

講演 10. 対向車前照灯がグレア感に及ぼす諸要因の解析とその対策

自動車安全研究部

※青木 義郎

加藤 洋子

関根 道昭

1. はじめに

令和3年交通政策審議会から報告された「交通事故のない社会を目指した今後の車両安全のあり方について」¹⁾にて、対向車や後続車の前照灯に眩惑され、歩行者等の発見が遅れることに起因する交通事故対策の必要性が挙げられている。これまでの国際議論では、GRE傘下のVGL(Visibility, Glare and Leveling) IWGにて、眩しさ(グレア)に関する研究が複数報告されているが、加齢、光軸変化等がグレアに与える影響については十分に議論されていない。

日本は高齢化が顕著であり、高齢化社会を見据えた灯火に係る基準策定をリードしていく立場にある。本研究は、加齢等による運転視界の変化や、路面起伏による光軸変化が対向車照灯のグレア感に及ぼす影響を解析し、改善方法の検討を行った。

2. グレアの感じ方に与える要因の調査解析

2.1. 加齢がグレアの感じ方に与える影響

高齢ドライバーによる事故増加の要因の一つとして、視覚特性の変化が挙げられる。加齢に伴う水晶体の混濁度の増加などにより視覚機能は低下し、視覚情報が十分に認知されない可能性がある。

水晶体の混濁度により、高齢者は非高齢者に比べ眼球内光散乱によるグレア光幕輝度は2~3倍上昇し、グレアを感じやすいことが当研究所が過去に行った解析²⁾で示されている(図1)。

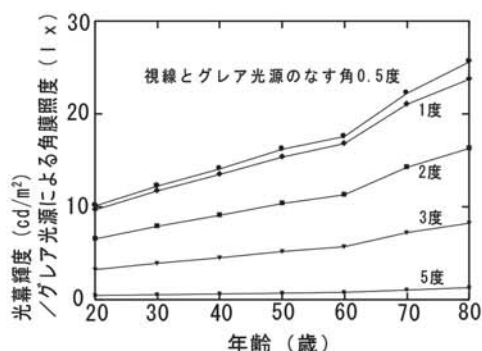


図1 加齢によるグレア光幕の変化

図1のグレア光幕のデータに基づき、歩行者横断中に対向車がその後方に停止している場合の運転視界を数値解析した結果をCGで表現した(図2)。なお歩行者は、高さ1.5m、直径0.3mの円筒形の形状、反射率80%として模擬している。

高齢ドライバーの場合、道路横断中の歩行者は対向車前照灯のグレア光幕に覆われ(蒸発現象)、そのコントラスト識別が困難になることが示されている。図3に歩行者とその周辺部とのグレア光幕を考慮した見かけ上の平均輝度を求め、そのコントラストを算出した結果を示す。若年層よりも高齢層の方が、コントラストが低下し、歩行者被視認性は悪化する。



(a) 非高齢ドライバー (b) 高齢ドライバー

図2 グレア光幕による歩行者の蒸発現象

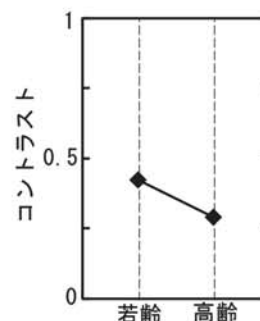


図3 蒸発現象によるコントラスト低下

2.2. 前照灯の配光によるグレア感の変化

走行ビームの利用は暗い夜道において歩行者の視認性を改善するが、その反面、対向車には不快グレアあるいは減能グレアを与える可能性がある。すれ違い走行時(図4)に前照灯の種類により、グレア感がどのように変化するかを(1)式³⁾のH.-J.Schmidt-ClausenとJ.Th.H.Bidelsのモデル式より解析した。視線方向は進行方向とする。なお、この不快グレア評価値Wは小さ

いほどグレア感は強まり、ドライバが耐えられる限界値は4という報告がなされている⁴⁾。

解析結果を図5に示す。走行ビームにおいて車間距離が約600m以下の場合、許容限界を超えるグレアが発生する。対向車の位置情報に基づき走行／すれ違いビーム自動切り替えやADBの利用により、運転視界への改善につながるものと考えられる。

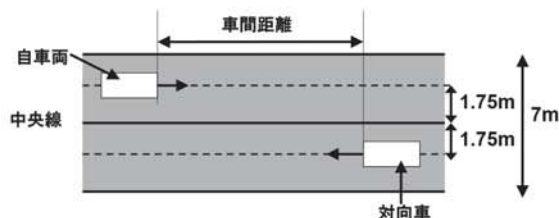


図4 道路設定条件

$$W = 5.0 - 2 \log \Sigma (E / ((1 + (L_h / C_{pl})^{0.5}) \theta^{0.46} C_{poo})) \quad (1)$$

E : ドライバの眼前照度(lx)

L_h : ドライバの順応輝度(cd/m²)

θ : ドライバの視線とランプ方向のなす角度(min)

C_{pl} : 4.0×10^{-2} C_{poo} : 3.0×10^{-3}

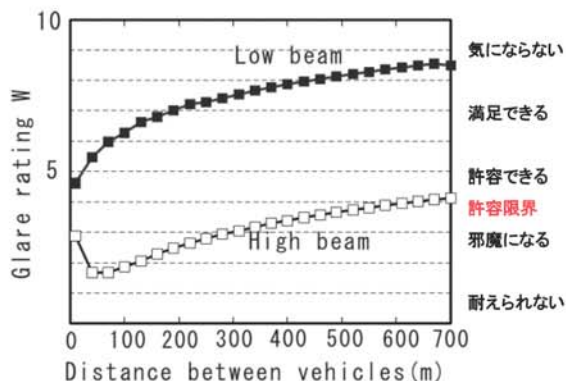


図5 車間距離によるグレア感の変化

2. 3. 前照灯の汚れによるグレア感の変化

自動車のすれ違いビームは、対向車ドライバに不快グレアを与えないようにカットオフライン（明瞭境界線）が水平以下になるよう規定されているが、前照灯のカバー面に雪や泥等が付着すると、光散乱によりカットオフラインがぼやけグレアを増加させる可能性がある。図6は降雪時2台追従走行時の後続車両前照灯の表面、図7は実車走行により雪等が付着したときのB50R（対向車ドライバアイポイント）の測定距離25mにおける照度測定値である。B50Rの上限値は0.57lxに規定されているが、その値を大



図6 降雪実路走行後の前照灯

きく上回り、対向車ドライバへのグレアが発生する可能性が示されている。

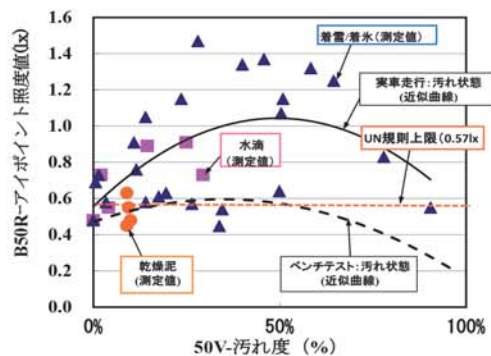


図7 前照灯の汚れ度とB50R（アイポイント）照度値

2. 4. レベリング変化によって発生するグレア調査

2. 4. 1. 目的

すれ違いビームのカットオフラインは水平以下に規定されているが、荷重により上向いた場合にグレアを与える可能性がある（図8）。グレアを防ぐため荷重により発生する光軸変動を補正するオートレベリングはGRE（国連灯火器分科会）にて国際基準化された。また最近、走行中の車両挙動に合わせてレベリング調整を行うダイナミックレベリングについての議論も始まり、技術的知見が必要とされている。

前照灯が対向車ドライバに与えるグレアの程度は道路起伏によっても変化し、坂の頂上付近などではすれ違いビームの場合でもグレアを与える可能性がある（図9）。本研究では、市街地を実車で走行し、走行中のピッチ角変動の測定結果から、グレアがどの程度発生するか解析することとした。

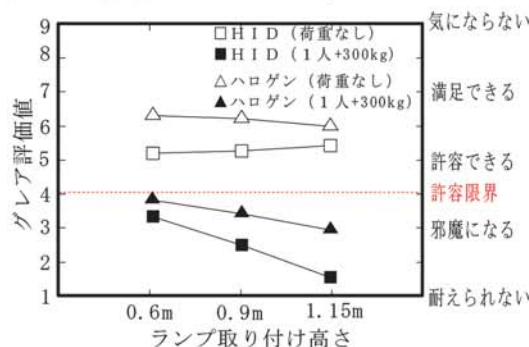


図8 荷重とランプ取り付け高さによるグレア感の変化



(a) 平坦路

(b) 起伏の多い道路

図9 道路起伏によるグレア発生例

2. 4. 2. 実験方法

試験車両（図 10：乗用車）の車両重心付近に傾斜センサーを設置し、ピッチ角、速度を計測しながら市街地を走行した（図 11）。対象とする道路は、首都圏の交通量の多い片側一車線の市街地道路とし、平坦路：高低差が少ない道路（勾配 1%未満）4 カ所、起伏の多い道路：大きな高低差を含む道路（勾配 1%以上）11 カ所において試験走行を実施した。

なお、対向車ドライバに与えるグレアは、道路起伏によるピッチ角の変動に加え、車両挙動による一時的なピッチ角の変動が影響すると考えられることから、本研究は両者を合わせたピッチ角を計測した。



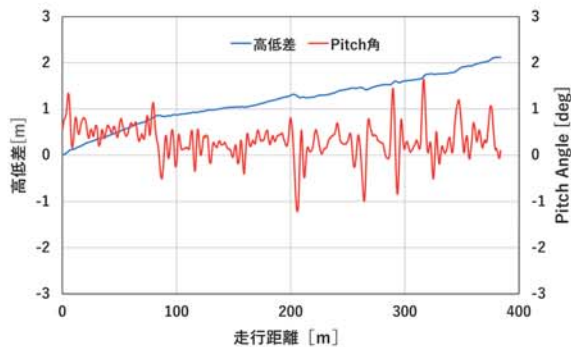
図 10 実験車両



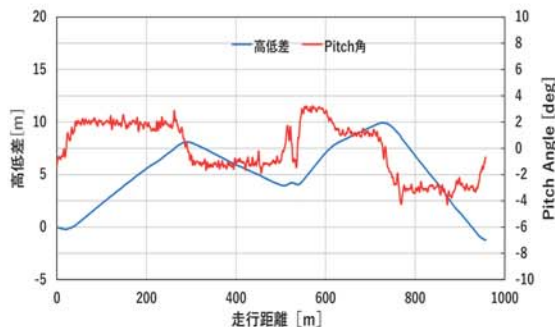
図 11 市街地走行試験状況

2. 4. 3. 計測結果

計測データの走行距離とピッチ角から道路の高低差を求めた。平坦路および起伏の多い道路の高低差とピッチ角（+は上向き、-は下向き）の一例を図 12 に示す。平坦路でも車両挙動などにより、ピッチ角が一時的に±1 度程度に変動することを確認した。



(a) 平坦路



(b) 起伏の多い道路

図 12 走行路の高低差及びピッチ角

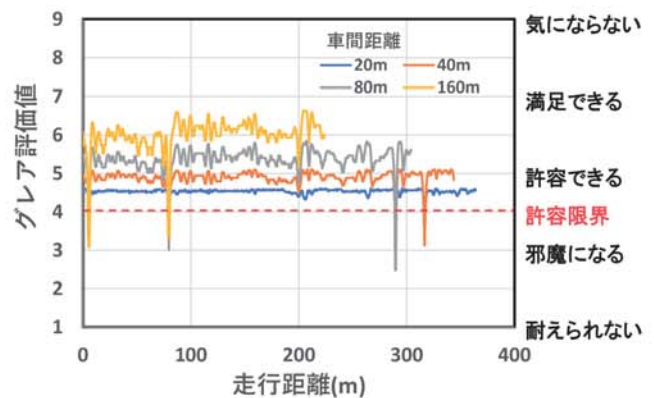
2. 4. 4. グレア解析

(1) 解析手法

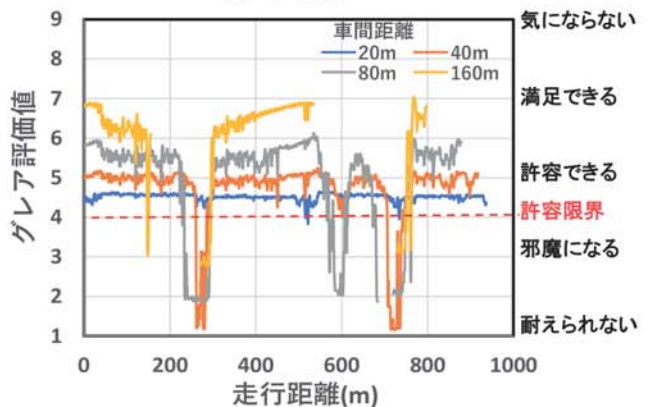
自車両すれ違いビームの配光から対向車ドライバの眼前照度を算出する際、図 12 に例示した道路の高低差とピッチ角を考慮し、走行位置ごとのグレア評価値を(1)式により算出した。ここでは、すれ違いビームの高さを 0.6m、アイポイントの高さを 1.2m、車間距離を 20、40、80m、160m としている（図 4）。なお、本解析は曲線路であっても直線路と仮定し起伏のみを考慮した。

(2) 解析結果

以上の方法により算出されたグレア評価値を図 13 に示す。平坦路においても、一時的な車両挙動によりピッチ角が変動した際に、一部の車間距離条件で、許容限界を超えるグレア（グレア評価値 4 以下）が一時的に発生することが示された。起伏の多い道路では、図 12(b)の登り坂から下り坂に変わる区間において、多くの車間距離条件で許容限界を超えるグレアが発生することが示された。これらの傾向は、他の平坦路 3 カ所、起伏の多い道路 10 カ所でも確認できた。



(a) 平坦路



(b) 起伏の多い道路

図 13 すれ違い走行時における
対向車ドライバのグレア評価値

(3) ダイナミックオートレベリング効果評価

ダイナミックオートレベリングの使用を仮定した場合のグレア評価値を図14に示す。ここで言うダイナミックオートレベリングとは、加重だけでなく路面凹凸や車両挙動に合わせて常に光軸の水平維持を行う機能を想定する。

平坦路ではダイナミックオートレベリングによりグレア評価値の走行位置（走行距離）による変動が小さくなる（図14(a)）。

起伏の多い道路では、下り坂が続く場合（走行距離750m以降など）、ダイナミックオートレベリングにより対向車へのグレアが起りやすくなることが示された（図14(b)）。

起伏の多い道路 11カ所の全経路での許容限界を超えるグレア評価値（4以下）の発生比率を表1に示す。起伏の多い道路で下り坂が続くケースでは、ダイナミックオートレベリングありの場合にグレアが起りやすく、許容限界を超えるグレア発生比率が増えることが示された。グレア発生を抑えるためには、水平維持だけではなく、進行方向の道路の傾斜状況に合わせた適切な仰角調整が必要になるものと考えられる。

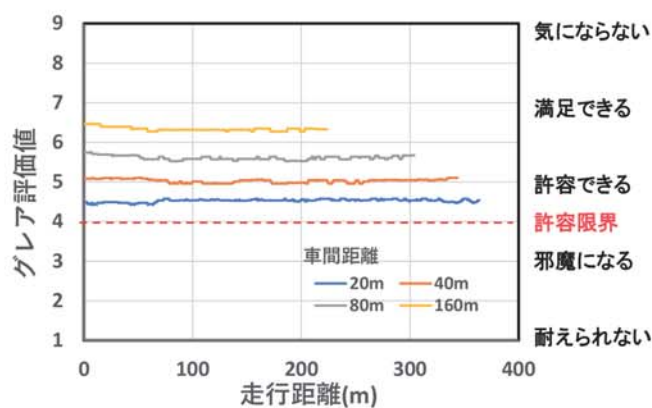
3. おわりに

この研究では加齢等によって対向車前照灯のグレアがどのように変化し、歩行者の被視認性にどのように影響するか説明した。また道路起伏に伴うピッチ角の変化がすれ違いビームのグレアにどのように影響するのかを調査するため、実車走行による計測結果に基づくグレア発生のシミュレーション解析を実施した。その結果、平坦路であっても許容限界を超えるグレア（グレア評価値4以下）が一時的に発生する場合があり、起伏の多い道路では、登り坂から下り坂に変わる区間において、多くの車間距離条件で許容限界を超えるグレアが発生することが示された。

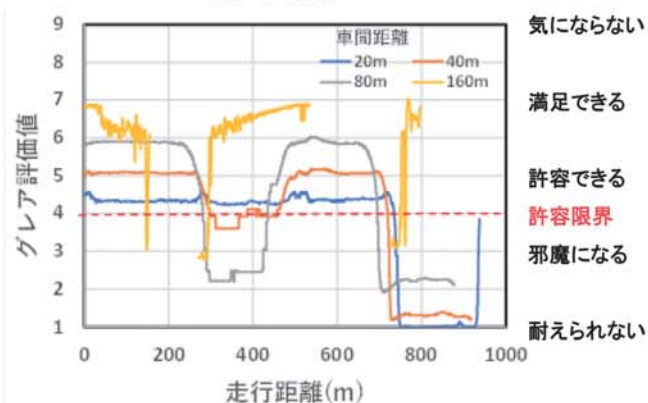
今後、不快グレアが運転に与える影響やグレア改善方法についても検討を行う。なお本稿は、2023年度のJASIC（自動車基準認証国際化研究センター）の委託試験研究の一部を報告したものである。

参考文献

- 1) 交通政策審議会陸上交通分科会自動車部会，“交通事故のない社会を目指した今後の車両安全のあり方について”，p.45 (2021)



(a) 平坦路



(b) 起伏の多い道路

図14 ダイナミックオートレベリング使用時のグレア評価値

表1 許容限界を超えるグレア評価値（4以下）の発生比率（起伏のある路面）

	車間距離			
	20m	40m	80m	160m
レベリングなし	2.01%	11.25%	13.76%	8.26%
レベリングあり	27.84%	33.23%	35.32%	31.45%

- 2) 科学技術庁研究開発局，“高齢社会における製品・生活環境等のユニバーサル化に関する研究成果報告書”，pp.202-215 (2002)
- 3) H. -J. Schmidt-Clausen, J. Th. H. Bindels, “Assessment of Discomfort Glare in Motor Vehicle Lighting”, Lighting Research and Technology, Vol.6, No.2, pp.79-88 (1974)
- 4) 益子仁一ら，“可変配光前照灯（AFS）が対向車ドライバに与える幻惑状況の解析”，交通研究発表会講演概要，pp79-84 (2003)