

経路選択における 交通行動目的と色彩の影響に関する研究

村瀬 照寛¹・坂本 麻衣子²

¹学生員 長崎大学大学院 工学研究科 (〒852-8521 長崎市文教町1-14)

E-mail:bb52112512@cc.nagasaki-u.ac.jp

²正会員 長崎大学 大学院準教授 工学研究科 (〒852-8521 長崎市文教町1-14)

E-mail: sakamoto10@nagasaki-u.ac.jp

都市空間の研究において、街路パターンを対象として分析された空間構造の特性は、人の交通行動との間に関係性が見出されると報告する研究は多い。空間構造の特性はSpace Syntaxを用いて分析されることも多い。しかしSpace Syntaxは平面図を対象にするので、経路選択という文脈では建物高さや色彩など都市を構成する要素が考慮されていない。また、交通行動は交通の目的の有無などで異なるものとなり得るので、分析対象とする交通行動を明確にし、何が交通行動に影響を与えるかを分析することが望ましいと考えられる。

本研究では、長崎市の一部の経路を対象に、3次元地図上での経路選択実験を行い得られたデータを用いて、交通行動の目的の有無や色彩が経路選択にどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを目的とする。

Key Words : route choice, Space Syntax, color of a street, object of the trip, Logite model

1. 研究の背景と目的

(1) はじめに

都市構造や都市空間の街路特性を分析する際に多く使用されている理論として、ロンドン大学の Bill Hillier と Julienne Hanson¹⁾によって1984年に提唱されたSpace Syntax理論²⁾がある。Space Syntax理論とは空間を視覚的な単位で分節し、グラフ理論を援用してその接続関係を解析し、空間の形態的構造を分析するものである。都市空間の研究においては、街路パターンを対象とし、分析された空間構造特性は人の交通行動との間に関係性が見出されると報告する研究もある³⁾。実際、人間は多くの場合、視界に入る情報で空間を認知し次の経路を決定すると考えられる。このように、可視空間と経路選択は関係があると推測される。

Space Syntax理論は、都市の構成が人の視覚に与える影響の解析を可能とし、可視空間を分析し地図上に表すことができる。一方で、Space Syntax理論は平面図を対象にするので、経路選択という文脈では色彩や構造物の高さなどが、考慮されていないという点が問題としてあげられる。交通行動は交通の目的の有無や、土地に関する情報の有無により街路の経路選択の影響要

因が異なるものとなり得ると考えられる。また、色彩についても、同じ色であってもカラーカードで見た場合と建物外壁の場合とでは心理評価に違いが生じる。青を好んでいる人でも、青の構造物が多くある経路を選択しない可能性も考えられる。

対象とする交通行動を明確にして、色彩、建物の高さなど街路の経路選択に影響を与えている可能性がある要素を取り上げ、何が街路の経路選択に影響を与えるかを分析することが経路選択の要因を知る上で望ましいと考えられる。

(2) 研究の目的

本研究は、Space Syntax理論では解析できない色彩や建物の高さなど視覚による影響要因が経路選択においてどのような影響を及ぼすのか明らかにすることを目的とする。具体的には、長崎市の長崎駅から長崎県美術館および水辺の森公園の経路を対象に、3次元地図上での経路選択実験を行い、得られたデータを用いて、交通行動の目的の有無や色彩が経路選択にどのような影響を及ぼすかを明らかにする。

2. 研究の位置づけ

(1) 既往の研究

本章では、本研究が立脚するSpace Syntax理論に関する既往研究のレビューを示す。

山野⁴⁾は、熊本市の中心市街区の空間の関係性を定量的に評価し、都市の構造的な特性を明らかにするものとして、Space Syntax理論を用いた。さらに都市利用の実態を分析し、都市回遊の傾向における特性を明らかにするものとして、歩行者交通量調査を行っている。これら2つの方法より、熊本市の中心商業地域は、規則的な街路網で、移動効率の高い街路構造を持つ地域と、不規則で複雑な街路によって形成されていることが明らかにされている。

稲永⁵⁾は都市の賑わいには歩行者の量が関係するという前提で、LocalのInt.Vを街路の使われやすさと解釈し、それを賑わいの要因の一つとしている。この研究では複数の年代にわたって分析し、Int.Vの高い街路の変遷と、文献調査によって得られた「賑わい」の変遷との関係性を定性的に考察している。

(2) 本研究の位置づけ

既往の研究は、平面的な都市構造の特徴を主体として都市構成の考察を行っている。そのため、考察には色彩や建物の高さなどの都市の景観を構成する重要な要素が考慮されていない。したがって、本研究では、Space Syntax理論より分析される街路の繋がり以外にも、Space Syntax理論では考慮できない建物の高さや色彩を立体的に表される地図上に加えた地図を用いて、経路選択実験を行い、街路の経路選択の影響要因を分析する。このことにより、平面の地図だけでは分析できない色彩や建物の高さが経路選択に及ぼす影響を明らかにすることができると考える。

3. 経路選択実験

(1) 実験の目的

経路選択実験においては、第一の目的として交通行動の目的の有無によって空間構造特性と経路選択の関連に相違が見られるか、第二の目的として経路の色彩によって経路選択に相違が見られるか、という2つの目的のもとで実験を行う。なお、ここで交通行動の目的が有る場合とは、帰宅、通勤等、明確な理由を持ったトリップの場合をいう。目的が無い場合とは、見知らぬ土地の観光や散歩等を想定する。

(2) 実験方法

第一の目的の交通行動の目的がある場合の実験は、被験者が場所を認知しており、事前情報がある状況を想定するため、各道路から実際の360°パノラマ写真を見る事ができ、被験者がその場におらずとも街路を歩く疑似体験ができる装置として、Google Earthのストリートビューを用いて実験を行う。使用するストリートビューの画像の一部を図-1に示す。一方、目的が無い場合の実験は、比較のために目的がある場合と同じ街区構成を用いるが、建物の外形を均一にしたり、色彩を変えることで、見知らぬ街並みとすることを目的に、Google Sketch Upで作成した疑似空間を用いて実験を行う。

第二の実験目的である色彩の影響に関しては、第一の実験目的でGoogle Sketch Upを用いて作成した疑似空間において、色彩をコントロールし、色彩が経路選択に及ぼす影響を明らかにする。

実験風景を図-2に示す。



図-1 ストリートビュー



図-2 実験風景

(3) 実験概要

本研究の対象地域は長崎駅から長崎県立美術館および水辺の森公園までのルートとする。対象地域を図-3に示す。対象地域は直交な街路で成り立っており、高低差も無い場所であることより、経路選択を行う際の影響要因を限定しやすくなるため、本研究の対象地域として選定した。

被験者は長崎大学学生であり、ストリートビューを用いた実験は46名、疑似空間を用いた実験は40名を被験者とし、各1回ずつ計2回の実験を行った。



図-3 対象地域

(4) 擬似空間での実験条件

a) 建物の高さ

擬似空間では実際の建物と同じ高さにする。

b) 色彩

擬似空間での実験は建物の色を暖色と寒色に分け、暖色系統の強い街路と寒色系統の強い街路を作成する。作成した街路の一部として、暖色系統が強い街路を図4に寒色系統が強い街路を図5に示す。

c) 出発地点と到着地点

出発地点と到着地点は交通行動の目的の有無に関わらず、同地点とする。ただし、目的が無い場合は「初めて行く場所をゆっくり観光する様に」、「最後はある地点(到着地点)まで行く」と指示する。



図4 暖色系統街路



図5 寒色系統街路

(5) 実験の単純集計

被験者の街路を選択した回数を集計してみると、被験者が暖色系統の街路の選択回数の合計が 202 回に対し、寒色系統の街路の選択回数の合計は、173 回となった。

これより、街路の経路選択において、暖色系統の建物があるとその経路が比較的選択されやすいと推察される。また、事後アンケートで好きな色は何か、という質問をしたところ青や緑といった寒色系統を好む人が 27 人となり、好きな色の系統が強い街路を多く選択した人は 40 人中 16 人と半数未満となった。したがって、建物などが好きな色であってもその街路に進むというわけではないと考えられる。

4. Space Syntax

(1) Space Syntaxの概要

街路の経路選択を行う際、都市の空間構造や視認性も経路選択の要素のひとつと考えられる。都市の空間構造を定量的に分析する手法としてSpace Syntaxがある。

Space Syntax 理論とは、ロンドン大学の Bill Hillier と Julienne Hanson によって開発された建築・都市空間の空間構成を分析するための理論である。この理論は空間を分節し、その隣接関係を解析することで、分析範囲全体

の構造や各空間の特性を分析することができる。人間の特性から、人は多くの場合、視界に入る情報で空間を認知し、次の行動を決定するため、可視空間と人間の行動は関係があると言われている。Space Syntax 理論は、都市の構成が人の視覚に与える影響の解析を可能とし、住民の視界に入りやすい場所が次の行動の選択に及ぼす影響を分析し地図上に表すことができる。

(2) 解析方法

a) 都市の空間構成の解析

Space Syntax の解析手法の一つである Axial Analysis とそれによって求められる指標 Integration Value (以下 Int.V) について説明する。

Axial Analysis の解析方法を図-6 に沿って説明する。第 1 に解析対象とする場の経路空間の幅員・屈曲・接続関係が反映された地図を用意する(図-6 の 1)。Convex Space と Axial Line を描く(図-6 の 2)。都市空間が分節され Axial Line で構成された Axial Map が作成される(図-6 の 3)。この Axial Map がノードとパスから構成されるグラフに変換され(図-6 の 4)、整理すると(図-6 の 5)、各 Line について他空間からの奥行き平均 Mean Depth (以下 MD) が求められる。この MD を用い、ある特定の Axial Line の地域全体における奥行の程度 RA は式 (1a) で表せる。

$$RA = \frac{2(MD - 1)}{k - 2} \quad (1a)$$

(MD: 他空間からの奥行の平均, k: 空間の総数)

ここで空間の規模による影響を排除し、他の対象エリアとの比較を可能にするために RA を基準化したものが RRA 式 (1b) であり、その逆数をとって Int.V は式 (1c) で求められる。

$$D_k = \frac{RA(k - 1)(k - 2)}{[k\{\log_2(\frac{k + 2}{3}) - 1\} + 1]} \quad (1b)$$

Int.V は奥行の逆数であるため、高ければ奥行が浅く街路同士のつながりが強いことを表している。対象としている空間はその他のすべての空間に対して位相的距離が短く、他の空間へのアクセスが容易であり、視界に入りやすい空間であるといえる。他の空間へのアクセスが容易ということから人通りが多く賑やかな空間と考えられる。一方、Int.V の値が低い場合は対象としている空間はその他のすべての空間に対して位相的距離が長く、他の空間から分離されており、アクセスが容易ではない空間であるとされる。他の空間へのアクセスが容易ではないことより人通りが少なく静かな空間であると考えられる。

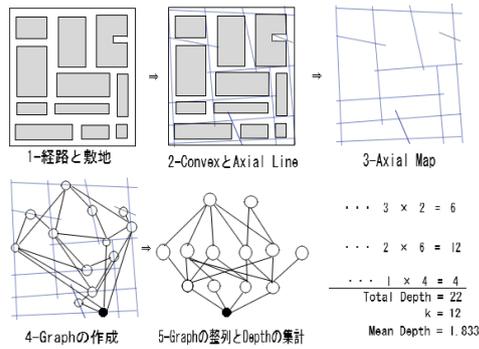


図-6 Axial Analysisの手順

b) 視認性の解析

Axial Analysis では、Convex Space 毎の Int.V を算出するので、同じ Convex Space 内の Int.V はどこでも等しくなってしまう。そのため、空間を細かく分割し解析する Visibility Graph Analysis がある。Visibility Graph Analysis は、解析される空間上のメッシュを形成し、メッシュ毎の視認性を解析するものである。メッシュの大きさは自由に設定可能である。

Visibility Graph Analysis では空間の奥行きを表す Depth の取り方が Axial Analysis とは少し異なる。図-7に示すメッシュ i からメッシュ o が目視できるならば、そのメッシュ i は見えるならば、メッシュ j の Depth は、 $\text{Depth } j = \text{Depth } i + 1$ と定義する。つまりメッシュ i に対する奥行きが深いメッシュほど Depth は大きくなる。すべてのメッシュのメッシュ i に対する Depth を足し合わせたものを Total Depth (TD) と呼び、各メッシュに対して算出される。メッシュの総数を j と置くとその平均の深さ Mean Depth (MD) は式(1c)で求められる。

$$MD = \frac{TD}{j-1} \quad (1c)$$

RA 以下は、Axial Analysis での頂点の数 k をメッシュの総数 j に置き換えたものと同じである。

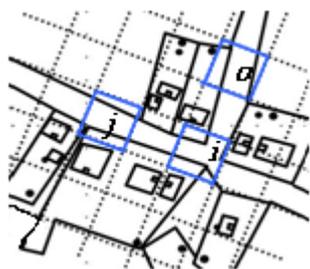


図-7 Depth の概念

5. 対象地域の空間構造および視認性

(1) 対象地域の空間構造と視認性

本研究では、UCL Depthmap を用いて Int.V を算出した。UCL Depthmap は Space Syntax 理論に基づくソフトウェアであり、都市の構成が人の視界に与える影響の解析を可能とする。Int.V を用いて空間構造および視認性と街路の経路選択との関連を分析する。また、Axial Analysis の解析を行うにあたり、Axial Analysis は解析する街路の周縁部で Int.V を算出する。したがって、図-3 の範囲で Int.V を算出すると街路間の繋がりが少なく評価され、実際よりも低い値が出る可能性がある。そのため解析範囲を広くとり、正確な値に近づくようにした。これを UCL Depthmap に読み込み、Axial Analysis での解析における Int.V の視覚図を図-8に、Visibility Graph Analysis での解析における Int.V の視覚図を図-9に示す。視覚図は算出された Int.V の値の高さを示しており、値が高い方から、赤、黄、緑、青の順で色分けされている。

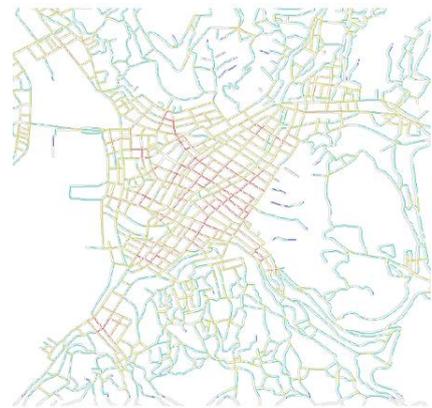


図-8 Axial Analysis 解析の Int.V の視覚図



図-9 Visibility Graph Analysis 解析の Int.V の視覚図

6. 経路選択要因のモデル分析

(1) モデルの構成

本研究では経路選択実験の結果より、街路の経路選択要因を分析するために、ロジットモデルを用いる。

街路の経路選択に関する 2 項ロジットモデルを作成し

た。モデルのデータは通過した各分岐点での選択を1サンプルとし、交通行動に目的が無い場合は、46人の各分岐点から得られたサンプル数451を使用する。交通行動に目的が有る場合は、40人の各分岐点から得られたサンプル数437を使用する。

(2) 交通行動に目的がある場合の分析結果

交通行動の目的がある場合の分析結果を表-1に示す。

的中率及び決定係数が最も高い値を示したモデルとして、目的がある場合では表-1に示すように、被説明変数が右折か左折か、説明変数が街路距離、建物の平均の高さ、建物の最大の高さ、Axial Analysisで求めたInt.Vの平均値、VGAで求めたInt.Vの平均値および最大値で構成されるものであった。街路距離に関してのパラメータは正の値なので、距離がある街路ほど選択されやすいといえる。街路の建物の平均の高さに関するパラメータが負の値を示しているため、建物の平均の高さが低い街路ほど選択されやすいことがわかる。建物の最大高さに関するパラメータは正の値のため、建物の最大高さが高い街路ほど選択されやすいといえる。Axial Analysisより求められたInt.Vの平均値に関するパラメータは正の値を示しているため、他の街路と繋がりがあり、入り組んでいない単純な街路が選択されやすいと考えられる。VGAより求められたInt.Vの平均の値に関するパラメータが負の値を示したので、街路全体の視認性が低く、人目につきにくい街路が選択されやすいと考えられる。VGAより求められたInt.Vの最大値に関するパラメータが正の値を示したので、街路の一部において他の街路を見える空間がある街路が選択されやすいと考えられる。

表-1 交通行動の目的がある場合の分析結果

変数	推定値	t値	有意確率
街路距離	1.417	6.452	0.000
建物の平均の高さ	-3.141	-9.078	0.000
建物の最大の高さ	2.534	7.836	0.000
Int.V平均値(AA)	0.938	4.828	0.000
Int.V平均値(VGA)	-1.127	-3.184	0.001
Int.V最大値(VGA)	3.397	7.849	0.000
定数項	-0.200	-1.427	0.153
決定係数	0.540		
的中率	46%		
対数尤度	-182.419		

(3) 交通行動に目的が無い場合の分析結果

交通行動に目的が無い場合の分析結果を表-2に示す。

目的が無い及び色彩をコントロールした場合は、的中率及び決定係数が最も高い値を示したモデルとして、表-2に示すように、被説明変数は直進か曲がるか、説明変数が街路色彩、建物の平均の高さおよび最大の高さ、Axial Analysisより求めたInt.Vの平均値、VGAより求め

たInt.Vの平均値および最大値で構成されるものであった。街路の建物の平均の高さに関するパラメータが負の値を示しているため、建物の平均の高さが低い街路ほど選択されやすいことがわかる。建物の最大の高さに関するパラメータは正の値を示しているため、建物の最大高さが高い街路ほど選択されやすいことがわかる。VGAより求められたInt.Vの平均値に関するパラメータが正の値を示したので、街路全体の視認性が高く、人目につきやすい街路が選択されやすいといえる。街路の色彩に関するパラメータが負の値を示していることより、街路が暖色であると選択確率は増加することがわかった。

表-2 交通行動の目的が無い場合の分析結果

変数	推定値	t値	有意確率
建物の平均の高さ	-0.533	-2.335	0.020
建物の最大の高さ	0.574	2.162	0.031
Int.V平均値(AA)	0.366	2.529	0.011
Int.V平均値(VGA)	0.292	1.780	0.075
街路色彩 (1:寒色、0:暖色)	-0.199	-1.912	0.056
定数項	-1.609	-10.767	0.000
決定係数	0.083		
的中率	81%		
対数尤度	-174.190		

7. 結論

本研究では、街路の経路選択を行う際の影響要因として、交通行動に目的があるか無いか、また色彩や建物の高さからなどが考えられるため、3次元での経路選択実験を行い、街路の経路選択の影響要因を評価した。さらに、ロジットモデルを用いて、街路の経路選択を行う際の影響要因をより詳細に分析した。その際、Space Syntax理論を用い、街路の繋がりおよび、視認性を数値化し、これとあわせて、他に街路の経路選択の影響要因と考えられる建物の高さや、色彩などをロジットモデルに組み込むことで、経路選択の影響要因を分析した。

まず街路の経路選択実験の単純集計結果より、被験者40人のうち27人が寒色系統の色を好む結果となった。一方で、暖色系統の建物の色が強い街路が選択されやすい結果となったため、各個人が持つ色の嗜好は街路の経路選択において関係性が薄いと考えられる。

ロジットモデルの分析結果においては、交通行動に目的がある場合の分析では、街路距離に関して長い街路が選択されやすい結果となった。建物の高さに関して、街路に面している建物の平均の高さが低い街路ほど選択されやすくなったが、建物の最大の高さは高い街路ほど選択されやすいという結果が得られた。また、他の街路と繋がりがあり、空間構造的に入り組んでいない単純な

街路ほど選択されやすいという結果になった。視認性に関して、街路の一部が屈曲しており、人目につきにくい街路であるが、街路の入り口で他の多くの街路と隣接しているため、他の街路からは視認されやすい街路ほど選択されやすい結果となった。

交通行動に目的が無い場合の分析では、建物の高さに関して、街路に面している建物の平均の高さが低い街路は選択されやすいとなったが、建物の最大の高さは高い街路ほど選択されやすいという結果が得られた。視認性に関しては、街路全体の視認性が高く、人目につきやすい街路ほど選択されやすい結果となった。色彩に関しては、暖色系の建物の色が強い街路が選択されやすいとなった。

また、建物の平均高さや建物の最大高さが、交通行動に目的がある場合と無い場合の共通性質となった。

したがって、交通行動に目的がある場合の経路選択の影響要因は建物の高さ、空間構造、街路の視認性であり、交通行動に目的が無い場合の経路選択の影響要因は建物の高さ、視認性、建物の色彩であると考えられる。このように、空間構造や視認性の他に、平面では分析できなかった建物の高さや建物の色彩も経路選択の影響要因ということが示されたと考えられる。

本研究ではストリートビューでの経路選択実験は 46 人、疑似空間での経路選択実験は 40 人と被験者数が多

いとはいえない。したがって、今回の分析から経路選択要因として有意となった建物高さや空間構造、街路の視認性、建物の色彩を街路の構成に組み合わせて、実際に本研究の被験者以外の人の流れを Google Sketch Up で作成した地図上で誘導できるのか実施、検証をすることが今後の課題としてあげられる。

参考文献

- 1) Hillier, B. and Iida, S.: Network and Psychological Effects in Urban Movement. Lecture Notes in Computer Science, Volume 3693, pp.475-490, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.
- 2) Hillier, B. and Hanson, J.: Social Logic of Space, Cambridge University Press, 1984.
- 3) 高松誠治: アクティビティと公共空間デザインー空間構成により、人の流れを変えるー, 都市空間, 56(1), pp.47-57, 2007.
- 4) 山野弘隆: Space Syntax と歩行者交通量からわかる都市構造と街路の特性に関する研究, 熊本大学工学部社会環境工学科卒業論文, 2009.
- 5) 稲永 哲, 星野 裕司, 増山 晃太, 尾野 薫: 都市形成における賑わいと街路網の関係に関する研究, 景観・デザイン研究講演集 No.5, pp.185-196, 2009

(2012.5.7 受付)

A STUDY ON THE INFLUENCE OF THE COLOR OF A STREET AND THE OBJECT OF THE TRIP REGARDING THE ROUTE CHOICE

Akihiro MURASE and Maiko SAKAMOTO

In the research of urban space, it is recognized that the pattern of passengers is related to the object of the trip. The characteristic of space compositions is analyzed using Space Syntax in many cases. However, Space Syntax uses a plain view so that it is thought that some of the important factors in choosing a route are not considered such as the color of a street and the object of the trip. In this study, the route choice experiment on a three-dimensional map for a part of Nagasaki city is conducted, and it is investigated what influences the route choice by using Logit model with the data obtained by the experiments. Finally, the influencing elements for the route choice are clarified.