活動時間分布に着目した観光地の空間構成の分析

Analysis of the spatial configuration of tourist attractions
focusing on the distribution of activity timing

沼田 祥太朗*

Shotaro NUMADA

*地域計画学レジリエンス計画研究室（指導教員：奥村誠教授）

Although it is important for tourist destinations to understand the needs of tourists and tourist crowds, it is difficult to understand what activities tourists are engaged in. In this study, we propose a method to decompose the time distribution by activity, assuming a distribution of the time spent by tourists. This analysis will take into account the effects of crowding and seasonal variations.

Key Words: *tourist, distribution of activity time, seasonal variation, congestion*

1.　はじめに

(1) 本研究の背景

コロナ禍の収束による観光客の回復が見込まれる一方で，一旦解雇した労働者を再雇用できずにサービスの提供が回復せず，以前よりも混雑が激しくなっている観光地も少なくない．このような観光地で，観光客への対応を誤ると，インターネット情報などを通して失望感が拡散し，長期的な観光地の停滞につながる危険性がある．観光地としては，自らの観光地においてどのようなサービスが提供できており，それは観光客のニーズに十分応えられているのか，さらに混雑などを原因とする失望感を与えている危険性がないかについて，注意を払うことが求められる．

観光客は 1 つの観光地において，複数の異なる活動を行うことが多い．限られた滞在時間の中で，それぞれの活動に適した時間帯に実行するように，1 日のスケジュールを計画すると考えられる．このとき施設の営業時間や混雑の影響で，その活動に最も適した時間帯で実行することが難しい場合には，その前後にずらすという調整が行われることもある．また，希望する活動が観光地内のある場所で行えない場合，近くの場所で同様のサービスが提供されていれば，活動場所の調整ができる可能性もある．以上より，観光地としては，自らの観光地の空間構成を把握しておくことも重要である．

(2) 既往研究と本研究の目的

観光客の活動を把握するために様々な研究がされており，近年は移動体ビッグデータの活用が注目されている．特に携帯電話基地局データや Wi-Fi パケットセンサなどスマートフォンを利用した集計データは，従来のアンケート調査に比べサンプル数が大規模であることに加え，多時点での情報を得られる点が強みである．そのため，他の調査やデータと組み合わせて質的な情報を補う研究も進んでいる [1]．しかし，このような別の能動的な調査は費用・人手・時間を要するという問題がある．

本研究では観光客が行う活動の滞在時間に着目する．ある目的の活動を行うとき，観光客はその活動を行う望ましい時間帯の中で実際に活動を行うタイミングを選択する．その時間帯の幅は活動目的によって異なる．例えば，昼食をとりたい時間帯は 12 時台だが，±1 時間のずれなら許容できる．ショーやステージの観劇など決まった時刻に行われる活動は，それ以外の時間は許容できないといったように，希望時間帯とその許容幅は活動ごとに異なると考えられる．それらは個人によって異なるものの，ある時間帯を中心に前後に広がりを持つように分布していると考えられる．

本研究は，観光客の時空間ビッグデータから時間分布を複数の活動に分解する．観光地において行われている様々な活動を，時間分布の共通性に基づいて分類し，空間構成を把握する．さらに．当該観光地内で十分な種類の活動機会が提供されているのか，混雑などの問題を発生させていないかを，能動的な調査をせずに，近年容易に使用できるようになった携帯電話位置情報ビッグデータを活用して分析する方法の提案を目標とする．

(3) 本研究の特徴

滞在時間分布に，季節による希望時間帯の変動や，混雑による分布形の変動を仮定する．分解結果から，季節による違いが与える影響や，混雑の起こる分布の特徴について分析することが本研究の特徴である．

2.　滞在時間分布の仮定

(1) 活動希望時間帯と許容幅

観光客は，例えば，「お昼に繁華街でランチを食べた

い」といった活動を計画する場合，「ランチを食べる」という活動内容に適していると思われる正午付近の時間帯に実行するだろう．しかし「この超有名店で食べたい」というように場所を重視している場合には，混雑が激しい正午付近の時間帯を避けて空いている時間帯にずらす，と考えられる．したがって「ランチ」のような一つの活動が実行される時間分布は，本来の希望時間帯にピークを持つ．観光客は，1 日の中で複数の活動$k(k \in K)$を行う．各活動の希望時間帯は，μ_kを中心とする正規分布$f_k(t|\mu_k, s_k)$に従って分布すると仮定する．標準偏差s_kは希望時間帯の許容幅を意味する．s_kの小さい活動は時間帯μ_kに実行することに価値のある活動であり，s_kの大きい活動は時間帯μ_kでの実行価値は相対的に下がるが，μ_kでない周辺時間帯においても価値の下がらない活動である．

⑵ 混雑の発生と容量

さらに混雑する場合には，さらなる時間の調整が必要となる．すなわち，本来あるはずのピークが前後の時間帯に広がるという，頭打ちとなった分布を持つと考えられる(図-1)．ここで，頭打ちが発生する上限値を，メッシュmにおいて活動kを実行可能な十分な空間の広さや施設のキャパシティと考え，活動容量c_{mk}と表現する．以降，滞在者数が活動容量に制約されている状態を，「混雑が発生している状態」とする．

⑶ 季節による希望時間帯の変動

観光客が行う活動には，その内容に適した希望時間帯が存在するが，その中には特定の時間帯に固定的に行われるものだけでなく，季節の時間サイクルに依存する活動も存在すると考える．例えば，「水平線に沈む夕日を見る」という活動は，季節によって適した時間は異なる．さらに．より間接的に季節の時間が観光客の時間分布に影響を与える可能性も考えられる．例えば，「夏は明るい時間が長いので，ホテルにいる時間が短くなる」「高級ディナーを食べる時間は暗い方を好む」など，無意識のうちに活動時間帯が季節の影響を受ける可能性がある．すなわち，意識的かどうかを問わず，季節が時間分布に影響を与えるような活動は少なくないと考える．以下の分析では，希望時間帯が日の出時刻・日の入り時刻を中心として分布すると仮定して，朝夕の時間帯がずれる活動をまとめて表現する．

3. 分析の方法

⑴ 滞在メカニズム

観光客は，実行したい活動目的を持ち観光地を訪れる．そしてその活動を実行する場所を選択し，実行する時間を選択する．このとき，時間の選択率は活動希望時間分布にしたがう．希望時間の滞在者数が容量を超えると予

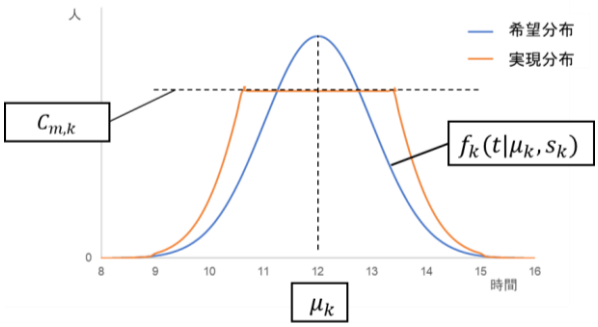

図-1　頭打ちが起きた分布のイメージ

想されたとき，混雑が発生し，滞在者はその前後の時間帯に広がることとなる．

⑵ 滞在メカニズムの定式化

d日における活動kの観光客数z_k^dは，活動場所としてメッシュmを選択する．その選択比率をr_{mk}とおくと，メッシュごと日別の活動別観光客数x_{mk}^dは(1)式となる．

$$x_{mk}^d = r_{mk} * z_k^d \tag{1}$$

メッシュごと日別の活動別観光客数x_{mk}^dは活動kの希望時間分布$f_k(t|\mu_k, s_k)$に従い，時間帯tに配分される．その結果，異なる活動k別の希望観光客数w_{mkt}^dは以下のように求まる．

$$w_{mkt}^d = x_{mk}^d * f_k(t|\mu_k, s_k) \tag{2}$$

ある活動の希望時間帯のピークが容量に達するとき，容量c_{mk}を超える分は，希望時間帯の前後にずらして活動を行うと仮定する．その結果，日付d・メッシュm・時間帯t・活動k別の滞在者数$\overline{w_{mkt}^d}$が表れる．

⑶ 観光客滞在数の実績データ

DIM(ドコモ・インサイト・マーケティング社)が提供するモバイル空間統計データからd日における各メッシュmの時間帯tごとの滞在者数を得る．これをY_{mt}^dと表す．この数は，活動別時間別の滞在者数を全ての活動について足し合わせた結果となる．

⑷ 目的関数

(3)式の問題について制約付き最小二乗法を解いて，未知変数を$r_{mk}, z_k^d, s_k, c_{mk}$の値を推定する．

$$Y_{mt}^d = \sum_K \overline{w_{mkt}^d}(r_{mk}, z_k^d, s_k, c_{mk}) + \epsilon_{mkt}^d \quad \forall d \in D, m \in M, t \in T, k \in K \tag{3}$$

$s.t.$

$$\begin{gathered} 0 \le r_{m,k} \le 1, \textstyle\sum_{m \in M} r_{m,k} = 1 \\ \sum_{k \in K} z_k^d = \sum_{m \in M} \sum_{t \in T} y_{m,t}^d \\ 0.05 \le s_k \le 10 \\ z_k^d \ge 0 \end{gathered} \tag{4}$$

ϵ_{mkt}^d：モデルの推定値と実測値との差を表す誤差項

⑸ 分析の対象データ

北海道函館市の中心部を対象に，図-2 の函館市観光マップの 5 つの各エリア周辺から 30 個の 500m メッシュを選択した．居住地が北海道以外の 1 時間ごとの滞在者数データを使用する．対象期間は，COVID-19 の流行以前である 2019 年の全土日祝日(121 日×24 時間)とする．

季節変化の影響を分析するため，日別のデータを各月毎の休日数で平均し使用した(日数 D=12)．日の出日の入り時刻は、毎月 15 日の時刻を与えた．活動は，季節で分布が変化しない活動として 0 時,3 時…21 時と 3 時間置きに 8 種類、季節で分布が変化する活動として日の出日の入り時刻を希望時間帯として 2 種類の活動を用意した(活動数 K=10).

4. 分析結果

⑴ 希望時間分布f_k

図-3 に 1 月の希望時間分布f_kを示す．活動 3,4,5 の分布は立っており，日中の明るい時間には希望時間帯に近い活動が行われる．季節変動のある活動 9,10 の分布は緩やかであり，広い時間帯のものが含まれていることが分かる．

⑵ 月毎の活動別観光客数z_k^d

図-4 に月毎の活動別観光客数z_k^dとその割合を示す．季節変動のある活動が，どの月も一定の割合で行われている．観光施設の営業時間を通年で固定するよりも，日の長さに応じて変更することが有効であるといえる．

⑶ 活動別メッシュ選択比率r_{mk}

図-5 に活動別メッシュ選択比率r_{mk}を示す．m=624055272 に着目すると，活動 1,2,3,4,9 について全メッシュの中で最も選択比率が高く，活動 6,7,10 についても 2 または 3 番目に選択比率が高い．ほとんどの活動において選ばれやすいことから，このメッシュでは多様な活動機会が提供されていることが分かる．

図-5 下部の活動間の相関係数から，p 値が 0.05 以下の正の相関が大きいグループは活動 1,2,3,9，活動 5,6，活動 7,10 であった．それぞれ(I)深夜から早朝の時間帯，(II)昼過ぎの時間帯，(III)18 時を含む日の入りの時間帯に対応し，これらの時間帯ではメッシュの選択比率に似た傾向がある．

⑷ メッシュごと日別の活動別観光客数x_{mk}^d

図-6 にメッシュごと日別の活動別観光客数x_{mk}^dとして m=624055161 の例を示す．夜景で有名な函館山エリアのこのメッシュでは活動 7,10 という夜の早い時間帯や日の入り時刻に合わせた活動の割合が高い．一方で，活動 1,2,3,9 の割合が低く，深夜から朝方にかけての活動はあまり存在しないという特徴を持つことがわかる．

⑸ メッシュごとの活動別容量c_{mk}

表-1　活動別希望時間帯μ_kの仮定

活動1	0時	活動5	12時	活動9	日の出
活動2	3時	活動6	15時	活動10	日の入り
活動3	6時	活動7	18時		
活動4	9時	活動8	21時		

図-2　分析メッシュ

(参考：函館市公式観光サイトの函館市観光マップ)

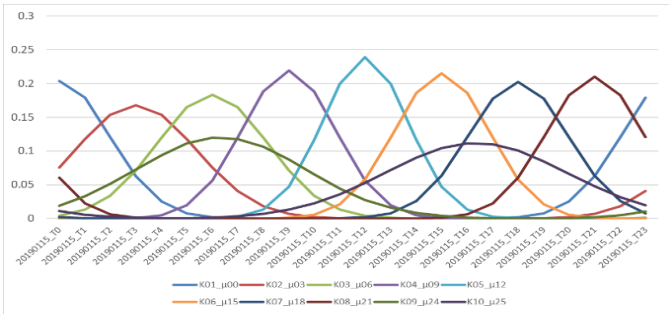

図-3　希望時間分布$f_k(t|\mu_k, s_k)$ (1 月の例)

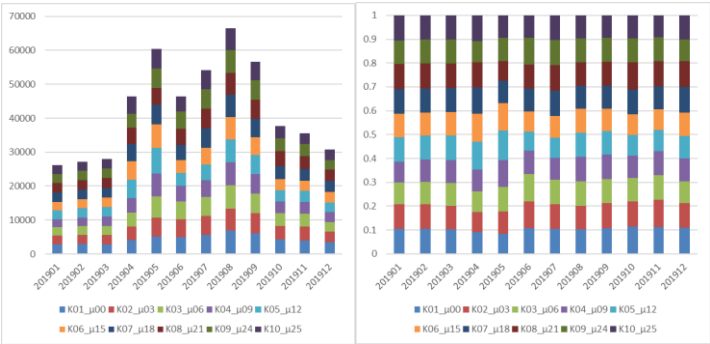

図-4　月毎の活動別観光客数z_k^dと活動別割合

表-2 に混雑が発生した状態の一覧を示す．3 か所のメッシュで 1~3 個の活動に対してのべ 6 個の組合せで発生し，のべ 16 時間に影響が出ている．表-3 に，混雑が連続した複数の時間帯にかけて発生したケースにおける，時間帯ごとの希望観光客数と滞在者数の比較を混雑が起きた活動について一例を示す．表 3 より，6 時にに活動 3 を希望した観光客のうち，ずらした 1 割は前後の時間帯にずらした．さらに，それが前後の 5,7 時の時間帯に

活動

メッシュ

	K01_μ00	K02_μ03	K03_μ06	K04_μ09	K05_μ12	K06_μ15	K07_μ18	K08_μ21	K09_μ24	K10_μ25
M624055073	0.007	0.008	0.008	0.009	0.011	0.012	0.013	0.009	0.008	0.013
M624055161	0.006	0.007	0.008	0.011	0.014	0.010	0.048	0.018	0.008	0.036
M624055162	0.007	0.008	0.009	0.011	0.017	0.016	0.026	0.014	0.009	0.027
M624055163	0.007	0.009	0.009	0.010	0.015	0.017	0.020	0.011	0.009	0.021
M624055164	0.008	0.009	0.009	0.011	0.023	0.021	0.021	0.012	0.009	0.023
M624055171	0.009	0.011	0.011	0.013	0.021	0.020	0.031	0.014	0.011	0.031
M624055172	0.009	0.011	0.010	0.012	0.019	0.018	0.025	0.013	0.011	0.027
M624055173	0.011	0.014	0.013	0.014	0.061	0.052	0.040	0.017	0.014	0.041
M624055174	0.010	0.013	0.013	0.016	0.032	0.028	0.033	0.017	0.013	0.036
M624055262	0.027	0.026	0.023	0.026	0.025	0.024	0.021	0.021	0.027	0.025
M624055271	0.053	0.062	0.056	0.060	0.084	0.088	0.044	0.051	0.060	0.053
M624055272	0.137	0.124	0.131	0.121	0.048	0.087	0.061	0.084	0.110	0.060
M624055273	0.035	0.033	0.031	0.044	0.040	0.032	0.026	0.028	0.033	0.030
M624055274	0.051	0.061	0.046	0.099	0.069	0.045	0.035	0.035	0.047	0.047
M624055281	0.075	0.061	0.073	0.055	0.029	0.037	0.036	0.064	0.066	0.049
M624055282	0.071	0.065	0.068	0.045	0.028	0.030	0.044	0.067	0.085	0.050
M624055283	0.060	0.074	0.067	0.091	0.068	0.059	0.056	0.113	0.074	0.077
M624055284	0.049	0.061	0.051	0.051	0.044	0.033	0.054	0.086	0.052	0.047
M624056224	0.060	0.046	0.060	0.037	0.012	0.018	0.053	0.046	0.050	0.038
M624056233	0.036	0.038	0.040	0.031	0.015	0.019	0.039	0.039	0.038	0.033
M624056322	0.068	0.058	0.076	0.034	0.008	0.014	0.069	0.045	0.061	0.034
M624056324	0.036	0.030	0.035	0.034	0.015	0.021	0.038	0.032	0.034	0.031
M624056331	0.038	0.038	0.038	0.022	0.010	0.013	0.036	0.034	0.042	0.027
M624056333	0.024	0.025	0.027	0.020	0.011	0.014	0.027	0.024	0.027	0.024
M624056351	0.002	0.002	0.003	0.005	0.007	0.009	0.007	0.003	0.002	0.007
M624056403	0.037	0.036	0.031	0.028	0.033	0.033	0.030	0.047	0.038	0.038
M624056501	0.019	0.021	0.014	0.028	0.083	0.078	0.018	0.016	0.016	0.020
M624056502	0.017	0.018	0.014	0.022	0.049	0.041	0.017	0.014	0.016	0.020
M624056503	0.015	0.016	0.014	0.023	0.065	0.066	0.016	0.013	0.015	0.017
M624056504	0.015	0.016	0.014	0.017	0.045	0.043	0.016	0.013	0.016	0.019
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

相関係数	K01_μ00	K02_μ03	K03_μ06	K04_μ09	K05_μ12	K06_μ15	K07_μ18	K08_μ21	K09_μ24	K10_μ25
K01_μ00										
K02_μ03	0.9287									
K03_μ06	0.9533	0.8902								
K04_μ09		0.4215								
K05_μ12	−0.7084	−0.6691	−0.8349							
K06_μ15	−0.6468	−0.6560	−0.7589		0.9519					
K07_μ18	−0.4717	−0.5378		−0.5209						
K08_μ21	0.4268	0.5056	0.5194		−0.7328	−0.7575				
K09_μ24	0.9300	0.9267	0.9259		−0.7788	−0.7376	−0.3844	0.5788		
K10_μ25	−0.7075	−0.7260	−0.5506	−0.4288			0.8705		−0.5780	

図-5　活動別メッシュ選択比率r_{mk}とk別相関係数

混雑状態を発生させたことがわかる．この結果は，混雑の発生が原因で，他の時間帯も混雑が起こってしまう状態を捉えている．

(6) メッシュ選択比率と実測値の比較

図-5 より m=624055272 では他の活動に比べて 12 時が中心の活動 5 の選択比率は低いことが分かる．図-7,図-8 にこのメッシュの実測値と活動別滞在者数を示す．12 時周辺は活動 4, 6 の滞在者が多くを占めることが読み取れる．もし活動 5 のニーズがあるなら，12 時の滞在者数はさらに増えているはずである．したがって，実測値は多くとも，実際にはその時間帯のニーズは抑えられている結果を示唆する．

5. おわりに

本研究では，観光地の時間分布に着目して人口分布データの分解手法を提案し，活動別滞在時間分布とその空間構成を分析した．

分析結果からは，それぞれの活動が観測時間分布をどのように構成しているかや，それぞれの活動がメッシュや観光地の空間構成に占める割合，その滞在者数が分かった．特に本研究の特徴として，希望時間が季節変動する活動が時間分布や空間構成に与える影響を示したこと，メッシュ毎・日毎に活動別混雑発生の状況を示したことの二点が挙げられる．

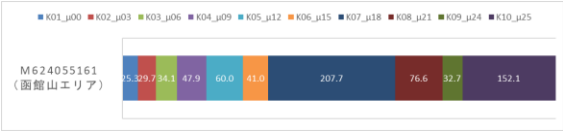

図-6　メッシュ内の活動別滞在者数の割合

表-2　混雑が発生したメッシュ・活動と発生日時

メッシュ毎の活動	日時	5月			7月	8月								9月	
		6	9	12	0	0	1	5	6	7	9	21	23	0	1
M624055271_K05_μ12		-	-	146	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M624055272_K01_μ00		-	-	-	156	156	156	-	-	-	-	-	156	156	156
M624055272_K03_μ06		148	-	-	-	-	-	148	148	148	-	-	-	-	-
M624055272_K04_μ09		-	174	-	-	-	-	-	-	-	174	-	-	-	-
M624055274_K04_μ09		-	140	-	-	-	-	-	-	-	140	-	-	-	-
M624055283_K08_μ21		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	153	-	-	-

表-3　混雑発生時の希望観光客数と滞在者数の比較

(d=8, k=3, m=624055272)

M624055272_K03_μ06	d=8								
時刻	2	3	4	5	6	7	8	9	10
希望観光客数	30	63	106	146	162	146	106	63	30
滞在者数	30	63	111	148	148	148	111	63	30
割合(滞在/希望)	1.00	1.00	1.04	1.02	0.91	1.02	1.04	1.00	1.00

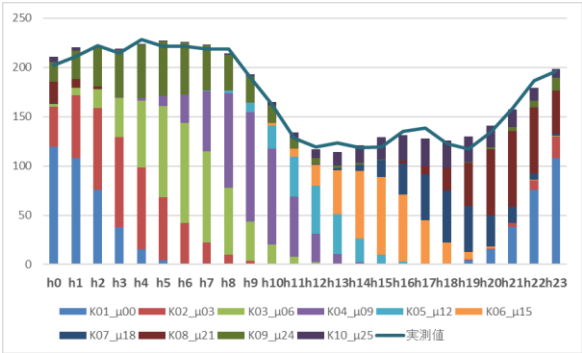

図-7　実測値と活動別滞在者数グラフ(m=624055272)

M624055272	h8	h9	h10	h11	h12	h13	h14	h15	h16
K01_μ00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K02_μ03	10	4	1	0	0	0	0	0	0
K03_μ06	68	40	19	7	2	1	0	0	0
K04_μ09	96	111	97	61	29	10	3	0	0
K05_μ12	3	10	24	41	49	41	24	10	3
K06_μ15	0	0	2	8	21	44	68	79	68
K07_μ18	0	0	0	0	1	2	7	17	32
K08_μ21	0	0	0	0	0	0	0	1	2
K09_μ24	36	27	18	11	6	3	2	1	0
K10_μ25	1	2	3	6	9	13	18	22	26
実測値	218	190	162	128	119	123	118	119	135

図-8　実測値と活動別滞在者数(m=624055272, t=8~16)

参考文献

1) 鈴木 新, 山口 裕通, 福田 大輔：データ融合による日別・旅行目的別都市間旅客流動量推計，運輸政策研究 Vol.21 pp.048-059，2019.