

1 3. 滞在時間に着目した大型商業施設におけるアクティビティ分析 Activity Analysis in a Shopping Mall using Duration Model

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学専攻 26741 村山 実

Today in Japan, advance of shopping malls is remarkable and scale of them becomes gigantic. In a shopping mall, we can enjoy various activities such as eating, watching the cinema and so on, and then can stay there long time. This study analyses activities of visitors based on activity-diary data in a shopping mall. First, it shows the relationship between duration time and activities in the shopping mall by using duration model. Secondly, it investigates the behavior of visitors there focused on sort and duration of activities; we applies Nested-Logit model of activity choices and duration model respectively. Thirdly, it verifies the effect of a TDM-policy in the shopping mall such as limited special offer (time service in Japanese) at evening hours on restaurants and cinemas which aims to shift demand of car traffic.

1. はじめに

近年、大型商業施設の進出とその規模の拡大が目立っている。多業種のサービスが集積する大型商業施設において、来訪者は、買物のみならず飲食や娯楽等の多様な活動を、長時間にわたって楽しむことができる。また、こうした施設の多くが郊外幹線道路沿いに大容量の駐車場を兼ね備えて立地しているため、自動車による利便性が高い点も大きな魅力の一つとなっている。

既存研究では、買物・レジャーの交通手段を分析したもの、買物の頻度や曜日特性を分析したものなどあるが、買物の時間特性を対象とした研究は少ない。例えば、西井ら¹⁾は、買物に費やせる時空間制約に着目した分析を行い、藤池・角ら²⁾は、自宅滞在時間や施設滞在時間等に関する非効用関数の設定によって買物する時間帯の最適化を行っている。しかしこうした研究では、平日に比べて時間的制約度の低い休日における、自由で多様な活動特性については触れられていない。

そこで、本研究第一の目的は、大型商業施設における活動内容や活動時間に着目したアクティビティ分析を行うこととする。分析には、大型商業施設内での活動ダイアリーデータを使用する。また、大型商業施設での滞在時間を、施設内アク

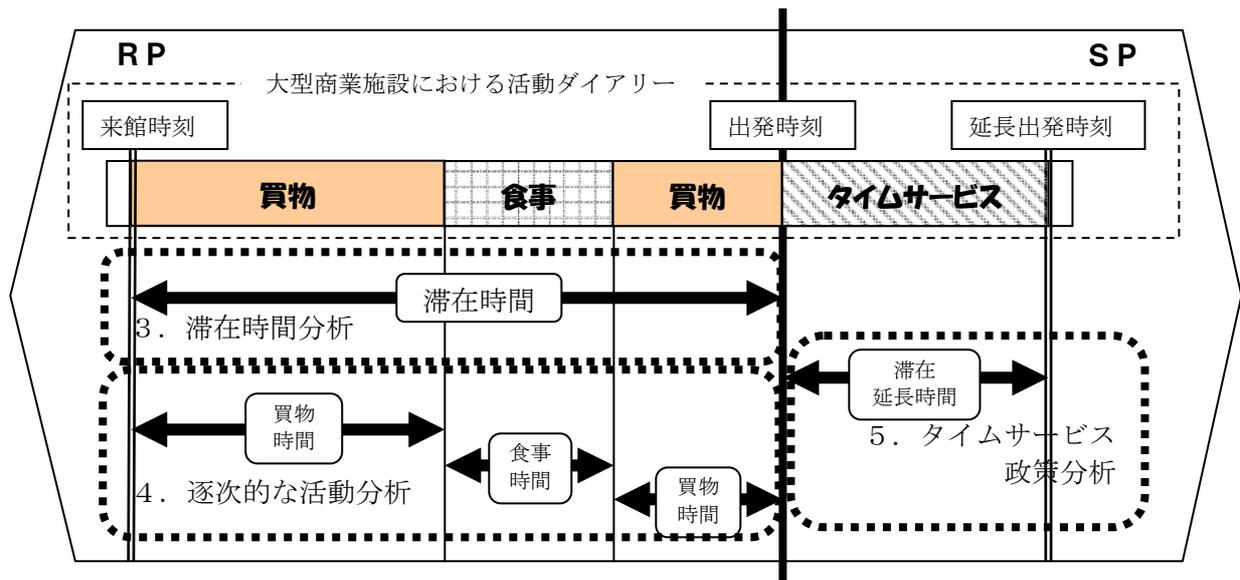
ティビティによって自由に変更できるという観点から、本研究第二の目的は、大型商業施設内の多様なサービスを活用した TDM 手法の効果を検証することとする。具体的には、道路混雑が慢性化する休日夕刻時を取り上げ、17 時以降のタイムサービス実施によって期待される、自動車交通量の時間的分散効果について、基礎的な検証を行うこととする。

2. 本研究のフレーム

図-1 は、本研究の分析フレームである。まず、大型商業施設におけるアクティビティ分析を行うため、3 では滞在時間に着目した分析を、4 では一つ一つの活動内容と活動時間に着目した分析を行う。特に 4 では、来訪者の逐次的な意思決定に基づいた活動を記述する点にも触れておく。そして、施設内サービスを活用した TDM 政策の効果検証をするため、5 ではタイムサービスを実施した場合に期待できる、自動車交通の時間的分散効果について分析を行う。

また、本研究で特徴的なものとして、滞在時間や活動時間の分析に、生存時間モデルを適用している点も挙げておく。

本研究の分析に使用したデータは、千葉県船橋



図一 本研究の分析フレーム

市にある郊外大型商業施設の来訪者を対象に実施したアンケート調査に基づく。表一には、調査概要を示す。なお、アンケート対象者を、調査当日自動車で来訪した人に限定し、駐車場出入口付近を通行する人に対して調査票を配布した。

表一 アンケート調査概要

調査日	平成15年11月30日(日)、12月7日(日)
対象地	千葉県船橋市にある大型商業施設
配布地点	駐車場出入口付近
配布方法	来館者に調査票を手渡し
回収方法	郵送回収
配布数	1060
回収数	426 (40.2%)
有効回答数	418 (39.4%)

3. 滞在時間分析

大型商業施設における滞在時間を対象に、生存時間モデルを適用した分析を行った。滞在時間は、非負の連続変数であり、分布の裾が右に長くなる特徴をもつ。このような変数のモデル化に適しているのが生存時間モデルである。本研究では、滞在時間 t の分布にワイブル分布を仮定し、確率密度関数 $f(t)$ を (1) のように定式化した。また、式中の尺度母数 λ を (2) のようにパラメタライズすることにより、滞在時間を規定する諸要因 X を把握することができる。

$$f(t) = \gamma \lambda t^{\gamma-1} \cdot \exp(-\lambda t^\gamma) \quad \dots(1)$$

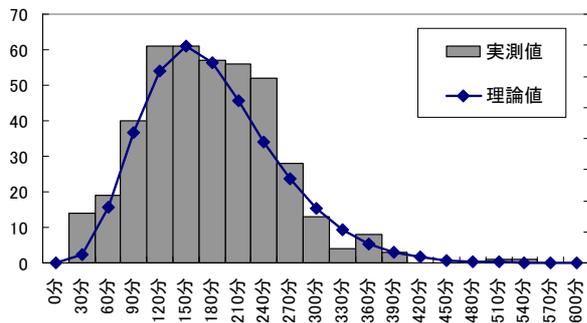
$$\lambda = \exp(\alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \dots) \quad \dots(2)$$

滞在時間モデルの推定結果を表一2に示す。なお、パラメータが+であるほど滞在を打ち切りやすい(滞在時間が短くなる)ことを意味している。滞在時間の規定要因として、既存研究で指摘されてきた自由時間(調査当日買物に費やせる自由な時間)等の時間的制約のみならず、大型商業施設内での活動や、活動をともしする同伴者による影響も新たに確認することができた。

表一2 滞在時間モデルの推定結果

変数名	パラメータ	t値
来店時刻	0.11	3.95
自由時間	-0.12	-7.36
無料駐車時間	-0.49	-8.93
買物のみダミー	0.39	2.23
活動内容数	-0.53	-5.49
買物品目数	-0.24	-6.48
決まった予定ありダミー	0.39	3.85
一人ダミー	0.91	3.48
友人ダミー	-0.46	-1.64
ln距離	-0.33	-4.90
定数	-17.63	-20.61
形状母数 γ	3.91	20.17
自由度	403	
最大対数尤度	-2193.14	
AIC	4410.28	
平均生存期間推定値	174.06	
尺度母数 λ	1.16278E-09	

図一2は、滞在時間モデルの現況再現性を見たものであり、比較的良好に滞在時間の分布を再現できている様子が分かる。



図一 2 滞在時間モデルによる現況再現性

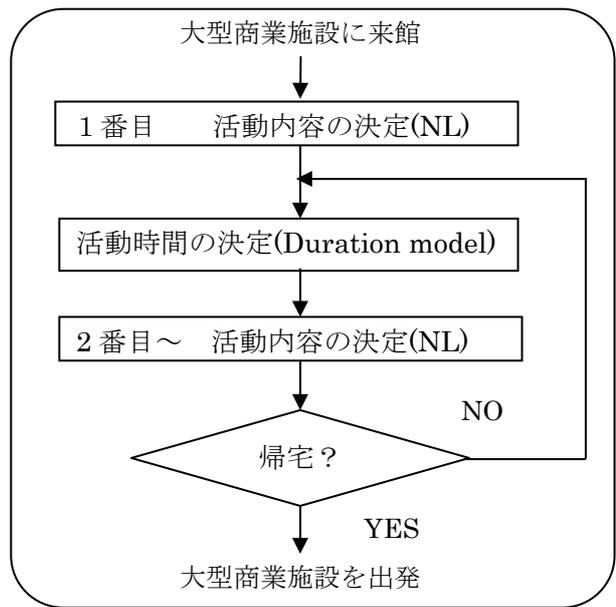
4. 逐次的な活動分析

ここでは、大型商業施設内の活動記述を目的とし、来訪者は逐次的な意思決定に基づいて活動を積み重ねているものと仮定して、一つ一つの活動内容と活動時間に関する分析を行う。図一 3 は、逐次的な意思決定に基づく活動の様子を表現したフロー図である。大型商業施設に来館してすぐに 1 番目の活動内容を決定し、その活動時間が決まり、1 番目の活動の終了とともに 2 番目の活動内容の決定に移行するという流れである。

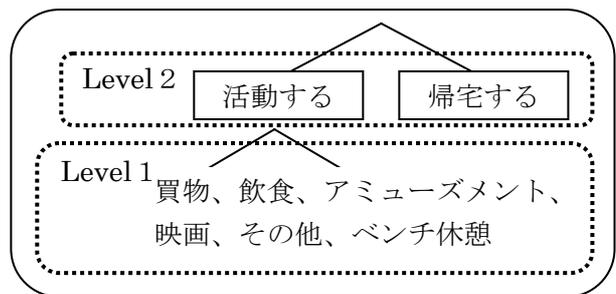
アンケートで得られた活動ダイアリーデータから、施設内で行われた活動内容を、買物、飲食、アミューズメント、映画、その他活動、ベンチ休憩の 6 種類に分類した。活動内容の選択にはネステッドロジットモデル (NL) を、各活動時間には生存時間モデル (Duration model) をそれぞれ適用して分析を行った。

図一 4 には、活動内容選択モデル (NL) のモデル構造を示す。本研究では、来訪者の活動内容選択行動は、大型商業施設に残って活動するのかどうかを選択する段階 (Level2) と、活動する場合にはどのような活動内容にするのかが選択する段階 (Level1) の 2 段階に分けられるものと考えられる。なお、1 番目の活動内容選択においては帰宅とベンチ休憩を、2 番目以降の選択においては直前に行った活動内容を、それぞれ選択肢集合から除外し、推定を行った。

表一 3 が、活動内容選択モデルの推定結果である。それまでに大型商業施設内で行った活動内容や活動時間を逐次的に意識しながら、次活動の選



図一 3 逐次的な活動の流れ



図一 4 活動内容選択モデル構造

択を行っている様子が分かり、例えば、直前に飲食やベンチ休憩といった座り活動を行った後には買物が選択されやすいことが分かった。その他に、逐次的な意思決定を行う時間帯、来訪目的の有無、各サービスの店舗数、同伴者特性が、活動内容の選択に影響を与えていることが分かった。

表一 4～8 は、各活動時間モデルの推定結果である。なお映画時間は、上映時間によってほぼ一律に決まるため、分析対象から除外した。例えば買物時間について考察すると、それまでに施設内で行った買物時間が長ければ、次買物時間は短くなるといった逐次的な活動特性や、小学生未満の小さい子供を連れてくると買物を長時間継続しにくいといった同伴者による影響も見られる。

飲食時間、アミューズメント時間、その他活動時間、ベンチ休憩時間でも、それまで大型商業施設で行った活動内容や時間が、逐次的に次活動時

表一 3 活動内容選択モデル推定結果

説明変数		選択肢	パラメータ	t値
Level 2	それまで滞在時間(分)	帰宅する	0.01	10.85
	ログサム変数λ	活動する	0.21	8.07
Level 1	ln(店舗数)	買・食・ア・映・そ	1.13	8.02
	目的ダミー	買・食・ア	1.25	9.32
	映画目的ダミー	映	4.85	6.81
	その他目的ダミー	そ	2.75	5.84
	予定活動内容数	買	-0.18	-1.46
	予定買物品目店舗数	買・ベ	0.004	4.50
	それまで買物回数	ベ	0.56	1.69
	直前行動座りダミー	買	0.57	2.35
	食事時(12,13,18時台)ダミー	食	0.57	3.19
	人数	ア・ベ	0.24	2.16
	小学生未満児ダミー	ア	0.60	2.25
	飲食固有ダミー	食	1.28	7.20
	アミューズメント固有ダミー	ア	1.65	3.57
	ベンチ休憩固有ダミー	ベ	2.98	3.55
サンプル数			1585	
初期尤度			-2840.80	
最終尤度			-1505.40	
尤度比(自由度調整済)			0.47	
的中率1/的中率2			0.65/0.63	

表一 4 買物時間モデルの推定結果

	パラメータ	t値
それまで買物時間(分)	0.01	9.40
それまでアミューズ時間(分)	0.01	2.52
来店時刻(時)	0.07	3.21
無料駐車時間(時)	-0.14	-3.35
買物品目数	-0.53	-13.36
出発後決まった予定ありダミー	0.21	2.58
小学生未満の子連れダミー	0.19	2.15
自宅までの距離	-0.01	-4.25
定数	-10.26	-21.56
形状母数γ	2.38	19.67
自由度	636	
最大対数尤度	-3186.75	
AIC	6393.50	
平均生存期間推定値	79.58	
尺度母数λ	2.21811E-05	

表一 5 飲食時間モデルの推定結果

	パラメータ	t値
それまで食事時間(分)	0.01	4.19
それまで買物回数	0.40	3.58
自由時間(時)	-0.11	-4.33
食事目的ダミー	-0.71	-6.27
直接自宅へ戻ったダミー	-0.30	-2.68
友人ダミー	-0.47	-1.60
小学生未満ダミー	-0.39	-3.30
外食頻度	-0.08	-2.23
定数	-8.11	-19.36
形状母数γ	2.45	15.06
自由度	338	
最大対数尤度	-1475.41	
AIC	2970.81	
平均生存期間推定値	41.39	
尺度母数λ	8.01017E-05	

表一 6 アミューズメント時間モデルの推定結果

	パラメータ	t値
直前買物したダミー	0.50	2.14
決まった予定なしダミー	-0.43	-1.92
一人ダミー	1.76	2.75
小学生未満ダミー	-1.11	-4.22
イベント参加目的ダミー	1.01	4.07
服飾品・貴金属品目的ダミー	1.24	2.27
定数	-8.88	-11.16
形状母数γ	2.39	7.30
自由度	86	
最大対数尤度	-395.63	
AIC	807.26	
平均生存期間推定値	39.72	
尺度母数λ	0.000111766	

表一 7 その他活動時間モデルの推定結果

	パラメータ	t値
開始時刻(時)	0.25	2.63
直前食事時間(分)	0.02	2.11
乳児施設利用ダミー	1.39	2.34
恋人ダミー	1.25	2.10
幼稚園児ダミー	-1.33	-2.13
定数	-11.58	-5.18
形状母数γ	1.84	3.21
自由度	24	
最大対数尤度	-139.16	
AIC	292.32	
平均生存期間推定値	48.30	
尺度母数λ	0.000646449	

表一 8 ベンチ休憩時間モデルの推定結果

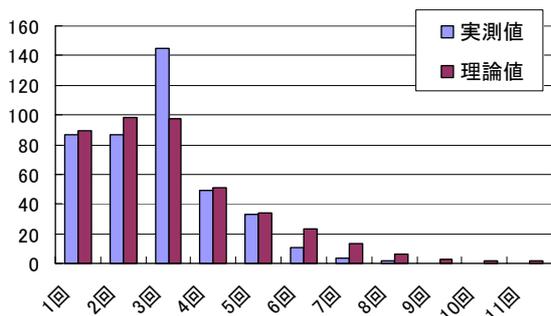
	パラメータ	t値
開始時刻昼食後ダミー	-1.14	-2.94
それまで食事時間(分)	-0.01	-1.68
それまで買物したダミー	2.67	2.44
決まった予定ありダミー	0.72	2.16
翌日予定ありダミー	1.52	3.07
小学生未満ダミー	-0.63	-1.76
定数	-12.34	-6.55
形状母数γ	2.96	5.72
自由度	40	
最大対数尤度	-156.18	
AIC	328.37	
平均生存期間推定値	18.51	
尺度母数λ	0.000127784	

・表一 4～8：形状母数γは、γ=1に対するt値

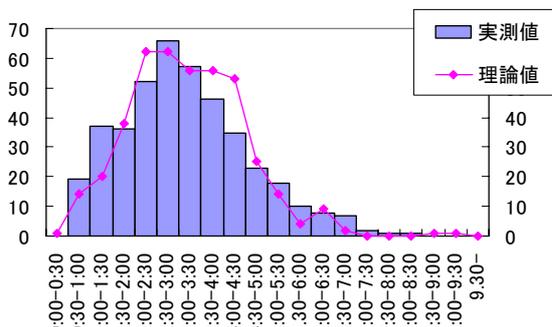
間の決定に影響を与えていることが分かった。

推定した活動内容選択モデル、活動時間モデルを用い、図一3の流れに従って、各個人に関する逐次的な活動シミュレーションを行うことも可能である。ここでは、分析対象となった418サンプルそれぞれについて、モデルから算出した確率分布の基でランダムに選択結果(活動内容、時間)を出力するという方法で、逐次的な活動の様子をシミュレートする。

出力結果の集計例として、図一5には活動回数の分布、図一6には滞在時間の分布を示した。現段階では、活動回数が過大推計となり、この原因として、アミューズメントやベンチ休憩といった時間の短い活動を過大に選択していることが考えられる。活動内容選択モデルの改良や、各活動回数の閾値の設定等により、シミュレーション精度を向上させる必要がある。



図一5 活動回数の分布



図一6 滞在時間の分布

5. タイムサービス政策分析

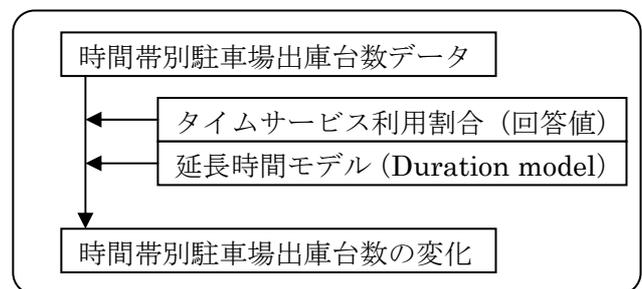
仮に、夕方 17 時以降に食事・映画のタイムサービスを実施した場合の利用意向について、最低何%の割引率であれば利用するのか、また利用し

た場合の出発時刻をどう変更するのかに回答してもらった (SP 調査項目)。なお、タイムサービス実施情報に気がつくタイミングについて、1. 大型商業施設に来店直後、2. 大型商業施設を出発する直前、3. 大型商業施設を出発する直前かつ周辺道路の交通情報も提供された場合、の3ケースをアンケート内で設定した。

自動車交通量の時間的分散効果を検証するため、タイムサービスの実施によって変化する時間帯別駐車場出庫台数を推計する。図一7は、その推計手順である。大型商業施設の出発時間帯別に、タイムサービス利用率を割引率ごとに算出し、延長時間モデル (Duration model) と組み合わせることで、出発時刻の変化を推計する。なお、本研究では、自動車来訪者全員がタイムサービス情報を知るという仮定をおいているため、潜在的な分散効果を検証している点に注意されたい。

表一9は、延長時間モデルの推定結果である。簡易的に、もともとの出発時刻 (15、16 時台に出発した場合は、タイムサービス開始時刻である 17 時に一律設定) のみを投入したモデルとした。

表一10・11は、10%・30%割引を実施した場合の、時間帯別駐車場出庫台数を推計したものである。調査当日 (11月30日) は、もともと 17 時台に出庫台数のピークを迎えていた。このピーク時出庫台数について、10%割引では、食事・映画ともあまり変化は見られないが、食事の 30%割引



図一7 時間帯別駐車場出庫台数の推計手順

表一9 延長時間モデル推定結果

サービス ↓	情報入手	来店直後		出発直前		出発直前	
	交通情報	なし		なし		あり	
	変数名	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値
食事	もともと出発時刻	0.88	6.29	0.59	4.39	0.58	4.38
	定数	-30.35	-9.14	-24.44	-7.60	-24.19	-7.91
	形状母数 γ	3.08	8.22	2.90	6.87	2.86	7.01
映画	もともと出発時刻	0.73	4.34	0.61	2.94	0.98	4.22
	定数	-31.80	-7.22	-23.14	-4.75	-35.46	-5.87
	形状母数 γ	3.66	6.42	2.42	3.88	3.50	5.07

では大きな減少効果を確認できる（食事の30%割引では、19、20時台に新たな交通集中が発生してしまうことも分かった）。情報を入手するタイミングについては、出発する直前よりも来店直後から入手している方が、分散効果が大きく、スケジュール調整のゆとりを意思決定の際に考慮している様子が分かる。また、交通情報の提供が、特にピーク時間帯である17時台の出庫台数を集中的に減少させる効果を持つことを確認できる。

表—12・13は、10%・30%割引を実施した場合の、時間帯別駐車容量超過台数を推計したものである。10%割引では、食事・映画ともに駐車容量を超過しない範囲内で実施できるが、食事の30%割引では、16、17時台に大きな駐車容量オーバーを生じてしまうことが分かった。

総じて、タイムサービス実施による自動車交通量の時間的分散効果を確認できたが、食事については割引率の調整が必要となることが分かった。

表—10 10%割引実施による時間帯別出庫台数の変化

時刻	→	15時台	16時台	17時台	18時台	19時台	20時台	21時台
調査当日の様子		1705	1996	2149	1961	1753	1568	906
食事	来店直後	1705	1761	2071	1923	1979	1657	942
	出発直前	1705	1761	2103	2011	1902	1607	942
	出発直前、交通情報	1705	1761	1953	2037	1912	1686	973
映画	来店直後	1705	1957	2149	1912	1775	1610	928
	出発直前	1705	1957	2151	1916	1781	1601	923
	出発直前、交通情報	1705	1957	2119	1856	1785	1641	947

表—11 30%割引実施による時間帯別出庫台数の変化

時刻	→	15時台	16時台	17時台	18時台	19時台	20時台	21時台
調査当日の様子		1705	1996	2149	1961	1753	1568	906
食事	来店直後	1326	1174	1402	1783	2847	2420	1083
	出発直前	1705	1331	1595	1932	2269	2092	1100
	出発直前、交通情報	1326	1331	1550	1927	2450	2298	1139
映画	来店直後	1516	1839	2001	1582	1416	2066	1500
	出発直前	1705	1800	2099	1802	1532	1905	1141
	出発直前、交通情報	1705	1918	2029	1705	1517	1911	1208

表—12

10%割引実施時の時間帯別駐車容量超過台数の変化

時刻	→	15時台	16時台	17時台	18時台	19時台	20時台	21時台
調査当日の様子		56	0	0	0	0	0	0
食事	来店直後	56	0	0	0	0	0	0
	出発直前	56	0	0	0	0	0	0
	出発直前、交通情報	56	0	0	0	0	0	0
映画	来店直後	56	0	0	0	0	0	0
	出発直前	56	0	0	0	0	0	0
	出発直前、交通情報	56	0	0	0	0	0	0

表—13

30%割引実施時の時間帯別駐車容量超過台数の変化

時刻	→	15時台	16時台	17時台	18時台	19時台	20時台	21時台
調査当日の様子		56	0	0	0	0	0	0
食事	来店直後	610	1552	1833	546	0	0	0
	出発直前	56	559	462	0	0	0	0
	出発直前、交通情報	610	1317	1293	129	0	0	0
映画	来店直後	333	174	0	0	0	0	0
	出発直前	56	0	0	0	0	0	0
	出発直前、交通情報	56	0	0	0	0	0	0

6. まとめと今後の課題

本研究では、大型商業施設におけるアクティビティ特性を明らかにするために、まず3.滞在時間分析を行い、大型商業施設内での活動が滞在時間を規定していることを確認した。次に、4.逐次的な活動分析では、来訪者は、大型商業施設内で、逐次的な意思決定に基づいて活動内容と活動時間を決定している様子を記述した。具体的には、それまでに施設内で行った活動が、次の活動内容や時間の決定に、逐次的に影響を与えている様子を確認した。大型商業施設内サービスを活用したTDM政策の効果を検証するため、5.タイムサービス政策分析を行い、ピーク時間帯（17時台）の駐車場出庫台数の減少効果を確認した。しかし、食事タイムサービスについては適度に割引率を調整する必要があることが分かった。

今後の課題として、逐次的な活動シミュレーションの精度向上と、タイムサービスのより現実に即した政策分析を挙げる。特にタイムサービスについては、情報提供方法による情報普及率や利用率の違いを加味したり、財務分析にも着手して運営的な側面にも触れる必要があるものと考えられる。

主要参考文献

- 1)西井和夫, 近藤勝直, 太田敦夫: 甲府買物パネルデータを用いた休日行動の時間利用特性の実証的分析, 土木計画学研究・論文集, No15, pp.499-508, 1998
- 2)藤池浩二, 角知憲, 清田勝: 買物交通量の時間的変化の予測モデル, 土木計画学研究・講演集, No13, pp555-562, 1990
- 3)山田芳嗣, 阿部重雄, 岡田成礼: 東名高速道路, 綾瀬地区情報提供TDMに関する研究, 第22回交通工学研究会論文報告集 2002年10月
- 4)森川高行, 佐々木邦明, 東力他: 観光系道路整備評価のための休日の周遊行動モデル分析, 土木計画学研究・論文集, No.12, pp.539-547, 1995
- 5)森地茂, 兵藤哲朗, 岡本直久: 時間軸を考慮した観光周遊行動に関する分析, 土木計画学研究・論文集, No.10, pp.63-70, 1992
- 6)北村隆一ら: 交通行動の分析とモデリング 理論/モデル/調査/応用, 技報堂出版, 2002