	黒沢憲吾	コンピューターシミュ レーション シンポジウ ム in AKITA	H28. 11. 11
48	リング媒体利用粉砕機を用い た米粉の粉砕調製	横尾活輝、高橋武彦、遠 田幸生、菅原文宏	日本設計工学会東北支 部講演会	H28. 11. 12
49	CoPt の磁気特性への下地層 の影響	伊佐地育圭、武田啓輔、 小林政信、山根治起	第 15 回日本金属学会東 北支部研究発表大会、 P-12 (2016)	H28. 11. 25

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
50	WC-SiC 硬質セラミックスの機械的性質におよぼす NbC の影響	橋本元, 仁野章弘, 関根 崇, 杉山重彰, 泰松 齊	本 金 属 学 会 東 北 支 部 2016 年研究発表大会概要集, 15, (2016)	H28. 11. 25
51	通電加圧焼結による (W, Mo)C-SiC 系セラミックスの合成と機械的性質	杉山重彰, 菅原 靖, 劉 超, 仁野章弘, 泰松 齊	第 21 回 SPS 研究会講演 要旨集, 65-66, (2016)	H28. 12. 1
52	秋田県産業技術センターにおける 3D プリンタを活用したものづくり	内田富士夫	長野県テクノロジー技術講演会	H28. 12. 8
53	Ru 下地層とした CoPt 薄膜の保護層による影響	武田啓輔, 伊佐地育圭, 小林政信, 山根治起	第 26 回日本 MRS 年次 大 会 , E1-P21-022 (2016)	H28. 12. 21
54	秋田発! 産学官医工連携により開発した電界攪拌免疫染色装置の紹介	中村 竜太	TOLIC ものづくり連携 コンソーシアム第 3 回 カンファレンスミナー	H29. 1. 6
55	超音波霧化ノズル (Sonic-Jet) の研究開発	荒川亮, 伊藤亮, 櫻田陽, 森英季	新世代塗布型電子デバイス技術研究組合 平成 28 年度第 5 回技術 委員会	H29. 1. 13
56	ドクター・医療機関との連携によって開発した事例	中村竜太	第 3 回 医療機器開発 支援ネットワーク・公設 試験研究機関の連携会 議	H29. 2. 17
57	超音波霧化ノズル (Sonic-Jet) の研究開発	荒川亮, 伊藤亮, 櫻田陽, 森英季	新世代塗布型電子デバイス技術研究組合 平成 28 年度第 6 回技術 委員会	H29. 3. 1
58	超音波霧化現象の数値シミュレーション技術の開発	伊藤亮, 荒川亮, 森英季, 渋谷嗣	2017 年度精密工学会春 季大会	H29. 3. 13
59	超音波霧化ノズルにおける霧化面の液膜作成に関する検討	荒川亮, 伊藤亮, 櫻田陽, 森英季, 江藤真人, 長縄明大, 渋谷嗣, 大日方五郎	2017 年度精密工学会春 季大会	H29. 3. 13
60	先端結晶材加工の技術動向と援用研磨技術	千葉翔悟, 久住孝幸, 赤上陽一	2016 年度精密工学会春 季大会	H29. 3. 13
61	電界スラリ制御技術を用いた小径工具による研磨加工の基礎検討	久住孝幸, 越後谷正見, 中村竜太, 赤上陽一	2016 年度精密工学会春 季大会	H29. 3. 13
62	電界攪拌技術を迅速 In situ ハイブリダイゼーションへ応用するための試薬蒸散抑制に関する研究	中村竜太, 赤上陽一、久住孝幸、齋藤芳太郎、南谷佳弘、南條博	2016 年度精密工学会春 季大会	H29. 3. 14

No.	テーマ	発表者	発表会名	年月日
63	リング媒体利用粉砕機を用いた米粉の粉砕調製	横尾活輝、高橋武彦、遠田幸生、菅原文宏	あきた産学官金総集 キックオフフォーラム 2017	H29. 3. 14
64	[CoPt/AZO/Ag]積層膜の垂直磁気特性と膜構造	山根治起、近藤祐治、伊佐地育圭、武田啓輔、小林政信	第 64 回応用物理学会春季学術講演会、 14p-P10-26 (2017)	H29. 3. 14
65	CoPt 多層膜の垂直磁気特性における表面処理の影響	伊佐地育圭、武田啓輔、山根治起、小林政信	第 160 回日本金属学会 春期講演大会、P123 (2017)	H29. 3. 15
66	Si ₃ N ₄ -TiC _{0.5} N _{0.5} 複合セラミックスの機械的性質	仁野章弘、高橋 元、関根 崇、杉山重彰、泰松 斉	日本金属学会 2017 年春 期大会講演概要集、214、 (2017)	H29. 3. 15
67	表面プラズモン共鳴を用いた磁気カー効果計測システムの構築	畑本 和哉、丸山 耕一、新宅 一彦	応用物理学会	H28. 3. 15
68	二枚貝の可食粒径範囲とアオコ粒径の鉛直分布に着目した二枚貝の濾過摂食機能の評価	菅原巧太朗、藤林恵、岡野邦宏、遠田幸生	第 51 回日本水環境学会 年会	H29. 3. 16
69	液晶マイクロレンズアレイによる光拡散効果の制御	梁瀬智、内田勝	第 64 回応用物理学会春季学術講演会、 17a-P1-9 (2017)	H29. 3. 17

2-4 各種表彰

No.	テーマ	受賞者	表彰名	年月
1	医薬品注入器検査装置「点滴センサ IDC-1301」	小笠原雄二	第 28 回中小企業優秀 新技術・新製品賞 産 学官連携特別賞	H28. 4 月

2-5 一般公開

平成 28 年 7 月 1 日： 33 名

2-6 イベント・セミナー

No.	名 称	主催者	場 所	年月日
1	中小企業応援フェスタ	秋田県	秋田県産業技術 センター	H28. 8. 26- 27
2	THE KAGAKU	秋田市自然科学学 習館	秋田県産業技術 センター	H28. 8. 27

No.	名 称	主催者	場 所	年月日
3	ナノ・マイクロ ビジネス展(小間V-9B)	一般財団法人マイクロマシンセンター	パシフィコ横浜	H28. 9. 14-16
4	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	株式会社 JTB コミュニケーションデザインパシフィコ横浜	H28. 9. 14-16
5	第 25 回東北地域の車を考える会	一般社団法人東北経済連合会	セントレ東北ビル	H28. 9. 16
6	秋田ものづくりオープンカレッジ in 秋田大学	秋田大学・秋田県	秋田大学手形キャンパス 大学会館特設フロア	H28. 10. 4
7	あきた産学官 連携フォーラム 2016	あきた産学官連携フォーラム 2016 実行委員	秋田市民交流プラザ「アルヴェ」	H28. 11. 1
8	あきた機械部品技術展	THK株式会社	秋田県産業技術センター	H28. 11. 9 ～10
9	秋田熱電材料研究会講演会イン湯沢	秋田熱電材料研究会、秋田県産業技術センター	湯沢ロイヤルホテル	H28. 11. 22
10	青森・岩手・秋田 自動車関連技術展示商談会 in ダイハツ	青森・岩手・秋田自動車関連技術展示商談会 in ダイハツ実行委員会	ダイハツ工業株式会社池田第一工区	H28. 11. 22
11	秋田県ものづくり技術展 in Mazda	秋田県	マツダ(株)協力会センター	H28. 11. 23
12	難削材の切削加工技術セミナー	秋田県産業技術センター	秋田県産業技術センター	H28. 12. 6
13	品質マネジメントシステム規格 JISQ9100 規格概要説明セミナー	秋田県産業労働部 地域産業振興課	秋田県産業技術センター	H28. 12. 22
14	オンリーワン企業-次世代産業技術マッチングフェスタ	国立研究開発法人産業技術総合研究所 東北センター、公益財団法人 東北活性化研究センター	TKP ガーデンシティ仙台 (アエル 21F)	H29. 1. 13

No.	名 称	主催者	場 所	年月日
15	とうほく・北海道 自動車関連技術展示商談会	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	刈谷市産業振興センター「あいおいホール」	H29. 2. 2-3
16	冬のサイエンスフェスティバル	秋田市自然科学学習館	秋田市民交流プラザ「アルヴェ」	H29. 2. 18
17	あきた産学官金総結集キックオフフォーラム 2017	秋田県・秋田産学官ネットワーク	ホテルメトロポリタン秋田	H29. 3. 14

4

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
1	H28. 4. 1	BICAKITA	ブームの水素水で飛躍のチャンスをつかむ
2	H28. 5. 21	朝日新聞	点滴治療支援装置で優秀賞
3	H28. 5. 24	秋田さきがけ	航空機向け新素材 県、製造技術を共同開発 6月補正に2億8346万円
4	H28. 5. 24	日本経済新聞	八森電子デバイス 携帯型の水素水生成器 非接触で給電、さび防ぐ
5	H28. 6. 9	秋田さきがけ	秋田精工 航空機関連が好調 国際認証取得へ準備
6	H28. 6. 17	日刊工業新聞	秋田県産業技術センター (広告)
7	H28. 7. 5	秋田さきがけ	県内企業と共同開発 果実の収穫支援アプリなど紹介 県産業技術センター
8	H28. 7. 8	週刊アキタ	アプリ開発など4事業者がコラボ 「スマホで大ビジュアル投影」事業化へ
9	H28. 8. 16	日本経済新聞	アスター 溶接しない金属接合 コイルに活用、出力3倍
10	H28. 8. 27	秋田さきがけ	県中小企業応援フェスタ 23社、製品や技術PR
11	H28. 9. 7	秋田産学官ネットワーク Web ページ	「共同研究のご提案」 液晶を用いた配光制御デバイス
12	H28. 9. 8	秋田さきがけ	シリーズ時代を語る 小松忠治 [㊟] 「土に返る玉皮」開発
13	H28. 9. 10	秋田さきがけ	LED に有機 EL も 光技術応用へ研究会 県内 35 社と大学が連携
14	H28. 9. 14	秋田さきがけ	風車メンテ人材育成へ 県と大学、企業がチーム
15	H28. 9. 30	FM 秋田	モーニングアップフライデー

No.	掲載年月日	掲載紙名等	掲載見出し
16	H28. 10. 13	毎日新聞	秋田ものづくりオープンカレッジ 学生に地元企業紹介 県と秋田大、人材確保へ展示会
17	H28. 10. 17	秋田さきがけ	秋田市のオクトライズ リンゴ収穫期スマホで判定 来春アプリ発売へ
18	H28. 10. 25	秋田さきがけ	とうほく再生 Genki プロジェクト 産業をみかく 秋田 金属プレス加工・カミテ
19	H28. 11. 17	日刊工業新聞	ダンレイ 炭酸泉製造装置投入 介護施設向け バスユニットに設置
20	H28. 12. 9	秋田さきがけ	東北航空宇宙産業フォーラム「中小企業に参入の余地」航空機産業の可能性探る
21	H28. 12. 16	日刊工業新聞	ダンレイ CS 新時代 産官学連携でBツーC
22	H29. 2. 18	秋田魁新報	親子連れ、鏡張りの迷路楽しむ アルヴェで科学フェス
23	H29. 3. 24	秋田さきがけ	秋田発 新製品生み出せ 本県と首都圏の産官学連携 炭素繊維・高機能食品 17年度から共同研究
24	H29. 3. 27	秋田さきがけ	スマホ活用 観客席にロケット、国旗… ドット映像キラキラ 秋田市内3社 99台使い公開実験
25	H29. 3. 27	中部経済新聞	メイドインアキタ 自動車産業振興に挑む その①産学官の連携
26	H29. 3. 28	中部経済新聞	メイドインアキタ 自動車産業振興に挑む その②創意工夫
27	H29. 3. 29	中部経済新聞	メイドインアキタ 自動車産業振興に挑む その③人材育成
28	H29. 3. 30	中部経済新聞	メイドインアキタ 自動車産業振興に挑む その④大橋雅史 (大橋鉄工) 社長に聞く

3. 所内見学

3-1 一般見学

平成28年度計：394名

3-2 一般公開

平成28年7月1日：33名（再掲）

IV 研究報告

IV-1 あきたものづくり創生事業

デジタルものづくり設計技術者養成事業

先進プロセス・医工連携グループ 加藤 勝、内田富士夫、黒沢 憲吾、沓澤 圭一
複合材料グループ 工藤 素、野辺 理恵
環境エネルギーグループ 井上 真
ナノメカニカル制御グループ 伊藤 亮、荒川 亮、

Project of Digital Manufacturing Technology Training

Advanced Processing/ medical-engineering collaboration Group

Masaru KATO, Fujio UCHIDA, Kengo KUROSAWA, Keiichi KUTSUZAWA

Composite Material Technology Development Group

Makoto KUDO, Rie NOBE

Environment and Energy Technology Development Group

Makoto INOUE

Nano-Mechanical Control Group Ryo ITO, Ryo ARAKAWA

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 technology by utilizing a three-dimensional CAD / CAM / CAE / RP is, from prototype development technologies such as mock-up of the new product by the 3D printer, the AM (Additive Manufacturing) technology to produce a direct real product in the 3D printer It migrated a while. 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、県内企業の皆様における技術課題をテーマとし、センター所有の3DCAD/CAM/CAEを活用した設計手法、3D鋳型積層造形機や3Dプリンタ、5軸マシニングセンタを活用した試作開発手法を実践的に学んでいただくと同時に課題解決・人材育成をめざす、“デジタルものづくり設計技術者育成事業”を行った。※この事業は、「あきたものづくり創生事業」の一環で実施されたものである。

2. 人材育成及び技術支援

本事業では、表1に示すように基本研修コースを6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。

3. 成果

本事業では、合計 20 社、34 名、210 人日の研修を実施した。

本事業による成果の一例を表 1 に示す。

表 1. デジタルものづくり設計技術者養成事業 研修コース

コース名	研修概要	成果事例	担当研究員
3D 樹脂 プリンタ	対象者：意匠設計、新製品開発設計 3DCAD (SolidWorks) 3D プリンタ (STRATASYS CONNEX500,FORTUS250mc)	①「自立型無人機の最適設計技術の確立」により、 試作回数、製作コスト及び納期を 1/2 程度に削減 することができた。 ②「3D プリンタを活用した鋳造技術の開発」にて	内田富士夫
3 次元 CAD	対象者：機械・電機・電子部品設 計、金型設計等 3DCAD (SolidWorks) (CATIA, Pro-Engineer)	木型の代替えとして 3D プリンタにて造形した 模型を活用することで、木型製作期間の短縮及び コスト半減等の成果を得ることができた。	黒沢 憲吾
3 次元 CAM	対象者：機械・電子部品、金型等 の設計・加工等 3次元 CAM (Mastercam) 5 軸制御立形 MC (オークマ MU-400VII型)	「3 次元 CAD/CAM (Mastercam) の基本操 作と切削加工の基礎知識の習得」により、新入社 員の教育ができた。	加藤 勝
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)、 流体解析 (XFlow)	①「水回り商品における流体シミュレーション解析技術の 確立」により、水の流れや圧力と流量の関係を解 明し、従来品より高性能化に成功した。 ②「加工装置における振動数値シミュレーション解析技 術」により、解析ソフトを活用した固有値解析・ 周波数応答解析技術を習得し、今後の商品開発へ の解析技術を確立した。	井上 真 伊藤 亮 荒川 亮
射出成形 CAE	対象者：プラスチック部品設計、射 出成形金型設計 使用機器：射出成形シミュレーション (東レエンジニアリング製 3DTIMON)	「ランナーバランス最適設計技術の確立」によ り、射出成形品の多数個取りにおいて、充填バラ ンスの最適化が図られ、安定した成形条件を得る ことができ、成形不良が低減され良品率の向上が 達成された。	工藤 素 野辺理恵
鋳 造 CAE	対象者：鋳造方案設計 鋳造 CAE (ケリカ製 JSCAST) 3D 鋳型積層造形装置 (シーメツ社製 IS-800SA)	「大型鋳造品の鋳造欠陥解析技術の確立」によ り、これまで発生した鋳造欠陥の低減及び最適鋳 造方案設計技術を確立することができた。	内田富士夫

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を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。

次世代 3D 造形技術の県内企業展開

先進プロセス・医工連携グループ 内田富士夫、黒沢 憲吾、沓澤 圭一

Development of Next Generation 3 D Manufacturing Technology

Advanced Processing/medical-engineering collaboration Group

Fujio UCHIDA, Kengo KUROSAWA, Keiichi KUTSUZAWA

抄録

近年、3次元 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。しかし、この技術は、設計・造形技術等の技術力の問題によりいまだに確立していないのが現状である。そこで、本事業では、当センターがこれまで行ってきた 3D プリンタの活用技術を応用発展させ、3次元 CAD/CAM/CAE の技術者の育成による技術力向上、及び県内企業の新規分野進出の支援を行った。また、国産初の 3D 鋳型積層造形機を導入し、3D 鋳型積層造形機を活用した新鋳造技術の開発にも着手した。

[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 technology by utilizing a three-dimensional CAD / CAM / CAE / RP is, from prototype development technologies such as mock-up of the new product by the 3D printer, the AM (Additive Manufacturing) technology to produce a direct real product in the 3D printer It migrated a while. However, this technology is not yet been established by the technical capabilities of the problems such as the design and modeling technology is at present. Therefore, in this project, our center is to application development the utilization technology of 3D printers you've been doing, 3D CAD / CAM / CAE technology's technical strength improvement by training, and support of a new foray into the local companies It was carried out. In addition, by introducing Japan's first 3D mold laminate molding machine, it was also embarked on the development of new casting technology that leverages a 3D mold lamination molding machine.

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

1. はじめに

3D データを活用した技術は、現在のものづくりには欠かせない技術である。当センターでは平成6年度より3次元 CAD/CAM/CAE 及び光造形システムを導入し、県内企業の技術レベル向上及び新規事業進出を目的に支援を行ってきた。平成27年度には地域オープンイノベーション促進事業（戦略分野オープンイノベーション環境整備事業）にて採択され、国産初の 3D 鋳型積層造形装置を導入した。この事業は、秋田県、岩手県、青森県、宮城県、山形県、三重県の6県が連携し、「3D 積層造形技術活用による鋳造技術の開発」の確立を目指すものである。本報では、この国産初の 3D 鋳型積層造形装置を活用したものづくりについて紹介する。

2. 3D 鋳型積層造形装置

当センターが導入した 3D 鋳型積層造形機はシーメット(株)製 Sand Casting Meister SCM-10 である。国産初の鋳型積層造形機であり、国家プロジェクト (TRAFAM) にて開発中の骨材を積層させて鋳型を製作する装置である。この装置は、3次元 CAD データより鋳造用の砂型をダイレクトに製作することができるため、従来の木型

や金型が不要である。さらに、アンダーカットを有する複雑形状の鋳型を製作することが可能なため、鋳造品の高付加価値化が期待される。



図1 3D 鋳型積層造形機

3. 3D鋳型積層造形機を活用した試作

国産初の3D鋳型積層造形装置にて鋳型を造形した結果、鋳型の緻密性も良く、従来の生型と比較しても鋳型強度、表面粗さ

も良好な結果が得られたが、通気性は悪く、生型の半分であることがわかった。3D鋳型積層造形装置にて鋳型を製作し、鋳鉄製インペラの試作を行った。その結果を図2に示す。図2の鋳型の製作時間は約3時間であり、その後鋳型の仕上げ、鋳造、鋳仕上げまで約2日、合計3日間で、このような健全なインペラを得ることが出来た。転写性も良く積層造形の特徴である段差も明確に観察された。



図2 3D 鋳型積層造形装置の特徴と鋳型の造形方法

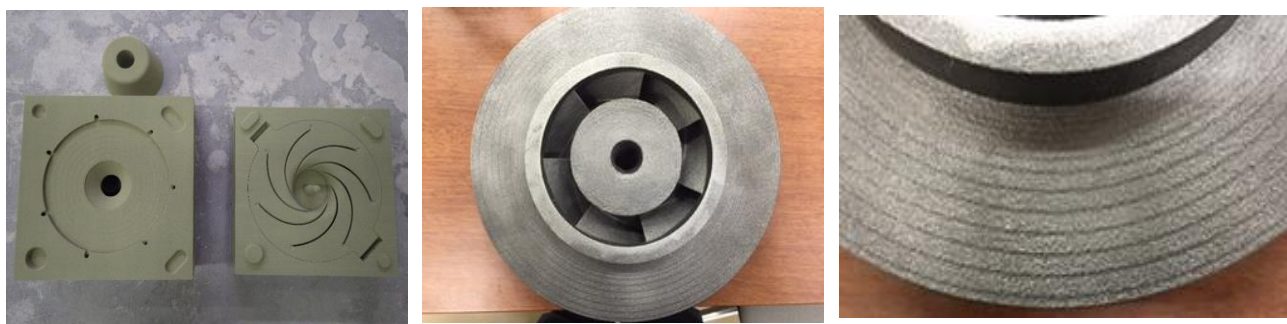


図3 3D 鋳型積層造形機で製作した鋳型（左）、鋳鉄製インペラ（中央）、インペラの鋳肌（右）

さらに、湯流れ性を確認するために、肉厚 1.0mm のターボチャージャー用インペラ（A1 性）の鋳造実験をした結果、図4に示すように湯周り不良等の欠陥も発生せず、健全な鋳造品を得ることが出来た。

このように3次元CADデータがあれば、木型などの模型を製作することなく短時間で鋳型を製作することができ、かつ短期間で鋳造品を得られることを検証することができた。

4. まとめ

本事業にて3D技術を応用発展させ、3D鋳型積層造形装置を活用した試作を実施した結果、従来法より鋳造品を短期間で製作することができた。この優位性を活用し、県内企業の技術力向上及び新規産業への進出を支援し、さらなる企業展開を図る予定である。



図4 A1 製ターボチャージャー用インペラ

3Dものづくり事業

－ 機能性を付与した3D造形物の応用展開 －

企画・事業推進班 熊谷健

3D Manufacturing Project - Application Development of 3D Shaped Objects with Functionality -

Business Planning Group
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。従来回路パターン形成にはフォトリソグラフィという方法が使われているが、エッチングによる廃液処理など問題がある。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。本事業では、ディスペンサーを使った導電性接着剤の印刷法によるセンサの開発に着手した。

[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、ひずみゲージ]

Abstract

Printed electronics (PE) is a series of printing methods used to create electronic circuits and devices on various substrates. Conventionally, a method called photolithography is used for forming a circuit pattern, but there is a problem such as waste liquid treatment by etching. 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 project, we began developing a sensor by a printing method of a conductive adhesive using a dispenser.

[Keywords: printed electronics, dispenser printing, conductive adhesive, strain gauge]

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。PEで使われる印刷法としては、スクリーン印刷、フレキソ印刷、グラビア印刷、オフセット印刷、およびインクジェット等があり、どれも低コスト化を実現でき、少量多品種の生産に適している。本事業では空気圧式ディスペンサーと導電性接着剤を用いて微細パターン描画を行い、プリンテッドひずみゲージを製作した。

2. ディスペンサーによるプリンテッドひずみゲージ製作

2.1 ディスペンサーで塗布したパターンの電気的特性

写真1に使用したPC制御画像認識塗布システムを示す。IMAGE MASTER 350PCSmart (武蔵エンジニアリング製) は空気圧式ディスペンサーとロボットが組み合わされた装置で、カメラと高さセンサにより、ズレや変形のあ
るワークに対して安定した塗布を実現できる。一般的に電子回路・デバイスでは導体抵抗が重要であるため、アル
マイト処理済みのアルミ板にディスペンサーで塗布したパターンの抵抗値及びそのばらつきを調べた。①ニッケル

(体積抵抗率 $7.0 \times 10^{-2} \Omega \cdot \text{cm}$ 、以下同)、②銀 1 ($6.0 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$)、③銀 2 ($5.0 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$) の導電性接着剤を用い、各々 5 個ずつ同形状のパターンを塗布し、その抵抗値のばらつきを調べた。単位重量あたりの価格は③、②、①の順で高く、銀 1 と銀 2 の価格差は金属の含有率の違いによるものである。塗布後それぞれ $90^\circ\text{C} \times 60$ 分の恒温槽により硬化させている。各抵抗値の平均は① 885Ω 、② 35.88Ω 、③ 25.84Ω 、各標準偏差は① 102、② 5.23、③ 1.28 となり、体積抵抗率が低い液剤ほどばらつきが少なかった。液剤メーカーによれば、「導電性接着剤内において金属粒子の分散状態が不均一であるため、同形状であっても抵抗値のばらつきが発生する可能性がある」とのことであった。



写真 1 PC 制御画像認識塗布システム

2. 2 プリントドひずみゲージの特性

100mm×35mm×2mm のポリカーボネート板の中央付近に、IMAGE MASTER 350PCSmart でひずみゲージを塗布した。使用した導電性接着剤は前項の銀 1 と銀 2 である。ひずみゲージの形状は写真 2 に示す通りミアンダ状であり、ひずみゲージ本体を塗布後硬化させ、それからリード線を導電性接着剤により固定して再度硬化させている。ひずみゲージ本体の線数は 6 本（銀 1）と 24 本（銀 2）で異なるが、抵抗値が低いと測定用ブリッジ回路で使用される回路素子の発熱等が懸念されるため、抵抗値を増やすために銀 2 については線数を増やしている。製作したひずみゲージの抵抗値はそれぞれ銀 1：約 100Ω 、銀 2：約 34Ω であり、市販品のひずみゲージ（抵抗値 120Ω ）との 3 種類で図 1 に示す測定環境で錘の質量と抵抗値変化の関係を調べた。デジタルマルチメーターのヌル機能を使って無荷重時の抵抗値をオフセットし、その値をプロットしてから近似曲線を追加した結果を図 2 に示す。錘の質量と抵抗値の変化は比例していることが望ましく、プリントドよりも市販品のひずみゲージの方が、より正確であるという結果だった。市販品は安いものでも 400 円以上するが、銀 1 で製作したひずみゲージの本体部分の材料費は約 1 円であるため、リード線を含めても数十分の 1 のコストで済み、価格競争力がある。

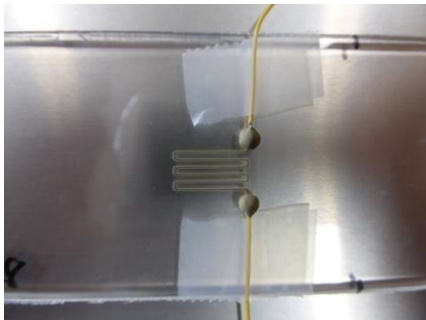


写真 2 製作したひずみゲージ

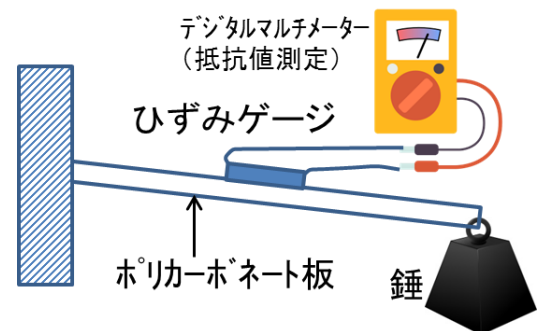


図 1 測定システム概略図

3. まとめ

プリントドセンサの応用例としてひずみゲージを製作した。プリントドセンサの利点は価格競争力が挙げられる。ひずみゲージは荷重センサとして、他にも同様の技術で超低価格の温度センサや湿度センサも実現できるため、IoT 向けのトリリオンセンサへの応用を検討していく。

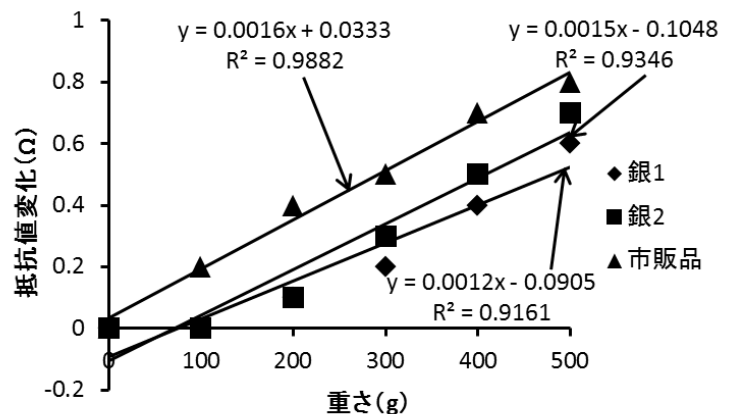


図 2 重さと抵抗値変化の関係

3D ものづくり事業

- CFRTP 複合材料のハイサイクル成形技術の県内企業展開 -

複合材料グループ 木村 光彦, 工藤 素, 藤嶋 基, 野辺 理恵

3D Manufacturing Project

- Application of High-Cycle Hot Press Molding Method of CFRTP Composite -

Composite Material Technology Development Group

Mitsuhiko KIMURA, Makoto KUDO, Motoi FUJISHIMA, Rie NOBE

抄録

CFRTP はハイサイクル成形による大量生産、低コスト化、リサイクル性に優れており、自動車産業、医療・福祉機器、産業機器、次世代産業等様々な分野での用途拡大が期待されている。CFRTP ハイサイクル成形技術の確立を目的に、ヒート&クールシステムを備えたプレス機を用いてホットプレス成形による成形時間の短縮、及びホットプレス成形時にアルミ板との接合を試み、その接合強度について検討した。その結果、CFRTP シートの繊維配向によって変形、ソリを改善することができ、またアルミ板との接合成形は母材引張強度より接合強度が高いことがわかった。

[キーワード: CFRTP、複合材料、ホットプレス成形、接合]

Abstract

The high-cycle press molding of CFRTP shows advantages of large-volume production, low-cost processing and recyclability. So it is expected to widely use of various industrial field such as automotive, medical, welfare and more. In this study, aiming to establish high-cycle press molding method of CFRTP, we investigated the reduction of hot press molding time and the bonding strength of CFRTP and aluminum by using rapid heating and cooling molding system. As a result, the fiber orientation of CFRTP prepreg improved deformation and dimensional stability. Furthermore, the bonding strength of CFRTP and aluminum was higher than the tensile strength of matrix.

[Key words: CFRTP, Composite material, Hot press molding method, Bonding]

1. はじめに

炭素繊維強化複合材料は、軽量、高強度、高剛性などの特徴を有し、航空機の機体へ大量に採用されて広く知られるようになった。マトリックス樹脂にエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂を用いた CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic) と熱可塑性樹脂を用いた CFRTP (Carbon Fiber Reinforced Thermo Plastic) に分けられ、CFRP は一般的に硬化時間が数時間を要するのに対し、CFRTP は数分の硬化時間で成形が可能である。CFRTP はハイサイクル成形による大量生産と低コスト化のほか、リサイクルもしやすいことからリサイクル性も望まれている自動車産業をはじめ、医療・福祉機器、産業機器、次世代産業等様々な分野での用途拡大が期待されている。

本報告では、CFRTP のハイサイクル成形技術の確立を目的に、ヒート&クールシステムを備えたプレス機を用いてホットプレス成形による成形時間の短縮、及びホットプレス成形時にアルミ板との接合を試み、その接合強度について基礎的評価を行ったので報告する。

2. ホットプレス成形技術

2. 1 複合材料圧縮成形装置

CFRTP の成形は、複合材料圧縮成形装置（㈱郷製作所製 MBO50-GMS 型）を用いた。本装置は、油圧プレス機（型締め力：500kN、プラテンサイズ：410×360mm）とヒート&クールシステムを装備した金型から構成され、金型は平板形状とタブレットケース形状を装備している。ヒート&クールシステムは、上下モールドベースの水冷却回路とキャビティ、コアに組み込んだヒーターによって最高温度 400℃まで昇温し、急冷却が可能である。



図1 複合材料圧縮成形装置

2. 2 タブレットケース成形

タブレットケース形状は、縦 200×横 135mm、厚みを 0.6~1.2mm の範囲で変更可能で、2 水準の角 R と内側にリブを有しており、それぞれの賦形性を評価することができる。

本報告では、マトリックス樹脂をポリイミド (PI)、厚さ 0.40mm の綾織り CFRTP シートを用いてホットプレス成形を行った。成形条件を Table1 に示す。CFRTP シートは綾織りのため繊維配向による異方性、変形、ソリが生じる。そこで、繊維配向が対称となるように積層した結果、変形、ソリが軽減することがわかった (図 2)。また、リブには炭素繊維が回り込まず、PI 樹脂で占められていた。今後、リブの成形性の改善、変形、ソリ、R 形状の成形性向上を図るため、シートの裁断形状、マトリックス樹脂の種類等の成形条件について検討を加える。



図2 タブレットケース (CFRTP(PA6)/4ply)

	Table1 Mold Conditions			
	Preheat Temp (°C)	Temp (°C)	Mold Clamping Force(kN)	Cycle time(sec)
Tablet case	60	280	500	265
CFRTP/Al Bonding	30	200	45	245

2. 3 接合成形

CFRTP と金属板の一体接合成形を目的に、CFRTP シート (20×2×100mm) とアルミ板 (25×2×100mm) をホットプレス成形時に接合することを試みた。成形条件を Table1 に示す。CFRTP シートはマトリックス樹脂がポリアミド (PA6)、厚さ 0.15mm の平織り 20ply を用いて、アルミ板には接合用表面処理を施した。25×2×100mm のキャビティにアルミ板をはめ込み、接合面積が 20×50mm となるように CFRTP シートを置き、CFRTP 成形と同時にアルミ板を接合させた (図 3)。接合強度は、引張試験機 (インストロン製 5967 型) による剪断強度を測定した。その結果、接合されたまま母材である CFRTP 積層板が 3019kN で破断し、接合強度はそれ以上に高いことが確認された。今後、マトリックス樹脂の種類、表面処理条件、成形条件等について検討を加える。



図3 CFRTP(PA6)/Al 接合板

3. まとめ

今回は、CFRTP シートの成形サイクル、成形性、寸法精度、接合強度について検討した。成形品の変形、ソリ等の寸法安定性は、繊維配向のほか、冷却効率の影響も大きいと考える。金型、成形品の冷却効率の向上は、寸法精度向上と成形サイクル短縮が期待できるためさらに検討を加える。CFRTP と金属と接合は、異種材料接合部材としての利用展開が期待でき、県内企業、東北地域企業へ情報発信、技術支援、共同技術開発へと展開したい。

3Dものづくり事業

－ (4) 難削材及び複雑形状製品の3次元加工技術支援 －

先進プロセス・医工連携グループ 加藤 勝
複合材料グループ 木村 光彦

3D Manufacturing Project - (4) Support on 3D Machining of Difficult-to-cut Materials and Complex Shape Parts -

Advanced Processing/ medical-engineering collaboration Group
Masaru KATO
Composite Material Technology Development Group
Mitsuhiko KIMURA

抄録

近年、航空機や自動車の軽量化を目的とし、その構造材として炭素繊維強化プラスチック（CFRP）やそれらを組み合わせた複合材料が多く使用されている。これらの材料は軽量で強度が高い特性を持つが、加工が困難な難削材として知られている。特にCFRPの切削加工では、工具寿命が短いだけでなく、層間剥離（デラミネーション）やバリの発生という問題がある。本報告では、2013年から共同研究を行い2016年に上市された、CFRP材加工用穴あけ工具の開発について述べる。

[キーワード：CFRP、難削材、複合材料、ドリル加工、層間剥離、バリ]

Abstract

In recent years, lightweight materials such as Carbon fiber reinforced plastic (CFRP) or titanium alloy are widely used as structural materials in airplane and automobile for the purpose of mass reduction. Although these materials have characteristics of lightweight and high strength, they are regarded as difficult-to-cut materials. In particular the cutting of CFRP, tool life is not only short, but there is a problem that de-lamination and burrs. This report shows a development of tool for CFRP drilling by collaboration research with company from 2013 to 2016. This drill tool is launched in 2016.

[Key words: CFRP, difficult-to-cut material, composite material, drilling, de-lamination, burr]

1. はじめに

複合材料である炭素繊維強化プラスチック（CFRP）は、その軽くて強い特性によって省エネルギーを実現するものとして、航空機のみならず自動車や家電等に更なる応用が期待されている。しかしながら、CFRPの切削加工（穴あけ、トリミング等）では、工具摩耗が激しいこと、層間剥離（デラミネーション）やバリ等が発生することが課題となっており、高能率・高品質に加工することが求められている。

そこで我々は、従来の一般的なドリル工具とは違い、めねじ加工する際に用いるタップの先端にドリル刃を設け、ドリル刃とタップの食付きねじ山を利用することで切削負荷を分散させ、バリやデラミの発生を抑制することが可能なCFRP材加工用穴あけ工具を開発したので紹介する。

2. 開発した工具の特徴と効果

図 1(a)に開発工具の本体外觀形状、(b)に刃部の拡大写真を示す。一見するとタップ工具のように見えるが、先端部にドリル刃を設けており、続いて食付き刃のねじ山で穴を拡大していき、完全ねじ山部で所定の穴径に仕上げる機構である。ダイヤモンドコーティングを施し、高寿命化を図っている。

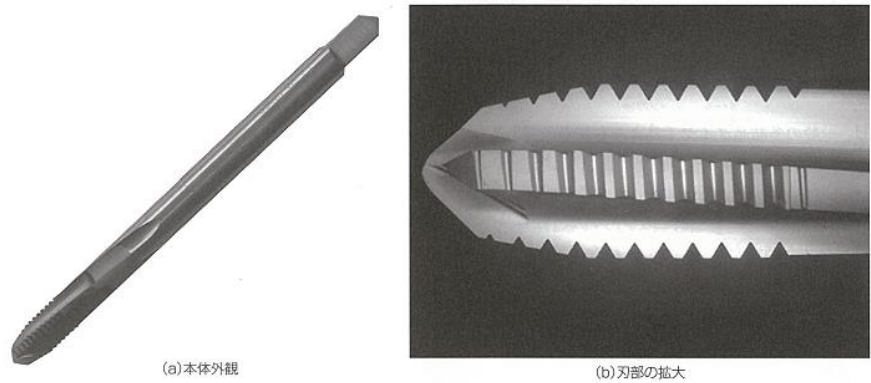


図 1 開発した工具の外觀及び先端部

図 2 に、その仕組みを従来ドリルと比較して示す。(a)開発工具は、先端刃で穴を切り開き、ねじ山食付き刃により多数の円周刃が存在し、徐々に穴を広げていく。その際、多数の刃で切削を行うため、切削負荷が $f_1 \sim f_9$ に分散することができる。(b)従来ドリルでは、切削負荷が f_1 に集中し、先端刃の摩耗が進むことで問題となるバリ・デラミが起きやすい。この様に、開発工具はタップの逐次切削機構を応用し、切削負荷を分散する構成である。

図 3 に、厚さ 6mm の熱硬化性 CFRP 材を切削速度 100m/min、回転当たり送り 0.05mm/rev の条件で、1600 穴まで加工した時の CFRP 材の穴加工状態を示す。僅かにバリの発生が確認されたが穴精度は良好であり、超音波映像装置観察 (SAT) ではデラミの発生は見られず、本開発工具の有効性を確認することができた。本開発工具は 2016 年に製品化され、販売を開始している。

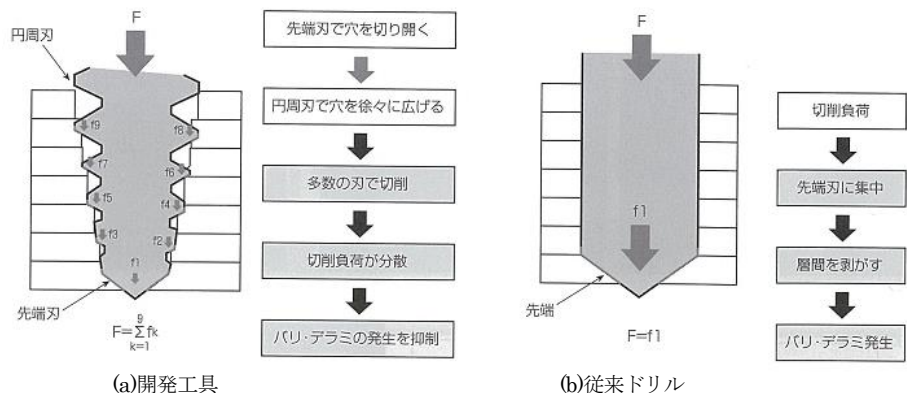


図 2 開発工具と従来工具の切削

3. まとめ

タップの逐次切削機構を応用し、バリやデラミの発生を抑制できる CFRP 材加工用穴あけ工具を開発した。市場では熱可塑性 CFRP 材や他金属との共削り、また、ボロン繊維やアラミド繊維などの複合材加工のニーズもあることから、引き続き、開発を進めていく予定である

なお、本研究は JST 復興支援プログラム事業（可能性試験／研究成果最適展開事業）及び宮城・仙台富県チャレンジ応援基金事業の助成を受け、工具メーカ、宮城県産業技術総合センターとの共同研究として実施されたものである。

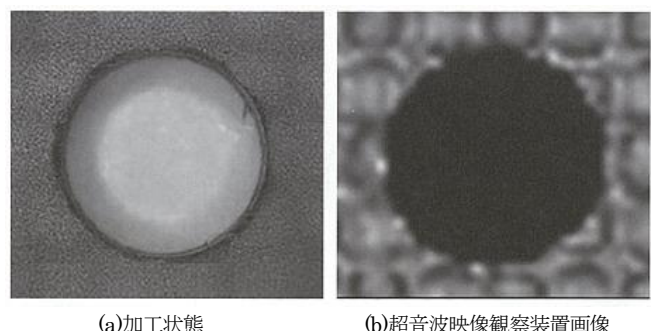


図 3 1600 穴加工した時の CFRP 加工状態と SAT 画像

機能性部材ものづくり事業

- Si スピンデバイス技術の県内企業展開 -

スピン・ナノデバイスグループ 鈴木淑男

Project of Creating Functional Materials - Development in Si Spin-Device Technology to Local Companies -

Spin and Nano Device Group, Toshio SUZUKI

抄録

Si スピンデバイスのための素子作製プロセスを開発し、ハンレ効果を用いたスピン信号の室温における検出に成功した。県内企業展開として、これまでの半導体スピンデバイスの基盤技術開発で構築した Si 表面の清浄化・平坦化技術の一部が、県内企業のデバイス特性解析工程に活用されることとなった。

[キーワード: Si デバイス、スピントロニクス、スピン注入、トンネル障壁、ハンレ効果、素子分離、メサ構造]

Abstract

Hanle-effect spin signals were successfully detected at room temperature by developing an advanced device fabrication process for Si spin-devices. A part of the Si surface purification and flattening process, which was developed in the research of the semiconductor spin-devices in our research center, has been applied to a device-characterizing process in a local company.

[Key words: Si device, Spintronics, Spin injection, Tunnel barrier, Hanle-effect, Element isolation, Mesa structure]

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ー(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。本テーマでは、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。

今年度は、Si スピンデバイスの素子作製プロセスを開発することにより、室温におけるスピン信号の検出に成功した。また、県内の Si デバイスメーカーに対して技術支援を行い、デバイス特性解析工程に本テーマで開発した Si 表面の清浄化・平坦化技術の一部が活用されることとなった。以下、Si スピンデバイスにおける素子作製プロセスの今年度の成果をまとめる。

2. Si スピンデバイスの素子作製プロセスの開発

Si スピンデバイスに用いられる積層膜は、スピン偏極源となる強磁性薄膜がトンネル障壁を介して Si 上に積層された構造であり、積層膜を構成する各層の材料選定と界面制御技術が必要となる。さらに、デバイ

ス特性を評価するためには、スピン輸送に適する素子作製プロセスの開発が必要となる。これまでの研究開発で提案してきた積層膜に関する基盤技術とアイデアを評価・実証するため、今年度は素子作製プロセスの開発に注力するとともにスピン寿命を評価する測定システムを構築した。

図1に取り出し電極形成前の素子の光学顕微鏡像と AFM 像を示す。高 S/N の信号を得るため、薄膜 SOI 基板を用いる素子分離構造を採用している。SOI 基板の試作技術とドーピング技術は既に構築しており、今年度は Si のメサ構造の形状制御について検討した。図1の素子は、Ar イオンミリングとウェットプロセスを用いて作製したもので、素子分離により、SOI 基板の埋め込み SiO₂ 層上に Si メサ構造が出来ている。さらに、メサ構造の側壁形状に乱れはなく、バリもほぼ無い形状が得られている。

図2はスピン寿命を評価するために構築したシステムであり、素子面に対して磁場を 90°から 0°まで任意に変えることができる。素子のフローティング領域における電圧変化を低ノイズで精度良く測定するための工夫を行っている。

図3は、完成した素子と前述のシステムを用い、ハンレ効果と逆ハンレ効果によるスピン電圧信号を室温で測定した結果である。ハンレ効果の測定は、素子に対して垂直磁場(90°)を印加し、面内方向に量子化軸を持つスピンの歳差運動することでスピンが減衰する過程を測定する。逆ハンレ効果は、面内磁場(0°)を印加し、スピンのコヒーレンスが揃う過程を測定する。測定では、Si チャネルから強磁性体電極に電子を流すスピン抽出モードの測定結果である。ハンレ効果と逆ハンレ効果が整合する結果であることから、室温でスピン信号が得られたと判断できる。素子作製プロセスで素子がダメージを受けると印加磁場に依存する信号が得られないことが分かっており、現在、素子へのダメージを低減するプロセス条件の最適化を行っている。

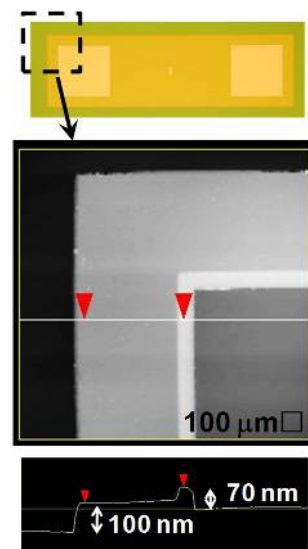


図1 取り出し電極形成前の素子の光学顕微鏡像と AFM 像および形状プロファイル

3. むすび

今年度開発した Si スピンデバイス作製プロセスと測定システムにより、スピン信号の室温検出が可能となった。今後、素子作製プロセスをブラッシュアップし、これまでに提案しているトンネル障壁に関する新しい設計指針を実証することで企業との連携による実用化技術へと発展させていきたい。さらに、本研究での経験・知見を活かした県内企業支援を引き続き行い、Si スピンデバイス技術のさらなる応用展開を果たしたいと考える。また、今年度構築したスピン寿命を評価できるプローバと計測システムは、半導体デバイス等の電気伝導特性の評価・解析や磁気抵抗測定に応用可能であり、今後、県内企業支援の有効なツールになり得ると考える。

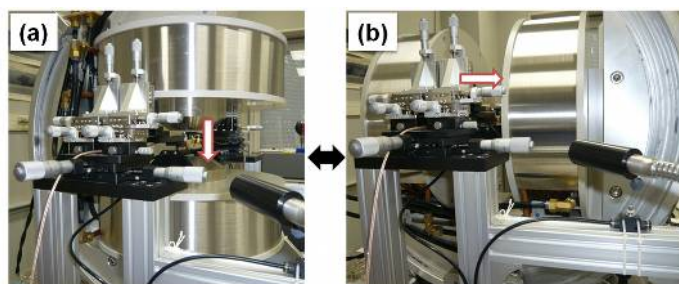


図2 磁場印加プローバシステム
(a)ハンレ効果測定状態(垂直磁場印加)
(b)逆ハンレ効果測定状態(面内磁場印加)

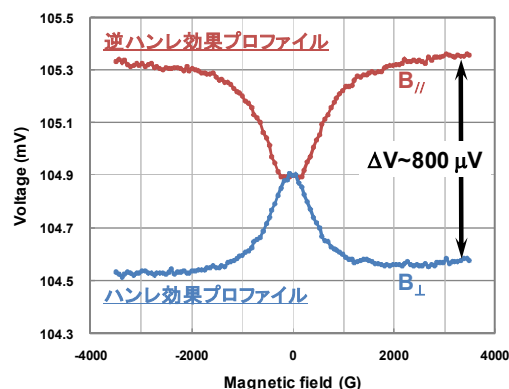


図3 Si スピンデバイスの室温特性評価

機能性部材ものづくり事業

－ 高性能磁石とマルチフェロイック材料の県内企業展開及び

－ メタルナノコイルの生成技術の開発 －

スピン・ナノデバイスグループ 新宅 一彦

Project of Creating Functional Materials - Development of Local Companies of High Functional Magnet and Multiferroic Material and Development of Fabrication Technology of Metal Nanocoil-

Spin and Nano Device Group
Kazuhiko SHINTAKU

抄録

マルチフェロイック材料の磁化が伝播する現象を直接的に検出するために、表面プラズモン共鳴を用いた磁気カー効果計測システムの構築を行った。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）の材料の検討および大面積化に対応できる大型スパッタ装置の導入を行った。

[キーワード：マルチフェロイック材料，航空機，複合材，メタルナノコイル，スパッタ装置]

Abstract

Measurement system for magneto-optical Kerr effect with surface plasmon resonance was constructed in order to directly detect the propagation phenomenon of magnetization in multiferroic material.

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 of micro metal body (metal nanocoil) was examined and a large sputtering machine for depositing in a large area was introduced.

[Key words: multiferroic material, 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のいくつかについて紹介する。

2. 1 高性能磁石とマルチフェロイック材料の県内企業展開

秋田高専との共同研究として、当センターの高真空スパッタ装置を用いて、新規な薄膜試料作製技術を構築することを目指している。当面の研究テーマはマルチフェロイック材料で概要は以下である。誘電体と磁性体の界面で、誘電体に電圧を印加することで、誘電分極（あるいは圧電性）により伸縮し、磁歪の効果により磁性体の強磁性転移を誘起し、磁気的な交換力による磁化配列の伝搬を引き起こす（本原理は、秋田高専において、素子の構造制御と光学的な計測技術の確立によって実証され、特許取得中である）。別端の誘電体と磁性体の界面から、反対に電

圧を取り出すこともできる。新たな情報伝達およびエネルギー伝送技術となる可能性がある。これを実現するために、圧電性強誘電体と磁歪性強磁性体のヘテロ構造界面を有する積層膜を作製してきたが、本年度は、磁化が伝播する現象を直接的に検出するために、表面プラズモン共鳴を用いた磁気カー効果計測システムの構築を行った。表面プラズモン共鳴分光法は、金などの貴金属膜の表面に発生するプラズモンと、誘電体との界面に発生するエバネッセント波との共鳴により反射率が著しく変化する現象をいう。試料と計測の概念図を図1に示す。コバルトなどの磁性層を金層で挟んだ多層構造とすることで、表面プラズモン共鳴信号が増強されることが知られている。今後、このシステムに適したサンプル作製を行う予定である。

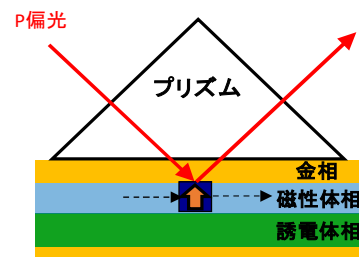


図1 磁性体/誘電体2層を金層で挟んだ試料における伝播する磁化を、表面プラズモン共鳴をともなう磁気カー効果によって検出する概念図

2. 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。微小金属体（メタルナノコイル）の電子顕微鏡写真を図2に示す。

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微小金属体（メタルナノコイル）に適した低コスト材料の探索。
- 2) 微小金属体（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成膜条件を見出し、量産するための真空装置の開発。

具体的な検討課題として、

- ・最適な条件で誘導加熱するための微小金属体（メタルナノコイル）の材料の検討。
- ・低コスト材料、膜厚依存性、多層化を調査、および大面積化への取り組み。
- ・量産用の新規スパッタ装置の開発。

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。

本年度は、各課題に対して、基礎的な検討を行った。特筆すべきこととして、大面積化に対応できる大型スパッタ装置の導入を行い、秋田大学に設置したため、次年度より大幅な研究の進捗が期待されている。



図2 メタルナノコイルの電子顕微鏡写真。

3. まとめ

マルチフェロイック材料の磁化が伝播する現象を直接的に検出するために、表面プラズモン共鳴を用いた磁気カー効果計測システムの構築を行った。これにより、磁性体と誘電体の界面の歪みに起因する磁気記憶と磁化の伝播機構の開発が加速すると期待される。また、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）の材料の検討および大面積化に対応できる大型スパッタ装置の導入を行った。県内の産官学が連携した大型の事業として、次年度以降も継続的に行われ、秋田発の産業振興に寄与することが期待される。

機能性部材ものづくり事業

－ 機能性部材の県内企業展開 －

機能性材料グループ 杉山 重彰, 伊勢 和幸, 関根 崇, 村田初美
技術コーディネーター班 菅原 靖
秋田大学 仁野章弘, 泰松 斉, 布田 潔

Project of Creating Functional Materials - Developing in Manufacturers in Akita Area -

Shigeaki SUGIYAMA, Kazuyuki ISE, Takashi SEKINE, Hatsumi MURATA
Yasushi SUGAWARA
Akihiro NINO, Hitoshi TAIMATSU, Kiyoshi HUDA

抄録

(1) 緻密で硬度の高い直径 50 mm の WC-SiC 基セラミックスの作製を目指して、WC-xSiC ($x = 5, 10, 15, 20$) 混合粉末を用いて通電加圧焼結により WC-SiC 基セラミックスを作製した。 $x = 20$ の混合粉末を 1600 °C で焼結して作製した WC-SiC 基セラミックスは、相対密度 98.1 %、ビッカース硬さ 19.8 GPa の優れた性質を示した。

(2) TiO₂ 粉末と NbB₂ 粉末の混合粉末を用いて、通電加圧焼結により焼結体を作製し、焼結体の結晶相と熱電特性の評価を行った。焼結体の結晶相は、 $x = 0$ では TiO₂ (ルチル型)、 $x = 2 \sim 20$ ではマグネリ相 (Ti_nO_{2n-1} ($n = 3, 4, 5, 6, 7$)) であった。焼結体の無次元性能指数 ZT は、 $x = 4$ および 5 で、800 °C において最大値 0.16 を示した。

[キーワード: 通電加圧焼結、WC-SiC 基セラミックス、熱電材料]

Abstract

(1) In order to consolidate a mixture of WC and SiC powders into a form of 50 mm disk bearing high density and hardness, we applied a pressurized electric current sintering process. As a result, WC-SiC based ceramic compacts were successfully obtained, showing excellent properties, for example, a relative density of 98.1 % and a Vickers hardness of 19.8 GPa for a compact containing 20 % SiC sintered at 1600 °C.

(2) Compacts were prepared from TiO₂ and NbB₂ powder mixture and evaluated from viewpoints of crystallographic structure and thermoelectric performance. It was found the starting rutile-type TiO₂ phase was highly reduced into a series of Magneli phases, Ti_nO_{2n-1} ($n = 3, 4, 5, 6$ and 7). The maximum thermoelectric figure of merit was 0.16 at 800 °C for compacts containing 4 and 5 % NbB₂ in the starting mixture.

[Key words: Reactive resistance-heated hot pressing, WC-SiC based ceramics, Thermoelectric material]

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性質を有するため、切削工具や耐摩耗部材等に利用されている。しかし、WC は加圧焼結でも焼結が困難であるため、Co 等の金属を添加して液相焼結により作製している。Co の添加は、強度と破壊靱性値を向上させるが、硬度、ヤング率、耐食性は低下する。我々は、Co 等の金属を添加しない WC 基セラミックスの開発を進めており、WC に SiC を添加したセラミックスは、緻密で破壊靱性値が向上することを見出した。WC-SiC 基セラミックスを工具や金型に用いるには、焼結体の大型化が不可欠となる。

本事業では、緻密で高硬度な直径 50 mm の WC-SiC 基セラミックスの作製について検討する。

県内には、産業廃熱、ごみ焼却炉廃熱、温泉、地熱等の未利用熱エネルギー資源が豊富に存在し、これらのエネルギー資源の有効利用が望まれている。熱電変換技術は、廃熱を直接電気に変換する技術として注目されており、使用温度に応じて様々な熱電発電材料が提案されているが、実用化されている BiTe 系、PbTe 系、SiGe 系等の材料は有害性、コスト、使用温度領域等に課題があり、更なる改善が望まれている。本事業では、安全、安価で使用温度領域の広い酸化物系材料に着目し、熱電材料の開発とそのモジュール化について検討する。

2. 硬質工具用・金型用材料の作製

WC 粉末と SiC 粉末を WC- x vol%SiC ($x = 5, 10, 15, 20$) 組成になるように秤量の後、ボールミルで混合し、均一な混合粉末を得た。混合粉末を内径 50 mm のグラファイト型に充填し、通電加圧焼結装置を用いて 1600 °C、50 MPa、真空中で焼結した結果、 $x = 5$ から 20 の各組成において直径 50 mm の焼結体を作製できた。図 1 に、直径 50 mm、高さ 25 mm の WC-20 vol%SiC セラミックスの外観を示す。直径 50 mm の焼結体の相対密度は 98.1 %で、直径 20 mm の焼結体の 98.7 %と同様の値を示し、十分に緻密化していることが確認された。また、直径 50 mm のビッカース硬さは 19.8 GPa で、直径 20 mm の 21.4 GPa に対してやや低下したが、高い値を有していた。今後、直径 50 mm の焼結体を切り出し、工具や金型への利用を検討する予定である。



図 1 WC-20 vol%SiC セラミックス
(直径 50 mm)

3. 酸化物系熱電材料の作製とモジュール化

TiO₂ 粉末と NbB₂ 粉末を TiO₂- x mol%NbB₂ ($x = 0 - 20$) 組成になるように秤量し、乳鉢で混合して混合粉末を得た。混合粉末を内径 20 mm のグラファイト型に充填し、通電加圧焼結装置を用いて 1000 °C、50 MPa、真空中で焼結した。作製した焼結体の結晶相は、 $x = 0$ では TiO₂ (ルチル型) であったが、 $x = 2$ 以上では TiO₂ の還元が起こり、マグネリ相 Ti_nO_{2n-1} ($n = 3 - 7$) が生成した。図 2 に、TiO₂- x mol%NbB₂ 焼結体 ($x = 0 - 20$) の電気伝導率の温度依存性を示す。電気伝導率は、 $x = 0$ では各測定温度において $0.1 \times 10^4 \text{ Sm}^{-1}$ 以下であったが、NbB₂ 添加率の増加につれて大きくなり、 $x = 20$ では 100 °Cにおいて最大値 $7.0 \times 10^4 \text{ Sm}^{-1}$ を得た。熱電材料の性能を表す無次元性能指数 ZT は、 $x = 4$ および 5 で 800 °Cにおいて最大値 0.16 を示した。また、モジュール化では、スクリーン印刷法による作製技術の確立を目指し、試作を進めている。

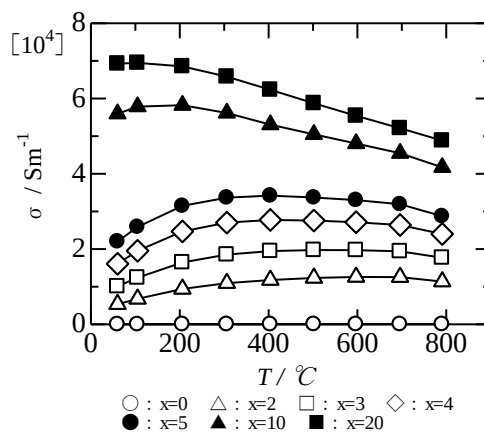


図 2 電気伝導率の温度依存性

4. まとめ

(1) 通電加圧焼結装置を用いて、直径 50 mm の WC-SiC 基セラミックスの作製について検討し、相対密度 98.1 %、ビッカース硬さ 19.8 GPa の優れた性質を有する WC-20 vol%SiC セラミックスを作製できた。今後、WC-SiC 基セラミックスの更なる性能向上を図り、工具や金型への展開を目指す。

(2) TiO₂- x mol%NbB₂ 組成焼結体 ($x = 0 - 20$) はマグネリ相を有し、 $x = 4$ および 5、測定温度 800 °Cにおいて無次元性能指数は最大値 0.16 を示した。今後、モジュール作製技術の確立を図る。

機能性部材ものづくり事業

－ 県内光学産業の高度化に資するものづくり創出事業 －

オプトエレクトロニクスグループ 近藤 祐治, 山根 治起, 梁瀬 智, 内田 勝
スピン・ナノデバイスグループ 神田 哲典

Project of Creating Functional Materials

- Project of Manufacturing Innovation Contributing to Advancement of Optical Industries in Akita Area -

Yuji KONDO, Haruki YAMANE, Satoshi YANASE, Masaru UCHIDA
Tetsunori KODA

抄録

秋田県内の光学関連産業が高い技術力と世界的競争力を得るために、当センターで保有する光関連技術をもとに技術支援を行なう本事業をスタートさせた。本事業で得られた結果の一例として、高精度反射対物鏡の開発と分光エリプソメトリーによる光学薄膜解析の例を報告する。

[キーワード：光学，薄膜，反射対物鏡，分光エリプソメトリー，光計測技術]

Abstract

We started a technical support project based on optical related technology held in Akita Industrial Technology Center in order to acquire technological capabilities and worldwide competitiveness in optical industries in Akita area. As a result of this project, we report examples of a development of high precision reflective objective and analyses of optical thin film by spectroscopic ellipsometry.

[Key words: Optics, Thin film, Reflective objective, Spectroscopic ellipsometer, Optical measurement technology]

1. はじめに

当センターではこれまでに磁気計測装置に用いる高精度反射対物鏡や農作物の生育状況を判断するために光計測技術の開発などを行ってきた。また、薄膜の製膜技術や評価・解析技術を高いレベルで構築してきており、光産業に関連する基盤技術を幅広く有している。光関連産業に目を向けると、付加価値の低い製品は海外企業へ流れており、これからは高付加価値製品の開発や製造のために、より高い技術力と競争力が必要となると考えられる。そこで、当センターが保有する基盤技術を活用・発展させることにより秋田県内の光学関連産業の持続的発展を目指し、今年度から本事業をスタートさせた。

2. 1 実用的な紫外・可視・近赤外高精度反射対物鏡の試作

電気自動車の駆動モーター用途として代表されるネオジム磁石のような高性能磁石の開発に有用な磁気特性評価装置の集光光学素子として、反射対物鏡を用いると、サブ μm の空間分解能を有し、かつファラデー回転の影響を排除した評価が可能になると期待される。これまでに東北大学、日東光器株式会社、有限会社ブイテックス、秋田県産業技術センターの共同コンソーシアムで磁気計測用反射対物鏡の開発を行ない、市販顕微鏡に組み込み可能

な寸法の対物鏡を開発し、紫外・可視光域において回折限界を達成する十分な波面精度を得てきたが、温度や衝撃に対する安定性に課題があった。そこで、今年度は調整精度と安定化を両立させるために、調整機構ベース部とミラー取付部が平行平板状の弾性ヒンジで繋がった一体型構造を検討した（図 1 参照）。この調整機構の変位特性を光学式変位計により評価した結果、調整ネジの押込み量に対して 1/10 以下に減速できており、また、高い直線性も確保できた。さらに実験室環境における 4℃以下の温度変化に対して、変位計の検出限界以下の変位に収まっており、高い温度安定性が確認できた。次にミラーを取り付け、フィゾー干渉計を用いて波面調整を行なった結果、波面誤差は 25 nm(rms)であり、波長 350 nm でマレシャル条件を満たすことが分かった。図 2 は波面調整後の対物鏡の外観写真を示す。以上のことから、市販顕微鏡に取り付け可能、かつ、安定性が確保された実用的な反射対物鏡の製品化が期待できる。

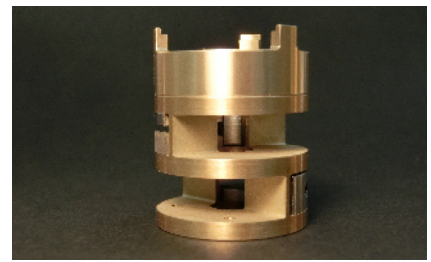


図 1 弾性ヒンジ構造を有する調整機構。



図 2 反射対物鏡の外観写真。

2. 2 分光エリプソメーターによる光学薄膜解析支援

レンズや光学素子の表面には様々な光学用機能性薄膜が製膜されている。この光学薄膜に求められる性能が年々高まってきており、光学定数や膜厚を高精度に制御する必要性が生じてきている。そこで、当センターでは光学薄膜を高度に解析できる分光エリプソメーターを新規導入した。同装置を用いた光学薄膜解析支援の例として、エドモンド・オブティクス・ジャパンとの共同研究で行なった反射防止膜の解析例を示す。

解析を行なった反射防止膜は MgF_2 および $\text{La}_x\text{Ti}_y\text{O}_z$ から成る 5 層膜である。解析手順としては、基板のみ、 MgF_2 単層膜、 $\text{La}_x\text{Ti}_y\text{O}_z$ 単層膜の測定・解析から光学定数の波長分散を決定し、その後、得られた光学定数の波長分散を用いて 5 層反射防止膜の各層の膜厚を求めた。図 3 に分光反射率の設計値と分光光度計による測定結果、および今回解析によって得られた屈折率と膜厚をもとにしたシミュレーション結果を示す。この結果から測定結果とシミュレーション結果が良く一致しており、分光エリプソメーターによる解析が妥当であることが分かる。図 4 に各層の膜厚エラーを示す。最表面が層番号 1、基板側が層番号 5 である。この結果から、基板側の層で膜厚エラーが大きいことが分かった。これらの層は物理膜厚が相対的に薄い層に対応しており、薄い層でのモニタリング手法と繰り返し精度が課題であることが明らかになった。

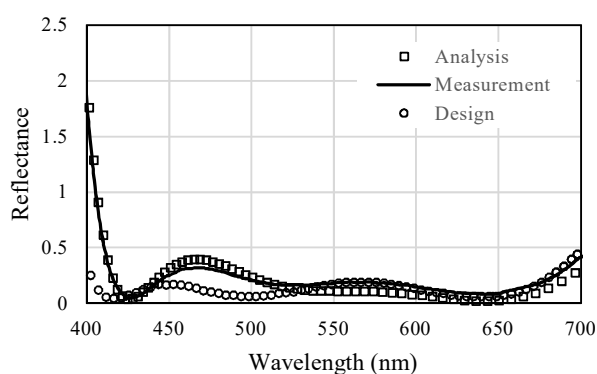


図 3 分光反射率の設計(○), 測定結果(—), 解析結果(□)。

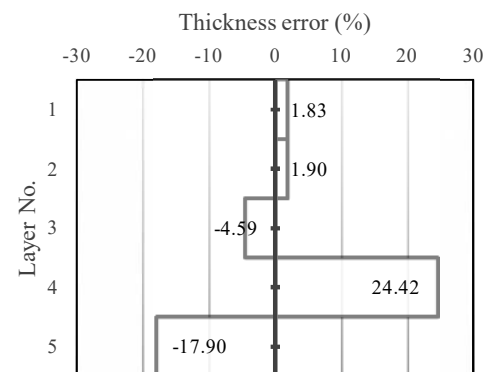


図 4 5 層反射防止膜の膜厚エラーの解析結果。

機能性部材ものづくり事業

ー熱・流体解析と設計技術によるエネルギーの効率的利用ー

環境・エネルギーグループ 井上 真

Industrialization of Environmental symbiosis energy ～Efficient using of the energy by heat and fluid analysis and design technology～

Environment and Energy Technology Development Group Makoto INOUE

抄録

経済産業省では微細気泡の生成技術を日本初の革新的技術と位置付け、平成 24 年から基盤技術の標準化に取り組んでいる。微細気泡は洗浄や殺菌、人の健康増進に至るまで、産業や医療、福祉において非常に大きな潜在力を有している。本研究では微細気泡の生成手法の中で剪断旋回流の手法について、装置試作を行い、性能評価並びに CFD（数値流体力学）解析を実施した。

[キーワード：微細気泡、洗浄、殺菌、健康増進、剪断旋回流、CFD]

Abstract

METI (Ministry of Economy, Trade and Industry) is placing about the fine bubble generation technology as first Japanese innovative technology that work on the standardization of the generic technology from 2012. The fine bubble has very big potential from washing and sterilization technology, to increasing of people to industry and medical care, welfare. In this research, trial equipment was manufactured. The performance about shear rotational flow method was evaluated by experiment and CFD (Computational Fluid Dynamics) analysis

[Key words: fine bubble, washing, sterilization, healthy increasing, shear rotational flow, CFD]

1. はじめに

微細気泡の生成手法として、昨年度は加圧溶解方式について研究⁽¹⁾を実施したが、今年度は更に効率良く生成できる可能性のある旋回剪断流方式について研究を行った。旋回剪断流方式は、これまで流体回転数と微細気泡生成効率に関する研究は殆どなされておらず、この関係を明らかにすることは高効率な微細気泡生成装置の開発に結び付くと考えられる。

そこで本報告では、気体を注入し液中のスクリー（回転翼）を高速回転させることにより気・液流体を攪拌させ、スクリー回転数と微細気泡生成との関係を調べた。

2. 実験装置概要

図 1 に実験装置の概要を示す。気泡生成機はモーター攪拌した時の動圧に耐久できるようにシーリング加工を施し密閉してある。その内部にはスクリーミキシング機構を設け、外部に設けたモーター攪拌機に直結する構造となっている。気泡生成機の内部へ炭酸ガスを調節して注入する。今回はバッチ試験であるために、流体は通過せずに密閉空間の内部で攪拌実験をした。実験は水温約 20℃、pH7.1 の水道水を利用した。攪拌時間は 60 秒であるが、実験後はモーターの熱により気泡生成水は初期値から 2～3℃上昇する。生成後と 15 分後の pH 値を測定することにより装置の性能評価を行った。

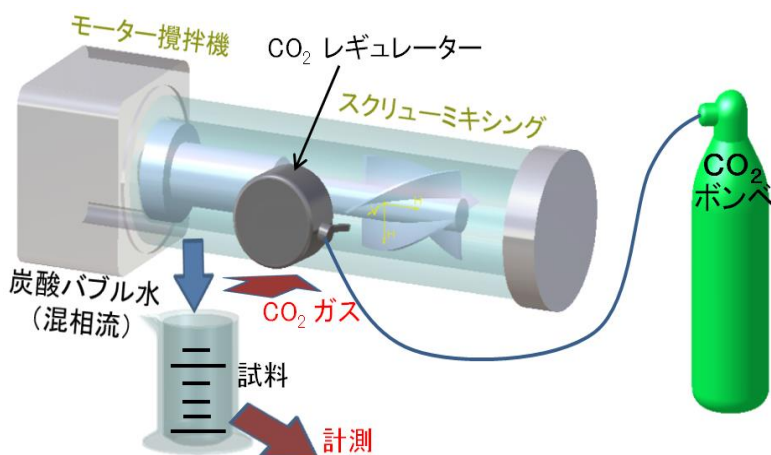


図1 実験装置概要

表1 装置の特徴

攪拌部サイズ	φ34×131mm
混相流生成容量	約100mL
炭酸ガス圧力	0.2MPa
モーター回転数	50～3000rpm
攪拌機形状	スクリー

3. 実験結果

図2にモーター回転数と生成した炭酸水とpHとの関係を示す。炭酸ガスが水に混合されるほど、pHは低くなることから混合効率の評価にpHを使用した。モーター回転数50～2000rpmでは回転数を増やすほどpHは低下し、1500～2000rpm付近でpHは最も低下する。そして3000rpmになると再びpHは上昇した。その理由としては、高回転数になるほど、密度が大きい水は外周側に働く遠心力が強くなり外周側に引き寄せられ、そして高い動圧が炭酸ガス注入口を塞ぎ、炭酸ガスの供給が滞ってしまうと考えられる。なお今回の実験では、装置の耐圧能力の限界により、炭酸ガス圧力を0.2MPa以上に設定することはできなかったが、さらに炭酸ガス圧力を高めることにより、炭酸ガスの供給が可能になると考えている。

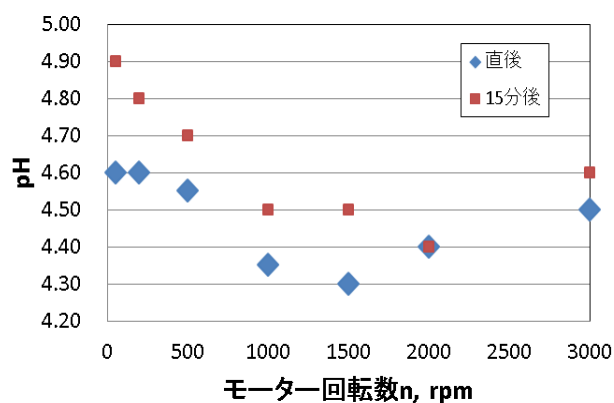


図2 pHとモーター回転数との関係

4. CFDによる動作解析

今回の実験を解析するために流体シミュレーションを実施した。図3はスクリーを2000rpmで回転させた時のある瞬間のスクリー前方の解析結果である。図3から分かるように微細気泡が中心寄りに集まって生成されている。この現象は実験においても確認された。また回転数約6000rpm以上になると、炭酸ガスが流入できず、気泡が生成されないことも流体シミュレーションから示唆された。

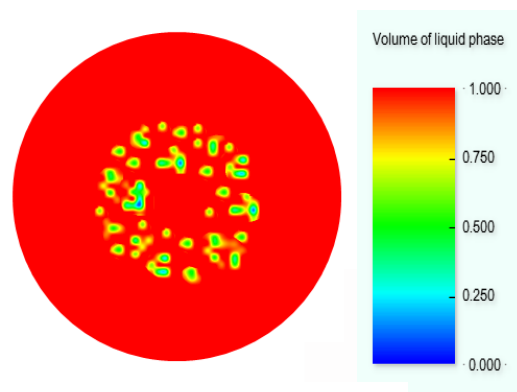


図3 CFD解析結果

5. 今後の計画

今後は装置の耐圧能力を向上した装置を試作し、再実験・評価する。また剪断旋回流方式と加圧溶解放式において、微細気泡の濃度（単位体積当たりの個数）とサイズを比較することで、それぞれの方式の特徴を把握する。

6. 参考文献

(1)秋田県産業技術センター平成27年度業務年報 P56-57.

機能性部材ものづくり事業

－ 地中熱・排熱の効率的利用 －

環境・エネルギーグループ 遠田 幸生, 経徳 敏明
技術顧問 齋藤 昭則

Manufacturing Technology of Functional Components - Development of Utilization Technology for Ground・Unused Thermal Energy-

Environment and Energy Technology Development Group Yukio ENDA, Toshiaki KEITOKU
Technical Adviser Akinori SAITO

抄録

周年での農作物栽培に関する温度環境制御において、低コストでの自然エネルギー活用の基礎技術確立を目指している。にかほ市象潟にある実証試験地での熱源として鳥海山系の雪解け水を源とする湧水、及び籾殻発酵熱を活用し、ビニールハウス内で水耕栽培槽の温度環境制御を試みた。ビニールハウス内の気温が50℃を超える夏季、及び0℃前後の冬季でも湧水、籾殻発酵熱を活用することにより、水耕栽培に用いる液肥温度を約20℃に制御できることが分かった。

[キーワード: 自然エネルギー活用, 熱利用, 地中熱, 湧水, 籾殻発酵熱]

Abstract

We were aiming at the establishment of the fundamental technique for the cultivation environment control using the natural energy with low cost. The sump water coming from mountain snow runoff and fermentation heat of the chaff were used on as heat sources. The temperature of liquid manure was controlled at about 20℃ used in hydroponic culture, under the environment of both 50℃ and 0℃ of temperature in the plastic greenhouse.

[Key words: natural energy system, thermal energy, ground thermal energy, sump water, fermentation heat of chaff]

1. はじめに

近年、農業分野においても周年栽培収穫を目指して自然エネルギーを活用した様々なシステムが導入されつつあるが、初期コストが高いために一部の農業従事者にとどまっている。特に農業が基幹産業である中山間地域では大規模化や効率化が難しく、過疎化や耕作放棄地の増加が懸念されている。このため、地域資源を最大限活用して個人農家でも導入出来るような、低コストでの自然エネルギー活用農業の基礎技術の確立が求められている。具体的にはにかほ市象潟にある実証試験地で1年を通しての作物栽培環境実現を目指し、そのための冷暖熱源として夏季は鳥海山系の雪解け水からくる湧水、冬季は農家で大量に排出される籾殻を用いた発酵熱に着目した。今年度はこれらを熱源として、水耕栽培槽の温度環境制御を試みた。

2. 試験概要

2. 1 夏季の冷却

本検討に用いた水耕栽培では、作物直下の根部分に液肥槽内の液肥を循環させて作物に肥料を供給する。そこで、1年を通して液肥温度を20℃前後とすることを目標とし、液肥槽内、及び栽培作物付近に熱交換

パイプを配置した。夏季はこの熱交換パイプ内に 15-20℃の湧水を通して、液肥温度及び水耕栽培槽直上の温度を下げることを試みた。図1にその温度制御模式図を示す。液肥は実際の作物栽培時と同じように、専用のポンプで常時循環させた。湧水の冷熱利用では、流水溝からポンプで汲み上げた湧水を液肥槽、栽培槽で熱交換したのちに排水し、ポンプ運転は6時から18時までの12時間/日とした。温度については、ハウス内気温、水耕槽気温、液肥温度を測定した。なお、取水ポンプが泥等により詰まるという問題があり、定期的な清掃を行った。

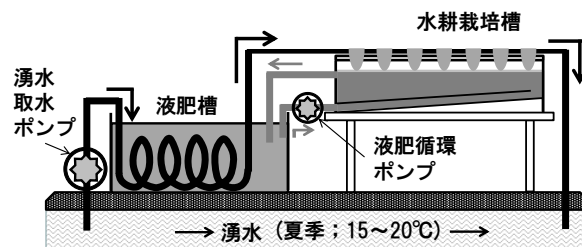


図1 温度制御模式図

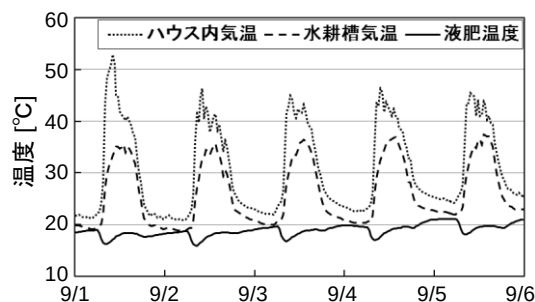


図2 夏季の温度状況

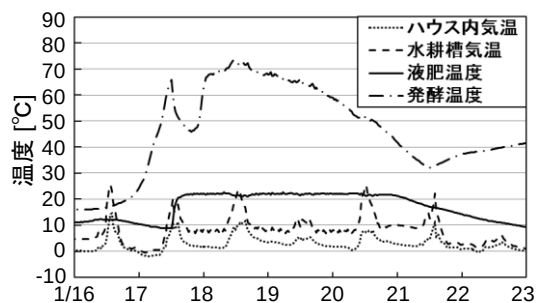


図3 冬季の温度状況

2. 2 冬季の加温

冬季の加温については、粃殻発酵熱を活用するために湧水取水管と排水管を1m×1m×1.5mの粃殻発酵槽内へ導入して採熱管へ接続した。管内に熱媒を循環させ、発酵熱の採熱を試みた。発酵資材として昨年度と同様に粃殻、米糠、水等を用いて行ったところ、1時間おきの間欠採熱であっても液肥温度が25℃を超えてさらに上昇する傾向があった。栽培作物によって適温が異なると思われるが、目標の20℃前後とするために採熱用ポンプのON/OFF制御を行って液肥温度制御を試みた。図3に冬季の温度状況を示す。図3に示すように、ハウス内であ

っても冬季の最低気温は氷点下になる（点線）ことがあった。今回の発酵採熱は17日から21日までの5日間行っており、発酵温度は17日の採熱開始時に一旦低下するものの採熱中にも関わらず最高で70℃を超えている（一点鎖線）。また採熱期間中、水耕槽の気温はハウス内気温よりおよそ5℃前後高く、液肥温度は目標の20℃前後を保っており、粃殻発酵熱は冬季の加温熱源として非常に有用であることが分かった。なお、9月に試験的に作物を植えて成長の様子を定期的に確認しているが、1月時点で葉ワサビは葉が9月時に比べ倍以上に増えて花が咲き、白菜は露地栽培時とほぼ同様な大きさで収穫することができている。

3. まとめ

低コストな自然エネルギー活用農業システムの冷暖熱源として地下湧水、及び粃殻発酵熱に着目し、これらの熱源で夏季、冬季の水耕栽培槽の温度環境制御を試みた。その結果、夏季、冬季共に液肥温度を20℃前後に保ち、有効な方法であることが確認できた。今後の課題として、湧水取水時の泥分離、発酵後の粃殻の有用性の確認や、発酵採熱期間の長期化等が挙げられる。

IoTものづくり事業

- 微小光学系によるセンシングシステムの県内企業展開 -

オプトエレクトロニクスグループ 梁瀬 智, 内田 勝, 近藤 祐治

Project of IoT Industries

- Development of Sensing Devices and Systems with Micro-Optics Devices -

Optoelectronics Group

Satoshi YANASE, Masaru UCHIDA and Yuji KONDO

抄録

液晶レンズは秋田県発の技術シーズであり、小型撮像装置への応用展開が期待されている。より小さな電極パターンで実現される液晶マイクロレンズアレイは強い集光効果を持つ。このマイクロレンズアレイを配光特性制御するデバイスとして照明光に用いることを目指し、デバイスの光拡散性能の向上について研究開発を行った。まず電極パターン径を縮小することでレンズパワーの増加を図り、光拡散効果の増大を試みた。その結果、30 μm 径の電極パターンで 60 %を超えるヘイズ値が得られた。一方で偏光フィルムが必要であり全光線透過率の低下が問題であった。そこで直交2層構造とすることで偏光フィルムが不要とし、また透過率を 1.5 倍以上に改善した。

[キーワード：液晶，マイクロレンズアレイ，照明光，光拡散，ヘイズ，全光線透過率]

Abstract

A liquid crystal(LC) lens is a one of technologies seeds from Akita prefecture, and is expected to apply for useful optical devices. A liquid crystal microlens-array(LC-MLA) is a one kind of the LC lens, and has many micro size patterns on the electrode. Large lens power generated by the LC-MLA can be applied to active light diffusion devices for illumination light. In this report, it is shown that the value of over 60 % haze is obtained using the pattern electrode with diameter of 30 μm . Two LC-MLAs were arranged so that those polarizing axis cross at right angle instead of removing the polarizing film. Total light transmittance of the LC device was improved 1.5 times.

[Key words: liquid crystal, microlens-array, illumination light, light diffusion, haze, total light transmittance]

1. はじめに

秋田県発の技術である液晶レンズについて、「液晶を用いた光学デバイスへの応用」に関する研究開発を行ってきた。これまで、機械的な可動部がない焦点の連続可変が可能な液晶レンズの撮像機器への応用の他、液晶マイクロレンズアレイ (MLA) を光拡散デバイスや光偏向デバイス等としての応用を進めてきた。特に LED や有機 EL などの新たな照明光源と組合わせた光制御の機能を付加する提案もしてきた。今年度からは、これまでの成果をより具体化させ、例えばセンシングシステムへの展開を県内企業で実現することを目指して開発を行っていく。本稿では光拡散デバイスとしての効果の増大に関する技術開発や透過率の改善の結果について報告する。

2. 液晶 MLA の試作と実験

液晶 MLA は、電圧印加によって液晶分子の配向状態を制御して、屈折率分布を形成することでレンズ効果を発生して動作している。図 1 に示す様に百ミクロン以下の多数の円孔開口を設けた透明電極 (ITO) を

用いることで、同じ特性の多数のマイクロレンズを同時に作製することができる。また円孔開口径が小さいほど焦点距離が短くなることがわかっており、今回は開口径を $30\text{ }\mu\text{m}$ 、ピッチを $40\text{ }\mu\text{m}$ として六方格子状に並べた。さらに $15\text{ }\mu\text{m}$ 径のボールスペーサを介して対向平板電極基板を貼り合わせ、液晶材料を注入して試作サンプルとした。コモン電極に対する2つの電極にそれぞれ電圧 V_1 および V_2 を印加して駆動した。液晶 MLA を通る光の拡散評価としてヘイズを測定した。ヘイズは透明物質の濁りの程度を定量的に評価する一つの指標であり、今回は JIS K7136:2000 に準拠した実験方法を用いた。

図2に評価結果の例を示す。 V_1 と V_2 の位相が 180° 異なる逆位相駆動（赤線）の方が順位相駆動（青線）よりもやや大きなヘイズが得られている。これらの結果として約6%から60%程度の範囲でヘイズの制御が可能であった。従来の液晶 MLA で得たヘイズ値の2倍近い光拡散効果があると推測される。

一方で液晶 MLA は、原理的に偏光フィルムが必要なため、全光線透過率（TLT）が低下することが問題であった。今回の結果（図2）でも40%少しの結果であった。そこで同じ仕様で作製した液晶 MLA を2枚用い、図3に示す様に偏光依存方向であるラビング方向を 90° ずらして重ねて配置した。この構成をとることで偏光フィルムを不要として、TLT の改善を評価した。図4に偏光フィルムを用いる単層の液晶 MLA、偏光フィルムのない直交2層の液晶 MLA での全光線透過率およびヘイズの特性を示す。単層液晶 MLA の全光線透過率（ Δ ）は42%程度であるが、直交2層（ $\square$ ）では64%程度まで改善できていることがわかる。また同じ駆動条件でのヘイズの変化については、直交2層（ $\blacksquare$ ）では、駆動条件が少し変わっているが、単層（ $\blacktriangle$ ）に近い60%程度の値までヘイズ制御が可能であることが示された。

3. まとめ

液晶 MLA を照明光の制御に応用することを目指し、光拡散特性の改善と透過率の向上に関する開発を行った。電気的な制御だけで光の配光状態を大きく変えることが出来ることが示された。今後は実際の照明器具・装置に搭載して評価を進め、県内企業での製品化への展開を図っていきたい。

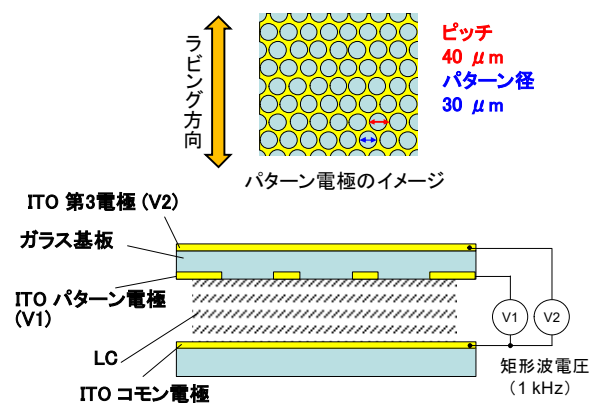


図1 液晶 MLA の電極パターン

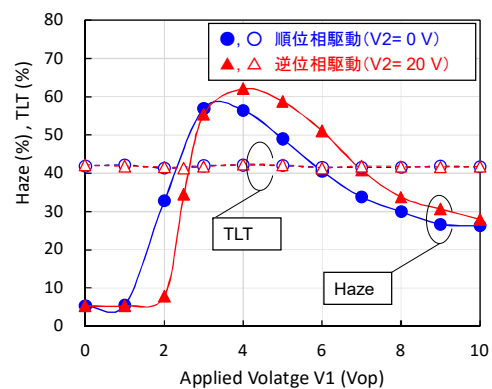


図2 電圧印加によるヘイズと全光線透過率の変化

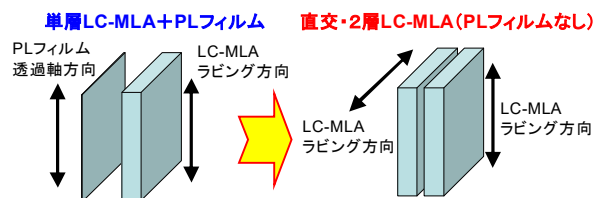


図3 液晶 MLA の直交配置

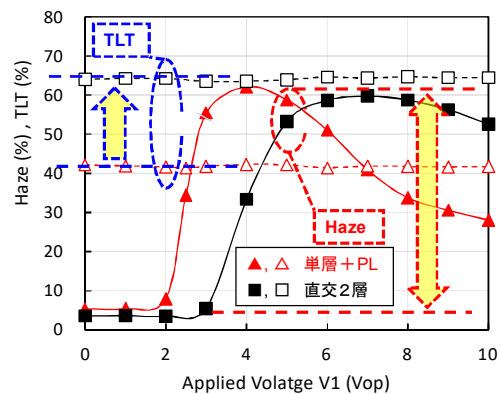


図4 単層液晶 MLA+偏光フィルムと直交2層液晶 MLA の透過・拡散特性の比較

I o Tものづくり事業

- 秋田版スマートプラットホームの県内企業展開 -

電子通信グループ 佐々木 信也

Project of IoT Industries - Deployment of Akita Smart Platform Technologies -

Electronics and Communication Group
Shinya SASAKI

抄録

平成 20～21 年度総務省戦略的情報通信研究開発推進制度にて採択された「音声主導型看護医療システム」と、平成 22 年度総務省ユビキタス健康医療技術推進事業「医療従事者支援モデルシステム実証実験」で産学官研究開発を実施した医療 ICT ソリューション群の中で、最も医療現場のニーズが高く、医療用 IoT デバイスの先駆けでもあった点滴センサの実用化開発を行ってきた。本点滴センサは平成 26 年に製品化され、順調な売り上げを伸ばし、多くの医療現場で活用されるに至っている。今年度は新型機のリリースも実現し、IoT 機能を強化した次世代版への期待も高まっている。本稿では、我々が生み出した秋田版スマートプラットホームの一例として、本点滴センサについて紹介する。

[キーワード：IoT, 光学センシング, 無線通信, 医療 ICT]

Abstract

We have been developing practical application of Drip Detect Sensor for Nursing which was also a pioneer of medical IoT device. This development was based on “Voice-Oriented Nursing Medical System”(2008-2009) adopted by SCOPE(Strategic Information and Communication R&D Promotion Programme) and “Demonstration experiment for medical personnel support model system“(2010) adopted by Ubiquitous Health Medical Technology Promotion Project of Ministry of Internal Affairs and Communications. This Drip Detect Sensor for Nursing was put into practical use in 2014. This Sensor was sold a lot and it became to be utilized in many medical fields. We also released New Model in this year, and planned Next-Generation Products that strengthened the IoT functions.

In this paper, we introduce the Drip Detect Sensor for Nursing as an example of our Akita Smart Platform.

[Keywords: IoT, Optical Sensing, Wireless Communication, Medical ICT]

1. はじめに

看護業務の効率化と医療インシデントを目指した ICT ソリューションの開発を平成 20 年から行ってきた。医療現場への ICT 機器の普及により機器操作時間が増加した結果、相対的に本業である看護にかけられる時間が減少してきており、我々は音声を使った ICT による ICT 機器の隠蔽を試みた。その結果、機器操作に関与する時間が減少し、著しい業務効率化が可能である確証を得た。また、看護巡回の効率化の為に、様々な無線センサをフィールドテストしてきたが、実環境で看護師の実用化要望が最も高かったソリューションが点滴センサであった。この点滴センサは、平成 25 年に特許登録され、共同研究企業である横手市の(株)アクトラスによって製品化されることになった。

2. 1 点滴センサ概要

平成 21 年度に試作した点滴センサは、点滴筒内の液滴を光学的にセンシングし、点滴終了時を含む滴下異常時に、IEEE802.15.4 による無線通信を介して、構内 IP 電話網を経由した音声で異常通知を行うものであった。点滴センサは輸液ポンプなどで従来から使用されていたものの、液滴を光学的遮断によって検知しており、点滴筒の傾きや振動によって検知出来ない製品が一般的であった。我々は、遮断ではなく反射光を検知し(図 1)、ノイズ成分として通常フィルターすべき高周波成分(散乱光に相当)を積極的に用いることで、点滴筒の傾きや振動でも誤検知しない、極めてロバスト性の高いセンシング手法を開発した(特許第 5696297 号)。

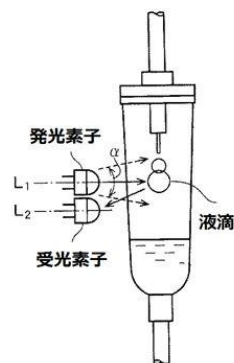


図 1 点滴センサ液滴検知部の構造

2. 2 点滴センサの製品化

異常通知の為に試作した点滴センサは、点滴のクレンメ(点滴滴下量と速度を調整する器具)調整が迅速に行えるとフィールドテストに協力して頂いた看護師から高評価を得た。輸液ルート振動に起因する誤検知がほとんど発生しなかったことから、極めて高い検知性能も評価され、商品化を切望されることとなった。すみやかに共同研究企業である(株)アクトラスによる商品化が進められ、平成 26 年に、点滴センサ初号機となる IDC-1301 型の製品化に成功し、発売が開始されている。今年度は IDC-1301 型利用者からのフィードバックを取り込み、新型機 IDC-1501 型を発売開始した(図 2)。



図 2 点滴センサ新型機 IDC-1501

2. 3 点滴センサに関する各種受賞について

今年度、本点滴センサに関して以下の賞を授与された。

- ・第 28 回中小企業優秀新技術・新製品賞「優秀賞」「産学官連携特別賞」

公益財団法人りそな中小企業振興財団/日刊工業新聞社 主催

- ・平成 28 年度地方発明表彰 東北経済産業局長賞

公益社団法人 発明協会 主催

2. 4 点滴センサの機能強化について

製品化以前に試作した点滴センサは無線 PAN 技術として IEEE802.15.4 による無線通信機能を有していたが、IoT 機能を強化した次期点滴センサでは BLE(Bluetooth Low Energy)の実装を計画している。BLE は既存の多くの ICT エッジデバイスにも実装されており、低消費電力性能だけでなく、他のデバイスとの相互接続性や IP ネットワークとの接続性などの点で優位性が認められるためである。点滴センサだけではなく、他のベッドサイド機器の IoT 化をも実現する新たな通信機器の開発なども視野に入れており、ベッドサイド ICT 環境を巻き込む形でスケールアウトしていく予定である。

3 まとめ

本稿では、産学官共同研究成果の企業展開例として、(株)アクトラスが商品化した点滴センサに焦点をあてているが、IoT を基盤とした秋田版スマートプラットフォームとして、産業・農業分野への実用展開例も生み出している。現在は IoT からのビッグデータ収集・解析・可視化、ディープラーニングなどを活用した新たな知見創出の為に基盤開発も行っており、今後も多様な分野への応用展開を実施していく予定である。

IoTものづくり事業

－ 磁気光学式・化学(バイオ)センサの県内企業展開 －

オプトエレクトロニクスグループ 山根 治起

Project of IoT Industries - Development of Magneto-optical Chemical and Biological Sensors -

Optoelectronics Group
Haruki YAMANE

抄録

地球温暖化などのグローバルな環境問題や局所的な公害問題、あるいは、保健・医療・福祉の充実など、生活上の安全・安心の確保は、政策上の最重要課題の一つと言える。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・検査技術の進展が不可欠である。本課題では、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することが可能な新たな化学(バイオ)センサの実用化を目的としている。磁性積層膜における光干渉効果を用いることで、通常の単層膜の100倍以上におよぶ非常に大きな磁気光学効果を得ることができる。本積層膜は、表面状態に非常に敏感であり、表面物質の付着や表面反応層の変化を光学信号として検知することが可能である。本センサの実用化には、大きな磁気光学効果とともに、良好な垂直磁気特性を実現する必要もある。本研究で用いた磁性積層膜では、積層欠陥の低減による結晶品質の向上、積層界面での格子歪み、および、酸化による電子状態が、磁気特性に影響を与えていることが分かった。現在、駆動電力の低減など、センサ素子としての更なる高性能化を進めており、早期の実用化を目指す。

[キーワード: 化学(バイオ)センサ, 磁気光学効果, 磁性積層膜, 光干渉効果]

Abstract

Improvements in magneto-optical (MO) effects due to magneto-photonics crystals and plasmon resonances have been extensively studied, because a large MO is desirable in practical applications, such as MO recording media, MO spatial light modulators, and MO chemical and biological sensors. A huge MO Kerr rotation angle can be obtained by an optical interference (cavity) effect in magnetic multilayers consisting of [magnetic metal/dielectric/reflection metal] stacked structures. This MO cavity effect in magnetic stacked films is useful for chemical and biological sensing applications.

[Key words: chemical and biological sensors, magneto-optical effect, magnetic stacked film, optical interference]

1. はじめに

地球温暖化などのグローバルな環境問題や局所的な公害問題、あるいは、保健・医療・福祉の充実など、生活上の安全・安心の確保は、政策上の最重要課題の一つと言える。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・検査技術の進展が不可欠である。化学物質の検出や濃度判定を特徴とする化学(バイオ)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、磁性積層膜におけ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、光学信号によって高精度に検出することが可能な新たな化学(バイオ)センサの開発を目的としている。

2. 磁気光学式化学（バイオ）センサ

フォトニック結晶あるいはプラズモン共鳴などによる磁気光学効果の増大が注目されている。【金属磁性層/誘電体光干渉層/金属反射層】を基本構成とする磁性積層膜では、光干渉(キャビティ)効果により、通常の単層膜の100倍以上におよぶ非常に大きな磁気 Kerr 回転角が実現可能である。本研究課題では、磁気光学キャビティ効果を用いることで、新たな光検知式化学センサの開発を目的として研究開発を行っている。図1に、CoPt 垂直磁化膜を用いた積層構造体の磁気光学特性を示す。膜構造は、【CoPt(5 nm)/AZO(0 or 60 nm)/Ag(100 nm)】であり、誘電体光干渉層である Al 添加 ZnO(AZO)を形成することで、大きな磁気光学効果 (Kerr 回転角: $\theta_K \sim \pm 20$ 度) を得ることができる。本積層膜は、表面状態に非常に敏感であり、表面物質の付着や表面反応層の変化を磁気光学信号として検知することが可能である[1]。ここで、非相対的な光学現象を利用する本センサの実用化には、大きな磁気光学効果とともに、良好な垂直磁気特性を実現する必要もある。一般に、磁性薄膜の垂直磁気異方性は、結晶磁気異方性および界面磁気異方性がその起源と考えられており、本研究で用いた CoPt 積層膜では、積層欠陥の低減による結晶品質の向上、積層界面での格子歪み、および酸化による電子状態が、磁気特性に大きな影響を与えていることが分かった(図2)。原子レベルでの界面(表面)制御により、良好な垂直磁気特性の実現することで、高性能の化学(バイオ)センサが開発可能となる。

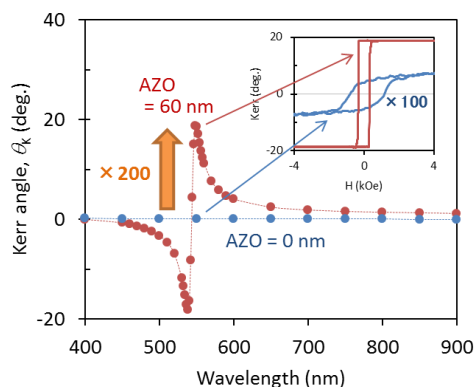


図1 CoPt 積層膜の磁気光学特性

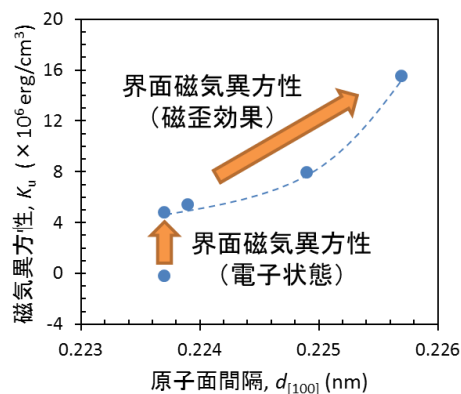


図2 CoPt 積層膜の垂直磁気異方性

一般に、光検知方式による化学センサでは、表面プラズモン共鳴を利用するために、プリズムを用いた全反射光学系を構成する必要がある[2,3]。これに対して、本研究の磁気光学式化学センサでは、垂直入射光学系を基本とすることから、装置の簡略化や、アレイ素子によるマルチ測定が容易といった特徴を有する。また、Kerr 回転角の位相が反転する共鳴波長を測定する手法では、光源の強度変動に対して、安定かつ高感度での検出も可能となる。今後、駆動電力の低減など更なる高性能化を図ることで早期の実用化を目指す。

3. まとめ

光検知式高感度バイオセンサの開発を目的として、磁性積層膜における磁気光学特性に関する検討を行い、磁気光学的なキャビティ効果により、100倍以上の非常に大きな磁気光学効果を得ることができた。本現象が、積層膜の表面状態に敏感であることを確認し、新たな検出原理に基づいた化学(バイオ)センサ実現の可能性を見出した。今後、駆動電力の低減など更なる高性能化を図ることで早期の実用化を目指す。本研究の一部は、科学研究費助成事業(26390091)の助成、ならびに、大型放射光施設(SPring-8: 課題番号 2016A1226)のもと実施した。

文 献

- [1] 山根治起, 他: 第75回&第77回応用物理学講演会, (2014 & 2016)
- [2] 電気化学会化学センサ研究会編: “先進化学センサ”, 株式会社ティーアイシー (2008)
- [3] 岡本隆之・梶川浩太郎: “プラズモニクス・基礎と応用”, 講談社 (2010)

IoTものづくり事業

－ 電子機器における EMC 計測・対策の技術支援 －

スピン・ナノデバイスグループ 黒澤 孝裕, 木谷 貴則

Project of IoT Industries - EMC Test and Measurement Services -

Spin and Nano Device Group
Takahiro KUROSAWA and Takanori KIYA

抄録

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 規制に対する対応や適合性判断を実施した。測定精度の向上を図り他機関との相互運用性を向上させた。また、電子機器の製品開発時に必要となる EMC 計測技法を指導するとともに、EMC 対策技術を向上させ、製品開発の効率化や EMC 品質の向上を図った。また、今後の設備の有効活用や EMC 分野への技術支援に対する要望や課題も抽出できた。

[キーワード: 電波暗室、EMC、ノイズ対策、エミッション、イミュニティ]

Abstract

EMC compliance services by using electromagnetic emission measurement system and electromagnetic immunity testing system were carried out. EMC testing and analysis technique were provided for improving the EMC quality of equipment. User requests of the EMC measurement system and technical support were also obtained in this research term.

[Key words: anechoic chamber, EMC,]

1. はじめに

近年の電子情報機器は、高機能化に伴う電子回路の高速化や高密度化、および、低消費電力のための電源や信号の低電圧化が進められている。これに伴い、不要電磁波に起因する EMC (Electro-Magnetic Compatibility) 問題は、ますます顕在化している。電磁的な干渉のメカニズムを機器の配線構造や回路動作に遡って解析することがこの問題の抜本的な解決のためには必要であるが、現実には理論解析やシミュレーションはごく単純な回路モデルでさえ容易ではない。そのため、実際の EMC 対策は、出来上がった製品の EMC 計測と改良により行われることが通常であり、したがって不要電磁波の発生と作用の状況を把握するためには精度良い EMC 計測手段を提供することが重要である。

この目的のため、電波暗室を核とした EMC 計測設備を整備して測定精度の向上を図るとともに、同一機器の持ち回り測定を通して他機関での測定結果との相互運用性の向上を図った。また、電子機器の製品開発時に必要となる EMC 計測技法を指導するとともに、EMC 対策技術を向上させ、製品開発の効率化や EMC 品質の向上を図った。

2. 成果

電波暗室の月別利用時間を図 1 に示す。今年度は年間累計の有料利用時間 288 時間であり、過去最高を記録した。利用件数は 47 件であった。なお、1-2 月は機器校正のため利用不可である。また、今年度から

VCCI 測定設備登録作業を実施し、AC 電源ポート伝導エミッション測定設備（登録日：2/20、登録番号：C-20008）、電界強度測定設備（登録日：3/21、登録番号：R-20001）の登録が完了した。

これら設備運用を通して規格準拠の計測手法の指導、および規格越え機器の対策手法について随時指導した。



図 1 電波暗室の月別利用時間

3. 放射・伝導イミュニティ試験システム

今年度より、EMC 試験の一種である放射および伝導イミュニティ試験システムの有用利用を開始した。これまで行ってきた、機器からの不要輻射を測定するエミッション試験に加え、機器外部から妨害波を照射した場合の誤動作の有無を試験するイミュニティ試験に対応した。国際規格である ISO61000-4-3 放射イミュニティおよび ISO61000-4-6 伝導イミュニティに準拠した試験が可能。印加妨害波強度はそれぞれ 10V/m 以上(80MHz-6GHz)および 10Vemf 以上(150kHz-80MHz)である。今年度は年間有料利用 60 時間と順調な稼働。

4. まとめ

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 規制に対する対応や適合性判断を実施した。今後も、イミュニティ試験システムも含め、試験技術の習熟および他計測サイトとの計測データの相関性向上に努めるとともに、規格準拠の計測手法の指導、および規格越え機器の対策手法についてスキル向上を図る。

IoT ものづくり事業

- ワイヤレス給電の製品化支援 -

スピン・ナノデバイスグループ 木谷 貴則、黒澤 孝裕

Project of IoT Industries

- Development of Wireless Power Transfer -

Spin-nano Device Group

Takanori KIYA and Takahiro KUROSAWA

抄録

伝送信号波形の立ち上がりを急峻化した給電ドライバを開発し、所望の電気特性および最大伝送効率を得るための MHz 対応のワイヤレス給電測定評価システムを構築した。伝送周波数は 30 k ~ 2 MHz の範囲で可変でき、伝送効率はこれまでに試作した給電ドライバに比べて 5 % 向上した。また、コイン型電池サイズの小型受電モジュールを試作し、可動体への給電実験を行った。

[キーワード: ワイヤレス給電、MHz 電力伝送、高効率電力伝送、磁界共振結合、コイル設計]

Abstract

A measurement system for wireless power transfer using high frequency in MHz was constructed. A drive circuit of the system operated in the frequency range from 30 kHz to 2 MHz at a higher efficiency by 5% than ever. With the system, evaluation and optimization of wireless power transfer devices was performed for practical applications.

An electric power receiver as small as coin battery was made in order to perform experiment on wireless power transmission to a movable body.

[Key words: wireless power transfer, MHz power transmission, high efficiency power transmission, Magnetic resonant coupling, coil design]

1. はじめに

給電コイルと受電コイル間の電磁誘導を利用して、金属接点やコネクタを介さずに二次電池や対象機器にワイヤレスで給電する技術は、利便性、防水・防塵性の観点から携帯電話や小型情報端末などの電子機器に普及している。我々は、電磁場シミュレーション解析に基づいた「コイル・磁気コアの形状・材料設計、試作」、所望の電気特性および最大伝送効率を得るための「高周波回路設計」および「共振回路定数の最適化」を一貫して行うことで、企業ニーズに応じたワイヤレス給電の技術開発および製品化支援を行っている。

2. ワイヤレス給電技術

2. 1 MHz 対応ワイヤレス給電測定評価システムの構築

今年度は、共振コンデンサなどの電子部品の小型化を図るために MHz 帯でのワイヤレス給電および伝送効率の向上を目指して、伝送信号波形の立ち上がりを急峻化したワイヤレス給電ドライバを開発した。伝送周波数は 30 k ~ 2 MHz の範囲で可変でき、伝送効率はこれまでに試作した給電ドライバに比べて 5 % 向上した。図 1 に開発した給電ドライバ、直流電源、発振器、直流電子負荷などで構成される MHz 対応ワイヤレ

ス給電測定評価システムを示す。本システムを用いて、電気特性、伝送効率、伝送距離、コイル形状・サイズなどの設計技術を確立し、その成果を基に企業の製品化支援を推し進めている。

2. 2 可動体へのワイヤレス給電

可動体に安定な電力供給を目的として、手始めに構成が簡単な電動コマを対象とした実験を行った。電動コマは県内企業の開発によるもので、小型モータとその給電用コイン形電池 CR2032 を内蔵し、モータの回転力により回り続けるものである。

この電池を小型ワイヤレス受電モジュールに入れ換えた。受電モジュールは、コイン形電池 2 個とほぼ同サイズの外径 20 mm、内径 15 mm、高さ 5.6 mm の円筒型コイルとその内径に収まる 10 mm 角の受電回路で構成されている。図 2 に示すワイヤレス給電モジュールと外径 44 mm の給電コイルを用いて、電動コマに搭載した受電モジュールへ電力を伝送した。図 3 に示すように、コマは LED 点灯しながら 2000 rpm で回転し、給電停止するまでの 6 時間回り続け、長期安定性を示した。オシロスコープに示す給電コイルの信号波形が安定していることから分かるように、伝送距離が一定であれば、高速で回転する可動体に対して安定な電力を供給できることが分かった。

図 2 のワイヤレス給電モジュールは、直流電源や発振器などの汎用電子機器を使用せずにワイヤレス給電を実施でき、送電電圧 6 V~16 V の範囲で動作可能であり、10W 以下のワイヤレス給電に使用できる。また、伝送周波数の可変機能を有しており、受電側電力の微調整を可能とした。

3. まとめ

応用先の拡大を図るために、MHz 対応の高効率なワイヤレス給電測定評価システムを構築した。また、電子機器を使用しないワイヤレス給電モジュールを作製し、2000 rpm で回転する可動体に対しても安定な電力を給電できることを明らかにした。MEMS センシング&ネットワークシステム展 (9/14-16 パシフィコ横浜)、冬のサイエンスフェスタ (2/18 秋田市民交流プラザ) において、可動体へのワイヤレス給電のデモ展示を行った。今年度は共同研究 2 件を加えた計 4 件の応用先について技術開発および製品化支援を行った。



図 1 MHz 対応ワイヤレス給電測定評価システム

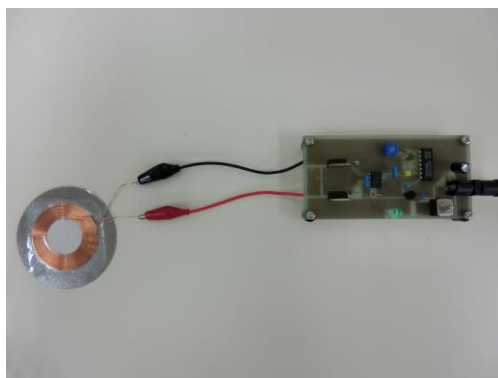


図 2 ワイヤレス給電モジュール

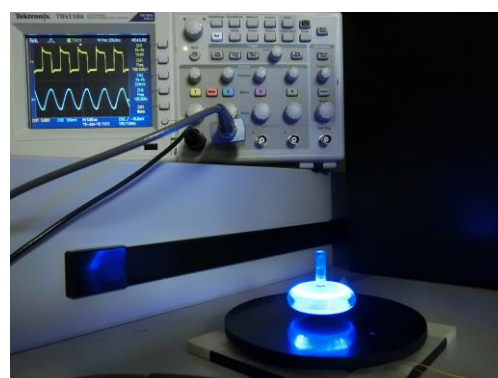


図 3 可動体へのワイヤレス給電
(給電コイルの電圧波形 (上)、電流波形 (下))

プロセス制御ものづくり事業

－ 高速・高精度アクチュエータ技術の県内企業展開－

ナノメカニカル制御グループ 森 英季, 櫻田 陽, 伊藤 亮, 荒川 亮

Project of Process Control Manufacturing - Expansion to companies in the prefecture of high-speed, high-precision actuator technology -

Nano-Mechanical Control Group

Shigeki MORI, Akira SAKURADA, Ryo ITO and Ryo ARAKAWA

抄録

高速・高精度アクチュエータ技術の県内企業展開の一つとして、超音波霧化ノズルの開発を行っている。超音波霧化技術は液剤を機械的に霧化する手法であり、幅広い液体の塗布成膜ツールとしての応用が期待される。本報では、超音波霧化現象について詳細に評価を行うため、ハイスピードマイクロスコープを用いて霧化面における液膜の様子や、液粒生成の過程について観察を行った。この結果、液粒生成の主因であるキャピラリ波について確認でき、液粒生成のメカニズムについても評価を行うことができた。また、重力方向以外に対する液粒軌道についても評価を行い、立体物塗布等に対する基礎検討を行った。

[キーワード：超音波霧化，ランジュバン型超音波振動子，塗布成膜，圧電素子，アクチュエータ]

Abstract

We are developing ultrasonic atomization nozzle as one method to provide a support for company development in Akita prefecture by means of high speed and high precision actuator technology. Ultrasonic atomization technology is a technique to mechanically atomize a liquid, and it is expected to be applied as a coating film formation tool of various liquids. In this report, in order to elucidate the ultrasonic atomization phenomenon in detail, we observed the state of the liquid film on the atomization surface and the process of liquid particle formation using the high speed microscope. As a result, it was possible to confirm the capillary wave, which is the main cause of liquid particle formation, and to evaluate the mechanism of liquid particle formation. We also evaluated the liquid droplet trajectory with respect to directions other than the direction of gravitational force, and conducted a basic study on coating techniques for three - dimensional objects.

[Key words: Ultrasonic Atomization, Langevin-type Transducer, Coating, Piezoelectric Element, Actuator]

1. はじめに

近年、次世代のフレキシブルディスプレイやウェアラブル端末などの回路基板の開発において、真空環境を必要としない塗布型成膜方法が検討されている。一般に塗布成膜の方法としては、広範囲な塗布に適した二流体霧化（エアゾール）や液滴粒径の微細化に適した静電霧化，また両者の中間程度の特性を有する超音波霧化などが知られている。当グループでは、「高速・高精度アクチュエータ技術」の応用として超音波霧化技術について開発を進めている。超音波霧化は、超音波を液剤に直接照射し、液中に発生するキャビテーションを用いた方式とランジュバン型振動子が発生する縦振動によって先端面に生じる表面波（キャピラリ波）

を用いた方式に大別される^[1]。前者は主に薬剤吸引や超音波加湿器などに用いられる手法で、駆動源の振動数が高いため液滴の粒径が小さく、広範囲に液滴を発生させることができる特長があるが、一方で飛散が激しく液粒軌道の制御が難しいという問題がある。これに対して後者は発生する液滴の粒径がやや大きいものの、液滴の指向性が高く、液滴の着弾速度を選択的に高め易いという特徴がある。これらの特徴から、ランジュバン型超音波振動子を用いた液体霧化について、膜厚制御や塗膜の均質性を確保するための基礎的な評価検討を進めている。

超音波霧化を用いた薄膜作成では、粘度や表面張力、チクソ性などの物性が異なる液剤の安定霧化や、霧化液粒の指向性あるいは拡散性に関する対応が求められている。これらの要求を実現するためには、霧化面の振動振幅に寄与するホーン形状の最適化と、霧化液粒を効率的に発生させる霧化先端面の形状や親撥性を最適化することが不可欠である。本報告では、開発中のストレート型ノズルについて液剤霧化時の霧化面の状態をハイスピードマイクロスコープにより詳細に観察することで、超音波による液粒発生メカニズムと霧化現象の連続性について確認した。

2. 超音波霧化ノズル

ランジュバン型超音波振動子を用いた超音波霧化は、Fig. 1 に示すようにランジュバン型超音波振動子の振動をホーンにより振幅拡大する構造となっている。ホーン先端の振動面（霧化面）に液膜を作り、この液膜にキャピラリ波が生じることで、波頭の頂点が千切れ飛ぶことで液膜から液粒となって飛翔することが知られている。液粒生成過程をハイスピードマイクロスコープにより観察することで、物性の異なる液剤の霧化現象について評価を行う。

霧化面における液膜作成過程を観察する超音波霧化ノズルについて、カバーを外した状態を Fig. 2 に示す。超音波振動子はボルト締め式で、ボルト内部を中空構造とし、霧化ノズル後端から液剤が供給され、霧化面中央から吐出する構造となっている。ノズルはSUS303製で、霧化面の外径をφ6、吐出部口径をφ0.5とし、霧化面は親水性を向上させる目的で、一様にサンドブラスト（#46）処理を行っている。なお、ランジュバン型振動子の駆動源には円環型圧電素子（Z5T15×38W-W（C-203）、富士セラミックス）を選定した。

超音波振動により霧化を行う場合、ノズルを共振周波数で駆動する必要がある。霧化による液粒生成を連続的に行うためには、常時共振周波数で運転することが重要である。しかしながら、ノズルの駆動に用いる圧電素子は発熱により共振周波数が遷移する特性があるため、共振周波数を追従しながら電圧印加を行わなければならない。本研究では、駆動アンプに内蔵したソフトウェア PLL（Phase Lock

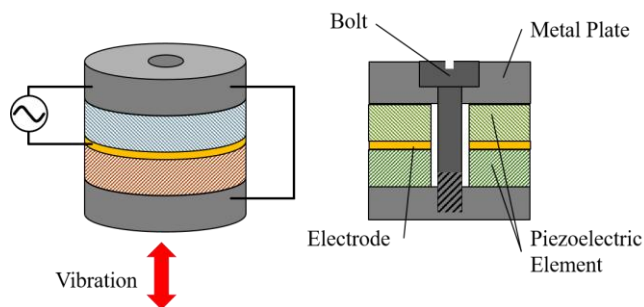


Fig. 1 Bolt-clamped Langevin-type transducer

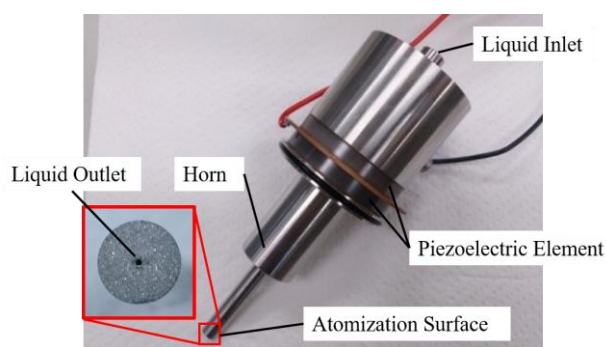


Fig. 2 Ultrasonic atomizer (SJ-RA) without cover

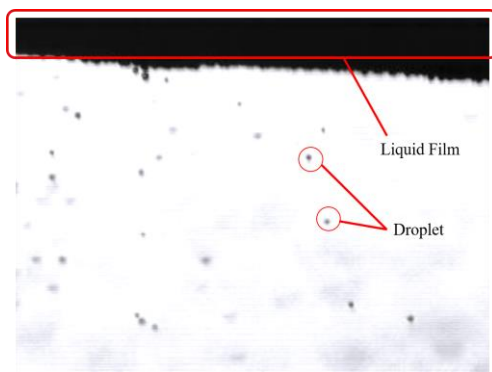


Fig. 3 Capillary wave on atomization surface

Loop) によりノズルの共振周波数の変化に同調させながら実験を行った。

3. ハイスピードマイクロスコープを用いた霧化面の観察

超音波霧化ノズルを用いた液粒生成において、霧化面における液膜の厚さに偏りがあると、表面波（キャピラリ波）の発生に粗密が現れ、バースト的な霧化現象が生じるため安定した霧化が行えない。そのため、霧化面における液膜の状態を詳細に観察することが必要である。観察を行うにあたり、純水霧化について霧化面の様子をハイスピードマイクロスコープ（VW-9000, KEYENCE）を用いて観察した。

超音波霧化ノズルの連続運転時における霧化面の様子について、ハイスピードマイクロスコープで撮影した画像を Fig. 3 に示す。図の上部には液膜が形成されていることが確認でき、霧化面が振動することで液膜表面にキャピラリ波が発生していることが確認できる。開発を行っている超音波霧化ノズルの原理は、このキャピラリ波の波頭から液剤が千切れ飛び、液粒となって飛翔することによるものである。

次に、超音波霧化において霧化に至るまでの過程を詳細に調べるために、霧化面を上方に向けてノズルを駆動して観察を行った。霧化面の様子は、液粒生成の開始と吐出口から霧化面外周方向への液剤の濡れ広がりについて撮影した。はじめに、液剤供給を行う前の霧化面の画

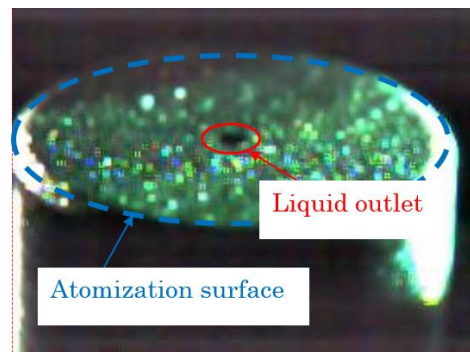


Fig. 4 Atomization surface without liquid supply

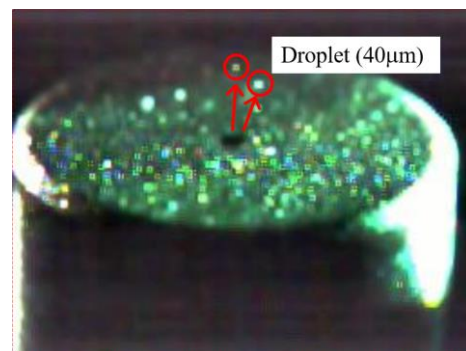


Fig. 5 Drive of nozzle with liquid supply (0.03sec)

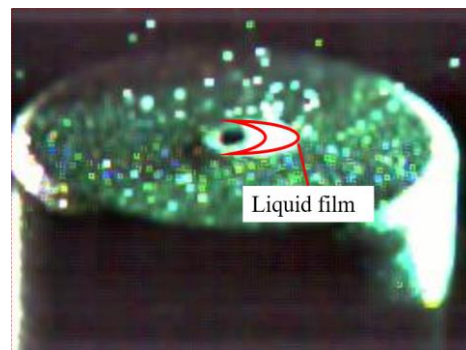


Fig. 7 Drive of nozzle with liquid supply (0.32sec)

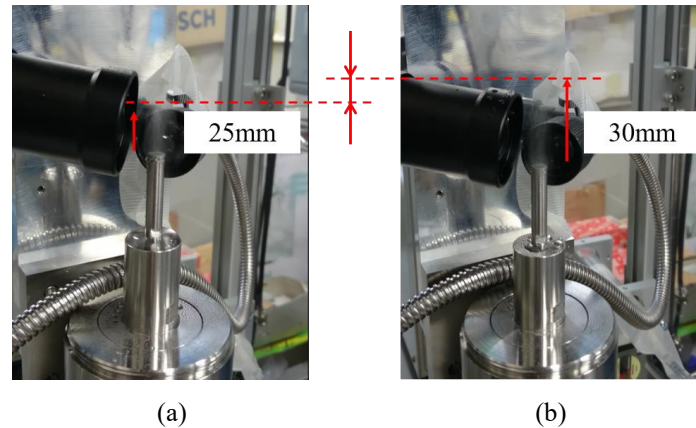


Fig. 8 Atomization for upward direction (a)30Vpp (b)40Vpp

像を Fig. 4 に示す．霧化面中央には液剤の吐出口が，また霧化面には液膜ができていない様子が確認できる．次に，純水の霧化の様子について観察した様子を Fig. 4～6 に示す．液剤供給後 0.03 sec 経過時の様子は Fig. 5 に示されるもので，霧化面に液膜形成されていない状態で，吐出口から液粒がバースト的に飛び出す様子が確認された．このときの液粒径を確認すると 40 μ m 程度であった．この後，更に 0.12 sec 経過後には Fig. 6 に示されるように吐出口の右側に偏った液膜が形成され，この領域から液粒が生成する様子が確認された．その後，0.32 sec 経過後（Fig. 7）には霧化面のほぼ全体が液膜で満たされ，連続霧化ができる安定した霧化状態に遷移していることが確認された．下方霧化時の観察においては，連続霧化時にはキャピラリ波による液粒生成が観察された．上方霧化での観察においては霧化面に液膜が形成されない状態で吐出口から液粒が飛び出す様子が見られ，超音波霧化ノズルによる液粒生成のメカニズムには液中のキャビテーション気泡とキャピラリ波の複合により霧化現象が発生しているものと考えられる．

4. 超音波霧化ノズルを用いた上方への液体霧化

超音波霧化ノズルに対する重力の影響を確認するために，ノズル霧化面を上方に向けて霧化実験を行った．実験では霧化面の振動振幅の違いによる液粒軌道の差を観察するため，Fig. 8 に示すように駆動電圧条件を 30Vpp（Fig. 8(a)）と 40Vpp（Fig. 8(b)）として比較を行った．いずれの条件でも重力に逆らって上方に向かって霧化し，初速により液粒は上方に噴出されたのち，移動速度が 0 となると，重力によって下方に自由落下していく軌道が観察された．また，液粒の到達点高さは定規を用いた目視による観察から 30Vpp では 25mm 程度，40Vpp では 30mm 程度となり，約 1.2 倍の飛翔高さの違いがある．これは駆動電圧を上げることで初速が変化し，到達点が高くなったものと考えられる．

5. まとめ

本報では，超音波霧化ノズルについて霧化面の液膜作成の影響についてハイスピードマイクロスコープを用いて観察を行った．その結果，超音波霧化ノズルにおける液粒の発生メカニズムを視覚的に捉えることができた．また，霧化面を上方に向けた実験により，霧化現象の観察と重力方向以外に対する霧化塗布の可能性についても見出した．

文 献

- [1] 千葉近，“超音波噴霧”山海堂（1990）

プロセス制御ものづくり事業

－ 電界非接触攪拌の医療応用展開 －

先進プロセス・医工連携グループ 中村竜太、久住孝幸

Project of Process Control Manufacturing - Medical application development of electric field stirring technology (EST) -

Advanced Processing/ medical-engineering collaboration Group
Ryuta NAKAMURA, Takayuki KUSUMI

抄録

秋田県産業技術センター独自の技術である電界攪拌技術をがんの検査方法の 1 つである免疫染色に応用展開している。従来の免疫染色法では、2 時間以上の時間を要してしまうため、術中病理診断には適用できないという課題があった。そこで免疫染色方法の長時間を要する抗原抗体反応工程に電界攪拌技術を応用し、手術中に免疫染色を可能にする方法を開発した。今年度は、コア技術である電界攪拌の発熱特性と迅速免疫染色の温度依存性について調査した。

[キーワード：がん、抗原抗体反応、電界攪拌技術、迅速免疫組織染色法、発熱特性]

Abstract

Electric field stirring technology (EST) which is original technology of Akita industrial technology center is applied to the immunohistochemical staining which is one of inspection methods of the cancer. To need time of more than two hours by conventional immunohistochemical staining method, there was a problem which can't be applied to pathological diagnosis during surgery. So EST is applied to an antigen-antibody reaction process which needs long time of immunohistochemical staining and we have developed the way to make the immunohistochemical staining possible during surgery. In this fiscal year, it was investigated about characteristics of generate heat of EST which is core technology

[Key words: cancer, antibody-antigen reaction, electric field stirring technology, rapid-immunohistochemical staining, temperature characteristic, EST]

1. はじめに

近年、がん治療は進行度や悪性度に応じて、切除範囲を決めて個別化医療を行う傾向にある。この流れの中で術中病理診断は術式の判断根拠として重要である。しかし、現状の術中病理診断は主にヘマトキシリン・エオジン染色（以下、HE 染色）を用いて、細胞の核内構造や形態により診断している。しかし、この HE 染色のみではリンパ節の微小転移を見逃してしまうと言う限界があると指摘されている。この微小転移を見逃さずに診断するには免疫組織染色法が有効であることが知られているが、染色に 2 時間以上を要してしまい術中診断には適用できない。そこで、私達が開発してきた電界攪拌技術¹⁾を適用し、手術中に免疫組織染色を可能とする方法の開発を行っている。本年度は、秋田大学や県内企業を含めた産学官連携にて、この迅速免疫組織染色を可能とする装置の開発と商品化、そして 2014 年度に上市に至っている。今年度では、迅速化のコアとなっている電界攪拌技術の発熱特性について調査した。

2. 電界攪拌技術とは

我々は現在までに、物質固有の誘電率に着目し、外部より電界を与えることで発生する吸引力を用いて、流体の配置制御を積極的に活用する電界砥粒制御技術を応用した電界攪拌技術を開発してきた。電界オフ（0kV）時の液滴の観察像と、電界オン（4kV 矩形波）時のハイスピードカメラによる液滴観察像を図 1 に示す。電界印加によって、液滴に吸引力が作用し、上方向に引き寄せられる様子が確認できる。このよう電界のオンオフによって液滴が上下に振動し、液滴の内容物が、スターラーなどの介在物無しに攪拌できる。良好な電界の液滴の振動周期を得るために、液量や液の粘度、液滴底面の面積等ごとに最適な周波数が存在する。

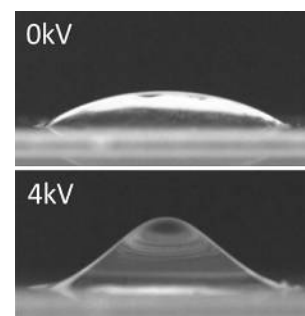


Fig.1 高電圧場印加時の液滴挙動

Table.1 温度測定実験条件

Electric field	AC voltage kV	4
	Frequency Hz	12
	Wave form	Square
	Electrode gap mm	7.2
Droplet	Solvent	Ultrapure water
	Amount of droplet μL	600
	Diameter of droplet mm	20

3. 電界攪拌の発熱特性

今年度の電源立地交付金にて導入した、高電圧環境下でも正確で精度の高い液温測定が可能である蛍光式光ファイバー温度計

（安立計器(株)製 FL-2000）を用いて、電界攪拌中の液中にプローブを挿入して液温を測定した。

電界攪拌中の温度測定条件を表 1 に示す。そして 1 時間温度測定した結果を図 2 に示す。この図から、電界攪拌技術を起因とする温度上昇が無いことを確認することができる。また、電界攪拌技術による迅速免疫染色方法と比較される超音波振動攪拌を用いた迅速免疫染色方法との差異を示すため、超音波洗浄機（ASONE 製 US-1A）を用いて、同様に超音波振動中の液温測定を行った。その結果を図 3 に示す。この図から超音波振動を用いると液温が上昇し、その熱と振動によって液滴が蒸発してしまうことがわかる。

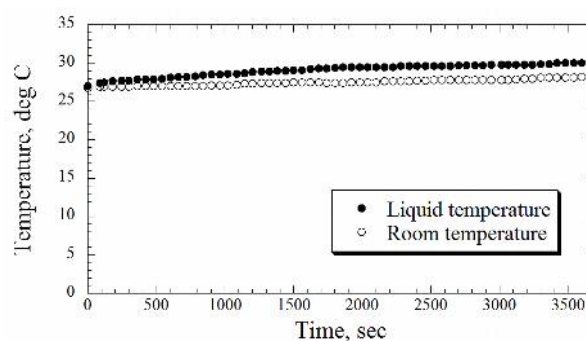


Fig.2 電界攪拌下での温度変化

これを図 3 に示す。この図から超音波振動を用いると液温が上昇し、その熱と振動によって液滴が蒸発してしまうことがわかる。

これより電界攪拌技術の特徴の一つである液温の上昇が無いということは、免疫染色に関して組織の変性の恐れがないということで、超音波振動を用いた免疫染色に比べ、大きなアドバンテージであることを確認できた。

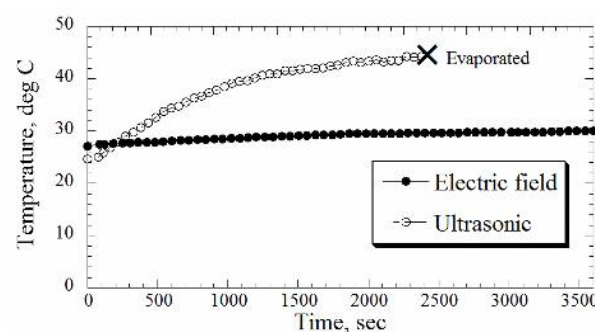


Fig.3 電界攪拌と超音波攪拌の温度変化の比較

4. まとめ

今年度の電源立地交付金にて導入した蛍光式光ファイバー温度計（安立計器(株)製 FL-2000）を用いて、電界攪拌中の発熱特性を調査した結果、電界攪拌技術を起因とする温度上昇が無いことを確認することができた。また、超音波振動を用いた免疫染色に比べ、液温上昇が無いことを示したことで、組織における細胞の変性の恐れがないという大きなアドバンテージが電界攪拌技術を用いた迅速免疫染色方法において存在することを確認できた。

5. 参考文献

- 1) 中村竜太, 加賀谷昌美, 赤上陽一, 池田 洋, 久住孝幸, 佐藤安弘, 南谷佳弘, 南條 博, 電界砥粒制御技術を応用した電界非接触微粒子攪拌技術の開発, 精密工学会誌, Vol.80, No.9 (2014) 862-866

プロセス制御ものづくり事業

- 北東北ナノメディカルクラスター事業 -

先進プロセス・医工連携グループ 中村竜太、久住孝幸

Project of Process Control Manufacturing - Workshop of north tohoku nano medical cluster -

Advanced Processing/ medical-engineering collaboration Group
Ryuta NAKAMURA, Takayuki KUSUMI

抄録

秋田県産業技術センター主催の本研究会は、平成 15 年より年 3 回のペースで開催し北東北に於ける精密工学と医療技術の融合を基に産学官金連携による次世代の新事業創出を目指している。今年度も 3 回開催し、それぞれ 2 名ずつの講師をお招きし基調講演していただいた。参加者は延べ 80 名、参加企業は延べ 32 社（内県内企業 25 社）であった。それぞれ 3 回の研究会で招いた講師とその講演内容を簡単に紹介する。

[キーワード：北東北、ナノ・メディカルクラスター研究会、医工連携、精密工学、医療技術、新事業創出]

Abstract

Akita industrial technology center is holding this seminar of sponsorship by the pace of 3 times a year from 2003 and is aiming at new enterprise creation of a next generation by industry-academia government and fund cooperation based on fusion of precise engineering and medical technology in north tohoku. It also held 3 times and invited each 2 lecturers and they did keynote speech, respectively this fiscal year. participant was 80 totals, and participation enterprises were 32 totals (25 inside Akita prefecture enterprises). The lecture contents are introduced easily with the lecturer invited at the respective study group..

[Key words: north tohoku, nano medical cluster study group, medicine-engineering collaboration, precision engineering, medical technology, creation of new business]

1. はじめに

秋田県産業技術センター主催の本研究会は、平成 15 年より年 3 回のペースで開催し北東北に於ける精密工学と医療技術の融合を基に産学官金連携による次世代の新事業創出を目指している。今年度も 3 回開催し、それぞれ 2 名ずつの講師をお招きし基調講演していただいた。

2. サマーキャンプ（8 月 5 日-6 日）参加者数：31 名

基調講演 I 講演題目「医工共進プロジェクトへ向けた先端要素技術の研究」

早稲田大学ナノ・ライフ創新研究機構研究院 教授 水野潤先生

- マイクロ加工や MEMS 技術を専門とされている水野先生から、研究室内で開発されている先端要素技術、大きく分けて、 μ TAS, MEMS, エレクトロニクス実装・接合技術, Advance Nano-fabrication についてそれぞれ詳細にお話しいただいた。

基調講演Ⅱ

講演題目「技術革新は肝臓手術を変えられるか？」市立秋田総合病院副院長・外科部長 佐藤勤先生

- 消化器官、特に肝臓手術を専門とされている佐藤先生から、肝臓の働きについて、またなぜ肝臓手術は難しいとされているのか、安全性を上げる肝臓手術のための技術革新、コンピュータ支援技術等についてのお話ししていただいた。

3. ウインターキャンプ（12月22日-23日）参加者数：23名

基調講演Ⅰ 講演題目「グローバル時代の地方の役割と可能性 -場所文化の視点から-

合同会社場所文化機構 代表 後藤健市様

- もったいない地域資源をどう生かしていくか、その意識改革、アイデア創出、仕組みづくり当についてご講演いただいた。

基調講演Ⅱ 講演題目「情報は資産 発信から運用する時代へ」

合同会社アースボイスプロジェクト代表社員 榎田竜路様

- 今回の講演では、新しいインターシップの在り方について、岡山県立津山東高等学校、鹿児島県立鶴翔高等学校、徳島商業高校、沖縄水産高等学校の4校における【認知開発力講座】の成果について話された。

4. スプリングキャンプ（3月24日-25日）参加者数：27名

特別講演 講演題目「蛍光ナノ粒子による HER2 蛋白の定量化：ナノ病理の試み」

東北大学大学院医学系研究科 腫瘍外科学分野 教授 大内憲明先生

座長 秋田大学医学部附属病院 南條博先生

- 1粒子蛍光ナノイメージングによる分子病理診断技術として、高輝度を有する蛍光剤を結合した蛍光抗体を用いて高精度に病理切片を解析し、がん治療薬の選択を含む正確な診断に寄与する研究についてお話しされた。

基調講演 講演題目「半導体製造装置開発、大学院改革におけるグローバル化について」

弘前大学大学院理工学研究科 附属医用システム創造フロンティア 教授 小野俊郎先生

- 先生が長年研究されてきた半導体製造装置開発に関する広域的なお話しやこれからの国際化へ向けた人材育成に関するお話をしていただいた。

特別講演（先端加工セミナー）講演題目「省エネに貢献する次世代の半導体”SiC”の魅力と開発課題」

産業技術総合研究所 先進パワーエレクトロニクス研究センター

ウェハプロセスチーム チーム長 加藤智久先生

- 現在、省エネの実現に大きく期待されている SiC について、その研究背景をわかりやすく、また的確にお話ししていただき、そして、その SiC のインゴットからウェハ作成、デバイス作製の一貫プロセス工程について、さらには先生の専門であるウェハ加工について詳しくお話しいただいた。

5. まとめ

本年度の参加者は延べ80名、参加企業は延べ32社（内県内企業25社）であった。来年度以降も継続して開催し、県内企業の新規事業創出の支援になる「場」を提供していきたいと考えている。

IV-2 研究推進

ユニバーサル組成次世代超硬材料の開発（第5報）

機能性材料グループ

技術コーディネート班

先進プロセス・医工連携グループ

秋田大学

杉山重彰、関根 崇、村田初美

菅原 靖

加藤 勝、石田広巳

仁野章弘、泰松 斉

Development of a next-generation hard material with ubiquitous composition [5]

Shigeaki SUGIYAMA, Takashi SEKINE, Hatsumi MURATA

Yasushi SUGAWARA

Masaru KATO, Hiromi ISHIDA

Akihiro NINO, Hitoshi TAIMATSU

抄録

TiC–SiC に TaC を添加した焼結体を通電加圧焼結により作製し、焼結性と機械的性質を調べた。TaC を添加した全ての組成で緻密に焼結した。添加した TaC は TiC 粒中へ拡散し、(Ti, Ta)C 固溶体が生成した。ヤング率は、TaC 添加量増加により増大した。ビッカース硬さは、12 mol% TaC までは添加量増加により増大し、12 mol% で最大値 21 GPa となった。TaC を添加することで TiC 結晶粒がわずかに微細になったため、硬さが増大したと考えられる。破壊靱性値は TaC の添加によって増大し、12 mol% TaC で最大値 6.1 MPa m^{1/2} となった。12 mol% TaC を添加した試料は、ビッカース硬さと破壊靱性値の両者が増大した。

[キーワード：炭化チタン、炭化ケイ素、炭化タンタル、機械的性質]

Abstract

TaC-added TiC–SiC sintered ceramics were prepared by a reactive resistance-heated hot pressing. The ceramics were characterized for sinterability and mechanical properties. Dense ceramics were obtained for the all compositions. The added TaC diffused into TiC grains, and produced (Ti, Ta)C solid solutions in the grains. Young's modulus was increased with TaC. Vickers hardness was increased with increasing TaC up to 12 mol%, where had the highest value 21 GPa. This is because that the TiC grains became finer by the TaC addition. Fracture toughness was increased with increasing TaC, and had the maximum value 6.1 MPa m^{1/2} at 12 mol% TaC. The TaC addition up to 12 mol% improved both Vickers hardness and fracture toughness.

[Key words: Titanium carbide, Silicon carbide, Tantalum carbide, Mechanical properties]

1. はじめに

TiC は高い硬さ、優れた耐摩耗性、耐食性を有している。しかしながら単体では難焼結性であり、破壊靱性値や熱伝導率が低いなどの欠点がある。一般的には Ni や Co などの金属を添加した TiC 基サーメットとし

て切削工具などに用いられている。金属を添加することによって焼結性や破壊靱性値は向上するが、TiC が本来持つ高い硬さが低下する。微細な TiC 粉末を用いて通電加圧焼結で作製すれば、TiC 単体でも緻密化するが、硬さが著しく低下する。

これまでの研究で、TiC への SiC 添加は硬さや破壊靱性値などの機械的性質を改善することが分かった[1]。また、SiC は TiC に比べて非常に高い熱伝導率を持ち、SiC を添加することで熱伝導率が増加した。しかしながら、高速で使用する切削工具として用いるには更なる機械的性質の向上が必要である。

本年度は、TiC-SiC の機械的性質の向上を目的に、超硬合金の機械的性質の改善に効果的な TaC に着目した[2]。TiC の粒成長を抑制し、微細な組織を得るために TiC-SiC に TaC を添加し、密度、機械的性質に与える TaC の影響を調査した。

2. 実験方法

原料は表1に示すTiC粉末（日本新金属）、SiC粉末（屋久島電工）、TaC粉末（日本新金属）を用いた。各粉末の平均粒径と化学組成を表1に示す。組成が(55-x) mol% TiC-45 mol% SiC-x mol% TaC ($x = 0 \sim 20$) となるように、粉末を秤量した。秤量した粉末は、ボールミルを用いて24 h、エタノール中で湿式混合した。混合した粉末は乾燥後、 $\phi 20$ mmのグラファイトダイスに充填し、圧力50 MPaで1 min一軸加圧成形した。成形体は通電加圧焼結装置（住友石炭鉱業、SPS-2080）を用いて、焼結温度1800 °C、保持時間10 min、加圧力50 MPa、真空中の条件で焼結を行った。焼結体は両面を平面研削、片面を鏡面研磨した。焼結体の生成物の同定はX線回折装置（理学電機、RINT-2500VHF）で、組織観察および分析にはEPMA（日本電子、JXA-8200）を用いた。密度測定はアルキメデス法を用いて行った。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、硬さはビッカース硬さ試験機（マツザワ、VMT-7S）で98 N、15 s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をを用いてIF法のED式により算出した。

表1 原料粉末の平均粒径と化学組成。

Powder		TiC	SiC	TaC
Average particle size [μm]		1.41	0.62	1.02
Composition [wt%]	total C	19.20	-	6.26
	free C	0.50	0.47	0.02
	N	0.00	-	-
	O	0.80	-	-
	Fe	0.30	0.03	-
	Al	-	0.02	-
	Nb	-	-	0.01
	free SiO ₂	-	0.87	-

3. 実験結果および考察

X 線回折パターンにおいて、TaC を添加することにより TiC のピークが低角度側にシフトした。図 1 に TaC の添加量と TiC の格子定数の関係を示す。TaC の添加量が増加するに伴い、TiC の格子定数が増大した。Ti よりも Ta の原子半径が大きいことから、TiC に Ta が固溶した(Ti, Ta)C 固溶体が生成したものと考えられる。

EPMA による特性 X 線像の分析でも、Ti、Ta、C が共存する組織を確認した。X 線回折パターンおよび EPMA の分析結果から SiC を含む反応生成相は確認されなかった。

図 2 に焼結体の相対密度を示す。相対密度は TaC 添加量が増加しても、99%以上を維持した。TaC を添加した全ての試料で、緻密に焼結することが出来た。

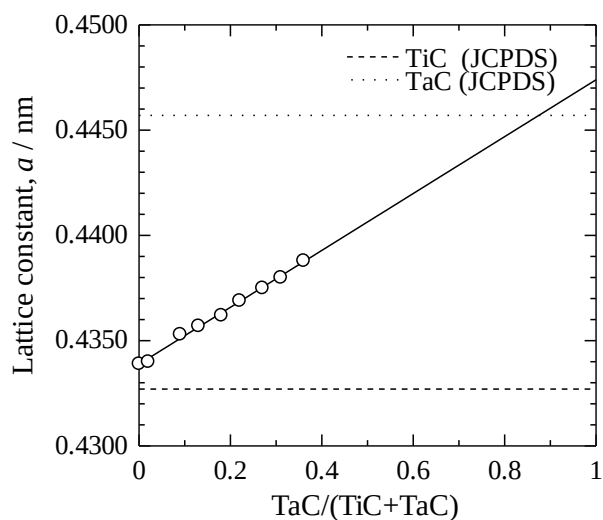


図 1 TiC の格子定数。

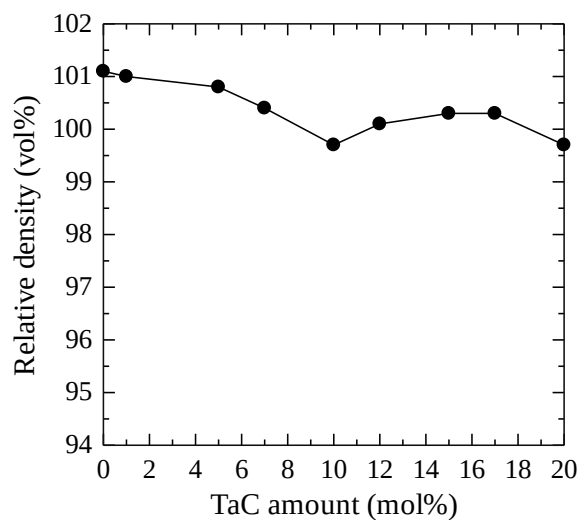


図 2 焼結体の相対密度。

図 3 に焼結体のヤング率を示す。ヤング率は 440~480 GPa となり、TaC 添加量の増加により増大した。これは TiC のヤング率が 454 GPa [3]であるのに対し、TaC のヤング率が 558 GPa [4]と高いためと考えられる。

図 4 に焼結体のビッカース硬さを示す。TaC を添加することで硬さが増大した。TaC 添加量の増加に伴い硬さが増大していく傾向を示したが、17 mol%以上の添加量になると低下した。12 mol% TaC を添加した試料で最大 21 GPa の高い硬さとなった。

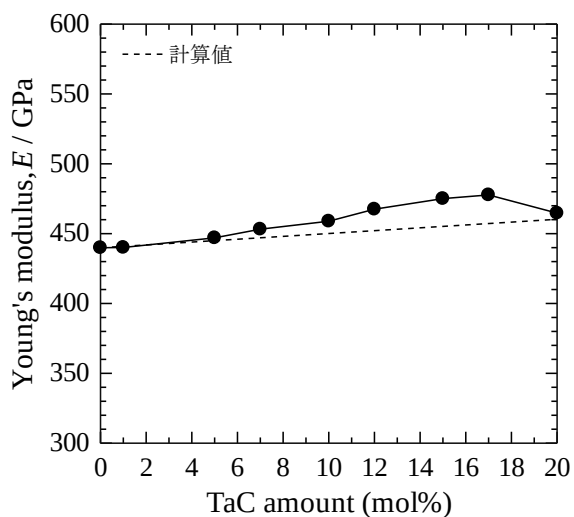


図 3 焼結体のヤング率。

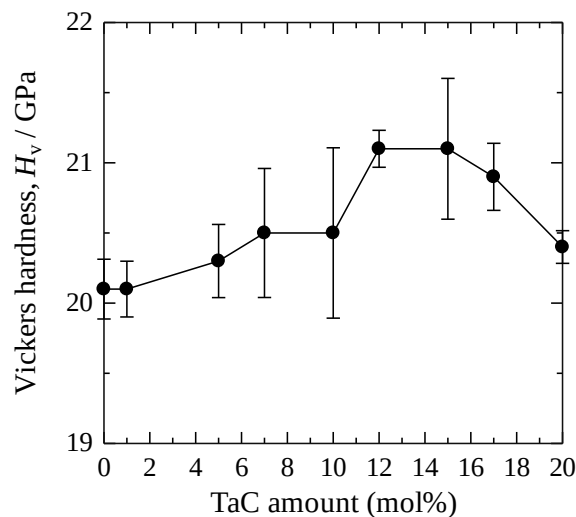


図 4 焼結体のビッカース硬さ。

図 5 に TaC 添加の TiC-SiC セラミックスの微細組織を示す。灰色の組織が TiC、(Ti, Ta)C であり、黒色の組織が SiC となっている。TaC 無添加のものと比較して、12 mol% TaC を添加した試料は灰色の組織がわず

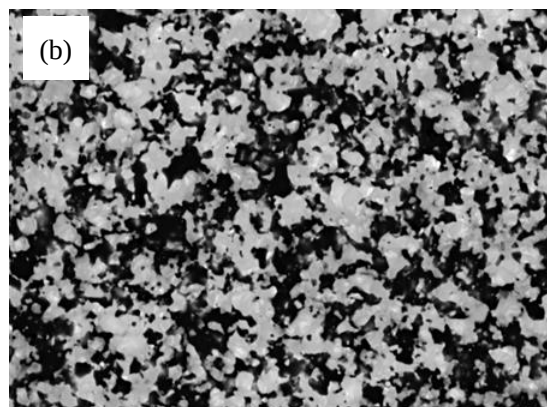
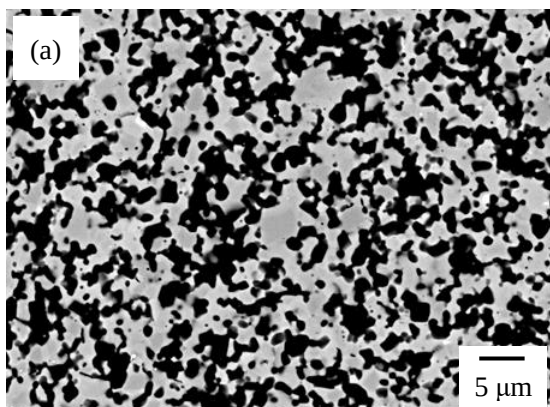


図5 (55-x) mol% TiC-45 mol% SiC-x mol% TaC セラミックスの微細組織。(a) $x = 0$ 、(b) $x = 12$ 。

かに微細になった。セラミックスでは一般的に、結晶粒径が小さくなると硬さが増加するホールペッチ則に類似した関係を示す。そのため、TaC 添加によって組織が微細化し、硬さが増大したと考えられる。

図6に焼結体の破壊靱性値を示す。破壊靱性値は、12 mol%までは TaC 添加量増加により増大し、12 mol% TaC の試料で最大値 $6.1 \text{ MPa m}^{1/2}$ となった。15 mol%以上の TaC 添加では破壊靱性値が低下した。硬さと破壊靱性値には負の相関関係があるが、12 mol%までの TaC 添加では添加量の増加とともに、硬さと破壊靱性値の両者が増大した。

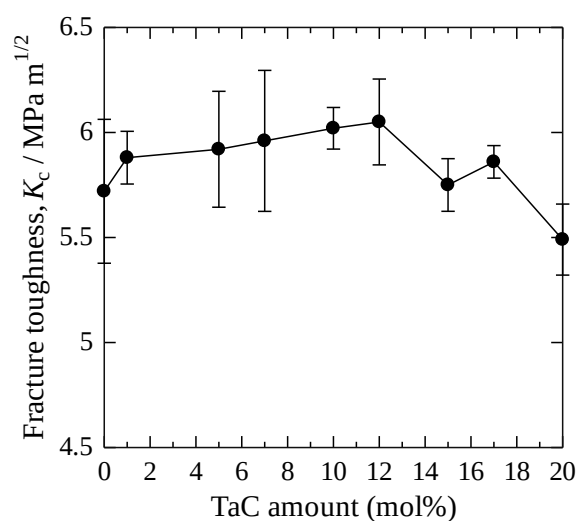


図6 焼結体の破壊靱性値。

まとめ

TiC-SiC に TaC を添加して焼結した結果、次のことがわかった。

- (1) TaC を添加することで(Ti, Ta)C 固溶体が生成した。
- (2) TaC 添加量の増加に伴い、ヤング率が増大した。
- (3) TaC 添加により結晶粒がわずかに微細化し、硬さが増加した。12 mol% TaC までは、硬さおよび破壊靱性値がともに増大した。

文 献

- [1] 関根崇, 仁野章弘, 菅原靖, 杉山重彰, 泰松斉: “TiC-SiC 硬質セラミックスの合成と機械的性質”, 粉体および粉末冶金, 63, 10 (2016), 912-917
- [2] 林宏爾, 福家康矩, 鈴木寿: “WC-Co 合金の粒度に及ぼす他炭化物添加の影響”, 粉体および粉末冶金, 19, 2 (1972), 37-41.
- [3] A. Nino, A. Tanaka, S. Sugiyama, H. Taimatsu: “Indentation Size Effect for the Hardness of Refractory Carbides”, Materials Transaction, 51 (2010) 1621-1626.
- [4] A. Nino, T. Hirabara, S. Sugiyama, H. Taimatsu: “Preparation and characterization of tantalum carbide (TaC) ceramics”, Int. Journal of Refractory Metals and Materials, 52 (2015), 203-208.

電界砥粒制御技術を用いた次世代半導体基板研磨システムの開発（第4報）

先進プロセス・医工連携グループ

久住孝幸、中村竜太、越後谷正見

Development of the advanced polishing technology for next-generation semiconductor substrates using controlled slurry under AC electric field [4]

Advanced processing / Medical-Engineering collaboration Group

Takayuki KUSUMI, Ryuta Nakamura and Masami ECHIGOYA

抄録

被加工物よりも小さな研磨工具によって表面を仕上げる研磨加工法は、天体望遠鏡などの大口径反射鏡の研磨仕上げや、非球面形状の研磨仕上げなどに用いられている。本研究では、電界によって研磨スラリーを所定の位置に配置制御する「電界スラリー制御技術」を小径工具による研磨加工に適用して研磨効率を向上させる加工法の基礎検討結果を報告する。

[キーワード：コロイダルシリカスラリー、交流電界、小径工具、ポリッシング、研磨]

Abstract

In polishing of aspherical lens shape or in finishing of a large diameter reflecting mirror such as astronomical observatory, "a small tool" is used, which diameter is smaller than the workpiece. Since small tools have low polishing efficiency, we propose a novel polishing method that leads to enhanced removal rate using the slurry controlled by AC electric field.

[Key words: colloidal silica slurry, AC Electric field, small tool, polishing]

1. はじめに

近年のサファイアや SiC ウェーハなどの次世代半導体基板は、普及に向けて大口径化してきており、それらを加工するには大型装置が必要となってきた。それら次世代半導体基板は硬く、かつ化学的に安定な難加工材料であるため、加工には長時間を有し、大型研磨装置を長時間占有する。

一方で、被加工物よりも小さな小径研磨工具（スモールツール）によって表面を仕上げる研磨加工法が、天文台用天体望遠鏡などの超大口径反射鏡の研磨仕上げや、非球面レンズの研磨仕上げ、超平滑面の修正研磨などに用いられている¹⁾。そこで、大口径の基板の修正研磨を行って、より効率的な製造法の可能性について検討した。

スモールツールを用いる研磨法では、工具径が小さいことから、Preston の研磨経験則²⁾より一般的な大径工具を用いる研磨手法と比較して研磨効率が低い。これを改善する方法として、磁気粘性流体(MRF)と磁場援用による付加加工力と砥粒の集積効果による研磨技術が提供されている^{3, 4)}。一方、秋田県産業技術センターでは、これまで、電界によって研磨スラリーを配置制御し、高効率・高品位な研磨を提供する「電界スラリー制御技術」について取り組んできている^{5, 6)}。そこで、本報告では、電界スラリー制御技術をスモールツールによる研磨加工に適用して研磨効率を向上させる加工法の基礎検討結果について報告する。

2. 電界スラリー制御技術を用いた小計工具による研磨加工

2. 1 小径工具（スモールツール）への給電方法

図1にスモールツールへの電圧給電方法の模式図を示す。給電方法には、被加工物が導電性であるかどうかによって大きくふたつの考え方がある。すなわち、被加工物を電極として作用させるかどうかである。図1左は導電性がある場合の給電方法、右は導電性がない場合の給電方法である。図2に、スモールツール内に封入する電極形状例を示す。被加工物が導電性である場合、スモールツール内の電極は単極で構成でき、図2左のようなシンプルな構成となる。一方、被加工物が非導電性の場合、例えば、図2右のようにスモールツール内に正負双極の電極を封入し、漏れ出た電場によってスラリーを配置制御する必要がある。本報告では、被加工物を導電性と想定し、シンプルな構成の単極タイプのスモールツールへの電界スラリー制御技術導入検討を行った。

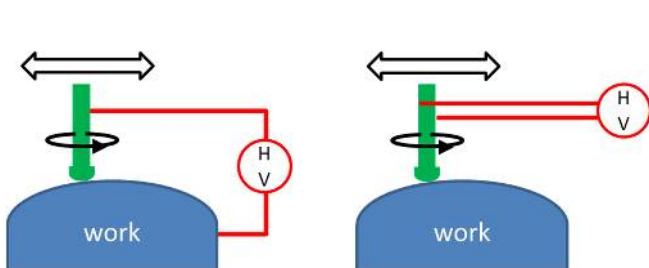


図1 スモールツールへの給電方法模式図

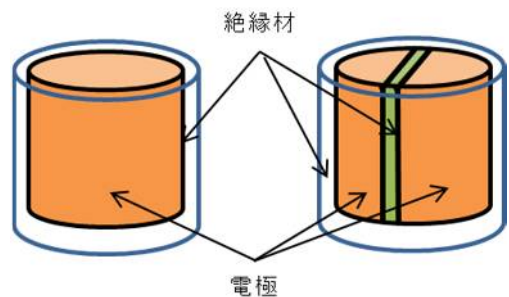


図2 スモールツール内の電極形状例：

(左)単極、(右)双極

2. 2 電界スラリー制御技術を用いた小径工具の試作

図3に試作した単極型スモールツールを示す。試作したスモールツールは、上部と下部の二つの部品で構成される。上部品には回転スピンドルに取り付けるシャンク軸と給電ブラシを受けるためのスリッピング電極を配す。下部品は上部品とは直動自由度を保持して連結する構成とし、主要材料にSUS304を用いて重量を増加させ、研磨用荷重として下部品の自重を用いる形とする。加工ツール部として下部品の先端に突起部を設け、加工面形状を平面とする。突起部内部には図2のように単極の電極を封入し、突起部表面は絶縁性材料で被覆して絶縁性を確保した。上部品のスリッピング電極から下部品突起内の電極に配線を施し、電界スラリー制御技術用のスモールツールとした。工具径の違いによるスラリー配置を比較するため、突起部先端径として $\phi 10\text{mm}$ と $\phi 20\text{mm}$ を用意した。



図3 試作小径工具

2. 3 電界スラリー制御技術用小径工具の動作実験

試作工具によるスモールツール研磨を想定した観察実験を実施した。実験装置外観を図4に示す。試作した電界スラリー制御技術用小径ツールをチャック保持し、回転数515rpmで回転させた。スモールツール先端には溝付きスウェード研磨パッドを貼り付けた。下方よりの研磨面の観察のために、導電性の被加工物を想定したITOガラス上に保護ガラスを貼り付けたものをワークとした。チャックを上下させてワークの保

護ガラス部にスモールツール先端を所定の位置に設置した。スモールツール先端部は、2.2節でも示した通り、スライド機構を設けてあるため、先端部自重105gfによって研磨圧力がワークに負荷される。

電界は、ワークのITO電極膜とスモールツール内のスリップリング電極間で0Vと5kVの交番電界を印加した。ここで、交番電界は、基本信号を発生させるシンセサイザー（アジレント製33120A）で信号を生成し、得られた信号を増幅度2000の高電圧アンプ（トレック製model 20/20B）にて増幅して印加した。この信号の観測には、デジタルオシロスコープ（アジレント製54645A）を使用した。

スウェードパッド接地面下にコロイダルシリカを2ml滴下し、ITOガラス越しにハイスピードカメラで観察を行い、電界印加の効果について調べた。表1に実験条件を示す。

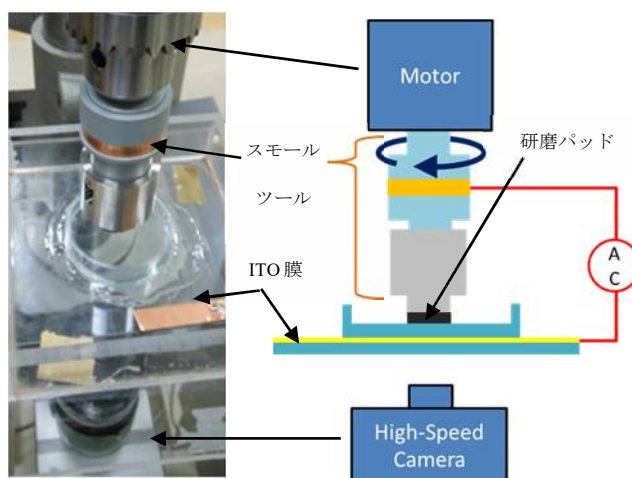


図4 スモールツール電界印加観察実験装置

表1 スモールツール電界印加観察実験条件

Slurry	Colloidal silica COMPOL80 (FUJIMI)	
	Average grain diameter 72nm	
	Volume	2ml
Polishing pad	Suede type	
Tool diameter	10mm	20mm
Polishing pressure	13.5 kPa	3.5kPa
Rotation	515 min ⁻¹	
Electric field	Wave form	Square
	Voltage	5.0kV
	Frequency	40Hz

3. 実験結果

図5に電界によるスモールツール下のコロイダルシリカスラリーの様子を示す。上段はφ20、下段はφ10の結果である。φ20のスモールツールは中心部までコロイダルシリカスラリーが導入されにくく、電界を印加してもその効果はほとんど得られなかった。しかしながら、電界印加により外周部のスラリー量は増加していることが観察される。一方、φ10のスモールツールは中心部までスラリーが導入されているが、無電界下ではパッド溝部中のスラリーが枯渇気味となっている。これに対し、電界を印加すると溝部の大部分にスラリーの導入が観察されており、十分な量を研磨下に提供できると考えられる。

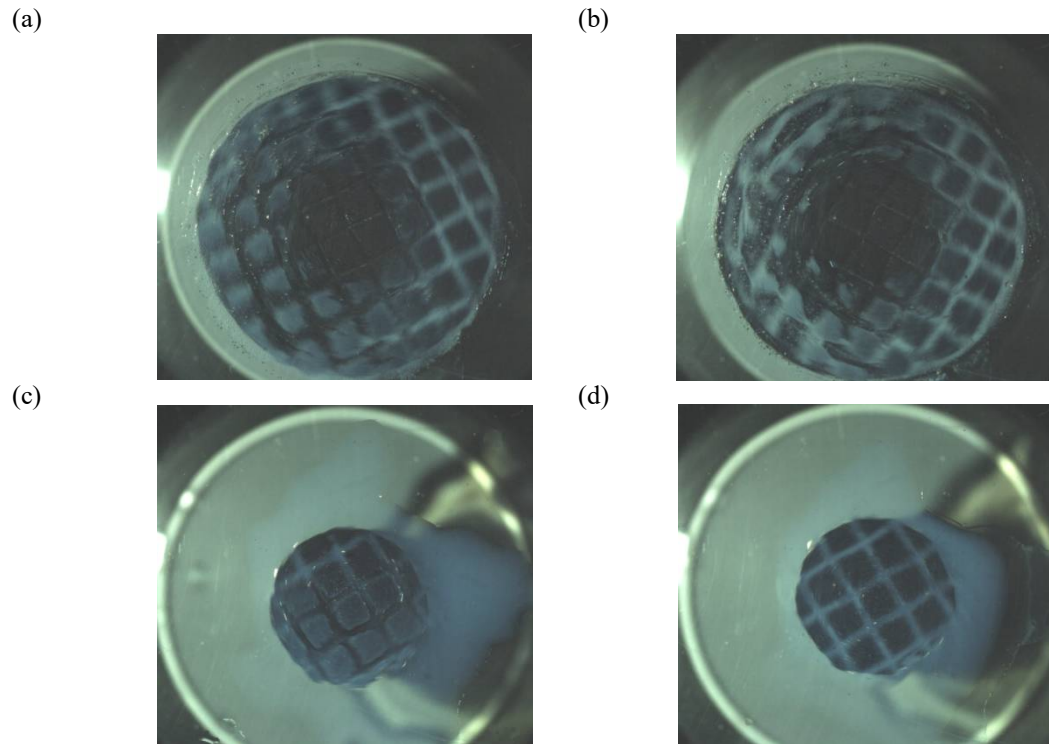


図5 スモールツール下のコロイダルシリカスラリー :

(a) $\phi 20$, $E=0V$, (b) $\phi 20$, $E=5kV$, 40Hz, (c) $\phi 10$, $E=0V$, (d) $\phi 10$, $E=5kV$, 40Hz

4. まとめ

電界によって研磨スラリーを配置制御し、高効率・高品位な研磨を提供する電界スラリー制御技術をスモールツール研磨加工に適用して研磨効率を向上させる加工法の基礎検討を行った。電界印加可能なスモールツールを試作し、研磨面を透明電極越しに観察する実験を通して電界効果の有無を調べた。その結果、515rpmで回転させた $\phi 20$ の小計工具では効果が限定的であったが、 $\phi 10$ のスモールツールでは、電界下でパッド溝部の大部分にスラリーが導入されており、研磨下に十分な研磨スラリーを提供できる可能性を示した。

文 献

- 1) 品田邦典, 光学素子の研磨加工技術, 光学 25(2), 76-81, (1996)
- 2) F. W. Preston, The theory and design of plate glass polishing machines, J Soc. Glass Technol., 11, (1927), 214-256
- 3) Don Golini, Mike DeMarco, William Kordonski, and John Bruning, MRF polishes calcium fluoride to high quality, OPTOELECTRONICS WORLD, July, (2001)
- 4) <http://qedfirm.com/>
- 5) 赤上陽一, 梅原徳次, 他 2 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, 270-275 頁, (2000) (特許 3595219 号)
- 6) T. KUSUMI, H. IKEDA, Y. SATO, Y. AKAGAMI and N. UMEHARA, "New polishing method using water-based slurry under AC electric field for glass substrate", Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Vol.323, (2011), pp. 1394-1397.

超臨界発泡成形による長炭素繊維補強プラスチックの 次世代輸送機への適用に関する研究（第5報）

複合材料グループ 木村光彦、工藤 素、藤嶋 基、野辺理恵

Study on Application of Next Generation Transport of Long-Carbon-Fiber Reinforced Plastic on Microcellular Injection Molding [5]

Composite Material Technology Development Group

Mitsuhiko KIMURA, Makoto KUDO, Motoi FUJISHIMA, Rie NOBE

抄録

超臨界発泡射出成形は、超臨界状態の高圧ガス（超臨界流体）を樹脂に溶解させ、微細な発泡成形品が得られる。これにより、軽量化、寸法安定性が向上されるが、力学特性、外観性の低下、発泡制御等が課題となっている。そこで本報では、射出条件が力学特性および内部構造に及ぼす影響について、炭素繊維強化ポリプロピレンを用いて調査した。その結果、本報における成形条件が力学特性に及ぼす影響はわずかであった。また、発泡体は発泡していないスキン層と発泡しているコア層とのサンドイッチ構造となっていた。SCF注入量が多く、射出速度が低い程、気泡が微細化できることが分かった。

[キーワード：超臨界発泡射出成形、炭素繊維強化プラスチック、射出条件、力学特性、内部構造]

Abstract

Microcellular injection molding uses high pressure gas in supercritical state as a foaming agent. Thus, it improves characteristics such as light weight, dimensional stability. However, there are also problems about mechanical properties and foaming control. In this paper, we investigated the effect of molding condition on mechanical properties and morphology in microcellular injection molding, using carbon fiber reinforced polypropylene. As a result, the influence of molding conditions on mechanical properties were slight. The morphology of foams was sandwich structure. The increase of SCF content and the decrease of injection speed provided microcellular structure.

[Key words: microcellular injection molding, carbon fiber reinforced plastic, molding condition, mechanical properties, morphology]

1. はじめに

昨今の地球温暖化に向けたCO₂削減対策や原油価格の高騰により、燃費向上は大幅な改善が必要とされている。自動車の燃費向上技術に限らずエネルギー効率を改善するためには、構成部材の軽量化技術は重要な研究課題と考える。軽量化によって得られる省燃費効果は、エンジンの効率改善、あるいは次世代自動車HV/PHV/EVにおけるモーターロス低減などに大きな効果が期待される。

炭素繊維強化プラスチック（CFRP）は比強度や比剛性が高く、軽量化が可能となることから航空機や自動車等への利用が拡大してきている。しかし、一般的にエポキシ樹脂系等の熱硬化性プラスチックの硬化・成形時間が長く、自動車部材用途のような量産性を求められる部材に使用することは難しいことが課題となっ

ている。一方、熱可塑性プラスチックは多様性、易成形性、軽量性等の優れた特徴を持ち、自動車部材に広く利用されている。車体重量に占めるプラスチックの比率は1980年代には5%であったが、年々使用率が高まり、現在では10%程度と言われ、ポリプロピレンの需要が最も高い^[1]。今後、新たな部材として利用拡大を図るためには軽量化、力学特性、電気的特性、耐熱性等の付加価値をより高めることが必要と考える。

熱可塑性プラスチックの成形加工技術の一つである超臨界発泡成形法は、超臨界状態のガス（超臨界流体 SCF：Supercritical fluid）を樹脂に溶解させ微細な発泡を有する成形品が得られる。これにより、軽量化、寸法安定性、成形安定性が向上できるが、力学特性や外観性の低下が課題となっている。力学特性改善のため、一般的にはガラス繊維や炭素繊維（チョップドファイバー）を用いて補強している。この繊維が長いほどその補強効果は高いが、射出成形時に繊維は切断されるため繊維長を保持した成形品を得ることが難しいことも課題となっている。

そこで本研究では、量産性に優れた射出成形技術の向上を目的に超臨界発泡成形法と繊維補強による軽量化・高強度化となるプラスチック成形加工技術の確立を図り、さらに CFRP 成形部材と複合化（熱可塑性プラスチック材料／CFRP・ハイブリット複合化）した次世代自動車へ適応する補強部材の複合化技術開発を行う。本報では、炭素繊維強化ポリプロピレンの超臨界発泡射出成形条件（射出速度・超臨界流体注入量）が力学特性および内部構造に及ぼす影響について調査した。

2. 実験方法

2. 1 材 料

材料は繊維含有量 10wt.%の市販の炭素繊維強化ポリプロピレン（三菱レイヨン(株)製、パイロフィルペレット PP-C-10A）を用いた。材料の基本物性は密度が 0.95g/cm^3 、荷重たわみ温度が 162°C (0.45MPa)、樹脂流動性（MVR）が $36\text{cm}^3/10\text{min}$ である。

2. 2 超臨界発泡成形機および成形条件

超臨界発泡射出成形機は、射出成形機と超臨界流体発生・制御システムで構成されている。射出成形機は日精樹脂工業（株）製 電動射出成形機「NEX-III型（型締力 1765kN ）」、超臨界流体発生・制御システムは Trexel 社製 「MuCell（SCF Delivery System SII-TRJ-10A型）」である。発泡剤である超臨界流体（以下SCF）は窒素とし、SCF注入量を0.5、0.7、1wt.%の3水準、射出速度を50、100、150mm/sの3水準として、JIS A 1形ダンベル試験片およびJIS B 1形短冊型試験片を作製した。比較として未発泡体（SCF注入量：0wt.%）の試験片も作製した。

各試験片は電子天秤（ザルトリウス社製 MSA524S-000-DU）を用いて重量測定を行い、未発泡体と比較した軽量化率を算出した。力学特性は万能材料試験機（インストロン社製 5967型）を用いて引張試験および曲げ試験を行った。内部構造はマイクロフォーカスX線CT（(株)島津製作所製 InspeXio SMX-100CT）を用いて観察した。

3. 実験結果および考察

3. 1 力学特性に及ぼす射出条件の影響

図1に引張特性に及ぼす射出条件の影響を示す。図1(a)より、未発泡体の引張強さは約 100MPa であったが、発泡体では $76\sim 80\text{MPa}$ と低下した。また、図1(b)より、引張弾性率は未発泡体では $4600\sim 5000\text{MPa}$ で

あったが、発泡体では4000MPaと低下した。各SCF注入量および射出速度において引張強さの相違はわずかであり、本実験条件が引張特性に及ぼす影響はほとんどなかった。図2に曲げ特性に及ぼす射出条件の影響を示す。図2(a)より、曲げ強さは発泡によって低下し、引張強さと同様の傾向を示した。一方、図2(b)より、曲げ弾性率は発泡体においても未発泡体と同等を維持していた。また、引張特性と同様にSCF注入量および射出速度による影響はほとんど見られなかった。

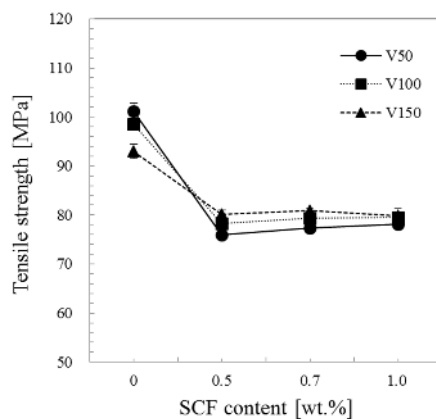
3.2 力学特性に及ぼす軽量化率の影響

図3に未発泡体に対する発泡体の強度比と軽量化率の関係を示す。引張試験片では軽量化率が10~14%となった。軽量化率が11%程度であれば、引張強さおよび引張弾性率の強度比は0.9程度であるが、軽量化率が増加するに伴って強度比が0.8に低下した。曲げ試験片の軽量化率は8~11%を示し、曲げ強さの強度比は軽量化率に係わらず0.9程度であった。曲げ弾性率の強度比は軽量化しても低下することなく、未発泡体と同等を維持していた。

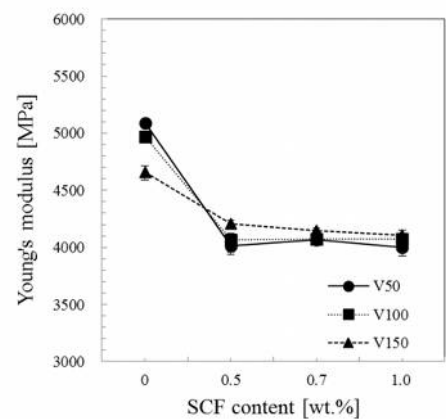
3.3 射出条件が内部構造に及ぼす影響

図4に射出速度150mm/s、SCF注入量0.7wt.%の引張試験片におけるTD方向（流動に対して垂直）の断面における内部構造を示す。未発泡のスキン層と発泡層があるサンドイッチ構造が確認できた。さらに発泡層は扁平気泡の存在する中間層と微細な気泡構造のコア層から成っていた。曲げ試験片についても同様の構造になっていた。

図5に射出速度50mm/sでの各SCF注入量における曲げ試験片の内部構造を示す。SCF注入量0.5

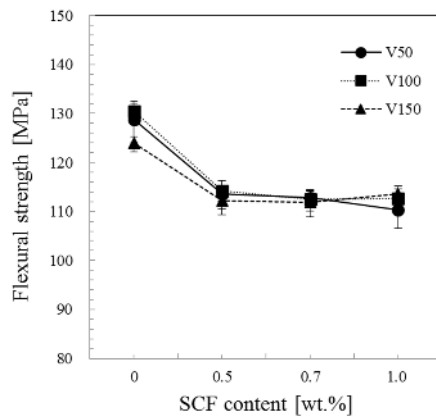


(a) 引張強さと射出条件の関係

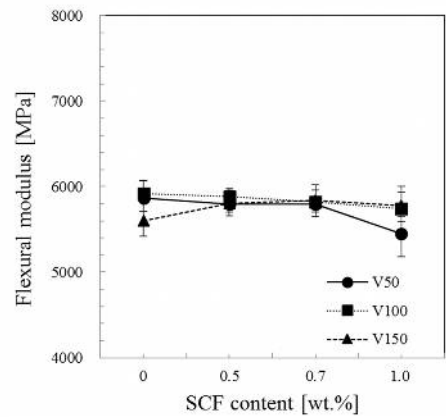


(b) 引張弾性率と射出条件の関係

図1 引張特性に及ぼす射出条件の影響



(a) 曲げ強さと射出条件の関係



(b) 曲げ弾性率と射出条件の関係

図2 曲げ特性に及ぼす射出条件の影響

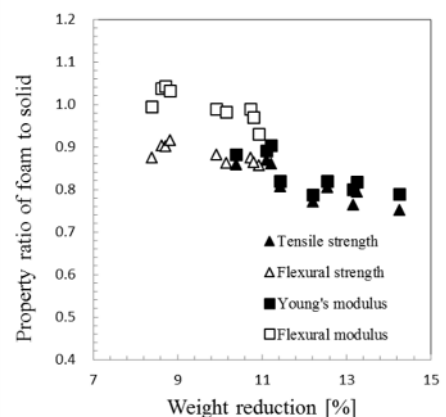


図3 未発泡体に対する発泡体の強度比と軽量化率と強度比の関係

wt.%の場合は発泡層にて大きな気泡のみが存在していた。しかし、SCF 注入量を 0.7wt.%、1wt.%と増加するとともに、コア層の気泡が微細化していた。図 6 に SCF 注入量 1wt.%での、各射出速度における曲げ試験片の内部構造を示す。射出速度 50mm/s では気泡が微細化している。しかし、100mm/s では気泡径が大きくなり、150mm/s ではコア層において数 100 μ m の粗大気泡がみられた。以上のことから、本研究の曲げ試験片成形条件における炭素繊維強化プロピレンの超臨界発泡成形では、SCF 注入量が多く、射出速度が低い程、気泡が微細化することが分かった。

4. まとめ

本報では、炭素繊維強化ポリプロピレンの超臨界発泡射出成形条件が力学特性および内部構造に及ぼす影響について調査した。その結果、曲げ弾性率を未発泡体と同等に維持しながら、微細発泡となる成形条件を見出すことができた。

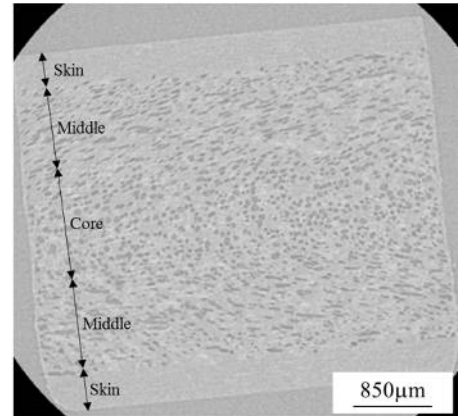


図 4 引張試験片の TD 方向の内部構造 (V:150mm/s、SCF 注入量:0.7wt.%)

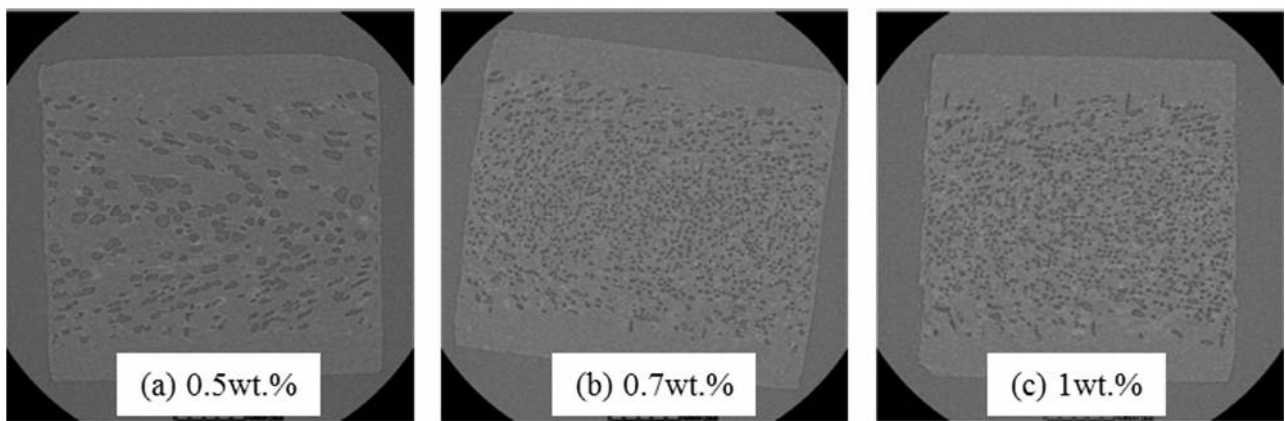


図 5 各 SCF 条件における曲げ試験片の内部構造 (V:50mm/s) 850 μ m

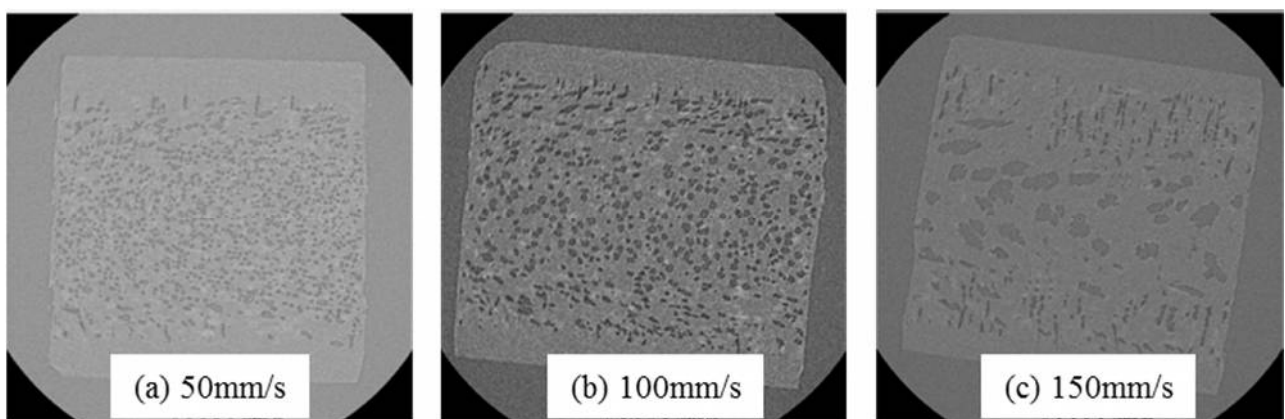


図 6 各射出速度における曲げ試験片の内部構造 (SCF 注入量:1wt.%) 850 μ m

文 献

- [1] 岩野昌夫：“プラスチックの自動車部品への展開”，日本工業出版，(2011)

次世代輸送機用複合材料の開発

－ CFRP 成形技術の確立 －

複合材料グループ 木村光彦、工藤 素、藤嶋 基、野辺理恵

Establishment of CFRP molding technology

Composite Material Technology Development Group

Mitsuhiko KIMURA, Makoto KUDO, Motoi FUJISHIMA, Rie NOBE

抄録

炭素繊維強化プラスチックの利用が急速に拡大している。炭素繊維強化複合材料を使用するメリットとしては燃費向上や疲労強度向上等による運用コストの削減が見込まれている。そのため金属材料より高価であるにもかかわらず生産量を上回る需要がある。現在、炭素繊維強化プラスチックは軽量高強度という性質を生かした製品開発が主であり、他の性質を生かした製品開発はあまり例が無い。その性質の一つに電気的特性がある。炭素繊維自体はグラファイトであるため導電性を有しているが、金属より抵抗が大きいことや炭素繊維を繊維方向で切断して利用することは不可能であるため電子デバイスのようなナノサイズでの製品開発は全く考えることが出来ない。そのため、軽量構造物でありながら絶縁物より良好な電気的特性を有する性質を生かせる利用法が検討されている。本報では炭素繊維強化プラスチックの新たな製品開発の基礎データ収集を目的として電磁波シールド効果を調査した。

[キーワード：炭素繊維強化プラスチック、電磁波シールド、導電性、プリプレグ]

Abstract

The use of carbon fiber reinforced plastics is rapidly expanding. As an advantage of using the carbon fiber reinforced composite material, it is expected to reduce the operation cost by improving fuel economy and fatigue strength. Therefore, despite being more expensive than metallic materials, there is a demand that exceeds the production volume. Currently, carbon fiber reinforced plastics are primarily product development that takes advantage of light weight and high strength, and there are not many examples of product development that make use of other properties. One of the properties is electrical characteristics. Since carbon fiber itself is graphite, it has electrical conductivity, but it is more resistant than metal and it is impossible to cut and use carbon fiber in fiber direction, so it is nano-sized like electronic device product development cannot be thought at all. For this reason, utilization methods that can make good use of properties having better electric characteristics than insulators while being lightweight structures have been studied. In this report, the electromagnetic wave shielding effect was investigated for the purpose of collecting basic data of new product development of carbon fiber reinforced plastics.

[Key words: Carbon fiber reinforced plastic, electromagnetic wave shield, conductivity, prepreg]

1. はじめに

炭素繊維強化プラスチック（CFRP）は比強度や比剛性が高く、大幅な軽量化が可能となることから航空機

や自動車等への利用が拡大してきている。しかし、炭素繊維強化プラスチックの使用量の拡大は鉄やアルミなどの金属材料では問題にならなかった電磁波シールド特性の確保という新たな問題を提起している。炭素繊維の体積抵抗率はPAN系炭素繊維では $4 \times 10^{-5} \Omega \text{m}$ 、ピッチ系炭素繊維でも $2 \times 10^{-5} \Omega \text{m}$ でありアルミニウム： $2.82 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$ や鉄： $1.00 \times 10^{-7} \Omega \text{m}$ と比較しても二桁から三桁ほど抵抗が大きい。さらに炭素繊維の特徴である強い異方性が課題解決を難しいものとしている。

この問題に関する研究がいくつか報告されている。電子航法研究所においては 0° 、 45° 、 90° 、 -45° を組み合わせた4層のCFRP積層板にて電磁波遮蔽効果を計測しアルミニウムと同等の結果が得られたとの報告をしている。^[1] また、ピッチ系炭素繊維不織布を原料としたCFRTPのKEC計測を行い銅メッシュやSUSメッシュより優れた電磁波シールド性を有しているとの報告もある。^[2]

しかし、炭素繊維単体の電磁波遮蔽効果に関する研究はほとんど報告されていない。本研究では、炭素繊維3本相当の極薄のプリプレグを使用することで炭素繊維単体に近い電磁波特性データ取得が可能であるか検討した。

2. 実験方法

2. 1 成形条件

本研究で用いたCFRPは、パイロフィルプリプレグ TR350K020S（三菱レイヨン）製：炭素繊維TR50S、樹脂含有量：60wt%、プリプレグ目付：37g/m²、厚み0.024mm）を使用した。積層構成は積層方向とシールド特性の関係を得るため 0° 方向のみとし1、3、3、5層で積層した。各構成で積層されたプリプレグは、オートクレーブ（株）羽生田鉄工所製）にて加圧成形した。成形条件は圧力：0.5MPa、保持温度：130℃、保持時間：120minである。各成形体はKEC計測可能な寸法へ切断し計測を行った。また、比較のため厚さ0.02mmの銅箔の計測を行いCFRP積層板との差異を検討した。

2. 2 KEC法

KEC（一般社団法人KEC関西電子工業振興センター）で開発した電磁波シールド効果測定装置で、シート状の材料であれば比較的容易にその電磁波シールド効果を測定評価することが可能である。図1に電界シールド効果評価用装置概略図、実際に使用した機器を図3に示す。電界シールド評価用装置はTEMセルの寸法

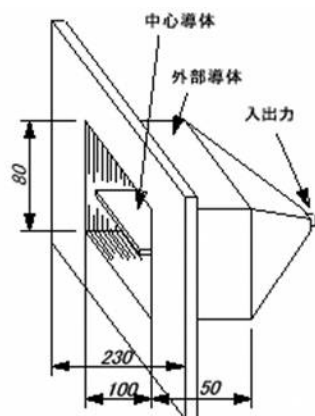


図1. 電界シールド効果評価装置

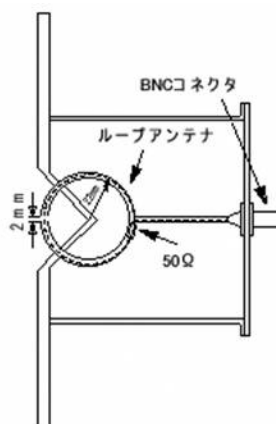


図2. 磁界シールド効果評価装置

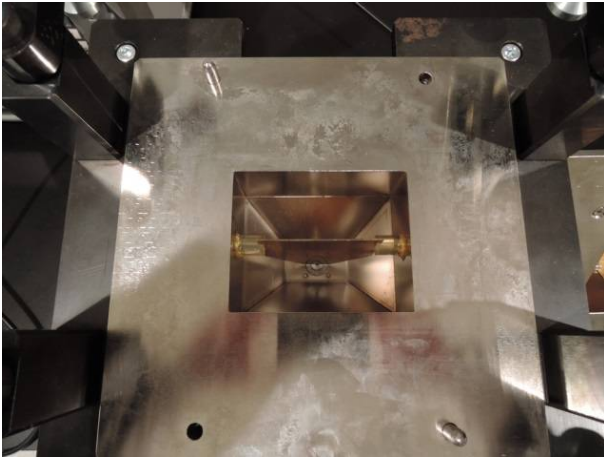


図3 電界シールド評価装置

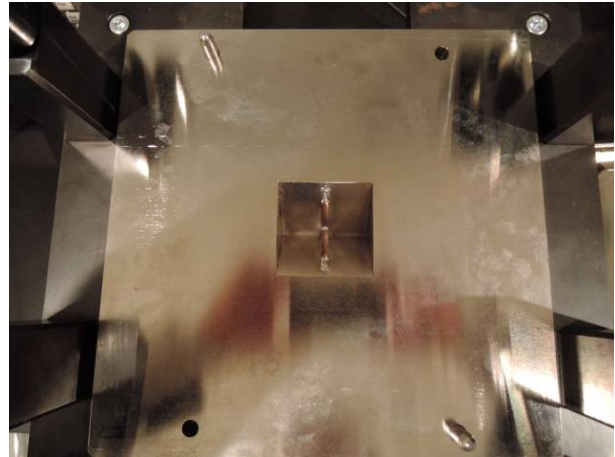


図4 磁界シールド評価装置

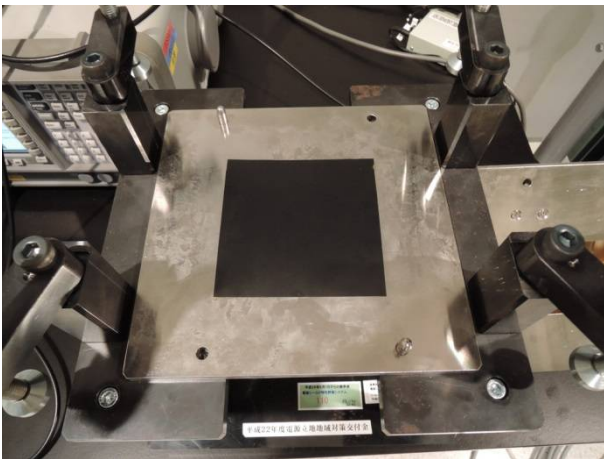


図5 CFRP 積層板設置状況

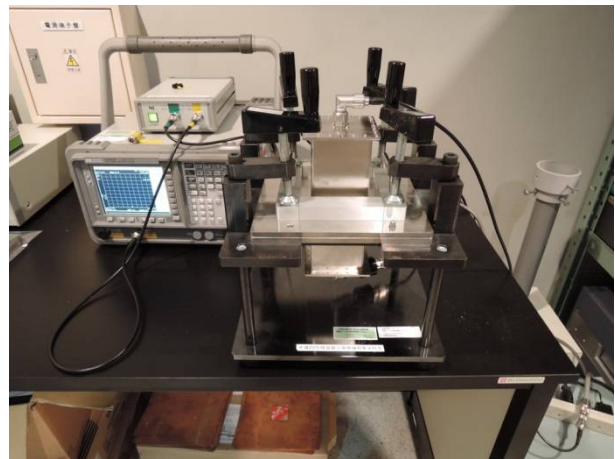


図6 計測システム全景

配分を取り入れ、その伝送軸方向に垂直な面内で左右対称に分割した構造になっている。但し、測定試料の挿入によって、短絡回路が形成されることを防止するために、中心導体の軸方向長さは切断面より2mmだけ短い。図2に磁界シールド効果評価用装置概略図、実際に使用した機器を図4に示す。磁界シールド評価用装置は、磁界成分の大きな電磁界を発生させるために、シールド型円形ループ・アンテナを使用し、90度角の金属板と組み合わせて、ループ・アンテナの1/4の部分が外部にでている構造になっている。供試体の設置状況を図5、システム全体を図6に示す。装置はテクノサイエンスジャパン製で計測ソフトはTEPTO-SESを使用した。

3. 実験結果および考察

3. 1 電界

図7に繊維方向が電界と垂直方向の結果を示す。周波数が1~10MHzの範囲では銅と同等のシールド特性を示しているが、10MHz以降では1plyが銅の計測値から乖離し始め100MHz以降では全CFRP板のシールド特性が急激に低下している。図8に繊維方向が電界と平行方向の結果を示す。垂直方向の結果と若干異なり100MHzまでは全CFRP板が厚みにかかわらず銅と同等のシールド特性を示している。一方、100MHz以降では図3と同様に周波数の増加と共にシールド効果が減少している。

3. 2 磁界

図 9 に繊維方向が磁界と垂直方向の結果を示す。周波数が 1~10MHz の範囲では全くシールド特性を示していない。しかし、100MHz 以降では急激にシールド特性が上昇しているが銅のシールド特性には及ばない結果となった。図 10 に繊維方向が磁界と平行方向の結果を示す。全周波数においてシールド特性を示さない結果となった。

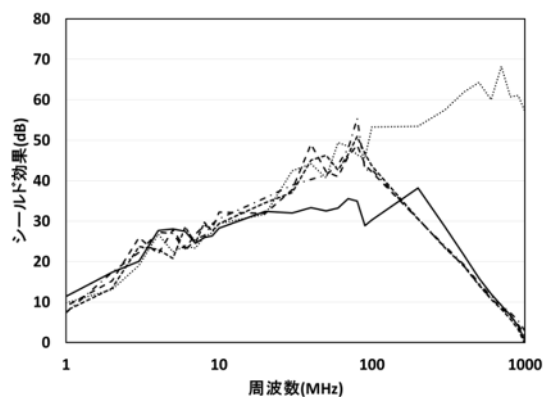


図 7 繊維方向が電界と垂直方向

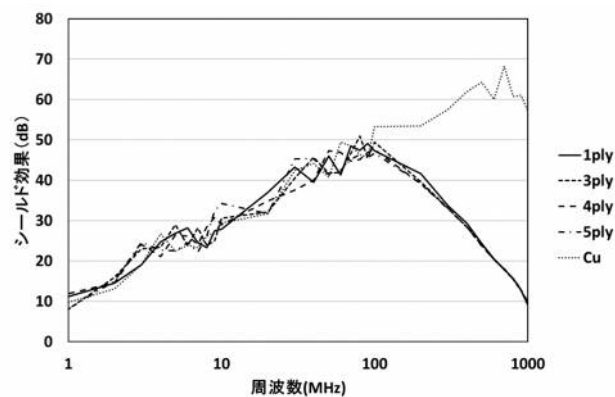


図 8 繊維方向が電界と平行方向

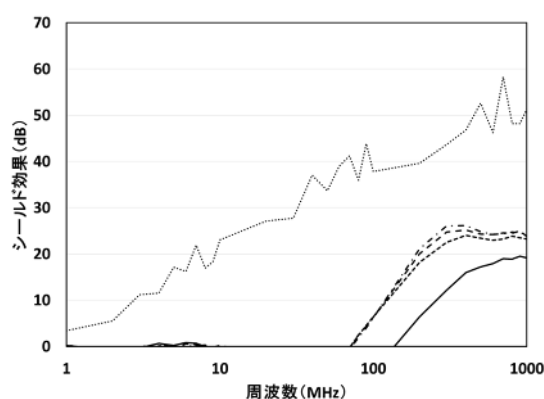


図 9 繊維方向が磁界と垂直方向

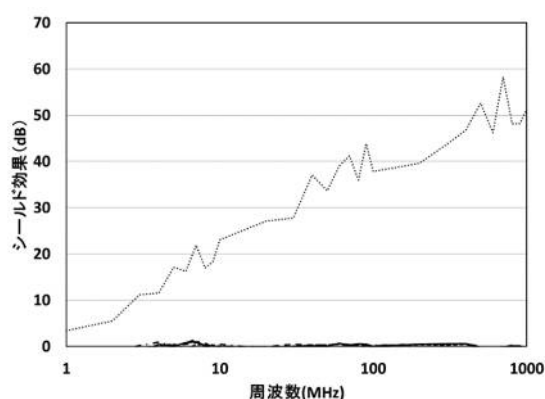


図 10 繊維方向が磁界と平行方向

4. まとめ

本報では、CFRP 成形板の電磁波シールド特性について検討した。その結果、電界と磁界では大きく特性が変化することを確認した。電界においては繊維方向に関わらず同じ特性を示しているが、磁界においては繊維方向の違いで特性が大きく変化している。磁界中では磁場を打ち消す方向に電気が流れるため異方性の強さが測定結果として得られたものとする。また、繊維方向が垂直の場合、若干ではあるが積層数による違いが確認できたが厚みを増した場合に差が広がるのか否かについては今後の検討課題である。さらに $\pm 45^\circ$ 方向の計測を行い各成分の特性を明らかにすることと理論的な裏付けについても検討する必要がある。

文 献

- [1] ニッ森, 河村, 米本, “炭素繊維強化プラスチック擬似等方性積層板のマイクロ波帯電磁界遮蔽量の特
性評価測定”, 2012 年電子情報通信学会総合大会, B-4-47,
- [2] 深川, “ピッチ 系炭素繊維の現状 と将来”, 第 24 回複合材料セミナー資料, 炭素繊維協会

新規電磁場センシング・ワイヤレス給電技術の研究開発

スピン・ナノデバイスグループ 黒澤 孝裕、木谷 貴則、神田 智典
オプトエレクトロニクスグループ 近藤 祐治

Development of Sensing Device and Wireless Power Transfer system by using Electro-magnetic Field

Spin and Nano Device Group

Takahiro KUROSAWA, Takanori KIYA, and Tetsunori KODA

Opt-Electronics Group

Yuji KONDO

抄録

磁化ダイナミクスを利用した高感度磁気センサの作製と評価を実施し、最大で $60^{\circ}/\text{Oe}$ の大きな位相変化が検出された。磁場掃引に対する反射電力スペクトルの電極寸法依存性から、信号線とグラウンド線下の局所的な歳差運動に起因するスピン波間の干渉効果がスペクトル形状に大きな影響を与えると推定している。清酒もろみ中のブドウ糖濃度をモニターするための旋光分散計測システムを構築した。グルコース水溶液およびアルコールの旋光分散を測定し、文献値と同等な結果を得た。誘電体散乱電界センサについては、センサ材料の光励起キャリア寿命を計測するシステムを構築し、約 1ns のキャリア寿命を計測可能とした。ヒ化ガリウム単結晶のキャリア寿命を計測し、5.2ns の値を得た。ワイヤレス給電については、 $\phi 14\text{mm}$ 、23T のセンサ向け小型コイルを作製。伝送距離 2mm で伝送電力 3W、DC-DC 伝送効率 60%以上を達成した。

[キーワード：磁気センサ、スピン波、ブドウ糖濃度、旋光分散、電界センサ、キャリア寿命、ワイヤレス給電]

Abstract

We study magnetic dynamics of yttrium iron garnet (YIG) single crystal thin films using the asymmetrical coplanar wave guides with the double mixer time difference method for the possible applications of highly sensitive magnetic sensors. We achieve the maximum phase change of $26^{\circ}/\text{Oe}$ by optimizing the measurement conditions, showing the potential for the detection of bio-magnetic field. A measurement system of the optical rotation dispersion was constructed in order to monitor the concentration of glucose in sake mash. From measuring of the optical rotation dispersion of glucose aqueous solution and alcohol, it was found that almost the same results as literature value were obtained. Measurement system of carrier lifetime of semiconductor for electric field sensing was developed. The lifetime of gallium arsenide crystal was 5.2 ns. On wireless power transfer system, transfer coils with the diameter of 14 mm was developed. This coil pair can transfer the power up to 3W with efficiency of 60 % or above.

[Key words: magnetic sensors, magnetic dynamics, glucose sensing, optical rotation dispersion, electric field sensors, carrier lifetime, wireless power transfer]

1. はじめに

近年、IoT やトリリオンセンサプロジェクトに代表される多種多様なセンサを張り巡らせて各種情報を取得・伝送する技術開発が盛んに行われており、将来的にも市場拡大が期待されている。そこで、電磁場を利用した各種新規センシングとエネルギー伝送技術を組み合わせ、オンデマンドにエネルギーを供給して情報を収集できる、インタラクティブなワイヤレスセンシングシステムの基盤技術を構築することを目的とした。これに向け、センサへの給電用として超小型無線給電モジュールの開発、センサとしては医療用磁気センサやバイオ用化学センサの開発を進めるとともに、それらシステムの低ノイズ動作を保証するための非侵襲性電場センシングシステムの開発を行っている。

2. 検討内容

2. 1 磁化ダイナミクスを活用した磁気センシングの検討

心臓や脳から発生する生体磁場の検出は虚血性心疾患やてんかんの診断等に用いられている。しかし、生体磁場の検出に用いるセンサ(超伝導量子干渉素子:SQUID)の動作には液体 He が必要なためランニングコストが高額となり、極一部の医療機関でしか利用されていない。この問題を解決するため、室温で動作する生体磁場検出可能な高感度磁気センシングの研究が近年盛んに行われている[1]。

我々は生体磁場の検出が可能な高感度室温動作磁気センシング用途として、磁化ダイナミクスに着目した。強磁性共鳴近傍の磁場では、磁場変化に対して磁化ダイナミクスは非線形に大きく変化する。そこで、この磁場変化に伴う磁化ダイナミクス変化を高感度に捉えることで微弱な磁場変化を捉えることを試みた。

磁化ダイナミクスに大きく関係する因子として磁化の歳差運動の減衰量を決める磁化ダンピング定数がある。この大きさが小さいほど磁化ダイナミクスの磁場に対する運動変化が大きくなる。そこで、強磁性体物質群で最も低い磁化ダンピング定数を持つイットリウム鉄ガーネット (YIG) 単結晶膜(膜厚 10 μ m)を本検討に用いた。YIG 単結晶膜は (111) 面ガドリウムガリウムガーネット単結晶基板上に液相エピタキシャル法によって成長された。図 1(a)に示すように、この YIG 単結晶薄膜上に高周波磁場を印加するため、Cu(膜厚 300nm)の短絡終端された非対称コプレナーウェーブガイドを一般的な微細加工プロセスで作製した。

磁化ダイナミクスの挙動は高周波入力信号に対する反射電力の位相変化を計測することで評価した。高周波をコプレナーウェーブガイドに給電し、電極の周囲に高周波磁場を発生させる。外部磁場により強磁性共

鳴条件が満たされると、反射電力は大きく減衰する。つまり、反射電力は外部磁場に依存するため、磁気センシングに活用できる。磁化ダイナミクスを誘起する高周波電力の周波数は GHz 帯域と高い。そこで、高感度に位相変化を検出するため位相変化の時間分解能を高めることが可能な

Double Mixer Time Difference (DMTD) 法を用いた測定系を

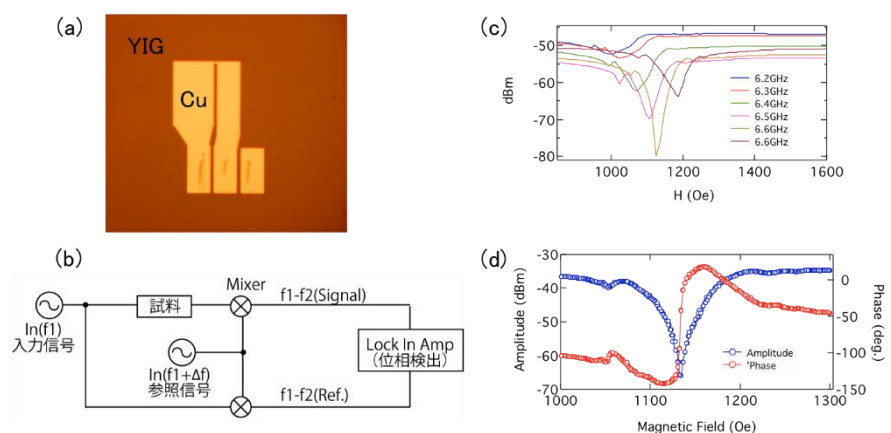


図 1 (a)YIG 上に作製した高周波電極試料の顕微鏡写真 (b)DMTD 法の概略図 (c)反射電力磁場変化の周波数依存性 (d)DMTD 法を用いた磁化ダイナミクスの測定例

構築し、磁化ダイナミクスを評価した。図 1(b)に測定系の概要を示す。高周波入力信号をパワースプリッターで分岐し、試料を経由した信号としない信号のそれぞれに対して参照信号をミキサで掛け合わせてダウンコンバートすることにより、時間分解能を高めることで位相変化を高感度に検出できる[2]。

図 1(c)には磁場掃引した際の磁化ダイナミクスの高周波周波数依存性の測定例を示す。反射電力スペクトルの形状は周波数に大きく依存し、特定の周波数において磁場掃引に対して急峻な変化を示すことがわかる。この周波数によって大きくスペクトルが変化する原因は特定されていないが、コプレナーウェイブガイドの寸法に対してスペクトルも系統的に変化することから、信号線、グランド線のそれぞれにおいて励起された局所的な磁化の歳差運動によって発生するスピン波間の干渉効果が関係すると推定している。

図 1(d)には最も急峻なスペクトルを示す印加周波数条件下で位相変化を測定した一例を示す。磁場による変化は強磁性共鳴が起こる磁場近傍で大きく変化し、最大で $26^{\circ}/\text{Oe}$ の磁場に対する位相変化が検出された。素子構造の最適化により感度がさらに高まり、 $60^{\circ}/\text{Oe}$ を実現した。先行研究では $100^{\circ}/\text{Oe}$ で心磁場が検出されていることから[2]、本研究で得られた位相変化は大きな値であると言える。

本研究において、株式会社グラノプトには試料提供等の御協力を頂きました。ここに深く感謝致します。

文 献

[1] T. Nakano *et al.*, *IEEE. Trans. Magn.*, **52**, (2016) 4001304. [2] S. Yabukami *et al.*, *J. Magn. Soc. Jpn.*, **38**, (2014) 25.

2. 2 光を利用した化学センシング

日本酒の発酵過程は糖化と発酵が同時に進行するため複雑であり、高品質な日本酒を安定的に製造するために、ブドウ糖濃度をモニターすることによって発酵の進行度を管理する必要がある。現状では、化学反応式検査キットを用いてブドウ糖濃度を測定しているが、煩雑な手間と時間を要する上、精度も高くない。そこで、より簡便にブドウ糖濃度をモニターする方法が求められている。

ブドウ糖は光学活性物質であり、旋光性を利用すると清酒もろみ中のグルコース濃度を簡便に検出できる可能性がある。そこで、今年度は光学活性物質の基本的な旋光特性を調べるための旋光分散計測システムを構築し、その性能を評価した。

構築した計測システムは、白色 LED、バンドパスフィルター(バンド幅 10nm)、偏光子、検光子、光検出器から構成される。光源から出た光は偏光子、試料、検光子を通過し、その透過光強度はマリユスの法則で表される。そこで、検光子を回転させて得られた光強度を fitting することにより旋光度 α を求めた。また、旋光分散はバンドパスフィルターの中心波長を変えながら α を測定することで測定した。

構築した計測システムの性能評価のために 10 wt.%ブドウ糖水溶液および 10 vol.%アルコール水溶液の計測を行なった。試料温度は $22.8 \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ 、測定光路長は 50 mm

とした。図 2 にこれらの水溶液に対する旋光分散の測定結果を示す。ブドウ糖水溶液では、Drude の単項式に従っている一方、アルコールは旋光度がほぼゼロであり、旋光分散が現れないことを確認した。次に測定感度を調べるために、測定波長 610 nm で繰り返し 10 回、旋光度測定を行なった。その結果、旋光角の平均

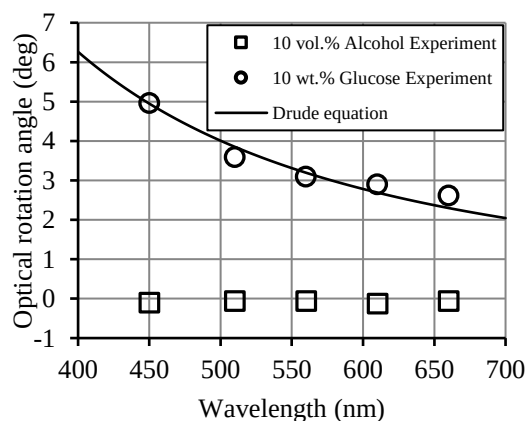


図 2 10 wt.%グルコースおよび 10 vol.%アルコール水溶液の旋光分散曲線。

は 2.68 deg、バラつき σ は 0.06 deg であった。この結果から、0.3 wt.%以下の計測感度があることが分かった。

2. 3 誘電体散乱を利用した電場センシングの検討

電磁界分布を正確に計測する手法として、半導体散乱体からの散乱波強度を光変調して電場計測する、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。これまで、UHFーマイクロ波帯で実用可能な実証試験機を開発してきた。一方、直流ーVHF 帯といった低い周波数の電場分布の低擾乱な計測手法の要望も寄せられた。散乱波検出による計測手法は低周波ほど感度が低下するため、低周波電場計測に対応するには、散乱波をパルス変調で高周波に変換して感度向上を図る手法が考えられる。そこで、この手法で必要となる高速な光応答を示すセンサ材料の探索に向け、半導体を光励起した際のキャリア寿命を計測するシステムを構築した。

図 3 にキャリア寿命計測システムのブロック図を示す。マイクロストリップライン上に試料を装荷し、高周波信号を給電した。試料にパルスレーザー光(波長 1064nm、パルス幅 800ps)を照射した際の透過および反射電力の時間変化から光照射に伴うキャリア密度の時間変化を検出した。GaAs

単結晶で観測されたパルス光励起に伴う透過電力(1.75GHz)の時間応答を図 4 に示す。光励起されたキャリアは指数関数的に減衰し、fitting により得られたキャリア寿命は 5.2ns であった。今後は、1-2ns のキャリア寿命を持つ材料を探索し、低周波から計測可能な誘電体散乱電場センサの開発に繋げたい。

本研究の一部は、科学研究費助成事業(15K06124)の助成を受けて実施した。

2. 4 センサ向けワイヤレス給電

図 5 に示すように、データ受信・給電部を有する給電ユニットからタンク内や装置内のセンサ等を有する受電ユニットへワイヤレスで給電し、内部の温湿度、圧力、変位などのセンサ情報を無線通信で外部に取り出すセンシング・ワイヤレス給電技術の応用開発を行っている。ここで、高周波や光応用センサの動作、及び、大容量高速データ転送時に必要となる、W 級電力を供給可能な超小型無線給電モジュールを開発した。本年度は、電磁界シミュレーション解析に基づき超小型コイルの設計を行い、磁気コア外径 ϕ 14mm、コイル外径 ϕ 11.5mm、トータル厚さ約 1.4mm のコイルを試作した。この試作コイルを受電、送電に使い、コイル間距離 2mm において最大伝送効率が得られるように共振回路定数の最適化を行った。その結果、受電側負荷抵抗 40~110 Ω において、60%を超える DC-DC 総合伝送効率が得られた。受電ユニットには最大で 3W の電力を伝送することが可能であり、本テーマに関する応用の他、企業ニーズに合わせた応用開発を現在進めている。

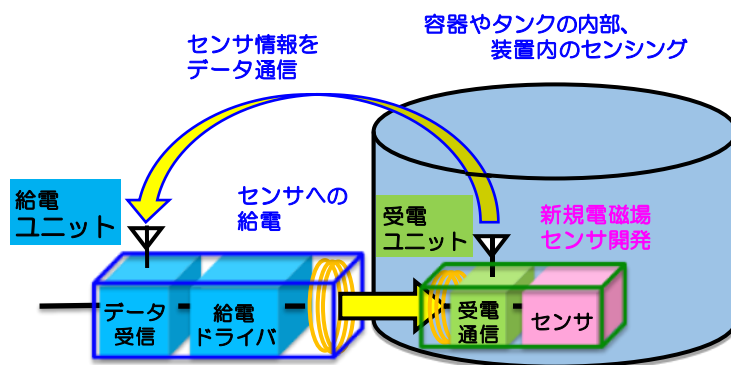


図 5 リモートセンシングシステム

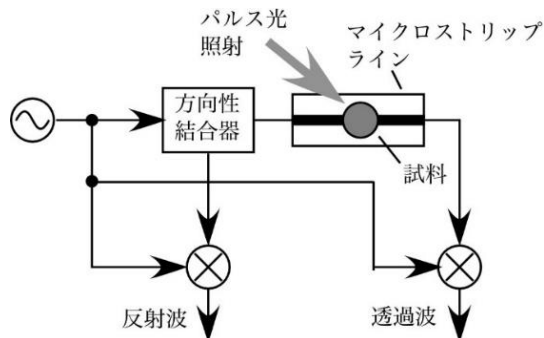


図 3 キャリア寿命計測システム

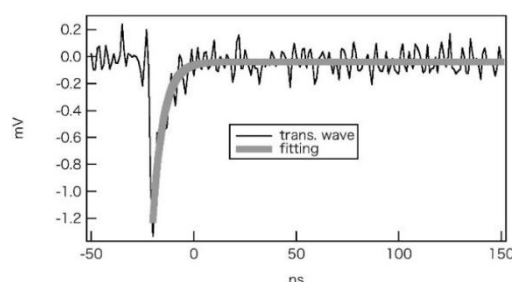


図 4 GaAs 単結晶の光励起キャリアの時間応答

新機能性材料およびデバイス開発でのミニマルファブによるアプローチ

機能性材料グループ 伊勢 和幸、杉山 重彰、関根 崇
技術コーディネート班 菅原 靖

Approach to New Functional Materials and Device Development by Minimal Fab System

Functional Material Group Kazuyuki ISE, Shigeaki SUGIYAMA, Takashi SEKINE
Technical Coordinate Group Yasuhi SUGAWARA

抄録

本テーマは、国立研究開発法人・産業技術総合研究所（以後、産総研の略称を使用）が中心となり、開発・製品化を推進している新しいデバイス製造システムである“ミニマルファブ”に着目し、当センターのコア技術の一つである焼結技術と薄膜技術による機能性材料を活用することで、県内企業が迅速かつ効率的な少量多品種生産の“ものづくり”が可能となる新たな支援体制を構築するものである。

本報では、産総研やミニマルファブ関連企業との連携、講演会の開催、および、ミニマルファブのシステムを用いたトランジスタ試作等を通じて、ミニマルファブの県内企業の利活用における支援体制構築の進捗状況について報告する。

[キーワード：機能性材料、機能性デバイス、少量多品種生産、ミニマルファブ]

Abstract

We have studied a new device manufacturing system, “Minimal Fab” system. This minimal fab system was developed and commercialized by National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST). Utilizing our core technologies related to functional materials, we will establish a new support system that enables rapid and efficient “small-lot production”. In this report, we performed the cooperation with AIST and related companies, holding of a lecture and MOSFET experimental production. We will report on progress of support system building in profit utilization of prefecture companies in the minimal fab system.

[Key words: functional material, functional device, small quantity multifarious production, minimal fab system]

1. はじめに

身の回りの様々な“モノ”を“インターネット”に結ぶIoT（Internet of Things）技術は、これまで半導体市場を牽引してきたスマートフォンに続くアプリケーションとして大きく注目されている。2020年には身の回りの500億個のモノがインターネットに繋がり、その際にはモノからデータを吸い上げる為に1兆個もの膨大なセンサーが必要と予測されている。但し、センサー1種類辺り必要とされる個数は、必ずしも多いとは限らないため、現状の大口径ウェハを用いる“メガファブ”を活用することは、コストや時間などの関係から、必ずしも適切とは言えない。従って少量多品種に適した新たな生産方式が必要と考えられる。

少量多品種のものづくりに適した生産方式として、産総研が主体となって開発を進めている“ミニマルフ

ファブ”というデバイス製造システムが注目されている^[1]。ミニマルファブの主な特徴として、0.5 インチ φ と小さなウェハを用い、そのウェハをシャトルと呼ばれる“局所クリーン化”された搬送ケースを用いて各装置間で受け渡すことにより、クリーンルームが不要となる。また、1 プロセスは原則 1 分と短時間で、月産 4 万枚までの製造が可能である。そのため生産個数が 10 万チップ以下の生産においては、設備投資や製造コストにおいて、メガファブよりも有利とされている。また研究開発から量産までスムーズに移行できるため、新たなデバイス開発に取り組む上で、有用なデバイス製造システムと考えられる。

県では現在、IoT を始めとして、輸送機産業、新エネルギー関連産業、医工連携や農工連携などの成長分野を、産業振興の柱として注力している。成長分野での高付加価値化の為に、独自デバイス開発の必要性が高い。そのようなデバイス開発のため、県内企業がミニマルファブの活用に向けた調査研究が必要である。

そこで本課題では、産総研やミニマルファブ関連企業との連携、講演会の開催、および、ミニマルファブを用いたトランジスタ試作等を通じて、ミニマルファブの県内企業の利活用における支援体制構築を試みたので、その進捗状況について報告する。

2. ミニマルファブに関する取り組み

2. 1 ミニマルファブに関する情報収集

当センターでは、ミニマルファブの県内企業等における有効性を調査するために、平成24年度からミニマルファブに関する研究会に入会するとともに、展示会や学会等を通じて、情報収集を続けてきた。平成25年には p -MOSFETの全行程をミニマルファブの装置だけで試作に成功し、その試作デモを展示会の会場で実施するという、従来の半導体作製では考えられないことを実施してきた。その後も n -MOSFETやCMOSの試作、パッケージングなどの後工程の装置開発なども順調に行われ、現在では70種類以上の装置が開発されている。ミニマルファブの装置は、メガファブと同等の機能を有するだけでなく、独自技術を持つ装置も開発されている。例えば、シリコンウェハの深掘りエッチング装置^[2]においては、非常になめらかなエッチング側壁面が形成でき、新たなデバイスの実現も期待される。最近では、マイクロニードルアレイ^[3]や導波路^[4]などの検討事例も報告されている。このようにミニマルファブは、研究段階から実用段階に移行し始めている。

また、収集した情報を基に、県内企業と産総研との橋渡しにも既に取り組んでいる。

2. 2 ミニマルファブに関する講演会の開催

当県では、電子部品・デバイス関連製造業の集積が活かせる“エネルギーハーベスティング分野”を、有望な新エネルギー関連産業の一つに位置づけ、県内における関連技術・製品等の開発・製造の取組に向けて、“秋田県エネルギーハーベスティング研究会”を平成25年度に設立し、関連情報の講演会を開催している。

そこでミニマルファブに関する正確で正しい情報を県内企業の方々に広く知ってもらうために、平成28年10月の同研究会において、ミニマルファブをテーマとした講演会を開催した。講演会では、ミニマルファブを推進している産総研の原史郎氏の他、ミニマルファブを活用してファウンダリー事業やシステム販売を手がけている企業等3社に、最新の情報や今後の動向などについて報告してもらった。講演会には、県内企業は元より、県外企業からの参加もあり、広く広報活動を実施することが出来た。

3. ミニマルファブを用いた MOSFET の試作

ミニマルファブを用いたデバイス開発の現状を把握するために、産総研の“試作トライアル”という制度

を活用し、*p*-MOSFETの全行程をミニマルファブ装置のみで作製することを実施した。

試作した*p*-MOSFETのパターンおよびプロセスは、産総研で実績のある標準条件で行った。プロセスは、洗浄、リソグラフィーなど全部で40工程以上ある。これらの全工程・全装置において、ウェハーが入ったシャトルをセットし、呼び出したプロセスを実施するという共通の操作を繰り返すことで、試作可能である。

設計に関しては、半導体設計の自動化ツールのEDA (electronic design automation) も開発されている。フォトマスクで一般的なGDS形式のファイルからのデータ変換が可能で、その後、レシビジェネレーターにより、ミニマルファブの各装置用プロセスデータに変換が可能であることも、特徴の一つといえる。

洗浄工程には、半導体プロセスに一般的に用いられている硫酸と過酸化水素水の混合液である硫酸化水を用いてレジスト残渣などを除去するSPM洗浄と、アンモニアと過酸化水素水の混合液であるアンモニア化水を用いて有機汚染やパーティクルを除去するRCA洗浄を行う各々の装置を適宜使用した。使用する液量が極めて少なく、液の加熱も短時間で済むなどの特徴がある。

リソグラフィー工程には、レジスト塗布ではスピンコーター、描画では光源に半導体レーザーを用いたマスクレス露光装置、現像ではディベロッパーを用いた。レジストが塗布されたウェハーも、局所クリーン化されたシャトルで扱うことで、クリーンルームでなくともスムーズに工程を行うことができた。

ドライ酸化膜形成の工程には、抵抗加熱炉を用いた。本工程に関しては、酸化に要する化学反応に律速されるため、ある程度の時間を要する。ただし、装置を立ち上げてから、処理温度に到達して使用できるまでの時間は短いものである。本装置を始めミニマルファブの装置は、基本的に、使用する装置のみを毎日立ち上げて、短時間で使用できる状態になるため、運用上でも電力量削減が期待できる。

p-MOSFET用の不純物であるボロン (B) のドーピングの工程には、SOD (spin on dielectrics) コーターを用いた。リソグラフィー工程で用いるスピンコーターの工程とほぼ同じであるが、レジストの代わりに、ボロンを含んだ塗布ガラス (BSOG) を塗布し、その後に抵抗加熱炉でボロン拡散を行った。

p-MOSFET の作製に要した時間は、説明時間を含めても2日間程度で、同様の工程をメガファブで行った場合には数週間要するのに比べて、ミニマルファブの開発スピードの早さが伺える。

作製したウェハーの光学顕微鏡写真を図1に示す。*p*-MOSFETの他に、MOSキャパシタ等を含むパターンが、9組形成されている。同図の右側には、*p*-MOSFET素子を拡大表示しているが、このチャンネル長 L が $14\text{ }\mu\text{m}$ 、チャンネル幅 W が $100\text{ }\mu\text{m}$ の素子の電気特性を評価した結果を図2と3に示す。図2はドレイン電流 I_d とドレイン電圧 V_d の関係を示す I_d - V_d 特性、図3はドレイン電流 I_d とゲート電圧 V_g の関係を示す I_d - V_g 特性である。閾値電圧が -1 V 程度の標準的な電気特性の*p*-MOSFETが試作できていることがわかる。

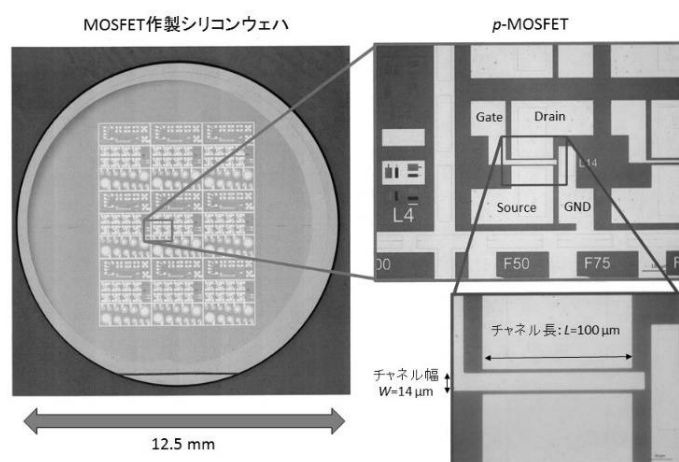


図1 MOSFET等を作製したミニマルファブ用ハーフィンチウェハーの光学顕微鏡写真

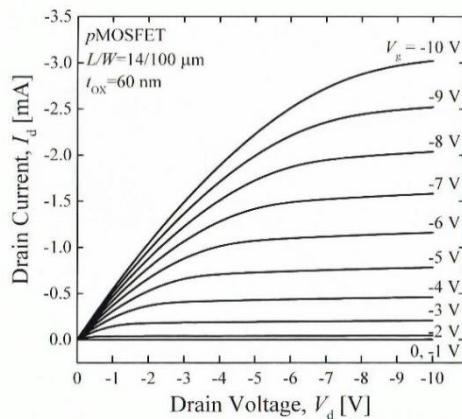


図2 I_d – V_d 特性

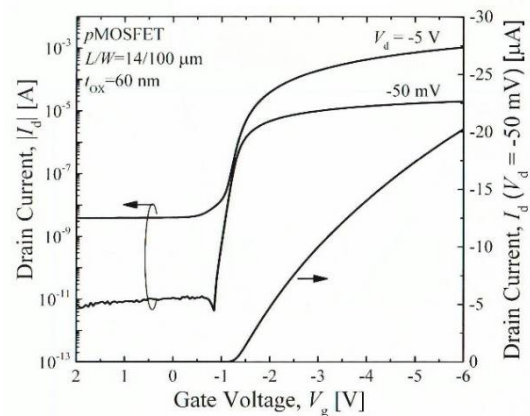


図3 I_d – V_g 特性

4. ミニマルファブ・ファウンダリーの訪問調査

デバイスの新規作製に有効なミニマルファブであるが、実際に県内企業が同システムの活用や導入を検討する場合には、試作検討などのためにファウンダリーを活用することが考えられる。そこで、現在、ミニマルファブのシステムを活用してファウンダリー事業を展開している企業に訪問し、調査を実施した。

ファウンダリー事業を展開している企業は、ミニマルファブ装置の1つであるマスクレス露光装置の開発も行っている。訪問時には、同社製のマスクレス露光装置の他に、スピncer、現像装置、プラズマエッチャーなどが整備されていた。それ以外の装置は今後、整備予定にあるが、産総研のミニマルファブ装置や、九州地区のオープンラボのメガファブの装置などを必要に応じて活用する体制が既に整っていた。また、ファウンダリー担当のスタッフは、半導体やMEMSなどの前工程から後工程までを熟知している経験者で構成されており、プロセス開発はもとより、設計の比較的初期段階からも相談・対応できる体制にあった。

この訪問調査により、県内企業がファウンダリーを活用することが、有用であることがわかった。

5. まとめ

本報では、デバイス製造システムであるミニマルファブを、県内企業を利活用するための情報収集や支援体制の構築の取り組みについて記した。平成29年2月には、ミニマルファブの実用化フェーズの移行に伴い、一般社団法人ミニマルファブ推進機構が設立された。このようにミニマルファブを取り巻く状況が随時進展する中でも対応できるような、県内企業への支援体制を構築することが出来たと考える。

文 献

- [1] 原史郎 他：「ミニマルファブシステムの構想と実現に向けて」，精密工学会誌，77(3) 249 (2011)
- [2] 田中宏幸 他：「ミニマル装置を用いた高速ガス切り替え貫通エッチング」，第 77 回応用物理学会秋季学術講演会，16p-B10-7 (2016)
- [3] クンプアン・ソマワシ 他：「ミニマルファブを用いたマイクロニードルアレイの構造試作」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会，16a-E206-8 (2017)
- [4] 来見田淳也 他：「ミニマルファブを用いた SOI 上のリブ型導波路の形成」，第 64 回応用物理学会春季学術講演会，16a-E206-9 (2017)

県内産業の高度化を図るロボティクス技術の研究開発

ナノメカニカル制御グループ 森 英季, 櫻田 陽, 伊藤 亮, 荒川 亮

Research and development of robotic technologies supporting advancement of prefecture industry

Nano-Mechanical Control Group

Shigeki MORI, Akira SAKURADA, Ryo ITO, Ryo ARAKAWA

抄録

近年の少子高齢化社会では、特に農業分野において高齢者の作業支援が重要な課題となっている。本研究開発では、これまで培ったアクチュエータ並びに制御技術を基礎に、県内産業育成に繋がるロボティクス技術の開発を進めている。本年度は、農業などで作業を支援する自動走行型の収穫物等の運搬や、果樹園などで自律的な除雪を行う移動機構を想定した、姿勢及び自律的な移動機構を開発した。また、その制御技術を超音波の安定化に応用した。

[キーワード：ロボティクス技術，自律移動，自動搬送，作業支援技術，姿勢制御]

Abstract

In aging society with fewer children, the development of technology for work support for elderly persons, is eagerly anticipated, and the labor shortage in all the industries, especially in the primary industries, is becoming serious issue. In order to solve these problems, we aim to develop robotic technologies lead to support industry in Akita prefecture, by taking advantage of the technique that we have cultivated in the field of actuator technology. In this year, we carried out verification experiments of attitude control by using an autonomous mobile robot, taking into consideration that practically used devices such as autonomous harvest transporter, and autonomous snowplow, will be developed.

[Key words: Robotic technologies, Autonomous mobile, Automatic transportation system, Work support techniques, Attitude control]

1. はじめに

県内の製造業の自動化は、主にシーケンサーや NC を活用し、生産ライン内などでのシーケンシャルな動作を行わせることを想定したものである。これら従来の装置は工場など特定の環境下では有効な手段ではあるが、人手で行っていた作業を柔軟に置き換えるには限界があった。そのためには次世代の自動化や無人化の要になるロボティクス技術を構成する AI, IoT, Deep learning を活用した県内産業の活性化が不可欠となる。ロボティクス技術は秋田県が抱える、少子高齢化や労働力不足（特に第一次産業）の問題をも解決できる効果も期待できる。

高齢者の場合、体力の衰えにより移動が困難となるケースが多く見られる。しかしながら多くの場合、もし押し車や杖などに頼らず移動できれば両手の自由も確保され、一定の作業を熟すことができるので貴重な労働力となり、高齢者の離職を食い止める効果が期待できる。また、県南の樹園地の除雪を例に挙げると、

積雪量が多い地域の樹園地では果樹の枝が折れるのを避けるため冬季に頻繁な除雪が必要となっている。現状人手のかかる重労働のため、自律型の除雪による大幅な負担軽減が期待されている。また、縫製の製造現場では縫製者がミシンを操作し一点ずつ縫っているが、人手不足から一部でも自動化したいというニーズが存在する。このように、ロボティクス技術への要求は国内外の状況からも高まっていると考えられる。

本年は農業などで作業を支援する自律型の収穫物運搬機や除雪機を視野に、荷重移動と姿勢制御センサ信号等の検出および制御、自律移動機構の制御についての検証実験を行った。またロボティクス技術の中核を成す制御技術の応用として、本グループ内で研究開発を進めている超音波霧化器の安定霧化に不可欠な PLL(Phase Locked Loop)による共振追従制御について報告する。

2. 様々な機器をロボット化する要素技術開発

ロボティクス技術の応用展開において、制御を行うコントローラボードやセンサが高価で限定され、ソフトウェアの開発も含めて導入時の障壁となっていた。しかし現在、携帯電話の普及に伴い、コントローラ、センサおよびアクチュエータの低価格化や電池の高性能化によって自律制御が容易な時代を迎えている。例えば Arduino^[1]や Raspberry-Pi といった初心者でも扱いやすいマイコンボード若しくは超小型 PC が非常に安価で手に入るようになった上、最低限必要な知識はインターネットで即座に手に入るようになった。さらにセンサ・アクチュエータ類も超音波距離計や小型サーボモータ等、大変安価なものが大量に出回っている。つまり、個人が電子工作でロボットの簡易な制御や移動機構の自律制御などを行える時代になったと同時に、これまで産業界で自動化してこなかった部分も自動化に手が届くようになったと言える。そこで実際に、安価なコントローラおよびセンサ、アクチュエータを組合せ、プログラミングを工夫することで自律的な動作をするモビリティができるか検証を行った。

初めに、荷重移動と姿勢制御センサ信号等の検出および制御についての検証を行うため、図 1 に示す片持ち梁の倒立伸子の一種である Ball & Beam の制御を行った。制御対象は梁上のピンポン玉の位置であり、その位置検出には光学距離計(Sharp GP2Y0A21)、梁の動作の駆動源には DC モータ(TA-130RA)、梁の角度検出にはポテンショメータを用いた。実験では制御には Arduino MEGA を用いることで、ピンポン玉の位置を任意に制御可能であることが確認できた。

自律移動機構制御についての検証では、Rodney^[2]が唱えたサブサンプリング・アーキテクチャという人工知能の概念を参考とした。これはロボットに複雑な動作をさせたい時に複雑なプログラミングをするのではなく、単純な命令とアクチュエータを 1 セットと考え、これを複数組合せると結果的に複雑な動作が行えるものであり、例として iRobot 社の自動掃除機ルンバで実際に実用化されている技術である。同様の考え方で、図 2 の市販の小型クローラーに障害物検知のためにレーザーセンサ(RPLIDAR)を取付け、左右のクローラーは障害物の距離と方向によって独立して動作する移動機構を構築し、最も近い障害物に向かって行くが、一定距離以内には近づかない、シンプルなプログラミングを行って実験を行った。電池等を収める

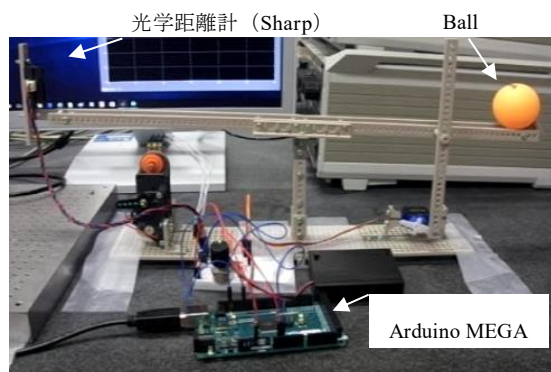


図 1 Ball & Beam の制御装置

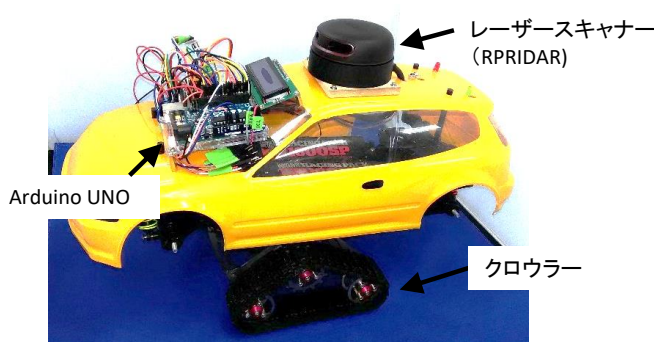


図2 自律移動機構の検証用装置



図3 Arduino (UNO R3)

ボディそのものは市販の RC カーを利用し、制御には図3に示す Arduino UNO を適用した。実際の動作では障害物のない屋内では壁にそって走行，障害物がある場合はその周囲を一定距離に保って動作を行い，更に障害物のない広い場所では人についていくが衝突せずに距離を保つ。

3. システム制御の応用

現在，研究開発を進めている超音波霧化機（SJA: Sonic Jet Atomizer）の振動源には，ランジュバン型の振動子が用いられており，霧化させたい液体を効率的に振動させるため，共振周波数で一定に駆動することが求められている．しかし，その共振周波数は，振動子の負荷条件や温度によって変動するという問題がある．一例として，駆動直後の SJA を FFT 解析した結果，共振周波数が 36.72 kHz であった．その後，駆動電圧 96 Vpp の連続運転試験を 30 分行った結果，共振周波数は 35.96 kHz となり，約 0.76 kHz 低減した．この共振周波数変動の要因は，ランジュバン型振動子を搭載している超音波霧化ノズルが，連続運転で発生した発熱により共振点を変動したものと考えられる．従来，純水を SJA で霧化させた場合には，手で駆動周波数を調整しながら運転を行う必要があり，安定した連続霧化が難しかった．

霧化の連続運転の実現に不可欠な共振周波数の変動を解決する方法として，振動子の駆動電圧と駆動電流の位相差を検出し，同調することで振動子の共振を維持する PLL 方式の検討を行った．SJA の振動源のランジュバン型振動子に使われる圧電セラミックスの等価回路は，直列インダクタンス，直列容量及び直列抵抗と並列容量で表現される．この回路に印加する正弦波の電圧と電流の位相を一致させることは，共振点で振動することを意味する．本報告では，PLL 方式によって位相差を最小化するよう駆動周波数を制御するため，Pic マイコンにて制御回路を作成し，常に変化する振動子の共振周波数で振動させるために実験を行った．

図 4(a)は，ランジュバン型振動子の共振周波数と印加した電圧波形に誤差がある場合の位相差の状態を示す．図 4(a)のしきい値電圧 V_m としきい値電流 I_m を設定し，図 4(b)のパルス波形に変更する．得られた電圧と電流のパルス波形から位相差の時間をコントローラ上で抽出し，差分が最小になるように制御を行っている．Pic マイコンを使用して実際にこの機能を盛り込んだ駆動アンプ（SJ-240V12A-K02）で，連続運転評価を行った．SJA を駆動周波数 35.7 kHz からスイープ運転したところ（図 5(a)），約 10 秒で位相が同期（36.72 kHz，図 5(b)）することを確認した．その後，位相を同期させながら約 8 時間の連続運転を行うことができた．今後，SJA の連続運転の更なる安定化のために，印加電圧の周波数と振幅の最適化の検討を進める．また，水より高粘度な液剤の霧化に対する要求が高まっており，SJA の振動振幅を高めることが必要となっている．

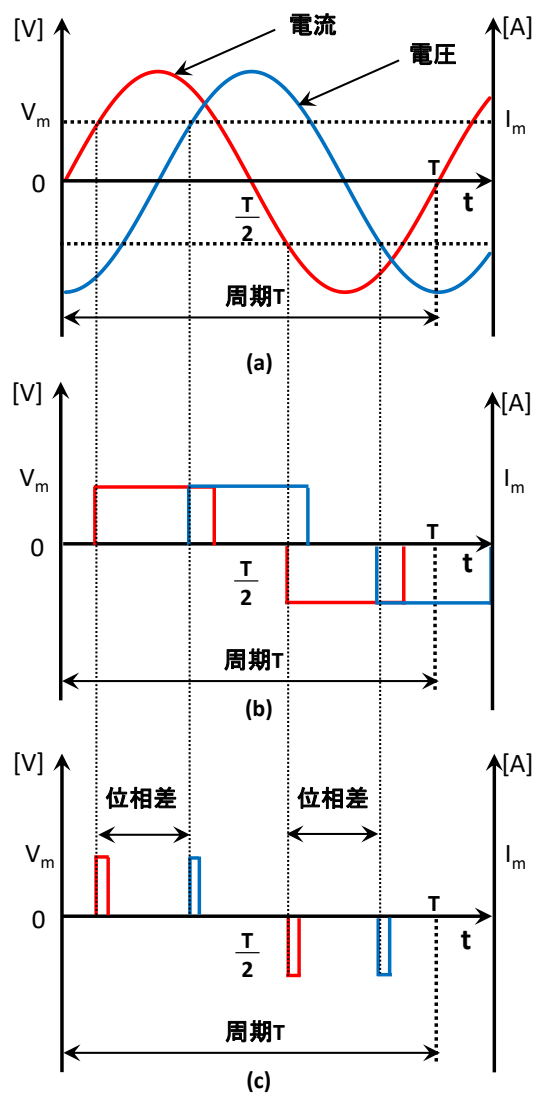


図4 PLL方式の位相比較のタイムチャート

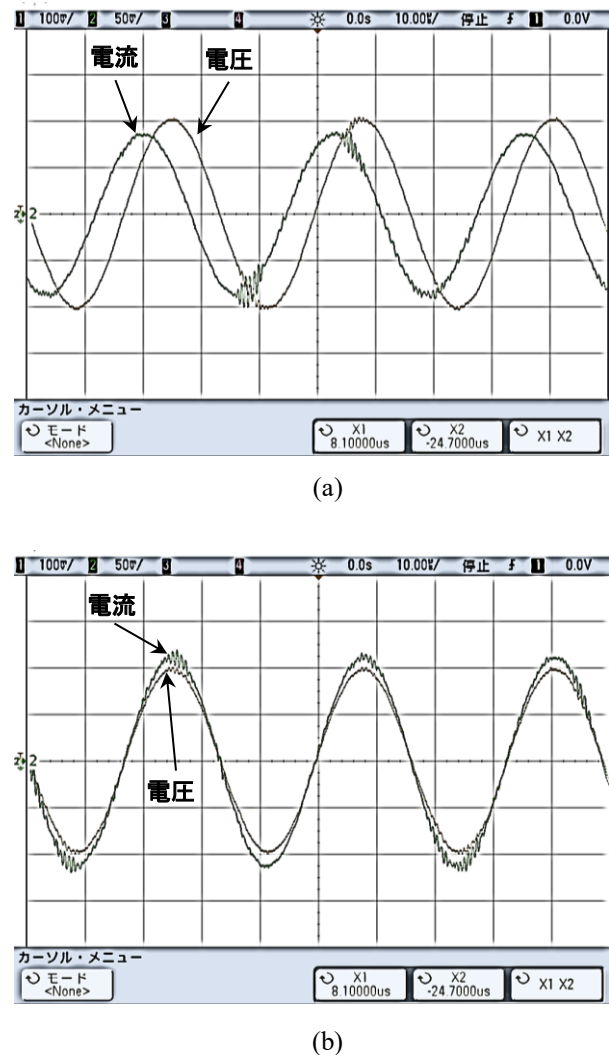


図5 PLL動作時の駆動波形

霧化粒径の微小化にあたり，PLL方式の高帯域化も進める必要があり，これらにも取り組んでいく．

4. まとめ

本研究の2年目となる来年度は，県内産業のニーズをさらに詳細に調査した上で，移動機構及び制御技術を深化させ，各種アプリケーションの対応を視野に研究開発を進める．また，この技術の応用として，超音波霧化に求められている高粘度な液体に対応した技術開発を行っていく．本研究開発で得られたロボティクス技術は，県内の機械系産業の技術基盤を高度化するうえで非常に重要と考えられ，将来的には更に応用発展させることで農業・医療分野との融合することが可能と考える．

文 献

[1] Arduino, <https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega2560>

[2] Brooks, R. (1986). A robust layered control system for a mobile robot, In: IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol. RA-2(1), 1986, pp.14-23.

再生可能エネルギーからの水素製造と高純度化に関する研究開発

環境・エネルギーグループ 沓名潤子、小林久美、遠田幸生

R & D on production and purification of hydrogen from renewable energy

Environment & Energy Technology Development Group

Junko KITSUNA, Kumi KOBAYASHI, Yukio ENDA

抄録

地球温暖化対策や電力貯蔵の観点から水素ガスが注目を浴びている。特に再生可能エネルギーからの水素製造は、炭酸ガス排出抑制、余剰電力の貯蔵などに非常に有効な手段と考えられている。そこで、本研究では、水素社会構築に向けた取り組みとして、木材資源が豊富な本県の特徴を生かし、秋田スギから水素ガスを効率的に製造する技術開発することを目的に、衝撃粉砕機により粉砕した木粉を熱分解（ガス化）し、生成されたガスを測定することにより、水素ガス製造のための基礎特性を把握した。

[キーワード：水素、炭酸ガス、バイオマス、ガス化]

Abstract

Hydrogen gas is focused for global warming measure and the stationary energy storage. Hydrogen production from renewable energy is regarded by global warming gas discharge restraint and storage of the surplus electric power as the very effective means in particular. Therefore, the purpose of this research was to produce hydrogen gas from Akita Cedar, which is renewable biomass energy and much in Akita prefecture. After Akita Cedar crushed by Tandem Ring Mill was pyrolyzed, the pyrolyzed gas was analyzed in the experiment, and the fundamental property was considered.

[Keywords: Hydrogen, Renewable energy, Biomass, Global warming, Gasification]

1. はじめに

地球温暖化対策としての炭酸ガス排出抑制、風力発電や太陽光発電などの再生可能エネルギーからの電力貯蔵の観点から水素ガスが脚光を浴びてきている。2020年の東京オリンピック・パラリンピックにおいて東京都を水素・燃料電池関連技術の見本市にするとの報道や、経済産業省が「水素・燃料電池戦略ロードマップ」¹⁾を公表していることもあり、各自治体でも水素社会に向けた関連技術の取り組みを模索し始めている。現在、水素ガスは主に石油精製や石炭コークスの副生ガスなどから製造されているため、コンビナート工業地帯が立地する地域だけに水素ステーションが建設されており、それ以外での地域では、水素ステーションの建設はほとんどないのが現状である。そのため、地方は地域に根ざした地産地消の方法で、かつ再生可能エネルギーを活用した、独自の水素社会構築を検討していく必要がある。

そこで、秋田スギが豊富に賦存する本県では、再生可能エネルギーである木質バイオマスから水素ガスを効率的に製造する技術を開発することを最終目的に、熱天秤による熱分解基礎特性と管状炉によるガス生成基礎特性を把握するための試験を行った。

2. 実験方法

1) バイオマス試料

バイオマス試料として、秋田スギを使用した。試料は衝撃粉砕機であるタンデムリングミル²⁾で、おがくずを20分、100分粉砕した木粉と、水酸化カルシウム1wt%を混合して100分粉砕した木粉、粉砕前のおがくず、チップを用いた。タンデムリングミルの概要を図1に示す。衝撃粉砕機であるタンデムリングミルは、粉砕筒の中に円形のリングを入れた振動ミルで、バイオマスを効率的に粉砕するだけでなく、セルロースの結晶化度を低下させ、糖化効率を向上させるなどの特徴をもった新型粉砕機である^{3) 4)}。

本試験では、タンデムリングミルによって粉砕することにより、セルロース結晶化度が低下した木粉がどのような熱分解挙動を示すか検討するため、20分粉砕、100分粉砕した木粉をそれぞれ試料とした。また水酸化カルシウムを添加し粉砕した木粉は、ガス化した時に触媒となる可能性があるため、水酸化カルシウムを添加した木粉を今回の試験の試料とした。

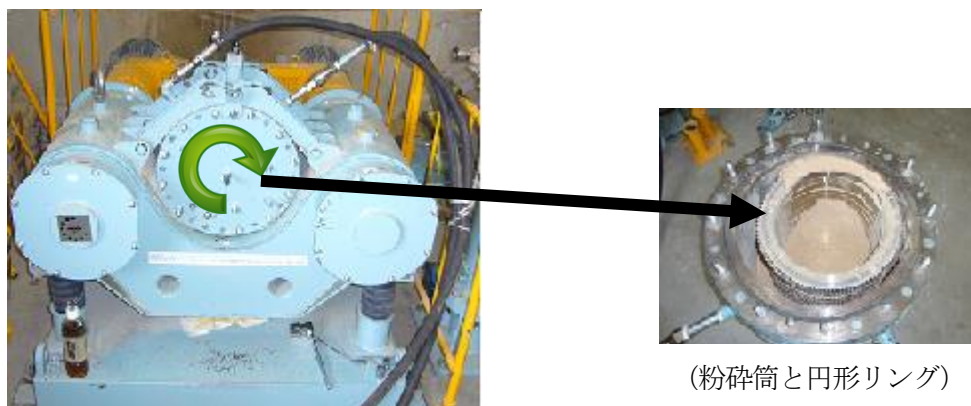


図1 タンデムリングミル概要

2) 熱天秤による試験

熱分解基礎特性試験には、差動型示差熱天秤 (TG812、リガク製) を使用した。試験は、窒素ガスを100mL/min 流しながら、試料約2mgを昇温速度10~50°C/minにて、900°Cまで昇温した時の重量減少率を測定し、それぞれの試料での重量減少速度を算出した。

3) 管状炉による試験

図2に実験装置概要を示す。試験には管状電気炉 (TMF-300N、アズワン製) を使い、外径30mm、内径24mm、長さ500mmの炉心管を使用した。実験は炉心管の中心部に木質バイオマス試料0.2~0.5gを磁製ボードにいれ、アルゴンガスを100mL/min流し、昇温速度約15°C/minで加熱し、所定温度到達後、10分保持し、その後自然冷却とした。発生したガスは全量ガスバックにて捕集し、ガスクロマトグラフ (GC-17A、島津製作所製) により、水素ガス、一酸化炭素ガス、二酸化炭素ガス、メタンガスを測定した。今回の試験ではおがくずのみ嵩密度が大きく、磁製ボードの容量に収まらなかったため、0.2gとした。

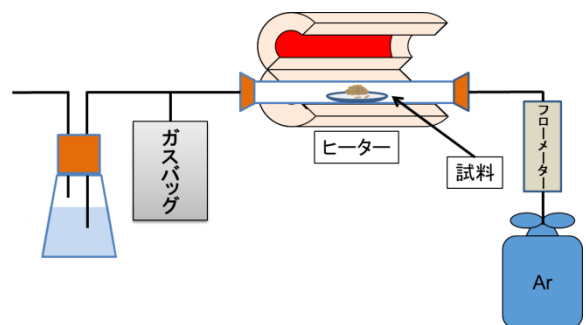


図2 実験装置概要

3. 実験結果と考察

1) 熱天秤による試験

昇温速度を変えた場合のおがくず、20 分粉碎、100 分粉碎の重量減少速度を図 3～5 に示す。いずれの試料も昇温速度が高くなるにつれ、重量減少速度も速くなる傾向にあり、またおがくずのプロファイルは 20 分粉碎と 100 分粉碎の木粉に比べ、ややシャープな形状となった。これは昇温速度が高くなるほど、熱分解（ガス化）が急激に起こることを示している。また重量減少速度が最大となる温度は、全体では 335℃～394℃となっているが、昇温速度 50℃/min の場合、100 分粉碎試料での最大重量減少速度に対する温度

は約 363℃であったが、おがくずでは約 394℃となり、昇温速度が高いほど、最大重量減少速度に対する温度がやや低下する傾向にあった。これは、バイオマスを衝撃粉碎により粉碎することによって、バイオマス試料の熱分解（ガス化）温度を低下させることができる可能性があることを示唆している。

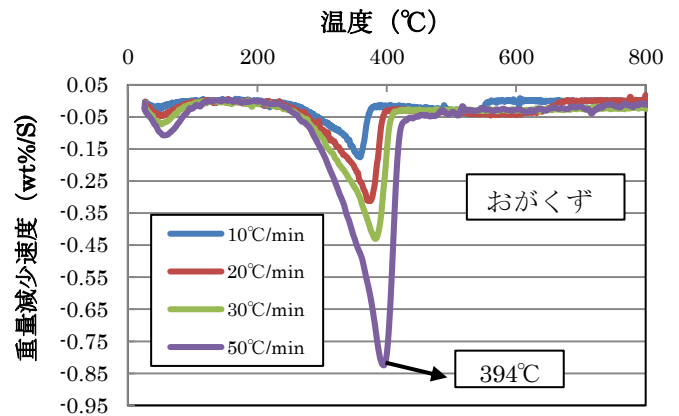


図 3 おがくずの熱分解挙動

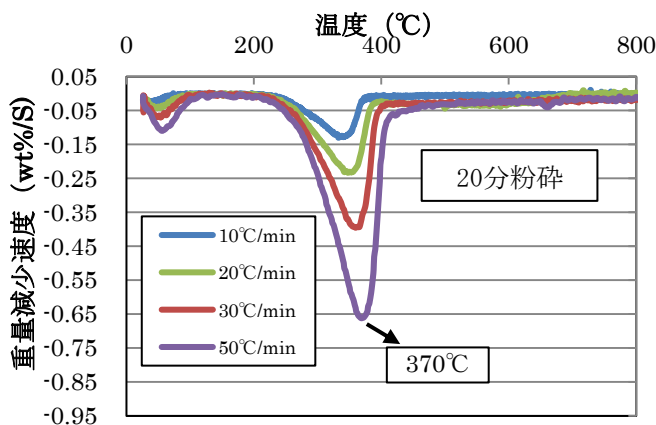


図 4 20 分粉碎木粉の熱分解挙動

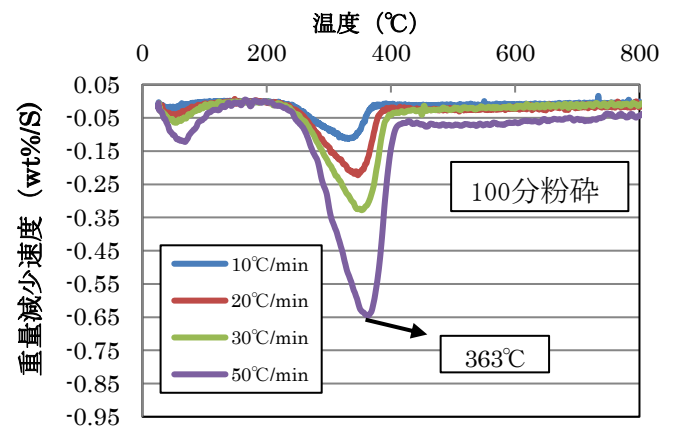


図 5 100 分粉碎木粉の熱分解挙動

2) 管状炉による試験

①ガスの発生割合

図 6～8 に到達温度 800℃、900℃と 1000℃とした場合の水素ガス、一酸化炭素ガス、メタンガス、二酸化炭素ガスの発生割合を示す。図 6 に示されるように、到達温度 800℃でのガス発生割合は、一酸化炭素ガスと二酸化炭素ガスの割合が多くなる傾向にあった。しかし、図 8 に示されるように到達温度 1000℃では、全体的に二酸化炭素ガスの割合が小さくなっている。そして、チップとおがくずは、一酸化炭素ガスの割合が多く、次に水素ガス、二酸化炭素ガス、メタンガスの順になっているが、100 分粉碎した木粉と水酸化カルシウムを混合粉碎した木粉では、水素ガス割合が一酸化炭素ガスに比べやや多くなってきている。

②水素ガス生成量

図 9 に木質バイオマス 1g あたりの水素発生量を示す。到達温度 800～1000℃のいずれの場合も、温度の上昇とともに、木質バイオマス試料からの水素ガス発生量が増加している。しかし、到達温度 800℃、900℃ではおがくずよりも粉碎した木粉の方の水素ガス発生量がやや多いものの、到達温度 1000℃になると、その差はほとんどなくなっており、粉碎よりも到達温度の影響が大きくなっている。

また本実験では、15～20wt%程度の残渣が残っており、この残渣をいかに多く熱分解（ガス化）させるかが今後の大きな課題である。

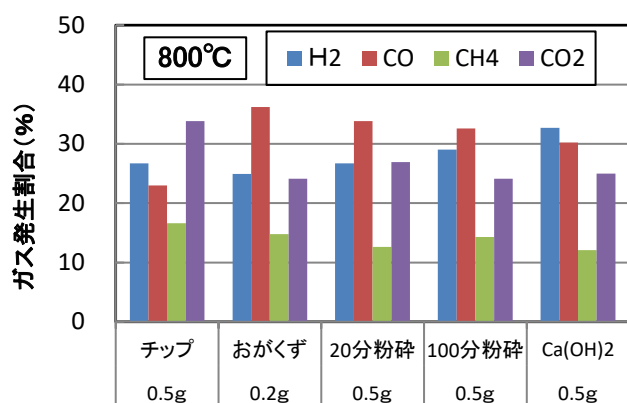


図6 到達温度 800℃でのガス発生割合

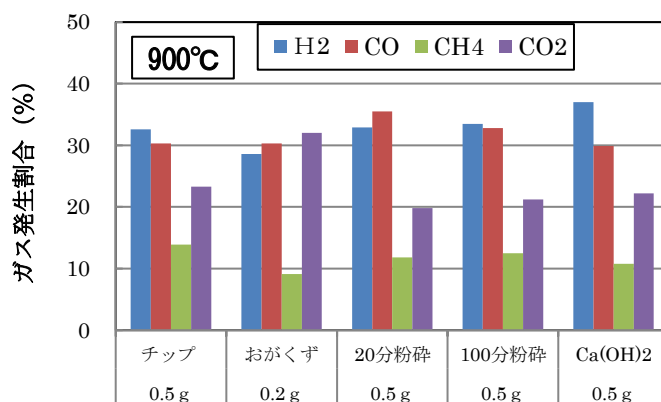


図7 到達温度 900℃でのガス発生割合

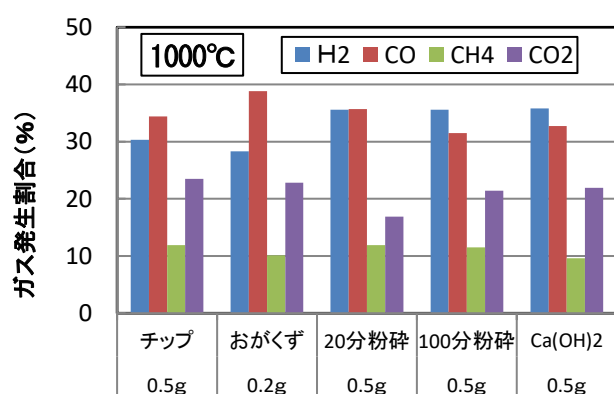


図8 到達温度 1000℃でのガス発生割合

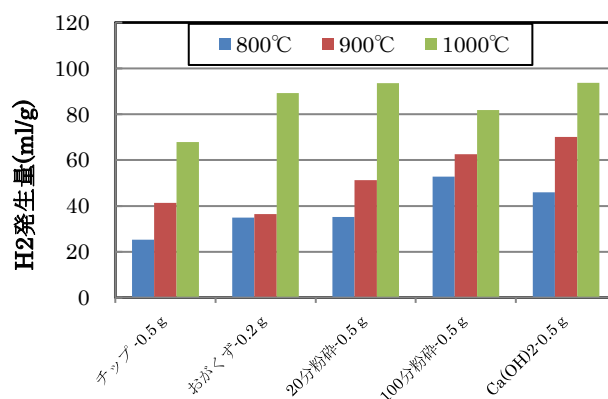


図9 各到達温度での水素ガス生成量

4. まとめ

秋田スギから水素ガスを効率的に製造する技術開発することを最終目的に、熱天秤による熱分解基礎特性と管状炉によるガス生成基礎特性を把握するための試験を行った。その結果、熱天秤による試験では、粉碎時間が長い木粉はおがくずに比べ、熱分解温度が低下する傾向にあった。また管状炉による試験では、到達温度 800℃では粒度の影響が大きい、到達温度 1000℃になると、温度の影響の方が大きくなることが明らかとなった。

引用文献

- 1) <http://www.meti.go.jp/press/2015/03/20160322009/20160322009.html>
- 2) 遠田他、「木質系バイオマスよりバイオエタノールを製造するための前処理用粉碎技術の研究」
J. MMIJ Vol.123 (2007) p. 413-418
- 3) 遠田他、「インナーパワーリング粉碎機によるスギ粉末の高濃度糖液化に関する研究」
第 74 回化学工学会、M115 (2008)
- 4) 遠田他、「バイオマス酵素糖化における糖液の高濃度化」第 77 回化学工学会、M116 (2011)

V 資料

1. 沿革詳細

昭和2年4月	商工大臣より工業試験場の設立認可。
昭和3年7月	秋田市土手長町に、秋田県工業試験場工芸部を設置。
昭和12年5月	秋田県工業指導所と改称し、秋田市茨島に移転。
昭和17年1月	秋田県角館樺工芸指導所設立。
昭和21年4月	秋田県川連漆工芸指導所設立。
昭和30年9月	秋田県工業試験場と改称。秋田県角館樺工芸指導所、秋田県川連漆工芸指導所の名称を、それぞれ秋田県工業試験場角館指導所、秋田県工業試験場川連指導所と改称。
昭和36年6月	秋田県工業試験場に秋田県工業試験場能代指導所、同大館指導所を設置。
昭和37年4月	科・係制に組織を改め、庶務係、機械化学科、工芸科、木工科を設置。
昭和41年4月	本場に土木試験科を設置。
昭和41年7月	本場本館竣工。
昭和42年4月	機械化学科を機械金属科、化学科の2科に分離。
昭和43年1月	高周波焼入試験工場並びに木材人工乾燥工場竣工。
昭和43年3月	工業試験場角館指導所を廃止。
昭和43年4月	工芸科をデザイン科と改称、工業試験場大館指導所を秋田県林業試験場へ移管。
昭和46年8月	講堂、会議室、非破壊試験室竣工。
昭和47年6月	化学科を工業化学科、木工科を工芸技術科と改称。
昭和48年4月	工業試験場に技術情報室設置。
昭和49年3月	機械金属科実験棟改築工事完成。恒温恒湿室設置。
昭和57年10月	秋田県工業技術センターと改称し、秋田市新屋町字砂奴寄に新築、移転。
昭和58年3月	工業技術センター能代指導所を廃止。
昭和61年	県議会高度技術産業・交通対策特別委員会から「本県独自の技術基盤を構築するための高度な研究機関設置の必要性」の提言。
昭和61年4月	組織改正、企画管理部を企画室と改称。応用開発室を設置。機械金属部と工業化学部を統合し機械化学部、木材部とデザイン部を統合し木材デザイン部と改組。
平成4年3月	秋田県条例第34号により「秋田県高度技術研究所」の設置を公布。
平成4年9月	同研究所の建物完成。(砂奴寄に新築、敷地面積23,130 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、電子光応用開発部、素形材プロセス開発部、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	粒子分散型誘電流体を用いた加工法	特許	赤上陽一	H11.10.15	H16.9.10	H11-293558	3595219
2	高硬度及び高ヤング率特性を有するWC-WB、WC-W2B又はWC-WB-W2B複合体及びその製造方法	特許	浅利孝一、杉山重彰	H12.9.7	H16.12.17	2000-271067	3628601
3	微細加工方法と微細加工装置	特許	赤上陽一	H14.4.8	H18.11.2	2002-105059	3875907
4	電界により砥粒の分布及び配列を制御可能な砥石、その製造方法、表面仕上げ工法	特許	赤上陽一	H14.11.18	H17.6.10	2002-333677	3686652
5	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	2003-43990	3906165
6	W-Ti-C系複合体及びその製造方法	特許	杉山重彰	H15.5.19	H20.12.5	2003-140470	4227835
7	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
8	工事中用絶縁監視装置	特許	小笠原雄二、近藤康夫	H15.12.12	H21.10.2	2003-436531	4378749
9	高硬度、高ヤング率、高破壊靱性値を有するWC-SiC系統結体	特許	杉山重彰	H16.9.27	H22.6.11	2004-279279	4526343
10	精密加工技術として用いられる切削加工方法及び切削加工装置	特許	赤上陽一	H17.3.10	H21.8.7	2005-066851	4355669
11	核酸マイクロアレイおよびその製造方法	特許	赤上陽一、加藤勝	H17.3.31	H23.2.25	2005-105437	4691383
12	活性炭からなるリン酸イオン吸着材及びその製造方法並びにリン酸イオン吸着方法	特許	遠田幸生、竹村昌太	H17.9.30	H21.4.17	2005-287962	4292243
13	小径管の内側面仕上げ加工方法及び装置	特許	赤上陽一	H17.9.26	H22.2.26	2005-277534	4464897
14	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
15	核酸検出システム及び核酸検出方法	特許	赤上陽一	H18.3.16	H24.2.24	2006-072205	4930872
16	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
17	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
18	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
19	核酸検出方法及び核酸検出キット	特許	赤上陽一	H19.3.15	H25.12.13	PCT/JP2007/55179	5429962
20	核酸マイクロアレイ、その製造方法および核酸マイクロアレイ用基材	特許	赤上陽一、加藤勝	H18.3.30	H25.4.5	PCT/JP2006/307284	5238250
21	W-Ti-C系複合体及びその製造方法	特許	杉山重彰	H15.5.19	H23.10.21	2008-133093	4848394
22	平面両面研磨方法及び平面両面研磨装置	特許	赤上陽一	H19.7.11	H24.8.17	2008-165189	5061296
23	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、及び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
24	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、及び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	H20.10.23	H27.1.23	2009-243468	5681912
25	WC-SiC系統結体の製造方法	特許	杉山重彰	H16.9.27	H25.2.15	2010-7009	5198483
26	平面両面仕上げ方法及び平面両面仕上げ装置	特許	赤上陽一	H22.2.22	H26.12.19	2010-035989	5663733
27	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
28	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
29	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
30	基板の接合方法および基板接合装置	特許	木村光彦	H22.1.19	H26.11.28	2011-008905	5653232

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
31	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
32	抵抗器、その製造方法	特許	大内一弘、本多直樹、山川清志	H10.12.10	H23.6.3	H10-351496	4752075
33	薄膜抵抗器およびその製造方法	特許	大内一弘、本多直樹、山川清志	H10.12.10	H20.2.22	H10-351497	4083900
34	磁気検出装置	特許	高橋慎吾、山川清志、本多直樹、大内一弘	H11.9.2	H13.7.6	H11-248387	3206810
35	抵抗器(旧名称:抵抗器およびその製造方法)	特許	山川清志、本多直樹、大内一弘	H12.6.20	H20.2.22	2000-185306	4083956
36	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
37	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	H16.7.27	H20.2.19	PCT/JP2004/011016	US7332848
38	アクチュエータ	特許	森英季	H18.3.30	H24.9.7	2006-095447	5076063
39	電磁界計測システム	特許	黒澤孝裕	H18.10.25	H24.2.3	2006-289985	4915565
40	位置決め機構	特許	森英季	H19.8.24	H24.7.6	2007-218965	5028659
41	液晶光学デバイス	特許	葉茂、佐藤進	H20.8.14	H23.11.18	2008-209004	4863403
42	作動変換型変位拡大装置	特許	森英季、宮脇和人	H20.7.11	H26.3.7	2008-181801	5487462
43	高周波材料定数測定システム	特許	駒木根隆士、黒澤孝裕	H21.2.27	H26.5.30	2009-44983	5589180
44	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	H16.7.27	H22.11.3	PCT/JP2004/011016	EP1737115
45	空間光変調器	特許	山根治起	H21.5.11	H26.4.11	2009-114082	5514970
46	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
47	平面位置決め装置およびこれを備えた検査装置	特許	森英季、宮脇和人	H22.2.9	H26.9.5	2010-550522 PCT/JP2010/51900	5605227
48	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
49	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
50	強磁性積層構造及びその製造方法	特許	鈴木淑男	H22.12.20	H27.2.6	2010-283253	5688526
51	強磁性積層構造及びその製造方法	特許	鈴木淑男	H20.3.31	H25.1.25	2008-089702	5181388
52	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
53	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	2011-1217	5699394
54	平面位置決め装置およびこれを備えた検査装置	外国特許	森英季、宮脇和人	H22.2.9	H25.7.23	US13/206554	US8495761
55	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
56	液晶光学レンズ	特許	葉茂、佐藤進	H20.8.14	H24.12.21	2011-239597	5156999
57	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
58	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	H25.7.24	13/216965	US84928009
59	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
60	液晶光学デバイス	特許	佐藤進、葉茂	H19.2.16	H22.1.8	2007-37047	4435795

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
61	マトリクス駆動液晶光学素子及び装置	特許を受ける権利	佐藤進	H24.6.26		2012-143369	
62	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	2013-11990	6029063
63	研磨装置および研磨装置に用いられるアタッチメント	特許を受ける権利	赤上陽一	H25.3.15		2013-052876	
64	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	2012-63494	5938589
65	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 (旧名称:電界洗浄方法)	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
66	電界攪拌用はっ水フレーム (旧名称:電界攪拌用ならびに電界洗浄用はっ水フレーム及び、電界非接触攪拌方法・電界攪拌向けインジケータ付きはっ水リング)	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
67	切削工具仕上げ装置および切削工具仕上げ方法	特許を受ける権利	赤上陽一	H26.1.16		2014-004940	
68	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
69	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利(欧州)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7		PCT/JP2013/80126 13 843 029.3	
70	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利(台湾)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.8		PCT/JP2013/80126 102140694	
71	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利(中国)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7		PCT/JP2013/80126 201380003276.9	
72	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/JP2013/80126 14/229096	US9475128B2
73	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	US9496478B2
74	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	特許を受ける権利(米国)	赤上陽一、加賀谷昌美、中村竜太、池田洋	H26.2.20		14/185533	
75	研磨材および研磨方法	特許を受ける権利	赤上陽一、久住孝幸、中村竜太	H26.3.18		2014-054845	
76	迅速かつ高感度な多重免疫染色法	特許を受ける権利	赤上陽一、中村竜太	H26.5.16		2014-102883	
77	光学式化学センサ	特許を受ける権利	山根治起	H26.9.3		2014-179031	
78	骨生検用工具及び骨組織採取方法	特許を受ける権利	加藤勝	H26.10.15		2014-210648	
79	磁性流体検出装置及び磁性流体検出方法	特許を受ける権利	丹健二	H27.1.22		2015-9974	
80	検知装置及び摘出部位載置容器	特許を受ける権利	丹健二	H27.1.22		2015-10003	
81	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
82	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	2015-19566	5993967
83	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	2015-21657	5972414
84	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	2015-22163	5825618
85	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	2015-22575	5839526
86	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	2015-22721	5857309
87	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	2015-25880	5891320
88	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利(日本)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7		PCT/JP2013/80126 2014-545750	

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
89	ドリル及び穿孔の形成方法	特許を受ける権利(韓国)	斉藤耕治、加藤勝	H25.11.7		PCT/JP2013/80126 10-2015-7006017	
90	熱電変換素子、発電デバイス	特許を受ける権利	伊勢和幸	H27.5.21		2015-103327	
91	交流電磁石	特許を受ける権利	山川清志	H27.12.10		2015-241610	
92	収穫適期判定支援装置及び収穫適期判定支援プログラム	特許を受ける権利	佐々木大三	H28.1.27		2016-13413	
93	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	2016-20839	6026027
94	硬質磁性材料	特許を受ける権利	新宅一彦	H28.3.8		2016-44907	
95	光検知式水素ガスセンサ	特許を受ける権利	山根治起、高橋慎吾	H28.3.18		2016-55934	
96	迅速ハイブリダイゼーション方法	特許を受ける権利	赤上陽一、中村竜太	H29.2.27		2017-34426	

3. 各研究会の概要

○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48社、大学・支援機関等6機関8名	代表者：佐々喜興業（株） 佐々木 一喜 事務局：素形材プロセス開発部 木村 光彦
○表面処理技術研究会 表面処理（電気めっき、無電解めっき、熔融亜鉛めっきなど）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18社、大学・支援機関等3機関4名	代表者：秋田化学工業（株） 丹野 恭行 事務局：技術イノベーション部 菅原 靖
○高分子材料研究会 高分子材料及びその成形加工技術に関する技術の向上を図るとともに会員相互の研鑽を図ることを目的とし、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25社、大学・支援機関等7機関8名	代表者：（株）フルヤモールド 古谷 武美 事務局：素形材プロセス開発部 工藤 素
○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8機関10名	代表者：小林工業（株） 小林 憲一郎 事務局：素形材プロセス開発部 沓澤 圭一
○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：産業技術センター 赤上 陽一
○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旨とする。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 杉山 重彰
○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23社、大学・支援機関等6機関21名	代表者：秋田大学大学院 河村 希典 事務局：電子光応用開発部 梁瀬 智

VI 当センターのご利用について

1. 秋田県産業技術センターの所在とアクセス

(1) 所 在

秋田県産業技術センター 本館

住 所 〒010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番地の1 1

連絡先 Tel 018-862-3414 Fax 018-865-3949

秋田県産業技術センター 高度技術研究館

住 所 〒010-1623 秋田県秋田市新屋町字砂奴寄4番地の2 1

連絡先 Tel 018-862-3414 Fax 018-866-5803

ホームページ

<http://www.rdc.pref.akita.jp/>



(2) 公共交通機関によるアクセス

◎バス 秋田中央交通 秋田駅西口発『県立プール』線

本館：『工業技術センター前』停留所下車※

高度技術研究館：『県立プール前』停留所下車※

※両建屋間は徒歩2分ほど離れていますのでご注意ください。

◎タクシー 秋田駅より約7キロ、20分。運賃3,000円程度

2. 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。ご不明な点なども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技術支援室のページからは、メールによるご連絡も可能です。

TEL 018-862-3414

ホームページ <http://www.rdc.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。
- 詳しくは技術支援室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、研究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次ページより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。

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

- ① 会議室、講堂、展示室の使用に際しての机、椅子の準備及び現状回復は、使用者の責任において行うことになっています。
- ② 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。
- ③ 禁煙場所での喫煙はご遠慮下さい。
- ④ 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。
- ⑤ 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総務管理部

TEL 018-862-3414

FAX 018-865-3949

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) 本館

区分	面積 (m ²)	室数	使用料金 (円/月)
開放研究室A	59	2	67,900
開放研究室B	46	6	64,800
開放研究室C	40	2	43,200

(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	6	95,100

2. 講堂、研修室、会議室、展示室

(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	3,500円	4,600円	8,100円	100人
研修室B	1,000円	1,450円	2,450円	20人
展示室	(1日) 1,300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。
 なお、これらについては、使用料はかかりません。

備 品 名	備 品 名
液晶プロジェクタ	オーバーヘッドプロジェクタ
VHSビデオデッキ	黒板
スクリーン	ワイヤレスマイク
ホワイトボード	

(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	9,450円	12,600円	22,050円	100人
研修室A	3,450円	4,600円	8,050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。

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 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
1	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,ICS-172B,ICS-323C	23	100	遠田
2	ガウスメータ	ベル	9903	4	940	丹
3	シグナルジェネレータ	アジレントテクノロジー	E4426B	14	110	丹
4	低雑音振幅器	MITEQ	NSP2000-P	17	100	丹
5	ローパスフィルタ	エヌエフ回路設計ブロック	NF 3660	4	430	丹
6	フォトシーバ	NewFocus	1544-B-50	22	100	丹
7	電源ノイズ測定器	(株)TFF(テクトロニクス)	MD04104-6	23	250	佐々木(大)
8	全光束測定システム	オーシャンフォトニクス	OP-FLUX-76-CA	23	2,350	梁瀬
9	精密騒音計	リオン(株)	NL-52	25	100	内田(勝)
10	非接触三次元デジタイザ	Steinbichler	COMET	21	1,950	内田(富)
11	倒立型金属顕微鏡	オリンパス光学工業	PM-63-614U	8	100	内田(富)
12	総合型金属顕微鏡	オリンパス(株)	DSX500,DSX100	25	530	内田(富)
13	CNC3次元測定機	カールツァイス(株)	PRISMO 5 HTG-S	7	460	加藤
14	真円度測定機	ランクテラーホブソン	タリロンド262型	8	100	加藤
15	CNC三次元測定機用データ処理装置	(株)東京精密	Calypsoシステム	18	830	加藤
16	超高倍率3次元複合顕微鏡	島津製作所	ナノサータ顕微鏡SFT-3500	17	1,650	加藤
17	非接触形状測定顕微鏡	キーエンス	VK-9500	15	1,000	加藤
18	表面粗さ測定機	株東京精密	サ-フコM3000A-3DF-DX-S	13	110	加藤
19	高精度CNC画像測定機	(株)ニコンインステック	NEXIV VMZ-R6555	27	790	加藤
20	超高精度三次元測定器	Panasonic	UA3P-300	20	2,900	久住
21	非接触式表面性状評価装置	Zygo	NewView6300	19	1,150	久住
22	非接触式フィジーク干渉計	Zygo	GPI XP/D	19	570	久住
23	4インチ光学原器	Zygo	TS f/0.65, f/1.5, f/3.3	21	300	久住
24	フィジーク干渉計用球面測定ジグ	ZYGO	フィジーク干渉計用球面測定ジグ	23	130	久住
25	X線CT画像解析装置	テスコ(株)	TXS225-ACTIS	18	1,500	内田(富)
26	高精度3次元プロッターシステム	OBJET	CONNEX500	21	7,200	内田(富)
27	鋳造CAEソフトウェア	クオリカ	JSCAST	14	100	内田(富)
28	ナレッジシステム	富士通	サ-バPRIMERGY F250ほか	14	380	内田(富)
29	熱処理CAEソフトウェア	クオリカ	GRANTAS	14	100	内田(富)
30	熱変形シミュレーションシステム	MSCソフトウェア	simxpert	21	1,550	内田(富)
31	ハイエンド3次元CAD/CAMシステム	PTC社	Pro/ENGINEER Wildfire 4	10	100	内田(富)
32	3D鋳造型積層造形装置	シーマット社	IS-800SA	27	4,850	内田(富)
33	空圧落下衝撃試験装置	ボクスイ・ブラウン(株)	SM-110-MP型	3	100	近藤(康)
34	振動試験機	エミック株式会社	F-03000BM/FA	16	1,200	佐々木(信)
35	再資源化焼結炉	アドバンテック東洋(株)	KS-1703型	7	150	遠田
36	管状炉	タナカテック	MPH-6VGS	15	520	遠田

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
37	炭化賦活炉	(株)ウエーブ二十一	炭化賦活炉 T-2000L	16	1,200	遠田
38	絶縁耐圧試験器	日置電機(株)	3159	14	100	近藤(康)
39	高周波3次元電磁界シュミレータ	アンソフト	HFSSV・10・0	17	960	丹
40	三次元電磁界最適化設計ツール	アンソフト・ジャパン(株)	Optimetrics	18	100	丹
41	電磁界解析用ワークステーション	DELL	PrecisionT5400	20	100	丹
42	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	14	1,250	丹
43	摂動方式誘電率測定システム	キーコム株式会社	摂動方式試料穴閉鎖形空洞共振 器法比誘電率・誘電正接(ϵr , $\tan$ δ)測定システム	18	310	丹
44	ロックインアンプ	Anfatec Instruments	eLockIn205/2	25	100	丹
45	差動プローブセット	ソニー・テクノロニクス	P6330・P5210・TCP202S	14	100	佐々木(信)
46	ネットワークプロトコル開発ツール	Scalable Network Technologies, Inc.	Qualnet Developer	18	1,000	佐々木(信)
47	光テストシステム装置	横河電機	AQ2200	17	700	佐々木(信)
48	ベクトルシグナルジェネレータ	アジレント	V2920A	21	310	佐々木(信)
49	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	20	100	佐々木(信)
50	ソフトウェア品質評価試験システム	株式会社ハートランド データ	DT10 STD Value IVセット	26	250	佐々木(信)
51	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	23	100	佐々木(大)
52	プレシジョンパワーアナライザ	横河電機(株)	WT3000	23	170	佐々木(大)
53	総合熱分析装置	セイコー電子工業(株)	EXSTAR6000	8	870	杉山
54	電気伝導率・熱電率測定装置	真空理工(株)	ZEM/PEM-1型	9	1,400	杉山
55	高温動弾性率測定装置	東芝タンガロイ(株)	UMS-HL	10	3,350	杉山
56	ナノインデンター	米国Hysitron社	Model Triboscope他	14	3,000	杉山
57	熱特性測定装置	NETZSCH	LFA457-A21 MicroFlash	21	1,200	杉山
58	熱膨張測定装置	理学電機	Thermo Plus 2	15	460	杉山
59	電界放射走査電子顕微鏡	日立製作所	S-4500	8	610	木村
60	S-4500用オートステージ	日立製作所	S-8432型	12	100	木村
61	電子プローブマイクログラフアイザー	日本電子(株)	JXA-8200ほか	13	1,650	杉山
62	圧縮成形機	東洋精機(株)	試験用加硫プレス 30ton f	S58	280	工藤(素)
63	プラスチック衝撃試験機	上島製作所	シャルピー-JIS7111	S58	100	工藤(素)
64	恒温恒湿器	タバリエスベック(株)	LHU-112M	9	100	工藤(素)
65	3D射出成形ミクロンシステム	富士通(株)	CELSIUS W480-NTM	23	1,150	工藤(素)
66	マイクログラフオーロメータ	アジレント・テクノロジー (株)	34420A	18	100	工藤(素)

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
67	流動特性評価装置 (フローテスター)	(株)島津製作所	フローテスタ CFT-500D パソ コンシステム	14	270	工藤(素)
68	示差走査熱量計	セローインスツルメツ株式会社	X-DSC7000	23	620	工藤(素)
69	プラスチック万能材料試験機(CFRP用)	インストロン(株)	5967型	24	930	工藤(素)
70	マルチインテグサ	(株)東洋精機製作所	型式G-01	25	250	工藤(素)
71	真空加熱プレス装置	井元製作所	1824型	19	100	杉山
72	電子天秤	ザルトリウス(株)	MC210S	10	100	工藤(素)
73	3次元CAD/CAMシステム	ダッソーシステムズ	CATIA V5他	19	1,600	加藤
74	色彩色差計	日本電色工業(株)	SQ-2000	12	290	工藤(素)
75	表面抵抗測定装置	アジレント・テクノロジー (株)	4339B	16	110	工藤(素)
76	フーリエ変換赤外分光光度計	日本分光(株)	IRT-7000	21	820	工藤(素)
77	粘性測定装置	Anton Paar社	MCR302	26	1,100	工藤(素)
78	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	26	200	野辺
79	電動式塗工機	(株)小平製作所	YOA-B型	18	100	杉山
80	比表面積測定器	湯浅アイオニクス(株)	モノソーブ	2	340	菅原
81	小型電気炉	(株)セイシン企業	PART-3	2	260	菅原
82	低温恒温水槽	小松エレクトロニクス	DW-621	8	100	菅原
83	全有機体炭素計	島津製作所	TOC-5000A	11	550	菅原
84	セミビッカース硬度計	マツザワ	PVT-7S	21	420	杉山
85	超硬製転動ミル用容器	(株)伊藤製作所		20	100	杉山
86	X線回折装置	リガク	RINT-2500	9	710	菅原
87	X線応力測定装置	(株)マックサイエンス	MXP3AHP	7	1,700	木村
88	スクラッチ試験機	新東科学(株)	TYPE. 22H	6	390	木村
89	微小硬さ試験機	(株)フィジシャール・インスト ルメンツ	H-100	14	480	木村
90	原子吸光分光分析装置	日本ジャーレールアッシュ	SOLAAR M-6	15	1,100	工藤(素)
91	酸素・窒素分析装置	機堀場製作所	EMGA-620W/C	13	1,350	工藤(素)
92	炭素・硫黄分析装置	LECO社	CS-200型	13	870	工藤(素)
93	ラマン分光光度計	日本分光(株)	NRS-1000/RFT-600	12	1,350	工藤(素)
94	高周波プラズマ発光分光分析装置	サーモフィッシュャーサイエン ティフィック株式会社	iCAP6300 Duo	23	3,600	工藤(素)
95	低温灰化装置	ヤマト化学	PDC-210	15	670	工藤(素)
96	電気マッフル炉	アドバンテック東洋	FUS612PA	15	350	工藤(素)
97	ドラフトチャンバー	(株)ダルトン	DFB11-DFC14,DFD31	27	720	工藤(素)
98	精密旋盤	池貝鉄工	D-20型	S47	260	加藤
99	ドリル研削盤	(株)藤田製作所	DG36A形	S55	220	加藤

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
100	NCフライス盤	遠州製作(株)	TNC 6MB付	S57	1,700	加藤
101	NC精密成形研削盤	(株) 岡本工作機械	NFG-52 6M付	S57	1,650	加藤
102	圧電型切削動力計	日本キスラー(株)	9257B	2	670	加藤
103	コンターマシン	アマダ	V-400	S47	100	加藤
104	直立ボール盤	(株) 吉田製作所	YUD600	S47	100	加藤
105	卓上ボール盤	吉田鉄工所	YBD-420B	S46	100	加藤
106	超精密成形形状研削盤	ナガセインテグレックス	SGC-630S4AK-Pcnc	22	3,600	加藤
107	ミスト冷風供給装置	株式会社津根	7ミストZELSR0401	12	130	加藤
108	油圧式強力高速弓鋸盤	津根マシンツール	PSB-350U	12	280	加藤
109	ワイヤーカット放電加工機	(株) ソディック	AQ360L	18	990	加藤
110	5軸制御立形マシニングセンタ	オークマ(株)	MU-400V II 型	26	2,700	加藤
111	プラスチック粉砕機	ホーライ	VC3-360	12	240	工藤(素)
112	LN2サブゼロ装置	(株) フロンティアエンジニアリング	I 型	7	110	内田(富)
113	エコーチップ硬さ試験機	プロセク社(スイス)	D型	S60	120	内田(富)
114	函型電気炉	(株) サーマル	バッチタイプ炭化硅素発熱体加	S57	410	内田(富)
115	流動層熱処理炉	日新化熱工業	TM-2540	8	350	内田(富)
116	鋳型焼成雰囲気炉	日新化熱工業(株)	EBS-9(改)	10	1,300	内田(富)
117	複合サイクル腐食試験機	スガ試験機	CYP-90	20	290	菅原
118	高速精密切断装置	平和テクニカ(株)	ファインカットN-100	4	710	木村
119	マイクログローカスX線装置	日本フイルップス(株)	HOMX-161	5	1,800	木村
120	プレス付真空熱処理装置	東京真空(株)	PRESS-VAC-2	3	570	木村
121	YAGレーザ加工装置	石川島播磨重工業	iLS-YC-30B	11	6,900	木村
122	交直面用TIG溶接機	(株) ダイヘン	AVP-3000P	13	730	木村
123	真空チャンバー	日本精機	φ500×H250mm(内寸)材質:SUS304	14	280	木村
124	溶接部可視化装置	石川島播磨重工業(株)	ILV型	12	100	木村
125	YAGレーザ用ロボットシステム	安川電機株	MOTOMAN-UP6型	13	100	木村
126	冷間等方加圧成形装置	アプライトパワー・ジャパン(株)	CIP-50-2000	7	310	杉山
127	多目的高温炉	富士電波工業	ハイマルチ5000	8	1,000	杉山
128	放電プラズマ焼結装置	住友石炭鉱業(株)	SPS-2080	8	5,300	杉山
129	極間式磁気探傷機	日本工機	BY-1	S43	100	木村
130	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	22	1,750	木村
131	磁気探傷機	(株) 島津製作所	PRA-80型	S46	230	木村
132	超音波探傷器	東京計器	SM80型	S53	500	木村
133	X線透過検査装置	理学電気工業(株)	300EG-B2L型	S55	980	木村

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
134	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	23	150	木村
135	3Dプリンターシステム	STRATASAS	FORTUS250mc	25	1,100	沓澤
136	ロックウェル硬さ試験機	(株)アカシ	ATK-F1000	7	190	内田(富)
137	ピッカース硬度計	(株)アカシ	AVK-C2500	4	100	内田(富)
138	XY自動テーパー付硬度計	明石製作所	MS-4	S60	250	内田(富)
139	試料研磨琢磨機	ビューラー	エロメット4000	20	710	内田(富)
140	電解研磨装置	ストルアス社	ポレクトロール	9	230	木村
141	セラミックス研磨装置	丸本ストラウス(株)	アブラミン	10	2,600	杉山
142	セラミックス自動精密切断機	丸本ストラウス(株)	アキエトム50	11	390	杉山
143	万能材料試験機	Instron	5985	22	2,400	木村
144	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RV O2型	2	200	菅原
145	ふるい振盪機	テラオカ	S-1	3	100	菅原
146	ボールミル	日陶科学	架台二連式AN-3S無段変速28～ 100bpm	1	100	菅原
147	中型電気炉	(株)モトヤマ	SH-3045E	10	890	菅原
148	乾式粉体表面改質装置	(株)奈良機械製作所	NHS-0型(閉回路)	9	820	菅原
149	遊星回転ボールミル	(有)伊藤製作所	LA-PO412	8	210	杉山
150	スプレードライヤー	大川原化工機(株)	NHS-0型	9	550	杉山
151	アトライタ	日本コークス工業(株)	MAISE-X	25	340	杉山
152	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	26	900	杉山
153	真空溶解炉	富士電波工業(株)	FVPM-10型	7	1,850	内田(富)
154	ニューマブラスター	(株)不二製作所	FDQ-4S	S57	300	内田(富)
155	動的ひずみ解析装置	(株)共和電業	EDX-1500A-16AC	10	100	内田(富)
156	引張・圧縮疲労試験機	島津製作所	EHF-EG50KN-10L	11	2,700	内田(富)
157	発光分析装置	(株)SPECTRO Analyti cal	SPECTROLAB M	14	1,300	内田(富)
158	シャルピ衝撃試験機	(株)島津製作所	30kgm型	S54	130	内田(富)
159	小野式回転曲げ疲労試験機	(株)島津製作所	H6型	S62	100	内田(富)
160	スガ摩耗試験機	スガ試験機(株)	NUS-ISO-3型	1	170	内田(富)
161	摩耗試験機	(株)エー・アンド・デイ	EFM-3-EM	9	410	内田(富)
162	高温雰囲気クリープラプチャータ試験装置	東伸工業	VGRT-30S	11	100	内田(富)
163	万能試験機	島津製作所	UH-F300kNI	19	690	木村
164	転写性評価用金型	日本分光(株)	プリハードン鋼	10	100	工藤(素)
165	射出圧縮成形装置	ファナック(株)	ROBOSHOTO α-100C	9	1,700	工藤(素)
166	精密微量水分計	(株)チノ	CZA-3000	13	110	工藤(素)
167	ノズル樹脂圧力・温度計	日本キスラー(株)	4085A5A2	13	100	工藤(素)

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
168	標準試験片作製金型	AXXICON社	AIM Mould System	13	230	工藤(素)
169	押出機	(株)テクノベル	KZW25TW-60MG-NH(1200)スクレ 径25φ	16	1,600	工藤(素)
170	集塵機	アマノ(株)	PIE45	18	480	工藤(素)
171	樹脂乾燥機	アドバンテック東洋	DRL823WA	16	220	工藤(素)
172	磁束密度測定装置	FWBELL	9550	9	120	久住
173	砥粒分散用超音波発生器	トミー精工	UD-201(S)	13	100	久住
174	平坦度測定装置	(株)ニデック	FT-900(ウェア用)	25	1,250	久住
175	電界制御装置	トレック・ジャパン(株)	MODEL20/20B	10	100	久住
176	小型切削動力計	日本キスラー株式会社	9256C2	16	490	久住
177	三脚	スリック	プロフェッショナルデザインII	12	100	久住
178	自動研磨ヘッド	ビューラー	オートメット2000 60-1970	20	100	久住
179	除振台	明立精機	AYA-1809K4	21	100	久住
180	レーザ変位計	キーエンス	LC-2400	14	100	久住
181	電源装置	トレックジャパン(株)	MODEL609D-6	7	190	久住
182	15MHzファンクションウェーブジェネレータ	日本ビューレットパッカー	33120A	11	100	久住
183	オシロスコープ	日本ビューレットパッカー	HP-54645A	11	100	久住
184	安全キャビネット	エアテック	BHC-1006ⅡA/B3	20	100	久住
185	核酸増幅システム	三洋電機バイオメディカ	MDF-192	17	310	久住
186	蛍光顕微鏡	ニコン	E400-RFL 1	15	200	久住
187	材料物性測定装置	東陽テクニカ	1260-MAS(ソーラートロン)	18	690	久住
188	3軸微細加工機	シグマテック	FS-1100PX	15	820	久住
189	CCDカラーカメラ	東京電子	CS5270i-S	12	100	久住
190	ゼータ電位測定装置	Sysmex	Nano Z	19	330	久住
191	砥粒挙動モニタ用レンズ	リテックス	ML-Z07545他	12	100	久住
192	誘電率測定用サンプルホルダー	東陽テクニカ	SH2-Z	25	100	久住
193	動的光散乱式測定装置	(株)Malvern	ゼータナノサイザー ナノZSP	26	800	久住
194	サーマルサイクラー	Bio-Rad	T100	27	100	中村
195	プレートリーダー	Bio-Rad	iMark PCシステム	27	100	中村
196	研磨装置	不二越機械工業	SLM-140	22	480	久住
197	片面研磨装置	不二越機械工業(株)	SLM-140改	25	550	中村
198	高速引張試験機	島津製作所	HITS-T10	21	2,350	木村
199	落錐衝撃試験機	INSTRON	9205HV	21	1,450	木村
200	材料試験高速解析システム	(株)フオトン	FASTCAM SA-X	24	780	木村
201	減圧除湿乾燥機	カワタ(株)	DV-30	26	250	野辺
202	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	26	1,100	野辺
203	熱電発電モジュール温度特性評価試験装置	サカタ理化学(株)	MS-010	24	520	杉山
204	立形マシニングセンタ用集塵防塵装置	アマノ	PIE-30SD	22	760	加藤

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
205	立形マシニングセンタ	ファナック	α-T14iD	16	460	加藤
206	超臨界発泡射出成形機	日精樹脂工業株式会社	NEX180Ⅲ 25E	24	3,000	工藤(素)
207	複合材料圧縮成形装置	(有)郷製作所	MBO05-GMS	27	1,400	工藤(素)
208	複合材硬化成形用オートクレーブ	株式会社 羽生田鉄工所	φ850 x 1500L	21	1,450	藤嶋
209	複合材料切断機	(株)丸東製作所	AC-300CF	22	570	藤嶋
210	フラットベクトル切断機	(株)ミマキエンジニアリング	CF2-1215RC-S	25	750	藤嶋
211	パワーマルチメーター	横河電気	WT1030	8	100	小笠原
212	耐候性試験機	岩崎電気(株)	SUV-W161	25	1,500	近藤(康)
213	磁気抵抗効果測定用電磁石	マイテック	ヘルムホルツコイルM-HD31型	6	210	丹
214	高出力増幅器	日本オートマチックコントロール	150A100B-150W1000	16	360	丹
215	バイポーラ電源	高砂製作所	BWS80-30G	16	190	丹
216	ワイヤーボンダー	TPT	モデル16	16	270	丹
217	バイポーラ電源	松定プレジジョン	POEF60-20	27	100	丹
218	放射電磁界イミュニティ試験システム	アンリファイヤーリサーチ社	TC2000C	15	1,050	佐々木(信)
219	プリント基板加工システム	日本LPKF株式会社	Protomat C100HF	16	450	佐々木(大)
220	直流安定化電源	菊水電子工業(株)	PAT80-100T WITH USB	27	180	佐々木(大)
221	電子負荷装置	菊水電子(株)	PLZ1004WH	27	100	佐々木(大)
222	重量級フラットホーム型電子天秤	エー・アンド・ディ	FW-300KA4	9	100	菅澤
223	雷サージ試験システム	株式会社ノイズ研究所	LSS-15AX-C1/S	13	100	近藤(康)
224	静電気試験システム	ノイズ研究所	ESS-2000	14	100	近藤(康)
225	グローワイヤー試験機	Physics technics Labor	TA03.35(付属チャシバンBT-07)	25	310	近藤(康)
226	雑音総合評価試験機	(株)ノイズ研究所	MODEL EMC-5000S	1	870	佐々木(信)
227	ファストランジェントノースト試験機	(株)ノイズ研究所	FNS-AX3-B50B	26	150	佐々木(信)
228	低温恒温高湿器	エスパック	PSL-2K	19	240	佐々木(大)
229	冷熱衝撃装置	エスパック(株)	TSA-71S-W	17	590	佐々木(大)
230	衝撃波記録解析装置	Lansmont社	Test Partner TP3-USB	26	100	近藤(康)
231	複合環境試験装置	IMV株式会社	EM2502(1250/SA5M)(振動試験機本体)Syn-3HA-40(恒温恒湿)	26	1,700	佐々木(信)
232	真空乾燥器	EYELA	VOS-450SD	9	120	遠田
233	自動研磨装置	ピューラー社	AUTOMET2&ECOMET3	9	170	遠田
234	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	GNF-1500N	9	170	遠田
235	発熱量測定装置	(株)島津製作所	CA-4PJ	10	100	遠田
236	粉塵ドラフト	オリエンタル技研(株)	GNS-1800S	10	100	遠田
237	排ガス分析装置	(株)島津製作所	GC-17A	10	110	遠田
238	CHN元素分析装置	(株)パーキンエルマー ジャパン	24002CHNS/0	10	210	遠田
239	燃焼灰品質評価装置	日機装	マイクログラフィックHRA-X-100	9	970	遠田

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
240	焼成挙動評価装置	ライカ	DMRXP	9	590	遠田
241	波長分散型蛍光X線装置	島津製作所	XRF-1700(4KW)	11	900	遠田
242	ガスクロマトグラフ質量分析装置	横河アナリティカルシステムズ	Agilent 5973W	12	170	遠田
243	ガスクロ用オートインジェクター	島津製作所	AOC-20i	16	100	遠田
244	GC用熱分解装置	(株)島津製作所	PY-2020iD	21	520	遠田
245	サイクロンサンプリミル	静岡精機(株)	CSM-F1	20	100	遠田
246	ハロゲン化合物測定自動前処理装置	三菱化学(株)	AQF-100	18	720	遠田
247	ピード作製装置	東京科学(株)	TK-4100型	16	790	遠田
248	ハンディ型燃焼排ガス分析計	(株)テストー	t350システムXL	23	120	遠田
249	粒度分布測定装置	日機装(株)	MT3300EX2-SDC-H	25	570	遠田
250	赤外線サーモグラフィカメラ	日本アビオニクス(株)	R300SR-H	26	100	遠田
251	ハロゲン化合物測定用検出器	Thermo SCIENTIFIC 社	ICS-1600	26	400	遠田
252	ガス蒸気吸着量測定装置	日本ベル(株)	BELSORP-max	26	900	遠田
253	超純水製造装置	アドバンテック東洋	RFU665DA	26	100	遠田
254	低恒温恒湿器	タバリエスペック(株)	PL-3SP型	5	170	遠田
255	分光光度計	(株)日立製作所	U-3000	10	340	遠田
256	ICP質量分析装置	アジレント・テクノロジーズ(株)	Agilent 7500 Series ICP-MS	18	1,650	遠田
257	イオンクロマトグラフ(陰イオン・陽イオン・糖分析システム)	ダイオネクス	ICS-3000+2100型	22	1,550	遠田
258	吸着性能評価装置	Quantachrome社	ChemBET-3000型	16	690	遠田
259	バイオシェーカー	タイテック(株)	BR-43FL-MR	23	100	遠田
260	分子量分布測定装置	(株)島津製作所	ProminenceGPCシステム	25	380	遠田
261	高感度ガスクロマトグラフ	(株)島津製作所	Tracera	27	460	遠田
262	微粉砕機	中央化工機(株)	MB-1	9	100	遠田
263	粗粉砕機	三田村理研工業(株)	SR-2	9	130	遠田
264	凍結粉砕器	日本分析工業	JFC-1500型	15	300	遠田
265	小型タンデムリング粉砕機	中央化工機商事(株)	TR-LM	24	100	遠田
266	アスファルトミキサー		北大型30k練2Hp	2	150	遠田
267	アスファルト用乾燥機			S46	100	遠田
268	ガスコンロ			S55	100	遠田
269	ローラーコンパクター	谷藤	TR-323C	S47	130	遠田
270	3連式自動ホイールラッキング試験機	ニッケン	HKA-110A3D-CW15	8	740	遠田
271	蛍光X線膜厚計	セイコー電子工業	SEA-5120	6	1,400	岡田
272	薄膜構造評価用高輝度X線回折装置	理学電機		12	5,900	鈴木
273	電子スピニング測定装置	ブルカー・バイオスピン社	EMXplus型(マイクロ波ブリッジ)	25	1,800	鈴木
274	電子顕微鏡用引伸機	ダースト	L1200	5	790	岡田
275	イオンスパッタ装置	日本電子	JUC-5000	4	2,000	岡田
276	マイクロオージェ電子分光装置	日本電子(株)	JAMP-7830F	14	9,100	岡田

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
277	断面試料作製装置	日本電子	クロスセクション・ポリッシャ9010	17	620	岡田
278	実体顕微鏡	オリンパス	SZH-141	4	340	岡田
279	透過型電子顕微鏡 (TEM)	日立製作所	HF-2000	5	31,100	岡田
280	光電子分光装置 (ESCA)	アルバックファイ	5600MC	4	17,600	田口
281	卓上顕微鏡	日立ハイテクノロジーズ	Miniscope TM3030Plus, EDX: Quantax70	27	760	田口
282	紫外分光式磁気特性評価装置	ネオアーク	BH-M800UV-HD-10	17	1,400	山根
283	クリーンブースA	日本エアテック	AER-2000C	9	100	山根
284	ポータブル型分光測定装置	ARCopix S.A.社	ARCspectro FT-NIR Rocket 0.9- 2.6	26	200	山根
285	モノクロメータ式分光光源	朝日分光(株)	MAX-303+, CMS-100	27	200	山根
286	高感度マグネットメータ	プリンストンメジャメント	MicroMag2900	5	4,400	鈴木
287	2次元光検出器	ビットラン	BQ-73LN	22	110	近藤(祐)
288	デインブルグラインダ	VCR	D-500	4	1,700	岡田
289	ダイヤモンド研磨システム	マルトー	ML-150P	5	100	岡田
290	低速切断機	サウスベイトテクノロジー	SBT650	5	100	岡田
291	恒温恒湿槽	ADVANTEC	AGX-224	7	310	櫻田
292	静電容量微小変位計	ナノテックス	PS-III-5D	16	100	櫻田
293	卓上ブラズマエッチング装置	三友製作所	TP-50B	27	460	伊勢
294	純水・超純水製造装置	アドバンテック	RFU655DA・RFP543RA	22	240	神田
295	揺動式片面精密研磨機	不二越	LPS-38A	5	730	山川
296	ハイトゲージ	ハイデンハイン	CERTO-CT60M	6	420	山川
297	揺動式片面精密研磨機	ラップマスタ-SF	SPL15	6	1,500	山川
298	ダイシング・ソー	ディスコ	DAD320	7	1,450	内田(勝)
299	金属顕微鏡	ニコン	XPF-UNRB	4	950	伊勢
300	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	25	1,100	伊勢
301	イオンビームガン	アリオス	EMIS-212	17	430	内田(勝)
302	スパッタリング用パルス電源	日本MKS	RPG-50A-00	17	290	内田(勝)
303	スパッタ・蒸着複合装置	トッキ	SPS506	7	3,900	鈴木
304	分子線エピタキシー装置	エイコー・エンジニアリン	EW-100S	17	4,800	鈴木
305	MBEプロセスモニタ用四重極質量分析システム	英国ハイデン社		18	910	鈴木
306	スパッタ機用RFマッティングボックス	トッキ	RF-MN750	19	220	鈴木
307	MBE装置LL室拡張設備	株式会社エイコー		22	1,450	鈴木
308	MBE装置用成膜及び表面処理機能拡張設備	株式会社エイコー	1EK00-36109-6501	23	3,700	鈴木
309	補助ポンプ	サエスグループ(SAES Getters)	CapaciTorr D400-2	26	100	鈴木
310	パッチ式多元スパッタ装置	トッキ	SPM506	7	3,750	新宅

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
311	イオンミリング装置	コモンウェルス	ミラトロンIV	4	1,900	山川
312	クлай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	26	100	山川
313	ディスプレイスバツタ装置	日本真空技術	SSH-4S	5	12,300	山根
314	光学式表面解析装置	Candela Instruments	OSA5100-200SQ	16	1,100	山根
315	リーゲデテクター	日電アネルバ	ASM120HS	4	810	内田(勝)
316	バッチ式多層スバツタ装置	日電アネルバ	SPF-540H特	4	2,500	伊勢
317	バッチ式スバツタ装置	日電アネルバ	SPF-332H	6	2,000	伊勢
318	超高真空多元スバツタ装置	アルバック	MPS-4000-C6	15	6,000	新宅
319	空冷インバーターチャージャー	オリオン機械(株)	REK2200B1-V-G2	25	120	新宅
320	超音波洗浄装置	本多電子	W118	7	440	内田(勝)
321	レーザー直接描画装置	ハイデルベルク社	DWL 200UV	10	270	高橋(慎)
322	工場顕微鏡システム	ニコン	MM-11U	4	2,950	伊勢
323	MEMS対応型マスクアライナー	ズース・マイクロテック	MA6BSA	15	1,950	伊勢
324	純水・超純水製造装置	日本ミリポア株式会社	Milli-Q Integral 10	21	230	鈴木
325	サンプリングオシロスコープ	レクロイジャパン	9354TM	7	150	黒澤
326	高速スペクトラムアナライザ	HP	E4401B	11	280	黒澤
327	高速パルスジェネレータ	HP	HP81110A	11	240	黒澤
328	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	17	100	黒澤
329	電波暗室・EMI測定システム	Rohde&Schwarzs	ESIB26a	16	9,550	黒澤
330	電波暗室用センサスキャナ	デバイス	DM3423AV1/0	19	210	黒澤
331	発振器	エヌエフ回路設計ブロック	WF1973	19	100	黒澤
332	ロックインアンプ	エヌエフ回路設計ブロック	LI5640	19	100	黒澤
333	低ノイズアンプ	TSJ	MLA-00118-B01-35	20	100	黒澤
334	高利得マイクロ波アンテナ	Electro Metrics	EM-6969	21	100	黒澤
335	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	21	100	黒澤
336	CISPR22対応電波吸収体	TDK	IS-030A	22	100	黒澤
337	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	KEG法測定システム	22	110	黒澤
338	雑音電力測定システム	(株)東陽テクニカ	MAC600A-AJ, EPS/RFP-AJ	25	100	黒澤
339	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-	25	100	黒澤
340	高周波発振器	アンリツ	MG3692C	26	150	黒澤
341	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	27	1,350	黒澤
342	電子負荷	(株)計測技術研究所	LN-300A-G7	26	100	木谷
343	電子負荷	(株)計測技術研究所	LN-300A-G7	26	100	木谷
344	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	27	250	木谷
345	触針式表面形状測定装置	アルバック	DEKTAK150	21	250	千葉(隆)

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
346	MTF評価装置	トライオプティクス	Image Master HR LP	21	540	梁瀬
347	自動エリブソメータ	溝尻光学工業所	DVA-FZVW	4	1,150	梁瀬
348	金属顕微鏡システム	オリンパス	BH3-MJL	6	1,500	梁瀬
349	走査型プローブ顕微鏡(走査型トンネル顕微鏡)	デジタル・インスツルメン	ナノスコープⅢ	4	7,850	経徳
350	超微小硬度計	日本電気	MHA-400	4	14,700	経徳
351	大型サンプリングSPM観測ステージ	デジタル・インスツルメン	D3000	7	2,200	経徳
352	走査型プローブ顕微鏡用駆動システム	Veeco	RDS-F/DSP	13	100	経徳
353	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	SMI2050	14	4,000	近藤(祐)
354	クリンブースB(H17導入)	日本エアーテック	ECB02-22D5	17	120	近藤(祐)
355	FFTアナライザ	HP	HP35670A	5	1,150	森
356	加速度センサ	日本航空電子工業	JA-5VC3	5	350	森
357	デジタルオシロスコープ	HP	HP54542A	5	760	森
358	任意波形発生器	横河電機	AG4100	5	1,850	森
359	光マイクロメータ	MTI	MTI-2000 1157	5	610	森
360	微小変位計光マイクロメータ	MTI	MTI-2000 1165	5	330	森
361	レーザードップラー振動計	小野測器	LV-1500	5	1,150	森
362	FFTサーボアナライザ	HP	HP35670A	7	630	森
363	タイムインターバルアナライザ	HP	HPE1725B	7	1,400	森
364	高分解能光ファイバース式変位計	フォトニクス	ATW-01 +ATP-A20	12	220	森
365	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	13	100	森
366	FFTアナライザ	アジレントテクノロジー	35670A	17	170	森
367	5ch 静電容量変位計	ナノテックス	PS-Ⅲ-5D	17	100	森
368	オートコロメータ	ニコン	6B	18	220	森
369	高速・高精度制御装置	MED	NMC 7880	18	100	森
370	超高分解能光学スケール	Sony Manufacturing Systems Corporation	BH20	18	100	森
371	平面検出型光学スケール	Sony Manufacturing Systems Corporation	BZ	18	100	森
372	FFTアナライザ	小野測器	DS-2100	19	220	森
373	スペクトラムアナライザ	HP	HP4396B	9	920	櫻田
374	高分解能オシロスコープ	HP	HP54540C	7	390	櫻田
375	マイクロスコープ	ハイロックス	KH-7700	19	230	櫻田
376	高分解能・光学スケール	ソニーマニュファクチャ リングシステムズ(株)	BH20	20	100	櫻田
377	ロジックアナライザ	アジレントテクノロジー(株)	16804A	20	240	櫻田
378	オシロスコープ	アジレントテクノロジー(株)	DSO7104A	21	100	櫻田
379	高分解能・光学スケール	ソニーマニュファクチャ リングシステムズ	BH25, BD96-B1400HC特	21	110	櫻田

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
380	ファンクションジェネレータ(2ch出力)	テクトロニクス株式会社	AFG3252	21	100	櫻田
381	レーザ干渉変位計システム	株式会社小野測器	LV-2100	21	120	櫻田
382	除振台	明立精機	MAPS-008A-G1010	22	270	櫻田
383	走査型プローブ顕微鏡	エスアイアイ・ナノテクノロ ジ株式会社	L-trace II	24	670	櫻田
384	レーザドップラ振動計	小野測器	LV-1800	25	140	櫻田
385	振動周波数分析器	株式会社エヌエフ回路設 計ブロック	FRA5097	25	120	櫻田
386	ピコメートル分解能非接触変位計	(株)マグネスケール	BN100	26	100	櫻田
387	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	26	100	櫻田
388	差動型非接触振動計	小野測器(株)	LV-1800	26	150	櫻田
389	微小トルク検出器	ユニパルス	UTM II -0.05Nm	26	100	荒川
390	GMR評価高磁界用マグネット電源	菊水電子工業	PBX20-20	10	100	山川
391	発振器	HP	HP81110A	11	240	木谷
392	スポットUV照射装置	東芝ライテック	トスキュア250	5	290	木谷
393	クリーンブースC(H17導入)	日本エアテック	ACB-352C-特型	7	120	木谷
394	光学顕微鏡	ニコン	MM-11U	7	580	木谷
395	ローパスフィルタ	エヌエフ回路設計ブロック	3660A	9	430	木谷
396	ロングメモリオシロスコープ	レクロイ	LC574AL	11	670	木谷
397	オシロスコープ	Agilent Technologies	54622A	12	100	木谷
398	スペクトラムアナライザ	Agilent Technologies	E4411B	12	100	木谷
399	高精度スピンスタンド	協同電子システム	LS1000/500PS-II K	16	2,450	木谷
400	磁気抵抗測定装置	ハヤマ	MRMS-10K	20	3,700	鈴木
401	スイッチ・マトリックス	ケースレーインズツルメン ツ株式会社	4200-UL-LS-12	21	100	鈴木
402	GPIB直流電源装置	菊水電子	PB×40-5	5	260	神田
403	スポット溶接機	松下電器	YG501SPF	5	300	丹
404	バランスングマシン	長浜製作所	RI00/RI0/RS1	16	320	森
405	小型旋盤	エムコ社	コンパクト8	5	580	櫻田
406	立型帯鋸盤	ラクソー	VWS-55	5	280	櫻田
407	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	27	100	荒川
408	偏光顕微鏡	オリンパス光学工業(株)	BHS-751-P型	S62	100	梁瀬
409	ワードジェネレーター	HP	HP8110A	7	100	梁瀬
410	顕微鏡用デジタルカメラ	ニコン	DS-Fi1	19	100	梁瀬
411	高フレームレートカメラ	Point Grey Research	Dragonfly Express DX-BW-CS	20	100	梁瀬
412	高性能LD光源	メスグリオ	56RCS002/HV	21	100	梁瀬
413	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	25	130	梁瀬
414	高速カメラ	(株)ディテクト	HAS-D3M	25	100	近藤(祐)

No	名称等	製造元	仕様・品質等	購入年度 (平成)	使用料 (円/時間)	担当者
415	液晶配向シミュレータ	シンテック(株)	LCD MASTER 3D	18	190	梁瀬
416	ラビング装置	E.H.C(株)	MR-100	18	270	梁瀬
417	UV加圧硬化装置	E. H. C	MLP-320G	19	100	梁瀬
418	シール剤塗布装置	岩下エンジニアリング	Ez-ROBO5/ACCURA DG	20	100	梁瀬
419	アッペ屈折計	アタゴ	DR-M4/1550	21	100	梁瀬
420	ヘッド顕微鏡セット(ボアスコープ)	オリンパス	G080- 034-090-55	5	100	梁瀬
421	光スペクトラムアナライザ	横河電機	AQ-6315B	16	330	梁瀬
422	照明光学系設計システム	Zemax社	OpticStudio Professional版	27	210	梁瀬
423	B-Hループメータ(解析装置付き)	テスラ	MODEL4800(解析装置: マイテック: 高感度 M-VSM500R)	4	1,350	山川
424	ズーム顕微鏡	ユニオン光学(株)	DZ2-SH	9	230	山川
425	LCRメータ	HP	HP4284A	7	600	森
426	軟磁性用振動試料型磁力計	マイテック	高感度 M-VSM500R	7	360	新宅
427	アンプ付き電流プローブ	ソニーテクトロニクス	AM503S+op05	11	100	木谷
428	デジタルオシロスコープ	LeCroy	WR6051A	16	100	木谷
429	ファンクションゼネレータ	ソニーテクトロニクス	AFG2020	4	590	神田
430	標準電圧電流発生器	アドバンテスト	R6161	5	230	神田
431	マルチメータ	HP	HP3458A	5	330	神田
432	一軸面内磁場印加マニュアルプローバー	ハインソル(株)	HMP-400SMS-Entry型	27	350	神田
433	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	26	1,600	荒川
434	インピーダンスアナライザ	HP	HP4291A	6	1,650	黒澤
435	カオス解析システム	コンピュータコンビニエン		12	140	黒澤
436	誘電率測定フィクスチャ	Agilent	16453A	20	100	黒澤
437	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	16	140	黒澤
438	スペクトラムアナライザ	アドバンテスト	R3361A	4	100	木谷
439	高周波連続可変フィルタ(HI1導入)	エヌエフ回路設計ブロック	3660A	11	170	木谷
440	フォトリソグラフ用クリーンオーブン	榎本化成	CSO-402BF	12	150	内田(勝)
441	アライナ用クリーンブース	三基計装株式会社	SCB-2-201520	21	100	内田(勝)
442	スピコンータ	ミカサ株式会社	MS-A150	21	130	内田(勝)

秋田県産業技術センター
業務年報

2016年(平成28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

FAX 018-865-3949

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

Home page : <http://www.rdc.pref.akita.jp/>

