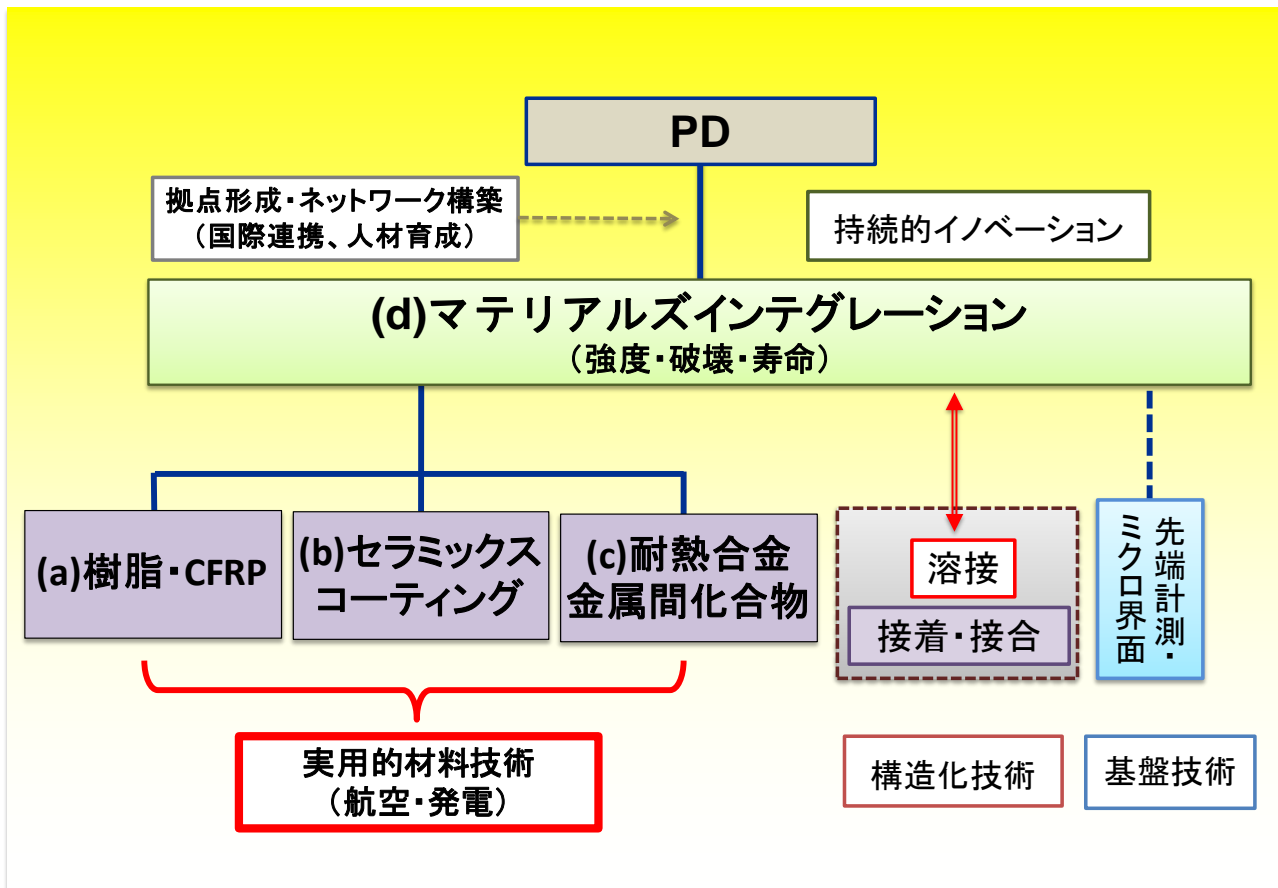


・マテリアルズインテグレーションで材料開発期間の一桁短縮を実現

2. 研究開発の内容

革新的構造材料における研究開発では、特に、航空機機体・エンジン、発電設備、大型構造用 FRP を出口として想定し、新材料技術を利用して、材料技術を通じた持続的イノベーションを可能にする仕組みを構築する。これを行うために、図表 2-1 に示した (a)樹脂・FRP、(b)セラミックスコーティング、(c)耐熱合金・金属間化合物、(d)マテリアルズインテグレーション、の4項目に取り組む。そのほか、航空機産業等の強化に資する課題を適時取り上げ、研究開発項目に組み入れる。同時に、先端計測・部材化・構造化技術等の基盤技術や研究開発拠点形成とネットワーキングによる材料情報循環体制の構築も行う。



図表2-1. 研究開発の概要

(a)航空機用樹脂の開発とFRPの開発

航空機用 FRP の製造技術の動向としては、熱可塑性樹脂を用いた材料系への転換が国際的に検討されている状況にある。加熱によって軟化する熱可塑性樹脂を用いて FRP を成形すると、熱硬化性樹脂を用いた FRP よりも短時間で部材を成形することができる。また、熱可塑性樹脂は衝撃性に優れる特性を持つために FRP に耐衝撃特性を付与することもできる。今後、熱可塑性樹脂を用いた FRP は航空機用エンジンのファンケ

ースやファンブレードへの使用が拡大し、燃費低減への貢献が期待できる材料である。同時に、将来の FRP の大型化や複雑形状に対応できる製造技術として、既存のオートクレーブを用いた技術に替わる FRP の工業的な製造技術の開発も必要である。

現在、FRP の成形時間の短縮に関しては国際的に種々の技術開発が行われているが製品の競争力につながるために詳細は明らかにはされていない。また、成形される材料の要求性能をもとに、素材性能と生産性・製造性のトレードオフの関係を打破し、生産性と信頼性を飛躍的に向上させた FRP 部材成形技術システムの構築を行うことの重要性が指摘されている。

本研究開発では、同時に、これらの開発技術を利用した工業製品の実用化を加速するために、新規樹脂開発、高成形サイクル・低価格成形手法の開発、大型 FRP 製造技術や関連基盤技術(材料設計・生産/加工技術、品質保証・最先端計測技術、マルチスケール計算科学等を駆使した高生産性・高信頼性の革新的構造材としての樹脂および FRP/PMC 材料等)の構築を目指す。これらの技術開発とともに、FRP の付加価値を高めるための高分子材料や複合材料周辺技術開発も行う。

(a-1) 研究開発目標

【中間目標】(2016年度末時点)

- ・硬化時間ゼロで成形可能な新規熱可塑性樹脂及び樹脂を利用したFRP製造の基本プロセスの完成。
- ・大型設備投資を必要としない(設備投資が50%以下の)新規FRP製造プロセス技術の技術課題を明確化。

【最終目標】(2018年度末時点)

- ・開発する樹脂を用いたFRP製造技術が航空機用部品製造に展開可能に。
- ・従来のFRP製造プロセスをしのぐ簡易プロセス技術により、製造の高速化の達成。

(a-2) 所要経費(見込み)

2014年度 7~9億円

(b) 耐環境性セラミックスコーティングの開発

近い将来の航空機用エンジンへの軽量セラミックス材料部材利用は、より高温で材料を使うことによる高効率燃焼や廃熱を最小限に抑えた熱エネルギーの有効利用という観点からは欠かせない。エンジンの高温部分に実用化が見込まれる軽量セラミックス部材では、使用時の過酷な環境から表面を守り、部材の長時間使用を可能にする技術が、国際的に差別化された軽量セラミックス部材の実現に必要なである。

本研究開発では、耐熱・耐環境コーティング(EBC)を開発し、軽量セラミックス部材に適用することにより、航空機エンジン部材のタービン動翼・静翼、シュラウド等の大幅軽量化と使用環境下における部材の耐熱性、耐久性、並びに信頼性の飛躍的向上を可能にすることを目指す。これにより、航空機用エンジン部材の国際商品としての付加価値を高める技術を確立する。国際的に未到達の 1400℃級の使用環境下で酸素遮蔽性や水蒸気遮蔽性を最大にすることができる新規セラミックス材料をコーティング材料として使いこなすための技術を開発し、材料開発だけでとどまることなく、工業材料としての実機適用に速やかにつなげ

る。

同時に、コーティングと基材の接合の信頼性保証、重要関連技術として、開発するコーティングの使用時性能を最大限に発揮できる基材自体の開発と高性能化も行う。使用時特性を評価し、性能を保証するための研究開発も実施し、本研究開発で実現する新素材を用いて実用的に利用できる高温構造部材を作り出す総合的な技術を開発する。

(b-1) 研究開発の目標

【中間目標】(2016年度末時点)

- ・1400°C級の耐高温過酷環境機能を持つコーティング材料の確定。
- ・コーティング技術の基本を完成し、効果の検証を完了。
- ・必要な周辺技術課題の開発方針を明確化。

【最終目標】(2018年度末時点)

- ・1400°C級コーティングが高温過酷雰囲気、部材の点検間隔時間以上機能するための材料及びプロセス技術の完成。
- ・コーティングを最大限活かすための周辺技術の完成と、応用技術へ速やかに展開を可能に。

(b-2) 所要経費(見込み)

2014年度 3～5億円

(c) 耐熱合金・金属間化合物等の開発

金属材料の中でTi合金は航空機用エンジンのファンブレードなどの中高温部品、Ni合金はさらに高温部の部材用として欠かせない最重要金属材料である。また、軽量で耐熱性のあるTiAl金属間化合物も非常に重要な材料であり、将来の適用部位の拡大が見込まれている。これらの材料を利用するときには、部材形状への成形技術が材料の付加価値を著しく高め、さらに、航空機用エンジンの高性能化に直結する。国内で高性能な素材自体が得られても部材形状に加工する技術が欠けていると実用化には結びつかない。

耐熱合金や金属間化合物の加工には鋳造や鍛造などの技術が必要であり、材料加工技術は部材のコストや信頼性と密接に関連している。近年のコンピュータ制御技術等の発展を背景に、国際的にも常に最新の材料加工技術を導入しようとする潮流が生じている。日本でもエンジン用材料の部材を短時間で精度よく、かつ、製造コストを抑えて作製するための加工プロセス技術の研究開発が必要である。

本研究開発では、実部品製造時の鍛造技術、組織や特性予測等のシミュレーション技術などを駆使して、高機能・高強度・高信頼性な大型耐熱部材を鍛造で高精度に作り込むための塑性加工法を確立し、新素材の早期利用技術を促進する。また、新たな製造技術として、大型化・量産化につながる革新的金属材料加工技術の開発を産学官の連携の場を構築し達成する。

(c-1) 研究開発の目標

【中間目標】（2016年度末時点）

- ・1000t級大型精密鍛造シミュレータを用いた、鍛造シミュレータデータベースの作製手順の整備。
- ・難加工材料プロセス条件の最適化手法検討及びデータの取得。
- ・航空機エンジン部材用ニアネットシェープ成形技術及び射出成形技術の可能性検証。
- ・TiAl金属間化合物の部材製造プロセスの基本完成。

【最終目標】（2018年度末時点）

- ・精密鍛造シミュレータによる大型航空機用部材成型時の鍛造加工及び加工後の特性を予測可能に。
- ・最新の製造技術を利用した部材成形が完成し、工業的に応用できるレベルへの到達。

(c-2) 所要経費(見込み)

2014年度 9～11億円

(d) マテリアルズインテグレーション

マテリアルズインテグレーションとは材料工学を中心として、既存の理論や実験、シミュレーション等の計算機科学的手法、データベース、マテリアルズ・インフォマティクスなどの情報学などを融合するとともに、不足している知見を俯瞰し、材料使用時のパフォーマンス特性を知るためのツール及びこのツールを開発するために必要な周辺技術であると定義する。構造材料の分野で、継続的にイノベーションを起こすことを目的に、理論、実験、計算科学を駆使し、得られた知見のデータベース化をすすめて、要求された性能の構造材料を短期間に設計・製造する方法論を構築する。構造材料の開発には、多種多様の分野の知識が必要であり、しかも、構造材料が長い時間にわたり用いられることを考慮しなければならない。材料の使用環境下における、長時間後の材料の劣化状態を知ることや、材料の使用時特性としてのパフォーマンスの時間的変化を理解し、研究開発にフィードバックすることは研究開発時間の短縮化に大きく貢献できる。しかし、シミュレーションのような計算機科学の延長だけでは、限られた範囲のデータから実用化に必要な未知の特性を予測したり、長時間使用した後の特性を予測することは難しい。

将来の航空機産業における国際的な競争の中でいち早く材料から部材までの一貫した開発を行い、早期実用化に結びつけるためには、経験に頼る開発から脱皮し、新しいコンセプトに基づいて、利用加工技術や使用時特性の予測等、材料から構造体に至るまでのパフォーマンスを予測することが役立つ。これを実現するマテリアルズインテグレーションの手法は研究開発時間の短縮に役立つ構造材料の開発ツールになりうるものである。

マテリアルズインテグレーションに類する取り組みが、国際的に盛んになっており、我が国でもこの潮流に乗り遅れることなく取り組む必要がある。

マテリアルズインテグレーションを実現するために、近年の計算機科学、ネットワーク技術、データマイニング、数理解析、実験、データベースなどの技術・情報を融合し、構造体の使用環境における性能や性能の時間変化を予測可能とするシステムを開発する。さらに、このシステムを使うことにより、限られた範囲の特性測定から、材料全体の性能が俯瞰できるような計算機を利用した手法を提供する。ここで開発するツールは、航空機産業以外にも利用でき、高度な専門知識がなくても利用できる、ユーザーインターフェース、柔軟なデータ構造を備えるなど、将来の利用形態も考慮して開発を行う。

(d-1) 研究開発目標

【中間目標】(2016年度末時点)

- ・マテリアルズインテグレーションの基本システムの完成。
- ・システムを金属加工プロセスに応用する手法の確定。
- ・重要構造材料分野での拠点を設立。

【最終目標】(2018年度末時点)

- ・マテリアルズインテグレーションシステムが構造材料開発の時間を一桁(開発時間を90%短縮)短縮するのに役立つことの証明。
- ・インテグレーションシステムを利用するための周辺技術の整備及び国内拠点を中心とした持続的イノベーションが行える体制の完成。

(d-2) 所要経費(見込み)

2014年度 9～11億円