

Title	レ線透視暗順應の研究(第2報)
Author(s)	加藤, 富三
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1957, 17(8), p. 922-937
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/16794
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

レ線透視暗順應の研究(第2報)

日本医科大学放射線医学教室(主任 山中太郎教授)

加藤 富三

(昭和32年3月29日受付)

内 容

第1章 レ線透視における暗順應の検討

第1節 レ線透視暗順應と明順應

- 第1項 緒言
- 第2項 実験方法
- 第3項 実験成績
- 第4項 小括並びに考按

第2節 暗順應とレ線透視所見

- 第1項 緒言
- 第2項 実験方法
- 第3項 実験成績
- 第4項 小括並びに考按

附) レ線透視の視覚心理学的考察

第3節 レ線透視室用簡易暗順應計の考案

- 第1項 緒言
- 第2項 原理
- 第3項 簡易暗順應計の構造
- 第4項 本器の使用
- 第5項 考按
- 第6項 小括

第2章 レ線透視暗順應とフィルターによる明順應の制限

第1節 フィルターによる遮光

- 第1項 緒言
- 第2項 光源とフィルターの分光透過率
- 第3項 光源とフィルターの明るさ
- 第4項 フィルターの明るさとレ線透視暗順應の維持
- 第5項 小括

第2節 色フィルターの撰択

- 第1項 緒言
- 第2項 フィルターの色調とその嗜好
- 第3項 色フィルターと作業能率
- 第4項 色フィルターによる色順應とレ線透視
- 第5項 小括

第3節 偏光板を利用せる可変透過率暗順應眼鏡の考案

- 第1項 緒言
- 第2項 偏光板の応用
- 第3項 私の考案した可変透過率暗順應眼鏡の構造
- 第4項 本装置による透過率変化の実測
- 第5項 本装置の使用及び利点
- 第6項 小括

第1報・第2報の総括並びに結論

後記

参考文献

第1章 レ線透視における暗順應の検討

第1節 レ線透視暗順應と明順應

第1項 緒言

暗順應曲線は第1報に示したものが通常用いられている。之は 10,000 lux 程度に慣らした眼が突然全暗中に入った時の感光度の5分毎の経過を示す曲線であり、暗順應の基本的な経過である²⁸⁾²⁹⁾。

しかし、之は上述の一定の条件について測定されるものであり、之を直ちに、我々がレ線透視をする際に日常行っている暗順應に對應させるには不適當であると考えられる。

何故ならば、通常、我々は日中ならば室内に於て約2000lux 以下の照度で、夜間は人工光源は、螢光燈・タングステン電燈とその種類は異つては居ても、約 100lux 程度の照度の處で明順應をして居るからである。

即ち暗順應前の明順應の程度としては、上述の 1万luxと云う条件より遙に低い種々の照度の下に明順應を行つているのである。

そこで此の様な場合、暗順應の経過は如何様に

なるかを知るために、私は以下の実験を行った。

第2項 実験方法

先づ下記の照度で何れも5分間の明順應を行った。

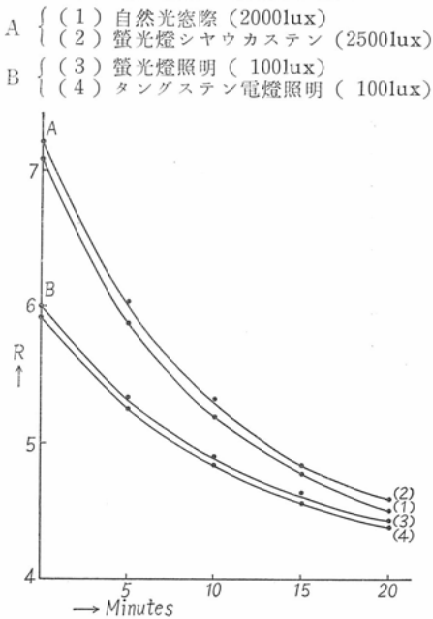
- A. 1. 自然光窓際 (2000 lux)
- 2. 蛍光灯シャウカステン (2500 lux)
- B. 3. 蛍光灯照明 (100 lux)
- 4. タングステン電燈照明 (100 lux)

次で、全暗室中に入り、ナーゲル氏暗順應計を用いて、5分毎に暗順應を測定して20分に至り、夫々の場合について暗順應曲線を得た。

第3項 実験成績

結果は圖1に示す如くである。茲に縦軸は比較的光刺激價 (R), 横軸は経過時間を示す。

図1 明順應と暗順應の経過



第4項 小括並びに考察

- 1) 暗順應の経過は明順應時の照度が等しければ、光源の種類に殆んど関係しない。
- 2) AとBとの曲線を比較して明らかな様に、その経過には時間的には約5分間のずれがあるが、之は15分を過ぎると大差がなくなってくる。即ち暗順應を早く得るためには、明順應時の照度を制限する事が得策である。

以上の事実を日常のレ線透視に應用するならば、レ線透視前後の明所における順應状態は出来る限り低照度の處で得る事が有利であり、此のためには、後述のフィルターを裝用することが有用である、又日常經驗する如く、夜間人工照明下に於いては、比較的早く必要な暗順應が得られるので、晝間と同様に長く暗順應を必要としない事も理解される。

第2節 暗順應とレ線透視所見

第1項 緒言

前節に於て、レ線透視の際の日常の照度に應じた明順應からの暗順應の経過を示した。

日常のレ線透視に於いて、暗順應を全く行わないで直ちにレ線透視を行った場合の螢光板上の所見が如何なるものであるかについては、從來余り論じられて居ない。私は此の點について実験を行つて、透視所見の経過を觀察して聊か知見を得たので以下に記載する。

第2項 実験方法

1. 透視装置 島津桂號, 500 mA, 全波整流, X線管 (5 × 5 mm, 10 KW), 螢光板, 極光 F-2.
2. 透視條件 電壓65KVp, 管電流 3 mA
3. 對象
 - i) 胸部レ線像正常の男子 (胸厚17cm)
 - ii) 同一對象の胸部前面に、寫真1に示す如き位置に10圓銅貨及び1圓アルミ貨を貼付し、此の實体及び數は透視者に知らせない。
4. 透視者は放射線科醫3名 (EFGとする)。各別々に自然光照明約2000luxの所で5分間明順應後、直ちに透視室内に入る。
5. 方法 以上の如くにして1分間毎に10秒づゝレ線を出し夫々の所見を記録し、10分迄之を行ふ。記録は、主所見を透視者が螢光板前面に附したガラス板に行い、その他の詳細な所見は別の者が記録する。

第3項 実験成績

経過時間と所見を記す。

- i) マークを附せざる場合、E, F, G共に所見は大差ないので総合的に記載する。

- 1) 直後…螢光板が全体に漠然としている。殆んど何も見えない。
- 2) 1分…螢光板が部分的に光っているらしい。ぼんやりとしち。らちらとして不愉快である。
- 3) 2分…胸廓の周囲輪廓、横隔膜影は明瞭になつて来る。中央陰影の輪廓が縦に見えるが、心臓陰影としての明瞭な輪廓は認められない。
- 4) 3分…心臓陰影の輪廓は明瞭に描く事が出来る鎖骨の陰影、両側中野の後方肋骨3本の陰影を認める。
- 5) 4分…両肺野の肋骨影全部を認める。
- 6) 5分…両側肺門部大血管影を認める。
- 7) 6分…血管影がやゝ末梢迄追跡出来る。
- 8) 7分…中央陰影中に脊柱が見えて来る。
- 9) 8分…殆んど同様
- 10) 9分…中央陰影中の脊椎が漠然と見える。
- 11) 10分…脊椎がより明瞭となる。殆んど胸部全体に亘つて細部を見る事が出来る。

ii) マークを付した場合

透視者F、Gは夫々経験4年及び1年である。所見の経過はマーク以外は殆んど1)と同様である。記載の都合上、銅貨をC (coin shadow)、アルミ貨をa (Aluminium) とし、内側のものを上より順次に1、2、3……と番號を附す(寫

写真1 及びシエーマ

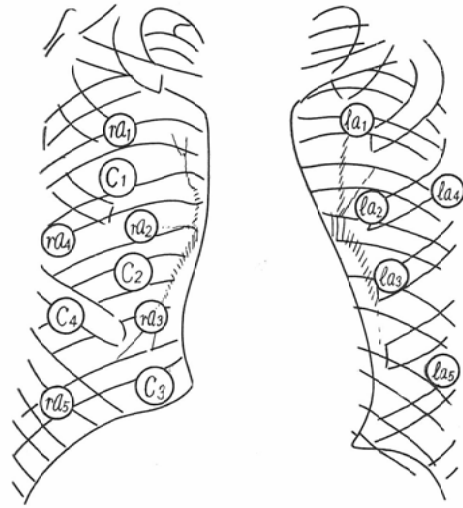
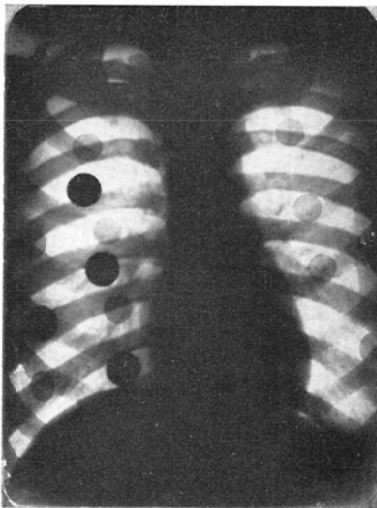


表1 暗順応の経過と透視所見

経過時間	F	G
直後	0	0
1分後	0	0
2 "	C ₁	C ₁
3 "	C ₂ , C ₃	C ₂ , C ₃
4 "	C ₄	C ₄
5 "	ra ₁ , ra ₃	ra ₁ , ra ₃ , la ₃
6 "	ra ₂	ra ₂ , la ₁ , la ₂
7 "	ra ₄ , ra ₅	ra ₄ , ra ₅ , la ₅
8 "	la ₁ , la ₂ , la ₄	
9 "		
10 "	la ₄	la ₅

眞1に示す)。アルミ貨は右側をra、の如く、左側をla、の如く記す。F及びGが之を始めて認めた時間を記すと表1の如くなる。

第4項 小括並びに考按

最も多く行われているレ線透視の1つとして、胸部を對象として、日常のレ線透視暗順応の経過と共に精密に所見を記録した結果、以下の事實を知つた。

1) 正常人の胸部透視の場合、暗順應は、少くとも10分間は必要であり、之以下で得られる所見は不十分である。

2) 胸部レ線像について檢者が一定の知識を有して、明順應及び暗順應の程度が等しければ、殆んど所見は變らない。

3) 病的所見のある場合として、模型的に錢形陰影を作つて所見の経過を検したが、之を認める順序は、濃度大なるもの、周囲とのコントラストの大きいもの、周囲圖形の簡単なもの程容易に認められた。

茲に注意されるのは、胸部にマークを附した実験iiに於いて、FはGより経験が多いのに、左側のマークに遅れて気付いた点である。之は、右側のみに銅貨を附したため、右側の所見に注意を集中し、既に右側のアルミ貨を認めている時期に於て尚左側の同様なアルミ貨の所見を見落したのである。即ち見落としと云ふ。レ線透視者の心理的な面も考慮されねばならないという実例である。

附) レ線透視の視覚心理學的考察

レ線透視に於いて、機械・装置等の客觀的條件についての検討が重要であるのは勿論であるが、その最終的過程としては、視知覚³⁰⁾³¹⁾³²⁾という主体的條件が之と同様の價值をもっている筈である。従來、前者については多くの研究があるが、後者については特に放射線科領域では比較的等閑視され、所謂、経験ある透視者の技術として尊重された。

さて、レ線所見を出来るだけ詳細に得る事を讀影能力とすると、知覺現象として之を見るならば、横瀬が視知覺の心理學に於いて擧げた公式を應用して以下の如くする事が出来よう³⁰⁾。即ち

$$\text{讀影能力} = f(\text{S.E.N.P.} \dots)$$

並に S…刺戟布置條件、E…個体の過去經驗、N…要求、P…個体の生理的解剖的要件。

レ線透視の際は、螢光像の低照度なる事、眼の暗順應による間接視(周邊視)、短時間觀察等と多くの條件のために、上記の刺戟布置條件(S)が小となつている。即ち、レ線透視は刺戟條件縮減下(Reduction of stimulus)に於いての視知覺であり、ケーラー³³⁾・カフカ等の主唱したゲシュタルト心理學の立場より見れば、所謂、弱ゲシュタルトの法則が成立する譯である。弱ゲシュタルトの場合、即ち刺戟としてのエネルギー供給が不十分な場合には、カフカの云う如き、一様性、極小單純性(Minimum simplicity)を招來し、圖形の知覺で之を云えば、個々の構成要素が單

純化され、一様化に向う傾向を有する様になる。明所より暗室に這入つた場合の螢光板所見を經過時間的に觀察した。

實驗成績i)の始めの部分は、とくに暗順應が不十分な時期であり、透視所見は上述の原則に従う事が明らかに認められた。よつて、以下に刺戟縮減下の視知覺³⁰⁾という立場から本節の實驗成績を考察して見る。括弧内に透視所見を對照した。

1. 弱照明下においては、速水によれば、輪廓圖形では、輪廓線が全体として、消えたり現われたりする(i2におけるちらつきの感じ)。

又 Gottschaldt によれば、圖形的に強調された部分が最初に現われる(中央陰影の認知, i3)。

一般に刺戟の形よりも一層單純、規則的、相稱的な形になる(i3)。

又速水は斜線よりも水平垂直の線が容易に知覺されると云う(鎖骨陰影 i4 及び後骨影 i5 の認知)。

2. 短時間露出下においては、友田、田中は知覺の段階を4分し、脱喪一刺戟が呈示されたにも拘らず何も知覺し得ない。暈現象一何かぼんやり見える形が全然判らぬ、變容知覺、完全知覺と區分した。前節では10秒間という比較的短時間觀察したために、iの1, 2, 3に於いて此の段階が認められる。

又見慣れた形は比較的速かに完全知覺に達する。H.Carl 之はレ線透視と経験と云う問題でもある。

3. 間接視、周邊視に従つて對象物の形は不明瞭になる事は、M.J. Zigler 等が研究した所である。即ち螢光板全体が視野の範圍内に入る様な位置で透視者は觀察するにも拘らず、心理的には中心點から均等に見ない譯であり、實驗iiに於いて C₁, C₃, a₁, a₅ の認知が遅れる事は此の面からも説明が出来る。

以上の如く、レ線透視に於いては、刺戟布置條件が縮減されているという事態の下に所見の説明が出来ると考えられ、かゝる事態の視覚心理學的な原理が重要である事を實例を以て述べた。

第3節 レ線透視室用簡易暗順應計の考案

第1項 緒言

レ線透視の際の暗順應の程度は種々の条件によつて支配され、之を知るために、検者が透視室内に於いてレ線を被検者に所定の条件で照射して見る事も時に行われている。例えば胸部透視の場合、絞りを出来るだけ閉じて正面像に於ける中央陰影中に脊椎骨を僅かに認められる程度という状態が経験上から云われているが、此の場合の螢光像の明るさは複雑な条件に支配されるので、必ずしも適格な暗順應の状態を推定する事は出来ない。又斯る方法は少量にせよ不要なレ線を曝射するという欠点を伴っている。

しかし、暗順應の程度を知るために、一々、眼科學で用いる様な種々の暗順應計を用いる事は實驗上の目的以外には不便且つ繁雜である³⁴⁾³⁵⁾。

又従來、暗順應について充分に関心をもつ透視者は、透視室の一定低照度の下に一定の對象を識別出来る時を以て充分としていたが、之も一便法である。

著者は第1報に示した様に、視力と照度の關係が一定の範囲内では一定の關係があるのに着目し、透視室内で簡便に暗順應の程を知り得る様な器具を考案した。

第2項 原理

通常、透視室の照明は一定の低照度であるので、一定の場所に視力表を置き、低照度下における視力を測定する。低照度下に留る時は暗順應に暗順應によつて視力は増大する。逆に視力の増大によつて暗順應の程度を知る事が出来る筈である。

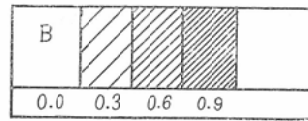
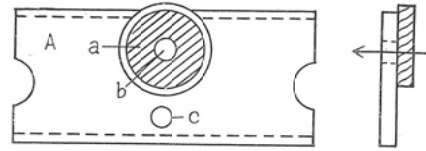
低照度を更に制限するためにはフィルターを用いて之を眼前に装用する事によつて正確に制限する事が出来る。

第3項 簡易暗順應計の構造

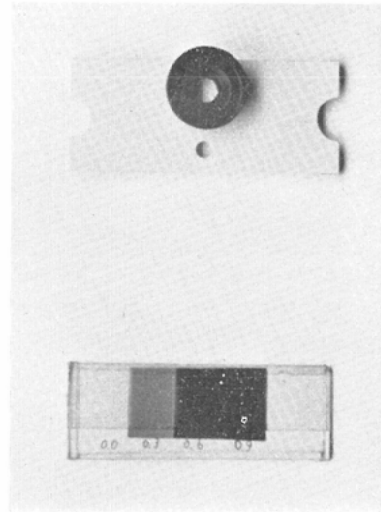
著者の考案したものは圖2及び寫真2の如くで計算尺型である。

Aは外枠でaは使用時、眼に他所からの光が入らない様にした枠で、bを通じて矢印の方向に透視する。bの直径は瞳孔徑(散瞳時の平均最大徑7mm³⁶⁾)に應ずる様に8mmとした。CはBに附し

圖2 簡易暗順應計



寫真2 簡易暗順應計



たフィルムの濃度を讀む窓である。Bは枠中に挿入して適宜にA中をスライドさせる様になつて居り、2枚のガラス板に、種々検討の結果、濃度0.3、0.6、0.9のフィルムを圖の様にサドゥンイッチしてある。之により、フィルムを挟まない部分と共にして4段階の濃度を得る事が出来る。

BをAに挿入し、bの窓より、一定照度の下に一定の視力表を讀み、Bをスライドさせて透過率を變化させ、視力表で最低限讀み得る所迄見て、その時の視力を測定する。

視力表としては、石原氏の近距離試視力表を用いた。

第4項 本器の供用

i) 先づ明所に於いて之を使用して見た。圖3は視力 1.5の男子について試用したものであり、縦軸に視力、横軸にフィルムの濃度をとる。

視力表の照度により、圖中に△, ⊙, ×の印を附した。夫々、自然光で 125, 32, 4 foot-candle の場合である。

圖3に示す如く、視力とフィルム濃度とは比例關係を示している。

ii) 次は、低照度の所に於ける視力と照度の關係では、視力 1.5の被検者が 10,000 lux の空を5分間見て明順應をした後、机上1mの所にあるTOKO25Wの長形電球に赤フィルターをつけ照度約 0.1lux にした處では視力は 0.5であった。之は透視室に入った直後の視力であるが、同様にして、本器を用いて、5分毎に視力を検査した處、圖3の點線に示す如き視力を得た。即ち、暗順應により、視力は増大するが、i) に示した様な簡単な比例關係は示さなかつた。本器によると15分、20分でフィルム濃度 0.6の處を用いて、視力は 0.1となつた。此の場合、逆に此のフィルム濃度の處で視力 0.1を得る時に、充分な暗順應を得られたのであるから、同一人が検査を行う時には、此を目標として置けば茲に時間的な關係を考慮せずに簡易にレ線透視に必要な暗順應の成立を

知る事が出来る。

例えば、試みに同一人で 100lux 及び2500 lux の照明下に5分間明順應をした後、上記と同様な視力を同一場所で得る暗順應の時間は夫々8分及び5分であつた。

之は第1節の暗順應の経過と略々一致する。

第5項 考 按

照度と視力との關係と略々一致する

以下の如く各氏によつて關係式が示されている
37). Vを視力、Bを照度とすると、

大塚氏は、ラランドルト氏環を視標として、

0.0033~ 0.054 lux では

$$V = 0.033 \log B + 0.112$$

0.11~ 155lux では

$$V = 0.421 \log B + 0.545$$

又 König は

0.00036~ 0.013lux では

$$V = 0.0414 \log B + 4.26$$

0.013~ 3160 lux

$$V = 0.434 \log B + 1.24$$

廣田氏は、

0.00009~ 0.011lux では

$$V = 0.0332 \log B + 4.589$$

0.03~ 4284 lux

$$V = 0.35 \log B + 0.7$$

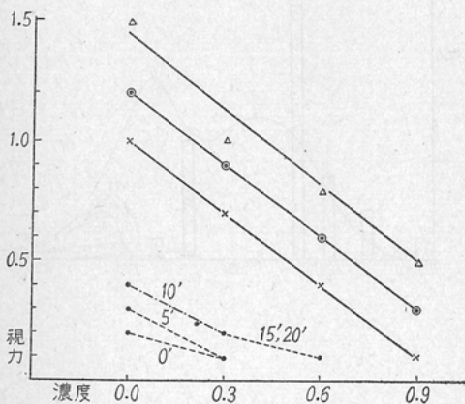
此の様に種々の關係式が示されて居り、何れも視力は照度の對數に比例するが、その定數は一般に低照度即ち 0.1lux 以下とそれ以上とで異つて居る。著者も同様な比例關係を視力とフィルム濃度との間で見た。但し、レ線透視については一般に 0.1lux 以下の照度の時の視力が問題となるが、この移行部に於いては上述の簡単な關係が得られなかつた。之は暗順應と云う因子を考慮に入れるべきである事を示すものであろう。

しかし先項に於て見た様に、一定の暗順應後の一定條件の照度における視力は又一一定となるから、逆に、視力より暗順應の程度も大体知る事が出来る。

第6項 小 括

透視時の視力は暗順應の進行によつて向上す

圖3 簡易暗順應計と視力



る。之より、

著者の簡易暗順應計を使用して簡単にレ線透視に必要な暗順應の成立を知る事が可能となる。

第2章 レ線透視暗順應とフィルターによる明順應の制限

第1節 フィルターによる遮光

第1項 緒言

第1章・第1節に述べた如く、レ線透視の際、暗順應の時間を節約するためには、順應前の明順應を制限する事が有利であり、又レ線透視後に一定期間明所に於いて仕事をして、再びレ線透視を行う場合には、透視室外に於いて急速に起る明順應を同様な意味で制限する事が得策である。こゝに、従来用いられた暗順應フィルターの存在價

値がある。然し、第1報にも述べた如く、一般にフィルターの性状について無關心に之を用いる傾向があるので、こゝに再びフィルターについて種々考察を行う事にする。

第2項 光源とフィルターの分光透過率

今日、種々の光源が利用されているが、そのスペクトル強度分配は種々であり、之の種類と、フィルターの波長別透過率との組合せによつて當然フィルターの透過の程度は異つて来る。現在、透視者が、日常接する光源としては、自然光・螢光燈及び電球光がある³⁸⁾³⁹⁾。

自然光及び電球光について、I.C.I.では夫々代表的なスペクトル強度分配を與えている⁴⁰⁾⁴¹⁾。

螢光燈については、1例として各種マツダ螢光

図4~図10 各種光源に於ける各種(A, I, II, III, IV, V, VI)暗順應用フィルターによるスペクトル分布

図4 I C I 平均日光 (5300°K) のスペクトル強度分配と暗順應フィルター

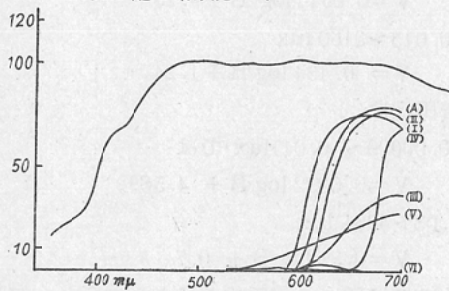


図5 I C I (6500°K) 曇天…光のスペクトル強度分配と暗順應フィルター

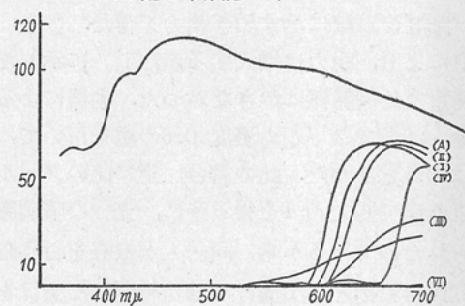


図6 I C I 標準人工光 (2848°K 電球光) のスペクトル強度分配と暗順應フィルター

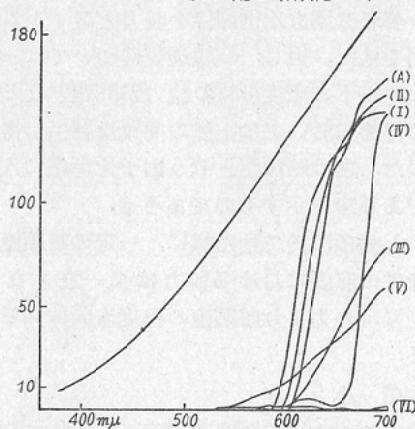


図7 マツダ昼光色ランプ光 (6500°K) 螢光と暗順應フィルター

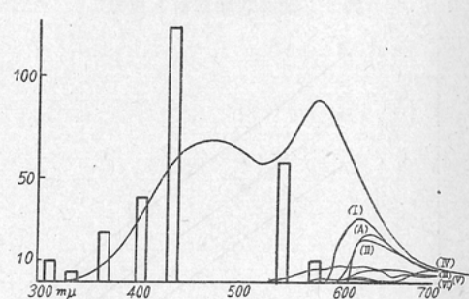


図8 マツダ天然昼光色蛍光ランプ光と暗順応フィルター (6500°K)

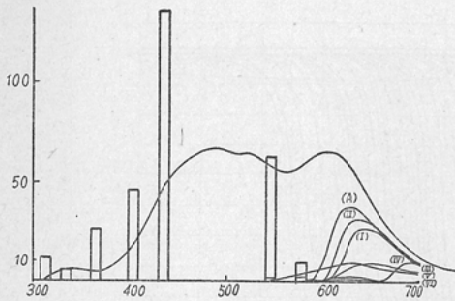


図9 マツダ白色蛍光ランプ光と暗順応フィルター (4500°K)

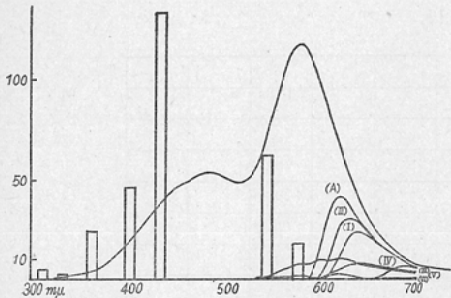
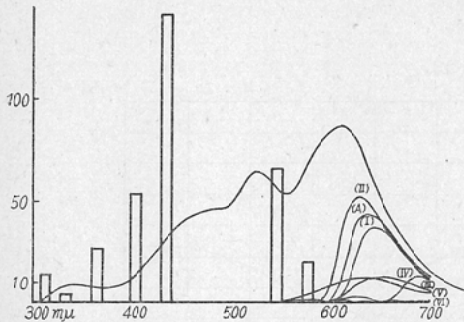


図10 マツダ天然白色蛍光ランプ光と暗順応フィルター (4500°K)



燈をとりあげたが、最近では、蛍光技術が進歩して出来るだけ自然光に近いスペクトル・エネルギー分布をなす様に努力されている。

今、之等の光源に対して、第1報で得た各種フィルターの波長別透過率で以て、フィルターによる透過後のスペクトル強度分配が如何になるかを計算し、之を圖表で示すと、圖4~圖10の如くなる。即ちフィルターの効果は光源によって著

しく異っている。例えば赤色フィルターは電燈光に対してと、蛍光灯に対してとは、圖6、圖7に示す如く、光源の長波長部分のエネルギー分布が前者に於いて多いため、著るしく遮光の効果が異っている。之は、我々が種々の波長別透過率を示すフィルターを以て明るさを制限する場合に充分留意すべき事である。

第3項 光源とフィルターの明るさ

前項に圖示した如く、フィルターの効果は光源と、フィルターの種類によって異っている。

フィルターを眼前に装用して光源に対する場合、フィルターの明るさは、波長別の透過曲線に眼の波長別視感度を掛けたもの、積分値として得られる筈である。此の明るさは簡単には直接光源にフィルターをかざして比較する事が出来るが、寫真用の精密な電気露出計を以て、入射光の窓にフィルターを当てれば、此の感度は内臓するフィルターによって視感度曲線と殆んど一致しているので、その目盛によって正確に比較する事が出来る⁴²⁾。

表2は圖11~13に示した「マツダ」色フィルター⁴³⁾の中、適當に選んだフィルターを、日常用いる。自然光・蛍光灯及びタングステン電球の3種の光源について明るさを比較したものである。

表2 光源とフィルターの明るさ(%)

フィルターの種類	光源		
	自然光	蛍光燈	タングステン電球
VR 1 D (暗赤)	4	1.6	12
VR 2 C (赤)	8	6.4	20
SN 1-A (黒)	1	1	1
VG 1 A (緑)	5	6.4	6.4
VY 2 B (黄)	75	80	80
VB 3 B (青)	25	25	18
VO 2 C (橙)	32	40	64

前項に考察した如くフィルターの効果は著るしく異っている。即ち明順應の制限をする場合には、光源と、フィルターの分光特性を充分知る必要がある。

更に又、光源としては、日常は自然光が利用される事が多いが、人工光利用の場合も之に近い光

図11~図13 マツダ色フィルターの分光透過率(43)

図 11

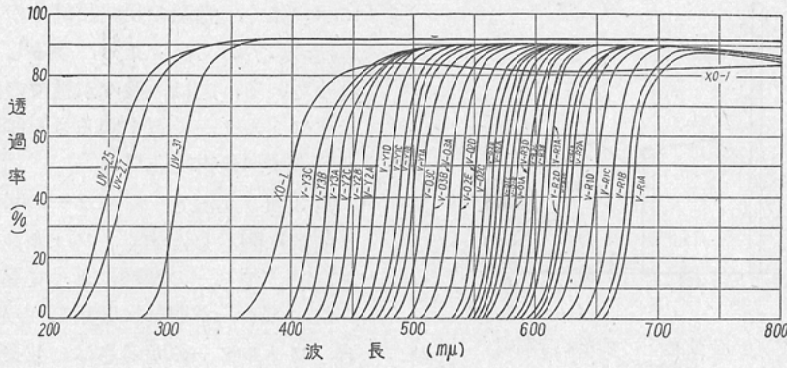


図 12

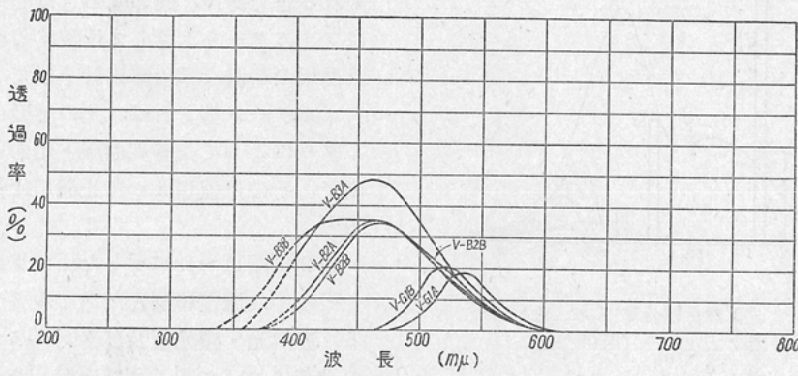
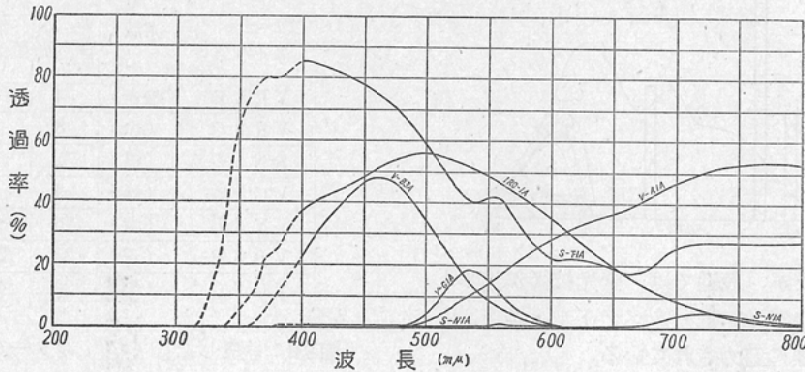


図 13



源, 例えば蛍光灯を用いる方が, フィルターの効果が複雑にならず簡単である。

第4項 フィルターの明るさとレ線透視暗順應の維持

前項の表に示した如く, フィルターの明るさは光源によつて甚だ異つている。しかも後述の様に色調も當然異つてくる譯である。

さて, 一般に市販の暗順應用フィルターは第1

報に述べたように、主として赤色フィルターが用いられている。これが、レ線透視程度の暗順應に對して如何なる効果を持つているかを、主としてフィルターの明るさの點から、2 3の色フィルターについて實驗して見た。

暗順應の測定はナーゲル氏のものを用い、夜間、全暗中に10分とゞまり、比較的感光度 (R) が 7×10^4 となるのをもち、前項と同じ光源 (螢光燈) の照明で 100lux の場所で同一白紙を5分間づゝ見て、次で再び全暗室中に入り直ちにRを測定した。フィルターを表中のVR2C, VG1A, VO2Cとした場合、Rは夫々、 16×10^4 , 15.6×10^4 , 60×10^4 であつた。

茲にVR2CとVG1Aのフィルターは此の螢光燈照明によつては明るさが等しい (6.4%) ので、明順應の程度は、色光を別として、等しいと考えられる。果して暗順應の程度は殆んど等しい値を得たのである。VO2Cは前2者に比較して、明るさは40%であるので、明順應の程度が更に大きくなつた譯である。之は第1節の結果とも一致する。之等の事實より、以下の事が知られた。即ち、レ線透視に用いる程度の暗順應に於いては、暗順應の維持は主としてフィルターの明るさ、云い換えれば明順應の制限と云うことに左右され、色光の種類には殆んど関係がないのである。

第5項 小 括

フィルターを用いて明順應の制限を行う場合には、光源とフィルターの分光特性に留意すべきである。暗順應の維持もフィルターの明るさに主として左右される事からも、この點は重要である。

第2節 色フィルターの選擇

第1項 緒 言

今日、明順應を制限するために、レ線透視の際に種々の色フィルターが用いられているが、主として赤色フィルターを選んでいる状態である。第1報に於いて此の點についても觸れたが、レ線透視時の暗順應用フィルターとしては、必ずしも赤色フィルターを用いる事が有利でない様である。

従來のレ線透視暗順應眼鏡についての記載で

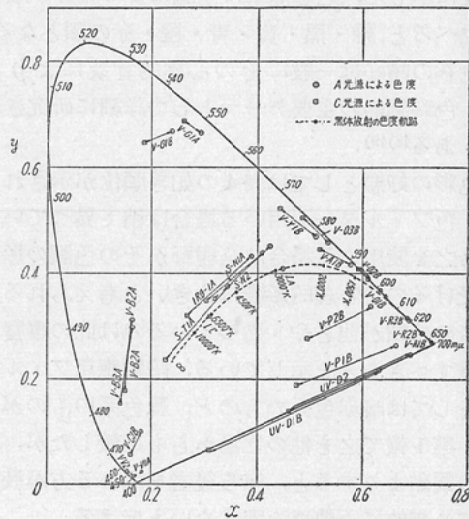
は、主として赤色、一部に黒色のフィルターを用いる様に記載されている¹³⁾¹⁴⁾。而して赤色を選んだのは螢光板と互いに補色である赤色系のフィルターを用いるとする記載が多い。

Schinz らの教科書の舊版¹⁵⁾にも同様の記載があるが最近の第5版には上記の如くには特に記載していない⁴⁴⁾。茲に於て私は、色フィルターをレ線透視暗順應用にするには、果して如何なる色彩のものがよいかを、主として色彩學的觀點より考察した。

第2項 フィルターの色調とその嗜好

フィルターの色調は當然光源により變化するものであり、今日では圖14の如く、その色調はI.C.I.表示法によつてゐる。此の圖にも光源の種類によつて色度が變化する事が示されている⁴³⁾。

圖14 フィルターと色調



實際にフィルターを装用して、物体を見る場合には、その對象の分光反射率が關係して、物体の色調は變化する譯である⁴⁵⁾。之等の事實は色彩學の進歩により解明されつゝある⁴⁶⁾。

さて、透視者が日常、暗順應用としてフィルターを用いる時には、先述した如く、明るさが問題となり、色調に關係するフィルターの分光特性は余り關係がない。茲に於て、3人の透視者をして、色フィルターを用いる場合、如何なる色のフ

表3 各フィルターの撰択

被検者	フィルター	VO2C (橙)	VR2C (赤)	VR1D (暗赤)	VY2B (黄)	VB3B (青)	VG1A (緑)	SN1A (黒)
A		1	2	8	6	3	10	12
B		10	2	0	6	6	12	6
C		0	4	2	9	7	12	8
計		11	8	10	21	16	34	26
順位		5	7	6	3	4	1	2

フィルターを好むかを、既述のフィルターより撰擇せしめた。比較は一対比較法によつた⁴⁷⁾。

此の方法による各フィルターの得点を示せば表3の如くである。

表の如く、フィルターの色調の好悪は人によつても異つてゐるが、殆んど同程度の心理的背景を有する被検者であるので、試みに各色の得点を合計したものゝ順位により、好悪の順位を定めた。即ちVG1Aの合計は34で第1位となる。之を最下段に示した。之を簡単に色調による嗜好の順位に並べると、緑・黒・黄・青・橙・赤の順となる。

色彩の嗜好は一般にその心理的背景により異り、色彩調節の主要テーマとして詳細に研究されつゝある⁴⁸⁾⁴⁹⁾。

色彩の好悪としては表4の如き順位が示されるが、色フィルターを用いる場合は稍と異つてゐる即ち之を装用する場合は全視野がその色調の影響を受けるので心理的影響は大きいと考えられる。著者の成績が他とやゝ異つてゐるのは此の事實を考慮すべきことを示している。暗順應用フィルターとしては暗赤色系のものゝ、緑色系のものゝあり、第1報で之を他の立場からも比較したが、本項の観点よりすると、寧ろ後者を用いる方が装用者に心理的に不快感を與えないと云える。

表4 色彩の心理的撰択⁴⁷⁾⁴⁸⁾

検者	色彩	色彩				
		緑	黄	青	橙	赤
栗田氏	児童男	3	1	2	5	4
	"女	1	2	3	4	5
奥山氏	児童男	2	4	1	5	3
	"女	2	5	3	4	1
Sargent & Walter	成人男	2	5	1	4	3
	"女	2	4	1	5	3
著者 (フィルターとして)		1	2	3	4	5

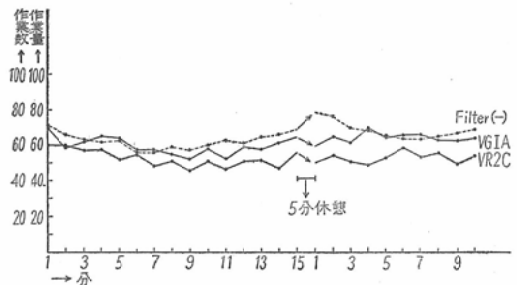
第3項 色フィルターと作業能率

次に色フィルターを装用した場合、視覚の種々の制限により、當然作業能率の低下が予想される。之を知る爲に以下の実験を行つた。

A) クレベリン・内田精神作業用紙—規格80型を用い⁵⁰⁾⁵¹⁾、3人の被検者に螢光燈照明下 200luxで、加算作業を時間制限法を以て行わせる。此の際 i) フィルターなき場合 (F (0)) ii) VG1A (緑) フィルター (透過率 6.4%) iii) VR2C (赤) フィルター (透過率 6.4%) を装用して行ふ。ii), iii) の場合は休憩時にフィルターを装用したまゝである。

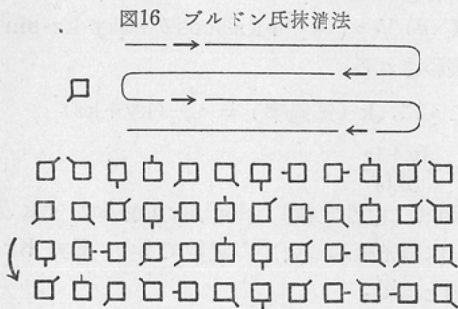
i), ii), iii) の夫々について得た平均値を曲線にとつたものが圖15である。之を整理すると、1) フィルターの装用により精神作業能率は一般に低下する。VR2C (赤) の時が最も低下する。ii) とiii) とは明るさが等しいので、作業能率はフィルターの色調に關係する事も示している。

圖15 フィルター装用と、内田・クレベリン作業テスト



- 2) 初頭努力についてはVR2Cの時に少い。
- 3) 休憩効果については、フィルターなき場合に比して少い傾向がある。VR2Cに於いては殆んど見られない。
- 4) 終末努力は何れの場合にも見られる。

B) 同様な条件下ブルドン氏抹消法を行った。之は圖16に一部を示したが、圖の如き簡単な圖形を縦に50個、横に40個で計2,000個並べて、左上に示した圖形()以外のものを順次抹消し、2行即ち80個の抹消を行う時間を測定し、25回を平均して作業時間の平均とし、又誤認数をも見る事が出来る。之を一種の作業テストとして、又圖形の確認テストとしても用いた譯である。フィルターとしてはA)に加えて更にSN1C(黒、透過率1%)のものをも検した。成績は表5に示す如くである。



之により以下の事を知った。

- 1) 作業能率はフィルター装用により、低下の傾向があるが、フィルターの透過率の差程大きな差はない。VR1Cが最も低下した。
- 2) 色フィルターの装用により寧ろ誤数の増加を見た。此の點についてはUG1AとUR1Cとは殆んど變りがない。

表5 フィルターとブルドン氏抹消法

フィルター	透過率 %	色調	時間率均	誤認数
なし	100	/	40.88	6
VG1A	6.4	緑	40.96	12
VR1C	6.4	赤	43.28	11
SN1A	1.0	黒	41.20	7

第4項 色フィルターによる色順應とレ線透視
 各種の色フィルターを装用する場合に、視覚生理學的な立場から之を見る時には、色順應について考慮する必要がある。例えば赤色フィルターを装用する場合には、他の波長の光と比較して、特に赤色光に對する眼の感度は低下するからであ

る。

従来、赤色フィルターを装用し、又は透視室内で赤色燈を用いたのは、螢光板の色調と之が互いに補色であるという意味が重視されている譯であるが、之は所謂、繼次對比と云う現象を應用している。即ち、互いに補色である2色光で順次眼を刺戟する場合には、後の色の飽和度が高くなるのである。

螢光板の螢光色調の分光エネルギー分布は通常、5200~5300Åの波長の處に山を持ち Purkinje 現象にも適應する様にしてあり、黄綠色~青綠色を呈している⁵²⁾。

此の物理補色は赤色~紫色である⁴⁹⁾。即ち透視室内では赤色燈照明が此の點から見ると有利であると考えられる。

Wright 氏の詳細な實態の結果によれば、色順應について以下の如き記載がある⁵³⁾。

即ち、「赤順應によつては赤に對する感度が、綠順應によつては綠に對する感度が最も低下し、順應刺戟の強さと、順應直後の感度との積は、赤及び綠の場合は一定である」と、又順應時間についても同様な關係を見ている。

感度の恢復については、その速度は順應時間に反比例するとしている。

レ線透視の際に、赤色燈下で約10~15分間の暗順應を行う事が必要であると既に述べた。暗順應フィルター装用後でも尙透視室内で必要な暗順應を得るには通常5分を要する。従つて此の時間に色順應(赤色をすれば、明所に於いて装用するフィルターは必ずしも赤色でなければならないとする必要はない様である。

しかし、綠色フィルターを明所で装用する場合にはその刺戟を少くする意味で透過率は出来るだけ低い方がよい。之は明順應の制限と云う意味でも有利である。

第5項 小括

色フィルターを使用して明順應の制限を行う場合に、その撰擇について、主として色彩學的立場から2.3考察し實驗を行った。その結果、レ線透視暗順應用色フィルターとしては、従来用いら

れた赤色系フィルターより、却つて緑色系フィルターの使用の方が好都合である事を知った。赤色フィルターの明所に於いての装用の不便な事は第1報に於いても記した所である。而して、必要な色順應（赤）を主として透視室内で、暗順應と共に行う事にすれば、必ずしも色フィルターを用いる必要はない。

即ち、本章で之迄に考察した處を綜合するならば、寧ろ、こゝに用いたSM1Cの如き所謂 neutral density の黒色系フィルターによつて明順應を制限する事で充分であると考えられる。

第3節 偏光板を利用せる可變透過率暗順應眼鏡の考案

第1項 緒言

暗順應眼鏡の條件として、ある程度の暗順應を得、又は之を維持するためには明所装用時の透過率を出來得る限り低くする必要がある。又、一方之はあく迄も明所に於いて要求される視機能を必要だけ保持出來る程度の透過率である事が望まれる。

即ち、暗順應眼鏡は上述の2つの矛盾せる要求を内在する譯である。

明所に於ける照度は、光源の種類・周囲環境の反射率等によつて極めて多様であり、之を單に一枚の有色フィルターによつて調節せんとすることは不可能である。即ち夫々の環境に於ける照度に應じた、種々の透過度を異にしたフィルターを必要とする。

此處に於て、私は、偏光板を應用した可變透過率フィルターを暗順應眼鏡に使用することに着目した。之によると、比較的廣汎な範圍に透過率を變化させる事が可能であり、略々暗順應眼鏡の理想を満足するが出来る。

第2項 偏光板の應用

偏光現象の原理は一般の物理學書に記載されている。今日、偏光板の應用としては、非金屬表面反射光の除去、偏光照明、金屬表面反射光除去、自動車前照燈の眩光防止、偏光立体映畫又は幻燈、歪検査器、檢糖計、可變透過率眼鏡等が挙げられる⁵⁴⁾⁻⁵⁷⁾。

放射線科領域では岩井の立体X線像觀察裝置、高橋の線量計への應用がある⁵⁸⁾⁵⁹⁾、

可變透過率眼鏡は2枚の偏光板を自由に廻轉し得る様にして透過率を調整し得るものである。

即ち、圖17に示す如く、入射自然光をIとし、之を垂直な方向の互いに等しい2成分I₀に分け、第1の偏光板P₁を通過した後の、I₀, I₀の夫々の偏光を I_y, I_z, 第2の偏光板P₂を通過した後の自然光をH, P₂の廻轉角をθとすると、

$$k_y = \frac{I_y}{I_0}, \quad k_z = \frac{I_z}{I_0} \quad \text{として、}$$

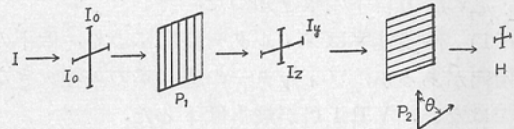
で表わされる。

$H(\theta)^{1/2} = [(k_y^2 + k_z^2)\cos^2\theta + 2k_y \cdot k_z \cdot \sin^2\theta]$ として表わされる。

$$k(\text{透過率}) = \frac{1}{2}(k_y + k_z) \\ = \frac{I_y + I_z}{2I_0}$$

Rd(二色性定數) = $\log^1/k_z / \log^1/k_y$ でk及びRdは偏光板についての定數であり、K_y, K_zは定數となる。

図 17



故にHはθの函數として示される。即ちθの變化により、自然光の制限をするために透過率の調節が可能である。

第3項 私の考案した可變透過率暗順應眼鏡の構造

偏光板としては三菱電機製ダイクローム4枚を用いた。ダイクロームの特性としては、出來るだけ透過率を低くする目的のものを撰んだので上述のRd = 30, k ≒ 40 である。圖18の如くに、この偏光板の前板をP₁, 後板をP₂とし、P₁はプラスチ

図18 可變透過率眼鏡の構造

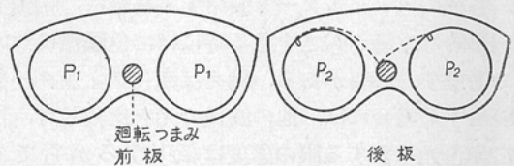


図19 見取図

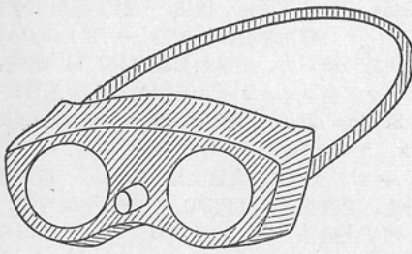
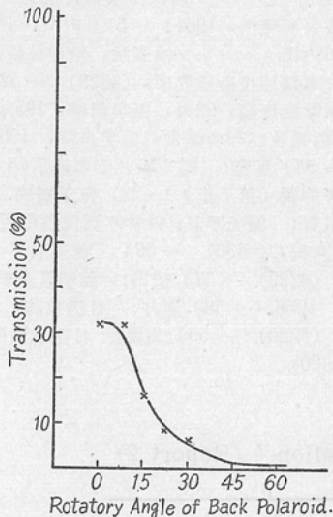


図20 本装置による透過率の変化



ック透明板に接着， P_2 は平面ガラスに接着し， P_2 は左右同時に同角度同方向に廻轉は兩玉間に装置したつまみによって行われる。廻轉角度は 60° で，透過率變化曲線の傾斜部分を使用する。之を暗順應眼鏡としたもの、見取圖を圖19に示した。

第4項 本装置による透過率變化の實測

光源は100Wタングステン電球を用い，照度計はNorwood Director model-Sを使用した。透過率の變化は圖20の如くである。

本装置により，透過率は32%より0.8%迄連続的に變化することが出来る。而して，之等透過率はダイクロームの性質により，可視光の範圍内では殆んど光源の種類に左右されない。

即ち，之により，眼に入射する自然光を $1/3$ より $1/100$ 程度に迄遮光可能となる譯である。

第5項 本装置の使用及び利點

實際の使用に當つては，一定な暗順應眼を維持するために，廻轉角度を變えて適當な明るさにするのであるが，明所装用時の環境及び装用者の仕事の内容により直ちに之を變化させ，出来るだけ最小限の明るさを保つ様に適當に透過率を變化させればよいので使用は簡單である。又或種の色順應を必要とする場合には，之に適當な色フィルターを装着すればよい。

以上の利點の外に，此の眼鏡は偏光板2枚の組合せによるものであるから，非金屬反射面による有害な偏光を除去し得，之は又暗順應にとつても好都合である。

又，シャウカステンで寫眞を觀察する場合に，通常の装置ではその廣汎な調光は困難であるが此の眼鏡の装用によつて，簡単に調光し寫眞のコントラストを變化させる事も出来る。

第6項 小括

暗順應眼鏡として，偏光板應用による可變透過率眼鏡を試作し，その有用性を述べた。

即ち，暗順應眼鏡の遮光性については，周囲の環境により種々の透過率を有するフィルターを必要とするが，私の考案した可變透過率暗順應眼鏡は透過率を連続的に，容易且つ迅速に變化し得て，1個の眼鏡により必要な遮光性を得る事が出来る。

(附) 本装置の試作は三菱電機株式会社によるものであり，又偏光板について種々御教示された同社大船工場依田技師に負う処が大きい。記して感謝の意を表する。

第1報・第2報の總括，並びに結論

第1報においては，レ線透視における暗順應の重要性を考察し，各種の透視用暗順應眼鏡を撰び比較検討した。その結果，その物理的性状については，それらが余りにも互いに不定である事を知り，又視覚生理學的にも不充分で検討の余地がある事を知つた。

茲に於いて，第2報においては更に，レ線透視における暗順應の必要性と特殊性を論じ，簡易暗順應計を考案した。次でレ線透視の暗順應には明順應を制限する事が有利である事より，種々の實驗を行つた結果，主としてフィルターによる制限

について、光源及びフィルターの分光特性を知る事が重要である事を論じ、更に色フィルターの撰擇についても考察し、必ずしも従来の赤色フィルターが適當でないことを明かにし、加えて、偏光板を利用せる可變透過率暗順應眼鏡を考案した。

(後記) 擱筆に当り、当教室主任山中太郎教授の御指導、御鞭撻並びに斎藤助教授の御助言、教室諸兄の御援助に深く感謝する。

参考文献 (第1報に続く)

28) 加藤: レ線透視暗順應の研究 (第1報), 日医放誌, 16, 5, 497~506, (昭31). — 29) 田部: 島津評論, 12, 1, 5頁, (1955). — 30) 横瀬: 視覚の心理学, 共立出版, (昭31). — 31) 小保内: 視知覚, 中山書店, (昭30). — 32) 小保内: 知覚の生理心理学, 生理学講座, 5巻, 9, 中山書店. — 33) ケーラー: 心理学における力学説, 岩波現代叢書, 1951. — 34) Chamberlain W.E.: Radiology 38, 207~216, 1942. — 35) Harvey, R.A.: Radiology, 38, 353~359, 1942. — 36) 吉田: 光学器械, 基礎篇, 282~283, 東西出版社, 昭23. — 37) 中島: 眼鏡の理論と実際, 1956. — 38) 石川: 環境衛生学, 72~102, 昭17. — 39) 桑原: 日本衛生学雑誌, 10, 4, 244, (昭31). — 40) Ralph M.

Evans: An Introduction to Color, John Wiley & Sons, (New York). 1948. — 41) 照明工学ポケットブック, 照明学会第6改訂. — 42) 田口: 電気露出計の使い方, 化学の領域, 16, 74, 昭29. — 43) マツダ色フィルターの光学特性—東芝資料. — 44) Schinz et al: Lehrbuch d. Röntgendiagnostik, 5 Auflage, Bd I, S. 28, 1952. — 45) 田口: 色彩のすべて, 森脇文庫, 1956. — 46) 稲村: 色彩論, 岩波書店, (昭30). — 47) 小保内他: 入門心理学実験法, 48, 22, 1954. — 48) 上田: 色彩調節, 技報堂, 昭28. — 49) ルイス・チエスキ (大智訳): 役だつ色彩, 白揚社, (昭31). — 50) 内田: 実用クレベリン内田作業素質検査法手引, 日本精神技術研究所, 1951. — 51) 内田, 小林: 生徒指導用内田クレベリン検査法, 精神技術叢書, 第3輯, 日本精神技術研究所, (昭29). — 52) 足立: 放射線医学臨床篇, 92頁, 医学書院, 1955. — 53) 加藤: 色覚及びその異常, 医学書院, 1955. より引用. — 54) 星野: 偏光板とその応用(I), (II); 電気技術綜説(第7集) 1~23, 電気書院, (昭24). — 55) 星野: 偏光写真, 科学写真便覧応用篇, 708~739, 丸善, (昭30). — 56) 三菱電機マイクローム資料, (昭29). — 57) 依田: 照明学会雑誌, 40, 8, 6, 1956. — 58) 岩井: 日医放誌, 15, 8, 33~36, (昭30). — 59) 高橋: 日医放会関東部会演題 (昭30).

“Studies on Fluoroscopic Dark Adaptation” (Report 2)

By

Tomizo Kato, M.D.

Dept. of Medical Radiology, Nihon Medical School, Tokyo, Japan

(Director: Prof. Taro Yamanaka, M.D., Ph. D.)

1) The course of the dark adaptation for fluoroscopy hardly depends on the sorts of light sources, when the light adaptation is practiced in the same condition. In order to get the rapid dark adaptation sufficient to the daily fluoroscopy, the restriction of the light adaptation as far as possible should be recommended.

2) The detailed course of the roentgen findings when practiced without any dark adaptation has been examined and discussed from the view-point of visual psychology, which should be considered very important in diagnostic roentgenology.

3) Simple adaptometer for fluoroscopic dark room is devised from the relation of the visual acuity to the dark light in the fluoroscopic room.

4) In order to reduce the light adaptation in daily work of the fluoroscopists, the use of many sorts of filters might be very important. In using this, the spectral character of the light sources as well as of the filter should be fully realized, because the transmission of the filter should be calculated from these factors.

5) The psychologic aspects of the red or other filters when used for dark adaptation are experimented and discussed, and the inconvenience of the former is emphasized, since the color filter might be not always necessary for getting suitable fluoroscopic dark adaptation, if the color adaptation could be practiced in the red illumination of the fluoroscopic room.

6) The variable density goggle, the principle of which is the application of polaroids Dichrome, is devised for fluoroscopic dark adaptation and showed good results for this end.