

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

A study of town structure and street characteristics based on Space Syntax and pedestrian flow

山野 弘隆

Hiroataka YAMANO

街路は歩行空間の重要な要素で、人は街路を通して都市利用を行い、回遊を行う。街路そのものも、他の街路と関係性を持ち、それらが相互に作用して、街路網を形成したとき、地域界限を持ち、独特の魅力を持つ。しかし、画一的な街路整備の実態から、各街路の関係性や使われ方の魅力といったものの重要性が失われつつある。本研究では、街路構造と街路の利用実態とを分析し、街路網からわかる新たな知見を得る事を目的とする。街路構造の分析では、Hiller らによって提唱された Space Syntax 理論を用い、街路の使われ方の分析では、歩行者交通量分析を用いた。各分析の結果から、街路構造が持つ特性と、利用実態の影響について相互に確認した。

Key Words: kumamoto,path,pedestrian flow,Space Syntax,town structure

1. 序 論

1.1 背景・目的

昨今、中心商業地域の衰退は日本で大きな問題となっており、熊本市もその例外ではない。実際熊本市では、中心市街地活性化基本計画の中で、中心市街地の歩行空間の改善を目指すべく様々な取り組みが行われている。このように中心市街地の活性化を促すものとして、歩行空間の重要性が指摘されているが、統一的な街路構造の整備、街路のカラー舗装や障害物の排除等、一律的な対策に留まっているのが現状である。

しかし、実際の街路空間を考えると、街路の使われ方や、周辺地域からの関係性に大きな違いがあり、それらが相互作用して街路空間の特色となり、地域界限の魅力へとつながるケースも少なくない。格子状の街路構造のように機能的な構造を持つ都市に対して、複雑で迷路性のある都市も、豊かな都市回遊をもたらしている事も事実である。

このことからまず、街路によって構成される街の構造的な関係性の特徴と、人の都市利用実態を明らかにし、この 2 つがどのように相互に影響し合っているかを考える必要があるといえよう。

街路の関係性というものに関して、都市デザインの見地から Kevin Lynch の「THE IMAGE OF THE CITY」では The sense of the whole の説明のなかで¹⁾、Christopher Alexander の「まちづくりの新しい理論」では具体的マネジメント手法のなかで²⁾、個々の要素は少なからず一つのより大きな全体の一部となっており、それらを構成する要素の関係の重要性を説いている。しかし、感覚によって各要素の関係性を考えるという両者の考え方は、理論的根拠に乏しく曖昧な部分がある。従って、本研究では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(以下 S.S 理論)を用いる。更に、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う。これら 2 つの方法から、都市構造とそれを構成する街路の、特徴と位置づけを明らかにする事を本研究の目的としている。

S.S 理論とは、幾何的な空間や街路の繋がりを定量的に解析できる理論である。発祥は英国、ロンドン大学だが、昨今日本国内でも多くの学術研究がなされており、現在注目されている空間分析手法の一つである。都市を構成している街路の関係性を定量的に算出できる S.S 理論は本研究の主旨に合致しておりその有意性は高いと考える。しかし、従来の S.S 理論である人間の視覚可能領域を一つの空間とし、それらの繋がりを分析する事は、都市イメージとしての考察には適しているものの、街路構造の実態として考察するには精度が粗いと考えられる。従って本研究では従来の空間の線形化に対して、より詳細に空間を線形化したモデルを中心に分析する。ここで前者を認知モデルとし、後者を動線モデルと呼ぶ事にする。この動線モデルは実践段階では頻繁に利用されているものの、研究としては未だ

行われておらず、その点新規性の高いものであると言える。これらの目的を達成する事で、今後歩行空間の改善を考える場合、目的に焦点を当てた対策を行える事に本研究の意義がある。

1.2 研究の位置づけ

S.S 理論を用いた都市構造の研究として、木川らのパリ・京都を対象にした研究³⁴⁾では都市構造の歴史的変遷を中心の位相的位置の乖離から評価しており、都市の発展に潜むプロセスについて言及している。他に歴史的変遷を追ったものでは、稲永らの研究⁵⁾が熊本市桜町周辺を対象にした都市構造の変遷に伴う都市の中心の変化と、市史からわかる盛り場の位置を比較し、実際の都市計画とその効用が都市に反映するには時間差がある事を説いている。

英国では世界各国の都市の解析・比較を行っており⁶⁾異なる文化間からわかる都市構造の傾向の解明や、都市構造の特徴について文化的見解を通して裏付けている。

直接的に都市の街路構造を研究しているものとして、高野らは街路構造と街並の特性に関する研究⁷⁾をしており、街路構造から認知される奥行きと実際の街路断面構成や空間的特性の関係を分析している。

これらの研究は、認知される街路構造を基に分析しているが、本研究では、人の可動空間を基にした街路構造に焦点を当てている。イメージとしての中心性ではなくて、実態としての街路構造の分析を行っている本研究は、歩行者の利用実態と比較・検討するにはより適していると考えられる。このような研究はこれまで見受けられなく、その点有意であると考えられる。

1.3 研究の流れ

研究のフロー図を図 1.1 に示す。本研究は、歩行者交通量調査と、S.S 理論による解析・分析の、2 つの構成から成る。歩行者交通量の章では、歩行者の利用実態と、利用される街路の実態に着目し、分析を行う。S.S 理論の章では、主要な通りとその周辺の街路構造の関係性について分析した後、移動効率からみた、街路構造の特徴について分析を行う。各分析結果から明らかになった事を対比する事で、各分析の相互関係を考察し、熊本市中心市街地の特性と魅力について明らかにした。

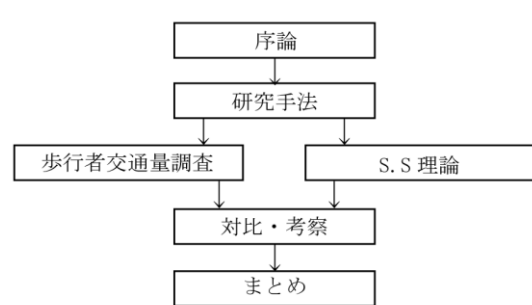


図 1.1 研究のフローチャート

1.4 研究対象地とその概要

熊本市が定める熊本市中心市街地の領域と、研究対象地を図 1.2 に示す。太線で示された領域が本研究の対象地である。対象地の設定基準は、熊本駅周辺を除く熊本市中心市街地を包括する範囲とした。現在、熊本駅では土地再開発事業が進められており、時々刻々と区画整備が行われているため、街路網の変動が大きいという理由で研究の対象領域外とした。

また S.S 理論の分析においては、分析結果の精度向上のため Buffer Zone を設けて実際の対象地よりも広範囲での解析を行う。詳細は S.S 理論の章で説明する。

熊本市中心市街地は、文化資産である熊本城と白川、坪井川の 2 つの河川を含む人口約 67 万人、総面積約 267km² の都市である。都市構造の変遷としては、熊本城の城下町として町割りされて発展した後、戦前以降は敷地計画や道路整備の結果市街化が進み、新旧混在した現在の都市構造を有している。

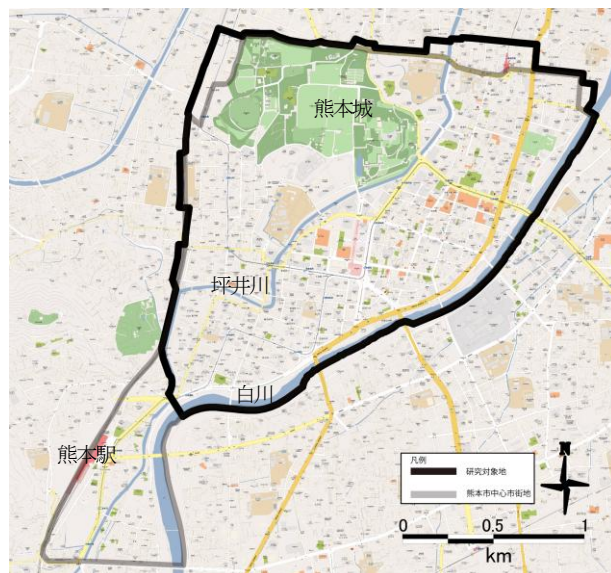


図 1.2 研究対象地

2. 手法

2.1 S.S理論

2.1.1 Space Syntax の概要

Space Syntax は1984年に英国ロンドン大学(UCL)の Bill Hillier 教授らによって提唱された、空間構造を定量的に解析するための理論である。空間の捉え方によって様々な対象を解析できる Space Syntax 理論は、建築内部空間や都市などの外部空間と、幅広い領域で適応する事ができる。研究としてはロンドン UCL 大学を中心に盛んに行われており国際シンポジウムも定期的に行われているが、実際の公共空間においても実践的積み上げがなされている。現在、日本においても多くの研究が行われており、日本の都市構造にも適応できる空間分析手法の1つと言える。

都市などの外部空間を解析する場合、空間を線形化して解析するものが主流でありそれを Axial Analysis と呼ぶ。本研究でも Axial Analysis を中心に分析を進めていく。

2.1.2 Axial Analysis の解析手順

本研究では認知モデルと動線モデルの2種類の方法を用いて Axial Analysis を行う。これは、先述したように線形化する空間の捉え方による違いであるが、解析手順そのものは同様である。従って、ここでは認知モデルを基に解析手順を説明していく。認知モデルと動線モデルの違いは2.1.4項で紹介する。

Axial Analysis の作業手順として、まず地図上に生じる空間の中から”least set of longest lines of direct movement”の法則に従い空間を線形化させる。この線形化された線分を Axial Line と呼び、Axial Line によって構成された地図を Axial Map と呼ぶ。図2.1は例として作成した地図で、図2.2は地図内の白色で示された全領域を空間と捉えて Axial Line を引いたものである。

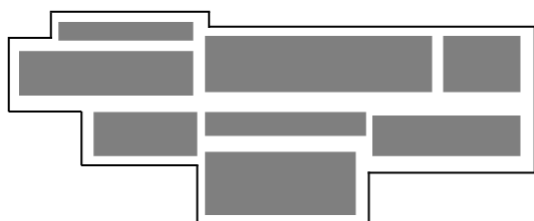


図 2.1 Map

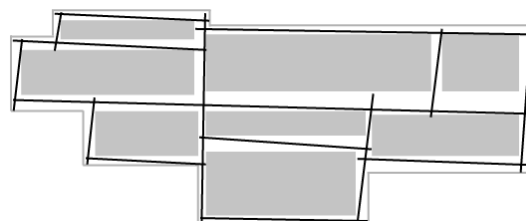


図 2.2 Axial Map

次に、線形化された空間の関係性を数値化していく。Axial Map の中で、任意の Axial Line から他の Axial Line まで到達するのに必要な最小折れ曲がり回数(Step)を深さ(Depth)という指標で表され、その他すべての Axial Line に対する深さの集計値(Total Depth:TD)から平均深さ(Mean Depth:MD)を以下の式によって算出できる。

$$TotalDepth = \sum (各Step \times Line数) \quad \text{式1}$$

$$Mean Depth = \frac{TotalDepth}{\kappa - 1} \quad \text{式2}$$

κ = AxialLine総数

図2.3は太線で示された任意の Axial Line から他の Axial Line への最少折れ曲がり回数を表示させたもので、そこから図2.4の算出過程を経て平均深さが求められる。この値は各 Axial Line ごとに同様の手順で算出され、他の Axial Line へ到達するための平均的な折れ曲がりの回数が数値的に表現される。

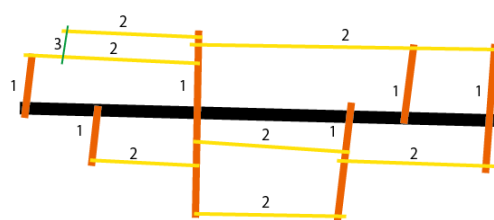


図 2.3 Step Map

		Depth
3rdstep	×1	=3
2ndstep	×7	=14
1ststep	×6	=6
K=15		Total Depth=6+14+3=23
		Mean Depth=23/14=1.643

図 2.4 深さ算出

MD の値から、以下に定義される式によって Relative Asymmetry:RA が求められる。RA は任意の Axial Line の地図内における相対的な深さを表している。

$$RA = \frac{2(MD - 1)}{\kappa - 2} \quad \text{式 3}$$

RA は κ の値に依存しているので、規模の異なるものを比較する事ができない。従って、以下の式によって RA を相対化した Real Relative Asymmetry:RAA を用いる事によって、規模の異なる空間における相対的な深さを算出できるようにする。

$$RAA = \frac{RA}{D_{\kappa}} \quad \text{式 4}$$

$$D_{\kappa} = \frac{2(\kappa(\log_2(\frac{\kappa + 2}{3}) - 1) + 1)}{(\kappa - 1)(\kappa - 2)}$$

更に、RAA をより感覚的に理解しやすいようにするためにその逆数をとったものを Integration Value(以下 Int.V)と呼ぶ。これは、幾何的な近接性を指標化するもので Int.V が高いという事は他の Axial Line との位相的距離が短く移動効率に優れており、イメージとしては人通りの多い賑やかな空間を意味する。一方 Int.V が低いという事は位相的距離が長く移動効率には劣るもので、人通りが少なく静かで落ち着いた空間を意味する。

$$Integration Value = \frac{1}{RAA} \quad \text{式 5}$$

本研究では Axial Analysis を進めるにあたって、分析ソフト Map Info 及び Depth Map を利用する。Int.V 等の算出は Depth Map を利用するが、各 Axial Line の作成と、その数値的情報を目的に応じて視覚表現する際には Map Info を用いて分析を行う。

2.1.3 解析領域による違い

Int.V は、解析領域を指定する事によって目的に応じた解析を行う事ができる。この領域を Radius と定義し、Radius=n は任意の Axial Line から他のすべての Axial Line に対して、算出された Int.V を意味し Global と呼ぶ。対して、折れ曲がり回数によって解析領域を指定された Int.V を Local と呼ぶ。Local における Radius 値は、線形化する空間の規模に応じて異なるが、認知モデルにおいては一般的に 3 回折れ曲がるまでの領域を Local として Radius=3 に設定される。Global と Local の違いは、Global は対象地全域からの中心を表し、Local は各地域内での中心を表す数値として解釈されている。本研究では歩行者を研究の対象とする事から、Local 指標を用いる。

本研究では認知モデルにおいては Local を Radius=3 とし、動線モデルでは新たに Radius 値を設定する事にする。各モデルの Local の分析結果を基に、都市全体からわかる各地域の位置づけと、地域内の個々の街路がもつ周辺街路との近接性の特徴を明らかにする。

2.1.4 認知モデルと動線モデル(概要/空間規定)

認知モデルと動線モデルは空間の定義が異なり、従って空間の線形化に違いがある。認知モデルは一般的な Axial Analysis であり直線的に認知可能な最長の軸線を 1 つの空間として線形化する事から、認識としての空間の関係性を数値化する。一方動線モデルは、直線で移動可能な軸線を 1 つの空間として線形化していくもので、横断歩道や歩道の位置/形状等、更には障害物の有無などの情報を考慮して線形化するため、実態としての歩行空間の関係性を数値化している。従って、Axial Map 作成の際は、実際に現地に行き、街路の状態について詳細に調査を行う。本研究では表 2.1 に整理される規則に基づき Axial Analysis を行う。規則の説明は動線モデルを中心に行っていく。

・動線モデル

(1) 歩道一両端

各歩道に沿って Axial Line を引く。
また、カラー舗装された路側帯も歩道とみなす。

(2) 歩道一片方

歩道がある部分に Axial Line を引く。ただし、残る片方に路側帯が確保されている場合はそこにも Axial Line を引く。

(3) 歩行者専用道路

道路両端部分と、斜めに横断するように Axial Line を引く。また、他の Axial Line が貫通する場合は直線移動できるまで Axial Line を引く。

(4) その他道路—中央線あり

歩行者は横断できないものとして、両端に Axial Line を引く。

(5) その他道路—中央線なし

歩行者は横断できるものとして、斜めに横断するように Axial Line を引く。

(6) 交差点 1—歩道と横断歩道が直線上になし

歩道から横断歩道に到達するまで、直線移動可能な最小数の Axial Line を引く。障害物がある場合は、それを避けるように引く。

(7) 交差点 2—中央線がある道路と交差する

中央線を貫通せずに、Axial Line を2本に分けて引く。

(8) 公園

入口の明確な公園は、各入口を繋ぐように Axial Line を引く。明確な入口のないものは、他の Axial Line をそのまま通過させる。また、公園内に遊歩道がある場合はそれに従って Axial Line を引く。

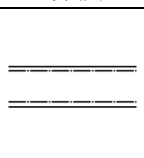
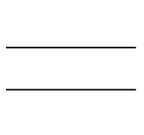
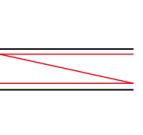
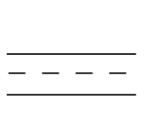
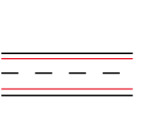
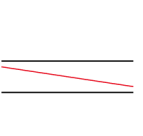
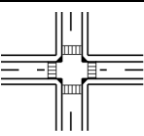
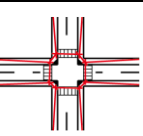
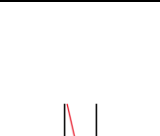
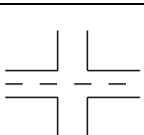
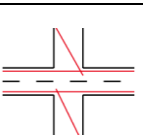
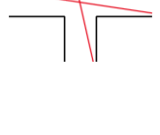
(9) その他

階段がある場合はその個数毎に 1Step おいて Axial Line を引く。

・認知モデル

道路、交差点、公園ともに空間の断面形態に関わらず1つの空間として Axial Line を引く。

表 2.1 動線モデルと認知モデルの空間の線形化

分類	写真	平面図	動線モデル	認知モデル
歩道 両端				
歩道 片方				
歩行者 専用道 路				
その他 歩道・ 中央線 あり				
その他 歩道・ 中央線 なし				
交差点 1				
交差点 2				
公園				

2.2 歩行者交通量(Gate Count:GC)調査

本研究では、通常の定点観測とは異なる移動式交通量調査(以下 GC 調査)を行う。GC 調査の特徴は、多くの調査地点を確保できるので、高範囲でかつ高密度な調査ができる事にある。調査方法は各地点5分を上限に歩行者の断面交通量を方向別に測定し、移動しながら1時間に数か所の調査地点を測定する。この測定を平日、休日ともに各7回(実7時間)繰り返し、各測定地点で得られた歩行者量を1時間換算したものを各地点の時間平均交通量として扱う。更に本研究では歩行者を一般市民、会社員、観光客の三属性に分類し、属性別に歩行者交通量を測定した。

3. 歩行者交通量調査

3.1 調査概要

本研究では、対象地内の歩行者量の分布を広域的に評価するだけでなく、高密度な歩行者交通の実態を明らかにする事を目的として、研究対象地を基に図 3.1 に示す全 279 地点を調査地点と設定した。その際、中心商業地域は調査地点間隔を密にしたものの、全体としては概ね一様になるよう配置した。調査対象は歩行者(一般市民、観光客、会社員)とし、調査員 28 人で測定を行った。調査日は 2009 年 11 月 5 日(木)、同年 11 月 7 日(土)、調査時間は 9:30~19:00(実 7 時間)とし、調査日当日は両日ともに晴れであった。

この調査結果を基に、歩行者からみた都市の利用実態を明らかにしていく。また、調査の特性上、多くの地点測定を行える事から、中心市街地での歩行者の利用実態を包括的に把握できる事が期待される。

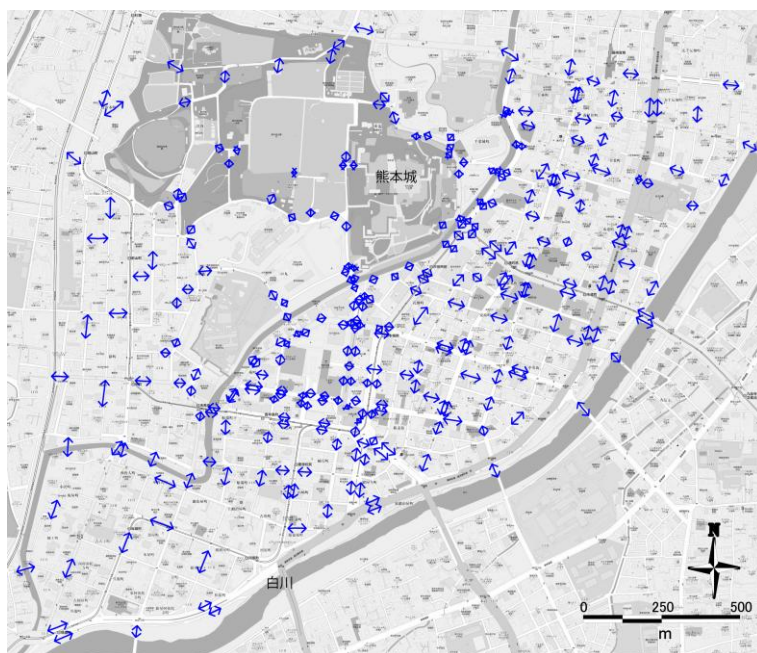


図 3.1 GC 調査地点図

3.2 調査結果

3.2.1. 過去の調査との比較

本研究で行った GC 調査は、多くの地点測定を行える事が利点だが、一方で歩行者量を拡大換算しているのでデータの妥当性を検証する必要がある。そこで、熊本中心商業地域を対象にした既存の交通量調査の結果を利用して相関分析を行う。この調査は熊本市と熊本商工会議所が 1968 年から例年行っているもので、商店街の動向を把握し、魅力ある商店街形成を促進するための基礎資料として調査されている。この調査の測定方法は定点測定法で、調査時間は 8:00~20:00(実 12 時間)で断面交通量を測定する。測定地点は 26 地点と少ないものの、定点を全 12 時間にわたり測定しているこの調査結果は、データの検証対象として条件を満足していると考えられる。

比較する調査結果は 2009 年 8 月 21 日(金)、同年 8 月 23 日(日)に調査したもので、全 26 地点の観測地点のうち本調査地点と重複していた 22 地点の結果を用いる。その際、両調査とも各地点で方向別に測定しているため比較データ数は 44 となる。また、両調査とも平日、休日の 1 日の平均交通量から検証を行う。表 3.1 に各調査の相関分析結果を示す。表から各調査結果は高い相関をもつ事が分かる。これは、GC 調査とそのデータ処理の妥当性が高い事を意味し、更に他の相関対象とならなかった地点においても同意である事を裏付けている事から、本研究では GC 調査の結果を基に分析を進めていく事にする。

表 3.1 GC 調査と既存調査結果の相関

	平日	休日
相関係数	0.96	0.98

データ数 : 44
**相関係数は 1%水準で有意

3.2.2 対象地全体の分析

本項では、都市の利用実態を、歩行者量の起伏から面的に捉え、利用されている地域とその地域内の歩行者の分布を明らかにする。その際に、ここでは距離平均加重法を用いて、点的なデータ分布を面に拡大近似して分析を進める。また、平日と休日のデータのうち、両日の歩行者分布に顕著な差が見受けられない場合は、休日のデータを用いる事にする。平日と休日の歩行者分布の広がり进行比较する場合、人通りのある街路における観測地点データ数の違いから判断する。その場合、歩行者量を 10 段階に分けた度数分布からわかるデータ数を判断基準とする。各属性の歩行者量分布から、相対的に歩行者量が少ない地点があり、本研究では下位 2 段に含まれるものを人通りの少ない街路の地点データとして扱う。対して、上位 8 段に含まれている地点は人通りのある地点と判断する。

表 3.2 に平日と休日の歩行者量と、それを 10 段階に分けたもののうち上位 8 段に含まれる地点データ数を示す。従ってこのデータ数が多い場合は、相対的に利用度が高い地点データ数が多い事を意味し、都市の利用が面的に広がっているものと考えられ、一方数値が低い場合は地点データ数が少ない事を意味し、面的な広がり小さいと考えられる。ここでは、平日と休日の比較利用されている地点データ数の差から、面的な広がりの違いを判断する。

表 3.2 各属性の歩行者量と比較利用されている地点データ数

		一般市民	会社員	観光客	全歩行者
平日	最小値	0	0	0	0
	最大値	550	97	354	637
	平均	58	18	5	80
	標準偏差	77.80	19.85	27.24	93.92
	利用地点データ数	72	183	6	100
休日	最小値	0	0	0	0
	最大値	970	68	572	1001
	平均	75	8	10	93
	標準偏差	121.05	10.63	52.29	136.85
	利用地点データ数	48	101	8	63
利用地点データ数の差(絶対値)		24	82	2	37

一般市民、観光客、全歩行者については地点データ数に大きな差は見られない。従って、平日と休日の面的な広がり違いは少ないと判断し、休日のみの分析を深める。対して、会社員については地点データ数に大きな違いがみられ、平日と休日の面的な広がり差は大きいと判断し、各両日の分析を行う。これを基に、全歩行者量と各属性に分けて具体的な利用地域について地図を利用して分析する。

・全歩行者

GC 調査で得られた地点データを面として補正する際に用いる距離平均加重法とは、点情報を面の微小単位であるセルに置き換え、隣り合ったセル同士の数値差異を補間して面全体に置換するものである。この方法を用いる事で、測定していない地点情報を補いつつ、対象地全体からみた面的な歩行者量の分布を視覚的に捉える事が出来る。ここでは、距離平均加重法の中でも IDW 補間法を用いる。補間設定はセルサイズを 1 辺約 10m、補正の検索範囲を約 500m、セル間の数値的影響度を示す係数は一般的な 2 に設定した。図 3.2 は実際に GC 調査を行った休日の各地点の全歩行者量を 10 段階に色付け表示したもので、図 3.3 は IDW 補間法を用いて 10 段階にグラデーション表示したものである。暖色系で示された領域は、歩行者交通量が多い事を示す。

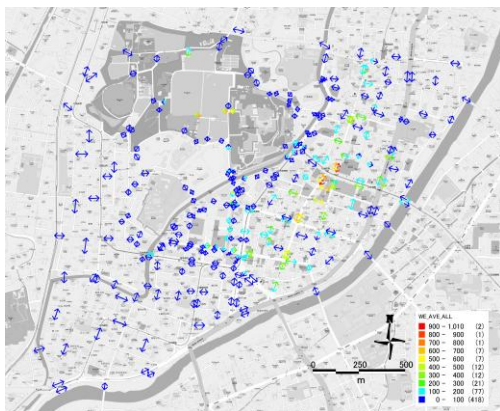


図 3.2 地点でみる休日の全歩行者量分布

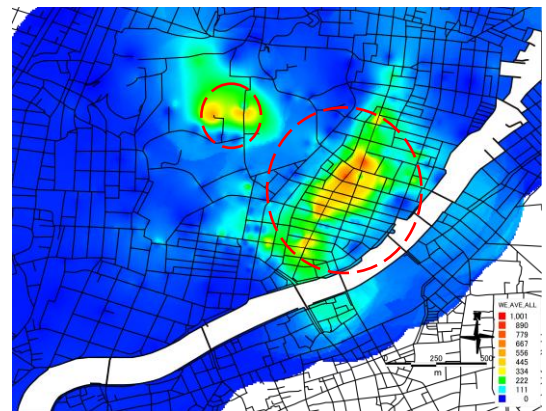


図 3.3 IDW 補正法による休日の全歩行者量分布

利用実態の分布をみると、熊本城周辺と中心商業地域の大きく 2 つの地域で歩行者量が多い。これは熊本中心市街地が、熊本城周辺と中心商業地域の 2 つの要素を中心に賑わいを見せており、更に熊本城と中心商業地域の利用が 2 極化している事をも裏付けている。また、各地域内の分布をみると熊本城周辺は賑わいの領域が直径約 280m と、狭い領域であるのに対して、中心商業地域は賑わいの領域が直径約 780m と広く、面積としては熊本城周辺の約 8 倍の領域である事がわかる。これは、熊本城訪問という目的の明確な利用と、商店街における回遊による利用の結果によるものとみられる。また、この 2 つの面以外では殆ど、歩行者量の少ない事を意味する青色で示されており、表 3.2 から全歩行者量の標準偏差が 136.8 と高い値を示している事からも熊本中心市街地の利用者はこの 2 地域に極端に集中している事がわかる。

このように、IDW 補間法を用いる事で、より直接的に賑わいの広がりを検討する事ができる事から、ここからは IDW 補間法によって得られたデータを用いる事で歩行者分布の分析をしていく。

・各属性

(1) 一般市民

中心商業地域を中心に歩行者が集中している事が確認できる。賑わいの領域は、局所的なものも含めると直径約 770 m の円内に広がっており、都市における歩行距離の限界が 500 ～1000 m である⁸⁾事を考えると、その中間値であり、回遊に適した領域である事がわかる。その中で、最も賑わいの広い直径約 400 m の、領域内部を見ると、赤色で示された場所は上、下通りに集中しており、その軸をもとに、白川と熊本城に挟まれる形で賑わいが広がっている。

また、表 3.2 から一般市民の標準偏差は 121.0 と高い値を示していることから、中心市街地全体から見ても中心商業地域の人の占める割合が極端に高い事がわかる。このことから、一般市民の利用目的地は中心市街地の中でも上、下通り周辺に集中しており、そこから回遊が行われている事がわかる。

(2) 会社員

平日の分布をみると、賑わいの領域は全体としては、直径約 1210m の円内に広がっており、広域である。その中で賑わいの最も広い領域は直径約 870 m と、地理的な影響を受けず広域に広がっており、その領域内でも賑わいの中心となる場所が広く分散している事がわかる。休日は、全体としての賑わいの領域は直径約 900 m、その中で最も賑わいの広い領域は直径約 440 m であることから、平日よりも狭くなっているものの、賑わいの中心の分布については、平日と同様にまとまりがなく、分散している。このことから、会社員の利用実態としては中心となる場所が明確でなく、表 3.2 の会社員の標準偏差の値が平日で 19.85、休日で 10.63 と他の属性と比較しても低い値をとっている事からも、利用分布としては平滑的である事がわかる。

従って、会社員の利用目的地に集中はみられず、それは各会社員に応じて目的地が大きく異なるためであり、この事が利用分布に分散が生じる事の主要因となっている。

(3) 観光客

熊本城周辺のみ歩行者が多い事がわかる。賑わいの領域は直径約 470 m の円内と、狭い事がわかる。また領域内でも、賑わいの中心となる場所は 2ヶ所である事が明確で、局所的な分布をしている事がわかる。これは、中心市街地の観光目的の地が熊本城である事を顕著に示しており、同時に観光客の中心商業地域の利用が少ない事もわかる。

これらを踏まえ、明らかになった事を表 3.3 と下記にまとめる。

表 3.3 賑わいのある領域(m)と分布傾向

	一般市民	会社員(平日)	会社員(休日)	観光客
賑わいのある領域(m)	770	1210	900	470
最も広い賑わいを持つ領域(m)	400	870	440	340
中心となる場所の分布	収束	分散	分散	収束

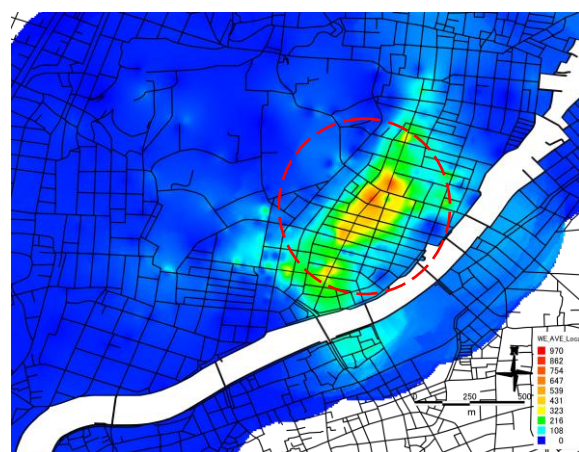


図 3.4 一般市民の歩行者量分布(休日)

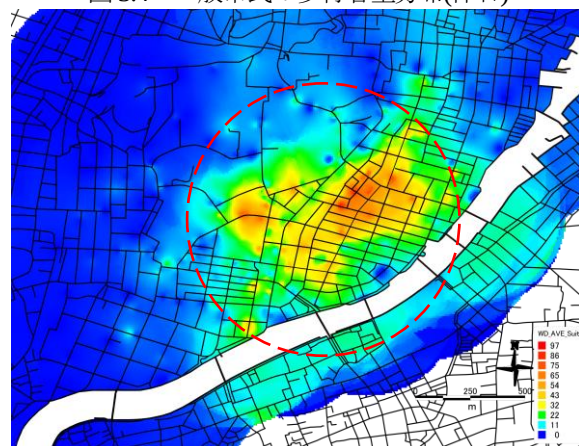


図 3.5 会社員の歩行者量分布(平日)

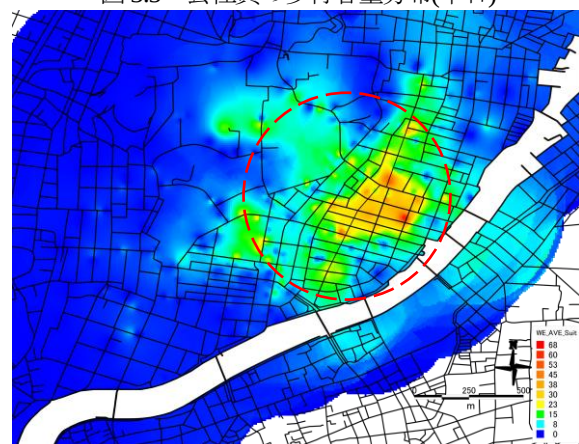


図 3.6 会社員の歩行者量分布(休日)

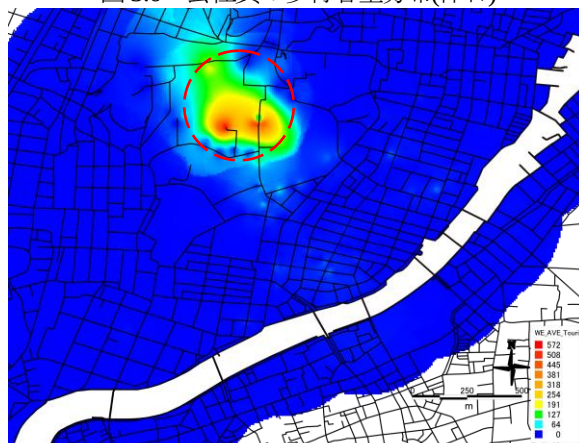


図 3.7 観光客の歩行者量分布(休日)

- ・一般市民については、利用領域が中程度で、利用の中心となる場所が明確で、集中している
- ・会社員については、利用領域が広域で、その中でも利用の中心となる場所が明確でなく、分散している
- ・観光客については、利用領域が狭く、利用の中心となる場所が明確であるものの、局所的である

3.2.3 利用街路分析

前項では、各属性における利用領域と領域内の歩行者量の分布傾向について明らかにした。その中で一般市民は、利用領域が比較的広く、領域内での利用分布も収束している事がわかった。そこで本項では、一般市民の都市利用に着目し、利用領域内の街路利用に焦点を当て、利用されている街路の広がりを通時的に分析し、街路の持つ実利用としての機能的変化を明らかにする。この事で、歩行者利用の実態を街路構造的に把握しようとするものである。

街路利用を分析するにあたって、ここでは 150 人/h 以上の地点データを用いる。これは平日と休日の、人通りのある調査地点の領域の境界値をもとに、その平均をとったものから算出された値である。該当する地点データはその数値に関係なく利用されている地点データとして扱い、その位相関係から利用実態を街路構造として捉える。地点データの類型基準は表 3.4 と下記説明内容に準ずるものとする。

- ・2 方向ある地点が直線上に2 地点以上連続しているものは往還とする
- ・1 方向のみの地点が同じ方向に連続している場合は方向性のある道とする
- ・2 方向ある地点で連続性は見られないが、連続性のある道に繋がっているものは往還に付随する道とする(途中 150 人/h 以下の地点がない限り 2 区画までを検索対象とする)
- ・1 方向のみの地点で連続性は見られないが、明らかに連続性のある道方向に向かっているものと、逆方向に向かうものをそれぞれ点的な盛り場とし、色分けする
- ・道の類型の場合、道の表示領域は途中 150 人/h 以下の地点がない限り区切りの良い場所まで延長するものとする

表 3.4 地点データの位相類型

	地点データ	類型
往還		
方向性のある道		
往還に付随する道		
点的な盛り場 1		
点的な盛り場 2		

次に、通時的に分析する際は朝(9:30~11:30)、昼(12:00~16:00)、夜(16:30~19:00)の3区間に分けたものを用いる。各区間に用いる交通量は、区間内の調査結果の平均値を用いた。また、休日の方が平日よりも活発に回遊が行われていると判断し、ここでは休日の歩行者量結果を基に分析を進める。これらを踏まえ、休日における街路構造の機能的変化を図 3.8 に示す(凡例は表 3.4)。

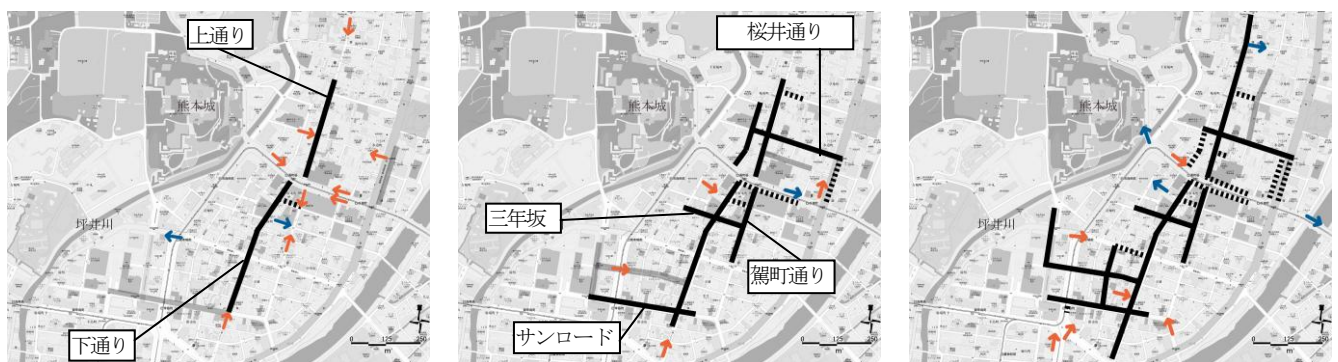


図 3.8 利用されている街路構造の時間的変化(左から順に朝、昼、夜)

時間毎に街路利用の変化をみると、朝は上、下通りに向かって歩行者が集まっている事がわかる。昼になると、上、下通り周辺の街路が往還となり始める。夜になると上、下通りは拡大延長され、更に街路全体でみても拡大傾向にある事がわかる。更に、各街路の利用に注目すると1日を通して常時利用されている街路は上、下通りである。次に、昼以降から常時利用されている往還は、桜井通り、三年坂通り、サンロード、駕町通りである事がわかる。その他の街路は昼以降、街路の利用形態が変化している。

このことから、上、下通りは中心商業地域の中心となる街路であり、この通りから街路利用が広がっている事がわかる。また、桜井通り、三年坂通り、サンロード、駕町通りは、そのほとんどが上、下通りと直接交わっており、昼以降は常時往還として利用されながら、他の利用形態が変化する街路とも連結していることから、中心となる街路と、そ

の周囲拡大を連絡する街路と言える。ここで、中心となる街路を主経路とし、主経路から街路の拡大を促す街路を副経路と呼ぶ事にする。

これらを踏まえ、利用されている街路構造の変化をまとめると、他の街路に歩行者を分散させる機能を持つ主経路と、主経路と他の街路を連絡する機能を持つ副経路があり、副経路を介して時間毎に利用街路の発生や消失を伴いながら、街路の利用構造は拡大していくという事が明らかになった。

尚、平日においても同様の分析を行ったところ、桜井通り、駕町通りは副経路としての機能はなかったものの、利用街路の構造的な分布において、大きな差は見られなかった。

4. S.S 理論

4.1 解析対象地の概要

S.S理論の特性上、解析範囲周縁部の Axial Line は、本来の Int.V より小さく算出される。従って、正確な値を算出するにはより広範囲での解析が必要となる。以上を踏まえ、本研究では Buffer Zone を設け、図 4.1 に示す範囲を解析対象地とした。通常、対象地の周縁部から約3Step 余分に範囲を設定するため、本研究でも同様にして解析対象地の設定を行った。その事から、平均的な Axial Line の長さに応じて解析の範囲が異なる。認知モデルは、動線モデルよりも Axial Line が長くなる傾向にあるため、解析対象地も広域になる。この解析対象地を基にして Axial Analysis を進める。

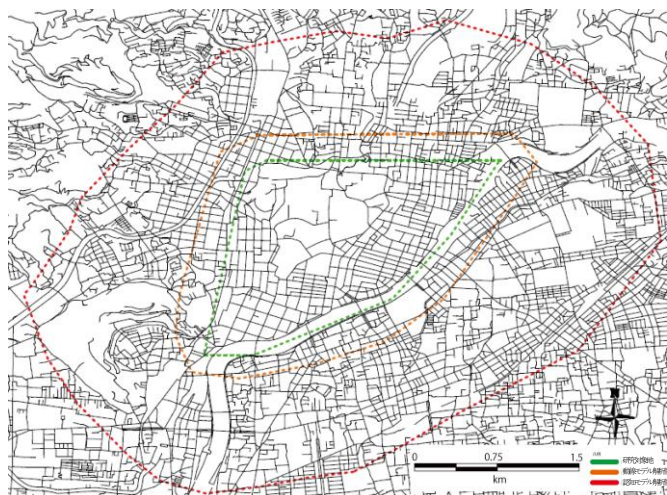


図 4.1 解析における Buffer Zone

4.2 認知モデルからわかる他都市との比較

対象地の都市構造の特徴を相対的に分析するために、ここでは認知モデルの解析結果を基に他都市との比較を行う。認知モデルを用いた諸研究は各国で積み上げられており、特に英国では世界各国の都市の比較・検討を行っている。従って、認知モデルの数的な結果を用いる事で、対象地の都市構造の特徴を、世界の都市と比較・検討する事ができる。本研究では、認知モデルから算出された Local における Int.V とライン長さの度数分布を用いる。

表 4.1 Local 数値的指標

本数	636
Int.v 最大値	3.51
Int.v 最小値	0.33
Int.v 平均	1.84
Int.v 分散	0.40
平均長さ(m)	153.34

表 4.1 に Radius=3 に設定した Axial Analysis の結果を示す。表から、熊本中心市街地の Local の平均値は 1.84 であり、Hillier らの研究によると⁹⁾アラブでは 1.619、英国では 2.148 という事から、複雑な都市構造を持つアラブと、英国のほぼ中間値をとっている事がわかる(表 4.2 参照)。更に、機能的に整備された、都市構造を持つ米国では 2.956 である事からも、熊本中心市街地は世界的に見ても Local の平均値が低く、複雑な都市構造を有しているという事がわかる。

次に、Axial Line 長さを 10 段階に分け、度数分布表を作成し、グラフ化したものを図 4.2 に示す。一般に長いラインが少なく、短いラインが多い都市は、今後都市はより拡大するとされている¹⁰⁾。グラフを見ると最も短いラインに属するものが全体の 59% を占め、英国、ロンドンの 70%¹¹⁾ より若干低い事から、ある程度都市構造の近代化は進みながらも、今後都市成長の可能性のある事が読み取れる。これは同時に、熊本中心市街地が近代

表 4.2 A Theory of the City as Object からの引用

	Cities	Avg. Line	Conn	Loc Int	Glob Int	Intel
usa	12	542o	5.835	2.956	1.610	0.559
euro	15	503o	4.609	2.254	0.918	0.266
uk	13	444o	3.713	2.148	0.720	0.232
arab	18	84o	2.975	1.619	0.650	0.160

frequency distribution of lines lengths in row regulation

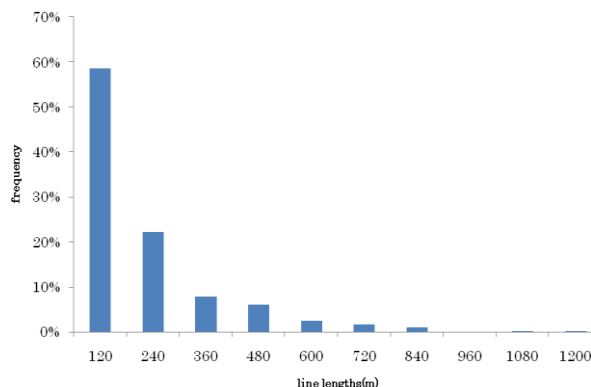


図 4.2 対象地における Axial Line 長さの度数分布

的な発展をしながら現在も城下町としての複雑な都市構造の特徴を持っているという事を裏付けている。

4.3 動線モデルの分析結果・考察

4.3.1 分析対象の設定

動線モデルの Local における Radius 値の設定において、本研究では歩行者量との相関分析結果を用い、最も高い相関を持つものの採用する。従って、Radius 値の設定の前に、まず相関対象となる歩行者属性の決定を行う必要がある。また、5 章では動線モデルの分析結果と、歩行者の利用実態の比較・検討を行う事からも、ここで決定した歩行者の属性を 5 章での分析対象と定める。歩行者属性の決定の際は、Int.V と相関の高いものを決定基準とする。GC 調査で行った、休日の平均時間歩行者量における、方向別の地点データを統合し、更に各地点の歩行者量とした指標と、各地点に対応する Axial Line の Int.V を指標として、これら 2 つの指標を相関の対象とする。その際、一つの地点に複数の Axial Line がある場合は、最も Int.V が高いものを用いた。その結果、用いるデータ数は全部で 279 となった。

表 4.3 に休日の各属性における歩行者量と Int.V の相関分析結果を示す。属性ごとに相関係数をみると一般市民が最も高く、Axial Analysis の分析結果は各属性の中でも一般市民の歩行実態に影響を持つという事がわかった。従って、各分析結果を対比するには一般市民の歩行者量を対象にする事が最も適している事が言える。また、一般市民の Radius 値による相関の違いをみると Radius=5 が最も相関係数が高いことから、本研究では動線モデルにおける Local 指標は Radius=5 と設定して一般市民の利用実態を分析の対象とする。

表 4.3 各 Radius 値における Int.V と歩行者量の相関

	一般市民	会社員	観光客	全歩行者
Radius3	0.49	0.41	-0.11	0.42
Radius5	0.50	0.43	-0.14	0.42
Radius6	0.49	0.43	-0.16	0.41
Radius7	0.49	0.43	-0.18	0.40

4.3.2 通りの分析

図 4.3 に動線モデルにおける解析後の Axial Map を示す。これは、解析された各 Axial Line の Int.V を 10 段階に色分けしたものである。暖色系の Axial Line で示されたものは Int.V が高い事を意味する。

上通り、下通り周辺で Int.V が高い事がわかる。上通り、下通りは中心商業地域でも重要なアーケード街である。これらの通りは、中心市街地活性化基本計画でも重要な位置づけとなっている通りであり、都市構造的に見ても、上通り、下通り境界は重要性の高い地域である事がわかる。

ここでは上通り、下通り周辺で、主要となる Axial Line に焦点を当て、それらの構造的な特質を明らかにする。その際、主要となる Axial Line は、Int.V が 2.133 以上のものを設定した。これは、Int.V を 10 段階に色分けしたもののうち、上位 2 段に含まれる Axial Line を対象として設定された値である。

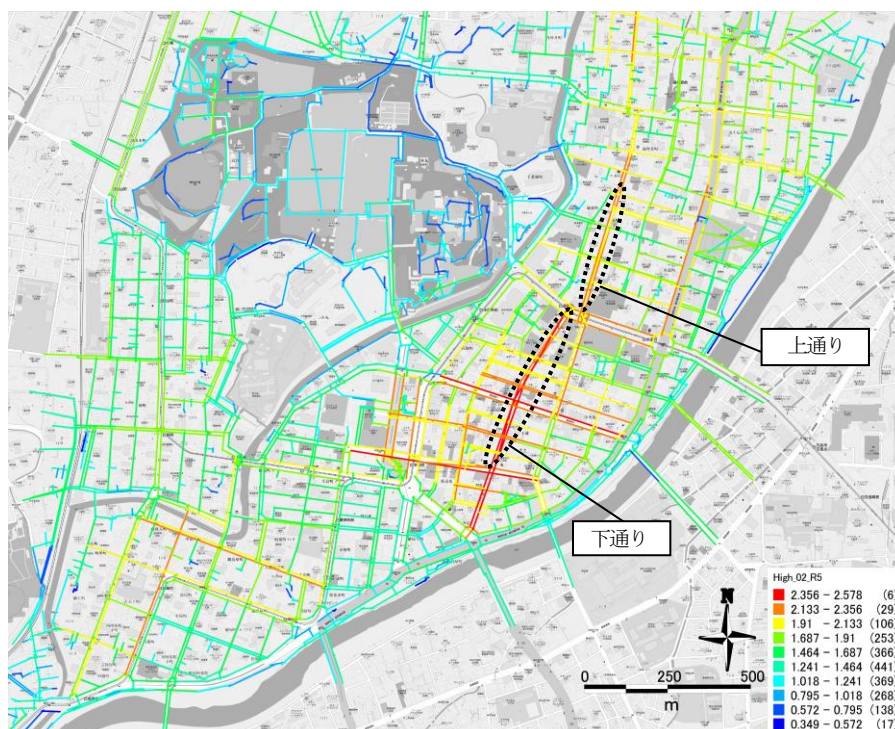


図 4.3 動線モデル Int Map(Local)

図 4.4 は上通り、下通り周辺の Axial Map の中から、主要となる Axial Line を赤色に表示したものである。Axial Line の構成をみると、銀座通りを境に南北で異なる構成である事がわかる。従って、銀座通りを境にして分析を行う。

・銀座通り以北

上通り、下通りは Int.V が高く、その周辺は中程度の Int.V を持つ Axial Line が目立つ事がわかる。また、長く直線移動できる上通り、下通りに対して、周辺の南北方向の街路は Axial Line が短く、通り内でも数回の折れ曲がりが必要としている事や、下通り西部では比較的大きな敷地により、 Axial Line が2つに分断されている事がわかる。その事で、不規則な街路構造を形成し、 Int.V が下がったものと考えられる。また、東西方向においても特に高い Int.V を示す Axial Line は確認できない事から、銀座通り以北では、上通り、下通りを中心軸に高い移動効率をもち、その周辺は奥行きのある街路網を有した場所であると言える。

・銀座通り以南

下通りを中心に Int.V が高いものの、その周辺も高い Int.V を持つ Axial Line が散見される。これは、全体的に直線移動できる通りが多く、各 Axial Line が規則的に交差しているため、格子状の街路構造を持つ事で、 Int.V が高くなったと考えられる。この事から、銀座通り以南では縦軸、横軸ともに高 Int.V を持つ Axial Line が、面として広がっている事がわかり、地域全体を通して移動効率上優れた街路構造を有していると言える。これは、近代以降、土地開発が盛んに行われた結果によるものと考えられる。

以上を踏まえると、上通り、下通り境界は銀座通りを境に北部と南部において、移動機能としての構造に違いがみられる。北部では下通りを軸に高い移動効率を持っている。一方、南部では、下通りとその周辺は規則性の高い街路網によって構成されているため、地域全体が高い移動機能を持つ場所であると言える。

また、主要な Axial Line の分布傾向を地理的にみると、熊本中心商業地域は白川と坪井川に挟まれた地域であり、両河の位相関係によって、商業地域内の土地の広がりやに直接影響する。銀座通り以北では、両河の間隔が狭くなっており、その事から、川に並行するように主要となる軸線を形成する。一方、銀座通り以南では両河の間隔が広がり、横軸としての軸線も広がりをみせた事から、近代的で機能性の高い街路網を形成したものとみられる。

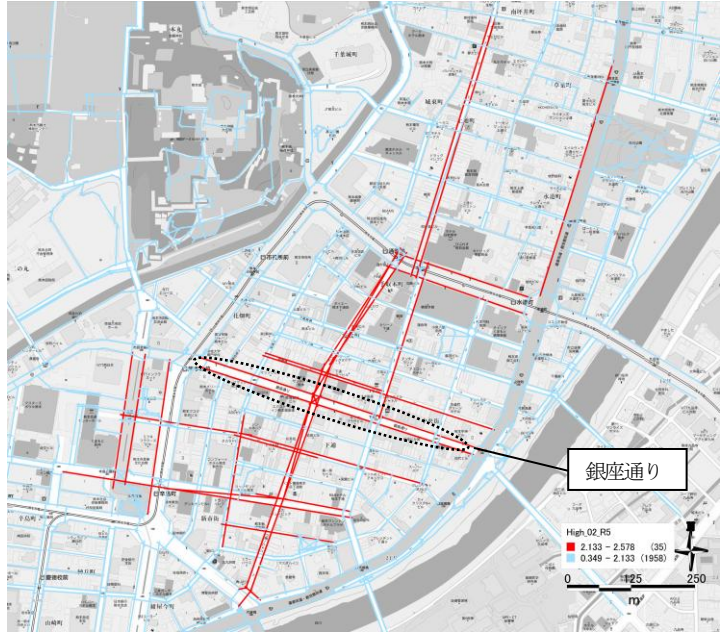


図 4.4 主要となる Axial Line

5 対比・考察

5.1 街路構造の特性と人の回遊

ここでは、動線モデルの解析結果と、実際の歩行者交通量を照らし合わせる事で、理論値と都市利用の実態における関係性を明らかにする。図 5.1 に Local における Int.V と歩行者交通量の散布図を示す。

全体としては、近似曲線に従って分散しているが Int.V が大きくなるにつれて、点のばらつきも大きくなっており、 Int.V と歩行者交通量に乖離が生じていると言える。

散布図から、 Int.V に対して、歩行者交通量が極端に多い地点を赤色で、歩行者量が極端に少ない地点を青色に分類した。赤色と青色で分類された地点の位置関係について、実際の地図を用いて分析を進めていく。類型化した地点データを、実際の地図で表示させ、主要な Axial Line と対比させたものを図 5.2 に示す。地点データの色は、散布図で分類したものに对应している。銀座通り以南をみると、下通り周辺では Int.V と歩行者量の関係性に大きな変化は見られない事から、移動効率に優れた街路構造と、歩行者の利用実態が、対応している事がわか

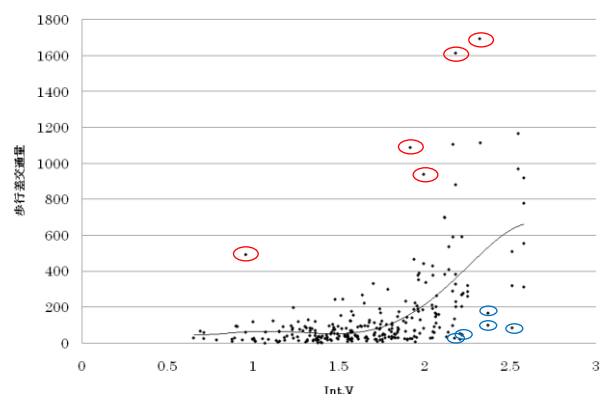


図 5.1 Int.V と歩行者量の散布図

る。しかし、下通り西部では、青色の地点データが確認できることから、実態としては、移動効率の高さが、下通りの周縁部まで影響していない事がわかる。一方、銀座通り以北をみると、赤色の地点データがまとまった位置に確認できる。これは、Int.V よりも、多くの歩行者が利用している事を意味しており、移動効率には優れていないものの、実態としては多くの歩行者を有している事がわかる。以上を踏まえ、銀座通りから南北に分けて考察を行う。

・銀座通り以北

主要な軸はあるものの、不規則な街路構造によって、地域全体の移動効率は高くないが、利用実態としては多くの利用があることから、歩行者は移動機能の高さではなく、奥行きが深まる街路構造に対しても回遊を行う、と考えられる。

・銀座通り以南

近代的で、移動機能に優れた街路構造に対して、特に下通り周辺で、相応の歩行者実態が確認できたことから、移動効率の高さが、人の回遊を促しているものと考えられる。

このことから、熊本中心商業地域は、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た、奥行きのある地域という、2つの特徴を持つ地域を有している。更に、各地域で回遊が行われている事がわかった。また、世界的な都市構造の比較からも、熊本市中心市街地は、全体としては複雑な都市構造を持ちながら、近代的な街路構造も有している事がわかり、この2つの特徴を併せ持つ事が、地域境界の魅力に繋がるものと考えられる事ができる。

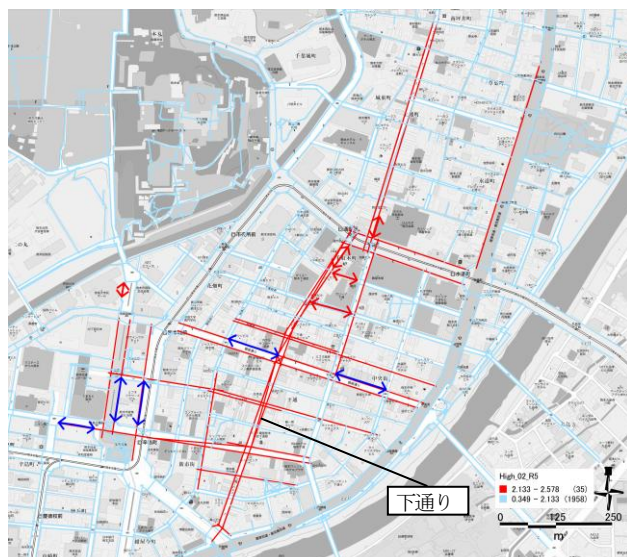


図 5.2 Int.V と歩行者量の乖離からわかる地点

5.2 移動効率の高い街路と利用街路の関係

5.1 節では、S.S 理論からわかる街路構造の特性と、歩行者交通量を対比させる事で、異なる構造特性を持つ地域で、それぞれ回遊が行われている事がわかった。ここでは、S.S 理論で明らかになった、主要となる街路の構造と、実際に利用されている街路との対比を行う事で、街路構造としての関係性を明らかにする。図 5.3 に移動効率の高い街路と、最も利用街路が広域である休日の夜の利用街路を対比させたものを示す。

銀座通り以北をみると、往還に付随する街路が多く、その分布傾向については Int.V との関係性は見られなかった。また、往還に付随する街路は、分散しており、各街路の連続性が見られない。構造的な街路網を形成されず、各街路が個々に利用される事で、全体として利用街路が広がっている事がわかる。このことから、移動効率の高い街路軸に対して、奥行きが深まる街路は、その移動効率に関わらず、街路単体として各々で利用されており、移動効率の高い街路軸を中心にした、街路利用であると考えられる。従って、明確な回遊経路が定かではないものの、主軸を基にして、局所的に利用される街路を通して、回遊が行われていると考えられる。

銀座通り以南をみると、各往還が連結された街路構造をなしており、更に、Int.V の高い街路と概ね一致している事がわかる。従って、地域全体を通して高い移動機能を持った街路利用であると言える。また、これらの街路構造を基にして回遊が行われていると考えられる。



図 5.3 Int.V と街路利用(一般市民、休日、夜)の実態

これらを踏まえ、銀座通り以北では、主要となる軸と、奥行きが深まる街路との関係性を持った街路利用であり、銀座通り以南では、地域全体が街路構造を形成した利用である事がわかり、これは S.S 理論で明らかになった街路特性と一致している事がわかった。また、街路の利用実態において、休日や他の時間の分析結果を対比させたところ、規模は異なるものの同様の傾向となった。

5.3 境界の位置づけ

これまでの分析、考察から、熊本中心商業地域において、異なる街路特性を持つ、2つの地域の境界となる街路は、銀座通りであるという事がわかった。ここでは、現在の銀座通りの位置づけを、Int.V と歩行者交通量から、図を用いて考察する。Axial Map と、IDW 補正法によって一般市民における歩行者の分布を表示させたものを図 5.4 に示す。

歩行者分布をみると、銀座通りを境に、2つに途切れている事がわかる。この事から、2つの異なる街路特性を持つ地域が、利用実態としては2分されており、各地域が独立している事が読み取れる。Int.V をみると、銀座通りは高い移動効率を持ちながらも、利用実態としては大きく乖離している。これは、5.1 節の乖離地点の分析結果からも明らかである。その要因としては、街路幅員が狭い事(写真 1-1)や、道路の沿道利用においてはマンション、駐車場の割合が高く、飲食店以外の店舗が少ない事(写真 1-2)、更に、自動車交通が多く、歩行が困難である事(写真 1-3)が影響しているものとみられる。

また、街路構造としてみると、銀座通り西端は歩道橋の影響を受けて直線移動が困難な事(写真 1-4)、東端は白川の地理的な影響を受けて街路が途切れている事(写真 1-5、1-6)により、銀座通りの延長軸線上に連続性が見られない事によるものと考えられる。これは、Axial Analysis の結果からも急激に Int.V が下がっている事から、銀座通りを縦断する際は、その移動効率が悪くなる事によるものと推測できる。本研究では、これらの中から主たる要因を特定する事はできなかった。しかし、各地域境界の境界にあるという事と、街路が持つ、近接性の高さから、銀座通りは中心商業地域の中でも、重要な位置づけにある事がわかった。

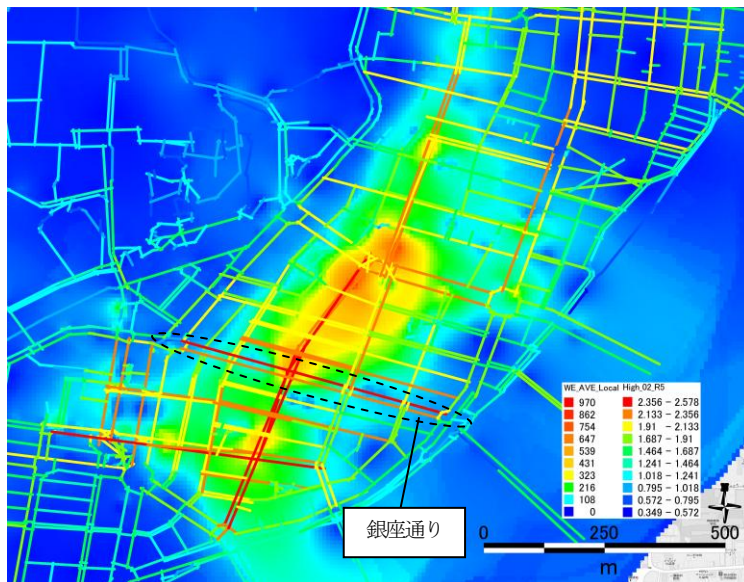


図 5.4 Axial Map と歩行者分布図



写真 1-1



写真 1-2



写真 1-3



写真 1-4



写真 1-5



写真 1-6

6 まとめ

本研究では、都市を構成する街路の関係性について、定量的に明らかにし、その街路の利用実態と対比させる事で、街路構造が持つ特性と、人の回遊について考察した。その成果を以下に示す。

- ・熊本市の新旧混在した街路構造について、定量的に分析/評価を行った
- ・熊本市中心商業地域は、大きく 2 つの街路構造の特徴を持った地域があり、1 つは地域全体として移動効率の高い地域、1 つは地域内での主要な軸を持ちながらも、周辺への奥行きが深まる地域である事がわかった
- ・実際の都市回遊は、移動効率だけでなく、奥行きのある地域でも行われている事を明らかにした
- ・奥行きのある地域でも、実際に回遊を促す街路がある事を確認した
- ・構造的に異なる性質を持つ地域の境界となる街路を明らかにし、その街路の位置づけと、現状について明らかにした
- ・これまで定性的に扱われていた街路構造について、定量的に評価し、詳細に街路の特性を明らかにする上で、Space Syntax 理論の動線モデルが有効である事がわかった

本研究では、街路構造について街路の関係性に着目し分析を行った。その事から、移動効率の高い地域と、奥行きのある地域には、歴史的な街路構造の変遷の結果も影響しているものとみられた事から、通史的な見解を加える事でより研究を深める事ができる。また、都市利用について、本研究では午後 7 時までの利用実態について分析を行ったが、それ以降の時間についての利用実態を分析する事で、昼とは違った都市利用の傾向を明らかにする事が必要性である。街路構造と都市回遊の分析においては、街路幅員の影響や、各街路の持つ構造的な特徴等、街路そのものの、精密な分析を含めるといった、街路景観としての研究に深めていく事が今後の課題、展望として考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、広く御指導、御鞭撻いただきました星野裕司准教授に感謝申し上げます。途中、様々な困難に衝突した時、先生の激励のお言葉に幾度も励まされました。また、御多忙にもかかわらず、丁寧に分析ツールの手法、理論等、広く御指導いただいたスペースシンタックスジャパン株式会社代表取締役の高松誠治さんには心から感謝申し上げます。高松さんの御助言により、研究の指針を正して頂いたと思います。また、現地調査及び S.S. の分析において、共同で携わる事ができた事に誇りを感じています。更に、溝上章志教授にも、研究を進める上で指導していただきました。先生のご指摘により、データの取り扱いを、より具体的に進める事ができました。

また、論文執筆にあたり増山晃太さん、稲永哲さんには様々な御指導を頂きました。そして、調査、分析において吉住弥華さんには御協力して頂いただけでなく、広く相談、質問に乗って頂きました。この場を借りて感謝申し上げます。

最後に景観デザイン研究室の先輩方、同級生、調査に携わって頂いた方には、御協力をいただきました。そして、万事支えてくれた家族に感謝の意を表し、本研究の結びといたします。

2月12日

参考文献

- 1) Kevin Lynch : THE IMAGE OF THE CITY, pp108~pp112, THE MIT PRESS-
- 2) Christopher Alexander : まちづくりの新しい理論(難波 和彦 訳) , pp56, SD 選書一, 2004 第五刷発行
- 3) 木川 剛志・古川 正雄: スペースシンタックスを用いた「京都の近代化」に見られる空間的志向性の分析, pp132~pp144, 日本都市計画学会, 2005
- 4) 木川 剛志・古川 正雄: 都市エントロピー係数を用いた都市形態解析方法, pp823~pp828, 日本都市計画学会, 2004
- 5) 稲永 哲: 都市形成における敷地計画の影響に関する考察
- 6) Bill Hillier : A Theory of the City as Object, Proceedings 3rd International Space Syntax Symposium Atlanta, 2001
- 7) 高野 裕作・佐々木 葉: Space Syntax を用いた一般市街地における場の景観の特性把握に関する研究, pp127~pp132, 日本都市計画学会, 2007
- 8) 大河内 学: 都市空間の歩行者分布に関する分析, pp385~pp390, 日本都市計画学会, 1996
- 9) 前掲 6) 02.4
- 10) 前掲 6) 02.6
- 11) 前掲 6) 02.7