



日本のマテリアル産業の 発展をともに進める —産総研 MPI プラットフォーム—

国立研究開発法人産業技術総合研究所材料・化学領域連携推進室

石原 正統

1. はじめに

日本のマテリアル産業が機能性材料などで高い国際シェアを持ち、今後も産業競争力を牽引していくことが期待されている中、内閣府の統合イノベーション戦略推進会議が2021年4月に策定したマテリアル革新力強化戦略¹⁾では、産学官がさらなる強固な連携を図り、大企業から中小企業が一体となって、多様化・複雑化が進むマテリアルに求められる要求に対して、世界に先駆けた新しいマテリアル開発基盤を構築することが書き込まれた。世界的にマテリアルの開発競争が激化しており、日本企業の先端プロセス技術の開発やデータ駆動型研究開発による効率化・短期化、さらにはマテリアル開発人材の育成などの取り組みが重要になってきている。経済産業省では製造プロセス技術のさらなる高度化を目指した研究開発力強化として、2020年度補正事業としてオープンイノベーション拠点整備事業²⁾を掲げた。これを受けて産総研材料・化学領域では、最先端の製造プロセス装置や評価・分析装置群を3ヶ所の研究拠点に導入し、産業界に対してマテリアル開発・実装に必要なプロセスデータの取得、技術シーズ・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) プラットフォームを整備した。

2. MPI プラットフォーム

これまでサイエンスとして取り扱われなかったプロセスの過程について、データを取得・解析し、製品化までの試行錯誤や擦り合わせを簡略化するための取り組みとして、プロセス・インフォマティクス (PI) が重要である。マテリアルズ・インフォマティクス (MI) を「材料予測から試作に至る新材料開発をデータ活用により加速させる技術」とすると、PIは「材料試作から工業的に利用可能な製造方法に至る開発をデータ活用により加速させ、各社が有するノウハウを

強化する技術」と考えることができる (図1)。セラミックスの製造を例にすると、原材料から製品に至るまでに、原料の粉体をスラリーにしたりシートにしたり、さらにそれを焼成して製品化するプロセスがある。そのそれぞれのプロセスにおけるパラメータ (攪拌速度や焼成温度など) と、それぞれの中間体の特性データ (粘性や焼結密度など) を関連付けて収集し、学習させることにより最終的にトータルな製造プロセスの最適化やノウハウの強化が可能となり、企業の産業競争力強化につながる。

MPI プラットフォームでは、日本の国際競争力の高い材料について先進触媒拠点 (つくばセンター)、セラミックス・合金拠点 (中部センター)、有機・バイオ材料拠点 (中国センター) を整備し、この4月から運用を開始したところである。このプラットフォームでは、研究開発設備や人材に限りのある中小・ベンチャー企業を中心とした産業界に対して、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する。また、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、企業や国のプロジェクト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PIに関わる基盤技術を創出するものである。

中小企業等への支援としては、企業が抱える例えば

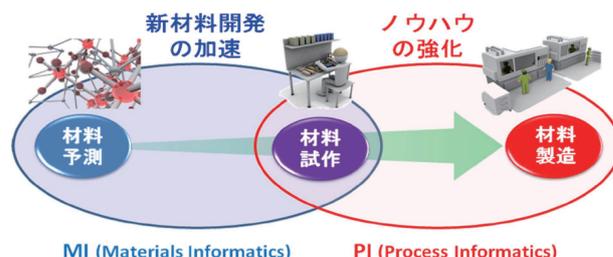


図1 マテリアルズ・インフォマティクスとプロセス・インフォマティクス

「反応条件が分からない」、「目的的性能が出ない」といった技術課題を、最先端の設備を活用して産総研研究者が技術コンサルティングや共同研究などの枠組みで研究開発を支援していく。さらに、相手先の許諾が得られた製造プロセスデータや材料特性データは、他社からは見られない状態で産総研内のサーバーに蓄積され、これを機械学習やAIを活用して各種（前述のセラミックスの製造の場合、混合や焼成など）のプロセスモデルを構築していく。データを提供した企業は、モデルを使ってプロセスのシミュレーションを行うことにより、ゼロから開発するのではなく短時間にプロセスの最適化を行うことが可能となる。

つくばセンターには、触媒調製や触媒性能評価のハイスループット化と機械学習を組み合わせ、触媒開発のインフォマティクスやPIの統合プラットフォームを整備し、経験のない企業であってもデータ科学を活用した触媒プロセス開発と、その専門人材育成を一体的に行うことが可能な拠点を整備した。ここでは、カーボンリサイクルによる芳香族化合物等の製造プロセス開発やバイオマス原料からの基礎化学品の連続製造プロセスの開発などを行うことが可能である。

【導入装置の一例】

- ・触媒自動合成装置
- ・迅速プロセス評価装置
- ・触媒物性評価装置
- ・機能性化学品製造後段プロセスのICM (Integrated Continuous Manufacturing) モジュール

中部センターには、自動車や航空宇宙機器等のモビリティ用材料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プロセス全体を一気通貫で開発する機能を備えた拠点を整備した。ここでは、3D積層造形技術を用いた金型レスでの半導体製造装置用セラミックス複雑形状部材の開発や、製造にかかるエネルギーの大幅削減を実現するセラミックス低温焼結技術を用いた全固体電池などのエネルギーデバイス開発、そして極低酸素下における粉砕から焼結まで一貫したプロセスによる永久磁石の開発などを行うことが可能である。

【導入装置の一例】

- ・ナノ粒子フロー合成装置

- ・大幅セラミックスシート作製装置
- ・低温焼結プロセス装置
- ・高性能集束イオンビーム走査電子顕微鏡 (FIB-SEM) 装置

中国センターには、環境低負荷な新しい有機材料の社会実装を目指して、各種原料の調製や樹脂やゴムとの複合化を可能とする分散・成型加工プロセス設備や部素材の構造と製品特性を紐づけるための分析・評価設備、これらを活用した地域の将来を担う自律的な技術人材の育成を進める拠点を整備した。ここでは、ナノセルロースを活用した高性能ゴム複合材の開発や、バイオ素材を用いた生分解性プラスチックの開発、多彩な原料や添加物（フィラー）の成型プロセス条件と用途の探索などを行うことが可能である。

【導入装置の一例】

- ・原料解繊装置
- ・4軸混練押出機
- ・和周波発光分光・顕微鏡システム
- ・3次元X線顕微鏡

3. おわりに

最先端の装置群と専門人材を核としたMPIプラットフォームは、企業等の先端プロセス技術の開発支援、さらにはデータ駆動型研究開発の導入による材料開発の効率化や短期化を実現し、我が国のマテリアル関連企業の競争力強化、そして地域産業の活性化に貢献することを目指していく。

文 献

- 1) 内閣府：マテリアル革新力強化戦略，2021年4月27日策定。
- 2) 経済産業省：令和2年度第3次補正予算の事業概要（PR資料），2021年1月。

筆 者 紹 介

石原 正統 (いしはら まさとう)

2000年に国立研究開発法人産業技術総合研究所の前身である工業技術院物質工学工業技術研究所に入所し、これまで気相成長法による硬質膜や二次元原子層膜などの薄膜材料開発に従事してきた。2021年5月から企業との連携業務やMPIプラットフォームの立案・運営などを担当。同所材料・化学領域連携推進室 室長 博士 (工学)。

[連絡先] 〒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 連携推進室

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