

## AI技術を用いた脱細胞化組織の分類と評価

\*<sup>1</sup>芝浦工業大学システム理工学部, \*<sup>2</sup>東京医科歯科大学生体材料工学研究所, \*<sup>3</sup>東北工業大学大学院工学研究科

安田 英莉\*<sup>1</sup>, 木村 剛\*<sup>2</sup>, 橋本 良秀\*<sup>2</sup>, 鈴木 郁郎\*<sup>3</sup>, 中村 奈緒子\*<sup>1</sup>, 岸田 晶夫\*<sup>2</sup>

Eri YASUDA, Tsuyoshi KIMURA, Yoshihide HASHIMOTO, Ikuro SUZUKI, Naoko NAKAMURA, Akio KISHIDA

### 1. 目的

脱細胞化組織は、移植材料や再生医療の足場材料などとして用いられている。脱細胞化の確認として組織切片染色像の観察や残存DNA定量が推奨されている<sup>1)</sup>。しかし、染色像の観察では、染色の手技により差異が生じる、評価者の主観に依存するという問題がある。本研究では、人工知能(AI)技術を用いて脱細胞化を染色像から客観的に判断して、その評価結果を可視化することを目的とした。

### 2. 方法

ブタ大動脈とブタ角膜を高静水圧(HHP)と界面活性剤[ドデシル硫酸ナトリウム(SDS)]によって処理し、脱細胞化組織を作製した。組織切片をヘマトキシリン・エオジン(HE)染色して染色像を取得し、学習画像と評価画像として用いた。本実験では、畳み込みニューラルネットワークのAIであるAlexNetを使用した。AIに学習をさせ、その評価を行い、学習済みAIを取得した。その後、学習済みAIで学習染色像とは異なる染色像を評価し、未処理組織と脱細胞化組織の2分類と3分類を行い、分類精度であるAccuracyを求めた。Accuracyは式(1)にて得た。

$$\text{Accuracy} = \frac{\text{正しく分類された画像数}}{\text{全体の画像数}} \times 100 \dots \text{式(1)}$$

次に、2分類によって精度が確認されたAIを用いて未処理組織、HHP脱細胞化組織、SDS脱細胞化組織の各1枚の染色像を評価させ、脱細胞化の度合いをヒートマップ表示した。脱細胞化の度合いについて、分類実験では未処理組織の画像を0、脱細胞化組織の画像を1として学習させており、各評価画像は0~1の数値で評価され、0.5以上にて脱細胞化組織と判別されることから、この評価数値を脱細胞化の度合いとした。

### 3. 結果

未処理組織と脱細胞化組織の2分類では、95%以上の高

いAccuracyで分類できた。未処理組織とHHP脱細胞化組織、SDS脱細胞化組織の3分類や、大動脈画像で学習したAIによる未処角膜と脱細胞化角膜の2分類では精度の低下が示されたものの、すべての分類実験において90%以上のAccuracyで分類できた。

各分割像の脱細胞化の度合いをヒートマップ表示した。薄い色ほど高い脱細胞化の度合いを示したところ、未処理組織のヒートマップは全体的に濃い色であり、HE染色像と一致して内腔側の細胞が少ない部分は脱細胞化組織と判別された。HHP脱細胞化組織のヒートマップは全面にわたり薄い色で表されており、斑なく脱細胞化されていることが示された。SDS脱細胞化組織のヒートマップの大部分は薄い色であるが、染色像の中膜で未処理組織と判断された部分があった。HE染色像上の該当する部分では、細胞はほとんど観察されなかったことから、AIはヒトには判断できない部分を判別しているのではないかと考えられる。

### 4. まとめ

AI技術を用いて、未処理組織とHHP脱細胞化組織、SDS脱細胞化組織を分類できた。また、大動脈画像を用いて学習したAIが異なる組織の脱細胞化組織を判別する可能性が示唆された。ヒートマップ表示することで、脱細胞化の度合いや脱細胞化部位の違いを可視化できた。

### 5. 独創性

AIの医療画像への応用は、疾患の診断への応用が中心である。一方、本研究は、脱細胞化組織の評価へのAIの活用であり、これにより脱細胞化組織の開発に重要である脱細胞化組織の評価に客観性および迅速性の付与が可能となり、本領域の発展に貢献できると考えられる。このように、脱細胞化組織をはじめとする医用材料の開発にAIを活用することが本研究の独創性といえる。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

### 文 献

1) 岸田晶夫: 脱細胞化生体組織の現状と将来展望. *Organ Biology* **25**: 27-34, 2018

#### ■ 著者連絡先

東京医科歯科大学生体材料工学研究所物質医工学分野  
(〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台2-3-10)  
E-mail. bn17252@shibaura-it.ac.jp