

Space Syntax を用いた街路パターンの構造分析と街並の特性に関する研究

- 世田谷区東部の密集市街地を対象として -

1g03j071-9 高野裕作*
TAKANO Yusaku

東京 23 区の西部は市街化が始まった時期がほぼ同時期でありながら、様々な特色を持った街が数多く存在する。本研究ではその特色を形成する要因として街路パターンに着目し、Hillier らによって提唱された Space Syntax を用いてその構造の解析を行う。そして Space Syntax によって求められた街路パターンの構造と街並を形成する要素とを対比して分析した結果、Space Syntax によって求められた「奥行」と街並の実感としての「奥」が結びついていることがわかった。

Keywords : Space Syntax, 東京, 街路パターン, 街並

1. 序論

1-1 研究の背景と目的

東京都 23 区西部の市街地化は関東大震災および第 2 次世界大戦後の復興による人口増加によって急速に進んできた。その過程の中で一部の地区では鉄道会社や先見性のある有力者などによって区画整理・耕地整理が行われ、整然とした街並と生活道路や幹線道路といったインフラが整備された¹⁾。

これらの地区は現在、良好な環境を持つ住宅地として認知されているが、その一方で街路が整理されず自然発生的で複雑な折れ曲がりを持つ街路パターンのまま現在に至る地区も多く存在する。これらの地区はその狭隘な街路に緊急車両の通行が困難であることなどから防災上の問題を抱え、現在都市計画道路の整備が徐々に進められているが、これに対して例えば下北沢では都市計画道路の整備が街を分断し街の魅力を損ねるという理由で道路整備に反対する動きがあることなどから、この複雑な街路パターンを持つ街並に魅力を感じる人がいることも確かであろう。

都市論・景観論の立場からこの魅力を説明すると、一例に横文彦らの「見え隠れする都市」で述べられた日本の独特の空間認識である「奥」が関係するものと考えられる²⁾。しかしこの仮説は漠然としたものであり、街路が持つ「奥」または「空間の奥行感」を定量的に表したうえで街並を分析する必要がある。また下北沢のように特殊な魅力が認知されている地区でなくとも、複雑な構造を持つ地区は多く存在し、これらの地区が持つ空間の構造を街路パターンの解析により求め、その街並の特性を説明することは意義があることと考えられる。

本研究では街路パターンを解析する手法として英国・ロンドン大学の Bill Hillier らによって提唱、確立された Space Syntax に着目する。Space Syntax によって解析された街路パターンの構造と実際の街並とを対比させることでそれらの

関係性を明らかにし、それぞれの地区が持つ街並の特性を説明することが本研究の目的である。

1-2 研究の位置づけ

複雑な街路パターンを持つ地区の街並には街路の折れ曲がりや起伏による視覚的な要素が大きく影響する。街路の折れ曲がりについては例えば景観・デザイン研究会によって実際の街のケーススタディやデザイン手法などの研究成果がまとめられている³⁾。

また街路パターンを Space Syntax によって解析する研究は、日本の研究者では木川らがこれまでにパリ、京都、大津を対象として、それぞれの都市の歴史的な市街地の変遷とその背後にある計画の意図・社会的情勢の変化を分析しており、現在の都市問題についても言及している⁴⁾⁵⁾⁶⁾。

本研究に近いものとして高山らの下北沢を対象とした研究⁷⁾が挙げられる。ここでは手作業による初歩的な Space Syntax の解析から下北沢の街路パターンが持つ「奥行」を求め、それと駅出口や店舗の立地の関係から下北沢の持つ魅力を分析している。

本研究は高山らの研究に近い対象をとるが、より直接的に街並・景観要素に結び付けて分析を行う点が特徴である。また Space Syntax の解析には木川らの手法を参考として、街路パターンに起因する都市の空間的特性をより深く分析する。このような研究はこれまでに見受けられず、新規性があるものと考えられる。

1-3 研究の構成

本研究は Space Syntax による街路パターンの解析と、街並の景観要素の調査・分類の 2 つから構成される。それらに対比させることで関係性を分析し、考察・まとめを行う。

*早稲田大学理工学部社会環境工学科 景観・デザイン研究室 4 年

1 - 4 用語の定義

以下に本研究で用いる用語を定義する。

- ・ 街路パターン：地図上で見る街路ネットワークの形を指す。またそのパターンの規則性如何に関わらず「パターン」と呼ぶこととする。Space Syntax の研究では Urban Grid という表現が使われており、ここでもその Grid が本当に格子状、あるいは規則的な形であるかにこだわっていない。
- ・ 空間の構造：Space Syntax によって解析された、街路パターンもしくは空間のつながり方の構造を指す。Space Syntax の研究ではより抽象的に空間の形態 (Spatial Configuration) という言葉で空間のつながり・奥行を表し、それを解析することで構造 (Structure) が明らかになるという表現をする。
- ・ 地域、地区：本研究では街路パターンの解析を行う対象範囲である、主要道路に囲まれた範囲を「地域」という。またその地域の中でより細かい分析や街並の調査を行う町丁目単位、もしくは複数の町丁目にまたがる範囲を「地区」という。
- ・ 街並：街路景観を指す。狭義に「街並」は建築のファサードの形態とその連なりによって形成される沿道の景観を指すことがあるが、本研究では街路の断面構造などの街路空間を構成する要素全てを含み、それらの織り成す景観を街並と呼ぶ。

2 . Space Syntax

2 - 1 Space Syntaxの概要・指標算出方法

Space Syntaxは 1984 年にロンドン大学 (UCL) のBill Hillierらによって提唱された空間のつながりを解析する理論であり、それによって建築の内部空間から大きな都市の全体的な空間の構造まで解析することが出来る。これまでの研究によって街路パターンの構造が一見複雑で無秩序に見えるイスラム都市においても合理的な規則に従った構造があり、それは人々の利用形態に結びついていることを明らかにするなどの成果を挙げている⁸⁾。

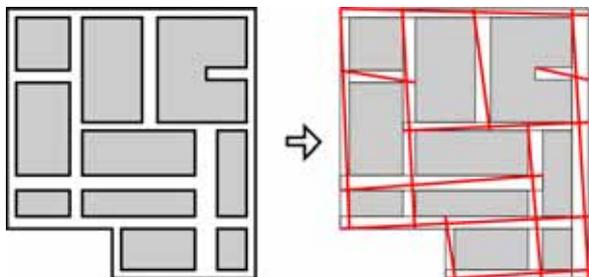


図 2 . 1 . Convex Space と Axial Line の作成

Space Syntax では空間は Convex Space という全ての角が凸になる平面に分割され、その全ての平面を貫通するように Axial Line が “ the least set of longest lines ” という法則に従い図 2 . 1 のように作成される。Axial Line に基づく解析

は Axial Analysis と呼ばれ、Space Syntax では最もポピュラーな解析手法である。

Axial Analysis では、Axial Line のつながりを単純化した Graph で表し、ある地点からある地点までに経由する Line の数から Depth を求める。図 2 . 2 は Line のつながりを頂点と枝で表したもので Unjustified Graph と呼ばれる。図 2 . 3 は黒塗りで表した点を基準として Depth ごとに他の点とのつながりを表したもので Justified Graph と呼ばれ、これをもとに Depth を集計して行く。

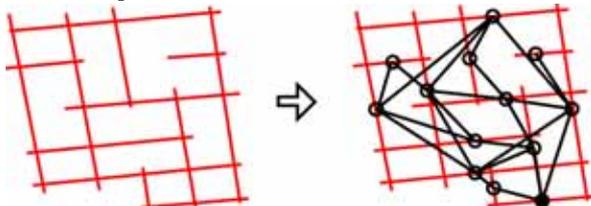


図 2 . 2 . Line の Graph への変換

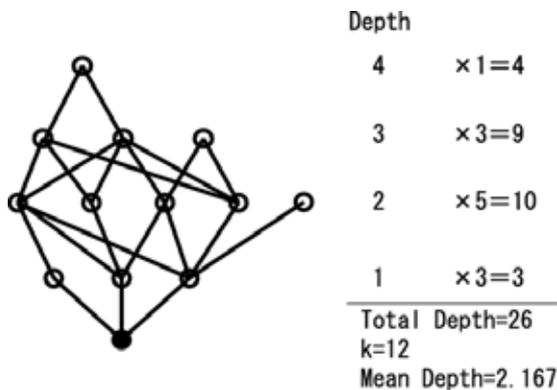


図 2 . 3 . 標準化された Graph と Depth の計算

その Depth の集計から Integration Value (以下、Int.V) という値が以下の式で求められ、各 Axial Line に与えられる。

$$Int.V = [k \log_2 \{ (k+2)/3 - 1 \} + 1] / \{ (MD-1)(k-1) \}$$

(k : 全空間の数、MD : 奥行の平均)

2 - 2 用いる指標の意味

Int.V は奥行 (Depth) の逆数であるので高ければ奥行が浅く空間のつながりが強いことを表し、逆に低ければ奥行が深くつながりが弱いことを表している。このことは移動効率の優位性と強い結びつきがある。ある Line からすべての Line に対して総当りに Depth を求めて算出した Int.V を Global、計算する Depth の範囲 (Radius) を限定して算出した Int.V を Local という。通常 Local の Radius は 3 に設定され歩行者数と最も強い相関関係を示す。それに対して Global もしくは Radius を高い値に設定した場合は自動車交通量と強い相関関係を示す⁸⁾。

都市全体の空間について Int.V の平均値を求めて都市間で比較することでその都市が持つ街路パターンの複雑さや移動効率の優位さを表すことが出来る。Space Syntax の研究では Int.V の平均値が高まることを透過性が高い (permeable) と表現し、透過性の高い都市は移動効率が優位であると評価する。

本研究では主にLocalについて平均値や度数分布を地域全体および地区ごとに分析し、それぞれの分析対象の街路パターンが持つ複雑さなどの特性を明らかにする。

3. 街路パターンの解析

3 - 1 解析対象地の設定

本研究でAxial Analysisを行う対象地域は世田谷区東部と渋谷区西部を中心とした、山手通り・甲州街道・環七通り・玉川通りに囲まれた図3.1に示す範囲とする。但しAxial Mapはそれぞれの道路の外側についても作成する。この理由は、本研究のように地形的に都市・市街地の範囲が限定できない場合はAxial Analysisの特性上、その解析範囲の周縁部においてInt.Vが実態よりも低く算出されてしまうためであり、より正確な値を求めるために広い範囲を設定した。

またこの地域は1章で取り上げた下北沢を含めて全体的に複雑な街路パターンを持つが、一部の地区では区画が整理されているため格子状のパターンも所々に存在し、空間の構造の違いに伴って街並も様々な特徴を持つことが期待される。

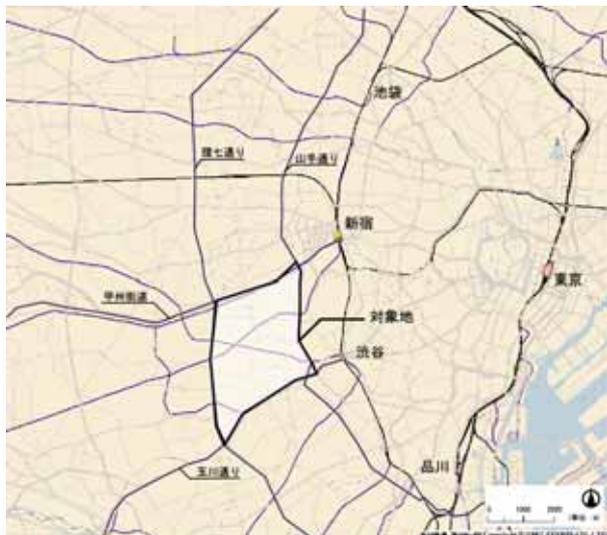


図3.1. 解析対象地

3 - 2 解析結果

図3.2に対象地域全体のAxial Map(Local Radius_3)を示す。周囲を取り囲む幹線道路や地域内を貫く主要道路はInt.Vが高いことを示す赤やオレンジで表されており、利用実態と合致していることが読み取れる。地域全体のLocalの平均値は2.185であり、Hillierが求めた世界的な傾向から見るとヨーロッパ・英国の都市に近く比較的複雑な構造を持った地域であると言える⁹⁾。

図3.2には街路パターンの構造の詳細な比較分析を行う地区を併せて示した。複雑な街路パターンを持つ地区として北沢1丁目～4丁目、太子堂、三宿・池尻の3地区を選定した。また格子状のパターンを持つ地区として、代沢4丁目と代田1丁目を合わせた地区を選定した。表3.1にこれらの4地区と地域全体のLocalの各指標を示す。

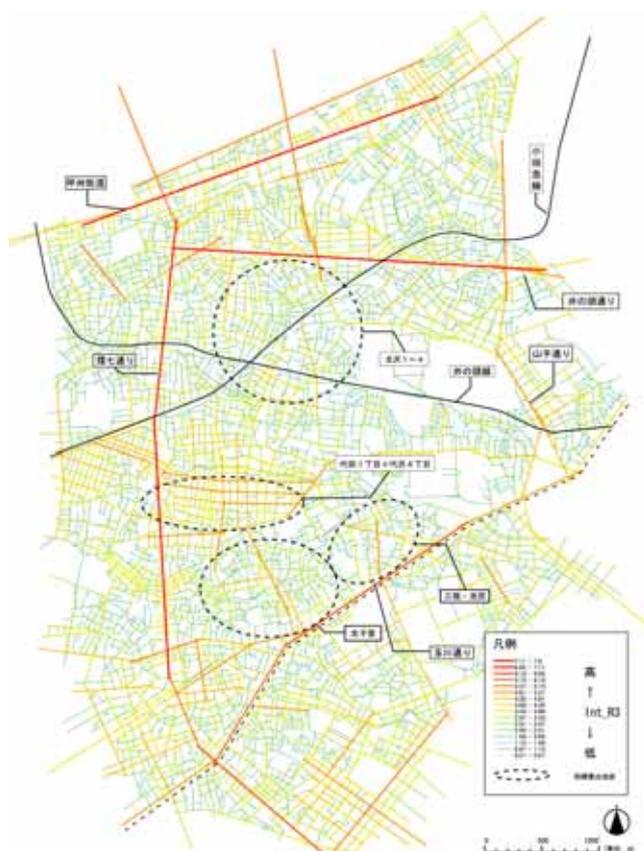


図3.2. 対象地域全体のAxial Map (Local Radius_3)

表3.1. 地区ごとのLocal指標

地区名	Line数	最大値	最小値	平均値	分散
北沢1～4	368	4.488	0.211	2.100	0.712
太子堂	325	5.239	0.211	2.120	0.714
三宿+池尻	335	4.943	0.211	1.958	0.830
代沢4+代田1	109	5.103	0.704	2.983	0.866
範囲全体	3316	7.597	0.211	2.185	0.878

代沢4丁目・代田1丁目は際立ってLocalの平均値が高いことがわかる。またAxial Lineの本数が少ないが、これは若干面積が小さいことも影響しているが、一つ一つのLineの長さが長いいため少ない本数で地区内の街路をカバーできることがその主な要因である。

次にそれぞれの地区と地域全体のLocalの値について度数分布を比較する。図3.3からは平均値が低く街路パターンの構造が複雑である代沢4丁目・代田1丁目以外の3地区および地域全体の分布が、いずれも2.0付近をピークとして大きく歪んだ分布をとることが読み取れる。それに対し代沢4丁目・代田1丁目はきれいな左右対称分布ではないが、他の分布に比べると万遍無い分布であり、平均値が上がって単純にピークがシフトしただけではないことがわかる。木川らのパリを対象とした研究⁹⁾では、複雑な構造を持ったバロック時代の構造を持つ度数分布は歪んだ分布をとり、改造によって整理された現代の構造は左右対称の分布を取ることが示されており、今回もそれと同様に地区の特性を反映した結果が得られたと言えるだろう。

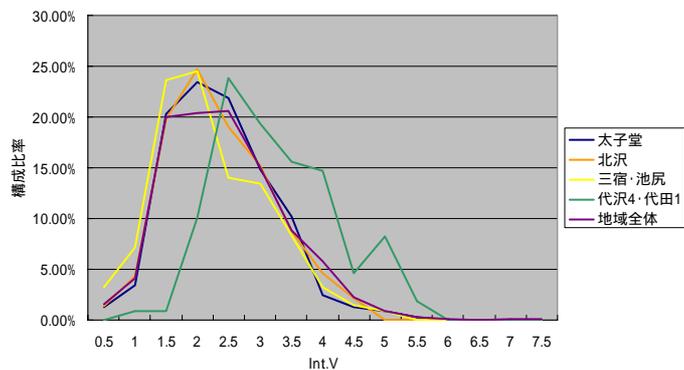


図3.3 地域全体及び地区ごとのInt.V度数分布(構成比率比較)

4. 街並の調査

4-1 調査項目・調査対象地

調査項目・方法を決定するために、街並が以下の3要素によって構成されるという仮説を設定した上で、下北沢駅周辺の北沢2丁目において予備調査を行った。

- ・ 街路の断面構成(歩車道分離、路側帯の有無)
- ・ 沿道の形態(建築の街路への接し方、塀、直接など)
- ・ 建築の形態(用途、高さなど)

これらの形態をそれぞれタイプ分類し調査範囲内の全ての街路または建築について面的に限らず調査した結果からそれぞれの形態ごとに分布の特性が異なることがわかり、それぞれの形態について以下の方法で本調査を行うこととした。

街路の断面構成は広い範囲に対して Int.V と対比させるためにより広い範囲を詳細に調査し分類する。

建築の形態の分布は用途地域に強く依存するので、都市計画図を取得することで現地調査に代え、用途地域による地区区分ごとに考察を行うこととする。

沿道の形態は一意的に分布の傾向がつかめないため、興行の深い空間などの特殊な事例を個別の地区について取り上げて、沿道の形態を含めた街並と興行について考察を行う。

調査対象範囲は3章で分析を行った地区を含む図4.1に示す範囲とする。



図4.1 調査対象地

4-2 調査結果

図4.2に調査範囲内の街路の断面構成を示す。歩車道分離、路側帯の有無の他に旧河川敷の遊歩道を別に分類した。また図4.3に用途地域の地区区分を示す。



図4.2 街路の断面構成の分布

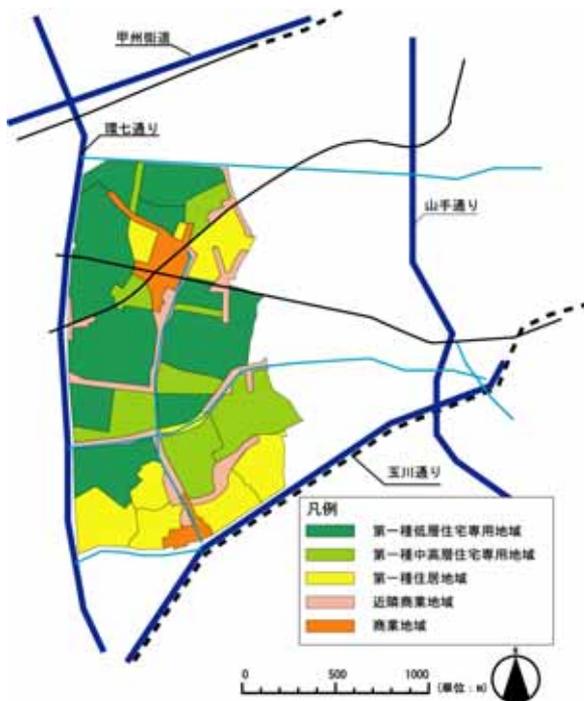


図4.3 対象範囲の用途地域による地区区分

5 . 分析と考察

5 - 1 街路の断面構成と空間の構造

図 4.2 で示した街路の断面構成を Axial Line に置き換えたうえで、それぞれの形態ごとに Local、Global、Axial Line の長さを集計したデータを表 5.1 に示す。

表 5 . 1 . 街路の断面構成ごとの Int.V と長さ(単位 : km)

	合計			平均			
	本数		長さ	Local	Global	長さ	
路側帯無し	1263	79%	93.19	60%	1.996	1.083	0.074
路側帯あり	241	15%	38.11	25%	3.057	1.191	0.158
歩車道分離	35	2%	17.90	12%	4.358	1.419	0.511
遊歩道	50	3%	5.09	3%	2.256	1.106	0.102

本数で見ると圧倒的に路側帯が無い街路が多いことがわかるが、断面構成の歩車道分離が進むほど Axial Line が長くなるので総延長の比率で見ると路側帯ありと歩車道分離がそれぞれ多くなっていることがわかる。また、Int.V は Local、Global とともに上位の形態ほど平均値が高いことがわかり、図 5.1 の度数分布からも同様のことがわかる。

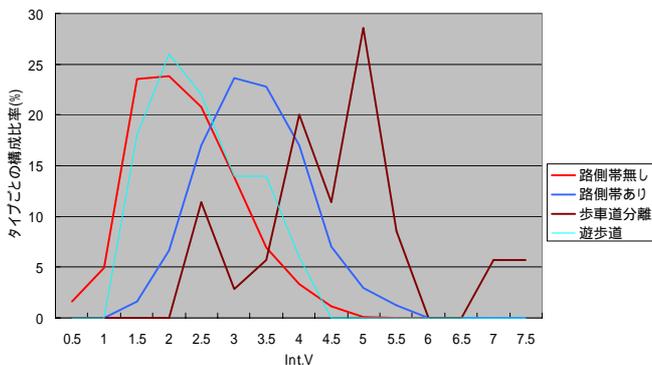


図 5 . 1 . 構成比率の度数分布

表 5 . 2 . 用途地域区分ごとの Int.V 平均値と街並の特徴

id	用途地域による地区区分		Axial Analysis			景観要素	
	主な町丁・通り	用途地域	Line	Local	Global	圍繞感	目立つ要素
4	代田1丁目	第一種低層住宅専用地域	25	3.046	1.471	低	街路・空
7	代沢4丁目	第一種低層住宅専用地域	14	2.966	1.351	低	街路・空
1	代田2丁目	第一種低層住宅専用地域	102	2.484	1.188	中	塀・生垣
28	大原1丁目	第一種低層住宅専用地域	39	2.254	1.243	高	塀・生垣
9	太子堂5丁目・若林2丁目	第一種低層住宅専用地域	93	2.204	1.276	高	塀・生垣
26	代田5丁目	第一種低層住宅専用地域	63	2.142	1.179	高	塀・生垣
17	代沢3丁目・代沢2丁目	第一種低層住宅専用地域	105	2.062	0.958	高	塀・生垣
27	代田6丁目	第一種低層住宅専用地域	66	2.060	1.198	高	塀・生垣
30	北沢4丁目	第一種低層住宅専用地域	70	1.979	1.119	高	塀・生垣
31	北沢3丁目	第一種低層住宅専用地域	18	1.941	0.943	高	塀・生垣
20	代沢2丁目	第一種低層住宅専用地域	23	1.827	0.840	高	塀・生垣
16	代沢3丁目・代沢4丁目	第一種中高層住宅専用地域	23	3.059	1.269	中	壁面
5	代田1丁目	第一種中高層住宅専用地域	38	2.766	1.357	中	壁面
18	代沢2丁目	第一種中高層住宅専用地域	6	2.649	0.889	中	壁面
32	北沢3丁目	第一種中高層住宅専用地域	45	2.218	1.005	高	壁面・植木
36	太子堂3丁目	第一種中高層住宅専用地域	76	2.020	1.013	高	壁面・植木
37	三宿2丁目	第一種中高層住宅専用地域	97	1.977	1.026	高	壁面・植木
2	北沢2丁目	第一種中高層住宅専用地域	38	1.948	0.898	高	壁面・植木
29	鎌倉通り	第一種中高層住宅専用地域	7	1.927	1.161	高	壁面
8	淡島通り	第一種住居地域	6	3.000	1.319	低	主要道路
32	太子堂5丁目	第一種住居地域	43	2.129	1.110	高	壁面・植木
23	北沢3丁目	第一種住居地域	3	2.098	0.916	高	壁面・植木
33	若林1丁目	第一種住居地域	78	2.045	1.262	高	壁面・植木
31	太子堂4丁目	第一種住居地域	46	1.948	1.023	高	壁面・植木
22	北沢2丁目	第一種住居地域	19	1.877	0.943	高	壁面・植木
34	太子堂2丁目	第一種住居地域	62	1.833	1.079	高	壁面・植木
35	三宿1丁目	第一種住居地域	58	1.715	1.005	高	壁面・植木
3	茶沢通り・梅丘通り	近隣商業地域	27	3.123	1.110	中	街路
6	茶沢通り・淡島通り	近隣商業地域	27	3.023	1.311	中	街路
19	淡島通り	近隣商業地域	16	2.944	1.237	中	街路
15	代沢2丁目・北沢1丁目	近隣商業地域	17	2.368	0.902	中	街路
33	北沢3丁目	近隣商業地域	12	2.331	1.092	中	街路
13	太子堂2丁目(商店街)	近隣商業地域	29	2.155	0.955	中	街路
25	世田谷代田駅前	近隣商業地域	13	2.105	1.256	中	街路
11	三軒茶屋駅前	商業地域	19	2.663	1.276	低	ビル
21	北沢2丁目	商業地域	77	2.163	0.881	高	商品

5 - 2 用途地域による地区区分と空間の構造

表 5.2 に用途地域区分ごとの Int.V と街並の特徴を示し、図 5.2 に Local の平均値を指標に地区を塗り分けて表した地図を示す。

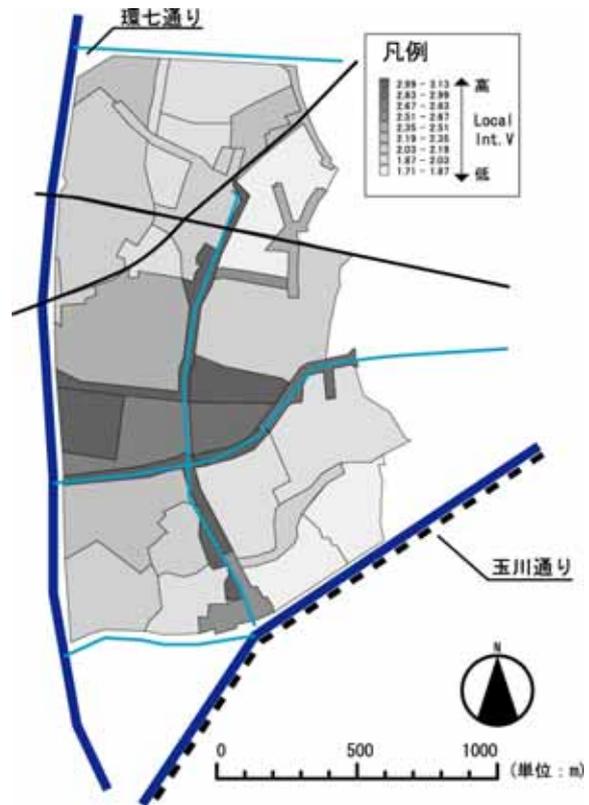


図 5 . 2 . 用途地域区分ごとの Int.V(Local)の平均値

住宅系と商業系で比較すると商業系のほうが Int.V の平均値は高くなるという傾向は、Axial Analysis で人通りの多いと評価される空間に商業が立地していることを示しており、用途地域が活動の実態に即していることが確かめられた。

街並の特徴は Int.V が高いと圍繞感が弱く、逆に Int.V が低いと圍繞感が強くなるという傾向がわかる。5 - 1 の分析から Int.V が高くなるに応じて街路の断面構成は歩車道分離、路側帯有りが多くなるという傾向があり、幅員も広く、視線の通りに相当する Axial Line も長くなっており、その結果 D/H が大きくなり視野に占める建築の割合が小さくなるため図 5.3 のように開放感が生まれているといえる。

逆に Int.V が低くなるに応じて折れ曲がりや T 字路が生まれ、幅員が狭く路側帯の無い街路が増えることで図 5.4 のように建築および塀・植栽の視野に占める割合が高くなり、圍繞感の強い街並となる。



図 5 . 3 . 代沢 4 丁目



図 5 . 4 . 代田 2 丁目

5 - 3 空間の奥行と街並の特性

5 - 2 では Int.V の平均値と街並の特性について全般的な傾向を述べた。しかしそれぞれの地区ごとに特徴があるため、ここでは特に街路パターンの構造に特徴がある地区を個別に取り上げ、実感としての「奥」がどのように街並に表れて、地区を特徴付けているかを考察する。

・太子堂 5 丁目

図 5.5 の地図に示す太子堂 5 丁目の南側は、第一種住居地域であり、Int.V (Local) の平均値は 2.129 と低く複雑な構造を持った地区と言える。部分的に格子状の構造を持ち、図 5.5 の南側を横切るように Int.V の高い街路も存在するため、北側にある複雑な構造を持った Int.V の低い空間に入るときの奥行感は大い。図 5.6 のように壁面が直接街路に面する住宅が多く、折れ曲がりにより多くの戸数が目に入るため親密性を感じやすい。植木鉢など横らが「見え隠れする都市」で「奥」の要素として挙げた²⁾ものも散見され、それと Space Syntax で解析された「奥行」が対応していることがわかる。



図 5.5 . 太子堂 5 丁目の地図



図 5.6 . 太子堂 5 丁目

・北沢 2 丁目

商業系の地区は主要道路沿いの地区や三軒茶屋駅前など Int.V の高い地区が多い。それに対して下北沢駅周辺の北沢 2 丁目は Int.V の平均値が Local で 2.163 と低く街路パターンが複雑であるが、非常に賑わいのある街であり、その街並の印象も独特である。

街並の特徴は図 5.7 のように街路の幅員は狭いため非常に囲われ感が強く、商品が街路にはみ出して陳列されているため非常に乱雑な印象を受ける。しかしそのような奥行の深い空間に魅力的な店舗が立地する⁷⁾ことで、買い物をしに街を訪れる人にとっては隠れ家的店舗を探す楽しみを与え、下北沢らしい魅力を生み出していると考えられる。



図 5.7 . 北沢 2 丁目

6 . まとめと今後の課題

本研究では複雑な構造を持つ街路パターンを解析し、それぞれの街路空間が持つ奥行を定量的に明らかにした上で、その街路の集合である地区が持つ街並について考察した。その結果、解析された奥行と、実際その空間に立ったときの実感としての奥行が対応しており、これまで定性的に述べられてきた街路パターンと街並の印象との関係を説明するのに Space Syntax が有効であることを示した。

なお、本研究では主に Radius_3 の Local Int.V を主に扱ったが、それ以外の指標も用いて Space Syntax の研究として深めることや、実感としての奥行をより客観的に求めるためにより精密な景観分析や心理実験などを行い、その結果と Int.V の関係を求めるといった景観論・景観工学的研究として深めることが、今後の課題・展開として考えられる。

参考文献

- 1) 越沢明(2001): 東京都市計画物語、筑摩書房
- 2) 横文彦・若槻幸敏・大野秀敏・高谷時彦(1980): 見え隠れする都市、鹿島出版会
- 3) 景観・デザイン研究会(2001): 街並み景観と道の折れ曲がり効果
- 4) 木川剛志・古山正雄(2004): 都市エンタロピー係数を用いた都市形態の解析手法 - バリの歴史の変遷も考察を事例として -、都市計画論文集、No.39-3、pp823 ~ 828
- 5) 木川剛志・古山正雄(2005): スペース・シンタクスを用いた「京都の近代化」に見られる空間志向性の分析 - 京都市計画道路新設拡築事業における理念の考察 -、都市計画論文集、No.40-3、pp139 ~ 144
- 6) 木川剛志・古山正雄(2006): スペース・シンタクスを用いた地方都市の近代化に伴う形態変容の考察 - 滋賀県大津市における近代化プロセスを事例として -、都市計画論文集 No.41-3、pp229~234
- 7) 高山幸太郎・中井俊裕・村木美貴(2002): 商業集積地における空間の「奥行」に関する研究、都市計画学会論文集、No.37、pp.79 ~ 84
- 8) Hillier B, Hanson J (1984): Social Logic of Space、Cambridge University Press
- 9) 一例として、Hillier B(2001): A Theory of the city as Object、Proceeding of third International Space Syntax Symposium Atlanta 2001

Space Syntax の論文は上に挙げた以外にも以下の Space Syntax Laboratory のウェブサイトに無料でダウンロードできる。

Space Syntax Laboratory URL : <http://www.spacesyntax.org/>