

統計的画像処理と機械学習による文化財のデジタル画像復元

河野一隆*・板垣正敏・藤田晴啓・河原和好・宮尾亨・山本亮・市川健太・南雲彩花

文化財は紫外線・赤外線等の照射エネルギー、温湿度の変化に由来した有機質素材の変質、作品表面への埃等異質物の沈着等さまざまな原因で褪色（経年劣化）する。それは、作品表層のオリジナルの着色・染色部分と肉眼との間に夾雑物が介在し可視領域が物理的に遮断されるためである。それをクリーニングすることが修理であるが、文化財に負荷をかけるだけでなく莫大なコストがかかる。このため褪色した文化財の大半は、調査研究や展示公開、修理されることなく収蔵庫内に死蔵されてきた。本発表では、実物作品に負荷をかけずに褪色前の復元画像を生成する方法を提案する。それは、①文化財画像を対象に無相関ストレッチによって色空間（カラープロファイル）を変更し、褪色した文化財のモチーフを鮮明化する。②色空間が変更された画像と褪色が進んでいない類似作品の画像を相互に真偽判定させる機械学習（CycleGAN）を通して、褪色前の文化財の復元画像を生成する。という2つの要素技術で構成される。

デジタル画像は、各ピクセルごとに光の3原色（RGB）の強さを数値化したもので表され、その光信号の強さは互いに相関性を持つ。これに、主成分分析と同じ理論に基づく統計的画像処理である無相関ストレッチによって画像解析することでモチーフを鮮明化する。しかし、色空間を人為的に変換するため、オリジナルの文化財の色彩情報も同時に変換され、文化財が持つ固有の美術的、資料的価値が失われてしまう。そこで、「教師無し学習」である機械学習によって変換前と変換後の色空間を一致させ、文化財の推定復元画像を生成することが可能になる。

この方法を検証するため、14万件の文化財情報と9万枚の画像を登録する ColBase（国立文化財機構所蔵品統合検索システム）から、対象作品画像の収集と無相関ストレッチ解析を自動化するプログラムを開発し、紺紙金字経について実践した。それを踏まえた方法論的な課題と将来展望を紹介する。（800字）

編集者追記：

本概要は令和5年3月25日新潟県歴史博物館にて開催された第3回考古文化財ディープラーニング研究会開催中に、同時に Zoom 開催され、本概要のタイトルで発表した日本情報考古学会第47回大会発表論文の事前審査用に同学会に提出された未発表の概要であることをここに記す。