

総説

国際照明委員会 TC-1.3

測色委員会の最近の動向

Recent activities on CIE TC-1.3 Colorimetry

納谷 嘉信*

1. まえがき

国際照明委員会（以下CIEと略）TC-1.3 測色委員会（委員長 Dr. G. Wyszecki, カナダ国立研究所）の最近の研究活動の概況を報告したい。同博士は1963年の CIE Wien 総会の後、前委員長の故Dr. D. B. Juddの後を受け、過去12年間委員会の活動を活発かつ多面的に指導してこられた。

本委員会の活動は1920年代にさかのぼり、1931年における現在の測色システムの基礎を確立した諸勧告以来、測色の基本的問題に関する研究を実施し数多くの国際勧告を行なった。それらの結果は CIE の刊行物^①として1971年に出版されている。それらには、標準の光、標準の光を実現する人工光源、反射率の標準、照明・観測条件、CIE1931標準観測者、CIE1964補助標準測色観測者、CIE1960UCS 色度図、CIE1964 均等色空間、CIE1964 色差公式の他、種々の測色上の実用計算公式および必要諸表が含まれている。これらは科学および技術分野、標準分野で実用されている他、各国の工業規格の基礎を与えている。

本報では、主として1970年以降のTC-1.3の研究活動について報告したい。

2. TC-1.3の組織と研究の進め方

TC-1.3は、各国から1名づつ、計23名の委員から構成される。それらの中には、Prof. Dr. M. Richter（西ドイツ）、Dr. D. L. MacAdam（アメリカ）、Dr. R.W.G. Hunt（英国）、（オランダ）、Dr. E. Ganz（スイス）等の高名な色彩研究者の名が認められる。各委員は研究活動に参加する他、各国の照明委員会を通じて、TC-1.3の活動を周知させると共に、各国の研究状況を調査蒐集して TC-1.3に報告している。

測色の問題は産業の各分野に関連し、また問題解決にはCIEの各技術委員会とも相互に連契して進める必要がある。このため、各国ごとに測色専門家若干名をさらにコンサルタントとして委嘱している。現在コンサルタントは総数49名である。多方面の知識を結集して、学問的

にも実用的にも価値の高い結論を導こうとする所に委員長の工夫がある。吾国からは、委員として筆者が、コンサルタントとして岡田喜義、森礼於の両博士が参加し、情報の提供を受け研究活動に寄与している。

国内では、上記の吾国よりの委員・コンサルタントは日本照明委員会・第1特別委員会（委員長・東莞博士）に属し、TC-1.3に関連する重要問題について吾国の意見の集約、決定を行なっている。

さらに現実的な問題については、その下部組織として国内コンサルタント・グループが編成され、国内におけるTC-1.3関連研究の推進、情報連絡が行なわれている。現在、国内コンサルタント・グループのメンバーは約30名である。

TC-1.3の研究活動は、主として文書連絡による他、4年ごとのCIE大会前の Preessional meeting およびその間の2年目に行なわれる AIC（国際色彩学会）の大会を機に開催される TC-1.3の会合で討議される。その他、委員長は毎年各国を歴訪して小単位の会合あるいは情報交換を行って、研究推進を図っている。1973年に Dr. Wyszecki を迎えて行なわれた日本照明委員会主催による色彩科学シンポジウム^② および、これに附随する諸行事もこの線に沿う活動の1つと見てよい。しかしながら、TC-1.3 の会合は数十名を超えるメンバーによって行なわれるため、必ずしも精細な技術的検討を行なうには適しない。このため研究課題ごとに小委員会を編成、少数のメンバーによる研究活動が併せて行なわれ、小委員会である程度成案の得られたものを、委員およびコンサルタントの全員で討議するという形で進められている。

現在次の6つの小委員会がある。

1) 色差公式、2) 測色用標準光源、3) メタメリズム指数、4) 色順応、5) 白色度、6) 術語。

3. TC-1.3の活動の状況

以下、各小委員会ごとに最近迄の活動状況、今後の見とおしなどを述べる。

3.1 色差公式

色差公式については、CIE1964 色差式^③ が暫定的に国際勧告されている。この公式が採択されたのは主として光源の演色評価^④ 方式確立の要請によるものと推測され

*電子技術総合研究所大阪支所

*日本照明委員会TC-1.3特別委員

る。その後、産業界、特に染色分野における色差予測に対して、同公式を用いようとする気運は必ずしも高まらず、むしろその改良もしくはより良い色差式を求める声が高まった。

このため、TC-1.3では、1967年のCIE Washington総会において、次の4つの色差式の比較検討が勧告された⁶⁾。

- a) CIE1964色差式
- b) Cube-Root Formula
- c) Munsell Renotation Formula
- d) MacAdam-Modified Friele Formula

この方向に沿う研究は、各方面で活発に行なわれ、それらの調査結果を、Dr. Wyszeckiが“色差評価に関する最近の発展⁶⁾”として報告した。1964年～1971年にわたる発表論文200篇にもとづくもので、この方面の研究の活発さが想像されよう。しかし必ずしも、最終的な同意を得るには至っていない。その報告によれば、検討を要請されている4種の色差式の予測と比較するため行なわれた色差評価が、純粋に知覚された色差よりは許容差の観点から行なわれた研究が多い。さらにその少ない純粋な知覚色差の研究に関しても、諸研究者のデータ間の一致が不十分であった。その理由として次の2つが考えられた。

- a) 知覚色差の評価が行なわれる観測条件に違いがある。
 - b) 対象としている色差の大きさが異なる。マンセル色空間を扱う場合は大色差であり、色合わせ長円の場合は閾値以下の小色差を扱うことになる。
- たとえば、CIE1964色差式が、色差の視感評価と一致しないとしても、それは色差の許容差のデータと比較されている場合が多く、あまり意味の無いこととなる。

このため、TC-1.3では、CIE Barcelona 1971の会合において、今後次のような方向で進めることが勧告された。

- a) 知覚色差の問題をまず検討を進める。その後、許容色差の問題を論ずべきである。
 - b) 知覚色差の大きさに関して、閾値または閾値以下の色差については、現存する正常観測者の等色における変動データにもとづいて、とりまとめる方向で進める。閾値以上からマンセル表色系の3属性の各ステップよりも小さい領域での知覚色差については1967年の4種の色差式の検討を目的として、次の観測条件が行なわれることが望まれる。
- 1) 色差の大きさは、1～10CIE1964色差単位の大きさの範囲であること。
 - 2) 視野の大きさは、4度またはそれ以上であること。
 - 3) 周辺視野：均一視野で100～1,000cd/m²。色度はCIE昼光のD₅₅とD₇₅の間にあること。
 - 4) 試料の輝度：周辺輝度の5～500%の範囲にあり、表面色的な知覚を有すること。
 - 5) 分割線：巾をゼロに近づけること。
 - 6) 観測者：色差評価に関して、許容差的な色差評価を行なわない、純粋に知覚色差を評価しうる観測者

であること。

其の後、1973年のTC-1.3のLondonの会合で、色差研究の上記の方向は一転した。この変更は、1971年以降の研究にもとづくものではなく、ISOの技術委員会 TC-38（繊維）が、のAdams-Nickerson色差式⁷⁾で項 $\Delta(Vx-Vy)$ の係数を40とする次式（AN(40)色差式と略）を色差評価に用いることを勧告したことによる。

$$\left. \begin{aligned} L &= 9.2V_y \\ a &= 40(Vx-Vy), \quad b = 16(Vz-Vy) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

さらに、その色差式を、ISOの他の関連委員会でも採用しようとする気運にあることが紹介され、TC-1.3でも、これを採用することについて強い要望が出された。このような技術的な慣用にもとづく要請から、その採択、勧告が検討されることとなった。しかし、上記のAN(40)色差式は、計算が繁雑であるため、これと類似な既に1967年に検討をすゝめられているCube-root Formulaの形式を採用することとし、その係数の調整が行なわれることとなった。その調整の狙いは、Cube-root 型式の色差式による色差計算値がAN(40)色差式による計算値と極めて近いこと、完全拡散白色面に対して明度指数を100としたいこと、使用に簡便な公式とするための係数の丸めの問題などにある。この他同会合ではCIE1964色差式は若干の修正によって、色再現工業（CTVや写真工業）において扱われるような比較的大きい色差問題に適用するという意見もあった。

これらの討論をもととして、TC-1.3では色差小委員会の検討を経て原案を作成、各国へ検討を依頼した。⁸⁾ 検討を要請されているのは、次の2公式であり、来たる1975年のCIE総会中の討論の後、必要あれば若干の修正を加えて勧告される見込である。

CIE1976 (L*a*b*) 暫定色差式

本色色差式は、たとえば繊維工業で取り扱われるような小色差の問題に応用されるもので、AN(40)色差式に対応する。まず色差を求めたい2色のそれぞれについて、その3刺激値X, Y, Zより、次式でL*a*b*を求める。

$$\left. \begin{aligned} L^* &= 25(100Y/Y_0) - 16; 1 \leq Y \leq 100 \\ a^* &= 500 \left[(X/X_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3} \right] \\ b^* &= 200 \left[(Z/Z_0)^{1/3} - (Y/Y_0)^{1/3} \right] \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

ここで、X₀, Y₀, Z₀は、観測に用いた標準光源下における、完全拡散白色面の3刺激値である。それぞれL*a*b*でもって与えられる、2色間の色差は次式で求められる。

$$\Delta E_{CIE}(L^*a^*b^*) = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (3)$$

CIE1976 (L*u*v*) 暫定色差式

本色色差式は、CIE1964色差式の修正であり、既述のように大色差の推定に用いることを目的とする。まず色差を求めたい2色のそれぞれについて、その3刺激値X, Y, ZよりL*, u*, v*を次式で求める。

$$\left. \begin{aligned} L^* &= 25(100Y/Y_0) - 16; 1 \leq Y \leq 100 \\ u^* &= 13L^* (u' - u_0') \\ v^* &= 13L^* (v' - v_0') \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

ただし

$$u' = \frac{4X}{X+15Y+3Z}, \quad v' = \frac{9Y}{X+15Y+3Z}$$

$$u_0' = \frac{4X_0}{X_0+15Y_0+3Z_0}, \quad v_0' = \frac{9Y_0}{X_0+15Y_0+3Z_0}$$

こゝで、 X_0, Y_0, Z_0 は、観測に用いた標準光源下における、完全拡散白色面の3刺激値である。それぞれ L^*, u^*, v^* でもって与えられる、2色間の色差は次式で求められる。

$$\Delta E_{CIE}(L^*u^*v^*) = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2]^{1/2} \quad (5)$$

以上の記述で明らかなように、1973年のCIE総会から考えても12年に及ぶ色差式のCIE勧告が本年結論に到達する見込である。しかし、決して色差の問題が学問的に解明された訳ではない。Dr. Wyszeckiの来日時御意見では、“どの色差式がどのような観測条件で有効であるかという問題は、解明にまだ可成り長期を要する。産業界の強い要望に答えるため、上記の勧告へ進むことは妥当な方向であらう。これによって、TC-1.3の1971年の勧告に沿う研究が、充分の研究期間をもって行えよう”ということであった。

3.2 測色用標準光源

物体色の測色に関して測色値の客観的な比較を行なうためには、使用する標準観測者を指定するのみでなく、その物体を照明する光を統一することが必要である。この標準の光およびそれを実現する標準光源については、1931年以来、CIEによって勧告されたA, B, Cの3種類が多年にわたり実用されてきた⁽⁴⁾。しかし、このような標準の光にはいくつかの問題点の内在していることが明らかとなり、これを解決するため、CIEは1966年標準の光 D_{65} および補助的に D_{55} および D_{75} 等の勧告を行なった。⁽¹⁾

しかしこれらの標準の光については、その分光分布が規定されているのみであって、その分光分布を実現する標準光源の仕様は定められていない。このため、TC-1.3では1967年のCIE Washington総会の会合における標準光源の仕様確立の要求にもとづき、小委員会を編成した。その第1ステップとして、各国の照明委員会の協力を得て、標準光源として実用の目的に適合すると思われる人工光源の分光分布を集積した。この場合当然のことながら、現実のどの光源もたとえば D_{65} の分光分布に完全に一致するものは無い。このため委員会として、今標準光源としての可能性を考慮している光源が、標準光源として実用し得るに足る程分布の外れが小さいかどうかを評価する問題の検討を進めて来た。Dr. Wyszeckiは、その当時示唆されていた4種の評価尺度を暫定的に選定して、集積した各種光源の分光分布を評価した⁽⁹⁾。

其后、この評価方式の問題に関する筆者等の研究⁽¹⁰⁾およびBerger-Strockaの研究⁽¹¹⁾では、上記の暫定的評価メジャが不適当であることが判明した。標準光源の分光分布の評価に関して、可視部分については筆者らお

よびBerger-Strockaがそれぞれ類似な方法を提案している。Berger-Strockaはさらに紫外部分の分光分布の評価方式も併せ提案している。

分光分布の可視部分の評価の方式の概要は次のようである。標準光源の比色への実用性を考慮し、たとえば標準の光 D_{65} の下で、標準観測者に関して条件等色をなす数組の条件等色対を選定する。これらの各条件等色対を、今その分光分布が標準光源として実用可能かを検討したい人工光源下で照明すると、当然のことながら若干の色差を生ずる。各条件等色対に対する平均色差を求め、この色差が小さい程その光源の標準の光への適合性が良いとする方法である。筆者等とBerger-Strockaの方式は、本質的には差がなく使用する条件等色対の性質が若干異なる。しかし何れも、ほぼ類似な結果を与える。

次にBerger-Strockaの紫外部の評価方式を略述する。彼等は、Ganz-Eitle⁽¹²⁾らが既に与えている、1つのけい光白色サンプルの分光反射性を用いた。これについて、標準光源としての実用性を検討したい種々の人工光源に対してそのサンプルのけい光増白前後の色差、あるいはけい光増白後の色度の、光源色の色度からの色度差を求め、これが標準の光 D_{65} で照明した場合の同様な差にくらべ、ほぼ等しいか、あるいは大か、あるいは小であるかで評価する方法を与えた。

このため彼等は次のような諸量を示している。

けい光サンプルの実効分光反射率分布 $R_G(\lambda)$ は次の2部分よりなる。

$$R_G(\lambda) = R(\lambda) + R_F(\lambda) \quad (6)$$

こゝで、 $R(\lambda)$ は真の分光反射率分布、 $R_F(\lambda)$ は、けい光 $F(\lambda)$ により次式で定められる量である。

$$R_F(\lambda) = \frac{F(\lambda)}{S(\lambda)} = G(\lambda) \sum_{\lambda'} \frac{S(\lambda') Q(\lambda') \Delta \lambda'}{S(\lambda')} \quad (7)$$

(7)式において、 $G(\lambda)$ はそのサンプルのけい光の規準化された分光分布、 $Q(\lambda')$ は励起波長 λ' における量子効率、 $S(\lambda') \Delta \lambda'$ は励起波長 λ' における波長巾 $\Delta \lambda'$ の相対分光放射エネルギーである。上記の計算に必要な諸表が与えられている⁽¹¹⁾。

以上が、1973年のLondonにおけるTC-1.3会合迄の各委員による研究の代表的なものである。討論では、可視部の評価については、ほぼ確定したものと考えられた。他方紫外部の評価については、使用するけい光サンプルが1種類で良いかに関する意見が多く、さらに研究を進めることとなった。しかし原理的にはほぼこの問題は解決されたものと考えられる。

こゝで、附記したいことはTC-1.3では、標準光源の分光分布の評価方式あるいは許容度については、研究し勧告する予定である。しかし、標準光源として特定の仕様を決定しようとはしていない。これは一見やゝ問題のように思われるが、標準光源として指定されたBおよびCを実現するデビス・ギブソン・フィルタが、その作成

の困難さ、不安定性のため、現実にはほとんど用いられないこと、および標準光源実用に関し、将来より新しく実用的な光源の開発の可能性などを考えるとき 上記の、態度は現段階として適切であると考えられよう。本研究に関する詳細については、筆者等による総合報告⁽¹³⁾を参照されたい。

3.3 メタメリズム指数

TC-1.3 では、メタメリズム小委員会（委員長 Dr. G. Wyszecki）の研究にもとづき、照明が変化した場合の特殊メタメリズム指数に関する勧告を1972年に行なった⁽¹⁴⁾。メタメリズムという言葉は一般に良く知られているが、その実用面との関連は余り熟知されていないように思われる。

今、調色を行なう場合、取引先からの基準見本の分光反射率分布、 $\rho_1(\lambda)$ 、これに対し自社で調色した2種類のサンプル $\rho_{21}(\lambda)$ 、 $\rho_{22}(\lambda)$ があるとする。条件等色であるから、当然、 $\rho_1(\lambda) \neq \rho_{21}(\lambda)$ 、 $\rho_1(\lambda) \neq \rho_{22}(\lambda)$ 、 $\rho_{21}(\lambda) \neq \rho_{22}(\lambda)$ かつ標準の光の下では、それぞれの3刺激値を対応する足字を用いて示すと次式が成立する。

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{21} \\ Y_{21} \\ Z_{21} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_{22} \\ Y_{22} \\ Z_{22} \end{pmatrix}$$

使用した着色材料の経済性、あるいは耐候性等の諸特性が同一と考えた場合、 $\rho_{21}(\lambda)$ 、 $\rho_{22}(\lambda)$ の何れを選定するのが望ましいか？この質問に答えるのが勧告されたメタメリズム指数である。

すなわち、塗料あるいは染色工業での、条件等色に関する1つの実用問題は、照明光が条件等色の成立する標準光から変わった場合の色違いによるクレームであらう。このため、代表的な数種の人工光源下で、 $\rho_1(\lambda)$ と $\rho_{21}(\lambda)$ の間におこる等色のくずれを平均色差 $\overline{\Delta E_1}$ で現し、一方 $\rho_1(\lambda)$ と $\rho_{22}(\lambda)$ に対する同様な平均色差 $\overline{\Delta E_2}$ を求める。もし $\overline{\Delta E_1} < \overline{\Delta E_2}$ なら、 $\rho_{21}(\lambda)$ の方が $\rho_{22}(\lambda)$ にくらべ、 $\rho_1(\lambda)$ と条件等色をするばかりでなく、照明光の変化による色違いのクレームを受けるチャンスが少ないという意味でよいとする。

CIE 勧告⁽¹⁴⁾では、上の問題に適用する特殊メタメリズム指数の定義、および標準光として D_{65} 試験光として標準の光 A と3種の代表的けい光灯を定め、その分光分布を与えている。その他実用上の注意も与えている。メタメリズムの問題に関しては、上記の Illuminant metamerism の他、Observer metamerism（観測者メタメリズム）、Field metamerism, Geometric metamerism 等があり⁽¹³⁾⁽¹⁵⁾、本小委員会では観測者メタメリズム指数の問題を次に取りあげることとしている。

これは実用上、次の問題に関連する。標準光および CIE 標準観測者の下で、条件等色をなす2種のサンプル $\rho_1(\lambda)$ および $\rho_2(\lambda)$ を考える。前と同様 $\rho_1(\lambda)$ を基準サンプル、 $\rho_1(\lambda)$ を試験サンプルと考えてよい

。さて、このような条件等色サンプル対を、標準の光を代表する1つの光源下で多数の観測者に見せた場合、或る人は等色と判断し別の人は色がずれていると判断することは日常よく経験する所であらう。この原因の主要な1つとして考えられるのは、各観測者ごとに、その等色関数が異なるためであると考えられる。さて、 $\rho_1(\lambda)$ と $\rho_2(\lambda)$ は全観測者の何%位がほぼ等色と判断する程度の条件等色であらうか？怒らく、90%の観測者が等色と判断すれば、ユーザへ納入してもおそらく合格するであらう。しかし10%の観測者が等色と判断し、90%の観測者がずれていると判断すれば、クレームの心配もある。このような観測者の差違による条件等色のくずれを問題にするのが観測者メタメリズムおよびその評価指数ということになる。

現在迄の所、この問題に対する接近は2つある。1つは、CIE 1964標準観測者の基礎を与えた Stiles らの測定結果を要約した、20人の観測者の等色関数⁽¹⁶⁾を用いて評価する方法である。その方式は、まず CIE 1964標準観測者および標準の光 D_{65} の下で条件等色をなす2種のサンプル $\rho_1(\lambda)$ と $\rho_2(\lambda)$ を考える。さて、20人の観測者の各スペクトル3刺激値を $x_i(\lambda)$ 、 $y_i(\lambda)$ 、 $z_i(\lambda)$ ； $i = 1, 2, \dots, 20$ 、とすると、当然ながらどの観測者も CIE 1964標準観測者と完全に同一でないから、 D_{65} の下で両サンプル間に色差 ΔE_i を生ずる。さらにこれを全観測者について平均して、

$$\overline{\Delta E} = \frac{1}{20} \sum_{i=1}^{20} \Delta E_i$$

を観測者メタメリズム指数と定めるという案である。当然のことながら、 $\overline{\Delta E}$ の大きい程、観測者の判断の違いによるクレームの確率は大となることが考えられる。

今1つの提案は、Allen⁽¹⁷⁾による 標準偏差観測者（standard deviate observer）を用いる方式である。上述の方式では、20人の観測者のスペクトル3刺激値を用いて計算を行なうため、労力が極めて大きい。20人の各観測者はそれぞれ標準観測者から様々にずれたスペクトル3刺激値を有している。標準偏差観測者はこのような偏りの測色的な意味での平均を統計的に求めたものである。計算は CIE 1964標準観測者および D_{65} に関して、条件等色をなす2サンプル $\rho_1(\lambda)$ 、 $\rho_2(\lambda)$ について、同一の照明の下で観測者を標準偏差観測者に変えて観測した場合の両サンプル間の色差を、観測者メタメリズム指数とする方式である。

しかし、上記の20人の観測者が果して、正常観測者母集団の代表とみなせるか、視野の大きさの変化の影響は、年令の影響は、また厳密な観測条件および良好な精度で求められたスペクトル3刺激値間の変動が、日常の比色におけるやゝ低い精度の観測者間変動の代表となりうるか、等々の数多くの問題がある。観測者メタメリズム指数についてはその実用性を問題視するメンバもなお存在するが、一応現在研究課題をこの問題に指向している。

3.4 色順応

調色の場合の今1つ重要な特性として、色恒常性の問題がある。この問題は、TC-3.2演色委員会において色再現の1つの重要問題として取りあげられていた。1969年のStockholmでの会合で、これの解決には色順応の問題が関与することから、TC-1.3が取扱うこととなった。この結果、BAMのH. Terstiegeが、委員長の委嘱をうけ、色順応に関する現在迄の諸研究を調査することとなった。その調査報告は、1971年のBarcelonaの会合に提出され、其の後出版された⁽¹⁸⁾。それは、Vonkries 公式の歴史、順応実験からの基本原刺激の決定、色順応と係数測、色順応に関する非線形仮説、色順応公式の最近の応用を含み、文献数100を超える詳細なものである。

この結果にもとづいて、TC-1.3に色順応小委員会が構成された。現在委員は9名、委員長はDr. R. W. G. Hunt、幹事はMr. C. J. Bartlesonである。委員としては、E. M. Allen, L. M. Hurvich, W. Münch, M. R. Pointer, H. Terstiege, G. Wyszeckiおよび筆者である。この小委員会の1971年設立時の目的は“実用的条件で遭遇する色順応の変化を予測する適当な数値的方法の開発”にあるとされている。続いて、1972年3月小委員長より、最も重要な実用的必要性のある分野を決定するために質問状が各国へ出された。これをもととして、1973年のTC-1.3のLondonの会合で、色順応小委員会の今後の研究プログラムが報告された。

この報告の主要な要点は、次の4点からなる。

- a) 特に重要なことは、1組(2種)の順応光源の一方で見たときと、他方の順応光源下で見た時に、同じ見えを与えるような3刺激値の対を定める公式を求めることである。
- b) 基準光源下で同一の3刺激値を有し、1つの試験順応光源の下で一方は完全な色恒常性を有し、他は現実のサンプルである2物体色について、試験光源下の3刺激値が与えられた場合に、試験光源順応下で知覚される両物体色間の見えの色の差を計算する方式を与えることである。
- c) その暫定公式は、次の観測条件に対して成立することであること。

- 1) 両順応光源による輝度レベルは同一である。
- 2) サンプルは2°または10°の視角を有すること。
- 3) 均一周辺視野を有すること。
- 4) 順応照明は所謂“白色”の領域にあること。

- d) 実験方法としては、記憶等色法または主観評価法がのぞましい。

色順応の研究には従来主として次の各方法が用いられてきた。両眼隔壁等色法(Haploscopic matching)、記憶等色法(Memory-matching)、主観評価法(Direct scaling or Subjective scaling)、局所順応法(Local-adaptation method)、増分閾値感度測定法(Increment threshold sensitivity measurements)。また、この問題については、W. D. Wright, D. B. Judd, R. W. G.

Hunt, D. L. MacAdam 他多くの世界的学者が研究を行なって来た。それにも拘らずなお国際的同意に達しうる結論を得ていない困難な問題である。

筆者らの主観評価法による色順応の研究⁽¹⁹⁾⁽²⁰⁾は、この線に沿うものであり、主観評価データにもとづいて始めて色順応予測式を導いたものとして評価されている。

小委員会は本年9月CIE London総会において、開催され討議されよう。

3.5 白色度小委員会

白色度の問題は、産業の各分野で重要である。TC-1.3では、1967年頃A. Bergerに現用している各種白色度公式の調査を依頼した。その後この調査およびこれに対する各国の検討にもとづいて、1969年のStockholmのTC-1.3の会合で討議された⁽²¹⁾。その結果小委員会が構成された。委員長はDr. Stenius、吾国からは福田保博士が小委員会委員となった。

その後、1971年のCIE Barcelona総会でのTC-1.3の会合および小委員会会合で、小委員会として、けい光増白紙を用いる評価実験が計画された。その結果は1973年のTC-1.3のLondonの会合で討議された⁽²²⁾。

吾国でも、この問題に関する関心は高く、1968年9月より色彩学会において、白色度表示方法、工業標準原案作成委員会が福田博士を委員長として構成され、研究が進められた⁽²³⁾。この過程で、森礼於博士によるPreferred Whiteにもとづく白色度公式が提案された⁽²⁴⁾。しかし、この問題は複雑で、さらに残された問題の解明のため、色彩学会と日本照明委員会との共同による、白色度調査委員会が構成され現在迄研究を進めている。当初、委員長は福田博士、其の後森礼於博士に引きつがれている。当委員会では、けい光増白布を用いる評価実験を行ない、その中間報告をまとめ、1973年のTC-1.3の会合において馬場護郎氏が報告し、各国より高い評価をうけた。この最終報告は何れ別途報告されよう。

1973年の討論の結果、TC-1.3および小委員会ではこれ迄の実験結果および討論にもとづいて、白色度に関するガイド・ラインを取りまとめて、1975年のCIE London総会のTC-1.3の会合に報告することとなった。現在の所、単一の白色度公式を勧告する方向には動いていない。

4. 結 言

以上、TC-1.3の最近の活動状況について、概略を報告した。術語小委員会については特記事項は無い。

TC-1.3の全般的な活動を通じてくみとれることは、色差、色順応、メタメリズム、白色度、標準光源などの実用的および学問的にも重要な課題を極めて精力的に研究を進めていることである。その範囲も、物理学者、心理学者、あるいは国立研究所、大学、産業界を包括する、学際的および全体的活動がうまく進められていることである。

言語の問題はあるとしても、今後、吾国の各研究者が同様な協力体制で研究を進め、この分野へ国際的寄与を

行なうことが期待される。そのための方策についても、色彩学会などでもっと真剣に討議されて良いのではなからうか。

最後に本報をまとめるに際し、TC-1.3の1973年会合における情報を御よせ頂いた、日立製作所馬場護郎氏に厚く謝意を表する次第である。また、本報について、さらに詳細な資料を必要とされる方は、筆者迄御申出願いたい。出来るだけ、御協力を申し上げたいと思っている。
〔附記〕委員会の No. および学協会名で、過去何年かの間に変更されたものがある。それらは、すべて現行のものに統一した。

参考文献

- (1) CIE Publication No.15, Colorimetry. (1971).
- (2) 日本照明委員会ニュース, No.23, 色彩科学シンポジウム特集号, (昭和49年3月).
- (3) G. Wyszecki, Proposal for a new color-difference formula, J. Opt. Soc. Am. **53**, 1318 (1963).
- (4) CIE Publication No.13, Method of measuring and specifying color rendering Properties of light Sources, (1965).
- (5) G. Wyszecki, Recent agreement reached by the Colorimetry Committee of the CIE, J. Opt. Soc. Am. **58**, 290 (1968).
- (6) G. Wyszecki, Recent developments on color-difference evaluations, in Color Metrics edited by J. T. Voset al., 339 (1972).
- (7) たとえば D. B. Judd, G. Wyszecki, Color in Business, Science and Industry, 296 (1963), John Wiley.
- (8) 納谷嘉信, TC-1.3 (測色) の均等色空間および色差公式に関する提案, 日本照明委員会ニュース, No.24, 12 (昭和49年6月).
- (9) G. Wyszecki, Development of new CIE standard sources for colorimetry, Farbe, **19**, Nr. 1/6, 43 (1970).
- (10) Y. Nayatani and K. Takahama, Adequateness of using metameric gray object colors in appraising the color-matching property of lamps, J Opt. Soc. Am. **62**, 140 (1972).
- (11) A. Berger and D. Strocka, Quantitative assessment of artificial light sources for the best fit to standard illuminant D₆₅, Applied Optics, **12**, 338 (1973).
- (12) E. Ganz and D. Eitle, Farbe, **19**, Nr 1/6, 103 (1970).
- (13) 納谷, 高浜, 栗岡, 側垣, CIE 測色用標準光源とその分光分布の評価に関する研究の現状, 電総研彙報, **38**, 454 (1974).
- (14) Supplement No.150 CIE Publication No.15, Special metamerism index: Change in illuminant, (1972).
- (15) G. Wyszecki, The degree of color metamerism and its application, Textile Chemist & Colorist, **1**, 47 (1969).
- (16) G. Wyszecki and W. S. Stiles, Color Science, 430 (1967) John Wiley.
- (17) E. Allen, Some new advances in the study of metamerism, Color Engng., **7** No.1, 35 (1969).
- (18) H. Terstiege, Chromatic Adaptation, a state-of-the-art report, Jor. of Color & Appearance, **1** No.4, 19 (1972).
- (19) H. Sobagaki et al., Chromatic-adaptation study by subjective-estimation method, J. Opt. Soc. Am., **64**, 743 (1974).
- (20) H. Sobagaki et al., A study on Chromatic adaptation by the subjective-estimation method, (Effect of chromatic adaptation on various white light sources), to be presented at the CIE London meeting, 1975.
- (21) 納谷嘉信, ストックホルムにおける E-1.31 (測色) および E-1.3.2 (演色) 委員会の状況, 日本照明委ニュース, No.5, 28 (昭和44年8月)
- (22) 納谷嘉信, E-1.3.1 測色, E-1.3.2 演色, E-2.2 照明材料の特性, 日本照明委ニュース, No.15, 2 (昭和47年2月).
- (23) 日本工業規格 (案), 白色度の表示方法, 色彩科学協会ニュース, **14**, No.5~6, (1968).
- (24) L. Mori, Formulation of Whiteness degree based on color difference from estimated prefiltered white, Acta Chromatica **2** No.1, 25 (1969).

— 受付1975年3月15日 —