

屋外環境における不快グレア

1 道路照明のグレア

ドライバーの立場からのグレアを評価する際、減能グレアと不快グレアの両方について検討する必要があります。

①減能グレア 運転者の障害物の見え方に影響を及ぼす減能グレアは相対いき値増加(TI)の考え方を導入することにより定量化されてきました。TIは次のように定義されます。

$$TI = \left\{ \frac{(\Delta L' - \Delta L)}{\Delta L} \right\} \times 100 [\%]$$

ここで、

$\Delta L'$: グレア光源が存在する状態での
運転者の目の輝度差弁別いき (cd/m²)

ΔL : グレア光源がない状態での
輝度差弁別いき (cd/m²)

です。

実際には、路面平均輝度 L_r と等価光幕輝度 L_v からTIを求める方法が示されています。(図1参照)。CIEでは $TI \leq 10 \sim 20\%$ を推奨しています。

②不快グレア 運転者の視覚的な快適性に影響を与える不快グレアは次式により計算されるグレアコントロールマークGにより評価されます。

$$G = 13.84 - 3.31 \log(I_{80}) + 1.3 \sqrt{\log(I_{80}/I_{88})} \\ - 0.08 \log(I_{80}/I_{88}) + 1.29 \log(F) + 0.97 \log(L_y) \\ + 4.41 \log(h') - 1.46 \log(P) + \Delta C$$

ここで、 I_{80} 、 I_{88} :道路軸方向に平行な平面内の鉛直角 80° および 88° 方向の照明器具の光度[cd]、 F :運転者から見た照明器具の発光面積[m²]、 h' :運転者の目の高さから照明器具までの高さ[m]、 P :道路区間1km当たりの照明器具台数[台]、 ΔC :ランプ(光色)の種類による補正係数です。

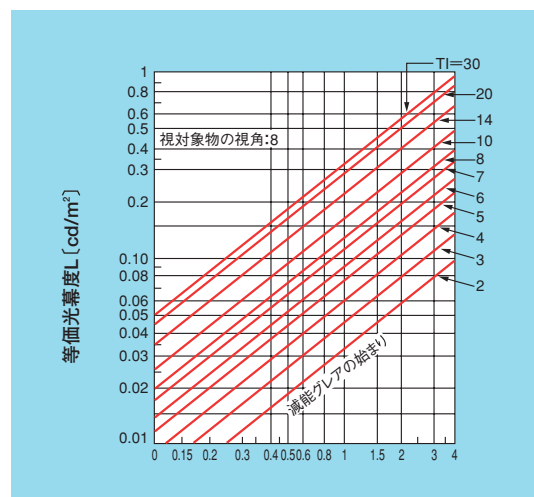


図1 相対いき値増加(TI)をパラメータとした路面平均輝度(L_r)と等価光幕輝度(L_v)との関係

2 歩行者に対するグレア

歩行者のための不快グレアは、照明学会の技術規格¹⁾では、表1に示すように、夜間の使用状況と周囲の明るさの程度によって分類され、屋外グレア制限値(GRL)が50~55(許容できる限界)を超えないことが望ましいと記載されています。また、表2に示すように、発光面輝度によるグレアの制限では、取付高さが10m未満の照明器具は鉛直角85度方向および85度以上の光度、取付高さが10m以上の照明器具については、表3に示すように JIS C 8131:2013²⁾で鉛直角80度および90度方向の光度の制限値が規定されています。

また、屋外においてもLED照明の利用が拡大しているが、見る角度によっては従来光源よりも眩しい場合が

あったため、照明学会ではLED照明の不快グレアについて検討しました。LED照明の不快グレアに関する指針³⁾では、不快グレアを抑制するためには、①発光部の輝度分布をできる限り均一にする、②発光部に極端に高輝度な部分が存在する場合にはGRのみならず目標とする不快グレア評価水準を個別・具体的に設定して平均輝度などを抑制する必要がある③鉛直角60~80度方向の光度を抑制すること、があげられています。

・参考文献

- 1) 照明学会技術規格「歩行者の安全・安心のための屋外照明基準」JIES-010(2014)
- 2) 日本工業規格 JIS C 8131:2013「道路照明器具」
- 3) 照明学会技術指針「屋外歩行者空間におけるLED照明の不快グレアに関する指針」JIES-011(2017)

表 1 屋外歩行空間の基本的な照明要件

場所の分類 使用状況	場所の分類 周囲の明るさ	水平面照度 Eh(lx)	半円筒面照度 Esc(lx) 鉛直面照度 Ev(lx)	照度均斉度 Uo	屋外グレアq制限値 GRL	平均演色評価数 Ra
夜間の使用 大	明るい	20	4	0.2	50	40
	中程度	15	3	0.2	50	40
	暗い	10	2	0.2	50	40
夜間の使用 中	明るい	15	3	0.2	50	40
	中程度	10	2	0.2	50	40
	暗い	7.5	1.5	0.2	50	40
夜間の使用 小	明るい	10	2	0.2	55	40
	中程度	7.5	1.5	0.2	55	40
	暗い	5	1	0.2	55	40
階段 急なスロープ	明るい	20	4	—	50	40
	中程度	15	3	—	50	40
	暗い	10	2	—	50	40

出典：照明学会技術規格「歩行者の安全・安心のための屋外照明基準」JIES-010(2014)

表 2 照明器具のグレア規制 (取付高さ 10m 未満のもの)

鉛直角85度以上の輝度*	20,000cd/m ² 以下		
照明器具の高さ	4.5m未満	4.5m~6.0m	6.0m~10.0m
鉛直角85度方向の光度	2500 cd以下	5000 cd以下	12000 cd以下

※鉛直角85度方向の光度から推測してもよい。

出典：照明学会技術規格「歩行者の安全・安心のための屋外照明基準」JIES-010(2014)

表 3 2方向形配光の照明器具の光特性水平角 90 度の場合

	光度(cd/1000lm)	
	鉛直角90度	鉛直角80度
カットオフ形	10以下	30以下
セミカットオフ形	30以下	120以下

a) 照明器具の光特性は、2方向形配光とする。ランプ定格光束1000 lm当たりの光度は、水平角90度において、表3に適合しなければならない。光源にLEDモジュールを用いる照明器具の場合は、定格器具光束1000 lm当たりの光度とする。

b) 照明器具の配光特性は、JIS C 8105-5 によって測定する。

出典：日本工業規格 JIS C 8131:2013「道路照明器具」

3 スポーツ照明のグレア

スポーツ施設のグレアの評価には、グレアレイティング (GR) が採用されます。グレアの程度を0～100の数値に表し、数値が大きいほどグレアの程度が大きいと言えます。(表4)

GRは次式のように、投光器による等価光幕輝度と投光器以外からの反射光による等価光幕輝度により算出できます。

$$GR=27+24\log\left(\frac{L_{vi}}{L_{ve}^{0.9}}\right)$$

L_{vi} : 個々の照明器具によって生じる等価光幕輝度 (cd/m^2) の合計

L_{ve} : 環境の等価光幕輝度 (cd/m^2)

ここで用いられている光幕輝度とは強い光が眼に入ると光は眼球内で散乱して、視野内に一種の光幕が生じたようになります。この時の光幕に相当する輝度を等価光幕輝度 (Equivalent Veiling Luminance) と呼びます。

個々の照明器具によって生じる等価光幕輝度 L_{vi} は次式により算出します。このとき、観測者の視線方向は、水平より 2° 下方を向きます。

$$L_{vi}=10\sum_{i=1}^n\frac{E_{eye\ i}}{\theta_i^2}$$

$E_{eye\ i}$: 観測者の視線に対して垂直な面の照度 (lx) (図2 水平下方 2°)

θ_i : 観測者の視線と個々の光源とのなす角 ($^\circ$) ($1.5^\circ < \theta_i < 60^\circ$)

n : 光源の数

環境の等価光幕輝度 L_{ve} は、次式により算出します。

$$L_{ve}=0.035\cdot\frac{E_{hor\ av}\cdot\rho}{\pi}$$

$E_{hor\ av}$: 全運動競技面の平均水平面照度 (lx)

ρ : 領域 (地面など) の平均反射率

注記 領域の平均反射率は、一般に土が10%、芝生が15%、雪面及び氷面に50%が用いられている。

以上の関係式を用い、野球場におけるグレアレイティング (GR) を計算した例を図3に示します。

表4 GRとグレアの程度との関係

GR	グレアの程度
90	耐えきれない (unbearable)
70	邪魔になる (disturbing)
50	許容できる限界 (just admissible)
30	あまり気にならない (tolerable)
10	気にならない (unnoticeable)

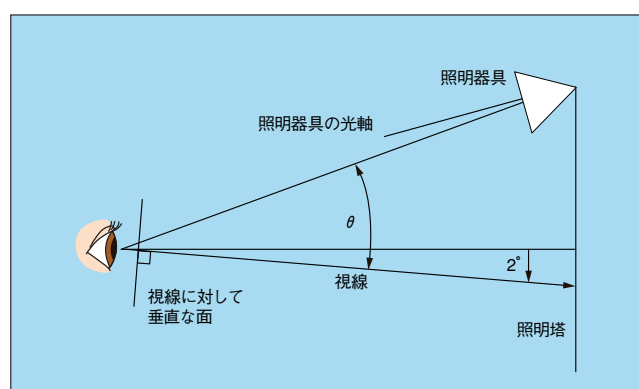


図2 グレア評価のための視線方向、照明器具及び照明塔の位置関係

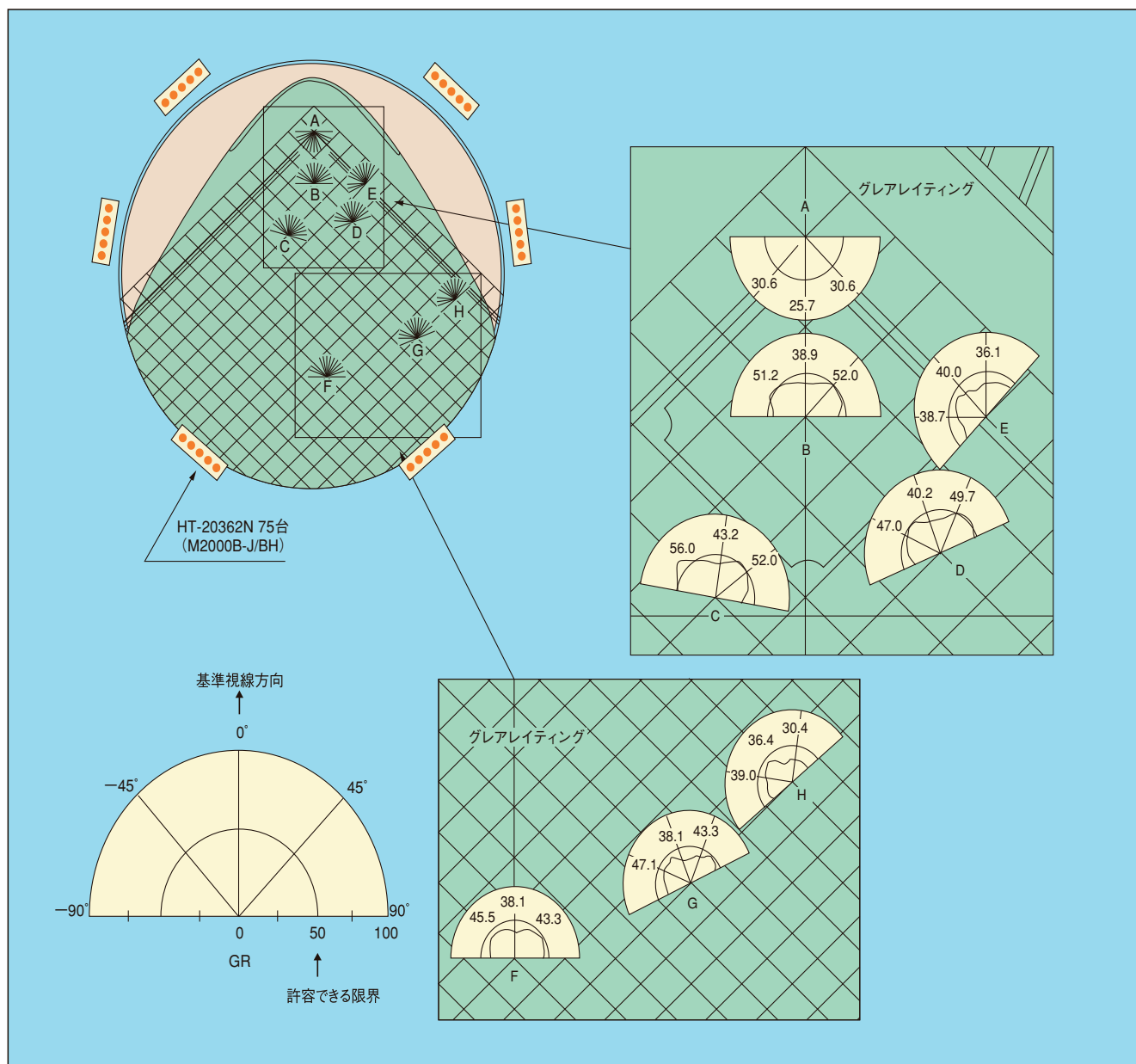


図3 グレアの測定例

参考文献

- 1) JIES-010 歩行者の安全安心のための屋外照明基準、照明学会 (2014)
- 2) JIS C 8131:2013 道路照明器具
- 3) JIEG-011 屋外歩行者空間におけるLED照明の不快グレアに関する指針、照明学会 (2017)
- 4) JIS Z 9127-(2011) スポーツ照明基準
- 5) CIE Publication No.112「Glare Evaluation System for Use within Outdoor Sports and Area Lighting」(1994)