

# 段差認識の行動特性と夜間における街路歩行上の安全性に関する研究

7229 堀 貴子 7230 堀口 則彦 7235 松井 教純 指導教授 関口 克明

## 1 はじめに

### 研究背景

街路において照明を用いて明るくすることは、歩行時の不安を軽減するためである。不安には、人に対する心理的なものと形状による物理的なものがある。前者の場合、既往研究<sup>1)</sup>では水平面照度を確保するための街路灯の必要性が希薄であったという結果が得られている。また、後者の場合でも形状が整備され床面がフラットであるという条件下で同様のことが言える事例として‘さいたま新都心駅ペDESTリアンデッキ’が挙げられる。このデッキを普段使用している近隣住民を対象としたアンケートによると(図1)このような環境下においても経験値があれば問題無く歩行できるという意見が多数を占めた結果から写真1のような景観を構成している。

そこで後者に視点を置いて、歩行者の行動に着目した結果、行き交う人々のほとんどが縁せきの段差に視線を落とすという現象が見られた。我々は、日常生活において無意識のうちに段差を認知し昇降しているが、注意が他に向けられたりして認知できなかった場合、つまづくといったような危険に遭遇することがある。このように身近な環境の中でも、必要最小限の照度しか確保されていない場所に存在する段差では、歩行時の安全性に問題が残されていることを指摘することができる。さらに、バリアフリー化に伴うインフラ整備には多大な時間と労力が必要であり、整備が進められているが、機能上の必要性から何らかの段差が存在しているのが街路の現況である。

この観点より、段差を昇降する際の行動特性を調査することで、夜間における街路歩行上の安全性を探る。

### 研究目的

本研究では、街路照明計画を行なうにあたって、夜間における街路歩行上の物理的安全性を確保するために段差認知を容易にさせる手法が、街路照明基準のひとつの指針として用いられることを目的とする。

## 2 行動特性の調査及び実験

### 2-1 街中の段差の観察

東京都心や東京近郊において、街路歩行上問題があると思われる段差を探し、テクスチャー・色・形状等の特徴を挙げた(図2)。また、これらを含む段差について、一般歩行者の段差歩行時の行動特性を観察した。

その結果、段差を昇降するときには段差の存在を確認してからある程度の距離を保って段差を注視しているという動作が特徴的に見られた。このことから図3のように段差昇降の際、3段階の確認を経て実行に移しているという傾向が明らかになった。

### 2-2 制限視野での実験

観察の結果をもとに、歩行時の視野を制限した場合、段差の昇降が可能か、またストレスは発生するのかを実験した(図4)。被験者は本学学生9名(男5名、女4名)とし、段差は、本校9号館内の踊り場までの7段の階段を使用した。図5のような下部にシェードを付けた眼鏡を装着し、視線は階段を正面に向き水平方向に保ちながら、任意の距離から通常の歩行速度で階段を昇降した。まず、上りの場合、足元を注視できなくても、階段に至るまでのシークエンスや階段の形状(蹴上げ、踏み面、手摺り、壁)により1段目までのおおよその距離は予測可能である。しかしさらに近づくにつれて、視野から階段に関する情報が減少し、身体と階段との距離感が曖昧になり、つまづくことへの不安から立ち止まってしまう、アンダーリーチング<sup>注1</sup>が発生する。下り



写真1 さいたま新都心駅ペDESTリアンデッキ

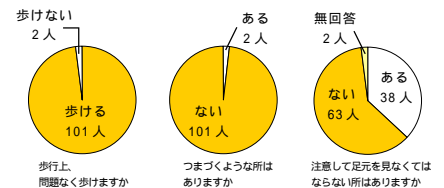
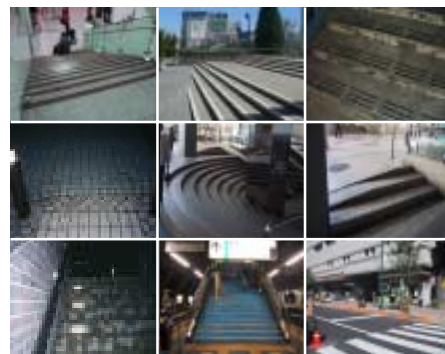


図1 さいたま新都心駅でのアンケート結果



- 形状の特徴
- ・ 踏み面のエッジの色やテクスチャーを変えている。
  - ・ 蹴上げの高さが不規則。
  - ・ 段差自体の変形(円形など)。
  - ・ テクスチャーや色の変化で逆に段差と錯覚してしまう。
  - ・ 踏み面と蹴上げの色差。
  - ・ 蹴上げ面の照明によって踏み面を照らしている。

図2 街中にある段差

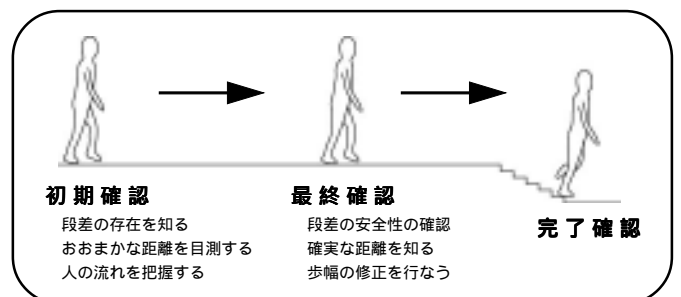


図3 段差歩行時の確認の流れ

の場合では、足元が注視できないことにより、階段自体から情報が得られないため、階段との距離が十分であるにもかかわらず、怪我をするかもしれないという不安が強まった。結果、制限視野では、足元からの情報を注視により確認できないため、アンダーリーチングが発生し、階段の昇降は不可能であった。また、アンダーリーチングが発生する距離は下りの方が上りに比べて長くなる傾向にあるようだ。

このことにより、通常視野では、段差を昇降するための主な情報（段差に対する身体の向きや段差との距離）を足元付近から無意識に獲得していることが分かった。

### 2-3 段差の視認性に関する実験

#### 実験内容

次に、通常視野において、段差の周辺環境を制限した場合の視認性に関する実験を行なった。被験者は本学学生3名(男2名、女1名)とした。本校9号館地下階段において、階段、床面および壁面に表面の光沢を無くすためと光のコントラスト、拡散性を増すために暗幕を張り、周辺環境による視認性への影響をほぼ完全に排除した。このような環境下で段差上のサインのみで段差を昇降できるか、また、その際に最も有効なサインについて検討した。サイン自体の発光性を高めるためにスーパーファイン用紙を用い、上部からブラックライトで照らした。評価基準は被験者の主観的評価に任せ、アンダーリーチングが発生するかしなないかを判断の基礎とした。

#### 結果及び考察

上りの場合、図6より、のように1段目の蹴上げの高さを示すサインと、踏み面を面として認識できるような線のサイン(L字形)が最も適当と思われた。一方、では、蹴上げの高さのみを示すサインなので足を乗せる位置が特定できなかった。では、奥行きを示すサインは階段の幅を認知させるだけで効果がなかった。

に比べ、の場合、同じ1次元の情報を与えるサインでありながら、踏み面を示すサインは比較的有效性があったと思われる。これらをまとめると、上りでは、階段の全貌を把握し、立体視できるサインが必要であることが分かった。

下りの場合、のように自分の歩行する箇所にサインがあると、把握しやすい。その際、踏み面のエッジのサインがある程度の長さがあれば、踏み面両端のサインと同様にパース効果が確認できた。また、フロアレベルのエッジのサインは、フロアからの下り始め（以下フロアの分断箇所と称す）を示すものであり、効果的であった。しかし、のようにフロアレベルの奥行きを示すサインは、そこが1段目の踏み面と錯覚してしまい、心理的ストレスとなった。このことから、下りではフロアの分断箇所を示すサインと、1段目から最終段目までのパースを示すサインは別々に考えられるべきである。

総合的に上りと下りとでは、蹴上げ面が見えるか否かが両者に異なる結果をもたらしたと考えられる。

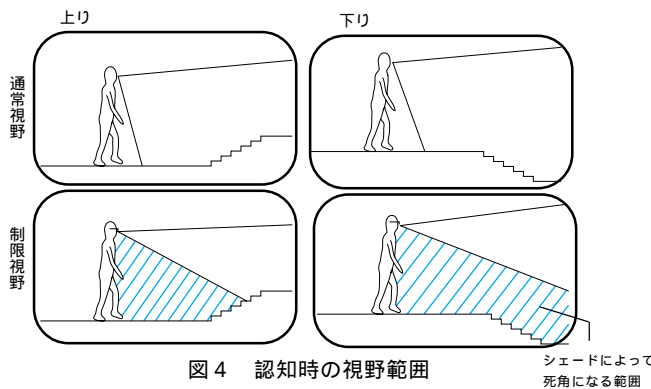


図4 認知時の視野範囲



図5 シェードを付けた眼鏡



写真2 実験中の階段

	昇降可能	昇降不可能	
上り	蹴上げの高さが把握できない。パースの変化で踏み面を認知できる。	段差の幅や形状が把握できない。	高さのあるものがある、ということはわかるが、足を乗せる位置が特定できない。
	踏み面の形と、蹴上げの高さが同時に把握できる。立体視ができた。	段差の幅は把握できるが、蹴上げの高さがわからない。	線のサインがどの面を示しているのが把握できない。
	踏み面の中央にサインがあるため、足を乗せやすい。	蹴上げ面は把握しやすいが、鉛直面の連続に見える。	蹴上げを面として認知するには不完全。踏み面がないように見える。
下り	踏み面を面として認知できる。	下り始めのフロアレベルのサインを、1段目の踏み面と錯覚してしまう。	踏み面を面として把握しにくい。
	踏み面の中央（自分が通行する所）にサインがあると足を乗せやすい。	踏み面のエッジは把握しやすいが、側壁と階段の境が曖昧で段差の幅が分かりづらい。	段差の分断箇所を示すサイン

図6 サインのパターンとその特徴

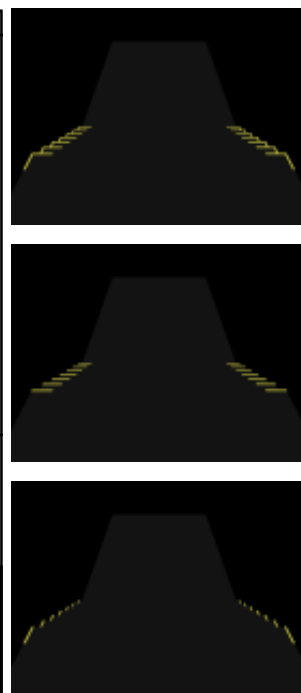


図7 サインのシミュレーション

## 2-4 段差歩行時の認知距離に関する調査

### 調査目的と方法

これまでの実験から、人間は段差を昇降する際に、3段階の確認によって段差を認知し、昇降していることが明確となった。安全に昇降するためには、最終確認から実行までの距離（以下最終確認距離と称する）を十分にとる必要がある。我々は、認知のしやすさによって最終確認距離に変化が生じると考え、最終確認距離を変化させることがストレスを軽減し安全に昇降できる一つの要因になると仮定した。

そこで、サイン(黄色のビニールテープ)又はライト(懐中電灯)の有無と段差歩行時の認知との関係について実地調査した。一般歩行者を被験者とし、地下実験と類似した環境(周辺環境が暗い、テクスチャーに変化がない)、かつ、不特定多数の被験者からのデータを得られる場所として、新宿エルタワー前のカリヨン橋(図8)の階段を選定した。調査時間は午後5時から9時までとし、被験者の年代別構成比は図9であり、最終確認距離の測定方法は、写真6のように、被験者が段差の第一段目を注視し始めた時の、身体の中心位置と第一段目の距離を50cmごとに目測した。

### 結果及び考察

#### 上り

図11.12より、現状の上りでは、0~50cmで最終確認をしている人が多かった。これは、初期確認で視野内に階段の存在や全体像を把握する事ができ、情報を得やすくなっているためと考えられる。もしも階段の存在に気付かなかったり、最終確認が遅れた場合つづく可能性がある。このことから段差のある箇所に適切なサインやライトを設置することで、最終確認距離が伸びれば、安全性が高まったといえるのではないかと仮定し、データを収集した。

その結果、サイン又はライト設置の場合は現状に比べて、0~50cmの範囲で最終確認を行なった人の割合が減少し、51~100cmでは逆に増えている。サイン又はライトがあることによって誘目性が高まり、階段の情報を得やすくなったと考えられる。そのため、早い段階で最終確認が行なわれ、図10のように最終認知距離が伸びる結果となった。

#### 下り

図11.12より、現状では、上りとは反対に250cm以上で最終確認をしている人が多かった。初期確認では、フロアレベルの変化や階段におけるフロアの分断箇所、壁や手摺りの様子など、床面上部からの情報は得られるが、階段の形状やテクスチャーといった情報は得られない。階段についての情報不足が不安感を生み、早めに最終確認を行なっていると考えられる。この不安感の影響で、初期確認から最終確認を継続して行なう傾向にある。このことから、まずはフロア分断箇所に適切なサインやライトを設置することで、最終確認距離が縮まれば、昇降時のストレスを軽減できたことになると仮定し、データを収集した。

その結果、サイン又はライト設置時は、現状に比べ250cm以上で最終確認をしている人の割合が減少した。その結果、図10のように最終確認距離が縮まるという傾向にある。

つまり、サイン又はライトがあった場合はフロアの分断箇



写真3 新宿エルタワー昼と夜



写真4 サイン設置

写真5 ライト設置

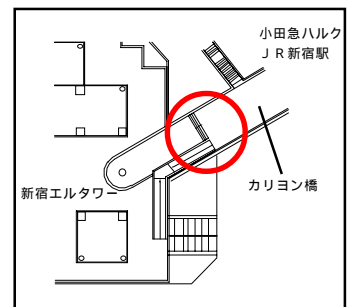


写真6 段差を注視する人

図8 新宿エルタワー前調査地

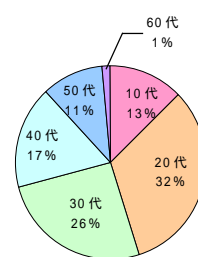


図9 被験者の年代別構成比

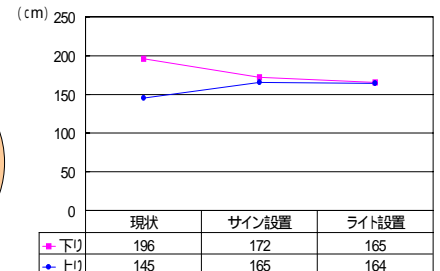


図10 平均最終確認距離の推移

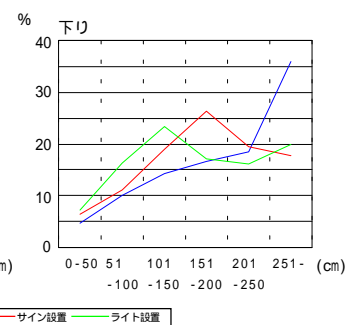
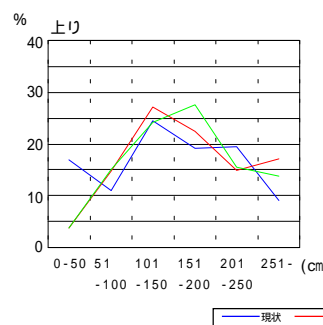


図11 現状と設置後の最終確認距離の変化

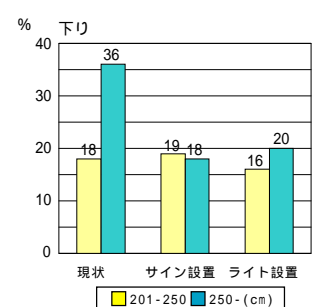
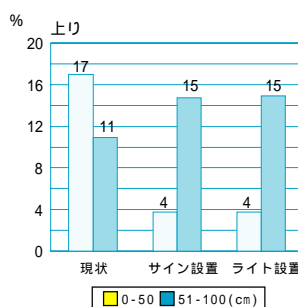


図12 現状と設置後の最終確認距離の変化

所の誘目性が高まり、初期確認の段階で段差のおおまかな位置を確認することができる。分断箇所までの距離を把握することにより、ある程度近づいてからの認知が可能となったため、認知距離が縮むという結果になった。

サイン又はライトを設置したことにより、上り・下りでの最終確認距離の開きがなくなり165cm前後に集束した(図13)。

### 歩行速度による認知距離の変化

また、新宿エルタワーの場所柄、曜日により歩行者の経験値や行動特性が異なるため、図14より休日の最終確認距離は平日と比較して縮んだ。この要因として、第一には休日には複数で行動している人が増加し、階段に対する意識が希薄になっていたこと。第二には階段を下るとき、複数の歩行経路が選定できるため、目的経路を選定することに時間を要し、階段の寸前で最終確認する人が増加したこと。さらに、平日は歩行し慣れている経験値の高い人が、休日と比較して多くなる傾向にあった。

つまり、平日と休日では全体の歩行速度が異なる。平日では全体の歩行速度が速く、最終確認距離を十分に保ち昇降に備えている人が多い。歩行速度が遅い人は、周辺視により段差の存在やおおまかな形状を把握していれば、最終確認距離が不十分でも、安全に昇降できると考えられる。

### 年代別のサイン設置とライト設置による有効性

図15より、上りでは、10～20代にサイン又はライト設置による最終確認距離の差は見られなかったが、30～60代では、サイン設置よりもライト設置の方が伸びていることから、認知不足によるストレス軽減には有効であると考えられる。

同様に、下りでは、10～40代にはサイン設置よりもライト設置のほうがストレス軽減に有効であり、50～60代には反対に、ライト設置よりもサイン設置が有効であると考えられる。

### 考察

調査地である新宿小田急ハルクからエルタワーまでの歩道では、写真3のように小田急側が明るく、エルタワー前が暗いという明度差があった。そのため調査階段が影になり、周辺街路よりも暗い階段を作り出していた。調査をした結果、上りでは小田急側が明るいことで階段への影が目立ったため、ライトを設置し、明度差によって視認性を高めることが有効だと考えられる。一方、下りでは、小田急側からある程度の明るさが確保されているので、階段にはサインを設置し輝度比によって視認性を高めることが有効であることが示された。

## 3 まとめ

地下実験と新宿の現地調査とは、実際はその環境に少し差があった。現地調査地のような場所では、色や質感、形状等で認知することができるが、地下階段のような暗い場所では、サイン照明という手法を用いて階段を立体視しやすくする手助けをし、安全性を確保した。

また、地方未整備地域などには、「暗い場所」は必ず存在する。暗い場所では、サイン照明が有効である。最近では、ウォーキングなどで夜間に歩行することが多くなり、こういったニーズに応える水準での整備も考えられる。

今回行なった手法により夜間の段昇降時に対するストレス軽減について、基礎的知見は得られた。今までは煌煌と照らしがちであった街路照明計画も、今後は地下実験で得られた最小限のサイン照明を配置することが整備をするに当たっての選択肢に加えることができる。このことが、地方未整備地域におけるインフラ整備を容易なものにし、省エネにも繋がると考えている。一方、都心部のような明るい場所では、段差の光環境を「現状の水準」以下にできる可能性もある。

そこで、今回の手法は特定の場所に用いたものである。今後、任意の段差において、照明計画を行う場合、その段差の使用者や周辺環境などの調査を重ねた上で、その場特有の手法を模索することが必要であると考えている。

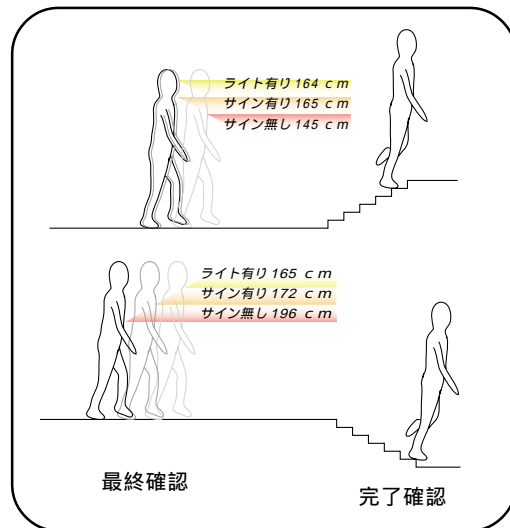
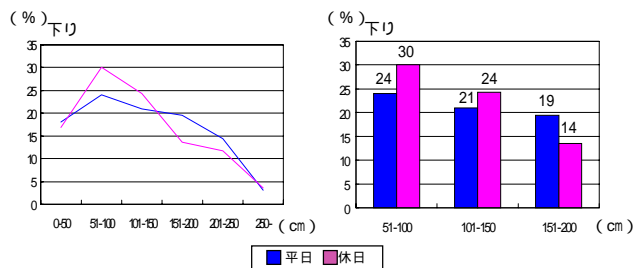


図13 最終確認距離



(平日の平均値: 151 cm, 休日の平均値: 133 cm)

図14 平日と休日の最終確認距離の変化

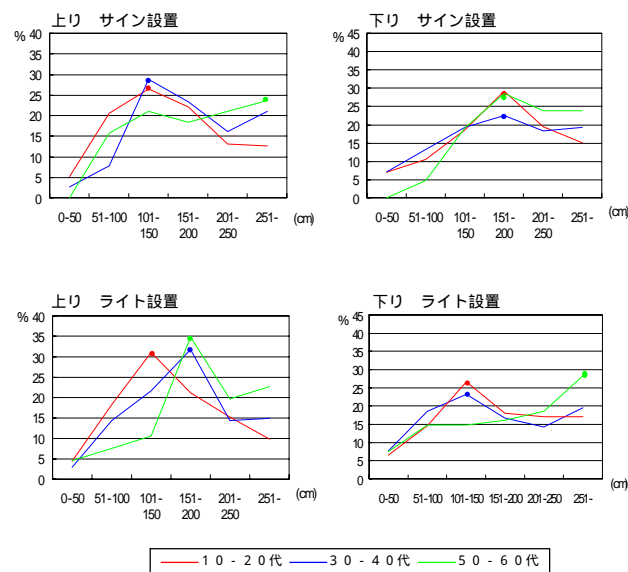


図15 年代別最終確認距離

※1 アンダーリーディング：階段上りで足を擦らせ次の段の有無を確認する、階段下りで身体バランスを崩す、階段の始めの段やドアノブに対して手や足が届かないといった現象のこと。  
 (主要参考文献・引用) 1) 関口他、『街路空間の光環境の在り方に関する研究』その1～4 2000, 日本建築学会大会 2) 『建築・室内・人間工学』鹿島出版会 1987.2  
 3) 『廊下及び階段歩行時における行動特性に関する研究』日本建築学会大会学術講演集 2000.9 4) 『航空照明』財団法人 航空振興財団、1986.3  
 (謝辞) 本研究を行なうにあたり、快く調査地を提供していただきました新宿エルタワー警備センター様、並びにご協力いただきました角館政英氏に記して感謝の意を表します。