

分光スペクトル情報を活用した顕微画像処理による 古典籍の紙品質解析

浅野 祐太、佐藤 いまり (国立情報学研究所) 連絡先: oyama.keizo@nijl.ac.jp
松原 哲子、大山 敬三 (国文学研究資料館)

1.背景

▶古典籍の紙品質

- 紙を製生する材料の品質や年代、製造技術、保存状態の差異
→繊維の長さ・方向性・太さ・色合い、欠損・劣化など



短い未分散繊維、乳白色 虫損 竹繊維

- 漉き返し紙 (再生紙) の作成技術や漉き返し用の材料の品質
→稲わら繊維や異物の混入



米粉混入 異物混入 ニカワ処理

<目的>

古典籍の様々な紙品質の状態をAI画像処理を用いて解析することで、**古典籍の紙品質を評価 + 専門家の仮設や見解を裏付け**

- 古典籍の紙に混入している米でんぷん粒の評価
 - ▶ 米でんぷん粒の混入量や分布状況から、「新たに添加されたもの」or「材料として使用された反古 (使用済みの紙) に含有されていたもの」の頑健な判別
- 古典籍の紙に混入している夾雑物の評価
 - ▶ 夾雑物 (チリ、高品質な紙: 少、低品質な紙: 多) の含有度の評価、夾雑物の素材識別

→時代・生産地・使用した本の格式に関係のある紙質を評価することで、個々の古典籍の評価に留まらず、文学史を再検証していく材料となる新たな発見・調査結果を公表する

問題点: 紙のRGB色情報は酷似しているため詳細な解析が困難

↓
RGBに比べて色情報が豊富な**分光スペクトル情報**を活用

2.分光スペクトル

RGB :

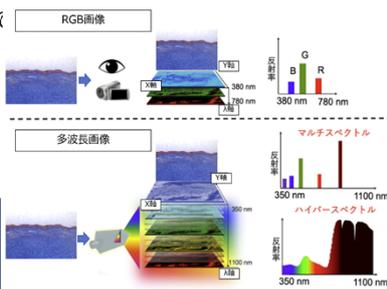
一般的に利用されるカラー画像でRGBの3つのチャンネル情報

Multispectral :

RGBよりも多い複数のband帯についての分光を取得した複数のチャンネル情報

Hyperspectral :

Multispectralよりも多いband帯についての分光を取得した多数のチャンネル情報



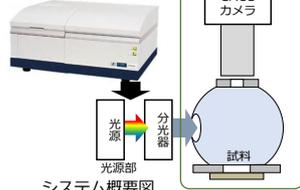
Hyperspectral画像(61チャンネル)の豊富な色情報を利用して、RGB情報では抽出不可能な紙品質評価用の特徴量を抽出

+
可視光 + 紫外線・近赤外線領域における光情報の活用も検討

<撮影デバイス>

【ベース技術】

- ・ F-7100蛍光光度計
- ・ EEMViewシステム

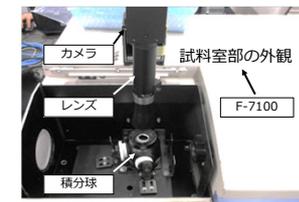


積分球内で計測することで任意の方向から試料に光が入射

↓
反射素材や凹凸に依存せずに正確な分光スペクトル情報を取得

(高倍率化・反射/透過対応)

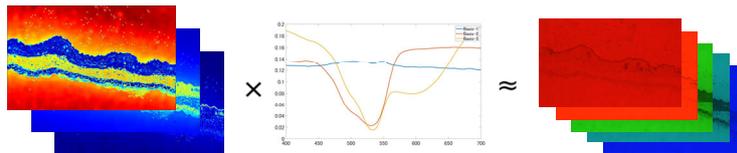
- ・ F-7100蛍光光度計
- ・ テレセントリックレンズ
- ・ CMOSカメラ



3.分光スペクトル分解による紙繊維解析

分光スペクトル分解 (非負値行列分解、NMF: Non-Negative Matrix Factorization) を用いて Hyperspectral画像の各画素で基底分光スペクトルに分解
→分解された基底分光スペクトルおよび基底マップから紙繊維のスペクトル特徴および空間分布情報を解析

$$\begin{matrix} \text{W} \\ \text{基底数} \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{H} \\ \text{分光スペクトル} \end{matrix} \approx \begin{matrix} \text{V} \\ \text{入力 (Hyperspectral画像)} \\ \text{画素数} \end{matrix}$$



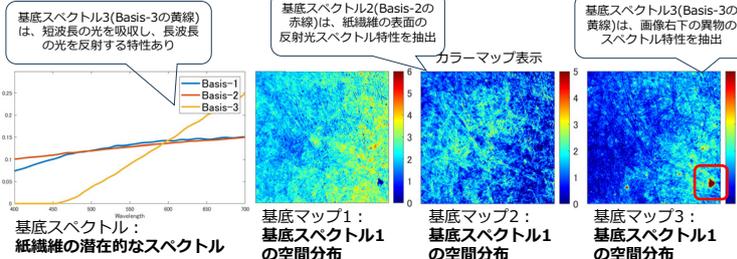
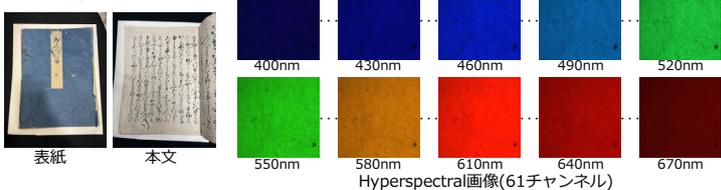
基底マップ: 基底スペクトルの空間分布 基底スペクトル: 紙繊維の潜在的なスペクトル Hyperspectral画像

古典籍を撮影したHyperspectral画像から紙繊維の潜在的な**スペクトル情報**、および**基底スペクトルの空間分布情報**を推定

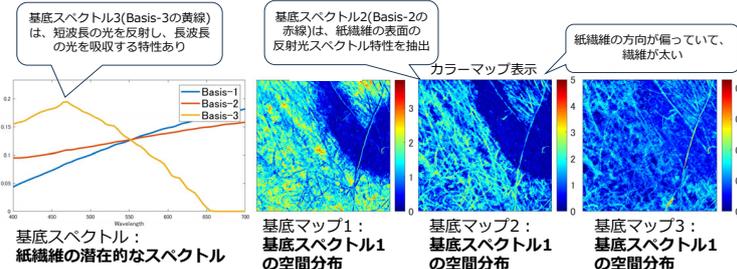
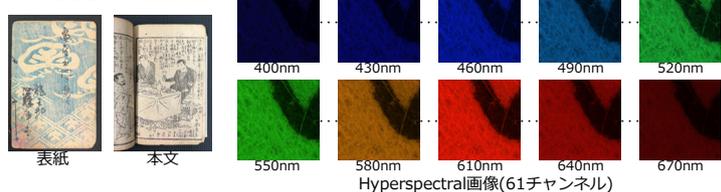
↓
紙繊維の品質・製造技術の差異を比較・検証

4.分光スペクトル計測・解析

<源氏物語>



<冬楓月夕榮>



Hyperspectral画像情報の分光スペクトル分解により、紙繊維の潜在的なスペクトル情報およびその空間分布を確認

今後は紙繊維のHyperspectral画像のデータセットを集め、古典籍の混入物質や年代の判定手法へ応用