

戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)

2019年度 研究開発成果等報告書

課題名：統合型材料開発システムによるマテリアル革命

チーム番号：C4

研究開発課題名：高性能TiAl基合金動翼の粉末製造プロセス開発と基盤技術構築

研究期間：2019年4月1日～2020年3月31日

研究 責任者	氏 名	竹山 雅夫
	所属機関	東京工業大学
	部 署	物質理工学院
	役 職	教授

研究開発成果等の概要

2019 年度は、前年度に設計・試作したモデル合金3成分の結果を踏まえた改良4合金を東工大が設計・提案した。そのモデル合金の溶解(神鋼)、粉末化(大阪冶金)、MIM プロセスによる成形(大阪冶金)、AM プロセスによる造形(阪大)を行い、前年度に明確化させた実プロセス上の課題(成型体密度や酸素量等)を踏まえたプロセス・組織設計を行い、中間目標を前倒しで達成した。また、MI 基盤構築に資する各種データベースを拡充させた。各機関の成果を以下に記す。

(東工大)

東工大がこれまでに構築した独自の状態図データベース(DB)に基づき、前年度のモデル3合金の結果も踏まえた改良モデル合金(合金4～7)を設計・提案した。これら合金について、大阪冶金およびMHIAELにて実施する焼結・HIP・熱処理の各条件を組織設計モジュールに基づき設定した。また、前年度に引き続きMHIAELと協力し、MIM材のマクロな機械試験を実施し、組織と特性の関係、さらには各モデル合金の酸化特性を明らかにした。

加えて、当該年度に導入した高温ナノインデンターを用いた組織構成要素の特性評価手法を確立し、特性予測モジュール構築に資するミクロ特性のデータベース構築に着手した。

(MHIAEL)

上記のとおり作製した新規合金成分のMIM成形材の強度試験片を用いて、組織の評価および機械的性質の評価を実施した。その結果、熱処理と組織形成(構成相の種類・面積分率)について定量評価し、各組織の形成過程を明確化した。また、所望の組織を得るために制御すべきAl濃度範囲および熱処理条件最適化の指針を得た。さらに取得した機械的特性の向上に有効な組織因子の制御指針を得た。MIMプロセスにおける射出成形シミュレーションおよび焼結シミュレーションの構築に対しては、それに必要な物性取得試験および成形試験を実施し、並行して成形シミュレーションに必要なサブルーチンを作成した。成形試験の結果とシミュレーションでの計算結果の比較による精度検証を実施し、構築したシミュレーション手法は高精度で実用性を有することを確認した。

(神戸製鋼所)

粉末用TiAl基合金特有の成分挙動制御指針に基づき、CCIM溶解における成分狭幅制御技術を活用し、拠点内に試験片作製/評価用の素材として東工大提案組成の鋳塊を速やかに提供した。また、新規導入した迅速分析装置の立上げも順調に進捗し、Al分析精度目標値を達成した。

(大阪冶金)

神戸製鋼所が作製した鋳塊についてガスアトマイズにより粉末を作製し、45 μ m以下にふるい分けた粉末をMIMプロセスに供し、45 μ m以上250 μ m以下にふるい分けた粉末をAM用粉末として大阪大学に提供した。

また、各合金の焼結試験を実施し、全ての合金において目標とする焼結体密度(相対密度90%以上)を達成し、最高で99.7%の焼結体密度を得る条件を確立することができた。そしてMIMプロ

セス各工程での酸素量を分析し、酸素量が増加する工程をより明確にした。

（阪大）

AM (EBM) プロセスについては、3 種類のカスタマイズ TiAl 合金粉末について、スクリーニング造形によりプロセスウィンドウを探索することで、健全な造形体を作製することに成功している。さらに、得られたデータをデータベースに蓄積し、逆問題 MI の基盤を構築している。