

生成 AI による結晶粒度評価の可能性

1. はじめに

近年、ChatGPT をはじめとする生成 AI は、文章作成やプログラム作成だけでなく、画像認識能力も急速に向上しています。製造業においても、外観検査や図面読取りなどへの活用が期待されていますが、金属組織評価への適用事例はまだ多くありません。

そこで今回は、生成 AI の画像認識機能を用いて金属組織画像を評価し、JIS G 0551 の考え方に基づく結晶粒度評価がどの程度可能であるかを検証しました。また、得られた結果を JIS 比較法による評価結果と比較し、その適用可能性について検討しました。

2. 結晶粒度評価とは

結晶粒度は、鋼材の機械的性質に大きく影響する重要な指標です。JIS G 0551（以下 JIS と表記）では、代表的な評価方法として結晶粒度標準図との比較による方法（比較法）、単位面積当たりの結晶粒数を計数する方法（計数法）、試験線 1mm 当たりの補足した結晶粒数または交点数によって評価する方法（切断法）が規定されています。

今回は、顕微鏡画像を生成 AI に入力し、JIS G 0551 の考え方に基づいて

- ・画像の視野幅を確認する
- ・視野内の結晶粒数を概算する
- ・視野面積から平均粒面積を求める
- ・平均粒径を算出する
- ・粒度番号を算出する

という手順を順次指示し、その結果を JIS の比較法による評価結果と比較しました。単に「粒度番号を求める」と指示するのではなく、途中計算を段階的に実施するようプロンプトを工夫しました。

3. 評価方法

比較法によって評価済みの金属組織写真を用いました。金属組織を観察した試料は

- ・SUS304（鋭敏化材）
- ・SCM435（焼入材）
- ・SCM435（焼入焼戻材）

・SUJ2（焼入焼戻材）

の4種類です。撮影倍率は200、500および1000倍とし、各倍率について5枚の画像について、生成AIとJIS比較法から粒度番号を求めて結果を比較しました。図1～4に評価に用いた組織画像の一例を示します。いずれの組織画像も、熱処理や腐食液によって結晶粒界が認識できるようになっています。生成AIにはOpenAI社のChatGPT（GPT-5.5）を用いました。生成AIに各画像の視野幅を与え、上記2.で示したプロンプトにより粒度番号を求めました。

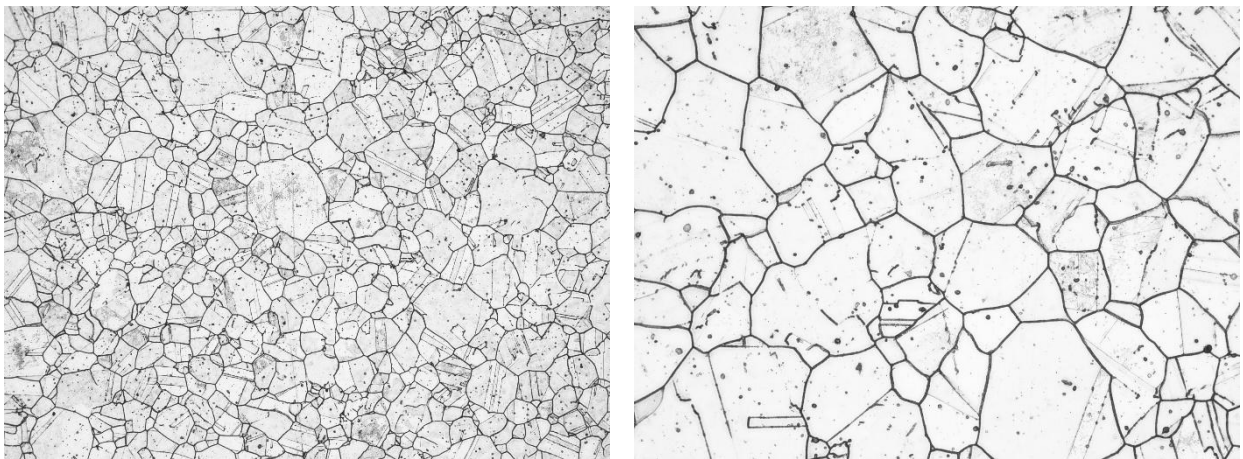


図1 SUS304（鋭敏化材）の組織画像（左：低倍率、視野幅710 μ m、右：高倍率、視野幅284 μ m）

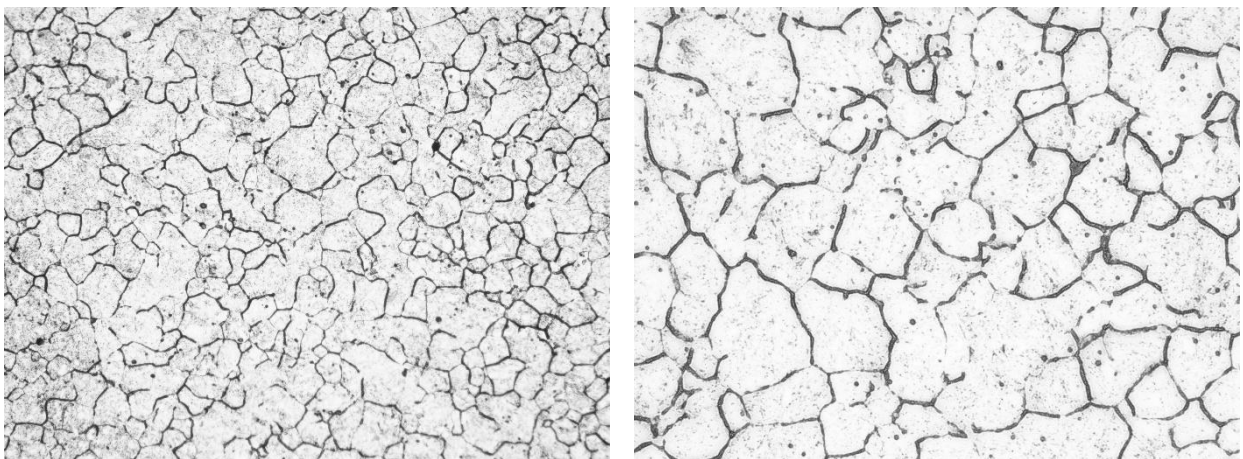


図2 SCM435（焼入材）の組織画像（左：低倍率、視野幅284 μ m、右：高倍率、視野幅142 μ m）

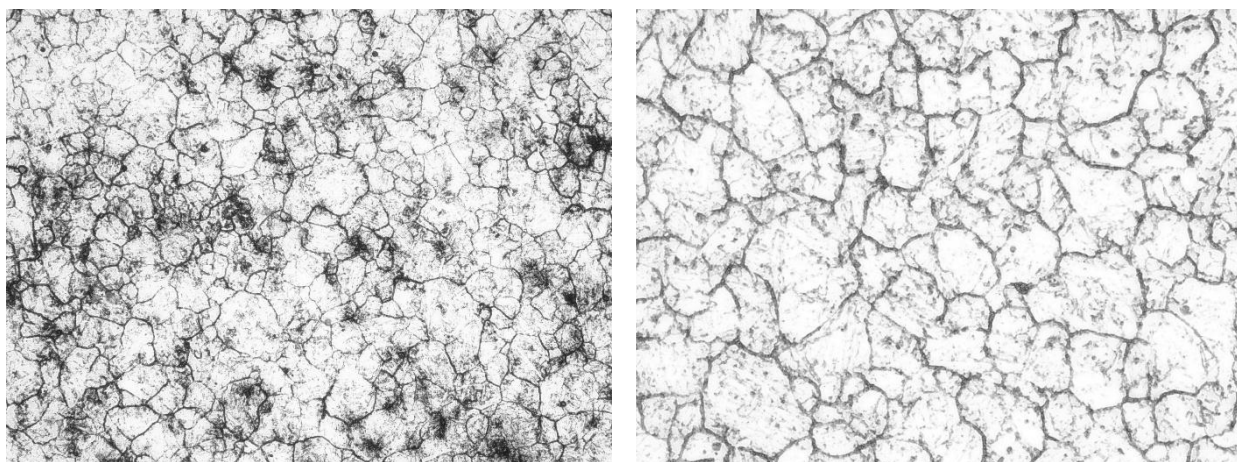


図3 SCM435（焼入焼戻材）の組織画像（左：低倍率、視野幅 284 μ m、右：高倍率、視野幅 142 μ m）

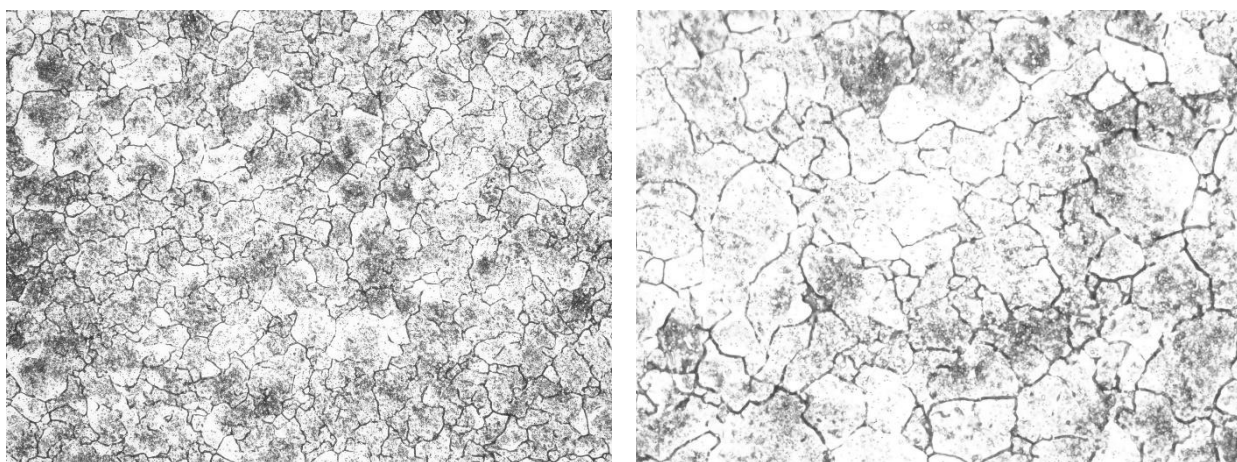


図4 SUJ2（焼入焼戻材）の組織画像（左：低倍率、視野幅 284 μ m、右：高倍率、視野幅 142 μ m）

4. 結果および考察

今回得られた結果を表1に示します。

生成 AI による粒度番号は、JIS 比較法と概ね近い値を示したものの、多くの試料では比較法より 0.3～1 程度低い値となる傾向がみられました。

この差異が生じた原因は明確ではありませんが、生成 AI が粒界の不明瞭な領域を一つの結晶粒として認識した可能性や、評価者が比較法で判定する際の判断基準との違いが影響した可能性が考えられます。

また、粒度番号のばらつき（標準偏差）は生成 AI の方が比較法より小さい結果となりました。これは、生成 AI が同一の判断基準で画像を評価するため、人による判定に比べて結果の変動が小さくなった可能性があります。

ただし、今回の検証は生成 AI による画像認識結果を利用したものであり、粒界抽出や面積測定精度が保証されているわけではありません。そのため、評価結果については参考値として扱う必要があります。

表1 生成 AI と JIS 比較法による組織画像の粒度番号

試料	撮影倍率	粒度番号（生成AI）		粒度番号（JIS比較法）	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
SUS304（鋭敏化材）	200	7.66	0.18	8.00	0.79
	500	6.72	0.04	7.70	0.42
SCM435（焼入材）	500	9.26	0.11	9.80	0.27
	1000	9.36	0.13	9.90	0.27
SCM435（焼入焼戻材）	500	9.12	0.18	9.70	0.22
	1000	9.28	0.08	10.00	0.22
SUJ2（焼入焼戻材）	500	9.76	0.05	10.50	0.55
	1000	9.66	0.09	10.70	0.42

5. プロンプト設計上の留意点

今回の検証では、画像のみを入力して粒度番号を求めさせるのではなく

- ・視野幅を確認する
- ・結晶粒数を概算する
- ・平均粒面積を求める
- ・平均粒径を算出する

という手順をプロンプトで明示しました。

生成 AI を技術評価に活用する際は、最終結果だけを求めるのではなく、計算過程を段階的に出力させることで、結果の妥当性を確認しやすくなります。このため、「何を、どの順序で計算するか」を明確に指示することが、評価結果の再現性および信頼性の向上に重要であると考えられます。

6. おわりに

今回の検証では、生成 AI による結晶粒度評価の結果は JIS 比較法による評価結果と概ね近い値を示し、結晶粒度評価への活用可能性が確認されました。

生成 AI による判定は画像認識および推論に基づくものであり、公的試験や品質保証を目的とした評価にそのまま適用できるものではありません。一方で

- ・技術者による評価結果の確認支援
- ・教育用途における学習支援
- ・研究開発段階での予備評価
- ・金属組織観察業務の効率化

といった用途においては、有効に活用できる可能性があります。

なお、本検証は生成 AI による画像認識能力の可能性を確認したものであり、JIS G 0551 に規定された試験方法に代わるものではありません。

生成 AI の性能は継続的に向上しているため、同様の手法による評価精度も今後変化する可能性があります（検証実施年月：令和 8 年 8 月）。

参考文献

- 1) JIS G 0551:2020 鋼－結晶粒度の顕微鏡試験方法、日本規格協会

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