道路技術 5 箇年計画 道路標識表示装置の高度化に関する検討

報告書

平成10年3月

道路標識表示装置の高度化に関する検討委員会

道路技術 5 箇年計画 道路標識表示装置の高度化に関する検討

報告書

平成10年3月

道路標識表示装置の高度化に関する検討委員会

道路標識表示装置の高度化 まえがき

平成5年度から平成9年度まで実施された道路技術5カ年計画の研究テーマの一つとして、「道路標識表示装置の高度化に関する研究」が取り上げられ、新たな道路標識および表示装置のあり方について、官民をあげて検討する場が設けられた。

道路標識表示装置の高度化に関する研究は、新しい技術を用いた道路情報の提供手段として、研究内容に2つの大きな柱がある。一つは、道路標識の高度化であり、特に夜間の視認性等の向上を目指し、運転者に必要となる夜間の明るさはどの程度かという基本的な検討から、必要な明るさを確保できる照明付き標識技術はどのようなものかまで幅広い検討を行った。もう一つは、近年のLED素子の技術開発の進展をにらみ、フルカラー情報等の高度な情報提供が行えるLED情報装置の開発および標準仕様について検討を行った。

本報告書は、本研究において実施されたこれらの調査研究について、「道路標識表示装置の高度化に関する検討委員会」によって議論され整理された結果を中心に、5カ年間の成果としてとりまとめたものである。



第1編 全体計画

第1編 全体計画 目次

| 1. | 初 | 究の | O背景···································· | - 1 |
|----|----|----|---|-----|
| | 1. | 1 | 本研究テーマの設定経緯 | - 1 |
| | 1. | 2 | 表示装置における多色表示技術の開発 | . 1 |
| | 1. | 3 | 照明付き標識の技術開発 | . 2 |
| 2. | 砌 | 究目 |]的 | 3 |
| 3. | 砌 | 究体 | 坛制 | 3 |
| 4. | 研 | 究内 | 9容 | 5 |
| • | 4. | 1 | 研究分担 | 5 |
| 4 | 4. | 2 | 研究項目 | 5 |
| 4 | 4. | 3 | 研究の流れと分担 | 6 |

1. 研究の背景

1.1 本研究テーマの設定経緯

本研究は、平成5年6月建設省道路局より、21世紀を目指した新たな可能性への挑戦として、道路技術5カ年計画(以下「技術5計」という。)が打ち出されたことが発端となっている。この技術5計は、これまでの道路整備を支えてきた技術の蓄積を踏まえつつ、21世紀を目指して新たに挑戦していかなければならない分野の主要技術について、大学・民間・行政の適切な役割分担と密接な連携・協調のもと、道路技術の開発への積極的な取り組みと、その導入・普及の一層の促進を図ろうとして実施されたものである。技術5計では、主要技術テーマ開発・導入計画として7つの主要テーマが設定され、このうち「(1) 渋滞・安全等の基本的課題に対する新たな挑戦」の交通安全対策技術に、本研究の基となる「可変情報板の高度化」が提案された(開発イメージを図ー1に示す)。

このテーマでは、表示装置を案内標識等として利用する技術の高度化が主な研究目的となっているが、案内標識についてみると照明付き標識や自発光式標識等、表示装置以外にも発展の著しいものがある。従って、新たな技術を用いた情報提供手段の高度化を目指すには、表示装置のみならず案内標識までを含めた総合的な検討が必要と考えられた。これにより、技術5計のテーマを「道路標識・表示装置の高度化」と修正し、実施することとした。

1. 2 表示装置における多色表示技術の開発

技術5計において「可変情報板の高度化」が提案された背景には、現在道路情報板に 用いられている赤および黄緑のLED素子に加えて、近年、高い輝度を有する青色素子が 開発され、多色表示が可能になってきていること、中でも青色素子の開発によって道路 標識として利用が考えられるようになってきたことがある。さらに、ナビゲーション装 置等による道路情報の高度化に伴い、道路上で提供される一般的な道路情報についても 高度化が要求されつつあること等、道路表示装置を取り巻く状況の変化・進展が上げられる。

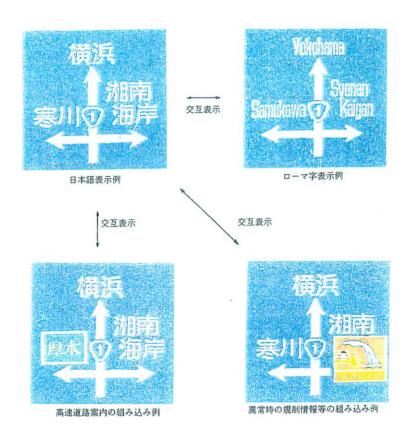


図-1 可変式道路表示装置の表示情報の例 (開発イメージ)

1.3 照明付き標識の技術開発

案内標識等の標示板は、一般的なものとして反射シート形式のものが用いられているが、この他夜間の誘目性を特に考えた内照式や外照式の標識も広く設置されている。

現在、案内標識に関する検討課題としては、夜間事故の増加等に対する夜間の視認環境の整備、高速道路に適用すべき標識の表示、設置方法の再検討、高齢者の増加に伴う標識の表示内容、設置位置等の見直し等、標識の見やすさ、理解しやすさ等を考慮したハード的、ソフト的な検討が必要となってきている。

これについて、現行反射式標識よりさらに反射性能を高めた反射シートの開発、外照 照明の反射光を効率的に運転者へ返す外照技術の開発、標識シートに織り込まれた発光 体が近紫外線に反応して発光するシートを用いた自発光式標識技術の開発等、様々な技 術が利用可能となってきており、これらの新しい技術を用いて夜間の視認性を高めた標 識の開発が可能となってきている。

2. 研究目的

本研究は技術 5 計の一環として、上記の研究背景を踏まえて表示装置とともに新たな標識技術を含め、総合的な情報提供技術の高度化に資する成果を得ることを目的として検討を行った。

このとき、主要な検討項目として下記の項目を設定した。

- ① 標識に関連する新しい材料、技術を把握し、それらにより構成される標識の有効性を確認する。
- ② 高速化対応や高齢化対応等、既存の基準等では不明となっている新たな状況に対応して、新しい設置方法の必要性およびその対応方法を検討する。
- ③ 情報の組み合わせ、多様化を踏まえた装置として、フルカラー対応型の道路情報 提供装置の可能性を把握する。

3. 研究体制

平成5年度に、技術5計の担当機関である建設本省、建設省土木研究所、建設省東北 地方建設局、建設省九州地方建設局、日本道路公団を中心として予備検討会を設け、技 術5計の進め方について検討を行った。

この結果を基に、平成6年度より「道路標識・表示装置の高度化に関する検討委員会」 を発足した。

事務局は、標識表示について知識を有し検討委員会の運営に最も適する団体として、 全国道路標識標示業協会が行うものとし、また、情報板の運用や仕様標準に携わる団体 である建設電気技術協会が事務の補助を行うものとした。

委員長は、建設省土木研究所道路部総合交通安全研究官とし、学識経験者として東京 理科大学和氣教授(平成8年~)、松下電産照明研究所坂本主任研究員(平成8年~)、 実務担当者として首都高速道路公団交通管制部に参画を願った。

平成5年度の予備検討会における参加者名を表-1に示す。

また、「道路標識表示装置の高度化に関する検討委員会」の構成員を表 - 2に示す。

表-1 予備検討会参加者

| | 所属・役職 | | | | | | | | | |
|-------|----------|---------|-------|-------|--|--|--|--|--|--|
| 建設省 | 建設経済局 | 電気通信室 | 建設専門官 | 深沢 芳雄 | | | | | | |
| | 土木研究所 | 交通安全研究室 | 室 長 | 瀬尾 卓也 | | | | | | |
| | | | 研究員 | 安藤 和彦 | | | | | | |
| 日本道路公 | 公団 交通技術課 | : | 課長代理 | 大石 嗣雄 | | | | | | |
| | | | (代理) | 畔田 雅裕 | | | | | | |
| (社)全国 | 国道路標識・標示 | 業協会 | 専務理事 | 小手澤照二 | | | | | | |
| | | | 技術部長 | 竹鼻 國夫 | | | | | | |
| (社)建設 | 设電気技術協会 | | 専門委員 | 和田 育三 | | | | | | |

表-2 検討委員会構成員

| | 役 職 | 氏名 | 前任者 |
|-----|----------------------------|-------|--------|
| 委員長 | 土木研究所道路部総合交通安全研究官 | 小林 保 | 髙島 一彦 |
| | | | 松村 哲男 |
| 委 員 | 東京理科大教授 | 和氣 典二 | |
| | 建設省建設経済局調査情報課電気通信室建設専門官 | 森重 貞雄 | 髙橋善太郎 |
| | 建設省道路局企画課課長補佐 | 石井 一生 | 吉岡 幹夫 |
| | 建設省道路局道路環境課長補佐 | 七条 牧生 | |
| | 建設省土木研究所道路部交通安全研究室長 | 濱田 俊一 | 瀬尾 卓也 |
| | 建設省東北地方建設局道路部交通対策課長 | 佐々木 充 | 武田 哲衛 |
| | 建設省九州地方建設局道路部交通対策課長 | 藤並 之生 | 宮崎 暢隆 |
| | 日本道路公団技術部交通技術課課長代理 | 小谷 充宏 | 渡辺 敏則 |
| | 日本道路公団施設部施設企画課課長代理 | 善田 健一 | 小久保幸年. |
| | 首都高速道路公団交通管制部交通施設課長補佐 | 篠崎 俊光 | 石原 国雄 |
| | | | 塩野 清彦 |
| | 社)全国道路標識標示業協会専務理事 | 浅野 義信 | 小手澤照二 |
| | 社) 建設電気技術協会専務理事 | 一宮 邦夫 | 堀 重信 |
| 幹事 | 建設省土木研究所道路部交通安全研究室主任研究員 | 安藤 和彦 | |
| | 建設省土木研究所道路部交通安全研究室 | | 望月 博夫 |
| | 建設省東北地方建設局仙台工事事務所交通対策課長 | 伊藤源兵衛 | 熊田 功 |
| | 建設省東北地方建設局仙台工事事務所交通対策課係長 | 武田 滋生 | 工藤 実 |
| | 建設省九州地方建設局福岡国道工事事務所交通対策課長 | 原園 和昭 | 伊藤 正一 |
| | 建設省九州地方建設局福岡国道工事事務所交通対策課係長 | 甲斐 靖志 | 井上 英雄 |
| | 日本道路公団技術部交通技術課 | 吉川 藤雄 | 畦田 雅裕 |
| | 日本道路公団試験研究所交通·環境研究室 | 久保 謙吾 | 徳増 満 |
| | 松下電器産業(株)照明研究所主任研究員 | 坂本 正悦 | |
| | (社)全国道路標識標示業協会 | 高橋 典男 | |
| | (社)建設電気技術協会専門委員 | 和田 育三 | |
| 事務局 | (社)全国道路標識標示業協会技術部長 | 津村 學 | |
| | (社) 全国道路標識標示業協会技術課長 | 柴田 俊樹 | |
| | (株) 長大 | 稲垣 久木 | |
| | (株)長大 | 石澤 真 | |

4. 研究内容

4. 1 研究分担

各機関の研究の分担は以下のとおりとした。

○建設本省 :総括とりまとめ

○土木研究所 : 5計研究計画、LED素子の開発状況把握、情報板視認性実験

○東北地方建設局:新技術標識、表示装置の試験設置

試験設置標識、表示装置の利用度、視認性に関する現地調査

○九州地方建設局:新技術標識の技術に関する実験調査

標識の夜間最適輝度に関する実験調査

○日本道路公団 :高速走行時の標識の視認性に関する検討

緑地標識の夜間最適輝度に関する検討

○ (社) 全国道路標識標示業協会:委員会運営、事務局

○(社)建設電気技術協会:フルカラー表示装置試作、事務局補助

4. 2 研究項目

研究項目は主として下記の項目について検討をおこなった。

(1) 道路標識に関する項目

- ○道路標識の夜間の視認性に関する現状把握
- ○新しい技術を用いた標識照明技術の把握
- ○代表的新技術を用いた試験設置および視認性把握
- ○夜間の最適輝度の把握

(2)表示装置に関する項目

- ○LED素子の開発状況把握
- ○道路情報板に対する道路管理者の現状認識把握
- ○道路利用者のフルカラー情報の期待度調査
- ○道路、情報ターミナル等に設置するフルカラー情報板の基本仕様把握
- ○フルカラー情報の視認、光学特性の視認性実験
- ○現地での試験運用と利用者意識の把握

4.3 研究の流れと分担

5カ年間の研究の流れは、図-2に示すとおりである。

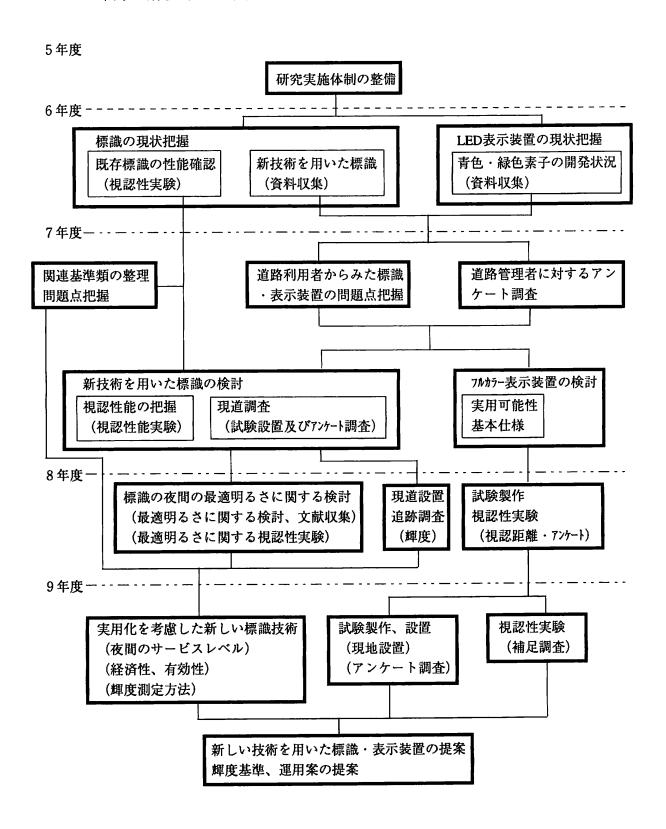


図-2 研究の流れ

第2編 道路標識の高度化

第2編 道路標識の高度化 目次

| 1. 検討の概要 | 1 |
|--------------------|----|
| 1. 1 検討目的 | 1 |
| 1. 2 検討期間等 | 1 |
| 1. 3 検討項目 | 2 |
| 1. 4 本報告書の構成 | 5 |
| 1. 5 検討結果の概要 | 6 |
| | |
| 2. 道路標識の現況 | 17 |
| 2. 1 既存の標識研究 | 17 |
| 2.1.1 案内標識に関する課題 | 17 |
| 2.1.2 既存の標識実験 | 18 |
| 2. 2 既存照明標識の性能 | 20 |
| 2. 2. 1 実験概要 | 20 |
| 2.2.2 実験結果の概要 | 22 |
| 2. 3 標識輝度に係る外国の研究 | 24 |
| 2. 4 反射式標識の輝度測定 | 31 |
| | |
| 3. 夜間標識の問題点 | 48 |
| 3. 1 利用者アンケート | 48 |
| 3. 2 道路管理者アンケート | 51 |
| 3. 2. 1 回答機関数 | 51 |
| 3. 2. 2 回答結果 | 51 |
| | |
| 4. 夜間標識の明るさ | 62 |
| 4. 1 青地標識の輝度・判読度実験 | 62 |
| 4.1.1 実験の概要 | 62 |
| 4.1.2 判読度データの分析 | 71 |
| 4.1.3 読みやすさ評価値の分析 | 83 |
| 4.1.4 実験結果のまとめ | 93 |

| | 4. | 2 | 緑地標 | 隠識の輝度・判読度実験 ⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯⋯ | ·· ·9 7 |
|---|-----|-----|-------|--|--------------------|
| | 4 | . 2 | . 1 | 夜間走行判読実験 | 97 |
| | 4 | . 2 | 2. 2 | 輝度-判読度室内実験 | -111 |
| | 4. | 3 | 高齢ト | [*] ライバーへの対応 | -124 |
| | 4 | . 3 | . 1 | 高齢ドライバーの特性 | -124 |
| | 4 | . 3 | . 2 | 高齢者に対応する標識 | ·145 |
| | 4. | 4 | 夜間標 | 票識のサービスレベル | 147 |
| | 4. | 5 | 輝度に | こよる測定の提案 | 155 |
| | | | | | |
| 5 | . 標 | 識新 | f技術 · | | 159 |
| | 5. | 1 | 新技術 | fの状況 | 159 |
| | 5. | 2 | 新技術 | f標識の費用 | 180 |
| | 5. | 3 | 現道談 | t置調査 ······ | 184 |
| | 5 | . 3 | . 1 | 光学特性追跡調査 ····· | 184 |
| | 5 | 3 | . 2 | 理道設置標識の利用者アンケート調査······ | 193 |

1. 検討の概要

1. 1 検討目的

道路標識は道路の付属施設であり、交通の安全と円滑を確保する上で欠くことのできない施設である。道路標識のうち案内標識については、走行中のドライバーに「文字」によって通行に必要な情報を伝達するものであるため、「標識が読みやすく、わかりやすいものであること」が常に望まれている。

標識の視認・判読性については基礎的実験、研究にもとづいて道路標識設置基準に規定されているが、基本的に昼光のもとでの規定である。夜間の視認・判読に関しては「原則として反射材料を用いるか又は照明装置を施すものとする」と規定し、しかし夜間の判読距離は40%程度低下すると記述されている。示されている設置位置算定式には、昼夜の別、標識の明るさなど夜間に関する要因は考慮されていない。

しかし、都市化の進展にともなう夜間交通の増大と夜間視環境の悪化、夜間視力の弱い高齢ドライバーの増加など、夜間における標識視認性のレベルアップを図ることは重要な課題の一つとなってきている。

現在、高速道路等においては照明装置付きの標識が設置されているが、その性能(明るさと判読性)は明らかでなく、一般道に設置するにはコストが高いなどの問題がある。 本研究では夜間における標識の明るさと読みやすさの関係を明らかにし、できれば昼間と同じ判読距離を得られる標識を開発することにある。

1. 2 検討期間等

(1) 検討期間

平成6年度より平成9年度の4年間において検討を行っている。

(2) 検討方法

「道路標識表示装置の高度化に関する検討委員会」を設置して検討をすすめた。実 験、調査等については以下の機関が分担して実施。 建設省 土木研究所 交通安全研究室

建設省 東北地方建設局 仙台工事事務所

建設省 九州地方建設局 福岡国道工事事務所

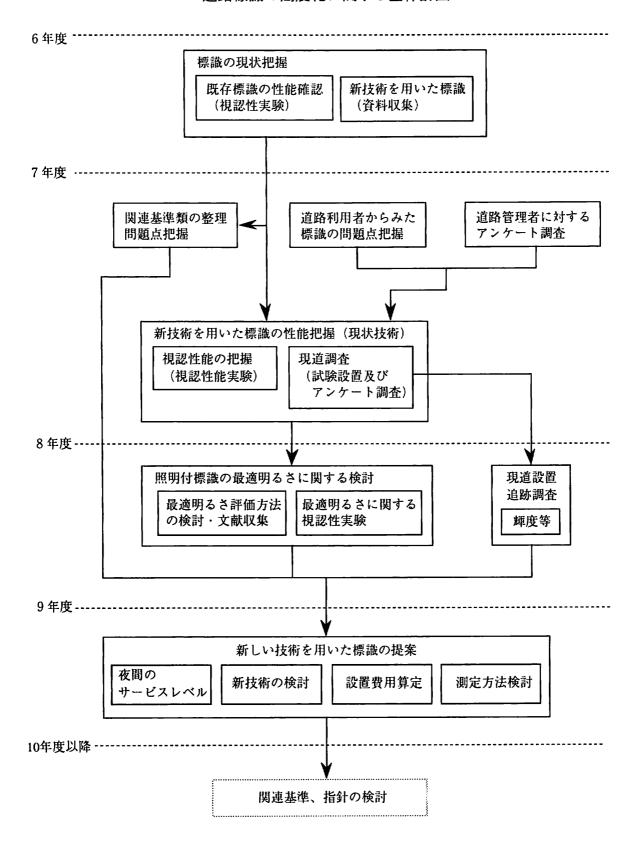
日本道路公団 技術部 及び 試験研究所

1. 3 検討項目

- (1) 標識の現状把握(平成6年度)
 - (1-1) 既存標識の性能確認
 - ① 案内標識に関する既存の研究を収集整理し、既存標識の性能を確認するととも に、今後の実験調査等に反映する資料とする。
 - ② 青地の内照式標識について視認性実験を行い、性能を確認する。
 - (1-2) 新技術を用いた標識資料の収集
 - 標識業界の調査により、夜間の視認性向上に関する新技術の現状を調査し、関連資料を収集する。
- (2) 標識の問題点等の把握(平成7年度)
 - (2-1) 道路利用者から見た問題点の把握
 - 既存調査等より、道路利用者として夜間の標識の見え方に関する問題等を整理 する。
 - (2-2) 道路管理者アンケートの実施
 - 案内標識の整備状況、照明付き標識整備に関する意向等について道路管理者に アンケートを実施する。
 - (2-3) 関連基準類の整理による問題点把握
 - 夜間の視認・判読性にかかわる既存基準類を検討し、問題点を把握する。

- (3) 新技術を用いた標識の性能把握(平成7年度)
 - (3-1) 視認性能実験
 - 新技術を用いた標識について実験を行い、視認・判読性能を把握する。
 - (3-2) 現道設置調査
 - ① 新技術を用いた標識を現道上に試験設置し、性能を確認する。
 - ② 現道上への試験設置標識に関する一般利用者の評価をアンケートにより把握する。
 - ③ 現道設置標識に関して追跡調査を実施し、性能の経時変化を把握する。(平成 8・9年度)
- (4) 最適明るさに関する検討(平成8年度)
 - (4-1) 明るさ評価方法の検討
 - 文献整理により、標識の最適明るさを評価する方法を検討する。
 - (4-2) 最適明るさに関する視認性実験
 - 夜間の標識として最も読みやすい明るさを得るための実験を行う。
- (5)新しい技術を用いた標識の提案(平成9年度)
 - ① 4箇年の成果をとりまとめ、新しい技術を用いた標識を提案する。
 - ② 標識の明るさによる夜間のサービスレベル、設置・維持にかかわる費用等を明らかにし、整備時に必要な基礎資料を作成する。
 - ③ 標識の明るさを測定する方法を検討し、照明方式によらず適用できる基準を提案する。
 - 以上の検討のフローを次図に示す。

道路標識の高度化に関する全体計画



1.4 本報告書の構成

本報告書は4箇年の調査、各種実験、検討等のとりまとめであり、年度毎に並べると 関連性を把握しにくくなるため、2章以下に次のように構成している。

- 2. 道路標識の現況
 - 2.1 既存の標識研究 …平成6年度調査
 - 2. 2 既存照明標識の性能 …平成4~6年度実験のまとめ
 - 2.3 標識輝度に係る外国の研究
 - 2. 4 反射式標識の輝度測定
- 3. 夜間標識の問題点
 - 3.1 利用者アンケート …平成7年度収集資料
 - 3. 2 道路管理者アンケート …平成7年度実施
- 4. 夜間標識の明るさ
 - 4.1 青地標識の輝度・判読度実験 …平成8年度実施
 - 4.2 緑地標識の輝度・判読度実験 …平成9年度実施
 - 4.3 高齢ドライバーへの対応 …平成9年度検討
 - 4. 4 夜間標識のサービスレベル
 - 4.5 輝度による測定の提案
- 5. 標識新技術
 - 5.1 新技術の状況 …平成6年度及び9年度調査のまとめ
 - 5.2 新技術標識の費用 …平成7年度調査
 - 5.3 現道設置調査 …平成7年度設置、一般利用者評価及び8・9年度追 跡調査

1.5 検討結果の概要

本業務は、「夜間にも昼間と同じように読みやすい標識」の開発を狙いとして検討を 行ったものであるが、夜間標識の読みやすさに関する知見が乏しかったために、各種の 実験、測定を行いつつ開発を進めた。

以下に夜間標識の問題点、対応の方向とともに結果の概要を示す。

(1) 夜間標識の問題点

1) 道路利用者は夜間の標識は読みにくいと評価

建設省が一般道路利用者に対して行ったアンケート調査(平成7年10月、全国1,516s)によると、一般道路の案内標識が夜間に読みにくいと思ったことがある者は6割に達し、「わかりやすい案内標識にするため」に、「夜間見えやすいように照明をつける」ことを望む者が23%と、「予告標識を増やす」(28%)に次いで多い。

2) 夜間事故増加、高齢化社会への対応が必要

近年、夜間の交通事故が増大している。都市化の進展により夜間活動が活発化しているにもかかわらず、交通安全施設の夜間対応が遅れているためと考えられる。 またドライバーの高齢化は避けられない事実であり、標識整備において高齢者に対する配慮は重要度が高まってきている。

3) 反射式標識では読みにくいことが多い

一般道路では、ほぼ全ての標識が反射式で整備され、照明付標識は都市内や重要な交差点など限られた一部にしか設置されていない。反射式標識はシートの性能と自動車のヘッドライト特性等によって明るさが左右され、ロービーム走行時には、頭上式標識の輝度は数cd/m²にすぎない。ハイビームであればほぼ読みとりに充分な輝度が得られるが、都市内などではロービーム走行が一般的となってきており、読みにくい原因となっている。

4) 既存の照明付標識はコスト、メンテ、性能に問題

蛍光灯により標識上方から照明を当てる外照式、内部からの蛍光灯の透過光をメタクリル板を透して視認する内照式が、高速道及び一般道路の一部で供用されているが、設置費用が高い、メンテナンスが必要などの問題があるほか、均斉度を得にくく明るさにムラが生じたり、昼間の視認性が悪い(内照式)など性能面での問題もある。

5) 夜間の明るさの明確な基準がない

照明付標識の管理者には、設置時の検査規定を方式別に設けているところもあるが、それによりどの程度読みやすいのかは把握していない。また、各種の方式に共通する明るさの仕様(言うならば、利用者視点での要求仕様)が明らかでない。

このような状況のため、夜間の視認性改善の方向が定まらず、場合によっては明るすぎる標識が設置されることもある。

(2)対応の方向性

1) 標識の明るさと判読性の関係の明確化

夜間の状況に応じた最も読みやすい標識の明るさを明らかにするとともに、明るさの変化に伴う読みやすさの変化状況を知っておく必要がある。これによって標識改善の目標が明確になるとともに、明るさを保持するコストとそれによる便益(読みやすさ)の関係が把握され、B/C評価にもとづく標識計画が可能になる。このとき、標識の明るさに関して、各照明方式に共通の単位を用いて、照明方式間の比較評価が行えるようにする。

2) 夜間交通状況等に応じたサービスレベル検討

反射式標識は最も安価であり、維持管理も最低のレベルで行える。ヘッドライトロービームでは判読に問題があるが、ハイビームで視認すれば充分読みやすいものと言える。したがってハイビームで視認できる夜間交通量の少ない箇所では反射式標識の設置が適切なものと言える。一方、ネオンなど商用光源の多い繁華街などで

は多少の明るさでは目につかなくなるので、かなり明るい標識が必要になる。この ような道路交通状況に応じた対応のあり方を検討する。

3) 高齢ドライバーへの対応の検討

一般的な視力の衰えは加齢により強まる。今後の高齢化社会を考慮すると、道路 標識が高齢者にとってどうあるべきかを、高齢者の運転行動分析等により明らかに しておくべきである。

4) 選択的設置が可能な開発

一般道路管理者にも夜間に視認性の高い標識の必要性は認識されており、「積極的に使いたい(12%)」「場合によって使う(83%)」などと回答されている。ただし、条件として「設置費が安い(40%)」「維持管理が容易(40%)」なども挙げられ、費用の高い製品には限界がある。高性能の製品は、設置費維持費がそれなりにかかることを考えると、開発にあたっては性能は多少制約されてもコストの安いものまでを含めて、状況に応じた選択的設置が可能なようにする必要がある。

(3) 検討結果

- 1) 夜間標識の明るさと読みやすさ
 - ① 標識の明るさを評価する尺度としては輝度 [cd/m²] を用いるのが最も妥当である。明色部の輝度と暗色部の輝度をそれぞれ測定し、明色部 (一般には白色) の輝度が、読みやすさに最も寄与する。
 - ② 青地白文字の場合、白色輝度200cd/m³付近に判読距離が最長になるピークがあり、それより明るすぎても読みにくくなる。
 - ③ 白色輝度の変化に伴う判読距離の変化はなだらかであり、おおむね $35cd/m^2$ $\sim 1.200cd/m^2$ の範囲は、実用上あまり変わらない。
 - ④ 白と青の輝度比も読みやすさに関与するが、シビアではない。おおむね輝度 比10程度が読みやすい。

- ⑤ 運転中は道路の暗さに目が順応しているため、標識の明るさを最適に保って (白色輝度200cd/m²、輝度比10など)も、昼間と同等の判読距離は得られず、 おおむね85%に短くなる。
- ⑥ 緑地白文字の標識も、輝度比は別としてほぼ同様な傾向がある。ただし、使用文字の太さの違いなどにより若干の違いは生ずる。
- ⑦ 街路灯による道路照明の有無程度の環境照度の違いは、標識判読にほとんど 寄与しない。ただし、商用のネオン等、多数の光源がある環境については実験 していないため明言できないが、標識の誘目性が低下するなども重なって読み にくくなるだろうと思われる。

2) 高齢ドライバーへの対応

- ① 夜間に標識を判読する能力は加齢とともに低下する。一般的視力の低下、動体視力の低下、輝度に対する感度の低下などがおこる。このため標識に近付かないと判読できない。輝度に関しては、「より明るいものが良い」と感ずるが、判読距離は明るくしてもそれ程長くならない。
- ② 加齢に伴い、高齢者の長距離運転は減少する。ただし運転そのものは行っており、日常の買物や交際その他の自宅周辺から生活圏内と思われる移動には手放せない。いわゆる足代わりの使われ方が主となり、案内標識を必要とするような遠方での運転は、運転能力の低下に比例して減少する。また同時に夜間の運転も減少し、陽のある内に帰宅するという行動をとるようになる。
- ③ 高齢者に対する夜間の標識

以上にまとめたことより、高齢者に対する夜間標識は次のように考える。

・ 現状の反射式では輝度不足の箇所があり、輝度を高める必要があるが、すべての高齢者に配慮して輝度を極度に高めることはしない。

案内標識の輝度はある程度以上高めても効果は比例しない。また運転能力 の低下した高齢者が夜間に案内標識の判読を要する運転を行うケースは非常 に少ない。

3) 案内標識の夜間のサービスレベル

① 順応輝度と明るさ感

地球上の明るさは、昼間では数万ルックス、夜間には1ルックス以下など明暗の巾が広いために、人間の目はその時に応じた明るさに順応して、明るさに対する感度を調節している。目の順応している明るさを順応輝度と言い、順応輝度に応じて、まぶしさや暗さを感じる輝度の範囲が変化する。松下電器照明研究所では、人間の感ずる明るさ感をアパレントブライトネスという指標で表わし、アパレントブライトネス値と順応輝度値及び視対象物輝度の関係を示す式を提案している。この関係式を道路標識の白色輝度にあてはめて、「まぶしくなく明るい」と感じる範囲を算出すると、表1.5-1にようになる(詳細は4.4参照)。

表1.5-1 青地標識白色輝度の目安 (まぶしくなく明るいと感じられる輝度)

| 順応輝度 | 道路環境 | 白色輝度の範囲 |
|------------------------------------|-------------------------------|---|
| 2 cd/m²以下 | 周辺に灯火が少ない 道路照明が少ないかない | 5 cd/m ² ~100cd/m ² |
| $3 \sim 5 \text{ od} / \text{m}^2$ | 沿道建物の照明が多いが、ネオンサインなど は少ない | 10cd/m²~150cd/m² |
| 10~20cd/m² | 商店街など、建物照明、ネオンサインがある | $20cd / m^2 \sim 300cd / m^2$ |
| 30cd/m²以上 | 建物照明、ネオンサインなどが林立してきわ めて明るい | 30cd/m ² ~500cd/m ² |

上表に見るように順応輝度に応じて、白色輝度の範囲は変わってくるが、下限値を下回ると、「文字を読むためには明るさが足りない」状態となり、逆に上限値を超えると「まぶしい」状態となる。道路標識の白色文字は少なくとも上表の範囲にあることが望まれる。

② 輝度と判読距離

8年度の実験データより、30cm文字、頭上式標識(青地)の白文字の輝度と60km/時走行時の判読距離との関係は表1.5-2のように考えられる。

表1.5-2 白色輝度と読みやすさ及び判読性(背景輝度1~17cd/m²)

| 白色輝度 | 成人ド | 備考 | | | | |
|------------|-------------------------------|------------------------|------------------------------------|--|--|--|
| $[cd/m^2]$ | 判読距離 | 読みやすさ | 1 | | | |
| 5 | ゆとり時間平均0.8秒 消失点までに90%強が読める | 75%の者が標識として良くない | 高輝度反射シートをアンダー ライトで見たときの輝度 | | | |
| 10 | ゆとり時間平均1秒 95%の者が読める | 丁度半数の者が良くない | | | | |
| 35 | ゆとり時間平均1.3秒 ほぼ全員が読める | 85%の者が標識としても良い | | | | |
| 50 | ゆとり時間平均1.4秒 ほぼ全員が読める | 90%の者が標識としても良い | 高輝度反射シートをアッパ~ ライトで見たときの輝度 | | | |
| 65 | ゆとり時間平均1.5秒 | 95%の者が標識としても良い | | | | |
| 100 | ゆとり時間平均1.7秒 | ほぼ全員が標識としても良い | | | | |
| 165 | ゆとり時間平均1.9秒 | 最も読みやすい明るさ | | | | |
| 200 | ゆとり時間平均2秒 最も良く読める明るさ | 同上 | | | | |
| 260 | ゆとり時間平均1.9秒 | 全員が標識としても良い | | | | |
| 450 | ゆとり時間平均1.8秒 | 同上 | | | | |
| 1200 | ゆとり時間平均1.7秒 | 良くないとする者が10%程度 出てくる | | | | |

注)ゆとり時間:判読位置から標識消失点(48.9mとした)までの走行に要する時間

一般ドライバーであれば200cd/m²の輝度で最も遠方から読めるが、35cd/m²から450cd/m²の間は充分に読める範囲である。又、5 cd/m²の輝度では90%の者が速度を落とさずに判読できる。照明のある標識として評価した場合、35cd/m²あれば、「標識としてもよい」と判断(85%値)されている。

③ 案内標識のサービスレベル

既存の研究(アパレントプライネス)と標識視認実験の結果から、以下のよう に言える。

「白色文字をまぶしいと感じない範囲なら、明るい程判読距離は長い。しかし、 白色文字の明るさを下げても実用上の判読距離はそれ程低下しない。また、一般 道路においては速度を調節するなどにより低輝度であっても読みとれる箇所があ る。」 標識の輝度を高めるためにはコスト(設置費、維持費)がかかるので、以上の 検討より次のような輝度レベルを提案する。

なお、数値についてはデータ収集による検証を行う必要がある。

<サービスレベル1>

- · 白色部輝度 5 cd/m²、最大100cd/m²以下、反射式標識
- · 交通量が少ないためにヘッドライトをアッパービームにして標識を見ることができる。又は減速して見ることができる箇所に適用。
- ・ 夜間における時間交通量(夜間の最大1時間当り)120台/h以下を目安と する。(平均車頭間隔30秒以下)
- ・ 順応輝度5cd/m²以下(沿道に建物はあるが、ネオンサインやドライバー に影響を及ぼす輝光源が少ない箇所であること)

くサービスレベル2>

- · 白色部輝度30cd/m²以上150cd/m²以下、照明付標識
- ・ 交通量が多く、アッパービームにすること、減速することに困難を感ずる 箇所で非日常的交通が見込まれ、夜間の標識需要が多い箇所に適用。
- 順応輝度20cd/m²以下(中規模の商店街通り程度の明るさ以下)

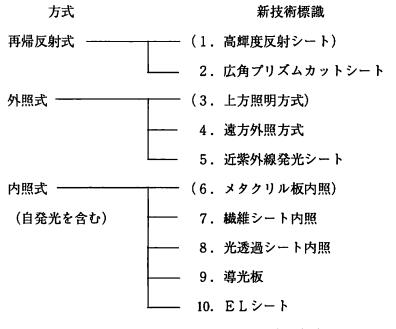
<サービスレベル3>

- · 白色部輝度60cd/m²以上500cd/m²以下、照明付標識
- ・ 大規模の繁華街で、道路周辺に多くのネオンサインや照明があり、案内標識の存在が目につきにくい箇所(判読性よりも誘目性に配慮)で、夜間の標識需要が見込まれる箇所に適用。(一般にこのような箇所では遠方からの交通集中地となりやすい)
- · 順応輝度20cd/m²以上
- 注1)以上のレベルは一般道を想定したもので高速道路には適用しない。また白地に青文字の標識では明るい部分が多くなるため、若干輝度を下げるか、青文字のコントラストを強くし、文字を太くするなどの工夫を要する。

注2)路側式標識では条件が異なる(ヘッドライトが届きやすい、消失点までの 距離が長いなど)ので、ここでは対象外に考えている。

(4) 標識新技術

夜間の視認性を改善した標識として、以下の製品の性能を確認した。それぞれに特 色があるので、特性に応じて使い分ける必要がある。



注) ()内は従来標識

開発標識の概要を次表に示す。

表1.5-3 新技術による標識一覧表

| | T | | 新技術による保蔵一見衣 | | | | | |
|--------------------|---|---|--|---|--|--|--|--|
| -tb | 再帰5 | 又射式 | 外照式 | | | | | |
| 方式 | l 高輝度反射シート | 2 広角プリズムカットシート | 3 上方照明方式 | 4 遠方外照方式 | 5 近紫外線発光沖 | | | |
| 夜間視認方式 の概要 | 機細なガラスビー ズカブセルを封入 したシートで自動 車へッドライトの 散乱光を再帰反射 させる | 機細なブリズムカットを施したシートで自動車へッドライトの散乱光を再帰反射させる | 標示板上方に取り 付けた蛍光灯で標 示板を直接に照射 する | 路上10m 程前方より広角反射シスポークを の標示板をその い照明と を を で 視 に で 視 記 の で で れ で れ で れ の に れ の に れ の に れ り に り た り た り た る る る る る る る る る る る る る る | | | | |
| 使用状況 | 一般道で通常使用 | 規制標識、交差道 路標識 | 都市内一般道など で使用 | 高速道で使用 | 高速道料金表に試 験使用 | | | |
| 主な特性 | 電力費がいらない ロービーム 走行で は光量不足で暗い | 電力費がいらない 再帰反射性能が高 く、1より明るい | 設置が容易 反射材の特性が活 かされない | 反射材の特性によ り充分な明るさが えられる | 太陽光とブラック ライトで表示内容 を変えられる 案内標識には不適 | | | |
| 白色部の輝度 | 3~8cd/m² | 10~25cd/m² | 30cd/m ² | 60~120cd/m ² | 20cd/m ² | | | |
| 使用電力 | - | _ | 220W | 250W | 1600W | | | |
| 維持管理 | 標示板消掃のみ | 標示板消掃のみ | 蛍光灯交換1回/年 車線規制を要す | ランプ交換1回/年 車線規制不要 | 蛍光灯交換1回/年 車線規制を要す | | | |
| 設置要(初期) 基礎工事を含む | 1.0 1.1 | | 1.3 | 1.8 | 2.2 | | | |
| | | | 内照式 | | | | | |
| 方式 | 6 メタクリル板内照 | 7 繊維シート内照 | 8 光透過シート内照 | 9 導光板 | 10 H.シート | | | |
| 夜間視認方式 の概要 | 箱形構造の筺体内 部に蛍光灯を有し、 前面のメタクリル 板を透した光で視 認する | 部に蛍光灯を有し、 タクリル板を 繊維 前面のメタクリル シートに変更した 板を透した光で視 もの | | 特殊処理をしたメ タクリル板に側面 から蛍光灯の光を 導き板全面を光ら せる | 発光するエレクト | | | |
| 使用状况 | 従来、高速道で使 用 | 高速道で使用 | 高速道で試験使用 | 非常電話標識に試 験使用 | 小型標識等に試験 使用 | | | |
| 主な特性 | 充分な明るさがえ られる 晴天逆光時の視認 性劣る 停電時対策が必要 | る られる られる 逆光時の視認 昼間の視認性を改 き | | 消費電力が少ない 蛍光灯交換作業が 容易 均斉度が高い | 均斉度が高い | | | |
| 白色部の輝度 | 200cd/m ² | 200cd/m ² | 200cd/m ² | ~200cd/m² | 40cd/m ² | | | |
| 使用電力 | 560W | 480W | 600W | 360W | 850W | | | |
| 維持管理 | 蛍光灯交換1回/年 車線規制を要す | 蛍光灯交換1回/年 車線規制を要す | ランプ交換1回/年 車線規制不要 | 蛍光灯交換1回/年 車線規制を要す | 発光体等交換1回/3 年 車線規制を要す | | | |
| 設置費(初期) 基礎工事を含む | 2.1 | 2.1 | 3.0 | 3.5 | 3.0 | | | |

注1)方式1,3,6は従来標識であり比較のため表示している。

注2) 設置費は従来の高輝度反射標識の設置費を1.0とする指数である。

(5) 新技術標識 (遠方外照式) の評価

新技術による標識のうち、平成7年時点で設置が可能であった「遠方外照方式」について、宮城県内国道4号上の案内標識(108の2-A)として2基を試験設置した。

試験設置標識については設置時及び2年後まで性能特性の調査を行うとともに、道 路利用者にアンケートを実施して評価を得ている。

1) 道路利用者の評価

新標識の供用2週間後に、設置箇所付近の夜間通行車にアンケート票を配布し、 郵送回収したものである(配布400票、回収201票)。

- ・ 81%の回答者は、夜間に現地を何度か通行していたが、61%の者が、標識に 気が付いており、目につきやすいものと言える。目に付きやすさは66%が「か なり遠くから目についた」としている。
- · 読みやすさについては37%が「非常に読みやすかった」、60%が「かなり読みやすくなった」と答えており、改善効果は明らかである。
- ・ 板面の明るさは白色部約100cd/㎡であったが、77%が「ちょうどよい明るさ」とし、「もっと明るく」14%、「もう少し暗くてよい」9%であった。明るさに対する反応には個人差があることを考慮すると、ほぼ妥当な評価が得られたと考えられる。
- · 今後の要望としては「できればすべて明るいものに」31%、「重要なものを明るく」63%と、94%が明るい標識の設置を望んでいた。

2) 現道設置における問題

重大な問題は生じなかったが、以下の点に留意すべきことがわかった。

① 投光器ランプの寿命による光度低下が生ずる。現状ではおおむね1年で定期 的にランプ交換を行う必要がある。

今後、ランプ寿命を長くする開発が望ましい。

② 投光器ガラス面にほこり等が付着し、板面照度を低下させる。ほこり等の付

着は設置場所の状況により変動が大きく、1年で50%も低下する場合もある。 さしあたって、ガラス面の清掃が必要である。あわせて、ほこりのつきにくい 構造などの改善が必要である。

2. 道路標識の現況

2.1 既存の標識研究

標識高度化検討のスタート時点において、高度化テーマのしばり込み及び以後の実験等の参考資料とするために、土木研究所交通安全研究室で研究中及び研究すべき課題としてとりあげられているものをとりまとめている。以下に課題及び実験概要を示す。

2.1.1 案内標識に関する課題

交通安全研究室では案内標識に関して近年以下のようなテーマが課題とされていた。

(1)複雑な幾何構造の道路における案内方法の問題

土地条件の制約、環境問題などによって特殊な構造形式の道路や複雑なインターチェンジ、ジャンクションが計画されており、このような道路における交通の安全性、円滑性を確保するための案内標識の配置方法について実験・検討が行われている。

(2) 夜間の事故増加を踏まえた夜間視認性向上対策

現在の道路標識設置基準においては、夜間の視認性が低下しても仕方がない、との 立場に立っているが、近年交差点付近における事故が増加していることなどから(走 行の安全性、円滑性の面)、夜間においても昼と同程度の視認性を得るため、各種実 験と検討を行っている。

(3) 高規格道路や第二東名神など高速走行時の標識設置基準の見直し

現在の標識設置基準では、設計速度が100km/hであり、100km/hを越える道路での基準がないので、高規格道路の表示を主体として、緑地を中心に速度140km/hまでの各種実験を行っている。

注)主として緑地を主体とした実験が行われており、一般道路で使用されている 青地(内照式)を用いた標識の実験事例は少ない。

(4) 高齢者の視認能力低下を踏まえた視認性向上対策

高齢化をむかえている今日、自動車は高齢者の足として多く利用されるようになってきている。そこで走行の安全性、円滑性の面から、高齢者の視力低下に対応する視認性の向上について対策が必要となっている。

(5) 外部環境として商用照明等の氾濫による視認性の誘目性低下

市街地域では、案内標識は商用照明(ネオン、他の看板等)の氾濫によってその存在(設置位置)が分らなくなることがしばしばある。今後外部環境と標識視認性との関係について検討が必要となっている。

2.1.2 既存の標識実験

近年、交通安全研究室で取り組んでいる案内標識に係る実験の概要と知見を以下に示す。

(1) トンネル坑口付近に設置する標識のあり方に関する実験(平成2・3年度)

トンネル内走行時にドライバーの目はトンネル内の暗さに順応するために、坑口の 外、直近に設置された標識の読みとりに支障が生ずる。どのように設置すべきかにつ いて、実大トンネル施設を用いて実験を行っている。

この研究での知見の概要は以下のとおり。なお、反射式標識を用いた昼間の実験である。

- ① トンネル内に照明がない場合には、トンネル坑口に近接した標識ほど判読距離が短くなる。ドライバーの目が外部の明るさに順応しはじめないと、坑口外の明るい標識を読めないためと考えられる。
- ② トンネル照明がある場合には、ない場合より若干判読距離が長くなる。

(2) 高速走行時の見え方に関する実験(平成3年度)

走行速度40km/hから140km/hまでについて、路側式及び頭上式の反射式標識の判読 距離を測定している。昼間及び夜間について実施。 この実験での知見は以下のとおり。

- ① 走行速度による判読距離の違いは明確にあらわれなかった。実験条件の違い (事前に知っている標識の読みとりと予備知識のない読みとりなど)が原因と 考えられる。
- (3) 照明方式による判読性比較実験(平成4年度)

内照式、外照式、反射式の標識について、走行速度(60~140km/h)、昼夜別、表示地名数別(3~15個)、路側式と頭上式別などで判読距離を測定している。 この実験での知見は以下のとおり。

- ① 照明方式別の夜間判読距離を比較すると、外照式が長く、内照式は短かった。 内照式の照明が強すぎて白滅症状が起こったためである。
- ② 1枚の標識に表示する地名の数が多くなると判読距離が短くなった。
- (4) 内照式と反射式についての走行速度別判読性実験(平成5年度)

走行速度40,80,140km/hで昼夜の判読距離を実測。

この実験での知見は以下のとおり。

- ① 反射式標識は夜間の判読距離が昼に比べて極端に短くなる。
- ② 夜間には反射式より内照式の方が判読距離が長い。
- (5) 内照式標識の判読性実験(平成4・5年度)

緑地白文字の内照式標識について、設置位置(路側、頭上)、文字高、様式、走行 速度、昼夜の条件を変えて判読距離を測定。

この実験での知見は以下のとおり。

- ① 走行速度の増加とともに判読距離は短くなる。
- ② 昼に比べて夜の判読距離は50%程度に短くなる。
- ③ 昼・夜とも文字高を大きくすれば判読距離は長くなる。
- ④ 表示地名数、文字数、及び漢字の画数が多くなると判読距離は短くなる。

2. 2 既存照明標識の性能 — 青地内照式標識の判読性実験(平成6年度)

夜間における判読性は反射式(ロービーム)よりも内照式の方が優れたものとすることができるため、一般道路への適用を考え、青地白文字の内照式標示板を作成し、走行 実験により判読距離を測定した。

2. 2. 1 実験概要

(1) 実験方法

建設省土木研究所試験走路の一部に設置されている標識屋外実験施設と、試験車 2 台を用い、各条件毎に10人の被験者に走行させた。

被験者は、2台の試験車により、走行速度40,60,80,100km/hで走行しているときの標識の判読距離を測定した。被験者は車両をスタートさせ、目的とする地名が判読できたときに手元のスイッチを押し、記録装置に信号を入力した。

(2)被験者

| | 計 | 男 | 女 |
|---------------|----|---|---|
| 非高齢者 (19~22才) | 5 | 3 | 2 |
| 高齢者 (62~68才) | 5 | 5 | _ |
| 全 体 | 10 | 8 | 2 |

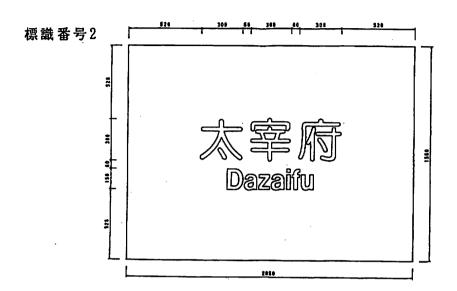
(3) 実験条件

| ケース | 定照 | 沙鼠位置 | 歨 | 行 選 | 度 (| ca/h) | B 75 08 04 | 探啟 | 文字高 | 榎 | = 44 | | 175 | * |
|-----|----|-----------|-----|-----|-----|-------|------------|----|------|-----|------|-----|-----|------|
| No. | 北京 | NEWNE | 4 0 | 6 0 | 8 0 | 100 | 昼夜間別 | 番号 | (cn) | SA: | 示 地 | 名 | (G | 75 |
| 1 | 内照 | 頭上 | 0 | | | | 夜間 | 1 | 20 | | 久留米 | | | |
| 2 | 内照 | 頭上 | | | | 0 | 夜間 | 1 | 2 0 | | 久留米 | | | |
| 3 | 内照 | 頭上 | 0 | | | | 夜間 | 2 | 3 0 | | 太宰府 | | | |
| 4 | 内照 | 頭上 | 0 | | | | 夜間 | 3 | 4 0 | | 岩見沢 | |] . | |
| 5 | 内照 | 頭上 | | 0 | | | 夜間 | 4 | 2 0 | | 宇都宫 | | 1 | |
| 6 | 内照 | 頭上 | | 0 | | | 夜間 | 5 | 3 0 | | 名古屈 | | } | |
| 7 | 内照 | 砌上 | | | | 0 | 夜間 | 5 | 3 0 | | 名古風 | | | |
| 8 | 内照 | 姻上 | | 0 | | | 夜凹 | 6 | 40 | | 苫小牧 | |] | |
| 9 | 内照 | 頭上 | | | 0 | | 夜間 | 7 | 20 | | 佐世保 | | | |
| 10 | 内照 | 頭上 | | | 0 | | 夜間 | 8 | 3 0 | | 小田原 | | | |
| 1 1 | 内照 | 頭上 | | | 0 | | 夜間 | 9 | 4 0 | | 四日市 | | | • |
| 12 | 内照 | 頭上 | | | | 0 | 夜間 | 9 | 4 0 | | 四日市 | | | |
| 13 | 内照 | 阻上 | 0 | | | | 夜間 | 10 | 2 0 | 我孫子 | 電ヶ崎 | 谷和原 | 緑付 | 外照有り |
| 14 | 内照 | 頭上 | | 0 | | | 夜間 | 10 | 2 0 | 我孫子 | 電ヶ崎 | 谷和原 | | |
| 15 | 内照 | 如上 | | | 0 | | 夜間 | 10 | 2 0 | 我孫子 | 電ヶ崎 | 谷和原 | | |
| 16 | 内照 | 頭上 | | | | 0 | 夜間 | 10 | 2 0 | 我孫子 | 電ヶ崎 | 谷和原 | | |
| 17 | 内照 | 取上 | 0 | | | | 夜間 | 10 | 2 0 | 我孫子 | 電ヶ崎 | 谷和原 | 緑付 | 外照無し |
| 18 | 内照 | 閖上 | | 0 | | | 夜間 | 10 | 20 | 我孫子 | 電ヶ崎 | 谷和原 | | |
| 19 | 内照 | 頭上 | | | 0 | | 夜間 | 10 | 2 0 | 我孫子 | 饱少的 | 谷和原 | | |
| 20 | 内照 | 頭上 | | | | 0 | 夜間 | 10 | 2 0 | 我孫子 | 位ヶ崎 | 谷和原 | | |

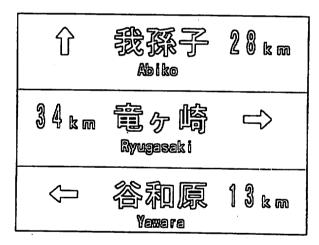
(4) 供試体 (実験用標示板)

3 文字地名1を文字高20,30,40 cmで表示したもの(標識番号1~9)と3文字地名3を表示した105形標識(文字高20cm:標識番号10)である。

供試体例



標識番号10



2. 2. 2 実験結果の概要

(1) 実験条件別測定結果

実験条件別の判読距離平均値及び85%タイル値を示す。

| 走行速度 | 文字高 | 平均判認 | 范距離(m) | 85%值(m) | | | 理論値 |
|--------|------|------|--------|---------|---------|--|-------|
| (km/h) | (cm) | 高齢者 | 非高齢者 | 高齢者 | 非高齢者 | | 85%値 |
| 40 | 20 | 61 | 73 | 54.3 | 65.3 | | 61.9 |
| 60 | 20 | 43 | 76 | 35.5 | 65.3 | | 59.2 |
| 80 | 20 | 48 | 51 | 30.8 | 18.5 | | 55.8 |
| 100 | 20 | 45 | 64 | 28.0 | 49.8 | | 52.4 |
| 40 | 30 | 68 | 70 | 54.0 | 51.0 | | 92.9 |
| 60 | 30 | 81 | 144 | 58.5 | 126.0 | | 88.8 |
| 80 | 30 | 98 | 162 | 72.8 | 128.0 | | 83.7 |
| 100 | 30 | 54 | 112 | 40.0 | 86.5 | | 78.6 |
| 40 | 40 | 117 | 131 | 99.0 | 105.3 | | 123.8 |
| 60 | 40 | 99 | 178 | 90.3 | · 141.0 | | 118.4 |
| 80 | 40 | 123 | 183 | 99.0 | 167.5 | | 111.6 |
| 100 | 40 | 119 | 190 | 108.0 | 155.0 | | 104.8 |

表2.2-1 実験条件別判読距離(平均、85%値)

データ数が少ない(高齢者、非高齢者各5サンプル)ので、平均値、85%タイル値ともに信頼度が低いが、昼間の判読距離理論値(右欄に示す)に比べてみると、非高齢者ではおおむね理論値に近い値であるが、高齢者では理論値を下回っている。

(2) 結果概要

① 走行速度に対する判読距離の変化は、標識板の色(素地)と各種要因(文字高、画数、地名等)の組み合わせによって異なり、素地が緑の場合、速度が増加すると判読距離が減少してきている(短くなる)。一方、素地が青の場合、文字高20cmで速度40~80km/hには判読距離の減少が見られるが、それ以外の組み合わせでは、同じか逆に判読距離は増加している(長くなる)。

従って、速度の増加による判読距離の変化は、各種条件の組み合わせによって異なるものと考えられる。

- ② 文字高に対する判読距離の変化は、標識板の色(素地)によって多少異なるが、文字高が大きくなるに従って判読距離は増加する(長くなる)ことが明らかとなった。
- ③ 環境照明(外部照明)の有無が、判読距離にどの程度影響しているのかを比較した結果、判読距離に影響を与えるほどの差は見られなかった。
- ④ 標識内照明の変化(遮光)が判読距離にどの程度影響するか、通常の標識設置条件と比較した結果、遮光すると多少(10 m~20 m)判読距離が減少する(短くなる)結果が得られた。
- ⑤ 標識板の色(素地:青、緑)の違いによる判読距離への影響は、今回の実験では速度が増加(40~80km/h)すると青地の判読距離が減少する(短くなる)。一方、文字高が大きくなると、素地の違いによる判読距離の差が小さくなり、素地による判読距離への影響はほとんど無くなった。
- ⑥ 高齢者・非高齢者の判読距離は、走行速度及び文字高によって異なるが、高齢者の場合、非高齢者に対して同一条件での判読距離は最小で16%、最大で54%とかなり高齢者の判読距離は減少している(短くなる)。高齢者の場合、網膜の感度も鈍くなり、さらに瞳孔の縮小や水晶体の光の透過率の低下もあるため、本人の視力や明るさ感も減退するのが普通である。20歳の人を1.0としたとき、60歳以上では2.2程の明るさが必要と言われている。

2.3 標識輝度に係る外国の研究

標識の輝度水準に関する外国での論文等を収集した。

(1) 標識およびマーキングの視認性 -必要レベルと技術上の対策-

フランス:M・ブリ、M・コロンブ

Michel Bry, Michéle Colomb, "Visibilité de la signalisation : les besoins des usagers et les technologies disponibles, "Revue générale des routes et des aérodromes, N° 658.

抄訳 宮澤修次(高速道路と自動車 1989.12)

標識およびマーキングの視認性に関し、利用者に対し必要なレベル、現状の技術の特性と必要レベルとの比較、さまざまな測光学的条件下における技術上の対策について論じている。

以下に概要を抜粋して示す。

- ① 標識の視認性には「感知」と「判読」の2側面があり、分けて考えるべきである。一般には感知しやすければ判読しやすいが、標識が極端に照明されていると 感知はしやすいが判読しにくい。
- ② 一様な背景の中に標識があれば、背景と標識のコントラストがある値以上になると感知される。コントラストは下式となる。

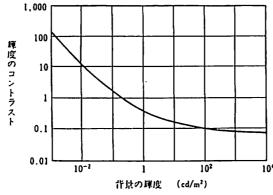
C = | (L - L f) / L f |

C : コントラスト

L :標識の平均輝度

Lf :背景の輝度

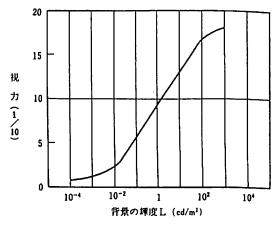
平均年齢25歳の人の50%が感知可能なコントラストは図-1になる。



図― I 感知が可能となるコントラストと背景の輝度の 関係(輝度が一様な背景に、視角 4'の板を 0.2 秒見せる場合)

図は一様な輝度Lfの背景の中に大きさが視角4′輝度Lの板を0.2秒間示して感知できるか否かを実験して得られたものである。

- ③ 背景が複雑になると標識の感知は難しくなるが、定量的にこれを評価すること はできない。都市内の背景は「視覚上の騒音」である。
- ④ 背景の輝度(環境の明るさ)が低下すると視力も低下する。



図―4 背景の輝度に対する視力の変化

- ⑤ 視力1.0のドライバーが判読可能となる距離 d は、文字を構成する線の太さ x に
- ⑥ 昼間の標識の判読には、文字と標識素地の輝度コントラスト (C´) に影響さ れる。

C' = Lm/Lb

Lm:文字の輝度 Lb:素地の輝度

昼間の最適C´については種々の意見がある。

・ 8~12:一般的によいとされている値

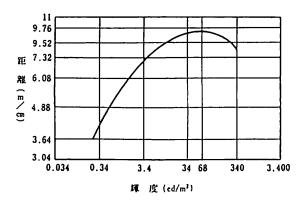
・ 7~14:フランス中央土木研究所の研究

3~25:許容できる限界として考えられる値

⑦ 夜間の標識のコントラスト

明るい素地(例えば緑地に白文字)では昼間のC´が推奨値となる。 黒や濃紺などの暗い素地では白文字の輝度そのものが基準となる。

⑧ 暗い素地の白色輝度と判読の関係は図-6となり、輝度が30~300cd/m²で最 大となる。図の距離の単位(m/cm)は文字高(cm)あたりの判読距離(視力1.8) である。



図—6 無地の内照式模倣における白色文字の輝度と判読 可能となる距離(距離/文字高;m/cm)の関係

⑨ 判読可能距離で目に心地よいと感ずる輝度は周辺環境によって異なる。田園地帯や照明されていない高速道路では $30\sim300$ cd/m 2 であり、都市内の強い照明がされている地帯では $300\sim1,500$ cd/m 2 が推奨される。

都市内では輝度を上げれば複雑な周辺環境の中での感知が容易になる。

- ⑩ 標識は測光学上の性能保持、低下抑制のために定期的な清掃や光源交換が必要である。また、自動車ヘッドライトについてはバラツキが大きいことに留意する必要がある。
- ① 反射材料を用いた標識では、観測角の影響を受ける。小型車と大型車の観測角は表-2のとおりである。

表一2 視認距離と観測角(a)の関係 視認距離(m) 30 70 120 200 観測角α(*) 小型車 0.95 0.4 0.25 0.15 大型車 2.9 1.3 0.8 0.5

地上高1.4mの標識(クラス1の反射材)を小型車から見たときの輝度は以下のようになる(注. クラス1は普通輝度反射シート)。

| 距離 | 距離 30m | | | |
|------------|--------|-----|------------|-----|
| ヘッドライト | п- | ハイ | u – | ハイ |
| 照度 (1 x) | 2 | 13 | 0.3 | 4 |
| 輝度 (cd/m²) | 20 | 130 | 21 | 280 |

反射材料はハイビームで走れる平坦地には適するが、ロービームで走行する、 強い照明が行われている地域には不充分である。

② 内照式標識は白色輝度が必要値を充たすとともにその他の色の輝度比率が適切でなければならない。CIEの推奨する色別輝度比は、白色を100として、赤:5~

20、黄:30~80、緑:5~30、青:3~20、黒:2以下。

- ③ 周辺環境に応じた標示板を選ぶための方針
 - 的確な標識の感知と判読を可能とするためには、周辺環境がより明るく複雑になるに従い、標識の輝度を上げる必要がある。
 - 車両の走行速度が増大するに従い、判読距離も大きくとる必要がある。これ は標識の輝度の増加と、文字や記号の形状を大きくすることを意味する。
 - 標識の設置位置が高くなるに従い、ヘッドライトから受ける光の量は減少する。この減少に対して反射材料を選ぶことで対処可能であるが、再帰反射係数を上げたり、あるいは付加的な照明を行う必要がある。

⑭ 周辺環境に応じて推奨される標示板の方式

| | 照明のほ | とんどされてい | ない地帯 | 強い照明がされている地域 | | |
|---------|--------------|--------------|----------------------|--------------|---------------------|--|
| 設置高さ | 高速道路 | なにもない 平坦地 | 交通量の 少ない 都市内道路 | 高速道路 | 交通量の 多い 都市内道路 | |
| 2 m以下 | 反射 1 | 反射1 | 反射 2 | 反射 2 | 外照式 又は内照式 | |
| 2 ~ 5 m | 反射 2 | 反射1 | 反射2 | 外照式 又は内照式 | 外照式 又は内照式 | |
| 5 m以上 | 外照式 又は内照式 | 反射2 | 外照式 又は内照式 | 外照式 又は内照式 | 外照式 又は内照式 | |

注)反射1:クラス1の反射シート(普通輝度反射シート) 反射2:クラス2の反射シート(高輝度反射シート)

(2) 文字の反射輝度と判読距離に関する研究

アメリカ: Dr. T. ALLEN

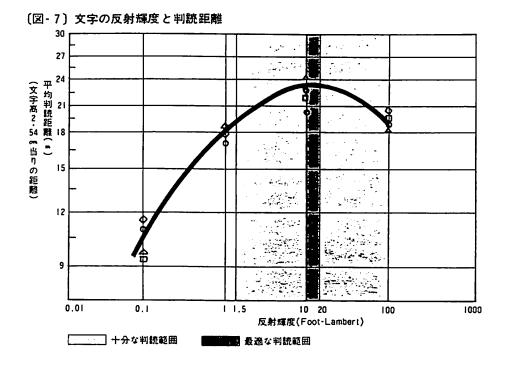
白色文字の反射輝度と判読距離の関係を研究し以下の報告をしている。

なおアメリカでは輝度の単位にフットランバート (Ft・L) を用いているが、メートル法に換算すると以下のようになる。

1フットランバート=3.426cd/ m^2

- · 最適の判読性は10から20フットランバート(35~70cd/m²)付近である。
- · 許容できる範囲は1.5から100フットランバート(5~340cd/m²)である。ただ

しこの場合には文字と素地の両方の反射輝度がそれぞれこの範囲にあること。

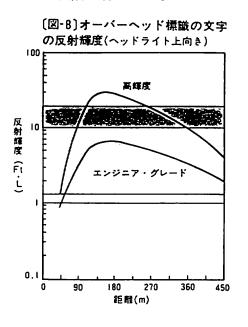


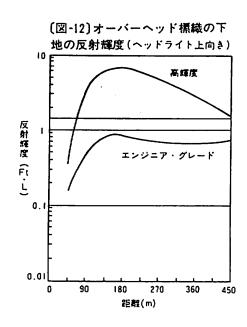
(3) 反射式標識の輝度測定結果

アメリカ:バージニア道路調査研究会

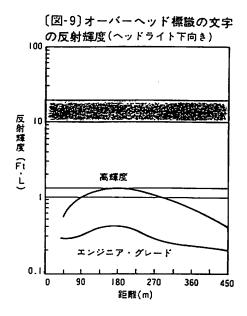
アメリカ 5 州の道路標識の反射輝度を測定している。この結果と前述のDr. T. ALLENの研究から、反射標識については以下のようである。

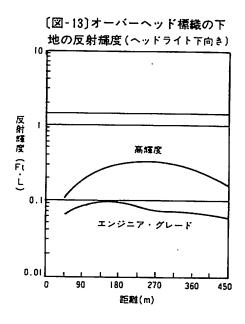
(1) オーバーヘッド標識をヘッドライトハイビームで判読する場合は高輝度反射シートでは充分な明るさが得られるが、エンジニアグレード(普通輝度反射シート)では充分な判読は行えない。





(2) オーバーヘッド標識をロービームで判読する場合には高輝度反射シートでも充分 な判読は行えない。





- (4) 「高齢ドライバーに配慮した交通安全施設に関する研究の動向」より抜粋 (科警研三井氏が米国事例を中心にまとめたもの。出典:月刊交通1996.10)
 - ① 高齢者が標識視認に最小限必要な距離は若者より長い。原因は視覚能力の衰えばかりではなく、標識の意味をすばやく理解したり、内容に応じた行動をすばやく行う能力が低下していることにもよる。高齢者の視認距離についての研究をすすめるべきだが、今のところ行われていない。
 - ② 高齢者は有効視野が狭いため視覚刺激が多い場所では必要のない刺激に注意をそらされやすく、標識を見落としてしまう。見落としを防ぐ手段は、サイズを大きくし、板面と背景のコントラストを高め、周囲の視覚ノイズを減らすこと。案内標識はそれを探している人にとっては発見されやすい。ノイズの少ない所で予告したり、繰返し設置も有効。
 - ③ 米国標識の文字高の基準は1cmあたり6mとしていたが、高齢者視力を考慮するともっと大きくすべきという論が多い。多くの州では免許に必要な視力は0.5であり、視力0.5では10cm文字を60mから読めず、4.8m/cmが提案されている。読みやすさの改善効果は文字が大きくなるほど小さくなるので実用的な最高文字高を16インチ(41.6cm)にすることが適当との報告もある。

- ④ シンボル標識は文字標識の2倍の視認距離がある。しかし高齢者は意味の理解に時間がかかったり、意味をとり違える傾向が強いので慎重な対応が必要。
- ⑤ 一般に読みやすい最適輝度は $75cd/m^2$ であり、取替える基準としては $2.4cd/m^2$ が望ましいことが提案されている。
- ⑥ 高齢者には若者よりも、文字と素地のコントラストがより大きい方が読みやすい。 輝度が高すぎると発光現象が生じて高齢者には特に読みにくくなる。加齢による読みやすさの低下は背景輝度(環境の明るさ)が暗い程大きく出る。高齢者に読みやすい性能の具体的数値はまだ提案されていない。
- (5) 旧西独、Dr. H-J. Schmidt-Clausenの研究

反射標識の白色輝度を変えた実験により、最適輝度を求めている。

最適輝度:20cd/m²

可能範囲: 2~200cd/m²

ただし、道路の種類等が変われば最適輝度が変わると述べている。

2. 4 反射式標識の輝度測定

反射式標識の夜間の明るさは、シートの再帰反射係数とヘッドライトの特性によって 定まる。近年、ヘッドライトがハロゲンランプ等になり配光特性も変わってきたため、 改めて現状における標識の明るさを把握するため測定を行った。また、これまでの反射 式標識は封入レンズ型(普通輝度)もしくはカプセルレンズ型(高輝度)が用いられて きたが、プリズムレンズ型が新しく開発(後述)されており、あわせてこれについても 測定している。

標示板は、一般道の頭上式及び路側式標識(青地白文字)とし、乗用車及び貨物車のロービーム、ハイビームでの視認を想定して、輝度測定を行い、あわせて、判読距離を測定している。

(1) 測定方法等

・測定日: 平成10年2月12日夜間

・測定場所: 山形県東根市、山形スリーエム(株)工場敷地内

・測定時の周辺環境照度:表2.4-1に示す。周辺の積雪のため雪明かりで明るい印象があったが、水平面照度は0.04 lx、鉛直面も1 lx以下である。

・測定用車両: 乗用車:マツダセンティア

貨物車:いすずエルフ 車両ヘッドライト特性を表2.4-1、図2.4 -1に示す。

(2) 反射輝度測定結果

反射輝度測定結果の概要を図2.4-2~2.4-9に示す。

図2.4-2 頭上式、ロービーム、白色輝度

図2.4-3 頭上式、ハイビーム、白色輝度

図2.4-4 板面輝度均斉度

図2.4-5 頭上式標識、青色輝度

図2.4-6 路側式標識、白色輝度

- 図2.4-7 輝度比
- 図2.4-8 頭上式標識、白色輝度(貨物車)
- 図2.4-9 路側式標識、白色輝度(貨物車)

測定データは表2.4-2 (乗用車)、表2.4-3 (大型車)に示す。

表2.4-1 測定車諸元、ヘッドライト照度及び実験箇所の環境照度

(1) 乗用車

A. 諸元

(cm) B. ヘッドライト照度

(lux)

| 車種年式等 | マツダ センティア E-HD5S 平成3年式 |
|------------|---------------------------------|
| 前照灯間隔 | 110 |
| 前照灯地上高 | 64 |
| 目の位置(地上高) | 113 |
| 輝度計ドライバー間隔 | 73 |
| 車幅 | 174 |

| | · · · · · · · · · · · · · · · · · · · | | | (xux) | | | |
|--------------|---------------------------------------|----------|------------|------------|------|------------|--|
| 前照灯か | | LOW | | HIGH | | | |
| らの高さ (cm) | 左方 80cm | 車両 中心 | 右方 80cm | 左方 80cm | 車両中心 | 右方 80cm | |
| 18 | 18.5 | 16.1 | 14.9 | 73.7 | 90.7 | 74.5 | |
| 35 | 12.5 | 13.4 | 12.4 | 42.0 | 55.1 | 45.7 | |
| 70 | 8.7 | 11.3 | 11.4 | 18.3 | 22.3 | 21.0 | |
| 105 | 8.1 | 9.8 | 7.3 | 14.5 | 16.2 | 14.6 | |
| 140 | 7.2 | 6.4 | 7.4 | 10.9 | 11.9 | 12.1 | |

(2) 貨物車

A. 諸元

B. ヘッドライト照度 (cm)

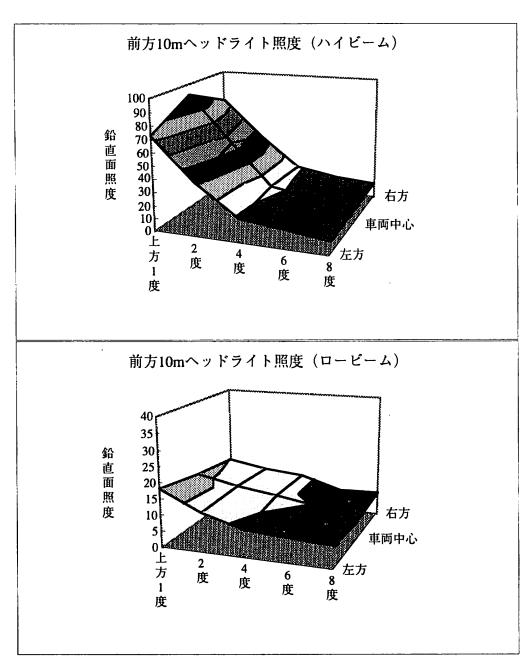
| 車種年式等 | イスズ エルフ U-NKR58 平成7年式 |
|------------|--------------------------------|
| 前照灯間隔 | 120 |
| 前照灯地上高 | 65 |
| 目の位置(地上高) | 173 |
| 輝度計ドライバー間隔 | 80 |
| 車幅 | 168 |

| D. 177 | ノイト照 | | | (lux) | | |
|--------------|------------|----------|------------|------------|-------|------------|
| 前照灯か | | LOW | | HIGH | | |
| らの高さ (cm) | 左方 80cm | 車両 中心 | 右方 80cm | 左方 80cm | 車両中心 | 右方 80cm |
| 18 | 16.4 | 14.5 | 14.9 | 253.0 | 286.0 | 178.0 |
| 35 | 11.9 | 13.8 | 14.5 | 153.0 | 155.0 | 108.0 |
| 70 | 8.2 | 13.1 | 11.9 | 53.8 | 57.6 | 50.7 |
| 105 | 7.0 | 8.2 | 7.4 | 23.3 | 23.7 | 25.3 |
| 140 | 6.8 | 6.6 | 7.5 | 13.6 | 13.0 | 13.3 |

注) ヘッドライト照度は、車両前方15mの鉛直面上において、 前照灯からの高さ18cmから140cmまでの5点で、車両中心お よび左方右方の3点、計15点の照度を測定。

(3) 環境照度

| | 水平面照度 | 0.04 lux | | | |
|-------|-------|----------|-----|------|--|
| 実験開始時 | 鉛直面照度 | 左15度 正面 | | 右15度 | |
| | (lx) | 0.43 | 0.1 | 0.72 | |
| | 水平面照度 | 0.05 lux | | | |
| 実験終了時 | 鉛直面照度 | 左15度 | 正面 | 右15度 | |
| | (lx) | 0.45 | 0.1 | 0.74 | |



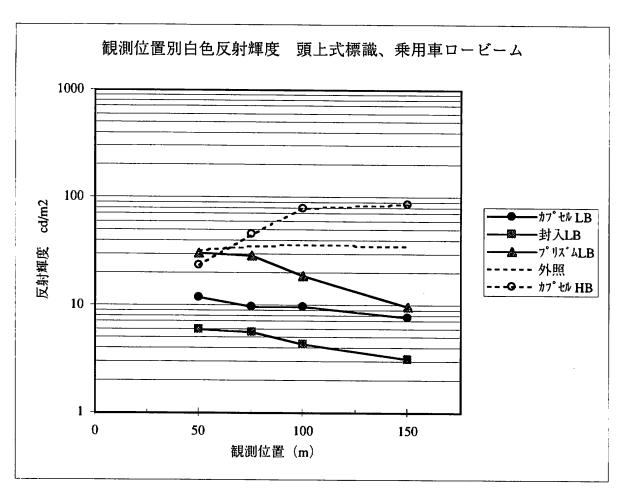
(lux)

| ヘッドライト | | LOW | | HIGH | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| 前照灯からの高さ | 左方 | 車両中心 | 右方 | 左方 | 車両中心 | 右方 |
| 上方1度 | 18.5 | 16.1 | 14.9 | 73.7 | 90.7 | 74.5 |
| 2度 | 12.5 | 13.4 | 12.4 | 42.0 | 55.1 | 45.7 |
| 4度 | 8.7 | 11.3 | 11.4 | 18.3 | 22.3 | 21.0 |
| 6度 | 8.1 | 9.8 | 7.3 | 14.5 | 16.2 | 14.6 |
| 8度 | 7.2 | 6.4 | 7.4 | 10.9 | 11.9 | 12.1 |

車両前方10mの垂直面照度を、車両中心、左右各0.8mの位置で計測

頭上式標識の判読には上方3-6度の散乱光が用いられるが、ロービームではハイビームの1/2程度の 照度となる。上方2度では1/3-1/4と少なく、150m前方は、ロービームでは見えにくい。

図2.4-1 ヘッドライト照度分布



| | | | | 距離m | 50 | 75 | 100 | 150 | |
|------|---|----|--------------|-----------|------|------|------|------|----------------------|
| カプセル | 白 | 頭上 | □ - B | カフ" セル LB | 11.9 | 9.7 | 9.8 | 7.6 | (cd/m ²) |
| 封入 | 白 | 頭上 | п-В | 封入LB | 6.0 | 5.6 | 4.4 | 3.2 | |
| プリズム | 白 | 頭上 | □ - B | プリス・ALB | 30.9 | 28.7 | 18.7 | 9.8 | |
| カプセル | 白 | 頭上 | 外照 | 外照 | 32.1 | 35.9 | 36.6 | 35.9 | |
| カプセル | 白 | 頭上 | ハイB | カフ" セル HB | 23.4 | 46.0 | 79.8 | 87.2 | |

頭上式標識(板下高5m)の上方(6.9m)中央(6.1m)下方(5.3m)の3点の白色部平均輝度

乗用車(マツダセンティア)の助手席より計測

ヘッドライト高さ64cm,計測位置(目の高さ) 113cm

平成10年2月計測

データは路面の凹凸の影響を受けている

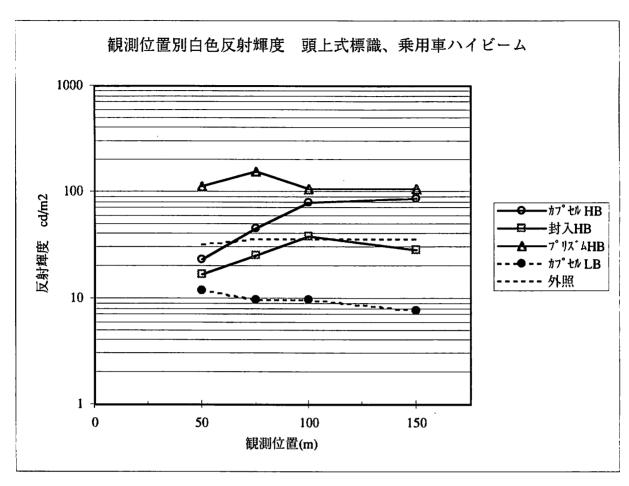
ロービーム照射時の白色輝度は、50-150mで高輝度反射シート(カプセル)で $10cd/m^2$ 程度、普通輝度反射シート(封入)では $3-6cd/m^2$ である。

外照を行った場合30cd/m²台であるので、ロービームではかなり暗い。

ハイビームにすれば高輝度反射シートは100mで80cd/m²に達し、充分に明るい。

プリズムカットシートは50-100mで20cd/m²,150mで10cd/m²と従来品より明るいが、ロービームでは外照よりも暗い。

図2.4-2 頭上式、ロービーム、白色輝度 (乗用車)



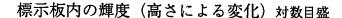
| | | | | 距離m | 50 | 75 | 100 | 150 | |
|------|---|----|------|---------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| カプセル | 白 | 頭上 | ハイB | カプセル HB | 23.4 | 46.0 | 79.8 | 87.2 | (cd/m ²) |
| 封入 | 白 | 頭上 | ハイB | 封入HB | 16.9 | 25.1 | 38.5 | 28.6 | |
| プリズム | 白 | 頭上 | ハイB | フ・リス・ム | 113.2 | 153.0 | 106.3 | 107.4 | |
| カプセル | 白 | 頭上 | □ -B | カプセル LB | 11.9 | 9.7 | 9.8 | 7.6 | |
| カプセル | 白 | 頭上 | 外照 | 外照 | 32.1 | 35.9 | 36.6 | 35.9 | |

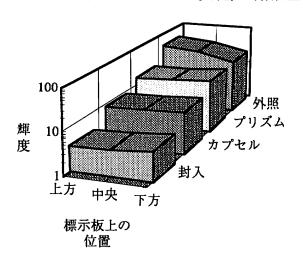
頭上式標識(板下高5m)の上方(6.9m)中央(6.1m)下方(5.3m)の3点の白色部平均輝度 乗用車(マツダセンティア)の助手席より計測 ヘッドライト高さ64cm,計測位置(目の高さ)113cm 平成10年2月計測

データは路面の凹凸の影響を受けている

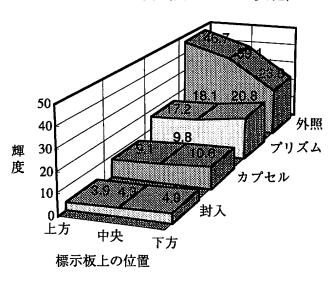
ハイビームの場合には普通輝度反射シートでも20-30cd/m²、高輝度反射シートでは100m付近で80cd/m²と充分な明るさが有る。ただし、100mから近づくにつれて明るさが減ずる。プリズムカットシートでは50-150mの範囲で100cd/m²の充分の明るさが有る。

図2.4-3 頭上式、ハイビーム、白色輝度 (乗用車)





標示板内の輝度(高さによる変化)



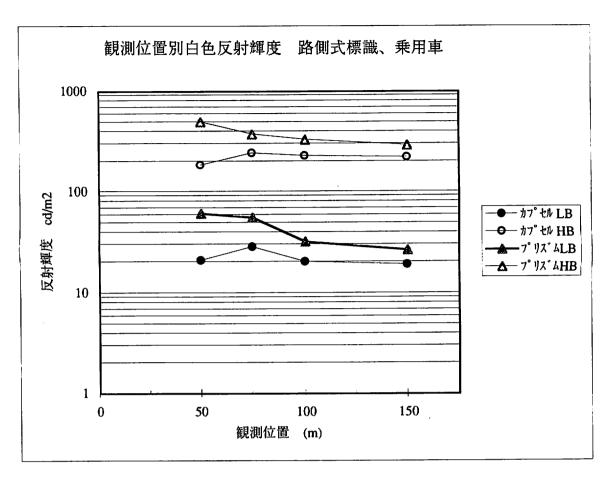
注)上図と下図は同じデータで、上図は板面輝度を対数目盛で示している。

| 路面から | 路面からの高さ | | カプセル | プリズム | 外照 |
|------|---------|-----|------|------|------|
| 上方 | 6.9m | 3.9 | 9.1 | 17.2 | 46.7 |
| 中央 | 6.1m | 4.3 | 9.8 | 18.1 | 39.1 |
| 下方 | 5.3m | 4.9 | 10.6 | 20.8 | 23.8 |

観測地点100m、白色部輝度(cd/m²) 乗用車、ヘッドライト、ロービーム

頭上式標示板の板面輝度はヘッドライト光が下方ほど強いために、反射式では下方が明るくなる。 しかしその差は少なく均斉度は1.2とほぼ均一といってよい。人の目では差が感じられない。 外照式では蛍光灯に近い上方が明るく下方が暗い。均斉度は2程度となるが、明るさが徐々に変わるために差は感じにくい。

図2.4-4 板面輝度均斉度

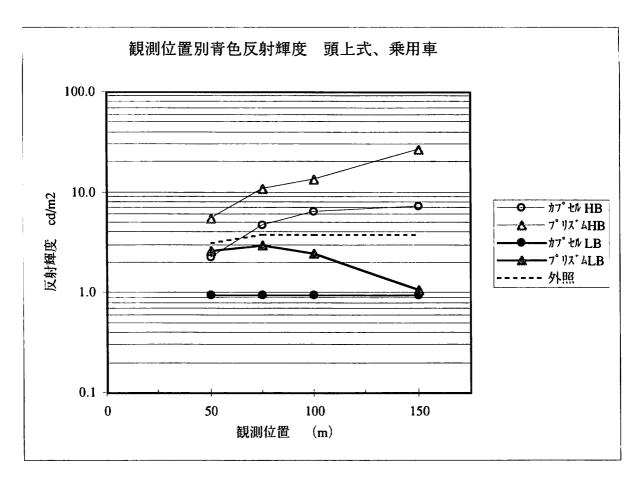


| | | | | 距離m | 50 | 75 | 100 | 150 | |
|------|------|-------------|-----|----------|-------|-------|-------|-------|---------|
| カプセル | 白 路側 | п-В | 2m高 | カフ°セル LB | 21.0 | 28.6 | 20.0 | 19.1 | (cd/m²) |
| カプセル | 白 路側 | ハイB | 2m高 | カフ°セル HB | 186.9 | 242.3 | 229.9 | 222.2 | r. |
| プリズム | 白 路側 | п- В | 2m高 | プリズムLB | 62.0 | 56.3 | 32.4 | 26.7 | |
| プリズム | 白 路側 | ハイB | 2m高 | プリス゚ムHB | 489.3 | 376.7 | 326.2 | 291.9 | |

路側式標識(板下高1.8m)の中央(2m)の白色部輝度 ヘッドライトロー及びハイ 乗用車(マツダセンティア)の助手席より計測 第2車線より左方5mの路側式標識を対象 ヘッドライト高さ64cm,計測位置(目の高さ)113cm 平成10年2月計測 データは路面の凹凸の影響を受けている

路側式は位置が低いためにヘッドライト光がとどきやすく、頭上式よりも明るい。 高輝度反射シートは、ロービームで20cd/m2程度、ハイビームでは200cd/m²にも達する。 プリズムカットシートは、ロービームでは30-60cd/m²と手ごろな明るさであるが、ハイビームにす ると300-400cd/m²にもなり、場合によってはまぶしく感じることも有ろう。

図2.4-5 頭上式標識、青色輝度(乗用車)



| | | | 距離m | 50 | 75 | 100 | 150 | |
|------|------|--------------|-----------|-----|------|------|------|---------|
| カプセル | 青 頭上 | ハイB | カフ°セル HB | 2.2 | 4.8 | 6.4 | 7.3 | (cd/m²) |
| プリズム | 青 頭上 | ハイB | プリズムHB | 5.5 | 10.9 | 13.4 | 26.2 | |
| カプセル | 青 頭上 | $\Box - B$ | カフ° セル LB | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |
| プリズム | 青 頭上 | □ - B | プリズムLB | 2.7 | 2.9 | 2.5 | 1.1 | |
| カプセル | 青 頭上 | 外照 | 外照 | 3.2 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | |

頭上式標識(板下高5m)の上方(6.9m)中央(6.1m)下方(5.3m)の3点の白色部平均輝度 乗用車(マツダセンティア)の助手席より計測

ヘッドライトロー及びハイ

ヘッドライト高さ64cm,計測位置(目の高さ)113cm

平成10年2月計測

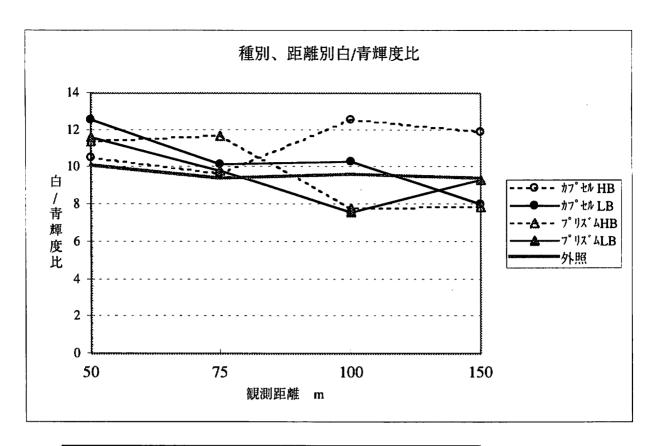
データは路面の凹凸の影響を受けている

青色は色の特性から輝度は低い。おおむね白色の1/10程度の輝度となる。

外照式の青色輝度が3-4cd/m²であり、高輝度反射シートはロービームで1.0、ハイビームで2-7cd/m²であった。

プリズムカットタイプは、ロービームで1-3cd/ m^2 ,ハイビームでは5-26cd/ m^2 である。なお、50mに接近して輝度が下がるのは観測角が大きくなるためである。

図2.4-6 路側式標識、白色輝度(乗用車)



| | | ライト | 50m | 75m | 100m | 150m | 平均輝度比 |
|------|-----|------------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| カプセル | 白 | ハイ | 23.4 | 46.0 | 79.8 | 87.2 | (cd/m ²) |
| カプセル | 青 | ハイ | 2.2 | 4.8 | 6.4 | 7.3 | |
| | 輝度比 | | 10.5 | 9.6 | 12.6 | 11.9 | 11.2 |
| カプセル | 白 | u – | 11.9 | 9.7 | 9.8 | 7.6 | |
| カプセル | 青 | ロー | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | |
| | 輝度比 | | 12.6 | 10.2 | 10.3 | 8.0 | 10.3 |
| カプセル | 白 | 外照 | 32.1 | 35.9 | 36.6 | 35.9 | |
| カプセル | 青 | 外照 | 3.2 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | |
| | 輝度比 | | 10.1 | 9.4 | 9.6 | 9.4 | 9.6 |
| プリズム | 白 | ハイ | 113.2 | 153.0 | 106.3 | 107.4 | |
| プリズム | 青 | ハイ | 9.9 | 13.0 | 13.6 | 13.6 | |
| | 輝度比 | | 11.4 | 11.7 | 7.8 | 7.9 | 9.7 |
| プリズム | 白 | u | 30.9 | 28.7 | 18.7 | 9.8 | |
| プリズム | 青 | □ | 2.7 | 2.9 | 2.5 | 1.1 | ļ |
| | 輝度比 | | 11.6 | 9.8 | 7.6 | 9.3 | 9.6 |

いずれも頭上式3点の平均輝度による。

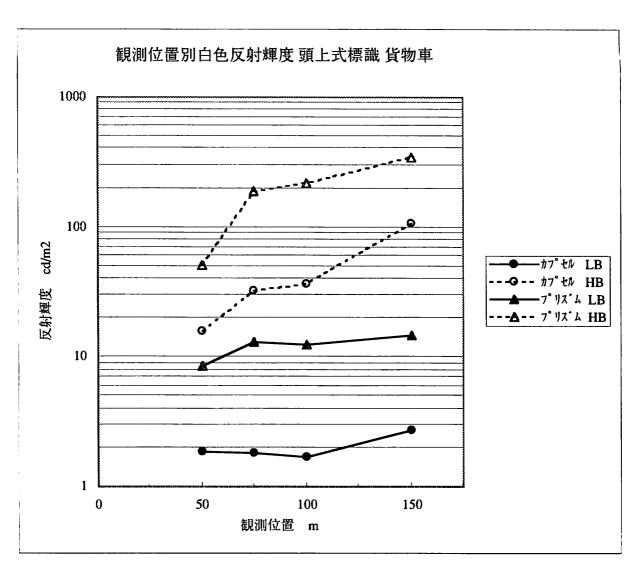
外照式の輝度比は理論通り観測距離によらず、ほぼ10前後で一定している。

カプセルレンズ反射シートの輝度比のばらつきは、青の輝度が低いための測定誤差に起因するものと考えられる。

再帰反射光での輝度比は10-11程度と考えられる。

これにたいしてプリズムカットシートでは距離による輝度比の低下があるのかもしれない。 平均的に見た輝度比も若干低い。

図2.4-7 輝度比



| シート | 色 標識 | ライト | 50 | 75 | 100 | 150 | (m) |
|------|------|----------|------|-------|-------|-------|----------------------|
| カプセル | 白 頭上 | カフ°セル LB | 1.9 | 1.8 | 1.7 | 2.7 | (cd/m ²) |
| カプセル | 白 頭上 | カフ°セル HB | 15.7 | 32.7 | 36.2 | 106.8 | |
| プリズム | 白 頭上 | プリス・ム LB | 8.6 | 13.1 | 12.6 | 14.9 | |
| プリズム | 白 頭上 | プリス・ム HB | 50.6 | 188.0 | 217.6 | 340.3 | |

頭上式標識(板下高5m)の上方(6.9m)中央(6.1m)下方(5.3m)の3点の白色部平均輝度 貨物車(いすぐエルフ)の助手席より計測

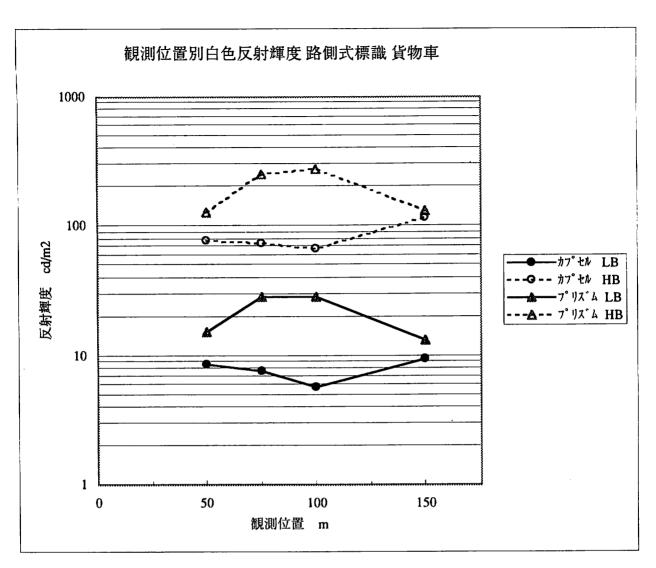
ヘッドライト高さ65cm,計測位置(目の高さ)173cm

平成10年2月計測

データは路面の凹凸の影響を受けている

ヘッドライトと目の間隔が離れているため再帰反射光を利用しにくく暗い。 高輝度反射シートはロービームでは2cd/m²程度で乗用車の1/5にすぎず、判読は困難。 プリズムカットシートでは10cd/m²台の輝度があり、高輝度ロービームの乗用車とほぼ同じ。 ハイビームでは両シートとも30cd/m²以上あり判読できる。

図2.4-8 頭上式標識、白色輝度(貨物車)



| シート | 色 標識 | ライト | 50 | 75 | 100 | 150 | (m) |
|------|------|----------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
| カプセル | 白 頭上 | ክፓ°ቲኩ LB | 8.6 | 7.6 | 5.7 | 9.5 | (cd/m ²) |
| カプセル | 白 頭上 | カフ°セル HB | 78.2 | 74.4 | 67.7 | 115.4 | |
| プリズム | 白 頭上 | プリス・ム LB | 15.3 | 28.6 | 28.6 | 13.4 | |
| プリズム | 白 頭上 | プリス゚ム HB | 127.8 | 251.8 | 274.7 | 130.7 | |

路側式標識(板下高1.8m)の中央(2m)の白色部輝度

ヘッドライトアンダー及びアッパー

貨物車 (いすゞエルフ) の助手席より計測

第2車線より左方5mの路側式標識を対象

ヘッドライト高さ65cm,計測位置(目の高さ)173cm

平成10年2月計測

データは路面の凹凸の影響を受けている

頭上式標識を見る場合よりも明るいが乗用車よりも暗く見える。 高輝度反射シートではロービームの場合10cd/m²以下であり暗い。

図2.4-9 路側式標識、白色輝度(貨物車)

表2.4-2 反射輝度測定データ (普通車)

*路上の凹凸があって輝度が高(低)くなった場合もある

| | | | | ▼始上0 | フロロかめつ | つく碑度が | 南(広) | くなった場合 | 可もめる |
|----|------|---|------|------|--------|-------|-------|--------|-------|
| Na | 材料 | 色 | 設置方式 | 照明 | 測定位置 | 50m | 75 m | 100m | 150m |
| 1 | カプセル | 自 | 頭上 | アンダー | 5.3 m | 11.62 | 10.33 | 10.59 | 7.97 |
| | | | | | 6.1 m | 13.27 | 9.64 | 9.78 | 7.96 |
| | | | | _ | 6.9 m | 10.91 | 9.19 | 9.06 | 6.99 |
| 2 | カプセル | 白 | 頭上 | アッパー | 5.3 m | 27.03 | 58.8 | 102.95 | 103.7 |
| | | | | | 6.1 m | 23.7 | 41.3 | 78.6 | 89.6 |
| | | | | | 6.9 m | 19.53 | 37.77 | 57.85 | 68.25 |
| 3 | カプセル | 白 | 頭上 | 外照 | 5.3 m | 19.08 | 23.84 | 23.84 | 23.84 |
| | | | | | 6.1 m | 33.38 | 37.2 | 39.1 | 38.15 |
| | | | | | 6.9 m | 43.87 | 46.73 | 46.73 | 45.78 |
| 4 | カプセル | 青 | 頭上 | アンダー | 5.3 m | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| | | | | | 6.1 m | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| | | | | | 6.9 m | 0.95 | 0.95 | 0.95 | 0.95 |
| 5 | カブセル | 青 | 頭上 | アッパー | 5.3 m | 2.86 | 5.72 | 7.63 | 7.63 |
| | | | | | 6.1 m | 1.91 | 4.77 | 5.72 | 7.63 |
| | | | | | 6.9 m | 1.91 | 3.82 | 5.72 | 6.68 |
| 6 | カブセル | 青 | 頭上 | 外照 | 5.3 m | 1.91 | 2.86 | 2.86 | 2.86 |
| | | | | | 6.1 m | 2.86 | 3.82 | 3.82 | 3.82 |
| | | | | | 6.9 m | 4.77 | 4.77 | 4.77 | 4.77 |
| 7 | 封入 | 白 | 頭上 | アンダー | 5.3 m | 6.57 | 5.93 | 4.93 | 3.45 |
| | | | | | 6.1 m | 5.9 | 5.65 | 4.31 | 3.1 |
| | | | | | 6.9 m | 5.57 | 5.11 | 3.91 | 3.05 |
| 8 | 封入 | 白 | 頭上 | アッパー | 5.3 m | 20.15 | 32.65 | 53.65 | 32.85 |
| | | | | | 6.1 m | 15.9 | 24.2 | 36.8 | 27.5 |
| | | | | | 6.9 m | 14.55 | 18.55 | 25 | 25.5 |
| 9 | カプセル | 白 | 路側 | アンダー | 中央 | 20.98 | 28.61 | 20.03 | 19.08 |
| 10 | カプセル | 白 | 路側 | アッパー | 中央 | 186.9 | 242.3 | 229.9 | 222.2 |
| 11 | プリズム | 白 | 路側 | アンダー | 中央 | 61.99 | 56.27 | 32.43 | 26.71 |
| 12 | プリズム | 白 | 路側 | アッパー | 中央 | 489.3 | 376.7 | 326.2 | 291.9 |
| 13 | プリズム | 白 | 頭上 | アンダー | 5.3 m | 34.9 | 32.7 | 20.8 | 11.19 |
| | | | | | 6.1 m | 28.5 | 28.3 | 18.1 | 8.8 |
| | | | | | 6.9 m | 29.4 | 25.2 | 17.2 | 9.46 |
| 14 | プリズム | 白 | 頭上 | アッパー | 5.3 m | 134.5 | 220.1 | 141.6 | 134.5 |
| | | | | | 6.1 m | 106.4 | 141.8 | 95.9 | 98.8 |
| | | | | | 6.9m | 98.7 | 97 | 81.5 | 89 |
| 15 | プリズム | 青 | 頭上 | アンダー | 5.3 m | 3 | 3.3 | 2.8 | 1.2 |
| | | | | | 6.1 m | 2.5 | 2.8 | 2.3 | 1 |
| | | | | | 6.9 m | 2.5 | 2.7 | 2.3 | 0.99 |
| 16 | プリズム | 青 | 頭上 | アッパー | 5.3 m | 10.7 | 17.6 | 16.7 | 15.4 |
| | | | | | 6.1 m | 10 | 12 | 12.5 | 13.5 |
| | | | | | 6.9m | 9 | 9.5 | 11.7 | 12 |
| | | | | | | | | | |

表2.4-3 反射輝度測定データ (大型車)

*路上の凹凸があって輝度が高(低)くなった場合もある

| No | 材料 | 色 | 設置方式 | 照明 | 測定位置 | 50m | 75 m | 100m | 150m |
|----|------|---|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | カプセル | 白 | 頭上 | アンダー | 5.3 m | 1.86 | 1.78 | 1.56 | 2.74 |
| | | | | | 6.1 m | 1.71 | 1.63 | 1.53 | 2.61 |
| | | | | | 6.9 m | 2.01 | 2.01 | 1.95 | 2.73 |
| 2 | カプセル | 白 | 頭上 | アッパー | 5.3 m | 22.9 | 42 | 44.7 | 123 |
| | | | | | 6.1 m | 15 | 32.8 | 36.1 | 115 |
| | | | | | 6.9 m | 9.34 | 23.36 | 27.68 | 82.3 |
| 9 | カプセル | 白 | 路側 | アンダー | 中央 | 8.58 | 7.63 | 5.72 | 9.54 |
| 10 | カプセル | 白 | 路側 | アッパー | 中央 | 78.21 | 74.39 | 67.72 | 115.4 |
| 11 | プリズム | 白 | 路側 | アンダー | 中央 | 15.26 | 28.61 | 28.61 | 13.35 |
| 12 | プリズム | 白 | 路側 | アッパー | 中央 | 127.8 | 251.8 | 274.7 | 130.7 |
| 4 | カプセル | 青 | 頭上 | アンダー | 5.3 m | 0.23 | 0.29 | 0.19 | 0.35 |
| | | | | | 6.1 m | 0.17 | 0.18 | 0.17 | 0.37 |
| | | | | | 6.9 m | 0.26 | 0.25 | 0.28 | 0.5 |
| 5 | カプセル | 青 | 頭上 | アッパー | 5.3 m | 1.77 | 3.15 | 4.12 | 9.36 |
| | | | | | 6.1 m | 1.14 | 2.33 | 3.46 | 10.7 |
| | | | | | 6.9m | 0.8 | 1.78 | 2.7 | 9 |
| 13 | プリズム | 白 | 頭上 | アンダー | 5.3 m | 9.2 | 14.1 | 13.2 | 14.3 |
| | | | | | 6.1 m | 8.2 | 12.7 | 12.4 | 16 |
| | | | | | 6.9m | 8.4 | 12.6 | 12.1 | 14.4 |
| 14 | プリズム | 白 | 頭上 | アッパー | 5.3m | 75.7 | 255.7 | 260 | 340.6 |
| | | | | | 6.1 m | 48.3 | 178.2 | 216.6 | 356.8 |
| | | | | | 6.9 m | 27.7 | 130.2 | 176.2 | 323.6 |
| 15 | プリズム | 青 | 頭上 | アンダー | 5.3m | 1.2 | 2.1 | 1.7 | 2.7 |
| | | | | | 6.1 m | 1 | 1.7 | 1.5 | 2.5 |
| | | | | | 6.9 m | 1 | 1.6 | 1.6 | 2.4 |
| 16 | プリズム | 青 | 頭上 | アッパー | 5.3 m | 8.7 | 28.2 | 34.4 | 52.6 |
| | | | | | 6.1 m | 5.6 | 19.5 | 25.4 | 50.6 |
| | | | | | 6.9m | 3.4 | 13.6 | 21.6 | 47.9 |

(3) 反射式標識の読みやすさ

現在、主として用いられている反射式標識(カプセルレンズ型反射シート、以下、HISと略記)と新技術によるプリズムカット型反射シート(以下、MPと略記)について、乗用車ロービームによる視認、判読を行った。

(評価者)

道路管理者、全標協職員等の関係者12人

(判読度評価方法)

文字高を変えた6文字(50, 40, 30, 23, 18, 14cm)を配置した標示板を頭上式標識の位置に置き、180m, 150m, 100m, 75m, 50mの位置で乗用車ロービームにて視認、判読を行った。

50cm文字が読めた場合、判読度1、最小の14cm文字が読めれば判読度6と評価している。

(明るさ感及び読みやすさの評価)

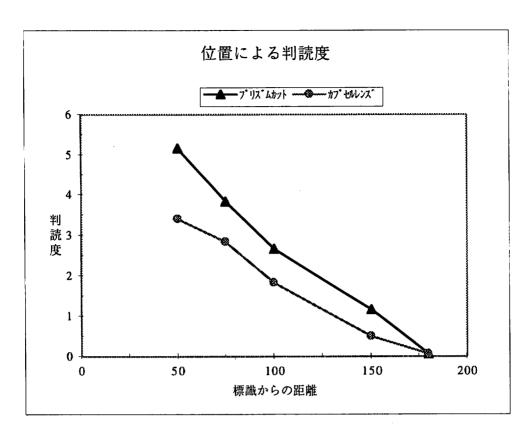
上記の位置で、2枚の標示板(VIPとHIS)を比較し、どちらが明るく感じたか、 又、どちらが読みやすいと感じたかを評価した。

(評価結果)

次図に評価結果を示す。

図2.4-10 標識からの距離別判読度

図2.4-11 観測位置による明るさと読みやすさ



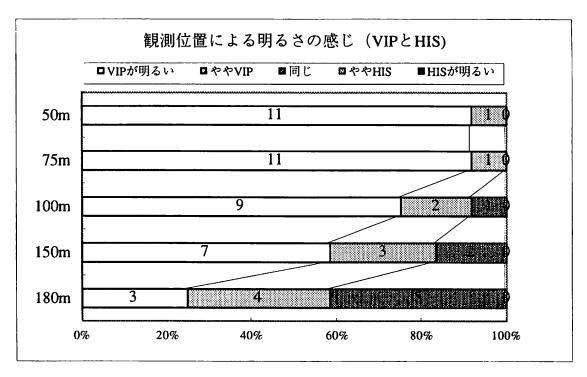
| 位置(m) | 180 | 150 | 100 | 75 | 50 | 平均 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| フ [®] リス゛ムカット | 0.08 | 1.17 | 2.67 | 3.83 | 5.17 | 2.58 |
| カプ セルレンス* | 0.08 | 0.50 | 1.83 | 2.83 | 3.42 | 1.73 |
| 判読度 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 文字高(cm) | 50 | 40 | 30 | 23 | 18 | 14 |

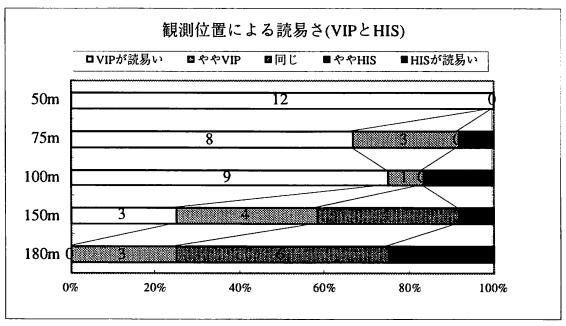
12人のモニターによる夜間の判読度の平均値

判読度4とは、23cmの文字が読めたことを示す。

100mでの白色輝度は、プリズムカットで19cd/m²,カプセルレンズで10cd/m²とプリズムカット型が明るいため、ほぼ2割小さい文字まで読めている。

図2.4-10 標識からの距離別判読度





VIP: プリズムカット型反射シート HIS: カプセルレンズ型反射シート 乗用車ロービームによる評価(n=12)

遠方からVIPの方が明るく見え、近づくにつれて差がはっきりする。 しかし、遠方ではあかる過ぎてかえって読みにくいと感じたものが多い。

図2.4-11 観測位置による明るさと読易さ

3. 夜間標識の問題点

道路利用者が夜間の標識についてどのように感じているのかを既存の資料からまとめるとともに、道路管理者に対してアンケートを実施し、夜間への対応の現状及び照明標識の整備意向を尋ねた。

3.1 利用者アンケート

(1)調查概要

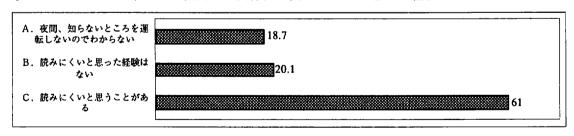
- ●案内標識に関する道路利用者アンケート(平成7年10月実施)より抜粋 (標識週間の実施事項として、全国の道路管理者が一般ユーザーに対してアンケート調査を行った結果のまとめ)
- ●回答者数:1,516人、男62.2% 女37.3% 回答なし0.5% 年令:29才以下32.8%、30代25.0%、40代21.1%、50代13.3%、60才以上7.7%

(2) 夜間の視認性に関する意見

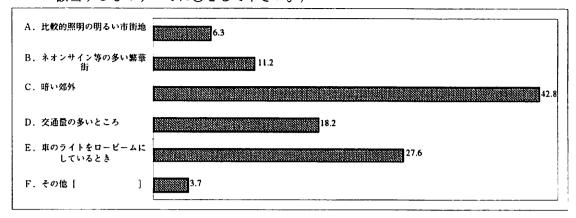
4. 案内標識の夜間の視認性についてお尋ねします。

高速道路の案内標識には照明があり、夜間の視認性は良好に保たれていますが、一般道路 の案内標識はほとんど照明はありません。

Q-16. あなたは、今までに夜間の案内標識が読みにくいと思った経験がありますか。



Q-17. 前の設問でCと答えた方、それはどのような時でしたか。 (回答が複数ある場合、 該当するものすべてに○をして下さい。)



Q-17 意見欄回答(回答件数10以上)

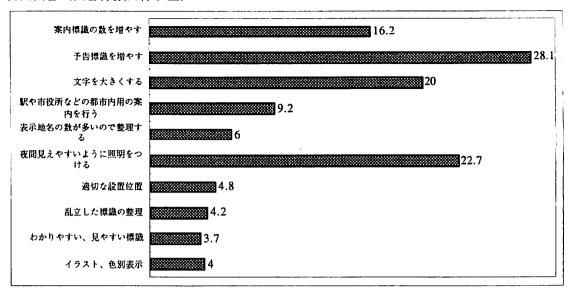
| 意 見 内 容 | 回答件数 |
|----------------------------------|------|
| 1. 照明の設置をしてほしい(電光、蛍光塗料、ソーラシステム等) | 32 |
| 2. 夜間、見えないことが多い | 29 |
| 3. 悪天候(雨、雪、霧)のとき、見えないことが多い | 28 |
| 4. 標識が樹木の陰になって見えないことがある | 12 |

5. あなたにとって、わかりやすい案内標識はどのようにあればよいと思いますか。 次のような意見がありますが、あなたの意見をお答え下さい。

例

- ・案内標識の数をもっと増やす
- ・予告標識を増やす
- ・文字を大きくする
- ・駅や市役所などの都市内用の案内を行う
- ・表示地名の数が多いので整理する
- ・夜間見えやすいように照明をつける

自由回答(回答件数50件以上)



(3) まとめ

アンケートでは過半数の者が、夜間に標識を読みにくいと思った経験を持っている。 ケースとしては「暗い郊外」が「市街地」より多く、「交通量が多く」「ライトをロー ビームにしているとき」に読みにくいといった状況にある。このため自由回答でも 「夜間に見やすいように照明をつける」希望が2割強も出されている。

3.2 道路管理者アンケート

案内標識の管理を行っている道路管理者(直轄国道工事事務所及び高速道路3公団) に案内標識に関するアンケート票を配布し、標識の管理状況及び今後の意向等をとりま とめた。アンケート結果を以下に示す。

3. 2. 1 回答機関数

有効回収票数

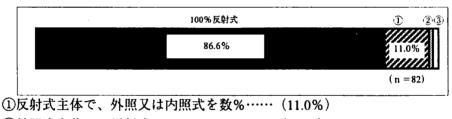
| 直轄 | 国道 | 82 | 東北12、 | 関東10、 | 北陸7、 | 中部13、 | 近畿11、 | 中国9、 | 四国7、 | 九州13 |
|-----|-----|----|-------|-------|------|-------|-------|------|------|------|
| 日本道 | 路公団 | 12 | | | | | | | | |
| 都市 | 高速 | 2 | 首都公、 | 阪公各1 | | | | | | |
| 合 | 計 | 96 | | | | | | | | |

3. 2. 2 回答結果

1. 大型案内標識について

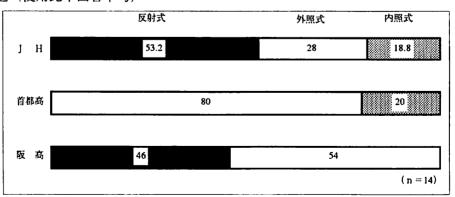
Q1.1 道路標識のタイプ

A) 直轄国道



- ②外照式主体で、反射式10%……(1.2%)

B) 高速道(使用比率回答平均)



Q1.2 照明使い分けの基準

A) 直轄国道

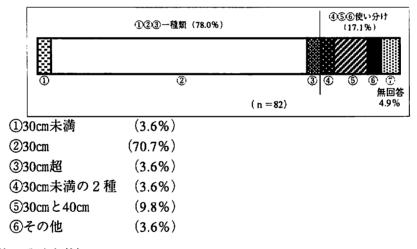
- ●23区内は外照式、(東国)、都市内は外照式(松山工)
- ●高規格道路、出口標識を内照式(大洲工、北勢国)
- ●複雑な交差点、主要な交差点、環境照度の明るい所に外照又は内照(新潟国、長岡国、大国、紀南工、土佐国)

B)高速道

- (JH) 設計要領による。(局により多少異なるが) 重要標識(分岐ノーズ、行動点など)を内照又は外照 その他(予告)を反射又は外照
- (首公) トンネル内、高架下等を内照、その他を外照
- (阪公) 基本は外照(維持管理上)

Q1.3 主要な文字高

A) 直轄国道



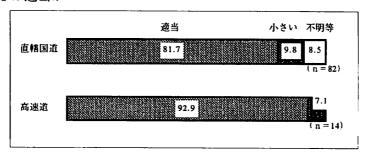
(文字高使い分け条件)

●車線数、設計速度、規制速度、種級等によっている。

B) 高速道

- (JH) 本線50cm、市街地案内30cm
- (首公) 基本50cm、トンネル内など制約箇所で40cm
- (阪公) 無回答

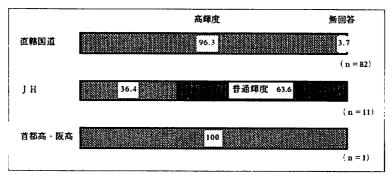
Q1.4 文字の大きさは適当か



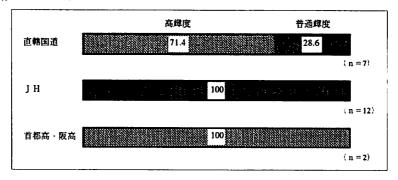
- (高田工) 標識週間アンケートでは、適当65%、小さい30%
- 注)「小さい」の回答箇所の文字高はすべて30cm

Q1.5 使用反射シートのタイプ

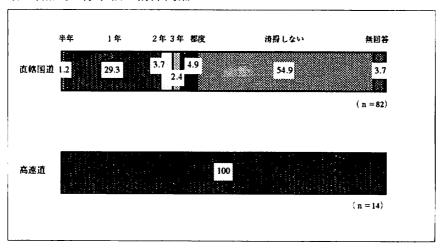
イ) 反射式に用いるシート



ロ) 外照式に用いるシート



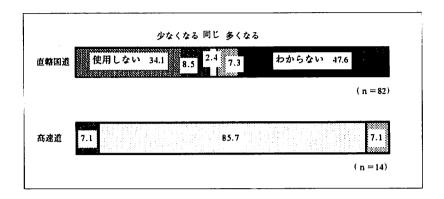
Q1.6 反射式、外照式の標示板の清掃間隔



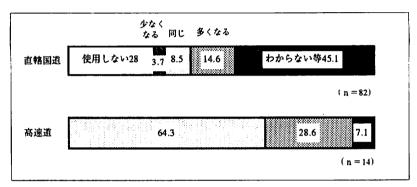
2、3、4. 反射式、外照式、内照式標示板について

Q3.1,Q4.1 使用についての見通し

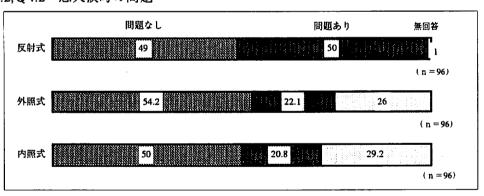
(外照式)



(内照式)



Q2.1,Q3.2,Q4.2 悪天候時の問題



Q2.1 反射式

- ●着雪(23)
- ●吹雪、霧による視認性低下(27)
- ●老朽板へ水が浸透し、視認性低下(1)
- ●腕木への着雪の落下(1)
- ●夕方、西日で視認性低下(1)

(着雪防止板を必要に応じて使用している)

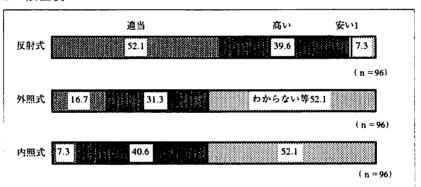
Q3.2 外照式

- ●外照灯器具への着雪(6)
- ●吹雪、霧による視認性低下(15)
- ●標示板への着雪(6)
- ●着雪の落下(1)
- ●海岸部で灯器具の痛み(1)
- ●西日の逆光時に視認性低下(1)

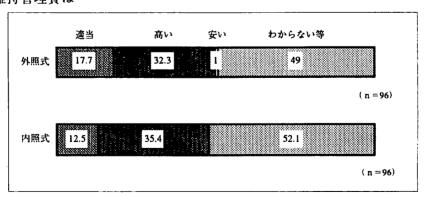
Q4.2 内照式

- ●吹雪、霧による視認性低下(10)
- ●標示板への着雪(5)
- ●着雪の落下(1)
- ●逆光時の視認性が悪い(1)
- ●薄暮時に視認性が悪い(1)

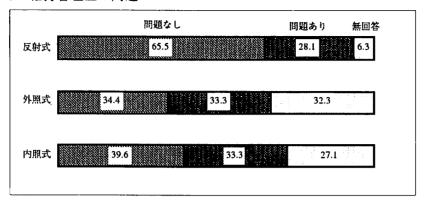
Q2.2,Q3.3,Q4.3 設置費は



Q3.4,Q4.4 維持管理費は



Q2.3,Q3.5,Q4.5 維持管理上の問題



(共通の問題)

- ●板下高 5 mをとってもこわされる。大型化により修理費がかさむ。 (7)
- ●柱の塗装メンテが必要、基礎・支柱接続部の腐食(2)
- ●更新等の予算が追いつかない。(1)
- ●狭い歩道で支柱が太すぎて通行障害になる。(1)
- ●清掃作業に問題(規制が必要、予算が乏しい)(8)

(反射式の問題)

- ●反射シートがはがれる。(6)
- ●破損復旧に時間がかかる。(1)
- ●板の再利用ができない。(2)
- ●10年で反射性能が劣化する。耐用年数が短い。(2)
- ●表示内容変更のため、全体が作り直しになる。(1)
- ●表面が汚れやすい。(2)
- ●着雪の処理(1)

(外照式の問題)

- ●メンテが必要(球切れ、虫害の清掃) (13)
- ●外照装置への着雪対策(1)
- ●電気代がかかる。(7)
- ●電源の確保(1)
- ●灯具交換作業が困難(高所作業車、規制) (4)
- ●点灯状況の把握が必要(1)
- ●灯器具のメンテ(サビ、ツララ発生)(5)

(内照式の問題)

- ●灯具のメンテ(24時間サービスはできない、機能喪失への対処等) (21)
- ●損傷修理等の費用負担が大、電気代がかかる。(5)
- ●汚れが激しい(アクリル板) (4)
- ●点検、補修作業が困難(規制、高所作業) (3)
- ●枠の劣化、アクリル板の劣化 (4)
- ●破損の復旧に時間がかかる。(2)
- ●大型になると作業時の安全性が低下する。(1)
- ●着雪がつららになる。(1)
- (海岸部で) 箱の劣化、サビ (2)

Q2.4,Q3.6,Q4.6 その他の意見

(共通の問題)

- ●表示内容をもっとシンプルにする。(1)
- ●開発等に伴う目標地変更対応、連続性確保(1)
- ●逆光時の視認性を高める。(4)
- ●柱をもう少し細くできないか、基礎も。 (7)
- ●ローマ字は小さくて読みにくい。(1)
- ●高齢者にとって文字が小さい。(1)
- ●標示板裏面の反射の苦情 (2)
- ●もう少しカラフルな表示をしたい。(1)
- ●風の抵抗を減らす工夫を。(2)
- ●裏面の有効利用策(1)

(反射式について)

- ●夜間は反射式では見にくい。 (ロービームでは見えない) (12)
- ●反射式の使用区分を示してほしい。 (プリズムタイプを含めて) (1)
- ●保守点検を行う方がよい。(1)
- ●再利用できる方法がないか。(1)
- ●古くなると水が浸透する。 (1)
- ●着雪しにくい材質開発(1)
- ●もっと高輝度で耐久性のあるものを。(1)

- ●設置費が高い。(1)
- ●より高輝度のシートを使用したい。(2)

(外照式について)

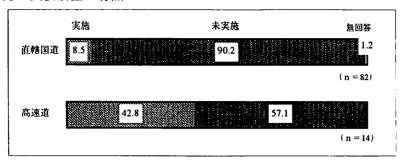
- ●均斉度が悪い。(2)
- ●照明効率が悪い。(2)
- ●景観上、余りよくない。(3)
- ●鏡面反射で見にくいものがある。 (1)
- ●まわりの明るさにより見にくい。 (1)
- ●重要な箇所は照明すべき(だが費用がかかるので使いにくい)。(2)
- ●太陽により灯具の影が生じ見にくいことがある。 (1)
- ●路面輝度が高くなり高齢者にはまぶしい。(JH) (1)
- ●普通輝度を高輝度にすべきでは。(JH) (1)
- ●球交換に規制が必要(1)
- ●門型に共架したとき、他の標識が見にくくなる。 (1)
- ●外照器具が高い。(2)

(内照式について)

- ●費用がかさむので必要な箇所の見極めが必要。(1)
- ●球切れに対応できる構造に。(3)
- ●LED式で遠方から見えるようにしたらどうか。 (1)
- ●明るすぎて高齢者にはまぶしい。白がハレーションを起こす。(2)
- ●日中の視認性が低い(特に逆光時は悪い)。(2)
- ●安定器取付位置の見直し等作業性向上(2)
- ●アクリル以外の板面を採用したら。(2)
- ●設置費が高い。(2)
- ●主要な箇所には必要(2)
- ●管理費用の増大(1)
- ●蛍光灯の落下防止(1)

5. 案内標識標示板の技術開発

Q5.1 新技術開発や試験設置の有無



Q5.2 開発、試験中の技術等

直轄国道

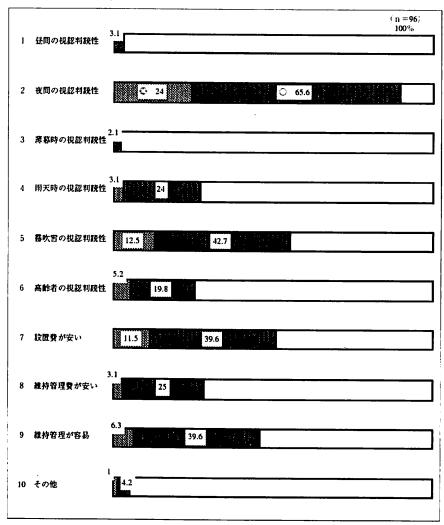
- ●裏面の利用 (三陸国)
- ●紫外線発光フィルム (昼と夜で色を変える) (北陸地建、新潟国)
- ●イメージを重視した案内(高山国)
- ●反射シートに写真を利用 (姫路工)
- ●新内照式の実験(福岡国)
- ●警戒標識の大型化 (奈良国)

高速道

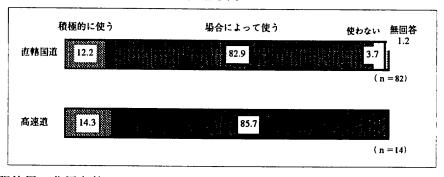
- ●着雪対策(取付角度、表面塗布剤、フード設置)
- ●新照明方式(遠方照明、導光板、繊維シート、光透過シート、ブラックライト、超高輝度 シート)
- ●内照灯具の位置(路肩側だけにし、取替時の車線規制廃止)
- ●LED案内板 (霧対策)
- ●遠方外照式

6. 今後の新しい標示板について

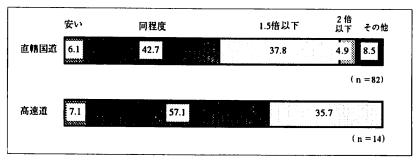
Q6.1 新標示板検討に必要な項目



Q6.2 夜間·薄暮時視認性の高い新照明の採用意向



Q6.3 新照明使用の費用条件



Q6.4 新照明標識利用時の条件

| 直轄国道(n=82) | 高速道 (n = 14) |
|------------------------|---------------|
| ●維持管理が容易(27) | (8) |
| ●設置費が安い (13) | (4) |
| ●維持管理費が安い(11) | (3) |
| ●標示板(柱・基礎)が大きくならない(11) | |
| ●電源供給が容易(ソーラー等) (7) | |
| ●施工が容易 (4) | (1) |
| ●耐久性 (4) | (2) |
| ●自重が重くない(2) | (2) |
| ●停電、球切れ等が基地で確認できる (2) | |
| ●既設支柱、基礎が利用できる (2) | (1) |
| ●着雪しない(1) | |
| ●故障時のサポート可能 (1) | |
| ●厚さが大きくない (1) | |
| ●外照装置のコンパクト化(1) | |
| ●停電時の対応可能 (1) | |
| ●強度大(破損しない) (1) | |
| ●破損時の二次災害防止(1) | |
| ●設置基準が明確であること (1) | |

4. 夜間標識の明るさ

4.1 青地標識の輝度・判読度実験(平成8年度実施)

夜間の標識の読みやすさに関与する要因は種々あるが、板面の明るさは最も大きな要因と言える。しかし現状ではどんな場合にどの程度の明るさが読みやすいのか、明るくすればする程遠方から読めるようになるのかなど明確でない点が多い。これらの特性を明らかにすることで、適切な明るさを有する標識の開発が容易になると考えられ、一般道で用いられる青地の標識について、板面と明るさと読みやすさの関係を把握するための実験を行った。

4.1.1 実験の概要

(1) 実験の枠組

(実験場) 土木研究所標識実験棟

(供試材) 広観察角反射シートを用いて、青白輝度比を変えた標示板数種を作成し、 投光器によって輝度を変える。

青白コントラスト(5, 10, 20, 50)の4水準

白色輝度(5, 12, 30, 80, 200, 500, 1200cd/m²) の 7 水準

(実験環境) 標識-被験者間の距離は固定

同時に3人の被験者が評価

標識背景照明をコントロールし、明暗の2水準を設定。

被験者の室内は無灯火。

自動車ヘッドライトは消灯(ミニチュア化のため対応が困難)。

(判読性評価) サイズを変えた文字(文字高 5 cm~11cm)を用い、等距離でどのサイズをで読めるかを測定して判読性指標とする。

・多数の供試体を作れないため、「判ってしまう」ことのないよう視力 検査同様の手段をとる。

(読みやすさ評価) 上記と同じ標示板に漢字の地名等を配置し、その読みやすさを評価する。地名等は単純な文字と字画の多い複雑な文字を組みあわせてお

く。

(提示時間) 強い凝視を避けるため、数秒間(試行の結果5秒)の露出により評価、 提示時間は事前に説明しておく。

(被験者) 視力0.7以上(運転免許条件)
年齢層により2グループ(分析層…20・30代、高齢層…65~74才)
分析層20人、高齢層5人など、分析層を主体に分析。
高齢層はその特性を把握するための対比グループとする。
原則として被験者は交替せずに一連の実験に参加する。

(縮少率) 被験者-標識間が30m固定のため以下のように考える。

夜間において、一般的な標識の文字(30cm)を85%のドライバーが判読 しおわる距離を算定し、その位置での評価を想定する。

画数の少ない漢字を徒歩(停止)で判読できる距離は102m(=5.67×30×0.6)、昨年実験により夜間には昼間の75%程度に判読性が低下する。 従って、102×0.75=76.5mが30cm文字の判読位置(85%タイル)と推定できる。これを30m先で再現するため地名等の縮少率は30/76.5=0.39≒0.4となる。

文字高として12cm (=30cm×0.4) を用いる。

地名等は同一のものを用い、説明しておくので、判読できない者はいないと思われるが判読できない者は分析層から除外することとする。

(供試体レイアウト) 3文字の地名(12cm文字高)1個とサイズの異なる漢字7個を 2段に配置。白の縁どりを行う。

(設置高さ) 目の高さ1.2mで標示板の下縁 5 mを76.5m地点から見る角度を30m先で再現する。

したがって、(目の高さ) +1.5m (=2.7m) を標示板下縁の高さとする。

(2) 特性値の評価

1) 判読距離評価方法

判読評価用漢字には、サイズの大きな順に1, 2, …7の計量値を割り当てる。 被験者には読みとれた最も小さなものと、その次のものの2つを回答してもらう (例えば3と4が分かった)。最も小さなものが正しければその値(例:4)を、 誤りであればその前のもの(例:3)を判読特性値とする。

判読特性値は判読距離とリニアーな関係にあるので、そのまま、平均、分散等の算出が可能である。

2) 読みやすさ評価方法

被験者は各条件で常に同じ地名(例:福岡市)を見て、その読みやすさを主観的に評価する。

評価尺度

① (総合評価)

「読みやすく、まぶしくなく、見たあとで路面が見にくくならない」などの点からみて、夜間の標識として使ってもよいかどうかを評価してください。

評価は10点満点で、「一寸問題はあるけれど使ってもよい」というぎりぎりの ものを 6 点、「使わない方がよい」ものを 4 点など、おおむね以下の基準で点を つけてください。

10:読みやすく、あらゆる点で全く問題がない

q

8:実用的に充分使える

7

6:一寸問題はあるが使ってよい

5:どちらともいえない

4:一寸問題があり、使わない方がよい

3

2:かなり問題があり、使ってほしくない

1

0:全く実用にならない、使っては困る

注)カテゴリー値ではなく、評価点(計量値)である。ワードは目安。 9 点、7 点などの評価があってもよい。

② (要因評価)

- イ. 明暗についての感じは
 - 1. 全体に暗い
 - 2. 文字が暗い
 - 3. 青地が暗い

- 4. 全体が明るすぎる
- 5. 文字が明るすぎる
- 6. 青地が明るすぎる
- 7. まぶしい感じがある
- 8. まぶしくはないが、これほど明るくなくてもよい

- 9. 目にやさしい明るさ(ちょうど良い明るさ)
- ロ. その他の印象は
 - 1. 白色がにじみだして見えた
 - 2. 白色と青色の境がはっきりしない
 - 3. 色の感じが通常の標識と違う
 - 4. その他(自由回答)

ハ、判読確認

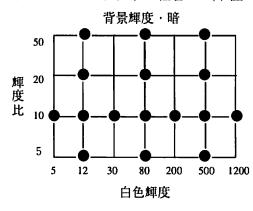
- 1. 最大の文字も読めなかった
- 注)これらのカテゴリーは、あらかじめ説明しておくが、被験者の回答時には 選択肢を見ずに答えてもらう。イ.ロ.の質問のみをキューとして考えずに 感じたことのみを答えることになる。したがって明暗について1~9のいず れにも反応しない場合もある。

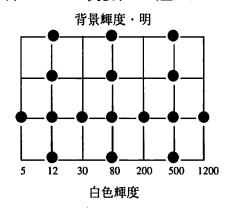
(3) 実験水準割付

- 1) 制御因子 1. 白色輝度 7 水準 (5, 12, 30, 80, 200, 500, 1200cd/m²)
 - 2. 白/青輝度比4水準(5, 10, 20, 50)
 - 3. 背景輝度2水準(暗、明)
 - 注) 各水準値は狙いであり、供試体の製作及び実験時の調整により、若干の 変動が生ずる。

2) 実験割付

- · 多水準の実験であること、因子間の交互作用は無視できないことから、直交表による割付けは不適当。
- ・ 全組合せは $7 \times 4 \times 2 = 56$ 通りとなるが、これ迄の知見により、全てをカバーしなくても推定が可能である。
- ・ 以上のことから以下の組合せ(下図の●印)について実験する(全32ケース)。





3) 実験組合せ表

| Nα | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|------|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|-----|------|----|----|-----|
| 背景輝度 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 | 明 |
| 輝度比 | 50 | 50 | 50 | 20 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 |
| 白色輝度 | 12 | 80 | 500 | 12 | 80 | 500 | 5 | 12 | 30 | 80 | 200 | 500 | 1200 | 12 | 80 | 500 |

| Na | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 28 | 30 | 31 | 32 |
|------|----|----|-----|----|----|-----|----|----|----|----|-----|-----|------|----|----|-----|
| 背景輝度 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 | 暗 |
| 輝度比 | 50 | 50 | 50 | 20 | 20 | 20 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 5 | 5 | 5 |
| 白色輝度 | 12 | 80 | 500 | 12 | 80 | 500 | 5 | 12 | 30 | 80 | 200 | 500 | 1200 | 12 | 80 | 500 |

(4) 実験環境

図4.1-1に示す状況で行った。

・被験者: 乗用車運転席を模した座席に、同時に3人が着座し、背後を遮光カー テンでおおった。座席には前面ガラスを透した光のみが達し、運転中と 同じような明るさを保つ。

> 標示板の評価等はすべて口頭で行われ、被験者の背後(カーテンのう しろ)にいる記録者が質問と回答データの記録を行った。

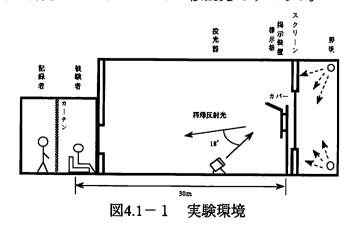
- ・運転席前方路面: 被験者の30m前方に供試体の標示板を設置。標示板までの床面(路面に相当)はアスファルトでほとんど無反射の状態。
- ・供試体(実験用標示板): 被験者の前方30mに掲示装置を設置し、掲示装置に標示板をセット(路面より2.7m高)して示した。なお装置には板面を隠すカバーをセットしてあり、標識照明と連動して5秒間だけカバーが開くようになっているため、掲示状態以外では標示板を見ることは出来ない。
- ・標識照明: 掲示板に所定の輝度を与えるため、標示板の約7m前方に専用投光 器を置き、各実験毎にコンピュータ制御により5秒間だけ標示板を照明 した。

光源から標示板への入射光と被験者への再帰反射光のなす角度(観測角)は約18°になる。

・背景照明: 標示板の後方約1mにある透過型白色スクリーン(布製、高さ8.1m×巾6.0m)に背後から照明(室内電灯及び投光器等)を当てて、明るさをコントロールした。

なお、スクリーンは透過散乱光により、若干のムラはあるがほぼ一様の明るさとなり、まぶしさを感ずる光源光そのものは全くない状態である。

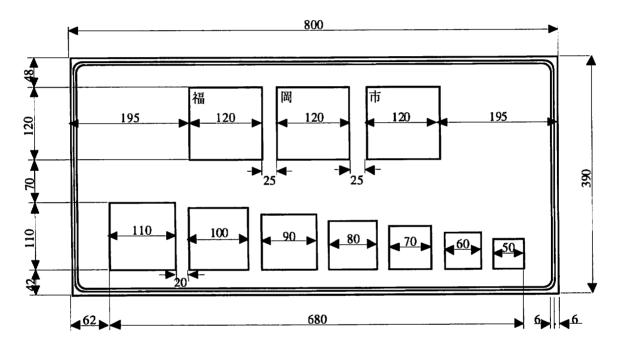
・天井照明: 実験室天井には照明灯があるが、点灯すると標示板に光があたるため使用しなかった。したがって、被験者にとどく光は、標示板からの再帰反射光とスクリーンからの散乱光だけである。



(5) 供試体

図4.1-2に示す実験用標示板16枚を作成して行った。

標示板のレイアウトは16枚すべてに共通で、上下2段に漢字を表示。上段は16枚に 共通して「福岡市」(文字高12cm)を表示。下段には文字高11cmから5cmまで1cmき ざみに文字高を変えた7文字を表示してどこまで読めるかを把握した。7文字の組合 せは16枚にランダムとし、被験者に予測や記憶が出来ないようにしている。なお、7 文字は7画の常用漢字(ただし、点及び線を1画とカウント)から選択し、知らない 文字のないように配慮している。使用文字を表4.1-1に示す。



文字書体 : ナールD正体 標示板地色: 青

文字色 :白

縁線 :白

:広角反射シート 表面素材

図4.1-2 実験用標示板レイアウト

表4.1-1 判読用漢字及び実験順序

| 順 | 板No | 白色 | 輝度比 | | | 判 | 読用漢 | [字 | | | 古毎日針: 1 |
|-----|---------|------|------------|---|---|---|-----|----|---|---|---------|
| /// | 122110. | 輝度 | //平/又, J-C | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 広角反射シート |
| 1 | 8 | 12 | 10 | 形 | 至 | 杉 | 床 | 加 | 我 | 判 | |
| 2 | 13 | 1200 | 10 | 早 | 折 | 自 | 村 | 再 | 仲 | 走 | |
| 3 | 16 | 500 | 5 | 西 | 作 | 有 | 加 | 床 | 仮 | 当 | |
| 4 | 15 | 80 | 5 | 曲 | 杉 | 気 | 列 | 団 | 判 | 我 | |
| 5 | 5 | 80 | 20 | 材 | 自 | 折 | 再 | 村 | 走 | 仲 | |
| 6 | 4 | 12 | 20 | 列 | 当 | 仮 | 西 | 形 | 気 | 折 | |
| 7 | 10 | 80 | 10 | 床 | 仮 | 走 | 対 | 応 | 杉 | 気 | |
| 8 | 7 | 5 | 10 | 佐 | 有 | 住 | 赤 | 伊 | 当 | 仮 | |
| 9 | 1 | 12 | 50 | 村 | 走 | 利 | 早 | 佐 | 自 | 杉 | |
| 10 | 9 | 30 | 10 | 再 | 仲 | 志 | 材 | 西 | 折 | 有 | |
| 11 | 12 | 500 | 10 | 赤 | 判 | 我 | 佐 | 曲 | 住 | 自 | |
| 12 | 3 | 500 | 50 | 伊 | 志 | 判 | 曲 | 材 | 至 | 作 | |
| 13 | 14 | 12 | 5 | 応 | 住 | 至 | 伊 | 赤 | 利 | 志 | |
| 14 | 2 | 80 | 50 | 加 | 我 | 仲 | 応 | 対 | 有 | 住 | |
| 15 | 11 | 200 | 10 | 团 | 利 | 当 | 形 | 早 | 作 | 至 | |
| 16 | 6 | 500 | 20 | 対 | 気 | 作 | 団 | 列 | 志 | 利 | |

| | 0 | 17 | _ | 12 | 住 | 再 | 伊 | 赤 | 対 | 応 | 形 | 昼間、 | 高輝度 | |
|--|---|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|--|
|--|---|----|---|----|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|--|

[●]背景輝度明・暗ごとに同順で実施

(6)被験者

若年層24名、高齢者層6名の計30名について実験を行ったが、4名を分析から除外した。分析対象者の特性は以下のとおり。

| | 計 | 性 | 別 | | | 年齢 | | |
|-----|----|----|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| | βl | 男 | 女 | 20~24 | 25~29 | 30~64 | 65~69 | 70~74 |
| 若年G | 21 | 14 | 7 | 20 | 1 | _ | _ | - |
| 高齢G | 5 | 5 | 0 | _ | _ | _ | 3 | 2 |

| • | i | I | 申告両間 | 見視力 | (矯正) | | | | 眼鏡等 | |
|-----|-----|-----|------|------------|------|-------|----|---|-----|--|
| | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 不明 | 眼鏡 | コンタクト | 裸眼 | | | |
| 若年G | 1 | 1 | 1 | | 6 | 6 | 9 | | | |
| 高齢G | | 1 | | 3 | 1 | 2 | | 3 | | |

| | 免 | 許取得後 | 年数 [年] | | J. |] 平均走行 | 「距離 [km |] |
|-----|-----|------|--------|-----|-------|--------|---------|--------|
| | 1~3 | 4~9 | 10~29 | 30~ | 300未満 | 3~500 | 5~1000 | 1000以上 |
| 若年G | 12 | 9 | _ | _ | 5 | 2 | 5 | 9 |
| 高齢G | _ | _ | _ | 5 | _ | 3 | 2 | _ |

注)女性高齢者も被験者としたかったが、該当者は集められなかった。現時点では、65才以上で車を運転する女性は非常に少ないようである。

4.1.2 判読度データの分析

実験単位別判読度データの集計表を表4.1-2,3に示す。

表4.1-2 実験単位別判読度集計表 (若年G)

| | - | | 227.1 | 2 > | | | | | | | | |
|------|-----|----|-------|------------------------------|-----|-----|-----|----|---|-----|-------|------|
| 明暗 | 板No | | | | 判読 | 度若 | ∉G | | | | Σ | 平均 |
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 計 | | |
| 1.明 | 1 | 4 | 1 | 5 | 3 | 3 | 5 | | | 21 | 57 | 2.71 |
| | 2 | 1 | 1 | 1 | 7 | 2 | 8 | 1 | | 21 | 78 | 3.71 |
| | 3 | | | 2 | 1 | 5 | 12 | 1 | | 21 | 93 | 4.43 |
| | 4 | 6 | | 6 | | 7 | 2 | | | 21 | 50 | 2.38 |
| | 5 | | 1 | 1 | 9 | 5 | 3 | 1 | 1 | 21 | 78 | 3.71 |
| | 6 | | | | 8 | 4 | 6 | 3 | | 21 | 88 | 4.19 |
| | 7 | 10 | 1 | | 6 | 1 | 3 | | | 21 | 38 | 1.81 |
| | 8 | 5 | 1 | 3 | 5 | 5 | 2 | | | 21 | 52 | 2.48 |
| | 9 | 2 | 1 | 3 | 3 | 7 | 5 | | | 21 | 69 | 3.29 |
| | 10 | | 2 | | 6 | 6 | 6 | 1 | | 21 | 80 | 3.81 |
| | 11 | | | 1 | 3 | 5 | 4 | 8 | | 21 | 99 | 4.71 |
| | 12 | | 1 | 3 | 4 | 2 | 7 | 3 | 1 | 21 | 87 | 4.14 |
| | 13 | | | 1 | 5 | 8 | 5 | 1 | 1 | 21 | 87 | 4.14 |
| | 14 | 9 | | 2 | 4 | 4 | 2 | | | 21 | 42 | 2.00 |
| | 15 | 1 | | 2 | 6 | 10 | 2 | | | 21 | 72 | 3.43 |
| | 16 | 1 | | 3 | 4 | 3 | 10 | | | 21 | 80 | 3.81 |
| 1.明計 | | 39 | 9 | 33 | 74 | 77 | 82 | 19 | 3 | 336 | 1,150 | 3.42 |
| 2.暗 | 1 | 2 | 1 | 4 | 6 | 1 | 6 | 1 | | 21 | 67 | 3.19 |
| | 2 | | 2 | 1 | 7 | 3 | 7 | 1 | | 21 | 78 | 3.71 |
| | 3 | | | 2 | 1 | 6 | 12 | | | 21 | 91 | 4.33 |
| | 4 | 1 | 1 | 5 | 4 | 6 | 2 | 2 | | 21 | 69 | 3.29 |
| | 5 | | 2 | 1 | 7 | 2 | 3 | 5 | 1 | 21 | 85 | 4.05 |
| | 6 | | ~ . | | 7 | 3 | 8 | 3 | | 21 | 91 | 4.33 |
| | 7 | 4 | 4 | 4 | 5 | | 4 | | | 21 | 47 | 2.24 |
| | 8 | 1 | 5 | 4 | 3 | 5 | 3 | | | 21 | 57 | 2.71 |
| | 9 | | 2 | 1 | 8 | 4 | 6 | | | 21 | 74 | 3.52 |
| | 10 | | 1 | 3 | 3 | 6 | 5 | 3 | | 21 | 83 | 3.95 |
| | 11 | | 1 | | 3 | 6 | 7 | 4 | | 21 | 93 | 4.43 |
| | 12 | 1 | | 1 | 2 | 4 | 11 | 1 | 1 | 21 | 92 | 4.38 |
| | 13 | | | | 3 | 12 | 3 | 2 | 1 | 21 | 91 | 4.33 |
| | 14 | 6 | 2 | 4 | 2 | 4 | 3 | | | 21 | 47 | 2.24 |
| | 15 | | | 1 | 10 | 6 | 4 | | | 21 | 76 | 3.62 |
| | 16 | | | 3 | 3 | 8 | 7 | | | 21 | 82 | 3.90 |
| 2.暗計 | | 15 | 21 | 34 | 74 | 76 | 91 | 22 | 3 | 336 | 1,223 | 3.64 |
| 若年G言 | t | 54 | 30 | 67 | 148 | 153 | 173 | 41 | 6 | 672 | 2,373 | 3.53 |

表4.1-3 実験単位別判読度集計表(高齢G)

| 明暗 | 板No | | | | 判読月 | 走 高齢 | G | | | | - | 77 H- |
|----------|-------|----|----|----|-----|------|---|------------|---|-----|-----|-------|
| 17711111 | TXINO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 計 | Σ | 平均 |
| 1.明 | 1 | 2 | 1 | 2 | | | | | | 5 | 5 | 1.00 |
| | 2 | | 3 | | 1 | | 1 | | | 5 | 11 | 2.20 |
| | 3 | | | 3 | | 2 | · | | | 5 | 14 | 2.80 |
| | 4 | 4 | | 1 | | | | | | 5 | 2 | 0.40 |
| | 5 | | 2 | 2 | 1 | | | | | 5 | 9 | 1.80 |
| | 6 | | | 1 | 2 | 1 | | 1 | | 5 | 18 | 3.60 |
| | 7 | 5 | | | | | | | | 5 | 0 | 0.00 |
| | 8 | 4 | 1 | | | | | | | 5 | 1 | 0.20 |
| | 9 | | 1 | 2 | 2 | | | | | 5 | 11 | 2.20 |
| | 10 | | 2 | 1 | 2 | | | | | 5 | 10 | 2.00 |
| | 11 | | 1 | | 1 | 2 | | 1 | | 5 | 18 | 3.60 |
| | 12 | | 2 | 2 | | | | 1 | | 5 | 12 | 2.40 |
| | 13 | 1 | 3 | | | | 1 | | | 5 | 8 | 1.60 |
| | 14 | 4 | | 1 | | | | | | 5 | 2 | 0.40 |
| | 15 | | 2 | | 3 | | | | | 5 | 11 | 2.20 |
| | 16 | | | 2 | 3 | | | | | 5 | 13 | 2.60 |
| 1.明計 | | 20 | 18 | 17 | 15 | 5 | 2 | 3 | 0 | 80 | 145 | 1.81 |
| 2.暗 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | | | | | 5 | 8 | 1.60 |
| | 2 | | 2 | 1 | 1 | 1 | | | | 5 | 11 | 2.20 |
| | 3 | | 1 | 2 | | 1 | | <u>_</u> . | 1 | 5 | 16 | 3.20 |
| | 4 | 1 | | 3 | | 1 | | | | 5 | 10 | 2.00 |
| | 5 | | 1 | 3 | | | 1 | | | 5 | 12 | 2.40 |
| | 6 | | | 11 | 2 | 1 | | 1 | | 5 | 18 | 3.60 |
| | 7 | 4 | | 1 | | | | | | 5 | 2 | 0.40 |
| | 8 | 2 | 2 | 1 | | | | | | 5 | 4 | 0.80 |
| | 9 | 2 | 1 | 2 | | | | | | 5 | 5 | 1.00 |
| | 10 | | 3 | | | 2 | | | | 5 | 11 | 2.20 |
| | 11 | 2 | | | | 2 | 1 | | | 5 | 13 | 2.60 |
| | 12 | | 2 | 1 | | 1 | 1 | | | 5 | 13 | 2.60 |
| | 13 | | | 1 | 1 | 2 | | 1 | | 5 | 19 | 3.80 |
| | 14 | 5 | | | | | | | | 5 | 0 | 0.00 |
| | 15 | | 1 | 2 | 2 | | | | | 5 | 11 | 2.20 |
| | 16 | | | 2 | 1 | | 2 | | | 5 | 17_ | 3.40 |
| 2.暗計 | · | 17 | 14 | 22 | 8 | 11 | 5 | 2 | 1 | 80 | 170 | 2.13 |
| 高齢G | 計 | 37 | 32 | 39 | 23 | 16 | 7 | 5 | 1 | 160 | 315 | 1.97 |

(1) 分散分析

若年G (21人)、高齢G (5人)の各々について、判読度データ(特性値 $0\sim7$)の分散分析を行った。

分散分析表を表4.1-4及び表4.1-5に示す。

分散分析表で主実験は、環境照度 A (2 水準) × 板面輝度 B (3 水準) × 輝度比 (4 水準) の三元配置実験、副実験は C = C 3 固定の A (2 水準) × B (4 水準) の 二元配置実験に該当する。

また、誤差項は個人差Dと他の要因との交互作用項に該当する。有意差検定は、誤 差項によるF比にもとづいている。ただし、A×B×Cの三因子交互作用が有意であ る場合には、A×B×Cを二次誤差とみなして再検定を行っている。

(若年Gの分散分析結果) …表4.1-4参照

- ・ 環境照度A、板面輝度B、輝度比C及び個人差Dが有意。交互作用は認められなかった。
- ・ 不偏分散の大きさで比較すると、判読に最も寄与するのは板面輝度 B、ついで個人差Dが大きい。環境照度と輝度比の寄与は小さい。

| | , | | 20 1 131000 | | | |
|-----------------------|--------------|------|-------------|----------------|------|------|
| 要因 | SS | d f | V | F _o | 5 % | 1 % |
| 主実験 | (261.28) | (23) | - | | | |
| A:環境照度 | 7.38 | 1 | 7.38 | 7.85** | 3.92 | 6.85 |
| B:板面輝度 | 218.98 | 2 | 109.49 | 116.48** | 3.07 | 4.78 |
| C:輝度比 | 21.93 | 3 | 7.31 | 7.78** | 2.68 | 3.95 |
| A×B | 3.22 | 2 | 1.61 | 1.71 | 3.07 | |
| B×C | 5.45 | 6 | 0.91 | 0.97 | 2.17 | |
| C×A | 2.10 | 3 | 0.70 | 0.74 | 2.68 | |
| $A \times B \times C$ | 2.23 | 6 | 0.37 | 0.39 | 2.17 | |
| 副実験 | (166.17) | (7) | | | | |
| A:環境照度 | 0.86 | 1 | 0.86 | 0.91 | 3.92 | |
| B:板面輝度 | 162.41 | 3 | 54.14 | 57.60** | 2.68 | 3.95 |
| A×B | 2.90 | 3 | 0.97 | 1.03 | 2.68 | |
| 主・副実験間 | 0.18 | 1 | 0.18 | | | |
| 個 人 差 | 781.13 | 20 | 39.06 | 41.55** | 1.65 | 2.03 |
| 誤 差 | 584.59 | 620 | 0.94 | - | | |
| 合 計 | 1793.34 | 671 | | | | |

表4.1-4 分散分析表「判読度、若年G」

(高齢Gの分散分析結果) …表4.1-5参照

- · 若年Gとほぼ同じ状況で、A, B, C, Dが有意、交互作用は認められない。
- ・ 若年Gとの違いは、副実験でA×Bが有意となったことである。副実験では 板面輝度Bの水準値に最小と最大が含まれている。このことが高齢者のA×B を有意にしたと思われる。すなわち、環境照度は高齢者にとって板面が非常に 明るいとか非常に暗い状況で、判読度に影響を及ぼすと考えられる。詳しくは 要因効果の推定で述べる。

| | 秋4.1 一 | | 衣 1 刊 | | | |
|-----------------------|---------------|------|--------------|----------------|------|------|
| 要因 | SS | d f | V | F _o | 5 % | 1 % |
| 主実験 | (126.99) | (23) | | | | - |
| A:環境照度 | 4.41 | 1 | 4.41 | 5.25** | 3.92 | 6.85 |
| B:板面輝度 | 100.52 | 2 | 50.26 | 59.83** | 3.07 | 4.79 |
| C:輝度比 | 7.43 | 3 | 2.48 | 2.95** | 2.68 | 3.95 |
| A×B | 0.82 | 2 | 0.41 | 0.49 | 3.07 | |
| B×C | 7.35 | 6 | 1.22 | 1.45 | 2.17 | |
| $C \times A$ | 1.42 | 3 | 0.47 | 0.56 | 2.68 | |
| $A \times B \times C$ | 5.05 | 6 | 0.84 | 1.00 | 2.17 | |
| 副実験 | (69.20) | (7) | | | | |
| A:環境照度 | 0.10 | 1 | 0.10 | 0.12 | 3.92 | |
| B:板面輝度 | 50.60 | 3 | 16.87 | 20.08** | 2.68 | 3.95 |
| A×B | 18.50 | 3 | 6.17 | 7.35** | 2.68 | 3.95 |
| 主・副実験間 | 0.25 | 1 | 0.25 | | | |
| 個人差 | 134.00 | 4 | 33.50 | 39.88** | 2.45 | 3.48 |
| 誤 差 | 104.40 | 124 | 0.84 | | | |
| 合 計 | 434.84 | 159 | | | | |

表4.1-5 分散分析表「判読度、高齢G」

(2) 要因効果の推定

[若年G]

主効果A, B, Cが有意であり、交互作用は認められなかったので、各主効果の 母平均及び95%信頼区間を図4.1-3に示す。 (表4.1-6参照)

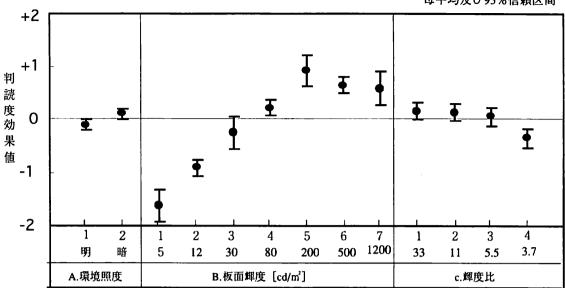


図4.1-3 要因効果 [判読度、若年G]

表4.1-6 効果の母平均の推定表(判読度、若年G)

| | <u> 124.1 0</u> | 7937 (-7 1:3- -1 | がた化化(刊) | | |
|---------|-----------------------|--------------------|---------------------------------------|------------|-------|
| 要因・カ | 水准 | 効果の母平均 | ————————————————————————————————————— | 平均の95%信頼[2 | (間 |
| | | 790 K = 2 G | レンジ | 下限 | 上限 |
| A:環境照度 | A ₁ :明 | -0.11 | ±0.10 | -0.21 | -0.01 |
| | A ₂ :暗 | 0.11 | ±0.10 | 0.01 | 0.21 |
| B:白色輝度 | B ₁ : 5 | -1.62 | ±0.30 | -1.92 | -1.32 |
| [cd/m²] | B ₂ : 12 | -0.89 | ±0.15 | -1.04 | -0.74 |
| 1 | B ₃ : 30 | -0.24 | ±0.30 | -0.54 | 0.06 |
| | B ₄ : 80 | 0.23 | ±0.15 | 0.08 | 0.38 |
| | B ₅ : 200 | 0.93 | ±0.30 | 0.63 | 1.23 |
| | B ₆ : 500 | 0.67 | ±0.15 | 0.52 | 0.82 |
| | B ₇ : 1200 | 0.60 | ±0.30 | 0.30 | 0.90 |
| C:輝度比 | C ₁ : 33 | 0.16 | ±0.17 | -0.01 | 0.33 |
| [白/青] | C ₂ : 11 | 0.14 | ±0.17 | -0.03 | 0.31 |
| | C ₃ : 5.5 | 0.06 | ±0.17 | -0.11 | 0.23 |
| | C ₄ : 3.7 | -0.35 | ±0.17 | -0.52 | -0.18 |
| μ:実験間 | μ ₁ : 主 | -0.01 | | | |
| | μ ₂ :副 | 0.03 | | | |
| 全実験 | 平均 | 3.53 | | | |

信頼区間=± t (620, 0.05) $\sqrt{\text{Ve/N}} = \pm 1.98 \sqrt{0.94/\text{N}}$

Nは推定水準の実験反覆数

注)要因B(白色輝度)は、主副の各実験からの推定値となるため、主実験に合わせた推定を行っており、 $B_1 \sim B_2$ の効果母平均の合計値は0とならない。

図に見るように以下のような状況である。

- ① 環境照度: わずかな差であるが、まわりが暗い場合の方が判読度が高い。 明と暗の差は0.22ポイントであり、30cm文字に換算すると暗い環境の方が3m程遠方から判読できるということになる。
- ② 板面輝度: 板面が暗いと判読度は悪く、明るくなるにつれて読めるようになる。最も良く読めるのはB5 (200cd/m²) であり、さらに板面が明るくなると逆に判読度は低下する。
- ③ 輝度比 : 輝度比は高い (コントラストが強い) 方が判読度が高い。しかし輝度比5.5以上ではその差はごくわずかである (有意差なし)。輝度比3.7 (コントラストが最も弱いもの) は明らかに判読度が悪く、C 2 (輝度比11) の場合に比較すると0.5ポイント (30cm文字の判読距離にして6 m) ほど低下する。

[高齢G]

若年Gと同じ傾向を示しており、図4.1-4に示す。(表4.1-7参照)

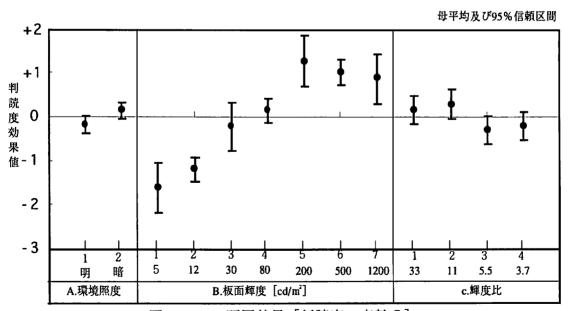


図4.1-4 要因効果 [判読度、高齢G]

表4.1-7 効果の母平均の推定表(判読度、高齢G)

| ### TTJ | 1. idle | | 母: | 平均の95%信頼[| ☑間 |
|---|-----------------------|--------|-------|-----------|-------|
| 要因・カ | 水华 | 効果の母平均 | レンジ | 下限 | 上限 |
| A:環境照度 | A ₁ :明 | -0.16 | ±0.20 | -0.36 | 0.04 |
| | A ₂ :暗 | +0.16 | ±0.20 | -0.04 | 0.36 |
| B:白色輝度 | B ₁ : 5 | -1.61 | ±0.57 | -2.18 | -1.04 |
| $\left[\operatorname{cd} / \operatorname{m}^{2} \right]$ | B ₂ : 12 | -1.19 | ±0.28 | -1.47 | -0.91 |
| | B ₃ : 30 | -0.21 | ±0.57 | -0.78 | 0.36 |
| | B ₄ : 80 | 0.16 | ±0.28 | -0.12 | 0.44 |
| | B ₅ : 200 | 1.29 | ±0.57 | 0.72 | 1.86 |
| | B ₆ : 500 | 1.03 | ±0.28 | 0.75 | 1.31 |
| | B ₇ : 1200 | 0.89 | ±0.57 | 0.32 | 1.46 |
| C:輝度比 | C ₁ : 33 | 0.18 | ±0.33 | -0.15 | 0.51 |
| [白/青] | C ₂ : 11 | 0.31 | ±0.33 | -0.02 | 0.64 |
| | C ₃ : 5.5 | -0.29 | ±0.33 | -0.62 | 0.04 |
| | C ₄ : 3.7 | -0.19 | ±0.33 | -0.52 | 0.14 |
| μ:実験間 | μ1: 主 | 0.02 | | | |
| | μ ₂ :副 | -0.07 | | | |
| 全実験 | 平均 | 1.97 | | | |

信頼区間=±t (124, 0.05) √ V e / N =±1.98√ 0.84/N Nは推定水準の実験反覆数

注)要因B(白色輝度)は、主副の各実験からの推定値となるため、主実験に合わせた推定を行っており、B₁~B₂の効果母平均の合計値は0とならない。

① 環境照度: 若年Gと同じ傾向で、まわりが暗い方がよく判読できる。

② 板面輝度: 若年Gと同じ傾向を示し、B5 (200cd/m²) が最も判読度が高い。

③ 輝度比 : 若年Gとは若干異なった傾向を示し、C2 (輝度比11) が最も判読度が良く、C3 (5.5) が最も悪い。サンプル数が少ないため明確には言えないが、高齢者ではコントラストの低下による判読度低下が顕著のようである。

④ 環境照度と板面輝度の交互作用 (図4.1-5参照)

副実験で有意となったA×Bの交互作用を図示すると図4.1-5のようになる。

図に見るように、周りが明るい場合は200cd/m²が最も判読度が高く、500, 1200cd/m²と明るくなると低下しているが、暗い場合には、板面の明るい程判読度が上がっている。

この結果は理論的な解釈が難しい。サンプルが少ないこともあり、あまり 重視しない方がよいように思える。

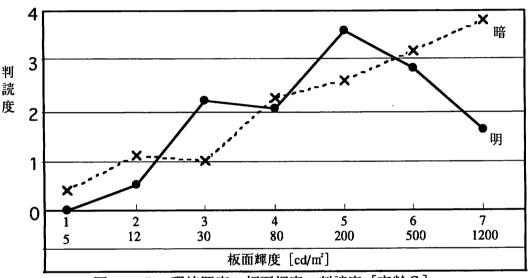


図4.1-5 環境照度×板面輝度・判読度[高齢G]

[若年Gと高齢Gの比較] …図4.1-6参照

平均して高齢Gは1.6ポイント程、判読度が低い。30cm文字の判読距離に換算すると約20m程、短くなることになる。しかし、環境照度や板面輝度に対する傾向は若年Gと同じであると見てよい。

輝度比に対しては、若年Gが輝度比5.5以上ならほぼ同じように読めるのに対し高 齢者は5.5では読みにくく、11以上とコントラストの強い方がよく読めると思われる。

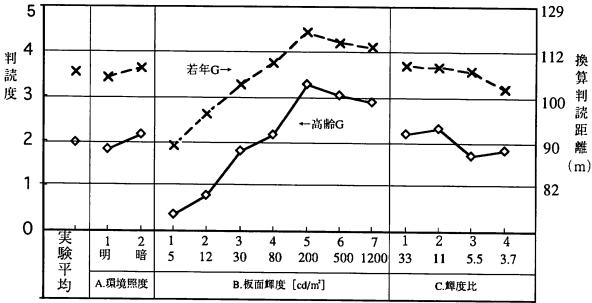


図4.1-6 若年Gと高齢Gの比較 [判読度]

(3) 判読距離の推定

実験の分析結果を用いて、文字高30cmの標識の夜間における判読距離を推定した。 なお若年Gのみを対象としている。

1) 判読度に対する要因効果

環境照度A、板面輝度B、輝度比Cが有意の効果を有し、判読度Yに対し、次式の構造となる。

$$Y = A i + B j + C k + 3.52$$

Ai, Bj, Ckの値は表4.1-7参照

2) 板面輝度と判読度の関係

板面輝度水準と判読度の関係は(図4.1-3参照)、B1~B5がほぼ直線的に増加、B5からB7がほぼ直線的に低下の傾向を示している。

そこで板面輝度値B(cd/m^2)+3.52の対数をとり、判読度との対数回帰式を求めて次式を得た。

 \cdot 5 ~ 200cd/m² \pm τ

Y = 1.00 + 0.639 l n B

 $\cdot 200 \sim 1200 \text{cd} / \text{m}^2$

Y = 5.37 - 0.186 l n B

3) 判読度の85パーセンタイル値

現況の判読距離指標としては、85%の者が読めた位置を用いており、これと対比するために判読度の85%タイル値を求める。

85% タイル値は正規分布を仮定すると $\frac{1}{\chi}$ + σ の点であり、被験者による変動の 1 σ を求めて算出する。

実験による不偏分散とその期待値は以下のとおり。 (表4.1-4参照)

| 要因 | d f | 不偏分散 | 不偏分散の期待値 |
|-----|-----|-----------------|------------------------------|
| 個人差 | 20 | $V_{D} = 39.06$ | $\sigma_e^2 + 21 \sigma_D^2$ |
| 誤差 | 620 | $V_e = 0.94$ | $\sigma_{\rm e}^{2}$ |

被験者によるバラツキ σ^2 は、 $\sigma^2 = \sigma_e^2 + \sigma_D^2$ と期待されるので、分散分析の結果から σ^2 2を推定すると以下のようになる。

$$\sigma^2 = \sigma_e^2 + \sigma_D^2 = V_e + (V_D - V_e) / 21 = 2.755$$

 $\sigma = 1.66$

したがって判読度の85パーセンタイル値はY-1.66となる。

4) 30cm漢字(実験に用いた7画)の判読距離

判読度Yと実験に用いた7画の30cm漢字の判読距離L(m)との関係は以下の通り。 L=900/(12-Y)

以上より、要因A, B, Cの組合せによる30cm漢字の判読距離は下式で求められる。

| 適用範囲 | 30cm漢字(7画)の判読距離 [m] |
|---|---|
| 5 ≤ B ≤ 200cd/m² | 平均 L=900/(11-0.639 l n B-A _i -C _k) 85%値 L=900/(12.66-0.639 l n B-A _i -C _k) |
| $200 \le B \le 1200 \text{cd} / \text{m}^2$ | 平均 L=900/(6.63+0.186 l n B-A _i -C _k) 85%値 L=900/(8.29+0.186 l n B-A _i -C _k) |
| A _i : 現 | 旧文字の輝度 $[cd/m^2]$ 環境照度 明るいところ: $A_1 = -0.11$ 暗いところ : $A_2 = +0.11$ $A_1 = -0.16$ $A_2 = -0.16$ $A_3 = -0.16$ $A_4 = -0.14$ $A_4 = -0.14$ $A_4 = -0.14$ $A_5 = -0.16$ $A_4 = -0.14$ $A_5 = -0.16$ $A_6 = -0.16$ |

輝度比11の標識での30 cm文字の環境照度及び輝度に応じた判読距離推定値を以下に示す。

| 環境 | 輝度 [cd/m²] | | | | | | | | | |
|------------|------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 水 烷 | | 5 | 10 | 20 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 | 昼間* |
| 明 | 平均 | 90.5 | 94.8 | 99.4 | 106.3 | 112.1 | 118.7 | 116.0 | 114.1 | |
| 773 | 85% | 77.4 | 80.4 | 83.8 | 88.6 | 92.6 | 97.0 | 95.6 | 94.3 | 117.4 |
| 暗 | 平均 | 92.6 | 97.0 | 101.9 | 109.1 | 115.3 | 122.2 | 119.4 | 117.4 | |
| HB | 85% | 79.1 | 82.3 | 85.7 | 90.8 | 95.1 | 99.7 | 97.9 | 96.5 | |

*印注:「道路標識設置基準・同解説」に示す昼間・徒歩での判読距離 (85%タイル値) L=5.67×0.6×1.15×1×30… (漢字の画数による補正係数として1.15を用いた)

この結果を「道路標識設置基準・同解説」に示されている昼間の判読距離(85%タイル値)と比較すると、夜間では最も良く読める状態(環境暗、輝度比11、輝度200cd/㎡)であっても昼間のようには読めず、判読距離は85%程度に下がる。照明を行わない反射式ではロービームで5cd/㎡程度の輝度となるため、判読距離は昼間の70%以下になることになる。この場合、60km/hで走行し、複雑な漢字が含まれていたりすると判読距離(30cm文字、85%タイル値)は50m程度まで短くなり、読めない内に標識を通過してしまう者が出てくることになる。

<判読度実験値と視力の関係>

判読度を調べるためには、 $30\,\mathrm{m}$ 前方に、大きさの異なる $7\,\mathrm{m}$ の漢字($No\,1\sim7$)を提示し、判読できた漢字の $No\,\mathrm{e}$ データとしている。

視力1.0とは視角 1′のものの識別ができることを言うが、漢字の線画の太さに対する視角によって実験データと視力との関係を求めると以下のようになる。

判読度データと視力及び標識判読距離

| 試料文5 | 字Na | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 文字高 | (mm) | 110 | 100 | 90 | 80 | 70 | 60 | 50 |
| 実験データ | | 1.0 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.0 | 6.0 | 7.0 |
| 换算視力*1 | | 0.91 | 1.00 | 1.11 | 1.25 | 1.43 | 1.67 | 2.00 |
| 换算距離*2 | (m) | 82 | 90 | 100 | 112 | 129 | 150 | 180 |

- 注) *1: 試料文字の線画と同じ太さのランドルト氏環によって得られる視力。
 - 漢字は表意文字であるため、一般にはランドルト氏環で決まる視力以上の小さな漢字も読める。ただし、夜間には視力が低下するので、夜間実験ではほぼ視力相当の漢字が読めると考えられる。
 - *2: 漢字の文字高を30cmとした場合の判読距離(m)
- ・ 実験データがxであるとき(試料文字No(x)が読めたとき)の状態を、文字高30cmの標識の判読距離L(m) に置き換えるときは下式による。

$$L (m) = 900 / (12 - x)$$

4.1.3 読みやすさ評価値の分析

読みやすさ評価値は実験用標示板の最大文字(文字高12cm)を判読する際の読みやすさを評価して、夜間の標識として適切かどうかを10点満点で表現した主観評価値である(4.1.1(2)の2)参照)。判読度と同様な手段で分散分析を行い要因効果を推定している。

実験単位別読みやすさ評価値集計表は表4.1-8,9に示す。

表4.1-8 読みやすさ評価値集計表(若年G)

| | | | | 254.1 | | 売みやす | | | 5年 G | 130 (| | <u> </u> | | | |
|-------|--------------|----------|---|-------|----|--------|----|---------------|-------------|--------|----|----------|----------|------|--------------|
| 明暗 | 板 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 総計 | Σ | 平均 |
| 1.明 | 1 | | | 1 | 2 | 4 | 5 | 8 | 1 | | | | 21 | 104 | 4.95 |
| | 2 | | | | | | 2 | 8 | 5 | 6 | | | 21 | 141 | 6.71 |
| | 3 | | | | | 2 | | 4 | 5 | 8 | 1 | 1 | 21 | 150 | 7.14 |
| | 4 | | | 1 | 4 | 11 | 4 | 1 | | | | | 21 | 84 | 4.00 |
| | 5 | | | | | | | 2 | 7 | 8 | 4 | | 21 | 161 | 7.67 |
| | 6 | | | | | | 1 | 5 | 6 | 6 | 2 | 1 | 21 | 153 | 7.29 |
| | 7 | | 3 | 7 | 5 | 5 | 1 | | | | | | 21 | 57 | 2.71 |
| | 8 | | | | 2 | 4 | 2 | 6 | 7 | | | | 21 | 117 | 5.57 |
| | 9 | | | | | 2 | 4 | 6 | 5 | 3 | 1 | | 21 | 132 | 6.29 |
| | 10 | | | | 1 | | 2 | 6 | 9 | 2 | 1 | | 21 | 137 | 6.52 |
| | 11 | ı | | | | | | 2 | 8 | 8 | 2 | ì | 21 | 160 | 7.62 |
| l | 12 | | | | | 2 | 3 | 3 | 10 | 1 | 1 | 1 | 21 | 138 | 6.57 |
| | 13 | | | | | 2 | 4 | 2 | 4 | 6 | 3 | | 21 | 143 | 6.81 |
| | 14 | 1 | | 3 | 6 | 8 | 3 | | | | | | 21 | 71 | 3.38 |
| | 15 | | | | | 1 | 4 | 3 | 10 | 3 | | | 21 | 136 | 6.48 |
| | 16 | | | | | 1 | 1 | 4 | 6 | 5 | 3 | 1 | 21 | 152 | 7.24 |
| 1.明言 | | 1 | 3 | 12 | 20 | 42 | 36 | 60 | 83 | 56 | 18 | 5 | 336 | 2036 | 6.06 |
| 2.暗 | 1 | | | | | 3 | 8 | 7 | 2 | 1 | | | 21 | 116 | 5.52 |
| | 2 | | | | | 1 | 2 | 9 | 5 | 2 | 2 | | 21 | 137 | 6.52 |
| | 3 | | | | 2 | 2 | | 4 | 7 | 4 | 2 | | 21 | 137 | 6.52 |
| | 4 | | | | 2 | 3 | 3 | 10 | 2 | 1 | | | 21 | 115 | 5.48 |
| | 5 | | | | | | 1 | 3 | 8 | 6 | 2 | 1 | 21 | 155 | 7.38 |
| | 6 | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 7 | 1 | 21 | 162 | 7.71 |
| | 7 | | 1 | | 8 | 7 | 3 | 2 | | | | | 21 | 80 | 3.81 |
| | 8 | | | 1 | 1 | 7 | 5 | 7 | _ | | | | 21 | 100 | 4.76 |
| | 10 | | | | | 2 | 3 | 7 | 5 | 3 | 1 | | 21 | 133 | 6.33 |
| | 11 | | | | | 1 | 3 | 5 | 6 | 4 | 3 | | 21 | 146 | 6.95 |
| | 12 | | | 1 | | 1 4 | 4 | 1 | 9 | 7 | 3 | | 21 | 156 | 7.43 |
| | 13 | | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | <i>3</i> 6 | 2 | 3 4 | 3 | | 21 21 | 128 | 6.10 5.67 |
| | 14 | | 1 | | 8 | 6 | 3 | 1 | | 4 | | | 21 | 75 | 3.57 |
| | 15 | | | 5 | o | 2 | 5 | 7 | 5 | 1 | 1 | | 21 | 127 | 6.05 |
| | 16 | | | | 1 | 1 | 4 | 9 | 6 | 1 | 1 | | 21 | 127 | 5.86 |
| 2.暗言 | | 0 | 2 | 5 | 23 | 41 | 50 | 85 | 64 | 40 | 24 | 2 | 336 | 2009 | 5.98 |
| 若年(| | 1 | 5 | 17 | 43 | 83 | 86 | 145 | 147 | 96 | 42 | 7 | 672 | 4045 | 6.02 |
| 71 TO | <i>-</i> н I | <u> </u> | | | | 0.3 | 00 | 143 | 14/ | 70 | 42 | | 0/2 | 4043 | 0.02 |

表4.1-9 読みやすさ評価値集計表(高齢G)

| | | | | | | 読みやす | けさ評価 | 話値 7 | 高齢G | | | | | Σ | 平均 |
|------------------------|--------|----|----------|----|----|------|----------|------|---------------|----|----|----|-----|-----|--------|
| 明暗 | 板 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 総計 | | (عد ۴- |
| 1.明 | 1 | 3 | | | | | * | 1 | 1 | | | | 5 | 13 | 2.60 |
| | 2 | | | 1 | | 2 | | | 1 | 1 | | | 5 | 25 | 5.00 |
| | 3 | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | 2 | 5 | 41 | 8.20 |
| | 4 | 3 | | | | 2 | | | | | | | 5 | 8 | 1.60 |
| | 5 | | | 1 | | | | 1 | 2 | 1 | | | 5 | 30 | 6.00 |
| | 6 | | | | | | | 1 | , | | 2 | 2 | 5 | 44 | 8.80 |
| | 7 | 1 | | 3 | 1 | | | | | | | | 5 | 9 | 1.80 |
| | 8 | 1 | 1 | | | 3 | | | | | | | 5 | 13 | 2.60 |
| | 9 | | | 2 | | | | 2 | 1 | | | | 5 | 23 | 4.60 |
| | 10 | | | | | 2 | | 1 | | 1 | 1 | | 5 | 31 | 6.20 |
| | 11 | | | | | 1 | | | | | 2 | 2 | 5 | 42 | 8.40 |
| | 12 | | | | | | | 1 | | 1 | | 3 | 5 | 44 | 8.80 |
| | 13 | | | - | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | | 5 | 39 | 7.80 |
| | 14 | 3 | | | | 2 | | | | | | | 5 | 8 | 1.60 |
| | 15 | | | 3 | | | | | 1 | 1 | | | 5 | 21 | 4.20 |
| | 16 | | | | | | | | | 2 | 1 | 2 | 5 | 45 | 9.00 |
| 1.明言 | | 11 | <u> </u> | 10 | 1_ | 13 | 0 | 8 | 7 | 9 | 9 | 11 | 80 | 436 | 5.45 |
| 2.暗 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | 1 | | | | 5 | 18 | 3.60 |
| | 2 | | 1 | | | 1 | | | 1 | 2 | | | 5 | 28 | 5.60 |
| | 3 | | | | | | | | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 | 43 | 8.60 |
| | 4 | 2 | 1 | | | | | 2 | | | | | 5 | 13 | 2.60 |
| | 5 | | | | | | 1 | | | 3 | | 1 | 5 | 39 | 7.80 |
| | 6 | | | | | | | | | | 3 | 2 | 5 | 47 | 9.40 |
| | 7 8 | 2 | | 1 | | 2 | | | | | | | 5 | 10 | 2.00 |
| | 9 | 2 | 1 | 1 | • | | | 1 | 1 | | | | 5 | 15 | 3.00 |
| | 10 | | 1 | | 1 | | | 1 | 2 | | | _ | 5 | 24 | 4.80 |
| | 11 | | 1 | | | | | 1 | 2 | | _ | 1 | 5 | 31 | 6.20 |
| | 12 | | | 1 | | | | | • | 2 | 3 | 1 | 5 | 39 | 7.80 |
| | 13 | | | | | | | | 1 | 2 | _ | 2 | 5 | 43 | 8.60 |
| | 14 | 2 | 1 | | | 2 | <u> </u> | - | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 | 44 | 8.80 |
| | 15 | ۷ | 1 | | | 2 | | • | | | | | 5 | 9 | 1.80 |
| | 16 | | 1 | | | 1 | | 2 | 1 | | | 1 | 5 | 30 | 6.00 |
| 2.暗言 | - | 9 | 6 | | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 5 | 37 | 7.40 |
| 2.唱。 高齢G | - | 20 | 7 | 4 | 2 | 6 | 1 | 9 | 11 | 10 | 10 | 12 | 80 | 470 | 5.88 |
| I PU PU PU | III | 20 | | 14 | 3 | 19 | | 17 | 18 | 19 | 19 | 23 | 160 | 906 | 5.66 |

(1) 分散分析

[若年G] …表4.1-10参照

2因子及び3因子交互作用がかなり大きく、誤差項で検定すると交互作用項がすべて有意となった。このため(A×B×C)項により再検定を実施した。

この結果、板面輝度Bが1%有意、輝度比Cが5%有意となり、環境照度A及びその他の2因子交互作用は有意とならなかった。

読みやすさに最も寄与するのは板面輝度であり、輝度比が若干影響するが、環境 照度は無関係と言える。ただし、交互作用項が大きいことから詳細に見てゆく必要 がある。

| 要因 | SS | d f | V | F _o | 5 % | 1 % |
|-----------------------|----------|------|--------|----------------|------|-------|
| 主実験 | (731.95) | (23) | | | | |
| A:環境照度 | 1.05 | 1 | 1.05 | 0.21 | 5.99 | |
| B:板面輝度 | 512.88 | 2 | 256.44 | 51.29** | 5.14 | 10.93 |
| C:輝度比 | 88.74 | 3 | 29.58 | 5.92* | 4.76 | 9.78 |
| $A \times B$ | 15.91 | 2 | 7.96 | 1.59 | 5.14 | |
| B×C | 63.31 | 6 | 10.55 | 2.11 | 4.28 | |
| C×A | 20.07 | 3 | 6.69 | 1.34 | 4.76 | |
| $A \times B \times C$ | 30.00 | 6 | 5.00 | (3.33** | 2.17 | 2.95 |
| 副実験 | (440.86) | (7) | | | | |
| A:環境照度 | 0.095 | 1 | 0.095 | 0.06 | 3.92 | |
| B:板面輝度 | 414.14 | 3 | 138.05 | 92.03** | 2.68 | 3.78 |
| A×B | 26.62 | 3 | 8.87 | 5.91** | 2.68 | 3.78 |
| 主・副実験間 | 7.75 | 1 | 7.75 | 5.17** | 3.92 | 6.85 |
| 個人差 | 146.59 | 20 | 7.33 | 4.89** | 1.65 | 2.03 |
| 誤差 | 931.60 | 620 | 1.50 | _ | | |
| 合 計 | 2258.75 | 671 | | | | |

表4.1-10 分散分析表「読みやすさ評価値、若年G」

環境照度が読みやすさにほとんど寄与しない結果となったが、実験水準以上の明るさがある場合には、影響が現われる可能性がある。しかし、経験的に考えると、 実験時のようなほぼ均質な明るさではあまり関係がなく、ネオンや照明のような局部的に輝度の高い光源が点在する状態が、不快グレアを生じさせるなどにより、読みやすさに強く影響してくるものと思われる。これらについては研究例がほとんど

注) 主実験は3因子交互作用が有意のため、A×B×Cにより検定。

なく、今後の課題である。

[高齢G] …表4.1-11参照

若年Gと異なり、板面輝度のみが有意であり、環境照度、輝度比及び交互作用はいずれも有意とならない。

要因 SSd f V 5 % F_o 1 % 主実験 (23) (834.27)7.50 2.08 3.92 4.79 A:環境照度 7.50 1 383.06 106.11** 3.07 B:板面輝度 766.12 2 6.33 1.75 2.68 C:輝度比 19.00 3 4.08 1.13 3.07 $A \times B$ 8.15 2 3.13 0.87 2.17 $B \times C$ 18.75 6 1.88 0.52 2.68 $C \times A$ 5.63 1.52 3 0.42 2.17 $A \times B \times C$ 9.12 6 副実験 (283.10)(7) 0.40 0.11 3.92 3.95 A:環境照度 0.40 25.81** 1 93.17 2.68 B:板面輝度 279.50 3 1.07 0.30 2.68 $A \times B$ 3.20 3 主・副実験間 0.41 1 0.41 0.11 2.45 3.48 個 人 差 272.21 18.84** 4 68.05 誤 差 447.79 124 3.61 合 計 1837.78 159

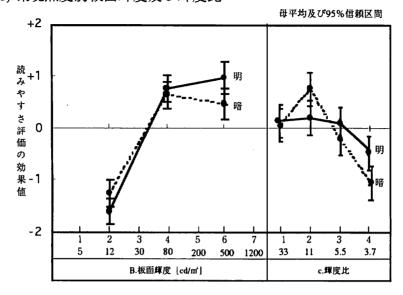
表4.1-11 分散分析表「読みやすさ評価値、高齢G」

(2) 要因効果の推定

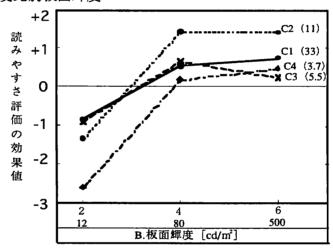
[若年G]

交互作用項が有意になったため、2要因の関係を図示した。(図4.1-7, 表4.1-12参照)

(1) 環境照度別板面輝度及び輝度比



(2) 輝度比別板面輝度



(3) 環境照度別板面輝度 [輝度比5.5]

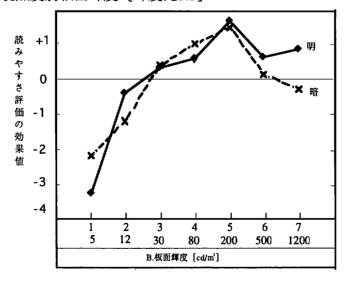


図4.1-7 要因効果 [読みやすさ評価値、若年 G]

表4.1-12 効果の母平均の推定表 (読みやすさ評価値、若年G)

(1) A (環境照度) × B (白色輝度)

(効果の母平均±95%信頼区間)

| | В | 白色輝度 | | | | | | | |
|------|-------------------|-------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------|--|--|--|--|
| A | | $B_2: 12cd / m^2$ | B ₄ : 80cd/m ² | B ₆ : 500cd/m ² | 計 | | | | |
| 環 | A ₁ :明 | -1.60 ± 0.26 | 0.77±0.26 | 0.98 ± 0.26 | 0.05 ± 0.15 | | | | |
| 環境照度 | A ₂ :暗 | -1.25 ± 0.26 | 0.65 ± 0.26 | 0.47±0.26 | -0.05 ± 0.15 | | | | |
| | 計 | -1.43 ± 0.19 | 0.71±0.19 | 0.72±0.19 | (6.08) | | | | |

(2) B (白色輝度) × C (輝度比)

| | В | | 輝度 | | |
|------|----------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------|------------------|
| C | | $B_2: 12cd / m^2$ | B ₄ : 80cd/m ² | $B_6:500cd/m^2$ | 計 |
| | C ₁ : 33 | -0.84 ± 0.37 | 0.54±0.37 | 0.75±0.37 | 0.05 ± 0.22 |
| #3F | C ₂ : 11 | -1.34 ± 0.37 | 1.44±0.37 | 1.42±0.37 | 0.51±0.22 |
| 輝度比 | C ₃ : 5.5 | -0.91 ± 0.37 | 0.66±0.37 | 0.25 ± 0.37 | 0.00 ± 0.22 |
| 1 26 | C ₄ : 3.7 | -2.60 ± 0.37 | 0.18±0.37 | 0.47 ± 0.37 | -0.65 ± 0.22 |
| | 計 | -1.43 ± 0.19 | 0.71±0.19 | 0.72±0.19 | (6.08) |

(3) C (輝度比) × A (環境照度)

| | C C | | | 輝度比 | - | |
|------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| _ A | | C ₁ : 33 | C ₂ : 11 | C ₃ : 5.5 | C ₄ : 3.7 | 計 |
| 環 | A ₁ :明 | 0.19 ± 0.31 | 0.24±0.31 | 0.14±0.31 | -0.38 ± 0.31 | 0.05 ± 0.15 |
| 環境照度 | A ₂ :暗 | 0.11 ± 0.31 | 0.78 ± 0.31 | -0.14 ± 0.31 | -0.92 ± 0.31 | -0.05 ± 0.15 |
| 度 | 計 | 0.15±0.22 | 0.51 ± 0.22 | 0.00 ± 0.22 | -0.65 ± 0.22 | (6.08) |

(4) A (環境照度) × B (白色輝度) : C₃ (輝度比5.5)

| В | | 白色輝度 | | | | | | | | |
|------|-------------------|-------|-------|------|------|------|------|-------|--------|--|
| A | · | В | B_2 | В, | B₄ | В, | В, | В, | 計 | |
| 環境照度 | A ₁ :明 | -3.23 | -0.37 | 0.35 | 0.58 | 1.68 | 0.63 | 0.87 | 0.07 | |
| | A ₂ :暗 | -2.13 | -1.18 | 0.39 | 1.01 | 1.49 | 0.16 | -0.27 | -0.07 | |
| | 計 | -2.68 | -0.77 | 0.37 | 0.80 | 1.58 | 0.39 | 0.30 | (5.94) | |

① 環境照度と板面輝度

図4.1-7の(1)に見るように、環境照度による差はわずかであり、基本的な読みやすさは板面輝度に依存する。

詳細に見ると板面輝度の暗い(12cd/m²)ものは、環境の暗い場合の方が読みやすく、逆に輝度の高い(500cd/m²)ものは明るい環境のときに読みやすいという関係がみられる。

また、12cd/m° $^{\prime}$ の板面輝度では明らかに読みにくく、80cd/m° $^{\prime}$ と500cd/m° $^{\prime}$ とではほぼ同程度の読みやすさと評価されている。

輝度比を5.5に固定したケースで比較してみると(図4.1-7(3))、明暗いずれにおいても200cd/m²が最も読みやすく、より暗いものも明るいものも読みにくさが増す。また周囲が明るければ、板面輝度が500,1200cd/m²と明るいものでも読みやすいが、暗い環境では明るすぎる板面は読みにくいと評価される。

② 環境照度と輝度比

環境照度によって、読みやすい輝度比の傾向はいくぶん異なる。明るい環境の もとでは、輝度比3.7は他に比べて読みにくいものの、輝度比5.5, 11, 33の3種 はほとんど同程度である。まわりが明るければ輝度比による読みやすさの差は少 ないと言える。

しかし暗い環境では輝度比11が最も読みやすいと評価され、33,5.5は読みにくく評価されている。

③ 輝度比と板面輝度

図4.1-7(2)に見るように、板面輝度が12cd/m'と暗い場合は輝度比の小さいものは読みにくいとされ、80cd/m'、500cd/m'では輝度比11のものが読みやすいと評価されている。

[高齢G]

有意となったものは板面輝度だけである。図4.1-8, 表4.1-13に見るように環境照度の差、輝度比の差はかなり小さい。

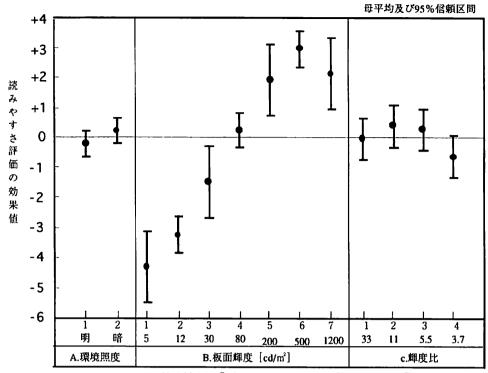


図4.1-8 要因効果 [読みやすさ評価値、高齢G]

表4.1-13 効果の母平均の推定表 (読みやすさ評価値、高齢G)

| 227.1 | 13 /// // | 7 1 20 V 7 1E/E/2 | | | | | |
|---------|-----------------------|-------------------|-------------|-------|-------|--|--|
| 要因・対 | 水準 | 効果の母平均 | 母平均の95%信頼区間 | | | | |
| | · , | | レンジ | 下限 | 上限 | | |
| A:環境照度 | A ₁ :明 | -0.21 | ±0.42 | -0.63 | 0.21 | | |
| | A,:暗 | 0.21 | ±0.42 | -0.21 | 0.63 | | |
| B:白色輝度 | B,: 5 | -4.27 | ±1.19 | -5.46 | -3.08 | | |
| [cd/m²] | B,: 12 | -3.21 | ±0.59 | -3.80 | -2.62 | | |
| | B ₃ : 30 | -1.47 | ±1.19 | -2.66 | -0.28 | | |
| | B ₄ : 80 | 0.24 | ±0.59 | -0.35 | 0.83 | | |
| | B.: 200 | 1.93 | ±1.19 | 0.74 | 3.12 | | |
| | B ₆ : 500 | 2.97 | ±0.59 | 2.38 | 3.56 | | |
| | B ₇ : 1200 | 2.13 | ±1.19 | 0.94 | 3.32 | | |
| C:輝度比 | C,: 33 | -0.03 | ±0.69 | -0.72 | 0.66 | | |
| [白/青] | C,: 11 | 0.40 | ±0.69 | -0.29 | 1.09 | | |
| | C ₃ : 5.5 | 0.27 | ±0.69 | -0.42 | 0.96 | | |
| | C ₄ : 3.7 | -0.63 | ±0.69 | -1.32 | 0.06 | | |
| μ:実験間 | μ1:主 | -0.03 | | | | | |
| | μ,:副 | 0.09 | | | | | |
| 全実験 | 平均 | 5.66 | | | | | |

信頼区間=±t (124, 0.05) √ V e / N = ±1.98√ 3.61/N Nは推定水準の実験反覆数

注)要因B(白色輝度)は、主副の各実験からの推定値となるため、主実験に合わせた推定を行っており、 $B_1 \sim B_7$ の効果母平均の合計値は0とならない。

- ・ 環境照度: わずかに暗いときの方が読みやすいと評価されている。この傾向は判読度と同じである。
- ・ 板面輝度: 500cd/m²が最も評価値が高い。若年Gでは200cd/m²が最も評価が高かったが、高齢者はより明るい標識を好むと言える。しかし、先に見たように判読度では200cd/m²の方が500cd/m²より、よく読めている。
- ・ 輝度比 : ほとんど差はないが輝度比11と5.5がわずかに高く評価されている。

[若年Gと高齢Gの比較]

図4.1-9に比較図を示す。

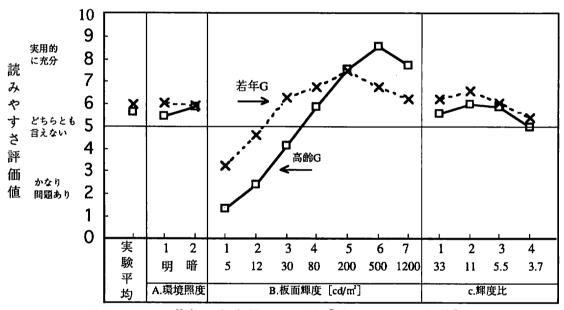


図4.1-9 若年Gと高齢Gの比較「読みやすさ評価値]

実験全体では若年Gの方がわずかに高い評点をつけている。高齢Gでは暗い板面 輝度に対してかなり低い点をつけたためである。

標識として使っても良いかどうか「どちらとも言えない」ものを 5 点として評価しているが、若年 G では30 cd / m²以上が平均点 5 以上と評価しているのに対し、高齢 G では80 cd / m²以上でないと 5 点を超さない。また、若年 G が200 cd / m²を最も読みやすいと評価したのに対し、高齢 G では500 cd / m²を最も良いとするなど、加齢により、より明るい標識を望むようになることがうかがえる。

4.1.4 実験結果のまとめ

(1) 概要

① 夜間における標識の判読距離は、最適の状態に管理しても昼間の判読距離より短くなる。

夜間の判読距離には、道路環境の明るさ、標示板の文字と地色の輝度比なども関与するが、大きく寄与するのは文字(白色)の輝度である。白色輝度が低いと暗く、近付かないと読めない。輝度を高くしてゆくにつれて判読距離が長くなるが、200cd/m²付近で最大になり、それ以上明るくしてゆくとまぶしさ感が生じるとともに判読距離が減少してしまう。

輝度や輝度比を最適の状態にコントロールしても、夜間には昼間の判読 距離の85 %程度に低下する。

② 高齢者(65才以上)では、夜間視力の低下がいっそう著しい。

高齢者では加齢による昼間の静止視力の低下と動体視力の著しい低下が知られているが、夜間視力についても若年層に比べて大きな低下が生ずるようである。本実験では昼間の判読実験を実施せず、既存の知見によっているため昼間との対比データは得ていないが、結果的に高齢者の判読距離(夜間)は若年層の80%程度に落ちる。高齢者が読みやすいと感じる輝度(白色文字)は若年層に比べてかなり高く、若年層の読みやすい輝度が150~200cd/㎡付近であるのに対し、高齢層は400~500cd/㎡となる。また、読みやすい明るさに対する個人差も大きくなる。

③ 夜間の判読度あるいは標識の読みやすい明るさについては個人差が大きい。

例えば判読度・若年Gの実験では、個人差の寄与率が44% (SSベース)であった。一般的な静止視力は0.7から1.5程度にばらつくため、それだけでも判読距離は70mから150mに分布することになる。これに加えて夜間視力の違いや、対象とする漢字への認知度の違いなどが個人差を大きくしている。

この実験結果から標識の判読性に関する実験を計画する場合には、個人差を無視できず、個人差を取り除いて比較できる手法をとる必要があると言える。

(2) 判読に影響する要因

① 白文字の輝度が最も判読に寄与し、若年者も高齢者も200cd/㎡程度のとき、最も良く読める。

判読度に対する実験要因の寄与度は、実験条件の下で、環境照度:白色輝度:輝度比=1:15:1 (不偏分散ベース)であり、白色輝度によってほぼ定まると言ってよい。なお、交互作用はいずれも有意とならない。最も良く読めた白色輝度は若年者、高齢者とも200cd/㎡であった。推定式をあてはめると、高齢者では260cd/㎡付近が最も高くなり、若年者よりわずかに明るい方が良く読めるようである。

白色輝度と判読度との関係には対数回帰があてはまり、輝度値の変化に対する判 読度の変化はゆるやかである。特に200cd/m²以上の明るい領域では判読度の低下が おこるものの低下率はゆるく、5倍の明るさである1000cd/m²での判読距離は200cd/m²の時の4%減程度にとどまる。このことから、実用になる輝度の範囲はかなり 広いと言える。

② 道路環境の明暗は余り判読度に影響しない。

経験的には、人家の少ない郊外での標識は読みやすく、繁華な明るい街中での標識は読みにくい。今回実験では標識背景の輝度を変化させて(明:17cd/m²、暗:1cd/m²)、環境照度の影響を把握しようと試みた。

実験結果では、たしかに暗い場合の方が読みやすい(判読距離が長い)ものの、 差はわずかに3%程度であった。経験的イメージとの違いは背景輝度をもっと明る くすることで埋まるかもしれないが、むしろ、多数の点光源の存在といった背景の 不均一さに原因があるのではないかと想像される。今回実験は均一な背景輝度の下 で行っており、均一なまま背景輝度を上げても余り読みにくくならないように感じ られた。繁華な街中にはネオン、街路灯、建築照明、対向車先行車のライトや尾灯 など無数の点光源が存在し標識の誘目性を阻害している。例えば100m先の標識の 目立ちやすさは暗い郊外に比べると格段に落ちよう。目につく時間が遅れるために 判読時間が少なくなり読めなくなることが容易に想像できる。今後の検討は、誘目 性にも着目すべきと思われる。 ③ 白/青輝度比も判読に寄与するがシビアではない。

最小輝度比3.7から最大33までの範囲の4水準について実験したが、判読に顕著な影響は及ぼさない。差は少ないが、輝度比11~33と高いものの判読性が良く、輝度比5.5あたりから比が小さくなるにつれて判読度が悪くなる。若年層では5.5以上、高齢者では11以上が良い。現在一般道で用いられている高輝度反射シートの輝度比は12程度であり、読みやすい輝度比となっていると言える。なお、輝度比については、設置条件(光源特性、ドライバーの視角度等)によって変化することもあり、設置条件のもとでの輝度比を保証する必要がある。

- (3) 読みやすさ(主観的評価)に影響する要因
 - ① 環境照度、輝度、輝度比などの読みやすさへの関与の傾向は判読度の場合とほぼ 同じである。

やはり白色輝度が最も影響し、環境照度や輝度比の影響は小さい。

- ② 若年層にとって最も読みやすい輝度は200cd/m さらに明るくなると「まぶしさ感」が生じ、読みやすさ評価値が下がる。
- ③ 高齢者は、白色輝度に対して、より明るい500cd/mが最も読みやすいとしている。

若年層では判読距離の最も長くなる200cd/mの輝度が最も読みやすいと答えているが、高齢者では、判読度が悪くなるにもかかわらず500cd/mの方が読みやすいと回答している。

④ 標識として使っても良いと思う輝度は、10cd/㎡以上。高齢者では50cd/㎡以上 上(平均)。

この位に読めるなら標識として使っても良いという尺度(10点満点、5点=どちらとも言えない)で、平均が5点となる輝度は上記のとおりである。この輝度では50%の者が「これでは困る」と評価しているので、85%の者が「使ってもよい」と評価する輝度を求めると、若年層では35cd/㎡以上1200cd/㎡まで、高齢層では450cd/㎡前後となる。高齢層では評価値の個人差が大きいために、皆が使っても良

いと感ずる輝度のレンジはきわめて小さくなる。

i grandina di kalangan da kanalaga da

网络马马克斯 化抗性学 医多数性病 电二二代码 建铁铁铁铁矿 医多种毒素

ENERGER PARTIES AND ARREST RESERVED TO

4.2 緑地標識の輝度・判読度実験(平成9年度実施)

高速道路では内照式等の照明標識が採用されているが、その明るさと判読性との関係については必ずしも明確な結論がでていない。このため青地標識で試みたと同様の実験を行い、緑地標識の明るさによる判読度を求めたものである。なお、屋外での走行実験と室内での実験とを行っている。

4. 2. 1 夜間走行判読実験

(1) 実験概要

1) 実験の目的

緑地に白文字の標識の100km/時走行時の判読距離の白色輝度との関係を知るために、モニター13名による走行実験を行った。

2) 実験条件

(実験場所) 土木研究所 走行路

(実験日時) 平成9年11月28日 PM17:30~20:30

(実験環境) 天候 くもり

走行路の街路灯を全基点灯し、路面輝度をおおむね1cd/㎡とした。 根認を妨害する灯火はほとんどなく、街路灯を消すとまっくらに近い 状態である。

走行実験時の車両ライトはアンダーライト点灯とした。

(モニター) 公団職員、全標協関係者等、男性13人

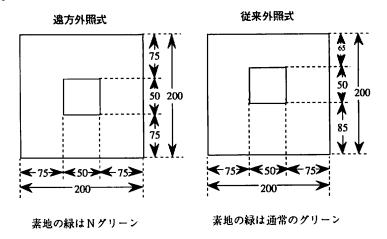
| 20代 | 30代 | 40ft | 50ft | 60代 | 合計 |
|-----|-----|------|------|-----|----|
| 3 | 7 | 0 | 2 | 1 | 13 |

(使用標示板)

遠方外照式広角反射シート縦横2mの緑地標示板の中央に50cm文字高の漢字1 文字を配置したものを主実験に使用。

また、対比のため従来外照方式(封入レンズ型反射シートに上部より蛍光灯で

照明)により、2m×2mの反射シート上部に50cm文字高の漢字1文字を配置したものを使用。



(板面輝度)

遠方外照式は、投光機の調整により、白色輝度を以下のように変えた。

| 設定値 | 200 | 50 | 30 | 20 | 12 | |
|-----|-----|----|----|------|----|-----|
| 計測値 | 197 | 51 | 29 | 22 . | 13 | [cd |

[cd/m²]

従来外照式は、出口案内標識の条件にあわせて照明し、白色文字部48cd/m²の 輝度を得ている。

(判読距離測定方法)

モニター自身が運転を行い、標示板の300m手前で速度をほぼ100km/h に調節、 そのまま運転を続け、文字の読めたところで助手に伝える。助手は自記式記録計 に判読地点を記録、走行終了後に読みとる。

(判読使用文字)

昨年度実験でほぼ同じような判読度のあった以下の10画漢字4文字を使用。モニターには何の漢字を用いるかは全くわからない状態で行った。

使用漢字:時、家、酒、夏

書体はゴナDB体(正体)、50cm文字高

(注:漢字は表意文字であるため、字画の全てが視認できなくても読むことができるし、地名や熟語など2~3文字の組合せでは1文字よりも読みやすい。又、あらかじめ期待している文字は遠くから読める。この点から言うと今回実験は最も読みにくい条件で読んだものである。)

(実験順序)

輝度条件等同一の条件の下で全モニターが1回ずつ走行して判読距離を測定。 実験順序は以下の順である。

| 順序 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 照明方式 | 従来外照 | 遠方外照 | 遠方外照 | 遠方外照 | 遠方外照 | 遠方外照 | 遠方外照 |
| 白色輝度 | 48 | 50 | 200 | 22 | 13 | 30 | 30 |
| 走行速度 | 100km | 100km | 100km | 100km | 100km | 100km | 徐行 |
| 使用文字 | 時 | 家 | 酒 | 夏 | 時 | 夏 | 夏 |

3) 実験結果の概要

<白色輝度と判読距離、100km/時走行>

- ① 基本的に白色輝度は実験範囲内において (200cd/m³以下)、明るければ明るい程、判読距離が長いという結果を得た。
- ② しかし、200cd/m²とその次に明るい50cd/m²での判読距離平均値を比べると それぞれ141mと137mで、その差はわずかに4mである(有意差なし)。
- ③ 30cd/m²では120m、13cd/m²では107mと有意に短くなっており、遠方からの視認判読を期待する場合は50cd/m²の白色輝度が望まれる。
- ④ 50と200cd/m²の間は実験していないが、グラフの傾向から判断すると50~200の間はなだらかな変化であるが、100cd/m²付近に判読距離がピークになるポイントがありそうである。
- ⑤ すなわち、200cd/㎡では、まぶしさ等でかえってやや読みにくくなっている ものと考えられる。

<100km/h と徐行>

⑥ 同じ30cd/m²の同じ文字を100km/時走行で読んだ場合と徐行で読んだ場合は、それぞれ120mと150mになり、30mの差がある。100km/時では徐行の80%の距離に当る。既存研究(道路標識設置基準・同解説)では走行速度による補正係数を、徒歩を1として、徐行(20km/時)0.96、100km/時0.77としており、0.77/0.96はちょうど80%になる。既存調査結果と同じ結果が得られたと言ってよい。

<従来外照と遠方外照>

① 従来外照(JHグリーン)では白色輝度が48cd/㎡となるが、100km/時走行での判読距離が122mであった。遠方外照(Nグリーン)では白色輝度50cd/㎡で137m、30cd/㎡で120mであり、従来外照の判読距離は遠方外照の30cd/㎡にほぼ等しい。この原因は、「文字の違い」「均斉度の違い」「実験順序効果」「照明方式の違い」なども考えられるが最も大きな原因としては「素地(緑)と白色文字の輝度比」にあるのではないかと考えられる。

すなわちJHグリーンの輝度比(5.2)がNグリーン(7.1)よりも小さく、文字との明度差が少ないため文字の輪郭がはっきりせず判読しにくくなる可能性が高い。遠方外照式のNグリーンでは輝度比7.1程度であり、青地の場合には11程度となっている。

<個人差>

⑧ 白色輝度により判読距離に差が生ずるが、それよりも個人差の方がかなり大きかった。条件の異なる7回の実験の13人の平均値は、最低107m(13cd/m²)、最高150m(徐行)とレンジ43mであるが、7回実験の個人平均値は最低74m(モニターNo.7)、最高197m(モニターNo.10)でレンジ123mにもなる。

モニターはいずれも現役で運転している人達であり、このように差の大きなことは配慮に値する。また判読実験の場合には相当多数の被験者を揃えるか、 もしくは被験者を固定して制御因子として実験に組み込まないと精度の良い実験が出来ないと言える。

<定性的評価>

- ⑨ 13cd/m²、22cd/m²の場合には「全体に暗い」という評価が過半数を超えている。200cd/m²、50cd/m²では「全体に暗い」という評価は0であるが、従来外照の48cd/m²では3割の者が「全体に暗い」と評価している。しかし、「目にやさしい明るさ」とした者は5割を超え、最も多い。

低かった。

(2) 実験データ及び分析

1) 使用標示板の輝度データ

・文字輝度(白色):遠方外照式カプセルレンズ反射シート

| 設定輝度 | cd/m² | 200 | 50 | 30 | 20 | 12 |
|------|--|-----|----|----|----|----|
| 計測輝度 | $\operatorname{cd} / \operatorname{m}^2$ | 197 | 51 | 29 | 22 | 13 |

・従来外照式封入レンズ反射シート、板面照度

| 上端 | 文字部 | 下端 |
|--------|--------|--------|
| 680 lx | 518 lx | 196 lx |

文字輝度(白色) 48cd/m²

緑地輝度

上端12cd/m²、文字部 9 cd/m²、

下端3.5cd/m²

2) 夜間走行判読距離

夜間走行判読実験の判読距離データを表4.2-1に、その時の走行速度データを表4.2-2に示す。各表は実験順序別に並べてある。

表4.2-1 夜間走行判読距離データ

| 判読文字 | 時 | 家 | 酒 | 夏 | 時 | 夏 | 夏 | | _ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 照明方式 | 従来外照 | 遠方照明 | 遠方照明 | 遠方照明 | 遠方照明 | 遠方照明 | 遠方照明 | | |
| 白色輝度 | 48.0 | 50 | 200 | 22 | 13 | 30 | 30 | | |
| 走行速度 | 100km | 100km | 100km | 100km | 100km | 100km | 徐行 | | |
| モニター | 実験.1 | 実験.2 | 実験.3 | 実験.4 | 実験.5 | 実験.6 | 実験.7 | 平均 | σ n-1 |
| 1 | 186.0 | 201.5 | 196.2 | 175.9 | 194.2 | 173.1 | 180.0 | 186.7 | 10.9 |
| 2 | 103.0 | 109.4 | 111.2 | 122.0 | 96.1 | 117.0 | 130.0 | 112.7 | 11.5 |
| 3 | 137.0 | 122.7 | 140.2 | 119.1 | 99.5 | 125.7 | 150.0 | 127.7 | 16.5 |
| 4 | 132.5 | 112.8 | 138.2 | 81.8 | 105.4 | 97.1 | 120.0 | 112.5 | 19.8 |
| 5 | 144.0 | 146.0 | 135.4 | 125.4 | 91.3 | 129.8 | 150.0 | 131.7 | 19.9 |
| 6 | 130.5 | 152.9 | 149.4 | 107.1 | 120.6 | 137.5 | 120.0 | 131.1 | 16.6 |
| 7 | 66.7 | 81.8 | 81.6 | 61.4 | 56.3 | 46.7 | 120.0 | 73.5 | 24.2 |
| 8 | 96.4 | 122.2 | 116.4 | 96.6 | 75.0 | 88.5 | 135.0 | 104.3 | 21.0 |
| 9 | 91.8 | 89.2 | 100.5 | 93.2 | 72.1 | 72.8 | 190.0 | 101.4 | 40.5 |
| 10 | 141.0 | 209.6 | 214.9 | 182.0 | 173.0 | 206.5 | 255.0 | 197.4 | 36.2 |
| 11 | 174.0 | 183.7 | 208.1 | 111.4 | 143.3 | 146.3 | 160.0 | 161.0 | 31.3 |
| 12 | 60.3 | 103.2 | 121.0 | 79.6 | 59.2 | 86.7 | 105.0 | 87.9 | 23.4 |
| 13 | 115.7 | 146.2 | 124.5 | 94.8 | 100.9 | 127.6 | 130.0 | 120.0 | 17.7 |
| 平均 | 121.5 | 137.0 | 141.4 | 111.6 | 106.7 | 119.6 | 149.6 | 126.8 | |
| σ n-1 | 37.5 | 41.1 | 41.3 | 35.1 | 41.9 | 42.5 | 40.2 | | |

表4.2-2 夜間走行速度データ

| ŧ=9- | 実験.1 | 実験.2 | 実験.3 | 実験.4 | 実験.5 | 実験.6 | 実験.7 | 平均 | σ n-1 |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
| 1 | 102.9 | 105.6 | 104.8 | 110.2 | 109.1 | 103.8 | 徐行 | 106.1 | 2.9 |
| 2 | 106.9 | 112.5 | 109.6 | 91.5 | 106.4 | 100.9 | 徐行 | 104.6 | 7.5 |
| 3 | 107.5 | 109.1 | 100.9 | 100.9 | 108.5 | 101.9 | 徐行 | 104.8 | 4.0 |
| 4 | 100.5 | 99.1 | 103.8 | 103.3 | 100.0 | 105.9 | 徐行 | 102.1 | 2.6 |
| 5 | 100.9 | 95.6 | 95.6 | 93.1 | 92.3 | 103.8 | 徐行 | 96.9 | 4.5 |
| 6 | 100.0 | 103.8 | 105.9 | 102.9 | 100.9 | 100.0 | 徐行 | 102.3 | 2.4 |
| 7 | 97.3 | 103.3 | 104.9 | 102.9 | 103.3 | 101.9 | 徐行 | 102.3 | 2.6 |
| 8 | 111.9 | 104.8 | 100.9 | 105.4 | 100.0 | 108.0 | 徐行 | 105.2 | 4.4 |
| 9 | 110.2 | 101.9 | 101.9 | 105.9 | 105.9 | 104.9 | 徐行 | 105.1 | 3.1 |
| 10 | 128.6 | 111.3 | 122.0 | 108.5 | 110.2 | 111.3 | 徐行 | 115.3 | 8.1 |
| 11 | 96.4 | 96.9 | 97.3 | 102.9 | 106.4 | 106.4 | 徐行 | 101.1 | 4.8 |
| 12 | 100.9 | 99.1 | 99.1 | 95.6 | 101.4 | 99.8 | 徐行 | 99.3 | 2.0 |
| 13 | 94.7 | 92.3 | 97.7 | 93.5 | 95.6 | 92.3 | 徐行 | 94.4 | 2.1 |
| 平均 | 104.5 | 102.7 | 103.4 | 101.3 | 103.1 | 103.1 | | 103.0 | 6.3 |
| σ n-1 | 8.9 | 6.1 | 6.8 | 6.0 | 5.4 | 4.6 | | | |

(1) 走行速度

モニターは自分で運転してメーターにより速度を100km/hに調整している。ただし車載メーターは約1割程高めの速度を示すことがわかっていたため、メーターでは110km/時を目標とするよう指示されていた(モニターNo13のみには伝えられていなかった)。表4.2-2の速度は実際の速度である。

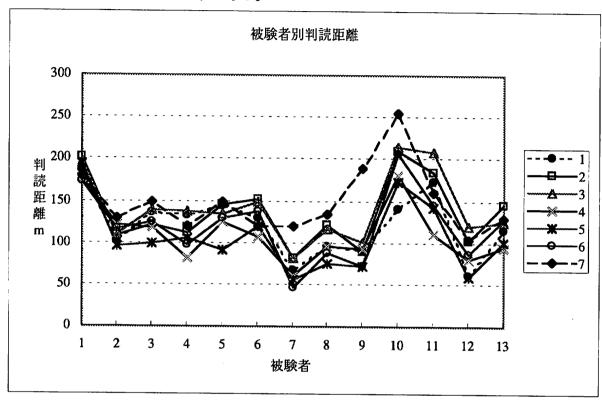
100km/時指定の6回の走行の全平均は103km/時、標準偏差6.3km/時であり、91.5km/時から128.6km/時に分布している。個人別にはモニターNo10が平均115km/時と速すぎ、No13が94km/時とやや遅いなどの差があるが、実験毎の平均は101km/時から105km/時の間にあるので、100km/時走行実験として認められる範囲であろう。

(2) 判読距離データ分布状況

図4.2-1に被験者別、実験別の判読距離の状況を示す。

図4.2-1上図の被験者別グラフが被験者毎にまとまっているのに対し、実験種類別の下図は、データがまとまっていない。すなわち実験種類(輝度の違い等)による判読距離の差よりも、個人による差の方が大きいことを示している。

また、実験7(徐行判読)の判読距離については、他の条件に比べてかなり遠方から判読できたモニター(No.7, 9, 10など)が出た。実験中に質問が出たが、どのような状態で読めたとするかは個人の判断になるため、徐行ではばらつきが大きくなるもののようである。



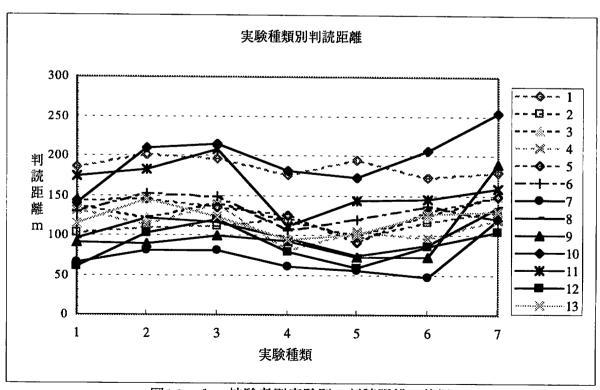


図4.2-1 被験者別実験別の判読距離の状況

図4.2-2 には各実験の最大、最小及び $\pm 1\sigma$ の範囲を示しているが、徐行時及び、最も暗く読みにくい $12cd/m^2$ の実験で最大値が大きくなる状況が表われている。

| | 200cd/m² | 50cd/m² | 30cd/m² | 22cd/m² | 13cd/m² | 外照48cd/m² | 徐行30cd/m² |
|------|----------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| x+ σ | 182.6 | 178.1 | 162.2 | 146.6 | 148.5 | 159.0 | 189.8 |
| MAX | 214.9 | 209.6 | 206.5 | 182.0 | 194.2 | 186.0 | 255.0 |
| MIN | 81.6 | 81.8 | 46.7 | 61.4 | 56.3 | 60.3 | 105.0 |
| χ- σ | 100.1 | 95.9 | 77.1 | 76.5 | 64.8 | 83.9 | 109.4 |
| 平均 | 141.4 | 137.0 | 119.6 | 111.6 | 106.7 | 121.5 | 149.6 |

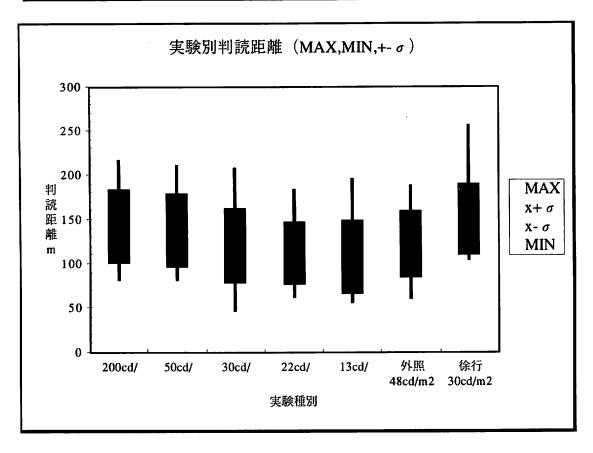


図4.2-2 判読距離の最大最小及び+-1 σ値

(3) 判読距離の分散分析

100km/時の走行により判読した6回の実験について、要因効果を把握するための分散分析を行った。

実験構造は(A)実験条件6水準×(B)被験者13人の二元配置実験である。

要因 d.f. S.S. F比 F (0.05) F(0.01)m.s. A. 輝度 12,272.0 5 2,454.4 10.94** 2.37 3.34 B. 個人差 101,635.5 12 8,469.6 37.76** 1.92 2.50 e. 誤差 13,458.5 224.3 60 1.00 (E) 誤差 2 115,094.0 72 1,598.5 全体 127,366.0 77

分散分析表(夜間判読距離)

注1) 誤差eは、A×Bの交互作用項

誤差2 (E) は、被験者によるばらつきをも誤差とみなした場合 (一元配置であった場合) で、上記では e によって検定

分散分析表に見るように個人差が非常に大きく、被験者をも要因に組み込まない限り、輝度の差を見出すことができない。実験は二元配置として分析できるため、輝度による判読距離の差は信頼度99%で差があると言える。

(4) 白色輝度と判読距離

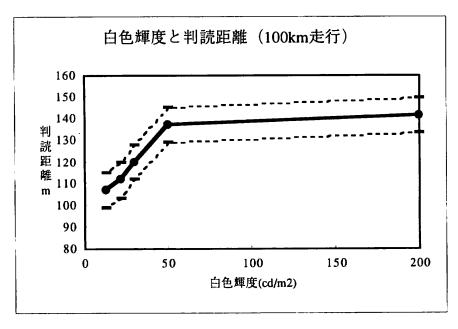
分散分析で有意差の認められた白色輝度による判読距離を図4.2-3に示す。図 4.2-3には平均値と平均値の95%信頼区間(上限及び下限)を示した。又、上段 図は横軸を通常目盛とし、下段図は対数目盛で表わしている。

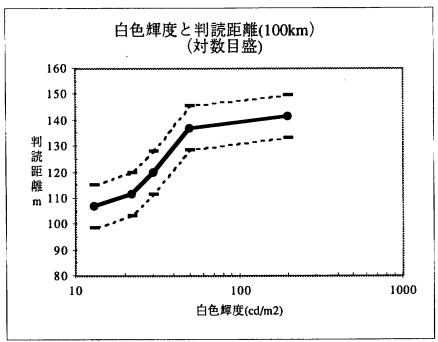
平均値の95%信頼区間(±d)は下式による。

$$d = t (0.05; 60) \sqrt{s^2/13} = 8.31$$

s²=224.3=誤差 e の不偏分散

図に見るように、白色輝度が高くなるにつれて判読距離は長くなる。 $200cd/m^2$ のとき最大(141m)であるが、 $50cd/m^2$ (137m)との差は4mときわめて小さい。4mの差に有意差はない。





| | | 200cd/m² | 50cd/m² | 30cd/m² | 22cd/m² | 13cd/m² | 外照 48cd/m² | 30cd/m² 徐行 |
|---|----|----------|---------|---------|---------|---------|---------------|---------------|
| | 平均 | 141.4 | 137.0 | 119.6 | 111.6 | 106.7 | 121.5 | 149.6 |
| ١ | 上限 | 149.7 | 145.3 | 127.9 | 119.9 | 115.0 | 129.8 | |
| | 下限 | 133.0 | 128.7 | 111.3 | 103.3 | 98.4 | 113.1 | |

注) 上限下限は平均値の95%信頼区間を示す

図4.2-3 100km走行時の白色輝度と判読距離

2つの水準間の有意差検定は下式による。

$$|X_i - X_j| > t \quad (0.05; 60) \quad \sqrt{2 s^2 / 13} = 11.8$$

(平均の差が11.8mより大きい場合、信頼度95%で有意差がある)

しかし、50cd/m²(137m)と30cd/m²(120m)の差は17mとかなり大きく、 明らかに判読距離が短くなる。

最も暗い13cd/m²では107mで判読できるが、200cd/m²に比べて35mと25%程 度も短くなる。

なお、昨年度の実験(青地)では200cd/m²以上に明るくなると、かえってまぶしくて判読度が悪くなるという結果であったが、緑地の今回実験の傾向を見ると50cd/m²と200cd/m²の中間100cd/m²の付近に判読距離のピークがあるのではないかと思われる。

(5) 従来外照の判読距離

従来の外照式(JHグリーン使用)は構造上均斉度が得にくい。実験では白色部 48 cd/m²であり、遠方外照の50 cd/m²にほぼ匹敵する。しかし判読距離は短く、遠方外照の30 cd/m²にほぼ等しい状況であった。

| 方式 | 白色輝度 | 平均判読距離m | 従来外照との差 | t 検定 |
|-----------|--------------|---------|---------|-------|
| 遠方外照(NG) | 50cd / m² | 137.0 | 15.5m | 有意差あり |
| " | $30cd / m^2$ | 119.6 | △1.9m | 有意差なし |
| 従来外照(JHG) | 48cd / m² | 121.5 | | |

従来外照の評価では「緑と白の差がはっきりしない」などの声が多く、白/緑 の輝度比が小さいために読みにくいようである。

(6) 徐行と100km/時走行の差

同じ輝度30cd/m²において、100km/時走行時と徐行の判読距離を比較するとそれぞれ119.6mと149.6mで30mの違いが生じている。100km/時走行では徐行の79.9%に短くなっている。

道路標識設置基準同解説に示される速度による補正係数をあてはめてみると徐

行(20km/時)を1としたとき100km/時が0.80になり、一致する結果となっている。

速度補正係数

| 速度km/時 | 徒歩 | 20 | 60 | 100 |
|--------|----|------|------|------|
| 補正係数 | 1 | 0.96 | 0.87 | 0.77 |

3) 印象評価

明暗、印象等の被験者の評価結果を図4.2-4に示す。

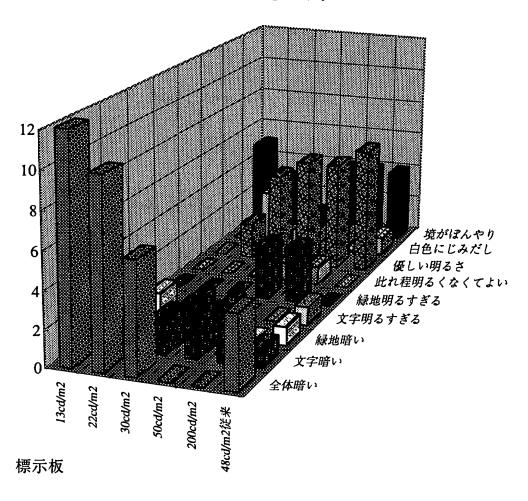
図に明らかなように以下のような状況である。

① 全体に暗いという評価は、ほぼ輝度に比例し、白色輝度30cd/m²以下及び 48cd/m²の従来外照について評価されている。

200cd/m²、50cd/m²では全体に暗いという評価はされていない。

- ② 「緑地が明るすぎる」という評価は50cd/m²、200cd/m²でそれぞれ 3 人(13人中) いる。
- ③ 「白と緑の境がはっきりしない」という評価は各実験を通じてほぼ3割の 者が出している。実験には10画文字を使用したが、線画の巾がアキよりもや や太く、輝度によらず文字がだんごになりやすいが、その点を評価されたも のと考えられる。

明暗感と印象



明暗感と印象 (夜間走行)

N = 13

| | 全体 暗い | 文字 暗い | 緑地暗い | 文字 明るすぎ | 緑地 明るすぎ | 此れ程 明るさ 不要 | 優しい 明るさ | 白色 にじみ だし | 境が ほんやり |
|-----------|----------|----------|------|------------|------------|------------------|------------|-----------------|------------|
| 13cd/m² | 12 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 |
| 22cd/m² | 10 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 3 |
| 30cd/m² | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 |
| 50cd/m² | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 6 | 0 | 4 |
| 200cd/m² | 0 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 6 | 0 | 4 |
| 48cd/m²従来 | 4 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 7 | 1 | 4 |

図4.2-4 明暗感及び印象の評価

4) 実用性評価

実用になる明るさかどうかを10点満点で評価している(実用にしてもよい場合 6 点以上、使ってほしくないものを 4 点以下)。

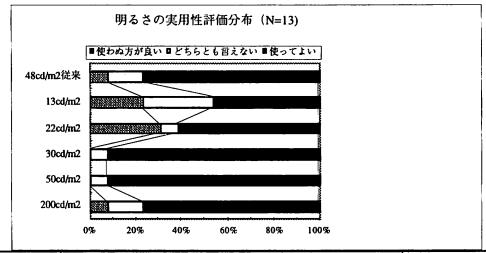
評価点は全体を通じて3点から9点に分布し、10点(全く問題がない)は1人もつけていない。

評点分布を図4.2-5に示す。

「使ってほしくない」評価がゼロであったのは、30cd/m²と50cd/m²、ともに1人を除く12人が6点以上に評価している。

最も評点平均値の高かったのは50cd/m²で7.8点、ついで30cd/m²の7.0点。200cd/m²はやや下がって6.5点となる。従来外照(48cd/m²)は200cd/m²と同等の評価で6.5点であった。

最も暗い13cd/m²についても、13人中6人までが使っても良い側の評価をしており、この程度の輝度でも読めないことはないとも言える。



| | | 評価 | 全く実 ならな | | | | | ららとい えない | | | | | 間題 | | | |
|----|----|-------|------------|---|---|---|---|-------------|---|----|----|---|----|----|------|-------|
| No | 方式 | Cd/m² | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | N | 平均 | 効果 |
| 3 | 遠方 | 200 | | | | | 1 | 2 | 2 | 5 | 3 | | | 13 | 6.54 | +0.03 |
| 2 | 遠方 | 50 | l I | | | | | 1 | | 2 | 8 | 2 | | 13 | 7.77 | +1.26 |
| 6 | 遠方 | 30 | | | | | | 1 | 1 | 8 | 3 | | | 13 | 7.00 | +0.49 |
| 4 | 遠方 | 22 | | | | 1 | 3 | 1 | 2 | 4 | 2 | | | 13 | 5.85 | -0.67 |
| 5 | 遠方 | 13 | | | | 2 | 1 | 4 | 2 | 4 | | | | 13 | 5.38 | -1.13 |
| 1 | 従来 | 48 | | | | | 1 | 2 | 2 | 5 | 3 | | | 13 | 6.54 | +0.03 |
| | 全体 | | | | | 3 | 6 | 11 | 9 | 28 | 19 | 2 | 0 | 78 | 6.51 | +0.00 |

図4.2-5 明るさの実用性評価分布

4. 2. 2 輝度一判読度室内実験

(1) 実験概要

1) 実験の目的

緑地白文字の標示板の輝度と判読性の関係を把握するためにミニチュア標示板による室内実験を行った。青地に白文字の標示板については平成8年度に実験が行われていることから、実験の方法は8年度の方法(4.1.1参照)に準拠している。

2) 実験項目

- ① 白色輝度及び緑の彩度を変化させた時の判読度の把握
- ② 同上における「読みやすさの主観評価 |
- ③ 同上における印象評価

3) 実験条件

(実験場所) 建設省土木研究所 標識屋内実験棟 屋外光を完全に遮断した実験室内で実施。

(実験日時) 平成9年11月28日 PM13:30~16:30

(被験者) 公団職員、全標協関係者等、男性12人

| 20代 | 30ft | 40代 | 50ft | 3109 | 合計 |
|-----|------|-----|------|-------------|----|
| 3 | 6 | 0 | 2 | 1 . | 12 |

(実験環境) 8年度と同じ(4.1.1(4)参照)。

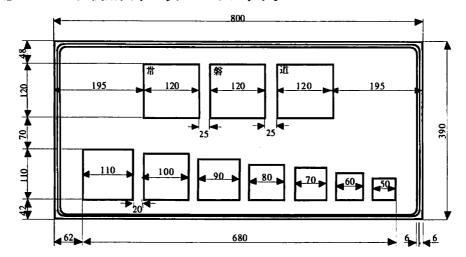
ただし、背景照明を行わない。

(供試体)

図4.2-6に示す実験用標示板4枚を作成して行った。

標示板のレイアウトは4枚すべてに共通で、上下2段に漢字を表示。上段は4枚に共通して「常磐道」(文字高12cm)を表示。下段には文字高11cmから5cmまで1cmきざみに文字高を変えた7文字を表示してどこまで読めるかを把握した。7文字の組合せは4枚にランダムとし、被験者に予測や記憶が出来ないようにしている。なお、7文字は10画の常用漢字から選択し、知らない文字のないように

配慮している。使用文字を表4.2-3に示す。



文字哲体 : ゴナDB正体 標示板地色:緑(JHG又はNG)

文字色 : 白 緑線 : 白

表面素材 :広角反射シート

図4.2-6 実験用標示板レイアウト

表4.2-3 実験用標示板使用文字

| 板No | 素地 | | | 判 | 読用文 | 字 | | |
|-------|------|---|---|---|-----|---|---|---|
| 100 I | 카 15 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | JHG | 料 | 桜 | 原 | 時 | 酒 | 宮 | 粉 |
| 2 | NG | 速 | 株 | 席 | 家 | 夏 | 浜 | 梅 |
| 3 | JHG | 徐 | 粉 | 宮 | 酒 | 時 | 原 | 桜 |
| 4 | NG | 高 | 梅 | 浜 | 夏 | 家 | 席 | 株 |

4) 実験計画

- 4-1) 制御因子 1. 白色輝度 7 水準 (5, 12, 30, 50, 80, 200, 500cd/m²)
 - 2. 緑彩度 2 水準 (JHG, NG)
 - 3. 実験反復2回
 - 注1) 各水準値は狙いであり、供試体の製作及び実験時の調整により、若干の変動が生ずる。
 - 注2)緑彩度は、従来用いられている明るい緑をJHGと呼び、都市高速で用いているやや暗い緑をNGと呼ぶこととし、この2種を用いた。

4-2) 実験割付

白色輝度 7 水準×緑彩度 2 水準の14回をランダムな順序で実験することを1クールとし、間を置いて同一被験者により 2 回繰返した。

4-3) 実験順序

1回目、2回目とも下表の順で実施した。

| Na | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|-----------|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|----|
| 白色輝度cd/m² | 12 | 500 | 80 | 30 | 5 | 200 | 50 | 30 | 12 | 500 | 50 | 5 | 200 | 80 |
| 緑彩度 | JHG | NG | ЛНG | NG | NG | NG | JHG | JHG | NG | JHG | NG | ЛНG | JНG | NG |
| 板Na | 1 | 2 | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 3 | 4 | 3 | 2 | 1 | 3 | 4 |

5)特性値の評価

8年度と同じ方法により、判読距離評価、読みやすさ評価、印象評価を行う (4.1.1 (2)参照)。

6) 板面輝度

白色文字の輝度は投光器の光量コントロールによって得ている。実験中の板面輝 度は以下のようであった。

| 設定白色輝度 | 白色輝度 | 緑色 | 輝度 | 輝度比(| 白/緑) | 板面照度 |
|--------|------|-----|-----|------|------|------|
| cd/m² | 測定値 | JHG | NG | ЛНG | NG | lx |
| 500 | 495 | 78 | 68 | 6.3 | 7.3 | 845 |
| 200 | 214 | 36 | 31 | 5.9 | 6.9 | 363 |
| 80 | 83 | 13 | 11 | 6.4 | 7.5 | 158 |
| 50 | 51 | 8.3 | 7.5 | 6.1 | 6.8 | 84 |
| 30 | 35 | 5.5 | 4.9 | 6.4 | 7.1 | 56 |
| 12 | 14 | 2.8 | 2.3 | _ | | 25 |
| 5 | 6.4 | 1.4 | 1.0 | _ | _ | 11 |

表4.2-4 板面輝度及び照度

- ・ 低輝度条件のときの白色輝度は設定値よりいく分高目であった。
- ・ 輝度計の精度は低輝度(数cd/m²以下)の場合、悪くなるので高輝度 5 ケースの平均で輝度比平均値を算出すると、JHG=6.2、NG=7.1となる。

(2) 判読度データの分析

1) 判読度データ分散分析

判読度データは、以下の要因、水準組合せの3元配置繰返しありの実験データで ある。

A:白色輝度 7水準 (500, 200, 80, 50, 30, 12, 5)

B:緑彩度 2水準(JHグリーン、Nグリーン)

C:被験者 12人 (ブロック因子)

D:実験繰返し 2回

全実験データ数 N=7×2×12×2=336回

判読度データ $(0 \sim 7)$ 特性:最小文字(5 cm)が読めた場合7 点、次の 6 cm文字が読めれば6 点とし、 11 cm文字が1 点、いずれも読めない場合0 点となる。

| 要因 | SS | d.f. | m.s. | F比 | F (0.05) | F (0.01) |
|----------------|-------|------|-------|---------|----------|----------|
| A:白色輝度 | 174.8 | 6 | 29.13 | 34.67** | 2.13 | 2.86 |
| B:緑彩度 | 0.28 | 1 | 0.28 | 0.33 | 3.87 | 6.72 |
| C:個人差 | 392.6 | 11 | 35.69 | 42.49** | 1.82 | 2.31 |
| R:繰返し効果 | 14.6 | 1 | 14.57 | 17.34** | 3.87 | 6.72 |
| A×B | 17.7 | 6 | 2.95 | 3.51** | 2.13 | 2.86 |
| e1. (C との交互作用) | 151.0 | 143 | 1.06 | | | |
| e2. 繰返し誤差 | 110.4 | 167 | 0.66 | | | |
| e. 誤差(プール) | 261.4 | 310 | 0.84 | | プール | した誤差 |
| 全体 | 861.4 | 335 | | | | |

表4.2-5 判読度分散分析表

2) 分散分析結果の概要

- ① 白色輝度、個人差、繰返し及び(白色輝度×緑彩度)が1%有意。
- ② 緑彩度(JHG, NGの違い)は、トータルとしては差がないが、A×Bが有意であり、輝度による判読度の変化が一様ではない。(後述)
- ③ 個人差はきわめて大きい。全体を通じてほとんど何も読めなかった被験者もおり、若干の影響を及ぼしている。このような被験者を除いたとしても個人差は非

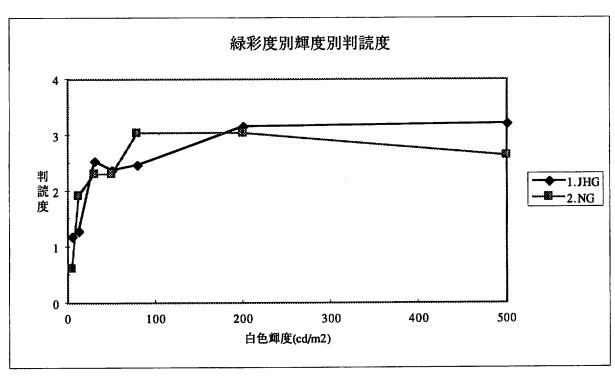
常に大きい。

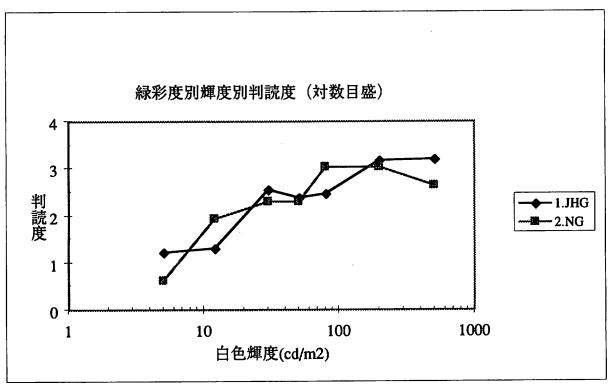
- ④ 繰返し効果がある。第1回目実験の全平均判読度は2.08であるが全く同じ条件で繰り返した第2回目には2.50と0.42ポイント上がり、単純に表現すれば2回目には約4割のケースで1ポイント下の小さな文字が読めている。これは、使用文字に対する学習効果で意識しないにしろ、ある程度予測で読めるようになっているということである。
- ⑤ 白色輝度×緑彩度は分散分析で有意ではあるが、被験者による差が大であることを考慮すると、被験者が変ればまた異なった結果となることが考えられるので、 高い信頼度のあるものではない。
- 3) 白色輝度、緑彩度と判読度

白色輝度、緑彩度と判読度の関係を図4.2-7に示す。

- ① 緑彩度の差を無視して白色輝度と判読度だけの関係を見ると、200cd/m²のとき最も良く読めて、以下、輝度が低くなるにつれて読めなくなる(50cd/m²と30cd/m²で若干の逆転はある)。また、500cd/m²ではやや悪くなる。
- ② JHグリーンと Nグリーンではやや傾向が異なり、JHグリーンでは500cd/m²のときにかなり良く読め、全輝度の中で最も良い結果である、一方、Nグリーンは200cd/m²と80cd/m²が同じように読め、それより高い500cd/m²も低い場合も読めなくなる。

人間の網膜細胞には色に反応する錐体と明るさに反応する桿体の2種があり、明るいときは錐体が、暗いとぎは桿体が有意に働くとされている。仮説的にJHGとNGの差を判断すると、明るくて色の差で読める場合はJHGが有利で、暗くて明暗(輝度)の差で読むにはNGが有利といったことが考えられる。





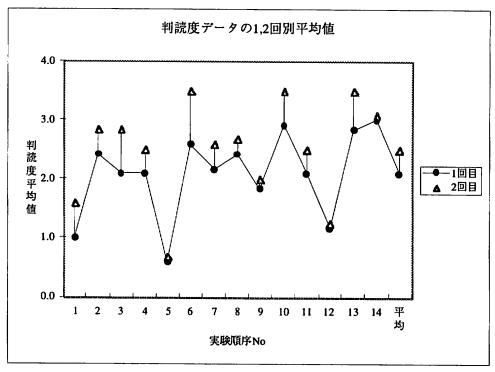
| 輝度(cd/m²) | 500 | 200 | 80 | 50 | 30 | 12 | 5 | 平均 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| JНG | 3.21 | 3.17 | 2.46 | 2.38 | 2.54 | 1.29 | 1.21 | 2.32 |
| NG | 2.63 | 3.04 | 3.04 | 2.29 | 2.29 | 1.92 | 0.63 | 2.26 |
| 平均 | 2.92 | 3.10 | 2.75 | 2.33 | 2.42 | 1.60 | 0.92 | 2.29 |

図4.2-7 白色輝度と判読度

4)繰返しの効果

実験では14枚の判読実験を1クールとして、約1時間半の間隔を置いて2回繰返しているが、同じ条件の1回目と2回目を比較すると明らかに2回目の方が良く読めるようになっている。図4.2-8に示すようにNo1からNo14までのすべての実験について2回目の方が良く読めており、平均では0.42ポイントも良くなっている。これは視力に換算するとほぼ0.04だけ良くなったことに該当する。実験には16個の文字を組合せを変えて4種類の標示板とし、これを繰返して使用しているため、学習効果によって2回目にはより小さな文字もわかるようになったものと推察できる。

標識に即して言えば、同じ表示内容の標識が2基設置してあると2基目は1基目より読みやすくなるということが言える。



| 実験順No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 緑タイプ | JН | N | JН | N | N | N | JΗ | ЈН | N | ЈН | N | ЈН | JН | N | 平均 |
| 白色輝度 | 12 | 500 | 80 | 30 | 5 | 200 | 50 | 30 | 12 | 500 | 50 | 5 | 200 | 80 | |
| 1回目 | 1.00 | 2.42 | 2.08 | 2.08 | 0.58 | 2.58 | 2.17 | 2.42 | 1.83 | 2.92 | 2.08 | 1.17 | 2.83 | 3.00 | 2.08 |
| 2回目 | 1.58 | 2.83 | 2.83 | 2.50 | 0.67 | 3.50 | 2.58 | 2.67 | 2.00 | 3.50 | 2.50 | 1.25 | 3.50 | 3.08 | 2.50 |
| 1,2回差 | -0.5 | -0.4 | -0.7 | -0.4 | -0.0 | -0.9 | -0.4 | -0.2 | -0.1 | -0.5 | -0.4 | -0.0 | -0.6 | -0.0 | -0.4 |
| 平均 | 1.29 | 2.63 | 2.46 | 2.29 | 0.63 | 3.04 | 2.38 | 2.54 | 1.92 | 3.21 | 2.29 | 1.21 | 3.17 | 3.04 | 2.29 |

図4.2-8 1,2回目の判読度平均値

(3) 読みやすさ評価点の分析

1) 読みやすさ評価点の分散分析

読みやすさは、10点満点の評価点で、6点以上は「標識として使ってもよい」点数である。判読度と同様の3元配置繰返しありである。

| | SS | d.f. | MS | F比 | F.05 | F.01 |
|------------|---------|------|--------|-----------|---------|-------|
| A.白色輝度 | 1034.61 | 6 | 172.44 | 116.64 ** | 2.13 | 2.86 |
| B.緑彩度 | 0.03 | 1 | 0.03 | 0.02 | 3.87 | 6.72 |
| C.個人差 | 134.26 | 11 | 12.21 | 8.26 ** | 1.82 | 2.31 |
| R.繰り返し効果 | 12.57 | 1 | 12.57 | 8.51 ** | 3.87 | 6.72 |
| A*B | 15.49 | 6 | 2.58 | 1.75 | 2.13 | 2.86 |
| e1.Cとの交互作用 | 225.37 | 143 | 1.58 | | | |
| e2. 繰り返し誤差 | 232.93 | 167 | 1.39 | | | |
| E.誤差(プール) | 458.29 | 310 | 1.48 | | e1.e2 8 | シフ°ール |
| Total | 1655.26 | 335 | 4.94 | | | |

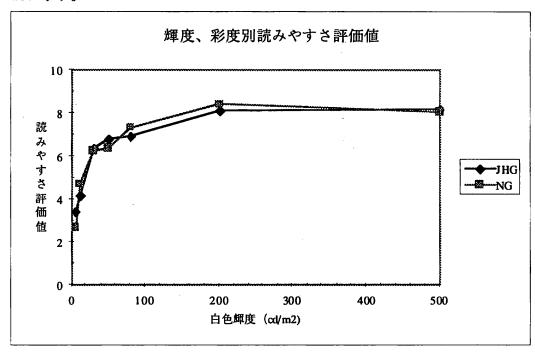
表4.2-6 読みやすさ分散分析表

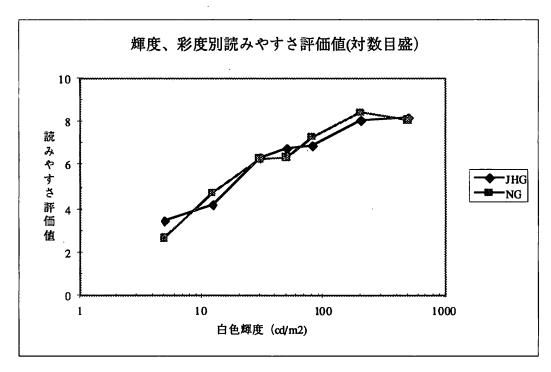
2) 分散分析結果の概要

- ① 白色輝度、個人差、繰返し効果が1%有意。ただし白色輝度の効果が非常に大きく、寄与率62%(SSベース)を占める。
- ② 緑彩度は、主効果、交互作用(A×B)とも有意とならない。主観的な評価に おいては、JHGとNGに違いはないと考えてよい。
- ③ 個人差はあるが、大きな差ではない。やや高目につけたり低くつけたりという 差であり、無視してよい。ちなみに全実験に対しての評価点平均値は最も高くつけた者で7.0点、最も低くつけた者で5.2点であった。
- ④ 繰返し効果が見られるがそれ程大きくはない。第1回目、2回目の平均はそれ ぞれ6.1点、6.5点で2回目には0.4点高くなっている。

3) 白色輝度と読みやすさ

白色輝度、緑彩度と読みやすさ評価点の関係を図4.2-9 に、評価点分布を図4.2 -10に示す。





| 輝度 (cd/m²) | 500 | 200 | 80 | 50 | 30 | 12 | 5 | 平均 |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| ЛНG | 8.2 | 8.1 | 6.9 | 6.8 | 6.4 | 4.2 | 3.5 | 6.3 |
| NG | 8.0 | 8.4 | 7.3 | 6.4 | 6.3 | 4.7 | 2.7 | 6.3 |
| 平均 | 8.1 | 8.3 | 7.1 | 6.6 | 6.3 | 4.5 | 3.1 | 6.3 |

図4.2-9 輝度、彩度別読みやすさ

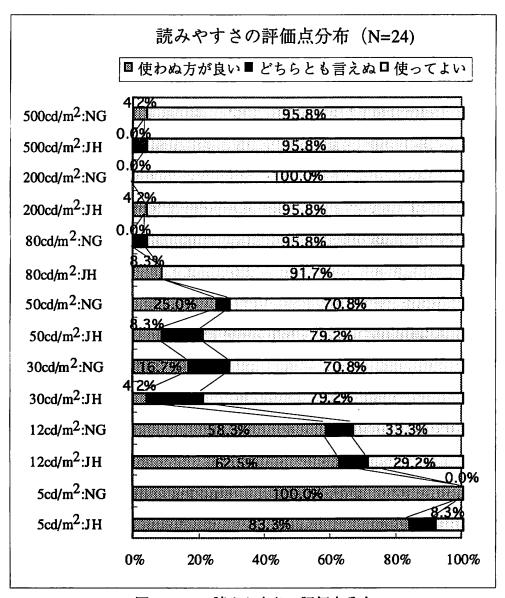


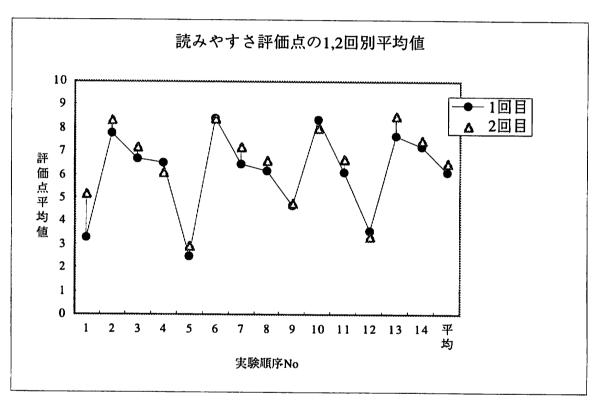
図4.2-10 読みやすさの評価点分布

- ① 緑彩度(JHG, NG)による読みやすさの差は、ほとんどないようである。しいて言うならば、NGでは200cd/m²が最も点が高く、500cd/m²では0.4点ほど下がるが、JHGでは200より500cd/m²の方が0.1点だけだが高い。標示板が明るいために視野が明るく感ずる場合には色相に反応する錐体細胞が主体となるので、緑の明るいJHGの方がよい評価となることが考えられる。
- ② JHG, NGのどちらについても白色輝度30cd/m²~500cd/m²については「実用としてもよい」(6点以上)とする者が7割以上を占めている。12cd/m²であると逆に「使ってほしくない」(4点以下)とする者が6割以上となるので、12cd/m²から30cd/m²の間に実用上の線が引かれると考えられる。

③ 判読度データとの関係を見ると評価状況はきわめて近似している。すなわち良く読めるものは使ってもよいと評価されており、関連性は高い。

4) 読みやすさ評価点の繰返し効果

1回目と2回目の評価点を比較すると(図4.2-11)、判読度に見られたと同様に 2回目の評価点の方が高くなっている。ただし、判読度など明確ではなく、差は小 さい。最も大きな差は実験順No.1に見られる。一番最初に見た標示板は慣れが全く ないために読みにくく、そのため低い評価がなされたと思われる。



| 実験順No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|
| 緑タイプ | јн | N | јн | N | N | N | ЈН | јн | N | ЈН | N | JН | ЈН | N | 平均 |
| 白色輝度 | 12 | 500 | 80 | 30 | 5 | 200 | 50 | 30 | 12 | 500 | 50 | 5 | 200 | 80 | |
| 1回目 | 3.25 | 7.75 | 6.67 | 6.50 | 2.50 | 8.42 | 6.42 | 6.17 | 4.67 | 8.33 | 6.08 | 3.58 | 7.67 | 7.17 | 6.08 |
| 2回目 | 5.17 | 8.33 | 7.17 | 6.08 | 2.92 | 8.42 | 7.17 | 6.58 | 4.75 | 8.00 | 6.67 | 3.33 | 8.50 | 7.50 | 6.47 |
| 1,2回差 | -1.92 | -0.58 | -0.50 | 0.42 | -0.42 | 0.00 | -0.75 | -0.42 | -0.08 | 0.33 | -0.58 | 0.25 | -0.83 | -0.33 | -0.39 |
| 平均 | 4.21 | 8.04 | 6.92 | 6.29 | 2.71 | 8.42 | 6.79 | 6.38 | 4.71 | 8.17 | 6.38 | 3.46 | 8.08 | 7.33 | 6.28 |

図4.2-11 読みやすさの1, 2回別変化

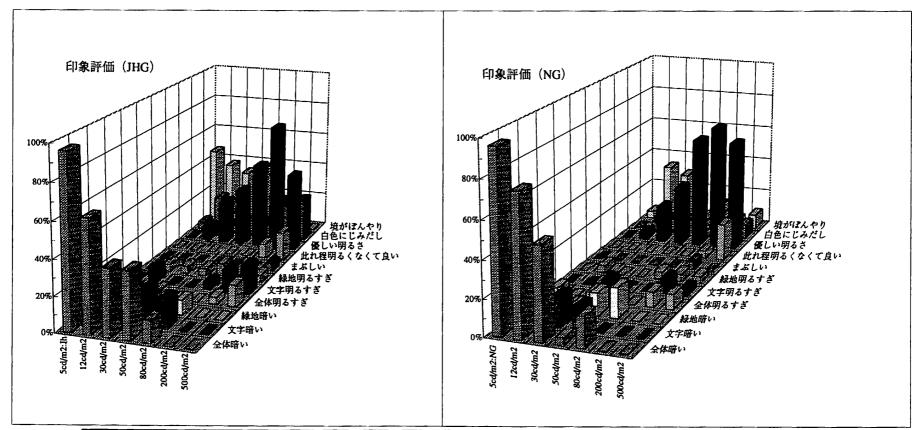
(4) 印象評価

JHG, NGそれぞれの白色輝度別の印象を図4.2-12に示す。

この評価は、自由回答評価に近いので、強い印象1つが回答される傾向があり、回答比率を横並べに比較することには若干問題があるが、JHGもNGもほぼ同じように、白色輝度による評価の差がみられる。

JHGでは白色輝度50cd/㎡以下で「暗い」という評価が多い。NGでは30cd/㎡以下の場合であるので、50cd/㎡の輝度ではJHGよりNGの方が暗い印象が少ない。JHGでは緑地が明るいために相対的に文字を暗く感じるようである。同じ理由から「文字の境界がほんやりしている」という評価あるいは「白色がにじみだして見える」という評価もJHGに多い。

「まぶしい」という評価はJHG, NGともほとんどなく、500cd/㎡まではまぶしさは与えないと考えられる。しかし500cd/㎡では「これ程明るくなくてもよい」という評価者がJHG, NGとも約2割あり、200cd/㎡以下の明るさで充分と思われる。「目に優しい明るさ」という評価はJHG, NGとも200cd/㎡のときに最も多くなっており、青地の場合と同様に200cd/㎡付近が標識として、コストを無視すれば最も歓迎される輝度のようである。



| 素地種別 | | J | HG | | | | | | N | IG | | | | |
|---------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 輝度∶cd/m2 | 5 | 12 | 30 | _ 50 | 80 | 200 | 500 | 5 | 12 | 30 | 50 | 80 | 200 | 500 |
| 全体暗い | 95.8% | 62.5% | 37.5% | 37.5% | 12.5% | | | 95.8% | 75.0% | 50.0% | 4.2% | 16.7% | | |
| 文字暗い | | 8.3% | 20.8% | 20.8% | 16.7% | | | 4.2% | 4.2% | 16.7% | 12.5% | | | |
| 緑地暗い | 4.2% | 8.3% | 8.3% | 4.2% | 8.3% | | | | 12.5% | 4.2% | 12.5% | 16.7% | | |
| 全体明るすぎ | | | 4.2% | | | 4.2% | 12.5% | | | 4.2% | | | 8.3% | 8.3% |
| 文字明るすぎ | | 8.3% | | | 4.2% | 12.5% | 16.7% | | | 4.2% | | | 8.3% | 4.2% |
| 緑地明るすぎ | | 4.2% | 4.2% | 4.2% | 8.3% | | 4.2% | | 4.2% | | | 4.2% | 4.2% | 4.2% |
| まぶしい | | | | | | | 4.2% | | | | | | 4.2% | |
| ┃此れ程明るくなくて良い┃ | | | | | | 8.3% | 16.7% | | | | | | 4.2% | 20.8% |
| 優しい明るさ | *************************************** | 8.3% | 25.0% | 33.3% | 50.0% | 75.0% | 45.8% | | 4.2% | 20.8% | 33.3% | 62.5% | 70.8% | 62.5% |
| 白色にじみだし | 4.2% | 20.8% | 4.2% | 8.3% | 8.3% | 20.8% | 25.0% | | 4.2% | 8.3% | 8.3% | | 12.5% | 8.3% |
| 境がほんやり | 45.8% | 37.5% | 33.3% | 37.5% | 16.7% | 4.2% | | 4.2% | 33.3% | 29.2% | 4.2% | 12.5% | 4.2% | 8.3% |

図4.2-12 印象の評価

4.3 高齢ドライバーへの対応

さまざまな判読実験の結果によると、高齢ドライバーでは昼夜によらず標識の判読距離が短くなる。さらに夜間においては壮年ドライバーが読みやすいと感ずる以上に明るい標識を求める傾向が強まることが明らかとなった。このため、高齢ドライバーに読みやすい標識とするためには、壮年者にはまぶしいと感ずるような標識を整備せざるをえない。そのような明るい標識を整備することは費用の増大とともに、その他の弊害を生ずる恐れも高くなる。一方では高齢化社会の進行が急激に進んでおり、高齢ドライバーにどう対応すべきかは重要な課題となっている。

ここでは高齢ドライバーの運転行動を分析するとともに、運転に必要な機能の変化等 に関わる既存の文献を収集して、高齢ドライバーに対する標識整備の視点を明らかにし た。

4. 3. 1 高齢ドライバーの特性

標識視認及び自動車運転に係わる高齢者特性及び今後の動向について既存の資料より とりまとめるとともに、道路交通センサス OD調査データの年齢別分析を行って、高齢 者の運転行動を分析したものである。

なお、高齢者の年齢については、55歳、60歳、65歳など種々の区分があるが、最近では65歳以上を高齢者とし、65~74歳を前期高齢者、75歳以上を後期高齢者とする考え方が多い。自動車運転に関してもおおむね65歳以上が問題であるため、ここでは65歳以上を高齢者と考える。ただし、資料によっては60歳以上を高齢者とするものもある。

(この項で引用した文献)

- ·交通安全白書 平成9年版
- ·月刊交通(1995~1998)
- ・高齢者の交通安全行動調査 (総務庁、平成8年)
- ・高齢ドライバーのクルマへの意識調査(日産自動車、1997)
- ·日本眼科学会誌(1971)
- ・高齢ドライバーに配慮した交通安全施設に関する研究の動向(三井、月刊交通 1996)
- ・ドライバーの視覚特性と夜間運転に関する考察(有沢、月刊交通1992)

(1) 高齢ドライバー数

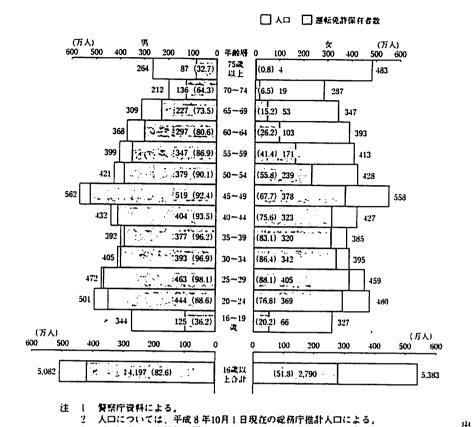


図4.3-1 年齢層別・男女別運転免許保有状況(平成8年12月末現在)

()内は、当該年齢附人口に占める運転免許保有者数の割合(%)である。

出典:交通安全白背H9

平成8年末で日本の総人口は126百万人であるが、65歳以上は19百万人と15%を占める。19百万人の高齢者のうち運転免許保有者は5.3百万人で全高齢者の28%である。保有率は一見すると少なく感ずるが、女性の保有率が少ない(7%)ためで、男性は57%と過半数が免許保有者である。

さらに図に見るように年齢が下がるほど免許保有率は高いので、高齢者の免許保有率は今後増加し、特に女性高齢者ドライバーが急増する。

表4.3-1 高齢者人口の推移

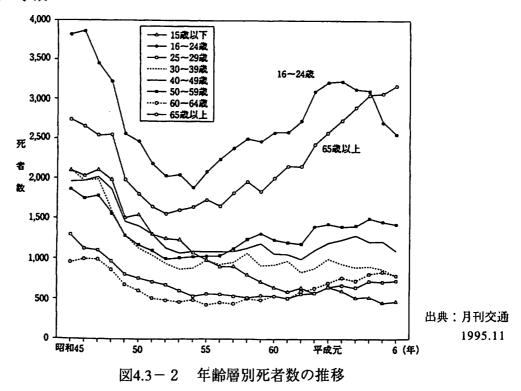
| 年 | 次 | 全人口 | 65 歳以 上人口 | 比 率 | 75 歳 以 上 人 口 | 比 率 |
|-------|--------|--------|--------------|------|-----------------|--------|
| | | 万人 | 万人 | % | 万人 | % |
| 昭和45年 | (1970) | 10,467 | 739 | 7.1 | 224 | 2.1 |
| 55年 | (1980) | 11.706 | 1,065 | 9.1 | 366 | 3.1 |
| 平成2年 | (1990) | 12,361 | 1.489 | 12.0 | 597 | 4.8 |
| 7年 | (1995) | 12,557 | 1,826 | 14.5 | 717 | 5.7 |
| 8年 | (1996) | 12.586 | 1,902 | 15.1 | 747 | 5.9 |
| 12年 | (2000) | 12,689 | 2.187 | 17.2 | 889 | 7.0 |
| 22年 | (2010) | 12,762 | 2.813 | 22.0 | 1,335 | 10.5 |
| 32年 | (2020) | 12,413 | 3.334 | 26.9 | 1,574 | . 12.7 |

注 昭和45年~平成7年は総務庁「国勢調査」、8年は総務庁「平成8年10月1日現 出典:交通安全 在推計人口」、12年~32年は厚生省人口問題研究所「日本の将来推計人口」(平成9 年1月推計)による。

白書 H9

表に見るように高齢者人口は2010年には28百万人に達するが、免許保有率は40%程 度になると考えられ、高齢ドライバーが1000万人を超えることになる。

(2) 高齢者の事故



平成6年の交通事故死者数(1万600人)の29.1%(3,098人)は65歳以上の高齢者 であり、人口構成比(14.1%)をはるかに上回っている。単純に言えば高齢者の交通 事故死の確率は他の年齢層の2倍以上も高いと言える。

高齢者死亡事故の40%が自動車運転中であり、かつ年々増加している。

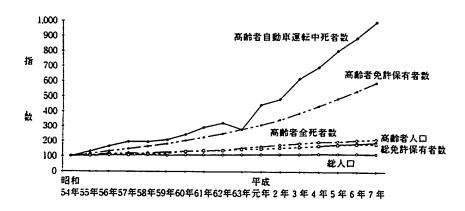
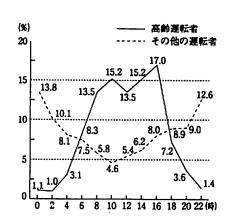


図4.3-3 高齢者の人口、運転免許保有者数及び交通事故死者数の推移

高齢運転者の事故を分析した結果によると、高齢者の事故は11月、5月、8月に多く、曜日別には日曜に少なく、水曜を除くウィークデイに多発。また時間帯ではAM10時前後とPM4時頃にピークがあり、大半はAM6時~PM6時までに発生し夜間は少ない。非高齢者では62.4%と過半数が夜間に発生しているのに対し高齢者では80.2%が昼間である。このことは高齢者の運転行動が昼間に多く、夜間にはあまり運転しないことを示しているものと考えられる。



この仮説を裏付けるものとして、死亡 事故を通行形態別に分析したデータでは、 高齢運転者の場合、「地域内交通」が多 く(62.8%)、「通過交通」は少ない (13.3%)。すなわち自宅付近での交通 が多い。また、運転車両としては「原付 自転車(29.6%)」「軽貨物車(24.4%)」 など近隣用の自動車が多い。

図4.3-4 時間帯別死亡事故発生件数の比較 (平成5年中)

その他、高齢運転者の事故は、信号機のない中小の交差点や車道幅員の狭い道路で の発生が多く、いずれも自宅付近の運転中であることをうかがわせる。

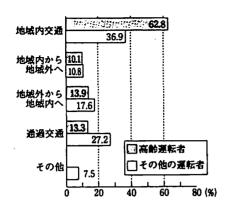


図4.3-5 第1当事者の通行形態死亡 事故件数の比較(平成5年中)

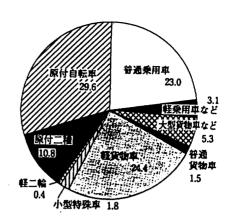


図4.3-6 高齢運転者が運転していた 車両の内訳(平成5年中)(%)

運転中の死亡事故について年齢別、法令違反別に分析した結果によると、高齢者では「最高速度違反」の割合が非常に低い反面、「一時不停止」「優先通行妨害」「運転操作不適」等の割合が高く、高齢者は慎重な運転を心がけているものの、加齢に伴う身体機能の低下が運転に影響を及ぼしていると述べている。

このような傾向は加齢とともに進むため、後期高齢者(75歳以上)をとりあげてみると一層顕著にあらわれている。(この項、月刊交通1995~1998による)

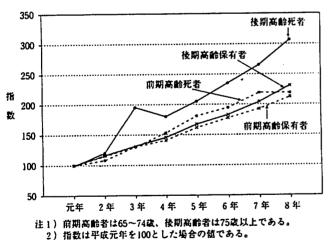


図4.3-7 高齢自動車運転中死者及び 高齢運転免許保有者数の推移

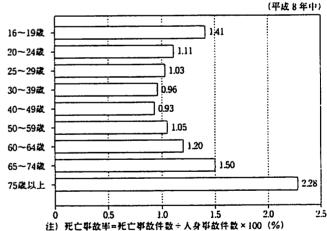
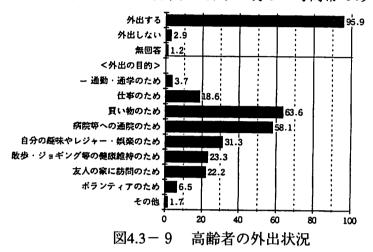


図4.3-8 年齢層別自動車運転者 (第1当事者)の死亡事故率

(3) 高齢者の運転状況

総務庁では平成8年度に65歳以上の高齢者を対象に「高齢者の交通安全行動調査」 (全国対象、回収3,503票)を実施している。この調査によると、高齢者の外出割合は 極めて高く、外出しない高齢者は3%弱にすぎない。外出目的は買物、通院など日常 生活に不可欠なものが多く、外出時間帯は日中の明るい時間帯である。



しかし、移動手段としては、公共交通機関よりプライベートな手段が利用され、免 許保有者では「自家用車」の利用が非常に高い。

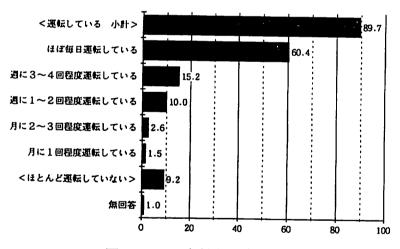


図4.3-10 高齢運転者の運転状況

免許保有高齢者でほとんど運転しない者は1割程度であり、85%は週に1~2回以上運転している。

日産自動車 環境交通研究所では高齢者及びその予備軍である免許保有者にアンケート調査(東京周辺対象)等を実施しているが、この調査によると、70歳代であっても

買物のような日常短距離移動に自家用車を運転する者は多く、非高齢者と変わらないが、泊まりがけ旅行のような長距離運転になると自分で運転する者はかなり少なくなるとしている。

表4.3-2 目的別、車を運転する割合

| | 回答者数 | 買物に運転 | 泊まりがけ旅行に運転 | |
|------|------|----------|------------|--|
| 50歳代 | 22 | 20 (91%) | 16 (73%) | |
| 60歳代 | 23 | 22 (96%) | 14 (61%) | |
| 70歳代 | 12 | 10 (83%) | 4 (33%) | |

出典:自動車交通1998

泊まりがけ旅行には年間4回弱程度出かけるようであるが、70歳代になると「運転 が疲れるので」「電車の方が楽」などと疲労を理由にして運転を避けるようである。

運転できる年齢については、平成4年に総理府が「交通安全に関する世論調査」を行っているが、50歳以前の者は「65歳くらいまで」とする者が過半数であるが、50歳代になると「75歳くらいまで」とする者が半数となり、さらに60歳以上では「80歳くらいまで」とする者が2割を占めるようになる。

これらのデータから考えると、70歳までは泊まりがけの長距離トリップを行う者もかなりいるが、70歳を越えると長距離は少なく、地域内の交通の足替りに使われおおむね80歳では運転しなくなると予想される。

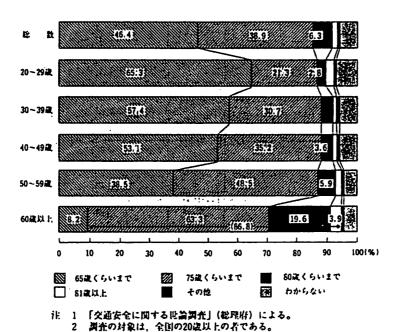


図4.3-11 自動車や二輪車を自分で運転できると思う年齢の割合(平成4年)

(4) 交通センサスデータによる高齢運転者の状況

平成6年道路交通センサスにおけるオーナーインタビューOD調査データを加工し、 高齢者の自動車運転トリップの実態を把握した。

オーナーインタビューOD調査は自家用車のオーナーの部と事業所(営業用の人及 び貨物輸送)の部があり、両者を加重平均して全国のODを推計するものであり、抽 出率は4.5%ときわめて高く信頼性が高い。事業者調査データは運転者の属性(性、年 齢等)は調査外としており、この項では「不明」として処理している。

調査は平日1日(AM6時からの24時間)と休日1日であり、平休日毎に分析している。

また、データの基本単位は「トリップ」と「トリップチェーン」である。「トリップ」は例えば1人のドライバーにつき、通勤で1トリップ、帰宅で1トリップのようにカウントされる。「トリップチェーン」は、通勤から帰宅で1トリップチェーンとなる。以下の集計ではトリップとトリップチェーンのいずれか適切なものを用いている(例えば運行目的はトリップにはあるが、トリップチェーンには定義されない)。

(1) 調査サンプルの性年齢構成(表4.3-3)

| 平日 | 性別 | | | | | | | |
|-------|------|------|------|-------|--|--|--|--|
| 年齢 | 男性 | 女性 | 不明 | 小計 | | | | |
| 18~34 | 18.0 | 8.6 | 0.0 | 26.6 | | | | |
| 35~44 | 17.0 | 6.9 | 0.0 | 23.9 | | | | |
| 45~54 | 17.6 | 5.1 | 0.0 | 22.7 | | | | |
| 55~64 | 11.1 | 1.5 | 0.0 | 12.7 | | | | |
| 65~74 | 4.25 | 0.27 | 0.00 | 4.52 | | | | |
| 75~ | 0.52 | 0.01 | 0.00 | 0.53 | | | | |
| 不明 | 1.1 | 0.2 | 7.9 | 9.1 | | | | |
| 小計 | 69.5 | 22.6 | 7.9 | 100.0 | | | | |

| 休日 | 性別 | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|-------|--|--|--|--|--|
| 年齢 | 男性 | 女性 | 不明 | 小計 | | | | | |
| 18~34 | 17.7 | 8.1 | 0.0 | 25.8 | | | | | |
| 35~44 | 17.0 | 6.2 | 0.0 | 23.3 | | | | | |
| 45~54 | 17.4 | 4.7 | 0.0 | 22.1 | | | | | |
| 55~64 | 10.9 | 1.5 | 0.0 | 12.4 | | | | | |
| 65~74 | 4.16 | 0.26 | 0.00 | 4.42 | | | | | |
| 75~ | 0.51 | 0.01 | 0.00 | 0.52 | | | | | |
| 不明 | 1.1 | 0.2 | 10.3 | 11.5 | | | | | |
| 小計 | 68.8 | 20.9 | 10.3 | 100.0 | | | | | |

自動車の運転をする者の構成を知るためにトリップチェーンベースで集計をして いる。性・年齢不明は主として事業所分(バス、タクシー、トラック等)であり、 不明はおおむね男性の生産年齢に属すると見てよい。

平成7年の免許保有者では、65歳以上が7.0%であり、OD調査では5.0%であるか

ら、OD調査の対象となった高齢者は若干少ない(所有者名義が異なるためか?)。 全年齢で女性は23%だが、免許保有者では女性が40%であるから、女性には免許 は持っているが車は持っていない、あるいは自分の名義ではない者が多いと言える。

(2) 運行率(表4.3-4,5)

調査日に運転しなかった者もおり、表4.3-4には運行した者のみの構成を示した。 また、表4.3-3との関係から運行率を求めると表4.3-5のようになる。

表4.3-4 運行者の性年齢構成 (トリップチェーンベース)

| 平日 | | 性別 | | | | | | | |
|-------|------|------|------|-------|--|--|--|--|--|
| 年齢 | 男性 | 女性 | 不明 | 小計 | | | | | |
| 18~34 | 17.9 | 9.9 | 0.0 | 27.8 | | | | | |
| 35~44 | 16.9 | 8.5 | 0.0 | 25.4 | | | | | |
| 45~54 | 17.7 | 6.1 | 0.0 | 23.8 | | | | | |
| 55~64 | 11.2 | 1.7 | 0.0 | 13.0 | | | | | |
| 65~74 | 4.16 | 0.28 | 0.00 | 4.44 | | | | | |
| 75~ | 0.47 | 0.01 | 0.00 | 0.48 | | | | | |
| 不明 | 0.1 | 0.0 | 5.0 | 5.2 | | | | | |
| 小計 | 68.4 | 26.6 | 5.0 | 100.0 | | | | | |

| 休日 | | 性別 | | | | | | | |
|-------|------|------|------|-------|--|--|--|--|--|
| 年齢 | 男性 | 女性 | 不明 | 小計 | | | | | |
| 18~34 | 17.5 | 9.3 | 0.0 | 26.8 | | | | | |
| 35~44 | 17.4 | 8.0 | 0.0 | 25.4 | | | | | |
| 45~54 | 17.9 | 5.8 | 0.0 | 23.7 | | | | | |
| 55~64 | 11.4 | 1.8 | 0.0 | 13.2 | | | | | |
| 65~74 | 4.50 | 0.29 | 0.00 | 4.80 | | | | | |
| 75~ | 0.50 | 0.01 | 0.00 | 0.51 | | | | | |
| 不明 | 0.1 | 0.0 | 5.4 | 5.6 | | | | | |
| 小計 | 69.3 | 25.2 | 5.5 | 100.0 | | | | | |

表4.3-5 性年齢別運行率(トリップチェーンベース)

| 平日 | 性別 | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|--|--|--|--|
| 年齢 | 男性 | 女性 | 不明 | 小計 | | | | |
| 18~34 | 64.6 | 74.8 | 59.6 | 67.9 | | | | |
| 35~44 | 64.7 | 80.0 | 43.3 | 69.1 | | | | |
| 45~54 | 65.3 | 78.1 | 49.9 | 68.2 | | | | |
| 55~64 | 65.6 | 73.3 | 50.9 | 66.6 | | | | |
| 65~74 | 63.6 | 66.6 | 53.4 | 63.8 | | | | |
| 75~ | 59.1 | 47.9 | 55.8 | 58.8 | | | | |
| 不明 | 8.1 | 11.9 | 41.4 | 36.8 | | | | |
| 小計 | 64.0 | 76.5 | 41.4 | 65.0 | | | | |

| 休日 | 性別 | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|--|--|--|--|
| 年齢 | 男性 | 女性 | 不明 | 小計 | | | | |
| 18~34 | 49.2 | 57.8 | 35.8 | 51.9 | | | | |
| 35~44 | 51.2 | 64.0 | 26.9 | 54.7 | | | | |
| 45~54 | 51.2 | 62.0 | 26.6 | 53.5 | | | | |
| 55~64 | 52.4 | 60.5 | 40.8 | 53.4 | | | | |
| 65~74 | 54.2 | 55.8 | 31.7 | 54.3 | | | | |
| 75~ | 49.4 | 37.8 | 38.1 | 49.1 | | | | |
| 不明 | 4.7 | 9.1 | 26.5 | 24.2 | | | | |
| 小計 | 50.4 | 60.4 | 26.5 | 50.0 | | | | |

全年齢の運行率は平日65%、休日50%。男女別にみると74歳までは女性の運行率が男性より高く、買物など日常生活の足がわりに使われていることがうかがえる。

男性の運行率は74歳まではほぼ年齢によらず平日65%、休日52%前後であるが、75歳以上では平日59%、休日49%と若干低くなる。一方女性では40歳前後の年齢で

運行率が高く、年齢とともに低下する。とは言え、男女とも75歳以上であっても、 車を運転しており、若干低くなる程度である。

(3) 車種構成 (表4.3-6)

表4.3-6 年齢別車種構成(トリップチェーンベース)

| 平日 | 車種 | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|-------|--|--|--|--|--|
| 年齢 | 乗用車 | バス | 小型货物 | 普通货物 | 小計 | | | | | |
| 18~34 | 74.0 | 0.1 | 22.4 | 3.5 | 100.0 | | | | | |
| 35~44 | 67.9 | 0.2 | 28.5 | 3.5 | 100.0 | | | | | |
| 45~54 | 65.8 | 0.3 | 30.2 | 3.7 | 100.0 | | | | | |
| 55~64 | 61.1 | 0.4 | 35.7 | 2.8 | 100.0 | | | | | |
| 65~74 | 57.9 | 0.3 | 40.8 | 1.0 | 100.0 | | | | | |
| 75~ | 57.3 | 0.0 | 42.2 | 0.4 | 100.0 | | | | | |
| 不明 | 23.7 | 16.7 | 12.2 | 47.3 | 100.0 | | | | | |
| 小計 | 65.4 | 1.1 | 27.9 | 5.6 | 100.0 | | | | | |

| 休日 | 車種 | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|-------|--|--|--|--|--|
| 年齢 | 乗用車 | バス | 小型货物 | 普通货物 | 小計 | | | | | |
| 18~34 | 85.1 | 0.1 | 13.5 | 1.2 | 100.0 | | | | | |
| 35~44 | 77.8 | 0.1 | 20.9 | 1.2 | 100.0 | | | | | |
| 45~54 | 74.8 | 0.2 | 23.8 | 1.2 | 100.0 | | | | | |
| 55~64 | 67.4 | 0.2 | 31.4 | 0.9 | 100.0 | | | | | |
| 65~74 | 59.4 | 0.1 | 40.1 | 0.5 | 100.0 | | | | | |
| 75~ | 56.1 | 0.0 | 43.5 | 0.3 | 100.0 | | | | | |
| 不明 | 62.1 | 17.4 | 8.4 | 12.1 | 100.0 | | | | | |
| 小計 | 75.8 | 1.1 | 21.3 | 1.7 | 100.0 | | | | | |

平日、休日とも乗用車比率は年齢の若い層に高く、加齢につれて低くなり、逆に 小型貨物車の比率が高くなる。75歳以上では、乗用車57%、小型貨物車42%と両比 率がかなり接近してくる。小型貨物には軽トラックが含まれるが、農林業など自営 業者が使用しており、警察庁でも高齢者の小型貨物車の事故対策を問題としている (月刊交通1995年11月) 背景がうかがえる。

(4) 運行目的(表4.3-7)

表4.3-7 年齢別運行目的(トリップベース)

| 平日 | 運行目的 | | | | | | | | | | | |
|-------|------|-----|------|------|----------|-----|------|----------|-----|------|------|-------|
| 年齢 | 出勤 | 登校 | 業務A | 業務B | 家事 買物 | 送迎 | 社交娯楽 | 観光 行楽 | 帰社 | 帰宅 | 不明 | 小計 |
| 18~34 | 20.6 | 1.0 | 12.4 | 10.6 | 8.2 | 5.1 | 3.7 | 1.0 | 7.7 | 29.4 | 0.4 | 100.0 |
| 35~44 | 18.7 | 0.3 | 13.9 | 10.1 | 8.9 | 7.0 | 2.9 | 0.8 | 7.3 | 29.7 | 0.4 | 100.0 |
| 45~54 | 19.0 | 0.2 | 15.4 | 11.7 | 7.7 | 5.0 | 2.9 | 1.0 | 7.4 | 29.2 | 0.5 | 100.0 |
| 55~64 | 16.1 | 0.2 | 15.2 | 11.7 | 9.3 | 5.3 | 3.5 | 1.7 | 6.4 | 30.1 | 0.6 | 100.0 |
| 65~74 | 8.6 | 0.2 | 12.9 | 8.3 | 16.6 | 6.8 | 5.6 | 2.8 | 3.4 | 34.0 | 0.7 | 100.0 |
| 75~ | 4.8 | 0.1 | 11.2 | 7.0 | 19.2 | 6.9 | 7.9 | 3.9 | 2.0 | 35.9 | 0.9 | 100.0 |
| 不明 | 1.9 | 0.1 | 3.3 | 2.0 | 1.0 | 0.5 | 0.6 | 1.9 | 1.3 | 4.2 | 83.3 | 100.0 |
| 小計 | 17.7 | 0.4 | 13.5 | 10.4 | 8.5 | 5.5 | 3.2 | 1.2 | 6.9 | 28.7 | 4.0 | 100.0 |

| 休日 | 運行目的 | | | | | | | | | | | |
|-------|------|-----|-----|-----|----------|-----|----------|----------|-----|------|------|-------|
| 年齢 | 出勤 | 登校 | 業務A | 業務B | 家事 買物 | 送迎 | 社交 娯楽 | 観光 行楽 | 帰社 | 帰宅 | 不明 | 小計 |
| 18~34 | 6.6 | 0.3 | 3.1 | 2.4 | 21.7 | 6.7 | 13.3 | 8.2 | 1.9 | 35.6 | 0.3 | 100.0 |
| 35~44 | 5.4 | 0.3 | 4.1 | 3.3 | 23.2 | 8.0 | 10.4 | 6.9 | 1.8 | 36.3 | 0.4 | 100.0 |
| 45~54 | 6.1 | 0.2 | 5.4 | 4.5 | 21.9 | 7.1 | 9.2 | 7.2 | 2.0 | 36.0 | 0.4 | 100.0 |
| 55~64 | 5.5 | 0.1 | 6.5 | 5.6 | 21.9 | 5.8 | 8.7 | 7.5 | 1.8 | 36.1 | 0.5 | 100.0 |
| 65~74 | 3.5 | 0.1 | 7.1 | 5.8 | 23.3 | 5.6 | 8.8 | 6.7 | 1.2 | 37.3 | 0.7 | 100.0 |
| 75~ | 2.3 | 0.2 | 6.6 | 5.7 | 23.1 | 4.8 | 10.4 | 7.1 | 1.1 | 38.0 | 0.7 | 100.0 |
| 不明 | 1.6 | 0.1 | 1.9 | 1.0 | 4.6 | 1.2 | 3.3 | 16.1 | 0.7 | 20.0 | 49.5 | 100.0 |
| 小計 | 5.7 | 0.2 | 4.5 | 3.7 | 21.8 | 6.8 | 10.4 | 7.7 | 1.8 | 35.6 | 1.8 | 100.0 |

平日交通における高齢者の特徴

- ・ 「家事・買物」「帰宅」トリップが65歳以上では高率になる。
- ・ 「社交・娯楽」「観光行楽」も他の年齢層に比べると高い。
- · 「出勤」の比率は、全年齢平均18%に対し、65~74歳は9%、75歳以上では5%に減少。

休日交通における高齢者の特徴

· 休日トリップは他の年齢層とほとんど同じトリップ構成比となっている。

(5) 運行目的別トリップ長 (表4.3-8)

表4.3-8 年齢別運行目的別平均トリップ長(トリップベース)

| 平日 | 運行目的 | | | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|-------|----------|------|----------|----------|------|------|------|---------|
| 年齢 | 出勤 | 登校 | 業務A | 業務B | 家事 買物 | 送迎 | 社交 娯楽 | 観光 行楽 | 帰社 | 帰宅 | 不明 | 全 平均 |
| 18~34 | 11.0 | 13.7 | 12.0 | 11.4 | 6.3 | 6.6 | 9.3 | 22.1 | 13.6 | 10.4 | 15.4 | 10.7 |
| 35~44 | 10.3 | 7.0 | 11.8 | 11.4 | 5.8 | 6.0 | 8.0 | 19.6 | 12.9 | 9.4 | 14.8 | 9.9 |
| 45~54 | 10.6 | 9.6 | 11.9 | 11.8 | 6.5 | 7.8 | 9.1 | 24.8 | 13.1 | 10.4 | 13.8 | 10.7 |
| 55~64 | 10.6 | 11.6 | 11.2 | 11.0 | 7.6 | 9.1 | 10.1 | 27.0 | 12.6 | 10.6 | 13.0 | 10.8 |
| 65~74 | 9.3 | 8.5 | 9.0 | 8.7 | 7.7 | 7.7 | 9.4 | 23.7 | 10.7 | 9.5 | 11.7 | 9.4 |
| 75~ | 7.8 | 9.1 | 9.2 | 7.7 | 7.7 | 7.9 | 8.6 | 18.7 | 9.1 | 8.4 | 11.5 | 8.7 |
| 不明 | 42.4 | 58.9 | 92.9 | 102.8 | 55.8 | 42.0 | 83.9 | 147.3 | 69.5 | 73.6 | 43.4 | 50.1 |
| 小計 | 10.8 | 11.9 | 12.5 | 12.1 | 6.8 | 7.2 | 9.6 | 32.0 | 13.6 | 10.5 | 40.2 | 12.1 |

| 休日 | | 運行目的 | | | | | | | | | | |
|-------|------|-------|-------|-------|----------|------|----------|-------|-------|-------|------|---------|
| 年齢 | 出勤 | 登校 | 業務A | 業務B | 家事 買物 | 送迎 | 社交 娯楽 | 観光 行楽 | 帰社 | 帰宅 | 不明 | 全 平均 |
| 18~34 | 11.5 | 14.6 | 12.5 | 11.6 | 9.1 | 12.7 | 12.5 | 28.7 | 14.1 | 14.0 | 18.0 | 13.6 |
| 35~44 | 11.0 | 6.7 | 11.6 | 10.2 | 7.8 | 8.8 | 9.9 | 24.6 | 13.1 | 11.2 | 16.0 | 11.0 |
| 45~54 | 10.6 | 10.5 | 12.0 | 10.0 | 8.4 | 10.0 | 11.5 | 27.2 | 13.6 | 12.3 | 15.7 | 12.1 |
| 55~64 | 10.2 | 10.6 | 10.4 | 9.2 | 9.1 | 10.7 | 12.4 | 29.2 | 13.6 | 12.7 | 16.9 | 12.6 |
| 65~74 | 8.8 | 7.7 | 8.2 | 7.4 | 8.6 | 9.2 | 10.9 | 25.2 | 11.1 | 10.8 | 10.7 | 10.7 |
| 75~ | 7.4 | 6.5 | 7.5 | 6.5 | 7.6 | 7.8 | 9.1 | 19.7 | 10.5 | 9.4 | 7.4 | 9.3 |
| 不明 | 87.3 | 119.8 | 131.1 | 153.1 | 69.6 | 83.8 | 102.3 | 129.2 | 117.3 | 121.2 | 49.2 | 83.3 |
| 小計 | 11.5 | 11.8 | 12.8 | 11.0 | 8.9 | 10.8 | 12.3 | 33.3 | 14.8 | 14.2 | 42.1 | 14.3 |

全年齢、全目的の平均トリップ長は平日12.1 km、休日14.3 km。前期高齢者は平日9.4 km、休日10.7 km、後期高齢者は平日8.7 km、休日9.3 kmで、平均トリップ長はわずかに短くなる。

トリップ長の長いトリップは「観光・行楽」で全年齢平均で、平日32km、休日33km。高齢者の観光行楽は、74歳以下では他と変わらないが、75歳以上では平均トリップ長が短くなり、余り遠出はしないものと思われる。

(6) 高速道路の利用 (表4.3-9, 10、図4.3-12)

表4.3-9 年齢別高速の利用率(トリップチェーンベース)

| 平日 | 高速利用 | | | | |
|-------|------|------|-------|--|--|
| 年齢 | 利用なし | 利用あり | 小計 | | |
| 18~34 | 97.1 | 2.9 | 100.0 | | |
| 35~44 | 97.2 | 2.8 | 100.0 | | |
| 45~54 | 96.8 | 3.2 | 100.0 | | |
| 55~64 | 97.0 | 3.0 | 100.0 | | |
| 65~74 | 98.5 | 1.5 | 100.0 | | |
| 75~ | 99.0 | 1.0 | 100.0 | | |
| 不明 | 78.1 | 21.9 | 100.0 | | |
| 小計 | 96.1 | 3.9 | 100.0 | | |

| 休日 | 高速利用 | | | | |
|-------|------|------|-------|--|--|
| 年齢 | 利用なし | 利用あり | 小計 | | |
| 18~34 | 95.8 | 4.2 | 100.0 | | |
| 35~44 | 96.7 | 3.3 | 100.0 | | |
| 45~54 | 96.2 | 3.8 | 100.0 | | |
| 55~64 | 96.5 | 3.5 | 100.0 | | |
| 65~74 | 98.1 | 1.9 | 100.0 | | |
| 75~ | 98.9 | 1.1 | 100.0 | | |
| 不明 | 74.6 | 25.4 | 100.0 | | |
| 小計 | 95.2 | 4.8 | 100.0 | | |

表4.3-10 年齢別高速利用別平均トリップ長(km) (トリップチェーンベース)

| 平日 | 高速利用 | | | | | |
|-------|------|-------|------|--|--|--|
| 年齢 | 利用なし | 利用あり | 全平均 | | | |
| 18~34 | 29.6 | 114.9 | 32.1 | | | |
| 35~44 | 28.6 | 114.7 | 31.0 | | | |
| 45~54 | 30.1 | 117.9 | 33.0 | | | |
| 55~64 | 30.0 | 121.5 | 32.7 | | | |
| 65~74 | 26.8 | 118.8 | 28.2 | | | |
| 75~ | 24.4 | 85.7 | 25.1 | | | |
| 不明 | 53.2 | 68.1 | 56.5 | | | |
| 小計 | 30.4 | 102.5 | 33.2 | | | |

| 休日 | 高速利用 | | | | |
|---------|------|-------|------|--|--|
| 年齢 | 利用なし | 利用あり | 全平均 | | |
| 18~34 | 36.3 | 139.7 | 40.6 | | |
| 35~44 | 30.0 | 132.9 | 33.4 | | |
| 45~54 | 31.3 | 147.3 | 35.7 | | |
| 55~64 | 31.8 | 144.3 | 35.8 | | |
| 65~74 | 27.9 | 134.2 | 30.0 | | |
| 75~ | 23.1 | 149.1 | 24.6 | | |
| 不明 | 15.3 | 21.9 | 17.0 | | |
| 小計 31.5 | | 106.0 | 35.1 | | |
| | | | | | |

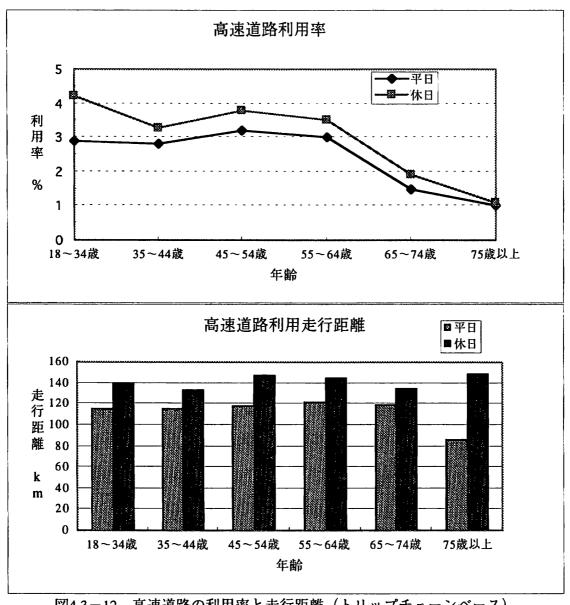


図4.3-12 高速道路の利用率と走行距離 (トリップチェーンベース)

高速道路の利用率は事業所調査の場合に高いのでこれを除いて見ると、全年齢平均で平日3%、休日3.7%程度であるが、高齢者では減少し、前期高齢者平日1.5%、休日1.9%、後期高齢者平日1.0%、休日1.1%になる。明らかに高速道路を利用する遠出の運転を避ける者が増えると言える。しかし、利用する者の走行距離(往復)はそれ程変わらず、およそ120kmぐらいである。75歳以上の者では高速道を利用した距離が平日86km、休日149kmと差が大きくなっているが、休日には例えば家族と運転を交替しながら遠出するといったことがうかがえる。

(7) 夜間の走行(図4.3-13)

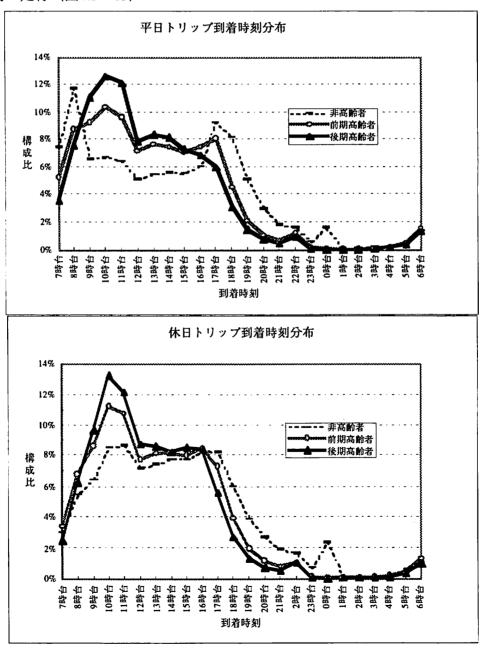


図4.3-13 到着時刻の分布

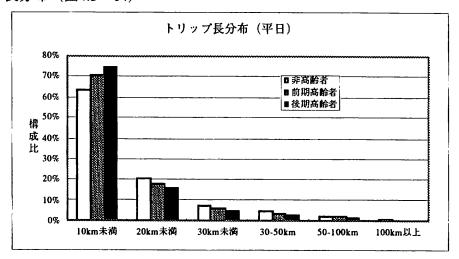
道路標識の夜間視認性を配慮するための資料として、高齢者の夜間交通について調べてみた。トリップの到着時刻に着目し、到着時刻が夜間(19時~AM 7時)となるトリップを見たものである。到着時刻別分布を平日、休日別に図に示した。
<平日トリップの到着時刻分布>

- ・ 非高齢者(65歳未満)ではAM 8時台とPM17時台にピークがあり、通勤・帰宅トリップのピークを示している。日中(9時台~16時台)は6%/時程度である。18時19時台にも相当の交通があり、帰宅が夜間におよんでいる。深夜0時台にもピークが生じている。
- ・ 高齢者ではAM10時台にピークがあるが、午後のピークは見られない(後期高齢者)。前期高齢者は17時台に低いピークがあり、勤務からの帰宅者があるものと思われる。18時以降の夜間に到着する高齢者は非高齢者に比べて極端に少なくなる。できるだけ陽のある内に帰宅するという傾向が顕著に感じられ、この傾向は後期高齢者ほど明らかである。
- · 19時以降(AM 7 時まで)の夜間トリップの構成比は、非高齢者16.0%、前期 · 高齢者7.4%、後期高齢者5.5%となる。

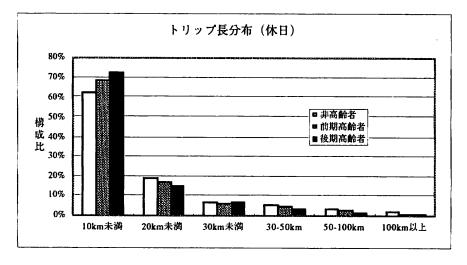
<休日トリップの到着時刻分布>

- ・ 休日には全年齢層でAM10時台~11時台に到着のピークがみられる。余暇活動 施設への到着と思われるが、このピークは高齢者ほど高い。
- ・ 帰宅と考えられる夕方以降の交通は、平日同様、非高齢者は夜間に多いが高 齢者はほぼ17時台までに到着し、18時以降はかなり少なくなる。
- ・ 夜間の行動からの帰宅と見られるピークは非高齢者では0時台に見られるが 高齢者では22時台に見られる(平日も同じ)。
- · 19時以降(AM 7 時迄)の夜間トリップ構成比は、非高齢者15.4%、前期高齢者7.4%、後期高齢者5.4%となる。

(8) トリップ長分布 (図4.3-14)



| 平日 | トリップ長 | 非高齢者 | 前期高齢者 | 後期高齢者 |
|----|----------|-------|-------|-------|
| | 10km未満 | 63.9% | 70.9% | 74.5% |
| | 20km未満 | 20.4% | 17.6% | 15.9% |
| | 30km未満 | 7.5% | 5.7% | 4.8% |
| | 30-50km | 4.8% | 3.6% | 3.0% |
| | 50-100km | 2.3% | 1.7% | 1.5% |
| | 100km以上 | 1.0% | 0.4% | 0.4% |



| 休日 | トリップ長 非高齢者 | | 前期高齢者 | 後期高齢者 |
|----|------------|-------|-------|-------|
| | 10km未満 | 62.7% | 68.9% | 72.6% |
| | 20km未満 | 18.8% | 16.8% | 15.2% |
| | 30km未満 | 7.4% | 6.2% | 6.4% |
| | 30-50km | 5.6% | 4.7% | 3.6% |
| | 50-100km | 3.6% | 2.7% | 1.7% |
| | 100km以上 | 1.9% | 0.7% | 0.5% |

図4.3-14 トリップ長の分布 (トリップベース)

道路標識をあてにして走行するのは主として長距離トリップを行う場合である。 高齢者の長距離トリップがどの位あるかを調べてみた。

図に見るように、平日・休日とも10km未満の短距離トリップが、年齢を問わずに 主体であり、トリップの6~7割を占めている。

高齢者については一層短距離トリップが多く、平日休日とも10km未満が73~4%を占める。

地方生活圏内の交通ではおおむね標識なしで走行できると思われるので、30km以上が標識を必要とするトリップだと仮定すると、30km以上のトリップ構成比は以下のようになる。

| | 平日 | 休日 |
|-------|------|-------|
| 非高齢者 | 8.2% | 11.1% |
| 前期高齢者 | 5.8% | 8.1% |
| 後期高齢者 | 4.9% | 5.8% |

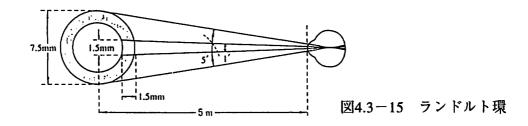
(5) 運転と標識視認に関する特性

運転と標識の視認判読には視力や判断力が必要である。これらに関して年齢がどのように関係するかを既存の文献よりまとめた。

(1) 視力

静止視力と動体視力に分けて考えられている。一般に動体視力は静止視力の8割 程度となるが、高齢者では静止視力以上に動体視力の衰えが早い。

静止視力:静止しているものを見たとき、どの程度細かいものまで識別できるかの尺度であり、視角1分の識別が可能な時、視力1.0とする。視力0.5の人は、視力1.0の人に比べて、1/2の距離でしか識別できない。視力の検査には、ランドルト環が用いられる。



動体視力:見る対象物が動くとき、目に対する角速度が視力に影響すると言われる。線速度にも影響されるとも言われ、速度と視力の関係が研究されている。静止視力1.2の人が60 km/h で運転している時の動体視力は0.7ぐらいに低下するという実験がある。

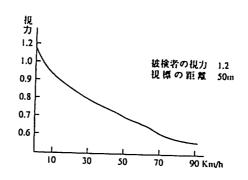


図4.3-16 速度による動体視力低下曲線

高齢者の静止視力、動体視力は次図のように低下するという報告があるが、低下 の個人差はかなりある。

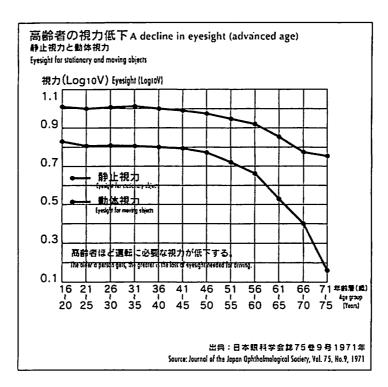


図4.3-17 高齢者の視力低下

(2) 中心視野と周辺視野

両眼で見ている場合、約200°の視界があり、この範囲を同じように見ていると思いがちであるが、実ははっきり見える視野は約2°の範囲であり、ここを中心視野、

周辺を周辺視野という。小さな文字を読むためには中心視野でとらえる必要があり、 書物を読むためには意識せずに中心視野を移動させている。標識を読むにも路上を 見ていた中心視野を標識に移動させる必要がある。

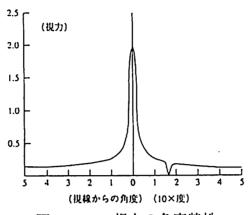


図4.3-18 視力の角度特性

運転時に熟練者は中心視野を固定させず、どちらかと言うと周辺視で見ていると 言われる。また疲労すると中心視の移動に時間がかかるとも言われるが、加齢によ る影響は定かではない。

運転中の視野(周辺視野)は動体視力とも呼ばれるが速度が増すにつれて狭くなることが知られている。静止時200°の視野が40km/hでは約100°、100km/hでは約40°に狭まるとされている。

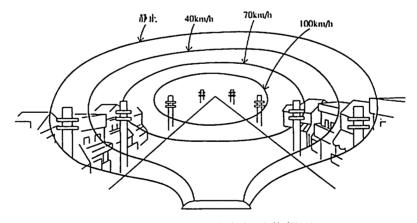


図4.3-19 速度と動体視野

(3) 明るさと視力

対象物自体の明るさ (輝度) が見え方に大きく関与するのはもちろんであるが、 背景 (周辺視野に入る部分) の明るさにも左右される。

視力測定は明るい室内で行われるが、この時の視力1.2の人が屋外の明るい場所で

は2.5前後、夜間の道路照明のある場所では1.0ぐらいになると言われる。

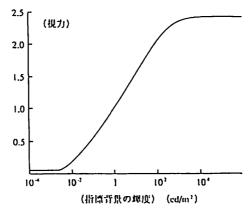


図4.3-20 背景の明るさと視力

加齢により眼球が濁る等のために、高齢になると明るい背景を求めるようになる 一方、中心視の部分が明るすぎるとまぶしさを感じやすくなると言われる。

(4) 明暗順応

日中の太陽光のもとと夜間の月明りとでは、極端に明るさの差があるが、人間の 目はどちらにも順応する。しかし順応には時間を要するので、急に明るい所へ出る とまぶしく、急に暗くなるとまっくらで何も見えなくなる。

明から暗状態になるときを暗順応、逆を明順応と呼び、明順応はす早く行われるが暗順応は時間がかかる。

年齢と順応速度の関係は研究がないようである。

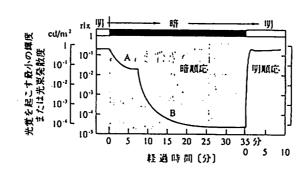


図4.3-21 明順応と暗順応

(5) 露出時間

物をはっきり見るためには多少の時間を必要とする。対象物や明るさにより異なるが、0.1秒から0.5秒と言われている。目に露出する時間が少ないと刺激光量が少なく視力が低下すると言われ、暗い場合ほど長い露出時間が必要である。

20ルックスの明るさのもとでは1/10秒、1000ルックスでは1/50秒程度でよいと言われている。

夜間標識の判読には昼間より長い時間を要すると言える。

年齢による違いは研究されていないが、加齢により光の刺激の感受性がにぶるので、より長い時間を要するようになるものと考えられる。

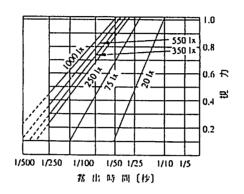


図4.3-22 露出時間、照度と視力の関係

(6) コントラスト

標識の場合は、素地の上に文字が書かれるが、素地と文字の輝度のコントラストは読みやすさに影響する。特に暗い環境のもとでは、色彩の違いが判別しにくくなり、輝度コントラストの差で読むようになる。

高齢ドライバーに着目した研究では、高齢者は若者以上に大きなコントラストを 必要とすると報告されている。

以上に見るように運転と標識の視認判読に要する能力は、一般的に加齢にともなって低下すると考えられるものの、個々の能力についての研究事例はまだ少ないようであり、今後の研究を待たれるところである。

4.3.2 高齢者に対応する標識

高齢者への対応は、①標識判読能力と②夜間の長距離運転状況の両側面から検討すべきである。標識判読能力が低下しているとしても、標識判読を必要とする運転はしないならば、対象とならないと言える。

(1) 標識判読能力

高齢者の運転能力について、断定できるまでの充分なデータは得られていないが、 おおむね以下のように考えられる。

① 夜間に標識を判読する能力は加齢とともに低下する。一般的視力の低下、動体視力の低下、輝度に対する感度の低下などがおこる。このため標識に近付かないと判読できない。輝度に関しては、「より明るいものが良い」と感ずるが、判読距離は明るくしてもそれ程長くならない。

反射式標識をロービームで視認するような場合は、高齢者にとって明らかに輝度 不足であり、より明るい標識にする必要がある。しかしながら標識の輝度はある程 度以上高めても判読距離が輝度に比例しては長くならないため効率的な対策とはな らない。対応策としては、文字高を大きくすること、素地と文字の輝度比を大きく することなどをあわせて行うことが有効であろう。

- ② 判読後の判断速度が低下し、行動するまでの時間が長くなるようである。この対応としては、標識の設置位置をより手前に移すこと、あるいは予告標識を設置することなどの対応がふさわしい。
- ③ これらの能力低下は年齢により一律ではなく、個人差が大きい。70歳以前にかなりの能力低下を示す者もいるが75歳を過ぎてもさほどの低下を起こさない者もいる。 又、これらの能力は標識の判読のみに必要な能力ではなく、運転そのものに必要な能力である。したがって、能力低下に伴って運転による疲労が増し、意識的にあるいは無意識に長距離の運転を控えるようになると思われる。

(2) 夜間の長距離運転

道路交通センサスデータの年齢別分析結果によると、加齢に伴い、高齢者の長距離 運転は減少する。長距離は疲れるので運転しないという報告もあり、精神的肉体的に 負担のかかる長距離運転は意識的に減少すると見られる。ただし運転そのものは行っ ており、日常の買物や交際その他の自宅周辺から生活圏内と思われる移動には手放せ ないようである。いわゆる足代わりの使われ方が主となるようである。従って、案内 標識を必要とするような遠方での運転は、運転能力の低下に比例して減少すると見ら れる。

また同時に夜間の運転も減少し、陽のある内に帰宅するという行動をとっているようである。

(3) 高齢者に対する夜間の標識

以上にまとめたことより、高齢者に対する夜間標識は次のように考える。

① 現状の反射式では輝度不足の箇所があり、輝度を高める必要があるが、すべての高齢者に配慮して輝度を極度に高めることはしない。

案内標識の輝度はある程度以上高めても効果は比例しない。また運転能力の 低下した高齢者が夜間に案内標識の判読を要する運転を行うケースは非常に少ない。

高齢者に必要な対策としては、夜間輝度を高めるとともに以下のような対策がある。

- ② 「うっかりして」という行動が多くなるので、規制標識や警戒標識の誘目性を高める。
- ③ 案内標識については、予告標識の設置あるいは交差点案内標識をより手前に 設置して判断速度の低下に対応する。
- ④ 表示文字数を減らして、判断しやすくする。
- ⑤ 文字高を大きくすることで遠方から読めるようにする。

4. 4 夜間標識のサービスレベル

標識の輝度はある程度の明るさがないと判読しにくいが、全く読めなくなるわけではなく、暗くなるにつれて判読距離が短くなる。そのような場合、例えば減速してゆっくり走行すれば読むことができるので交通量の少ない箇所ではコストの高い明るい標識にしなくてもなんとか読んでもらえる。実際、明るい標識は設置費も維持費もかかるので、コストベネフィットを考慮した設置が必要であり、どのような場合に照明付き標識とするかを検討したものである。

(1) 順応輝度と明るさ感 (アパレントブライトネス)

地球上の明るさは、昼間では数万ルックス、夜間には1ルックス以下など明暗の巾が広いために、人間の目はその時に応じた明るさに順応して、明るさに対する感度を調節している。目の順応している明るさを順応輝度と言い、その状態で識別できる輝度差の最低値を輝度差弁別閥という。松下電器照明研究所では順応輝度と輝度差弁別閥の関係を研究し、下図のような関係を得ている。

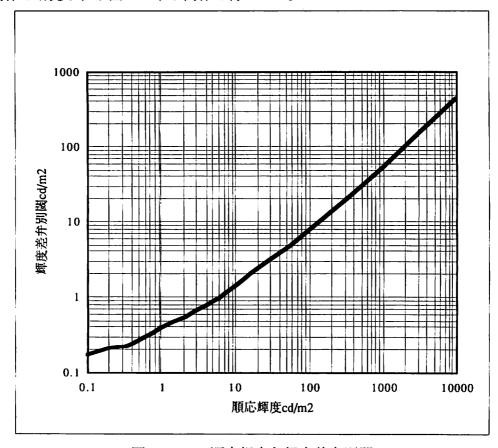


図4.4-1 順応輝度と輝度差弁別閾

人間の感じる明るさ感は、対象物の明るさが輝度差弁別閥に比べて何倍にあたるかに左右されると考えられ、「アパレントブライトネス(AB)」という明るさ感の指標が提案されている。

$$A B = \log \log_2 \frac{L o}{\triangle L \min}$$

Lo :視対象物の輝度 (cd/m²)

△Lmin:観測者の目の輝度差弁別閾

ABの値と明るさ感との関係は下表のように言われている。

 アパレントプライトネス値
 明 る さ 感

 0.9以上
 まぶしい (グレア領域)

 0.7 ~ 0.9
 非常に明るい

 0.5 ~ 0.7
 明 る い

 0.3 ~ 0.5
 や や 明 る い

 0.1 ~ 0.3
 や や 暗 い

 0.1以下
 暗 い

アパレントブライトネス値と"明るさ感"

自動車運転者の順応輝度がどの位であるかは場所や様々の要因で異なるが、一般にドライバーは路面や前車の尾灯及び前方を見ているのでそれらの総合した明るさに順応していると考えられる。道路照明の基準は路面輝度1cd/m²前後であり、これにヘッドライト光が加わることになるので、数cd/m²の路面輝度となろう。昨年、計測した例では、銀座では路面輝度5.5cd/m²、写真を撮影した範囲の平均輝度は40cd/m²と非常に明るい一方、ネオンなどの少ないビジネス街である芝4丁目では路面1.6cd/m²、背景部3.2cd/m²であった。

これらから考えるとドライバーの順応輝度は走行地により 1 cd/m²以下から40cd/m²程度までと思われる。

路面輝度及び背景輝度の状況

画角は水平約40°上下約30°

(1) 銀座(画像平均輝度40cd/m²、路面輝度5.5cd/m²)



(2) 芝 4 丁目(画像平均輝度3.2cd/m²、路面輝度1.6cd/m²)



順応輝度 $1 \operatorname{cd/m}^2$ から $40\operatorname{cd/m}^2$ の範囲について、アパレントブライトネスの値を算出してみると表4.4-1 のようになる。

表4.4-1 順応輝度による標示板の輝度と明るさ感(アパレントブライトネス)

| | 順応輝度(cd/m³) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 |
|---|---------------|------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|
| | 輝度差弁別閥 | 0.4 | 0.55 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.4 | 2 | 2.3 | 3.15 | |
| | 1 | 0.12 | -0.06 | -0.29 | -0.49 | -0.82 | | | | | |
| | 3 | 0.46 | 0.39 | 0.32 | 0.28 | 0.24 | 0.04 | -0.23 | -0.42 | | |
| 標 | 6 | 0.59 | 0.54 | 0.49 | 0.46 | 0.44 | 0.32 | 0.20 | 0.14 | -0.03 | -0.2 |
| 示 | 10 | 0.67 | 0.62 | 0.58 | 0.56 | 0.54 | 0.45 | 0.37 | 0.33 | 0.22 | 0.1 |
| 板 | 20 | 0.75 | 0.71 | 0.68 | 0.67 | 0.65 | 0.58 | 0.52 | 0.49 | 0.43 | 0.3 |
| 白 | 30 | 0.79 | 0.76 | 0.73 | 0.72 | 0.70 | 0.65 | 0.59 | 0.57 | 0.51 | 0.4 |
| 色 | 60 | 0.86 | 0.83 | 0.81 | 0.79 | 0.78 | 0.73 | 0.69 | 0.67 | 0.63 | 0.5 |
| 部 | 100 | 0.90 | 0.88 | 0.85 | 0.84 | 0.83 | 0.79 | 0.75 | 0.74 | 0.70 | 0.6 |
| 輝 | 150 | 0.93 | 0.91 | 0.89 | 0.88 | 0.87 | 0.83 | 0.79 | 0.78 | 0.75 | 0.7 |
| 度 | 200 | 0.95 | 0.93 | 0.91 | 0.90 | 0.89 | 0.85 | 0.82 | 0.81 | 0.78 | 0.7 |
| _ | 300 | 0.98 | 0.96 | 0.94 | 0.93 | 0.92 | 0.89 | 0.86 | 0.85 | 0.82 | 0.7 |
| | 500 | 1.01 | 0.99 | 0.98 | 0.97 | 0.96 | 0.93 | 0.90 | 0.89 | 0.86 | 0.8 |

上表の数値の意味

| アパレントプライトネス値 | 明るさ感 |
|--------------|--------|
| 0.9以上 | まぶしい |
| 0.7~0.9 | 非常に明るい |
| 0.5~0.7 | 切るい |
| 0.3~0.5 | やや明るい |
| 0.1~0.3 | やや暗い |
| 0.1以下 | 階か |

順応輝度1cd/m²の暗い道路では、白色輝度10cd/m²の標識が明るく感じ、100cd/m²以上に明るい標識はまぶしく感じる。

順応輝度40cd/m²の明るい道路(銀座など)では標識の白色輝度60cd/m²が必要であり500cd/m²あってもまぶしくはない。

表にハッチングした部分は「まぶしい」範囲である。また境界線を「やや明るい」と「明るい」の間に引いた。昨年度までの実験結果とつきあわせて見ると、標識を見る場合には、「明るい」よりも1ランク上の「非常に明るい」程度の明るさが好まれるように考えられる。また一部の人、特に高齢者には「まぶしい」にあたる明るさの方がよいという者もいる。しかし、運転者にとってまぶしすぎる標識は問題がある。まぶしい標識が視野に入ると、暗い路面が見えにくくなる危険性が生ずる。標識の判読だけを考えるなら、まぶしい位の方がよく読めるのだが、運転中であることを考えれば、目の順応輝度に影響を及ぼさないよう低く(AB値0.9以下)に抑えるべきものと考えられる。

青地の案内標識の白色部輝度について、「明るい」から「非常に明るい」の範囲 (アパレントブライトネス値0.5~0.9) が妥当なものと考えると、おおむねの目安と して次表のように考えられる。

(注. 測定データが少ないので目安であり、今後の検証を要する。)

表4.4-2 青地標識白色輝度の目安

(明るい~非常に明るいと感じられる輝度)

| | | () () () () () () |
|---------------------------|-------------------------------|---|
| 順応輝度 | 道路環境 | 白色輝度の範囲 |
| 2 cd/m²以下 | 周辺に灯火が少ない 道路照明が少ないかない | $5 \text{ cd} / \text{m}^2 \sim 100 \text{cd} / \text{m}^2$ |
| $3 \sim 5 \text{ cd/m}^2$ | 沿道建物の照明が多いが、ネ オンサインなどは少ない | 10cd/m²~150cd/m² |
| 10~20cd/m² | 商店街など、建物照明、ネオ ンサインがある | 20cd/m²~300cd/m² |
| 30cd/m²以上 | 建物照明、ネオンサインなど が林立してきわめて明るい | 30cd/m²~500cd/m² |

上表に見るように、明るい~非常に明るいと感じられる範囲はきわめて広い。 またこの結果を海外研究と比較して見るとおおむね妥当のように思われる。 (アメリカの研究:最適な判読範囲35~70cd/m²、許容できる範囲5~340cd/m²)

(2) 標識の輝度を定める上での考慮点

夜間標識のサービスレベルを検討する上で、考慮すべき点は、輝度と①判読距離、 ②運転への支障、③コスト、及び④交通量、⑤利用者特性、⑥受益者数である。

(1) 輝度と判読距離

最も遠方から判読できる輝度値は、順応輝度すなわち運転中の視界の輝度により 適切な範囲があり、他の条件から可能な限り適切な値に設定する。

ただし、この範囲を外れても判読できなくなるわけではないので、例えば徐行し て読んでもらうなど、サービスレベルを落とした対応をも考慮する。

(2) 輝度と運転への支障

標識の明るさがある値を超えるとまぶしく感じる。まぶしい状況では暗い路面を

見ることが出来なくなり危険性が増すので、輝度の上限はまぶしくない範囲に規定 する必要がある。

(3) コスト

明るい標識にするためには設置費がかかる。従来の反射式標識に対比すると、比較的安価な外照式で1.3~1.8倍、内照式では2.1倍の設置費を要する。また、電力費やランプ交換などの維持費も必要になる。従って、B/Cを考慮した設定が必要である。

(4) 交通量

交通量が多い区間では運転の自由度が減少する。交通量が少なければヘッドライトハイビームでの走行や、減速・徐行して標識を読むことが可能である。したがって交通量が多く運転上の自由度が乏しい所では減速せずに遠方から判読できるように対応すべきである。

(5) 利用者特性

非高齢者については、一定の視力及び運転に必要な能力を期待できるが、高齢者についてはこれらの能力低下があり、よりゆとりのある判読距離を必要とする者が多くなる。このような高齢ドライバーにどのように対応するかを検討する必要がある。

(6) 受益者数

明るい標識設置にはコストがかかるので、受益者(夜間に案内標識判読を要するドライバー)の多い区間、箇所を重点的にあるいは優先して整備してゆくことになろう。逆に言えば受益者の極端に少ない箇所については(交通量が多くても)サービスレベルの高い整備を要しないものと考えられる。

受益者数については、以下の条件からの検討が必要である。

- ① 夜間交通量
- ② 非日常的目的での交通 (通勤帰宅や買物など以外)
- ③ 当該交差点での右左折交通

(3) 案内標識の夜間のサービスレベル

1) 輝度と判読距離

平成8年度の実験データより、30cm文字、頭上式標識(青地)の白文字の輝度と60km/時走行時の判読距離との関係は表4.4-3のように考えられる。

成人ドライバー 白色輝度 備 考 $[ad/m^2]$ 判読距離 読みやすさ ゆとり時間平均0.8秒 75%の者が標識として良 ■高輝度反射シートをアン 5 消失点までに90%強が読|くない ダーライトで見たときの める 輝度 ゆとり時間平均1秒 丁度半数の者が良くない 10 95%の者が読める ゆとり時間平均1.3秒 85%の者が標識としても 35 ほぼ全員が読める 良い ゆとり時間平均1.4秒 90%の者が標識としても 50 高輝度反射シートをアッ ほぼ全員が読める 良い パーライトで見たときの ゆとり時間平均1.5秒 95%の者が標識としても 輝度 65 良い ゆとり時間平均1.7秒 ほぼ全員が標識としても 100 良い ゆとり時間平均1.9秒 最も読みやすい明るさ 165 ゆとり時間平均2秒 200 同上 最も良く読める明るさ ゆとり時間平均1.9秒 全員が標識としても良い 260

表4.4-3 白色輝度と読みやすさ及び判読性

注) ゆとり時間:判読位置から標識消失点(48.9mとした)までの走行に要する時間

一般ドライバーであれば200cd/m²の輝度で最も遠方から読めるが、35cd/m²から450cd/m²の間は充分に読める範囲である。又、5cd/m²の輝度では90%の者が速度を落とさずに判読できる。照明のある標識として評価した場合、35cd/m²あれば、「標識としてもよい」と判断(85%値)されている。

2) 案内標識のサービスレベル

次のような輝度レベルを提案する。なお、数値については検証を要する。

<サービスレベル1>

- · 白色部輝度 5 cd/m²、最大100cd/m²以下、反射式標識
- · 交通量が少ないためにヘッドライトをアッパービームにして標識を見ることができる。又は減速して見ることができる箇所に適用。
- ・ 夜間における時間交通量(夜間の最大1時間当り)120台/h以下を目安とする。(平均車頭間隔30秒以下)
- ・ 順応輝度 5 cd / m²以下(沿道に建物はあるが、ネオンサインやドライバーに 影響を及ぼす輝光源が少ない簡所であること)

くサービスレベル2>

- · 白色部輝度30cd/m²以上150cd/m²以下、照明付標識
- · 交通量が多く、アッパービームにすること、減速することに困難を感ずる箇 所で非日常的交通が見込まれ、夜間の標識需要が多い箇所に適用。
- · 順応輝度20cd/m³以下(中規模の商店街通り程度の明るさ以下)

くサービスレベル3>

- · 白色部輝度60cd/m²以上500cd/m²以下、照明付標識
- ・ 大規模の繁華街で、道路周辺に多くのネオンサインや照明があり、案内標識の存在が目につきにくい箇所(判読性よりも誘目性に配慮)で、夜間の標識需要が見込まれる箇所に適用。(一般にこのような箇所では遠方からの交通集中地となりやすい)
- · 順応輝度20cd/m²以上
- 注1)以上のレベルは一般道を想定したもので高速道路には適用しない。また白地に青文字の標識では明るい部分が多くなるため、若干輝度を下げるか、青文字のコントラストを強くし、文字を太くするなどの工夫を要する。
- 注2) 路側式標識では条件が異なる(ヘッドライトが届きやすい、消失点までの距離が長い など)ので、ここでは対象外に考えている。

4.5 輝度による測定の提案

標識令には「道路標識には原則として反射材料を用い、又は反射装置若しくは夜間照明装置を施すものとする」と記述されている(別表第二、備考四、(二)反射材料等)。 これを受けて道路標識設置基準では、反射材料、照明装置について、「適切な反射性能」 「適切な照度」を有することを求めている。

しかし、標識の視認判読に適切な明るさを記述していないために、技術の進歩により、 種々の方式が考えられる現状では判断基準になりがたく、問題となってきている。ここ では各種の方式に共通する輝度による基準を作成するための案を提案するものである。

(1) 明るい標識のための課題

我が国においては外照式・内照式などの標識を使用しているが、それによりドライバーにはどの程度に見えるのかについてはどこにもふれられていない。これまでの道路管理者に標識の明るさと判読に関する認識が低かったこと、また、照度計は入手しやすかったが輝度計は入手しにくかったことなど種々の理由が考えられるが、今後は基本的にドライバーの視点に立った明るさ基準を定めておく必要がある。

夜間にも読みやすい標識を実現するための基準策定における課題は以下のように考えられる。

基本的課題

(1) 各種の方式に共通に適用できる計測方法、単位を用いること

現状では、反射シートは再帰反射係数、外照式と内照式は照度計によるルックス測定などが用いられているが、同じルックスでも内照式と外照式は意味合いが異なっており、共通の指標がない。このため例えば遠方外照式反射シートのような新技術はどれにもあてはまらず、目で効果を確かめるしかない状況にある。どのような方式にも共通に適用できて、他方式間の明るさ比較が可能な計測方法、単位が必要である。

(2) 計測器の入手、計測が容易であること

日本に1台しかないような計測器でしか測定できない方法では実用的でない。

発注者、開発者が手軽に計測できる方法が必要である。

(3) ドライバーの目で見た明るさ感を反映すること

例えば外照式の500ルックス以上という基準は、極言すれば灯具性能のみを反映したものである。板が劣化汚染したものでは500ルックスの明るさが保証されても判読はできない。少なくとも板の状況をも組み入れた明るさを評価する必要がある。

(4) 素地と文字のコントラストを確認できること

標識の存在を視認するためには、板全体の明るさが寄与するが、標識に表示された文字を読むために、素地と文字(記号)のコントラストが影響する。すなわち明るければ明るい程良いというものではない。素地と文字それぞれの明るさが計測でき、コントラストを確認できるものである必要がある。

副次的課題

(5) 現道上の既設標識評価にも適用できること

標示板の清掃、ランプ交換など標識の維持管理の目安としても用いられる方法が好ましい。ただし、同じ計測方法を用いる必要はなく、代替計測方法が設定できる方式であればよい。

(6) 現行検査基準等との関連付けができること

現行の基準(外照式の500ルックス以上、内照式の1,000ルックス以上など)は 誤っているわけではない。方式を特定すればその方式での明るさの判定になんら 問題のない方法である。これらの方法での測定値と提案方法の間に理論的関連性 のあることが望ましい。

(2) 輝度による明るさ規定

明るさを示す単位には光度、照度、輝度など種々のものがある。これらのうち、人間の目で見た明るさ感に最も対応する尺度を、標識の明るさ測定の基本単位とすべきである。

人間の感ずる明るさ感に最も対応する尺度が輝度である(ただし、目の順応の問題

などはある)ことは広く認められており、また、昨年度までの実験によって、標識に 関しても言えることが確認されている。

輝度を計測する計器としては輝度計が比較的安価に入手できるようになり、携帯型 もあって現道上の標識を計測することも可能である。

輝度、光度、照度の間には一定のパラメータを介して関数関係が成り立つため、従来、照度で計測されていた特性との関連づけが出来る。実際、内照式標識の照度測定 方法は輝度を計測することとなんら変わらない、単に単位だけが異なるものと言える。

(内照式標識の表示面に照度計を密着させて計測した照度Lルックスは、輝度Ecd/ m^2 に関して、E = L/ π が成り立ち、1,000ルックスは318.3cd/ m^2 に相当する。ただしこの関係式が成り立つのは特殊な場合だけであり、外照式標識の照度と輝度など、一般には成り立たない。)

以上のことから、今後の標識の明るさに関しては輝度 (cd/m²又はnitとも呼ぶ) により計測することを提案する。

(3) 輝度・輝度比測定法

輝度には以下の特性がある。

- ① 自発光する面(内照標識の表示面など)も、光を受けて明るく見える面(外 照式標識の表示面など)も、あるいは再帰反射により明るい面も、測定法が正 しい限り、同じ方法で測定でき、測定値の比較により、明るさの優劣をつける ことができる。
- ② 輝度の値は、測定対象面と計器間の距離に左右されない(どの距離から計測しても同じ値を得られる)。
- ③ 方向性のある光がでている場合には、計測方向により輝度は全く異なる (LED発光、再帰反射光など)。

又、輝度計の特性として、以下がある。

④ 測定対象面を計測する場合 (カメラの焦点合せと同様に) 対象面を受光窓の中にとらえ、受光窓の範囲内の平均輝度を計測する。

⑤ 受光窓は円形で、円内に入る対象面の面積は距離の二乗に比例する。すなわち、角度が一定であり、これを測定角という。一般に測定角は可変で何段階に変えられる。

これらのことから、標識の輝度計測法は以下のようになる。

[標識の輝度計測法]

- ① 標識と輝度計間の距離については、他の条件に適合する限り任意とする。
- ② 標識に対する輝度計の角度は、ドライバーの視線のなす角度を想定し、それに準ずる。

ドライバーの視線のなす角度は、車の位置(距離及び車線)、車種、道路線 形、標示面の傾きなどによって異なるので、使用目的によって観察角を設定する。

- ③ 計測は、素地部分、文字部分など色の違う部分毎に行う。
- ④ 測定角は、色の均一な範囲内におさまるよう設定し、2色以上が混在しないようにする。

基本的計測法は上のとおりであるが、再帰反射光を利用するもの、LEDのような小さな輝点の集合で表現するものなどについては特別の配慮が必要である。

- ⑤ 再帰反射光を利用する標識については、光源とドライバーの視線のなす角度 (観測角)により全く異なった輝度となるので、実際の観測角を想定した設定 のもとで計測する。
- ⑥ 従来の反射シートは自動車ヘッドライトを光源とするため、ヘッドライト特性等を規定しないと輝度を特定できない。しかしヘッドライトの上方散乱光に一定の基準がない現状では、規定できず、今後の課題とする。

5. 標識新技術

5. 1 新技術の状況

(1) 平成6・7年度の状況

この検討開始時の平成6年度に行った調査では、標識の新技術として表5.1-1に示す技術が開発段階にあった。これらの技術は大別すると、①反射式の技術、②外部照明方式の技術、③内部照明方式の技術、及び④自発光方式の技術、に分れている。

分類 新技術 参考(商品名等) 1. 再帰反射光利用 プリズムカット型反射シート |ダイヤモンドグレード反射シー タイプ 2. 外部照明タイプ 下方照明方式 広観察角反射シート 近紫外線反応発光フィルム オーロレインボー 3. 内部照明 標示板 |プリズムカット型反射・透過|ダイヤモンドグレード反射シー タイプ シート 白色繊維シート ・パナグラフィックス ・フレックス フェイス 照明法 | リフレクター 拡散フィルム 送光チューブ エレクトロ・ルミネッセンス 4. 自発光タイプ による面発光方式

表5.1-1 新技術の分類

LED式標示板

それぞれ素材メーカーによって開発・改善が行われており、標示板と照明法を組み合わせて商品となるため、組み合わせのバラエティがある。ここでは、両者に分けて取り扱う。

これらの内から5種の方式(A:E L 方式、B:導光板方式、C:遠方外照式広角 反射方式、D:紫外線発光方式、E:繊維シート内照方式)について、試作品を作成 し平成7年度に視認試験を行っている。

平成7年度の時点では、最も読みやすい輝度、輝度比等についての知見がなかった

注)内部照明式標識については、標示板、照明法にそれぞれ改善点がある。

ために、試作品の輝度については開発品毎に大きな違いが見られた(図5.1-1参照)。

従来品の内照式標識を緑地から青地に変えたものについてはおおむね1,000cd/㎡の白色輝度を有しており、視認距離(30cm漢字、徒歩の平均)も83mと一応の長さを有していたが、それよりも低輝度の開発品A, E, Cが同等もしくはそれ以上の視認距離となり、少なくとも1,000cd/㎡もの輝度は必要なさそうとの結果を得た。

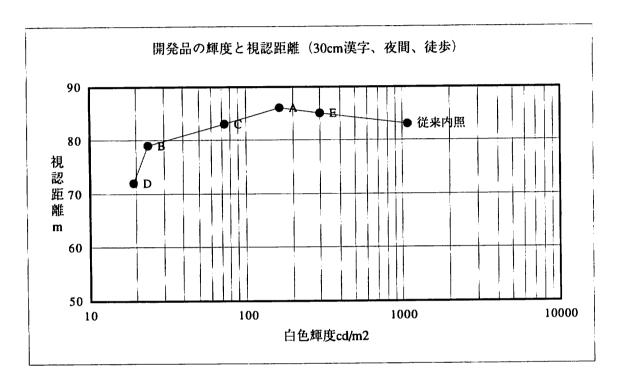


図5.1-1 開発品の輝度と視認距離

この結果により、読みやすい漢字を求める実験(平成8年度)等を行ない、おおむね200cd/m²付近が最も読みやすく、輝度の低下とともに判読距離が短くなるものの、30cd/m²でも実用になるとの結論を得ている。

開発品の改善に関してはこれらの経緯が反映され、平成9年度には多くの方式で、 読みやすい輝度を確保することが可能となった。

(2) 新技術標示板

平成9年度時点における以下の新技術標示板の現況を示す。

広角反射シートによる遠方外照方式

プリズムカットタイプ反射シート

繊維シート型内照方式 透過性反射シート型内照方式 近紫外線発光シート方式 E L シート方式 導光板方式

1) 広角反射シートによる遠方外照方式

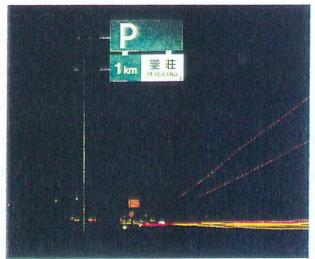
(1) 方式の概要

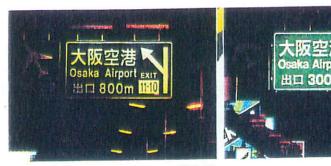
通常の反射シートはヘッドライトの微弱な散乱光を入射したヘッドライトの方向に再帰反射させるものであり、ドライバーの目の位置がヘッドライトに近いため、標示板が明るく見えるものである。この反射シートに蛍光灯による外照を行った場合、再帰反射光は蛍光灯の方向に向かってしまい、表面からの乱反射光のみがドライバーの目に入るので、さほど明るくは見えない。もしもドライバーの目と標示板を結ぶ直線上に蛍光灯があれば、再帰反射光はドライバーに届き、きわめて明るく見えることになる。しかし、現実には蛍光灯が邪魔になって、読みとることができなくなってしまう。そこで、反射シートの再帰反射光が0°でなく例えば20°などの方向に向かうようにすれば、灯具の邪魔にならずに明るい標示板を見ることが出来る。このアイデアにより、再帰反射光が0°~20°の範囲に戻るようにしたものが広角反射シートである。広角反射シートはビーズによる下帰反射特性を広角にコントロールしたもので、構造的には従来のカプセルレンズ型反射シートと変わらない。

この広角反射シートに路上前方20m付近から光を投光すると再帰反射光がドライバーに達し、明るい標識を見ることができる。専用の投光器が必要となるが、 比較的安価に照明を行うことができる。また、ランプ交換のため車線規制を行う 必要がないなど維持もローコストである。

広角反射シートによる遠方外照方式設置状況





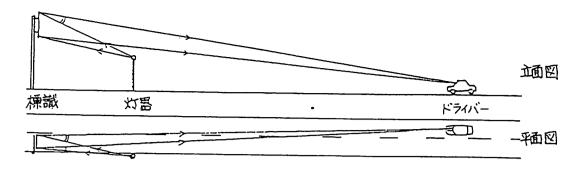




(従来型)



(新外照型)



(2) 設置実績

高速道路上の標識は照明ニーズが高く、首都高、阪高、JHとも採用している。 当研究(技術 5 計)では国道 4 号(宮城県)に試験設置を行っている他、東京都 内一般道でも使用されている。

一般道案内標識として

東京都 靖国通り 交差点案内他 (平成9年)

高速道案内標識として

東名 川崎IC 出口分岐案内(平成9年)他、全国に300基程度 首都高 5号池袋線 戸田南出口案内(平成9年)

(3) 技術水準の現況

反射シートの構造は従来のカプセルレンズ型反射シートと変わらないため、耐 久性や昼間の視認性には全く問題がない。投光器は新しい製品として開発されて おり、試用を通じて種々の改善がなされて、最適明るさへの調整ができ、均斉度 も高い。残る問題はランプ寿命であり、長寿命のランプ開発が手がけられている。

また警戒標識等の小型標識に対応できるランプが開発されている。

輝度特性等(108-A、30cm文字を想定)

| 標準特性としての輝度 | 60cd/m² |
|-----------------|---------------|
| 標準仕様の輝度均斉度 | 4以下 |
| 特殊仕様の最大輝度 | 500cd/m²以上も可能 |
| 輝度低下度、1年経過後で当初の | 70% |
| 標示面寿命 | 10年 |
| 灯具寿命 | 1年 |
| 使用電力 | 250W |

(4) 今後の改良見通し

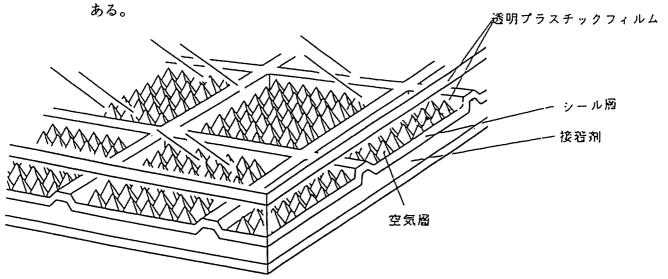
投光器ランプの長寿命化、照射角度の拡大(横長標識への対応)、照度の向上 に関する改良が進められている。

又、広角反射シートについては、反射輝度を高める研究が行われている。

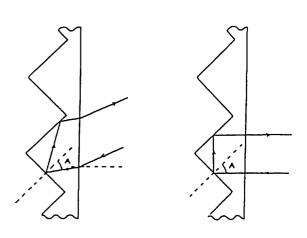
2) プリズムカットタイプ反射シート

(1) 方式の概要

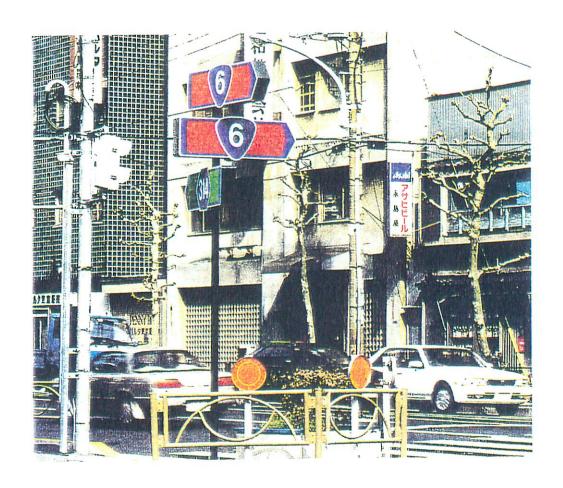
ここでとりあげている他の方式がいずれも照明を行うもの、もしくは電源を有していて自発光するものであるのに対して、プリズムカットタイプ反射シートは、電源を使用しない反射シートの新技術である。従来の反射シートは、ビーズ玉の中に入射した光が屈折して再帰反射光となる特性を利用したものであるが、これは互いに直角になるように組合せた鏡面が、反射により再帰反射光となる特性を利用したものである。現実には三角錐の微細なプリズムを形成した反射シートで

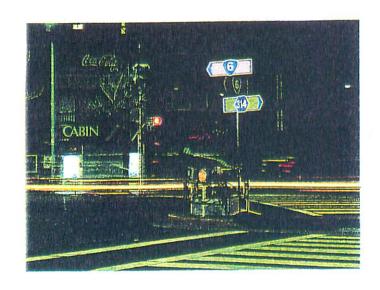


理論的にも光の損失が少ないため、従来のカプセルレンズ型(高輝度)反射シートに比べて高い再帰反射率(2~3倍)が得られ、自動車の弱い散乱光によっても従来より明るく見える他、透明フィル



プリズムカットタイプ反射シート設置状況





ムの上にプリズム加工を施すため、透過性をも有している。

このため、反射シートとして単独に用いられる他、4)や7)に後述する内照 方式の表面材としても使用でき、停電時にはヘッドライトで視認できることとな る。

(2) 設置実績

反射シートとしては一般道の交差道路標識 (118-B, C、118の2-B, C) に採用されている。又、規制標識へも採用されている。

一般道の案内標識としては、北海道、千葉県で試験的設置予定がある。

小型の規制・指示標識では、東京都、山形県、三重県、兵庫県、秋田県などで施工。高速道では標識としては使用していないが、壁面のシェブロンマーカーに利用(首都高、阪高)。

(3) 技術水準の現況

プリズムカットの形状を微妙にコントロールすることで再帰反射角を微妙にコントロールすることが可能となっている。本来の再帰反射光は0°であるが、ヘッドライトから出た光がドライバーの目に戻るためには0°ではなく何分かの角度が生ずる。特に標識に近付いた場合や、大型トラックのようにヘッドライトと目の間隔が広い場合には角度が大きくなる。プリズムカット反射シートではこれらの角度を考慮して、ヘッドライトから目に戻るように加工が可能であり、この結果、ロービームでもかなり切るい反射シートとなっている。

輝度特性等(108-A、30cm文字を想定)

| 標準特性としての輝度 | 10~30cd/m² | 乗用車ロービーム |
|-----------------|------------|----------|
| 標準仕様の輝度均斉度 | 2以下 | |
| 特殊仕様の最大輝度 | _ | |
| 輝度低下度、1年経過後で当初の | ~80% | 清掃により回復 |
| 標示面寿命 | 7年 | |
| 灯具寿命 | (不用) | |
| 使用電力 | (不用) | |

(4) 今後の改良見通し

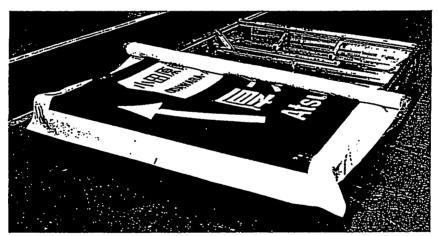
素材としてほぼ完成しているが、長寿命化のための改良が進められており、屋外テストの結果を得て、標示板寿命10年に延長の予定。

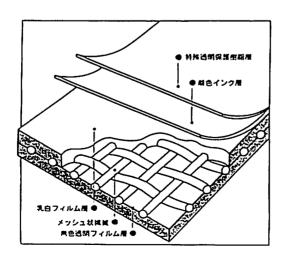
3) 繊維シート型内照方式

(1) 方式の概要

従来のメタクリル板による内照標識はメタクリル板の光透過性が高すぎるためにいくつかの欠点があった。すなわち①昼間、太陽光が内面に透過してしまい、表面が暗くなる。②蛍光灯に近い部分は明るく、遠い部分は暗くなりやすく、均 斉度を出しにくい。③均斉度を出すために蛍光灯の本数が必要など。

この方式はメタクリル板を繊維シートに変えたもので、シートのほど良い光透 過性により、昼間の視認性、夜間の均斉度を改善し、蛍光灯の本数も少なくでき たものである。









これにより、メタクリル板の「重い」「割れる」「燃焼性がある」といった問題も改善された他、シートのため巻き込んで運搬することが可能となった。

(2) 設置実績

従来内照の改善型のため主として内照の設置されていた高速道での実績が多い。 一般道でも若干の使用例がある。

一般道案内標識として

香川県 県道13号 著名地点標識 (平成2年) 山形県 県道112号 道路情報の案内 (平成6年)

高速道案内標識として

九州横断道 日出JCT 出口案内標識 (平成6年)

山陽道 神戸北IC他 出口案内標識 (平成8年)

東名 横浜青葉IC 出口案内標識 (平成9年)

東京湾横断道 各所 分岐案内他 (平成9年)

高速道路では分岐案内に数百面の実績がある。また警戒標識としても使用されている。

(3) 技術水準の現況

均斉度を高めるための内部反射板採用、インバータ安定器採用等により、蛍光 灯本数は従来内照の2/3以下にまで減らすことができている。

色については、白色が改善され、白ー緑のコントラストが良くなっている。

加工作業の合理化もすすんでいる他、耐候性、耐汚染性、防錆性なども優れている。

実績は大型案内標識が主であるが、小型の警戒・規制標識も可能である。

輝度特性等(108-A、30cm文字を想定)

| 標準特性としての輝度 | 1000 lx(265cd/m²)以上 |
|-----------------|---------------------|
| 標準仕様の輝度均斉度 | 3以下 |
| 特殊仕様の最大輝度 | 500cd/m² |
| 輝度低下度、1年経過後で当初の | 75% |
| 標示面寿命 | 10年 |
| 灯具寿命 | 2年(安定器8年) |
| 使用電力 | 520~560W |

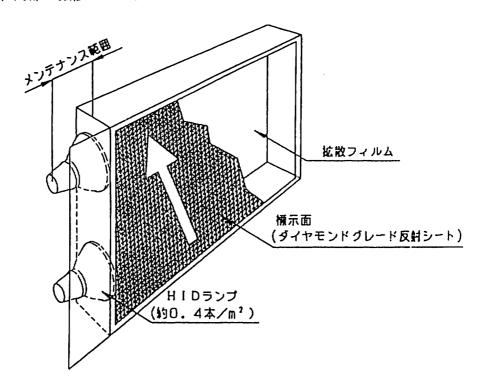
(4) 今後の改良見通し

さらなる軽良化等が検討されているが、大巾な改良はない。

4) 透過性反射シート型内照方式

(1) 方式の概要

従来の内照標識の欠点として、①昼間に暗く見にくくなる、②停電時には機能を失うのでバッテリー内蔵を要する、③ランプ交換に車線規制を要する、などがある。これらの欠点を改良したもので、①標示板面を透過性反射シート(プリズムカット反射シート)に変え、②光源をメタルハライドランプとして板の側面からあて、内部で拡散させる、こととしたものである。

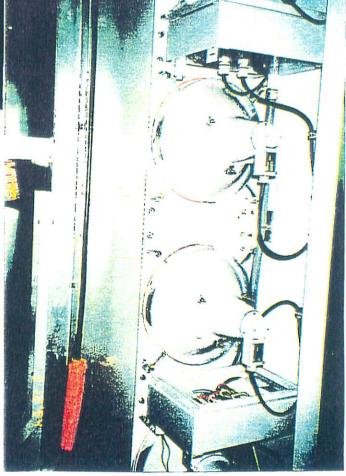


これにより、昼間の視認性は反射式標識と同レベルになり、停電時には反射式の視認性が確保されるためバッテリー内蔵の必要がない。またランプ交換が車線 規制せずに行われる。

透過性反射シート型内照方式設置状況







(2) 設置実績

小型標識には適さず、大型案内標識に適している。現在のところ高速道の大型 案内標識に実績がある。

高速道大型案内標識として

名神 彦根~八日市間 SA案内標識 (平成7年)

阪神高速道路

本線分岐案内標識(平成6年)

(3) 技術水準の現況

従来の内照式標識の欠点は相当程度に改善された上、筐体の軽量化・薄型化が 実現している。また、板面均斉度も向上。ライトの1本が滅灯しても明暗のしま ができずに全体の明度が下がるなど、視認性の上での実益は大である。

輝度特性等(108-A、30cm文字を想定)

| 標準特性としての輝度 | 200~500cd/m² |
|-----------------|--------------|
| 標準仕様の輝度均斉度 | 4以下 |
| 特殊仕様の最大輝度 | 3000cd/m² |
| 輝度低下度、1年経過後で当初の | 75% |
| 標示面寿命 | 10年 |
| 灯具寿命 | 1~2年 |
| 使用電力 | 600W |

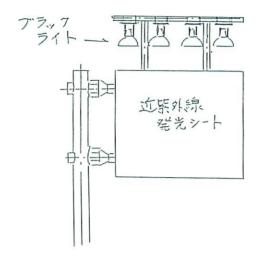
(4) 今後の改良見通し

コスト低減をはかるために、透過性反射シートを繊維シートに変えることが検 計されている。ただしこの時は非常時用電源を取付ける必要がでてくる。

5) 近紫外線発光シート方式

(1) 方式の概要

人間の目に感じない近紫外線を受けて発行する近紫外線発光シートを標示板と して用い、外部より近紫外線を放射するライト(ブラックライト)を当てて発光 させるものである。発光色として何色もが揃っており、かつ、太陽光で見る色と 近紫外線での色とを変えることができるため、昼と夜で違う色、違うデザインで 表示することができる。



近紫外線発光シート方式設置状況 (料金表に適用)



(2) 設置実績

設置基準等で定めている色と色相が異なるため、標識令で定められた標識としての設置例はなく、その他の案内板として設置例がある。

高速道 各種案内板として

中央道 一宮町付近 新宿100kmの案内

磐越道 上川PA 上川PA案内

山形道 庄内市付近等 車制限、料金所一旦停止の案内など

(3) 技術水準の現況

青・緑等の色相が異なるため、標識への適用は現在のところ無理である。

輝度特性等(108-A、30cm文字を想定)

| 標準特性としての輝度 | データなし |
|-----------------|-------|
| 標準仕様の輝度均斉度 | " |
| 特殊仕様の最大輝度 | " |
| 輝度低下度、1年経過後で当初の | 70% |
| 標示而寿命 | 8年 |
| 灯具寿命 | 1年 |
| 使川電力 | 1600W |

(4) 今後の改良見通し

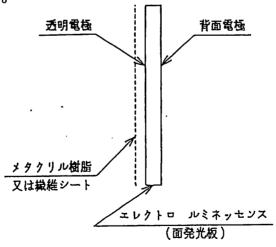
道路標識としての開発は中断。

6) ELシート方式

(1) 方式の概要

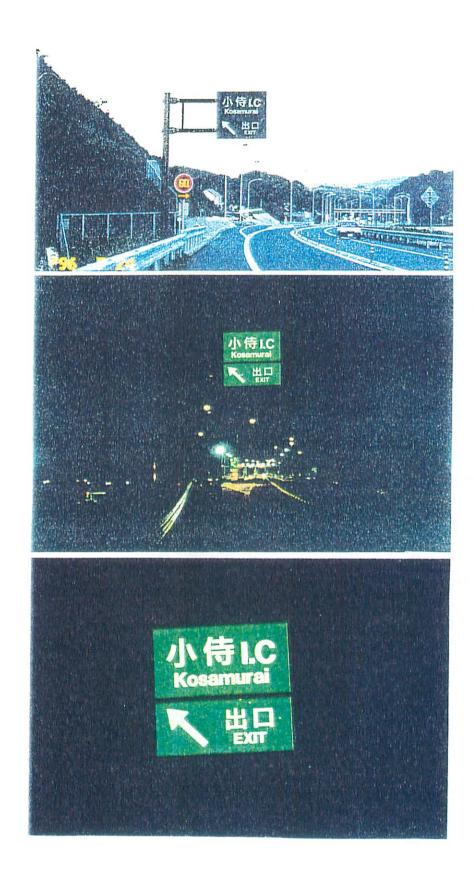
内照式標識の光源を面光源に置き換えようとするもので、その点からは自発光 方式というより、内照式の改良に位置付けてもよい。

エレクトロ・ルミネッセンス (電界発光) により、シート状の面発光体を発光 させ、その前に置かれた標示板 (メタクリル樹脂又は繊維シート等) を透過光に よって光らせようとするものである。標示板には透光性のある素材なら任意の素 材を選ぶことができる。



面全体が発光するため均斉度はきわめて高く(1.5以下)、軽量薄型構造が可能 になる。

ELシート方式設置状況



高い輝度は出しにくいが、発光波長の領域は、虫がつきにくく、霧の中でも視 認性が良いといった特長がある。

(2) 設置実績

一般道 警戒・規制・指示標識等として

長野県諏訪郡 国道20号 大型警戒標識 (平成7年)

長野県長野市 国道18号 横断地下道名称板(平成7年)

高速道 案内・警戒・規制・指示標識として

首都高

入路案内標識

東名阪自動車道 警戒、規制標識

(3) 技術水準の現況

警戒、規制標識から大型案内標識まで対応できる状況である。

EL板が高いため設置費が高く、3年に1度の交換に要する部品費も他の方式 より要するが、濃霧時の視認性が優れているので濃霧発生地域などで有効である。 また、点滅制御を行うと誘目性が得られかつ寿命も延びるので、特殊な箇所の警 成標識に使用できる。

輝度特性等(108-A、30cm文字を想定)

| 標準特性としての輝度 | 40~50cd/m² |
|-----------------|------------|
| 標準仕様の輝度均斉度 | 1.5以下 |
| 特殊仕様の最大輝度 | 70~80cd/m² |
| 輝度低下度、1年経過後で当初の | 70% |
| 標示面寿命 | 5年 |
| 灯具寿命 | 3年 |
| 使用電力 | 844W平均值 |

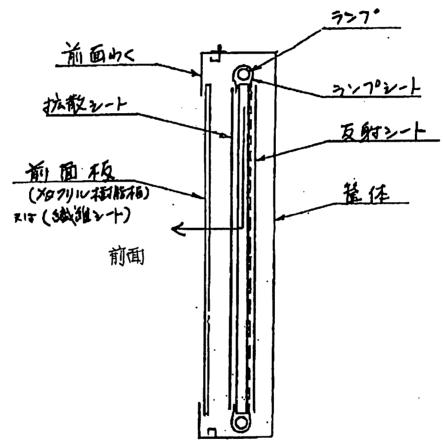
(4) 今後の改良見通し

輝度が充分でないため、高輝度化及び長寿命化に向けて研究している。

7) 導光板方式

(1) 方式の概要

導光体と呼ぶアクリル板の側面端部(エッジ)より蛍光灯などからの光を板面の内部に入れ、内部反射により板面全体に光を導く。アクリル板表面に特殊なドットパターンを印刷してあり、その部分から外部に漏れる光を光源として、前面におかれた標示板面(メタクリル樹脂板又は繊維シート)に輝度を与えるものである。



従来の内照式に比べて筐体が薄くできる。発光は均一(均斉度3以下)で見や すい。又蛍光灯の本数が少なく、消費電力が少ない。

(2) 設置実績(例)

・一般道 規制・指示標識として

静岡県静岡市 県道84号(327の4)(平成5年)

東京都内 (330) (平成8年)

尊光板方式設置状況





・高速道 案内標識として

関越道 所沢ICの出口予告標識(平成6年)

東北道 栃木IC、宇都宮ICの出口予告標識(平成6年)

(3) 技術水準の現況

板面の端部から光を入れ、全面に行き渡らせるため、導光板の大きさに限界が ある。経路案内用の標識に適用可能である。

平均照度は低いが均斉度が良いので視認性は良い。暗い道路環境の所では適度 な明るさとなる。

輝度特性等(108-A、30cm文字を想定)

| 標準特性としての輝度 | 200cd/m ² |
|-----------------|----------------------|
| 標準仕様の輝度均斉度 | 3以下 |
| 特殊仕様の最大輝度 | 330cd/m ² |
| 輝度低下度、1年経過後で当初の | 90% |
| 標示面寿命 (交換まで) | 10年 |
| 灯具寿命 (交換まで) | 1年 |
| 使用電力 | 360W |

(4) 今後の改良見通し

ほぼ完成している。

5.2 新技術標識の費用

前章でとりあげた新技術により、一般道路の交差点案内標識を整備する場合の設置費 用及び維持費について、標識業界調査によりとりまとめた。

(1) 算定条件等

- 1) 算定対象標識
 - 一般道路の平均的な交差点案内標識 (108-A、F型柱、30cm文字) を想定し、以下の条件で算定した。
 - 条件 ① F型柱(張出長1m)頭上式の経路案内標識(108-A)
 - ② 板面積6.72m²、2.4m×2.8m、文字高30cm、青地に白文字
 - ③ 輝度特性等は当該方式の標準仕様のもの
 - ④ 未供用の新設一般道路に設置
 - ⑤ 電源は直近にあり
 - ⑥ 照度による自動点滅装置内蔵
 - ⑦ 消費税は含まない

2) 算定対象方式

従来方式との比較可能なように以下の方式について算定。

- a. 従来方式 ① 反射式:高輝度反射シート
 - ② 外照式:高輝度反射シートプラス蛍光灯による上部照明
 - ③ 内照式:メタクリル板内照
- b. 新技術方式 ④ 反射式:プリズムカット型反射シート
 - ⑤ 広角反射シートによる遠方外照方式
 - ⑥ 繊維シート型内照方式
 - ⑦ 透過性反射シート型内照方式
 - ⑧ 近紫外線発光シート方式
 - ⑨ ELシート方式
 - ⑩ 導光板方式

3)新設費用の分類

以下により分類している。

① 標示板一式 : 反射式、外照式の場合は、標示板面一式

内照式(自発光を含む)の場合は、内部の照明装置を含

む筐体一式

② 照明具一式 :外照式の場合のみ

③ 基礎支柱工事一式: F型柱を新設するものとして、基礎・支柱の工事費一式

④ 設置工事費 : 標示板および照明具 (外照式の場合) の取付け工事費

4)維持費

10年間の維持費として、使用電力費(年間)と灯器等の交換部品費(年平均)を以下の方法で計上。

① 電力料 :年間4,400時間点灯。電気代単価を25円/KWHと設定。

② 交換部品費:10年間の維持に必要な灯器等の交換部品費の年平均額を次式により算出して計上。 n年に一度P円が発生する場合の年平均額

 $=P \times (10-n) /n/10$

なお交換作業に伴う車線規制費等は計上せず、交換部品費のみを計上している。

③ 清掃費 : すべての標示板には性能維持のための板清掃が必要だが、ここには計上していない。

(2) 標識方式別設置費及び維持費

表5.2-1に設置費及び維持費を示す。

表5.2-2に方式別の概要、特性、費用等の比較を示した。

表5.2-1 標識方式別設置費及び維持費

(単位:千円)

| | | 再帰反 | 射式 | | 外照式 | | | | | |
|---|---------------------------|-------|---------------------|-------------|----------------------|-----------------|----------------------|-----------------|------------------------|------------------------------|
| 方式 | 1 2 高輝度反射シート 広角プリズムカットシート | | 1 | 3 上方照明方式 | | 4 遠方外照方式 | | 5 近紫外線発光沪 | | |
| 標示板一式 | 600 | | 900 | | 600 | | 800 | | 1,500 | |
| 照明具一式 | 0 | | 0 | | 600 | | 1,300 | | 1,600 | |
| 基礎支柱工事費 | 1,400 | | 1,400 | | 1,400 | | 1,400 | | 1,400 | |
| 設置工事費 | 100 | | 100 | | 100 | | 200 | | 200 | |
| 設置費合計 | 2,100 | | 2,400 | | 2,700 | | 3,700 | | 4,700 | |
| 設置費指数 | 1.0 | | 1.1 | | 1.3 | | 1.8 | | 2.2 | |
| 使用電力(W) | _ | | _ | | 220W | 蛍光灯 | 250W | メタル・ライト・ラ ンプ | 1600W | プ [*] ラックライトラ ンプ |
| 灯器交换 | なし | | なし | | 年1回 | | 年1回 | | 年1回 | |
| 他の交換部品 | | | | | | | | | 表示面 | 8年に1回 |
| 電力費(1年) 灯器関連部品/年 他の交換部品/年 維持費(/年)計 | 0 0 0 0 | | 0 0 0 0 | | 24 5 0 29 | | 28 8 . 0 36 | | 176 68 38 282 | |
| | | | | | 内照式 | | | | | |
| 方式 | 6 メタクリル | レ板内照 | 被維シー | | 8 光透過シート内照 | | l | 9 光板 | 10 肚シート | |
| 標示板一式 | 3,000 | | 3,000 | - | 4,700 | | 5,900 | | 4,700 | |
| 照明具一式 | | | - | | - | | - | | | |
| 基礎支柱工事費 | 1,400 | | 1,400 | : | 1,400 | | 1,400 | • | 1,400 | |
| 設置工事費 | 100 | | 100 | | 100 | | 100 | l | 100 | |
| 設置費合計 | 4,500 | | 4,500 | | 6,200 | | 7,400 | | 6,200 | |
| 設置費指数 | 2.1 | | 2.1 | | 3.0 | | 3.5 | | 3.0 | |
| 使用電力(W) | 560W | 蛍光灯 | 480W | 蛍光灯 | 600W | メタルル守イト゚ラ ンプ | 360W | 蛍光灯 | 850W | 且素子 |
| 灯器交換 | 年1回 | | 年1回 | | 年1回 | | 年1回 | | 3年に1回 | 210万/回 |
| 他の交換部品 | 安定器 | 8年に1回 | 安定器 | 8年に1回 | | = | _ | | 表示面 | 5年に1回 |
| 電力費(1年) 灯器関連部品/年 他の交換部品/年 維持費(/年)計 | 62 16 0 78 | | 53 14 0 67 | | 66 43 0 109 | | 40 8 0 48 |) | 94 490 50 634 | |

注1) 設置費指数は従来の高輝度反射標識の設置費を1.0とする指数である

注2) 交換部品費/年は10年間の維持に必要な交換部品費の年平均額であり車線規制費等は含まない

表5.2-2 標識方式別比較表

| | 再帰反 | (射式 | 外照式 | | | | |
|---------------------|---|--|--|--|----------------------------|--|--|
| 方式 |] 高輝度反射シート | 2 広角プリズムカットシート | 3 上方照明方式 | 4 遠方外照方式 | 5 近紫外線発光沖 | | |
| 夜間視認方式 の概要 | 微細なガラスビー ズカプセルを封入 したシートで自動 車ヘッドライトの 散乱光を再帰反射 させる | で自動車ヘッドラ イトの散乱光を再 | 標示板上方に取り 付けた蛍光灯で標 示板を直接に照射 する | 路上10m 程前方より広角反射シートの標示板をスポット照明し、その再帰反射光で視認する | 1 | | |
| 使用状况 | 一般道で通常使用 | 規制 標識、交差道 路標識 | 都市内一般道など で使用 | 高速道で使用 | 高速道料金表に試 験使用 | | |
| 主な特性 | 電力費がいらない ロービーム 走行で は光量不足で暗い | 電力費がいらない 再帰反射性能が高 く、1より明るい | 設置が容易 反射材の特性が活 かされない | 反射材の特性により充分な明るさが えられる | | | |
| 白色部の輝度 | 3~8cd/m ² | 10~25cd/m ² | 30cd/m ² | 60~120cd/m ² | 20cd/m ² | | |
| 使用電力 | _ | _ | 220W | 250W | 1600W | | |
| 維持管理 | 標示板清掃のみ | 標示板清掃のみ | 蛍光灯交換1回/年 車線規制を要す | ランプ交換1回/年 車線規制不要 | 蛍光灯交換1回/年 車線規制を要す | | |
| 設置費 (初期) 基礎工事を含む | 1.0 | 1.1 | 1.3 | 1.8 | 2.2 | | |
| | | | 内照式 | | | | |
| 方式 | 6 メタクリル板内照 | 7 繊維シート内照 | 8 光透過シート内照 | 9 導光板 | 10 肚シート | | |
| 夜間視認方式 の概要 | 箱形構造の筐体内 部に蛍光灯を有し、 前面のメタクリル 板を透した光で視 認する | 従来の内照式のメ タクリル板を繊維 シートに変更した もの | のあるナ 収 弘 カットシト | 特殊処理をしたメ タクリル板に側面 から蛍光灯の光を 導き板全面を光ら せる | 発光するエレクト ロルミネッセンス | | |
| 使用状況 | 従来、高速道で使 用 | 高速道で使用 | 高速道で試験使用 | 非常電話標識に試 験使用 | 小型標識等に試験 使用 | | |
| 主な特性 | 充分な明るさがえ られる 晴天逆光時の視認 性劣る 停電時対策が必要 | 充分な明るさがえ られる 昼間の視認性を改 善 製品の運搬が容易 | 充分な明るさがえ られる 停電対策不要 ランプ交換が容易 | 消費電力が少ない 蛍光灯交換作業が 容易 均斉度が高い | 均斉度が高い | | |
| 白色部の輝度 | 200cd/m ² | 200cd/m ² | 200cd/m ² | ~200cd/m ² | 40cd/m ² | | |
| 使用電力 | 560W | 480W | 600W | 360W | 850W | | |
| 維持管理 | 蛍光灯交換1回/年 車線規制を要す | 蛍光灯交換1回/年 車線規制を要す | ランプ交換1回/年 車線規制不要 | 蛍光灯交換1回/年 車線規制を要す | 発光体等交換1回/3 年 車線規制を要す | | |
| 設置費 (初期) 基礎工事を含む | 2.1 | 2.1 | 3.0 | 3.5 | 3.0 | | |

注) 設置費は従来の高輝度反射標識の設置費を1.0とする指数である。

5.3 現道設置調査

5.3.1 光学特性追跡調査

平成7年12月、国道4号上り線に開発された広観察角反射シートを用いた遠方外照式の交差点案内標識2基を試験設置した。遠方外照式標識の一般道路への設置は初めての試みであり、輝度等の変化を経年的に把握した。

(1)調査対象標識及び調査履歴

表5.3-1 調査対象標識の概要

| 1 | 2 | | |
|-----------------|--|--|--|
| 国道 4 号 | | | |
| 上り | | | |
| 村田町立石 | 柴田町北船岡 | | |
| 320.882 | 322.770 | | |
| F型片持式 | | | |
| H 7. 12 | H 7. 12 | | |
| 220×250 400×280 | | | |
| 広角反射・ | 遠方外照式 | | |
| 108の | 2 – A | | |
| ローマ | 字いり | | |
| | 114-A併設 | | |
| 300 | 300 | | |
| 200 | 200 | | |
| | 国道 上 村田町立石 320.882 F型F H7.12 220×250 広角反射・ 108の ローマ | | |

表5.3-2 調査の履歴

| | 設置等 | 調査等 |
|------------|--------------------|--------------|
| 平成7年12月19日 | | 事前調査 |
| 平成7年12月22日 | 旧標識を撤去し、新標示板を設置 | |
| 平成8年2月1日 | 遠方外照実施 | |
| 〃 2月7日 | | 直後調査 |
| 〃 3月23日 | ②について、焦点調整実施 | 3ヵ月後調査 |
| 平成9年1月20日 | 投光器ガラス面清掃 ランプ交換 | 1年後調査 |
| 平成10年3月3日 | 投光器ガラス面清掃 ランプ交換 | 2年後調査 (今回調査) |

(2) 環境照度

標識周辺の道路上の明るさを事前(7年12月)、直後(8年2月)、3ヵ月後(8 年3月)、1年後(9年1月)、2年後(10年3月)に測定した。

1) 測定方法

使用機器:照度計ミノルタTM-1(単位lx)

測定位置:標識のおよそ100m手前、及び標識の直下付近の2ヵ所。走行車線又は

側帯部で、高さ、路面より1.2m。

測定面 :垂直面照度。

車線に平行な前方及び左右に各15°の方向にレンズ面を向け、1地点 で計3方向の照度を測定。

2) 環境照度測定結果

| | 表5.3-3 環境照度測定結果 | | | | | | | | | [lx] |
|--------|-----------------|-------------|--------|------|------|-----|------|------|------|------|
| 箇所 測定日 | | | 100m手前 | | | | 標識直下 | | | |
| 箇所 | 汉 具 | I 疋口 | 左15° | 正面 | 右15° | 平均 | 左15° | 正面 | 右15° | 平均 |
| | 設置前 | 7年12月19日 | 0.3 | 0.8 | 0.9 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.1 | 0.9 |
| 上り① | 設置直後 | 8年2月7日 | 0.6 | 1.1 | 0.8 | 0.8 | 0.3 | 1.0 | 0.9 | 0.7 |
| 村田町 | 3ヵ月後 | 8年3月23日 | 0.6 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 1.2 | 1.1 | 1.0 |
| 立石 | 1 年 後 | 9年1月20日 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 1.4 | 0.7 | 0.9 |
| | 2 年 後 | 10年3月3日 | 1.0 | 0.9 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 1.4 | 1.3 | 1.1 |
| | 設置前 | 7年12月19日 | 10.8 | 14.2 | 14.9 | 13 | 48.6 | 44.1 | 38.0 | 44 |
| 上り② | 設置直後 | 8年2月7日 | 12.4 | 16.5 | 8.6 | 13 | 38.1 | 45.7 | 29.4 | 38 |
| 柴田町 | 3ヵ月後 | 8年3月23日 | 13.4 | 14.2 | 9.8 | 12 | 33.5 | 34.5 | 30.2 | 33 |
| 北船岡 | 1 年 後 | 9年1月20日 | 13.5 | 10.1 | 9.1 | 11 | 30.1 | 30.0 | 18.3 | 26 |
| | 2 年 後 | 10年3月3日 | 14.0 | 13.2 | 11.8 | 13 | 26.4 | 30.5 | 18.8 | 25 |

村田町立石(①) は暗い環境、柴田町北船岡(②) は明るい環境である。②の沿 道にGS等の明るい照明を行っている店舗があり、このため道路上も明るくなってい る。若干の経年変化が見られるが、店舗の照明の明暗が影響しているものと思われ る。

(3) 板面輝度

遠方外照実施中の標示板面輝度を測定した。

1)测定方法

使用機器: 携帯型輝度計 東京光学トプコン7測定視野角0.2、(単位cd/m²)

測定位置: 標識の100m手前、走行車線

測定車 (カローラバン) を停め、助手席側の外部に近接して輝度計を セット

測定器高さはレンズ面で運転者の目の高さ

測定車はエンジンをかけ、ヘッドライトをすれ違いビームとした

測定点: 青色部と白色部の輝度を求める。ただし当該条件では白色部のみの輝度はえられないので以下のようにした。

青色輝度: 標示板上の青地のみの部分に測定円をセット。 2個所を測定する。

白色輝度: 標示板上の矢印のクロスポイントに正しく測定円をセットし、データを得る(1ヵ所のみ)。

事後に面積比によって白色輝度を求めた。

注)上記条件での測定円直径34.9㎝

2) 板面輝度測定結果

表5.3-4 1年後までの調査結果

 $[cd/m^2]$

| | | 照明開始時 3ヵ月後、8年3月23日 | | | 1 年後 |
|---------------|-----|--------------------|-------------|----------------------|-------------------|
| | | 8年2月7日 | 調整前 | 調整後 | 9年1月20日 |
| | 白 色 | 118.0 (100) | 124.0 (105) | | 93.9 (80) |
| 上り① 村田町立石 | 青 色 | 19.8 (100) | 17.6 (89) | | 11.8 (60) |
| | 輝度比 | 6.0 | 7.0 | | 8.0 |
| | 白 色 | 86.4 (100) | 82.7 (96) | [100] 126.1 (146) | [49] 61.2 (71) |
| 上り② 柴田町北船岡 | 青 色 | 13.9 (100) | 12.6 (91) | [100] 18.2 (131) | [42] 7.6 (55) |
| | 輝度比 | 6.2 | 6.6 | 6.9 | 8.1 |

表5.3-5 2年後の調査結果

 $[cd/m^2]$

| 標識種類 | 色 | 現況 | ガラス洗浄後 | ガラス洗浄 +ランプ交換 | ガラス汚染率 (%) | ランプ低下率 (%) |
|------------|-----|------|--------|-----------------|------------|---------------|
| 上り① | 白色 | 68.9 | 81.2 | 110.9 | 10.0 | 20.0 |
| 村田町立石 | 青色 | 10.1 | 13.1 | 18.4 | 19.0 | 32.3 |
| | 輝度比 | 6.8 | 6.2 | 6.0 | | |
| 上り② | 白色 | 90.4 | 102.0 | 136.0 | 10.0 | |
| 柴田町 北船岡 | 青色 | 15.8 | 17.4 | 22.4 | 10.3 | 25.9 |
| | 輝度比 | 5.7 | 5.9 | 6.1 | | |

輝度低下の要因は投光器ランプの性能劣化と投光器ガラス面の汚れである。ガラス洗浄とランプ交換を行うと、ほぼ設置当初の値に戻る。この箇所では、標示板の 汚れ及び再帰反射性能の劣化は大きなものではなかったと言える。

(4) 板面照度及び漏れ光

投光器の性能低下度を把握するために、標示板上での照度と、標示板外に漏れる光 を測定したものである。

1) 測定方法

使用機器 : 照度計ミノルタTM-1 (単位: lx)

板面照度測定点 :標示板面上の、標示板に平行な面照度を下記の点について測

定

108の2-A標識について9ポイント(3×3、外側の点は

縁より20cm内側)

114標識をあわせて照明するものについては、6ポイントを

追加

漏れ光照度測定点:標示板部の20cm外側の8点を測定

2) 板面照度測定結果

[1x]

| | | | 照明開始時 | 3ヵ月後、8年3月23日 | | 1年後 | 2年後 |
|---------------------|-----|----|-----------|--------------|--------|----------|------------|
| | | | 8年2月7日 | 調整前 | 調整後 | 9年1月20日 | 10年3月3日 |
| 上り① 村田町 立石 | 平 | 均 | 199 (100) | 189 (95) | | 149 (75) | 110.0 (55) |
| | 最 大 | | 236 | 227 | | 210 | 144.3 |
| | 最 | 小 | 140 | 130 | | 114 | 82.4 |
| | 均斉度 | | 1.69 | 1.75 | | 1.84 | 1.75 |
| 上り② 柴 田 町 北船岡 | 平 | 均 | 145 (100) | 144 (99) | (測定せず) | 98 (68) | 98.0 (68) |
| | 最 | 大 | 186 | 190 | | 156 | 121.5 |
| | 最 | 小 | 100 | 94 | | 68 | 65.6 |
| | 均产 | 产度 | 1.86 | 2.03 | | 2.24 | 1.85 |

板面照度が、照明開始時と比べて55%(①)、68%(②)と低下しており、輝度低下の主要因となっている。前述のように、投光器ランプの劣化とガラス面の汚れが原因である。

3)漏れ光測定結果

[lx]

| | | | 照明開始時 | 3ヵ月後、 | 8年3月23日 | 1年後 9年1月20日 | 2年後 10年3月3日 |
|-----------|---|---|------------|------------|---------|----------------|----------------|
| | | | 8年2月7日 | 調整前 | 調整後 | | |
| 上り① | 平 | 均 | 24.2 (100) | 27.6 (114) | | 10.8 (45) | 15.3 (63) |
| 村田町 立石 | 最 | 大 | 41.6 (100) | 44.4 (107) | | 34.4 (83) | 24.8 (60) |
| | 最 | 小 | 12.5 | 11.8 | | 5.6 | 5.4 |
| 上り② | 平 | 均 | 16.5 (100) | 14.6 (88) | (測定せず) | 10.6 (64) | 17.0 (103) |
| 柴田町 北船岡 | 最 | 大 | 28.9 (100) | 25.8 (89) | | 16.3 (56) | 26.5 (92) |
| | 最 | 小 | 7.6 | 8.5 | | 6.6 | 5.4 |

漏れ光は測定毎に値が変動しているが、大きなものではなく、周辺の照明や測定 誤差が要因と考えられる。

(5) 事例調査

日本道路公団でも同方式の遠方外照式標識を設置しており、同様の調査を行っているため、以下に紹介する。

1)調査概要

○対象路線 :東京外環

○標識設置年月日:平成8年2月29日

○調査年月日 : 平成9年2月20日(設置1年後)

○調査方法 : 板面輝度を現状、全面ガラスの清掃後、ガラス清掃+ランプ

交換後の3時点で測定。

2)調査結果

 $[cd/m^2]$

| Kp. | 投光 器数 | 色 | 現状輝度 | ガラス 清掃後 | ガラス清掃+ ランプ交換後 | ガラス 汚染率(%) | ランプ 低下率 (%) |
|----------------|----------|---|------|------------|------------------|---------------|----------------|
| 外回り 2.77km | 3 | 白 | 25.9 | 57.8 | 78.2 | 55.4 | 33.4 |
| | | 緑 | 3.7 | 8.6 | 11.5 | | |
| 外回り 10.27km | 2 | 白 | 72.3 | 75.7 | 101.3 | 4.3 | 25.3 |
| | | 緑 | 12.4 | 12.8 | 17.1 | | |
| 外回り 24.12km | 1 | 白 | 17.9 | 29.8 | 51.6 | 39.8 | 39.6 |
| | | 緑 | 4.3 | 7.1 | 9.5 | | |
| 内回り | 2 | 白 | 60.8 | 64.1 | 84.9 | 5.9 | 23.5 |
| 28.03km | | 緑 | 9.7 | 10.8 | 13.0 | | |
| 内回り | 2 | 白 | 77.4 | 88.2 | 109.3 | 11.2 | 18.5 |
| 15.79km | | 緑 | 12.1 | 12.6 | 14.4 | | |
| 内回り 7.66km | 2 | 白 | 52.9 | 59.3 | 88.1 | 11.5 | 31.4 |
| | | 緑 | 9.5 | 10.9 | 14.2 | | |
| 内回り 19.27km | 2 | 白 | 26.5 | 35.9 | 56.5 | 30.0 | 34.5 |
| | | 緑 | 4.1 | 7.8 | 10.2 | | |

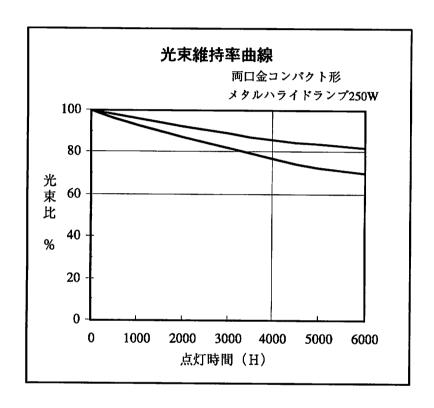
- ○ガラスの汚染率:ガラスの汚染は設置場所により非常に異なり、1年間での汚染による輝度の低下は4%から55%と大きく分布していた。箇所による差異の発生原因については明らかになっていない。
- ○ランプの輝度低下率:ランプ寿命による輝度低下は1年で20~40%あり、輝度低下率の平均は29.5%であった。
- ○標識板面輝度低下の要因:ガラス面の汚れとランプの寿命により標識の輝度は1 年で約60%低下していた。輝度維持のためにはガラス面の定期 的清掃とランプ交換が必要である。

(6) 現道設置追跡調査のまとめ

1年経過により標示板の輝度が当初の60~70%程度に低下していることが分かった。

1) ランプの光度低下

投光器光源には「両口金コンパクト形メタルハライドランプ250W」を使用している。一般にランプは点灯時間に応じて光束が減少するが、このランプの光束維持率 曲線は下図のように言われている。



1年間に日平均11時間点灯と仮定すると延べ4,000時間に達しており、光東比は当初の75~85%程度に低下すると見られる。実際、今回調査したランプ低下率は32%、26%であり、上図を若干下回っていた。

2) 投光器ガラス面の汚れ

投光器ガラス面はほこり等により、目視で分かる程度に汚れており、汚れにより 相当の光量低下が生じている。

①の標識の板面照度は設置時に比べ55%に低下していたが、ランプの光束の低下とガラス面汚れによる低下の積として説明できよう。

3) 標示板表面の汚れ

標示板表面の汚れの影響は、今回特にデータをとっていない。既存の調査によると、カプセルレンズ型反射シートの汚れによる再帰反射性能の低下は放置年数により多少増加するものの大きな変化はなく、平均6%程度であるが、変動が大きく、20%以上低下するものもある。

対象標識はカプセルレンズ型ではあるが広観察角反射シートのため、汚れの影響が異なる可能性はあるが、常識的には5~10%程度低下しているものと考えられる。

4) 実用化にあたって

広観察角反射シートを用いた遠方外照式標識は新しい標識として開発され、2年間の現道設置テストを終了した。設置当初に実施した利用者アンケートでは明るく読みやすいことへの評価はきわめて高かった。また2年間に実用上の問題は発生せず、一般道への設置が有効であることを証明した。

しかし、測定を行ってみると、板面輝度の低下が予想以上にあり、1年で当初の60~70%程度に低下することが分かった。その主要因はランプ性能の低下である。ランプは消耗品であり、時間経過に伴って暗くなってゆくことは避けられない。減灯に至る時間はわからないが、1年程度で定期的にランプ交換を行うべきであろう。従来の外照式と異なり投光器のランプ交換は容易に(規制を行わずに)実施できるものであり、定期的な交換を予定すべきである。

また、投光器のガラス面及び標示板表面のほこり等の付着も避けられず、設置場所による変動が大きいが、それぞれ5~50%程度の輝度低下を生ずる。標示板の汚れは雨等で流されることもあり、経時的にひどくなるとは限らないが、やはり年に1度位の清掃を行うことにより、輝度が回復する。特に投光器ガラス面については、ランプ交換の際に簡単にふきとれるので、励行すべきである。これらの保守作業をマニュアル化し、定期的に実施して所定の輝度が保たれることを望むものである。

5.3.2 現道設置標識の利用者アンケート調査

国道4号上り320KP付近に設置(既設標識を取替)した新標示板(遠方外照式広角反射シート)の夜間の視認性について、一般利用者の意見(評価)をアンケート調査により把握した。

(1)調查方法等

1) 評価対象標識

以下の2基の交差点案内標識(108の2-A)、いずれも遠方外照式広角反射シート。

- · 国道4号上り 322.77KP 柴田町北船岡
- · 国道4号上り 320.88KP 村田町立石

2) 対象者

夜間(おおむね P M 5 時以降)に当該路線(上り) を走行しており、対象標識の利用が想定されるドライバー(2 輪を除く)。

3)調査方法

- ・ 夜間に、対象標識の1つ手前(上流)の交差点(計2ヵ所)に調査員を配置しておき、交差点で停止し、当該標識の方向に走行予定のドライバーに調査票及び協力謝礼品を手渡して、回答を依頼した。
- ・ 協力依頼時には「標識についての調査」であり、「これから見る標識について 回答してほしい」旨を伝えた。
- · ドライバーには帰宅後、調査票の質問を読み、回答葉書に回答を記入して郵送 してもらった。

4) 配布数及び回収数

2箇所にて各200票、計400票の配布

回収票数201票(回収率50.3%)

5)調査時期

新標示板設置

平成7年12月22日

新標示板に対する照明開始

平成8年2月1日

アンケート票配布

平成8年2月15日 PM6時~9時

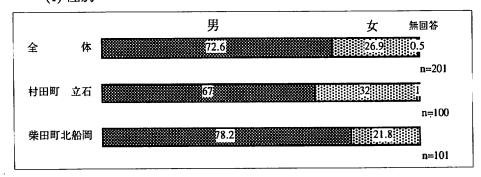
アンケート回収締切

平成8年2月26日

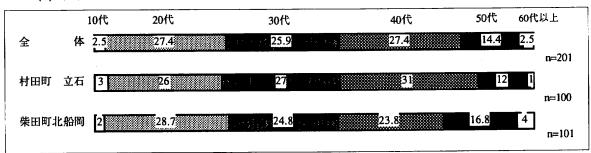
(2)調査結果

1)回答者属性

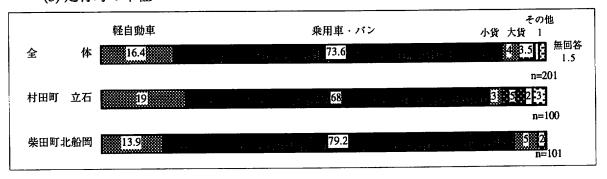
(1) 性別



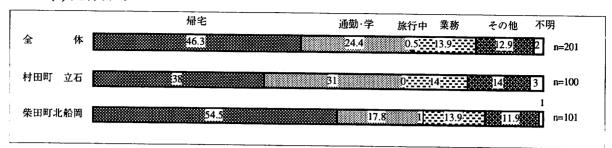
(2) 年令



(3) 走行時の車種



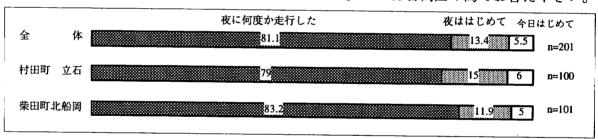
(4) 走行目的



- ・ 全体では30%弱が女性であるが、村田町立石の方に女性が多かった。
- ・ 全体の74%が乗用車・バンである。
- ・ 通勤・通学との回答が24%あったが、勤務先あるいは学校からの帰宅をまちがえている者が多いと思われる。従って70%は帰宅途中とみられる。旅行中は 1名であり、通行車の大多数は付近の車である。

(5) 現地の走行経験

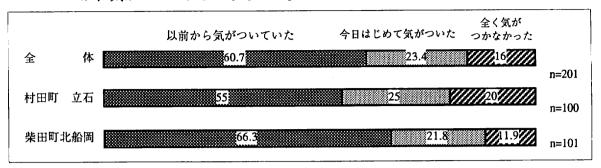
質問 1. あなたは国道 4 号上りのこの (新しい標識を設置した①又は②) あたり を夜間によく走行なさっていましたか。ここ10日間位の間でお答え下さい。



アンケート調査の実施は新標識の供用(照明実施)後2週間目であるが81% の者が夜間に何度か走行している。調査時にはじめて通行する者は19%であった。

2) 標識の認知度

質問2. 国道4号上り①②交差点に夜でも見やすい案内標識を試験設置していますが、気がついておられましたか。



・ 81%が調査日以前に夜間に走行しているが、以前から気がついていた者は61% とやや少ない。ほとんどの者が通り慣れているため標識を読まずに行動している ためであろう。

標識を見る必要がない人達という点から見れば気がついていた人が75% (163人中122人) であることは高率であり、明るい標識のため、見る必要がなくても目を ひいていたと言える。

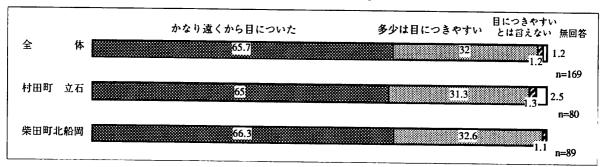
· 新しい標識に全く気が付かなかった(調査時にも)人は16%おり、村田町立石 の方に若干多い。標識手前で道を外れる人も含まれようが、案外多い比率である。

調査時点で気がついていなかった人は79人であるが、その内の32人(40%)は、アンケートを頼まれても標識に気が付かなかったことになる。頼まれても気が付かなかった人は、女性(4人中の2人)よりも男性(33人中29人)に多く、通勤・通学(出勤・登校)と回答した者(10人中10人)に多かった。通勤・通学で急いでいたということも考えられるが、出勤・登校を読み誤る、いささかせっかちな人達が気がつかなかったという解釈も成り立つ。

3) 誘目性の評価

新標識に気がついていた人(122人)及び今日、気が付いた人(47人)の合計169 人に質問している。

質問3. 新しい案内標識は遠くから見て、すぐ目につきましたか。以前の案内標識 又は他の案内標識にくらべてお答え下さい。

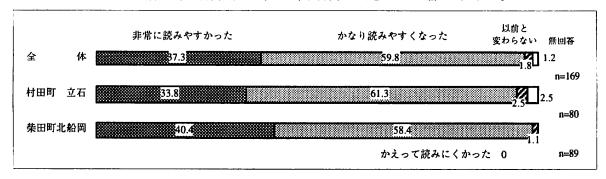


・ 66%の者が「かなり遠くから目についた」と答えている。「目につきやすくなったとは言えない」とする者はわずかに1%であり、従来の反射式標識に比べて非常に誘目性が高くなったと言ってよい。

村田町立石は周辺環境が暗く、柴田町立石は明るいという視環境の差があり、村田町立石の方が評価が高くなることを想定していたが、両者の差はなかった。村田町立石の標示板は白地の114系標識が付加されており、そのために目につきやすいこともあるため、この結果からだけでは、視環境の差については論じられないが、114系によるプラスの影響を考慮すると、暗い所の方が目につきやすいように思える。

4) 視認・判読性の評価

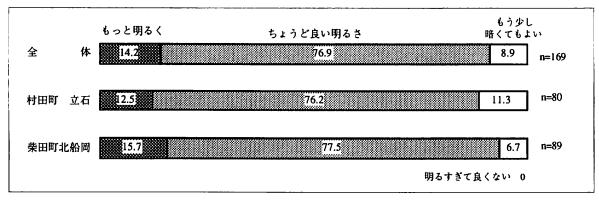
質問 4. 表示してある地名などの文字の夜間における読みやすさはどう思われましたか。以前の案内標識又は他の案内標識に比べてお答え下さい。



- ・ 誘目性の評価は高かったが読みやすさでは「非常に読みやすかった」とする 者は多くなく(37%)、「かなり読みやすくなった」とする者が多い(60%)。 しかし、従来の反射式標識に比べれば相当に読みやすくなったと言える結果で ある。
- ・ 「非常に読みやすかった」とする者は、村田町立石(34%)より柴田町北船 岡に多い(40%)。判読性は視認者の瞳孔の開き方にも左右され、瞳孔が開いていると分解能が低下する。明るい所で明るい標識を見る場合に最も判読性が良くなる。柴田町は視環境が明るいことが、両者の違いとなっているものと推察されるが、この点については今後の研究が必要である。

5) 標示板の明るさ評価

質問5. 標識の板面の明るさはどう思われましたか



· 「ちょうど良い明るさ」とする者が77%と多数を占め、「もっと明るく」14%、「もう少し暗くてもよい」9%となっている。

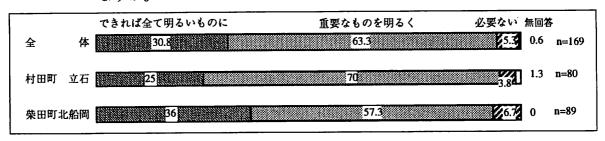
柴田町北船岡の方に「もう少し暗くても」とする者が少ないのは、視環境が 明るいためかもしれない。

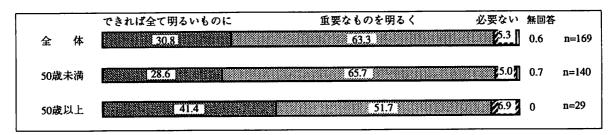
- ・ 明るさの評価の違いは、性別、年齢別、車種別、走行目的別に見て有意の差 はあらわれていない。
- ・ 柴田町北船岡は白地の114系があるため、やや明るすぎるのではないかと思われたが、「明るすぎる」という回答はゼロであった。全体的に見て、ほぼ妥当な明るさであると考えられる。

6)新標示板設置要望

明るい標識に対するニーズと満足度を代替する指標として、今後の設置要望を尋ねた。

質問6.このような夜間に明るい標識の設置には費用(設置費、維持費)がかかる のですが、国道4号上の他の交差点の案内標識も明るいものにすべきだと思 いますか。





- ・ 全体では「重要な交差点について明るいものにするのがよい」と回答した者が多く63%を占める。ついで「できれば全てを」とする者が31%で、あわせて94%が、明るい標識の設置を望んでいる。
- ・ 視環境の明るい柴田町北船岡の方に「全てを明るく」とする回答が多く、現 状の反射式標識では、まわりの明るい所では光量不足であることを裏付けてい

るようである。

・ 「全てを明るく」とする者は、高年齢層に多くなる感じがある(サンプル数が少ないが、50才以上29人中12人…41 %…が「全てを明るく」と回答)。加齢により暗視力が低下すると言われているが、このことを裏付けているものと思われる。

7) アンケート結果のまとめ

遠方外照式広角反射シートによる新標識は、従来の反射式標識に比べて誘目性、 視認判読性は非常に改善されたものであると言える。

夜間の標識の適切な明るさに対する基準は検討段階であるが、現道に設置したものに対する利用者の評価からはほぼ適切な明るさであったと考えられる。

特に視環境の明るい箇所では従来タイプの再帰反射シートでは必要な明るさが得にくく読みにくいことを反映し、暗い箇所よりも明るい箇所で遠方外照式広角反射シート標識の評価が高かった。

一般道路においても夜間に明るい標識は望まれており、特に高齢化社会に移行するにつれてニーズは高まると思われる。反射式標識に比して設置費、維持費ともにかかることから、全ての案内標識への対応は困難であるが、重要な標識、わかりにくい箇所、視環境の明るい箇所等に対しては積極的に明るい標識の設置が望まれている。

第3編 表示装置の高度化

目 次

| • | |
|---|-----|
| 1. 検討目的 |] |
| 2. 検討内容と流れ | |
| 2.1 検討項目 | 1 |
| 2.2 検討の流れ | 2 |
| 3. 検討結果 | |
| 3.1 結果の概要 | 3 |
| 3. 2 現状把握 | |
| (1) 素子の開発状況 | 6 |
| (2)カラー表示板への利用と問題点 | 9 |
| 3.3 道路管理者(直轄国道工事事務所及び高速道路3公団) | |
| に対するアンケート結果とフルカラー情報板のニーズ把握 | 11 |
| 3.4 フルカラー表示技術開発の基礎検討 | |
| (1)カラー表示 | 45 |
| (2) ランプ構造に関する検討 | 49 |
| (3)ランプの板面配列に関する検討 | 50 |
| (4)表示ユニット構造に関する検討 | 53 |
| (5) 駆動方法に関する検討 | 55 |
| (6) 耐久性に関する検討 | 60 |
| (7)フルカラー対応3色LEDランプ・駆動回路の信頼性検討 - | 67 |
| (8) 考察 | 69 |
| (9) 開発目標仕様 | 70 |
| 3.5 供試体の試作と光学特性調査 | |
| 3.5.1 供試体の試作 | 72 |
| 3. 5. 2 基礎的光学特性データの分析 | 75 |
| 3. 6 視認性実験 | |
| 3.6.1 基礎実験 | 83 |
| 3. 6. 2 映像、CG図形などに関する追加実験 | 108 |

| 3 | • | 7 | | フ | ルカ | ラー情報板の利力 | 用状況に関する調査 | |
|---|---|---|---|---|----|----------|-----------|-----|
| | 3 | | 7 | | 1 | 調査の概要 | | 116 |
| | 3 | | 7 | | 2 | 調査結果 | | 117 |
| 3 | | 8 | | 新 | たな | 情報装置の提案 | | 122 |
| | | | | | | | | |

.

• ... •

1. 検討目的

近年の青色及び緑色のLED素子の技術開発状況を踏まえ、現在実用化されている赤色素子および黄緑色素子に加え、青色、緑色素子を用いた場合のフルカラー対応道路情報表示装置について、実用可能性を検討するものである。

2. 検討内容と流れ

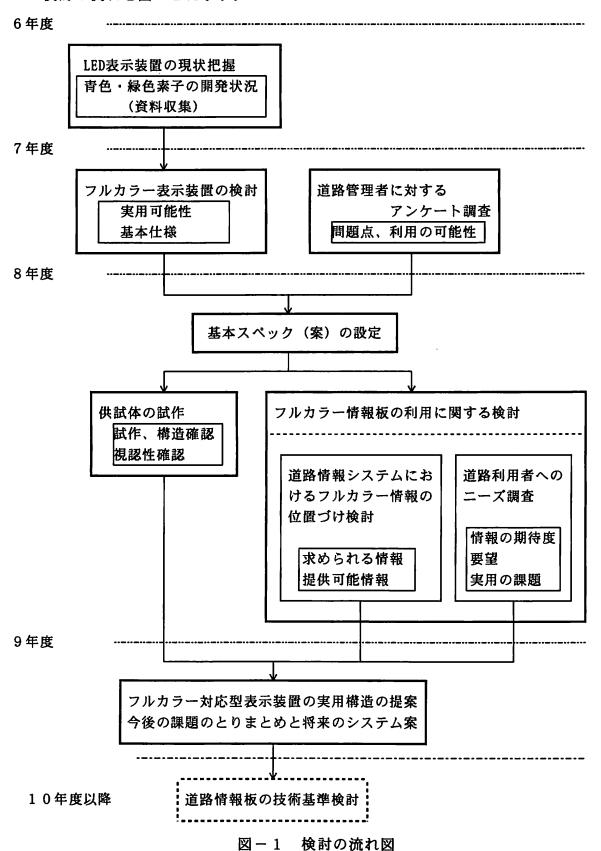
2. 1 検討項目

検討は、主として以下の項目について実施した。

- ①素子の開発現況把握
- ②他の分野でのカラー表示の利用状況把握
- ③道路情報提供装置として用いる場合の基本仕様検討
- ④フルカラー表示装置に提供できる情報内容把握
- ⑤道路管理者、道路利用者のニーズ調査
- ⑥実用化に向けての課題整理

2.2 検討の流れ

検討の流れを図-1に示す。



- 2 -

3. 検討結果

図-1の流れに沿って検討した結果について、3.1項に結果の主要内容示す。また3.2以下にその詳細を示す。

- 3.1 結果の概要
 - (1) 現状把握
 - ①素子等の開発状況
 - ・実用化できる明るさを有する青色、緑色素子は開発済みである。 ただし、現在実用輝度を有する素子は1社が販売しているのみである。
 - ②カラー表示装置の利用と問題点
 - ・青色及び緑色素子の現時点でのコストの問題から、採算がとれる利用方法として広告用等に限定利用されている。
 - ・青、赤、黄緑によるカラー表示 (テレビ画像などと比べて制限された配色) が主流である。
 - (2) 道路管理者(直轄、公団)に対するアンケート結果
 - ①フルカラー表示装置の利用
 - ・積極的に利用 25%、条件によって利用 50%
 - 利用情報 道路交通情報、気象・路面情報等
 - ・導入費用 現行装置と同程度60%、現行装置の1.5倍以下 28%
 - (3) フルカラー表示技術開発の基礎検討

技術的には現行表示技術を基に解決できると考えられ、高いハードルはない。

素子の配列、視認性と光学特性、省電力化、放熱技術などが技術的課題となる。

・フルカラー表示装置の基本仕様 (案)

基本仕様の検討

・表示色 最大1677万色(映像表示可能)

・表示速度 最大30画面/秒

・設置仕様

屋外

・中心輝度

3500cd/m²(現行LED表示装置2,000cd/m²以上)

・放射(視認)角 現行LED表示装置(10度)以上

(4) 供試体の試作と光学特性調査

- ・テレビに匹敵する映像の提供が可能
- ・輝度、視認角度は現行表示装置以上の能力を有する

(5) 視認性実験

- ・被験者アンケート調査で色彩の自然さ、臨場感等に満足する結果となっ た。
- ・映像の明るさ、情報内容の詳細度等と道路利用者の理解度に多少問題が あり、表示内容と道路利用者の理解度についてさらに検討が必要である。

(6) フルカラー情報板の利用に関する調査

①フルカラー表示板の利用状況に関するアンケート調査

フルカラー情報板を利用した人を対象に利用状況についてアンケート調 査したところ、「必ず見る」「状況により見る」と答えた人が約9割を占 めた。

②道路利用者のニーズに関するアンケート調査

利用すると回答した人のうち、「役に立った」と回答した人が90%を超 え、利用しないと回答した人でも約4割が「役に立った」と回答している。 走行中及び休憩施設に於けるニーズ調査では、「大いに必要」「必要」と 回答した人は各々68%と85%と非常に高い値を示した。

(7) 新たな情報装置の提案

①映像、CG及び標識図柄のフルカラー情報板による情報提供

フルカラー情報板は、従来の情報板では表示できない映像情報及び標識 等を表示可能にした。このフルカラー情報板の視認性について走行実験を 行い、「標識の表示及びカラフル文字は視認性が良い」「映像情報は簡素 な情報提供にする配慮が必要」との結果が得られた。

②広角度型フルカラー表示装置

映像による提供は「臨場感」が高いので広場用として道の駅、河川情報 及びイベント広場(防災訓練等)での情報提供に最適である。

③移動式・半固定式情報提供装置

フルカラー情報板の利用方法の一つとして、移動式又は半固定式が考えられる。移動式は緊急災害発生時の災害本部での罹災状況や行動指示情報等を提供することにより、二次災害防止や行動支援が図れる。また、半固定式は移動式ほど機動力を必要としない場所に、例えば、冠水多発地点、土砂災害地点及び工事地点等に一定期間、臨場感あふれる映像情報を提供する事で事故防止に繋がるものと考えられる。

3. 2 現状把握

(1)素子の開発状況

①青色LED

青色LEDで最初に商品化されたものは、シリコンカーバイト(SiC)を材料としたもので、その輝度は10mcd(20mA)程度であった。しかし1993年になり、窒化ガリュウム(GaN)を使い、一気に1cd級の輝度のLEDが開発され、現在では2cdのものが商品化されている。

しかし、青色LEDでカンデラ級のものを量産しているのは、現在、日 亜化学と豊田合成のみである。今後の青色LED普及には、他社からこれ と同等又はそれ以上のものの出現が期待される。

②緑色LED

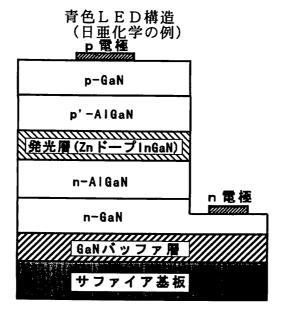
これまで赤色LEDの次に高輝度が得られるのは、黄緑色LEDで実用化の時期も早かった。輝度の面でも、生産技術の向上により年々向上し、屋外でも実用化されている。また赤色LEDとともに、マルチカラーとして情報板を始めいろいろな分野で実用化されている。

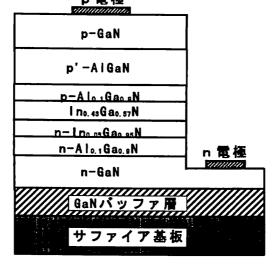
しかし、ディスプレイの一つの最終目標であるフルカラー化の面から考えると、他の波長帯域のLEDに比べ輝度面からと波長的にも純緑色のLEDがなく、その両面から緑色が取り残されていたが、平成7年9月に、日亜化学とソニーから、輝度が4~6カンデラクラスの純緑色LEDが発表された。このうち日亜化学は量産を開始している。

③赤色LED

可視光LEDの実用化は赤色からであった。発光効率も材料面、構造面から改良がなされ、屋外でも実用になるレベルに一番早く到達した。その輝度は2cd程度で、コストも適当であり、広く屋外、屋内のディスプレイとして利用されてきた。

最近、更に高輝度の6~8cdのLEDも商品化されたが、コスト面の問題で、まだあまり普及していない。





赤色LED構造(HPの例)

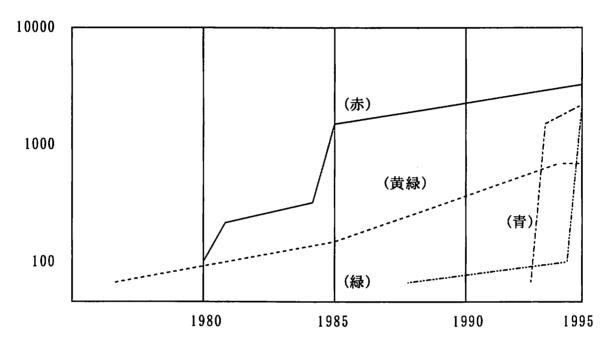
P型Gapウインドウ層
AllnGaP上位n層
AllnGaPアクティブ層
AllnGaP下位層
GaAs基板

④発光光度の現状

歴史的に赤色の光度が最も早く向上し、LEDの応用分野を屋外に広げた。次に黄緑色LEDの光度が高かったが、数年前に青色の光度が飛躍的に向上し、1cdを超えた。

更に最近になって、緑色LEDの高輝度のものが発表され、赤、青、緑の3原色とも1cdを上回るLEDが入手可能になった。

光度(mcd)

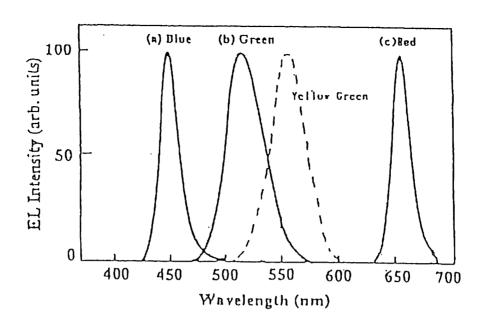


注1) 光度値は指向角±4°を基準としている。

注2) 各年度の輝度は新聞発表などの最高値をとった。

⑤発光波長の現状

高輝度の青色のLEDの出現でほぼ全波長帯域にわたって実用輝度のLEDが出揃った。しかし、純緑色の波長が抜けていたが、最近になって発光波長525nm付近でスペクトラムの半値幅も狭く、光度も6cdのLEDが発表された。これにより色再現の面でもほぼ問題が無くなった。



(2) カラー表示板への利用と問題点

現行表示装置の3色を超えるカラー表示が可能な装置としては、広告用に民間が設置している事例がみられる。表示色は、青、黄緑、赤色による表示が主体となっているものが多いが、ごく最近開発された緑素子を用いたフルカラー表示装置が、国道事務所の道路情報ターミナルに設置されるなど、多様な情報提供に即した装置として利用が期待される。ただし、現在のところ歩行者等の静止状態での視認が可能な利用者を想定した利用になっている。

これについて、各メーカーが、現在商品化されているLED素子を用いて試験的に製作した表示装置について、視認性や表示色などに関する意見収集を行った結果、以下のような項目が判明した。

1) 青色素子の明るさ

現在、青色素子が開発され、3色の混合で適正なカラー表示を行う事が可能になった。

2) 緑色素子の明るさ

現在、純緑色素子が開発され、3色の混合で適正なカラー表示を行う事が可能になった。

3) 赤色素子の明るさ

映像用として、解像度を高くして表示するには輝度がまだ不十分である。

高い解像度を要求しない文字情報として表示するには、現在の素子で 実現性がある。

4) 画素ピッチについて

従来の情報板との整合を考えれば10mmピッチがよい。

道路情報以外であれば、10mmピッチにこだわる必要はないと考えられる。

5) LED素子構成について

技術的に可能であれば、解像度の面から1ランプ式(一つのランプの中に3素子を組み込む方式)がよい。

素子構成(素子数や、素子の配置)には特にこだわらないが、混色性 等を考慮して検討すべきである。

6) 視認角

従来の情報表示装置との整合を考慮すれば、±10度以上の視認角度を 有すべきである。

7) 実用化における留意点

- ①光学面においては、純緑素子の髙輝度化が最大の課題であったが、新しく開発された緑色素子は充分機能している。ここにきて、赤色素子の輝度不足が新たな課題である。
- ②構造面においては、防水性、放熱性、コントラスト、汚れについて考慮 すべきである。
- ③表示機能については、映像まで考慮した多色表示とするか、標識やアニ メ色程度のある程度限定された多色表示とするかを検討することが必要 である。
- ④道路情報板の将来展望としては、映像まで考慮した多色表示が求められるであろう。

ただし、コストも重要な要素となる。

- 3.3 道路管理者(直轄国道工事事務所及び高速道路3公団)に対するアンケート結果とフルカラー情報板のニーズ把握
 - 3. 3. 1 道路標識・表示装置に関する調査

道路管理者に対するアンケート調査を行い、以下のような有効回収票数を得た。

有効回収票数

| 直日2 | 轄 声 | 国路公高 | 承四頭 | 82 12 2 | | 北陸7、 | 中部13、 | 近畿11、 | 中国9、 | 四国7、 | 九州13 |
|-----|-----|------|-----|---------------|--|------|-------|-------|------|------|------|
| | 合 | 計 | • | 96 | | | | | | | |

その結果によれば、今後多色表示の表示装置を利用する考えのある道路 管理者は条件付きを含めて80%に及んでいる。条件付きの内容は、設置費 用、視認性、判読性である。

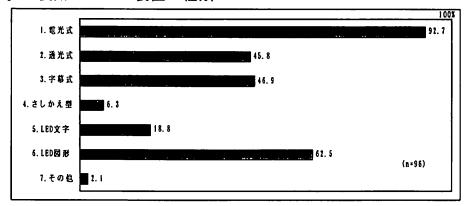
また、青、白色で利用の考えられる情報は、青色は案内標識、白色が案内情報、降雪情報、規制標識、文字情報と要望がある。フルカラーで提供したい情報は、現在文字で提供している道路交通情報、気象・路面情報や、路線図、広報、イベント情報等やアニメ・画像・カメラによる各種映像との要望もある。

従って、今後3素子を用いて多色表示を行っていくことは、道路管理者が求めている情報の多様化等に対する要求に合致するものと考えられる。 しかし、現状の2素子表示装置についても価格や仕様の面で問題が指摘されている。

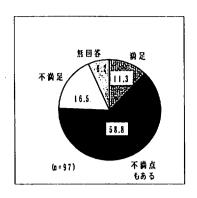
以下に集計結果を示す。

(1) 道路情報表示装置について

Q1 使用している装置の種類

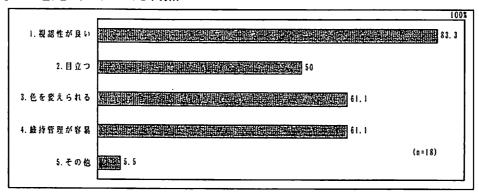


Q2 使用の表示装置に対する満足度

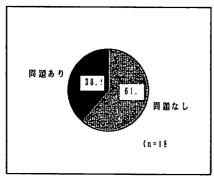


(2) LED式電球置換型表示装置(文字表示)について(使用者のみ)

Q1 電光式に比べた利点



Q2 問題有無

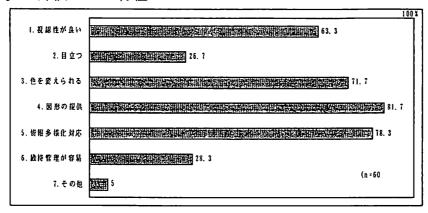


(問題点)

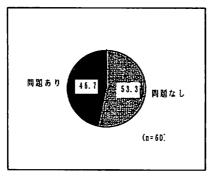
- ●図形表示ができない(3)
- ●情報量が少ない(2)
- ●視認性が劣る
- ●着雪による視認性低下
- ●表示故障があるとユニット全てが不点灯になる。

(3) LED式高解像型表示装置 (図形可) について (使用者のみ)

Q1 評価できる特性



Q2 問題有無

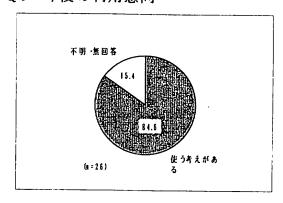


(問題点)

- ●価格が高い(9)
- ●視認角度が小さい(4)
- ●消費電力が大きい(3)
- ●重量が重い(3)
- ●制御に時間がかかる、複雑(2)
- ●図形の登録が複雑、時間がかかる(2)
- ●階調表示できない
- ●黄色がない
- ●色調のかたより
- ●フルカラー表示できない
- ●文字と図形の交互表示ができない
- ●制御機の性能
- ●HL用のMCがない
- ●停電時に使えない
- ●災害時に回線不通で制御できない
- ●モジュール不良による連鎖故障発生
- ●寒冷地仕様なのにメンテしにくい。
- ●雨天現地操作時の防水性

(4) LED式表示装置を使っていない場合

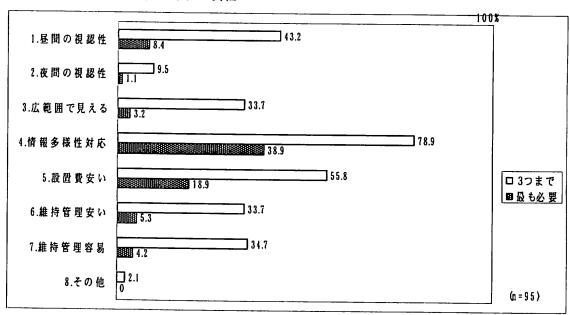
Ql 今後の利用意向



Q2 LED式を使わない理由(該当なし)

(5) 今後開発される表示装置について

Q1 検討の必要性の高い項目



注)最も必要なものを回答していない票がある。

Q2 新表示装置利用の条件

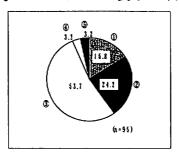
設置費(本体、施工費)が安い (21) 施工が容易 (3) 維持管理費が安い(省電力) (13)

維持管理が容易 (メンテフリー) (21)

| 軽量コンパクト化 | (15) |
|------------------|------|
| 操作が容易 | (9) |
| 視認性が良い | (7) |
| 情報多様化に対応 | (6) |
| 美観、景観にマッチ | (3) |
| 旧型との互換性 | (2) |
| 既設制御盤で電光式と同時制御 | (2) |
| 故障が少ない | (2) |
| 故障の復旧が早い | (2) |
| 文字数を多く表示できる | (1) |
| システムの統一 | (1) |
| 歩行者にも提供可能 | (1) |
| 道路構造の変化に対応可能 | (1) |
| 予備電源(ソーラー等)確保可能 | (1) |
| 県醬との相互利用マニュアル化可能 | (1) |

(6) 青色素子の利用について

Q1 フルカラー表示の利用



- ①現在の3色表示で十分
- ②積極的にフルカラー表示にしていきたい
- ③条件によって使っていきたい
- ④その他
- ⑤無回答

Q2 フルカラー表示利用の条件(Q13.1で③の場合)

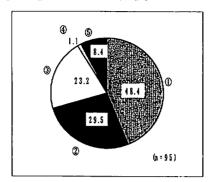
(10)

●視認・判読性良い(きれい)なら

(装置の条件)

| ●低価格、コストパフォーマンスがよいなら | (9) |
|----------------------|-----|
| ●情報多様化に対応できるなら | (6) |
| ●提供可能情報量による | (1) |
| ●フルカラーの安定性による(価格も) | (2) |
| 利用者側の条件) | |
| ●情報の内容により判断 | (7) |
| ●画像・図形表示が必要になったら | (3) |
| ●映像情報が必要なら | (1) |
| ●道の駅等に使えそう | (1) |
| ●PRに使う場合など | (1) |
| ●標識を表示することになれば | (1) |
| ●用途や地域性を考慮して使う | (4) |
| ●予算の充実が必要 | (1) |
| ●全国的に色を使うなら | (1) |
| ●公安との協議次第 | (1) |

Q3 多色表示の程度



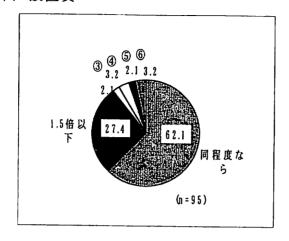
- ①5~8色程度
- ②64色程度
- ③テレビ画像と同程度
- ④その他
- ⑤無回答

Q4 フルカラーで提供したい情報

| ●道路交通情報(渋滞、規制、工事、災害等) | (22) |
|-----------------------|------|
| ●気象・路面情報 | (12) |
| ●路線図、地図ベースの情報 | (7) |
| ●アニメ、画像、カメラによる各種情報 | (8) |
| ●広報、PR等 | (8) |
| ●イベント情報 | (4) |
| ●案内表示的な情報 | (3) |
| ●情報ターミナル、道の駅等での案内に | (3) |
| ●地震情報 | (1) |
| ●緊急情報で視覚に訴えるもの | (1) |
| ●駐車場案内 | (1) |
| ●人物、風景 | (1) |

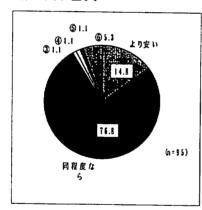
Q5 導入の費用 (現在のLED装置と比べて)

イ)設置費



- ③2倍以下
- ④高くても問題にしない
- ⑤その他
- ⑥無回答

口)維持管理費

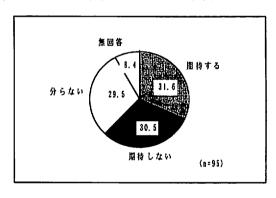


- ③1.5倍以下
- ④2倍以下
- ⑤高くても問題にしない
- ⑥無回答

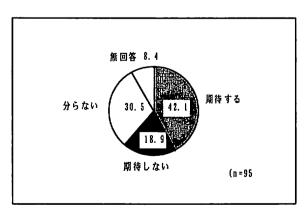
Q6 青、白、紫で利用の考えられる情報

| イ)青 色 | | 口)白色 | | ハ)紫 色 | |
|---|--|--|--|--|-------------------|
| 案降規信行イ道ール国渋地下内雨制号事メ路般ー道滞図地標情標機・一P道ト番情のと調報報 へが情情情示表・・ていまる いまり いきり いきり いきり いきり いきり いきり いきり いきり いきり いき | (19) (3) (1) (2) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) (1) | 案降制 関制 で で で で で で で で で で で で で | (8) (8) (3) (4) (1) (1) (1) (1) | 行事・イベント情報 イメージ情報 軽度道路障害 看板・ネオンサイン (1) アニメーション | (2) (1) (1) |
| 計 | (34) | 計 | (28) | 計 | (6) |

Q7 108系標識への利用の期待



Q8 小型標識を組込んだ情報提供への利用の期待



3.3.2 フルカラー情報板のニーズ把握

LED式フルカラー情報板で表示可能な表示例を示しながらアンケート 調査を行い、フルカラー情報板のニーズ把握を行った。

アンケート調査はインターネットホームページ、イベント会場、髙齢者ヒアリングで行った。

(1) 事前準備及び実施

アンケート票の作成及びアンケートの実施について以下に示す。

1)アンケート票の作成

アンケート項目は、道路情報板に用いる表示色、図形表示の動き、情報板の表示形態およびドライバーの情報ニーズの4項目を視点とした。また、「走行中」「休憩施設」別の回答とした。

アンケート視点:

①道路情報板に用いる表示色:単色、3色、7色

②図形表示の動きについて :静止図形、図形の単純反復、

映像(静止画像)

③情報板の表示形態について:文字、図形+文字、映像+文字

④ドライバーの情報ニーズ:

また、アンケート票の作成においては、回答意欲が沸くように質問数、説明文書等を簡潔にした。

被験者の属性の選択項目は以下の4項目とした。

| 問 | 選択メニュー |
|-----------|---------------------------------|
| お住いの地方 | 北海道、東北、関東、中部、北陸、近畿、中国、四国、九州、沖縄 |
| 年齢 | 20歲未 、20代、30代、40代、50代、60代、70歳以上 |
| 運転歴 | なし、1年未満、1~5年、5~10年、10年以上 |
| 運転頻度(週平均) | 月に数回、週に1~2回、ほぼ毎日(通勤、業務、プロドライバー) |

2) アンケートの実施

2.1) インターネットアンケート

アンケートは、インターネットのホームページ3個所に登録し実施した。

①仙台工事事務所 : 平成10年1月7日 (水)~

平成10年2月28日(土)

139サンプル

②日本道路公団 : 平成9年12月29日(月)~

平成10年2月28日(土)

3596サンプル

③福岡国道工事事務所:平成9年12月29日(月)~

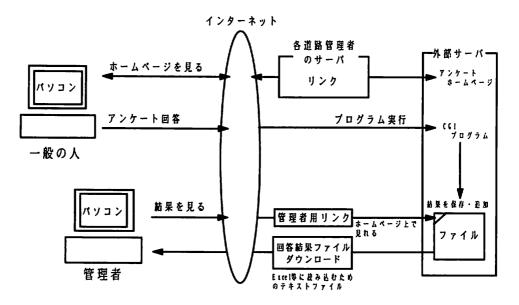
平成10年2月28日(土)

12サンプル

各道路管理者URL(ホームページ)

| | URL |
|-----------|--|
| 仙台工事事務所 | http://www.fujisho.co.jp/doro/ |
| 日本道路公団 | http://www.japan-highway.go.jp/ |
| 福岡国道工事事務所 | http://www1E.meshnet.or.jp/Fukuokakokudou/ |

インターネットアンケート構成図を以下に示す。各道路管理者のホームページを見た人がアンケートに答える形となる。



なお、各道路管理者のサーバーは、外部サーバーへのリンクのみで対応できるものとした。各道路管理者は、各自のホームページの中にアンケートへ行くボタンを作り、そのボタンを押すと外部サーバーの各道路管理者用のホームページへつながる。

アンケートサーバーのURL (リンク先)

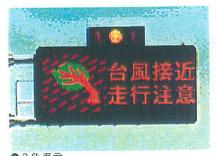
| | URL |
|-----------|--|
| 仙台工事事務所 | http://www2.aminet.or.jp/enquete/enq_1.htm |
| 日本道路公団 | http://www2.aminet.or.jp/enquete/enq_2.htm |
| 福岡国道工事事務所 | http://www2.aminet.or.jp/enquete/enq_4.htm |

アンケート集計は、プログラムを組み、外部サーバーにアンケートの 回答をExcel等で読めるファイル形式で保存・追加した。その後、蓄外部 サーバーから回答結果ファイルをダウンロードして、Excel等の表計算ソ フトで集計を行った。

次ページ以降に、仙台工事事務所のインターネットアンケートを示す。

ドライバーのみなさまへ 道路情報板についての ンケート調査 実施中!!





● 3 色表示



●7色表示



●フルカラー表示

「道路情報板」は道路上で、前方の渋滞や降雪などの変化する道路情報をお伝えしております。 情報表示は、ほとんどの場合、黒地(非点灯)を背景にした橙色の文字等で表現してきましたが、 最新の技術によ り、道路情報板でカラーテレビと全く変わらないカラフルな絵や写真、映像(動画)を表示することも可能となって きました。そこで、ご意見をお尋ねいたします。

アンケート同答用フォーム

問1

表示用の色は、どれがよいと思われますか。番号を選んで下さい。

| 番号 | 表示用の色 | 表力 | 例 |
|----|--|-------------------------|-------------|
| 1 | 単色でよい (黒を背景にした橙色) | 降雪注意 速度落とせ | この先 強風注意 |
| 2 | 3 色程度が表示できればよい (赤・黄緑・橙) | : 選 : 選 : 速度 : 速度 : 落とせ | ジェの先強風達意 |
| 3 | 7 色程度が使えて、内容により使い分けられるようにする (赤・緑・青・黄・赤紫・水色・白) | 雪 速度 落とせ | この先強風注意 |
| | | 岑欄 | |
| | 走行中に見る道路情報板では 1 | | |
| В: | 体想施設で見る道路情報装置では | | |

問2

表示物の動きは、どれがよいと思われますか。番号を選んで下さい。

| 番号 | 表示物の動き | 表示例 | | | |
|----|---|-----------------------|--|--|--|
| 1 | 動く必要はない(静止の方がよい) | この先 越波 通行止 横風注意 | | | |
| 2 | 単純反復の動きが表示できればよい | この先 越波 通行止 横風注意 | | | |
| 3 | テレビ映像の動きが表示できるようにする | この先この先越波横風注意 | | | |
| Α. | and Arthur El at Manager Liver beautiful and the second | 回答欄 | | | |
| | : 走行中に見る道路情報板では <u>1</u> | | | | |
| В | : 体憩施設で見る道路情報装置では | | | | |

問 3

表示の形態は、どれがよいと思われますか。番号を選んで下さい。

| 番号 | 表示の形態 | 表示例 |
|----|-----------------------------------|--------------------------|
| | 文字が表示できればよい | この先工事 この先事故 車線規制 通行止 |
| 2 | 定型化した記号・マークや特徴をとらえた絵が表示できればよ い | この先 この先 事故 事故 通行止 |
| 3 | 写真が表示できるようにする | この先 工事 車線規制 通行止 |
| | 回答 | 划 |
| A | : 走行中に見る道路情報板では 1 | |
| В | : 休憩施設で見る道路情報装置では 1 | |

問 4

国道走行中の道路情報板および休憩施設の表示装置に表示してほしい情報を、下のリストの中からそれぞれ5つまで選んで下さい。

| 番号 | 情報の内容 | 答欄 B:休憩施設 |
|------|-------------------|--------------------|
| 1 | 通行規制 | |
| | 迂回路や代替路のコース | The Sales |
| 3 | 通行規制解除の詳細情報 | |
| | 前方の渋滞や交通混雑 | |
| 5 | 前方の渋滞・混雑の詳細情報 | 1.11 |
| 6 | 近くの高速道路の交通状況 | |
| 7 | 横風や凍結についての注意情報 | 7 5 5 5 5 |
| 8 | 走行地点の注意情報 | 47 |
| 9 | 今後の注意警戒情報 | - |
| 1 () | 向かう方面の天候・気象情報 | |
| | 走行地点付近でのイベント情報 | |
| 1 2 | 目的地での駐車場の位置や満空情報 | 100 |
| 1 3 | フェリーや航空機の発着に関する情報 | |

| 問 5 | 道路上の道路情報板はドライバーが運転しながら読みとるものです。そのような表示のあり方について、ご意見がありましたら、なんなりとご記入ください。 |
|-----|---|
| | |

| 42 |
|----|
| - |
| ₽ |
| 4 |

問らあなたご自身のことについてお答えください。

(6 - t)お住いの地方: 北海道

(6-2) 性 別: 別性 女性

(6-3) 年 齢: 20歳未満

(6-4) 運転艦: なし

(6-5) 運転頻度: 月に数回

ご協力ありがとうございました。

ご回答いただいた内容をご確認の上、「送信」ボタンをクリックして下さい。



2.2) 佐賀土木フェアアンケート

アンケートは、佐賀土木フェア期間中の2日間(11月22、 23日)に実施し、799サンプル収集した。

①日時

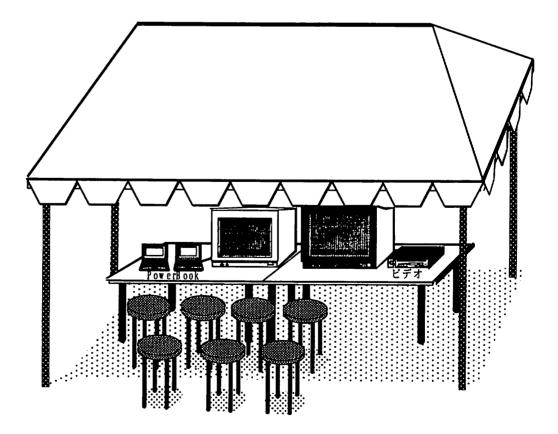
平成9年11月22日(土)~23日(日)の2日間

②場所

佐賀バルーンフェスティバル土木ブース前(屋外)

③アンケート収集方法

- ・フルカラーに関するビデオ放映 ビデオデッキ, TV (21インチ) をもちいて常時放映する。
- ・フルカラーに関するアンケート
 アンケートは、アンケート票記述方式で説明者の指示に従ってC
 RT画面(主に動画を確認)を見た後でアンケート票に解答を行う。
- ・ラップトップパソコン (2台)、CRT (1台:17インチ)



・実施スケジュール

11月21日(金)(2名)

14:00 テント搬入、機器搬入準備 (2名)

16:00 テント搬入・組み立て

17:00 組み立て完了

11月22日(土)(4名)

7:00 現場到着

会場のセッティング

(テーブル、TV, コンピュター)

9:00 アンケート開始

18:00 会場の後片付け (TV, コンピュターは撤去)

18:30 会場出発

11月23日(日)(5名)

8:00 現場到着

会場のセッティング

(TV, コンピュターのセット)

9:00 アンケート開始

18:00 会場の後片付け

(テント、テーブル、TV, コンピュターを撤去)

19:00 会場の清掃

19:30 会場出発

④必要機材

・テント (テントの周りのカバー) 1基 (縦 3.6 m×横 5.4 m)

・長机 2個(縦1m×横3m)

・椅子 7脚

・電源 6ヶ口(合計2000W)

:予備1ヶ口

・コンピューターシステム 1セット

・ラップトップコンピュター 1台:予備1台

・17インチCRT 1台

- ・防塵用具
- ・ビデオシステム
- ・21インチTV

・ビデオデッキ

- ・防塵用具
- ・看板
- ・景品
- ・アンケート用紙
- ・記述ボード

- 1セット
- 1台
- 1台
- $0.3 \text{ m} \times 1.8 \text{ m}$
- シャープペン
- 1000枚(A3版1枚)
- 12枚(A3版用)

2.3) 髙齢者アンケート

アンケートは、平成9年11月11日~12月8日の間で高齢者の 方々の都合の良い日に、東京理科大学に来て頂いて実施し、51 サン プル収集した。

①調査対象者の選定

調査対象者の高齢者は、60歳代、70歳代の51名とした。選定は久喜市高齢者大学にお願いした。

| No. | 性別 | 年齢 | 住所 | SST &- 000 |
|-----|----|------------|-----------------------|---------------------|
| | 男 | 71 | 埼玉県久喜市本町 | 運転歴 |
| 2 | 男 | 66 | 埼玉県久喜市吉羽 | 10年以上 |
| 3 | 女 | 73 | 埼玉県久喜市上町 | 10年以上 |
| 4 | 第 | 71 | 埼玉県久喜市東 | 免許なし 10年以上 |
| 5 | 男 | 66 | 埼玉県久喜市南 | 免許なし |
| 6 | 女 | 65 | 埼玉県久喜市野久喜 | ペーパードライバー |
| 7 | 男 | 74 | 埼玉県久喜市青葉 | 10年以上 |
| 8 | 男 | 65 | 埼玉県久喜市本町 | 10年以上 |
| 9 | 男 | 66 | 埼玉県久喜市吉羽 | 10年以上 |
| 10 | 女 | 61 | 埼玉県久喜市野久喜 | 免許なし |
| 11 | 男 | 68 | 埼玉県久喜市青葉 | 10年以上 |
| 12 | 男 | 70 | 埼玉県久喜市上町 | 免許なし |
| 13 | 女 | 64 | 埼玉県久喜市東 | 免許なし |
| 14 | 女 | 72 | 埼玉県久喜市東 | 10年以上 |
| 15 | 男 | 74 | 埼玉県久喜市東 | 10年以上 |
| 16 | 女 | 61 | 埼玉県久喜市青葉 | 免許なし |
| 17 | 女 | 62 | 埼玉県久喜市野久喜 | 10年以上 |
| 18 | 女 | 63 | 埼玉県久喜市東 | 10年以上 |
| 19 | 女 | 64 | 埼玉県久喜市土清久 | 免許なし |
| 20 | 女 | 6.5 | 埼玉県久喜市上清久 | 10年以上 |
| 21 | 女 | 62 | 埼玉県久喜市本町 | 10年以上 |
| 22 | 女 | 65 | 埼玉県久喜市下清久 | 10年以上 |
| 23 | 男 | 67 | 埼玉県久喜市本町 | 免許なし |
| 24 | 女 | 64 | 埼玉県久喜市中央 | 免許なし |
| 25 | 女 | 70 | 埼玉県久喜市吉羽 | 免許なし |
| 26 | 男 | 72 | 埼玉県久喜市青葉 | 免許なし |
| 27 | 男 | 68 | 埼玉県久喜市本町 | 10年以上 |
| 28 | 男 | 67 | 埼玉県久喜市本町 | 10年以上 |
| 29 | 男 | 69 | 埼玉県久喜市東 | 免許なし |
| 30 | 女 | 68 | 埼玉県久喜市青葉 | 免許なし |
| 32 | 女 | 70 | 埼玉県久喜市南 | 免許なし |
| 33 | 男女 | 7 9 7 2 | 埼玉県久喜市北 | 10年以上 |
| 34 | 男 | 72 | 埼玉県 久喜市本町 | ペーパードライバー |
| 35 | 男 | 65 | 埼玉県 久喜市吉羽 埼玉県 久喜市東 | 10年以上 |
| 36 | 女 | 65 | 埼玉県久喜市本町 | 免許なし |
| 37 | 女 | 69 | 埼玉県久 喜市野久 喜 | 免許なし |
| 38 | 女 | 64 | 埼玉県久喜市東 | <u>免許なし</u> 免許なし |
| 39 | 男 | 71 | 埼玉県久喜市本町 | 免許なし |
| 40 | 第 | 66 | 埼玉県久喜市中央 | 10年以上 |
| 41 | 女 | 70 | 埼玉県久喜市東 | 免許なし |
| 42 | 女 | 66 | 埼玉県久喜市中央 | 10年以上 |
| 43 | 男 | 69 | 埼玉県久喜市東 | 10年以上 |
| 44 | 男 | | 埼玉県久喜市中央 | 10年以上 |
| 45 | 男 | 75 | 埼玉県久喜市 | 10年以上 |
| 46 | 男 | 71 | 埼玉県久喜市東 | 10年以上 |
| 47 | 女 | 70 | 埼玉県久喜市北青柳 | 免許なし |
| 48 | 女 | 65 | 埼玉県久喜市南 | 免許なし |
| 49 | 女 | 66 | 埼玉県久喜市本町 | 免許なし |
| 50 | 女 | 71 | 埼玉県久喜市中央 | 免許なし |
| 51 | 女 | 65 | 埼玉県久喜市本町 | 免許なし |
| | | | | |

②日時

平成9年11月11日(火)~12月8日(月)

③場所

東京理科大学 経営学部 心理学研究室

④アンケート収集方法

- ・フルカラーに関するビデオ放映 高齢者は計算機の使用が困難なため、ホームページの動きが良く わかるように、ビデオデッキ、TV (21インチ)を用いる。
- ・フルカラーに関するアンケート CRTでホームページを見ながらアンケート用紙に記入する方式 (アンケート票記述方)で行う。
- ・アンケート集計 調査員はアンケート終了後、インターネットでアンケートのホームページにつなぎ記入用紙の属性及び解答結果の入力を行う。

⑤使用機材

・入力用コンピューターシステム 1セット
 ・PC 1台
 ・17インチCRT 1台
 ・ビデオシステム 1セット
 ・ビデオデッキ 1台
 ・21インチTV 1台

・景品

・アンケート用紙 50枚(A3版1枚)

2.4) アンケート回答者の属性

各アンケート調査での回答者の属性を以下に示す。

集計1:回答者属性別

| | 問 J H | | | 仙 | 台 | 福 | 岡 | 佐 | 賀 | 高調 | 命者 | | 総計 |
|------|----------|-------|------|-----|-------|----|------|-------|-------|----|--------------|------|------|
| 地域 | 北海道 | 86 | 2% | 2 | 1% | 11 | 8% | 0 | 0% | 0 | 0% | 89 | 2: |
| | 東北 | 103 | 3% | 85 | 61% | 0 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 188 | 4: |
| | 関東 | 2093 | 58% | 35 | 2 5 % | 1 | 8% | 0 | 0% | 51 | 100% | 2180 | 50 |
| | 中部 | 403 | 11% | 4 | 3% | 0 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 407 | 9: |
| | 北陸 | 86 | 2% | 2 | 1% | 0 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 88 | 25 |
| | 近畿 | 571 | 16% | 2 | 1% | 0 | 0% | . 0 | 0% | 0 | 0% | 573 | 1 3 |
| l | 中国 | 121 | 3% | 1 | 1% | 1 | 8% | 0 | 0% | 0 | 0% | 123 | 35 |
| | 四国 | 39 | 1% | 1 | 1% | 0 | 0% | 0 | G X | 0 | 0% | 40 | 15 |
| | 九州 | 82 | 2 % | 2 | 1% | 9 | 75% | 731 | 91% | 0 | 0% | 824 | 199 |
| | 沖縄 | 3 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 3 | 05 |
| ļ | その他 | 2 | 0% | 0 | 0% | 0 | 0% | 30 | 4% | 0 | 0% | 32 | 13 |
| 性別 | 男性 | 3409 | 95% | 131 | 94% | 12 | 100% | 4 4 6 | 56% | 24 | 47% | 4022 | 912 |
| | 女性 | 177 | 5% | 3 | 2% | 0 | 0% | 328 | 41% | 27 | 5 3 % | 535 | 1 23 |
| 年齡 | 20歳未満 | 94 | 3% | 5 | 4% | 1 | 8% | 23 | 3% | 0 | 0% | 123 | 33 |
| - | 20ft | 1544 | 43% | 51 | 37% | 5 | 42% | 195 | 2 4% | 0 | 0% | 1795 | 413 |
| | 30ft | 1440 | 40% | 50 | 36% | 4 | 33% | 187 | 23% | 0 | 0% | 1681 | 383 |
| | 40ft | 394 | 11% | 20 | 14% | 1 | 8% | 179 | 2 2 % | 0 | 0% | 594 | 143 |
| | 50ft | 93 | 3% | 7 | 5% | 1 | 8% | 104 | 13% | 0 | 0% | 205 | 5% |
| | 60ft | 21 | 1% | 1 | 1% | 0 | 0% | 55 | 7% | 31 | 61% | 108 | 2% |
| | 70代以上 | 1 | 0% | 1 | 1% | 0 | 0% | 10 | 1% | 20 | 39% | 32 | 1% |
| 運転歴 | なし | 110 | 3% | 6 | 4% | 1 | 8% | 26 | 3% | 26 | 51% | 169 | 4% |
| | 1年未満 | 91 | 3% | 2 | 1% | 0 | 0% | 17 | 2% | 0 | 0% | 110 | 3% |
| l | 1~5年 | 6 4 0 | 18% | 24 | 17% | 3 | 25% | 104 | 13% | 0 | 0% | 771 | 18% |
| | 5~10年 | 993 | 28% | 28 | 20% | 4 | 33% | 118 | 15% | 0 | 0% | 1143 | 26% |
| | 10年以上 | 1753 | 49% | 74 | 53% | 4 | 33% | 507 | 63% | 23 | 4 5% | 2361 | 54% |
| 運転頻度 | 月に数回 | 427 | 12% | 12 | 9% | 2 | 17% | 32 | 4% | 4 | 8% | 477 | 11% |
| | 週に1~2回 | 1411 | 3 9% | 38 | 27% | 2 | 17% | 93 | 12% | 9 | 18% | 1553 | 3 5% |
| | ほぼ毎日:通勤 | 1261 | 3 5% | 67 | 48% | 3 | 25% | 2 97 | 37% | 4 | 8% | 1632 | 37% |
| | ほぼ毎日:業務 | 329 | 9% | 14 | 10% | 4 | 33% | 144 | 18% | 1 | 2% | 492 | 11% |
| | ほぼ毎日:プロ | 74 | 2% | 1 | 1% | 0 | 0% | 20 | 3% | 6 | 12% | 101 | 2% |
| | ほぼ毎日:その他 | 0 | 0 % | 0 | 0% | 0 | 0% | 158 | 20% | 0 | 0% | 158 | 4% |

備考:平成10年2月28日現在の回答数

JH : 3596件 佐賀 : 799件 仙台 : 139件 福岡 : 12件

高齢者:51件 計:4597件

(2) フルカラー情報板のニーズ

1)フルカラー情報板の表示に関するニーズ

1.1) 表示色

全体的な傾向は「走行中では3色、休憩施設内では7色が良い」 を選んだ人が多く、走行中ではできるだけ簡潔な色で良いという回 答で、休憩施設内では静止して見れるということもあり「7色」が 良いという回答が多い。

また、高年齢で運転歴が長いほど「7色」が良いという傾向になっている。

| | [3] | | J | JH | | 仙台 | | 福岡 | | 貿 | 髙齢者 | | 総計 | |
|-----|--------|---------|------|-----|-----|-----|---|------|-----|------|-----|------|------|-------|
| 闘 1 | | 1 単色で良い | 444 | 12% | 51 | 37% | 4 | 3 3% | 286 | 36% | 17 | 33% | 802 | 18% |
| | A: 走行中 | 2 3 色程度 | 2680 | 75% | 63 | 45% | 6 | 50% | 355 | 44% | 15 | 2 9% | 3119 | 71% |
| | | 3 7 色程度 | 464 | 13% | 22 | 16% | 2 | 17% | 153 | 1 9% | 19 | 37% | 660 | 1 5% |
| | | 1 単色で良い | 309 | 9% | 10 | 7% | 1 | 8% | 42 | 5% | 4 | 8% | 366 | 8% |
| | B:休憩施 | 2 3 色程度 | 815 | 23% | 19 | 14% | 2 | 17% | 109 | 1 4% | 7 | 14% | 952 | 2 2 % |
| | | 3 7色程度 | 2462 | 68% | 107 | 77% | 9 | 7 5% | 628 | 79% | 40 | 78% | 3246 | 7 4% |

1.2) 表示物の動き

全体的な傾向は「走行中では単純反復、休憩施設内ではテレビ映像が良い」を選んだ人が最も多く、走行中ではできるだけ簡潔な動きで良いという回答で、休憩施設内では静止して見れるということもあり「テレビ映像」が良いという回答になっている。

また、高齢者については、特に走行中は「テレビ映像」のニーズは低い。

| | (B) | | J | JH | | 仙台 | | 福岡 | | 3 | 髙齢者 | | 総計 | |
|-----|-------|----------|------|-----|----|------|---|-----|-----|----------|-----|-------|------|------|
| |] | 1 動く必要なし | 1052 | 29% | 37 | 27% | 6 | 50% | 375 | 47% | 10 | 20% | 1480 | 34% |
| | A:走行中 | 2 単純反復程度 | 1449 | 40% | 67 | 48% | 5 | 42% | 379 | 47% | 37 | 73% | 1937 | 4 4% |
| 間 2 | | 3 テレビ映像 | 1087 | 30% | 32 | 2 3% | 1 | 8% | 38 | 5% | 4 | 8% | 1162 | 26% |
| | | 1 動く必要なし | 651 | 18% | 20 | 14% | 2 | 17% | 67 | 8% | 5 | 10% | 745 | 17% |
| | B:休憩施 | 2 単純反復程度 | 1236 | 34% | 30 | 22% | 5 | 42% | 241 | 30% | 17 | 3 3 % | 1529 | 35% |
| | | 3 テレビ映像 | 1701 | 47% | 86 | 62% | 5 | 42% | 473 | 59% | 29 | 57% | 2294 | 52% |

1.3) 表示形態

全体的な傾向は「走行中では単純反復、休憩施設内ではテレビ映像が良い」を選んだ人が多く、走行中ではできるだけ簡潔な表示形

態で良いという回答が多く、休憩施設内では静止して見れるという こともあり「写真」が良いという回答が多い。

髙齢者については、特に走行中は「写真」のニーズが低い。

| | 問 | | JH | | 仙台 | | 福岡 | | 佐賀 | | 高齢者 | | 総計 | |
|-----|-------|--------------|------|-------|----|------|----|------|-----|------|-----|------|------|-----|
| | 1 | 1 文字表示 | 457 | 13% | 17 | 12% | 5 | 42% | 218 | 27% | 17 | 3 3% | 714 | 16% |
| 間 3 | A:走行中 | ? 定型化したマークや記 | 2337 | 65% | 92 | 66% | 6 | 5 0% | 548 | 6 9% | 33 | 65% | 3016 | 69% |
| | | 3 写真表示 | 794 | 2 2 % | 27 | 1 9% | 1 | 8% | 24 | 3% | 1 | 2% | 847 | 19% |
| l | | 1 文字表示 | 294 | 8% | 11 | 8% | 2 | 17% | 84 | 11% | 8 | 16% | 399 | 9% |
| | B:休憩施 | 2 定型化したマークや記 | 1941 | 54% | 48 | 3 5% | 3 | 2 5% | 260 | 3 3% | 16 | 31% | 2268 | 52% |
| | | 3 写真表示 | 1353 | 38% | 77 | 55% | 7 | 58% | 434 | 5 4% | 27 | 53% | 1898 | 43% |

2) 走行中におけるフルカラー情報板のニーズ

2.1) 表示色×表示物の動き

全体的な傾向は「表示色では3色、表示物の動きでは単純反復が 良い」を選んだ人が多く、走行中では瞬時に理解できるような表示 が良いというニーズである。

高齢者については、表示色に関係なく「静止画か単純反復が良い」を選ぶ人が多く、「テレビ映像」のニーズは極めて低い。

2.2) 表示色×表示形態

全体的な傾向は「表示色では3色、表示形態では定型化記号やマーク」を選んだ人が多く、走行中では瞬時に理解できるような表示が良いというニーズである。

高齢者については、表示色に関係なく「文字か記号が良い」を選ぶ人が多く、「写真」のニーズは極めて低い。

2.3) 表示物の動き×表示形態

全体的な傾向は「反復で定型化記号やマーク」を選んだ人が多く、 走行中では瞬時に理解できるような表示が良いというニーズである。

また、映像が良いという仙台とJH、「文字」が良いという佐賀 と高齢者で似通った傾向になったのはアンケート方式の違いによる ものと考えられる。

| 走 行 中 | 表示色×表示物の動き、表示形態 | 表示物の動き×表示形態 |
|-------|---|---|
| 仙台 | 501 101 101 101 101 101 101 101 101 101 | 201 201 101 東京 |
| JН | 501 491 201 101 101 101 101 101 101 101 101 10 | 502 202 203 104 文字 尼刊 野点 |
| 佐賀 | 101 101 101 01 01 01 01 01 01 01 01 01 0 | 551 401 101 101 101 01 文字 足科 耳瓜 |
| 高齢者 | 50% 40% 20% 20% 10% 0% 新止 草反 映像 文字 配号 写頂 | 50% 40% 30% 20% 10% 文字 配号 写真 |

3) 休憩施設におけるフルカラー情報板のニーズ

3.1) 表示色×表示物の動き

全体的な傾向は「表示色では7色、表示物の動きではテレビ映像が良い」を選んだ人が多く、休憩施設内では単純な情報より詳細な情報が良いというニーズである。

3.2) 表示色×表示形態

全体的な傾向は「表示色では7色、表示形態では写真が良い」を 選んだ人が多く、休憩施設内では単純な情報より詳細な情報が良い というニーズである。

3.3) 表示物の動き×表示形態

全体的な傾向は「表示物の動きではテレビ映像、表示形態では写 真が良い」を選んだ人が多く、休憩施設内では単純な情報より詳細 な情報が良いというニーズである。

| 休憩施設 | 表示色×表示物の動き、表示形態 | 表示物の動き×表示形態 |
|------|--|--|
| 仙台 | 501 101 101 101 101 101 101 101 | 583 101 101 101 文字 足斤 万在 |
| JH | 501 401 101 101 01 01 01 01 01 01 01 01 01 01 | 101 101 101 101 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 |
| 佐賀 | 50% 40% 10% 10% 10% 10% 10% 10% 10% 1 | 502 401 201 201 101 02 文字 足目 写真 |
| 髙齢者 | 50% 40% 30% 20% 10% 03 静止型反映像文字 起号 耳真 | 50% 40% 30% 20% 10% 文字 配号 写真 |

4) フルカラー情報板のニーズのまとめ

4.1) 個人属性とニーズ

①表示色

走行中は「単色」・「3色」程度、休憩施設では「7色」が良いとの回答が多く、特に高年齢、運転歴5年以上、プロドライバー等の運転の熟練度が高い人は、走行中に7色がよいがその他ドライバーよりも多くなっている。

②表示の動き

走行中は、「テレビ映像」を選択した人は少ないが、運転経験無し、週1~2回の運転頻度の人は他のドライバーに比べ走行中に「テレビ映像」が良いとの回答が多い。これは、通常助手席等に乗っている人であり、道路情報というよりも走行中の楽しみのためと思われる。

③表示形態

走行中は「写真」を選択した人は少ないが、「写真」映像から 状況が判断できると思われるプロドライバーは他ドライバーより も多くなっている。

休憩施設では約6割の人がフルカラー情報板での提供を望んでいる。

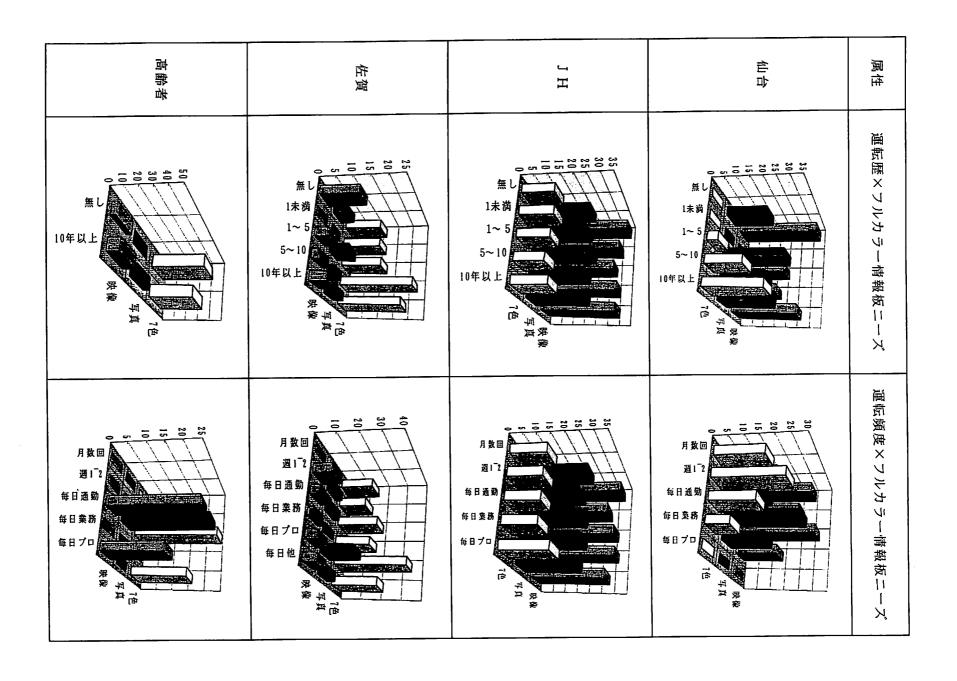
④まとめ

フルカラーLEDで表示可能な映像は、休憩施設での提供を望む声が大きいが、走行中のニーズは低い。特に、走行中の映像ニーズは非常に少ない。

また、走行中にフルカラー情報板で表示可能な情報のニーズが 高いのは、運転の熟練度が高い人である。また、通常助手席に乗 っている(運転経験が無い)人の楽しみのためのニーズもある。

| 走行中× | 表示色 | 表示物の動き | 表示形態 |
|------------|--|--|---|
| 休憩施設 仙台 | 101 101 101 101 101 101 101 101 101 101 | 592 405 105 283 184 184 184 184 184 184 184 184 184 184 | 201 131 201 131 131 131 131 131 131 131 131 131 1 |
| JH | 101 101 201 111 11 | 303 403 303 203 103 01 静止 単反 休憩路路 | 101 101 101 101 101 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 21 |
| 佐賀 | 191 191 191 191 191 191 191 191 191 191 | 111 | 501 101 101 24 29 次年 是行中 休憩施品 |
| 高齢者 | 101 101 101 101 101 101 101 101 101 101 | 中 | 101 101 201 201 27 27 27 27 27 27 26 26 26 27 |

| 属性 | 年齢×フルカラー情報板ニーズ | 地域×フルカラー情報板ニーズ |
|-----|---|--|
| 仙台 | 20 40 40 40 40 40 40 40 40 40 50 40 50 40 50 40 50 60 60 60 60 60 60 60 60 60 6 | 50 40 30 20 10 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 |
| JH | 100 300 400 100 100 100 100 100 100 1 | 北海 |
| 佐賀 | 60 40 30 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 | |
| 高齢者 | 50 40 30 20 10 60代 70~ 映像 | |



4.2) 表示ニーズ

①走行中

走行中の表示ニーズは、表示色と表示形態をみると「定型化記号やマーク」で「単色」・「3色」が多くなっている。また、表示色と表示物の動きでは「単色」・「3色」で「単純反復」・

「静止画」のニーズが高いが、単色での反復のニーズはやや低く なっている。

| | ž | 長示形態 | | 表示物の動き | | | |
|-----|----|--------------------|----|--------|----|-----|--|
| | 文字 | 記号 マ <i>ー</i> ク | 写真 | 静止 | 反復 | 映 像 | |
| 単色 | Δ | 0 | - | 0 | Δ | | |
| 3 色 | | 0 | | 0 | 0 | | |
| 7色 | | Δ | | | Δ | | |

◎:50%以上

〇:25%程度

△:10%程度

②休憩施設

「7色」で「映像」・「写真」が多く休憩施設におけるフルカラー情報板のニーズが高くなっている。

| | Ž | 長示形 態 | | 表示物の動き | | | |
|-----|----|--------------------|----|--------|----|----|--|
| | 文字 | 記号 マ <i>ー</i> ク | 写真 | 静止 | 反復 | 映像 | |
| 単色 | | | | | | | |
| 3 色 | | | | | | | |
| 7 色 | | 0 | 0 | | 0 | 0 | |

◎:50%以上

〇:25%程度

△:10%程度

4.3) 情報ニーズ

①走行中

走行中の方が必要度が非常に高い情報は、

- ・走行地点の注意情報
- ・前方の渋滞や交通情報
- ・通行規制

の3項目である。また、これらの情報は走行中、休憩施設で大き な差が見られる。

上記の3項目以外でニーズが高いのは以下の項目である。

- ・迂回路や代替路のコース
- ・横風や凍結についての注意情報
- ・前方の渋滞・混雑の詳細状況
- · P 満空情報 (経路途中での駐車場と思われる)

②休憩施設

休憩施設においては、特に必要であるとの情報はなく、各個人 にあった色々な情報が必要であるといえる。

その中でも必要度が高い情報は、目的地への経路確認(変更) を行うために必要な情報が多くなっている。上位6位を以下に示 す。

- ・向かう方面の天候・気象情報
- ・前方の渋滞や交通情報
- ・イベント情報
- · P 満空情報 (目的地の駐車場と思われる)
- ・迂回路や代替路のコース
- ・通行規制

4.4) まとめ

走行中は、走行経路上(直近情報)における渋滞,通行規制,注意情報を、見た瞬間すぐにわかるように「簡潔で分りやすい表示」を望む意見が多い。

また、休憩施設では、個別ニーズにあった詳細な情報提供を望む 意見がある。

3. 4 フルカラー表示技術開発の基礎検討

(1) カラー表示

①カラー表示と色再現性

光の標準色として3原色(R、G、B)があり、これらを組み合わせることにより種々の色を作ることができる。目の周波数に対する比視感度は黄色と緑色付近で明るく、赤色と青色の両端で暗い、これはエネルギーが不在ではなくて、目の感度が減少するからである。太陽光のような白色光源で各波長に対する目の感度測定をしたものをスペクトル視感度と呼び、このスペクトル視感度を535mで正規化したものをスペクトル比視感度曲線と呼んでいる。下図にこのスペクトル比視感度曲線を示す。

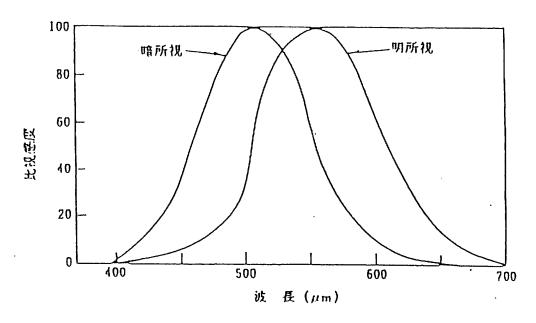


図-2 スペクトル比視感度曲線 「小林駿介著 カラー液晶ディスプレイ」から引用

上図をみると最大感度は、暗いとき短波長側にシフトしていることがわかる。このことは明るさによりホワイトバランスが変わったり、赤色や青色のLEDを選ぶとき、その波長のみならず、比視感度の面から出来るだけ効率の良い所で決める必要があることを示している。

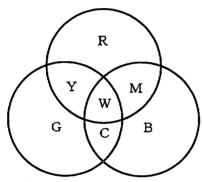
任意の色を既知の色の適当な混合により同じ色に感じさせることを等色という混色のもとになる色の赤(R)・緑(G)・青(B)を3原色と呼び、この混合によってほとんどの色を作り出すことができる。しかしこれはR、G、Bの発光色が適当な場合であって、その発光波長やスペクトラ

ムが良くないと、その範囲は非常に狭くなる。

②カラー表示原理

カラー表示には3原色の空間混合と時間差混合がある。空間混合にはR GB加法と、シアン(C)、マゼンダ(M)、黄色(Y)を重ねる減法と があり、RGBの加法で白、CMYの減法で黒を生じる。加法の典型例は、 CRT、LED、LCD等であり、また減法は写真やプリンターで用いら れる。

加法混色と減法混色



M=R+BY=R+GC=G+B

(a) 加法混色

3原色の光を重ね合わせる。 (例えばRGBを白い壁に投写)

補助の関係

C = W - R

Y = W - B

M = W - G

C W=R+G+BC*Y*M=BLR=Y*MВ G BL G=Y*C

M Y R B=M*C

(b) 減法混色

フィルターを重ね合わせる。

(光源は白、*印はフィルタ-の重合わせ)

M : マゼンダ

С : シアン

Y: イエロー

BL: 黒

W : 白

LEDのフルカラー情報板は空間混合が主であったが、最近LED素子 の輝度が上がってきているため、時間差混合も可能になってきた。

注 1 空間混合

例えばLEDをRGBの順で並べ、一度に点灯させる、これ をある程度の距離から見ると混合色として人間の目には見える。

注 2 時間差混合

LEDを点灯させるとき、R→G→Bと時間的にずらして点 灯をする。この繰り返しを早いスピードで行うと混合色として

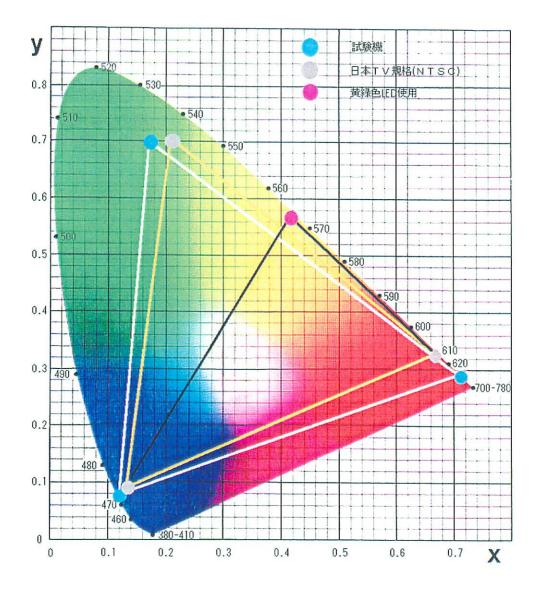
人間には見える。

次に、フルカラー化へ現在検討中のLED素子の特性を下表に示す。

| | 発光波長 | 輝 度 | 指向角 |
|-----|----------|------|---------|
| 赤色。 | 6 6 0 nm | 2 cd | ± 7. 5° |
| | 5 2 5 nm | 6 cd | ± 7. 5° |
| | 4 5 0 nm | 2 cd | ± 7. 5° |

これらのLEDを使ってフルカラーディスプレイを実現すると下図の様になる。この図から日本のTVの規格の色再現範囲をカーバーしていることがわかる。

色再現範囲



③白色輝度

フルカラーディスプレイの輝度は、一般的に白色の明るさで表現されており、LEDにおける白色輝度はR、G、Bの輝度合計で表される。白色を出す場合のR、G、Bの比率は外部状況によって少し違ってくるが、例えばTVの場合は白色を出すために次式の比率となっている。

R : G : B = 0.30 : 0.59 : 0.11

この比率で計算すると一番輝度の大きいLEDが必要なものは緑色となる。 現在、緑色LEDは±7.5°程度の指向角で6cdが得られている。

④まとめ

スペクトラムの半値幅も狭く、ほぼ純緑色のLEDが開発されたことにより、このLEDと従来の青色、赤色のLEDを使用すると、色再現上の問題はなくなった。輝度に関しても全素子とも2cd以上あり屋外でも充分使用可能なフルカラーディスプレイが実現可能になった。

(2) ランプ構造に関する検討

1) 構成素子の組み合わせに関する検討

ランプを構成するための素子の組み合わせ手段については、複数のランプを集合し1個のランプとする集合ランプ式と、従来の道路情報板の様な1ランプの中に複数の素子(LEDチップ)を内蔵させる1ランプ式が考えられる。ドットピッチについては、解像度が高ければ高いほどより緻密できれいな表示となるが、消費電力や機器費に係わる経済性の面で限度がある。従来の道路情報板に於いても同様にして検討がなされ、経済性と視認距離を考慮し最終的に10mmピッチに決定された経緯がある。

道路情報板がフルカラー表示型に移行する過程にあっては、既存の情報板との並設や表示エリアの一部をフルカラー表示エリアとするなどが考えられる。既存の情情板の文字情報の品質と同等にするためにも10mmピッチとし、整合をとっておくことが望ましい。

これらのことから、ドットピッチは従来の道路情報板と同様の10mmピッチが必要と思われる。

①集合ランプ式

ドットピッチを10mmとした場合に、現在検討可能な集合ランプ方式には次の3方式が考えられる。

方 (ア) (1)(ウ) 式 1 0 1 0 1 0 素子 R 構成 R G 0 G (11 ">+) 0 0 В B 3素子型 3素子型 4素子型 素子数 $R: \phi 3 \times 1$ $R: \phi 3 \times 1$ $R: \phi 3 \times 1$ $G: \phi 5 \times 1$ $G: \phi 3 \times 1$ $G: \phi 3 \times 2$ $B: \phi 3 \times 1$ $B:\phi 3\times 1$ $B: \phi 3 \times 1$ 3原色を各1素子づ (ア) の方式でレン Gの素子数を2倍に つ実装した基本形。 ズ径を大きくするこ とでGの輝度アップ 特 し輝度アップをねら 徴 実装が最も容易であ ったもの。 る。 をねらったもの。 電力がやや大きくな 3色の配光バランス る。 が難しい。

表-1 集合ランプ方式種別

②1ランプ式

従来の道路情報板と同様の方式のものであり次の3方式が考えられる。

(力) (才) 方 定 (工) ф7.5 φ7.5 ϕ 7. 5 素子 G 構成 G R G (11 7) G B B 4 チップ型 3 チップ型 3チップ型 Rチップ×1 素子数 Rチップ×1 Rチップ×1 Gチップ×2 Gチップ×1 Gチップ×1 Bチップ×1 Bチップ×1 Bチップ×1 上下のチップ間が離 実装及び発熱の面で 3チップ間の距離が 特 徵 厳しいと考えられ れているが左右方向 平均しているが左右 の色の変化はない。 方向の色の変化が考 る。 えられる。

表-2 1ランプ方式種別

(3) ランプの板面配列に関する検討

(2) 項で検討されたランプを情報板面に配列する方法について検討した。

1)集合ランプ式

集合ランプ式(ア), (イ), (ウ)に於いては、個々の素子が単独のレンズを保有するものとなっているため、視認角に対する色の変化が少なく混色性も良い。そのため情報板面配列に於いても理論的には特に方向性はないと考えられることから、一様に同一方向に配列することが可能と思われる。

ただし、実装面では、1ランプ式に比較し次の問題点があげられる。

- ①ランプ数が多いことにより、実装組立コストが高くなる。
- ②ランプ実装基板に於ける印刷配線設計の制約が多くなり、材料的に多層 基板化せざるを得ない状況がある。従って材料コストも増大する。
- ③ランプ数が多いことにより、半田付け箇所が増大し信頼性が低下する。
- ④配光特性上に於いて、個々のランプの実装方向を正確にそろえる必要性 が生じる。

2) 1ランプ式

1ランプ式(エ), (オ), (カ)に於いては、集合ランプ式に見られる様な問題点は少ないと考えられるが、レンズが3原色チップに対し1個であることから、配光性能上の工夫が必要である。しかしこの点については従来の道路情報板で用いられている「表示色均一性確保のための手法」を採用することにより解決できると考えられる。その原理図を従来の道路情報板の例を引用し、図-3に説明する。この点が解決されれば、コスト面、実装面、信頼性の面で1ランプ式が優れることは容易に想像できる。1ランプ式(エ), (オ), (カ)の中で左右の視認角に於いて最も色の変化が少なく混色性が良いのは(オ)のタイプであると考えられる。

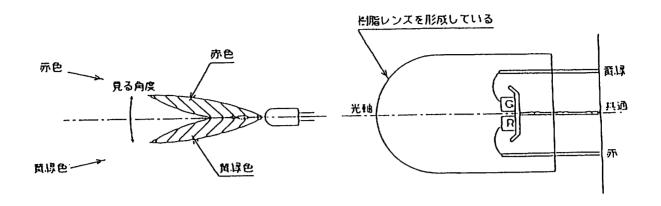


図-5.b 2 チップLED ランプの放射光

図-5.a 2チップLEDランプ

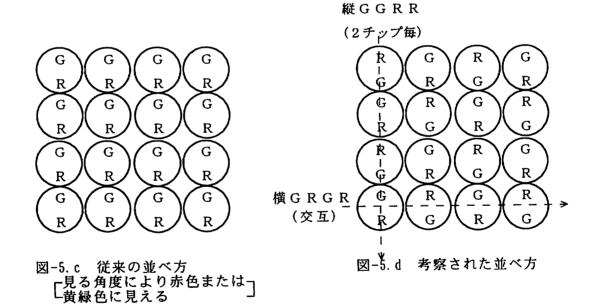


図-3 表示色均一性確保のための手法原理説明図

(4)表示ユニット構造に関する検討

ランプ構成素子を実装配置するにあたり、製作面での組み立て単位のほか取り付け単位、保守単位ならびに電気的単位などを考慮するとユニット化されたものが望まれる。道路情報板用フルカラー型LED表示ユニット構造のあり方について以下に検討した。

1) 設置仕様

屋外で使用される道路情報板用としての必然性から、LED表示ユニットには防水パッキン等による防水性を有し、かつ視認性確保の点から太陽光を防ぐ遮光板を実装する必要がある。

2) LED消費電力

表示ユニット化された場合、一般的には縦16ドット×横16ドットの160mm角型構造が考えられるが、この外形寸法に於ける表示ユニットケースの熱容量は、従来の道路情報板用LED表示ユニットの実績から、温度上昇、信頼性の面に於いて、1表示ユニットあたり30W以下とする必要がある。

3) 表示而構造

表示面については、コントラスト、温度上昇の点に於いてガラス等がなく、LED素子が屋外に露出した構造であることが望ましいと考えられる。

4) 配線接続構造

電気的取り扱い、保守及び表示ユニットの取り外し等に於いて配線接続はコネクタ方式とし着脱を容易とする構造が望ましい。

5) LED点灯方式

フルカラー表示方式のユニットについては、従来の道路情報板用LE D表示ユニットに比較し、表示色は、赤色、緑色、青色のそれぞれについて256階調を行って得ることのできる1677万色の表現力そして表示画面の表示速度も1秒あたり最大30画面程度の高速表示、なおかつより自然な色再現表示を行うための純赤色660nm,純緑色525nm,純青色450nm発光のLEDの使用などが要求される。

この表示仕様を実現させるための点灯回路は、膨大な量となり回路素

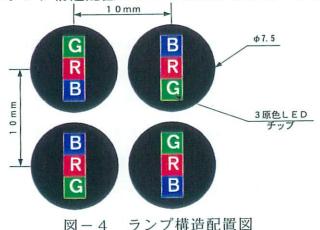
子及び電子部品も増大する。従って部品点数を極力削減し実装の効率化を行うと同時に、信頼性の向上を図る必要性がある。従ってフルカラー表示方式のLED点灯方式についてはダイナミック点灯方式が望まれる。詳細は「(5)駆動回路に関する検討」に述べる。

6) 白色輝度、放射角のための構造

フルカラー表示方式のユニットには、木目細やかな階調表現を行うための輝度が必要である。道路情報板では、視認性で実績のある白熱ランプ 1.5 cdの単色輝度約 $1.700 cd/m^2$ で見え方は充分である。フルカラー表示方式の場合には、有色発光地色に対する充分なコントラストが求められるが、その目安としては情報板メーカが試作研究中の供試体展示会を行った結果から、充分実現性のあるレベルとの評価を受けた組合せタイプの性能から、目標としては $4.500 cd/m^2$ 最低値で $3.500 cd/m^2$ 程度の白色輝度がコントラスト確保の上で必要であるとの結論を得た。ただし、これらのことは見え方等の実験により確認していく必要がある。その白色輝度ならびに視認範囲をロスさせることなく有効に確保するための遮光板構造、防水化構造が必要である。視認範囲の設計条件は従来の情報板との整合性から $\pm 1.0°$ とすることが望ましく、放射角の規格としては $\pm 1.0°$ に於ける白色輝度値として $1.750 cd/m^2$ 以上が必要である。

7) まとめ

以上の様な検討結果を参考に、道路情報板用フルカラー型LED表示 ユニットのランプ構造配置についてまとめると図-4のとおりとなる。



(5) 駆動方法に関する検討

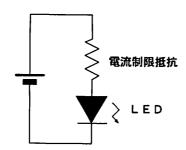
1) LEDの駆動方式について

LED表示ユニットの駆動方法には、一般的にダイナミック点灯、スタティック点灯の2種類が一般的に用いられている。

それぞれの点灯方式について説明を行なう。

①スタティック点灯

直流点灯方式のことでLEDランプに常時電流を流し点灯させる方法である。



長所

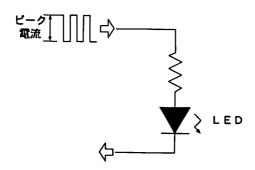
- ・常時点灯しているためちらつきが無い。
- ・高輝度化が容易に行える。

短所

・LEDランプを多く使用するドットマトリックユニット の場合回路数が増える。

②ダイナミック点灯

パルス点灯方式とも呼ばれ、人間の目の残像現象を利用して高速で点灯のON/OFF制御を繰り返すことにより連続点灯しているようにみせる方法である。



長所

- ・低消費電力化がはかれる。
- ・ランプ数が増えても少ない回路で構成できる。

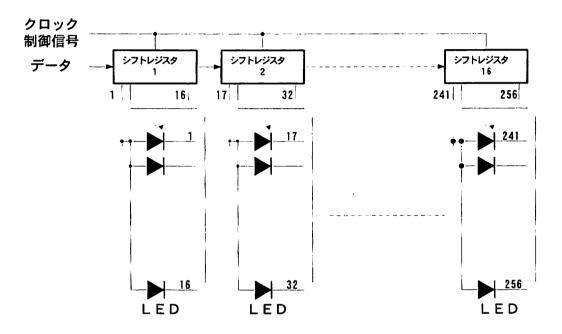
短所 ・スタティック点灯にくらべて輝度が得にくい。

2) ドットマトリックスユニットについて

ここで実際LED表示装置によく用いられるドットマトリックスLE D表示ユニットを構成した場合のスタティック、ダイナミック点灯の回 路構成を比較してみる。

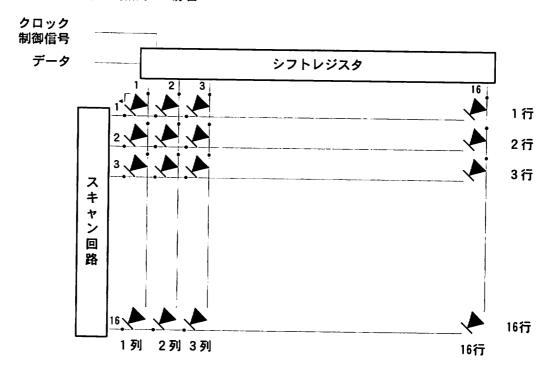
ユニットは16×16ドット単色とする。

①スタティック点灯の場合

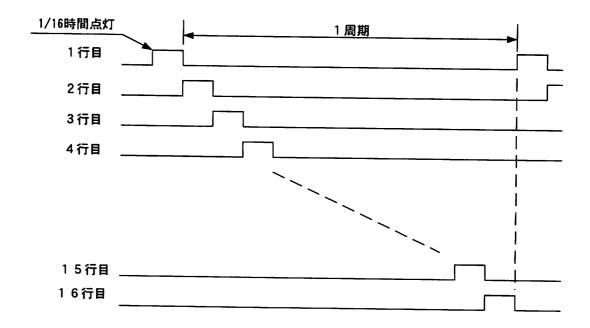


256個のデータをシフトレジスタを通じて転送し1度に表示を行う。

②ダイナミック点灯の場合



ダイナミック点灯の点灯タイミング



データはシフトレジスタを通じて1行分(16個)毎に転送され、転送された行データの表示はスキャン回路にて指定される。この動作を16行分繰り返し1画面の表示を行う。このような表示方法を1/16デューティダイナミック点灯と呼ぶ。

周期を一定にしデューティ比を大きく(1/8)すれば点灯時間が長くなり輝度を高くすることが可能である。

ダイナミック点灯の場合、定格電流内でスタテイック点灯時の電流より多く設定する事が可能になり、高輝度LEDを用いればスタティック点灯に近い輝度を得ることができる。

また、平均電流はスタティック点灯時よりも少なくなり、省電力化が可能となる。

3) まとめ

LEDの駆動方式は、一般的に屋内のLED表示ユニットの場合はダイナミック点灯が用いられ、高輝度を必要とする屋外LED表示ユニットの場合はスタティック点灯が用いられている。

ここで、各素子の高輝度化が進んでいる中で、使用するLEDの輝度を以下の条件として、屋外においてダイナミック点灯が可能か検討してみる。

赤: 2 cd、 緑: 6 cd、 青: 2 cd (但し、半値角は7.5°) 輝度の計算は、白色表示時について行う。

人の目が白と感じる白発光色にする為に、R:G:Bの比率を3:6:1とした場合(ブラウン管の場合の比率)、上記素子の光度は

赤: 2 cd、 緑: 4 cd、 青: 0. 7 cd となり、白色表示時最大光度は、6. 7 cdとなる。

素子を10mmピッチで配列した時の輝度は、

6. $7 \times 100 \times 100 = 67$, 000 cd/m^2

半値角条件を変更した場合の輝度は、面積(角度の2乗)に反比例すると考えると、半値角を10°にした場合の輝度は、

 $67,000 \times (7.5/10)^2 = 37,520 \text{ cd/m}^2$ ここで、ダイナミックのデューティ比を1/8とし、輝度が1/8になると仮定すると、白色表示時の輝度は

37, $520 \times 1/8 = 4$, 700 cd/m^2 となる。

この結果より、計算上では、ダイナミック点灯でもデューティ比を1/8とすると、屋外での使用にも充分耐え得る可能性がある。しかしながら、本計算は仮定であり、実際の見え方等を考慮しながら実験にて検証していく必要があると考える。

(6) 耐久性等に関する検討

情報板の耐久性を信頼性の面から検討すると、情報板がLED等半導体 デバイスと電子部品の集合体であることから、図1に示す故障率曲線を示 すことができる。

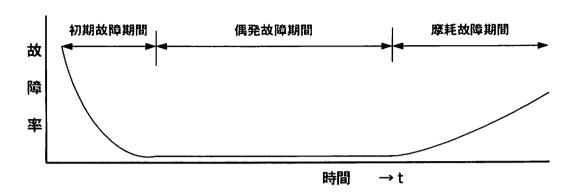


図-5 故障率曲線

①初期故障期間

初期の段階における馴染みや欠陥による故障で、時間の経過と共に悪いものが出し尽くされ故障率が下がる故障率減少型の期間を示す。

②偶発故障期間

初期故障期間後、安定状態となり長時間にわたって故障率が安定する 一定型期間を示す。

③磨耗故障期間

長期間の使用により、磨耗・劣化が進み故障率が増加する故障率増加 型期間を示す。

情報板の耐久性を、情報板の稼働率(アペイラピリティ)の面から捕らえると、②の偶発故障期間における故障率の低減が課題となる。一方、寿命の面から捕らえると、③の磨耗故障期間の開始時期遅延が課題となる。

1) 偶発故障期間における故障率について

偶発故障期間における故障率は、構成部品個々が持つ故障率の集計により推定される。情報板の構成部品をみると、大半がLEDとその駆動回路部品で占められる。

信頼性の面からからは、これらの故障率の低減が重要課題となる。

1.1) LEDの故障率

LEDの故障率を予測する方法として、代表的なものにMIL-HDBK-217による方法があり、MIL-HDBK-217をLEDに適応した場合のLEDの故障率モデル(λ P)を次式に示す。

$\lambda p = \lambda b(\pi T \times \pi E \times \pi Q)$ (故障率/10-6時間)

λb;LED固有の基礎故障率で、製造品質が含まれる

πT;温度ファクタで、LEDのジャンクション温度が高いほど大きくなる

πE;環境ファクタで、情報板の設置環境(地上固定)から決定される

πQ;品質ファクタで、LEDのパッケージから決定される

ここで、 πE は情報板が地上に固定設置されることから全情報板同一といえる。

また、 πQ も情報板に用いられるLEDが透明樹脂パッケージであることから全情報板同一といえる。

1.2) LEDの偶発故障率の低減

LEDの偶発故障率を低減することは、LEDの稼働率を向上すること、すなわち、耐久性の向上となる。そこで、LEDの基礎故障率 λb と温度ファクタ πT について検討する。

①LEDの基礎故障率 λb の低減

LEDの基礎故障率 λ b はLED固有のもので、LEDの材料、設計、生産、品質管理等LEDの製造における総合的な信頼性により左右される。情報板に使用されるLEDは、一般の民生機器用と違い格段に高い信頼性が要求される。

したがって、LEDの製造にあたっては、要求される高信頼度に適合した特別な品質管理体制のもとで、製造される必要がある。これにより、基礎故障率λb の最小化を図ることができる。

②温度ファクタπT の低減

温度ファクタ π T は、次表に示すようにLEDのジャンクション温度 (Ti) に左右される。

| ジャンクション 温度℃ | 25 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85 | 95 | 105 | 115 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 温度ファクタπT | 1. 0 | 1. 4 | 1. 8 | 2. 4 | 3. 0 | 3. 8 | 4. 8 | 5. 9 | 7. 3 | 8. 8 |

表に示すように、常温領域(25°C)における $10\deg$ の温度上昇は π Tを0. 4上昇させるが、高温領域(105°C)における $10\deg$ の温度上昇は π T を1. 5上昇させ、高温になるほど故障率を上昇させる。

LEDのジャンクション温度(Tj)は、次式から求められる。

LEDのジャンクション 温度 (Tj) = $Tc + \theta$ j c P

Tc:LEDのケース温度

θ j c ; ジャンクション 対ケース間の熱抵抗 (LEDにより一定)

P:LEDの消費電力(順電圧×順電流)

したがって、LEDの使用にあたっては、LEDの効果的な放熱を図りLEDのケース温度を低下させるとともに、LEDの消費電力を抑えてLEDのジャンクション温度を低下させることがLEDの故障率の低下につながり、このことがLEDの稼働率を高める(耐久性の向上)ことになる。しかしながら、消費電力を抑えることは順電流を抑えることとなり、順電流を抑えることは、LEDの発光光度を低下させることから、信頼性と性能がトレードオフの関係にあるといえる。

また、LEDの順電圧がLEDの材料により異なる(赤色GaAlAs;約1.8V、黄緑色;Gap約2.1V、緑色・青色GaN;約3.6V)ことと、これらのLEDを一緒のパッケージに封入することで、LED相互の発熱が影響しあうことから、各LEDの順電流については信頼性と性能を考慮して設定する必要がある。

1.3) LED駆動回路の故障率について

LED駆動回路の回路方式としては、前述のとおりに表示ドット毎に駆動回路を設けるスタティック駆動方式と、行、列毎に共通の駆動回路を設け時分割で表示するダイナミック駆動方式がある。信頼性の面から両方式を比べると、構成部品数はダイナミック駆動方式の方が大幅に少ない。また、ダイナミック駆動方式は時分割で点灯することから、スタティック駆動方式と同等の明るさを得るためには共通回路の駆動電流を多くする必要があり、故障率に影響する。しかしながら、故障率低減については、構成部品数の減少効果の方が大きく、信頼性の面からはダイナミック駆動方式の方が望ましいといえる。

2) 磨耗故障期間の開始時期の遅延策について

LEDの磨耗故障を示すものとしては、次が挙げられる。

- ・LEDチップの劣化 通電に伴い発光出力が低下するもので、電流に比例して劣化速度が大きくなる傾向がある。
- ・LED透明レンズ樹脂の劣化 太陽光線の直射を受けて紫外線により樹脂が変色、劣化するもの。

これらの劣化要因を低減、あるいは対策することで、磨耗故障期間の 開始時期の遅延を図ることができる。

2.1) LEDチップの劣化要因について

LEDチップの劣化要因として、次がある。

①樹脂応力による影響

LEDチップを封止している樹脂がLEDチップに応力を与え、LEDの通電により、LEDの通電出力発光を低下させるもので、その要因として、封止樹脂のガラス転移温度、LEDチップの結晶面の取り方等があり、LEDの信頼性設計段階でその特性が決定される。特徴として低温通電により劣化が加速されることがあり、LEDの選択時にチェックすることで対策できる。

②加工歪み

LED製造工程においてチップに無理な応力を加えると加工歪みが 生じ、LED通電により結晶欠陥が増し、出力発光を低下させるもの で、製造過程の品質管理で対策できる。

③GaAlAsチップの電気化学反応

GaAlAs赤色LEDは、結晶中にAl (アルミニューム)を含むため、水分によりAlが腐食され出力発光を低下させるもので、高温高湿通電で顕著な影響が見られる。対策としては、LED製作時にLEDのチップ表面に水分の通りにくい保護膜を設けることで対策しており、LEDの選択時に高温高湿通電試験等チェックする事で対応できる。

④可動イオンによる影響

製造工程及び材料中に含まれる不純物イオンであるCu+、Cl-、Na+イオンがLEDの接合部に浸入して出力発光を低下させるもので、その加速要因としては、温度、湿度、電流がある。対策としては、不純物を浸入させないように材料の精製、製造工程のクリーン化等実施され、劣化特性が改善されつつあるが満足できる状態には至っていない。また、その劣化特性は、LEDの材料によっても異なる。

2.2) LEDの劣化特性について

LEDの劣化特性については温度、電流、湿度が大きく影響することがいえ、信頼性試験結果からその特性を考察する。

- ①黄緑色 (GaP) LEDと赤色 (GaAlAs) LEDのLED光度経時変化データから次の特性が挙げられる。
 - ・周囲温度が高いほど劣化度合いが大きい。 周囲温度 $2.5 \, \mathbb{C} \rightarrow 6.0 \, \mathbb{C}$ においてGaP、GaAlAs共に約1.5倍
 - ・電流が多いほど劣化度合いが大きい。 20mA→30mAにおいてGaP、GaAlAs共に約1.5倍
 - ・LEDの材料により劣化度合いが異なる。 周囲温度25℃、20mA、5000時間経過時点でGaPは12%減、 GaAlAs8%減

- ②LED発光出力のハーフライフ(発光出力が初期値の50%になる時間)特性をみると、つぎの特性が挙げられる。
 - ・電流が多いほどハーフライフが短く、LEDの材料によりハーフライフが異なる。

周囲温度 25 ℃において 50 $MA \rightarrow 70$ MA とした場合、GaP では約 3 万時間が約 2 万時間に、GaAlAs では約 1 2 万時間が 5 万時間に低下する。

・ジャンクション温度が高温領域において、急激に低下する。また、 その温度度合いがLEDの材料により異なる。

以上からLEDの劣化に大きく影響するものとして次がいえる。

- ・LEDの周囲温度が高いと劣化を加速する。
- ・LEDの電流が多いと劣化を加速する。
- ・劣化要因に対する劣化の度合いはLEDの材料により大きく異なる。

2.3) LEDチップの劣化対策

LEDの劣化の最も大きな影響を与えるものとしてジャンクション 温度がある。さらに、ジャンクション温度の抑制は、前述のとおり故障率の 低減効果もある。

そこで、効果的な対策としては、LEDの効果的な放熱を図りLEDのケース温度を低下させるとともに、LEDの電流を抑制することが挙げられる。

①LEDの効果的な放熱

LEDのジャンクション温度(Tj)は、次式で表される。

- 1式

LEDのジャンクション 温度 (Tj) = Tc + θ j c P -- 1式

Tc; LEDのケース温度

 θ j c ; y' ャンクション 対ケース間の熱抵抗 (LEDにより一定)

P; LEDの消費電力(順電圧×順電流)

1式から、Tc (LEDのケース温度) を低下させることが、ジャ

ンクション温度を低下させることから、LEDの効果的放熱が検討課題となる。

LEDの効果的放熱対策としては、アルミニューム等熱伝導率の高い放熱器を利用あるいは効果的空冷等検討が必要である。

②LED電流の抑制

1式からジャンクション温度の決定要素がLEDの消費電力(順電圧×順電流)である。ここで、LEDの順電圧はLED材料により一定であることから、LEDの順電流を抑制することが、ジャンクション温度を抑制することになる。

一方、順電流を抑えることは、LEDの発光光度を低下させることになる。

そこで、順電流を情報板としての性能を満足するとともにジャンクション温度を抑制する値とする必要があり、これらを十分に検討し、順電流を設定する必要がある。

以上の対策を検討実施する事で、LEDの劣化を抑制し、合わせて故障率の低減につながり、磨耗故障期間の到来を遅延させ耐久性を向上することになる。

2.4) LED透明レンズ樹脂の劣化要因とその対策

LED透明レンズ樹脂の劣化要因としては次がある。

- ①樹脂が物性上化学変化を起こし、透過率が低下し発光出力劣化を引き起こすもので、一般的な化学反応(アレニウスの反応速度論 -10℃2倍則等いわれている)に従う。
- ②太陽光線の直射を受けて紫外線により樹脂が変色、劣化するもので、 情報板において影響を受ける要素である。

2.5) LED透明レンズ樹脂の劣化対策

①樹脂が物性上化学変化対策としては、樹脂材料の高純度化を図ることが重要で、製造段階で対策できる。また、使用段階においては、LE Dの周囲温度の低減が樹脂の化学反応を低下させることになることか

ら、LEDチップの劣化対策と合わせて有効な手段となる。

②紫外線による樹脂の劣化対策としては、樹脂に紫外線吸収剤の混入等があり、製造段階で対策する必要がある。また、使用段階においては、 LEDに太陽光線ができるだけ直射しないようにLEDの上部にフードを設けることが考えられる。

このフード対策は、LEDが太陽光線の直射を受けて反射しコントラストを低下させる現象に対する対策として、最も有効な対策で、情報板の視認性を考慮した中で実施する必要がある。

以上の対策を検討実施することで、LED樹脂の劣化を抑制し、磨耗故障期間の到来を遅延させ耐久性を向上することになる。

(7) フルカラー対応3色LEDランプ・駆動回路の信頼性検討 フルカラー対応3色LEDランプの信頼性・耐久性について検討すると、 特に次項が検討事項として挙げられる。

1)順電流の設定

順電流の設定にあたっては、赤、緑、青色各LEDの発光光度の他に信頼性、耐久性のバランスが求められる。信頼性、耐久性の要素としては、順電流が大きな位置をしめる。

この順電流の設定にあたっての検討要素として次がある。

- ①フルカラー表示においてはLEDの発光出力比が発光色により異なる。 LEDで白色発光するためには、R、G、Bの比率を3:6:1とする必要がある。
- ②LEDの発光出力がLEDの材料(発光色)により異なる。

最近、緑色LEDにおいて6cdと明るいものが開発された。これにより、青色、赤色の高輝度LEDと組み合わせることで、低電流で必要な明るさを得ることができるようになった。

③LEDの順電圧がLEDの材料(発光色)により異なる。

赤色GaAlAs; 約1.8V

緑色・青色GaN; 約3.6V (赤色LEDと同一のジャンクション温度 に抑えるためには順電流を赤色の 1/2とする必要があり、その分 発光光度が抑制される。)

④ジャンクション温度による劣化特性がLEDの材料により異なる。

赤色LEDのGaAlAsでは周囲温度が高いと劣化を加速する。緑色、青色LEDのGaNについての劣化特性をみると、これらについては開発されてから間もない素子であり、データ収集の状況で、データの公開が待たれる。

⑤フルカラーの場合赤、青、緑色のLEDを一緒のパッケージに封入する ことで、LED相互の発熱が影響しあう。

従来の赤色、黄緑色2色LEDランプの順電流は、それぞれ約20mA程度であり、それぞれの順電圧を考慮すると、1ランプあたり80mW程度の消費電力であった。LEDパッケージの放熱特性を考慮し、LED個々の順電流を検討する必要がある。

⑥フルカラー映像表示の場合の平均電力は、マルチカラー表示の場合より 比較的小さい。

以上から①から⑥を考慮し、バランスのとれた順電流とする必要がある。

2) LED駆動回路

フルカラー表示の場合、従来の赤色、黄緑色、橙色3色表示の場合のように、赤色、黄緑色2色のLEDをON/OFF制御するだけでなく、赤色、緑色、青色それぞれのLEDを多階調制御する必要から、駆動回路は非常に複雑となる。

駆動回路には、前述のスタティック駆動とダイナミック駆動方式があるが、多階調制御の複雑さを考慮すると、信頼性の面からダイナミック 駆動方式が望まれる。

(8)考察

現状の青色LED等の技術を把握するために、各社の供試体を対象に一 カ所に集約して見え方実験を実施した。青色LEDは組み合わせ形では十 分実現性があるという評価が得られたが、緑色LEDについて、黄緑色は 実用レベルであるが純緑色は黄緑色と比較して劣っていた。今後の課題と しては、純緑LEDの高輝度化が最大の課題との結論に達した。その後、 日亜化学やソニーから純緑LEDが発表され、日亜化学は量産開始する見 通しもある。青色、緑色、赤色の各LED素子で、フルカラーを表示する 波長、輝度等が開発及び量産化されることで、3素子実装の表示装置の目 途がでてきた。このことから道路情報表示装置用LED表示ユニットの具 体的な検討に入り、LEDの構成は集合ランプ式か1ランプ式か、また構 造面で、設置仕様、消費電力、表示面構造、点灯方式及び白色輝度と放射 角の検討を行い表示ユニットの目標仕様(案)を作成し、表-3に示した。 駆動回路については、価格面や構造の面からダイナミック点灯方式でデュ ーティ比1/8程度を検討することとした。また、LEDの耐久性からも 検討を行い、故障率の低減やLEDチップの劣化対策、透明レンズの劣化 対策を実施することで耐久性が向上するとしている。

しかし、これらの3色のLED素子を利用して道路情報表示装置として 実用化するためには、次の点を基礎実験で確認し、最終的には現道での実 験の必要性がある。

- ① φ 7. 5のLEDランプ中に赤色、青色、緑色の各LEDチップを実装したときの、最適な混合をする各チップの配置。
- ② φ 7. 5 の L E D ランプを利用した表示装置での見え方
- ③表示装置の価格を考慮した表示駆動回路の検討

また、別途実施された道路管理者に対するアンケート調査によると、今後フルカラー表示装置を利用する考えのある道路管理者は、条件付きを含

めて約80%にも及んでいる。条件付きの主たる内容は、設置費用、視認性、判読性等であり上記検討内容と一致している。また、表示する内容としては、映像情報を考えている意見もあるので、将来的には、この3色表示素子で実現出来るように検討する必要がある。

(9) 開発目標仕様

表-3 道路情報板用フルカラー型

LED表示ユニット目標仕様(案)

- ①LED表示ユニットの中心間隔(取付ピッチ)は160㎜とする。
- ②性能及び定格 (a t: Ta=25℃)

| 項 | 目 | 規格 |
|--------|----|---|
| 使用素 | 子 | 1ランプ式、φ7.5高輝度発光ダイオード |
| LED構 | 成 | 赤色LED×1、緑色LED×1、青色LED×1 3チップアセンブリ方式 |
| 外 形 寸 | 法 | 公称160m角型 (縦16ドット×横16ドット/1表示ユニットあたり) |
| ドット間 | 隔 | 縦横とも約10mmピッチ |
| 表示 | 色 | 1677万色、各色256階調 |
| 表示速 | 度 | 最大30画面/秒 |
| LED消費領 | 重力 | 30W以下/1表示ユニットあたり (定格電圧で白色表示1表示ユニットあたりの場合) |
| LED点灯 | 方式 | ダイナミック点灯方式 |
| 設 置 仕 | 様 | 屋外仕様 |
| 中 心 輝 | 度 | 4500cd/㎡標準(3500cd/㎡以上) (定格電圧で白色表示の場合) |
| 放射 | 角 | 水平±10°で1750cd/m以上(定格電圧で白色表示の場合) 垂直+10°で1750cd/m以上(") -10° " |
| ピーク | 赤 | 6 2 5 nm |
| 発光波長 | 緑 | 5 2 5 nm |
| 元九叔女 | 青 | 4 5 0 nm |

- ③表示面にはガラスがなく、LED素子が屋外に露出した構造とする。
- ④LED表示ユニットには、太陽光を防ぐ遮光板を設けるものとする。
- ⑤LED表示ユニットには防水パッキンを設けるものとする。
- ⑥LED表示ユニットの配線接続はコネクタ方式とし、着脱を容易にしたものとする。

3.5 供試体の試作と光学特性調査

3.5.1 供試体の試作

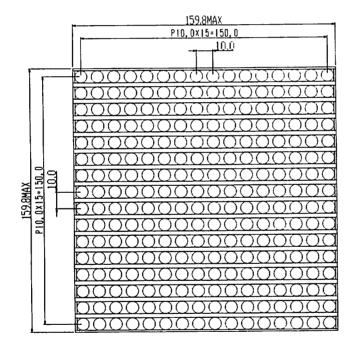
(1) 基本仕様

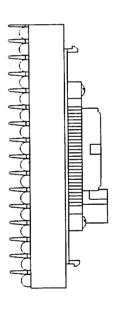
光学特性把握、視認性実験調査を行うための、3. 4で示された基本仕様を 基に供試体を製作した。

実際の製作に当たっては、試作品であり屋外長期使用は考えていないため、 放熱処理などは行っていない。また、試作仕様として下記のような構造になっ ている。

- ①表示面はガラスが無く、LED素子が屋外に露出した構造とする。
- ②太陽光を防ぐ遮光板と防水パッキンを設ける。
- ③配線接続は、コネクタ方式とし、着脱を容易にしたものとする。

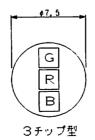
(2) 表示ユニットの試作検討





(3) LED構造

1ランプ方式を採用してレンズを工夫し、配光性能が向上する設計をした。



(4)性能確認

目標仕様に基づいたLED表示ユニットを製作し、単体で次の性能を確認した。

①配光特性(定格に於ける白色点灯時)

| | | | 中心輝度 | 水平 | | 垂直 | | |
|---------|----|-----|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|--|
| | | | | + 1 0° | - 1 0° | + 1 0° | -10° | |
| 昼間 | 輝度 | | 6020cd/m² | 3614cd/m ² | 3615cd/m² | 5449cd/m² | 5452cd/m² | |
| 35.1m1 | 色度 | x = | 0. 298 | 0. 284 | 0. 284 | 0. 238 | 0. 238 | |
| | | y = | 0. 324 | 0. 302 | 0. 302 | 0. 251 | 0. 251 | |
| 夜間 | 輝 | 度 | 727cd/m² | 483cd/m² | 482cd/m² | 729cd/m² | 726cd/m² | |
| I IZIBI | 色度 | x = | 0. 309 | 0. 294 | 0. 294 | 0. 248 | 0. 248 | |
| | | y = | 0. 321 | 0. 296 | 0. 296 | 0. 269 | 0. 269 | |

②単色輝度(定格点灯時)

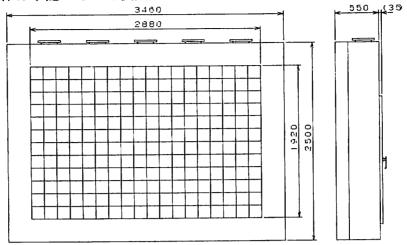
| | | 色 | .度 | 中心輝度 |
|----|---|--------|--------|-------|
| | | х | у | cd/m² |
| | 赤 | 0. 723 | 0. 277 | 1100 |
| 昼間 | 緑 | 0. 222 | 0. 702 | 4196 |
| | 青 | 0. 137 | 0. 092 | 793 |
| | 赤 | 0. 723 | 0. 277 | 149 |
| 夜間 | 緑 | 0. 236 | 0. 700 | 494 |
| | 青 | 0. 135 | 0. 097 | 90 |

(5) 表示ユニットのまとめ

今回試作検討した表示ユニットは、目標仕様で設定した設置仕様、消費電力、表示面構造、点灯方式および白色輝度と放射角を十分満足している。次の段階として、表示ユニットを組み合わせた表示装置で、屋外に於ける道路情報表示装置としての性能を満足するかを確認する必要がある。

(6) 供試体外形寸法他

供試体は下記のものを使用した。



(7) 表示内容

表示面(横2880mm×縦1920mm)を全面使用して、表示情報を表示した。表示内容については次の通りです。

1) 光学測定用

- ①白
- ②赤
- ③緑
- 4)青

2) 光学測定

供試体の昼夜間において、各色(赤、緑、青及び白)の水平での 0° 、 5° 、 10° 、 15° 、 20° および 25° 毎の輝度データ測定し、このデータを輝度データとした。

また、各色の色彩を測定し、そのデータを色度データとした。

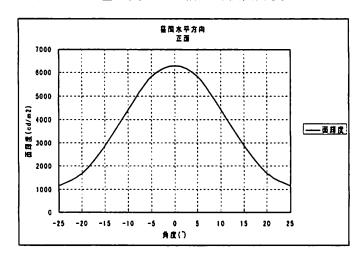
3. 5. 2 基礎光学特性データの分析

- (1) 水平角度の変化に対する輝度値
 - 1) 面発光輝度測定結果
 - 1.1) 昼間

①路面上

| 角度 | 0° | 5° | 10° | 15° | 2 0° | 2 5° |
|----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 輝度 | 6299cd/m² | 5833cd/m² | 4427cd/m² | 2880cd/m² | 1677cd/m² | 1144cd/m² |

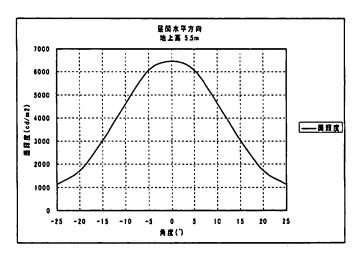
輝度 = 白色輝度 - 消灯時板面輝度



②地上高5.5m

| 角度 | 0° | 5° | 10° | 15° | 20° | 2 5° |
|----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|-----------------------|
| 輝度 | 6460cd/m ² | 6075cd/m ² | 4614cd/m ² | 3031cd/m² | 1733cd/m ² | 1123cd/m ² |

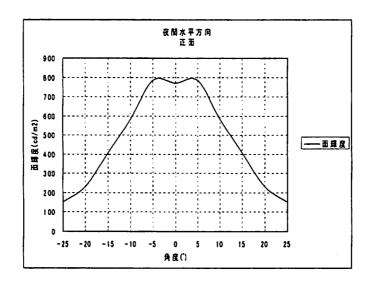
輝度 = 白色輝度 - 消灯時板面輝度



1.2) 夜間

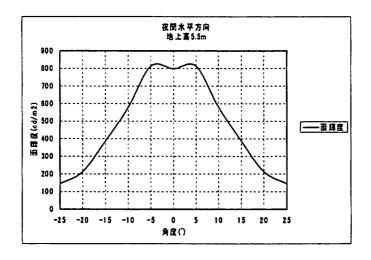
①路面上

| 角度 | 0° | 5° | 10° | 15° | 2 0° | 2 5° |
|----|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------------------|
| 輝度 | 771cd/m ² | 785cd/m² | 583cd/m² | 406cd/m² | 232cd/m² | 152cd/m ² |



②地上高5.5m

| 角度 | 0° | 5° | 10° | 15° | 2 0° | 2 5° |
|----|----------|----------------------|----------|----------|----------|----------|
| 輝度 | 798cd/m² | 813cd/m ² | 580cd/m² | 386cd/m² | 212cd/m² | 144cd/m² |



2) 実験結果

昼夜間とも、中心の輝度が50%になる角度が約 $\pm 14^\circ$ であり、開発目標値の $\pm 10^\circ$ を超えている。現行の表示装置は、 $\pm 10^\circ$ で使用されているので十分使用可能である。中心輝度も、開発目標値は4500cd/ m° を標準にしたが、測定値は6000cd/ m° 以上と高い値が測定され屋外で十分ある。また、表示面正面の配光特性と地上高5.5mでの配光特性はほぼ同等であった。

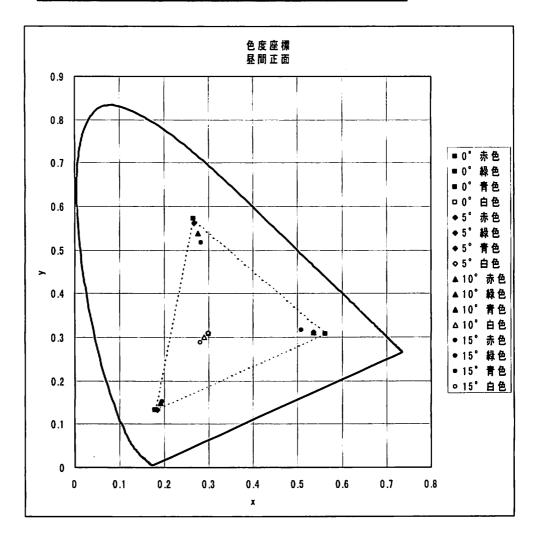
(2) 水平角度の変化に対する色彩値

1) 色度測定結果

1.1) 昼間

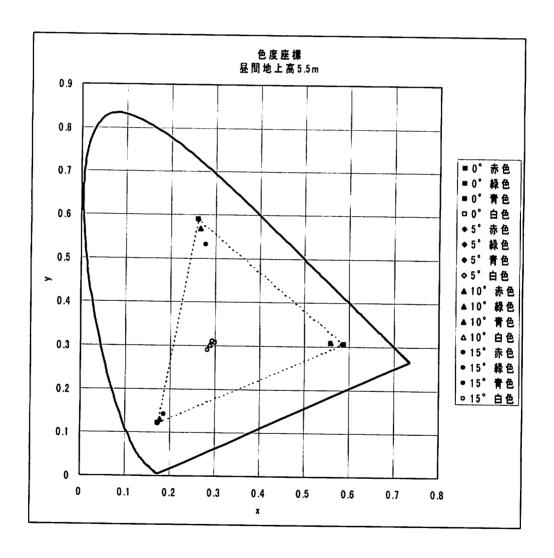
①路面上

| 表示色 | | 0° | 5° | 10° | 15° |
|-----|-----|---------|---------|---------|---------|
| 赤 | χ= | 0. 5629 | 0. 5365 | 0. 5635 | 0. 5082 |
| | y= | 0. 3077 | 0. 3107 | 0. 3107 | 0. 3162 |
| 緑 | χ = | 0. 2648 | 0. 2671 | 0. 2763 | 0. 2831 |
| | y = | 0. 5715 | 0. 5612 | 0. 5382 | 0. 5167 |
| 青 | x = | 0. 1799 | 0. 1841 | 0. 1921 | 0. 1941 |
| | y = | 0. 1329 | 0. 1326 | 0. 1483 | 0. 1518 |
| 白 | x = | 0. 3004 | 0. 298 | 0. 2901 | 0. 2805 |
| | y = | 0. 3075 | 0. 309 | 0. 2995 | 0. 2882 |



②地上高5.5m

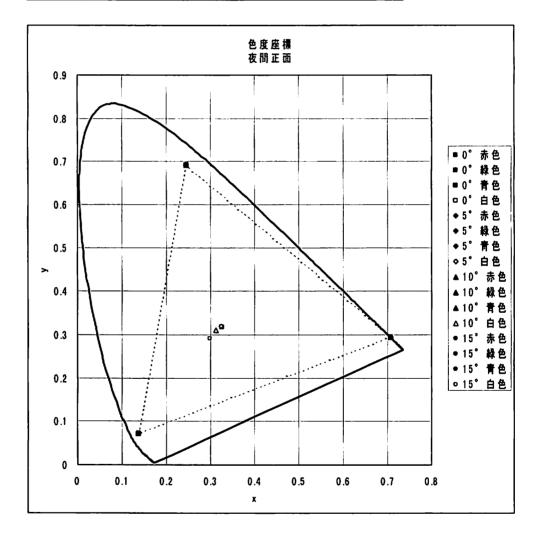
| 表示色 | | 0° | 5° | 10° | 15° |
|-----|-----|---------|---------|---------|---------|
| 赤 | х= | 0. 5876 | 0. 5843 | 0. 5594 | 0. 5252 |
| | у= | 0. 3058 | 0. 3054 | 0. 3085 | 0. 3142 |
| 緑 | x= | 0. 2604 | 0. 2612 | 0. 2648 | 0. 2777 |
| | y= | 0. 5886 | 0. 5879 | 0. 5687 | 0. 5315 |
| 背 | x = | 0. 1725 | 0. 1726 | 0. 1778 | 0. 1857 |
| | y = | 0. 122 | 0. 122 | 0. 1306 | 0. 1415 |
| 白 | x= | 0. 2985 | 0. 293 | 0. 2876 | 0. 2829 |
| | y= | 0. 3064 | 0. 3109 | 0. 3012 | 0. 2894 |



1.2) 夜間

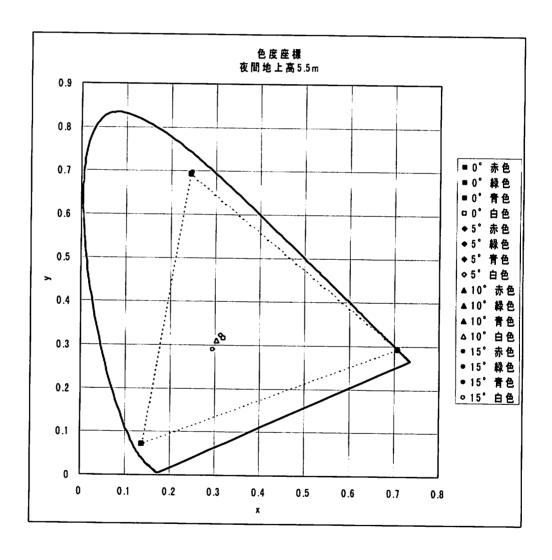
①路面上

| 表示色 | | 0° | 5° | 10° | 15° |
|-----|-----|---------|---------|---------|---------|
| 赤 | χ= | 0. 7062 | 0. 7063 | 0. 7063 | 0. 7065 |
| | y= | 0. 2945 | 0. 2944 | 0. 2947 | 0. 2949 |
| 緑 | x = | 0. 2451 | 0. 2447 | 0. 2456 | 0. 2474 |
| | y = | 0. 6918 | 0. 6919 | 0. 6922 | 0. 6942 |
| 青 | x= | 0. 1372 | 0. 1371 | 0. 1369 | 0. 1366 |
| | y= | 0. 073 | 0. 073 | 0. 072 | 0. 072 |
| 白 | χ= | 0. 325 | 0. 323 | 0. 3113 | 0. 2989 |
| | y= | 0. 3175 | 0. 3201 | 0. 3098 | 0. 292 |



②地上高5.5m

| 表示色 | | 0° | 5° | 10° | 1 5° |
|-----|-----|---------|---------|---------|---------|
| 赤 | x= | 0. 7063 | 0. 7073 | 0. 7072 | 0. 707 |
| | y= | 0. 2934 | 0. 2934 | 0. 2938 | 0. 2949 |
| 緑 | x = | 0. 2435 | 0. 2429 | 0. 2437 | 0. 246 |
| | y = | 0. 6931 | 0. 6929 | 0. 6931 | 0. 6965 |
| 青 | x = | 0. 1372 | 0. 1372 | 0. 1368 | 0. 1364 |
| | y = | 0. 073 | 0. 073 | 0. 073 | 0. 073 |
| 白 | x = | 0. 3189 | 0. 3127 | 0. 3042 | 0. 2945 |
| | y = | 0. 3152 | 0. 3224 | 0. 3109 | 0. 29 |



2) 実験結果

昼間は、表示素子部が外光(太陽光)の影響を受けるために、外光を加えた色彩データになっている。水平角度の変化に対する外光の変化が少ないのに対して、LED表示素子の輝度が比較的大きく減少する為に、外光の影響により色度が白色方向へ若干近づいているが特に問題となるレベルではない。 夜間は外光の影響が無く、LED表示素子本来の色彩性能が測定されており、開発目標どうりである。

3.6 視認性実験

3. 6. 1 基礎実験

試作した供試体を用い、色彩と文字の視認性、映像の視認性等について基 礎検討を実施した。

(1)実験の枠組

- 1) 実験場所 土木研究所試験走路
 - ・表示装置を現状の表示機と同等の位置に取り付ける。
 - ・走行実験(60Km、100Km)を実施する。
 - ・徒歩実験を被験者全員で一斉に実施する。
 - ・視認角の実験が必要。 但し、角度が広くなると隣の走行車線になる。
- 2) 実験日時 平成9年2月17日~20日(予備日は21日)
- 3) 供 試 体 既設HL1~5形表示機の中で図形表示に適した表示装置 の表示面寸法を選択
- 4) 実験環境 昼間および夜間
 - ・昼間条件における評価確認試験
 - ・夜間条件における評価確認試験
- 5)被験者 視力0.7以上(運転免許有資格者を対象条件)
 - ・年齢層毎におおよそ平均化する。
 - ・原則として被験者は交代せずに一連の実験に参加する。
- 6) 設置高さ 表示装置の最下端が地上高 5 m以上と規制されているが、 本実験では付属物を考慮して5.5 mとする。

(2) 実験の方法

- 1) 走行実験
 - ①実験車には、被験者とペンレコーダ操作助手の計2名が乗車する。
 - ②供試体の情報内容を設定する。
 - ③供試体の手前500m(起点)で所定の速度を維持(定速走行)し、 助手は起点通過時にペンレコーダに入力する。

- ④情報内容が全て確認できた時点で、被験者は「はい」と答え、助手は 即座にペンレコーダに記入する。
- ⑤供試体設置位置を通過時に助手はペンレコーダに入力する。
- ⑥助手はペンレコーダ入力後、表示内容および見え方を被験者に聞き、 内容の正誤判定と見え方をペンレコーダに記入する。
- 2) 徒歩実験
 - ①走路上に主な観測点(60、80、100、120、150m) および視認角度(0°、5°、10°、15°、) を明記する。
 - ②供試体の情報内容を設定する。
 - ③被験者は、静止状態で表示内容の評価結果をアンケート内容に従い用 紙に記入する。
- (3) 開発目標に対する実現の確認
 - (3.1) 実用的表示を想定して製作した供試体の輝度性能確認
 - 1) 確認内容
 - ①供試体の各色(赤、緑、青および白)について、ホワイトバランス 時の最大輝度値を測定する。
 - ②供試体を路面上に設置した場合と供試体下端を地上高5.5mにした場合の輝度について観測する。

2) 表示項目 : 白色、赤色、緑色、青色、黒色(無表示)

3) 観測角度 : 水平で0°、5°、10°、15°

4)供試体高: 路面上、地上高5.5m

5)環境: 昼と夜

6) 測定項目 : 輝度、色度

7) 設定輝度 : 昼間輝度はホワイトバランス時の最大値

8) 実験組合せ : 表示項目×観測角度×環境×高さ

 $5 \oplus \times 4 \times 2 \times 2 = 80$ ケース

(4) 運用における基礎データの収集

(4.1) 文字色による視認性変化の確認

文字色(白、赤、緑、青、橙、黒)と背景色(白、緑、青、黒)の組合せで、文字の輝度と背景色の輝度をパラメータにした視認距離、色の組合せを評価する。

- ・背景色は、既設の道路情報表示装置が黒色、標識関係で使用されて いる青色と緑色および白色で行う。
- ・文字色は、LED素子の単独色、既設道路情報表示装置で使用している橙色および3素子の組合せの白色とする。
- 1) 確認内容
 - ①カラーで表示可能な文字の視認性の比較
 - ②背景色を変化させた場合の各文字色の視認距離、色の組合せの確認

2)表示項目:「時」

3) 文字色 : 白、赤、緑、青、橙、黒

4) 地 色 : 白、緑、青、黒

5) 環 境 : 昼と夜

6) 測定項目 : · 輝度

・視認距離

・色の組み合わせの5段階評価

7) 設定輝度 : 昼間輝度はホワイトバランス時の最大値

8) 実験組合せ : 表示項目×文字色×地色×環境×測定項目

 $1 \times 5 \times 4 \times 2 \times 3 = 120$ f

9)表示項目

①夜間白地



②夜間緑地



③夜間青地



④夜間黒地

| 時時時 | 時 | 時 | 時 | 時 | 時 | 時 |
|----------|---|---|---|---|---|---|
| 時 | 睛 | 時 | | 時 | 時 | |

⑤昼間白地

| 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 |
|---|----|----|---|----|----|---|----|----|
| 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 |
| 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 |

⑥昼間緑地

| 時 | 時 時 時 | 時 | 時時 | D † | 時 | 時時 | 時 |
|----|-------------|---|----|----------------|---|----|---|
| 時間 | 時 時 | 時 | 時時 | 時 | 時 | 時時 | 時 |
| 時 | 時 時 時 | 時 | 時時 | 時 | 時 | 時時 | 時 |

⑦昼間青地

| 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 |
|---|----|----|---|----|----|---|----|----|
| 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 |
| 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 | 時 | 時時 | 時時 |

⑧昼間黒地

| 時 | 睛 | 時 | 時 | 時 | 時 | 時 | 時 | 時 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 睛 | 時 | | 時 | 時 | | 時 | 時 | |

(4.2) 標識図形の認知度を確認

今まで表示できなかった標識関係が、フルカラー表示機能を有することで可能となる。この場合の視認距離と認知度を確認する。

一般的に利用されている案内標識の大きさに合わせて表示させ、 視認距離と現行の標識との違和感の確認をする。また、規制標識を 通常の2倍で表示させた場合の視認距離と表示内容を確認して認知 度の確認をする。

- ・案内標識で、文字および矢印などの大きさは標準と同等とした。
- ・道路交通データブック「社)交通工学研究会発行」P. 342 視認性では、標識の2倍で50~70m, 2. 5倍で70~90mの判読距離と記載されている。今回の実験では、2倍の規制標識を表示させて視認距離の測定をする。
- ・規制標識は、道路管理者として利用するであろう「通行止」と一 般的に多く利用されている「指定方向指示」を採用した。

1) 確認内容

- ①標識の視認距離
- ②標識の表示内容の認識を確認する。

2)表示項目

①案内標識



②規制標識「通行止」



③規制標識「指定方向外進行禁止」



3)環境

尽

①測定項目

②徒歩実験

視認距離、表示内容を評価、理解度を評価

4) 実験組合せ 表示項目×環境×測定項目

 $3 \times 1 \times 3 = 9 \text{ } 7 - 7 = 9 \text{ } 7 - 7 = 9 \text{ } 7 =$

(4.3) CGの認識度を確認

コンピュターグラフィック(CG)で表示された映像、静止画の組 合せおよび静止画の表示をして、表示内容の分かり易さ等を評価す る。

・映像と同様の動画、静止画の組合せおよび静止画を表示して、運 転者が受ける印象を調査する。

1) 確認内容

- ① C G表示による視認距離
- ② C G 表示による内容の確認をする。
- ③案内標識で、土浦方面に進入禁止の標識を表示させ、運転者に土浦 方面に向かったという想定の場合の確認をする。

2)表示項目

①「この先越波」の動画



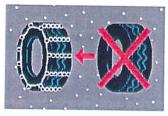
②「この先越波のため右折指示」の動画の組合せ







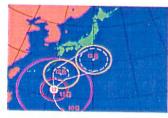
③「チェーン規制」の静止画の組合せ







④「台風」の静止画の組合せ





⑤「地震発生」の静止画の組合せ







⑥「案内標識の土浦方面に進入禁止の標識」の静止画



3) 測定項目

①走行実験

視認距離、表示内容、理解度、臨場感、印象度、屋外利用度

②徒歩実験

視認距離、表示内容、理解度、臨場感、印象度、自然さ、明るさ、 屋外利用度

4) 実験組合せ

①走行実験

表示項目×測定項目

 $2 \times 6 = 12 f - \lambda$

②徒歩実験

表示項目×測定項目

 $2 \times 8 = 16 f$

(4.4) 映像表示の認識度を確認

動画表示された映像、動画映像の組合せ表示をして、映像表示の 視認距離と認知度等を確認する。

道路上で起きた事象の映像を表示し、視認距離と表示内容の確認 および静止実験では表示内容のインパクト(印象度)等について行 い、走行実験では参考として臨場感等を5段階で評価する。

- ・動画映像を表示して、運転者が受ける印象を調査する。
- ・文字での判読所要時間は、20文字の場合で約2.5秒である。

1)確認内容

- ①映像表示による視認距離
- ②映像表示による内容の確認をする。
- ③映像表示で運転者が受けるイメージについて調査をする。

2)表示項目

- 2.1) 3秒の映像を繰り返し表示
 - 2.1.1) 昼間
 - ①「除雪」の動画



②「工事による車線規制」の動画



③「路面冠水」の動画



④「道路損壊」の動画



2.1.2) 夜間

①「渋滞」の動画



②「工事による車線規制」の動画



- 2.2) 0.9秒の映像又は静止画を2又は3パターンの繰り返し表示
 - 2.2.1) 昼間
 - ①「除雪」+「チェーン規制」+「チェーン装着」の動画組合せ







②「大波」+「越波」+「路面冠水」の動画組合せ







③「落石」+「車上落石」+「修復作業」の動画組合せ







④「車両火災」+「渋滞」の動画組合せ





⑤「車両事故」+「通行止」の動画組合せ





⑥「路面清掃」+「車線規制」の動画組合せ





⑦「土砂崩れ」+「復旧作業」の動画組合せ





⑧「お祭り」+「通行止(矢印付)」の動画組合せ





2.2.2) 夜間

①「トンネル走行」+「車両火災」の動画組合せ





②「台風1」+「台風2」+「通行止」の動画組合せ







3) 測定項目

①走行実験

視認距離、表示内容、理解度、臨場感、印象度、屋外利用度

②徒歩実験

視認距離、表示内容、理解度、臨場感、印象度、自然さ、明るさ、 屋外利用度

- 4) 実験組合せ
 - ①走行実験

表示項目×測定項目

 $8 \times 6 = 48 \text{ } 5 \text{ } 6 \text{$

②徒歩実験

表示項目×測定項目

 $8 \times 8 = 64$

(4.5) 特性値の評価

1) 視認距離評価方法

被験者が表示内容を認識し、その内容が正解の場合に、測定した 距離を有効とする。表示内容の正解は、関係する内容が一致してい る場合正解とする。

2) 理解度評価方法

表示内容が「理解しやすかったか」を5段階で評価する。

- 5. よく理解できたか。
- 4. まあまあ理解できたか。
- 3. どちらともいえない。
- 2. 理解できない。
- 1. 全く理解できない。

3) 臨場感評価方法

表示をみて受けた臨場感を、「現場状況がわかりやすいですか」と聞き5段階評価をする。

- 5. よくわかる。
- 4. まあまあわかる。
- 3. どちらともいえない。
- 2. わかりにくい。
- 1. 全くわからない。

4) 表示の自然さの評価方法

表示された情報が、「自然な色で表現されていますか」を5段階 評価をする。

- 5. 自然な色が出ている。
- 4. まあまあ自然な色が出ている。
- 3. どちらともいえない。
- 2. 自然な色とはとらえにくい。
- 1. 自然な色が出ていない。

5) 表示の明るさの評価方法

表示された情報の明るさを5段階評価をする。

- 5. 明るすぎる。
- 4. やや明るすぎる。
- 3. ちょうどよい。
- 2. やや暗い。
- 1. 暗い。

6) 屋外で充分利用可能かの評価方法

実験で使用した供試体が、道路情報表示装置として充分に利用可能かを5段階評価する。

- 5. 利用できる。
- 4. まあまあ利用できる。
- 3. どちらともいえない。
- 2. 利用できるとは思えない。
- 1. 全く利用できない。

(5) 実験結果の考察

(5.1) 現行情報板と同条件によるカラー文字に関する考察

1) 昼間

- ①輝度と視認距離の関連
 - ・輝度と視認距離の関連においては、強い相関があり右上がりの 傾向であることが確認できた。
 - ・青の視認距離が短い点については、背景との輝度差の問題以外 に色彩的要因があるものと思われる。

②年齢と視認距離の関連

- ・全体として年齢による視認距離の違いはみられない。
- ・緑については特に年齢による視認距離の変動が少ないことから、 安定した文字色といえるとともに、高齢者にとっても最も視認 性の良い色となっている。

③視認性の良いカラー文字

・背景色黒地における視認性の良いカラー文字は次のとおりである。

| 順位 | 1 位 | 2 位 | 3 位 | 4 位 | 5 位 |
|-----|--------|--------|--------|--------|-------|
| 昼間 | 白 | 緑 | 橙 | 赤 | 青 |
| 文字色 | (133m) | (124m) | (124m) | (114m) | (64m) |

注: ()内は平均視認距離を示す。

・現行の橙文字と同等以上の視認性が得られるカラー文字は、 「白、緑」である。

2) 夜間

①輝度と視認距離の関連

- ・青を除き全体としては輝度と視認距離の関連において相関は見 られない。
- ・青の視認距離が短い点については、背景との輝度差の問題以外 に色彩的要因があるものと思われる。
- ・赤については橙の1/2以下の輝度にもかかわらず、視認距離が同等以上得られており、夜間においては効率の良い文字色と言える。
- ・白については橙の1.4倍以上高い輝度にもかかわらず、視認 距離が同等以上得られており、ハレーションのしにくい文字色 であることを伺わせている。

②年齢と視認距離の関連

- ・全体として年齢による視認距離の違いは見られない。
- ・緑については昼間同様に年齢による視認距離の変動が少ないこ とから、安定した文字色とも言える。

③視認性の良いカラー文字

・背景色黒地における視認性の良いカラー文字は次のとおりであ る。

| 順位 | 1 位 | 2 位 | 3 位 | 4 位 | 5 位 |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 夜間 | 赤 | 橙 | 白 | 緑 | 青 |
| 文字色 | (88m) | (84m) | (83m) | (80m) | (57m) |

注: ()内は平均視認距離を示す。

- ・現行の橙文字と同等以上の視認性が得られるカラー文字は、 「赤、白」である。
- (5.2) 供試体による視認性の良いカラー色の組み合わせ

1) 昼間

①輝度と視認距離の関連

- ・輝度と視認距離の関連においては一部を除き強い相関があることが確認できた。
- ・背景輝度が文字の輝度より低い場合は右上がりの相関となり、 逆に背景輝度が高い場合は右下がりの相関となる。ただしそれ らの変化率は小さく緩やかな勾配であることから、実質的には 輝度の変化による視認距離への影響は少ない。
- ・文字色によっては輝度が3倍以上の違いがあるにもかかわらず 視認距離に大きな隔たりは見られない。このことはカラー色の 持つ優位性であり、必ずしも同じ輝度を必要としないことを表 している。

②年齢と視認距離の関連

- ・一部を除き全体として年齢による視認距離の違いは見られない。
- ・高齢者であることの有意差も特に見られない。ただし背景輝度 が低い場合においては、橙と赤の視認性が低下する傾向が若干 見られる。

③視認性の良いカラー色の組み合わせ

・背景色の違いによる視認性の良いカラー色の組み合わせは次の とおりである。

| | 順位 | 1位 | 2 位 | 3 位 | 4位 | 5 位 |
|----|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | 白地 | 青 (132m) | 赤 (117m) | 黒 (113m) | 橙 (99m) | 緑 (96m) |
| 昼間 | 緑地 ———— | 白 (130m) | 橙 (118m) | 赤 (107m) | 青 (79m) | 黒 (72m) |
| | 青地 | 白 (133m) | 緑 (126m) | 橙 (123m) | 赤 (112m) | 黒 (41m) |

注: ()内は平均視認距離を示す。

・自発光素子形による視認性の良いカラー色の組み合わせの傾向 は、従来より道路標識で用いられていた組み合わせと同一であ ることが確認できた。

2) 夜間

①輝度と視認距離の関連

- ・輝度と視認距離の関連においては、昼間ほどの強い相関は見られない。
- ・背景輝度と文字の輝度との関連については昼間とほぼ同様の傾向である。

②年齢と視認距離の関連

- ・一部を除き全体として年齢による視認距離の違いは見られない。
- ・高齢者であることの有意差も特に見られない。ただし背景輝度 が低い場合においては、昼間と同様に橙と赤の視認性が低下す る傾向が若干見られる。

③視認性の良いカラー色の組み合わせ

・背景色の違いによる視認性の良いカラー色の組み合わせは次の とおりである。

| | 順位 | 1 位 | 2 位 | 3 位 | 4 位 | 5 位 |
|----|----|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
| | 白地 | 青 (114m) | 赤 (101m) | 黒 (95m) | 橙 (91m) | 緑 (89m) |
| 夜間 | 緑地 | 橙 (106m) | 白 (104m) | 赤 (101m) | 黒 (75m) | 青 (70m) |
| | 青地 | 橙 (103m) | 赤 (102m) | 白 (100m) | 緑 (90m) | 黒 (52m) |

注:()内は平均視認距離を示す。

- ・白地における視認性の良いカラー色の組み合わせは昼間と同様 にして青であるが、緑地と青地については白ではなく「橙」が 最も優位となった。
- ・自発光素子形において夜間優位なカラー色の組み合わせは、必 ずしも道路標識と同一ではないことが確認できた。
- (5.3) 映像、CG、標識の走行・徒歩実験における視認距離の分析 分散分析結果等から、視認距離を左右する要因として、次が挙げ られる。

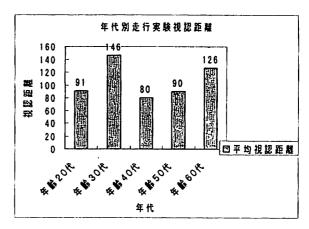
1)被験者による分析

昼間での走行実験および徒歩実験における被験者と実験番号別の視認距離との比較を分析し、その分散分析結果から、走行実験、徒歩実験ともに被験者間の視認距離に有意差が示された。

その要素としては、次のとおりであった。

①年代(年齢)

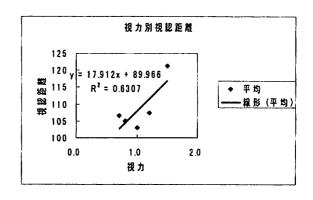
映像、CG、標識の視認距離は、20代~60代の広い範囲にわたり、平均的な視認距離を得てた。年代別にグラフ化すると30代、60代がやや突出して



いるが、その理由は見あたらず、被験者(年齢)個人の経験、能力によるものと思われる。

②視力

被験者の走行実験および徒歩実験における視力別視認距離の分散分析結果では有意性はないが、視力別視認距離がラフの散布図近似



線から相関係数をもとめると、 r = 0.79と正の強い相関がみうけられ、視力による影響があることを示している。

③眼鏡

眼鏡等による影響は見受けられなかった。

④運転経験年数

運転経験年数による影響は見受けられなかった。

2) 視認環境の違いよる分析

①昼夜の視環境の違い

走行実験および徒歩実験における昼間と夜間の視認距離平均値の分散分析をした結果から、走行・徒歩実験ともに視認距離において昼間と夜間に有意差が示され、その値は次に示すように標識基準ときわめて類似している。

走行実験において、昼間(114m) >夜間(77m) (約68%)

②走行/徒歩の違い

昼夜間での走行実験と徒歩実験の視認距離による比較分析から、 昼間は、やや走行(約83%) <徒歩の有意差が見受けられたが、夜間においては有意差は見受けられなかった。

3) 表示内容による分析

表示内容の表示種別(映像単独、映像複数、CG)による視認 距離を分析すると、表示内容による有意差が見受けられた。そこ で、視認距離に影響する要因を分析した。

①走行実験における視認距離の要因分析

走行実験における視認距離に影響する要因は、「表示の大きな動き」「複数別画面」であることがわかった。これらの要因による視認距離への影響を見ると、視認距離は複数別画面<単独・複数同一画面となる傾向が見えた。

②徒歩実験における視認距離の要因分析

徒歩実験における視認距離に影響する要因は、「標識、CG、映像」の区別無く、「文字表示(画面内一部表示含む)」「表示の大きな動き」「複数別画面」「単独・複数同一画面」「絵柄の細かさ」であることがわかった。

4) 映像と文字の視認距離比較

昼間での映像単独表示と現行表示板の表示面が黒色で橙色文字との視認距離比較をすると、単独映像表示が、現行情報板の橙色表示文字よりも視認距離が長い結果であった。これは、映像表示が「イメージの提供」すなわち表意文字的提供であるのに対して、「時」の文字の視認距離測定は、視力測定同様に表音文字の視認距離を測定したものであると推察される。

5) 高齢者(65歳以上)の視認性について

高齢者の走行実験における視認距離については、他の被験者と若干異なる特性を示している。そこで、高齢者において特に相関係数が低い傾向の多い走行実験について、検討を加えてみた。視認距離要因分析を、走行実験における相関分析を高齢者について

実施すると、特定の項目間で強い相関関係が見られ、分散分析の結果高齢者における走行実験の視認距離に影響する要因は、一般の場合と同様に、「表示の大きな動き」「複数別画面」であることがわかった。このことから、高齢者に対する今後の情報提供について、文字のみならず、映像等イメージによる提供に対する隘路は無いものと推察される。

以上から、フルカラー情報板を用いて、映像、CG、標識表示による情報提供の可能性が見いだせた。

(5.3) 見え方アンケート調査の結果と考察

1) 見え方アンケート調査結果

映像、CG、標識の走行・徒歩における見え方実験の、実験毎の各評価項目5段階のアンケート調査結果の平均値は、以下の通りであつた。

| • | 理解度 | 全実験平均 | 4. | 1 | 3 | 標準偏差 | 0. | 7 | 0 |
|---|-----|-------|----|---|---|------|----|---|---|
| | | | | | | | | | |

・臨場感 全実験平均 4.05 標準偏差 0.84

・印象度 全実験平均 3.82 標準偏差 0.81

・自然度 全実験平均 3.95 標準偏差 0.80

・屋外利用 全実験平均 4.12 標準偏差 0.81

・明るさ 全実験平均 2.9 標準偏差 0.66

(評価ポイント3:ちょうど良い明るさ)

各項目にわたってほぼ平均4の評価を得ており、特に明るさは 2.9と高い評価を得ている。平均値 $-\sigma$ を85パーセントタイルとした時、平均値より σ を差し引いても3以上で、全ての人が普通以上との評価をしている。また明るさについても同様に見ると、平均値より σ を差し引いても2.24と「ちょうど良い」と、「やや暗い」の中間近くで、全ての人が普通以上との評価をしている。

この結果より、フルカラー情報板は、道路情報提供装置として 十分な見え方を有することが確認できると共に、屋外利用に対す る被験者の期待の現れがくみ取られる。

2) 調査結果の考察

- ①走行実験(実験4~14)では、映像・CGのコンテンツによらず、視認距離が徒歩実験と比べるとバラツキが小さく、理解度も十分であり、良い見え方の結果を得た。この事は、走行により映像、CGのコンテンツを十分理解し判断できる事を示している。
 - ・走行の場合、視認するのに時間的な制限が有り、理解度が所定 のレベル以上に達すると、視認したと判断しその理解レベルを 評価しようする傾向が有るため、視認距離のバラツキが小さい と考えられる。

理解度は、実験により変動が有るが、走行時の平均値で4.1 と良い見え方の結果を得ており、短時間でも十分に理解できる 事が確認された。

- ・昼間の徒歩実験(実験15~25)では、視認距離と理解度の 変動は似た傾向に有り、徒歩実験に比べると視認距離のバラツ キが大きい。徒歩の場合、時間的な制限がないところから、細 部まで理解して視認したと判断し、その上でコンテンツの理解 しやすさを評価しようとするため、理解度が視認距離に応じて 変動し、被験者による個人差の要因も大きくなってきたと考え られる。
- ②学習効果のあるコンテンツは、視認距離が長い。
 - ・実験14と21は似たCGであるが、視認距離に差が有る。

(195m, 274m)

実験14(CG単独、越波)、21(CG複数、越波)は細部では違っているが、背景画面は同様であり、実験条件は変わらない事から(昼間、徒歩)、学習効果により実験14の翌日に行われた実験21の視認距離が格段に良くなったものと考えられる。

- ③イメージ認識により視認距離が格段に良くなっている。
 - ・フルカラー表示により、従来色と異なる、背景色と文字色の良い組み合わせでは視認距離が伸びている。(白地に青文字等の組み合わせで、平均値で約140m(徒歩実験))イメージ認識をする映像、CGの画像では視認距離が更に長く、平均値で288m(徒歩実験)の結果が得られているものも有り、イメージ認識によるフルカラー表示板の有効性が確認されたと考えられる。
- ④自然度は、視認距離、理解度に関係せず、凹凸の少ない結果が得られている。自然度と視認距離の数値も平均値で、約4と十分な結果であり、フルカラー表示板が映像、CGのコンテンツによらず、自然な色合いである事が確認されたと考えられる。

3. 6. 2 映像、CG図形などに関する追加実験

フルカラー情報板の基本的な視認性については、現行情報板との関係から 文字および色彩の組み合わせと視認性の関係などについて基礎検討を行った が、フルカラー情報板の特徴は、カラー表示ができるという特徴とともに、 図形表示、映像表示、動画表示、点滅表示などの多種多様な表示が可能とな るという特色がある。これらの表示については、これまで詳細に視認性、理 解度調査などが行われていないので、図形や映像情報の理解度について、追 加実験を行った。

その結果、映像、図形、動画表示などについては、情報量の多少によってかなり理解度が変化し、また映像や図形の情報量の定量化が課題になると考えられる。

フルカラー情報板は、多様で豊富な情報が提供できる装置であるが、道路上で設置する場合、情報量を多くすることに注意を払うよりも、目に付きやすくかつ簡潔な情報内容について配慮することが必要と考えられる。

以下、実験に用いた表示内容、実験方法、実験結果の考察の詳細を示す。

(1)実験に用いた表示

- 1)標識(6種類)
 - ①指定方向外進入禁止(311-A)

情報: a

情報: b





②道路工事中(213)

情報: c

情報: d





③一時停止 (330)

情報:e

情報: f





2) 文字映像の組み合わせ

①文字 (この先除雪中)

情報: g



②映像+文字(この先除雪中)

情報: h



③映像 (この先除雪中)

情報: i



3) 微細度検討映像(6種類)

①構成情報図(大/小)(崖崩れ)

情報: j

情報: k





②表示面の輝度(明/暗)(この先渋滞)

情報:1

情報:m





③動きの有無(動画/静止画)(路面冠水)

情報: n

情報: 0





- 4) CG情報(3種類)
 - ①単独表示(越波右折せよ)

情報: p



②交互表示(越波右折せよ)

情報: q

情報: r





③動画(越波右折せよ)

情報: s







- 5) 映像(動画)組合せ(2種類)
 - ①映像+映像(落石修復作業中)

情報: t

情報:u



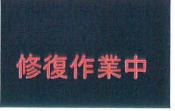


②映像+文字(落石修復作業中)

情報: v

情報: w





(2) 実験方法

建設省土木研究所試験走路、標識屋外実験施設において、次図のような実験区間を設定し、以下に示す方法で実験を行った。

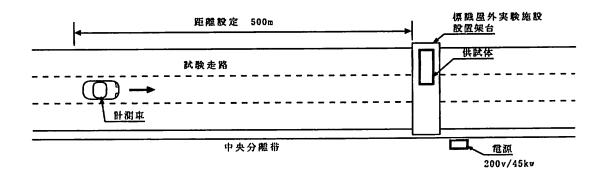


図-6 実験場設定図

建設省土木研究所交通安全研究室所有の試験車(表-4参照)に被験者及び機器操作員を乗車させ、被験者に運転してもらい、定速走行(速度:60km/h)を開始する所定の位置に来た時点で機器操作員はペンレコーダーにマークを入力した。試験車が所定の速度で走行し、被験者が供試体に表示されている内容を理解した時点で「はい」と答えてもらい、同時に機器操作員はペンレコーダーにマークを入力した。また、一走行終了毎に、表示内容及び見え方を被験者から聞き取り、内容の正誤判定と見え方を記録した。

表-4 試験車の概要

| | | 1 号車 | 2号車 | | |
|------------|-----------|----------------|-----|--|--|
| 所有 | 育者 | 建設省土木研究交通安全研究室 | | | |
| 名 | 称 | I型 Ⅱ型 | | | |
| 型 式 E-Y31改 | | | 31改 | | |
| 原重 | り機 | V | G20 | | |

(3) アンケート結果

走行実験の一走行終了毎に、表示装置の表示内容が道路上の情報として理解しやすいか(理解度)、目立つか(誘目度)、有効であるか(有効度)についてアンケート調査を行い、その回答結果を以下に示す評点に置き換え、集計を行った。その結果を以下に示す評点に置き換え、集計を行った。

①理解度

| O 13 | | | | | | | 評点 |
|-------------|------------|-----|-----|---|---|---|----|
| | 1. 非常に理解しや | すい | • | • | • | • | 5 |
| | 2. 理解しやすい | | | • | • | • | 4 |
| | 3. どちらともいえ | ない | • | • | • | • | 3 |
| | 4. 理解しにくい | | | • | • | • | 2 |
| | 5. 理解できない | • • | | • | • | • | 1 |
| ②詞 | 舒目度 | | | | | | |
| | | | | | | | 評点 |
| | 1. 非常に目立つ | • • | • • | • | • | • | 5 |
| | 2. 目立つ ・・・ | | | • | • | • | 4 |
| | 3. どちらともいえ | ない | • | • | • | • | 3 |
| | 4. 目立ちにくい | | | • | • | • | 2 |
| | 5. 全く目立たない | • | | • | • | • | 1 |
| ③有 | | | | | | | |
| | | | | | | | 評点 |
| | l. 有効である ・ | • • | | • | • | • | 5 |
| | 2. まあまあ有効で | ある | • | • | • | • | 4 |
| | 3. どちらともいえ | ない | • | • | • | • | 3 |
| | 4. あまり有効でな | ¢3 | | • | • | • | 2 |
| | 5. 有効でない ・ | | | | | | 1 |

(4) 実験結果

1) 実験結果

- ①視認距離に関する検討
 - ・標識は全体的に視認性が良く、特に表示内容がシンプルなものや、 背景と文字のコントラストが大きいものが視認性が良い。

- ・文字映像組合せのものは、全体的に視認性は良くないが、文字のみのものは視認性が良い。一方映像のみや文字映像の組合せのものは視認性が悪く、特に情報量の多い文字と映像の組合せのものは悪い。
- ・映像のみのものは、全体的に視認性が悪い。しかし動画、表示面の 輝度が高いもの、構成情報図が小さいものは、比較的視認性が良い。
- ・CG情報は、比較的視認性は良いが、動画は正答率が50%と低く、 理解しづらい傾向にある。
- ・映像(動画)組合せのものは、映像+文字、映像+映像のどちらも 視認距離は約110m程度であるが、映像+文字の方が正答率100%と 理解されやすい傾向にある。

②アンケート調査結果(評点)について

- ・標識は、通常見慣れているものが見え方が良い傾向にある。
- ・文字映像組合せのものは、文字のみの情報が見え方が良く、情報量 が増すにつれて見え方の評点は低下する。
- ・微細度検討映像のものは、全体的に見え方の評点は低いが、動画、 表示面の輝度が明るいもの、構成情報図が小さいものが比較的見え 方の評点が高い傾向にある。
- ・C G情報のものは、単独表示のものが見え方の評点は高く、次に動画で、評点が一番低いものが交互表示となっており、交互表示のものは3項目の中で特に理解度が低い値を示している。
- ・映像(動画)組合せのものは、映像と文字の組合せが見え方の評点 は良い。一方、映像と映像の組合せは、特に理解度が低い値を示し ている。

③高齢者と非高齢者の比較

・標識については、全体的に高齢者と比較して非高齢者の方が視認距離が長い値を示している。一方、見え方の評点は、運転年数が長いため知識が豊かであること等により、高齢者の方が良い値を示している。

- ・文字映像の組合せのものは、視認距離は非高齢者の方が高齢者より も長い値を示している。一方、見え方の評点は高齢者の方が良い値 を示している。
- ・微細度検討映像では、視認距離は全体的に非高齢者の方が高齢者よりも長い値を示している。特に、静止画のものは高齢者と非高齢者の差が大きい。一方、見え方の評点は高齢者の方が良い値を示している。
- ・C G 情報については、単独表示は非高齢者、動画は高齢者の方が視認距離が長い値を示しているが、いずれも正答率は高齢者、非高齢者とも低い値となっている。一方、見え方の評点は、高齢者、非高齢者とも値にほとんど差はない。
- ・映像(動画)組合せについては、映像と文字の組合せは非高齢者の 方が視認距離が長い値を示している。一方見え方の評点は、映像と 映像の組合せの方は、高齢者の方が良い傾向を示している。

2) 今後の課題

今回のフルカラー情報板は、鮮明な画像であり、今まで提供できなかった情報も提供できるものと思われる。そこで、実用化に向けての検討項目を以下に示す。

- ①映像及びCGを使用しているものについては、情報内容及び情報量を 検討する必要がある。
- ②色の組合せについて検討する必要がある。
- ③使用する場所、目的を検討する必要がある。
- ④夜間の視認性についても把握する必要がある。
- ⑤視認性がよいものについて再度走行実験を行い、的確に性能を把握する必要がある。
- ⑥コストの問題、又それに見合う性能があるかについての検討が必要と 考える。

3. 7 フルカラー情報板の利用状況に関するニーズ調査

国道48号愛子バイパス下愛子にLED式フルカラー情報板を試験的に設置し、 実際にリアルタイムで情報提供を行い、ここを利用するドライバーに利用状況に 関するアンケート調査を行った。

3.7.1 調査の概要

(1) アンケート項目

フルカラー情報板の認知度と利用状況、情報板に対するニーズの把握の2項目に回答者属性を把握。

- 1) 属性を把握。
- 2)回答者属性:通行頻度、車種、走行目的
- 3)情報板の認知度:認知度(知ってる/知らない、見たことある/ない、見る 頻度)
- 4) 情報板に対する評価とニーズ:評価(役に立った/役立たない、具体的な内容)

ニーズ (情報板による提供方法、設置個所、 提供情報の内容)

(2) アンケートの実施

- 1) 調査方法:情報板設置パーキングに配付員を配置し、立ち寄ったドライバーにアンケート用紙を配付する。回収方法はその場で回収または郵送にて回収する。
- 2) 実施日時: 平成10年3月30~平成10年3月31日の2日間 回収数=193サンプル
- 3) フルカラー情報板設置位置及び提供内容
 - ① 設置位置:国道48号愛子バイパス(下愛子)の下り線パーキング施設内 に 設置。

併用期間(平成10年3月~4月まで)

②提供機器:LEDフルカラー情報板(画面サイズ:2.88m×1.92m)

提供情報の個所:国道48号の4~8個所

(宮城県3個所,山形県1個所または5個所)

③提供情報内容:地図と文字により位置図及び路面温度等を提供路面状況 (宮城県のみ)

映像=ITV画像

④提供サイクル:80秒で1サイクル

4個所×地図(10秒)×映像(10秒)

⑤アンケート回収数

回収されたアンケート票は193サンプルであった。また、回答者の属性 は以下の通りである。

| 問 1 | 月数回 | 週1~2 | ほぼ毎日 | 無回答 | 計 |
|----------|-----|------|------|-----|------|
| 関山峠の通過頻度 | 100 | 56 | 30 | 7 | 193 |
| | 52% | 29% | 16% | 4% | 100% |

| 問 2 | 乗用車 | 小型貨物 | 普通货物 | 大型貨物 | 無回答 | 計 |
|------|-----|------|------|------|-----|------|
| 利用車種 | 101 | 20 | 29 | 38 | 5 | 193 |
| | 52% | 10% | 15% | 20% | 3% | 100% |

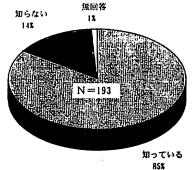
| 問 3 | 通勤通学 | 業務 | 家事買物 | 観光行楽 | その他 | 無回答 | 計 |
|------|------|-----|------|------|-----|-----|------|
| 走行目的 | 23 | 139 | 10 | 17 | 3 | 1 | 193 |
| | 12% | 72% | 5% | 9% | 2% | 1% | 100% |

3. 7. 2 調査結果

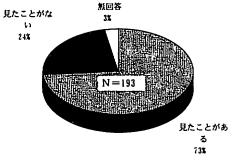
(1)フルカラー情報板の認知度

1) フルカラー情報板の認知度

「フルカラー情報板が下愛子に設置されていることを知っている」と回答した人は全体で85%を占め、「駐車場に入って実際に見たことがある」と回答した人も73%おり、認知度は比較的高いといえる。



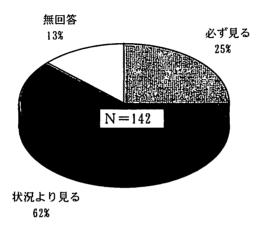
間4 フルカラー情報板の設置を知っているか



間5 枌報板を駐車場に入って見たことがあるか

2) フルカラー情報板の利用頻度

実際にフルカラー情報板を見た人を対象に利用状況について聞いたところ、「必ず見る」と回答した人が全体で3割弱だったのに対し、「状況により見る」という人が6割と多かった。また、「見ない」と回答した人も約1割程度を占めている。

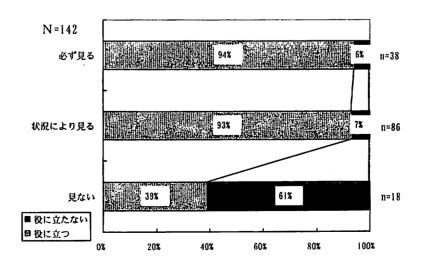


間6 フルカラー情報板の利用状況(「見た」人のみ回答)

(2) フルカラー情報板に対する評価とニーズ

1) フルカラー情報板の利用頻度における評価

フルカラー情報板の利用頻度別での有効性の評価は、利用する(「必ず見る」「状況により見る」; n=124) と回答した人のうち、「役に立った」と回答した人が90%を越え、利用しない(「見ない」; n=18) と回答した人でも約4割が「役に立った」と回答している。



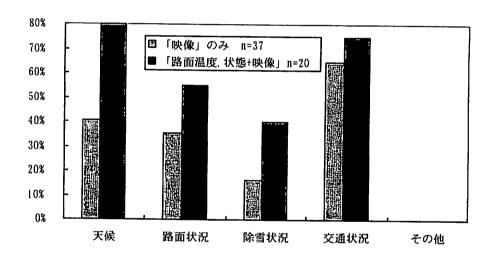
2) 映像から得た情報に対する評価

「役に立った」と回答した人 (n=124) のうち、「1.場所毎の路面温度, 路面 状況」「2.場所毎の映像」「3.その他」のどれが役に立ったのかを見ると、以 下の表のような回答パターンとなる。

表-5 役に立った情報内容の回答パターン

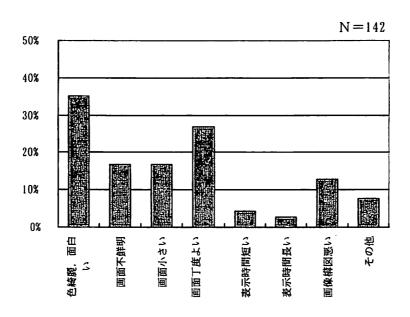
| 問8.役立った情報内容 | 場所毎の路面温 度,路面状態 | 場所毎の映像 | 路面温度状態+映像 | 無回答 |
|-------------|-------------------|--------|-----------|-----|
| (N=124) | 63 | 37 | 20 | 4 |
| | 51% | 30% | 16% | 3% |

次に回答パターン別で「映像から得た情報」を見てみるが、「場所毎の路面温度,路面状態」は回答権がないのでここでは除外する。「映像」のみの回答者、「路面温度,路面状況+映像」の回答者も傾向としては同じである。



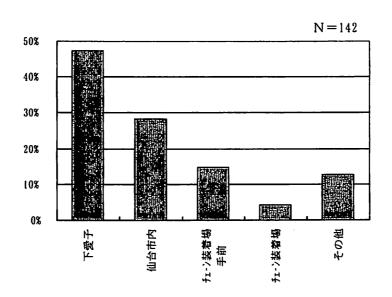
3) 具体的な内容に対する評価

「色が綺麗、面白い」(35%)「画面の大きさは丁度よい」(27%)といった 肯定的な意見が5割を占める一方、「画面が不鮮明」(17%)、「画面が小さす ぎる」(17%)、「画像の構図が悪い」(13%)等の問題点を指摘する回答も5 割近くある。



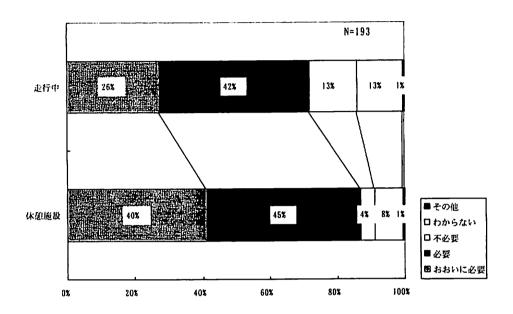
4) フルカラー情報板の設置場所の評価

「ここ(下愛子)で良い」が47%で最も多く、次いで「仙台市内」「チェーン装着場手前」「チェーン装着場」の順になっており、現状の位置がもっとも良いという結果になった。



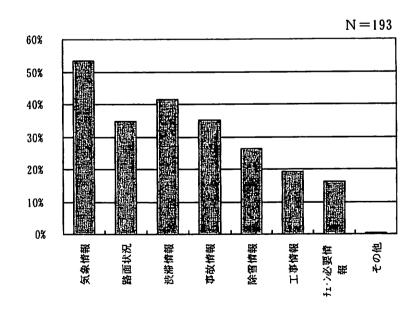
5) 走行中、休憩施設におけるフルカラー情報板のニーズ

走行中よりも休憩施設でのフルカラー情報板に対するニーズは高くなっており、 休憩施設で「おおいに必要」「必要」と回答した人が、走行中では「必要」「不 必要」へシフトしているためであると考えられる。



6) 国道48号における必要情報のニーズ

「気象情報」が53%と最も多く、次いで「渋滞情報」(42%)、「路面状況」「事故情報」(35%)の順でニーズが高い。



3.8 新たな情報装置の提案

(1)映像、CG及び標識図柄のフルカラー情報板による情報提供

フルカラー情報板の大きな特徴として、従来の情報板で提供できなかった映像情報、CG及び標識表示等の提供が挙げられる。また、これらの表示による効果としては、次が示される。

- ・映像動画表示ーーー臨場感に優れ、表示事象の程度が分かり易い。
- ・標識表示----通行止め等規制標識表示により、道路状況に合致した 適切な情報提供ができる。

一方、フルカラー情報板の視認性を含め、カラフル文字、映像、CG及び標識図柄の視認性について走行実験を行った結果、「フルカラー情報板は、道路上で設置する場合は目に付きやすく且つ簡素な情報に配慮する必要がある。」「標識の表示は視認性が良い。」「カラフル文字は視認性が良い。」の結果が得られると共に、道路上の情報提供について「映像、CGの情報内容及び情報量」が検討課題として示された。

- (2) 「フルカラー情報板の利用状況に関するアンケート調査」結果への提案標記のアンケート調査結果において、「今後の設置必要性調査」から「休憩施設」での提供が強く求められている。また、フルカラー情報板の特徴として、映像情報、CG及び標識表示の提供が可能なことから、次が提案される。
 - ・道路上で、従来の情報板では提供不可能であった緊急災害時における通行止めをはじめとする標識図柄での提供、現場の分かり易い映像情報の提供及び「色」の持つ特徴を(例えば赤色は危険を示す等)を生かした情報提供を行うことで、目に付きやすい情報提供が可能となる。
 - ・「道の駅」「交通隘路手前のパーキンクエリア」等での映像動画による 道路・交通情報の他、周辺の観光案内等の情報提供が考えられる。この 方法によれば、利用者は、車両に居ながらにして必要な情報を得ること ができ、大いに期待される。

(3) フルカラー表示ユニットの仕様

1) 道路情報型LED式フルカラー表示ユニット

平成7年度に開発目標とした基本仕様を基に製作した表示ユニットで、 道路情報表示装置のHL2形相当のフルカラー情報板供試体を製作した。 この供試体で、土研の試験走路での見え方実験及び仙台工事でのフィール ド実験を実施し、開発目標値と同等以上の結果が得られた。その概略仕様 を次ぎに示す。

表-6 道路情報型LED式フルカラー表示ユニット概略仕様

| | | T |
|--------------|--------|--|
| 項 | 目 | 規格 |
| 使 用 素 | 子 | 1ランプ式、φ7.5高輝度発光ダイオード |
| L E D 構 | 成 | 赤色LED×1、緑色LED×1、青色LED×1 3チップアセンブリ方式 |
| 外形寸 | 法 | 公称160m角型 (縦16ドット×横16ドット/1表示ユニットあたり) |
| ドット間 | 隔 | 縦横とも約10mmピッチ |
| 表 示 | 色 | 1677万色、各色256階調 |
| 表示速 | 度 | 最大30画面/秒 |
| LED消費電 | 力 | 30W以下/1表示ユニットあたり (定格電圧で白色表示1表示ユニットあたりの場合) |
| LED点灯方 | 方 方 | ダイナミック点灯方式 |
| 設 置 仕 | 様 | 屋外仕様 |
| 中 心 輝 | 度 | 4500cd/㎡標準(3500cd/㎡以上) (定格電圧で白色表示の場合) |
| 放射 | 角 | 水平±10° 垂直±10° |
| ピーク | 赤 | 6 2 5 nm |
| 発光波長 - | 緑 | 5 2 5 nm |
| 76 76 10X IX | 青 | 4 5 0 nm |

2) 広角型LED式フルカラー表示ユニット

映像情報の提供は、「臨場感」が高いことから、道の駅等では緊急災害情報のみならず、各地のイベント情報の提供にも最適といえる。

道の駅等広い場所で大勢の利用者に情報提供するためには、広角度から 視認できるフルカラー表示装置が必要となる。今回実験に供されたフルカ ラー表示装置は、道路上での情報提供に最適な発光角度を有しているが、 広角度への対応には不向きといえ、「広角型フルカラー表示装置」が提案 される。

そこで、「広角型フルカラー表示装置」の開発を進め、この度その完成をみた。以下に「広角型フルカラー表示装置」の要となる「広角度型LED式フルカラー表示ユニット」の概略性能を示す。

表-7 広角型LED式フルカラー表示ユニット概略仕様

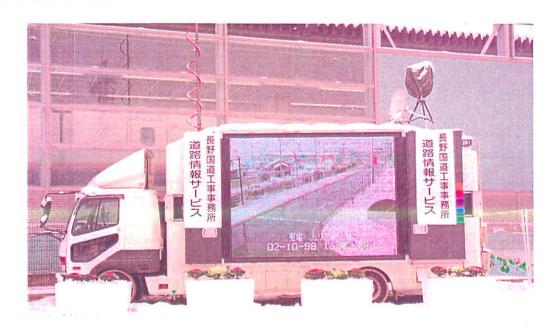
| 項目 | 規格 | |
|---------|---|----------|
| 使 用 素 子 | 1ランプ式、φ7.5高輝度発光ダイオー | ĸ |
| LED構成 | 赤色LED×1、緑色LED×1、青色Ll 3チップアセンブリ方式 | ED×1 |
| 外形寸法 | 公称160m角型 (縦16ドット×横16ドット/1表示ユニッ | トあたり) |
| ドット間隔 | 縦横とも約10㎜ピッチ | |
| 表 示 色 | 1677万色、各色256階調 | |
| 表示速度 | 最大30画面/秒 | |
| LED消費電力 | 35W以下/1表示ユニットあたり (定格電圧で白色表示1表示ユニットあた | りの場合) |
| LED点灯方式 | ダイナミック点灯方式 | |
| 設 置 仕 梲 | 屋外仕様 | |
| 中心輝度 | 4000cd/m標準(3000cd/m以 (定格電圧で白色表示の場合) | (上) |
| 放射 角 | 水平±70° 垂直±30° | |
| ピーク | 6 2 5 nm | |
| A. | 5 2 5 nm | <u> </u> |
| 発光波長 | 4 5 0 nm | |

今後は、フィールドにおいて広角度型フルカラー表示装置の有効性を実証する事が課題となる。

(4) 車載式情報提供装置

フルカラー表示装置の大きな特徴として、「映像動画表示」「標識表示」が挙げられる。これらの効果を有効に活用する一つとして「車載式情報提供装置」が提案される。

車載式情報提供装置の用途としては、例えば緊急災害発生時において、キーポイント地点に移動式情報提供装置を配置し、罹災状況・行動指示情報等を提供することが提案される。これにより、通過交通の二次災害防止の他に、トライル、への行動支援が図れ、情報不足によるトライル、の不安解消につながるものと考えられる。



これら「車載式情報提供装置」を実現する上での技術要素として、映像情報等の伝送路が挙げられるが、「携帯電話」「衛星通信」「光ファイバ情報HUB」等が既に実用に供されており、実現性が高いものといえる。

