

低位置照明による静止状態時の 高速道路トンネル内 落下物視認性の評価

愛媛大学工学部工学科電気電子工学コース
電気エネルギー変換工学研究室

B4 吉田悠大

1. 研究背景・目的
2. 研究報告
3. まとめ

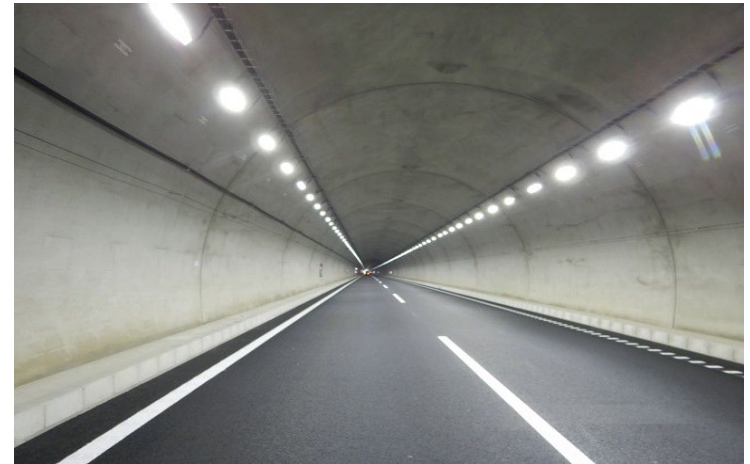
1. 研究背景・目的

2. 研究報告

3. まとめ

現在の高速道路トンネル照明

トンネルの上部に設置された
高所照明



現在トンネルに用いられている高所照明

トンネル高所照明の**現状**

トンネル照明（高所照明）は全国に28万灯

▶ 道路照明には**定期的な補修や設置**が必要

照明器具落下によるトラック破損事故

東名高速道路 宇利トンネル（2015.08）

トンネル高所照明の**課題**

- ・多額のメンテナンス作業費用
高所作業車費
作業員の人件費
- ・交通への影響（渋滞）
- ・照明落下による事故

研究背景

低位置照明で再現する照明方式

NEW

対称照明	プロビーム照明	カウンタービーム照明
・道路軸に対して対称な配光 ・総合的な照明環境を実現するためのバランスがとれた照明方式	・障害物を直接照らし視認性を高める照明方式 ・交通量が比較的多く走行速度が高い都市部のトンネルに適性	・障害物と路面の間のコントラストを高くして障害物の視認性を向上

研究背景

路面の種類

アスファルト路面 コンクリート路面

コンクリート路面の特徴 — 増

耐久性が**高い**

維持補修費が**安い**

アスファルト路面よりも輝度が**高い**



落下物をシルエット視として視認しやすくなる

▶ カウンタービーム照明が使える

低位置照明が**相性が良い**

シルエット視



研究目的

本研究

低位置照明トンネル

目的

高速道路トンネル内の低位置照明による視認性向上



高所トンネル照明と性能評価の比較を行う

- ・ 静止状態（直視、VRを用いた静止画像）
- ・ 走行状態（VRを用いた走行動画）
- ・ 電力消費量を確認



最終目標

環境・経済に優しい持続可能な交通社会の実現に貢献

1. 研究背景・目的

2. 研究報告

3. まとめ

低位置照明・・・低位置(原寸1.2m)に設置されたLED照明

従来の高所トンネル照明



主に適応される照射方法

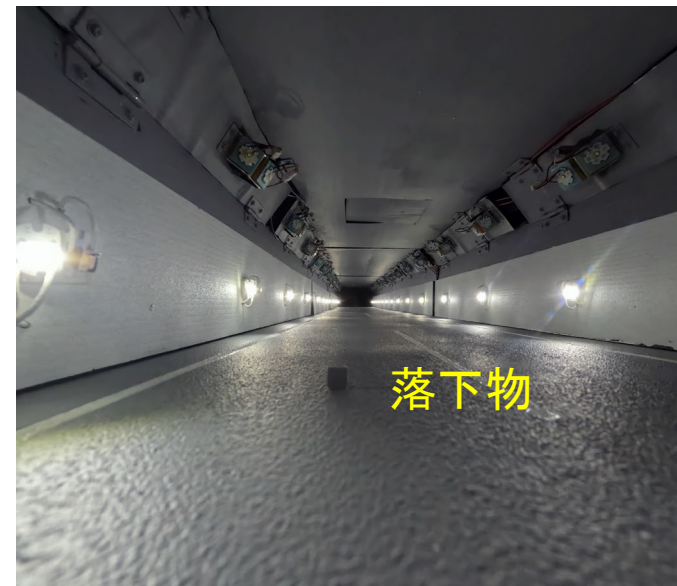
- ・対称照明
- ・プロビーム照明

トンネル低位置照明



- ・対称照明
- ・プロビーム照明
- ・カウンタービーム照明

- 高速道路トンネルを $\frac{1}{24}$ サイズで再現した模型

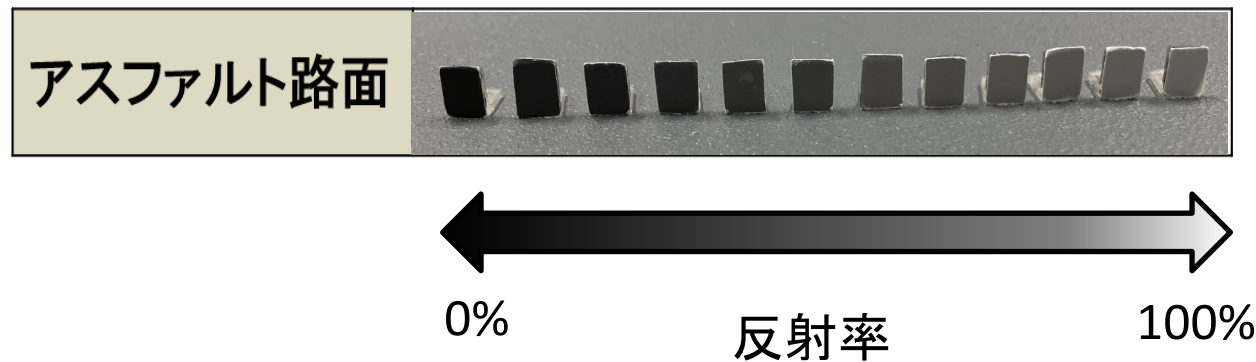
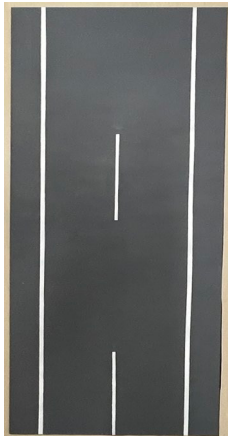


静止時
4.17m(実寸100m)先に落下物を設置

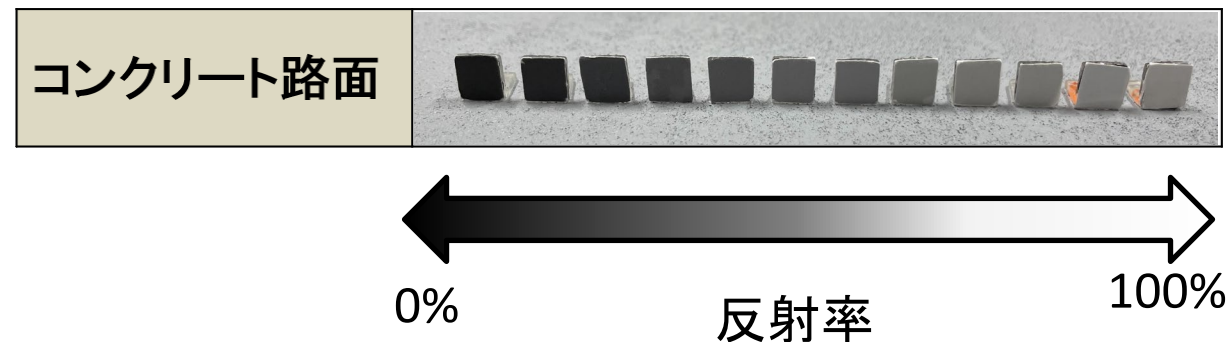
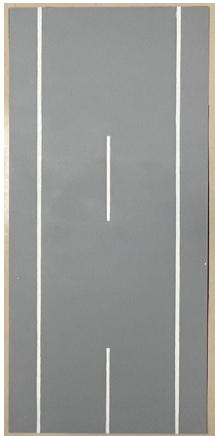
路面種類

落下物指標：全12種類ずつ 0.8×0.8 cm (原寸：20×20 cm)

アスファルト路面



コンクリート路面



研究手順

視認性評価実験

■ 視認性評価法

A:光学測定

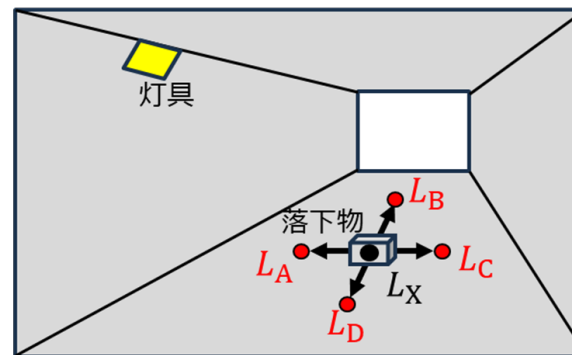
$$C = \frac{L_X}{(L_A + L_B + L_C + L_D)/4}$$

路面4カ所

(L_A, L_B, L_C, L_D) の平均と
落下物 L_X の輝度比 C を測定

想定速度 80km/h より路面輝度は

$$\frac{L_A + L_B + L_C + L_D}{4} = 4.5 [cd/m^2]$$



被験者

B:被験者実験

視認性点数 (7段階)

3...とても良く見える

2.5

2...良く見える

1.5

1...見えづらい

0.5

0...認識できない

**光学測定と被験者実験を組み合わせることで
輝度比制御による視認性の定量評価を行う**

研究手順

評価方法

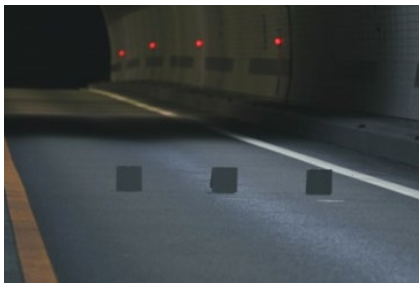
A. 光学評価 路上落下物視認法

路面4カ所 (L_A, L_B, L_C, L_D) の平均と落下物 L_X の輝度比 C を測定

$$C = \frac{L_X \text{ 落下物輝度}}{(L_A + L_B + L_C + L_D)/4 \text{ 路面平均輝度}}$$

シルエット視

(落下物輝度 < 路面輝度)
 $C < 1$



(落下物輝度 ≒ 路面輝度)
 $C \approx 1$



逆シルエット視

(落下物輝度 > 路面輝度)
 $C > 1$



視認性

高 ← ————— 低 ————— → 高

研究手順

評価方法

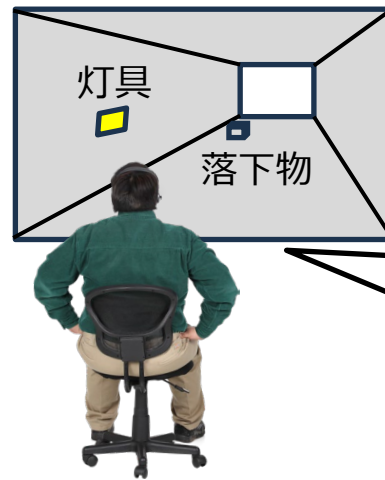
B.被験者実験

静止時

実験I：トンネル模型を覗き(直視)、4.17m(実寸100m)先に
設置された指標の視認性評価点もつけてもらう

実験II：指標位置を変化させ実験I同様に行う

実験III：高所照明でも直視で評価を行い低位置照明と比較



照射条件

対称100%, プロビーム100%

対称50%プロビーム50%

カウンタービーム100%

対称50%カウンタービーム50%

落下物の種類

12種類

視認性点数 (7段階)

3 よく見える

2.5

2 見える

1.5

1 見えにくい

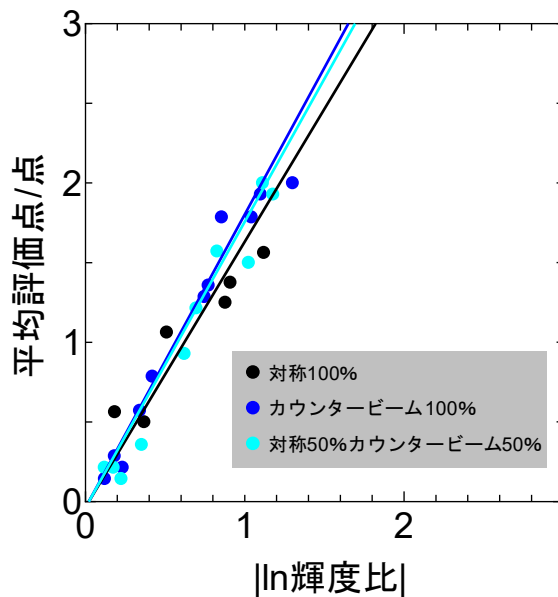
0.5

0 何も見えない

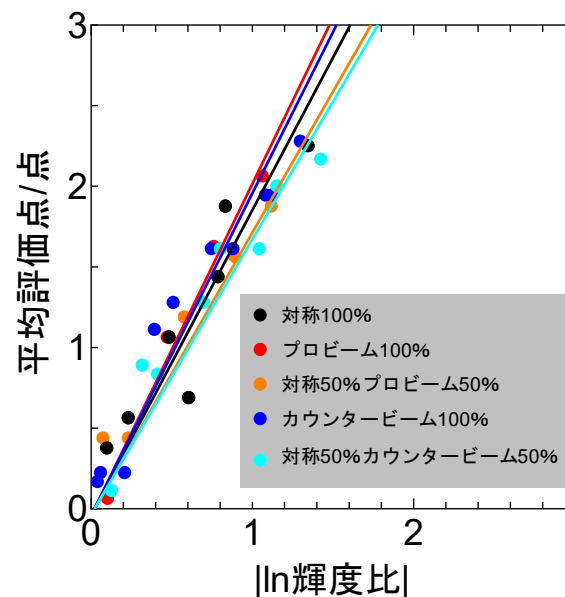
静止(直視)

実験I：トンネル模型を覗き(直視)、4.17m(実寸100m)先に設置された指標の視認性評価点もつけてもらう

アスファルト路面



コンクリート路面



輝度比と視認性の関係

・結果

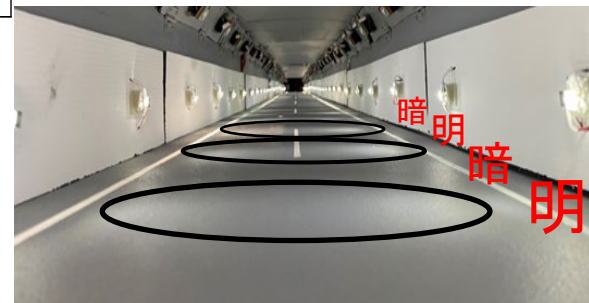
どの照射方法でも視認性は変わらなかった

低位置照明では、カウンタービーム照明が使えることが確認できた

・考察

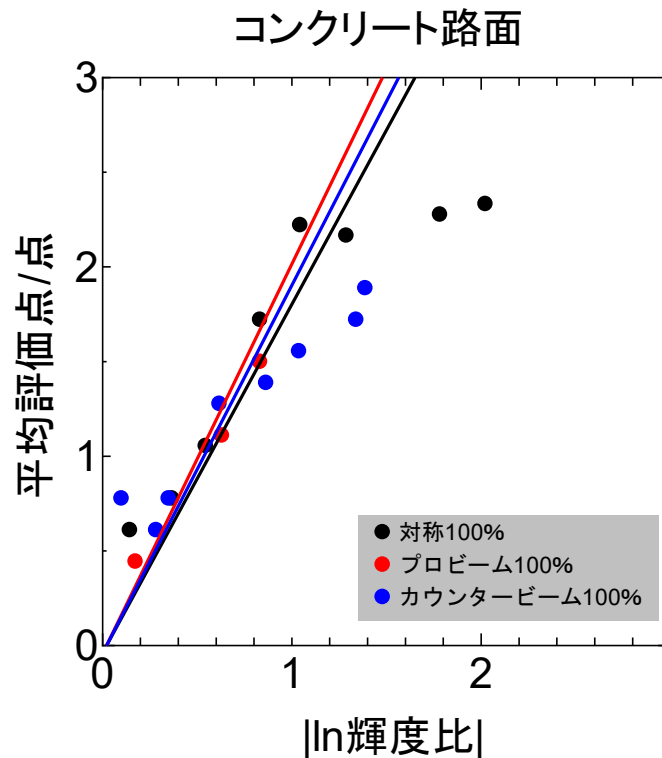
低位置照明では路面の明るさにムラができていた

→指標位置を変化させ同様に実験を行う必要がある

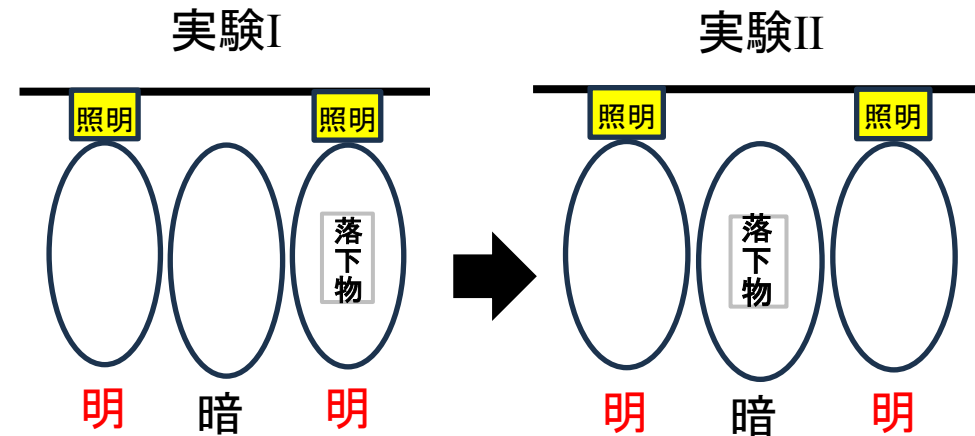


静止(直視)

実験II：指標位置を変化させ実験I同様に行う
(指標位置を照明前から照明間に変更)



輝度比と視認性の関係



・結果

どの照射方法でも視認性は変わらなかった

指標位置の変化による視認性への影響があまりなかった

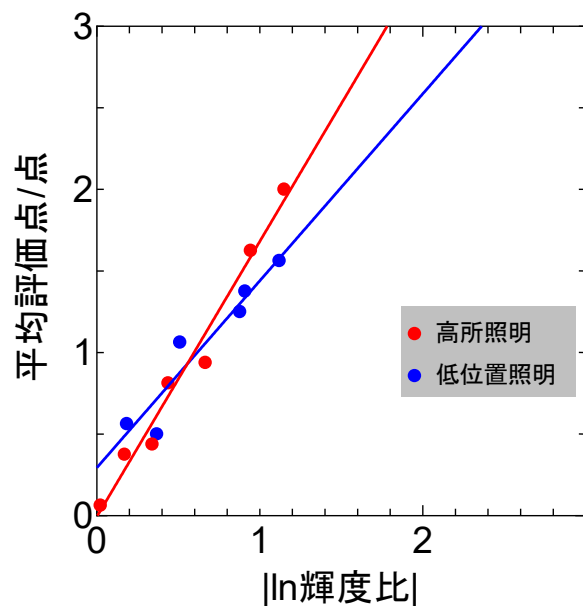
・考察

被験者と指標位置との距離が100m
想定であり、十分に離れていたため
明るさによる影響がなかった

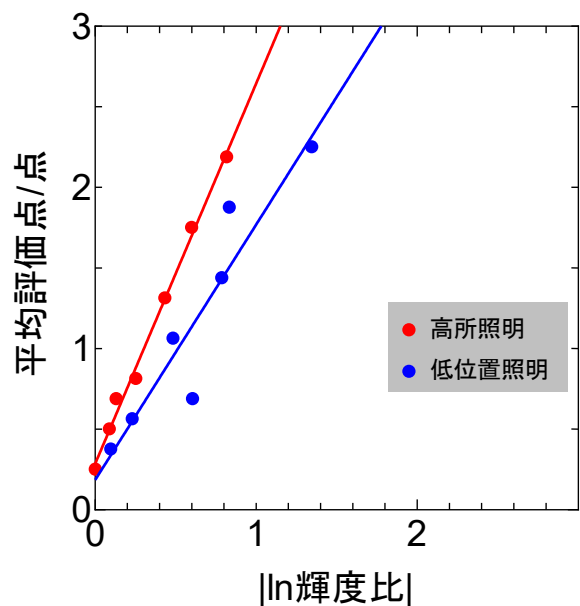
比較(直視)

実験III: 高所照明でも直視で評価を行い低位置照明と比較

アスファルト路面



コンクリート路面



輝度比と視認性の関係

・結果

低位置照明は高所照明よりも視認性が劣っていた

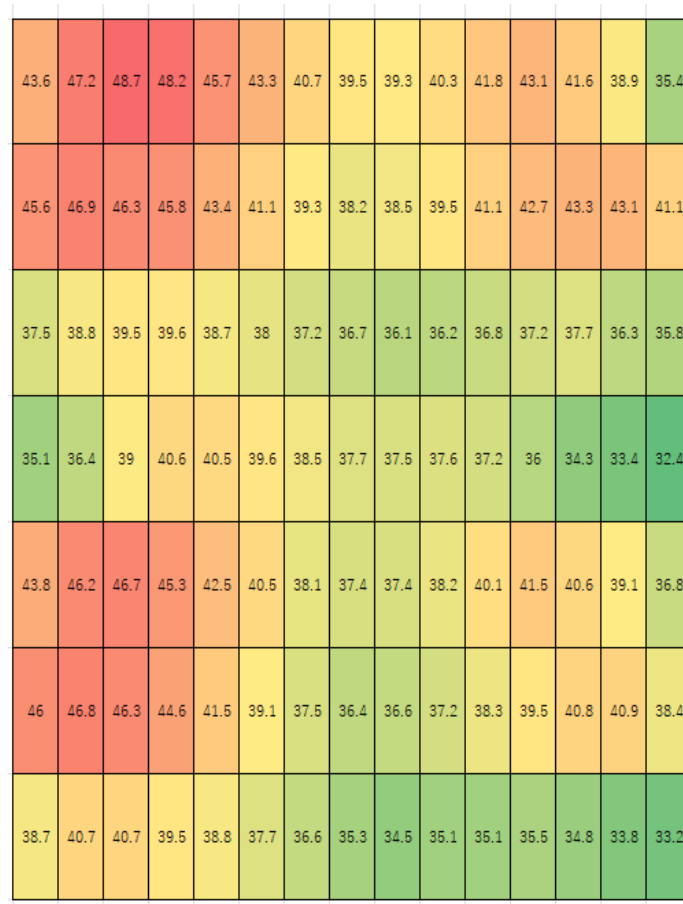
・考察

原因は均斉度が影響していると考えられる

実験結果

均斉度測定

高所照明



照明

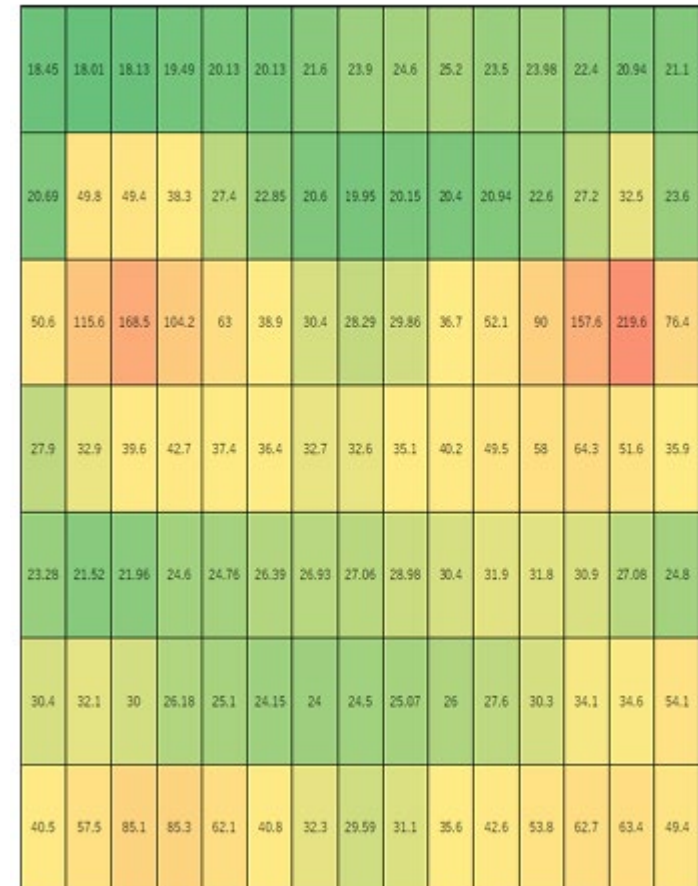
進行方向

照明

均斉度

0.82

低位置照明



照明

照明

照明

照明

0.45

1. 研究背景・目的

2. 研究報告

3. まとめ

照射方法によって視認性に違いがなかった

路面の明るさにムラが生じていたが視認性に影響がなかった

高所照明と比較して低位置照明は視認性が劣っていた

原因としては均斉度の違いが考えられるため均斉度の向上が課題として挙げられる

ご清聴ありがとうございました