

200000043A

厚生科学研究研究費補助金

厚生科学特別研究事業

色覚の個人差と適切な表示色に関する研究

平成12年度 総括研究報告書

主任研究者 北原 健二

平成13(2001)年 4月

目 次

I. II. 総括・分担研究報告

色覚の個人差と適切な表示色に関する研究 1

北原健二 (総括)

西尾佳晃 (心理物理学的研究)

高橋現一郎 (分子生物学的研究)

(資料) 血管留置針および薬剤の表示色の測色結果一覧

III. 研究成果の刊行に関する一覧表 15

IV. 研究成果の刊行物・別刷 17

厚生科学研究費補助金研究報告書

平成 13 年 4 月 10 日

厚生大臣 坂口 力 殿

住 所 〒167-0051 東京都杉並区荻窪3-13-7
 フリカ ナ キタハラ ケンゾ
 研究者 氏 名 北原 健二
 (所属施設東京慈恵会医科大学眼科)

平成 12 年度厚生科学研究費補助金 (厚生科学特別 研究事業) に係る研究事業を完了したので次のおり報告する。

研究課題名 (課題番号) : 色覚の個人差と適切な表示色に関する研究 (H12-特別-012)

国庫補助金精算所要額 : 金 8,000,000 円也

1. 厚生科学研究費補助金総括研究報告書概要版及びこれを入力したフロッピーディスク (別添1のおり)
2. 厚生科学研究費補助金総括・分担研究報告書 (別添2のおり)
3. 厚生科学研究費補助金分担研究報告書 (総括研究報告書に含む。別添2のおり)
4. 研究成果の刊行に関する一覧表

刊行書籍又は雑誌名 (雑誌のときは雑誌名、巻号数、論文名)	刊行年月日	刊 行 書 店 名	執筆者氏名
PRACTICAL OPHTHALMOLOGY. 66 色覚異常の概念と検査の進め方.	平成13年1月1日	文光堂	北原 健二
PRACTICAL OPHTHALMOLOGY. 66 先天赤緑色覚異常、問診・アドバイス上の留意点	平成13年1月1日	文光堂	西尾 佳晃

5. 研究成果による特許権等の知的財産権の取得状況

特になし

色覚の個人差と適切な表示色に関する研究

総括研究者 北原 健二 東京慈恵会医科大学 眼科学教室 教授

研究要旨

先天色覚異常を含む色覚の個人差に関する基礎的研究を踏まえて、全ての人に分かりやすい色表示について、心理物理学的方法および分子生物学的方法によって検討する。

北原 健二	東京慈恵会医科大学
	眼科学教室 教授
西尾 佳晃	同上 講師
高橋 現一郎	同上 講師

おいては男性の5%、女性の0.2%とされている。さらに、色の見え方には個人差があることが指摘されてきたが、近年、色覚の遺伝子が解明され、先天色覚異常者はもとより正常色覚者でも色覚に個人差があることが分子生物学的にも証明された。

医療機器や薬剤の色はもとより、交通標識や信号灯など、誤認された場合には事故につながる可能性が懸念される。そこで、実際に使用されている種々の色表示について、特に色覚異常者にとって識別しにくい配色などについて検討し、問題点を明らかにする必要がある。

そこで本研究では、薬剤や駅などの公共施設等の表示色の調査や表示色の大きさによる色識別能の向上についての検討、および遺伝子型と色識別能との関係についての検討をおこない、先天色覚異常を含む色覚の個人差に関する基礎的研究を踏まえて、先天色覚異常を含み色覚の個人差を考慮し、全ての人に分かりやすい色表示について検討することを目的とし、さらには、薬剤投与、医療器具や医療機器の操作などにおける安全性の確保に、また、共生・共存の社会を目指した生活しやすい心の安まる色彩環境を考える指針としても寄与するものである。

A. 研究目的

我々は正に多彩な色を情報源として活用している。信号灯や道路標識をはじめ、病院や駅などの公共施設から日用品に至るまで、状況を迅速に把握するために、また機器類を正しく使用するため色表示の違いが利用されている。医療の場でも、注射針、カテーテルなどの医療機器や薬剤においてサイズや内容を表す指標として色表示が採用されている。これらの表示には、視認性、識別性、誘目性、快適性などの視覚特性が考慮され工夫がなされている。しかし、全ての色表示が分かりやすく、判別しやすいとは言えず、なかには識別が困難であったり、誤って認識される可能性のある色表示が見受けられる。特に、色覚異常者に対する配慮に欠けた表示の存在が指摘されている。先天色覚異常者の頻度は、わが国に

B. 研究方法

本年度は、薬剤および駅における鉄道路線図の表示色の調査と解析、表示色の大きさによる色識別能向上の効果、および遺伝子型と色識別能との関係について検討した。

1. 薬剤および駅における鉄道路線図の表示色の調査と解析

薬剤の表示色の調査については、現在、日本国内において処方されている眼科点眼薬のうち 92 種類について、その容器キャップの表示色を個々に測色し色度 (X, Y, Z) を求めた。測色は東芝製色比較・検査用 D-65 蛍光ランプ照明下にて、JIS Z8723 表面色の視感比較方法により行った。作業面の照度は 1000 lx、照明観察条件は 0 度照明 - 45 度観察にて行った。(H, V, C) から (X, Y, Z) への変換は JIS Z8721

(1993) による図式変換によった。鉄道路線図については、東京都内の都営および営団地下鉄線の各駅において掲示されている路線図中の 14 路線の表示色についてそれぞれ測色し色度を求めた。測色は O-d Sa5 W5 (JIS Z8722) 2 度視野 C 光源にて、日立製分光光度計 M307 を用いて行った。(X, Y, Z) から (H, V, C) への変換は JIS Z8721 (1993) による図式変換によった。点眼薬キャップおよび地下鉄路線図の表示色の測色から得られた結果を色度図上にプロットし、色覚の基礎的実験から得られた第 1 色盲および第 2 色盲の混同色軌跡の特性から各表示色の問題点について検討した。

2. 表示色の大きさによる色識別能向上の効果

表示色の大きさによる色識別能向上の効果については、視角 2 度および 8 度の視標を用いた色相配列検査機器を試作し、色覚正常者 5 名と色覚異常者 5 名に対し検査を施行し、色覚異常のタイプおよび程度と表

示色の大きさによる色識別能の向上について検討した。

3. 遺伝子型と色識別能との関係

遺伝子型と色識別能との関係については、検査の内容を十分に説明し協力の得られた、色覚異常日本人男性 5 名およびその家族である男性 3 名、女性 10 名のボランティアに対し、心理物理学的検査として従来臨床的に行われているパネル D-15 テスト、仮性同色表、アノマロスコープでの Rayleigh 等色測定を行った。一方、末梢血リンパ球からヒトゲノム DNA を抽出し、定量的 PCR-SSCP 法に用いて赤遺伝子と緑遺伝子の比率を分析して全体の遺伝子型の類推を行った。得られた心理物理学的検査の結果と遺伝子型との相関関係を検討した。

倫理面での配慮

当科外来を受診した先天色覚異常者およびその家族のうち、本研究の目的およびその内容を十分説明し、本人が希望した場合にのみ検査を施行した。DNA 解析については、説明と同意を特に厳重に行い、結果の管理を厳重にし、得られた結果は本研究以外に用いない。

C. 研究結果

1. 薬剤および駅における鉄道路線図の表示色の調査と解析

測色された、眼科点眼薬容器のキャップおよび東京都内の都営および営団地下鉄の路線図の各々の表示色を、色度図上にプロットし、第 1 色覚異常および第 2 色覚異常の混同色帯との比較検討を行った。その結果、眼科点眼薬容器のキャップの表示色では 92 種類のうち 14 組 32 種類が第 1 色盲の、12 組 29 種類が第 2 色盲の混同軌跡に一致していた。東京都内の都営および営団地下鉄の路線図では、14 種類のうち 2 組

5 路線が第 1 色盲の、3 組 6 路線が第 2 色盲異常の混同色軌跡に一致していた。

2. 表示色の大きさによる色識別能向上の効果

視角 2 度および 8 度視標の色相配列検査機器を用いた、表示色の大きさによる色識別能向上の効果についての検討では、色覚正常者 5 名および色覚異常者のうち視角 2 度の視標を用いた色相配列検査で誤答の無かった 3 名では、視角 8 度の視標を用いた色相配列検査の結果でも同様に誤答は無かった。色覚異常者のうち視角 2 度の視標を用いた色相配列検査で誤答した 2 名では、1 名に視角 8 度の視標を用いた色相配列検査の結果が若干向上する傾向が示された。

3. 遺伝子型と色識別能との関係

色覚異常者 5 名を含む 5 家系(男性 8 人、女性 10 人)の遺伝子型を赤遺伝子と緑遺伝子の比率から類推、分析し、種々の心理物理学的検査と比較検討した。その結果、心理物理学的検査により明らかに色覚異常と診断される男性においては、遺伝子型でも心理物理学的検査に一致する結果が得られ、家族の色覚正常者の男性では遺伝子型に異常はみられなかった。すなわち、色覚正常者は正常の赤および緑遺伝子のみをもち、第 1 異常者では正常の赤遺伝子の欠失と赤緑融合遺伝子の存在が、また第 2 異常者では正常赤遺伝子のみか緑赤融合遺伝子のみが存在が証明された。保因者と考えられる女性では、心理物理学的検査の結果では、とくにアノマロスコープによる Rayleigh 等色において、正常範囲内ではあるが結果に正常とは若干異なる個人差が認められたが、遺伝子型の解析で色覚異常の遺伝子の存在を確定することは困難であり、特に第 2 色覚異常については、色覚異常の遺伝子の存在を確定することは不能で

あった。今後さらなる検討を要する。

D. 考察

1. 薬剤および駅における鉄道路線図の表示色の調査と解析

日本国内において処方されている眼科点眼薬のうち、92 種類の点眼薬の容器のキャップと、東京都内の都営および営団地下鉄線路線図で路線毎に色表示されている 14 路線について色度を測定し、得られた結果を色度図上にプロットし、第 1 および第 2 先天色盲における混同色について検討した。その結果、現在、日本国内で処方されている点眼薬の容器キャップや東京都内の都営および営団地下鉄線路線図の色表示の中には、先天色覚異常者にとって判別困難な表示色の組合せが存在することが確認された。したがって、これらの表示色には、先天色覚異常者にとって判別困難な組合せが存在し、誤色の可能性を内包しているものと思われた。さらに、眼科点眼薬容器のキャップの色については、薬効別等の色表示区分はなされていない。誤色にともなう事故を防ぐという観点から、薬剤の表示色の標準化も併せて望まれる。

2. 表示色の大きさによる色識別能向上の効果

視角 2 度および 8 度視標の色相配列検査機器を用いた、表示色の大きさによる色識別能向上の効果についての検討では、視角 2 度の視標を用いた色相配列検査において誤答した色覚異常者で、視角 8 度では色識別能が若干向上する傾向が認められた。このことから、表示色を適切な大きさで表示することにより色識別能が向上する可能性が示唆された。しかし、今回、対象となった例数が少ないことから、引き続き今後も、さらに対象例数を増やし、併せて、適切な色表示の大きさがどの程度かについても検

討してゆきたい。

3. 遺伝子型と色識別能との関係

保因者と考えられる女性の中には、心理物理学的検査において正常とは若干異なる結果を示す場合があることは、色覚と適切な表示色を検討するうえで重要と考えられる。しかし、心理物理学的検査で異常を認めない女性保因者では、家族全員の遺伝子検索が可能な場合にはある程度予想が可能であると考えられたが、女性保因者のみのDNA検索では、現時点では確定診断は難しいとおもわれた。今後は、さらに症例を増やし、新たに long range PCR 法も導入・応用して保因者女性の遺伝子分析を行い検討したい。

E. 結論

日本国内で処方される眼科点眼薬容器のキャップや、東京都内の都営および営団地下鉄路線図には、先天性色覚異常者にとって判別困難な色表示の組み合わせがあることが確認された。また、色覚異常者において色表示の大きさを変えることにより色識別能が向上する場合があることも示唆された。これらの結果をもとにして、色表示を先天性色覚異常者にとっても判別しやすい表示に改善し、誤色に伴う事故を防ぐことが可能と考えられる。

さらに、眼科点眼薬容器のキャップの色は、現在、製造メーカーが独自に決定しており、点眼薬容器のキャップ表示色については、薬効別等の区分は特になされていない。誤色にともなう事故を防ぐという観点から、薬剤の表示色の標準化も併せて望まれる。

先天赤緑異常の保因者と考えられる例については、遺伝子型と心理物理学的検査の結果との乖離がみられた例も存在したことから、正確な臨床診断を行うためには、現

時点では、分子生物学的検査と心理物理学的検査の併用が有効であると思われた。さらに、先天性色覚異常の保因者と考えられる女性の中には、心理物理学的検査において正常とは若干異なる結果を示す場合があることは、色覚と適切な表示色を検討するうえで重要と考えられる。しかし、女性保因者の診断については、家族全員の遺伝子検索が可能な場合には、ある程度予想が可能であると考えられたが、現時点では困難である。今後は、long range PCR を導入・応用して保因者女性の遺伝子分析を行い、先天性色覚異常保因者における色覚の個人差についてもさらに検討したい。

F. 研究発表

1. 論文発表

1) 色覚異常の概念と検査の進め方

平成 13 年 1 月

北原 健二

PRACTICAL OPHTHALMOLOGY

第 66 巻

2) 先天赤緑異常、問診・アドバイス

上の留意点

平成 13 年 1 月

西尾 佳晃

PRACTICAL OPHTHALMOLOGY

第 66 巻

2. 学会発表

1) 点眼薬キャップの色表示に関する検討

平成 12 年 10 月

坂本仁子、西尾佳晃、北原健二

第 48 回日本職業・災害医学会学術大会

1) 先天性色覚異常者の夜間点滅信号灯に対

する弁別能

平成 12 年 11 月

西尾佳晃、北原健二、

中村かおる、岡島 修

第 54 回日本臨床眼科学会

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

99197-3-1

測定結果

測定方法：JIS Z8723 表面色の視感比較方法による。

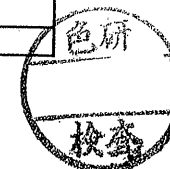
No.	名称	測定対象 ^{注1)}	H	V / C	X	Y	Z	コメント
1	FAD点眼液 サンテン BP キャップ		2 G	8 / 6	---	---	---	注2)
2	アイドロイチン 1% 点眼液 BP キャップ		9 G	8 / 6	42.80	58.03	56.07	僅かに透過性
3	アイドロイチン 3% 点眼液 BP キャップ		8 G	7.5 / 7.5	34.50	50.25	45.96	
4	アソテシン点眼液 BP キャップ		10 B	5.5 / 10	20.04	24.52	58.81	
5	アレギサル点眼液 TC キャップ		3.5 PB	5.5 / 11	22.40	24.43	65.19	
6	エコリシン点眼液 上 キャップ		6 PB	4 / 12	12.56	11.74	42.20	
7	カリーユニ点眼液 BP キャップ			N9.3	79.07	83.20	90.60	
8	クラビット点眼液 TC キャップ		7 RP	7 / 8	51.21	41.76	43.96	半透過性
9	サイプレジン 1% 点眼液 キャップ		8.5 Y	9 / 3.5	69.96	76.74	51.03	
10	サンコバ点眼液 BP キャップ		8.5 R	5 / 14	30.63	18.97	4.32	
11	サンテク点眼液 BP キャップ		7 Y	8.5 / 1	63.09	67.18	62.80	
12	サンテゾーン BP キャップ		5 RP	8.5 / 2	66.19	67.10	73.20	
13	サンテゾーン点眼液(0.1%) BP キャップ			N9.3	79.07	83.20	90.60	
14	サンテマイシン点眼液 BP キャップ		2 Y	8.5 / 3.5	64.34	67.10	46.12	
15	サンピロ0.5% TC キャップ		10 B	7.5 / 6	---	---	---	半透過性 注2)
16	サンピロ1% TC キャップ		5 PB	4 / 12	11.74	11.77	42.54	半透過性
17	サンピロ2% TC キャップ		6.5 PB	2.5 / 11	5.94	4.72	23.05	半透過性
18	サンピロ3% TC キャップ		1.5 PB	2 / 8	---	---	---	半透過性 注2)
19	サンピロ4% TC キャップ		6.5 PB	2 / 6	3.36	3.05	9.51	半透過性
20	サンベタゾン液 TC キャップ		5 GY	8 / 10	44.21	57.90	14.53	
21	ソフトサンティア BP キャップ		8.5 PB	6.5 / 7	36.45	35.64	64.49	
22	タリビッド点眼液 TC キャップ		2.5 YR	7.5 / 14	---	---	---	注2)
23	チオグルタン 上 キャップ		9 B	7.5 / 7.5	41.93	50.18	87.37	
24	ノイボルミチン BP キャップ		2.5 YR	6.5 / 8.5	42.49	35.36	15.48	
25	ヒアレイン 0.1 TC キャップ		7 BG	8 / 4	47.25	57.89	67.13	
26	ピバレフリン 0.04% 上 キャップ		9 GY	7 / 10	27.84	42.39	15.77	
27	ピバレフリン 0.1% 上 キャップ		1 G	6 / 12	15.98	29.73	10.87	
28	フルメロン 0.02 5型 キャップ		7.5 R	7 / 1	40.98	41.94	43.60	
29	フルメロン 0.1 5型 キャップ			N4.5	14.44	15.19	16.54	
30	プロラノン点眼液 TC キャップ		10 GY	9 / 3	65.25	76.91	64.92	
31	ベノキシル 0.4%液 (20mL) キャップ		7 PB	3 / 12	8.11	6.39	29.49	
32	ベノキシル 0.4%液 5型 キャップ		8 PB	3 / 12	8.65	6.38	28.65	半透過性
33	ミオピン BP キャップ		2.5 G	5 / 10	10.29	19.56	10.51	
34	ミドリリン P キャップ			N9.3	79.07	83.20	90.60	
35	ミドリリンM BP キャップ		6 Y	8.5 / 11	61.35	67.12	12.33	
36	ムコゾーム点眼液 TC キャップ		10 Y	9.3 / 2	---	---	---	注2)
37	ラクリミン点眼液 BP キャップ		7 B	7.5 / 5	42.58	50.04	72.54	

注1) 空欄は“キャップ側面”を測定対象とした。

注2) “---”は“JIS Z 8721 付属書 標準の光D65の照明下における三属性による表色系の基準”において色域外の為計算不能。



財団法人 日本色彩研究所
JAPAN COLOR RESEARCH INSTITUTE
6-23, UENO 4 CHOME, MATSUKI-SHI, SAITAMA 339, JAPAN



99197-3-2

測定結果

測定方法：JIS Z8723 表面色の視感比較方法による。

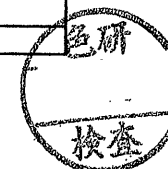
No.	名称	測定対象 ^{注1)}	H	V / C	X	Y	Z	コメント
38	アイビナル点眼液		3 B	8 / 4	---	---	---	注2)
39	アズレン点眼液		2.5 P	4.5 / 10	19.68	15.42	38.31	
40		容器本体	10 PB	5 / 10	22.46	19.23	47.79	半透過性(紫溶液入り)
41	エリックス点眼液	キャップ上面	10 P	4 / 12	18.64	11.56	24.75	
42				N9.3	79.07	83.20	90.60	
43	オドメール0.02%点眼液	キャップ上面	3 YR	6 / 14	39.35	28.94	3.61	
44				N9.3	79.07	83.20	90.60	
45	オフサロン点眼液			N9.5	83.41	87.75	95.57	
46	オフミック点眼液		1.5 PB	4 / 11	10.07	11.83	38.58	
47		上キャップ側面	8 YR	3.5 / 4	9.81	9.00	4.00	
48	カタリンK点眼用	下キャップ側面		N9	72.89	76.69	83.52	半透過性
49		容器本体	10 YR	4 / 4	12.13	11.65	5.11	半透過性(ブラウン)
50	グラウマリン点眼液0.75%		2.5 G	4.5 / 10	7.70	15.75	8.06	僅かに透過性
51	クロモフェロン点眼液		2 RP	4.5 / 9	21.68	15.36	24.01	
52	ケタス点眼液		8.5 B	5 / 10	15.14	19.49	48.36	
53	ケトテン点眼液		1 G	8.5 / 2.5	57.76	67.32	60.51	僅かに透過性
54	ジクロード点眼液		7.5 BG	7.5 / 4	40.63	50.05	59.14	
55	チモプートル0.25%		8 B	5.5 / 10	18.95	24.55	57.16	
56	チモプートル0.5%		6 PB	3 / 11	7.27	6.41	27.38	
57	チモプートルXE0.25%		2.5 RP	7.5 / 6	55.91	49.65	60.29	
58	チモプートルXE0.5%		2 RP	6.5 / 10	46.06	35.41	49.93	
59	トルソプト点眼液0.5%		3 Y	8 / 5.5	55.18	57.54	28.90	
60	トルソプト点眼液1%		8.5 YR	7 / 11	46.14	41.71	8.12	
61	ノイチオン点眼用	上キャップ側面	2.5 G	4.5 / 7	9.52	15.67	9.99	
62		下キャップ側面		N9.3	79.07	83.20	90.60	僅かに透過性
63	ノキサシン点眼液		8 R	4.5 / 14	26.10	15.24	3.40	
64	ノフロ点眼液		6.5 GY	8 / 10	42.20	57.99	17.63	
65	バクシダール点眼液		10 RP	4 / 14	21.83	11.50	9.61	
66		上キャップ上面	7 RP	7.5 / 11	65.86	49.04	51.56	
67	ビジュアリン0.02%点眼液	上キャップ側面		N9.3	79.07	83.20	90.60	
68		下キャップ	7 YR	5 / 10	22.83	19.08	2.75	半透過性(オレンジ)
69	ピトス点眼液0.02%		2 RP	7 / 7	48.92	41.82	53.54	
70	ピトス点眼液0.1%		6.5 RP	4 / 13	20.67	11.53	14.17	
71	プロナック点眼液		3.5 PB	5.5 / 9	22.44	24.40	56.10	
72		上キャップ上面	7 RP	6 / 12	42.16	29.03	30.83	
73	ベストロン点眼用	上キャップ側面		N9.5	83.41	87.75	95.57	
74		下キャップ		N9.3	79.07	83.20	90.60	僅かに透過性
75	ミケラン点眼液1%		7.5 R	6 / 12	41.44	28.97	12.67	僅かに透過性

注1) 空欄は“キャップ側面”を測定対象とした。

注2) “---”は“JIS Z 8721 付属書 標準の光D65の照明下における三属性による表色系の基準”において色域外の為計算不能。



財団法人 日本色彩研究所
 JAPAN COLOR RESEARCH INSTITUTE
 6-23, UENO 4 CHOME, MATSUKI-SHI, SAITAMA 339, JAPAN



99197-3-3

測定結果

測定方法: JIS Z8723 表面色の視感比較方法による。

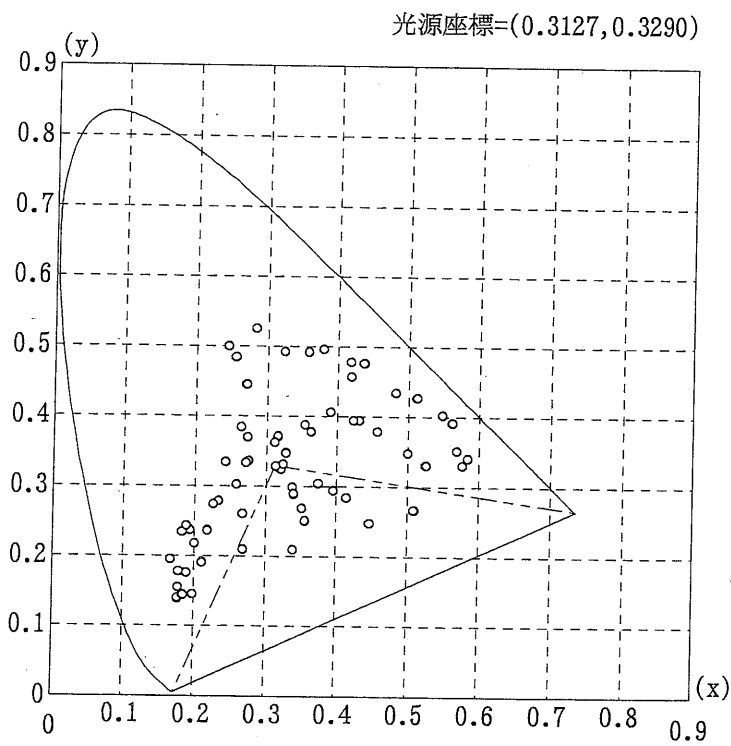
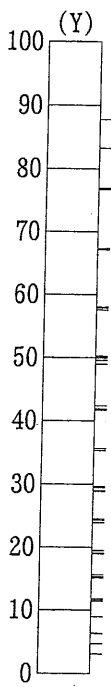
No.	名称	測定対象 ^{注1)}	H	V / C	X	Y	Z	コメント
76	ミケラン点眼液2%		7 R	4.5 / 14	26.50	15.23	4.31	僅かに透過性
77	ムコファジン点眼液		8.5 B	6 / 7	24.48	29.50	53.45	
78	リザベン点眼液		4 PB	7.5 / 6	---	---	---	
79		容器本体	4 YR	3 / 4	7.47	6.34	3.19	注2)
80	リズモンTG点眼液0.25%		7 YR	7.5 / 7	53.02	49.56	23.09	半透過性(ブラウン)
81	リズモンTG点眼液0.25%		3 Y	8 / 5.5	55.18	57.54	28.90	半透過性
82	リズモンTG点眼液0.5%		2 YR	5.5 / 14	34.28	23.96	2.85	半透過性
83	リズモンTG点眼液0.5%		9 Y	8.5 / 10	58.56	67.22	14.71	
84	リズモンTG点眼液0.5%(キッセイ)		2 YR	5.5 / 14	34.28	23.96	2.85	上と同一試料
85	リノロサル液		7 R	3 / 8	9.99	6.30	2.75	
86	リフタマイシン点眼液		6 Y	8.5 / 1	63.23	67.17	62.90	僅かに透過性
87	リボスチン点眼液0.025%			N9.5	83.41	87.75	95.57	
88	ルゲオン点眼液		6.5 GY	8 / 10	42.20	57.99	17.63	
89			6 Y	8.5 / 9	61.38	67.13	18.36	
90	ロメフロム眼科耳科用液	容器本体	7 YR	5 / 10	22.83	19.08	2.75	半透過性(オレンジ)
91			7.5 BG	7.5 / 7	36.42	50.22	63.45	
92	ニフラン点眼液	容器本体	7 YR	5 / 10	22.83	19.08	2.75	半透過性(オレンジ)

注1) 空欄は“キャップ側面”を測定対象とした。

注2) “---”は“JIS Z 8721 付属書 標準の光D65の照明下における三属性による表色系の基準”において色域外の為計算不能。



財団法人 日本色彩研究所
 JAPAN COLOR RESEARCH INSTITUTE
 6-23, UENO 4 CHOME, MATSUKI-SHI, SAITAMA 339, JAPAN



試料 地下鉄路線色 14色

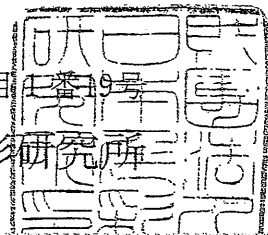
測定結果

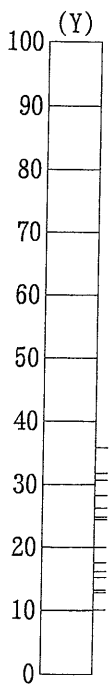
	X	Y	Z	x	y	H	V	C
大江戸線	19.23	12.83	8.93	0.4691	0.3130	4.0R	4.2/	8.8
浅草線	32.62	20.02	7.30	0.5442	0.3340	7.0R	5.1/	13.5
三田線	14.94	13.27	38.00	0.2257	0.2004	7.1PB	4.2/	8.7
新宿線	30.32	35.85	9.40	0.4012	0.4744	1.7GY	6.5/	8.0
銀座線	39.75	30.77	7.92	0.5067	0.3923	3.3YR	6.1/	11.3
丸の内線	29.32	17.57	6.43	0.5499	0.3295	6.7R	4.8/	13.5
日比谷線	27.63	28.26	31.62	0.3157	0.3230	5.3Y	5.9/	0.3
東西線	21.70	24.87	55.41	0.2128	0.2439	9.3B	5.6/	8.0
千代田線	10.77	16.16	8.42	0.3046	0.4572	0.2G	4.6/	6.9
有楽町線	33.88	31.88	7.52	0.4623	0.4351	0.8Y	6.2/	8.8
有楽町新線	12.74	10.16	5.96	0.4415	0.3521	1.0YR	3.8/	5.1
半蔵門線	23.18	15.26	26.10	0.3592	0.2364	2.5RP	4.5/	10.3
南北線	14.52	24.50	17.12	0.2586	0.4364	3.5G	5.6/	9.4
都電荒川線	20.79	26.29	17.64	0.3212	0.4063	8.7GY	5.7/	4.9

測定及び計算方法 0-d Sa5 W5 (JIS Z8722) 2度視野C光源による。
 測定機は日立製分光光度計M307を用いた。
 HVCは JIS Z8721(1993)による図式変換。

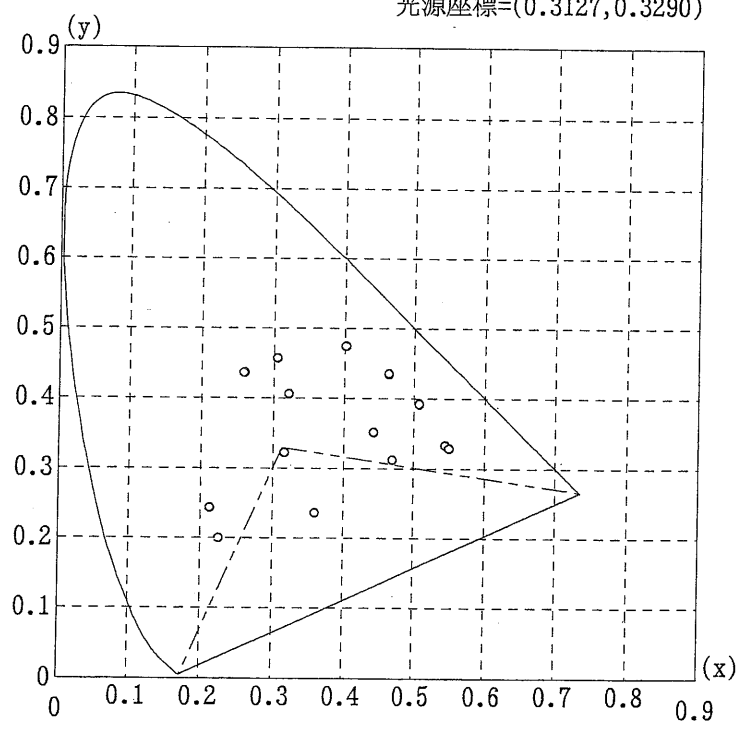
東京都港区西麻布三丁目 番19号

財団法人 日本色彩研究所





光源座標=(0.3127,0.3290)



Members	Phycophisics	Promoter G/R	Exon5 G/R	Suspected Genotype	
Family 3	father	normal	1	1	
	mother	carrier	1?	2?	
	daughter	carrier or normal	1	1.5	
Family 4	father	normal	1	1	
	mother	carrier	1 ?	1.5?	
	son 1	protan	1	2	
	son 2	normal	2	2	
Family 5	father	normal or deuteranopia	2	1?	
	mother	carrier	1.5	0.8	
	daughter	carrier	1.5	0.8	

Members		Phycophisics	Promoter G/R	Exon5 G/R	Suspected Genotype
Family 1	father	protan	1	G	
	mother	carrier or normal	3	7	
	daughter	carrier or normal	3	G	
	son	protan	5	G	
Family 2	mother	carrier	2	1	
	son	protan	2	0.5	
	daughter1	carrier?	2	1	
	daughter2	normal	2	2	

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍 特に無し。

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	出版年
北原 健二	色覚異常の概念と 検査の進め方	PRACTICAL OPHTHALMOLOGY	第 66 号	平成 13 年 (2001 年)
西尾 佳晃	色覚異常の概念と 検査の進め方	PRACTICAL OPHTHALMOLOGY	第 66 号	平成 13 年 (2001 年)

PRACTICAL 2001
OPHTHALMOLOGY
66 色覚の考え方

総説

色覚異常の概念と検査の進め方

◆——北原健二 [東京慈恵会医科大学眼科]

東京 文光堂 本郷

色覚異常の概念と検査の進め方

◆——北原健二 [東京慈恵会医科大学眼科]

色覚の考え方

I. 色情報処理の仕組みは?

網膜には、短・中・長波長に極大吸収波長を有する視物質をもつ3種類の錐体細胞が存在する¹⁾。色の情報は、これらの青・緑・赤錐体から小型の網膜神経節細胞(B細胞; P β)へ受け継がれ、赤緑および青黄という色対立応答として外側膝状体の小細胞層 parvocellular layer を介して、第1次視覚野(V1)へ入力し、さらにV2から色覚中枢(V4あるいはV4 α)に到達する^{2,3)}(図1)。

II. 網膜色素変性は先天色覚異常か?

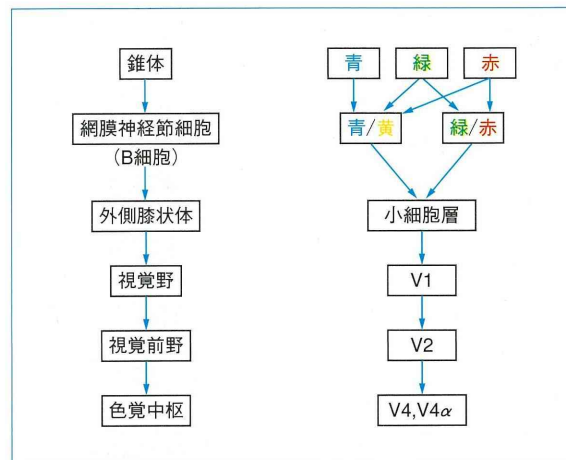
「網膜色素変性は、先天異常であるから先天色覚異常ではないか」と質問を受けたことがある。色覚異常は、先天色覚異常と後天色覚異常に大別されるが、まず、両者の違いを知る必要がある。

先天色覚異常とは、網膜に混在する錐体細胞の外節に発現する視物質の異常をいう。つまり視物質を規定する遺伝子の異常であり⁴⁾、異常を呈した視物質によって診断名が決定される。

これに対して後天色覚異常は、視覚系の障害によって生じた眼疾患に伴う症候をいう。つまり、「網膜色素変性」による「色覚異常」のように、色覚異常の原因となる診断名が別に存在する。このように遺伝性疾患であっても、色覚異常の原因疾患名が別に存在するときには後天色覚異常に含まれる。

III. 先天色覚異常の分類法の基本は?

先天色覚異常であることを告げたとき、「色盲」ですか「色弱」ですか」としばしば聞かれる。いわゆる色盲と色弱の相違は「色あわせ法(等色法)」という検査法で規定されている。つまり、正確に色覚



[図1] 色情報処理の経路

異常の種類を診断・分類できるのは「色あわせ法」のみである。

色あわせ法とは、赤、緑、青の3原色の光を適量に混合させながら、指定された検査光の色と等しくなるように色を合わせさせる検査法である。正常色覚者では、短波長の青色から長波長の赤色までのすべての検査色光を赤、緑、青の3つの原色を混ぜることで行うことができる。

IV. 色あわせ法による色覚異常の分類は?

前述のように、正常色覚ではすべての色を表現するために必要な原色数が3つであることから、正常3色型色覚と命名されている。先天色覚異常も同様に、色あわせ法に必要な原色の数によって、異常3色型色覚、2色型色覚、1色型色覚に診断・分類されている(図2)。

1. 異常3色型色覚とは?

異常3色型色覚は、“いわゆる色弱”であり、すべての色を表現するために3つの原色が必要であるが、3原色の混合の割合、つまり混合比が正常3色型色覚とは異なるタイプである。さらに、異常3色型色覚は、それぞれ3原色の混合比が異なる第1色弱、第2色弱、第3色弱の3群に分類される(図2)。

異常3色型色覚は、網膜に3種類の錐体視物質が発現されるが、1種類が正常と異なるタイプであり、第1色弱、第2色弱、第3色弱では、それぞれ赤、緑、青視物質が正常と異なる。

2. 2色型色覚とは?

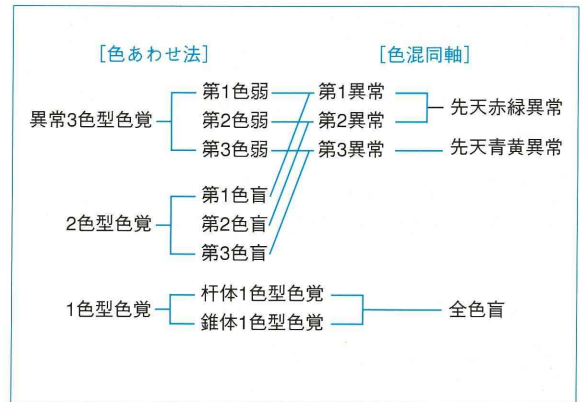
2色型色覚は、“いわゆる色盲”であり、3つの原色のうち2つ、例えば赤と青の原色ですべての色を表現することができるタイプである。異常3色型色覚と同様に、2つの原色の混色比によって第1色盲、第2色盲、第3色盲の3群に分類される(図2)。

2色型色覚は、1種類の錐体視物質が欠如したタイプとされ、第1色盲、第2色盲、第3色盲は、それぞれ赤、緑、青視物質が欠如したタイプである。例えば、青錐体が欠如した場合は、青黄色対立応答は機能せず、赤緑色対立応答のみが色覚中枢に到達することになる。一方、赤視物質(図3)または緑視物質が欠如した場合には、赤緑色対立応答は機能せず、青黄色対立応答のみが色覚中枢に到達することになる。

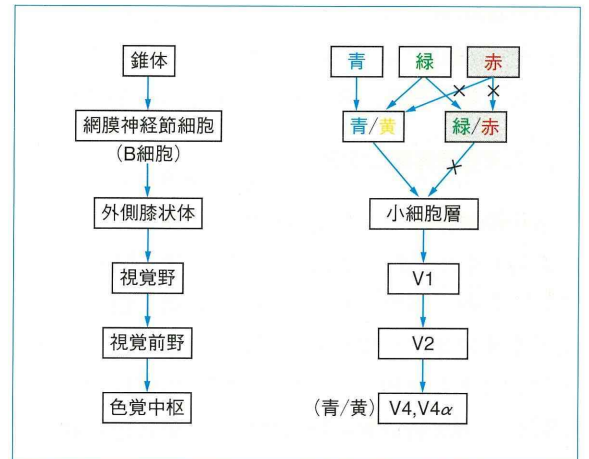
3. 1色型色覚とは?

1色型色覚は、“いわゆる全色盲”であり、3原色のうち1つの原色ですべての色世界を表現できるタイプである。つまり、いかなる検査色光を提示しても1つの原色の明るさを変化させるだけで検査色光との色あわせが可能である。例えば、赤の原色と、青、緑、黄など、いずれの検査色光であっても明るさを等しくなるように調節させると両者の判別ができないことを意味している。

1色型色覚は、杆体のみが機能している杆体1色型色覚と、杆体に加えて1種類の錐体のみが機能し



[図2] 先天色覚異常の分類



[図3] 赤錐体が欠如した第1色盲の色情報処理機構
赤緑色対立応答が障害され、青黄色対立応答のみが色覚中枢に到達する。

ている錐体1色型色覚が存在する(図2)。後者は残存している錐体の種類により、それぞれ赤、緑、青錐体1色型色覚に区分される。

V. 色混同軸による分類とは?

先天色覚異常は、特定の色に対して特に識別能が低下する性質をもっている。例えば、正常色覚者にとっては差が大きく、明らかに異なって見える2つの色が、先天色覚異常者には色の差が小さく微妙にしか違っていないように見えることがある。

ちなみに、物体の色は、色相(色味(いろみ)の性質)、明度(明るさの度合い)、彩度(鮮やかさの度合