

## TWS 法による鉄鋼画像の炭化物分類手法

島谷 晴<sup>†</sup> 石田俊樹<sup>††</sup> 崔 熙辰<sup>††</sup> 赤井 誠<sup>††</sup> 渡部 徹<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> 松江工業高等専門学校 <sup>††</sup> 日立金属株式会社

### 1. はじめに

鉄鋼の強度は、鉄鋼中に分布する炭化物の分散具合に関係があり、炭化物の分散具合を制御することができれば、鉄鋼の強度も制御することが可能である。そのため、熱処理をする前と後の光学顕微鏡画像中の炭化物分布を比較して、鉄鋼の強度を上げる手法が研究されている。

しかし、光学顕微鏡は焦点深度が浅く、画像中にピンボケが生じてしまうことがあるうえに、主に黒色粒子である炭化物と、それとは別の組成を持つ灰色粒子の炭化物を区別することが難しく、現時点では最終的な選別を目視で行っている。以降、単に炭化物と書いてあるものは、黒色粒子の炭化物を指すこととする。

本研究では、鉄鋼の光学顕微鏡画像から TWS 法を用いて炭化物を分類するシステムを構築する。これにより、炭化物の分類精度を検討する。

### 2. TWS 法を用いた炭化物分類

TWS (Trainable Weka Segmentation) 法<sup>[1]</sup>は、「Weka による訓練可能な分類」を実現する画像のフィルタリング手法であり、Weka はフリーの機械学習統合ソフトウェアである。

TWS 法による炭化物分類の流れを図 1 に示す。まず、入力画像を複数のフィルタに通し、それぞれの画素について特徴ベクトルを作成する。その複数の特徴ベクトルから決定木を訓練し、ランダムフォレスト法をもとにした分類子を作成する。それを入力画像に適用することでクラスごとの分類が完了する。

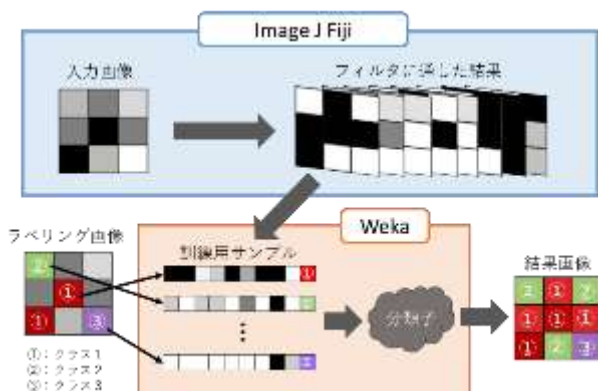


図 1. TWS 法を用いた鉄鋼画像からの炭化物分類

### 3. TWS 法による炭化物分類実験

4 つの画像に対して TWS を実行した。使用したフィ

ルタは、まずデフォルトのフィルタ 20 枚の中から 3 組のフィルタに対して TWS を行い、その中で炭化物分類に適するフィルタの組合せを検討した。分類精度の高かった組合せ 10 組を図 2 に示す。評価関数は式(1)に示す一致度 fitness を用いた。

$$\text{fitness} = \frac{1}{W \cdot H} \sum_i^W \sum_j^H \{1 - |R_{ij} - L_{ij}|\} \cdot 100 [\%] \quad (1)$$

ここで H, W はそれぞれ画像の高さ、幅を、 $R_{ij}$  は結果画像の  $(i, j)$  画素の値、 $L_{ij}$  は正解画像の  $(i, j)$  画素の値を表している。結果画像、正解画像ともに二値画像なので、画素値は 0 か 1 のいずれかである。

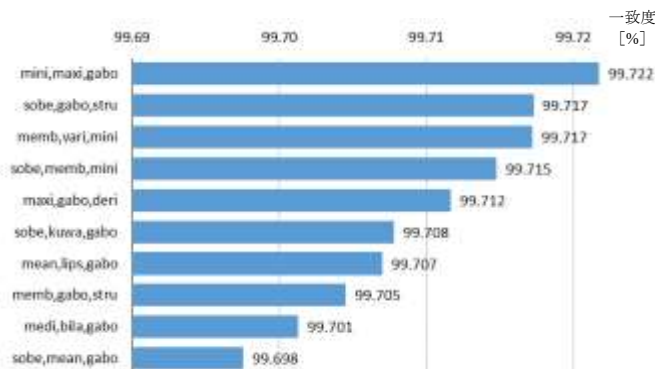


図 2. TWS 法による炭化物分類結果（一致度）

結果グラフより、最も一致度の高かったフィルタの組み合わせは、最小値フィルタ (mini) + 最大値フィルタ (maxi) + ガボールフィルタ (gabo) で、一致度 99.722% であった。この時の粒の粒度分布の誤差率は 3.4% で、高精度で炭化物が分類できていることがわかる。

### 4. おわりに

本研究では、鉄鋼中に分布する炭化物を TWS 法により分類する手法について提案し、分類精度 99.7% (一致度) の精度を得た。今後は、様々な画像について検証を行ったうえで、各フィルタのパラメータ調整を行い、より高精度の認識を目指す。

### 参考文献

- [1] I.Arganda-Carreras: Trainable Weka Segmentation – ImageJ, [https://imagej.net/Trainable\\_Weka\\_Segmentation](https://imagej.net/Trainable_Weka_Segmentation) (参照2019-02-01).  
 [2] 田口茂樹ら：先進的画像処理による組織検出，鉄と鋼 Tetsu-to-Hagane, Vol. 103, No. 3 (2017).