

# 自動車用窓ガラスの透過率測定結果について

自動車安全研究領域

岡田 竹雄

益子 仁一

森田 和元

関根 道昭

## 1. まえがき

シミュレーション等で前照灯のグレアや視認性の検討<sup>1)2)</sup>を行う際、窓ガラスの可視光線透過率が重要であることからその現状を把握しておく必要がある。自動車用窓ガラスについては、道路運送車両の保安基準で、安全運転の観点から視界確保のため前面及び前席側面ガラスの可視光線透過率の下限値が70%と規定されている。

過去に前面ガラスの可視光線透過率に関する報告<sup>3)</sup>はあるが側面ガラスや近年の自動車についての報告はほとんど見あたらない。窓ガラスの透過率については、技術の進歩等もあり近年変化していることも考えられるため、今回、国内のガラスメカ主要3社が生産している現行車両用の前面及び前席側面ガラスについて、可視光線透過率等を測定したのでその結果を報告する。

## 2. 測定概要

### 2.1. 可視光線透過率の測定方法

透過率測定模式図を図1に示す。

測定は、ガラス面に対し法線方向で行った。

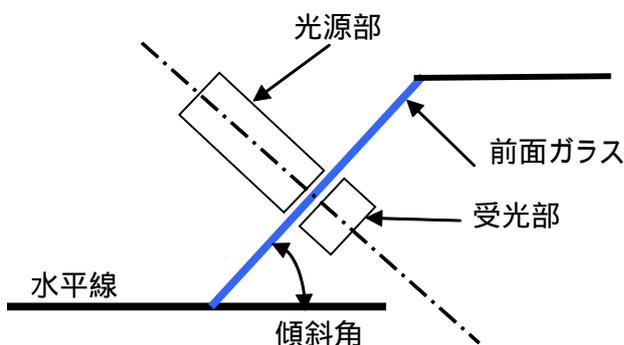


図1 透過率測定模式図

#### 2.1.1 可視光線透過率の算出

可視光線透過率は、JIS R 3212<sup>4)</sup>に準じた方法により求めた。

以下に、算出式を示す。

$$Y = K \sum_{380}^{780} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) T(\lambda) \Delta\lambda$$
$$K = \frac{100}{\sum_{380}^{780} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) \Delta\lambda}$$

ここに、

$Y$  : 可視光線透過率

$S(\lambda)$  : 測定用イルミナントの分光分布の波長  $\lambda$  における値<sup>(1)</sup>

$\bar{y}(\lambda)$  : XYZ表色系における等色関数の値

$T(\lambda)$  : 窓ガラスの分光立体角透過率

$\Delta\lambda$  : 三刺激値計算のための波長間隔 (5 nm)

注<sup>(1)</sup> JIS Z 8720<sup>5)</sup>に定める標準イルミナント A (A光) または D<sub>65</sub> (D<sub>65</sub>光) の分光分布の値

### 2.2. 測定装置概要

測定に使用した分光光度計の外観を図2に示す。



図2 測定装置

測定装置の主な仕様は以下の通りである。

光学系 : シングルモノクロダブルビーム方式

光源 : 重水素放電管及びタングステンヨウ素ランプ

波長範囲 : 190 ~ 2500nm

スペクトルバンド幅 : 0.1 ~ 10nm (可変)

検出器 : 光電子増倍管及び PbS 光導電素子

## 2.3. 供試体

前面ガラス(フロントガラス)及び前席側面ガラス(サイドガラス)とも可視光線透過率の比較的低めのもの和高めのものについて、国内の主要ガラスメーカー3社のものをそれぞれ4種類、合計12種類(12枚)を使用した。窓ガラスの種類を表1に示す。前面ガラスと前席側面ガラス供試体の例を図3、図4に示す。なお、前面ガラスは合わせガラスであり、前席側面ガラスは強化ガラスである。窓ガラス供試体の板厚の実測値を表2に示す。

表1 窓ガラス供試体の種類

| ガラスの種類  | ガラスメーカー  |          |          |
|---------|----------|----------|----------|
|         | A社       | B社       | C社       |
| 前面ガラス   | A1 (MIN) | B1 (MIN) | C1 (MIN) |
| "       | A2 (MAX) | B2 (MAX) | C2 (MAX) |
| 前席側面ガラス | A3 (MIN) | B3 (MIN) | C3 (MIN) |
| "       | A4 (MAX) | B4 (MAX) | C4 (MAX) |

MIN: 可視光線透過率の低めのもの

MAX: 可視光線透過率の高めのもの

表2 窓ガラス供試体の板厚(mm)

| ガラスの種類  | ガラスメーカー  |          |          |
|---------|----------|----------|----------|
|         | A社       | B社       | C社       |
| 前面ガラス   | A1: 5.23 | B1: 4.88 | C1: 5.14 |
| "       | A2: 4.98 | B2: 4.14 | C2: 4.95 |
| 前席側面ガラス | A3: 4.88 | B3: 4.88 | C3: 4.86 |
| "       | A4: 2.88 | B4: 3.11 | C4: 4.92 |

サイズ(たて×よこ) = 50mm × 50mm

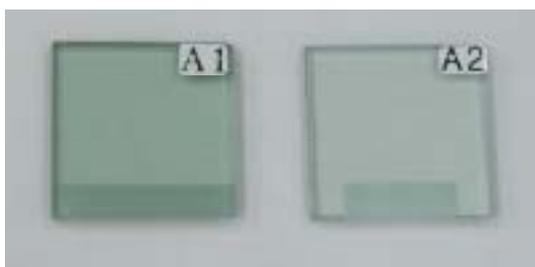


図3 前面ガラス供試体の例

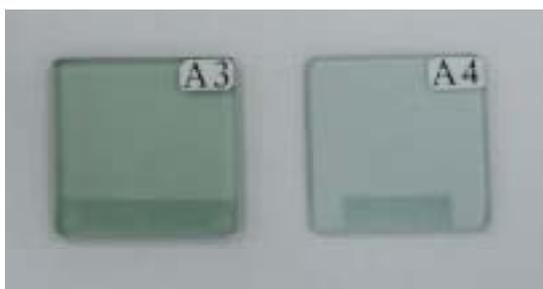


図4 前席側面ガラス供試体の例

## 3. 測定結果

### 3.1. 分光透過率の測定結果

前面ガラス及び前席側面ガラスの紫外・可視・赤外域(190~2500nm)の分光透過率の測定例を図6と図8に示す。なお、光学特性で今回検討した視認性に関係する可視域(380~780nm)についての測定結果を図7と図9に示す。

図7と図9から、短波長側については、波長400nm付近をみると前面ガラスの場合、透過率が急激に低下し380nmでは0%となるが、前席側面ガラスの場合には380nmでは約30~65%であることがわかる。長波長側については、前面ガラス及び前席側面ガラスとも600nm付近から透過率が低下する。

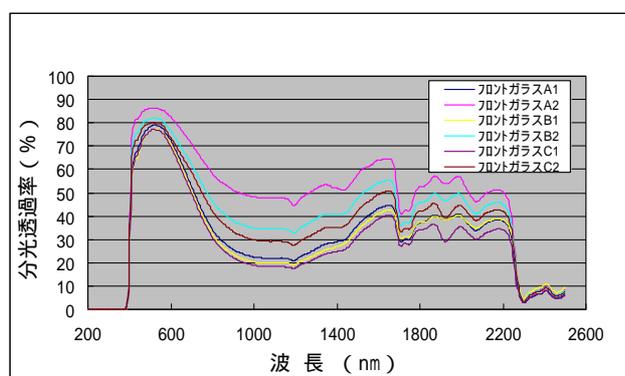


図6 前面ガラス(紫外・可視・赤外域)

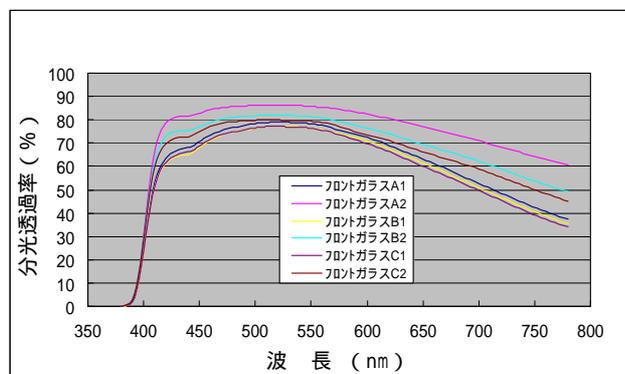


図7 前面ガラス(可視域)

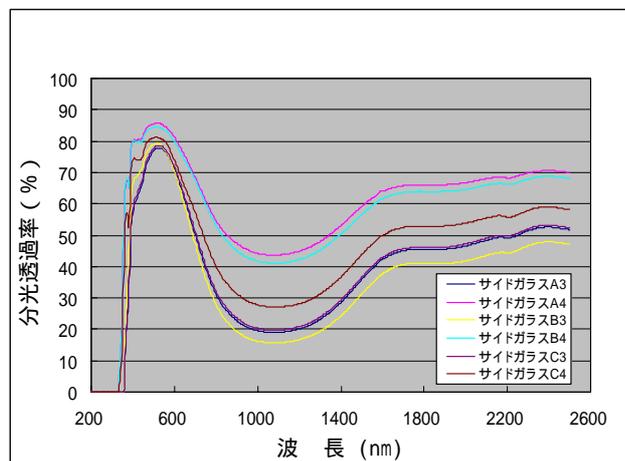


図8 前席側面ガラス(紫外・可視・赤外域)

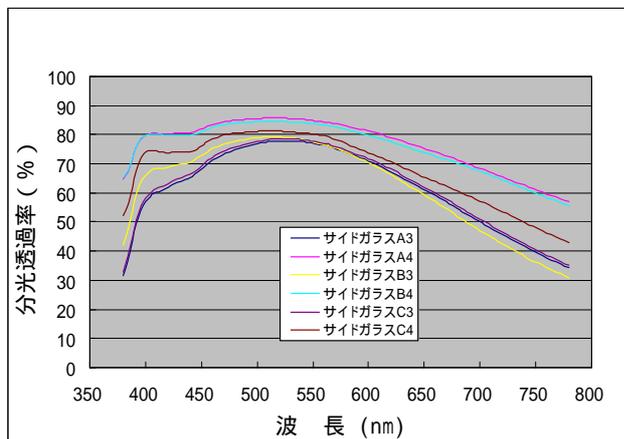


図9 前席側面ガラス（可視域）

### 3.2. 可視光線透過率の算出結果

前面ガラス及び前席側面ガラスの可視光線透過率の算出結果を表3、表4と図10、図11に示す。

前面ガラスについては、標準イルミナントAの場合、最大が83.8%、最小が72.3%、平均は76.3%であった。また、標準イルミナントD<sub>65</sub>の場合、最大が84.5%、最小が73.7%、平均は77.5%であった。

前席側面ガラスについては、標準イルミナントAの場合、最大が82.7%、最小が73.3%、平均は76.9%であった。また標準イルミナントD<sub>65</sub>の場合、最大が83.6%、最小が74.6%、平均は78.2%であった。

前面ガラス及び前席側面ガラスとも標準イルミナントD<sub>65</sub>の場合の方が透過率は高くなっている。これは、標準イルミナントAよりも標準イルミナントD<sub>65</sub>の方が短波長光を多く含むためである。これらの算出結果は、道路運送車両の保安基準に規定(A光についてのみ)されている70%以上をすべて満足していた。

表3 前面ガラスの可視光線透過率（%）

| ガラスの種類                  | A社   |      | B社   |      | C社   |      |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                         | A1   | A2   | B1   | B2   | C1   | C2   |
| 前面ガラス(A光の場合)            | 74.6 | 83.8 | 72.9 | 78.4 | 72.3 | 76.0 |
| "(D <sub>65</sub> 光の場合) | 75.8 | 84.5 | 74.1 | 79.5 | 73.7 | 77.2 |

表4 前席側面ガラスの可視光線透過率（%）

| ガラスの種類                  | A社   |      | B社   |      | C社   |      |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                         | A3   | A4   | B3   | B4   | C3   | C4   |
| 前席側面ガラス(A光の場合)          | 73.3 | 82.7 | 73.4 | 81.4 | 74.0 | 76.6 |
| "(D <sub>65</sub> 光の場合) | 74.6 | 83.6 | 75.1 | 82.3 | 75.3 | 78   |

なお、今回の測定はガラス面に対し法線方向での測定であったが、実際の車両の前面ガラスは傾斜しているため透過率は低下する。これらの実測例は野口らの報告<sup>3)</sup>に示されている。

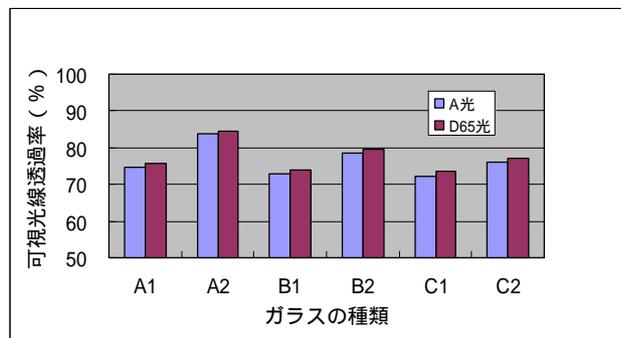


図10 前面ガラスの可視光線透過率

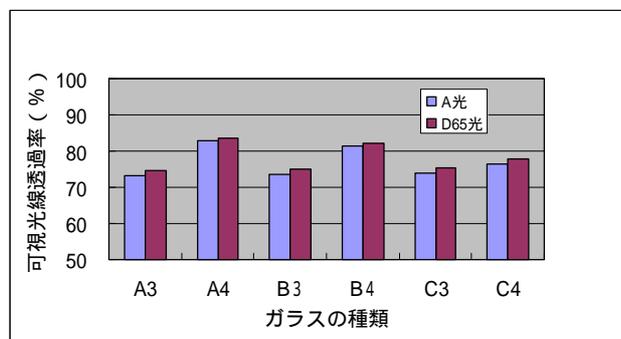


図11 前席側面ガラスの可視光線透過率

### 3.3. 色度座標測定結果

前面ガラス及び前席側面ガラスについて、標準イルミナントAの場合と標準イルミナントD<sub>65</sub>の場合のCIEのXYZ表色系の色度座標(x,y)の測定結果を表5～表8に、色度図を図12に示す。

表5 前面ガラスの色度座標（A光の場合）

| 色度座標<br>(A光) | ガラスの種類 |       |       |       |       |       |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | A1     | A2    | B1    | B2    | C1    | C2    |
| x            | 0.438  | 0.442 | 0.438 | 0.439 | 0.436 | 0.438 |
| y            | 0.418  | 0.412 | 0.419 | 0.414 | 0.419 | 0.415 |

表6 前面ガラスの色度座標（D<sub>65</sub>光の場合）

| 色度座標<br>(D <sub>65</sub> 光) | ガラスの種類 |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                             | A1     | A2    | B1    | B2    | C1    | C2    |
| x                           | 0.308  | 0.310 | 0.309 | 0.308 | 0.307 | 0.307 |
| y                           | 0.342  | 0.334 | 0.344 | 0.336 | 0.342 | 0.337 |

表7 前席側面ガラスの色度座標 (A光の場合)

| 色度座標<br>(A光) | ガラスの種類 |       |       |       |       |       |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | A 3    | A 4   | B 3   | B 4   | C 3   | C 4   |
| x            | 0.438  | 0.441 | 0.432 | 0.440 | 0.438 | 0.436 |
| y            | 0.419  | 0.412 | 0.417 | 0.412 | 0.419 | 0.415 |

表8 前席側面ガラスの色度座標 (D<sub>65</sub>光の場合)

| 色度座標<br>(D <sub>65</sub> 光) | ガラスの種類 |       |       |       |       |       |
|-----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                             | A 3    | A 4   | B 3   | B 4   | C 3   | C 4   |
| x                           | 0.309  | 0.308 | 0.303 | 0.308 | 0.309 | 0.305 |
| y                           | 0.344  | 0.333 | 0.337 | 0.333 | 0.343 | 0.335 |

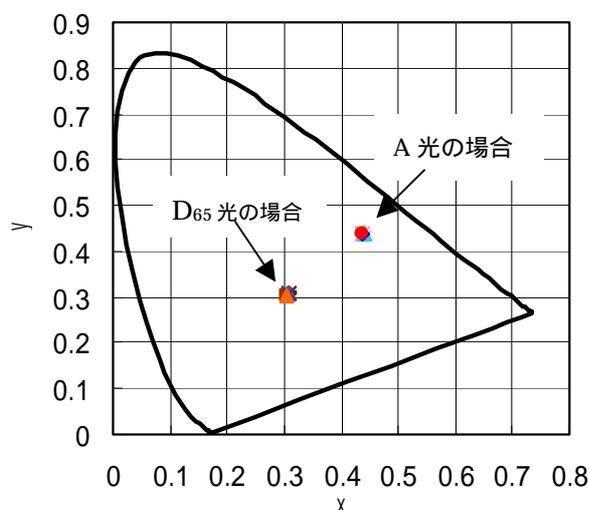


図12 色度図 (全部の供試体)

図12から、標準イルミナントA及びD<sub>65</sub>の場合とも、供試体ごとの色度の差はほとんど無いことがわかった。

### 3. まとめ

国内のガラスメーカー主要3社が生産している現行車両用の前面及び前席側面ガラスの供試体について、可視光線透過率を測定し、以下のことを把握した。

(1) 前面ガラスの可視光線の透過率については、標準イルミナントAの場合、最大が83.8%、最小が72.3%、平均は76.3%であった。また標準イルミナントD<sub>65</sub>の場合、最大が84.5%、最小が73.7%、平均は77.5%であった。

(2) 前席側面ガラスの可視光線の透過率については、標準イルミナントAの場合、最大が82.7%、最小が73.3%、平均は76.9%であった。また標準

イルミナントD<sub>65</sub>の場合、最大が83.6%、最小が74.6%、平均は78.2%であった。

(3) 標準イルミナントAの場合よりも標準イルミナントD<sub>65</sub>の場合の透過率が高いのは、供試体が薄緑色系のためと考えられる。

(4) 色度測定の結果、標準イルミナントA及びD<sub>65</sub>の場合とも、供試体ごとの色度の差はほとんど無いことがわかった。

以上の通り、現行車両用窓ガラスの可視光線透過率及び色度の現状 (標準イルミナントA及びD<sub>65</sub>の場合) を把握することができた。この結果を参考にすることにより、シミュレーション等で前照灯のグレアや視認性の検討をする際、より現状に近い結果が得られるものとする。

今回は、保安基準で規定されている可視域の分光透過率と色度について検討を行った。今後は、規定はされていないが、窓ガラスの分光透過率に関して、主に色素性乾皮症等<sup>6)</sup>の皮膚疾患患者に対する紫外線防御や日射熱を遮蔽し車内の空調効率向上のための赤外線防御等の技術の向上なども期待されていることもあり、短波長域 (紫外線) や長波長域 (赤外線) についての検討も行う予定である。

### (参考文献)

- 1) 益子, 森田, 岡田: 眩惑状況シミュレーション解析ソフトウェアの製作について, 第2回交通安全環境研究所講演概要, p97-100(2002)
- 2) 益子, 森田, 岡田, 関根: 可変配光前照灯(AFS)による対向車に対するグレアのシミュレーション解析, 自動車技術会秋季学術講演会前刷集, No.69-03, p1-4(2003)
- 3) 野口ほか: 薄暮時における路面輝度の変化と自動車灯火の点灯状況, 照明学会誌, 第75巻, 第2号, 平成3年, p16-20
- 4) JIS R 3212 自動車用安全ガラス試験方法
- 5) JIS Z 8720 測色用標準イルミナント (標準の光) 及び標準光源
- 6) 佐藤吉昭監修, 市橋正光, 堀尾武編集: 光線過敏症 改訂第3版, 金原出版, 東京, 2002.9, p222-226