

ation
Station

<http://www.ecomo.or.jp>

illumina
illumina
ance
minance

鉄道駅の明るさに関する 配慮指針(案)

公益財団法人 交通エコロジー・モビリティ財団
2015年1月

この冊子は公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団が、平成24年、25年度に実施した「公共交通機関旅客施設における照明のあり方の研究」の成果をダイジェスト版としてとりまとめたものです。

0 背景

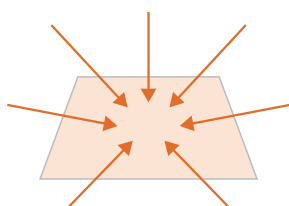
公共交通機関のターミナル等で照明が適切に計画されていない場合、安全確認、経路確認、案内サインの見え方等に影響を及ぼすと考えられ、移動の利便性低下につながるおそれがあります。特に高齢利用者の増加、さらに近年着目されているロービジョン（弱視）者などを考慮すると、日常的な照明の方法、節電時、LED 導入時などそれぞれの場面ごとに配慮が必要となります。

こうした背景から交通エコモ財団では、旅客施設における高齢者やロービジョン者にとっての安全な空間づくりの実現のため、明るさに関する実態把握や課題抽出を行い、円滑な移動を実現するための望ましい照明計画について提案し、普及させたいと考えています。

これまでの明るさの確保は、水平面（床面）での照度だけで判断され、明るさのムラや見えにくい環境が生じることへの配慮が充分ではありませんでした。そのため、既存の床面にあたる光の量を示す照度に加えて、目に入る光の量を示す輝度コントラストを確保することの重要性を示したうえで、照度と輝度コントラストを一体的かつ適切に評価する手法を試み、人の見え方に近い光環境で、どのような照明であればロービジョン者を含む様々な利用者にとって見やすいものとなるのかを検討しました。

照度

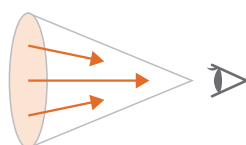
「モノに当たる光の量」



空間にどれだけの光があるか？

輝度

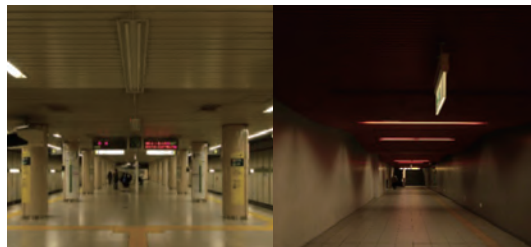
「目に入る光の量」



何がどのように見えるか？

背景

節電による間引き照明・減灯



節電により消灯された駅構内の風景

移動の利便性の低下

- ・安全確認のしにくさ
- ・経路確認のしにくさ
- ・案内サインの見えにくさ 等

目標

安全な光環境づくり

- ・移動空間の構成の分かりやすさ
- ・歩行の手がかりの得やすさ
- ・視対象の視認性・識別性

提案

移動円滑化のための照明計画のあり方

既存の指標

新たに付加する指標

照度 + 輝度

- ・単なる明るさの確保から、明るさのメリハリ、コントラストにより視認性が確保できる
- ・適切な明るさを確保しながら、消費電力を抑えた効率的な照明計画ができる

交通事業者が照明設計に活用できる
具体的な設計指標

1 ロービジョン者の駅施設の移動の手掛かりに関する調査

「平成24年度報告書 第2章 2-3. 当事者ヒアリング調査の実施」より抜粋

(1) ヒアリング調査

概要

ロービジョン者の移動における光環境と歩きにくさの相関関係を把握するため、実際の旅客施設（地下鉄の駅）において、ロービジョン当事者へのヒアリング調査を行いました。

7名の方のご協力により以下の課題及び移動の際の手掛かりが明らかになりました。

結果

移動上の課題

- ・ 環境そのもの（暗がりや眩しさ）
- ・ 障害物が発見できない
（周囲とコントラストが低い段差、障害物、サイン等）
- ・ 錯覚を誘発するデザイン
（階段や溝を想起させる床のラインや色の組合せ）
- ・ 情報過多（広告や色数、デザイン等、情報量の多さ）

移動の手掛かり *視環境のうち特に照明に関わる項目

- ・ 進行方向に沿って配置されている照明
- ・ 空間のスケールを示す照明
- ・ 危険を喚起させる照明

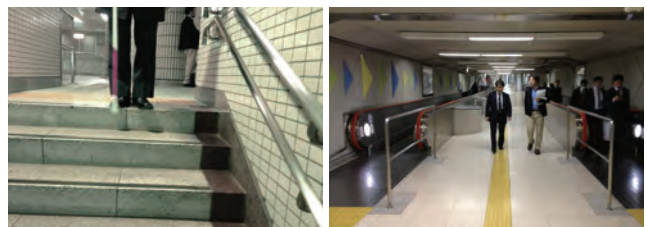
移動の手掛かりとなる視対象の抽出

- ・ 階段の段鼻
- ・ 周囲より明るい床面
- ・ 内照式サイン
- ・ ホームドアと床面の境界
- ・ ライン状の天井照明
- ・ ホーム端の点字ブロック
- ・ タイル目地



駅でのヒアリング調査

移動の手掛かりとなる視対象の例



階段の段鼻

明るい床面／天井照明



内照式サイン



ホームドアと床面の境界／
点字ブロック／タイル目地

(2) アンケート調査

概要

「地下の駅」を対象として、ロービジョン者が移動する時に、何を手掛かりにしているか、どのような光環境が歩きやすいのか、駅の主要な視標とその見え方や手掛かりについて、基礎的かつ定量的なデータを得ることを目的としてアンケート調査を行いました。

全回答者256名の内、地下の駅の利用頻度が、週に1回程度以上で、かつ電車利用時の移動方法が、盲導犬・ガイド等は使わず、ほぼ単独で移動している103名について集計しました。

結果

ロービジョン者が、地下の駅施設の移動時に視覚的に手掛かりとしている要素は、通路、階段、他の場所や状況においても、以下の3つが半数以上を占めていることがわかりました。

a. 空間全体の明るさ

設問内容として手掛かりが周辺より明るい場合か、暗い場合かが、不明確でしたが、対象となる空間の周囲との対比による空間全体の明るさが重要

b. 照明

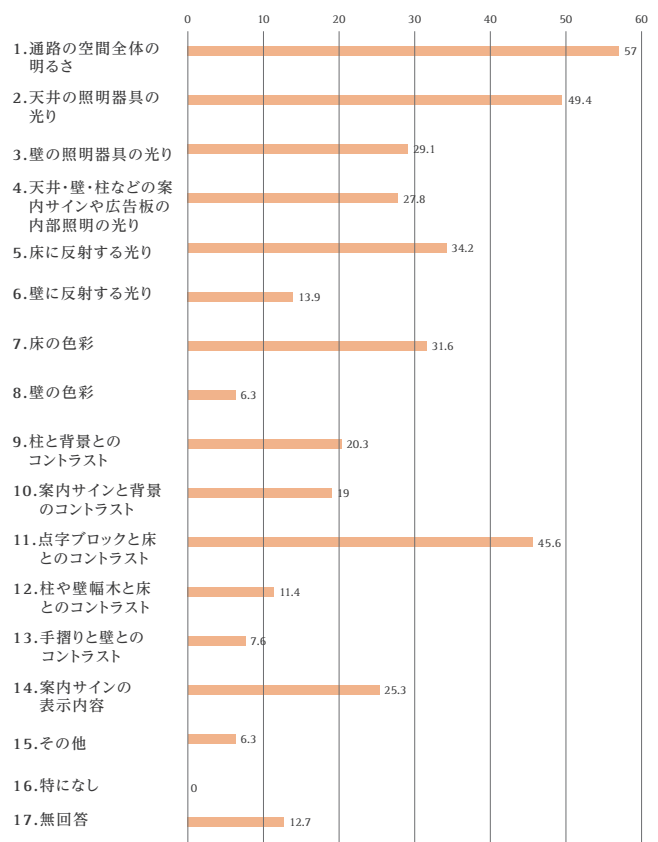
どの場所や状況においても、天井の照明器具の光りを手掛かりとしていることが多い

c. コントラスト

通路やホーム上では点字ブロックと床とのコントラスト、階段部分では蹴上げや踏み面と床面とのコントラストを手掛かりにすることが多く、床面レベルの視対象について、コントラストが求められている

反射、色彩、表示については、2割程度の方が手掛かりとしていることがわかりました。

調査の集計結果 「通路」を移動する時の手掛かりグラフ



2 模擬空間を用いた駅施設の視認性評価

「平成25年度報告書 第3章 模擬駅舎における駅施設の視認性評価」より抜粋

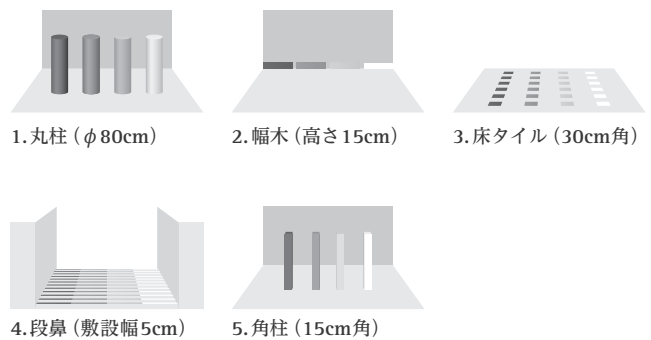
概要

鉄道総合技術研究所の模擬駅舎を使用し、ロービジョン者の駅構内での歩行の主な手掛かり及び、危険回避すべき障害物等に対して、視認性及び識別性の評価を行い、施設の「照度」及び視標の「輝度」と、視標の「見やすさ」との関係性を明らかにする実験を行いました。評価者47名には、ロービジョン者（羞明、夜盲、視野狭窄、中心暗点の視覚障害のある人）、自立歩行が可能で介助なしで歩行する人が含まれています。

手法

模擬駅舎内で移動の手掛かりとなる、視標の視認性及び識別性の評価：

- ・質問者が同行して、一つずつ視認性の評価を行いました
- ・視標は、1.丸柱、2.幅木、3.床タイル、4.段鼻、5.角柱。白色から黒色までの濃淡4色を並べて配置しました。
- ・平均水平面照度は、50lx・100lx・250lx・500lxの順に計4段階に調光して評価を行いました。（段鼻のみ50～250lxの3段階）



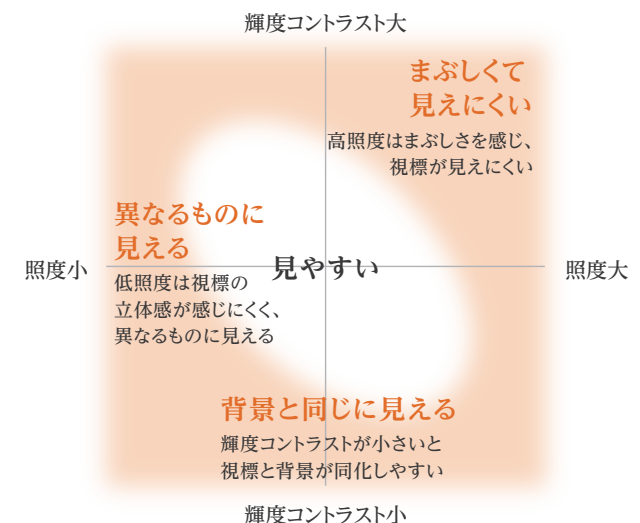
結果

- ・背景と視標のコントラストが高いほど、視認性及び識別性の評価が高くなる傾向にある
- ・照度が高いほど、視認性及び識別性の評価がわずかに高くなる傾向にある
- ・設定された照度の範囲においては、照度よりも背景と視標のコントラストが、視標の視認性及び識別性に影響する

- ・照度が低い場合は、視標の立体感が感じにくく、実物と異なるものに見える
- ・照度が高い場合は、まぶしさを感じ、視標が見えにくくなりやすい
- ・背景と視標のコントラストが低い場合は、視標と背景が同化しやすい



視認性評価の実施風景



見え方の問題が生じる領域のイメージ

3

駅施設の照度と輝度の測定調査

「平成25年度報告書 第4章 駅施設の照度と輝度の測定調査」より抜粋

概要

駅施設の光環境の実態を調査するため、太陽光の影響がなく、光環境が安定している地下駅の主要箇所（「改札口」「通路」「階段」「ホーム」）を調査対象とし、照度と輝度の測定を行いました。

輝度画像

撮影したデジタル画像の明度情報をもとに、物体の輝度を定量的に測定します。

輝度分布は、画像処理によって、人の目に入る光の量を色に置換えて出力するため、より人の感覚に近い尺度で、物が実際にどのように見えているかを可視化し、光環境を診断することができます。

輝度の値は、0.1cd/m²から1,000cd/m²の範囲で、青色から赤色へ色分けして表示されます。範囲を超えた輝度は黒色で表示されます。

手法

- ・照度計を用いて、「水平面照度（床面）」及び「鉛直面照度（おおむね成人の顔の高さ）」を計測します
- ・デジタルカメラで撮影した画像データをもとに、「輝度画像」に変換し、「画像測光法」により「輝度分布」を計測します

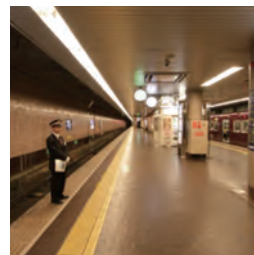
測定調査データ（輝度画像）

ホームの輝度画像は、ホーム縁端の天井照明が、赤色と黒色で1,000cd/m²以上、その直下の点字ブロックが橙色で100cd/m²前後となっている。

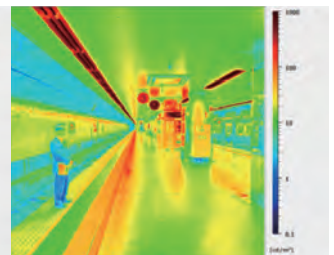
また、天井と床の大部分は緑色で10cd/m²前後、線路は水色で2~3cd/m²前後となっており、ホーム縁端部の天井と床の強い光のラインが強調されていることが分かる。

階段の輝度画像では、階段が緑色で10cd/m²前後、床と壁が40cd/m²前後となっており、段差の踏面と段鼻の輝度差が少ないことが分かる。

ホーム



撮影画像

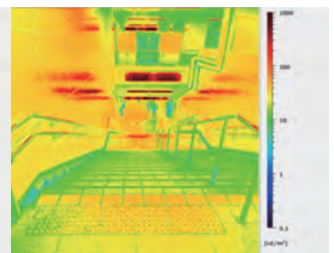


輝度画像

階段



撮影画像



輝度画像

4 輝度画像による視認性評価の分析

「平成25年度報告書 第5章 5-1-1. 輝度を用いる理由」より抜粋

概要

模擬駅舎における視認性評価で明らかになったように、視標の視認性を確保するためには、照度だけではなく、「視標と背景のコントラストの大きさ」が重要です。そこで「視標と背景のコントラストの大きさ」を定量的に算出する方法を検討し、駅施設の照明計画で実践可能な評価法を試みました。

(1) 輝度を用いる理由

視対象（視標）が床に設置されている場合には、「視対象の色」と背景の「床の色」の対比によって視対象の見え方が決まります。例えば、視対象が誘導用ブロックである場合、その「明度」が高いため、背景である床の「明度」が低いほど誘導用ブロックと床の対比は大きくなり（図a）、誘導用ブロックはよく見えます。一方、明るいグレーの床に様々な色の誘導用ブロックを敷いた時（図b）には、誘導用ブロックの「明度」が低いほど背景の床との対比は大きくなり、誘導用ブロックは良く見えるようになります。

「輝度」は目に入ってくる光の強さを表す測光量で、「照度」は面に入射する光の強さを表す測光量なので、見え方は本来、照度ではなく輝度を用いなければ判断できません。誘導用ブロックと床は、視対象と背景が同じ面にあるため、輝度の対比は両者の反射率によっ

て決まります。

一方で視対象が柱である場合は、その背景は鉛直面の壁となります。ここでは、照明器具が柱の手前の天井に設置されていると、柱の鉛直面照度と背景の壁との「鉛直面照度」は異なり、柱の鉛直面照度は照明器具から近いために高くなり、背景の壁の鉛直面照度は天井から離れているため低くなります。そのため、視対象と背景の輝度の対比は、色の「明度」だけではなく、「照度」の関係も考慮しなければ求められません。（図c,d）

いずれにしても、立体的に構成された空間で見え方を検討するためには、様々な部分の「色」（反射率）の関係を考えるだけではなく、「照度」が異なることによる「輝度」に与える効果を考えなければならず、「輝度」の対比を検討する必要があります。

水平面の輝度の対比



図a

図b

鉛直面の輝度の対比



図c

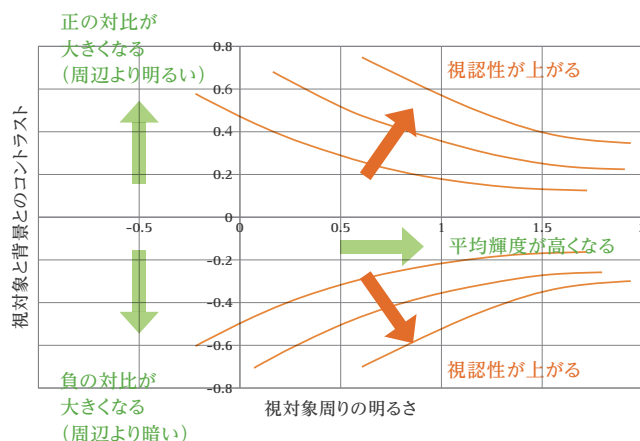
図d

(2) 輝度コントラストと視認性評価のグラフ化による必要とされるコントラストの検討

視認性は、輝度のコントラストだけではなく、輝度の高さにも影響されることから、視対象と背景とのコントラストと視対象周りの明るさの双方を考慮することで、視認性を正しく推定することができます。

縦軸に視対象と背景とのコントラストを、横軸に視対象周りの明るさをとったグラフ（輝度評価グラフ）を考えると、視認性の程度をそのグラフ上に等高線で表示することができます。

視対象と背景とのコントラストは、視対象が周辺よりも明るいときにはプラスの値を、周辺よりも暗いときにはマイナスの値をとり、絶対値が大きければ大きいほど視対象はよく見えることとなります。一方、視対象周りの明るさは、低すぎると視対象は見えにくくなり、高すぎてもまぶしくて見えにくくなり、最も見えやすい範囲がありますが、通常の視認性が検討されるような値の範囲では、高い方が見えやすいと言えます。



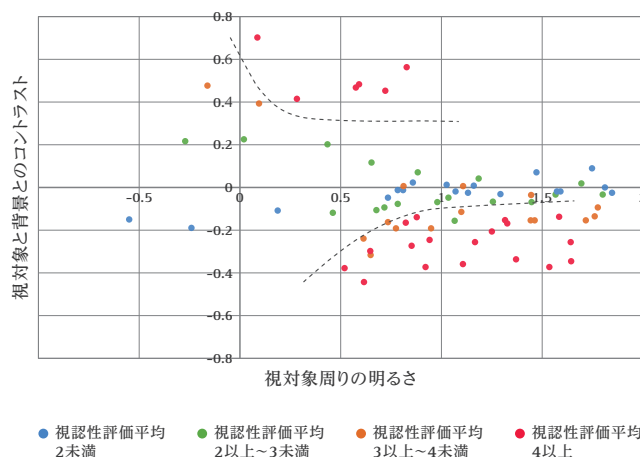
(3) 「模擬駅舎における駅施設の視認性評価」の輝度コントラストと視認性の分析

模擬駅舎における駅施設の視認性評価結果を「輝度評価グラフ」にプロットすると評価の高い赤色の点の分布に着目した場合、視対象と背景とのコントラストが大きくなるほど（正の対比も負の対比も同様）、視対象周りの明るさが明るくなるほど、視認性評価が高くなっている様子が読み取れます。

視対象のサイズの影響や視対象周りの明るさによる視認性評価の違いは明確に現れていませんが、視対象と背景とのコントラストが視認性評価に大きな影響を与えていると考えられます。

今回の実験結果のみで、視認性を確保するために必要な視対象と背景とのコントラストを求めることは難しいですが、少なくとも視対象が背景より暗い場合、-0.2付近の視対象と背景とのコントラストが目安となる可能性が示唆されています。

「模擬駅舎における駅施設の視認性評価」



5 輝度画像の測定による実環境の評価

「平成25年度報告書 第5章 5-1-2. 輝度画像を活用した分析手法」より抜粋

概要

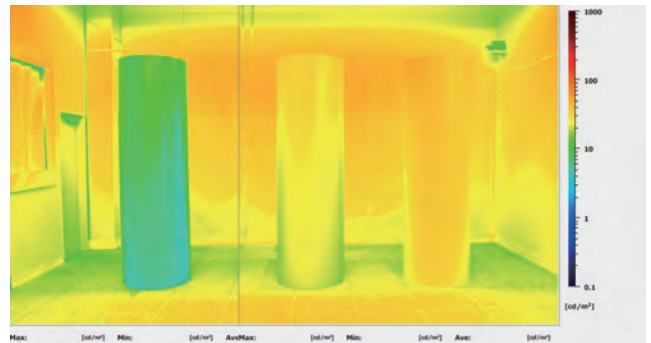
輝度画像を用いて「模擬駅舎における駅施設の視認性評価」の結果を分析した結果、輝度画像より算出される視対象と背景とのコントラストに着目すれば、ロービジョン者にとって視対象の視認性が確保されているかどうかを判断できることが確認されました。この結果は、実際の駅施設において輝度画像を測定すれば、重要な視対象の視認性が確保されているかどうかを判断できることを示しており、ロービジョン者にとって何が見えなければならないかを吟味した上での照明設計が、現実的に可能であることを示しています。

さらに、実用的な駅施設の評価方法として、輝度コントラストから照明設計に活用できる数値として、輝度比への置き換えが必要です。これにより、測定、評価を簡易に行うことができます。

模擬駅舎

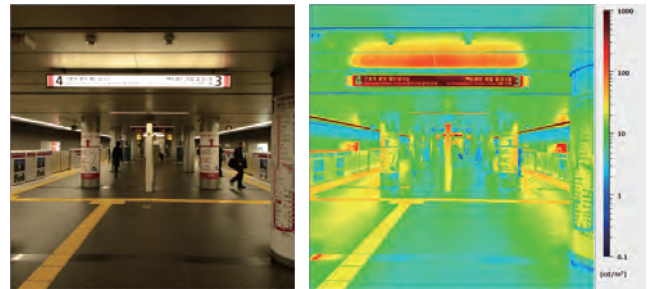


撮影画像



輝度画像

駅施設



撮影画像

輝度画像

実環境の評価への適用

ロービジョン者の視認性を確保するために視対象と背景とのコントラストが絶対値で0.2程度必要という判断をすると、輝度比は2.3と算出できます（式参照）。この輝度比の値を目安に、駅施設の視認性について検討することができます。

$0.56 \times \log_{10}(L_t/L_b) = 0.2$ の式より

$$L_t/L_b = 10^{(0.2/0.56)} \div 2.3$$

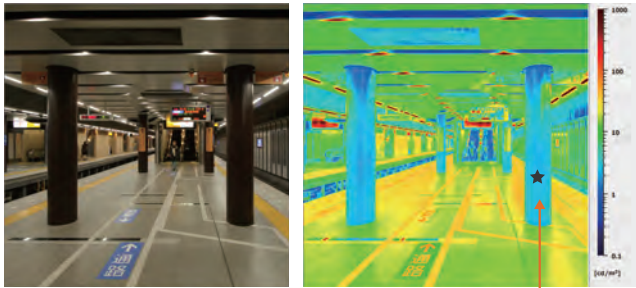
Lt: 視対象の中央付近の輝度 Lb: 背景の平均的な輝度

6 実環境の評価の検証 輝度画像の測定データによる視認性の評価

「平成25年度報告書 第5章 5-2-1. 測定箇所毎の評価」より抜粋

評価データ（地下鉄駅ホームを例として）

輝度画像の作成及び視対象の選定



輝度測定箇所

輝度画像

照度の測定

平均水平照度	297.2
平均鉛直照度	68.5

視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²	背景との輝度比
1.床の白線	34.6	1.床白線
2.床(中央)	16.6	2.1
3.柱(右側)	2.4	3.柱(右)
4.床(右側)	14.2	5.9
5.誘導用ブロック	35.5	2.5

現地で測定した照度

★印:
移動の手掛かりとなる
視対象の中で輝度分布
の評価を行う箇所

輝度画像より
任意の点を選び
輝度を把握

移動の手掛かりとなる
箇所の輝度比を計算

評価の結果

通路の照度

水平面照度が297.2lx、鉛直面照度が68.5lx

主な視対象の輝度比

「床の白線」と「床（中央）」との輝度比が2.1

右側の「柱」と「床」の対比は5.9

「誘導用ブロック」と「床」の対比は2.5

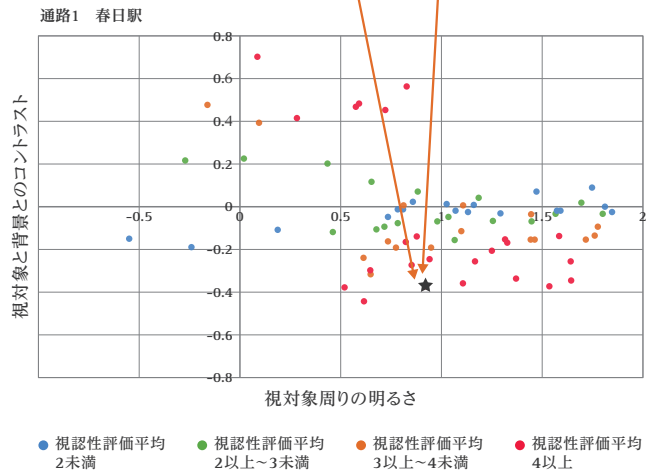
視対象の輝度比が高い場合、視認性評価グラフの視認性評価が高いと想定される範囲に入りますが、同時に視対象の形状の識別性の低下による誤認等に対し、一定照度の確保や過度な輝度による眩しさが生じないことなどの配慮が必要です。

視対象の輝度分布の評価

	視対象と背景とのコントラスト	視対象周りの明るさ
3.柱(右側)	-0.3697	0.9274

輝度評価グラフの作成
(視対象のプロットは、視認性評価
結果のプロット図上に重ねている)

コントラスト・
プロファイル法*を
適用して求めた値



空間の特徴

濃い茶色の丸柱は、明るい床との輝度比が5.9と高く、障害物として視認性が高いと想定される(図中★印)が、柱自体の輝度の変化が少ないため、丸い形状の識別性が低くなり、誤認が生じることも想定される。

*コントラストプロファイル法：

人間の視覚特性に基づいた画像演算法。視覚が様々な輝度の変化を読み取っていることを踏まえて、輝度画像を特定の輝度変化の度合いに分解することで、視対象と背景のコントラストや視対象周りの明るさを定量化する。

文献：中村芳樹「光環境における輝度の対比の定量的検討法」照明学会誌 Vol.8A No.8A 522-528 2000

参考：照明設計支援ソフト「REALAPS」株式会社VTL
<http://www.vtl.co.jp/>

簡易な方法として、スポット測定用輝度計により輝度値を測定し、輝度比を算出することも可能であるが、測定者の位置、対象物への輝度計の向け方による誤差が大きい。

7 輝度を用いた照明計画の必要性

「平成25年度報告書 第6章 まとめ」より抜粋

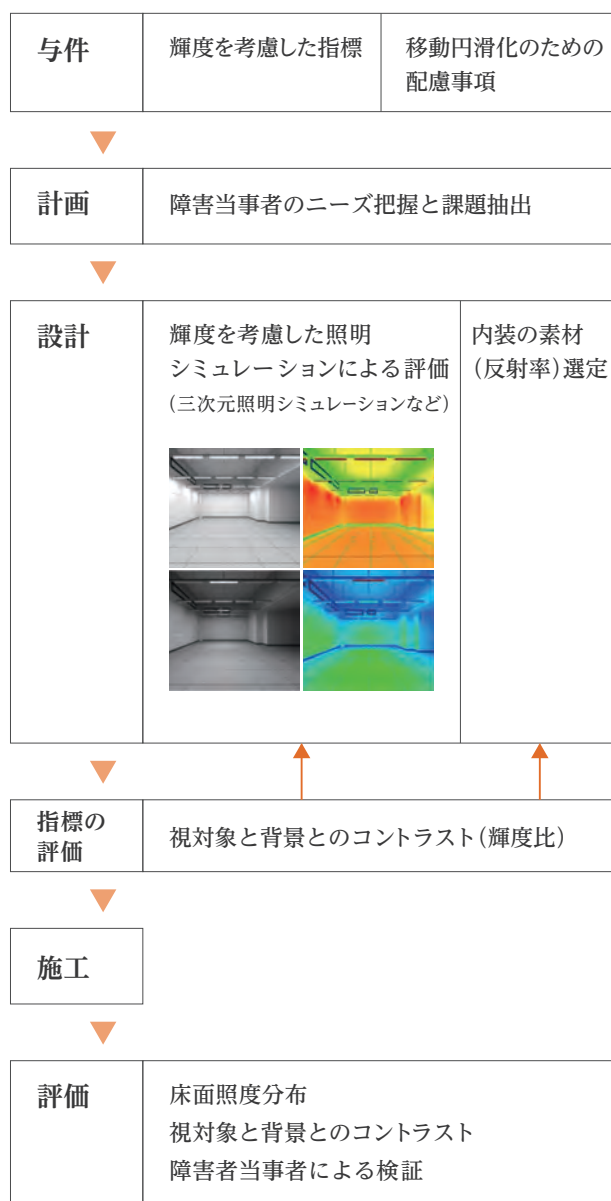
輝度画像を用いて模擬駅舎における駅施設の視認性評価結果を分析したところ、実験(P04)で設定した照度の範囲では、輝度画像より算出される視対象と背景とのコントラストが、ロービジョン者の視対象の視認

性の評価と関係していることが示されました。この結果は、ロービジョン者にとって安全な照明設計を行うためには、輝度または輝度コントラストによる評価を取り入れることが有効であることを裏付けています。

輝度を用いた新たな指標の実用化に向けて

旅客施設の照明のあり方として、人が見る視点に近い輝度の考え方も含めて新たに付加することで、より円滑な移動に寄与することが可能となります。さらに、少ない消費電力でも必要とされる明るさを確保して、効率的な照明環境を実現できる可能性があります。現在では、設計段階のシミュレーションにより、ある程度見やすい照明環境を示すことが可能となっています。こうしたシミュレーションに加え、施工後の実際の駅空間における、ロービジョン者等による検証のプロセスを踏まえることが重要であり、今後は移動円滑化整備ガイドライン等の見直し、JIS基準見直し等への展開も考えられます。

照明計画のモデルフロー



Sta

ation Station

illumina
illu

この研究にご協力頂いたワーキング委員の皆様にご挨拶いたします

監修 鎌田実(東京大学)、中村芳樹(東京工業大学)

協力 東京都交通局、大阪市交通局、東京メトロ、阪急電鉄、
阪神電鉄、岩崎電気

事務局 公益財団法人 交通エコロジー・モビリティ財団、
GKインダストリアルデザイン

2カ年の報告書が以下のURLで閲覧できます

24年度版

http://www.ecomo.or.jp/barrierfree/report/data/25_03_light.pdf

25年度版

http://www.ecomo.or.jp/barrierfree/report/data/26_03_light.pdf

お問い合わせ

公益財団法人 交通エコロジー・モビリティ財団
バリアフリー推進部

Tel 03-3221-6673 Fax 03-3221-6674

