

スキーウェアの視認性
—安全色としてのスキーウェアの色—

愛知工業大学 石垣 尚 男
(共同研究者) 名古屋大学 宮尾 克

The Conspicuity of Skiwear
—The Color of Skiwear as Safety Color—

by

Hisao Ishigaki
Aichi Institute of Technology
Masaru Miyao
Nagoya University

ABSTRACT

The factors which make skiwear's colors different the in their degrees of conspicuity were investigated in this study.

The conspicuity of ten colors were compared.

Results were as follows.

1. When color targets move slowly, the conspicuity among ten colors hardly differentiated.
2. When target velocity increased, first of all the conspicuity of sky blue color deteriorated, after that, the conspicuity of purplish red color and yellow color deteriorated.
3. The conspicuity of red, green, blue, purple and black color were superior. The conspicuity of yellow-green color and gray were slightly inferior to those colors.
4. The relation was found that the illuminance of superior color in conspicuity is lower than the illuminance of white color (background color), and the illuminance of inferior color in conspicuity is higher than that.

要 旨

スキー事故防止の観点から、スキーウェアとして視認性の良い色、悪い色の特性を調べた。雪面を想定した白色の背景上を動く、赤、黄、緑、青、紫、黄緑、水色、赤紫、灰色、黒の視認性を比較した。

結果は以下の通りである。

1. 速度が遅い場合には10色間で視認性にほとんど差はなかった。
2. 速度が速くなるに従い、水色の視認性が低下し、ついで赤紫、黄が悪くなった。
3. 赤、緑、青、紫、黒の視認性は良く、黄緑、灰色はわずかに劣る傾向があった。
4. 視認性の悪い水色、赤紫、黄は背景色の白より輝度が高く、視認性の良い色は白より輝度が低いという関係があったことから、白の背景に対して輝度の低い色はコントラストが大となり視認性が良いものと考えられた。

1. 緒 言

スキー人口の増加にともなう、ゲレンデの事故も年々増加している。人出の多いゲレンデや日祭日のゲレンデは過密状態で、スキーヤー同士の接触、衝突による事故も後を断たない。近年のリフト等の発達で初心者でも簡単に上級者コースを滑走できることが事故の増加に拍車をかけていることは否めない。事故の発生には様々な要因が関係すると思われるが、滑走中、接触、衝突の危険のある他のスキーヤーに気づかないという視覚的な要因もその1つであると考えられる。

池田ら¹⁾は、中心視に強い注視負荷がかかると周辺視野は狭窄する現象を明らかにし、この視野を有効視野と名づけた。有効視野は車の速度増加によって運転者の視野が狭くなる現象でも知られている。スキー滑走中にもこのような視野狭窄が起こることは充分考えられる。スキーは凹凸や、

斜面に対応する技術であるので前方を注視することは不可欠である。技術の向上にともなう、前方を注視しつつも周辺のスキーヤーの存在にも注意を配ることができるようになるが、技術不足の初心者であったり、中、上級者でも自己の技術より難度の高いコースを滑走するようなときには前方を強く注視、あるいは凝視の状態になるため、他のスキーヤーが視覚に昇らず、結果的に発見が遅れたり、極端な場合には衝突してはじめて気づくことなどはこの現象とみなせるものである。

このような現象の起こりうるスキーにおいて、安全対策の1つとしてスキーウェアの色の視認性があげられよう。ウェアの色の視認性がよいこと、いいかえれば、滑走中に他のスキーヤーを発見しやすい色、自己にとっては発見されやすい色であることが、事故を未然に防ぐことにつながるものと考えられる。

一般に色の視認性の良否は中心視による識別が多い。スキーにおいては、周辺視による色の視認性、しかも、視認の対象が動くということが重要になる。このような視点から色の視認性をみた研究はこれまでおこなわれていない。

この研究は、雪面を想定した白色を背景としたとき、周辺部から、中心部にむかって動く視標色の視認性を、視野の広さを尺度として求め、安全色としてのスキーウェアの色特性を検討するものである。

2. 研究方法

2.1 装 置

この実験で用いた色、及びすべての実験は、NEC personal computer PC-9801 VX でプログラムし、NEC PC-KD854 color display に提示したものでおこなった。display 前面のフィルターは除去した。

2.2 実験方法

display に図1に示す画面を提示した。雪面を

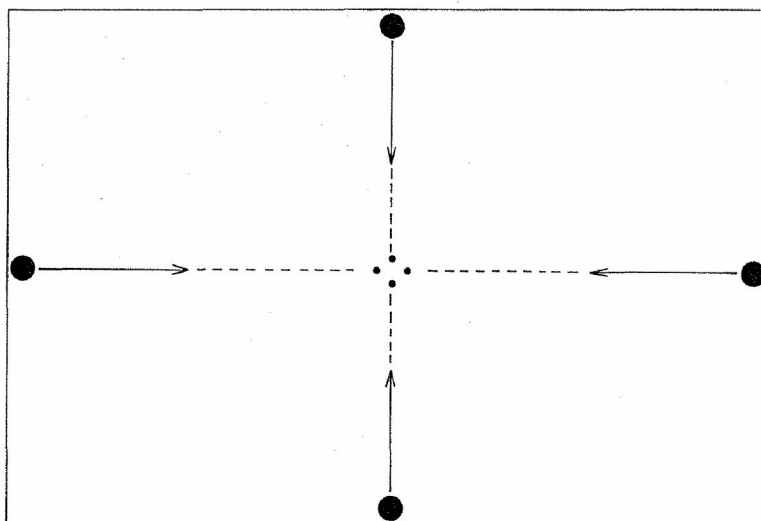


図1 Display

被験者は画面中央の4つの小ドットの中心を注視し、周辺に視標を認知したら Key を押す。Key が押されると視標は消え、再び4ヶ所のいずれかから視標が出現する。

想定した白色画面は横 235mm, 縦 150mm で, 視距離を 25cm としたのでそれぞれ, 視角で 50° , 33° であった。画面中央に赤色小ドットを4個提示し固視点とした。画面の上下, 左右の4カ所のいずれかから直径 6.8mm(1.5°)の円形視標(以下, 視標)が固視点に向かって移動する。視標の移動方向は \rightarrow , \leftarrow , \uparrow , \downarrow の4方向である。被験者は4つの小ドットからなる固視点の中心を注視し, 視野の周辺に視標を認知したら, ただちに telegraph key を押す。key は computer の SHIFT key と連動しており, 固視点の中心から視標の中心までの距離 (mm) が記録される。視標色は 10色である。被験者には視標がどの色であっても認知したらただちに Key を押すこと, また, 眼球は動かさないように教示した。key が押されると, 視標は画面上から消え, 0.5~1.5 sec のインターバルをおいて再び4カ所のいずれかから視標が出現する。10色の出現順序, 出現方向の順序, 視標出現のインターバルはすべてランダムである。実験は水平面照度 500 lx, 垂直面照度 200 lx の明室でおこない, display にグレアが入らないように配慮した。

2.3 視標色の設定

視標色はマンセルの色相環のなかから, 5の色相番号のつく色を設定した。具体的には色相番号の 5R, 5Y, 5G, 5B, 5P, 5GY, 5GB, 5RP の8色で, これに無彩色の Gray, Black を加え, 10色とした。視標色は JIS 標準色標 (光沢版)²⁾の色に近似するように, 4096色対応の RGB の%を変えることにより表示した。5のつく色相のなかから, 彩度の最も高い色を, 彩度が同じであれば, そのなかから最も明度の高い色の設定を試みた。たとえば, 5R ならば, 明度 4, 彩度 14の色 (5R 4/14) の表示を試みたが, 全く同じ色の表示は困難で, 表示できた色は 5R5/12 が最も近い色とみなされた。画面上の視標色が JIS 標準色標のどれに最も近いかの判定はマスクを用いた比較法でおこない, 験者2名による合意によった。このような方法で決定した視標色とその輝度を表 1 に示す。雪面を想定した白は彩度 0, 明度 8.0 が最も近かった。白の平均輝度 (5ヶ所の平均) は 143 cd/m^2 であった。以下, 表 1 に示すように, 5R5/12 を赤, 5Y8/14 を黄というように一般的と思われる色名で呼ぶこととする。

表1 実験で設定した視標色

| 色名 | 赤 | 黄 | 緑 | 青 | 紫 | 黄緑 | 水色 | 赤紫 | 灰色 | 黒 |
|-------------------------|----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|----|
| 色相 | 5R | 5Y | 5G | 5B | 5P | 5GY | 5BG | 5RP | | |
| 明度 (V) | 5 | 8 | 6 | 6 | 4 | 8 | 8 | 8 | 8 | 1 |
| 彩度 (C) | 12 | 14 | 10 | 8 | 10 | 8 | 6 | 4 | 0 | 0 |
| 輝度 (cd/m ²) | 49 | 192 | 73 | 80 | 40 | 120 | 195 | 171 | 117 | 30 |

2.4 速度条件

視標の移動速度（以下、速度）を 4.5°/sec, 9°/sec, 18°/sec, 36°/sec の 4 条件とした。4.5°/sec を基準として、2 倍、4 倍、8 倍となる速度である。反応回数は 1 速度条件ごと、色(10)×方向(4)につき各 5 回、計 200 回である。反応を連続することによる影響を除去するため 50 回ごとに休憩を入れた。各 5 回の平均値を測定値とした。4 つの速度条件の実験順序はすべて被験者間でカウンターバランスした。

2.5 被験者

色覚異常のない 19~41 歳の男性 10 名。

3. 結果

この実験は雪面を想定した白色画面を背景として、10 色の視標が周辺から中心に向かって移動するとき、周辺で認知されやすい色、されにくい色という、視認性の良否をきめる色特性を明らかにしようとするものである。視標の認知が周辺であればあるほど、その色は発見しやすい、つまり視認性の良い色ということが出来る。

実験では視標の出現する方向を右から、左から、上から、下からの 4 方向としたが、実際のスキー滑走中を想定すると、→, ← という水平方向に動く視標に対する視認性のほうが ↓, ↑ という垂直方向の視認性より重要となる。上, 下方向の結果は左, 右方向の結果と傾向として大きな差がなかったため、以下、左, 右方向の結果にもとずいて報告する。

図 2 は視標が右から、あるいは左から出現した

とき、認知した画面上の距離 (mm) を視角に換算して表わしたものである (10 名の平均値)。左, 右方向とも 4.5°/sec と視標速度が遅い場合では、色による認知距離 (以下、視野) の差はほとんどない。しかし、9°/sec, 18°/sec, 36°/sec と速度が速くなるにしたがって、次第に視野は狭くなり、色によって視野の差は顕著となっている。

図にみるように、視標が右から動いてくるか、あるいは左から動いてくるかという方向による視野の違いは、いずれの速度においてもほとんどない。

そこで、左, 右方向を平均して表したものが図 3 である。二要因分散分析の結果、色の主効果 (F=60.72 df=9, 360 p<0.01)、速度の主効果 (F=3899.29 df=2, 360 p<0.01)、交互作用が有意 (F=10.1 df=18, 360 p<0.01) となり、速度が速くなるに従い、色によって視野に差があることが示された。下位検定 (Tukey 法) の結果は図中に示す。4.5°/sec, 9°/sec では 10 色間の視野に有意な差はないが、黄, 水色, 赤紫がやや狭い傾向がある。18°/sec では水色が赤紫を除いた他の 8 色より有意に狭くなり、36°/sec では黄, 水色, 赤紫が他の 7 色より有意に視野が狭くなっている。つまり、視標の速度が速くなるにつれて視野が狭くなるのは水色, 赤紫, 黄で、なかでも水色と赤紫は比較的、速度が遅いうちから狭窄し、黄は速度が速くなると狭窄することを示している。他の 7 色は視標の速度が速くなっても視野にはほとんど差がないが、わずかであるが黒が最も広く、赤, 緑, 青, 紫がこれにつき、黄

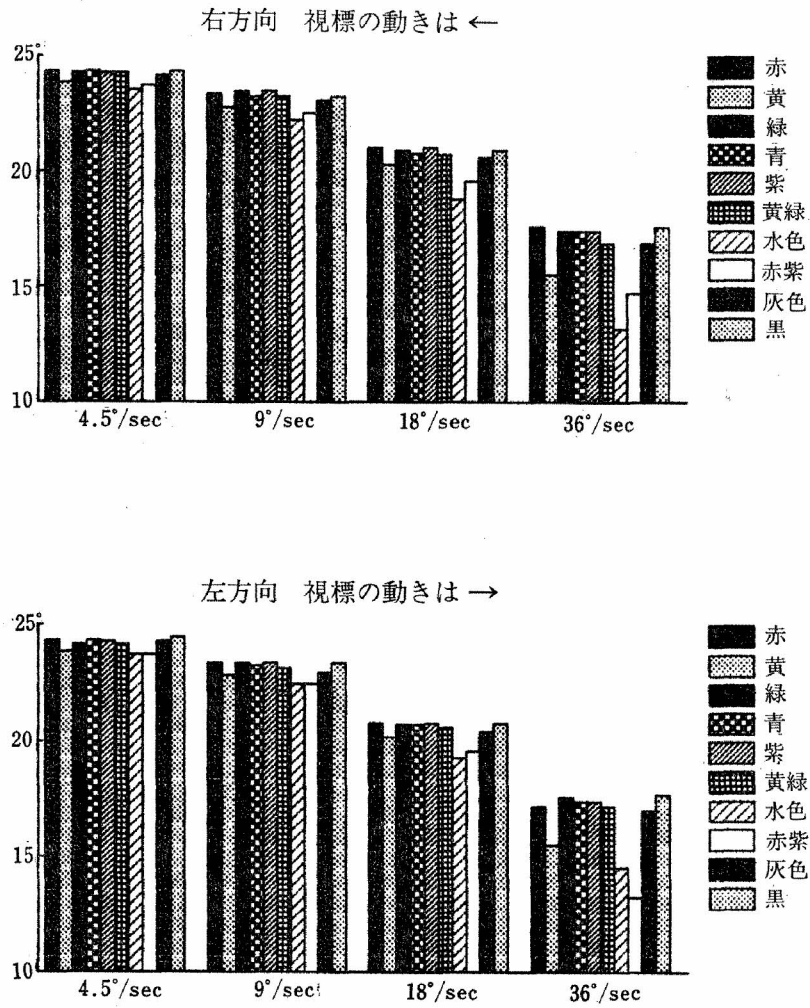


図2 右方向と左方向の認知した距離。画面中央からの距離 (mm) を視角換算。10名の平均値

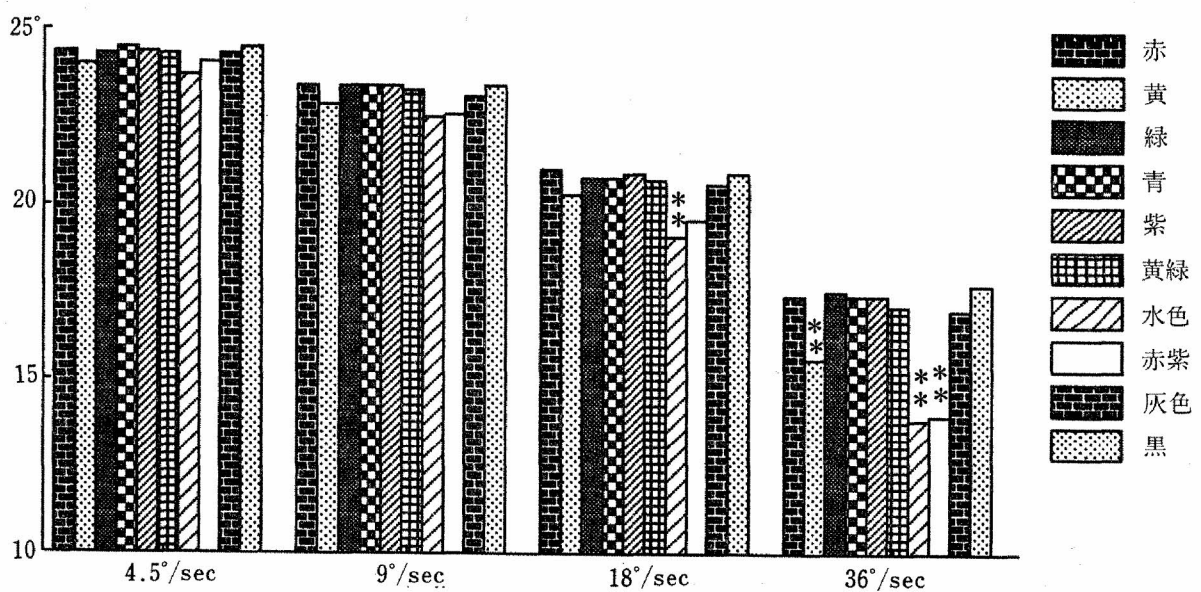


図3 右方向と左方向の平均 (10名の平均値)。**の色は1%水準で**のない色との間に差がある (ただし, 18°/sec の水色と赤紫には差はない)。

緑，灰色はやや狭い傾向がある。

4. 考 察

色のもつ機能的な作用の1つとして視認性がある。安全色，保安色，あるいは誘導色として要求される見つけやすい色の特性をいう。色が目立つための条件は2つあるといわれる³⁾。ひとつは高彩度，あるいは高明度であること，もう1つは周囲とのコントラストが大きいことである。高彩度，あるいは高明度の色は自然界では見ることのできない人工色で，このような色は周囲に対して高い対照性をもつので，結局コントラスト大と同じことになるという。

スキーのように常にスキーヤー同士の接触，衝突の危険があり，しかも怪我の大きいスキー事故を未然に防ぐための視覚的なアプローチとしては，スキーウェアの視認性を良くすることがあげられよう。ウェアが見つけやすい色であれば滑走中でも早期に他のスキーヤーに気づき回避できる可能性がある。一般にスキーウェアは明るく，目立つ色が使われているように思われる。しかし，安全色からみれば，中心視より周辺視による視認性が良いかどうか，しかも視認の対象が動くことに意味をもつものと思われる。このような観点から，この実験では白色を背景とするときの動く視標色の視認性を調べた。

色の数は色相，明度，彩度の組合せから無限ともいえる多さとなり，個々について実験は不可能である。そこで，この実験では基本色として10色を設定した。結果は，視標の速度が遅いうちは色によって視認性に差はないが，速度が速くなるに従って水色の視認性が悪くなり，ついで赤紫，黄の視認性が悪くなるというものであった。この結果を視標輝度からみると，水色，赤紫，黄の輝度はそれぞれ 195cd/m^2 ， 171cd/m^2 ， 192cd/m^2 で，これは背景（白）の輝度 143cd/m^2 より高く，他の7色はすべて白より輝度が低い。7色のうち，

黒，赤，緑，青，紫の輝度は低く，やや，視認性の低い傾向のあった黄緑，灰色はこれら5色より輝度が高い。つまり，白の輝度より，高い輝度の色は速度が速くなると視認性が悪くなり，白より輝度が低く，輝度差が大きい色は速度が速くなくても視認性の低下が少ないという関係があることがわかる。

この結果は，周辺視においても背景に対してコントラストが大であることが視認性の良否を決める要因であり，この場合，背景より暗い色，つまり背景より輝度が低くてコントラストが大となる色のほうが，明るくて背景より輝度が高くなる色より視認性が良いことを示唆している。

一般に周辺視の色知覚は中心視によるものと異なっており，視野の周辺になるに従い白色の成分を多く知覚し，白みがかかり，周辺になるほど色の感覚は失われ明暗の感覚のみとなる⁴⁾といわれる。周辺視での視認性は明暗のコントラストが要因の1つとなることが考えられる。視標が動く場合，水色，赤紫，黄などの明るい色は，静止した状態で知覚するよりも白色化して感覚される度合が他の色より大きくなり，速度が速いほど白とのコントラスト差が少なくなるためではないかと考えられる。

5. ま と め

この実験で調べた10色の中では，視認性の良い色は，黒，赤，緑，青，紫で色による視認性の差はほとんどなく，黄緑，灰色はこれらの色よりわずかに劣る傾向があった。視認性が悪いのは水色，赤紫，黄で，このうち水色の視認性が最も劣っていた。この実験の結論としては，安全色としてみると，水色，赤紫，黄などは明るく，目立つ色であるが，白が背景となると，むしろ視認性は悪く，黒，赤，緑，青，紫といった背景の白に対して輝度の低い色のほうが視認性が良いというものであった。今回の実験は裸眼によるもので実際

のスキーではゴーグル等の保護眼鏡を掛けることが多い。ゴーグル色によっては色の視認性が異なることも考えられるので、ゴーグルを掛けた場合の視認性は今後の継続研究で明らかにしたい。

文 献

1) 池田光男；視覚の心理物理学，森北出版，194—

204 (1975)

- 2) JIS 標準色標委員会監修；JIS 標準色標（光沢版），
財団法人規格協会発行（1976）
- 3) 小町谷朝生；色をとらえる(2)，人間工学，Vol.23，
397—401 (1987)
- 4) 池田光男；色彩工学の基礎，一周辺視の色一，朝
倉書店（1986）