

道後地区の移動空間デザインに向けた ネットワーク構造の履歴解析

芝原 貴史¹・羽藤 英二²

¹学生会員 東京大学大学院 工学系研究科都市工学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1)
E-mail: shibahara@bin.t.u-tokyo.ac.jp

²正会員 東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1)
E-mail: hato@bin.t.u-tokyo.ac.jp

本研究は、松山市道後温泉地区の空間構造の変遷を多数の史料を重ね合せながら解析的に読み解き、移動空間デザインへの知見を得ることを目的とする。道後地区はエントリーポイントと移動体の変化に大きく影響を受けた温泉街である。古くは遍路道と三津港から歩きでアクセスしていたが、鉄道の外挿による旅客数の増加に伴う外湯増設を経て、増湯施策による内湯化の進行、旅館の大規模化によって回遊空間が徐々に縮小してきた。花街や遍路宿が形成してきた外湯文化の変遷を、交差点をノード、街路をリンクとしたネットワーク解析から明らかにする。種々の史料から当時の建物用途を読み取り近傍ノードに集約したネットワークデータを19世紀から現在まで年代ごとに作成する。旅館から外湯施設へといった単純なODを仮定した目的別リンク媒介性を算出し、リンクごとの媒介性構成割合を経年比較することで、多層的な街路の利用が単純化されてきた実態を明らかにする。

Key Words : urban design, spa town, network analysis, link betweenness centrality

1. 研究の背景と目的

愛媛県松山市道後温泉地区は、3000年の歴史がある日本最古の温泉街の1つである。1886年発行の日本鉱泉誌¹⁾によると、道後温泉の年間入浴客数は年間70万人強で群を抜いている。これは、四国八十八箇所を回る遍路文化に古くから位置付けられていたことと、別府等の他温泉地に比べて少ない湯量に育まれた外湯文化があったためである。お遍路の道中で疲れを癒し、次の礼所への英気を養う場として機能していたのだろう。遍路道沿いには旅館が並び、街の中心にある湯を共同で使う風景があった。

道後のような歴史的な温泉街は、鉄道の外挿や源泉開発といった街の構造の変化が激しい場合が多い。対して、湯上がりのそぞろ歩きといった細かい建築用途によって温泉街の文化は形成されている。温泉街は商店主が集まってできた街であり、時代時代のニーズに敏感に反応する必要がある。こうした街のアーバンデザインを考える際には、街の変遷を評価する際、街の構造の変化と建築組成単位とを結びつけて評価することが必要である。従来の歴史研究の枠組みを超えて定量的に評価する、新たな手法を提案し、アーバンデザインを考える際の有用な知見を得ることがこの研究の目的である。

2. 既往研究と本研究の位置付け

(1) 温泉街の変遷に関する研究

我が国には多数の温泉街が存在する。熱海温泉についての研究は、松田ら(2005,2006)²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾がある。別府温泉についても松田ら(2004)⁶⁾⁷⁾が研究している。その他の温泉街については、山中温泉に関する研究として新城ら(2003)⁸⁾がある。これら温泉街の研究を概観すると、その基本的な構成が源泉・外湯・旅館の配置から決まっていることがわかる。源泉が元からあり、これを元に外湯施設が建設され、外湯を中心に旅館が配置される構成である。この構成を把握する上で、どの温泉街においても湯の利用権と土地統治の権利システム等が考察されていることが多い。また山田ら(2008)⁹⁾は、地形や河川といった都市を規定する大きな構造に着目して温泉街の形成過程を類型化している。都市の基盤からその温泉街の典型的特徴を理解することは有用ではあるが、個別の空間の利用実態を詳細に把握することが、現実のアーバンデザインにおいては必要とされている。

(2) 都市空間の解析に関する研究

都市の理解をアーバンデザインに活かすためには、現実の空間を定量的に評価するのは有効な手段の1つだと考えられる。都市空間の解析に関する研究では、Hillier

et al.(1984)¹⁰⁾ が提案したスペースシンタックス理論を用いた手法がある。これは、街路や広場といった要素で構成される都市空間を、その位相幾何学的関係から解析する手法である。しかしスペースシンタックス理論では、街路の長さを考慮できていないなど、人の行動原理に合わない分析結果となってしまうことが指摘されている。

この課題を解消した手法として、ネットワーク解析手法がある。これは、都市の街路構造を交差点：ノード、街路：リンクとしてグラフ化し、解析する手法である。福山ら(2012)¹¹⁾ はバルセロナにおいて徒歩圏域を仮定し、中世からの街路構造の変遷を分析している。歴史的な空間改変と昨今の旧市街再生戦略を同じ手法で評価しているが、地区内の詳細な土地利用までは考慮できていない。太田(2013)¹²⁾ は建物にもノードを設け解析を行っているが、これは作業量が膨大となり、データが整備されている現況のネットワークにおいてのみ適用可能である。また、永杉ら(2014)¹³⁾ は駅中心のネットワークの閉路数を計算し、その回遊性を分析している。これは出発地と到着地とが一致している場合の回遊評価であり、旅館からの歩きなどの多様な行動を考える温泉街の分析には向いていないと考えられる。

(3) 本研究の位置付け

都市構造一般を理解する概念として、大谷(2012)¹⁴⁾ は、組成・組織・構造の概念を提示している。組成とは、都市空間を構成する要素で、主に建築物を指す。組織とはそれら組成が集合することで構成される都市空間の単位のことであり、一般的には界限などの言葉で表現される。構造とは、組成の配置関係を規定し、結果的に組織の成立も規定するものことである。例えば、地域の骨格となる街路や河川などである。

既往の温泉街研究では、旅館以外の詳細な土地利用まで踏み込んだ分析がなされていない。温泉街の文化を育んだのは、外湯や旅館だけでなく、これらに付随した土産物屋など、多様な用途の建築が大きな役割を果たしているだろう。また、鉄道の外挿などを考察している研究もあるが、歩きから鉄道、車へとといった街へのアクセスの変化を定量的に考察した研究はない。より詳細に空間の利用実態を把握するためには、大谷の定義における構造と組成の関係性を定量的に評価する手法が必要である。

本研究では、道後温泉の都市構造の変化を組成・組織・構造という観点で年表整理した上で、多様な史料から得られた情報をネットワーク解析に乗せて分析する手法を提案する。まず、温泉街の構造を決める経営権の変遷、源泉・鉄道開発、都市組織としての花街・旅館街の変遷、組成単位である外湯の変遷を整理する。そ

の上で、特に空間改変の激しい1930年から2013年までの5時点においてネットワーク解析を行い、その都市構造の変化を定量的に明らかにする。

3. 都市の組成・組織・構造の変遷

この節では、都市構造の変遷を構造、組織、組成の順に整理していく。変遷を年表にまとめたものを図-1に示す。主な史料として、¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾等を用いてまとめた。

(1) 構造の変遷

a) 温泉経営権

道後温泉は、現在の道後温泉本館が建っている位置に元々沸いていた湯を元に成立している。元々は住民の自治であったのが、1562年に河野直道氏が湯築城を構えたことで温泉の管理を行うようになった。このとき石手寺、明王院が実際の経営を行った。その後、湯築城が滅び、松山藩主松平定行が道後御茶屋を現在の本館北側に隣接する位置に建設、経営権を握る。1871年、廃藩置県で土地・建物は国の所有となったが、道後村が合議制で温泉経営をするようになる。このとき再び住民に経営権が戻っている。1944年、道後湯乃町は松山市と合併されたが、財産区制により1967年の廃止まで実質的な経営権は変化していない。現在は松山市が経営・管理を行っている。

b) 鉄道開発

鉄道は、1895年の道後鉄道開業に端を発する。その後道後鉄道・松山電車・伊予鉄道が合併し、市内電車は現在の路線が1927年に完成する。市内電車の年間乗客数のグラフを図-1内に示しているが、1927年までの各路線複線化によって、市内電車の利用者数が増加しているのがわかる。利用者数は1940年頃の戦中の軍事利用を契機として、1950年代から1965年の1870万人まで上昇を続ける。この後は自動車利用が進展し、市内電車の利用者は減少し、現在は660万人ほどである。

c) 源泉開発

源泉開発は、1955年以降の6-10号源泉開発以降本格化する。源泉開発が活発化したのは、旅館の内湯化の要請が強くなったことが要因である。総湯量の変遷を図-1内に示している。1970年の23号源泉開発においては地下1000mまで深く掘る土木技術が開発され、それ以前の温度の低い源泉から湯量、温度共に良好な24-26号源泉が開発された。

(2) 組織の変遷

a) 旅館街

温泉街の重要な都市組織である旅館街は、古くから遍路道沿いに立地していた。しかし、図-1内の旅館数

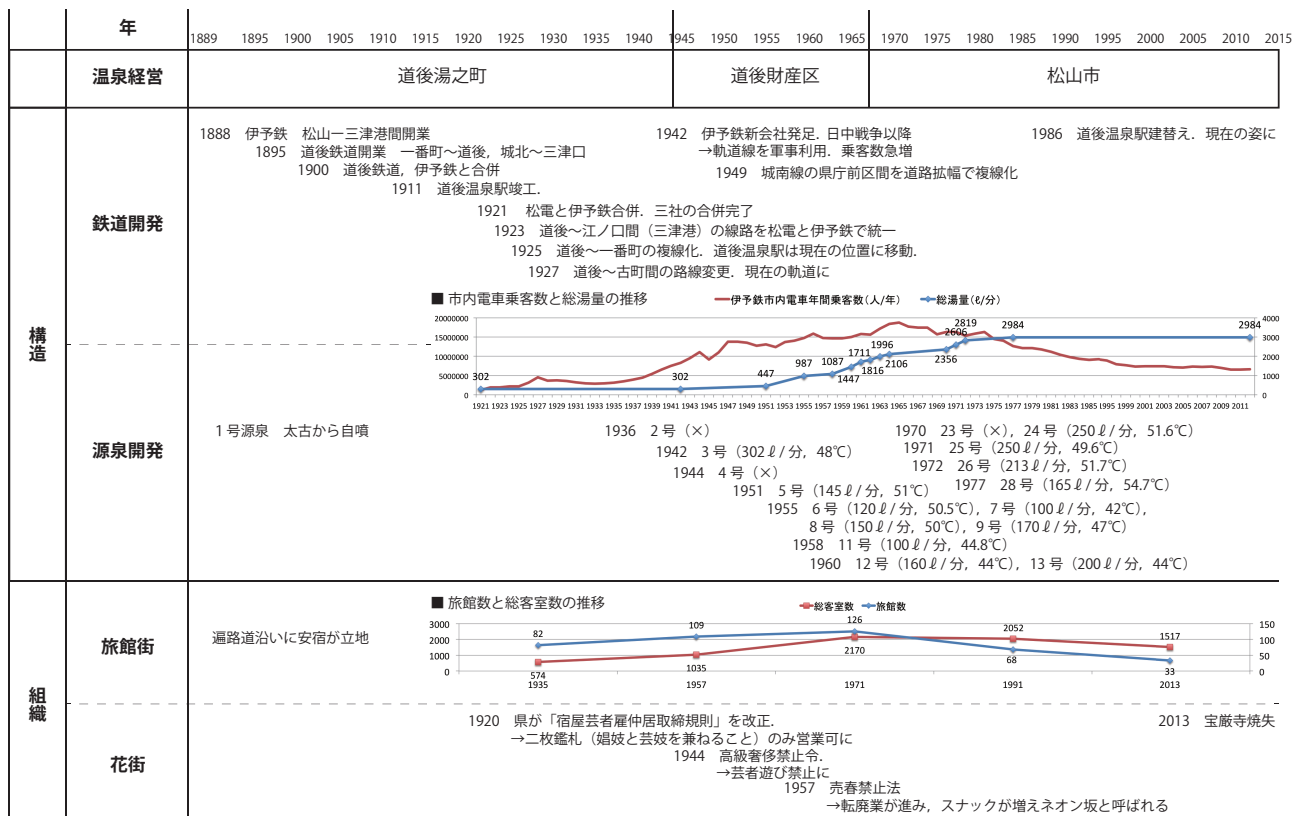


図-1 都市空間の変遷年表

と総客室数の変遷を見ると、1950年代から大型旅館の開発が進み、1旅館あたりの客室数が増えてきていることがわかる。旅館数・総客室数ともに1971年がピークであったが、現在は1旅館あたりの平均客室数が最大になっている。旅館の大型化したことで、現在は遍路道沿いの小旅館はほとんど無くなってしまった。

b) 花街

花街は元々、1841年に十軒茶屋として公設の遊郭が組織された。その後、1876年に現在の上人坂である道後松ヶ枝町に遊郭街ができたが、1957年の売春禁止法施行によって現在の上人坂は駐車場の多い地区となっている。現在は本館の西側の地区に風俗街が形成されている。上人坂は遊郭が去った後、スナックやバーの立ち並ぶネオン坂として栄えたが、現在は駐車場が多くなっている。

(3) 組成の変遷

道後温泉は、現在の本館が建つ場所に湯が湧いており、そこに屋根をかけた無銭湯が元々の湯の形だった。そこに道後温泉本館を1894年に三層建てて替え、皇族専用の又神殿、無銭湯の養生湯と合わせ、さらには曳家により拡張することで現在の姿となった。無銭湯の機能は現在の椿の湯である西湯が担い、砂湯と合

わせて1953年の愛媛国体時に現在の椿の湯として整備された。1948年には、増えた需要に対応するため、現在の道後公園の位置に新温泉が整備された。この新温泉は1979年に廃止され、現在は道後温泉本館と椿の湯の2つの外湯がある。

(4) 小結

無銭湯・花街・遍路宿で構成されていた道後は、1895年の道後鉄道開業により、それまでの住民主体の温泉利用から一気に町の外の人が増えることになったといえる。1927年までの市内電車複線化により徐々に来訪者数が増え、1936年から源泉開発が行われるようになり、1955年頃に本格化する。源泉開発の結果、旅館の内湯化・大型化が促進され、1971年に旅館数・総客室数共にピークを迎えるが、その後は自動車の普及により鉄道利用客数が減少している。旅館はさらに大型化を続け、1軒あたりの平均客室数は最大になったが、現在は33軒ほどになってしまった。

このように、街を規定していた遍路文化は鉄道の外挿により取って代われ、湯の大衆化が進んだと考えられる。源泉開発は来訪者数の増加が原因だと考えられるが、旅館の大型化を誘発し、湯はさらに大衆化していった。自動車社会の到来により旅館は大規模な駐車場を構える必要があり、遊郭街は駐車場へと転用さ

れていき、結果として道後温泉の回遊範囲が縮小していったと考えられる。

4. ネットワーク解析

この節では、都市構造を定量的に評価するために用いるネットワーク解析の手法の提案と、その解析結果を述べる。

(1) 目的別リンク媒介性の計算手法

まず、建物用途と市街地の広がりが見える地図を年代別に複数照合していく。1935年当時の様子は、¹⁹⁾²⁰⁾²¹⁾を用い、1957年当時の様子は²²⁾²³⁾²⁴⁾、1971年、1991年、2013年はそれぞれ²⁵⁾²⁶⁾²⁷⁾を用い、市街地の範囲と細かい土地利用の様子を検証した。

次に、各年代で街路をリンク、交差点をノードとするネットワークデータを作成する。このとき、各リンクに接する建築物の属性を集計する。建築物の属性を集計するというのは、基本的には接する同用途の建築物の数を集計することだが、旅館の場合にはその部屋数の合計とする。

次に計算のため、リンクとノードを反転させたグラフを作成する。この反転グラフを用いて、例えば、旅館から外湯へ向かう行動のように、簡便な出発地・目的地を設定し、最短経路探索で経路を探索する。この最短経路探索をすべてのノードについて行い、各ノードの通過数を集計していく。このとき、先ほどの出発地・目的地の建物属性（隣接建物数、旅館の場合は総部屋数）を掛け合わせることで重み付けを行う。重み付けをした各ノードの通過数の合計を算出することで、目的別のリンク媒介性を算出することができる。

式で書くと次のようになる。

$$C_{pb}(l) = \sum_{i \neq j} \sum_{j \neq i} d_{pi} \cdot \frac{g_{ij}(l)}{g_{ij}} \quad (1)$$

d_{pi} : リンク i に接する用途 p の建物属性の総和

$g_{ij}(l)$: リンク i からリンク j への最短経路数の内、
リンク i を通る経路数

g_{ij} : リンク i からリンク j への最短経路数

本研究では、全リンクの目的別リンク媒介性の合計が1になるように正規化した値を分析に用いることとした。

(2) 解析結果

解析結果のうち、旅館から外湯へ行く場合のリンク媒介性の図を図-2に示す。これを見ると、本館北側のリンクでは旅館の大型化以降（1957年以降）に媒介性

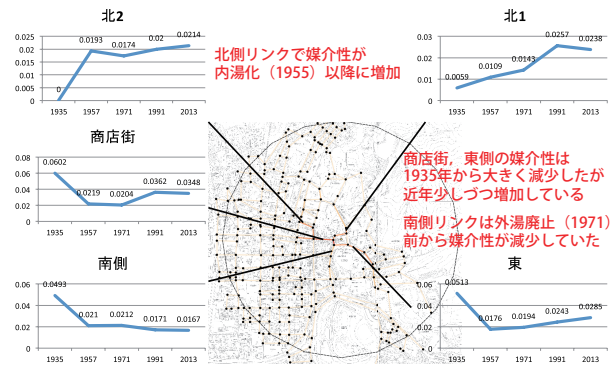


図-2 各リンクの媒介性の変遷

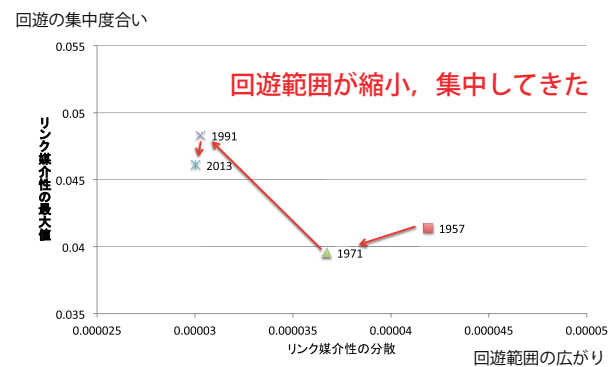


図-3 ネットワーク全体での媒介性の分散と最大値の変遷

が増加していることがわかる。対して、南側のリンクでは、1957年に媒介性が大きく減少しており、道後公園内の外湯が廃止される1979年よりも前に媒介性が下がっていることがわかる。これは、街路の中心性が低くなり、人の往来がより本館周辺に集中したため、外湯が廃止されたことを明らかにしている。また、商店街及び東側のリンクの媒介性は1935年から大きく減少しているが近年は少しずつ増加しているのがわかる。

次に、ネットワーク全体での媒介性の変遷を見る。横軸にリンク媒介性の年代ごとの分散を、縦軸にリンク媒介性の最大値を取りプロットしたのが図-3である。分散は小さいほど回遊範囲が均一に広がっており、最大値は大きいほど回遊が一点に集中しているといえる。図を見ると、回遊範囲が画一化し、かつ狭い範囲に集中していった様子がわかる。

5. 成果と今後の課題

本研究では、歴史的な温泉街である道後温泉地区を、組成・組織・構造の概念で捉え直して年表整理した上で、都市空間を5時点でグラフ表現し、回遊範囲が画一化・縮小化してきた過程を定量的に明らかにした。温泉街

の構造を規定する源泉開発，鉄道開発が，組織としての旅館街や組成単位である外湯の配置に影響を与えていることを明らかにした．旅行者の目的地である温泉を整備するだけでは不十分であり，源泉開発により大型化した旅館の影響の方が大きいということがわかった．旅館が大型化する中で，商店街は土産物屋ばかりが並ぶ風景に様変わりし，上人坂は花街からネオン街を経て，現在は駐車場ばかりの風景となってしまった．

都市空間の変遷を，組成・組織・構造の概念でそれぞれ整理し，これらの相関関係を考察した上で，史料をネットワーク上に落とし込み定量的に評価する解析手法を提案したことが本研究の成果である．

今後の課題として，さらに多様な目的別のリンク媒介性を計算することで，街路の多層的な利用を明らかにできると考えている．また，現在の歩行者流動についてはGPSの移動軌跡データなどと組み合わせることで精度の高い予測も可能になっている．こうした手法と組み合わせることで，歴史的な温泉街のアーバンデザインについて，より良い知見を得られると考えている．

参考文献

- 1) 内務省衛生局編：日本鉱泉誌，1886.
- 2) 松田法子，大場修：「湯株」の存在形態にみる温泉町の近代化と空間構造の変容，日本建築学会計画系論文集 597，pp.223-227，2005.
- 3) 松田法子，大場修：明治 大正期の熱海における空間構造の変容と特質，日本建築学会計画系論文集 598，pp.241-247，2005.
- 4) 松田法子，大場修：近代熱海温泉における旅館の立地と建築類型，日本建築学会計画系論文集 602，pp.233-239，2006.
- 5) 松田法子，大場修：近世熱海の空間構造と温泉宿「湯戸」の様相，日本建築学会計画系論文集 603，pp.211-217，2006.
- 6) 松田法子，大場修：近代大規模温泉町の成立過程と大規模旅館の諸相- 別府温泉を事例として，日本建築学会計画系論文集 582，pp.145-152，2004.
- 7) 松田法子，大場修：源泉開発と旅館街の立地傾向にみる近代大規模温泉町の成立過程- 別府温泉を事例として，日本建築学会計画系論文集 582，pp.153-159，2004.
- 8) 新城景子，藤田勝也：近世における温泉町の空間構造- 加州江沼郡山中温泉を事例として，日本建築学会計画系論文集 569，pp.245-252，2003.
- 9) 山田桐子，宮崎均：温泉街における地域特性からみたまちづくりに関する研究，日本建築学会計画系論文集 73.626，pp.819-826，2008.
- 10) Hillier, B., Hanson, J., The Social Logic of Space, Cambridge University Press., 1984.
- 11) 福山 祥代，羽藤 英二：バルセロナの歴史的発展過程と歩行者の行動圏域を考慮した広場 街路のネットワーク分析，土木学会論文集 D1 (景観・デザイン) 68.1 : 13-25., 2012.
- 12) 太田 浩史：建物付きノードの街路ネットワークの研究 エンドノード型離散系シミュレータによる評価手法の開発，東京大学博士学位論文，2013.
- 13) 永杉 博正，羽藤 英二：ネットワークの閉路特性に着目した駅周辺街路の回遊性分析とその適用- JR 中央線 9 駅の駅周辺街路ネットワークを対象として，都市計画論文

集，49-3，pp.711-716，2014.

- 14) 大谷幸夫：都市空間のデザイン -歴史の中の建築と都市，岩波書店，2012.
- 15) 「道後温泉」編集委員会編：道後温泉 増補版，松山市観光協会，1982.
- 16) 伊予鉄道株式会社：伊予鉄道百年史，伊予鉄道，1987.
- 17) 道後温泉本館調査委員会編：道後温泉本館の歴史，松山市，1994.
- 18) 宮崎清治：道後温泉の近代化 内湯創設の記録，宝荘ホテル，1974.
- 19) 松山市教育委員会編：松山の民俗，松山市，2000.3.
- 20) 最新松山・道後市街地図，關印刷所，1937.
- 21) 池田洋三：わずれかけの街：松山戦前・戦後，愛媛新聞社，2002.
- 22) 道後温泉事務所：道後温泉 観光編，1957.
- 23) 住宅地図 松山市 1957，善隣出版社，1957.
- 24) 米軍撮影航空写真，国土地理院，1962.
- 25) 住宅地図 松山市中心編 1971，善隣出版社，1970.
- 26) ゼンリン住宅地図 松山市 1991，ゼンリン，1990.
- 27) ゼンリン住宅地図 松山市 1(松山) 2013，ゼンリン，2013.