

研究ノート

色彩計（蛍光分光濃度計）を用いた図版からの色の測定について

井上智史

【要旨】 本稿では、印刷現場などの色合わせに利用される色彩計（蛍光分光濃度計）を用いた、印刷物の図版から色情報を測定する方法と、測定したデータを用いた色彩の分析について述べる。まず、色彩計による色情報の測定方法および測定データを管理するソフトウェアについて概説した。その上で、測定データを利用し異なる表色系の色相環の比較や配色に関する解説図版の分析を試験的に行った。

【キーワード】 色彩 色彩分析 色彩教育

1. はじめに

今日では、パーソナルコンピュータなどの普及もあり、色を数値で扱うことが一般的である。デジタル環境がデザインingの前提となる中、色の数値情報を有効に活用できれば、美術やデザイン分野における色彩理論や作家の配色傾向を、より客観的に説明・分析できる可能性があるのではないか、デジタル環境に適した配色理論が考案できるのではないか、というのが本研究の背景となる大きな問題意識である。

そのような意識の中、作家の配色傾向の分析に、印刷物の図版から採取した色情報を利用できないかと考えた。もちろん印刷物はその状態により色が異なるが、通常、我々は多くの作品を画集やカタログで参照し、その傾向について考えている。色という同定がシビアな分野であっても、厳密さを犠牲にしても、その数値情報の活用を検討することに意味があるのではと考えたのである。

印刷物の図版から色を採取する方法はいくつか考えられる。印刷物をスキャンし、画像処理ソフトウェアを用いてRGBやHSVなどの値を取得する方法¹⁾、色見本帳（カラーチップ）と印刷物を見比べる方法などを試みる中で、スキャン

や比較の過程で起こる誤差をなるべく減らし、より短時間で値を取得できる方法はないかと考えた。そこで思い至ったのが印刷現場の色管理に用いられる色彩計である。色彩計であれば正確に効率よく印刷物から値を取得できると考えた。

2. 色彩計の選定

前述の方法で作品分析を進める中で²⁾、L*a*b*カラーの活用など、作品分析に適した条件をいくつか考えることができた。そこで色彩計について、主として以下の機能の有無・品質から機器の機能を調査した。

- ・L*a*b*/L*C*hの色彩測定機能を有すること
- ・CIE XYZ/Yxyの色彩測定機能を有すること
- ・色差、CMYK濃度、網点面積測定機能を有すること
- ・色彩管理ソフトウェアが付属し、計測データの比較と分析が行えること

より安価な（カラーリーダーのような）色彩計も検討したが、印刷物の測定という点を考慮し、結果として、コニカミノルタ社の「FD-7」³⁾と、X-Rite社の「eXact Advance」⁴⁾の2機種が該当した。両社の性能と見積もりを比較した結果、色

彩管理ソフトウェアが研究に有効活用でき、かつ安価であったコニカミノルタ社製の蛍光分光濃度計「FD-7」を購入した(図1)。

3. 色彩計による色の測定

本研究で使用する色彩計は、印刷面に測定部を当てることで、色を測定し数値を取得することができる⁵⁾。スキャンした画像から画像処理ソフトウェアを用いて色を測定する方法だと、スキャン時と測定時の2つの時点で、誤差が生じることを懸念する必要があるが、色彩計を用いれば、少なくとも印刷物の色は正確に把握できる。

測定すると、 $L^*a^*b^*$ 、 L^*C^*h 、 Yxy 、 XYZ など設定した各種表色系に応じた値が、色彩計本体にある画面に表示される(図2)。また、PCと接続することで、分光データの取得や、連続測定を行うことができ、結果をMicrosoft Excelに転送することができる(図3)。色彩管理ソフトウェアCM-S100w「SpectraMagic NX」⁶⁾を利用することで、より詳細に測定データを管理することもできる(図4)。

色彩管理ソフトウェアの画面では測定データに関して、 $L^*a^*b^*$ の値やそれに基づく色差、分光反射率、 xy 色度図などを表示することが可能である。例えば図4では、画面右上には、疑似カラーと、 $L^*a^*b^*$ カラーの値、参考マンセル値など指定した形式による数値が表示されている。画面左下には、測定データの波長成分と反射率、画面右下には、測定データの $L^*a^*b^*$ カラー色度図へのプロットが表示されている。

基本的な機能でありつつも、配色傾向の分析に最も活用できると考えられるのが、 $L^*a^*b^*$ カラー色度図に測定データがプロットされる機能であると思われる。 $L^*a^*b^*$ カラーでは、 L^* の値が明度を、 a^* と b^* の値が色相と彩度が表す。 a^* と b^* を直交軸とする座標系において、原点との角度が色相を、原点との距離が彩度の高さを表すため、配色理論で参照される色立体と同じ考え方で色について考えることができるからである。



図1 色彩計(蛍光分光濃度計)



図2 測定結果の表示

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	測定日	測定時刻	濃度 C (S)	濃度 M (S)	濃度 Y (S)	濃度 K (S)	L*	a*	b*
2	2019/11/12	16:38:54	1.44	0.52	3.3	0.95	48.43	-69.01	25.38
3	測定日	測定時刻	濃度 C (S)	濃度 M (S)	濃度 Y (S)	濃度 K (S)	L*	a*	b*
4	2019/11/12	16:39:00	0.26	0.91	1.52	0.56	54.71	48.44	54.41
5									
6									

図3 測定結果の表示

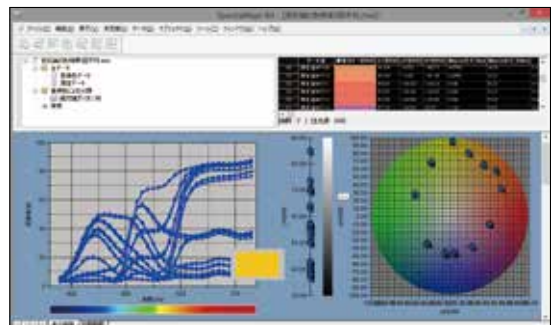


図4 色彩管理ソフトウェアの画面

4. 測定データを利用した色彩の分析例

4.1 色相環の比較

測定データをL*a*b*カラー色度図にプロットすることでどのような分析が可能になるかを検討するために、いくつかの図版で測定を試みた。

まず試みた測定は、PCCSの色相環（図5）⁷⁾とヨハネス・イッテンの色相環（図6）⁸⁾である。PCCSは日本色彩研究所による「日本色研配色体系」という表色系であり、トーン（明度と彩度の組み合わせ）という概念を配色に利用するのが特徴的な、日本の色彩教育においてよく用いられる表色系である。イッテンは、その著作『色彩の芸術』⁹⁾や『色彩論』において、絵の具ベースの色彩理論を独自の色相環に基づいて展開している。PCCSの色相環もイッテンの色相環も、初学者向けの解説書で参照されることが多い¹⁰⁾。

そこで、PCCSの色相環を構成する24色と、イッテンの色相環を構成する12色を、色彩計を用いて測定し比較した¹¹⁾。PCCSの測定データがL*a*b*カラー色度図にプロットされた状態が図7である。イッテンの色相環がプロットされた状態が図8である。それらを見比べてると、各純色の彩度（色度図の中心からの距離）は比較的近いように思われるが、各色の色相に若干の相違が見られる。

例えば、PCCSとイッテン共に、色相環の真上にある黄色の補色は、180度の関係にある紫であり、色度図上で見比べても、PCCSの補色関係（図9のマゼンタの線）もイッテンの補色関係（図10のマゼンタの線）も、わずかなずれはあるが相似している。対して、PCCSの色相環の左端と右端は赤と緑の補色関係（図9のシアンの実線）であるのに対し、イッテンの色相環の右端と左端はオレンジと水色の補色関係（図10のシアンの実線）である。そのイッテンの補色関係を逆にPCCSで考えるのであれば、PCCSの色相環の左斜め上に位置するオレンジと右斜め下に位置する青（図9のシアンの点線）に対応するようと思われる。



図5 PCCSの色相環



図6 イッテンの色相環

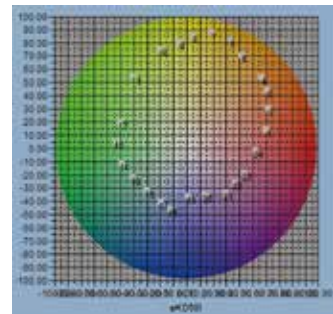


図7 PCCSの色相環のL*a*b*色度図プロット

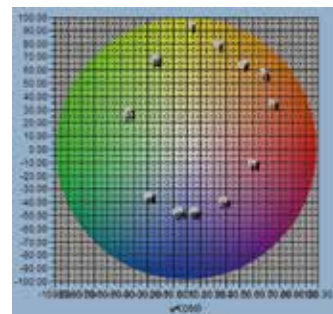


図8 イッテンの色相環のL*a*b*色度図プロット

各種の色相環ごとに、純色として選ばれる色の色相が異なるのは一見してわかることではあるのだが、このような色度図へのプロットなどの作業を経ることで、より客観的にその違いを把握できるといえるだろう。

4.2 配色の分析

次に試みた測定は、イッテンの『色彩論』に掲載されている「彩度対比」の説明図(図11)¹²⁾である。この説明図に使われている色の測定データが、L*a*b*カラー色度図にプロットされた状態が図12である。これを見ると、全ての色が同一色相(ここでは黄色)で揃っていることがよく分かる(色度図の中心に対する角度がなだらかに並んでいる)。彩度の変化も数値に基づいた結果として可視化されている。彩度は色度図の中心からの距離であるが、各色同士間の距離、つまり彩度差は微妙に異なっているようである。追加で分析を行うのであれば、各色の色差を計算するという方法も考えられるだろう。また、L*a*b*カラーの値として彩度差を等歩度でとった図版を作成し、イッテンの図版と見比べても違う角度からの分析が行えるかもしれない。

4.3 分析例について

以上に見てきたように、比較的単純かつ見慣れている色相環や「彩度対比」のような配色の説明図などであっても、測定で得たデータをL*a*b*カラーを用いて比較や分析を行うことには、色や色の関係を客観的に把握するのに有効であるように思う。

5. まとめ

本稿では、色彩計を利用した印刷物の図版からの色の測定と、そのデータを活用し試験的に行った色の比較や分析について述べた。前述したように、色彩計を用いずに色の数値情報を取得する方法も考えられるが、色彩計を利用すればより効率

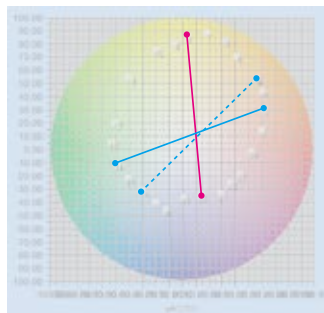


図9 PCCSの色相環の補色

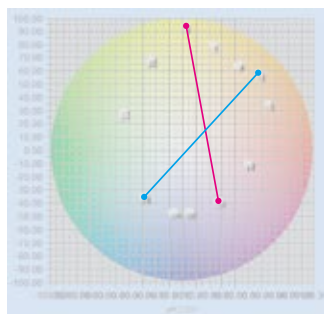


図10 イッテンの色相環の補色

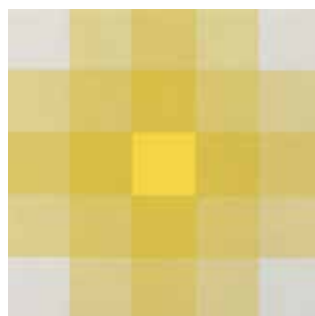


図11 イッテンによる「彩度対比」の説明図

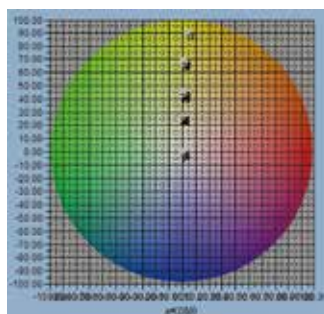


図12 図11の色のL*a*b*色度図プロット

良く正確な測定が行えた。また、色彩管理ソフトウェアを用いることで、測定データをL*a*b*カラー色度図にプロットでき、簡易的にはあるが色彩傾向の比較・分析に利用することができた。

本稿では、色相環についてはPCCSとイッテンを試験的に比較しただけであるが、もちろんPCCSとマンセル、マンセルとイッテンなどを相互に比較することも考えられるだろう。その上で、異なる表色系に基づいた配色理論や、その理論に沿って作られた作品の傾向分析などにも、今回の方法は応用できるように思われる。もちろん、本格的な分析は、その分析にふさわしいより精緻な手法を考える必要があるように思われるが、その予備的な傾向調査などにも今回の方法は有効なように感じられた。

「彩度対比」のような配色理論を説明した図版の分析も重ねて行う必要があるだろう。さらには例えば、絵の具で行われた色彩構成の色を色彩計で測り数値として確認するなどの利用方法も考えられる。若干迂遠な方法にも思われるが、工夫によっては色彩教育に客観的な指標を導入できるように思う。

上記のいずれもが、デジタル環境に適した配色理論や色彩教育法考案の基礎研究になると考えている。また現在、このような基礎研究と併せ、L*a*b*カラーの値を利用して配色を学習できるeラーニングコンテンツの開発を行っているところである。

そのような試みが、デジタル環境に適した配色理論の考案につながると考えている。

謝辞

*本研究はJSPS 科研費 18K11963 の助成を受けたものである。

註および参考文献

- 1) 『平面作品分析のためのデジタル画像における色情報の利用について』（メディアと情報資源：駿河台大学メディア情報学部紀要 2015 vol. 22, no. 1 pp. 17-26.）
- 2) 『パウル・クレーの色彩傾向分析のための数値情報の利用』（メディアと情報資源：駿河台大学メディア情報学部紀要 2018 vol. 25, no. 2, pp. 1-10.）
- 3) 「濃度計（蛍光分光濃度計）FD-7」（<https://www.konicaminolta.jp/instruments/products/fluorescence/fd7/index.html>）
- 4) 「X-Rite eXact」（<https://www.xrite.co.jp/all-product/measuring/spectrophotometer/exact.html>）
- 5) 測定計が3.5mmであるため測定する色面はそれ以上のサイズである必要がある。
- 6) 「色彩管理ソフトウェア CM-S100w Spectra Magic NX」（<https://www.konicaminolta.jp/instruments/products/color/cms100w/index.html>）
- 7) PCCSの色相環は後述する測定データに基づき自作した。
- 8) 『色彩論』（ヨハネス・イッテン 大智浩訳 美術出版社 1971）、p. 31。
- 9) 『色彩の芸術』（ヨハネス・イッテン 大智浩・手塚又四郎訳 美術出版社 1964）
- 10) 例えば、以下。
『きちんと身につけたい人のためのデザインの総復習』（佐々木剛士、岩井ますみ、大熊肇 エムディエヌコーポレーション 2014）
- 11) PCCSは『日本色研 PCCS ハーモニックカラーチャート 201-L』（日本色研事業）から、イッテンは『色彩論』から測定した。
- 12) 『色彩論』、p. 57。

Measurement of color from a plate using a colorimeter (fluorescence spectrodensitometer)

By INOUE Satoshi

[Abstract] This paper describes a method of measuring color information from a plate of a printed material using a colorimeter (fluorescence spectrodensitometer) used for color matching at a printing, and a color analysis using the measured data. First, an outline of the method for measuring color information using the colorimeter and software for managing the measured data was outlined. Then, using the measured data, the comparison of the color circle of different color systems and the analysis of the plate concerning the color scheme were experimentally conducted.

[Keywords] color, color analysis, color education