



筆墨書跡のコンピュータ分析

和田, 彩

(Citation)

表現文化研究, 8(2):127-135

(Issue Date)

2009-03-24

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81002897>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81002897>



筆墨書跡のコンピュータ分析

Analysis of Characters with the Computer Image Edit Software

和田彩 Aya Wada

概要

コンピュータ画像編集ソフト・フォトショップの濃度分布測定機能を利用して、筆墨書跡の墨痕の抽出を行った実験の概説である。

以前行った執筆者らの研究¹により、筆墨書跡原本であれば、墨色の微妙な黒みの違いをそれらのデジタル画像から測色できることがわかった。そこで本論文では、高解像度でとり込んだデジタル画像の最小構成単位がもつ色情報に着目し、墨で書かれた文字の色合いをLab表色系で分析した。その結果、墨の濃淡に対応する因子と紙に起因する因子に分離することができた。紙に起因する因子は、同じ墨を使って書いても、紙の種類によってその出現の仕方が異なるため、その分布状況から紙質を識別することが可能といえる。また、これらの因子の特性を応用すると、墨色のにじみの部分や紙に浸透している墨の部分も検出できることがわかった。これらの析出された要素の相乗作用を見る方法は、試行錯誤の結果、現在では色相と彩度を変化させて、因子間の相乗作用を表示する方法を見出し、文字における墨と紙の関係を明確に示すことができた。

本研究は、筆墨書跡の墨痕から、墨と紙が文字に影響を及ぼし始める限界点の抽出方法を確立させ、筆づかいや筆勢の状態を目で見ることができるように表示する方法を開発した。それによって、これまで肉眼や顕微鏡を使った観察的鑑定から、より科学的な方法をもって墨色の認知や墨痕を検証できる可能性が示唆された。さらには、憶測や推察で論じられてきた名品の筆墨書跡の疑点を、この現代科学の応用によって検討する上で、科学的根拠をもった見解を導くことができると考えられる。

キーワード: 筆跡、しきい値、画像、文字文化

Abstract

This is the outline of the experiment that the shades of Indian ink in handwriting are extracted by the density distribution measurement function of the computer image edit software. This study focused on the color information on the pixel of the digital image taken by a high resolution, and the hue of the character written with the Indian ink was analyzed by the Lab color specification system.

As a result, the factor corresponding to the hue of the Indian ink and the factor affected by paper were found. The latter factor has the possibility that the quality of paper can be identified from the distribution situation because the way of character's appearance is different on kinds of paper even if it is written with the same Indian ink. Moreover, when the characteristic of these factors was applied, the gradation of black color and the Indian ink permeated on paper were able to be detected.

The method of seeing the synergistic action of the elements was able to display by changing the hue and the chroma. The relation between the Indian ink and paper in the written character was able to be shown by this method clearly.

This study established the method of displaying where the Indian ink and paper began to influence the written character. It shows that this comes from the brushwork and the brush stroke. It showed the possibility that the questions of the handwriting of the classic masterpieces that have been discussed by the guess would be revealed.

Keywords: Handwriting, Threshold Level, Image, Character Culture

1. はじめに

文字は、人間の脳と手指を使った運動の軌跡である。運動は時間の経過につれて、その空間的位置を変えることであるが、最近のスポーツ番組などには、身体運動を時間の経過軸で表し、瞬間の動きを1コマずつ映像として見せてくれるものがある。これは、運動の連続した動きと時間とともに変位する体位を表示することができる。これらのよい点は、身体の動きを学ぶものにとっても、スポーツを見て楽しんでいるものにとっても、映像を一見するだけでそのプロセスがわかりやすいところである。

人間は身体構造が個々に違い、それらを使って繰り出されるフォームが一樣でないとする、生じる運動は違って当然である。書字運動もそれにあてはまり、これが「書は人なり」とよくいわれているゆえんであろう。特に、毛筆の書は筆法などの筆づかいに関する法則があり、また文字の書体もいろいろ存在するため、書字に関する運動はとても複雑である。この書字することによって生じる運動の結果が筆跡となって表れ、文字は紙面にそれらが集積したものと定義できる。

そこで、文字の痕跡から運動のプロセスを表示する方法を考案し、筆づかいや筆勢を知る端緒を開く。本報告では、上述した内容について、分析の手法や考え方について、まだ試行錯誤の段階ではあるが、何かの参考になればと詳細に述べることにする。

2. 分析方法の検討

2.1. 供試材料

供試材料は、前報² で用いた同じ供試材料90個である。これらは18種類の墨液を用いて、5種類の紙上に漢字の「十」という文字を毛筆で書いた筆墨書跡である。この18種類の墨液というのは、【表1】に示す6種類の墨を用いて3段階(100%・70%・25%)の濃度を作った人口墨液のことである。本稿では、液体墨は原液を100%、固形墨は小字用に適する濃さを100%にした。固形墨の基準を明瞭に示すためには、一定の速度と力で磨れる墨磨り機を用いるのがよいのだが、墨磨り機は展覧会に出品するような大字向けの大きいサイズの墨に合わせて規格されている。しかし、今回入手した固形墨は小字に適した小さいサイズの墨であることを考慮して、中国製の硯で書家である執筆者自身の感覚で文字がにじまない程度の濃さまで磨ることにした。これらの墨液を用いて、文字構成が縦画と横画の要素だけで成り立つ「十」(4cm角程度)という文字を、執筆者自身

が小字用の小筆で書いた。







また用いた紙は、書道用紙が2種類(紅星牌・毛辺)、障子紙が3種類(破れにくい・手すき和紙・天草)である。書道用紙の原材料はどちらも多種であったが、障子紙のほうは、「破れにくい」がポリエステル100%、「手すき和紙」が楮100%、「天草」がパルプ100%であった。

以後、本文ではインク名を「大器」「森羅」「五百」「寶笏」「擊壤」「賢者」、紙名を「紅星牌」「毛辺」「楮」「パルプ」「ポリエステル」、濃度を「100%」「70%」「25%」と記し、供試材料の試片は(紙名/インク名/濃度)の形式で表す。

2.2. 分析装置

分析装置は、【写真1】に示すコンピュータとスキャナである。画像をとり込むために用いたスキャナは、キャノンMP800とエプソンGT-X900である。また、2階調化及

表1 インクの種類

	インク名	備考
①	大器  液体墨	墨名:大器 日本製 合成樹脂系 (墨運堂:濃墨タイプ)
②	森羅  液体墨	墨名:森羅万象 日本製 膠系 (呉竹精昇堂)
③	五百  固形墨	墨名:五百斤油 日本製
④	賢者  固形墨	墨名:賢者而後樂 中国製 (胡開文) 清代末期(推測)
⑤	寶笏  固形墨	墨名:寶笏齋墨 中国製 清代末期(推測)
⑥	擊壤  固形墨	墨名:擊壤 日本製 (鳩居堂)

び色相・明度・彩度を変化させた分析ソフトは、Adobe社のPhotoshop CS2である。

先行研究の中で、青木務の文字のコンピュータ分析の研究³によると、とり込み精度や保存精度がよくないと分析に影響を及ぼすが、精度がよすぎると、コンピュータのメモリー不足が生じるなど分析に時間がかかる欠点もあるという。本稿では、執筆者が所有するコンピュータの性能の限界を考慮しながら、供試材料を高解像度でとり込み、画像編集ソフトのPhotoshopで墨痕の色調分析を行った。

2.3. 分析の基礎知識

最近の画像処理ソフトには、さまざまなカラーモードを備えたソフトが多いが、PhotoshopはRGB、CMYK、Lab、HSBの4つのカラーモードをもつ。そのうち、RGBはレッド、グリーン、ブルーの3色で、CMYKはシアン、マゼンタ、イエロー、ブラックの4色で構成される。Labはデバイスインデペンデントカラー（機器に依存しないカラー）といわれ⁴、色を測り、評価する基準となる絶対的な色域である。Lは明度を、aは緑から赤、bは青から黄色の色の情報をもつ。HBSは色相・彩度・輝度を表すカラーモードであるが、Photoshopの場合RGBモードの数値表示をHSBに変換して表示できるモードとして存在する。

すでに、執筆者らはRGBとCMYKカラーモードを使い、筆圧の変化や筆づかいを目で見えて判断できるような表示方法を開発している^{5,6}。また、分光測色計を使った墨色の測色実験⁷からは、Lab表色系のどの因子が紙色や墨色に関係する因子であるか概ねわかっている。

そこで本報告では、これまでの研究結果から、Labカ

ラーモードを使用して筆墨書跡の分析を行う。デジタル画像は、256階調の1,677万色(=256×256×256)のカラー情報が得られるが、それらは0～255の各階調にあるピクセルの量としてヒストグラムで表示することができる。また、対象物の特徴点を検出するための最も基本的な手法に、ヒストグラムを用いた2値化法がある⁸。この2値化法とは、指定したしきい値より暗いピクセルは黒、明るいピクセルは白に変換させて、デジタル画像のピクセルがもつ色情報を明と暗に識別する方法である。執筆者らの使用したソフトでは、この2値化は2階調化として同じ機能が存在している。本研究は、この2階調化機能を用いて墨と紙が文字に影響を及ぼし始める限界点の抽出を検討する。

3. Lab分析

3.1. ヒストグラム

【図1】に、(毛辺/建元/100%)試片のLabのヒストグラムを示す。このように、試片画像の色調範囲は、文字の墨色を示す部分と紙色を示す部分のピクセル量の頻度分布で表示される。例えば、Lのヒストグラムであれば、墨の部分を示す色調範囲は74付近でピクセル量が最大となる。つまり、この出現度数の最大値をしきい値に選定すれば、変化に対して反応が最大限に出現する境界点を表示できるものと考えられる。図中のLabヒストグラムの左端に示した画像は、それぞれ墨の部分における出現度数の最大値をしきい値に選定した画像である。これらの画像は、影響を及ぼす境界点が示されたものと推察される。同様に、右端の画像は紙の部分の最大出現度数時を表す。このように、しきい値の選定を変えることで、どのような色情報を表示したいのか、自由に決定することができる。

【図2】は、(紅星牌/五百/25%)試片のLヒストグラムを示す。この試片は、実線部分のまわりに少しにじみをもつため、【図1】のにじみのない試片の頻度分布とは異なった形態である。にじみのある文字の色情報は、墨の淡色部分の色情報が多く含まれているので、墨の部分と紙の部分の境界は不明瞭で、色調範囲が全体に広がった分布を示す。このことから、Lは墨の濃淡を表す因子といえる。

またa因子は、紙や墨の種類、濃度に関わらず、いずれの場合も墨の部分のピクセル量は階調値123付近で最大値もつ傾向を示した。しかし、分光計を用いた墨色の測色実験では、固形墨と液体墨では濃度によってa因子が異なる傾向を示す結果を得ており、詳細

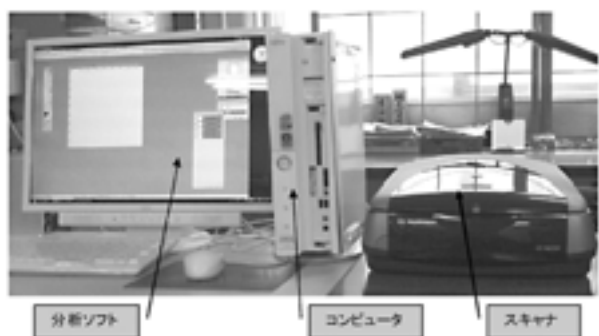


写真1 分析装置

は今後の課題と考えている。

b因子については、紙色の色調範囲と墨色の色調範囲の出現パターンに2つのタイプがあった。一例として、濃度100%の「五百」の墨で書いた試片のbヒストグラムを【図3】に示す。「楮」と「パルプ」に書かれたものは、墨の部分の最大出現度数が紙の部分より右側に位置した。これは、「毛辺」や「紅星牌」「ポリエステル」に書かれたものとは、出現の仕方が明らかに異なる。例えば、墨の部分の最大出現度数をしきい値にした場合、「楮」と「パルプ」に書かれたものは、図のように紙の色情報も含んだ画像が得られた。このことから、bは紙に起因する因子と推察される。これは、分光計を使った物理実験の結果と一致する。

3.2. 墨と紙の関係

紙によってb因子の出現の仕方が異なるので、「パルプ」と「楮」に書かれた文字について、さらに検討してみることにした。文字が書かれた表面とその裏面を分析すると、興味ある傾向が認められた。【図4】は、濃度100%の「大器」の墨で、「パルプ」と「楮」に書いた文字の表面と裏面のbヒストグラムを示す。文字の書かれた表面では、墨の部分の最大出現度数が紙の部分より右側に位置するが、裏面では墨の部分の最大出現度数は紙の部分の左側にある。しかしながら、「紅星牌」や「毛辺」、「ポリエステル」の場合は、文字が書かれた面もその裏面も、墨の部分の最大出現度数は紙の部分より左側で、その表裏に関係なく墨色の色情報は同じ傾向を示した。b因子は青から黄色の色情報をもつが、これらの結果から、「パルプ」や「楮」に墨文字を書いた場合、「パルプ」や「楮」という紙は、墨色を黄み成分が強い色みに変化させると推察される。

なお、青木らも木材パルプに書かれた文字の墨色分析を行っているが、表面とその裏面では異なる色相で示されたと著述する。このように、紙により「色の見え」が異なる結果を得たが、意味づけについては、さらに検討する必要がある。

4. 墨と紙が文字に影響を及ぼす境界点の表示方法

4.1. Labの表示

ヒストグラムの色情報をもとに、墨や紙が文字に影響を及ぼす境界点を、目で見て判断できる表示方法を検討する。(毛辺／胡開文／25%)の試片を用いて、その表示方法を【図5】に示す。墨の部分の最大出現度数をしきい値に選定し、因子ごとに表示した画像がa表示、

L表示、b表示である。次に、Lとa及びLとbの2因子を表示した画像が、La表示、Lb表示である。これらは、2つの因子が最大限に出現したところを表すが、どちらの因子も青系の色で表示され、個々の分布を判別しにくいのが欠点である。そこで、両方の因子を明確に表示する方法を求め、これらの画像の色相及び彩度を変化させることにした。以後、色相と彩度を変えて表示した画像には(HC)と記す。

今回用いたスキャナでは、La表示(HC)、Lb表示(HC)ともに、2因子表示の画像では赤系と青系の2色で各成分を表すことができた。ただ、青木も指摘しているが、スキャナの蛍光ランプによって、色相は青色系になったり、黄緑系になったり、色合いは微妙に違ってくる。スキャナの種類により表示される色合いは一定ではないが、この手法は同系色で表示された因子を区別できる点が優れている。例えばLb表示(HC)の場合、単因子分布の結果より、L因子が青系でb因子は赤系を表すと気づく。また、これらの分布状況と用筆の観察から、青系は文字の濃淡を示し、赤系は紙に染み込んだ墨量を示すと推察される。このように、影響を及ぼす境界を表示することによって、筆墨書跡の墨痕から筆圧や筆づかいが目で見えるようになった。

4.2. にじみ部分の表示

にじみのある(紅星牌／五百／70%)試片を使って、その表示方法を検討する。【図6】に、Lとbのヒストグラムとしきい値選定後の画像を示す。図に示すように、にじみ部分は淡色の色情報もち、Lのヒストグラムでは墨の出現部分が広範囲である。このような濃淡分布の場合、にじみ部分を示す濃度をしきい値にすると、文字全体が黒で表示され、得られた画像からはにじみ部分と実線部分が区別できない。

一方、b因子はしきい値を133に選定した場合、にじみ部分と実線部分の識別をはっきり濃淡で表示できた。b因子は紙に起因する因子で、淡色のにじみ部分の色合いを紙に浸透した墨量(墨粒子数)の差で判別されたものと考えられる。にじみ部分を表示するには、b因子のしきい値の選定が重要となる。

【図7】に、(紅星牌／五百／70%)試片のLb表示(HC)を示す。このように、にじみ部分を表示するためには、L因子のしきい値は墨の部分の最大出現度数に選定し、b因子のしきい値はそのにじみの程度に対応させて変化させるとよいことがわかった。

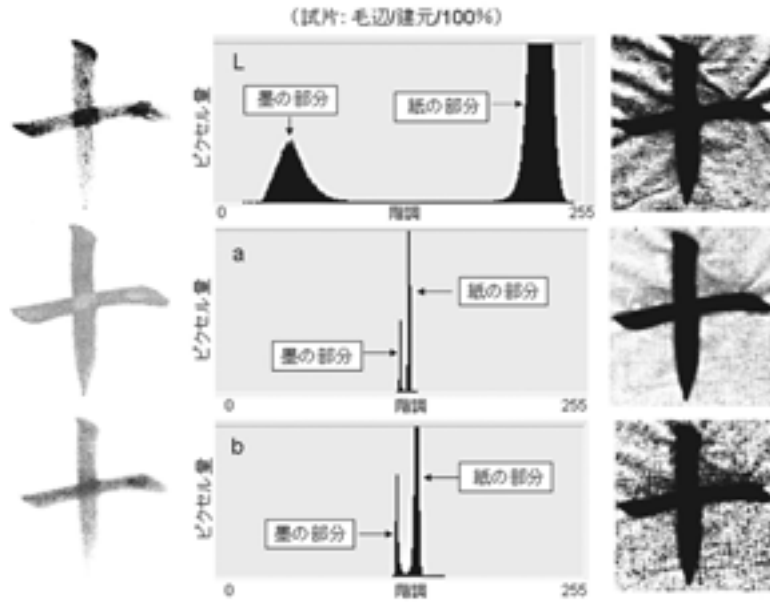


図1 Labのヒストグラム

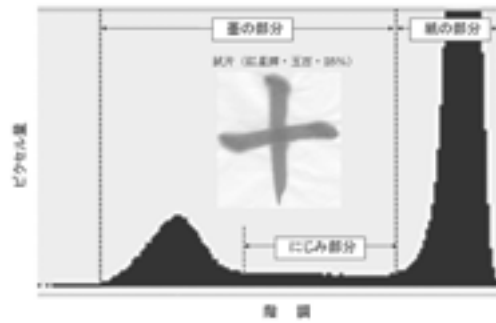


図2 L因子

五百/100%の場合

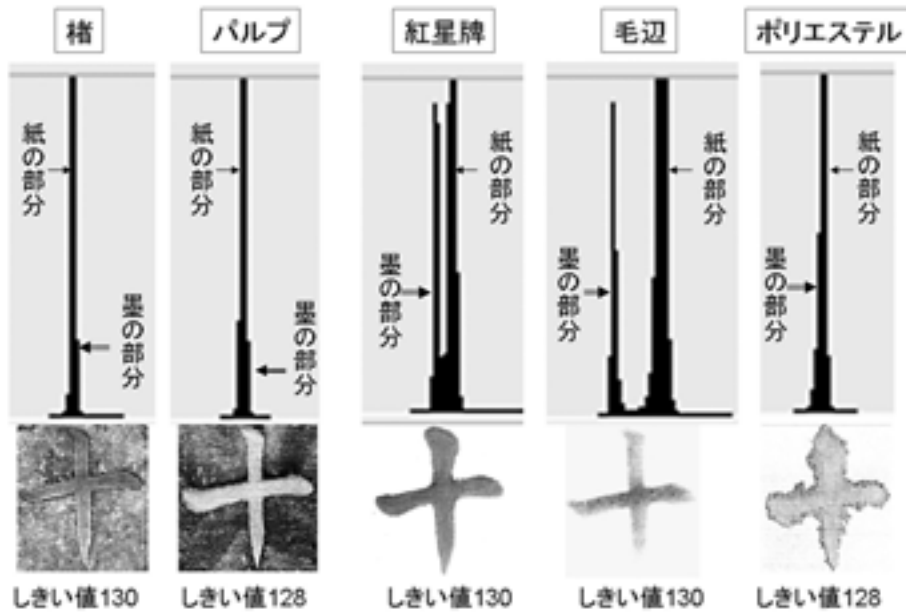


図3 bのヒストグラム

4.3. パルプ紙の墨痕表示

「パルプ」に書かれた文字の墨色を表示する方法を検討する。【図8】は、(パルプ/建元/100%)試片の墨痕表示プロセスを示す。前述したように、「パルプ」はb因子の出現の仕方が他紙と違い、墨の部分の最大出現度数をしきい値にした場合、紙の色情報も含んだ画像が得られることがわかっている。

そこで、b因子が紙の部分の最大出現度数を示す127と墨の部分の最大出現度数を示す130について、しきい値を127と130に選定した場合を比較して、上記のことを確認することにする。図より、しきい値127では紙と墨の部分と同系色(橙)で示され、紙の色情報が含まれていることが、この結果からもはっきりわかった。また、このことは墨色のb因子が紙の表面になく、紙の内部に浸透していることを示していると推察される。それは、しきい値を130にすると文字部分と紙部分の色が異なり、b因子が精確に抽出されたことから判断できる。

次に、墨色の濃淡を示すL因子とb因子と合成表示する。L、b(b=130)ともに墨の部分の最大出現度数をしきい値にした場合、L因子とb因子の相乗作用が青系と赤系の色分布で表示された。これより、bとLの両因子の影響を明確に知ることができる。

一方、bのしきい値が127の場合では、青系の色分布のみみ表示された。ここでも、b因子が紙の表面上になく

紙の内部に浸透しているため、画像はL因子の墨色の色情報のみ捉えたものと推察される。このように、Lやbの因子を用いて、墨色の濃淡や紙に浸透した墨量を画像表示できることがわかる。

以上のことから、執筆者らの開発した墨痕分析方法は、紙の表面上に表れてこない紙の内部にある色情報を抽出することができる点に優れている。今回は、毛筆で書かれた文字についての分析結果について主に述べたが、この分析法を用いれば他の筆記用具についても、種々の分析が行える。例えば、筆ペンや鉛筆、ボールペンで書かれた文字から、濃度分布の出現の仕方、筆圧や筆づかいの判別も可能といえる。

5. おわりに

今回は、筆で書かれた文字の墨色についての分析結果を概説した。本分析法を用いれば、墨色の濃淡の出現の仕方や紙に浸透する墨量から、線の重なり、筆圧、筆づかいの判別が可能といえる。ただ、固形墨や液体墨による墨の材料の違いが墨色に及ぼす影響については不明確で、より詳細に検討すべき問題点はまだまだ多くある。しかし、デジタル画像のコンピュータ分析で、紙の表面上に表れてこない紙の内部にある色情報が抽出できたことは大いなる成果と考えられる。

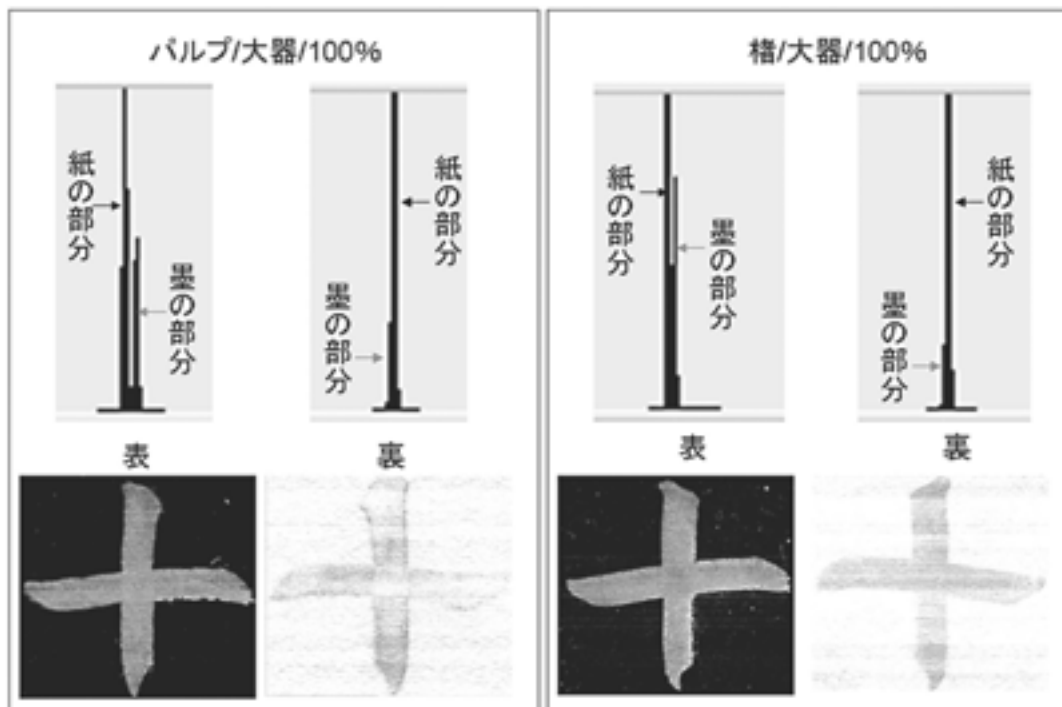


図4 紙と墨の関係

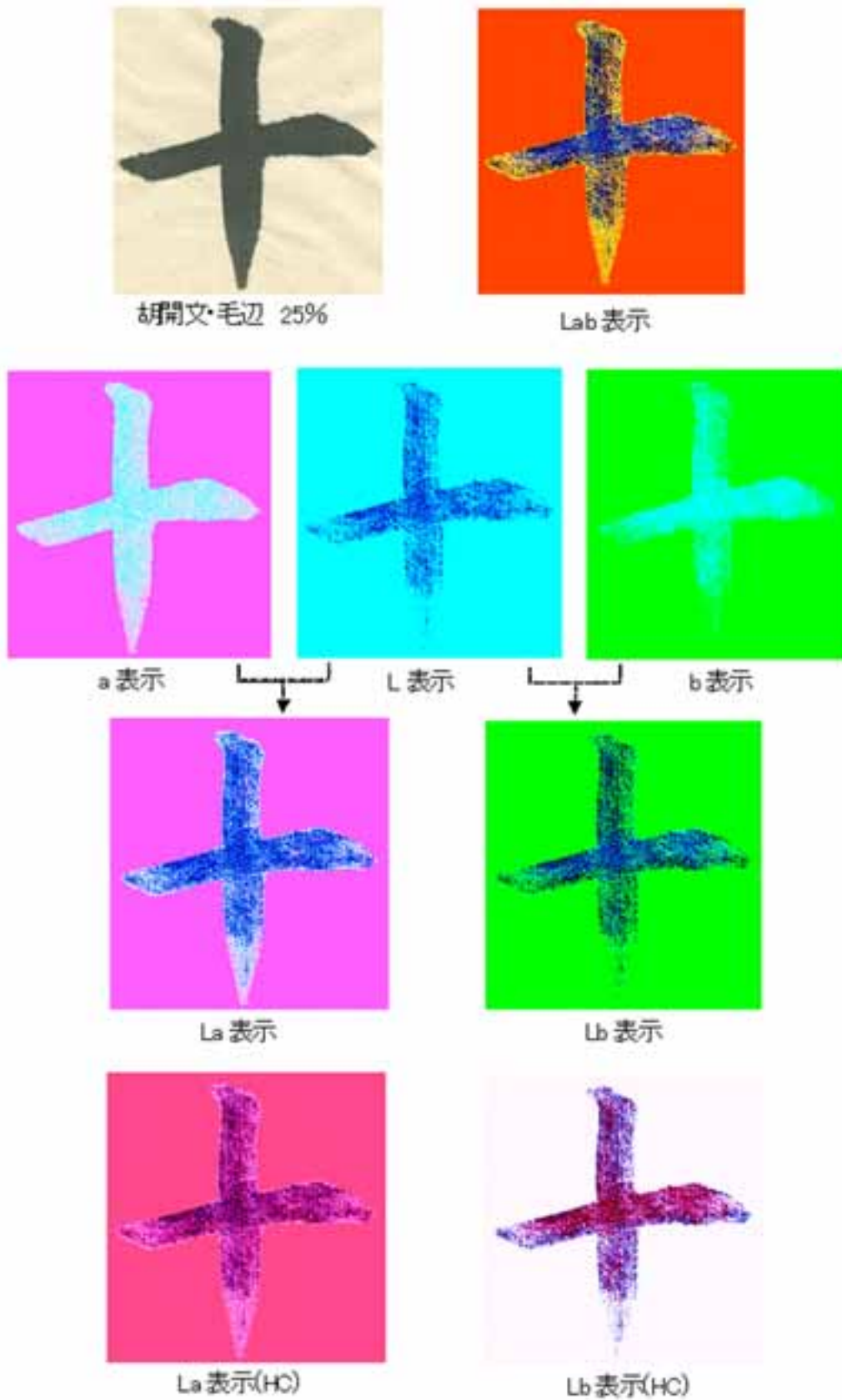


図5 Lab表示方法

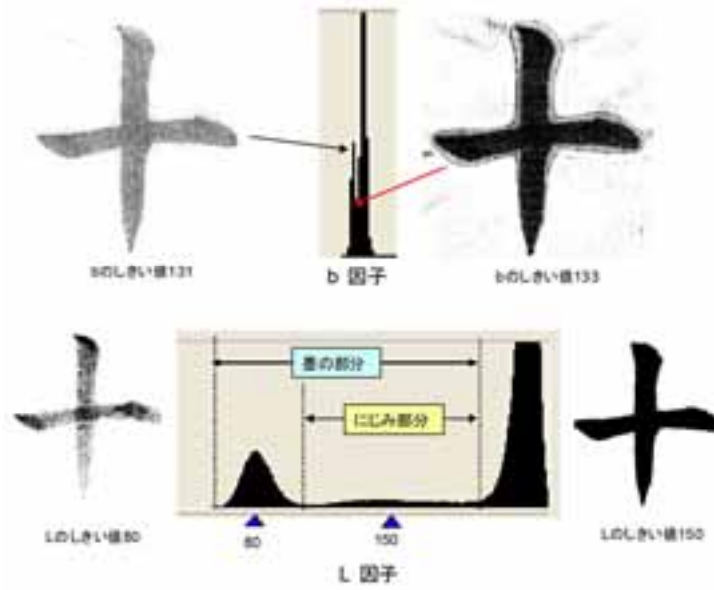


図6 にじみ部分のヒストグラム

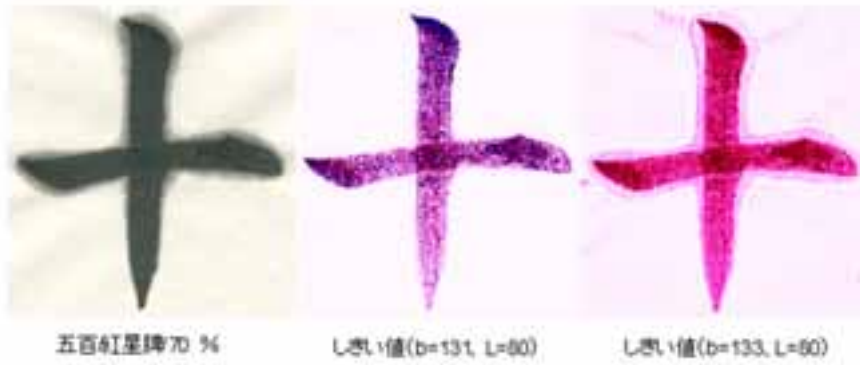


図7 にじみ部分のLb表示(HC)

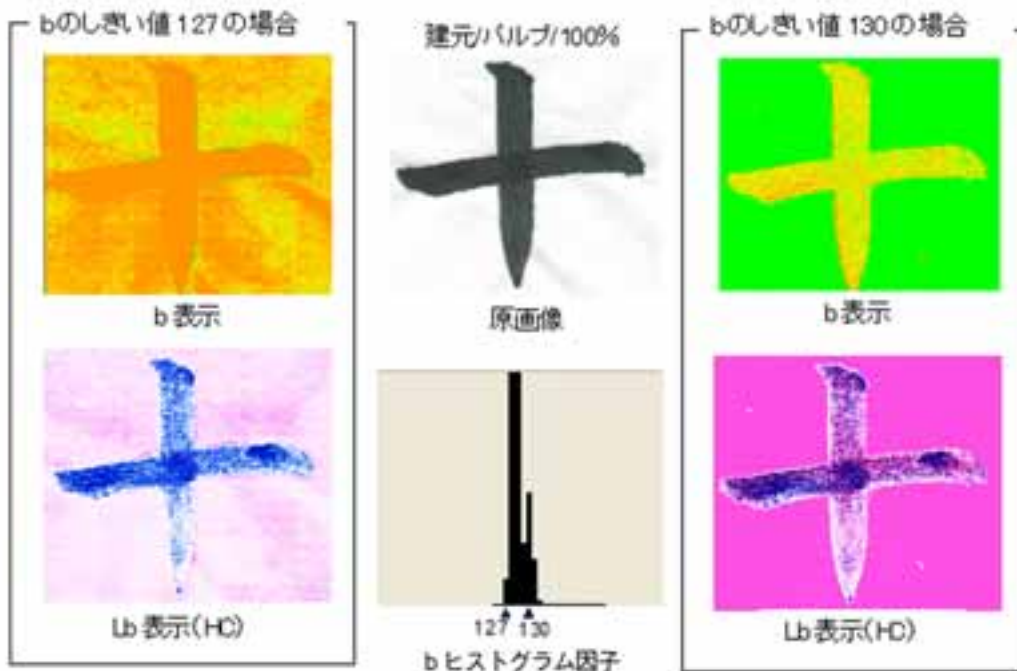


図8 パルプ紙の墨痕表示

図版出典

図版に関しては、すべて執筆者によって作成ないし撮影されている。

注

- 1 和田彩、青木務「墨文字の墨色に関する研究、画像処理ソフトによる分析」 インテリア学会論文報告集18号、2008年、35-40頁。
- 2 和田彩「筆墨書跡における墨色に関する研究(分光測色計による分析Ⅰ)」『表現文化研究』第7巻第1号、2007年、89-98頁。
- 3 青木務、和田彩「筆記材料と文字のコンピュータ分析」『神戸大学大学院人間発達環境学研究科研究紀要』第2巻第1号、2008年、185-191頁。
- 4 早川廣行「早川廣行のPhotoshop CS2 プロフェッショナル講座」株式会社毎日コミュニケーションズ、2006年、137-139頁。
- 5 和田彩「古典筆墨書跡に関する研究(コンピュータ画像処理ソフトによる墨痕解析)」『表現文化研究』第7巻第2号、2007年、145-159頁。
- 6 和田彩、青木務「書跡表現を科学的に解析する方法の模索」『平成18年度日本習字教育財団奨学金寄付金報告書』、2007年、54-64頁。
- 7 和田彩、青木務「墨文字の墨色に関する研究Ⅱ、画像処理ソフトによる分析」 インテリア学会論文報告集、投稿中。
- 8 山川毅、山城毅、渡久地寛「照明条件に影響されない簡易高速2値化法」『琉球大学工学部紀要』第65号、2003年、23-30頁。

参考文献

- 1 早川廣行「早川廣行のPhotoshop CS2 プロフェッショナル講座」株式会社毎日コミュニケーションズ。
- 2 魚住和晃「第6章 筆跡をコンピュータで鑑定する(和田彩)」『筆跡鑑定ハンドブック』三省堂、2007年、214-241頁。
- 3 フリー百科事典「ウィキペディア(Wikipedia)」

■執筆者について

和田彩(わだ・あや)

神戸大学大学院教育学研究科修了。卒業後、書作家として活動し、奎星会、飛雲会、兵庫県書道協会に所属。現在、神戸大学大学院総合人間科学研究科博士後期課程に在籍。主に、文字形象学、筆跡学の研究に従事。

E-mail: 048f349f@stu.kobe-u.ac.jp

■Notes on the Contributor

Aya Wada received her Master's degree from Kobe University. She is a calligrapher, and also a member of the Hyogo Prefecture Calligraphy Society, the Hiun Association and the Keisei Association respectively. She is a doctoral student of the Graduate School of Cultural Studies and Human Science at Kobe University. Her major is on the field of Calligraphic Studies.