



令和6年度(2024)

大阪技術研 テクノレポート

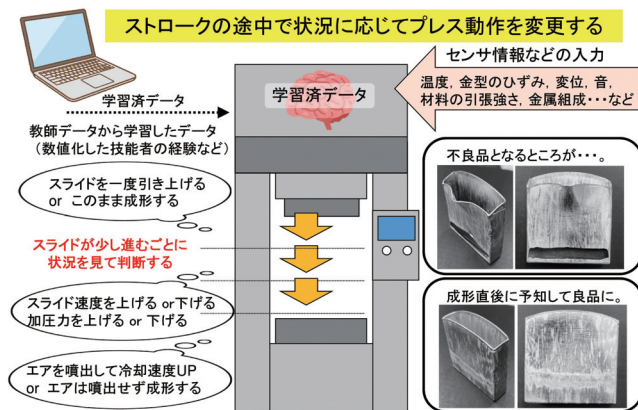
Osaka Research Institute of
Industrial Science and Technology

深層学習で成形開始直後に不良を予知、智能化プレス加工で不良率を低減 (加工成形研究部 精密・成形加工研究室)

プレス加工は、金型を取り付けたスライドの上下往復動作により、金属材料を変形させて所望の形状部品を作る生産性の高い加工法です。2000年頃よりサーボプレスと呼ばれる自由なスライドモーションを設定できるプレス機械が登場し、さまざまな活用法が検討されています。

当研究所では、深層学習とサーボプレスのスライドモーション制御を融合して、成形不良の予知とスライドモーションの自動変更が可能なプレス加工法の開発に成功しました。薄い壁を有する筐体のインパクト成形において、割れの発生を成形開始直後に予知し、最適なプレスモーションに変更することで、そのまま成形すれば不良品となるところを、割れない良品を成形することができました。

※本研究成果は、日本塑性加工学会で講演発表、塑性と加工に論文発表。天田財団研究助成に採択。



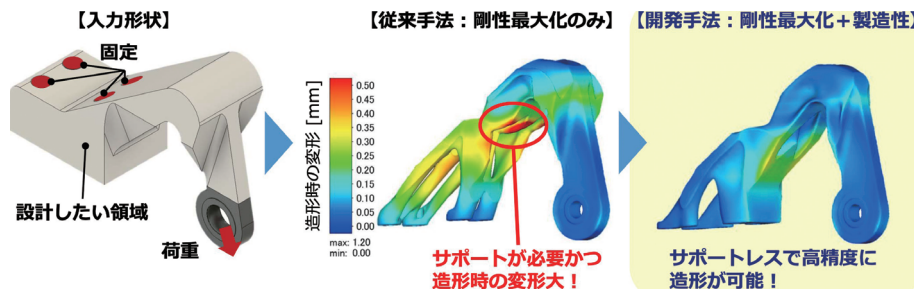
金属3D積層造形の製造性を考慮したトポロジー最適化設計手法を開発

([加工成形研究部](#) [特殊加工研究室](#))

トポロジー最適化は、剛性・熱伝導性などの製品性能を最大にする形状を数値計算により自動的に求める設計手法です。製品の更なる高性能化が期待できますが、得られる形状は複雑であるため、金属3D積層造形との組み合わせが注目されています。しかしながら、積層造形の方式によっては、積層角度に制限があり、また造形体にひずみが生じるため、造形の失敗や造形精度の低下を招く問題がありました。

当研究所では、金属3D積層造形で生じる熱変形や積層角度の制限を考慮可能なトポロジー最適化設計手法を開発しました。本手法により、幅広い産業分野において、軽量・高性能な部品・製品の設計と製造がより簡便に行えるようになります。

※本研究成果は、[Comput. Meth. Appl. Mech. Eng.](#) に論文発表。科研費に採択。



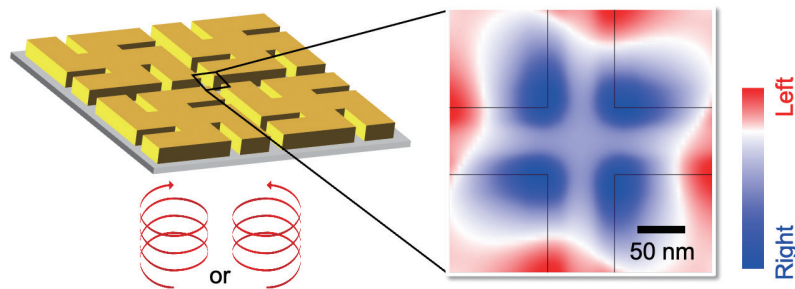
光誘起力顕微鏡による局所的な円偏光場のマッピング

(電子・機械システム研究部 電子デバイス研究室)

光誘起力顕微鏡 (PiFM) は、対象試料に光を照射することで局在光を誘起し、原子間力顕微鏡の仕組みを用いて、局在光から探針が受ける力を検出します。光の回折限界を超えてナノスケールの微視的な物質の光学応答を調べることができ、分子レベルの表面物性の観察や、新規材料の創成のための分析手法として注目されています。

当研究所では、ナノスケールのキラル物質の光学応答に着目し、左右円偏光入射によって物質近傍に誘起される局所的な円偏光場を PiFM 像として取得する理論的な手法を開発しました。本成果は、単一分子レベルのキラリティの検出や光化学反応場への応用ができると考えられ、材料化学、創薬分野における新たな分析手法として期待されます。

※本研究成果は、J. Chem. Phys. などで論文発表。
科研費に採択。



キラル物質のモデルと左右円偏光入射時の円二色性PiFM像の例

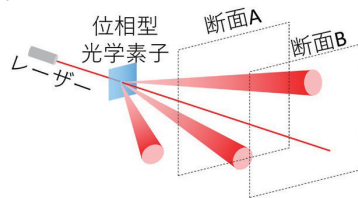
位相型光学素子の最適設計手法の開発

(製品信頼性研究部 電子応用工学研究室)

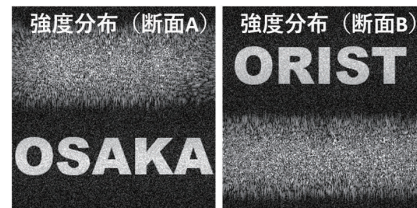
IoT デバイスの更なる発展に向けては、光の指向性を活用した無線給電やセキュリティの高い光通信の実現が期待されています。これらの技術分野では、光の広がり方や集光位置を効率よく制御する位相型光学素子の開発が求められています。しかしながら、位相のみ制御する位相型光学素子においては、目的とする光を形成するために必要な位相分布の設計法の確立が課題となっていました。

当研究所では、空間内の光の伝搬挙動を考慮しつつ、繰り返し処理により光学素子の位相分布を最適設計する手法を開発しました。これにより、奥行き方向も含めて、空間内の任意の位置へ光を集光または分岐することができます。さらには、立体像を表示する設計も可能なことから、幅広い応用展開が期待できます。

※本研究成果は、**応用物理学**
学会で講演発表。



【位相型光学素子による光の制御】



【最適化例】

鉄道コンテナ輸送における振動環境の分析

(製品信頼性研究部 生活科学・輸送包装研究室)

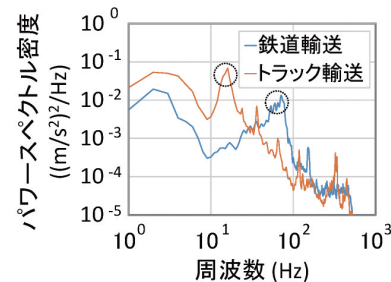
鉄道コンテナ輸送は、トラックに比べて大量輸送が可能で環境負荷も小さいことから、再び注目されています。鉄道コンテナ輸送をさらに普及させるには、出荷から納入までの所要時間の短縮などに加えて、輸送における荷擦れなどの貨物損傷への対策が課題となっています。

当研究所では、貨物損傷防止策を確立するために、他機関との共同研究で鉄道コンテナ輸送における振動環境を分析しました。12フィートコンテナを用いた輸送実験により、荷台振動の前後、左右、上下方向のそれぞれの加速度を計測し、周波数解析を行いました。解析結果より、鉄道コンテナ輸送では約 70 Hz にピークがあるのに対し、トラック輸送では約 15 Hz にピークがあり、両者の振動の特徴が異なることがわかりました。今後は、これらのデータと試験機を利用して貨物損傷の発生メカニズムの解明に取り組む予定です。

※本研究成果は、日本包装
技術協会で講演発表。



鉄道コンテナの外観



荷台振動の周波数解析結果

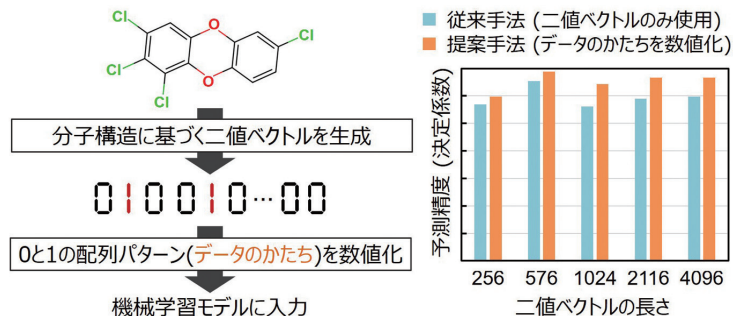
分子構造に基づくデータのかたちを物性予測に応用

([高分子機能材料研究部](#) [生活環境材料研究室](#))

薬は健康維持・増進に不可欠ですが、一般に創薬には10年以上の年月と多額の開発費が必要です。創薬に要する時間やコストを低減し、3万分の1とも言われる創薬成功確率を高めるツールとしてAI・機械学習が注目されています。

当研究所では、低分子の物性予測に資する解析手法を開発しました。低分子の化学構造は0と1を要素とする二値ベクトルで表現可能ですが、本研究ではさらに0と1の配列パターン（データのかたち）を数値化し、機械学習モデルの入力データとしました。その結果、生成する二値ベクトルの長さにかかわらず、水溶性に関連する物性値の予測精度が向上することがわかりました。本技術により、創薬や材料開発などに用いるAI・機械学習の精度向上が期待されます。

※本研究成果は、[SAR. QSAR. Environ. Res.](#) に論文発表。



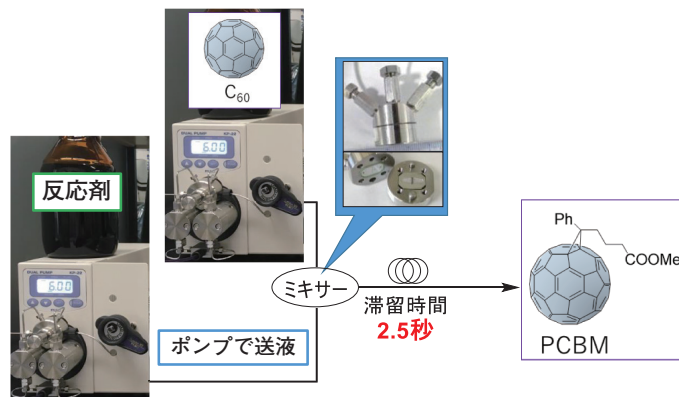
有機合成の工程改良にフロー合成法を活用

(有機材料研究部 機能性材料合成研究室)

フロー合成法は開発段階から実生産への展開が容易で、需要に応じた生産管理が可能であるため、近年注目の製造手法です。また、反応を精密に制御できることから、収率、選択性の向上や安全面の観点からも実用化が期待されています。

当研究所では、有機薄膜太陽電池材料としても用いられるフラーレン誘導体の合成にフロー合成法を取り入れ、より実用的な製造法への展開を試みました。独自の反応剤を用いて最適化を行うことで、フラスコで数時間の反応について、わずか 2.5 秒での短時間合成および 1 時間以上の安定した連続運転を実現できました。本技術を様々な有機半導体材料の合成にも展開するとともに、光反応や二層系反応など色々な有機合成反応のフロー化も試みています。

※本研究成果は、産業技術支援フェア
in KANSAI で講演発表。科研費に採択。



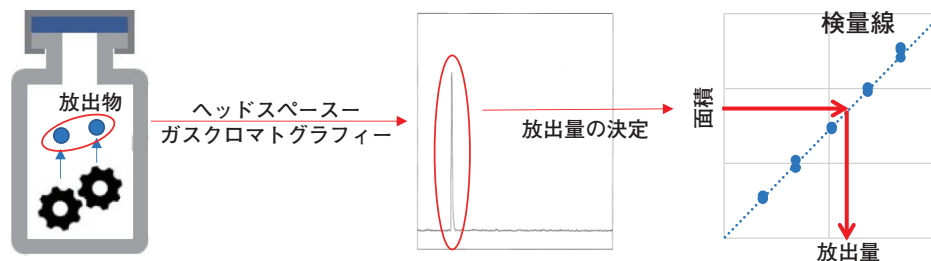
ヘッドスペース - ガスクロマトグラフィーによる放出物質分析を可能にする技術

(有機材料研究部 [ファインケミカル材料研究室](#))

分析技術の向上に伴い、化学物質に関する規制や規格が範囲を拡大するとともに厳しくなっています。例えば、固形サンプルからの放出物質の定量分析では、チャンバー法などの特別なサンプリング方法が必要になりますが、専用の捕集装置が必要うえに捕集自体にも時間がかかり、高度な分析方法を要する場合もあるため、新しい規制にも対応しつつ、短時間で比較的簡便に分析できる方法が求められています。

当研究所では、難揮発性液体を溶媒として定量対象物質の溶液を調製・添加するなどの工夫を採り入れることで、従来はヘッドスペース - ガスクロマトグラフィー法での分析が困難であった物質に対しても本法を適用し、簡便に定量できる技術を確立しました。

※本研究成果は、産業技術支援フェア in KANSAI で講演発表。



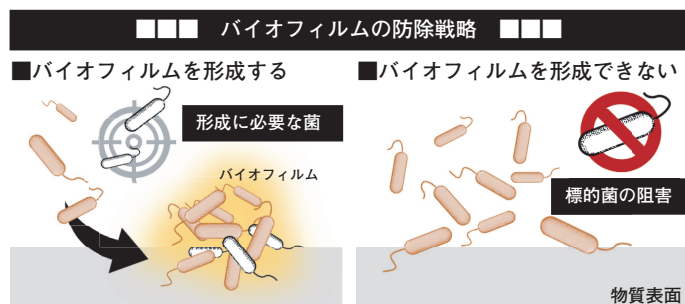
バイオフィルム防除の標的となる菌の特定

(生物・生活材料研究部 脂質工学研究室)

水回りのヌメリや口腔内の歯垢などに代表されるバイオフィルムは、多数の微生物が協奏的につくる粘着性の集合体です。バイオフィルム中の微生物は、抗菌剤に対する耐性が飛躍的に高くなります。そのためバイオフィルムの効率的な防除は、感染症対策として重要な課題となっています。

当研究所では、排水口のバイオフィルムを対象として、そこから分離した菌のバイオフィルム形成能を評価しました。各菌を様々な組み合わせで混合培養することにより、単独では形成能が低い菌でも、バイオフィルム形成に重要な役割を果たす菌が存在することを明らかにしました。この菌の増殖を選択的に阻害することでバイオフィルムの効率的な防除が可能になると期待されます。

※本研究成果は、電気鍍金研究会で講演発表、科学と工業で解説。



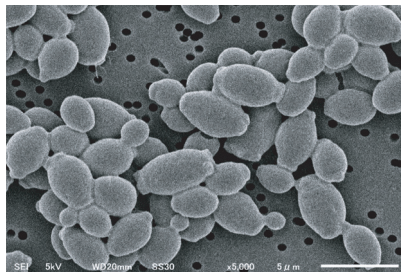
カンジダ菌の増殖を抑える脂質

(生物・生活材料研究部 脂質工学研究室)

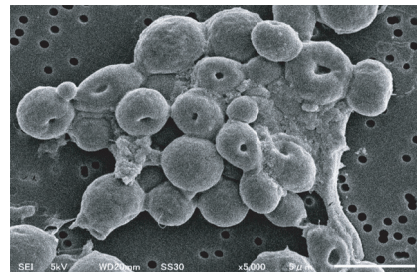
カンジダ菌はヒトの皮膚や粘膜、デリケートゾーン、口腔などに常在する真菌で、普段は感染を引き起こしませんが、宿主の免疫低下により菌が増殖して発症する日和見感染菌です。皮膚の真菌感染症のうち、カンジダ症は白癬症（水虫）に次いで多い疾病であり、その発症部位は多岐にわたります。

当研究所では、ある脂質がカンジダ菌の増殖を抑えることを見出しました。その脂質を菌に曝露させると、菌体に穴が開き死滅することが明らかになりました。また、それらの脂質を繊維に塗布した際にも繊維上で抗菌効果を発揮することがわかりました。この知見は、繊維製品や医薬品、化粧品に応用することが可能です。

※本研究成果は、日本油
化学会にて講演発表。
JST A-STEP ト ラ イ
アウトに採択。



脂質処理なし



脂質処理あり (菌体に穴が開いている)

酵素を使用した文化財修復技術を開発

(環境技術研究部 環境材料・生物工学研究室)

絹本などの文化財を修復する際には、裏打ちされた紙を作品から取り除く必要があります。しかし、裏打紙を接着するために使用されたデンプン糊を大量の水で除去しようとすると作品が脆弱化してしまう問題があるため、効果的なデンプン糊の除去方法の開発が望まれていました。

当研究所では、国立研究機関と共同で、文化財に使用されたデンプン糊を安全に除去する技術の開発に取り組みました。その結果、微生物が生産する酵素である α -アミラーゼを利用したデンプン糊の分解が効果的であり、また、使用後にエタノールを用いて酵素を失活させることで、新たな裏打紙をデンプン糊で再接着する際にも接着力が低下しないことを見出しました。この技術は実際の文化財修

復でも活用できると期待されます。

※本研究成果は、文化財保存修復学会で講演発表、保存科学に論文発表。



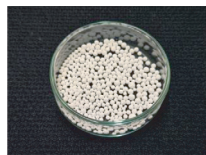
複数の塩類を利用した精密湿度制御

(環境技術研究部 先進炭素材料研究室)

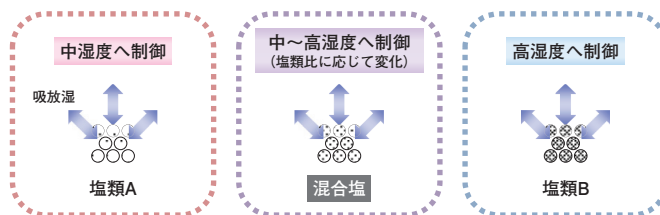
住空間での快適湿度の実現や、植物工場での適切な湿度管理など、最近は精密な湿度制御が注目される場面が多くなっています。さらに省エネルギー化の観点からは、空調機器や湿度センサーに依存しない、材料のみでの自律的な湿度制御が望まれています。

当研究所では、塩類担持シリカゲル等の塩類を複合化した湿度制御材料の開発に取り組んでいます。塩類はその種類ごとに対応した湿度にしか制御できませんが、複数の塩類を混合することによって様々な湿度に精密制御できる可能性を見出しました。この技術を用いることで、多種多様な湿度環境実現の要望に応えることのできる材料の開発が期待できます。

※本研究成果は、産業技術支援フェア in KANSAI で講演発表。



塩類担持シリカゲル



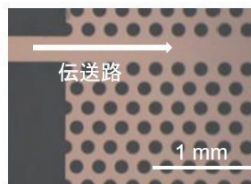
シリコン微細加工によるテラヘルツ伝送路

(電子・機械システム研究部 電子デバイス研究室)

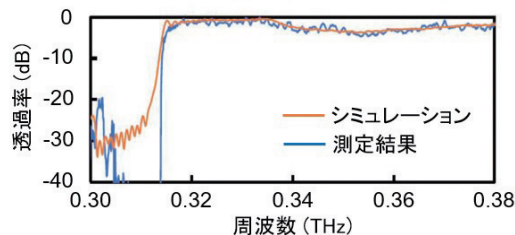
IoT 技術の進展や Society 5.0 への移行に伴い、超高速、大容量、低遅延な無線通信システムが必要とされています。そのための周波数帯としてテラヘルツ波が有望視されており、テラヘルツ波を低損失に伝送できるシリコンを用いたデバイスの開発が注目されています。

当研究所では、大学と共同でシリコン微細加工によるテラヘルツ伝送路の研究開発を行っています。エッチングプロセスにおいてガス流量やプラズマパワーを抑制するなど、プロセスの改良に取り組み、シミュレーションと測定結果がよく一致する低損失な伝送路を実際に作製することに成功しました。この技術を活かして、無線通信に必要とされる機能を備えたデバイスの開発に取り組んでいます。

※本研究成果は、応用物理学会、電子情報通信学会で講演発表。NICT Beyond 5G 研究開発促進事業、科研費に採択。



作製したテラヘルツ伝送路



透過率のシミュレーションと測定結果

赤外線波長域のオールカーボン光学多層膜の簡便な作製法の確立

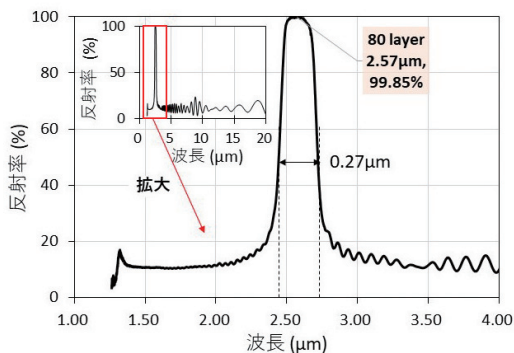
(電子・機械システム研究部 電子デバイス研究室)

自動運転をはじめとする制御技術の高度化に伴い、赤外線センシングの市場規模が大きく拡大しています。しかしながら、赤外線波長域で使用可能な光学材料は少なく、また、製造コストの高さや耐久性の低さ、毒性の懸念などが製品開発の課題となっています。

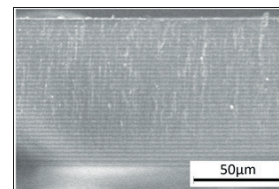
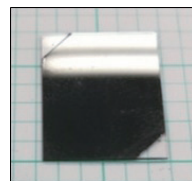
当研究所では、これらの課題の解決へ向け、長年培ってきたプラズマ CVD 技術を活用し、無毒、化学的に安定で、安価なカーボン膜の使用を検討しました。急峻な屈折率界面の形成や、多層化に伴う応力の制御等の要素技術を開発することで、カーボンのみを使用した簡便な光学多層膜の作製法を確立しました。この

ようなモノマテリアル構成はリサイクル性が高く、従来品とは一線を画した環境にやさしい製品の実現が期待できます。

※本研究成果は、表面技術協会で講演発表。特許出願。



オールカーボン光学多層膜の
赤外線波長域の光学反射率



オールカーボン光学多層膜の
外観と断面SEM像

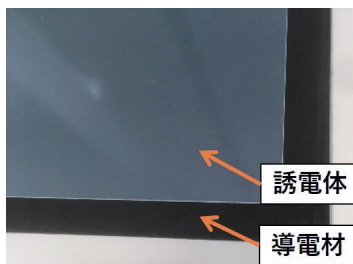
メタルバックを用いないミリ波帯用電波吸収体の開発

(製品信頼性研究部 電子応用工学研究室)

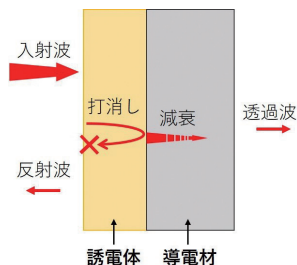
近年、通信機器には機器間の誤作動等を防止するため、不要な電磁波を吸収する電波吸収体が用いられています。一般的に電波吸収体には裏打ち金属板（メタルバック）が用いられています。が、機器の小型化、軽量化および製造コストの点で課題となっています。

当研究所では、大学や企業と共同でメタルバックを用いないミリ波帯用電波吸収体を開発しました。本吸収体は導電材と誘電体の二層構造になっており、導電材層の導電率と厚みを目的に応じて最適設計することで、メタルバックを用いた電波吸収体と同等の特性を得ることができました。全体の厚さが2～3 mm と薄く、背面からの電磁波の影響を受けにくいことが特徴です。

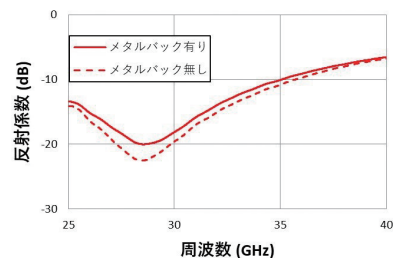
※本研究成果は、電子情報通信学会和文論文誌 B で論文発表。



開発した電波吸収体



構造模式図



電磁波吸収特性

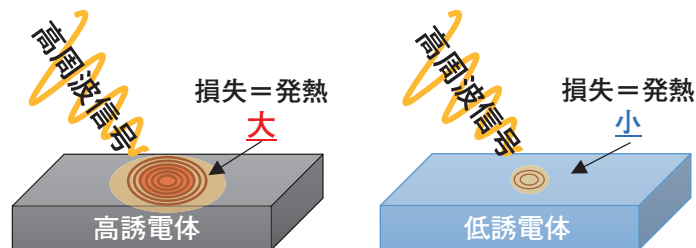
高周波信号の利用に向けた低損失材料の開発

([電子材料研究部](#) [ハイブリッド材料研究室](#))

情報化社会の発展に伴い通信量が急速に増加し、高速化実現のために高周波信号の利用が不可欠となっています。しかし、高周波信号を利用すると、電子部品に使用されている誘電体による信号損失＝発熱が大きいと、低損失な低誘電体の開発が求められています。

当研究所では、ケイ素系高分子に着目し、その末端基を適切に処理することで、低誘電率・低誘電正接を持つ低損失な材料を開発しました。ケイ素系高分子の強みである高い耐熱性を維持しており、400℃付近まで熱的に安定で、高い耐熱性が求められる高周波対応材料への応用が期待できます。

※本研究成果は、高分子討論
会、無機高分子研究討論会、
ISOS-20 で講演発表。



➡ 低誘電化により損失を低減

特異な構造を持つ発光するマイクロ結晶体の作製方法を発見！

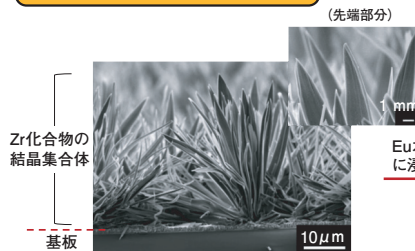
(電子材料研究部 ハイブリッド材料研究室)

マイクロサイズのジルコニア (ZrO_2) 結晶体は、光触媒特性や光学特性などの機能を有することから、活発に研究されています。基板表面にこうした結晶体を成長させれば、表面の機能化につながり、新たな材料展開が期待できますが、研究例はほとんどありませんでした。

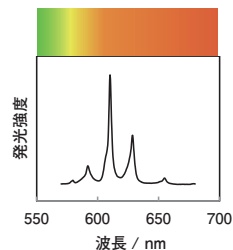
当研究所では、ジルコニウム (Zr) を含む水溶液を電気分解することで、数十マイクロメートルの剣型葉っぱ形状という特異な構造の Zr 化合物結晶体の集合物を基板上に作製することに成功しました。さらに、この基板をユウロピウム (Eu) 含有水溶液に浸漬し、熱処理することで ZrO_2 に Eu 化合物が付加し、赤く発光する結晶体を得ました。このような水溶液プロセスは、マイクロ結晶体の集合物を作製する簡便な手法として利用できます。

※本研究成果は、表面技術協会、関西表面技術フォーラムで講演発表。

Zr水溶液の電気分解で得られた結晶体



Eu付与ジルコニア結晶集合体の発光スペクトル



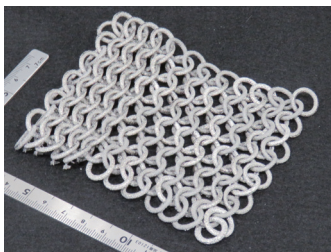
電子ビーム積層造形物の強度特性制御

(加工成形研究部 特殊加工研究室)

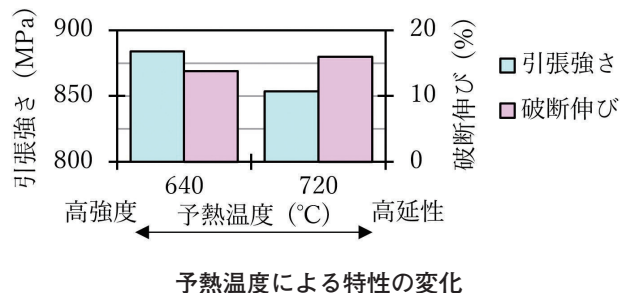
電子ビーム積層造形法は金属 3D プリンティングの一方式であり、プロセス中に造形物を含めた粉末床を予備加熱することで熱変形や割れのない高精度な造形物を作製できることが特長です。しかしながら、予熱温度条件によっては、造形物の強度が低下する課題がありました。

当研究所では、様々な予熱温度条件下でチタン合金 (Ti-6mass%Al-4mass%V) 造形物の機械的性質を調査しました。その結果、予熱温度の違いにより造形物の金属組織形態は変化し、それが強度と延性に影響を及ぼすことを明らかにしました。これにより、造形中の予熱温度を制御し、種々の用途に応じて適切な強度・延性を有する造形物を作製できるようになりました。

※本研究成果は、粉体粉末冶金協会で講演発表。



電子ビーム積層造形物
(チタン合金製の継ぎ目のない鎖)



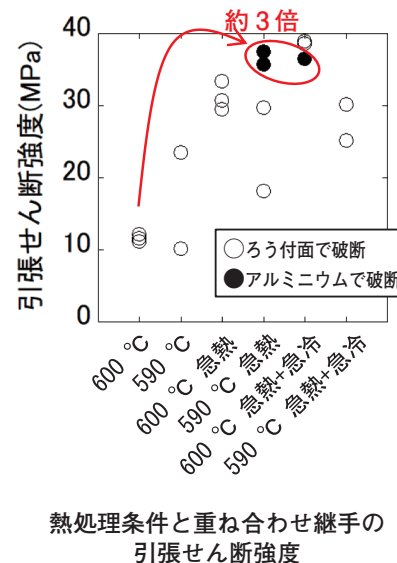
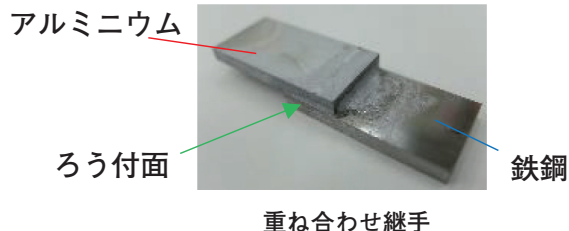
鉄鋼とアルミニウムの炉中ろう付技術

(金属表面处理研究部 金属分析・表面改质研究室)

電気自動車では、車体の軽量化、バッテリーやパワーデバイスの冷却性能向上のために、アルミニウム合金の使用比率が増加し、鉄鋼材料とアルミニウムとの多様な接合技術が求められると考えられます。ろう付は、有用な接合技術の一つですが、鉄鋼とアルミニウムの異種金属接合については、これまで実用化は困難とされてきました。

当研究所では、アルミニウムろう材とフラックスの組み合わせにより、鉄鋼とアルミニウムのろう付に成功しました。また、急熱・急冷処理を行うことにより、通常の加熱・炉冷処理を行った場合と比較して、引張せん断強度が約3倍で母材のアルミニウムで破断が生じるもののろう付部分では破断しないろう付条件を見出しました。

※本研究成果は、日本熱処理技術協会で講演発表。



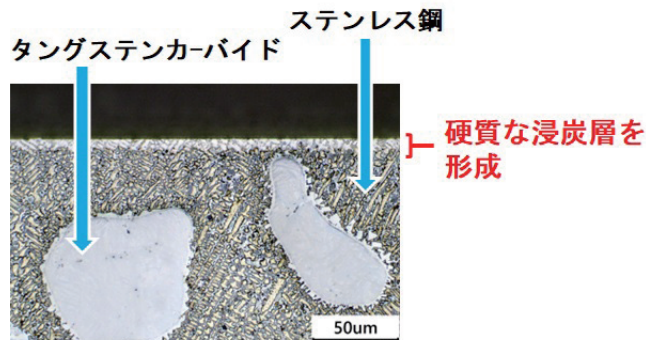
タングステンカーバイドとステンレス鋼からなる複合クラッド層の硬さ向上

(金属表面処理研究部 金属分析・表面改質研究室)

レーザクラッディングは母材の上に材料粉末を供給し、レーザの熱で溶融させて表面に肉盛り層を形成する技術です。材料粉末にタングステンカーバイドとステンレス鋼を用いた複合クラッド層は、摩擦摩耗の厳しい環境下でも長期間使用可能な硬さを有することから、表面の保護皮膜や造形物として利用されています。しかしながら、セラミックスとの比較では硬さに劣ることから、用途拡大に向けて硬さの向上が課題となっていました。

当研究所では、複合クラッド層をメタングス雰囲気中でプラズマ処理し、表面に炭素濃度を高めた硬質な浸炭層を形成することで、硬さ向上に成功しました。また、この層は耐腐食性にも優れており、複合クラッド層のさらなる用途拡大が期待できます。

※本研究成果は、日本溶射学会などで講演発表、Metalsなどに論文発表。科研費に採択。



タングステンカーバイド/ステンレス鋼複合クラッド層

環境に配慮した皮革のなめし加工代替技術の開発

(有機材料研究部 ファインケミカル材料研究室)

ポリエステルなどの難分解性の高分子材料が海洋中で微粒子化し、マイクロプラスチックとして世界的な問題となっており、最近になって、牛、豚、魚由来の皮革が生分解性に優れているとして再び見直されています。しかしながら、コラーゲントタンパク主体の皮革は耐熱性が低く、有害なクロムを用いた耐熱加工（なめし加工）が必須という課題があります。

当研究所では、食品の着色反応であるメイラード反応を適用し、反応性の高い還元糖の酸化物を利用したタンパク質材料の着色について研究しており、今回、耐熱性の低い牛革を還元糖の酸化物で着色したところ、着色と同時に耐熱性を大きく改善できることがわかりました。この方法は、なめし加工に代わる技術としても注目されます。

※本研究成果は、繊維学会、日本化学会で講演発表、J. Text. Eng. で論文発表。科研費に採択。



グルコース酸化物で着色した牛革（左：着色前、中：淡色、右：濃色）

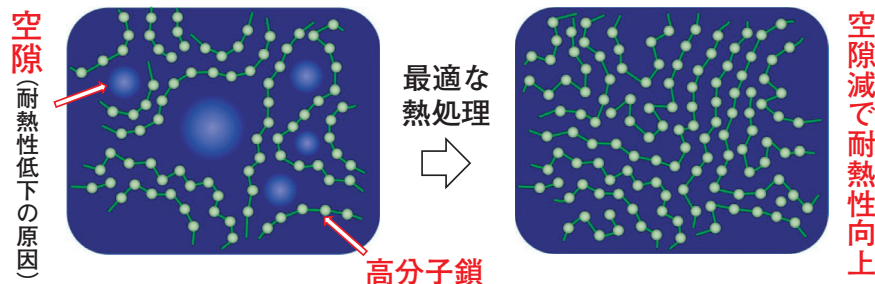
熱処理の最適化によりプラスチック成形品の耐熱性を大幅に向上！

(物質・材料研究部 プラスチック成形工学研究室)

プラスチック成形品の多くは射出成形により製造されますが、その際に金型内で急冷されるため、ポリスチレンなどの非晶性プラスチックにおいては、高温での分子レベルの空隙のある構造（低密度）がそのまま保存された状態で成形品が得られ、耐熱性低下の原因になっています。

当研究所では、成形品の加熱処理による物理的耐熱性の向上に関して、空隙減少による高密度化の進行や分子配向の緩和など、そのメカニズムを明らかにしました。また、最適な熱処理条件の存在を見出し、プラスチック成形品の荷重たわみ温度を 20℃ 以上向上させることに成功しました。耐熱性の向上により、プラスチック成形品の用途拡大へ貢献することが期待されます。

※本研究成果は、プラスチック成形加工学会で講演発表、日本レオロジー学会誌に論文発表。



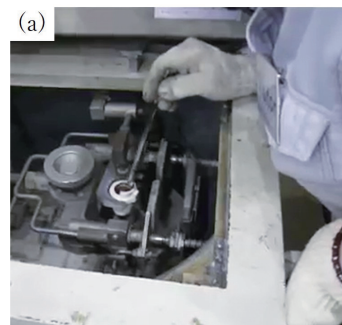
ハイレントロピー合金を作り出す鑄造技術

(金属材料研究部 高機能素形材研究室)

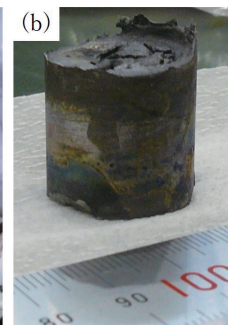
ハイレントロピー合金は、5種類以上の金属をほぼ等原子数比で混ぜ合わせるにより作られる新規な材料で、高温構造材料や生体材料、さらには触媒に利用される貴金属・レアメタルの代替としての活用が期待されています。混ぜ合わせる金属の種類と量の組み合わせは膨大にあることから、その合金設計は、熱力学計算や機械学習により導き出されます。しかしながら実用化に向けては、実際に合金として作製する鑄造技術を確立し、材料特性を検証していくことが課題となっています。

当研究所では、これまで大学とともにハイレントロピー合金の研究開発に取り組んできました。今回、Ti、Zr、V、Mn、Agの5種類の金属をシリカベースのルツボを用いて高周波で溶解し、銅金型で遠心鑄造することで合金インゴットを作製する条件を見出しました。本技術を他のハイレントロピー合金の作製にも応用することで、新たな材料の創出が期待できます。

※本研究成果は、日本鑄造工学会、軽金属学会で講演発表、Mater.Trans.、銅と銅合金に論文発表。



(a) 溶解作業の様子



(b) 作製した合金インゴット

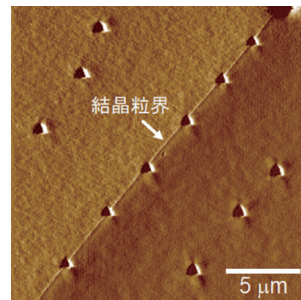
アルミニウム合金の高強度化に及ぼす添加元素の影響を解明

(金属材料研究部 高機能素形材研究室)

アルミニウムに数種類の元素を添加したアルミニウム合金は、軽金属材料として自動車や鉄道車両、建築材、家電用品などに幅広く使用されています。一方、脱炭素と循環社会への移行に貢献するためには、添加元素の種類と量を最適化して、より少ない元素で強度を高める材料設計が求められています。そのためには、添加した元素が金属組織のどこをどのように強化しているのかを詳細に解明する必要があります。

当研究所では、大学との共同研究により、不純物を排した超高純度アルミニウムに種々の元素を添加した2元系アルミニウム合金（Al-Fe など）を作製し、結晶粒界と粒内の機械的特性をナノインデンテーション試験などで評価して、添加元素の影響等を詳細に調べました。その結果、Fe や Mn など特定の元素は結晶粒界に偏析して粒界の硬さを向上させるとともに、金属の変形を担う転位の発生源になることを見出しました。本成果は、アルミニウム合金の高強度化の本質的な理解を深めるものであり、新たな合金の設計に活用できます。

※本研究成果は、軽金属学会などで講演発表、日本金属学会誌に論文発表。



高純度Al-Fe合金の粒界・粒内に対するナノインデンテーション試験後の走査プローブ顕微鏡像

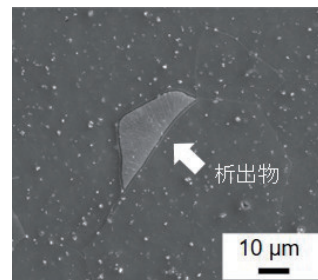
時効処理によるマグネシウム合金のヤング率の向上

(金属材料研究部 高機能素形材研究室)

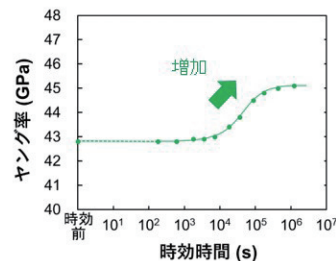
マグネシウムは密度が実用金属中でもっとも小さいため、近年、輸送機器部品や電子機器の筐体といった軽さが求められる製品の材料として利用が広がっています。しかし、薄板として用いた場合の「曲げやたわみの起こりにくさ」を表す「ヤング率」の値が鉄やアルミニウムなどの材料と比べて低く、その改善が望まれています。

当研究所では、Mg-Al 合金に対し、ある温度で一定時間加熱して合金内部に析出物を形成させる「時効処理」を行うことで、ヤング率の向上を図りました。時効処理中にマグネシウム母相よりも高いヤング率を持つ析出物が形成され、その体積率の増加とともにヤング率が向上することが分かりました。今後は時効処理によるヤング率の増加量がさらに大きい合金の開発を目指します。

※本研究成果は、[軽金属学会誌](#)に論文発表。



マグネシウム母相中に形成された析出物



時効処理によるMg-Al合金のヤング率の変化

めっき技術を活用したリチウムイオン電池用軽量集電体の開発

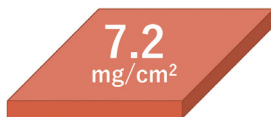
(金属表面处理研究部 表面化学研究室)

リチウムイオン電池は、正極にアルミニウム箔、負極に銅箔の集電体が使用されており、その重量は電池全体の約 10% を占めることから軽量化が課題となっています。

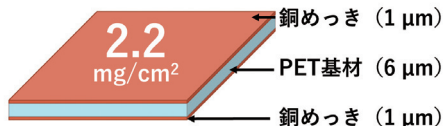
当研究所では、樹脂フィルム上に銅めっきを施した軽量集電体を企業とともに開発し、銅箔と同等の充放電特性を 1/3 以下の重量で実現することに成功しました。電池製造に必要な接合技術についても確立できており、本技術を一般的な円筒型電池に適用した場合、電池全体の重量を約 5 % 低減でき、一層の高エネルギー密度化が期待できます。

※本研究成果は、電池討論会などで発表。大阪府エネルギー産業創出促進事業補助金、NEDO 新エネルギー等のシーズ発掘・事業化に向けた技術研究開発事業に採択。

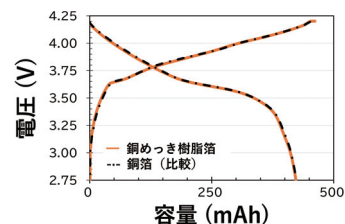
従来技術（銅箔）



開発技術



総厚 8 μm の銅めっき樹脂箔を試作
同厚の銅箔と比較して 1/3 以下に軽量化



試作電池の充放電特性
(設計容量 440 mAh)

高性能高分子で被覆した無機微粒子の開発

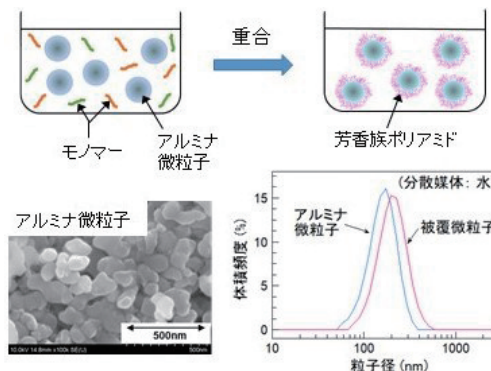
(応用材料化学研究部 セラミック工学システム研究室)

優れた耐熱性や機械的特性に加え、材料固有の特性（熱伝導性や誘電性など）を有する無機微粒子をフィラーとして高分子に分散させた複合材料は、電子材料や塗料など幅広い分野で用いられています。このような複合化による材料の性能や機能向上には、無機微粒子の分散制御や高分子-無機微粒子間界面の親和性や接着性の向上などが求められます。これらを実現する手段の1つとして、無機微粒子の表面改質があります。

当研究所では、芳香族ポリアミドを溶媒中モノマーから重合させながらアルミナ微粒子に被覆する方法を開発しました。芳香族ポリアミドには、反応性の高い官能基（COCl基）も導入することができたほか、得られた被覆微粒子間での結合なども見られませんでした。これら微粒子は、フィラーや吸着担体などとしての利用が期待できます。

※本研究成果は、繊維学会や SMSE2023 で講演発表。

日本板硝子材料工学助成会研究助成事業に採択。



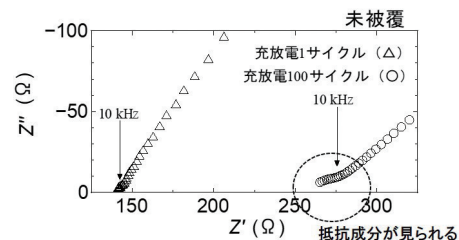
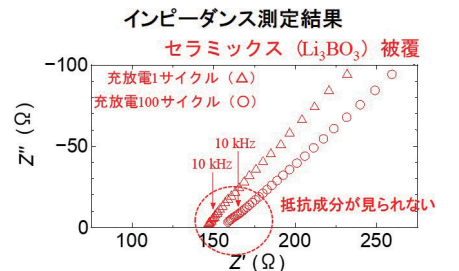
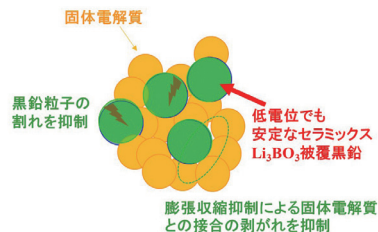
全固体リチウムイオン電池の耐久性向上に寄与するセラミックス被覆技術 (応用材料化学研究部 セラミック工学システム研究室)

全固体リチウムイオン電池用黒鉛負極材料は、充放電により体積膨張収縮が起こり、黒鉛粒子が割れたり、固体電解質との界面が剥がれたりする損傷が発生するため、充放電サイクルを繰り返すと、電池容量が低下することが問題となっています。

また、低電位では固体電解質が分解する課題もありました。

当研究所では、低電位でも安定なセラミックス (Li_3BO_3) を黒鉛負極に被覆する技術を開発し、物理的損傷と固体電解質の分解を抑制することで、電池の耐久性を向上させました。

※本研究成果は、JCS-Japan で論文発表。表面処理加工技術展に出展。



引用 H. Sonomura et al. JCS-Japan 131 (2023) 877-881.

どこでもDNAを精製できる簡便な核酸検査前処理技術の開発

(応用材料化学研究部 環境化学・バイオ研究室)

PCR に代表される核酸検査は、病原体などの標的の核酸（DNA、RNA）を検出することができます。感度や特異度に優れた手法であり、医療や農畜産分野等で広く活用されています。核酸検査では一般的に前処理として DNA と夾雑物を分離する核酸精製を行います。遠心機などの大型機器による煩雑な操作や有毒な薬品の使用を伴います。そのため、専用の設備内で操作を行う必要があります。現場での検査は困難という課題がありました。

当研究所では、簡便に核酸精製する手法の開発に向けて、イミダゾリウム分子を修飾した DNA 吸着体を作製しました。これを用いることで DNA を効率的に吸着させ、大型機器を用いずに溶出できることを確認しました。これを活用して、場所を選ばずに使える DNA 精製デバイスの開発が期待できます。

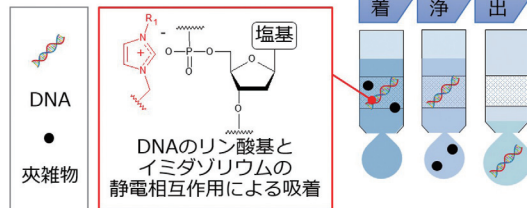
※本研究成果は、日本化学会などで講演発表。
特許出願。

<従来法の操作イメージ>



専用設備内で30分以上の操作

<本手法の操作イメージ>



専用設備が不要で簡便にDNA精製が可能

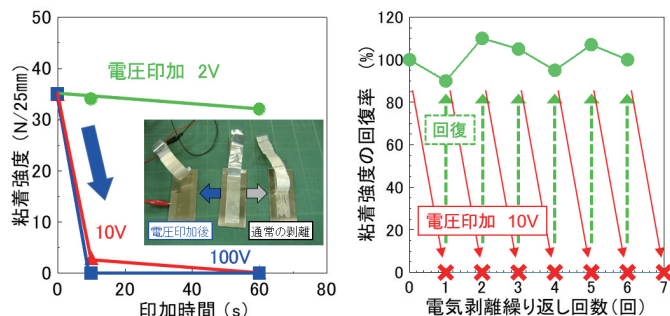
電気刺激により易解体可能な電気剥離粘着テープ

(高分子機能材料研究部 有機高分子材料研究室)

電気剥離粘着テープは、使用時には強固に接合し、使用後は直流電圧の印加によって粘着力が大幅に低下し、容易に剥離が可能となる易解体性の粘着テープです。

当研究所では、電気刺激前後の剥離界面の SEM-EDX 分析および接触角変化の結果を基に、粘着テープの配合や組成を最適化し、電気剥離性に優れた電気剥離粘着テープを開発しました(戦略的基盤技術高度化支援事業にて実施)。この電気剥離粘着テープは、10 V の直流電圧印加によって粘着力が 90% 以上低下し、糊残り無く剥離させることができます。さらに 5 回以上の繰り返し使用が可能です。易解体性の材料として家電や電子材料、接着剤などの分野での応用が期待されます。

※本研究成果は、日本接着学会などで講演発表。ネットワークポリマー講演討論会学術奨励賞、ポリマー材料フォーラム優秀発表賞を受賞。



フィチン酸を原料としたハイドロキシアパタイト合成における反応機構の解明

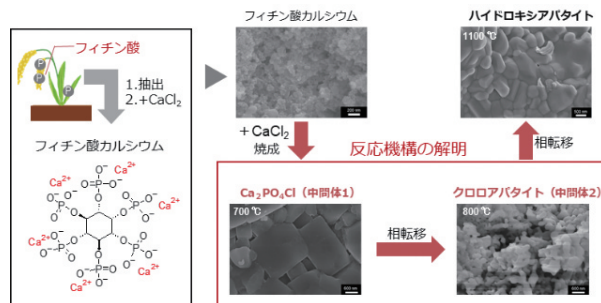
(高分子機能材料研究部 生活環境材料研究室)

フィチン酸は、植物の食べられない部位（種子や米糠など）に多く含まれており、リンのバイオマス資源として期待されています。

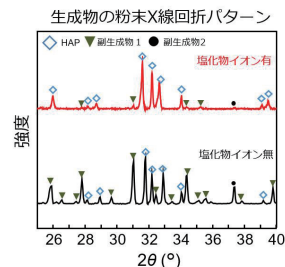
当研究所では、歯科材料等に活用されているハイドロキシアパタイト（HAP）をフィチン酸カルシウムから合成する方法について開発を進めており、反応機構の解明に取り組みました。焼成温度を変えて得られた生成物を分析した結果、反応中間体として塩化物イオンを含むリン酸カルシウム（ $\text{Ca}_2\text{PO}_4\text{Cl}$ およびクロロアパタイト）が生成することを明らかにしました。また、副生成物の生成を少なくして HAP の収率を高める効率的な反応進行には、塩化物イオンの存在が有効であることを

見出しました。

※本研究成果は、
日本化学会で講演発表、ACS Agri.Sci.Tech. に論文発表。



ハイドロキシアパタイトの合成反応



塩化物イオンがあると反応選択性が向上

生成物のX線回折パターン

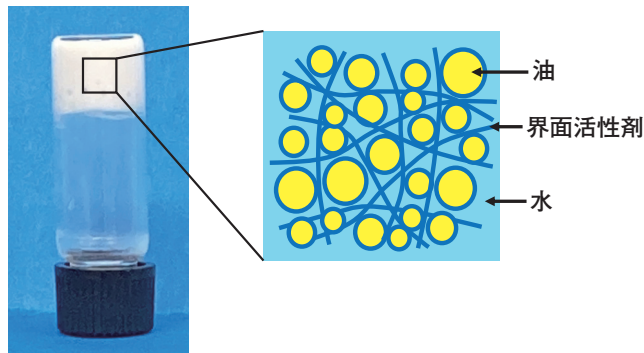
水をゲル化する界面活性剤で水中油滴型エマルジョンを安定化

([生物・生活材料研究部](#) [界面活性剤研究室](#))

エマルジョンは食品、化粧品や香粧品など多くの製品に適用されています。しかしながら、本来まじり合わない水と油は容易に分離してしまうため、うまく共存させることが課題です。分離を防いでエマルジョンを安定化する方法の一つが、「エマルジョンの増粘・ゲル化」です。

当研究所では、乳化能とヒドロゲル化能の両方を持つ界面活性剤を開発し、エマルジョンの増粘・ゲル化に大学と共同で取り組みました。その結果、界面活性剤が水中で形成する会合体の構造とエマルジョンのレオロジー挙動に強い相関を見出しました。さらに、ある種の電解質を添加することで、わずか数%の界面活性剤濃度で50%の油を含むエマルジョンを増粘・ゲル化することに成功しました。

※本研究成果は、日本化学会コロイドおよび界面化学討論会で講演発表。



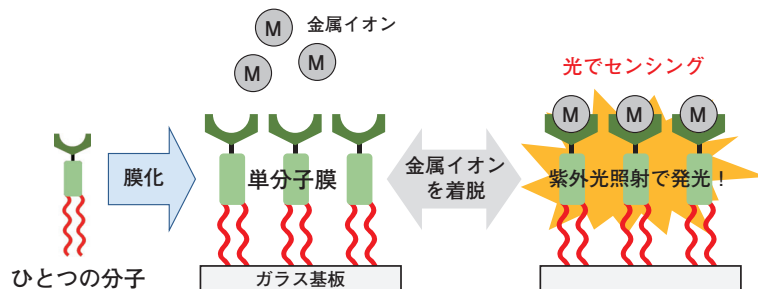
一分子の厚みしかない膜を用いた水中金属イオンの蛍光センシング

(電子材料研究部 ハイブリッド材料研究室)

膜を極限まで薄くすると、厚みは分子ひとつ分となり、単分子膜と呼ばれます。単分子膜を作製する方法のひとつであるラングミュアープロジェクト (LB) 法は、オリーブ油などを水面にたらし、油膜が単分子膜になることを利用したものです。この非常に薄い水面の油膜は、ガラス基板などに接触させると転写することができ、その用途開発が模索されています。

当研究所では、大学等と共同で、極少量の特殊な分子をガラス基板に転写した単分子膜を使って、水中の金属イオンを高感度で検出できる蛍光センサを開発しました。この蛍光センサは、水中の金属イオンを迅速、簡便に検出できるだけでなく、何度でも繰り返し利用できることから、環境に負荷をかけないサステナブルな方法です。このような蛍光センサは、排水の水質管理などへの応用が期待されます。

※本研究成果は、日本分析化学会で講演発表。JKA 共同研究補助事業に採択。



耐熱性・強靱性に優れた精密ネットワークポリ乳酸

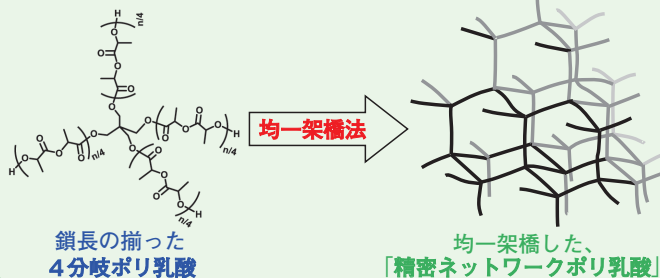
(物質・材料研究部 高機能樹脂研究室)

近年の廃プラ問題の解決策として、プラスチック製品のバイオマス由来かつ生分解性材料への転換が望まれています。そこで、酵素にヒントを得た有機重合触媒を開発し、分子の長さや形が揃い、従来になく柔軟で丈夫な精密ポリ乳酸の合成に成功しました。

当研究所では、この精密合成技術をもとに、多分岐ポリ乳酸を均一に架橋する方法を見出し、耐熱性・強靱性に優れた「精密ネットワークポリ乳酸」を開発しました。高耐久性が要求される自動車、電子機器産業、医療分野等において、エンジニアリングプラスチックとしての利用が期待されます。

※本研究成果は、高分子討論会、ネットワークポリマー講演討論会で講演発表、ネットワークポリマー論文集で論文発表。合成樹脂工業協会学術賞を受賞。

高信頼性バイオマスプラスチックを目指して



水素をためる金属を工作機械で量産

(物質・材料研究部 材料プロセッシング研究室)

2050 年カーボンニュートラルの実現に向けて、太陽光や風力などのエネルギーを大規模・長期間貯蔵できる蓄電技術が必要とされ、水の電気分解で得られる水素の形で、低圧・安全にエネルギー貯蔵できる水素吸蔵合金が注目されています。しかし、従来のボールミルを用いた製法では生産速度が装置 1 台 1 日当たり数十 g と少量で、量産化は困難でした。

当研究所では、大学と共同で、工作機械（摩擦攪拌装置またはフライス盤）を使った水素吸蔵合金の新製法を開発しました。装置 1 台 1 日当たり 12 kg のマグネシウム系水素吸蔵合金を製造でき、さらに合金 1 kg を製造する際の電力コストは従来法より 1～2 桁削減できます（2.5 kWh；約 60 円）。今後この技術を他の水素貯蔵材料にも展開し、家庭やビル等での水素蓄電の実用化を目指します。

※本研究成果は、Visual-JW2022、
溶接学会、水素エネルギー学会
で講演発表。



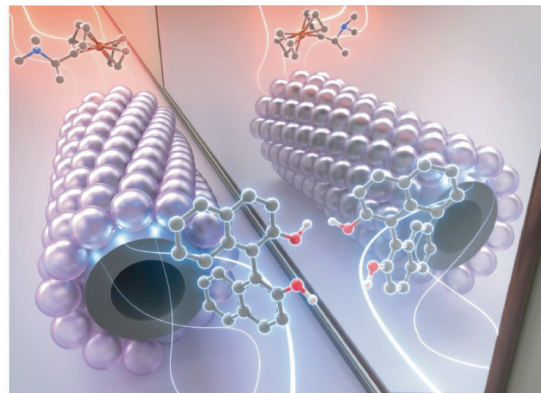
炭素材料のナノ構造を制御して光学活性の付与に成功

(環境技術研究部 先進炭素材料研究室)

活性炭などの多数の微細な穴が開いた多孔質炭素材料は、主に脱臭や、水質浄化に使用され、化学的安定性と導電性を活かして触媒担体や電気二重層キャパシタ電極にも応用されています。ただし、その細孔の構造は乱雑であるため用途に広がりやを欠いていました。一方では、ナノ粒子が自発的に規則配列する現象を利用して、3次元的に規則的な細孔構造を有する炭素材料を作製する技術が開発されています。

当研究所では、この技術をさらに高度化して、炭素材料でできたナノレベルの球殻がらせん状に配列した、多孔質かつ光学活性な新しい材料の開発に成功しました。らせん構造と導電性を活かして、医薬品などの光学活性物質の識別が可能なセンサー電極としての応用が可能です。

※本研究成果は、**Nanoscale** に論文発表。



炭素ナノ球殻構造体をもちいて、アルカリ水溶液中で識別されるビナフトールと、有機溶媒中で識別されるフェロセン誘導体のイメージ図。

(Nanoscale 2022年14巻10号Back cover)

金属3Dレーザ積層造形装置

(加工成形研究部 特殊加工研究室)

公益財団法人 JKA「2023 年度公設工業試験研究所等における機器設備拡充補助事業」により、当研究所和泉センターに導入しました。

本装置は、レーザ粉末床溶融結合方式 (Powder Bed Fusion) の金属 3D プリントです。熱源に 1 kW 級の高出力レーザを搭載しており、造形速度が従来装置より高速化され、生産性は大幅に向上しています。さらに、レーザのパルス照射機能により、従来では難しかった 0.1 mm 程度の薄肉造形も可能です。造形できる金属材料の種類も豊富で、汎用性が高く、航空宇宙、産業機械、自動車などの幅広い産業分野に活用できます。

【利用対象】

アルミニウム合金、鋼、チタン合金、銅合金などの部品・製品



金属3Dレーザ積層造形装置 EOS-AMCM M290 1kW (EOS/AMCM社)	
方式	PBF(Powder Bed Fusion)
熱源	1 kW Ybファイバーレーザ
最大造形サイズ	W250 mm×D250 mm×H300 mm
使用材料	AlSi10Mg、SUS316L、マルエージング鋼、 Ti-6Al-4V、Cu-Cr粉末など

4成分回転式切削動力計

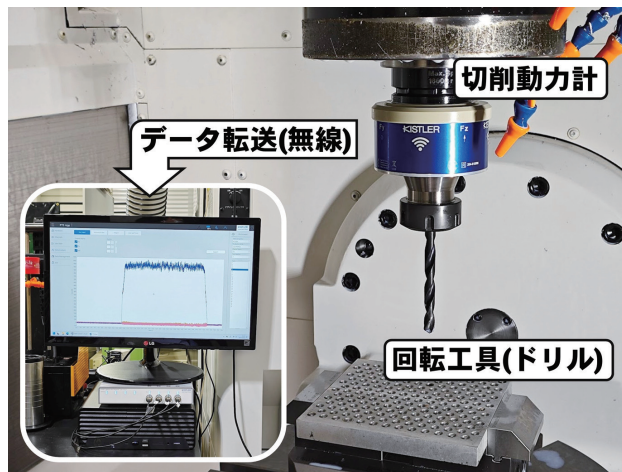
(加工成形研究部 成形・精密加工研究室)

本装置は、マシニングセンタの主軸に取り付ける測定器で、切削加工中の回転工具に加わる X、Y、Z 方向の力とともに、ドリル加工で重要な指標となる回転トルクを測定できます。切削動力計は極めて高剛性で、加工現象に影響を与えずに切削力の高速な変動を捉えることができるため、切削工具の切れ味や磨耗の評価に活用できます。

【利用対象】

ドリル・エンドミル等切削工具、油剤、
金属材料の切削性能評価

4成分回転式切削動力計（KISTLER社）	
型式	9170B
ホルダ形状	HSK-A63
許容最大回転数	16000 min ⁻¹
測定範囲	$F_x : \pm 3000 \text{ N}$ $F_y : \pm 3000 \text{ N}$ $F_z : \pm 20000 \text{ N}$ $M_z : \pm 100 \text{ N}\cdot\text{m}$
サンプリングレート	10 kHz



マイクロフォーカスX線CT装置

(加工成形研究部 特殊加工研究室)

本装置は、対象物に X 線を照射し、X 線の透過から得られる X 線画像を再構成した三次元画像から、任意箇所内部の二次元断面画像が得られます。幅広い産業分野の製品開発や品質管理を目的に、非接触・非破壊かつ比較的短時間で内部構造の観察および解析が行えるのが特長です。

【利用対象】

二次電池、電気電子部品、鋳造品、金属積層造形物、薬剤、文化財など



マイクロフォーカスX線CT装置 (東芝ITコントロールシステム株式会社)	
型式	TXS-32300FD
X線発生器	230 kV
X線最小焦点寸法	4 μm
X線検出器	フラットパネルデテクタ
最大試料外形	$\phi 420 \times H450 \text{ mm}$
最大搭載質量	20 kg

ホール効果測定システム

(電子・機械システム研究部 電子デバイス研究室)

公益財団法人 JKA「2023 年度公設工業試験研究所等における機器設備拡充補助事業」により、当研究所和泉センターに導入しました。

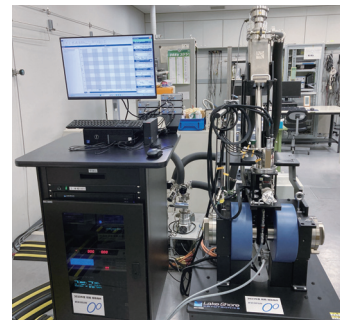
本装置は、金属・合金等の低抵抗材料や GaN・ダイヤモンド等の高抵抗材料の比抵抗、キャリア濃度、ホール移動度を、低温から高温まで温度を変えながら測定できる装置です。また、IoT に必要不可欠な各種センサ材料について、実動作温度下での導電性評価も可能です。従来の測定システムと比較して、より高感度な測定を簡便に行うことができます。

【利用対象】

金属および半導体を含む導電性材料全般

ホール効果測定システム ResiTest8404-EMPAC (株式会社東陽テクニカ)	
抵抗測定範囲	$5 \times 10^{-4} \sim 1 \times 10^{12} \Omega$
測定温度範囲 (低温)	10 $\sim$ 300 K
測定温度範囲 (高温：大気)	室温 $\sim$ 873 K
測定温度範囲 (高温：真空)	室温 $\sim$ 1073 K
比抵抗測定範囲 ^{注)}	$5 \times 10^{-8} \sim 1 \times 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$
キャリア濃度測定範囲 ^{注)}	$8 \times 10^2 \sim 8 \times 10^{23} \text{cm}^{-3}$
ホール移動度測定範囲 ^{注)}	$10^{-3} \sim 10^6 \text{cm}^2 \cdot (\text{V} \cdot \text{s})^{-1}$

注) 試料の膜厚が1 μm の場合



サージイミュニティ試験機

(製品信頼性研究部 電子応用工学研究室)

本試験機は、国際規格（IEC61000-4-5）に基づいた電磁ノイズ試験を実施するものです。被試験体の電源線や通信線に、スイッチングや誘導雷を模した瞬間的な過電圧（サージ）を印加した際の機器への影響を確認できます。また、インダクタンス定数を切り替える機構を備えており、被試験体の内部回路と試験機との間に発生する共振を防止できることから、試験可能な機器の範囲が従来より広がりました。

【利用対象】

電気電子機器

サージイミュニティ試験機 LSS-F03（株式会社ノイズ研究所）		
サージ発生部		
1.2/50 μ s－8/20 μ s コンビネーション波形	開放電圧	0.5 ～15 kV
	短絡電流	0.25 ～7.5 kA
	出力インピーダンス	2 Ω
電源（AC／DC）重畳部		
結合回路	ライン－ライン間	18 μ F
	ライン－PE間	10 Ω + 9 μ F
入力電源（最大値）	AC	500 V/50 A
	DC	125 V/25 A
インダクタンス定数値	0.8 / 1.0 / 1.3 / 1.5 mH	



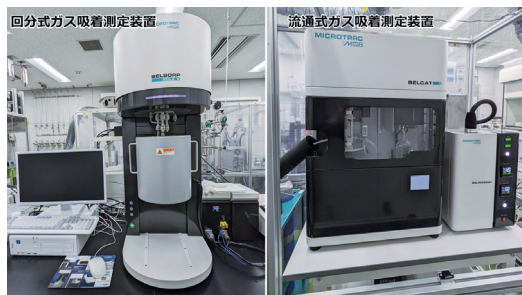
吸着剤評価システム

(高分子機能材料研究部 生活環境材料研究室)

本装置は、回分式と流通式の2種類のガス吸着測定装置から構成され、ガス吸着に関わる種々の特性を評価するシステムです。回分式の吸着測定では、多孔質材料の BET 比表面積、細孔径分布、細孔容積などの基礎物性を評価できます。さらに、Kr ガスを用いることで、樹脂フィルムなどの低比表面積試料の比表面積も評価できます。流通式の吸着測定では、実使用環境に近い試験条件で、吸着剤の破過測定や吸着・脱離サイクル試験などに活用できます。

【利用対象】

吸着剤、樹脂フィルムなど



吸着剤評価システム（マイクロトラック・ベル株式会社）	
回分式ガス吸着測定装置	
型式	BELSORP MAX X
測定原理／検出原理	定容量法
測定範囲	相対圧： 10^{-8} ～0.997 (N ₂ at 77.4 K)
ガス種	N ₂ 、Ar、Kr、CO ₂ 、水蒸気、VOC蒸気など
流通式ガス吸着測定装置	
型式	BELCAT II（本体） BELMASS II（オンラインガス分析計）
測定原理／検出原理	四重極型質量分析
測定範囲	質量数：1～200 amu
ガス種	CO ₂ /Ar、NH ₃ /Ar、水蒸気、VOC蒸気など

誘電特性評価システム用周波数拡張（110～170 GHz）システム

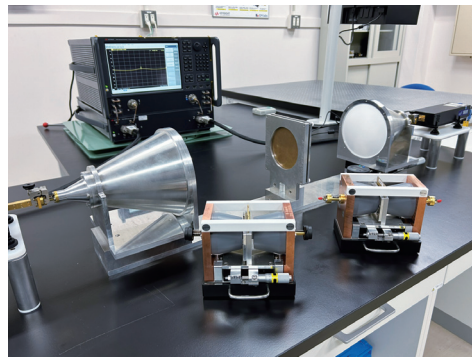
（[電子材料研究部](#) [ハイブリッド材料研究室](#)）

本装置は、先進電子材料評価センター内に既設の誘電特性評価システムの周波数拡張システムです。これにより、110～170 GHz での測定が可能になりました。共振器法測定治具のファブリペロー共振器は 75～170 GHz での低誘電材料の比誘電率・誘電正接の高精度測定、フリースペース法測定治具は 110～170 GHz（D バンド）での比誘電率・誘電正接の測定や電磁波の吸収・反射・透過特性評価が可能です。

【利用対象】

低誘電損失材料、電磁波シールド材料、電磁波吸収材料

装置名	対応周波数
Mini VNAX 周波数拡張モジュール (Keysight Technologies社/VDI社)	110～170 GHz
D バンドフリースペース法測定装置 (EMラボ株式会社)	110～170 GHz
ファブリペロー共振器 (EMラボ株式会社)	75～110 GHz 110～170 GHz



円二色性分散計

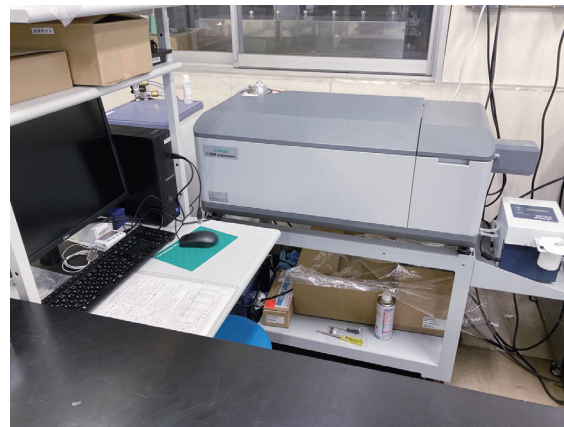
(環境技術研究部 先進炭素材料研究室)

本装置は、円偏光の吸収の差を測定し、既知有機化合物の光学異性体識別、有機化合物立体配置の推定、タンパク質の二次構造推定、無機材料の光学活性の判定に用います。

【利用対象】

有機化合物、タンパク質、無機材料

円二色性分散計 J-1500 (日本分光株式会社)	
主な測定モード	円二色性・直線二色性同時測定 拡散反射円二色性測定 (粉末試料)
光源	450 W Xe ランプ水冷方式
測定波長範囲	163～1600 nm
スキャンスピード	1～10000 nm/min
CDフルスケール	±8000 mdeg
波長分解能	0.025 nm



リアルタイム反応追跡用フーリエ変換赤外分光光度計

(電子材料研究部 ハイブリッド材料研究室)

本装置は、赤外吸収スペクトルから材料やその構成化合物の定性・定量分析を行う装置です。一般的な分析法（透過法、ATR 法、拡散反射法など）に加えて、紫外線照射下や加熱下において1秒以下の短い時間間隔でスペクトルを連続取得できるのが特徴です。これにより光や熱による化学反応をリアルタイムに追跡でき、反応速度や転化率の定量評価を行うことが可能です。

【利用対象】

有機化合物、高分子材料、有機-無機ハイブリッド材料



リアルタイム反応追跡用フーリエ変換赤外分光光度計 FT/IR-4X (日本分光株式会社)	
干渉計	密閉型コーナークューブミラー使用
測定可能波数範囲	7800～350 cm ⁻¹
波数分解能	0.4、0.5、1.0、2.0、4.0、8.0、16.0 cm ⁻¹ (可変)
検出器	DLATGS検出器(室温使用) MCT-M検出器(液体窒素冷却、高感度)
スキャン速度	最大 80スペクトル/秒
測定ユニット/ アタッチメント	透過セル、ATRユニット(ダイヤモンド(観察機能付き)/Geブリズム)、粉体用拡散反射ユニット、UV照射/温調機能付き正反射ユニット(温調：室温～180℃まで)

キセノンウェザーメーター

(有機材料研究部 ファインケミカル材料研究室)

本装置は、衣料品、プラスチック、包装用品などの材料に対して太陽光を模倣した光を高強度で照射することによって、これらの材料の劣化を促進させます。純水製造装置も併設されていますので、水を吹き付けることによって屋外での降雨を想定した影響も調べることができます。

【利用対象】

衣料品、繊維材料、プラスチック、包装用品など



キセノンウェザーメーター
(左：本体、右：純水製造機)

キセノンウェザーメーター NX25 (スガ試験機株式会社)		
光源	キセノンランプ (2.5 kW, 1灯)	
放射強度	40~60 W/m ² (屋外直射日光条件)	
試験モード	照射、照射+表面スプレー、暗黒	
温湿度範囲	照射	ブラックパネル温度 63~110°C、相対湿度 35~60%
	暗黒	槽内温度 38°C、相対湿度 95%
温湿度制御精度	温度 ±2°C、相対湿度 ±5%	
試料回転半径、回転速度	約 φ 598 mm、約3 rpm	
試験片寸法、枚数	65×55 mm、96枚	