

# 街路網の広がりから見た城下町の空間構成の変容に関する研究

## Transformation of the Spatial Composition of the Castle Town from the Perspective of the Expansion of the Street Network

○宮下 開成\*<sup>1</sup>, 渡辺 俊\*<sup>2</sup>  
Kaisei MIYASHITA\*<sup>1</sup>, Shun WATANABE\*<sup>2</sup>

\*1 筑波大学大学院 システム情報工学研究群 博士前期課程  
Graduate student, System Information Engineering, Univ. of Tsukuba.

\*2 筑波大学システム情報系 教授 博士 (工学)  
Prof., System and Information Engineering, Univ. of Tsukuba, Ph.D.in Eng.

キーワード：街路網; 城下町; GIS

Keywords: Street Network; Castle Town; GIS.

### 1. はじめに

近世城下町は、社会的階層によるゾーニングや人間的スケールに基づいたモジュールによる町割り、自然地物の方向を軸としているなど計画的に建設された都市群であり、その地理的・風土的条件や社会的条件から、それぞれ固有の都市形態を有していたとされている。日本における多くの都市は、この近世城下町を基盤として、その上に様々な都市計画を積み重ねて発展してきた。明治以降、近代化の過程で導入された鉄道やモータリゼーションの進展は、都市の固有性が反映された街路空間の構成に大きな影響を与え、駅の立地を考慮して骨格的街路が計画され、車両の効率的な往来のために拡幅工事や折れ曲がり路の解消が行われるなどしてきた。また、近年では近世城下町を基盤として発展してきた都市の多くで、歴史的資源を活用したまちづくりが掲げられており、戦災や近代化の過程で消失した城や天守の復元・修復といった点的な整備だけでなく、線的・面的に展開される整備も多く行われている。しかしながら、観光地や商業地としての賑わい創出を目的とした回遊性の向上施策や、歴史的風致の維持向上を目的とした景観保全の施策など、目的が異なる様々な整備が城下町であった範囲、城下域内で混在している。

こうした城下町の街路構成やその変容に関する研究として、街路構成と城郭、城下のシンボル軸である大手町通りの3つの空間要素から5つの類型に分けた佐藤らの研究<sup>1)</sup>や近代最初の都市計画街路網について、基盤となった城下町街路網の形態を類型化した上で街路の総延長の変化から、展開された計画手法のパターンを明らかにした野中らの研究<sup>2)</sup>などがある。しかしながら、いずれの研究においても定性的な類型化や単一指標による評価などが大半を占めている。そのため、城下域内の街路ネットワーク構造を複数の都市間で比較し、相対的な位置づけを把握する

ことや、城下町時代と現在のネットワーク構造の変容を把握することは、現在までの取り組みを評価し、今後のまちづくりの展開を検討することにつながってくると考えられる。

以上の背景から、城下町の空間構成を街路ネットワーク構造から定量的に評価し、複数の城下町間で比較することは、近代都市計画のそれぞれの出発点を把握することにつながり、現在の城下域内の街路構成と比較することで現状の城下域への取り組みを把握することができると考えられる。そこで、本研究では、城下町の街路網を当時の様子が描かれた城下町絵図（以下、絵図）から復元し、街路ネットワーク構造を複数の指標を用いて、定量的かつ多角的に評価し、現在までにネットワーク構造がどのように変容したのかを明らかにし、現在の城下域内における街路網に対する考察を行うことを目的とする。

### 2. 研究対象と分析方法

#### 2.1. 対象とした城下町と絵図

研究対象としたのは、藩政期を通しておおむね3万石より大きい石高を有し、資料の入手が容易であった30都市を対象とした。絵図には、資料的価値が高いものとして、正保城絵図という正保元年(1644年)に幕府が諸藩に命じて作成させたものがあるが、これは近世初期の姿を現したもので、必ずしも城下町の完成段階の姿を表していないといった観点から復元絵図としては採用せず、作成年度が幕末期に近く、城下町の形状がなるべく正確かつ詳細に描かれているものを使用した。研究対象の城下町と石高、使用した絵図をそれぞれ表1に示す。また、石高の値は、西村の研究<sup>3)</sup>で示されている値である。

表1 対象とした城下町と絵図

城下町	石高(万石)	利用した絵図	絵図の作成年代(推定)
静岡	-	駿府名勝一覽図	慶応年間 (1865~1868)
金沢	102.2	金府大絵図	弘化・嘉永期(1844~1853)
仙台	62.5	仙台下絵図	寛政元年 (1789)
和歌山	55.5	和歌山城下絵図	安政2年 (1855)
熊本	54.0	平山城肥後国熊本城廻絵図	寛文~延宝期 (1661~1681)
萩	36.9	萩御城下絵図	慶応元年(1865)
佐賀	35.7	文化御城下絵図	文化年間 (1804~1818)
水戸	35.0	天保時代水戸絵図	天保年間 (1830~1844)
鳥取	32.5	安政六年御城下全図	安政6年 (1859)
津	32.3	津城下図	嘉永期 (1848~1854)
福井	32.0	福井城下之絵図	幕末期 (1861~1870)
岡山	31.5	岡山絵図	元禄期 (1688~1704)
彦根	25.0	御城下惣絵図	天保7年 (1836年)
会津若松	23.0	幕末会津若松城下地図	幕末期 (1861~1870)
秋田	20.5	御国目付下向之節指出候御城下絵図	文政4年 (1821)
盛岡	20.0	寛延盛岡城下図	寛延年間 (1748~1751)
松江	18.6	松江城下絵図	延享年間 (1744~1747)
松山	15.0	松山城下図	嘉永六年 (1853年)
鶴岡	14.0	鶴岡城下御絵図	延宝6年 (1678)
白河	11.0	奥州白河城下全図	文化5年 (1808)
小浜	10.3	小浜城下絵図	天保2年 (1831年)
弘前	10.0	弘前惣御絵図	延宝5年 (1677)
松代	10.0	松代侍屋敷之図	嘉永元年 (1848)
富山	10.0	天保二年富山城下絵図	天保2年 (1831)
川越	8.2	川越御城下絵図	享保13年 (1728)
宇都宮	7.0	宇都宮城下絵図	嘉永期 (1848~1854)
松本	6.0	享保十三年秋改図松本城下絵図	寛延4年 (1751)
上田	5.3	安政年間上田城下町絵図	安政年間 (1855~1860)
丸亀	5.1	丸亀城下絵図	文政11年 (1828)
村上	5.0	明治初年村上城下絵図	寛政年間(1789-1800)

## 2.2. 街路網の復元

本研究では、絵図をGIS上で現在の地図に重ね合わせ、城下町街路の中心線を作成し、街路網のネットワーク構造から城下町の空間構成と変容に関する分析を行っていく。しかしながら、絵図が作成された、当時の測量技術では、歪みが生じており、そのまま重ね合わせる事は難しいため、幾何補正を施す必要がある。また、街路幅員に関しては、文献や絵図に記載されている情報が一部のみに限られており、全てを把握することは困難なため、本研究では考慮しないものとした。GISには、ArcGIS pro3.0を用い、投影する座標系はそれぞれ対応する平面直角座標系<sup>4)</sup>に設定した。絵図の幾何補正は、GISのジオリファレンス機能によって行い、城下町時代から現在に至るまで位置が変換していないと思われる地点(神社、街道、城郭の一部など)を基準点とすることで、絵図を現在の地図に重ね合わせて表示ができる。

本来、城下町には、内外を分ける明確な区域といったものは存在しないが、本研究では復元に用いる絵図から城下域を定める。区域の決定方法には、油浅の研究<sup>5)</sup>を参考にし、基本的に街路で接続されている、寺社地、武家地、町人地といった居住地を境界とし、街路で区切られる場合は城下町でない側、自然地物で区切られる場合は城下町側を境界として、それぞれを結んでできた領域の内側を城下域とした。また、街路が交差する点をノード、ノードとノードをつなぐ街路をエッジとしている。

## 3. 評価指標

街路網の評価には、複数の指標の城下町時代から現在までの値の変化率(1)を用いる。分析に用いる指標の定義をそれぞれ次に示す。

$$\text{各指標の変化率} = \frac{\text{現在の評価値}}{\text{城下町時代の評価値}} \cdot \cdot (1)$$

### 3.1. 平均エッジ長

平均エッジ長は、街路網内のエッジの長さの平均であり、値が小さい程、街路一本当たりが短く、街路網が密に広がっていると分かる。そして、変化率が1より小さい程、城下町時代から現在までに高密度に街路が展開されたと評価できる。

### 3.2. $\beta$ 指数

$\beta$  指数は、エッジ数とノード数の比となっており、値が大きい程、ノード数に対してエッジ数が多く、分かれ道が多いことが分かる。そして、変化率が1より大きい程、城下町時代から現在までに経路の選択肢が増加したと評価できる。

### 3.3. 格子度

格子度は、Boeingの研究<sup>6)</sup>で提唱され、街路網がどれだけ格子状に広がっているかを評価する指標で、定義を(2)に示す。値が1に近い程、街路網が格子状に広がっていることを評価し、逆に小さい程、多方向に広がっていると評価する。この値は、エッジの伸びる方位角のヒストグラムの相対度数から算出するが、極座標化したヒストグラム(図2)は街路網の広がりを目視的に捉えやすいため、格子度とともに作成していく。変化率が大きい程、城下町時代から現在までに街路が格子状に展開されていたと評価できる。

$$H_o = -\sum_{i=1}^n P(o_i) [\log_e P(o_i)] \quad n: \text{階級の総数(ここでは36)}$$

$$H_g = 1.386 \text{ (nats)} \quad i: \text{階級番号}$$

$$H_{max} = 3.584 \text{ (nats)} \quad P(o_i): i \text{ 番目の階級の相対度数}$$

$$\varphi = 1 - \left( \frac{H_o - H_g}{H_{max} - H_g} \right)^2 \cdot \cdot (2) \quad H_g: \text{完全な格子状時の理論値}$$

$$\quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad H_{max}: \text{最大エントロピー理論値}$$

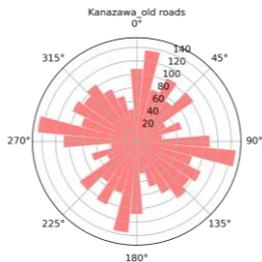


図2 極座標ヒストグラム

### 3.4. 迂回度

迂回度は、腰塚らの研究で提唱され、ノード間の最短経

路距離と直線距離の関係からどれだけ迂回する街路網かを評価する指標で定義を(3)に示す。値が1に近い程、直線的な移動が可能な街路網と評価する。変化率が1より小さい程、城下町時代から現在までに直線的に近い行動が可能になったと評価できる。

$$D_i = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{S(i,j)}{Sl(i,j)}}{(n-1)}$$

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \cdot \cdot (3)$$

S(i,j):ノードi-j間の最短経路距離  
 S(i,j):ノードi-j間の直線距離  
 n:ノード数

### 3.5. 媒介中心性の標準偏差

媒介中心性は、注目してノードがそれ以外のノード間の最短経路に含まれている割合が多い程大きい値をとる指標であり、定義を(4)に示す。そして、街路網全体での値の標準偏差を見ることで通れやすいノードの偏りを評価できる。標準偏差が小さい程、どのノードも一樣に通れやすいことを意味する。変化率が小さい程、城下町時代から現在までにどの街路も通れやすくなったということが評価できる。

$$C_b(i) = \sum_{i \neq j \neq k} \frac{g_{ik(i)}}{g_{jk}} \cdot \cdot (4)$$

C<sub>b</sub>(i):ノードiの媒介中心性  
 g<sub>jk</sub>:ノードjk間の最短経路数  
 g<sub>jk(i)</sub>:ノードjk間のiを通る最短経路数

## 4. 街路網の類型化

### 4.1. 主成分分析

取得した各指標の変化率をまとめるために主成分分析を行った。主成分の固有値が1以上、寄与率0.3を基準とし、2つの主成分を抽出した。PC1(第一主成分)は、迂回度、媒介中心性の標準偏差に負の相関があることから移動性能の変化度と命名し、値が小さい程、移動性能が向上したと評価できる。PC2(第二主成分)は、平均エッジ長、格子度に正の相関があることから形態の変化度と命名し、値が大きい程、街路網の形態が分かりやすくなったと評価できる。

表2 主成分分析結果

指標/主成分	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
平均エッジ長	-0.419	0.801	0.194	0.203	-0.321
β値	0.659	0.621	0.142	0.260	0.304
格子度	-0.062	0.659	-0.716	-0.218	0.047
迂回度	-0.810	-0.265	-0.333	0.365	0.170
媒介中心性の標準偏差	-0.761	0.325	0.429	-0.258	0.255
固有値	1.849	1.638	0.866	0.356	0.292
寄与率	0.370	0.328	0.173	0.071	0.058
累積寄与率	0.370	0.697	0.870	0.942	1.000

### 4.2. クラスタ分析

抽出した2つの主成分を用いて、ward法によるクラスタ

分析で30都市の類型化した。その結果、5つの類型に分類することができた。デンドログラムを図3に、類型別の指標平均値を表3に示す。指標平均値から、各類型の名称を以下のように定めた。

類型1: 格子状展開型

類型2: 移動性低下型

類型3: 移動性向上型

類型4: 拡散展開型

類型5: 拡散展開移動性、

また、主成分得点から類型別の都市分布を図4の散布図におこし、各類型代表都市の街路網とエッジの伸びる方位角の極座標ヒストグラムを図5に示す。

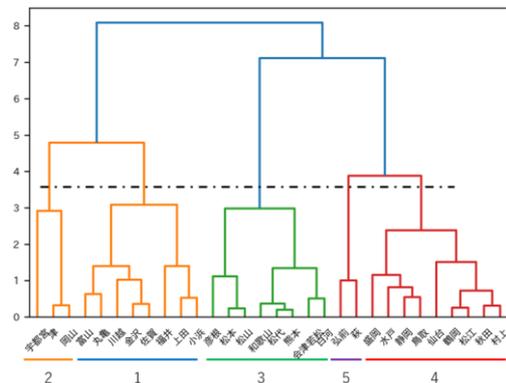


図3 デンドログラム

表3 類型別指標平均値

	PC1	PC2
類型1	0.490856	0.926091
類型2	2.744891	0.509906
類型3	-1.37551	0.666023
類型4	0.280916	-1.23993
類型5	-1.84282	-1.55365

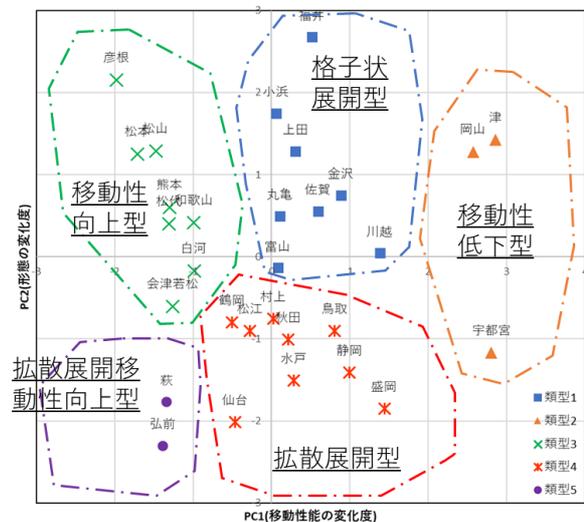


図4 類型別都市分布

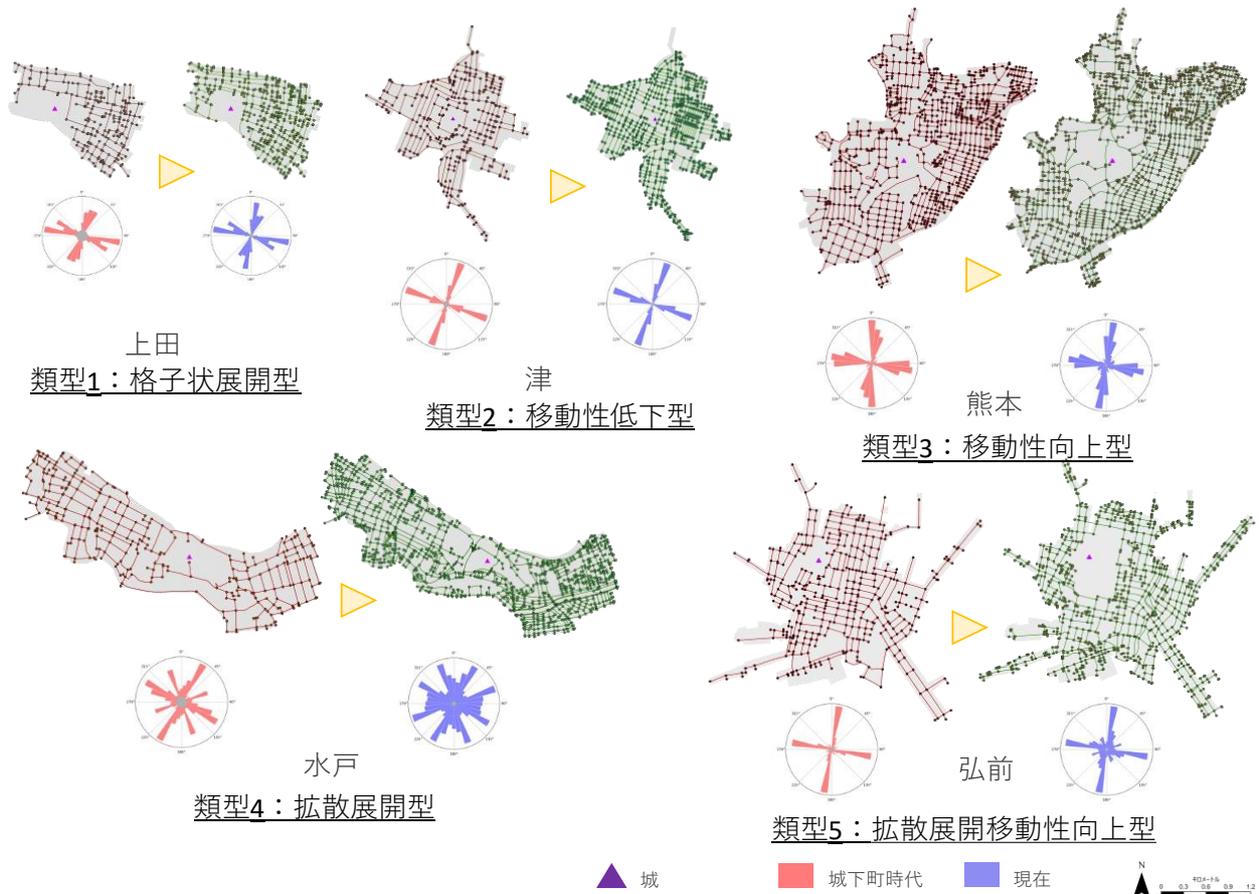


図5 各類型代表都市街路網と極座標ヒストグラム

## 5. 考察

分析の結果から、格子状街路網を基盤とする場合、要所をつなぐために放射状に街路が展開され、放射状を基盤としている場合、車の往来のためといった観点から格子状に街路が展開されている傾向があると考えられる。しかしながら、類型1や4のように展開された街路が必ずしも移動性能の向上に貢献しているわけではないと考えられる。

## 6. まとめ

本研究では、城下町を基盤とする都市を街路網の移動性能と形態の変化に着目し、類型化を行った。その結果、5つの類型に分類することができ、城下町時代の街路網が格子状であれば拡散、放射状であれば格子状に街路が展開される傾向があることを明らかにした。そして、城下町時代から現在までに展開された街路は必ずしも移動性能に貢献しているわけではないという結果となった。しかしながら、本研究では、城下町の範囲内に着目しており、近代化の過程で城下域の外に設けられた鉄道駅を中心として発展してきた都市などの街路網の展開事情等を考慮できていない。そのため、今後の課題としては、城下町時代と現在の二時点のみだけでなく明治維新以降といった複数の時点

で変遷をみることや城下域の周辺との街路の接続性の評価などが課題として上がる。

## [参考文献]

- 1) 佐藤滋, 重松論, 久保勝裕, 福岡京子: 近世城下町を基盤とする地方都市の都市構造の類型化, 都市計画論文集, 23, pp. 229-234, 1988
- 2) 野中勝利, 佐藤滋: 城下町を基盤とする最初の都市計画街路網の計画手法—城下町都市における戦前の都市計画街路に関する研究その1—, 日本建築学会, 1994
- 3) 西村睦夫: 藩領人口と城下町人口, 「歴史地理学」, 111, 1-15, 1980
- 4) 国土交通省: 平成14年国土交通省告示第9号
- 5) 油浅耕三: 正保城絵図による城下町の面積規模に関する考察, 日本都市計画学会学術研究論文集, No.20, pp.7-12, 1985
- 6) Boeing, G.: Urban Spatial Order: Street Network Orientation, Configuration, and Entropy, Available at SSRN: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3224723>, February 1, 201
- 7) 田村一軌・腰塚武志・大澤義明: 道路ネットワーク上の道路距離と直線距離, 都市計画論文集, 第38号, pp.877~882, 2001.10