



# <シリーズ名> コンピュータシミュレーションによる 機械屋が行う材料設計

<所属> 海事科学研究科マリンエンジニアリング講座 高木知弘

<連絡先> tel/fax : 078-431-4693 E-mail : takaki@maritime.kobe-u.ac.jp

金属材料の機械的特性は、材料に内在する微視組織の影響を強く受けます。そのため、高精度の材料を開発するためには、試行錯誤による実験的方法に加えて、体系的な評価が可能であるコンピュータを援用する手法が不可欠です。

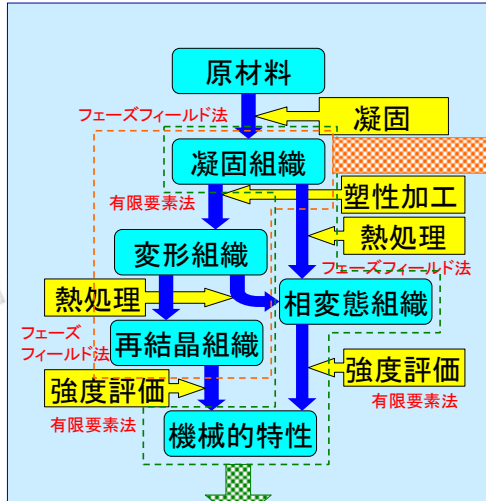
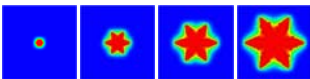
微視組織を考慮した材料の力学的特性予測手法として、結晶塑性論や均質化理論に基づく有限要素法があります。しかしながら、その初期条件である材料組織は、仮定されたものであったり、実験のある一条件を用いたものであったりと、非常に限定されていました。そこで本研究では、初期条件である材料組織もコンピュータで予測し、材料組織予測と力学的特性予測を連続的に評価可能なモデルの構築を試みています。

これまで材料組織予測は機械屋にとって困難な問題でしたが、最近注目されているフェーズフィールド法を用いることで、組織予測を比較的容易に行うことが可能になってきました。このように、**材料組織予測**の強力なツールとして注目されている**フェーズフィールド法**と、そこで予測された組織を有する材料の**力学的特性**を**有限要素法**により評価することで、**機械屋による材料組織設計**を目指しています。

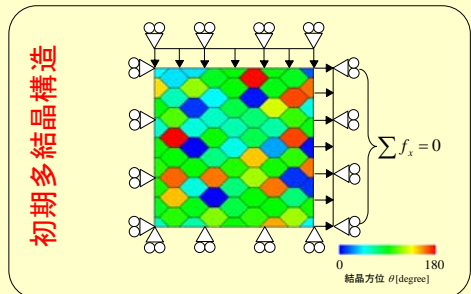
本研究は工学研究科の富田佳宏教授と大学院生山中晃徳君との共同研究として行っているものです。

## フェーズフィールド法 (Phase-Field Method)

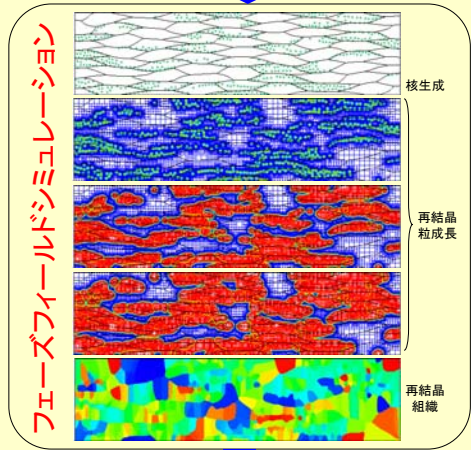
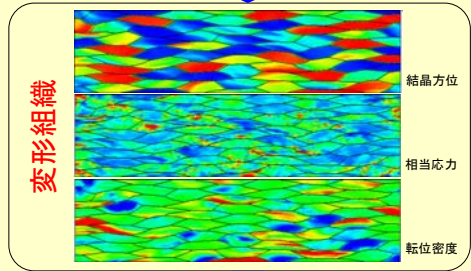
フェーズフィールド法は、凝固、相変態、再結晶、粒成長、エピタキシャル成長、転位、き裂、薄膜形態、形状最適設計など、材料科学のメソスケールにおけるダイナミックな現象を再現可能な手法です。界面を“相の場”(フェーズフィールド)の変化領域として捉えることから、簡単な拡散方程式を解くだけで複雑な組織を表現可能です。



## 結晶塑性有限要素法とフェーズフィールド法による再結晶組織予測

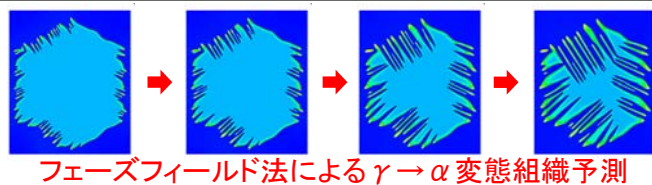
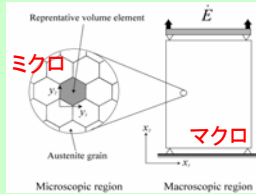
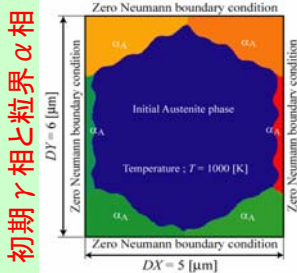


### 結晶塑性有限要素 シミュレーション

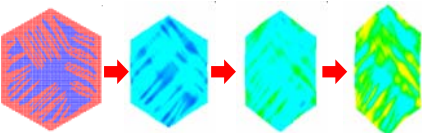


### 力学的特性評価

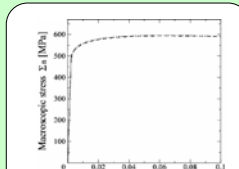
## フェーズフィールド法と均質化法による組織予測と力学特性予測の連成シミュレーション



フェーズフィールド法による  $\gamma \rightarrow \alpha$  変態組織予測



マイクロ領域の変形組織発展



マクロな応力-ひずみ関係

### 均質化法による組織依存力学的特性予測