

都市の様相の解読に向けた街路構成の可視化と分析

—直交グリッド街路をもつ4つの都市領域におけるケーススタディー—

北 雄介¹

¹正会員 長岡造形大学 (〒940-2088 新潟県長岡市千秋4-197, E-mail:ykita@nagaoka-id.ac.jp)

本研究では都市の街路構成と、街路を歩きながら我々が感じとる雰囲気やイメージとの間の関連性を探る。都市の全体的な在り方を「都市の様相」という概念によって捉え、それに対して物理主義的アプローチと心理主義的アプローチの両面から迫ることを計画している。本稿では、直交グリッドの街路構造をもつ国内都市を題材に、街路構成（幅員、方位、高さ、勾配）を可視化・定量化する方法を構築するとともに、京都市中心部、京都市西陣、札幌市中心部、札幌市新琴似の4都市領域を対象として分析を試行する。

キーワード: 街路構成, 街路構造, 都市の様相, 街路幅員, 直交グリッド街路, 比較都市論

1. はじめに

(1) 街路構成と我々の認知

本研究は、我々がある都市において感じとる雰囲気や、その都市に対して抱いているイメージが、その都市の街路構成 (street composition) と大きく関連しているのではないかという仮説の元に、進めるものである。街路構成とは、たとえば直交グリッド街路、放射状街路、入り組んだ路地、地形に沿った曲がり道などといった、その都市の一定の領域で見られる街路の形態的特徴のことを指し、街路幅員、方位、高さ、勾配などの平面的分布として理解できる。

筆者はこれまで、京都市内の3つの指定街路を被験者に歩いてもらい、そこで感じ取った諸事象を言語化してもらう「経路歩行実験」を実施し、得られたデータの分析を行ってきた¹⁾。その中で被験者の感じ方が、街路構成と大きく関連していることに気がついた。たとえば街路の幅員が広いほど、規模の大きな商業的な建物が集まり、開放感があり賑やかには感じられるが、統一感に欠け印象がよくないという顕著な傾向があった (図-1)。また街路が東西南北の直交グリッド構造に沿う場所では方位を用いた表現が数多いが、その構造がない場所では言及が減り、方位を間違えるケースさえあった。

この結果は京都の一部の街路での実験で得られたものにすぎないが、直感的には、日本の各都市にある程度共通しているとも考えられる。街路幅員による雰囲気の違いは、広幅員道路沿いに規模の大きな建物や商業用途が誘導される、現在の都市計画制度から考えても合点がい

く。つまり街路の物理的な構成がわかれば、その都市において人々が感じる雰囲気や、空間認識の方法がある程度推測できる可能性がある。

(2) 本研究の枠組みと本稿

本研究では、都市の全体的な在り方を「都市の様相」(urban modality) という語で捉える。様相 (modality) とは、建築家であり研究者でもある原広司が、機能 (function) に代わる建築・都市デザインの鍵概念として提示しているものである²⁾。元来は、命題自体ではなく命題の在り方 (mode) を示す、論理学や哲学の分野の用語であるが、建築・都市空間に照らすと、その見えがかり、雰囲気、佇まいなどに相当する。

都市の様相に迫る研究アプローチには、大きく分けて

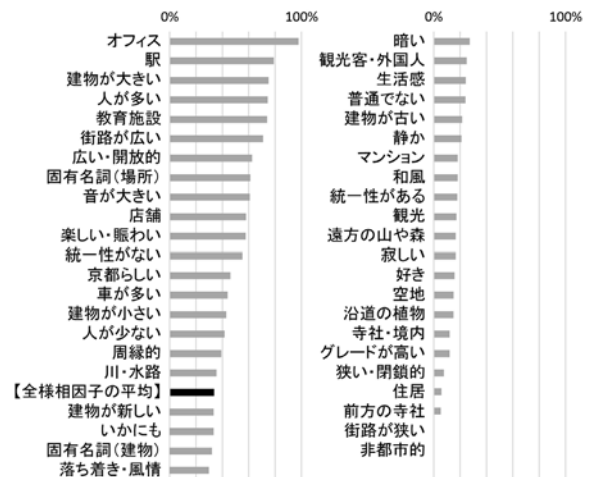


図-1 経路歩行実験の研究における言葉の使用傾向 (上位ほど大通り沿い、下位ほど狭い道で使われやすい)

二つある。都市の物的状況に着目する物理主義的方法と、我々が経験的に感じ取る様相を探求する心理主義的方法である。原らは前者のアプローチを取り、街路構造、超高層ビルの高さ、タクシーの運行経路などといった都市のさまざまな物理現象を数理的に捉えることで、都市の様相を描き出してきた³⁾。一方で筆者が行なってきた「経路歩行実験」による研究は、後者の立場を取る。被験者らの記した言葉は、都市の物理的状態そのものではなく、彼らの経験を通じて把握された都市の様相を示す。

本研究は、街路構成に着目しながらこの二つのアプローチを融合して、都市の様相を解明せんとするものである。また京都という単一の都市において得られた仮説を、複数都市において検証し、発展させる。

研究方法は、まず複数の都市の街路構成を一定の方法で可視化し、定量化する。次にそれらの都市の実際の街路において全方位映像を撮影して、被験者にVRゴーグルにより提示し、把握した様相を言語化してもらう実験を行なうことで、歩行中の雰囲気の移り変わりやそこで使われる言葉を知る。これは複数都市の実験を一つの場所で簡易的に行なえるように「経路歩行実験」を応用したものである。最後にこの2種類のデータを合わせ、街路構成とそこで把握される様相との間の関係を、定量的・定性的に分析する。都市を俯瞰することで浮かび上がる街路構成と、都市の中に定位して発せられる言葉の間に、一定の関係はあるのだろうか。逆にもし、街路構成が類似した都市群の中で、雰囲気が他と全く違う都市が存在したならば、その違いは、その都市の独自性を表わしていると理解できる。

本稿では、一般に入手可能なデータに基づいて、街路構成を可視化し、またその特徴を定量化する方法を開発する。そしてその方法を4つの都市領域に適用して、簡単な分析を行なう。

(3) 既往研究と本研究

街路構成の数理的研究は、解析技術の向上に合わせて展開されてきた。たとえばB. Hillerらは、街路空間をグラフ構造に変換し、街路間のつながりや空間的奥行きを分析してきた⁴⁾。その方法はスペースシンタックス理論としてまとめられ、世界各都市の街路、また建築空間の分析にも応用されている。最近ではG. Boeingが街路の方位に着目し、世界100都市の街路の方位のヒストグラムを描き、そのエントロピーや回遊性を分析した⁵⁾。

前者は街路構成を位相的關係にまで抽象化し、後者は各都市の行政界上の範囲全体を一括で分析するなど、いずれも巨視的な立場から街路構成を単純化することで、明かな定量化を実現している。これに対して本研究では、街路空間に立つ人間の視線も捨て置かず、中間的なスケ

ールで街路構成を捉える。特に街路幅員を捨象せずに扱うことは、本研究の特徴の一つである。

街路幅員に関連する研究としては、まずD. Appleyardのものがある。サンフランシスコ市内の、異なる街路幅員や交通量をもつ3つの街路沿いに住む人々の近隣への認知や人間関係を調査し、街路が広く自動車交通が多いほどコミュニティが形成されづらいことを示した⁶⁾。また芦原義信は街路幅員と沿道建物の高さの比を「D/H」として定義し、ヨーロッパや日本の街路の断面のプロポーションや、それがもたらす印象を分析した⁷⁾。

本研究は、街路幅員、方位、高さ、勾配によって街路構成を把握するとともに、その街路で人々が把握する様相との関係を分析する。先に挙げたような既往研究を参考にした上で、曖昧な都市の様相をなるべく捨象せず、都市と人間、ミクロとマクロ、物理と心理などを横断しながら分析する。都市という現象の複雑な全体像に迫る、研究の方法論を提示したい。

2. 街路構成の可視化・定量化手法

(1) 対象都市・領域の選定

前述のBoeingが分析した100都市には、ヨーロッパの伝統都市も、南北アメリカ大陸の計画都市も、アジアやイスラームの都市も含まれる。歴史的背景も規模も異なる世界中の都市を、多様性を考慮して集めている。しかし、より小さなスケールで、かつ人間の認知的側面を含めた都市の全体像に迫ろうとする本研究においては、あまりに多様な都市を選ぶと分析が複雑になりすぎる恐れがある。そこで本研究ではまず、日本国内の、概ね直交グリッド街路によって構成された都市のみを対象として分析を行なう。表-1が、その候補都市である。

選定した都市の、どの領域を分析対象とするかという点が、次の問題となる。都市間の比較を容易にするため、各分析対象領域内の街路構成がある程度一定しているのが望ましい。Boeingは、日本で言うと市町村に相当するような行政界の範囲内の全ての街路を分析対象としている。しかし、たとえば京都市であっても郊外では直交グリッドの街路構造は崩れ、地形に沿った曲がり道が現わ

表-1 本研究での分析対象候補の都市

北海道	札幌市, 小樽市, 旭川市, 釧路市
東北	仙台市, 山形市
関東・甲信越	前橋市, さいたま市大宮, 日本橋・銀座, 丸の内, 上野・御徒町, 平塚市
東海・北陸	名古屋市, 静岡市, 富山市, 四日市市, 福井市
近畿	近江八幡市, 京都市, 舞鶴市, 大阪市心斎橋, 大阪市上本町, 和歌山市, 神戸市, 姫路市
中国・四国	岡山市, 広島市, 呉市, 高松市, 松山市, 高知市
九州・沖縄	福岡市天神, 北九州市小倉, 大分市, 鹿児島市, 那覇市, 名護市

れるように、同じ行政界内でも複数の特徴ある街路構成が混在する場合が多いため、この方法は本研究に適さない。次に、たとえば1km四方というように統一した寸法を設定して各都市の市街地をトリミングするのも一般的な方法で、先述の原らの一連の都市研究でも採用されている。しかしそのような区画内でも街路構成が一定であるとは限らないし、逆にその区画のスケールを越えて一定した構成の街路が続く場合は、そのうちのどこを分析対象とするかという問題が生じる。たとえば図-2（京都市中心部）のような街路の場合、領域Aとするか領域Bとするかで含まれる街路の幅員の構成が大きく異なる。

そこで本研究では対象都市ごとに、概ね一様の街路構成をもった領域を、自由な大きさ（ただし100mの整数倍とする）の矩形によって区画して、定めることとする。たとえば図-2においては、領域Cを採用する。細い街路から成る直交グリッドの中に、数本おきに大通りが入りこむのが、この領域に共通した街路構成である。また比較を容易にするため、東西南北とは異なる方位に沿った直交グリッドをもつ都市については、領域の矩形を回転して対応することとした。

さらに各都市において、その都市の中心部とは別に、中心からやや離れた場所で一定の街路構成を持った領域を選び出し、分析対象とすることにした。「経路歩行実験」の研究において、京都の中心部と周縁部で把握される様相に著しい違いがあったからである。

本稿では京都市中心部、京都市西陣、札幌市中心部、札幌市新琴似の4つの都市領域を、ケーススタディとして扱う。

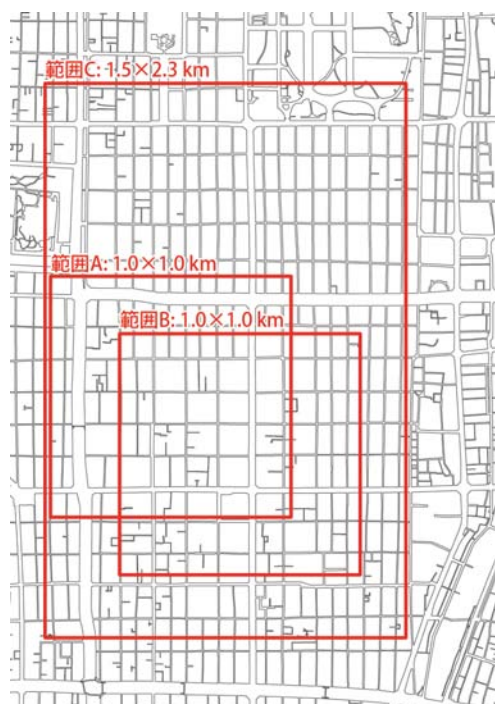


図-2 対象領域の取り方の比較

(2) データ処理の手順

国土地理院がweb上に公開している基盤地図情報を活用する。基盤地図情報は日本全土をカバーする正確な測量図であり、今回の分析のデータソースとして適当である。データの処理には、Rhinoceros+Grasshopperを用いる。3DモデリングソフトであるRhinocerosに、プラグインのGrasshopperを用いてプログラムを組むことで、図形の自動処理が可能となる。

以下、データ処理の大まかな流れを説明する。関連する諸概念を、図-3に示す。

① データ取得

- i) 前節で述べた方針により、各都市（中心部・周縁部）において対象領域を設定する。
- ii) 対象領域に含まれる街路の外形（ベクトルデータ・歩道も街路に含む）と標高（メッシュデータ）のデータを、基盤地図情報の提供サイト (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>) よりダウンロードする。GISソフトなどを通じてデータをDXF形式に統一した後に、Rhinocerosに読み込む。

② 街路の図形処理

- i) 街区内にある園路や歩道橋などを取り除き、直交グリッドの方位が東西南北ではない場合には回転補正をするなどの、前処理を行なう。
- ii) 街路のうち、幅員や方位が定義できない交差点や曲がり角の部分は除外し、独立した面（「街路セグメント」と呼ぶ）に切り分ける。
- iii) 街路セグメントの外形線の中から、街路の両側の相対する辺のペアを検出し、それらの間の中間線を引く。
- iv) その線上に等間隔（本稿では1m間隔）に、計測基準点を打つ。

③ 諸量の算出

- i) 各計測基準点において中間線の法線を引き、街路の両側線と交わる2点間の距離を幅員Wとする。
- ii) 標高データのメッシュの中から、各計測基準点が含まれるメッシュを割り出し、そのメッシュ

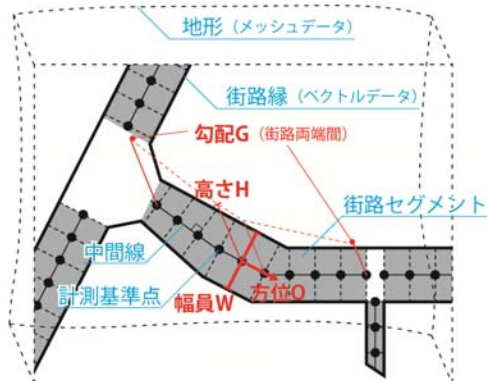


図-3 データの処理および出力に関する説明図

の4頂点の標高値の加重平均によって計測基準点の標高を算出する。さらにそこから、対象領域内での標高の最小値を引き、高さHとする。

- iii) 街路セグメントごとに、両端の計測基準点での高低差を街路長で割り、勾配G(単位は%)とする。この値を、当該街路セグメント内のすべての計測基準点に適用する(計測基準点ごとに勾配を算出すると、極端に大きな数値が出る場合があるため)。
- iv) 各計測基準点における中間線の指す向きを、方位Oとする(直交グリッドの主方向を $0^\circ \cdot 90^\circ$ とし、 $-45^\circ < O \leq 135^\circ$ の範囲に収める)。

④ 出力

- i) 幅員、勾配、方位のヒストグラム(図-4)と、幅員、高さ、勾配のグラデーションマップ(図-5)を描画する。
- ii) 諸指標を算出し、出力する(図-4内)。

②~④の多くの処理はGrasshopperにより自動で行なわれるようプログラムしている。しかし隅切りや路地の存在、幅員の変化などの要因により、街路セグメントの抽出や中間線の作成は、全て自動で上手くいくわけではない。実際の工程内には適宜、手動で確認・修正を行なう作業が入る。自動化の精度向上が、プログラムにおいてもっとも工夫を要するところであった。

③の諸量は勾配を除いて、街路セグメントごとに単一の値ではなく、個々の計測基準点ごとの値を求めるものである。つまり、街路セグメント内での微妙なカーブや幅員の変化も考慮して、データを扱う。

④の指標に関して、エントロピーは

$$h = - \sum_{i=1}^n P(x_i) \log P(x_i) \quad \dots (1)$$

として算出する。ここで x_i は、ヒストグラム上のi番目のセグメント(幅員は1m区切り、勾配は0.2%区切り、方位は 10° 区切り)を、 $P(x_i)$ はそのセグメントに入る街路が全体に占める割合を意味する。そして幅員、勾配、方位によってエントロピーのオーダーがまちまちであったため、それぞれについて、4つの都市領域における最大値が1、最小値が0となるよう標準化している。

3. 比較分析

(1) 可視化・定量化結果より

出力結果が図-4,5である。本稿では、グラデーションマップについては幅員のみを掲載した。

もっとも整然とした街路構成をもつのが、札幌市新琴似である。標準化エントロピーは、幅員(W_h)も方位(O_h)も、もっとも低い。幅員は6-8mに明確なピークがあり、方位もほぼ直交方向しか見られない。

一方で、同じ都市周縁部でも京都市西陣では、直交グリッドを基本としながらも方位がばらついている。勾配のヒストグラムも横に広がっている。盆地の外周に近い部分に、強力な都市計画がなく開発が進んだという地形的・歴史的背景を反映している。

幅員の標準化エントロピー(W_h)でいうと、最も高い値を取るのが札幌市中心部である。10m付近、20m付近、26m付近にピークが見られる。幅員の平均値(W_{avg})も、面積に占める街路の割合(T_{rat})ももっとも高い。グラデーションマップを見ると、これらの幅員の街路が整然と組み合わせられ、街がつくられていることがわかる。エントロピーの値は高くても、必ずしも乱雑とは言えない。

京都市中心部は、幅員は6-8m付近に最大のピークがありほとんどの街路がこれに当てはまるものの、20m付近、28m付近、さらに50m付近にも小さなピークがある。広い街路と狭い街路との、ダブルグリッドの構造である。また幅員4m以下の路地も街区内に複数見られるが、京都市西陣ほどではない。路地の方位も西陣とは異なり、東西・南北軸にほぼ従っている。

最後に、幅員と方位の標準化エントロピー($W_h \cdot O_h$)の2軸で散布図を作成した(図-6)。上述したような4領域の違いが端的に表現されている。今後さらに分析対象領域を増やせば、傾向を読み取ることができるであろう。また他の指標を用いてこのような散布図をつくったり、多数の指標による多変量解析をしたりすることも可能である。

(2) 街路構成と我々の経験との関係に関する考察

以上のような街路構成は、街を歩きながら我々が感じとる都市の様相とどのようにかわるのだろうか。実際には1(2)で述べたような実験を行ない、明らかにしていく計画であるが、ここでは筆者自身の体験も併せて、予備的な考察を行なっておきたい。

京都市中心部では街路幅員によるダブルグリッド構造が一般的に見られ、1(1)で述べた街路の幅員による顕著な様相の差異も、京都市内では各所で経験されるものと言えそうである。他の3領域にも異なる街路幅員の組み合わせの構造は見られ、京都市中心部と同じような感じ方の違いが見られるかどうかは興味深い。特に札幌市中心部では街路の幅員が京都よりも全体的に広く、建物も大きい。異なるスケール感を感じる都市であるが、実際に街を歩くとその中でも、街路幅員による相対的な様相

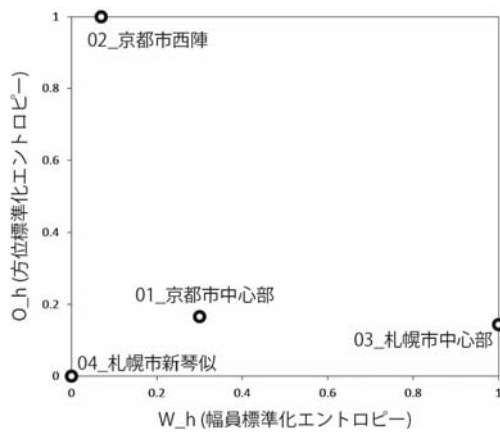


図6 幅員と方位の標準化エントロピーによる散佈図

の違いは生じているものと考えられる。

京都市西陣の街を歩くと、我々は、身体スケールの路地を次々と曲がりながら、方角もわからずさまよい歩くような体験をする。街路幅員のスケール感や方位の乱雑さは、このような感覚を裏付けるものであると考えられる。逆に札幌市新琴似では、街路構成も建物のづくりも均質に感じられ、どこまで行ってもあまり変わらないような風景を見ることができる。幅員に関する指標は似ているところもあるが、幅員平均 (W_avg) の違いや、勾配の有無、方位の乱雑さが、このような経験の差を生むものと予想される。

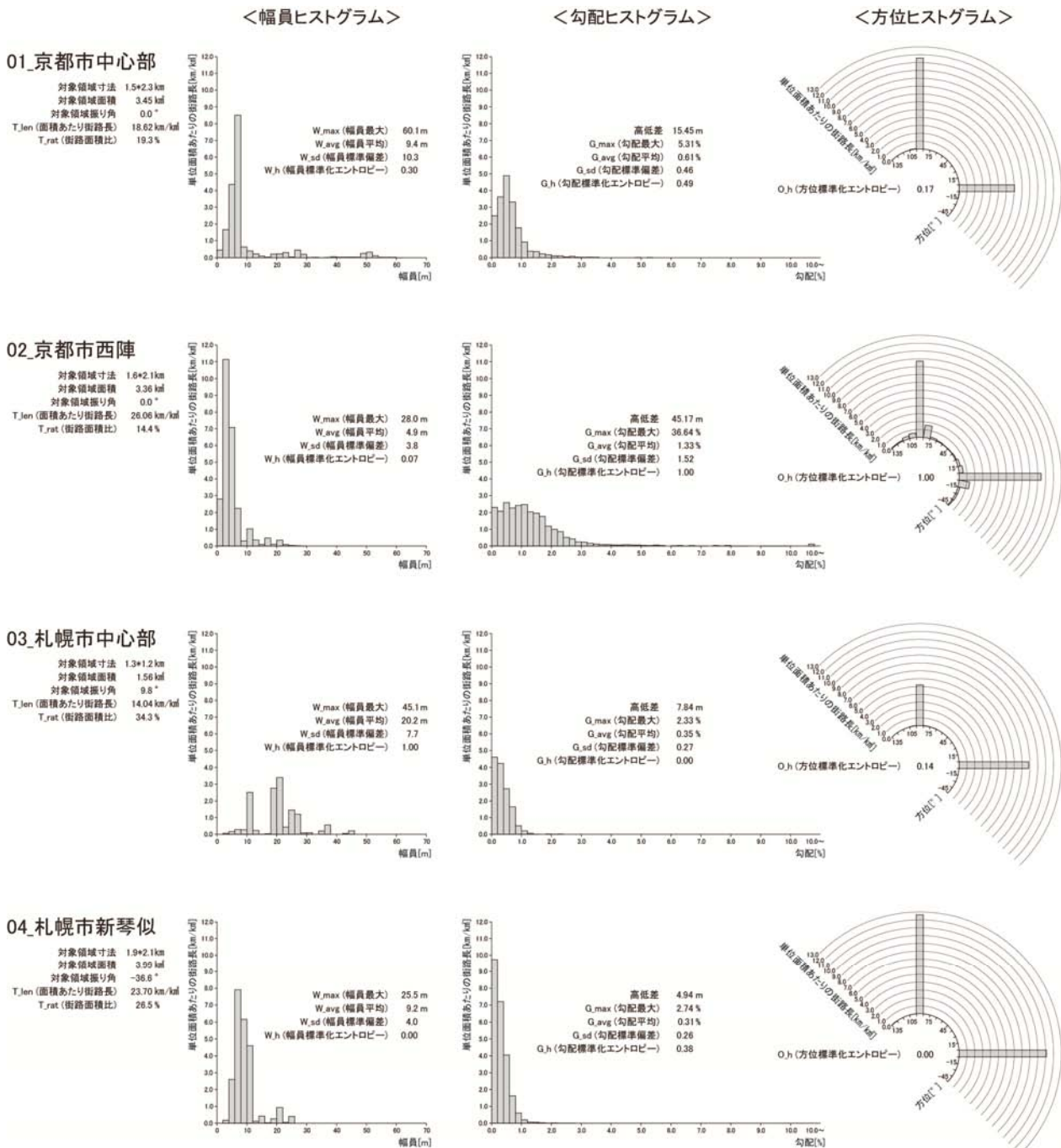


図4 ヒストグラムおよび諸指標

4. まとめと今後の予定

本稿では街路構成の可視化・定量化手法を構築し、4つの都市領域においてケーススタディを行なうことで手法の有効性を確認した。今後は対象領域を増やすとともに、映像による実験を行なうことで被験者による言語データなどを収集し、分析を深める予定である。

謝辞：本研究はJSPS科研費19K15170の助成を受けたものです。また、Grasshopperプログラムの開発においては高木秀太氏、佐々木雅宏氏にご指導をいただきました。以上、記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 北雄介・門内輝行：都市の様相の解読とそのデザイン方法に関する研究（その1～その4），日本建築学会計画系論文集，2010～2014.
- 2) 原広司：空間〈機能から様相へ〉，岩波書店，1987.
- 3) 原広司他：都市領域の様相論的研究（その1～その18），日本建築学会大会学術講演梗概集，1985～1995.
- 4) Hillier, B. and Hanson, J. : *The Social Logic of Space*, Cambridge University Press, 1984.
- 5) Boeing, G. : Urban spatial order: street network orientation, configuration, and entropy, *Applied Network Science vol.4, no.67*, pp.1-19, SpringerOpen, 2019.
- 6) Appleyard, D. : *Livable Streets*, University of California Press, pp.15-28, 1982.
- 7) 芦原義信：街並みの美学，岩波書店，pp.63-68, 1979.

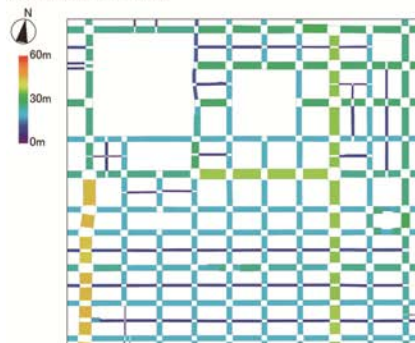
01_京都市中心部



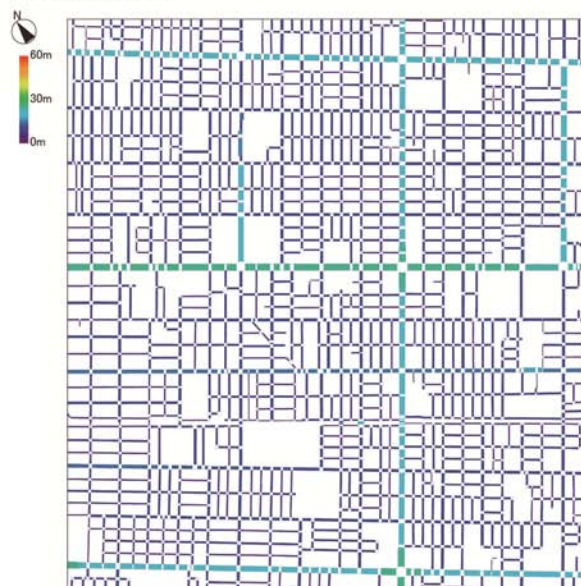
02_京都市西陣



03_札幌市中心部



04_札幌市新琴似



0km 0.5km 1km

図5 街路幅員のグラデーションマップ