

色覚異常者にカラー印刷の辞書はどう見えるか

— スキャナ画像データの利用をめぐる諸問題 —

とうやま ひでお
當山 日出夫

花園大学 文学部(非常勤講師)

htoyam@kcn.ne.jp

キーワード：色覚異常・辞書・カラーバリアフリー・ユニバーサルデザイン

日本人男性の約5%は、なんらかの色覚異常がある。特に強度の色覚異常の場合、赤と黒との明瞭な判断がむずかしいとされている。最近の辞書は、カラー印刷のものが増えたが、その多くは赤系統の色を採用している。色覚異常者に、辞書がどのように見えるのか、辞書のスキャナ画像をもちい、色覚シミュレーションソフトによって検証する。辞書におけるユニバーサルデザインの重要性を提言する。

Color Blindness and Dictionary

TOUYAMA Hideo

HANAZONO UNIVERCITY

There is some color blindness in about 5 % of the Japanese man. Specifically, in case of the extreme color blindness, the red and black clear judgement is supposed to be difficult. As for the recent dictionary, the one of the chromotypy increased but as for the much, it adopts the color of the red system. It uses and it verifies the scanner image of the dictionary with the color vision simulation software about how the color blindness person can see a dictionary. It proposes the importance of the universal design at the dictionary.

【1】はじめに

本稿では、色覚異常(注1)の人にとって、赤系統の色彩でカラー印刷された辞書は、その識別が困難である、あるいは、赤であることによって特に目立つことはないことを、コンピュータによるシミュレーション画像の利用によって明らかにする。そして、色彩だけに頼らない、辞書のデザインのあり方(ユニバーサルデザイン)を提言したい。実際にカラー印刷をもちいた例を、図表(1)にしめす。○の箇所が、カラー印刷である。

色覚異常と辞書(カラー印刷)を研究するとき、次の3点について、考える必要がある。

- (1). なぜ、辞書のカラー印刷を問題とするのか。
- (2). 実際に刊行されている個々の辞書における、配色・デザイン上の問題点は、どのようなものであるのか。
- (3). それを、具体的に論じるためには、コンピュータによる画像処理の具体的な応用例として、どのような課題があるのか。

本稿では、以上の問題点のうち、(1)と(3)について、主に方法論について論じる。(2)については、別途、個別に論じることとしたい(注2)。なぜなら、そもそも、この種の問題は、きわめて学際的なテーマであるからである。色覚異常者への社会的配慮としては社会福祉にかかわるし、辞書それ自体としては言語学・辞書学の課題でもある。もちろん、これを論じるにあたってコンピュータは不可欠であり、画像処理の応用として人文科学とコンピュータのテーマでもある。

【2】なぜ辞書のカラー印刷を問題とするのか

今日では、辞書の作成それ自体にコンピュータが不可欠になっている、という事実がある。いわゆるコーパス言語学の成果としての辞書である。また、カラー印刷が一般化した背景には、コンピュータ利用がある。コンピュータによって、カラフルで複雑な組版が可能になったといつてよい。しかし、それが新しい社会的問題を発生させる原因にもなってしまうている。色覚異常への配慮(の欠如)である。

辞書は、一般の出版物とは違い、特にユニバーサルデザインがもとめられるものでもある。コンピュータ利用におけるユニバーサルデザインの指針として、昨年、「JIS X 8341:2004 高齢者・障害者等配慮設計指針—情報通信における器機、ソフトウェア及びサービス—」が制定された。これは主としてコンピュータに関連したものではあるが、ディスプレイで見ると、紙の本で見るとに、人間が眼で見るとして、本質的な違いがあるわけではない。ディスプレイ上では禁止事項とされることがら(この場合は色づかい)が、紙の本では許されるということは、基本的におかしいと考えるべきである。辞書だけを特に問題視するわけではないが、人文科学とコンピュータの研究領域においては、まず、両者をつなぐものとしてとりあげるべきと考える。さらに、筆者(當山)の専門分野が日本語学である限り、これは避けてとおることのできない自ら

図表(1)
全訳古語例解辞典「くれなゐ」

くれなゐ(紅) ハル(名) (具) (色) (意) ①花の名 紅花 ハル 未摘花 ハル 花から紅色の染料を製する。 ②「—」の花にしあらば衣手 (註) に染め付け持あし行くとへく思ほゆ (ハ) 万葉・二(三) 万(國) (あなたがもし) 紅花の花であつたなら、(私は) 衣の袖 (註) にあなたを染め付けてもって行きたいと思ふ。

② 紅花から作った染料で染めた色。あざやかな赤色。紅 (註) 色。 ③ 「春の園—句 (註) ふ桃の花下照る道 (註) 出 (註) 立少女 (註)」 (ハ) 万葉・一四三三 春の庭が紅い色 (註) 輝いている。桃の花の下まで輝く道にたむす少女 (註)。

(注1) 「色覚異常」は、「色覚障害」「色盲」と称されることもある。本稿では、医学用語としての「色覚異常」をもちいることとする。

(注2) 初級英和辞典および古語辞典を対象にした個別的な考察は、『福祉と人間科学』(第16号、花園大学社会福祉学会、2006)および『日本語辞書学の構築』(おうふう、2006)に、それぞれ論文として発表の予定。

の責任でもある。

マクロ的な視点からは、結論的に、黒の文字を主体とする印刷物における赤系統の文字色の配色に配慮が必要なことは、つとに指摘されている。また、一方で、コンピュータによる画像処理技術の発達は、色覚異常を簡単にシミュレーションできるまでになっている。そこで、前述(3)の問題点、つまり、具体的な画像処理の過程においてどのような問題点があるかにつき、ミクロ的な視点から、論点の整理を試みたい。

なお、色覚異常がどのような見え方をするかは、当事者の証言が多くある。本稿に直接関連するものとして、次の事例を紹介しておく。オンライン書店 Amazon での『OXFORD 現代英英辞典』への評価である。「内容には定評がありレビューも数多く蛇足かもしれませんが、体裁で一言。／ブルーを使ったのは新鮮です。多くの辞典は赤系統ですから。実は青には実益もございます。赤緑色弱にはとても「優しい」色なのです。知人に辞書の赤、とりわけエンジ系は黒い活字に隠れまさに「色覚検査表」でまったく意味がない。その人は今回のブルーに小躍りせんばかりに喜んでおりました。参考書などでも同様とのことで、それだけでも★5個です。」(注1)

【3】色覚異常とは

ごく簡略に述べる。コンピュータの画像処理に例えれば、人間の眼には、RGB の3種類の光の波長に反応する細胞(錐体)がある。その一部の欠如あるいは機能不全が、色覚異常である。医学的に専門に分類すれば、色覚異常には多様な種類があるが、一般には次の3種を基本に考える。

- (1). 第1色覚異常：赤に反応する錐体の異常。
- (2). 第2色覚異常：緑に反応する錐体の異常。
- (3). 第3色覚異常：青に反応する錐体の異常。

錐体の異常といっても、それがまったく欠如している状態(本稿では、この状態の色覚異常を対象とする)と、通常とは異なる反応をする場合(いわゆる「色弱」)がある。伴性劣性遺伝による遺伝子の異常に起因するため、基本的に男性にのみ症状が出る。その大多数が、第1・第2の色覚異常であり、発生率は、日本人男性の場合、あわせて約5%程度である。この3種の色覚異常(錐体の欠如)については、どのように見えているのか(つまり、区別可能な色と難しい色)の解明は、色彩学・医学の分野において既になされており、その見え方をシミュレーションするソフトも開発されている。以下、本稿においては、大多数であるところの第1・第2の色覚異常を対象とする。

誤解をさけるため、念のため確認しておく。上記で、人間の眼をコンピュータのRGBに例えたが、赤の錐体に異常のある第1色覚異常であるからといって、赤の波長領域の色が見えない(Rをゼロにした状態)であるのではない。他の錐体の反応によって、人間の可視光線の領域の光は見えている。ただ、その見え方(区別可能な色の種類)が、一般と異なる(少ない)だけなのである。

【4】対象とする辞書

一般的な視点からの方法論についての考察を中心するため、カラー印刷されており、その分野の辞書として代表的と考えられる次の辞書を対象として限定した。(注2)

- (1). 初級クラウン英和辞典(第10版)、田島伸悟編、三省堂、2002年、(2004年第9刷)

(注1) http://www.amazon.co.jp/exec/obidos/ASIN/4939149137/ref=pd_sims_dp_1/250-5930039-9709042

(注2) 一般に、書誌の記載に「刷」は不用であるが、本稿は現実に書物として印刷された色を問題とするため、「刷」まで記載しておく。なお、使用した辞書は、すべて新たに購入した新本である。

(2). 全訳古語例解辞典(第3版)、北原保雄編、小学館、1998年、(2005年第11刷)

両者ともに、赤系統のカラー印刷である。それに対比する意味で、

(3). OXFORD 現代英英辞典(第6版)、A・S・ホーンビー編、OXFORD UNIVERSITY PRESS、2002年、(2004年第4刷) ※日本での発行は増進会出版社

を参照する。これは、赤ではなく、青の印刷を採用している。(結論を先取りするならば、青であれば、第1・第2の色覚異常者であっても、その影響をほとんどうけない。)

【5】辞書のスキャン画像をめぐる諸問題

端的に言えば、「はたして、スキャナの利用によって、辞書に印刷された文字の色彩データを測定可能であるのか」につきる。以下、どのような問題点があるかを順次のべることにする。ささいなことにこだわっているのかもしれないが、しかし、画像データの入力レベルがまず基本であると考ええる。

(1). スキャナの種類・メーカーによって色が違う

一例として、Kodak Color Control Patches を、スキャンしてみる。Magenta の箇所について、RGB 値は、次のように違う。(注1)

EPSON GT-7400U 232、52、127

CANON LiDE 500F 248、40、94

今回、実際の作業には、辞書というかなり厚みのある本をあつかう作業上の使いやすさという観点から、CANON LiDE 500F を使うこととした。次に、このスキャナがどのような特性を持っているか確認する作業が必要になる。

(2). 同じスキャナでもいつも同じ色になるとは限らない

スキャナは機械である。同じ箇所を、同じ CANON LiDE 500F でスキャンしても、常に同じ計測値になるとは限らない。経験的には、RGB 値で2~3程度のゆれは生じる。

(3). すべての色に同じように反応するわけではない

Kodak Gray Scale を、カラーでスキャンして、その RGB および HSB の B(明度)を測定してみる。明るい色に対しては敏感に、暗い色に対しては鈍い反応を示す。Kodak Gray Scale 自体の説明によれば、20段階で等間隔で明度を設定してある旨であるが、実際にスキャンした画像データは、そのようにはならない。グラフ化すると下にさがった弓なりのカーブとなる。つまり、実際に辞書をスキャンした画像データについてみれば、白い用紙の色合いの変化や裏写りには敏感に反応するが、黒く印刷された文字の微妙な差異については反応が鈍い、ということになる。(注2)

(4). RGB のバランスを調整する

今回の研究目的にとって重要なのは、各色の RGB のバランスである。そのためには、「白」を白く、「黒」を黒く、スキャンできればよい。言い換えれば、余計な色の要素が混じらなければよいと考えた。そのためには、Kodak Color Control Patches の、White・Black・Black

(注1) スキャンにあたっては、各スキャナの自動の色調整機能は、すべてオフにした。ただし、モアレ低減処理のみはほどこした。色の計測は、Photoshop(CS・CS2)のカラーピッカーで測定。以下、色の計測(RGB・HSB・Lab)はすべて同カラーピッカーによっている。RGB は、sRGB である。

(注2) ただし、スキャナをグレースケースモードで使用すると、比較的直線に近い明度(B)のグラフが描ける。これは、Kodak Gray Scale が、あくまでもモノクロ写真フィルムでの使用を前提としているためと考えられる。

の 25%、および 18%反射のグレー箇所、を判定材料として利用することにした。

1. 各部分の RGB 値が、狭い範囲内のゆれ(最大でも 5 以内)で均一であること。
2. Lab(注1)における、a と b の値が、 0 ± 1 程度の範囲内におさまること。

これを目標として、スキャナの設定(トーンカーブ補正)をほどこした。具体的には、R について 12 ポイント下げる設定とした。(注2)

(5). 自動補正機能をつかうかどうか

最近のスキャナには、自動で色の調整をほどこす機能がそなわっている。今回の課題にかかわるものとしては、「自動色調整」「輪郭強調」(アンシャープネス)を、採用するかしないかである。結論としては、これらの機能はすべてオフで使用することにした。(注3)

(6). 画像の精度はどうするか

画像精度は高ければ高い方がいいように思えるかもしれないが、実際の印刷物における小さな文字の色を対象とする場合、あまりに高精度の画像では、用紙や印刷のよごれなどのノイズまで忠実にとってしまい、色の測定値に影響する。また、ファイルサイズも実際の作業に影響を与える。テストの結果、今回は、1200dpi とした。(注4)

(7). 画像の保存形式はどうするか

JPEG 形式にすれば、ファイルサイズは小さくなるが、色が変わってしまう危険性がともなう。また、色覚異常シミュレーションソフトとして利用することになる ColorDoctor の、フィルタリング画像保存機能が、BMP 形式であるので、一貫して BMP 形式画像を採用した。

【6】辞書の本当の色とは

スキャナで辞書の画像データを得たとしても、それは、はたして本当の辞書の色なのであろうか。実際の辞書の印刷を観察すると、主として次の 2 点が問題となる。

- (1). 印刷むら: 印刷された文字の全面が、すべて同じ色ではない。同じ文字でも場所によって、辞書全体でもページによって、色のばらつきがある。
- (2). 裏写り: 辞書はかなり薄い用紙に印刷される。用紙背面の文字の印刷が透けて影響を及ぼす。特に、赤い文字の裏側に黒い文字が印刷されている場合、顕著にその影響が出る。

これには 2 つの対応、考え方がある。

- (1). 辞書の編集者が設定したであろう理想的な色を想定してサンプリングする。
- (2). 現実の辞書の利用者が見ている色としては、印刷むらや裏写りをもふくめて、辞書の色であるとする。

今回は、後者(2)の方針にしたがうことにした。現実に見えている色と、スキャン画像の色やその後の画像データ処理の「距離」について自覚的であるかどうか、問題だと考える。

(注1) 正式には「L*a*b*」であるが、Photoshop にしたがって「Lab」としておく。以下、同様。

(注2) もちろんこれは、筆者の使用したスキャナの個別の特性に起因する設定変更である。メーカーや機種が異なれば、別の設定変更になる。目標は、白・黒・グレーについて、RGB 値をそろえることであると考えた。

RGB・Lab 値は、おおむね次のようになっていた。白(255,255,254、100,0,0)・黒(39,38,38、15,1,0)、25%グレー(165,165,165、68,0,0)、18%反射グレー(89,89,88、38,0,1)

(注3) 各機能について、オン・オフでどのように色が変化するか、そのヒストグラム・RGB 値を確認した。実際これらの機能を使えば、全体として、より赤は赤らしく、黒は黒らしい色になる。

(注4) 300・600・1200dpi など、テストしてみたが、(理想的に印刷されていれば)色の採取という点では、特に高精細である必要はない。ただ、現実の印刷に見られる用紙背面の文字の裏写りの影響を観察することを考えて、1200 とした。

【7】色のサンプリングと計測

辞書で使われている色のサンプリングと計測は、次の方針によった。かなり強引で機械的ではあるが、客観的な方針を決めておかないことには、辞書の色が認定できない。

- (1). 各辞書から 5 箇所(語・文字)を選択する。始め・真ん中あたり・終わり、その中間付近。結果的には、英和辞典「A・D・M・S・Y」、古語辞典「あ・き・た・ひ・を」となった。
- (2). 同じページの近接箇所から、黒とカラー印刷の 2 箇所を選ぶ。
- (3). 該当箇所の裏側にイラスト・写真等の無い箇所を選ぶ。
- (4). 用紙の裏に印刷された文字があっても、そのこと(裏写り)は基本的に無視する。(注1)
- (5). 当該語の最初の文字を対象とする。例えば、「A」から「able」の語を選べば、先頭の「a」を対象とする。(注2)
- (6). Photoshop で、「a」全体を、自動範囲選択する。(注3)
- (7). ヒストグラムをとり、RGB ごとに、その中間値(累積 50%値)を、その色の値として採用する。実際のヒストグラムの図を見てみると、どれも分布にばらつきがあり、かつ、左右対称の分布状態にならない(そのため平均値は採用しない)。理想的に、単一の色で文字が均一印刷されていれば、ヒストグラムは、縦の 1 本の線になるはずであるが、そうはならない。特に R が、最も裏写りの黒い文字の影響を受ける。実際、カラーピッカーで手作業により、ピンポイントで裏写りの影響の無い箇所を探して RGB 値を計測してみると、ヒストグラムの中間値に近似することを、確認した。図表(2)参照。
- (8). 以上の方針で、1 冊の辞書から 5 箇所をサンプリングして、その RGB 平均値をもとめ、その辞書における印刷の色と認定することにする。

このような方針で認定した辞書の色は、ある意味で「架空の色」である。しかし、このことは十分に認識した上で、次のシミュレーションにうつる。

【8】色覚異常のシミュレーションと色差の測定

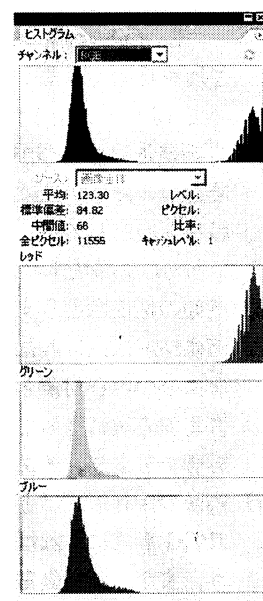
こうして、辞書の色がもともとあったとして、それが色覚異常者にどのように見えるのか、シミュレーションし、かつ、その色差(Lab 色彩系における色の距離 = ΔE^*)を測定する。

- (1). 辞書の色 RGB 値から 150×150pixel の色見本の画像データを作成、保存する。
- (2). 色覚異常シミュレーション用のソフトで、画像を変換する。今回は、Vischeck と ColorDoctor の 2 種類についておこなった。簡単に紹介しておく、

1. ColorDoctor : <http://design.fujitsu.com/jp/universal/assistance/> (注4)

富士通製のフリーソフトである。ディスプレイ上のオリジナル画像(左)を、右に並べてシ

図表(2)
初級クラウン英和「d」



(注1) 現実には、裏写りの影響の無い文字を探すのは、ほとんど不可能である。

(注2) 「a」と「b」では計測値が異なる。これに配慮し出すと際限が無くなるので強引に先頭文字とした。

(注3) 自動範囲選択も、常に同じ結果となるとは限らない。選択する範囲は、その都度、微妙に違う。これも色の測定におけるミクロなパラメータの一つである。

(注4) このソフトのシミュレーション機能について問い合わせたところ、錐体の欠如した強度の色覚異常についてのものである旨、富士通の担当者より確認のメールをいただいた。ここで御礼申し上げたい。

ミュレーションして示してくれる。シミュレーション画像の保存も可能。

2. Vischeck : <http://www.vischeck.com/>

Windows 版 Photoshop プラグイン(フィルタ)として使えるフリーソフトである。

- (3). 変換前の色とシミュレーション後の色の RGB 値をもとに、カラーピッカーによって各 Lab 値をもとめる。
- (4). 各色の Lab 値の差異から、 ΔE^* の値を計算する。
- (5). その結果は、次のようになる。各辞書の、平均的として求めた色と、それにもとづく ΔE^* 値を、図表(3)にしめす。

図表(3)各辞書の RGB・Lab・ ΔE^* 計測値

	初級クラウン		全訳古語例解		OXFORD	
	RGB	Lab	RGB	Lab	RGB	Lab
黒	70, 65, 65	28, 2, 1	64, 60, 59	26, 2, 1	74, 68, 64	29, 2, 3
赤	246, 64, 66	57, 69, 43	157, 50, 51	38, 45, 26	78, 121, 188	50, 0, -40
ΔE^*	84.2		51.1		47.8	
VC(1)黒	66, 65, 65	28, 0, 0	62, 60, 59	25, 1, 1	73, 68, 64	29, 2, 3
VC(1)赤・青	71, 94, 66	42, 8, 20	81, 66, 51	29, 5, 12	61, 122, 188	50, -4, -41
VC(1) ΔE^*	25.6		12.3		49.1	
VC(2)黒	57, 66, 65	28, 0, 1	62, 60, 59	25, 1, 1	73, 68, 64	29, 2, 3
VC(2)赤・青	162, 117, 61	53, 14, 38	106, 79, 49	36, 9, 22	65, 123, 188	50, -3, -41
VC(2) ΔE^*	46.7		25.0		49.0	
CD(1)黒	66, 68, 67	29, -1, 0	51, 63, 61	26, -1, 1	70, 71, 66	30, -1, 3
CD(1)赤・青	149, 139, 89	58, -2, 28	97, 91, 65	39, -1, 16	84, 119, 188	50, 3, -41
CD(1) ΔE^*	40.3		19.8		48.4	
CD(2)黒	68, 66, 65	28, 1, 1	64, 61, 59	26, 1, 2	75, 69, 64	30, 2, 4
CD(2)赤・青	170, 133, 49	58, 8, 49	111, 87, 45	39, 6, 28	64, 125, 187	51, -5, -39
CD(2) ΔE^*	57.0		29.4		48.3	

VC は Vischeck, CD は ColorDoctor。VC(1)は、Vischeck による第 1 色覚異常シミュレーションの意。他も同様。初級クラウン・全訳古語例解は赤、OXFORD は青の数値。

[9] 考察

以上のプロセスを経て、各辞書における色覚異常シミュレーションの結果を得ることができた。結果を整理すると、

- (1). 初級クラウン：赤でも、あざやかな赤色をつかつてある場合は、色覚異常にとっても、極端に大きな色差の変動(=黒と近接して区別が困難になる)が、おこらない。
- (2). 全訳古語例解：黒っぽい赤(濃いベージュ色)の場合、黒との差が小さくなる。色の違いが認識しづらくなる。
- (3). OXFORD：赤ではなく青をつかうと、色覚異常の影響をほとんど受けず、一貫して色の同一性が保証される。
- (4). 色覚異常シミュレーションソフトでも、Vischeck と ColorDoctor とでは、結果が異なる。

【10】問題点と今後の課題

最後に総括すると以下のように、今後の問題点が整理できる。

- (1). スキャナで辞書の画像データから、印刷された文字の色を計測可能であるのかが、根本的な疑問として残る。だが、現実には、現在ではこれ以外に妥当な手段は思いつかない。
- (2). サンプリングと計測の方法である。今回は、強引に平均的な色を求める方針を採用したが、厳密には、裏写り影響の有無・印刷の「刷り」段階での差異等にも配慮する必要がある。自動範囲選択による平均化ではなく、ピンポイントのピクセル単位での色彩の計測・比較も必要である。
- (3). Lab 色彩空間における ΔE^* 値で、辞書の印刷色の差異を測定可能であるのか。仮に、測定可能であるとしても、色彩のもつ心理的側面や、辞書という出版物における文化的な歴史を考慮に入れる必要がある。いたずらに、赤であるから不可、とするわけにはいかない。
- (4). この種の研究においては基本的な問題点であるが、色覚シミュレーションソフトがあるからといって、それですべての色覚異常者の見え方を断定してしまう危険性を避けなければならない。色見え方には、多種多様な要因が作用する。眼の錐体の機能は、その一部にすぎないとさえもいえる。辞書の色に限定しても、文字のサイズ・フォント・用紙の色・材質、そしてそれを実際に見るときの光源(明るさ・色温度)などが、影響するはずである。
- (5). 色覚異常に配慮すべきであるからといって、辞書のカラー印刷を禁じることは無意味である。問題は、ユニバーサルデザインにもとづいた色の種類と使い方(版面のデザイン・レイアウト)である。これには、英和辞典・古語辞典・漢和辞典など、各種辞書の性格・目的、さらに利用者の学習レベルをも考慮にいれた個別的な研究がもとめられる。(これについては、先に述べたように本稿とは別に論文を用意している。)

[参考文献・HP]

- (01) 『色覚と色覚異常』、太田安雄・清水金郎、金原出版、1999
- (02) 『色覚異常』(改訂第4版)、深見嘉一郎、金原出版、2003
- (03) 『新編色彩科学ハンドブック』(第2版)、日本色彩学会、東京大学出版会、1998
- (04) 『どうして色は見えるのか』池田光男・芹澤昌子、平凡社、1992
- (05) 『色彩工学』(第2版)、太田登、東京電機通信大学出版局、2001
- (06) 『色彩の科学』、金子隆芳、岩波書店、1988
- (07) 『色彩の心理学』、金子隆芳、岩波書店、1990
- (08) 『色彩心理学入門』、大山正、中央公論社、1994
- (09) 『コンピュータで知る色彩と画像表現』、金子良二、九天社、2005
- (10) 『デジタル色彩マニュアル』、(財)日本色彩研究所、クレオ、2004
- (11) 『日本語と外国語』、鈴木孝夫、岩波書店、1990
- (12) http://www.nig.ac.jp/i_test/test.html 色盲の人にもわかるバリアフリープレゼンテーション (岡部正隆・伊藤啓)
- (13) <http://www.watsonkun.com/shujunsha/barrierfree.html> 視覚の多様性と視覚バリアフリーなプレゼンテーション(岡部正隆・伊藤啓)
- (14) http://jfly.iam.u-tokyo.ac.jp/color/subway_s.pdf 色のバリアフリー化に向けた基礎研究(伊藤啓)
- (15) http://www.nig.ac.jp/color/guideline_kanagawa.pdf カラーバリアフリー 色づかいのガイドライン(神奈川県地域福祉推進課)