LED式車載標識装置における夜間視認性の向上

内田　和宏†　田中　敏光††　杉江　昇††

† 名古屋電機工業株式会社　〒490-1294 愛知県海部郡美和町大字篠田字面徳 29-1
†† 名城大学大学院理工学研究科　〒468-8502 愛知県名古屋市天白区塩釜口 1-501
E-mail: †uchida@nagoya-denki.co.jp, ††{toshitnk,sugie}@ccmfs.meijo-u.ac.jp

あらまし　高速道路等で用いられる維持作業用車両の後部には，ドライバーに注意を促すために車載標識装置が搭載されているが，作業車両発見の遅れを原因とする追突事故が発生し，尊い命が失われる事態も生じている．作業者を危険にさらす大きな事故の多くは夜間に発生している．そこで，ドライバーに，より遠方から作業車両の存在を認識させることができれば，事故防止に結び付くと考えられる．われわれは，夜間におけるヒトの視覚特性に着目し，高輝度表示による誘目性と視認性を両立可能な新しい表示方法を提案する．一連の実験により提案手法の効果が確認できた．現在，試験的な導入が予定されている．

キーワード　道路作業車両, 可変表示装置, 視認性, 夜間，追突事故，高速道路

Improving Nighttime Visibility of LED Type Variable Signbords for Highway Maintenance Vehicle

Kazuhiro UCHIDA†, Toshimitsu TANAKA††, and Noboru SUGIE††

† Nagoya Electric Works Co., LTD.　Mentoku 29-1, Shinoda, Miwa-cho, Ama-gun, Aichi, 490-1294 Japan
†† Graduate School of Science and Technology, Meijo University　Shiogamaguchi 1-501, Tenpaku-ku, Nagoya, 468-8502 Japan
E-mail: †uchida@nagoya-denki.co.jp, ††{toshitnk,sugie}@ccmfs.meijo-u.ac.jp

Abstract　In highways, accidental collisions against the rear-end of maintenance vehicles occur often due to the driver's delay of the discovery of the maintenance vehicles. Many of accidents occur in the nighttime. If drivers can recognize the presence of the maintenance vehicle from a sufficiently long distance, considerable cases of accidents may be prevented. Taking into consideration of the nighttime visual characteristics of the drivers, we propose a new method of display for variable signboards equipped with maintenance vehicles. We can control the contrast by feeble lighting of the LED's of the background part which are usually unlighted. Through a series of experiments we could confirm the efficacy of the method with the features of conspicuity along with high visibility.

Key words　road maintenance vehicle, valiable signboard, visibilty, nighttime, accidental collision, highway

1. まえがき

高速道路等において工事作業等に用いられる作業用車両には，ドライバーに作業中であることを知らせるために，車両後部に図1に示す様な車載標識装置が搭載されている．このような作業車は，高速道路の発達と共に普及し，道路上での作業安全確保に貢献している．また，このような車載標識装置を搭載した車両の一部は，渋滞末尾における後方警戒にも用いられ，時々刻々と変化する渋滞情報を的確に知らせ，追突事故防止に欠かせない情報提供手段として幅広く用いられている．しかしながら，一般車両と比較して作業車のスピードが非常に遅いことを一因とする追突事故が数多く発生している．報告によれば，6年間に132件の事故が発生し，4名の尊い命が失われる事態が発生している [1]．国土交通省によりまとめられた事故統計報告によれば，高速道路において死亡事故につながるような大きな事故は，長距離大型トラックが関連する夜間の時間帯に数多く発生している [3]．道路管理者は，危険度の高い夜間の作業を避けるなど対策を行っているが，事故の復旧工事など緊急性を要するものや，昼夜連続の集中工事など夜間作業を皆無にすることはできないのが現状である．このような追突事故対策を目的として，ミリ波レーダーや画像処理センサーを用いた後方接近車両検知システムが研究開発されている [1], [2]．この研究報告

図 1　LED 式車載標識装置を搭載した作業車の例
Fig. 1　A typical variable signboard for road maintenance vehicle.

によれば，ドライバーに，より早く危険を察知されることが可能となれば，安全に回避行動がされ，事故減少に期待が持てることが示されている．つまり，車載標識装置の誘目性と視認性は，非常に重要である．本件は，ヒトの視覚特性に着目し，夜間における車載標識装置の視認性を向上させる研究に関するものである．視認性を向上させるには，大きな文字で表示すればよいが [6]，車両後部に搭載することから，表示装置の大きさは車両の横幅によって制限されてしまうため，文字を大きくすることは難しい．また，車載標識装置は，眼を引きやすく目立ちやすい高い誘目性が必要となる．つまり，LED のような自発光素子を用いて可変表示する標識装置では，より高い輝度で表示を行いたい．特に表示面と隣り合う黄色散光灯の輝度が非常に高く，高輝度で表示しなければ表示内容が非常に視認し辛い．しかしながら，高輝度表示では強いグレアによって逆に視認性が低下してしまうため，無闇に表示輝度を上げることができないとの相反ずる問題がある．今回，われわれは，グレア発生の原因が強いコントラストにあることに着目し，未点灯箇所の LED を背景と扱い，微弱点灯することによってコントラストを弱めてグレアを防止し，高い視認性を確保した新しい表示方法を提案する．一連の実験により，高い表示輝度であっても一定のコントラスト範囲内であれば視認性が向上することを確認し，高輝度による誘目性と高い視認性を両立した表示が可能となった．本稿では，第 2 章にて高い表示輝度が視認性に影響を及ぼす状況を調査した結果を示す．第 3 章にて背景微弱点灯によりコントラストを弱め，視認性を向上させる新しい表示手法の提案，および予備的な実験による効果の確認検証について述べる．第 4 章において視認性が最適となるコントラストを追求した実験について触れ，第 5 章と第 6 章では，背景微弱点灯の色設定による効果の違い，および従来タイプと比較した主観評価実験について述べる．第 7 章にて提案手法の実用化に向けた検討結果を報告する．

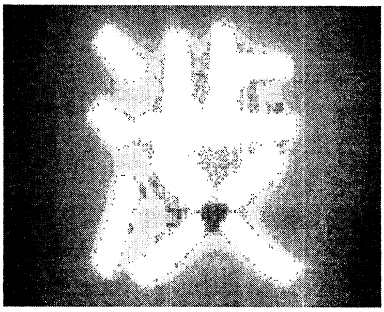

図 2　高輝度表示によるグレアのイメージ
Fig. 2　Glare caused by high luminance.

2. 表示輝度と視認性評価

図 2 は，グレア現象により文字が滲んで見える様子を，撮影露出を操作して擬似的に再現した写真である．一般に，視認性を低下させるグレア現象は，高輝度表示になるほど強く発生することが知られている．

そこで，夜間における表示輝度の明暗が，どの程度視認性に影響を及ぼすかを調査するため，視標に対する表示輝度を変化させ，その際の認識できる最大距離の変化を調べた．今回の実験は予備的な実験であるため，色の影響を避けて白色で文字を表示した．

2.1 使用機器

実験には，名古屋電機工業製の屋外型フルカラー映像装置 NACOVI（ナコビー）を用いた [8]．この装置のドットピッチは 10[mm] で，各ドットは RGB の LED 表示素子で構成されており，各色 256 段階の階調表現が可能である．実験において容易に扱えるよう，RGB 階調命令に線形に比例して輝度が変化するよう特別に調整をした．また，RGB を同じ階調値にした場合に白色になるように，トプコン社製色彩輝度計 BM-7 を用いて調整した．この装置を，常夜灯等の明かりが届かないグランドに，表示部分がほぼ視点の高さとなるように設置した．

2.2 実験手法

実験では，表示した視標が認識できる最大距離を視認距離として視認性評価の基準とした．視標に漢字などの文字を用いた場合，被験者が表示された文字を記憶し，答えを予測できてしまう．したがって，輝度条件を変更して複数回同じ文字を表示する実験には不向きである．そこで，視力検査のように視標の向きを変えて表示し，向きが正しく判別できる距離を視認距離として測定することとした．今回の実験環境では最大で 100[m] 離れて計測できるので，対象となる被験者の視認距離が 100[m] を超えない視標サイズを用いなければならない．一般的な視力検査には，ランドルト環が用いられるが [9]，視力 2.0 の被験者を想定した場合，視標サイズは 72.5[mm] に相当し，ドットピッチ 10[mm] の表示装置では約 7 ドット× 7 ドットとなり解像度が足らず，ランドルト環を正しく表示できない．そこで，縦横のドットだけで構成できる E マークを視標として用いることとした．図 3 に示す．この視標の大きさは，100[mm] 四方

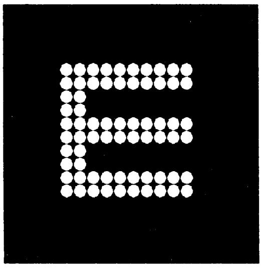

図 3　E マーク視標

Fig. 3　E-mark visual target used in Snellen test.

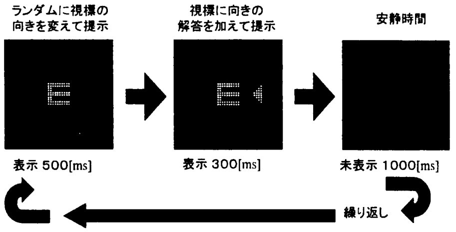

図 4　実験時の視標提示方法

Fig. 4　The presentation sequence of the visual test.

で E の横棒の間隔は 20[mm] となる．予備的な確認実験を実施し，対象となる被験者が視認距離 100[m] を超えないことを確認した．

本実験では，視標の向きを上下左右にランダムに変化させた．向きの変化を表示部位の点滅として認識されることを防ぐため，視標の提示の合間に何も表示しない時間を設けた．また，走行中のドライバーを対象とした車載標識装置では瞬時の視認性が要求されることを考慮し，短時間の視標提示とした．実験では視標を 500[ms] 表示し，次に 300[ms] だけ視標提示した方向の正解を矢印で表示するようにした．次の視標提示までの時間は 1000[ms] とした．表示の流れを図 4 に示す．

被験者には，視標が潰れて見えない距離から徒歩で表示装置に少しづつ近付いてもらい，視標が確実に見える地点を探して頂いた．近寄り過ぎた場合は，少しづつ遠ざかって頂き，視標が視認できる限界最遠地点を測定した．この地点と表示装置の距離を視認距離として記録した．この実験を，視標の表示輝度を変えて実施した．表示輝度は，20[cd/m²] から 160[cd/m²] まで，20[cd/m²] 刻みに選び，被験者に輝度がわからないようにするためランダムな順序で提示した．なお，実験時において未点灯部分である背景の輝度は，月あかりによる反射輝度が存在し，0.01[cd/m²] が計測された．

2.3　被　験　者

被験者には色覚正常者で，運転免許を持つ 20〜30 代の男性 5 名を選んだ．各被験者の視力を，図 17 に示す．被験者には実験開始前に星空を 15 分程度眺めてもらい，夜間の明るさに充分順応させたあとで実験を行った．

被験者	T. M	H. O	K. M	Y. M	H. I
視力	1. 5	1. 5	1. 5	1. 2	1. 0

図 5　被験者の両眼視力

Fig. 5　Binocular visual acuity with subject's.

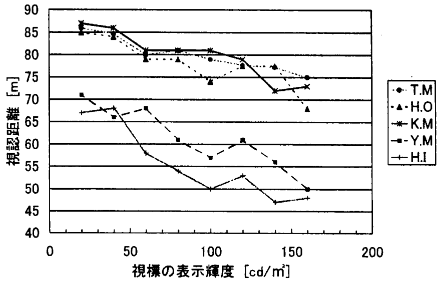

図 6　視標の表示輝度と視認距離

Fig. 6　Visual target luminance and visible distance.

2.4　実験結果と考察

実験結果を図 6 のグラフに示す．

視認距離の結果は個々の被験者で異なるが，これは視力の違いによるものである．全ての被験者で表示輝度が高いほど視認距離が低下した．実験結果から，視認性は概ね表示輝度に比例して低下することが確認できた．実験結果が示すように，誘目性を重視して表示輝度を高く設定すると認識できる距離が縮まってしまうことが確認された．

3.　背景微弱点灯によるコントラスト改善

先の実験からもわかるように，夜間の視認性を向上させるには表示輝度を下げなければならない．しかしながら，誘目性を確保するには高い輝度で表示しなければならない．第 2 章の実験結果が示すように，夜間における視認性低下の原因はグレア現象なので，高輝度表示であってもグレアの発生を防ぐ表示方法が実現できれば，誘目性と視認性を両立させることが可能となる．一般に「グレア現象は高い輝度で表示する光源の周囲に発生する」とされているが，正しくは「高い輝度」ではなく「高いコントラスト」である．つまり，コントラストを弱めることができれば，高い輝度であっても視認性を向上させることができるはずである．LED 方式では，背景に相当する未点灯素子の部位が，夜間においては周囲光による反射輝度が殆ど無く限りなく 0 に近いため，少々の表示輝度であってもコントラストが非常に高くなってしまうことになる．そこでわれわれは，図 7 のように，LED 式表示装置において，文字を表示しないドットを微弱点灯する方法を考案した．

従来は点灯しているドットの輝度ばかりに注目していたので，コントラストを下げるには表示輝度を下げるしか方法が無かった．しかし，背景を微弱点灯して明るくすることにより，表示輝度を変化させることなく文字のコントラストを下げることができる．以下に提案手法の効果を実証する実験を示す．

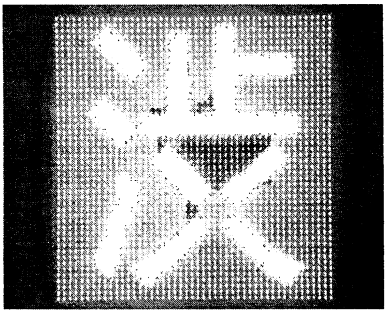

図 7　背景微弱点灯した表示イメージ

Fig. 7　An image with feeble background lighting.

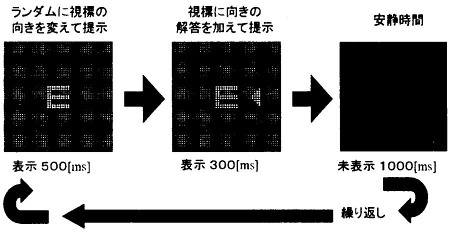

図 8　背景点灯実験時の視標提示方法

Fig. 8　The presentation sequence of the visual test.

3.1　実験手法

先に行った実験と同様でEマーク視標を用いて実験した．被験者は，前回の実験と同じ色覚正常者で運転免許を持つ 20～30 代の男性 5 名で，充分に夜間の明るさに順応してから実験を行った．表示部は，48[dot] × 48[dot] で構成し，その中央に先の実験と同じ 10 ドット四方のEマークを表示した．視標の提示方法は，先の実験と同じで，視標を表示しない時間は全てのドットを消灯した．これは，背景の微弱点灯を常時行ってしまうと，眼が背景輝度に慣れてしまう可能性があるからである．また，先の実験と同様に，車載標識装置では，誘目され瞬時に判読しなければならないため，暗闇で暗順応した状態での判読性を調べる必要がある．表示の流れを図 8 に示す．

実験は，視標の表示輝度を，120～240[cd/㎡] まで 40[cd/㎡] 毎に変化させ，それぞれで背景輝度が 15,20,30,40[cd/㎡] の場合の視認距離を測定した．但し，表示輝度 120[cd/㎡] では 40[cd/㎡] の背景輝度では明るすぎると考えられるので，背景輝度を 12,15,20,30[cd/㎡] に選んで実験した．これは，背景点灯の輝度が高すぎると低コントラストになり，瞬時で見た場合には全ベタの大きな発光体として知覚されてしまうことが予測されたためである．

3.2　実験結果と考察

実験結果を図 9～12 に示す．

視力 1.5 の被験者 T.M については，背景輝度を変えても視認距離はあまり変化しなかった．視力 1.0 の被験者 H.I と視力 1.2 の被験者 Y.M は，全般に背景輝度が高くなるほど視認距離が大きくなる傾向が見られた．図 9 と図 10 には，背景輝度 0[cd/㎡] の位置に 2 章の背景を点灯しない実験での視認距離もプロットしているが，この値と比べると，どの被験者も背景微

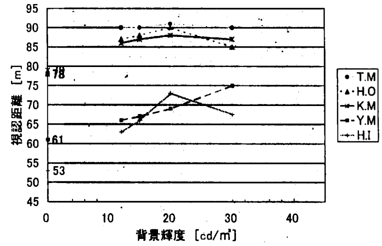

図 9　視標輝度 120[cd/㎡] における実験結果

Fig. 9　The experimental results for visual target luminance 120[cd/㎡].

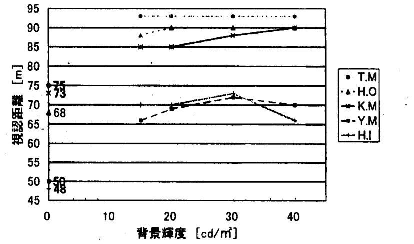

図 10　視標輝度 160[cd/㎡] における実験結果

Fig. 10　The experimental results for visual target luminance 160[cd/㎡].

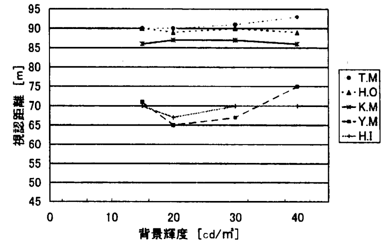

図 11　視標輝度 200[cd/㎡] における実験結果

Fig. 11　The experimental results for visual target luminance 200[cd/㎡].

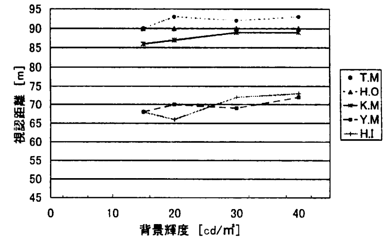

図 12　視標輝度 240[cd/㎡] における実験結果

Fig. 12　The experimental results for visual target luminance 240[cd/㎡].

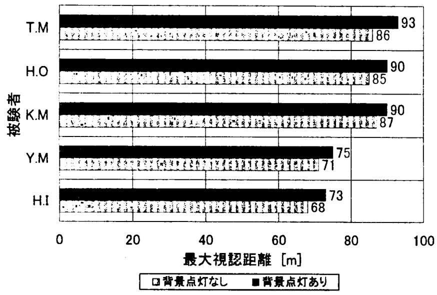

図 13 背景の有無による各最大視認距離結果の比較

Fig. 13 Comparison of the maximum visible distance results with or without background lighting.

弱点灯により視認距離が大幅に伸びていることがわかる．この結果から，背景微弱点灯には視認性を向上させる効果があることが実証できた．図 13 に，2 章の視標の輝度を変化させた実験での最大視認距離（おおむね 20[cd/m²] で達成）と，背景を微弱点灯した実験での最大視認距離を示す．特筆すべきは，被験者全員について背景を微弱点灯した場合の視認距離が上回ったことである．

この理由としては，背景部位の反射輝度が限りなく 0 に近いため，いくら文字を暗くしてもコントラストが高すぎる点には変わりがないので，背景微弱点灯の場合に比べてグレアが大きく発生していることが考えられる．また，各被験者の最大視認距離は視標の明るさによらず大体同じ値となっている．この結果は背景微弱点灯が夜間の高い表示輝度と視認性の向上を両立させることができる手法であることを示している．高い輝度による表示は，誘目性の向上にも期待ができる．視認距離が最大となる最適なコントラストを検討するため，コントラストと視認距離の関係に着目して全データをプロットしたグラフを図 14 に示す．

コントラストが低いほうが若干視認距離が伸びている被験者もあるが，データのばらつきが見られ，残念ながらこの実験結果から最適コントラストは得られなかった．

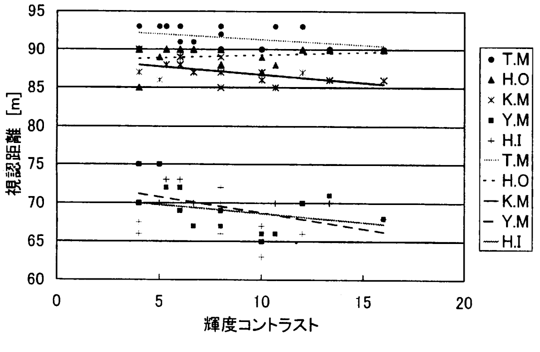

図 14 コントラストと視認距離

Fig. 14 Luminance contrast and visible distance.

4. 最適なコントラスト比の追求

3 章の図 14 が示すようにコントラストと視認距離に明確な関係は得られなかった．この理由として，変化させたコントラストの範囲が狭かったことが考えられる．3 章の実験ではコントラストを 4～16 でしか変化させていないので，この範囲でグレアによる視認性の低下が起こっていなければ，それぞれの被験者は本来の視力で視標を観察できるはずである．そうであれば，視認距離は同じになる．実際，2 章の実験で表示輝度を高くした場合のような極端にコントラストが大きい場合では視認距離が大幅に低下しているので，コントラストを大きくしていけば視認距離は低下すると考えられる．そこで，最適なコントラストを見つけるため，コントラストの範囲を拡大した実験を行った．

4.1 実験方法

3 章の実験と同様の方法で実施した．ただし，コントラストを幅広く設定できるように，視標の表示輝度は実験機器の夜間最大輝度である 570[cd/m²] を用いた．また，背景ドットの輝度には，機器の 256 階調の各制御に合わせ輝度計測した，2.5, 7.5, 12.8, 19.4, 32.3, 43.5, 55.5, 80.9, 130.1, 275.0, 302.2, 326.8, 351.4, 376.0[cd/m²] を選んだ．この場合のコントラストは，それぞれ，227.2, 75.4, 44.4, 29.3, 17.6, 13.1, 10.2, 7.0, 4.4, 2.1, 1.9, 1.7, 1.6, 1.5 となる．また，背景を未点灯にした場合の視認距離も測定した．この場合の背景の輝度は，月あかりの反射輝度 0.01[cd/m²] が計測された．この実験も，2 章，3 章の実験と同様の被験者で実施している．

4.2 実験結果と考察

実験結果を図 15 に示す．

グラフ中の被験者名の横に括弧で示した数値は，背景を点灯しない場合の視認距離である．また，背景点灯なしの視認距離を 100[%] として，視認距離の向上率を求めたグラフを図 16 に示す．

このグラフが示すように，視標と背景のコントラストが 4:1 から 100:1 において，視認距離が向上する効果が確認できた．また，この範囲内では概ねフラットな特性になっている．これ

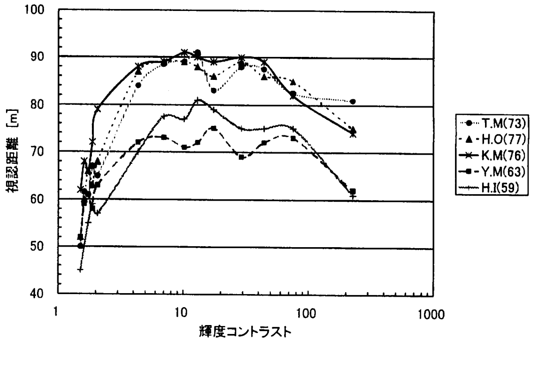

図 15 コントラストと視認距離

Fig. 15 Luminance contrast and visible distance.

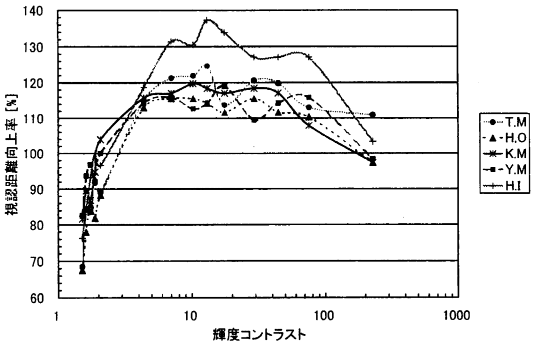

図 16　コントラストと視認距離向上率

Fig. 16　Luminance contrast and visible distance improvement rate.

は，先に述べたとおり，各被験者の視認限界を示していると考えられる．被験者 H.I を除く 4 名の被験者については，概ね 10～20[%] の視認距離向上効果を確認できた．被験者 H.I の視認距離向上率が良いのは，背景未点灯時の視認距離計測の誤差が大きかったと考えられる．特筆すべきは，570[cd/m²] と非常に高い表示輝度を用いたにも関わらず，それぞれの被験者で，図 15 の視力向上部分の視認距離が 3 章の実験から得られた最大視認距離と同等の値となっていることである．この結果は，表示輝度が高くなっても，最適なコントラスト域になるよう背景輝度を設定すれば最大限の視認性を得られることを示している．背景のドットを点灯すれば，その分の消費電力が増える．このため，視認距離が向上する範囲で最も背景輝度の低い点が実用的なコントラストと言える．図 15 のグラフからは，輝度比 50：1 程度で背景を点灯すればよいと考えられる．

5.　色を含めた実験

先の実験は，予備的な実験として色による影響を避けるため，白色表示と灰色背景を用いて実施した．車載標識装置は赤色と黄緑色の LED で構成され，混合色である橙色を含めた 3 色の表現が可能であり，文字表示には主に橙色が用いられている．そこで，実用化に向けて色を含めた実験を行った．

5.1　使用機器

実験には，実用化の検討に向けプロトタイプの車載標識装置を新たに製作した．この装置のドットピッチは 15[mm] で，各ドットは赤色と黄緑色の LED 表示素子で構成されている．実験において容易に扱えるよう，点灯命令に対して線形に比例して表示輝度と背景輝度がそれぞれ自由に変化するよう特別に実験用ソフトウェアを製作した．この装置を，常夜灯等の明かりが届かないグランドに，表示部分がほぼ視点の高さとなるように設置した．

5.2　実験手法

実験手法は，第 3 章，第 4 章の実験と基本的には同じであるが，ドットピッチが 15[mm] に拡大したため，E マーク視標の線幅を 1 ドットに変更した．つまり，実際の視標のサイズは 3/4 倍に相当するため，概ね視認距離も 3/4 倍となる．運用では，橙色文字が多用されるため，実験では視標の表示色を橙色固定とした．橙色，赤色，黄緑色に設定できる各背景色に対して色の違いによるコントラストと視認距離の関係を調査した.，

被験者	T. M	K. M	M. M	T. T	H. I
視力	1. 5	1. 5	1. 2	1. 2	1. 0

図 17　被験者の両眼視力

Fig. 17　Binocular visual acuity with subject's.

5.3　被　験　者

被験者には色覚正常者で，運転免許を持つ 20～30 代の男性 5 名を選んだ．各被験者の視力を，図 17 に示す．被験者には実験開始前に星空を 15 分程度眺めてもらい，夜間の明るさに充分順応させたあとで実験を行った．

5.4　実験結果と考察

実験結果を，各被験者の各色の最大視認距離に着目して図 18 に示す．図 19 は，各背景色別に輝度コントラストと被験者の平均視認距離をグラフにしたものである．

図 18 が示すように，被験者全員が橙色背景時に最大の視認距離となった．図 19 のグラフが示すように，橙色背景時や黄

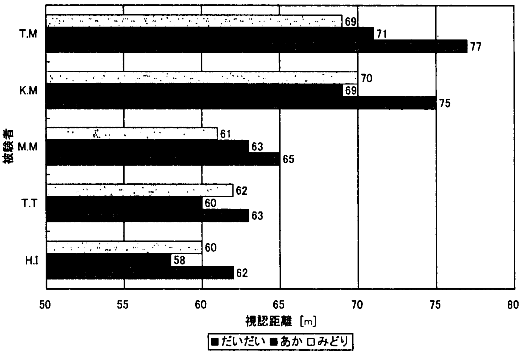

図 18　色別の最大視認距離比較

Fig. 18　Comparison of the maximum visible distance according to color.

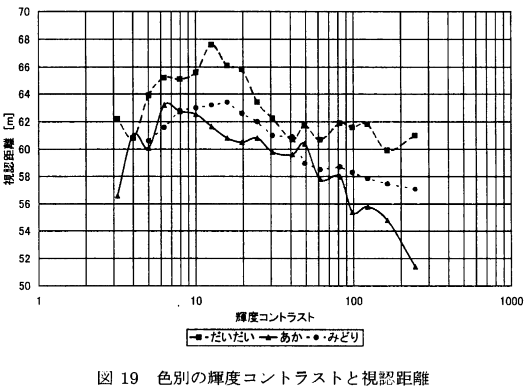

図 19　色別の輝度コントラストと視認距離

Fig. 19　Luminance contrast and visible distance according to color.

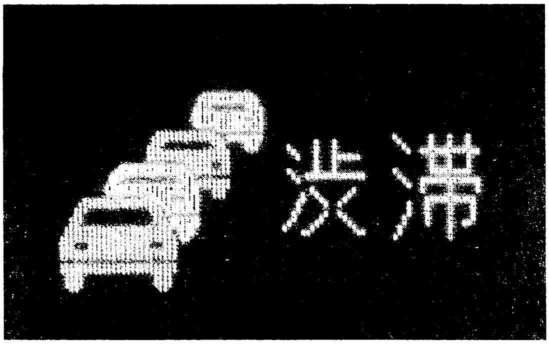

図 20　従来の表示方法

Fig. 20　The conventional display method.

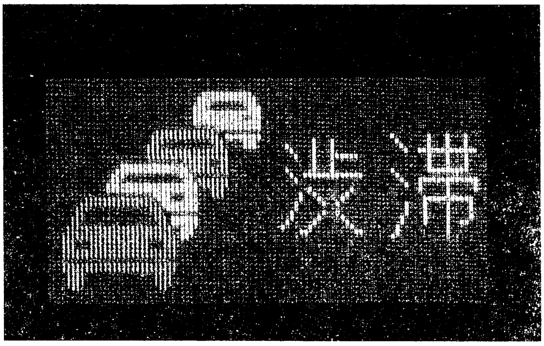

図 21　提案した表示手法

Fig. 21　The proposed display method.

緑色背景時と比較してや赤色背景時には，若干輝度コントラストが小さい箇所で視認距離の最大点となる．これは，色コントラストの影響を受け，全体のコントラストが強くなるため，より弱い輝度コントラストでなければ視認性が得られないと考えることができる．この結果から，赤色背景色や黄緑背景色は橙色背景色と比較じて視認性の面で若干劣ることがわかった．しかしながら，どの背景色を採用しても，あるコントラスト範囲で従来手法と比較して視認距離が向上する効果を有することが確認できた．

6. 印象のアンケート調査

輝度コントラストと視認距離の関係が実験により明らかになったが，視認距離が最大となる輝度コントラスト設定が，必ずしも見やすさや目立ちやすさの面で最適とは限らない．そこで，従来の表示手法と提案する表示手法を並べて表示し，その印象を調査するアンケート調査を行った．

6.1 調査方法

従来の車載標識装置と，提案手法を導入した新しい車載標識装置を並べて配置し，実用時にドライバーが視認開始する約120mの距離から視認して頂き，その印象を回答して頂いた．表示内容は，実際に運用で用いられている「除雪作業中 車線規制」の文字表示を用いた．調査は，①見やすいか，②眩しくないか，③目立ちやすいか，の3点について5段階評価で回答を求めた．回答は，提案手法の優劣を問うもので，＋2は良い，＋1はやや良い，0は優劣なし，－1はやや悪い，－2は悪いとした．被験者は，20歳代～60歳代までの運転免許を持つ男女38名である．また，意見記入欄を設けて，印象を自由にコメントして頂いた．提案手法による車載標識装置の背景色には，最も高い視認性を得た橙色を用いた．背景点灯輝度は，実験により最も視距離が向上したコントラストとなるよう設定した．図20と図21に，従来表示手法と提案表示手法の写真を示す．

6.2 調査結果

図22は，調査結果を集計したグラフである．

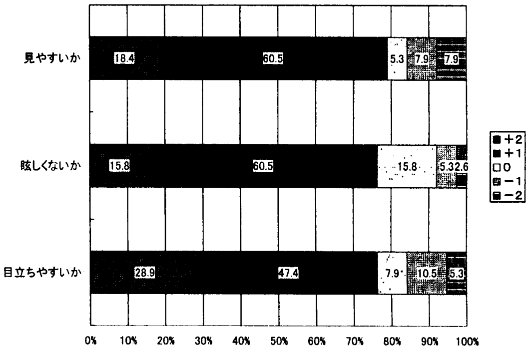

図 22　主観評価アンケート結果

Fig. 22　Subjectivity evaluation enquete results.

結果が示すように，提案手法による表示は，8割弱の被験者がプラス評価をし，眩しくなく目立ちやすく且つ見やすい表示であると回答した．従来より数倍高い表示輝度を用いたにも関わらず眩しくないと回答されたのは，本手法の効果を発揮した点である．意見記入欄で得られたコメントの多くは，提案する新しい表示の見やすさを高く評価するものであった．しかしながら，背景輝度が高過ぎるのではないかとの意見が12名の被験者より寄せられた．従来型を支持するコメントとしては，目立ちやすさやインパクトに関する意見が多く，夜間に光り輝く従来表示の方が目立ちやすいと感じていることがわかった．また，色に関するコメントも多く，背景点灯時は色の区別が付きにくいとの意見があり，特に通行止等の緊急項目の重要性の印象が弱いとの意見もあった．興味ある意見としては，背景表示ありの表示面が飛び出して見えるなど遠近感に関するもので，より近くに存在すると感じたと5名の被験者がコメントしている．

6.3 考　察

アンケート結果から，視認性が最も良い条件を採用した場合には，グレアが防止され，逆に表示の煌びやかさが無くなってしまう問題があることがわかった．つまり，誘目効果を考慮した場合，視認距離が最適となるコントラストは採用できない．また，文字色と背景色に同色を用いた場合に最も視認性が高くなることが実験で明らかとなっているが，従来表示に比べインパクトに欠けるとの意見があり，色差が文字を際立たせる効果をもち，誘目性に関与していることがわかった．

7. 実用化に向けて

一連の実験結果から，提案した背景点灯手法はコントラストを弱め，グレアを防止して視認性向上に効果を有することを確認できた．特に，誘目性の確保を目的とした高い表示輝度であっても視認性を損なわず両立できる点で優れた夜間表示方法であることが実証された．しかしながら，最大限の視認性を得られるコントラスト設定とした場合，逆に表示の煌びやかさを失うこととなり，目立ちやすさが低下するため若干高いコントラストを確保したほうが印象としてよいことがわかった．赤色背景は，視認性の面で若干劣るが，危険を連想しやすいため，追突事故防止に役立つ可能性が高い．工事用作業車には，誘目効果を期待した黄色の回転灯が装備されている．したがって，誘目効果を回転灯に委ね，車載標識装置が情報提供に徹した場合には，最大限の視認性を確保できる橙色背景を採用することが望ましい．しかしながら，追突事故を防止することが最も重要であり，作業用車両全体の誘目効果を向上させることが必要である．したがって，インパクトに優れる赤色背景を採用することが望ましいと考えられる．また，特筆すべき点として，背景表示ありの表示面が飛び出して見え，より近くに存在すると感じる点が挙げられる．ドライバーにより危険性を察知させる上で重要な効果として期待される．

8. ま と め

従来，夜間において視認性を低下させる1つの原因として，高過ぎる輝度コントラストがあった．われわれは，コントラストを下げる方法として未点灯部分に着目し，背景を微弱点灯する手法を提案した．本稿では，視標を用いて表示輝度と背景輝度を変化させた視認実験を行い，背景微弱点灯によるコントラスト改善によって視認性が向上することを確認した．また，コントラストの変化範囲を拡大した実験により，一定のコントラストの範囲で視認性が向上することを発見できた．提案手法は，これまで困難だった高い表示輝度における視認性の改善が行えるものであり，高輝度表示による誘目性の効果を両立させるものである．実験では，コントラストを保っていれば視標の表示輝度を上げても最大の視認距離が確保できることが確かめられている．今回の研究成果は，夜間における表示装置の視認性を向上させる重要な発見であり，今後，更なる検討，検証を行っていく予定である．現在，提案した表示手法を採用した新型車載表示装置の試験的な導入が予定されている．本研究を進めるにあたり (株) インフォメックス殿のご協力を頂きました．ここに感謝の意を表します．

文　献

[1] 東晋一郎，“低速作業車の後方接近車両検知システム”，技術情報誌 EXTEC No.57, pp.49-51, (財) 高速道路技術センター, Jun.2001.

[2] 林武史，関口眞吾，小野口一則，“低速作業車の後方接近車両検知システム”，東芝レビュー Vol.57 No.7, pp.39-42, (株) 東芝, Jul.2002.

[3] 自動車運送事業に係る交通事故要因分析検討会，“平成 14 年度自動車運送事業に係る交通事故要因分析報告書”，国土交通省自動車交通局, Mar.2003.

[4] 国土交通省土木研究所道路部交通安全研究室，社団法人建設電気技術協会，“LED 形情報提供装置に関する共同研究報告書 －LED 式フルカラー表示機の開発－”，国土交通省土木研究所共同研究報告書第 260 号, p.27, Jan.2001.

[5] 松田隆夫，“視知覚”，培風館, 1995.

[6] 内田和宏，杉江昇，“視覚特性を考慮した見やすい道路情報板の表示”，電気学会道路交通研究会, RTA-01-13, Jun.2001.

[7] 安藤和彦，“ITS 社会と大型情報装置”，月刊ディスプレイ, Vol.7, No.2, pp.42-46, 株式会社テクノタイムズ社, Feb.2001.

[8] 川瀬茂，“高輝度緑色 LED を用いたフルカラーディスプレイ”，月刊ディスプレイ, Vol.2, No.6, pp.48-54, 株式会社テクノタイムズ社, Jun.1996.

[9] 丸尾敏夫，本田孔士，臼井正彦，田野保雄，“視力の正しい測り方”，月刊眼科診療プラクティス No.57, 文光堂, 2000.

[10] 西信元嗣，“眼光学の基礎”，金原出版, 1990.

[11] 日本視覚学会編，“視覚情報処理ハンドブック”，朝倉書店, 2000.