

工場における色彩調節

東京芝浦電気・マツダ研究所

東 堯

(吉永教授紹介)

1. 色彩調節の立場

肉屋が店内を明るくしかつ商品を新鮮に見せたいと考えて、店の壁を白く塗つた。処が店内は明るくなつたけれども包丁を使う手元は却つて暗く感じ、仕事に神経が消耗され、その上に商品の鮮度は一向よく見えなかつた。そこで色彩学者の注意を受入れて麻色をうす緑に塗り替えた処、神経の消耗は解消し、商品は生々見え、その上に店内は結構明るいのである。

日当りの悪い食堂の壁色が青であつた間は、女工員等はオーバーの襟を立てて寒さをかこつていたけれども、壁を桃色に塗替えた処、この部屋は暖かくなつて嬉しいといつた。別段暖房装置を設けたわけではない。

こういった色彩の効用を工場に取入れたらどんな効果が期待できるであろうか、かぞえれば次のようになる。

- (1) 明るくて気分がよくなる。
- (2) 作業者の眼の疲労、延いては身体の疲労が少くなる。
- (3) 作業者の注意が仕事に集中されて励むようになる。
- (4) そのため能率が向上し、不良品を出すことが減る。
- (5) 安全が保たれ事故が減る。
- (6) 作業場の整理整頓がよくなる。
- (7) 建物の保守がよくなる。

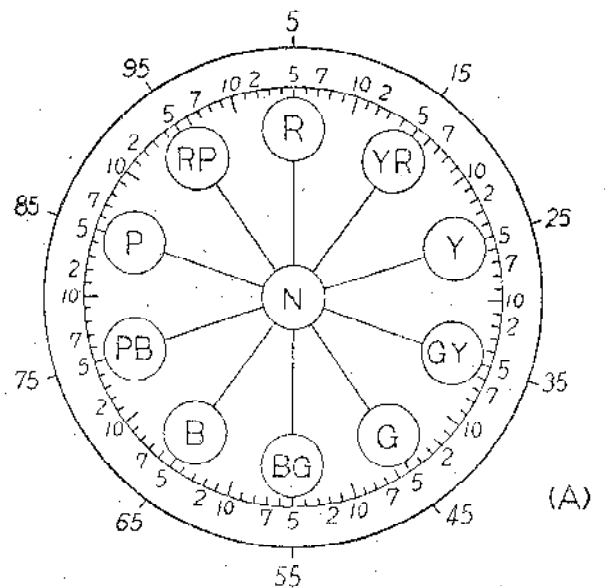
こういうことを色彩調節という。色彩調節は装飾ではなくて、色彩の機能的活用である。色彩の機能は視覚反応、心理効果の科学的研究から統計的に分析したデータに基礎付けられている。装飾の良否は個人の嗜好又は意見によつて決められるが、機能主義は明白な根拠の上に建てられるので、個人的好みは科学的プラクテスのために否定される。

2. マンセル記号

表面色を表わすのに使われるマンセル表色系の構成を簡単に説明する。色の3属性たる色相、明るさ及び彩度をマンセル系では各々 Hue (記号H)、Value (V) 及び Chroma (C) と呼ぶ。色相は赤 (R, Red)、黄 (Y, Yel-

low)、緑 (G, Green)、青 (B, Blue) 及び紫 (P, Purple) を基本として第1図(A)のような色相環を作り、隣合つ

第一図 A マンセル色立体の構成

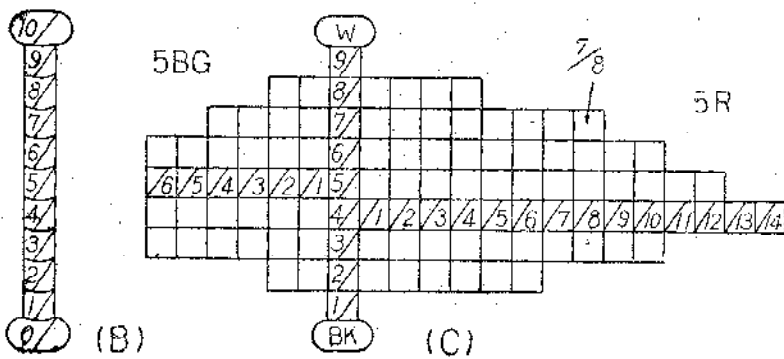


た二つの中間に各々黄赤 (YR)、黄緑 (GY)、青緑 (BG)、青紫 (PB)、及び赤紫 (RP) を挿む。これで10種の色相になつたが、一つの名前の中を图示のように10分割することによつて、色相環を総計100個に目盛つたことになる。各区分の呼び方は例えば5R、7YR、8PB等のようにする。各色相について5R、5GY等のように5番目が代表的色相になつている。各区分を通し番号で呼ぶこともあつて、その順序は図の最外殻に示した通りである。

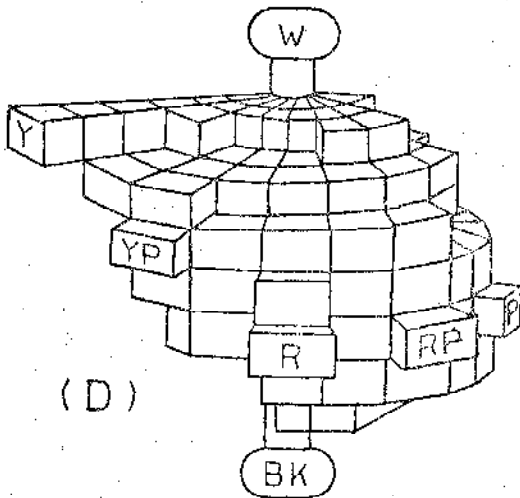
明るさの区分は(B)図のように無彩軸の目盛で與えられる。黒(反射率0)のVを0、白(絶対反射率100%、規約反射率102.56%)のVを10として、その間を視感に基づいて10区分する。V番号と規約反射率との関係は第1表の通りである。

色相環の中心を貫いた鉛直線上に無彩軸を立て、その軸を含む平面を考えれば(C)図のように軸の両側に補色関係をもつた二つの色相面(5Rと5BG)が得られる。例えば5R面には色相を5Rとする全ての色が配列され、明るさの等しい色は同じVのレベル上でCが大きい程無彩軸から離して列べられる。C番号は彩度の感覚

第 1 図 B C



第 1 図 D



第 1 表 マンセル V と反射率

V	Y (%)	V	Y (%)
10.0	102.56	5.0	19.77
9.5	90.01	4.5	15.57
9.0	78.66	4.0	12.00
8.5	68.40	3.5	9.003
8.0	59.10	3.0	6.555
7.5	50.68	2.5	4.614
7.0	43.06	2.0	3.126
6.5	36.20	1.5	2.021
6.0	30.05	1.0	1.210
5.5	24.58	0.5	0.581
		0.0	0.000

に基づいて等歩度をふんで無彩軸から 0、1、2、3、……とつけられる。

このような色相面を各色相について作つて綜合すれば、(D) 図のような色立体ができる。そして色立体内の色はHV/Cという記号によつて規定される。例えば 5R4/14又は5-4/14は鮮明な赤、5R6/8又は5-6/8はほうす赤を表わす。

3. 色彩調節における二つの流儀

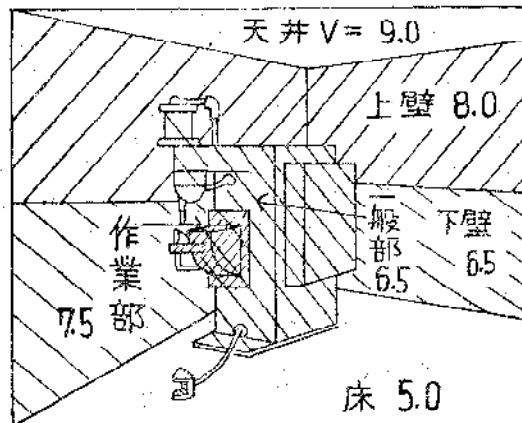
色彩調節は Faber Birren が最初に唱道して第 2 次大戦中に米国の軍需工場に廣く活用されたものであるが、現在米国内に二つの流儀がある。DuPont 会社 (以下 DP と略符する) 系統では Color Conditioning といつて Birren 顧問を中心として大いに喧傳してお

り、Pittsburgh Plate Glass 会社 (以下 Pitts と略符する) 系統では Color Dynamics といつている。後者は目下の所工場内の色彩調節にのみ力を注ぎ、前者は工業ばかりでなく学校、病院、ホテル、料理店、商店、事務所、家庭等凡ゆる方面に廣くすすめている。工場色彩調節について両流儀の基本は同じであるけれども、推奨する色種について若干の相違がある。

4. 工場色彩調節

第 1 の着手点は機械の彩色である。機械表面を作業部 (Critical part) と一般部 (Non-critical part) に分け、前者は作業点に対して直接背景となる機械面であり、後者はその他の部分である。作業部に塗る色を焦点色 (Focal color) といい、使用材料とも又一般部ともはつきりした対比をもたせるのであつて、この役目を二重対比という。色種としてはほうす黄又はほうす緑を使い、明るい灰を避ける。色相の選択は主要な使用材料から離れた方を探り、例えば鉄やアルミ材に対してほうす黄、黄銅に対してほうす緑を使う。Pitts では Focal Ivory、Focal Buff、Focal Green をすすめているけれども、大体等しい。一般部には焦点色よりも明るさを落して灰緑 (Pitts の Vista Green) 又は灰 (DP の Horizontal Gray) を塗

第 2 図 工場色彩調節



る。両者を比較すると灰緑の方がより有効のようである。(第2図、第2表)

第2表 ペイントの色特性

品名	マンセル記号	A 光			7000 °Kの黒体放射		
		x	y	Y	x	y	Y
Sunlight	5 Y 9/4	0.4915	0.4278	0.7171	0.3690	0.3855	0.6835
桃	7.5 YR 8/3	0.4855	0.4111	0.6779	0.3495	0.3436	0.6441
アイボリー	10 YR 8/3	0.4818	0.4179	0.6696	0.3506	0.3557	0.6380
Spotlight Buff	2.5 Y 8/3	0.4810	0.4194	0.5875	0.3492	0.3570	0.5644
明るい灰	N 8/	0.4502	0.4083	0.5281	0.3088	0.3229	0.5275
Spotlight Green	10 GY 8/4	0.4383	0.4374	0.5545	0.3109	0.3660	0.5636
うすい緑	10 G 8/2	0.4329	0.4181	0.5097	0.2969	0.3304	0.5227
灰	7.5 B 6/1	0.4345	0.4047	0.3142	0.2931	0.3075	0.3192
灰黄赤	7.5 YR 5/3	0.4983	0.4110	0.2567	0.3668	0.3544	0.2396
Focal Ivory	7.5 Y 9/4	0.4828	0.4262	0.8001	0.3563	0.3772	0.7717
Focal Buff	2.5 Y 8/3	0.4827	0.4211	0.5713	0.3520	0.3612	0.5481
Focal Green	10 GY 7/4	0.4409	0.4516	0.4482	0.3211	0.3968	0.4607
Vista Green	2.5 G 5/2	0.4311	0.4386	0.2013	0.3047	0.3611	0.2079

次に壁色を工夫する。壁色に対する要求は次の通りである。

(1) 感じよく明るい色なること。

(2) 眼を安めるに有効な色なること。作業部を見つめていた眼は時々壁を見ては安められるが、その時に眼は反対色を要求するので、色相としては焦点色と対比関係にあるものが好ましい。しかし明るさに度ぎつい対比があると、眼の順応が困乱される不便があり、他方照明効率からいえば壁は明るい程よいので、結局壁の明度は焦点色と同等又は幾分高く選ぶことになる。従来明るければよいという主義で盛んに使われている白壁は好ましくなく、今後は避けるべきである。

(3) 成るべく後退色なること。壁は作業者の注意を引く必要なく、寧ろ後退して作業場を広く感じさせる方が有効である。後退色としては青一緑が選ばれよう。

かくして焦点色にアイボリー、バフ等を使う時には壁色にうす緑又はうすい青緑が好ましく、前者に緑色相を使う時には桃、アイボリー、地色(Beige)等(これらは後退色ではないが)好ましい。

壁色に対しては別の選色方針もあつて、日当りのよい工場とか熱処置又は炉のあるような熱い室には冷色(青一緑)の色相を採用し、日当りの悪い工場とか冷凍室等の壁色には暖色(赤一黄)の色相を採用する。事務所の壁色はこういう方針で決めたらよからう。も一つの方針として男子は主として冷色を好むので機械工場には緑系統を使い、女子は主として暖色を好むから女子の多い組立工場等には黄一赤系統の壁色を使う。何れにしても壁

色の彩度を小さくしてけばけばしないようにする。

工場の下壁は汚れ易いので腰羽目以下の明度を落す。この場合に色相は上壁と同じにしておくことが、色調和の原理上好ましい。腰羽目の高さは工場内では立つて乳までがよく、事務所では腰までの高さがよい。

天井は作業中見ない場所であるから、照明効率を考えて白又はごくうすい有彩色にする。低い天井

にごくうすい青緑(後退色)を塗つた処、2呎位高くなつたように感じられた。工場内の余り注意を引かないでよい容器、棚の類は壁と同色又は明るい灰色に塗る。無彩色と有彩色とを比較すると、前者の方が注意を引かない。

床を彩色することは好ましいけれども実際には行い難いであろう。しかし例えば自動車の下面を加工する場所では床面を灰色に塗つて作業面の照明に役立てることは有効である。理想からいうと、床面は反射率30%以上に保ちたいことになっている。

これまでの論をまとめる意味で東芝内の色彩調節委員会が決定した色彩規準を示すと次の通りである。

機械について

一般部：5 G 6/3

作業部：(1) 8 YR 8/4

(2) 10 G Y 8/4(黄銅を主要材料とする処)

天井、壁について

天井：N 9/

上壁：(1) 2.5 G 8/3, (2) 2.5 Y 8/3

腰羽目：(1) 2.5 G 6/3, (2) 8 YR 6/3

その他

扉、手摺：腰羽目と同色

部品箱、台、棚の外側：5 G 7/3

内側：8 YR 8/4

工場内のタングは壁と同様に塗る。

この例で見ると上記のどくに塗る色も彩度(C)は4以下になつている。裝飾ではよく彩度の高い鮮かな色

を使うけれども、色彩調節の立場は第1節に述べた通りなのでこのようになってい。高彩度の色で工場の内を塗りまくられては作業者の注意を散らし疲労を早めて、却つてマイナスの効果になつてしまう。も一つ注意すべきことは使用する色相の種類を極めて限定していることである。色相の種類が無暗に多いことは高彩度の色と同様な意味で好ましくない。

次に二、三の事項を附言する。戸外に面する窓の内側の淺は白に塗つて明るい窓面との対比を少なくすることが好ましい。しかし室の間切りに使われているガラス戸は窓面が特に明るくはないので上壁と同色に塗るがよい。

工場、事務所に白壁を使うことが不適當である理由は前に述べた。白壁の許される処は倉庫のように、その中で作業することなくかつ照明が不十分な場所だけである。

精密微妙な作業に対しては、視角が45°~60°で、反射率25~40%の快い色調に塗つた傾立を前方に置くとよい。その理由は(A)作業面と背景とに對比をつけて作業者の視野を限定し、目の調節を作業面に安定させる。

(B)前方に起こる運動や物の陰を遮蔽する。(C)作業者に好ましい隔離感を與える等の利点があるからである。

5. 安全色彩規定

1944年に F. Birren が DP 会社と協力して安全色彩規定を作つたが、米国標準協会 (ASA) がそれを全国的標準として採用して、その普及に力めた。非常に便利であるから我が國でもこれに従い、延いては全国的標準にしたいものである。

(A) 黄は警戒。ぶつかる、つまづく、落ちる等の危険のある物や場所に使う。黒線を入れる俗にいう虎の皮はよく眼につく。しかし虎の皮は道路標識としてはよいけれども、工場内では度ぎつ過ぎるきらいがある。工場内にあるでつぱり、鉄はしご或は頭上クレーン、頭上コンベア等に塗るわけである。

(B) 黄赤(橙)は危険。切る、つぶす、熱く、やする等の危険物及び電氣に使う。切断器の歯の上部、ローラーの端或は運搬車等に彩色する。機械カバーや電氣スイッチ箱の蓋の裏面に塗つて黄赤が見えたら必ず処置して蓋を閉じることにする。

(C) 緑は救護。ガスマスク、医薬、たんか等の保管場所、医務室の入口に彩色する。緑十字に白の縁をつけるか又は白十字に緑の縁を付ける。

(D) 青は注意。工場内に置かれた大きな物で動かしてならない物や要修理物等に青い円札を付ける。札の中に白字で、「要修理」とか「動かすな」とか記しておく。

機械カバーや電氣スイッチ箱の表面に灰青を塗る(裏面は黄赤)。

(E) 赤は消火。消火装置だけに用いる。消火器を赤く塗るのもよく、或はそれをかけておく壁に赤い横帯を塗るもよい。消火器のある場所の床や天井にも赤帯を記して、その位置を遠方からもわかり易くすることも好ましい。

(F) 白は仕切り。工場内の通路や材料、仕掛り品の置場所等は白線で仕切る。運搬車が通るような主要通路の仕切りは警戒の意味をこめて黄線にするのもよい。こういう仕切り線は夜中の事故の時に道しるべになるという効果もある。屑箱を置くべき床面や廊下の角隅に白い横帯を塗つておけば、汚れが目立つために掃除を促がして有効である。

安全色彩規定に使われる有彩色は純色又はそれに近い高彩度でなければならない。彩色の面積は目的を果たす範圍で出来るだけ狭いことが望ましい。

6. パイプの色分け

工場内に配管されている各種のパイプを色分けしておくことと便利である。パイプは多く天井や壁を囲つているが、その大部分は天井又は壁と同色に塗つて、屈折部、栓、接合部等にだけ目印的に色分けする。或は色札をぶら下げてもよい。パイプの全長を色分け用の鮮明な色で塗ることは折角の色彩調節の効果を壞して有害である。

色分けの色種については一応の色彩規定が米国にあるけれども、我が国には例えば水に青、水素に赤というように既に普及している慣習もあるので、両者を調製する必要がある。東芝内の色彩調節委員会が決定した色分けは次の通りである。

青：水(工業用水はうす青、水道は高彩度の青)

緑：圧搾空氣(圧力によつて黄線を入れる)

黄：石炭ガス

灰黄赤：水蒸氣(断熱用被覆があるので殊更色彩しなくてもよい)

赤：スプリングラ

赤に白線：水素(従来の慣習を生かす)

黒：酸素

灰：アルゴン、窒素(両者は緑線、黄線で区別する)

紫：眞空(荒引き、仕上げは黄線で区別する)

黄赤：電氣

7. 色彩調節の實績

米国の National Industrial Conference Board は色彩調節を施した 350 の会社とその効果を問合せた処、

次のような結果を得た。64.7%は明るくなつたといひ、27.9%は生産増進に役立つた、30.9%は品質向上に役立つた、19.1%は作業者の眼や身体の疲れが減つた、14.7%は欠席者が減つたといつてゐる。結局、全体の75%の会社は色彩調節に満足し、5.9%は不満足、19.1%は意見がなかつた。

米国の公衆衛生局が官営工場について2年間調査した結果次のように報じてゐる。新しい照明器具と色彩調節とを併用したが、以前には最大と平均との輝度比が100:

1以上であつたのに対して、改善後は4.7:1になり、生産能率は5.5%向上した。5.5%という数字は95人の官吏について1年間13,229弗の節約になる。

我が国における工場色彩調節は、昨年より急に各所で実施されて、東京計器、日立、東芝、日産自動車、明電舎、キヤノンカメラ等の諸工場において実績を挙げている。初めは我流で華かな色彩を施した処もあつたが、間もなく更められて正道をふむことの良さが理解されたようである。

工場環境とその改善

大阪大学教授 新 津 靖

1. 緒 言

農作物を別として、他の生産物は殆んど屋内で作られ、文化の進展に伴つて人間は益々屋内で過す人数と時間を増さざるを得ない状態になりつゝある。従つて我々は製品の品質向上と作業者の健康保持の二点に於いて、作業環境を合目的に調整させる必要がある。製品の質のための作業環境は、必ずしも労働者の健康保持に適した環境とはいへない場合が多いが、本文に於ては、特に後者に就て、その実態と衛生学的に究明された工場内の各種環境要素の限度を述べ、衛生工学的に環境改善の指針を述べたいと思ふ。

工場内環境要素としては空気、光及び音響が重要であり、この内空気としては温、湿度、風速、塵埃、煤煙、ガス、空気イオンが問題となるが、8時間労働としてこの間、成人は1人当り約5m³の工場内空気を体内に吸入し、又周辺温度の影響を受けるのであつて、空気という言葉で環境を代表させてもよい位工場内の空気状態は光や音響に比し、特に我々の健康に影響する処が大きい。以下二、三の要素に就き、その実態を見よう。

2. 各種作業の至適温度と限度温度

我々が工場内で各種の作業に従事する場合、先づ肉体的に直接影響を受けるものは工場内の作業面に於ける空気温度である。各種工場内の温熱状態の実態調査報告は衛生学者に依つて多数発表されて居り、又作業の種類に依つて、どの程度の温度が至適であるかも段々解明されて來た。至適温度といふのは寒からず、暑からずといふ境界の温度範囲であるが、その決定法は各人に就て主観的な快適温度を調査して、80%以上の人が快適とする温

度を探つたり、間接的には生産量が最高を保つ温度範囲をとる場合もある。

今多数の研究者が調べた結果を引用すると第1表⁽¹⁾の通りである。表中感覚温度は実効温度とも呼び、室温 t_a 、湿度100%、無風の状態を基礎として、これと等温感覚を與える状態を感覚温度 t_p とするのであつて、Yaglou と Houghton が創案した指標である。但し放射熱は全く入らない。

次に限度温度であるが、至適温度から多少上下に温度がづれても、身体の各種調節機能がこれに適応する様に働いて呉れるが、この限度を越えると機能失調状態に入る。この温度が限度温度であつて、これは一定不変のものではなく、作業の性質、強度、個人の環境適応能力等に依つて相違して來る。

一般工場内では低温より高温の場合の方が多いため、この場合の限度温度を示せば第2表⁽²⁾の通りである。

表中に「堪え得た記録」の欄があるが、生理学者に依る実験記録としては120°Cの室内に20分入つていて障害なしというのがある。被験者は両手に生卵を持つてこの室に入り、出た時には卵はゆでたと同様にかたまつていたという。この場合室内空気が乾燥している事が必要で、発汗に依る体表面の防熱作用の効果に依るものである。製鋼、圧延等所謂高熱作業場と呼ばれる工場内では、乾球温度32~42°C、濕球温度25~33°C程度のものが最も多く、産業労働の内最も重激な部類に属している。

3. 塵埃とその限度

塵埃といふものゝ定義が明確でないし、又分類もまち