

国立研究開発法人産業技術総合研究所
材料・化学領域



省エネルギーや安心安全な社会構築に貢献する
先進材料と部材の開発



マルチマテリアル研究部門

Multi-Material Research Institute



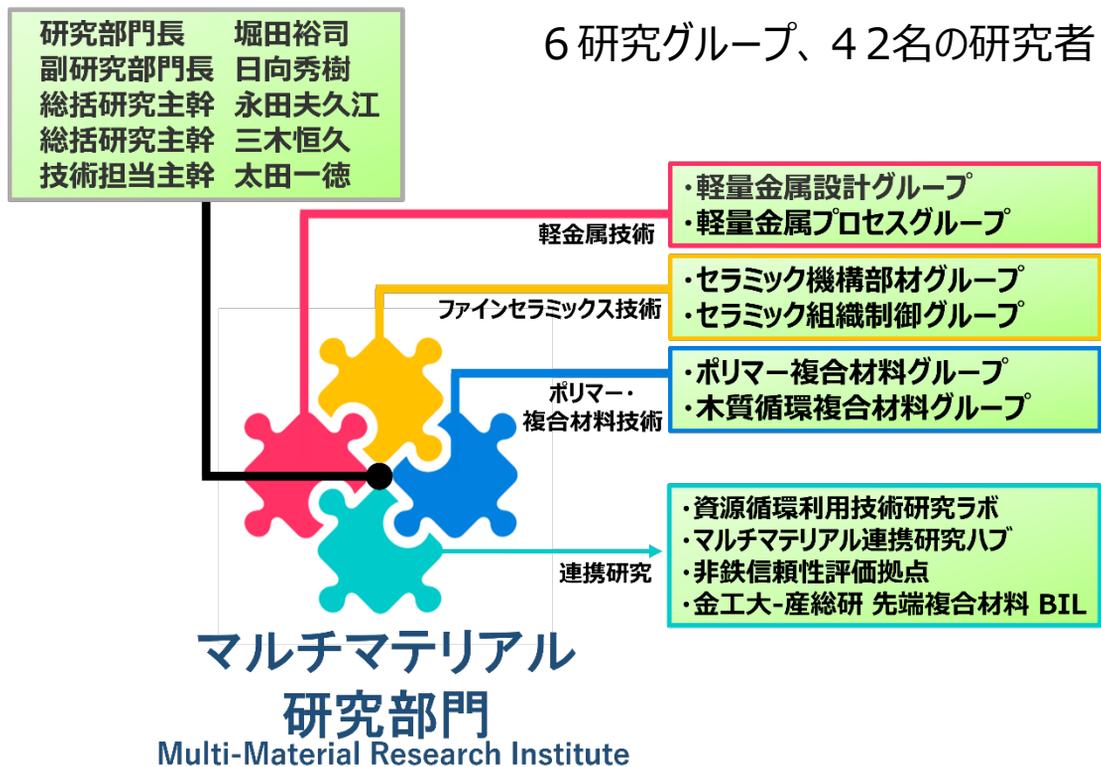
研究部門長
堀田 裕司 (ほった ゆうじ)

特性が異なる材料を適材適所で組み合わせることや複合化することによって、総合的に優れた特性を有する部材を生み出すマルチマテリアル化技術の開発が国内外で進められています。

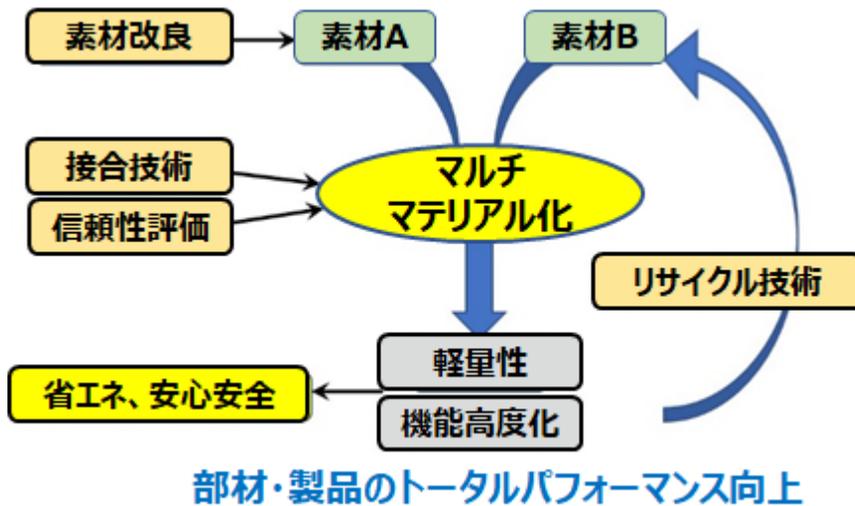
産業技術総合研究所マルチマテリアル研究部門は、単一材料では達成不可能な部品や部材のトータルパフォーマンスの向上を生み出すためのマルチマテリアル化技術として、新たな材料・プロセスの研究や開発を進めています。特に、軽量金属・ファインセラミックス・CFRP・複合材料・カーボンニュートラル素材・ナノマテリアルなどの材料を組み合わせた新材料開発、接合・加工技術、剥離技術、アップグレードを目指した資源循環技術、並びに高信頼性材料設計に関わる材料プロセス及び評価技術の研究開発を実施しています。

これらのマルチマテリアル化技術の研究は、輸送機器の軽量化による輸送エネルギーの削減、安心安全や快適な生活環境を実現するためのパワーデバイスなどの未来社会を支えるたえの部材開発に貢献すると期待しています。

部門の体制



部品、部材のトータルパフォーマンスを向上させるため、特性が異なる材料を適材適所に組み合わせるマルチマテリアル化を推進するために必要な材料開発、接合、信頼性評価、リサイクル技術の開発などを目的としています。



戦略課題

ユニットビジョン ～ 素材をつなぎ、社会を変える

1. マルチマテリアル構成素材の高度化技術開発

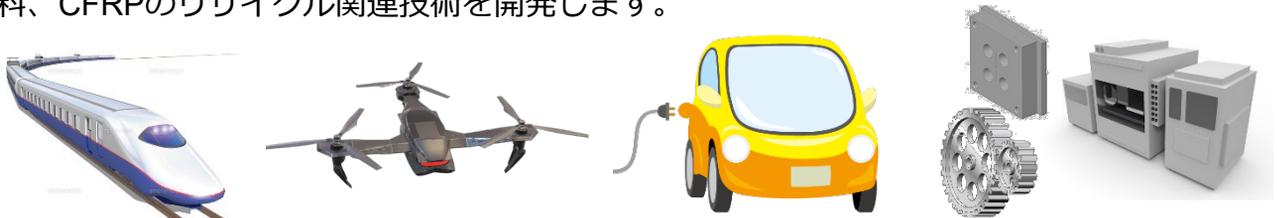
マルチマテリアル化するための構成素材の各種特性を高度化することによって、マルチマテリアル化した場合の部品・部材の特性を向上させます。成形性や熱的特性に優れた軽量材料やセラミックスの開発などを行います。

2. マルチマテリアル接合技術と信頼性評価技術の開発

マルチマテリアル化するための各種の接合技術と接合部の信頼性評価を行います。機械的嵌合、締結、溶接、ろう付け、接着など部材に応じた各種接合方法を開発、最適化し、さらに接合部の信頼性を高めるための評価技術を開発します。

3. マルチマテリアル部材のリサイクル技術の開発

自動車等へ適用される材料は、リサイクルが可能なが必須です。マルチマテリアル化した場合、他材料の混入が考えられ、リサイクルの際に不純物を除去、あるいは、無害化する技術が必要になります。特にリサイクルによる経済効果大きい軽量金属材料、CFRPのリサイクル関連技術を開発します。

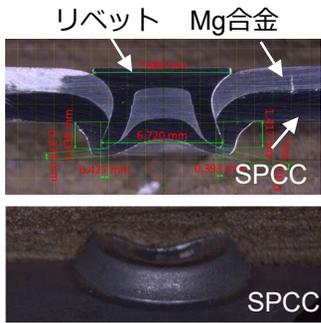


軽量金属設計グループ

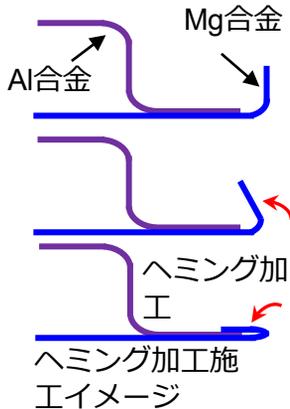
Light Metal Design Group

グループ長：古嶋 亮一

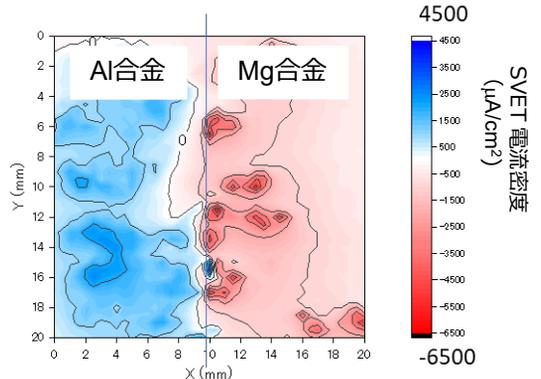
マグネシウム合金と異種材料のマルチマテリアル化を推進するための各種技術を開発しています。例えば、マグネシウム合金と異種材料を機械締結する際に必要となる、優れた塑性加工性をマグネシウム合金に付与するための合金設計技術や組織制御技術を開発しています。また、マグネシウム合金と異種材料を接合した際の、接合体のガルバニック腐食挙動や、接合体の疲労特性を評価するための技術を開発しています。



SPR(Self-Piercing Riveting)施工事例



SPRやヘミング加工等の機械締結に対応可能な優れた塑性加工性を有するMg合金の開発



走査振動電極による異材接触界面の腐食電流マッピング (1wt%塩水、24h後)

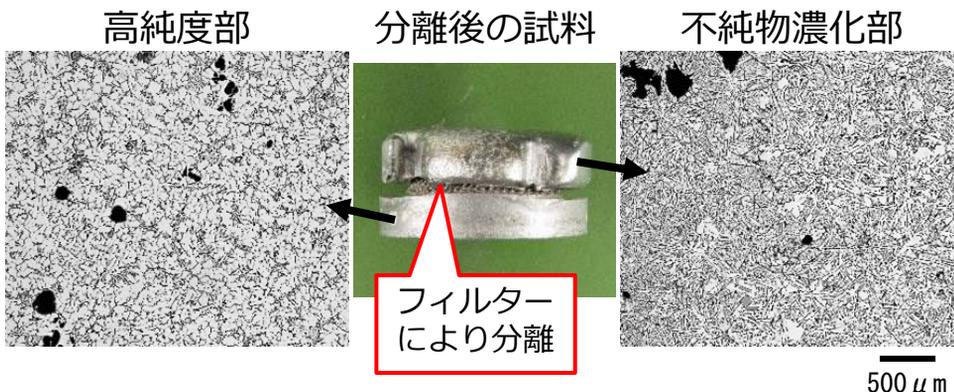
Mg合金と異種材料のガルバニック腐食挙動モニタリング技術の開発

軽量金属プロセスグループ

Light Metal Process Group

グループ長：尾村 直紀

アルミニウム合金の高度リサイクル技術開発として、展伸材→展伸材の水平リサイクルや、鋳造材→展伸材のアップグレードリサイクルを可能とするための技術開発を行っています。スクラップ中に混入する不純物元素を、溶解・凝固プロセスを用いて高効率に分離・除去するための技術開発を進めており、さらに実用化に向けた大型化の取り組みも進めています。



溶解・凝固プロセスによる不純物元素除去プロセス



実用化に向けたテストプラント

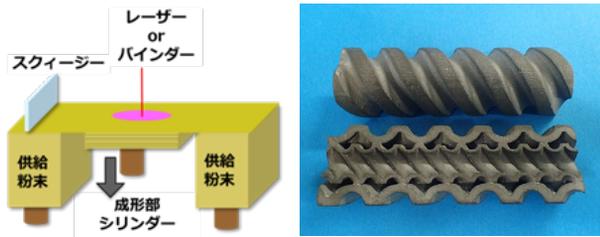
セラミック機構部材グループ

Ceramic Structural Components Group

グループ長：堀田 幹則

マルチマテリアル化するためのセラミックスの部材化技術開発を行い、部材製造の高効率化と省エネ化、および部材の高付加価値化を目指しています。例えば、①形状設計の自由度向上や生産工程短縮に貢献できる「セラミックスの3次元積層造形技術の開発」に取り組み、従来の技術では作製が困難であった複雑形状や中空形状の部材を実現する、②「耐環境性のセラミックスコーティング材料およびそのプロセス技術の開発」に取り組み、多様な部素材表面の耐久性向上や機能強化を実現する、などの研究開発を進めています。

セラミックス3次元積層造形技術



3D積層造形法により、従来法では作製困難な部材形状の実現を目指します。

化学気相析出法によるセラミックスコーティング技術



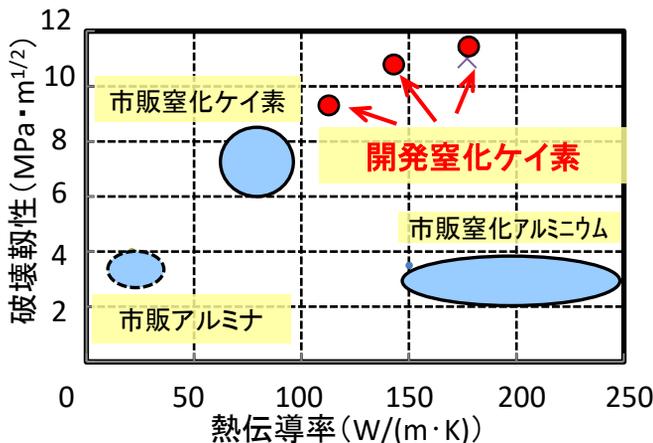
多様な部素材表面の耐久性向上や機能強化を目指します。

セラミック組織制御グループ

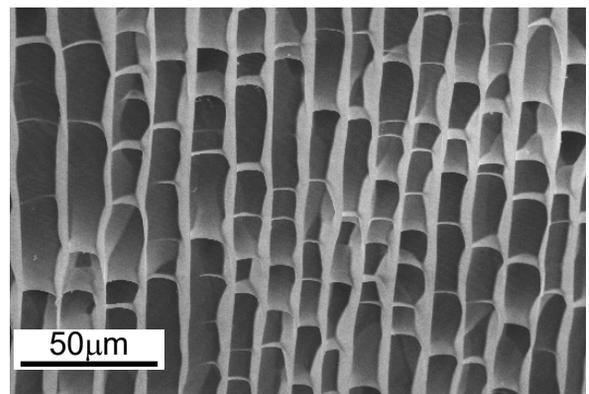
Ceramic Microstructure Control Group

グループ長：福島 学

複数材料を接合した場合の機能及び信頼性向上を目的として、各種セラミックスの特性を微細組織制御の手法を用いて向上させる研究とその信頼性評価に関する研究を行っています。具体例は次世代パワーモジュールのメタライズセラミックス絶縁放熱基板等での活用を想定した高靱性・高熱伝導窒化ケイ素セラミックスや高機能断熱材、フィルター、触媒担体、軽量材料などに使用される高気孔率セラミック多孔体の新規作成手法を開発しています。



開発窒化ケイ素の破壊靱性と熱伝導率
高い熱伝導率と高い破壊靱性を両立



ゲル化凍結法による隔壁構造多孔体
気孔率98%、熱伝導率0.05W/(m・K)

ポリマー複合材料グループ

Polymer Composite Group

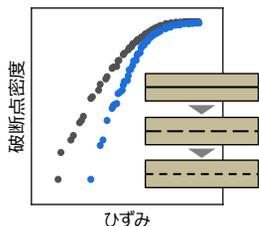
グループ長：今井 祐介

炭素繊維などの強化繊維や高熱伝導セラミックス微粒子などの機能性粒子をポリマーと複合化させた複合材料（コンポジット材料）に関する研究開発を行っています。分散・配向状態の制御プロセス技術、界面制御プロセス技術や構造・機能評価技術の開発を通じて、高性能・高機能コンポジット部材開発に取り組んでいます。

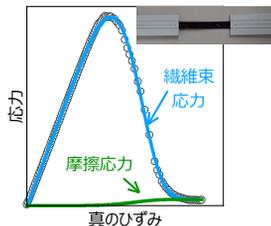
■ 構造系複合材料の技術開発

リサイクル炭素繊維の特性評価技術開発と国際標準化

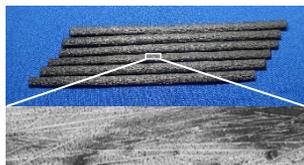
改良型フラグメンテーション試験法



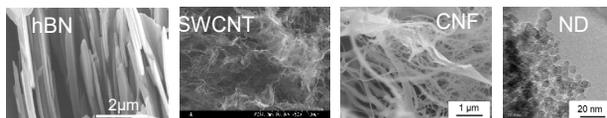
繊維束引張試験法



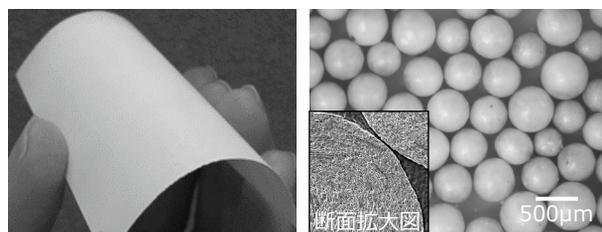
短繊維CFの配向制御による
高性能CFRP化



■ 機能系複合材料の技術開発



機能性ナノフィラーの形状制御・分散制御



種々の形態の高熱伝導性ポリマー複合材料

木質循環複合材料グループ

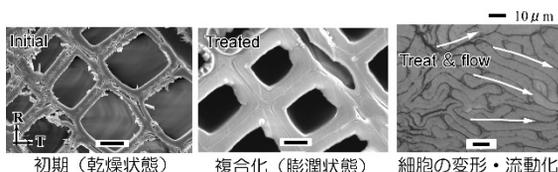
Wood-based Sustainable Composites Group

グループ長：堀田 裕司（兼務）

カーボンニュートラルな木質資源は、計画的に利用すれば化石資源のように枯渇することがありません。また、炭素貯蔵の観点から長期に材料として使用し続けることが脱炭素社会の構築に向けて有効です。当グループでは、木質資源の工業的利活用技術の創出を目指し、木質系素材の微細構造及び構造変化を利用した他物質との複合化処理・加工技術について研究を行っています。それらを基に、マルチマテリアル化を通じた部材化技術や循環利用技術の開発に取り組んでいます。



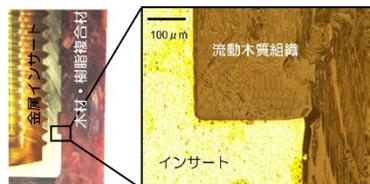
塑性流動による大変形



樹脂等複合化による機能性向上



樹脂複合化による易成形化・高耐久化

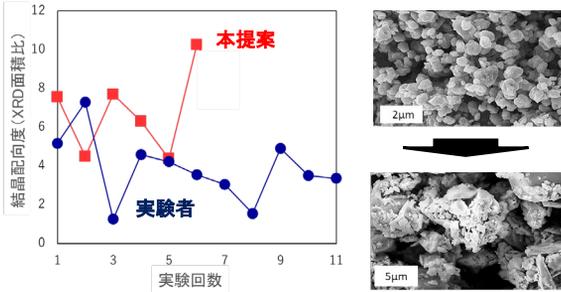


木質塑性流動による強化締結・一体化
マルチマテリアル化（例：金属-木材）

各種塑性加工技術の応用

部素材の製造プロセスのインフォマティクス技術の研究

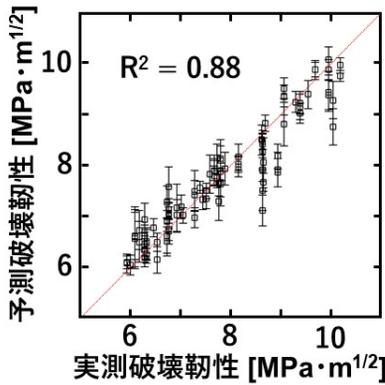
MI×PIによる材料プロセス開発の高度化・高効率化技術の開発



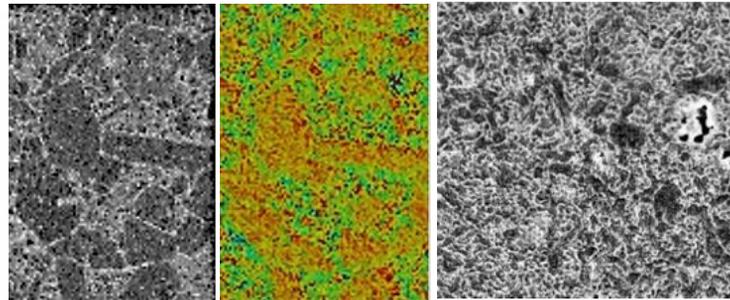
データスクリーニングを併用したベイズ最適化による高結晶配向度粉末作製

材料プロセス開発に有益なインフォマティクス技術確立を目的として、各種要素技術の開発を実施しています。例えば、インフォマティクスの根幹にして収集困難なデータの生成・増幅技術を開発しております。また、各種材料情報から特性を予測するモデルの生成やベイズ最適化にカーネル選択やデータスクリーニングを組み合わせるなどによる早期プロセス条件探索技術を開発しています。さらに、上記を含む様々な要素技術を統合することで目的材料に対する最適プロセスルートを提案できるインフォマティクス技術の開発を進めています。

セラミックス材料開発の加速に貢献するDX技術



破壊靱性の実測値とAIによる予測値の相関関係



Grad-CAMによるAI着目部位の可視化

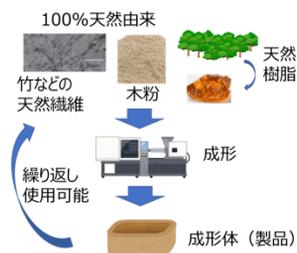
AIが生成したセラミックス組織画像

仮想実験で最適な製造条件を提案し材料開発を迅速化することを目的として、AIによる物性予測や、セラミックス組織画像を生成する研究を行っています。具体的には次世代パワーモジュールのメタライズセラミックス絶縁放熱基板等での活用を想定した窒化ケイ素セラミックスの物性予測や、所望の物性を有する組織画像を生成するAI技術を開発しています。サイバー空間での「ものづくり」や「物性評価」を見据えたDX技術により、今後の材料開発期間の短縮が期待されます。

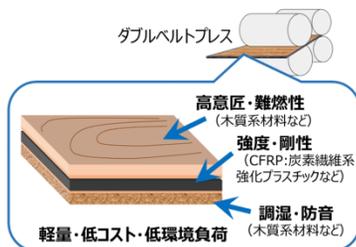


ブリッジ・イノベーション・ラボラトリ（BIL）は、企業ニーズを核として、地域大学と産総研が持つ研究シーズを用いた共同研究を実施する連携体制です。成果の橋渡しと人材育成を通じて地域企業の事業化を支援し、地域経済活性化を目指します。共同研究等を実施する連携拠点の第一弾として、金沢工大・産総研BILを金沢工大ICC※内に設置しました。

研究開発の目標と取り組み



研究1：資源循環型複合材料の開発
(100%天然由来成分での成形品)



研究2：低環境負荷で競争力のある複合材料の開発
(積層一体成形品)

研究①：100%天然由来成分の素材を用いた「資源循環型複合材料の開発」

複合材料の循環率の向上を目指して、竹・木材やバイオ由来の樹脂などの天然資源を活用しプラスチック並みの成形加工性を持たすことで、新たな循環技術へ貢献します。

研究②：無機繊維複合材料と木質材料を積層した「低環境負荷で競争力のある複合材料の開発」

研究開発①の素材ならびに木材や各種繊維強化複合材料を要求性能に応じて適材適所に組合せた部材の製造プロセスを開発します。

・耐劣化性、耐振性、耐水性、防音性などの複合機能を獲得し、CO₂ネガティブエミッション型複合部材の創出を目指します。

※金沢工大ICCについて

学校法人金沢工業大学 革新複合材料研究開発センター(ICC)は、複合材料分野の研究開発・教育・連携活動を支える日本最大級のイノベーションプラットフォームです。



国立研究開発法人 産業技術総合研究所

材料・化学領域

マルチマテリアル 研究部門

〒463-8560 愛知県名古屋市守山区桜坂四丁目205番地

E-mail M-mmri-webmaster-ml@aist.go.jp

URL <https://unit.aist.go.jp/mmri/>

