

札幌市 LED 街路灯 導入実証実験報告書

平成 22 年 1 月

社団法人照明学会 北海道支部

LED 街 路 灯 研 究 委 員 会

目 次

＊委員会構成	1
1. はじめに	2
2. 実験目的	2
3. 実験項目と概要	2～3
3-1 実験項目	
3-2 実験条件	
4. 光学測定	3～12
4-1 測定概要	
4-2 照度測定	
4-3 照度測定箇所	
4-4 照度測定結果	
5. 静止印象評価実験	13～16
5-1 静止印象評価実験	
6. 実験結果	17～22
6-1 静止印象評価結果	
6-2 評価結果	
(1) 静止印象評価結果	
(2) 男女間での静止印象評価結果	
(3) 年代間での静止印象評価結果	
(4) 色合い静止印象評価結果	
7. 実験考察	23～36
7-1 照度測定結果の考察	
7-2 静止印象評価結果の考察	
(1) 静止印象評価 A 地点	
(2) 静止印象評価(A 地点)→B 地点→C 地点	
(3) 輝度計測定と静止印象評価の相関	
8. まとめ	37
9. 総 括	38
＊実験データ/資料	40

＊委員会構成 （社団法人 照明学会北海道支部役員・事業実行委員にて構成）

LED 街路灯導入実証実験に関する研究委員会委員

＜順不同・敬称略＞

委員長	萩原 亨（支部長 北海道大学大学院工学研究科）
副委員長	及川 奉之（顧問 北海道工業大学名誉教授）
代表幹事	赤坂 人司（事業実行委員/WG 照明学会専門会員 岩崎電気(株)）
副幹事	西尾 将興（会計幹事 北海道電力(株)・・・事務局

委 員	秋山 裕（評議員 東芝ライテック(株)）
	佐々木 成（評議員 北海電気工事(株)）
	槌本 昌則（評議員 北海道工業大学工学部）
	品田 聡（評議員 北海道電力(株)）
	稗田 亨（評議員 北海道電力(株)）
	伊東袈裟男（評議員 ライツ・コーポレーション）
	渡辺 英雄（評議員 三菱電機住環境システムズ(株)）
	射水美知子（評議員 札幌インテリア コーディネーター クラブ）
	能戸 康彦（庶務幹事 岩崎電気(株)）
	登坂 浩道（庶務幹事 北海道電力(株)）
	本間 義朗（会計幹事 パナソニック電工(株)）
	矢神 雅規（事業実行委員 北海道工業大学工学部）
	松尾 浩（事業実行委員/WG パナソニック電工(株)）
	船木 和宏（事業実行委員/WG 三菱電機住環境システムズ(株)）
	渡部 武（事業実行委員/WG 東芝ライテック(株)）
	内山 優（事業実行委員 (株)北弘電社）
	川口 博（事業実行委員 北海電気工事(株)）
	松浦 憲昭（事業実行委員 北海道電気保安協会）

注：WG は、委員会の下部における検討ワーキングの小委員会委員

1. はじめに

本実証実験報告書は、LED 街路灯において、夜間、安全に安心して歩行出来ると同時に、経済的な照明を提供することを目的としている。

これまでの街路灯に関する照明技術は、新配光や新デザイン照明器具により向上し、夜間の歩行者の安全や安心に貢献してきた。

最近話題の LED 光源を街路灯に利用し良い結果が得られれば、経済的な街路灯となる可能性がある。そのためには、既存の高圧水銀ランプや高圧ナトリウム街路灯と LED 街路灯を総合的に照明特性の評価を行なうことが重要となる。

2. 実験目的

本実証実験報告書は、照明学会北海道支部が札幌市役所より調査委託を受けて、札幌市西区発寒モデル地区（住宅地区）に試験設置した LED 街路灯において、既存の街路灯と同時検証を実施して、「LED 街路灯が、既存の高圧水銀ランプや高圧ナトリウム街路灯と同等性能を有するか否か」を静止印象評価実験、光学測定及び画像処理実験を行い、街路灯として総合的な照明特性の検証を行なう事を目的としている。^{1),2)}

3. 実験項目と概要

実証実験は、札幌市西区発寒モデル地区に設置した LED 街路灯と、既存街路灯との同時検証を実施し、比較検証を行い LED 街路灯の導入実証に供する。

実験項目と実証実験概要を箇条書きにて下記に示す。

なお、実験実施期間は、平成 21 年 11 月 10 日（火曜日）から 20 日（金曜日）とする。

3-1 実験項目：

- A) LED 街路灯が歩行者の視認性/明るさ感に関する影響を静止印象評価実験。
- B) LED 街路灯の色合いやまぶしさに関する影響を静止印象評価実験。
- C) 歩行者の見え方を評価刺激として設置し、既存の街路灯と静止印象評価比較。
- D) 街路灯として、歩行のし易さを総合印象評価。
- E) 静止印象評価実験した評価エリアの光学測定。
- F) あわせて、静止印象評価実験した評価エリアの画像処理実験。

3-2 実験条件

印象評価実験は、原則、下表の条件にて行うものとする。

表 3-1 実験条件

	LED 街路灯	HF(高圧水銀ランプ)街路灯	NH(高圧ナトリウムランプ)街路灯
取付条件	・道路幅員W=6m、取付高さ5m、片側配列、取付間隔：30m		
路面	・アスファルト路面		
照度基準	< 防犯灯照度基準：クラスB > ・平均水平面照度：3 (lx) 以上 ・鉛直面照度：0.5 (lx) 以上 (道路面からH=1.5mの道路軸に直角な面の照度) ・照明評価「4(m)先の歩行者の挙動・姿勢などがわかる」 ・推奨間隔：HF40W (1400Lm) →12m、HF80W (3300Lm) →30m		
備考	・静止印象評価実験：観測距離4mとする。 < 日本防犯設備協会 > 視線の大まかな向きがわかる。 クラスA → 雄であるか(知人かどうか)がわかる。 目、鼻、口の位置がわかる。 クラスB → 顔の向きがわかる。		

4. 光学測定

4-1 測定概要

街路灯の実験環境の物理的特性を把握する目的で、水平面照度、鉛直面照度測定を行う。

4-2 照度測定

(1)測定項目

街路灯の明るさとして、下記の項目を光学測定する。

- ①水平面照度值
②鉛直面照度值

(2)測定区間

街路灯の測定区間は、下記のとおりとする。

- ①水平面照度：街路灯取付け間隔 1 スパン
②鉛直面照度：街路灯取付け間隔 1 スパン／道路中央

(3)測定箇所/設備

測定箇所は、札幌市 LED 街路灯導入実証実験にエントリーした 22 社の LED 街路灯から、検証可能な設置、道路構造、配光及びデザインなどの選定基準により、事前に全箇所の現場調査を実施し 7 箇所（LED 街路灯 4、既設水銀灯 2、既設ナトリウム街路灯 1）とした。実験設備一覧と街路灯照度測定箇所図を次頁以降に示す。なお、測定箇所に選定されなかった LED 街路灯は、選定された 4 箇所 LED 街路灯の照明特性のいずれかに区分される。

表 4-1. 実験設備一覧

実 験 設 備		スパン (m)	ワット数 (W)	光 束 (lm)	街路灯 高さ (m)
光源種別	街路灯管理№				
L E D	19-1	16.3	33	2150	5.1
L E D	11-1	40.4	35	1600	5.6
L E D	5-1	21.1	26	2176	5.2
L E D	6-1	20.3	27	2760	5.3
H F	B	24.4	80	3300	5.4
H F	D	35.4	80	3300	5.6
N H	E	35.3	75	6400	6.9

注記) 光束はメーカー申請値。

(4)測定位置

測定位置は、道路横断方向に 3 ヶ所、道路縦断方向には、原則 5m 程度の間隔にて測定する。下図 4-1 に示す。

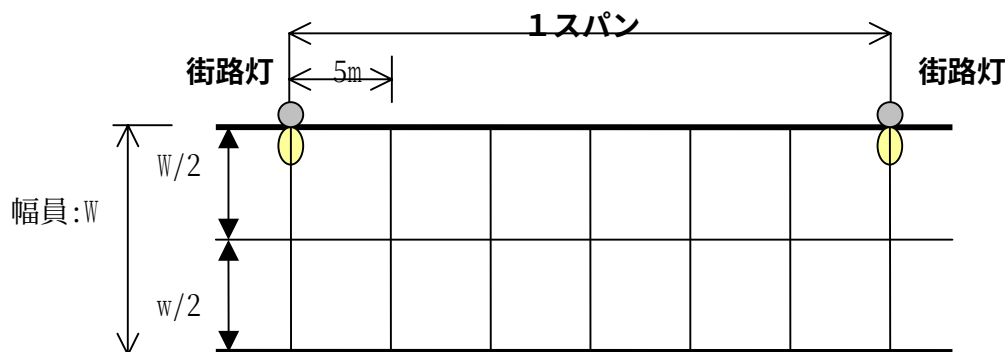


図 4-1 測定位置図

(5)測定方法

水平面照度の測定は、路面の測定位置において照度計受光部が水平になるように設置して測定する。

鉛直面照度の測定は、道路中央部の路面から 1.5m 上がった、道路縦断方向に照度計の受光部が鉛直になるように設置して測定する。

(6)光学測定機器

光学測定機器は次のとおりとする。

照度計： TOPCON IM-5 形

デジタルカメラ： NIKON D80

画像処理装置： 岩崎電気(株) 画像処理システム (QUAPIX)

パナソニック電工(株) 画像処理システム

4-3 照度測定箇所

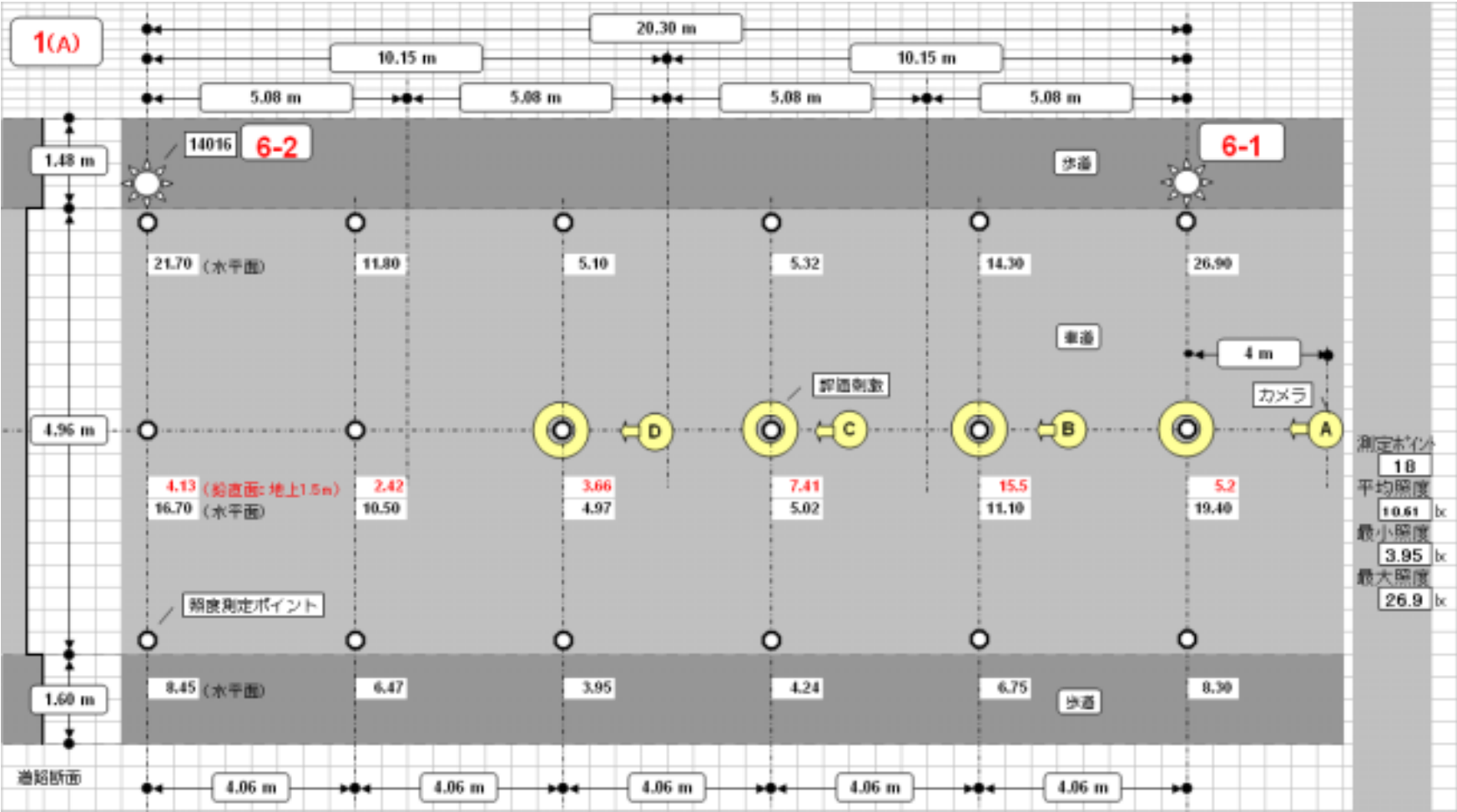


4-4 照度測定結果

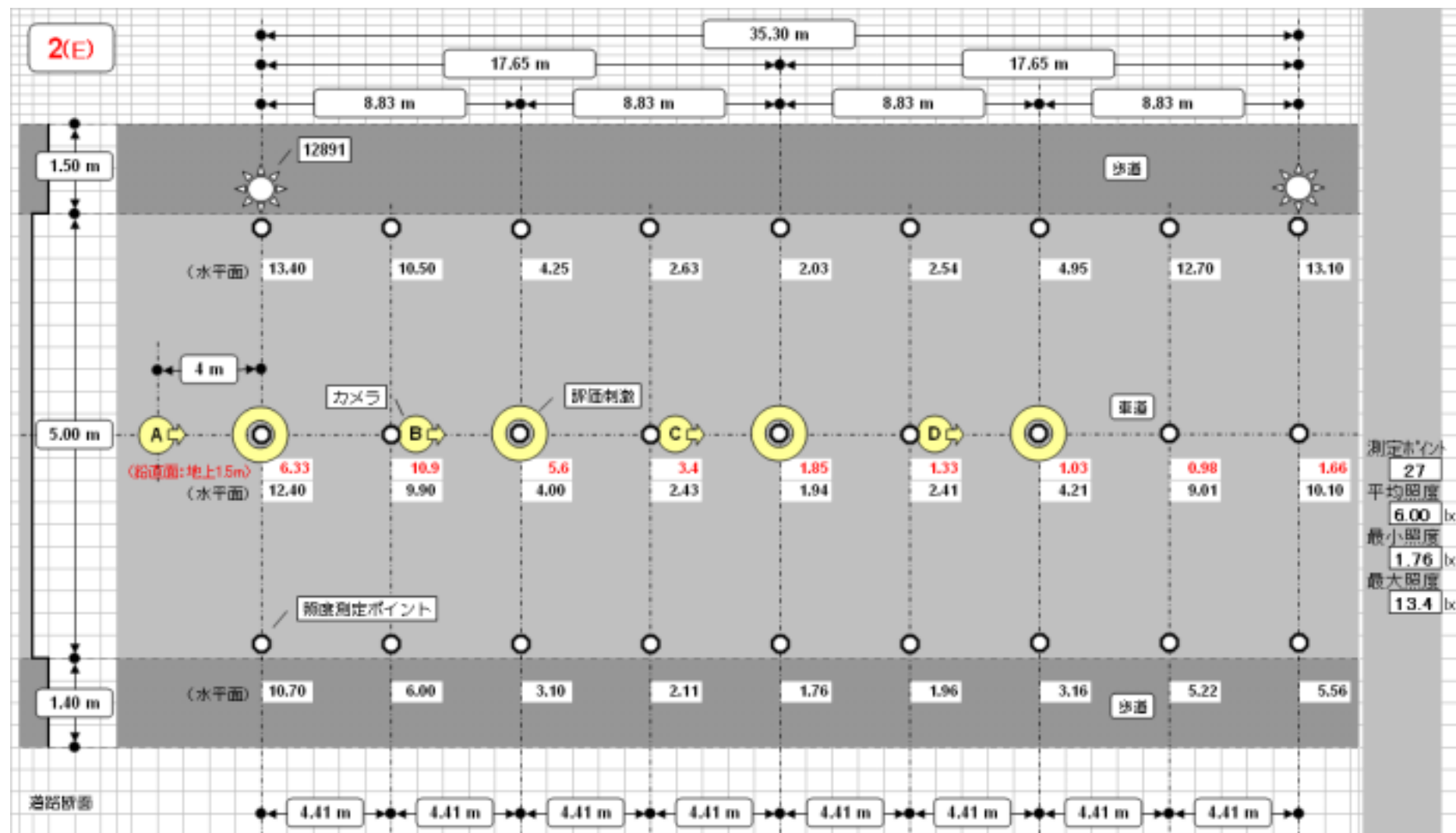
(1) 水平面と鉛直面照度測定結果

水平面照度と鉛直面照度の測定結果を、表 4-1 から表 4-7 に示す。

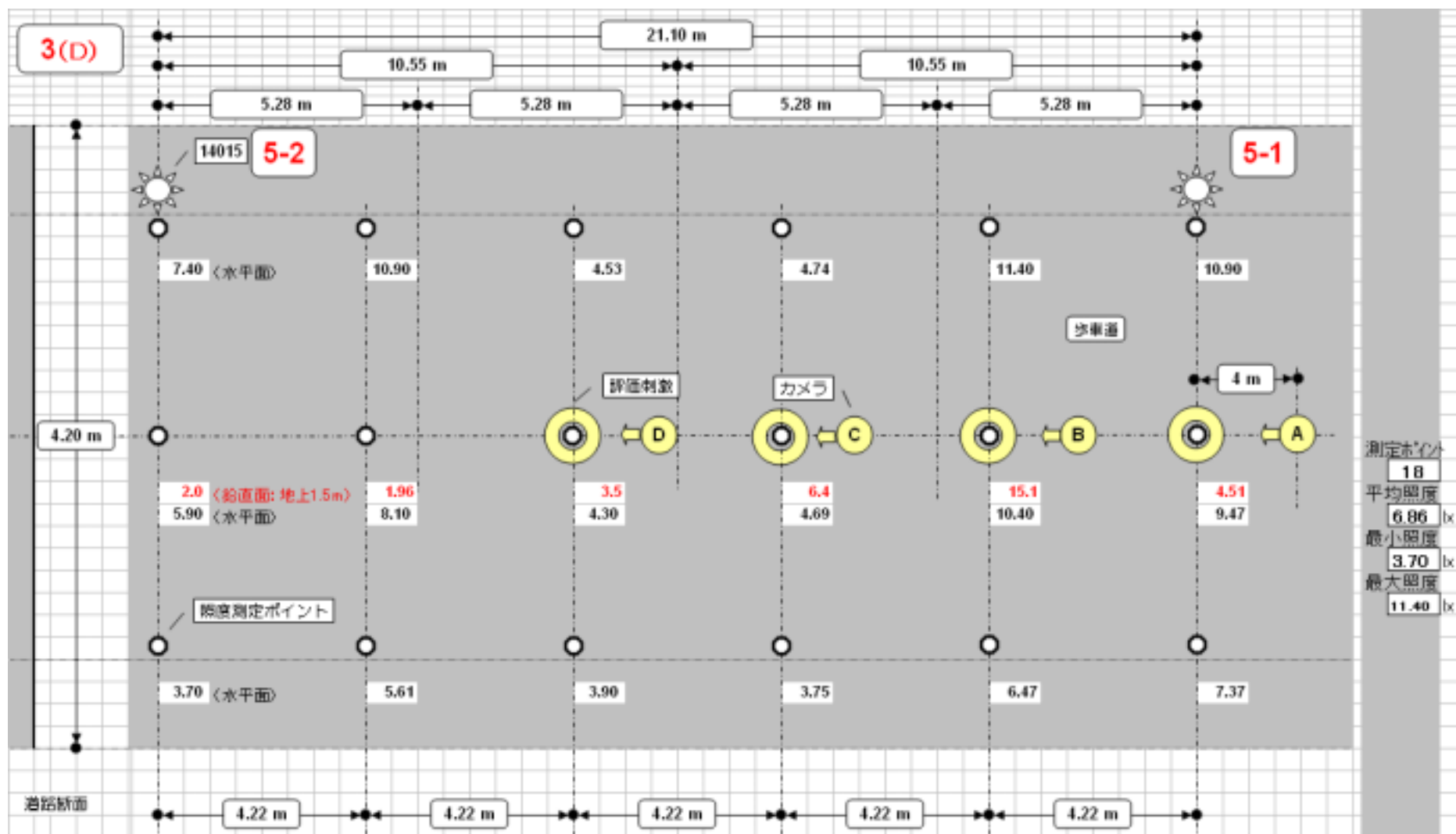
< 街路灯管理№：6-1 >



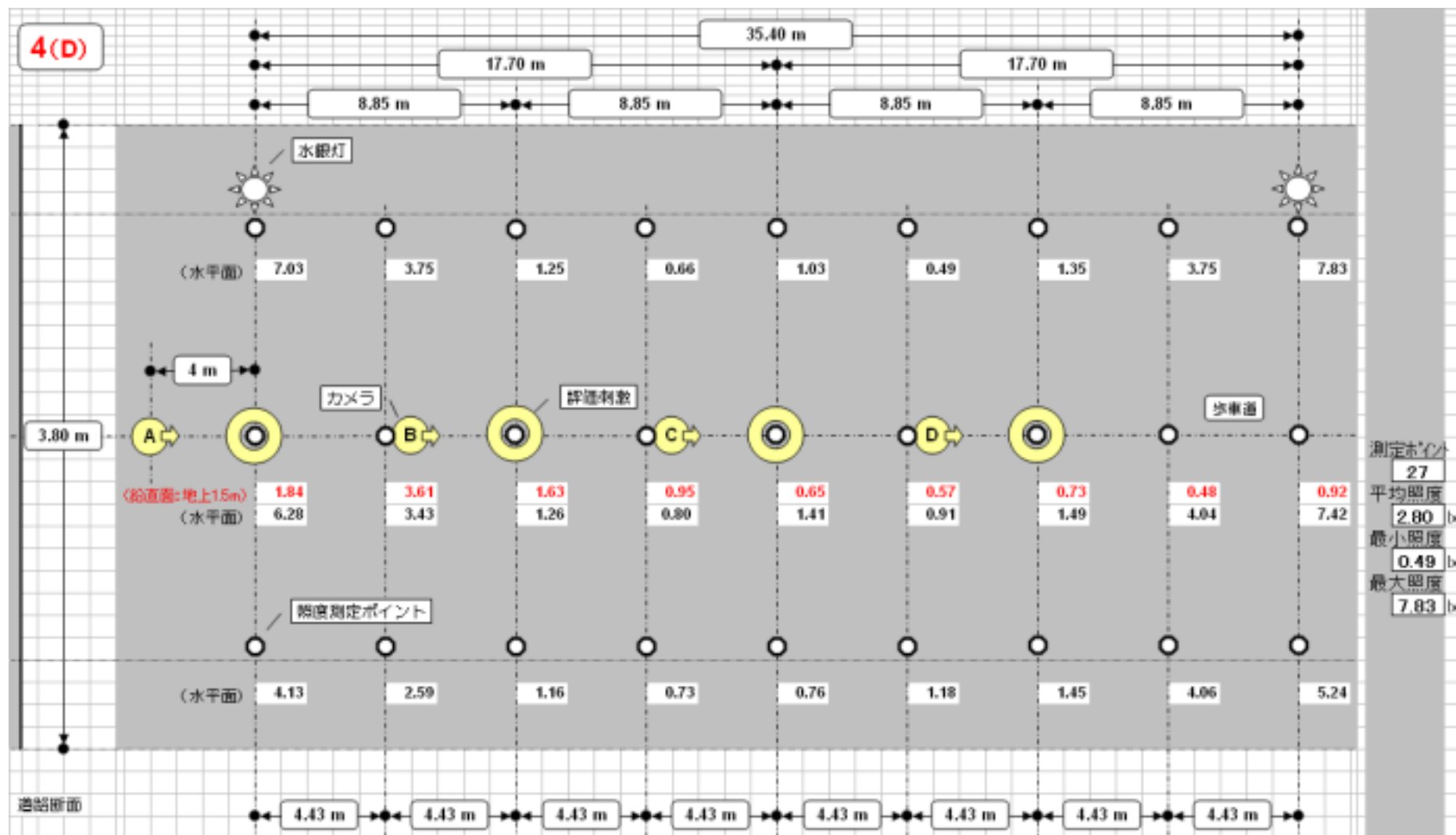
< 街路灯管理№：E >



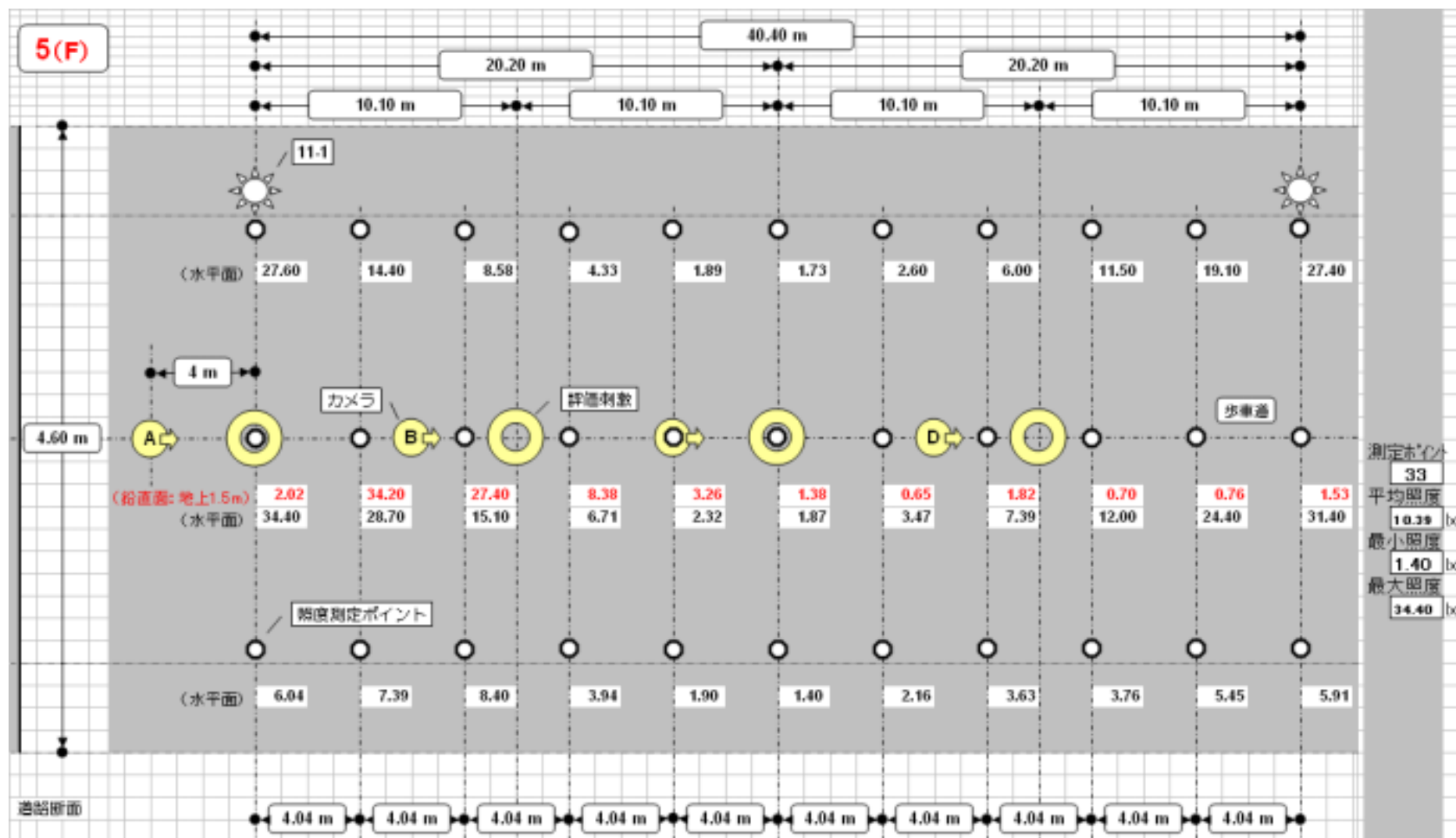
< 街路灯管理№：5-1 >



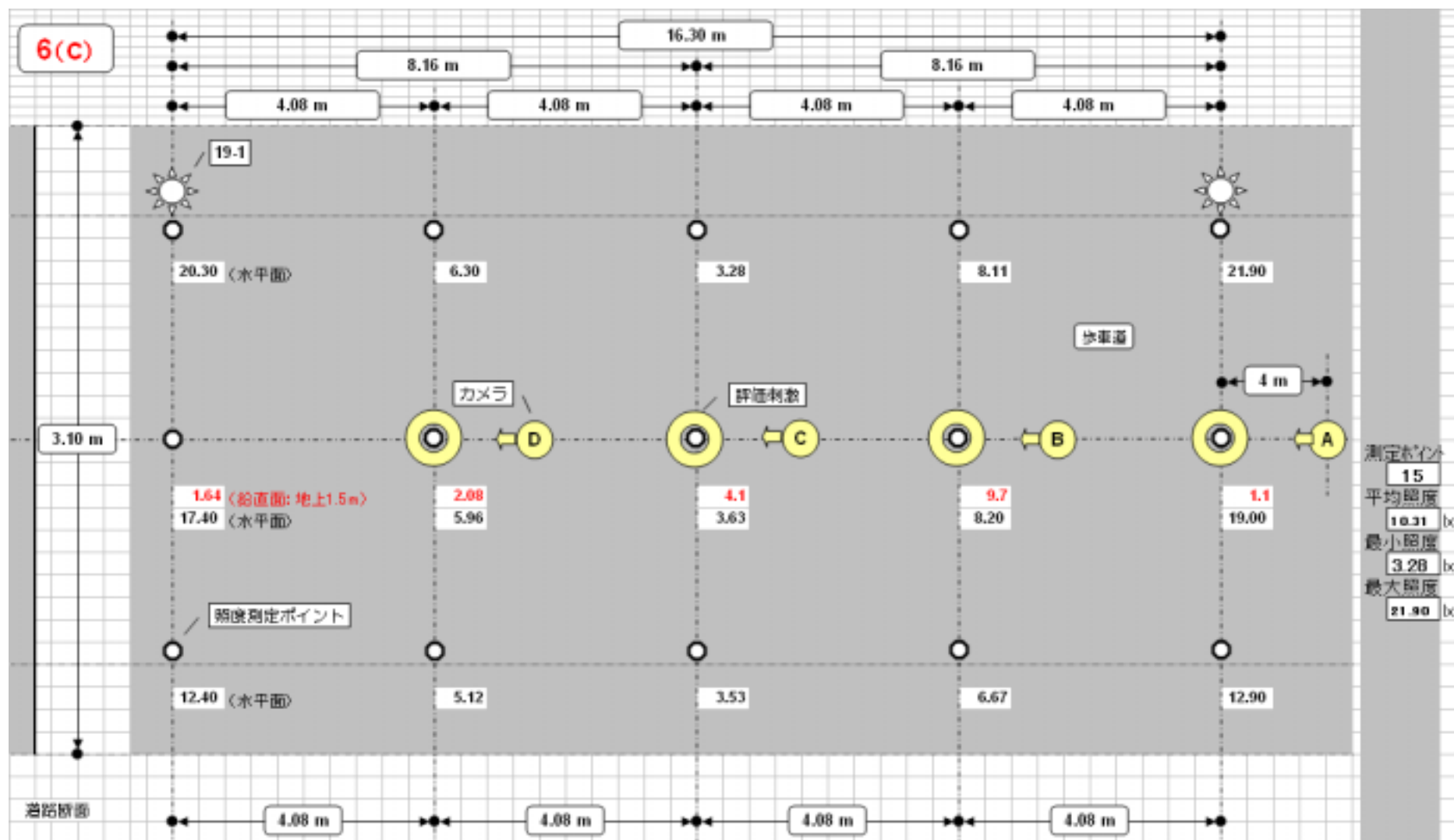
< 街路灯管理№：D >



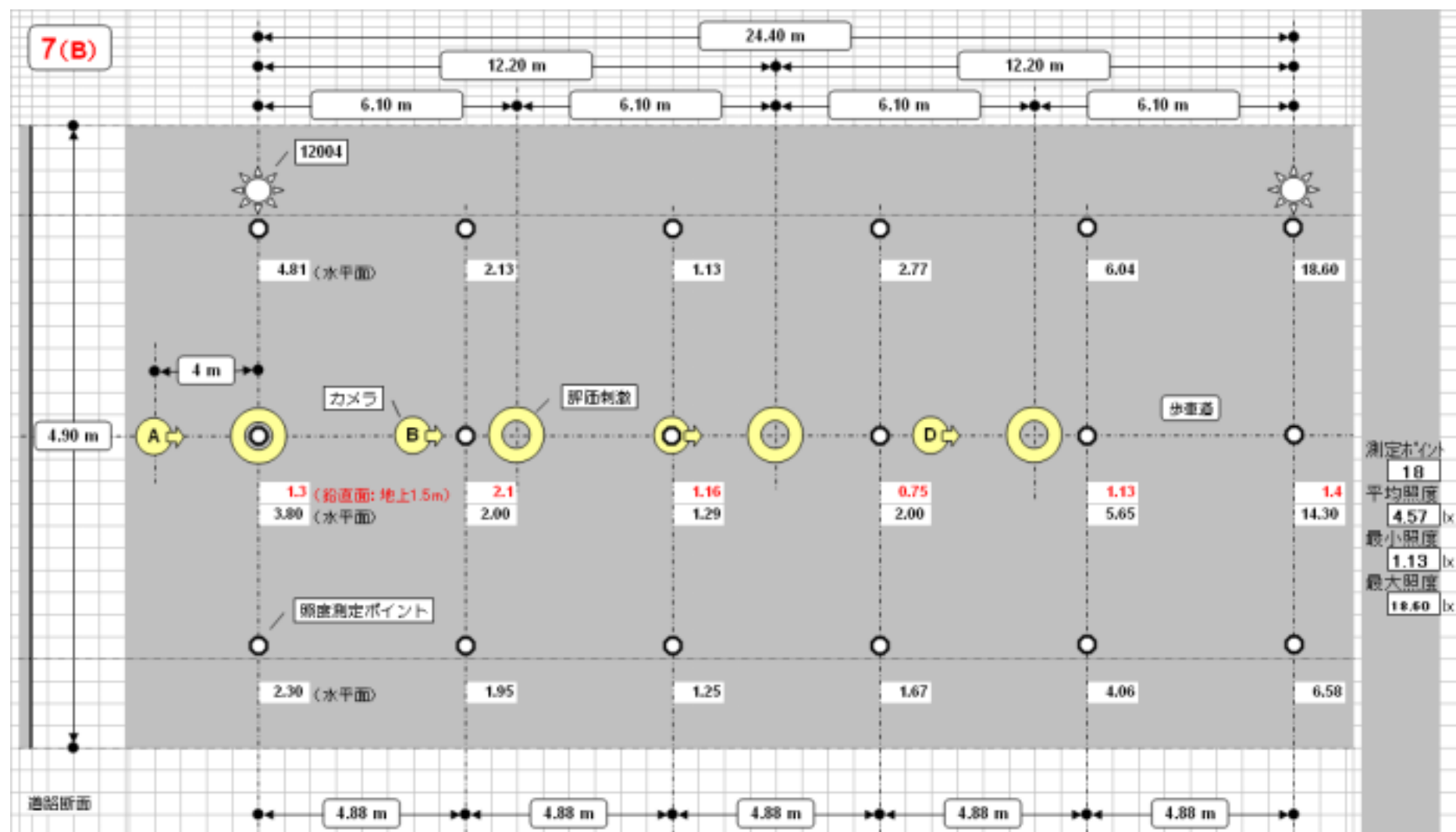
< 街路灯管理№：11-1 >



< 街路灯管理№：19-1 >



< 街路灯管理№：B >



5．静止印象評価実験

5-1 静止印象評価実験

5-1-1 評価刺激

評価刺激（人物）は、静止印象評価実験として反射率 30%程度 of 上下灰色スウェットを着用した対向する歩行者とする。



写真 5-1. 評価刺激（人物）

5-1-2 被験者の観測距離

被験者と評価刺激の観測距離は、日本防犯設備協会の防犯灯照度基準に準拠し $L=4\text{m}$ とする。

5-1-3 評価刺激の提示位置

評価刺激の提示位置は、灯具直下、スパン： $W/2$ 及びスパン： $W/4$ 地点の歩道中央に提示する。

5-1-4 静止印象評価環境

静止印象評価実験は、被験者が前方 4m に提示される評価刺激に対する静止印象評価を行う。

5-1-5 被験者

被験者は、原則、道路照明に関係ない一般民間人と地域住民を主体に募り、両眼視力 0.7（矯正視力可とし）以上とする。

なお、被験者は、評価の個人差や性別差の影響（男女）が少なくなるように 20 名以上とする。この被験者の構成を表 5-1 に示す。

表 5-1. 被験者の構成

	20 代	30 代	40 代	50 代	60 代	70 代以上	合 計
男 性	15	3	8	5	5	3	39
女 性			1	2	2		5
合 計	15	3	9	7	7	3	44

5-1-6 インストラクション

被験者全員に、静止印象評価実験の始まる前に「日常の家路に向かう気持ちで、視環境と評価刺激を評価する」ようにお願いします。 下表 5-2 を参照とする。

表 5-2. 静止印象評価実験 インストラクション

LED 街路灯導入 静止印象評価実験 インストラクション

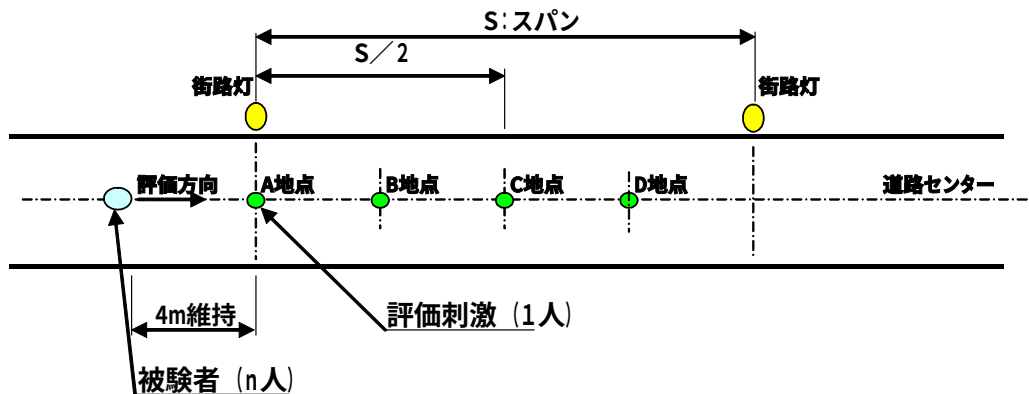
照明学会 北海道支部

- 1) 印象評価は、「日常生活で家路に向かうリラックスした気持ちにて」、視環境/評価刺激（人物）の評価をお願いします。
- 2) 印象評価は実験区間のみで評価を行い、その他外部環境は評価しないで下さい
- 3) 他被験者に、印象評価についての意見や同意を求めないで下さい。
- 4) 印象評価に正解はありませんので、感じるままに評価をして下さい。
- 5) 印象評価は、自分自身が決めた評価判断基準で全て通し、ぶれないで下さい。
- 6) なお、評価値の間隔は、等間隔尺度です。
- 7) 印象評価実験中は、他人の評価に影響を与える私語は慎んでください。
- 8) 走行自動車のヘッドライト等が評価エリアに入射した時は、評価の中断をお願いします。
- 9) 現道における実験ですので、走行車に気をつけ、地域住民最優先にてお願いします。
- 10) 実験中に地域住民から質問を受けた時は、事務局まで取次ぎをお願いします。

5-1-7 実験手順

静止印象評価実験は、下記に示す手順により、グループ交互に同一の実験環境を評価する。なお、静止印象評価用紙は、次頁の表 5-3 を参照とする。

- ① 被験者は、下記の 3 とおりの実験環境に対する静止印象評価実験をする。
- ② 被験者には、評価刺激（写真 5-1 参照）を 4m 離れた位置に提示し、その提示した評価刺激に対する静止印象評価をする。
- ③ 次に被験者は、定点位置から見た道路環境を A 地点のみ（明るさ感/色合い/まぶしさ）の評価を行い、最後に、「歩行し易さを総合評価」する。
- ④ ②③の静止印象評価実験を、特定した実験街路環境エリア（4-3.照度測定箇所）別に繰り返し実験する。



注 記

- a) 評価者は、被験者の（A地点→C地点に）移動につれて、4m間隔を常に維持した地点より、被験者の評価を行なう。
- b) LED/HF街路灯は、**明るさ、色合い、まぶしさ、総合評価**を行なう。
- c) NH街路灯は、**色合い、まぶしさ、総合評価**を行なう。
- d) 静止印象評価実験は、A地点～C地点間にて実施。
- e) 画像処理実験と光学測定は、A地点～D地点間にて実施。

図 5-1 実験手順図

表 5-3. 静止印象評価用紙

< 静止印象評価実験. アンケート用紙 >

評価用紙: №-28

被験者管理№: _____

街路灯管理№: _____

静止印象評価実験は、「いつもの家路に向かう気持ちで」評価して下さい。

①対向する歩行者の顔の見え方（顔の向き/挙動姿勢）

評価値	評価語句（等間隔尺度）	○
1	見えない	
2	かろうじて見える	
3	やや見える	
4	どちらともいえない	
5	見える	
6	よく見える	
7	非常によく見える	

②明るさ印象を評価。

評価値	評価語句（等間隔尺度）	○
1	非常に暗い	
2	暗い	
3	やや暗い	
4	どちらともいえない	
5	やや明るい	
6	明るい	
7	非常に明るい	

③色合い印象を評価。

評価値	評価語句（等間隔尺度）	○
1	非常にくすんで見える	
2	くすんで見える	
3	ややくすんで見える	
4	どちらともいえない	
5	ややあざやかに見える	
6	あざやかに見える	
7	非常にあざやかに見える	

④まぶしさ評価 <器具を直視しないこと>

評価値	評価語句（等間隔尺度）	○
1	非常にまぶしい	
2	まぶしい	
3	ややまぶしい	
4	どちらともいえない	
5	あまり気にならない	
6	気にならない	
7	まったく気にならない	

⑤歩行し易さを総合評価。

評価値	評価語句（等間隔尺度）	○
1	非常に歩き難い	
2	歩き難い	
3	やや歩き難い	
4	どちらともいえない	
5	やや歩きやすい	
6	歩きやすい	
7	非常に歩きやすい	

6. 実験結果

6-1 静止印象評価

静止印象評価の検証は、LED 街路灯と高圧水銀ランプ街路灯（白色系）に関しては「歩行者への視認性」、「明るさ印象」、「色合い印象」、「まぶしさ印象」、及び「歩行のし易さを総合評価」を主体とした検証を行う。

他方、高圧ナトリウムランプ街路灯（暖色系）は、LED や高圧水銀ランプ街路灯（白色系）間での「色合い印象」を主体とした検証を行う。^{3),4)}

6-2 結 果

(1) 静止印象（A 地点）評価結果

全被験者を対象とした静止印象評価(図 6-1～図 6-5)結果の概要を、①から⑤に示す。

- ① 対向する歩行者の見え方（顔の向き/挙動姿勢）の静止印象評価の結果は、LED 街路灯は「見える」の評価に対して、高圧水銀ランプ街路灯は「やや見える」となった。
- ② 明るさ静止印象評価の結果は、LED 街路灯は「やや明るい」の評価に対して、高圧水銀ランプ街路灯は「やや暗い」となった。
- ③ 色合い静止印象評価の結果は、LED 街路灯は「ややあざやかに見える」の評価に対して高圧水銀ランプ街路灯は「ややくすんで見える」となった。
- ④ まぶしさ静止印象評価の結果は、LED 街路灯は「ややまぶしい」の評価に対して高圧水銀ランプ街路灯は「あまり気にならない」となった。
- ⑤ 歩行し易さの総合評価の結果は、LED 街路灯は「やや歩きやすい」の評価に対して高圧水銀ランプ街路灯は「どちらともいえない」となった。

次に、統計学的に差異はあるか否かを、①から⑤の静止印象評価（図 6-1～図 6-5）元データを基に、比較対象とした街路灯間にて「有意差の有無の検定」を行った。

2つの母集団 LED 街路灯と高圧水銀ランプ街路灯間の「対向する歩行者の顔の見え方静止印象評価」（図 6-1）の分散に有意差（有意水準 5 %）があるかどうか F 検定をおこない、2つの母集団の分散に有意差（ $0.84 \geq 0.05$ ）が無いことが判った。そこで次に、2つの母集団の「対向する歩行者の顔の見え方静止印象評価」の平均に有意差があるか否か t 検定をおこない、LED 街路灯と高圧水銀ランプ街路灯間に有意差のあることが判った。

同様に、「明るさ静止印象評価」（図 6-2）の分散に有意差（有意水準 5 %）があるかどうか F 検定をおこない2つの母集団の分散に有意差のあることが判り、次に、2つの母集団の「明るさ静止印象評価」の平均に有意差の有無に関して Welch 検定をおこない、LED 街路灯と高圧水銀ランプ街路灯間に有意差のあることが判った。

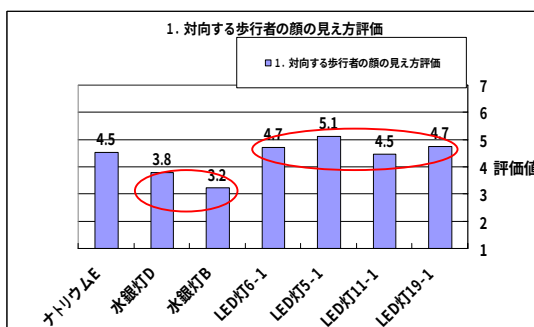


図 6-1.対向する歩行者の顔の見え方

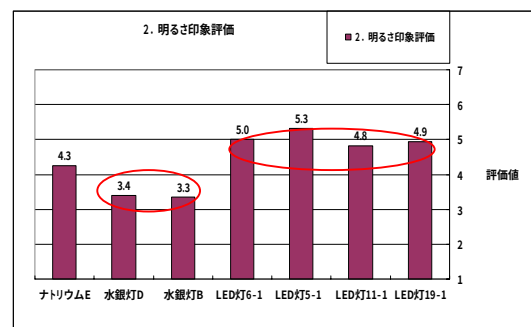


図 6-2.明るさ静止印象評価

2つの母集団 LED・高圧水銀街路灯（白色系）と高圧ナトリウムランプ街路灯（暖色系）間の「色合い静止印象評価」（図 6-3）の分散に有意差（有意水準 5 %）があるか否か F 検定をおこない、2つの母集団の分散に有意差（ $0.81 \geq 0.05$ ）の無いことが判った。

次に2つの母集団の「色合い静止印象評価」の平均に有意差の有無に関して t 検定をおこない、LED・高圧水銀街路灯（白色系）と高圧ナトリウムランプ街路灯（暖色系）間に有意差の無いことが判った。

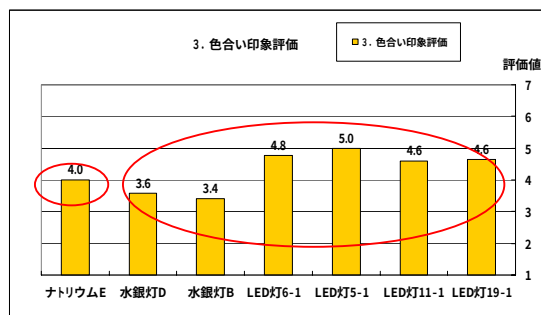


図 6-3.色合い静止印象評価

2つの母集団（LED 街路灯と既存街路灯間）の「まぶしさ静止印象評価」（図 6-4）の分散に有意差（有意水準 5 %）があるか否か F 検定をおこない、2つの母集団の分散に有意差のあることが判った。

次に2つの母集団の「まぶしさ静止印象評価」の平均に有意差の有無に関して Welch 検定を行い、LED 街路灯と既存街路灯間に有意差のあることが判った。

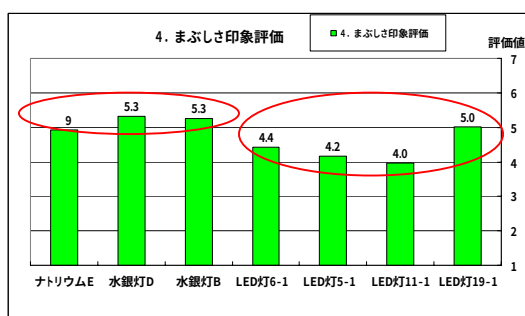


図 6-4.まぶしさ静止印象評価

同様に、2つの母集団（LED 街路灯と既存街路灯間）の「歩行のし易さ静止印象評価」（図 6-5）の分散に有意差（有意水準 5 %）があるか否か F 検定をおこない、2つの母集団の分散に有意差のあることが判った。そこで次に2つの母集団の「歩行のし易さ静止印象評価」の平均に有意差の有無に関して Welch 検定を行い、LED 街路灯と既存街路灯間に有意差のあることが判った。

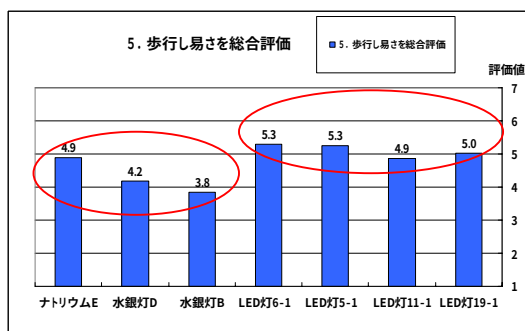


図 6-5.歩行のし易さを総合評価

(2) 男女間での静止印象評価結果

LED 街路灯と高圧水銀ランプ街路灯間での静止印象評価について、男女別の印象評価結果を図 6-6～図 6-10 に示す。

男女別の静止印象評価結果は、「対向する歩行者の見え方（顔の向き/挙動姿勢）の印象評価」、「明るさ印象評価」、「色合い印象評価」、「まぶしさ印象評価」及び「歩行し易さの総合評価」の結果は、LED 街路灯と高圧水銀ランプ街路灯間にて、有意差検定の結果、原則的に有意差のないことが判った。なお、男女間にて一部街路灯間で静止印象評価結果に、差異が（青色○印内）認められるが、これは男性被験者（39 人）と比較して、女性の被験者 5 人と絶対数が少ないこと（表 5-1 参照）に起因するものと推測される。

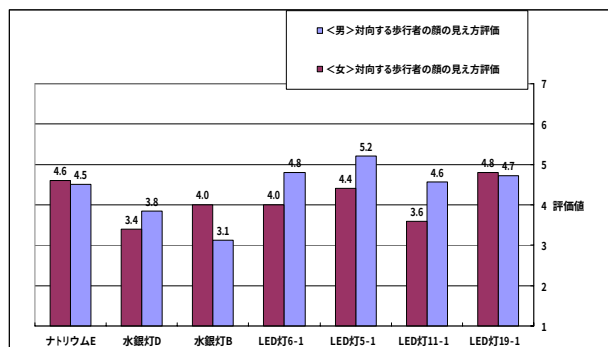


図 6-6. 対向する歩行者の顔の見え方

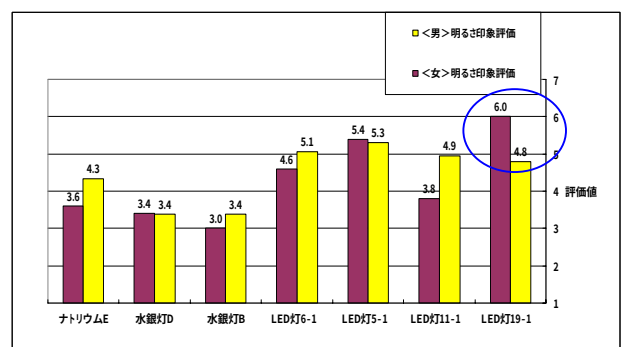


図 6-7. 明るさ静止印象評価

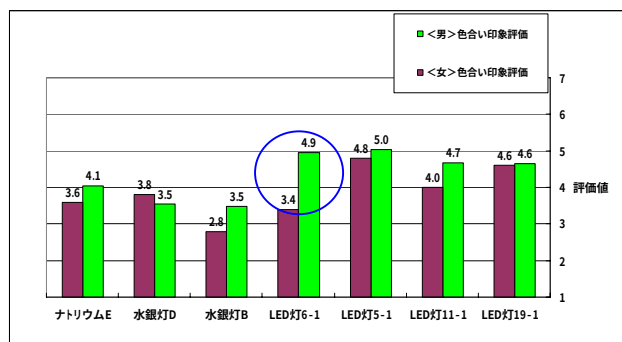


図 6-8. 色合い静止印象評価

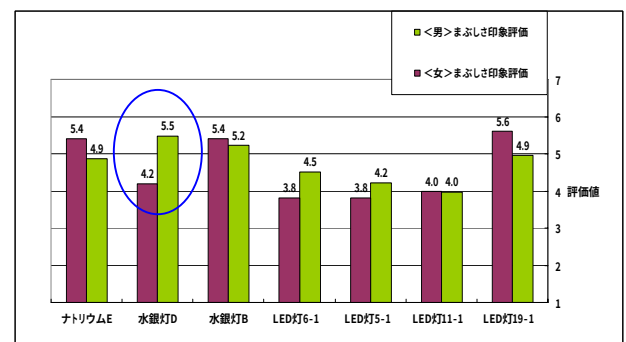


図 6-9. まぶしさ静止印象評価

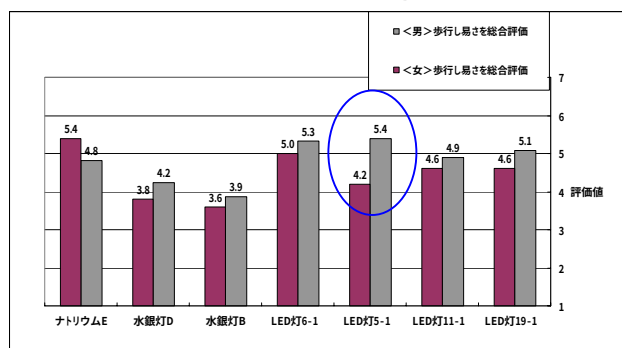


図 6-10. 歩行のし易さを総合評価

(3) 年代間での静止印象評価結果

LED 街路灯と高圧水銀ランプ街路灯間の静止印象評価について、年代別の印象評価結果を図 6-11～図 6-15 に示す。

年代別の静止印象評価結果は、「対向する歩行者の見え方（顔の向き/挙動姿勢）の印象評価」、「明るさ印象評価」、「色合い印象評価」、「まぶしさ印象評価」及び「歩行し易さの総合評価」の結果は、LED 街路灯と高圧水銀ランプ街路灯間で、有意差検定の結果、基本的に有意差のないことが判った。

なお、30 代男性と 70 代男性の静止印象評価結果は、他の年代間と相違する印象評価傾向が認められるが、この原因は母集団の絶対数 3 人と少ないこと（表 5-1 参照）に起因するものと推測される。

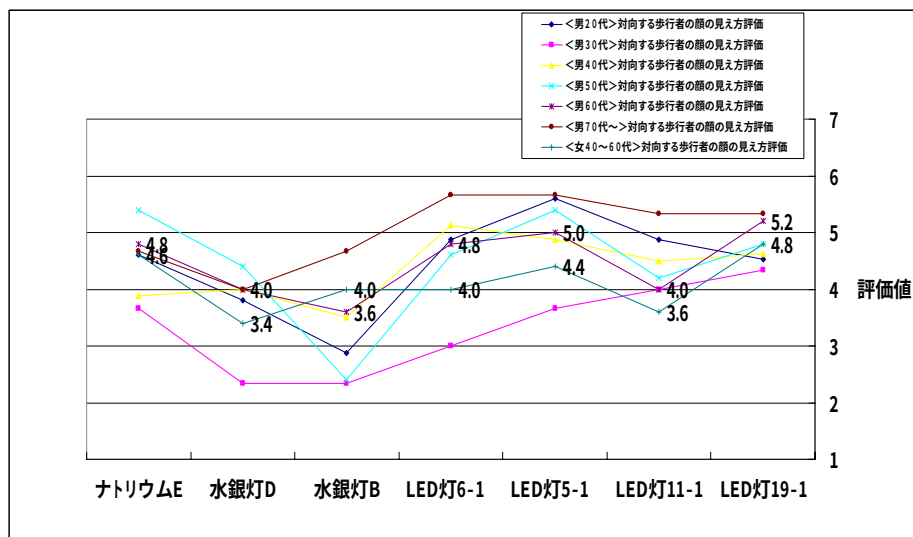


図 6-11. 対向する歩行者の顔の見え方

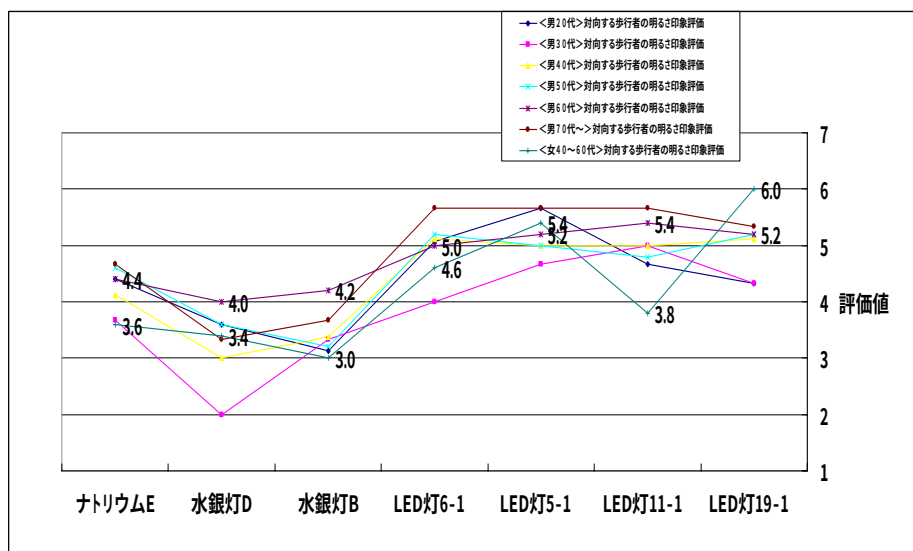


図 6-12. 明るさ静止印象評価

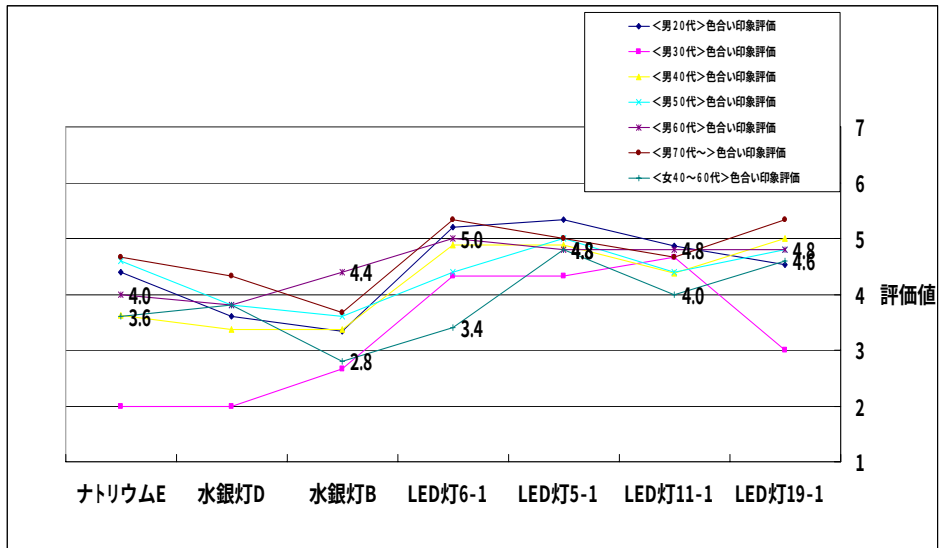


図 6-13. 色合い静止印象評価

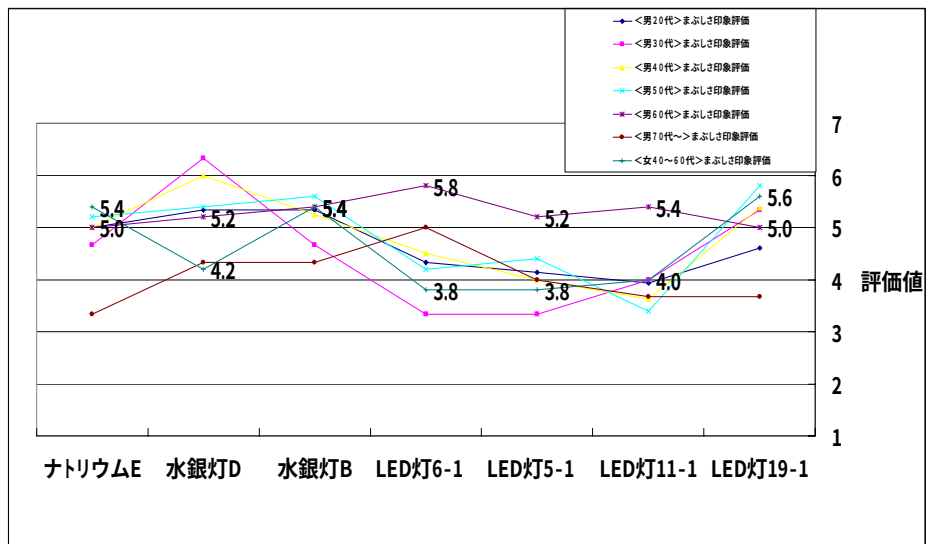


図 6-14. まぶしさ静止印象評価

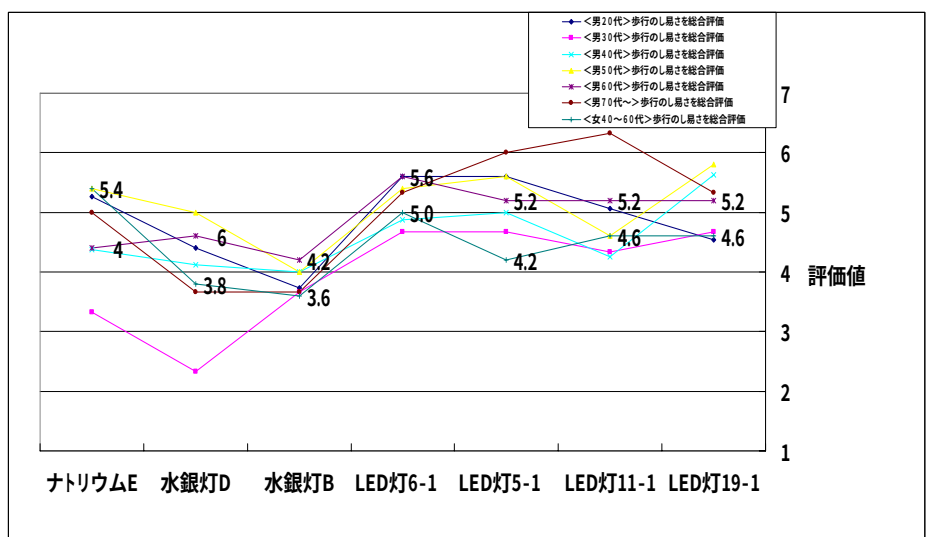


図 6-15. 歩行のし易さを総合評価

(4) 色合い静止印象評価結果

高圧ナトリウム街路灯（暖色系）とLEDや高圧水銀ランプ街路灯（白色系）間の「色合い静止印象評価」に関する有意差の有無の検定結果(図 6-3)では、高圧ナトリウム街路灯（暖色系）とLEDや高圧水銀ランプ街路灯（白色系）間には、有意差のないことが判った。

ここで、高圧水銀ランプ街路灯は、実験考察より既に寿命末期の光源であることが判明した為に、色合い等の光源としての照明特性・性能が維持されていない事が推測される。

そこで本項では、高圧ナトリウム街路灯（暖色系）とLED街路灯（白色系）間での「色合い静止印象評価」に関する有意差の有無の検定を行った。検定の結果、高圧ナトリウム街路灯（暖色系）とLED街路灯（白色系）間には有意差のあることが判った。

色合い静止印象評価時の照明実験環境の代表例（写真 6-1～写真 6-3）を示すが、視環境の対象として評価刺激（人物）を観測時に光源間の色合いは、歩行上まったく支障のないことが判る。なお、他の実験対象照明施設の照明実験環境は、表 7-2～表 7-3 を参照。

写真 6-1 高圧ナトリウムランプ 街路灯
(街路灯管理№：E)



写真 6-2 LED 街路灯
(街路灯管理№：6-1)



写真 6-3 高圧水銀ランプ 街路灯
(街路灯管理№：D)

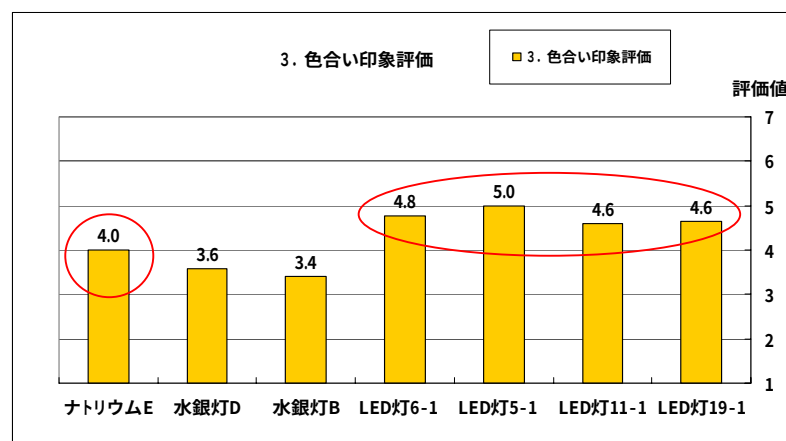


図 6-16. 色合い印象評価

7. 実験考察

7-1 照度測定結果の考察

照明実験対象の街路灯は、直近でのランプ交換時期の調査結果（表 7-1）に示すように、LED 街路灯は定格寿命 40000 時間に対して累積点灯時間〔10（時間／日）にて算出〕400～600 時間、既設の高圧水銀ランプ街路灯は定格寿命 12000 時間に対して 22000 と 18000 の累積点灯時間となる。他方、既設の高圧ナトリウムランプ街路灯は、定格寿命 9000 時間に対して 12800 累積点灯時間となっていることが判明した。

表 7-1. 照明実験設備

照明実験設備		ワット数(W)/ 光束 (lm)	街路灯高さ (m)	設置時期	直近でのランプ 交換時期	累積点灯 時間 (h)
光源種別	街路灯管理№					
L E D	19-1	33/2150	5.1	2009 年 10 月	新設設備	630
L E D	11-1	35/1600	5.6	//	//	360
L E D	5-1	26/2176	5.2	//	//	530
L E D	6-1	27/2760	5.3	//	//	530
H F	B	80/3300	5.4	1996 年 4 月	2003 年 11 月	22210
H F	D	80/3300	5.6	不 明 (10 年以上前)	不 明 (5 年以上前)	18250
N H	E	75/6400	6.9	2006 年 6 月	交換なし	12800

注記）光束はメーカー申請値。

下記の図 7-1 と図 7-2 は、光源の設計光束維持率曲線と照明器具の設計光束維持率曲線を示す⁵⁾。維持率曲線図から実験対象街路灯のランプ特性として現状器具光束を推測すると、実験対象となった既設の高圧水銀ランプ街路灯は初期光束に対して概ね 50%、既設高圧ナトリウムランプ街路灯は初期光束に対して概ね 60%程度の光束と推測される。

本実験対象の街路灯の各ランプ特性は、調査により、ランプ交換時期のバラつきと照明器具光学系の劣化に起因するランプ光束の減衰があり、同一条件下における静止印象評価実験とは成らないことが判った。

4 ヶ所 LED 街路灯の照度及び鉛直面照度の測定結果は、既設の高圧水銀ランプ街路灯以外の実験対象街路灯については「日本防犯設備協会の基準であるクラス B の条件」を満足（表 7-2～表 7-3 照度測定値 参照）することが示唆される。

しかしながら、本実験は、住宅街に設置された既存街路灯にて実施した実験である為、対象街路灯以外の光（門灯、ヘッドライト、窓明かり等）の入り込み等も考慮する必要がある。

- ・ 平均水平面照度： 3 (Lx) 以上
 - ・ 鉛直面照度： 0.5 (Lx) 以上
- クラス B
(道路面から H=1.5m の道路軸に直角な面の照度)

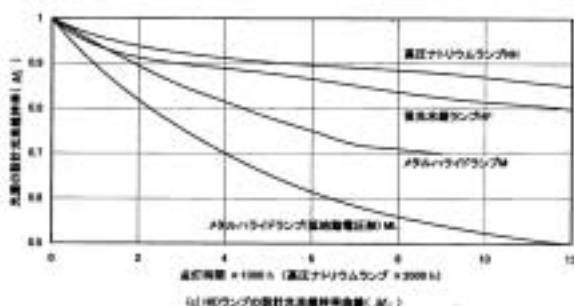


図 7-1 光源の設計光束維持率曲線図

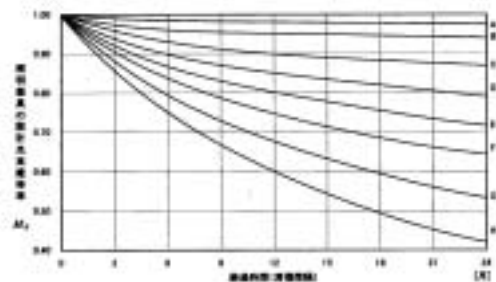


図 7-2 照明器具の設計光束維持率曲線図

7-2 静止印象評価結果の考察

(1) 静止印象評価

LED 街路灯と高圧水銀ランプ街路灯間の静止印象評価の結果は、全被験者での静止印象評価、男女間の被験者別の静止印象評価、及び男性被験者の年代間の静止印象評価は、検定の結果、基本的に有意差はないことが判った。

(2) 静止印象 (A 地点→B 地点→C 地点への移動) 評価

a) 対向する歩行者の顔の見え方 静止印象評価結果

実験対象区間内の街路灯 1 スパン間での移動観測による静止印象評価結果を、LED、高圧水銀ランプ街路灯及び高圧ナトリウム街路灯に関して図 7-3 に示す。

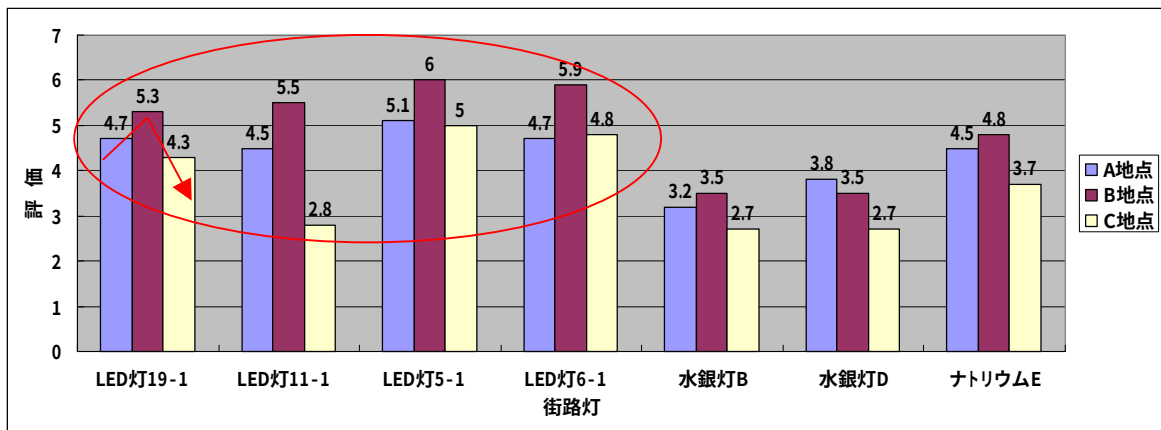
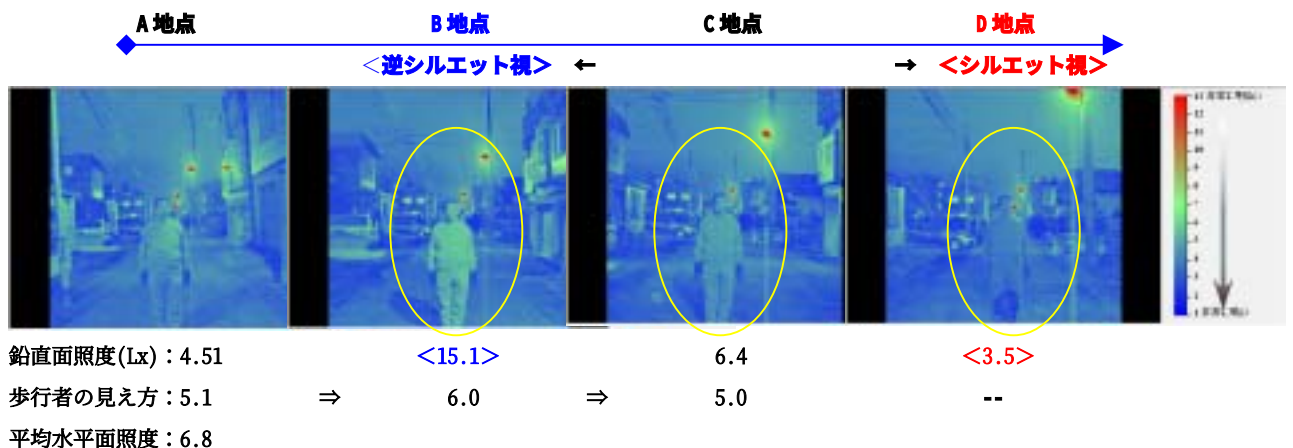


図 7-3. A→C 地点へ移動 対向する歩行者の顔の見え方 静止印象評価

A 地点から C 地点への移動観測による静止印象評価結果の一例（写真 7-1：LED5-1 街路灯）としては、図 5-1 の実験手順図より、個人差はあるものの概ね、A 地点から B 地点への移動で【評価刺激（人物）に直射光があたり（15.1Lx）逆シルエット視となり見え易くなる領域となり】1 ポイント上がり、次に B 地点から C 地点への移動で【逆シルエット視とシルエット視の狭間にあたり視認しづらい領域となり】1 ポイント下がるか、A 地点と同等ポイント傾向となり、さらに、C 地点から D 地点への移動により【評価刺激（人物）に直射光があたらない（3.5Lx）シルエット視の領域】と変化する。

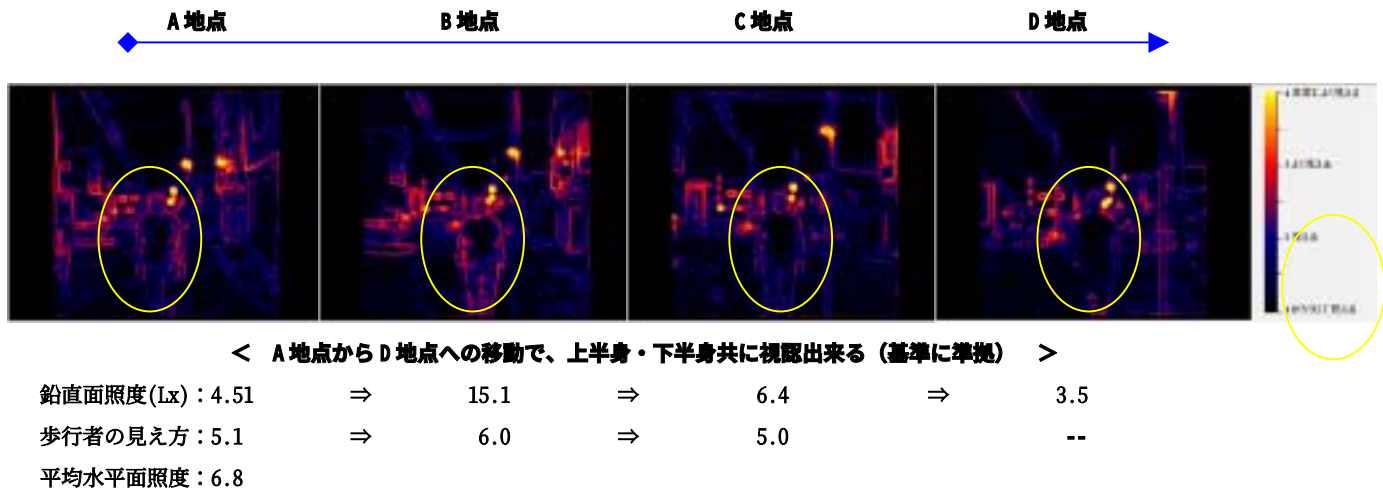
A 地点から D 地点へ移動観測による照明環境変化と静止印象評価結果には、画像処理の解析より、一定の相関関係のあることが判った。なお、全実験対象の照明施設の画像処理結果は、表 7-2～表 7-7 を参照とする⁶⁾⁷⁾⁸⁾⁹⁾。

写真 7-1. LED5-1 街路灯 明るさ感



A 地点から C 地点に移動するにつれて静止評価結果はやや減少傾向を示すが、日本防犯設備協会の基準（クラス B の条件）である対向する歩行者の見え方として、顔の向き/挙動姿勢の判断として、上半身・下半身共に視認出来ることが必要条件となるが、LED 街路灯画像処理の結果表【表 7-4～表 7-7（黄色○内の評価刺激の視認性表示）参照とする】から、上半身・下半身共に視認出来ることが判った。写真 7-2. に一例として、LED5-1 街路灯の視認性（若者）画像処理の結果を示すが、上半身・下半身共に視認出来ることが判る。

写真 7-2. LED5-1 街路灯 視認性（若者）



他方、静止印象実験にて比較対象とした高圧水銀ランプ街路灯（街路灯管理：№B、№D）は、累積点灯時間より推測すると、概ね光束 1650（lm）程度と思われる。

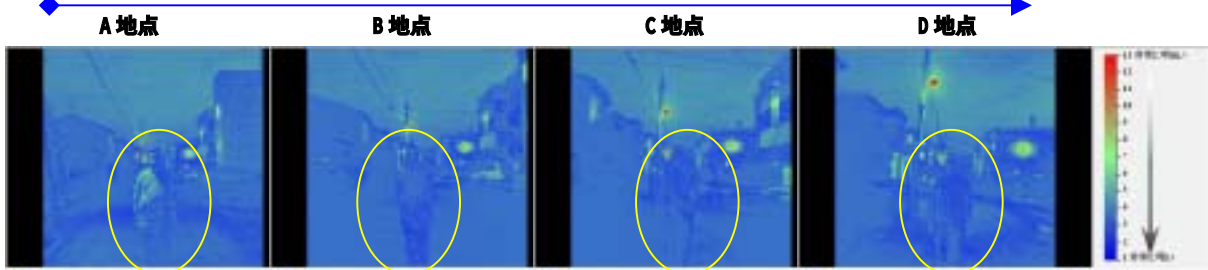
この光束と同程度の光束の LED 街路灯は、街路灯管理№11-1 となり、実験対象街路灯の明るさ画像、視認性画像を表 7-2 から 7-3 に示す。

LED 街路灯（管理№11-1、5-1）は、表 7-2～表 7-3（黄色○内表示）に示す明るさ画像の比較で、LED 街路灯は A 地点から D 地点と移動するにつれ逆シルエット視からシルエット視にて視認されることが判る。

他方、高圧水銀ランプ街路灯（街路灯管理：№B、№D）は A 地点から D 地点と移動するにつれ同様に逆シルエット視からシルエット視に変化するが、ランプ寿命や光学系の汚れなどの複合的要因により、明るさ感にメリハリが無くなり視認性が低下していると推測される。

特に高圧水銀ランプ街路灯（街路灯管理：№D）は、ランプ寿命による光束減衰よりも、反射鏡他光学系の汚れやグローブ劣化等により、設計時の配光制御が出来ないため直線的な減少傾向となっていると推測される。下記の写真 7-3 は、高圧水銀ランプ街路灯管理№D の A 地点から D 地点へと移動に伴う評価刺激（人物）の明るさ感を示すが、配光制御されていないことが、評価刺激（人物）への明るさ感からも判る。

写真 7-3. 高圧水銀ランプ D 街路灯 視認性



この高圧水銀ランプ（管理NoD）街路灯での事象（図 7-4）は、表 7-2～表 7-3 の明るさ感画像と表 7-4～表 7-7 の視認性画像にも示され、A 地点から C 地点（スパン中間点）、D 地点と移動観測するにつれて、評価刺激（人物）に対する視認性の右肩下がりの直線的な低下傾向（黄色○印内）と視認性の減衰に表されている。

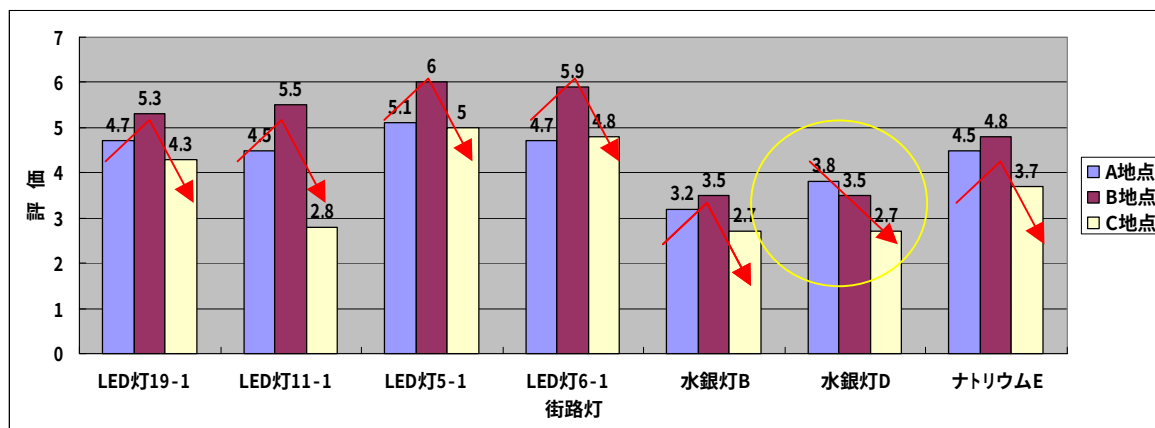


図 7-4. A→C 地点へ移動 対向する歩行者の顔の見え方 静止印象評価

なお、4 ヶ所の LED 街路灯の視認性は、全ての移動地点（A 地点から D 地点）にて、日本防犯設備協会の基準（クラス B の条件）である対向する歩行者の見え方、即ち、顔の向きや挙動姿勢が表 7-4～表 7-5 の視認性画像（若者）及び表 7-6～表 7-7 の視認性画像（高齢者）に示されるように視認出来ることが確認出来たこと。その事象の静止印象評価の結果においても、LED 街路灯は「5：見える」の評価となった。

表 7-2 明るさ感

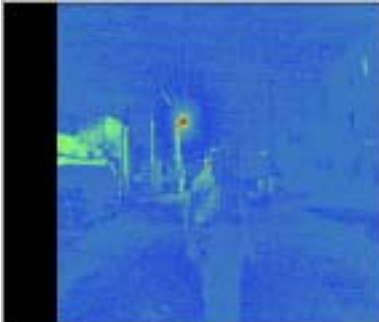
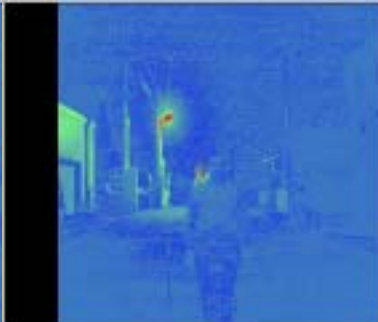
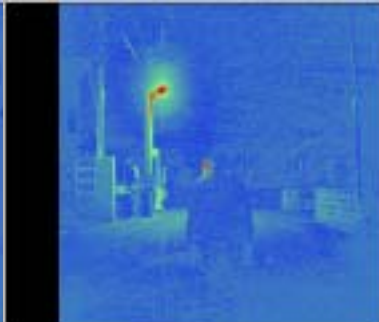
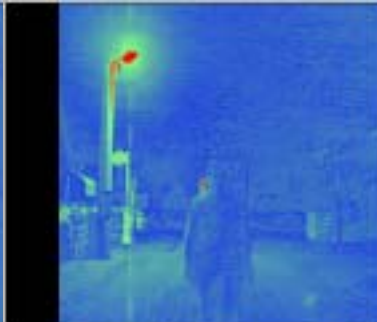
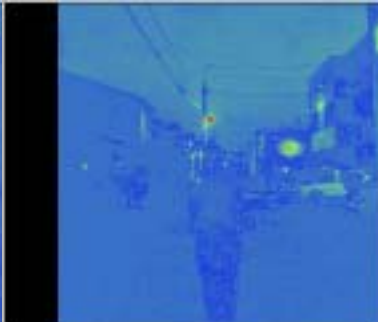
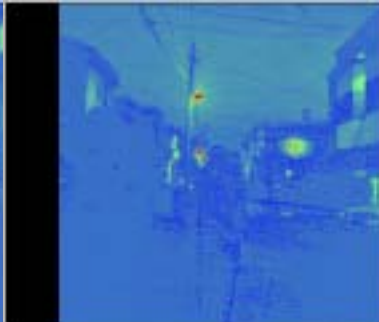
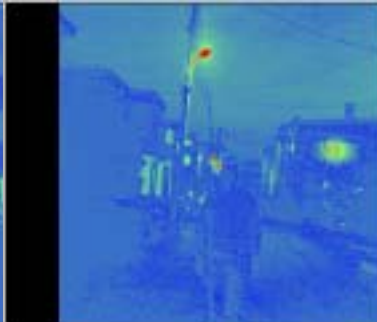
	A 地点	B 地点	C 地点	D 地点
街路灯管理№：5-1 ランプ：LED ワット数(w)：26 光束(Lm)：2176 灯高(m)：5.2 スパン(m)：21.1 平均水平面照度(Lx)：6.86 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 4.51 5.1 5.0	 15.1 6.0	 6.4 5.0	 3.5 --
実験環境状況写真 ⇒				
街路灯管理№：11-1 ランプ：LED ワット数(w)：35 光束(Lm)：1600 灯高(m)：5.6 スパン(m)：40.4 平均水平面照度(Lx)：10.3 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 2.02 4.5 4.6	 27.4 5.5	 1.38 2.8	 1.82 --
実験環境状況写真 ⇒				
街路灯管理№：B ランプ：HF 水銀 ワット数(w)：80 光束(Lm)：3300 灯高(m)：5.4 スパン(m)：24.4 平均水平面照度(Lx)：4.57 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 1.3 3.2 3.4	 2.1 3.5	 1.16 2.7	 0.75 --
実験環境状況写真 ⇒				
街路灯管理№：D ランプ：HF 水銀 ワット数(w)：80 光束(Lm)：3300 灯高(m)：5.6 スパン(m)：35.4 平均水平面照度(Lx)：2.8 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 1.8 3.8 3.6	 1.6 3.5	 0.65 2.7	 0.73 --
実験環境状況写真 ⇒				

表 7-3 明るさ感

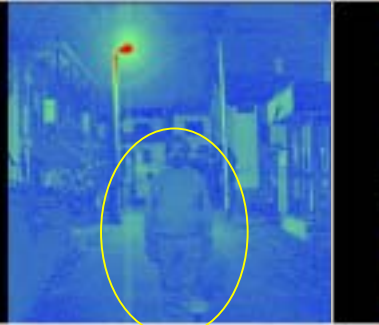
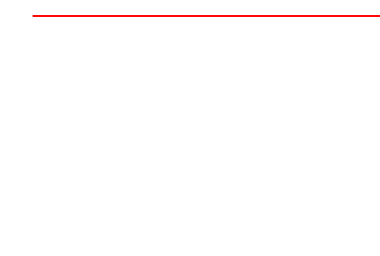
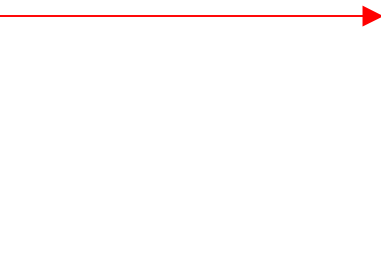
	A 地点	B 地点	C 地点	D 地点
街路灯管理№：19-1 ランプ：LED ワット数(w)：33 光束(Lm)：2425 (2150) 灯高(m)：5.1 スパン(m)：16.3 平均水平面照度(Lx)：10.3 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 1.1 4.7 4.6 	 9.7 5.3 	 4.1 4.3 	 2.08 -- 
街路灯管理№：6-1 ランプ：LED ワット数(w)：27 光束(Lm)：2760 灯高(m)：5.3 スパン(m)：20.3 平均水平面照度(Lx)：10.6 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 5.2 4.7 4.8 	 15.5 5.9 	 7.41 4.8 	 3.66 -- 
街路灯管理№：E ランプ：NH ナトリウム ワット数(w)：70 光束(Lm)：5600 灯高(m)：6.9 スパン(m)：35.3 平均水平面照度(Lx)：6.0 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 6.33 4.5 4.0 	 5.6 4.8 	 1.85 3.7 	 1.03 -- 

表 7-4 視認性（若 者）

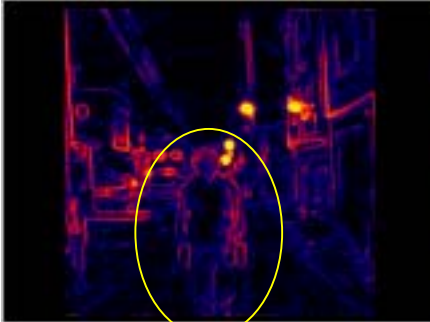
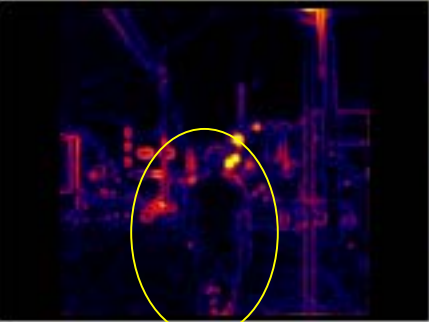
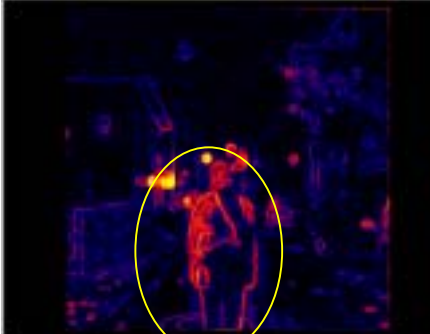
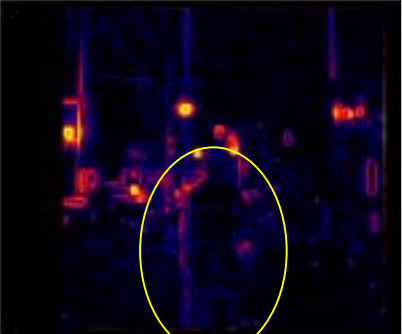
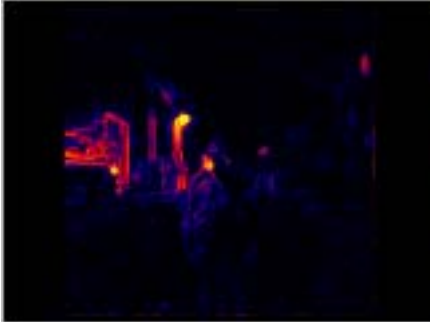
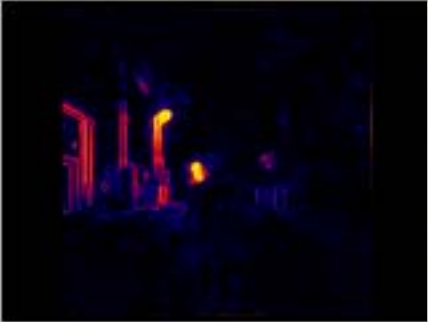
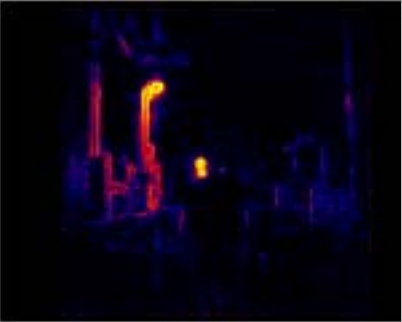
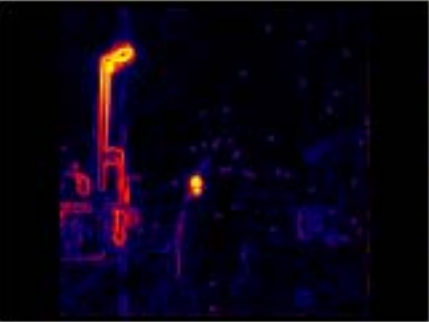
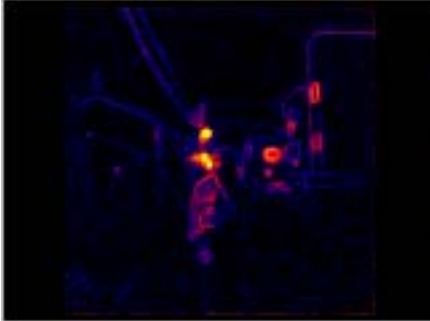
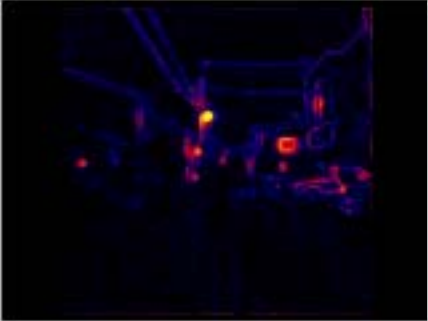
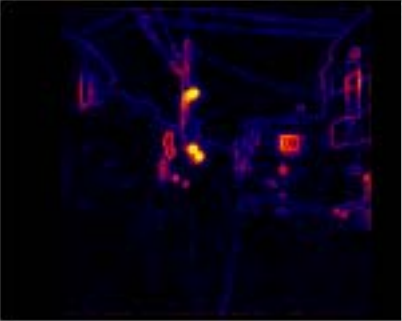
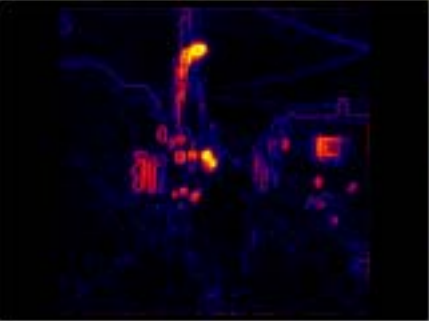
	A 地点	B 地点	C 地点	D 地点
街路灯管理№：5-1 ランプ：LED ワット数(w)：26 光束(Lm)：2176 灯高(m)：5.2 スパン(m)：21.1 平均水平面照度(Lx)：6.86 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 4.51 5.1 5.0 	 15.1 6.0	 6.4 5.0	 3.5 --
実験環境状況写真 ⇒				
街路灯管理№：11-1 ランプ：LED ワット数(w)：35 光束(Lm)：1600 灯高(m)：5.6 スパン(m)：40.4 平均水平面照度(Lx)：10.3 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 2.02 4.5 4.6 	 27.4 5.5	 1.38 2.8	 1.82 --
実験環境状況写真 ⇒				
街路灯管理№：B ランプ：HF 水銀 ワット数(w)：80 光束(Lm)：3300 灯高(m)：5.4 スパン(m)：24.4 平均水平面照度(Lx)：4.57 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 1.3 3.2 3.4 	 2.1 3.5	 1.16 2.7	 0.75 --
実験環境状況写真 ⇒				
街路灯管理№：D ランプ：HF 水銀 ワット数(w)：80 光束(Lm)：3300 灯高(m)：5.6 スパン(m)：35.4 平均水平面照度(Lx)：2.8 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 1.8 3.8 3.6 	 1.6 3.5	 0.65 2.7	 0.73 --
実験環境状況写真 ⇒				

表 7-5 視認性（若 者）

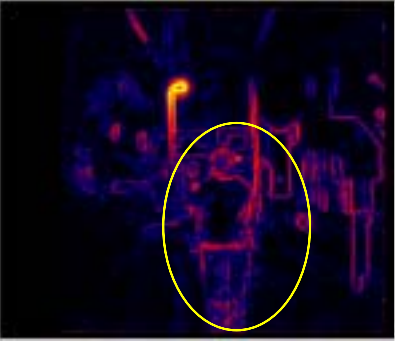
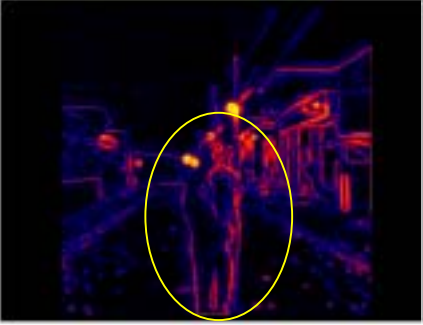
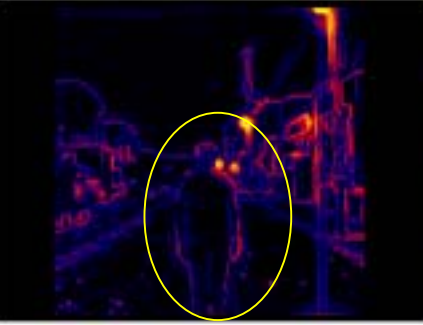
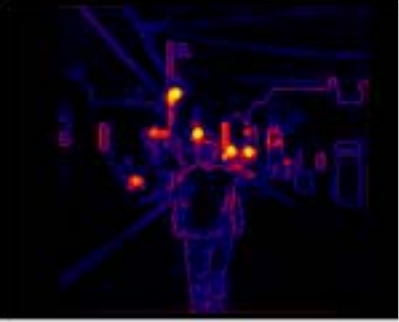
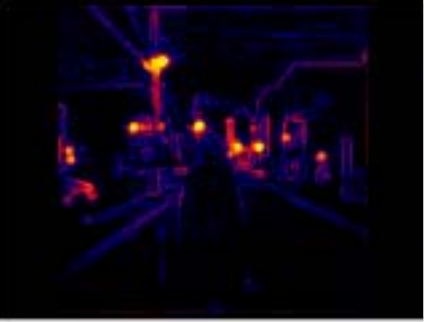
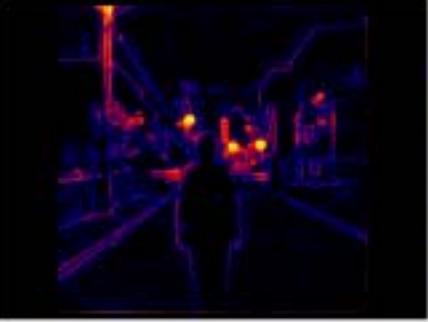
	A 地点	B 地点	C 地点	D 地点
街路灯管理№：19-1 ランプ：LED ワット数(w)：33 光束(Lm)：2425 (2150) 灯高(m)：5.1 スパン(m)：16.3 平均水平面照度(Lx)：10.3 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価： 実験環境状況写真⇒	 1.1 4.7 4.6 	 9.7 5.3 	 4.1 4.3 	 2.08 -- 
街路灯管理№：6-1 ランプ：LED ワット数(w)：27 光束(Lm)：2760 灯高(m)：5.3 スパン(m)：20.3 平均水平面照度(Lx)：10.6 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価： 実験環境状況写真⇒	 5.2 4.7 4.8 	 15.5 5.9 	 7.41 4.8 	 3.66 -- 
街路灯管理№：E ランプ：NH ナトリウム ワット数(w)：70 光束(Lm)：5600 灯高(m)：6.9 スパン(m)：35.3 平均水平面照度(Lx)：6.0 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価： 実験環境状況写真⇒	 6.33 4.5 4.0 	 5.6 4.8 	 1.85 3.7 	 1.03 -- 

表 7-6 視認性（高齢者）

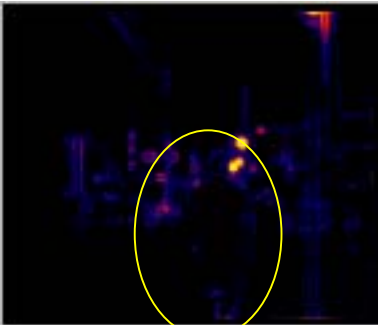
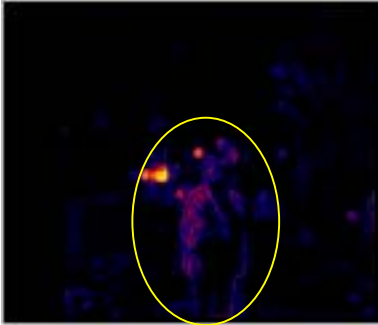
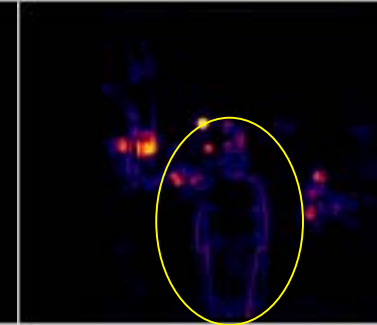
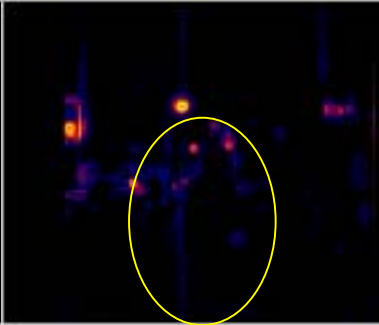
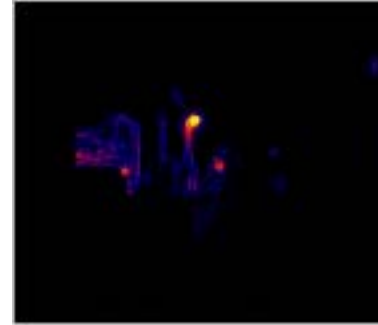
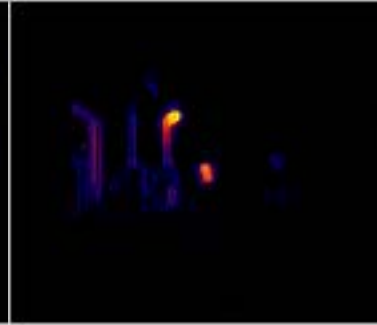
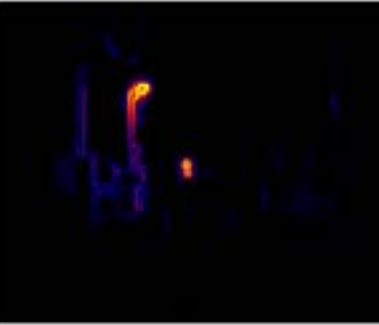
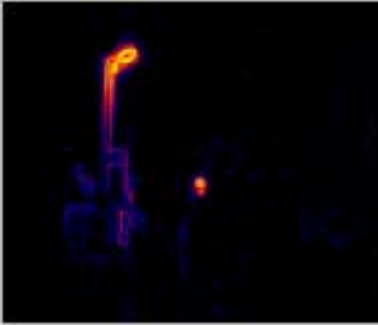
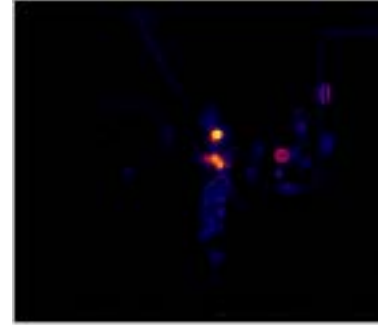
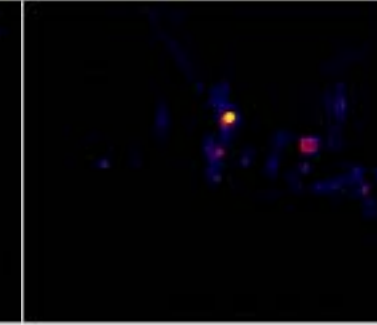
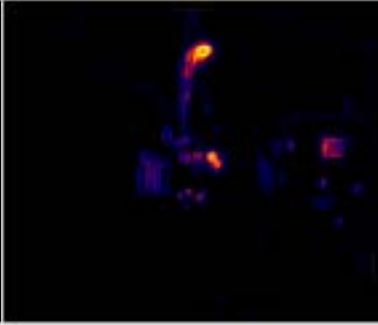
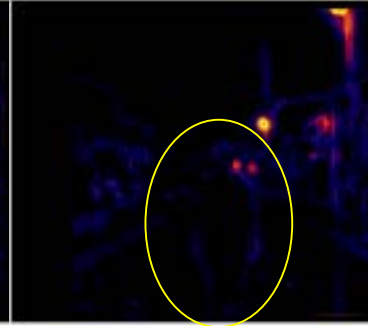
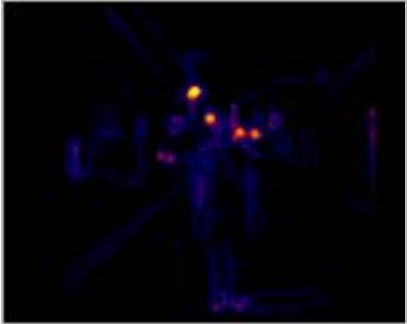
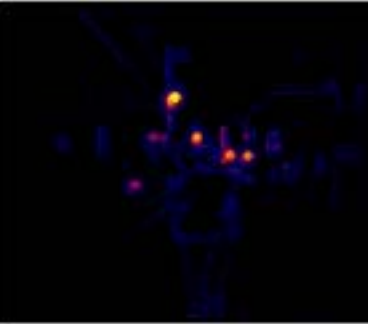
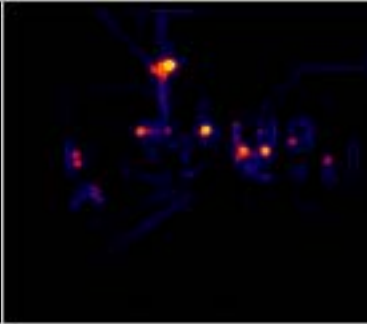
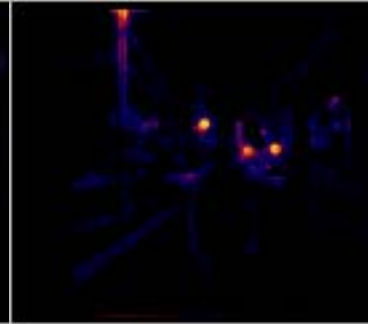
	A 地点	B 地点	C 地点	D 地点
街路灯管理№：5-1 ランプ：LED ワット数(w)：26 光束(Lm)：2176 灯高(m)：5.2 スパン(m)：21.1 平均水平面照度(Lx)：6.80 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 4.51 5.1 5.0 	 15.1 6.0	 6.4 5.0	 3.5 --
実験環境状況写真 ⇒				
街路灯管理№：11-1 ランプ：LED ワット数(w)：35 光束(Lm)：1600 灯高(m)：5.6 スパン(m)：40.4 平均水平面照度(Lx)：10.3 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 2.02 4.5 4.6 	 27.4 5.5	 1.38 2.8	 1.82 --
実験環境状況写真 ⇒				
街路灯管理№：B ランプ：HF 水銀 ワット数(w)：80 光束(Lm)：3300 灯高(m)：5.4 スパン(m)：24.4 平均水平面照度(Lx)：4.57 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 1.3 3.2 3.4 	 2.1 3.5	 1.16 2.7	 0.75 --
実験環境状況写真 ⇒				
街路灯管理№：D ランプ：HF 水銀 ワット数(w)：80 光束(Lm)：3300 灯高(m)：5.6 スパン(m)：35.4 平均水平面照度(Lx)：2.8 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 1.8 3.8 3.6 	 1.6 3.5	 0.65 2.7	 0.73 --
実験環境状況写真 ⇒				

表 7-7 視認性（高齢者）

	A 地点	B 地点	C 地点	D 地点
街路灯管理№：19-1 ランプ：LED ワット数(w)：33 光束(Lm)：2425 (2150) 灯高(m)：5.1 スパン(m)：16.3 平均水平面照度(Lx)：10.3 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 1.1 4.7 4.6 	 9.7 5.3	 4.1 4.3	 2.08 --
実験環境状況写真 ⇒				
街路灯管理№：6-1 ランプ：LED ワット数(w)：27 光束(Lm)：2760 灯高(m)：5.3 スパン(m)：20.3 平均水平面照度(Lx)：10.6 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 5.2 4.7 4.8 	 15.5 5.9	 7.41 4.8	 3.66 --
実験環境状況写真 ⇒				
街路灯管理№：E ランプ：NH ナトリウム ワット数(w)：70 光束(Lm)：5600 灯高(m)：6.9 スパン(m)：35.3 平均水平面照度(Lx)：6.0 鉛直面照度(Lx)： 対向する歩行者の見え方 色合い印象評価：	 6.33 4.5 4.0 	 5.6 4.8	 1.85 3.7	 1.03 --
実験環境状況写真 ⇒				

(3) 輝度計測量と静止印象評価の関係

次に、輝度計測量と静止印象評価の関係を、各街路灯管理№の A 地点にて画像処理した結果より回帰直線を算出し、相関関係の考察を行う。

7 測定ヵ所での輝度計測量【①：有効視野内幾何平均輝度、②：顔部 2 度視野内幾何平均輝度、③：1000cd/m² 以上幾何平均輝度、④：輝度比 (=③/①)】と静止印象評価の関係を、7 ヲ所の実験対象街路灯 A 地点にて観測した画像処理により算出し表 7-8 に示す。

なお、下図 7-5 は、輝度計測量の概念を説明したものである。

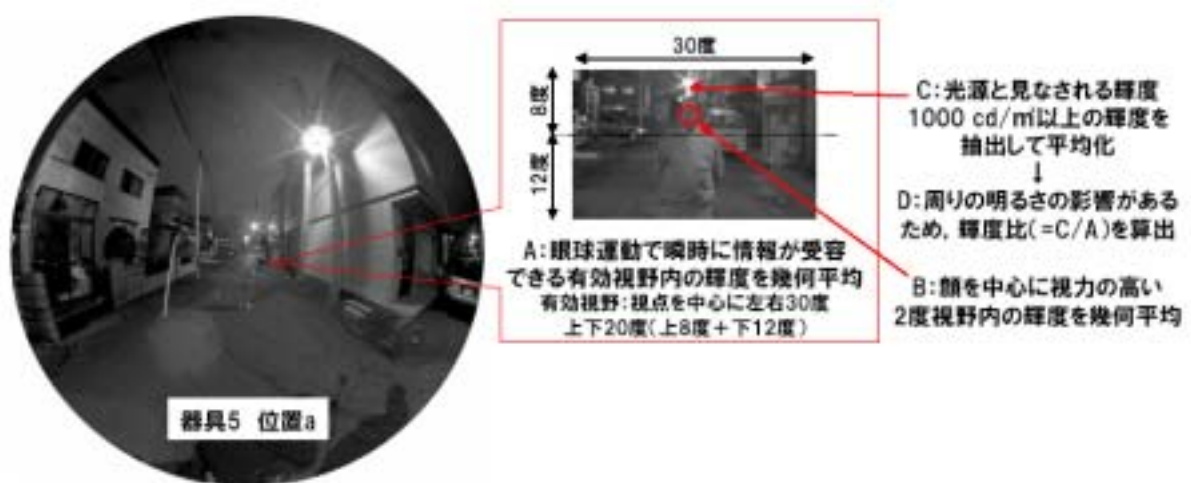


図 7-5 輝度計測量と静止印象評価の関係図

表 7-8 計測量と静止印象評価（A 地点）の関係表

条件		A	B	C	D	評価値		
器具	位置	有効視野内 幾何平均輝度	顔部2度視野内 幾何平均輝度	1000cd/m ² 以上 幾何平均輝度	輝度比 (=C/A)	顔の見え	明るさ印象	まぶしさ
19	a	0.23	0.54	4761	20324	4.7	4.9	5.0
	b	0.14	0.27	4166	30173	5.3		
	c	0.16	0.13	4944	31742	4.3		
	d	0.18	0.11	3989	21918			
11	a	0.42	0.60	3653	8750	4.5	4.8	4.0
	b	0.16	0.72	3356	21261	5.5		
	c	0.18	0.13	3435	18995	2.8		
	d	0.32	0.27	3215	10194			
5	a	0.34	0.49	2733	8114	5.1	5.3	4.2
	b	0.23	0.45	4471	19213	6.0		
	c	0.21	0.31	2255	10870	5.0		
	d	0.24	0.30	3263	13844			
6	a	0.39	0.42	2987	7626	4.7	5.0	4.4
	b	0.25	0.47	3787	14999	5.9		
	c	0.32	0.30	3224	10008	4.8		
	d	0.31	0.22	3526	11256			
B	a	0.07	0.15	2528	36124	3.2	3.3	5.3
	b	0.05	0.12	1814	38942	3.5		
	c	0.07	0.06	1940	27034	2.7		
	d	0.09	0.08	2290	24669			
D	a	0.09	0.11	1908	22343	3.8	3.4	5.3
	b	0.05	0.04	—	—	3.5		
	c	0.05	0.06	1543	34244	2.7		
	d	0.08	0.06	2433	29036			
E	a	0.22	0.26	3034	13632	4.5	4.3	4.9
	b	0.12	0.25	1872	15041	4.8		
	c	0.14	0.12	1684	11751	3.7		
	d	0.21	0.13	2608	12465			

静止印象評価と有効視野内幾何平均輝度の相関一覧表 7-8 を元に、顔の見え方評価と顔部幾何平均輝度との相関、まぶしさ印象評価と輝度比との相関を、下記 a)～d) に示す。

なお、次頁の図 7-6～7-9 に、印象評価と有効視野内幾何平均輝度の回帰図、印象評価と有効視野内幾何平均輝度の回帰図、及び印象評価と有効視野内幾何平均輝度の回帰図を示す。

- 「明るさ印象評価と有効視野内幾何平均輝度の相関（図 7-6）」は、決定係数： $R^2 = (\text{相関係数})^2 = 0.88$ となり「強い正の相関」（0.7～1）のあることが判った。
- 「顔の見え方評価と顔部幾何平均輝度の相関：A 地点（図 7-7）」は、決定係数： $R^2 = 0.68$ となり「かなりの正の相関」（0.4～0.7）のあることが判った。
- 「顔の見え方評価と顔部幾何平均輝度の相関：B 地点／C 地点（図 7-10、7-11）」は、決定係数： $R^2 = 0.8$ となり「強い正の相関」（0.7～1）のあることが判った。
- 「まぶしさ印象評価と輝度比との相関（図 7-9）」は、決定係数： $R^2 = 0.84$ となり「強い正の相関」（0.7～1）のあることが判った。
- なお、「まぶしさ印象評価と 1000cd/m² 以上幾何平均輝度との相関（図 7-8）」は、決定係数： $R^2 = 0.13$ となり「ほとんど相関なし」（0～0.2）であることが判った。

顔部幾何学平均輝度と顔の見え方静止印象評価値との回帰図 (A 地点)

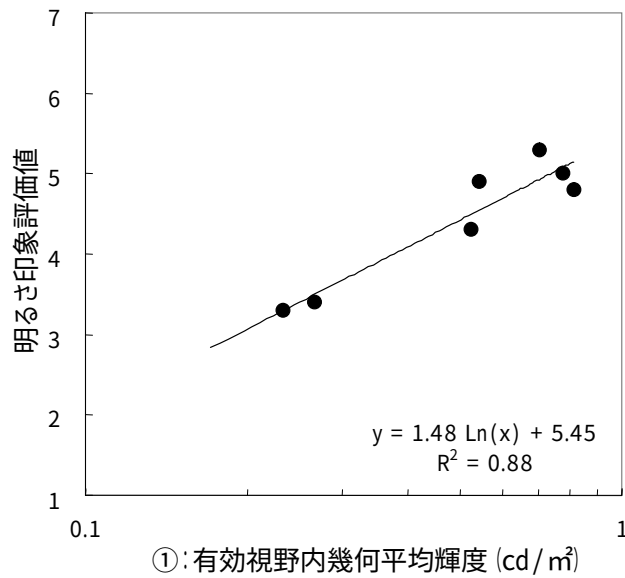


図 7-6 明るさ静止印象評価と有効視野内幾何平均輝度の回帰図

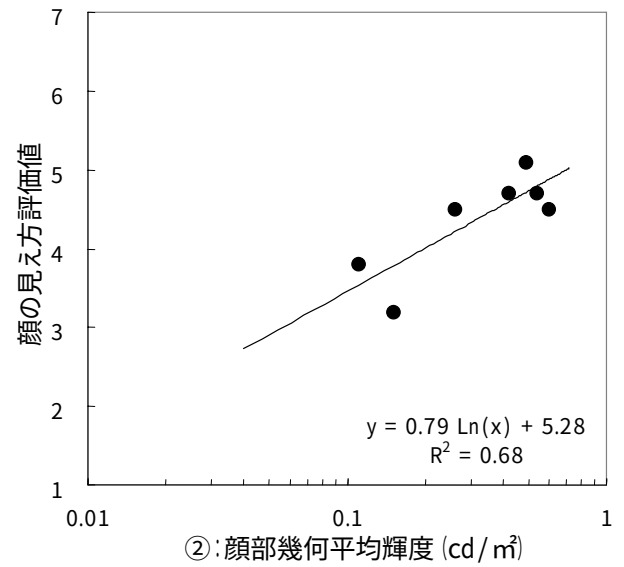


図 7-7 顔の見え方静止評価と顔部幾何平均輝度の回帰図

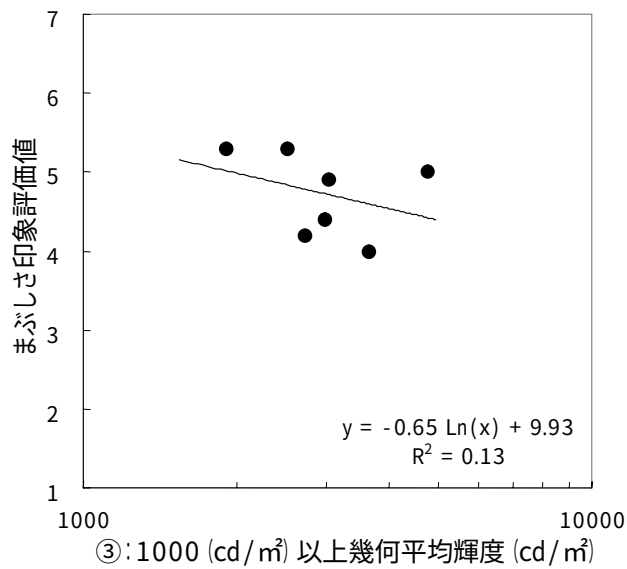


図 7-8 まぶしさ印象評価と1000cd/m² 以上幾何平均輝度の回帰図

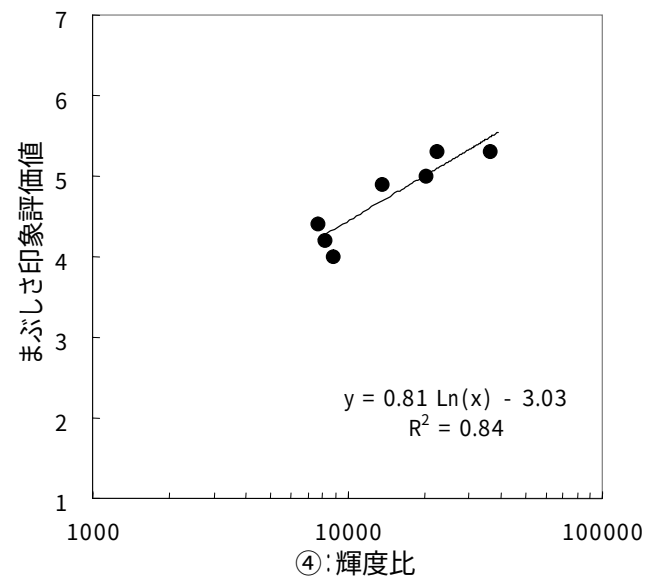


図 7-9 まぶしさ静止印象評価と輝度比の回帰図

顔部幾何学平均輝度と顔の見え方静止印象評価値との回帰図 （B 地点、C 地点）

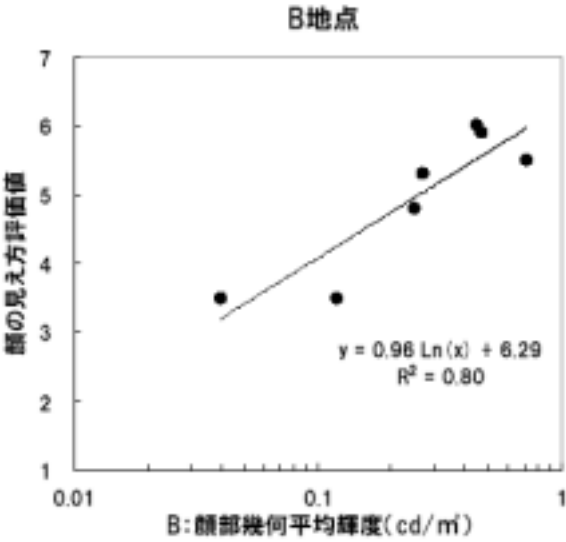


図 7-10 顔の見え方静止評価と
顔部幾何平均輝度の回帰図

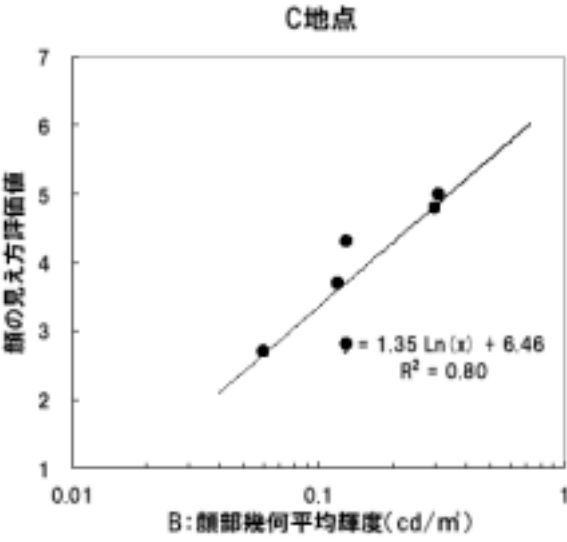


図 7-11 顔の見え方静止評価と
顔部幾何平均輝度の回帰図

8. まとめ

既存街路灯（高圧水銀ランプ、高圧ナトリウムランプ）は、既にランプ寿命であり、高圧水銀ランプ街路灯は光学系も寿命であることが、実験結果の検証結果より判明した。

したがって、6-(1)項にて静止印象評価の「有意差の検定」をおこない、各街路灯間での静止印象評価の有意差の相対評価は、あまり意味をなさないことが判った。

そこで本報告書では、LED 街路灯に対する被験者の静止印象評価と、その裏づけとなる画像処理結果、計測量と静止印象評価との相関結果、及び物理的な光学測定結果と照度基準との整合性などを、精査・照合して街路灯としての採用可否を総合的に判断することとした。

(1) LED 街路灯の照明特性は、下記に示す 5 項目（①～⑤）の検証結果より、既存街路灯（高圧水銀ランプ、高圧ナトリウムランプ）と遜色ない実証結果となった。

① 水平面/鉛直面照度

- ・測定結果： 日本防犯設備協会の防犯灯水平面照度 3 (Lx) 以上／鉛直面照度 (0.5Lx) 以上の基準値以上にある事。

② 静止印象評価としての顔の見え方/明るさ感/まぶしさと、歩行のし易さ総合印象評価

- ・評価結果： LED のまぶしさ印象評価は「3：ややまぶしい」との評価となったが、歩行のし易さ総合印象評価では、「5～5.3：やや歩き易い」と評価結果になった事。

③ 街路灯としての色合い静止印象評価

- ・色合い評価結果：LED 街路灯と既存街路灯（高圧ナトリウムランプ）の色合い印象評価は t 検定の結果、LED 白色系ランプ「ややあざやかに見える」と暖色系ランプ間で、有意差のあることが判った事。

④ 画像処理による視認性の結果（対向する歩行者の顔の見え方/明るさ感/視認性）と防犯灯基準との整合性検証

- ・防犯灯基準（4m 先の歩行者の挙動・姿勢が判ること）：
 - a) 視覚評価の結果： 対向する歩行者の姿勢や挙動が視認出来た事。
 - b) 静止印象評価の結果： 「4～5：見える」と印象評価された事。

⑤ 静止印象評価（顔の見え方、明るさ感、まぶしさ印象評価）と輝度計測量との相関の検証

- ・相関結果：静止印象評価と輝度計測量には、相関があることが判ったこと。
＜決定係数： $R^2 = (\text{相関係数})^2$ が、かなりの正の相関（0.4～0.7）
／ 強い正の相関（0.7～1）となった事＞

したがって、本実験対象の LED 街路灯は、既存街路灯（高圧水銀ランプ/高圧ナトリウムランプ）と同様に、「街路灯としての照明特性は支障ないこと」が、本実験条件下における検証結果から示唆された。

9. 総 括

LED 街路灯導入実証実験の総括としては、次に示す 2 項目（①～②）が挙げられる。

① 「街路灯としての照明特性に関しては支障ないこと」が、本実証実験の総合的な検証結果 a)～e)より示唆された。

- a)被験者の視認性に関する**静止印象評価の結果**
- b)街路灯としての**色合い静止印象評価の結果**
- c)**静止印象評価の裏づけとなる画像処理結果との整合性**
- d)**輝度計測値と静止印象評価との相関結果**
- e)物理的な**光学測定結果と基準との整合性**を精査

② 街路灯としての器具特性（電氣的、物理的特性及び経年変化による光束減衰）に関しては未決事項である。

10. おわりに

札幌市 LED 街路灯導入実証実験における現地での静止印象評価は、劣悪なる環境条件下で、西区発寒地区町内会（中央発寒町内会・発寒旭町内会）の方々、北海道工業大学の学生の方々、関連機関の方々の甚大なるご助力の下に遂行することが出来たものである。

ここに記して、関係各位に、謝意を表するものである。

以 上

参考文献 リスト

- 1) 田口玄一、横山巽子：実験計画法、日本規格協会（1987.1）
- 2) 大村 平：実験計画と分散分析、日科技連出版社（1984.1）
- 3) 五味文彦：自然科学の統計学、東京大学教養学部統計学教室、東京大学出版会（2004）
- 4) 五味文彦：人文社会科学の統計学、東京大学教養学部統計学教室、
東京大学出版会（2004）
- 5) 照明設計の保守率と保守計画：照明学会・技術指針 JIEG-001（2005）
平成 18 年 1 月 26 日改正
- 6) 中村芳樹、江川光徳：コントラスト・プロファイルを用いた明るさ知覚の予測、照学誌、
89-5(2005)
- 7) 中村芳樹：ウェーブレットを用いた輝度画像と明るさ画像の双方向変換、照学誌、
90-2(2006)
- 8) 森下大輔：ウェーブレット解析を用いた目立ち画像生成システム、
IWASAKI 技報、№19(2008)
- 9) 中村芳樹、江川光徳：均一背景をもつ視対象の明るさ知覚、照学誌、88-5(2004)
- 10) 改訂 防犯照明ガイド：社団法人日本防犯設備協会防犯照明委員会（平成 17 年 3 月）
- 11) 森星豪、松井俊成、岩井彌、茨薫、蓮尾真：空間の明るさ感指標 $F_e u$ を用いた屋外
照明設計法、パナソニック電工技報、57-4（2009）

実験データ / 資料

- 1) 静止印象評価の画像処理元データ
- 2) 静止印象評価の（A 地点）データとグラフ
- 3) 対向する歩行者の顔の見え方静止印象評価（A 地点→C 地点）元データとグラフ
- 4) 男女間による静止印象評価の元データとグラフ
- 5) 年代間による静止印象評価の元データとグラフ
- 6) 札幌市役所「LED 街路灯導入実証実験について」の報道機関向けプレス資料
- 7) 「米国の自治体の街路灯コンソーシアム」（NEDO）Report.
- 8) ポートランド LED 街路灯の調査結果 Report.
- 9) G&E（Calif.電力会社）の取組み Report.
- 10) LED 街路灯（5-1,6-1,11-1,19-1）照明特性資料
- 11) LED 街路灯の電気特性資料
- 12) LED 街路灯実証実験：直下照度測定記録表