

FCN を用いた金属画像の粒界と双晶の分離

河原 圭佑[†] 若林 英輝^{††} 渡部 徹[†]
[†] 松江工業高等専門学校 ^{††} 島根大学

1. はじめに

結晶粒と結晶粒の境界面である粒界では、原子の配列が乱れ、原子の整合性が悪くなっている^[1]。そのため、金属の強度特性と金属粒径には大きな相関性があることが知られている。しかし、現在、粒界判定は手作業で行われており、判定にムラがあり時間もかかる。

藤原^[2]は、完全畳み込みネットワーク FCN を使用して作成した粒界画像を比較し、粒界判定を行った。

本研究では、完全畳み込みネットワーク FCN のモデルである SegNet, U-Net を用いて、Ni 基超合金 Waspaloy の金属画像から結晶、粒界、双晶の 3 分類を行い検出し、その検出精度の評価・考察を行う。

2. FCN を用いた粒界と双晶の分離

粒界と双晶の検出の流れを図 1 に示す。粒界は、結晶と結晶の境界のことであり、図 1 の教師画像の黒色の部分である。双晶は、界面を境に一方の原子配列が他方の原子配列と鏡面関係になっている特殊な粒界のことであり、図 1 の教師画像の赤色の部分である。実験で用いる FCN (Fully Convolutional Network: 全層畳み込みネットワーク) は、画像の分類に特化したニューラルネットワークである。

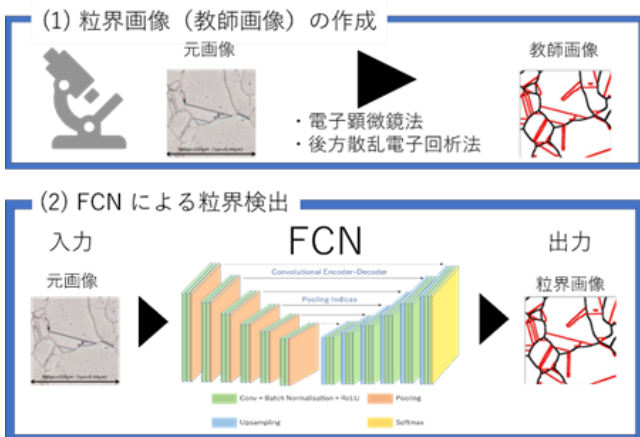


図 1. 検出の流れ

3. 粒界・双晶の検出実験

使用した金属画像と教師画像、学習結果画像を図 2 に示す。学習に使用したデータセットは、1 枚の金属画像と教師画像を 256×256pixel サイズに複数に切り出し、その切り出した画像を反転や回転することで、それぞれ学習用データを 1180 枚、テストデータを 236 枚用意した。

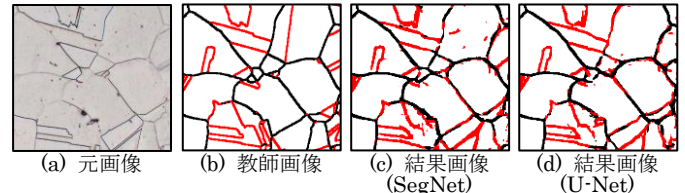


図 2. FCN を用いた粒界検出結果画像

図 2 の結果画像から、SegNet と U-Net のどちらも粒界については概ね検出できている。一方、双晶については誤検出も多かった。これは、双晶は目視で結晶や粒界と判別が難しいものが多いため、FCN での判別についてもうまくいかなかったためだと考えられる。

それぞれのモデルの検出精度を表 1 に示す。検出精度の評価方法として、分類問題の評価指標である F 値を用いた。

表 1. 各モデルの F 値

	SegNet	U-Net
F 値	0.91166	0.90105

表 1 より、SegNet と U-Net のどちらも F 値が 0.90 付近になっている。このことから、精度として低くないが、実用化という観点ではまだ精度が低かった。そして、モデルによって精度の差が小さかったが、SegNet のほうがわずかに精度が良かった。これは、SegNet のほうが線を滑らかに描画できるためだと考えられる。F 値は、教師画像と結果画像を 1Pixel ごとに比較し算出しているため、小さな描画のずれが誤検出と認識されるためである。

4. まとめと考察

本研究では、FCN を用いて金属画像から結晶、粒界、双晶の 3 分類を行い検出し、検出精度を評価した。粒界の判定精度は良かったが、双晶の判定精度がやや低いという問題があった。今後は、学習時の結晶、粒界、双晶の重みの比率について、双晶の重みを大きくし、それぞれの重みを調整することで、検出精度があげられると考えられる。

参考文献

- [1] W.D.キャリスター, 材料の科学と工学 [1]材料の微細構造, 入野野修, pp.61, 株式会社培風館, 2002 年.
- [2] 藤原美里ほか, FCN を用いた金属の粒界判定に関する研究, 2020 年電子情報通信学会総合大会, SS-SP-028, pp.187, 2020 年.