

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**・星野裕司***・溝上章志***・高松誠治****・増山晃太*****

By Hiroataka YAMANO**・Yuji HOSHINO***・Syoshi MIZOKAMI***・Seiji TAKAMATSU****

・Kota MASUYAMA*****

1. 序論

(1) 背景・目的

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。このように、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、熊本の中心市街地活性化に関す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(以下 S.S 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。

(2) 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、歩行者の利用実態の分析を行う。S.S 理論の章では、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。

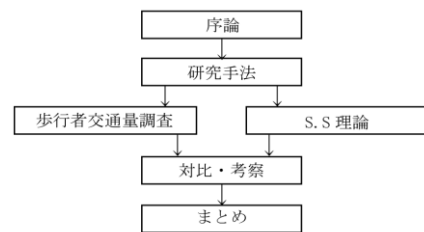


図 - 1.1 研究のフローチャート

(3) 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。

熊本市中心市街地におけ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、近代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。

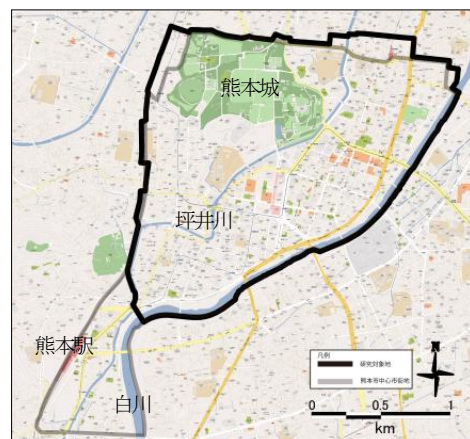


図 - 1.2 研究対象地

*キーワード：イメージ分析、交通行動調査、市街地整備

**学生員、工修、熊本大学社会環境工学専攻

*** 正員、工博、熊本大学自然科学研究科

(熊本市黒髪2丁目39-1、TEL:096-342-351、TEL:096-342-3507)

**** 正員、工博、スペースシンタックスジャパン(株)

(東京都渋谷区千駄ヶ谷3丁目52-5-206、

TEL:03-3403-3299、FAX:03-6804-3270)

***** 正員、学術研究院、熊本大学自然科学研究科

2. 分析方法

(1) S.S 理論

a) 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¹⁾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で開催しているが、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^{2) - 4)}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(Axial Analysis)が主流である。本研究でも Axial Analysis を中心に分析を進めていく。

b) 認知モデルと動線モデル

本研究では Axial Analysis を認知モデルと動線モデルの 2 つのモデルに整理した。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。本研究では歩行者の利用実態との対比を目的にしているため、動線モデルを中心に Axial Analysis を行う。空間の線形規則は以下に準ずる。

i) 歩道—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。

ii) 歩道—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。

iii) 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。

iv) 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。

v) 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。

vi) 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。

vii) 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。

viii) 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。

ix) 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。

c) 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。その際、動線モデルでは新たに Radius 値を設定する事にする。Radius 値の設定については、歩行者交通量との相関分析を基に行う。以上より、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) 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

(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。

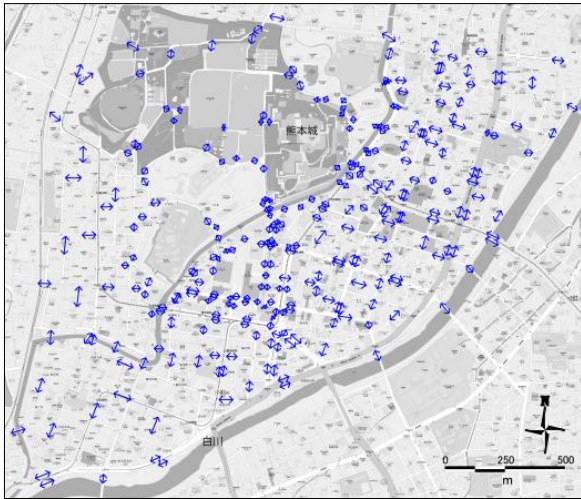


図-3.1 GC 調査地点図

(2) 調査結果

a) 分析データの選択

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。これは、休日の方がより自由歩行を行うという考えに基づいている。

平日と休日の歩行者分布の広がりを比較する場合、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段階に分けたデータの度数分布を判断基準とする。10段階に分けた各属性の歩行者量分布の中で、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-3.1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、面的な広がりは小さいと考えられる。ここでは、平日と休日の比較的使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-3.1 各属性の歩行者量と比較的使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の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の差は大きいと判断し、各両日の分析を行う。これを基に、各属性の具体的な利用地域について地図を利用して分析する。

b) 利用実態の分析

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。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—図-3.5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。対して、寒色系で示されたものは、歩行者交通量が少ない事を示す。以下に各属性における利用実態の特徴を示す。

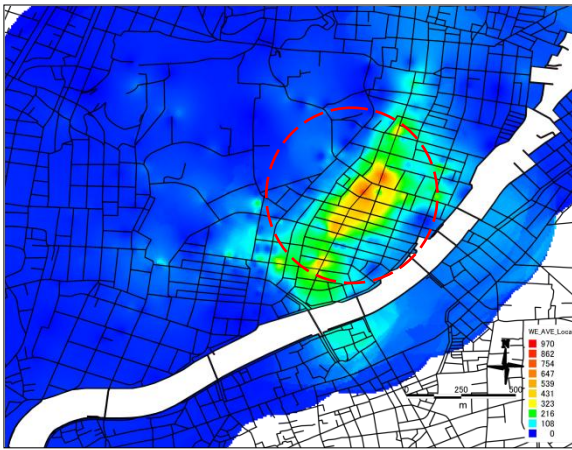


図 - 3.2 一般市民の歩行者量分布(休日)

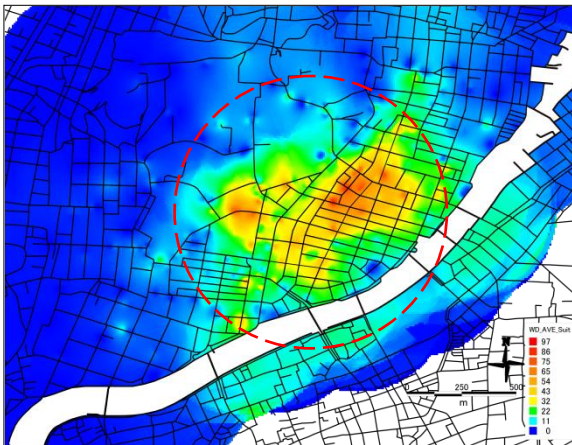


図 - 3.3 会社員の歩行者量分布(平日)

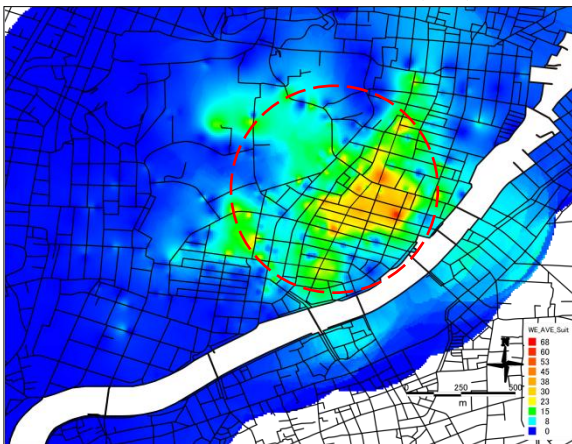


図 - 3.4 会社員の歩行者量分布(休日)

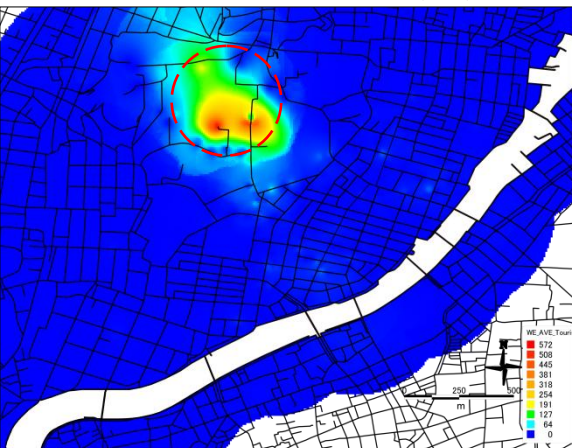


図 - 3.5 観光客の歩行者量分布(休日)

i) 一般市民(図 - 3.2)

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770mの円内に広がっており、都市における歩行距離の限界が500~1000mである⁵⁾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400m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 - 3.1 から一般市民の標準偏差は121.0と高い値を示している事から、中心市街地全体から見ても中心商業地域の人占める割合が極端に高い事がわかる。この事から、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。

ii) 会社員(図 - 3.3、図 - 3.4)

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870m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900m、その中で最も賑わいの広い領域は直径約440mである事から、平日よりも狭くなっているものの、賑わいの中心の分布は、平日と同様にまとまりがなく、分散している。この事から、会社員の利用実態としては中心となる場所不明確で、表 - 3.1 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、利用分布は平滑的である事がわかる。

iii) 観光客(図 - 3.5)

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470m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 - 3.2 及び下記にまとめる。

表 - 3.2 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

- ・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

4. S.S 理論による分析

(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。橙で示す範囲が、動線モデルの解析範囲である。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。

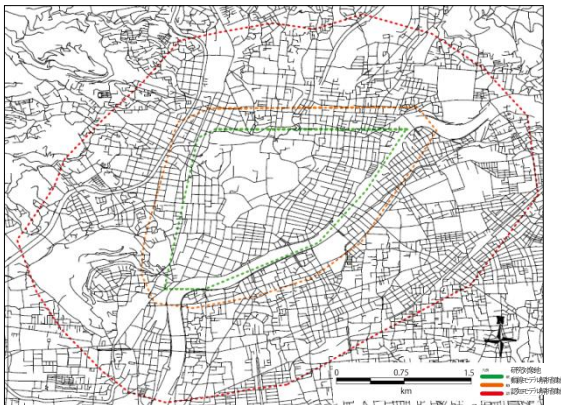


図 - 4.1 解析における Buffer Zone

(2) 動線モデルの分析結果・考察

a) 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を採用する。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-4.1 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事から、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 - 4.1 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

b) 通りの分析

図 - 4.2 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。

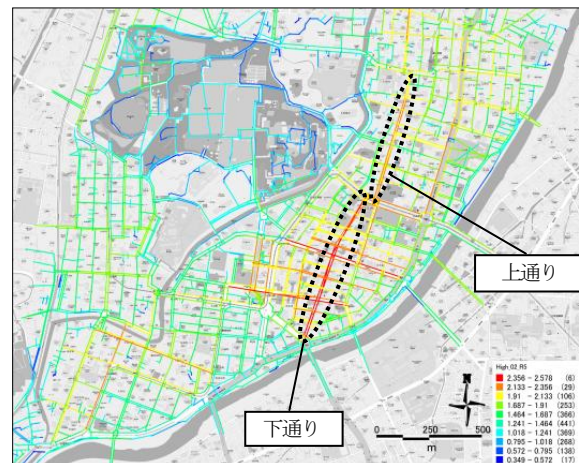


図 - 4.2 動線モデル Int Map(Local)

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。

次に、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 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。

銀座通り以北では、南北方向に対して、東西方向においては特に高い Int.V を示す Axial Line は確認できない事から、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。ここでは、その特徴について、階層的街路構造を有していると定義する。

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。

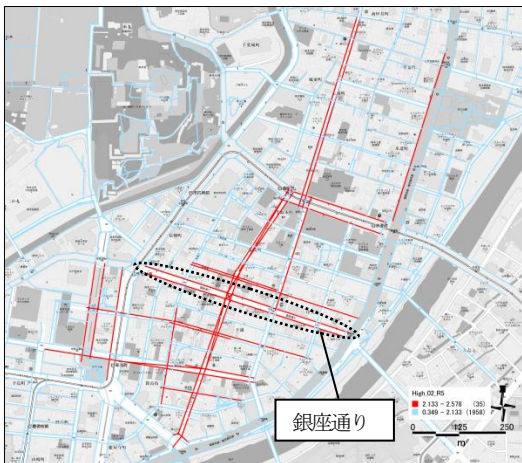


図 - 4.3 主要となる Axial Line

5. 考察

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、街路構造の特徴と利用実態の関係や、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 - 5.1 に示す。

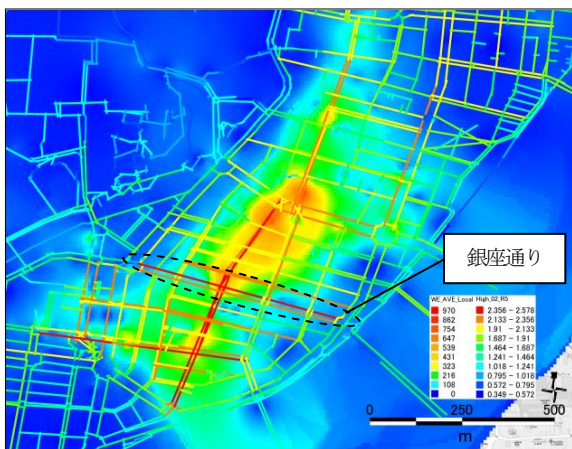


図 - 5.1 Axial Map と歩行者分布図

銀座通り以北では階層的街路構造に対して、高い歩行者交通量を有している事がわかる。銀座通り以南では、

以北ほどではないものの、比較的交通量が多いことが分かる。また、歩行者分布は、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。その要因としては、街路幅員が狭い事や、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、更に、自動車交通量が多く、歩行が困難である事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、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。

5. まとめ

以下に、本研究の成果を示す。

- ・熊本市の新旧混在した街路構造について、その特徴を明らかにした
- ・構造的特徴と利用実態の対比から、階層的街路構造に対しても高い利用があることがわかった
- ・構造的特徴の、境界を明らかにし、その位置づけを行った

尚、本研究の歩行者交通量調査は「熊本城桜の馬場飲食物販施設設置事業」、S.S 理論分析は「地域景観づくり緊急支援事業」の一部として行った。

参考文献

- 1) Bill H: A Theory of the City as Object, Proceedings 3rd International Space Syntax Symposium Atlanta, 2001
- 2) 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
- 3) 木川 剛志・古川 正雄: 都市エンタ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
- 4) 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
- 5) 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