

## 階段の認知距離の実証的研究

羽生和紀\*      敵島行雄\*\*

階段の認知距離に関する二つの実証的研究を紹介する。距離推定、歩行時間推定、心的歩行が測度と用いられている。実験 I では、階段が距離、歩行時間ともに過大推定され、心的歩行時間は比較的正確であることが示されたが、実験 II では、階段のデザインによっては距離の過大推定がおこらないことが示され、階段の認知距離がデザインの影響を受ける現象であることが明らかにされた。また、既存の仮説が、階段の認知距離の歪みをうまく説明できないことが示唆された。

### Empirical Studies on Cognitive Distance of Stairways

Kazunori HANYU\*      Yukio ITSUKUSHIMA\*\*

This reports two empirical studies on cognitive distance of stairways using distance and traversal time estimation and mental walk. Experiment I showed that distance and traversal time estimations were over-estimated while mental walk was relatively correct. However, Experiment II found that distortion in distance estimation of stairways largely depended on the design of stairways. Further, the experiments revealed that existing hypotheses could not explain these phenomena.

#### 1. 序説

##### 1-1 認知距離とはなにか

メンタルマップ (mental map: 心的地図) における空間的な距離を認知距離 (cognitive distance)、または知覚距離 (perceived distance)、主観的距離 (subjective distance) とよび<sup>1)</sup>、今日までその特性や情報処理仮定についての検討がさまざまな領域で、多様な方法を用いて検討されてきた<sup>2-13)</sup>。実際の距離と認知距離の関係を研究している多くの研

究は、認知距離が実際の距離と異なっており、またその歪みは規則性をもつことがわかってきた。以下、この認知距離の主要な論文をレビューし、その後に階段の距離の歪みに関する筆者らの実証的研究を報告する。

認知距離の歪みに関する実証的研究は、(a)実際の距離 (以下物理的距離) と主観的距離 (以下認知距離) の関係を検討した研究と、(b)認知距離に影響を及ぼす環境的または個人 (個人差) の要因を検討した研究の二つのタイプに分類することができる。物理距離と認知距離の関係を検討した研究は、被験者に対して、地点間の距離、特に自分自身からある地点までの距離を推定させるという方法を主に用いている。このデータから、物理距離を認知距離に変換する心理物理学<sup>1)</sup>的な関数を導き出すことになる。変換関数として、いくつかの研究<sup>3,14)</sup>では一次関数

\* 日本大学文理学部心理学科専任講師  
Assistant Professor, Dept. of Psychology,  
Nihon University

\*\* 日本大学文理学部心理学科教授  
Professor, Dept. of Psychology,  
Nihon University  
原稿受理 2000年4月3日

を採用しているが、多くの研究<sup>15-19)</sup>ではベキ関数<sup>\*2</sup>を採用している。つまり、スティーブンスの法則<sup>20)</sup>が認知距離にも当てはまると考えられている。

推定の歪みの原因を検討した研究では、さまざまな環境、または個人差の要因が見出されている。たとえば環境の要因としては、曲がり角の数<sup>8,9,21)</sup>、交差する道路の数<sup>10,19)</sup>、通路の持っている視覚的情報量<sup>\*3,9,22,23)</sup>、目的地の視認性<sup>24-26)</sup>、都市の中心地への方向<sup>1,6,14,16,17)</sup>などが見出されている。そして、距離を推定すべき道路や通路の持つ曲がり角の数、交差する道路の数、情報量が増加するほど、認知距離は長くなる傾向がある。また、目的地が距離を推定する場所から見える場合には、見えない場合と比べて、認知距離は短くなる傾向がある。都市の中心部への方向に関しては、都心部に向かう道路の認知距離のほうが、都心部から離れる道路の認知距離よりも長く推定する場合と、短く推定する場合の両方が報告されている<sup>4,6,7)</sup>。

人間の側の要因としては、社会的地位、収入、職業といった社会経済的要因<sup>18)</sup>、既知性<sup>15,16,26,28)</sup>、性別<sup>3,6,24,25)</sup>、年齢<sup>24,25,29)</sup>などが認知距離の推定に影響する。一般的に社会経済的に恵まれており、その環境に対して既知感を持ち、年齢が高い者で、女性よりは男性が、正確な認知距離を推定する傾向が見出されている。

Montello<sup>27)</sup>が指摘したように、この二つの方向性の異なる研究はお互いが矛盾するものではなく、相補的な関係を持つものと捉えられるべきものであろう。つまり、物理距離から心理物理学的関数によって変換された認知距離に、さらに環境や人間の要因が特定の方向への歪みを追加すると考えられる。ただし、それぞれの効果が独立しているかどうかを検討した研究は今のところ見当たらない。

また過去の研究では、認知距離の測定法として二つの方法が主に用いられてきた。その一つ、「距離推定法」においては、被験者は目標地点までの距離を推定するように求められる。もう一つの「時間

(距離)推定法」では、被験者は対象となる道路や通路を移動するのにどのくらいの時間がかかるかを推定することを求められる。実証的研究は距離と時間の推定の間には対応関係が存在しないことを明らかにしている<sup>8,22)</sup>。たとえば、SadallaとMagel<sup>8)</sup>は折れ曲がった道路<sup>\*4</sup>は、同じ距離の直線路よりも長く推定されるが、通過するための時間の推定に関しては二つの道路とも有意な差がないことを見出している。この結果は、距離と時間の推定の機能が分離しており、環境の要因がこれら二つの機能に独立して影響する可能性を示唆している。

## 1-2 階段の認知距離

上に述べた研究の多くは、環境の2次元的特徴を対象にしているが、現実の環境における地面というものは常に平らではない。さらにわれわれは3次元的特徴を持つ空間に生活しており、その環境認知の特性を解明するためには、勾配や階段といった3次元的環境についても検討する必要があるだろう。研究者達の中には、勾配が認知距離に影響を与える重要な要因とみなしているものがある<sup>29,30)</sup>。Okabeら<sup>30)</sup>は勾配の方向性、つまり昇り、下りにかかわらず、勾配を持つ道路や通路は、同じ距離の平坦な道路や通路よりも長く推定されることを見出している。ところが、われわれが日常よく使用する階段について、特にその認知距離に影響を与える要因についてはほとんど研究がなされてこなかった。しかし、人工の環境において階段はあらゆる場所に設置されており、道路や通路の際立った特徴の一つとなっている。このことは、階段の認知的研究が行われれば、その知識から階段の設計や利用という実際問題の解決にも寄与できることを意味している。

本研究では距離の推定と時間の推定という従来の方法に、心的歩行を加えた、三つの様式の認知距離を比較している。ここで心的歩行とは、被験者に歩行すべき道路を想像させ、そこを想像の中で歩いてもらう課題のことである。その想像で歩くのにかかった時間を、実際に測定して指標とする。Okabeら<sup>30)</sup>の勾配の研究やSadallaら<sup>8-10,22,23)</sup>の交差路や情報量の研究の結果から、われわれは「階段の距離推定と時間推定は過大推定される」という仮説(仮説1)をたてた。また心的歩行時間は、環境認知処理において固有のメカニズムを持つとみなして、「心的歩行時間推定は他の二つの推定とは異なり、実際の歩行時間に近似する」という仮説(仮説2)をたてた。

\* 1 物理量と感覚量間の関数的関係についての科学。精神物理学ともいわれる。

\* 2 認知距離 = a、物理距離 b、ただし a, b は定数である。多くの研究では a は 1 よりも若干大きく、b は 1 付近かそれ以下の値を取る(詳しくは参考文献13, 27のレビューを参照のこと)。

\* 3 たとえば、道路の模様や通路沿いにある看板の数などによって、情報量が操作される。

\* 4 左右交互の90度の曲がり角を持つ道路。



Fig.1 平坦な通路



Fig.2 階段

## 2. 実験 : 階段と平坦な通路の認知距離の比較<sup>\*5</sup>

### 2-1 対象環境

対象となる環境は日本大学文理学部の心理学研究室が入っている建物内にある。「平坦な通路」は心理学研究室のある5階の46.0mのまっすぐな廊下であり、被験者は目的地を見通すことができる(Fig. 1)。「階段」は建物の中央部に位置し、4階と5階を結んでいる(Fig. 2)。長さは30.8mで、途中の踊り場で進行方向を転換しているために、5階から4階を見通せない構造になっている。

### 2-2 被験者と手続き

被験者は日本大学心理学科の学生42人(男性10名、女性32名)で普段からこの二つの通路を使用しているので、知悉度は高い。条件(階段と平坦な通路)の順序効果を相殺するために、半分の学生は、まず平坦な通路についての判断を行い、つづいて階段の判断を行った。残りの半分は反対の順番で判断を行った。それぞれの学生に対して、距離推定、歩行時間推定、心的歩行時間、そして実際の歩行時間の四種類のデータが測定された。潜在的な順序の効果に配慮して、実際の歩行は最後に行い、その時間を測定した。また、心的歩行が他の二つの推定に影響を与える可能性を考え、これを二つの推定の後に行った。また、歩行時間の推定が距離の推定の手がかりとならないように距離の推定を最初に行った。

平坦な通路の距離の推定では、被験者は実験者が用意した印の上に立ち、目的地までの距離をメートルの単位で報告した。階段では被験者は階段の最上段に示された印の上に立ち、階段の最下段までの下向きの距離をメートルの単位で報告した。この際、「距離とは立っている場所から印までの移動の距離

である」と教示した。印からの歩行時間推定では、被験者は歩くべき距離を想像して、印から目的地まで歩行するのにどのくらいの時間がかかるかを秒の単位で報告した。心的歩行課題では被験者は印の上に立ち、目をつぶったままで通路を想像の中で歩くように求められ、自ずからストップウォッチを用いて心的歩行開始から到着までの時間を測定した。実際の歩行時間は、被験者が平坦な通路と階段を移動するのにかかった時間である。どちらの条件においても、被験者には普段の速度で歩くように(想像するように)との指示を与えた。

### 2-3 結果

#### 1) 距離推定

階段の距離推定の平均値は93.8mであり、実際の距離30.8mの3倍を超えていた。平坦な通路の距離推定の平均値は44.7mで、実測値46.0mとほぼ一致していた。推定距離と実測距離の差(推定誤差)をFig.3に示す。被験者を繰り返しにとった分散分析を行った結果、階段と平坦な通路の間に有意差が見出された( $F = 11.28; df = 1, 41; p < .01$ )。つまり階段の推定誤差は、平坦な通路の推定誤差よりも有意に大きかった。頻度の検定もこの結果を裏付けている。Table 1に示されるように、多くの被験者(85.7%)が階段の距離を過大評価していた。カイ二乗検定は階段を過大推定した人数が、過小推定した人数よりも有意に多いことを示した( $\chi^2 = 21.43, df = 1, p < .01$ )。

対照的に半数の被験者は平坦な通路の距離を過大評価し、残り半数は過小評価をしていた。カイ二乗検定では、過大評価をした人数と過小評価をした人数に有意な差がないことが示された( $\chi^2 = 0.00, df = 1, ns$ )。また、階段の長さを過大推定した場合

\*5 実験は、参考文献(1)として公表したものに基づいている。

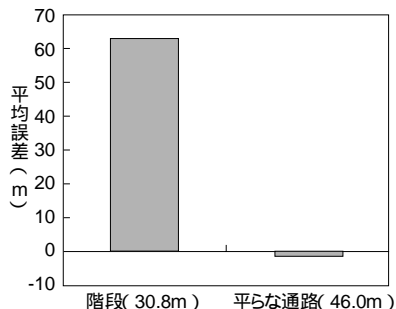


Fig.3 距離推定の平均誤差

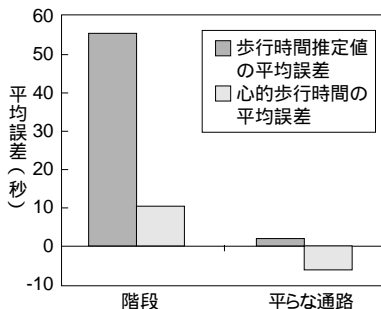


Fig.4 距離推定の平均誤差

Table 1 過大推定、過小推定の頻度

階段	平らな通路			合計
	過大推定	同一	過小推定	
距離推定				
過大推定	19	0	17	36
同一	0	0	0	0
過小推定	2	0	4	6
合計	21	0	21	42
歩行時間推定				
過大推定	14	2	14	30
同一	1	0	0	1
過小推定	2	0	9	11
合計	17	2	23	42
心的歩行時間推定				
過大推定	4	0	18	22
同一	1	0	1	2
過小推定	2	1	15	18
合計	7	1	34	42

に平坦な通路も過大推定し、または階段を過小推定した場合に平坦な通路も過小推定する個人的傾向があるかどうかを検討したが、そのような傾向はなかった。カイ二乗検定は階段の距離推定が平坦な通路の距離推定とは独立していることを示していた ( $\chi^2 = 0.02, df = 1, ns$ )。

2) 移動時間推定

次に三種類の歩行時間に関する測度は異なっているであろうか。結果は、階段に関しては異なっているが、平坦な通路では差がなかった。Fig.4に時間推定の誤差を示す。階段条件において、被験者を繰り返しとした分散分析では実際の歩行時間、推定歩行時間、心的歩行時間の間に有意差を見出している ( $F = 12.20; df = 2, 82; p < .01$ )。多重比較 (Bonferroni補正を加えた t 検定による一対比較法) は、階段条件において推定歩行時間の平均値 (106.4 s) が実際に歩行時間 (52.0 s) と心的歩行時間 (62.6 s) の平均値よりも有意に長いことを示していた ( $p < .05$ )。実際の歩行時間と心的歩行時間の平均値の間には有意差はなかった。平坦な通路については、被験者を繰り返しとした分散分析では三種類

の時間の測度の平均値 (実測値 = 36.0 s ; 歩行時間推定 = 38.0 s ; 心的歩行 = 29.9 s) の間に有意差はなかった ( $F = 1.88; df = 2, 82; ns$ )。まとめると、被験者は階段条件では歩行時間を実際の時間よりも長く推定するが、平坦な通路ではこの過大推定は起らないという結果であった。

頻度の分析は時間を測度とした分散分析の結果を支持していた。階段において比較的多くの被験者 (68.3%) は歩行時間を長く推定していた。カイ二乗検定では階段の歩行時間を長く推定した人数が、短く推定した人数よりも有意に多いことが示された ( $\chi^2 = 8.805, df = 1, p < .01$ )。わずかに多くの被験者 (57.5%) が平坦な通路の歩行時間を過小推定したが、カイ二乗検定で有意差はなかった ( $\chi^2 = 0.900, df = 1, ns$ )。また操作条件を問わず、過大推定または過小推定する個人傾向があるかどうかの検定では、そのような傾向がなかった。カイ二乗検定は、階段の歩行時間の推定が平坦な通路の時間推定と独立していることを示していた ( $\chi^2 = 0.034, df = 1, ns$ )。

3) 心的歩行時間

心的歩行時間と実際の歩行時間の関係については、この二つが近似するという仮説を提出した。この仮説は階段条件において支持された。Fig.4に心的歩行時間の誤差を示す。若干多くの被験者 (55%) で心的歩行時間が実際の歩行時間よりも長かったが、心的歩行時間が実際の歩行時間よりも長かった人数と、短かった人数の間に有意差はなかった ( $\chi^2 = 0.400, df = 1, ns$ )。平坦な通路では、心的歩行は実際の歩行よりも短い時間であった。多くの被験者 (82.9%) で、心的歩行時間は実際の歩行時間よりも短かった。カイ二乗検定は心的歩行時間が実際の歩行時間よりも短い人数が、長かった人数のよりも有意に多かった ( $\chi^2 = 17.78, df = 1, p < .01$ )。操作条件を問わず、過大推定または過小推定する個

人傾向があるかどうかの検定では、そのような傾向がないことが示された。カイ二乗検定は、階段の心的歩行時間が、平坦な通路の心的歩行時間と独立していることを示していた ( $\chi^2 = 0.013$   $df = 1$   $ns$ )。

#### 2-4 考察

結果で示したように、実験は二つの仮説を支持した。被験者は階段の距離と歩行時間を過大推定していた(仮説1の支持)。また心的歩行時間は実際の歩行時間に近似することを示した(仮説2の支持)。階段の認知における距離と時間の推定は、心的歩行よりも大きく歪められるということである。これらの推定は階段から異なる影響を受けていることになる。

この現象は、認知距離の歪みに関する既存の二つの仮説によって説明することができるように思われる。その二つの仮説とは情報貯蔵仮説 (information storage hypothesis) と努力仮説 (effort hypothesis) である。情報貯蔵仮説はMilgram<sup>33)</sup>によって提唱され、その後の多くの研究結果<sup>8-10, 22, 23)</sup>によって支持されてきた仮説で、認知距離の歪みは環境の特性について保持している情報の量を反映すると仮定している。つまり、多くの情報を持つ通路ほど長く推定されることになる。複雑な通路は単純な通路よりも多くの情報を持っているために、長く推定されることになる。この実験の場合では、階段は平坦な通路よりも複雑であり、多くの情報を持っていると仮定される。

努力仮説 (effort hypothesis) は距離の推定と通路を歩行するのに必要な労力の量の関連性を仮定している<sup>29)</sup>。坂道の歩行<sup>30)</sup>や障害物を回避する<sup>24, 25, 29)</sup>など、多くの労力が必要な通路は、真っ直ぐで平坦な道のように歩くのに少ない労力を要する通路よりも長く推定される。この仮説では、実行した労力と期待される労力が含まれる。多くの労力が必要であると予測される通路の長さもまた、過大推定されることになる<sup>24, 25, 29)</sup>。この実験では、階段は平坦な通路よりも多くの労力を必要とする、または必要とすると予測される。

実験では、階段の距離と歩行時間が過大評価された。しかし、この現象が全てのデザインの階段に一般的なものかどうかという外的妥当性については不明である。また、この現象を説明可能な二仮説のいずれの妥当性が高いかについてもこの実験からは判断できない。実験では、階段の距離と歩行時間の過大推定という現象の一般性と、二仮説のどちら



Fig.5 駅の階段



Fig.6 校内の階段



Fig.7 陸橋

Table 2 各変数の平均値

場所	方向	距離 (m)		歩行時間 (秒)		複雑さ		労力	
		推定値 (誤差)	実測値	推定値 (誤差)	心的歩行 (誤差)	前	後	前	後
駅 14.7m (誤差)	下り	17.0* (2.3)	19.9	23.5(3.6)	18.3(-1.6)	2.7	2.4	3.4	2.7
	昇り	17.2(2.5)	21.8*	26.3*(4.5)	23.4(1.6)	2.3	2.8	3.9	3.8
校内 47.2m (誤差)	下り	38.8(-8.4)	45.6	64.7(19.1)	35.7(-9.9)	4.1	3.6	6.1	4.5
	昇り	33.9(-13.3)	53.3*	89.0*(35.7)	39.8(-13.5)	4.4	3.1	5.3	5.5
陸橋 13.1m (誤差)	下り	14.2(-1.1)	17.3*	24.5(7.2)	16.3*(-1.0)	2.9	2.4	4.2	3.5
	昇り	14.1(-1.0)	19.5*	27.8*(8.3)	17.9(-1.6)	3.3	2.5	4.8	4.0

注) \*は分布の正規性の仮説が棄却されたもの。

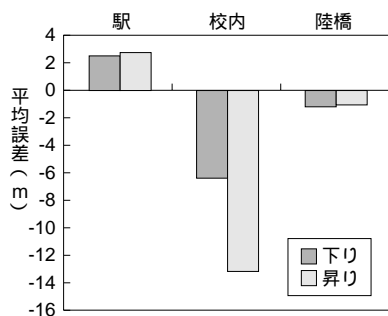


Fig.8 距離推定の平均誤差

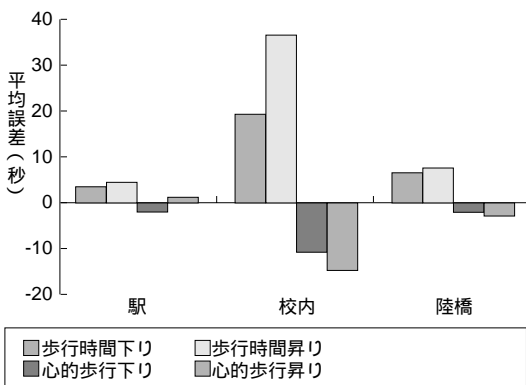


Fig.9 歩行時間推定と心的歩行時間の平均誤差

の妥当性が高いかを検討する。

### 3. 実験 : 複数の階段を用いた実験<sup>\*6</sup>

#### 3-1 対象環境

対象場所はタイプの異なるの三つの階段であった。「駅の階段」は京王線下高井戸駅構内の階段で、この駅は被験者の通う大学キャンパスに一番近い駅で、直線的で全体を見通すことができる構造である (Fig.5)。「校内の階段」は日本大学文理学部の校舎

\* 6 実験 は、参考文献33)として公表したものに基いている。

\* 7 正規性の検定を含む、1変数の詳細な要約統計を出力するための命令。

の1階から4階までの階段で、進行方向を転換する踊り場を持つが、建物の外部にあるために少し離れた場所から全体の構造を見通すことができる (Fig.6)。「陸橋」はキャンパス近くの主要幹線道路 (甲州街道) に架かる標準的なデザインの陸橋であった (Fig.7)。

#### 3-2 被験者と手続き

日本大学文理学部心理学科の学部生29名が参加した。被験者は二つのグループに分けられた。グループ1の14名の被験者は階段の下部から昇るという課題 (昇り条件) を行い、グループ2の15名の被験者は階段の上部から下りるという課題 (下り条件) を行った。順序の効果を相殺するため、それぞれのグループ内で、被験者は無作為に階段の六通りの順序のうちの一つに割り当てられた。従って、2~3名の被験者からなる12セッション (全ての階段の順序 6 x 下りと昇りの方向 2) を行った。それぞれの階段に対して、実験と同じ四つの測度のデータを測定した。測定の順序と方法も実験と同様である。加えて、被験者は距離と時間の測定課題の前と後とで、情報量と労力を測定するための尺度 (「単純 - 複雑」と、「労力のかからない - 労力のかかる」) でそれぞれの階段を7段階評価するように求められた。

#### 3-3 結果

Table 2は測定された変数の平均を示し、Fig.8と Fig.9に各条件における各測度の誤差を示す。最初にSASの「univariateプロシジャ」<sup>\*7</sup>を使用してデータセットの正規性を検定した。その結果、複数のデータセット (Table 2参照) で正規性の仮定が成立しなかったために、以降の分析ではノンパラメトリック手法を適用した。Table 3は各条件に対する過大・過小推定をした人数を表している。

##### 1) 距離推定

駅の階段で過半数の被験者は、下りと昇りの距離の両方を過大推定する傾向があった。平均値もこのパターン (下り = 17.0m; 昇り = 17.2m; 実距離 =

Table 3 過大・過小推定の頻度とそれらの生起確率

変数	場所	下り				昇り				下り対昇り 確率
		過大	同一	過小	確率	過大	同一	過小	確率	
距離推定	駅	8	0	5	0.528 <sup>(1)</sup>	9	0	7	0.804 <sup>(1)</sup>	1.000 <sup>(3)</sup>
	校内	4	0	10	0.180	2	0	13	0.008	0.390
	陸橋	7	0	7	1.000	8	0	7	1.000	1.000
時間推定	駅	10	0	3	0.092 <sup>(2)</sup>	10	0	6	0.302 <sup>(2)</sup>	0.454 <sup>(3)</sup>
	校内	9	0	5	0.424	10	0	5	0.454	1.000
	陸橋	9	1	4	0.180	12	1	2	0.012*	0.385
心的歩行	駅	3	2	8	0.226 <sup>(2)</sup>	7	0	9	0.804 <sup>(2)</sup>	0.448 <sup>(3)</sup>
	校内	2	0	12	0.012*	1	0	14	0.000*	0.598
	陸橋	4	2	8	0.338	6	2	7	1.000	0.688

注) (1) 確率は二項検定(両側)で算出した。  
 (2) 確率は符号検定(両側)で算出した。  
 (3) 確率はフィッシャーの直接法(両側)で算出した。  
 \*P < .05.

14.7m)を反映している。しかしながら、二項検定からは、両条件において、過大推定者数と過小推定者数には有意な違いは認められなかった(下り、p = .582; 昇り、p = .804)。

校内の階段の昇り条件で、二項検定は過小推定者数が過大推定者数よりも有意に多いことを示した(p < .01)。人々は昇りの距離を過小推定する傾向があった(推定 = 33.8m; 実際 = 42.7m)。それに対して下り条件(推定 = 38.8m; 実際 = 42.7m)では、二項検定からは過大推定者数と過小推定者数には有意な違いは認められなかった(p = .181)。

陸橋では下りの距離推定(14.2m)も昇りの距離推定(14.1m)も平均は実際の距離(13.1m)よりもやや長かったが(Fig.8)、二項検定は過大推定と過小推定の頻度に有意差を示さなかった(下り、p = 1.000; 昇り、p = 1.000)。

駅の階段と陸橋の昇りと下り、および校内の階段の下り条件では、距離の過大と過小推定者数の間に有意差はなかった。また校内の階段の昇り条件では距離の過小推定者数が過大推定者数よりも有意に多かった。したがって、実験における距離推定の結果は、実験の「人々は階段距離を過大推定する」という結果とは一致しなかった。

2) 歩行時間推定

歩行時間推定の分析には符号検定を用いた。駅の階段において過半数の被験者は、下りと昇り両方の歩行時間を実際の歩行時間より過大推定していた。平均値はこのパターン(下り: 推定 = 23.5s、平均実際歩行時間 = 19.9s; 昇り: 推定 = 26.3s、平均実際歩行時間 = 21.8s)を反映している。しかし符号検定からは過大推定者数と過小推定者数(下り、p = .092; 昇り、p = .454)の間に統計的有意差がみ

とめられなかった。

校内の階段では過半数の被験者は、両方向ともに歩行時間を過大推定し、また下り(64.7s)と昇り(89.0s)ともに歩行時間推定平均値は実際の歩行時間平均(それぞれ45.6sと53.3s)よりも長かった。しかし符号検定からは、両方向ともに過大推定者数と過小推定者数に統計的な違いは認められなかった(下り、p = .424; 昇り、p = .302)。

陸橋の昇りでは、過半数の被験者が歩行時間を過大推定した。符号検定の結果は実際の歩行時間(平均 = 19.5s)より長く推定した(平均 = 27.8s)被験者数は、短く推定した人数よりも有意(p < .05)に多いことを示した。

陸橋の下りでは、歩行時間の平均(24.5s)は、実際の歩行時間の平均値(17.3s)よりも長く、また頻度に関しても過半数の被験者は歩行時間を過大推定していた(Fig.9)。しかし符号検定の結果は、過大推定と過小推定の頻度に有意差を示さなかった(p = .181)。

つまり、昇りと下りの両方向において歩行時間は過大推定される傾向があったが、陸橋の昇り条件を除いては、その頻度に統計的有意差はなかった。時間推定の結果は、実験の「被験者は階段の移動時間を過大推定する」という結果を部分的に再現したことになる。

3) 心的歩行時間

心的歩行時間推定の分析には符号検定を用いた。駅の階段の下り(18.3s)と昇り(23.4s)における心的歩行時間推定の平均は、実際の歩行時間の平均(それぞれ19.9sと21.8s)に近似していた。符号検定は、過大推定者数が過小推定者数と等しいという帰無仮説を棄却しなかった(下り: p = .226;

昇り： $p = .804$ ）。

校内の階段において過半数の被験者は、両方向における心的歩行時間を過小推定する傾向があった。校内の階段の下り（37.5s）と昇り（39.8s）における心的歩行時間の平均値は、実際の歩行時間平均（それぞれ45.6sと53.3s）よりも小さかった。符号検定は、心的歩行時間が実際の歩行時間よりも長かった被験者数は、下り（ $p < .05$ ）と昇り（ $p < .05$ ）の両方向において、短かった被験者数よりも有意に多いことを示した。

陸橋の下り（16.3s）と昇り（19.9s）での心的歩行時間推定平均は、実際の歩行時間平均（それぞれ17.3sと19.5s）とほぼ一致した結果であった（Fig.9）。符号検定の結果は、過大推定数が過小推定数に等しいという帰無仮説を棄却しなかった（下り、 $p = .388$ ；昇り、 $p = 1.000$ ）。

まとめると、校内の階段以外の条件では心的歩行時間の過大推定または過小推定の統計的傾向はなかった。校内の階段では過小評価の傾向があった。したがって、実験の心的歩行の結果は、実験の結果である「階段における心的歩行時間は実際の歩行時間に近い」と部分的に一致したことになる。

#### 4）下りと昇り条件

下りと昇り方向間で推定傾向が変化するかどうかを検討するために、フィッシャーの直接法を使用した。Table 3の右端の列に示されるように、全階段の全変数において、下りと昇り条件間の過大・過小推定の傾向には統計的有意差がなかった。つまり過大推定と過小推定の比率（割合）は統計的には一定であった。

#### 5）複雑さと労力

Table 2の右端二列は、四つの課題（距離推定、時間推定、心的歩行時間、実際の歩行時間の課題）前後における三種の階段に対する「複雑さ」と「労力」の評定結果を表している。

全条件のデータを対象に、標準化した推定距離<sup>\*8</sup>と評定された複雑さ、労力との間の相関係数を算出した（Table 4）。結果は距離推定と課題後の複雑さと労力の評定の間に、有意な負の相関係数（それぞれ $r = -.22$ ,  $p < .05$ ； $r = -.30$ ,  $p < .05$ ）を示

\* 8 標準化した推定距離は、「推定距離 / 実際の距離」によって算出した。

\* 9 標準化した推定歩行時間は、「推定歩行時間 / (個人ごとの) 実際の歩行時間」によって算出した。

\* 10 標準化した心的歩行時間は、「心的歩行時間 / (個人ごとの) 実際の歩行時間」によって算出した。

Table 4 相関係数

	複雑さ		労力		距離推定	時間推定	心的歩行
	前	後	前	後			
複雑さ 前	1.00						
後	0.23*	1.00					
労力 前	0.19	0.14	1.00				
後	0.22	0.42*	0.37*	1.00			
距離 推定	0.10	0.22*	0.13	0.30*	1.00		
時間 推定	0.08	0.21	0.08	0.08	0.08	1.00	
心的歩行	0.22*	0.10	0.13	0.21	0.05	0.16	1.00

注) \*  $P < .05$ 。

すものであった。その他の係数は、統計的に有意ではなかった。この結果は、情報貯蔵仮説、労力仮説のどちらを支持するものではない。むしろ仮説とは反対に、推定距離と複雑さ、または労力の評定は負の関係を示すことから複雑さや労力が増えるにつれて、推定距離が減少するという結果であった。

全条件のデータを対象に、標準化された推定歩行時間<sup>\*9</sup>と課題前後の複雑さと労力（Table 4）の評定値との間で、有意な相関係数は得られなかった。これらの結果もまた、情報仮説および労力仮説のどちらとも一致しないことを示している。全条件のデータを対象に、標準化された心的歩行時間<sup>\*10</sup>と課題前に評定した複雑さとの間に統計的に有意な負の相関が示された（ $r = -.22$ ,  $p < .05$ ）。その他の相関係数は統計的に有意には達しなかった（Table 4）。またその結果は、情報貯蔵仮説とも労力仮説のどちらとも一致しない。

### 3 - 4 考察

実験の第一の目的は、実験の結果が他の階段にも一般化できるかどうかを検討することであった。結果は実験の結果を単純に一般化できないということであった。実験では、人々は階段の距離を3倍も過大推定していたが、研究では距離の過大推定は見られなかった。むしろ校内の階段の昇り条件において、距離の過小推定が見られた。歩行時間では、結果は実験と部分的に一致した。被験者は下りと昇りの両方向において階段の歩行時間を過大推定したが、統計的有意差は認められなかった。実験では心的歩行時間と実際の歩行時間が近似していた。実験では駅の階段と陸橋においては同様の結果が得られたが、校内の階段においては異なる結果となった。校内の階段においては、被験者は心的歩行時間を過小推定していた。以上のように実験の結果は部分的に再現されたものの、系統的に再現されることはなかった。

実験の第二の目的は、情報貯蔵仮説または労力



仮説のいずれが、階段の距離と歩行時間の推定の歪みを説明するために適当であるかを検討することになった。しかし、どちらの仮説も今回の実験結果を説明できるものではないという結果であった。

それでは、陸橋と駅、そして実験の階段では距離は過大推定されたものの、校内の階段はなぜ過小推定されたのだろうか。駅の階段(14.7m)および陸橋(13.1m)に比較すると、より長い校内の階段の実距離(47.2m)が、距離推定に影響を与えた可能性はある。しかし実験の階段もまた長い距離(30.8m)であり、被験者はそれを過大推定したので、単純に距離の要因だけが原因とは考えられない。もし複雑さや労力の要因が排除されてしまうならば、他のどのような要因がこのような推定パターンを説明できる可能性があるのだろうか。序説で述べたように既存の研究は、この二つ以外にもさまざまな要因が認知距離に影響することを明らかにしている。それでは多くの要因の中で説明として採用できる可能性が高い仮説はどのようなものであろうか。二つの距離の長い階段、実験の校内の階段と実験の階段を比較し、検討してみよう。この場合、被験者の属性は等質である。彼らは同大学同学科の生徒であり、年齢も社会地位も同じであった。またこの二つの階段は、被験者が授業のために頻繁に通う校舎に付随したものであり、被験者のそれらに対する知悉度に大きな差があるとは考えられない。

一方、複雑さ以外の物理的変数の一つが、この矛盾した結果を説明できるかもしれない。それは目的地を含む経路全体の視認性である。CohenとWeatherford<sup>24,25)</sup>とNasar<sup>26)</sup>は、もしも実際の距離が同じ場合には、目的地が見えない経路と比べて目的地が見える経路のほうを短くと判断するという事を見出している。実験での階段は建物内にある進行方向を変える踊り場を持つ階段で、推定を行う場所から目的地が見えなかったが、実験の階段は屋外にあり、階段の全貌を少し離れた場所から見る事ができた。したがって、階段の距離が長い場合には、目的地を含んだ通路の全体の視認性が距離推定に影響を与える可能性がある。このような視認性による3次元の構成物である階段の認知への影響についてはさらなる検討が必要であり、より一般的な説明理論の提出が望まれる。

#### 4. 結論

この二つの実験から言える事は、まず階段の距離

認知はかなり複雑な現象であるということである。当初、階段距離の過大推定は一般的な現象と思われたが、実際には、階段の持つ物理的特性に影響されることが示唆された。第二に、歩行時間の過大推定と心的歩行時間の正確さは、異なる条件間でかなり安定性しているということである。これは距離、歩行時間、心的歩行時間推定の三種類の推定が、独立したメカニズムを持っていることを示唆している。最後に、認知距離の歪みを説明する仮説として従来提案されてきた情報貯蔵仮説および労力仮説が、階段に対する認知距離においては適切な仮説とはいえないということである。

#### 5. 環境デザインへの応用

二つの実験から、少なくともある種のデザインの階段の距離が実際よりも長いと見なされされており、また移動するための時間も実際に移動に必要な時間よりも長いと思われることが示された。そして、今後の研究を重ねて一般性と制約を確認することが必要ではあるが、全体が見通せない階段、つまり建物内部にあり、進行方向を転換する踊り場を持つ階段でこの過大評価は顕著である可能性が高い。このような階段の距離と歩行時間の過大推定は、多くの歩行者に階段の利用を敬遠させる要因になっていることが考えられる。逆に、見通しのきく階段を設計することで、3次元的に布置する空間間の心理的な距離を近づけ、空間全体の有機的なまとまりを生み出し、効率的な環境を生み出すことが可能になるかもしれない。たとえば、数階にまたがる美術館の展示室を巡る動線を円滑化したり、大型小売店におけるフロア間の人の流れを促進することができるかもしれない。一方で見通せない階段の距離の過大推定を積極的に建築設計に取り入れることも可能だと考える。建築内における各空間間における人間の移動と接触の度合いを、階段距離の過大推定を用いて操作出来る可能性がある。たとえば、各個人の部屋のプライバシーを確保したいが床面積に制約があって部屋間に十分な物理的距離が取れない場合に、各部屋間を3次元的に配し、そのアクセスに見通せない階段を用いることで、心理的な距離を確保し、また交流を統制することが出来ると思われる。

このように、階段の設計においての人間工学的な配慮の中に、デザインと認知距離の関係の要因を取り入れていくことが必要ではないだろうか。

また、階段の場合に限らず、物理距離と認知距離

が同一ではないという心理学的事実の環境デザインへの応用の可能性は大きく、応用事例の検討を含めた今後の研究が必要である。

### 参考文献

- 1) Golledge, R. G. : Environmental cognition, In D. Stockols & I. Altman (Eds.), *Handbook of environmental psychology*, New York: John Wiley & Sons, pp. 131-174, 1987
- 2) Baird, J. M., Merrill, A. A., & Tannenbaum, J. : Cognitive representation of spatial relations: II. A familiar environment, *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 92-98, 1979
- 3) Canter, D., & Tagg, S. : Distance estimation in cities, *Environment and Behavior*, 7, 59-80, 1975
- 4) Downs, R. M., & Stea, D. : Image and environment: Cognitive mapping and spatial behavior, Chicago: Aldine, 1973
- 5) Golledge, R. G., & Zannaras, G. : Cognitive approaches to the analysis of spatial behavior, In W. Ittelson (Ed.), *Environment and cognition*, pp. 59-94, New York: Seminar Press, 1973
- 6) Lee, T. R. : Perceived distance as a function of direction in the city, *Environment and Behavior*, 2, 40-51, 1970
- 7) Moore, G. T., & Golledge, R. G. : Environmental knowing: Theories, research, and methods, Stroudsburg: Dowden, Hutchinson, and Ross, 1974
- 8) Sadalla, E. K., & Magel, S. G. : The perception of traversed distance, *Environment and Behavior*, 12, 167-182, 1980
- 9) Sadalla, E. K., & Staplin, L. J. : The perception of traversed distance: Intersections, *Environment and Behavior*, 12, 167-182, 1980
- 10) Sadalla, E. K., & Staplin, L. J. : An information storage model for distance cognition, *Environment and Behavior*, 12, 183-193, 1980
- 11) 岡本耕平、中村豊「移動と空間認識」長山泰久、矢守一彦編『空間移動の心理学』応用心理学講座 6 巻、福村書店、pp. 104-119、1992年
- 12) 中村豊、岡本耕平『メンタルマップ入門』古今書院、1993年
- 13) 岡本耕平『都市空間における認知と行動』古今書院、2000年
- 14) Cadwallader, M. T. : Cognitive distance in intraurban space. In G. T. Moore & R. G. Golledge (Eds.), *Environmental knowing: Theories, research, and methods*, pp. 316-324, Stroudsburg: Dowden, Hutchinson, & Ross, 1976
- 15) Allen, G. L., Siegel, A. W., & Rosinski, R. R. : The role of perceptual context in structuring spatial knowledge, *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4, 617-630, 1978
- 16) Briggs, R. : Urban cognitive distance, In R. M. Downs & D. Stea (Eds.), *Image and environment: Cognitive mapping and spatial behavior*, pp. 361-388, Chicago: Aldine, 1973
- 17) Briggs, R. : Methodologies for the measurement of cognitive distance, In G. T. Moore & R. G. Golledge (Eds.), *Environmental knowing: Theories, research, and methods*, pp. 316-324, Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross, 1976
- 18) Lowrey, A. L. : A method for analyzing distance concepts of urban residents, In R. M. Downs & D. Stea (Eds.), *Image and Environment: Cognitive mapping and spatial behavior*, pp. 322-337, Chicago: Aldine, 1973
- 19) Thorndyke, P. W. : Distance estimation from cognitive map, *Cognitive psychology*, 13, 526-550, 1981
- 20) Stevens, S. S. : On the psychophysical law, *Psychological Review*, 64, 1957
- 21) Herman, J. F., Norton, L. M., & Klein, C. A. : Children's distance estimates in a large-scale environment: A research for the route angularity effect, *Environment and Behavior*, 18, 533-558, 1986
- 22) Staplin, L. J., & Sadalla, E. K. : Distance cognition in urban environment. *Professional Geographer*, 33, 302-310, 1981
- 23) Sadalla, E. K., Staplin, L. J., & Burroughs,

- W. J.: Retrieval process in distance cognition, *Memory & Cognition*, 7, 291-296, 1979
- 24) Cohen, R., & Weatherford, D. L.: Effect of route to route traveled on the distance estimates of children and adult, *Journal of Experimental Child Psychology*, 29, 403-412, 1980
- 25) Cohen, R., & Weatherford, D. L.: The effect of barriers on spatial representations. *Child development*, 52, 1087-1090, 1981
- 26) Nasar, J. L., Valencia, H., Omar, Z. A., Chueh, S., & Hwang, J.: Out of sight further from mind: Distance visibility and distance perception, *Environment and Behavior*, 17, 627-639, 1985
- 27) Montello, D. R.: The measurement of cognitive distance: Methods and construct validity, *Journal of Environmental Psychology*, 11, 101-122, 1991
- 28) Lundberg, U.: Emotional and geographical phenomena in a psychophysical research, In R. M. Downs & D. Stea (Eds.), *Image and environment: Cognitive mapping and spatial behavior*, Chicago: Aldine, 1973
- 29) Cohen, R., Baldwin, L. M., & Sherman, R. C.: Cognitive map of naturalistic setting, *Child Development*, 49, 1216-1218, 1978
- 30) Okabe, A., Aoki, K., & Hamamoto, W.: Distance and direction judgment in a large scale natural environment: Effect of slope and winding trail, *Environment and Behavior*, 18, 755-772, 1986
- 31) Hanyu, K., & Itsukushima, Y.: Cognitive distance of stairways: Distance, traversal time and mental walking time estimations, *Environment and Behavior*, 27, 579-591, 1995
- 32) Milgram, S.: Chapter II, Introduction, In W. H. Ittelson (Ed.), *Environment and Cognition*, New York: Seminar Press, 1973
- 33) Hanyu & Itsukushima: Cognitive distance of stairways: A multi-stairway investigation, *Scandinavian Journal of Psychology*, 41, 63-69, 2000