

公共交通機関旅客施設における照明のあり方の研究

報告書

平成 26 年 3 月

(公財) 交通エコロジー・モビリティ財団

はじめに

「公共交通機関旅客施設における照明のあり方の研究」は、2011年3月の東日本大震災後の節電の影響により駅施設等の照明が消灯されるという状況において、明るさが歩行の際の経路確認に大きく影響すると考えられるロービジョン（弱視）者、高齢者等の安全確保及び移動の円滑化をどのように図るべきか、ということに端を発した研究である。障害のある人が公共交通機関のターミナル等を利用する場合に、安全性や円滑性を確保した効果的な照明の方法を明らかにすることを目指したものである。

節電による減灯に限らず、今後は省エネルギー対策を図る中で、より少ない消費電力でも必要な明るさが得られ、歩行に悪影響を及ぼさない照明計画が求められている。

今年度の調査では、視覚障害者団体の協力を得て、移動時の手がかりに関するアンケートの実施並びに模擬駅舎を使用した実証実験を行い、実験においては段階的に照度を変化させ、コントラストの条件を変えた視対象の視認性を評価した。また、アンケート結果からいくつかの鉄道駅を抽出し、昨年度の首都圏の駅施設の照明実態調査に続き、関西圏の調査を行った。こうした一連の調査においては基礎的な実験の実施や既往研究における知見の提供など有識者の方を中心にご助言を頂いた。また、東京都交通局、福岡市交通局、東京地下鉄、阪急電鉄、阪神電鉄、大阪市交通局の関係者には現地調査におけるご協力を頂いた。

アンケート及び実験の結果から、ある程度の照度が確保されている場合には視対象と背景のコントラストがあれば視認性が確保されることが確認された。照明計画においては従来の水平面照度の評価だけではなく、輝度コントラストを考慮した設計が必要であることを明らかにした。

実験データの輝度画像解析、被験者の主観評価を組み合わせた分析を行い、どの程度のコントラストが確保されていれば高齢者やロービジョンの方にも見やすい環境になるか、その数値基準の明確化を試みたがこの点については十分な成果は得られなかった。今後さらなる実験を経てデータの精度を上げていくことが必要である。今後も多くの関係者の方々によりさらに研究が進められることを期待するものである。

最後に、ワーキングの運営に委員長としてご尽力頂いた鎌田実東京大学大学院新領域創成科学研究科人間環境学専攻教授はじめ委員の皆様並びに調査にご協力頂いた障害者団体、交通事業者の方々には深く感謝する次第である。

平成 26 年 3 月

公益財団法人
交通エコロジー・モビリティ財団
理事長 与田 俊和

ワーキング名簿(平成 25 年度)

(順不同・敬称略)

委員長	鎌田 実	東京大学大学院新領域創成科学研究科	人間環境学専攻	教授
委員	佐川 賢	日本女子大学家政学部	被服学科	特任教授
	中野 泰志	慶應義塾大学経済学部		教授
	中村 芳樹	東京工業大学大学院総合理工学研究科	人間環境システム専攻	准教授
	松田 雄二	お茶の水女子大学大学院	人間文化創成科学研究科	准教授
	柳原 崇男	近畿大学理工学部		講師
	伊藤 納奈	独立行政法人産業技術総合研究所	ヒューマンテクノロジー研究部 門アクセシブルデザイン研究グループ	主任研究員
	大野 央人	公益財団法人鉄道総合技術研究所	人間科学研究部人間工学研究室	主任研究員
	井上 賢治	医療法人社団済安堂井上眼科病院		理事長
	中村 豊四郎	アール・イー・アイ株式会社		代表取締役
	原 利明	鹿島建設株式会社 建築設計本部	品質技術管理統括グループ 環境・性能グループ	チーフ
	大橋 由昌	社会福祉法人日本盲人会連合		情報部長
	榊原 賢二郎	日本網膜色素変性症協会	ユース部会	部会長
	芳賀 優子	弱視者問題研究会		会員
	三丸 力	東京地下鉄株式会社鉄道統括部計画課		課長補佐
	高山 一吉	東京都交通局総務部企画調整課		技術調整担当係長
	大熊 昭	国土交通省 総合政策局 安心生活政策課		交通バリアフリー政策室長

協 力

- 大阪市交通局
- 阪神電気鉄道株式会社
- 阪急電鉄株式会社
- 岩崎電気株式会社
(平成 24 年度)
- 東京都交通局
- 東京地下鉄株式会社
- 福岡市交通局

事務局

- 公益財団法人 交通エコロジー・モビリティ財団
岩佐徳太郎、松原淳、澤田大輔
- 株式会社ジイケイインダストリアルデザイン
加藤完治、功能澄人

目次

第1章	事業計画及び実施概要	1
	1-1 事業の背景と目的	2
	1-2 事業全体フレーム	4
	1-2-1 事業のフレーム	
	1-2-2 事業推進体制	
	1-3 今年度の実施概要	6
第2章	駅施設の移動の手掛かりに関するアンケート調査	15
	2-1 調査の目的	17
	2-2 調査の概要	17
	2-3 調査結果の概要	25
	2-3-1 集計結果の概要	
	2-3-2 調査結果のまとめ	
第3章	模擬駅舎における駅施設の視認性評価	37
	3-1 調査の目的	39
	3-2 調査の概要	39
	3-3 調査結果の概要	56
	3-3-1 視標毎の結果概要	
	3-3-2 調査結果	
第4章	駅施設の照度と輝度の測定調査	71
	4-1 調査の目的	73
	4-2 調査の概要	73
	4-3 調査結果の概要	77
第5章	輝度画像による視認性評価の分析	89
	5-1 輝度画像と分析手法について	91
	5-1-1 輝度を用いる理由	
	5-1-2 輝度画像を活用した分析手法	
	5-1-3 実環境を想定した評価手法について	
	5-2 評価への展開	100
	5-2-1 測定箇所毎の評価	
	5-2-2 評価のまとめ	

第6章	まとめ	129
6-1	輝度を用いた照明計画の必要性	131
6-2	本事業で明らかになった事	131
6-3	簡易に視認性を向上させる手法	133
6-4	輝度を用いた新たな指標の実用化に向けて	133
6-5	今後の課題点	136
解説		137

参考資料（別綴じ）

1. 駅施設の移動の手掛かりに関するアンケート調査 調査資料
2. 模擬駅舎における駅施設の視認性評価 調査資料
3. 基礎実験概要
4. 駅施設における照度と輝度の測定調査 調査資料
5. 輝度分布画像による視認性評価の分析
6. 視認性評価データの分析

第 1 章

事業計画及び実施概要

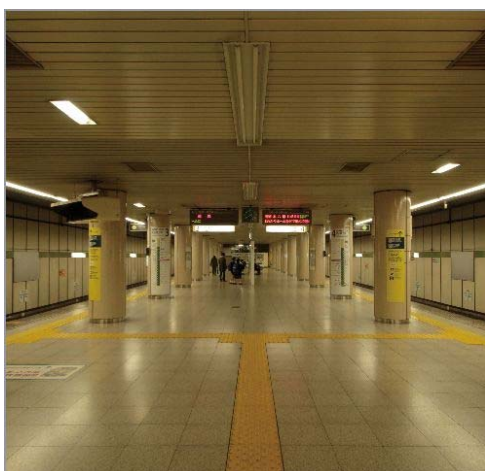
第1章 事業計画及び実施概要

1-1. 事業の背景と目的

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る。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）者などを考慮した場合、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である。

こうした背景から、本事業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光環境づくりを目標とし、明るさに関する課題を明らかにしながら、移動円滑化のための望ましい照明計画のあり方を提案することを目的とする。また、具体的な整備事例や照明実験における、好ましい光環境の定量的な指標を紹介することにより、実際に整備を行う事業者の理解を得ていくことも重要な目的である。

具体的には、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ない環境が生じることへの配慮が充分でない。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がかねてから指摘されている。照度と輝度コントラストを一体的かつ適切な評価を行うことで、人の見え方に近い光環境を検討することが可能である。さらに、必要とされる明るさを確保しながら、少ない消費電力で効率的な照明計画にも寄与することを想定している。上記内容を次項のフロー図にまとめる(図1-1-1)。



節電時に間引き点灯した駅舎空間

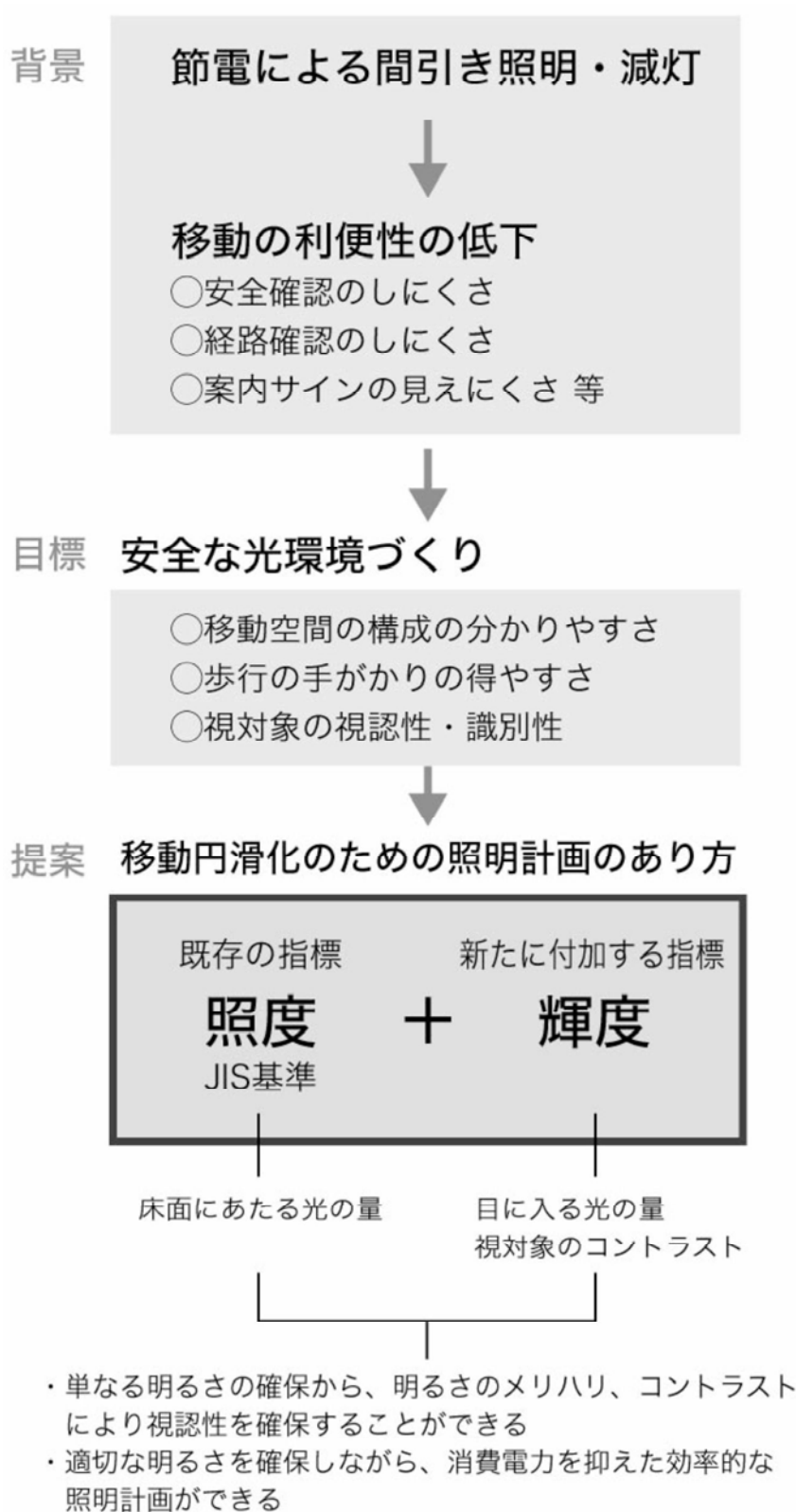


図 1-1-1 光環境検討のためのフロー

1-2. 事業全体フレーム

1-2-1 事業のフレーム

<24年度の実施内容>

- ① 高齢者およびロービジョン者などユーザー側の特性整理（文献、ヒアリング等）
- ② 旅客施設の実態調査（鉄道駅の実測、ヒアリング等）
 - ・ 照度の安定した地下駅における実態把握（照度把握、輝度画像解析）
→ 都営地下鉄、福岡市営地下鉄、東京メトロ
 - ・ 鉄道事業者の照明計画把握（標準プラン、現状、節電対応時等）
- ③ 次年度の検討内容整理



<今年度の実施内容>

- 駅施設の移動の手掛かりに関するアンケート調査
 - ・ 移動時の手掛かりとなる視対象とその見え方の把握
 - ・ ロービジョン者が利用したことのある歩きやすい駅と歩きにくい駅を把握
→ 駅施設の照度と輝度の測定調査の調査対象駅の抽出
- 模擬駅舎における駅施設の視認性評価の実施
 - ・ 地下の駅舎空間を想定した4段階の照度下における、ロービジョン者の視対象の見え方についての視認性評価
- 駅施設の照度と輝度の測定調査
 - ・ ロービジョン者からの意見を参考とした地下の駅施設の照度と輝度の実態調査→ 関西地区の鉄道駅（大阪市交通局、阪急電鉄、阪神電鉄）
 - ・ 参考事例の共有

○ 輝度画像による視認性評価の分析

模擬駅舎の実験で行った、ユーザー評価と輝度画像の相関関係から、視認性評価の分析を行い、今後の設計計画の判断基準を提供することを目指し、具体的な輝度比を示すことを試みた。

- ・ 照度と輝度による見え方
- ・ 輝度画像の解析による輝度コントラスト値の測定
- ・ 輝度コントラストと視認性評価のグラフ化による見え方の分析
- ・ 事業者が活用可能な評価への展開

模擬駅舎の実験で行った視認性評価と実際の駅の写真データから測定した輝度比との関係性を把握することで実環境を想定した評価を試みた。



**設計・設備担当者が参考にできる照明計画、
サイン計画の考え方、手法の目安を提示**

<具体的活用例>

★ 交通事業者向け手引き書の作成（課題、計画の考え方、改善手法、好事例と解説）

- ・ バリアフリー整備ガイドライン（旅客施設編）への反映
 - ・ JIS への反映
- 等を検討

1-2-2 事業推進体制

○ ワーキング会議の設置

本研究を進めるにあたっては、旅客施設の光環境、移動円滑化に係る専門家、当事者、交通事業者から組織されるワーキング委員会を設置した。ワーキング会議は年度内3回開催し、調査の進め方や調査結果に対する知見について助言を得た。

○ ワーキング会議メンバー

巻頭名簿参照。

1-3. 今年度の実施概要

(1) ロービジョン者の駅施設の移動の手掛かりに関するアンケート調査の実施（第2章）

- ①ロービジョン者の地下の駅施設の移動時に、手掛かりとしている視標やその見え方について駅舎内の7つの場所や状況ごとに把握した。
- ②ロービジョン者が今まで利用したことがある歩きやすい駅、歩きにくい駅等を把握した。→駅施設の照度と輝度の測定調査（第4章）への反映

○得られた主な知見
・移動の手掛かりについて、空間の明るさや照度のみだけではなく、背景と視標の輝度コントラストが重要な要素であることを確認した。
・歩きやすい駅の理由においても、照度が高いだけでなく、照明の配列や幅木により進行方向が分かり易いという空間認知のしやすさを挙げる指摘があった。
・歩きにくい駅の理由においては、照度の低さが挙げられている一方で、まぶしすぎるため視標の識別性が劣るとの指摘があった。

(2) 模擬駅舎における駅施設の視認性評価の実施（第3章）

模擬駅舎において駅構内での移動の主な手掛かりとなる視標について、ロービジョン者による視認性の評価を行った。

○得られた主な知見
・照度が確保されている場合においても、背景と視標との輝度コントラストによって、見え方（視認性）が影響を受ける。
・照度と輝度コントラストがある一定の条件においては、視標の識別性が低くなるという指摘があった。

(3) 駅施設の照度と輝度の測定調査 (第4章)

ロービジョン者の駅施設の移動の手掛かりに関するアンケート調査 (第2章) の回答を元に選定した調査対象駅に対して、駅施設の光環境の実態調査を行うため、照度と輝度の測定を行った。

○得られた主な知見
<ul style="list-style-type: none"> ・第2章のアンケート結果の良い駅、悪い駅を参考とし、大阪市営地下鉄、阪急電鉄、阪神電鉄の協力を得て、全7駅の光環境の実態を把握した。 ・通路、上下動線、ホーム等の各空間について、水平面照度、鉛直面照度の他、デジタル画像を解析することで、輝度画像や明るさ画像などのデータを得た。柱数が少ないアーチ型のホーム構造や、特殊な照明器具が多く見られた。また、背景とのコントラストが高く構造物の認識がしやすい良好な事例等を収集することができた。

(4) 輝度画像による視認性評価の分析 (第5章)

第3章の結果を元に、視標の輝度画像により得られた輝度コントラストと被験者の視認性評価との相関関係を分析した。また、事業者が照明計画時に活用可能な光環境の評価への展開を試みた。

○得られた主な知見
<ul style="list-style-type: none"> ・輝度コントラストと視認性評価の関係を分析することで、適切な光環境を計画するための指標になりえる数値が得られた。

(5) 今年度の結果の概要

現状、駅施設の計画を行う事業者が、適切な照明計画を設定するための拠り所は、乗降者数による駅施設の規模、及び施設の空間毎に設定された照度基準 (JIS 基準) のみである。しかし、照度基準だけでは多様なユーザーに対して快適な光環境を提供することが困難であると言える。本研究において、ロービジョン者の駅施設の移動時の手掛かりや視対象やその見え方を把握したことで、一部の既往研究でも指摘されているように、照度とともに、背景と視標の輝度コントラストが重要である。また、視認性の主観評価と輝度画像の関係を分析することで、基準となりうる輝度コントラストを数値化できる

可能性があることが分かった。既存の照度基準に付加して、今後、明るさ評価の指標として計画設計段階で活用可能な、輝度を取り入れた照明計画のプロセスを参考として以下に挙げる（図 1-3-1）。この中で、障害当事者の評価等を取り入れたプロセスを位置づけており、新たな評価の指標を作る上で、実践と検証を繰り返していくことが欠かせない。具体的には、照明計画の与件に、障害当事者の移動の手掛かり等の歩きやすさに関する移動円滑化のための配慮事項を取り入れること。また、設計時には、実空間を想定した三次元照明シミュレーション（P135 参照）を作成し、輝度コントラストの評価を行う。さらに施工後においても、障害当事者による事後評価を行い、今後の照明計画の与件設定にフィードバックを行うことが必要である。

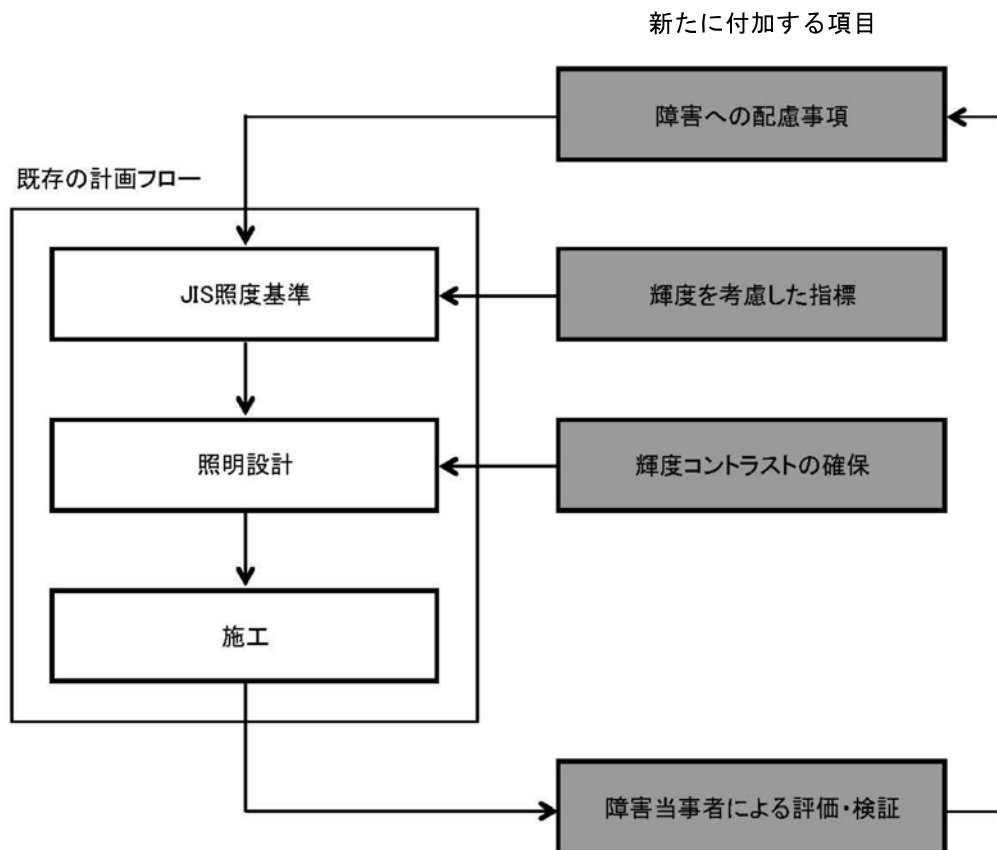


図 1-3-1 輝度を取り入れた照明計画のプロセス

(6) 報告書の構成

本報告書における構成を以下に示す。

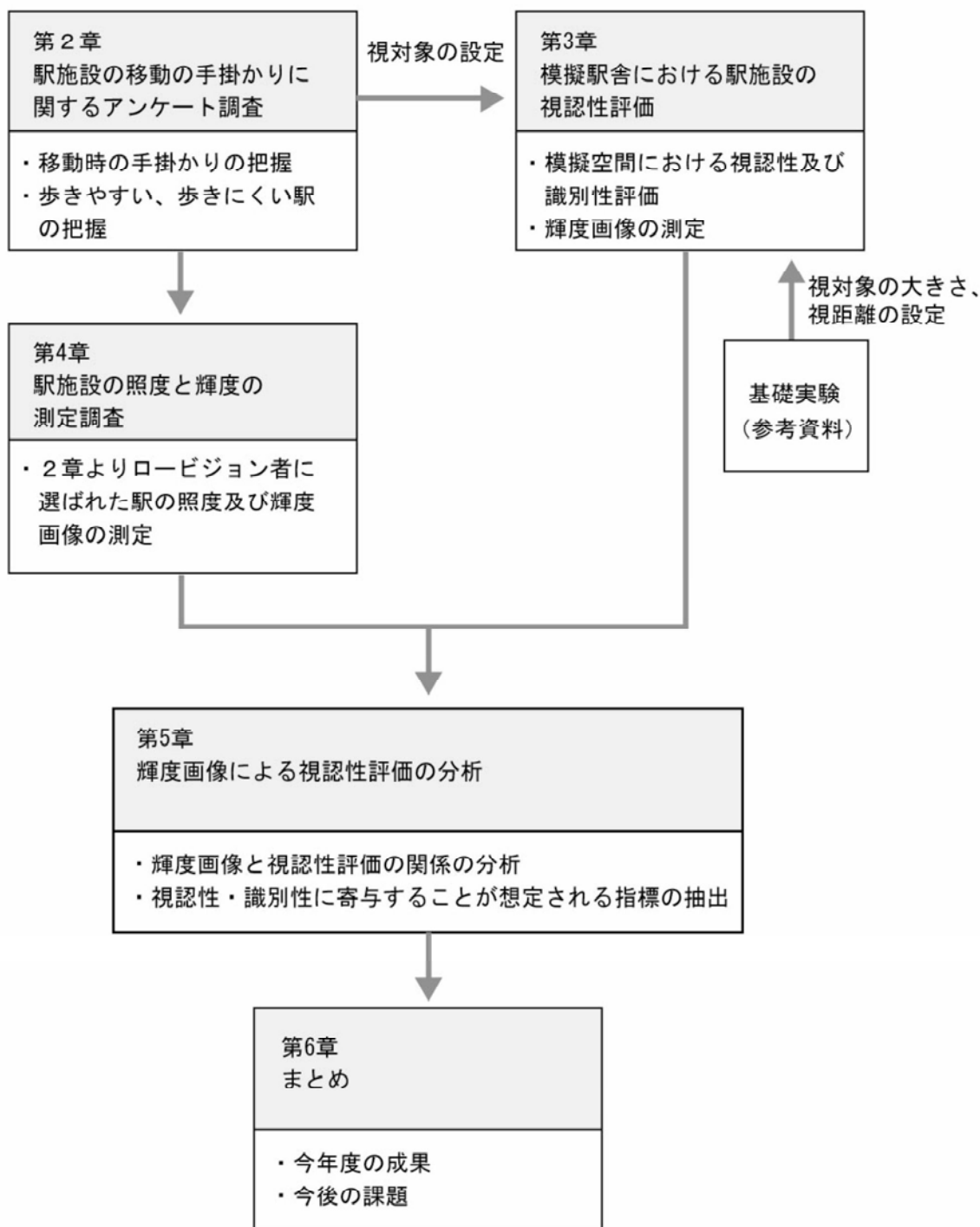


図 1-3-2 本報告書の構成

(7) 用語及び定義

本報告書で用いる主な用語及び定義は次による。

1) 視環境※6

駅施設の利用者の視野内に見える環境。

2) ロービジョン

視機能が弱く、矯正もできない状態。それにより日常生活や就労などの場で不自由を強いられる、従来は弱視、または低視力と呼ばれた状態、またはその人のことである。全盲ではない。原因や症状は様々で、一人ひとりが感じている「見えにくさ」はそれぞれ全く違い、大きく幅がある。天候や疲労により、同じ人、同じ一日の中でも症状の強さが違う。

WHO では、治療後及び／又は矯正時の視力が 0.3 未満、又は視野が 10° 未満で作業の計画及び遂行に視覚を活用する人若しくは活用の可能性がある人と定義。

3) 眼の順応※1

種々の輝度、分光分布及び視覚をもつ刺激に、事前及び、そのときにさらされることによって、視覚系の状態が変化する過程。主な効果が刺激の相対分光分布の違いにあるような順応。

備考1：明順応、暗順応という用語も用いられる。前者は、刺激の輝度が少なくとも数カンデラ毎平方メートルあるとき、後者は、輝度が100分の数カンデラ毎平方メートル未満のときに用いられる。

備考2：特定の周波数、方位、大きさなどに対する順応もこの定義に含まれるものとして知られている。

4) コントラスト、対比※1

1. 知覚的意味：同時又は継時的に見える二つ以上の、見えの差の評価値（明るさ対比、明度対比、色対比、同時対比、継時対比など）。
2. 物理的意味：知覚的明るさ対比と対応するように意図して通常、対象の輝度を含む幾つかの式の一つで定義される量。

5) 輝度分布※2

視野内において、ある輝度をもつ小領域（視角0.1度）が分布している様子。

6) 輝度画像※2

各画素が輝度値をもつ2次元のデジタル画像。本報告書では各画素の大きさが視角0.1度（水平方向、鉛直方向とも）である画像をいう。

7) グレア※1

視野内の輝度の分布、しくはその値の不適切、又は 極端な対比があることによって、不快又は細かいもの 若しくは対象物を見る能力の低下を生じる視覚の状態。

8) 視標

視野の検査に用いる測定点での刺激。

9) 視野※1

視線を固定した状態で見える範囲。

10) 明るさ※1

ある面から発している光りの強弱の見え方の基になる視感覚の属性。

参考1：明るさは、発光面についても非発光面についても用いる。

参考2：主として関連する測光量は、輝度である。

11) 反射率※1

物体に入射した放射束又は光束に対する、反射した放射束又は光束の比。

12) 照度計※1

照度を測定する計測器。

13) 輝度計※1

輝度を測定する計測器。

14) 反射率計※1

反射に関する量を測定する装置。

15) 水平面照度※1

水平面上の照度。

16) 鉛直面照度※1

鉛直面上の照度。

17) 誘目性※1

周辺環境の中でどのくらい目立って見えるかを示す、ランプ又は対象物の性質。

18) 視認性

視標の発見しやすさ。

第3章の模擬駅舎における駅施設の視認性評価の五段階による主観評価の項目で用いた用語の意味。

19) 識別性

視標の形状や位置関係の分かりやすさ。

第3章の模擬駅舎における駅施設の視認性評価の五段階による主観評価の項目で用いた用語の意味。

20) 輝度対比 (luminance contrast) ※4

背景輝度 L_b 及び視標輝度 L_t の差を表すことを目的として、次の式で評される量。

$$C = (L_t - L_b) / L_b \quad L_t > L_b$$

ここに、 C : 輝度対比

L_t : 視標輝度

L_b : 背景輝度

21) コントラスト感度※1-

知覚できる最小の(物理的な)対比の逆数。通常平均輝度 L の、輝度弁別いき(閾) ΔL に対する比 $L / \Delta L$ で表す。

備考: この値 (SC_{cc}) は、輝度と順応状態を含む観測条件とに依存する。

22) 輝度弁別いき（閾）※1

知覚できる最小の輝度差。

23) 輝度コントラスト値

視対象の視認性を上げるためには、視対象と背景に十分な輝度のコントラストがあることが求められる。視対象と背景が単純に分かれている場合は、視対象の輝度と背景の輝度を測定しその輝度比を求めればよいが、現実の駅舎などの空間ではそれができない。現実空間の複雑な輝度画像でも適用可能な輝度のコントラストの算出方法がコントラスト・プロファイル法(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. 84, No. 8A, 522-528, 2000)で、この方法で検出された値を輝度コントラスト値という。【P139解説参照】

24) 対数輝度平均

コントラスト・プロファイル法では、輝度画像より、まず輝度画像の対数をとった対数輝度画像を作成し、次に想定する視対象の大きさに応じたマスクをかけて、たたみ込み計算をする(フィルタリングと呼ばれる)。対数輝度平均は、このかけたマスクの範囲の平均値をいう。

出典

※1 照明用語 JIS Z 8113

※2 住宅照明設計技術指針／一般社団法人照明学会

※3 ロービジョンの基本色領域データ集 TR S 0005：2010／日本工業標準調査会標準部会

※4 視標検出視野の加齢変化に関するデータ集 TR S 0004：2010／日本工業標準調査会標準部会

※5 道路照明施設設置基準・同解説／公益社団法人日本道路協会

※6 道路照明基準 JIS Z 9111

※7 照明基準総則 JIS Z 9110

第2章

ロービジョン者の駅施設の移動の手掛かりに関する アンケート調査

第2章 ロービジョン者の駅施設の移動の手掛かりに関するアンケート調査の実施

2-1. 調査の目的

旅客施設のより良い照明環境をつくるためには、まずロービジョン者が駅施設の移動する際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を把握することが必要である。ここでは、太陽光が入らず照明器具だけで明るさを確保している「地下の駅」を対象として、ロービジョン者が移動する時に、駅の主要な視標とその見え方や手掛かりについて、基礎的なデータを得ることを目的とし調査を行った。

2-2. 調査の概要

(1) 調査名称

公共交通機関旅客施設における照明のあり方の研究
照明が視覚障害のある人の安全・安心に及ぼす影響に関する調査

(2) 調査対象者

社会福祉法人 日本盲人会連合
一般社団法人 日本網膜色素変性症協会
弱視者問題研究会
社会福祉法人 日本ライトハウス
上記団体の協力を得て被験者を抽出した。

(3) 調査票の記入

自記式（配布した調査票は「参考資料1」を参照）

(4) 配布と回収

(2) で示した団体より、会員宛に調査票（墨字）を郵送、又はメールにより送信し、回収した。

(5) 調査期間

配布日：2013年10月1日

回収期限：2013年11月30日

(6) 配布した票数

合計：1,134票（うち郵送863票、メール271票）

(7) 回収した票数

全回収数：275票（全回収率24.2%）

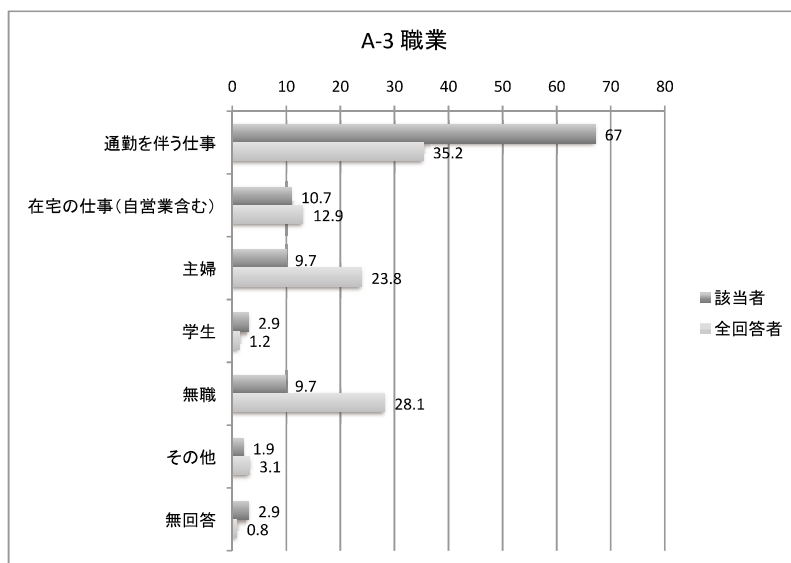
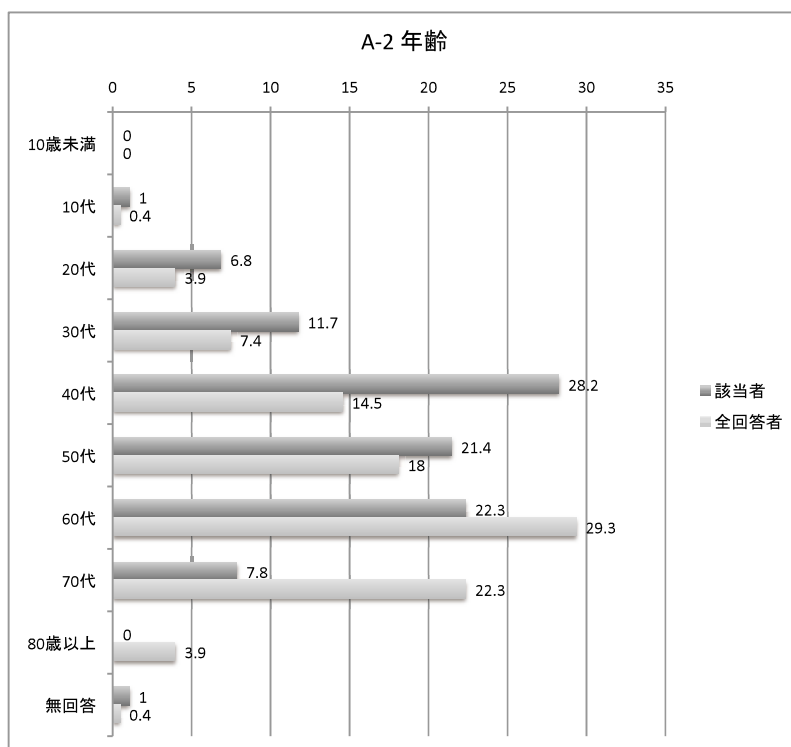
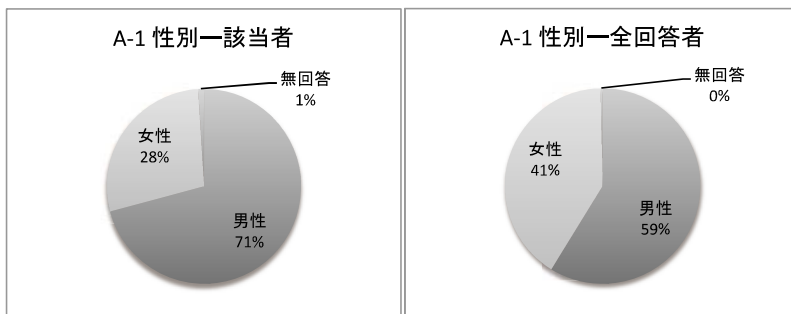
うち、回答数が極端に少ないもの、回答を辞退と記載されているものを除き、

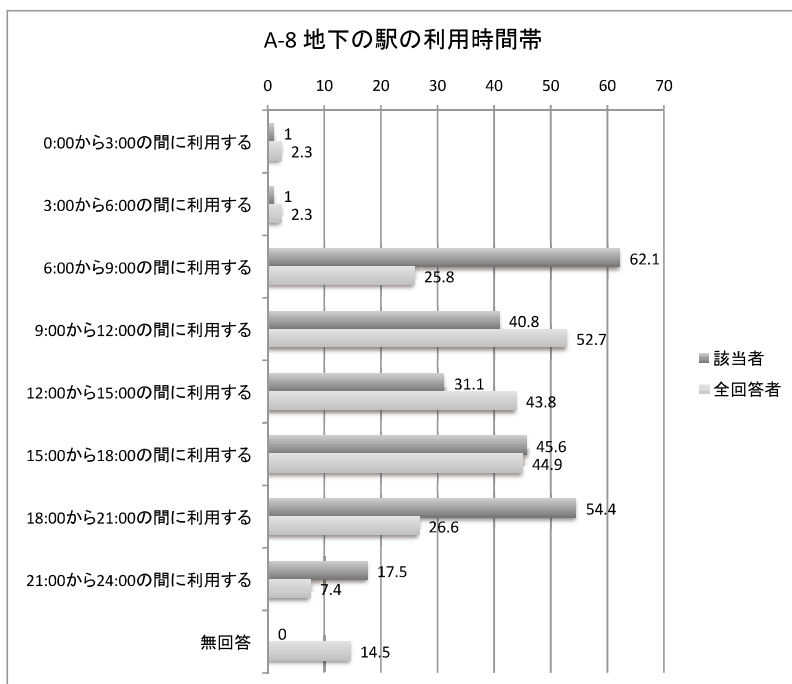
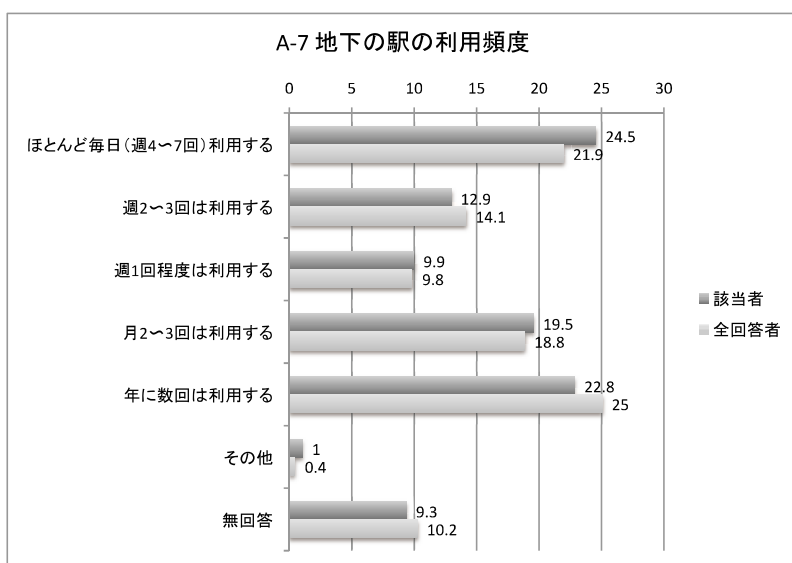
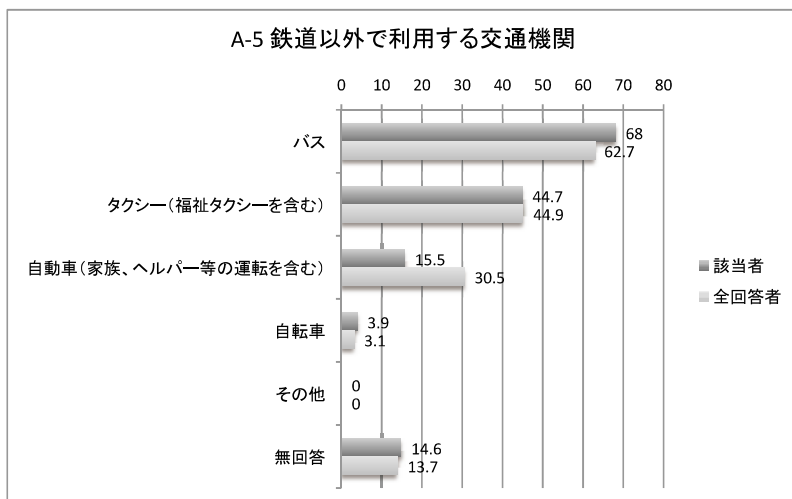
全回答者数：256票（全回答者率22.5%）

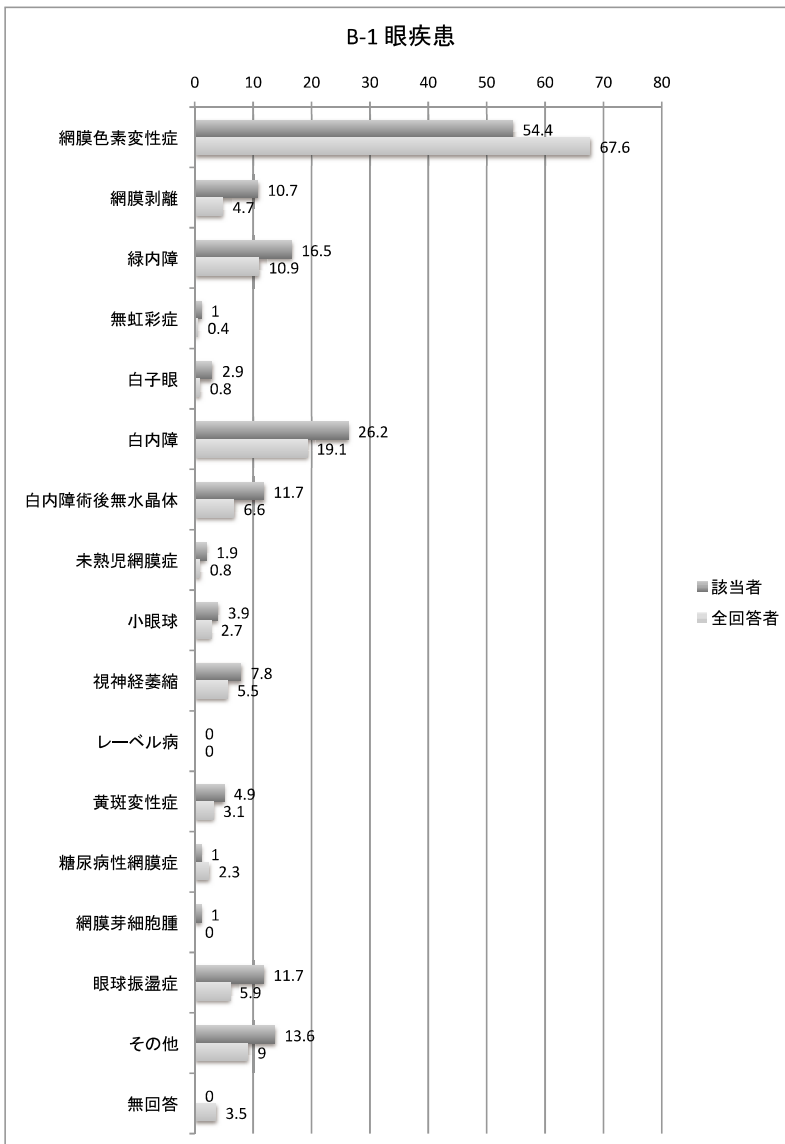
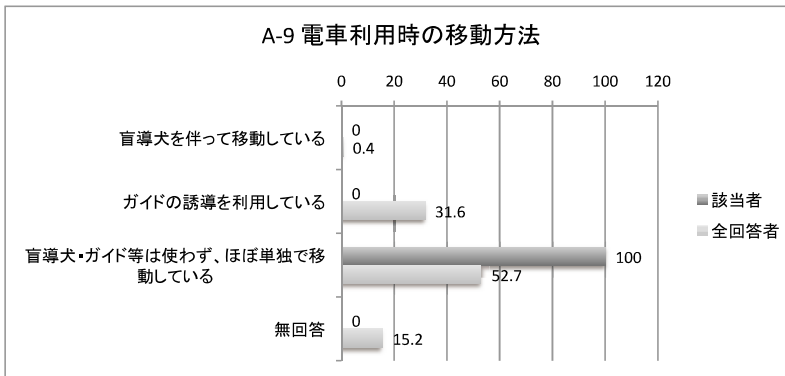
(8) 回答者の集計

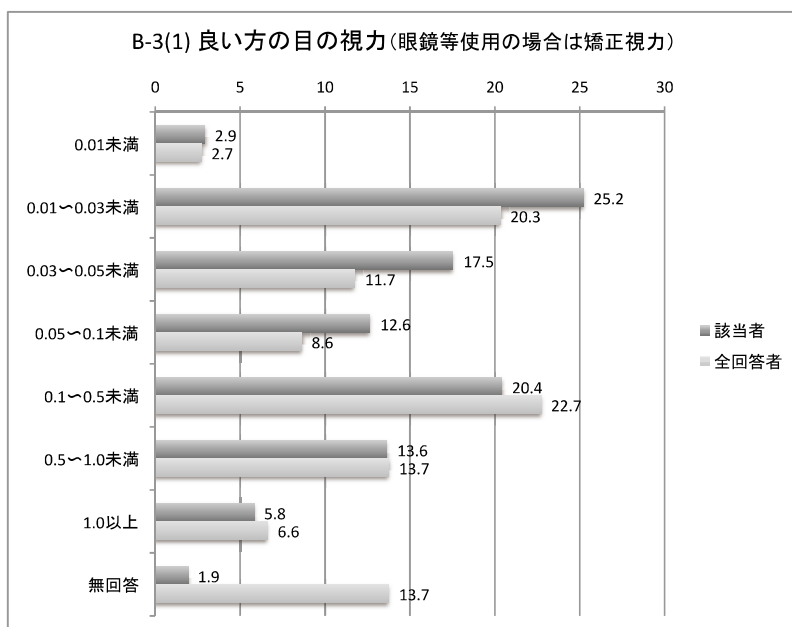
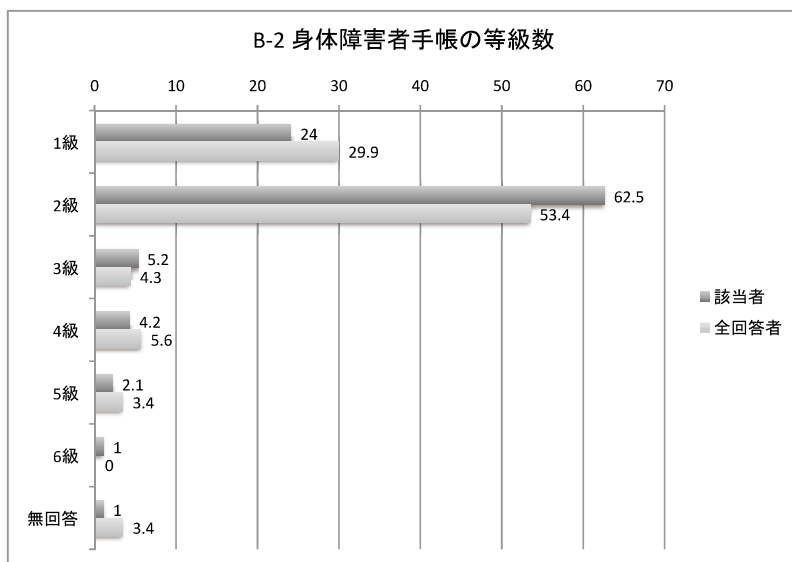
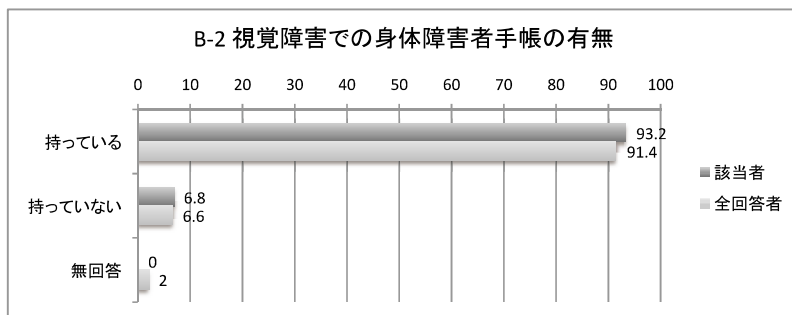
全回答者256名のうち、回答の条件として設定した「地下の駅の利用頻度」（A-7）が、「週に1回程度は利用する」以上の利用頻度を選択し、且つ「電車利用時の移動方法」（A-9）が、「盲導犬・ガイド等は使わず、ほぼ単独で移動している」を選択した103名について集計した。なお、条件に当てはまらないものも含めた全回答者256名についても、参考値として合わせて記載した。なおグラフにおいて、全回答者256名は「全回答者」、回答条件を満たす103名を「該当者」と記載する。

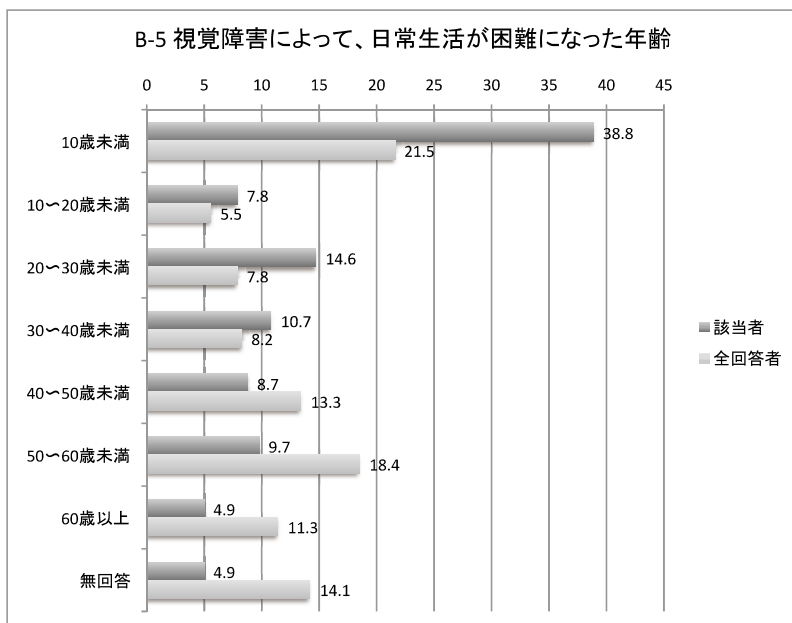
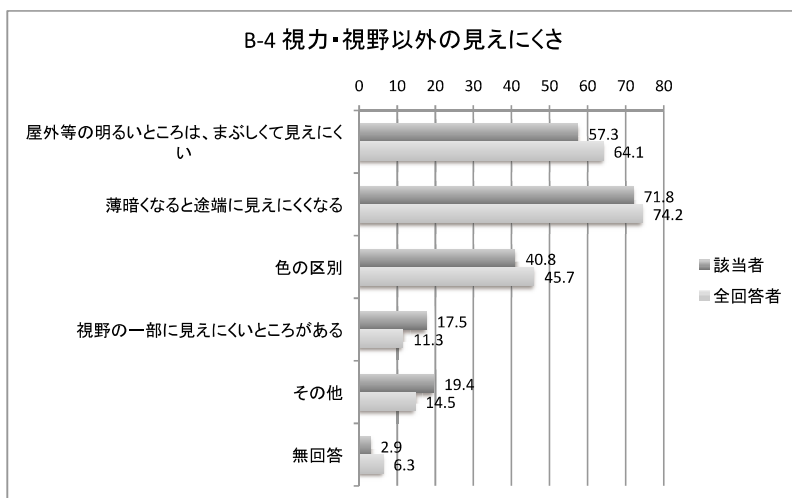
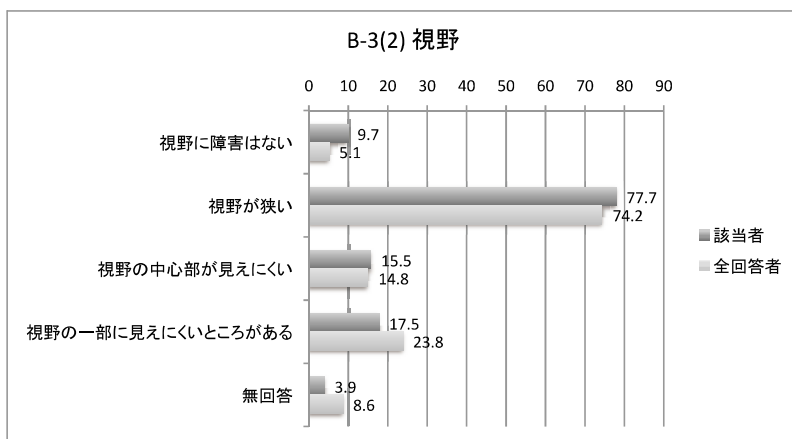
(9) 回答者の属性

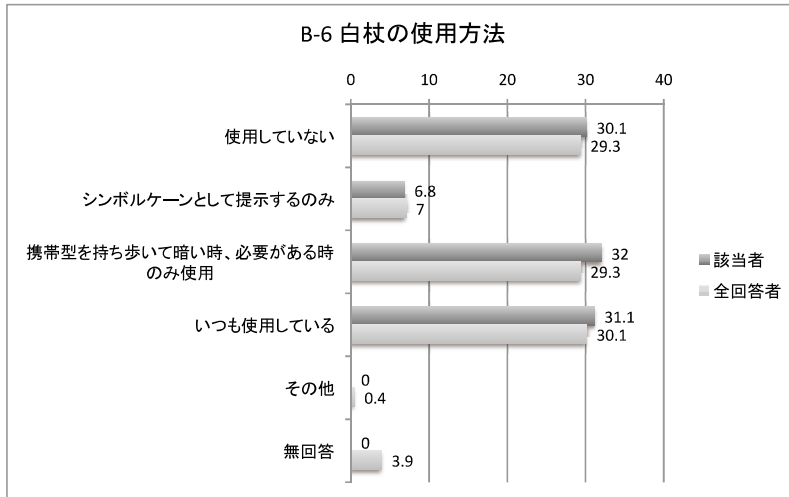












2-3. 調査結果の概要

2-3-1 集計結果の概要

アンケートの集計結果から、駅施設移動時の手掛かりの内容を把握するため、その内容について「大分類」と「小分類」の2つの項目に分けてまとめた。

全回答者 256 名のうち、回答の条件として設定した「地下の駅の利用頻度」(A-7)が、「週に1回程度は利用する」以上の利用頻度を選択し、且つ「電車利用時の移動方法」(A-9)が、「盲導犬・ガイド等は使わず、ほぼ単独で移動している」を選択した103 名について集計した。なお、条件に当てはまらないものも含めた全回答者 256 名についても、参考値として合わせて記載した。なおグラフにおいて、全回答者 256 名は「全回答者」、回答条件を満たす 103 名を「該当者」と記載する。詳細については別綴じの参考資料1を参照。

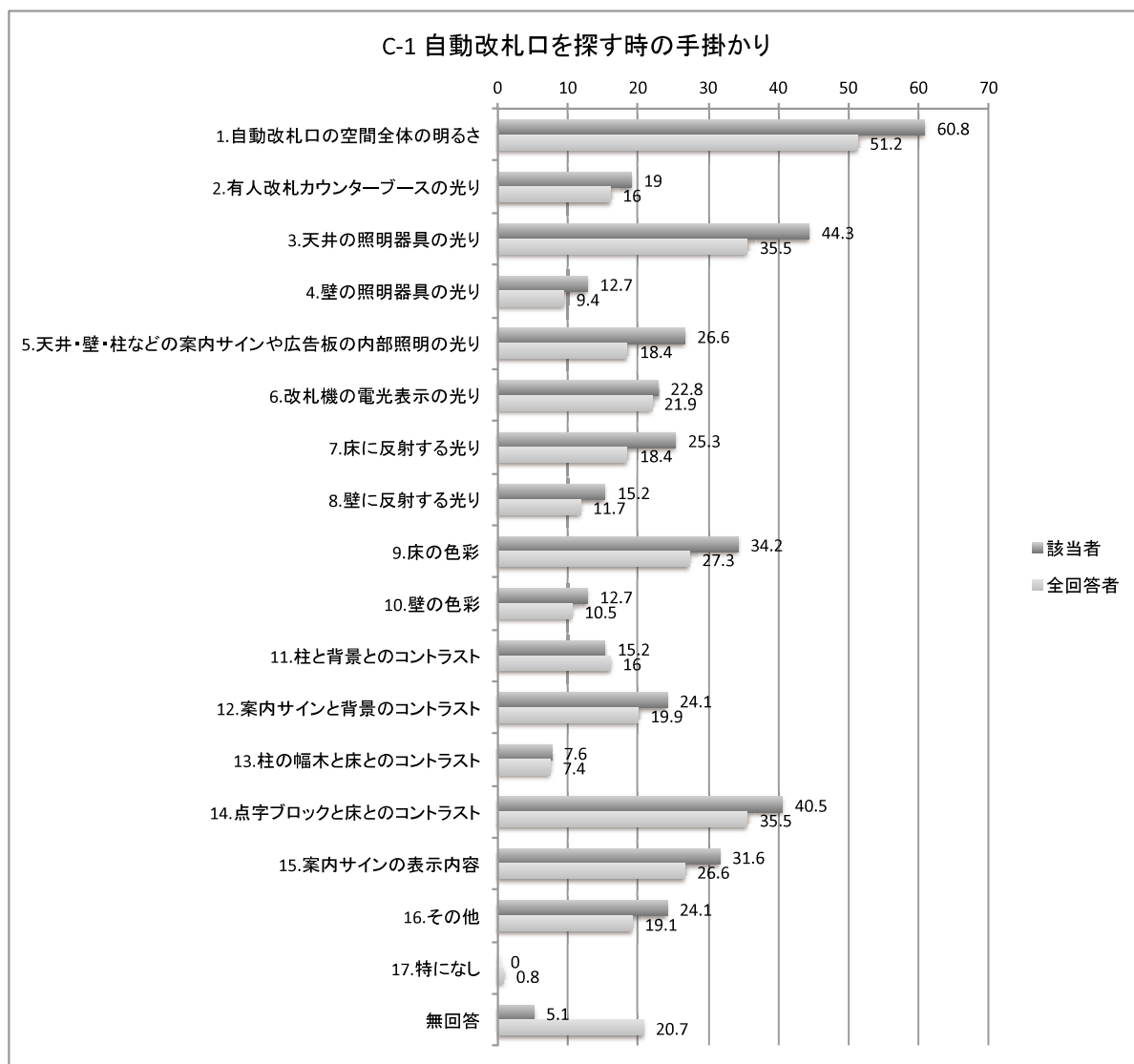
(2-1) 小分類の手掛かりの集計

駅施設の空間や移動状況毎に応じた手掛かりを把握するため、より詳細な視覚的要素に分類して、空間や移動状況毎の傾向を把握した。

なお、「空間全体の明るさ」を問う設問については、アンケート実施時における事務局の意図は、「手掛かり」とその周辺の「空間」との対比において、「手掛かり」が明るい事を想定していたが、回答者が明るい、暗いどちらかをイメージしていたかを明確に判断できない設問内容であった。

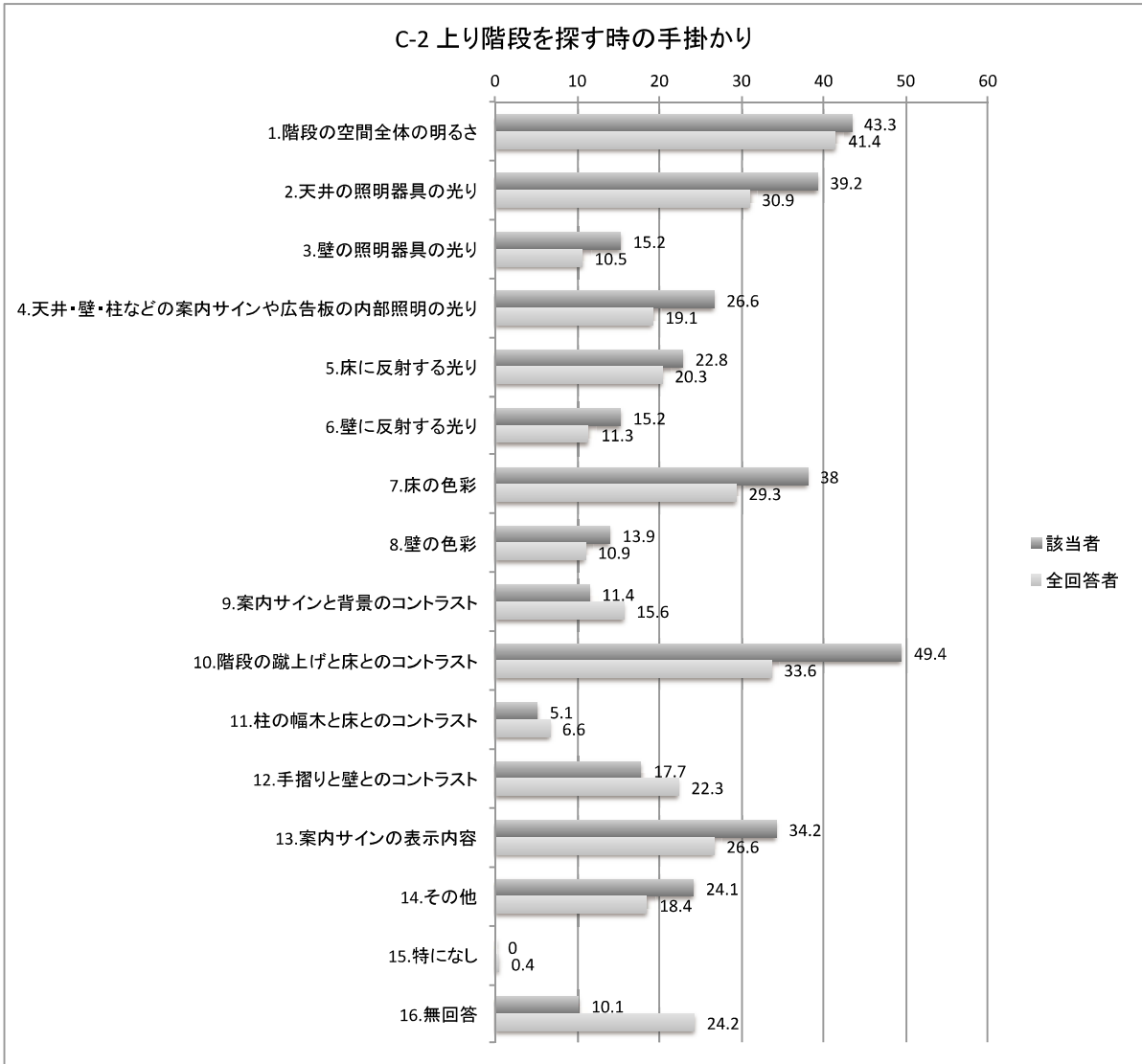
C-1 自動改札口を探す時の手掛かり

- 自動改札口の空間全体の明かりを挙げる方が最も多く、6割程度の方が挙げている。
- 続いて、天井の照明器具の光り、点字ブロックのコントラスト、床の色彩、案内サインの表示案内の4項目を、3、4割程度の方が挙げている。
- 案内サインの表示内容は3割程度の方が手掛かりとしている。



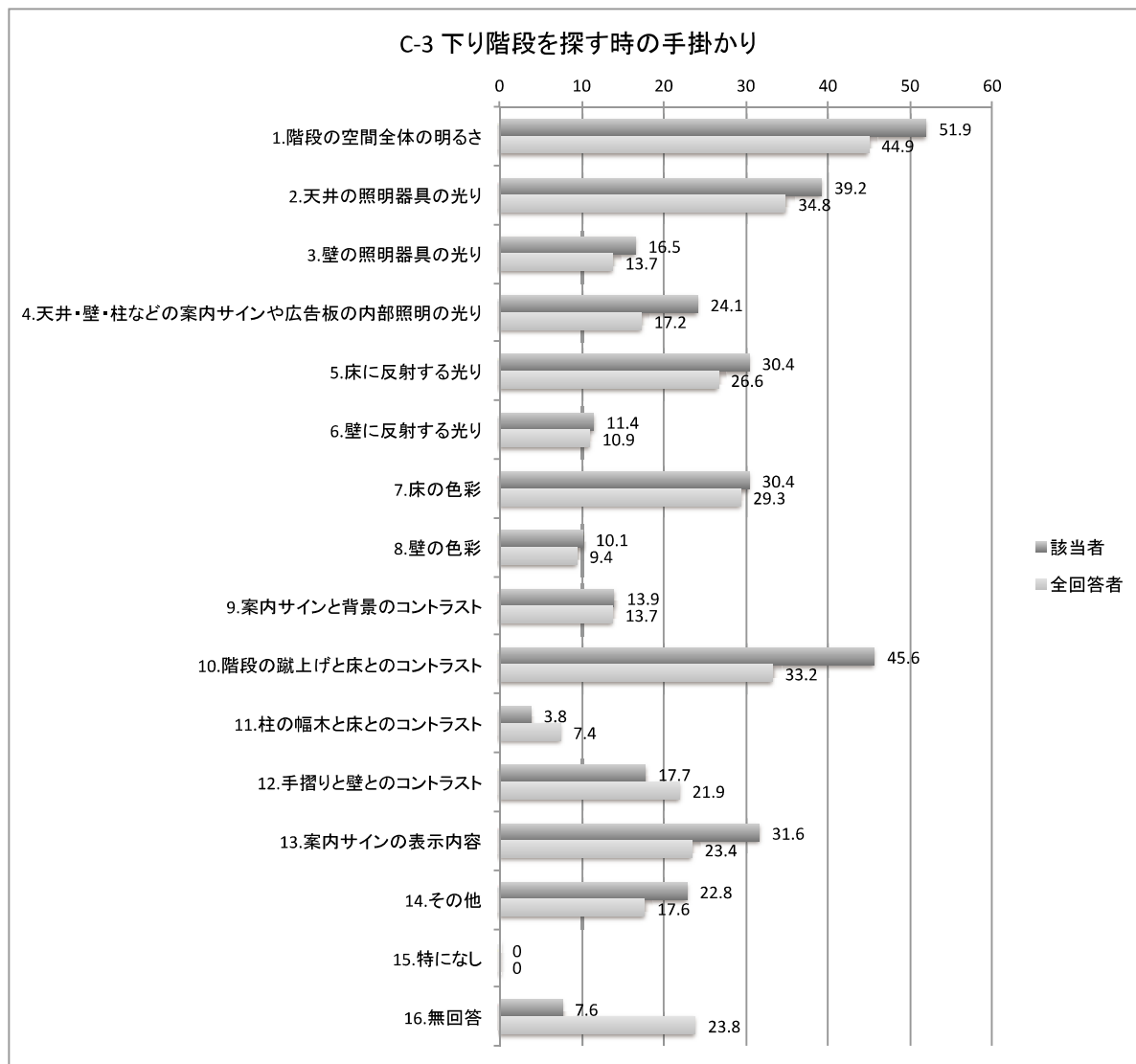
C-2 上り階段を探す時の手掛かり

- 階段の蹴上げと床のコントラストが最も多く、半数程度の方が挙げている。
- 続いて、階段の空間全体の明るさ、天井の照明器具の光り、床の色彩の3項目を、4割程度の方が挙げている。
- 案内サインの表示内容は3割程度の方が手掛かりとしている。



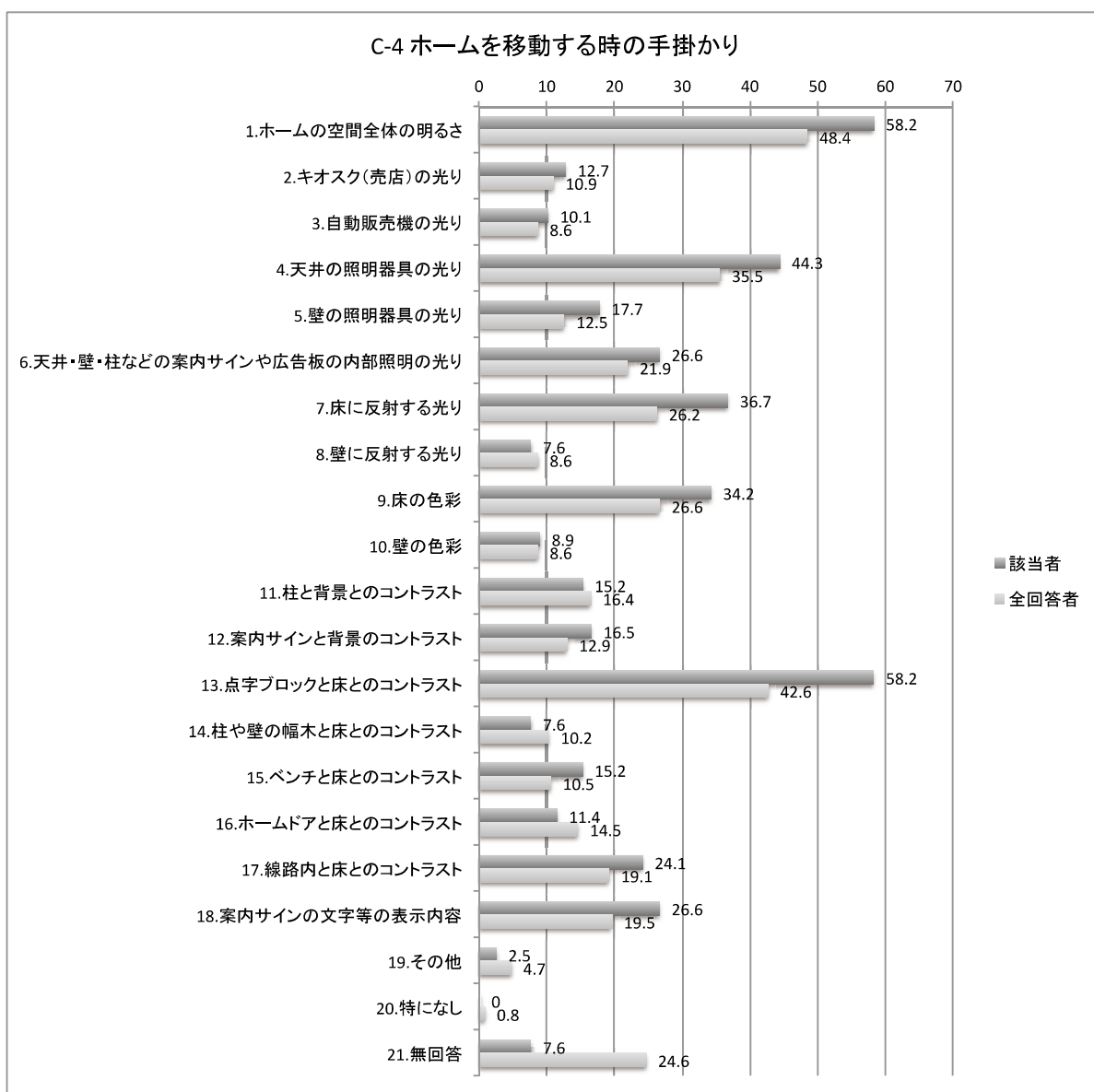
C-3 下り階段を探す時の手掛かり

- 階段の空間全体の明るさが最も多く、5割を超える方が挙げている。
- 続いて、階段の踏み面と床とのコントラストや天井の照明器具の光りが3、4程度の方が挙げている。
- 案内サインの表示内容は3割程度の方が手掛かりとしている。



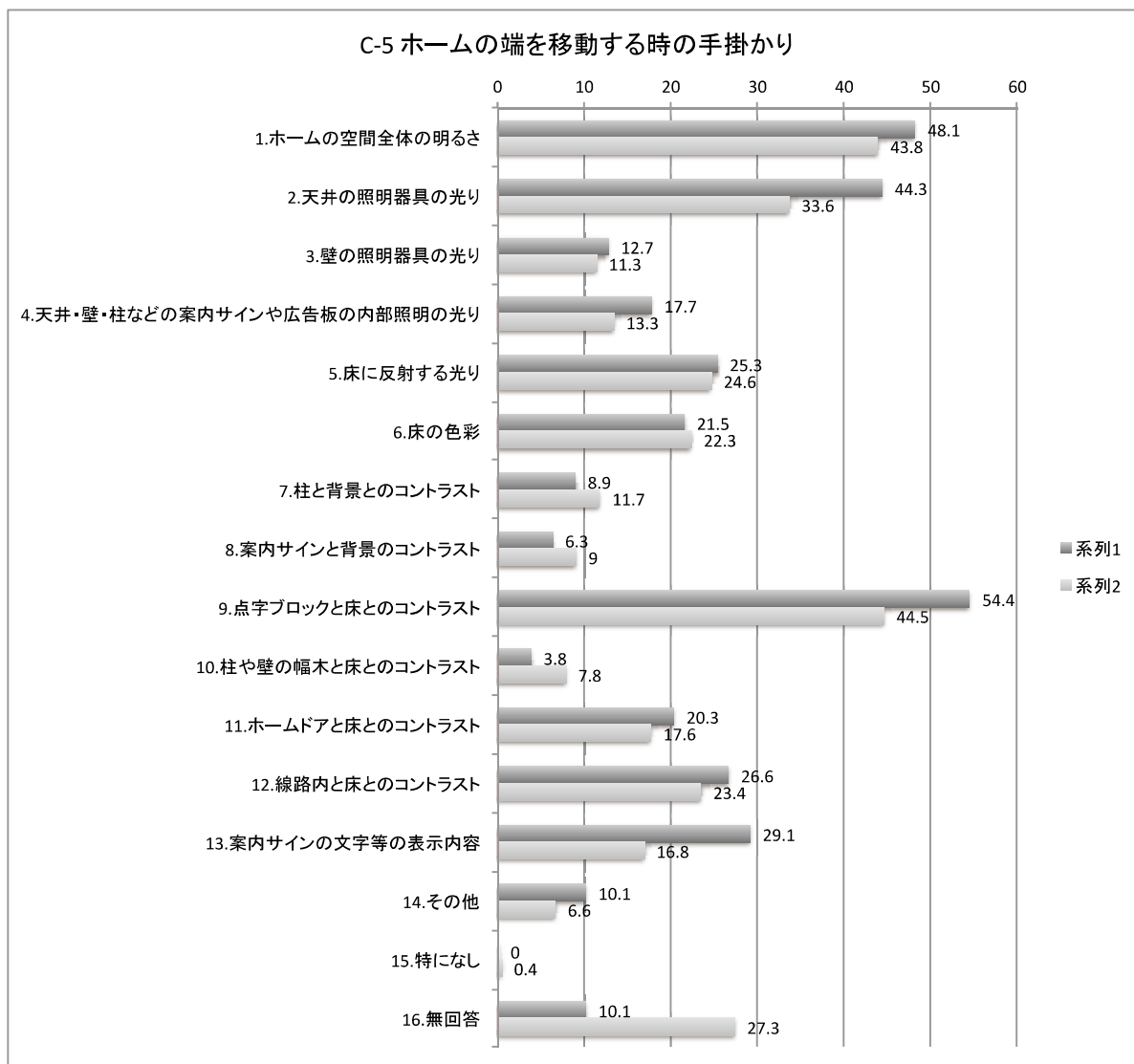
C-4 ホームを移動する時の手掛かり

- ホーム空間全体の明るさ、点字ブロックと床のコントラストの2項目が最も多く、6割程度の方が挙げている。
- 続いて、天井の照明器具の光り、床に反射する光り、床の色彩の3項目を3、4割の方が挙げている。他の空間より床を手掛かりとしている方が多い。
- 案内サインの表示内容は3割程度の方が手掛かりとしている。



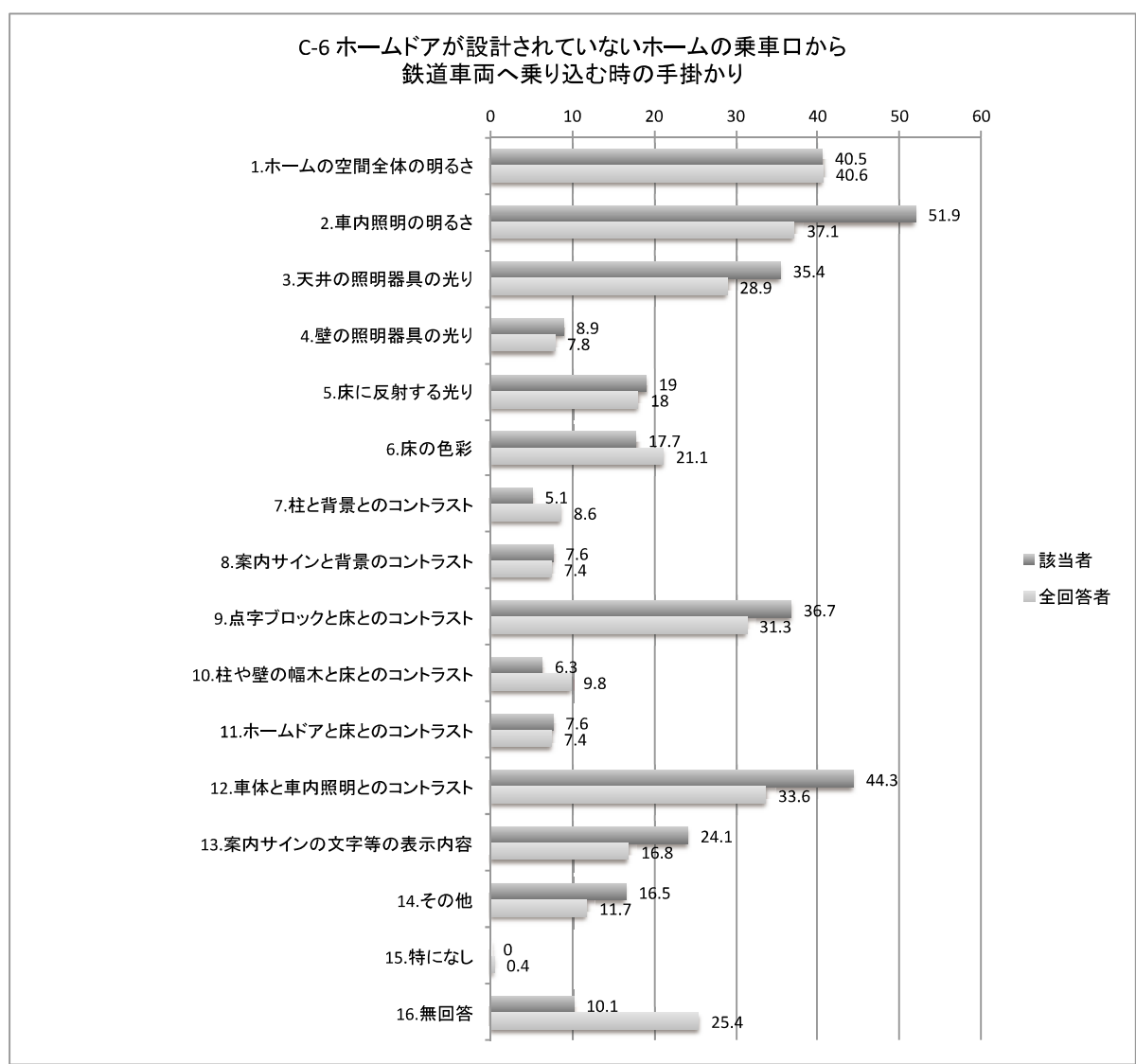
C-5 ホームの端を認識する時の手掛かり

- 点字ブロックと床のコントラストが最も多く、5割以上の方が挙げている。続いて、ホーム空間全体の明るさ、天井の照明器具の光りの2項目多く挙げられている。
- 案内サインの表示内容は3割程度の方が手掛かりとしている。



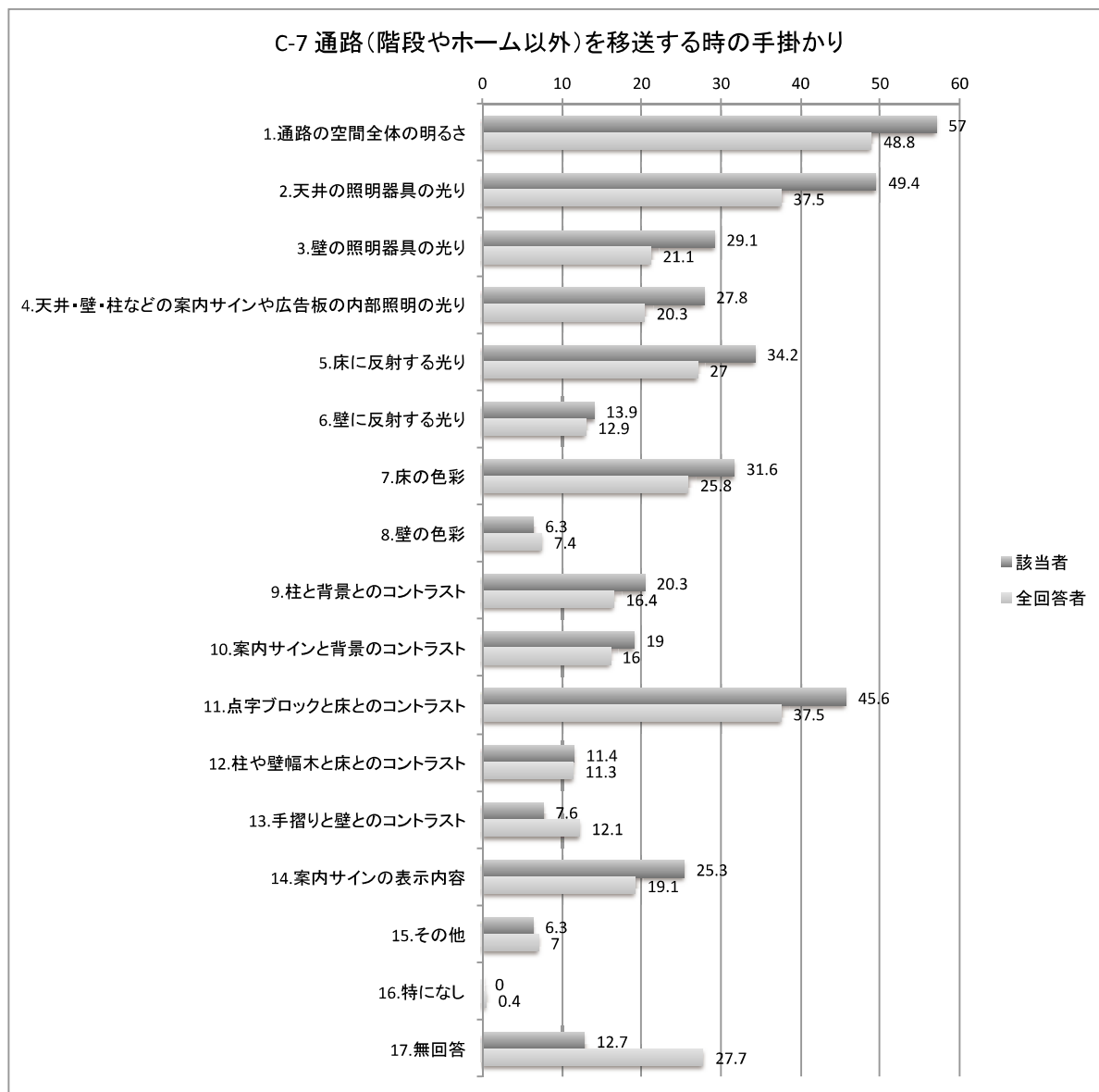
C-6 ホームドアが設置されていないホームの乗車口から鉄道車両へ乗り込む時の手掛かり

- 車内照明の明るさが最も多く、5割以上の方が挙げている。続いて、車体と車内照明のコントラスト、ホームの空間全体の明るさの2項目が最も多い
- 車両の照明が重要な手掛かりとなっている。
- 案内サインの表示内容は3割程度の方が手掛かりとしている。



C-7 通路（階段やホーム以外）を移動する時の手掛かり

- 通路の空間全体の明るさを挙げる方が最も多く、6割近い方が挙げている。続いて、天井の照明器具の光り、点字ブロックと床のコントラストの2項目が多く挙げられている。
- 案内サインの表示内容は3割程度の方が手掛かりとしている。



D 利用したことのある歩きやすい駅、歩きにくい駅

●歩きやすい駅

- ・空間が明るい（13件）、点字ブロックが見やすい（11件）点が多く評価されていた。
- ・進行方向に向かう照明の配置（8件）や、幅木の視認性を評価（1件）している意見もあった。

（関東16件、関西18件のコメント中）

●歩きにくい駅

- ・照明のばらつき（4件）や照明の暗さ（20件）が挙げられている。
- ・また、明るすぎて床と階段の色の区別がつかないなど、明るい条件でも視標の識別ができないという指摘（4件）があった。

（関東19件、関西10件のコメント中）

- 歩きにくい駅と歩きやすい駅両方に選定され、評価が大きく異なる駅もあった。評価者の視覚特性の違いによる影響が想定される。

- ・（ ）内の数字は指摘件数。1人の回答者が複数のコメントをしている場合は、該当するコメントの内容ごとに全てカウントした。
- ・設問では関東、関西ともに具体的な駅名を挙げてもらうようにしたが、「〇〇線全体的に」、「〇〇駅と〇〇駅乗換通路」などの表記もあるため、コメントの母数となる部分は関東、関西とも駅数ではなく「件」と表示している。

詳細の内容は参考資料1-2を参照のこと。

(2-2) 大分類の手掛かりの集計

駅施設移動時の手掛かりとしている主要な視覚的要素を分類して集計することで、駅施設全体での傾向を把握した。

- 移動時の手掛かりとして、空間全体の明るさ、照明、コントラストを挙げる方が多く、全体の半数以上を占める。空間全体の明るさについては、小分類にも見られるが地下において暗順応に対して、各部位が明るくなっている事を手掛かりに移動していると考えられる。

- 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。

2-3-2 調査結果のまとめ

○移動の手掛かりについて

アンケート調査の集計結果より、ロービジョン者が、地下の駅施設の移動時の視覚的に手掛かりとしている要素は、通路、階段等、どの場所や状況においても、以下の3つが多かった。(1)「空間全体の明るさ」は、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、不明確であったが、対象となる空間の周囲との対比による空間全体が重要であることが明らかになった。(2)「照明」は、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。(3)「コントラスト」は、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コントラストを手掛かりにすることが多い。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。

また、日本網膜色素変性症協会の榊原委員の協力により、多重対応分析によって手掛かり間の関連を調べた。

- ・サインの内容を見ることは、他の照明に関する事柄とはやや性格が異なる。
- ・天井を見るか床を見るかなどといった、視線の選択が行われている可能性がある。

今後こうした事柄と、視力・夜盲・羞明・視野狭窄などの視機能の関連を調べる必要がある。

また、被験者属性についての榊原委員の分析結果より、網膜色素変性症と非網膜色素変性症を区別してアンケート結果の集計を行ったが、該当者数全体の結果とほぼ同等の傾向が見られた。

○歩きやすい駅、歩きにくい駅について

ロービジョン者が利用している歩きやすい駅の選定理由として、関東、関西エリア共に、空間が明るい、点字ブロックが見やすい、という点が多く評価されていた。進行方向に向かう照明の配置や、幅木の視認性を評価している意見もあった。

歩きにくい駅の選定理由は、照明のばらつきや照明の暗さが挙げられている一方で、明るすぎて床と階段の色の区別がつかないなど、明るい条件でも視標の識別ができないという指摘も挙げられた。結果については、別綴じの参考資料1を参照。

○アンケートの無回答について

アンケートの設問内容の中で、7つの場所や状況ごとに対する手掛かりを質問した後に、再度、最も重要な手掛かりについての質問項目を設けたが、無回答を選択した評価者が多かった。これは、回答者が質問内容の重複であると認識された方が多かったためと推察される。回答者が理解しやすい設問内容に課題が残った。

○回答者の構成について

今回の調査は、複数の障害者団体の協力を得て行った。回答者の属性（障害の程度、見え方など）とその割合に関しては、所属団体ごとに数的に同水準ではないことを付記しておく。

○クロス集計について

アンケート設問に対して以下のクロス集計を行った。結果については、別綴じの参考資料1を参照。

(1) 眼疾患

網膜色素変性症 / 白内障（視野に障害はない） / 網膜色素変性症かつ白内障

(2) 視野

視野の中心部が見えにくい / その他（視野に障害はない・視野が狭い・視野の一部に見えにくいところがある）

(3) 視力

0.05未満 / 0.05以上～0.1未満 / 0.1以上～0.5未満 / 0.5以上

(4) 視覚障害によって日常生活が困難になった年齢

10歳未満及び先天性 / 10歳以上～50歳未満 / 50歳以上

(5) 視力・視野以外の見えにくさ

まぶしくて見えにくい / 薄暗くなると見えにくい /

まぶしくて見えにくいかつ 薄暗くなると見えにくい

第3章

模擬駅舎における駅施設の視認性評価

3章 旅客施設の光環境実態調査の実施

3-1 調査の目的

模擬駅舎において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、ロービジョン者による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」との関係を明らかにする。

3-2 調査の概要

(1) 調査期間

平成 25 年 11 月 23 日（土）～12 月 1 日（日）（計 9 日間）

(2) 実施場所

公益財団法人鉄道総合技術研究所 駅シミュレータ 2 階コンコース

(3) 評価者

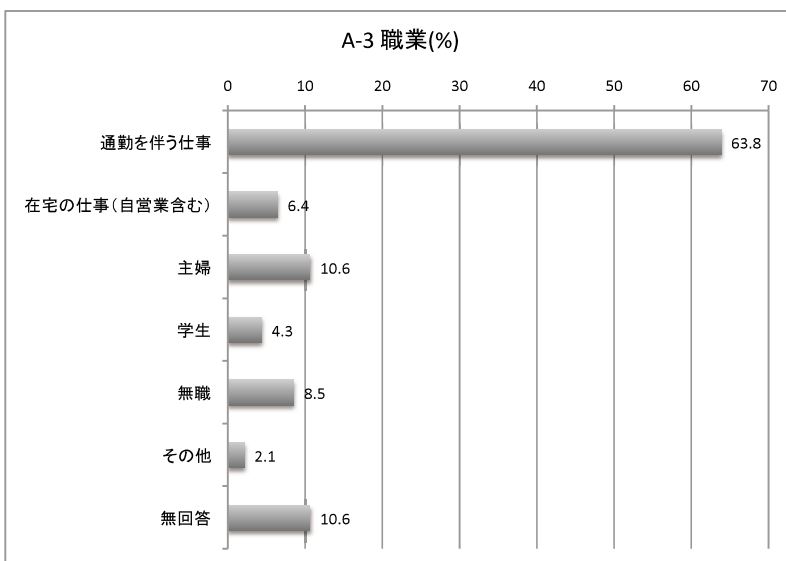
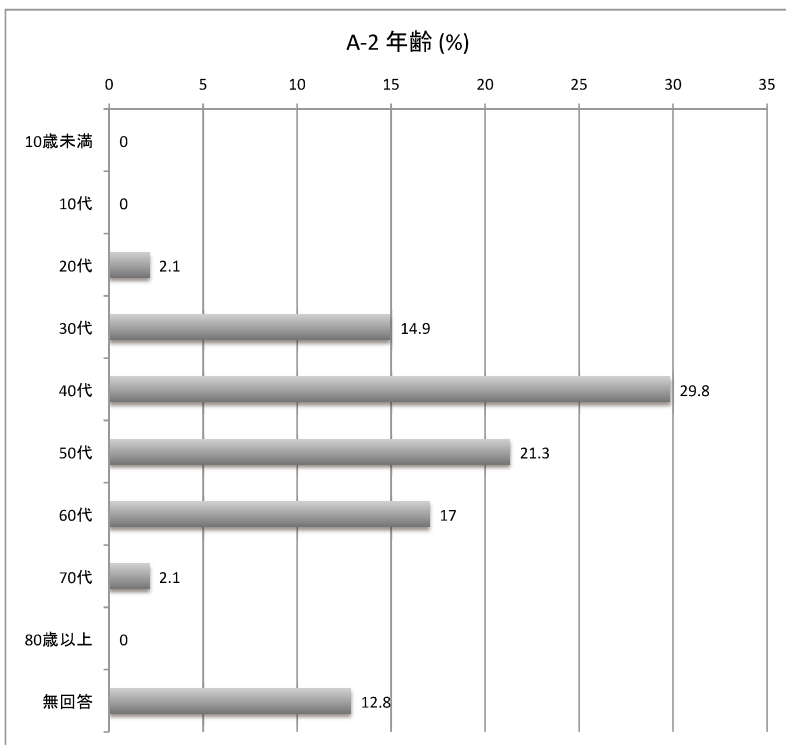
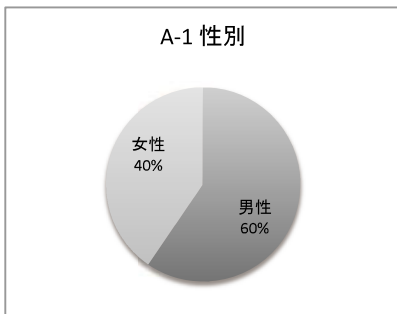
- ・ロービジョン者（羞明、夜盲、視野狭窄、中心暗点の視覚障害のある人）
- ・自立歩行が可能で、介助なしで歩行する人

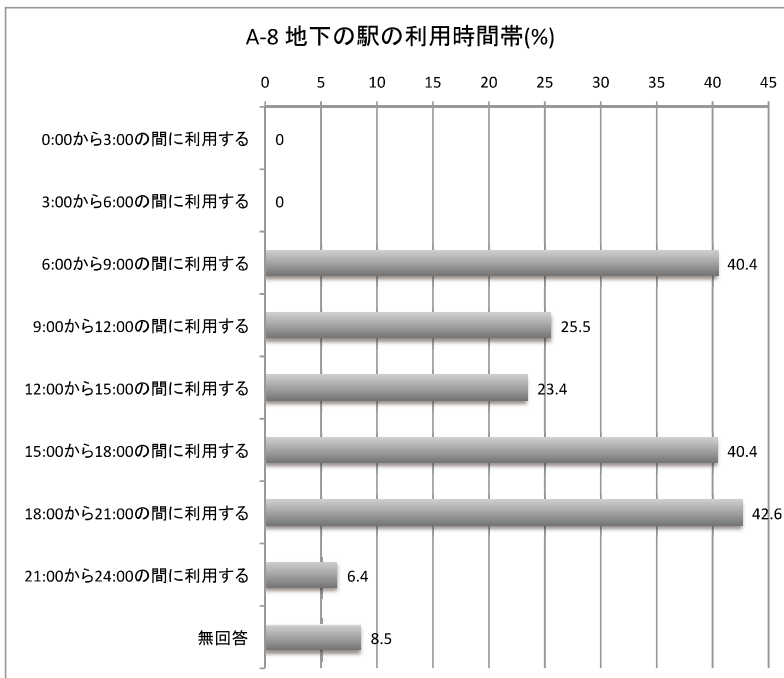
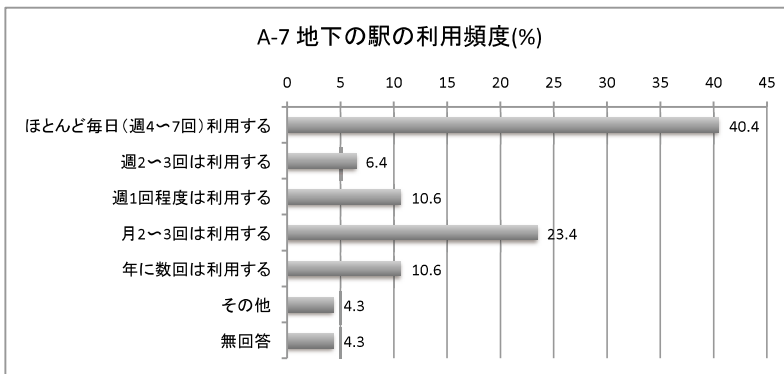
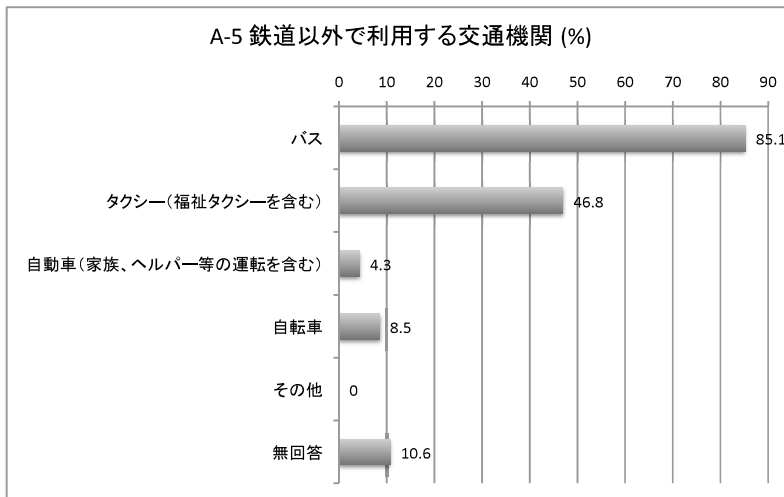
なお、一般社団法人日本網膜色素変性症協会、社会福祉法人日本盲人会連合、弱視者問題研究会の協力を得て、被験者を選定した。

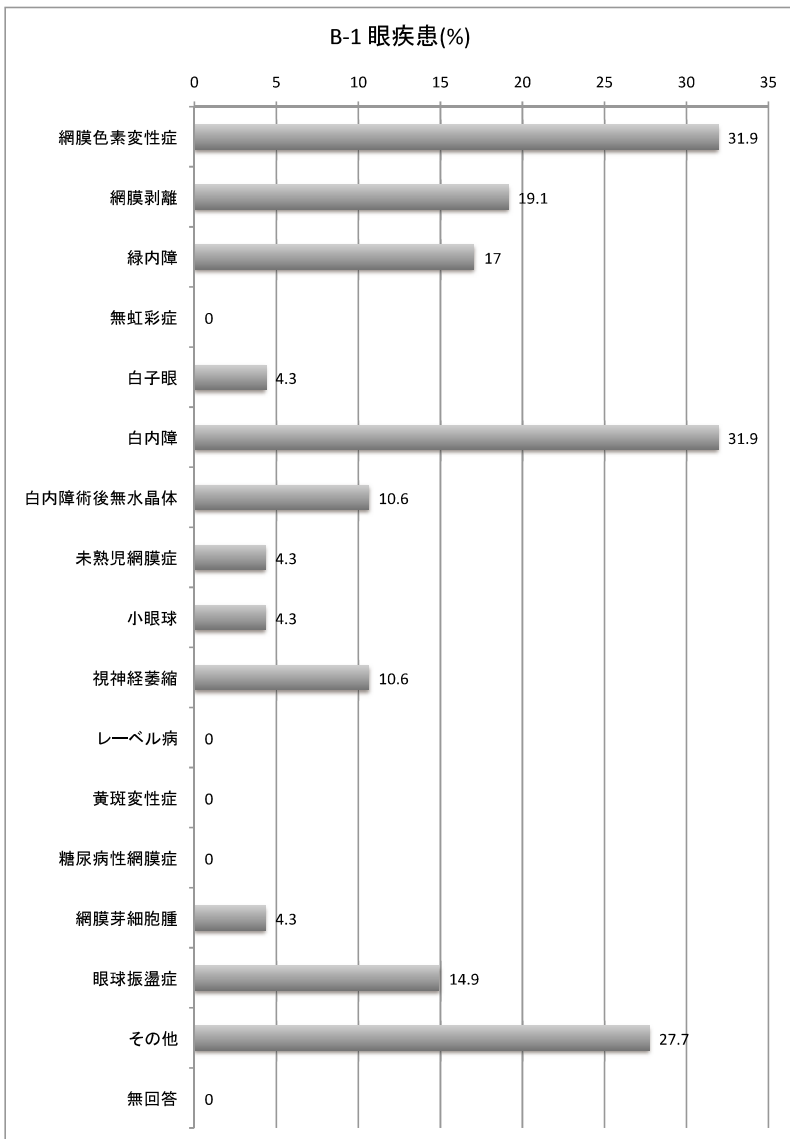
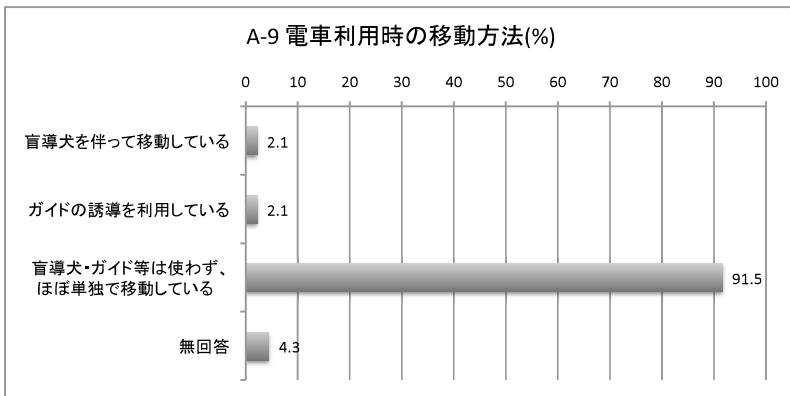
(4) 評価者数

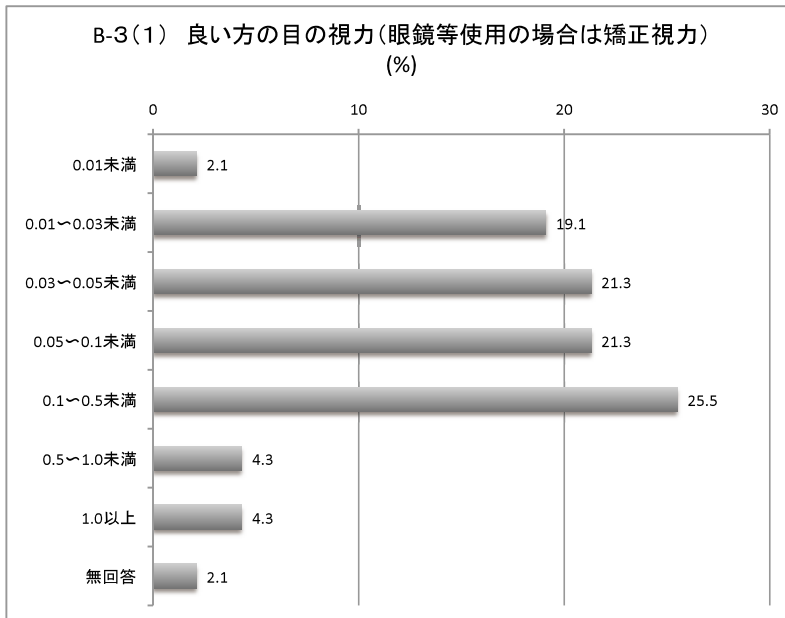
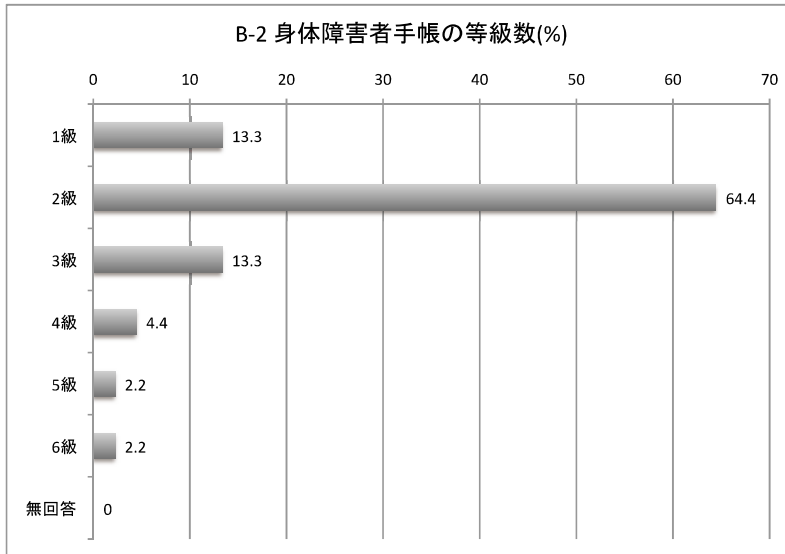
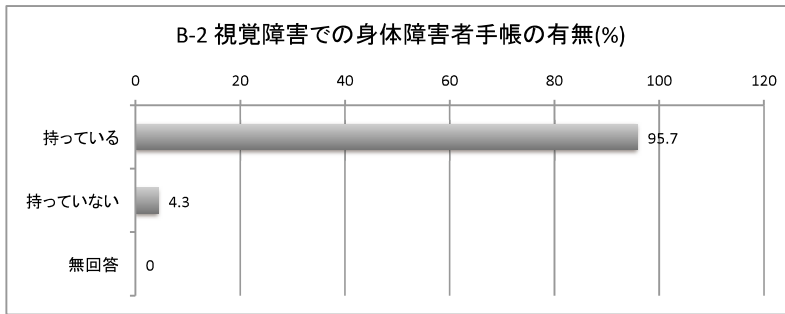
計 47 名

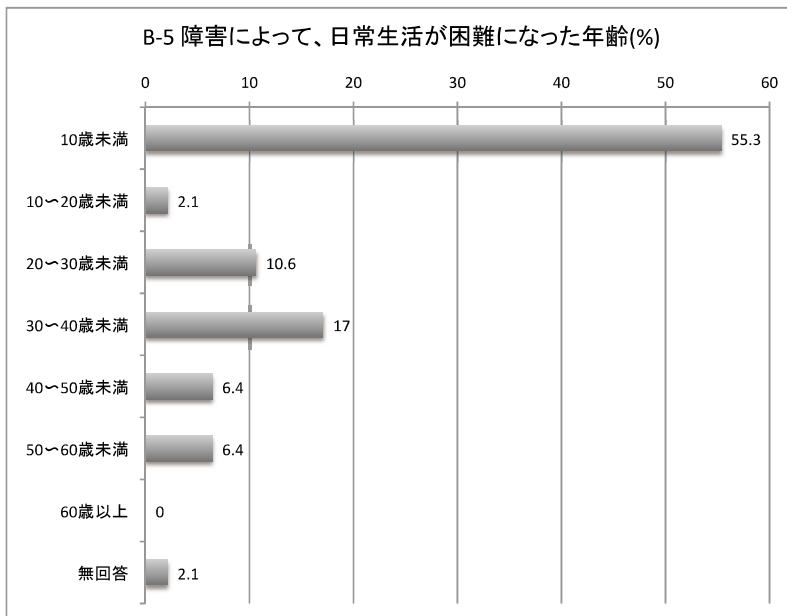
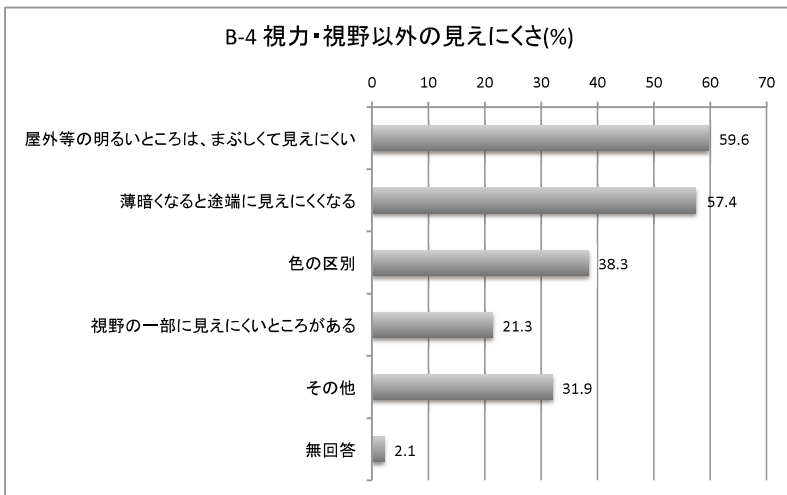
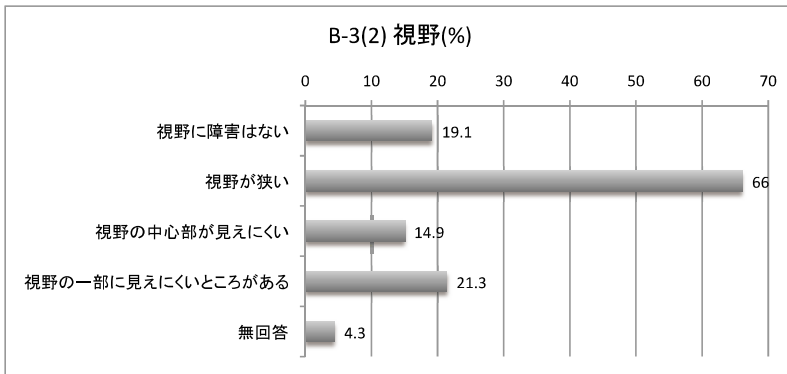
(5) 評価者の属性

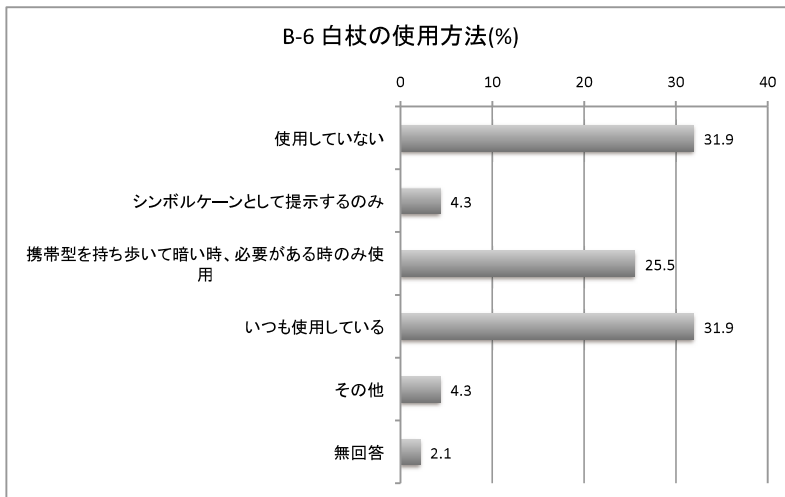












(6) 調査方法の概要

○評価の手法

- ・評価者は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を評価した。
- ・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った。(段鼻のみ50~250lxの3段階) 注1)
- ・調光した後は、評価を行う前に約5分間の順応時間を取った。最初の50lxの場合は、約20分間とした。
- ・評価者は、全ての視標に対して、既定の人の視点から視標までの距離を保った上で、質問者が同行し一つずつ視認性の評価を行った。

○視標

- ・以下の5つの視標を「黒色」・「濃い灰色」・「淡い灰色」・「白色」の4色を並べて配置した。視標の色彩設定は、基礎実験（輝度コントラスト比 3%、30%、100%）を基に設定した。
 1. 丸柱(直径 80cm)
 2. 幅木(高さ 15cm)
 3. 床タイル (30cm 角)
 4. 段鼻(奥行 5cm)
 5. 角柱 (15cm 角)

○照明の仕様

- ・直管 LED ランプ (光束 : 2600lm 色温度 : 5000K 平均演色評価数 Ra86)
(パナソニック LDL405・N/25/26)

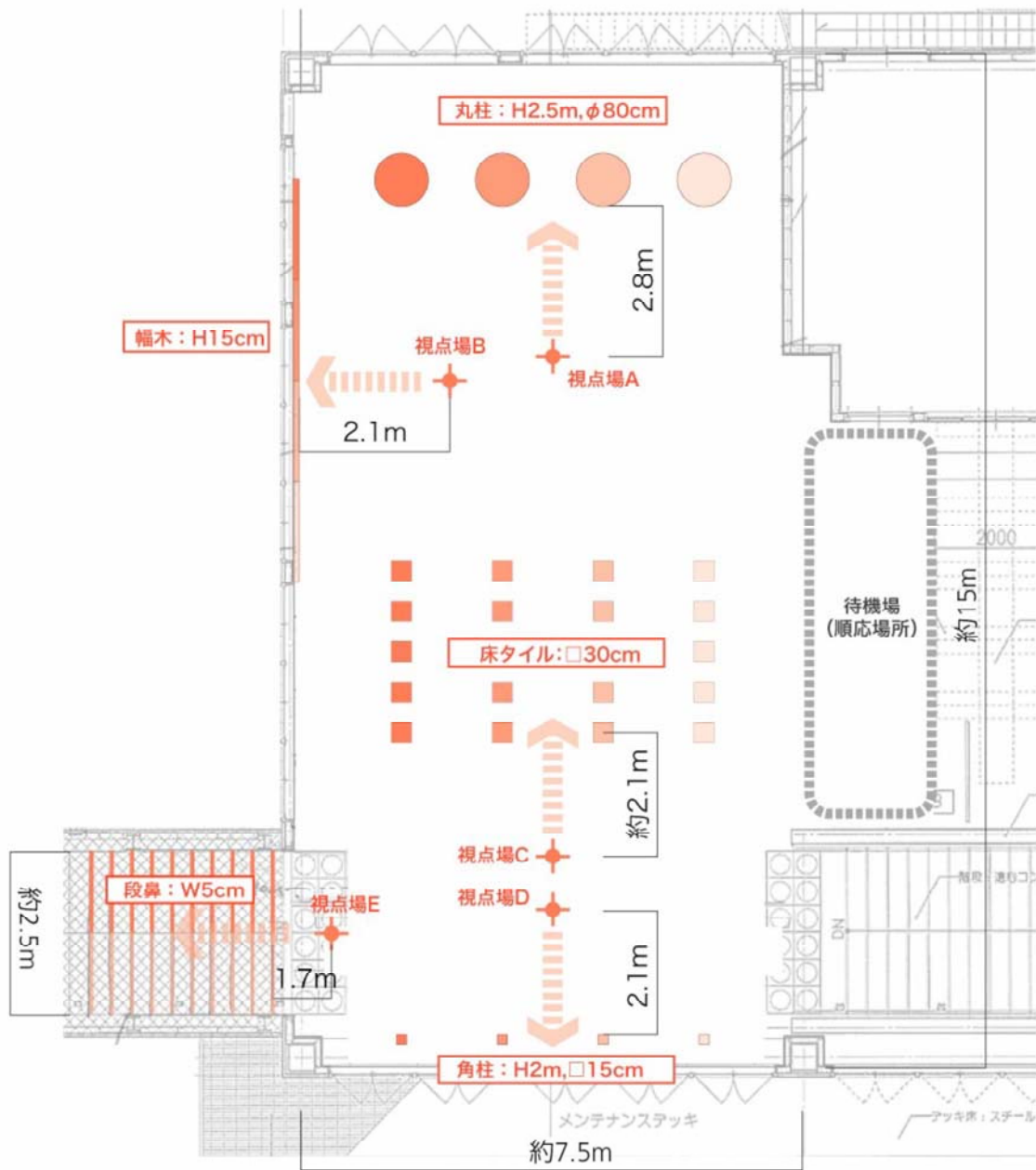
○評価の内容

- ・視認性は、「1点 : 全く見えない」・「2点 : 見にくい」・「3点 : まあまあ見える」・「4点 : 見える」・「5点 : 非常に良く見える」の計5段階で評価した。
- ・識別性は、「1点 : 全く識別できない」・「2点 : 識別しにくい」・「3点 : まあまあ識別できる」・「4点 : 識別できる」・「5点 : 非常に良く識別できる」の計5段階で評価した。識別性の評価対象とする視標は、立体物として識別性が必要となる「丸柱」「角柱」のみとする。

※人の立ち位置から視標までの距離、視標の大きさ等は、基礎実験（参考資料3）の条件を元に設定した。

注1) 4段階選定の理由：JIS規格及びそれを元に計画されている駅において、一般的にあり得る明るさの範囲を想定して設定した。

(7) 視標の配置



(8) 照明の配置

○500|x・250|x 時

- 通路部：25 灯点灯
- 階段部：5 灯点灯
- FL+3500mm

※階段は 250|x のみ



○100|x・50|x 時

- 通路部：6 灯点灯
- 階段部：2 灯点灯
- FL+3500mm



(9) 調査の実施概況



駅シミュレータ 外観



調光対応直管型LEDランプ



会場全体



評価前の順応



丸柱



幅木



床タイル



段鼻



角柱

(10) 視標の設定

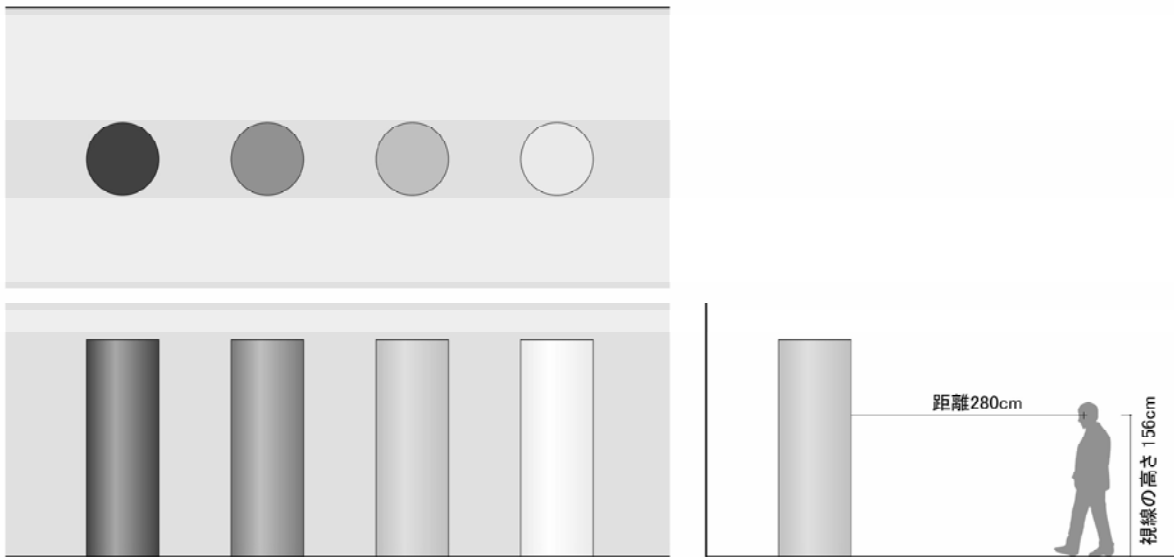
模擬駅舎に設置した5つの視標の設置状況及び色彩等の条件を示す。

○丸柱

駅施設の通路やホーム上の移動時に、障害物として認識でき、衝突を避ける必要がある柱を想定した視標。

●視標の設置状況

(丸柱：直径 80cmx 高さ 240cm 視点から視標までの距離 280cm 色彩：黒色・濃い灰色・淡い灰色・白色の4種)



●視標の色彩と反射

	黒色	濃い灰色	淡い灰色	白色	背景色
仕様	中川ケミカル CS751 ダークグレー	中川ケミカル CS741 グレー	中川ケミカル CS731 フレンチグレー	中川ケミカル CS721 パールグレー	中川ケミカル CS721 パールグレー
反射率	11.00	20.00	42.00	63.00	63.00
反射率比(背景/視標)	5.73	3.15	1.50	1.00	-

●視認性評価時の視標の状況 (平均水面照度：50・100・250・500lxの4種)

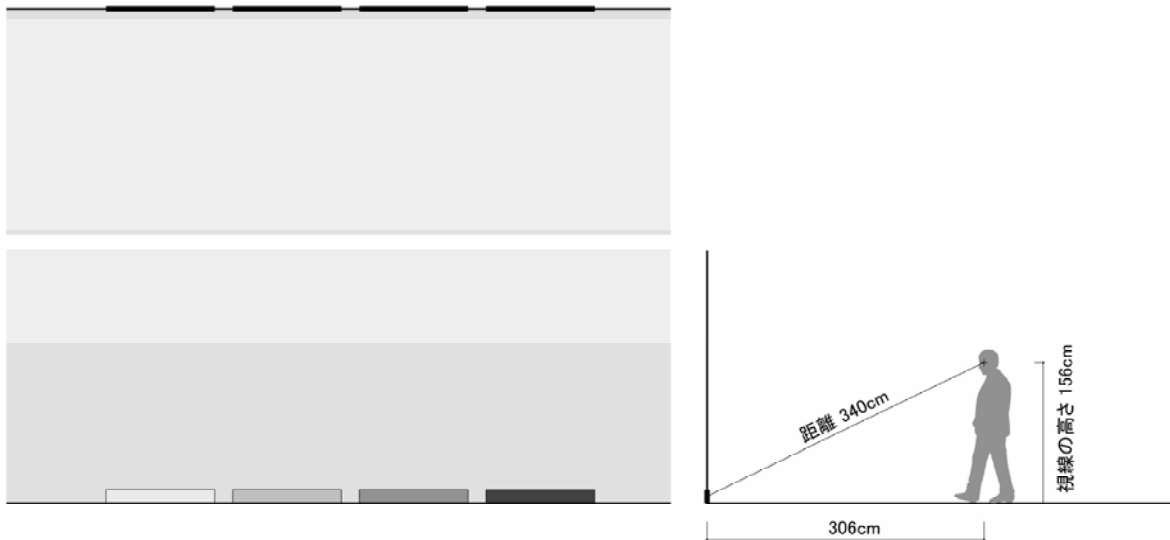


○幅木

通路等を移動する時に手掛かりとなる幅木を想定した視標。

●視標の設置状況

(幅木：高さ 15cmx 幅 120cm 視点から視標までの距離 340cm 色彩：黒色・濃い灰色・淡い灰色・白色の4種)



●視標の色彩と反射

	白色	淡い灰色	濃い灰色	黒色	背景色
仕様	中川ケミカル CS721 パールグレー	中川ケミカル CS731 フレンチグレー	中川ケミカル CS741 グレー	中川ケミカル CS751 ダークグレー	模擬駅舎コン コース壁材 塗 装色
反射率	63.00	42.00	20.00	11.00	65.00
反射率比(背景/視標)	1.03	1.55	3.25	5.91	-

●視認性評価時の視標の状況 (平均水面照度：50・100・250・500lxの4種)

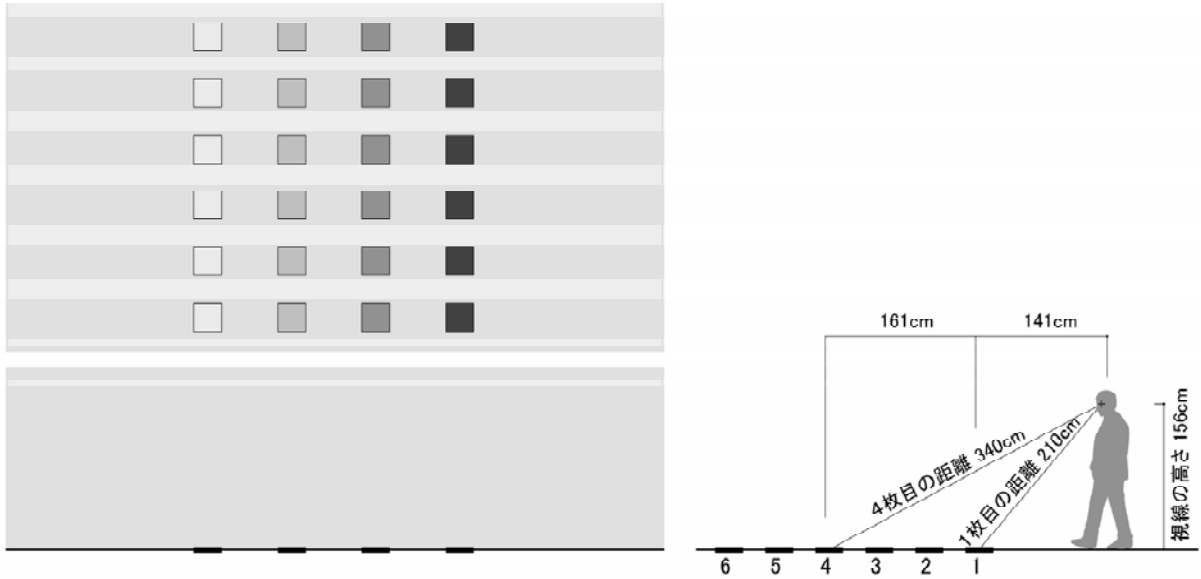


○床タイル

通路等の移動の手掛かりとなる点字ブロックを想定した視標。

●視標の設置状況

(床タイル：30cm角 53cm間隔で敷設 視点から視標までの距離 210・340cm 色彩：黒色・濃い灰色・淡い灰色・白色の4種)



●視標の色彩と反射

	白色	淡い灰色	濃い灰色	黒色	背景色
仕様	中川ケミカル CS721 パールグレー	中川ケミカル CS731 フレンチグレー	中川ケミカル CS741 グレー	中川ケミカル CS751 ダークグレー	模擬駅舎コン コース床材 御 影石
反射率	29.00	20.00	11.00	6.50	32.00
反射率比(背景/視標)	2.24	3.25	5.91	10.00	-

●視認性評価時の視標の状況(平均水面照度：50・100・250・500lxの4種)

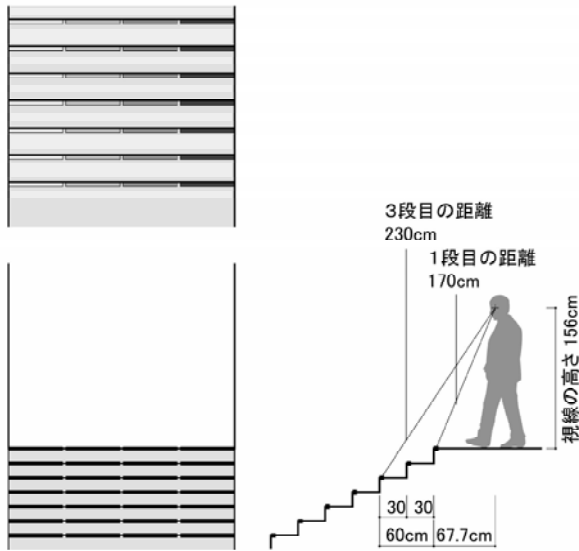


○段鼻

階段の歩行時に、段差を認識する手掛かりとなる段鼻を想定した視標。

●視標の設置状況

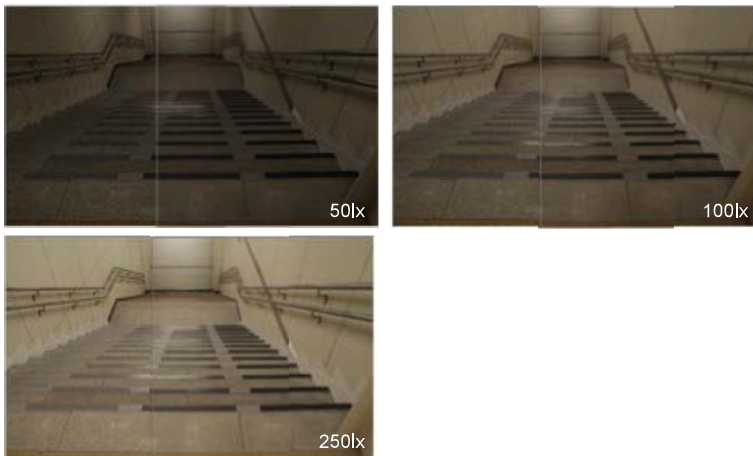
(段鼻：奥行 5cmx 幅 60cm 視点から視標までの距離 170・230cm 色彩：黒色・濃い灰色・淡い灰色・白色の4種)



●視標の色彩と反射

	白色	淡い灰色	濃い灰色	黒色	背景色
仕様	中川ケミカル CS721 パールグレー	中川ケミカル CS731 フレンチグレー	中川ケミカル CS741 グレー	中川ケミカル CS751 ダークグレー	模擬駅舎階段 踏面 御影石
反射率	29.00	20.00	11.00	6.50	26.00
反射率比(背景/視標)	2.24	3.25	5.91	10.00	-

●視認性評価時の視標の状況 (平均水面照度：50・100・250lxの3種)

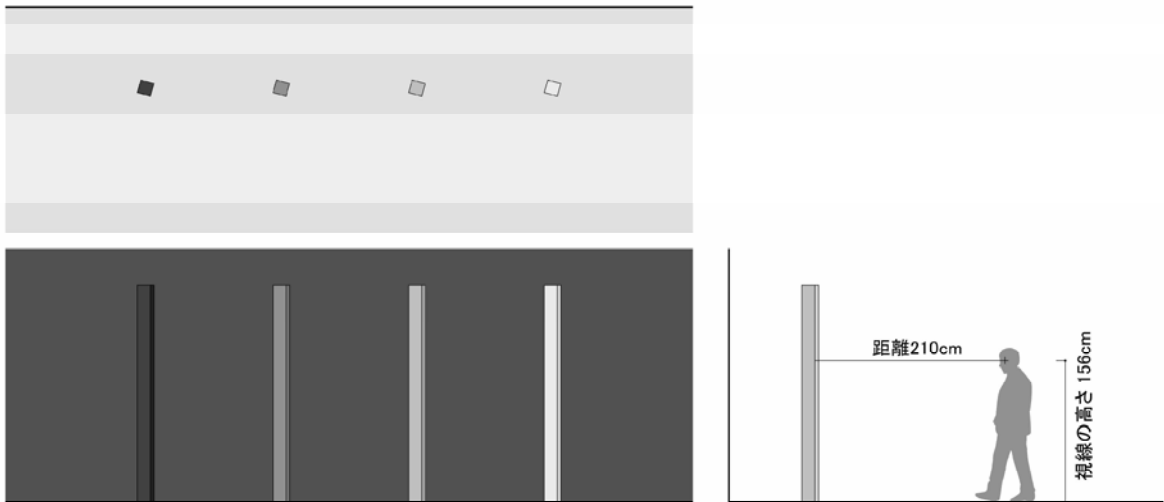


○角柱

ホーム等に設置される駅施設の案内板の自立型支柱を想定した視標。

●視標の設置状況

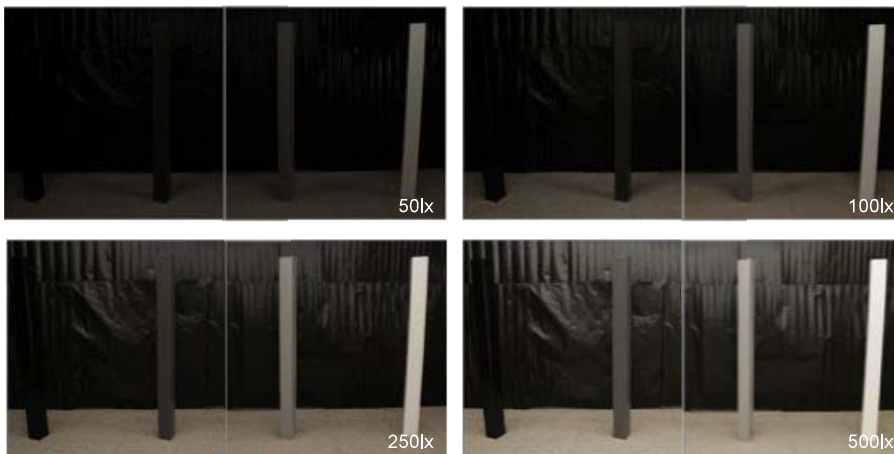
(幅木：15cm 角 x 高さ 250cm 視点から視標までの距離 210cm 色彩：黒色・濃い灰色・淡い灰色・白色の4種)



●視標の色彩と反射

	黒色	濃い灰色	淡い灰色	白色	背景色
仕様	中川ケミカル CS-200 791 ブラック	中川ケミカル CS751 ダークグレー	中川ケミカル CS735 ミディア ムグレー	中川ケミカル CS711 ホワイト	暗幕 ビニール シート黒色
反射率	3.50	11.00	29.00	92.00	3.50
反射率比 (視標/背景)	1.00	3.14	8.29	26.29	-

●視認性評価時の視標の状況 (平均水面照度：50・100・250・500lx の4種)



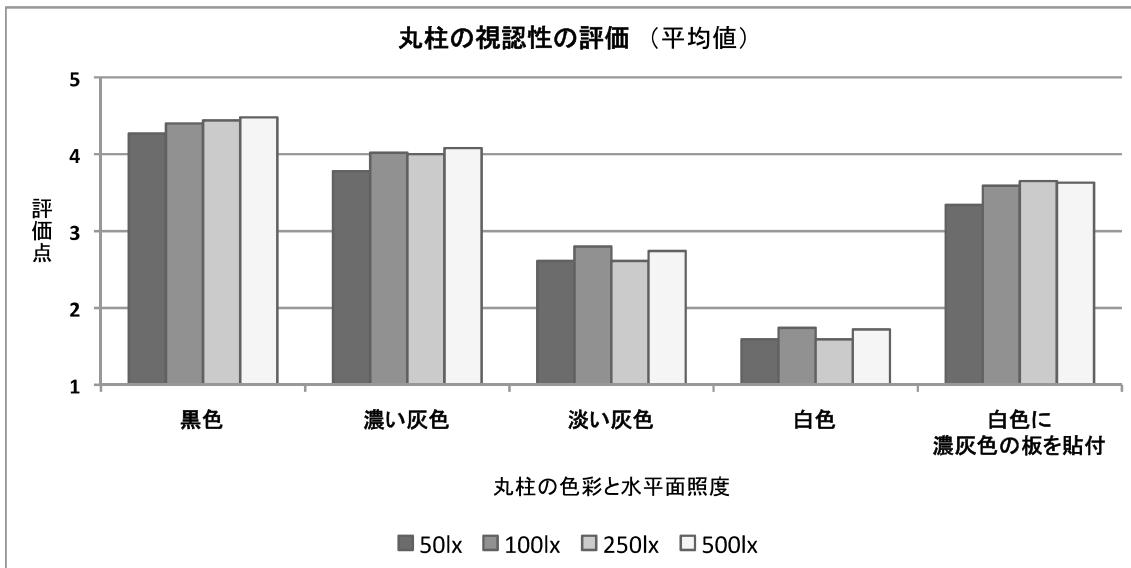
3-3 調査結果の概要

3-3-1 視標毎の結果概要

(1) 丸柱

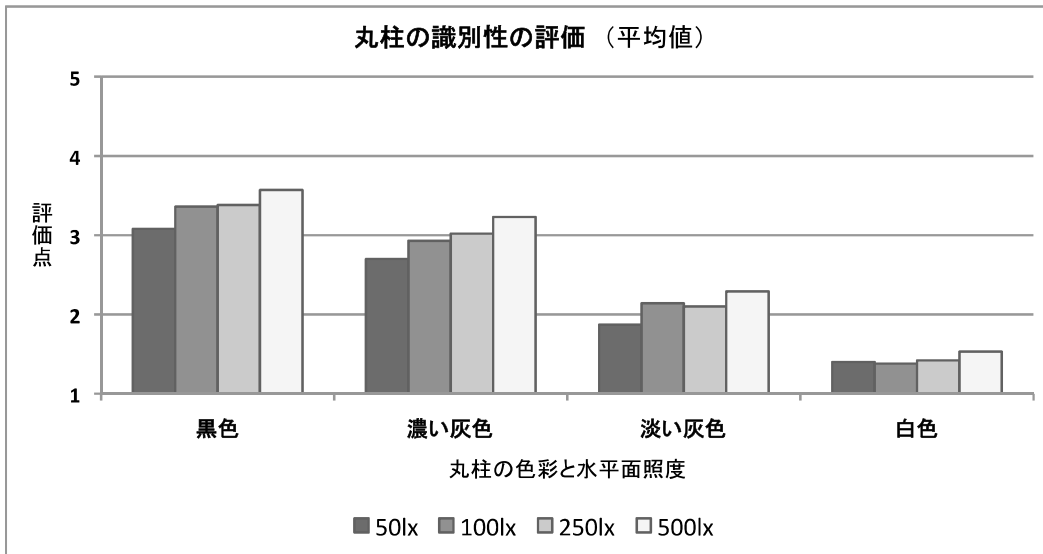
- ・ 高照度、視標と背景のコントラストが大きい方が、全体的に視認性及び識別性の評価が高い傾向にある。
- ・ 照度よりも視標と背景のコントラストの大きさの方が視認性評価に影響が大きい傾向にある。
- ・ 視認性が低く、視標と背景のコントラストが大きい丸柱の場合は、目線レベルに輝度比2以上の板を貼ることで簡易に視認性を高めることができた。
- ・ 視標と背景のコントラストが大きい場合でも、低照度の環境では立体感を感じず、柱として識別しにくいという意見があった。
- ・ 高照度で背景、視標共に反射率が高い場合は、眩しさを感じるという意見があった。

設問1: 正面に丸い柱があります。柱はどの程度見えますか？



	50lx	100lx	250lx	500lx
黒色	4.27	4.4	4.44	4.48
濃い灰色	3.78	4.02	4	4.08
淡い灰色	2.61	2.8	2.61	2.74
白色	1.59	1.74	1.59	1.72
白色に濃い灰色の板を貼付	3.34	3.59	3.65	3.63

設問2: 歩行している場合、丸い柱として識別することはどの程度できますか？



	50lx	100lx	250lx	500lx
黒色	3.08	3.36	3.38	3.57
濃い灰色	2.7	2.93	3.02	3.23
淡い灰色	1.87	2.14	2.1	2.29
白色	1.4	1.38	1.42	1.53

○主なコメント

評価者が視標の視認性及び識別性を評価する際のヒアリングについて、主な内容を抜粋した。

<50lx>

- ・柱は認識できるが、丸いかは不明。(網膜色素変成症/視力 0.3/黒/評価: 視認性 3 識別 4)
- ・言われたら丸い柱に見えるが、均等な濃い面に見える。(網膜色素変成症/視力 0.04/黒/評価: 視認性 3 識別 3)
- ・柱としては識別できない。穴が抜けている印象。暗い部屋。(網膜色素変成症/視力 0.02/黒/評価: 視認性 2 識別 2)
- ・遠近感がない。黒いかたまり。(角膜混濁・眼振・近視/視力 0.02/黒: 視認性 4 識別 1)

<100lx>

- ・壁の模様に見える。（網膜色素変成症／視力 0.3／黒／評価：視認性 4 識別 1）
- ・凸面がわかる。（網膜色素変成症／視力 0.01／黒／評価：視認性 5 識別 2）
- ・平たいものに見える。（白内障・網膜芽細胞腫／視力 0.001／黒／評価：視認性 1 識別 1）
- ・丸いかはわからない。立体物としてはわかる。（網膜剥離／視力 0.4／黒／評価：視認性 5 識別 1）

<250lx>

- ・丸柱として分かる。（白内障／視力 0.05／黒／評価：視認性 5 識別 5）
- ・立体物として分かる。テカテカして見える。平面に見える。（網膜剥離・白内障・視神経萎縮・先天性弱視／視力 0.04／ダークグレー／評価：視認性 5 識別 2）
- ・光りの反射によって少し丸く感じる。（白内障・小眼球／視力 0.05／黒／評価：視認性 5 識別 1）

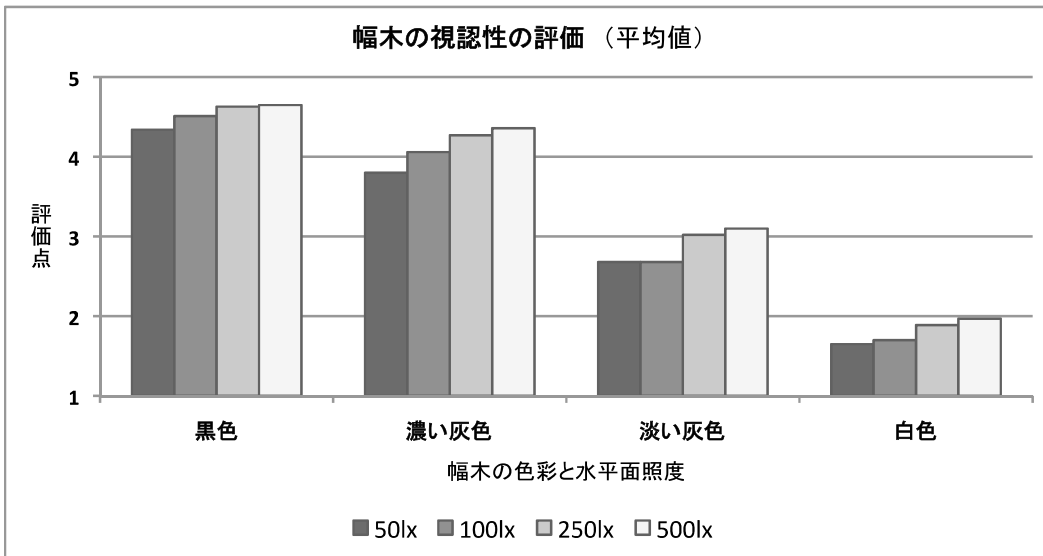
<500lx>

- ・立体的に見える。壁と離れて見える。（網膜色素変成症／視力 0.04／黒／評価：視認性 5 識別 4）
- ・明るくなっている分、丸柱として認識している。
（網膜色素変成症／視力 0.1／黒／評価：視認性 5 識別 5）
- ・全て光って見える。（第一次硝子体過形成遺残／視力 0.04／淡い灰色／評価：視認性 1 識別 1）
- ・両脇が見えにくい。暗い方がクッキリ見えた。（白内障／視力 0.06／黒／評価：視認性 4 識別 3）

(2) 幅木

- ・ 高照度、視標と背景のコントラストが大きい方が、全体的に視認性の評価が高い傾向にある。
- ・ 照度よりも視標と背景のコントラストの大きさの方が視認性評価に影響が大きい傾向にある。
- ・ 視標と背景のコントラストが大きい場合でも、低照度の環境では立体感を感じず、幅木として識別しにくいという意見があった。
- ・ 高照度で背景、視標共に反射率が高い場合は、眩しさを感じるという意見があった。

設問1: 正面に幅木があります。幅木はどの程度見えますか？



	50lx	100lx	250lx	500lx
黒色	4.34	4.51	4.63	4.65
濃い灰色	3.8	4.06	4.27	4.36
淡い灰色	2.68	2.68	3.02	3.1
白色	1.65	1.7	1.89	1.97

○主なコメント

評価者が視標の視認性を評価する際のヒアリングについて、主な内容を抜粋した。

<50|x>

- ・立体物と認識する可能性あり。（白内障・視神経萎縮／視力 0.04／黒／評価：視認性 5 識別 5）
- ・穴っぽい。壁のすき間に見える。（白内障／視力 0.1／黒／評価：視認性 5 識別 5）
- ・穴や溝に見える。周囲の白が強調されている。（網脈絡膜萎縮／視力 0.04／黒／評価：視認性 5 識別 5）
- ・ぼやっとした帯に見える。幅木に見えない。（緑内障・網膜芽細胞腫／視力 0.001／黒／評価：視認性 2 識別 4）

<100|x>

- ・穴が溝に見える。（網脈絡膜萎縮／視力 0.04／黒／評価：視認性 5 識別 5）
- ・壁の模様に見える。（緑内障・白内障・小眼球／視力 0.03／黒／評価：視認性 5 識別 5）
- ・穴のように見える。（白内障／視力 0.1／黒／評価：視認性 5 識別 5）

<250|x>

- ・穴と認識した。色というより、抜けて見える。（緑内障・白内障／視力 0.04／黒／評価：視認性 5 識別 5）
- ・幅木のように見えるが、何か板状にも見える。手前にせり出した段のようにも見える。（網膜色素変成症／視力 0.02／黒／評価：視認性 2 識別 2）
- ・立ち上がり床面かわからない。（網膜剥離・緑内障／視力 0.01／黒／評価：視認性 5 識別 5）

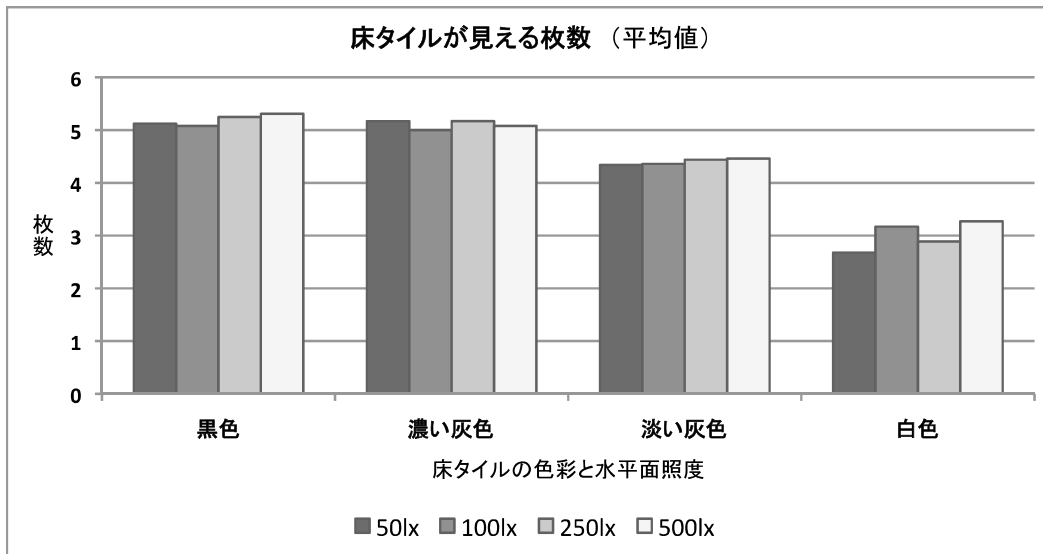
<500|x>

- ・穴の感じは少なくなった。貼ってあるというより、異物（台みたい）が置いてあるように見える。（網脈絡膜萎縮／視力 0.04／黒／評価：視認性 5 識別 5）
- ・背景が白いと周りが光って見づらい。目がチカチカする。（網膜剥離／視力 0.04／黒／評価：視認性 3 識別 2）
- ・壁の下に何となく色の違うものがあるように見える。（網膜剥離・第一次硝子体過形成遺残／視力 0.04／黒／評価：視認性 4 識別 2）

(3) 床タイル

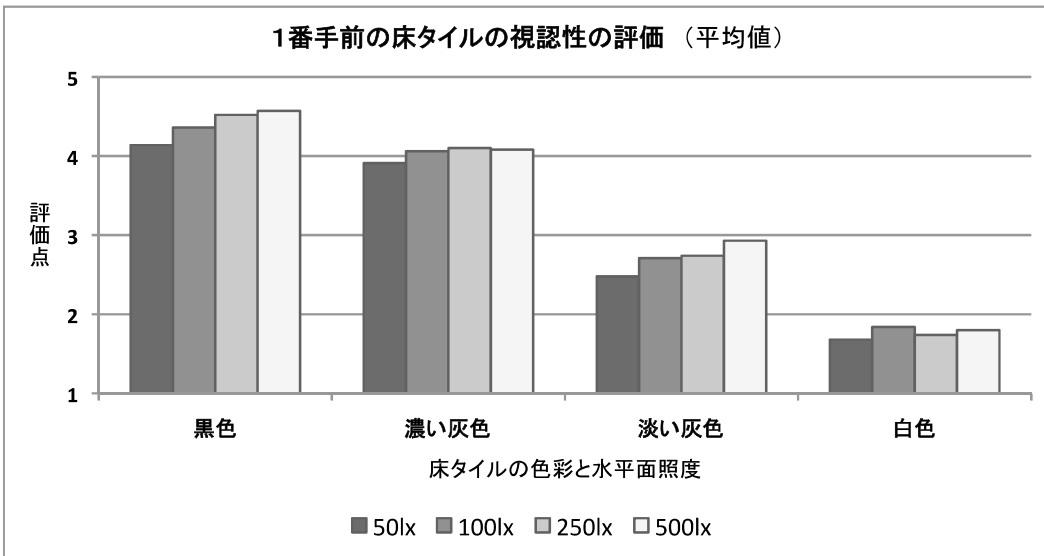
- ・ 高照度、視標と背景のコントラストが大きい方が、全体的に視認性の評価が高い傾向にある。
- ・ 照度よりも視標と背景のコントラストの大きさの方が視認性評価に影響が大きい傾向にある。
- ・ 距離が近い視標の方が視認性の評価が高い傾向にある。距離が遠いほど視標の面積が小さく見えることや視力の影響が考えられる。

設問1: 足下に四角い床タイルが敷いてあります。タイルは何枚まで見えますか？



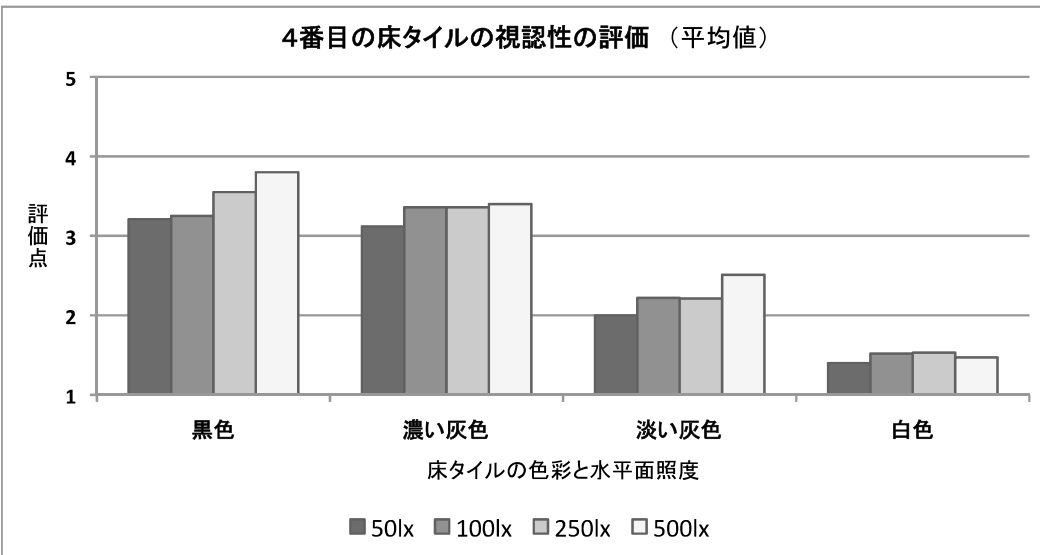
	50lx	100lx	250lx	500lx
黒色	5.12	5.08	5.25	5.31
濃い灰色	5.17	5	5.17	5.08
淡い灰色	4.34	4.36	4.44	4.46
白色	2.68	3.17	2.89	3.27

設問2: 1番手前の床タイルはどの程度見えますか？



	50lx	100lx	250lx	500lx
黒色	4.14	4.36	4.52	4.57
濃い灰色	3.91	4.06	4.1	4.08
淡い灰色	2.48	2.71	2.74	2.93
白色	1.68	1.84	1.74	1.8

設問3: 4番目の床タイルはどの程度見えますか？

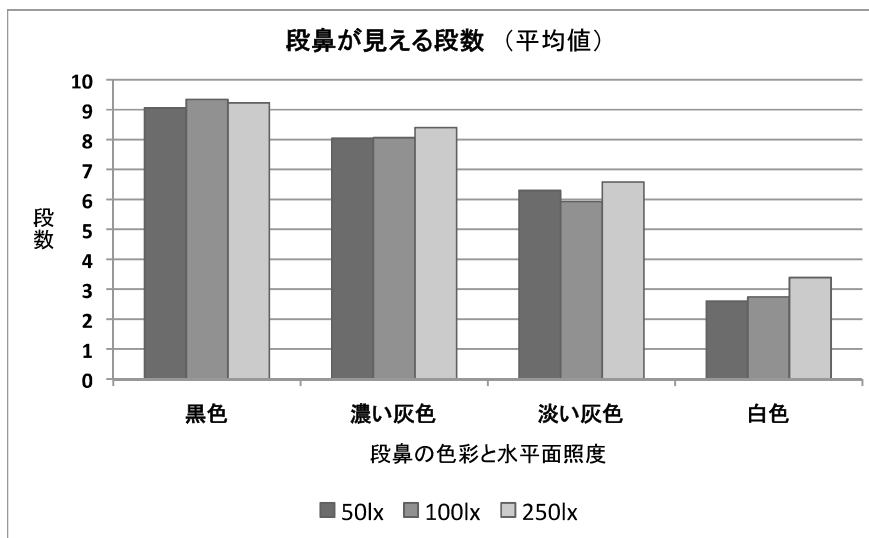


	50lx	100lx	250lx	500lx
黒色	3.21	3.25	3.55	3.8
濃い灰色	3.12	3.36	3.36	3.4
淡い灰色	2	2.22	2.21	2.51
白色	1.4	1.52	1.53	1.47

(4) 段鼻

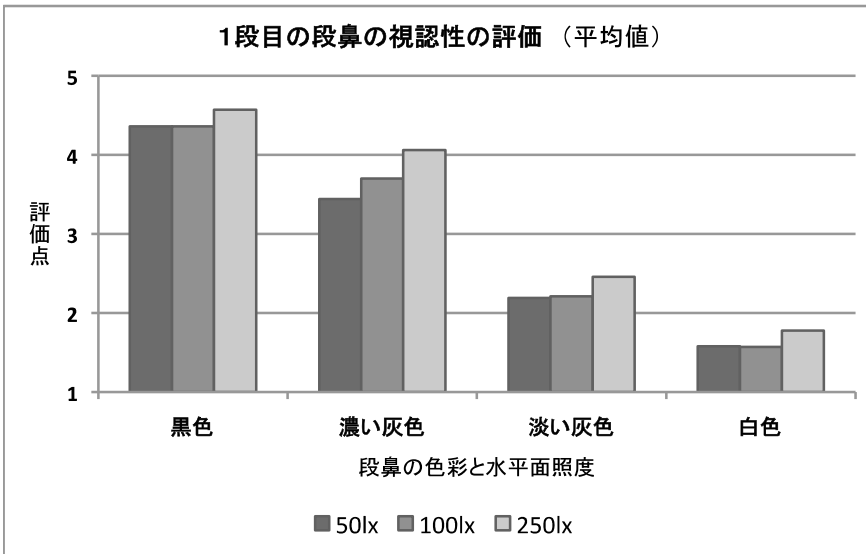
- ・ 高照度、視標と背景のコントラストが大きい方が、全体的に視認性の評価が高い傾向にある。
- ・ 照度よりも視標と背景のコントラストの大きさの方が視認性評価に影響が大きい傾向にある。
- ・ 距離が近い視標の方が視認性の評価が高い傾向にある。距離が遠いほど視標の面積が小さく見えることや視力の影響が考えられる。

設問1: 足下の階段に段鼻が敷いてあります。段鼻は何段まで見えますか？



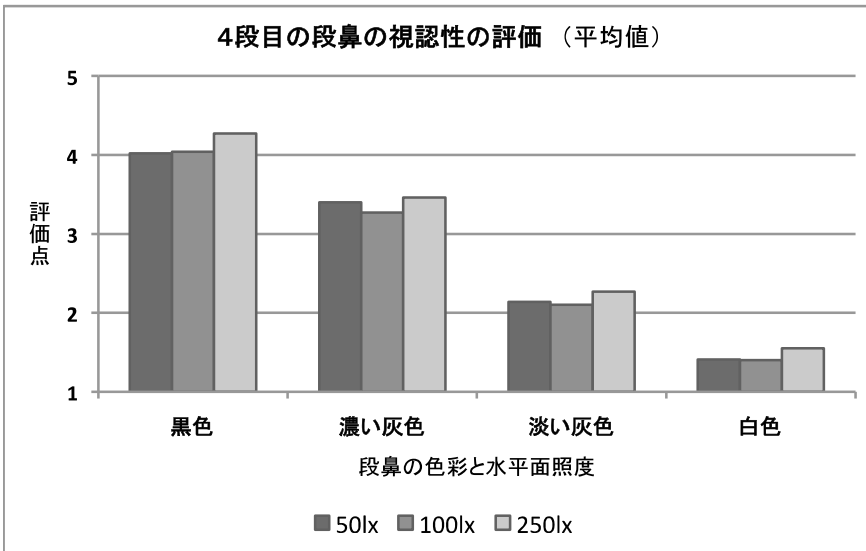
	50lx	100lx	250lx
黒色	9.06	9.34	9.23
濃い灰色	8.04	8.06	8.4
淡い灰色	6.3	5.93	6.58
白色	2.6	2.74	3.39

設問2: 1段目の段鼻はどの程度見えますか？



	50lx	100lx	250lx
黒色	4.36	4.36	4.57
濃い灰色	3.44	3.7	4.06
淡い灰色	2.19	2.21	2.46
白色	1.58	1.57	1.78

設問3: 3段目の段鼻はどの程度見えますか？

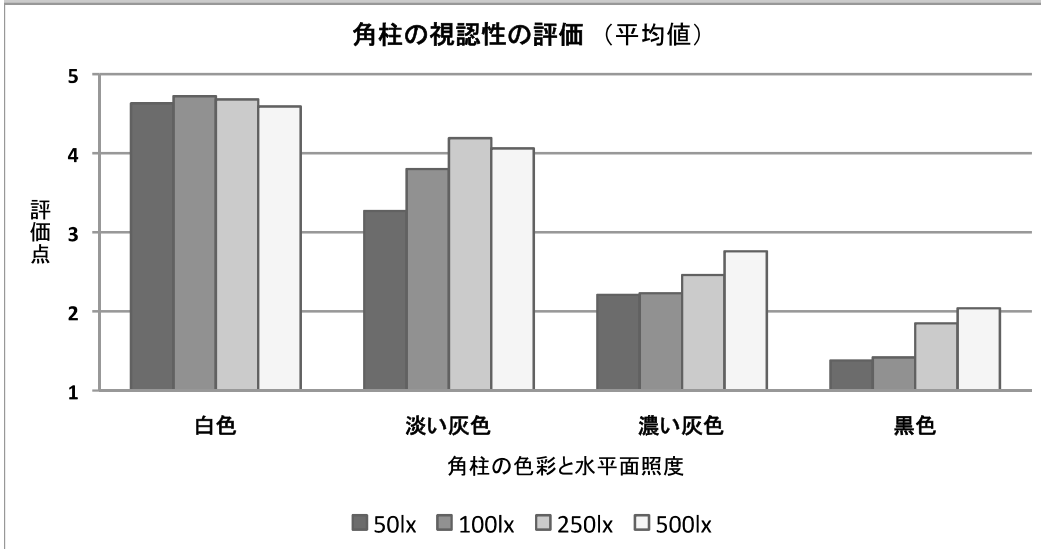


	50lx	100lx	250lx
黒色	4.02	4.04	4.27
濃い灰色	3.4	3.27	3.46
淡い灰色	2.14	2.1	2.27
白色	1.41	1.4	1.55

(5) 角柱

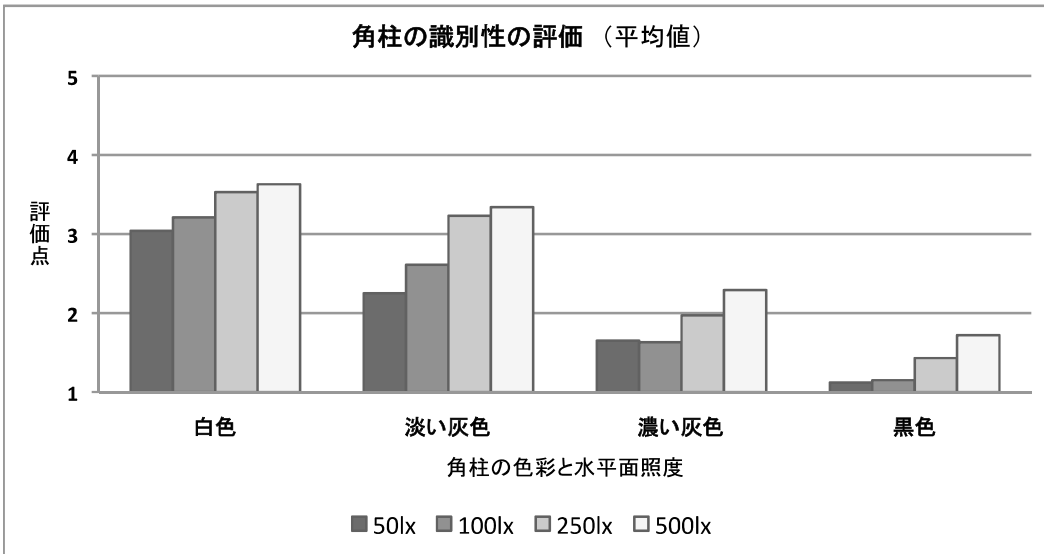
- ・ 高照度、視標と背景のコントラストが大きい方が、全体的に視認性の評価が高い傾向にある。
- ・ 照度よりも視標と背景のコントラストの大きさの方が視認性評価に影響が大きい傾向にある。
- ・ 視標と背景のコントラストが大きい場合でも、低照度の環境では立体感を感じず、柱として識別しにくいという意見があった。
- ・ 高照度で背景、視標共に反射率が高い場合は、眩しさを感じるという意見があった。

設問1: 正面に四角い柱があります。角柱はどの程度見えますか？



	50lx	100lx	250lx	500lx
白色	4.63	4.72	4.68	4.59
淡い灰色	3.27	3.8	4.19	4.06
濃い灰色	2.21	2.23	2.46	2.76
黒色	1.38	1.42	1.85	2.04

設問2: 歩行している場合、四角い柱として識別することはどの程度できますか？



	50lx	100lx	250lx	500lx
白色	3.04	3.21	3.53	3.63
淡い灰色	2.25	2.61	3.23	3.34
濃い灰色	1.65	1.63	1.97	2.29
黒色	1.12	1.15	1.43	1.72

○主なコメント

評価者が視標の視認性及び識別性を評価する際のヒアリングについて、主な内容を抜粋した。

<50lx>

- ・壁に白い線がついているようなイメージ。(網膜色素変成症・白内障／視力 0.08／白／評価：視認性 5 識別 1)
- ・立体的には見えない。壁のように見える。(網膜色素変成症・アッシュャー症候群／視力 0.02／白／評価：視認性 5 識別 1)
- ・柱としてはわかるが、「四角い柱」としてはわからない。(視神経萎縮／視力 0.08／白／評価：視認性 5 識別 1)
- ・白すぎてまぶしい。白黒の差がありすぎる。(緑内障・白内障／視力 0.06／白／評価：視認性 3 識別 1)

<100lx>

- ・棒状のものが見える。上の方が見やすい。（網膜色素変成症・アッシャー症候群／視力 0.02／白／評価：視認性 5 識別 1）
- ・白い板のように見える。（網膜色素変成症／視力 0.8／白／評価：視認性 5 識別 1）

<250lx>

- ・眩しさを感じ始めた。白が強いので浮いて見える。（白内障・未熟児網膜症／視力 0.03／白／評価：視認性 4 識別 5）
- ・影で立体感が出て四角柱と分かる。（白内障・未熟児網膜症／視力 0.03／白／評価：視認性 4 識別 5）
- ・立体感がない。（網膜剥離・緑内障／視力 0.06／白／評価：視認性 5 識別 1）
- ・白より落ち着いた感じに見える。白はチカチカしていた。（角膜混濁、眼振、近視／視力 0.02／ライトグレー／評価：視認性 4 識別 2）
- ・のっぺり見える。（網膜色素変成症／視力 0.8／白／評価：視認性 5 識別 1）

<500lx>

- ・明るくなったので、影ができてからわかりやすくなった。網膜色素変成症／視力 0.1／白／評価：視認性 4 識別 4）
- ・少し光りが強く感じる。（網膜剥離・緑内障／視力 0.03／白／評価：視認性 5 識別 5）
- ・壁のラインに見える。（網膜剥離・緑内障／視力 0.06／白／評価：視認性 5 識別 1）
- ・やや白が広がって見える。（網膜色素変成症／視力 0.8／白／評価：視認性 5 識別 1）

3-3-2 調査結果

○5段階評価について

5つの視標の5段階評価の結果を以下に整理する。

- ・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。
- ・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。
- ・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。

○評価者の主なコメントについて

『丸柱』、『幅木』、『角柱』の3つの視標における評価者のヒアリング内容を以下に整理する。

- ・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やすい
- ・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。

照度や輝度コントラストが、ある一定より高すぎる、もしくは低すぎる場合において、視標の識別性が著しく低下する可能性があることが分かった。「丸柱」が壁や溝に見え、障害物と認識できない、「幅木」が壁と同化して奥行きのある空間であることが認識できない等の状況が生じた。特に階段など転落の危険性がある場所などでは、安全な移動に支障をきたす可能性がある。物が視認できるかどうかだけでなく、物の形状が識別できる光環境であるかどうかを検証する必要がある。

次項に識別性に関する課題点について評価コメントを図に整理する（図 3-3-1）。

一定以上の高い照度の場合、まぶしく視標が見えにくくなる状況となり、背景との輝度コントラストが大きいと、より一層まぶしさが強く感じられる。また、一定以下の低い照度の場合、視標の立体感を感じにくくなり、実物とは異なるものに見えることがある。背景との輝度コントラストが小さいとより顕著となる。背景と視標が一定以下の低い輝度コントラストの場合、視標が背景と馴染み、同化して見える。照度が低いと、さらに識別が困難となる。



図 3-3-1 識別性の課題が生じるイメージ

参考：既往研究結果から

本調査では設定した照度の範囲では、輝度比が視認性向上に寄与する結果が出た。一方で、三谷ら（2007）の先行研究では、視覚障害者誘導用ブロックの識別性、視認性について視覚障害者による評価を行ったところ、照度ではより明るい方が、輝度比でも輝度比が大きくなるほうが識別性と視認性がよくなることが報告されている。すなわち照度による好影響も示されている。これは三谷らの実験では暗室において1ルクス程度の低照度からの実験を積み重ねている一方で、今回の駅施設を対象とした実験では照度設定が最低でも50ルクス以上からスタートしておりその範囲が異なるため、すでに一定程度明るさが確保された環境下で輝度コントラストの影響が大きくなっていると考えられる。

三谷誠二ほか 「ロービジョン者による視覚障害者誘導用ブロックの視認性に関する研究」、ヒューマンインターフェース学会論文誌、pp79-85、Vol.9 No.2、2007

三谷誠二ほか 「視覚障害者誘導用ブロック等の視認性標準化に関する調査研究」、第8回交通バリアフリーシンポジウム、論文番号08-05

第4章

駅施設の照度と輝度の測定調査

第4章 駅施設の照度と輝度の測定調査

4-1 調査の目的

第2章の『駅施設の移動の手掛かりに関するアンケート調査』のアンケート項目として挙げた「歩きやすい駅」、「歩きにくい駅」の結果を参考にして、駅施設の光環境がどのように異なるのかを調査するため、駅施設の主要箇所において、照度と輝度の測定を行った。

4-2 調査の概要

(1) 調査時期

平成26年3月4日・5日

(2) 調査対象の設定

- ・本調査は、安全かつ適切な案内・誘導を実現する基礎的な光環境の指標を検討するため、太陽光の影響がなく、光環境が安定している地下駅を対象とする。
- ・測定箇所は、以下の3箇所とする。

A	改札口・通路
B	上下動線（階段・エスカレーター）
C	ホーム

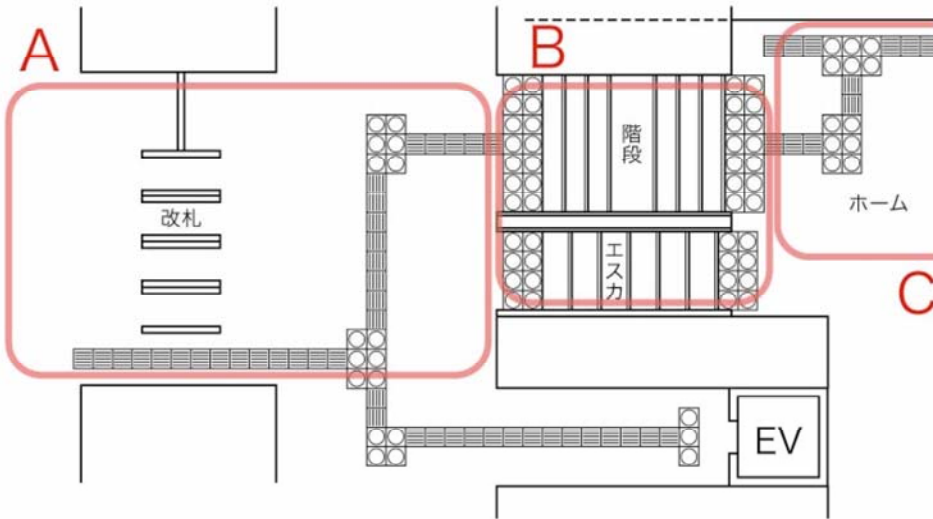
(3) 計測の内容

以下の調査を実施する。

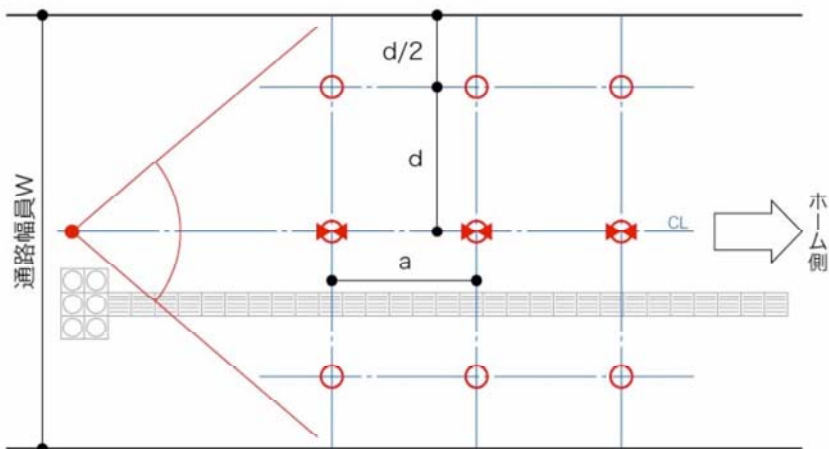
- 照度計を用いて、「水平面照度」及び「鉛直面照度」を計測する。
- デジタル写真を撮影し、「写真測光法」により、「輝度分布」を計測する。

調査時における照度など測定箇所

測定箇所は下図に示す、A) 改札口・通路、B) 上下動線、C) ホームの3箇所とし、いずれも主動線部分として、視覚障害者誘導ブロック付近を中心に測定する。



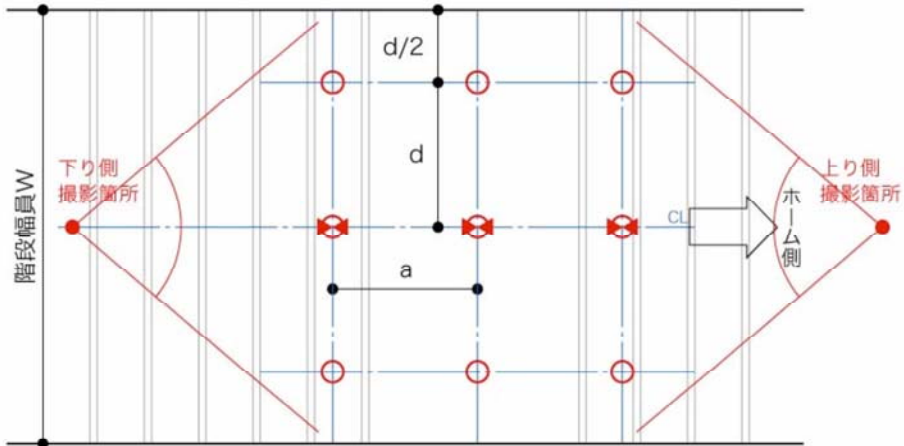
A) 改札口・通路箇所の測定方法 ○ 水平面照度×9 (床面) ▶ 鉛直面照度×6 (FL+1.5m) ● デジタル画像×1 (FL+1.5m)



- a: 現地の照明間隔を考慮し、通路の平均的な明るさが測定できるよう、測定箇所及びデジタル画像撮影箇所を調整する
 - b: 通路幅員により測定箇所を調整する
- ※デジタル画像は水平面照度測定ポイント全体が入る程度とする

B) 上下動線の測定方法

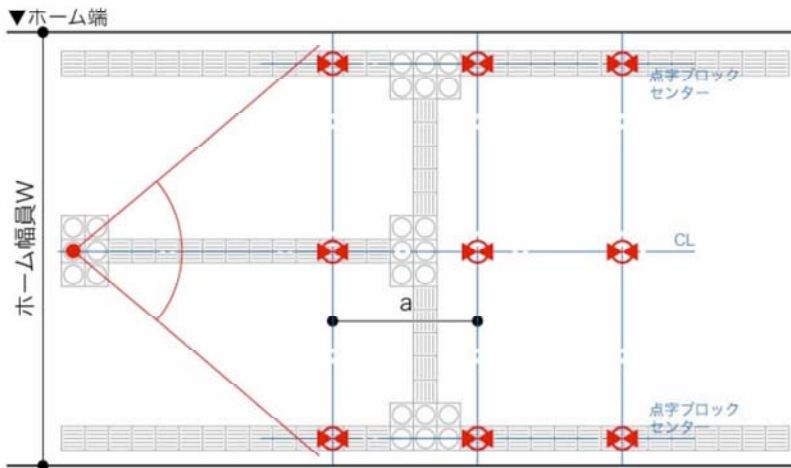
- 水平面照度×9 (床面)
- ▶ 鉛直面照度×6 (FL+1.5m)
- デジタル画像×2 (FL+1.5m)



- a: 現地の照明間隔を考慮し、通路の平均的な明るさが測定できるよう、測定箇所及びデジタル画像撮影箇所を調整する
- b: 階段幅員により測定箇所を調整する
- ※デジタル画像は水平面照度測定ポイント全体が入る程度とする

C) ホームの測定方法

- 水平面照度×9 (床面)
- ▶ 鉛直面照度×18 (FL+1.5m)
- デジタル画像×1 (FL+1.5m)



- a: 現地の照明間隔を考慮し、ホームの平均的な明るさが測定できるよう、測定箇所及びデジタル画像撮影箇所を調整する
- ※デジタル画像は水平面照度測定ポイント全体が入る程度とする

○調査対象駅：全13駅

阪急電鉄京都線	阪神電鉄本線	大阪市営地下鉄
河原町駅	神戸三宮駅	御堂筋線 梅田駅、本町駅、心斎橋駅、なんば駅 長堀鶴見緑地線 心斎橋駅 谷町線 東梅田駅

○使用した機材

- ・照度計：IM-5（トプコン）
- ・デジタル一眼レフカメラ
 本体：EOS Kiss X6i（キャノン）
 レンズ：SP AF10-24mm F/3.5-4.5 DiII Model B001（タムロン）
- ・三脚 ・メジャー

○撮影方法

- ・標準カメラ設定
 ISO感度：400 絞り：F/5.6 WB：太陽光（5200K）
 シャッタースピード：
 4”、1”、1/4、1/15、1/60、1/250、1/1000、1/4000（8パターン）
- ・撮影枚数：8枚／測定箇所毎（絞り固定／シャッタースピード可変）
- ・カメラ視点高さ：FL+1500mm



（撮影風景）

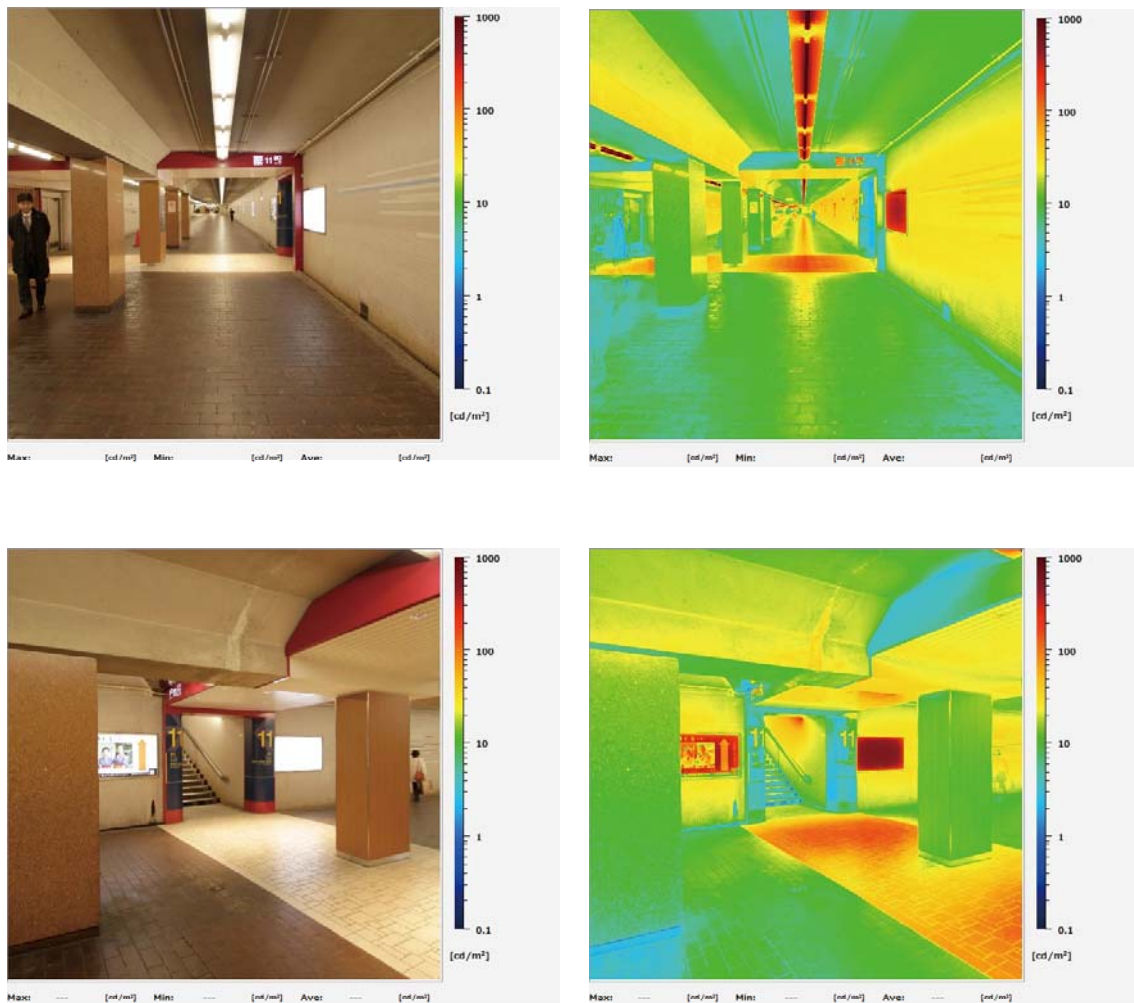
4-3 調査結果の概要

(1) 阪急電鉄

阪急電鉄京都線 河原町駅

- ・改修工事に伴いLED照明を導入し、時間外のみ階段を除く全エリアを100lxに調光している。
- ・改札口と出入口の視認性を高めるため、通路より照度を高く設定している。
(改札口：400lx、階段：400lx、ホーム：400lx、通路：300lx)
- ・LED照明の導入については、環境省「平成23年度低炭素地域づくり集中支援モデル事業（旧：チャレンジ25地域づくり事業）」に応募採択され、環境省からの委託事業として実施

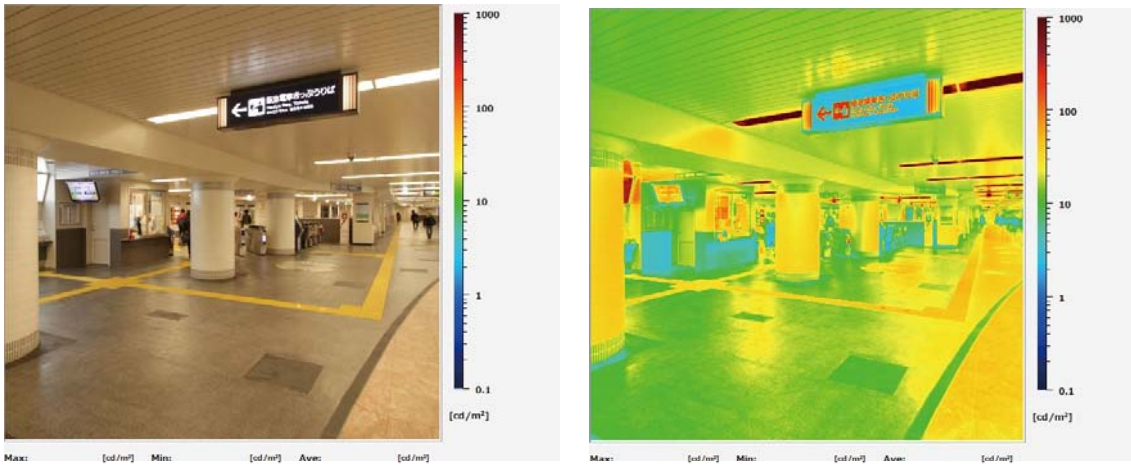
ラチ外連絡通路 階段出口前



門型のサインと床、照明の対比による出口階段の顕在化

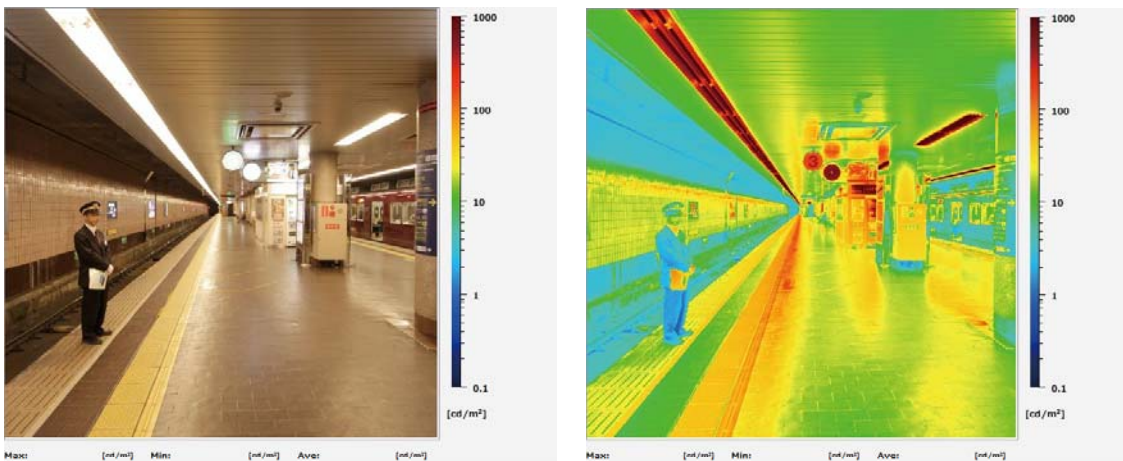
通路部との対比を高める白い床へのスポット照明

ラチ外改札口



白い丸柱と床、誘導用ブロックの対比の確保 明るく見通しのよい環境

ホーム

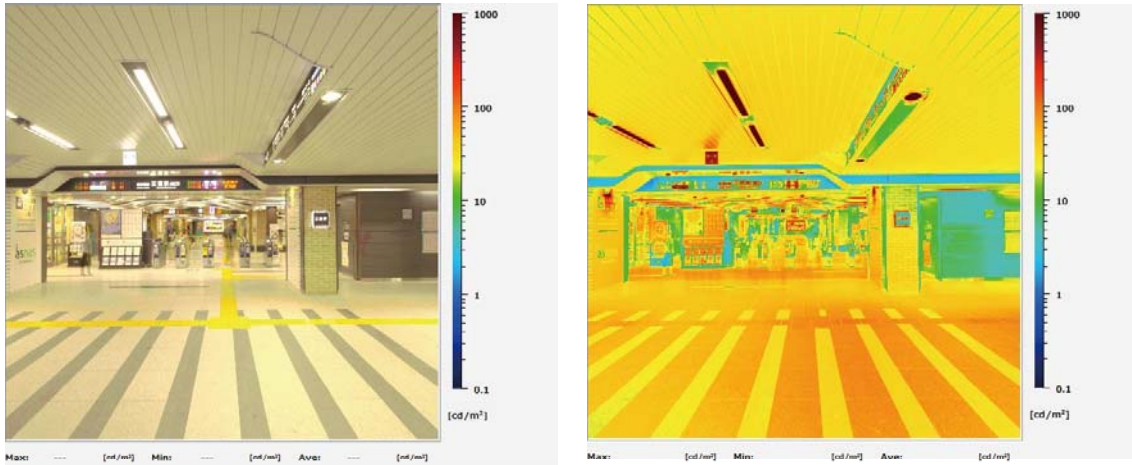


縁端警告ブロックと照明によるホーム縁端部の顕在化

(2) 阪神電鉄

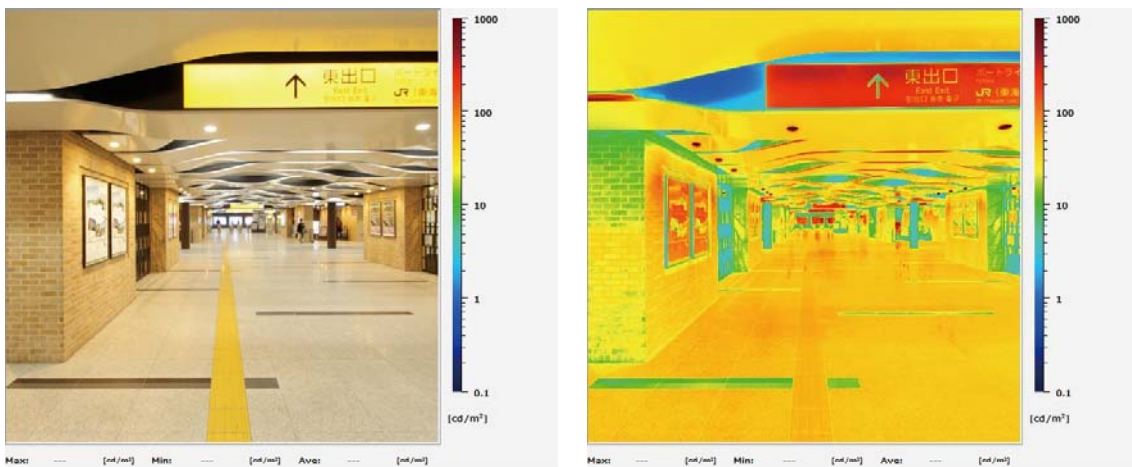
阪神電鉄本線 三宮駅

改札口



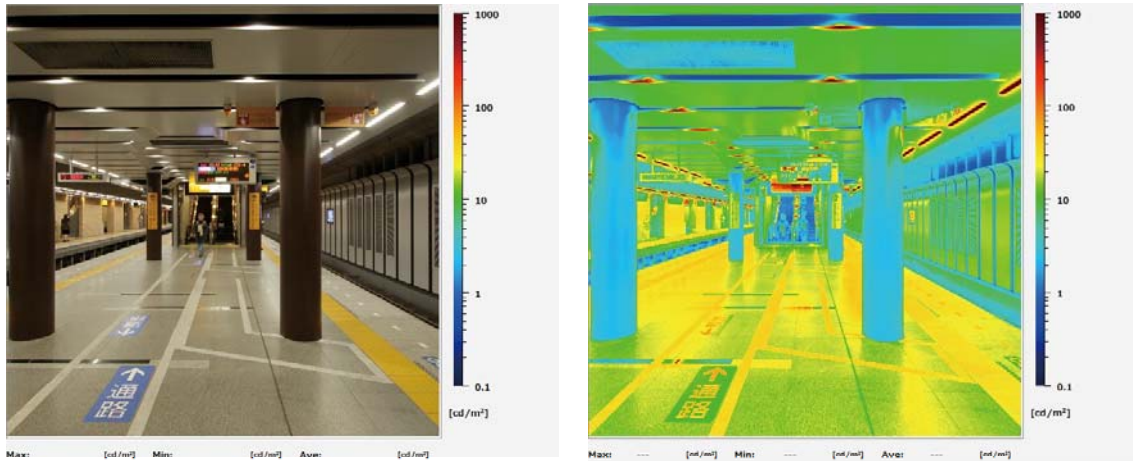
誘導用ブロックより対比の高い床のストライプパターン

ラチ内コンコース

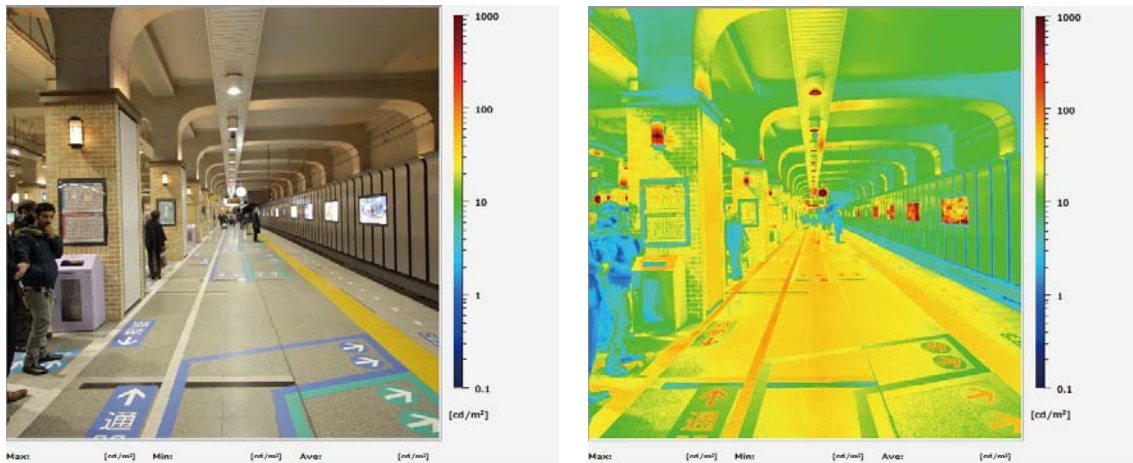


グレアを抑えた天井照明により明るく均整度の高いコンコース
明るい床のため誘導用ブロックとの対比が低い

ホーム



暗い茶系の色彩により明確に対比が確保された丸柱



床に表示された通路の白線と待ち行列の青・緑線

(3) 大阪市営地下鉄

- ・照明器具は基本的に均一になるよう配置し、ホーム縁端は照明を連結して配置し照度を確保している。
- ・照度基準を設け、混雑駅は高い照度に設定している。

各場所の設計照度

場所	維持照度 (lx)		
	A級駅	B級駅	高架駅
中階広間	500	300	100
ホーム	500	300	100
乗降階段	500	300	100
出入口通路	500	350	100
上屋灯	200	200	100
改札	1000	500	500
券売機前	1000	500	500

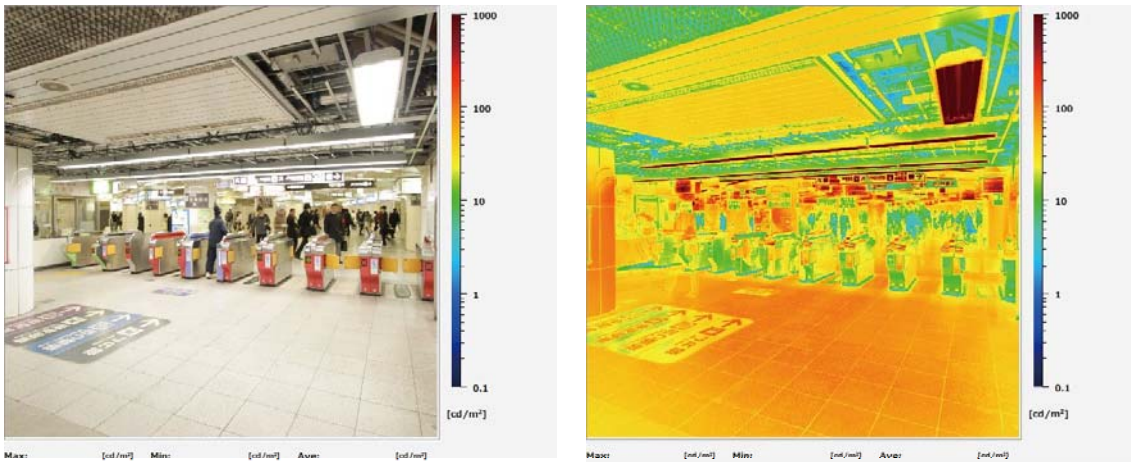
A級駅: 梅田～難波、天王寺、東梅田

B級駅: 上記以外の地下停留場及び新大阪

高架駅: 高架停留場(新大阪除く)

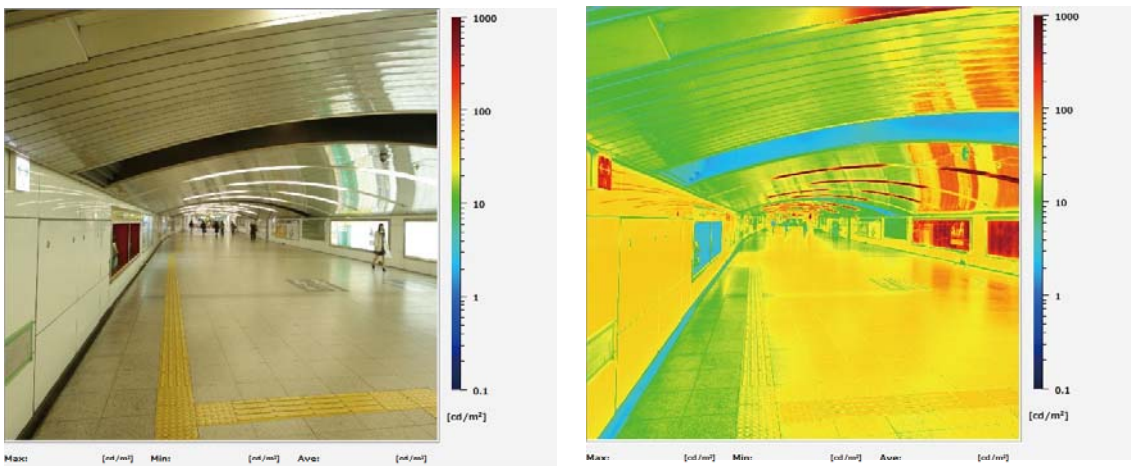
- ・照明器具は基本的に直管型Hf照明器具を採用している。LED照明は、トイレやデザインを考慮する箇所にダウンライト型を採用している。また、直管型も隧道内や地上部等の限定した箇所で採用している。
- ・器具形状はグレアを考慮し、埋込型の器具を基本的に採用している。
- ・ランプは、一般的な三波長域発光型昼白色を採用している。
- ・梅田駅・難波駅・天王寺駅のekimoエリアは、デザインを考慮してダウンライト型のLED照明で調光に対応している。

1) 大阪市営地下鉄 御堂筋線 梅田駅
ラチ内改札口

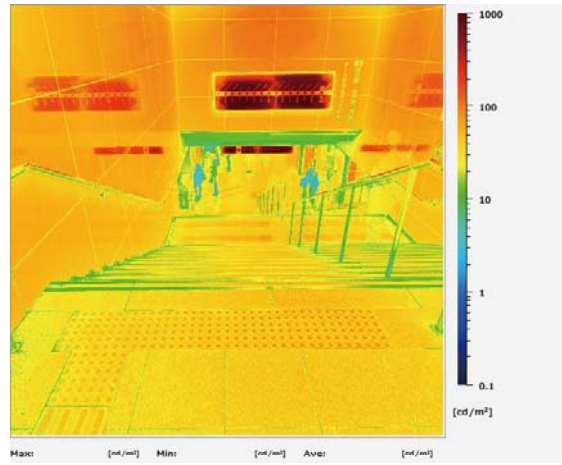
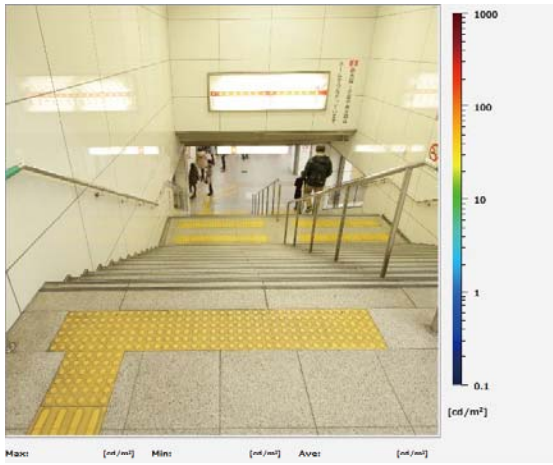


十分な明るさが確保された改札 天井は改修工事中

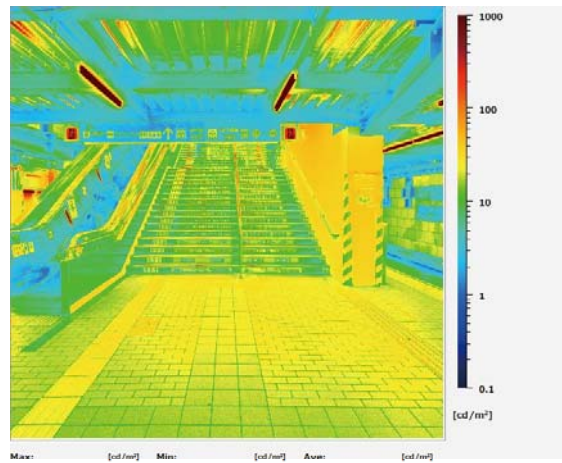
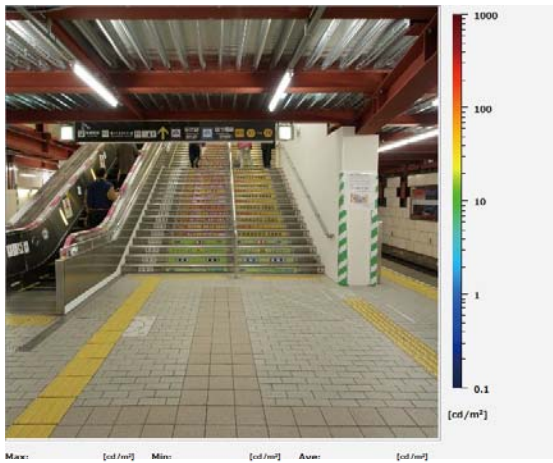
ラチ内通路



グレアを抑えた天井照明により明るく均整度の高い通路
明るい床のため誘導用ブロックとの対比が低い

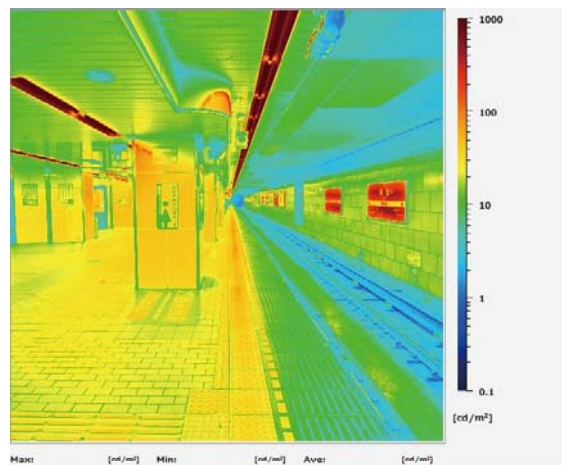
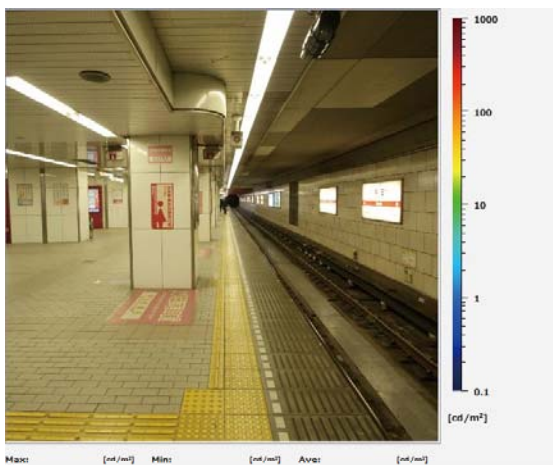


明るい踏面と壁の色彩により対比が確保された段鼻と手摺



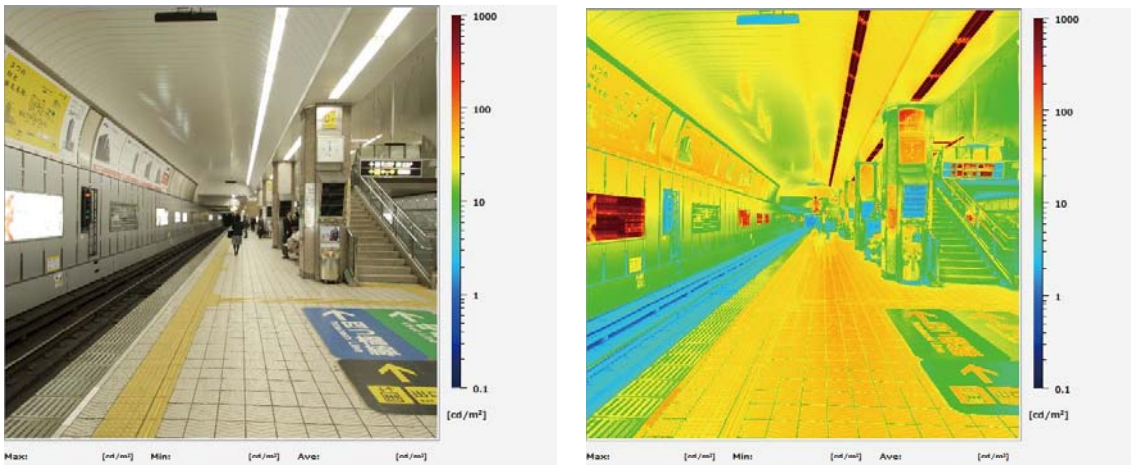
蹴上げの全面に表示された広告 天井は改修工事中

ホーム



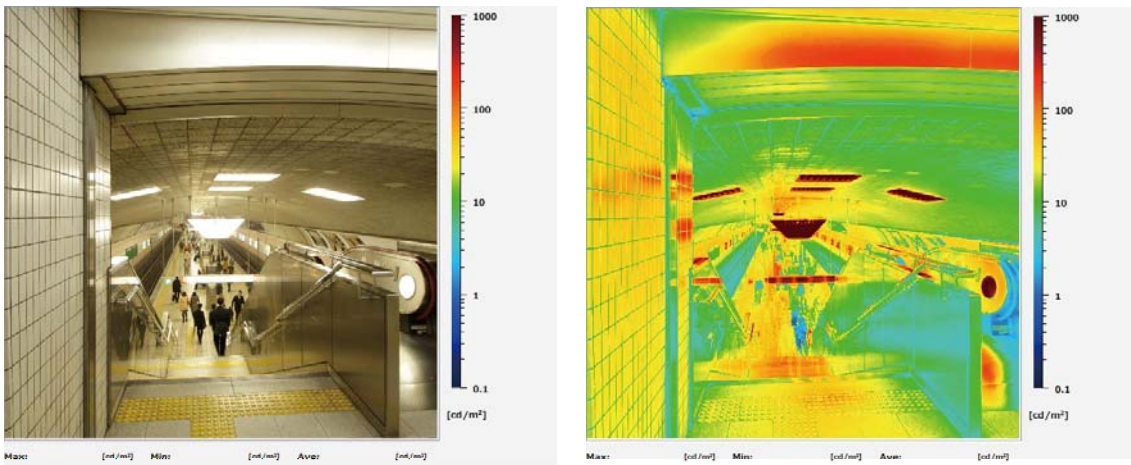
ホーム縁端と路線部の対比が低い

2) 大阪市営地下鉄 御堂筋線 本町駅
ホーム



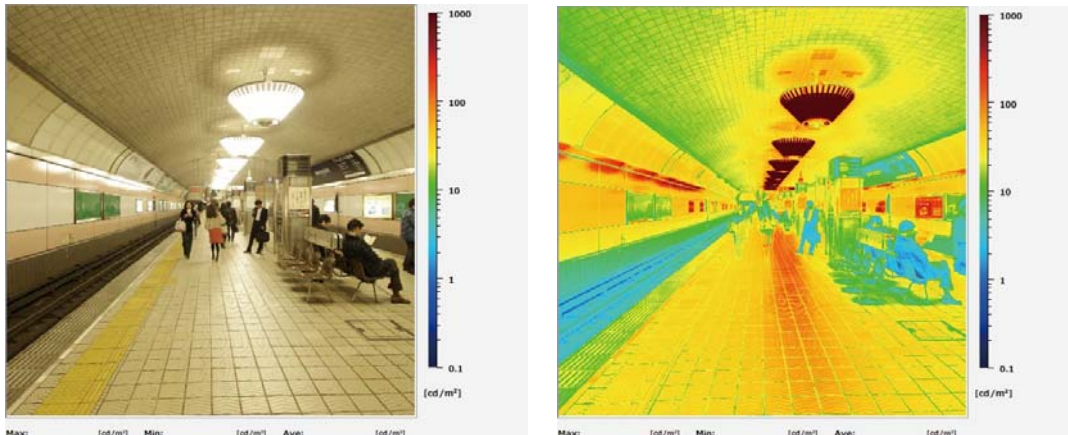
見通しのよい空間 明るい床のため誘導用ブロックとの対比が低い

3) 大阪市営地下鉄 御堂筋線 心斎橋駅
階段

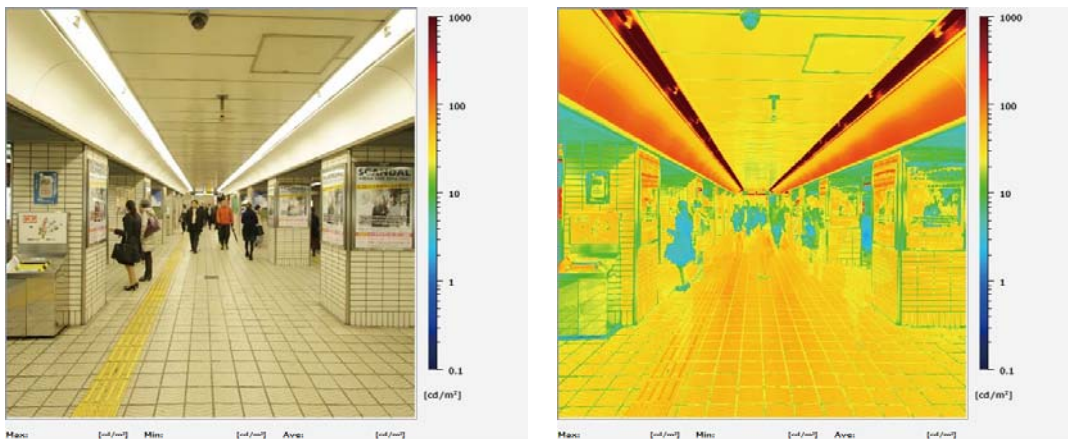


ホーム天井の照明器具の輝度が高い階段降口

ホーム



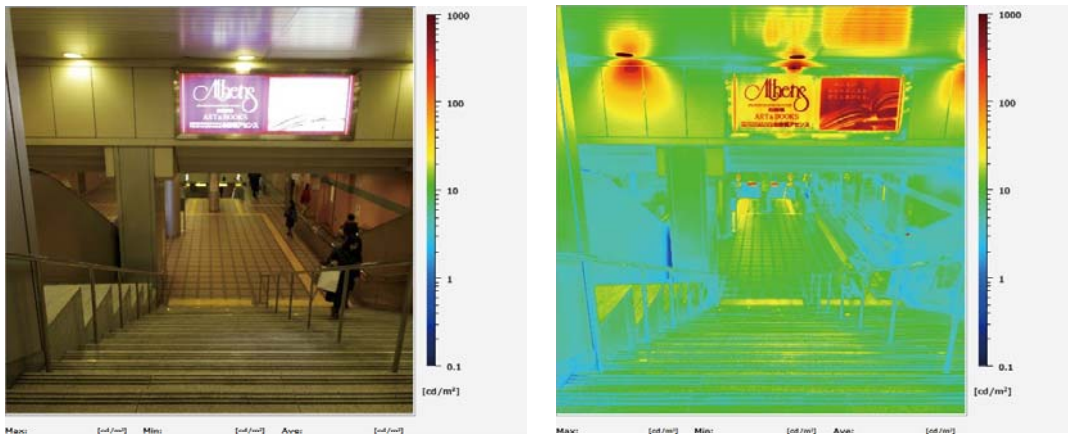
柱のない見通しのよい空間 中央部に配置されたベンチ類



両脇の柱で見通しにくいホーム空間 誘導用ブロックの対比は低い

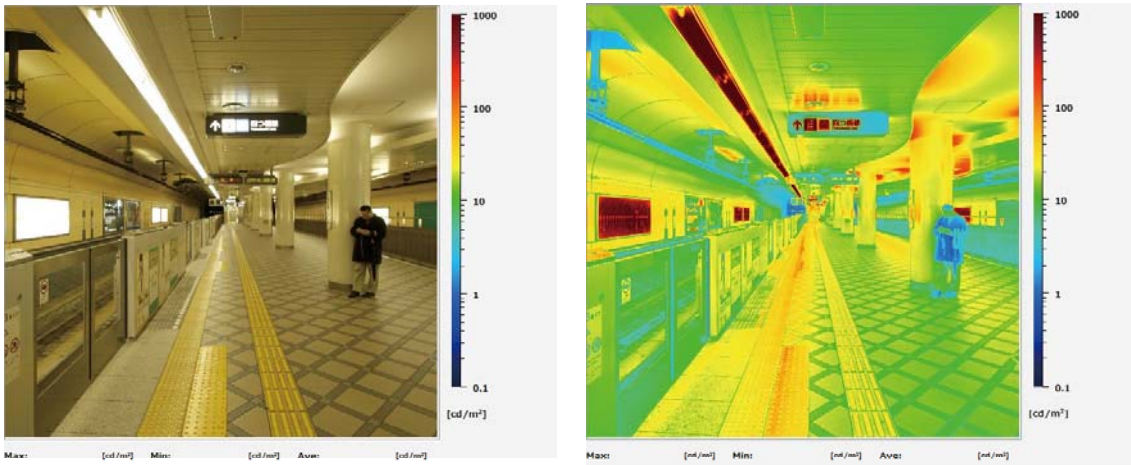
4) 大阪市営地下鉄 長堀鶴見緑地線 心斎橋駅

階段



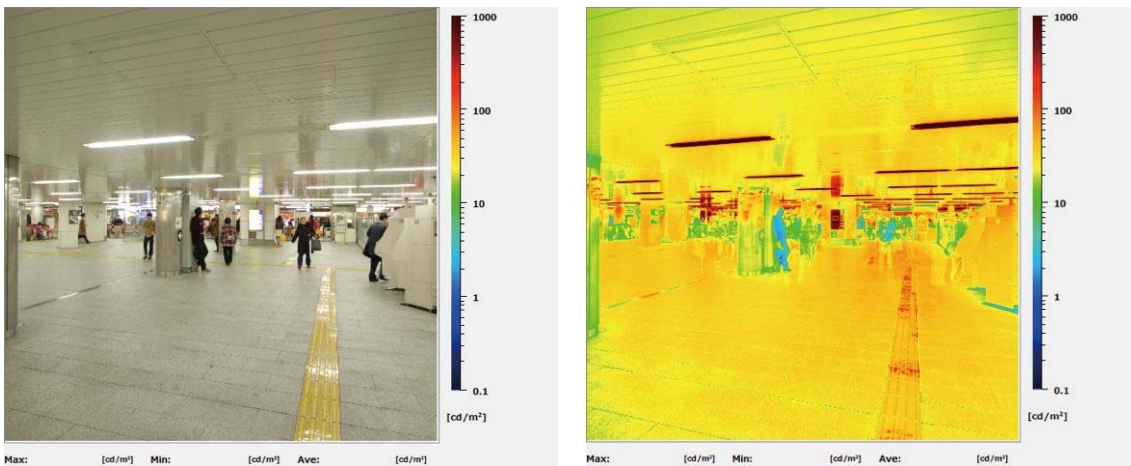
広告の照明の輝度が高い方で階段部分が暗いため、段差との対比が低い

ホーム



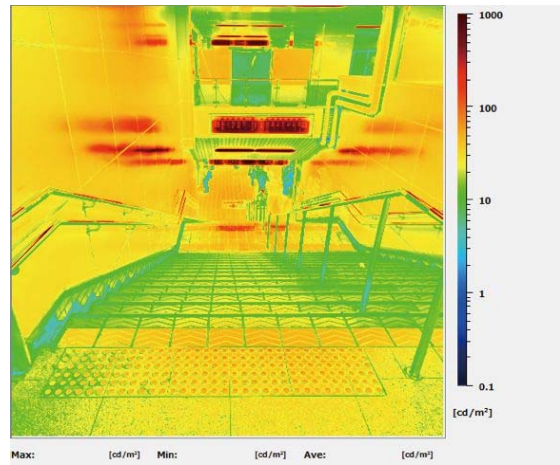
床面とホームドアとの対比が低い

5) 大阪市営地下鉄 御堂筋線 なんば駅 改札口



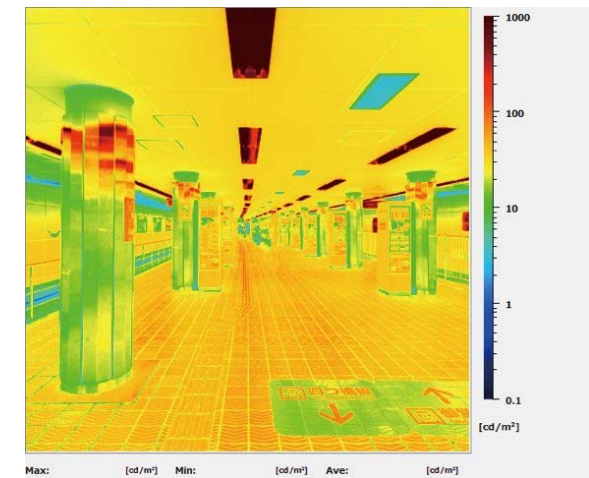
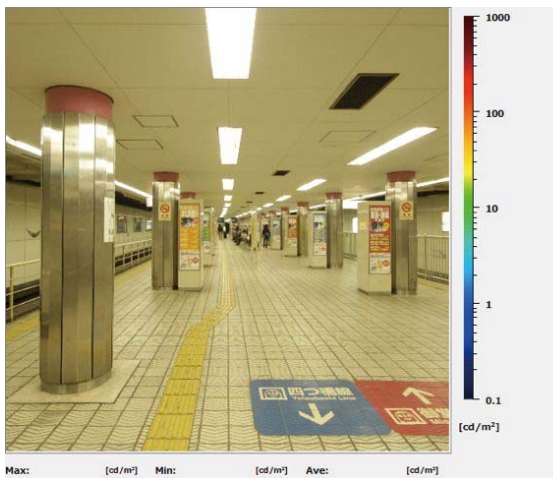
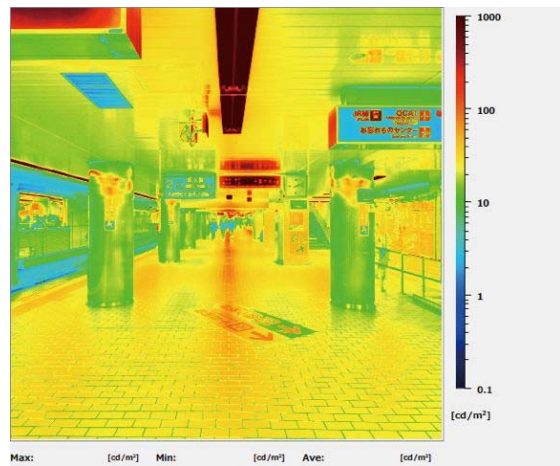
改札口の位置を示す要素が少ないラチ内コンコース

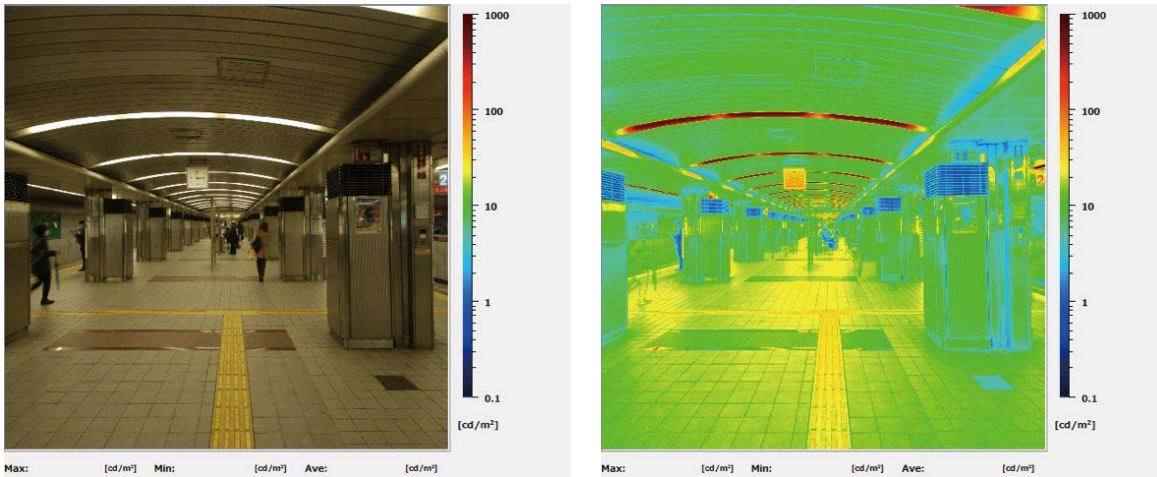
階段



タイルのパターンにより対比が得られていない段鼻

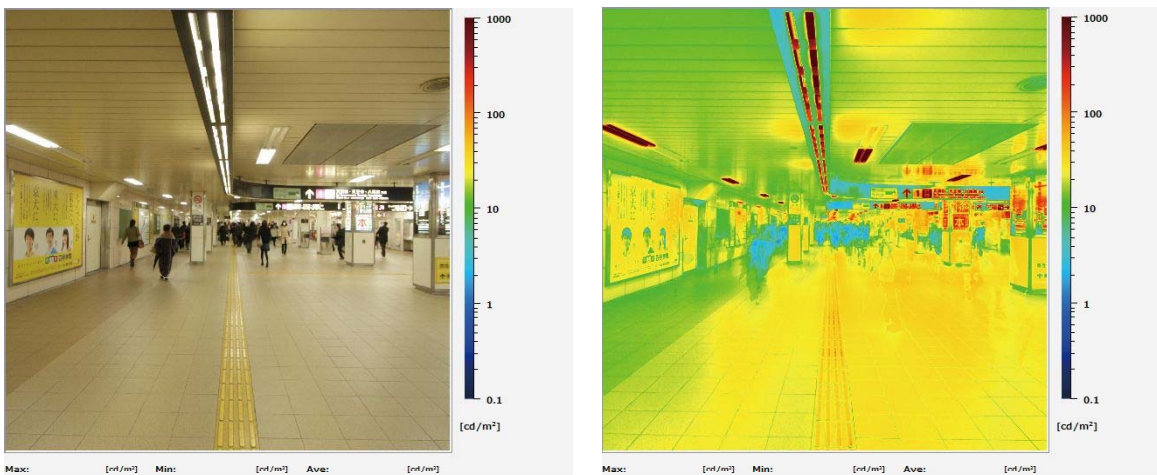
ホーム





反射する柱は照度の影響が大きく、照度が低い場合では床面との対比が少なくなる

6) 大阪市営地下鉄 谷町線 東梅田駅
ラチ外連絡通路 改札口前



天吊りサイン下端のランプが誘導用ブロックと併せて改札口、券売機カウンターへ光の帯で誘導している

第 5 章

輝度画像による視認性評価の分析

第5章 輝度画像による視認性評価の分析

第3章の実験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」が重要である。ここでは、まずこの「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輝度を用いた視認性評価手法として、輝度画像を用いた評価法を試みる。

5-1. 輝度画像と分析手法について

5-1-1 輝度を用いる理由

まず次頁の図5-1-1のように、視対象(視標)が床に設置されている場合には、「視対象の色」と背景である「床の色」の対比によって視対象の見え方が決まる。例えば、視対象が誘導用ブロックである場合、その「明度」が高いので、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(右側)、誘導用ブロックはよく見える。

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には(左側)、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る。

色の明るさは「明度(マンセルバリュー(V))」で表現できるが、視対象の「明度(V)」が得られると、その大よその「反射率(ρ)」は、

$$\rho(\text{反射率}) = V(\text{明度}) \times (V-1)$$

で求めることができる。

例えば、誘導用ブロックの「明度」が7であれば、その大よその「反射率」は $7 \times 6 = 42\%$ となる。

一方ある点の「輝度(L)」は、視対象が均等拡散反射面という、照明と見る方向によらず反射した輝度が一定となる面と仮定すると

$$L(\text{輝度}) = 1/\pi \times \rho(\text{反射率}) \times E(\text{照度})$$

で求めることができる。

「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である。我々は目に入ってくる光によってものが見えるから、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ない。

しかしながら、例として挙げた誘導用ブロックと床のように、視対象と背景が同じ面にある場合、その「照度」は同じであるから、視対象である誘導ブロックと背景である床の「輝度」の対比は、両者の「反射率」の対比によって決まることになる。

ところが、視対象が柱である場合(図5-1-1の上図)は様子が異なる。我々が柱を見る時、その背景は鉛直面の壁となる。ここで、通常のように、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る。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ない。

通常、壁は白く塗装されていることが多いが、鉛直面照度が低い分だけその輝度は低くなる。一方、柱の鉛直面照度が高い場合、例えば柱が壁と同じ白で塗装されていても、鉛直面照度の違いによって柱と壁に輝度の対比が生じ、結果的に柱は良く見える。この場合、柱の色がグレーであると輝度の対比はより小さくなり、見えにくくなる可能性がある。

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効果を考えなければならず、式によって「輝度」の対比を検討することが必要となる。

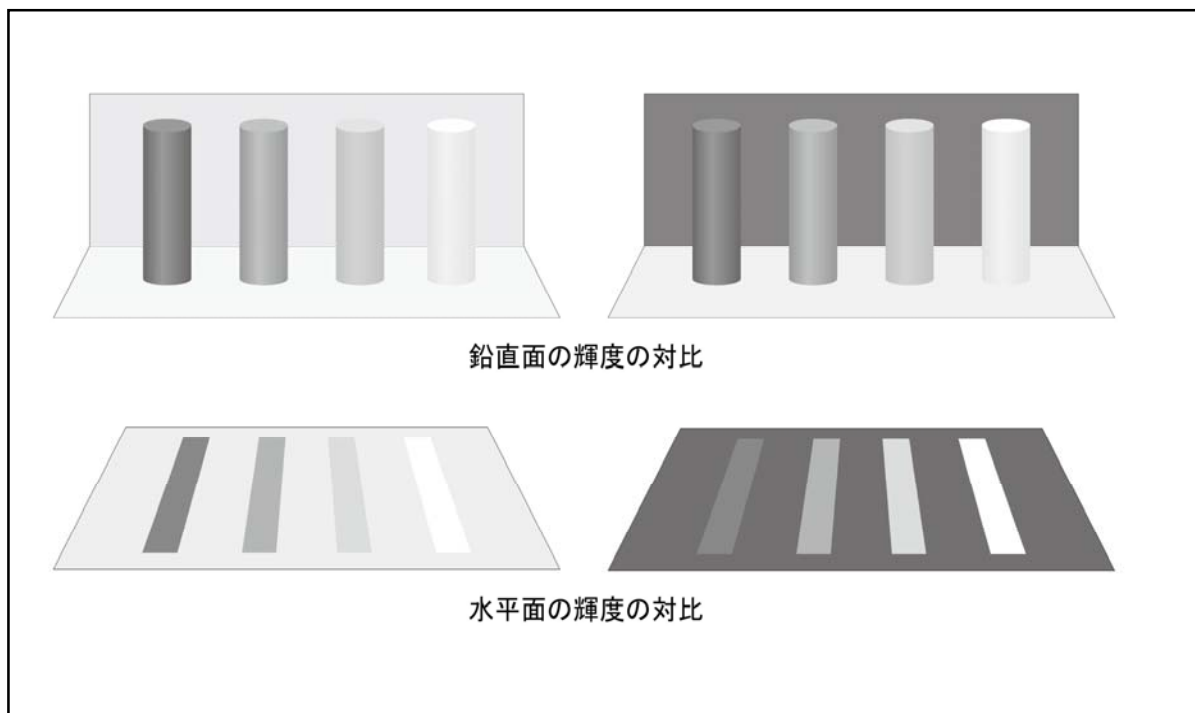


図5-1-1 視対象と背景の関係

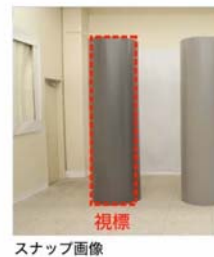
5-1-2 輝度画像を活用した分析手法

ここでは、輝度画像を活用した第3章で行った視認性評価についての分析を行う。以下に分析手法のフローを示す（図5-1-2）。

●視標の輝度画像の作成

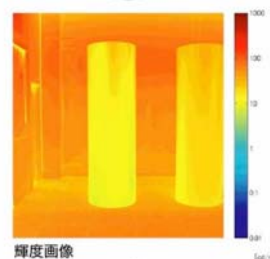
第3章の模擬駅舎の視標に対して、第4章の測定調査と同様の撮影方法で撮影し、輝度画像を作成する。

●視標の輝度画像を作成



●輝度画像の解析

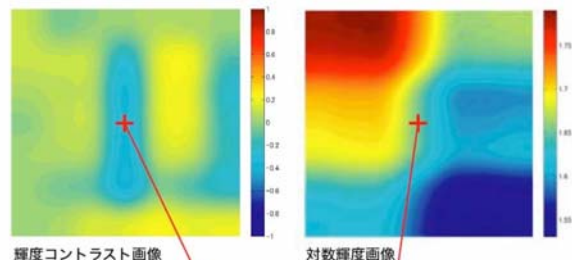
視対象サイズに応じ、特殊な輝度画像の解析（輝度コントラスト画像と対数輝度画像の作成）を行う。解析の詳細内容は【解説】を参照のこと。



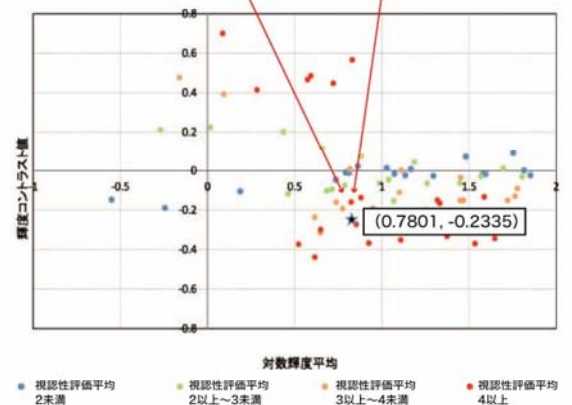
●輝度評価グラフ（輝度コントラスト値-対数輝度平均グラフ）の作成

輝度コントラスト値と対数輝度平均（輝度の明るさ）の2軸によるグラフ上に、各指標の輝度の数値をプロットすることが可能である。さらに、5段階評価を行った視標のユーザー視認性評価の平均を反映させることで、輝度とユーザー視認性評価の相関関係を把握することができる。

●輝度画像の解析



●輝度評価グラフの作成 (CA図：輝度コントラスト-対数輝度平均グラフ)



さらに、輝度評価グラフから、視認性を確保するために必要な輝度コントラストを想定することが可能であると考えられる。

図 5-1-2 分析手法のフロー

以降より視認性評価の分析の手順の概要を解説する。

(1) 輝度分布の測定によって、複雑な画像の輝度コントラストを抽出する。

- ・視対象の見え方を正しく検討するためには、前出の輝度の対比を「量」として算出することが必要となる。複雑な輝度分布で輝度の対比を正しく算出することは、これまで難しかったが、現在では、輝度の分布を輝度画像として測定することが可能であり、この輝度画像に、コントラスト・プロファイル法(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. 84, No. 8A, 522-528, 2000)という画像解析を適用することで、輝度の対比を輝度コントラスト値として算出することができる。

(2) 輝度コントラストと視認性評価の関係をグラフ化して、必要とされるコントラストを検討する。

- ・輝度画像にコントラスト・プロファイル法を適用するには、まず輝度画像の対数をとった対数輝度画像を作成し、次に想定する視対象の大きさに応じたマスクをかけて、たたみ込み計算をする(フィルタリングと呼ばれる)。この計算を行うことで輝度の高さが算出できる。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が知られていることから、輝度コントラストとこの対数輝度平均の双方を考慮することで、視認性が正しく推定できることになる。
- ・図 5-1-3 に示すように、縦軸に輝度コントラストの大きさを、横軸に対数輝度平均の大きさをとったグラフ(輝度コントラスト-対数輝度平均グラフ)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る。輝度コントラストは、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。一方、対数輝度平均の値は、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るが、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。このような視認性評価の特性を等高線としてプロットすると、図に示したようなものになる。

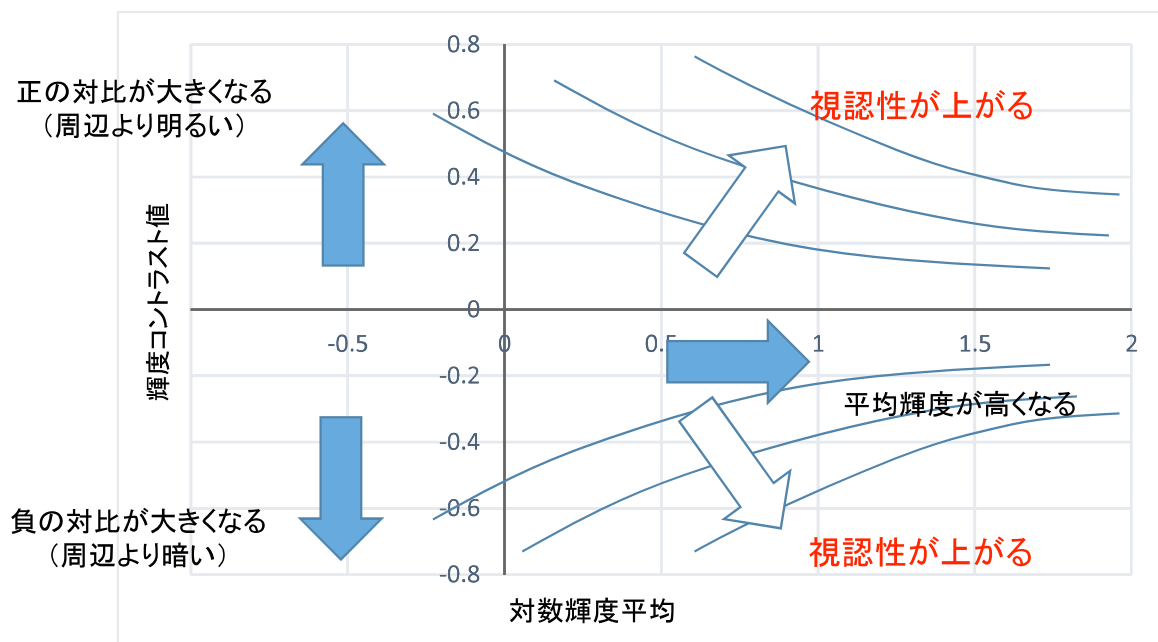


図 5-1-3 輝度コントラスト-対数輝度平均グラフ

(3) 輝度コントラストの確保によって、視認性の評価も高くなる。

- ・ 図 5-1-4 に示すのは、模擬駅舎において駅施設の視認性評価結果を「輝度コントラスト値-対数輝度平均グラフ」にプロットしたものである。プロットされた色が実験によって得られた視認性の程度を表し、2 未満が青、2 以上 3 未満の範囲が緑、3 以上 4 未満の範囲が橙色、4 以上が赤で示されている。図よりわかるように、輝度コントラスト値が大きくなるほど（正の対比も負の対比も同様）、対数輝度平均が大きくなるほど、視認性評価が高くなっている様子が読み取れる。
- ・ 全体を通してみると、視対象のサイズの影響や対数輝度平均による視認性評価の違いはそれほど明確には現れていないが、輝度コントラスト値の大きさが視認性評価に大きな影響を与えていることは明白にわかる。輝度コントラスト値が 0 付近では視認性評価は総じて低く、輝度コントラスト値の絶対値が大きくなるほど視認性は上がる。なお、輝度コントラスト値のマイナスの値は視対象が背景よりも暗いことを、プラスの値は視対象が背景よりも明るいことを示しており、コントラスト自体の強さは輝度コントラスト値の絶対値で表されている。
- ・ 今回の実験結果から、視認性を確保するために必要な輝度コントラスト値を求めることは難しいが、少なくとも視対象が背景より暗い場合、-0.2 付近の輝度コントラスト値が目安となる可能性が示唆されている。

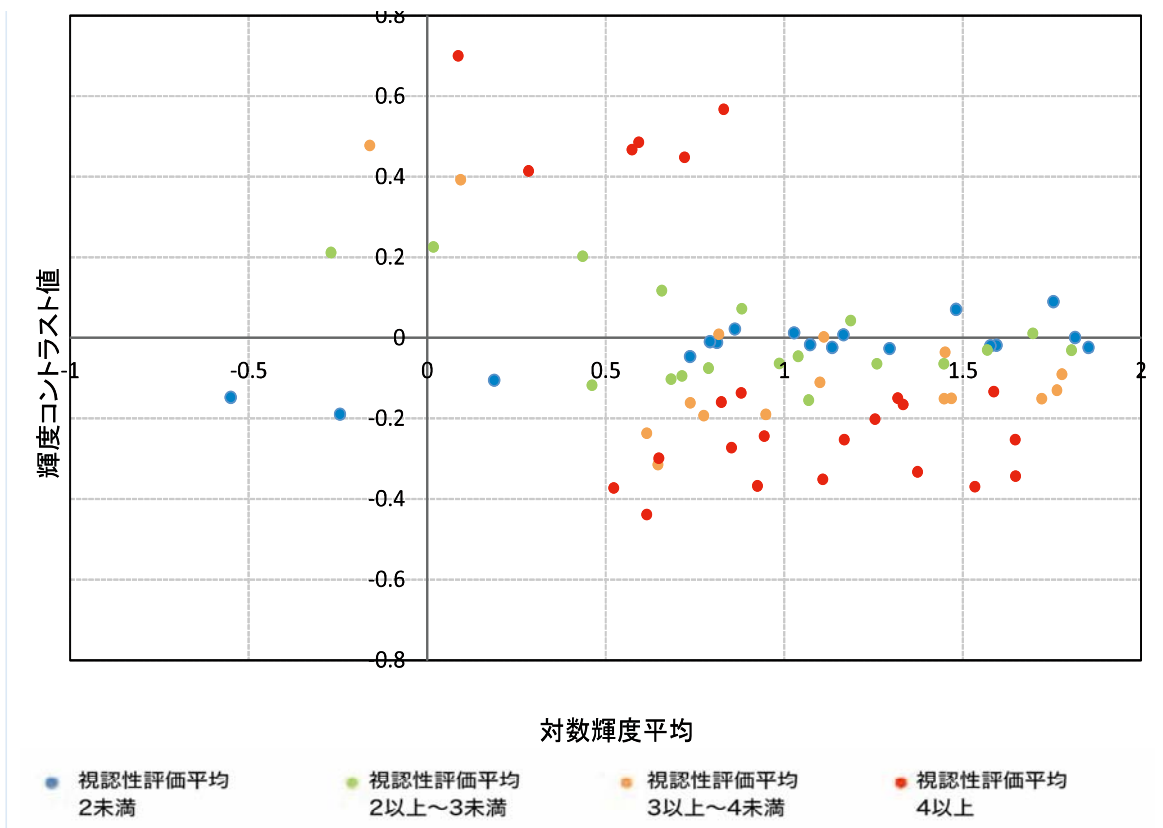


図 5-1-4 模擬駅舎での視認性評価結果をプロットした図

(4) 基礎実験での輝度コントラストと視認性評価の分布

- ・ 図 5-1-5 に示すのは、本ワーキングメンバーである（独）産業技術総合研究所の伊藤 納奈氏が行った基礎実験の結果の一部（四角の視標がどの程度見えやすいかを評価した結果）を「輝度コントラスト値-対数輝度平均グラフ」に前節と同様な方法でプロットしたものである。この実験では、視対象の輝度が周辺よりも暗いものだけを扱ったため、輝度コントラストがマイナスのデータだけになっているが、輝度コントラストの絶対値が小さいと視認性が下がり、輝度コントラストの絶対値が上がると視認性があがるのが、明瞭に見て取れる。

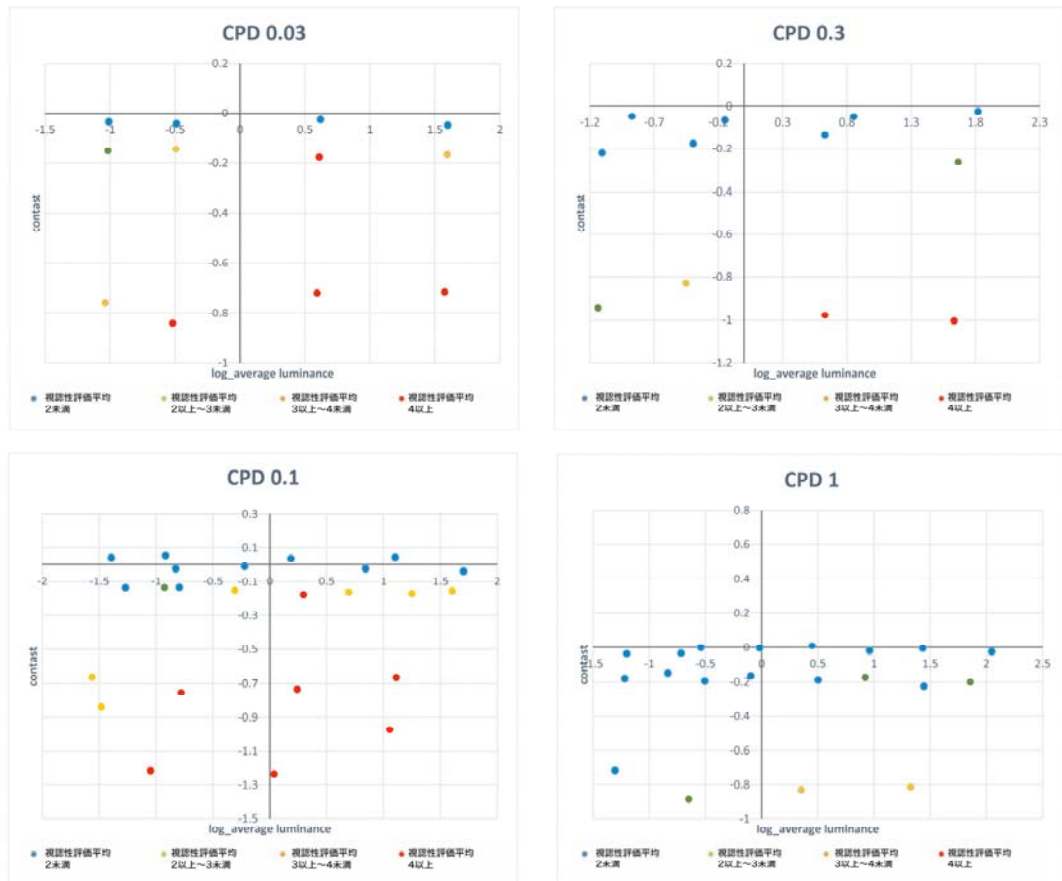


図 5-1-5 基礎実験での視認性評価結果をプロットした図

(5) 実環境の評価への適用

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結果、輝度画像より算出される輝度コントラスト値に着目すれば、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、現実にも可能であることを示している。

さらに、駅施設の実環境の評価方法としてより実用性を高めるため上で、輝度コントラストから簡易な測定も可能な輝度比への数値の置き換えが求められる。輝度比の算出方法は、スポット輝度計を利用した場合、視対象の中央付近の輝度 (Lt) や背景の平均的な輝度 (Lb) を測定する。ここで視対象と背景がはっきりと分離されていると仮定すると、既に紹介されているように、輝度コントラスト値は $0.56 \times \log_{10}(Lt/Lb)$ となる。

ここでたとえば、前節の図 5-1-4 より、ロービジョン者の視認性を確保するために輝度コントラスト値が絶対値で 0.2 程度ほしいという判断をすると、

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

の式より、 $L_t/L_b = 10^{(0.2/0.56)} \doteq 2.3$

と算出でき、この輝度比の値を目安に、駅施設の視認性について検討していくことができる。

5-1-3 実環境を想定した評価手法について

前節の視認性の分析手法と同様な手順で輝度画像の解析を行うことで、実際の駅舎空間の光環境の視認性評価の手法として展開が可能である。

次頁に評価方法のフローを示す（図 5-1-6）。

「A 輝度コントラストを用いた評価手法」は、前項の視認性評価の分析フローと同様、輝度画像を画像解析により輝度コントラストを算出し、輝度評価グラフに落とし込むことで、視認性を評価する。この手法は、正確な数値が得られるが、現段階では、技術的に専門性が高い評価手法である。

一方、「B 輝度比を用いた評価手法」は、輝度画像から視標とその背景となる要素の輝度値を測定し、そこから輝度比（視標輝度値／背景輝度値）を算出する。スナップ写真を簡易に輝度画像化ができ、輝度値も測定可能な技術として一般的に普及し始めているため、照明計画に取り入れやすい。また、輝度コントラストと輝度比は、所定の計算式により、近似値に置き換えが可能である。続く 5-2 では、「A 輝度コントラストを用いた評価手法」と「B 輝度比を用いた評価手法」を比較し、両者の関係性を明らかにすることを試みた。輝度コントラストの評価結果と単純な輝度比の間に相関関係があれば、上記「B 輝度比を用いた評価手法」の手法により、ある程度の評価を行うことができるため、実際の駅の写真データを元に評価を行った。

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く、測定方法が確立していないため、正確な数値を求めることは難しい。

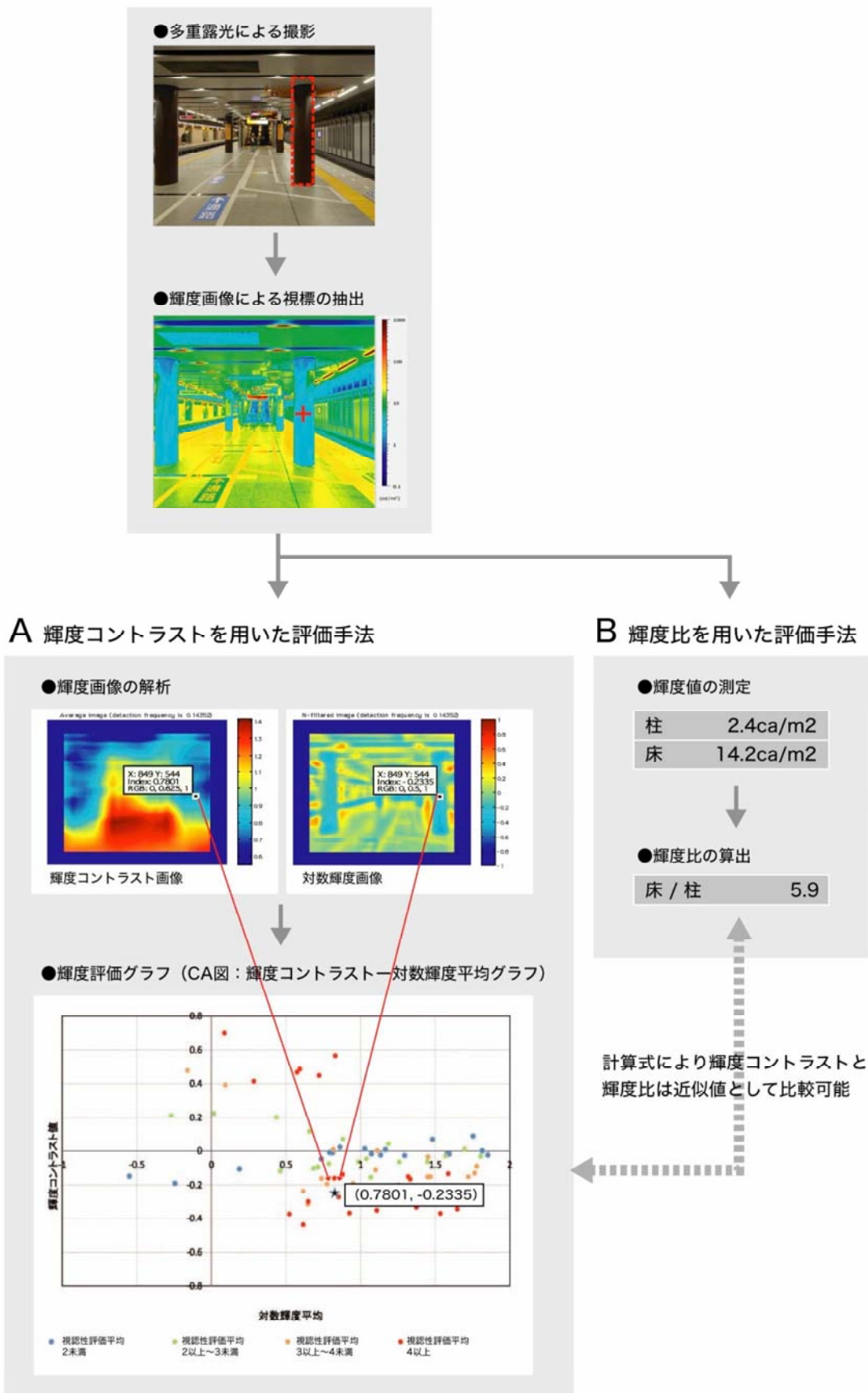


図 5-1-6 視認性評価方法のフロー

5-2 評価への展開

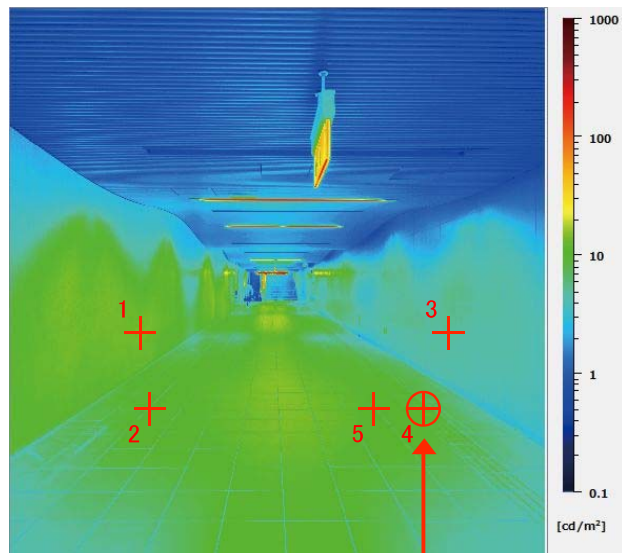
輝度を用いた視認性評価の手法を活用し、第4章の調査事例の移動の手掛かりとなる視対象について、輝度比や照度との関係等から視認性の評価を行う。

5-2-1 測定箇所毎の評価

(1) 通路

通路1: 東京都営地下鉄 大江戸線 春日駅

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

現地で測定した照度

平均水平面照度	89.8
平均鉛直面照度	70.6

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		
1.壁(左)	12.5	1.壁(左)	
2.床(左)	9.3	1.3	
3.壁(右)	4.6		3.壁(右)
4.誘導用ブロック	10.2		4.ブロック
5.床(右)	10.6	2.3	1.0

○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

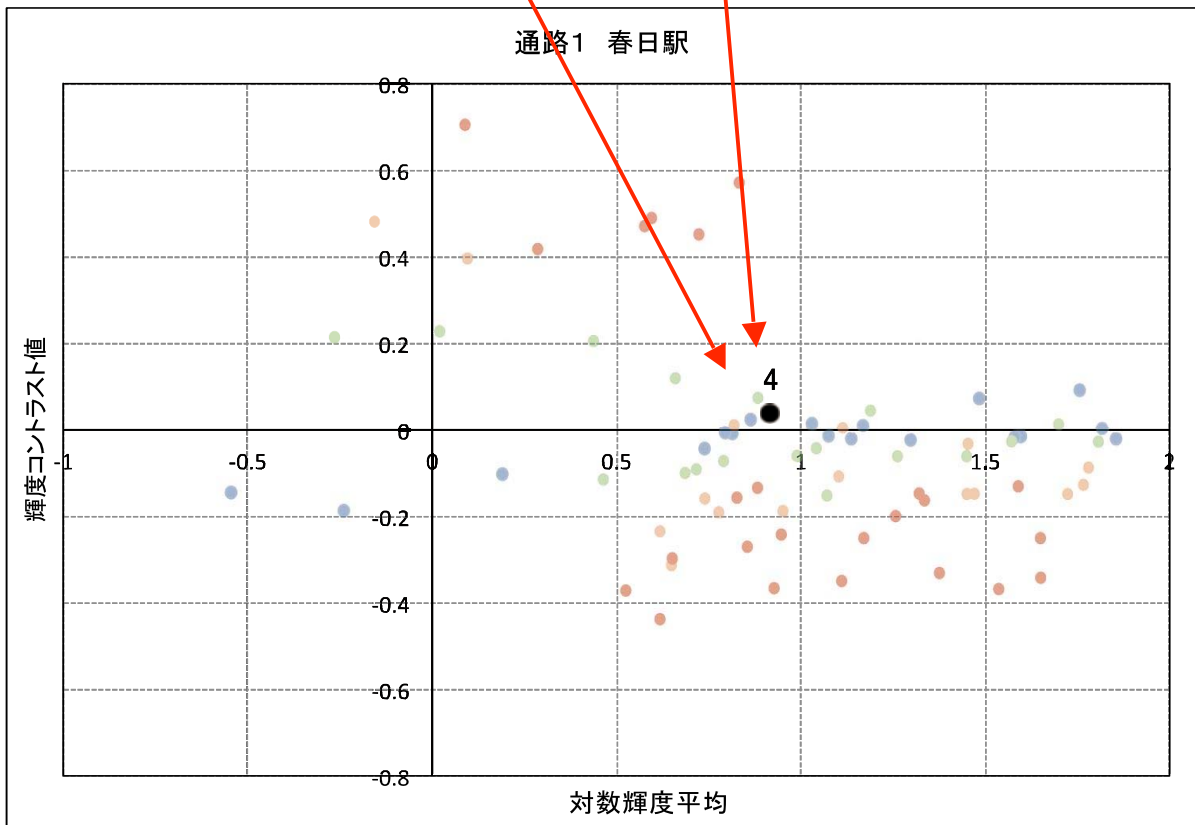
視対象の輝度分布の評価

	輝度コントラスト値	対数平均輝度
4.誘導用ブロック	0.0408	0.9155

コントラスト・プロファイル法を適用して求めた値
【解説】参照

輝度評価グラフの作成

※視対象のプロットは、前節の視認性評価結果のプロット図上に重ねている。



評価の概要

節電のため、天井照明は間引き点灯となっている。

通路の照度は、水平面照度が 89.8lx、鉛直面照度が 70.6lx である。

主な視対象の輝度比は、「床」と左側の「壁」との輝度比が 1.3 で、右側の「壁」は 2.3 である。「誘導用ブロック」との対比は 1.0 である。

間引き照明によって、空間全体の明るさが不足している。特に天井は暗く、「床」と「壁」の輝度差はなく、一体的に暗い領域となっている。「誘導用ブロック」は、規定される輝度比 2.0 程度が確保されていない。そのため、移動の手掛かりや空間を認識しづらい環境となっている。照度が低く、通路上の「障害物」と「床」との輝度比も生じづらいため、すれ違う歩行者が視認しづらいことも想定される。

<A. 輝度コントラストを用いた評価手法と B. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較>

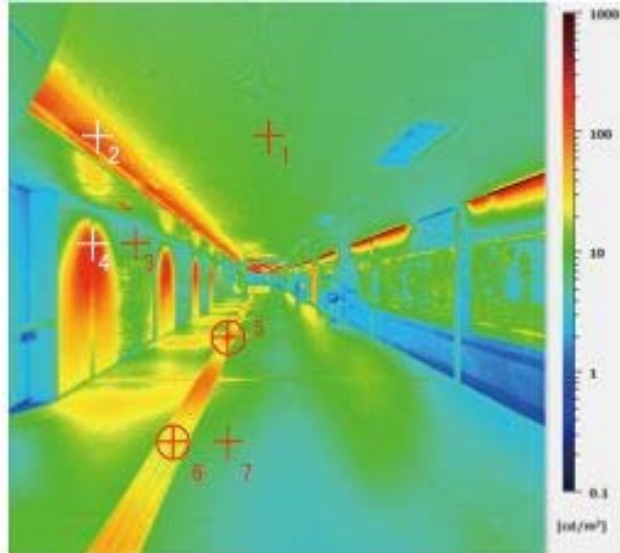
「床」と「誘導用ブロック」の輝度比は低く、輝度評価グラフにプロットした評価も視認性が良いと想定される領域に位置していない。(評価が低いという点で一致する。)

通路2: 東京都営地下鉄 大江戸線 大門駅

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

平均水平面照度	297.2
平均鉛直面照度	68.5

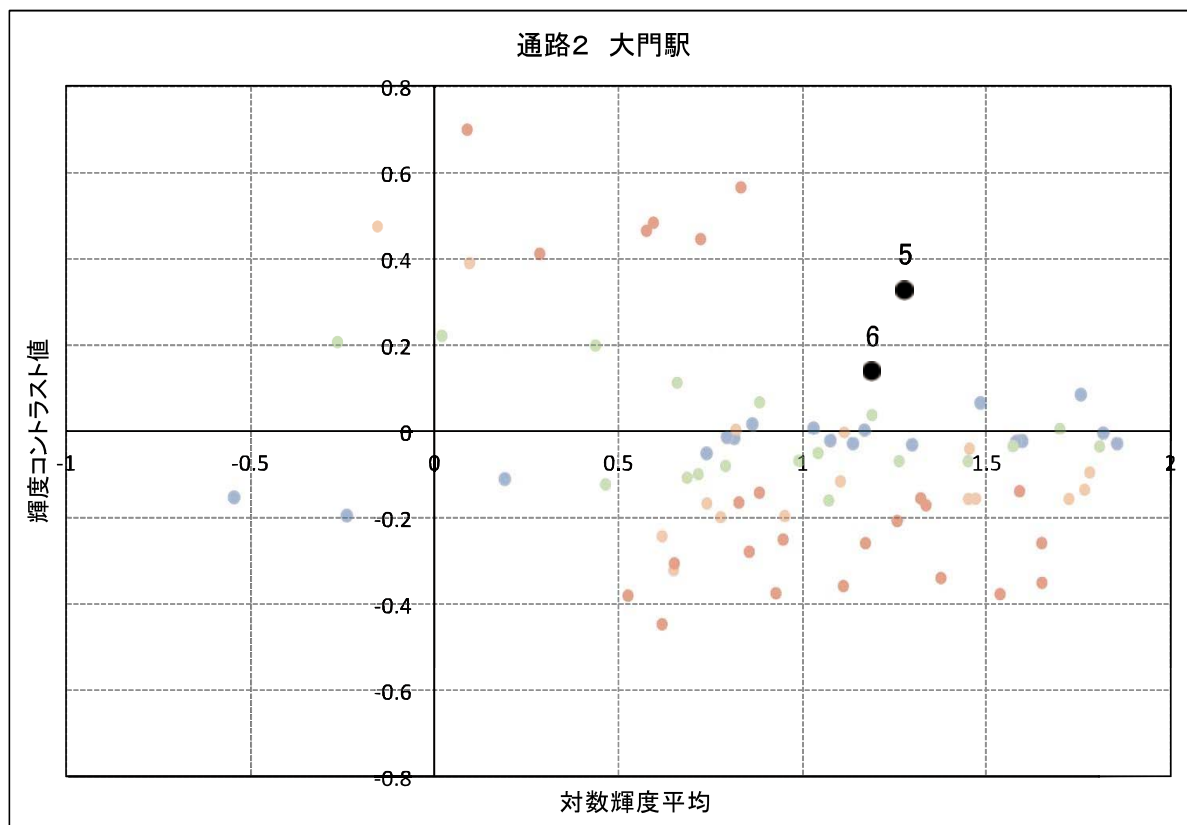
視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²			
1.天井	8.5	1.天井		
2.天井(照明)	103.0	12.1		
3.壁	8.7		3.壁	
4.壁(照明)	185.0	21.3		
5.誘導用ブロック(奥)	69.1		5.ブロック(奥)	
6.誘導用ブロック(前)	24.2			6.ブロック(前)
7.床	6.4		10.8	3.8

視対象の輝度分布の評価

	輝度コントラスト値	対数輝度平均
5.誘導用ブロック(奥)	0.3288	1.2788
6.誘導用ブロック(前)	0.1389	1.1903

輝度評価グラフの作成



評価の概要

通路の天井両端には、間接照明が連続し、左の壁側にはダウンライトが設置されている。

照度は、水平面照度が $297.2lx$ 、鉛直面照度が $68.5lx$ である。

主な視対象の輝度比は、「間接照明で照らされた天井」と「天井」が 12.1 で、「間接照明で照らされた壁」と「壁」が 21.3 である。「誘導用ブロック（前）」と「床」は 3.8 である。

空間は全体的に明るさが不足しており、特に天井と床に暗い領域が多くなっている。

「誘導用ブロック」「天井」に連続する線状の光は、通路の方向性を強調し、歩行の手掛かりになると想定されるが、黒色の「床」は、低い照度では通路上の「障害物」との輝度比が生じづらいため、すれ違う歩行者が視認しにくいことも想定される。

＜A. 輝度コントラストを用いた評価手法と B. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較＞

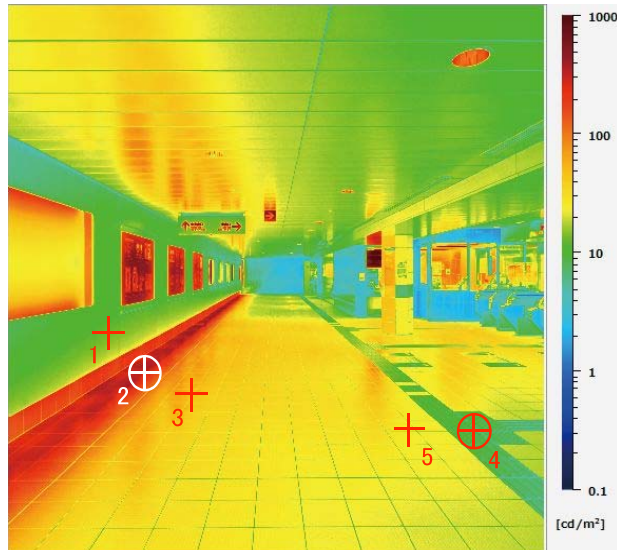
輝度評価グラフにプロットした評価を見ると、評価数が少ない輝度コントラストが正の対比に位置するため、評価手法の関連性は把握しにくい。但し、「誘導用ブロック（奥）」については負の対比を参照した場合、輝度コントラスト値、対数平均輝度はある程度確保されていると考えられる。

通路3:福岡市営地下鉄 七隈線 天神南駅

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

平均水平面照度	270.8
平均鉛直面照度	302.2

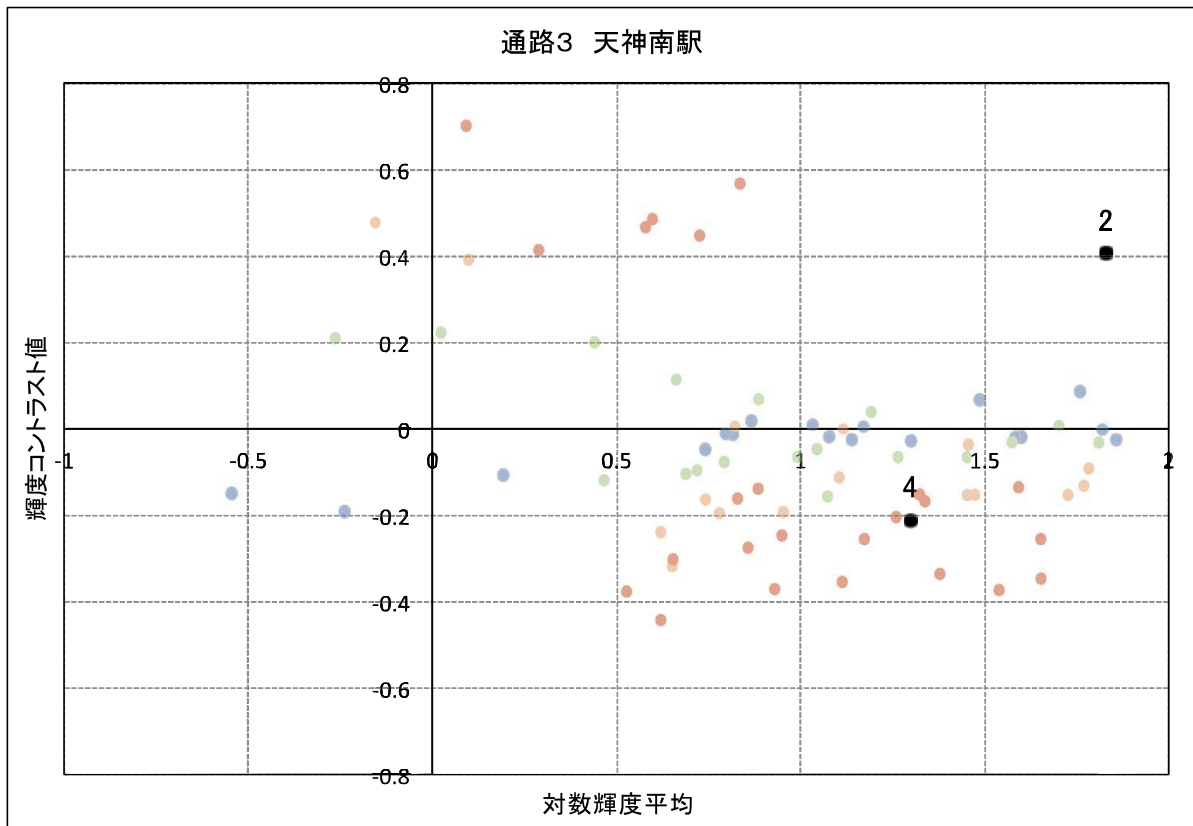
視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²	背景	輝度比
1.壁(左)	10.5	1.壁(左)	
2.床(足元照明)	291.8	2.床(照明)	27.8
3.床(左)	61.6		4.7
4.誘導用ブロック	10.5		4.ブロック
5.床(右)	22.9		2.2

視対象の輝度分布の評価

視対象	輝度コントラスト値	対数輝度平均
2.床(足元照明)	0.4056	1.8285
4.誘導用ブロック	-0.2114	1.2977

輝度評価グラフの作成



評価の概要

改札口のラチ内の通路は、天井の照明でなく、壁の内部照明と足下の間接照明がベース照明として設置されている。

通路の照度は、水平面照度が $270.8lx$ 、鉛直面照度が $302.2lx$ である。

主な視対象の輝度比は、「足元照明で照らされた床」と「壁」が 27.8 で、「床」との対比は 4.7 である。「誘導用ブロック」と「床」は 2.2 である。

白い床への間接照明で、効果的に空間全体の明るさが確保されている。「誘導用ブロック」はほぼ規定値の輝度比となっている。

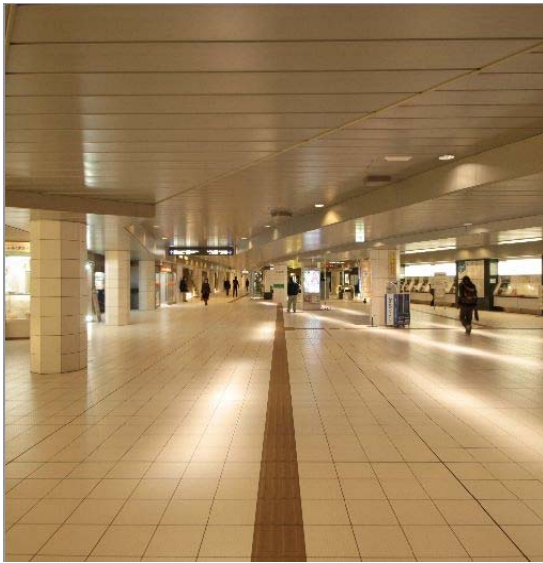
「足元照明で照らされた床」の輝度は非常に高く、線状の光が通路の方向性を強調し、歩行の手掛かりになると想定されるが、輝度は模擬実験での測定値を超えており、過度な輝度による眩しさも想定される。

<A. 輝度コントラストを用いた評価手法と B. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較>

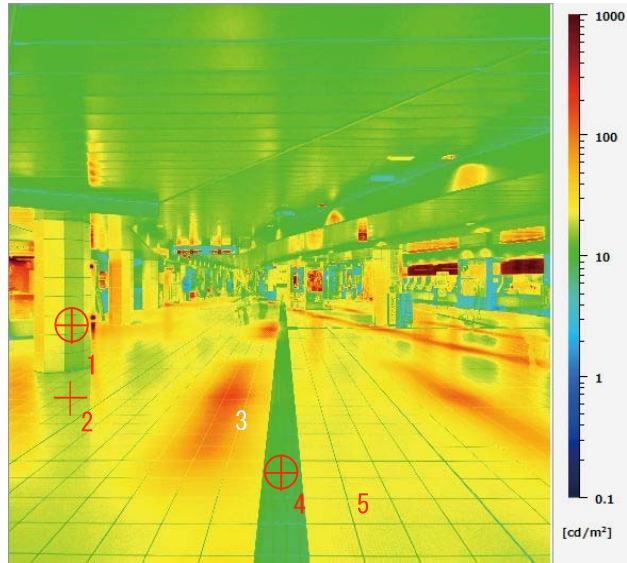
「床」と「誘導用ブロック」の輝度比は高く、輝度評価グラフにプロットした評価も視認性が良いと想定される領域に位置している。（評価が高いという点で一致する。）

「足元照明で照らされた床」について輝度評価グラフにプロットした評価を見ると、評価数が少ない輝度コントラストが正の対比に位置するため、評価手法の関連性は把握しにくい。但し、負の対比を参照した場合、輝度コントラスト値、対数平均輝度はある程度確保されていると考えられる。

通路4: 福岡市営地下鉄 七隈線 天神南駅



輝度測定箇所



輝度画像

照度の測定

平均水平面照度	128.1
平均鉛直面照度	107.3

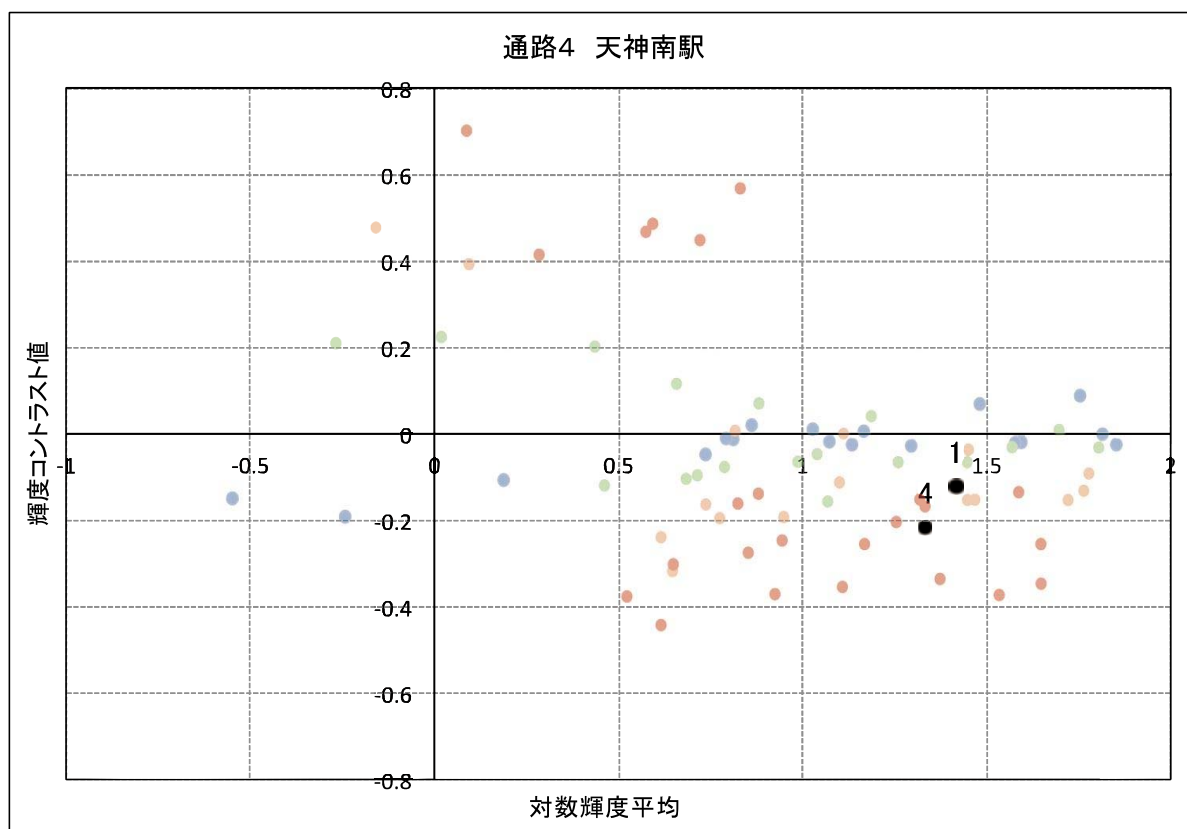
視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²		
1.柱	15.9	1.柱	
2.床(左)	16.6	1.0	2.床(左)
3.床(反射)	131.0	7.9	3.床(反射)
4.誘導用ブロック	9.0		4.ブロック
5.床(右)	21.6	6.1	2.4

視対象の輝度分布の評価

	輝度コントラスト値	対数輝度平均
1.柱	-0.1204	1.4152
4.誘導用ブロック	-0.2148	1.3342

輝度評価グラフの作成



評価の概要

改札口への通路は、天井から床へライン状に光りを照射する照明が設置されている。照度は、水平面照度が 128.1lx、鉛直面照度が 107.3lx である。

主な視対象の輝度比は、「誘導用ブロック」と「床」との輝度比が 2.4 で、「反射した床」との対比が 6.1 である。「柱」と「床」は 1.0 である。

空間は全体的に明るさが不足しており、「床」以外は明るさの差が少なく、一体的に暗い領域となっている。特に「柱」と「床」は同色であるため輝度比が低く、障害物となる「柱」の視認性や形の識別性は低いと想定される。「反射した床」は、改札口への方向性を示す歩行の手掛かりとなると想定されるが、高い輝度比による床の起伏等の錯視や、過度な輝度による眩しさも想定される。

<A. 輝度コントラストを用いた評価手法と B. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較>

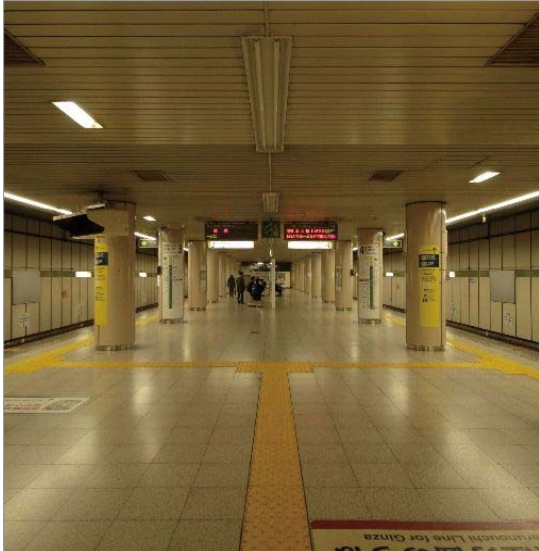
「床」と「誘導用ブロック」の輝度比は高く、輝度評価グラフにプロットした評価も視認性が良いとされる領域に位置している。（評価が高いという点で一致する。）

一方、「床」と「柱」の輝度比は低く、輝度評価グラフにプロットした評価も視認性が良いと想定される領域に位置していない。（評価が低いという点で一致する。）

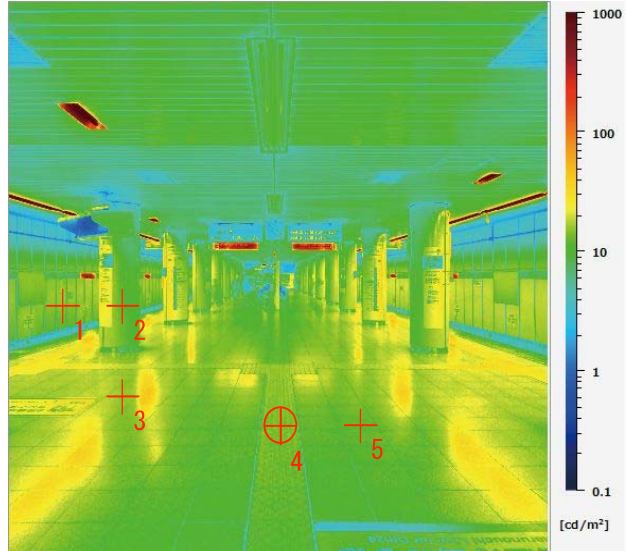
(2) ホーム

ホーム1:東京都営地下鉄 新宿線 小川町駅

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

平均水平面照度	104.6
平均鉛直面照度	68.7

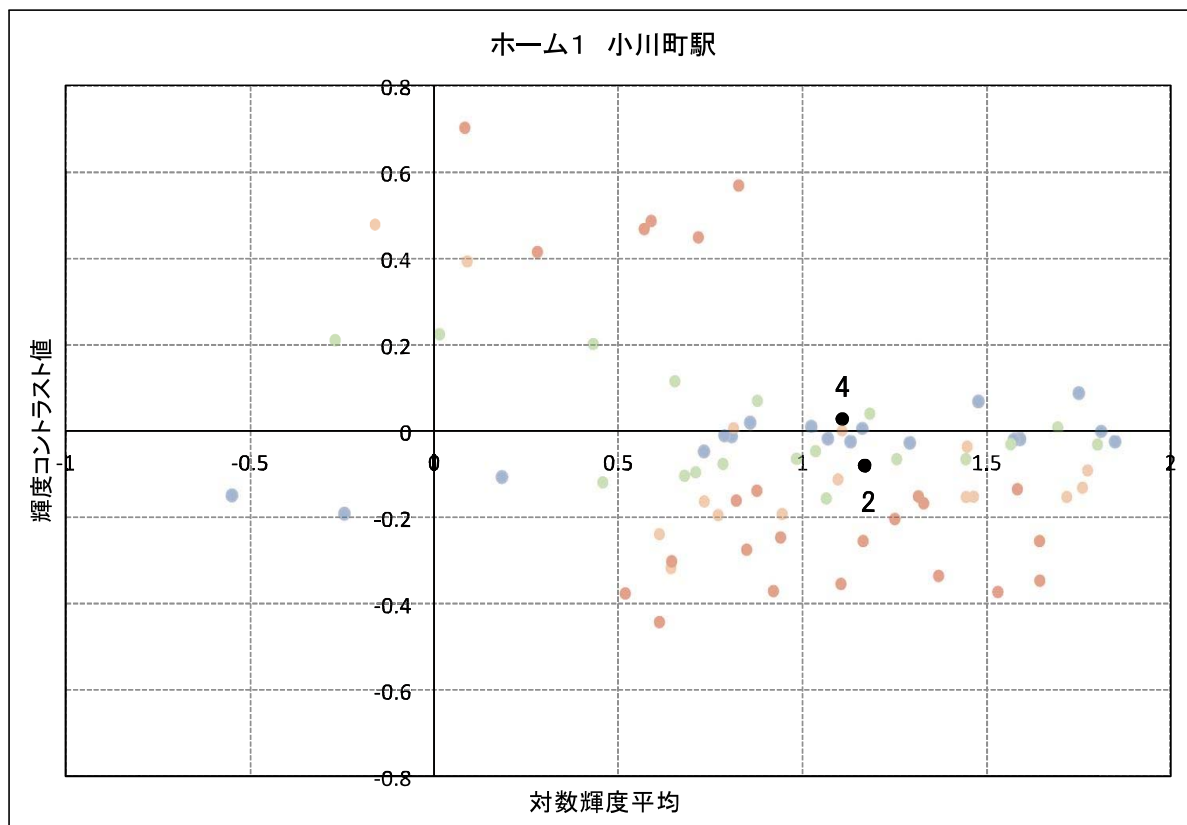
視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²		
1.壁	14.2	1.壁	
2.柱	10.7	1.3	2.柱
3.床(左)	14.8		1.4
4.誘導用ブロック	13.4		4.ブロック
5.床(右)	11.1		1.2

視対象の輝度分布の評価

	輝度コントラスト値	対数輝度平均
2.柱	-0.0793	1.1699
4.誘導用ブロック	0.0256	1.1088

輝度評価グラフの作成



評価の概要

節電のため、ホームの天井の照明は間引き点灯となっている。

照度は、水平面照度が 104.6lx、鉛直面照度が 68.7lx である。

主な視対象の輝度比は、「壁」と「柱」が 1.3 で、「柱」と「床」は 1.4 である。「誘導用ブロック」と「床」は 1.2 である。

間引き照明によって、空間全体の明るさが不足している。ホーム縁端部と一部の反射した「床」以外は明るさの差がなく、一体的に暗い領域となっている。

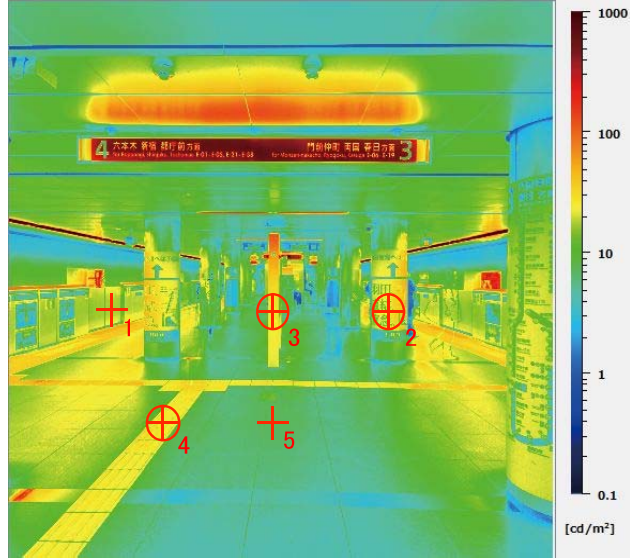
「誘導用ブロック」の輝度比はほとんど確認できない。そのため、移動の手掛かりや空間を認識しづらい環境となっている。照度が低く、通路上の「障害物」と「床」との輝度比も生じづらいため、すれ違う歩行者が視認しづらいことも想定される。

<A. 輝度コントラストを用いた評価手法と B. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較>

「床」と「柱」及び「誘導用ブロック」の輝度比は低く、輝度評価グラフにプロットした評価も視認性が良いと想定される領域に位置していない。（評価が低いという点で一致する。）

ホーム 2: 東京都営地下鉄 大江戸線 大門駅

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

平均水平面照度	159.7
平均鉛直面照度	206

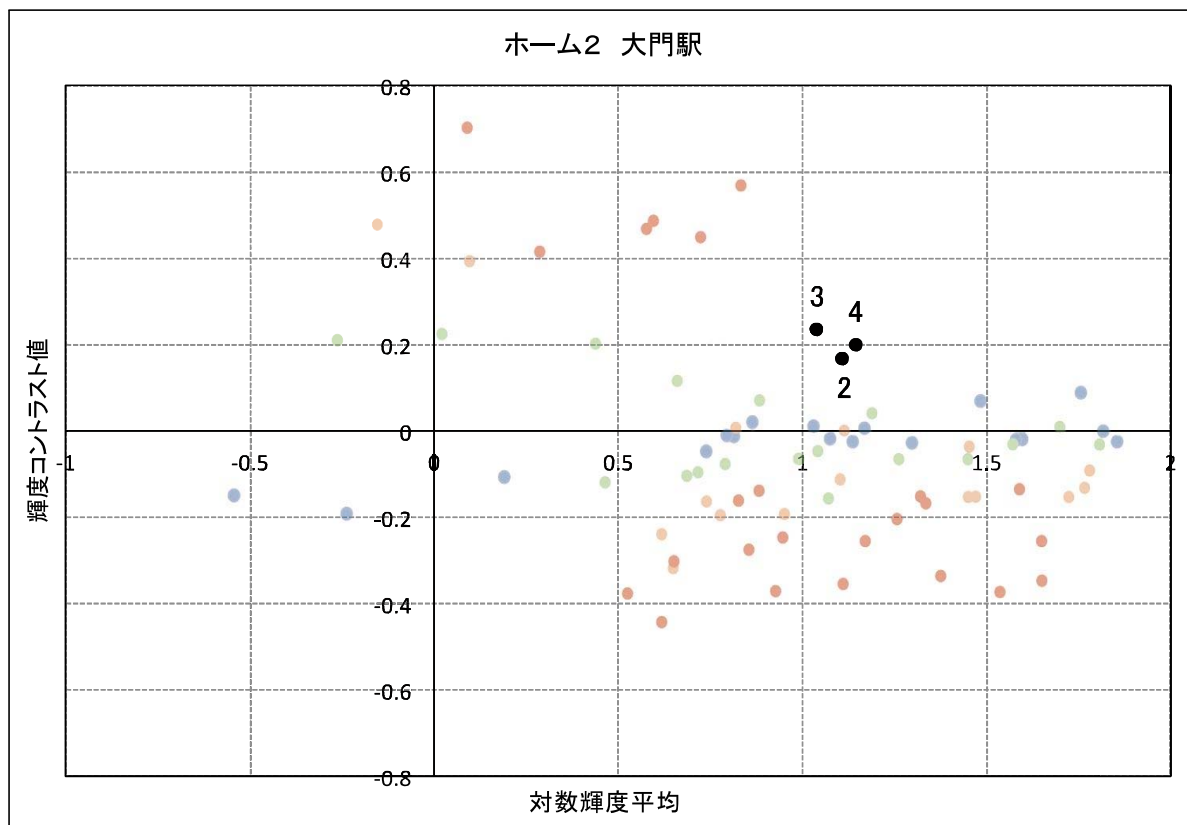
視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²			
1.ホームドア	15.9			
2.丸柱	25.2	2.丸柱		
3.角柱(案内板)	24.8		3.角柱	
4.誘導用ブロック	29.8			4.ブロック
5.床	6.5	3.9	3.8	4.6

視対象の輝度分布の評価

	輝度コントラスト値	対数輝度平均
2.丸柱	0.1692	1.1073
3.角柱(案内板)	0.2346	1.0395
4.誘導用ブロック	0.1993	1.1447

輝度評価グラフの作成



評価の概要

節電のため、ホームの天井の照明は間引き点灯となっている。

照度は、水平面照度が 159.7lx、鉛直面照度が 206lx である。

主な視対象の輝度比は、「丸柱」と「床」が 3.9 で、「角柱」と「床」は 3.8 である。「誘導用ブロック」と「床」は 4.6 である。

間引き照明と黒い「床」によって、空間全体の明るさが不足している。

「丸柱」「角柱」「誘導用ブロック」は黒色の「床」との輝度比は高いが、それ以外は明るさの差がなく、一体的に暗い領域となっている。

「丸柱」に表示された白いサインは目線近くで視認性を確保すると同時に、輝度比も確保している。また、表示によって、柱の形状の錯視を回避することも想定される。

黒色の「床」は、通路上の「障害物」との輝度比が生じづらいため、すれ違う歩行者が視認しにくいことが想定される。

＜A. 輝度コントラストを用いた評価手法と B. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較＞

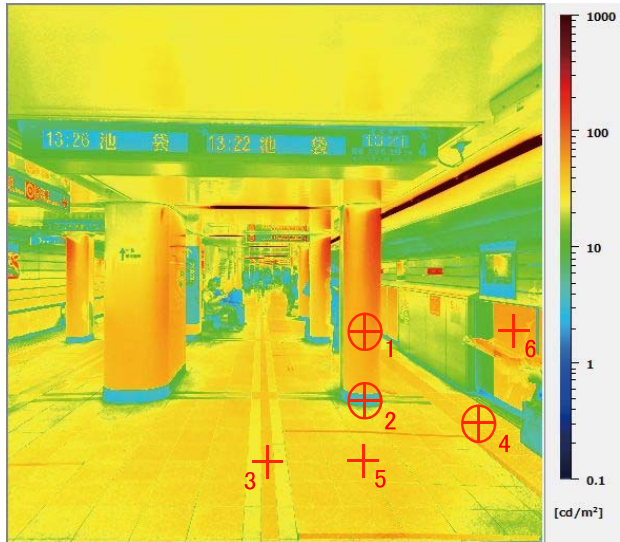
輝度評価グラフにプロットした評価を見ると、評価数が少ない輝度コントラストが正の対比に位置するため、評価手法の関連性は把握しにくい。

ホーム3:東京メトロ 丸の内線 赤坂見附駅

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

平均水平面照度	416.1
平均鉛直面照度	258.2

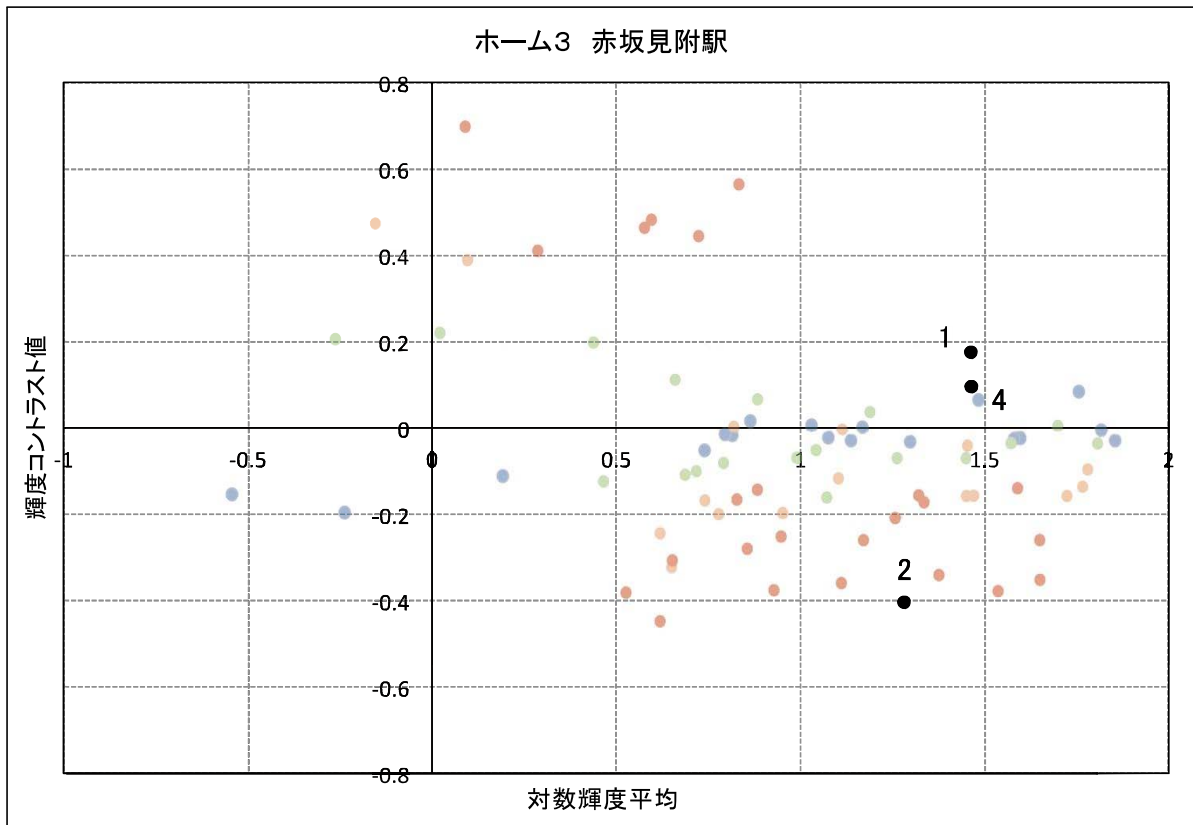
視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²				
1.柱	53.4	1.柱			
2.柱幅木	3.9		2.柱幅木		
3.白線	36.7			3.白線	
4.縁端警告ブロック	42.9				4.ブロック
5.床	30.5	1.8	7.9	1.2	1.4
6.ホームドア	54.5				

視対象の輝度分布の評価

	輝度コントラスト値	対数輝度平均
1.柱	0.1772	1.4627
2.柱幅木	-0.4046	1.2823
4.縁端警告ブロック	0.0949	1.4650

輝度評価グラフの作成



評価の概要

埋込型の天井照明によって、眩しさを抑えた照明となっている。

ホームの照度は、水平面照度が 416.1lx、鉛直面照度が 258.2lx である。

主な視対象の輝度比は、「柱」と「床」が 1.8、「柱の幅木」と「床」は 7.9 である。「縁端警告ブロック」と「床」は 1.4 である。

白い「柱」と「床」の輝度が高く、空間全体が非常に明るくなっている。

「床」が明るく、「縁端誘導ブロック」との輝度比は 2.0 を確保できていない。

また、「柱」と「床」の対比も高くないため、障害物として「柱」の視認性が低いと想定されるが、黒い「柱の幅木」との対比が非常に高いため、視線によっては視認性を高める効果が期待できる。

<A. 輝度コントラストを用いた評価手法と B. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較>

「床」と「柱の幅木」の輝度比は高く、輝度評価グラフにプロットした評価も視認性が良いと想定される領域に位置している。（評価が高いという点で一致する。）

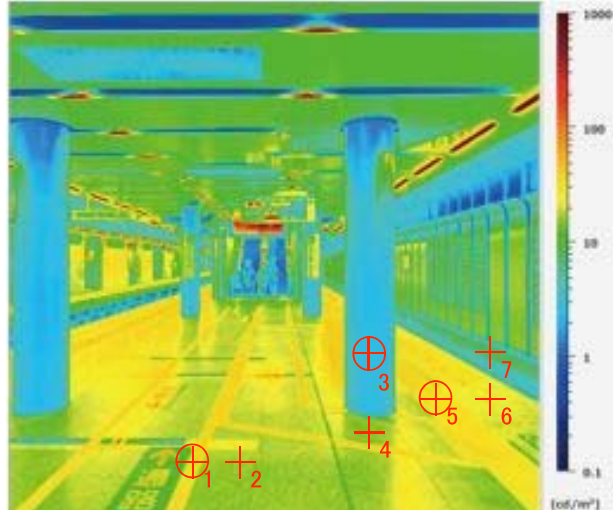
「柱」及び「縁端警告ブロック」について輝度評価グラフにプロットした評価を見ると、評価数が少ない輝度コントラストが正の対比に位置するため、評価手法の関連性は把握しにくい。

ホーム4: 阪神電鉄 本線 神戸三宮駅

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

平均水平面照度	297.2
平均鉛直面照度	68.5

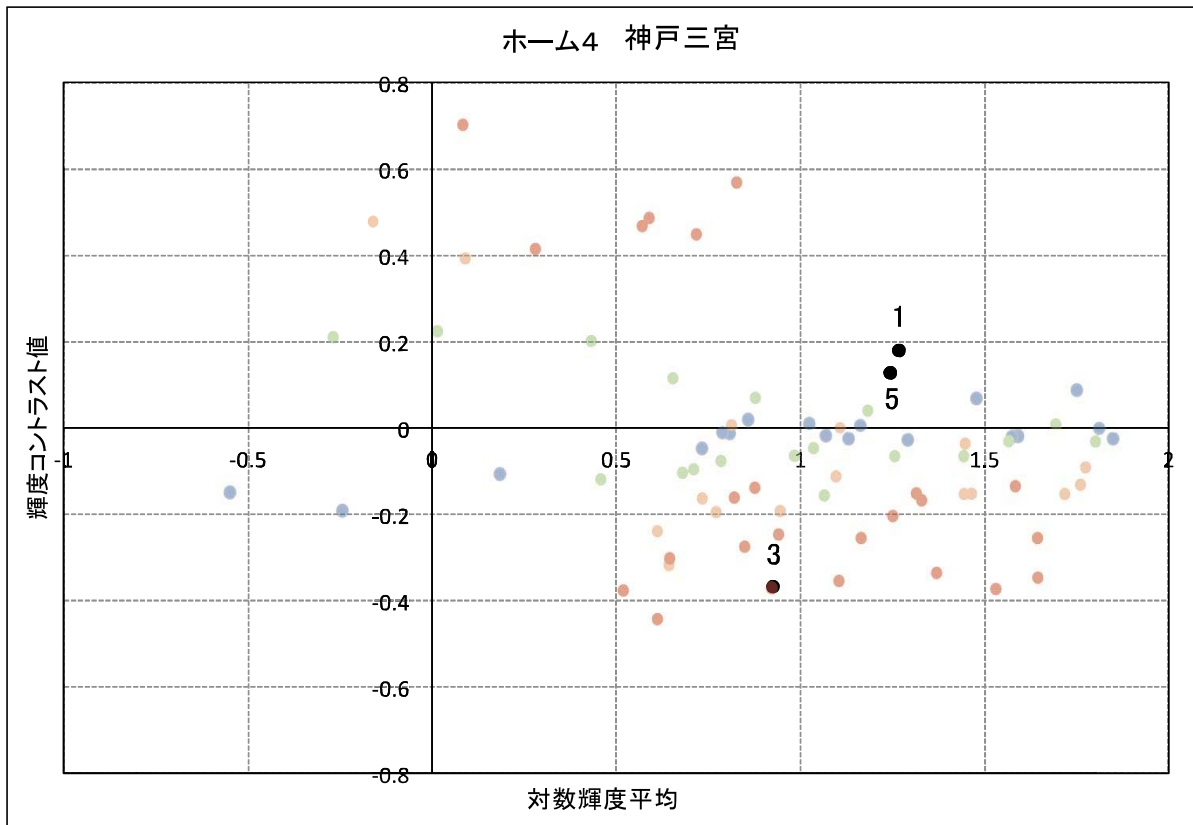
視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²					
1.白線	34.6	1.床白線				
2.床(中)	16.6	2.1				
3.柱	2.4		3.柱			
4.床(右)	14.2		5.9	4.床(右)		
5.縁端警告ブロック	35.5			2.5	5.ブロック	
6.床(縁端)	23.4				1.5	6.床(縁端)
7.壁(線路)	7.1					3.3

視対象の輝度分布の評価

	輝度コントラスト値	対数輝度平均
1.白線	0.1811	1.2674
3.柱	-0.3697	0.9274
5.縁端警告ブロック	0.1292	1.246

輝度評価グラフの作成



評価の概要

埋込型の天井照明によって、十分な水平面照度を確保しながらも、眩しさを抑えた照明となっている。

ホームの照度は、水平面照度が 297.2lx、鉛直面照度が 68.5lx である。主な視対象の輝度比は、「柱」と「床」が 5.9、「白線」と「床」は 2.1 である。「縁端警告ブロック」と「床」は 2.2 で、「縁端の床」との対比は 1.5 である。

ホーム中央部の通行帯や待ち行列の並ぶ位置を示す白線が床に表示されている。濃い茶色の「柱」は「床」との輝度比は非常に高く、障害物として視認性も高いと想定されるが、柱自体で輝度の変化が少ないため、形の識別性が低いことや、錯視も想定される。床の「白線」は「縁端警告ブロック」同等の輝度比が確保されている。ホーム中央での歩行の手掛かりとなると想定されるが、複数の白線の高い輝度比によって、床の段差等の錯視も想定される。

＜A. 輝度コントラストを用いた評価手法と B. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較＞

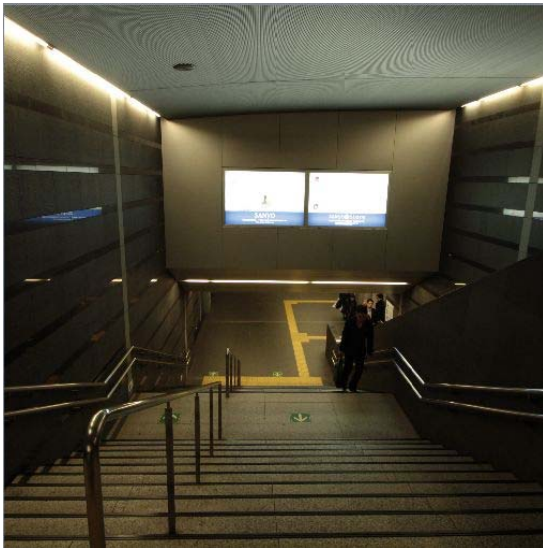
「床」と「柱」の輝度比は高く、輝度評価グラフにプロットした評価も視認性が良いと想定される領域に位置している。（評価が高いという点で一致する。）

「白線」及び「縁端警告ブロック」について輝度評価グラフにプロットした評価を見ると、評価数が少ない輝度コントラストが正の対比に位置するため、評価手法の関連性は把握しにくい。

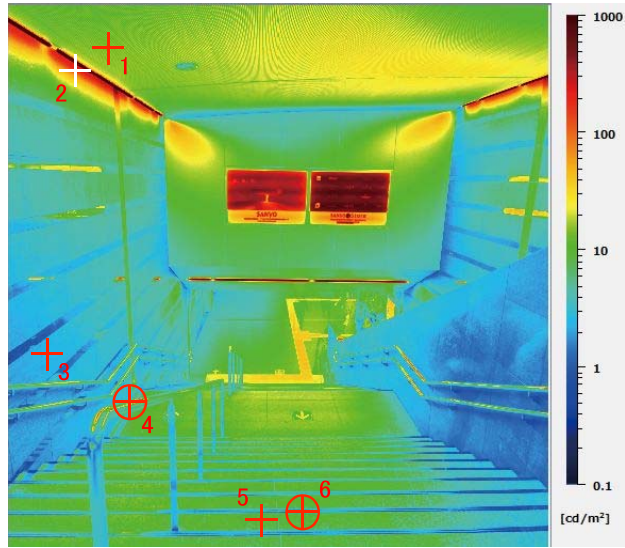
(3) 階段

階段 1: 東京都営地下鉄 大江戸線 大門駅

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

平均水平面照度	175.8
平均鉛直面照度	79.9

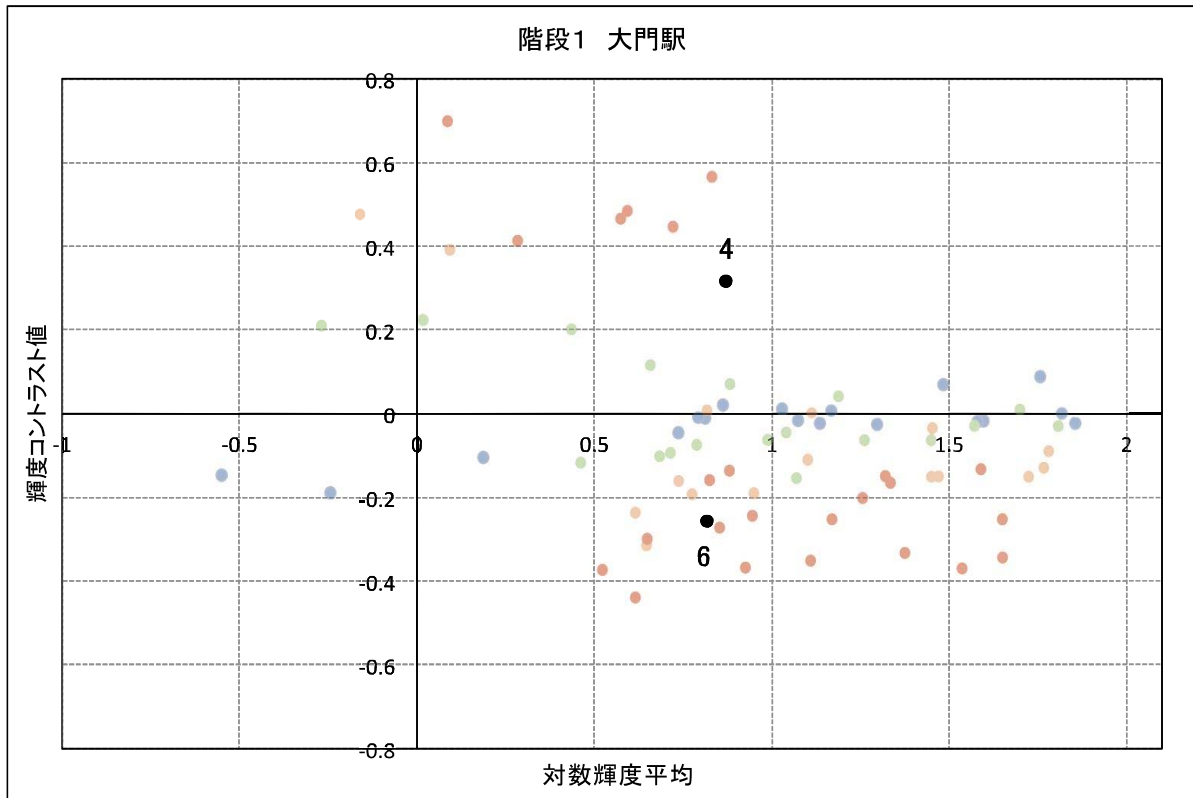
視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²			
1.天井	14.2	1.天井		
2.壁照明	135.0	9.5		
3.壁	2.5		3.壁	
4.手摺	31.0		12.4	
5.踏面	8.7			5.踏面
6.段鼻	1.3			6.5

視対象の輝度分布の評価

	輝度コントラスト値	対数輝度平均
4.手摺	0.3175	0.8708
6.段鼻	-0.2562	0.8170

輝度評価グラフの作成



評価の概要

高い天井から壁への間接照明で照度を確保している。照度は、水平面照度が 175.8lx、鉛直面照度が 79.9lx である。

主な視対象の輝度比は、「段鼻」と「踏面」が 6.5 で、「反射した手摺」と「壁」とが 12.4、「天井」と「反射した壁」の対比は 9.5 である。「段鼻」の輝度比は十分確保されているが、照度が低いため、「踏面」の明るさは不足している。「反射した手摺」の輝度も「壁」との対比は高いが、反射のない手摺本体は壁と同等となっている。

黒色の「壁」に間接照明に反射する光はなく、天井付近のみ過度な眩しさとなっている。

また、黒色の「床」は、通路上の「障害物」との輝度比が生じづらいため、すれ違う歩行者が視認しにくいことが想定される。

<A. 輝度コントラストを用いた評価手法と B. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較>

「踏面」と「段鼻」の輝度比は高く、輝度評価グラフにプロットした評価も視認性が良いと想定される領域に位置している。（評価が高いという点で一致する。）

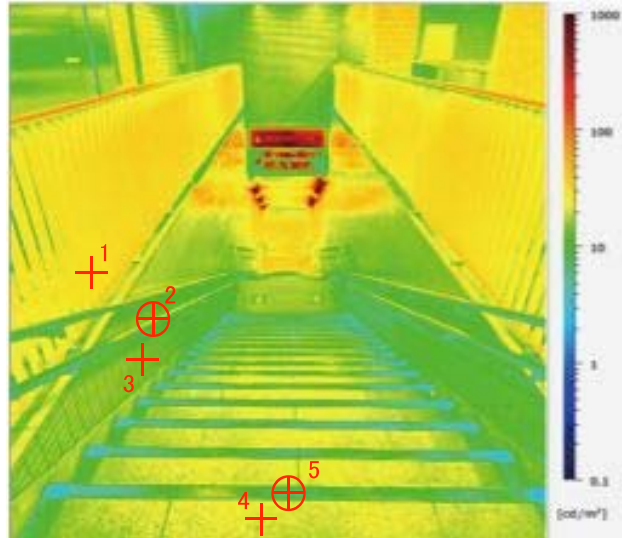
「手摺」について輝度評価グラフにプロットした評価を見ると、評価数が少ない輝度コントラストが正の対比に位置するため、評価手法の関連性は把握しにくい。但し、負の対比を参照した場合、輝度コントラスト値、対数平均輝度はある程度確保されていると考えられる。

階段 2: 東京都営地下鉄 三田線 春日駅

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

平均水平面照度	320.2
平均鉛直面照度	162.6

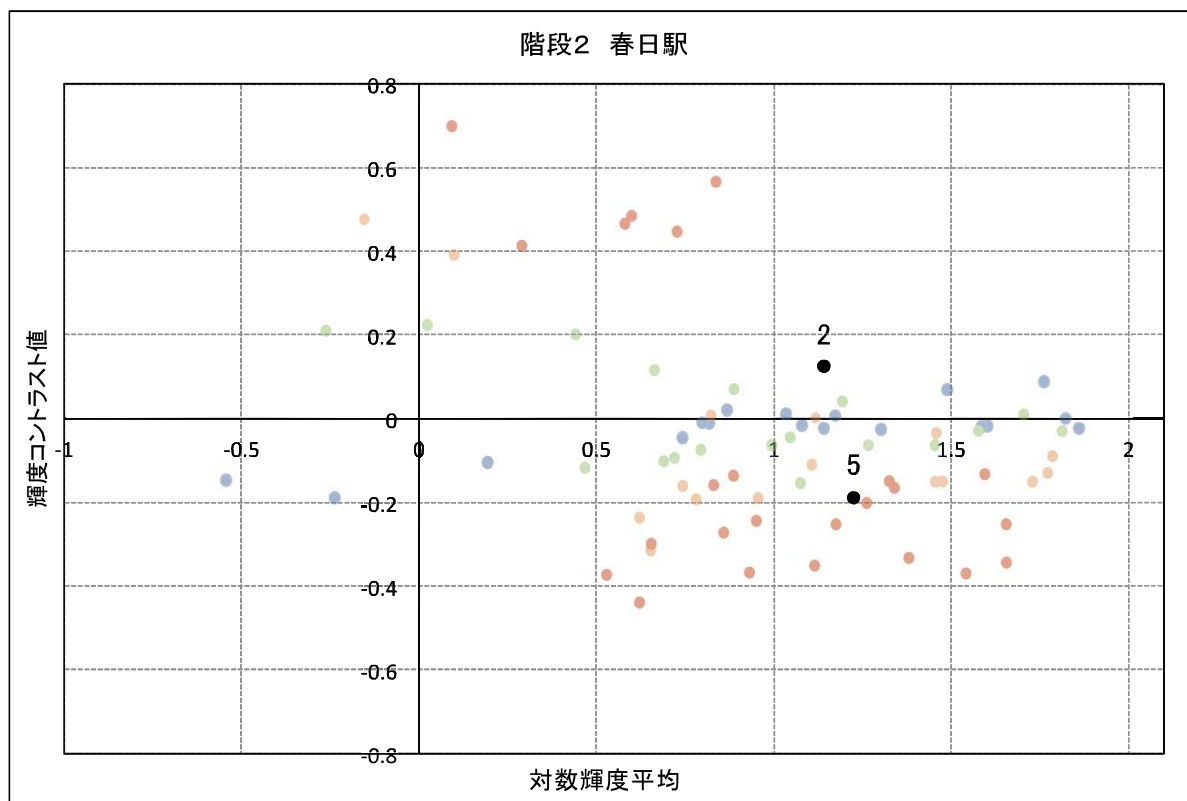
視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²		
1. 柵	30.9	1. 柵	
2. 手摺	31.9	1.0	2. 手摺
3. 壁	14.7		0.5
4. 踏面	20.8		4. 踏面
5. 段鼻	5.9		3.5

視対象の輝度分布の評価

	輝度コントラスト値	対数輝度平均
2. 手摺	0.125	1.1409
5. 段鼻	-0.1865	1.2246

輝度評価グラフの作成



評価の概要

階段の照度は、水平面照度が $320.2lx$ 、鉛直面照度が $162.6lx$ である。

主な視対象の輝度比は、「段鼻」と「踏面」が 3.5 で、「手摺」と「壁面の柵」とが 1.0 、「壁」との対比は 0.5 である。

照度は十分に確保されており、「段鼻」は「踏面」に対して高い輝度比となっている。

「反射した手摺」の輝度も「壁」との対比は高いが、反射のない手摺本体は壁と同等となっている。「手摺」は、反射した部分の輝度はあるが、反射のない手摺本体は「柵」や「壁」と同等となっているため、「段鼻」と同様に、より明確な対比が必要と想定される。

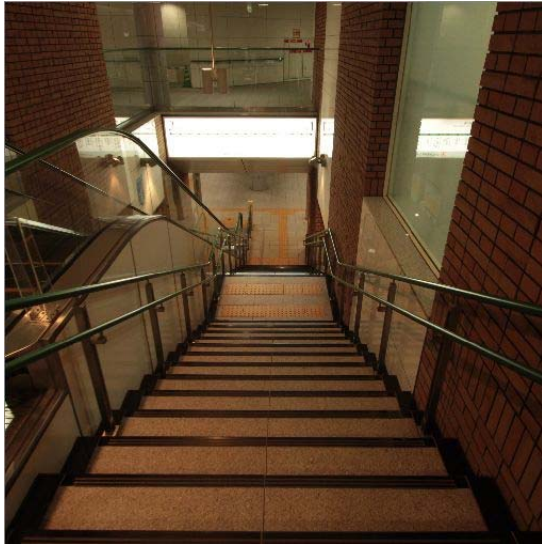
<A. 輝度コントラストを用いた評価手法と B. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較>

「踏面」と「段鼻」の輝度比は高く、輝度評価グラフにプロットした評価も視認性が良いと想定される領域に位置している。（評価が高いという点で一致する。）

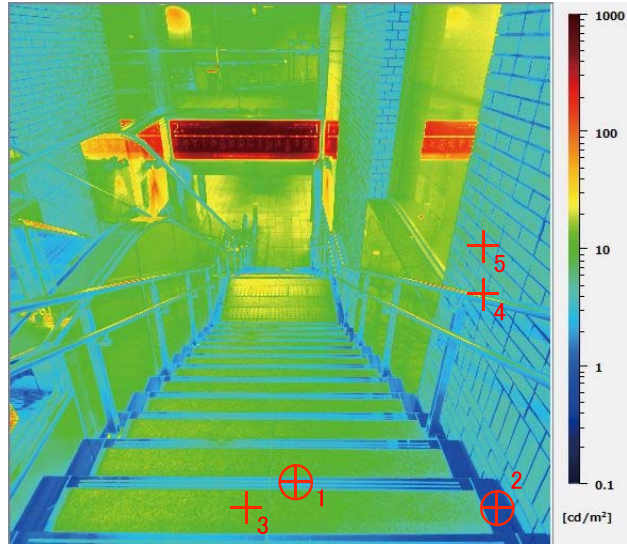
「手摺」について輝度評価グラフにプロットした評価を見ると、評価数が少ない輝度コントラストが正の対比に位置するため、評価手法の関連性は把握しにくい。

階段3: 福岡市営地下鉄 七隈線 薬院大通駅

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

平均水平面照度	133
平均鉛直面照度	58.8

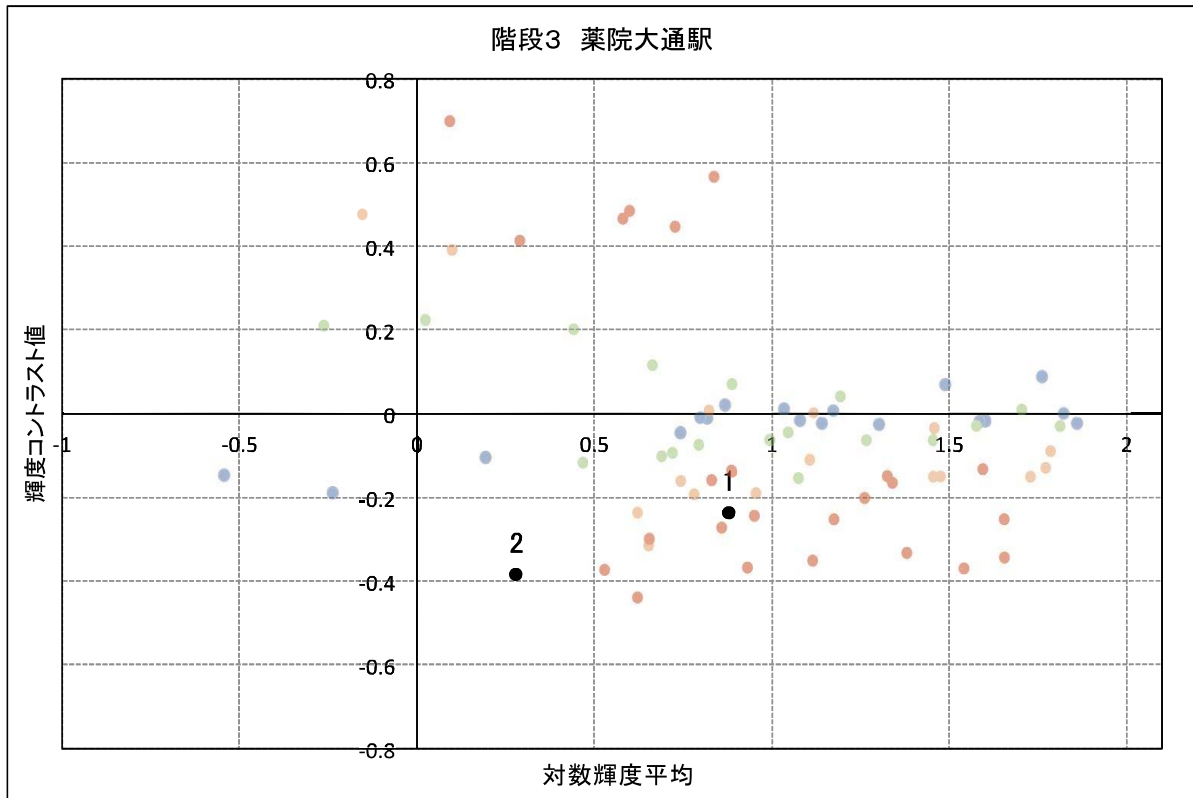
視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²			
1.段鼻	4.4	1.段鼻		
2.踏面(右端)	0.6	7.4	2.踏面(右)	
3.踏面(中)	11.9	2.7	19.8	
4.手摺	6.1	0	0	4.手摺
5.壁	4.1	0	0	1.5

視対象の輝度分布の評価

	輝度コントラスト値	対数輝度平均
1.段鼻	-0.2371	0.8786
2.踏面(右端)	-0.3846	0.2805

輝度評価グラフの作成



評価の概要

階段の照度は、水平面照度が133lx、鉛直面照度が58.8lxである。

主な視対象の輝度比は、「中央の踏面」と「段鼻」が2.7で、「右端の踏面」との対比は19.8である。「手摺」と「壁」とが1.5である。

「段鼻」の輝度比は十分確保されているが、照度が低いため、「踏面」の明るさは不足している。また、「右端の踏面」と「段鼻」の輝度は高く、踏面の位置を強調し、歩行の手掛かりになると想定される。「手摺」は、反射した部分の輝度はあるが、反射のない手摺本体は「壁」と同等となっているため、「段鼻」と同様に、より明確な対比が必要と想定される。

＜A. 輝度コントラストを用いた評価手法とB. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較＞

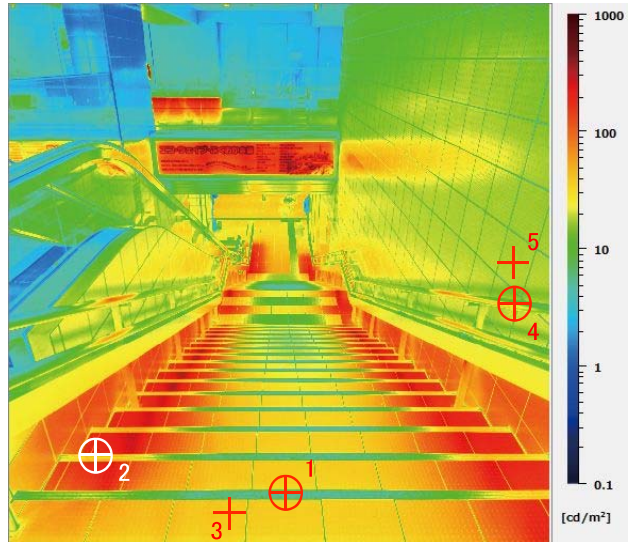
「中央の踏面」と「段鼻」及び「右端の踏面」の輝度比は高く、輝度評価グラフにプロットした評価も視認性が良いと想定される領域に位置している。（評価が高いという点で一致する。）

階段 4: 福岡市営地下鉄 七隈線 天神南駅

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

平均水平面照度	417.3
平均鉛直面照度	152.7

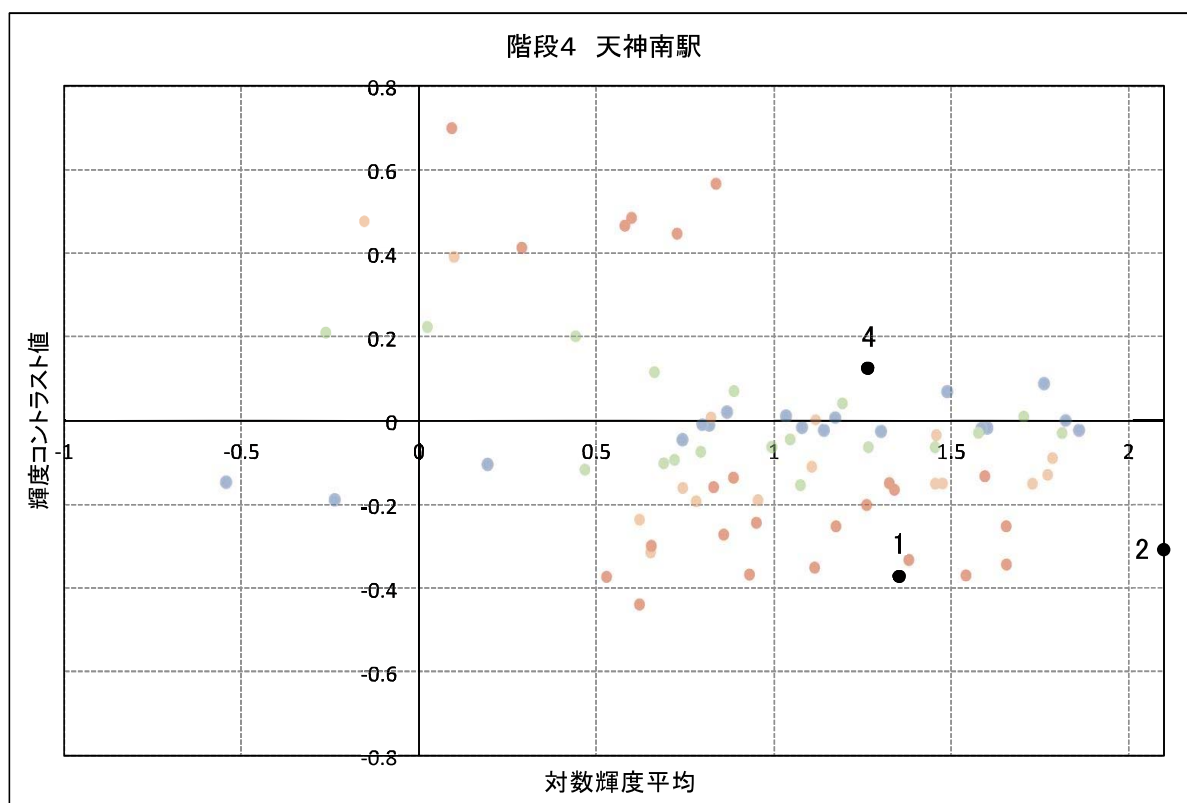
視対象の輝度値及び背景との輝度比の測定

視対象	輝度 cd/m ²		
1.段鼻(中)	5.2	1.段鼻(中)	
2.段鼻(足元照明)	41.7		2.段鼻(照明)
3.踏面	35.3	6.9	1.2
4.手摺	26.9		4.手摺
5.壁	16.9		1.6

視対象の輝度分布の評価

	輝度コントラスト値	対数輝度平均
1.段鼻(中)	-0.37	1.353
2.段鼻(足元照明)	-0.306	2.0993
4.手摺	0.1241	1.2668

輝度評価グラフの作成



評価の概要

天井からの照明はなく、階段両脇の足元照明が設置されている。

階段の照度は、水平面照度が $417.3lx$ 、鉛直面照度が $152.7lx$ である。

主な視対象の輝度比は、「踏面」と「階段中央の段鼻」が 6.9 で、「足元照明で照らされた段鼻」との対比は 1.2 である。

足元照明によって、特に「床」は明るい領域となっている。

「段鼻」は白く明るい「踏面」に対して高い輝度比が確保されている。

「足元照明で照らされた段鼻」の輝度は非常に高く、線状の光が階段の方向性を強調し、歩行の手掛かりとなると想定されるが、踏面に反射する過度な輝度による眩しさも想定される。

<A. 輝度コントラストを用いた評価手法と B. 輝度比を用いた評価手法の関連性比較>

「踏面」と「階段中央の段鼻」及び「足元照明で照らされた段鼻」の輝度比は高く、輝度評価グラフにプロットした評価も視認性が良いと想定される領域に位置している。(評価が高いという点で一致する。)

「手摺」について輝度評価グラフにプロットした評価を見ると、評価数が少ない輝度コントラストが正の対比に位置するため、評価手法の関連性は把握しにくい。

5-2-2 評価のまとめ

前節の評価の概要は、測定箇所ではユーザーの視認性の主観評価を実施していないため、輝度画像より測定した輝度比及び現地測定による照度より、視認性の評価及び懸念事項と考えられることを述べている。また、模擬実験の視認性評価に基づき作成した輝度評価グラフの輝度コントラスト値と視認性評価の関係から、視認性の評価を想定することも可能である。輝度評価グラフから見た評価を加え、測定箇所毎の評価の内容をまとめる。

<通路>

通路の測定箇所では、主に移動の手掛かりとなる誘導用ブロックと歩行上の障害物となる柱を視対象として評価した（図 5-2-1）。輝度評価グラフ上で輝度コントラスト値が絶対値 0.1 以下の場合、視認性評価が低いと想定される範囲に位置し、平均水平面照度、平均鉛直面照度ともに 100lx 前後と低く、輝度画像の数値から判断しても、空間全体の明るさが不足している。そのため、照度と輝度共に高める検討が必要であると考えられる。輝度コントラスト値が絶対値 0.2 程度より大きい場合は、視認性評価が高いことが想定されるが、平均鉛直面照度が 100lx 以下となるような低照度の箇所では、輝度画像を見ても輝度が低い範囲が多く、空間全体の明るさを確保する検討が必要である。また、通路 3 の足下照明等、照明による床面の反射は、過度な輝度による眩しさや、床の起伏等の誤認する可能性が想定されるため、反射面の輝度まで配慮した照明計画が必要である。

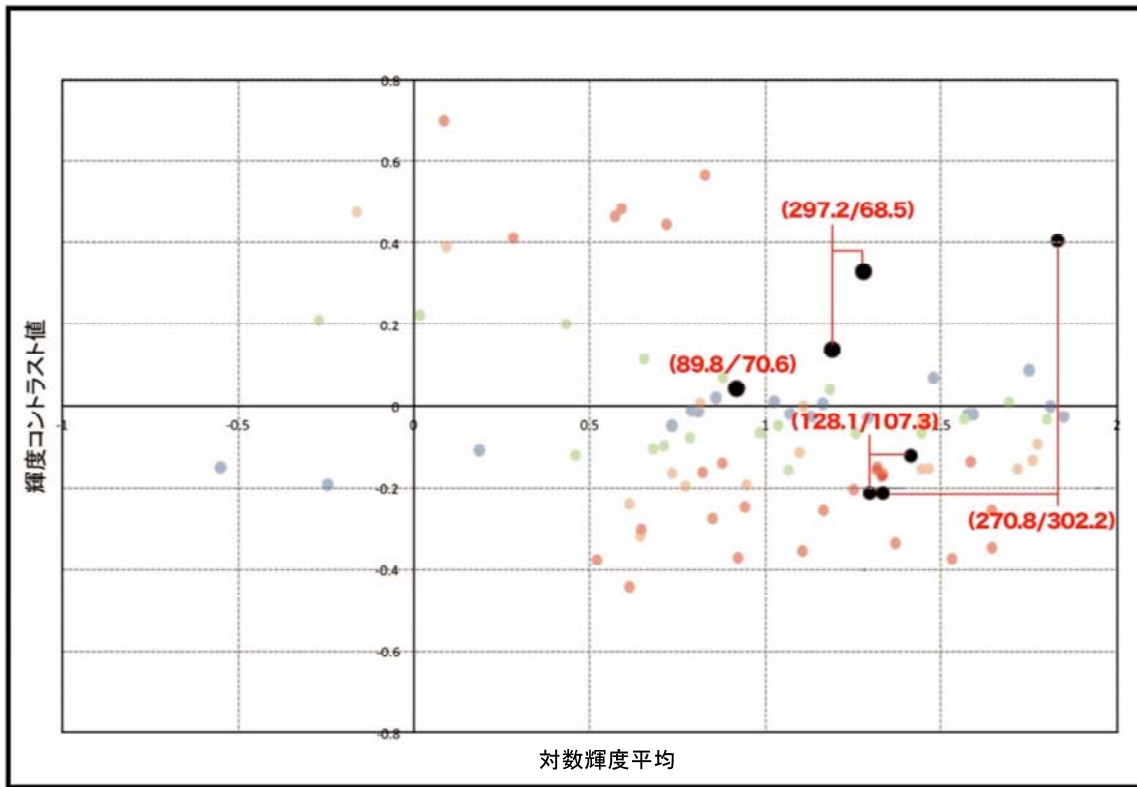


図 5-2-1 通路の輝度評価グラフ

※通路の測定箇所のプロットを重ねたもの(平均水平面照度/平均鉛直面照度)

<ホーム>

ホームの測定箇所でも同様に、主に移動の手掛かりとなる誘導用ブロック等と歩行上の障害物となる柱等を視対象として評価した（図 5-2-2）。400lx 以上の高い平均水平面照度を確保している場合でも、輝度評価グラフ上では、輝度コントラスト値が 0.1 程度となり、視認性評価が低いと想定される範囲に位置している。一方、平均水平面照度が 150lx 程度である場合でも、輝度コントラストが確保されていれば、視対象の視認性は良くなることが想定される。また、柱の輝度比の確保の仕方として、柱全体で輝度比を高める方法、柱幅木部分のみで輝度比を高める方法、柱にサインを付帯させて輝度比を取る方法が見られた。ただし、柱自体で輝度の変化が少ない場合、柱形状の識別が低くなり、誤認が生じることが想定されるため、照度を高める等の検討が必要である。

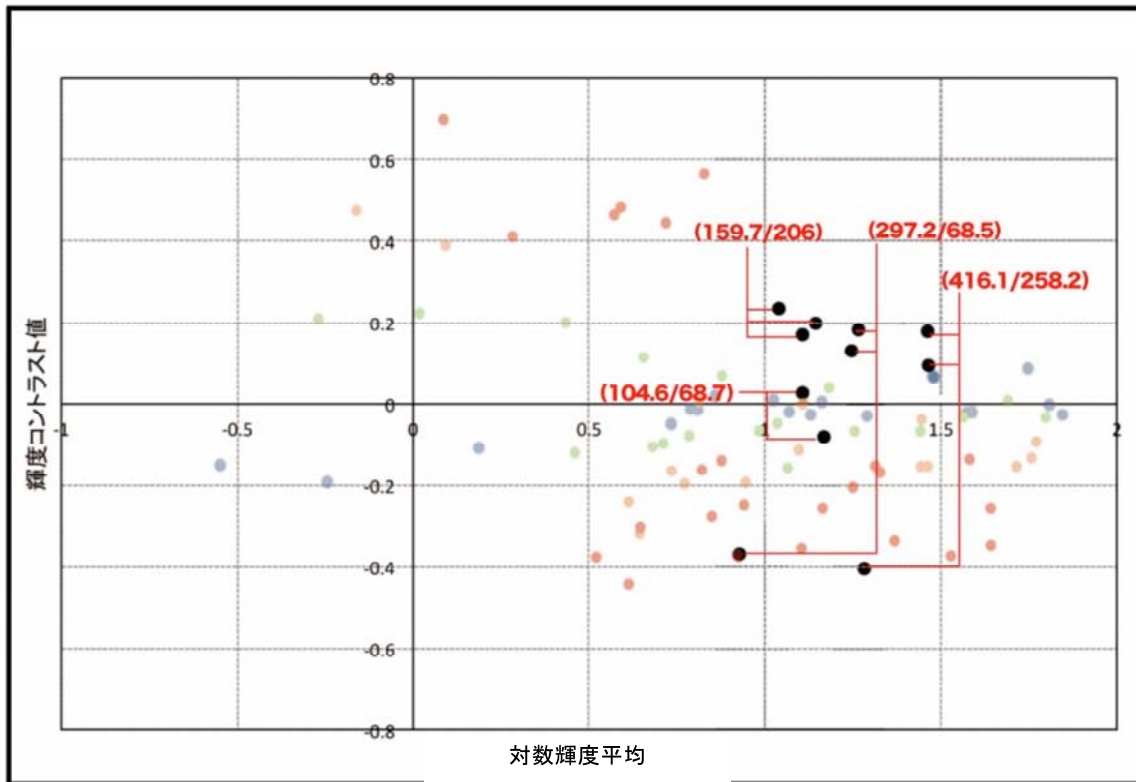


図 5-2-2 ホームの輝度評価グラフ

※ホームの測定箇所のプロットを重ねたもの（平均水平面照度／平均鉛直面照度）

<階段>

階段は、主に転落危険回避のための段鼻と階段の傾斜の認識等に役立つ手摺を視対象として評価した（図 5-2-3）。段鼻は、各測定箇所、輝度コントラスト値がおよそ絶対値 0.2 以上あり、視認性評価が高いと想定される範囲に位置する。ただし、100~200lx 程度の平均水平面照度が低く、輝度評価グラフ上の対数輝度平均の数値も低い箇所では、踏面の明るさが不足していることが考えられる。床面の反射の過度な輝度は眩しさも想定されるため、床面輝度を配慮した照明計画が必要である。

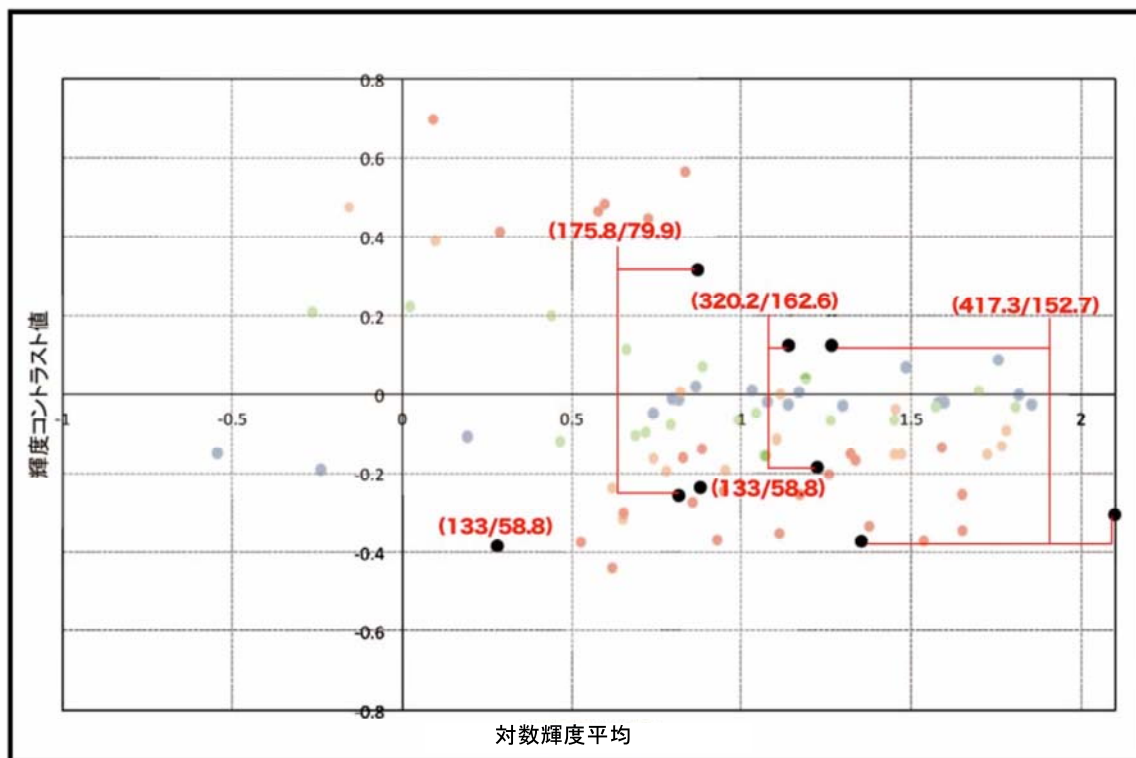


図 5-2-3 階段の輝度評価グラフ

※階段の測定箇所のプロットを重ねたもの（平均水平面照度／平均鉛直面照度）

各個所とも、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るが、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生じないことなどの配慮が必要である。さらに、空間の背景となる床面、壁面全体に輝度が低い素材を用いる場合、すれ違う歩行者が視認しにくい可能性があることも認識する必要がある。

第 6 章

まとめ

第6章 まとめ

6-1 輝度を用いた照明計画の必要性

第5章5-1において、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、実験で設定した照度の範囲では、輝度画像より算出される輝度コントラスト値が、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る。今後の駅施設の計画においても、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、輝度を用いた照明設計が可能であることを示している。

6-2 本事業で明らかになった事

(1) ロービジョン者の移動時の手掛かりは照度と輝度が重要な要素である

第2章のアンケート調査より、「空間全体の明かり」、「照明」、「コントラスト」が、ロービジョン者の移動時の主な手掛かりであり、照度だけではなく、輝度（コントラスト）が重要な要素であることがわかった。また、輝度は、床面ブロックや階段の段鼻等の手掛かりに寄与していることが多い。

(2) 一定の照度が確保された条件下では、輝度比が視対象の視認性評価に大きく関与する

第3章の視認性評価より、既定した照度の条件下では、背景と視標との輝度比が大きい場合、対象物の視認性及び識別性も高くなる結果が示された。

(3) 一定条件における誤認等の識別性評価の低下

幅木が溝に見えてしまう等の低照度時における誤認や、照度が高すぎて視標と背景の境界が認識できない等の意見があり、照度と輝度コントラストが確保されていてもある一定の条件において、視標の識別性評価が低くなる評価者がいた。このため安全な移動に支障が生じる可能性があり、適切な照度、輝度の設定を行う上で、障害当事者の検証が必要である。

(4) 視認性評価手法の検討

輝度を用いた駅舎の照明計画が可能となる視認性評価手法として、輝度分布画像の解析の活用があげられる。そこで、第5章では輝度分布画像の解析と視認性評価の関係の分析を行った。これにより、視認性・識別性に寄与すると思われる指標を提示できる可

能性が示された。

輝度画像の解析については、輝度コントラスト値の絶対値が視認性と強く関係していることが確認されたが、対数輝度平均や視対象サイズの効果は明確には現れなかった。しかしながら、対数輝度平均や視対象サイズが視認性に影響を与えることは想定でき、実験条件が統制された追加の実験が望まれる。図6-2-1のようなCA図（輝度コントラスト-対数輝度平均グラフ）上に、ロービジョン者の視認性を示す信頼性の高いコンター図を作成することができれば、ロービジョン者にとっても安全な視環境設計を行うための設計ツール、あるいは設計基準として利用できる。

本研究においては、5-1-2で示したように、輝度比2.3程度が、視認性確保の一つの目安と考えられる。今後、この数値を基に、駅施設等の実空間の明るさ環境の想定とロービジョン者による評価を合わせた検証を重ねて利用可能な設計基準に近づけることが必要である。

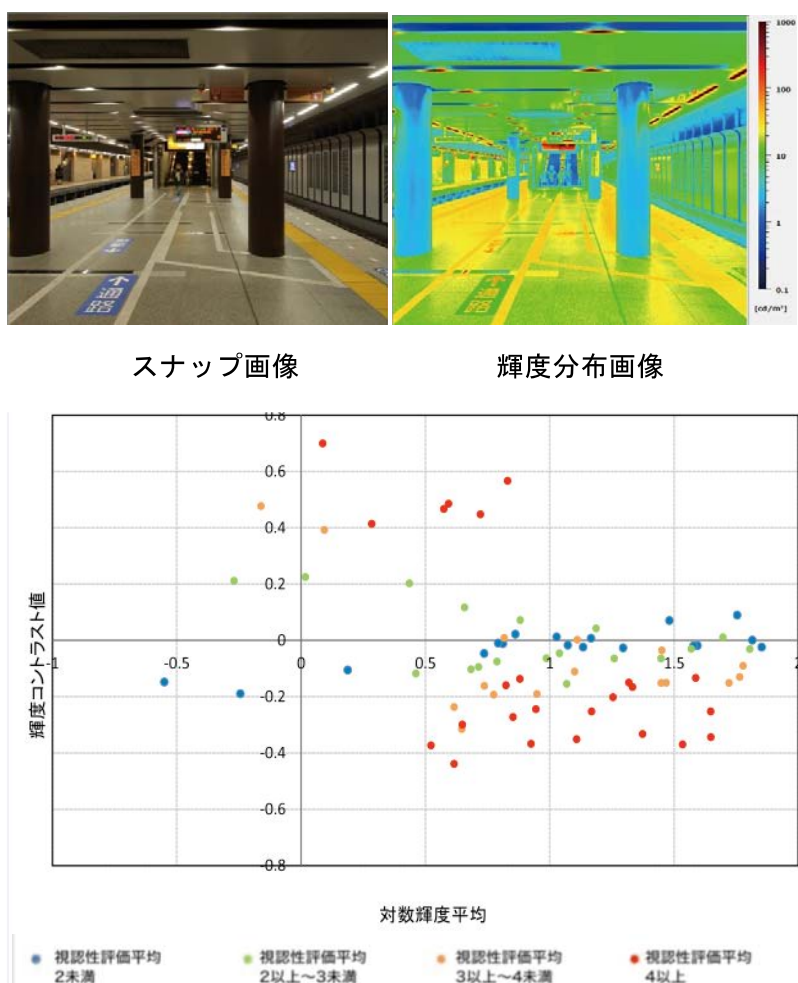


図6-2-1 輝度評価グラフ（CA図）

6-3 簡易に視認性を向上させる手法

模擬駅舎における駅施設の視認性評価において、背景と視標のコントラストが少ない柱に対して、柱の表面にコントラストが高い視標を設けることで、簡易に視認性を高めることができた。実空間における視認性を高めるための対応として活用が考えられる。



写真 6-3-1

- 左：模擬実験時に背景と輝度コントラストが低い丸柱上に、輝度コントラストの高い四角い視標を設置することで簡易に視認性を高められるかを検証した時の風景
- 右：柱に輝度コントラストの高いサインを設置し、何らかの構造物（ここでは柱）の存在を気付かせる駅舎通路の事例

6-4 輝度を用いた新たな指標の実用化に向けて

駅空間の課題である節電時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を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である。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る。今後、照度基準に輝度の考え方を付加した照明計画の実用化に向けて、鉄道事業者が取り組みやすい評価手法の確立や客観性のある評価軸を提示していくことが重要である。また、設計段階のシミュレーションや施工後の実際の駅空間において、ロービジョン者等による検証が必要となる。そうしたプロセスを踏まえたうえで、移動円滑化整備ガイドライン等の見直し、並びに駅以外の空間への展開を視野に入れた、JIS 基準改訂への展開も考えられる。

以下に移動円滑化のための照明計画のモデルフローを示す（図 6-4-1）。

フローの左は JIS 照度基準を用いた一般的な照明計画フローの作業項目である。右は移動円滑化を目指すために、照明計画フローに付加すべき輝度を取り入れた作業項目を示す。

具体的な作業項目では、照明計画の与件として、輝度を考慮した指標及び移動円滑化のための配慮事項を取り入れること。計画時には、障害当事者のニーズ把握と課題点を取り入れ、設計時には、輝度を考慮した照明シミュレーションによる評価として、設計空間の三次元照明シミュレーション（注 2）などを作成し、輝度コントラストの評価を行い、輝度コントラスト値の設定を行う。その際に、障害当事者の主観評価を実施することが可能である。この検証結果を基にして、照明の配置、照明器具の選定、内装の素材選定を行う。施工後にも、実空間での障害当事者による主観評価による検証を行い、今後の照明計画へと反映していく。

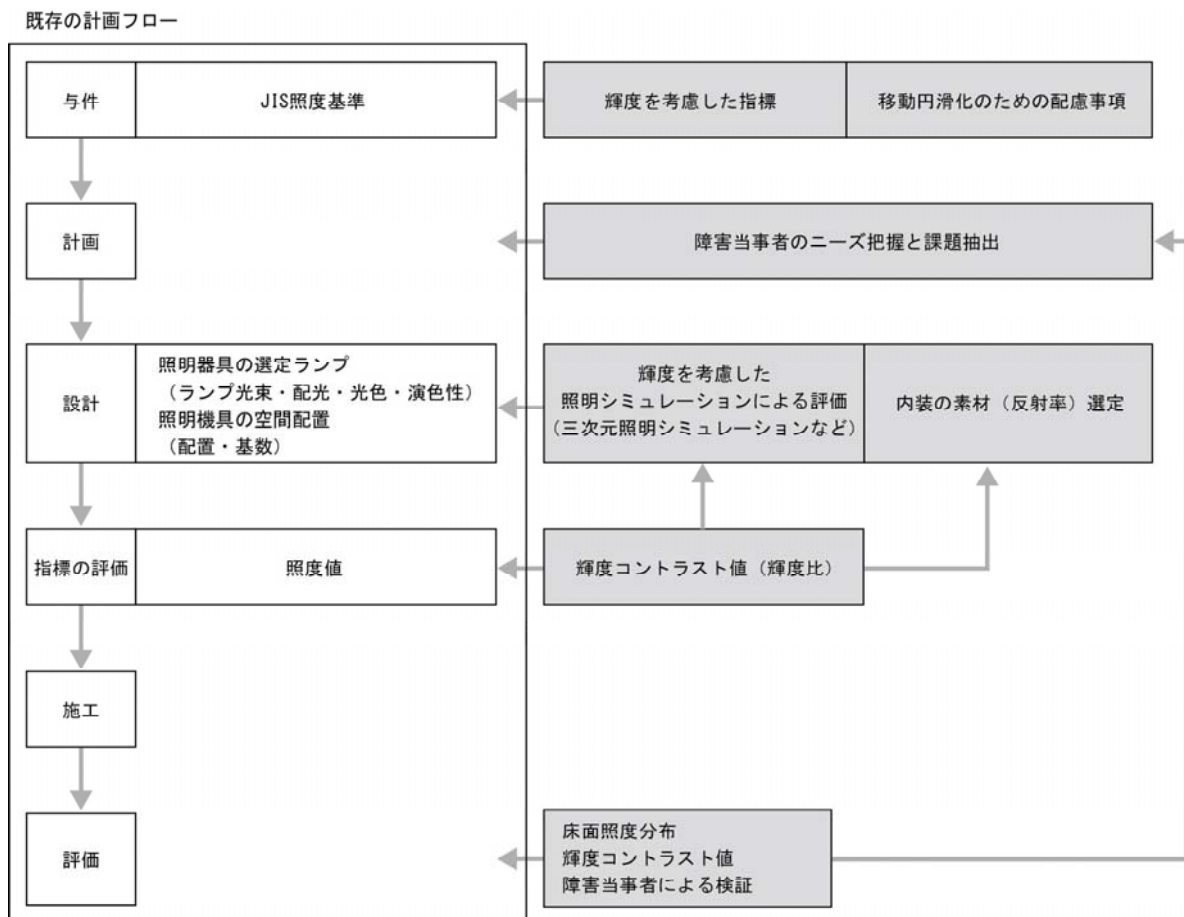
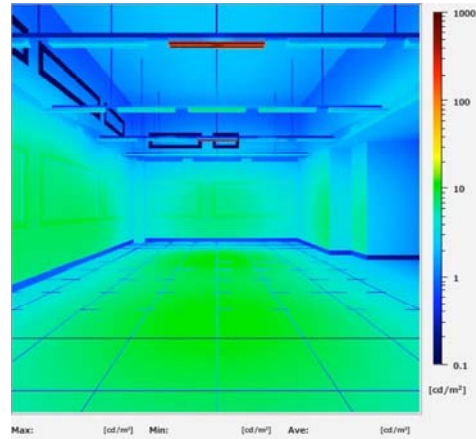
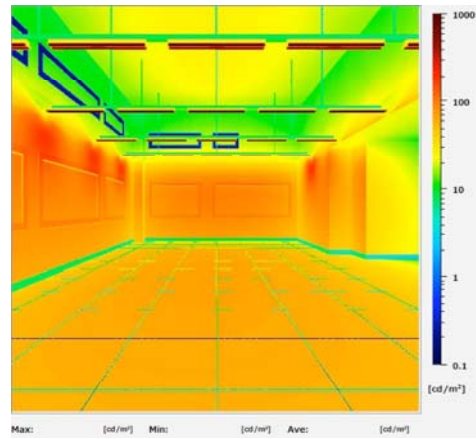


図 6-4-1 輝度の考え方を取り入れた照明計画フロー

(注 2) 三次元照明シミュレーションの参考事例

設計段階で、左の三次元照明シミュレーション画像を基にして、右の輝度画像を解析することで空間の明るさの検討が可能である。



6-5 今後の課題

今回の調査結果によって、旅客施設における高齢者やロービジョン者にとって安全な光環境づくりに向けて、当初より想定していた、照度に加えて輝度コントラストを一体的に確保することの重要性や、好ましい光環境における定量的な指標や評価に関わるデータを得ることができた。しかしながら、実際に照明を整備する事業者が、個別の照明設計において好ましい光環境の指標として活用するためには、まだまだ不十分な成果と言わざるを得ない。

今回の調査結果は、実験条件の制約等もあり、いくつかの課題が残されている。

本調査は、ロービジョン者等の複数団体の協力により評価者を募って実施した。今後も多様な視覚特性が反映されるよう検証データの継続的な構築が必要である。

模擬駅舎における実験時の被験者コメントなどから、低照度時に誤認が起きることが指摘された。誤認は視標の識別性に関わるため、どの程度の識別性が実際の駅空間利用時に求められるのか評価基準を検討する必要がある。

また、模擬駅舎の視認性評価において、被験者は順応時間を充分確保しているが、地下駅の出入口など明るさが急に変わった時など、異なる条件の順応時の視認性と識別性について配慮が必要である。

本研究は人の流動がない状態での評価を行った。実際の駅の状況に即して旅客混雑時等、人の流動が視認性や識別性にどのような影響を及ぼすかについて検討すべきである。さらに、本研究の模擬駅舎における駅施設の視認性評価は、評価のしやすさや安全面などを考慮して、被験者が立ち止まった状態での評価であった。そのため、歩行中の見え方についても配慮が必要である。

本調査の視認性評価の分析は輝度分布画像を活用し、実測調査駅の評価を行ったが、現場においてユーザーの主観評価を行っていない。今後、この手法の有効性を検証する上で、実際の駅舎空間内におけるロービジョン者等による視認性評価と、輝度画像の分析等により実証サンプルを増やすことが期待される。

解説

解説 輝度コントラストを用いた評価手法について

ここでは、第5章 5-1 で記載した輝度コントラストを用いた評価手法の輝度画像の解析方法について専門的な内容を述べる。

(1) 輝度コントラスト値の算出方法

視対象の見え方を正しく検討するためには、前出の輝度の対比を「量」として算出することが必要となる。ここで、簡単な輝度画像を例に、視対象の輝度と背景の輝度の輝度比によって、輝度の対比を量として表す方法を考えてみる。

100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	10	10	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	10	10	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	10	10	10	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

図1 輝度画像の例

2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

図2 対数輝度画像

まず図1に示すような輝度画像があるとする。1ピクセルの大きさが視角0.1度（画像解像度という）であるとする、この画像は縦横20ピクセル×20ピクセルであるから、画像全体の大きさは視角で2度×2度であることがわかる。そして図からわかるように、中央付近に3ピクセル×3ピクセルの視対象、すなわち、視角でいうと0.3度×0.3度のサイズの視対象があり、この輝度が10cd/m²となっていて、これに対して背景は100cd/m²の輝度を持つ。このとき視対象と背景との輝度比は、10（視対象）÷100（背景）で0.1となり、この輝度比の常用対数をとるとlog₁₀(0.1)=-1となる。一方、図2のように輝度の常用対数をとった画像を考えると、視対象は1、背景は2となり、視対象と背景の差をとると-1となる。図2のようにあらかじめ輝度画像の対数をとっておくと、輝度比の計算は差を求めることで簡単に算出できるため、以降はこの対数輝度画像を用いて計算を進める。

2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.3	2.2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2.4	2	1	1.2	1	2	2.3	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	0.8	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2.3	2	1	1	1.1	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2.2	2	2	2.8	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

図3 視対象や背景に分布が存在する対数輝度画像

輝度比を求めようとする対数輝度画像が、仮に図3のように、視対象の中でも、背景でも分布をもっているとする、一つのピクセルで視対象や背景を代表するのは難しいから、平均を求めて視対象輝度と背景輝度を求めることになろう。この場合、視対象の大きさが決まっているため視対象の平均値は算出できるが、背景輝度の平均を求めることは難しい。図2の視対象以外の範囲を平均すればよさそうだが、もし図2よりも広い範囲の画像や狭い範囲の画像を元々持っていて、それを使って輝度比を算出すると、平均をとる背景の範囲が変わり、結果求められた輝度比が異なることになる。実は、この問題は視対象についても同様で、実際の照明環境の中で輝度画像を測定すると、視対象の形がこの例のように正方形となることはほとんどなく、客観的に平均をとる範囲を定めることは通常できない。

-9.79E-06	-0.00022	-0.00167	-0.0032	-0.00167	-0.00022	-9.79E-06
-0.00022	-0.00626	-0.03534	-0.0563	-0.03534	-0.00626	-0.00022
-0.00167	-0.03534	-0.06548	0.062483	-0.06548	-0.03534	-0.00167
-0.0032	-0.0563	0.062483	0.57284	0.062483	-0.0563	-0.0032
-0.00167	-0.03534	-0.06548	0.062483	-0.06548	-0.03534	-0.00167
-0.00022	-0.00626	-0.03534	-0.0563	-0.03534	-0.00626	-0.00022
-9.79E-06	-0.00022	-0.00167	-0.0032	-0.00167	-0.00022	-9.79E-06

図4 コントラストを計算する重み付けマトリックス

2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2.3	2.2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2.5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2.4	2	1	1.2	1	2	2.3	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	0.8	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2.3	2	1	1	1.1	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2.2	2	2	2.8	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

図5 対数画像に赤で示されたマトリックスを被せる

このような問題を解決する方法が、コントラスト・プロファイル法と呼ばれる計算方法である。この方法では、まず図4に示すような重み付けのマトリックスを用意する。このマトリックスの全ての値を足し合わせればほぼゼロに、中央の3×3の部分の値を足し合わせれば約0.56になる。このマトリックスを、図5に示すように、図3の上にかぶせ、対応するピクセルについて、対数輝度の値とマトリックスの値をかけ、その結果を全て加算する。すると、中央部分(視対象)の平均的な値と周辺部分(背景)の平均的な値を求め、両者の差をとるという計算をすることになり、視対象と背景の輝度比の対数を算出することができる。この計算の結果約-0.59 という輝度コントラスト値が得られ、これを輝度比で表現すると $10^{(-0.59)} = 0.257$ となる。

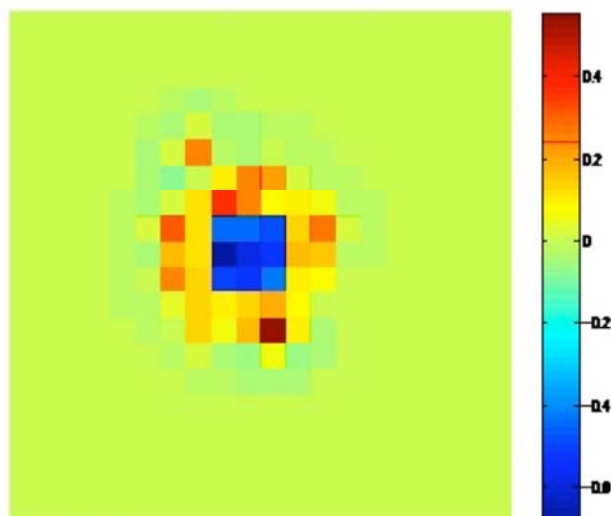


図6 輝度コントラスト画像

このような計算をマトリックスに平行移動させながら画像の全ての点について計算すると図6のような輝度コントラスト画像が出来上がる。輝度コントラスト画像は、輝度画像上のすべてのピクセルについて、そのピクセルを中心とした視対象と背景との間の輝度コントラスト値を求めたものである。

この例の場合、1ピクセルの大きさ、すなわち画像解像度が視角0.1度の輝度画像に対し、図4のマトリックスを使って輝度コントラスト値を算出したが、計算対象とするオリジナルの輝度画像の画像解像度が異なる場合、たとえば画像解像度が1度の場合、図6の視対象の大きさは視角3度×3度の大きさとなり、輝度コントラスト値が算出される視対象の大きさが異なることになる。ある画像解像度をもつ輝度画像において輝度コントラスト値が算出される視対象の大きさは空間周波数で表され、

空間周波数=0.3／画像解像度

という式によって求めることができる。

空間周波数とは、サインカーブの明暗の縞を考え、その縞が視角1度の間に何回あるかを示す量で、[cpd(cycle/deg)]という単位をもつ。このように、視対象の大きさを視角ではなく空間周波数で表すのは、複雑な輝度画像の中のいびつな形の視対象の大きさを視角で表現することが難しいためである。

この式を使えば、画像解像度が0.1度の場合には3cpdで、画像解像度が1度の場合には0.3cpdであることがわかる。ただし、輝度コントラスト値が算出される視対象の大きさは、空間周波数で示されたものを中心にある一定の幅をもっている。たとえば視対象サイズが3cpd

の輝度コントラスト値は、視角でいうと 0.17 度を中心に、0.1 度から 0.3 度付近の大きさの視対象のものである。

このように、輝度のコントラストは視対象サイズを決めて初めて求めることができるもので、このような「コントラストは空間周波数（視対象サイズ）の関数として表現されなければならない」という考え方をコントラスト・プロフィールという（参考文献：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. 84, No. 8A, 522-528, 2000）。

このように、視対象と背景との輝度のコントラストを、輝度コントラスト値として正確に算出するためには、計算自体は簡単なものの対数輝度画像が必要となる。しかしながら、大まかには、スポット輝度計などで視対象の中心の輝度と背景の輝度を測定し、その輝度比の常用対数をとって、その値にさらに 0.5 をかければ、輝度コントラスト値を概略推定できると考えて良い。

(2) 輝度評価グラフ(輝度コントラスト値-対数輝度平均グラフ)と視認性

前節では輝度画像から輝度コントラスト値を算出する方法を検討したが、次にこの値と視認性との関係について検討する。

ここでまず紙面に書かれた文字の視認性を考えてみる。文字の視認性は、文字の大きさが一定である場合、文字と紙面とのコントラストと照度で決まることが知られている。文字（視対象）と紙面（背景）の輝度コントラスト値は、照度が同じなので、文字のインクの反射率と背景の紙の反射率で決まる。文字の視認性は照度が上がると向上するが、これは輝度コントラスト値が同じでも、平均輝度が上がれば視認性が上がると読み替えることができる。したがって、輝度コントラスト値を使って視認性を考える際には平均輝度も考慮する必要があり、平均をとる範囲を客観的に定める必要があるが、輝度コントラスト値を求めるときと同様の考え方、すなわち図 7 のようなマトリックスを前節と同様の方法で対数輝度画像にかぶせて同じ計算をすることにすれば、対数輝度の平均値を客観的に求めることができる。

1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49
1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49
1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49
1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49
1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49
1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49
1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49	1/49

図7 対数輝度平均を求めるマトリックス

このようにして求めた輝度コントラスト値と対数輝度平均をそれぞれ縦軸、横軸にとったグラフを考え、これを輝度評価グラフと呼ぶことにすると、紙面に書かれた文字の視認性が、視対象と背景のコントラストが大きくなると向上し、照度が高くなると向上するという様子は、図8のような輝度評価グラフ上のコンター図（等高線図）として表現することができる。そして、文字の視認性が文字の大きさによって変わる様子は、空間周波数毎(cpd毎)のコンター図の違いとして表現することができる。

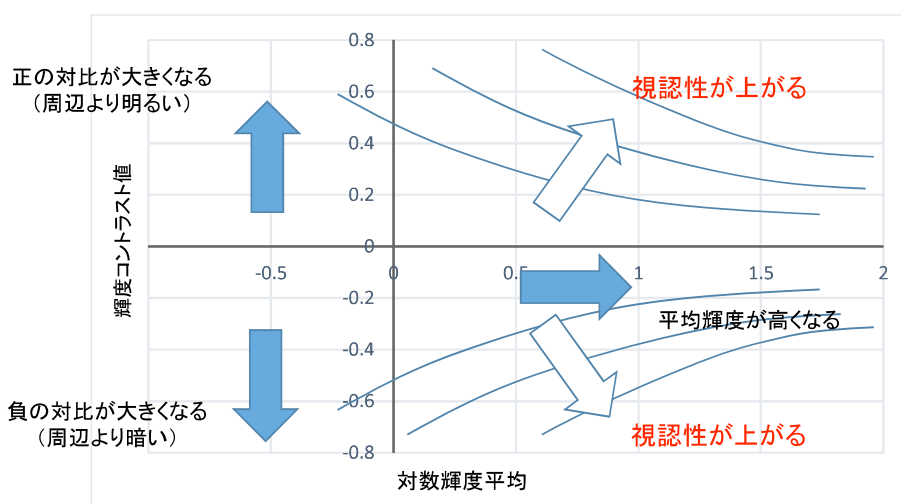


図8 輝度評価グラフと視認性の関係

輝度コントラスト値は、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。一方、対数輝度平均の値は、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るが、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。このような視認性評価の特性が、図8の輝度評価グラフに等高線として表現されることがわかる。

(3) 視認性実験データの輝度評価グラフ上へのプロット

次に、第3章で報告した模擬駅舎において駅施設の視認性評価結果を輝度評価グラフにプロットしてみたのが、図9～図13である。輝度コントラスト値を算出にあたっては、視標の大きさに合わせて大きさを変化させた。たとえば、角柱の場合は、視対象の大きさを0.1cpdとして算出している。

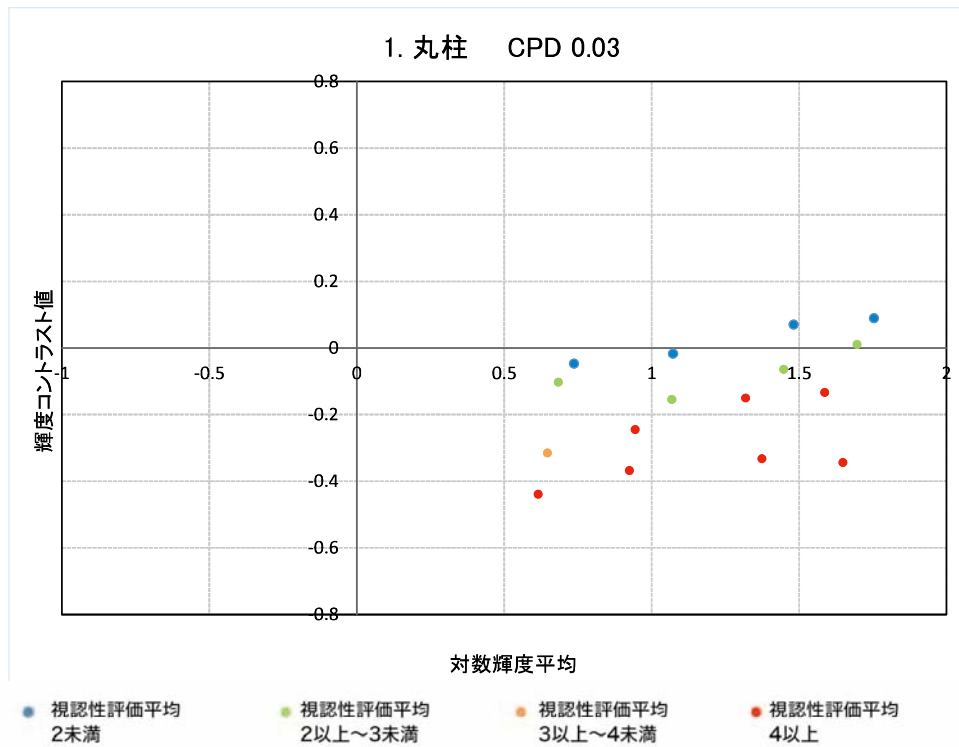


図9 輝度評価グラフ上への丸柱の視認性評価結果のプロット

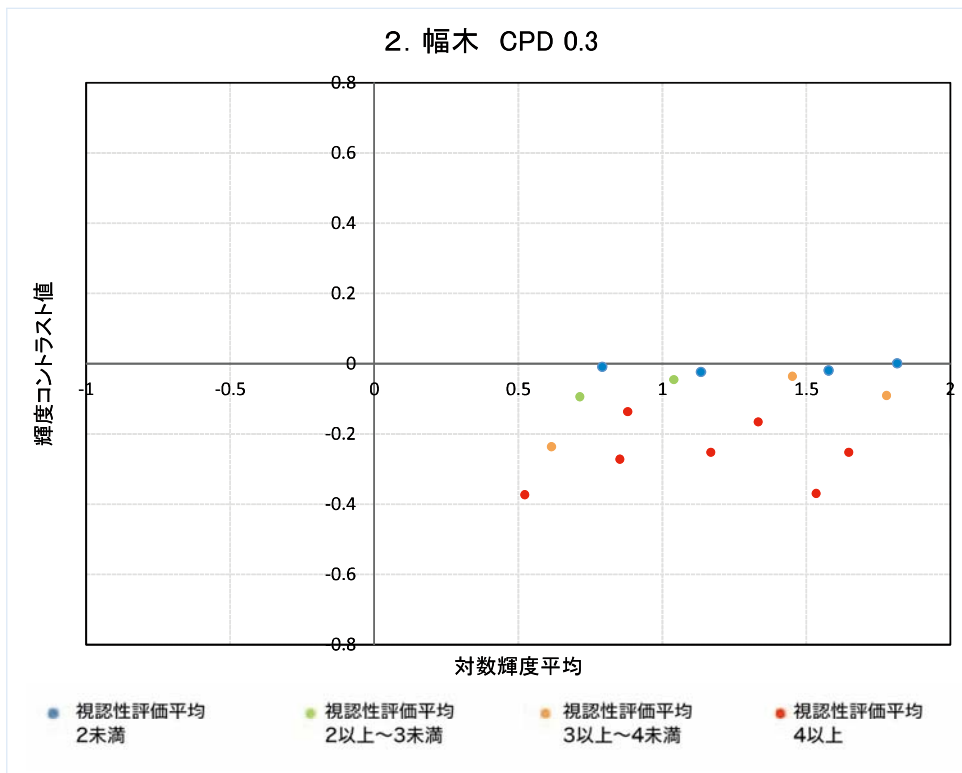


図 10 輝度評価グラフ上への幅木の視認性評価結果のプロット

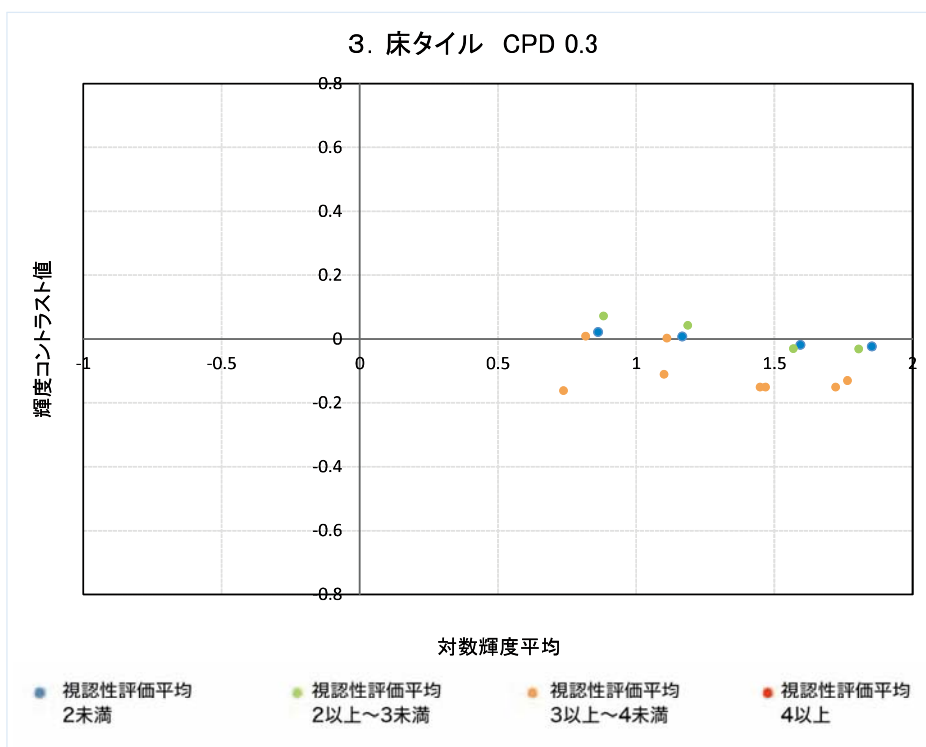


図 11 輝度評価グラフ上への床タイルの視認性評価結果のプロット

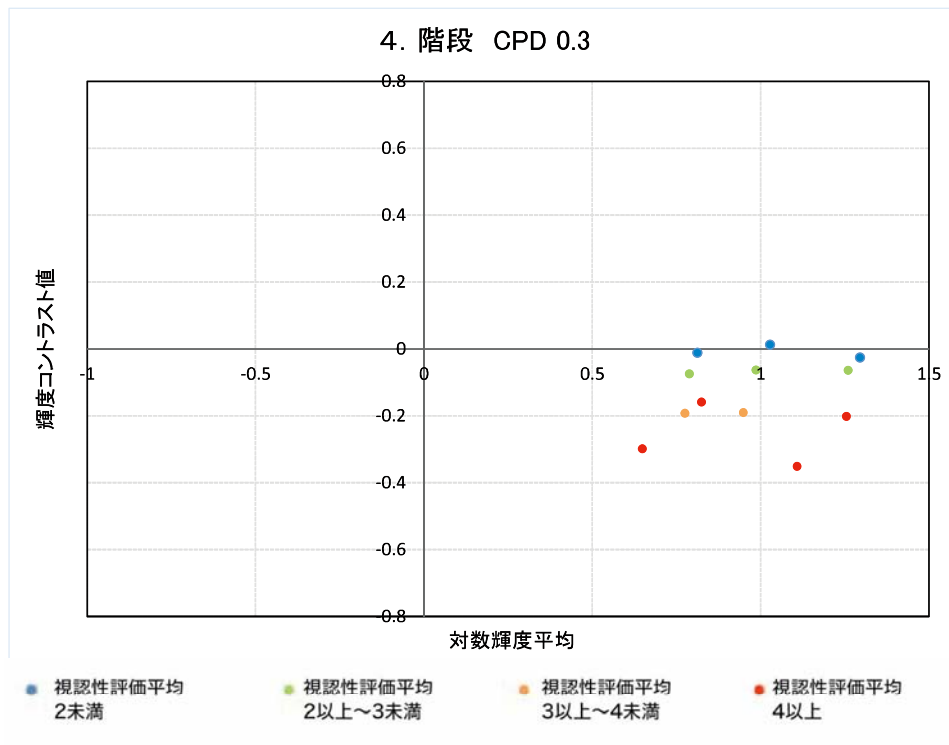


図 12 輝度評価グラフ上への階段の視認性評価結果のプロット

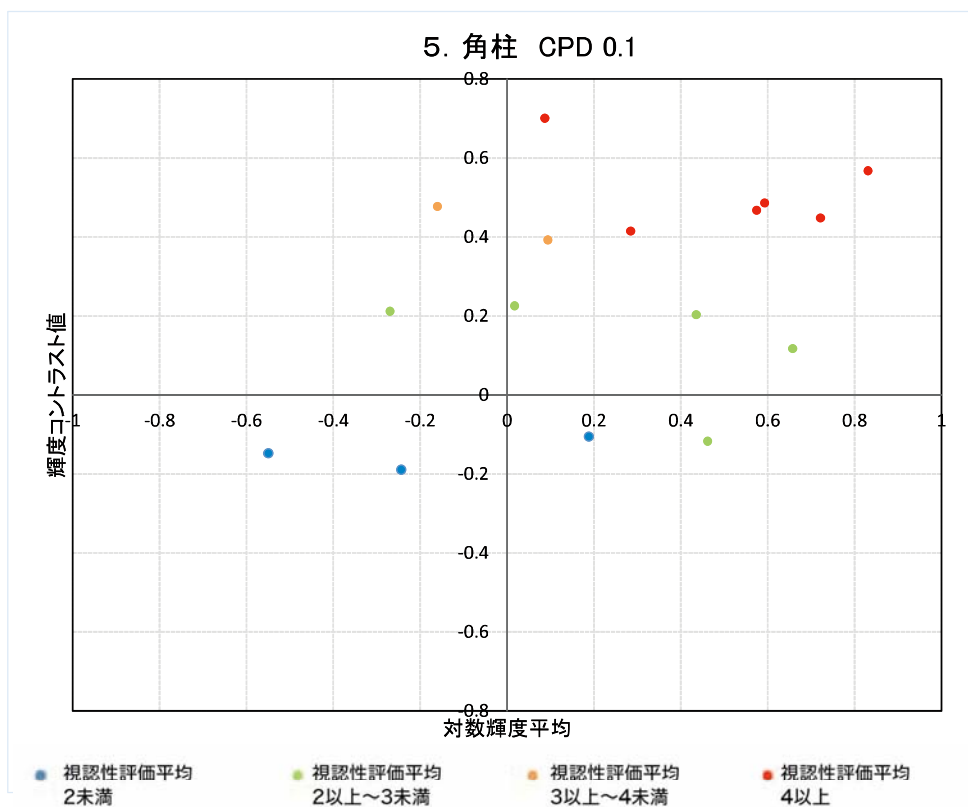


図 13 輝度評価グラフ上への角柱の視認性評価結果のプロット

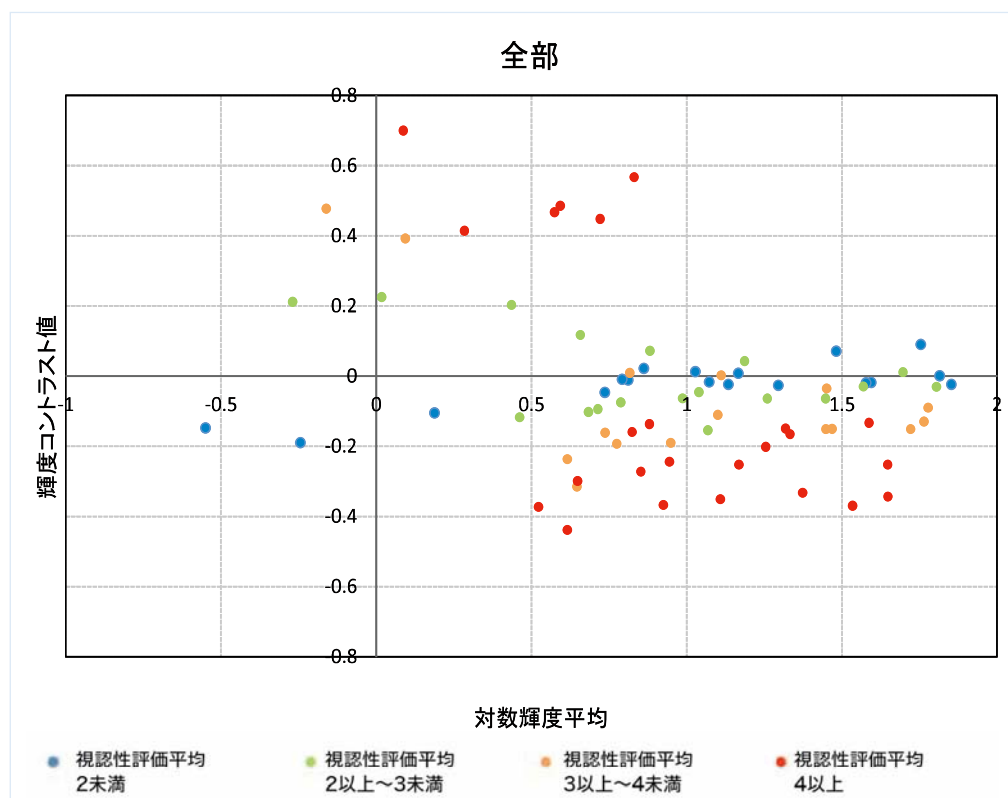


図 14 輝度評価グラフ上への全ての視認性評価結果のプロット

実験によって得られた視認性の程度は、輝度評価グラフにプロットされた色で表現されており、2以下が青、2から3の範囲が緑、3から4の範囲が黄色、4以上が赤で示されている。すなわち青は視認性が悪い状況を、赤は視認性がとても高い状況を表している。

全体を通してみると、視対象のサイズの影響や対数輝度平均による視認性評価の違いはそれほど明確には現れていないが、輝度コントラスト値の大きさが視認性評価に大きな影響を与えていることは明白にわかる。輝度コントラスト値が0付近では視認性評価は総じて低く、輝度コントラスト値の絶対値が大きくなるほど視認性は上がる。なお、輝度コントラスト値のマイナスの値は視対象が背景よりも暗いことを、プラスの値は視対象が背景よりも明るいことを示しており、コントラスト自体の強さは輝度コントラスト値の絶対値で表されている。

今回の実験結果から、視認性を確保するために必要な輝度コントラスト値を求めることは難しいが、少なくとも視対象が背景より暗い場合、-0.2付近の輝度コントラスト値が目安となる可能性が示唆されている。

公共交通機関旅客施設における照明のあり方の研究 報告書
平成 26 年 3 月発行 March 2014

Report: Research on an appropriate lighting planning for the low vision
and the elderly using public transport facilities

発行者 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団
会長 岩村 敬

Published by the ECOMO Foundation, March 2013

〒102-0076 東京都千代田区五番町 10KU ビル 3 階

電話 03-3221-6672 (代) ファクス 03-3221-6674

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

本書の無断転載、無断引用を禁じます。