



# 研究成果事例集

(平成27年度実施分)

静岡県工業技術研究所  
平成28年7月



# 工業技術研究所

頁	成果事例	担当科
1	電気化学手法による Fe-Mo 合金めっき電解条件の最適化	金属材料科
2	ダイカスト金型向けレーザーコーティング技術の開発	金属材料科
3	EPDM ゴムの特性可視化技術の開発	化学材料科
4	次世代照明の明るさを測る －積分球を用いた全光束測定－	機械科
5	次世代照明の配光を測る －配光測定による全光束測定－	機械科
6	非接触表面性状測定機の精度評価 －接触式測定機との比較－	機械科
7	個別対応マットレス設計手法の確立	機械科
8	県内味噌・醤油蔵からの耐塩性菌の単離と利用 －微生物ライブラリー構築と産業への応用を目指して－	食品科
9	静岡発 世界を結ぶ新世代茶飲料と素材の開発 －茶生葉紅茶飲料の開発－	食品科
10	茶の実油と特産品のコラボ開発 －茶未利用資源を活用したプレミアムオイルの開発－	食品科
11	食品廃棄物のメタン発酵 －油前処理効率化のための油分解微生物の探索・選抜－	環境科
12	食品廃棄物のメタン発酵 －メタン発酵のための固形有機物前処理方法の開発－	環境科
13	新規な微生物固定化接触材を利用したメタン発酵装置の開発	環境科
14	トイレ内の転倒検出装置の開発	ユニバーサル デザイン科
15	乾燥負圧を利用した木材への難燃剤注入とその性能	工芸科
16	針葉樹向けの硬度と美観性に優れた塗装技術の開発	工芸科
17	バイオマス活性炭を用いた電気二重層キャパシタの量産化 －コーヒーかすの利活用－	工芸科
18	冷涼感を有する県産の香り探索と新規アロマ製品の開発 －柑橘ダイダイの香りに含まれる冷涼成分－	工芸科
19	インジケータ機能を有する消臭製品の開発 －尿で色が変わる猫砂－	工芸科

## 沼津工業技術支援センター

頁	成果事例	担当科
20	食の都しずおかの微生物をビジネスに！ －微生物ライブラリーの構築と新規発酵食品の開発－	バイオ科
21	超高感度簡易迅速感染症診断システムの開発 －システム実用化に必要な酵素の高度精製－	バイオ科
22	遺伝子分離技術に基づく微生物群集解析による乳酸菌発酵食品の品質改良	バイオ科
23	手術支援ロボットの要素技術の研究開発 －無騒音・無振動アクチュエータによる力分散システムの開発－	機械電子科

## 富士工業技術支援センター

頁	成果事例	担当科
24	近赤外分光法を用いた紙の繊維組成試験法の開発	製紙科
25	トイレットペーパーに新聞古紙を利用するための技術開発	製紙科
26	ファルマバレープロジェクトを推進する医療・介護用機器の開発 －地域包括ケアシステムを支える見守りシステムの開発－	機械電子科
27	高度コーティング膜への特性付与技術の開発	機械電子科

## 浜松工業技術支援センター

頁	成果事例	担当科
28	超短パルスレーザーピーンフォーミングによる薄板曲げの成形効率向上	光科
29	透明プラスチックのレーザー溶着 －レーザー照射位置の溶着強さへの影響－	光科
30	屈折率分布可視化システムの精度評価	光科
31	シミュレーションによる電波識別装置の識別アルゴリズムの検証	電子科
32	半溶融成形法による高放熱性ヒートシンクの開発 －放熱性評価基礎技術の開発－	機械科
33	難加工材の加工技術およびその評価技術に関する研究	材料科
34	電鑄による医療用部品作製技術の開発	材料科
35	材料評価における分析精度の高度化に関する研究	材料科

## 研究成果事例

# 電気化学手法による Fe-Mo 合金めっき電解条件の最適化

### [背景・目的]

ニッケル・クロム等のレアメタルの価格高騰や世界的な環境規制が進む中、県内めっき業界では新しい表面処理技術の開発を進めています。当所では、安価で無害な鉄をターゲットに環境に優しい耐摩耗性めっきの開発を目指して、Fe-Mo（鉄-モリブデン）合金めっきの研究に取り組んでいます。研究課題として、めっき液の長寿命化、めっきの電流効率向上、耐食性向上が挙げられます。これまでの研究から、めっきの安定な成膜条件、耐摩耗性向上については知見が得られました。引き続き、めっき液の長寿命化、電流効率および耐食性の改善に取り組み、実用化について検討しました。

### [研究成果]

シンクロトロン光による硬 X 線 XAFS 測定により、めっき液の寿命に影響が大きいと言われている鉄の化学状態を科学的に調査しました。その結果、鉄の化学状態は錯化剤の種類および濃度とめっき液の pH 変動の影響により大きく変化することが分かりました。

また、耐食性向上はめっき表面に発生した微小な亀裂が効果を示すことが分かりました。この亀裂は、Mo 含有量を 45wt% 以上に調整すると確認できました。

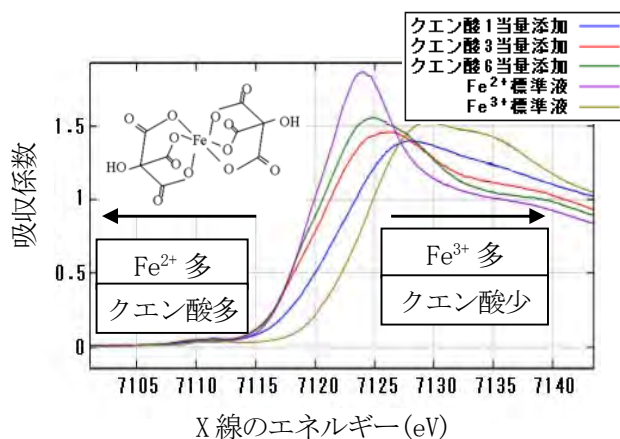


図1 めっき液中の鉄の化学状態評価  
クエン酸濃度の増大と共に Fe<sup>2+</sup>が安定化する。

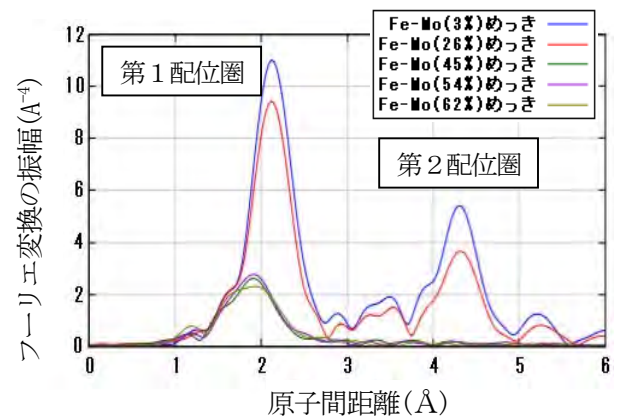


図2 めっき膜中の鉄の局所構造評価  
Mo 45wt%以上になると局所構造が変化する。

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・当所の研究発表会等を通して関連業界に情報提供をしました。また、3年後を目標に共同研究先企業による製品への展開を図ります。さらに、硬質クロムめっきの一部代替を達成することで20%の環境負荷低減に貢献していきたいと考えています。
- ・硬 X 線 XAFS 測定によるめっき液の調査は科学的なデータに基づく評価であり、これまでの経験に基づくめっきの管理方法よりも効率的かつ経済的な手法であると考えられます。なお、本測定は愛知県の設備を利用して行いました。

## 研究成果事例

## ダイカスト金型向けレーザーコーティング技術の開発

## [背景・目的]

高温で溶かしたアルミを型に流し込み製品を製造するダイカスト法は、そのほとんどが自動車など輸送機器関連部品の製造に使用されています。金型の使用環境は厳しく、溶損やき裂などの損傷が発生するため、肉盛溶接などの補修を施して使用されています。

そこで、損傷した箇所を補修する際に、損傷に強い皮膜をコーティングすることができれば、その後のメンテナンス作業の軽減、金型の長寿命化が期待できると考え、レーザーを用いて機能性皮膜を作製する技術の開発に取り組んでいます。

## [これまでに得られた成果]

- ・ タングステンカーバイド-コバルト混合物 (WC-12Co)、コバルト系合金とジルコニアの積層 (STL-ZrO<sub>2</sub>)、タングステン (W) の皮膜は、無処理のものと比較してアルミ溶湯に対する耐性を 80～90%以上に高めることができました。
- ・ レーザー皮膜の作製は、熔融時の基材と皮膜の濡れ性および混合性が大きく影響することがわかりました。
- ・ 溶損は皮膜の主成分濃度が低い部分から進行することが確認できたので、今後はより均一な皮膜作製に向けた改良を進めます。

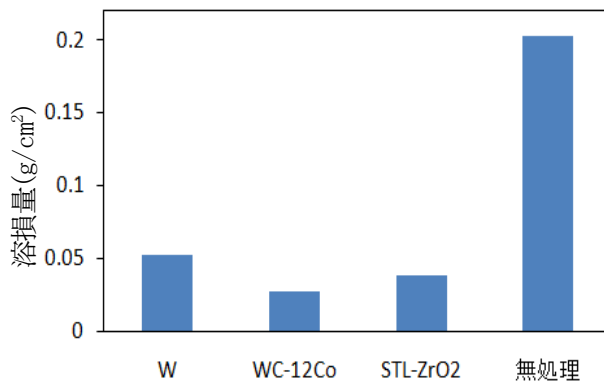


図 皮膜の溶損試験結果



写真 溶損試験後のサンプル  
(上段：無処理、下段：WC-12Co)

※溶損試験は、アルミ合金 ADC12 の 680±15°C の溶湯に、毎分約 8m の速度で回転させたサンプルを 4 時間浸漬した際の重量変化を計測しました。

## [期待される効果・技術移転の計画]

- ・ 本技術により、既存処理に対し金型寿命の 20% 向上及びメンテナンス頻度の 20% 低減を見込みます。
- ・ レーザー出力と皮膜組成の関係や材料の相互関係相性など、収集したデータは研究発表会や展示会等で情報提供していきます。

## EPDM ゴムの特性可視化技術の開発

### [背景・目的]

エチレンプロピレンゴム(以下、EPDM)は、耐熱性や電気絶縁性に優れていることから自動車用部品や工業製品に幅広く用いられています。現在、様々な EPDM 原料が販売されていますが、材料選択の指標となる情報は原料の物性表しかありません。また、原材料の配合や加工条件を決定し、目標とする物性を持ったゴム製品を開発するまでには、何度も試作を重ねる必要があります。

そこで、多次元の情報を2次元のグラフ上に分かりやすくマッピングする自己組織化マップ(以下、SOM)技術を応用することにより、EPDM 原料の特性や原料から EPDM 製品を製造するレシピ及び製品の物性値との関係を分かりやすく表現するツールを開発し、製造現場での製品開発のスピードアップとコスト削減を支援します。

### [研究成果]

国内で入手可能な8社85種類のEPDM原料についてSOMを作成し、特性の可視化を行いました。また、図に示すように表計算ソフトに記録した複雑で膨大なEPDM製品開発データをグラフ上に分かりやすく可視化する製品開発データ検索システムの試作を行いました。

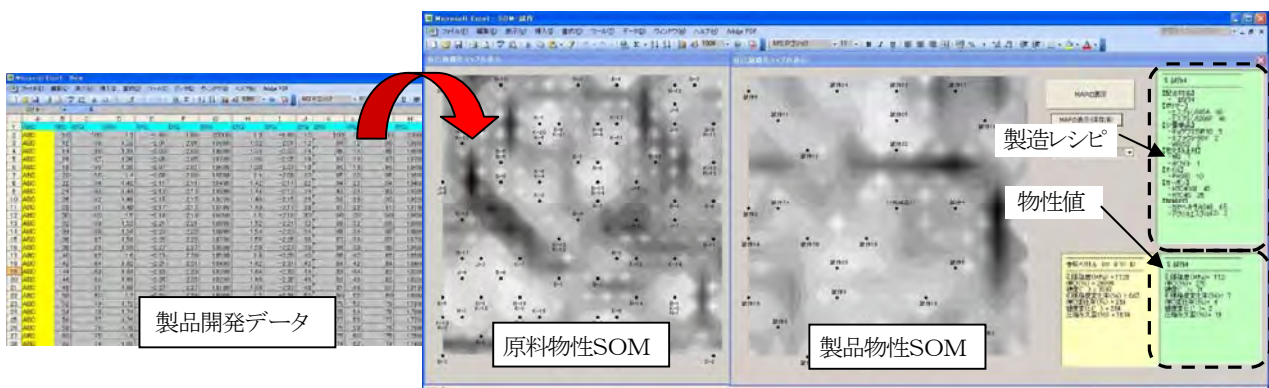


図 試作した製品開発データ検索システム

入力した製造レシピや物性試験結果等の製品開発データを同じ画面上で直感的に分かりやすく可視化できます。

### [期待される効果・技術移転の計画]

県内ゴム部品メーカーと協力し、EPDM 部品の製品開発データを本システムへ入力し、製品開発ノウハウを分かりやすく蓄積する試みを行いました。また、EPDM ゴム製品の耐久試験結果を可視化することにより、既存製品の代替製品を選択する際の指標として活用しました。

本システムは、合成ゴムの特性可視化だけでなく他の素材にも使用できるため、県内企業の製造工程の管理に貢献できるものと考えます。今後は、技術支援業務の中で本成果を活用します。

## 次世代照明の明るさを測る —積分球を用いた全光束測定—

### [背景・目的]

LED 照明は発光素子や制御回路などの部品を組み合わせることで製品化できるため、従来の照明器具メーカー以外であっても新規参入が容易です。LED 照明の性能を評価することは品質などを管理する上で非常に重要です。照明の性能の一つである明るさは、照明から発せられる光束の量（全光束）で評価されます。全光束の測定方法の一つに積分球を用いた方法があります。この方法は短時間で測定ができますが、既知の標準光源との比較測定のため、標準光源と測定光源の配光分布が異なる場合、これが測定結果の不確かさの要因となります。

そこで、当所が導入した積分球式的全光束測定システムにおいて、測定光源と標準光源の配光分布が異なる場合の全光束測定をコンピュータシミュレーションし、その結果について検討しました。

### [これまでに得られた成果]

シミュレーションでは被測定光源はある角度を持って光が広がる配光分布、標準光源は全方位に光が広がる配光分布とし、どちらの光源も全光束を 1000 ルーメンと設定しました（図1）。シミュレーションの結果、全光束の測定値は被測定光源の光の広がり角が 60° 以下の小さい領域で設定値との誤差が大きくなる傾向があることがわかりました（図2）。

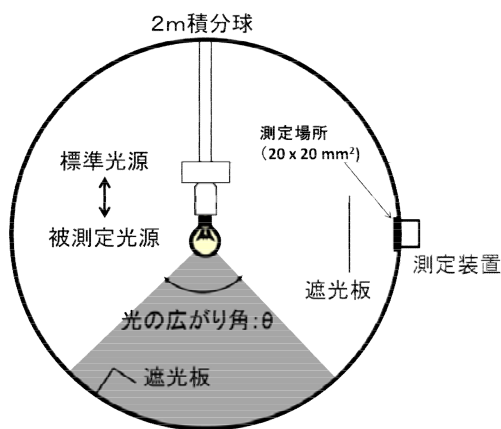


図1 シミュレーションに用いた積分球と光源の模式図

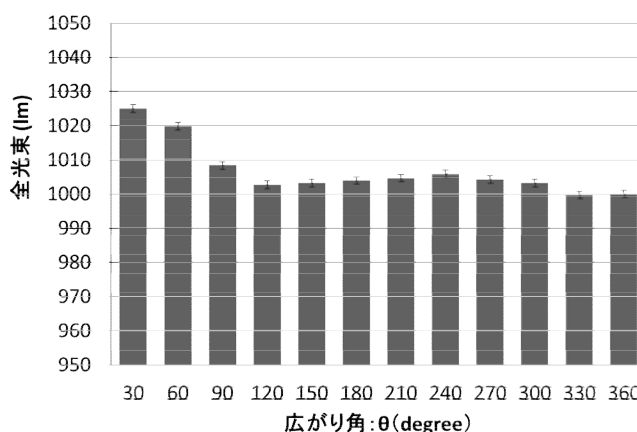


図2 シミュレーション結果  
(全光束と測定光源の広がり角との関係)

### [期待される効果・技術移転の計画]

被測定光源の光の広がり小さい場合は、 $2\pi$ 条件での測定（JIS C 8152-2）や配光測定（JIS C 8105-5）を検討する必要があることがわかりました。



## 次世代照明の配光を測る —配光測定による全光束測定—

### [背景・目的]

高輝度で発光面積が小さいLEDの登場により、器具と光源が一体となった複雑な形や特徴ある光り方をするLED照明器具が開発されています。その一方で、照明器具の性能を示す配光特性（光の広がり方）や全光束（明るさ）の評価には、これまで以上に注意を払う必要も出てきています。

本研究では、複雑な配光測定を持つ照明器具に対して、配光測定による全光束測定を行う際に注意すべき点について検討しました。

### [研究成果]

測定の際、鉛直角と水平角の測定間隔は同じである必要はなく、光の広がり方が方向によってあまり変化しないと考えられている水平角では、日本工業規格（JIS C 8105-5）を参考に、測定間隔を広くすることがあります。配光測定による全光束測定では、光の広がりを十分に表現できる測定間隔で配光測定が行われている必要があります。複雑な配光特性を持つLED照明器具では測定間隔が全光束の測定結果に大きな影響を与えることが予想されます。

本研究では、図1に示すような複雑な配光特性を持つ照明器具について、水平角の測定間隔を変えて配光測定による全光束測定を行いました。測定条件は、鉛直角の測定間隔を1°、水平角の測定間隔を1°、45°、90°としました。その結果、図2のように、水平角の測定間隔によって全光束の測定結果が異なることがわかりました。

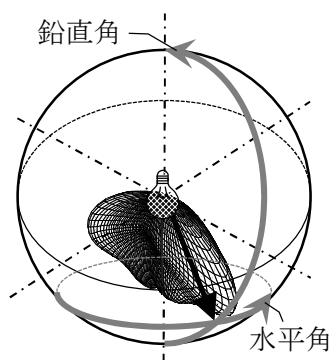


図1 測定座標系

光の広がりを測定する方向。3次元空間を鉛直角、水平角の2つの角度で表している。

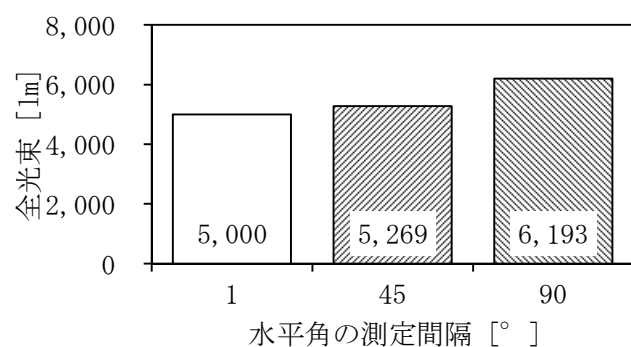


図2 全光束の測定結果

同じ照明器具でも水平角の測定間隔によって全光束の測定結果が異なる。

### [期待される効果・技術移転の計画]

複雑な配光特性を持つ次世代の照明器具では、部品のわずかなずれなどが配光特性に大きな影響を与えることも予想されます。この結果は、効率的な配光測定方法の検討や光学シミュレーション技術による照明器具開発の技術支援に役立ちます。

## 非接触表面性状測定機の精度評価 — 接触式測定機との比較 —

### [背景・目的]

粗さを含めた物体の表面性状はこれまで二次元（断面形状）での評価が主流でした。国際規格である ISO25178 では三次元での表面性状パラメータが規格化されており、今後 JIS 規格にも採用されると考えられます。平成 27 年度に当所に導入された非接触表面性状測定機（テーラーホブソン製 CCI HD、以後、CCI）は、物体の表面性状を三次元で短時間に測定できる装置です。CCI は非接触式測定機ですが、これまでの接触式測定機と同様の結果が得られることが望ましいです。本研究ではこれら 2 つの測定機による測定結果の比較を行いました。

### [研究成果]

CCI（図 1）と接触式測定機（テーラーホブソン製 PGI840、以後、PGI）の比較を行いました。測定サンプルは粗さ標準片（平面研削面、鋳造面）を使用しました。CCI において、20 倍対物レンズを用いて約 0.8×0.8mm の範囲を測定し、中央付近 1 断面を抜き出して、断面曲線と粗さ（Ra）を算出しました。PGI においても、CCI の測定範囲のほぼ中央部分の 1 断面を二次元測定しました。測定データから断面曲線と粗さ（Ra）を算出しました。

比較的規則正しい凹凸の平面研削面では同等の結果が得られています（図 2 (a)）。不規則な凹凸の鋳造面では、最大で約 1 μm の差はありますが、波形の形状はほぼ一致しており、傾き補正や測定姿勢の工夫により測定精度の改善が可能と考えます（図 2 (b)）。

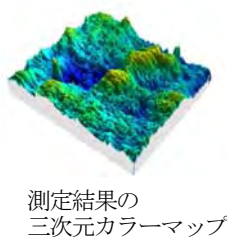
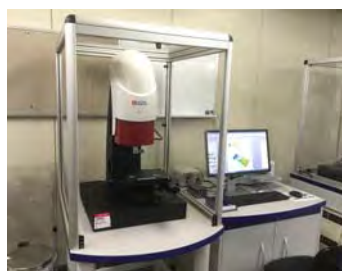


図 1 非接触表面性状測定機

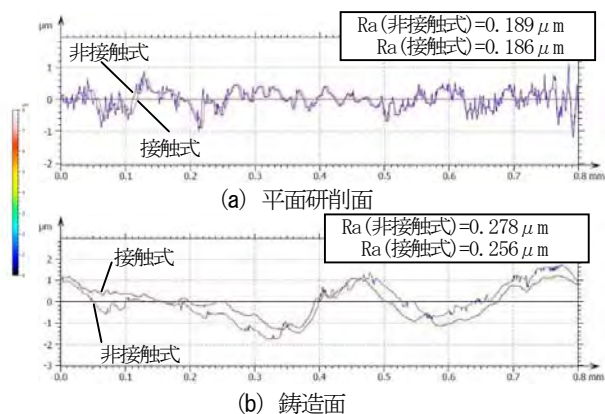


図 2 断面形状と粗さの測定結果

### [期待される効果・技術移転の計画]

従来の接触式（二次元）での評価が非接触式でも可能なことが分かりました。また、接触式と同等の精度で三次元での評価が可能です。CCI のような光干渉型の測定機は透明体も測定可能であるため、次世代照明の光学レンズも含めた多分野の表面性状評価に活用できると考えられます。

## 個別対応マットレス設計手法の確立

### [背景・目的]

マットレスで重要な体圧分散性能は、同じマットレスであっても使用者の体型によって変化します。体圧分散性能の高い製品を提供するには、体型によって素材の硬さや内部層構造を変化させた個別対応設計が理想ですが、これまでの技術では試作と測定を繰り返す必要があり、時間や費用等の面で実現が困難でした。

本研究では試作と実験を繰り返す必要がなく、体圧分散性を向上させたマットレスの個別対応設計を可能とする手法を確立しました。加えて、差別化・新規性の観点から、身体内部の応力を設計指標として、想定した姿勢に寝姿勢を維持できるマットレスの設計手法も確立しました。

### [研究成果]

- ① マットレス構造の考案：使用予定者個々の体型に合わせた個別対応設計が行えるマットレスの構造を考案しました。(図1)
- ② 体圧分散型マットレスの設計手法の確立：シミュレーション技術を活用することで、試作と実験を必要としない、マットレス使用予定者の体型に基づいた体圧分散型マットレスの設計手法を確立しました。実験により、従来型マットレスに比べて最大体圧値が約23%低減することを確認しました。(図2)
- ③ 姿勢維持型マットレスの設計手法の確立：体圧分散型と同様にシミュレーション技術を活用し、使用予定者の体型に基づいた設計を行うことで、想定した寝姿勢で睡眠できるマットレスの設計手法を確立しました。

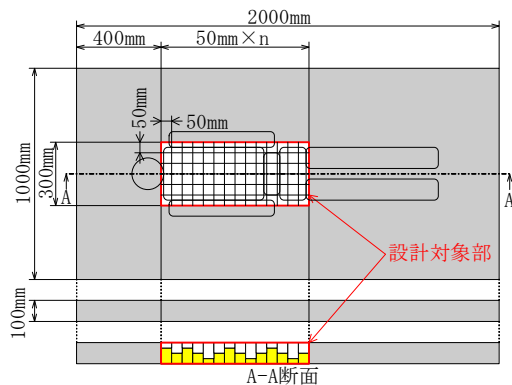


図1 考案したマットレスの構造

マットレスをブロック構造とし、使用者の体型に合わせて各ブロックの硬さを変更することで個別対応設計を実現

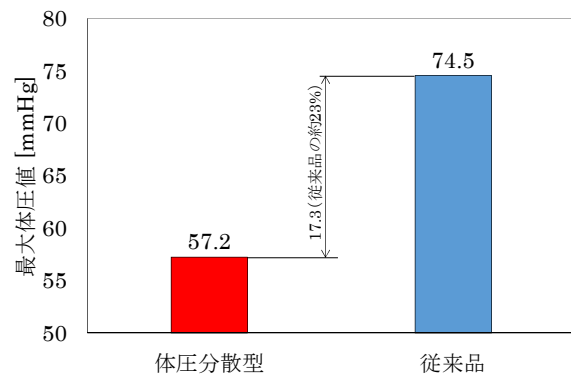


図2 設計したマットレスの効果 (体圧分散型)

本研究で提案したマットレス設計手法に基づいて製作されたマットレスに寝ることで、従来製品に対して最大体圧が約23%低下する事を確認

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

本研究で考案したマットレス設計手法を活用したオーダーメイドマットレスは、県内企業が商品化を予定しています。また、マットレス設計時に蓄積されたシミュレーション技術は、金属の弾塑性変形やゴムのような非圧縮性材料の変形、ウレタンフォームのように体積変化を伴う変形の解析に活用可能です。

## 県内味噌・醤油蔵からの耐塩性菌の単離と利用 —微生物ライブラリー構築と産業への応用を目指して—

### [背景・目的]

- ・沼津工業技術支援センターバイオ科が中心となり、県の5研究所が連携し、県内自然界等から微生物を探索後、微生物ライブラリーを構築し、発酵食品を開発します。
- ・食品科では、これまでの醤油乳酸菌選抜の経験を生かし、味噌・醤油蔵から醤油酵母を探索・選抜し、消費者ニーズにあう醤油の製造条件を検討しています。
- ・機械化が進んだ醤油会社では、製造設備の洗浄を徹底し、微生物添加による醤油製造へと移行してきており、微生物の保存及び微生物添加による製造コントロールが求められています。

### [これまでに得られた成果]

- ・これまでに31のもろみ試料から140株の菌株を単離し、保存しました。
- ・高い塩分の中でも良好に生育し、醤油醸造に適した酵母を選抜するため、耐塩性、産膜性、アルコール生成能を指標とし、140株から15株を選抜しました。
- ・二種類の香气成分測定方法とGC-O分析を組み合わせることにより、醤油の香气評価や酵母選抜の指標となり得る15成分を決定しました。
- ・醤油醸造における乳酸菌の添加量を検討し、もろみ1gあたり1000個の乳酸菌を添加することとしました。

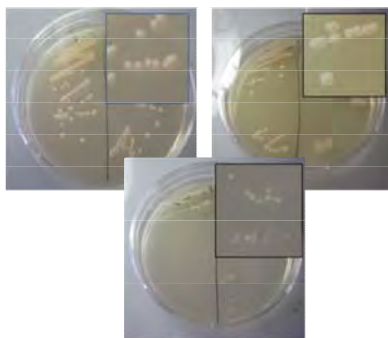


写真 単離した菌株

見た目でも異なる形の菌株が得られました。



- HS法  
醤油2mLを添加し、  
気相中成分を捕集  
(鼻先から入る香りに相当)
- FEDHS法  
醤油10μLを入れ、全量揮発・捕集  
(口中から鼻に抜ける香りに相当)

図 香气成分の測定装置と測定方法

GC-MSを用い、二種類の測定方法を  
組み合わせました。

### [期待される効果・技術移転の計画]

- ・菌株を添加する形での醤油醸造の安定化と香味向上を目標とし、これまでに乳酸菌と酵母を単離し保存したことから、分離源のもろみを提供していただいた企業への菌株の提供が可能となりました。より多くの方に利用していただけるよう、探索した菌株の種類や性質等を記載した微生物ライブラリーの構築を目指します。
- ・今後、菌株の添加条件を決定したのち、製造技術を企業へ移転することで、微生物を添加した醤油製造を安定化するとともに、菌株の特徴を生かした消費者ニーズにあう商品の開発へつなげていきます。

## 研究成果事例

# 静岡発 世界を結ぶ新世代茶飲料と素材の開発

## － 茶生葉紅茶飲料の開発 －

### [背景・目的]

近年、日本国内の茶の消費量は減少の一途を辿っていますが、世界に目を向けるとその消費量は増加を続けており、日本の茶産業には海外市場を視野に入れた展開が求められています。そのような中、「静岡発 世界を結ぶ新世代茶飲料と素材の開発」と銘打ってスタートした地域結集型研究開発プログラムがフェーズⅢ（実用化段階）へと移行しました。これまで、我々は海外市場を視野に入れ、緑茶を元にしながらも酵素を用いて苦渋味を低減した発酵茶飲料や茶素材の開発を行っています。

### [これまでに得られた成果]

海外市場においては緑茶の持つ青葉臭や渋味は敬遠される傾向があります。そこで、緑茶の抽出物に生の茶葉の中に存在する酵素を加えることで、青葉臭を抑え、渋味の原因となるカテキン類をテアフラビン類と呼ばれる成分に変換する方法を考案しました。テアフラビン類は紅茶などに含まれる赤い色素で、抗酸化作用や抗肥満作用が知られているほか、本プログラムの研究により血流改善効果があることもわかっています。



図 茶生葉紅茶飲料のイメージ

本飲料は緑茶を元に作成するため発酵茶製造設備を新たに導入する必要がなく、また通常の紅茶等と異なる独特の風味を持ち、市販紅茶飲料の数倍程度のテアフラビン類を含有しています。さらに、共同研究企業の工場において、飲料製造の実機を使用して製造ラインテストを行い、工業規模での発酵／製造が可能であることも確認できました。

### [期待される効果・技術移転の計画]

現在、大手飲料メーカー及び地域メーカーと商品化を前提に共同開発を実施中です。

静岡県は飲料出荷額が全国1位であり、大手メーカー商品のOEM生産も盛んに行われています。本製品が商品化されれば県内飲料製造業の振興に寄与できます。また、本技術は茶葉を飲料ベースとしてだけでなく、酵素として用いることが特徴で、これまでは価値の低かった低級茶に新たな用途を提案でき、茶葉の需要増が期待できます。

## 茶の実油と特産品のコラボ開発 —茶未利用資源を活用したプレミアムオイルの開発—

### [背景・目的]

静岡県内では茶葉価格の低迷や高齢化による労働力不足から、耕作放棄される茶園が増加しています。そのような中で沼津市商工会では放棄茶園で多量に収穫できる茶の実を有効活用しようと、小規模な設備による茶の実油の試作に取り組みましたが、商品化や成分的な評価が課題となっていました。茶の実油は中国や台湾でも製造されていますが、その多くは茶よりもサザンカに近い「油茶」の種子から搾油されたものと言われていています。そこで完全に茶の実を用いた静岡県産の茶の実油の特徴を明らかにし、茶の実油を用いた特産品づくりを目指しました。

### [研究成果]

- ・茶の実 (H26 沼津産) の脂質含量は、熟果の子葉 (29%) がいちばん高い
- ・茶の実油 (H26 沼津産) の特性は、色は明るい濃い黄色でオリーブ油に近く、よう素価は 98.4 と半乾性油、酸価は 0.4、過酸化価は 1.2 で、けん化価は 189.0
- ・茶の実油 (H26 沼津産) の脂肪酸組成は、オレイン酸が 49.6%、リノール酸が 31.0%、パルミチン酸が 14.5%と、10%以上含まれる脂肪酸が 3 種類存在するのが特徴、年次変動は少ない
- ・茶の実油 (H27 沼津産) のビタミンE 含有量は 44.1mg/100g で、オリーブ油の 5 倍
- ・茶の実油を保湿剤として配合し、沼津市戸田地域の特産品のたちばななどを用いた練り香水を開発

表 茶の実油と市販の食用油脂の脂肪酸組成 (%)

脂肪酸	茶の実油	キャノーラ油	オリーブ油	ごま油
C14:0(ミリスチン酸)	0.1	tr	tr	tr
C16:0(パルミチン酸)	14.5	2.2	10.1	7.7
C16:1(パルミトレイン酸)	0.1	0.1	0.7	0.1
C18:0(ステアリン酸)	2.2	1.2	2.4	5.0
C18:1(オレイン酸)	49.6	61.2	75.7	40.2
C18:2(リノール酸)	31.0	20.2	7.1	44.8
C18:3(リノレン酸)	0.4	7.9	0.6	0.1



写真 開発商品

保湿剤として茶の実油を配合した練り香水

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

県内民間企業による茶の実油商品化を技術支援 (受託研究にて製造施設のサポートや品質検査を実施、地域産業資源活用事業によるビジネス化支援)

## 研究成果事例

# 食品廃棄物のメタン発酵 —油前処理効率化のための油分解微生物の探索・選抜—

### [背景・目的]

メタン発酵とは、微生物の働きを利用して有機物をメタンガスに変換する技術であり、『環境調和に優れた食品廃棄物の処理方法』として注目されています。しかし、食品廃棄物に油が多く存在する場合、油によって微生物の働きが弱まり、メタン発酵が阻害・停止してしまうことが問題でした。そこで本研究では、メタン発酵処理が可能な状態にまで、油を前処理する手法の開発を進めています。

### [これまでに得られた成果]

共同研究機関の排水処理場から多数の油分解微生物を分離し、油分解活性試験および微生物同定試験を行った結果、高い油分解能力とヒトへの安全性を両立する微生物を選抜することに成功しました。この選抜株の培養液を少量添加して油を処理したところ、4日間で油が可溶化することを確認しました(図1)。実験室に構築した小型メタン発酵装置を用いて油処理液を投入したところ、一般的な食品廃棄物と同様にメタンガスに変換されることを確認しました(写真1)。

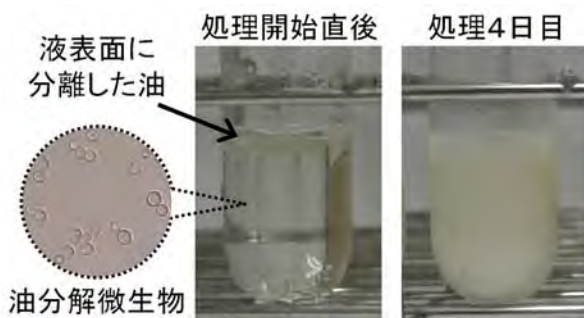


図1 分離した微生物の油分解処理効果



写真1 実験用小型メタン発酵装置

### [期待される効果・技術移転の計画]

今後は共同研究機関が保有する油前処理プラントで、本研究で分離した油分解微生物の効果を検証する予定です(写真2)。油前処理技術が確立すれば、メタン発酵処理の普及拡大につながり、「エネルギーの自産自消」、「資源の地産地消」、「廃棄物処理費用の削減」が期待されます(図2)。



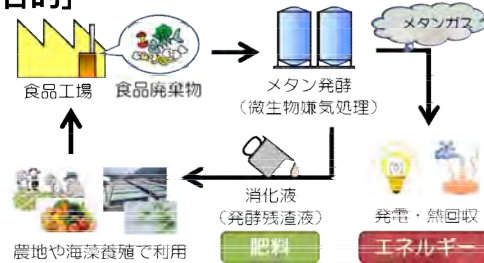
写真2 共同研究機関のプラント  
(左：メタン発酵装置、右：油前処理装置)



図2 メタン発酵による分散型エネルギー社会

## 食品廃棄物のメタン発酵 —メタン発酵のための固形有機物前処理方法の開発—

**[背景・目的]**



メタン発酵を導入すれば…

- ・エネルギーの**自産自消**
- ・資源の**地産地消**
- ・**廃棄物処理費用の削減** (1,000万円/年※)

※廃棄物量1トン/日、処理費3万円/トで試算

メタン発酵とは、微生物の働きを利用して有機物をメタンガスに変換する技術であり、『環境調和に優れた食品廃棄物の処理方法』として注目されています。しかし、食品廃棄物中には分解に長い時間を要する固形分が多く含まれており、これらが蓄積することで、メタン発酵槽の閉塞につながります。そこで、平成26年度より開始した県新成長戦略研究では、メタン発酵処理が可能な状態にまで、固形物を可溶化する手法の開発を進めています。

**[これまでに得られた成果]**

モデル食品廃棄物に市販のラビットフードを使った実験で、適切な温度・pH・攪拌・通気条件を維持することで、固形物が微生物により可溶化することを確認しました(図1)。得られた可溶化液も安定してメタン発酵できることを確認しました(図2)。

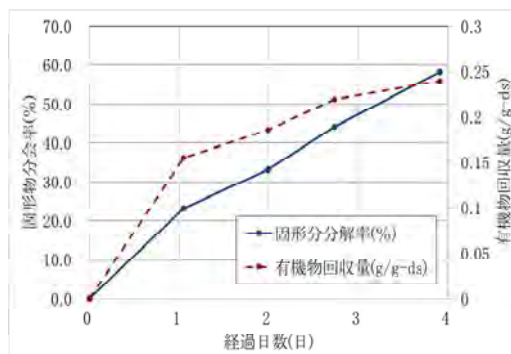


図1 固形物可溶化の経時変化

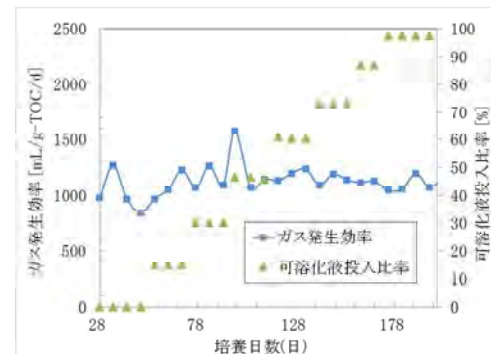


図2 可溶化液のメタン発酵効率

**[期待される効果・技術移転の計画]**

今後は固形物の分解・可溶化条件のさらなる最適化と、より実機に近いパイロットプラントへの応用を行う予定です。固形分を効率的に分解、可溶化することで、これまでメタン発酵しにくかったものの処理が容易になり、より多くの食品廃棄物にメタン発酵処理が広まることが期待されます。



## 新規な微生物固定化接触材を利用した メタン発酵装置の開発

### [背景・目的]

食品残渣や排水処理余剰汚泥といった有機性廃棄物から、メタンガスを生成するメタン発酵技術は、メタンガスから発電した電力が、再生エネルギー固定価格買取制度（39円（税抜）/kWh、20年間）で売電することにより、初期投資の回収が可能となるため、廃棄物削減とエネルギー回収を両立するシステムの要素技術として期待されています。

本研究では、共同研究機関のコア技術である微生物固定化接触材（図）を活用し、排水処理設備の設計・施工の専門企業である同社の顧客企業（以下、研究協力企業）への導入に向けた、パイロットスケールのメタン発酵装置の開発を目的としました。

### [研究成果]

- 共同研究機関が、処理容量  $1\text{m}^3$  (1,000L) のメタン発酵装置（写真）を試作し、研究協力企業（豆腐製造業）で発生する実排水に対し、性能評価を約4ヶ月（試運転：約2ヶ月、本運転：約2ヶ月）実施しました。
- 本運転の結果、所定の性能（安定時のバイオガス発生量：約700(L/日)、バイオガス発生効率：340L/kg-TS/日、バイオガス中のメタンガス濃度：平均62.5%、BOD（排水の汚れの指標）除去率：81%）を確認しました。
- また、上記の結果から、メタンガス発生量は約438L/日であり、これは4,160kcalのエネルギーに相当します。さらに、ガスエンジン発電機によるコージェネレーション（総合効率70%（電気30%+熱効率40%））では、電気エネルギー（1,248kcal）と熱エネルギー（1,664kcal）が得られることがわかりました。

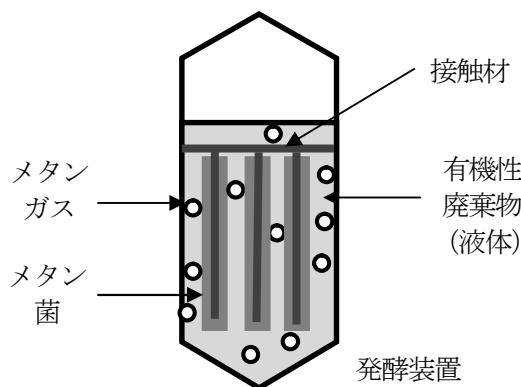


図 接触材による固定化



写真 メタン発酵装置（試作機）

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

本研究終了後3年以内に、共同研究機関の顧客企業1社に実用機を設置し、実証試験を通じて導入を目指します。価格は、処理規模によりますが、バイオガス発電システム全体として、2億円（日量  $5\text{m}^3$  処理）または5億円（日量  $30\text{m}^3$  処理）と試算しています。

## トイレ内の転倒検出装置の開発

### [背景・目的]

国内では年間約8千人が、転倒・転落で死亡しています（厚生労働省：平成26年人口動態統計）。転倒は予防が第一ですが、万一、転倒してしまった場合には早期の発見と治療が重要です。トイレのように閉じられた室内での転倒は、発見までに時間がかかることもあり特に危険です。転倒時に連絡するための緊急用押ボタンがありますが、自分でボタンを押すことができない状態になる場合もあるため、必ずしも十分な対策とはいえません。そこで、住宅用トイレを主なターゲットに、高齢者の異常を早期発見する自動検知システムの開発に取り組みました。

### [研究成果]

トイレ内で異常が発生した可能性がある時、警報を発するシステムを開発しました。

細目課題名	細目課題の内容
1. センサ部の開発	・プライバシーに配慮しカメラを使わずに、熱線センサとマイクロ波センサを利用したセンサ部を開発しました（図1）。
2. 通報部の開発	・別室あるいは別居の家族や介護士への電話・メール連絡にも対応できる通報部を開発しました（図2）。
3. 評価と改良	・シミュレーション実験を行い、システムを製作しました。現在、県内の介護施設に設置し、動作確認中です。



図1 センサ部



図2 通報部

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・平成25年、日本全体の44.7%の世帯（約2,242万世帯）に高齢者が生活しています（内閣府：平成27年度版高齢社会白書）。火災警報器と同様に、設置が簡単で手軽に使える見守り装置として、共同研究企業の3年後の累計販売台数を1万台と見込んでいます。
- ・一般住宅用以外では、「サービス付き高齢者向け住宅」の安否確認に利用できる可能性があります。

## 乾燥負圧を利用した木材への難燃剤注入とその性能

### [背景・目的]

静岡県では、県産木材の利用促進に寄与するため、低コストで実施可能な木材への薬剤注入技術の開発に取り組んでいます。今回は、大井川流域産のスギおよびヒノキ材に、乾燥負圧注入法を用い、市販のリン酸系およびホウ酸系の難燃薬剤を注入し、処理材の難燃性能を評価した事例を紹介します。

### [これまでに得られた成果]

乾燥負圧注入法は、伐採直後に木材の樹皮を剥き、末口を薬液に浸すことで、毛細管現象と濃度差による拡散現象を利用して木材内に有用な成分を注入する技術です(図1)。この方法により、スギおよびヒノキ材では、直径100～300mm、長さ1.0mの場合、最大350時間(15日間)で必要量200kg/m<sup>3</sup>の薬剤が注入できました。また、ホウ酸系薬剤はクルクミン法、リン酸系薬剤は105℃の加熱による呈色反応を利用し、薬剤の注入分布も把握できました。処理材の難燃性能は、建築基準法で規定されているコーンカロリメーター法で評価し、スギ、ヒノキいずれも10分以上加熱しても総発熱量が8MJ/m<sup>2</sup>を下回り、準不燃基準を満たしていることがわかりました(図2)。



図1 乾燥負圧注入実験の様子

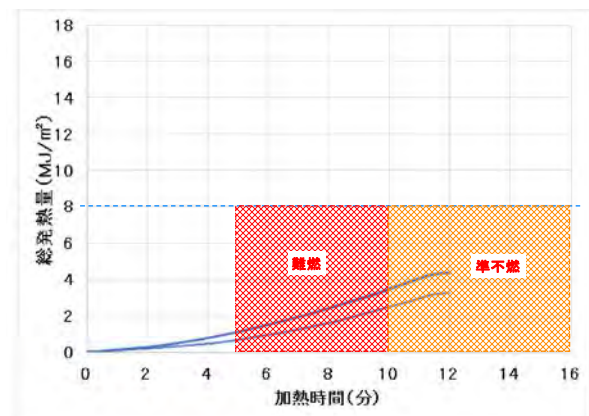


図2 コーンカロリメータによる加熱試験結果  
スギーリン酸系薬剤の例

### [期待される効果・技術移転の計画]

今後の商品化に向け、現在、県内のホウ酸系防腐剤販売・施工会社と共同研究を実施、技術の普及啓発に努めています。また、試作品を作成し、しずおか KAGU メッセ、IFFT(東京国際家具見本市)、日本木工機械展などの県内外の展示会へ出展しています。さらに、無駄の出ない木取り、接着、塗装等の加工技術について、検討を重ね、建材メーカー、塗料メーカーと連携し、試作開発を実施、商品化を進めています。

## 針葉樹向けの硬度と美観性に優れた塗装技術の開発

### [背景・目的]

木材を家具部材に用いるためには、意匠、防汚、傷つき防止のために、塗装が欠かせません。ただし、針葉樹の場合、表面の硬度を要求される一方で、針葉樹特有の質感を求め、無塗装やオイル仕上げを要求されるといった2極化している現状があります。そのため、質感をできるだけ残したままで、硬度を向上させ、かつ高額な設備投資を伴わず、既存の設備、人材、技術で対応可能な針葉樹向けの塗装技術が求められています。今回は、和信化学工業㈱が開発したポリウレタン系針葉樹向け高硬度化塗料を採用し、工業技術研究所が蓄積してきた塗装技術を併せ、硬度や防汚、耐水性を向上、かつ見た目は無塗装となるような塗装技術を開発しました。

### [これまでに得られた成果]

今回開発した塗装技術では、見た目は無塗装で、防汚、耐水性に優れ、テーブル天板の硬さの基準に採用されている「鉛筆硬度 H」を達成しました。塗料単価は 1.5 倍ですが、現状のスプレー塗装設備が利用可能で有り、塗装工程の工夫で、重ね塗り回数を減らせるため、従来と同等のコストで性能が得られます。「しずおか KAGU メッセ」での試作展示で、来場者から、「見た目は無塗装で十分な硬さ」という評価をいただいています(表)。

表 各種塗料の性能評価と「しずおか KAGU メッセ」での来場者評価の結果

下塗り	上塗り	光沢度	耐水性	耐汚染性 (クレヨン)	耐汚染性 (マキングペン)	鉛筆硬度	ユーザー評価	
オイル系	合成系	なし	◎	×	×	B	6	
	合成系	ウッドシーラー	◎	◎	○	HB	0	
	米ヌカ1	なし	×	○～×	×	<6B	1	
	米ヌカ1	ウッドシーラー	◎	◎	○～×	3B	0	
	米ヌカ2	なし	12	×	×	×	B～HB	12
	米ヌカ2	ウッドシーラー	◎	◎	◎	B	2	
ポリウレタン系	なし	◎	◎	◎	◎	HB～F	12	
	シリコン系	◎	◎	◎	◎	2B～B	1	
無塗装(対照)		◎	◎	◎	◎	<6B	12	
HHシーラー 1回	なし	◎	◎	◎	◎	3H	11	
HHシーラー 1回	ウレタンつや消し7部	◎	◎	◎	◎	H	8	
HHシーラー 2回	なし	◎	◎	◎	◎	3H	2	
HHシーラー 2回	ウレタンつや消し7部	◎	◎	◎	◎	H	16	
HHシーラー 3回	なし	◎	◎	◎	◎	3H	1	
HHシーラー 3回	ウレタンつや消し7部	◎	◎	◎	◎	H	20	

※耐水性の評価  
◎：損傷なし  
×：損傷あり、木地への浸透あり

※耐汚染性の評価  
◎：痕跡なし  
○：ごくわずかに痕跡が残る  
×：汚れが残る

### [期待される効果・技術移転の計画]

現在、塗装見本板を多数作成し、家具メーカーに配布するとともに、希望者には工業技術研究所にて塗装講習を実施、普及に努めており、下駄メーカー1社が採用、家具メーカー3社が試作を開始しています。

## バイオマス活性炭を用いた電気二重層キャパシタの量産化 —コーヒーかすの利活用—

### [背景・目的]

電気二重層キャパシタ (EDLC) は、一般的な電池 (リチウムイオン電池、鉛蓄電池など) と異なり、電解液イオンの吸脱着のみによって電気を蓄えるため、急速な充放電が可能・半永久的な寿命・高い安全性などの特長があります。EDLC の電極には活性炭が使われていますが、近年、活性炭の需給バランスが崩れ、価格高騰が起こっています。

そこで本研究では、静岡県内で大量に廃棄されているコーヒーかすを活性炭として利活用する技術を開発しました。本技術を実用化し、廃棄物リサイクルと蓄電技術を組み合わせた社会貢献を目指します。

### [これまでに得られた成果]

コーヒーかす活性炭を用いた EDLC の実用化に向けて、蓄電能力を向上させるため、原料の改質を行いました。その結果、炭化物の密度向上や異種元素の含有が達成できました。これらは蓄電能力に好影響を与えるため、今後、電極性能を試験していきます。目標性能をクリアすることで、実機生産に移る予定です。

実機生産においては、原料をペレット化する必要がありますが、改質されたコーヒーかすから作製したペレットは強度が高く、崩れにくいいため生産性の面でもメリットがあると考えられます。

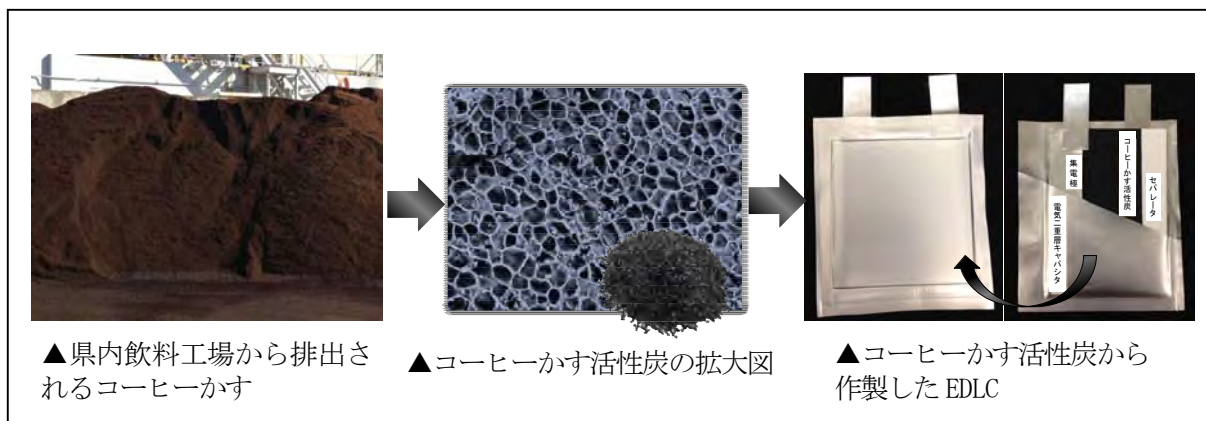


図 コーヒーかすから EDLC 作製までの流れ

### [期待される効果・技術移転の計画]

廃棄物であるコーヒーかすを利活用することで、環境に優しく、低コストで高性能な活性炭を製造できます。コーヒーかす活性炭は電極材料だけでなく、空気浄化・浄水材、触媒材料など多岐に亘る応用が考えられ、非常に波及効果の高い技術開発といえます。

コーヒーかす活性炭を自社製品に用いて試験をしたいとの要望が県内外から寄せられており、今後の普及拡大が期待されます。

※本研究は JSPS 科研費 JP15K21689 の助成を受けたものです。

## 冷涼感を有する県産の香り探索と新規アロマ製品の開発 —柑橘ダイダイの香りに含まれる冷涼成分—

### [背景・目的]

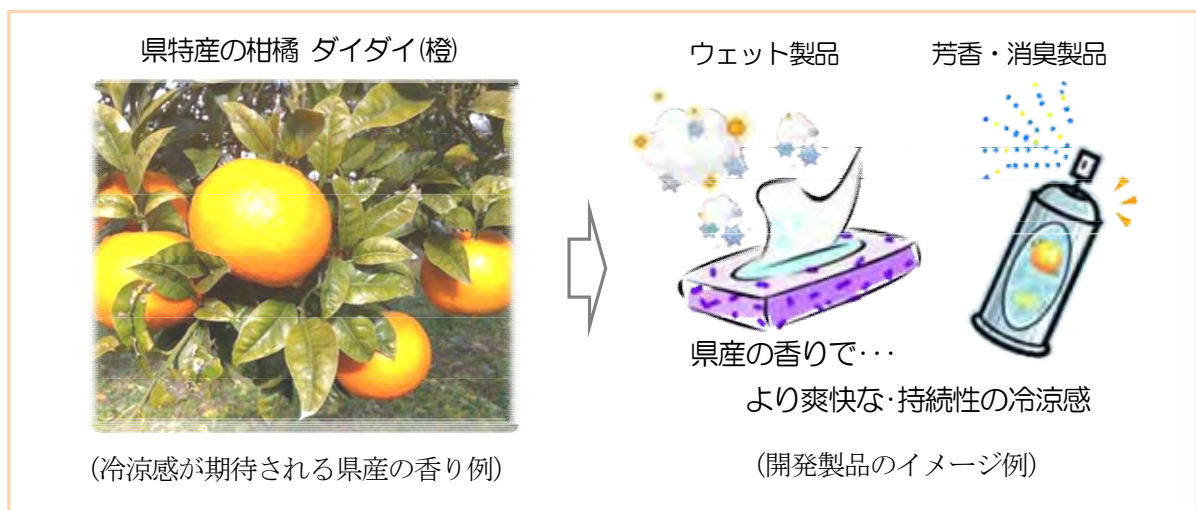
植物から得られる天然の香りに対して、健康や美容等への有用な作用が期待されています。最近では、天然の香りに冷涼感を生じさせる新しい成分も見出されはじめ、冷涼化剤や飲料等に活用されてきています。一方、静岡県には、多岐に亘る農産物をはじめ、香りの活用が期待できる植物資源が豊富にあります。

そこで本研究では、冷涼感を有する県産の香り成分を見出し、これらを活用した新しいアロマ製品の開発を目指します。

### [これまでに得られた成果]

静岡県の特産柑橘ダイダイの果皮油（アロマオイル）の香りに、細胞試験によって、冷涼感に関わるヒト受容体への作用活性を見出しました。更に、匂い嗅ぎガスクロマトグラフを用いて冷涼感の作用成分の絞り込みを行ったところ、冷涼化剤に適した特性が期待できる香り成分を見出しました。

今後は、これまでに見出された香り成分の素材化、これらを活用したアロマ製品の試作およびヒト試験による効果測定を行う予定です。



### [期待される効果・技術移転の計画]

地域の機能香(冷涼感を有する香り素材)を活かして、新しいコンセプトの一連の県産アロマ製品を、県内企業と共同で提案していく予定です。

香りを活用した様々な製品群、雑貨や香粧品・空調剤(器)・食品等の開発によって、静岡産と銘打った製品・サービスが県内外に発信されることが期待されます。

※本研究は JSPS 科研費 JP15K12312 の助成を受けたものです。

## インジケータ機能を有する消臭製品の開発 —尿で色が変わる猫砂—

### [背景・目的]

近年、居住環境の安全・快適性に関する意識の高まりから、様々な生活製品に悪臭を抑制する消臭効果が求められています。特にペットケア市場の30%を占める猫砂においては年々需要が拡大しています。猫砂にはベントナイト（鉱物）系、紙系、木系、おから系があり、いずれも消臭効果や交換時期の不明瞭さに問題を抱えており、交換時期の目安となるインジケータ機能が求められています。

一方、我々はこれまでにインジケータ機能を有する消臭天然色素を発見し、平成25年に特許化しています。本研究では、上記特許を活用し、おからを猫砂用に製造している県内企業と共同でインジケータ機能付き猫砂の開発を目指しています。

### [これまでに研究成果]

臭いの主成分であるアンモニアに対し有効な色素を選定しました。選定した色素を使用し、研究所所有のフラットダイ式ペレタイザーで色素を混ぜた猫砂の試作を行いました（図1）。試作した猫砂について、アンモニア水によるインジケータ機能・消臭能力等の性能評価を行ったところ、視認できる変色効果と十分な消臭効果が確認できました（図2）。今後は、実際に猫の飼育に使用して性能評価を行い、製品化に向けた研究を行います。



図1 ペレタイザーでの試作



図2 インジケータ機能

### [期待される効果・技術移転の計画]

尿による色の差が視認でき（色差値12以上）、消臭率は90%以上で、コストは現状製品と同等以下の色素猫砂を商品化します。

おからを原料とする猫砂で変色機能をもつ製品はまだ存在していません。実現すれば猫砂メーカーとしては日本初の製品となります。これにより、食品廃棄物であるおからの再利用促進も期待できます。

## 食の都しずおかの微生物をビジネスに！ —微生物ライブラリーの構築と新規発酵食品の開発—

### [背景・目的]

本県は富士山から駿河湾に至る標高差 6,000mの豊かな環境を有し、多彩で特色豊かな農林水産物を生産する「食材の王国」であり、多くの有用微生物が存在する可能性があります。そこで、幅広い産業での有用微生物の有効利用に資するため、県5研究所（農林技術、畜産技術、水産技術、環境衛生科学及び当所）と関係業界が協働した研究を進めます。具体的には、特性や利用法を明示した本県ならではの微生物ライブラリーを構築し、ライブラリー化する有用微生物を活用して優位性・付加価値の高い新規発酵食品とその製造技術を開発します。

### [これまでに得られた成果]

- ・県内の様々な果実、花、野菜や県内醤油・味噌醸造場のもろみに加え、深海魚の内臓・腸管、深層水（三保沖水深 1,200m）から酵母あるいは乳酸菌と推定される約 1,669 株を分離しました。
- ・安全性を確認できる微生物を用いて新規発酵食品を試作しました。（表）
- ・今後は、微生物株の取得や発酵特性分析をさらに進め、それら情報をもとに微生物ライブラリーの構築を進めます。製品開発については関係業界と連携し、コンセプトや製造方法を確立してプラント規模での検証を行い、ニーズの高い商品開発を目指します。

表 新たに試作した新規発酵食品

- ・酸味と甘みが特徴的な吟醸香豊かなスパークリング日本酒
- ・様々な香味・フレーバーに特徴を持つヨーグルト
- ・微生物の処理により旨味の増加、柔らかくなった熟成牛肉
- ・独特の香味のある熟成魚肉 ➡ 写真



写真 試作した熟成魚肉

### [期待される効果・技術移転の計画]

今後構築を進める微生物ライブラリーでは、発酵産業に有用な微生物など、特色ある多様な微生物を蓄積する計画です。ライブラリーは公開し、本県の発酵産業などの微生物産業が発展するためのプラットフォームとして活用を図っていきます。

また、開発する発酵食品については、本研究で製品化後、迅速に県内企業での商品化を進め、国内外への販路拡大や6次産業化の推進に繋げていきます。



## 超高感度簡易迅速感染症診断システムの開発 ーシステム実用化に必要な酵素の高度精製ー

### [背景・目的]

我々の研究グループは、ごく微量のサンプルで感染症を簡易迅速診断するシステム(従来の診断キットの約1000倍以上の感度)開発に取り組んできました\*。このシステムはウイルスの抗体に色素を生成する酵素を結合させ、酵素の繰り返し反応で増感させます(図1)。しかし、用いる酵素は高度に精製する必要があり、さらに実用化にはローコストでの生産が必須です。そこで、遺伝子組換え技術を駆使した高度精製酵素の開発を主軸に、超高感度簡易迅速診断システムを実用化するための技術開発を目指しています。

### [研究成果]

#### 1 開発システムに用いる酵素精製方法の高度化

既知酵素遺伝子を手し、大腸菌に導入して培養液を回収・精製しました。これにより、必要な酵素を高度に精製することに成功しました。

#### 2 当該酵素遺伝子を有する微生物探索による酵素の最適化

既に得ている微生物由来酵素は、本反応への特異性が不十分です。そこで、土壌等の自然界試料から当該酵素活性を有する微生物を探索し、有望な候補株から新規と推定される当該酵素遺伝子を得ました。この遺伝子は大腸菌に導入して高発現に成功し、精製酵素を作製しました(図2)。新規酵素は、目的基質への反応性も既知酵素より良い傾向ですが、実用化にはさらなる酵素活性の改善が必要と判断しました。

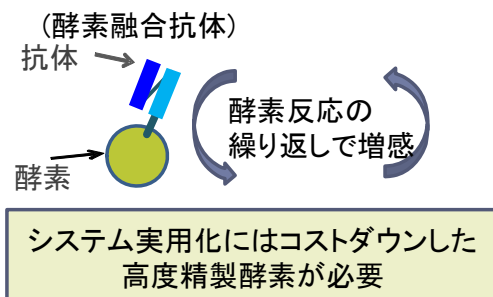


図1 システムイメージと本研究の必要性

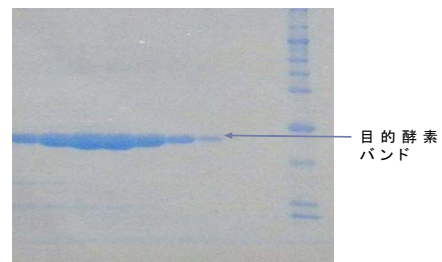


図2 電気泳動で確認した酵素精製状況

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・新規な当該酵素遺伝子を見出しましたが、活性や生産性とも実用化には改良が必要なため、共同研究先企業にシーズとして技術移転し企業が核となり実用化を目指します。
- ・疎水性の高い基質に対する酵素生産微生物の探索からクローニングの技術は、民間企業等に技術移転し酵素利用産業(国内酵素市場約400億円)の発展に役立てる予定です。

\*: 科学技術振興機構/先端計測「超高感度簡易迅速感染症診断システムの開発」  
徳島文理大・民間企業2社とH25年度末に試作完了

## 遺伝子分離技術に基づく微生物群集解析による 乳酸菌発酵食品の品質改良

### [背景・目的]

農作物を原材料として特色ある乳酸菌発酵食品を製造している県内食品関連企業から、発酵環境の安定化や品質改良試験の効率化が要望されました。これらの課題解決には、発酵過程中の微生物の挙動（種類や数の変化）を知ることが有効です。そこで、我々は微生物の挙動を解析する方法（微生物群集解析法）として、微生物から遺伝子を抽出して、電気泳動で分離する手法を利用しました。

本研究では、要望元の企業が製造している乳酸菌発酵食品を対象として、微生物群集解析を重ねてデータベースを構築し、乳酸菌発酵食品の製造過程で重要な役割を果たす乳酸菌を特定しました。さらに、有用乳酸菌を単離し、発酵種菌として利用することで、風味のよい商品開発を目指しました。

### [研究成果]

- ・ 微生物群集解析により、発酵食品製造過程での微生物の挙動を把握しました（図1）。
- ・ 発酵食品から乳酸菌を単離し、遺伝子解析によって15種類の乳酸菌を同定しました（図2）。
- ・ 単離した乳酸菌を発酵種菌とした製造スケールでの発酵試験を行い、発酵が安定化したことを確認しました。
- ・ 新規発酵食品1品を開発し、既存発酵食品1品の製造工程を改良して生産を安定化しました。

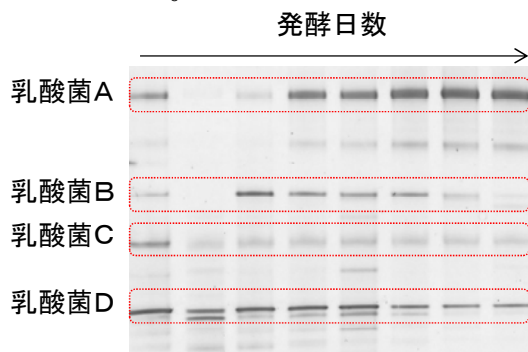


図1 微生物群集解析での  
発酵食品中の乳酸菌の挙動

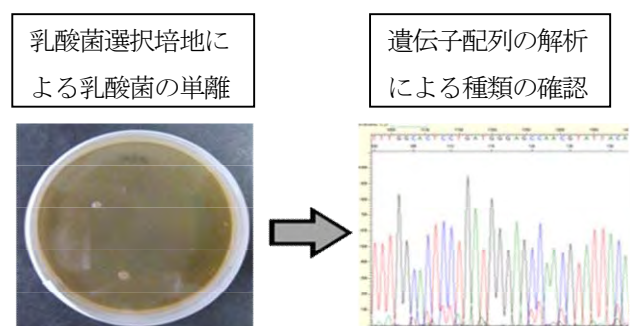


図2 乳酸菌の単離と  
乳酸菌の遺伝子解析

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

本技術を他の発酵食品に応用することで、発酵の安定化や品質改良試験の効率化が期待できます。研究成果は、展示会や学術誌等で情報発信し、県内の発酵食品製造企業（醤油、味噌、漬物など）（平成25年出荷額66億円以上）に普及して、新規発酵食品開発等への活用を図ります。今後は、本技術を食品分野以外の農業や環境分野の微生物群集解析に応用する予定です。

## 研究成果事例

# 手術支援ロボットの要素技術の研究開発 —無騒音・無振動アクチュエータによる力分散システムの開発—

### [背景・目的]

新成長分野として期待される医療機器産業への地域企業の参入を促すため、医療機器開発に活用できる機械要素技術の研究を行っています。27年度は、医療機関においてニーズがある「医療関連機器圧迫創傷（身体の同一箇所が長時間圧迫されて発生する創傷）」の発生を予防する技術開発として、水素吸蔵合金（以下、MH合金）を用いて、無騒音・無振動で柔らかい出力が可能なアクチュエータによる力分散システムの開発を行いました。

### [研究成果]

#### 1 力分散システムの開発

力分散システムは、温度変化により水素を吸蔵・放出するMH合金を動力源としたアクチュエータ（駆動装置）とMEMS 3軸力センサを利用した力センシング技術による駆動制御部で構成されたセルモジュールを複数組み合わせることで開発しました（図1）。アクチュエータは、水素ガス圧で伸縮するベローズ（作動部）から20Nが出力でき、無騒音・無振動で緩衝性があります（図2）。

#### 2 力分散システムを特許出願

力分散システムを「伸縮セルモジュールおよび緩衝デバイス」として特許出願しました。応用例として、従来の体圧分散マットでは不可能な「ずれ」をセンシングし、セルモジュール単位の微妙で高精度な制御を可能とした能動制御マットレス等が想定されます。

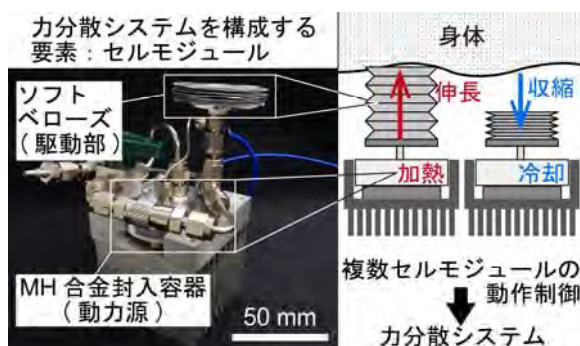


図1 開発した力分散システム

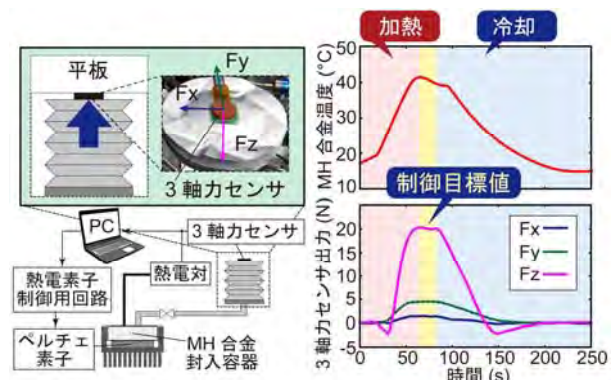


図2 セルモジュールの動作機構の概要

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

医療現場で喫緊の課題になっている「医療関連機器圧迫創傷予防」を目指し、アクチュエータの動作性能の向上を図りつつ、要素技術の基礎を成すMH合金の温度制御技術、MH合金用容器の設計・製造技術及びベローズの開発技術について県内企業に技術移転を行います。

## 近赤外分光法を用いた紙の繊維組成試験法の開発

### [背景・目的]

静岡県内の製紙工場では多くの古紙が原料に利用されていますが、各工場に収集される古紙は、使用された目的、回数などによってパルプ繊維の種類や紙の劣化度合が実に様々です。工場ではパルプの状態を現場の長年の経験や勘により判断して使用していますが、それらを客観的に判断できればより安定した製品づくりにつながると考えられます。また、紙の中に含まれる繊維の種類を判別する方法として染色法がありますが、相当の熟練と経験が必要で薬品の準備も大変なため、簡便な判別法が求められています。

そこで、本研究では、繊維の種類や紙の劣化度合を客観的に評価できる手法として、短時間で簡便に行える近赤外分光法を用いた繊維組成試験法の開発を目指しました。

### [研究成果]

- ・近赤外分光法によって、針葉樹・広葉樹クラフトパルプ、針葉樹メカニカルパルプをはじめ、様々なパルプの組成を定性・定量的に判別可能であることが分かりました。
- ・この方法は、塗工されている紙、古紙から作られた紙など市販紙においても定性分析を併せて行うことで、高い精度で繊維組成の定量(配合率の測定)が可能でした(図1)。
- ・また、様々な紙が混ざった状態でも、一度の測定で実用的な精度で繊維の配合率を定量可能であり、誰でも簡単に短時間で行える、新たな繊維組成試験法としての可能性を示すことができました(図2)。

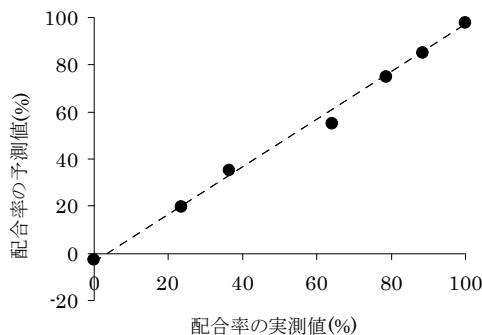


図1 配合率の実測値に対する近赤外分光法により得られた予測値の例

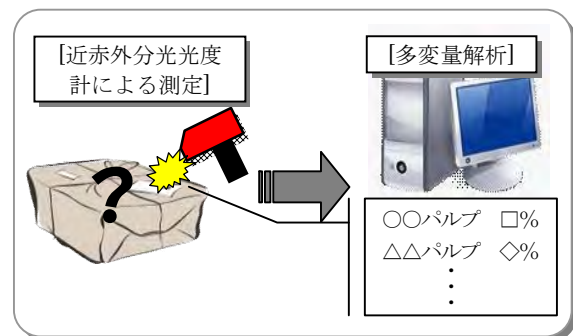


図2 近赤外分光法による繊維組成試験のイメージ

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・この成果は技術相談や繊維組成分析の依頼試験に役立てられます。
- ・機器による繊維鑑別は技術的に可能であることは分かったため、その普及と改良につながるよう、情報発信に努めます。
- ・具体的には、静岡県紙パルプ技術協会や静岡県紙パ技術研究フォーラム等を通じて、業界や各企業に技術指導(20社以上)を行います。また、業界紙等への掲載(2報以上)を通じ、業界への積極的な情報発信を行っていきます。

## 研究成果事例

# トイレットペーパーに新聞古紙を利用するための技術開発

### [背景・目的]

静岡県は再生紙トイレットペーパーの全国シェア 50%を超える一大生産地です。トイレットペーパーの原料は、比較的品質の高い印刷用紙（上質古紙）などですが、古紙輸出や景気動向により価格が不安定です。古紙価格の変動は、トイレットペーパー製造工場の収益に直接影響するため、安定した価格の原料が必要です。新聞古紙は印刷用紙などの上質古紙に比べて流通量が多く、価格も安定しているため、トイレットペーパーの原料として利用できれば、原料の安定確保が期待できます。しかし、新聞古紙はリグニンが多く含まれ、微細な繊維が多いため、トイレットペーパーの長期保存時の変色や、やわらかさの低下など、製品の品質低下が懸念されます。本研究の目的は、トイレットペーパーの原料に新聞古紙を利用した時の品質低下を防ぐ手段を提案することです。

### [これまでに得られた成果]

- ・トイレットペーパーの原料に新聞古紙を混ぜると、少しほぐれにくくなるものの、比破裂強さが小さくなり、やわらかさは傾向を持った変化がない（図1）ことから、製品品質面での悪影響は見受けられないことが示唆されました。
- ・トイレットペーパーの原料に新聞古紙を混ぜると、白色度が低下し（図2）、黄色味が強くなることが分かりました。変色試験の結果から、新聞古紙を混ぜた方がより白色度が低下し、黄色味が強くなることが分かりました。
- ・白色度・色測定、変色試験の結果から、新聞古紙を5%程度混ぜても市販品相当であり、製品品質に大きな影響は無いことが示唆されました。

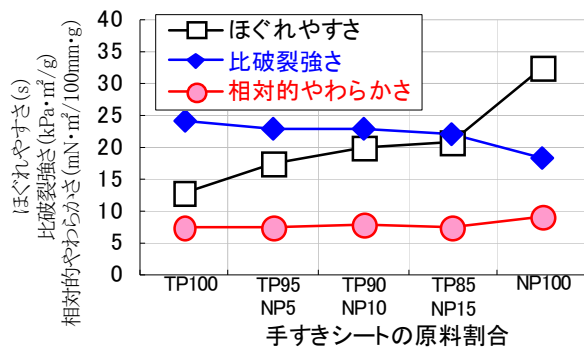


図1 製品品質 (JIS, JAPAN TAPPI)

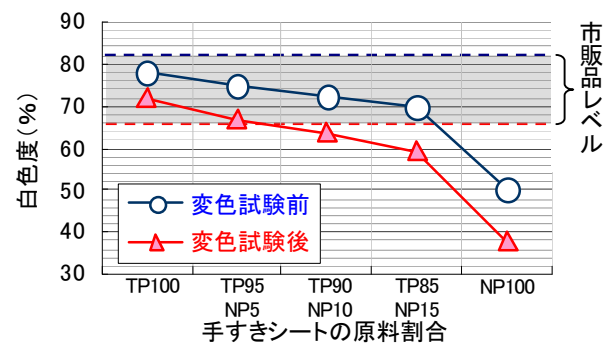


図2 白色度 (JIS P 8148)

※トイレットペーパー100%はTP100、新聞古紙100%はNP100と表記

### [期待される効果・技術移転の計画]

- ・トイレットペーパーの原料として新聞古紙を利用できれば、収益の安定化、歩留まりの安定化が期待できます。
- ・静岡県紙が技術研究フォーラムなどを通して成果を普及します。その他、本研究成果を活用したい企業があれば、積極的に個別対応して製品作りに協力します。
- ・研究計画どおり、平成27年度は新聞古紙を原料に混ぜた時の影響が分かりました。平成28年度は、より多くの新聞古紙を混ぜても利用可能となるような製紙処方提案を目標とします。

## ファルマバレープロジェクトを推進する医療・介護用機器の開発 —地域包括ケアシステムを支える見守りシステムの開発—

### [背景・目的]

日本は世界一の超高齢社会であり、今後さらなる少子高齢化により介護環境の悪化が懸念されています。また、本県では介護・医療・健康産業の集積を図るファルマバレープロジェクトを推進しています。そこで、介護現場のニーズを基にして、ベッド上の要介護者の状態を検知できる新規見守りセンサを開発し、地域包括ケアシステムを支える見守りシステムの開発を目指しました。

### [研究成果]

- ・介護現場のニーズ調査から、要介護者に気づかれにくい離床センサが求められていることから、介護現場での実証試験を通して、マットレス下に設置できる離床/在床の判別可能な離床センサを開発し、商品化しました(図1)。
- ・介護現場での実証試験を通して、地域包括ケアシステムに役立つ介護現場に応じた見守りシステムを開発しました(図2)。ベッドサイドで使用できる小型コントロール装置とマットレス下に設置できる呼吸・脈拍センサシートと離床センサ及びホストコンピュータ装置(PC)等から成り、無拘束かつ意識させることなく、要介護者の状態を把握できる新しい見守りシステムです。これらにより、要介護者の体調変化の早期発見や離床・在床異変等を把握でき、状態に応じた見守りが可能となりました。



図1 商品化した離床センサ

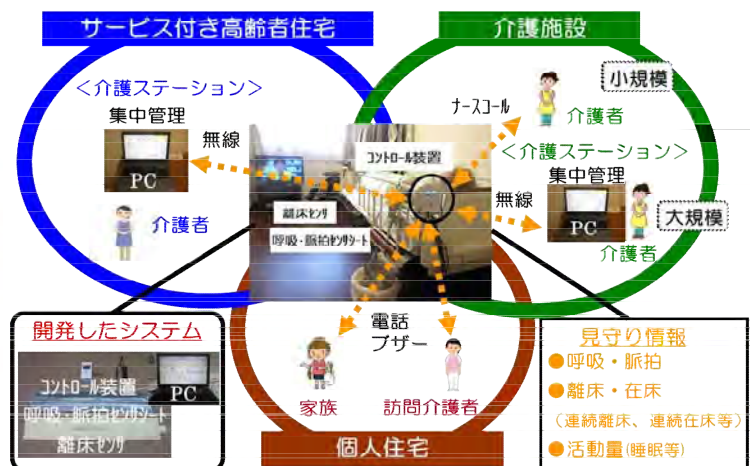


図2 介護現場に応じた見守りシステム

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・マットレス下離床センサとして、共同研究企業が商品化しました。
- ・開発した見守りシステムにより、介護者が常に傍についていなくても要介護者の状態を把握でき、介護に係わる県民の安心・安全や精神的・肉体的負担の軽減に貢献するとともに、介護・医療分野への県内企業の進出を支援します。

## 高度コーティング膜への特性付与技術の開発

### [背景・目的]

当センターではダイカスト向けコーティングと樹脂成型向け非粘着性コーティング技術を開発してきましたが、ダイカスト向けは一層の高性能化、非粘着性コーティングは使用範囲拡大が要求されています。その両者に共通する、プラズマによるコーティング膜表面の特性変化を高速・大容量・低コストで行える技術を開発することを目標としています。

### [研究成果]

- ・共同研究企業が、国の「中小企業・小規模事業者ものづくり・商業・サービス革新事業」で新型プラズマ照射装置の実証機を製作しました。この実証機の作動条件と照射効果について研究を行い、表面親水化などのプラズマ照射効果があることを確認しました。今後、実用機開発を進めるべく企業を技術支援します。
- ・ダイカスト用コーティングの長寿命化に取り組み、カーボンコーティングを試作し、溶湯アルミ付着を減らしました。現在、耐久性向上を目指しています。
- ・複数のコーティングをステンレスボトル内部へ適用すると、緑茶のカテキン成分減少を抑制する事を発見しました。



写真1 新型プラズマ照射装置実証機  
チャンバー内部

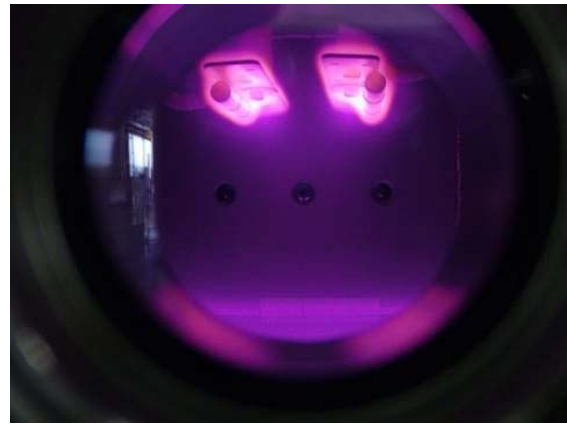


写真2 チャンバー内部での  
プラズマ励起状態

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

- ・コーティングを含めた表面改質を低コストで行うことが可能になります。共同研究企業によって実用機として製造を目指し、併せて表面改質を応用した製品開発も進めます。
- ・関連技術の情報発信に努めました。外部への発表は4件（研究者3件、共同研究企業1件）、発表等により本技術を知った企業による技術相談を経ての試験利用が5件あり、そのうち2件は製品等に採用されました。今後も技術移転を進めるべく積極的な情報発信を行っていきます。

## 超短パルスレーザーピーンフォーミングによる 薄板曲げの成形効率向上

### [背景・目的]

浜松工業技術支援センターでは、ピコ秒(ps)レーザー、フェムト秒(fs)レーザーを用いたレーザーピーンフォーミングを世界で初めて開発し、薄板曲げに応用しました。本法には、非熱、非接触、ダイレス、スプリングバックレスなど、既存の曲げ加工法にはない特徴があります。そこで、医療、バイオ機器、電子機器などの微細部品に応用するため、より小さな曲率半径を実現する方法を検討してきました。これまでレーザーの照射条件のみを制御して成形効率の向上を図ってきましたが、限界がありました。そこで新たにレーザーの走査方法を変えることで成形効率向上の可能性を検証しました。

### [これまでに得られた成果]

- 板厚 50 $\mu\text{m}$  の純チタンで、従来の走査方法（スキャンA）と、走査速度を4倍、走査ピッチを 1/4 とした方法（スキャンB）にて曲げ加工を行いました。曲げ角  $\theta$  を比較したところ、総照射パルス数は同一にもかかわらず、変形量はスキャンBの方が数倍優れていました（図1）。パルスの照射密度分布が成形性に影響しており、最適な走査速度、走査ピッチの組み合わせがあることを示しています。
- 曲げ角がレーザーの出力の対数に比例する照射条件の領域が広く存在することが分かりました（図2）。曲げ変形量を予測する上で有用な特性が得られました。

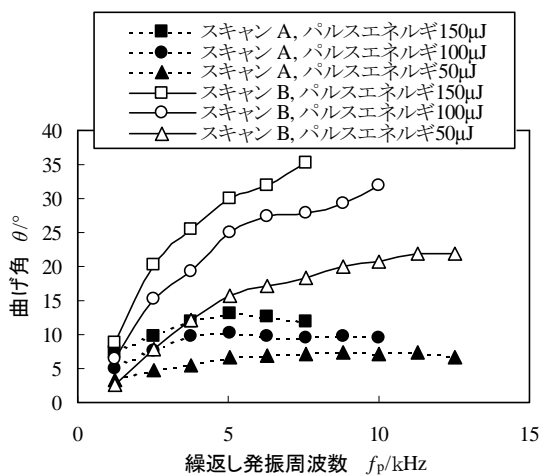


図1 走査方法による曲げ効率の向上

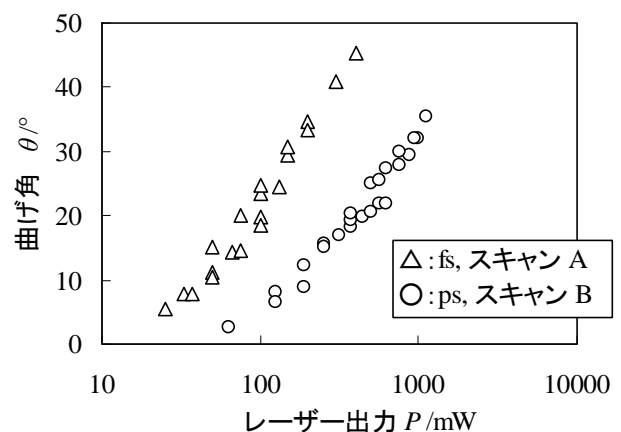


図2 レーザー出力と曲げ角の関係

### [期待される効果・技術移転の計画]

- 従来よりも小さい曲率半径での曲げを実現できるため、さらに微細な板曲げ部品の製造が可能となり、機器の小型軽量化の可能性が広がります。
- 出力で変形量を制御できるため、所望形状にするための条件設定が容易になります。



## 透明プラスチックのレーザー溶着 —レーザー照射位置の溶着強さへの影響—

### [背景・目的]

透明プラスチック同士をレーザーで溶着する場合、光吸収剤などを皮膜するなどの前処理が必要です。本研究では医療器具などの加工へ応用できるクリーンな溶着を目指し、前処理を必要としないレーザー溶着について研究を行っています。

透明なプラスチックに適度に吸収のある波長  $2\mu\text{m}$  レーザーを用い、重ねた透明プラスチック板に当てると溶着することができます。レーザーをレンズで集光してプラスチック板に当てるため、溶着の強さはレーザーの照射位置により溶着の強さに影響すると考えられます。今回は、このレーザーの照射位置により溶着強さがどのように変わるかの測定を行いました。

### [これまでに得られた成果]

- ・プラスチック板同士を重ね溶着する実験装置を構築しました。
- ・プラスチック板同士の密着性を良くするため、エアシリンダーで荷重をかけながらレーザーを当てられるようにしました。
- ・焦点距離 20mm 用の集光レンズと板厚 3mm の透明のポリカーボネート板との位置を変えて溶着試料を作製し、その溶着強さを測定した結果、最大値を得ることのできる条件（箇所）があることがわかりました。

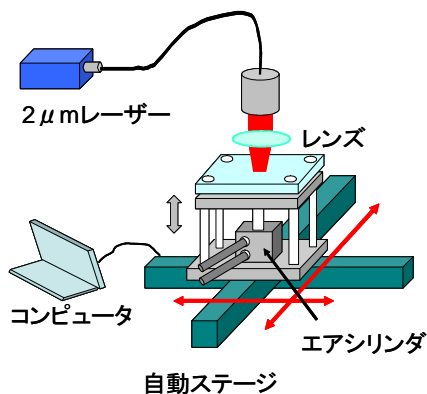


図1 溶着実験装置概要

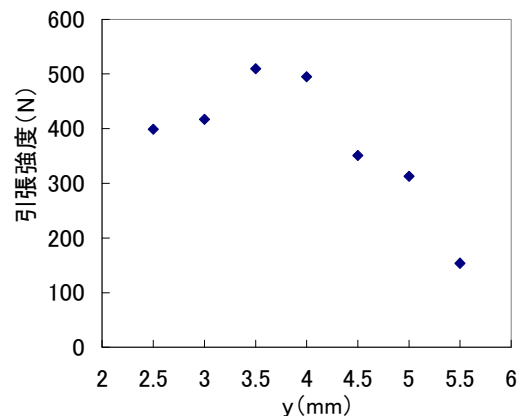


図2 位置関係による溶着強さへの影響

### [期待される効果・技術移転の計画]

レーザーを集光して透明プラスチックの重ね溶着を行う場合、集光レンズと試料の位置関係で溶着強さが異なることがわかりました。また、プラスチック製の薄いフィルムの溶着もできることを確認しています。これらの結果を利用し、医療器具などの加工へ応用できるクリーンなプラスチック溶着技術を開発していきます。

## 屈折率分布可視化システムの精度評価

### [背景・目的]

LED 照明の普及に伴い、照明用レンズとして樹脂レンズが使われ始めています。樹脂レンズは、軽量、安価、高いデザイン自由度をもつ反面、成形加工時の熱変形が大きく、設計値どおりに製造することが困難であるといわれています。このため、レンズ形状や、内部のひずみや密度むらを測定・評価する技術が求められています。我々は、密度むらによって発生する樹脂製品内部の屈折率分布の乱れを定量評価できるシステムを開発しています。また、本システムを普及させるために、レンズ評価以外の用途にも利用できるように開発を進めています。

### [これまでに得られた成果]

図1は、開発したシステムの光学系です。大面積の測定対象や、屈折率分布の乱れが大きい測定対象を評価するために、ステッチング計測（測定領域を分割計測して後から繋ぎ合わせる）とシャックハルトマン波面センサを用いました。ステッチング計測では、測定対象を xy 方向に走査して分割計測します。分割数が増加すると、測定時間が長くなり安定した測定ができないことが課題でした。原因を調べたところ、測定中に起こる温度変化に起因することがわかりました。そこで、演算により温度変化による影響を測定結果から取り除きました。図2は、ステッチングの分割数と測定精度を評価した結果です。測定精度と再現性が改善し、分割数に依存することなく 5nm の精度を実現しました。

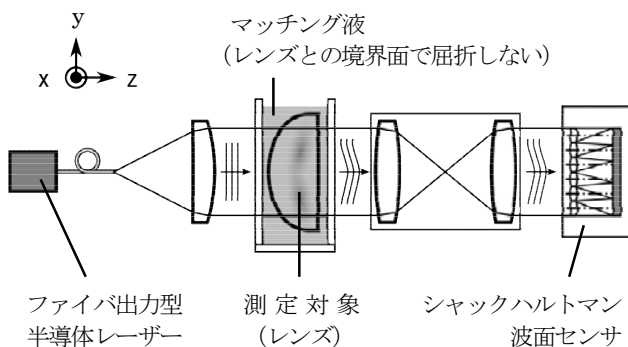


図1 屈折率分布可視化システムの光学系

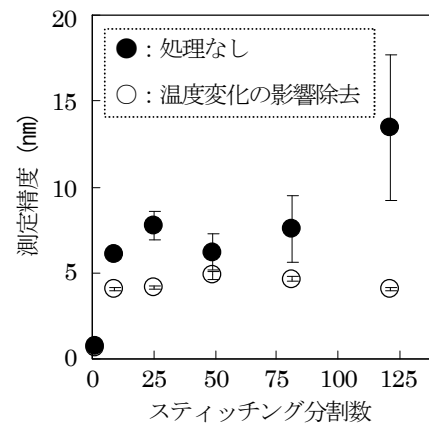


図2 システムの測定精度

### [期待される効果・技術移転の計画]

開発したシステムは、屈折率分布を定量評価できるため、透明な樹脂製品の製造条件を決めるための試作評価等に利用することができます。また、これまでに蓄積した、目視では確認しづらい不具合を可視化する技術を用いて、透明体の品質検査装置を開発する企業を支援していきます。

## シミュレーションによる 電波識別装置の識別アルゴリズムの検証

### [背景・目的]

我々が開発している「電波識別装置」は、空間を飛び交う様々な電波（被試験信号）の種類を簡便に識別する装置です。無線 LAN や Bluetooth 等の様々な通信方式が混在する 2.4GHz 帯では、電波同士が干渉し互いの通信を妨害することがあり、これらの原因究明に役立つ装置です。被試験信号は、変調方式や伝送レート等がそれぞれの通信方式の仕様で定められていますが、多くの場合、一般的な解析方法では各々の特徴を捉えることは困難です。そこで我々は、被試験信号に対して独自の識別アルゴリズムである非線形スペクトル解析を施すことで、通信方式の違いを検出できることをシミュレーションによって検証しました。

### [研究成果]

無線 LAN における直接拡散(DSSS)方式と相補符号変調(CCK)方式を例に述べます。

- DSSS 方式と CCK 方式の被試験信号に対してそれぞれ一般的な周波数スペクトル解析した結果を図 1 に示します。どちらの波形もほぼ同様の形状、周波数帯域幅を持ち、一般的な周波数スペクトル解析からは、両者の違いを明確に区別することはできません。
- 各被試験信号に対して独自の非線形スペクトル解析を行った結果を図 2 に示します。我々の非線形スペクトル解析は、被試験信号に非線形処理（2乗演算）等を行った後に、周波数スペクトル解析を行ないます。図 2 のように、それぞれの方式でヒゲ状の波形の現れ方に違いがあり、この特徴を検出することで、両者を識別することが可能です。

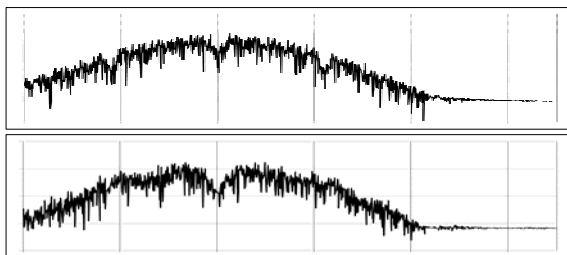


図1 一般的な周波数スペクトル解析結果  
上：DSSS 方式(2Mbps) 下：CCK 方式(5.5Mbps)

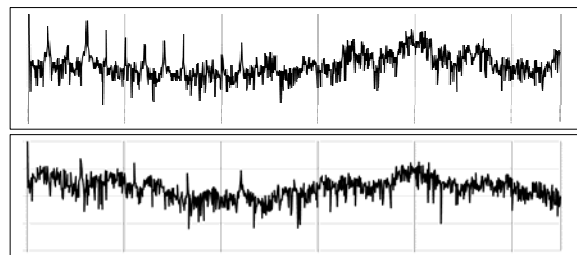


図2 独自の非線形スペクトル解析結果  
上：DSSS 方式(2Mbps) 下：CCK 方式(5.5Mbps)

### [研究成果の普及・技術移転の計画]

今回開発した検出方法を組み込み、電波識別装置の実用化を推進します。また、本技術は、他の通信方式に適用範囲を広げることで、新たな応用分野を開拓できる可能性があります。

## 半溶融成形法による高放熱性ヒートシンクの開発 —放熱性評価基礎技術の開発—

### [背景・目的]

最近では、蓄電池やパワーデバイスの高出力化、小型化により放熱性の高いヒートシンクが求められております。現在、大型・薄肉・複雑形状のヒートシンクの多くは、コストパフォーマンス性の高いダイカスト法で造られていますが、ダイカストは鑄造欠陥が多く、また材質・熱処理の制限から、熱伝導率の良いヒートシンクを製造することは非常に困難です。これまで我々の研究グループでは、高熱伝導と機械的性質のバランスを備えた半溶融成形法に適した合金組成を開発しました。本研究では、半溶融成形した高熱伝導合金のヒートシンクとしての適用性について検討しました。

### [これまでに得られた成果]

半溶融成形鑄物(THIXO)の合金組成は、Al-4%Si-0.5%Mgであり、T5処理により、熱伝導率は、ダイカスト合金ADC12に比べて1.5倍以上の約 $200\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ に達します。ヒートシンクの熱伝導性能を評価するために、図1に示す放熱性評価装置を製作しました。図2は、様々な表面積をもつヒートシンクを用いた半溶融成形材とADC12の熱抵抗測定結果です。若干、半溶融の方が、熱抵抗が小さい、つまり放熱性が良好にみえますが、顕著な差異はありませんでした。形状、表面積が、放熱性に強く影響し、熱伝導率の寄与は小さいものと考えられます。また、シミュレーションによる解析も行い、実試験結果との整合性も検討し、計測結果の精度向上に努めています。

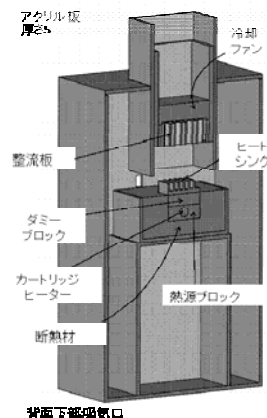


図1 評価装置概略図

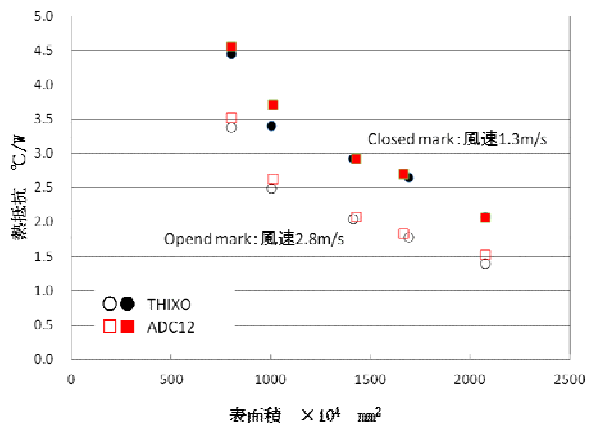


図2 熱抵抗測定結果

### [期待される効果・技術移転の計画]

ヒートシンク開発において、熱特性、放熱性評価の基礎評価試験を行うことができました。ヒートシンクの性能に関する重要な因子を明確にさせ、熱伝導率と放熱性の相互関係を明らかにし、高熱伝導半溶融成形ヒートシンクの優位性を確保していきます。シミュレーションでは、放熱性評価を行う上で心強い支援ツールとなることがわかったので、精度を高め、熱評価システムとして構築していきます。

## 難加工材の加工技術およびその評価技術に関する研究

### [背景・目的]

近年、浜松地域の主要産業である輸送機器においては、「燃費向上」をキーワードに電気自動車などの次世代自動車への移行等、技術的に大きな変革期を迎えています。

次世代自動車では「軽量化」が要求されており、部品加工技術を支える中小企業においても、チタンや炭素繊維強化プラスチック（CFRP）、ハイテン等新素材への対応が求められています。

本研究では加工技術、主には高速度カメラと切削動力計を用いた切削加工の可視化、数値化による評価、塑性加工の成形シミュレーションを中小企業との共同研究、共同実験を通じて行うことにより、中小企業の既存技術の高度化、あるいは新市場参入のための応用製品の研究開発を支援します。

### [これまでに得られた成果]

切削加工ではCFRPを一般的なドリル、CFRP専用ドリルや形状の異なる種々の工具で穴あけ加工したときの工具に作用する力などを測定し、工具形状や加工条件が加工欠陥に及ぼす影響について検討しました。その結果、加工した穴に発生する炭素繊維の切残しは工具形状を最適化することで改善でき、層間剥離は工具がCFRPを押さえつける力を小さくすることで抑制できました。

塑性加工では、1GPa級ハイテン材の単軸引張りを行い、成形シミュレーションに必要な材料特性を収集しました。また、県内金型メーカー等6社と、270MPa～1GPa級ハイテン材のプレス部品試し打ちを共同で行い、その成形予測の議論を通して数値解析法の普及活動を行いました。

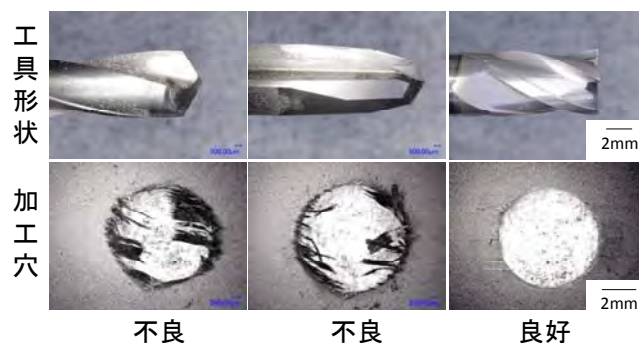


図1 工具形状と切残しの発生



図2 プレス部品試し打ちの様子

### [期待される効果・技術移転の計画]

- ・複数の企業と共同研究、共同実験を行うことで得られた実践的なデータを、当センターにおける難加工材に対する切削加工、塑性加工、評価に係る技術相談に活用し、地域企業の技術力向上に貢献します。
- ・中小企業では新素材への対応が可能となり、次世代自動車、医療福祉分野、航空機分野など新たな成長分野への参入が可能となります。

## 電鍍による医療用部品作製技術の開発

### [背景・目的]

カテーテルの微細化に伴い、先端部に取り付けるパイプ形状の貴金属部品にも小型化が求められていますが、必要とされる大きさは従来の製造方法では限界付近に達しています。微細な製品を作製する方法の一つに、めっき技術を応用した「電鍍」という方法があります。しかし、貴金属の電鍍用厚付けめっき液は存在しないため、現状では電鍍による微小サイズの貴金属パイプは実現されていません。

本研究では、貴金属の中では比較的高い硬度が得られる金合金めっきについて、めっき条件を検証し、電鍍パイプの作製を試みました。

### [これまでに得られた成果]

- ・めっき皮膜にかかる応力の適切な測定方法を検討する中で、貴金属めっきの応力測定に関する知見を得ることができました。
- ・下地として有効な金合金めっきについて、めっき処理におけるパラメータの影響度を調査し、電鍍において注意すべき処理条件を把握することができました。
- ・得られた処理条件により、微細な金合金パイプの作製に成功しました。

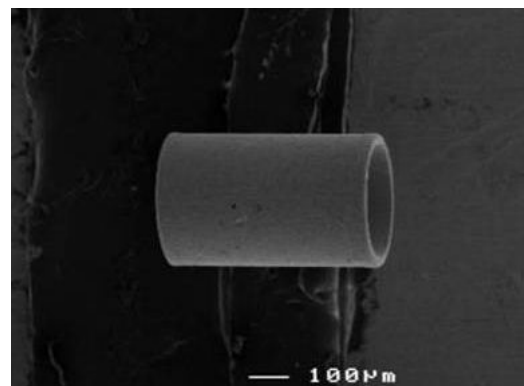
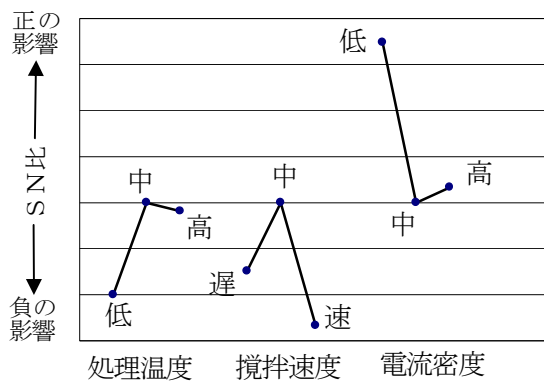


図1 金合金めっきにおける処理条件の影響度

図2 金合金パイプ (内径 250 μm、外形 350 μm)

### [期待される効果・技術移転の計画]

平成29年度までの製品化を目指しています。

- ・量産化の実現により、将来的には年間8000万円以上の売り上げが期待できます。
- ・目標とする製品は世の中に存在しないため、新分野への展開に貢献でき、市場の拡大が期待できます。
- ・電鍍による微細部品作製技術が医療の発展に貢献できます。

## 材料評価における分析精度の高度化に関する研究

### [背景・目的]

近年、製造業ではグローバルに企業間、地域間の競争が展開され、部品開発や不具合対策に要する期間は短縮しなければならない状況にあります。そのような中、県西部地域の主要産業である輸送機器産業では、部品の小型化やアルミニウムの適用などによる軽量化技術の開発が進められています。また、製造を海外に移転し、材料を現地調達している場合や新素材を適用する場合には、使用する材料の品質確保が重要な課題となっているため、企業からは、迅速な試験・分析だけでなく、微小な試料でも精度よく分析できる分析技術が求められています。

本研究では、蛍光X線分析に関する職員の分析力・解析力を向上させるため、アルミニウム合金や微小な試料に対する半定量分析値の真度や繰り返し精度等を体系的に整理し、分析値に生じる誤差などに関する判断指標を作成します。

### [これまでに得られた成果]

波長分散型蛍光X線分析のファンダメンタルパラメータ法でアルミニウム合金を測定し、分析値に及ぼす試料の測定面の調製方法による影響および繰り返し精度の検証を行いました。

分析値は測定面の表面粗さを小さくし、十分に洗浄することで安定します。繰り返し精度は装置の休止期間が長かった場合などに大幅に低下する傾向が見られ、装置の安定性に大きく影響を受けることがわかりました。

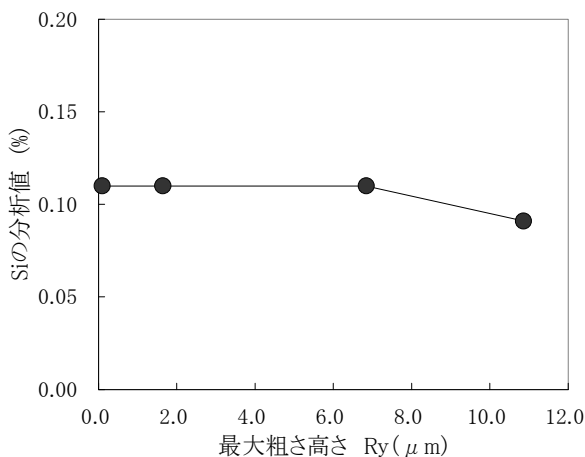


図1 試料調製による分析値の変化

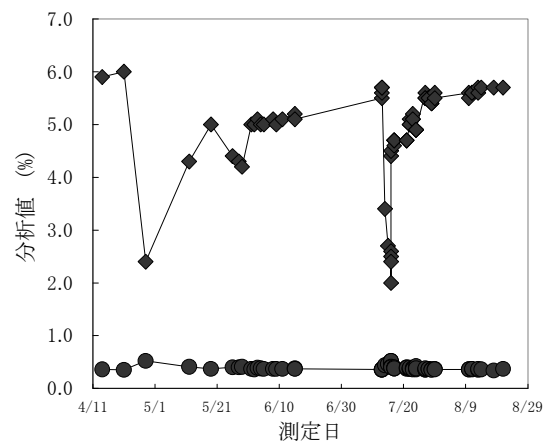


図2 繰り返し測定による分析値の変化  
測定期間：平成28年4月14日～8月21日  
◆：Mg、●：Fe

### [期待される効果・技術移転の計画]

- ・得られた指標を当センターにおける技術相談等に活用し、迅速かつ高精度な測定を可能にすることで、地域企業を支援します。





静岡県工業技術研究所 研究成果事例集

平成28年7月発行（2016年）

編集・発行 静岡県工業技術研究所

企画調整部

〒421-1298 静岡県静岡市葵区牧ヶ谷2078番地

電話（054）278-3028

FAX（054）278-3066

