



# 統合型材料開発システムによる マテリアル革命

---

令和5年3月9日(木)

内閣府 プログラムディレクター

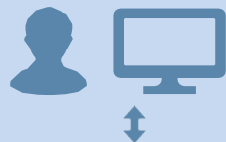
三島 良直

# 課題の目標・全体像 (MIシステムの構築/先進材料開発への適用)

- 素材関連産業の競争力強化のために、欲しい性能から必要となる材料の構造・特性、さらにプロセスを提案する**MI (Materials Integration)システム**を構築し、材料開発の大幅なスピードアップ・コストダウンなどをもたらすDX (Digital Transformation)を具現化する。
- MIシステムが企業や大学・国研の研究開発で有効活用され材料開発が加速することを社会実装の目標とする。さらに、本課題においてMIシステムを活用して開発された製品・技術が実用化・事業化されることも目指す。

## 構造用金属系材料

Users  
(MIコンソーシアム)



Ni, Ti, Al, Fe,...

A: MIInt\*



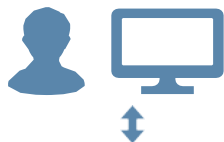
NIMS、東大など

C1:  
積層造形

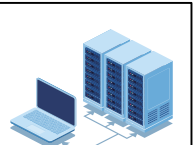
C2:  
粉末鍛造

## 次世代材料

Users

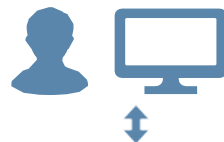


C4: TiAl



東工大など

Users



C5: CMC

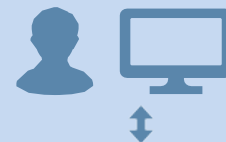


東京工科大  
など

## 構造用複合材料

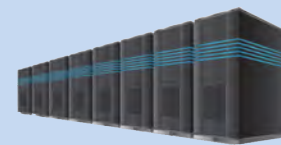
Users

(CoSMICコンソーシアム)



CFRP

A3: CoSMIC\*\*



東北大、JAXAなど

B1:  
多機能  
CFRP

B2:  
AI援用積層  
最適化

B3:  
薄層材  
自動積層

\* MIInt: Materials Integration by network technology

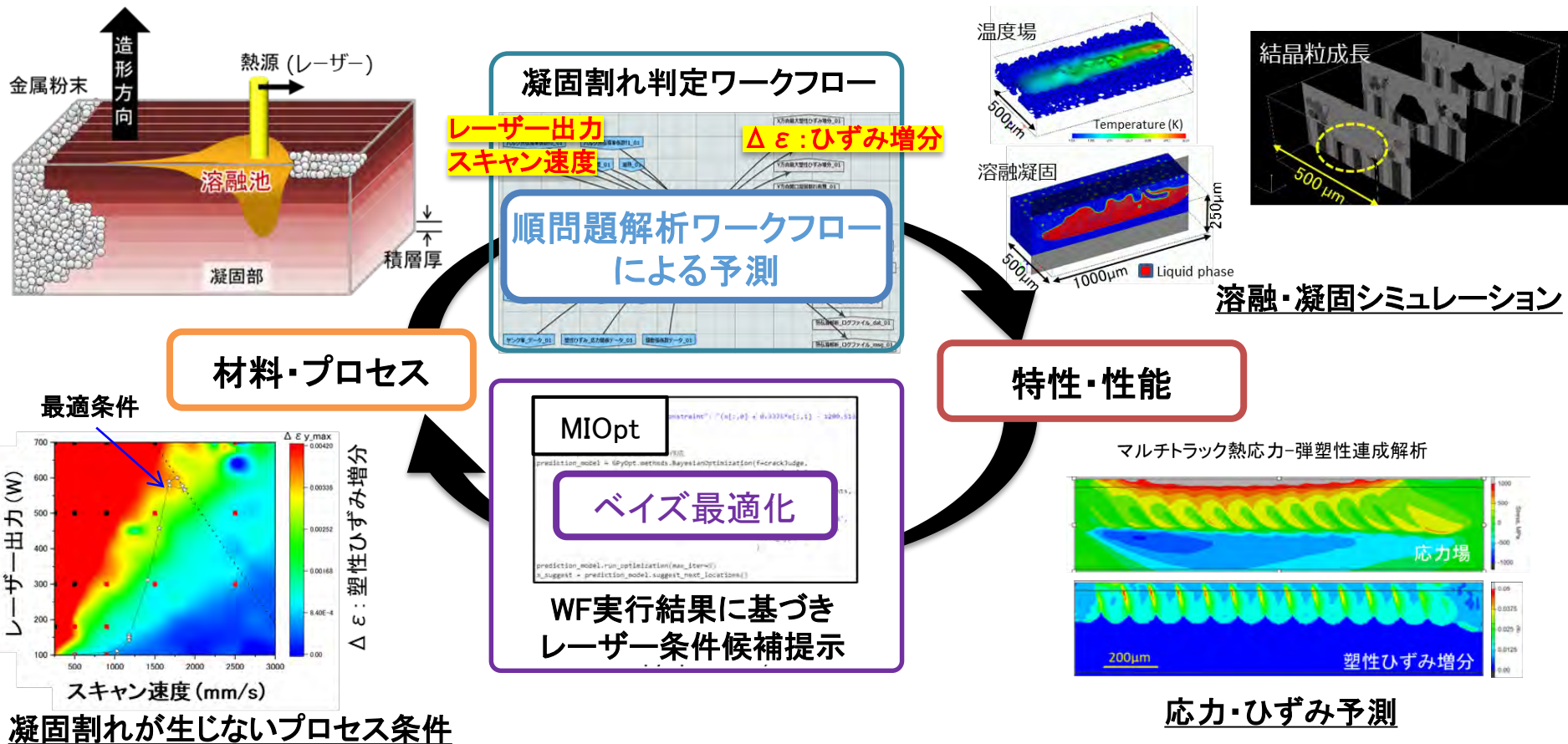
\*\* CoSMIC: Comprehensive System for Materials Integration of CFRP

# MInt (Materials Integration with network technology)

SIP第2期開始前の状況・課題

- ProperTune等の逆問題解析システムでは、各企業の材料開発者が要望する多様な最適化に対応できない
- 自由にモジュールを組み合わせてワークフローを作成し、簡単な操作で効率的な最適化が行える環境が必要。

主な成果: **順問題解析ワークフローとAI活用**による材料・プロセス提案するMIシステムの構築  
 例) 金属粉末積層造形プロセス条件(レーザー出力・スキャン速度)



# MIシステムの金属系材料開発への適用: 主な成果

## SIP第2期開始前の状況・課題

- ・低環境負荷・低燃費エンジンの開発による輸送機器の性能向上、環境負荷の低減 → 材料の耐熱性向上・軽量化。
- ・脱炭素社会の実現に向けたグリーン燃料(水素など)の利用促進 → 複雑形状に対応する粉末・3D造形技術。

## 主な成果: MIシステムによる新合金開発および3D造形技術の最適化

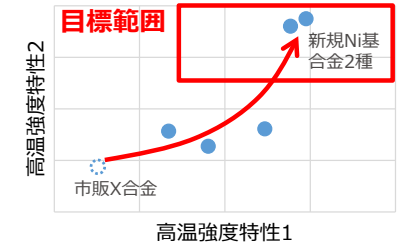
### Ni基合金① (発電用ガスタービン水素燃焼バーナー)

<代表機関: 川崎重工、大阪大学>

- ◆MIntを活用し、要求力学特性を満たす新合金を開発し、模擬バーナーの試作に成功した。
- ◆実圧燃焼試験でも安定燃焼を確認した。



~5cm

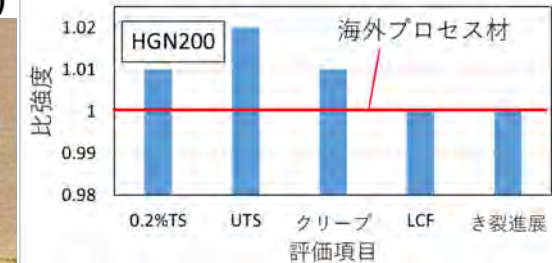
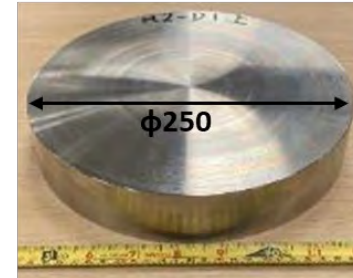


### Ni基合金② (航空機用エンジンタービンディスク)

<代表機関: 三菱重工、NIMS>

- ◆国産の粉末鍛造プロセスでフルスケールディスクの試作に成功した。
- ◆力学特性でも先行する海外プロセス材を上回ることを確認した。

#### 国産プロセス材 (HGN200)



国産プロセス材の力学特性

### TiAl基合金 (航空機用エンジン低圧タービン動翼)

<代表機関: 東工大、三菱重工>

- ◆合金特性予測・組織設計モジュールおよび成形シミュレーションにより、新合金の開発、実翼形状の大型翼の試作に成功した。
- ◆部材に必要な強度も実証試験で確認した。



低圧タービン翼 (翼長200mm)

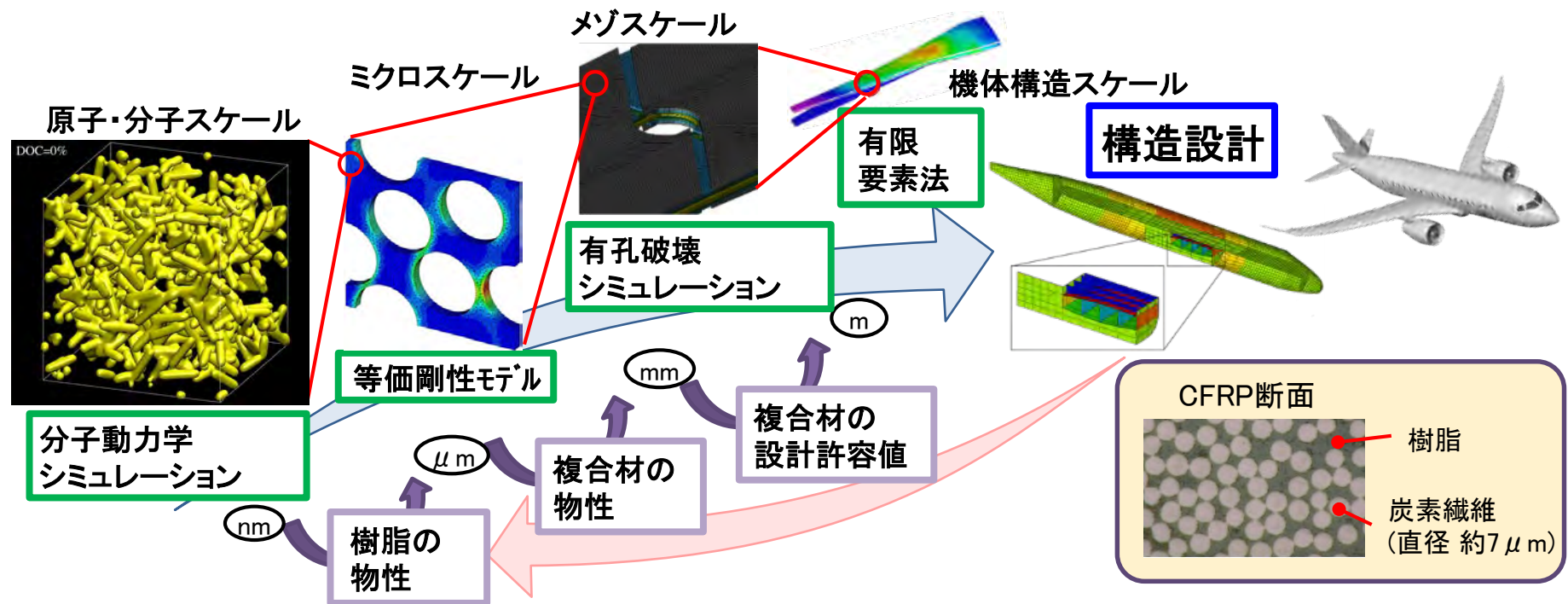


# CoSMIC (Comprehensive System for Materials Integration of CFRP)

## SIP第2期開始前の状況・課題

- ・樹脂の硬化プロセスまで含めた統合型CFRP開発システムは存在しなかった
  - 原子・分子スケールから機体構造スケールまで繋いだCFRP用MIシステムを構築。
- ・民間航空機の認証には多くの実験が必要 → Virtual Testingによる開発期間・コストの大幅削減効果。

## 主な成果 複数の現象を同時に扱い、原子・分子から構造体までを繋ぐ マルチフィジックス/マルチスケール・シミュレーションシステムの構築



# MIシステムのCFRP開発への適用: 主な成果

## SIP第2期開始前の状況・課題

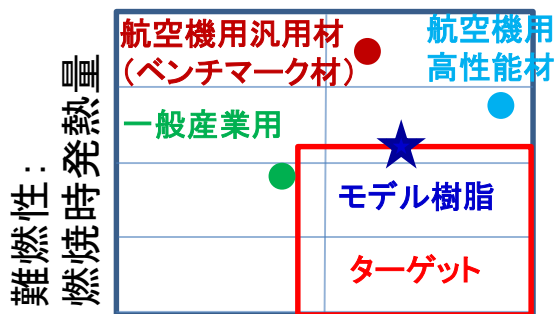
- ・CFRPの高付加価値化によるグローバル競争力強化 → 難燃性等と力学特性の両立。
- ・CFRP自動積層(AFP)ロボットでは米欧が先行 → 日本は多目的(強度・剛性・重量)最適化設計・製造技術で挽回。

## 主な成果: MIシステムによる多機能化および多目的最適化設計・製造

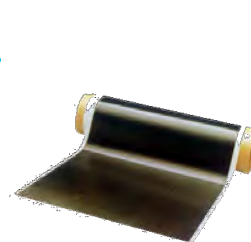
### 多機能CFRP

＜代表機関: 東レ、東北大＞

- ◆ ベンチマーク材との比較
  - ・強度: 同等(低下<5%)
  - ・難燃性: 燃焼時発熱量: 20%以上低減
  - ・熱伝導性: 10%以上向上
  - ・制振性: 10%向上見込み



力学特性: 有孔圧縮強度



難燃性プリプレグ

### CFRP多目的最適化設計・製造システム

＜代表機関: 三菱重工、SUBARU＞

- ◆ 自動積層の活用と多目的最適化設計により、通常積層の設計手法に対して10～20%の軽量化(強度向上相当)を達成した。
- ◆ 薄層CFRPと可変幅ステアリング積層技術でプロペラ構造供試体の試作に成功した。



自動積層装置と翼型構造の試作



プロペラ構造の試作

## 1. MIシステムを高度化・充実化させ、コンソーシアム運営を軌道に乗せる。

- MIInt、CoSMICともにコンソーシアムを設立した。その事務局はNIMSおよび東北大学が事務局を務め、前者はMOP (Materials Open Platform)、後者はオープンイノベーション戦略機構と、全機構・大学組織の中で運営する。
- アカデミア会員が魅力的な計算モジュールを開発すれば、企業会員の利用料等収入が増加してモジュール開発資金も増加する、この好循環が不可欠である。
- オープンイノベーションの活性化とMIシステムの高度化・充実化は直結する。それを促進する方策の一つとして、データを秘匿したままで協働が可能であり、かつMIシステムもさらに賢くなる連合学習の技術の開発に取り組んできた。
- モデルやデータの記述様式の統一に取り組んでいる。これが進めば、将来はMIシステムは構造材料のみならず機能材料なども扱えるようになるはずである。我が国の材料データベースの統合など、長期的展望をもってチャレンジすべきと考えている。

## 2. MIシステムを活用して開発された材料を実用化・事業化する。

- 航空機材料などの認証には膨大な量の試験を要する。MIシステムをVirtual Testingとして認証にも活用できれば、早期の実用化・事業化に大きく貢献する。