



研究領域名 超温度場材料創成学：

巨大ポテンシャル勾配による原子配列制御が拓くネオ  
3Dプリント

大阪大学・工学研究科・教授

こいずみ ゆういちろう  
小泉 雄一郎

領域番号： 21A202 研究者番号：10322174

### 【本研究領域の目的】

金属3Dプリント(3DP)での発現が見出された電子ビームやレーザーによる局所加熱で発生する超温度場(図1)での熔融・凝固における「高速ポテンシャル成長」などの特異な結晶成長のメカニズムを、絶対安定性の存在などに注目して、高速度光学温度場解析、放射光X線透過イメージング、高時間分解能透過電子顕微鏡内レーザー照射実験などの高度なその場観察実験と、それらと高精度に整合させた、熱流体力学計算、フェーズフィールド計算、分子動力学計算などによる数値シミュレーションで解明する。さらに、それらが生むプロセス-組織(構造)-特性の相関データを人工知能により解析し、3DPによる高品質単結晶化などの新規材料創成に資する超温度場材料創成学を構築し、材料学に大きな変革をもたらす。

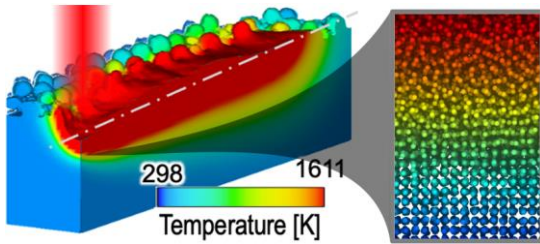


図1 超温度場における結晶成長。

### 【本研究領域の内容】

下記のA01~A03の研究項目の有機的連携により、超温度場に関わる未知現象を解明し、超温度場での原子配列形成を軸に、未踏領域での結晶成長の学術を展開するとともに、新材料創成に資する学術的基盤となる超温度場材料創成学を構築し、基礎、応用の両面での、発展と飛躍的な展開を目指す。

#### A01『超温度場材料創成学のデジタル研究基盤構築』

【超温度場デジタルツイン材料科学】3DPのプロセスのモデリング及びそれと高度に整合させた計算機シミュレーションを実施し、実測困難な超温度場の動的変化を評価する。

【超温度場材料インフォマティクス】データ科学を用いて、プロセス-温度場、温度場-結晶組織、結晶組織-材料特性の各関係における法則を見出すとともにシミュレーションで用いるパラメータを導出する。

#### A02『超温度場下の結晶成長のその場・精密分析』

【超温度場結晶成長マイクロメカニクス】超温度場による3DP用金属材料の急速溶解、急速凝固・結晶成長挙動の放射光X線イメージングによるその場観察を行う。

【超温度場格子欠陥分析】電子顕微鏡法、中性子回折、陽電子消滅法などの先端分析手法を駆使した組織、組成、応力場、ひずみ場、格子欠陥濃度分布を評価し3DP材料組織学を構築する。

### A03『超温度場を活用した超越的材料創成』

【超温度場スーパーチタン創成科学】超温度場を用いたチタン合金の単結晶化や微細組織の適材適所の制御により、軽量かつ耐熱性に優れるスーパーチタンを創出する。

【超温度場バイオマテリアル創成科学】超温度場による生体用金属材料の単結晶化や結晶方位制御による力学的生体親和性の制御、超温度場を用いた表面創成による金属インプラントデバイスの高性能化を行う(図2)。

【超温度場セラミクス材料創成科学】セラミクスにおける超温度場の生成と、その融液成長、気相成長、固体微粒子堆積などへの適用による革新的プロセスの構築、界面の直接観察による結晶成長機構解明による新材料創成のための学術的基盤の創出を行う。



図2 超温度場での結晶成長を活用した3Dプリント。

### 【期待される成果と意義】

電子ビームやレーザーなどの量子ビームと物質・材料との相互作用による $10^7$  K/s程度以上の温度勾配における結晶成長の法則を導き、それに基づいて新材料を創成する超温度場材料創成学を構築する。これは、高機能材料創成の新たな指針となると期待される。

### 【キーワード】

- 超温度場、アディティブマニュファクチャリング、3Dプリント、コンピュータシミュレーション、データ科学、先端計測
- レーザー、電子ビーム、急速加熱、偏析、絶対安定性、凝固、結晶成長
- 高温構造材料、生体材料、セラミクス材料

### 【領域設定期間と研究経費】

令和3年度～7年度  
853,800千円

### 【ホームページ等】

<http://www.mat.eng.osaka-u.ac.jp/super3dp>  
[s3dp@mat.eng.osaka-u.ac.jp](mailto:s3dp@mat.eng.osaka-u.ac.jp)