

## 初期視覚情報の増大による照明認識視空間の構築

山内 留美・池田 光男・篠田 博之

立命館大学理工学部光工学科 〒525-8577 草津市野路東 1-1-1

### Construction of the Recognized Visual Space of Illumination by Increasing the Initial Visual Information

Rumi YAMAUCHI, Mitsuo IKEDA and Hiroyuki SHINODA

Department of Photonics, Faculty of Science and Engineering, Ritsumeikan University, 1-1-1, Nojihigashi, Kusatsu, Shiga, 525-8577

We easily understand how a space is illuminated, brightly or dimly, when we come to the space. The situation is expressed as that a recognized visual space of illumination, RVSI, is constructed in our brain. If only one object exists in the space, however, exact RVSI corresponding to the actual illumination can not be constructed and the object appears to have a higher lightness. We measured the apparent lightness of gray patches as a function of the number of other objects inserted in the space, which we call initial visual information, to investigate the relationship between the quantity of the initial visual information and the state of the constructed RVSI. Our result showed that the apparent lightness decreased gradually as the quantity is increased and it finally saturated to a certain value when the inserted objects covered the illuminated space by about 60%.

#### 1. はじめに

私たちはある空間に入ると、その空間が明るく照明されているとか少し暗く照明されているとかなどと、その空間の照明状況を即座に認識する。そしてその空間に存在する諸物体の明度や色を見、またその空間に新しく移動してくる物体の明度や色を予測することができる。この予測があるから、私たちは、混乱することなく、また躊躇することなくその空間で行動することができるのである。人が空間の照明状況を認識したことを、その人の脳にその空間に対する照明認識視空間が構築されたと表現する<sup>1,2)</sup>。このとき、その空間がどのように照明されているかの認識は、部屋の中にあるテーブルや椅子などの家具、壁や床、外光の挿入口である窓、あるいは天井灯などの照明器具を見ることによってなされるので、それらを初期視覚情報と定義している。換言すれば、初期視覚情報によって照明認識視空間が構築されるということになる。

いまこの空間に天井からある限られた範囲だけを照明するスポットライトが加えられたとしよう。もしその領域内に灰色の花瓶が1つ置かれているとすると、この花瓶は白

色の花瓶と判断されると考えられる。それは、観測者は花瓶をその部屋に対して構築された照明認識視空間に照らし合わせて判断するからである<sup>3)</sup>。このことを照明認識視空間のモデル図で説明する。照明認識視空間を Fig. 1 のような実線の円 R1 で表し、空間の明るさ認識は円の半径の大きさで表す。スポットライトが加えられる前の花瓶は黒四角 (■) で示すことができ、円の中心からの距離は花瓶の輝度に対応させる。観測者が見る見えの明度は、中心からの距離と照明認識視空間の円の半径との相対関係で決定されると考える。スポットライトを当てると花瓶の輝度が上昇し白四角 (□) で示したような場所へ移動する。観測者はすでに構築されている照明認識視空間 R1 に照らして花瓶の見えの明度を判断するので、輝度の上乗せ分だけ高い明度の花瓶すなわち白い花瓶と判断することになる。この場合スポットライトは観測者に気づかれないのでこれを隠匿照明と称することにする。

次にスポットライトの広がりの中に他の物体を挿入してみよう。観測者は、花瓶とその挿入された物体を同時に見ることによって、その領域がスポットライトによっても照明されていることを知ることになり、その領域に対する新しい大きな明るさサイズの照明認識視空間すなわち点線で

E-mail: re141952@se.ritsume.ac.jp

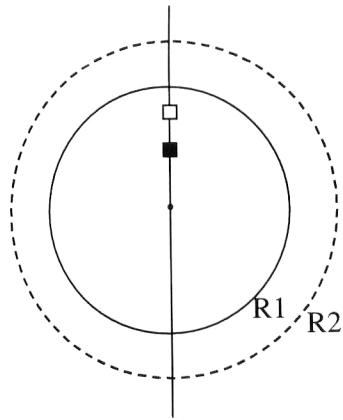


Fig. 1. A scheme to explain the apparent lightness of an object shown by squares in relation to the recognized visual space of illumination, R1 and R2.

示した R2 を構築する。花瓶 (□) の明度は R2 に照らして判断されるが、□ の位置は点線よりも内側に入り相対的に R1 と ■ の関係と同じになり、本来の灰色の花瓶に戻るはずである。

ここで挿入された物体は R2 を構築するための初期視覚情報となっているが、どのくらいの数の物体あるいはどのような性質の物体を挿入すれば R2 が完全に構築されていくかを知ることは照明認識視空間の解明にとって重要だと考えられる。本研究は隠匿照明の中に初期視覚情報としての物体を挿入して、どれだけ挿入すれば隠匿照明の領域の中に新しい照明認識視空間が構築されるかを明らかにしようとするものである。

これに関してはいくつかの研究が報告されている。池田らは低い明度の無彩色色票で構成されたモンドリアンパターンの周辺に明るい明度の物体を置くと照明認識視空間の明るさサイズが増大したことを示している<sup>4)</sup>。また蟹谷らは、被験者が被験者室からテスト室を眺めた場合、窓の大きさの増大に従ってテスト室に対する照明認識視空間が構築されていく様子を明らかにしている<sup>5)</sup>。ここで窓の大きさの増大は初期視覚情報の増大を意味している。これらの実験では照明認識視空間の明るさサイズをテストパッチの局所照明認識閾で測定している。Fig. 1 でいえば局所照明によってテストパッチの輝度を変え、したがってその半径上の位置を変え、最終的には円上にもっていくことにより半径の大きさ、ひいては明るさサイズを測定していることになる。

本研究では彼らとは異なった手法を採用する。テストパッチの輝度は一定に保つ。そして照明認識視空間の明るさサイズの変化をパッチの見えの明度で検討する。Fig. 1 でいえば、円の大きさとテストパッチの位置の関係が変化すればテストパッチの見えの明度が変化することを利用する

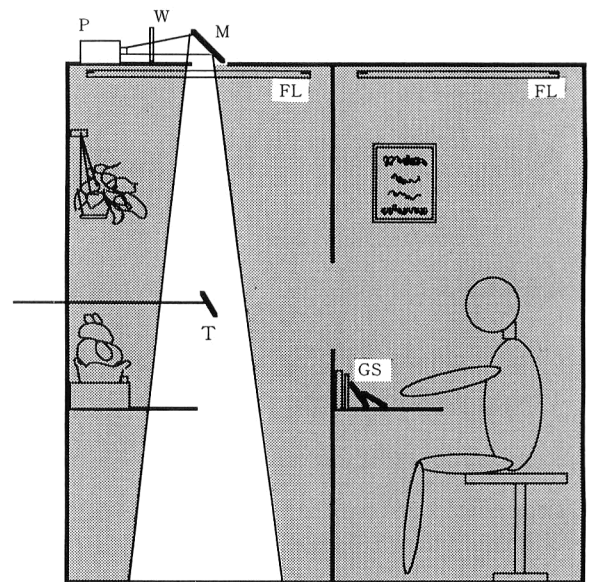


Fig. 2. A schematic view of the experimental booth, the subject room on the right and the test room on the left. P, a projector; W, a neutral wedge density filter; M, a mirror; T, a test patch; GS, a gray scale; FL, fluorescent lamps.

ことになる。さらにこの方法ではテストパッチの見えの明度がテストパッチの公称値である本来の明度に回復するかどうかを測定することができるので照明認識視空間の構築が完成したかどうかを知ることができるという利点もある。また蟹谷らの実験では被験者室とテスト室との2空間を設定し、テストパッチがどちらの空間の照明認識視空間で見られているかを分析の基礎にしている。しかしわれわれは本研究の応用としてスポット照明を考えている。それには1空間の中に隠匿照明を与える設定をする必要がある。スポット照明の効果は対象物の色の見えのモードを光源色モードに変えることという考え方がある<sup>1)</sup>。Fig. 1 では物体の位置を円の外にもっていくことである。そのためにはスポット照明の領域に対して照明認識視空間が構築されない初期視覚情報の条件を知る必要がある。本研究は照明認識視空間が構築される条件を求めようとするものであるが、それが明らかになれば構築されない条件も当然明らかになるはずである。

## 2. 実 験

### 2.1 実験装置

実験装置を Fig. 2 に示す。ブース全体は 2 m × 2 m × 2 m のサイズで、テスト室と被験者室に分けられ、ともに天井灯 FL によって照明されている。天井灯は 20 W の美術・博物館用白色蛍光灯で、色度は  $x=0.383$ ,  $y=0.376$  であり両部屋ともに 4 本ずつ設置している。被験者が明度を判定するテストパッチ T はテスト室の後方の壁から突

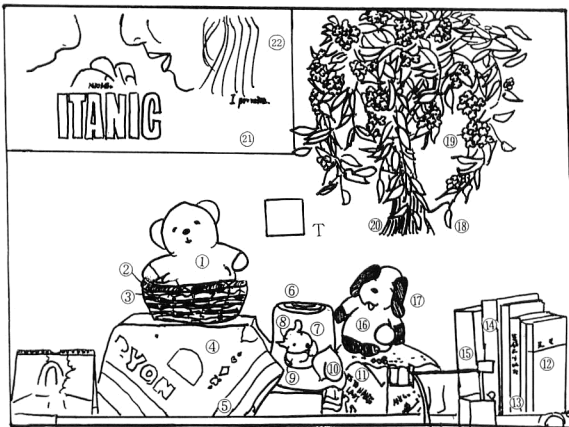


Fig. 3. The subject's view of the test room. T, the test patch. Numbers attached to objects appear in Table 1.

Table 1. Color specifications of objects in the test room. Numbers correspond to Fig. 3.

No.	Objects	Munsell HVC	No.	Objects	Munsell HVC
1	bear	2.5Y7/5	12	book	7.5G6/10
2	basket	7.5YR3/4	13	book	7.5YR7/10
3	basket	10YR6.5/7	14	book	5Y8/14
4	cover	2.5R6.5/8	15	book	N4
5	cover	N8.5	16	dog (body, face)	2.5Y8/14
6	stump (surface)	8YR9/4	17	(ear)	7.5YR2/3
7	(side)	10YR5.5/4	18	leaf	10GY4/8
8	mouse (face)	2.5B8/4	19	flower	5R5/12
9	(body)	N9	20	braid	2.5Y7.5/4
10	stump (leaf)	7.5G5/10	21	poster	10R5/14
11	cover	N8.5	22	poster	2.5R2/3

き出た棒の先端に支持されていて、被験者からは宙に浮いているように見える。テストパッチの面は、天井灯の光を受けるように上方に45度傾けて支持されている。テスト室は天井灯に加えて上記のスポットライトに相当する隠匿照明が与えられる。図では陰のない部分で示してある。これには天井に設置されたプロジェクターPが用いられ、そこからの光が円形くさび形中性濃度フィルターW、ミラーMを経て、テストパッチTを含むある範囲を照明する。隠匿照明光の色度は $x=0.419$ ,  $y=0.416$ であった。被験者は、テスト室と被験者室の仕切り壁に開けた40cm×50cmの開口からテスト室を観測し、テストパッチの見えるの明度を手元のグレースケールGSでマッチングによって決定する。Fig. 3は被験者から見たテスト室の様子で、Tはテストパッチを示す。そこに配置した物体の名前、色仕様を物体に付した番号に従ってTable 1に示す。これらはJIS標準色票とのマッチングによって求めたものである。これらの物体はいろいろの明度、色相を含むよ

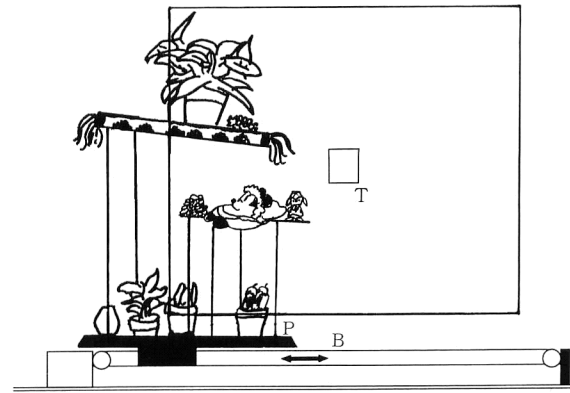


Fig. 4. Initial visual information to be inserted in the hidden illumination area. T indicates the test patch. The thick rectangle indicates the subject's visual field size for the test room.

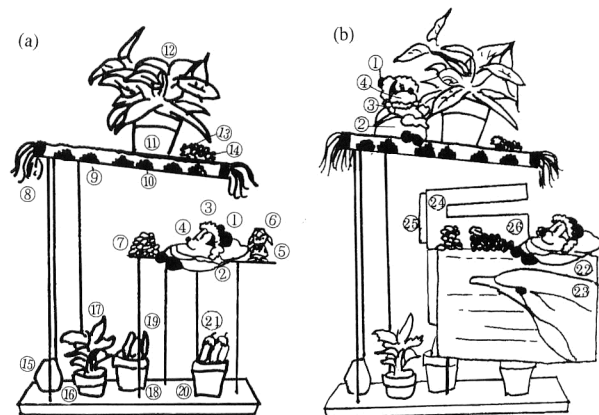


Fig. 5. Two types of the initial visual information: a, S-pattern; b, L-pattern. Numbers correspond to Table 2.

うに適切に選ばれたものである。

初期視覚情報はFig. 4に示すように上中下3段の棚の上に乗せられた観葉植物や人形などの諸物体からなっている。上、中の棚は下段のプレートPに立てられたポールによって支えられている。プレートPは左右に動くベルトBに取り付けられており、隠匿照明領域を占める初期視覚情報の割合が自由に調節できるようになっている。ベルトを右方向へ動かせば初期視覚情報がテストパッチTに近づき隠匿照明の中に入ってくることになる。中段の上方にはポールがないので初期視覚情報はテストパッチの右側にも入り込むことができる。四角の枠はテスト室と被験者室の間の開口を表している。これによって隠匿照明が当たる下部のベルトやそのプレート、さらに隠匿照明によって照明されている床の部分などは被験者には見えなくなっていて、初期視覚情報から除外される。初期視覚情報としては、Fig. 5に示すように物体の数が少ないSパターンと、それにいくつかの物体を加えたLパターンの場合の2

Table 2. Color specifications of objects of the initial visual information. Numbers correspond to Fig. 4.

No.	Objects	Munsell HVC	No.	Objects	Munsell HVC
1	stuffed animal (ear, shoes)	N1	14	grape	N1
2	(body)	7.5R3.5/12	15	pear	2.5Y8/14
3	(hand・lace)	N9	16	pot	2.5YR5/8
4	(face)	2.5YR9/2	17	leaf	5GY8/8
5	stuffed animal (face)	2.5PB3.5/10	18	pot	5YR6/8
6	(hat)	2.5YR8/5	19	ornament	7.5R4/12
7	pine cone cover of	7.5YR3/4	20	pot	5YR6/9
8	plate (design)	2.5Y9/1.5	21	ornament	5P2/6
9	(design)	7.5R4/12	*22	lase (behind)	5B8/4
10	(design)	2.5G5/6	*23	(figure)	5PB4/8
11	pot	5YR6/8	*24	card(frame)	5Y8/14
12	leaf	7.5GY5/8	*25	(design)	2.5YR5/10
13	leaf of grape	5GY6/10	*26	(design)	7.5R4/14

種類を用意した。それらの色仕様を Table 2 に示しておく。マンセル表示は Table 1 の場合と同様に色票とのマッチングによるものである。各物体に付けられた番号は Fig. 5 に対応している。また\*印を付けたものは Fig. 5(b) で新しく加えられたものである。

テストパッチの見えの明度はグレースケールによる明度マッチングによって求めた。グレースケールは CIE  $L^*$  の 14 から 91 まで 5 きざみの無彩色色票よりなっているが、使用上の便宜を考慮して 14 から 53 までの 9 枚と 53 から 91 までの 9 枚の 2 組に分けた。

## 2.2 実験条件

隠匿照明内に提示する初期視覚情報の量は、隠匿照明のベルト上の長さに対する隠匿照明内に入ってきた初期視覚情報の長さの割合で定義し、0, 37.1, 43.5, 58.1, 71, 83.9, 100% の 7 種類とした。0% のときは初期視覚情報が隠匿照明領域外にあり、テストパッチは天井灯のみによって照明されている状態になる。83.9% や 100% のときはプレートが隠匿照明の中央付近にきて、テストパッチは初期視覚情報の物体に完全に覆われる状態になる。このとき被験者は隠匿照明がはっきりと当てられていることがわかり、隠匿照明はもはや隠匿照明ではなくなってしまう。

次に照明の条件について述べる。天井灯による被験者室とテスト室の照度はともに 60 lx あるいは 150 lx の 2 通りとした。両室の照度を等しくしたので実質は 1 つの空間があることになる。この照度はミノルタデジタル照度計でテストパッチより 38 cm 下で測定した。したがって、60 lx

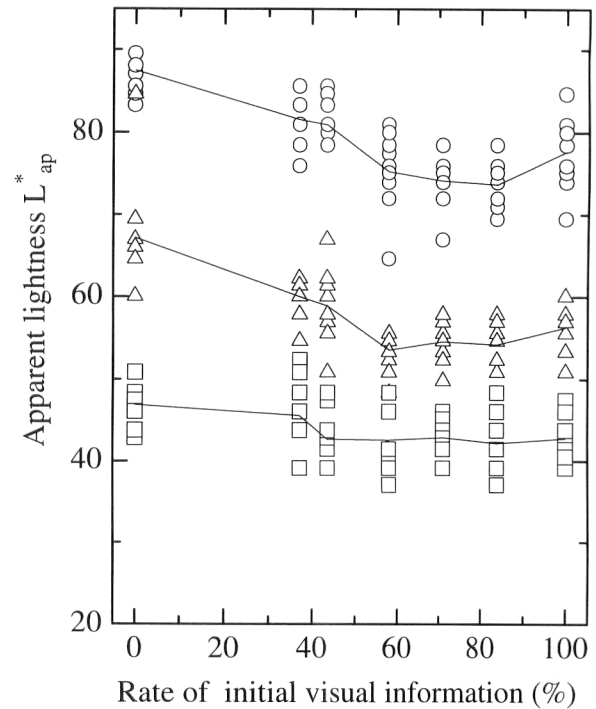


Fig. 6. Apparent lightness  $L^*_{ap}$  vs initial visual information curves from the subject RY for the condition of 60 lx and L-pattern of the initial visual information. The test patches are N4 (○), N3 (△) and N2 (□).

のときはテストパッチの位置では約 1.5 倍の 90 lx となっている。被験者室の照度はグレースケールの置かれた卓上で測定し、この床面からの高さはテスト室での測定位置の高さと同じである。隠匿照明の照度は 400 lx で一定とした。この値はテストパッチの位置では約 1.6 倍の 640 lx となる。

テストパッチはマンセル表示で N2, N3, N4 の 3 種類を採用した。CIE  $L^*$  では 20.4, 30.2, 39.1 である。

被験者は、YM (24 歳, 女性), SA (24 歳, 男性), RY (23 歳, 女性), NO (22 歳, 男性) の 4 人で、色覚正常者である。

## 2.3 実験手順

実験の 1 セッションは、初期視覚情報の 1 つのパターン、天井灯の 1 つの照度、3 種類のテストパッチ、および 7 種類の初期視覚情報の量からなり、各条件とも 2 回の判定を行った。したがって被験者の判定は 42 回となる。これを 5 セッション行った。

被験者はテストパッチの見えの明度を手元のグレースケールでマッチングしてもとめる。このときの被験者へのインストラクションは下記のとおりである。

「テストパッチを観測して、それと同じ紙に見えるものを手元のグレースケールから選んでください。テストパッチとグレースケールは何回見ても結構です。また、テスト

パッチとグレースケールだけを見つめることなく、部屋全体を見わたすようにしながらその判定を行ってください。」

### 3. 結 果

被験者 RY の結果を Fig. 6 に示す。天井灯が 60 lx で初期視覚情報が多い L パターンの場合である。横軸が初期視覚情報の量であり、数値は隠匿照明領域に対する初期視覚情報の割合を示している。縦軸が被験者が判定した見えの明度  $L^*_{ap}$  であり、被験者が選んだグレースケールの  $L^*$  で表示している。最上段のグループがテストパッチ N4 に対するものであり、各初期視覚情報量のところにデータが 10 点プロットされている。実際は重なるの点があるので必ずしも 10 点は現れていない。実線は平均値をつないだもので、2 段目のグループが N3、最下段が N2 のデータである。

すべての被験者の結果を平均値で Fig. 7(a)~(d) に示す。横軸、縦軸は Fig. 6 と同じである。各セクションは実験条件の違いに対応し、Fig. 7(a) は天井灯が 60 lx で初期視覚情報が少ない S パターンの場合、(b) は多い L パターンの場合である。また (c) は天井灯が 150 lx で初期視覚情報が少ない S パターンの場合、(d) は多い L パターンの場合である。各図におけるシンボルはそれぞれ 4 人の被験者を示す。多少のばらつきはあるが初期視覚情報の割合に対する見えの明度の変化の傾向は似ている。そこで平均値をとり、実線で示した。

すべての条件において初期視覚情報が隠匿照明外にある横軸が 0% のとき、つまりテストパッチのみが隠匿照明内にあるときは、各被験者とも本来の明度よりかなり高い見えの明度を与えている。これはすでに構築されているテスト室の照明認識視空間 R1 の明るさサイズに照らしてその見えを判断したためと考えられる。テストパッチには隠匿照明による上乘せ分の輝度があるがそれを明度に取り込んだのである。Fig. 1 の R1 と白四角の関係で示したとおりである。次に、隠匿照明域に対する初期視覚情報の割合が増加していくと、見えの明度は徐々に減少している。これは、被験者が隠匿照明の存在を知り、脳の中にその領域に対して新しい照明認識視空間 R2 を構築し、それに照らして合わせてテストパッチの見えの明度を判断したためだと考えられる。これは Fig. 1 の R2 と白四角の関係に相当する。

天井灯が 60 lx、初期視覚情報が少ない S パターンの場合の Fig. 7(a) と多い L パターンの場合の Fig. 7(b) を比較すると、3 つのテストパッチすべてにおいて L パターンのほうが見えの明度がより減少している。これは初期視覚

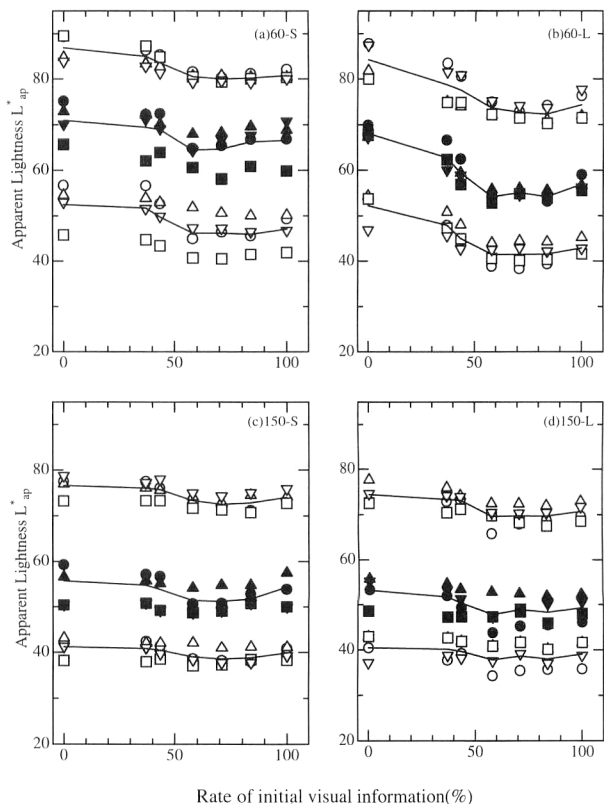


Fig. 7. Apparent lightness  $L^*_{ap}$  vs initial visual information curves of all subjects denoted with different symbols: ○, YM; △, SA; □, RY; ▽, NO. Sections correspond to different condition: a, 60 lx of ceiling light and S-pattern of the initial visual information; b, 60 lx and L-pattern; c, 150 lx and S-pattern; d, 150 lx and L-pattern. The test patches are N4, N3 and N2 from above.

情報が多いほうが照明認識視空間を構築しやすいことを示すと考えられる。この傾向は天井灯が 150 lx の場合も同じである。また天井灯の照度の違いを示す Fig. 7(a) と Fig. 7(c) を比べてみると、見えの明度の変化は天井灯が 60 lx のほうが大きいことがわかる。天井灯による照明認識視空間の明るさサイズは 60 lx の場合のほうが小さいので、初期視覚情報 0% のときに、隠匿照明による見えの明度の増加分が相対的に大きくなったためと考えられる。

これらの結果をみると初期視覚情報が 60% くらいで見えの明度がそれ以上下がらなくなっている。しかし見えの明度はテストパッチの本来の  $L^*$  よりかなり高い値となっている。この理由としては照明認識視空間の構築がまだ完了していない、あるいはテストパッチとグレースケールの置かれた場所の照度の違いなどが考えられる。前者については初期視覚情報がまだ不十分であることが挙げられる。後者についてはマッチング手法の適切さにも関連し重要な検討事項なので追加実験をすることにした。

また 100% では 60% のときに比べて見えの明度がやや高

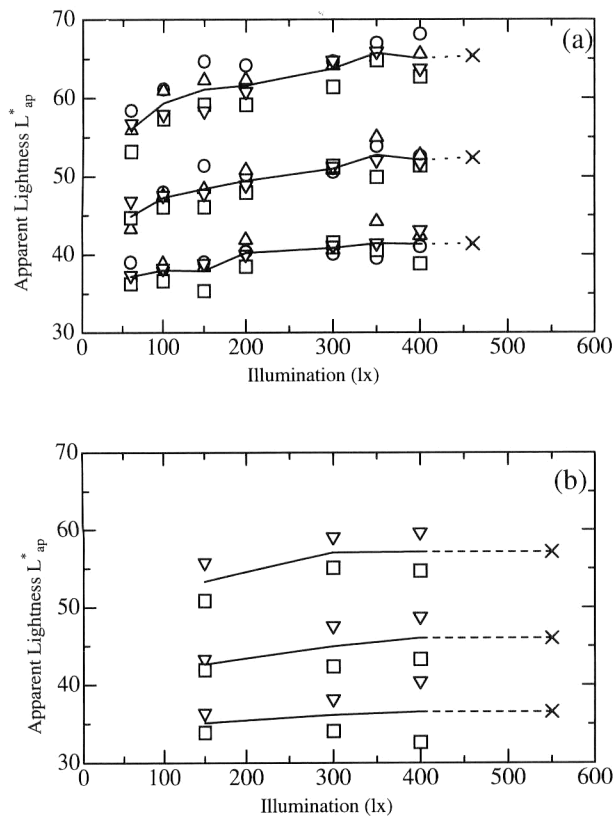


Fig. 8. The apparent lightness as a function of illuminance of the test room: a, 60 lx of subject's room; b, 150 lx. Different symbols indicate subjects:  $\circ$ , YM;  $\triangle$ , SA;  $\square$ , RY;  $\nabla$ , NO. The test patches are N4, N3 and N2 from above.

い方向にシフトしている。被験者の内観報告によると、100%のときは初期視覚情報の右端は隠匿照明領域から少しはみ出すので、そこにあるネズミ (mouse) やレース (lase) の右半分が暗くなり、物体全体が少し暗く見えるとのことであった。これが照明認識視空間の明るさサイズを60%のそれに比べてやや小さくしたのではないかと推測される。

#### 4. 追加実験

テストパッチの見える明度の減少は、公称値すなわち本来の明度であるN2の $L^*=20.4$ 、N3の30.2、N4の39.1への回復過程であるが、その回復はきわめて不完全で、初期視覚情報の量が60%くらいで止まったように見える。この原因については上述したが、そのひとつ、被験者室と隠匿照明領域の照度差について考察してみる。本実験ではテスト室のテストパッチは天井灯60 lxと隠匿照明400 lxの合計460 lxによって照明されている。一方、被験者室のグレースケールは常に60 lxで照明されている。したがって被験者は460 lx下のテストパッチと60 lx下のグレースケールとを見比べていることになる。両者の見え

方は当然異なっている。それにもかかわらず明度マッチングを被験者に求めている。これはArendらのいうペーパーマッチであるが<sup>6,7)</sup>、被験者にとっては必ずしも容易ではない。被験者にとっては照明認識視空間の量が60%くらいになると明度が急激に低くなるように見える。しかしマッチングで測定するとそれほどの低い明度を示さない。このギャップを検討するために次の追加実験を行った。

本実験で採用した天井灯60 lxと隠匿照明400 lxの合計は460 lxになる。この照度をテスト室の天井灯だけで設定すればテスト室に対する被験者の照明認識視空間は完全に460 lxのものとなるはずである。またテストパッチは本実験と同じ照度で照明される。この見える明度を60 lxの被験者室でグレースケールにマッチングさせて測定し、はたしてテストパッチ本来の明度が得られるかどうかを検討すれば、テスト室と被験者室の照度差の影響の有無が明らかになる。しかし、天井灯のみで460 lxの照明を得ることができなかった。そこでテスト室の天井灯を60 lxから最大の400 lxまで変化させて、いろいろの照度に対してテストパッチの見える明度の判定を行った。そして外挿によって460 lxにおける見える明度を推測することにした。同様の実験を被験者室の照度が150 lxの場合についても行った。この場合はテスト室の照度は150 lxから400 lxに変化させた。

Fig. 8(a) はテスト室の照度が60 lxから始まる場合、(b) は150 lxから始まる場合の結果である。横軸はテスト室の照度を示し、縦軸はマッチングしたグレースケールの明度である。各図のシンボルは被験者を表し、(a) は本実験の4人の被験者、(b) はそのうちの2人のデータで、実線はそれらの平均値を結んだものである。

Fig. 8(a) においてテスト室と被験者室の照度が同じ60 lxでの見える明度の測定値は、テストパッチの本来の明度、 $L^*=20.4$ 、30.2、39.1と一致すると仮定できる。それらの測定値はN2で37.2、N3で44.9、N4で56.0となっていて、本来の明度より高くなっている。これはグレースケールの位置での照度は60 lxであるのに対しテストパッチの位置での照度は約1.5倍の90 lxとなっていることに一因がある。さらにテストパッチが45度傾いているので、天井からの照明光が被験者の方向へ選択的に強く反射しテストパッチの輝度を上げていることも一因であると考えられる。いずれにしてもここでの見える明度の測定値は60 lxのテスト室に対して構築された完全な照明認識視空間に照らして判断されたものと考えてよい。

問題はテスト室の照度が被験者室の照度に比べて高くなるとテストパッチの見える明度の測定値が増大していくこ



とである。いずれの照度においてもテスト室に対してその照度に相当する完全な照明認識視空間が構築されているはずであり、したがってテストパッチの見えの明度は変化しないはずである。いま点線で示すようにデータを外挿し460 lxでの値を決定すると、バツ印×で示すようにN2で $L^*_{ap}=41.4$ 、N3で52.4、N4で65.4が得られ、上記した60 lxでの値より4.2、7.5、9.4だけ高いものとなっている。この値こそ両室の照度差によって生じた見えの明度の嵩上げである。そこで嵩上げ分をFig. 7(a, b)のデータ点から差し引いてプロットし直したのがFig. 9(a, b)の実線である。点線はFig. 7のもので、いずれも平均値のみを示した。横軸0%の場合はテスト室の照明認識視空間は60 lxのそれであり被験者室の照明認識視空間と同じなので嵩上げ分による修正は行っていない。なお本来の見えの明度を示すものとしてFig. 8(a)の左端の60 lxにおける見えの明度3点を右の縦軸上にプロットした。

Fig. 8(b)においても同様の操作をした。天井灯150 lxと隠匿照明の400 lxの合計は550 lxとなるので、このときの値を外挿し決定した。それらはバツ印×で示すようにN2で $L^*_{ap}=36.5$ 、N3で46.0、N4で57.2が得られ、150 lxでの値より3.9、3.4、1.4だけ高いものとなっている。これらの値でFig. 7(c, d)を修正したのがFig. 9(c, d)である。

Fig. 9の実線を見ると隠匿照明の中に初期視覚情報が入ってくると見えの明度は本来の見えの明度になりに近づき、そこに新しい照明認識視空間が構築されつつあることがわかる。ただし公称値である本来の明度との差は依然として存在しこれについてはさらなる検討が必要である。

## 5. 考 察

本研究ではテストパッチの見えの明度を測定することによって照明認識視空間の構築過程を検討した。すなわち被験者は隠匿照明領域へ初期視覚情報を挿入していくときに変化する見えの明度を観測したのであるが、挿入とともにテストパッチの見えがはっきり変化することを体験することができ、そこに新たな照明認識視空間が構築されつつあることを理解することができた。このような体験は蟹谷らが採用した局所照明認識関<sup>4,5)</sup>の手法ではできなかったはずである。ただ、この見えの明度をグレースケールとのマッチングで測定するという本研究の手法には被験者にとって難しい面もあった。被験者の作業は、照度の高い空間である隠匿照明領域内のテストパッチと照度の低い空間である被験者室内のグレースケールを見比べて同じ紙を判断するというものであった。スチープンス効果で知られている

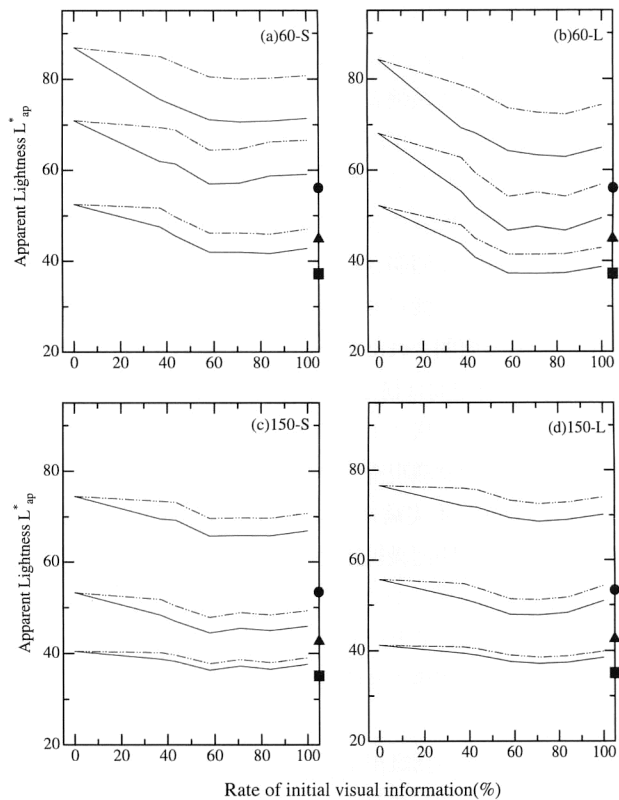


Fig. 9. Apparent lightness  $L^*_{ap}$  vs initial visual information curves. Dotted lines, original data; solid lines, modified. Sections correspond to different condition: a, 60 lx of ceiling light and S-pattern of the initial visual information; b, 60 lx and L-pattern; c, 150 lx and S-pattern; d, 150 lx and L-pattern. The test patches are N4, N3 and N2 from above.

ように照度の高い空間では物体の黒みも白みも強調され両者間の見えの差が大きくなるのに対して、照度の低い空間では黒みと白みの見えの間隔が縮まるということがある。このような状況下で同じ明度の紙を探すという作業は被験者にとって必ずしも容易ではなかった。最近では本研究と同じような非対称性の環境下で明度マッチングと明るさマッチングを区別して行う実験が多く報告されているが<sup>6-9)</sup>、この区別は難しくなる場合があることを指摘しておきたい。また追加実験からは非対称な環境下での明度判定にはずれが生じることも明らかになった。マッチング法でなく、見えの明度を直接判断する量推定法を使用するのもいいかもしれない。

照明認識視空間の構築には初期視覚情報の量が多いほうが有効であることが2種類の初期視覚情報SとLパターンを採用することによって示された。しかしLパターンでもなお本来の見えの明度までは到達せず照明認識視空間の構築が完了しなかったことも示された。

照明認識視空間とはその空間にどれだけの照明光があるかの認識である。だから空間を意識することから始まる。

しかし本研究で採用した初期視覚情報は、Fig. 5 で示したように空間に置かれた互いに繋がりのないいくつかの物体である。そのため被験者はその近辺に明確な領域で定義される空間が認識できず、したがって照明認識視空間の構築が完了しなかったのではなかろうか。たとえば薄暗い林の中に木漏れ日が降ってきている場合を考えてみる。地面のあちこちに明るく照明された点々がある。そこそこに明るく照明された木の葉がある。しかし林の中は依然として薄暗い。明るく照明された物体の単なる集合ではそこに明るい照明認識視空間は構築されない。物体が繋がっていない、あるいは壁や床によって空間の領域が明確に定義されないことが照明認識視空間の構築を不完全としているのではなかろうか。本実験によってLパターンのほうがSパターンよりも照明認識視空間の構築が進んでいることがわかったが、Lパターンには物体の数が増えたことのほかに、レースやカードという面も加わっている。これらが空間をより明瞭に認識させ照明認識視空間の構築が進んだと考えられる。

もう一点、照明認識視空間の構築の不完全さの原因と考えられるものを挙げておくと、隠匿照明領域内の物体の見え方がある。それらの物体は単に個々に照明されている、つまりテスト室の中の一部の物体が強い照明光で照明されているにすぎないという印象がある。これではそこに別の空間を認識することは希薄になってしまう。

最後にスポットライトへの応用的意味に言及しておく。スポット照明で狙うひとつの効果が物体色を光源色に変えることにあるなら、スポット照明内に照明認識視空間が構

築されてはいけない。本研究の結果ではFig. 7でわかるように、初期視覚情報の割合が60%で照明認識視空間の構築が大きく進んでいる。この条件ではほかの物体がテストパッチの周囲を囲む状況になる。したがってスポットライトの効果を上げるには対象物の周囲に照明認識視空間の構築を促進するようなほかの物体を置かないことということができる。

## 文 献

- 1) 池田光男：“照明認識視空間の照明設計への応用（その1）”，照明学会誌，**12** (1999) 913-916.
- 2) 池田光男：“照明認識視空間の照明設計への応用（その2）”，照明学会誌，**1** (2000) 50-53.
- 3) M. Ikeda, H. Shinoda and Y. Mizokami: “Three dimensionality of the recognized visual space of illumination proved by hidden illumination,” *Opt. Rev.*, **5** (1998) 200-205.
- 4) 池田光男, 福村史麻, 松澤伸子, 石田泰一郎：“局所照明認識閾に対する周辺視覚情報の影響”，*光学*，**23** (1994) 42-49.
- 5) 蟹谷友之, 池田光男：“局所照明認識閾による照明認識視空間形成の検討”，*光学*，**24** (1995) 432-433.
- 6) L. E. Arend and R. Goldstein: “Simultaneous constancy, lightness, and brightness,” *J. Opt. Soc. Am. A*, **4** (1987) 2281-2285.
- 7) L. E. Arend and R. Goldstein: “Lightness and brightness over spatial illumination gradients,” *J. Opt. Soc. Am. A*, **7** (1990) 1929-1936.
- 8) I. Kuriki and K. Uchikawa: “Limitations of surface-color and apparent-color constancy,” *J. Opt. Soc. Am. A*, **13** (1996) 1622-1636.
- 9) A. Valberg and B. Lange-Malecki: “Color constancy in monodorian pattern: A partial cancellation of physical chromaticity shift by simultaneous contrast,” *Vision Res.*, **30** (1990) 371-380.