



## SIP革新的構造材料について

国立研究開発法人 科学技術振興機構

竹村 誠洋



Strategic Innovation Promotion Program



## 革新的構造材料

Structural Materials for Innovation (SM<sup>4I</sup>)

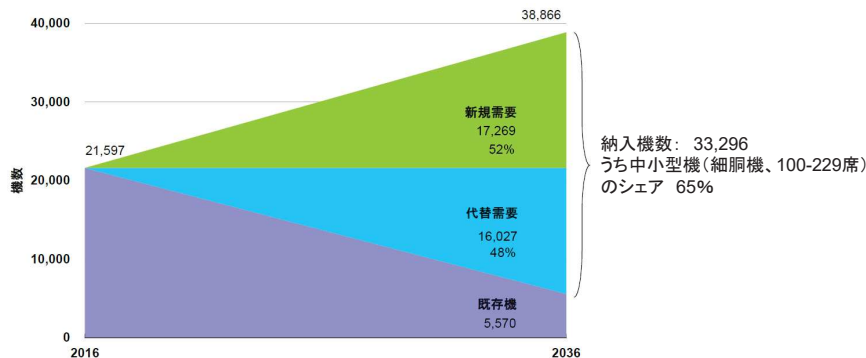
【期間】	平成26年度 – 30年度 (5年間)
【プログラム・ディレクター】	岸 輝雄 (東京大学名誉教授)
【参画機関数 (H30)】	71 (26企業、36大学、9公的・非営利機関)
【H30年度予算】	34億円

- 【領域】
- (A) 航空機用樹脂の開発とCFRPの開発
  - (B) 耐熱合金・金属間化合物の開発
  - (C) セラミックス基複合材料の開発 (CMC)
  - (D) マテリアルズインテグレーション (MI)

## 目的・背景など

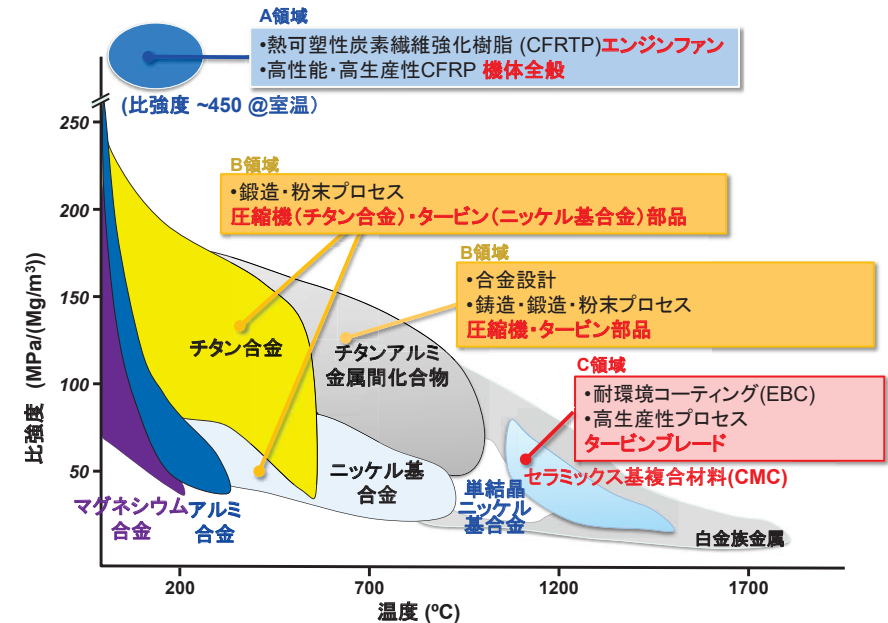
- 我が国の工業材料の高い国際競争力の維持・さらなる発展
- 我が国の航空機産業及び関連部材産業の競争力の向上
- エネルギー転換・利用効率向上のキー技術の構築

航空機産業では、構造材料が目指す**比強度(軽くて強い)、耐熱性、信頼性のいずれも最高レベル**が要求される。また**他産業への波及効果も大きい**。



ジェット旅客機の需要予測結果

## 各種材料の比強度と温度の関係



# 開発部材・部品と期待される経済効果



SIP 戦略的イノベーション創造プログラム  
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

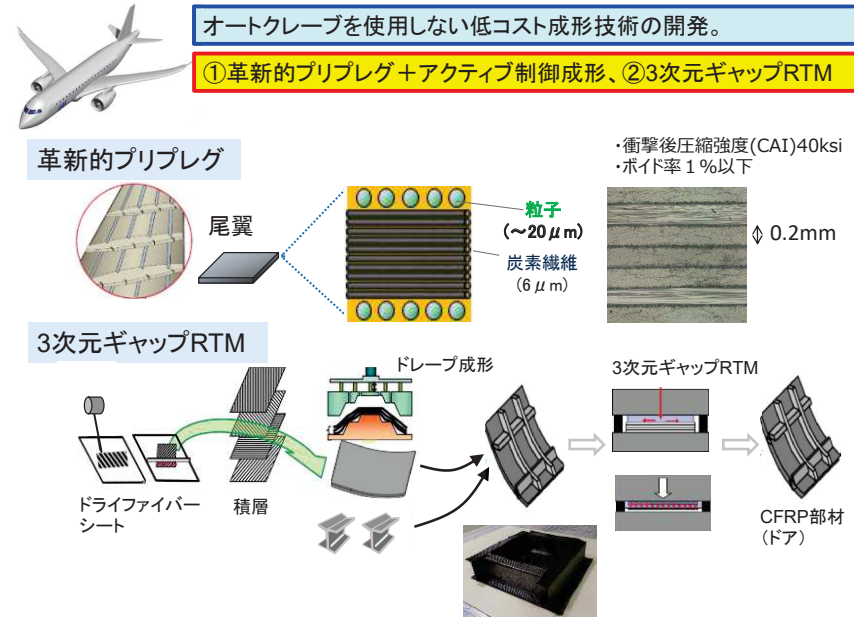
革新的構造材料の事業戦略動向に関する調査委託(2015)

5

# A領域： 脱オートクレーブ成形CFRP

オートクレーブを使用しない低コスト成形技術の開発。

①革新的プリプレグ+アクティブ制御成形、②3次元ギャップRTM

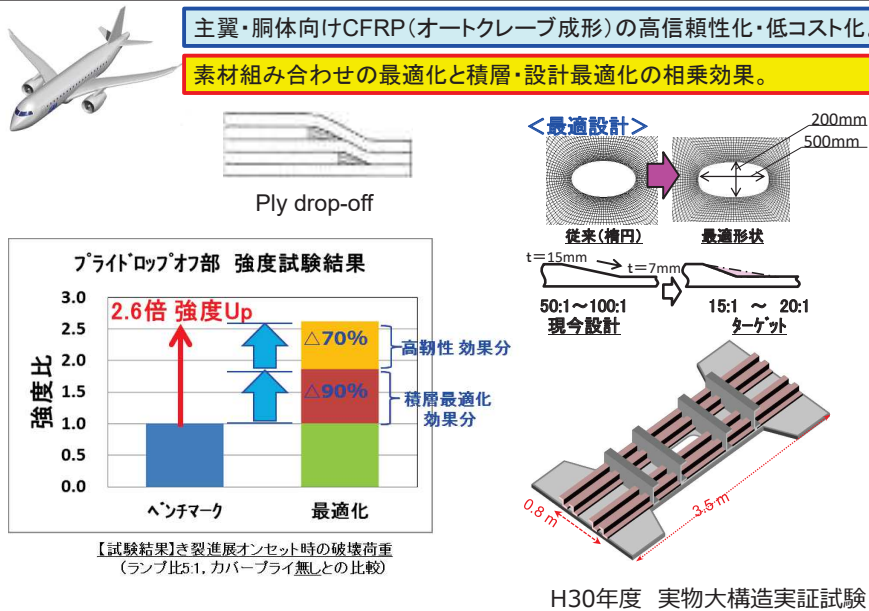


6

# A領域： 高生産性・強靱CFRP

主翼・胴体向けCFRP(オートクレーブ成形)の高信頼性化・低コスト化。

素材組み合わせの最適化と積層・設計最適化の相乗効果。

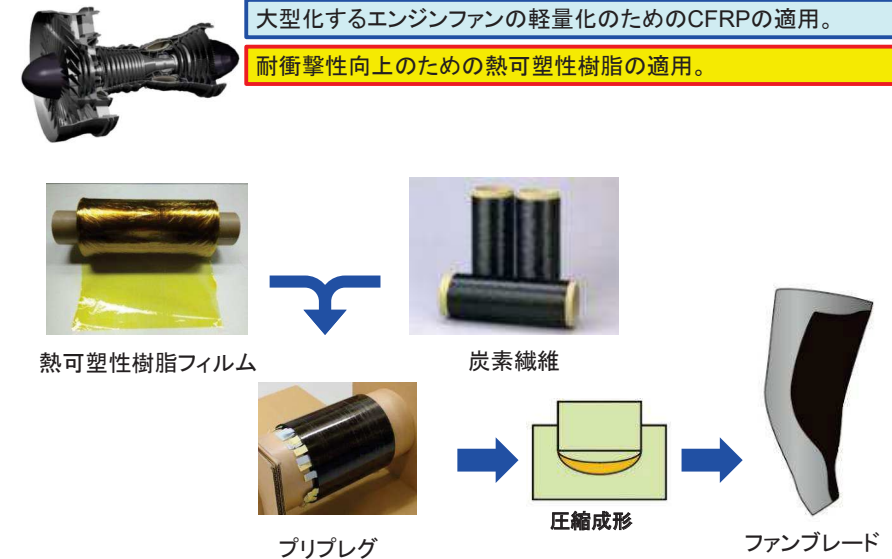


7

# A領域： 熱可塑性CFRP

大型化するエンジンファンの軽量化のためのCFRPの適用。

耐衝撃性向上のための熱可塑性樹脂の適用。



8

## B領域：鍛造シミュレーション

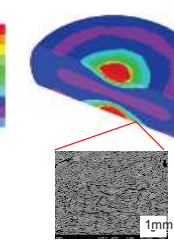


チタン合金・ニッケル基合金製部品の高信頼性化、低コスト化。

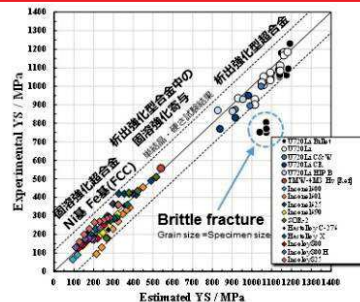
ブリスク(ブレード・ディスク一体部品)製造を可能にする鍛造シミュレーション技術の確立。



1,500トン鍛造シミュレータ (NIMSに設置)



鍛造金属組織予測の計算(チタン合金)



強度予測値と実測値の比較(ニッケル基合金)



世界最大・最先端の  
50,000トン鍛造設備で実証

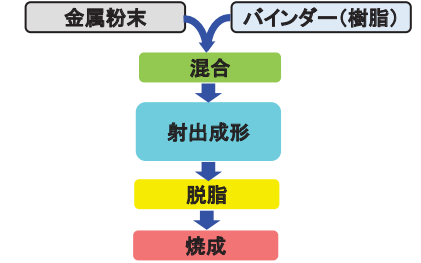
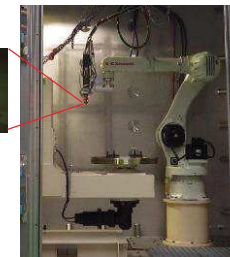
## B領域：粉末冶金プロセス

チタン合金・ニッケル基合金製部品の高信頼性化、低コスト化。

粉末プロセス技術による(高価格合金の)高歩留まりの達成。

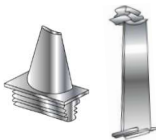
レーザー粉体肉盛

金属粉末射出成形



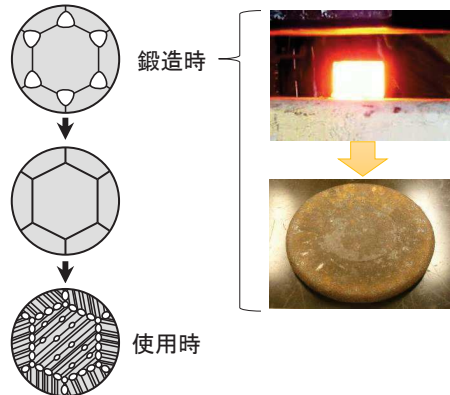
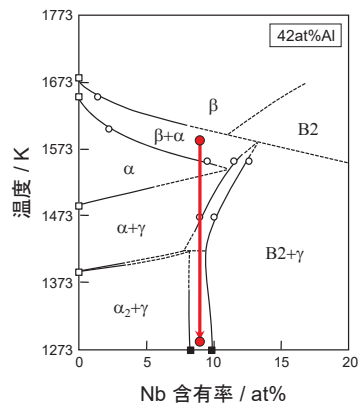
試作品

## B領域 チタンアルミ金属間化合物



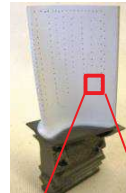
軽量かつ耐熱性を活かした約800°Cでの使用(高圧圧縮機動翼、低圧タービン動翼など)。

加工性(鍛造)と力学特性(強度、靱性、クリープ特性など)の両立。



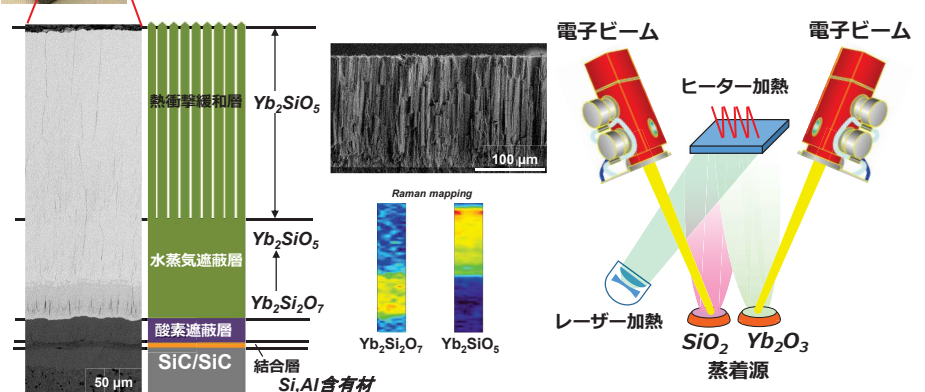
精緻な熱力学状態図に基づく組織制御により加工性と力学特性を両立。

## C領域 セラミックス基複合材料 (SiC/SiC)



・エンジン効率向上には燃焼ガス温度の上昇が最も効果的。  
→効率が1%向上すると、エンジン1基あたり年間3,000万円の燃料代を削減。  
・SiC/SiC複合材料:ニッケル基超合金(現行)と比べて7%燃費が向上。

世界最高耐用温度1400°Cへの挑戦  
・高温酸化を防ぐことが最大の課題→耐環境性コーティング(EBC)の開発。

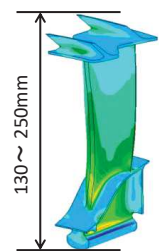


電子ビーム物理蒸着法による耐環境性コーティング

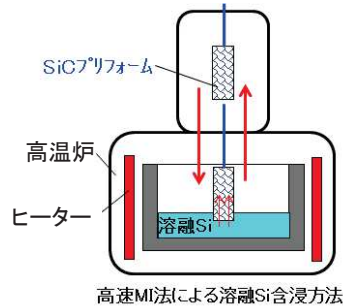
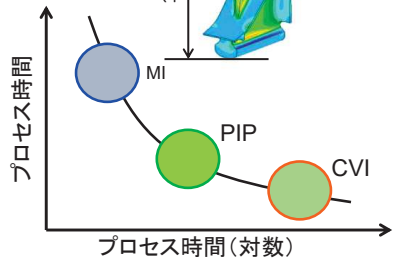


## C領域 セラミックス基複合材料 (SiC/SiC)

SiC/SiC CMCの適用範囲拡大(1200~1400°C)のための高生産性化。



高速溶融合浸法:プリフォームの溶融シリコンへの浸漬時間の大幅短縮による、SiC繊維劣化の抑制。



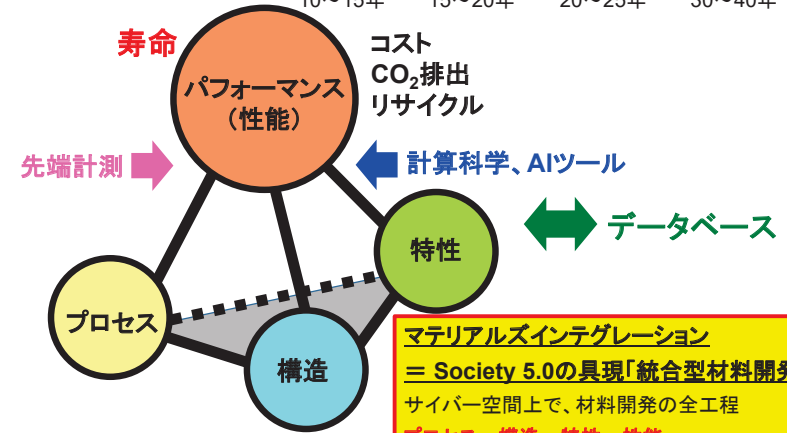
高速溶融合浸(MI)法  
SiCプリフォームの  
溶融Siへの含浸

- MI: Melt Infiltration
- PIP: Polymer Impregnation and Pyrolysis
- CVI: Chemical Vapor Infiltration

## D領域 マテリアルズインテグレーション(統合型材料開発システム)

-Society5.0の実現に向けて-

構造材料の使用期間は長い  
ため、実証を含む  
研究開発期間が長い。



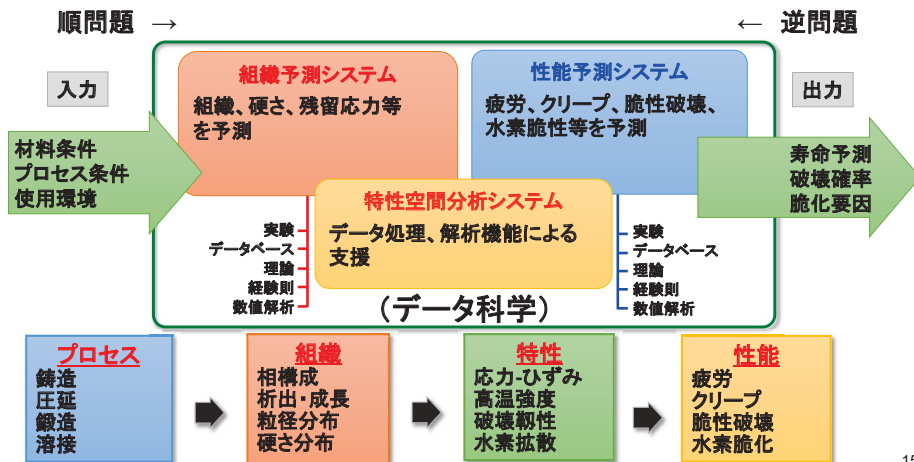
**マテリアルズインテグレーション**  
= Society 5.0の具現「統合型材料開発システム」  
サイバー空間上で、材料開発の全工程  
**プロセス→構造→特性→性能**  
を(加速)再現。→フィジカル空間での開発期間を短縮。

## D領域 マテリアルズインテグレーション(統合型材料開発システム)

-Society5.0の実現に向けて-

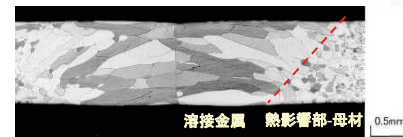
マテリアルズインテグレーション (MI)

材料工学手法に**データ科学**を活用して、計算機上でプロセス・組織・特性・性能をつないで材料開発を加速する統合型材料開発システム。



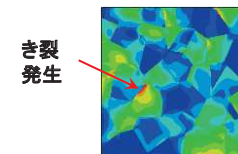
## MIの計算モジュールの例

### 組織予測

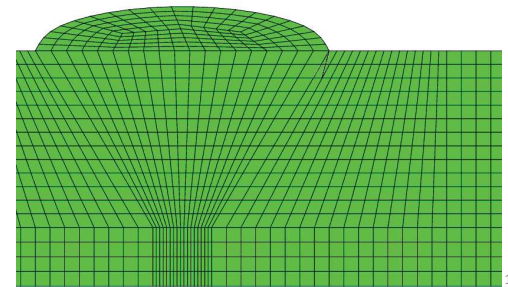
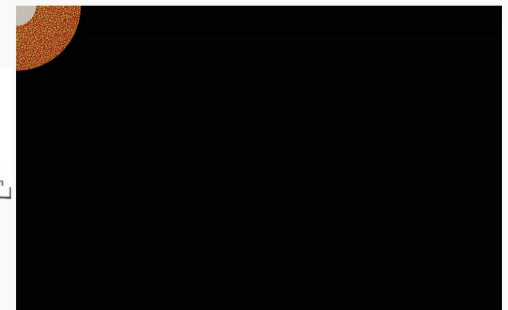


溶接熱影響部における粒成長  
大野(北海道大学)

### 性能予測



溶接継手の疲労  
榎、柴沼、白岩(東京大学)



# MIシステムの例： 溶接継手の疲労寿命予測

モジュール間を手動でつなぐシステムは2016年度に完成 (Ver. Alpha)

自動でつなぐシステムを2018年度中に完成 (Ver. 1.0)

