

## -Contents-

### 研究紹介

ICタグテキスタイル製造装置の開発 .....	2
手袋型RFIDリーダーの開発 .....	4
和紙への導電性付与技術の開発 .....	6
夏休み親子科学技術体験教室開催報告 .....	8
(公財)ふくい産業支援センター研修(工業技術コース)のお知らせ .....	8

# ICタグテキスタイル製造装置の開発

## 1. はじめに

タグやラベル状に加工されたアンテナ付ICチップを使用して電波により個体認識などができるICタグ(RFID)は、商品流通での在庫管理や工程管理、セキュリティでの入退出管理など様々な分野で実用化されている。テキスタイル分野での応用事例としてはユニフォームの管理がある。この場合、ほとんどが縫製でタグをユニフォームに取り付けているため、縫製工程の省力化や洗濯等の課題があり、この対策としてテキスタイルにICタグを組み込む技術ニーズは高い。

そこで、当センターでは、ICタグを等間隔に配置したICタグヤーンをたて糸に使用し、扁平な糸を織るフラットヤーン製織技術を応用することで、ICタグテキスタイルを開発してきた。しかし、たて糸にICタグヤーンを使用すると、テキスタイル内の特定位置にICタグを配置して織り込むことは困難であり、また、おさ等の織機部品の変更を伴うため本数や密度の変更も容易ではない。

これに対し、ICタグヤーンをよこ糸に使用すれば、簡単にテキスタイル内のICタグ配置や密度を変更でき、さらにテキスタイル内の任意の位置にICタグを配置できる。そこで、幅のあるICタグヤーンを挿入できる織機(㈱橋詰研究所製:IC-01型)を開発し、よこ糸にICタグヤーンを使用したICタグテキスタイルを開発したので紹介する。

## 2. ICタグテキスタイル製織装置の開発

テープ状の幅のあるICタグヤーンをよこ入れできるレピア織機の主な仕様を表1に、装置の概要図を図1に示す。

この製織装置の特徴は、バンドレピアと棒レピアを併せ持ち、各々のレピアが別個によこ入れを行う間欠よこ入れ駆動方式を採用していることである。通常の糸はバンドレピアでよこ入れを行い、ICタグヤーンのように扁平な糸を捻じらずによこ入れする場合に、棒レピアを使用する。図2は、棒レピアで3mm幅のICタグヤーンをよこ入れしている状態であり、糸を掴んでいるのが棒レピアで、その下にバンドレピアがある。棒レピアのレピアヘッドは積極オープナーを採用している。

表1 ICタグテキスタイル製織装置の主な仕様

織 幅	120cm
よこ入方式	片側バンドレピア方式(通常糸) 片側棒レピア方式(ICタグヤーン)
回転数	バンドレピア方式時 約50~200r.p.m. 棒レピア方式時 約2~5r.p.m.
枠枚数	16枚
その他	電子制御送付、電子制御巻取 セルベージグリップ機構付

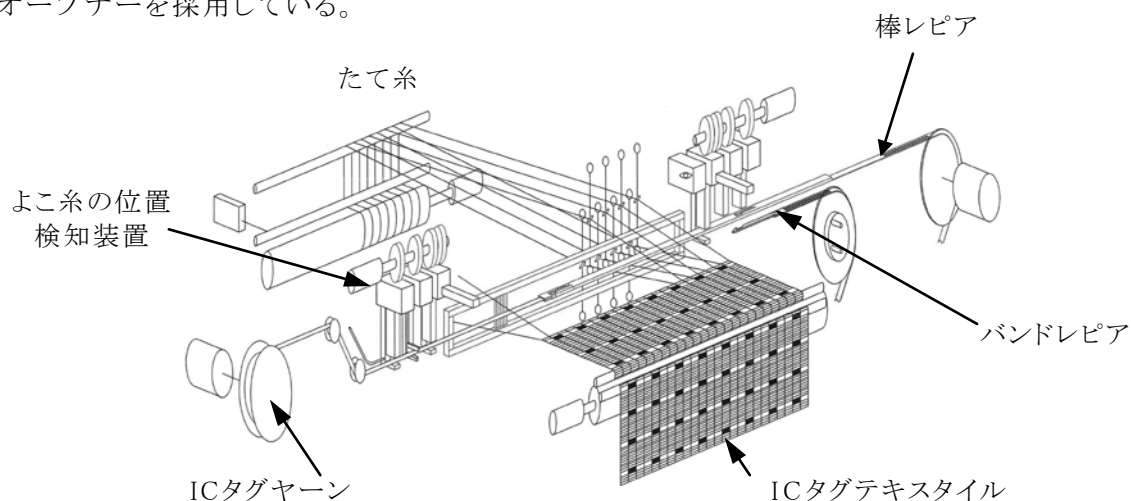


図1 製織装置概要図

よこ入れ終了後はセルバージグripperにより搬送しながらおさ打ちすることで、よこ糸は捻れることなく製織できる。また、ICタグヤーンが毎回織物の特定位置に配置されるように、よこ入れ時によこ糸上のICタグを光電式センサーで検知し、織物内のICタグ位置を調整している。

### 3. ICタグテキスタイルの製織性

UHF帯(860-960MHz、幅6mm、幅15mm)および2.45GHz帯(幅3mm)ICタグヤーンをよこ糸に使用して、ICタグテキスタイルを試作した。いずれの場合も、ICタグが損傷することなくICタグテキスタイルを製織できることが分かった。

図3に幅15mmのUHF帯ICタグヤーンをよこ糸に使用したICタグテキスタイルの写真を示す。点線で囲った部分が織物内のUHF帯ICタグであり、ほぼ同じ位置によこ入れできていることが分かる。

実際にこのICタグ位置精度を評価するため、織機給糸側(左端)から順によこ糸30本(UHF帯ICタグ150個)の各ICタグのアンテナ端部の距離を測定し、各ICタグの織機給糸側からの距離の標準偏差と変動幅(最大値-最小値)を求めた(図4)。

給糸側から反給糸側にいくにしたがいICタグ位置の変動幅および標準偏差が大きくなっているが、 $\pm 5\text{mm}$ 以内の精度でICタグ配置位置を制御できることが分かった。このずれの原因は、よこ入れ時の張力変動による位置および織縮みの変動、ICタグヤーン作成時のICタグ間隔精度( $\pm 1\text{mm}$ )等様々な要因が複合しており、よこ入れ張力制御等の改善でさらに精度向上できると期待する。

### 4. まとめ

幅20mmまでのICタグヤーンを捻じれることなくよこ入れできる製織装置を開発し、この織機を使用して2.45GHzおよびUHF帯のICタグテキスタイルを開発できた。

ICタグテキスタイルの用途としては、セキュリティ分野や各種工業資材用のテキスタイル製品などの生産管理やトレーサビリティ分野への展開を期待しており、将来的にはロボットなど位置認識システム部材としての製品化も期待している。

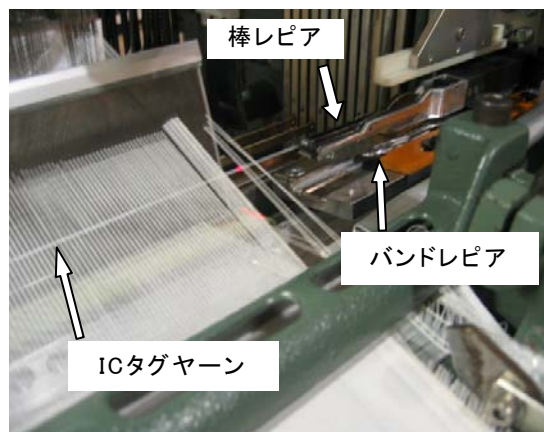


図2 ICタグヤーンのよこ入れ写真

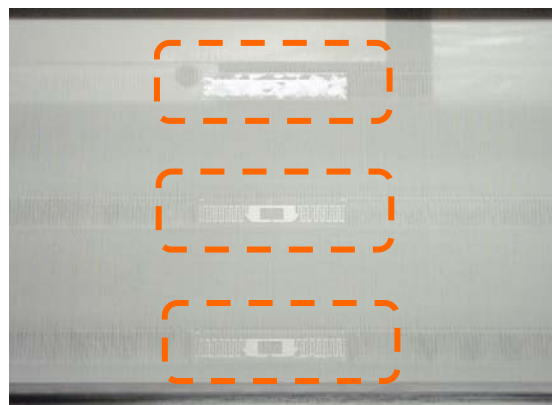


図3 UHF帯ICタグテキスタイル

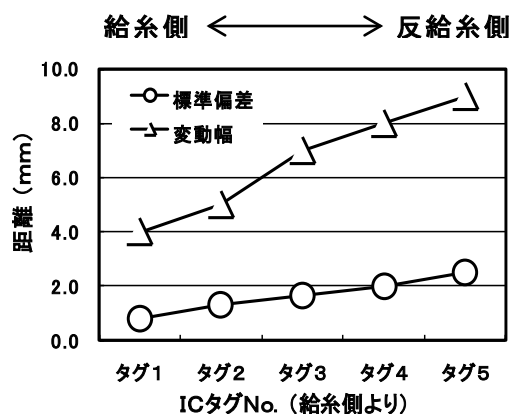


図4 UHF帯ICタグテキスタイルのICタグ位置の標準偏差および変動幅

担当者 化学・繊維部 繊維研究グループ

主任研究員 飯島広和 専門分野／繊維(糸加工・製織技術)

主任研究員 増田敦士 専門分野／繊維(糸物性、織物物性、糸加工・製織技術)

主任研究員 村上哲彦 専門分野／繊維(糸加工・製織技術)



## 1. はじめに

食の安全に対するトレーサビリティなど、農業分野でも工程管理等の各情報管理の重要性が高まっている。本研究では、農作業の情報管理に自動認識技術を活用し、作業効率を妨げることなく農業情報を収集できる手袋型RFIDリーダーを開発している。

本研究では、13.56MHz帯の小型リーダーモジュールを用いて手袋でのリーダーアンテナ最適配置を検討し、手袋型RFIDリーダーの試作開発を行ったので報告する。（※特許出願中）

## 2. 手袋型リーダーアンテナの試作開発

### 2-1 実験装置

開発する手袋型RFIDリーダーは農作業の現場で用いるため、水分の影響が少ない13.56MHz帯とし、手袋に搭載可能な18×23.5mmの超小型ICカードリーダーライター（㈱アートテクノロジー製ASI4400）を使用した。ICタグは小型で耐薬品性のある㈱日立化成工業製13.56MHz帯I・CODE SLI 10Φタグを使用した。

### 2-2 アンテナ配置の評価実験

目的が農作業用途であるため、人体近傍、周辺に水分が存在する環境下におけるリーダーモジュールのICタグ読取り性能を評価した。手袋に手を入れた手のひらにリーダーモジュールを配置した場合の最大読取距離が2.5cmで、手の甲側に設置する場合は認識距離が10mm以下になった。そこで、開発する手袋型RFIDリーダーでは、アンテナを手のひら側にリーダーと分離して設置するシステムとした。

手袋に配置するRFIDリーダーのアンテナ数とアンテナ配置場所を特定するために、RFIDリーダーモジュールを直列8連結したマルチ接続型I/F基板（㈱アートテクノロジー製）を用いた評価システムを試作し、リーダーモジュールの数・位置を変化させた場合のタグ読み取り性能を評価した。実験条件として、リーダーモジュール（#0～7、最大8個）の手袋での配置場所および設置数、試薬容器（ポリプロピレン、 $\phi=48\text{mm}$ 、 $h=10\text{cm}$ ）に設置するタグの場所と数（最大20個）、さらには容器を「つかむ」動作パターンを変更し、14パターンについて各々のリーダーモジュールがどの位置のタグ

表1 容器へのタグ貼り付け位置とタグNo.

タグ貼付け位置	タグNo.
キャップ上面	1
キャップ側面	2, 3, 4, 5
容器上面	6, 7, 8, 9, 10
容器中面	11, 12, 13, 14, 15
容器下面	16, 17, 18, 19, 20

表2 手袋に配置したリーダーモジュールと検出したタグNo.および検出回数

R	検知タグNo.(検出回数)
親指 #0	2(2), <b>3(4)</b> , 4(3), 9(1)
人さし指 #1	<b>2(5)</b> , 3(1), 5(2), 7(2)
手の平	薬指 #2 5(1), 6(2), <b>11(5)</b> , 12(2), 13(1), <b>15(4)</b> , 20(1)
	#3 8(2), 9(2), 12(2), 13(2), <b>14(4)</b> , 15(1)
	#4 6(2), 8(2), 9(3), <b>10(4)</b>
	#5 5(1), 10(1), 11(1), 15(1), 16(1), 18(2), 19(3), <b>20(5)</b>

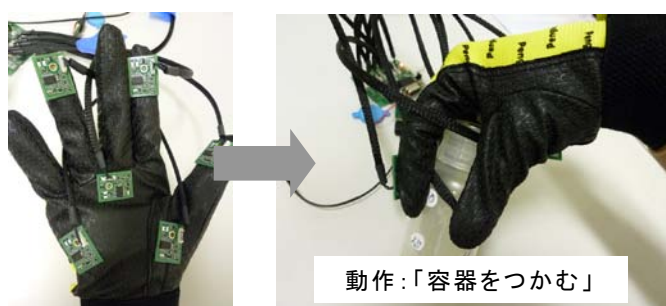


図1 リーダー6個を配置した場合の実験例

を検出したかを測定した。表1と図1にリーダー6個を配置(3本の指の第一関節部と手の平部)した場合の実験例を、また、その配置で「容器をつかむ」動作を行った場合のタグ検出結果を表2に示す。このように14パターンについて実験した結果、少ないリーダーモジュール配置数で容器に貼り付けたタグの認識精度を向上させるためには、以下の4つの場所に配置することがよいことが分かった。

- ①親指手の平側第一関節部 ②人さし指手の平側第一関節部 ③薬指手の平第一関節部  
④手の平(手の動作時に湾曲の比較的小さい部分)

### 3. 手袋型RFIDリーダーの開発

手袋用リーダーアンテナとしては、作業性、屈曲耐久性、物をつかんだときの触感を損なわないことが必要となる。また、認識性能を維持するためにはアンテナ線の電気抵抗を低くし、一定以上の巻き数が必要となる。

これらを考慮した結果、手袋用リーダーアンテナのコイル線には、導体外径0.24mm、電気抵抗0.597Ω/mの錫メッキ軟銅撚線(日立導線製UL10625)を使用し、アンテナコイルは4回巻きのループコイルとした。手袋へのアンテナ配置場所について、評価実験の結果得られたリーダーアンテナの最適配置(図2(左)①～④)に合わせて、図2(中央)に示す4箇所(ICタグ認識用)と手の甲側1箇所(リーダーアンテナとの通信用)の計5箇所到手袋用アンテナ設置した。手袋型リーダーは組み込み用途に適したASI4000S改良型

(外形:18×18mm)を使用し、手の甲に配置した(図2(右))。スペクトラムアナライザーでリーダーアンテナの発振状況を測定したところ、13.56MHz付近に共振周波数をもつことが分かった。また、図2に示す手袋型リーダーでICタグ読取試験を行ったところ、非接触型RFIDリーダーとして実用レベルであることが分かった。

(20Φタグの場合の最大読取距離=1.0cm)



図2 実験での最適配置例と開発した手袋型RFIDリーダー  
(左) リーダーアンテナの最適配置  
(中央)リーダー試作機(アンテナ部)  
(右) リーダー試作機(R/W部)

### 4. まとめ

手袋へのアンテナの最適配置を決定し、13.56MHz帯に共振周波数をもつ手袋用アンテナを開発した。このアンテナとリーダーは電磁誘導方式の非接触接続とすることで、脱着が容易で、かつ手の複数の部位でのICタグ認識が可能な手袋型リーダーとなった。

今後は手袋型RFIDリーダーで農薬散布など実際の農作業における実用評価を行う予定である。

担当者 情報・デザイン部 情報システム研究グループ

研究員 筧 瑞恵 専門分野/電子情報処理(RFID技術)、音響・信号処理

主任研究員 佐野 弘 専門分野/電子情報処理(画像処理)

化学・繊維部 繊維研究グループ

主任研究員 増田敦士 専門分野/繊維(糸物性、織物物性、糸加工・製織技術)

## 1. はじめに

越前和紙業界は生活様式の変化や株券電子化の影響などから需要が伸びなやんでおり、新規市場の開拓が課題となっている。そこで、軽量、通気性、柔軟性といった和紙の特性を生かした導電性部材の開発を目標に、和紙への導電性付与技術の研究を行った。特に、電磁波シールド材としての用途は、建造物の外部からの電磁波を遮蔽する壁紙や薄く軽量で省スペースが要求されるモバイル機器、曲面への加工が要求されるケーブル被覆材料など、大きな需要が期待できる。

## 2. 試験結果

### 2-1 和紙への導電性付与方法の研究

和紙への導電性付与方法として導電性繊維と天然繊維を混抄する、和紙に無電解めっき加工を行う、和紙に導電性塗料を塗工する方法が考えられた。これらの方法で導電性を付与した和紙を調製し、表面抵抗を測定した。その結果、無電解めっき加工、導電性塗料の塗工により高い導電性が得られることが分かった(表1～表4)。

また、試作した導電性和紙の軽量性、通気性、柔軟性など和紙の特性を評価した結果、和紙に導電性塗料を塗布する方法では導電性は高くできるが、軽量性、通気性、柔軟性などが損なわれてしまうことが分かった。一方、無電解めっき加工した和紙は未処理の和紙とほぼ同等の通気性、軽量性が見られ、無電解めっき加工により和紙の特性をもった導電紙を作製できることが確認できた。未処理の和紙、導電性和紙を電顕で観察したところ、導電性塗料を塗布した和紙は表面が完全に塗料成分で覆われているのに対し、導電性繊維の混抄紙、無電解めっき加工した和紙は未処理の和紙とほぼ変わらない外観を示していることが確認できた(図1)。

表1 和紙への導電性付与方法

導電性繊維の混抄	マニラ麻と導電性高分子被覆繊維を混抄
無電解めっき	パラジウム触媒付与後、無電解ニッケルめっき液に浸漬
導電性塗料	フィラー: Ag, Cu バインダー: アクリル樹脂

表2 導電性繊維混抄紙

混抄率(%)	20	30	40	50
表面抵抗 ( $\Omega/\text{sq}$ )	$2.7 \times 10^5$	$3.6 \times 10^4$	$1.7 \times 10^4$	$9.5 \times 10^3$

表3 無電解めっき加工した和紙

めっき時間(min)	1	2	5	10
表面抵抗 ( $\Omega/\text{sq}$ )	52	27	2.3	1.4

表4 導電性塗料塗工紙

塗工厚( $\mu\text{m}$ )	5	20	50
表面抵抗( $\Omega/\text{sq}$ )	7.2	4.0	0.7

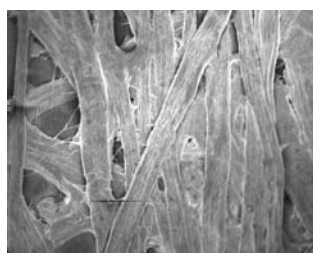
表5 導電性和紙の物性

	未処理	混抄	めっき	導電性塗料
坪量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	50.0	50.0	61.7	84.0
通気性 (s)	8.2	8.4	8.9	1000以上

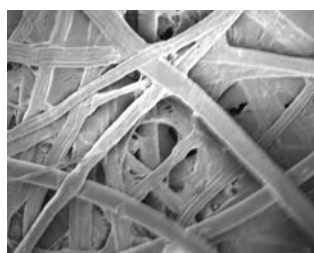
混抄: 混抄率 50%

めっき: めっき時間 2min

導電性塗料: 塗工厚  $5\mu\text{m}$



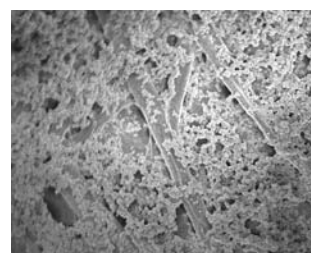
未処理和紙



導電性繊維混抄紙



無電解めっき加工和紙



導電性塗料塗工和紙

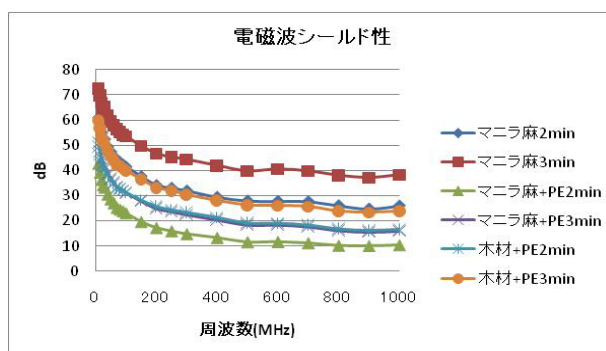
図1 導電性和紙の電顕画像



表6 導電性和紙の物性

サンプル	めっき時間	坪量 (g/m <sup>2</sup> )	厚さ (μm)	引張強度 (kN/m)	通気度 (s)	表面抵抗 (Ω/sq)
マニラ麻 100%	—	13.2	27	1.47	0.1	—
	2min	21.1	32	1.24	0.1	15.5
	3min	31.5	39	1.29	0.2	4.6
マニラ麻 95% + PE 5%	—	17.8	43	2.41	6.6	—
	2min	26.4	53	2.22	7.9	125
	3min	31.9	55	2.11	8.5	27.5
木材パルプ 90% + マニラ麻 5% + PE 5%	—	18.8	39	1.44	0.5	—
	2min	30.2	39	1.19	0.9	28.8
	3min	34.2	40	1.18	0.8	11.0

図2 導電性和紙の電磁波シールド性



## 2-2 導電性和紙の薄紙化方法の研究

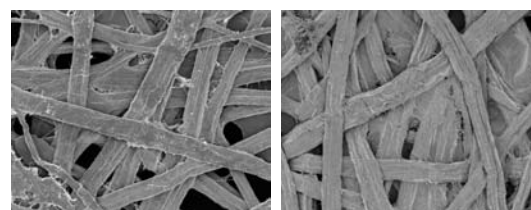
導電性和紙の薄紙化を目標に基材となる和紙の薄紙化方法を検討した。薄く抄紙しても無電解めっき等の処理で破れることのない強度のある和紙を抄紙する目的で、パルプ調製条件、熱融着性繊維(PE繊維)の混抄条件を検討した。パルプ調製条件を検討した結果、強度と抄紙時の濾水性を考慮すると、マニラ麻をCSF400ml程度に叩解することが薄紙化に最適であることが分かった。また、熱融着性繊維を混抄し、加熱プレス処理を行うことで薄く強度のある和紙の試作を行った結果、5～10%程度の熱融着性繊維の混抄により、薄紙化が可能であることが分かった。これらの結果をもとに、表6に示す3種類のパルプ組成にて試作を行った結果、紙厚50 μm以下の薄く強度のある和紙を調製することができた。

## 2-3 極薄和紙への導電性付与

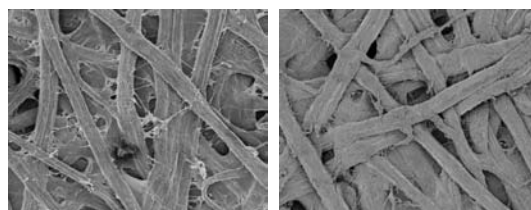
試作した3種類の極薄和紙に無電解めっき加工を行い、表面抵抗、電磁波シールド性を測定した(表6、図2)。その結果、いずれの和紙でも2分程度のめっき処理で表面抵抗100 Ω/sq以下の高い導電性を付与できることが分かった。熱融着性繊維の混抄紙と比べて、マニラ麻100%の極薄和紙は高い導電性、電磁波シールド性を示したことから、熱融着性繊維の混抄によりめっき析出量が小さくなることが考えられた。また、導電性和紙の物性評価を行った結果、引張強度、通気度など無電解めっき処理前の物性をほぼ残したまま導電性を付与できていることが確認できた。

## 3. まとめ

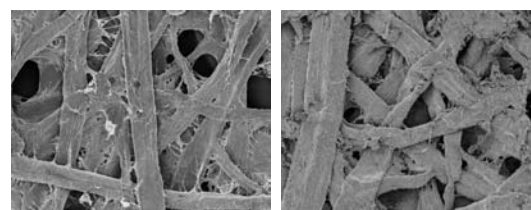
本研究の結果、マニラ麻を主材とする極薄和紙に無電解めっき加工することで軽量、通気性、柔軟性といった和紙の特性をもつ導電性の高い和紙を作製することができた。本研究の成果を越前和紙の新規市場開拓に役立てていきたい。



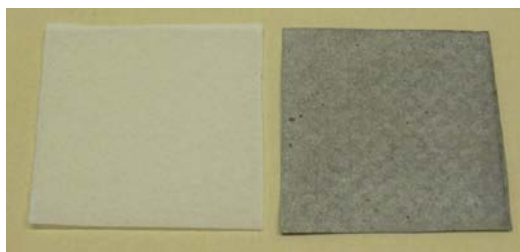
マニラ麻 100%



マニラ麻 95%、PE 5%



木材パルプ 90%、マニラ麻 5%、PE 5%

図3 導電性和紙の電顕画像  
(右:めっき前、左:めっき後)

導電性和紙(左:めっき前、右:めっき後)

担当者

情報・デザイン部 デザイン工芸研究グループ

研究員 山田耕平 専門分野/和紙、化学

主事 前田俊雄 専門分野/和紙、化学

## 夏休み親子科学技術体験教室開催報告

工業技術センターでは、児童や県民の方々に科学技術や本県産業技術への理解を深め、科学・産業技術のおもしろさ・すばらしさを体験していただく「夏休み親子科学技術体験教室」を平成23年7月23日(土)に開催しました。参加した児童を「一日ジュニア研究員」に任命して科学技術工作を行うほか、工業技術センターの施設公開を通して多くの方々に最先端の技術に触れていただくハイテク探検隊を行いました。



多数の応募者より抽選で選ばれた72組の小学校4、5、6年生の児童とその保護者の方に科学技術工作教室に参加いただいたほか、ハイテク探検隊に64組の方が参加され、計300名以上の方に参加していただきました。

科学工作教室では、地デジ平面アンテナを作ろう！、温めて、吸い込んで！プラスチックトレイをつくろう！、光ファイバーで文字が浮き出るテレビ石をつくろう！、身近なモノで電池をつくろう！、空気砲の衝撃波を体験しよう！の5コースに分かれ、親子で楽しく工作や実験を行いました。また、ハイテク探検隊では、3Dプリンターやレーザ加工、電子顕微鏡、音響室など、9つの最先端設備や技術を体験していただきました。参加いただいた方には、自分で作った工作物や、ハイテク探検隊で体験した技術のサンプルをお土産に、とても良い笑顔でお帰りいただきました。

ご参加くださいました親子のみなさま、本当にお疲れさまでした。

## (公財)ふくい産業支援センター研修(工業技術コース)のお知らせ

### ◆シミュレーションを用いた設計手法

月日	時間	科目／概要		講 師
11月 1日	9:30-12:30 (3)	品質工学の基礎	品質工学を用いた設計手法に関する基礎 (品質工学の考え方、パラメータ設計・演習等)	富山高等専門学校 教授 水谷 淳之介
	13:30-15:00 (1.5)	構造解析を用いた最適化設計	CAE(構造解析)による最適化設計に関する事例紹介	サイバネットシステム(株)
	15:00-16:30 (1.5)	熱流体解析の実習	熱流体解析ソフトを用いて、流体解析の一般的な手順の体験	アンシス・ジャパン(株)

会場: 福井県工業技術センター 受講料: 13,000円

### ◆最新の製紙用繊維評価技術と紙への機能性加工技術

月日	時間	科目／概要		講 師
11月 9日	9:30-16:30 (6)	最新のパルプ繊維評価技術	木材パルプ、和紙繊維、エコペーパー用繊維など、さまざまな繊維の特性と評価方法を習得する。	穴倉ペーパー・ラボ 穴倉 佐敏 氏
11月 16日	9:30-16:30 (6)	最新の紙への機能性加工技術	新商品開発に向けた塗工、含浸、貼り合わせなどの機能性加工技術を習得する。	オフィスK 川村 俊一 氏

会場: 越前和紙の里パピルス館 受講料: 25,000円

### ◆複合材料の基礎技術

月日	時間	科目／概要		講 師
11月 28日	9:30-12:30 (3)	炭素繊維の特徴と用途について	複合材料の補強材として注目される炭素繊維の構造や力学特性、用途について	東レ(株)
	13:30-16:30 (3)	エポキシ樹脂の特徴と用途について	複合材料の母材として使用されるエポキシ樹脂について、その種類、特徴、用途などについて	ハンツマン・ジャパン(株)
11月 29日	9:30-12:30 (3)	成型加工技術	複合材料のいろいろな成型加工に関する方法、特徴について	東京大学
	13:30-16:30 (3)	複合材料の力学特性	複合材料の力学特性について	金沢工業大学

会場: 福井県工業技術センター 受講料: 25,000円

※上記研修の問い合わせ先 (公財)ふくい産業支援センター人材育成部 福井市下六条町16-15  
TEL:(0776)41-3775 / FAX:(0776)41-3729 E-mail:manabi@fisc.jp

※受講料は消費税込みですが、食事代を含みません。

### 福井県工業技術センターニュース No.106 平成23年9月発行



編集・発行 福井県工業技術センター 企画支援室  
〒910-0102 福井県福井市川合鷺塚町61字北福田10  
Tel:0776-55-0664 Fax:0776-55-0665  
E-Mail:kougi@fklab.fukui.fukui.jp  
U R L:http://www.fklab.fukui.fukui.jp/kougi/

☆環境への配慮から、ご来場につきましては、できる限り公共交通機関を利用してください。  
また、止むを得ず自動車でお来場の場合は、アイドリングストップにご協力ください。



表紙写真: 1Cタグテキスタイル製造装置

11.09.18570