「統合型材料開発システムによるマテリアル革命」

逆問題MIによる材料開発手法の刷新

プログラムディレクター(PD)　：三島　良直
サブプログラムディレクター(サブPD)：毛利　哲夫

◎目的

材料工学と情報工学の融合で欲しい性能から材料・プロセスをデザインする逆問題マテリアルズインテグレーション（MI）を開発し、
航空機等の先端構造材料・プロセスに展開して、材料開発手法を刷新する。

◎目標

- 材料の開発コスト・期間を50%以下に低減し、新たな機能を導出する逆問題MIの確立および社会実装に向けた体制の構築
- 逆問題MIを活用した次世代CFRP、耐熱材料3D製造プロセス等の確立
- および航空機・環境・エネルギー分野での実用化

◎Society 5.0の具現化

材料開発を計算機上で加速し、CAD、CAEとの同期を可能にする（従来、材料データはDBから取得）。

逆問題MIによる材料開発手法の刷新

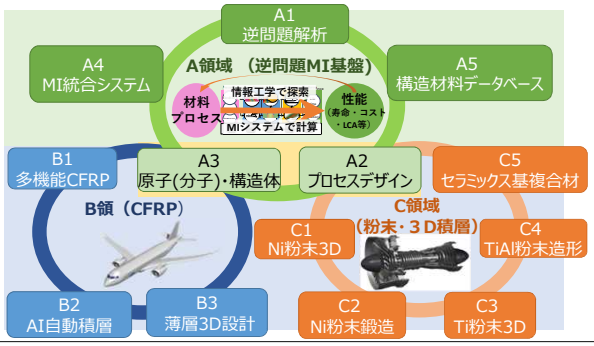
従来手法

- ●実験検証を繰り返して試行錯誤
  試行錯誤回数に制限
- ●専門家が経験と勘から、支配因子を推量し、次の探索条件を決定
  多数の因子を一度に考えられない

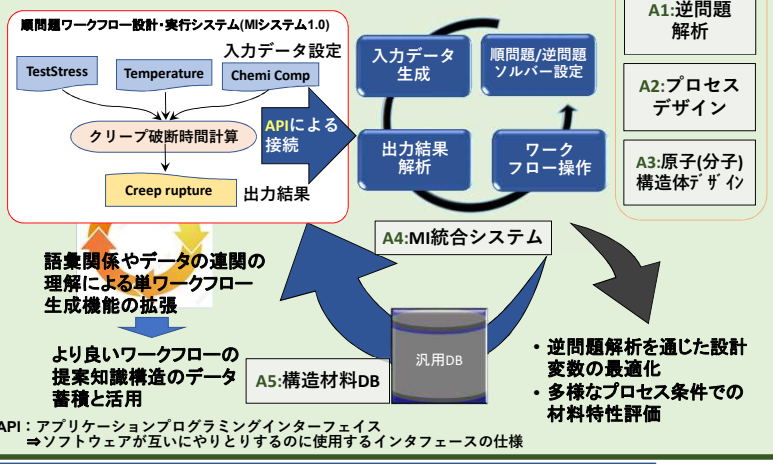
逆問題MI基盤

- ●計算機（MIシステム）上で試行錯誤
  検証コスト・時間の大幅削減
- ●情報工学で、全ての考えうる因子について、網羅的・効率的に最適化
  意外な因子・見落としていた最適解の発見

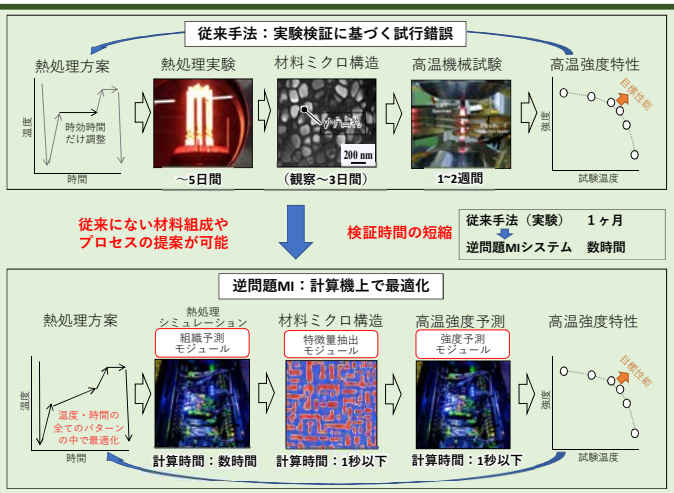
◎研究開発全体像(領域・チーム構成)



◎A領域：逆問題MI基盤を構築／先行事例創出



API：アプリケーションプログラミングインターフェイス
⇒ソフトウェアが互いにやりとりするのに使用するインタフェースの仕様

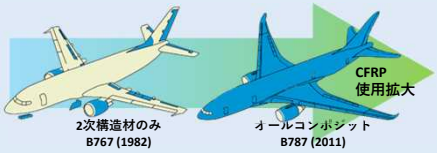


◎B領域：多機能CFRP及び自動積層技術(AFP)の開発

B1：多機能複合材料の開発による高付加価値化
・難燃化・熱伝導性向上　・制振性

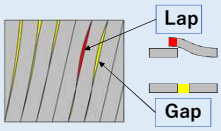
B2：AI援用積層最適化によるCFRP設計・製造自動化技術の開発
・積層速度向上　・強度向上　・軽量化

B3：薄層材自動積層によるCFRPの3D高自由度設計技術の開発
・薄層プリプレグ加工高速化　・ステアリング積層速度高速化　・軽量化



CFRPの機体適用が拡大し、強度特性だけでなくこれまでにない機能性の要求が拡大。
逆問題MIにより力学特性と難燃性の両立を狙う。

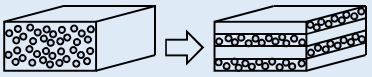
多機能CFRPの開発(B1)



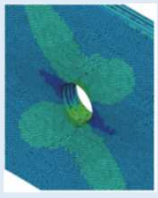
航空機需要増に応えるため、細幅テープを高速で自動積層する技術(AFP装置)が発展している
現状はGAP/LAPによる強度低下を許容するほかなく、材料のポテンシャルを活かし切れず重量増

・逆問題MIにより軽量化と高生産性の両立を狙う
・JAXAをAFP拠点とし知見を共有することで高い波及効果

AI援用自動積層技術の開発(B2)



・薄層プリプレグの生産効率化技術
・AFP装置による高速積層とステアリング等の高自由度積層



高精度解析

薄層×高自由度積層により激増する設計パラメータを逆問題MIにより最適化し、高性能と低コスト製造の両立を狙う

薄層CFRP自動積層技術の開発(B3)

◎C領域：粉末・３D積層　逆問題MIの実構造材料への適用

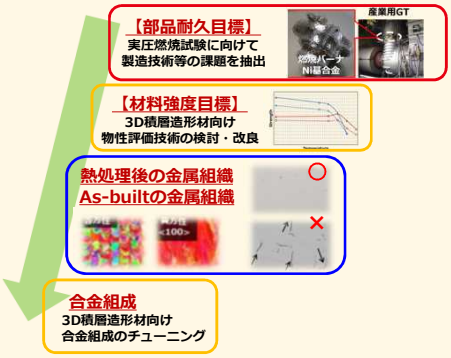
C1: Ni基合金の３D積層造形プロセスの開発
発電用ガスタービン燃焼バーナー
（高温強度）

C2: 高性能化のためのNi粉末鍛造プロセスの開発
航空機エンジン高圧タービンディスク
（鍛造可能な粉末プロセス）

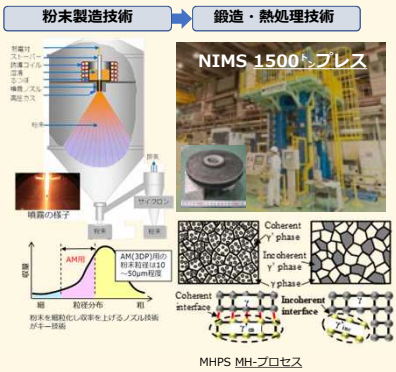
C3: Ti合金の粉末・3D積層造形プロセスの開発
航空機エンジンノズル、静翼
（製造コストの低減）

C4: 高性能TiAl基合金動翼の粉末造形プロセス開発と基盤技術構築
航空機エンジン低圧タービン翼
（軽量高比強度）

C5: セラミックス基複合材料の航空機エンジン部材化技術の開発
航空機エンジン高温耐熱部品
（高温長時間信頼性）

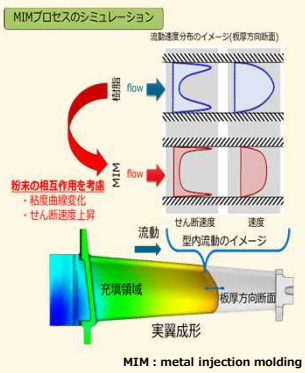


Ni基合金３D積層造形 (C1)



MHPS MH-プロセス

Ni基合金粉末焼結鍛造 (C2)



MIM : metal injection molding

TiAl基合金射出成形(C4)

WEBサイト：https://www.jst.go.jp/sip/p05/index.html