



1870

1870

# 臨床眼科学カラーアトラス

Atlas of Clinical Ophthalmology

[編著]

**D. J. Spalton** F.R.C.S., M.R.C.P.

**R. A. Hitchings** F.R.C.S.

**P. A. Hunter** F.R.C.S.

[監訳]

**櫻木章三** 秋田大学教授

**酒井文明** 秋田大学助教授

西村書店

## Editors

D. J. Spalton F.R.C.S., M.R.C.P.  
Consultant Ophthalmic Surgeon  
Consultant Ophthalmologist  
Medical Eye Unit  
St. Thomas's Hospital  
London, U.K.

R. A. Hitchings F.R.C.S.  
Consultant Ophthalmic Surgeon  
Director Glaucoma Unit  
Moorfields Eye Hospital  
London, U.K.

P. A. Hunter F.R.C.S.  
Consultant Ophthalmic Surgeon  
King's College Hospital  
London, U.K.

## 翻訳協力者

秋田大学医学部眼科学教室

高橋堅一  
高木道雄  
太田厚子  
鈴木優子  
高橋 誠  
阿部 徹  
渡辺裕之  
内山博之

Original English Edition Copyright ©1984 by Gower Medical Publishing Ltd.,  
34-42 Cleveland Street, London W1P 5FB, England.

Japanese Edition Copyright ©1989 by Nishimura Co., Ltd.

This edition of "Atlas of Clinical Ophthalmology" edited by  
D. J. Spalton, R. A. Hitchings and P. A. Hunter is published  
by arrangement with Gower Medical Publishing Ltd., London and  
New York.

## 監訳者序文

眼科診断手技は、主として機能検査と視診から成り立っている。中でも視診の占める重要性は大で、それがためこれまでも多くの図譜類が出版されてきた。1枚の写真が語る情報は、どのような文章を似せても表現しつくせない。約25年前の眼科入局時の私には、ThielのAtlas of Disease of the Eye I, II (1963年)が最高の先生であった。

このたび、西村書店から英国で出版されたSpalton, Hitchings, Hunter編の本書翻訳の話と同時に原書が届けられた。一読して、その膨大な数のすばらしい写真と簡潔で最新の内容を含む説明文に完全に魅入られてしまった。身のほども弁えず、二つ返事で翻訳を引き受けた経緯である。

全体は20章から成っているが、その内の15章は編者の内のひとりが直接執筆に加わっており、本書作成に対する編者の熱意の程がうかがえる。編者の資料でカバーできない所は主に英国内の50名以上におよぶ眼科関係者の協力を得て、良質の写真を収集し、眼科臨床の全体をむらなく取り上げている。写真類の多くには線画が添えられ、詳細な説明語句が付されているため、卒後研修医をはじめ眼科以外の医師、学生諸君にも理解しやすくなっている。眼所見の解釈入門書としても最適であろう。

苦しい作業であったが、幸い教室の若手諸君の協力を得、ここに完訳の日を迎えることができた。原文の意を伝えるよう努力したが、不安はぬぐい切れない。もしお気付きの場合には、何卒御叱正を賜りたい。

1989年

櫻木章三  
酒井文明

# 序 文

眼と視覚系が、体の中の最高の知覚系であると見なすのに異論はない。眼球系は、我々と外界を結ぶ主な受容器官として働くばかりでなく、眼の情報が全身機能に関する多くの手掛かりを与えてくれる。眼のように、正確な自覚的かつ他覚的測定ができる研究対象器官ないし部位は他にはない。それにもかかわらず、正常および病的状態の眼とその特質を扱う眼科学が、眼科医以外の人たちにこれほど理解されない理由は何であろうか。それは、おそらく現在の医学カリキュラムが、急速に発展しつつある基礎科学へ集中する傾向により、学生に、いわゆる臨床専門分科の世界に没頭する時間が殆どないためであろう。高速・無重力の光線をとらえて、見える世界へと変換する視覚と視覚器をよく理解することが、すべての医師に重要な事柄ではなかろうか。今日の基礎的医学修練は、実地医家にせいぜいとおり一遍の検査法以上の十分な知識を提供していないし、悪くすると、医者をして、眼とは正しく診察し治療する気の起きないある種の超微細器官であるとの恐怖感を抱かせている。さらに、眼科医の用いる器機手法が非常に異質にみえ、またその用語が、博学者以外の一般医を閉口させているように思われる。かくて誤解と障壁が生じ、これらが眼科学と眼科医を実践医学の主流から孤立させてきたのは疑いのないところである。

上記のことを念頭において、私はこの図譜を諸氏に推薦する。Spalton 氏ら編者と出版社は、この本の製作にあたって、惜しみない経費と英知をつぎ込んでいる。一分野に発生したこの偶然のミステリー修正には長い道程を要するであろうが、結局はその啓発と開放にたよるしかない。本書は、すべての学徒へ、隠された眼科学帝国の開放を企図したように思われる。ここでは、器機、用語、疾患および概念が簡潔な文章とともに完璧に図解された眼科の全体像を、すばらしい色彩で見ることが出来る。これらの調和は尊敬に値するもので、魅力的かつ教育的であることを保証する。

この本は大冊であるが、眼科学の分野も広大である。この本は、眼科学をよく知らない人にも、またそのすべてに通じていると思っている人にも読んでいただきたい。前者の方々にとっては貴重な礎石となるであろうし、後者の方々にとっては、正常および病気の眼の微妙な違いを、同僚や患者に教えるときのよき基準となるであろう。

1984 年、ニューヨークにて

P. Henkind

## はじめに

この図譜が臨床眼科学への一入門書として使用され、そのための図解参考書となれば幸いである。我々の目的は、一般眼科臨床で遭遇する臨床資料での典型を示すため、質が高く、念入りに選んだカラー図集を提供することである。臨床所見の解釈とそれの臨床的意味合いは、関連した発生学・解剖学・生理学および病理学を参照しながら強調してある。特殊な興味点を解説するのに必要な場合には、かなり稀で一般的でない資料も含まれている。眼を完全な器官と見なす必要性を強調するように心掛けたし、特に眼以外の病気が反映している場合には然りである。

この本が単独に教科書として使用されることは本意ではなく、一般に挿絵の少ないそれぞれの専門領域の標準的な教科書と併用したときに有用性が分かることを望んでいる。この種の図譜では詳細な参考文

献は不適當で、読者は世に認められている教科書を参照したり、また、治療法の詳細を調べていただきたい。そのための広範な文献目録をこの本の終わりに掲げた。

写真資料のこのような多様な所蔵品を集めることが我々の主な仕事のひとつであり、これは多くの友人、同僚の援助と寛ささによるのみ可能であった。ここに心から感謝する。

1984 年、ロンドンにて

D. J. Spalton

R. A. Hitchings

P. A. Hunter

## 謝 辞

我々がこの所蔵資料を集めることができたのは、下記の友人、同僚の援助によるものであり、彼等は時間と助言と臨床資料を惜しみなく与えてくれた。この計画を開始し、これを遂行する勇気を持った出版社と、この本の質の確保と完成のために時間と熱意を傾注した Gower Medical Publishing 社のスタッフにも感謝する。

**Prof. G. Arden**, Department of Electro-Diagnosis, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 1.9); **Miss C. Astin**, Contact Lens Dept., Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 6.60); **Prof. A.C. Bird**, Institute of Ophthalmology, London, U.K. (Fig. 4.54, 14.43 & 14.58); **Mr. R.K. Blach**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 12.15a, 12.30a, 12.55b & 12.56b); **Mr. R.J. Buckley**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 3.60, 4.55, 5.7, 5.8, 5.11, 5.12, 5.34, 5.35 & 5.36); Charing Cross Hospital (Department of Anatomy), London, U.K. (Fig. 9.5, 13.1, 13.2, 19.8 & 19.9); **Mr. D.B. Clements**, St. Helen's Hospital, Liverpool, U.K. (Fig. 20.26); **Dr. Gillian Clover**, Institute of Ophthalmology, London, U.K. (Fig. 12.42); **Mr. R.J. Cooling**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 1.27, 12.30b, 12.36b & 12.39); **Prof. S. Darougar**, Institute of Ophthalmology, London, U.K. (Fig. 3.27, 4.6, 4.30, 4.31, 4.32, 4.33, 4.34 & 4.37); **Mr. J. Elston**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 18.9); **Dr. B. Fantl**, Texas, U.S.A. (Fig. 14.48, 14.51b & 14.52b); **Mr. T.J. ffytche**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 6.15, 9.22, 9.23, 9.25, 9.26, 9.30, 10.48, 10.49, 10.59 & 10.60); **Mr. L.G. Fison**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 12.15b, 12.22a, 12.29b & 12.34b); **Dr. J. Fluker**, Charing Cross Hospital, London, U.K. (Fig. 10.16); **Miss S. Ford**, Photographic Dept., Western Ophthalmic Hospital, London, U.K. (Fig. 6.24b); **Prof. A. Garner**, Institute of Ophthalmology, London, U.K. (all pathological material for Chapter 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, & 16 and for Fig. 9.3, 9.19, 9.32, 9.33, 9.34, 9.35, 9.41, 9.46, 9.47, 9.53 & 9.54, 15.2, 15.37, 15.51, 15.58, 15.59, 15.60, 17.21, 17.22, 17.52, 17.55, 17.57, 20.25, 20.30, 20.33, 20.39, 20.44 & 20.46); **Dr. D.G. Green**, Science Vol. 168 June 5 1970, copyright 1970 A.A.A.S. (Fig. 1.8); **Dr. M. Gresty**, National

Hospital for Nervous Diseases, London, U.K. (Fig. 19.29); **Dr. I. Grierson**, Institute of Ophthalmology, London, U.K. (Fig. 7.13, 7.28, 7.33, 8.53, 12.11b & 12.23); **Dr. B. Holden**, School of Optometry, Kensington, New South Wales, Australia (Fig. 1.28 & 1.29); **Mr. B.S. Jay**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 16.59); **Prof. B.R. Jones**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 4.52 & 4.53); **Mr. J.J. Kanski**, King Edward VII Hospital, Windsor, U.K. (Fig. 9.20 & 9.52); **Mr. M. Kerr-Muir**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 1.27 & 6.17a); **Dr. L. Koorneef**, University Eye Hospital, Amsterdam (Fig. 2.5 & 18.54); **Mr. P.K. Leaver**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 12.29a & 12.34a); **T.J.K. Leonard**, Charing Cross Hospital, London, U.K. (Fig. 15.52 & 15.53); **Dr. A.C.E. MacCartney**, Charing Cross Hospital, London, U.K. (Fig. 9.1, 9.4, 9.24, 13.9a, 13.10, 13.12, 13.22, 13.27a, 13.29b, 13.30b, 13.31b, 13.32b, 14.27, 17.2 & 17.3); **Mr. P.A. MacFaul**, Middlesex Hospital, London, U.K. (Fig. 3.9, 3.33, 3.34, 3.36, 3.45, 3.50 & 5.1); **Prof. J. Marshall**, Institute of Ophthalmology, London, U.K. (Fig. 6.2, 9.9, 12.1, 12.3, 12.19, 12.26a, 12.41, 12.49, 12.54a, 14.3 & 15.23); **Mr. A.D. McG Steel**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 6.43, 6.50 & 6.53); **Dr. C. McKenzie**, Institute of Tropical Medicine, London, U.K. (Fig. 4.50 & 4.51); **Mr. G. Migdal**, St. Bartholomew's Hospital, London, U.K. (Fig. 10.41, 15.56 & 15.57); **Mr. M. Milliken**, Vice-Principal Optician, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 1.22 & 1.23); **Mr. P.A.J. Moriarty**, Royal Victoria Eye and Ear Hospital, Dublin, Eire (Fig. 20.54); **Mr. A. Mushim**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 14.49, 14.50, 14.51a, 14.52a & 16.60); **Dr. G.D. Perkin**, Charing Cross Hospital, London, U.K. (Fig. 19.49, 19.60 & 20.34); **Mr. N.A. Phelps Brown**, Harley Street, London, U.K. (Fig. 6.31b & 6.48); **Mr. M.J.A. Port**, City University, London, U.K. (Fig. 6.7 & 6.59a); **Dr. A.H.S. Rahi**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 5.27, 5.28, 5.29, 5.32 & 5.37); **Miss M. Restori**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 1.56, 1.57, 1.58, 1.59, 9.29, 9.44, 12.5, 12.8b, 12.12, 12.28, 12.38, 12.44 & 12.46); Royal College of Surgeons

Department of Anatomy, London, U.K. (Fig. 19.5, 19.34, 20.3, 20.5, 20.6, 20.7 & 20.49); **Mr. M.D. Sanders**, National Hospital for Nervous Diseases, London, U.K. (Fig. 10.43, 10.57, 10.58, 16.58, 19.31, 20.21, 20.22, 20.23 & 20.35); **Mr. J. Sandford-Smith**, Leicester Royal Infirmary, Leicester, U.K. (Fig. 6.22); **Dr. F. Scaravilli**, National Hospital for Nervous Diseases, London, U.K. (Fig. 17.42); **Dr. T. Scott**, Charing Cross Hospital, London, U.K. (Fig. 10.19); **Miss J. Silver**, Principal Optician, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 1.13, 1.14, 1.15 & 1.16); **Mr. Mark Smith**, Chelmsford Hospital, Essex, U.K. (Fig. 9.31); **Dr. A. Sommer**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 5.42, 5.44 & 5.45); **Mr. T. Tarrant**, Medical Illustrator, Moorfields Eye Hospital, London, U.K.; **Mr. D.S.I. Taylor**, Great Ormond Street Hospital for Sick Children, London, U.K. (Fig. 9.11, 9.45, 14.55, 17.13, 17.14 & 19.52); **Mr. V. Thaller**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 1.36); **Prof. H.S. Thompson**, University Hospital Iowa, Iowa, U.S.A. (Fig. 19.39); **Dr. M. Viswalingam**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 6.32); **Dr. B. Wigram**, Charing Cross Hospital, London, U.K. (Fig. 10.21 & 10.41); **Dr. E.G. Woodward**, Contact Lens Dept., Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 6.35b & 6.19b); **Mr. J. Wright**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 18.54); **Mr. P. Wright**, Moorfields Eye Hospital, London, U.K. (Fig. 3.27, 4.42, 6.16, 6.18a, 6.33, 6.41 & 6.44a).

# 監訳者序文

眼科診断手技は、主として機能検査と視診から成り立っている。中でも視診の占める重要性は大で、それがためこれまでも多くの図譜類が出版されてきた。1枚の写真が語る情報は、どのような文章を似てしても表現しつくせない。約25年前の眼科入局時の私には、ThielのAtlas of Disease of the Eye I, II (1963年)が最高の先生であった。

このたび、西村書店から英国で出版されたSpalton, Hitchings, Hunter編の本書翻訳の話と同時に原書が届けられた。一読して、その膨大な数のすばらしい写真と簡潔で最新の内容を含む説明文に完全に魅入られてしまった。身のほども弁えず、二つ返事で翻訳を引き受けた経緯である。

全体は20章から成っているが、その内の15章は編者の内のひとりが直接執筆に加わっており、本書作成に対する編者の熱意の程がうかがえる。編者の資料でカバーできない所は主に英国内の50名以上におよぶ眼科関係者の協力を得て、良質の写真を集集し、眼科臨床の全体をむらなく取り上げている。写真類の多くには線画が添えられ、詳細な説明語句が付されているため、卒後研修医をはじめ眼科以外の医師、学生諸君にも理解しやすくなっている。眼所見の解釈入門書としても最適であろう。

苦しい作業であったが、幸い教室の若手諸君の協力を得、ここに完訳の日を迎えることができた。原文の意を伝えるよう努力したが、不安はぬぐい切れない。もしお気づきの場合には、何卒御叱正を賜りたい。

1989年

櫻木章三

酒井文明



# 目次

監訳者序文	III	7. 原発緑内障	117
序文	IV	神経障害の病因	118
はじめに	IV	房水産生と眼圧	118
謝辞	V	開放隅角緑内障	121
		急性閉塞隅角緑内障	131
		先天性緑内障	136
1. 眼の検査法	1	8. 続発緑内障	139
視力の生理	2	瞳孔ブロックを伴う続発閉塞隅角緑内障	140
視力測定	4	瞳孔ブロックを伴わない続発閉塞隅角緑内障	144
色覚	5	続発開放隅角緑内障	152
視野	8	9. ぶどう膜	161
眼の検査	10	解剖	162
眼底検査	14	ぶどう膜の先天異常	165
網膜機能の電気（生理）的検査	16	ぶどう膜の腫瘍	167
眼の超音波検査	19	脈絡膜腫瘍	168
核磁気共鳴（NMR）	20	前眼部の外傷	176
2. 眼瞼	21	10. 眼内の炎症	179
正常解剖	22	ぶどう膜炎の徴候	180
眼瞼内反	23	ぶどう膜炎の原因	185
眼瞼外反	24	色素上皮症	198
眼瞼後退	25	眼ヒストプラスマ症疑症候群	201
眼瞼下垂	26	11. 水晶体	203
眼瞼腫瘍	28	正常水晶体，発生と加齢	204
組織異常と外傷	35	白内障	210
3. 結膜：疾患と腫瘍	37	白内障の進行と予後	219
正常結膜	38	子供の片眼性先天白内障	221
結膜の病変	40	無水晶体眼	221
結膜変性	43	12. 硝子体および硝子体網膜病変	223
囊腫	44	硝子体の発生	224
非色素性結膜腫瘍	46	硝子体と網膜の解剖	224
結膜の色素性病変	50	先天硝子体網膜異常	225
その他の結膜病変	55	ゲルの変性と非増殖性侵入	226
4. 外眼部の感染症	57	裂孔原性網膜剥離	229
ウイルス感染症	58	裂孔原性網膜剥離の自然経過	232
クラミジア感染症	66	網膜剥離の鑑別診断	234
細菌感染症	70	特殊な裂孔原性網膜剥離	235
真菌感染症	72	外傷	236
寄生虫感染症	73	網膜外血管新生	238
5. アレルギー性眼疾患：上強膜炎と強膜炎	75	治療方針	240
アレルギー反応	76	13. 網膜：正常解剖と理学所見	245
結膜の毒性反応	85	発生	246
眼乾燥症（乾性角結膜炎）	88	網膜の解剖	247
強膜と上強膜の疾患	90	網膜の血液供給	252
6. 角膜	97	蛍光血管造影	253
正常角膜	98	網膜病変の理学所見	255
先天異常	99		
角膜混濁	100		
変性	110		
ジストロフィ	112		

14. 網膜：血管病変 I	273	瞳 孔	400
動脈閉塞	274	視野欠損	403
網膜細動脈瘤	279	視交叉	405
網膜静脈閉塞	280		
高血圧性網膜症	287	20. 眼窩および涙器	411
過粘稠度症候群と遅速灌流網膜症	290	解剖	412
未熟児網膜症	291	眼窩の検査法	415
外傷性網膜症	293	急性眼球突出	416
網膜感染症	293	眼窩外傷	417
		視軸に沿った眼球突出	418
15. 網膜：血管病変 II	295	視軸に沿わない眼球突出	427
糖尿病性網膜症	297	涙 器	430
鎌状赤血球症性網膜症	308	涙液通過テスト	431
全身性エリテマトーデス (SLE)	309	涙液流出路閉塞	432
網膜血管異常	310		
網膜芽細胞腫	314	参考文献	435
		索 引	437
16. 網膜：黄斑疾患と網膜ジストロフィ	317		
黄斑変性	318		
老人性黄斑変性	322		
その他の原因による円板状黄斑変性	327		
近視性黄斑変性	332		
網膜ジストロフィ	332		
17. 視神経乳頭	341		
正常の視神経乳頭	342		
先天異常と偽乳頭浮腫	343		
屈折と関係のある異常	348		
視神経乳頭の病的腫脹	349		
乳頭炎	355		
虚血性乳頭症	356		
傍乳頭脈絡膜炎	358		
視神経乳頭への浸潤	359		
Leber 急性視神経萎縮	360		
視神経乳頭の腫瘍	360		
18. 斜 視	363		
定 義	364		
斜視の発見	365		
眼球運動の検査	368		
調節と斜視	368		
視力と斜視	369		
解剖と筋の働き	371		
A および V 型斜視	372		
筋-筋膜症候群	374		
非共同性斜視	376		
脳神経麻痺	378		
眼球の機械的制約	383		
先天眼振	386		
19. 神経眼科学	387		
眼球運動	388		
注視麻痺	392		

# 1. 眼の検査法

**P. A. J. Moriarty**

**R. A. Hitchings**

はじめに

本章では、視覚器の構造と機能を評価する種々の方法が述べられている。前段では視覚の種々の側面、すなわち視力、色覚、視野を扱っている。後段では視覚器の光学および非光学的検査手法を図説する。

図説されている方法は決して包括的なものではないが、基本的な眼科検査における原理の要点ないし骨子を解説するよう精選されている。それ以上の特殊な検査技術は、それらに関連した題目を扱った後の章で述べられる。

## 視力の生理

視力測定はすべての眼科検査のなかで欠くことのできない第一歩である。検査技術は単純であるが、測定中の過程は複雑で、生理的および心理的両面の多くの要素の相互作用を必要とする。測定の中に、視標は視覚器により見つけられ、その構成要素へと分解されなければならない。この情報は次に大脳皮質へと伝達され、ここで記憶にある形

状と適合され、患者はここで検者に向かって視標認知の合図をしなければならない。視力は視標を分解する視覚系の能力の尺度で、この分解能は次の三大要素により左右される。すなわち、背景照度、視標照度および眼の節点で対向する視標の視角である。

## 背景照度

背景照度は網膜の順応水準を変化させる。低照度では杆体系を刺激するが、杆体系の感受細胞密度と網膜統合水準は錐体のそれより低く、したがって視力もまた低い。高照度では錐体系が刺激され、視力は極大である。

最良視力を得るには、照度が最適の明所視域に保たれねばならない。水晶体混濁による網膜照度の減弱効果のため、白内障患者は薄明視ないし明所視の下限で物を見ているであろうから、視力は背景照度に比例したものとなる。このような患者では、白内障による光の散乱がこれに逆らわぬかぎり、まわりの明るさを上昇すればよりよい視力を得る。

図 1.1 この図表は背景照度に対する視力をプロットしたものを示している。曲線での暗所視（杆体敏感）状態での最良視力は 20/200 で、一方、明所視（錐体敏感）状態ではこれが 20/13 へと上昇する。曲線は一度平坦化して最適状態に達し、次いで眩輝のため低下（図には示されていない）する。

臨床上最良視力は照度を明所視上限のもとで求められ、この状態では視力は錐体機能の一尺度である。このことは、中心窩に対する錐体の密度と視力を示した 2 つのグラフを比較することにより示される。これらの 2 つのグラフは高い視力と錐体密度の直接関係を示し、最高視力の生ずる解剖学的部位が網膜の錐体保有部、すなわち中心窩であることを証明している。

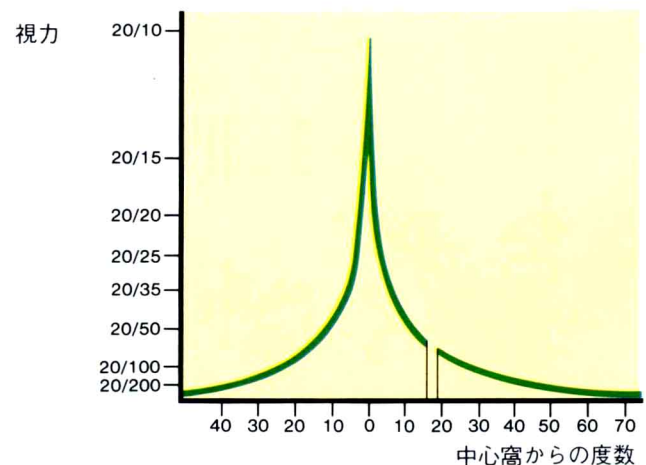
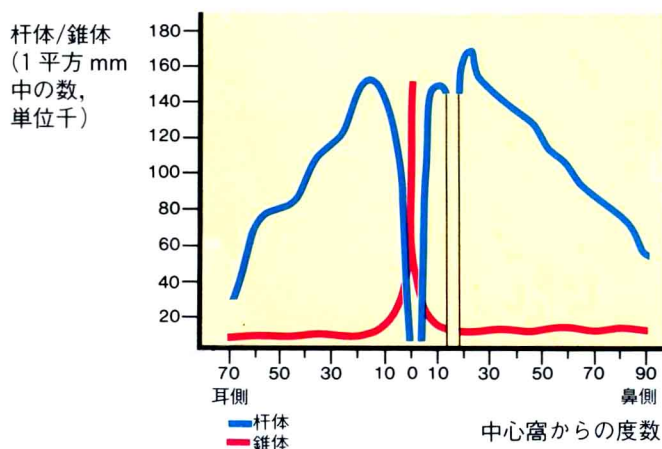
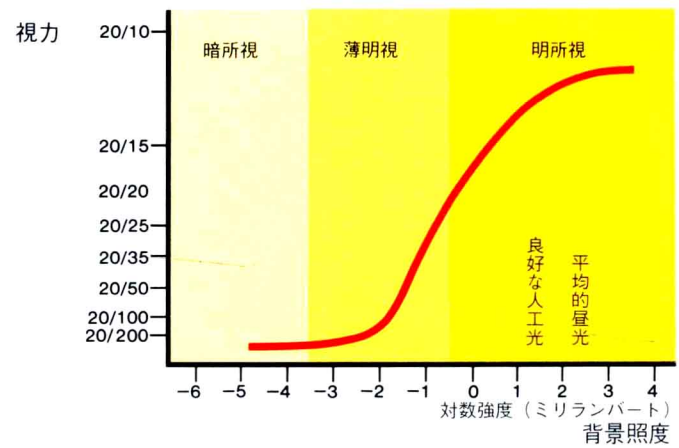


図 1.2 中心窩からの度数に対する錐体と杆体の密度 (Osterberg による)。

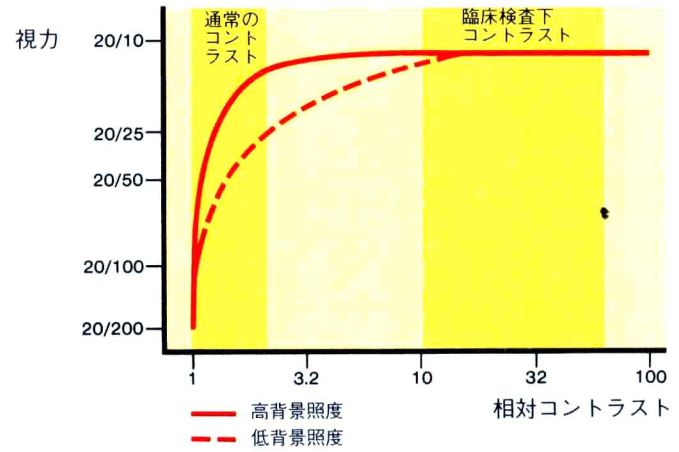
図 1.3 中心窩からの度数に対する視力。

## コントラスト

眼は視標の縁における照度水準の差、すなわちコントラストに反応して、物体を認知する。

$$\text{コントラスト} = \frac{\text{背景照度} - \text{視標照度}}{\text{背景照度}}$$

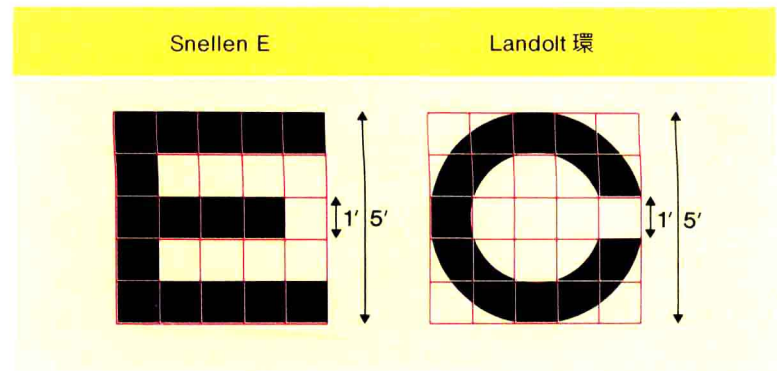
図 1.4 コントラストに対する視力を描いたグラフは、コントラストの増加に伴って視力が急上昇し、また同一コントラストのものとは、背景照度が視力の差を生ずることを示している。上方の曲線は、下方の曲線よりも高い背景照度下でのものである。コントラストが増加すると2曲線は融合し背景照度の差は無関係になる。曲線の上方には、臨床検査視標と新聞のような通常の印刷物のコントラスト範囲が記入されている。このことから、患者は周囲の明るさが暗いと思われる自宅よりも、高コントラストの印刷面を使った検査状態の方がよりはっきりと物を見ていることがわかる。



## 視 角

図 1.5 視野内にあるすべての物体は、眼の節点で視角と呼ばれる角に対向する。視覚分解能は、視物体の成分が分解される視角として表現できる。実験的には、認知しうる最も細い線は  $0.5''$  の円弧に相当し、網膜錐体細胞の直径の  $0.033$  倍で、刺激されている感覚細胞とそれに隣接した細胞間のコントラストは  $1\%$  である。この視標の感知能力は、視覚分解能というよりも、かろうじて認知しうるコントラストの機能である。

視覚分解能決定の臨床検査ではここにみられるように Snellen 文字を使用し、これの構成要素が形成する視角は  $1'$  の円弧に相当する。



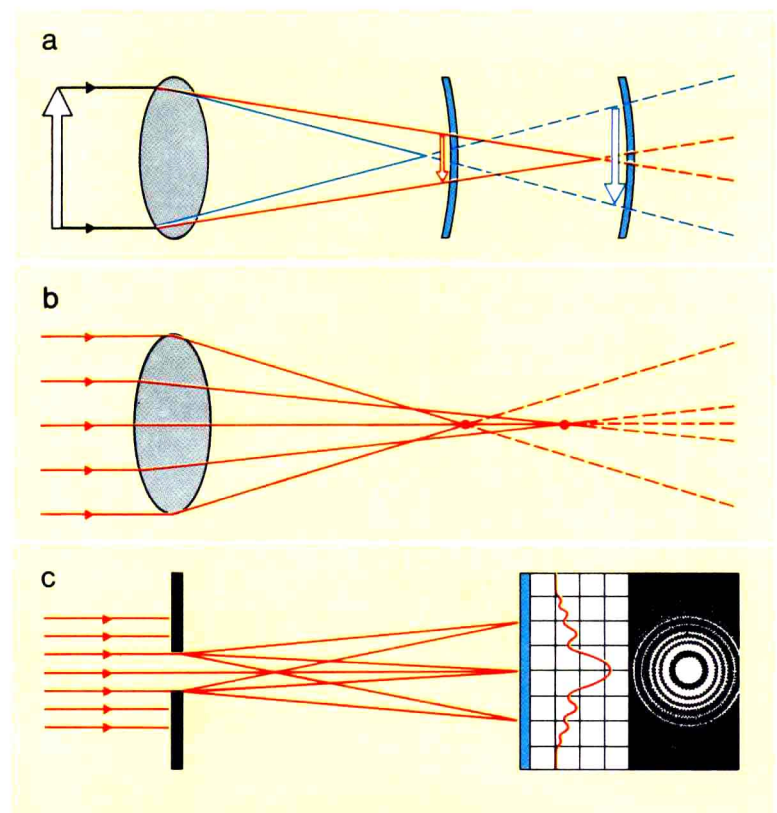
## 光学的収差による像の歪み

図 1.6 眼を通過する光線は、この光学系に内在する収差により質が減弱し、像の縁でのぼやけを増し、縁でのコントラスト消失は視覚系の分解能を減少させる。光学的な質低下の主な3つの原因は、色収差 (a)、球面収差 (b) および回折 (c) である。

光の屈折はその波長により異なる (a)、屈折は短波長 (青) で増し、長波長 (赤) で減弱する。したがって白色光線は色のついたにじみとして焦点を結び、像の縁のコントラストは色のついた縁によって質が低下する。

眼の屈折面は、中心の傍軸部より周辺部の方でより強い屈折力を有する。これは“焦点の線状の広がり”を形成して像の縁をぼかす (b)、球面収差は瞳孔の大きさが  $3\text{ mm}$  以上になると増加する。

小孔を通して投射された光は中心部を通るが、小孔縁では一度吸収され、ここから再び伝達が行なわれる。再伝達された光の波面は干渉模様をひきおこし、これは、細隙の向こうに焦点を結んだ像の線状の広がりを増加させる (c)。種々の実験では、瞳孔が  $3\text{ mm}$  以下で光の回折が増す。瞳孔が大きくなると色収差と球面収差を増すので、最良の中間点は瞳孔  $2.4\text{ mm}$  で達成される。このことは、瞳孔径に対してプロットした視力とよく関連している。



## 視力測定

### レーザー干渉縞

最良網膜視力の測定が、レーザー干渉計を用いて試みられてきた。この方法は、眼の正常な焦点機構の影響がなく、白内障患者での、潜在する術後視力の指標を与える。これは、非常に濃い混濁があると有効ではなく、また年老いた患者には表現しにくい手法ではある。中等度の水晶体混濁患者やある種の網膜病変で、視力低下の原因が網膜か水晶体のどちらの変化によるのかを決定する際に最もよい。

図1.7 低出力のヘリウムネオンレーザー光線を平行光線として2条に分割し、この2光線を水晶体のすぐ後方の1点に焦点を結ぶよう眼内へ投影する。2条の光線からの波面は網膜表面に干渉縞を形成し、患者にこれが見える。患者の反応と視力を調べるために干渉縞の空間周波数とその縞の方向性を変化させる。

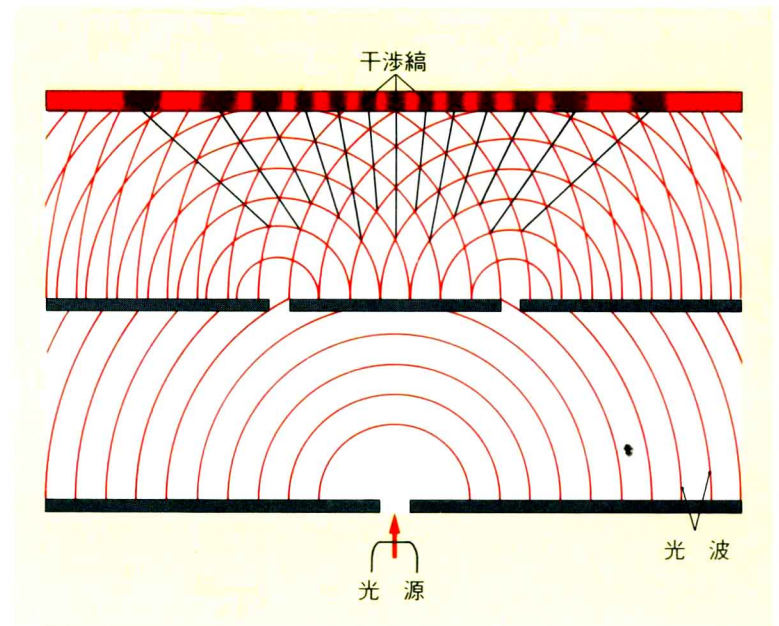
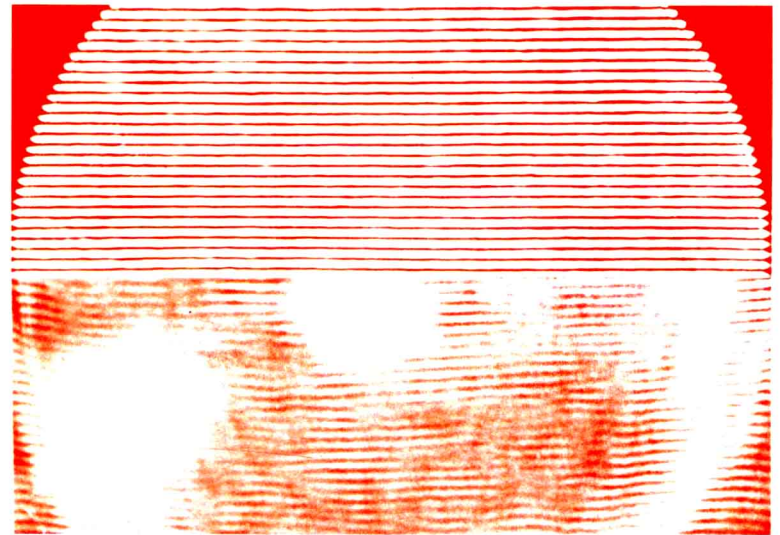


図1.8 この図は患者に見える赤色の明暗縞のようすを示している。図の下半分はティッシュペーパー（水晶体の混濁に模して）で歪ませた像を示している。像の質は低下するが、縞模様はまだ見えている。



### 縞視力

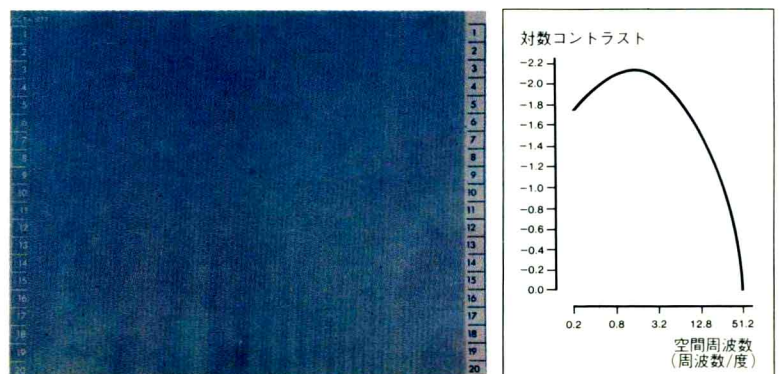
対象物の構成要素に対する分解能を得るためには、コントラストの差が感知されなければならない。このコントラスト感度を測定するための臨床検査法が工夫されてきた。これらは、明暗の縞すなわち格子縞を利用した。この縞は正弦波状に光を反射し、種々の空間周波数とコントラスト値で呈示される。この格子縞模様は、電気的にはTVスクリーン上に、また図表としては臨床検査表として作成しうる。縞の空間周波数は水平軸に沿って左方から右方へ増加し、コントラスト値は垂直軸の上方に向かって減少する。最小分解能（30～40 サイクル/秒、1～0.7° 円弧）に近づくに従い縞の周波数が増加し、縞のコントラ

ストが減少する。最高分解能は高コントラスト下でのみみられ、これ以上では、縞の分解にコントラストが不十分なため格子縞は灰色にみえる。格子縞の周波数が減少すると背景照明から縞を区別するにはコントラストが不十分となる。

視神経炎を経過した患者は、Snellen 視力がよく保たれてもコントラスト感度が低いため、縞視力で低下することがある。霧のなかでのように、低コントラスト下で患眼の視力が減少するような患者でこの現象が明らかになる。

図1.9 この臨床検査表（左）の線は、表の中心近くではいちばんよくみえるが、両側で消えていく。

コントラストと空間周波数を軸として、縞視力をグラフに描くとベル形の曲線となり“spatial frequency contrast sensitivity function”（空間周波数・コントラスト感度機能）あるいは単に“spatial modulation transfer function”（空間周波数特性）と呼ばれる。この曲線は臨床検査表に示された縞視力に一致する。



**検査のタイプ**

格子縞は得られる最高視力に近い結果を与えるが、臨床的に使用するのには難しく、研究目的として使われている。もっと一般的には、最小可読閾検査が用いられ、ここでは高コントラストで印刷した文字の構成成分間の分解能を測定する。この表では、視角が徐々に縮小する

図 1.10 視標文字は、200 フィートまでの距離で見たときに同じ視角を形成するようにつくられた。これを表に載せ 20 フィート (6 m) の所からみる。患者によって了解されうる文字の最も小さい行を記録する。もし患者が 40 フィートの行までを 20 フィートからみることができるとすれば、その視力は次のように表わされる。

$$\frac{20 \text{ フィート}}{40 \text{ フィート}} = \text{視力 } 20/40$$

これは、メートルで測定されれば 6/12、分数では 0.5、あるいは、視標文字の最小差異によりつくられる角でいえば 2' である。正常視力は 20/20 で、若い成人では 20/15 である。

図 1.11 Snellen の検査様式は、患者の読解力とか文字の読みやすさのような要素に依存している。たとえば、L は A より読みやすい。視力の成績のばらつきをなくすために、切れ目の方向の異なる Landolt 環とそれぞれの視標が、読みにくさの点で一致してはならない。成績は Snellen 視標を使ったものに比較しうるが、すべての心理学的な偏倚を除くには Landolt 視標と同じ成績を得る文字を使わなければならない。Landolt 環は文字の読めない患者にも使うのが、また別に、切り出した“E”の文字板をいろいろな方向をもった同じ視標に合わせるよう、患者に求めてもよい。

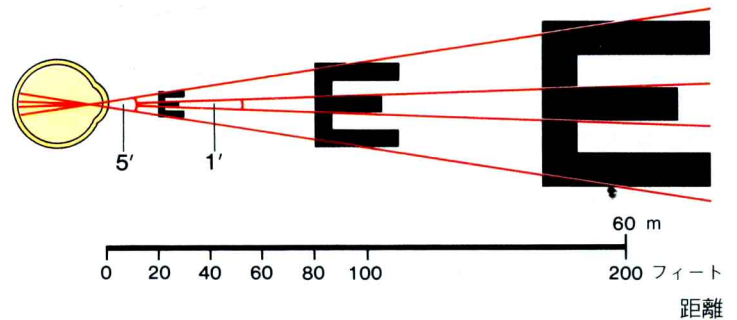
遠距離視力は、老視や調節の複雑性を少なくするため 20 フィート (6 m) で測定される。近距離視力は適当な眼鏡矯正下で読書検査様式で調べられ、これは視機能の有用な一指標ではあるが、殊に老人では遠距離視力との相関が弱い。20/60 の視力の患者の多くが N 5 サイズの印刷物をなんとかよく読むことができる (訳註：N は近距離視力の意、5 は活字の大きさに 5/72 インチの意)。

**色 覚**

物体は光の種々の波長を反射し色の感覚を生ずる。色の認識は可視分光中の光に反応する錐体受容器の機能であり、3 種の錐体のそれぞれは独自の分光感度域を有している。異なった分光周波数は 3 種の錐体のそれぞれを種々の程度に刺激するので、可視分光内のすべての色

図 1.12 研究によればヒト網膜の分光感度曲線は 440~450 nm (青色)、535~555 nm (緑色) および 570~590 nm (赤色ないし黄色) でピークを示す。この図は錐体感度それぞれの波長域が重なり合うようすを示しており、3 曲線が高周波数側では緩徐なスロープを示し、低周波数側すなわち赤色側で急激に下降している。

ように視標が配列されている。Snellen によりつくられた標準視標は、20 フィート (6 m) からみると目の位置で 5' の視角に相当し、文字内の差異は 1' の視角に相当する (図 1.5 参照)。



がそれぞれに特異的な刺激として対応する。

色感覚は網膜の中心部で最も高いが、視野の 25° から 30° 外方にまで及んでいる。これを越えると赤/緑感覚を消失し、周辺部ではすべての色感覚が欠損している。

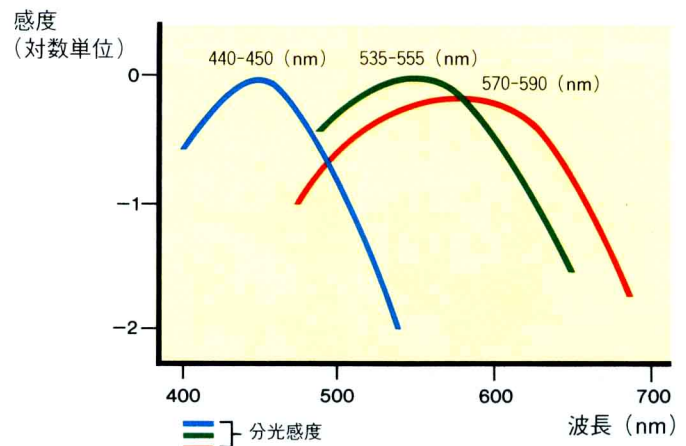
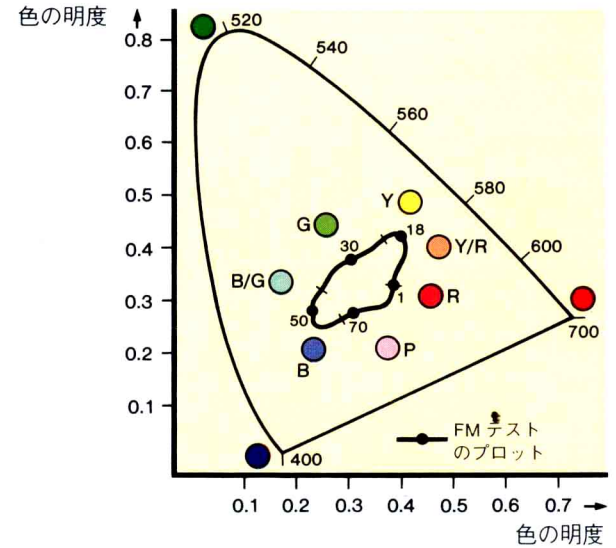


図 1.13 可視領域のどのような色も3つの基準波長の混合で一致させる。すなわち色の強さは基準波長の強さの代数合計で均衡をとる。したがって、

$$A4\lambda_4 = A1\lambda_1 \text{ 赤} + A2\lambda_2 \text{ 緑} + A3\lambda_3 \text{ 青} \quad (A4 = \text{求むべき色})$$

広く受け入れられている等色における参照システムは、国際照明委員会 (Commission Internationale de l'Éclairage) すなわち CIE によって始められたシステムである。このシステムは色度図によっても示される。3つの基準波長は 450 nm, 520 nm および 650 nm で、いかなる色も各波長の光度を変えるか白色光を加えることにより等色を得ることができる。



### 色覚の臨床検査

色覚の臨床検査には多くの形の装置が利用できる。Farnsworth Munsell “100” hue テストと石原氏仮性同色検査表が最も広く使用されているので、2つについて述べる。

色覚異常には3つの主な群があり、第1異常 (赤), 第2異常 (緑), 第3異常 (青と黄) である。3種の錐体のうちひとつの機能が完全に欠如したものを色盲 (anopia) と呼び、たとえば第1色盲 (protanopia)

のごとくである。相対的欠如は色弱 (anomaly) と名づけ、たとえば第1色弱 (protanomaly) のごとくである。分類はこれ以上に複雑であるが、本章の範囲を越える。異常な錐体群を有する患者は正常者には見えるある種の色の等色ができないが、ある一定の分光領域では正常の等色を有する。

図 1.14 CIE 表に等色をプロットすると、異常者の成績はこの図式にみられるように非常に詳細に示される。ここでは色の混同位置が第1色弱を示している。これらの混同色線に沿っては、赤色異常者は色の分離ができない。この検査に要する時間がかかりすぎるので、臨床的手法として使用しにくい (この図表には、図 1.16 と同一患者の FM 成績表が重ねてある。CIE システムと FM テストが一致するよう方向軸が回転されていることに注意)。

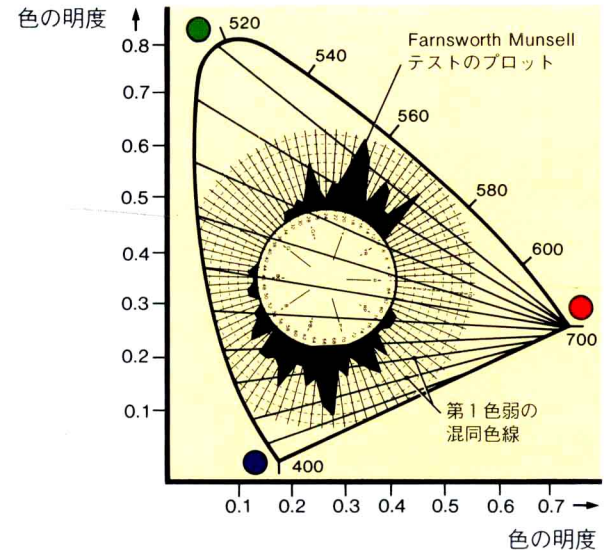


図 1.15 臨床的に有用な用具は Farnsworth Munsell テストで、これは 84 個の色つき牌の列が 4 つの箱に並べられている。図 1.13 にみられるように、これらの牌のそれぞれに対する等色は CIE 領内にプロットできる。このテストでは、各牌間の色の差が“最小判別差”の一単位になるよう等級づけされ、4 つの箱のそれぞれが色分光の異なった領域をカバーしている。まず、牌の箱ひとつを取り出し、牌を混ぜ合わせる。患者はこれらを標準白色光下で眺めて、箱の両端に置かれている 2 つの基準牌の間で色度順に再配列する。色度シリーズ内での正しい位置からの牌の誤りを得点記録し、標準チャートに記入する。誤りが大きい程スコアが高くなる。

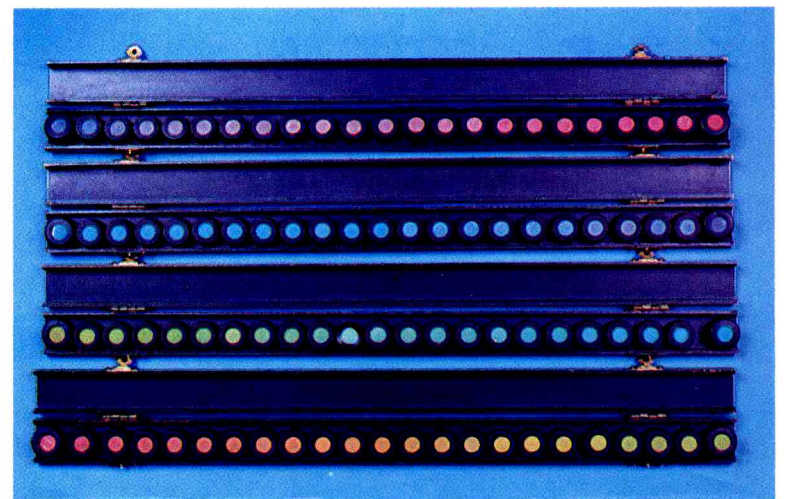
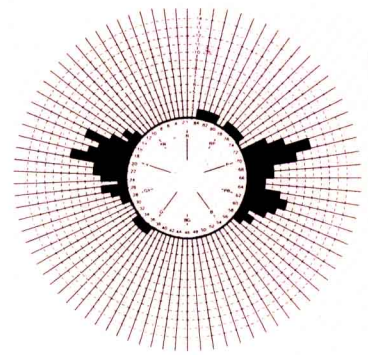




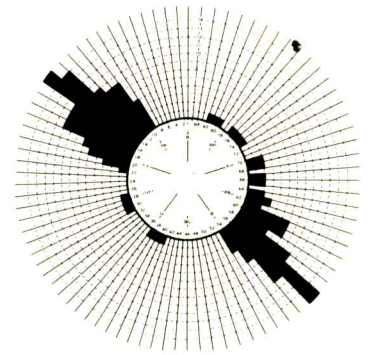
図 1.16 正常者ではわずか 1 ないし 2 個の誤りで、成績表は小さな円形を呈する。異なった色覚異常者では、成績表が特別な軸に沿って歪んでくる。歪みの軸は各色覚異常に特異的で、第 1 色弱、第 2 色弱および第 3 色弱の軸の例が示されている。

Farnsworth Munsell スコアシートは図 1.14 の CIE 混同位置図に重ね合わせることができる。ここでは、スコアシートの軸が CIE 混同位置図に対し直交していることがわかる。Farnsworth Munsell テストでは、円上で反対側の色の間での混同は拾い上げないことを知らなければならない。このような牌は別の箱にあり、混同の機会はおこらないからである。

第 1 色弱



第 2 色弱



第 3 色弱

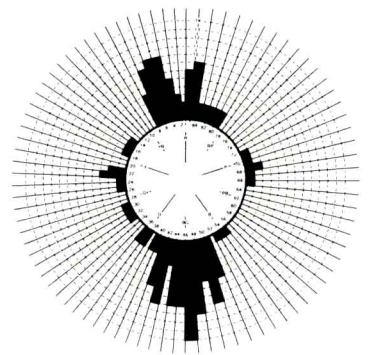


図 1.17 赤緑異常（これは最も多い色覚異常である）のためのもっと早くできる検査は石原氏仮性同色検査表である。これは一連の検査表で、点の集合が表の中心部に数字を示すよう配列されている。これらの数字をつくりあげている点は正常色覚者にはみえるが、赤緑異常者によっては隣り合った色と混同されてしまう。色点は同色になるようにつくられ、数字を形成している点はコントラスト差では認知されない。試し用表と本検査用表にグリーンフィルターを通したものと通さないものが示されている。グリーンフィルターは検査用表の数字をほとんど消してしまうが、試し用表の数字はまだ容易にみえる。先天性色覚異常とは別に、後天性黄斑疾患は青黄異常をおこしやすく、一方視神経疾患では赤緑異常が早期に臨床上重要な徴候として現われ、石原氏表で容易に検出できる（第 19 章「神経眼科学」参照）。

