

# 方向指示器の色度及び点灯方法の違いが被視認性に及ぼす影響

自動車安全部  
環境エネルギー部

益子 仁一  
坂本 一朗

森田 和元

岡田 竹雄

## 1. まえがき

日本及び欧州においては、自動車の後部方向指示器の表示光色は橙色(アンバー)であることと定められている。しかし、欧州で使用が認められているものの一部に、灯火器の構造等に起因して、方向指示器の正面から見た場合には橙色に見えるが、正面以外の位置から見た場合には視認する角度によっては赤色を帯びて見えるものがある<sup>1)</sup>。さらに米国においては、尾灯、制動灯と兼用された赤色の方向指示器の使用が認められている。

したがって、このような方向指示器に関して、想定される安全上の問題点の有無について、観測者による評価実験を行い、自動車の後部方向指示器の安全基準策定等を行う際の技術資料を得るための検討を行った。

## 2. 実験の概要

次の4項目について実験・検討を行った。

- (1) 視認の角度により色の見え方が変化する場合について、方向指示器の色度が橙色の色度基準を満足する場合及び基準よりも赤味を帯びる方向に外れた場合の色の感じ方
- (2) 点滅方式方向指示器の色が橙色の場合と赤色の場合における判断に要する時間の差の有無
- (3) 方向指示器の表示が赤色の光度増減方式の場合について判断に要する時間
- (4) 点滅方式と光度増減方式の方向指示器の判断に要する時間

実験は、方向指示器、制動灯及び尾灯の点灯を模擬することができる実験用の模擬灯火器を使用し、この灯火器を様々な条件で点灯させ、それを観測者に呈示

することによって行った。この模擬灯火器は、呈示光の色度、光度、光度の増減点灯、点滅や増減の周期、点灯時間等の条件をパソコンにより設定することができるもので、左右対称に発光部の中心間隔1.3mで配置した。また、模擬灯火器の内側には赤色の尾灯を模擬した灯火器を設置し、必要に応じて点灯させた。方向指示器の点滅または光度の増減の周期は90回/分とし、呈示の順序は無作為とした。観測者は、設置された机と椅子に着席し、呈示された灯火器を観測して、後述するアンケートの回答や判断に要した時間を測定するためのスイッチ操作を行った。模擬灯火器と観測者は、長さ約30m、幅約6mの実験用暗室内に対向させて配置した。模擬灯火器と観測者間の距離は約20mである。実験用暗室内の天井の照明灯は、観測者席付近を除き消灯して行った。観測者席机上の水平面照度は、約450 lxであった。実験用暗室内の温湿度はそれぞれ約24℃、約50%であった。観測者は、無作為に選んだ20歳代と30歳代の運転免許を有する男女合計16名であり、3グループに分けて実施した。観測者は、運転の頻度は様々であるが、いわゆるペーパードライバーではない。

実験状況を図1に示す。



図1 実験状況(右側の赤色の方向指示器を呈示中)



### 3. 視認角により色の見え方が 変化する場合について

#### 3.1. 実験方法

方向指示器を模擬した模擬灯火器の色度を各種設定して観測者に呈示し、その時に方向指示器として適当か及び制動灯と紛らわしくないかについて観測者にアンケート評価を求めた。

視認の角度によって色度が変化する方向指示器について色度変化状況を調査した結果から、視認の角度が方向指示器の光学的中心軸からずれるにつれて、色度座標がCIE(国際照明委員会)1931色度図(x-y色度図)上で、z軸にほぼ平行に赤色の方向に移動することがわかっている<sup>1)</sup>。そこで本実験においては、模擬灯火器の呈示光の色度を、方向指示器の色度の基準に適合する橙色から赤味を帯びた橙色を経て赤色に至るまでの5種類に変化させて行った。(表1、図2)

アンケート評価については、「方向指示器として適当か」と「制動灯と紛らわしくないか」の2項目について5段階の評価基準により回答を求めた。(表2、表3) 呈示の回数は、5種類の色度条件を左右の灯火器について2回の繰り返し呈示を行ったので、20回となった。観測者が16名であったので得られたデータ数は1項目の評価あたり320となった。

表1 模擬灯火器の呈示光の色度

条件No.	模擬灯火器の呈示光の色度座標	基準適合
1	$x=0.590, y=0.404$	適合
2	$x=0.600, y=0.394$	適合
3	$x=0.620, y=0.374$	不適合
4	$x=0.640, y=0.354$	不適合
5	$x=0.660, y=0.334$	不適合

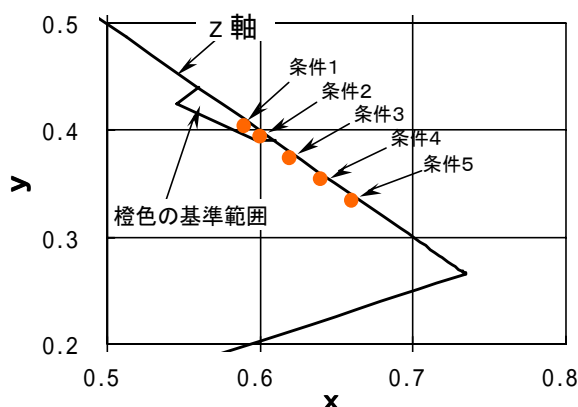


図2 模擬灯火器の呈示光の色度

#### 3.2. 実験結果及び考察

3.2.1. 方向指示器として適当かについて アンケート評価された結果を表1に示した各色度ごとに表したものを図3～図7に示す。図3及び図4から、表1に示す条件1と条件2の場合の差は小さいことがわかる。これらの色度の場合には、「5.適当である」の回答が最も多く、双方とも全体の約86%を占めている。評点の平均値をみるとそれぞれ4.8と4.7であった。しかし、これらの色度条件の場合と他の色度条件の場合(図5～図7)との間には、明らかな差が認められる。条件4の色度条件の場合(図6)には、回答が大きく分かれ、「5.適当である」の回答数と「1.全く適当でない」の回答数が同数となり、条件5の色度条件(赤色)の場合(図7)には、「1.全く適当でない」の回答数が約31%であり「5.適当である」の回答数約13%の2.5倍となった。

これらの結果から、日本、欧州、米国等の基準を満足する橙色の範囲内については、橙色の赤方向の色度差が色の感じ方に与える影響はほとんどないこと、発光色が基準の範囲を赤色の方向に超えて赤味を帯びた場合には方向指示器として適当でないとの評価が急に增多すること、さらに、赤味が強くなる方向に色度座標が移るにしたがってその程度も悪くなり(評点の値が小さくなる)方向指示器として適当でないと感じる場合が多くなることが明らかになった。

以上の結果から方向指示器の橙色の色度について、方向指示器の表示が必要な角度範囲においては、色度の基準範囲を超えて赤味を帯びたものが使用される

表2 方向指示器として適当か  
についての評価基準

評点	評価基準
5	適当である
4	少し適当でない
3	かなり適当でない
2	非常に適当でない
1	全く適当でない

表3 制動灯と紛らわしくないか  
についての評価基準

評点	評価基準
5	まぎらわしくない
4	少しまぎらわしい
3	かなりまぎらわしい
2	非常にまぎらわしい
1	全くまぎらわしい



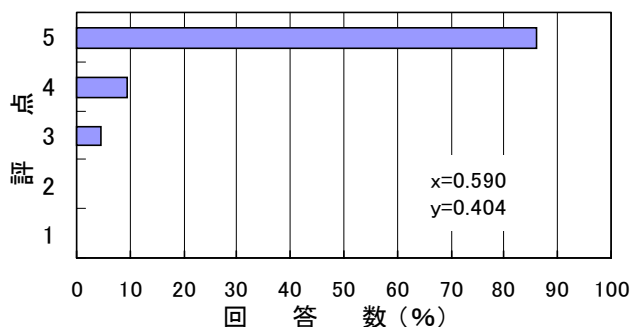


図3 方向指示器として適当か(条件1)

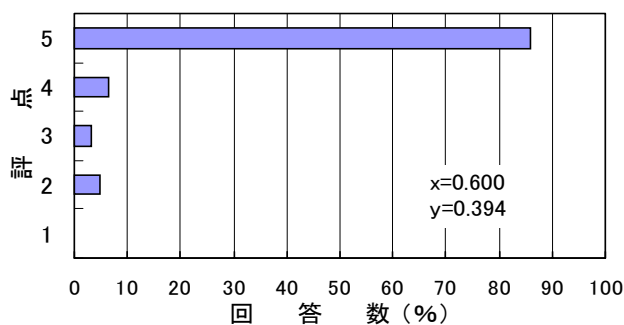


図4 方向指示器として適当か(条件2)

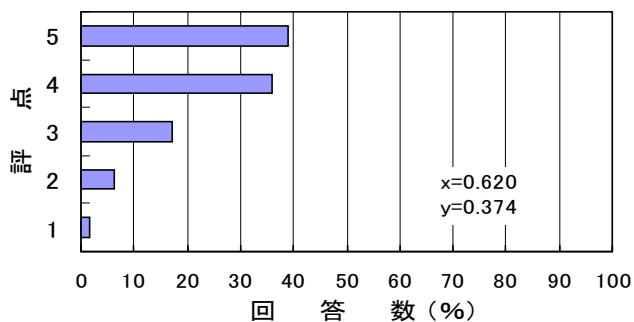


図5 方向指示器として適当か(条件3)

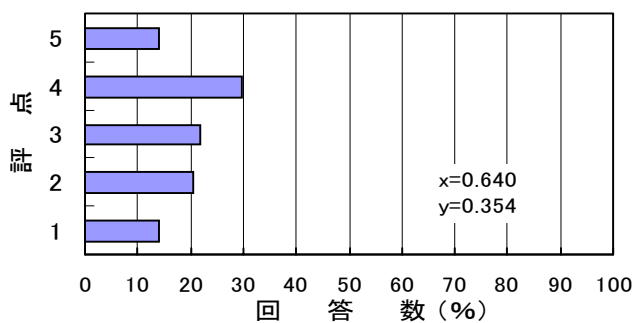


図6 方向指示器として適当か(条件4)

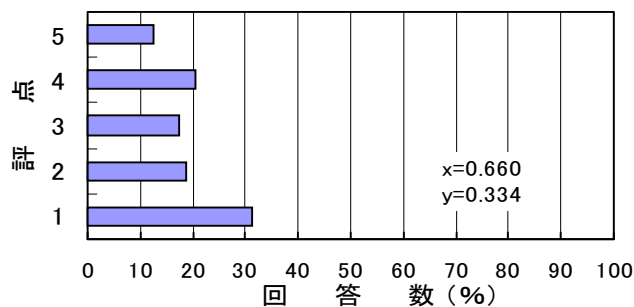


図7 方向指示器として適当か(条件5)

ことは望ましくないと考えられる。

**3.2.2.制動灯と紛らわしくないかについて** アンケート評価された結果を表1に示した各色度ごとに表したものを図8～図12に示す。図8及び図9から、表1に示す条件1と条件2の場合の差は小さいことがわかる。これらの色度の場合には、「5.まぎらわしくない」の回答が最も多く、双方とも全体の約84%を占めている。評点の平均値をみると双方とも4.8であった。しかし、これらの色度条件の場合と他の色度条件の場合(図10～図12)との間には、前述した3.2.1.の場合と同様に明らかな差が認められる。条件3の色度条件の場合(図10)には、「5.まぎらわしくない」の回答が約23%に減少し、「4.少しまぎらわしい」が約53%に増加している。条件3の場合までは回答されなかった「1.全くまぎらわしい」が条件4の場合(図11)には、約17%回答された。「5.まぎらわしくない」の回答は約8%、「4.少しまぎらわしい」の回答は約34%であった。条件5の色度条件(赤色)の場合(図12)には、「1.全くまぎらわしい」の回答数が約38%で最も多く「5.まぎらわしくない」の回答数約6%の6倍となった。

これらの結果から、日本、欧州、米国等の基準を満足する橙色の範囲内については、前述した3.2.1.の場合と同様に、橙色の赤方向の色度差が色の感じ方に与える影響はほとんどないこと、発光色が基準の範囲を赤色の方向に超えて赤味を帯びた場合には制動灯と紛らわしいとの評価が急に多くなること、さらに、赤味が強くなる方向に色度座標が移るにしたがってその程度も悪くなり、制動灯と紛らわしいと感ずる場合が多くなることが明らかになった。

以上の結果から方向指示器の橙色の色度について、方向指示器の表示が必要な角度範囲においては、色度の基準範囲を超えて赤味を帯びたものが使用されることは望ましくないと考えられる。

#### 4.点滅方式方向指示器の色が橙色の場合と赤色の場合における判断時間の比較実験

##### 4.1.実験方法

橙色の方向指示器、赤色の方向指示器及び制動灯(赤色)を模擬灯火器により無作為な順序で点灯させて観測者に呈示した。呈示時間は10秒間とした。なお、制動灯の場合には、左右の灯火器が同時に点灯・呈示されるが方向指示器の場合には、左側または右側のど



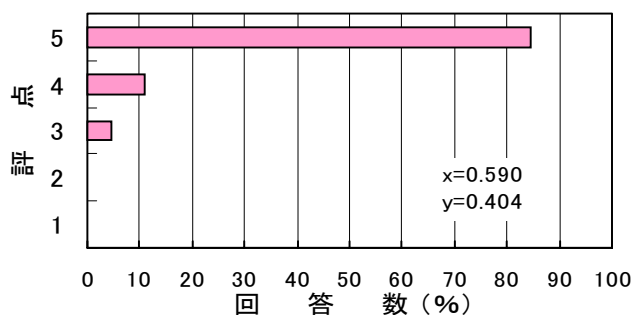


図8 制動灯とまぎらわしくないか(条件1)

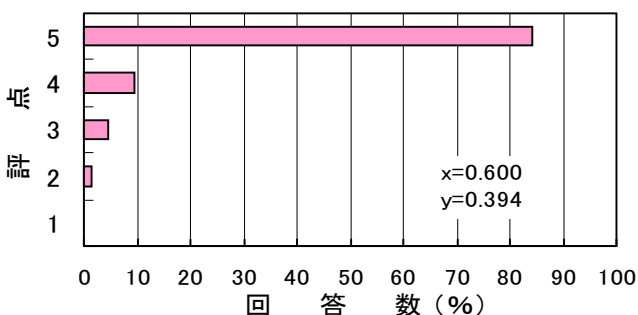


図9 制動灯とまぎらわしくないか(条件2)

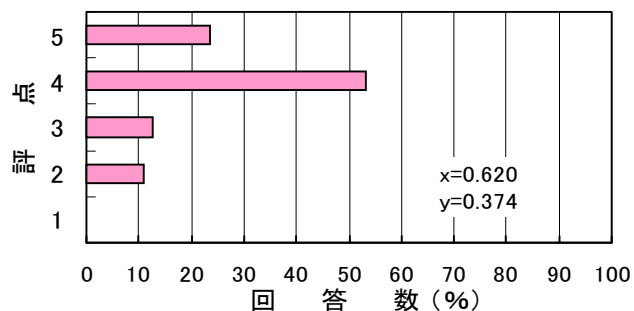


図10 制動灯とまぎらわしくないか(条件3)

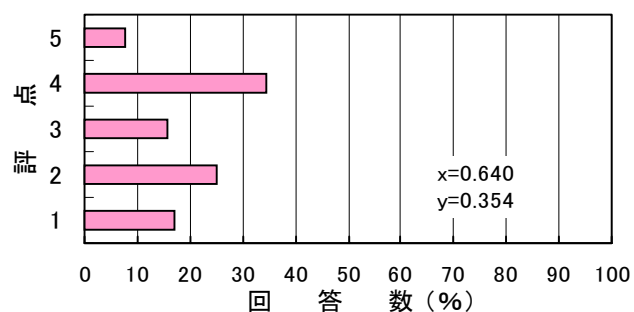


図11 制動灯とまぎらわしくないか(条件4)

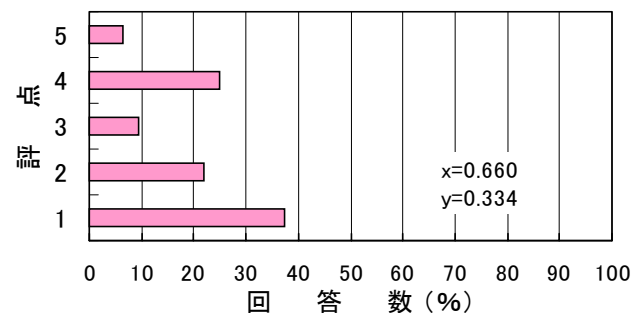


図12 制動灯とまぎらわしくないか(条件5)

ちらか一方の灯火器が点灯・呈示される。実験の実施中は、模擬灯火器の内側に設置した尾灯を模擬した灯火器を点灯させておいた。尾灯の光度は12cd、方向指示器と制動灯の光度は96cdとした。

方向指示器が点灯したことの判断に要した時間の測定は、観測者が押しボタンスイッチを押下することによって行った。観測者の押しボタンスイッチの押下は、方向指示器と判断できた時にのみ行うよう観測者に指示しておいた。そのため、制動灯が点灯された時に押下された場合には誤判断をしたものとみなすこととした。なお、押しボタンスイッチについては、押下の際の操作音によって押下されたことが他の観測者に気付かれることを避けるため、操作音の小さいものを使用した。呈示の回数は、赤色及び橙色の方向指示器(左側及び右側)を各1回と制動灯2回を一組とした6種類の条件について3回の繰り返し呈示を行ったので18回となった。したがって、得られたデータ数は288となった。

#### 4.2. 実験結果及び考察

橙色の方向指示器と赤色の方向指示器を点滅方式で点灯させた場合の判断に要した時間を求めた結果を表4及び図13に示す。

橙色の方向指示器の場合には、判断に要した時間の平均値は0.592秒、最短時間は0.27秒であり、赤色の方向指示器の場合には、判断に要した時間の平均

表4 点滅方式の橙色及び赤色の方向指示器の判断に要した時間について

項目	方向指示器の色	
	橙色の場合(秒)	赤色の場合(秒)
平均値	0.592	0.627
標準偏差	0.177	0.207
最小値	0.27	0.30
最大値	1.15	1.46

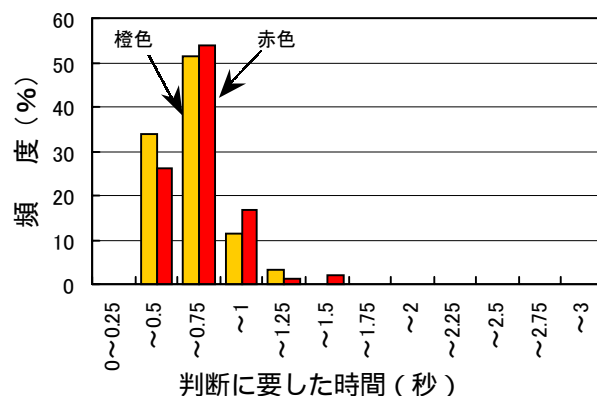


図13 橙色と赤色の点滅方式方向指示器



値は0.627秒、最短時間は0.30秒であった。橙色の方向指示器を呈示した場合の結果と赤色の方向指示器を呈示した場合の結果の差はほとんど認められなかった。(t検定を行った結果、有意水準5%で有意差がなかった)

判断に要した時間のばらつきについても、橙色の場合と赤色の場合の差はなかった。(F検定を行った結果、有意水準5%で有意差がなかった)

判断に要した時間の最小値が0.27秒や0.30秒という短い値であったことに関しては、左右の模擬灯火器を見込む角度が約3.7度であり、左右の模擬灯火器を周辺視により同時に視認することのできる角度であるため、左右の灯火器が同時に点灯したか、それとも左右の何れかの方向指示器が点灯したかの判断をこのような短時間で行えたものと考えられる。

**4.2.1. 誤判断について** 橙色の方向指示器と赤色の方向指示器を点滅方式で点灯させた場合の判断に要した時間を求める実験において、制動灯が呈示されたにもかかわらず方向指示器が呈示されたものと誤判断された回数及び比率を表5に示す。

表5 制動灯が方向指示器と誤判断された回数

データ数	誤判断回数(回)	比率(%)
96	2	2.1

制動灯が点灯された場合に、方向指示器が点灯されたものと誤って判断されたものが2.1%(96のデータ数中の2回)あった。なお、誤判断をした観測者は同一ではない。

制動灯の点灯時に方向指示器が点灯したものと誤判断された場合があることに関して、以下のことが考えられる。赤色の方向指示器の場合には、赤色である制動灯との区別を表示光の色で行うことはできない。そのため左右どちらか一方の灯火器に注意が向けられていた場合や左右の灯火器の片方しか見えない状況下では誤判断され易いと考えられる。本実験結果は、制動灯が点灯されたにもかかわらず方向指示器が点灯されたものと誤判断され、ブレーキ操作に遅れがでることがあり得ることを示唆しているものと考えられる。赤色の方向指示器が使用されていなければ、このような誤判断は起こり得ないといえる。

判断に要する時間の測定結果からは、橙色の場合と赤色の場合の間に差は見出されなかったが、このような誤判断を生ずる場合があることから、方向指示器の

色としては、赤色ではなく橙色を使用することが望ましいと思われる。

## 5. 赤色の方向指示器を増減方式で点灯させた場合の判断時間に関する実験

### 5.1. 実験方法

観測者に対して、まず模擬灯火器を尾灯の光度で5秒間または10秒間呈示した後に方向指示器または制動灯を10秒間呈示するという方法で行った。尾灯の点灯後に制動灯を点灯した場合には、わが国で製造されている自動車の多くのものに採用されている尾灯と制動灯が兼用となっている方式と同一の方式となる。尾灯の光度は18cd、方向指示器と制動灯の光度は90cdとした。模擬灯火器の横に設置した尾灯は点灯させないで実験を行った。呈示の条件は、5秒間及び10秒間の2種類の時間の尾灯呈示に続けて方向指示器(左側及び右側)及び制動灯の3種類の灯火器の呈示を行ったので計6種類である。呈示の回数は、6種類の条件について3回の繰り返し呈示を行ったので18回となった。したがって得られたデータ数は288となった。

### 5.2. 実験結果及び考察

赤色の方向指示器を光度の増減方式で点灯させた場合の判断に要した時間を求めた結果を表6及び図14に示す。

表6 赤色の方向指示器を増減方式で点灯させた場合の判断に要した時間

項目	時間(秒)
平均値	0.748
標準偏差	0.333
最小値	0.33
最大値	2.80

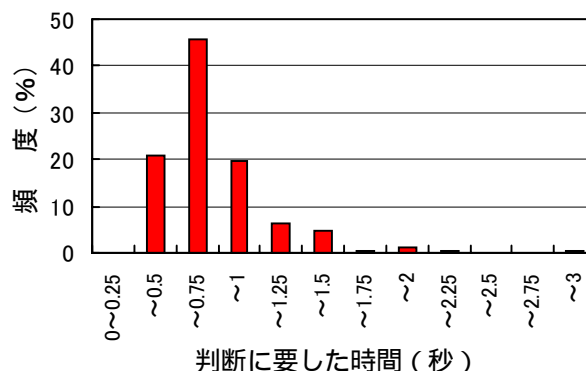


図14 赤色の光度増減方式方向指示器



赤色の方向指示器を増減方式で点灯させた場合には、判断に要した時間の平均値は0.748秒、最短時間は0.33秒であった。判断に要した時間の最小値が0.33秒という短い値であったことに関しては、上記4.2.に述べたものと同様であると考えられる。

**5.2.1. 誤判断について** 赤色の方向指示器を増減方式で点灯させた場合の判断に要した時間を求める実験において、制動灯が方向指示器と誤判断された回数を表7に示す。

表7 制動灯が方向指示器と誤判断された回数

データ数	誤判断回数(回)	比率(%)
96	2	2.1

制動灯を呈示した場合に、方向指示器と誤って判断されたものが2.1%(96のデータ数中の2回)あった。なお、誤判断をした観測者は同一ではない。

制動灯の点灯時に方向指示器が点灯したものと誤判断されたことに関しては、上記4.2.1.に述べた場合と同様のことが考えられる。

制動灯と兼用されている赤色の方向指示器の使用は望ましくないと思われる。

## 6. 赤色の点滅方式と光度の増減方式の方向指示器の判断に要する時間の比較

前記の4.で求めた点滅方式の赤色の方向指示器の判断に要した時間(表4中の赤色の場合)と同5.で求めた光度の増減方式の赤色方向指示器の判断に要した時間(表6)について比較する。双方の表中の平均値を比較すると、点滅方式の場合の判断時間の方が増減方式で点灯させた場合の値よりも短かった。(t検定を行った結果、有意水準5%で有意差があった)判断に要した時間のばらつきについては、光度の増減方式の場合の方が、点滅方式の場合よりも大きかった。(F検定を行った結果、有意水準5%で有意差があった)

今回の実験条件においては、点滅方式の場合の方が、点灯されたことの判断が容易であったことを示しているものと考えられる。

## 7. まとめ

自動車の後部方向指示器の色度及び点灯方法について、安全基準策定等の際の技術資料を得るために観測者による評価実験を行い、わが国で使用された場合

に想定される安全上の問題点の有無について検討を行い以下の結果を得た。

(1) 方向指示器の表示光が、橙色の色度の基準範囲内にある場合及び赤味を帯びる方向に基準から外れた場合における色の感じ方の違いを求める実験を行った。基準範囲内にある色度条件の場合には評価の差は認められなかったが、基準範囲よりも赤色の方向に超えた場合には評価が悪くなること、赤味が強くなる程評価がさらに悪くなり、方向指示器として適当でないと感じるとともに制動灯と紛らわしくなる場合が多くなることが明らかになった。したがって後続車等に右左折をしようとする方向を知らせる必要のある角度範囲内の表示光が、橙色の基準範囲を超えて赤味を帯びることは望ましくないと考えられる。

(2) 点滅方式方向指示器の表示光が橙色の場合と赤色の場合について点灯したことの判断に要する時間の比較実験を行った結果、点滅方式の場合には、橙色のものと赤色のものとの間に差があるとは言えないという結果が得られた。

(3) 赤色の方向指示器について点滅方式の場合と光度の増減方式の場合との比較を行ったところ、光度の増減方式のものは点滅方式のものと比較して点灯したことの判断に要した時間が長いという結果であった。

(4) 点灯したことの判断に要した時間の測定実験時に、赤色の方向指示器が含まれている条件においては、制動灯を点灯させたにも関わらず、方向指示器が点灯したものと誤った判断が行われた場合があった。このことは、先行車の制動灯が点灯されたにもかかわらず方向指示器が点灯されたものと誤った判断をして、ブレーキ操作に遅れを生ずることがあり得ることを示唆しているものと考えられる。

(5) 以上のことを総合すると、わが国においては赤色の方向指示器を使用することは望ましくないといえる。

## 8. 参考文献

1) 岡田, 森田, 益子, 坂本: 輸入自動車用後部信号灯火の色度測定結果について, 第1回交通安全環境研究所研究発表会講演概要, (2001)