折れ曲がり街路空間の期待感と物的要因の関係

THE FUNCTIONAL RELATIONS BETWEEN ANTICIPATION AND
THE SPACE SHAPE OF CURVED STREETS

松本直司*, 瀬田恵之**

Naoji MATSUMOTO and Shigeyuki SETA

While strolling along a street, you may feel drawn to the space ahead of you. We have defined such dynamic attractiveness as "anticipation" and intend to elucidate the functional relations between anticipation and the space shape of curved streets. Using a visual simulator, we recorded 135 VTR images of street scale models and asked 16 subjects to estimate their magnitude of anticipation. From this we were able to extract physical factors such as the ratio of invisibility and height/(width)² and incorporate them to formulate an equation that enables us to calculate the degree of anticipation.

Keywords : Anticipation, Curved streets, Physical factors, Invisibility, Height/(width)²

期待感, 折れ曲がり空間, 物的要因, 不可視領域, スケール補正高さ幅員比

1. はじめに

建築群の空間形態や空間構成は、人間の心理に様々な影響を及ぼす。広場でくつろぐ人には、包容感や安定した静的魅力を与えるであろう。一方、街路や路地で歩行する人には、先の空間に「行きたい」「導かれる」「吸い込まれる」といった動的な魅力を与えるであろう。本研究ではこれらの空間の魅力のうち、後者に相当する人間を前方の空間に誘い込むような動的な魅力を期待感と定義し、期待感を与える典型的な街路空間構成である折れ曲がり空間を対象として、その空間形状を示す物的変量と期待感の関係を明確化することを目的とする。

街路の期待感に関して Gordon Cullen(1961)¹⁾は、期待感(anticipation)をこちらとあちら(here and there)の概念と結びつけて、here はすでに知っている空間領域、there は here に対する向こうの、知らない、無限の、神秘的な、隠された空間領域として意味付けている。Cullen は先が折れ曲がっている街路空間の写真を例にして、折れ曲がりの手前を here、曲がったあたりから先の隠れている部分まで含めた空間領域を there として示している。there は anticipation の可能性を持つ空間として捉えられ、anticipation は here と there の関係性でその強弱が決定されることを示唆している。

また Edmund Bacon(1968)²⁾はデザインの本質として anticipation をとらえ、町の中心に向かうときに出現した衝撃的な建物の色彩が、次に現れるであろう色彩への期待感を高めている例をあげている。

この場合、他と異なる際立った色彩が町の中心に近くなった目印となり、今後現れるであろう色彩を予見させるのである。

これまで空間の動的魅力に関して、筆者らは 1973 年に空間の視覚的連続性という観点より、計画住宅地において連続感を与える空間の抽出実験を行った。³⁾ その結果、前方の空間が折れ曲がっていること、真っ直ぐに空間が続いていること、トンネルなどの空間の分節を通して先の空間の雰囲気を感じる、レベル差によって空間が分けられるが先の空間の雰囲気が伺えることなど、5つの連続感を与える空間パターンが存在すること、連続感が遠近感、期待感などと類似の概念であることを明らかにしている。

その後 1995 年には、計画住宅地から街路空間の研究へと発展させ、空間の魅力を連続感ではなく、期待感というより身近な概念でとらえて研究を行った。^{4), 5)} その結果、期待感の要素として「上り坂・下り坂」、「カーブ・折れ曲がり」などの道路形状要素、「側方壁面」、「並木」などの垂直要素、「遠景・空」などの景観要素を抽出している。期待感の意味としては、「不可視空間への意識」や空間の「連続感」、その他に「リズム感がある」、「遠近感が強い」、「囲まれ感が強い」ことなどを抽出している。さらに期待感のある空間構成として12の空間構成を抽出し期待感の強度を比較している。

本研究では、Gordon Cullen が here and there に関連させた anticipation に極めて近い概念として期待感を捉え、これまでの研究成果をふまえて、期待感のある街路空間構成のひとつである折れ曲

* 名古屋工業大学社会開発工学科建築系 教授・工博

** 飛鳥建設技術研究所 工修

Prof., Dept. of Architecture and Civil Engineering, Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.
Tobishima Corporation, Technological Research Institute, M. Eng.

がり空間を対象として、縮尺模型空間を用いた実験により空間形状と期待感の関係を関数化したのでここに報告する。

2. 折れ曲がり街路空間における期待感

途中で角度を持って水平方向に屈折している街路の状態を折れ曲がりとし、その状態にある空間を折れ曲がり空間とする。折れ曲がり空間はこれから姿を現すであろう見えない空間（以下では不可視空間と呼ぶ）への意識を誘う典型的な形態であり、基本的には物的変数として街路幅員(d)、折れ曲がり角度(θ)、街路側面の壁面高さ(h)という3変数によって空間が決定される。

ここでは、折れ曲がり空間における期待感と θ との関係を中心に、物的変数 d , h との関係进行分析するとともに、現地評価実験で抽出した主要な 10 理由項目^{*2}の内、「囲まれ感」、「連続感」、「不可視空間への意識」の3項目と期待感の相関関係を明確化するための実験、分析を行った。

2.1 対象空間パターンの選定

2.2.1 折れ曲がり角度と期待感

既往研究で行った 8 地区での現地実験^{*3}において抽出した期待感のある空間構成 218 例のうち、折れ曲がり空間である 29 例について、その折れ曲がり角度を測定して集計した結果を図 1 に示す。

折れ曲がり角度 θ が $31^\circ \sim 40^\circ$ の場合が最も場面数が多く、次いで $21^\circ \sim 30^\circ$ となっている。 $60^\circ \sim 70^\circ$ になると場面数が極端に減少している。実験地区である 8 地区の街路パターンを見ても特に θ が $31^\circ \sim 40^\circ$ に集中している訳ではなく、むしろこの範囲外のより大きな角度の方が多く存在している。従って折れ曲がり角度としては 11° から 60° の範囲が期待感のある角度であることがわかる。

2.2.2 実験対象パターン

実験対象パターンとして折れ曲がり角度 θ は 60° 以内の 9 パターンとした。さらに、他の変数である街路幅員 d とその街路側面の壁面高さ h にも期待感に影響されることが考えられるために、 d を 4 m, 8 m, 12 m の 3 通りとし、壁面高さ／幅員比 (h/d) を 0.5 ～ 2.0 の間で 5 段階に変化させた。従って、実験対象は合計 $9 \times 3 \times 5 = 135$ パターンとした。(図 2)

2.2 実験方法

実験は実験対象パターンについて、折れ曲がり部分から手前と向こう側、それぞれ 40 m の区間について 1/50 スケール模型を作成した。実験には、街路模型の手前側から折れ曲がり部分までの歩行を想定し、速度 1.6m/min で 30 秒間、視点高さ 3cm から、模型空間知覚シミュレータ^{*4}によって VTR 撮影した映像を用いた。

被験者は名工大学部学生・大学院生の計 16 名で、2, 3 名ずつ 6 グループに分けて行った。実験は 2 台の TV モニターを使用し、それぞれ評価の基準となる標準刺激の空間と、被験者グループごとにランダムな順序にした比較刺激空間を提示した。

期待感の評価方法は、標準刺激を 100 とするマグニチュード推定法 (ME 法) と、「囲まれ感」、「連続感」、「不可視空間の意識」の 3 理由項目についての視知覚的強度の 7 段階評定である。実験は平成 9 年 10 月 27 日～同 30 日に行い、各パターンの提示時間は 30 秒で、実験時間は各グループとも途中休憩を 2 回とり、約 1.5 時間であった。

図 1 現地調査における折れ曲がり角度と指摘場面数

図 2 シミュレータ実験と実験対象パターン

図 3 期待感の度数分布

2.3 空間形態と期待感の関係

実験結果における期待感の強さ (ME 値) の幾何平均値を求め、その度数分布を図 3 に示す。折れ曲がり空間における期待感の ME 値は 60 ～ 160 の範囲に分布している。 $\theta=0$ である直線形態の街路ではすべて 60 未満であり、折れ曲がり空間と比較すると期待感が弱い。期待感の最頻値としては 90 ～ 100 で 100 ～ 110 及び 110 ～ 120 も頻度が高く、折れ曲がり空間での結果で判断するとやや比較刺激より大きな値を示している。ちなみに ME 値の幾何平均値は直線空間で 47.0、折れ曲がり空間で 104.4、全体で 70.4 である。実験における標準刺激は折れ曲がり空間でのほぼ平均値であったことがわかる。

期待感の強さと物的変数である θ, d, h との関係を見るためにME値を記号化して図4に示す。期待感の強さは θ, d, h によって変化し、その傾向は d が4mのときに顕著で θ が 10° の時に最も大きくなっている。幅員 d が8m, 12mと増加すると θ が小さい 10° の場合に期待感が小さく、 20° や 30° で最も大きくなり、さらに θ が大きくなるとまた小さくなっている。

2.4 期待感と理由項目の関係

図5は理由項目別の期待感の強度を示している。

「囲まれ感」では、 h/d の値との相関が高く、評価の大きさを示す記号が上下に分離している。それでも、実験空間全体では期待感との相関が0.46であり大きいとはいえないものの、折れ曲がり空間の場合の実験結果に限定すると0.93となり相関が高い。

「連続感」は期待感と異なり直線空間での評価が高いために期待感との相関は低い、折れ曲がり空間での結果に限定すると期待感との相関は0.94と高い。

「不可視空間の意識」は、連続感と異なり直線空間で評価が低くなっている。実験空間全体の場合と折れ曲がり空間に限定した場合ともに相関が高く、それぞれ0.99, 0.98となっている。「不可視空間の意識」が折れ曲がり空間における期待感の重要な理由項目となっている。

3. 期待感評価による被験者の分類

各被験者における期待感の評価傾向をとらえるため、被験者16名を変量、実験対象空間135パターンをサンプルとし、ME値を用いた主成分分析を行った。その結果、各軸の固有値の大きさと寄与率から判断して2因子軸が得られた。(図6)因子負荷量による被験者と因子得点による実験対象空間の布置図を、それぞれ図7, 図8, 図9に示す。対象空間での折れ曲がり角度の大きさ別に記号化した図8において、それぞれの記号がほぼ縦に並んで布置されている。このことは、第I軸が角度の相違によって変化する軸であることを示している。「角度変化」の軸とする。図4における幅員別の期待感の大きさと比較すると第I軸の記号別の大きさ変化が図中の期待感の大きさ変化とよく一致している。

図9では、どの幅員においても第II軸方向に h/d の大きさを表す記号が並んでいる。すなわち、 h/d の大きさが第II軸の値を決定している。第II軸は「幅員・壁面高さ」と解釈される。図7で全被験者は第I軸の正の方向に布置されて、寄与率は第I軸44%と高く、期待感に角度変化の影響が大きいことがわかる。第II軸は、被験者が正負にわたって分布しており、被験者によって判断傾向が異なることを示している。

そこで、被験者を期待感の判断傾向によって分類するために、被

図4 物的変数の変化と期待感

図5 期待感の強さと理由項目評価

図6 被験者別主成分負荷量

図7 被験者の布置図

図8 実験対象空間の主成分得点 (角度別)

図9 実験対象空間の主成分得点 (h/d)

験者間の主成分負荷量による2軸空間におけるユークリッド距離をもとに、クラスター分析（WARD法）を行った。その結果、被験者は大きく2グループに分類された。図10は、グループ別、街路幅員別に h/d と期待感の関係を示している。グループ1ではどの幅員においても h/d の増加とともに期待感が上昇しているが、グループ2では横這いか不規則な変化である。従って、グループ1は期待感に対して街路の立体要素である壁面高さの影響を受けており、グループ2はその影響が小さいことがわかる。

以下では、対象空間を立体的にとらえ、かつ被験者の多いグループ1を対象として、期待感と物的変数の解析を進める。⁵

4. 期待感と物的変数の関係

図11は、街路の折れ曲がり角度と期待感の関係を街路幅員別に示している。どの場合においても 0° が最も期待感が小さく、ピークとなる角度まで上昇して極値にいたりその後減少する。期待感が最も強くなる角度が、 $d=4\text{m}$ のとき 10° 、 $d=8\text{m}$ のとき 20° 、 $d=12\text{m}$ のとき 30° と幅員によって異なっている。幅員が狭い方が小さな角度で期待感が強くなり、角度が大きくなると期待感は弱くなる。また、幅員が小さい方が期待感の最大値が大きく、各幅員の最大値は直線空間の期待感の2倍～2.5倍になっている。以上より、期待感と折れ曲がり角度の変化との間に法則性が存在することがわかる。

次に図12の期待感と h/d の関係から、 h/d が0.5から2.0の範囲では、 h/d が大きくなると期待感も強くなり、その変化量は幅員が狭い方が大きいことがわかる。すなわち、狭い幅員の方が広い幅員より h/d が期待感に及ぼす影響が大きいといえる。

5. 期待感の予測

実験パターンにおける評価の幾何平均値の対数を目的変数、物的変数を説明変数として重回帰分析を行い、期待感の予測式を求める。

5.1 説明変数の選択

まず、 d 、 θ 、 h/d および、図11において期待感 θ の増加に対してははじめ増加してその後減少するため、二次関数である θ^2 の項を加えた4説明変数で重回帰分析を行った。しかし、結果は重相関係数が0.81とそれほど高くなく、期待感の最大値をもたらす θ も幅員による変化が見られなかった。幅員が狭いほど壁面高さの影響が大きいという実測値の特性を示しておらず、回帰式モデルとしては不適當であった。

そこで、主成分分析から得た「角度変化」と「幅員・壁面高さ」の2軸に注目し、角度の影響を考慮した変数と h/d を考慮した変数を作成した。すなわち、図13に定義した「前方可視壁面長さ L 」と、図14に定義した「スケール補正高さ幅員比 s 」である。 s は h/d だけでは定義しきれない断面形態を空間の大きさを補正したものである。 L については説明変数として、 $\theta = 0$ の時に分母の $\sin \theta = 0$ となり $L = \infty$ となるために逆数の $1/L$ とし、 $1/L^2$ を加えた2変数と、 s による重回帰分析を行った。しかし、その結果は重相関係数 $R = 0.78$ となり適合度は十分とは言えなかった。また、幅員が広くなると期待感を最大とする θ が 60° を越えてしまい、回帰モデルしても不適當であった。ただし、 s については、幅員が狭いときに h/d による変域が大きくなっていて実測値の性質を良く反映しており、

図10 グループ別、幅員別の期待感の評価と h/d の関係

図11 幅員別の期待感と角度の関係

図12 幅員別の期待感と h/d の関係

図13 前方可視壁面長さ L と期待感の関係

説明変数として採用した。

回帰モデルの適合度を高めるために、理由項目で期待感と強い相関を示した「不可視空間への意識」に着目し、壁面の長さではなく面積を考慮した説明変数を加えることにした。空間領域を限定するための値として、図13に示したように各幅員において期待感を最大とする L が23～24mであることを考慮し、 $d=12$ 、 $\theta=30^\circ$ の時の $L=24$ mを用いて、この範囲を近距離として図15に示す近距離空間内における不可視領域率 r を定義した。従って、 L は24m内と24m以上とでは場合分けが必要となっている。分析の結果、表1に示すように重回帰係数 $R=0.95$ 、決定係数が0.91と高い精度の回帰モデルを得た。補正不可視領域率 r' を表1のように定めると、期待感(対数値)は、 θ と d による期待感の強さ曲線を意味する r'^2 項に s 項および定数項を加えた $Y=-3.86r'^2+0.95s+4.77$ となり、期待感(A)は $A=e^Y$ で表される。

5.2 回帰式による期待感

折れ曲がり角 θ と期待感の関係を図16に示す。幅員別に比較すると、角度が小さい場合には狭い空間の方が期待感が強く、角度が大きくなると広い空間の方が期待感が強くなっている。これは幅員が狭い空間では、折れ曲がり角度が大きいき閉鎖性が強くなるためと考えられる。期待感の最大値を幅員別に比較すると、幅員が狭い空間の方が最大値が大きく、空間の狭さによる適度な閉鎖性が期待感を強めている。次に期待感を最大とするときの θ を θ_{max} とし、 θ_{max} を求めた。回帰式から $r=0.55$ のとき θ_{max} となり、図17に示す式が得られる。つまり、近距離空間の半分程度が見えない空間において期待感が強くなり、幅員が広がると θ_{max} も大きくなる。また、 θ_{max} における期待感と h/d および d の関係を図18に示す。期待感、幅員が狭いとき、 h/d の大きい空間で期待感が最も強くなり、幅員が狭い空間では h/d による変域が大きく、 h/d が強く期待感に影響を及ぼすといえる。期待感と物の変数の関係をまとめた結果を図19に示す。

6. まとめ

以上の分析結果をまとめると次の通りである。

図16 回帰式による θ と期待感の関係

図14 スケール補正高さ幅員比 s の定義

図15 不可視領域率 r の定義

表1 重回帰分析の結果

$Y = -3.86r'^2 + 4.26r + 0.95s + 3.59$ 補正不可視領域率: $r' = r - 0.55$ とすると $\rightarrow Y = -3.86r'^2 + 0.95s + 4.77$ 期待感 $A = e^Y$ (e : 自然対数)	r : 不可視領域率 s : スケール補正 h/d ただし $0^\circ < \theta < 60^\circ$, $4m < d < 12m$, $0.5 < h/d < 2.0$ 重回帰係数 R 0.95 決定係数 R^2 0.91 $F_0 = 424.10 > F(3, 131, 0.01) = 3.93$ より 有意水準1%で有意
---	--

図17 θ_{max} と幅員の関係

図18 θ_{max} における期待感の予測と物理量の関係

図19 期待感と物理量の関係

①期待感は不可視空間への意識や連続感などが大きく起因する。②期待感直線形態より、折れ曲がり形態の方が強い。③折れ曲がり空間の期待感幅員によって期待感を最大にする角度が異なる。④折れ曲がり空間における期待感の回帰式を求めた結果、期待感是不可視領域率とスケール補正高さ幅員比で説明可能である。⑤折れ曲がり空間の期待感是不可視領域率が半分程度で、かつ路地のようなヒューマンスケールな空間のとき最も強くなる。

期待感とはもともと空間の質に関係する。前方に楽しそうな状況が存在すれば空間形態のいかんに関わらず、見てみたい、行ってみたいという期待感が生ずる。しかし、どんな魅力的な状況であっても、その状況がすべて把握された時には期待感は消滅する。期待感とは人間の好奇心や探求心と関係するもので、完全に把握できない、楽しそうな、何かありそうな状況において生ずる。

本研究では単純化した折れ曲がり空間の模型を用いており、空間で生ずる内容による期待感ではなく空間の形態及びその関係性すなわち空間構造により生ずる期待感を対象にしている。分析により得られた期待感の予測式は、重相関係数が高く当てはまりがよいことを示しているが、これは見えない空間領域と見えない空間を予感させる空間領域を関数化できたことが重要であると考えられる。また、側面の壁面高さを街路復員との比で表現したことも良い結果へとつながった。しかし、この予測式をそのまま現実の空間に適用しようとするといくつかの疑問が残る。不可視領域率の計算において24mという定数を用いたところである。24mとは芦原(1975)¹⁾によれば街路において建物が1件1件区別できる距離20~30mに当てはまり、高橋ら(1984)⁸⁾のデータによれば人の顔が識別できる距離である。1/50の縮尺模型のVTR映像による実験データで、このような単位のある数値を用いることが適合度を増すと言うことは驚きである。確かにこれまでに何度も模型によるシミュレータ映像の有効性については検証を行ってきただけで確かめられてはいる⁹⁾が、視点の高さ1.5mと模型内に置かれた人型模型が空間の大きさを示すものであり、どこまでこの数値の信頼性があるかはこれからの研究を待たなくてはならない。いずれにしても、この数値の近辺に期待感を解くカギが隠されていることを予見させる予測式である。

謝辞

本研究にご協力いただいた、平成9年度名工大大学院博士前期課程修了の小柳英治氏(東畑建築事務所勤務)に謝意を表します。

注

- *1 本論文は1998年度日本建築学会東海支部研究報告集に発表した内容(参考文献11)を加筆修正したものである。
- *2 参考文献4)において期待感の理由項目として①不可視空間への意識 ②連続感 ③リズム感 ④方向性 ⑤統一感 ⑥光と影の対比 ⑦遠近感 ⑧誘目性 ⑨雰囲気の良い ⑩囲まれ感 が抽出されている。
- *3 文献4), 5)において、様々な用途の8地区を選定し、被験者(名工大学部学生・院生延べ26名)に自由に探索してもらい、期待感を感じた場面を写真に撮らせ、その地点と方向を地図上に記入させた。
- *4 1996年に開発したビジュアルシミュレータであり、被験者がヘッドマウンテッドを装着して自由に見たい方向を観察し、ノブ操作により移動したい方向に自由に行くことのできるコンピュータ制御のシミュレーションシステムである。詳細は、参考文献6)を参照されたい。本実験では、一定方向に一定速度(1/50スケールにおいて80m/minに相当する速度)で移動させて実験用VTR映像として撮影した。
- *5 グループ2については被験者数が5名で少数なため今回の分析では除いている。グループ2は壁面高さhの影響が少ないグループと判断されるため、期待感平面の特性変数のみで予測されることが期待される。
- *6 参考文献9), 10)を参照。

参考文献

- 1) Gordon Cullen(1961):The Concise TOWNSCAPE. The Architectural Press.
- 2) Edmund N. Bacon(1968):Design of Cities.The Viking Press, Inc.
- 3) 谷口汎邦, 松本直司: 建築の空間構成に関する研究 その1(都市住宅地における空間の分析), 日本建築学会東海支部研究報告集, pp.177-180, 1974
- 4) 小柳英治, 松本直司: 期待感を与える空間構成とその要因, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.697-698, 1996.9
- 5) Naoji Matsumoto, Eiji Koyanagi, Shigeyuki Seta: Physical and Mental Factors of Anticipation in the Streetscape, pp.283-286, MERA97
- 6) 瀬田, 松本他: 知覚行動直結型ビジュアルシミュレータの開発, 日本建築学会技術報告集, No.4, pp.92-96, 1997.3
- 7) 芦原義信: 外部空間の設計, 彰国社, 1975.1
- 8) 高橋研究室編: かたちのデータファイル, 彰国社, 1984.2
- 9) 松原, 松本: 景観シミュレーション手法の有効性に関する研究, 日本都市計画学会学術研究論文集, No.26, pp.385-390, 1991
- 10) 松本, 山本, 山下, 瀬田, 谷口: 模型空間知覚評価メディア(シミュレータ)の有効性, 日本建築学会計画系論文報告集, No.432, pp.89-97, 1992.2
- 11) 松本直司, 瀬田恵之: 折れ曲がり街路空間の期待感と物的要因の関係, 日本建築学会東海支部研究報告集, No.37, pp.645-648, 1999.2

(1999年4月10日原稿受理, 1999年6月25日採用決定)