

特集 「安全と色彩 ～規格編～」

安全色国際規格の現状と問題点

Present Status and Future Problem of International Standard for Safety Colours and Safety Signs.

馬場 護郎 Gorow Baba 村上色彩技術研究所 MURAKAMI Color Research Laboratory

1. はじめに

安全色を工業規格として定めたのは、わが国では色彩科学協会(当時)と日本保安用品協会が協力して制定したJIS Z 9101:1953 "安全色彩使用通則"で、これは、BS 873:1970 - 1973、DIN 6171 Teil 1、1979に比べても、かなり早くから安全色を規格化したものといえる。このような各国の安全色彩に関する規格を統合しようとして、CIEは、1971年TC-1.6、Visual Signallingを組織し、勧告の用意を始めた。この勧告は、Publ. CIE、No. 39、として1978年に出版され、さらに改訂されて、Publ. CIE、No. 39-2:1983、Recommendations for Surface Colours for Visual Signalling となった。一方、ISOでも安全色の国際規格化が検討されて、1978年、ISO/DIS 3864.3が承認された。ISO/TC 145(Graphical symbols) /SC 2(Safety identification, signs, shapes, symbols and colours)は更に検討した結果、ISO 3864:1984が制定された。このISO規格は、その後10数年に亘って改訂が検討され、ISO 3864-1:2002 Graphical symbols - Safety colours and safety signs - Part 1: Design principles for safety signs in workplaces and public areasが制定され今日に至っている。

2. CIE 39-2とISO 3864-1の問題点

CIE 39-2は、本来、交通分野における視覚信号の中の反射物体色を規定するものであったが、これに蛍光色及び再帰性反射体を加え、さらに物体色と同じように知覚される内照式標識の色も含めて規定するようになった。規定では、各種類別に色の範囲を色度図の限界と輝度率の下限値(黒では上限値)で定めているほか、実際に使用する際の光源が変わったときの影響、色覚異常者に対する配慮、小視野第3

色覚異常を含めて視角による影響についての注意点を述べている。この規定は、何分、制定から長い年月を経ており、CIE、Div. 4、Lighting and Signalling for Transportでは改訂を計画したが実現されなかった。本年、CIE、TC 4-32、Surface Colours for Traffic Signsでは、交通の高速化と材料の進歩を勘案して改訂が必要であるとし、ASTM E 12、Color and Appearanceと協力してその作業を進めることとなった。一方、ISO 3864-1は、一般作業場及び公共の場における安全色及び安全標識の種類や使い方、色の範囲などを定めたもので、一般材料色、蛍光色、再帰性反射体、内照式標識のほか、新しい材料として再帰性反射体と蛍光材料を一体化した複合材料や、燐光を応用した蓄光標識も含んでいる。この規格には、色の範囲や、測定方法についても規定されているが、光学的特性については規定が十分でないとして、本年、ISO/TC 145/SC2/WG5 Specifications of colorimetric and photometric properties of materialsが組織され、審議が始められることになっている。

Fig.1は、CIE 39-2とISO 3864-1の一般材料による安全色の色度範囲を、Fig.2は、JIS Z 9101:1953とANSI Z 535.1:2006の同じく一般材料による安全色の色度範囲を示したものである。両者を比較すると、Fig.1は、色相限界は主波長一定に、彩度下限はスペクトル軌跡に略平行とする混色系的な考えが、Fig.2は、マンセル表色系とMacAdam Limits [蛍光(発光)を含まない物体色では、輝度率によって刺激純度の上限が変化する]を考慮した顕色系的な考えが基礎になっているように見える(JIS Z 9101のこの考えは、1986年の改訂以降改正された)。

現在、CIE39-2及びISO3864-1ともに改訂が予定されている。これには次の問題点がある。

1)一般材料色 Fig.1とFig.2を比較すると、赤の

色度範囲が大きく異なることがわかる。これは、ISO3864-1(以下ISOと略す)の赤の範囲は、純紫軌跡まで伸びてMacAdam Limits(以下MLと略す)を超えており、物体色で実現不能の領域を含むことと、この部分では、等刺激純度線と等彩度線の傾きが大きく異なることによる。純赤色の色料は、単一顔料ではかなり彩度の高いものもあるが、CMYKによる印刷手法ではISOの色度範囲に達しないことが多いので、色度範囲を変更する必要がある。ISOでは、オレンジを安全色に含めていないが、すでに国内規格でオレンジを含めている日、米の要望もあって、ISO 3864-2 Part 2: Design principles for product safety labelsには、オレンジを含めている。緑の色度範囲については、蛍光色、再帰反射色の範囲と合わせて検討する必要がある。

2) 蛍光色 安全色に使用される有彩蛍光色は、これまで一般材料色の色度範囲と同様に考えられていたが、近年、高速道路、飛行場、火災現場を含めて安全に対する要求が強くなっている。ヨーロッパでは、路上作業者の衣服(防護服)について、BS EN 1150:1999 Protective clothing - Visibility clothing for non-professional use - Test methods and requirements、BS EN 471:2003 High-visibility warning clothing for professional use - Test methods and requirements を制定しており、現在、ISO規格化

を進めている。これらEN規格の色度範囲をFig.3に示す。これら蛍光色の内、特に高視認性を要求されるのは、黄-オレンジ-赤の蛍光色で、これらに使用される蛍光色材は、励起波長域が等色関数の z と重なっているためこの波長域の吸収が大きければ大きい程その色度はスペクトル軌跡に近付く性質があり、刺激純度は大きくなる。これらの蛍光色を白色光照明の測色器で測定するとき、蛍光染料は一般に透明性があるので、蛍光増白された白生地の蛍光が再吸収され再発光するので、照明光は紫外部を含めてイルミネラントD65に近似している必要がある。このEN規格には蛍光色だけでなく、再帰反射色、複合材料色があるが、その測定については次項以下に述べる。

3) 再帰性反射体の昼間の色と反射性能 再帰性反射体の昼間の色は、ISOでは、(45/0)の幾何条件で2度視野、標準イルミネラントD65による色の範囲を規定しているが、これは、Publ. CIE, No. 54:1982 (JIS Z 8713:1995、JIS Z 8714:1995がこれに相当)によるものである。当時の再帰性反射体は、ガラスビーズを用いたものが殆どであったが、近年では反射性能を向上させるため、種々の構造の材料が使用され、そのため試料の方向によって、反射率、色が変化するので、CIE15(第3版)の(45° a:0°)(45°円環照明、法線受光)条件で測定することが望ましい。昼間の色の中心色も夜間A光で照明された時、

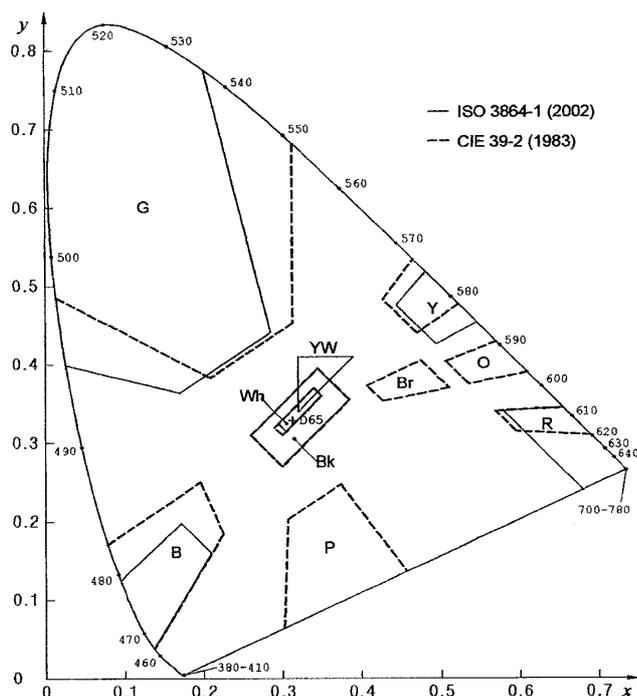


Fig.1 Color boundaries by
CIE 39-2:1983 & ISO 3864-1:2002

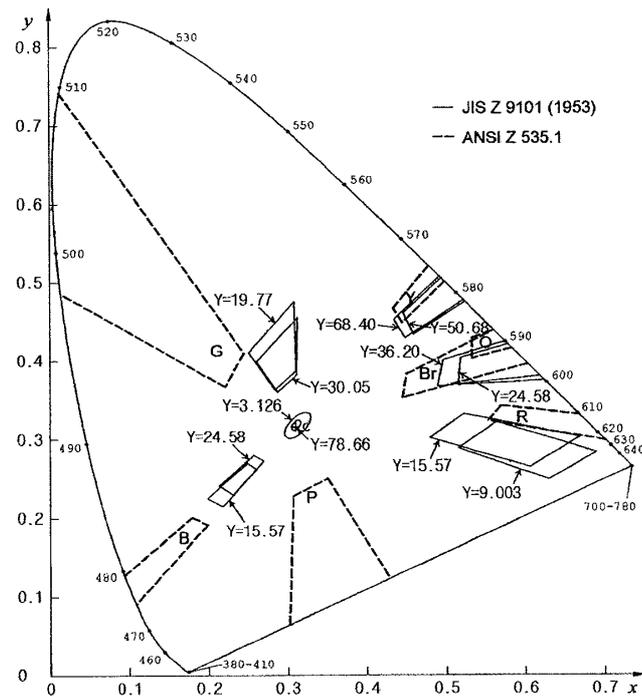


Fig.2 Color boundaries by
JIS Z 9101:1953 & ANSI Z535.1

黄緑側へ色がシフトすることを考慮して青緑側によせて定められた。反射性能も、当時、前照灯が白熱灯であったのに対し、近年は放電灯、LEDなどが用いられることを考慮し、Publ. CIE, 54.2:2001では、反射性能は、照明光、反射光を分光的に求め、再帰反射係数 R' などは積分して求めることを原則としている。尚、CIE54.2は、現在、改訂中である。反射性能を規定に従って測定するには、高精度の測定装置、高度の測定技術、大きな測光暗室などが必要で、我が国で実現するのは困難である。一方、近年、再帰性反射体は更に視認性を高めるとして再帰性反射体と蛍光体とを一体化した複合材料が用いられるようになった。複合材料の屋間の色測定法として、ASTM E 2301 - 03では、(45° a:0°)の幾何条件で、2分光器法で測色することを規定している。

4) 蓄光(燐光)標識の屋間の色と輝度減衰特性

近年、地下道、地下鉄構内、地下通路などの床面、壁面下部に避難誘導路を示す燐光による蓄光標識が見られ、これは平成18年3月告示された消防法施行規則の改正にも定められている。蓄光標識の光学的特性については、ISOでは屋間の色の色度範囲のみを定めているが、安全標識の性能を定めたISO 17398:2003、避難誘導標識の性能を定めたISO 16069:2004では、試料の励起方法、輝度減衰特性などを定めている。標識に用いる燐光材料は、以前はZnSが殆どであったが、その後、高輝度、高性

能の新材料が開発され世界的に実用されるに到っている。これら材料の励起・発光スペクトルを求めると、励起スペクトルは400nm付近にピークを持ち、300nm～500nmに分布しているため、励起光の強度を照度で評価する現在の規定は不合理である。ISOでは、実験室における励起光源として、500W以下の直流点灯キセノンランプを用い、1000lxで5分としているが、近く改訂されるJIS Z 9107では、常用光源蛍光ランプD65を用い、200lxで20分としている。輝度減衰特性は、ISO 16069では、励起光源を取り除いて2分後から60分後までの輝度の減衰を測定し、更に、その後輝度が0.3mcd/m²になるまでの時間を記録するとしている。最近、英国と日本で用いられている蓄光標識試料約30種を用いて、輝度減衰特性を測定したところ、励起光除去後、2分で1.5-0.3cd/m²、60分で50-3mcd/m²で、これは現在市販されている輝度計の保証精度を超えていることが判った。また、ISOは、60分以降の輝度を60分までの輝度の変化の指数近似で外挿で求められるとしているが、指数関数で近似できないことも判った。これらの輝度減衰の経過をみると、標識を視認するときの順応の条件は、明所視、薄明視、暗所視に亘っており、この条件下での見えについて検討されねばならない。このように、蓄光標識材料は現在発達の途上にあり、その光学特性の測定についても方法が確立しているとは言えないので、今後、詳細な検討が必要である。

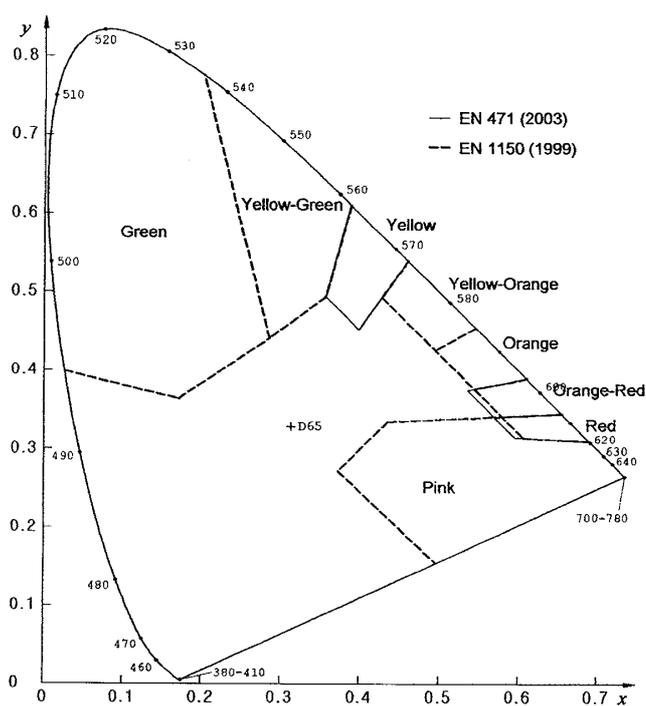


Fig.3 Color boundaries by EN 1150 & EN 471

5) 内照式標識の色 内照式標識については、CIEは昼間の色(反射)と夜間の色(透過)についてその色度範囲を定めており、ISOは、安全色と対比色との輝度対比を定めている。内照式標識は、当初は蛍光灯を内蔵したプラスチックや擦りガラスのものが殆どであったが、その後は照明の方式もバックライトや側方照明など種々のものが現れている。内照式標識の色は、内部照明による透過色と、外部照明による反射色の任意の割合の混色であると考えられるが、その割合は周囲の環境によって大きく変化する。また標識を見るときの順応条件も様々であるので何をもって標識の色とするかも問題である。ISO 16069では、避難誘導路の標識として、内照式標識と蓄光標識をあげており、前者は非常時用照明として用いられる標識と合致する。CIEでは、内照式標識を表面色(surface colour)として扱っているが、夜間においては色光として認知される場合もあり、その面からの

検討も必要となる。

3. おわりに

はじめに述べたように、安全色及び安全標識については国際的にも国内的にもかなり以前から検討され規格化されてきたが、これらの作成に関係した当事者以外にはあまり関心がなかった時代が長く続いていたと言える。近年になって、安全に関する関心が高まって来たと同時に、安全標識に用いる材料についても技術的に画期的な進歩がみられるようになった。蛍光材料、再帰性反射材料、燐光材料の進歩は、ここ10数年の間で驚異的と言えるほどである。今になって、これまでの国際安全規格を見直すと種々の不具合な点が見られるようになった。CIEでは、CIE TC 4-32が、ISOではISO/TC 145/SC 2/WG 5がそれぞれの安全規格の見直しを本年から発足させることになっており、しかも、両者は互いに情報を交換して規格改訂に臨もうとしている。このような時に当たって、国内でも日本色彩学会、照明学会、日本保安用品協会が、安全関係の材料の生産者、使用者の団体とも協力してCIE、ISOの作業に参加するべきである。Fig.4に、現在、ISOに日本から提案している安全色の改定案を示す。一方、標識の性能を評価する光学的測定技術は、国際的にも不十分で、特に、蛍光、燐光、再帰反射の測定は、一部の欧米の国立研究所を除けば憂慮すべき状態である。日本色彩学会の安全色彩研究会では、国際規格改訂に協力するための分科会を組織しているので、関心のある方の参加をお願いしたい。

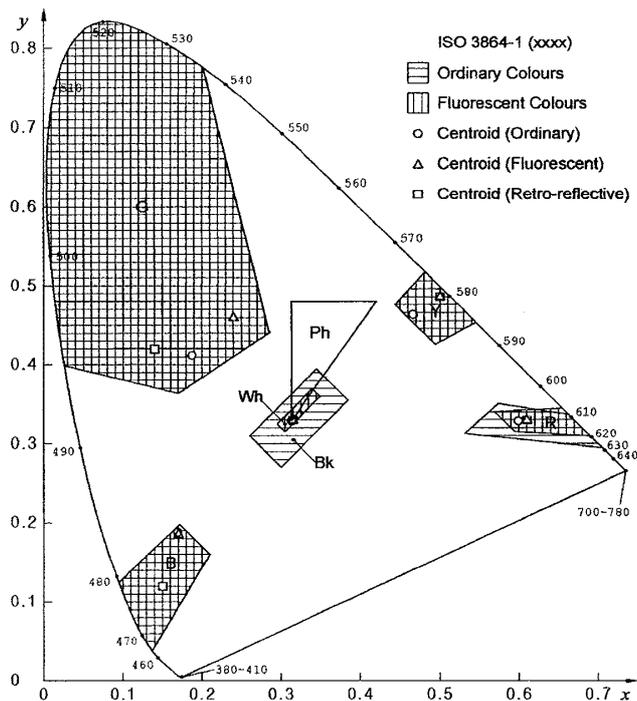


Fig.4 ISO安全色色度範囲改定の日本案