

# 富山県工業技術センター 研究開発等成果事例

平成26年5月



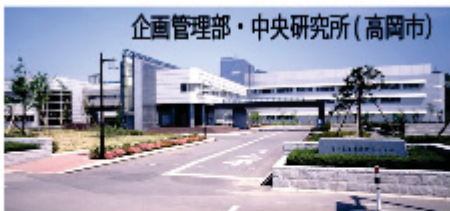
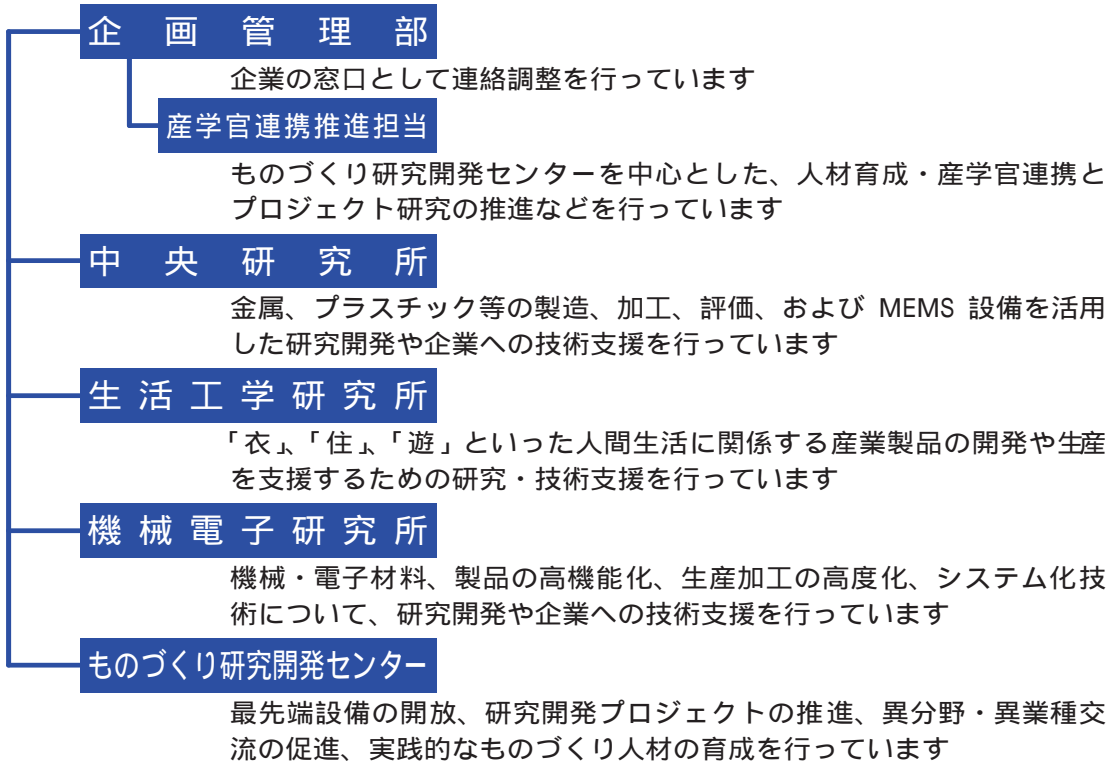
## 目次

・富山県工業技術センターの概要	1
<b>戦略的基盤技術高度化支援事業</b>	
・環境に配慮した低コスト無線 IC タグの開発	2
・紙パッケージへの点字エンボス連続打刻用の偏心カム機構及び トグル機構を用いた高出力・高速超精密プレス装置の開発	3
<b>JST A-STEP</b>	
・積層造形による環境に優しい曲げ加工用樹脂中子の開発	4
・アルミナ基板上 BiFeO <sub>3</sub> 系非鉛圧電厚膜の開発	5
・血中循環細胞捕捉用 MEMS チップの研究開発	6
<b>科研費</b>	
・複合化高圧ジェットミル法による微粒子を応用した膜創成技術	7
・放射光 CT を適用した総合的非破壊モニタリングによる実装基板の信頼性評価技術の開発	8
・イオン液体を用いた温度応答性ゲルレジストのナノデバイス応用	9
・マイクロ流体チップシステムによる肺癌での循環腫瘍細胞の高感度検出法の開発	10
<b>フロンティア研究推進事業</b>	
・多能性幹細胞を分離回収するマイクロチップの開発	11
・精密加工を応用した風合いを有するプラスチック成形品の開発	12
<b>ナノテクものづくり基盤技術創成研究</b>	
・医薬・バイオ分野への応用を目指した高分子ナノ構造形成技術の開発	13
・皮膚組織再生のための薬剤徐放型シルクナノファイバーシートの開発	14
・リチウムイオン 2 次電池へのナノテク応用研究	15
<b>経常研究</b>	
・高分子ゲルを用いたナノファイバーシートの開発とバイオ応用	16
・発汗サーマルマネキンによる機能性衣服の評価研究	17
・摩擦攪拌プロセスによる異種材料の接合および複合材料創生の可能性調査研究	18
・集束イオンビームを応用した超精密加工用工具の開発と応用	19
・デジタルエンジニアリングを活用した伝統産業支援のための新商品デザイン開発	20
・居住環境モニタリング技術に関する研究	21
・打撃用具の高機能化研究	22

・薄板曲げ加工用サーボシステムの開発	23
・複層構造ナノファイバー不織布の開発	24
・親子に優しいベビーキャリーの開発	25
・薄膜型熱電対を利用した微小液体流量センサの開発	26
・県産バイオマスを利用したバイオマスプラスチックを活用した生活用品の開発	27
・温熱的快適性を向上させたインナーウェアの開発	28
・水田中耕除草自動機の開発	29
・粒子配列によるパターン形成とデバイスへの応用	30
・蓄光材を用いた表示デバイスに関する研究	31
・マイクロフローシステムを用いるキノン類の合成方法の開発	32
・次世代 LED 基板技術の開発	33
・PA 粉末積層造形体の諸特性に及ぼす金属アルミニウム粉末添加量の影響	34
・ソフトボールの反発性に関する研究	35
・車椅子用クッション評価のための加圧装置の自動化、高機能化研究	36

## 企業との共同研究

・セルロースナノファイバーを配合した新規プラスチック材料の開発	37
・塗装仕上がり状態自動評価システムの開発	38
・高品質銅合金製音響製品の開発	39
・錫製品の着色に関する研究技術開発	40
・ダイカスト金型のための金型内流動・凝固超音波モニタリングに関する基礎的研究	41
・吸放湿材料を利用したドライルーム用呼吸具の開発	42
・しけ絹製品のインテリア用途への適用技術に関する研究	43
・放熱促進ウェアの開発	44
・エチレン抑制鮮度保持材の開発	45
・野球用バットの高性能化研究	46
・人材等地域資源活用による各種材料・センサ・システム等の開発	47
・スイッチング電源における電磁界ノイズシミュレーション実用化の研究	48
・接着剤を用いない異種材料の超音波接合に関する研究	49
・極低容量水力発電システムの研究	50



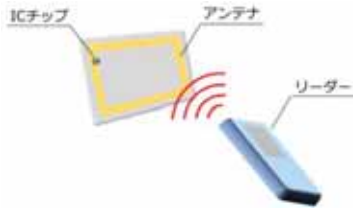
### 工業技術センターの業務

- |         |        |             |         |
|---------|--------|-------------|---------|
| 共同研究    | 技術開発   | 技術相談・アドバイス  | 依頼試験・分析 |
| 研究施設の開放 | 技術者の養成 | 技術講習会・研究会開催 | 技術情報の提供 |

# 環境に配慮した低コスト無線ICタグの開発

産学官連携推進担当

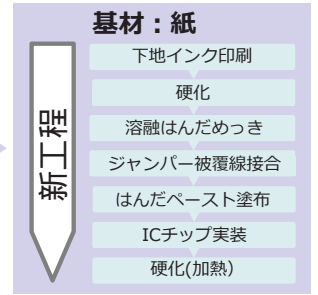
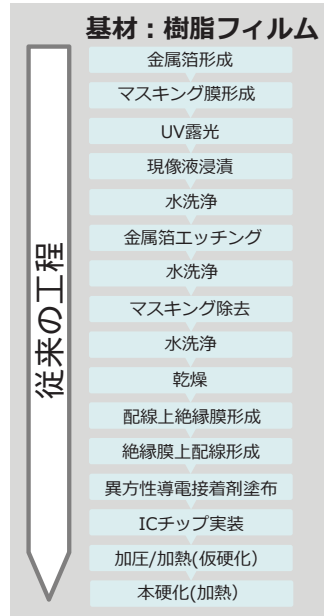
## 1. 背景・目的



### Radio Frequency Identification

(RFID)は、物流・入退管理、トレーサビリティに用いることができる技術である。最近では、日用品・家電・自動車など、さまざまなモノに無線タグやセンサーを組み込み、インターネットに接続、連動することで、利便性の高い社会を目指す取り組みも行われ、重要性が増している。

## RFIDタグ作製工程



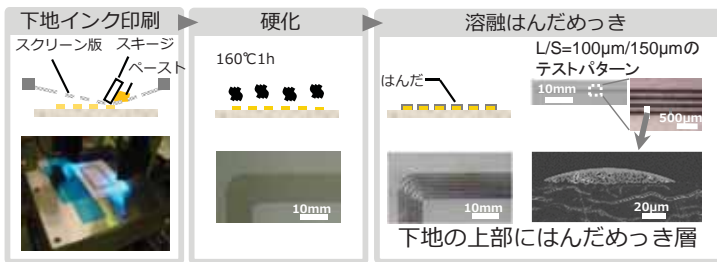
従来法では大量の廃液  
新工法では廃液なし！

工程数を大幅に削減！  
(省エネ、コストダウン)

## 2. 開発技術 | 紙へのはんだめっき技術

### ■ 紙へのはんだめっき実験

紙の上に下地インクをスクリーン印刷・硬化後、溶融はんだめっきを行った。



紙の上に金属パターンが形成可能となった！

## 3. 開発技術 | セルフアライメントICチップ実装

### ■ 実装実験

紙上に形成されたはんだめっきにBi-57Sn系はんだペーストを塗布、ICチップをマウント、加熱硬化した。



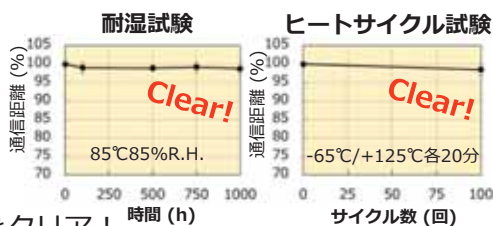
ラフなペースト塗布とICチップマウントで接続可能！  
(工程数が削減され、工程も簡単になった。)

## 4. 開発品1 | RFIDタグ

### HF帯タグ

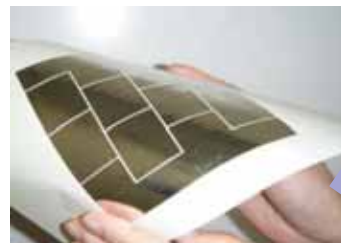


### UHF帯タグ



各種信頼性試験をクリア！  
高耐熱性により、樹脂への埋設も可能

## 5. 開発品2 | フレキシブルLED電極シート



ICチップと同様の手法でLEDチップ実装



LEDからの放熱、反射が良好  
曲げ伸ばし可能  
ラミネート処理可能

\* 本研究は、立山科学工業株式会社と共同で行われたものです。

# 紙パッケージへの点字エンボス連続打刻用の偏心カム機構及びトグル機構を用いた高出力・高速超精密プレス装置の開発

機械電子研究所

丸栄運輸機工株式会社、株式会社フロンティア、コンチネンタル株式会社、富山県工業技術センター  
公益財団法人富山県新世紀産業機構(事業管理機関)

市販薬等の外箱パッケージに「点字表示」を施すニーズが急増しています。\*1

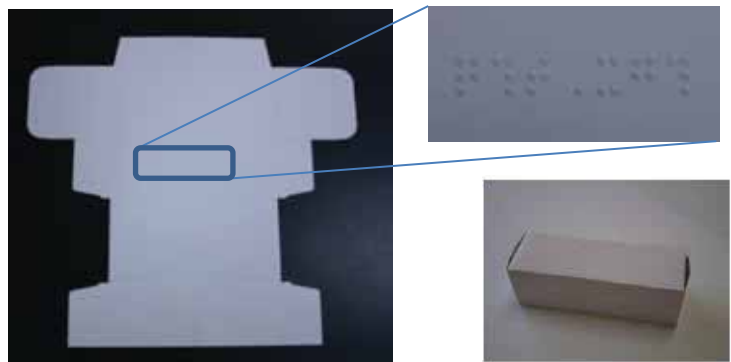
従来の点字表示には、インクの厚盛り印刷加工や、通常のプレス加工、UVインクなどを用いたスクリーン印刷などが用いられていましたが、点字の品質や、加工工程の増加、コスト増などの問題がありました。

本研究では、トムソン抜型による型抜き(裁断)と、点字エンボスプレス加工を同時に行うことにより、上記の課題を解決し、点字エンボスプレス加工条件の確立のため、試作された実証実験用プレス機構を用い検証を行いました。

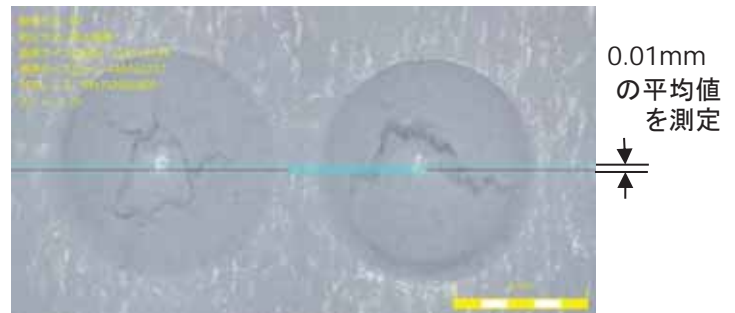
\*1 2010年にEU(欧州連合)において市販薬パッケージへの点字表示が義務化  
2013年にISOにおいて「包装-医薬品包装上の点字」が規格化



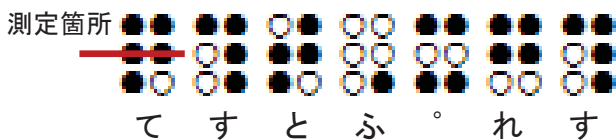
実証実験用プレス機構



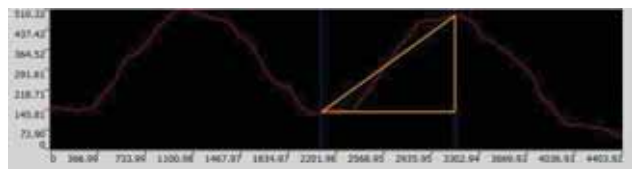
点字エンボスプレス加工とパッケージ



点字高さ測定箇所



点字表記の内容



点字断面プロファイル

加工条件を変えて同時加工された点字エンボス部の外観と形状を測定したところ、適切なプレス条件で加工を行えば、点字高さが0.3mm以上となり、JIS規格\*2の点字高さ(0.3～0.5mm)に適合した点字エンボスプレス加工が可能なのが、これまでに実証できています。

\*2JIS S 0022-3 高齢者・障害者配慮設計指針-包装・容器-触覚識別表示

# 積層造形による環境に優しい曲げ加工用樹脂中子の開発

中央研究所

アルミ押出型材の試作品など一品物のアール曲げ加工時、潰れ防止のため挿入する中子には低融点合金が使用され、型材への流し込みと加工後の溶融回収が必要です。このため加工時のエネルギー、環境対策コストも大きく、製品の品質にも課題が残ります。これに対し中子を樹脂に代替し、型材断面図面データから迅速に成形できる樹脂粉末積層造形技術を活用して、多様な曲げ加工要求に短納期で応える環境に優しい曲げ加工用樹脂中子の成形技術の開発を行いました。

## 多彩な用途を有する曲げ加工製品



### 従来技術

型材への低融点合金の溶融充填

- ・電気ヒーターによる加熱
- ・鉛、ビスマス、アンチモン、カドミウムなどの有害元素



曲げ加工

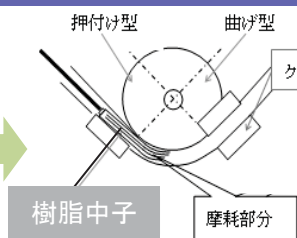
型材から低融点合金の溶融回収

#### ◆問題点

- ・多大なエネルギー損失 (約7.2kWh/1本の電力量を消費) → コストアップ、電力不足の懸念
- ・有害金属利用による環境負荷

### 成果技術

積層した樹脂ブロックを切削加工



実用に耐えることは実証済み

#### ◆課題

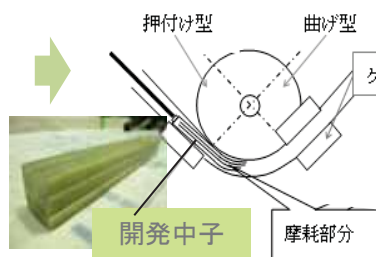
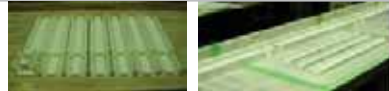
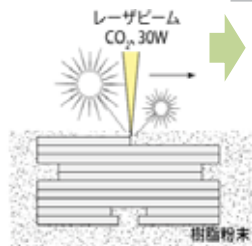
1. 製作納期の短縮
2. 材料歩留まりの向上
3. 作業性の向上(バラケ防止)

### 開発技術

積層造形技術を駆使しゴム成型型を造形

ウレタンゴム製の画期的な中子を開発

開発中子による曲げ加工実証試験により**実用に絶えることを確認**



#### ◆効果

- ・環境に優しく加熱溶融も不要な省エネプロセス。
- ・型材のCADデータ活用により、短納期で設計変更にも対応可能。
- ・分割積層化により摩耗部の交換が容易、物性を変更も可能。

#### ◆課題

- ・中子の耐久性
- ・製品のシワ



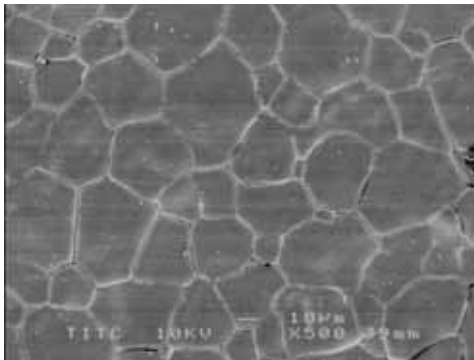


# アルミナ基板上BiFeO<sub>3</sub>系非鉛圧電厚膜の開発

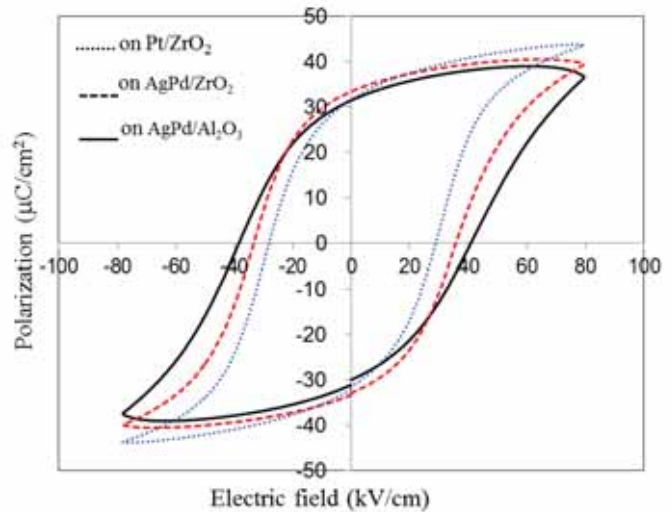
機械電子研究所

幅広い応答周波数範囲を有する音響振動センサや振動発電素子へ応用するために、優れた圧電性能が期待できるBiFeO<sub>3</sub>系材料を安価なAg系下部電極とアルミナ基板を使用して作製する研究開発を実施しました。

Ag/Pd比率や焼成温度を検討することにより、96%アルミナ基板上に1100°C焼成にて緻密で密着性のよい下部電極が得られた

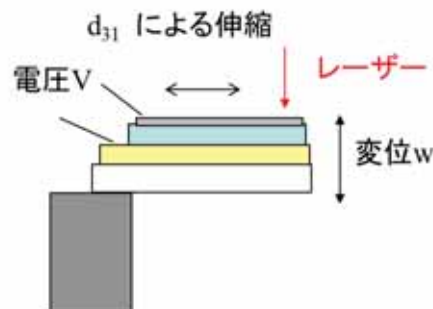
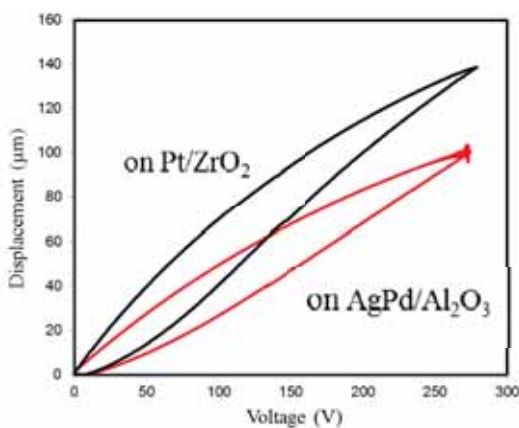


残留分極は31mC/cm<sup>2</sup>、抗電界は39kV/cm  
ジルコニア基板上に形成されたものに比較すると、残留分極は同程度



厚膜を用いた片持ち梁における電圧と変位の関係

アルミナ基板AgPd下部電極上  $d_{31}$  63pm/V ジルコニア基板Pt下部電極上、 $d_{31}$  69pm/V



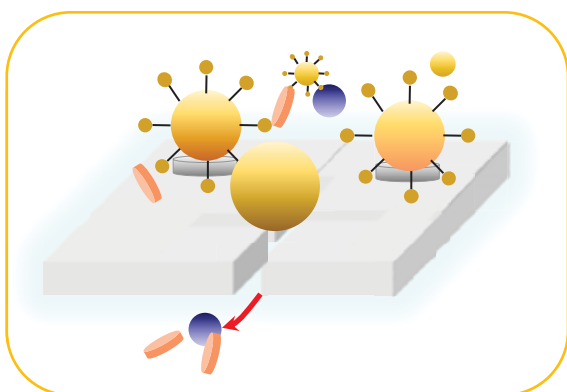
安価な96%アルミナ基板(ジルコニア基板の1/10の価格)とAgPd下部電極(Pd20%によりPt電極の1/5の価格)を用いて従来とほぼ同等の性能を持つBiFeO<sub>3</sub>-BaTiO<sub>3</sub>系圧電厚膜を作製

# 血中循環細胞捕捉用MEMSチップの研究開発

中央研究所

血液などに含まれる疾病特有に出現する細胞を捕獲することによって、治療や予後の管理をしようという試みが始まっています。

本研究では、この非常に存在が少ないこれらの細胞を1つ単位で捕獲解析できるチップの開発を目標としました。



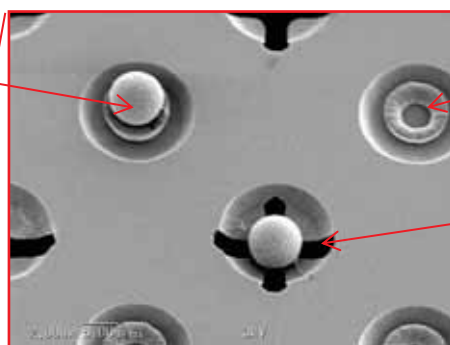
マイクロスリットと磁気による捕獲



MEMSチップ  
(下はシリンジ用ケースに実装)

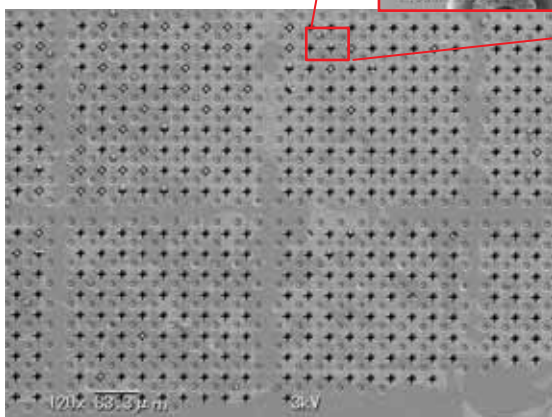
磁気ビーズ  
(8 $\mu$ m径)

※ $\mu$ mは1/1000mm



磁性膜

マイクロスリット



磁気ビーズ(8 $\mu$ m径)の捕獲

血液中の細胞に合わせた設計とし、磁気ビーズ80%以上捕獲できることが確認できました。

今後、リンパ球や赤血球の分離、血中浮遊癌細胞などの捕獲ができないかを検討していきます。

# 複合化高压ジェットミル法による微粒子を応用した膜創成技術

中央研究所

ナノ粒子を製品応用する場合、その凝集体をうまく微粒化・分散させる技術が不可欠であります。一般的にナノ粒子を作製する方法にはビルドアップ法とブレイクダウン法がありますが、ブレイクダウン法では、ビーズミル法がよく利用されます。しかしながらこの方法では、ナノ粒子の粉碎に限界があります。別の方法として高压湿式ジェットミル法があります。これらの2種類の微粒化特性を調べ、新しい複合化処理方法を提案し、新規な膜作製技術への応用を図ります。

ナノ粉碎におけるそれらの特徴を明らかにするために、硬い $\alpha$ アルミナ粒子の粉碎実験を行いました。その結果、ビーズミルと高压湿式ジェットミル法を複合化することで、より微細な粉碎ができることが分かりました。

## (1) $\alpha$ アルミナ粒子のビーズミルと高压湿式ジェットミルによる各種材料の粉碎特性

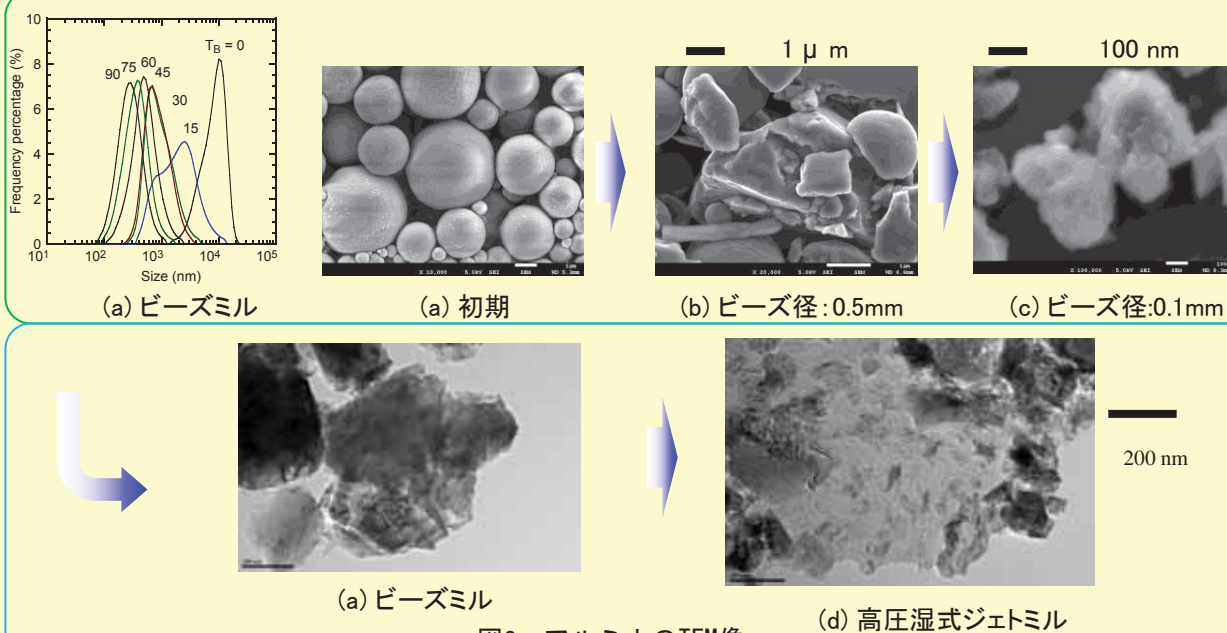
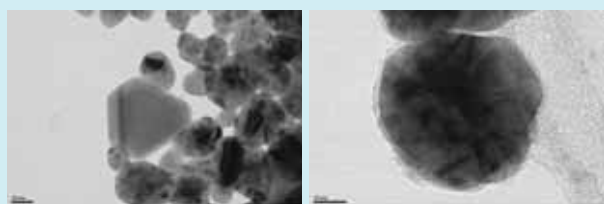


図2 アルミナのTEM像

硬い $\alpha$ アルミナの粉碎には、ビーズミルだけでは400nmまでの微粒化しかできませんでした。その後ジェットミル処理を行うことで、ビーズによって発生した亀裂を利用したさらなる微粒化が可能になることが分かりました。複合化処理の有効性が示されました。

## (2) 液中プラズマによるナノ粒子合成



20 nm 10 nm  
図4 作製された粒子のTEM像

液中プラズマにより、2から40nmの大きさのナノ粒子を合成しました。今後、この応用を図って行きます。

# 放射光CTを適用した総合的非破壊モニタリングによる実装基板の信頼性評価技術の開発

放射光を光源とするX線マイクロCTによって、電子基板の非破壊検査の研究を行ってきました。今回、ラミノグラフィ技術を用いて、同一のはんだ接合部を完全な非破壊でモニタリングし、疲労き裂の進展過程を定量評価することが可能となりました。今後、パワーモジュールなど、電子機器の各種デバイスの接合部における信頼性評価への適用に大きな期待が寄せられています。

放射光X線ラミノグラフィを用いて、FBGA (Fine pitch Ball Grid Array) はんだ接合部を完全な非破壊で3D観察し、疲労き裂の進展を定量的に評価しました。

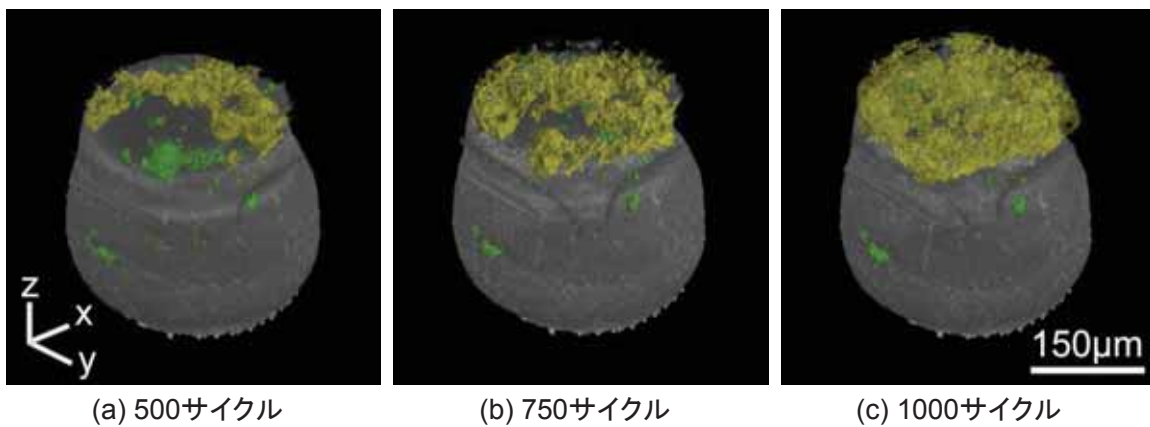


図1 ラミノグラフィ画像を基にした3D画像  
【ラミノグラフィ画像からき裂やボイドを抽出することが可能です。】  
(図は、き裂を黄色で、ボイドを緑色で、はんだバンプ、電極およびパッドを灰色で表示しています。)

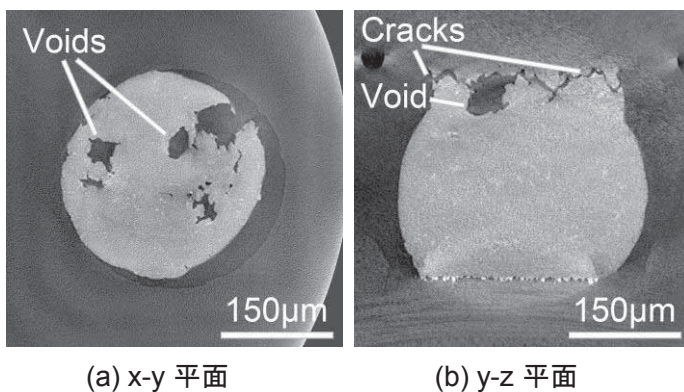


図2 ラミノグラフィ画像  
【ボイドやき裂、金属組織などが明瞭に確認できます。】

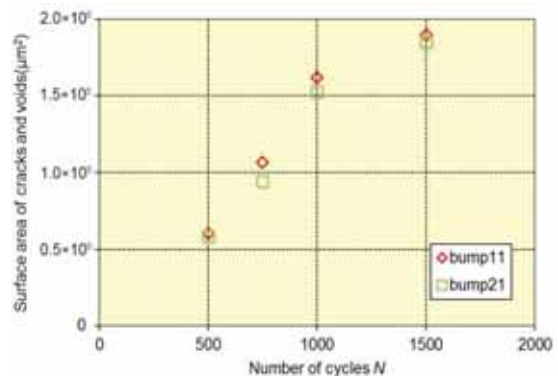


図3 き裂表面積の変化  
【疲労き裂の進展に伴い、き裂表面積がほぼ線形に増加しています。き裂の進展速度から、余寿命の推定が可能です。】

本研究におけるX線マイクロCTを用いた放射光実験は、(公財)高輝度光科学研究センターの支援(研究課題番号: 2011A1198)を受け、SPring-8のビームラインBL20XUIにおいて実施されたことを記し、謝意を表します。

本研究は、独立行政法人日本学術振興会による科学研究費補助金(基盤研究(C)研究課題番号: 24560120)の助成を得て実施されたことを記し、謝意を表します。

# イオン液体を用いた温度応答性ゲルレジストの ナノデバイス応用

機械電子研究所

本研究では、ナノインプリント法を用いて、nmオーダーの微細パターンを形成でき、水中やイオン液体中での温度制御によって、微細パターンが可逆的に変形する「温度応答性ゲルレジスト」の開発を試みています。

これまでに、微細パターンが、(1)水中で変形する温度応答性ゲルレジスト、(2)イオン液体中で変形する温度応答性ゲルレジスト、の2種類を合成し、それぞれの特性評価を行いました。今後は、これらの可逆的なナノパターン変形を活用・組み合わせた微小アクチュエーターを作製し、バイオ・光学・電子分野でのナノデバイスの構築を目指します。

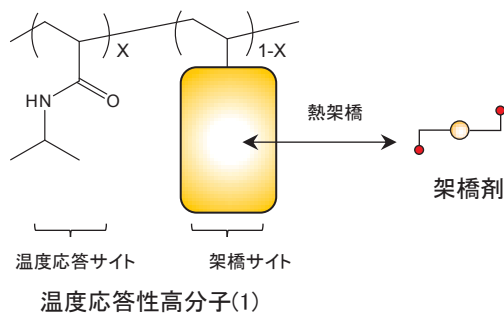


図1 微細パターンが、水中で、  
変形する温度応答性ゲルレジスト

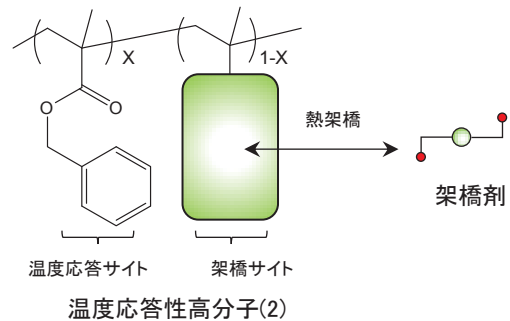


図2 微細パターンが、イオン液体中で、  
変形する温度応答性ゲルレジスト

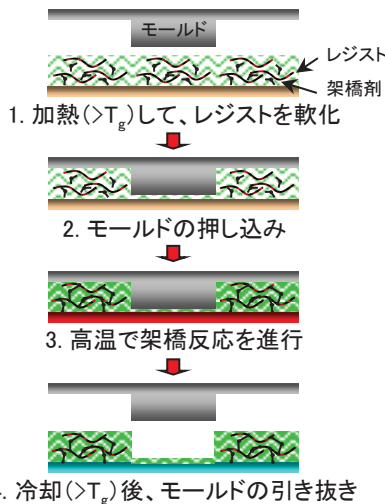


図3 熱ナノインプリントプロセス

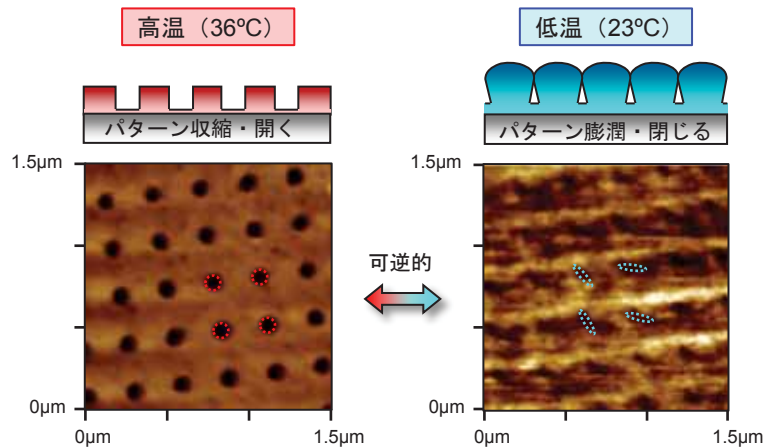


図5 温度制御によるナノパターン  
(φ100nmホール)の変形(水中、SPM像)

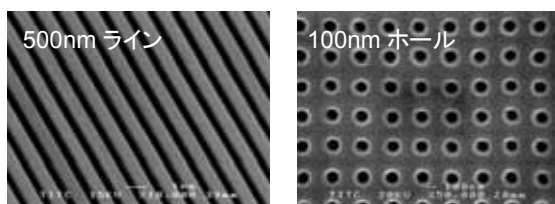


図4 作製した微細パターン  
のSEM像

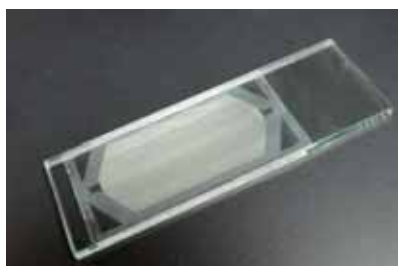
応用先

- ① ナノ流体チップ・・・ナノポンプやナノバルブといったナノ流路を制御する機構
- ② 光学デバイス・・・量子ドットの捕捉やアレイ化、焦点可変なナノレンズアレイ
- ③ 半導体プロセス・・・微細なレジストパターンのホール径、トレンチ幅の縮小

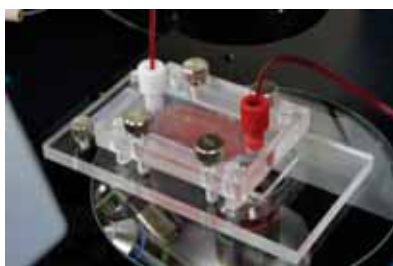
# マイクロ流体チップシステムによる肺癌での循環腫瘍細胞の高感度検出法の開発

中央研究所

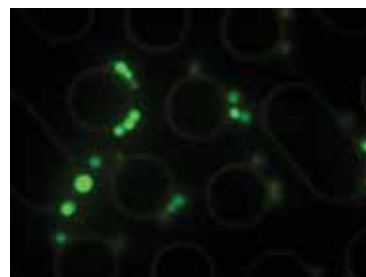
血中循環腫瘍細胞(CTC)からは体内の癌に関する様々な情報が得られ、早期発見や診断、また個別化治療などへの臨床応用が可能である。CTCの血中濃度は極端に低いためCTC検査は容易でないが、有望な方法としてマイクロ流体チップ技術を応用した“CTCチップ”が提案されている。富山県工技センターではいち早くその可能性を認め、臨床応用を目指したポリマーCTCチップを世界に先駆けて商品化した。現在、国内数カ所でチップの臨床テストを進めており、ここでは産業医科大学における肺癌での検討結果を紹介する。



ポリマーCTCチップ



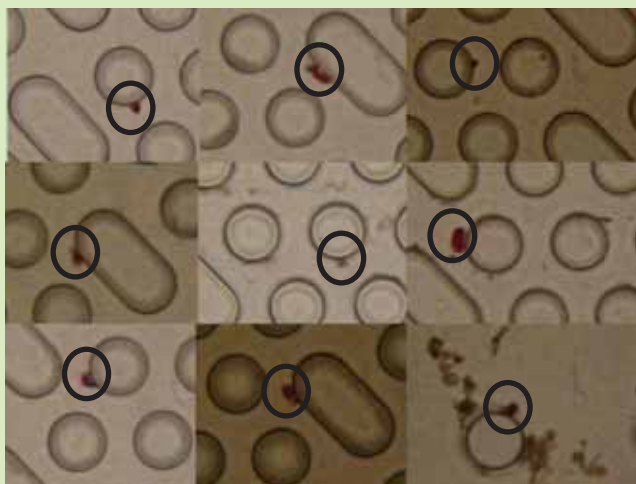
CTC検査の様子



チップに捕捉された癌細胞(緑)

## 臨床検体(肺癌)のCTC検査・解析

### 検査後のチップ観察像



**【検体】**抗癌剤治療中の肺癌患者さんから採取した末梢血(癌性胸膜炎、腋窩リンパ節転移、EGFR変異(exon21 L858R)あり)

**【CTC同定】**捕捉細胞のサイトケラチン染色および病理学的所見から

**【結果】**2mLの血液から、9個のCTCを検出(写真中に○でマーク)

……血液検査で癌を確認

### 遺伝子解析



L858Rプライマー

21AGプライマー

**【遺伝子解析】**チップ上のCTCをプロテアーゼで溶解し、遺伝子増幅、電気泳動によりEGFR変異解析

**【結果】**組織検査で認められたEGFR変異が確認された

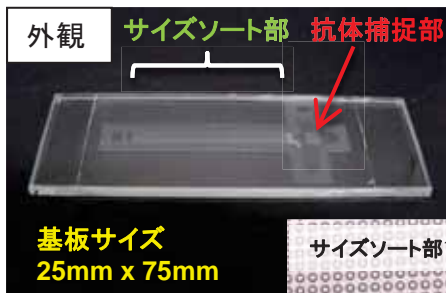
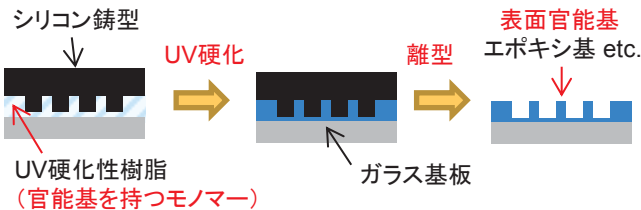
……癌のタイプを特定し、有効な抗がん剤を選定(EGFRチロシンキナーゼ阻害剤ーゲフィチニブ等) ⇒ 個別化治療

**Introduction 緒言**

母体の中で胎児を包んでいる羊膜は出産時に廃棄されるが、その中に幹細胞が存在する。羊膜由来の幹細胞は、安定供給が可能、移植の際の免疫拒絶性が低い、ガン化のリスクがない、倫理的な問題がないなど再生医療の幹細胞供給源として優れた特徴をもっているため、羊膜から幹細胞を分離する技術が求められている。本研究では、この分離を目的として、細胞をサイズによって分離する方法<sup>1)</sup>と抗体によって捕捉する方法を組み合わせた新しい樹脂マイクロチップの開発を行った。

**Chip Fabrication 樹脂チップ作製**

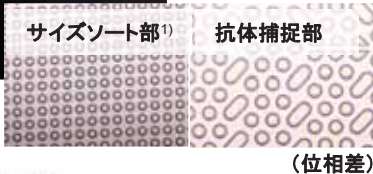
- ・フォトマスクを設計し、シリコン鋳型を作製
- ・鋳型・ガラス基板間に官能基を持つUV硬化樹脂を充填
- ・UV硬化・離型し表面官能基をもつ樹脂製チップの完成



- 特徴**
- ・安価
  - ・透明
  - ・作製が容易
  - ・表面官能基

**基板サイズ**  
25mm x 75mm

- ・Gap: 30μm
- ・Depth: 50μm



**Flow System 送液システム**

樹脂チップをホルダにセットし、Tubing (Input x1, Output x3) をつなぐ。Inputから入ったsampleは、Output 1,2,3に分かれて排出される。細胞等のサイズの大きい粒子はサイズソート部で中央にソートされ、抗体捕捉部(Output 2側)に入る。

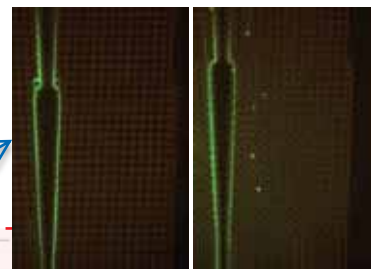
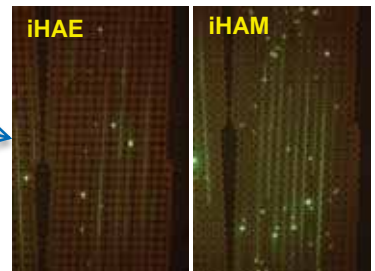
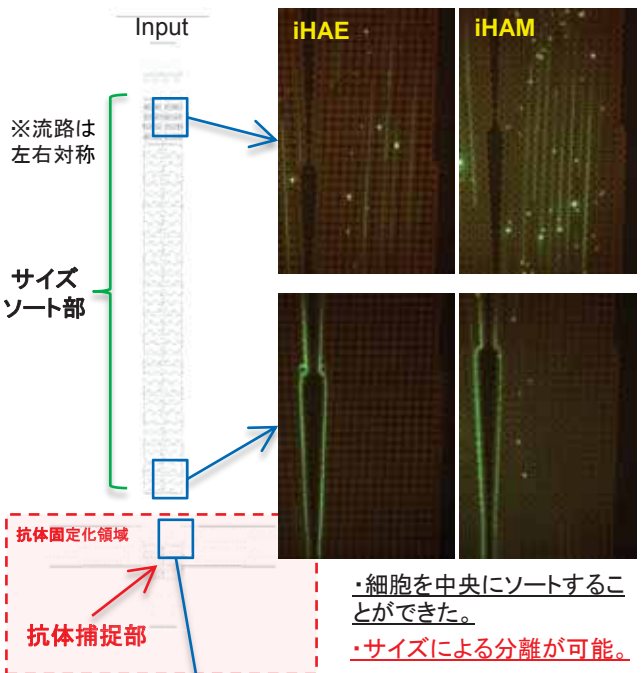


・シリンジポンプで押出により送液。  
・顕微鏡で観察。

**Cell Separation 細胞分離実験**

培養細胞をフルオレセインで蛍光標識して、作製したチップに流し、B励起、露光時間0.5秒で細胞の軌跡を撮影した。

Sample: 羊膜由来iHAE、iHAM、食道がん由来KYSE510  
Cell Conc.:  $4 \times 10^5$  cells / mL  
Flow Rate: 20μL/min



抗体固定化領域  
抗体捕捉部

- ・細胞を中央にソートすることができた。
- ・サイズによる分離が可能。



- ・抗体なしでは捕捉されず、EpCAM抗体固定化では捕捉された。
- ・抗体による捕捉が可能。
- ・ただし、抗体捕捉部が小さく、捕捉は十分ではない。



- ・iHAE (SSEA4発現なし)は捕捉されず、iHAM (SSEA4発現あり)は捕捉された。ただし、iHAMは非特異的吸着も多い。
- ・羊膜由来幹細胞を分離できる可能性

**Conclusion 結論**

サイズによる分離と抗体による捕捉を組み合わせた新しい樹脂マイクロチップを試作し、培養細胞を用いた分離・捕捉実験を行うことができた。これにより今後は羊膜細胞など様々な細胞へと応用していくことが可能となった。

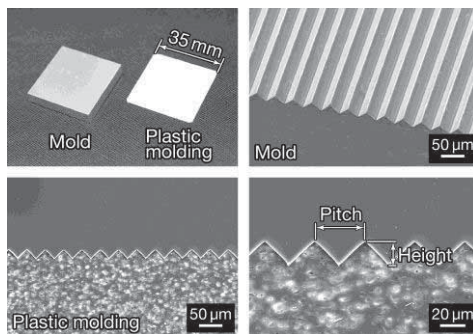
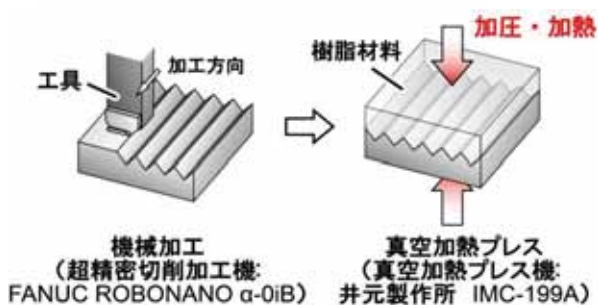
1) Davis JA et al. Proc Natl Acad Sci USA 103:14779

精密加工を応用した風合いを有するプラスチック成形品の開発

中央研究所

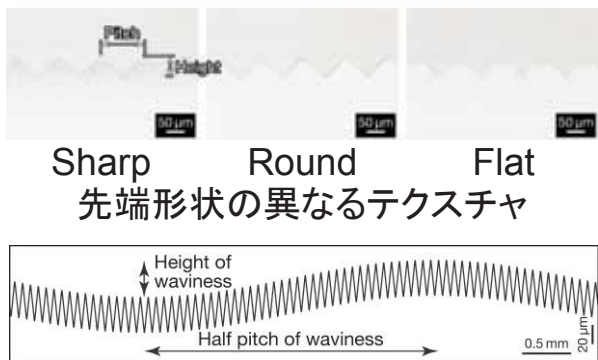
本研究では、精密切削加工を利用して、微細なテクスチャを有するプラスチック成形品を作製した。これに対して官能評価を行い、テクスチャの形状や材質が人間の触感に及ぼす影響について検討した。

テクスチャの作製方法

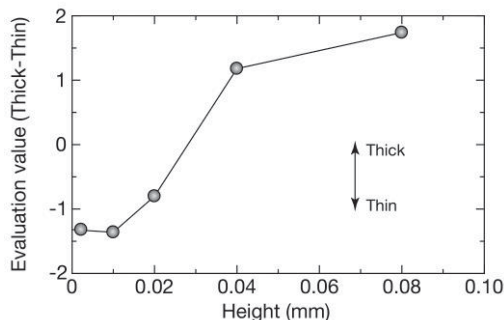


作製したモールドと金型

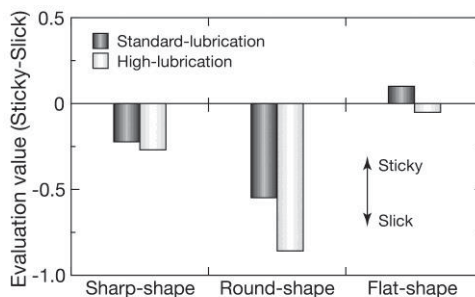
テクスチャ先端形状の影響



うねりを有するテクスチャ



“厚い”感のうねり高さ依存性



“引っかかる”感の先端形状および材料種依存性

まとめ

- テクスチャの先端形状によって触感は変化し、先端に丸みを有するテクスチャで最も“滑らか”な触感となる。
- 先端面積の大きなテクスチャの場合に、材料特性が強く表れる。
- ピッチがミリオーダー、高さを40 μm以上のうねりを適用することで、“厚い”感を表現することができる。



# 医薬・バイオ分野への応用を目指した 高分子ナノ構造形成技術の開発

機械電子研究所

これまでに、「温度制御により“吸水⇔放水”を可逆的に制御できる温度応答性ナノファイバー」を開発してきました。このナノファイバーは、体温によって冷却・薬剤放出能が変化する医薬シートや、周囲の気温によって通気性や吸湿性が変わる衣料素材への応用が期待されています。

本研究では、温度応答性ナノファイバーに、新たに、半導体フォトリジストのような感光性を付与し、光による直接微細パターンングを試みました。これにより、マイクロ流体チップや細胞培養基材上でも、温度応答性ナノファイバーを自由な位置・大きさに配置し活用することが可能になりました。

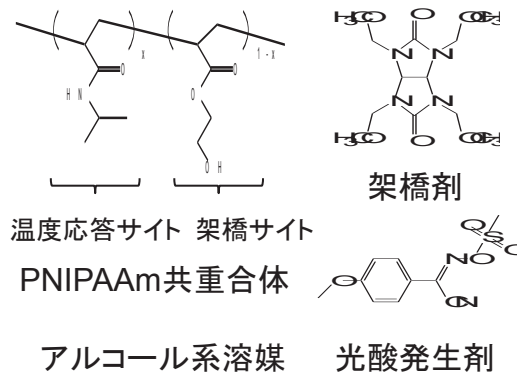


図1 感光性を付与した温度応答性ナノファイバー作製の高分子溶液

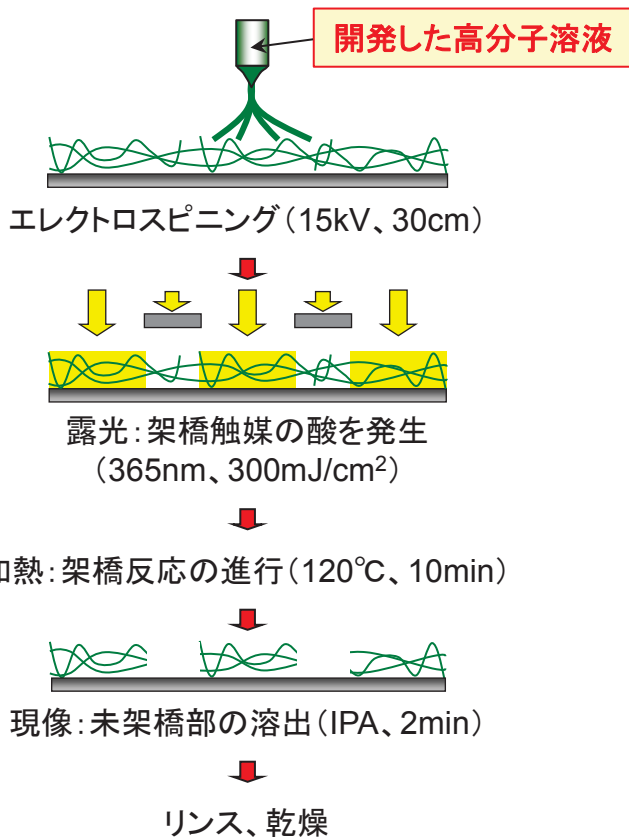


図2 温度応答性ナノファイバーの作製、及び、光パターンングプロセス

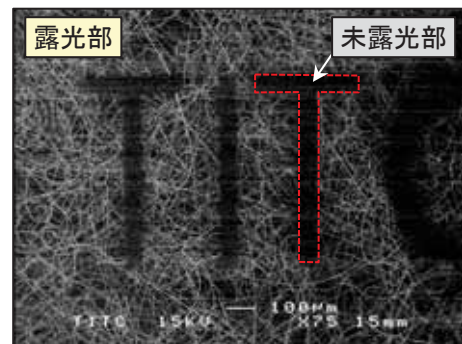


図3 光パターンングした温度応答性ナノファイバー

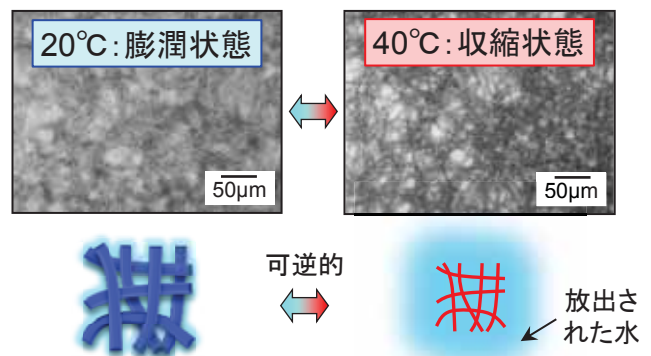


図4 温度応答性ナノファイバーの温度応答性

シルクから作られた再生医療用材料の開発を行っています。

シルクが注目される理由

- 絹糸は手術用縫合糸として古くから臨床で利用されている。
- 体内で消失する生分解性材料である。
- 免疫拒絶反応が起こらない。
- ナノファイバー、フィルム、スポンジなどへの加工性が良好。

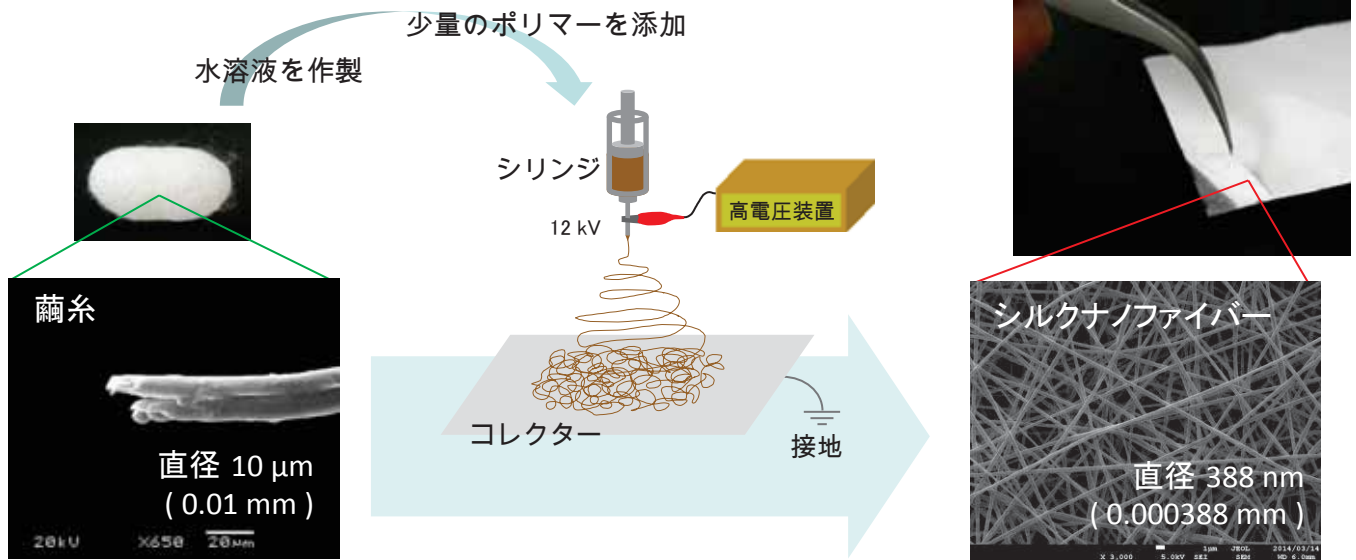
…などなど。



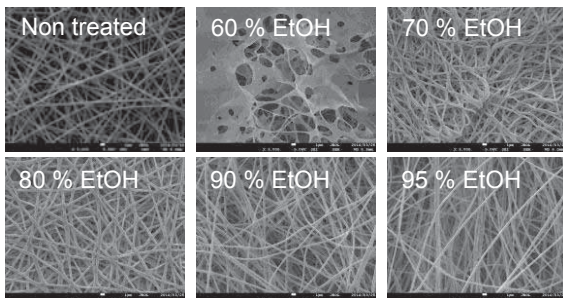
カイコ



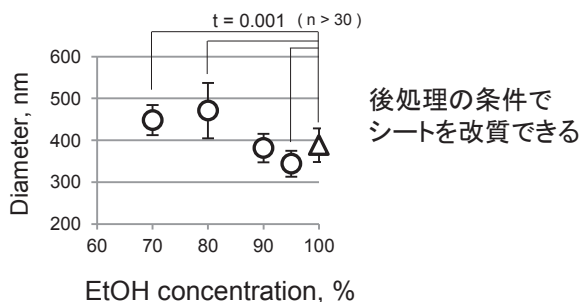
繭



エレクトロスピンニング法(電界紡糸法)によりナノファイバーを作製しました



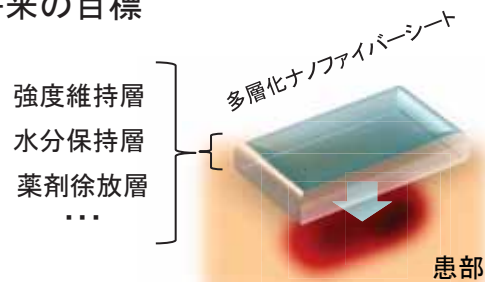
FE-SEM, JSM-7001FTTSL, JEOL Ltd.



医療用材料としてのナノファイバーシートの利点

- フィルムよりも通気性、物質透過性が高い
- 大きな比表面積を利用した機能化が可能
- ファイバー形態に応じた細胞応答が期待できる

将来の目標



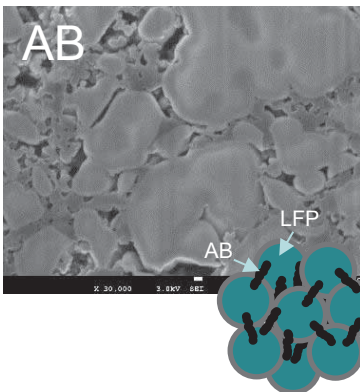
患部へ張り付けて皮膚組織を再生する

研究概要

・本研究では、リン酸鉄リチウムを正極活物質として電池正極へ導電補助材としてアセチレンブラック(AB)、カーボンナノファイバー(CNF)およびカーボンナノチューブ(CNT)を添加し、それぞれの添加効果を充放電特性から確認した。また、電極膜断面を走査型電子顕微鏡(SEM)などで観察して、その充放電特性と構造観察の結果から評価をおこなった。

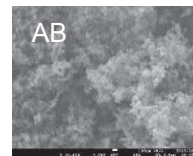
○電極へのカーボン助剤の添加

電極断面のSEM画像

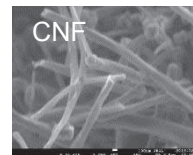


導電助剤	比表面積 (m <sup>2</sup> /g)	体積抵抗率 (Ω・cm)
AB 0%	3.3	6.5
AB 5%	6.5	11
AB 7.5%	7.2	5.9
AB 10%	8.3	3.8

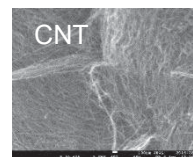
使用したカーボンのSEM画像



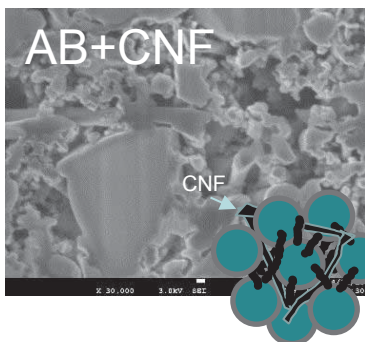
直径100nmの粒が繋がった形状もっとも一般的な導電助剤



直径100nm長さ1μm導電助剤として少量添加でも特性改善効果が高い

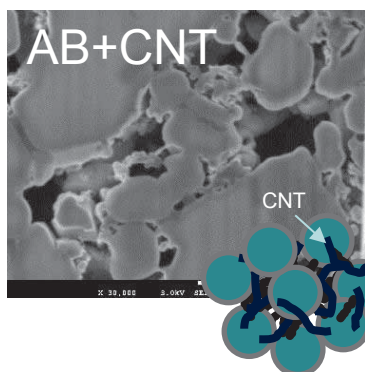
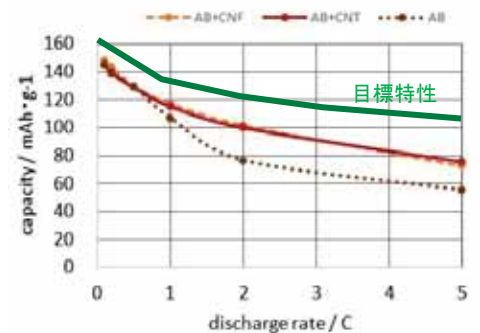


直径数十nm長さ1μmアスペクト比が大きく凝集が強い



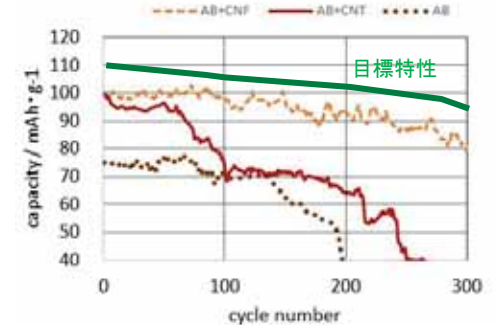
導電助剤	比表面積 (m <sup>2</sup> /g)	体積抵抗率 (Ω・cm)
AB 5%	6.5	11
AB 5%+ CNF0.7%	7.1	4.8
AB 5%+ CNF1.3%	7.2	3.2
AB 5%+ CNF1.9%	7.2	3.4

レート特性



導電助剤	比表面積 (m <sup>2</sup> /g)	体積抵抗率 (Ω・cm)
AB 7.5%	7.2	5.9
AB 7.5%+ CNT0.02%	6.6	4.2
AB 7.5%+ CNT0.04%	6.6	3.9
AB 7.5%+ CNT0.16%	6.7	1.5

サイクル特性



まとめ

- ・CNF,CNTの添加によって、導電性の向上および電極膜内の空孔が変化
- ・電池容量およびサイクル特性の向上
- ・特に高レートの充放電においてサイクル特性の向上

# 高分子ゲルを用いたナノファイバーシートの開発とバイオ応用

機械電子研究所

本研究では、温度によって“吸水⇔放水”を可逆的に繰り返す温度応答性高分子ゲルを、エレクトロスピンニング法によってナノファイバー化する技術の開発を行っています(図1)。

今年度は、これまでに作製した温度応答性ナノファイバーのさらなる高機能化を目的として、①ナノファイバー形状の制御(図2)、②他の高分子素材との混合ナノファイバー化(図3)についての検討を行いました。

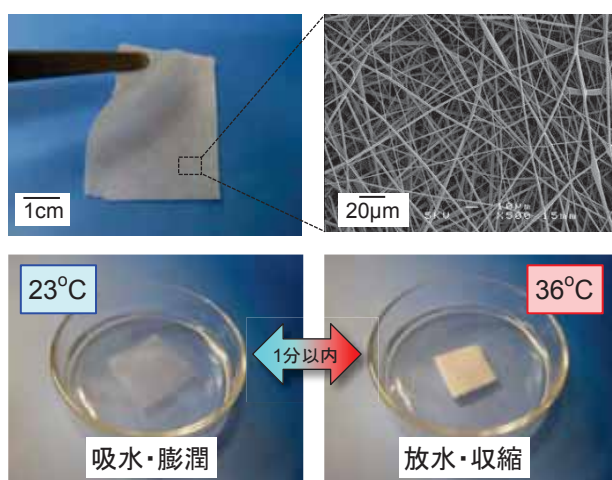


図1 これまでに作製した温度応答性ナノファイバーと、水中での温度応答性

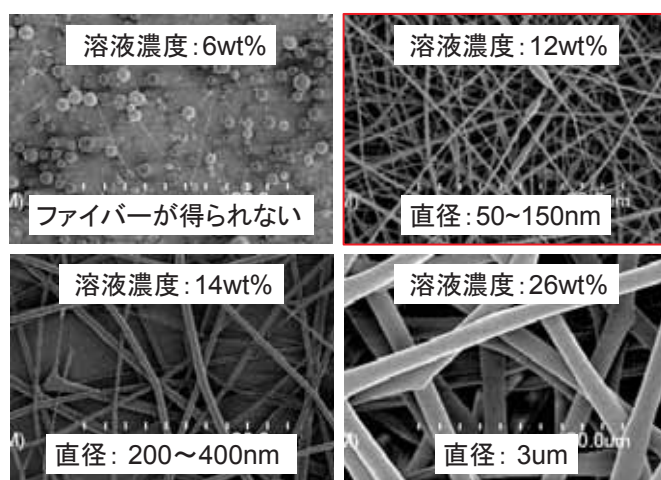
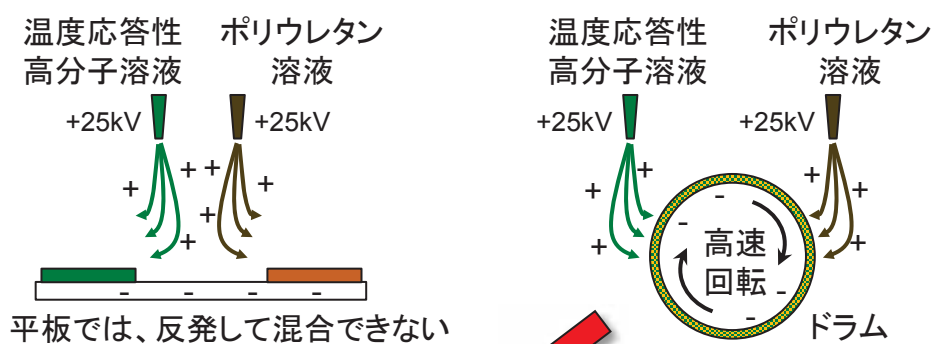
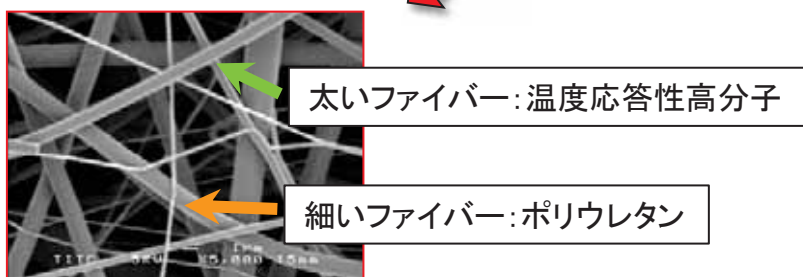


図2 作製に用いた高分子溶液の濃度と、得られるナノファイバー形状の関係(細い方が迅速な温度応答が得られる)



## “混合ナノファイバー化”

温度応答性ナノファイバーへの機能付与(機械的強度や疎水・親水性の付与など)を目的として、他の高分子素材(本研究ではポリウレタン)との、並列2本ノズルによる混合エレクトロスピンニングを試みました。



回転ドラムでは、ナノファイバーレベルでの絡み合いが得られている

図3 並列2本ノズルによるエレクトロスピンニング法を用いた混合ナノファイバーの作製

# 発汗サーマルマネキンによる機能性衣服の評価研究

生活工学研究所

発汗サーマルマネキンおよび被験者に、2種類 (A,B)のインナーとアウターを組合せ着用させて、無汗・発汗状態での衣服内温湿度等の計測実験を行った。

その結果、被験者実験では種々の要因のためにデータのばらつきが発生し、評価が難しかった。しかし、マネキンではばらつきが少なく、安定した評価が行えて、衣服評価の方法として有効であることが分かった。

**【発汗マネキン実験】** 温度30°C、湿度60%RH環境で、マネキン表面温度 (33°C) 定温度制御。無汗安定状態 (10min) → 発汗状態 (胸部上下・背部上下部位、発汗量100g/m<sup>2</sup>h、30min) → 発汗停止状態 (60min) で、衣服内温湿度変化や消費電力等の計測を行った。

**【被験者実験】** 温度25°C、湿度50%RH・椅座安静 (20min) → 温度30°C、湿度60%RH・足温浴 (30min) → 温度25°C、湿度50%RH・椅座安静 (10min) で、衣服内温湿度変化、心拍、血圧、血流量等の計測を行った。



温湿度センサの取付けと試料装着状態

- ・身長: 174cm
- ・重量: 48kg
- ・材質: FRP樹脂
- ・分割: 19部位
- ・被服サイズ: 日本成人男子標準
- ・発熱能力: 0~5met/部位
- ・発汗量: 20~1,000g/m<sup>2</sup>h/部位
- ・発汗点数: 141点
- ・人工皮膚: 全身フィットスーツ形態 (黒色)

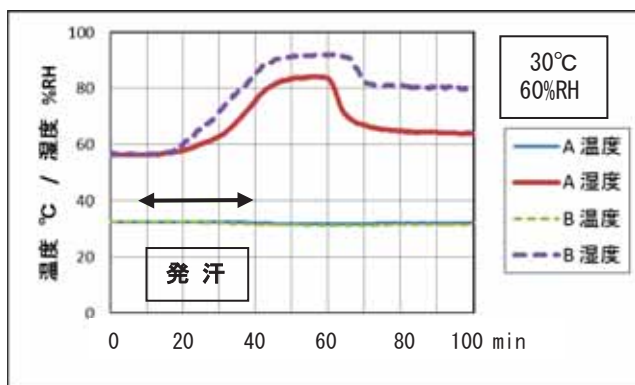
発汗サーマルマネキンの主な仕様

試料	組織	目付 g/m <sup>2</sup>	通気度 cm <sup>3</sup> / cm <sup>2</sup> /S	吸水率 % ラローズ法	保温率 % サーモラボ
A	丸編天竺	234.5	38.1	127.1	3.2
B	丸編天竺	152.8	202.0	188.7	11.9

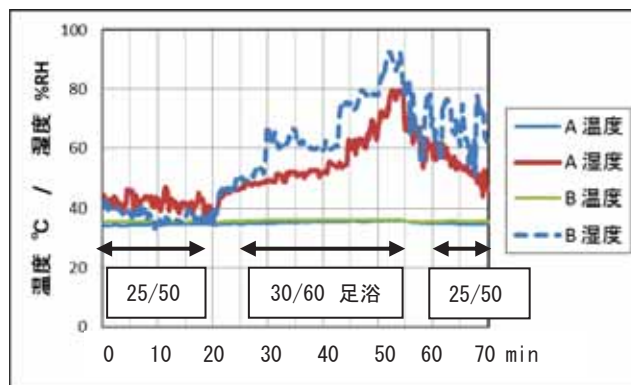
インナーシャツの生地物性



足温浴器と被験者実験



発汗サーマルマネキン (胸部) の温湿度




被験者実験での衣服内 (胸部) 温湿度変化

本研究は、摩擦攪拌プロセスによる異種金属材料の接合技術を開発するため、アルミニウム合金/マグネシウム合金の重ね摩擦攪拌接合について調査しました。

実験は、接合ツールの形状（プローブ長）や接合条件（ツールの回転数や接合速度）を変化させて行い、接合継手の組織や機械的性能を検討しました。

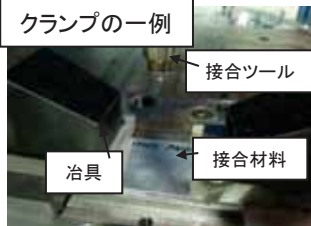
## アルミニウム合金とマグネシウム合金の重ね摩擦攪拌接合方法

**摩擦攪拌接合装置**



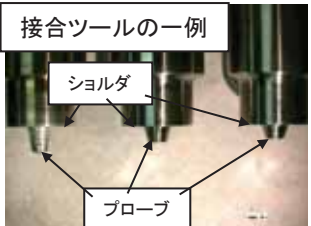
使用装置: 二次元摩擦攪拌接合装置 (日立パワーソリューションズ製)

**クランプの一例**



接合ツール  
治具  
接合材料

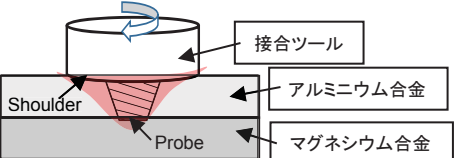
**接合ツールの一例**



ショルダ  
プローブ

**● 摩擦攪拌接合法の原理**

接合ツールを回転しながら、接合材料に押し付けた時に生じる摩擦熱や組成流動により接合




接合ツール  
Shoulder  
Probe  
アルミニウム合金  
マグネシウム合金

**● 実験方法**

- ・使用材料  
アルミニウム(Al)合金: A6063-T5 (厚さ 3 mm)  
マグネシウム(Mg)合金: AZ31 (厚さ 3 mm)
- ・接合条件  
プローブ長さ: 3.0, 3.5, 5.5 mm  
ショルダの挿入量: 0.1 mm  
ツールの回転数 (R): 1000 ~ 3000 rpm  
接合速度 (v): 100 ~ 700 mm/min

**接合材料の一例**

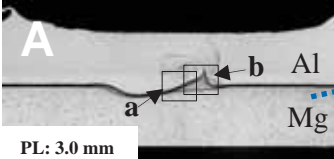


## 重ね継手の性能に及ぼすプローブ長 (PL) と接合速度の影響

**● 断面組織観察**

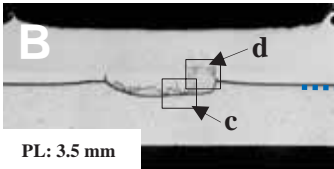
(接合条件, ツールの回転数: 2000 rpm, 接合速度: 100 mm/min)

**A**



PL: 3.0 mm


**B**



PL: 3.5 mm

接合部の断面組織  
(プローブ長, A: 3.0 mm, B: 3.5 mm)

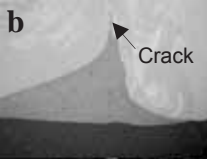
**a**



Crack


反応相拡大

**b**



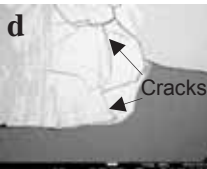
Crack

**c**



Cracks

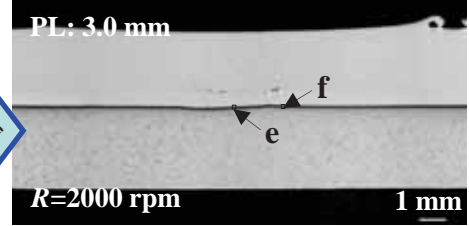
**d**



Cracks

(接合条件, 接合速度: 700 mm/min)

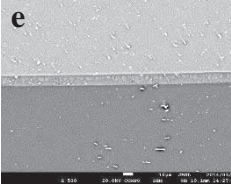
**PL: 3.0 mm**



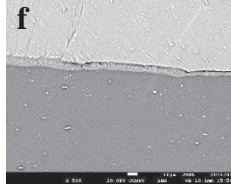
R=2000 rpm

1 mm

**e**



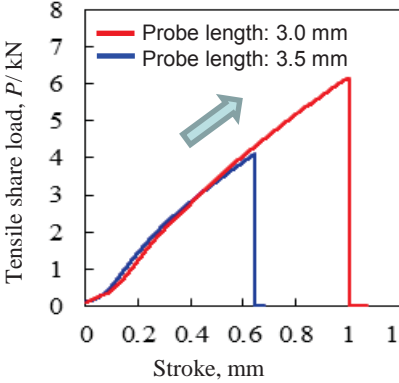
**f**



接合部の断面組織  
(プローブ長, 3.0 mm)

高速度  
反応相減少  
割れ減少

**● 接合継手の引張せん断強さ**

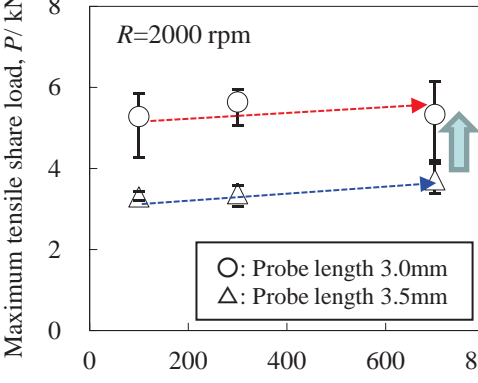


Tensile share load, P / kN

Stroke, mm

(R=2000 rpm, v=700 mm/min)

Legend: Probe length: 3.0 mm (red), Probe length: 3.5 mm (blue)



Maximum tensile share load, P / kN

Traveling speed, v / mm·min<sup>-1</sup>

R=2000 rpm

Legend: ○: Probe length 3.0mm, △: Probe length 3.5mm

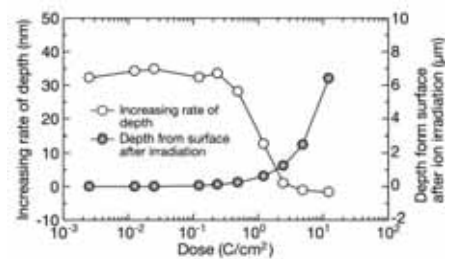
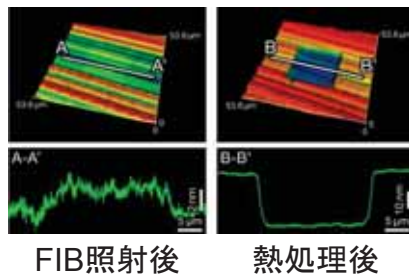
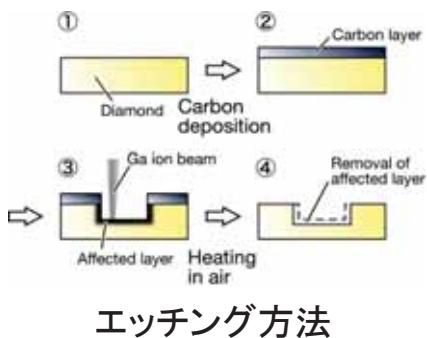
最大引張せん断荷重が増加

# 集束イオンビームを応用した超精密加工用 工具の開発と応用

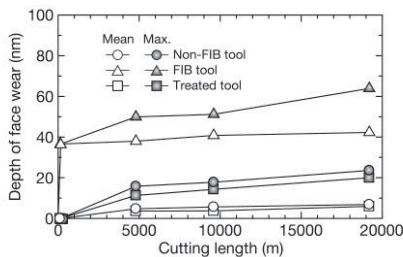
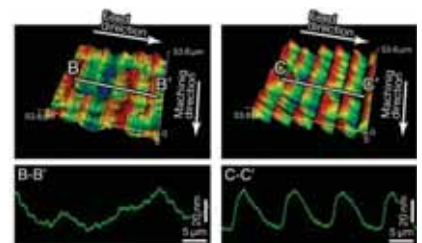
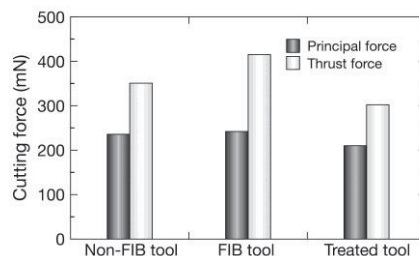
中央研究所

本研究は、工具の加工性を維持したまま、集束イオンビーム(FIB)を用いて任意で微細な切れ刃を有する単結晶ダイヤモンド工具を作製することを目的とする。照射後のダイヤモンドから加工変質層を除去するための熱処理方法を提案するとともに、切削実験により提案した手法の有用性について検討した。

## 熱処理による非ダイヤモンド相のエッチング



## 加工実験による評価



## まとめ

- FIB照射した単結晶ダイヤモンドを熱処理することで、照射部の非ダイヤモンド相を除去することが可能である。
- FIB照射後、熱処理することで、耐凝着性や耐摩耗性が改善され、切削抵抗および加工面性状が改善される。
- 熱処理を適用することで、非照射の工具と同等の耐摩耗性を示す。

## デジタルエンジニアリングを活用した伝統産業支援のための 新商品デザイン開発

中央研究所

本研究では、伝統産業の支援及び活性化を目的に、デジタルエンジニアリングの手法の一つである3Dプリンティングを商品開発に取り入れることにより、新たな発想の商品を生み出すためのツールとして活用する方法を検討しました。

### 3Dプリンティングのメリットを活かした活用事例

鉄瓶を3Dスキャン



3Dデータ化・  
スケール縮小



銅合金鑄物の原型と  
して3Dプリンティング



必要な形で  
必要な大きさで  
必要な数だけ製作  
(多品種少量  
生産可能)

### 伝統産業の商品開発へ応用

デジタル原型  
(フラワーベース用)

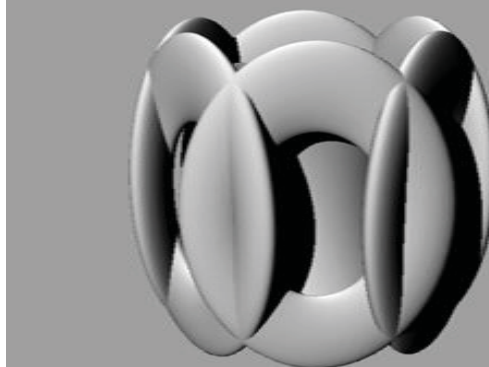
銅器



3D変換

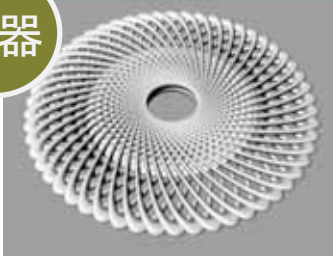
フォルム  
の変形

ペンスタンド・小物入れなどへ**圧縮**



デジタル原型  
(コースター素地用)

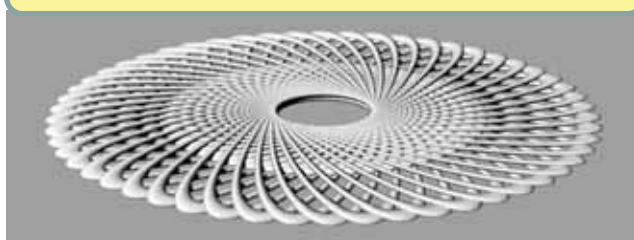
漆器



3D変換

スケール  
の変更

ランチョンマット・敷物などへ**拡大**



提案

3Dプリンティングのメリットを活かした商品開発

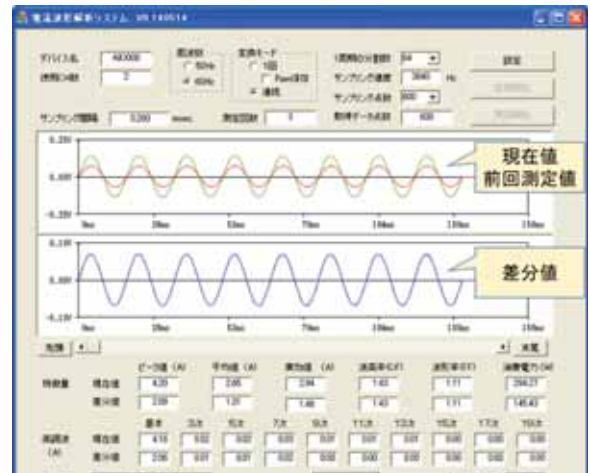
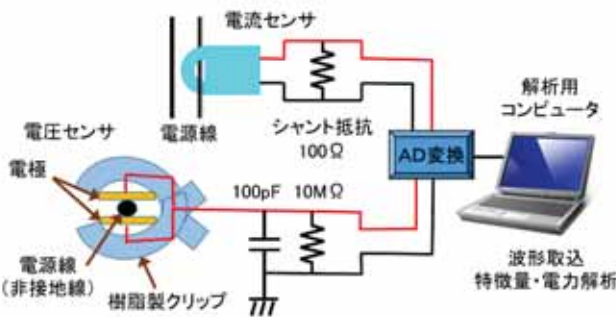


# 居住環境モニタリング技術に関する研究

中央研究所

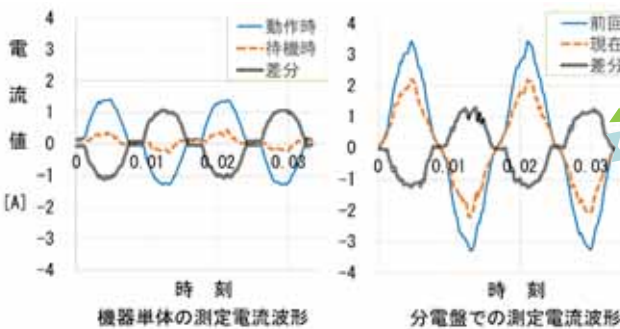
化石燃料資源の枯渇や低炭素社会実現の要請から、節電、省エネへの取り組みが求められています。そこで、電力の使われ方を知るため分電盤に電流センサを設置し、消費電流をモニタリングするとともに、電流波形を解析して稼動機器を推定するシステムの開発に取り組んでいます。

## ■ 電流センサを用いた消費電流解析システム



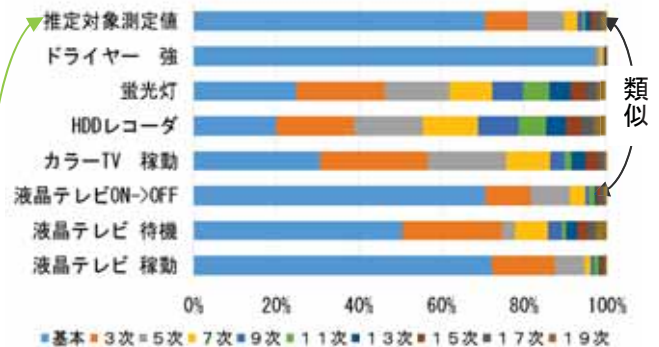
電圧の位相を検出するセンサを試作し、電圧と電流の位相関係を特定し、消費電力を推計できるようになりました。

### ◆ 特微量と稼動機器の推定(分電盤での実験)



液晶テレビのON-OFF動作時の電流波形

電流センサで収集した波形から、電流の大きさや高調波、消費電力等の特微量を解析します。



特微量(高調波の構成比率)の例

- ① 機器単体の動作モード毎の特微量を登録します。
- ② 分電盤で観測された電流の変化量と近い特微量(消費電力と高調波の構成比率)を探します。

この例では、液晶テレビが消されたと判定できます。

家電機器の稼動状況を知ることは、利用者への省エネルギー意識の啓発に加え、生活行動と関連の深い機器に着目し、生活環境と合わせて解析することにより、きめ細かな生活見守り・支援サービスの創造につながります。

# 打撃用具の高機能化研究

## ◆研究の概要

本研究では、県内のスポーツ用品製造業に関連する近年の用具ニーズに対応するための基礎研究を行い、打撃性能の改善や用具特性の評価技術に取り組みました。

ここでは、フィールドホッケースティックとビリヤードキューを取り上げ、打撃性能向上を目指したホッケースティックの仕様改善と効果の検証と、キュー先端に装着されているタップの打突特性を評価するための手法について検討を行いました。

## ◆用具の現状と課題

市販のホッケースティックの打撃特性を調べた結果、先端側の反発性能や打撃感が劣るため、一流選手は姿勢を低くして反発性の高いシャフト部分で打撃しており、身体への負荷が大きいことが分かりました。

ビリヤードキューは、これまで打突性能等の科学的評価が行われていないため、製品設計や競技者の用具選択は主観的な経験則に基づいて判断されており、客観的な評価技術の検討が望まれています。



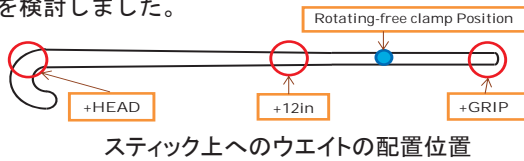
市販のホッケースティックと打撃動作



ビリヤードキューと先端のタップ

## ◆スティック性能の改善

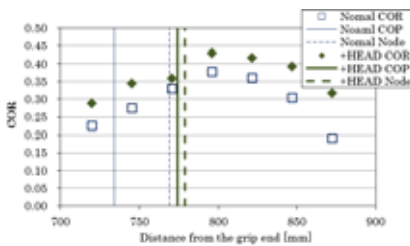
**方法：** スティックの各部にウエイトを付加して全体の質量バランスを変化させて、スイートスポットを先端側に移動する方法を検討しました。



**結果1：** ウエイト付加による効果を測定した結果、ヘッド部に装着の場合④には、ウエイトなし①に比べて打撃中心(COP)の位置がヘッド側に40mm移動しており、打撃特性の改善が期待できることがわかりました。

Case		MOI[kg・m <sup>2</sup> ]	COP[m]	1 <sup>st</sup> Node[m]
①	Normal	0.145	0.734	0.769
②	-GRIP	0.147	0.771	0.74
③	-12in	0.147	0.712	0.77
④	+HEAD	0.201	0.774	0.779

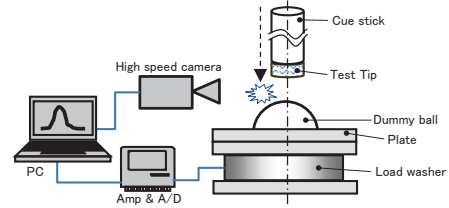
**結果2：** ボール衝突試験によりスティック各部の反発係数を調べた結果ヘッドに装着④の場合にはウエイトなし①に比べて反発係数が2割程度高く、特にヘッド先端側でその差が顕著になる効果を確認しました。これより、パフォーマンス向上や身体負荷の軽減が期待できます。



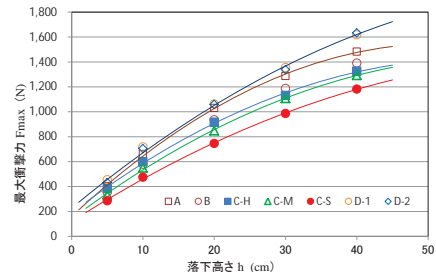
## ◆ビリヤードキューの特性評価

### タップ性能評価装置の開発：

打突現象を再現できる落下式の装置を開発して、キューを模擬した棒の先端に測定対象のタップを貼り、様々な速度で打突した際の動的負荷力や接触時間を検出しました。



**結果：** 7種類の市販タップを対象に打突時の衝撃力を測定した結果、最大で3割程度の差異がみられました。これより、手球の速度制御や打突き感などの性能を簡易な評価手法により分類することができ、新たなタップの開発を促進することができます。



## ◆まとめ

ホッケースティックの性能向上を目指した仕様改善方法を検討し、物性や打撃性能を調べてその効果を確認しました。また、ビリヤードキューの動的特性の抽出方法と性能の評価技術に取り組みました。今後はこれらの設計の最適化に取り組み、試作と商品化を目指す予定です。

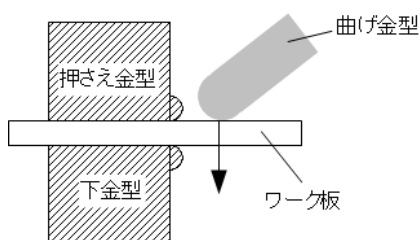
# 薄板曲げ加工用サーボシステムの開発

## 概要

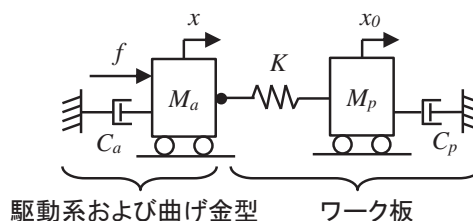
金属薄板をサーボ式加工機で曲げ加工する際に発生するスプリングバックによる加工誤差を低減する制御方法を、制御・動特性シミュレータを用いて検討しました。

加工中のワーク板の状態を推定する推定器、およびその推定量を用いた目標値補正器を検討・試作し、制御シミュレーションを行いました。

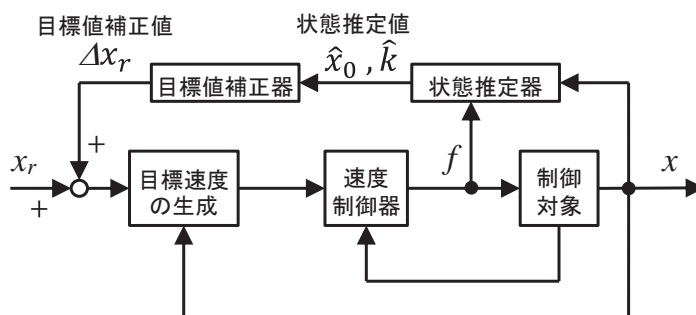
その結果、制御誤差を低減することができました。



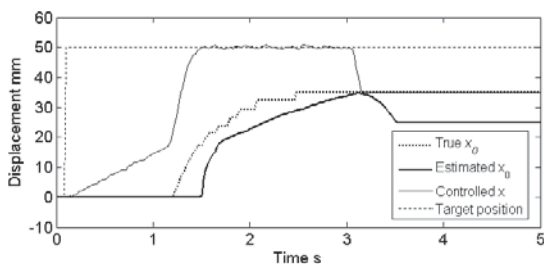
対象とする曲げ加工の概略図



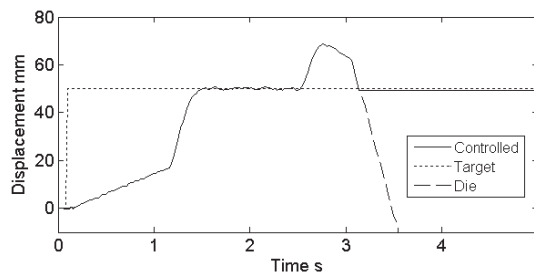
加工機とワークの動特性のモデル化



加工誤差を低減する制御方法



誤差低減制御しない場合



誤差低減制御した場合

## 複層構造ナノファイバー不織布の開発

生活工学研究所

エレクトロスピニング装置によって作製したナノファイバー不織布は、強度、耐久性の問題から、通常、布帛等の基布とラミネートして使用しています。しかし、そのことによる工程増や性能の低減が、ナノファイバー製品実用化のネックとなっていました。これを解決する手段として、昨年度、接着層を有する2層構造ナノファイバー不織布をシングルノズル機で簡易的に作製し、布帛とラミネートしてその性能を検証しました。本年度は、実用化を念頭に、マルチノズル機で、2種類(PU及びPVA)の樹脂を同時に紡糸し、連続的に2層構造ナノファイバー不織布を作製する技術について検討しました。

ものづくり技術開発センターにある、Toptec社製のマルチノズル式エレクトロスピニング装置は、7つの樹脂タンクから、それぞれ別の樹脂を同時に紡糸できる構造となっています。しかし、これまでの実験では、紡糸可能な樹脂同士であっても、同時噴射を試みると、片方しか飛ばない、あるいは両方飛ばない等の現象が発生し、2種類の樹脂での同時紡糸は困難でした。



図1. PUとPVAの同時紡糸状態  
(右の1ノズル列でPU、左の2ノズル列でPVAを紡糸)

各種実験の結果、ノズル間の距離を十分に取れば、2種類の樹脂を比較的簡単に同時紡糸できることがわかりました。

そこで、ノズル間距離を当初105mmに設定し、最適な紡糸状態を確認しながら、徐々にノズル間距離を狭めていく方法により、PUとPVAのマルチノズル機での同時紡糸条件を見出しました。

作製した2層構造ナノファイバー不織布を電子顕微鏡で観察したところ、問題なくナノファイバー化できていることが確認できました。また、基布とのラミネートも比較的簡単にできることが確認できました。

ナノファイバーの実用化を目標に、今後さらに生産性を向上する技術について検討していきます。

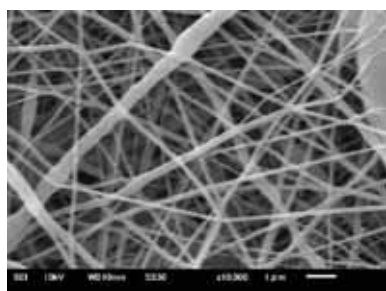


図2. 2層構造ナノファイバー不織布の電子顕微鏡写真(PU側)

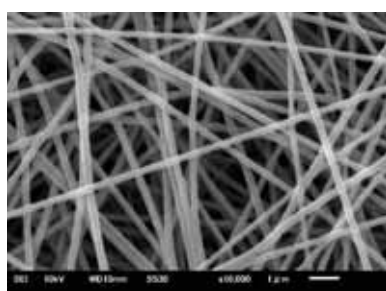


図3. 2層構造ナノファイバー不織布の電子顕微鏡写真(PVA側)

## 親子に優しいベビーキャリアの開発

生活工学研究所

親子に優しいベビーキャリアを、実験的データをもとに設計・開発し、商品化することを目的に、被験者実験により接触感や身体動作への影響を調べ、負担感や着用感を測定するための評価指標を検討しました。

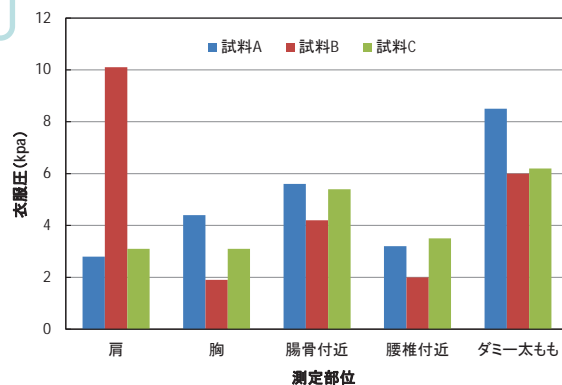
被験者は、年齢30歳代の健康な女性3名です。1歳相当(身長74cm, 体重11kg)の乳児ダミーを市販されているベビーキャリア3種(試料A~C)にセットし、おんぶの状態を着用してもらいました。



試料A 試料B 試料C

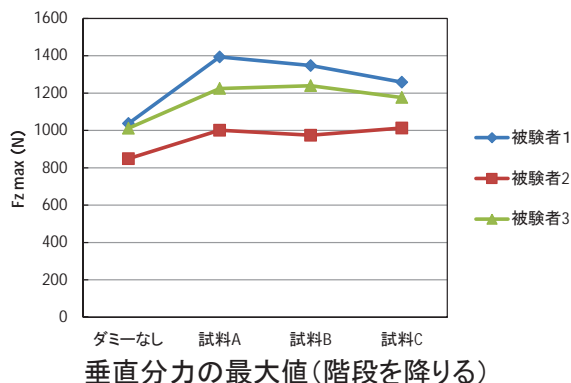
### ① 肩・胸・腰の接触部位5か所の衣服圧測定

試料Bは肩に荷重が集中しました。試料AとCは肩と腰で荷重を分散させています。特に試料Cは肩紐と腰ベルトのクッション性が高いため、より均等に荷重が分散され、被験者の負担感が少なく着用感も良かったです。



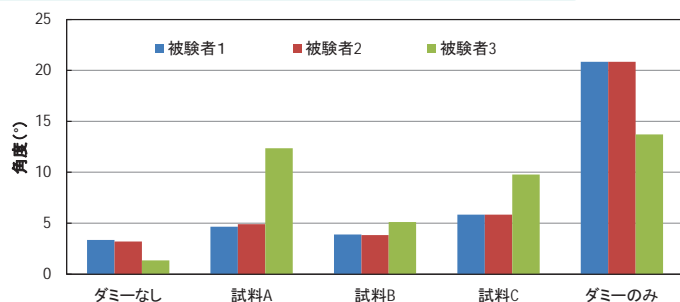
### ② 歩行・階段昇降時の床反力特性評価

階段を降りる際の前足接地時の最大値を各サンプルで比較すると試料AがB,Cに比べて大きくなる傾向が見られました。主観評価でもダミーの密着度が乏しいとの感想が得られたことから、ダミーの不安定さと母体への負荷が増加することが示唆されます。



垂直分力の最大値(階段を降りる)

### ③ 歩行・階段昇降時の姿勢を測定



体幹の傾き(肩と腰を結んだ線)の対鉛直角度を抽出した結果です。前かがみになると、角度が大きくなります。



次年度で開発を目指す試作品の設計コンセプトは、肩・腰部のベルトにおいて日本人の体型に合ったサイズ・クッション性を持たせ、フィット感を高めるとともに荷重を分散させ、バックルのあたりによる不快感を軽減させるものとします。

# 薄膜型熱電対を利用した微小液体流量センサの開発

中央研究所

## ■ 研究概要

マイクロリアクターにおいて、微小流路内の流量制御や反応で生成した析出物の目詰まり等を検出するため、流量を逐次モニタリングする必要性は高い。本研究では、流路内に可動部を設けない熱式の微小液体流量センサの試作評価を行った。

## ■ 流量センサチップ及び流量測定原理

ガラス基板の上に、NiCrヒーターと温度センサ(T型熱電対Cu-CuNi合金)をスパッタ及び半導体微細加工技術を用いて流量センサ(図1)を作製した。

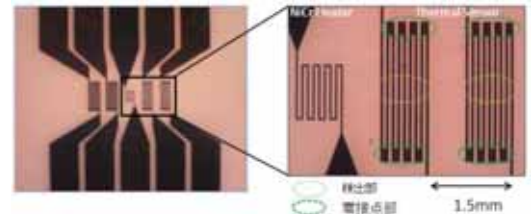


図1 試作流量センサの表面写真

ガラス基板及び流量センサ部分を接合して流路を形成した。流路内に流れる溶媒をヒーターにて熱を加え、下流の2個の温度センサにてその値を検出し、検出時間差( $\Delta t$ )から流速を求める構造とした。ヒーターと温度センサは、(1)流路外側の配置及び(2)流路内側の配置の2種の構造を試作し、比較検討を行った。(図2参照)。

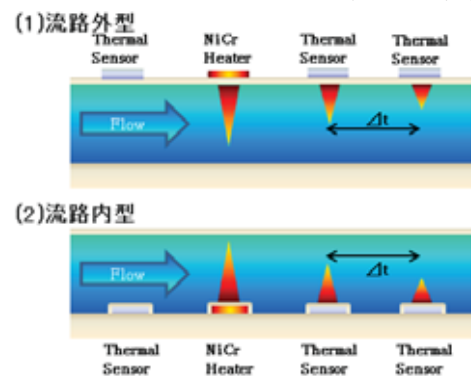


図2 流量測定のご概念図

## ■ 流速の検出と流量評価

チップに送る純水の送液流量はシリンジポンプにて設定し、排出液の積算重量を電子天秤にて計測し、リファレンス流量とした(図3参照)。流量評価(図4)からは、設定流量の増加に伴い、センサが検出した算出流量と差が大きくなったが、これは、試作したセンサは流路内壁側の流速を検出する構造であるために、流量増加に伴い、流路内壁近傍と流路中心部に流速に差が生じたことによる。

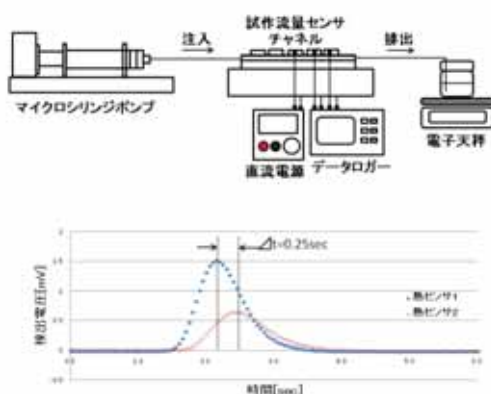


図3 流量評価概要図(上)及び流速検出事例(下)

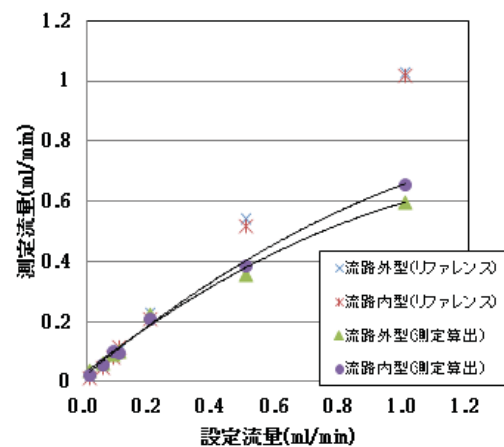


図4 測定流量の評価結果

## ■ 研究成果

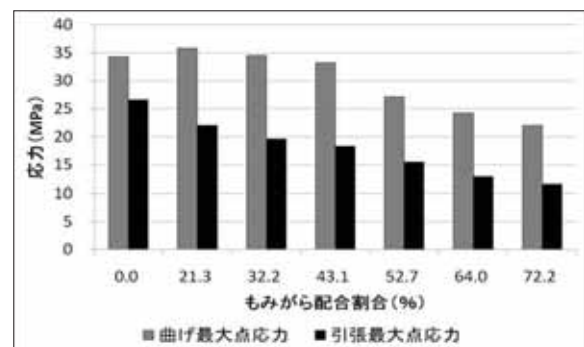
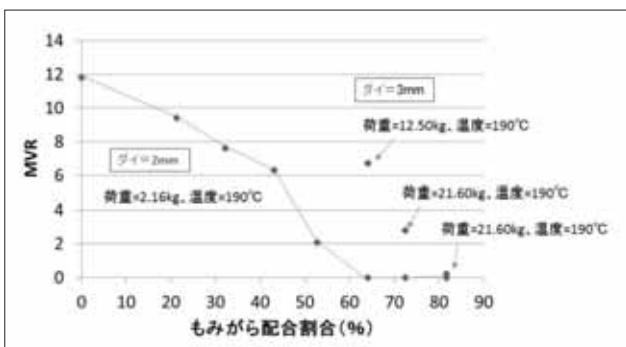
微小流路上に薄膜熱ヒーターおよび直列構造の薄膜熱電対を組み込んだ、熱式の微小液体流量センサの試作評価を行い、微小流路で0.01~1.0ml/minの範囲で測定できた。

# 県産バイオマスを利用したバイオマスプラスチックを活用した生活用品の開発

環境負荷低減、省石油資源の観点から、地場のバイオマスを材料化したバイオマスプラスチックを、セルロース混合可塑化成形装置を用いて開発することを検討しました。実験では、県産のもみがらとポリプロピレンの配合割合を変えた材料の検討と、材料の物性を向上させるための添加剤に関して検討しました。

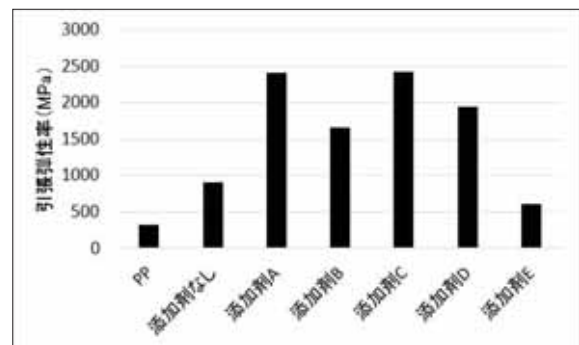
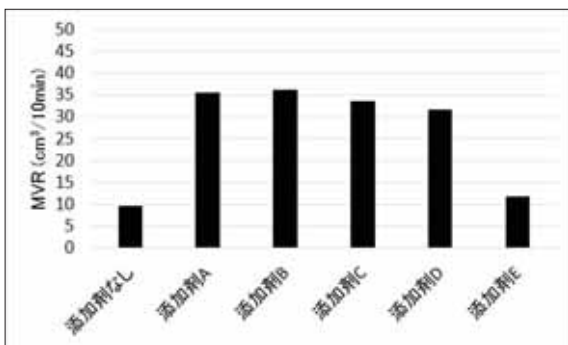
もみがらの配合割合を、0～81.7%まで変化させると、材料の物性はもみがらの配合量によって大きく変化しました。MVRはもみがらの配合割合が64.0%以上では測定することができず、ダイ直径を3mmに変更し、測定荷重を増加させて測定しました。曲げ試験では、もみがらの配合割合が21.3%、32.2%では応力が高くなるものの、それ以上の配合割合では最大点応力が低下しました。引張試験では配合割合が高くなると1/2程度に低下しました。

各種添加剤を加えた場合には、酸変性ポリオレフィン系樹脂の添加剤によってMVRが3倍程度高くなり、引張弾性率も大きく向上することがわかりました。



もみがらを配合した材料の流動性  
もみがらを配合するとPPIに対してMVRが低くなり、成形性が低下することがわかりました。

もみがらを配合した材料の曲げ・引張り強度  
もみがらを配合するとPPIに比べて強度が低下し、引張り強度の場合にその影響が大きくなりました。



添加剤を加えた材料の流動性(もみがら64.1%)  
酸変性ポリオレフィン系樹脂の添加剤を加えると流動性が向上することがわかりました。

添加剤を加えた材料の引張り弾性率(もみがら64.1%)  
酸変性ポリオレフィン系樹脂の添加剤を加えると弾性率が向上することがわかりました。

# 温熱的快適性を向上させたインナーウェアの開発

## ◆研究概要

インナーウェアの中でも、女性用の補正下着であるファンデーション（ブラジャー、ガードル等）は、ボディラインを美しく整えるという補正効果を発現させるためにハードパワータイプのストレッチ編布を用いているものが多くみられます。それらは、肌に密着させて着用されるため、特に、夏季においては“暑さ”や“蒸れ”などの不快感が懸念されます。温熱的に快適な女性ファンデーション等の開発が望まれます。

本研究では、温熱的快適性の高い女性ファンデーションを開発することを目指して実験を行いました。ストレッチ編布の繊維素材および編構造が熱・水分特性に及ぼす影響を明らかにしました。

## ◆実験結果

### ①発汗シミュレーション実験

発汗シミュレーション実験では、吸湿性ではなく、吸水拡散性の大きい素材ほど、放熱量 ( $H_{ts}$ ) が大きく、乾燥時間 ( $t$ ) が短いことがわかりました (図1)。

### ②被験者による着用実験

試作ウェアを用いて運動を行った場合、吸湿拡散性が大きく、ネット調の組織の方が衣服内湿度 ( $H_{cl}$ ) が低く抑えられることがわかりました (図2)。

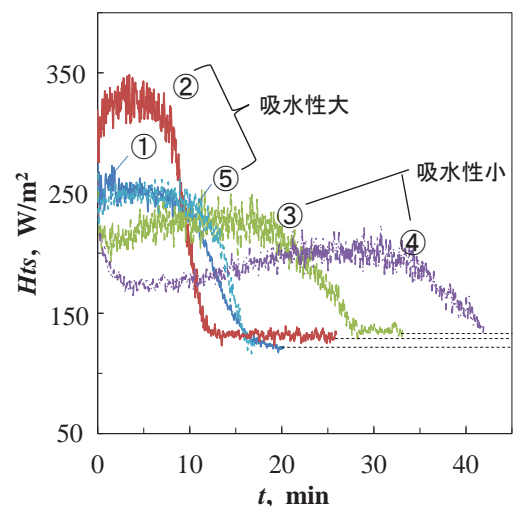


図1 発汗シミュレーション実験における放熱量 ( $H_{ts}$ ) と乾燥時間 ( $t$ ) との関係

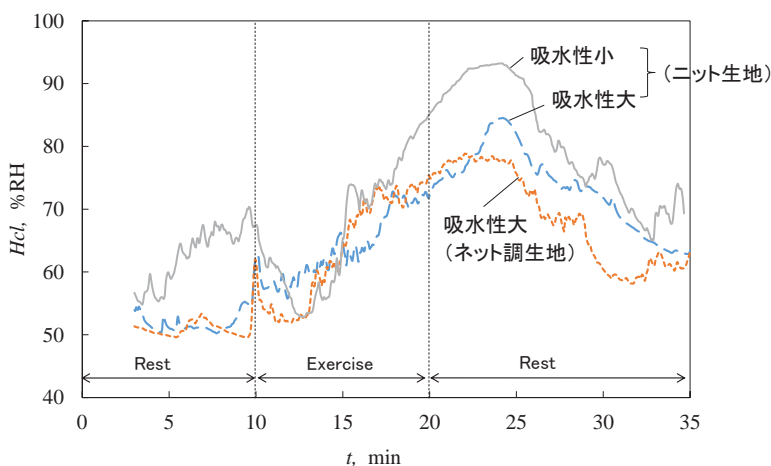


図2 衣服内湿度 ( $H_{cl}$ ) の変化挙動

## ◆まとめ

不感蒸散時には、素材が薄く吸湿性があるもの、発汗時には、汗の吸水→拡散→速乾を促進できる吸水性能と編構造をもつものが温熱的快適性を向上させることができると推察されました。



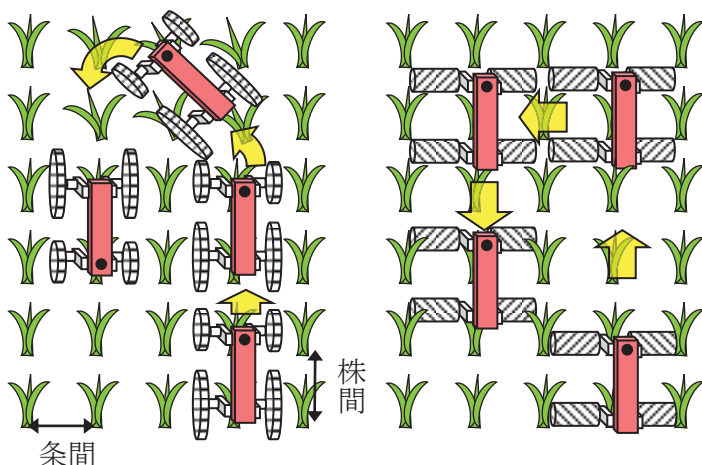
## 水田中耕除草自動機の開発

機械電子研究所

苗への損傷を最小限に抑えながら、水田内を移動し除草を行う自動機の開発を行っています。この除草機は、苗の列を跨ぎながら走行し、駆動輪表面の突起により雑草の掻き取りと土壌の攪拌を行う中耕除草を行い、さらに、一列の作業を終えると隣の列に真横に移動できます。

従来の除草機は、一列の除草を終えると隣の列に旋回して移動する必要があり、その際、苗を踏みつけ傷めてしまう問題がありました(図1(a))。本除草機は、駆動輪に螺旋状の突起を持ったアルキメデススクリュを用いることにより、前後進のほか、駆動輪の回転方向を適切に変えると、アルキメデススクリュのすべり駆動により、駆動輪が株間を通り抜け真横移動できます(図2(b))。

富山県農林水産総合技術センター農業研究所の除草剤を用いていない圃場で走行(除草)試験を実施したところ、本方式による除草効果と雑草抑制効果が確認できました(図3、4)。また、熱溶解積層型の3Dプリンターを用い、車輪自体に浮力を持たせた大型駆動輪を作成し、駆動効率と機体の安定性を向上させました。



(a) 従来の移動 (b) 本方式の移動

図1 除草イメージ



図2 開発除草機



図3 圃場走行(除草)試験

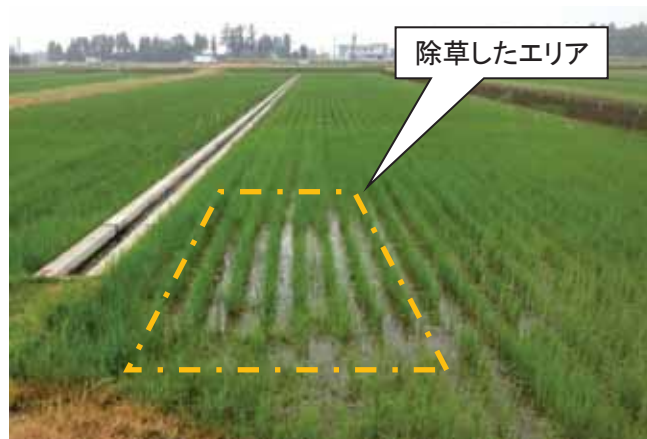


図4 10日後の圃場の状態

# 粒子配列によるパターン形成とデバイスへの応用

## 粒子配列した基板の作製

平均粒径0.11~0.44 $\mu\text{m}$ のコロイダルシリカ溶液を希釈し、オルトけい酸テトラエチル(TEOS)を加えた溶液から、引き上げ法により基板にコーティングすることで、高い被服率でシリカ微粒子を配列した基板を準備しました。

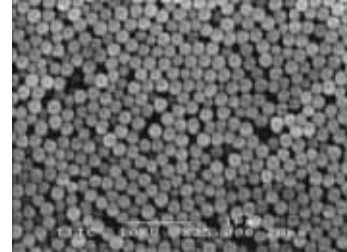


図. 粒子配列した基板の表面

## 拡散反射材への応用

平均粒径0.44 $\mu\text{m}$ のコロイダルシリカ溶液を用いて粒子配列した基板にアルミニウム薄膜を形成することにより、拡散反射材を作製しました。右図のように30%以上の拡散反射率を得ることができました。また、溶液のTEOS濃度を調整することにより、白色度が向上しました。

この反射材は軽量フレキシブル性や反射光の広がり制御を利用して照明の反射材への応用が考えられます。

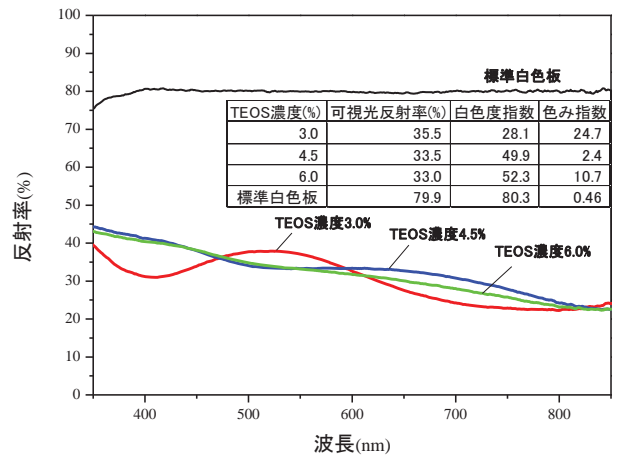


図. 拡散反射板の拡散反射率

## 日射低減窓材への応用

平均粒径0.11 $\mu\text{m}$ のコロイダルシリカ溶液を用いて粒子配列した基板に光学多層膜を形成することにより、日射低減窓材を作製しました。右図のように80%の可視光透過率を維持して、日射透過率を60%に低減することができました。粒子配列により干渉縞を抑えることができたが、短波長域での透過率の低下が課題です。

この窓材は、日射による暑さを抑える省エネや快適性を利用した用途が考えられます。

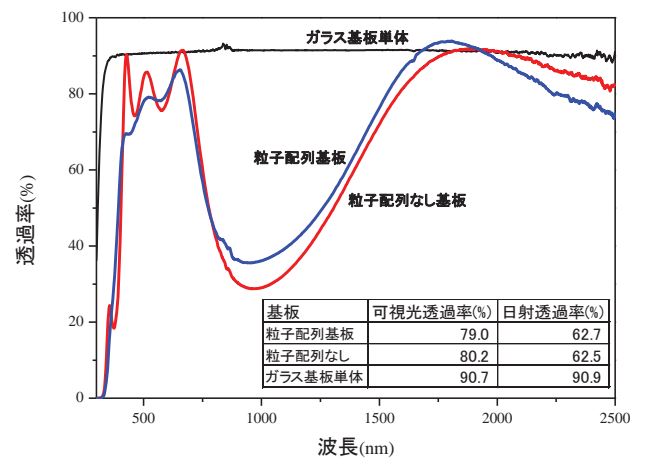


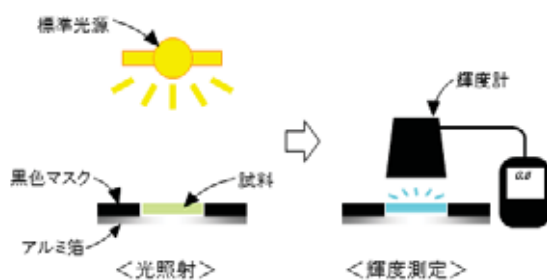
図. 日射低減窓材の透過率

## 蓄光材を用いた表示デバイスに関する研究

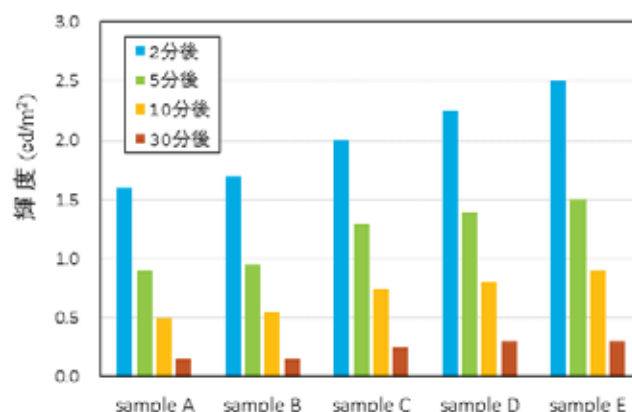
近年、停電時における非常口や通路表示の重要性が認識され、消灯後も光り続ける蓄光性表示デバイスが注目されている。

本研究では、マトリクスである樹脂の屈折率を蓄光材に近づけ、蓄光材－マトリクス樹脂複合材の光透過性を向上させることにより輝度向上を図れないか検討した。

- ・マトリクスの屈折率・・・ sample A:1.42、B:1.49、C:1.59、D:1.61、E:1.656
- ・試験片の形状・・・円板形状、約φ16mm×t 3mm
- ・使用した蓄光材・・・ピーク波長:490nm、主成分: Sr<sub>4</sub>Al<sub>14</sub>O<sub>25</sub>:Eu,Dy
- ・蓄光材の配合量・・・試験片表面の面積1cm<sup>2</sup>あたり0.3g
- ・照射した光源・・・標準光D<sub>65</sub>、約1000lux、30分間照射



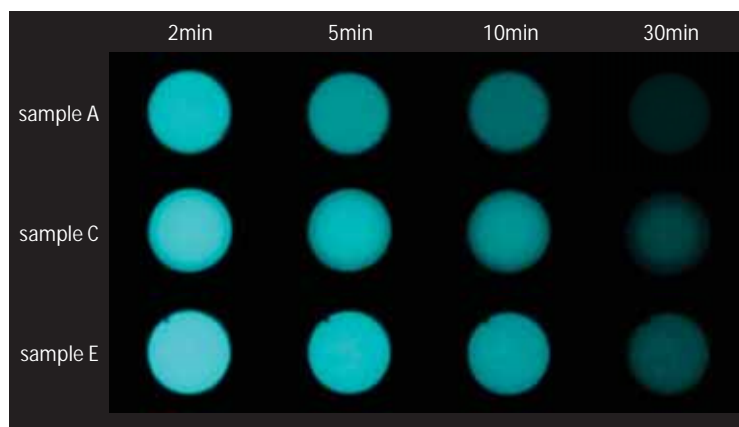
試験方法の模式図



消灯後の経過時間と輝度

### 結果

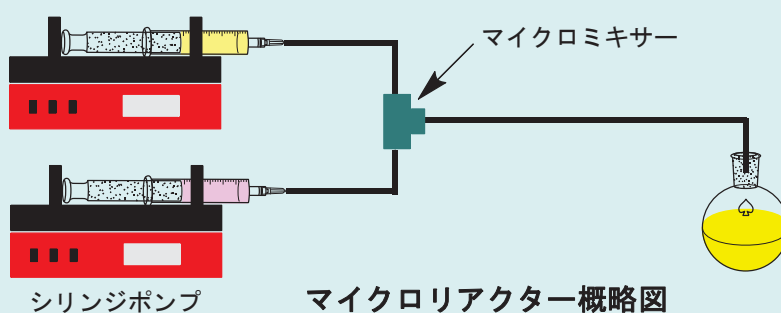
マトリクス－蓄光材間の屈折率差を小さくして複合材の光透過性を高めるとともに、試験片裏面側へ放射される光をアルミ箔により表側方向へ反射させることにより、蓄光材の配合量を変えずに、一定程度の輝度向上を図ることが可能とわかった。



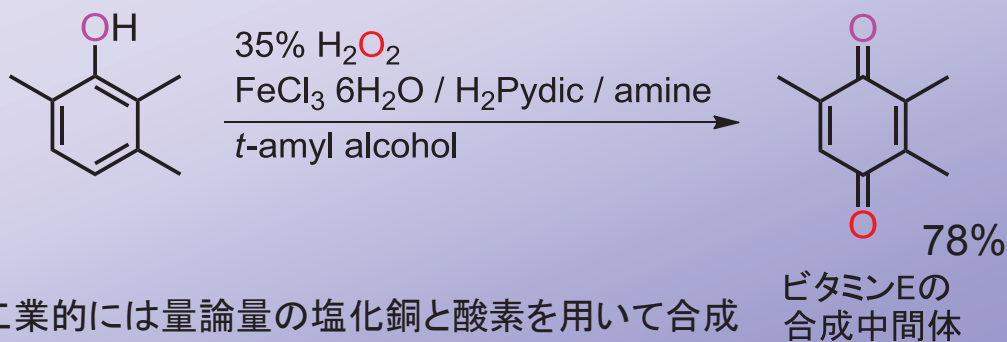
試験片の発光状況の例

マイクロフローシステムとは

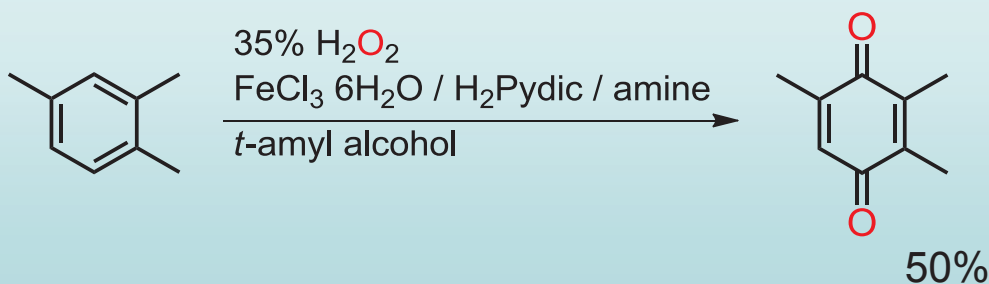
- ・マイクロメートルスケールの微小空間を利用した化学反応器。通常1ミリメートルより小さな流路の中で反応を行う
- ・流路サイズに由来する高速混合、精密温度制御、精密滞留時間制御が可能
- ・その結果としてフラスコ反応(バッチ反応)と比較して高い選択性、生成物収率の向上、反応時間の短縮などが期待できる



研究成果:キノン類の合成



- ・工業的には量論量の塩化銅と酸素を用いて合成
- ・上記反応に必要な鉄触媒は1 mol%



## 次世代LED基板技術の開発

ナノ(10億分の1メートル)のスケールで印刷を行う技術をナノインプリントと呼びます。光の波長に近いこのスケールでの加工は、新しい技術として注目されています。

開発したフレキシブルスタンプ

ナノインプリンティング装置  
(ものづくり研究開発センター)

表面で光が反射

P-GaN  
発光層  
n-GaN  
サファイア

従来の基板

ナノ加工された基板

形成されたナノピラー  
(レジストによる)

ナノ加工をおこなったサファイア基板  
サイズ: 4inch (6インチまで可)

エッチング加工したサファイア  
(提供: サムコ(株))

本研究では高輝度LEDに利用されるサファイア基板表面にナノレベルの加工をすることで、従来基板よりも光の取り出し効率を数十%向上を可能とする基板作製技術を開発しました。

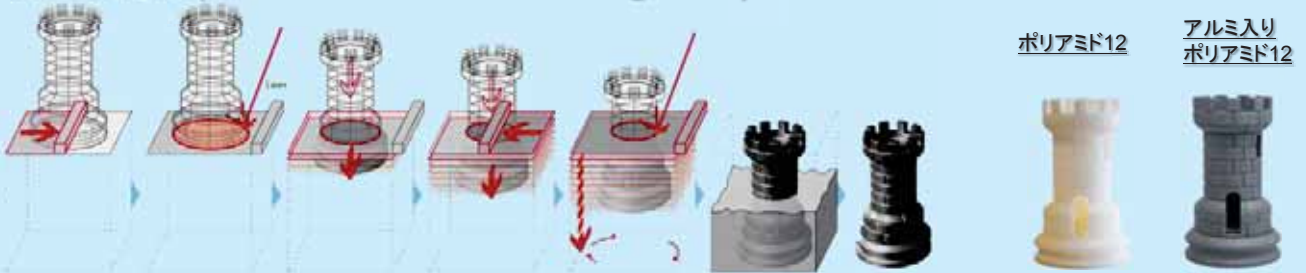
反りの大きい大口径サファイア基板前面にも加工が可能なフレキシブルスタンプを開発し、次世代の光源である紫外光LED用基板作製に利用できるナノ構造を実現しました。

# 経常研究

## PA粉末積層造形体の諸特性に及ぼす金属アルミニウム粉末添加量の影響

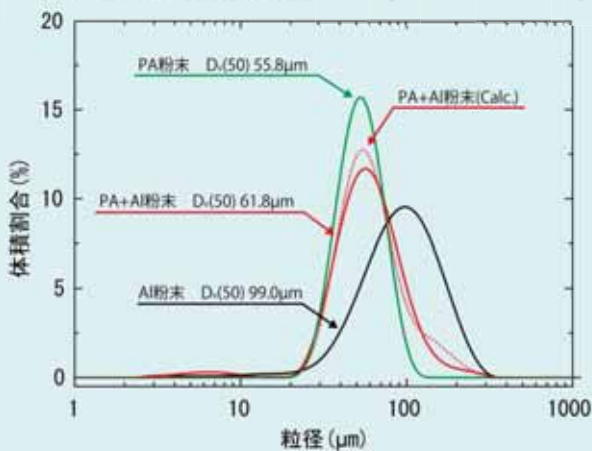
中央研究所

### 積層造形法(Selective Laser Sintering, SLS)

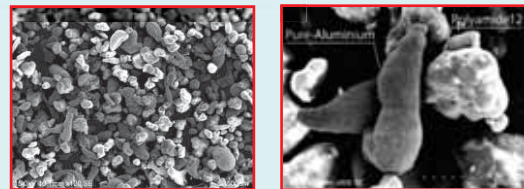


<NTTデータエンジニアリングシステムズ資料より抜粋>

### アルミ入りポリアミド12(PA+Al粉末)



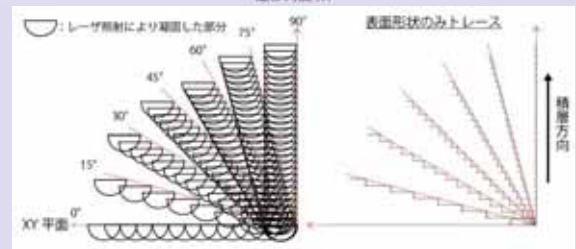
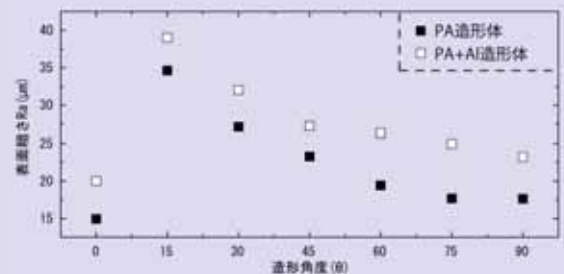
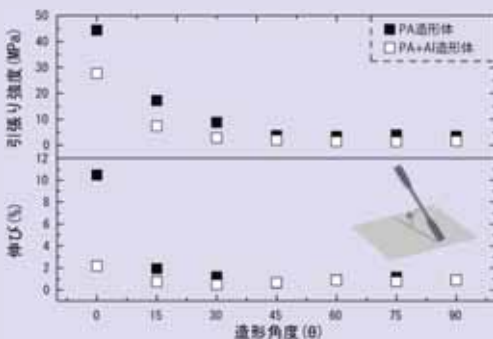
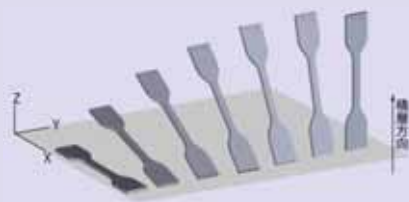
### PA+Al粉末のSEM観察



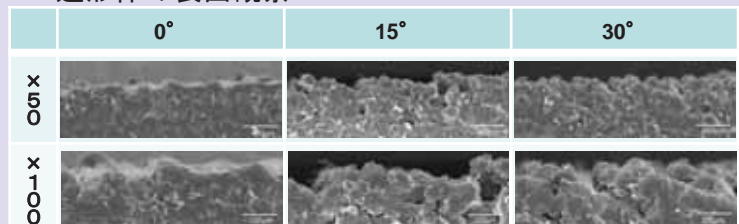
### 混合割合

体積比で71.4vol%PA, 28.6vol%Al  
(質量比で51.5mass%PA, 48.5mass%Al)

### 機械的特性、表面性状について



### PA造形体の表面観察



アルミ添加により機械的特性は低下  
機械的特性は造形角度に大きく依存

表面粗さは造形角度が約15°付近で最も高くなる

# ソフトボールの反発性に関する研究

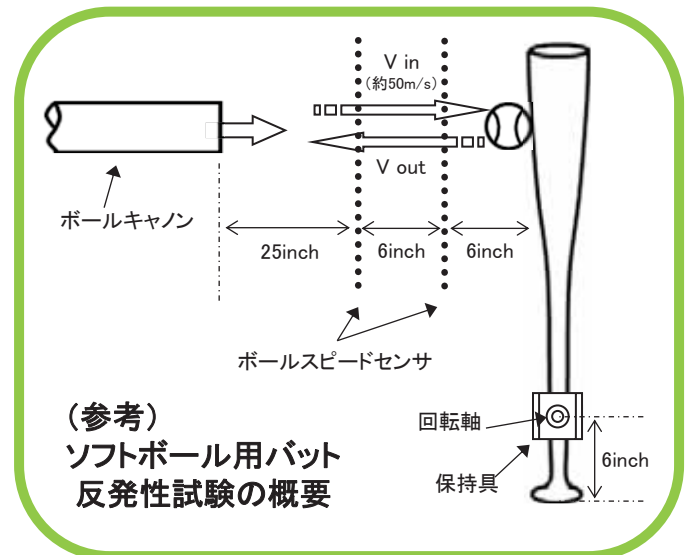
生活工学研究所

当センターは、ソフトボール用バットの新たなSG基準項目となった反発特性の評価試験が行える全国で唯一の検査機関として(公財)日本ソフトボール協会より指定され、2013年の春より、各メーカーから申請されるバットの反発性試験を実施している。

本研究では、試験データの精度と再現性を得ることを目的として、ソフトボール自体の反発特性や耐久性について評価した。

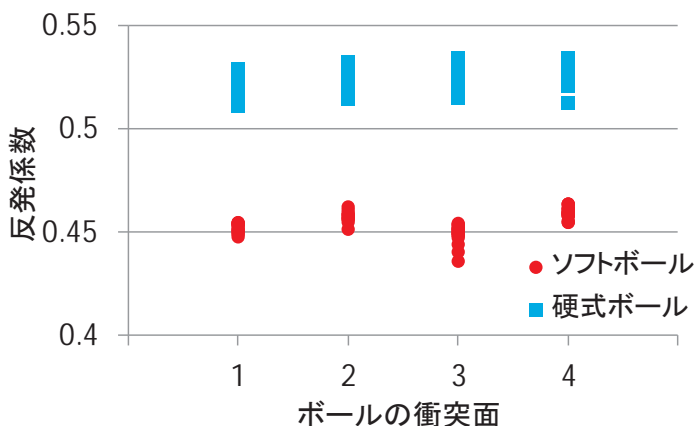
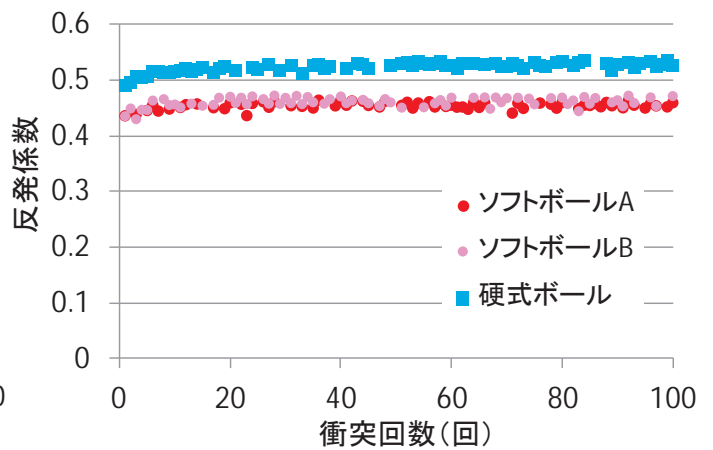
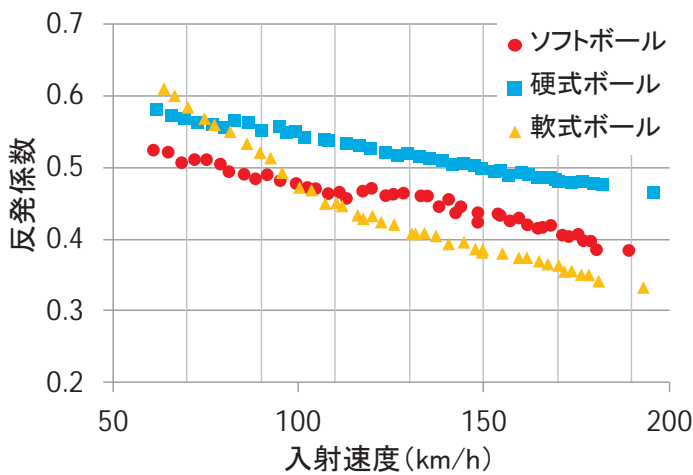


反発性試験装置



## <試験方法>

ソフトボール自体の反発性能を評価するため、ボールを鉄製の剛体平面に衝突させ、入射速度 $V_{in}$ と反射速度 $V_{out}$ の比( $V_{out}/V_{in}$ )から反発係数を算出。



○左上図より  
入射速度の増大に伴いボールの反発係数は減少する。

○上図より  
衝突回数増加による反発係数への影響は少ない。

○左図より  
ソフトボールについては、衝突面(方向)の違いにより反発係数に微妙な差がある。

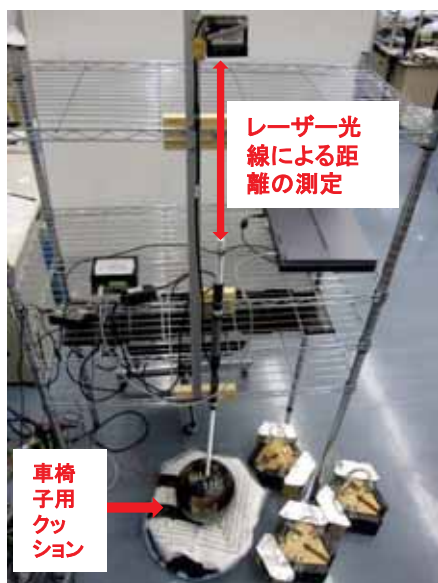


Fig.1 開発した加圧装置

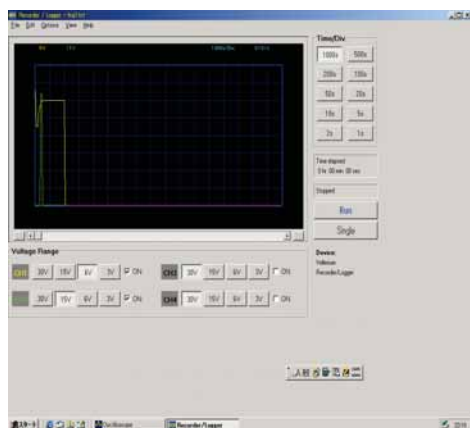


Fig.2 レーザ測長器の出力画面例

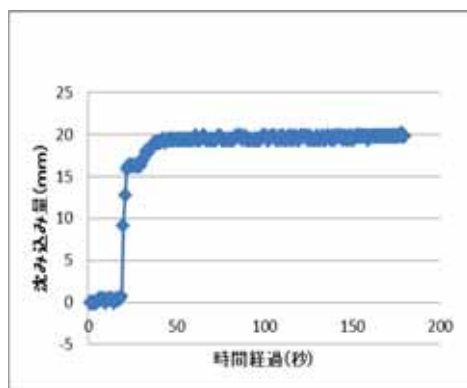


Fig.3 測定結果の例

**目的** この加圧装置は、車椅子用のクッションに着座する人体のサイズや、重量に近い条件で、クッションに荷重を加えるもので、その際の沈み込み量を測定するものである。そして、その沈み込み量からクッションの硬さや、液状化の大きさを評価する。

多数の試作品の持つ硬さや液状化性能を調べるためには、この作業の一部を自動化する必要があった。

**方法** ボーリングボールに長ねじを取り付けて、その上に重りをのせる構造を持つ加圧装置を作製した。(Fig.1参照) このボールの沈み込み量により、クッションの硬さや液状化の大きさを評価する。

ボールの沈み込み量は、レーザ測長器によって計測されて、その信号は、アンプとAD変換機を通して、パソコン上のソフト(Fig.2参照)に送られる。

**結果** この自動化により10秒毎に沈み込み量の測定を行い0.35mmの精度で沈み込み量を測定できた。

現状では、クッションの沈み込み量の測定には、特に問題のない精度が得られたと考えている。(Fig.3参照)



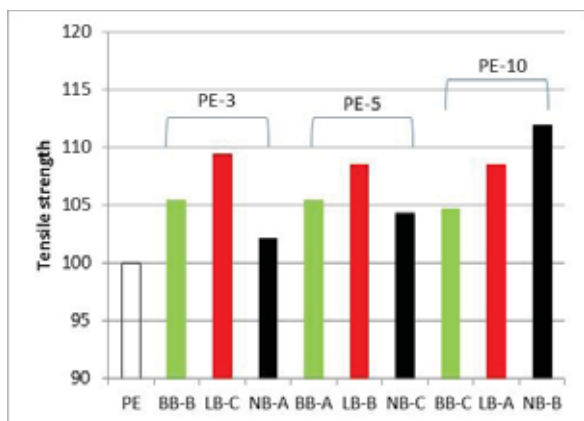
## 中越パルプ工業(株)との共同研究

# セルロースナノファイバーを配合した新規プラスチック材料の開発

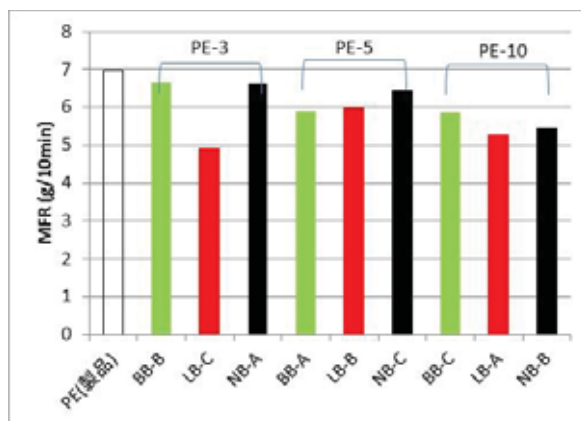
産学官連携推進担当

近年、セルロースナノファイバー(CNF)等のセルロース関連素材に注目が集まっています。中越パルプ工業(株)では、セルロース(パルプ)に関する技術を応用し、熱可塑性樹脂とCNFを複合化することにより、軽量高強度プラスチック材料を開発して、CNFおよび混練ペレットのサンプル販売を行っています。そこで、今後さらなる実用化を目指し、樹脂中でCNFをより均一に分散させる条件について検討を行いました。

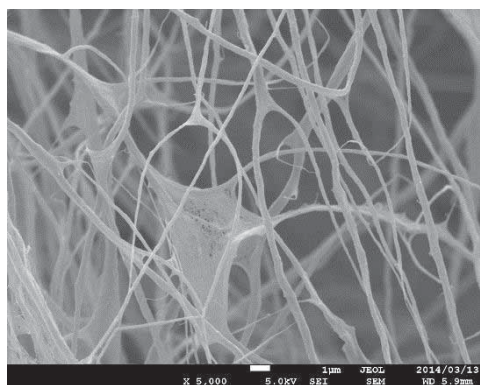
ポリエチレン(PE)と、竹パルプ(BB)、広葉樹パルプ(LB)、針葉樹パルプ(NB)をそれぞれナノ化処理機で解繊度を変えたCNFとしたものを使用し、PEとCNFを二軸押出機で複合化しました。その結果、CNFを配合すると引張応力が高くなり、パルプ種によって物性が変化することがわかりました。



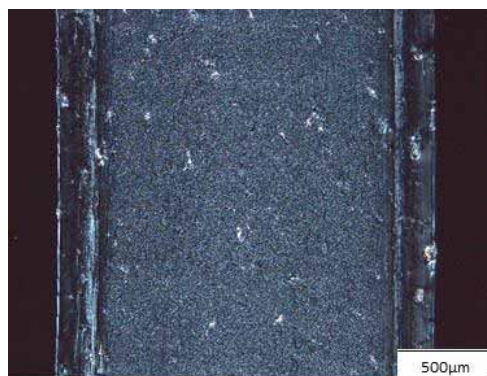
CNFを複合化した材料の引張り強度  
CNFを複合化するとPEに比べて強度が向上し、NBを配合した場合にその影響が大きくなりました。



CNFを複合化した材料の流動性  
CNFを複合化するとPEに対してMFRが低くなり、成形性が低下することがわかりました。



CNFの電界放出形走査電子顕微鏡(FE-SEM) 観察  
BBから作製したCNFは直径が200nm程度の繊維状になっていることがわかりました。



CNFを複合化した材料の偏光顕微鏡観察  
材料によってCNFが100µmの大きさで凝集する場合があります(凝集物は白く観察される)。

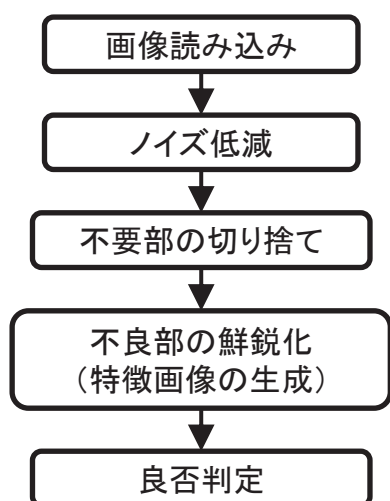
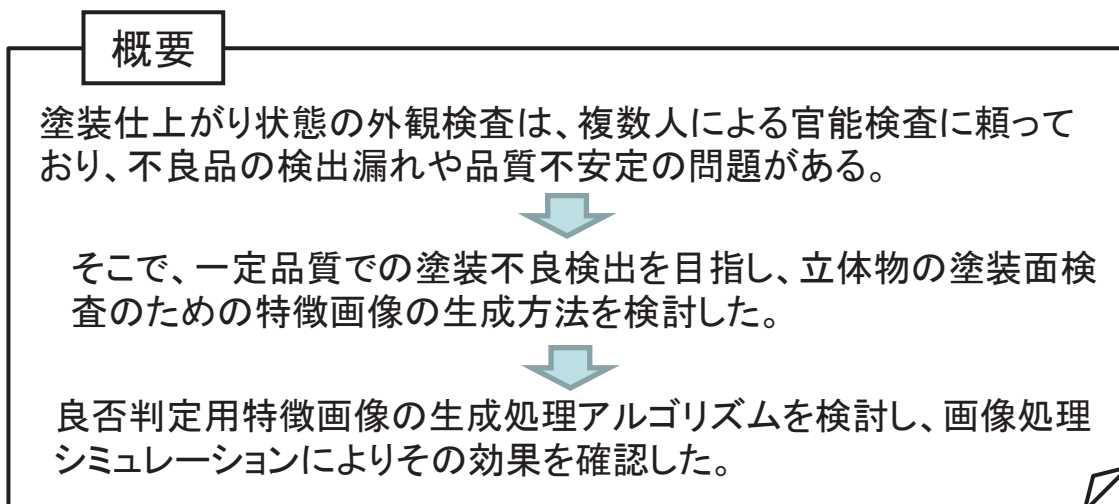


図1 処理過程

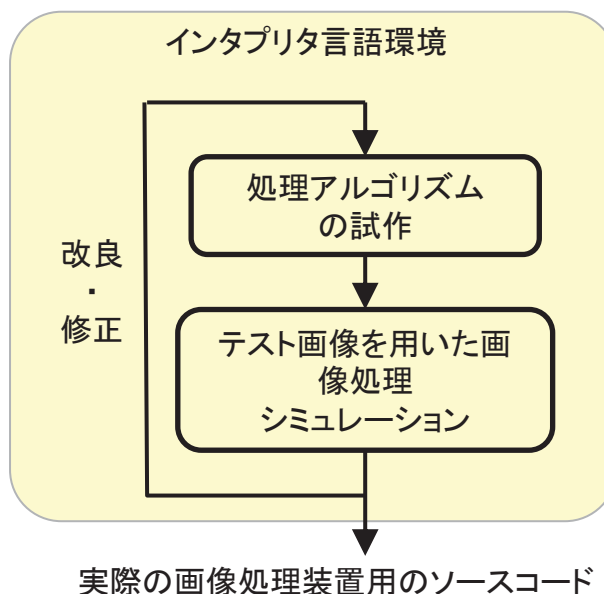


図2 インタプリタ言語環境上でのアルゴリズム検討



図3 塗装面の撮影画像例



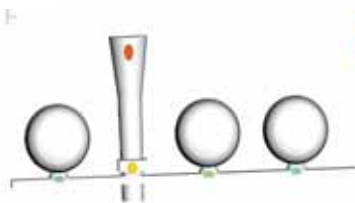
図4: 生成された特徴画像の例

# 高品質銅合金製音響製品の開発

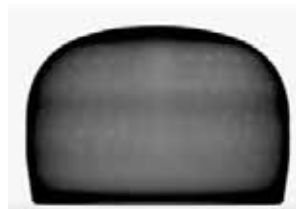
- ①「おりん」等の銅合金製音響製品の音色について、「音響解析システム」を用いた良否判定の可能性を検討した。
- ②従来の鉄鋼製に比べ、残響特性に優れた銅合金製グロッケンシュピール(鉄琴)用音板の試作開発を行った。

## 「おりん」の音色の判定

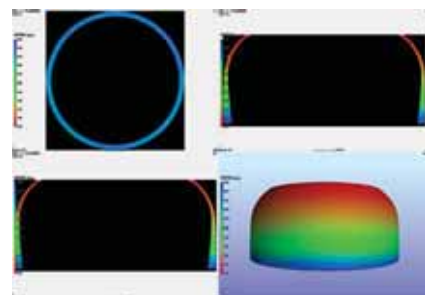
○ 鑄造工程や切削工程での不良を排除



(a) 鑄造CAEにより引け巣欠陥の有無を確認

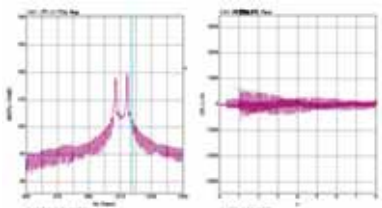


(b) エックス線探傷によりガス欠陥の有無を確認

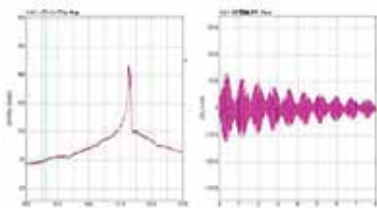


(c) エックス線CTにより偏心等の有無を確認

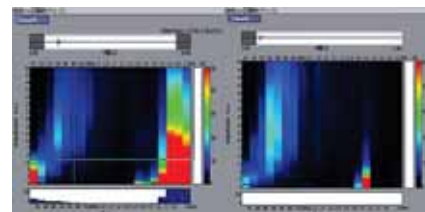
○ 音響解析システムによる不良選別の可能性を検討



(d) 作業者が不良と判定した試験片の周波数特性  
ピークの差が18Hz程度(左)。不協和音の乱れた波形(右)。



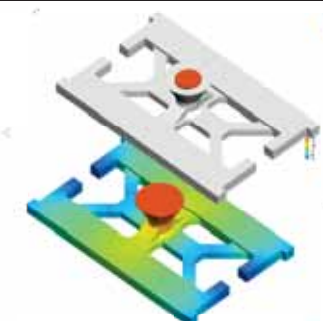
(e) 作業者が良品と判定した試験片の周波数特性  
ピークの差が1Hz程度(左)。心地よい1Hz程度のうなりがある(右)。



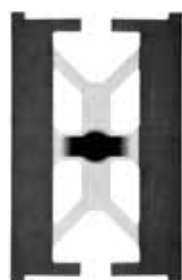
(f) 変動音解析(左:NG,右:OK)  
縦軸は変動の周期、横軸は周波数、色は変動の大きさを示す。不良品は、周波数の高い不快な周波数成分が含まれている。

→ **音響解析システムによって不良の選別が可能であることがわかった**

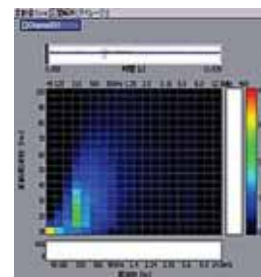
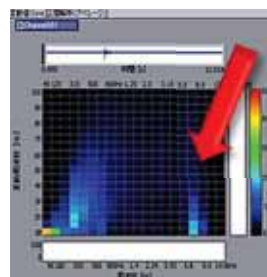
## グロッケンシュピール(鉄琴)用音板の試作



(a) 鑄造CAEにより欠陥の有無を確認



(b) 鑄造後エックス線探傷により欠陥の有無を確認



(c) 変動音解析(左:炭素鋼製従来品,右:試作品)  
従来品には、矢印で示すように高周波数の変動音がある。開発品は、このような音が無いうえ、同じ力で打鍵しても強い音が出ており、濁りの無い「澄んだ音」と判定できる。

## 目的

錫製品は、独特の金属光沢を有し、錫の柔らかさにより購入者が形態を自在に変形できる特徴を有し、次第に売上を伸ばしている。その販促の中で、顧客側に、錫製品への着色ニーズがあることを把握した。

そこで、本研究では、錫の金属光沢と可撓性を阻害することのない着色方法について検討を加えることで、着色された錫製品の開発を目的とする。

## 実験方法及び結果

実験では、種々の水溶液中に図1に示す錫カップ(未処理)を浸漬し、処理した。

処理時間4分・10分のカップの写真を図1に示す。図より、処理時間により着色が変化することが分かる。



図1 処理時間に伴う着色の変化

着色の原因を調べるために、着色品を折り曲げた時に露出する破断面のSEM観察を行った。図2にSEM写真を示す。

表面に薄い膜が生成していることが明らかで、表面に生成している薄膜により、着色しているものと予想された。

同じ錫材の板に同じ処理を行い、皮膜の鉛筆硬さを調べたところ、H以下では、皮膜の剥離は認められなかった。2Hでは、素地の錫合金が削り取られるために、皮膜も剥離した。

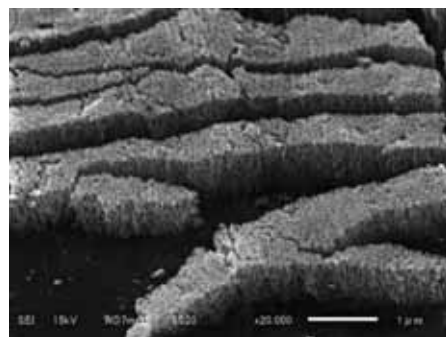


図2 皮膜の破断面SEM写真

# ダイカスト金型のための金型内流動・凝固超音波モニタリングに関する基礎的研究

アルミニウム鋳造用金型は、試験鋳造や実使用の過程で金型修正を行う場合が多く、コストの増加や製品のリードタイムの長期化を招いている。このため、流動・凝固シミュレーションが設計段階から利用されているが、その精度は必ずしも十分ではない。このため、金属の流動・凝固を超音波によりモニタリングするための基礎的検討を行った。

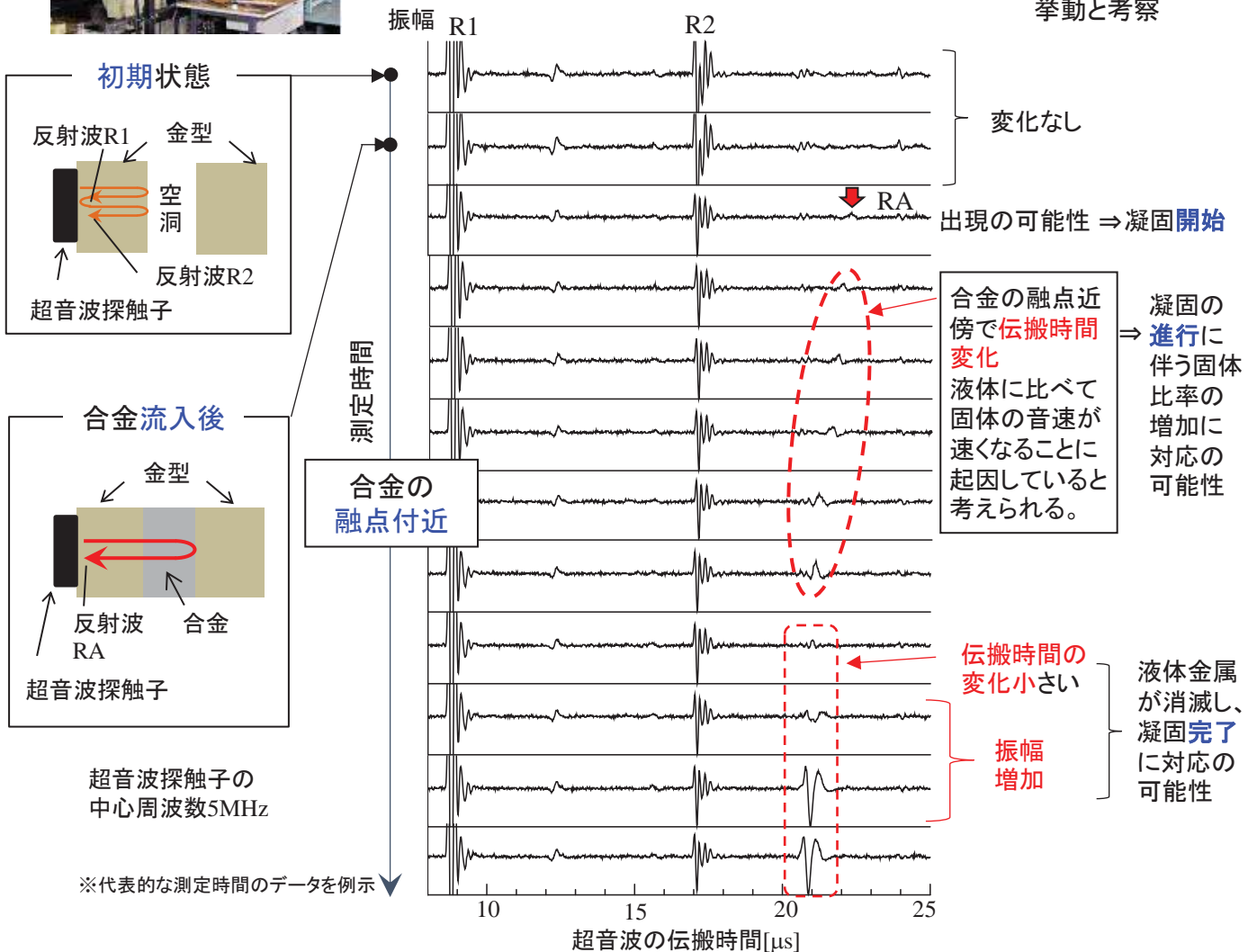
800Tダイカストマシン



実機での鋳造工程を簡易的に模擬したモデル実験を行い、合金の凝固過程における超音波波形のモニタリングを試みました。

## モニタリング結果例

反射波の挙動と考察



## 得られた知見

- ①凝固開始に関連する挙動のひとつが反射波の出現である可能性が考えられる。
- ②合金の融点近傍で反射波の伝搬時間が短くなる挙動が観察された。  
⇒凝固の進行に対応している可能性がある。
- ③その後、伝搬時間の変化が小さくなるとともに、振幅が大きくなる挙動が観察された。  
⇒凝固完了に対応している可能性が考えられる。

## 吸放湿材料を利用したドライルーム用呼吸具の開発

はじめに

高分子吸収剤シートをコルゲート構造にした吸放湿材料をフィルターとして用い、呼吸の作用のみで再生しながら長時間使用できるマスクの開発を行いました。

本マスクはドライルームの低露点温度を維持するための除湿マスクでありながら、吸気ドライエアーに対しては、呼気によって吸湿したフィルタから水分を放出させて加湿することにより、呼吸器の乾燥障害の対策も図ることができるものです。

研究経過

### ①吸放湿材料の特性評価研究・選定

吸湿特性・発熱特性及び放湿特性を評価し、吸気・呼気における吸放湿バランスに優れた材料の選定を行いました。

### ②除湿フィルター及びマスクの設計・試作

特性評価結果に基づき、選定した材料で長さ/大きさの異なる評価実験用のフィルターを製作し、そのフィルターを装着できる構造のマスク本体を設計試作し、ドライルームでの着用評価試験を行いました。



図 フィルター断面の構造  
(コルゲート構造)



写真1 吸放湿特性評価用試料  
(上:高分子吸収剤S  
左:高分子吸収剤M 右:シリカゲル)



写真2 試作マスク

まとめ

電子部品製造に不可欠なドライルーム用のマスクは高い除湿性能を要求されますが、除湿用の電源が必要、構造が複雑になる等の問題点がありました。

本開発品は、無電源で除湿のアシストが行えるので、問題点を大きく改善することができました。

南砺市城端地域における繊維産業の源は絹織物にあるが、現在では、恒常的に絹織物を生産しているの1社になってしまった。

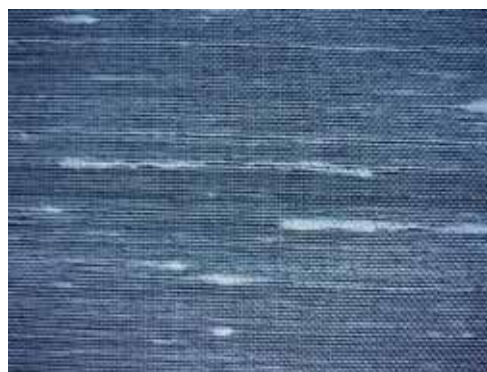
そこで、城端絹織物の活性化と再生を図ることを目的として、従来の和装を中心とする衣料分野以外への絹織物の展開について検討した。とりわけ、独特の風合いを持つ「しけ絹」を活用し、インテリア向け商品を開発するにあたって防炎性の向上について検討した。

## 材料・評価方法

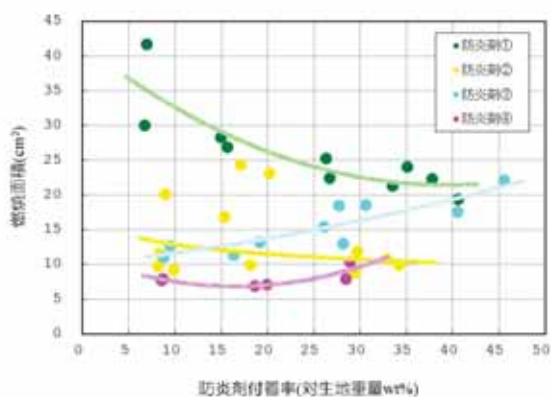
- ・「しけ絹」： 経糸26中生糸、緯糸70中玉糸、平織、目付約5匁
- ・防炎剤： 含ホウ素系、含リン系
- ・防炎性能評価： JIS L 1091 A-1法、熱分析(TG) 昇温速度150°C/min

## 結果

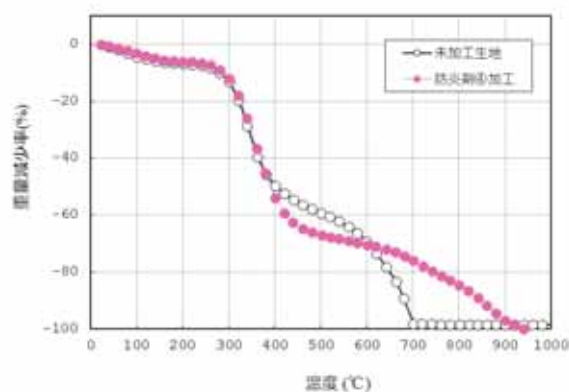
- ・防炎加工したものは、ほぼ燃焼面積30cm<sup>2</sup>以下に抑えることができ、良好な防炎性能を示した。
- ・防炎加工により、600°C以上での燃焼、重量減少が抑制されていることが確認できた。



試作した「しけ絹」の外観



防炎剤の付着率と燃焼面積



熱分析(TG)による重量減少測定例

# (株)ゴールドウインテクニカルセンターとの共同研究 放熱促進ウェアの開発

生活工学研究所

## 研究概要

運動時には、体の筋肉を動かすことによって熱がたくさん作られます。このことにより、運動時のウェア内は暑くなり、さらには蒸れを伴う不快感を引き起こすことが予測されます。より快適に運動を行うためには、スムーズな熱放散を行えるウェアの開発が必要です。

本研究では、運動時の腕部からの放熱を促進できるウェアの開発を目的とし、アウターにテスト配置した換気口の効果について、着用実験により検証しました。

## 実験方法および結果

- ・試料: アウター3種
  - ブランク品・・・換気口なし
  - レギュラー品・・・背に換気口あり
  - テスト品・・・前腕, 胸, 背に換気口あり
- ・環境: 温度25°C, 湿度50%RH, 風速6m/s
- ・運動: 自転車エルゴメータ運動50分間(運動負荷50%)
- ・測定項目: 心拍数, 皮膚温, 発汗量, 主観評価(温冷感・湿潤感)

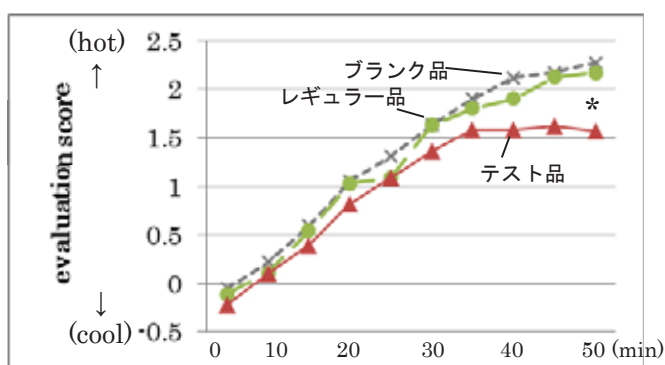


図1 温冷感覚値の経時変化 (\*: p<0.05)

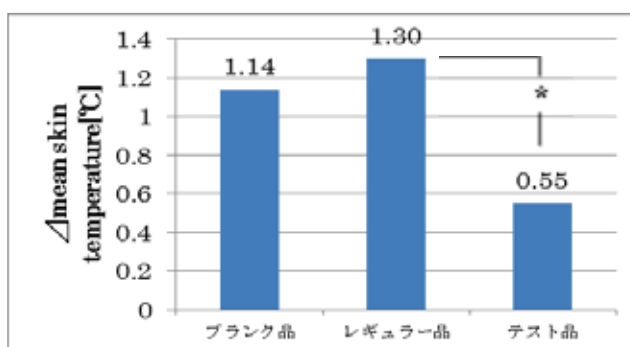


図2 Δ平均皮膚温 (\*: p<0.05)

## まとめ

実験用アウターに腕部からの放熱を促進させることを目的に、前腕・胸・背に換気口を配置することによって、運動時の身体に対する温熱負荷を有意に軽減できることが確認できました。



農産物が産地から消費地に至る流通過程で、そこから発生するエチレンガスが微量でも製品の鮮度を劣化させ、大きな損害を与えることが知られています。その対策として、安価なエチレンガスを分解するタイプの充填剤が求められています。これまで、ゼオライトなど利用した製品が販売されているが、吸着タイプのものは湿度が高い場合には、いったん吸着されたエチレンが逆に再放出されて、包装容器内のエチレン濃度が高くなることがあるなど、その効果や使い方が難しい面があります。そこで、分解型の高性能なエチレン抑制充填包装製品を開発しました。

### 1. エチレンガスの濃度評価方法

試験容器にエチレンガスを充填し、その中に、試料を入れ、ガスのサンプリングを行い、ガス濃度を島津製作所社製のガスクロマトグラフ型式 GC-2010にて、測定しました。

### 2. エチレン分解材の作製方法

BET値が $300 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上の比表面積の大きなメソポーラス粒子をコア材とし、酸化剤、あるいはPt触媒を組み合わせた粉体を作製しました。その結果、一般的なシリカゲルやゼオライト、活性炭単独の吸着現象だけでは、エチレン濃度が減少することはありませんでしたが、それらと酸化剤を組合せることで分解特性が現れることが分かりました。

図1に、ゼオライトを主成分にした材料Z、活性炭に臭素を加えた市販品Aと新規開発した材料N各0.2 gのエチレン分解特性を示します。Nのグラフの傾きから求められる分解速度は、Aの3倍以上大きくなりました。

次に、ガス透過性フィルムを使用した充填包装剤を試作しました。図2にその外観をと分解特性の良かった従来の活性炭をベースとした充填包装剤と、新規開発した充填剤のエチレン分解特性を示します。

C(A)はAを含んでいる市販品の製品

C(N)はその袋を利用して、中にNを入れたもの

P(A)とP(N)は、別のフィルムPにAとNをそれぞれ入れた開発品

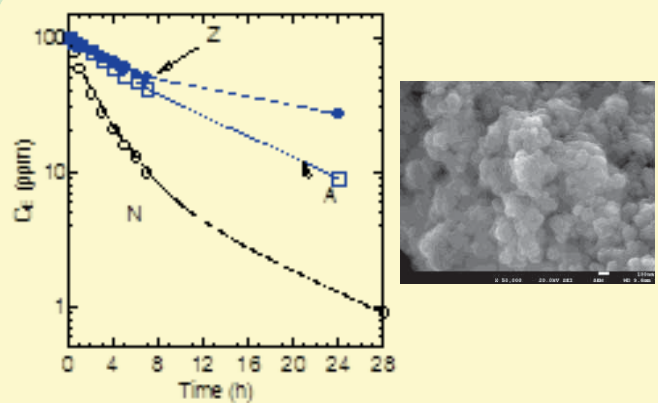


図1 各材料のエチレン分解特性と開発材料のSEM像

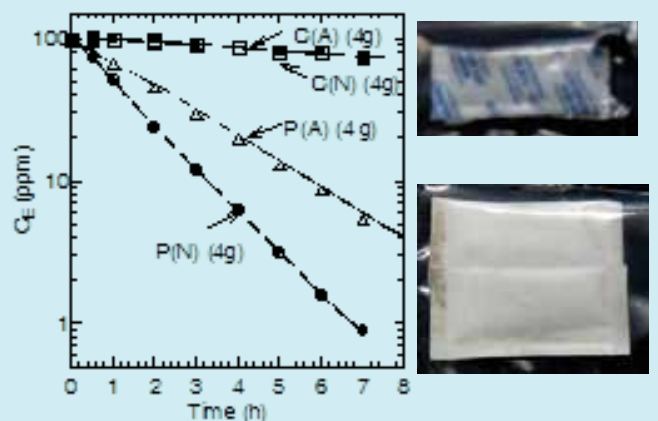


図2 各種充填包装剤のエチレン分解特性とその外観

Pに関しては、ガス透過性能も高く、6時間後のエチレン濃度はそれぞれ8.7と1.6 ppmと、従来材料のAを使用した場合の5分の1以下、従来の充填包装剤と比較して、50分の1以下に減少できました。

今後、実際の果樹などの農産物への応用が期待できます。

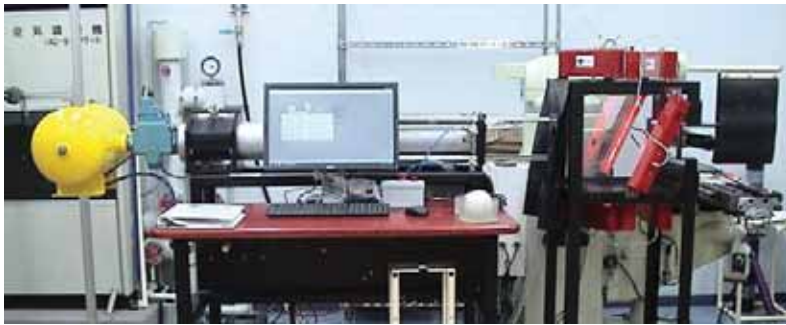
# (株)ロンウッドとの共同研究

## 野球用バットの高性能化研究

生活工学研究所

近年、バット材用の国産原木が枯渇する傾向にあるため、豊富かつ安価な資源確保が可能な**竹製バットへの期待**が高まっている。

本研究では、竹バットに様々な配置と面積率で**強化木を接合した複合バットを試作**し、衝撃力負荷装置を用いたボール衝突試験により各種バットの**反発性能を評価**することで、より高性能なバットの最適仕様を検討した。

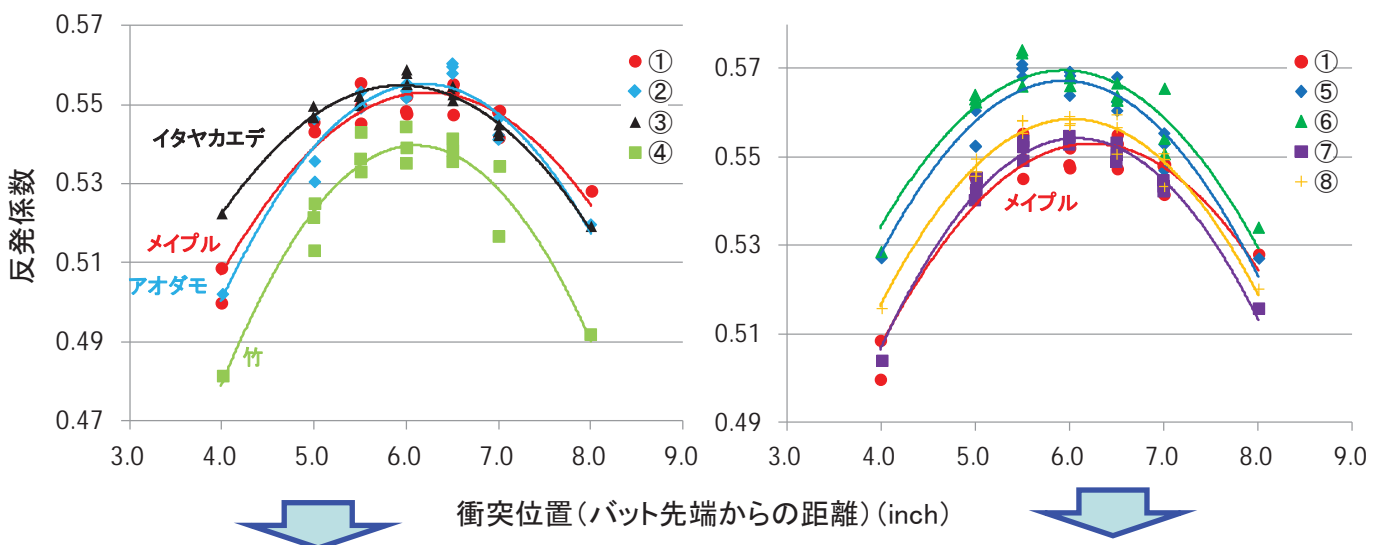
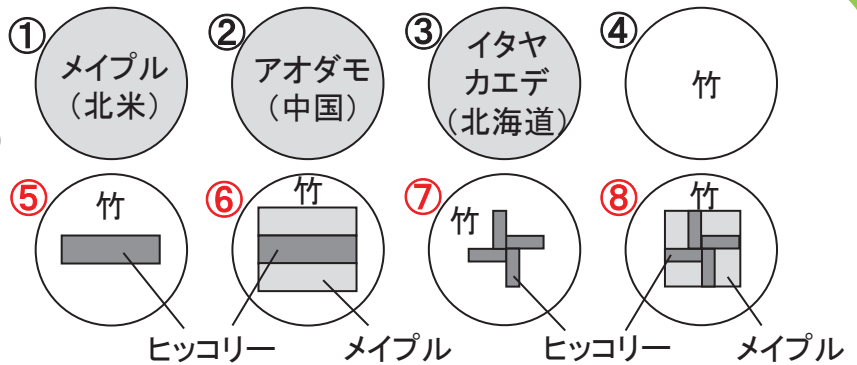


衝撃力負荷装置

バット反発係数の米国規格 (ASTM2219) に準拠して、約120km/hに加速した硬式野球ボールをバットに衝突させて、反発係数を算出。

計8種類のバットをNC旋盤により同一形状で試作。  
(右図はバットの断面構造)

- ①～③: 木製バット
- ④: 竹バット
- ⑤～⑧: 開発した竹と強化木の複合バット



木製バットは竹バットよりも反発係数が高く、ボールが飛びやすいことが確認された。

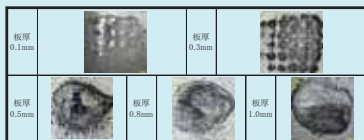
開発した竹と強化木の複合バットは、いずれもメイプルバットに比べて反発係数が同等か高いことが確認された。

# 若手研究者育成支援共同研究

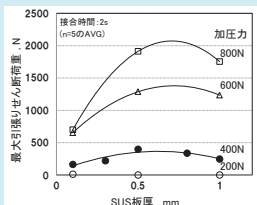
## 人材等地域資源活用による各種材料・センサ・システム等の開発

### 接着剤を用いない異種材料の超音波接合に関する研究

FeとAlの超音波接合においては、通常は、加振材を柔らかいAl、固定材を硬いFeとしますが、本研究では、逆に加振材をSUS304、固定材をADC12として、接合を試みました。その結果、SUSの板厚、加圧力や加振時間などの接合強さへの影響が明らかになり、この加振材と固定材の組み合わせでも、最大でADC12のせん断強さに近い接合強さを得ることができました。



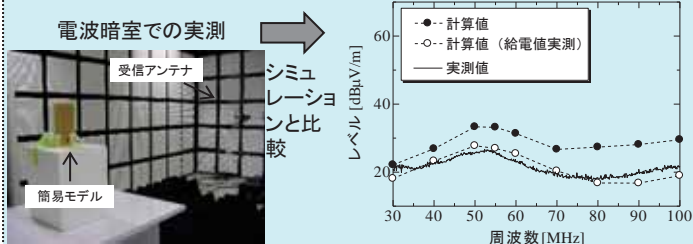
引張り試験後の剥離面 (SUS304側)



加振材の板厚と最大引張りせん断荷重の関係

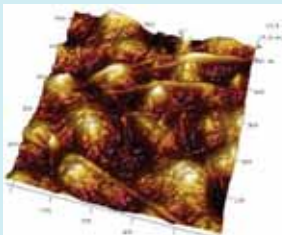
### スイッチング電源における電磁界ノイズシミュレーション実用化の研究

主要なノイズ源であるFETとループ状線路から成る簡易モデルを設定し、回路解析と電磁界解析を組み合わせたシミュレーションについて検討しました。高周波特性を考慮した等価回路モデルを作成することでノイズ源と考えられる電流波形を計算でき、電波暗室において実測したスペクトルとのレベル差9dB以内でその概略をシミュレーション可能としました。

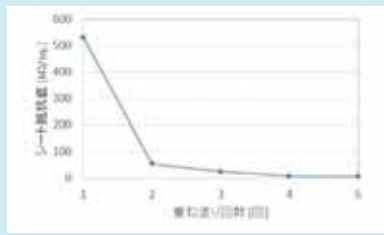


### 単層カーボンナノチューブに関する研究

本研究では、単層CNTを利用するデバイスとして汎用性が高い透明導電膜の開発を目的とし、研究開発をすすめた。結果として、単層CNT分散液およびPEDOTを用いてPETフィルム上に透明な膜を形成することができた。膜のシート抵抗値は3.6 kΩ/sq.であった。また可視光透過率は60~85%であった。



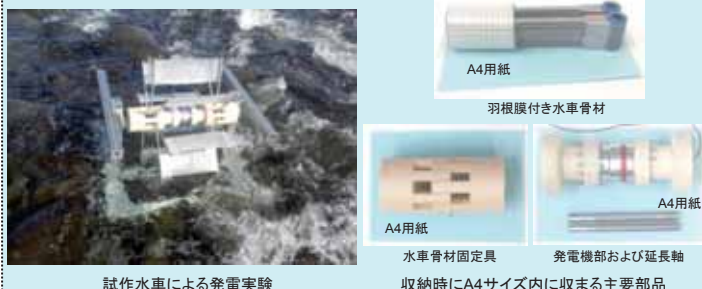
走査型プローブ顕微鏡によるフィルム表面の画像



重ね塗り回数とシート抵抗値

### 極低容量水力発電システムの研究

未利用の極低容量水エネルギー源の活用法を検討し、目標出力2Wで一時的な利用を目的とした小型・軽量かつ収納・展開が容易な「モバイル水車」を提案してこれを試作・試験しました。出力は0.5Wで目標に届きませんでしたが、主要部品がA4サイズ内に収まりリュックに入れて持ち運ぶことができました。



試作水車による発電実験

### マグネシウム燃料電池の開発

本研究では、マグネシウム合金を負極に空気極を正極に用いる燃料電池の開発を試みた。その結果、理論容量の60%以上の容量が得られた。

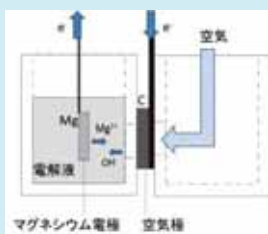


図. 燃料電池測定セル

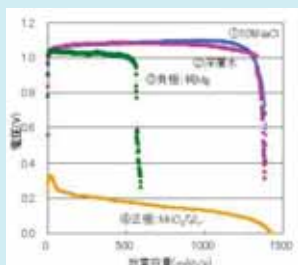
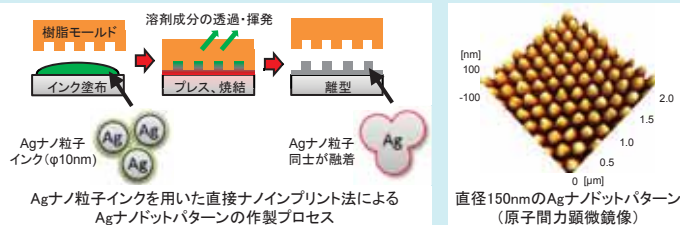


図. 放電特性

### ナインプリント技術による金属ナノドットパターン形成に関する研究

簡便な金属微細加工プロセスの構築を目的として、「Agナノ粒子インク」を用いた「直接ナノインプリント法」によるAgナノドットパターンの作製を試みました。直径150nmの微細なAgナノドットの作製に成功し、さらに、得られたパターンから表面プラズモン現象の発現を確認することもできました。これにより、表面プラズモン現象を利用した安価で高感度なバイオセンサーの開発が可能になります。



Agナノ粒子インクを用いた直接ナノインプリント法によるAgナノドットパターンの作製プロセス

直径150nmのAgナノドットパターン (原子間力顕微鏡像)

「若い研究者を育てる会」は昭和62年1月、自社の研究人材の育成をはかるため、県内企業経営者有志によって設立された団体で、平成26年度で28年目になります。  
 ○ 27年間の研究テーマ数: 172件、参加研究員延べ人数: 331名 (昭和62年度~平成25年度)

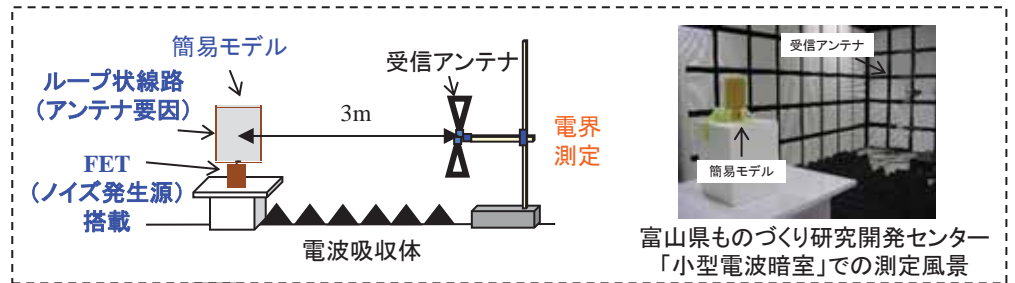
平成25年度の若い研究者を育てる会研究参加企業:  
 三協立山、北陸電気工業、コーセル、立山科学工業、  
 タカギセイコー、田中精密工業、  
 指導協力機関: 富山大学

# スイッチング電源における電磁界ノイズシミュレーション実用化の研究

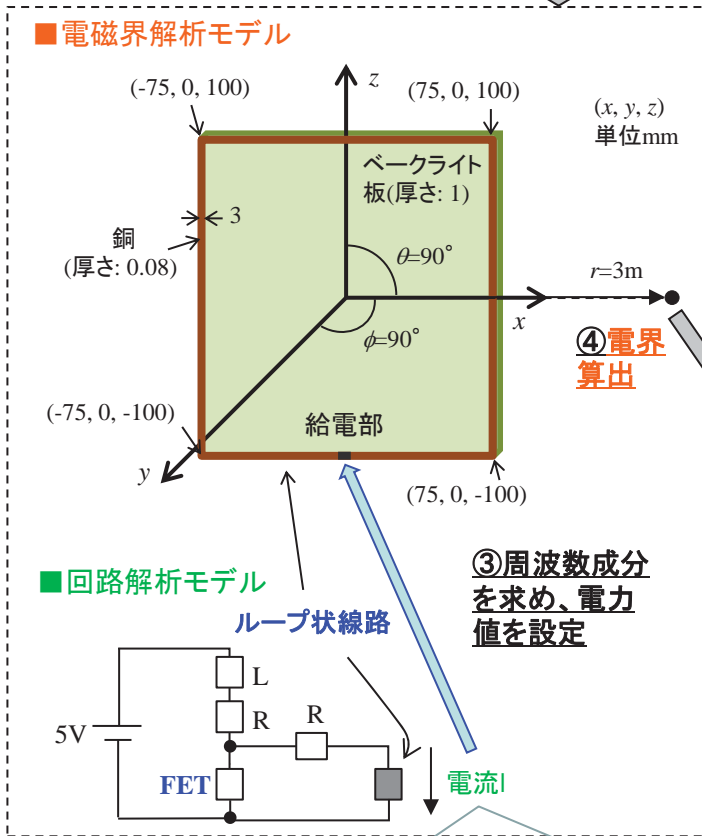
中央研究所

スイッチング電源から発生する電磁ノイズを予測できれば、経験や勘に基づいて試行錯誤により行っているノイズ対策の効率向上や開発期間の短縮が期待できます。このため、電磁ノイズ(遠方電界)のシミュレーションの実現を目指した取り組みを開始しました。

第一歩として、主要なノイズ源を考慮した簡易モデルを設定し、回路解析と電磁界解析を組み合わせたシミュレーションを検討しました。

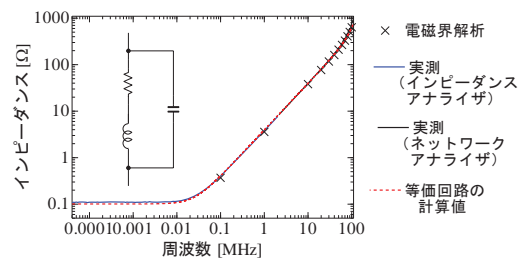


モデル化



## ①回路解析モデルにおける各部品<sup>①</sup>の等価回路化

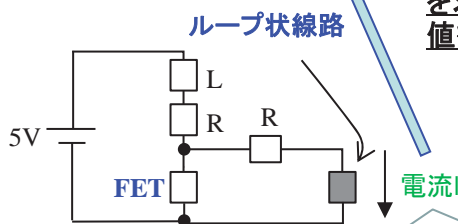
インピーダンスについて電磁界解析または実測を行い、その値に合うように回路内の素子の定数を調整しました。(FETはカタログ値に合うように設定)



ループ状線路の場合の例

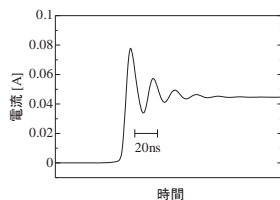
## ③周波数成分を求め、電力値を設定

## ■回路解析モデル

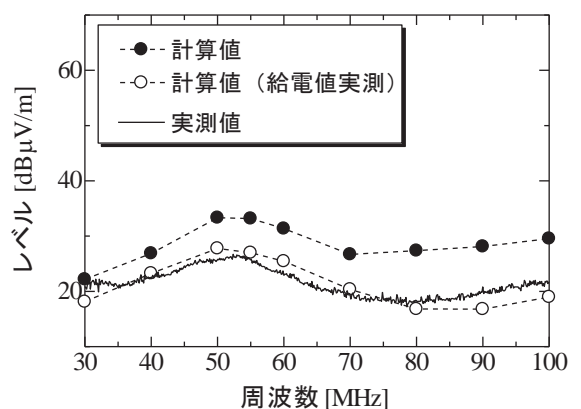


## ②電流Iの計算

100MHzまでを考慮した等価回路モデルを作成でき、ノイズ源と考えられる電流波形を計算できました。



## 遠方電界の計算および実測結果



実測と同様な傾向のスペクトルをシミュレーションできました。

実測値とのレベル差は9dB以内 (給電実測値では±4dB以内)

※使用したシミュレータ  
電磁界解析: ムラタソフトウェア社製FEMTET、回路解析: リニアテクノロジー社製LTspice

FETとループ状線路により発生するディファレンシャルモードノイズの概略計算が可能になりました。これを基礎として、コモンモードノイズの検討を行い、ケーブルや筐体を対象としたモデルの構築につなげたいと考えています。

# 接着剤を用いない異種材料の超音波接合に関する研究

近年、コスト低減や軽量化の観点から、異種材料の接合に関する技術開発のニーズが高まっています。

本研究では、低コスト、短時間接合が可能であることなどの特長のある超音波接合に着目し、Fe系材料のSUS304とAl系材料のADC12の接合に関して、調査を行いました。

通常は、加振材を柔らかいADC12、固定材を硬いSUS304としますが、本研究では逆に、加振材をSUS304、固定材をADC12として接合を試みました(図1)。

その結果、SUS304の板厚が0.1mm~1.0mmでは0.5mmのときに接合強さが最大になることや、加圧力や加振時間を増やすことにより接合強さが大きくなることなどが明らかになり(図2、図3)、この加振材と固定材の組み合わせでも、最大でADC12のせん断強さに近い接合強さを得ることができました。

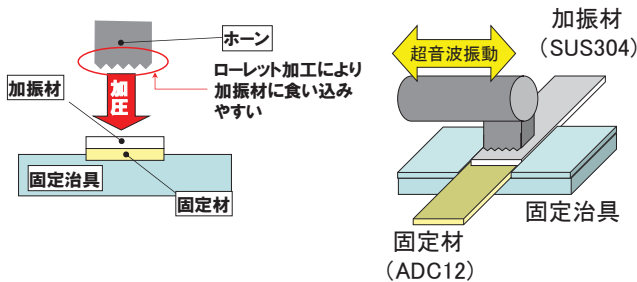


図1 超音波接合の概要

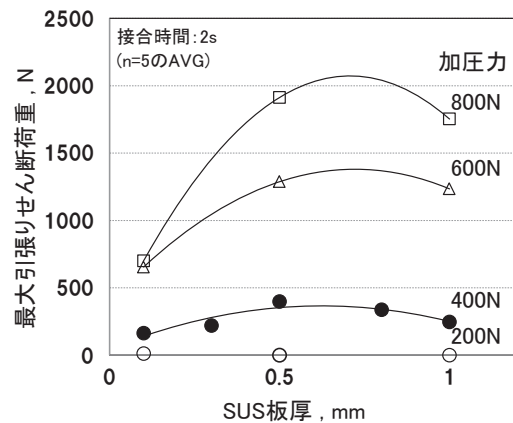


図2 加振材の板厚と最大引張りせん断荷重の関係

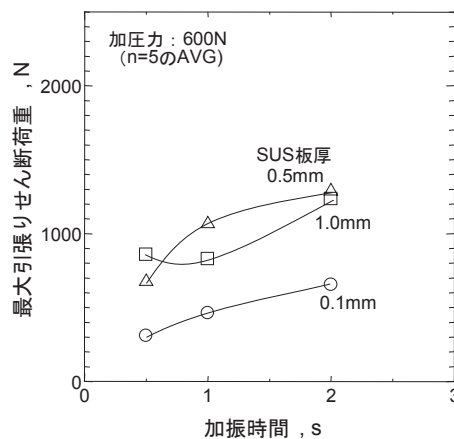
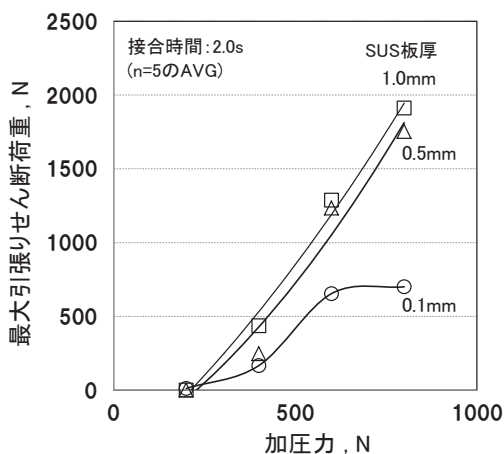


図3 加圧力および加振時間と最大引張りせん断荷重の関係

# 若い研究者を育てる会との共同研究 極低容量水力発電システムの研究

機械電子研究所

## 概要

未利用の極低容量水エネルギー源の活用法を検討し、目標出力2Wで一時的な利用を目的とした小型・軽量かつ収納・展開が容易な「モバイル水車」を提案してこれを試作・試験しました。

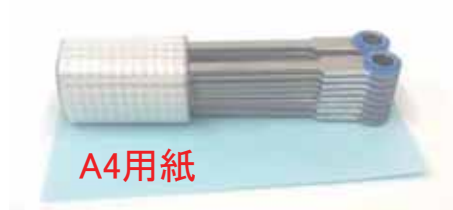
出力は0.5Wと小さく目標に届きませんでした。主要部品(図3)はそれぞれA4サイズ内に収まり、かつ合計重量が1kg以下となり、リュックに入れて持ち運ぶことができました。



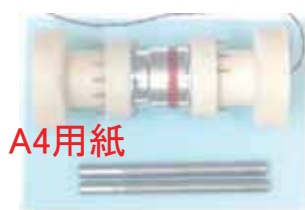
図2 水車の分解過程



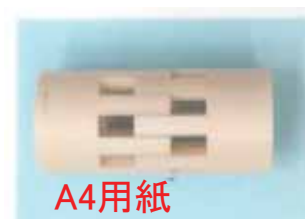
図1 試作水車による発電実験



(a) 折り畳んだ状態の水車骨材



(b) 発電機部および保持延長軸



(c) 固定部材

図3: 水車の主要部品

# 研究開発等成果事例

平成 26 年 5 月

## 富山県工業技術センター

企画管理部・中央研究所

〒933-0981 富山県高岡市二上町 150  
TEL(0766)21-2121 FAX(0766)21-2402

生活工学研究所

〒939-1503 富山県南砺市岩武新 35-1  
TEL(0763)22-2141 FAX(0763)22-4604

機械電子研究所

〒930-0866 富山県富山市高田 383  
TEL(076)433-5466 FAX(076)433-5472

編集・発行 企画管理部 企画情報課