

大視野アノマロスコープにおける先天性色覚異常者の 色の見え方の変化について

花房 晶, 太田 安雄, 清水 金郎, 本橋 孝彦

東京医科大学眼科学教室

要 約

先天性色覚異常者の視角の拡大による色の見え方の変化について検討する為、発光ダイオードを用いて視角を2°, 6°, 10°, 15°, 20°に変える事が出来るアノマロスコープを作製し、先天性色覚異常者28名に対して検査を施行した。その結果、均等幅に変化のない群と均等幅が短縮する群が認められた。均等幅の短縮は、視角10°以上になると著明に認められた。(日眼会誌 94:294-299, 1990)

キーワード: 大視野色覚, 大視野アノマロスコープ, 先天性色覚異常

Congenital Large Field Color Vision Defects

Akira Hanabusa, Yasuo Ohta, Kaneo Shimizu
and Takahiko Motohashi

Department of Ophthalmology, Tokyo Medical College

Abstract

To investigate changes in the way of seeing colors due to expansion of the visual angle in patients with congenital color vision defects, an anomaloscope which can alter the visual angle to 2°, 6°, 10°, 15° and 20° was prepared using three colored light emission diodes, and 28 patients with congenital color vision defects were examined. The results showed that the patients could be categorized into two groups: one with no change in the equation range and one in which the equation range was contracted. Contraction of the equation range was marked when the visual angle was 10° or more. (Acta Soc Ophthalmol Jpn 94:294-299, 1990)

Key words: Large field color vision, Large field anomaloscope, Congenital color vision defect

I 緒 言

色覚異常者に対するアノマロスコープ検査は、一般に視角2°で判定されている。これを視角8°に拡大した時、レーリー均等幅が縮小するものがみられる事については、既に報告した¹⁾。

今回、我々は、発光ダイオード(以下LED)を用い

て、視角2°から20°まで順次拡大できるアノマロスコープを試作し、色覚異常者に対して検査を行ったところ、興味ある結果を得たのでここに報告する。

II 実験対象並びに方法

実験対象は、第1色盲2名、極度第1色弱3名、第1色弱7名、第2色盲4名、極度第2色弱4名、第2

別刷請求先: 160 東京都新宿区西新宿6-7-1 東京医科大学眼科学教室 花房 晶

(平成元年6月23日受付, 平成元年9月22日改訂受理)

Reprint requests to: Akira Hanabusa, M.D. Dept. of Ophthalmol., Tokyo Medical College

6-7-1 Nishishinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160, Japan

(Received June 23, 1989 and accepted in revised form September 22, 1989)

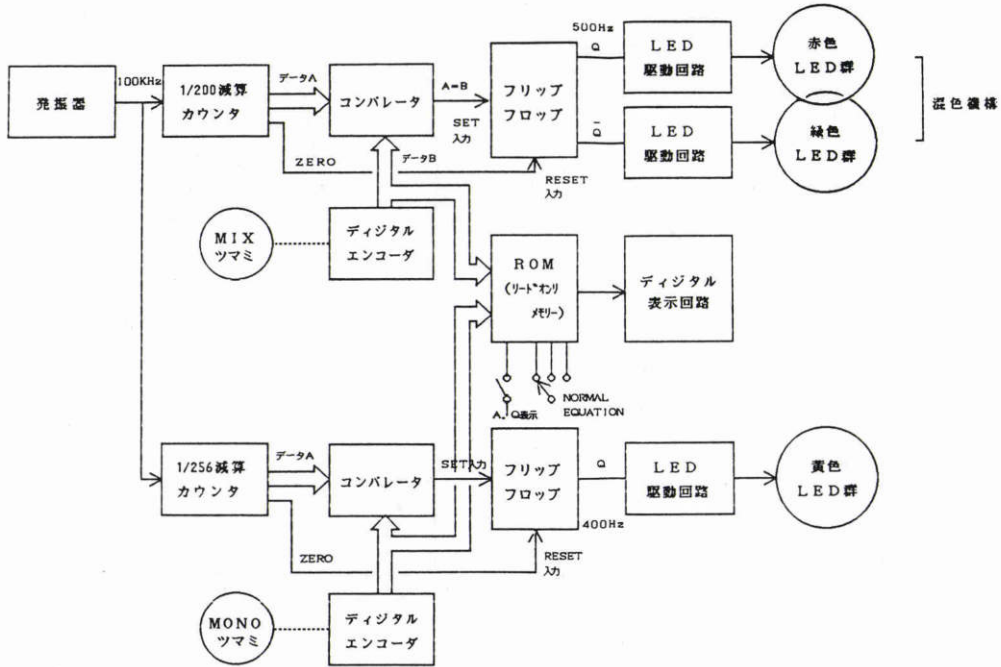


図1 大視野アノマロスコープのブロック・ダイアグラム。

色弱8名の計28名である。

色覚検査には、石原表、大熊表、東京医大表、パネルD-15テストを用い、類型程度の判定はナイツアノマロスコープOTの検査結果により判定した。

そして、これら28症例に対し、視角を2°, 6°, 10°, 15°, 20°に変化できる大視野アノマロスコープで色覚検査を行った。

今回、検査に用いたアノマロスコープは、視標部分と操作部分からなり、視標部分は、最大の直径が9cmの円形視標で25cmの距離で視角が20°となり、中央に円孔をあけた黒色円盤を用いて、視角を2°, 6°, 10°, 15°に変化できるように作製した。そのブロックダイアグラムを図1に示す。視標部分の装置に用いたLEDには、図2に示すように、主波長555nm、半値幅19.5nmの緑、主波長585nm、半値幅31.3nmの黄と主波長650nm、半値幅23.5nmの赤の3種類を用いた²⁾³⁾。視標部分の上半分には赤と緑のLEDを交互に各77個、計154個を半円形に配置し、下半分には黄のLED75個を半円形に配置してあり、その前面に乳白色の拡散板を置いた。

なお、混色目盛は緑の0から赤の97までとなっており、その正常均等点は30である。

本器は、単色光のみでなく、混色光の輝度も変化さ

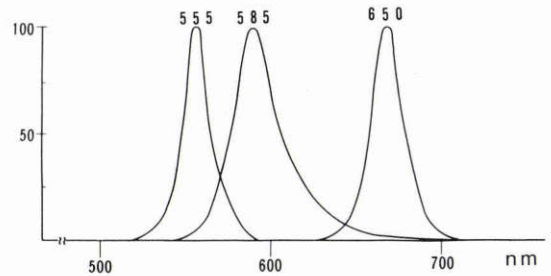


図2 大視野アノマロスコープに使用したLEDの分光特性。

せることが可能である。図3に混色目盛と単色目盛の輝度変化を示す。混色側の輝度目盛は0から51まで、また単色目盛も0から51まで変化できるようになっている。

今回の実験では、本器と同じLEDを用いた2°視野の実験²⁾³⁾より、ナイツアノマロスコープOTと最も相関し、かつ輝度もほぼ等しくなる混色光の輝度目盛を25と35に設定し検査を施行した。図3に示すごとく輝度目盛の25は1.5から2.9cd/m²、35は2.6から4.3cd/m²に相当する。

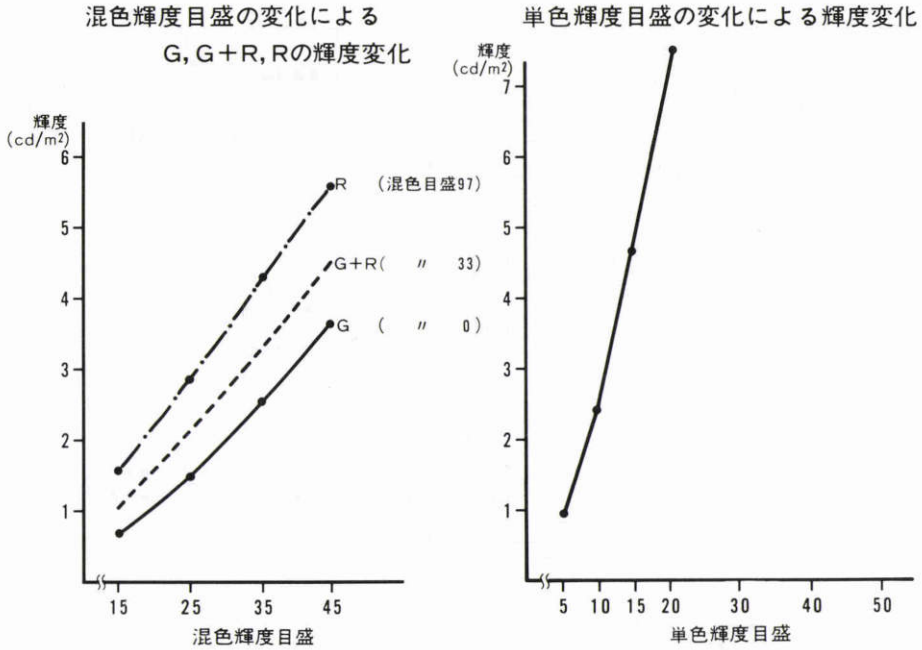


図3 混色目盛と単色目盛の輝度目盛による輝度変化 (G: 緑, R: 赤).

III 実験結果

1. 第1色覚異常

図4に第1色盲および極度第1色弱の検査結果を示す。輝度25, 35の両方とも視角が2°から20°と大きくなるに従って、全例とも均等幅が短縮した。

図5に第1色弱の検査結果を示す。このうち視角2°で均等幅のみられた2例(症例14, 15)とも視角が大きくなると均等幅が短縮し、一点均等となった。この均等点は55から60で正常均等より赤側であった。また、視角2°で一点均等であったものは、一点均等のまま

表1 視角の拡大によって均等幅が短縮しなかった症例と他の色覚検査との比較

症例	6	7	13
石原表	D	D	D
大熊表	D ₃	D ₃	D ₂
TMC表	D ₃	D ₃	D ₂
Panel D-15	D	D	Fail

石原表 D: 第2異常, 大熊表 D₃: 第2色覚異常強度, TMC表 D₃: 第2色覚異常第3度, TMC表 D₂: 第2色覚異常第2度, Panel D-15 D: 第2異常を示す。

表2 視角の拡大によって均等幅が短縮した症例と他の色覚検査との比較

症例	1	2	3	4	5	8	10	11	12
石原表	D	D	D	P	A	D	D	D	A
大熊表	D ₁	D ₁	D ₁	D ₁	D ₁	D ₂	D ₃	D ₃	B
TMC表	P ₂	D ₃	D ₃	P ₃	P ₂	D ₂	D ₂	D ₃	D ₂
Panel D-15	P	P	P	Pass	Pass	D	Pass	D	Fail

石原表 P: 第1異常, 石原表 D: 第2異常, 石原表 A: 弱度異常, 大熊表 P₁: 第1色覚異常弱度, 大熊表 D₁: 第2色覚異常弱度, 大熊表 D₂: 第2色覚異常中等度, 大熊表 D₃: 第2色覚異常強度, 大熊表 B: 微度異常, TMC表 P₂: 第1色覚異常第2度, TMC表 P₃: 第1色覚異常第3度, TMC表 D₂: 第2色覚異常第2度, TMC表 D₃: 第2色覚異常第3度, Panel D-15 P: 第1異常, Panel D-15 D: 第2異常を示す。

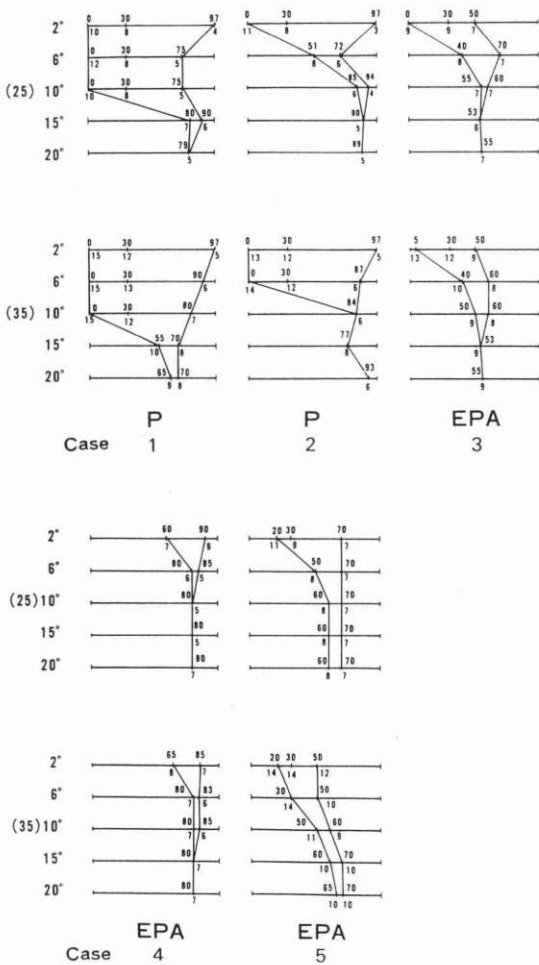


図4 第1色盲(P)、極度第1色弱(EPA)の大視野アノマロスコープの検査成績。

各横線の上方の数字は混色目盛, 下方の数字は単色目盛を示す。(25), (35)は輝度目盛を示す。

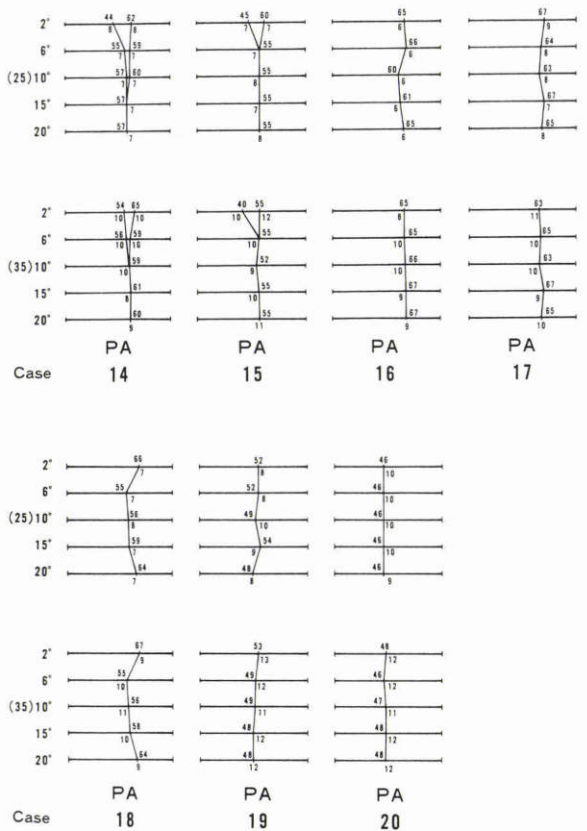


図5 第1色弱(PA)の大視野アノマロスコープの検査成績。

各横線の上方の数字は混色目盛, 下方の数字は単色目盛を示す。(25), (35)は輝度目盛を示す。

で、均等位置に大きな変化は認められなかった。

2. 第2色覚異常

図6に第2色盲および極度第2色弱の検査結果を示す。8例中4例(症例8, 10, 11, 12)に視角の拡大に伴う均等幅の短縮がみられた。残り4例のうち3例は視角の変化によっても均等幅に変化がみられず、他の1例(症例4)は、視角の変化と均等幅の変化との間に相関が認められなかった。

図7に第2色弱の検査結果を示す。8例のうち、視角2°で均等幅のみられた4例(症例21, 22, 23, 24)は全例とも均等幅の短縮がみられた。また、一点均等4例のうち2例(症例27, 28)は、視角の拡大によって

均等位置が赤側に移行した。

3. 他の色覚検査との比較

表1, 2に色盲および極度色弱における大視野アノマロスコープの結果と他の他覚検査(石原表, 大熊表, 東京医大表, パネルD-15テスト)の結果との比較を示す。

視角の拡大によって均等幅に変化のなかった症例は石原表, 大熊表, 東京医大表, パネルD-15テストのいずれの検査においても中等度以上の異常が認められた(表1)。

視角の拡大によって均等幅の短縮がみられた症例では、石原表で弱度異常が2例, 大熊表で軽度および微度異常が6例で、東京医大表では全例が中等度以上の異常で弱度異常を示したものは1例もなく、パネルD-15テストでは3例がパスした(表2)。

4. 視角の変化と均等幅の変化との関係

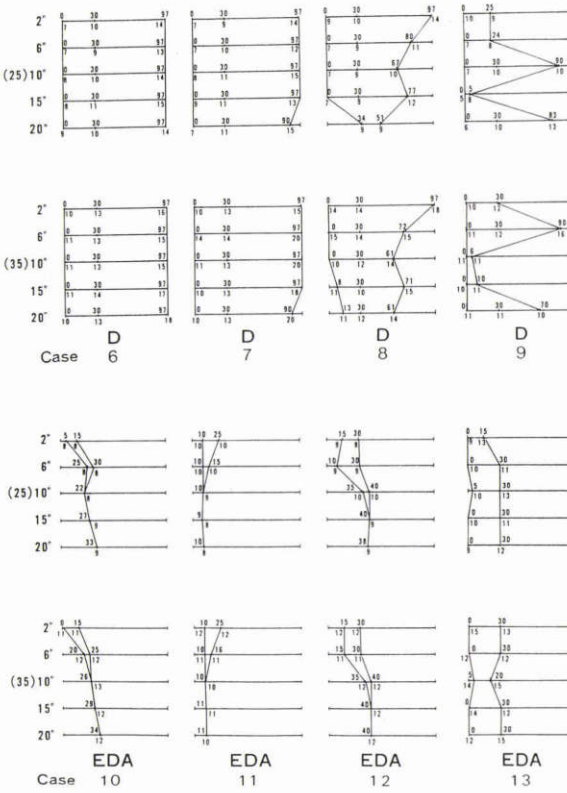


図6 第2色盲(D), 極度第2色弱(EDA)の大視野アノマロスコプの検査成績。

各横線の上方の数字は混色目盛, 下方の数字は単色目盛を示す。(25), (35)は輝度目盛を示す。

表3に均等幅の短縮した9症例が, 視角の拡大につれて均等幅が視角2°の時の1/2以下に短縮した時の視角を示す。輝度目盛25, 35のいずれでも9例中7例が視角10°までに均等幅が1/2以下に短縮した。

5. 輝度目盛25と35との比較

輝度の変化による差異を知る為, 輝度目盛25, 35について検査を施行したが, 第1異常, 第2異常のいずれでも, 大きな差は認められなかった。

IV 考 按

正常者において刺激面積の大きさによって等色関係が異なることが知られ, その一つの原因として杆体の影響があげられている。

Trezona⁴⁾は, 3錐体のみでなく杆体を含む4色に対して等色が成立することを示し, 大面積4色型色覚と呼んだ。

先天性色覚異常者においても, Smith & Pokorny⁵⁾

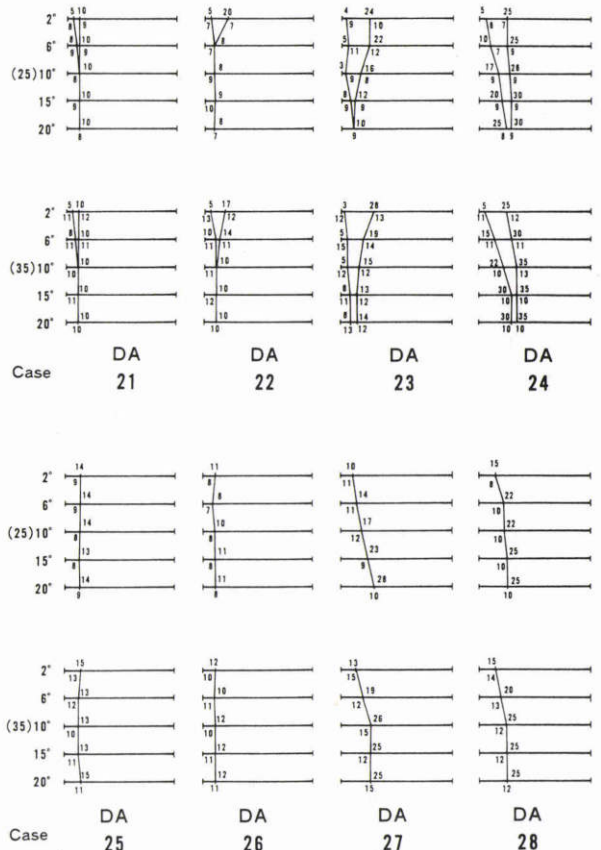


図7 第2色弱(DA)の大視野アノマロスコプの検査成績。

各横線の上方の数字は混色目盛, 下方の数字は単色目盛を示す。(25), (35)は輝度目盛を示す。

表3 均等幅の短縮した9症例で均等幅が視角2°の時の1/2以下となった視角を示す(数字は症例数)

視角 \ 輝度目盛	25	35
6°	5	4
10°	2	3
15°	1	1
20°	1	1

が1977年に8°視野で, また Nagy⁶⁾が1980年に10°視野で検査を施行し, 大視野刺激によって2色型色覚異常者のレーリー均等が異常3色型色覚様となることを示した。また, 彼等は, この結果には杆体が関与していると推測し, Nagy⁶⁾は, 明順応下で褪色後に等色を行

うと2色型の結果を示したと報告している。Breton等⁷⁾は、10°視野において網膜面照度を1から3,000tdsまで変化させて検査を行い、100tds以下では杆体の影響が、ある程度明るい照度では、杆体以外の第3の色覚機構が関与しているのではないかと報告している。Jaeger等⁸⁾は、30°の投影式アノマロスコープを用いて検査を行い、2色型色覚異常者も異常3色型色覚者も2種類の正常錐体以外に異常視色素を持ち、その違いは異常視色素の分布の差であると述べている。Breton等⁹⁾と白石等¹⁰⁾は、先天性第1、第2色盲に対し明視距離において8°視野の色票による色相配列検査を行い、2°視野での検査結果に比べて、配列検査成績が改善したと報告している。

今回の我々の実験では、網膜面照度はおよそ100tds前後であり、Breton等⁷⁾の実験結果からみても杆体の影響は否定できない。しかし、今回の実験結果では、視角の拡大によっても均等幅に変化のない群もみられることより、視角の拡大による均等幅の短縮には、杆体のみでなく、他の異常視色素の関与が考えられた。現在の実験装置では、輝度を変化させての実験が困難な為、このメカニズムの解明には、今後、装置に改良を加えての実験が必要と思われる。

文 献

- 1) **Motohashi T, Hanabusa A, Ohta Y**: Comparative study between test results of 8° large field anomaloscope and large size panel D-15 test on dichromats. *Doc Ophthalmol Proc Series* 52: 543—554, 1989.
- 2) **Hamano K, Noyori S, Ohta Y**: Experimental small anomaloscope utilizing lightemitting diodes. *Doc Ophthalmol Proc Series* 52: 503—513, 1989.
- 3) **大浜敬子, 太田安雄, 清水金郎, 他**: 発光ダイオード(LED)を応用した小型アノマロスコープの試作とその色覚検査成績. *臨眼* 42: 700—701, 1988.
- 4) **Trezona PW**: Aspects of peripheral color vision. *Modern Problems Ophthalmol* 17: 52—70, 1976.
- 5) **Smith VC, Pokorny J**: Large-field trichromacy in protanopes and deuteranopes. *J Opt Soc Am* 67: 213—220, 1977.
- 6) **Nagy AL**: Large-field substitution rayleigh matches of dichromats. *J Opt Soc Am* 70: 778—789, 1980.
- 7) **Breton ME, Cowan WB**: Deuteranomalous color matching in the deuteranopic eye. *J Opt Soc Am* 71: 1220—1223, 1981.
- 8) **Jaeger W, Krastel H**: Dichromatic and anomalous trichromatic colour vision examined with small and large field matches by means of the projection anomaloscope. *Doc Ophthalmol Proc Series* 39: 147—154, 1984.
- 9) **Breton ME, Tansley BW**: Improved color test results with large-field viewing in dichromats. *Arch Ophthalmol* 103: 1490—1495, 1985.
- 10) **白石弘志, 太田安雄, 宮本 正, 他**: Panel D-15の2°視野と8°視野における比較検討. *日眼会誌* 91: 771—775, 1987.