

統合型材料開発システムによるマテリアル革命 工程表

研究開発項目	2018年度計画	2019年度計画	2020年度計画	2021年度計画	2022年度計画	出口戦略	製品化		
(A)逆問題MI基盤技術開発領域									
特殊TRL2									
(A-1) 逆問題解析	<ul style="list-style-type: none"> 設備導入 モジュール・ワークフローの再構成および設計 	<ul style="list-style-type: none"> 逆問題要素技術開発 新規モジュール開発 	<ul style="list-style-type: none"> 逆問題解析適用 新規モジュール開発 	<ul style="list-style-type: none"> 逆問題解析適用 適用材料拡張 	特殊TRL6			<ul style="list-style-type: none"> 民間企業において、開発したMIシステムを活用した材料開発を促進 	<p>MI拠点において、産学官によるオープンイノベーション型、及び、共同研究型の材料研究開発の中で利用(2023~)</p> <p>共同研究において機体開発ツールとしての利用(2023~)</p>
(A-2) プロセスデザイン	<ul style="list-style-type: none"> 設備導入 新規モジュール設計 	<ul style="list-style-type: none"> 新規モジュール開発 	<ul style="list-style-type: none"> 新規モジュール開発 	<ul style="list-style-type: none"> 新規開発モジュールによる逆問題事例研究 	<ul style="list-style-type: none"> 新規開発モジュールによる逆問題事例研究 	<ul style="list-style-type: none"> 産学官の材料開発プラットフォームとして、オープンイノベーションを推進 			
(A-3) 原子・構造体デザイン	<ul style="list-style-type: none"> 原子・構造体シミュレーションにおける開発ツール設定 	<ul style="list-style-type: none"> 原子・構造体シミュレーション手法の開発 	<ul style="list-style-type: none"> 材料設計ツールの開発 モニタリング検証 最適構造設計ツール開発 	<ul style="list-style-type: none"> 多成分系樹脂の最適組成設計の提案 最適モニタリング法の提案 積層複合材最適構造提案 	<ul style="list-style-type: none"> 要素技術を組み込んだ多目的最適設計のデモンストレーション 	<ul style="list-style-type: none"> 材料メーカー、重工メーカー等への提案等の活動 			
(A-4) MI統合システム	<ul style="list-style-type: none"> MIシステム1.0の機能強化 逆問題対応型システムの設計 	<ul style="list-style-type: none"> 逆問題対応型システム開発 	<ul style="list-style-type: none"> 逆問題対応型システム・アルゴリズムの開発 新規開発モジュール・ワークフローの実装 	<ul style="list-style-type: none"> 逆問題対応アシシステム・アルゴリズムの開発 新規開発モジュール・ワークフローの実装 	<ul style="list-style-type: none"> 新システムを活用事例検証 				
(A-5) 構造材料データベース	<ul style="list-style-type: none"> 構造記述対象の典型データ収集 構造自動解析手法設計 	<ul style="list-style-type: none"> 構造材料データベース設計 構造自動解析手法開発 	<ul style="list-style-type: none"> 構造材料データベース実装 構造自動解析手法開発 	<ul style="list-style-type: none"> 構造材料データベース記述手法の公開・改修 構造自動解析手法の適用材料拡張 	<ul style="list-style-type: none"> 構造材料データベース適用対象材料拡張 構造自動解析手法の適用材料拡張 				

逆問題MI基盤が産学官連携の研究基盤として活用される段階を特殊TRL9と定義した上で、MI基盤構築のための実験的環境においてその有効性が検証され(特殊TRL5)、さらに民間資金による活用に向けたシステムのプロトタイプ化までを想定して特殊TRL6を目標としている。TRLは計画策定時の期待値であり、今後の研究に応じて変更がありうる。

研究開発項目	2018年度計画	2019年度計画	2020年度計画	2021年度計画	2022年度計画	出口戦略	製品化
(B-1)MIを活用した複合材料の高付加価値化 < 多機能複合材料の開発 >							
TRL1	<ul style="list-style-type: none"> 難燃モデル樹脂の設計 多機能樹脂用MP/MSシミュレーションの手法確立 	<ul style="list-style-type: none"> 機能性（難燃等）評価機能の構築 多機能樹脂用MP/MSシミュレーション手法の検証 	<p style="color: red;">TRL3</p> <ul style="list-style-type: none"> プリプレグへの機能性付与の達成 実験データを加味した最適多機能樹脂用設計ツール開発 	<ul style="list-style-type: none"> 実用樹脂組成の創出 材料設計ツールに基づく最適組成の提案 	<p style="color: red;">TRL5</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計DBの構築 航空機要素部材の設計の手法確立 	航空機メーカー等への提案活動。	航空機用プリプレグ (2025~)
	民間からの拠出比率（人材、物資、資金等）						
	(20%)	(20%)	(20%)	(30%)	(30%)		

TRLや民間からの拠出比率は計画策定時の期待値であり、今後の研究に応じて変更がありうる。

研究開発項目	2018年度計画	2019年度計画	2020年度計画	2021年度計画	2022年度計画	出口戦略	製品化				
<p>(B-2)MIを活用した複合材料の高付加価値化 < 薄層高自由度設計の実現・自動積層技術の開発 ></p> <p>AI援用設計、製造自動化の実現</p>											
<p>1. 自動積層装置仕様設定と高生産性向け装置・材料改善</p>											
TRL1	<ul style="list-style-type: none"> 自動積層装置の仕様設定 	<ul style="list-style-type: none"> 自動積層課題抽出 	<ul style="list-style-type: none"> 装置、材料改善 目途出し 	<ul style="list-style-type: none"> 装置、材料改善 基礎確立 	<p>TRL5</p> <ul style="list-style-type: none"> 実証試験 成果評価 (自動化/MI連携システム) 強度・高生産性効果検討 ビジネスモデル検討 <p>MI連携により得られる複合材の良さを活かした高生産性設計・製造法、及びそれらを基にした構造、製品革新を論文・学会発表等を通して世界にアピール。次世代航空機事業参画への起爆剤とする。</p>			<p>B737後継機等の次世代航空機開発の参入に貢献 (2025年以降)</p>			
<p>2. 複合材自動/最適設計法</p>											
TRL1	<ul style="list-style-type: none"> 複合材最適積層手法基礎確立・評価 最適積層試行。課題整理 (装置メーカーでの先行試験) 複合材・自動積層品質・強度課題整理 		<ul style="list-style-type: none"> 複合材最適設計手法・強度評価法基礎確立 	<ul style="list-style-type: none"> 最適設計、自動化目途出し スペック・標準化/システム化 基礎確立 					TRL2	TRL3	
<p>3. MI連携 材料改質・改善、新構造様式</p>											
TRL1	<ul style="list-style-type: none"> 改善課題整理 改善材料仕様設定 	<ul style="list-style-type: none"> 積層 / 材料改善 強度・生産性 評価 新構造様式 課題抽出 	<ul style="list-style-type: none"> 材料改質 目途出し 	<ul style="list-style-type: none"> MI連携 材料改質システム 基礎確立 新構造様式 基礎確立 	TRL2	TRL3					
<p>民間からの拠出比率 (人材、物資、資金等)</p>											
	(20%)	(20%)	(20%)	(30%)	(30%)						

TRLや民間からの拠出比率は計画策定時の期待値であり、今後の研究に応じて変更がありうる。

研究開発項目	2018年度計画	2019年度計画	2020年度計画	2021年度計画	2022年度計画	出口戦略	製品化
(B-2)MIを活用した複合材料の高付加価値化<薄層高自由度設計の実現・自動積層技術の開発>							
	TRL1		TRL3		TRL5		
1. 最適設計・製造技術の開発 / MI技術の実用化	実証に向けた必要技術検討 / 小型要素レベルでの基本開発		<ul style="list-style-type: none"> 大型要素・部分構造レベルでの検証 (航空機翼構造部材を例に重量20%削減) 高自由度CFRP最適設計技術の確立 				
	最適設計手法の構想検討	<ul style="list-style-type: none"> 可変幅薄層/ステアリング/の解析技術の確立 最適設計技術の確立 					
2. 薄層複合材開発	自動積層材料仕様開発		プリプレグ製造中のインライン検査技術確立			軽量化技術 / 及び軽量化による材料費低減、装置開発を含めた短時間製造により、低コスト化技術を得ることで、 川中産業育成及び、事業獲得に優位な差別化を狙う。	旅客機、無人機 (2030~)
	薄層プリプレグの高速製造技術確立						次世代モビリティ (2040~)
3. 自動積層機開発	プロトタイプ装置によるテープ幅・厚み可変積層技術の確立	ロボットアーム装置による複数本のテープ幅・厚み可変積層技術の確立	多列テープ幅・厚み可変積層技術の確立	実大構造製造における多列テープ幅・厚み可変積層技術の確立			
					自動検査技術の確立		
民間からの拠出比率 (人材、物資、資金等)	(20%)	(20%)	(20%)	(30%)	(30%)		

TRLや民間からの拠出比率は計画策定時の期待値であり、今後の研究に応じて変更がありうる。

研究開発項目	2018年度計画	2019年度計画	2020年度計画	2021年度計画	2022年度計画	出口戦略	製品化
(B-3) MIを活用した高強度・耐熱合金の造形プロセス開発<チタン合金粉末3D積層造形>							
チタン合金の新規粉末製造プロセスの構築	<ul style="list-style-type: none"> プロセス概念検討 	<ul style="list-style-type: none"> プロセス条件検討 	<ul style="list-style-type: none"> 概念構築 	<ul style="list-style-type: none"> 条件最適化 	<ul style="list-style-type: none"> プロセス実証 	航空機、航空エンジン向け積層造形部品	経済型Ti合金粉末 (2025~) 航空エンジン部品 (2030~)
	TRL1				TRL4		
チタン合金積層造形プロセスの構築	<ul style="list-style-type: none"> プロセス基礎検討 	<ul style="list-style-type: none"> リサイクルプロセス検討 	<ul style="list-style-type: none"> リサイクルプロセス構築 	<ul style="list-style-type: none"> 経済型粉末使用プロセス検討 	<ul style="list-style-type: none"> 経済型粉末使用プロセス実証 		
	TRL1				TRL4		
チタン合金積層造形部材の特性把握	<ul style="list-style-type: none"> 必用特性検討 	<ul style="list-style-type: none"> 積層造形部材特性把握 		<ul style="list-style-type: none"> 経済型粉末プロセス積層造形部材特性把握 			
		TRL1			TRL4		
チタン合金積層造形材ミクロ組織の解明	<ul style="list-style-type: none"> 通常積層材ミクロ組織解析 		<ul style="list-style-type: none"> 経済型粉末使用材ミクロ組織解析 		<ul style="list-style-type: none"> ミクロ組織指針構築 		
		TRL1			TRL4		
民間からの拠出比率(人材、物資、資金等)	(20%)	(20%)	(20%)	(30%)	(30%)		

TRLや民間からの拠出比率は計画策定時の期待値であり、今後の研究に応じて変更がありうる。

研究開発項目	2018年度計画	2019年度計画	2020年度計画	2021年度計画	2022年度計画	出口戦略	製品化
<p>(B-4) MIを活用した高強度・耐熱合金の造形プロセス開発<ニッケル基合金粉末3D積層造形></p> <p>水素焼きガスタービン用Ni粉末積層造形技術の開発</p>							
合金設計MI	<ul style="list-style-type: none"> 設備の仕様決定、発注、納入 	<ul style="list-style-type: none"> 市販合金での製造プロセス確立 	<ul style="list-style-type: none"> 積層造形部品を用いた燃焼試験の実施 	<ul style="list-style-type: none"> MI技術を用いた新規Ni基合金の製造実証 	<ul style="list-style-type: none"> 燃焼バーナー高性能化の実証 	<ul style="list-style-type: none"> 水素焼きガスタービンの高性能化 航空エンジン燃料供給部品への展開 	<ul style="list-style-type: none"> 水素焼きガスタービンの市場投入 (2022以降～) 航空エンジン部品への適用 (2030以降～)
	<ul style="list-style-type: none"> 強度・耐酸化特性改良合金組成の探索 粉末作製 積層造形材の特性評価 	<ul style="list-style-type: none"> 非平衡合金を用いた新規合金組成探索 粉末作製 積層造形プロセスへの適用 	<ul style="list-style-type: none"> 新規合金組成による積層造形材の特性評価 積層プロセス・合金組成最適化 				
民間からの拠出比率（人材、物資、資金等）	(20%)	(20%)	(20%)	(30%)	(30%)		

TRLや民間からの拠出比率は計画策定時の期待値であり、今後の研究に応じて変更がありうる。

研究開発項目	2018年度計画	2019年度計画	2020年度計画	2021年度計画	2022年度計画	出口戦略	製品化	
(B-5) MIを活用した高強度・耐熱合金の造形プロセス開発<ニッケル基合金粉末鍛造>								
粉末プロセス	・ガスアトマイズプロセス確立	・MIによる噴霧条件最適化					最適化ツール販売 (2021~)	
	TRL2	・キャニング&HIP プロセス確立						
鍛造プロセス	・ピレット鍛造プロセスの確立		TRL3	・MIによる鍛造プロセスの最適化			金型材販売ビジネス (2021~)	
		・ニアネット鍛造プロセスの確立		TRL4				
		・金型材の開発・補修技術確立						
模擬部品 試作		・試作品評価手法の 調査・検討				既存材&開発プロセス で早期実用化		
		・模擬品試作(総合プロセス実証)		・評価	TRL5			
実機品製作 認証取得			TRL5	・中型民間機 ディスク製作	・認証データ取得完了		開発プロセス実績 蓄積後 国産材を適用	中型機既存エンジン 開発プロセス適用 (2025~)
				・ビジネスジェット機 ディスク製作(国産材)		・次世代機開発と連携した 認証取得活動		次世代機エンジン 国産材・プロセス適用 (2025~)
民間からの拠出比率(人材、物資、資金等)	(20%)	(20%)	(20%)	(30%)	(30%)			

TRLや民間からの拠出比率は計画策定時の期待値であり、今後の研究に応じて変更がありうる。

研究開発項目	2018年度計画	2019年度計画	2020年度計画	2021年度計画	2022年度計画	出口戦略	製品化
(B-6)MIを活用した高強度・耐熱合金の造形プロセス開発<チタンアルミ合金粉末射出成形>							
TRL2	<ul style="list-style-type: none"> MIMに適したTiAl合金組成のFS 	<ul style="list-style-type: none"> 材料組成設定 プロセス適正化 	<ul style="list-style-type: none"> 最適材料組成決定 プロセス最適条件設定 	<ul style="list-style-type: none"> 形状安定化プロセス設定 形状予測手法の確立 	<ul style="list-style-type: none"> 航空エンジン用低圧タービンブレードの実証試験 	<ul style="list-style-type: none"> 次世代エンジンへの実用化を目指しOEM提案。 	商用運行(2030~)
民間からの拠出比率(人材、物資、資金等)							
(20%)		(20%)		(30%)		(30%)	
(B-7)MIを活用したセラミック基複合材料の信頼性評価技術の開発							
TRL1	<ul style="list-style-type: none"> 加速試験装置の調達 材料調達 シミュレーターの予備的利用 	<ul style="list-style-type: none"> 材料試験の実施 材料試験結果の分析 MIモジュール開発 	<ul style="list-style-type: none"> 材料試験結果を基にしたシミュレーションパラメータの推定 MI統合によるバーチャルテストの実現 	<ul style="list-style-type: none"> バーチャルテストの部材設計への活用 	<ul style="list-style-type: none"> バーチャルテストの部材設計での利用ノウハウの蓄積 バーチャルテストの検査への活用 	<ul style="list-style-type: none"> 民間航空機エンジン部品メーカーでのバーチャルテストの部材設計への利用による開発力・提案力の強化 検査手法の国際標準化に向けた取り組みの強化 	航空機ジェットエンジン用部品(2023~)
民間からの拠出比率(人材、物資、資金等)							
(20%)		(20%)		(30%)		(30%)	

TRLや民間からの拠出比率は計画策定時の期待値であり、今後の研究に応じて変更がありうる。