

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)

2021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：C1

研究開発課題名：Ni基合金の3D積層造形プロセスの開発

研究期間：2021年4月1日 ～ 2022年3月31日

研究 責任者	氏名	岩崎 勇人
	所属機関	川崎重工業株式会社
	部署	技術開発本部 技術研究所 材料研究部
	役職	部長

研究開発成果等の概要

1. はじめに

温室効果ガスの排出削減のため、水素ガスを燃焼させる水素焚きガスタービン発電が期待されている。水素特有の燃焼の難しさから、燃焼バーナの設計複雑化および材料の高耐久化への要求が高まっている。C1. Ni 基合金の 3D 積層造形プロセスの開発では、その解として「高温強度に優れた 3D 積層造形プロセスに適した新規 Ni 基合金の創出」と、「複雑構造をもつ燃焼バーナの製造および燃焼試験による実証」を目指す。

2. 開発体制とスケジュール

新規 Ni 基合金の創出にあたっては、サイバー／フィジカル連携により、合金開発に要する期間・コストを大幅に短縮化することを目指す。γ' 相により強化された Ni 基耐熱合金において、3D 積層造形でのクラックの生じやすさを指標に 3 段階の難易度(易 “X 合金” < “Y 合金” < “Z 合金” 難)に定義している。高温強度特性の序列は、“X 合金” < “Y 合金” < “Z 合金” であり、造形しやすさとのトレードオフの関係にある。2021 年度は A2. プロセスデザインが “Y-Z 合金” 創出を目指して MI システム開発 (サイバー) を行うとともに、C1. 大阪大学でのフィジカル造形実験、C1. 物質・材料研究機構

(NIMS) での材料評価、C1. 川崎重工業 (KHI) での燃焼バーナ製造および燃焼試験を実施した (図 1)。

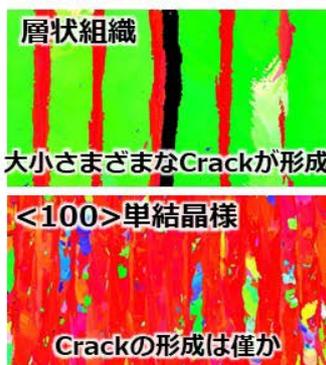
	← A2. サイバー	C1. フィジカル →		
	合金創出	3D積層造形条件(大阪大学)	製造・評価(KHI・NIMS)	燃焼試験(KHI)
2019年度	-	X合金	X合金	X合金
2020年度	Y合金	Y合金	X-Y合金	X合金
2021年度	Y-Z合金	Y-Z合金	Y-Z合金	Y合金
2022年度	Z合金	Z合金	Z合金	Y-Z合金

3. 2021 年度の主な成果

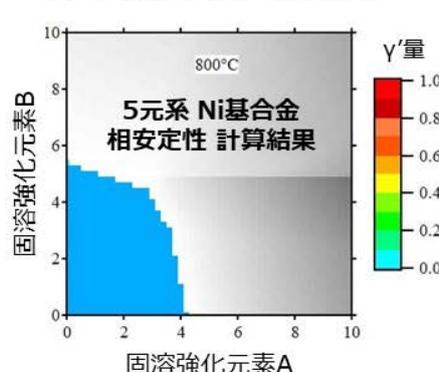
大阪大学では、種々の造形条件および合金に対応する結晶集合組織－クラックのデータベース蓄積を進めるなどして、サイバー空間／フィジカル空間の整合性検証を進めた (図 2(a) は代表的なクラック発生様相)。NIMS では、相安定性を考慮したうえでの耐酸化性に優れた合金組成の提案を行った (図 2(b) は代表的な熱力学計算結果)。KHI では、種々の合金に対して燃焼バーナ要素製造試験を行い (図 2(c) は要素形状での評価結果の一例)、製造技術の確立や合金選定を行った。また、C1 チームと A2 チームの連携強化に努め、サイバー／フィジカルが一体となって合金創出への取組みを推進した。

図 1 合金種類、開発体制、研究開発スケジュール

(a) 結晶集合組織とクラックの関係



(b) 相安定性計算による合金創出



(c) バーナ形状でのクラック評価



図 2 2021 年度の主な成果 (a) 大阪大学, (b) NIMS, (c) KHI