

物質探索空間の拡大による未来材料の創製
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

高田 尚記

名古屋大学 大学院工学研究科
准教授

金属 3D プリントを用いた非平衡組織・準安定相の創出

研究成果の概要

未踏の物質探索空間である Al と遷移金属元素の組み合わせを中心とした成分系において、金属 3D プリンタ(レーザ粉末床溶融結合:L-PBF)プロセスが創出する非平衡組織と準安定相の特徴を抽出し、多元素化による非平衡組織・準安定相の制御に資する学術基盤を構築する。本年度は、熱力学計算に基づき設計した Al-2.5Fe-2Mn, Al-2.5Fe-2Cu, Al-2.5Fe-2Ti (mass%) の三元系合金粉末を製造した。これまでの Al-2.5%Fe 二元系合金の L-PBF プロセス条件を基にして、Al-2.5Fe-2Mn 及び Al-2.5Fe-2Cu 合金の緻密体(相対密度 99%以上)の造形可能なレーザ条件(レーザ出力 P , レーザ走査速度 v)を同定した。なお、両合金造形体の相対密度は、熱拡散長を考慮した Deposited Energy Density に基づいたパラメータ($P \cdot v^{1/2}$)と良い相関を持ち、本パラメータがプロセス条件の最適化に有用であることを見出した。Al-2.5Fe-2Mn 及び Al-2.5Fe-2Cu 造形体はレーザ照射により積層粉末が溶融・凝固した際に形成される溶融池構造を示した。第3元素は α -Al 母相内に分散した数十 nm の Al_6Fe 相に分配され、 $Al_6(Fe,Mn)$ 相及び $Al_{23}CuFe_4$ 相 ($(Al,Cu)_6Fe$ 相)の生成が示された。この事実は、L-PBF プロセスの凝固過程を通じた共晶反応による液相(化合物)側への元素分配と Al_6Fe 準安定相の安定化を示し、本研究で提案する元素分配制御原理を実証するものである。また、Al 多元系の低融点共晶反応を利用した超非平衡状態の創出を目指し、 α -Al 相と T- $Al_6Mg_{11}Zn_{11}$ 相の共晶組成に対応する Al-23.5%Zn-22.5%Mg 合金粉末を製造した。造形体作製を試みた結果、多少の欠陥を含むが造形可能な条件を見出すことが出来た。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Design of Al-Fe-Mn alloy for both high-temperature strength and sufficient processability of laser powder bed fusion”, Additive Manufacturing, vol. 68, 103524, 2023.
- 2) “Microstructural origin of anisotropic tensile ductility of Al-Si alloy manufactured by laser powder bed fusion”, Scripta Materialia, vol. 226, 115259, 2023.