

AI を活用した古紙原料の判別に関する研究（第2報）

機械電子科 齊藤和明 井出達樹 増井裕久*

Study on distinguishing using artificial intelligence raw materials for making recycled paper
(2nd Report)

SAITO Kazuaki, IDE Tatsuki and MASUI Hirohisa

Keywords : AI, machine learning, classification, hyperspectral camera, textile

中小企業のデジタル化や産業全体のDX（デジタルトランスフォーメーション）が、国や地方自治体の政策として推進されている。AIはディープラーニングによって精度が向上し、導入した企業では効果が認められる一方、企業への普及そのものは途上にある。本研究では、ものづくり現場のDX推進やAI導入の動機付けとなることを狙い、製造業等でのAI活用事例を示す。廃棄衣料の素材が分かれば古紙原料に利用しやすくなると考え、令和5年度は、9種類の繊維の布片について、分光光度計等とAIを活用して一定精度での判別を実現した。令和6年度は、ハイパースペクトルカメラとAIを活用して、繊維別に判別できる可能性を示す。

キーワード：AI、機械学習、クラス分類、ハイパースペクトルカメラ、繊維

1 はじめに

中小企業のデジタル化の支援や産業全体のDXは、デジタル社会形成基本法（令和3年）に基づき強力に推進されている。本県では新ビジョン後期アクションプラン（令和4年3月）においてDXによる産業構造の改革等を政策として打ち出している。AIはディープラーニングによって精度が大きく向上し、AI等の導入効果は認められるものの、企業への導入は途上にある¹⁾。

一方、再生紙工場では原料不足等により廃棄衣料を原料に用いる状況にある。原料とする廃棄衣料（布）の繊維素材は紙質に影響を及ぼすため、素材別に分けられれば古紙原料として利用しやすくなり、原料不足対策の一助となる。

これまでに我々は光学測定データにAIを活用して、布片を繊維素材別に一定の判別ができることを示した²⁾。令和6年度は市販のハイパースペクトルカメラ（以下、「HSC」という。）を用いて、AIを活用して布片の繊維素材別の判別を試みたので結果を報告する。

2 方法

9種類の繊維（アクリル：ACR、アセテート：ACT、コットン：CTN、ナイロン：NYL、ポリエステル：PES、ポリウレタン：PU、レーヨン：RYN、シルク：SLK、ウール：WL）の白い布片を試料とした。試料を並べて、表1に示す仕様の市販HSCで撮影し、スペクトルデータを得た。繊維別に50のスペクトルデータを抽出し、ターゲット（ACR、ACT、CTN、NYL、PES、PU、RYN、SLKおよびWL）を追加してデータセットとした。

表1 撮影に用いたHSCの仕様

市販HSC	波長範囲 (nm)	バンド数
HSC1	400 ~ 1,000	224
HSC2	900 ~ 1,700	224

機械学習には、シンプルな構文、豊富な標準ライブラリ・外部ライブラリが利用でき、広く使われているプログラミング言語「Python」を用いた。機械学習の一連の作業を自動化できるオープンソースの機械学習パッケージ「PyCaret」で分類のモジュールを用いて機械学習モデルを作成・評価

* 現 工業技術研究所 研究調整官

した。

作成した機械学習モデルで、HSC で撮影した全てのスペクトルデータについて判別し、判別した結果に応じて色分けした画像データ（解析画像）を作成した。なお、解析画像作成のための機械学習モデル作成の際には、バックグラウンド（撮影した範囲で布片以外の部分）のデータも追加（ターゲットは BG）してデータセットとした。

3 結果および考察

HSC スペクトルデータから抽出した各繊維のスペクトルデータからなるデータセットについて PyCaret で処理し、各モデルを精度比較した結果（一部を抜粋）を表 2 に示す。多くのモデルで高い正解率で分類できている。

表 2 各モデルの精度比較結果（一部抜粋）

Model		HSC1 Accuracy	HSC2 Accuracy
lr	Logistic Regression	0.9771	0.9229
mlp	MLP Classifier	0.9771	0.9714
knn	K Neighbors Classifier	0.9686	0.9457
et	Extra Trees Classifier	0.9686	0.9657
rf	Random Forest Classifier	0.9600	0.9343
gbc	Gradient Boosting Classifier	0.9600	0.9229
lda	Linear Discriminant Analysis	0.9543	0.9829

機械学習モデル mlp による解析画像および撮影範囲を図 1 に示す。判別結果の誤りは見られるも

の、概ね良好に判別できていることが分かる。撮影範囲の画像のバックグラウンド領域に、各繊維のスペクトル 50 データを抽出するのに必要な画像範囲（50 ピクセル分）の大きさを示す。僅かな学習データでも一定の判別が可能であることが分かる。光学測定では光の反射や影による影響は避けられないため、一定の撮影環境にするなどの配慮が必要である。

4 まとめ

HSC と AI を活用して、白い布片を繊維の素材別に判別することができた。

この事例が、ものづくり現場への AI 導入の動機となれば幸いである。

謝辞

本研究の実施にあたり御協力いただいた、コニカミノルタジャパン株式会社の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 総務省：令和 5 年通信利用動向調査の結果。（2024.6.7 公表）
- 齊藤和明 他：AI を活用した古紙原料の判別に関する研究．静岡県工業技術研究所研究報告，第 17 号，81-82（2024）．

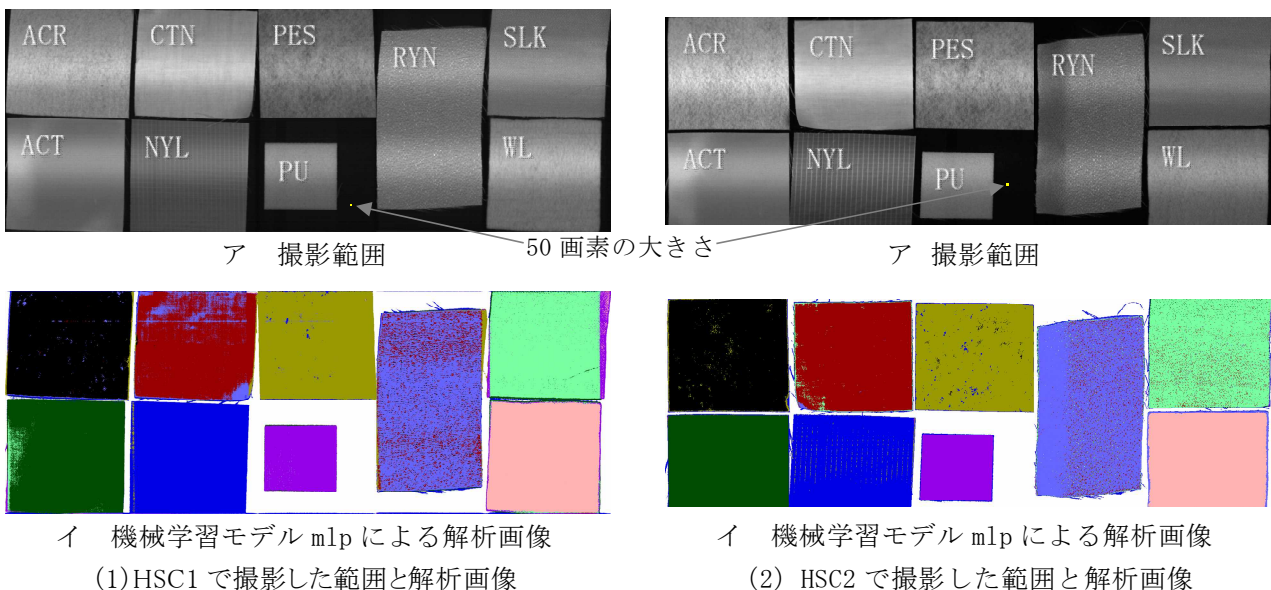


図 1 作成した機械学習モデルによる解析画像と撮影範囲