

平成27年度

福島県ハイテクプラザ

試験研究概要集



福島県ハイテクプラザ
FUKUSHIMA TECHNOLOGY CENTRE

平成27年度 福島県ハイテクプラザ 試験研究概要集

目 次

1 企業支援業務

- (1) 福島の未来を担う開発型企業育成支援事業
 - 石炭灰を利用した粒状固化処理材の実用化・・・・・・・・・・・・・・・・・・1
 - アルミニウムダイキャストADC12への黒アルマイト・・・・・・・・・・・・2
 - カメラ型センサ技術を活用した工業製品の挙動解析・・・・・・・・・・・・3
 - 金属積層造形製品の品質向上技術の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・4
 - 深層学習 Deep Learning を用いた物体識別と位置検出・・・・・・・・・・・・5
 - 樹脂コーティング繊維を活用したライフテキスタイル製品の開発・・・・・・・・6
 - ニット用特殊加工糸に関するデニット巻取装置の開発・・・・・・・・・・・・7
 - 瓶内二次発酵による微発泡酒の製造管理・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8
 - 摘果された柑橘類果実の品質管理方法の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9
 - 脚物家具に適した桐集成化技術の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10
 - 高品質ステンレス容器の溶接焼け低減技術・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11
- (2) 酵母開発・頒布事業
 - 福島県オリジナル酵母の改良・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・12

2 技術開発業務

- (1) チャレンジふくしま「ロボット産業革命の地」創出事業
 - 電気防獣柵漏電検出・通報装置と自走式電気防獣柵除草ロボットの開発・・・・・・・・13
- (2) ふくしまから はじめよう。産総研福島拠点連携技術開発推進事業
 - 太陽光発電用シリコンウェハの加工技術に関する研究・・・・・・・・・・・・14
- (3) ふくしまから はじめよう。震災対応技術実用化支援事業
 - 災害時における超音波センシングシステムの開発・・・・・・・・・・・・・・・・15
- (4) ハイテクプラザ研究開発事業
 - CAEによる電子デバイスの信頼性評価手法の確立ー第2報ー・・・・・・・・・・・・16
 - 本藍染めによる自動染色システムの試作開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・17
 - 県産醸造製品の品質向上に向けた高品質製造技術の確立・・・・・・・・・・・・18
- (5) 産業廃棄物減量化・再資源化技術支援事業
 - 未利用農産物等の機能性成分を活かした加工技術の開発・・・・・・・・・・・・19
- (6) いのちを守る地域農作業安全推進事業
 - 簡易型転落・転倒警報装置の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・20
- (7) 受託研究開発事業
 - 超小型高性能面実装サーミアブソーバーの商品化に伴う試作開発と量産設備試作開発
・・21
 - アルミ合金鋳物における潜在的な欠陥発生予測のための組織解析技術の確立・・・・22
 - 縫合溶解糸を用いた縫製品の開発と低コスト分解処理システムの構築・・・・・・・・23
 - 絹タンパクの改質加工による高機能化シルク織物の開発・・・・・・・・・・・・24
 - ニットとテキスタイルの融合によるオンリーワン・ファッション衣料の開発と販売
ーニットと織物の融合生地の開発とファッション衣料の製品化ー・・・・・・・・25
 - ーシルクとカシミアによるニットおよび織物用最新ブレードー意匠糸の製品化ー・・・・26
- (8) 共同研究開発事業
 - 高い耐放射線能力と軽量で高強度な複合材料の開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・27

- 3 用語解説 (本文下線)・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28-31

石炭灰を利用した粒状固化処理材の実用化

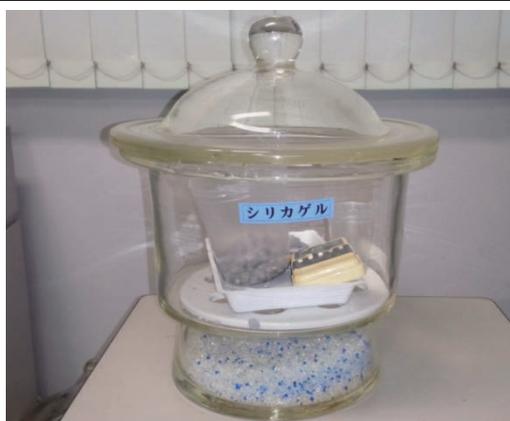


図1 湿度制御下の養生実験



図2 炭酸化促進実験

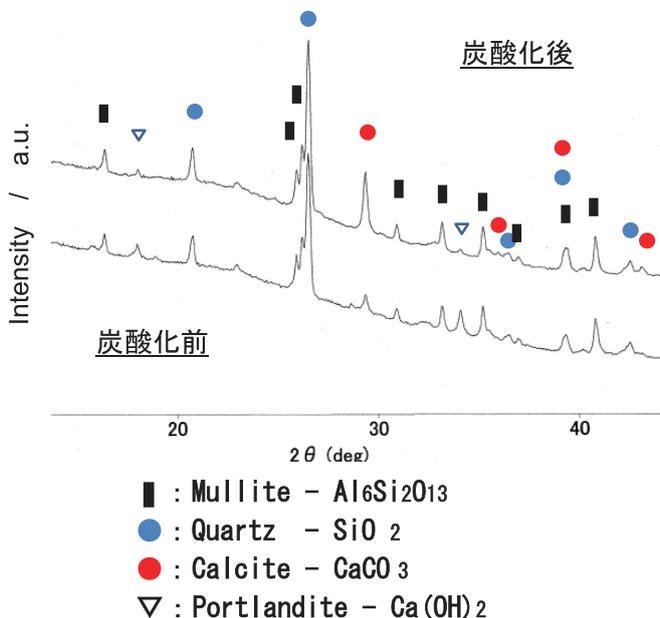


図3 エックス線回折による粒状固化材の評価例

炭酸化反応



が、評価可能

長時間経過しても、有害物質の溶出が少ない粒状固化材を製造するための条件を検討しました。その結果、低湿度で養生した粒状固化材が、炭酸化しにくく安定であることがわかりました。また二酸化炭素下で粒状固化材の炭酸化が促進されることを確認しました。

相馬環境サービス（株）では、相馬共同火力（株）新地発電所から排出される石炭灰の運搬や埋設処理に加え、石炭灰の有効利用法の開発も行っています。石炭灰の有効利用は全国的に見ても重要な課題です。相馬環境サービスでは石炭灰を原料に、埋戻しや路盤材などに使用できる粒状固化材の開発に取り組んでいます。

粒状固化材は石炭灰、セメント、不溶化剤などを混練、造粒して製造しますが、製造後空气中の二酸化炭素で炭酸化反応が進行、pHが低下し、ほう素やひ素が溶出する問題があります。この抑制のため、「不溶化剤」が添加されていますが、なお製造条件による品質の変動があります。特に混練後に屋内で養生するか、屋外で養生するかが品質に影響することが経験的に明らかになっています。

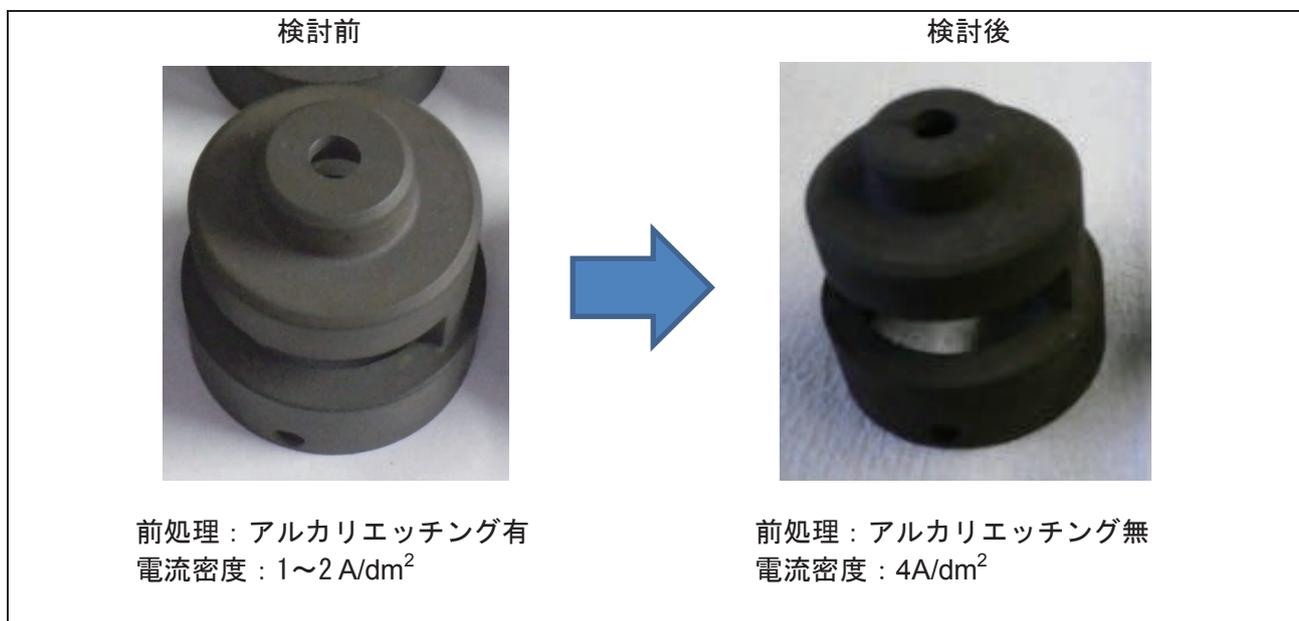
そこで本研究では、養生時の湿度環境が品質に影響すると仮定し、試験を行いました。また従来行っていた溶出試験の他、熱重量分析やエックス線回折分析による評価を検討しました。さらに粒状固化体を二酸化炭素中に置く「粒状固化体炭酸化促進試験」の可能性を検討しました。その結果、熱重量分析やエックス線回折分析で炭酸化の評価ができること、低湿度養生の粒状固化体が炭酸化しにくいこと、二酸化炭素中で炭酸化が促進されることなどがわかりました。今後はこの研究での知見の生産現場での活用が課題です。

技術開発部 工業材料科

加藤和裕 長谷川隆 中山誠一

アルミニウムダイキャストADC12への黒アルマイト

—現場支援に向けての試作検討結果—



アルミニウムダイキャストADC12はアルマイトが難しい材料とされていますが、フッ酸系前処理液やシュウ酸電解液及び電流反転電源を用いずに、電流密度など通常の処理条件を見直すことで黒色アルマイト皮膜を成膜することができました。

アルミニウムダイキャストはアルミニウムのもつ軽量性、加工性の面から、自動車部品や機械部品でよく使用される材料です。その中でアルミニウムダイキャストADC12は铸造性がよく、高強度であることから代表的な材料として使用されています。

そのADC12に耐食性、耐摩耗性及び装飾性など高付加価値を求める場合は、表面処理が行われます。代表的な表面処理法はアルマイトですが、ADC12はシリコンの含有量が多いため、アルマイトが困難な材料とされています。そのため、前処理でフッ酸を用いてシリコンを溶解したり、アルマイト皮膜自身の電気抵抗が高くなるために比較的膜厚の均一な皮膜を得られるシュウ酸を電解浴に用いたり、あるいは、電流反転電源を用いて処理しています。

今回、これらの前処理液や電解液及び設備を用いなくて、通常のアルマイトの手法を見直してADC12にアルマイトを試みました。電流密度4A/dm²で処理した結果、アルマイト皮膜を成膜することができました。また、通常行うアルカリエッチングを省いたほうが、素材への損傷

が少ないことがわかりました。更に、黒色染料を用いてアルマイト皮膜に染色も行いました。染色後に行う封孔処理について、通常の酢酸ニッケル系封孔処理ではなく、沸騰水封孔処理を行った方が、黒色が濃い傾向にあることもわかりました。以上の結果、ADC12に黒色アルマイト皮膜を成膜することができました。

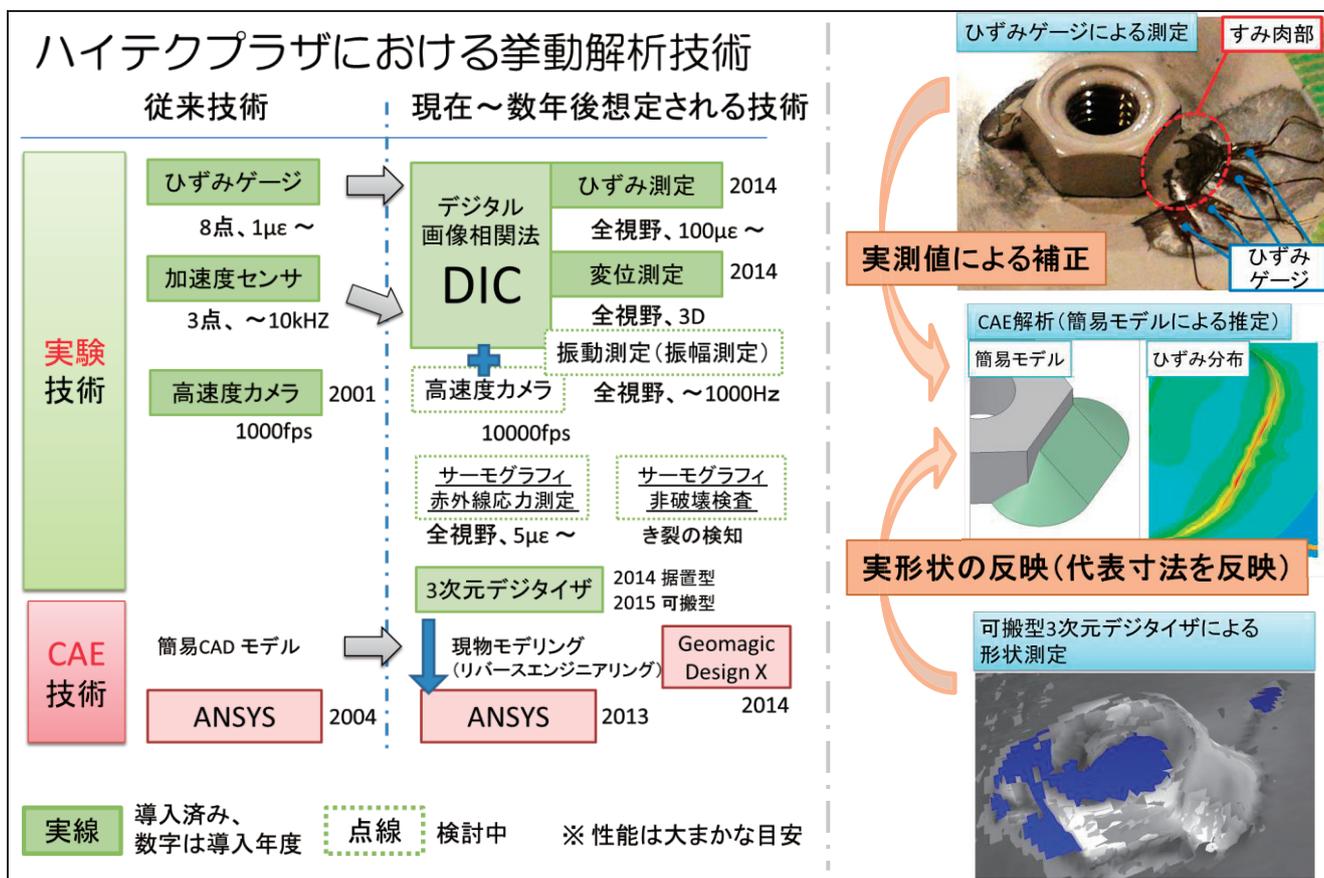
技術開発部 工業材料科

齋藤宏

株式会社鈴木電気化学研究所

酒井延子

カメラ型センサ技術を活用した工業製品の挙動解析



溶接ナットのすみ肉溶接部のひずみ測定について、各手法の比較検討を行った結果、デジタル画像相関法によるひずみ測定は疲労限度レベルの測定としては不向きであり、ひずみゲージ測定と3次元デジタイザによる形状測定をCAE解析に統合する手法が、設計から品質保証まで共通して利用できる点で有望であることを確認しました。

振動荷重を受ける工業製品では、溶接部などで疲労破壊が生じることが多く、設計、製造、品質保証など製品づくりの各段階で重要な課題となっています。従来、これらの評価にはひずみゲージや加速度センサでの測定が利用されていましたが、これらは点測定、一方向測定であり、多数の部品からなる工業製品の複雑な挙動を把握するには不十分でした。

これに対し、近年、光学カメラで撮影したデジタル画像をもとに、物体の形状、運動、変形を測定する技術や、何らかのセンサ、手法で測定したデータを光学カメラの画像と合成して表示する技術などが利用され始めています。

これらの技術では、カメラ視野中での多点測定が可能であることや、直感的に分かり易いデータを得られることが共通のメリットであり、

その活用が大いに期待されています。

本研究では、上記の技術群を「カメラ型センサ技術」と総称し一体的に捉え、挙動解析技術として、どのような利用が可能か、ハイテクプラザで導入された機器を中心に、以下の2つの手法について検討を行いました。

① デジタル画像相関法による変位測定を高速度カメラで得られた画像に対して適用した振動測定。

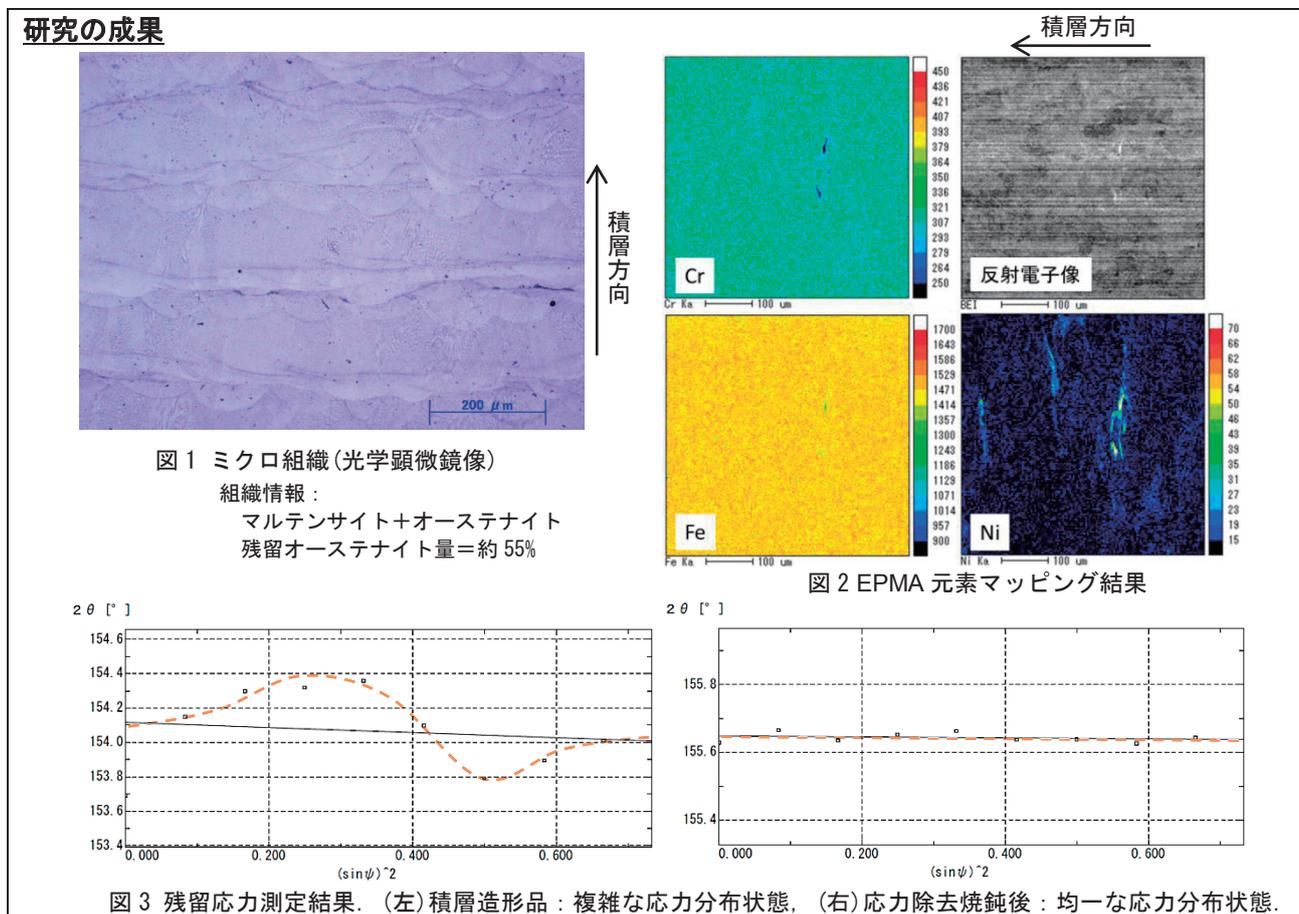
② 溶接ナットのすみ肉溶接部を対象とするデジタル画像相関法によるひずみ測定。

本報告では、溶接ナット部のひずみ測定について記載します。

技術開発部 工業材料科
 工藤弘行

金属積層造形製品の品質向上技術の開発

—金属積層造形法により形成されるマイクロ組織的特徴の調査—



金属積層造形法により形成されるマイクロ組織的特徴を調査しました。その結果、特異的な凝固組織を持つとともに、複雑な応力分布状態となっていることが分かりました。このようなマイクロ組織的な特徴を把握することで、品質向上につながると考えられます。

レーザーを用いた金属積層造形では、材料や製品形状によっては、スパッタ、すず、反り・割れなどが発生することが課題となっています。しかし、これらの不良現象のメカニズムは未だ明らかとなっていないため、試行錯誤的なものづくりが行われているのが現状です。原因として、不良現象に関連するパラメータが多すぎて、系統立った知見が得られていないことが挙げられます。

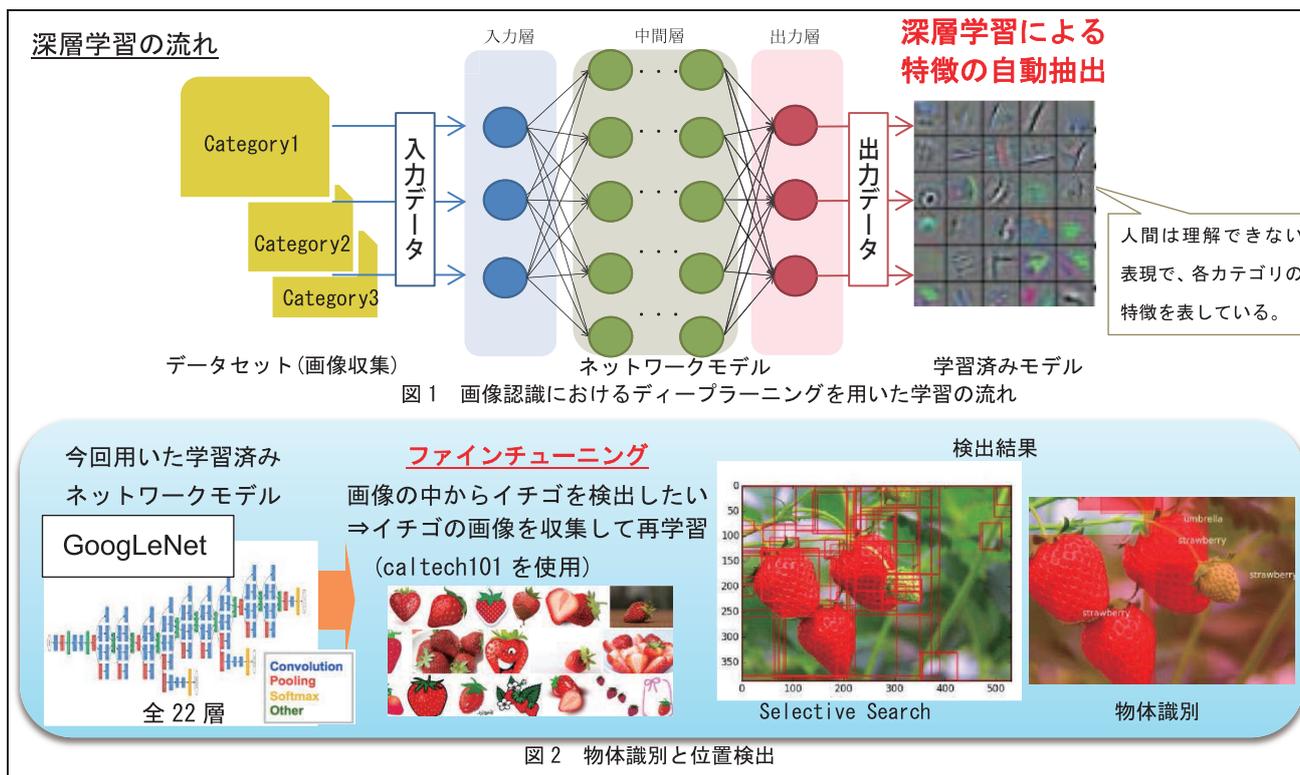
そこで本研究では、マルテンサイト系ステンレス鋼の粉末で作製した直方体の試験片を用いて、マイクロ組織解析や超微小押し込み試験などにより、反りや割れにつながる組織因子について調査を行いました。

本研究で調査した試験片のように十分な入熱

のある金属積層造形法では、レーザー溶接のように金属粉末が急速に熔融・凝固します。そのため、図1及び2に示すようにマイクロ組織はうろこ状となり、凝固偏析（元素濃度のムラ）が生じることが分かりました。また、マルテンサイト系でありながら、オーステナイト相も比較的多く残留していることが分かりました。このようなマイクロ組織的な特徴が図3に示すような複雑な内部歪み（残留応力）分布を生み出し、最悪の場合には反りや割れ等の不良につながると考えられます。

技術開発部 工業材料科
光井啓 工藤弘行 小柴佳子

深層学習 Deep Learning を用いた物体識別と位置検出



自動走行システムや移動ロボットのソフトウェア開発において、移動時の物体識別には従来パターンマッチング等の技術が用いられてきましたが、状況の変化等に対する適応性に欠けていました。そこで、そのような課題に対して、Deep Learning と呼ばれる手法を適用し、様々な状況下の画像から構築した学習モデルによって、対象部位の物体識別、位置検出について検証しました。

ディープラーニングは、近年注目を集めている技術で、機械学習による会話、テキストあるいは画像識別の分野に画期的な進歩をもたらしています。この手法では、多数の非表示レイヤーを持つニューラルネットワークを用いてコンピュータが自律的にタスクの習得、情報の整理、パターン検出を行います。

根幹にある技術であるニューラルネットワークは、1960年代に開発されましたが、近年再び注目されています。ニューラルネットワークは大きく3層（入力層、中間層、出力層）に分けられます。入力データは各層を通過して処理され、出力結果が作られます。こうした一連の流れにより、識別が可能となります。ディープラーニングは、特に中間層が2層以上のネットワークを対象にした学習手法です。特徴が自動で抽出されることが最大のメリットです（図1）。

本技術開発では、この手法を用いた画像処理による物体識別を行いました。

以下に画像処理環境及び検出結果を示します。

フレームワーク : Chainer1.6 & digits3
言語 : Python2.7
OS : Ubuntu14.04
GPU : NVIDIA Quadro K2200
ネットワークモデル : GoogLeNet

図2のように画像からSelective Searchを行った後、その物体について学習モデルを適用し、最も類似する分類として識別します。

今回は、101項目のカテゴリに分類されたデータセットを用いて実験を行いました。その結果、物体識別及び位置検出をすることができました。今後は、更に多くのデータを活用し、認識の精度を向上させることが課題です。

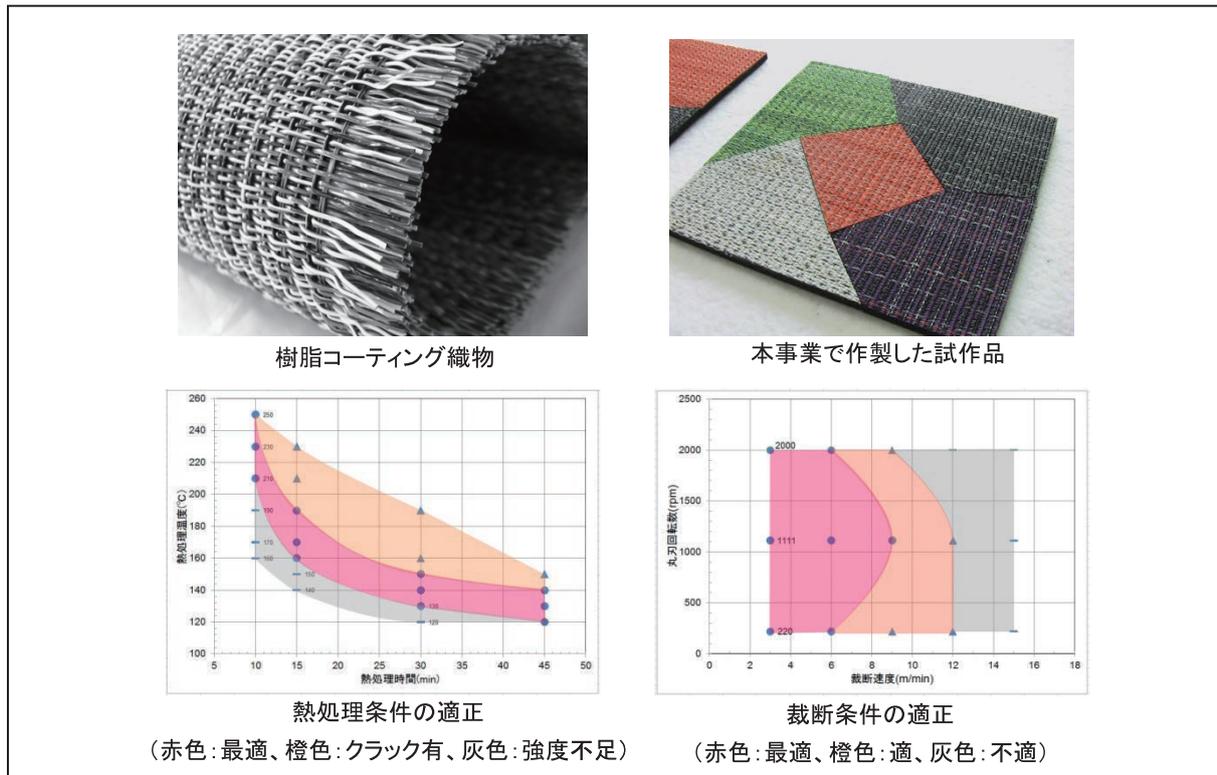
技術開発部 生産・加工科

牛坂慶太 太田悟 浜尾和秀

株式会社東日本計算センター R&Dセンター

中野修三

樹脂コーティング繊維を活用したライフテキスタイル製品の開発



提案企業の固有技術である二色押出成形と広幅織物製織の技術を組み合わせ、ライフテキスタイル製品の試作開発支援を行いました。その結果、熱処理条件及び裁断条件を絞り込むことで、安定した加工条件を導きました。

提案企業では、新商品開発を目的に数年前から押出成形機の新規導入を進め、カラーコーティング繊維の製造技術を蓄積しています。

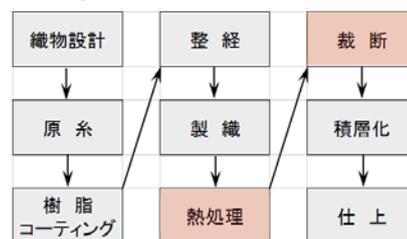
この固有技術をインテリア、エクステリア分野等のライフテキスタイル製品として展開し、将来的には企画、製造、販売までビジネス化したいと考えています。

技術課題として、現状の樹脂コーティングされた織物単体の組合せでは、想定する市場ニーズ製品に限界があり、別途基材となる副資材との組合せにより試作対象品を検討する必要があります。

一方、高速自動裁断機によるテストカットでは、バキューム裁断後に切断面から繊維組織が崩れるため保形性に大きな課題があり、裁断前に織物組織を固定化(熱溶着)する熱処理条件を導く必要があります。

さらに、高速自動裁断機を使い多彩なパーツ形状の組合せと寸法精度に優れたカッティングを実現可能とするため、高速裁断条件を導く必

要があります。



樹脂コーティング織物の作成手順

本事業では提案企業と共同で試作対象品の絞り込み、熱処理条件及び高速裁断条件の最適化に取り組んだ結果、上図に示す各加工条件の提案と試作対象品の作製を行いました。今後はデザイン、コスト、性能評価を踏まえて試作品づくりに反映させる予定です。

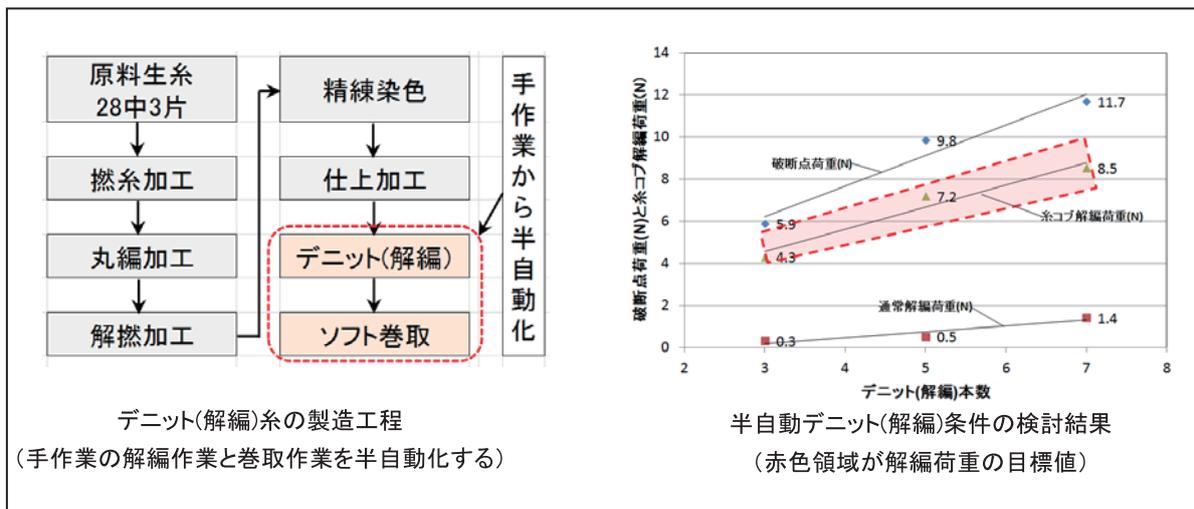
福島技術支援センター 繊維・材料科

東瀬慎 長澤浩 中村和由 佐々木ふさ子

アルテクロス株式会社

川崎元裕 田中貴之 佐藤美和子

ニット用特殊加工糸に関するデニット巻取装置の開発



人間の指先による「扱き」と呼ばれる熟練を要する手作業を半自動化するため、①デニット(解編)する機構と、②積極送りを持つ巻取機構に分けて課題解決に取り組みました。その結果、連続運転可能な加工条件を見出し、半自動のデニット巻取装置の提案を行いました。

ローシルク(絹糸)100%のニットは重く、型崩れし易い欠点があります。仮に紡績糸特有の風合い(高刚性)を、高品質なローシルクで再現できれば、市場競争力の高いニット製品の提案が可能です。

現在デニット(解編)糸の製造は、ひも状のローシルク100%の特殊加工糸から、手作業によりデニット(解編)し、糸が伸び切らないようソフトにボビン巻きを行うことで作製しています。



圧倒的な高刚性の違い(同重量)

一般的なモノフィラメント糸は、容易にデニット(解編)可能ですが、本事業で加工する生糸強撚糸を使用した特殊加工糸は、撚糸工程により強い撚りが掛かっており、デニット(解編)の際に、絡み合う糸コブを解く作業が必要となります。

そのため人間の指先による「扱き」と呼ばれる熟練を要する手作業に頼り、市販の巻取装置では対応することが出来ません。

また市販の巻取装置では、糸が伸び切り、強調すべき超ソフト感の風合いが損なわれてしまうという課題があります。

そこで本事業では、①デニット(解編)する機構と、②積極送りを持つ巻取機構の課題解決を行いました。具体的にはデニット(解編)機構に関する代替素材、解編荷重、不良検出の検討と、積極送りを持つ巻取機構に関する巻取速度の検討について取り組んだ結果、半自動機によるデニット(解編)条件とデニット(解編)装置の課題解決を行いました。

その結果、開発したデニット(解編)糸は柔らかく、伸縮性に富むため、今後手作業に替わる半自動機が連続的に稼働すれば、市場競争力の高い新たなニット用絹加工糸の安定供給が期待できます。

福島技術支援センター 繊維・材料科

東瀬慎 長澤浩 中村和由 佐々木ふさ子
菅野繊維株式会社
菅野京一 清野光一

瓶内二次発酵による微発泡酒の製造管理

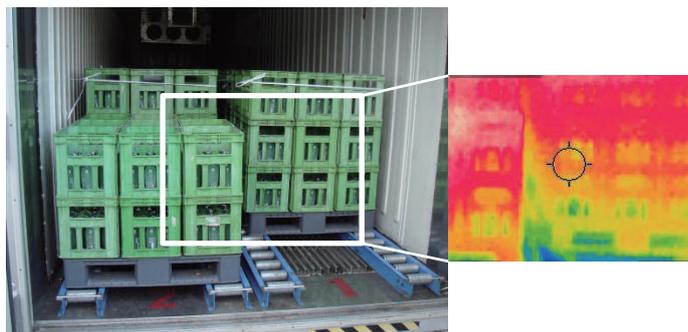


図1. 瓶内二次発酵コンテナ内熱画像

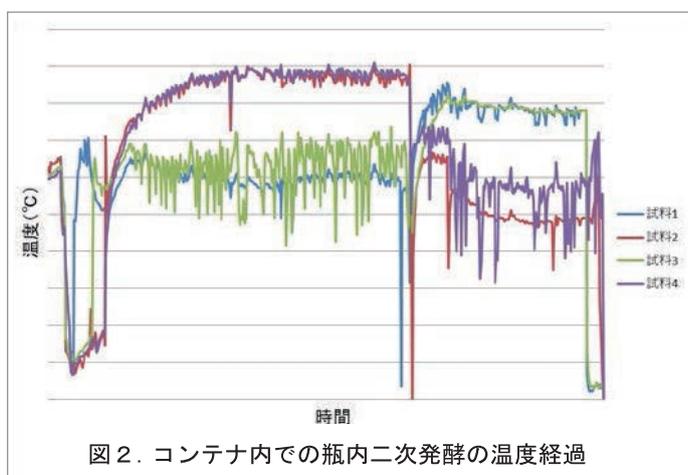


図2. コンテナ内での瓶内二次発酵の温度経過



前培養条件検討 → スターター条件検討



瓶内二次発酵条件検討 → ガス圧安定化



微発泡酒

図3. 発酵条件の最適化によるガス圧安定化

末廣酒造(株)で醸される微発泡酒は酵母の瓶内二次発酵によるシャンパン製法と同じ原理で造られるお酒です。瓶内二次発酵は小さな瓶内で安定した酵母の発酵を行い、一定のガス圧に調整する必要があるため一般的に製造管理が難しいとされています。そこで高品質でより安定したガス圧となる製造管理方法を確立させるため、スターターや瓶内二次発酵条件の最適化を検討しました。

末廣酒造(株)が従来の清酒と異なるコンセプトで開発した微発泡酒は低アルコールで爽やかな甘さを持ったキメ細やかな泡立ちの微発泡のお酒です。製法はスターターとなる粗搾りしたお酒を瓶詰めし、シャンパンと同じ原理である瓶内二次発酵にて自然の炭酸ガスを封じ込めて造られます。瓶内二次発酵は小さな瓶内で安定した酵母の発酵を行い、一定のガス圧に調整する必要があるため一般的に製造管理が難しいとされています。そこで本研究では高品質な酒質でより安定したガス圧となるスターターや瓶内二次発酵条件の最適化を検討しました。

まず、瓶内二次発酵を行うコンテナ内温度を熱画像で確認したところコンテナの上下で若干差があることから、温度データロガーを用いて

瓶内二次発酵中の温度差を把握しました。コンテナの上下位置での平均発酵温度差が約3℃ありましたが、ケース積み替えや送風等の工夫により平均発酵温度の差として1℃程度に抑えられることを確認しました。前培養及びスターターは瓶内二次発酵を行う酵母を増殖する重要な役目があります。そこでピルビン酸濃度による酵母活性やメチレンブルー染色による酵母死滅率等を指標として仕込み配合や発酵温度を検討して最適条件を見出しました。さらに実際に瓶内二次発酵試験を行いガス圧の安定化および官能評価による酒質の高品質化を検討しました。

会津若松技術支援センター 醸造・食品科

高橋亮 中島奈津子 菊地伸広 鈴木賢二

末廣酒造株式会社

新城猪之吉 津佐幸明 菊池謙作

摘果された柑橘類果実の品質管理方法の開発

表1 柑橘類の保存温度による色差(a*b*)の変化

日	ゆず				ゆこう				すだち			
	2℃		15℃		2℃		15℃		2℃		15℃	
	a*	b*	a*	b*	a*	b*	a*	b*	a*	b*	a*	b*
0	7.83	49.27	7.83	49.27	-10.87	27.81	-10.87	27.81	-10.73	15.40	-10.73	15.40
15	6.78	46.70	5.23	45.68	-10.21	38.08	-8.67	34.43	-12.21	24.77	-10.75	18.30
30	-2.62	57.52			-14.74	37.60						
45	-2.10	37.73			-10.03	24.26	-10.46	28.83	-14.76	44.02	-10.30	50.48

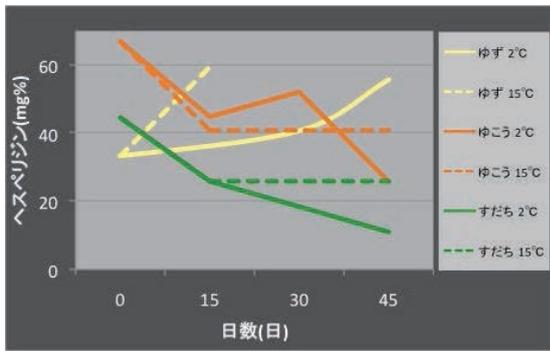


図1 果汁のヘスペリジン含量の変化

図2 試験に供した柑橘類(2℃ 15℃保存)

柑橘類果実を原料とした清酒リキュールを安定して製造するため、原料となる果実の収穫後の成分変化を分析しました。保存中の果皮色が、香味特性に優れた搾汁のタイミングを計る指標になる可能性が示唆されました。

柑橘類果実を原料とした加工品を製造しようとするとき、搾汁のタイミングによって旨味、甘味、酸味のバランスにばらつきが生じ、製品の品質が安定しにくくなります。香味バランスに優れた搾汁のタイミングについて検討するため、ゆず、ゆこう、すだちの3種類の柑橘類について、果実保存中の成分変化(Brix、酸度、有機酸組成、アミノ酸組成)について分析しました。また、柑橘類果実にはフラボノイド類を主とした苦味成分が含まれ、加工時にこの苦味が問題となることがあります。3種類の柑橘類に共通して含まれるフラボノイドの一種、ヘスペリジンの含量を定量し、経時的変化を分析しました。その結果、ゆこう、すだちは保存期間が長くなるほど苦味成分(ヘスペリジン)が減少するのに対し、ゆずでは増加する傾向があることから収穫後は長期保存せず加工することが望ましいことがわかりました(図1)。また、外

観上の変化について、果皮色の色調を色差計にて測定して検討しました(表1)。ゆこうは他の2品種に比べて果実個体ごとの色差が大きく、果皮の色ムラが多いことから、明確な差は見られませんでした。しかし、ゆずは保存が長くなると果皮色から黄色味が減り、赤味が減ること、また、すだちは長期保存すると極端に黄味が強くなることがわかりました。ゆず、すだちについては、果皮色から果実収穫後の経過日数を大まかに判別できることから、果実の鮮度や成分値を搾汁せず知るための指標として、果皮色の色差が活用できる可能性が示唆されました。

会津若松技術支援センター 醸造・食品科
 中島奈津子 菊地伸広 高橋亮 鈴木賢二
 榮川酒造株式会社
 宮森優治 横山直行

脚物家具に適した桐集成化技術の開発

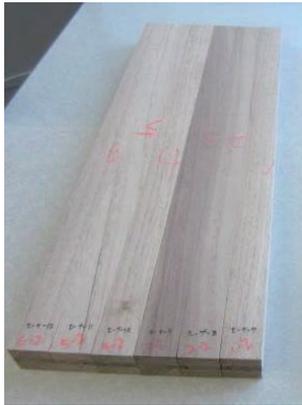


図1. 桐と異種木材を組み合わせた集成材

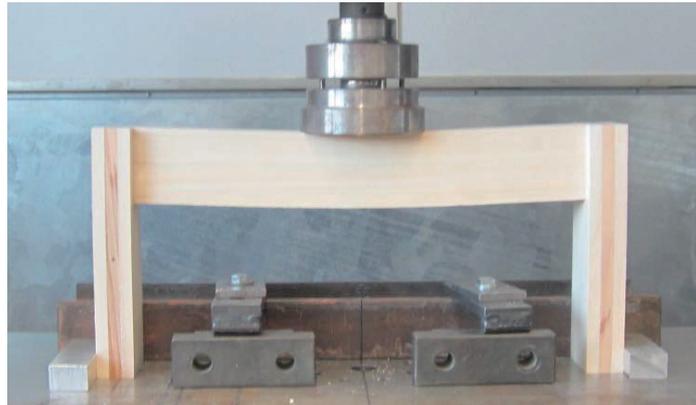


図2. 門型ダボ接合の試験体（桐+ブナ+桐）

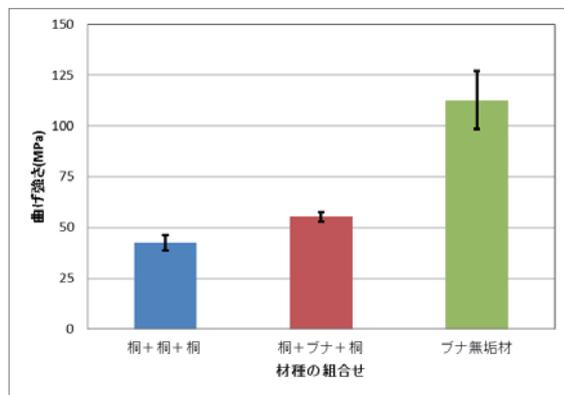


図3. 各種桐集成材の曲げ強さの測定結果

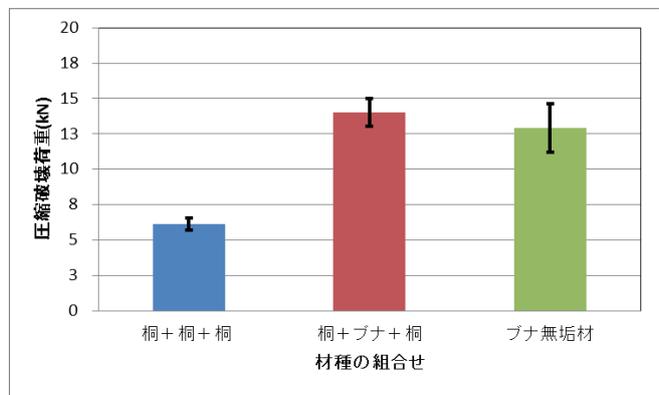


図4. 門型ダボ接合の圧縮破壊荷重の測定結果

本技術開発では桐材を脚物家具に利用するための桐集成化技術を開発することを目標としました。そこで桐の強度を補うために、表面に桐材を配して芯の部分に強度が高い異種木材を組み合わせた3プライの集成化を行った結果、桐単体で集成化した材料よりも強度の高い材料を作ることができました。

桐は他の樹種と比較して強度が小さいことが知られており、強度が求められるスツール等の脚物家具にはあまり利用されていませんでした。しかし桐を利用できれば従来よりも軽く扱いやすく、桐の直通で美しい木目や温かみのある質感を生かした脚物家具をつくることができます。そこで本技術開発では桐材を脚物家具に利用するための桐集成化技術を開発することを目標としました。

桐の強度を補うために、表面に桐材を配して芯の部分に強度が高い異種木材を組み合わせた3プライの集成方法を検討しました。桐とブナを組み合わせて製作した集成材料を曲げ強さで比較したところ桐単体の集成材料と比較して約

1.3倍の強度となりました。しかし脚物家具に好まれるブナ材と比較すると半分以下の値でした。

また、それらの集成材料を使って家具を模した門型ダボ接合を施した試験体を製作し圧縮破壊試験を行いました。そのときの圧縮破壊荷重を測定したところ、桐とブナを組み合わせた集成材料がブナ無垢材と同等の圧縮破壊荷重を示しました。

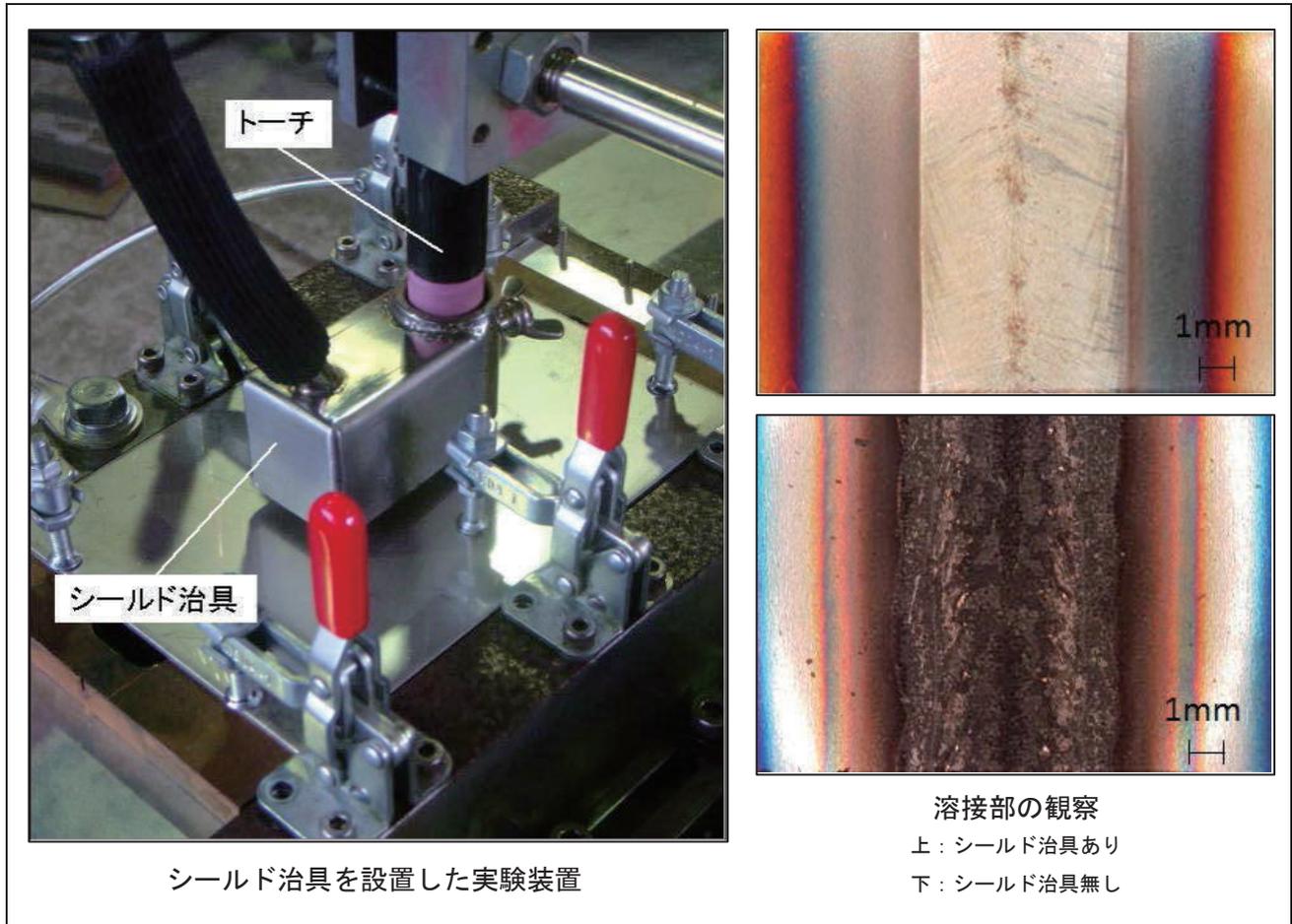
会津若松技術支援センター 産業工芸科

齋藤勇人 橋本春夫

株式会社會津松本

松本亘平

高品質ステンレス容器の溶接焼け低減技術



溶接部の耐食性向上と次工程の工数削減のため、TIG溶接時に発生する溶接焼けを低減する溶接技術を検討しました。その結果、通常よりも溶接焼けを低減する技術を開発することができました。

溶接部は高温になるため、その表面が大気と触れて酸化や窒化することによって溶接焼けが発生します。溶接金属に発生する溶接焼けでは材料に含まれているCrが濃化します。そのため、溶接金属中ではCrの濃度が低下するので、それに伴って耐食性も低下します。また、溶接焼けは製品の外観を著しく損なうため、次工程でバフや電解等の研磨を行って取り除く必要があります。しかし、研磨後も溶接焼けの一部が残存して不良となるため、廃棄や再研磨による工数の増大が問題になります。そこで、溶接焼けを低減することによって、耐食性向上と大幅な工数の削減ができます。

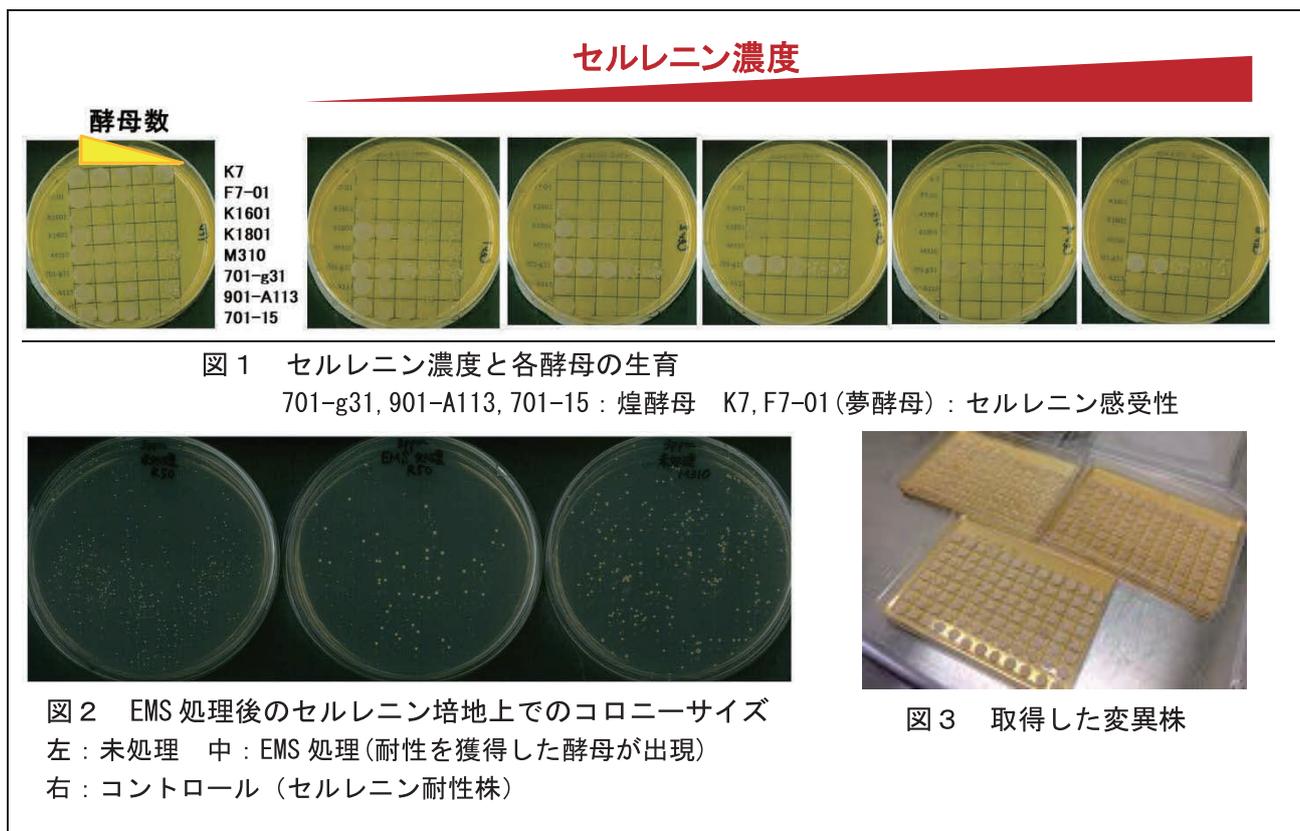
TIG溶接法はトーチの先端からシールドガスを噴出し、その雰囲気中で発生させるアークを熱源として溶接を行います。従って、アーク

の近傍では、シールドガスによって大気から遮断されるシールド効果が働いているので、溶接部は酸化や窒化することはありません。しかし、アークの移動に伴ってシールド効果は低下するため、溶接焼けが発生します。そこで、シールド効果の低下を防止することで、溶接焼けを低減することができます。

今回は、シールド効果の低下を防止するためのシールド治具を製作して溶接実験を行いました。その結果、シールド治具を使用しない通常の溶接よりも、溶接焼けを低減することができました。

いわき技術支援センター 機械・材料科
佐藤善久 渡邊孝康

福島県オリジナル酵母の改良



平成20年に頒布を開始した県オリジナル吟醸酒用酵母「うつくしま煌酵母(701-g31, 901-A113, 701-15)」について、酒質向上を目指した改良を進めています。セルレニン耐性に優れた高香気特性を持つ選抜候補株を取得し、醸造特性に優れた株を選抜しています。

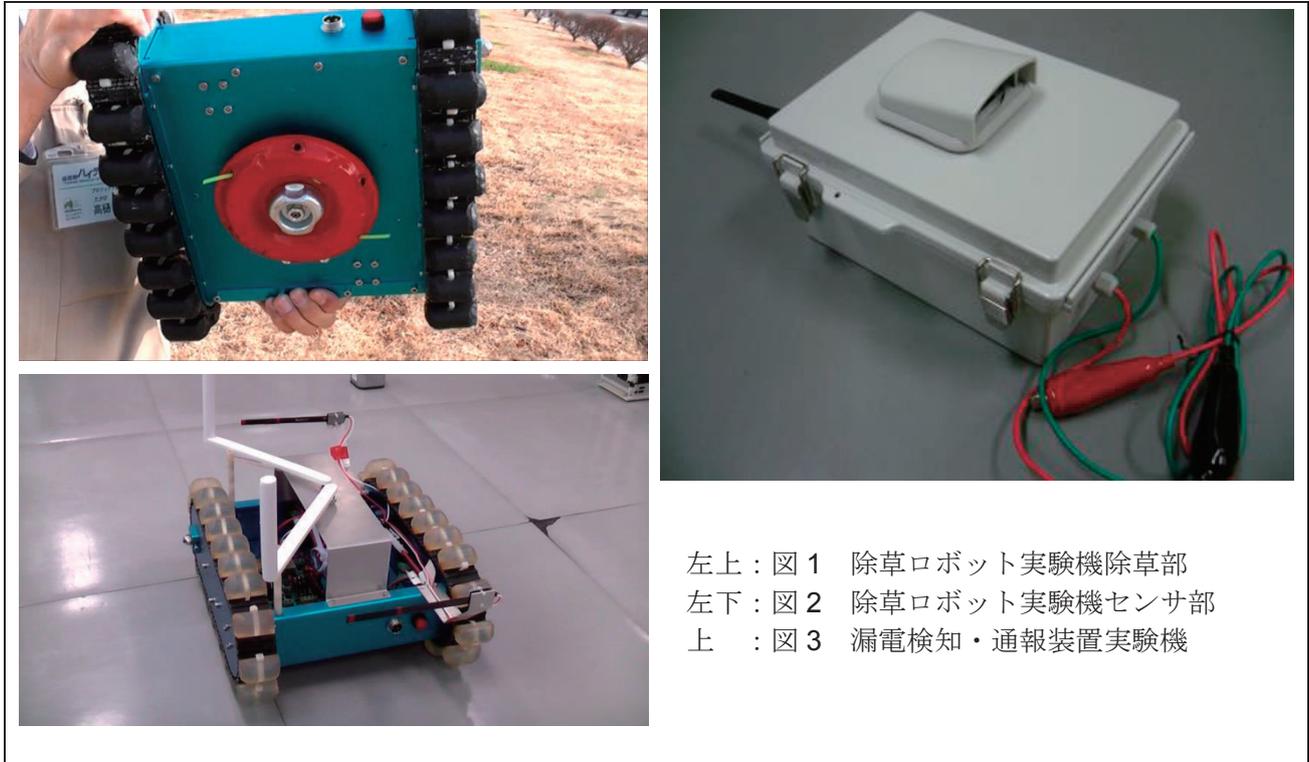
うつくしま煌酵母は、県オリジナル吟醸酒用酵母として平成20年から頒布されており、これを用いた清酒が県内清酒メーカーから毎年製造販売されています。煌酵母は、うつくしま夢酵母と異なるタイプの華やかな香気特性(カプロン酸エチル)を有し、主に高級酒の製造に用いられています。しかし、他の吟醸用酵母に比べて酸が高いことが指摘されており、また、開発当初に比べ、醸造アルコールを添加しない純米酒での使用比率が増えたことから、県内酒造メーカーから酸生成量が低く、より香気特性に優れた酵母への改良が求められていました。

これまでに取得されている酵母の中で、特にカプロン酸エチル生産能が高い菌株(701-g31)のみが極めて高い濃度(8ppm)のセルレニン培地で生育したことから、カプロン酸エチル生産能とセルレニン耐性濃度に相関があることが示唆されました。当所ではこれまで、セルレニン濃度1ppmの培地を選抜培地としていましたが、選

択性を高めるため、選抜用の培地にはこれまでよりも高濃度のセルレニン培地を用いることとしました。3種類の煌酵母について、EMS(エチルメチルスルホン酸)を用いた遺伝子変異処理を行い、変異株から高濃度セルレニン耐性に優れた菌株を取得しました。EMS濃度および処理時間は、生存率が50%となるように酵母ごとに検討し、3種類の煌酵母から高カプロン酸エチル生成能を持つ約3,000株の変異候補株を取得しました。現在、この中から酸の生成量が少ない酵母を選抜しています。選抜株をさらにアルコール耐性、濃糖耐性試験に供し、醸造特性に優れたものを選抜します。また、小仕込み試験等により、より高品質な吟醸用酵母を選抜していきます。

会津若松技術支援センター 醸造・食品科
中島奈津子 菊地伸広 高橋亮 鈴木賢二

電気防獣柵漏電検出・通報装置と自走式電気防獣柵 除草ロボットの開発



左上：図1 除草ロボット実験機除草部
左下：図2 除草ロボット実験機センサ部
上：図3 漏電検知・通報装置実験機

農作物を獣害から守るために設置された電気防獣柵において、雑草が接触し漏電することによる機能不全を通報するための漏電通報装置と、電気防獣柵近傍の雑草を自動で刈り取る自走式除草ロボットのプロトタイプの開発を行いました。その結果、漏電通報および電気防獣柵に沿った除草ロボットの自走がそれぞれ可能となりました。

獣害対策に最も有効な手段の一つが電気防獣柵の利用です。しかし、相双地区では原発事故の影響で営農者が遠方に避難しており、営農地に毎日出入りすることが困難なため、頻繁に耕作地の管理ができません。このため、雑草が伸長し電気防獣柵に接触することで漏電が発生し、たびたび機能不全に陥ります。こういった事象が多発しており、その結果、農作物に対する獣害が増加しています。また、一般の営農地においても雑草による電気防獣柵の機能不全が発生することがあります。これに対し、雑草対策として、農薬による抑草がありますが減農薬の観点から現在は推奨されません。抑草シートを利用する方法が有力ですが、安価な抑草シートは電気を通さず電気柵が機能しません。また、導電型抑草シートは有効ですが非常に高価です。そこで、電気防獣柵の機能不全から早期復旧させるため電気防獣柵の漏電通報装置と、雑草対

策のため電気防獣柵周りを除草する自動除草ロボットを開発します。

漏電通報装置は、検知した電圧が設定電圧以下になった場合に漏電と判断しメールで直接関係者に通知するシステムです。実験により設定電圧以下でメールが送信されることを確認しました。今後、漏電判断に適正な電圧を設定し、漏電通報などの実証実験を実施します。

自動除草ロボットは、電気柵の電線をたどり電気柵直近を自動走行する制御手法を取り入れ、自動走行実験をしたところ、電気柵支柱を回避しながら自動走行できることが分かりました。今後、除草部を動作させながら自動走行する実験を実施します。

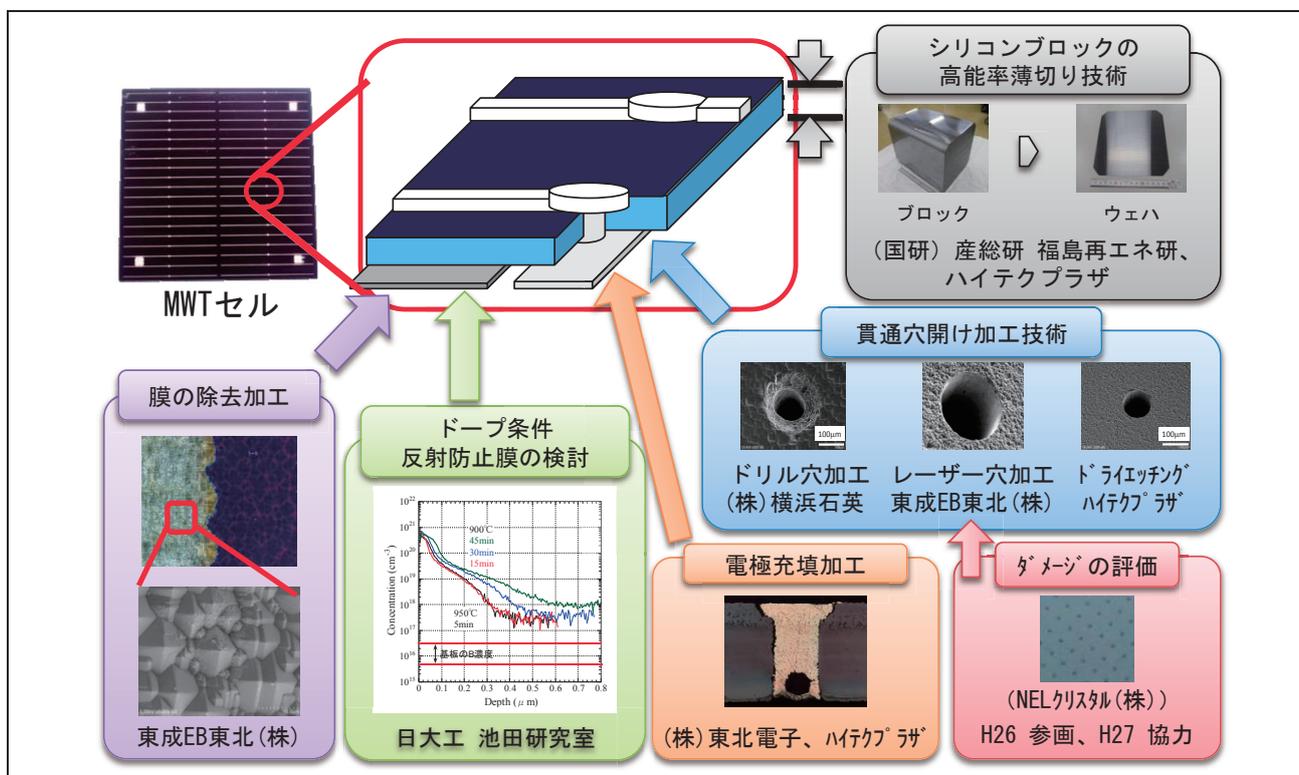
技術開発部 プロジェクト研究科

高樋昌 三浦勝吏

農業総合センター 企画経営部 経営・農作業科

青田聡 河原田友美

太陽光発電用シリコンウェハの加工技術に関する研究



高い変換効率の裏面配線（Metal Wrap Through：MWT）型発電セルの製造技術を確立するため、シリコンブロックの高能率薄切り技術と微細貫通電極形成技術の開発に取り組みました。その結果、ドライエッチング加工した試作品において、出力電圧が得られました。

東日本大震災からの復興を目指し、ハイテクプラザと県内企業・大学、産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所の6機関が、MWT型太陽光発電セルの量産に必要な製造技術の開発に取り組みました。

太陽光発電の主流であるシリコン系太陽電池セルは、さらなる変換効率の向上と製造工程の簡素化による低コスト化が求められています。これには、表面の電極をシリコンウェハに貫通させた穴を通して裏面に配置するMWT型発電セルは有望な技術です。

本研究ではシリコンブロックの薄切り加工技術とドリル・レーザー・ドライエッチングによるウェハの貫通穴加工技術、貫通穴への電極材料充填技術などについて開発を行いました。平成26年度は工程ごとに開発を進めてきましたが、本年度は各工程を一貫して、セルを試作し発電特性の評価を行いました。

その結果、ドライエッチング加工した試作品

において出力電圧が得られることを確認し、発電効率の測定を行いました。

平成28年度はセルの発電効率の向上を目指します。

- 技術開発部 生産・加工科
小野裕道 三瓶義之 小林翼 本田和夫
株式会社横浜石英
大野仁嗣 石塚圭一 蛭田亨 坂本俊哉
東成イービー東北株式会社
笹島登紀雄 佐々木伸也 鈴木秀 村上友宏
高島康文 石井裕司
株式会社東北電子
渋川達弘 篠田清郁
日本大学工学部 池田研究室
池田正則 半澤大貴 渡邊和也
国立研究開発法人 産業技術総合研究所 (AIST)
福島再生可能エネルギー研究所 (FREA)
高遠秀尚 白澤勝彦 福田哲生 鈴木信隆
望月敏光 水野英範 木田康博

災害時における超音波センシングシステムの開発



ネットワークカメラ



超音波センサ

近赤外レーザセンサ

図1 災害用ロボット

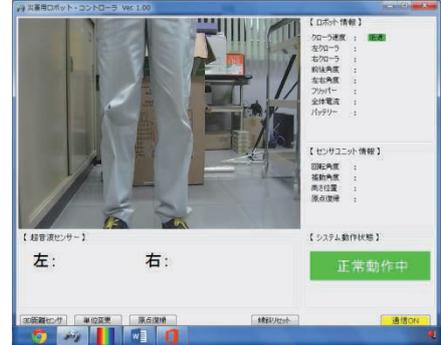
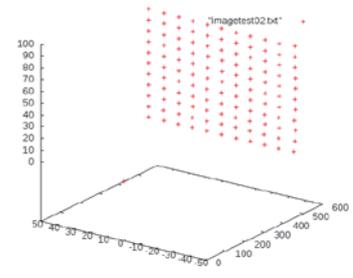


図2 ロボット操作及びセンサ表示アプリケーション



(a) 視界不良状況



(b) 測定結果

図3 視界不良状況下における超音波センサによる多点測位

災害用ロボットを操縦するオペレータをサポートするため、視界不良状況下でネットワークカメラ等の画像センサからの映像のみでは分からない、測定物までの距離提示を行うシステム及び視界不良状況下における平面の検出システムを開発しました。

災害発生直後の初動調査には、遠隔操作ロボット等による状況確認などが行われています。そのロボットの多くは、カメラ等画像センサからの映像を頼りに、オペレータによって操縦されています。しかし、映像のみでは、見ている対象までの距離が分からない、災害時に有害物質や噴煙などが巻き散る視界不良の状況下では操縦が困難になるなどの課題がありました。

今回、災害状況として、大地震等により工場内で有害な粉体やガス等のメイン配管が破損し、漏えいした有害化学物質によって視界が遮られた状況の中、遠隔操作で漏えい配管のバルブ等の位置を特定するなどの復旧作業を想定しました。

本研究では、災害用ロボットの駆動ベースとしてクローラロボット（Survey Runner モジュール、トピー工業（株）製）を採用し、ネット

ワークカメラを補助する遠距離測位センサとして近赤外レーザセンサ（infiniSoleil FX8、日本信号（株）製）、近距離測位センサとして超音波センサ（USA-S1AN、竹中電子工業（株）製）を採用しました。これらにより、カメラ画像に映った対象物までの距離測位、及び発煙剤により再現した視界不良状況下での超音波センサによる平面のイメージングを実現しました。今後の課題として、凹凸などのより複雑な形状の認識などが挙げられます。

技術開発部 プロジェクト研究科

安藤久人 三浦勝史 高樋昌

ひさき設計株式会社

吉田慶太 岡部勝男 三浦健 石井亮 竹井亮

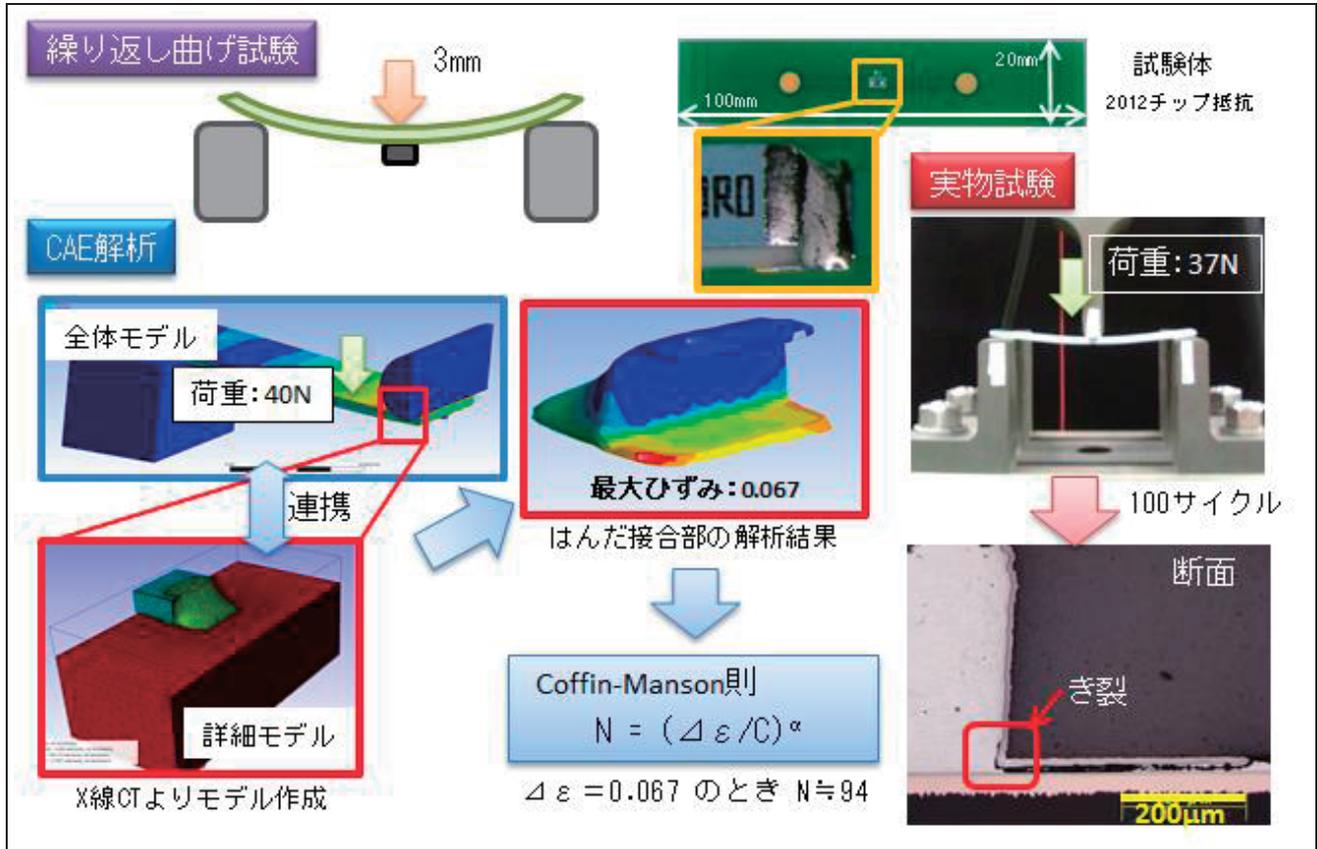
上遠野聡 草牟田美年 浅川秀樹

株式会社アド

添田和真 服部憲昭 本柳進平

CAEによる電子デバイスの信頼性評価手法の確立

— 第2報 —



はんだ接合部の CAE 解析結果の妥当性を検証するため、試験体を用いた繰り返し曲げ試験を実施しました。試験結果は CAE 解析結果とほぼ一致し、CAE 解析が妥当であることを確認しました。

様々な機器に電子制御が採用され、電子デバイスへの要求がますます高くなっています。特に電子基板と電子部品を接続しているはんだ接合部は、高い接続信頼性が要求されています。

本研究では、電子デバイスの信頼性評価に CAE 解析を活用することを検討しています。これにより、試験体数の削減、試験時間の短縮が可能になると考えています。昨年度は X 線 CT を利用することで、実製品の形状に即した解析モデルを作成し、CAE 解析を行う手法を確立しました。本年度は CAE 解析結果の妥当性について検討しました。

JIS に規定されているはんだ接合部の繰り返し曲げ試験を参考に試験を実施しました。CAE 解析により、基板中央を 3mm 変位させた際に生じるはんだ接合部のひずみを求めました。この解析には全体モデルの解析結果を詳細モデルの

解析条件へ受け渡すマルチスケール CAE 解析を利用しました。

繰り返し試験において、1 サイクルで生じるひずみ ($\Delta \epsilon$) とき裂発生までのサイクル数 (N) には相関があります (Coffin-Manson 則)。CAE 解析で得られたひずみの値を用いて計算すると、 $50 \mu\text{m}$ のき裂発生まで、およそ 100 サイクルである結果となりました。

実際に、試験体を用いて 100 回の繰り返し曲げ試験を行い、CAE 解析結果の妥当性を検証しました。試験時の荷重は CAE 解析結果とほぼ一致しました。繰り返し荷重試験終了後の試料を断面観察したところ、ポイドを起点としたき裂を確認しました。き裂長さはおよそ $50 \mu\text{m}$ であり、計算結果の妥当性を確認しました。

技術開発部 工業材料科
矢内誠人 鈴木雅千 工藤弘行

本藍染めによる自動染色システムの試作開発



図1-1 福島県ニット工業組合の試作



図2-1 藍建ての記録システムと総染色

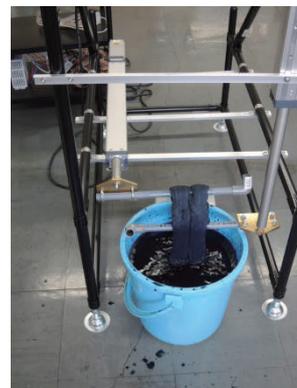


図1-2 福島県ニット工業組合の試作品



図2-2 試作機での染色糸

本藍染めの自動化と量産化を行うため、還元菌を使った藍建ての管理システムの試作と総を使った染色システムの試作開発を行い、それぞれの課題の抽出を行いました。今後は抽出された課題を解決し、本藍染めの量産化システムの開発に繋げて行きます。

福島県ニット工業組合では、天然染料を使った製品作りをテーマに、平成25年度から福島県の地場産業ものづくり強化補助事業を活用し、「地域ブランド」の確立を目指しています。

その結果、熱水で抽出する染材（樹木、果皮など）で量産化の目途が立ち、桃剪定枝（県産品）、柿の皮（県産品）、茜（県外品）を使って染色加工した「だて染め」ブランド製品を試作し、展示会へ出品を行う段階に至りました。

しかし、これらの天然の草木染料には「青」系の色彩が含まれないため、色合いのバリエーションが乏しいという問題点があります。

「青」を発色できる天然染料は「藍」に限られますが、本藍の染料には澱などの不純物が多く含まれ、通常の染色機を用いた染色が出来ないため量産化が難しいという課題があります。また、藍を染料化する「藍建て」は、還元菌を

利用するため、管理が難しく、未だに自動化はできていません。

そこで本研究では染色液の劣化や糸の傷みを生じない「藍建て」の管理システムを検討するとともに、自動総染色の試験装置の検討を行いました。

その結果、pHの管理を長期間行った場合、pH計の電極に汚れが付着し正確な値が取れないことや、染色にムラが生じることなどの課題が抽出されました。

今後これらの課題を解決することにより、本藍染め染色システムの構築を図り量産化手法の確立を目指します。

福島技術支援センター 繊維・材料科
尾形直秀 伊藤哲司

県産醸造製品の品質向上に向けた高品質製造技術の確立

表1 他県および県内醤油工場製麹の酵素力価

	グルコアミラーゼ	α -アミラーゼ	全プロテアーゼ
他県工場 (n=6)	342	1437	274
県内工場 (n=5)	364	1289	284

(Units/g)



醤油官能評価の様子

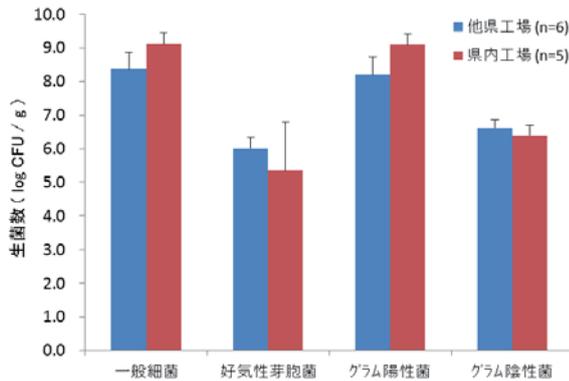


図1 他県および県内醤油工場製麹の微生物分布

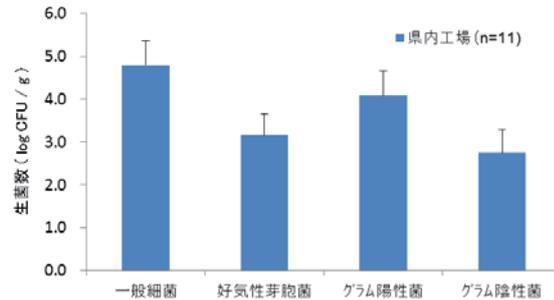


図2 県内味噌工場製麹の微生物分布

県産醤油及び味噌の品質向上を目的に、製品品質との関連が深いとされる麹の特性（微生物分布や酵素活性等）について調査しました。その結果、微生物については、一部、菌数が高いものがあり、低減対策が必要と考えられました。また、酵素力価については、醤油、味噌麹のいずれも十分な値であることが確認されました。

当県は全国有数の醸造処であり、古くから数多くの酒造業や、醤油、味噌製造業が営まれています。近年、清酒は、全国新酒鑑評会において金賞受賞数が3年連続で全国一になる等、大きな話題となっています。そうした中、醤油、味噌製造業においても、酒造業の躍進に刺激を受け、さらなる品質向上への気運が高まっています。以上のような背景をもとに、本研究では、県産醤油及び味噌の品質向上を目的に、今年度は、製品品質との関連が深いとされる麹の特性（微生物、酵素活性等）について調査しました。

その結果、醤油麹の場合、一般細菌、グラム陽性菌は、他県産よりも県内産の方が 10^1 オーダー高く、好気性芽胞菌は 10^1 オーダー低い傾向が認められました（図1）。また、酵素力価については、糖化酵素（グルコアミラーゼ、 α -アミラーゼ）及びプロテアーゼともに他県産と大差なく、分解力は十分であることがわかりました（表1）。このことから、今後は麹の細菌数が製品の香りに及ぼす影響について検証する

とともに、さらなる品質向上のために、仕込後の醪管理や出荷管理について調査する予定です。一方、味噌（米）麹の場合、一般細菌が 10^5 オーダーと、やや高いと思われるものがありました（図2）。麹の細菌数が高すぎる場合、製品の香味に影響を及ぼす可能性があることから、低減を図る対策が必要と考えられます。また、酵素力価は、データは示していませんが、糖化酵素およびプロテアーゼともに他県産と大差なく、分解力は十分であることがわかりました。

今後、これらの結果を、最終製品の成分や官能試験と比較評価し、品質向上に向けた製造技術について検討していく予定です。

会津若松技術支援センター 醸造・食品科
 小野和広 馬淵志奈 高橋亮 菊地伸広
 福島県醤油醸造協同組合
 紅林孝幸
 福島県味噌醤油工業協同組合
 宮崎久重

未利用農産物等の機能性成分を活かした加工技術の開発



図1 加工方法の異なるアスパラガス切り下ピューレの品質



図2 発酵飼料(粃米サイレージ)の給餌状況

表1 種類の異なるトマトジャムのアミノ酸含有量

	含有量 (mg/100gFW)	
	青トマト	赤トマト
γ-アミノ酪酸 (GABA)	96.6	56.1
グルタミン酸	12.5	133.2

表2 抽出条件の異なるソバ末粉のルチン抽出量

抽出方法				抽出量 ¹⁾	抽出率 ²⁾
抽出液	前処理	時間	回数	(mg/100g)	(%)
水	—	10分	1	8.2 a	28.5
水	超音波	10分	1	11.5 ab	40.1
水	—	30分	1	14.9 bc	51.7
水	—	10分	3	17.4 c	60.4
水	重曹5%	10分	1	19.3 c	67.1
90%メタノール	—	10分	3	28.8	100

注1) 異なる符号間で有意差 (p<0.01, Tukey) あり

2) 抽出率は、90%メタノール抽出した値を100とした値

昨年度開発したアスパラガスの切り下を活用したピューレの品質を向上させるため、加工方法を改良しました。さらに、ピューレ加工残渣が発酵飼料の製造に利用できることを実証し、廃棄物のさらなる減量化を図りました。また、着色不良の青トマトで作製したジャムにγ-アミノ酪酸(GABA)が多く含まれることや、ソバ末粉からルチンを効率的に抽出する方法について明らかにしました。

昨年度、アスパラガスの切り下を活用したピューレを試作しましたが、アスパラガスの緑色と切り下の特徴である糖度を保持することを目的に加工方法の改良を図りました。その結果、原料に対して0.2%の重曹を加えて加圧蒸煮することにより、鮮やかな緑色と高い糖度を持った、品質の良いピューレに加工することがわかりました(図1)。

また、ピューレを加工する際に、繊維質の多い残渣が発生しますが、これに乳酸菌資材を加えて培養し、発酵飼料のスターターとしての利用を検討しました。ピューレ加工残渣をスターターとした発酵飼料(粃米サイレージ)を実際に鶏に給与した結果、嗜好性は良好で市販のスターターを使用したものと同等と判断されたことから、残渣も有効に活用することがわかりました(図2)。

気温の低下等によって着色不良となり、規格外となった青トマトを利用したジャムと、

通常の赤トマトジャムの機能性成分を比較しました。その結果、青トマトジャムにはγ-アミノ酪酸(GABA)が豊富に含まれており、機能性成分を保持する加工方法として、ジャムも有効であることがわかりました(表1)。

ソバ末粉に多く含まれる機能性成分のルチンについて、熱水による抽出方法を検討しました。その結果、重曹を添加するか、抽出を3回程度に分けて行う方法が、効率のよいことがわかりました(表2)。

このように、農産物や食品の生産・製造過程で排出される廃棄物を、それらが持つ機能性成分を保持しながら加工する技術を開発することができました。

会津若松技術支援センター 醸造・食品科
星保宜 島宗知行
会津農林事務所会津坂下農業普及所
一条晶恵

簡易型転落・転倒警報装置の開発

500mの範囲で緊急事態を伝達！



図1 回転灯・警告音緊急事態伝達装置

トラクタの傾きを警告！

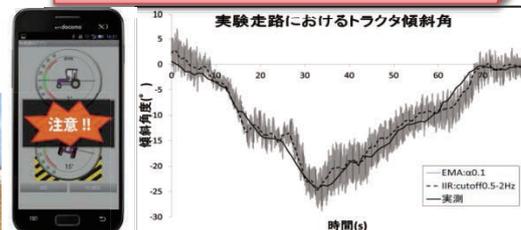


図2 振動フィルタ適用による角度検出

危険な場所を警告！

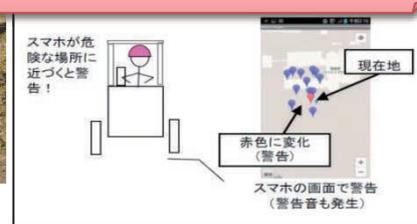


図3 危険位置警告機能

農作業時におけるトラクタの転倒事故の発生を回転灯と警告音で周囲に伝達する緊急事態伝達装置を試作・開発しました。緊急事態伝達装置は、これまでに開発したスマートフォン用転倒・警告アプリケーションと連動し、トラクタが転倒した際に発信される信号を受信し、離れた場所に設置された回転灯を点灯させ、警告音を発することで周囲に緊急事態を伝える装置です。

平成25年は農作業時の死亡事故が全国で350件発生しており、例年同等の件数で推移しています。そのなかで、本県における農作業時の死亡事故発生件数は13件であり、全国上位となっています。事故は単独での作業中に発生しているケースが多く、その発生を早急に周囲に伝える手段が必要です。

また、予防安全として、危険箇所の事前把握やその周知により事故を未然に防ぐことも重要と考えられています。近年では、ハウス等の閉鎖空間における農作業安全対策と事故発生時の伝達手段確保についても求められています。

昨年度までは、事故発生時の伝達手段としてスマートフォンを利用した緊急事態伝達装置の開発を行い、スマートフォンと回転灯・警告音発生装置間の通信にZigbeeを用いることで約200mの距離で事故発生時の伝達が可能となりました。しかし、実証試験の結果、農作業時の移動範囲や屋内における使用を考慮すると通信距離が十分ではなく、500m以上の通信距離が必要との要望がありました。そこで、今年度は、通信距離を延長するための高出力通信モジュールを選定し、実装及び通信実験を行いました。

今回改良した緊急事態伝達装置（図1）は、スマートフォン用転倒・警告アプリケーションをインストールしたスマートフォンに接続した送信機（TWEstrong：モノワイヤレス（株）製）と、同様のモジュールを備えた回転灯・警告音発生機能を持つ受信器で構成されます。

実験の結果、中継器を用いずに見通しの良い場所においては、約550mの距離で通信が可能であることを確認できました。

さらに、転倒・警告アプリケーションの機能を以下の2点について強化しました。

まずは、トラクタに固定したスマートフォンから検出される角度は振動によって大きく変動するため、変動を抑えるデジタルフィルタ（IIRフィルタ）を設計し、アプリに組み込み角度検出の精度を向上させました（図2）。

また、スマートフォンに予め危険な場所の位置情報を入力しておき、危険な場所に接近した時に警告を発する危険位置警告機能を追加しました（図3）。

技術開発部 プロジェクト研究科 高樋昌
生産・加工科 牛坂慶太
農業総合センター 経営・農作業科
青田聡 河原田友美

超小型高性能面実装サージブソーバーの商品化に伴う

試作開発と量産設備試作開発

－希ガスリークテスト装置による封止方法の評価－

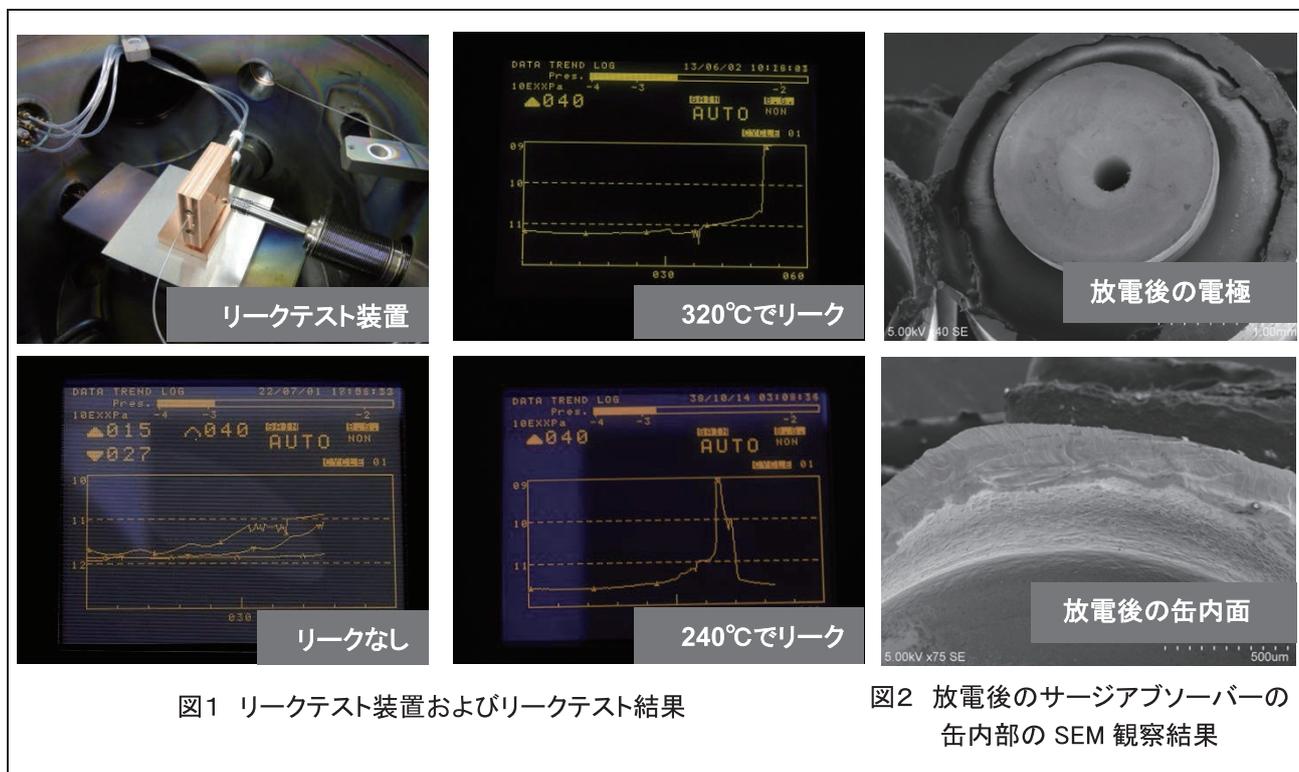


図1 リークテスト装置およびリークテスト結果

図2 放電後のサージブソーバーの缶内面のSEM観察結果

サポイン事業により、電誘導ノイズから電子機器を守る表面実装型の小型サージブソーバーを開発しています。φ2～φ4mmの銅缶の中に、希ガスを封入して製造します。このガスの封止方法を変えて封入し、昨年度開発した希ガスリークテスト装置でガスが漏れ始める温度を測定しました。

これまでのサージブソーバーはリード線タイプで表面実装用の機械での自動組み立てができず、人手による組み立てが必要でした。そのため、電子機器のメーカーからは、小型化と表面実装化が求められていました。

本研究では、表面実装タイプで高精度なサージブソーバーを開発しています。

本年度は異なる封止材を用いて封止を行ったサージブソーバーについて、昨年度開発した希ガスリークテスト装置を用いて封入ガスが漏れ始める温度の測定をおこないました。

まず、ガスリークテスト装置単体およびガスを封入しないサージブソーバーを加熱した際の脱ガスの種類と傾向を測定し、それを基準にガスを封入したものを加熱した際の挙動について測定を行いました。

その結果、サンプルによって封入している Ar ガスのリークの有無が明確に異なること、封止材から発生するガスは封入ガスに比べ十分に少ない量しか発生していないことが確認できました。

また、封止直後および耐久試験後のサージブソーバーについて銅缶内壁の SEM 観察及び EDX 分析を行ったところ、缶内面には封止材由来する汚染や異常放電による溶損などは見られないことが確認できました。

技術開発部 生産・加工科
本田和夫 三瓶義之
株式会社コンド電機
近藤善一 小林好之 沼田耕治

アルミ合金鋳物における潜在的な欠陥発生予測のための 組織解析技術の確立

研究の成果

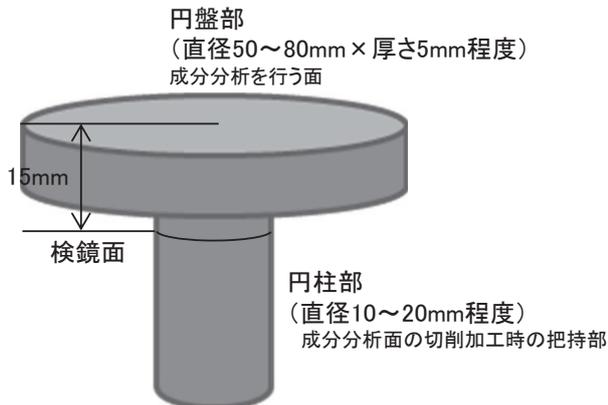


図1 カントバック試料

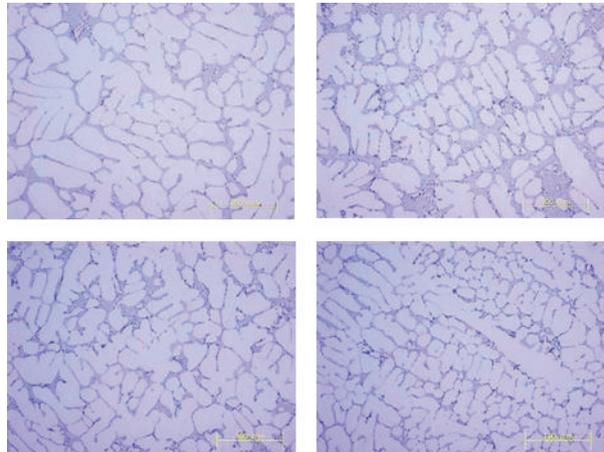


図2 溶解ロットの違う同材質(AC2B)試料のマイクロ組織

同じ合金系でもカントバックで検出不能な成分の影響で組織が変化



本手法の利点

- ・成分分析試料の再利用
効率化と形状(冷却条件)の統一化
- ・鑄造方法に依存しない
- ・溶解成分・条件と組織の一括DB化

アルミ合金鋳物の凝固組織データベースを構築し、それを製造現場で活用するための組織評価手法を確立しました。本技術では、従来の定量分析結果と凝固組織解析結果も考慮して、製品不良に影響する主要因を評価するため、よりの確に対策ができるようになると考えられます。

アルミ合金鋳物はその製法上、内部欠陥が不可避免的に発生するため、微量成分により組織制御することで欠陥を小さくしたり欠陥の影響を軽減したりする工夫がなされています。しかし、それらの濃度管理値は、各社独自の経験的かつ生産工程に支障のない範囲で設定されているため、同じ濃度でも製品によって欠陥の発生率が大きく変動したり、溶湯中の溶存ガス成分など他の要因が関連すると一気に不良率が上昇してしまったりと、潜在的に欠陥を引き起しやすい濃度も含まれていることが往々にしてあります。潜在的な不良発生リスクを生産工程中に把握することができれば、溶湯の再処理や該当ロットに対する検査を強化するなど、その場対策が可能となります。

そこで本研究では、アルミ合金鋳物の凝固組織のデータベースを構築し、それを製造現場で

活用するための組織評価手法を確立しました。

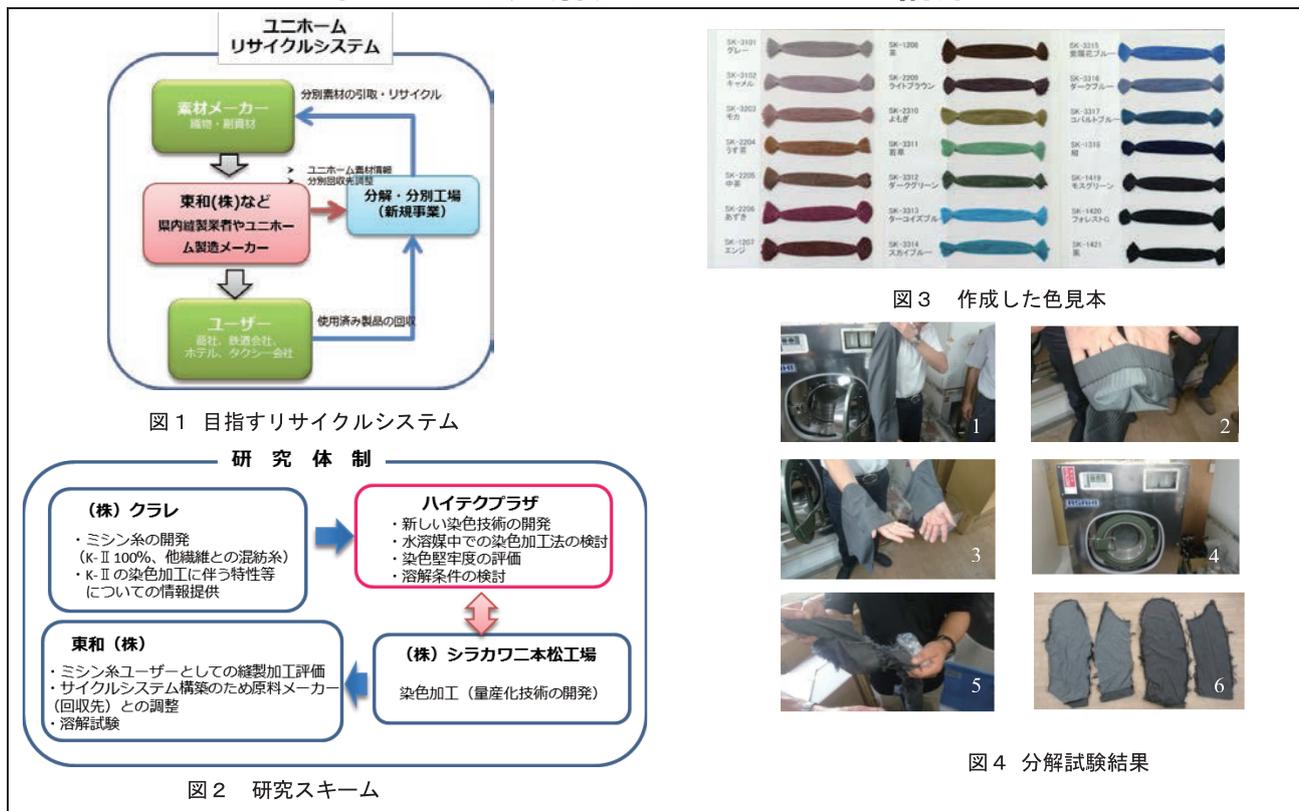
スパーク放電発光分光分析（カントバック）は溶湯成分を管理する手法として一般的で、溶解ロットごとに必ず実施されます。このカントバック試料を用いることで、低コスト・短時間での組織検査が可能となります。また、鑄造前の溶湯で検査を行うので、重力鑄造・低圧鑄造・ダイカストなど鋳物の製法の違いを考慮することなく組織データを一般化することも可能です。

本研究で確立した手法では、定量分析と凝固組織解析の結果を考慮して、統計処理の技法により製品不良に影響する主要因を評価するため、従来より高精度に欠陥発生を予測し、的確な対策ができるようになると考えられます。

技術開発部 工業材料科

光井啓 鈴木雅千 齋藤宏 小柴佳子

縫合溶解系を用いた縫製品の開発と 低コスト分解処理システムの構築



低コストでリサイクルできる縫製品を開発するため、熱水で溶解する糸を原料としたミシン糸とそれを染色加工する技術を開発し、縫製品を試作するとともに、着用試験を行いました。また、縫製品は熱水処理を行うことで容易にパーツ毎に分解できることを確認しました。

縫製品をリサイクルするためには素材毎に分別が必要です。例えばスーツの場合、表地はウール、裏地はポリエステル、ナイロン、袋地は綿、ポリエステル、芯地は麻などの様々な素材で構成されています。しかし、人力で縫い糸を切断し素材毎に分別するには、スーツ一着あたりおよそ8時間かかり、またバッチ処理のように大量処理することは不可能であるため、高コストとなり、リサイクルが進んでいない大きな要因となっています。

そこで、素材の分別作業を容易にすることで、リサイクル事業化の基盤を構築することを目的として、日常生活では十分な強度を有しながら、特殊な処理を施せば簡単に溶ける縫い糸（溶解糸）を開発することにしました。

ミシン糸の原料として高温水で溶解し、環境への負荷も小さい、「PVA繊維（クラロンK-II）」を用いました。このミシン糸は通常の縫製設備で縫製が可能で、リサイクル時の分解が容

易な縫製品を作ることができます。

しかし、実際のミシン糸は、様々な色への染色が必要ですが、通常の染色では高温水を利用するため染色できません。そこで、PVA繊維をミシン糸として用いるための染色加工方法を開発しました。そのミシン糸を使った試作品を実際の縫製ラインで作るとともに試着試験を行い、使用上問題のないことを確認しました。また、熱水による分解試験では縫製パーツ毎に分解することも確認しました。

福島技術支援センター 繊維・材料科

尾形直秀 伊藤哲司 高橋幹雄

東和株式会社

佐藤恵一 藤井秀明

株式会社シラカワ二本松工場

菅野幸二 齋藤勝男 近藤隆

株式会社クラレ

豊田恭郎 山口俊朗

絹タンパクの改質加工による高機能化シルク織物の開発

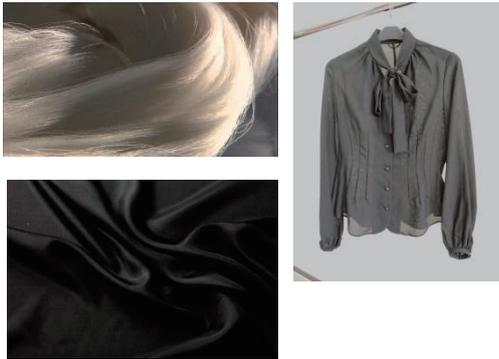


図1 開発した糸、織物、ブラウス

表1 試験結果(従来品との比較)

試験方法 / 織物			従来糸を使用	開発糸を使用
ウォッシュャブル性 (JIS L0217 105法 吊干し 中性洗剤使用)	1回目	洗濯後のシワ(級)	2.3	3.7
		変退色(級)	5	5
		寸法変化率(%)	たて -1.9 よこ -0.7	0.3 0.0
	5回目	洗濯後のシワ(級)	2.2	3.7
		変退色(級)	4-5	4-5
		寸法変化率(%)	たて -1.9 よこ -1.2	1.2 0.1
ホルムアルデヒド(厚労省令第34号による) 下着類(μg/g)			20以下	20以下
伸縮性・伸び率(%) (JISL1096 伸縮性B法)			1.5	11.0(セト品)

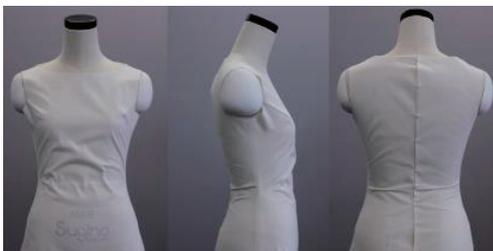


図2-1※ ストレッチ性なし ウエスト 64cm



図2-2※ 開発した織物ウエスト 64cm

※資料提供: 杉野服飾大学

絹繊維に物理的な加工と化学的な加工を組み合わせ、伸縮性を付与する技術を使い、絹素材の問題点であった「伸縮性」や洗濯後の「シワ」を解消した絹織物を作ることができました。今後は、この技術を使った絹製品を提案し、製品の需要の拡大に向けて取り組みます。

天然繊維で唯一の長繊維である絹は、光沢感や吸湿性、保温性、清涼感、及び肌触り等、他の繊維に比べて非常に優れており、和装など高級服飾素材として市場に認知されています。しかし、ファッションの多様化や合成繊維等の他素材の高機能化により、絹織物の市場規模は縮小の一途です。

そこで、「洗濯に注意が必要で取扱いが難しい」「ストレッチ性がなく、洋装素材では着心地が良くない」「シワになりやすく着用後のケアが面倒」といった絹素材の問題を解決することで、洋装分野での市場開拓を図ることにしました。

ハイテクプラザでは絹素材のストレッチ性を解決するために、絹糸に恒久的なストレッチ性を付与する技術を開発しました。(特許第5865449号「捲縮性を有する絹糸の製造方法および絹織物の製造方法」)

本研究ではこの加工技術を利用することで、絹素材の欠点を解消した織物と製品の開発を行

いました。改質加工糸の量産化技術を東北撚糸(株)が、織物の製織技術と加工技術を齋栄織物(株)が構築し、恒久的なストレッチ性を付与した織物を開発しました。この織物を使い、「洗濯後のシワ」や「着心地」「着用後のケア」の問題を解消した絹製品として、スカーフ、ブラウスを市場に提案することができました。また、図2-2のように、織物にストレッチ性を持たせることで、無理のない衣服デザインが可能となりました。

福島技術支援センター 繊維・材料科

伊藤哲司

齋栄織物株式会社

齋藤奉行 齋藤栄太

東北撚糸株式会社

金井史郎 佐藤源一

ニットとテキスタイルの融合によるオンリーワン・ファッション衣料の開発と販売

－サブテーマA：ニットと織物の融合生地の開発とファッション衣料の製品化－

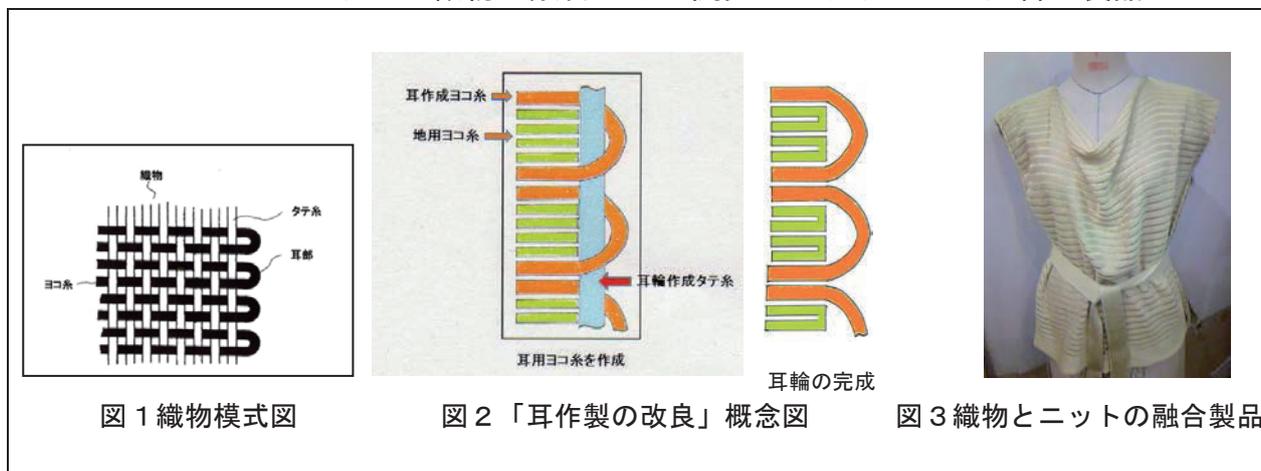


図1 織物模式図

図2 「耳作製の改良」概念図

図3 織物とニットの融合製品

福島県内の織物業、ニット業、縫製業が結集し設立された「福島県ファッション協同組合」の組合員及びハイテクプラザが互いに連携し、シルク（絹）と麻に特化したニットとテキスタイルの融合によるオンリーワン・ファッション衣料の開発を行いました。ハイテクプラザではサブテーマA「織物とニットの融合化製品の開発」を担当し、同一織物で異ゲージに対応可能な耳組織の改良を行い、織物とニットを融合した製品を作成し、イタリア・ミラノの展示会へ出品しました。

本事業では平成26～28年度で福島県ファッション共同組合とハイテクプラザが互いに連携し合い、高級衣料素材であるシルク（絹）と麻に特化したオンリーワン・ファッション衣料の開発と販売を目指した研究開発を行っています。

織物とニットにおいて同じ素材を用いる、県内企業の「織」、「編」、「縫」、「製糸」技術を駆使した製品作りが本事業での大きな特長です。

平成27年度は、サブテーマA「織物とニットの融合生地の開発とファッション衣料の製品化」において、ニットと融合する織物耳の開発を行いました。これまでの織物の耳は、製織時にシャトル（杼）の左右の往復運動によって形成されるためにヨコ糸のピッチで出現します。（図1）。この方法で編機7G用の耳を作製するには、織物のヨコ密度は14本／inch、また編機10G用の耳を作製するには織物のヨコ密度は20本／inchにしなければなりません。しかし、実際7G融合用織物のヨコ密度は30本／inchなので、この織物の耳では、編機の編針と耳の数が合わずに耳がだぶついてしまい、きれい

なニットと織物の融合部分が出来ません。そこで、織物耳の間隔と編物の編針ピッチを揃えるための耳組織の改良を行いました。

織物の耳糸は、編機の編針の間隔に合わせて織物の地部になるヨコ糸の本数と決めて耳糸の組織を作成します。組織図は地ヨコ（緑色）4本打ちこんだ後に耳糸（橙色）を挿入しています。このように、編機のゲージに合わせて2種類のヨコ糸配列の組み合わせにより耳が作製されます（図2）。

この方法で作製した生地作品を共同企業に提案し、製品化した作品（図3）はイタリア・ミラノで開催された展示会に出品されました。

福島技術支援センター 繊維・材料科

長澤浩 東瀬慎 中村和由 佐々木ふさ子

福島県ファッション協同組合（6企業）

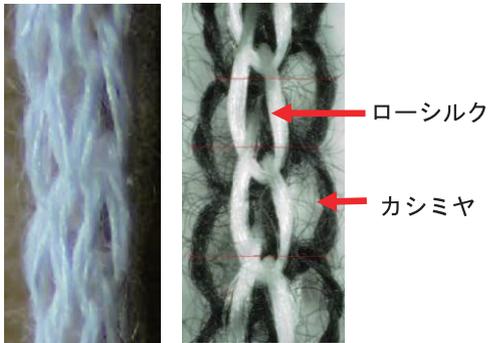
永山産業株式会社 菅野繊維株式会社

齋栄織物株式会社 株式会社三恵クレア

株式会社シラカワ 株式会社大三

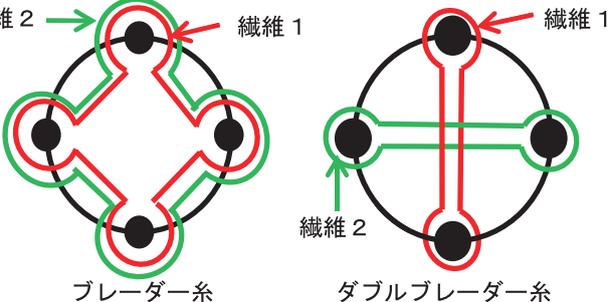
ニットとテキスタイルの融合によるオンリーワン・ファッション衣料の開発と販売

サブテーマD：シルクとカシミアによるニットおよび織物用最新ブレーダー一意匠糸の製品化ー



ローシルク
カシミア

ブレーダー糸 ダブルブレーダー糸



繊維2 繊維1

繊維1

繊維2

ブレーダー糸 ダブルブレーダー糸

図2 シルクカシミア加工糸断面の違い

図1 シルクカシミア加工糸側面の違い

表1 シルクカシミア加工糸の物性値

試験糸	繊度 (dtex)	伸度 (%)	かさ高性
加工前カシミア	333	14.90	6.7
ブレーダー糸	3219	20.71	6.5
ダブルブレーダー糸	2664	16.70	9.5



図3 ミラノ展示会用製品

高級素材であるシルクとカシミアを組み合わせ、既存の混織糸とは違った特徴を有するニット用リリヤン加工糸（ブレーダー糸）の開発を行いました。さらに、かさ高性に注目し、既存のブレーダー糸とは構造が異なる新規ニット用加工糸（ダブルブレーダー糸）製造技術を開発しました。その結果、加工前のカシミアと比べてかさ高性と伸度が向上した加工糸を製造することができました。

高級素材であるシルクとカシミアにはそれぞれ優れた風合いがあります。例えば、シルクには、光沢感、吸湿性、ドレープ性等があり、その中でも特にローシルクは光沢感に優れており、またカシミアには、肌触りの良さ（ヌメリ感）、保温性、軽量性等があります。このように優れた風合いを持ったローシルクとカシミアを、その風合いを活かしたまま組み合わせた加工糸を開発することができれば、既存の高級ニット製品には存在しない新たな風合いを持った製品作りに繋がると考えました。

糸の加工は、前年度開発したブレーダー糸加工法により行いました。合燃糸等の糸に撚りかける加工の問題点として、カシミアの肌触りのよさやシルクの光沢感が失われることなどがありました。それに対してブレーダー糸加工は、中空構造をとるため、カシミアやシルクの風合いを損なうことが少ないと考えました。

ローシルクとカシミアを組み合わせたブレーダー糸は、加工前のカシミアと同等のかさ高性と、ローシルクの光沢感を合わせ持ったニット用加工糸であることが分かりました。さらに、かさ高性向上のため、既存のブレーダー糸とは構造の異なる新規ブレーダー糸（ダブルブレーダー糸）製造技術を開発し、ダブルブレーダー糸を各企業に提案を行いました。

開発したシルクカシミアダブルブレーダー糸は、平成27年度に開催したイタリア・ミラノで開催された展示会で製品に使用されました。

福島技術支援センター 繊維・材料科

長澤浩 東瀬慎 中村和由 佐々木ふさ子

福島県ファッション協同組合（6企業）

永山産業株式会社 菅野繊維株式会社

齋栄織物株式会社 株式会社三恵クレア

株式会社シラカワ 株式会社大三

高い耐放射線能力と軽量で高強度な複合材料の開発

－放射線遮蔽プラスチックの開発－

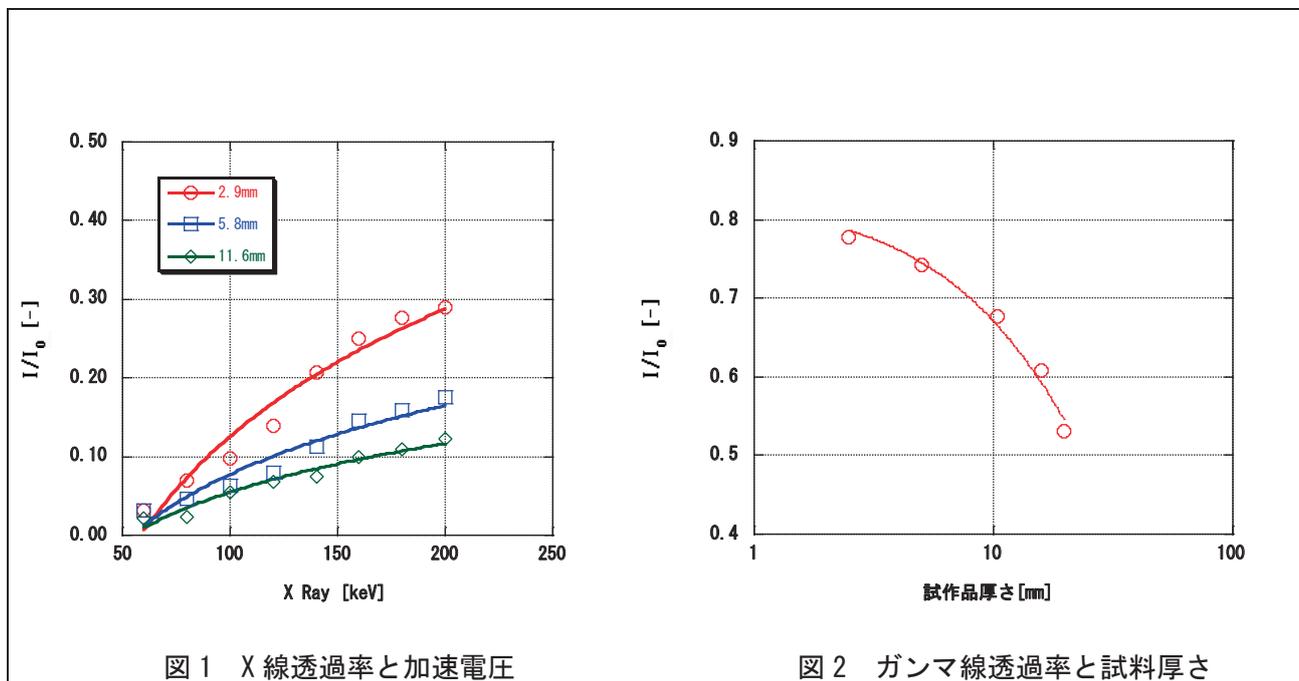


図1 X線透過率と加速電圧

図2 ガンマ線透過率と試料厚さ

放射線を遮蔽するプラスチックを開発するため、プラスチックに粉末スズを混練し、比重2.6のサンプルを試作しました。セシウム137の標準線源を用いて、この試作品のガンマ線遮蔽能力を測定したところ、約20mmの厚さで50%遮蔽できました。

平成25年度に実施した研究「放射線を遮蔽するプラスチックの開発」の改良を行いました。

当時は、鉛フリーはんだインゴットをドリルで切削した切粉を用いましたが、切粉が大きいため、混練時に分散不良が発生し、比重が1.85までしか上がりませんでした。今回は、スズ粉末（粒径10～50μm）を用いました。

$$I = I_0 \exp(-\mu_m \cdot \rho \cdot d) \quad (1)$$

式(1)に基づき簡単な原理を説明します。密度(ρ)、厚さ(d)の物質に強さ(I₀)の放射線が透過すると、強さは(I)に減衰します。このとき(μ_m)を質量吸収係数と呼び、物質ごとに決まった値であり、放射線のエネルギーにより異なります。つまり放射線遮蔽プラスチックの開発において、充填材によりプラスチックの密度を上げることがポイントとなります。

そこで今回、低融点(232℃)で比重の大きい(7.4)スズ(Sn)を用いて、比重2.6のプラスチックを試作しました。200℃に加熱したバッチ式の小型2軸ニーダーに、AS樹脂を投入した後に所定量の粉末Snを投入し混練しました。その後、

温度を240℃に加熱してSnを融解させながら混練し、試料を得ました。

図1はこの試作品のX線透過率の測定結果です。板厚が厚い方がX線の透過率は低く、加速電圧が高くなるに従い透過率は高くなりました。図2はガンマ線の透過率と試料厚みの関係です。セシウム137の標準線源(662keV, 9.85×10⁸Bq)を用いて、試料の厚さと透過率との関係を測定しました。式(1)により近似したところ以下の結果となり、γ線を50%遮蔽するのに必要な厚みは約20mmでした。

$$I = 0.83 I_0 \exp(-0.0082 \rho \cdot d) \quad (2)$$

追記

このテーマは、文部科学省の国家課題対応型研究開発推進事業「廃止措置等基盤研究・人材育成プログラム」における福島高等工業専門学校の研究テーマ「高い耐放射線能力と軽量で高強度な複合材料」において、高専との共同研究で行ったものです。

技術開発部 プロジェクト研究科
菊地時雄

用語解説

P.1 石炭灰を利用した粒状固化処理材の実用化

炭酸化：セメント系材料中でカルシウムは主に水酸化カルシウムとして存在しているため、アルカリ性を示します。この水酸化カルシウムが空気中の二酸化炭素を吸収して、炭酸カルシウムとなっていく反応を炭酸化反応または中性化反応といいます。

熱重量分析：試料を電気炉で加熱しながら、重量変化や吸熱/発熱を観測する分析法です。主に脱水反応、分解反応や酸化反応などの解析に用いられます。

エックス線回折分析：物質にエックス線を照射したときに起きる回折現象を利用する分析方法です。結晶性物質の同定分析などに使用されます。

P.2 アルミニウムダイキャスト ADC12 への黒アルマイト

—現場支援に向けての試作検討結果—

アルミニウムダイキャスト：溶解した状態のアルミニウムを金型に圧力をかけて注入し、成形するアルミニウムの鋳物です。

アルマイト：硫酸などの水溶液中でアルミニウムに電流を流すことでその表面に酸化皮膜を成膜する方法です。

電流反転電源：通常は正極、負極を固定して電力を供給する電源が、正極と負極の極性を変えることのできる電源です。

電流密度：電流値を面積で割ることのできる数値で、単位面積あたりの電流値のことです。アルマイトやめっき業界ではA/dm²が使われます。

アルカリエッチング：水酸化ナトリウムなどのアルカリ性の強い溶液でアルミニウムのごく表面を溶かす処理です。

封孔処理：皮膜にある細かい孔を塞ぐ処理です。

P.3 カメラ型センサ技術を活用した工業製品の挙動解析

デジタル画像相関法：CCD カメラを用いて得られたデジタル画像をもとに、画像処理により非接触でひずみ測定と変位測定を行う技術です。測定の前処理として、物体表面にスプレーで白黒のランダムパターンを塗布する必要があります。また、測定中には照明の状況を安定させる必要もあります。ひずみ測定の分解能は最小100μεといわれます。

サーモグラフィ赤外線応力測定：繰り返し荷重を受ける物体は、応力の程度に応じて僅かに発熱・吸熱を繰り返す「熱弾性効果」を示します。分解能の高い高性能なサーモグラフィでは、熱弾性効果による温度変化から、物体に発生している応力を測定することができます。非常に分解能が高く、鋼材の場合、分解能は最小1MPa、アルミの場合、0.4MPaといわれます。鋼材の場合、ひずみ換算すると分解能は5μεとなります。

サーモグラフィ非破壊検査：高性能なサーモグラフィでは、き裂や欠陥などの存在による熱伝導挙動の僅かな違いから、温度測定だけでき裂を検知することができます。このため、

非破壊検査の新たな一手法として、利用が広まりつつあります。

P.4 金属積層造形製品の品質向上技術の開発

—金属積層造形法により形成されるマイクロ組織的特徴の調査—

金属積層造形：敷き詰められた金属粉体に、熱源として細く絞ったレーザー等を照射するなどして、その部分だけを選択的に加熱し溶融（あるいは焼結）することで製品の断面形状を形成させます。これを繰り返して積層することにより、最終的に3次元形状を造形する加工法です。

P.5 深層学習 Deep Learning を用いた物体識別と位置検出

Chainer：Preferred Networks 社が開発したニューラルネットを誤差逆伝播法で学習するためのフレームワークです。

Selective Search：物体位置検出の一手法であり、ピクセルレベルで類似する領域をグルーピングしていくことで候補領域を選出し、物体識別の候補領域を切り出すためのアルゴリズムです。

ファインチューニング：あらかじめ汎用性の高い大規模教師付きデータセットでネットワークを学習しておき、これを初期値としてターゲットタスクの学習データでさらに細かい学習を進めることです。

P.8 瓶内二次発酵による微発泡酒の製造管理

ピルビン酸：生物の基本的な代謝経路である解糖系の中間体であり、クエン酸回路の分岐点ともなる重要な有機酸です。清酒もろみ中では酵母の増殖や発酵といった活性に相関性がみられます。

P.9 摘果された柑橘類果実の品質管理方法の開発

ゆこう（ユコウ、柚香）：徳島県や高知県で主に栽培されるゆず近縁の自然交雑種です。ゆずよりやや小ぶりで、主に搾汁して果汁が使用されます。また、香りの高さからすだちの代用として用いられることも多い果実です。

色差計：色差計の示すL値は明度を表し、白が100で黒が0となり、数値が大きくなるほど明るいことを示します。a*値は（+）側で赤色、（-）側で緑色の度合いが強いこと、b*値は（+）側で黄色、（-）側で青色の度合いが強いことを示します。

P.11 高品質ステンレス容器の溶接焼け低減技術

シールドガス：溶接部の酸化や窒化を防止する目的で流すヘリウムやアルゴンなどのガスです。

P.13 電気防獣柵漏電検出・通報装置と自走式電気防獣柵除草ロボットの開発

獣害：狭義では、農作物などがイノシシやハクビシンなどの野生動物に荒らされることです。通常は人畜に被害を及ぼす場合も含まれます。また、鳥による被害も併せて鳥獣害という場合が多いです。

除草ロボット：中山間地域の多い日本では、農作業における除草作業に多くの時間を割かなくてはならず、国レベルで省力化、効率化が検討されています。その一つの解決手段として除草作業のロボット化が注目を集めています。

電気防獣柵：数千ボルトから1万ボルト程度の高電圧の電気を1秒～2秒間隔で瞬間的に電線に通電し、その刺激を動物が学習することによって動物が近づかないようにする装置です。電気は、電線→動物→地面の順に流れるため地面にきちんと接触していないと強い刺激は与えられないことがあります。なお、高電圧ですが、瞬間的なものなので健常者であれば触れても感電による生命の危険はありません。強烈な静電気のようなものです。

抑草シート：農薬が利用できない場所や除草作業の回数を減らしたい場所に施工し、雑草が伸びるのを抑えるシートです。農業用マルチシートは薄いため伸長してきた雑草が突き破ることがあります。電気防獣柵用抑草シートは比較的效果がありますが、高価な上、電気防獣柵との併用では絶縁体に近いものとなり、電気柵の効果を低下させます。

P.14 太陽光発電用シリコンウェハの加工技術に関する研究

Metal Wrap Through：表面の電極をシリコンウェハに明けた貫通電極を通して裏面に配置する太陽光発電セルの形態です。裏面電極の影が削減され、電極配置が簡便になり、発電効率の向上と組立コストの低減が期待されます。

P.16 CAE による電子デバイスの信頼性評価手法の確立

マルチスケール CAE 解析：微細構造を有するモデルを CAE 解析しようとする、要素数が膨大になり、多くの処理能力と計算時間を必要とします。しかし、要素数を減らしてしまうと、正しい解析結果が得られない場合があります。これを解消するため、解析スケールの異なる2つのモデルを連携させ、一方の解析結果をもう一方の解析条件へ受け渡す手法が採用されています。

Coffin-Manson 則：ある材料が一定振幅の応力やひずみ ($\Delta \varepsilon$) を受けた際、破断に至るまでの繰り返し数 (N) を求める式です。式中の定数 (C、 α) は材料で決まる定数ですが、今回は報告されている文献の値を用いました。

参考文献：宮内祐樹, 于強, 澁谷忠弘. チップ部品の鉛フリーはんだ接合部における疲労寿命のばらつき. 日本機械学会論文集 (A 編) .2009,75(755),815-822.

P.20 簡易型転落・転倒警報装置の開発

スマートフォン用転倒・警告アプリケーション：農業総合センターが (株) アサヒ電子との間で共同研究契約を結び開発した android スマートフォン用のアプリケーションです。

2012/12/11 にプレス発表を行いました。

Zigbee : 無線規格の一つです。2.4GHz 帯を用いており、省電力であることが特徴です。

P.21 超小型高性能面実装サージアブソーバーの商品化に伴う試作開発と量産設備試作開発

雷誘導ノイズ : 落雷によって電力線に発生する瞬間的な高い電圧のことです。その電圧は数百～数千ボルトに達します。雷サージとも呼ばれます。

表面実装 : 電子部品の組み立て方法の一種です。プリント配線基板の表面に、はんだペーストを塗布した後で電子部品を搭載し、その基板ごと炉に入れてはんだペーストを溶かしはんだ付けする方法です。高密度実装が可能で、電子機器の小型化の原動力となっています。

サージアブソーバー : 電源線などから電子機器に入る雷誘電ノイズなどの異常な高電圧を、放電現象などによりアース側に流すことで、電子機器の破壊を防止する電子部品です。サージ保護デバイスともいいます。

希ガス : He (ヘリウム)、Ne (ネオン)、Ar (アルゴン)、Kr (クリプトン)、Xe (キセノン)、Ra (ラドン) の総称です。化学的に安定であり、不活性ガスとして用いられます。放電ガスとして使用すると、長期的に安定して放電させることができます。

リード線タイプ : 一般的な抵抗器のように、部品の両端についた電線を、プリント基板に空いた穴に差し込み、溶けたはんだの上に基板をのせることで組み立てるタイプの電子部品です。

P.25 ニットとテキスタイルの融合によるオンリーワン・ファッション衣料の開発と販売 - サブテーマ A : ニットと織物の融合生地の開発とファッション衣料の製品化 -

ゲージ : 編機の針の密度、1 インチ (2.54cm) 間の編針の本数のことで「G」と表記します。3G は 1 インチの中に 3 本、10G は 10 本編針が入ります。

P.26 ニットとテキスタイルの融合によるオンリーワン・ファッション衣料の開発と販売 - サブテーマ D : シルクとカシミアによるニットおよび織物用最新ブレーダー意匠糸の製品化 -

ブレーダー糸 : ベラ針により糸を編み込み中空状に加工した糸のことです。

ドレープ性 : 自重によって生地が垂れ下がる性質のことです。ドレープ性が良いスカートの場合、ダンス等で回ったときに綺麗に広がります。

ローシルク : かいこの繭を約 70°C ほどのお湯に付け、解きほぐし練りとした絹糸のことです。別名生糸とも呼ばれ、表面のセリシンを除去 (精練) することによって、優美な光沢が生まれます。

福島県ハイテクプラザ試験研究概要集

平成27年度（2015年度）

平成28年6月発行

編集

福島県ハイテクプラザ 企画管理科

URL <http://www4.pref.fukushima.jp/hightech/index-pc.html>

E-mail hightech-info@pref.fukushima.lg.jp



福島県ハイテックプラザ

〒963-0297 郡山市待池台1丁目12番地

代表電話	024-959-1741
企画管理科	024-959-1736
産学連携科	024-959-1741
工業材料科	024-959-1737
生産・加工科	024-959-1738
プロジェクト研究科	024-959-1739
Facsimile	024-959-1761

福島技術支援センター

〒960-2154 福島市佐倉下字附ノ川1番地の3

代表電話	024-593-1121
繊維・材料科	024-593-1122
Facsimile	024-593-1125



会津若松技術支援センター

〒965-0006 会津若松市一箕町大字鶴賀字下柳原88番1

代表電話	0242-39-2100
醸造・食品科	0242-39-2976・2977
産業工芸科	0242-39-2978
Facsimile	0242-39-0335

いわき技術支援センター

〒972-8312 いわき市常磐下船尾町字杭出作23番地の32

代表電話	0246-44-1475
機械・材料科	0246-44-1475
Facsimile	0246-43-6958



平成27年度

福島県ハイテックプラザ

試験研究概要集

福島県ハイテックプラザ
FUKUSHIMA TECHNOLOGY CENTRE

