安全保障技術研究推進制度　令和６年度終了課題　終了評価結果

1.　評価対象研究課題

（１）研究課題名：3D 積層造形プロセスのマルチフィジックスシミュレーション技術

（２）研究代表者：物質・材料研究機構　渡邊　誠

（３）研究期間　：令和４年度～令和６年度

2.　終了評価の実施概要

日時　　：令和７年１１月７日

場所　　：ＴＫＰ新橋カンファレンスセンター

評価委員：未来工学研究所　理事長、上席研究員

東京大学　名誉教授

平澤　泠（委員長）

横浜国立大学　名誉教授

宇宙航空研究開発機構　航空技術部門

航空利用拡大イノベーションハブ　主幹研究開発員

上野　誠也

東京科学大学　工学院　電気電子系　教授

梶川　浩太郎

近畿大学　名誉教授

京極　秀樹

宇宙航空研究開発機構　航空技術部門

航空利用拡大イノベーションハブ　主幹研究開発員

嶋　英志

日本大学　理工学部　航空宇宙工学科　特任教授

宇宙航空研究開発機構　宇宙科学研究所　名誉教授

嶋田　徹

金沢工業大学　情報理工学部　教授

東京工業大学（現　東京科学大学）　名誉教授

藤田　政之

広島大学　大学院先進理工系科学研究科　教授

山本　元道

公共投資ジャーナル社　論説主幹

吉葉　正行

（委員長以外は五十音順・敬称略）

3. 研究と成果の概要

研究の概要

3D 積層造形プロセスは、ジェットエンジン部材等の製造技術として利用が広まっているが、プロセス中の温度場や材料組織、特性の制御が課題である。このために、マルチフィジックスシミュレーション技術を開発し、部材の形状を考慮した温度場や凝固組織、応力ひずみ特性の予測技術を実現する。

成果の概要

レーザ 3D 造形プロセス[*1]の各過程について、マルチフィジックスシミュレーション技術を開発し、レーザ照射による溶融凝固挙動や積層中の組織形成の予測、組織予測に基づく応力ひずみ特性の予測等を可能とした。実験データとの比較検証を通じて、予測精度を向上させ、実部材開発へ適用可能な基盤技術を確立した。構築した予測技術を接続し、様々なレーザ条件に対する組織や力学特性の予測マップを構築することに成功した。さらに、単結晶基板を用いて、実用 Ni 基合金の単結晶造形を試み、計算による予測を活用することで単結晶組織を得ることに成功した。

4. 終了評価の評点

ＡＡ　想定以上の成果をあげた。

5. 総合コメント

マルチフィジックスシミュレーションにより積層造形（3D）における現象を体系的に取り扱われた点は我が国主導による「ものづくり」技術の合理化・高度化にとっても重要な成果である。目標はすべて達成しており、実造形においても固溶体合金ながら単結晶組織を造形できた点は大いに評価でき、今後の我が国における 3D 技術の発展に寄与できると考えられる。

6. 主な個別コメント

- 複雑な物理過程について高度なシミュレーションを組み合わせてマクロな予測までつなげたことは高く評価できる。また、そのシミュレーションに限定せず、より計算時間の短い実用的な方法にも幅広く取り組み、実用に近い予測手法を構築したことも評価できる。実用 Ni 基合金であるハステロイ X の単結晶造形に成功したことも高く評価できる。
- マルチフィジックスによるシミュレーションと欠陥構造を含む微細組織との関連性、さらに熱機械的諸特性との関連性についてはギャップがあるように感じる。
- さらに複雑な析出硬化型 Ni-base Superalloy を対象とした研究展開を期待したい。
- 副次的なものも含めて成果は十分に挙がっており、論文等の発表も十分に行われている。

---

*1　レーザ 3D 造形プロセス：ここではパウダーベッド型のレーザ積層造形プロセスを意味する。PC 上の CAD モデルに基づき、粉末床を溶融凝固させることを繰り返して積層していくことで、複雑な三次元形状を有する部品を製造することが可能である。