

有彩色光照明が視認性と雰囲気にとぼす影響

奈良女子大学 井上容子

1 はじめに

安全で安心できる生活空間を提供する上で、特に夜間は見えの確保のための「光の量」の充足が重要である。また、青色街路灯のように「光の質 (=色)」に着目した有彩色光照明は、文字情報や音情報に依らないで被照明領域を特徴づけることができるために領域性が主張しやすく、環境サインとして有効である。しかし、黒体軌跡近傍から大きく外れた有彩色光の視覚心理生理的影響や物理的影響、特に低照度下での影響については不明な点が多く、照明計画上の拠り所がない。

そこで、2005年より照明学会関西支部の調査研究委員会と連携して青光をはじめとした有彩色光照明に関する調査・研究を行っている^{1),2)}。本報はその中から以下の項目について紹介する。

§ 4	有彩色光照明下の視認性	視力、色の見え、写真人物の見え
§ 5	有彩色光照明空間の雰囲気	印象 (明るさ、快適さ、安心、落ち着き etc.)
§ 6	青光街路照明に関する調査	青光照明の心理生理的特徴と住民評価、被疑者・補導少年らの意識調査、防犯カメラ画像への影響

2 照明計画の要件

照明には、安全安心、健康、雰囲気形成など多様な役割が期待されているが、対象物を正しく見るための光を提供することに照明の第一の目的がある。そのためには、光の量だけではなく、光の分布、主光線の方向、分光分布が適切であることが必要である。これによって、適正な明るさ、明視性 (細部や色の見え)、陰影・立体感が得られ、グレア制御も的確に行うことができる。また、竣工時の快適な状態を持続するには、維持管理の容易さと経済性 (エネルギー効率) への配慮が重要である。

分光分布に偏りのある光 (有彩色光) の場合、例えば青光であれば網膜障害やメラトニンの抑制作用などの生体への影響³⁾に対する配慮が必要な場合もあるが、本報では主として、見えの確保という観点から、光量とエネルギー効率に着目して有彩色光照明について考える。

3 有彩色光

3.1 光色とエネルギー効率

図1に、検討に用いた5光源の分光分布を示す。白光は三波長型蛍光灯、青光・緑光・赤光は三波長型の各蛍光体を用いた蛍光灯、黄光はカラード蛍光灯である。各光源の定格光束 [lm] と消費エネルギー [W/lm] を表1に示す。

一般に定格光束が大きいほど明るい光源と考えてよいが、明るさに対する感度 (視感度) は眼に対する光刺激量の多少 (明暗) で変化する。図2に明所視 (明るい場合) と暗所視 (暗い場合) の視感度を示す。図2に示すように暗い場合には短波長側に感度のピークが移るため、光源の分光特性に依っては、明所視感度から算出される今日の測光量は必ずしも明るさの指標とはなり得ない。暗所視の場合の各光源の明るさに関する参考値として、暗所視の視感度を用いて算出した光束を表1に併記している。尚、JISでは明所視を数 cd/m^2 以上、暗所視を数百 cd/m^2 分の1以下としている。

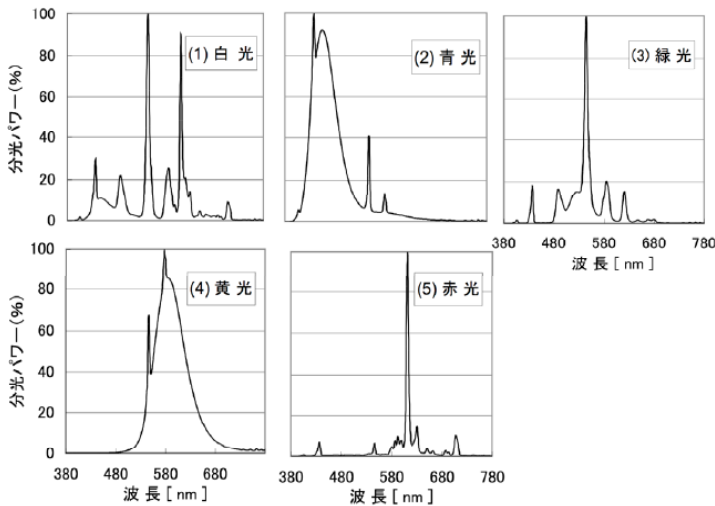


図1 検討に用いた5光源（蛍光ランプ）の分光分布

表1 検討に用いた5光源の定格光束とランプ効率

光色	消費電力 W	寿命 時間	明所視: $V(\lambda)$		暗所視: $V(\lambda)$ 全光束 C	明暗光束比 D
			定格光束 A lm	消費エネルギー (相対値 B) W/lm		
白	40	12000	3450	0.012 (1.0)	6760	1.96
青	40	7500	1100	0.036 (3.1)	8090	7.35
緑	40	7500	3670	0.011 (0.94)	7270	1.98
黄	40	10000	1920	0.021 (1.8)	1300	0.68
赤	40	7500	2550	0.016 (1.4)	1350	0.53

(注) A値はカタログ値

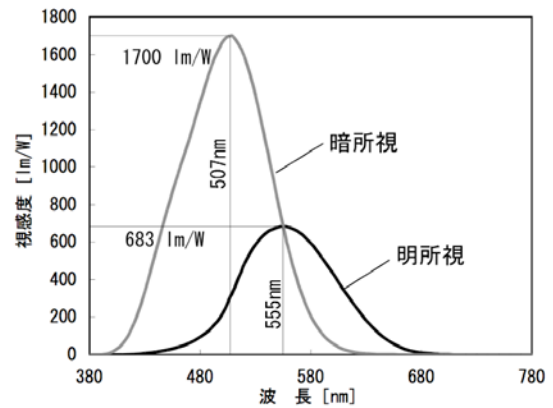


図2 暗所視と明所視の視感度

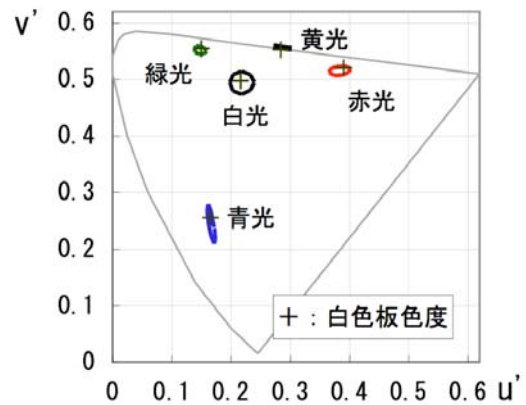


図3 有彩色光下での色度

3.2 色光の視対象への影響

(1)輝度への影響

実験に用いたランドルト環視力表、標準白色版の輝度を測定したところ、照度が等しい場合は光色に関わらず視対象毎に輝度は一定である。視対象の輝度と輝度対比は細部識別に対する最重要影響因子であるが、彩色されたものであっても、視対象と背景の分光分布が相似であれば（明度のみがことなるのであれば）、輝度対比の光色（光源の分光分布）の影響はないと考えて良い。

(2)色度への影響

図3に100色相検査器色票の各色光下での色度の測定結果を、均等色空間と見なされるCIE1976UCS色度図上に示す。色票の測定値は各色光下での白色版色度の周りに楕円形に並び、楕円の大きさも光色によって異なる。即ち、照明光色の違いによって色度や色差が大きく変化している。従って、有彩色光照明環境下では、色光と色識別能力の関係に加えて、色光の影響による視対象そのものの色の変化（色刺激の変化）に注意する必要がある。

4 有彩色光照明下の視認性⁴⁾

4.1 実験概要

有彩色光照明下での、細部識別（視力）、色の見え、人（写真）の見えについて検討している。

実験室（W2.7m×D2.7m×H2.6m：約4.5畳大）は光天井、内装白（平均反射率約76%）であり、被験者の視野はほぼ均一輝度である。照明条件は5色光（白・青・緑・黄・赤、図1）×5照度（視標面0.1～1800 lx）の25条件である。実験は十分に順応した状態で、光色別に低照度から高照度の

順に行っている。被験者は、目に疾病のない高若男女各 8 名の計 32 名である。各年齢層の平均年齢（±標準偏差）は 21.4 ± 1.3 と 70.4 ± 5.9 である。

4.2 細部の識別（保証される視力）

(1) 視力の求め方

視力検査で一般に用いられているランドル環（輝度対比 0.9 以上）の切れ目方向判別を行っている。判別は両眼視で行い、視距離は 75 cm と 2.0m である。測定結果から偶然正答する確率を差し引いた真の正答率を求め、真の正答率 80%となる視力を用いて結果を示す。

(2) 照度と視力

図 4 に視標面照度と視力の関係を年齢層別平均値と標準偏差で示す。照度が高くなるに伴い視力も高くなり、細部の識別が容易になる。各照度での視力や視力変化量には年齢層による違いが大きいが、照度による視力の変化率には差はない。視力変化率は両年齢層共に、赤光で若干小さくなっている。

図 5 に視標面照度と視力比の関係を示す。視力比とは白光で得られる視力に対する各色光での視力の比である。両年齢層共に視力比 1.0 以上の場合が多く、白光での視力が低い。若齢者は黄光 1.0 lx 以下、赤光 30 lx 以下で、 $p = 0.01 \sim 0.07$ で白光との間に有意差がある。高齢者では赤光 1.0 lx 以下の場合について、同様に有意差がある。白光と青光の間には有為差はない。尚、視力比 ± 0.08 は測定誤差範囲である⁵⁾。

低照度では短波長に対する感度が上昇するため（図 2）、照度が等しい場合、短波長成分の多い青光照明は他光に較べ相対的に明るいと考えられるが（表 1D 欄参照）、視力には反映されていない。逆に、相対的に暗くなる赤光や黄光での視力の方が高い。この理由としては、S 錐体（青錐体）の分布密度が粗く、L 錐体（赤錐体）が密であることが挙げられる（L : M : S = 40 : 20 : 1）。

(3) 消費エネルギーと視力

図 6 に相対エネルギー消費量と視力の関係を年齢層別に示す。横軸は、白光で 1.0 lx を得るのに必要なエネルギーを 1.0 とした場合の相対消費エネルギーであり、図 4 に示す結果を色光毎に表 1 の B 値に応じて横軸方向に移動させたものである（相対消費エネルギー = 照度 × B 値）。照明器具のランプを単純に同 W 数の有彩色光ランプに変えた場合の光色と視力の関係である。緑光はランプ効率が白光とほぼ等しいため、両者の相対的關係は殆ど変化しない。青光はランプ効率が低く、等消費エネルギーでは照度が白光の約 30%となるため、視力が白光に較べてかなり低くなる。黄や赤もランプ効率は白色に較べ、50%、66%と低い、等照度での視力が高いため白光を下回るまでには至らない。

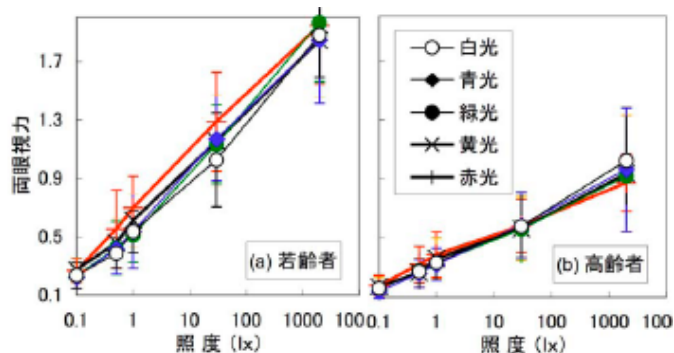


図 4 照度と視力（両眼視）

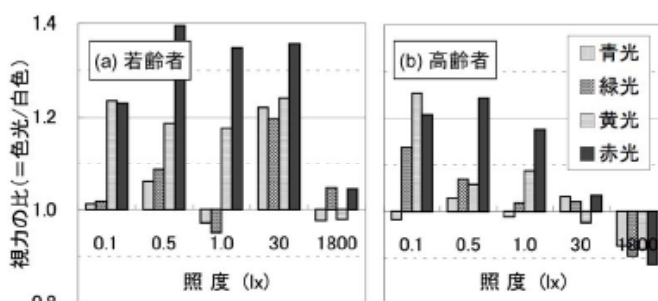


図 5 照度と白光に対する視力の比

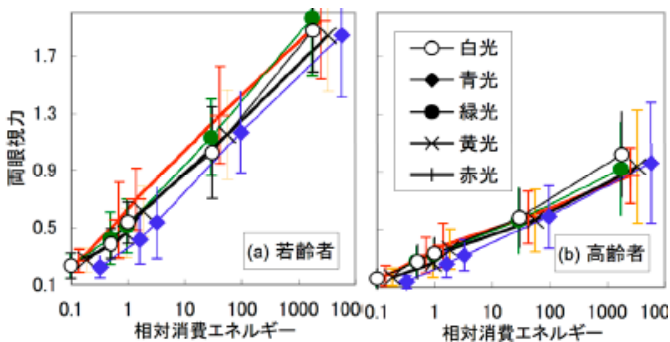


図 6 相対消費エネルギーと視力（両眼視）

4.3 色の見え

(1)検査方法

100色相検査(100hueテスト)を、机上面照度0.5~1800 lxの4照度について、被験者16名(高若男女各4名)に対し実施している。被験者はバラバラに並べられている色票を色相順に、1竿(25色)2分間で、4竿について並べ替える。並べた順番の本来の順番(C光源下)とのずれの程度をエラースコアとして表す。各色光下での色コマの色度は図3の通りである。白光の場合が、C光源下での色度に最も近い。

(2)照度とエラースコア

図7に、照度による平均エラースコアの変化を年齢層別に示す。いずれの色光においても、照度が高くなるにつれてエラースコアが低くなり、色票の弁別がよくなる。色光による差は低照度で大きく、緑光のエラースコアが著しく高い。高照度では黄光のエラースコアが高い。全条件、白光で最もエラースコアが低い。これら、色光によるエラースコアの違いには、図3に示す色票間の色度差(楕円の大きさ)の大小との関連がみられる。

図8に色相別(竿別)結果を0.5 lxの場合について示す。エラースコアは、色光と同系統の色相で高くなっており、この傾向は全照度で認められている。並行して実施した色視標の見かけの色を被験者に記述させる実験でも同様の結果が得られている^{1),4)}。

(3)消費エネルギーとエラースコア

図9は、相対消費エネルギーとエラースコアの関係である(相対消費エネルギー=照度×表1のB値)。照明器具のランプを単純に同W数の有彩色光ランプに変えた場合の光色と色の見えの関係である。照度の場合(図7)に較べて有彩色光間のエラースコア差が小さく、有彩色光と白光との差が大きくなり、消費エネルギーで考えた場合の白光の優位性が明瞭である。

(4)色差とエラースコア

色差とエラースコアの関係を図10に示す。色差には各竿での平均値を用いており、1.0 lxと1800 lxの色差には、各々25 lxと1200 lxでの測定結果を代用している。

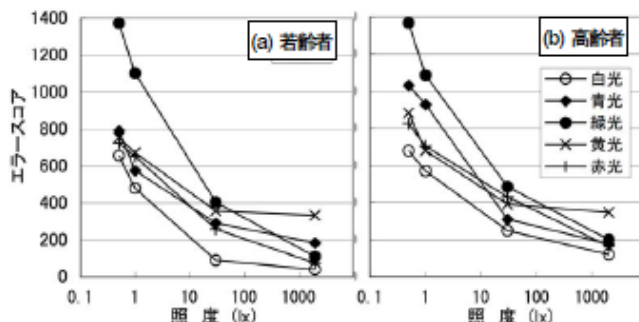


図7 照度と100hueテスト総エラースコア

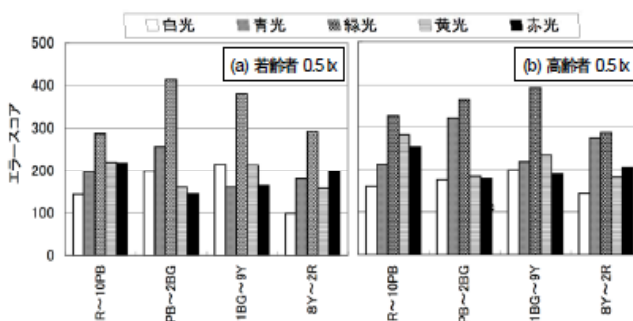


図8 100hueテストエラースコア(竿別、0.5lx)

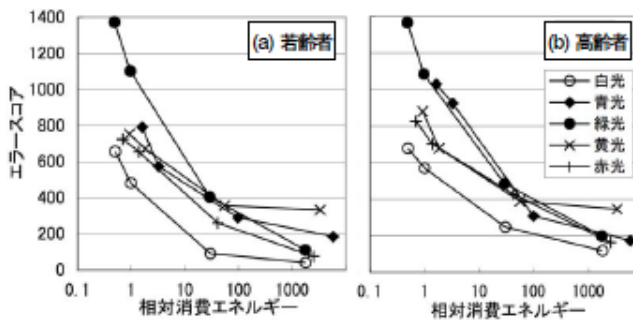


図9 消費エネルギーと100hueテスト総エラースコア

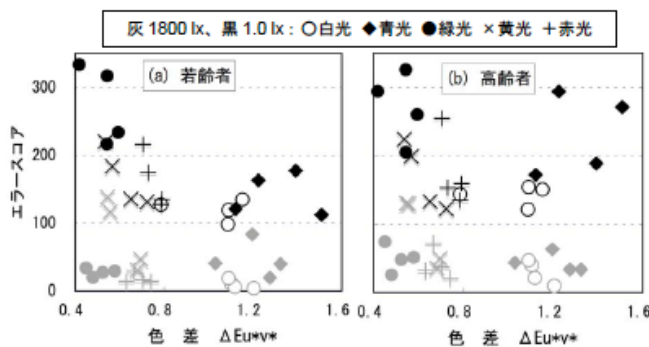


図10 色差と100hueテスト竿別エラースコア

青光と黄光の一部の条件を除くと、照度毎に色差が大きい程エラスコアが低くなっており、色光による視対象の見かけの色の変化が色判別低下の主たる原因であるといえる。

青光では色差が大きいにもかかわらずエラスコアが高い竿があり、また黄光では低照度で他光に較べてエラスコアが高い竿がある。これは同図が竿別平均色差による簡易な色差影響の検討図であることが原因であると考えられるが、光色による色弁別能力の違いである可能性も否定できない。色光の色弁別能力への影響の有無について言及するには、より詳細なデータの分析が必要である。

4.4 写真人物の見え

(1) 評価方法

男女2名のカラー写真を寸法を3段階に変化させて用いている。写真中の人物の大きさは、視距離2m、4m、10mの場合の見かけの寸法となっている。観察距離は2.2mである。「挙動・姿勢」・「服装」・「表情」・「顔の特徴」の分かり易さを評価しており、細部識別と色識別の総合評価である。

(2) 大きさの影響

同一照度、同一光色であれば、いずれの大きさの場合も表情・顔の特徴→服装→人の挙動・姿勢の順に分かりやすさが向上している。見分ける必要のある視対象の細かさ、即ち必要な視力と評価が対応していると考えられる。

図11に、写真面照度0.5lxの場合を例に、人物の大きさによる「顔の特徴」の分かり易さの変化を示す。横軸は写真中の人物の大きさに対応させた想定視距離である。全体に白光の評価が高く、高齢者で明瞭である。折れ線の勾配に色光による明らかな違いはなく、大きさに対する影響は同等である。他の評価項目についても同様である。

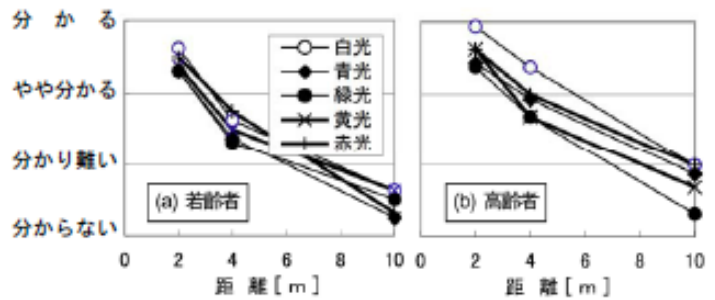


図11 大きさと人物写真の見え（顔の特徴、0.5lxの場合）

(3) 照度の影響

図12-1に、視距離4m相当の場合の「顔の特徴」を例に、照度による分かり易さの変化を示す。色光による違いは低照度で見られ、30lx以上では全色光で分かり易くなり色光差は殆ど見られない。高齢者は低照度で白光の評価が高く、緑光は全照度に渡り評価が低い。これらの結果は100hueテストの結果と一致している。

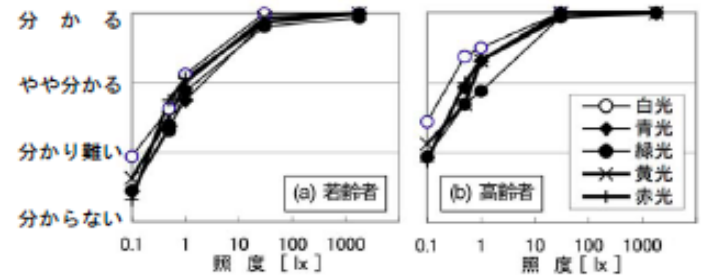


図12-1 照度と人の見え（顔の特徴、視距離4m相当）

(4) 消費エネルギーの影響

図12-2に、消費エネルギーと評価の関係を示す（相対消費エネルギー＝照度×表1のB値）。照明器具のランプを単純に同W数の有彩色光ランプに変えた場合の光色と写真人物の見えの関係である。青光による評価が最も低く、黄光・赤光の評価が緑光と同程度であり、白光の評価が最も高い。白光の優位性は高齢者で明確である。

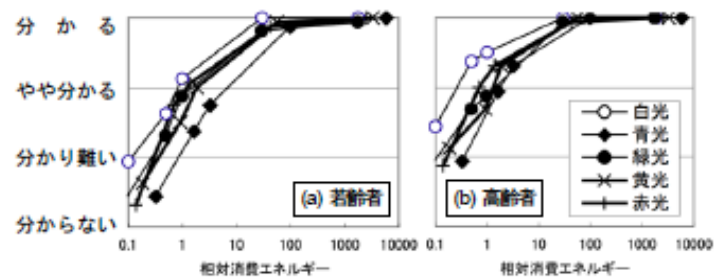


図12-2 消費エネルギーと人の見え（顔の特徴、視距離4m相当）

5 有彩色光照明空間の雰囲気⁴⁾

5.1 実験概要

実験は前章の視認実験と併せて実施しており、実験条件は同様である。条件提示直後と約 20~30 分経過後（一連の視認実験終了後）の 2 回、7 段階 SD 法で照明光の印象を評価している。評価に用いた形容詞対（図 13-1 参照）は後出の表 4（被験者アンケート）と同様である。

5.2 結果と考察

(1) SD プロフィール

2 回目（約 20~30 分経過後）の評価は、照度や光色による評価の差が 1 回目（実験開始直後）に比べて小さくなる傾向があるが、次報（60 分順応、安静）とは異なり順応前後で大きな変化はない。

図 13-1 に年齢層別の平均評価値を示す。色光の影響が大きいののは若齢者（特に女性）である。高齢者は光色よりも照度の影響が大きく、各照度での色光別 SD プロフィール（各評価値の相互関係）がほぼ同じ形であり、低照度では光色による差が極めて小さい（図 13-1(b1)）。

(2) 因子分析

表 2 に因子分析の結果を示す。3 つの因子に分類され、照度と色光、それぞれの作用因子が明瞭になっている。第 1 因子（Potency）は照度に影響され、低照度で青の得点が高い。第 2 因子（Activity）は赤光の得点が高く、青光が低い。若齢者には照度の影響は殆どなく光色によって得点がほぼ定まっているが、高齢者は照度にも大きく影響される。第 3 因子（Evaluation）では白光の得点が高く、赤光が低い。10~30 lx 付近で最大値を取り、暗すぎても明るすぎても得点は低下し、特に高照度で黄光の値が大きく低下する。得点が最大値となる照度は高齢者の方が高い。

図 13-2 に消費エネルギーと因子得点の関係を示す（相対消費エネルギー=照度×表 1 の B 値）。照明器具のランプを単純に同 W 数の有彩色光ランプに変えた場合の光色と印象の関係である。明るさに代表される第 1 因子では、低レベルで青光の得点が上位にある。等照度の場合は、青光の第 1 因子得点は一層高い。暗い場合の短波長に対する感度上昇（図 1）と整合する結果である。

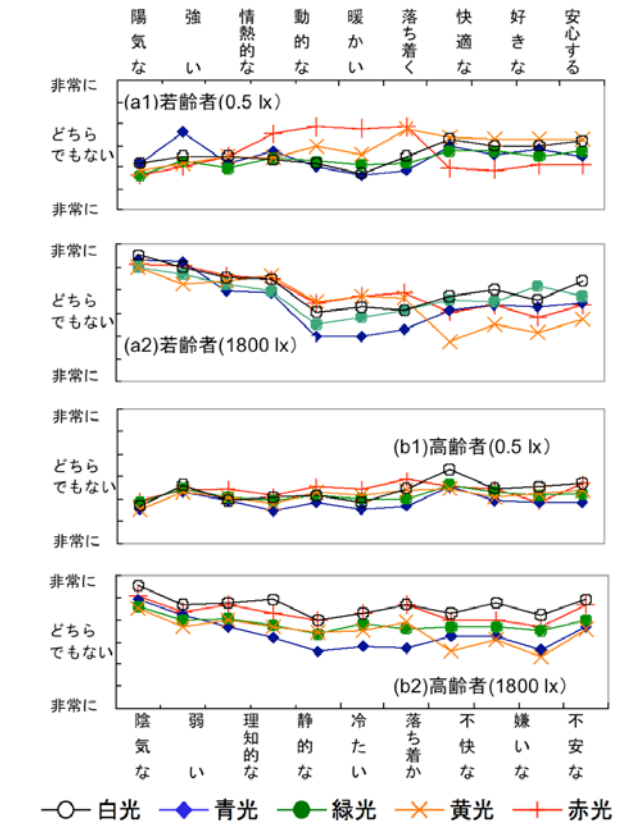


図 13-1 平均 SD 得点（照度別：0.5 lx と 1800 lx）

表 2 抽出因子とその特徴

因子	評価語	影響要因	固有値
1 Potency	明るい、澄んだ、陽気な、強い	照度	31.0
2 Activity	情熱的な、動的な、暖かい	光色	29.7
3 Evaluation	落ち着く、快適な、好きな、安心な	照度+光色	29.4

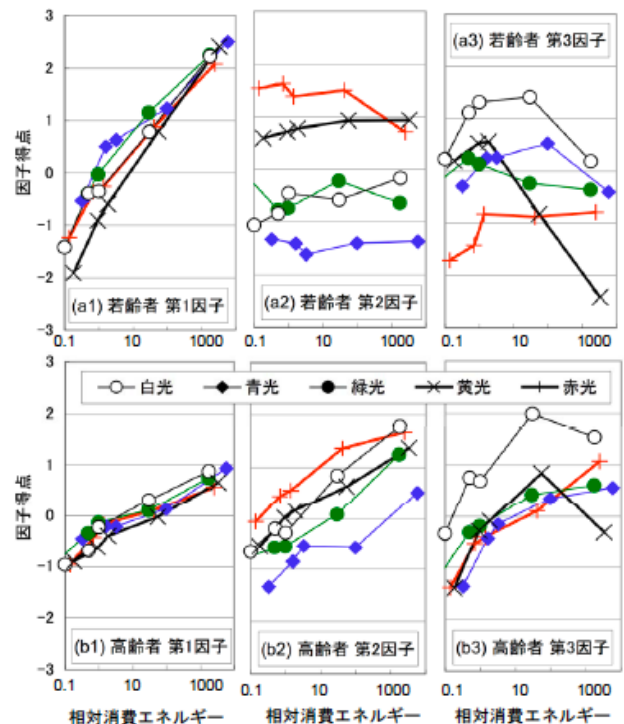


図 13-2 消費エネルギーと因子得点

6 青光街路照明に関する調査

6.1 青光照明の心理生理的特徴と住民評価

表 3 に、本報と次報⁶⁾で紹介している青光の特徴をまとめ、白光と比較して示す。これらは照明環境に十分に順応した場合の知見である。このうち視認性と雰囲気については現場実験(2007.4)による検証を行っている^{2),7)}。

一方、青色街路灯設置箇所に対するアンケート²⁾では、明るさに関しては住宅地 10 箇所(N=456)の中央値は、以前より暗くなった 60%、明るくなった 23%であり、駐輪場 2 箇所(N=80)では各々 12%と 35%である。即ち、住宅地では「暗くなった」が「明るくなった」を上回る地区が大半であり、表 3 に示す知見とは異なる。理由としては、より明るい白光照明空間(2~3 倍の照度)が隣接しており、それらとの比較判断がなされているなど、周囲環境の関与が挙げられる。

他の印象や視認性に関する設置箇所アンケート結果は基礎実験結果と整合している。

表 3 青光照明の特徴(白光との比較)

視認性	等照度では視力に差はないが、等消費電力では白光の方が高い。色判別や写真人物の見えは、白色の方がよいが、明るくなると差が無くなる
印象・疲労感	白光は快適で好ましい。青光は明るく、静的、理知的である。低照度の場合、等消費電力でも青光の明るさは白光と同等以上である。青光は高照度で意欲が欠如する傾向がある
生理反応	青光の方が、血圧・心拍 LF/HF 比が低く(沈静・弛緩)、アミラーゼ・コルチゾール濃度が低い(低ストレス)傾向にある。脳波・瞬目からは傾向は見いだせない。

6.2 青光街路照明に対する

犯罪被疑者・補導少年らの意識調査^{2),8)}

6.2.1 調査概要

犯罪を企図者の立場からの青色街路灯に関する評価を収集することを目的として、奈良県警本部の協力の下に実施した犯罪被疑者(N=43)と補導少年(N=48)に対する意識調査である。対照群として設置地区住民などへの調査も行っている(N=233)。調査期間は、2006 年 11 月~2007 年 5 月である。表 4 に調査内容、図 14 に調査対象者とその年齢分布を示す。

6.2.2 結果と考察

(1)青色灯の認知度

調査対象者の生活圏が主に、青色灯が多く設置されている奈良県であることから、青色灯の認知度は約 75%と高く、その内の約 70%が実際に街路や駐輪場などの設置現場を見ている。しかし、若年齢層群の認知度が、被疑者 44.2%、補導少年 54.2%、学生 53%であり、他群の 91.2~100%に比べて低い。

(2)犯罪抑止効果に対する評価

調査対象者全体の約 49%が「抑止効果がある」と考えており、「効果がない」の約 20%を大きく上回っている。被疑者は抑止効果の肯定者が 53.3%と過半数であるが、補導少年は半数近い 48.3%が否定している。

図 15 に認識別に抑止効果評価を示す。「効果

表 4 調査項目

認識度	①知っているか否か ②どのようにして知ったか ③知っている青色防犯灯
印象評価(7段階評価)	陽気/陰気 澄んだ/濁った 安心/不安 快適/不快 動的/静的 暖かい/冷たい 強い/弱い 情熱的/理知的 好き/嫌い 明るい/暗い 落ち着く/落ち着かない
抑止効果(評価分類)	抑止効果があると思う/どちらかといえばあると思う(→肯定群) どちらとも言えない(→中間群) どちらかといえばないと思う/ないと思う(→否定群)
	理由:自由記述

(注)写真集(住宅地・駐輪場など10カット)を見せている。



図 14 アンケート回答者とその年齢分布

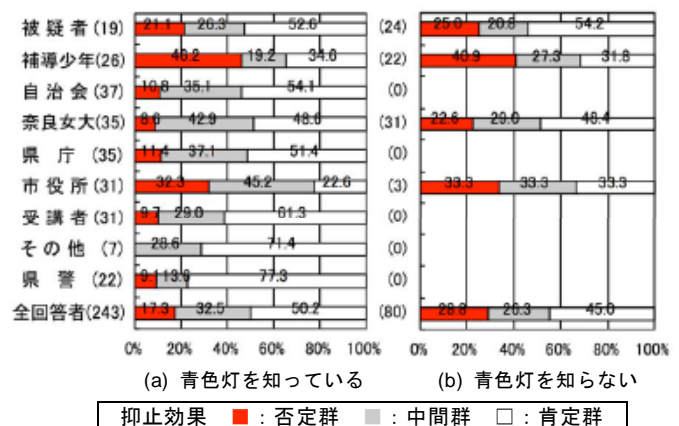


図 15 青色灯の犯罪抑止効果評価(括弧内の数字は N 数)

あり」の評価割合は知っている場合の方が高く、「効果なし」は知らない場合の方が高い。

(3)犯罪抑止効果評価の理由

表5に青色灯に関する自由記述を分類して示す。被疑者・補導少年は抑止効果がある理由として「明るい・見通しがよい」「落ち着く・沈静化する」「見慣れない・驚く」「(気持ちをそがれ)諦める」「監視されている」などを挙げている。見慣れない光であることが、効果があるとする一因と考えられる。効果がない理由は「照明光の色は関係ない」「暗い」などである。この2群以外からは、「青色は落ち着く」ので犯罪抑止効果があるという意見が多数あげられている。また、TVや新聞報道の内容を信頼し、効果があると思っている場合もある。

表5 青光照明の犯罪抑止効果に関する自由記述

記述内容	知らない			知っている			合計
	否定群	中間群	肯定群	否定群	中間群	肯定群	
明るい・見通しが良い・視野が広い・はっきり見える・灯りが目立つ・(程よい明るさ)	1 (1)	0	11(6)	0	3	22(5)	37(12)
暗い・見通しが悪い・物が見えにくい・色の判別がしにくい	5 (3)	4 (1)	2 (1)	11(2)	7 (1)	2 (1)	31 (9)
落ち着く・静的・澄んだ・美しい・(暖かい感じ)・(好き)	0	5	16(4)	0	7 (4)	66(6)	94(14)
落ち着かない・不気味・寂しい・冷たい・人を寄せつけない・(動作が鈍る)・(嫌い)	10	3	12(7)	11(2)	6	16(1)	58(10)
見慣れない・驚く・違和感を感じる・慣れると効果なし	0	0	2 (2)	5	2	11(2)	20 (4)
[犯罪者が]あきらめる・不安になる・監視されているように感じる	0	0	5 (1)	0	0	12(4)	17 (5)
防犯意識が高まる・防犯活動の影響・認知されるとよい	0	1	3 (3)	1	2	16(1)	23 (4)
報道されていたから・効果が検証されているから	0	0	1 (1)	1	2	9 (1)	13 (2)
色は関係ない・無意味・変化ない・人によって様々	3 (3)	7 (5)	0	15(11)	6 (3)	0	31(22)
白色灯の方がよい・暖色の方がよい	2	1	0	4	0	0	7
余計に犯罪が増える・(実際に事件・事故が多く、効果は疑問)	2 (1)	0	0	2	1 (1)	1	6 (2)
実績が少ない・他の心配(カメラの写り具合・事故など)がある	0	0	0	2	3	1	6
分からない	4 (4)	3	0	2	11	2	22 (4)
無効・無回答	4 (4)	6 (6)	1 (1)	5 (2)	46(4)	13(1)	75(18)
合計	31(16)	30(12)	53(26)	59(17)	96(13)	171(22)	440(106)

(注)複数回答、回答者324名、括弧内は被疑者・補導少年の回答(内数)

(4)印象評価

青光の印象は、全平均では「やや澄んだ」「静的」「やや理知的」「やや陰気」「やや暗い」である。青色灯の効果肯定者は、否定者に比べ「安心、快適、好き、落ち着く」の評価が高く、青色灯に好意的な印象を抱いている。被疑者・補導少年と他の回答者群の評価に大差はない。因子構造も実験室⁴⁾や現場実験^{2),7)}の結果と同等である。

青光に対する印象や効果については犯罪企図者とそれ以外に特筆すべき違いはないが、現時点では、見慣れない光に対する警戒心が働いている。このことと設置地区の青色灯設置を契機とした自主防犯活動の活性化が、犯罪発生率の減少^{1),2)}に繋がっていると考えられる。

6.3 青光の防犯カメラ画像への影響^{9),10)}

6.3.1 実験概要

青色灯と防犯カメラは共に犯罪抑止を目的として設置されているが、青色灯による防犯カメラ画像の明視性低下が危惧される。このため防犯カメラ画像の色や細部の見えへの青光の影響を検討している撮影条件を表6、表7に示す。撮影は松下電器産業(株)と松下電工(株)の協力を得て実施した。撮影照度はチャート中央部(鉛直面)で設定し、実測調査^{1),2)}より住宅地代表値の0.3 lx、1.0 lxと、駐輪場の10 lxとした。条件毎に最適画像が得られるように使用機器類の調整を行っている。使用カメラの光応答度ピークは505nmであり、等照度でのカメラへの光量比は白光：青光=1：2.7である。再生画像の評価を白色照明下の室内で、大学生36名によって行っている。評価条件を表8に示す。

6.3.2 再生画像の輝度・色度

評価画像は、撮影時の38万画素から録画によって30万画素に圧縮されており、撮影時の画像に較

べて鮮明度が低下し見難くなっている。

再生画像の文字の輝度対比は白黒や標準では青光の方が高いが、照度が高くなるにつれて差は小さくなる。高感度では光色間の差はない。

実物と画像の色度の例(赤)を図 16-1 に示す。被写体の標準 C 光源下の色度(◆)と再生画像の色度(▲、●、■)の差(色ズレ)は青光の方が大きい(図 16-1(a)、16-1(b))。ただし青光の場合、撮影環境下での被写体(×)の色ズレに較べて、画面上では色ズレが改善される色が多い(図 16-1(c))。

6.3.3 再生画像の明視性

結果の一例を図 16-2 に示す。評価結果は、再生画像の輝度や色度と概ね対応している。高感度撮影は露光時間がカラー4.12倍、白黒10倍である。そのため、高感度画像の評価は、「想定照度(=設定照度×露光時間倍数)」に相当しており、カラー0.3、1.0 lx は各々1.2 lx、4.0 lx、白黒0.3 lx は3.0 lx 相当である。

動画(歩行人物、図 16-2(c))では、白光は画像のぶれが大きく、特に露光時間が長い高感度でぶれが著しいため、全条件青光の方が評価が高い。

静止画では、白光は照度が高くなるほど、また高感度で画像の鮮明度が増す。青光では想定照度が1.0 lx を越えるとハレーションが生じ、照度が高くなるほど明視性が低下している。撮影時の光源設置位置に原因があったといえる。このことも一因となり高感度や標準10 lx では、静止画像は白光の

表 6 撮影用機器

撮影場所	松下電器有明パナソニックセンター映像ラボ(2007年1月)
カメラ	WV-CP480(屋内型)、WV-CW130(屋外ハウジング型)
録画用機材	デジタルレコーダーWJ-HD350、システムコントローラーWV-CU650、カラーモニター
照明器具	コンパクト形蛍光灯36W用防犯灯具(YF31455P-GH) 蛍光灯(昼白色 PFL36EX-N、青色 PFL36EB)
被写体(撮影距離)	日本防犯設備協会防犯映像システム評価チャート(文字、色票、人物写真)(4m)、マネキン(5m)、歩行人物(4m)

表 7 撮影照度とモード設定

機種等		被写体鉛直面照度		
		0.3 lx	1.0 lx	10 lx
WV-CW130	カラー	標準	標準	標準
WV-CP480	カラー	標準+高感度	標準+高感度	標準
	白黒	標準+高感度	-	-

表 8 再生画像の評価条件

実験場所	奈良女子大学照明実験室(2007年6月)
被験者	大学生36名(色覚正常、平均片眼視力0.96±0.30)
モニター	17インチ、1280×1024ピクセル、32ビット、(白色輝度220cd/m ² 、黒色輝度1.0cd/m ²)、再生用ソフトGOMplayer Ver.2.1.3.3413
照明条件	光天井(FLR40S・EX-N、5000K)による均一照明、被験者顔面鉛直面照度415lx、モニター面照度370lx、机上面照度530lx
評価項目	色票:9種類の色票の見かけの色を記載、文字:6種類の文字の見易さ(4段階)、人物写真・マネキン・歩行人物:服装、目鼻立ち、表情、拳動、衣服の色(4段階)

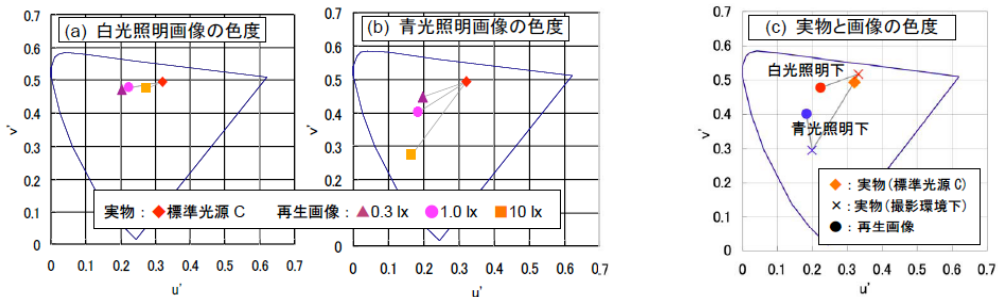


図 16-1 再生画像の色度 (WV-CP480、赤色)

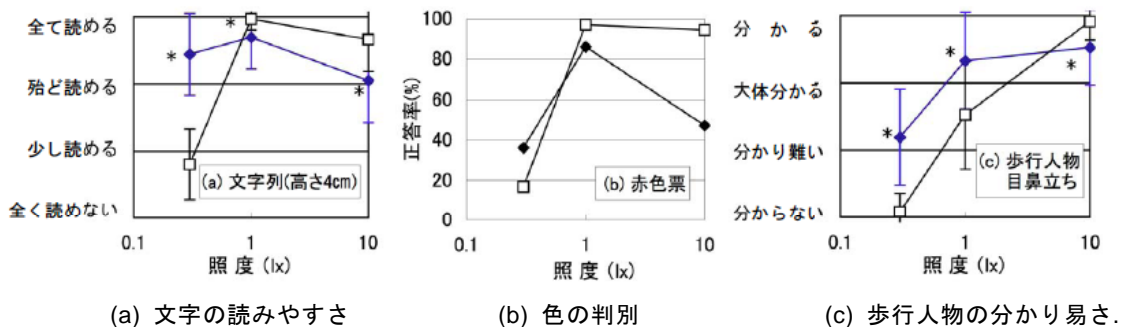


図 16-2 再生画像の明視性評価結果 (青光◆と白光□の比較、WV-CP130、*有意差 0.01)

方が分かりやすい。標準低照度（0.3、1.0 lx）の場合は、青光の方が鮮明で、特に標準 0.3 lx では白光では殆ど判別ができないが、青光では一部の文字や色、歩行人物の挙動や服装などの判別ができる。

低照度で青光の画像が鮮明なのは、使用カメラの光応答度ピークが 505nm であり、青光に対する効率が良い（等照度で白光の 2.7 倍）ためである。従って、色の見えの関与が低い文字（図 16-2(a)）や人物の目鼻立ち（図 16-2(c)）の評価は、青光の照度を 2.7 倍すると白光の結果とほぼ一致する。

製造元の異なるカメラによる類似実験では、白光の優位性のみが報告されている¹¹⁾。照明光の分光分布とカメラ性能の組み合わせ如何で画像の明視性が異なるわけであるが、カメラ性能については非開示の部分が多い。

7 むすび

本報では蛍光灯を用いた実験に基づいて、照度および消費エネルギーの両面から有彩色光照明下の視認性と雰囲気について紹介し、細部識別は赤光・黄光、色識別は白光、明るさは青光がそれぞれ有利であることを示した。また、空間の印象に対して光の色と量、それぞれが作用する因子とその個人差（年齢差）について紹介した。

更に、青光に関する基礎的研究の知見をまとめ、明るさ感に関する青色灯設置地区の住民評価との相違点とその理由、被疑者らは 2007 年の調査時点では青色灯に警戒心を抱いていたことなどを紹介した。また、防犯カメラの画像の鮮明度は光源とカメラ性能の相対的關係によって決まり、低照度や動画では必ずしも青光で明視性が低下するわけではないことを示した。

これら知見を総合すると、有彩色光を照明光として利用する場合は、照度を白光と同等に確保すれば細部の識別には支障はないものの、色光によっては光源寿命や消費電力などのエネルギー面での負担が大きい。また色識別に対する十分な配慮が必要である。更に、不特定多数に快適な環境を提供するという観点からは、色光の印象には個人差が大きいことに留意しなくてはならない。

謝 辞：ここに報告した成果は、平成 19 年度(財)社会安全研究財団研究助成、(財)奈良県防犯協会研究助成を受けて実施した研究の一部である。実施に際しては、奈良県防犯協会、奈良県警本部、松下電器産業(株)、松下電工(株)の多大な協力を賜った。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 防犯照明の見え方に関する研究報告－青色などの有彩色光の影響について、照明学会関西支部防犯照明の見え方に関する研究委員会、2007.8
- 2) 青色防犯灯の犯罪抑止効果に関する実証研究報告書、平成 18 年度社会安全研究財団助成研究報告書（代表：井上容子）、2007.10
- 3) CIE 150-2003, Guide on the Limitation of the Effects of Obtrusive Light from Outdoor Lighting Installations.
- 4) 井上容子、泊美穂：色光の視覚心理生理的影響に関する検討、日本建築学会近畿支部研究報告集、第 47 号環境系、pp. 73-76、2007.6
- 5) 加藤彩、井上容子：視力の測定後差に関する検討、照明学会全国大会、2007.8
- 6) 井上容子、久保博子、新美聡子：有彩色光照明に関する研究－生理・心理的影響に関する検討、建学近支研究報告集、第 48 号環境系、pp. 349-352、2008.6
- 7) 井上容子：青色防犯灯下での視対象の見え方と街路空間の印象に関する現場検証、日本市民安全学会大会予稿集、pp.123-128、2007.11
- 8) 井上容子：青色街路灯の犯罪抑止効果について、被疑者・補導少年を含む 324 名へのアンケート調査、青色防犯照明研究会報告書、2008.1
- 9) 須谷修治：青色防犯灯の犯罪抑止効果に関する実証研究－青色防犯灯による防犯カメラの画像への影響－、日本市民安全学会大会予稿集、pp.129-134、2007.11
- 10) 藤本亜弓、井上容子：青色光による街路環境照明に関する研究、日本建築学会近畿支部研究報告集、第 48 号・環境系、pp.5-8、2008.6
- 11) 街路安全性を踏まえた防犯灯のあり方に関する調査研究、平成 19 年度社会安全研究財団委託研究報告書、日本防犯設備協会、2008.3