

1日のトリップパターンから見た交通機関選択に関する基礎的考察

———地方都市圏（備後圏）P.T.調査より———

京都大学工学部 正員 佐佐木 綱
 福山大学工学部 正員 近藤勝直
 京都大学工学部 正員 西井和夫
 京都大学大学院 学生員 川田 均

1. はじめに

従来よりパーソントリップの分析の中で交通機関選択に関するものは数多くの研究事例が見られるものの、その選択構造の複雑さゆえに現況分析的な段階においても明確な結論を導き出しているとは言えない。そこで本研究では、人の1日の交通行動をトリップチェーンとしてとらえることにより、その人の交通機関の選択に関して1日の一連の動き方（トリップパターン）に着目した基礎的な分析を行うことを目的とする。トリップチェーン的なアプローチでは、交通機関の選択についてもその人の1日の動きの中で眺めることができるので、従来のトリップ単位の分析では取扱えない諸性質（トリップパターン特性）を考慮できる。具体的な分析の視座としては

- ① トリップパターンと交通機関選択との関係を明らかにする。ここでは、1日のトリップチェーンを類型化し個々のトリップパターンとその中で選択されている交通機関に関して基礎的な集計分析を行う。
- ② 個々のトリップパターンを形成するホームベース・サイクル（Home Based Cycle）に対して、その第1トリップの交通機関選択に関する要因分析を行うことによって、サイクル内第1トリップモードの選択において、どの程度トリップパターンが規定要因として影響を及ぼすかを明らかにする。

2. 本研究におけるトリップチェーンの定義

トリップチェーンを定義する上で必要な基本的概念はベース（Base）とサイクル（Cycle）であるが、それらは本研究においても同様に定義される。すなわち、（図-1参照）

ベース（Base）……人の1日の行動が始まる施設または場所

- ホームベース（Home Base H.B.）—自宅をベース
 - ノンホームベース（Non-Home Base）—自宅以外をベース
- 本研究では新たに通勤目的で勤務先へ行く場合の着施設をオフィスベース（Office Base O.B.）と定義し、それ以外の着施設（立ち回り先）を Sojourn と呼ぶ。

サイクル（Cycle）……各個人の連続するいくつかのトリップ

が1つの閉路を形成するときに、その閉路をループ（Loop）と呼び、そしてこのループのうち始点と終点がH.B.であるときにサイクルと定義される。したがってサイクルとは Home Based Cycle である。また、ループに関しては

- ホームベース・ループ（Home Based Loop H.B.L.）
 - オフィスベース・ループ（Office Based Loop O.B.L.）
- の2種類がある。

トリップパターン（Trip pattern）……個々のトリップチェーンを模式的に表わし、これを類型化したもの。（図-2参照）

- Ex. { ピストン型（1サイクル2トリップ）
 { トライアングル型（1サイクル3トリップ）

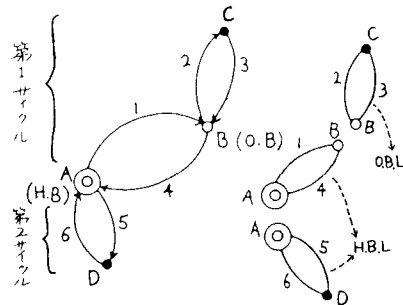


図-1 ホームベース・オフィスベースとループ

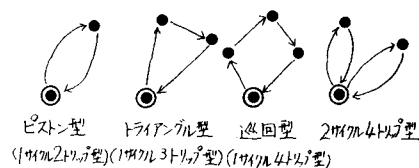


図-2 代表的なトリップパターン

3. トリップパターンと交通機関の選択

3-1. 対象データの概要

本研究では昭和54年度に行われた備後都市圏P.T.調査データを対象とした。調査圏域は、福山市を中心に周辺5市4町、居住人口約685千人のうち約7.4%抽出の約47千人であり、トリップ数で約161万である。

① 分析対象データの抽出

(1) Home Based Trips かつ (2) 完全トリップパターンとして (3) トリップ回数9回以下 を取上げた。これは、自宅をベースとする人が全体の95.5%、また完結率も97.7%さらにトリップ回数9回までで99.2%を占めるので、以後の分析の容易さを考慮し、上の(1),(2),(3)を満足する514,520チェーン数(95.7%)を抽出した。(表-1参照)

② トリップ目的と交通機関の分類 (表-2表3参照)

トリップ目的については、通勤・通学・業務・自由・帰宅の5分類、交通機関(代表交通手段)は、自動車・同乗・マストラ・徒歩二輪の4分類を基本とした。

なお、トリップ単位では、自動車・同乗が36.2%、徒歩二輪56.0%と高いのに対し、マストラが7.8%と低いことがこの圏域の特徴を裏づけている。

3-2. トリップパターンの分類

① 代表的なトリップパターンとして上位5位(全体の約91%)を図-3に示す。

これをさらに第1トリップモード別に示したものが表-4である。その結果、

① 図-3と比べてわかるように、全体としての代表的なトリップパターンの種類に差はないが、マストラ利用の場合に自動車利用に比較してピストン型の占める割合が多い。

② 地方都市圏の特徴の一つである同乗(Car passenger)のトリップパターンを見ると、マストラ利用と類似していることがわかる。

② H.B.L/O.B.L内モード構成

ここではトリップパターンをもう少し細かく見ることにし、H.B.L(637,696ルーブ)、O.B.L(53,69ルーブ)の各々が第1トリップ目的別でも全目的でもそれぞれの利用交通機関の選択率が異なることにもとづき、H.B.L/O.B.L別に眺めてみた。その結果を表-5に示す。

① ループ内第1トリップモードが自動車の場合、後続トリップも自動車のままである割合が非

表-1 トリップ回数別トリップチェーン度数分布および完結率

トリップ回数	トリップチェーン数		トリップチェーン数		完全トリップチェーン数	
	度数	割合	度数	割合	度数	割合
1	6,102	1.1	6,102	0.6	0	0.0
2	329,536	61.3	659,072	66.9	328,255	99.6
3	32,969	6.1	98,907	9.1	31,129	96.4
4	104,558	19.5	418,232	26.0	103,539	99.1
5	17,232	3.2	86,160	3.2	16,546	96.0
6	23,460	4.4	140,760	9.1	22,924	97.7
7	8,074	1.5	56,518	3.5	7,791	96.5
8	9,228	1.7	73,824	4.6	8,946	96.9
9	1,783	0.3	16,047	1.0	1,672	93.8
10以上	4,449	0.8	55,770	3.5	4,313	96.9
計	537,391	100.0	1611,392	100.0	525,115	97.7

表-2 第1トリップ目的別トリップチェーン数

第1トリップ目的	トリップチェーン数	割合(%)
通勤	198,279	38.5
業務	36,647	7.1
自由	128,820	25.0
通学	150,778	29.3

表-3 第1トリップモード別トリップチェーン数

第1トリップモード	トリップチェーン数	割合(%)
自家用車	132,242	25.7
同乗	20,986	4.1
公共交通機関	52,592	10.2
徒歩二輪	308,700	60.0

順位	1	2	3	4	5
パターン					
トリップチェーン数	324,105 (63.0)	78,004 (15.2)	30,767 (6.0)	24,489 (4.8)	12,346 (2.4)

図-3 代表的なトリップパターン

表-4 第1トリップモード別トリップパターンの分類

自家用車		同乗		公共交通機関		徒歩二輪	
トリップパターン	チェーン数	トリップパターン	チェーン数	トリップパターン	チェーン数	トリップパターン	チェーン数
1	74,572 (56.4)	1	13,327 (62.5)	1	40,372 (76.8)	1	19,836 (63.4)
2	11,882 (9.0)	2	21,785 (10.6)	2	4,936 (9.4)	2	6,771 (20.0)
3	11,567 (8.7)	3	17,055 (8.1)	3	2,941 (5.6)	3	14,036 (43.5)
4	9,620 (7.3)	4	16,633 (7.9)	4	2,327 (4.4)	4	9,296 (28.0)
5	4,036 (3.1)	5	4,368 (2.1)	5	538 (1.0)	5	8,617 (26.8)

常に高く、H.B.Lで96.5%，O.B.Lで97.7%である。この傾向は徒歩・二輪についても同様である。

ii) それに対して、同乗の場合にはループ内での交通機関と混合している割合がH.B.Lで26.4%，O.B.Lで16.4%となり、マストラや徒歩二輪との混合形態をとる。

iii) またマストラでは全体としては約15%が混合しているが、特にH.B.Lではピストン型以外のトリップパターンでのモード混合の割合が高い。

③ H.B.上/O.B.上ループ間モード遷移

ここでは、H.B.、O.B.上でのループ間において各々のループ内第1トリップモードがどのように遷移するかを示す。その結果を表-6に示す。

ii) H.B.上のループについては、自家用車と徒歩二輪の場合、次のループにおける第1トリップモードが変化していない割合は比較的大きい。(自動車で75.5%，徒歩二輪で88.0%)

それに対して、同乗やマストラの場合にはモード遷移の割合が大きく徒歩二輪へと遷移が目立つ。これらのモード遷移の背景には、全体的に多いピストン型ループ間(例えば通勤・帰宅ループから自由・帰宅ループのように目的連関を伴うモード遷移が数多いものと考えられる。

ii) 一方O.B.上のループでは、自動車の場合に後続ループの第1トリップも同じモードである割合が90.2%と非常に高く、他のモードに比べ量的にも大半を占めており業務活動の主要交通手段と言える。したがって同乗や徒歩二輪のループの場合でも、次のループでは約50%近くが自動車の利用へモード遷移を行っている。

4. ホームベース・サイクル内第1トリップの交通機関選択に関する

要因分析 (数量化理論Ⅱ類の適用)

これまでのトリップパターンと交通機関選択との関係についての基礎的な集計分析では、ベースを中心としたサイクルやループ内のモード構成やループ間のモード遷移が明らかにされたが、ここでは、特にホームベースを中心としたサイクル内第1トリップの交通機関選択要因を数量化理論Ⅱ類を用いて解析する。

この場合の外的基準は、第1トリップの代表交通手段であり、全目的の場合に次の2種類に、また第1トリップ目的ごとの場合には次の3種類とした。

<全目的>

1. 自動車……自家用車、同乗
2. マストラ……鉄道、バス、タクシー

<目的別> 通勤、業務、自由

1. 自動車
2. 同乗
3. マストラ

説明要因に関しては、従来のトリップ単位においてなされている交通機関選択要因分析に用いられる個人属性、トリップ特性などは、本調査票にて判明する限り採用することとし、さらに、本研究における大きなねらいでもあるトリップパターンを代替し得る指標を併せて取上げた。具体的には、個人属性としては、(1)世帯人数、(2)性別、(3)年齢、(4)職業、(5)産業、(6)自動車の保有・非保有であり、トリップ特性としては、(7)トリップ目的、

表-5 HBL/OBL内登モード別モードの混合形態

第1 トリップモード	自家用車	同乗	公共交通 機関	徒歩・二輪	オート バイ	計
自家用車	(96.5) 151370	1645	919	2578	241	156853
同乗	1117	(26.6) 19824	2004	2285	721	26951
公共交通 機関	677	2066	(46.5) 47602	5626	386	56357
徒歩・二輪	2820	1896	1878	(98.3) 590577	344	397535

()内は乗車人員割合

()内は第1トリップ割合 %

第1トリップモード	自家用車	同乗	公共交通機関	徒歩二輪	マストラ	計
自家用車	29531 (77.7)	291	89	279	27	30217
同乗	258	2252 (83.6)	84	84	16	2694
公共交通機関	14	12	668 (86.4)	67	19	780
徒歩二輪	268	41	60	19109 (98.7)	0	19478

()内は第1トリップ割合 %

表-6 HBL/OBL上でのループ間モード遷移

第1トリップモード	自家用車	同乗	公共交通機関	徒歩二輪	計
自家用車	19211 (75.5)	665 (26.2)	326 (1.3)	5291 (20.8)	25433 (100.0)
同乗	323 (9.6)	999 (29.6)	130 (3.7)	1929 (52.1)	3381 (100.0)
公共交通機関	277 (6.8)	282 (6.9)	424 (10.4)	3099 (75.9)	4082 (100.0)
徒歩二輪	4800 (5.4)	4068 (4.6)	2870 (3.2)	78479 (88.9)	90217 (100.0)

()内は %

(O.B.上)

第1トリップモード	自家用車	同乗	公共交通機関	徒歩二輪	計
自家用車	6494 (90.2)	148 (2.1)	26 (0.2)	529 (7.4)	7197 (100.0)
同乗	190 (45.9)	149 (60.9)	0 (0.0)	75 (18.1)	414 (100.0)
公共交通機関	0 (0.0)	0 (0.0)	14 (66.7)	16 (53.3)	30 (100.0)
徒歩二輪	279 (43.5)	138 (21.5)	40 (6.2)	184 (38.7)	641 (100.0)

()内は %

(8)トリップ長(所要時間)であり、トリップ・パターン特性としては、(9)1日全体のトリップ数、(10)1日全体のサイクル数、(11)当該サイクルに含まれるトリップ数、(12)当該サイクルが何サイクル目か、(13)当該サイクルの出発時刻を取上げた。

全目的の自動車・マストラの結果を表-7に示す。ここのサンプル数は自動車13,420件、マストラ4,187件、総数では17,607件、相関比 $r=0.742$ である。数量化理論Ⅱ類では、各要因の判別に及ぼす規定力は各要因のレンジで代用できるので、その大きい順に並べると次のようになる。

- | | |
|--------------|---------------|
| ① トリップ長 | ④ 当該サイクルの出発時刻 |
| ② 自動車の保有・非保有 | ⑦ 世帯人数 |
| ③ トリップ目的 | ⑧ 1日全体のトリップ数 |
| ⑤ 職業 | ⑨ 性別 |
| ⑥ 産業 | ⑩ 何サイクル目か |

上位3位は他の要因に比べ大きな規定力をもつと言えるが、全体的に言って、個人属性が上位にランクされ、トリップ・パターンの特性は、それほど大きく効くとは言えない。しかしながら、レンジの値は小さいものの、1日全体のトリップ回数などは、トリップ回数が多くなるほど機動性のある交通機関が選択されることを示している。

次に、サイクル内第1トリップ目的別の交通機関選択要因分析の結果の一部として、第1トリップ目的が自由である場合を表-8に示す。

ここのサンプル数は自動車2,299件、同乗1,140件、マストラ1,161件の総数4,600件で相関比 $r=0.968$ である。なお、このときの説明要因としては、個人属性では産業を、またトリップ特性ではトリップ目的を除き、その代わりとしてトリップ・パターン特性にはサイクル内第2トリップのモードおよび目的を付け加えた。その結果レンジの順位は、

- | |
|-----------------|
| ① 第2トリップのモード |
| ② 自動車の保有・非保有 |
| ③ 年令 |
| ④ トリップ長 |
| ⑤ 1日全体のトリップ数 |
| ⑥ 当該サイクル内のトリップ数 |
| ⑦ 何サイクル目か |
| ⑧ 第2トリップの目的 |
| ⑨ 1日全体のサイクル数 |
| ⑩ 職業 |
| ⑪ 性別 |

表-7 分析結果(全目的・2モード)

説明要因	カテゴリ	レンジ	偏点	人数
世帯人数	1	0.26283	-0.20012	645
	2		-0.09941	1857
	3		-0.02855	3112
	4		0.00014	5587
	5		0.06271	6406
性別	1	0.13344	0.04746	11345
	2		-0.08598	6262
年令	1	0.20852	-0.15271	1935
	2		0.04409	4088
	3		0.05581	4941
	4		-0.01111	3396
	5		-0.03782	3247
職業	1	0.58357	-0.08737	4499
	2		-0.09672	1255
	3		-0.01227	7975
	4		0.38017	1843
	5		0.02285	1439
	6		-0.20340	596
産業	1	0.50943	0.17530	2235
	2		0.05524	4271
	3		-0.03277	2737
	4		-0.33413	480
	5		-0.00888	1105
	6		-0.03080	2555
	7		-0.26140	346
	8		-0.05124	3878
自動車の保有	1	1.24582	0.43006	11529
	2		-0.81576	6078
目的	1	1.08996	0.04731	9171
	2		-0.89077	1440
	3		0.19918	2396
	4		0.08077	4600
トリップ長	1	1.37933	0.33137	9970
	2		-0.24008	4985
	3		-0.69498	1840
	4		-1.04796	498
	5		-0.97557	314
1日全体のトリップ回数	1	0.18231	-0.05917	8751
	2		0.00031	1213
	3		0.05239	3478
	4		0.12314	882
	5		0.06901	3283
1日全体のサイクル数	1	0.03427	0.00659	12347
	2		-0.02651	3566
	3		0.00777	1694
当該サイクルのトリップ数	1	0.03977	0.00392	12927
	2		-0.03204	1789
	3		0.00772	1438
	4		-0.00309	1453
何サイクル目か	1	0.06410	0.00433	14562
	2		-0.00874	2330
	3		-0.05977	715
当該サイクルの出発時刻	1	0.27670	-0.05728	1448
	2		0.02670	10175
	3		-0.10130	2413
	4		-0.10627	1004
	5		-0.01147	1310
	6		0.17042	831
	7		0.08408	426

と全目的の場合と比べて、トリップ・パターン特性を示す要因が上位にランクされていることがわかる。また、第2トリップのモードが規定力が大きくなっているが、これは、第1トリップのモードが自動車の場合にはモード選択が少なく、また全体的にピストン型のトリップ・パターンが多く往復トリップが同一モードとなる場合が多いことなどに依ると考えられる。

次に同様の分析を第1トリップ目的が業務の場合についても行った。この場合の外的基準は3モード(自

自動車2,011件, 同乗265件, マストラ106件; サンプル総数2,382)

であるが, 自動車利用が圧倒的に多いので相関比 $k=0.982$ は非常に高いものの, 他の2モードの判別は明確でない。レインジの順位としては, やはり第2トリップのモードが大きくなり, 次いで自動車の保有・非保有, トリップ長, 1日全体のトリップ数, 当該サイクル内のトリップ数として産業の順であり, トリップパターン特性, トリップ特性などが上位にランクされている。

そして第1トリップ目的が通勤の場合では, 外的基準を自動車(6,540件), マストラ(1,723件)の2種類として要因分析を行ったが, 相関比 $k=0.941$ と良好な結果が得られた。なお, 各レインジの順位は, 業務の場合と上位3位までは同じであり, 次いで第2トリップの目的として職業などがつづいている。

5. おわりに

本研究は, まず人の1日の動きの中で交通機関の選択がどのようになされるか, 特に1日のトリップパターンとバスを中バとしたサイクル内第1トリップモードとの関係について考察を加えた。その結果, 代表的なトリップパターンで約90%の類型化が可能であり, また自動車, 徒歩二輪を発生するループ内ではモード遷移の割合が小さく, 逆に同乗, マストラの場合にはモード遷移の割合は高い。この傾向はループ間のモード遷移についても同様であることが示された。そこで, このような1日の人の動きの中で主要なモードと言えるサイクル内第1トリップのモードの選択要因分析が数量化理論Ⅱ類の適用によってなされた。その結果, 全目的の場合では, 従来のトリップ単位の分析で規定力の大きいとされていた説明要因がやはり上位にランクされること。また, サイクル内第1トリップ目的別に層別化した場合には, それらの要因に加えてトリップパターンの特性を表す説明要因も規定力を持つことなどが明らかにされた。

本研究では1日のトリップパターンと交通機関選択に関する基礎的な集計分析が主であったが, 今後, これらの分析結果を踏まえトリップチェーン的アプローチによるModal-Split Modelの構築が課題となろう。

最後に, 本研究を遂行するにあたり, 計算補助, 資料収集に協力して頂いた京都大学工学部学生野山晴彦君(現在和歌山県)ならびに同大学学生内達明君の両兄に感謝の意を表します。

なお, 数量化理論Ⅱ類におけるカテゴリの内訳は次のようになっている。(全目的) 世帯人数; 1. 1人, 2. 2人, 3. 3人, 4. 4人, 5. 5人以上, 性別; 1. 男, 2. 女,

年齢; 1. 5-19才, 2. 20-29才, 3. 30-39才, 4. 40-49才, 5. 50才以上 職業; 1. 専業主婦 2. 管理職 3. 販売 4. 学生 5. 主婦 6. 無職, 産業; 1. 農林建設 2. 製造 3. 卸売小売 4. 金融 5. 運輸 6. サービス 7. 公務 8. 非就業者, 自動車の保有; 1. 保有, 2. 非保有 トリップ長; 1. 0-20分, 2. 21-40分, 3. 41-60分, 4. 61-80分, 5. 81分以上, 1日全体のトリップ数; 1. 2トリップ 2. 3トリップ 3. 4トリップ 4. 5トリップ 5. 6トリップ以上, 1日のサイクル数, 何サイクル目; 1. 1サイクル 2. 2サイクル 3. 3サイクル以上 14:00-6:59 2. 7:00-8:59 3. 9:00-11:59 4. 12:00-13:59 5. 14:00-16:59 6. 17:00-18:59 7. 19:00-24:00

表-8 分析結果(自由目的3モード)

説明要因	カテゴリ	レインジ	得点	人数
世帯人数	1	0.02908	0.00686	207
	2		0.01911	594
	3		-0.00189	765
	4		0.00335	1421
	5		-0.00997	1613
性別	1	0.02722	-0.01593	1908
	2		0.01129	2692
年齢	1	0.08502	0.05977	409
	2		-0.00681	989
	3		-0.02525	1334
	4		0.00843	722
	5		0.00862	1146
職業	1	0.02958	0.00108	587
	2		-0.02125	149
	3		0.00282	1426
	4		-0.02328	403
	5		0.00288	1439
	6		0.00630	596
自動車の保有	1	0.27244	-0.12941	2415
	2		0.14303	2185
1日全体のトリップ数	1	0.07005	-0.03897	1291
	2		0.00773	364
	3		-0.00018	1391
	4		0.02961	366
	5		0.03108	1391
当該サイクルの 出発時刻	1	0.00732	-0.00205	131
	2		0.00179	893
	3		0.00209	1389
	4		0.00029	434
	5		-0.00211	819
	6		-0.00522	622
	7		0.00196	312
トリップ長	1	0.07363	-0.01289	3090
	2		0.01975	1037
	3		0.03615	300
	4		0.06074	85
	5		0.03814	88
1日全体の サイクル数	1	0.03454	-0.01821	2014
	2		-0.01315	1741
	3		-0.01633	845
当該サイクル トリップ数	1	0.06351	-0.00947	3406
	2		-0.00869	670
	3		-0.04794	309
	4		-0.05404	215
何サイクル目か	1	0.06348	0.00887	2831
	2		-0.00254	1373
	3		-0.05461	396
第2トリップの モード	1	1.82272	0.75623	277
	2		-0.87021	2272
	3		0.77183	1019
	4		0.95251	1016
	5		0.83737	16
第2トリップの 目的	1	0.04770	-0.04043	220
	2		-0.03741	64
	3		0.00726	3400
	4		-0.01464	916

表中の行カラー
(第2トリップのモード 1. 徒歩・自転車 2. 自動車 3. 同乗 4. マストラ, 5. その他)
(第2トリップの目的 1. 通勤 2. 通学 3. 業務 4. 自由 5. 帰宅 6. 自由)