

不均一な夜間街路照明が対向者への回避行動に与える影響

同一線上を真正面から接近する他者への回避行動の起点に関する検討

EFFECTS OF NON-UNIFORM STREET LIGHTING ON AVOIDANCE BEHAVIORS
TOWARD ONCOMING STRANGERS AT NIGHTStudy on the starting points of avoidance behaviors toward oncoming strangers
approaching head-on on the same axis

小林 茂雄*, 安部 貴浩**

Shigeo KOBAYASHI and Takahiro ABE

This study is for the purpose of clarifying which conditions the behavior of avoiding strangers is influenced by, by taking up the case of pedestrians passing unfamiliar stranger as issues concerning safety and amenity on the streets at night. We have first of all carried out the experiment of presenting video images. As a result, there was the tendency of avoiding strangers earlier in bright streets with high visibility compared to dark streets toward oncoming strangers approaching head-on on the same axis without avoiding. There was also the tendency of starting avoidance at a point when the vertical illuminance of the oncoming stranger's face has become high. Secondly, we have conducted an observation and experiment on an actual street. As a result, there were tendencies for more female than male pedestrians to start avoidance of oncoming strangers earlier, and male oncoming strangers being avoided earlier.

Keywords: avoidance behavior, nighttime street, oncoming stranger, sex distinction, illuminance distribution, visibility

回避行動、夜間街路、対向者、性別、照度分布、視認性

1. 序論

1.1 研究の目的

本研究は、夜間街路において一般歩行者が見知らぬ他者とすれ違う状況を取り上げ、歩行者が他者を回避する行動がどのような条件に左右されやすいのかについて明らかにすることを目的とする。回避行動に関わる要因を把握することは、夜間街路計画における歩行者の経路を予測したり、対人不安や安全性を考慮した照明計画を行う上で重要な知見になるものと考えられる。

夜間街路での対向者への回避行動は、衝突を避けるための歩行動線の変更と、他者に対する防御の意識から距離を置こうとする行動などが合わさったものと考えられる。防御の意識は他者に対して抱く不安感や不審感と関係しており、それは対向者への視認性の他、対向者の容姿や性別、表情、動作などが関わっていると思われる。例えば、対向者の容姿が判断できない程暗い場合や、容姿を知覚できても不審な人物と判断される場合は、対向者と十分離れた地点で回避することが予想される。また対向者が女性よりも男性の場合の方が不安を感じやすく、より離れた距離で回避することが予想される。本研究では、回避行動に関わる視認性の条件として街路の照明環境を取り上げ、また対向者の条件として性別を取り上げて、回避行動を起こすときの対向者との距離や不安を感じる対向者との距離について検討する。対向者への不安と回避行動

との関係を把握することで、不安を感じることなく対向者を回避できるような夜間街路の照明計画にも寄与できるものと考えられる。

1.2 研究の構成

本研究は、照明条件や対向者の条件が回避行動に与える影響を検討することについて、大きく2種類の実験で構成されている。一つはビデオ映像を被験者に提示することによる評価実験で、もう一つは実空間の一般歩行者を対象とした観察実験である。ビデオ映像による実験は、実際の歩行体験に基づくものではないが、複数の照明条件を設定することと、同一条件に対して多数の被験者が回避行動や不安感について評価できることに特徴がある。実空間での観察実験は、照明条件は固定したものであるが、一般歩行者の生の行動特性を観察することによって、ビデオ映像による実験結果の確認と補足をすることができる。

1.3 既往研究と本研究の位置付け

街路照明に必要とされる条件として、これまで歩行のための安全を確保するための路面照度¹⁾や路上人物の鉛直面照度²⁾について検討され、また路上犯罪や盗難・破壊活動を防止するために有効な照明方法³⁾⁴⁾などが検討されている。そして、安全性を確保する上では一定の照度レベルが必要とされることが示されている。また歩行者が街路上で感じる不安感については、街路の周辺環境や照明方法との関係⁵⁾⁶⁾について検討されており、路上人物の視認性との関係が考察されている。

* 武蔵工業大学工学部建築学科 講師・博士(工学)
** 武蔵工業大学大学院工学研究科建築学専攻 大学院生

Lecturer, Dept. of Architecture, Musashi Institute of Technology, Dr. Eng.
Graduate Student, Dept. of Architecture, Musashi Institute of Technology

しかし、具体的に他者と対峙する状況で相手に対して抱く心理や反応について想定しているものはない。見知らぬ他者同士が夜間街路ですれ違う行動は日常的に起こるものであり、本研究ではこうした具体的な状況でいかに回避行動をとるかを実験的に検討することに特色がある。

また、路上の他者に対する回避行動に関しては、昼間の対向者や夜間の静止する他者に対して検討したものがあ。昼間の対向者については、他者の歩行条件を変えて検討しており⁷⁾、小走りしている条件では回避領域が約2倍に拡大するなどの結果が得られている。また、歩行者の性別ごとに回避行動を実測したもの⁸⁾⁹⁾からは、女性は男性と比べて前方回避距離が短いことや、女性は男性よりも個人差が大きいことなどの結果が示されている。一方筆者らは、夜間街路を対象として、路上に静止する他者に対する回避行動の観察を行い¹⁰⁾、昼間よりも夜間の方が歩行者は早く回避始めることや、夜間の路面照度が不均一な場合は、歩行者は照度の低い場所で回避し始める傾向があるなどの結果を得ている。夜間街路上を接近してくる対向者については、既往研究の静止する他者とは異なり、街路灯との位置関係によって顔面の照度が変動することになる。この移動に伴う対向者の視認性の変化が回避行動に影響を与えることが予想される。

2. 映像提示による回避行動の判断実験

2.1 実験目的

照明条件や対向者の性別が回避行動に与える影響を調べるため、様々な条件で対向者とすれ違うビデオ映像を用いた実験を行った。はじめに、対向者が真正面から接近してくる状況での評価実験を行い、次に対向者が側方にずれた状態ですれ違う状況での評価実験を行う。

2.2 実験概要

実験場所として選定した街路は、図1と2に示す横浜市営地下鉄センター南駅の周辺に位置する歩道橋である。駅ビル出口よりエスカレーターを下った先にあり、道幅4.0m、長さ47mである。駅から近距離にあるが、人通りは終日まばらである。歩道橋に隣接する建物はなく、間近に人の気配が感じられるものはない。照明器具は手すりの下部に6m間隔で設置されており、やや下方向を照らしている。歩道橋の下10mには片側2車線道路が交差している。

実験は、この街路を歩行中に対向者が接近してくるビデオ映像を被験者に提示し、対向者を知覚できる地点、対向者を回避する地点、対向者に不安を感じる地点を答えるものとした。表1に対向者とした実験者の特徴を示す。性別以外の視覚的特徴に差がないように、ほぼ同じ身長的人物とし、同系色の上着を着用するようにした。この対向者とビデオ

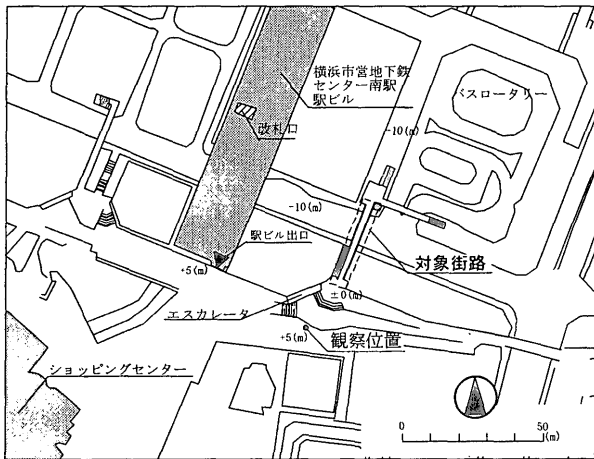


図1 実験対象とした街路の配置図

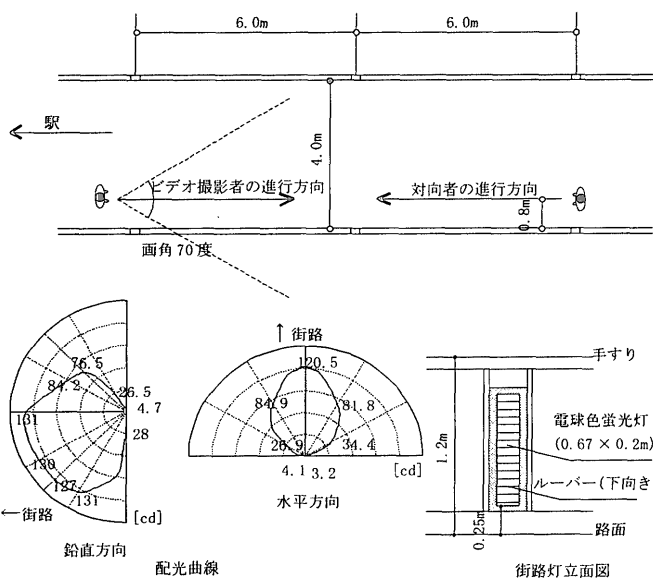


図2 対象街路と街路灯の概要

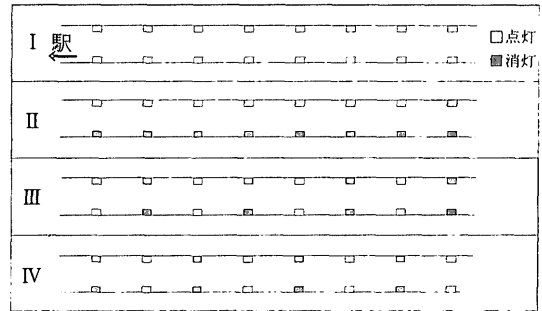


図3 照明パターン

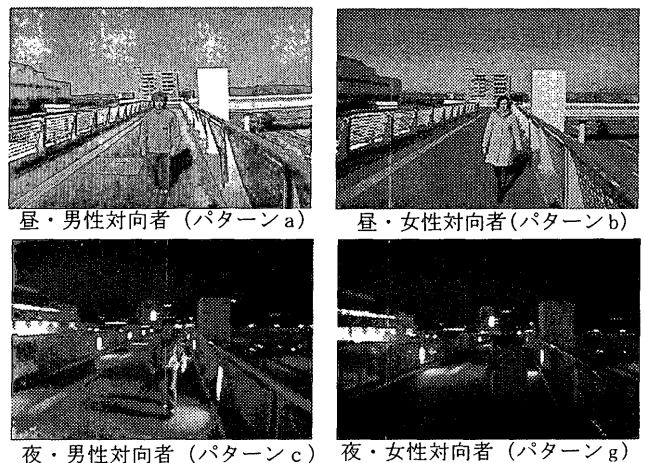


図4 提示した映像の例

表1 対向者(実験者)の服装

対向者の性別	身長 [cm]	服装	マンセル値	反射率 [%]
男性	165	上着	6.7YR4.6/3.3	16.79
		ズボン	1.8PB2.7/1.8	4.78
女性	165	コート	8.2YR5.8/2.3	27.07
		ストッキング	N1.8	2.8

表2 実験パターンと結果の概要

実験パターン	昼夜	照明パターン	対向者の性別	対向者の軌道上の路面照度 [lx]			対向者の顔面鉛直面照度 [lx]			対向者の顔面画像輝度 [cd/m ²]			実験結果(中央値) [m]						
				最高	最低	平均	最高	最低	平均	最高	最低	平均	被験者：男			被験者：女		被験者：全体	
													回避距離	不安距離	回避距離	不安距離	回避距離	不安距離	知覚距離
a	昼	—	男	—	—	—	—	—	—	—	—	17.1	14.8	17.7	10.2	17.1	11.4	4.5	
b	—	—	女	—	—	—	—	—	—	—	—	18	10	18	8	18	9	4.5	
c	夜	I	男	125	2	37	16.3	5	8.1	23	4	9.5	18.4	12.9	18.4	15.1	18.4	15.1	38.3
d			女	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18	13	20	12.5	18	13	40.5
e		II	男	7.3	1.9	3.2	14.9	4.1	7.4	20.5	2.4	8.2	12.9	10.7	11.8	10.7	11.8	10.7	22.6
f			女	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	10	14	10	14	10	26.5
g		III	男	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17.1	16	18.3	16	18.3	16	37
h			女	103	1.1	18	15.5	3.8	7.2	21.6	1.9	7.9	13.4	10.3	13.4	9.8	13.4	10.3	36.5
i		IV	男	115	0.7	19.1	15.9	3.5	7.2	22.3	1.3	7.9	15.7	12.4	14.6	13.5	14.8	13.5	31

回避距離：歩行者(被験者)が対向者を避け始めたいと判断した地点での対向者との距離
不安距離：歩行者が対向者に不安を感じた地点での対向者との距離

知覚距離：歩行者が対向者を知覚した地点での対向者との距離

撮影者が歩道両端の47m離れた地点から同一軸線上をそれぞれ約1.2m/sのスピードで接近し、衝突する直前で対向者が回避してすれ違う、という映像を撮影した。実験に用いた映像パターンを表2に、街路照明のパターンを図3に示す。照明パターンは歩道左右の照明器具を全て点灯したパターンI、片側のみを点灯したパターンII、照明器具を一つおきに点灯したパターンIIIとIVである。撮影時刻は、昼間は14時、夜間は22時である。対向者以外の人物は全くない状態で撮影を行った。

被験者への映像の提示は、歩行している臨場感を与えるため、ヘッドマウントディスプレイ(輝度レンジ1~27cd/m²)を用いた。撮影時のレンズの画角は左右70度、映像提示時では左右30度である。輝度レベルは光源部分を除き現場との大ききずれはないが、画角は提示時の方が狭く、実際よりも小さな視角で投影されることになる。ただし、映像観察時の違和感は生じなかった。被験者には、夜間22時(昼間は14時)に一人で歩行していることを想定するように教示して映像を提示した。映像は1パターンにつき続けて2回提示した。1回目の提示では、歩行中に「対向者を避け始めたい^(注1)」と思った地点で被験者に声で合図してもらった。2回目の提示^(注2)では、歩行中に「対向者に対して不安を感じる」と思った地点で同様に合図してもらった。実験者はストップウォッチで合図の時間を記録した。被験者は19~23歳の大学生35名(男性15名、女性20名)であり、全員視力0.8以上を有している。実験は、ディスプレイの側面からの光を遮るために暗室で、一人ずつ個別に行った。

全ての実験が終了後、被験者の中から11名(男性4名、女性7名)を対象として、「対向者を知覚した」と思った地点についての同様の実験を行った。

2.3 実験結果

(1) 知覚距離・回避距離・不安距離

被験者が映像上の対向者を「知覚した」、「避け始めたい」、「不安を感じる」と判断した地点において、合図のあった時間を基に対向者と被験者の実距離を算出した。各々の地点での対向者との距離を知覚距離、回避距離、不安距離とする。パターンdなど女性対向者の映像では、最後まで「不安を感じる」ことがなかった被験者も多くみられた^(注3)。

知覚距離は何れの実験条件とも個人差が非常に小さかったため、被験者11名の中央値のみを表2^(注4)に示す。昼間では映像提示直後の45mで対向者を知覚でき、夜間では照明パターンによって異なり、IIとIVで短くなっている。

回避距離と不安距離は被験者によるばらつきがみられたため、はじめ

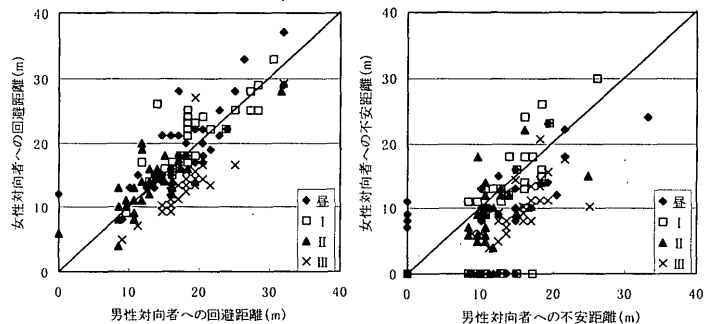


図5 対向者の性別による回避距離・不安距離の比較^(注4)

に実験パターンごとにKolmogorov-Smirnovの正規性の検定を行った。その結果、回避距離は有意確率5%でa以外の全てのパターンの正規性が棄却され、不安距離はc・f・g・h以外のパターンの正規性が棄却された。そこで、各パターンの回避距離と不安距離の代表値として中央値を用いることとし、表2に被験者の性別ごとに示している。被験者全体でみた場合、回避距離の中央値は11.8m~18.4mにあり、不安距離の中央値は9m~15.1mにある。何れのパターンも回避距離の方が不安距離よりも長く、「避け始めたい」と判断した後に接近する対向者に対して「不安を感じ」ていることが分かる。

(2) 被験者の性別

回避距離と不安距離について、被験者の性別による差は全体的に小さい。何れのパターンについても有意差(Mann-Whitney検定^(注5))は認められなかった。対向者が男性の場合(a,c,e,g,i)、女性被験者の方が男性被験者よりも早く不安を感じたり、回避を始めたりののではないかと予想されたが、そうした結果とはならなかった。

(3) 対向者の性別

次に、被験者を性別で区別せず全被験者を対象として、回避距離と不安距離の実験パターン間の差について検定(Wilcoxonの符号付き順位検定^(注6))した。表3に結果を示す。また図5には、対向者の性別間で各距離を布置している。表3と図5より、回避距離は夜間IIIのみ男性対向者の方が女性対向者より長くなっている(1%有意)が、他に有意な差はみられない。不安距離については、何れのパターンでも男性対向者の方が女性対向者より長くなっていることが分かる。

対向者の性別による差が不安距離のみで大きかった理由を探るため、実験に参加した被験者11名に再度ビデオ映像を提示し、「避け始めたい」、「不安を感じる」と判断した理由についてインタビューを行った。その結果、ほとんどの被験者は回避の判断は直感的なものであり、対向

者の性別を意識したわけではないと述べた。また不安感の判断については、約半数の被験者が対向者の性別を意識したと述べ、女性対向者には不安を感じにくいと述べた。さらに、パターンIIのように女性対向者の方を早く回避することがあった理由としては、女性の方が遠方からはっきりと認識できたためではないかと推測した²⁷⁾。これらのことから、回避距離に与える対向者の性別の影響は、本実験では明確なものではなく、曖昧であったと考えられる。それは、実際に歩行を体験していないことや、視角が実物よりも狭かったことなどの実験条件の影響が考えられる。

表3 回避距離・不安距離の差の検定

比較の種類	対応条件	回避距離	不安距離	
対向者の性別による比較	昼(男) a-b(女)			
	I(男) c-d(女)		△△	
	II(男) e-f(女)		△△	
	III(男) g-h(女)	△△	△△	
照明パターンによる比較	I-II	(男) c-e(男)	△△	△△
		(女) d-f(女)	△△	△
	I-III	(男) c-g(男)	△	▽▽
		(女) d-h(女)	△△	△
	I-IV	(男) c-i(男)	△△	**
		(女) e-g(男)	▽▽	**
	II-III	(男) e-g(男)	▽▽	▽▽
		(女) f-h(女)		
II-IV	(男) e-i(男)	▽▽	▽▽	
	(男) g-i(男)	△	△	
昼夜の比較	対向者：男性	(昼) a-c(夜I)		
		(昼) a-e(夜II)	△△	
		(昼) a-g(夜III)		▽▽
		(昼) a-i(夜IV)	△△	▽▽
	対向者：女性	(昼) b-d(夜I)		
		(昼) b-f(夜II)	△△	
(昼) b-h(夜III)	△△			

Wilcoxon の符号付き順位検定 Δ : 左のパターンの方が距離が長い $\Delta\Delta$ ・ ∇ ・ $\nabla\nabla$: 有意水準 1%
 ∇ : 右のパターンの方が距離が長い Δ ・ ∇ : 有意水準 5%
 Friedman 検定 **: 有意水準 1% * : 有意水準 5%

またパターンIIIで男性対向者の回避距離が顕著に長くなることについては、対向者の性別による影響が小さいとすると、後述する照明と対向者の位置関係の影響があったのではないかと推測できる。

(4) 昼夜と照明パターン

昼夜による比較では、全体的に夜間より昼間の方が回避距離は長くなっている。これは、静止する他者に対する回避行動の観察結果¹⁰⁾とは逆である。また不安距離は全体的に夜間の方が長くなっているが、照明パターンIVのiのように、夜間の方が短くなるものもある。これも、夜間の方が遠方から対向者を不安に感じることに必ずしもなっていない。これらの原因には、他者が静止した状態か接近する状態か、他者が歩行者に対して正面向きか横向きかなどの実験条件の違いなどが影響していると考えられる。また、対向者のすれ違い方も不安感と関係していると考えられ、後述の追加実験で検討する。

照明パターンによる比較では、全体的にIが回避距離、不安距離共に長くなっており、IIIとIVが両距離共に短くなっている。照明の点灯数が多いパターンの方が回避距離は長く、点灯数の少ないパターンの方が回避距離は短くなるといえる。Iは対向者の顔面輝度が全体的に高く、対向者の存在を離れた距離で認識できるものである。一方IIIとIVは照明の点灯間隔が2倍に開いており、対向者の顔面輝度が変化する間隔も大きい。またパターンIIは、知覚距離、回避距離、不安距離の何れも短い。これは街路の低照度側を歩行することによる対向者の視認性の

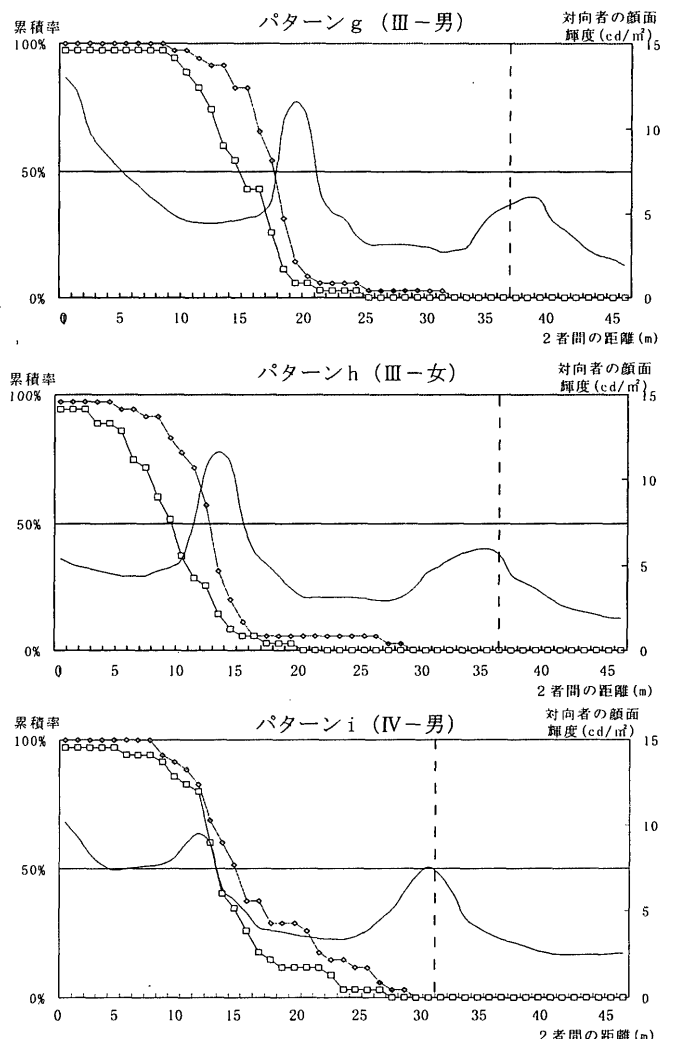
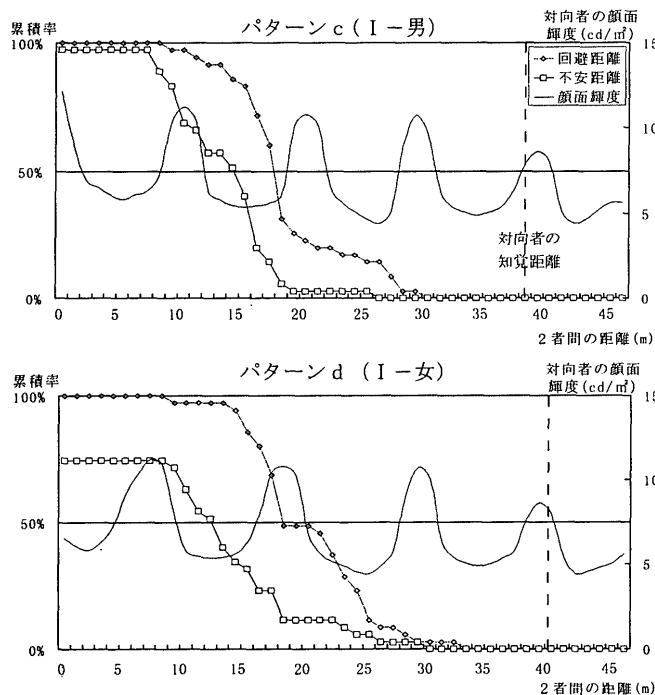


図6 2者間の回避距離・不安距離に関する全被験者の累積率

低さが、距離を短くしていると考えられる。

図6には、対向者の顔面輝度変化が大きいⅠ・Ⅲ・Ⅳについて、距離に応じた対向者の映像上の顔面輝度^{註9)}と、回避距離、不安距離の全被験者の累積率を示した。照明パターンⅠのc・dは街路照明の点灯間隔が密であり、このとき顔面輝度と回避距離、不安距離との間には明確な関係はみられない。一方、照明パターンⅢ・Ⅳのg・h・iは点灯間隔が疎で、対向者の顔面輝度はすれ違うまでに2回のピークを持っており、そのピークに合わせて回避を始める被験者が増加していることが読み取れる。特にgとhで顕著である。gとhは同じ照明パターンで対向者の性別が異なるものであるが、顔面輝度と2者間の距離の関係は約5mずれている。回避距離も同様に約5mずれており、gは2者間距離が20mの顔面輝度のピークで累積率が上昇し、hは2者間距離が15mの顔面輝度のピークで累積率が上昇している。このことから、gとhの回避距離の差は、対向者の性別による影響よりも、対向者を照明する位置の違いによる影響の方が強かったのではないかと推測できる。また、パターンⅠの回避距離は、gやhと比較してばらつきが大きく、2者間距離が30m～10m付近でなだらかに増加している。これは、対向者の顔面輝度の1度目のピークが31mとg・hよりも近い位置にあり、その時の視認性の高さが回避の判断に影響したのではないかと推測できる。

対向者への不安を感じる地点についても、同様に照明パターンによって異なる。ただし、回避のように顔面輝度のピークに合わせて増加するのではなく、ピークの後、顔面輝度が低くなった地点で増加する傾向がみられる。

(5) 対向者のすれ違い方と不安感 (追加実験)

本実験では、対向者は歩行者と同一線上を避けることなく接近してくる。このため、対向者への不安には、単に対向者との距離が近すぎることへの不安だけではなく、対向者側が避けようとしないうる不信感も重なっているものと考えられる。そこで、次にすれ違い方による不安感の差異を把握するため、対向者を回避することなく自然にすれ違えるような状況を設定して、追加実験を行った。表2と同様の実験条件で、対向者と被験者(ビデオ撮影者)がはじめから軸線を横に1mずらした状態で接近し、そのまま両者が回避せずにすれ違う映像を撮影した。この映像を被験者に提示し、対向者に対して不安を感じたかどうかを判断させた。被験者は先の実験を行った者の内、11名(男性4名、女性7名)とした。不安感の判断は、「感じる」「少し感じる」「感じない」の3段階

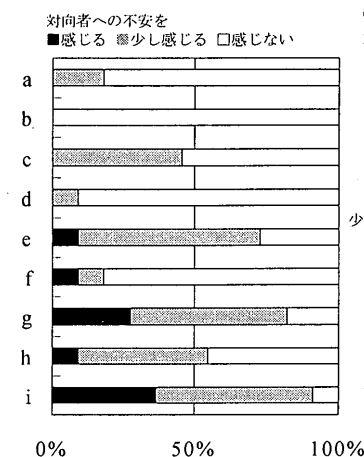


図7 歩行軸線をずらしてすれ違う対向者への不安感

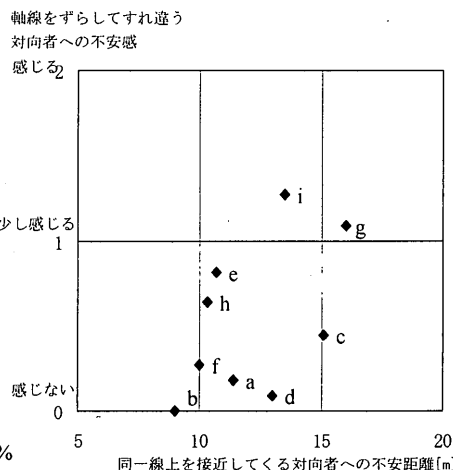


図8 対向者のすれ違い方による不安感の関係

とした。

実験結果を図7に示す。歩行軸線をずらした対向者に対する不安感は、昼間のa・bではほとんど感じられていない。夜間では、照明点灯数が少なく対向者が男性のgやiほど感じられる傾向がある。また図8に、不安感と同一軸線上の対向者への不安距離との関係を示す。照明パターンⅠのc・dのような比較的不安距離が長いものが、回避する必要のない対向者に対しては、ほとんど不安が感じられていない。これは、視認性の高い街路において同一線上を避けずに接近してくることが不安なのであり、はじめから軸線がずれた対向者とすれ違うときは、不安を感じにくいものと考えられる。逆に、照明パターンⅡ・Ⅳのe・iのような視認性の低い街路では、すれ違う際の不安は感じられるものの、不安距離はcよりも短く、対向者が避けないことへの不安は感じにくいと考えられる。また女性対向者より男性対向者に対しての方が同一線上を接近する場合の不安距離は長く、軸線をずらしてすれ違う際の不安も感じやすいことが分かる。

3. 一般歩行者による回避行動の観察実験

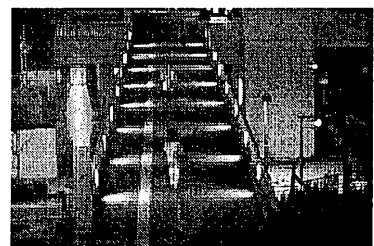
3.1 実験概要

ビデオ映像による実験では、実体験に基づくものではなく、対向者の性別や被験者の性別の違いについても結果に十分に反映されたとは考えにくい。次に、映像実験と同じ街路を対象にして、一般の歩行者に対する回避行動の観察実験を行う。

街路照明は図3のパターンⅠとした^{註9)}。実験は、11月中旬～12月下旬の平日、日没した薄明後から21時までの時間帯で行った。駅側から歩道橋に進入する歩行者に対して、表1と同じ対向者(実験者)が歩行者に向かって同一線上を正面から歩行する。歩行者が対向者を回避して歩道橋を渡り終わるまでの行動を、図2の「観察位置」と示す地点からビデオカメラで撮影した。図9に撮影した画像の例を示す。得られた歩行者の行動から、歩行者が単独でかつ周囲に他の歩行者がないものを取り出した。次にこれらの歩行者について、対向者を回避し始めた地点とその時点で対向者の地点を読み取り、両者の顔面鉛直面照度を測定した。



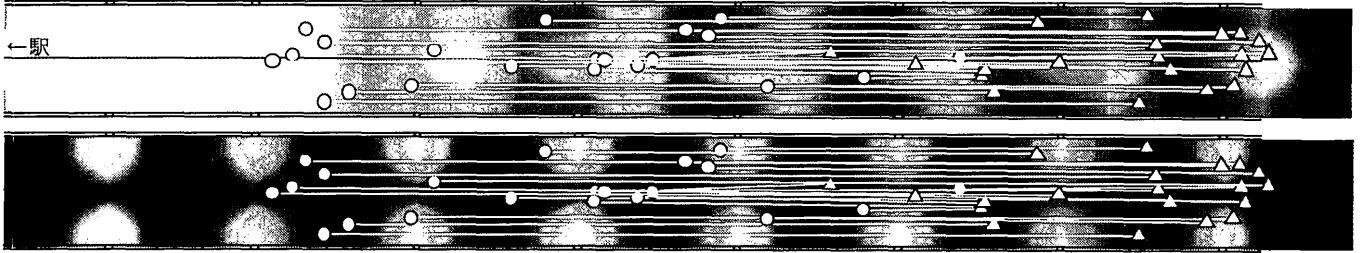
男性対向者・男性歩行者



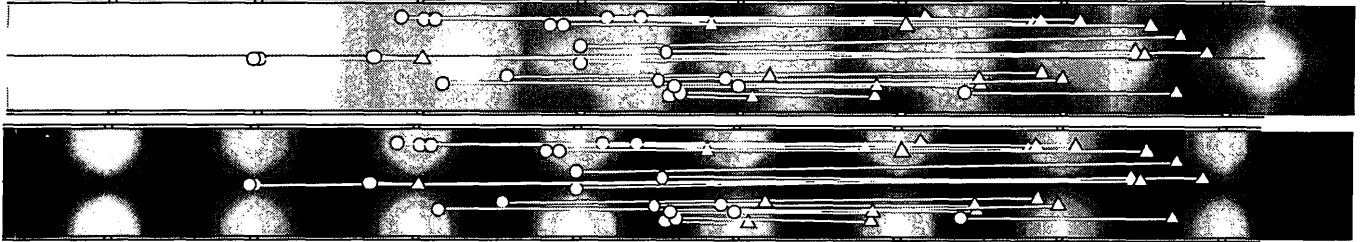
女性対向者・女性歩行者

図9 回避行動の観察風景(ビデオカメラの映像) 手前が一般歩行者、奥が対向者(実験者)

対向者（実験者）：男性（上：対向者の顔面鉛直面照度分布図、下：路面照度分布図）



対向者：女性



- ：歩行者の回避開始地点
- △：歩行者の回避開始時での対向者の位置
- ：歩行者の移動方向 ←：対向者の移動方向



図10 回避開始時の歩行者と対向者の位置

表4 歩行者のサンプルと回避距離

歩行者の性別		男		女	
対向者（実験者）の性別		男	女	男	女
サンプル数[人]		12	12	10	11
回避距離[m]	最小値	4.4	2.7	13.2	1.8
	中央値	20	19.6	26.5	12.1
	最大値	37.9	32.9	31.3	35.6
	平均値	18	17.2	24.9	14.1
	標準偏差	8.4	8.2	6.4	9.8

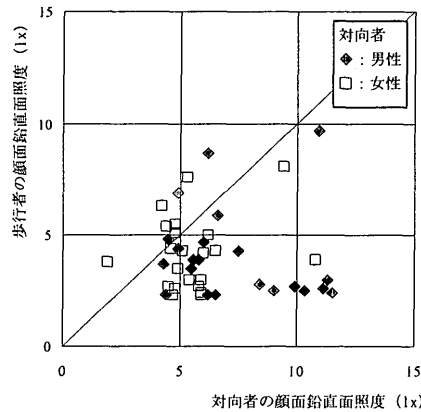


図11 回避開始時における歩行者と対向者の顔面鉛直面照度の関係

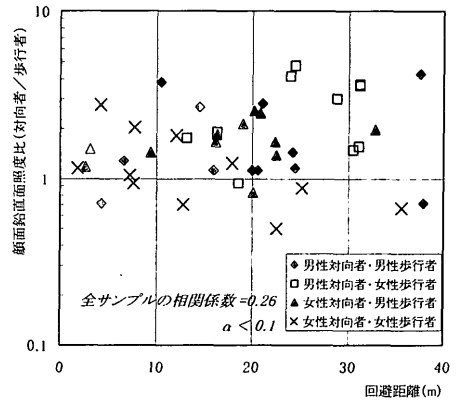


図12 回避距離と歩行者・対向者の顔面鉛直面照度比の関係

3.2 実験結果

図10には、歩行者の回避開始時の位置と、路面照度、対向者の顔面鉛直面照度を示す。表4には回避距離を歩行者、対向者の性別ごとに示す。回避距離の中央値は、歩行者や対向者の性別によって12.1～26.5mまでばらついている。映像実験における照明パターンIでは、性別によるばらつきは18～20mに収まっていたことから、その差異はより顕著になった。そこで、対向者と歩行者それぞれの性別による回避距離の差の検定(Mann-Whitney検定)を行った。その結果、歩行者が男性の場合、対向者の性別による差は小さく、有意差も認められなかった。一方、歩行者が女性の場合、対向者が男性の方が女性よりも回避距離が長く、有意差(有意確率1%)も認められた。また、対向者が男性の場合、男性歩行者よりも女性歩行者の方が回避距離は長く、有意差(有意確率5%)も認められた。対向者が女性の場合、逆に男性歩行者の方が女性歩行者よりも回避距離が長くなっているが、有意差は認められなかった。以上の結果から、実際の歩行行動では女性歩行者は男性対向者に対してより早く回避することが確認できた。ビデオ映像による判断では、被験者の性別も対向者の性別も回避距離に影響

を与えたとはいえなかったが、これは実験方法による制約であった可能性が高いといえる。

ビデオ映像による実験で、回避を開始する地点は対向者の顔面輝度の影響が認められた。観察実験では、各歩行者の動線が異なるため、対向者の顔面鉛直面照度を単純に比較することはできない。そこで図11に、歩行者が回避を開始した地点における歩行者と対向者の顔面鉛直面照度の関係を布置し、図12に回避距離と歩行者・対向者の顔面鉛直面照度比との関係を布置した。図より、全体的に歩行者の顔面鉛直面照度よりも対向者の顔面鉛直面照度の方が高くなっていることが分かる。すなわち、歩行者は対向者の顔面が明るい地点で回避を始める傾向があるといえ、映像実験の結果とも一致している。またこの傾向は、男性の対向者の場合に顕著にみられる。図12からも、回避距離の長い男性対向者の方が顔面鉛直面照度が若干高くなっていることが確認される。遠い位置で回避を始める歩行者の方が対向者への照明の影響をより受けやすかったのではないかと推測できる。

4. まとめ

本研究では、ビデオ映像を提示した実験と実際の街路における観察実験によって、夜間街路の対向者に対する回避行動の特性を検討した。

ビデオ映像の提示実験によって得られた主な結果をまとめる。

・歩行者は、対向者を回避し始める地点よりもやや近い位置で対向者に不安を感じる傾向にあり、不安を感じる前に回避行動を起こす。

・同一軸線を正面から避けずに接近する対向者には、昼間や照明点灯数が多く視認性の高い夜間街路の方が、遠方で他者を回避し始める傾向にある。一方、回避しなくてもすれ違える対向者には、昼間より夜間の方が、夜間では街路灯の点灯数が少ない方が不安を感じる傾向にある。

・歩行者は、対向者の顔面輝度が高くなる地点で回避を始める傾向があり、街路灯の点灯位置によって回避開始位置が左右される。

また、実際の歩行者による回避行動の観察実験によって得られた主な結果をまとめる。

・対向者が男性の場合、男性歩行者より女性歩行者の方が早く回避し始める傾向にある。逆に対向者が女性の場合、男性歩行者の方が女性歩行者よりも早く回避し始める傾向にある。

謝辞

本研究は武蔵工業大学卒論生の辻洋美氏、中端亜希子氏と共同で行った。記して謝意を表す。

注1) 「対向者を避け始めたい」とは、「あなたが実際に歩いているとしたとき、歩く方向をずらすだろうと思った地点のことです」と説明した。「対向者との衝突を避けるため」などの回避する理由に関する特別な教示は行っていない。これは、実際の歩行者の回避行動が必ずしも衝突を避けるためだけに取られるものでないからである。何故回避しようとしたかの判断は被験者によって同一でない可能性があるが、不明な点は実験後のインタビューで調査している。また、「対向者に対して不安を感じる」についても同様に、対向者の何に対する不安かという特別な教示は行っていない。インタビューから、パターンによって「近すぎる」ことに不安を感じたり、「対向者が避けようとしないう」ことに不安を感じたりすることがあることが分かっている。

注2) 回避行動は不安感よりも直感的に判断する必要があると考えたため、「回避」→「不安」の提示順序とした。予備実験から、同じ映像を連続して提示した場合、回避行動の判断は被験者によりぶれることがあったが、不安感の判断は安定している傾向にあった。

注3) 最後まで不安を感じないものは、対向者・歩行者共に女性の場合が多い。またhは、最後まで回避しないとした被験者がいるが、これは対向者が直前で必ず回避することを知っているためであると考えられる。

注4) 対向者に対して最後まで「避け始めたい」、「不安を感じる」と答えなかった被験者のデータは、便宜的に「回避距離」、「不安距離」を0mとした。

注5) Mann-Whitney 検定はノンパラメトリック法での検定で、データに対応関係がない場合で被験者が少ない場合に用いられる。2つの独立したデータが同じ分布を持った母集団から抽出されたという仮説を検定する。

注6) Wilcoxon の符号付き順位検定はノンパラメトリック法での検定で、データに対応関係がある場合で被験者が少ない場合に用いられる。

注7) 男性対向者と女性対向者の服装については、表1に示すように類似した色相の上着としているが、女性のコートの方が反射率は若干高く、さらに図4に示すように女性のコートの方が若干丈は長くなっている。この差によって女性の方が遠方からの視認性が増し、回避を早める要因の一つになったと考えられる。

注8) 対向者の顔面輝度は映像上の輝度を表す。ただし、直接画面を測定したのではなく、ビデオ映像の画像諧調値とヘッドマウントディスプレイの画面輝度との関係式により算出したものである。

注9) 一般歩行者の観察実験は長期間に渡るため、通常の街路照明のパター

ンIよりも点灯数を減らす他の照明条件は、安全上の問題より設定することはできなかった。

参考文献

- 1) 照明学会技術基準 JIEC-006 : 歩行者のための屋外公共照明基準、1994
- 2) 宮前あつ子、武内徹二 : 街路・防犯照明における顔の見え方と照明レベル、照明学会誌、Vol.73、pp.303-307、1989
- 3) Boyce, P. R., Eklund, N. H., Hamilton, B. J. and Bruno, L. D. : Perceptions of safety at night in different lighting conditions, Lighting Research and Technology, Vol.32(2), pp.79- 91, 2000
- 4) Painter, K. and Farrington, D. : The financial benefits of improved street lighting, based on crime reduction, Lighting Research and Technology, Vol.33 (1), pp.3 - 12, 2001
- 5) Painter, K. : The impact of street lighting on crime, fear, and pedestrian street use, Security Journal, vol.5, no.3, pp. 116- 124, 1994
- 6) 村松陸雄、中村芳樹、中島政太郎、小林茂雄 : 住宅地街路の夜間光環境評価と住宅外構照明の関係、日本建築学会計画系論文集、第528号、pp.23-28、2000.2
- 7) 依田光正、塩田泰仁 : 人間同士のすれ違い行動における回避領域の実験的研究、人間工学、Vol.35、No.1、pp.9-15、1999
- 8) 建部謙治 : 歩行者の属性による回避行動特性、MERA Journal、第6号、pp.23-29、1997.1
- 9) 建部謙治、中島一 : 静止した障害物に対する単独歩行者の回避行動、歩行者の回避行動に関する研究(I)、日本建築学会計画系論文集報告集、第418号、pp.51-57、1990.12
- 10) 小林茂雄、安部貴弘、吉崎圭介 : 夜間街路上の他者に対する歩行者の回避行動に関する研究、日本建築学会計画系論文集、第555号、pp.69-75、2002.6

(2002年5月10日原稿受理、2002年11月21日採用決定)