

生成 AI による組織識別と OpenCV による面積率評価

1. はじめに

球状黒鉛鋳鉄（FCD）の金属組織は、主に黒鉛、フェライト組織およびパーライト組織から構成されています。これらの組織の割合は、材料の引張強さなどの機械的性質と関係するため、金属組織を評価する上で重要な情報の一つとなっています。

金属組織画像から各組織の面積率を求める方法として、画像処理によって画素を分類する方法があります。しかし、実際の FCD の組織画像では、黒鉛とパーライトはいずれも暗く観察され、さらに両者が接していることもあるため、単純なしきい値処理によって両者を自動的に分離することは容易ではありません。一方、近年の生成 AI では、画像を入力してその内容について解析させることが可能になっています。

そこで、生成 AI に金属組織画像から黒鉛、フェライト組織およびパーライト組織の面積率を直接推定させたところ、得られる面積率の数値にばらつきがみられました。その一方、生成 AI に黒鉛とパーライト組織の領域を色分けさせると、比較的良好に分類できることが分かりました。そこで本記事では、「生成 AI で黒鉛とパーライトを識別・色分けし、その画像を Python/OpenCV で解析して各組織の面積率を求める」方法を試みました。

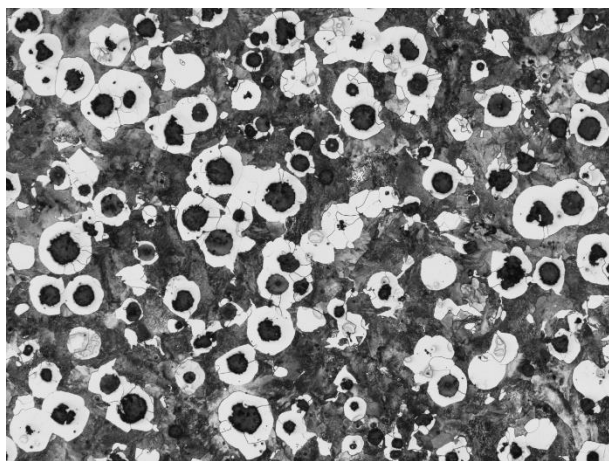
2. 生成 AI による組織の色分け

評価には、FCD450 および FCD600 の金属組織画像を用いました。画像の視野幅はいずれも 880 μ m です。金属組織画像を生成 AI に入力して

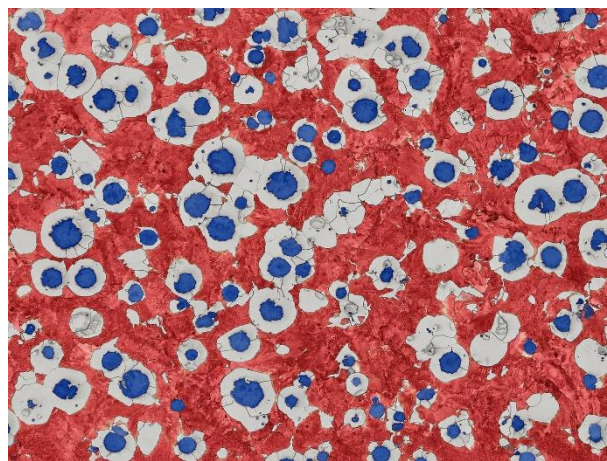
- ・パーライト組織と判断した領域：赤色
- ・黒鉛と判断した領域：青色

として色分けするよう指示しました。なお、フェライト組織には色を付けず、元の画像を残しました。生成 AI には OpenAI 社の ChatGPT（GPT-5.5）を用いました。

図 1 に FCD600、図 2 に FCD450 の金属組織の元画像と生成 AI による色分け画像の比較結果を示します。

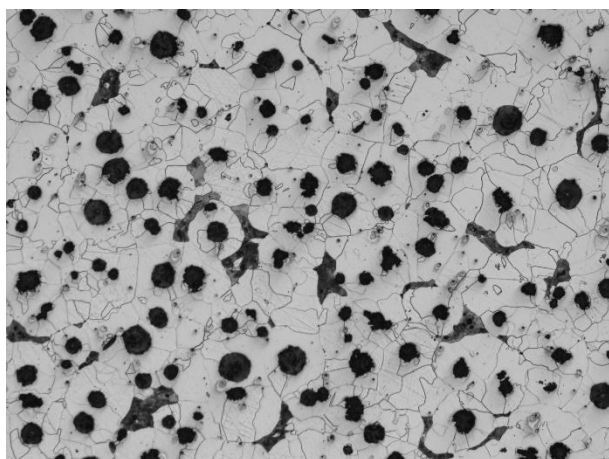


(a)元画像

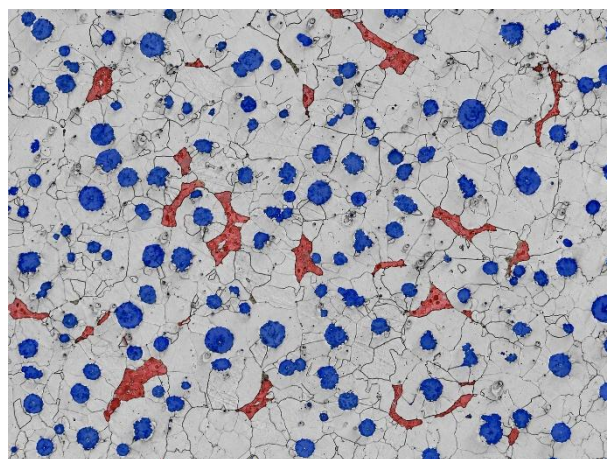


(b)生成 AI による色分け画像

図1 FCD600 の金属組織の元画像と生成 AI による色分け画像の比較
(画像端部において、生成画像と元画像で一部形状が異なっている)



(a)元画像



(b)生成 AI による色分け画像

図2 FCD450 の金属組織の元画像と生成 AI による色分け画像の比較
(画像端部において、生成画像と元画像で一部形状が異なっている)

生成された画像を元画像と比較すると、球状の黒鉛は青色、その周囲および基地中のパーライトは赤色として、目視上は概ね良好に分類されていました。通常の画像処理では黒鉛とパーライトがともに暗く観察されるため、輝度による単純なしきい値処理では両者を分離することが難しい場合があります。これに対し、生成 AI では単純な輝度情報だけではなく、黒鉛の形状や周囲の組織との位置関係なども手掛かりとして分類している可能性が考えられます。

3. OpenCV による面積率の算出

次に、生成 AI が作成した色分け画像を Python/OpenCV で読み込み、赤色（パーライト）および青色（黒鉛）に分類された画素数を計数しました。画像全体の画素数を N 、赤色に分類された画素数を NP 、青色に分類された画素数を NG とすると、それぞれの面積率（%単位）は次式か

ら求めることができます。

$$\text{パーライト面積率} = \frac{N_P}{N} \times 100$$

$$\text{黒鉛面積率} = \frac{N_G}{N} \times 100$$

$$\text{フェライト面積率} = 100 - \text{黒鉛面積率} - \text{パーライト面積率}$$

ここで、今回の画像は黒鉛、フェライト組織およびパーライト組織の 3 組織から構成されるものと仮定しています。

生成 AI による色分け画像では、赤色や青色が半透明で重ねられているため、単純に RGB 値が特定の値と一致する画素だけを計数する方法では、一部の領域を取りこぼす可能性があります。そこで Python/OpenCV のプログラムでは、HSV（色相・彩度・明度）色空間を利用して赤色および青色の範囲を指定し、それぞれの画素を抽出することとしました。

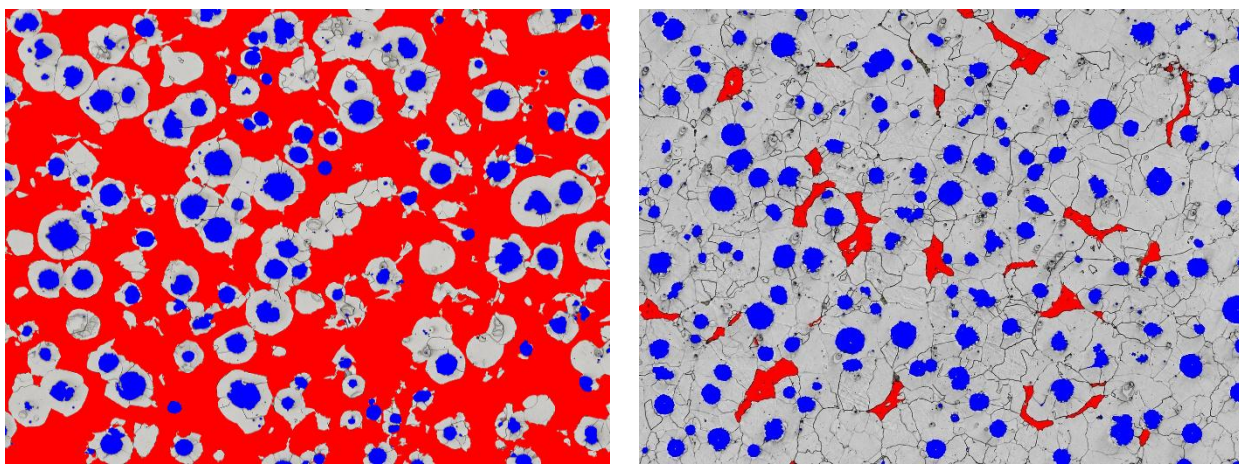


図3 Python/OpenCV による赤色・青色領域の抽出結果（図1(b)、図2(b)の画像から抽出）

この方法では

- ・生成 AI：組織を認識し、黒鉛とパーライトを分類
- ・Python/OpenCV：分類された領域の画素数を計数し、面積率を算出

という役割分担になります。生成 AI に面積率そのものを直接求めさせるのではなく、生成 AI が比較的得意とする画像の認識・分類と、画像処理が得意とする定量計算を組み合わせた方法です。

4. FCD450 および FCD600 への適用

(1) FCD600

FCD600 では、球状黒鉛の周囲にフェライトが存在するとともに、基地中にパーライトが広く分布しています。生成 AI による色分けでは、球状の黒鉛が青色、基地中のパーライトが赤色としておおむね分類されました。これらの画像を Python/OpenCV で解析し、黒鉛、フェライトおよびパーライトの面積率を算出しました。結果を表1に示します。今回評価した FCD600 では、

パーライトの割合が高く、パーライト主体の基地組織であることが示唆されました。

表1 FCD600の金属組織3視野における黒鉛、フェライトおよびパーライトの面積率

画像 No.	黒鉛面積率 (%)	フェライト面積率 (%)	パーライト面積率 (%)
1	9	35	56
2	11	31	58
3	9	25	66

(2) FCD450

FCD450 についても同様に、生成 AI によって黒鉛を青色、パーライトを赤色として分類した後、Python/OpenCV で各領域の画素数を計数しました。結果を表2に示します。FCD450 では、FCD600 と比較してパーライトの割合が低く、フェライト主体の基地組織であることが示唆されました。また、評価に用いた画像については、面積率のばらつきは小さい結果でした。

このように、生成 AI による組織分類と OpenCV による画素計数を組み合わせることで、基地組織の異なる FCD450 および FCD600 について、生成 AI による分類結果をもとに組織面積率を数値化することができました。

表2 FCD450の金属組織3視野における黒鉛、フェライトおよびパーライトの面積率

画像 No.	黒鉛面積率 (%)	フェライト面積率 (%)	パーライト面積率 (%)
1	11	85	4
2	11	86	3
3	11	86	3

5. 生成 AI による画像生成を用いる際の注意点

今回の方法では、生成 AI が作成した色分け画像を Python/OpenCV で画素計数しています。ただし、生成 AI による画像生成では、元画像の画素位置や組織形状が完全に維持されるとは限りません。今回作成した画像でも、黒鉛やパーライトはおおむね良好に分類されていましたが、図1、図2に示したように、画像端部などに元画像と異なる部分が確認されました。

今回使用した生成 AI では、プロンプトで元画像の形状を変更しないよう指示した場合でも、元画像と生成画像の画素座標を完全に一致させることはできませんでした。このことが本手法における最大の課題です。

そのため、本方法による面積率は、簡易的・試行的な評価値として扱う必要があると考えられます。今後、AI による認識結果を元画像と同一座標のセグメンテーションマスクとして取得できれば、より定量的な評価への応用が期待できます。

6. まとめ

今回は、生成 AI と Python/OpenCV を組み合わせ、球状黒鉛鑄鉄の黒鉛、フェライトおよびパーライトの面積率を評価する方法を試しました。エッチングした FCD の金属組織画像では、黒鉛とパーライトはいずれも暗く観察され、両者が接している場合も多いため、単純なしきい値処理だけでは分類が難しい場合があります。そこで、生成 AI に黒鉛とパーライトを識別させ、それぞれ青色と赤色に色分けした画像を作成し、その画像を Python/OpenCV で解析して各領域の画素数から面積率を算出しました。本検討により、生成 AI による画像認識と画像解析技術を組み合わせた新たな金属組織評価手法として活用できる可能性が示されました。

一方、生成 AI が作成した画像では、元画像と比較して一部の形状が変化する場合があります、元画像と生成画像の画素座標が完全に一致することは保証されません。したがって、現段階では、本方法によって得られた面積率を規格に基づく正式な試験結果として扱うのではなく、金属組織の構成割合を簡易的・試行的に評価する方法として利用することが適切と考えられます。(検証実施年月：令和8年8月)。

問い合わせ：新潟県工業技術総合研究所
技術統括センター 斎藤 雄治
TEL：025-247-1320