

# 時空間位置データを用いた名古屋都心域来訪者の停留点と 域内選択行動に関する分析

## Analyses on Stop Points and Area Selection of Nagoya CBD Visitors by applying Spatial-Temporal Position Data

○松本 義正\*<sup>1</sup> , 兼田 敏之\*<sup>2</sup>

Yoshimasa MATSUMOTO\*<sup>1</sup> , Toshiyuki KANEDA\*<sup>2</sup>

\*1 三菱UFJリサーチ&コンサルティング株式会社 政策研究事業本部 研究員 修士(工学)  
Mitsubishi UFJ Research and Consulting, Policy Research & Consulting Division Researcher, M.Eng

\*2 名古屋工業大学 大学院工学研究科 教授・博士(工学)

Prof., Graduate School of Engineering, Nagoya Institute of Technology, Dr.Eng

キーワード: 時空間位置データ; 来訪者特性; PLS回帰分析

Keywords: Spatial-Temporal Position Data; Visitors Character; PLSR

### 1. 背景と目的

近年では、人々の都心域内行動に関する情報としてGPSデータをはじめとする様々なデータが提供されており、人々の行動がより詳細に得られるようになった。従来のパーソントリップ調査に変わり、これらのデータを用いることで行動に関する新たな側面を明らかにする可能性がある。さらに飲食店紹介サイトAPIを通じて、飲食店データと合わせることで人々の地区の来訪要因や繁華街の選択行動を明らかにできると考える。

そこで本研究では停留点を時空間位置データの5分間域内滞在とし、PLS回帰の潜在要因分析による名古屋都心域内の停留点の要因を明らかにするとともに、多項ロジット分析による個人の地区選択行動の推定することを目的とする。

### 2. 設定区域とデータソース

対象域は名古屋駅と栄駅を中心とした都心域であり、町丁目に合わせて区域を55の地区に分割した(図1)。また表1に、本研究で用いたサンプル別時空間位置データ、飲食店紹介サイトデータ(以下、ぐるなびAPIデータ)、商業集積統計データ、名古屋建物現況調査データを整理して示す。

サンプル別時空間位置データは、2011年10月3日(平日)のPT調査を回答者の一部として対象としたものである。提供されている中京圏のデータは、208,543人分の標本者のトリップの一分間毎の緯度経度座標などが入っている。ぐるなびAPIデータは、飲食店情報提供サービスであるぐるなび上に登録されている飲食店情報が入っている。

### 3. 時空間位置データを用いた都心域内時間帯別停留点の抽出

停留点の定義は以下の通りである。来訪者の5分間の滞在行動を抽出し、その点を5分間停留点とした(図2、表2)。まず、①データが大規模であ



図1 対象とした名古屋都心域と地区分け  
表1 分析に用いたデータソース

記号	データ名	出典	入手データ数	年次
A	サンプル別時空間位置データ	東京大学空間情報科学研究センター	208,543人	'11
B	ぐるなびAPIデータ	ぐるなびWebサービス	13,144店舗	'19
C	商業集積統計	東京大学空間情報科学研究センター	611,839件	'14
D	名古屋建物現況調査	名古屋市	32,925件	'11



図2 サンプルと停留点の定義と在宅判定の例

表2 抽出時のサンプル数

データ名	人数(人)	停留点数(点)
i 出典サンプルデータ	208,543	
ii 区域を通過したサンプルデータ	17,445	16,783
iii 5分間停留の抽出、在宅判定		
域内停留者	9,910	14,536
内 iv-i 0時~12時-域内停留点数		8,775
iv-ii 12時~18時-域内停留点数		4,220
iv-iii 18時~24時-域内停留点数		1,514

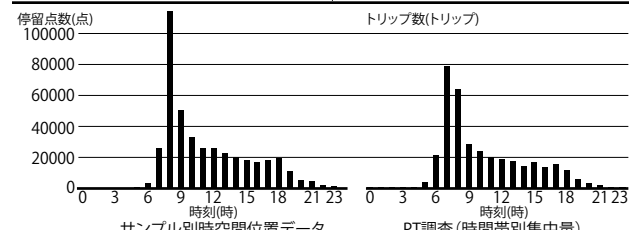


図3 PT調査と時空間位置データの時間帯別ヒストグラム

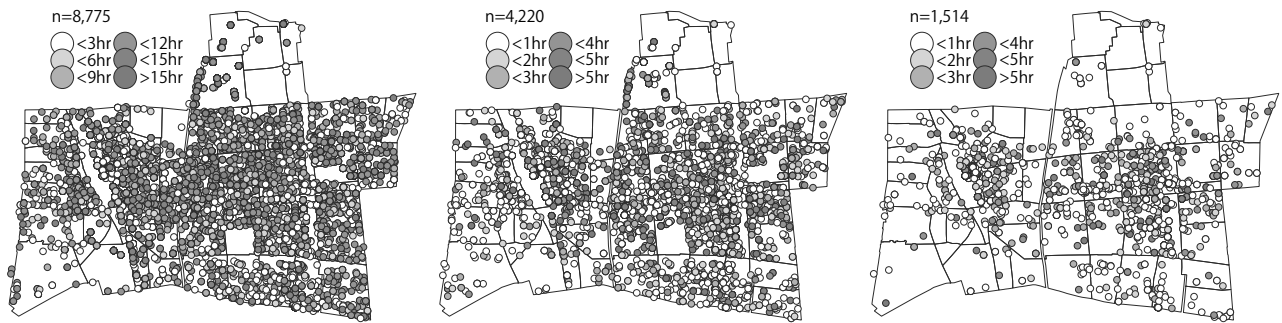


図4 停留時間別停留点の空間分布 (左:0-12時、中:12-18時、右:18-24時)

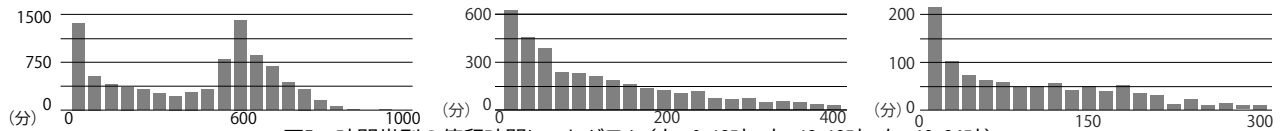


図5 時間帯別の停留時間ヒストグラム (左:0-12時、中:12-18時、右:18-24時)

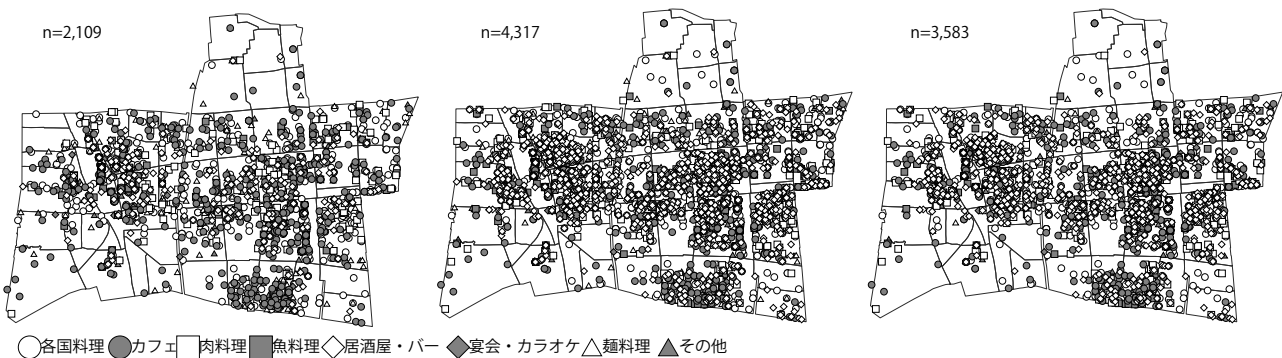


図6 店舗種別店舗の空間分布 (左:0-12時、中:12-18時、右:18-24時)

ることから、域内を通過した来訪者を抽出した(表2-ii)。②次に個人ごとに、各一分ごとの緯度経度座標を中心に半径25mの判定円を書き、その内部に5点以上あればその中心の点を5分間停留点とし、始めの点を停留開始時間、点の個数を停留時間とした(表2-iii)。③次に、在宅かどうかを判定するために、擬似的に0:00と23:59時の点の直線距離が25m以内か否かを調べ、25m以内の場合、そのサンプルの最初と最後の停留点を在宅として削除した(表2-iii)。④最後に停留開始時間を元に、0-12時、12-18時、18-24時に分け、各時間帯での停留点に分割した。

抽出の結果、PT調査の結果より時空間位置データの方が8時台を除いて、大きな値を取っており、より短時間の停留点が抽出できていると考える。7、8時台が大きく異なる原因として、乗り継ぎでの停留といった計測による違いが出ていると考える(図3)。

サンプル別時空間位置データから抽出した停留点の空間分布を図4に示す。

特に18-24時では名駅1、3、5丁目、栄3丁目、錦2、3丁目を中心に分布していることがわかる。また全体的に2、3時間程度の停留が多いことがわ

かる。

次に0-12時、12-18時、18-24時の時間帯ごとに、停留時間の違いをヒストグラムにする(図5)。0-12時では、60分程度の滞在が突出しているが、これは5分間程度の乗り継ぎの影響があると考えられる。また600分台でピークとする山は、就業によるオフィス滞在だと解釈できる。

#### 4. ぐるなび API データによる都心域内地区の特性

次にぐるなび API データを用いて、各時間帯ごとの飲食店数や飲食店種数を探る。

ぐるなび API データを地図上にプロットした(図6)。営業時間帯別にみると12-18時では、営業している店舗が増加しており(2,208店)、特に大須や栄では顕著な増加が見られる。

また地区別集計結果をみると、全店舗種カテゴリーが22個あるうち、名駅3、4丁目と栄3丁目、錦3丁目20個以上の店舗種があることがわかる。(表3)。

#### 5. PLS 回帰の潜在要因を用いた名古屋都心内停留点の分析

次にPLS回帰の潜在要因分析を行う。PLS回帰は部分的最小二乗回帰の略であり、多重共線性の恐れがあるデータに適応できる手法である。今回の変数

間では相関が高い組み合わせがみられたため、PLS回帰分析を用いた。地区面積あたり来訪者数を目的変数に、0-12時、12-18時、18-24時の時間帯別に潜在要因を分析する。目的変数、説明変数を整理し、表4にて示す。

分析結果の概要を表5に示す。PressRMSEが最小となる潜在因子数を選択した結果、全ての時間帯で潜在因子数が2となった。そしてこの二つの潜在変数に対して、地区別単位面積あたり来訪者数との関係を回帰式で得ることができた。

次に時間帯別に標準偏回帰係数をみる(表6)。

特に18-24時では、娯楽施設数(c: 0.448)、文化施設数(d: -0.369)、ぐるなび店舗種数(b: 0.213)、ぐるなび店舗数(a: 0.157)、小売店舗数(e: -0.117)の順に絶対値が高いことがわかった。

時間帯間で標準偏回帰係数の順位を比較すると、0-12時ではぐるなび店舗数やぐるなび店舗種数が上位であるが、12-18時、18-24時では娯楽施設数が上位となっていることがわかった。

PLS回帰分析では、主成分分析のように潜在変数は直交し、軸を変数の総合指標として解釈することができる。そこで、潜在変数の負荷量と潜在因子スコアの分布みること各潜在変数の解釈を行う。時間帯別に潜在因子スコアの空間分布を図7、8、9に示す。

空間分布をみると、時間帯別では第一潜在変数、第二潜在変数ともに大きな差がみられない。しかし各潜在変数の負荷量をみると、第一潜在変数は、ぐるなび店舗種数が0-12時で0.894、12-18時で0.406、18-24時で0.134と、遅い時間帯になるにつれて負荷量が減少しているが、他の変数よりも高い値を取っていることから、「飲食店の多様性の軸」と考察できる。

第二潜在変数は、娯楽施設数が0-12時で0.959、12-18時で0.781、18-24時で0.305となり、同様に他の変数よりも高い値を取っていることから、「都会の娯楽の軸」と考察できる。

## 6. 多項ロジット分析を用いた夜間の地区選択行動モデルの推定

次に、時空間位置データの特性上、平日であることから、就業後の夜間での行動に日常的自由行動・非日常的自由行動があると考え。そこで、目的変数に個人の地区選択の有無、説明変数にPLS回帰分析の説明変数に加えて18-24時停留点間の直線距離を追加し、多項ロジット分析を行うことで名古屋都心域来訪者の地区選択確率を推定する。用いた

表3 地区別時間帯別店舗数と店舗種数

地区名	地区別面積あたり店舗数 (店/km <sup>2</sup> )			(店舗種数)			
	0-12	12-18	18-24	0-12	12-18	18-24	
牛島町	263.2(12)	338.7(13)	213.3(10)	二の丸	10.9(2)	16.4(3)	10.9(2)
那古野1	253.1(10)	464.0(16)	349.1(15)	三の丸1	21.8(6)	37.4(8)	28.7(7)
那古野2	149.0(6)	191.7(8)	166.3(6)	三の丸2	5.2(1)	15.8(2)	15.8(2)
名駅1	856.3(19)	939.3(19)	714.8(17)	丸の内	52.3(2)	73.2(3)	52.3(2)
名駅2	222.7(16)	475.4(18)	353.4(16)	丸の内1	111.0(10)	222.8(13)	185.9(12)
名駅3	488.6(17)	1515.3(20)	1240.3(20)	丸の内2	165.5(10)	266.4(14)	188.4(12)
名駅4	708.5(19)	1401.5(20)	1057.0(20)	丸の内3	126.2(13)	215.2(17)	147.4(14)
名駅5	247.0(10)	585.6(17)	476.1(14)	泉1	231.5(15)	449.9(17)	342.1(16)
太閤1	57.3(4)	85.9(5)	57.3(3)	泉2	175.0(8)	330.6(14)	265.8(13)
太閤2	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	泉3	96.5(6)	208.3(12)	178.2(10)
太閤3	72.8(4)	131.2(7)	87.4(5)	東桜1	238.6(14)	363.7(16)	300.1(16)
竹橋町	55.3(5)	111.3(7)	96.8(6)	東桜2	209.5(13)	489.8(17)	387.1(15)
椿町	399.2(16)	1231.5(19)	1123.5(19)	武平町	107.2(4)	214.7(6)	150.5(4)
則武1	116.2(5)	270.0(10)	250.2(9)	栄	240.7(15)	487.8(18)	389.7(17)
則武2	83.1(4)	148.9(7)	138.1(7)	栄2	222.6(15)	387.1(17)	260.2(16)
亀島1	12.6(1)	113.7(7)	113.7(7)	栄3	626.4(19)	1203.7(21)	1077.8(21)
亀島2	53.1(5)	99.6(8)	66.4(7)	栄4	504.8(14)	1397.8(20)	1282.5(19)
名駅南1	237.1(14)	473.2(15)	340.9(14)	栄5	168.7(13)	323.0(16)	261.5(16)
名駅南2	29.8(4)	35.7(5)	17.9(3)	錦1	224.7(11)	385.8(15)	286.4(14)
名駅南3	48.4(4)	56.5(5)	40.3(4)	錦2	292.1(15)	563.1(19)	432.5(17)
名駅南4	9.3(1)	27.9(3)	27.9(3)	錦3	481.7(18)	1737.8(21)	1653.3(21)
上米野町1	45.4(7)	68.1(10)	36.3(7)	千代田1	12.6(2)	44.2(5)	44.2(5)
連河町	118.2(13)	141.3(14)	103.4(12)	千代田2	53.2(4)	124.5(7)	100.6(6)
権現通1	18.4(4)	24.6(6)	18.4(5)	大須1	22.8(3)	50.2(6)	41.1(6)
牧野町	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	大須2	277.7(9)	495.2(16)	448.7(15)
名城1	0.0(0)	0.0(0)	0.0(0)	大須3	411.3(15)	602.1(19)	506.0(19)
名城3	20.9(2)	20.9(2)	20.9(2)	大須4	151.5(13)	244.1(16)	177.0(13)
本丸	9.5(2)	19.2(4)	14.3(3)				

表4 時間帯別PLS回帰分析で用いる目的・説明変数

記号	変数名	出典記号	備考
y	地区面積当り来訪者数(人/m <sup>2</sup> )	A	停留開始時間
a	地区面積当りぐるなび店舗数(店/m <sup>2</sup> )	B	開店時間
b	地区面積当りぐるなび店舗種数(種/m <sup>2</sup> )	B	開店時間
c	地区面積当り娯楽施設数(施設数/m <sup>2</sup> )	C+D	
d	地区面積当り文化施設数(施設数/m <sup>2</sup> )	D	
e	地区面積当り小売店舗数(施設数/m <sup>2</sup> )	C	

表5 時間帯別PLS回帰分析結果の概要

	0-12時	12-18時	18-24時
因子数	2	2	2
R <sup>2</sup>	0.606	0.314	0.109
Press RMSE	第一潜在変数 0.00052	0.000254	0.000195
	第二潜在変数 0.00112	0.000433	0.000210
潜在変数の累積寄与率(%)	72.7	68.4	62.7

表6 各潜在変数の負荷量

	a	b	c	d	e
0-12時	標準偏回帰係数 0.257	0.429	0.163	-0.083	-0.028
	第一潜在変数 0.004	89.446	0.012	0.000	-0.000
	第二潜在変数 0.222	0.000	0.959	0.005	-0.011
12-18時	標準偏回帰係数 0.152	0.261	0.543	-0.245	-0.039
	第一潜在変数 0.003	40.598	0.007	0.000	-0.000
	第二潜在変数 0.184	-0.000	0.781	-0.000	-0.006
18-24時	標準偏回帰係数 0.157	0.213	0.448	-0.369	-0.117
	第一潜在変数 0.001	13.478	0.003	0.000	-0.000
	第二潜在変数 0.061	-0.000	0.305	-0.002	-0.002

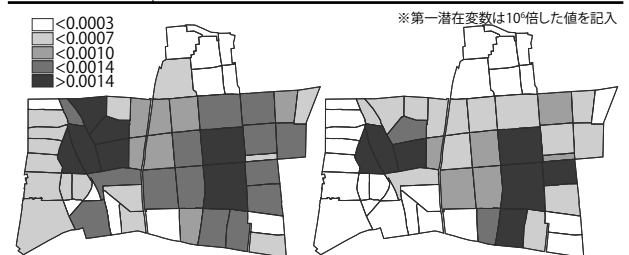


図7 0-12時における潜在因子スコアの空間分布

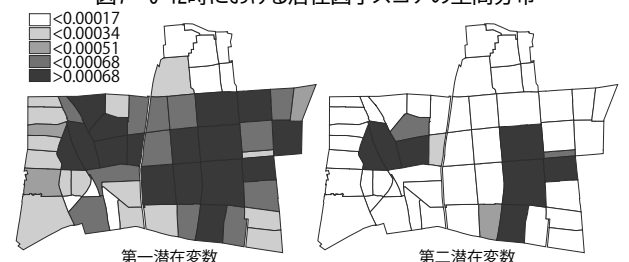


図8 12-18時における潜在因子スコアの空間分布

変数を表7に示す。

多項ロジット分析では説明変数間による多重共線性を考慮する必要があるため、各説明変数間の相関係数を求め、変数選択を行った。その結果、多重共線性の恐れのない、ぐるなび店舗数(a)、文化施設数(d)、停留点間距離(f)を分析に用いた(表8)。

多項ロジット分析で得た個人の効用を表す式は以下である。

$$\log(y) = 0.606 \times \log(a) - 0.216 \times \log(d) - 1.995 \times \log(f) + 6.151$$

得られたパラメータを元にクロスバリデーション法を用いて、的中率を算出したところ、0.984と高い値を得ることができた。

分析結果の概要を表9に示す。停留点間距離が負の値をとっていることから、距離が長ければ長いほど、個人が地区から得られる効用が小さくなることわかる。また単位面積あたりぐるなび店舗数が増加することで個人の効用が増加することがわかった。これより、ぐるなび店舗数1店から得られる効用と距離3mの近接とトレードオフであると考察できる。

得られたモデル式から、個人の地区別選択確率を推定し図示する。推定された地区別選択確率の高い順に、名駅1、錦3、名駅4、栄3と高いことがわかった。また名駅中心の分布と栄中心の分布の二つの分布となる(図10左)。

次に、この推定されたモデル式を用いて、地区別店舗数や施設数がどこにどれだけ増えれば、競合する地区よりも任意の地点に存在する個人の選択確率を高くすることができるか試算する。例として大須1、2、3、4地区を選択し、ぐるなび店舗数を1,172.8店から11,728.3店と10倍にしたケースについて、地区別選択確率を推定した。結果、栄3の選択確率を1ランクさげ、大須3の選択確率を1ランクあげる効果がみられた(図10右)。

## 7. 結論

本研究では時空間位置データとぐるなびAPIデータを中心としたデータから、名古屋都心域の停留点の要因を明らかにし、地区別選択確率を推定した。

1) PLS回帰の標準偏回帰係数では、0-12時はぐるなび店舗数・店舗種数が上位であるが、12-18時、18-24時では娯楽施設が上位となった。また時間帯に関係なく、第一潜在変数は飲食店の多様性軸、第二潜在変数は都会の娯楽軸であると解釈できた。

2) 多項ロジット分析では、距離3mの近接とぐるなび店舗1店から得られる効用がトレードオフで

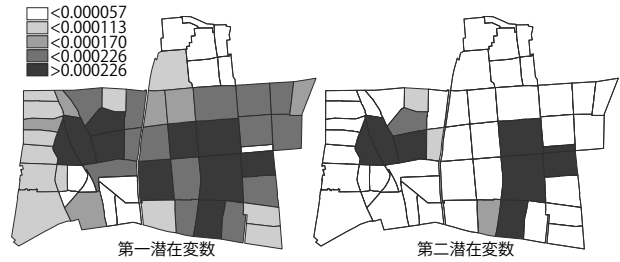


図9 18-24時における潜在因子スコアの空間分布

表7 多項ロジット分析で用いる変数

記号	変数名	参照元	備考
y	地区別来訪選択の有無	A	
a	地区面積当りぐるなび店舗数/m <sup>2</sup> (店/m <sup>2</sup> )	B	営業時間18-24が含まれる店舗
b	地区面積当りぐるなび店舗種数/m <sup>2</sup> (種/m <sup>2</sup> )	B	営業時間18-24が含まれる店舗
c	地区面積当り娯楽施設数/m <sup>2</sup> (施設数/m <sup>2</sup> )	C+D	Dの娯楽施設区分における分類1
d	地区面積当り文化施設数/m <sup>2</sup> (施設数/m <sup>2</sup> )	D	
e	地区面積当り小売店舗数/m <sup>2</sup> (施設数/m <sup>2</sup> )	C	
f	停留点間距離(m)	A	夜間における停留点間の距離

表8 18-24時における変数間の相関行列

	a	b	c	d	e	f
a	1	-0.139	0.047	-0.047	0.467	-0.063
b	-0.139	1	-0.608	-0.318	-0.419	-0.204
c	0.047	-0.608	1	0.296	0.362	0.122
d	-0.047	-0.318	0.296	1	0.040	0.083
e	0.467	-0.419	0.362	0.040	1	0.022
f	-0.063	-0.204	0.122	0.083	0.022	1

表9 多項ロジット分析結果の概要

	パラメータ	オッズ比	VIF	P値	AIC	的中率
切片	6.151					
a	0.606	1.833	1.024	***	6937.4	0.984
d	-0.216	0.805	1.011	***		
f	-1.995	0.136	1.019	***		



図10 推定された地区別選択確率  
左: 選択確率、右: 選択確率(大須地区ぐるなび店舗数を10倍)

あることがわかった。また名古屋都心では、名駅と栄中心に選択確率が高いが、大須地区のぐるなび店舗数を増やすことで、大須地区の選択確率をあげ、栄3の選択確率を下げる効果を見ることができた。

## 【参考文献】

1. 櫻井 雄大, 宮崎 慎也, 藤井 明, 多項ロジットモデルを用いた商業集積地に対する選択行動モデルの構築と商圈の分析, 都市計画論文集, 2011, 46 巻, 3号, p.427-432
2. 石橋健一, 斎藤参郎, 熊田慎直, 来街頻度に基づく販売額予測非集計回遊ルコフモデルの構築-小倉都心商業地区への適用-, 都市計画学会学術研究論文集, 1998, 第33回
3. Edward L. Glaeser, Hyunjin Kim, Michael Luca, Nowcasting the Local Economy: Using Yelp Data to Measure Economic Activity, Harvard Business School NOM Unit Working Paper No. 18-022
4. 波江 彰彦, PLS回帰を用いた地域分析の試み: 福井県におけるごみの排出を事例として, 地理学評論, 2007年80巻4号 p.178-191