

# 亜酸化銅の複合化による 光触媒の高機能化 環境浄化・抗かびへの利用

マテリアル応用技術

材料技術グループ 柳田 さやか  
TEL 03-5530-2660

## 特徴

亜酸化銅とルチル型酸化チタンを組み合わせ水中の有害な六価クロムを効率よく回収できる光触媒を作製しました。この材料は酸化チタン単味の2.3倍のCr(VI)還元速度を示します。また、主に亜酸化銅に由来する抗かび性を確認しました。

## ■研究背景・・・光触媒還元反応による水中の六価クロムCr(VI)の除去

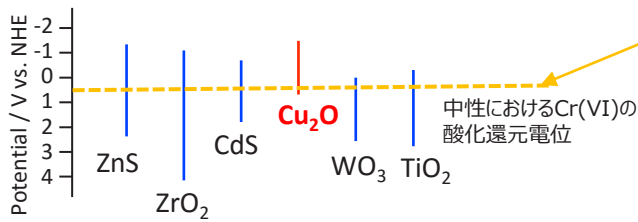


図1 各種の光触媒の価電子帯と伝導帯のエネルギー



光触媒から供給 固体として回収が可能

各種の光触媒の中から還元力の強く毒性の小さい  
亜酸化銅(Cu<sub>2</sub>O)光触媒に着目

課題: 単味のCu<sub>2</sub>OはほぼCr(VI)還元活性がない  
方針: 他の光触媒と複合化することで反応を促進する

## ■光触媒の評価・・・複合体の構造とCr(VI)除去特性

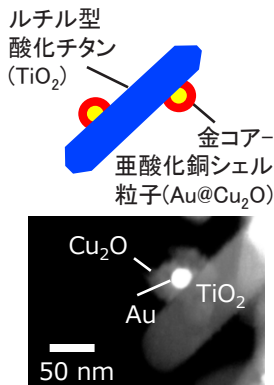


図2 複合体モデルとSTEM像

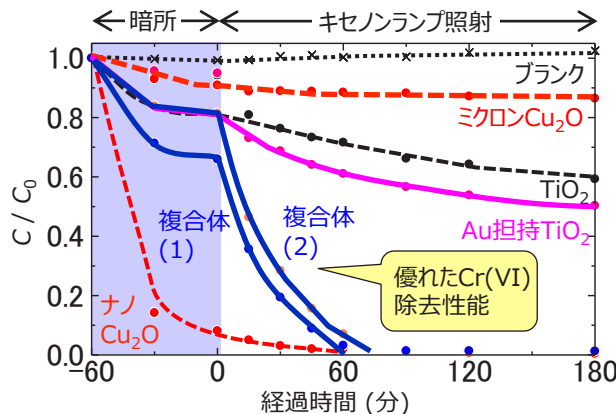


図3 吸着と光触媒反応によるCr(VI)の濃度変化

## ■応用展開・・・抗かび性試験

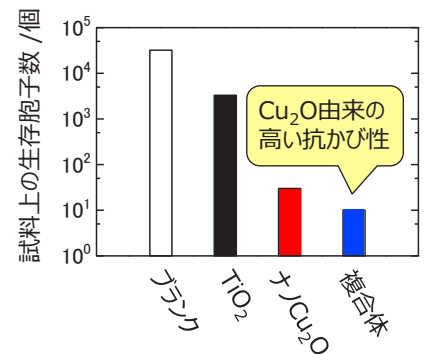


図4 暗所静置18時間後のかび胞子数

## 従来技術に比べての優位性

- 単味ではCr(VI)還元反応にほぼ活性のないCu<sub>2</sub>Oについて、TiO<sub>2</sub>との複合化により活性を向上させました。
- 本材料は光電着法で作製しているためTiO<sub>2</sub>上にCu<sub>2</sub>Oが細かく分散されており、機械混合で作製した複合体よりも高活性です。

## 今後の展開

- 異種材料の複合化による高活性な光触媒の作製と評価を進めています
- 銅イオンは銀イオンよりも優れた抗かび特性を持つことから、銅化合物を用いた抗かび材料の試作と評価を行っています

## 研究成果に関する文献・資料

- Yanagida et al. Removal of hexavalent chromium from water by Z-scheme photocatalysis using TiO<sub>2</sub>(rutile) nanorods loaded with Au core-Cu<sub>2</sub>O shell particles, *Journal of Environmental Sciences*, 2022, 115, 173-189

## 研究者からのひとこと

酸化反応が注目されがちな光触媒ですが、還元反応に適した材料設計も可能です。無機材料の評価・開発に関するご相談をお待ちしております。

共同研究者 田中 真美、染川 正一(都産技研)、矢島 拓実、熊田 伸弘、武井 貴弘(山梨大学)  
本研究の一部はJSPS科研費19K05057により実施しました。

# 東京湾海水を用いた微生物ポリエステル の生分解性評価と試験条件の検討

マテリアル応用技術

材料技術グループ 佐野 森  
TEL 03-5530-2660

## 特徴

海洋生分解性試験の支援メニュー化を目指して、国際規格を基に**BOD法による評価手法を構築**しました。さらに、試験条件が生分解挙動に及ぼす影響を調べた結果、**養分添加の有無、攪拌の有無の影響**が大きいことがわかりました。

## BOD法による好氣的生分解性試験の流れ

- ① 試料組成から完全生分解時の理論O<sub>2</sub>消費量(BOD)を算出
- ② 試料を海水に投入し圧力計によりO<sub>2</sub>消費量をモニター (O<sub>2</sub>の消費に伴い圧力減少)
- ③ 理論量に対する実際のO<sub>2</sub>消費量から生分解度(%)を算出



図1 BOD測定の様子(左)と装置模式図(右)

## セルロースと微生物産生ポリエステル(PHBV)の海水中生分解性

### ① 季節性・生菌数との相関

10月～1月の海水で生分解性を比較しました。

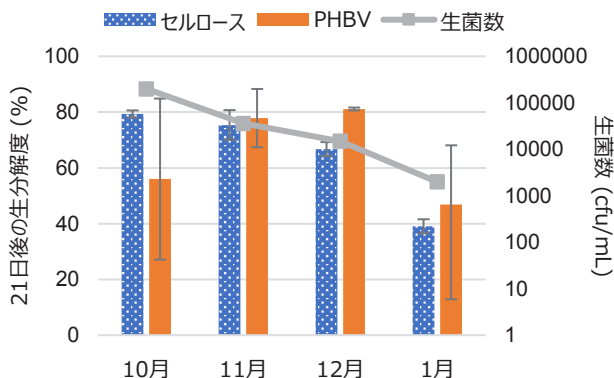


図2 生分解度 (n=2) と生菌数の月毎の推移

### ② 試験条件の影響

養分添加の有無、攪拌の有無を変えて生分解性を比較しました。

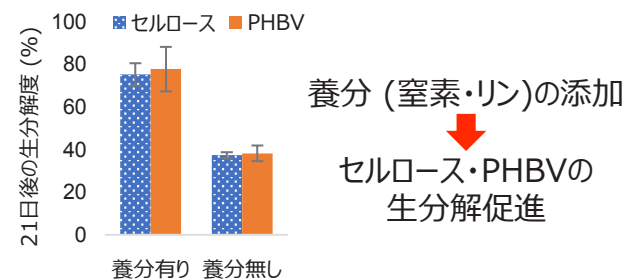


図3 養分添加有無の比較 (n=2)

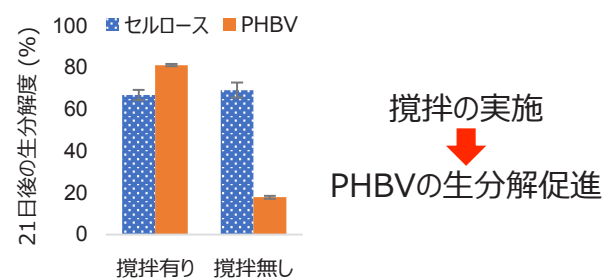


図4 攪拌有無の比較 (n=2)

## 従来技術に比べての優位性

- 昨今ニーズが高まっている海洋生分解性材料の開発を後押しすることができます。
- 規格に沿った試験だけでなく、スクリーニングのための促進試験など、目的に合わせて試験条件を選択するための基礎データを取得することができました。

## 今後の展開

- 実海洋試験とラボ試験の比較
- CO<sub>2</sub>定量法による評価手法の構築

## 研究者からのひとこと

依頼試験として受託できるよう、ブラッシュアップを進めています。今後にご期待ください。

共同研究者 田中 真美、森久保 諭、濱野 智子、許 琛、成田 武文、白波瀬 朋子 (都産技研)  
本研究の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託事業により実施したものです。  
研究の遂行にあたり多くのご助言をいただきました産業技術総合研究所の国岡正雄先生、中山 敦好先生に深く感謝申し上げます。  
採水場所をご提供いただいた城南島海浜公園の皆さまに御礼申し上げます。

# ポリマーブレンドの加水分解を利用した 高分子メソ多孔質体の創製

マテリアル応用技術

材料技術グループ 白波瀬 朋子  
TEL 03-5530-2660

## 特徴

古くから行われているポリマーブレンドの技術を用いて、簡便に創製できる高分子メソ多孔質体を開発しました。工業的に広く用いられている溶融混練の技術を活かせる手法です。

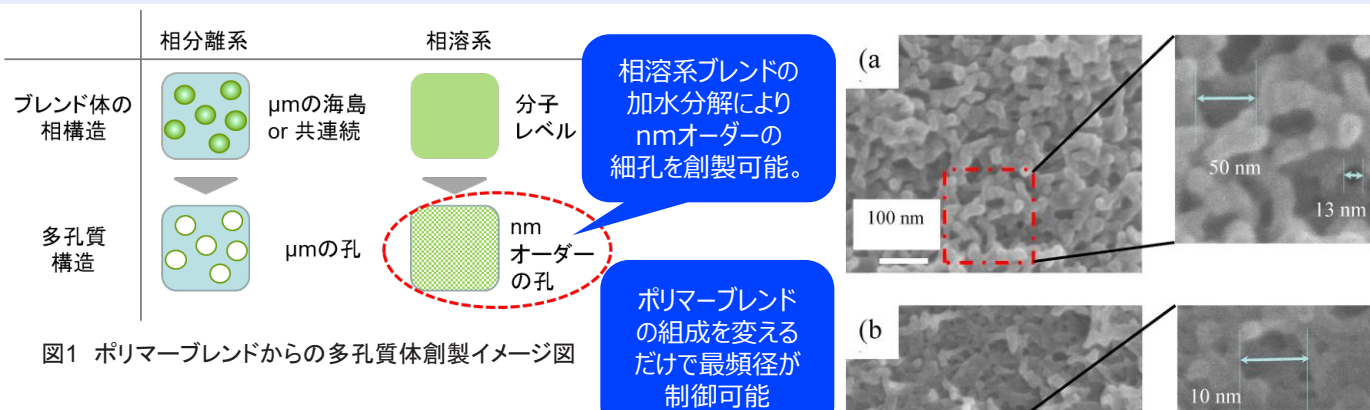


図1 ポリマーブレンドからの多孔質体創製イメージ図

## 工業的に汎用な溶融混練法



図2 押出成形機  
Labo plastomill 4C150  
(株)東洋精機製作所製)

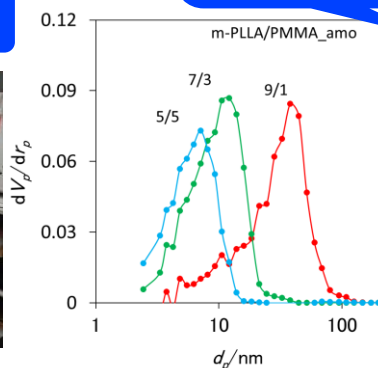


図3 窒素吸着脱着測定によるBJH法による細孔径分布

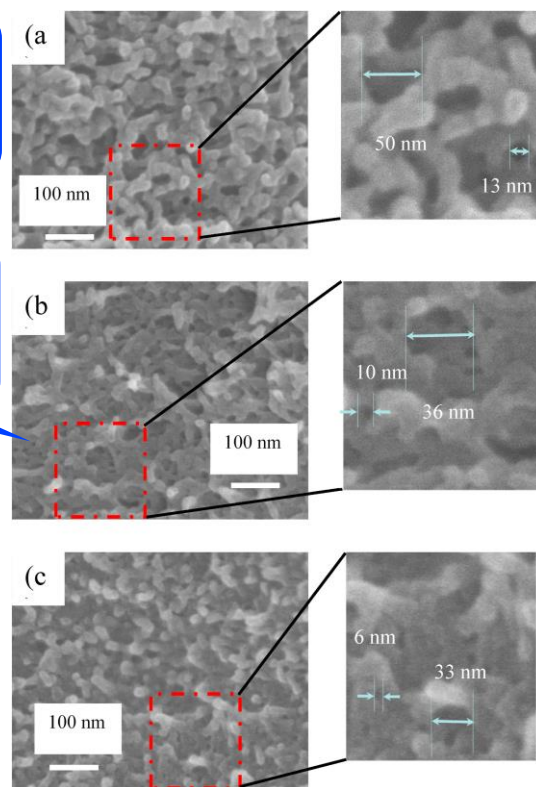


図4 走査型電子顕微鏡による多孔質体の断面観察

## 従来技術に比しての優位性

- 合成法や共重合体によるミクロ相分離では重要となる合成のテクニックを用いず、工業的に普及している溶融混練法から高分子メソ多孔質体を創製
- 従来のポリマーブレンドからはμmオーダーであった多孔質体がnmオーダーで制御可能

## 研究成果に関する文献・資料

- Tomoko Shirahase, Shuichi Akasaka, Shigeo Asai, Polymer 203 (2020) 122742
- 白波瀬朋子, 赤坂修一, 浅井茂雄, 2020年繊維学会秋季研究発表会, 2D08B(2020)

## 今後の展開

- 吸着材、分離剤、細孔内への担持など細孔を活かした高機能化
- 用途展開に向けた大面積化

## 研究者からのひとこと

nmオーダーの孔の用途をご検討の皆さま、共同研究のご提案をお待ちしております。

共同研究者 浅井 茂雄, 赤坂 修一 (東工大) ※本研究は、科研費若手B\_16K16211の助成を受けて実施したものです。

プロセス技術グループ 田熊 保彦  
森久保 諭  
榎本 大佑  
TEL 03-5530-2630

# めっきプロセスの 総合的な改善による 環境負荷低減

## 特徴

めっき工場から排出される環境規制物質の削減技術を開発しました。薬品使用量の制御、薬品使用量の削減および排出される物質の処理を組み合わせ、規制物質の排出量を最小化します。めっき工場の環境負荷低減とコスト削減を実現します。

### 薬品濃度の推定技術

薬品濃度を管理し、制御するため、めっき工程や水洗工程に含まれる薬品の濃度を推定する技術を開発しました。

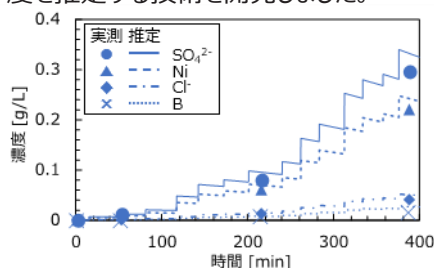


図1 水洗工程中の薬品濃度推定結果

めっき後に製品を洗浄する水洗工程に含まれる薬品濃度の実測値と推定値の比較。工程に含まれる薬品の濃度実測値との誤差±10%程度で推定。

- めっき工場のさまざまな工程に含まれる薬品の濃度を推定できます。
- 濃度管理の自動化やIoT化に応用できます。

### 薬品を使用しない洗浄技術

排水処理を阻害する脱脂剤の使用量を削減するため、脱脂剤を使用しない洗浄技術を開発しました。

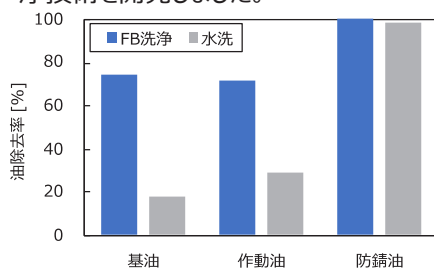


図2 金属プレートに付着した油の洗浄結果

ファインバブル（FB）洗浄と水洗の比較。FBを用いることで、どのような油でも脱脂剤を使用せずに70%以上除去。油の種類によっては100%除去も可能。

- さまざまな油に対して高い洗浄効果が得られます。
- 排水処理を妨害する脱脂剤の使用量を削減できます。

### ほう素排水の処理技術

ほう素を処理するための吸着材を開発しました。原料には亜鉛めっき排水から発生するスラッジを使用しました。

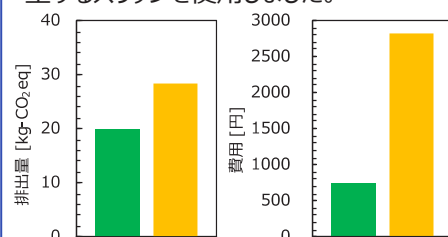


図3 開発した吸着材と従来法の比較

本開発による吸着材を使用してほう素を処理したときの環境負荷およびコストの比較。従来法と比較し環境負荷を2/3、処理コストを1/4に低減。

- 処理が困難なほう素を効果的に処理できます。
- これまで廃棄されていたスラッジを有効利用できます。

これらの技術を工場に合わせて組み合わせることで、環境負荷低減とコスト削減を実現できます。

## 従来技術に比べての優位性

工場の状況や目的に合わせた技術を提供

- 濃度管理と制御の自動化が可能
- 排水処理を阻害する薬品の使用量を削減可能
- 従来よりも安価かつ低環境負荷でほう素を処理可能

## 今後の展開

めっき業をはじめとする化学工場での実用化

- 濃度推定技術の実工場での稼働とIoT化への応用
- 洗浄技術の幅広い技術分野への展開
- 吸着材の他物質処理への応用

共同研究者 安藤 恵理、西田 葵（都産技研）

## 研究成果に関する文献・資料

- 森久保他：めっき排水規制対応に向けたファインバブル前処理技術、表面技術、Vol.71, No.12, P.804 (2020)

## 研究員からのひとこと

これらの技術により、めっき工場の環境負荷低減やコスト削減、IoT化などを実現できます。技術の製品化や実環境での有用性確認のための共同研究先を募集しています。



# 超低摩擦現象におよぼす 慣性質量・装置剛性の影響

マテリアル応用技術

プロセス技術グループ 齋藤 庸賀  
TEL 03-5530-2630

## 特徴

装置構造（慣性質量、剛性）の観点から、 $\mu=0.01$ を下回る超低摩擦現象の評価精度の向上、更なる低摩擦化を検討しました。評価装置より発生する振動を低減させることにより、安定した低摩擦力評価を実現しました。

## 超低摩擦力評価への挑戦

エタノール雰囲気中で「触媒作用を持つジルコニア」と「DLC膜」を摩擦  
⇒反応膜(トライボフィルム)の形成により超低摩擦化(摩擦係数 $\mu=0.01$ 以下)  
摩擦試験装置の押し付け荷重方式、駆動機構、剛性調整  
→摩擦係数をどこまで下げる(低摩擦力をどこまで評価する)ことができるかを検討

### 往復摺動におよぼす装置構造の影響

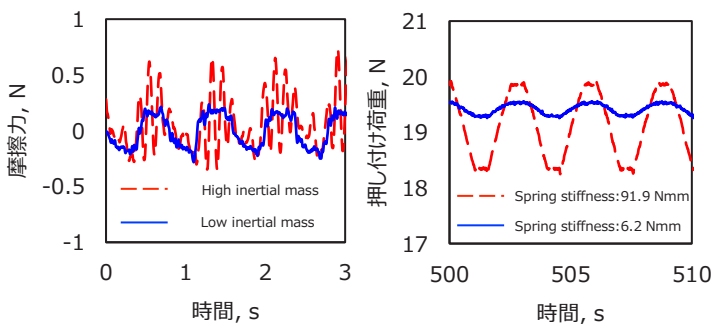


図1 慣性質量の影響

図2 剛性の影響

慣性質量（摩擦部品の重さ）大→  
摩擦力方向振動が増大

垂直方向の剛性大→  
押しつけ力変動幅が増大

装置構造が摺動時の振動に大きく影響

## 従来技術に比べての優位性

- 摩擦現象の計測技術（見える化）
- 摺動面の安定化
- 摩擦係数0.01以下の安定した摩擦力評価

## 今後の展開

- 軸受をはじめとした摺動部品への応用
- 超低摩擦化現象のメカニズム解明に関する研究
- 低慣性力の駆動形態を有する摩擦試験装置の開発

### 超低摩擦現象におよぼす変動角の影響

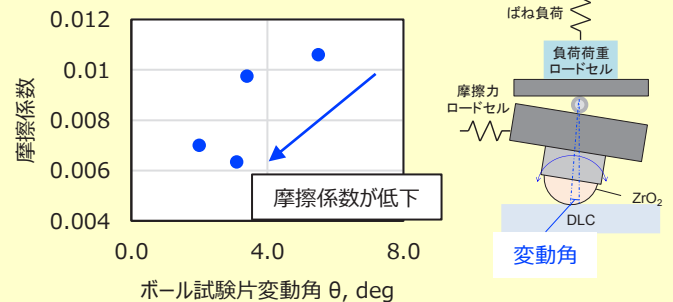


図3 超低摩擦現象へのボール試験片変動角の影響

試験装置の慣性力を低減し、  
摺動面を安定化させることで、  
摩擦力の安定した評価を実現！

## 研究成果に関する文献・資料

- M. Nosaka, et. al., "The Run-in Process for Stable Friction Fade-Out and Tribofilm Analyses by SEM and Nano-Indenter", Tribology online: 12 (5) 274-280, 2017
- 中島、齋藤、徳田：摩擦力測定精度向上のための慣性質量の影響検討，潤滑経済，Vol.6, No.663, P.44-47 (2020)

## 研究員からのひとこと

この技術で摺動部品の低摩擦化が可能です。  
“超摩擦”、“摩擦評価”に興味のある方は、  
お気軽にお問い合わせください。

共同研究者 中島 昌一 (ALSC)

# レオメータを活用した 工業用油脂の潤滑特性評価

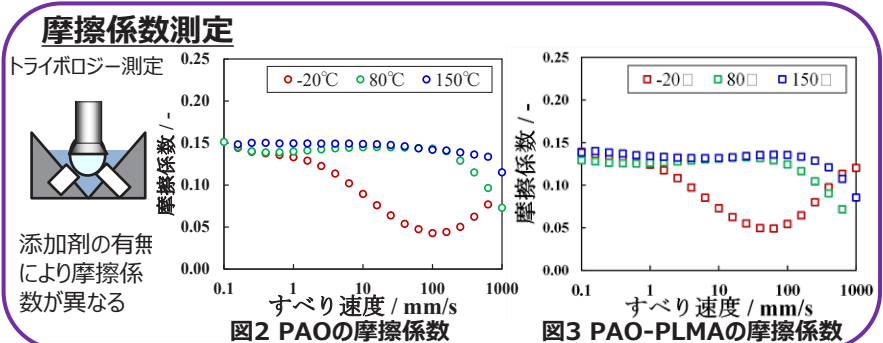
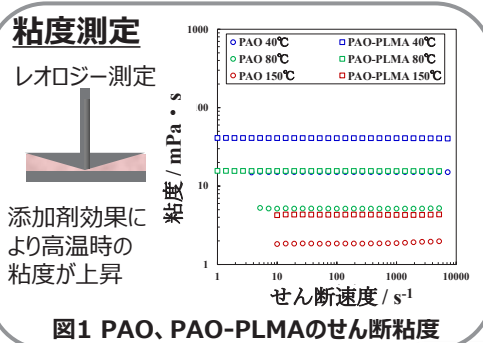
マテリアル応用技術

プロセス技術グループ 成田 武文  
TEL 03-5530-2630

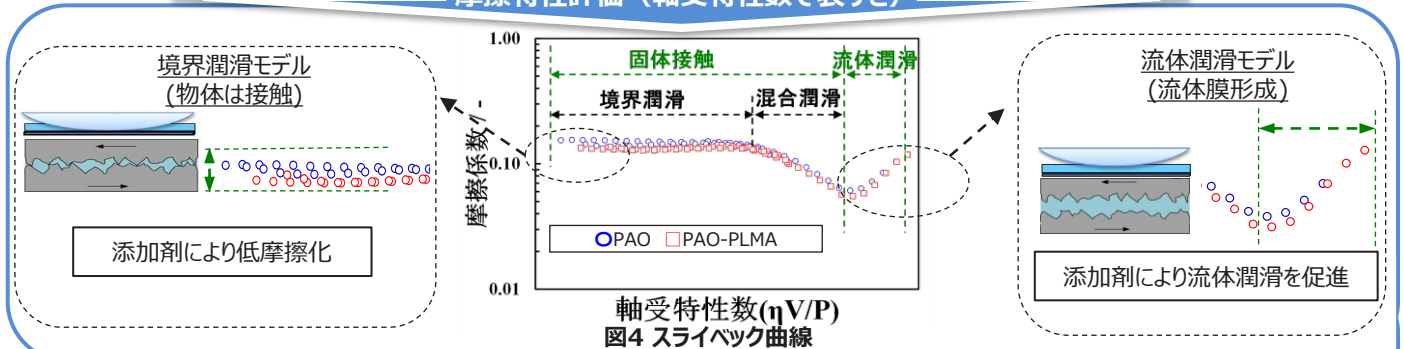
## 特徴

レオメータにトライボセルを用いて、工業用油脂の摩擦特性をスライベック曲線で知ることができます。境界・混合・流体潤滑における試料の摩擦特性を考察するために必要なせん断粘度や接触部のギャップも測定できます。

エンジン油に使用される基油PAOに添加剤PLMAを添加した試料の粘度と摩擦係数からスライベック曲線を作成し、摩擦特性を評価しました。PLMAを添加することで、境界摩擦係数の低減と流体潤滑領域を拡大できることがわかりました。



## 摩擦特性評価（軸受特性数で表すと）



## 従来技術に比べての優位性

- 潤滑特性に及ぼす添加剤の影響を流体潤滑から境界潤滑の範囲まで調べられます。
- さらに、高精度のせん断粘度の測定による現象の考察も加えられます。
- 広範囲のすべり速度における摩擦測定

- ・粘度測定と摩擦測定で摩擦特性を評価できる
- ・PAO-PLMAを添加することで、基油PAOよりも、トライボロジー特性を向上させることができる

**流体潤滑から境界潤滑にかけての  
添加剤の潤滑特性効果の評価が可能！**

## 今後の展開

- 化学構造を意図的に調整した添加剤の摩擦特性評価
- 流体潤滑に及ぼすテクスチャリングの効果の検証
- 流体潤滑の添加剤とテクスチャリングの組み合わせ効果の検証

## 研究員からのひとこと

この測定技術で工業用油脂の摩擦特性の評価が可能です。

お気軽にお問い合わせください。

共同研究者 中村 健太、齋藤 庸賀、徳田 祐樹（都産技研）

# 気体や液体の可視化技術を用いた取り組み

プロセス技術グループ 石田 祐也  
TEL 03-5530-2630

## 特徴

誘起蛍光法による流体の可視化装置と模擬揺動洗浄装置を作成し、洗浄中の浮上油の挙動や洗浄品に付着した油を可視化しました。研磨工程の空気中の微粒子挙動をシート光を用いて可視化しました。

### 液体 + 気体の可視化【蛍光観察】

揺動洗浄中の浮上油の影響を可視化しました。洗浄かごのメッシュの選択で、洗浄品の表面に付着する気泡の大きさや量が変わり、浮上油の再付着量に影響することがわかりました。(図1)

### 微粒子 + 気体の可視化【シート光観察】

機械研磨中の微粒子の挙動を可視化しました。粉塵除去装置の吸引により、ワークレスト近傍の微粒子の挙動が変わり、停止時に吹き上げられる微粒子が低減できることがわかりました。(図2, 3)

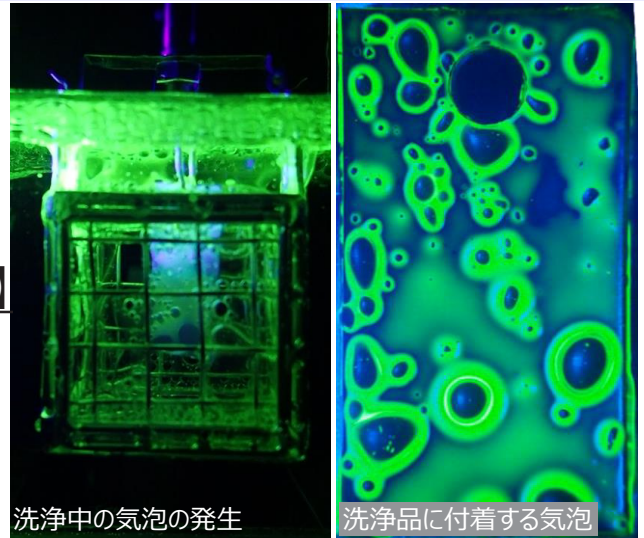


図1 液体 + 気体の蛍光観察

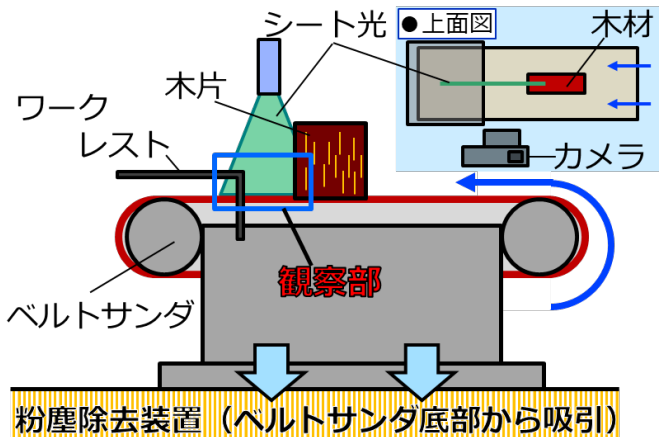


図2 機械研磨中の微粒子挙動の観察装置

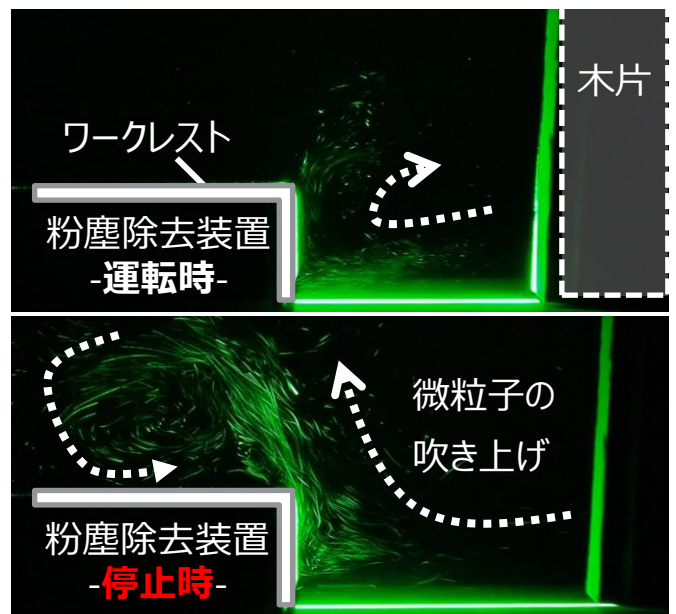


図3 微粒子 + 気体のシート光観察

## 研究成果に関する文献・資料

- 石田他：洗浄槽内における洗浄かご揺動に伴う浮上油挙動の可視化，日本混相流学会，混相流シンポジウム2019 講演論文集（2019） 他

## 従来技術に比べての優位性

- 蛍光顕微鏡では不可能だった広範囲の蛍光観察が可能
- 緑色シート光により微粒子挙動の鮮明な可視化が可能

## 今後の展開

- 流体を伴う生産プロセス分野での研究開発に活用できます。
- オーダーメイド技術支援などでの活用が期待できます。

### 研究員からのひとこと

空気や液体の挙動を可視化撮影し、画像解析などを用いた開発につなげることができます。気体や液体の流れに興味のある企業の皆さま、共同研究や技術開発でご活用ください。



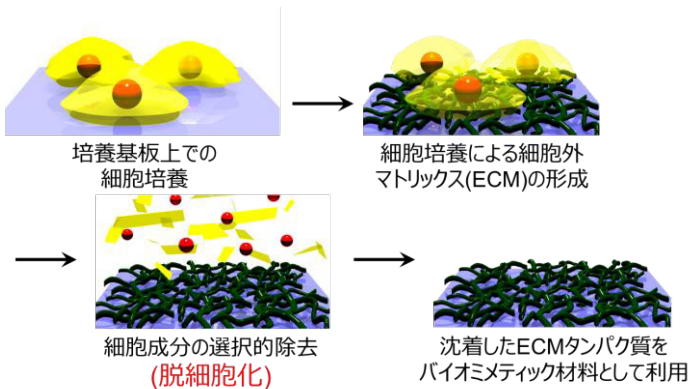
# 生体内環境を模倣した 培養基板を用いた 抗がん剤耐性評価系の開発

マテリアル応用技術

バイオ技術グループ 干場 隆志  
TEL 03-5530-2671

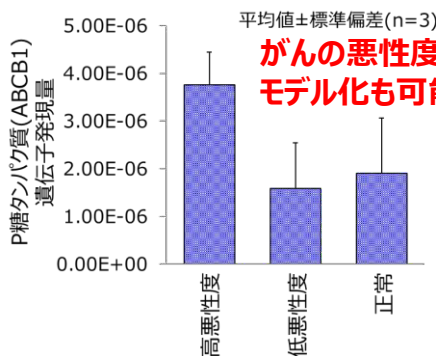
## 特徴

生体内の細胞周囲の環境を模倣した**バイオメティックな細胞培養用材料**を開発しました。従来のプラスチック細胞培養用材料よりも**生体内に近い抗がん剤耐性を誘導できます**。より正確に生体内での抗がん剤の効果を見積もることができるため、抗がん剤開発のための初期スクリーニング用材料として利用できます。



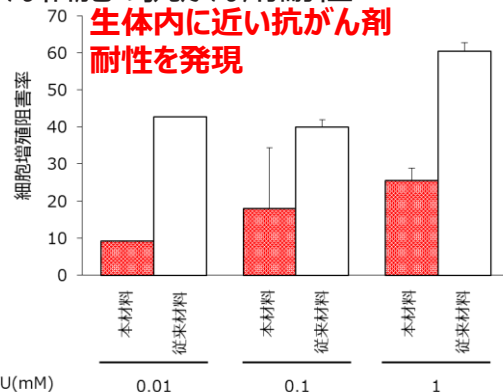
脱細胞化によるバイオメティックな培養基板の作製

作用機序解析例1)薬物排出トランスポーターの遺伝子発現解析

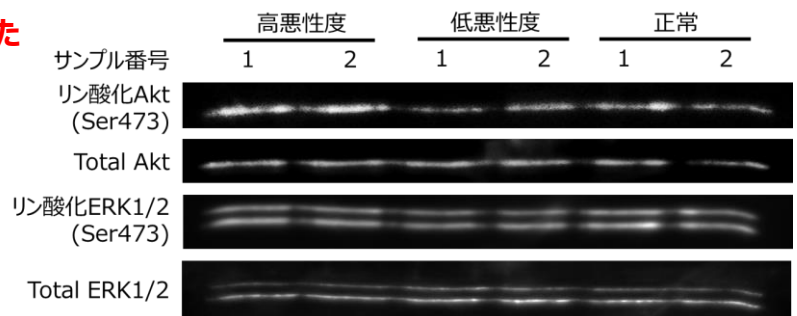


サンプル番号  
リン酸化Akt (Ser473)  
Total Akt  
リン酸化ERK1/2 (Ser473)  
Total ERK1/2

がん細胞の抗がん剤耐性



作用機序解析例2)ウェスタンブロット法による生存シグナル活性解析



## 従来技術に比べての優位性

- 化学的、物理的な手法では困難な生体内環境を模倣したバイオメティックな材料を作製可能
- 薬剤スクリーニングだけでなく、作用機序の解析にも応用可
- 異なる細胞を培養することで、異なる組織の生体内環境を模倣した培養基板も作製可

## 今後の展開

- 創薬スクリーニングへの応用
- 化成品などの安全性、有効性評価系の構築
- 再生医療、組織工学分野への応用

## 研究成果に関する文献・資料

- T. Hoshiba, Decellularized Extracellular Matrix for Cancer Research. *Materials*, 12(8), 1311 (2019)(Open Access)
- 岸田晶夫、山岡哲二、干場隆志監修：「脱細胞化組織の作製法と医療・バイオ応用」、シーエムシー出版

## 研究員からのひとこと

脱細胞化マトリックス全般のご相談を受けています。また、細胞外マトリックスを用いた製品開発だけでなく、再生医療およびその周辺分野に関するご相談にも対応可能です。

本研究はJSPS科研費(JP17H04741他)、都産技研・基盤研究(2019年度)により実施されたものです。



# 微生物を利用した 水素エネルギーキャリア製造方法

バイオ技術グループ 田中 真美  
TEL 03-5530-2671

## 特徴

水素エネルギーのキャリアとして有用なメチルシクロヘキサン(MCH)を、微生物を利用して一段階で製造する電解セルを開発しました。水素エネルギー社会実現に向け、新たな水素製造技術の確立へ第一歩を踏み出しました。

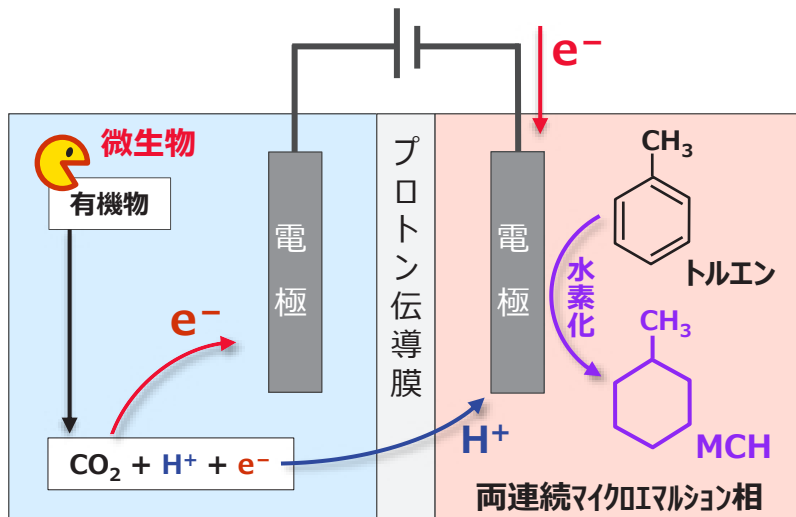


図1 開発したMCH生成微生物電解セルの概略図



図2 電解中の様子

微生物活動を利用 + 両連続マイクロエマルジョン相でトルエンを電気化学的に水素化

再生可能な資源を用いて、水素キャリア（メチルシクロヘキサン）の一段階での製造を実現

### 従来技術に比べての優位性

- 微生物電解セルに、トルエンの電気化学的な水素化を可能にする両連続マイクロエマルジョンを一体化
- 再生可能な資源である微生物を利用して水素キャリアが1段階で製造可能

### 研究成果に関する文献・資料

- Tanaka et al.: Direct Electrochemical Hydrogenation of Toluene Using a Microbial Electrolysis Cell Containing a Bicontinuous Microemulsion, Journal of Chemical Engineering of Japan (in press)

### 今後の展開

- 排水中の有機物処理と並行しての水素エネルギーキャリアの製造も期待できます。
- エネルギー製造技術の多様化に貢献します。

### 研究者からのひとこと

本研究では反応プロセスを考案・開発し、新たなエネルギー製造技術確立への第一歩を踏み出しました。

共同研究者 小林 真大、小沼 ルミ、奥 優、田熊 保彦、木下 健司（都産技研）

# そごう ヒト爪甲の物質浸透性に近似した ケラチンベース爪甲モデルの開発

特許出願中

マテリアル応用技術

バイオ技術グループ 土屋和彦  
TEL 03-5530-2671

## 特徴

爪化粧品の保湿と保護効果を迅速に評価できる爪甲モデルを開発しました。このモデルはヒト爪甲に近似した接触角と物質浸透性を有し爪化粧品の有効性試験や成分の最適化に活用いただけます。

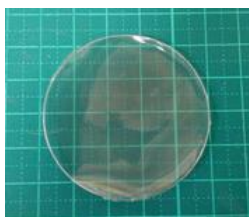


図1 開発した爪甲モデル

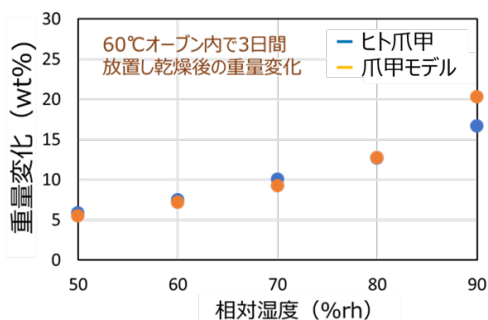


図3 湿度による含水分量の変化

- ヒト爪甲に近似した含水分量を有し保湿効果の評価に応用可能です。

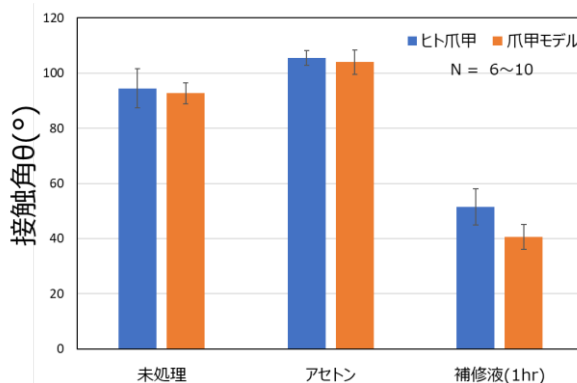


図2 ヒト爪甲及び爪甲モデルの撥水性

- ヒト爪甲と同等の表面接触角を有し、除光液や補修剤による撥水性や保護効果の評価が可能です。

ローダミンB  
(水溶性)

オイルレッド  
(脂溶性)

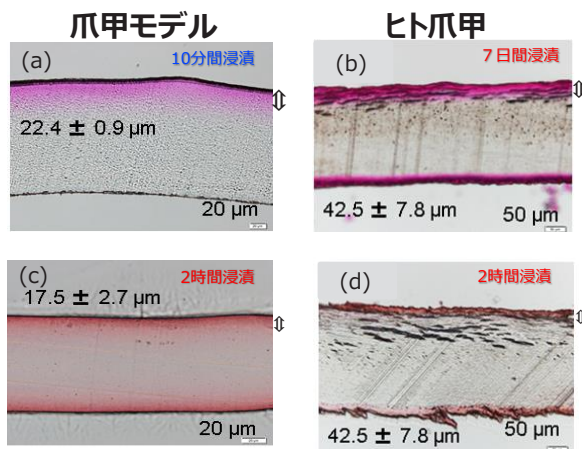


図4 ヒト爪甲および爪甲モデルの化合物浸透性

(a)爪甲モデルのローダミンB浸透性、(b)ヒト爪甲のローダミンB浸透性  
(c)爪甲モデルのオイルレッド浸透性、(d)ヒト爪甲のオイルレッド浸透性

- 水溶性と脂溶性物質の両方に浸透性を有しかつ有効成分の加速的な浸透性評価が可能です。

## 従来技術に比べての優位性

- 従来のケラチンフィルムでは困難であった脂溶性物質の浸透性の評価を可能にした。
- 爪甲モデルによる化粧品成分の接触角および浸透性評価からヒト爪甲に対する保湿効果等の有効性を容易に評価できる。

## 今後の展開

- イメージング質量顕微鏡を用いた分子量による物質浸透性の分布を可視化
- 爪化粧品の保湿効果を物理的な評価で客観的に検証
- 毛髪化粧料による損傷改善・補修効果が評価できる毛髪モデルへの応用展開

## 研究者からのひとこと

エナメル、除光液や補修液などの爪化粧品に対する損傷改善および補修効果をin vitroな試験で迅速に評価できます。依頼試験のご相談など、ご興味ございましたらぜひお問い合わせいただければ幸いです。

共同研究者 永川 栄泰、柚木 俊二 (都産技研)