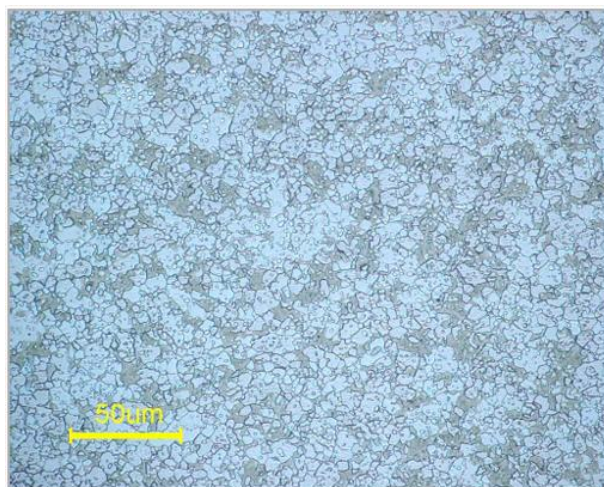


## 金属顕微鏡で撮影した画像の色味について

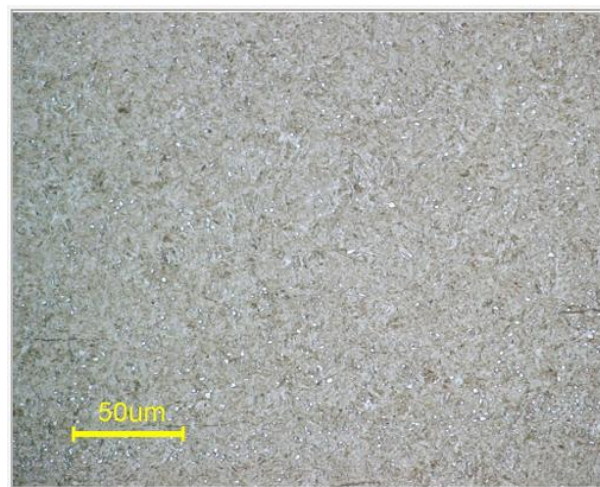
### 1. はじめに

近年、デジタルマイクロスコープやデジタルカメラ付き金属顕微鏡の普及により、金属組織をカラー画像として簡単に撮影できるようになりました。ここで、炭素工具鋼 SK85 の金属組織のカラー画像の一例を図 1 に示します。この図に示したように同じ材料であっても、熱処理や金属組織の違いによって画像の色味や見え方が異なる場合があります。

一方、最近では撮影したカラー画像の金属組織について、「以前撮影した画像と色が違う」、「前回と同じ色味で撮影して欲しい」といった相談を受けることもあります。このため、今回は金属組織観察における「色味」について説明します。



納入状態



焼入れ 800°C、焼戻し 180°C

図 1 炭素工具鋼 SK85 の金属組織のカラー画像

### 2. 金属組織画像の色味について

デジタル顕微鏡で撮影した金属組織の色味は、さまざまな条件によって変化します。例えば、次のような条件が影響します。

- ・顕微鏡の照明条件
- ・光源の種類
- ・カメラのホワイトバランス
- ・自動画像補正

- ・試料表面の状態
- ・エッチング条件

これらの条件によって、同じ試料でも見え方が変わる場合があります。エッチングでは、試料表面の微細な凹凸や光学特性の違いによってコントラストが形成されます<sup>1)2)</sup>。そのため、エッチング条件がわずかに異なるだけでも、明るさや色味が変化することがあります。

### 3. 金属組織観察で見ているもの

一般的な金属組織観察では、主に以下のような特徴を観察します。

- ・結晶粒の大きさ
- ・粒界の形状
- ・相の分布
- ・炭化物や析出物の状態
- ・黒鉛形状（鋳鉄など）

これらは、「明暗の違い」や「形状の違い」として観察されることが多く、従来の金属組織観察においては、白黒コントラストによる観察・記録が一般的でした<sup>3)</sup>。そのため、カラー画像で撮影された場合でも、一般的な金属組織観察では、色そのものよりも、組織形状やコントラストを重視して評価することが多くなります。

### 4. カラー画像に意味がある場合

一方で、カラー画像が有効な場合もあります。例えば、次のような観察では、色の違いが組織や状態の違いを示すことがあります。

- ・カラーエッチング
- ・偏光観察
- ・酸化膜観察
- ・干渉色を利用した観察

特にカラーエッチングや偏光観察は、金属組織に色のコントラストを与え、通常の明暗観察だけでは分かりにくい情報を補助的に示す方法として利用されています<sup>4)</sup>。

### 5. カラーエッチングとは

炭素鋼などの通常の金属組織観察では、硝酸アルコール溶液（ナイトール）などのエッチング液を用い、明暗差によって組織を観察します。一方、カラーエッチングは、試料表面に形成される薄い反応膜や、組織ごとの化学反応の違いを利用することで、組織ごとに異なる色を発現させる方法です<sup>4)</sup>。この色は、材料そのものの色というよりも、次のような要因によって生じています。

- ・表面に形成された薄膜
- ・光の干渉効果
- ・結晶方位の違い
- ・化学成分差
- ・エッチング反応の違い

カラーエッチングでは、これらの作用によって、通常の白黒観察では識別しにくい組織の違いを見やすくできる場合があります。例えば、次のような組織や状態です。

- ・マルテンサイトとベイナイト
- ・偏析部
- ・結晶方位差
- ・鋳鉄の基地組織
- ・熱処理組織

また、鋳鉄の組織観察では、カラーエッチングによって元素偏析や基地組織の違いを色で可視化できることも報告されています<sup>3)</sup>。さらに、偏光観察などと組み合わせることで、結晶方位差による色の違いを利用して組織を観察できる場合もあります<sup>4)</sup>。ただし、カラーエッチングで得られる色は、試料状態や観察条件の影響を受けやすいため、必ずしも常に同じ色になるわけではありません。そのため、カラー画像を比較する際には、色だけではなく、組織の形状やコントラストも含めて総合的に評価することが重要です。

## 6. 金属組織を比較する際のポイント

異なる組織画像を比較する場合には、次の条件をできるだけそろえて撮影することが望まれます。

- ・同じ顕微鏡
- ・同じ照明条件
- ・同じ倍率
- ・同じ撮影条件
- ・エッチング条件

また、試料調製やエッチングの状態は観察結果に大きく影響するため、観察目的に応じて適切な前処理条件を選ぶことも重要です<sup>5)</sup>。一般的な金属組織観察では、色味そのものよりも、組織形状やコントラストに着目することが重要です。

## 7. 終わりに

デジタル顕微鏡の普及により、金属組織観察は以前より身近なものになりました。一方で、カラー画像が簡単に扱えるようになったことで、「色の違い」が気になりやすくなっています。

金属組織観察では、色だけではなく、「どのような組織が見えているか」を理解しながら観察することが大切です。異なる時期に撮影したカラー画像について、色だけで比較・評価する際には注意が必要です。撮影条件や試料状態も含めて、組織全体を総合的に評価することが重要です。

## 参考文献

- 1) Struers, Metallographic Etching,  
[https://www.struers.com/en/knowledge/etching?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.struers.com/en/knowledge/etching?utm_source=chatgpt.com)
- 2) Buehler, Metallographic Etching, [https://www.buehler.com/blog/metallographic-etching/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.buehler.com/blog/metallographic-etching/?utm_source=chatgpt.com)
- 3) Alan Vaško, Juraj Belan, Eva Tillová, Use of Colour Etching in the Structural Analysis of Graphitic Cast Irons, MANUFACTURING TECHNOLOGY, Vol.20, No.6, 2020, pp.845-848.
- 4) G. F. Vander Voort, Color Metallography, ASM Handbook, Vol.9, 2004, pp.493-512.
- 5) 山本, "金属材料実験の手引き 1.組織観察", まてりあ, Vol.60, No.2, 2021, pp.102-109.

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