

# 蛍光色のカラーユニバーサルデザイン

## Color Universal Design for Fluorescent Color Application

大日本塗料株式会社  
カラーセンター  
DAI NIPPON TORYO CO.,LTD.  
Color Center



吉岡 環  
Tamaki YOSHIOKA



### 1. はじめに

色の見え方は万人一様ではなく、遺伝子の違いによる色弱(色覚障碍)の人や、白内障等目の疾患の人等、一般の人とは色覚が異なる人が日本国内に約500万人いると言われている。色の組合せや色合い(一部の色調の赤と緑、水色とピンク等)によっては、見分けることができなくなる。それを誰もが識別しやすい配色になるよう配慮し、正確な情報を提供するのが、色のバリアフリー化とも言われる「カラーユニバーサルデザイン」(CUD:Color Universal Design)である。

蛍光顔料メーカーであるシンロイヒ(株)では、東京大学分子細胞生物学研究所 伊藤啓准教授およびNPO法人カラーユニバーサルデザイン機構(CUDO)のご指導とご協力を得て、高鮮鋭な蛍光色の特長を生かしてCUDに貢献できないか検討を行った。

### 2. 色の見え方

色の見え方は様々であり、眼の視神経にある色を感じる錐体と呼ばれる3種類の光センサー(赤系統:L錐体・緑系統:M錐体・青系統:S錐体)の感度により、一般型のC型、L錐体が一般の人とは感度が異なるP型、M錐体が一般の人とは感度が異なるD型等、大別して5種類のタイプがある。図1に色覚のしくみを示す<sup>1)</sup>。表1に5種類の色覚タイプを示す<sup>1)</sup>。

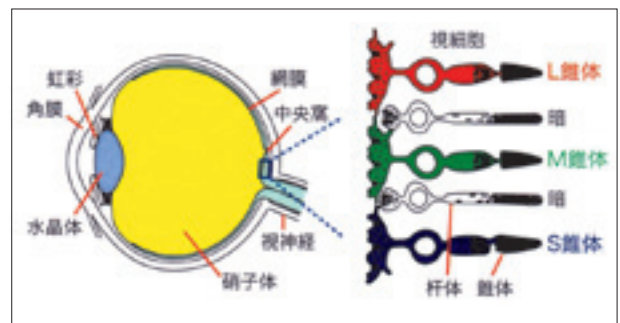


図1 色覚のしくみ

表1 5種類の色覚タイプ

|   |    |                    |         |
|---|----|--------------------|---------|
| 1 | C型 | 赤・緑・青の錐体が揃っている人    | 約95%    |
| 2 | P型 | 赤の錐体の感度が異なる人       | 約1.5%   |
| 3 | D型 | 緑の錐体の感度が異なる人       | 約3.5%   |
| 4 | T型 | 青の錐体の感度が異なる人       | 約0.001% |
| 5 | A型 | 錐体を持たない人、錐体が一つだけの人 | 約0.001% |

これらの色覚タイプは遺伝する。図2にメンデルの法則の一例を示す<sup>2)</sup>。男性の性染色体XY・女性の性染色体XXのうち、X染色体に含まれる錐体色素の遺伝子が色覚を決める。Xを色弱遺伝子とすると、男性(XY)、女性(XX)で色弱となるが、XXのキャリアの女性は一般型となる。図2では、色弱の父親(XY)と一般型の母親XXから生まれた男児は、父親のY遺伝子を受け継ぐため一般型XYになるが、女兒の場合は必ず父親の色弱遺伝子Xを引き継ぐためXXのキャリアとなり、その子が産む男児は1/2の確率で色弱になる。

他にも、老化に伴い目のレンズが黄濁し、青みが欠けて見える白内障(日本で約150万人)や、光センサーの数が減少する緑内障・糖尿病性網膜症等の弱視の人でも色の見え方が変わる。

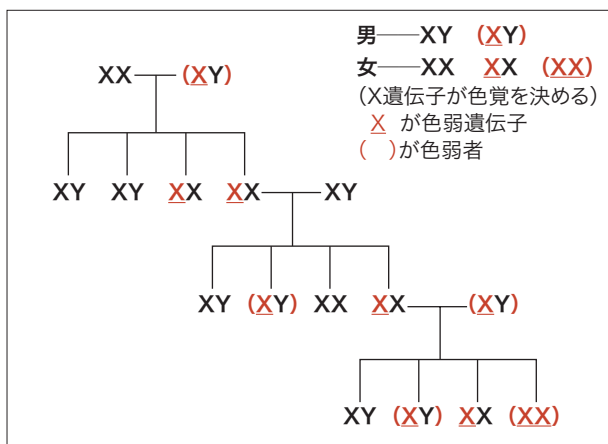


図2 メンデルの法則(一部抜粋)

### 3. カラーユニバーサルデザイン(CUD)とは

#### 3.1 CUDの必要性

従来、白黒表示だった新聞・雑誌・電子機器・案内表示等が、印刷・コンピュータ技術が発展した情報化社会の今日、すべてがカラー化した。しかし色分けによってわかりやすかつつもりが、一般型色覚者を念頭においた配色であったため、色弱の人にとってかえって情報が伝わりにくいという不都合が出てきた。正しく情報が伝わりにくい例として、色分けされた路線図を図3に示す。(図3~5の「D型の人見え方」は、東洋インキ株式

会社製CUD支援ツール『UDing<sup>®</sup>』使用)他にも、JIS Z 9101における安全色の防火・禁止・停止を意味する「赤」7.5R4/14は、一部の色弱の人には黒く見え、決して目立つ色とは言えないのが実情である。表2に今後CUDが必要となる事例を示す。

我々色彩を扱う塗料メーカーとしても、当然見やすく、使いやすく、わかりやすい配色への配慮が必要となる。

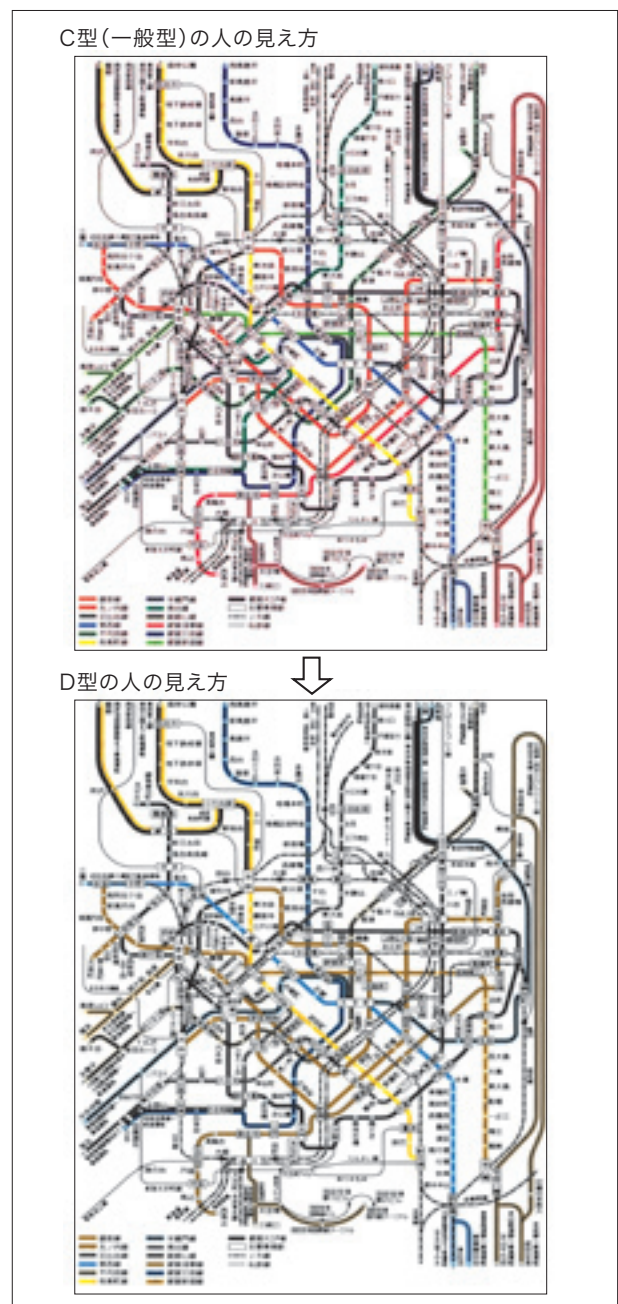


図3 色分けされた路線図

表2 CUDが必要な事例

|      |                     |
|------|---------------------|
| 公共施設 | 施設案内表示・受付案内・トイレ表示   |
| 駅・空港 | 路線図・誘導表示・電子掲示板      |
| 道路   | 標識・道路情報・区画線・地図・カーナビ |
| 家電   | リモコン・操作パネル・表示ランプ    |
| 印刷物  | 新聞・教科書・地図・操作マニュアル   |
| 文具   | 絵の具・色鉛筆・マーカーペン      |

### 3.2 CUDの最近の動向

徐々にではあるが、家電・出版物・文房具等でもCUDに対応している商品が増えてきている。例えば、交通信号機では「緑」はブルー方向に、「赤」はオレンジ方向にずらしている。また文具メーカーではカラーペンの軸に色名を表記する等(JIS S 6037:2006)色弱の人に

配慮している。

3.1で例にあげた路線図では、一部ではあるが図中へのマークや番号の表示、凡例への色名表示、色合いの微調整等の工夫が見られるようになった。また、最近小中学校の教科書はカラー印刷がほとんどであり、その半数近くがCUDに対応している。さらに平成27年度には、大半がCUDに合格できるよう検証が進められている。

大日本塗料(株)やシンロイヒ(株)のカタログ(図4)等の販促資料においても、色弱の人が識別しやすい配色と、高齢化社会を迎えた今日、弱視の人への配慮から文字の大きさや明度差を大きくして、見やすくするよう心がけている。「DNTカレンダー」(図5)では、弱視の人でも認識しやすい書体や文字の大きさを研究してい



図4 CUD対応したシンロイヒカタログ



図5 2013年DNTカレンダー

| 分類                   | 一般名  | 色見本     | 日塗工番号   | マンセル値<br>(参考) | 分類               | 一般名    | 色見本     | 日塗工番号   | マンセル値<br>(参考) |        |
|----------------------|------|---------|---------|---------------|------------------|--------|---------|---------|---------------|--------|
| アクセントカラー<br>(小面積用)   | ピンク  |         | F02-70T | 2.5R7/10      | ベースカラー<br>(大量積用) | 明るいピンク |         | F05-60L | 5R8/6         |        |
|                      | 赤    |         | F08-50V | 8.75R5/12     |                  | ベージュ   |         | F19-75L | 10YR7.5/6     |        |
|                      | 茶色   |         | F09-30L | 10R3/6        |                  | クリーム   |         | F25-90H | 5Y9/4         |        |
|                      | オレンジ |         | F15-65X | 5YR6.5/14     |                  | 明るい黄緑  |         | F32-60P | 2.5GY8/8      |        |
|                      | 黄色   |         | F27-85V | 7.5Y8.5/12    |                  | 明るい緑   |         | F42-70H | 2.5G7/4       |        |
|                      | 緑    |         | F47-60T | 7.5G6/10      |                  | 明るい空色  |         | F69-80H | 10B8/4        |        |
|                      | 空色   |         | F69-70P | 10B7/8        |                  | 明るい紫   |         | F82-70H | 2.5P7/4       |        |
|                      | 青    |         | F77-40V | 7.5PB4/12     |                  | 無彩色    | 白       |         | FN-93         | N9.3   |
|                      | 紫    |         | F89-40T | 10P4/10       |                  |        | 明るいグレー  |         | F75-80B       | 5PB8/1 |
| 代替黄                  |      | F27-90P | 7.5Y9/8 | グレー           |                  |        | F75-50D | 5PB5/2  |               |        |
| 鮮やか過ぎる<br>場合の<br>代替色 | 代替緑  |         | F45-60L | 5G6/6         | 黒                |        | FN-15   | N1.5    |               |        |

図6 日塗工「CUD推奨配色セット」

る他、休日の数字色には平日の黒文字と識別しやすい色彩を選定するとともに縁取りを施す等、識別への便宜を図っている。

### 3.3 日本塗料工業会の取り組み

一般社団法人日本塗料工業会(日塗工)でも、このような社会の動きを受け、2011年発行の「塗料用標準色」F版見本帳に「CUD推奨配色セット」(図6)を掲載した。これはサイン・看板用の配色において、どのような色覚の人にも「比較的等しく認識できる配色例」であり、世界初の試みである。本配色セットは東京大学 伊藤准教授を中心に、日塗工のほかCUDOやDICグループの協力を得て、塗装でも印刷でも適用が可能である<sup>1)</sup>。多様な色覚の人が被験者となり検証テストを実施して作成された。

## 4. 蛍光色のCUD化

### 4.1 蛍光塗料のCUD

日塗工「CUD推奨配色セット」は一般的な塗料での色出しのため、彩度には限界があった。そこでもっと彩度を上げれば、より区別しやすい色になるとの仮説のもと、蛍光塗料を用いての色出しを実施した。

#### 4.1.1 「CUD推奨配色セット」収録色の高彩度化

まず、推奨配色セットの「赤」8.75R5/12(以下CUD赤)、「黄」7.5Y8.5/12(以下CUD黄)、「緑」7.5G6/10(以下CUD緑)、「青」7.5PB4/12(以下CUD青)に、蛍光塗料を混合し彩度を上げた色見本を、以下の設計思想をもとに作成した。図7は色出し調整中の色票類である。

「赤」…蛍光レッドにCUD赤を混合するより、少し黄味が強い蛍光スカーレットと混合することで、彩度が高くなり見やすくなる。

「黄」…蛍光レモンとCUD黄の混合では、明度が高すぎて白内障の人には白に見えてしまうため、蛍光レモンと蛍光イエローで赤味方向にずらし、山吹色やイチョウの葉の色に近くすることで、白と区別しやすくなる。

「緑」…蛍光グリーンは蛍光レモンと一般色緑で調色しているが、黄味に寄った緑は色弱の人には黄色との区別が難しいことから、蛍光レモンとCUD緑との混合で青味方向の7.5G前後のエメラルドグリーン系にすることで、青と区別しやすくなる。

「青」…蛍光ブルーとCUD青の混合では彩度の向上効果がないため、蛍光ブルーと蛍光ピンクの混合により赤味方向にずらし、5PB前後にすることで空色と区別がしやすくなる。

最終的な混合比は以下の通り。

「赤」 配色セット赤: 蛍光スカーレット 20:80、10:90

「黄」 蛍光レモン: 蛍光イエロー 97:3

「緑」 配色セット緑: 蛍光レモン 50:50、40:60

「青」 蛍光ブルー: 蛍光ピンク 40:60(屋外)、10:90(屋内)



図7 色出し調整中の色票類

上記の結果、一般色に対する蛍光色の混合および蛍光色同士の混合により色相を調整することで、認識しや

すくなることがわかった。

#### 4.1.2 蛍光混合カラーチャート

これまでは蛍光色同士の混色は濁ってきれいな色にならないと言われていたが、一般色に比べ視認性において優位性があると考えられることから、蛍光色の代表色8色(ピンク・レッド・オレンジ・イエロー・レモン・グリーン・ブルー・ホワイト)中の各2色を5~95%の割合で混合し、カラーチャートを作成した(図8)。0~5%での色変化が激しく、蛍光色の特長とも言える鮮やかさが失われるが、それもまた興味深いとのことから、追加で少量添加の混合として1~4%でのカラーチャートを作成。結果、蛍光色混合による濁りはグリーン・ブルーを混合する場合に顕著に起こることがわかった。

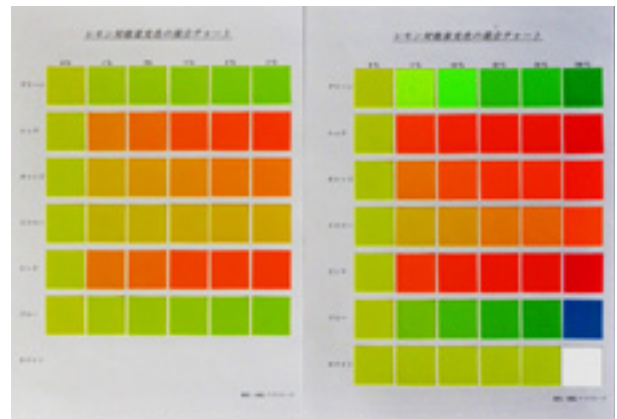


図8 蛍光カラーチャート

#### 4.1.3 蛍光塗料使用による効果

次に、耐候性・コスト面・景観配慮(ぎらぎら感を抑える)等から、蛍光塗料と一般塗料の適正混合比率を検討した。耐候性を考慮し、ヘリポートや消防車輛で使用されている二液アクリルウレタン樹脂蛍光塗料「スーパーミノVトップ」と、一般のウレタン樹脂塗料「Vトップ」を混合した。

結果、蛍光塗料を使用することにより、一般色では出すことが不可能な高彩度となり視認性が改善され、非常に有用であることが判明した。特に「赤」は色が見えにくい夕暮れ時に効果的で、一部消防車に使用されている「スーパーミノVトップ消防朱赤」も区分しやすことが判明した。

## 4.2 蛍光マーカーのCUD

現在蛍光ペンのセット色は、基本5色(ピンク・オレンジ・レモン・グリーン・ブルー)が主流であり、教材等のマーキングとして全世界で使用されている。現在の蛍光マーカーは、一般型(C型)の人は問題なく使い分けことができるが、色弱の人にはピンクとブルーの区別や、グリーンとレモンの区別が難しいこと、明るいレモンが白と紛らわしいことから、マーキングの色の違いに気づかなかつたり、違う色を間違えて塗ってしまったりする事故が起こりがちである。

そこで、蛍光マーカーペンの原料である水分散蛍光顔料(シンロイヒカラーベースSFシリーズ)を提供するシンロイヒ(株)では、色材メーカーの立場から蛍光マーカーのCUD化こそが急務と考え、優先して検討することにした。

### 4.2.1 蛍光マーカーの色出し

蛍光ペンのセット色5色の中から、4.2で区別しにくい色として挙げられた「ピンク」「グリーン」「レモン」3色の色出しを行った。

ピンク……ブルーと区別しやすくするため、オレンジとの混合で、赤味方向のサーモンピンク系の色(調色ピンクa)

グリーン…レモンと区別しやすくするため、グリーンと黄味のブルー混合で、青味方向のエメラルドグリーン系の色(調色グリーンabcdef)

レモン……青味のレモンだと白と区別しにくいいため、レモンとオレンジの混合で赤味方向にずらした山吹色系の色(調色レモンabc)

### 4.2.2 蛍光マーカーの検証テスト

現行蛍光マーカー基本5色に加え、4.2.1で色出したピンク・グリーン・レモンがどう見えるか、CUDOの協力を得て、色覚の異なる人10数人での検証テストを行った。

その結果、

配色セットA…

ピンク(調色a)・レモン(現行・調色abc)・  
ブルー(現行)

配色セットB…

レモン(現行・調色abc)・グリーン(調色abcdef)・  
ブルー(現行)

配色セットC…

ピンク(現行)・レモン(現行・調色abc)・  
グリーン(調色abcdef)

上記3種類の配色セットが合格となった。

しかしながら、目標とした現行蛍光マーカーペンの色として最大5色、最低4色セットでの承認は得られなかった。その原因は以下の通りである。

配色セットA…

原因：ピンク(調色a)とグリーン(調色abcdef)  
が区別しにくい

配色セットB…

原因：レモン(現行・調色abc)とオレンジ(現行)  
が区別しにくい

配色セットC…

原因：ピンク(現行)とブルー(現行)が区別しにくい

### 4.2.3 蛍光マーカーの再検証結果

4.2.2の3色組み合わせでは合格となったが、目標とする4色セットの承認を受けるにはP型・D型の人にも区別しやすくするため、濃い目の色にする必要がある。しかし蛍光マーカーペンは、文字の部分に重ねて使用するため、色を濃くすると文字が見にくくなり、蛍光色の特長である明るさが失われる。本来の機能を損なわない限界の色を確認し調色を行い、再度CUDOの協力で検証テストを行った。

その結果、配色セットとしては以下の4色が合格となった。

ピンク…… ピンク100%

レモン…… レモン：オレンジ=9：1 等4点

グリーン… 黄味ブルー：グリーン=7：3 等9点

ブルー…… 赤味ブルー100%

通常はカラーベース40%のところ、ブルーのみ60%と色濃度が高いタイプでの合格となったが、蛍光マーカーペンとしての性能を考えると、他の3色と同等の配合が望ましいと考えられる。今後はブルーベースの濃度アップや、文房具メーカーと蛍光マーカーペンの性能について、調整が必要と考えられる。

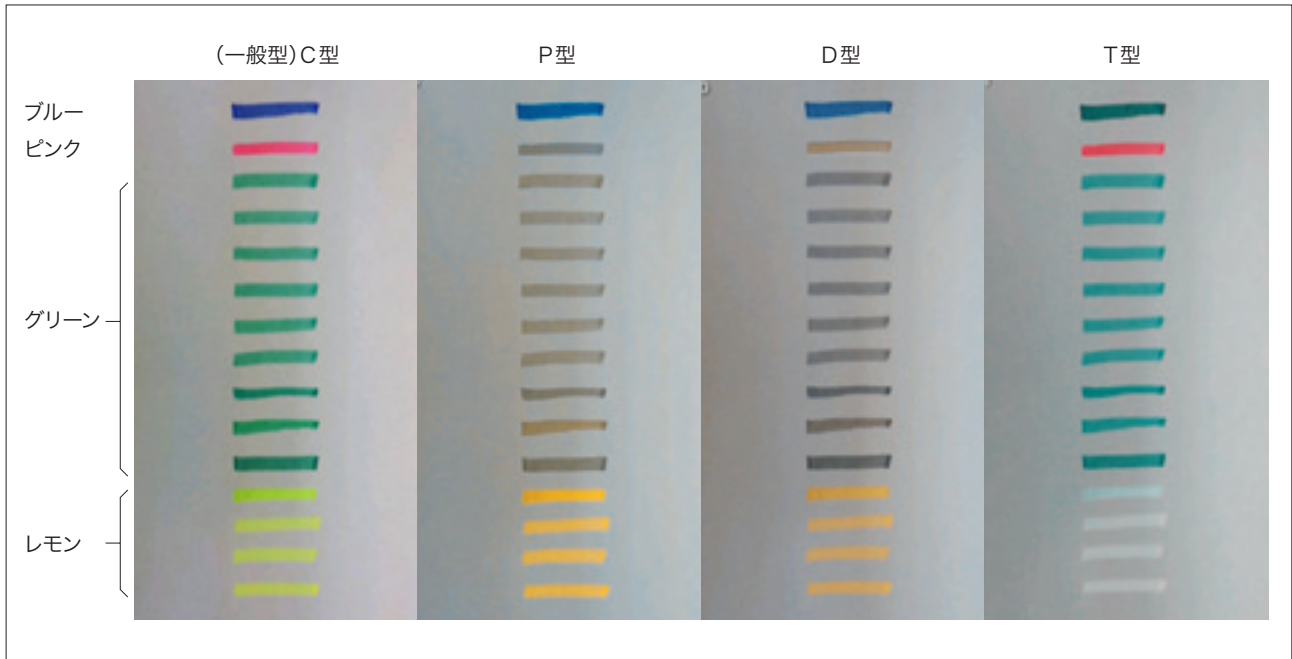


図9 CUD対応蛍光マーカー検証結果

## 5. おわりに

蛍光色は彩度の幅を広げるのでCUD分野で有効であり、今後も研究を続けることで、広い分野での用途展開が可能となることを確信した。

### 5.1 蛍光塗料

一般塗料の「CUD推奨配色セット」は、色域に限界があるため、一部識別しにくい組み合わせがある。蛍光塗料を混合することで、より識別しやすい推奨配色セットを作りあげ、サイン・看板類分野をターゲットに市場を開拓していきたい。

### 5.2 蛍光マーカー

シンロイヒカラーベースSFシリーズの混色により、世界で初めてCUD対応蛍光マーカーペン4色セットとして合格した。今後はこの4色セットを文具メーカーに紹介し、CUDに対応した、CUDO承認蛍光マーカーペンセットとして発売し、社会に貢献していきたい。図10に取得したCUD認証マークを示す。

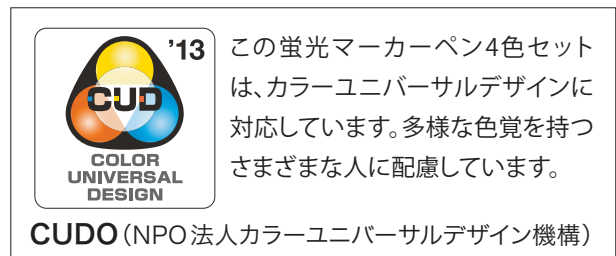


図10 CUD認証マーク

## 謝 辞

蛍光色のCUD化にあたり、適切なアドバイス等多大なご協力をいただきました東京大学 伊藤准教授に、この場を借りて謝意を表します。

## 参考文献

- 1) 伊藤啓：(一社)日本塗料工業会「彩」, No.28, 12～15p (2010)
- 2) 栗田正樹：色弱の子を持つすべての人へ (北海道新聞社) (2008)