

JHPCN: 学際大規模情報基盤共同利用・共同研究拠点 第13回 シンポジウム
2021年7月8日(木),9日(金)

jh210010-NAH

3Dプリンタ積層造形のフルスケール凝固組織予測のための 大規模フェーズフィールド格子ボルツマン計算

京都工芸繊維大学 機械工学系

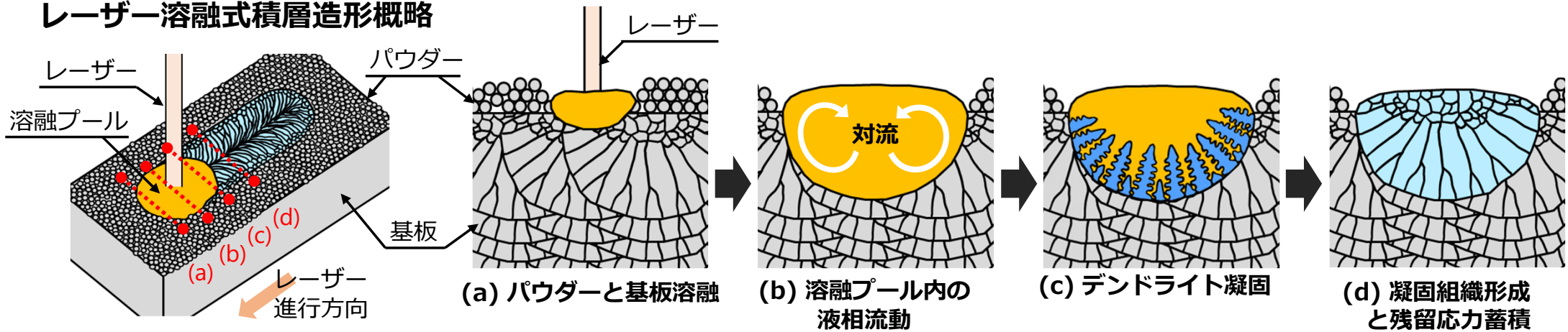
高木 知弘

共同研究体制

代表者	高木 知弘	京都工芸繊維大学
副代表者	青木 尊之	東京工業大学
	坂根 慎治	京都工芸繊維大学
	光山 容正 (D1)	京都工芸繊維大学
	中井 健太 (M1)	京都工芸繊維大学
	八條 郁 (M1)	京都工芸繊維大学

研究背景 | 金属積層造形

レーザー溶融式積層造形概略



金属積層造形製品の特性を決定する材料組織と残留応力の制御が重要

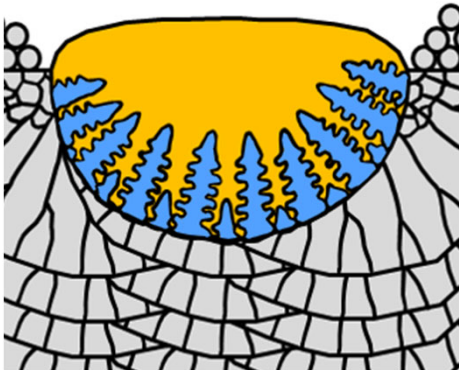
- ・ 積層造形プロセスは金属材料の溶融と凝固の繰り返し
- ・ 凝固過程ではデンドライト（樹枝状結晶）成長が発生
- ・ 凝固後に凝固収縮による残留応力が発生

→これらのプロセスを精度よく予測&制御するためには数値シミュレーションが不可欠

研究目的

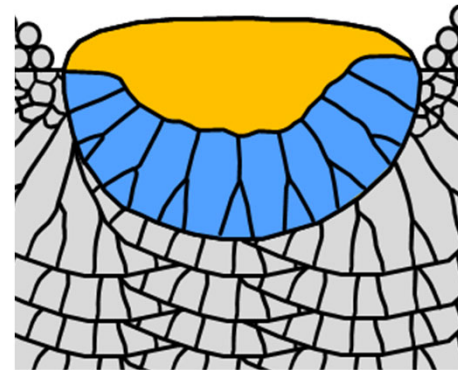
溶融プール内における液相流動を伴うデンドライト凝固の完全再現

モデル①



デンドライト凝固を
ありのまま表現する
積層造形モデル

モデル②



デンドライトは直接表現せず、
透過率を考慮した粗視化結晶粒
を用いる積層造形モデル

研究計画

第1四半期

モデル①：モデリングとコード実装

モデル②：透過率のモデリング

第2四半期

モデル①：2次元積層造形シミュレーション

モデル②：コード実装

第3四半期

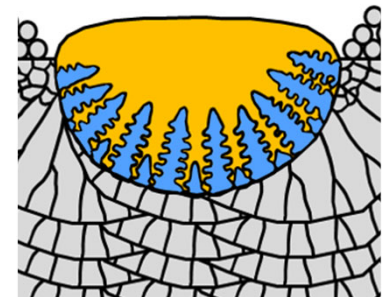
モデル①：3次元積層造形シミュレーション

モデル②：3次元積層造形シミュレーション

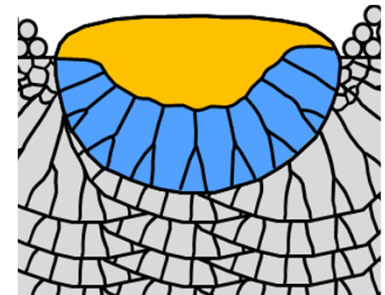
第4四半期

データ整理とモデル検証および論文執筆

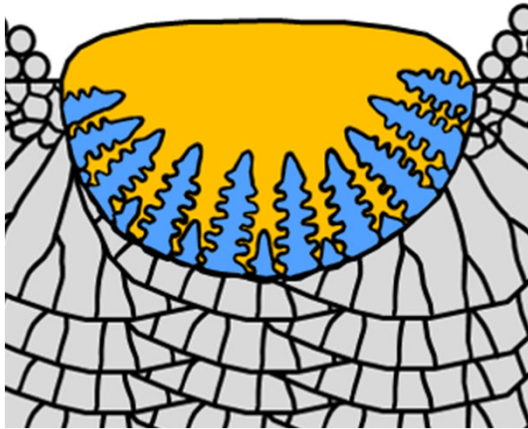
モデル①



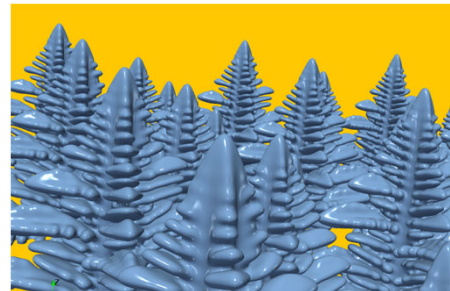
モデル②



モデル① | デンドライト凝固積層造形モデル

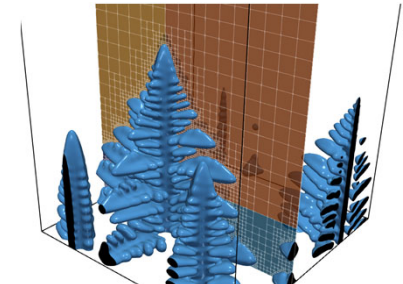


3次元フェーズフィールド
凝固計算



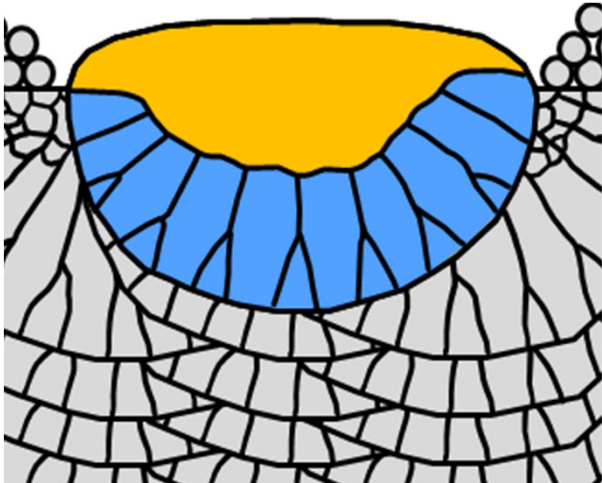
+

適合格子法を適用した
複数GPU並列計算



- 液相流動を伴うデンドライト成長のための凝固モデル[J. Cryst. Growth 474 (2017) 154]をベースとして、積層造形固有の現象を導入した積層造形モデルを構築する。
- 構築したモデルのための適合格子法を適用した複数GPU並列計算を実装し、計算の高速化・大規模化を図る。
- 開発手法を用いた積層造形シミュレーションにより、溶融プール内における液相流動を伴うデンドライト凝固計算の完全再現し、積層造形時の組織形成メカニズムを詳細に評価する。

モデル② | 組織構造を粗視化した積層造形モデル



- デンドライト樹間流れの透過率を固相率，温度，時間の関数としてモデリングする.
- 透過率を考慮可能な格子ボルツマンモデル[Int. J. Heat Mass Transfer, 127 (2018) 561]を複数GPU 並列実装し，モデル①の2次元計算結果と比較することで，その精度と計算性能を検証する.
- 粗視化モデルによる系統的な積層造形シミュレーションを行い，積層造形におけるプロセス条件が組織形態に与える影響を評価する.