



マテリアル・プロセスイノベーション プラットフォーム

Materials Process Innovation Platform



MPIプラットフォーム統括挨拶

国際的に高い水準を有している我が国のマテリアル産業は、今後も産業競争力を維持しつつ、世界を牽引していくことが期待されています。統合イノベーション戦略会議では我が国のマテリアル革新力の強化が謳われ、更なる産学官の強固な連携を図り、大企業から中小企業まで一体となって世界に先駆けた新しいマテリアル開発基盤の構築が極めて重要となってきます。これらを実現するために経済産業省では製造プロセス技術の更なる高度化を目指した研究開発力強化として、2020年度補正予算においてオープンイノベーション拠点整備事業が決定されました。

産総研材料・化学領域では、この補正事業において整備された最先端研究装置群を核としたマテリアル・プロセスイノベーション(MPI)プラットフォームを活用して、日本企業の先端プロセス技術の開発、データ駆動型材料研究開発による効率化や短期化、さらにはマテリアル開発人材の育成などに取り組めます。先進触媒、セラミックス・合金、有機・バイオ材料の三つの分野について、従来のマテリアルイノベーションに産総研が持つ製造プロセスのポテンシャルを活かし、原料から製品に至るまでのプロセスデータを一気通貫でハイスループットで収集したデータ駆動型材料研究開発により、製造プロセス改善や分析ができるMPIプラットフォームの構築を進めます。皆様方には、この事業を利用いただき、日本のマテリアル産業の発展をとともに進めていきたいと思っています。



産総研執行役員
材料・化学領域 領域長
MPIプラットフォーム統括
濱川 聡

本事業の背景

日本の経済を支えていく上でマテリアル産業の役割は大きく、世界からも日本のマテリアル産業の発展は注視されています。このような状況下で、製品特性を左右するマテリアルに求められるニーズは多様化し複雑化する方向に進むことから、世界をリードする新しいマテリアル開発基盤の構築が重要になっています。内閣府統合イノベーション戦略推進会議は2021年4月にマテリアル革新力強化戦略を策定し、その中で国際的競争力の高い材料(触媒、セラミックス、セルロースナノファイバー等)を重点領域として定め、日本企業の世界最先端のポテンシャルを維持するために、革新的製造プロセスの開発と社会実装を目指しています。特に、新たな競争力を有するマテリアルを開発するためには試作や評価を進めつつ、各処理工程においてもデータを取得・解析してプロセス技術の更なる高度化をデータ駆動型材料研究開発の整備が必要です。

こうした背景のもと産総研では、最先端の製造プロセス装置や評価・分析装置群を材料・化学領域のある3か所の研究センターに導入し、マテリアル開発や実装に必要なプロセスデータの取得、技術シーズ・ニーズへの対応や人材育成に関わる機能を総合的に提供するマテリアル・プロセスイノベーション(MPI)プラットフォームの整備を進めています。

目 的

MPIプラットフォームは以下の2つの目的達成に向けた整備と運営をおこないます。

① 拠点利用による社会実装支援

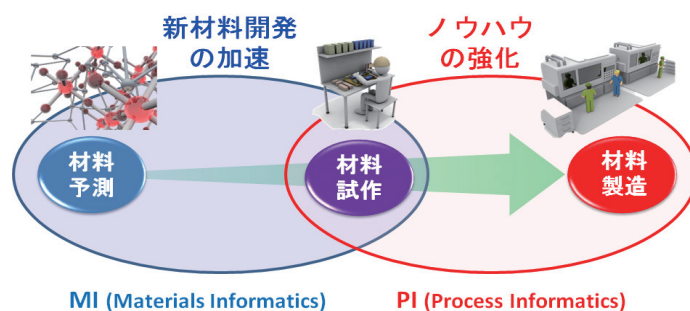
産業界に対して、拠点に整備した製造・評価装置群を活用した研究開発や人材育成を実施することで、開発技術の迅速な社会実装を支援します。

② データ駆動型材料研究開発基盤の整備

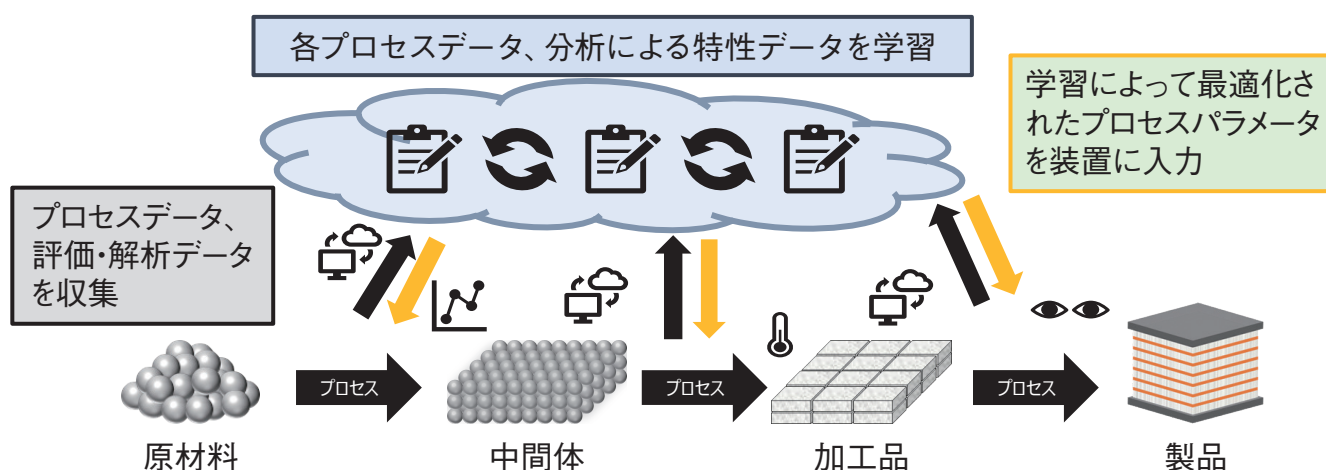
製造プロセスデータを収集し活用するための基盤(設備やネットワーク)を拠点に整備し、企業や国プロ等の研究開発で利用することで、データによって製造プロセスを高度化するプロセス・インフォマティクスに関わる基盤技術を創出します。

新規材料の革新的創生に向けて

新規材料を創生するにあたり、素材の選定に始まり、部材へとしての加工そして製品の製造という工程が一般的です。素材の選定には材料予測から試作をおこなうマテリアルズ・インフォマティクス(MI)が用いられ、部材加工から製品には材料試作から製造をカバーするプロセス・インフォマティクス(PI)が重要となります。これらのインフォマティクスを効率的に組み合わせることによって、マテリアルイノベーションは実現されます。

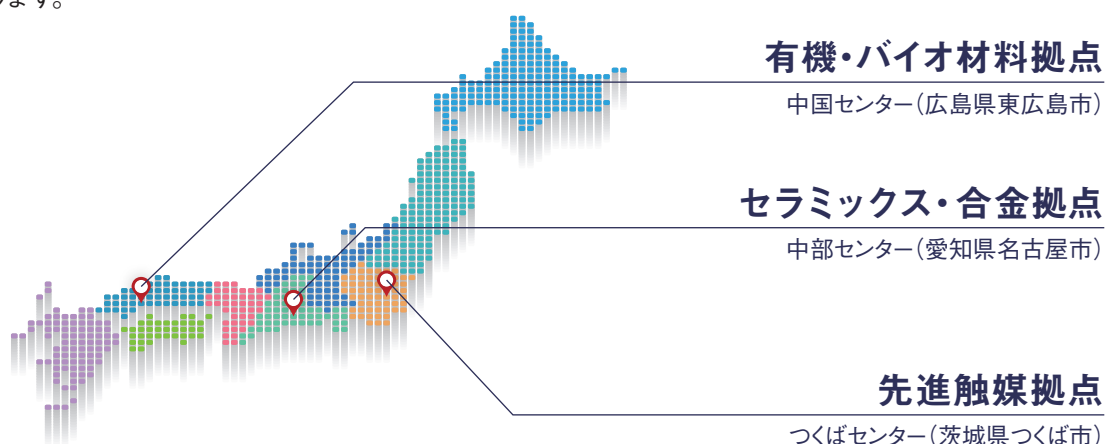


【PIによる製造プロセス最適化例】



整備を行う3つの拠点

重点領域(日本の国際競争力の高いマテリアル)を策定し、全国にある材料・化学領域の研究センターに拠点を整備します。



拠点概要

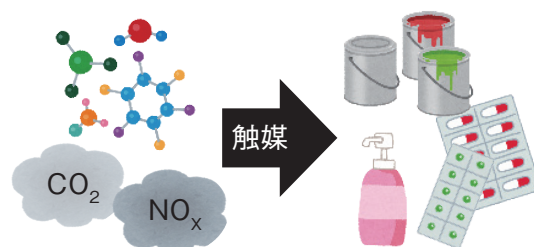
化石燃料やバイオマスなどを原料として、あらゆる化学品の製造に欠かせないものが触媒です。触媒の定義としては「欲しいものを効率的につくる道具や手段」と考えられており、その実用性が鍵となります。すなわち、触媒研究開発にはその具体性と基本的な実装可能性の議論を常に必要とされます。現在の触媒化学技術を用いた“もの作り”は極めて高いレベルに達しているとはいえ、マイクロプラスチック問題やCO₂排出などの地球温暖化問題に直面した世界で、資源循環に根差した持続可能な社会の実現を目指すには、本質的に省エネ・省資源・低廃棄物を可能とする触媒化学技術をさらに発展させる必要があります。

一方、情報科学をマテリアル開発に適用させていく流れの中で、産総研・触媒化学融合研究センターにおいては、触媒と情報科学の融合、すなわち、触媒インフォマティクスの重要性を認識し、インフォマティクスによる触媒開発に、世界に先駆けて着手しています。

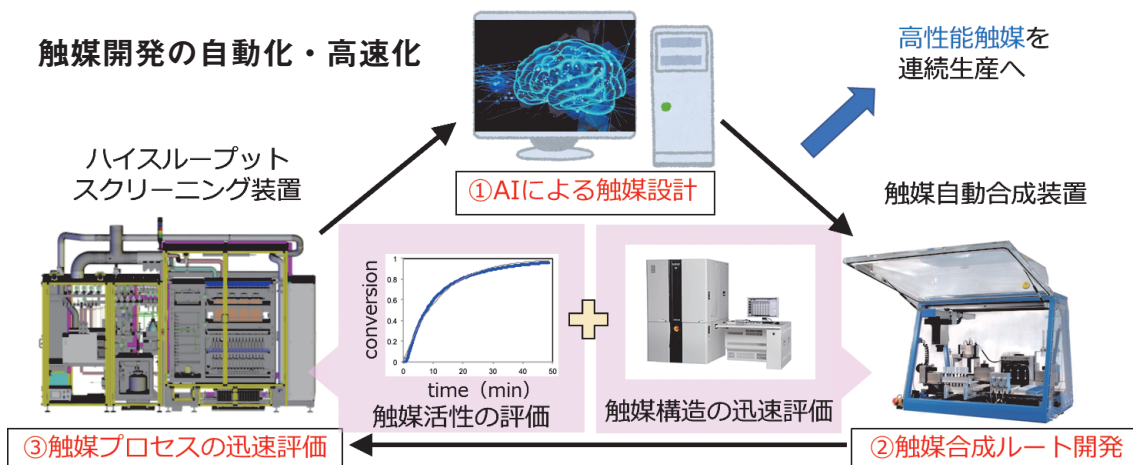
先進触媒拠点の目的は、様々な民間企業に対して、高度な機械学習機能に基づいて触媒を設計、触媒探索と製品製造探索を一体的に行うことが可能な触媒研究に特化したプラットフォームを提供し、CO₂やNO_xの回収・再資源化に必要な触媒の実用化に取り組む企業を支援することです。そのため、触媒インフォマティクスを活用した触媒設計システムやハイスループットでの触媒探索を行う自動合成システム、触媒を用いた機能性化学品の連続生産に関する最先端の装置を導入し、プロセスインフォマティクスの一層の活用も見据えた研究開発の支援を実施します。また、データ科学を利用した触媒プロセス開発の専門人材育成を、産学官が一体的に行うことが可能な拠点であることも特長です。



- 実験棟の1,2階を拠点として整備
- 総床面積：約520㎡

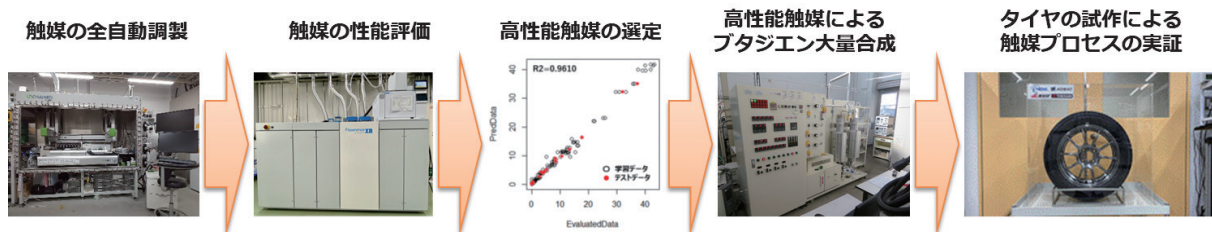


触媒開発の自動化・高速化



計算科学的アプローチに加え、触媒の自動合成、触媒性能迅速評価、触媒物性迅速測定等の触媒化学に重要な実験をハイスループット化し、大量のデータを迅速に取得することで、データ駆動型触媒インフォマティクスを実施し、短時間で高性能触媒を開発するための基盤技術を開拓しました。この基盤技術は、これまでの触媒開発時間を大幅に短縮するもので、様々な触媒反応に応用可能です。さらに、触媒反応プロセス実証のための設備の整備も行っています。また、本プラットフォームにおいて、触媒を熟知した研究者とのコンサルティングや共同研究を通じ、企業ニーズに対応した触媒開発やプロセス開発を促進するためのアドバイスを行うことも可能です。

バイオエタノールからのブタジエン合成触媒の開発



本成果は『超先端材料超高速開発基盤技術プロジェクト(超超PJ)』によるものです

触媒自動合成装置および触媒活性迅速評価装置を用いて、多量の触媒のハイスループットスクリーニングを実施しました。また、第一原理計算で得られた触媒データなどから、触媒活性の予測を行い、高活性な触媒の開発を短時間で実施しました。さらに、得られた高性能触媒を用いて、触媒反応プロセス開発も行い、スケールアップした反応装置によりエタノールから大量のブタジエンを合成し、実際のタイヤを製造できることを実証しました。

利用可能な装置群と特徴

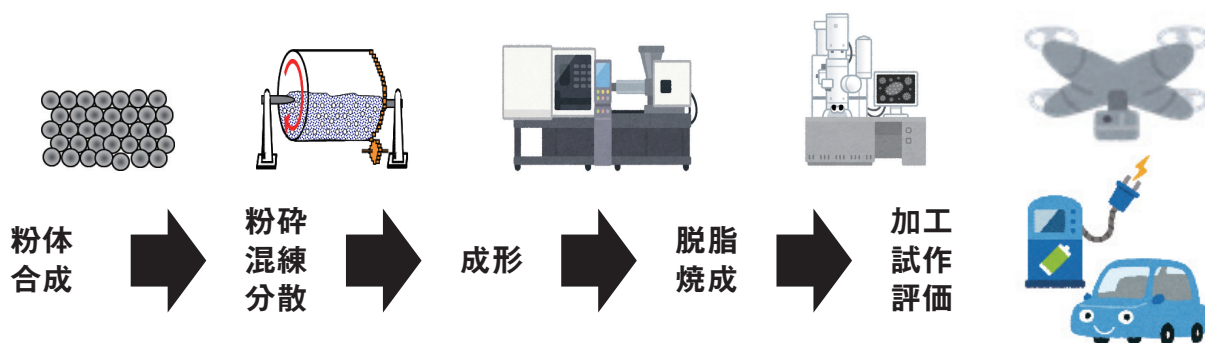
	名称	利用目的	特徴
触媒調製	ハイスループット触媒自動合成装置	触媒ハイスループットスクリーニング、さらに、工業触媒開発に向けた触媒製造プロセスの最適化を行います	- ロボットによる触媒自動合成を目的とし、粉末状固体の正確な秤量、金属化合物水溶液等の正確な分注、それらの混合・攪拌・濾過・洗浄および加熱作業を連続的に自動で行うことが可能です。 1回で、0.5g～1kgの触媒が調製可能です。 - 一日、6個～100個程度の触媒サンプルの調製が可能です。 - 含浸法、共沈法など様々な触媒調製法に対応可能です。
触媒活性試験	ハイスループット触媒活性評価装置	ハイスループット触媒自動合成装置により大量に調製された触媒を多数の並列フロー反応器により迅速に活性評価を行います。	16個のフロー反応器が並列で配置され、触媒反応の同時測定が可能です。 - 反応圧力は0.1～10MPaの範囲で高圧反応に対応しています。 - 反応温度は、最大600℃まで対応しています。 - ガス成分だけでなく、液体成分の供給も可能です。 - 反応生成物はオンラインガスクロマトグラフで自動分析します。 - 全自動で運転可能です。
迅速分析・先端計測	触媒構造分析・先端計測	各種触媒分析装置をハイスループット化し迅速に触媒構造分析を行います。また、先端計測を取り入れ、高速かつ高分解能で触媒表面の構造解析を行います。	- X線解析装置をハイスループット化して、触媒構造の分析を高速で行うことが可能です。 - 赤外分光分析装置をハイスループット化して、触媒分子構造スペクトルを高速で取得可能です。 - 発光分光分析装置をハイスループット化し、触媒構成成分を高速解析が可能です。 - 動的核偏極核磁気共鳴装置により、高速かつ高分解能で触媒表面構造の解析が可能です。 - 超高分解能走査電子顕微鏡により、高速で触媒表面の観察が可能です。

拠点概要

中部センターに整備しているセラミックス・合金拠点は、高い世界シェアを持っている日本のセラミックス・金属材料を活用する製品素材産業への貢献のために、新たな素材開発や部品技術の試作開発支援を可能とする機能を備えております。本拠点を活用し、新たな製品開発に必要な素材試作や、それらの社会実装を加速するなどの開発支援や、部素材開発に必要なデータを取得可能な研究開発基盤創出などを整備しており、セラミックス・合金開発が必要な産業界に広く活用いただくために設立されました。

特に、高度なデジタル社会に必要な次世代電子部品分野や、電動化が進む自動車や航空宇宙機器等のモビリティ分野、そして、脱炭素化・環境・エネルギー分野などに利用されるセラミックスや合金等について、原料となる粉体合成から部素材に至るまでの成形・加工、焼結、成膜などのプロセスや、セラミックス等の材料評価を一か所で実施することが可能な試作装置群と分析評価機能を備えた拠点整備を進めています。

例えば、新たな機能性や構造特性の向上を目指し、電磁波を用いた新規粉体合成、3D積層造形技術を用いたセラミックス複雑形状部材開発、セラミックス低温焼結技術を用いたデバイス開発、電子部品・ヘルスケア・構造材料等のセラミックス部材の信頼性や健全性の評価、磁性材料を中心としたプロセス・インフォマティクスを活用する開発に対応可能な各種データ収集型の装置を整備し、セラミックスおよび合金等の機能性や構造系材料への展開にて、開発期間の短縮を目指した支援を実施します。



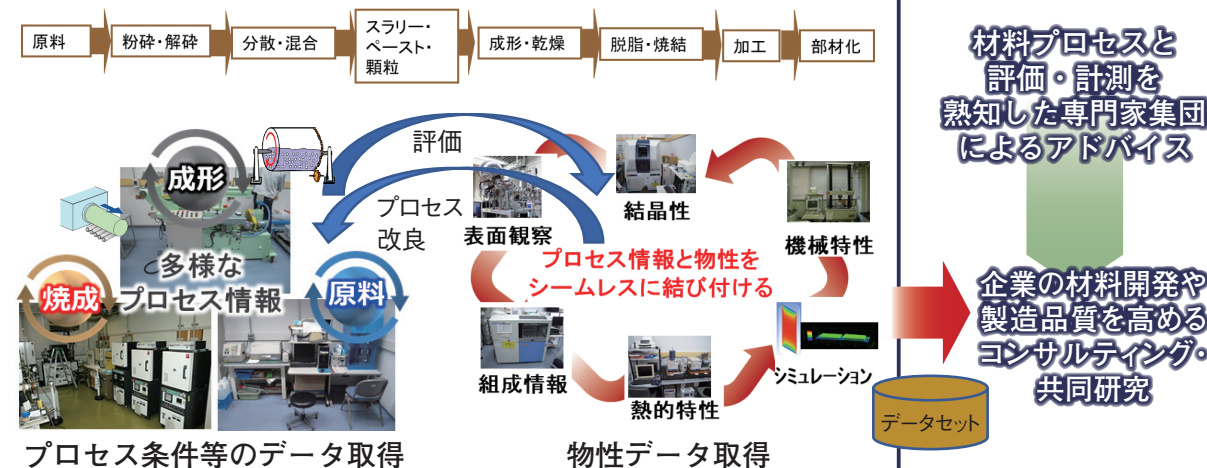
- 各種プロセスに対応した一気通貫での材料開発と部品等の試作機能と材料評価
- プロセスデータを一気通貫・ハイスループットで収集できるプロセス・インフォマティクス(PI)プラットフォーム環境の整備



- 大型実験棟の一部と本棟3か所の1階部分をプラットフォームとして整備
- 総床面積:約1200㎡
- 計28点のセラミックス、合金関連の新規製造試作および評価設備を導入

ファインセラミックスや合金などの原料・成形・焼成から物性評価まで一貫通貫で用意した装置群を利用し、製造プロセスと物性情報をシームレスに結びつけ、原料・成形・焼成と製品に必要な部材試作・開発にいたる一連のプロセスチェーンを実際に試し、企業ニーズに沿った評価へ幅広く対応することが可能です。さらに、製造プロセス解析や材料評価を熟知した研究者が様々なアドバイスをを行うことで、企業単独では対応できない実験や信頼性向上のためのデータ計測結果を取得し、企業へ持帰り、各社での製造プロセスの改良にフィードバックさせることも可能です。製造プロセスのファーストトライなど企業での困りごとへの様々なニーズに対応します。

一般的なセラミックス製造プロセス



利用装置例：プロセス装置

	名称	利用目的	特徴
原料合成	粒子複合化装置	粉体表面改質、複合化	機能性複合粉体の作製、被覆層をもった複合粉体の作製
	複合超微粒子製造装置	微細粒子を芯材とし、その表面に異種金属を均質にコーティング	多元素のハイエントロピー合金材料等のナノ合金粉末・ナノ複合粉末を短時間・多量に作製可能
	噴霧凍結造粒装置	性能向上に寄与する顆粒体の製造	顆粒強度を低下させることで、成形時の顆粒流痕を減少可能。また、樹脂との混練で粉体分散の向上に寄与
成形・積層	混練一体型押出成型機	複合材、プラスチック、セラミックス等を成形	粉体材料等を混練することによって得られる押出原料から気泡を除去し、シート状成形材等を安定して得ることが可能
	大幅シート作製装置	ナノ粒子等によるセラミックスシート成形	数ミクロンから数十ミクロン塗工に対応
	三次元粉末積層造形装置	複雑形状のセラミックスや金属、鑄造用砂型などを作製	複雑形状や中空形状を有するセラミックスや金属の立体的な成形体を作製可能。CADデータから所望の形状を造形する装置
焼成・試作・加工	還元雰囲気高温焼結炉	非酸化物セラミック部品、合金複合材等の試作（絶縁放熱基板、セラミックスネジ等の部品試作）	従来の小型電気炉と比較して高温（2500℃）でホットプレスが可能のため、難焼結性の炭化物でも信頼性高い材料を作製可能
	低温焼結プロセス装置	結合剤添加フリーのセラミックスシートの作製	化学焼結プロセス（100℃以下での焼結プロセス）が必要となるアルカリ薬品との反応を不活性雰囲気中で長時間行うことが可能
	マルチスケール気相成長装置	セラミックスや合金等の多様な形態の部材表面に薄膜・厚膜を合成	光エネルギーを援用した方式と化学気相成長方式でのマルチスケール成膜が可能。各種セラミックスや合金に対応し原子層レベルから100ミクロン以上にわたる表面/界面構造のオンデマンド設計が可能

分析・評価のために、AFM顕微ラマン、四次元STEMシステム、FIB-SEMを利用可能

拠点概要

中国センターに整備している有機・バイオ材料拠点では、有機材料の適材適所での使いこなし、ならびに、環境低負荷な有機・バイオ材料の社会実装を目指し、各種原料の調製から混合・成形加工まで一気通貫で行うプロセス装置群や、部素材の構造と製品特性を紐づけるための分析・評価装置群を備えています。化学構造や高次構造、界面構造の解析技術を用いた樹脂・ゴム材料の製造プロセスの最適化、製品性能の向上を検討いたします。

【拠点が目指すもの】

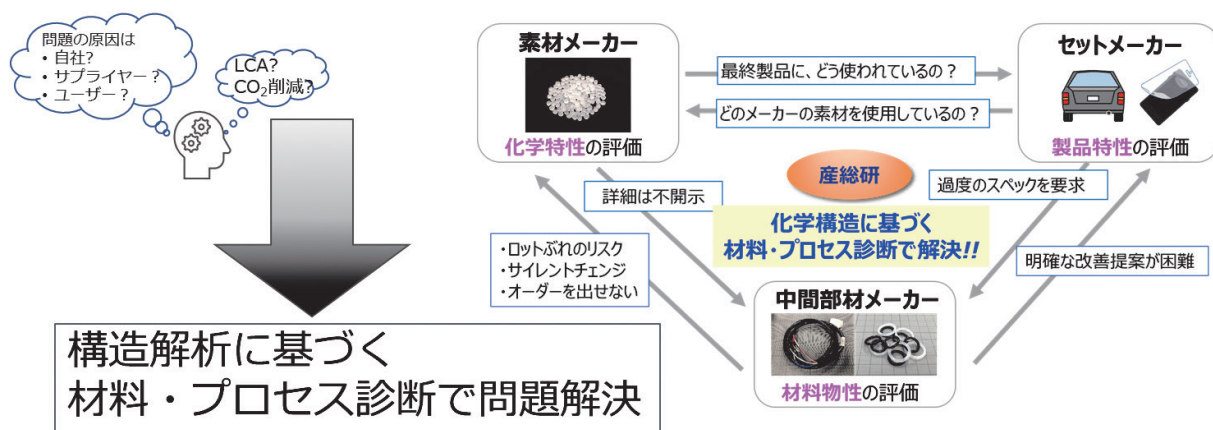
～技術と人を繋いで、未来を切り拓くサプライチェーンを創る～

当拠点では、材料・プロセス診断技術をベースに、地域の主要産業である自動車・関連部材(樹脂・ゴム等)に関わる川上から川下までの多様な企業との実証研究に取り組み、**サプライチェーンにおける「擦り合わせ力の強化」や「グリーン化」**(環境対応)を押し進めます。

同時に、「**学びの拠点**」と位置付け、ステークホルダー(企業、公設試、大学、自治体、中国経済産業局等)との協働を通して、牽引役となる技術人材の育成に取り組み、**技術とその担い手を切れ目なく繋ぐ**ことで、持続的な地域イノベーション・エコシステムの構築を目指します。

企業のお困りごと、課題点

- ・サプライヤーとの議論が噛み合わない(化学特性 vs 物質特性)
- ・問題の真因に迫れない(「真の擦り合わせ」が不足)
- ・製品の構造・成分情報が不十分(コミュニケーションが取れない)



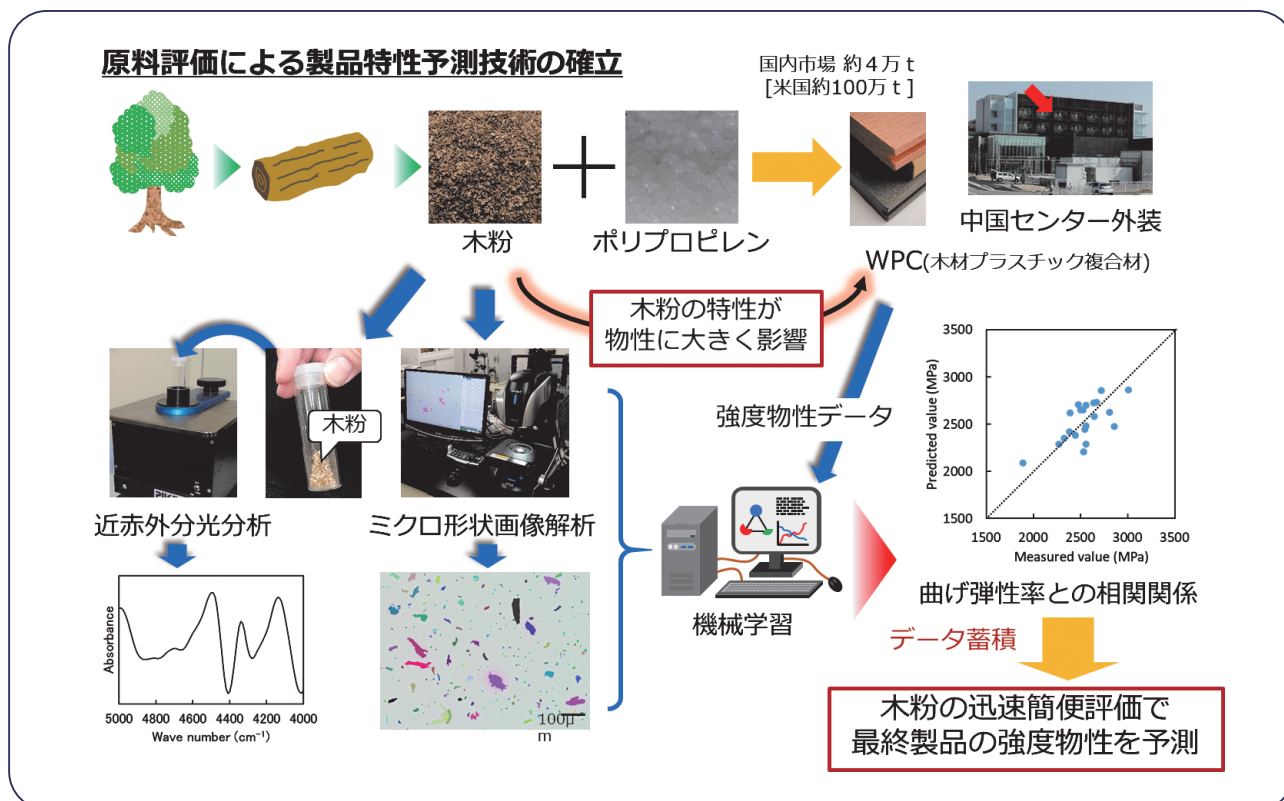
キーワード：樹脂・ゴム材料、成形プロセス、化学構造・高次構造、界面構造、劣化解析、トレーサビリティの確保、寿命評価、材料・プロセス診断



- 実験別棟の1階と研究本館の3部屋を拠点として整備
- 総床面積:約450㎡
- 計30点の有機・バイオ材料関連のプロセス装置及び分析・解析評価設備を導入

【原料評価による製品特性予測技術の確立】

木材・プラスチック複合材料は、原料である両者に加え、添加剤などを加え混練させた後に成形することで製造し、その生産量は国内市場にして約4万トンを誇ります。高い比強度など木質材料の優れた物性と、プラスチックの優れた成形性を両立している点が特徴です。原料である木粉の特性が製品特性を左右することから、さまざまな木粉原料について網羅的に原料データを取得し、さらには機械学習により原料データと材料の物性データ、例えば曲げ弾性率との紐づけを行いました。このように両者の相関関係を明らかとしたことで、結果として、原料である木粉の迅速簡便評価を行うだけで、最終製品の強度物性の予測を実現し、迅速な材料開発、いわゆる『マテリアルズインフォマティクスを用いたデータ駆動型の材料開発』へと結びつけました。



活用事例に用いた装置の特徴

多検体分光分析装置

材料の化学構造を分光学的に解析できる装置。原料の分光データを取得し、そこから原料の種類の同定をするのに有用。加えて、ラマン分光分析では、前処理無しで直接的に原料へ非接触での構造イメージングが可能。

- ・ 1台中赤外・近赤外・ラマン分光分析測定が同時に可能
- ・ 9サンプルを同時にセットして連続で分析が可能
- ・ 原料の構造マッピングを取得可能なラマン分光分析

疲労試験装置

樹脂、ゴム、複合材料の物性データ、主に機械的な耐久性・疲労特性の解析を行う装置。試験片の動的粘弾性評価も可能。

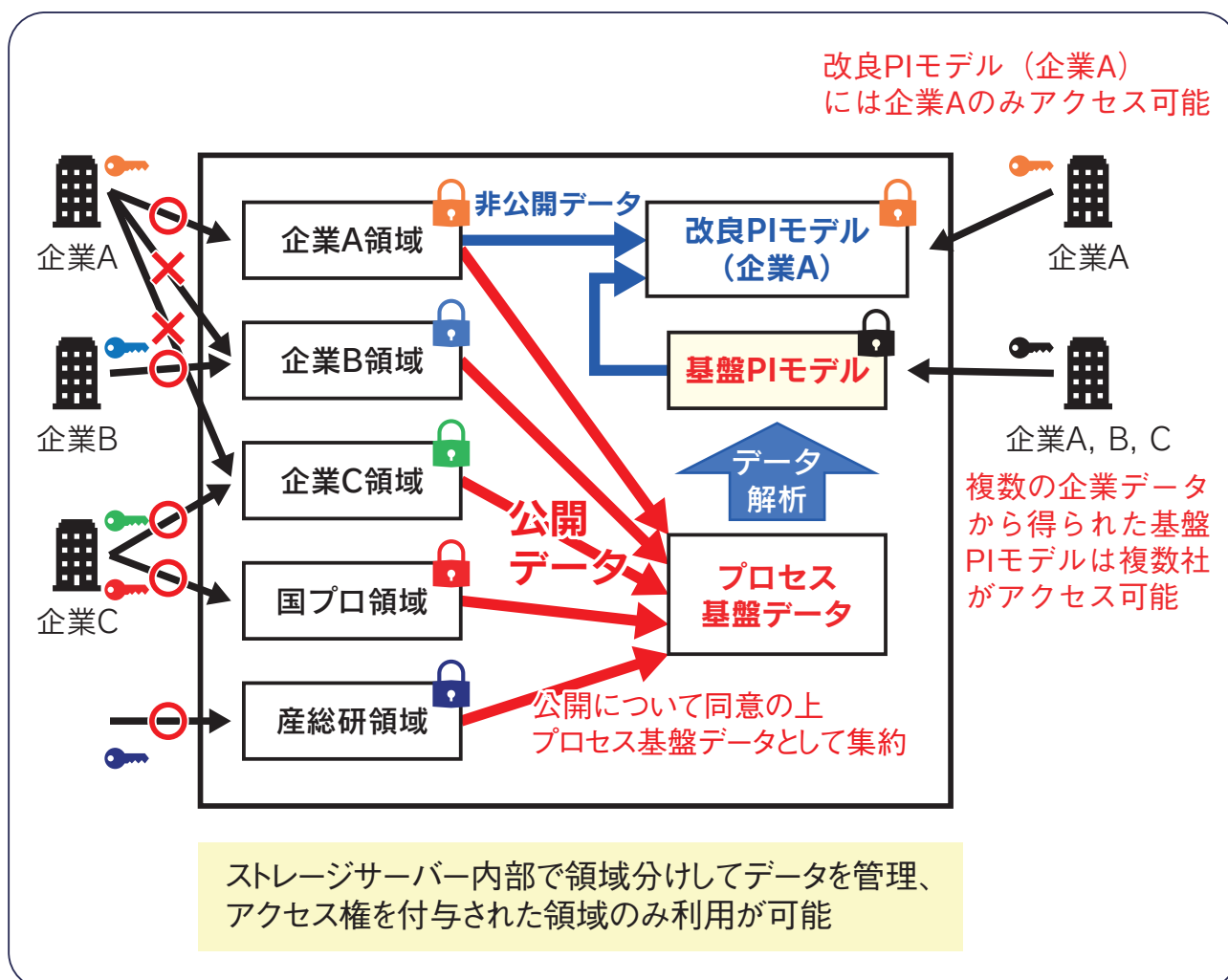
- ・ 樹脂・ゴム材料に適した荷重容量(3kN)
- ・ 線形およびねじりモードで測定
- ・ 幅広い試験温度設定が可能(-40℃～250℃)

データの取り扱いについて

MPIプラットフォームの根幹をなすものは、各拠点に配備された製造装置及び最先端計測装置から得られたデータになります。これらから得られたデータをもとに、機械学習・プロセスシミュレーションを活用し、プロセスの普遍化・高度化のためのプロセス・インフォマティクス(PI)基盤技術を構築することになります。この基盤技術を産業界で広く利用していただくために、産総研ではMPIプラットフォームを活用することによって集積されたデータに基づき、機械学習やシミュレーション技術を用いたモデル化を行い製造プロセスの高度化に結び付けるデータ駆動型材料設計を行える場を提供いたします。そのためにはMPI事業で導入された装置を用いてデータを収集することは不可欠になります。

しかしながら、製造時における各種プロセスデータは研究機関においても生命線であることと思います。本事業では他のネットワークにつなげることなく独立したサーバを設置しデータの外部流出を防ぐとともに、同一サーバ内においても各研究対象のデータ領域を設定することにより、他研究機関からのアクセスはできないようにしております。また、各研究機関から提供可能なデータを頂くことにより、元のデータとは紐付けを行わずにモデルを構築するための素材として用いて、基盤PIモデルを構築いたします。このモデルに関してはデータを提供していただいた研究機関に公開して活用を図ります。また、この基盤PIモデルに各研究機関独自のデータを上乗せすることにより研究機関毎に改良されたPIモデルを提供することも可能です。

データ管理について



MPIプラットフォーム利用開始までの流れと メリットについて

① お問い合わせ

MPIプラットフォーム窓口(M-MPI-ml@aist.go.jp)に
お問い合わせください

② ヒアリング

連携担当者が皆様の課題や希望の聞き取りをおこないます

③ 技術相談

ヒアリングの状況をもとに各拠点の連携担当者や研究者と拠点を
利用して取り組む内容についての相談をします

④ 提案

技術相談結果に応じて、利用する拠点や利用形態(契約形態)を
提案させていただきます

⑤ 契約締結

契約締結後、拠点を利用した研究開発を開始します

産総研では本事業を利用させていただくにあたり以下の二つの契約形態を
ご用意しております。

産総研の知識と経験に基づき、手軽にMPIプラットフォームを利用して皆様の研究の手助けや方向性を示す技術
コンサルティング契約、産総研としっかり手を組んで皆様の取り組みをがっちり支えながら新たな展開を図る共同研究
契約とがあります。

1. 技術コンサルティング契約

MPIプラットフォームにある装置群を活用して、オーダーメイドでご要望に応じた分析・評価を行います。皆様方で
装置を準備する必要があるかどうかの判断材料としてや製品の特長をアピールするための分析・評価などを行います。

2. 共同研究契約

MPIプラットフォームを活用して産総研と共通のテーマについて協力して研究を行う制度です。産総研が持つポテン
シャルを活かして、新たな製品開発やイノベーションを創出します。技術コンサルティング契約で創出された結果をもとに
更なる発展を進めることも可能です。

また、特別試験研究費税額控除制度を活用して法人税の税額控除が受けられます。

URL: https://unit.aist.go.jp/colproc/open_innovation.html

お問い合わせ

〒305-8560 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第1

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 材料・化学領域 MPIプラットフォーム窓口

E-mail: M-MPI-ml@aist.go.jp

URL: <https://unit.aist.go.jp/dmc/platform/MPI/index.html>

マテリアル・プロセスイノベーションプラットフォームパンフレット

2022年3月発行(Ver.2)



MPIプラットフォームHP

各拠点へのアクセス



先進触媒拠点（つくばセンター）

〒305-8565 茨城県つくば市東1-1-1 中央第5



セラミックス・合金拠点（中部センター）

〒463-8560 愛知県名古屋市守山区下志段味穴ヶ洞2266-98



有機・バイオ材料拠点（中国センター）

〒739-0046 広島県東広島市鏡山3-11-32