

1. はじめに

人はもちろん様々な物資や情報の輸送手段として車が社会的・経済的にも重要な位置を占め、もはや車のない生活は不可能といっても過言ではない。

また、車は交通渋滞を引き起こし、都市機能を低下させ排気ガスによる環境悪化、エネルギー資源の浪費、交通事故の増加など様々な問題を生み出した。

このように、大きな問題に直面しているわが国は今、便利で快適な車社会を本気で見直していかなければいけない時を迎えているのである。

従来は、道路整備を積極的に行うことによって交通容量を増やし、問題の解決に努めてきた。しかし、交通需要の増加には歯止めはきかず、これまでの対処方策では交通混雑緩和に限界が生じている。もちろん道路整備はこれからも必要不可欠なものには変わらないが、今後は従来型の方策に加えて、われわれ一人ひとりが道路の使い方を考える、ソフト面からのアプローチを行っていくことが必要とされている。

ソフト面からのアプローチとしては近年、交通の円滑化や高齢化の問題にともなって公共交通のあり方が見直されてきており、公共交通をうまく活用しようという気運が高まっている。つまり、交通利用者による道路の利用法の工夫や、適切な利用の誘導により交通需要を調節していこうという交通需要マネジメント (TDM) の観点から、交通混雑の緩和に努めていこうというのである。

その1つとして P&R、K&R が挙げられる。しかし、P&R は欧米諸国では交通混雑緩和の施策としてポピュラーなもので積極的に活用されているが、わが国ではまだまだ、自治体が導入・実施に向けて行動を起こしてはいるものの、本格実施にいたった例は少なく、多くが社会実験の段階に留まっているのが現状である。

そこで本研究では、P&R と K&R 導入実施可能性を探っていくために、大阪府下で実際に発生した通

勤・通学時における P&R と K&R トリップを京阪神都市圏パーソントリップ調査から抜き出し、さらに同一 OD ペアで他の交通手段 (バス、徒歩、乗用車) を選択しているトリップも抜き出して、ネスティッドロジットモデルを用いて、組み合わせ交通手段選択モデルの構築を行う。それを、乗用車トリップに適用して、P&R、K&R の導入・実施が効果的に行えるようにすることを目的とする。

2. 本研究の位置付け

これまでの研究は、ある1時点におけるP&RやK&Rの利用者の特性を明らかにし、交通手段の転換要因を明確にして需要予測を行うといったアプローチ手法が多く取られている。しかし、社会実験の域を出るに至っていないのが現状でTDM施策を本格的に導入するためには、より多角的なアプローチで研究を進めていく必要があると考えられる。

そこで本研究ではこれまでとは違ったアプローチ法での考察を試みる。まず、P&RとK&Rを端末交通手段として内包する通勤・通学時における手段選択モデルの構築を行う。さらに、明らかになった交通手段の効用関数を用いて、ゾーンごとに各手段の効用値を算出する。そして、算出した効用値を比較することにより通勤・通学における代表手段の転換の可能性を探っていこうとするものである。

3. 本研究で用いるデータ

本研究のモデル作成には、第4回京阪神都市圏パーソントリップ調査の大阪府下のデータを用いる。その詳細および参考として、第2回、第3回京阪神都市圏パーソントリップ調査のデータを表1に併記する。

表1 大阪府下における交通の内訳 (抽出率約2%)

	第2回PT調査	第3回PT調査	第4回PT調査
大阪府のサンプル数(トリップ)	350719	393830	420629
通勤・通学トリップ数	86900	100540	88166
全トリップに占める通勤・通学トリップの割合 (%)	24.78	25.53	20.96
大阪府の人口 (人)	8267301	8557512	8805081

表1を見ると通勤・通学トリップの全トリップに占

める割合が、減少傾向にあることがわかる。しかし、依然として全トリップ数の 20%以上を占めており交通混雑問題を考える上で無視することはできないと考えられる。

表 2 大阪府下における代表交通手段の割合 (抽出率約 2%)

単位：トリップ	徒歩	鉄道	バス	自動車	二輪車	その他	合計
第 2 回PT調査	31830	27481	3274	12473	11823	19	86900
(%)	36.63	31.62	3.77	14.35	13.61	0.02	100.00
第 3 回PT調査	25673	34514	2769	18526	19034	24	100540
(%)	25.54	34.33	2.75	18.43	18.93	0.02	100.00
第 4 回PT調査	19806	29986	1960	17916	18481	17	88166
(%)	22.46	34.01	2.22	20.32	20.96	0.02	100.00

表 2 から鉄道を代表手段とするトリップはほぼ横ばいであるが、バスや徒歩が減少傾向にあり、乗用車を代表手段とするトリップに増加傾向が見られる。このことから、交通混雑がより深刻になっていく様子を読み取ることができる。

4. モデルの推定方法

ネスティッドロジットモデルのツリー図は以下の図-1 のとおりである。



図-1 ネスティッドロジットモデルツリー図

上位レベル：代表交通手段、下位レベル：端末手段選択を表している。その効用関数を以下に示す。

$$\left. \begin{aligned} KRV &= \exp(b[1] + b[6] * Tkr + b[7] * Ckr + b[8] * Odm) \\ PRV &= \exp(b[6] * Tpr + b[7] * Cpr + b[9] * Cqu) \\ BUSV &= \exp(b[2] + b[6] * Tbus + b[7] * Cbus) \\ WALKV &= \exp(b[3] + b[6] * Twalk + b[7] * Cwalk) \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} RAILV &= \exp(b[4] + b[5] * Is + b[10] * Crail + b[11] * Clidm) \\ CARV &= \exp(b[10] * Ccar + b[12] * age + b[13] * Idodm) \end{aligned} \right\}$$

$KRV, PRV, BUSV, WALKV, CARV, RAILV$: それぞれ、K & R、P & R、バス、徒歩、乗用車、鉄道の効用値
 $b[n]$: パラメータ
 $Tkr, Tpr, Tbus, Twalk$: それぞれ、K & R、P & R、バス、徒歩の所要時間
 $Ckr, Cpr, Cbus, Cwalk, Ccar, Crail$: それぞれ、K & R、P & R、バス、徒歩、乗用車、鉄道の費用
 Odm : 目的ダミー
 Cqu : 乗用車保有台数
 $Clidm$: 乗用車運転免許保有ダミー
 $Idodm$: 移動タイプダミー
 age : 年齢
 Is : ログサム変数

モデルの作成に用いたデータの詳細は以下の表 3

に示す。

表 3 使用データの内訳

第4回PT調査	度数	%	
乗用車	579	21.1	
鉄道	P&R	255	9.3
	K&R	699	25.5
	バス	469	17.1
	徒歩	739	27.0
合計	2741	100.0	

また、推定結果は、以下の表 4 のとおりである。

表 4 パラメータの推定結果

サンプル数：2741	特性変数	パラメータ (下段t値)		特性変数	パラメータ (下段t値)
アクセス K&R	目的ダミー	-1.3565	代表手段鉄道	固有定数	-4.367
		-12.055			-7.325
	固有定数	1.9728		乗用車免許ダミー	2.5072
		3.32		9.404	
アクセス P&R	乗用車保有台数	0.9904	代表手段乗用車	移動タイプダミー	0.5502
		11.748			12.13
アクセス バス	固有定数	1.4527		年齢	-0.0207
		4.535			-5.109
アクセス 徒歩	固有定数	0.9623	代表手段	費用	-0.2019
		1.593			-7.494
アクセス 手段	所要時間	-1.6695	λ_2		0.3216
		-4.406			1.521
	費用	-0.3361	$\bar{\rho}^2$		0.216
		-2.727			

各パラメータの t 値は十分な有意水準を満たしている。また、費用および所要時間に関するパラメータの符号も論理的に整合性のある値を示している。ログサム変数のスケールパラメータも 0 から 1 の間にあり、モデルのツリー構造も妥当であることが明らかとなっている。 $\bar{\rho}^2$ の値も十分に大きくモデル全体の適合性も高いと判断できる。

5. 転換可能効用差(CPUD)

推定されたモデルを、大阪府下の乗用車トリップに適用する際に本研究では転換可能効用差という指標を用いて、乗用車から P&R、K&R への転換可能性を探っていく。

$$CPUD = RU - BCU \quad (1)$$

ここで

RU: 転換先の手段に関する実際の効用値

BCU: 転換が起こる手段の効用値

式(1)で定義される値を転換可能効用差 (CPUD) と呼ぶ。具体的に P&R を例にとって述べる。あるゾーンにおいて、実際に P&R を行っているトリップにおける、P&R の効用と、そのトリップを乗用車で行う場合の効用の差が CPUD (転換可能効用差) である。それをゾーンごとに平均したものを、平均 CPUD と呼ぶこととする。つまり、平均 CPUD は、「ある

OD ペアで P&R をしたトリップの車に対する CPUD の平均値以上なら 50%以上の確率で P&R を行うと考えることができる。」というものである。以後、乗用車からの P&R、K&R への転換率を考える際に、乗用車トリップにおける CPUD と平均 CPUD を比べて転換率に関する考察を行う。

6. P&R、K&R への転換率

求めたモデルを乗用車トリップに適用する際に、本研究では、その判断に平均 CPUD を取り入れる他に、2つの P&R・K&R 導入実施推進策を提案した。第1案、第2案として以下にその内容を示す。

第1案 啓蒙活動等を行う案

- P&R と K&R の有用性を市民に知ってもらう（ドライバーにビラを配布したり、新聞、テレビ、地域誌などのメディアを使った啓蒙活動を行う。）
- 駅前のスーパーなど比較的大きな規模の駐車場を P&R 用の駐車場として活用できるようにする。
- 駅前広場の長時間の駐車を厳しく規制し乗用車の乗り降りができる程度の停車スペースを確保する。

第2案 駐車料金割引を行う

- P&R を行うための駐車場料金を 50%割り引く
- なお、割引率は、北大阪急行江坂駅周辺で、P&R 利用者に優遇措置としてとられた割引額を参考にした。これら導入実施推進策における乗用車から、P&R または K&R への転換率を以下の表5、表6に示す。

表5 第1案（啓蒙活動等）を行った際の転換率

	乗用車トリップ	転換可能トリップ数	
		現状	
P&R	16325	1451	
転換率(%)		8.89	
K&R		1110	
転換率(%)		6.80	
合計		2561	
転換率(%)		15.69	

表6 第2案（駐車料金割引）を行った際の転換率

	乗用車トリップ	転換可能トリップ数	
		駐車料金割引	
P&R	16325	6109	
転換率(%)		37.42	
K&R		848	
転換率(%)		5.19	
合計		6957	
転換率(%)		42.62	

表5より、第1案（啓蒙活動等）を行うことにより大阪府全体で、乗用車の 15.69%が P&R または、K&R に高確率で転換すると考えられる。また、表6より、第2案（駐車料金割引）を行うことにより大阪府全体で、乗用車の 42.62%が P&R または、K&R に高確率で転換すると考えられる。特に、P&R への転換が 37.42%と高い転換率を示しており、駐車場料金割引の効果がとても大きいことがわかる。

ここで、各導入実施推進策において転換率の高かった上位 20 市区町村を以下の表7、表8に示す。

表7 第1案（啓蒙活動等）を行った場合の転換率上位 20 市区町村

市区町村	乗用車度数	転換可能性(トリップ数)			転換可能性(%)		
		P&R	K&R	合計	P&R	K&R	合計
能勢町	69	6	23	29	8.70	33.33	42.03
太子町	59	4	15	19	6.78	25.42	32.20
池田市	170	41	7	48	24.12	4.12	28.24
富田林市	384	37	63	100	9.64	16.41	26.04
貝塚市	294	18	52	70	6.12	17.69	23.81
岸和田市	675	39	114	153	5.78	16.89	22.67
高槻市西部	286	35	29	64	12.24	10.14	22.38
千早赤坂村	27	6	0	6	22.22	0.00	22.22
交野市	186	15	26	41	8.06	13.98	22.04
岬町	74	16	0	16	21.62	0.00	21.62
堺市ニュータウン	413	19	69	88	4.60	16.71	21.31
豊能町	93	7	12	19	7.53	12.90	20.43
羽曳野市	343	24	45	69	7.00	13.12	20.12
和泉市	585	24	92	116	4.10	15.73	19.83
河内長野市	313	16	46	62	5.11	14.70	19.81
豊中市北部	341	41	24	65	12.02	7.04	19.06
泉南市	141	0	26	26	0.00	18.44	18.44
阿倍野区	110	2	18	20	1.82	16.36	18.18
堺市東部	478	24	62	86	5.02	12.97	17.99
枚方市東部	614	77	33	110	12.54	5.37	17.92

表8 第2案（駐車料金割引）を行った場合の転換率上位 20 市区町村

市区町村	乗用車度数	駐車料金割引					
		転換可能トリップ数			転換率(%)		
		P&R	K&R	合計	P&R	K&R	合計
能勢町	69	38	3	41	55.07	4.35	59.42
太子町	59	45	3	48	76.27	5.08	81.36
泉南市	141	96	2	98	68.09	1.42	69.50
富田林市	384	228	31	259	59.38	8.07	67.45
豊能町	93	56	6	62	60.22	6.45	66.67
忠岡町	36	19	5	24	52.78	13.89	66.67
岸和田市	675	407	32	439	60.30	4.74	65.04
貝塚市	294	171	14	185	58.16	4.76	62.93
河南町	51	29	1	30	56.86	1.96	58.82
堺市ニュータウン	413	229	11	240	55.45	2.66	58.11
河内長野市	313	170	11	181	54.31	3.51	57.83
大阪狭山市	223	122	6	128	54.71	2.69	57.40
枚方市西部	266	138	13	151	51.88	4.89	56.77
熊取町	152	79	7	86	51.97	4.61	56.58
羽曳野市	343	169	22	191	49.27	6.41	55.69
茨木市北部	176	87	10	97	49.43	5.68	55.11
和泉市	585	300	18	318	51.28	3.08	54.36
堺市北西部	183	92	5	97	50.27	2.73	53.01
交野市	186	90	8	98	48.39	4.30	52.69
堺市東部	478	225	17	242	47.07	3.56	50.63

表7より、池田市、千早赤坂村、岬町などでは、P&R に関する導入・実施推進策を重点的に行うと、20%以上の乗用車トリップが高確率で P&R に変わると考えられる。能勢町、太子町、泉南市などでは、

K&R に関する導入・実施推進策を重点的に行うと、18%以上の乗用車トリップが高確率で K&R に変わると考えられる。また、泉南市では P&R に関する導入・実施推進策は効果が期待できないと考えられる。さらに、千早赤坂村では K&R に関する導入・実施推進策は効果が期待できないと考えられる。

表 8 より、太子町、泉南市、岸和田市などでは、P&R に関する導入・実施推進策を重点的に行うと、60%以上の乗用車トリップが高確率で P&R に変わると考えられる。忠岡町では、K&R に関する導入・実施推進策を重点的に行うと、13%以上の乗用車トリップが高確率で K&R に変わると考えられる。

さらに、表 7、8 の転換率上位市区町村をより視覚的にとらえるために、その上位 10 市区町村を地図上に示すと、以下の図-2 のようになる。なお○、□、☆はそれぞれ、現在の P&R・K&R 発生上位 10 市区町村、第 1 案（啓蒙活動等）を行う導入実施推進策を行った場合の転換率上位 10 市区町村、第 2 案（駐車料金割引）を行う場合の転換率上位 10 市区町村を表す。なお、●、■、★で示す塗りつぶしの記号は、さらにそれぞれの上位 5 市区町村を示している。

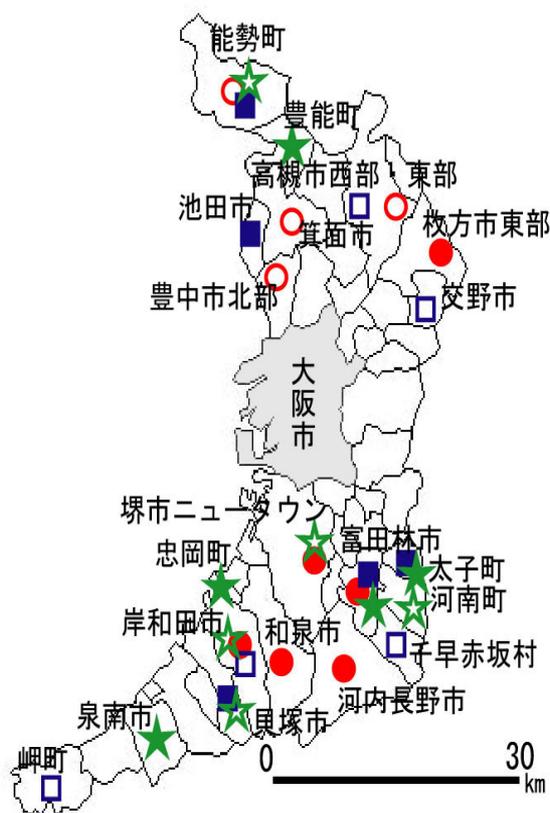


図-2 導入実施推進案の効果が大きい市区町村

図-2 より能勢町、太子町、富田林市、岸和田市での P&R・K&R 導入実施推進策は、効果が高い戸考えられる。また、地図上の各記号は大阪市の周辺部に位置しており現実的な結果が得られたと考えられる。

7. 今後の課題

今後の課題として、まず、本研究では、パーソントリップ調査の結果を用いているが、パーソントリップ調査には「短いトリップ、徒歩・自転車トリップ、Non-home-based トリップ、業務トリップ、帰宅トリップ」は調査に報告されないことが多い問題、他の世帯人員による代理回答が頻繁に行われることによる精度の低下や、単身世帯の回答率が低くサンプルが複数人員で構成された世帯からにかたよってしまうなどの問題、トリップ開始・終了時間を丸めて報告される傾向にあり精度低下を起こす問題等をはらんでおり精度低下を補うためにも別のアンケート調査なども行い、より詳しい個人行動に関するデータをモデルの構築に用いる必要がある。

また、本研究では、P&R 用の駐車場は駅に隣接しており、十分に供給が行われるものとして考えているが、実状では、そのような駐車余地を確保することが不可能な地域も多く、土地の利用形態と絡めて考えていく必要がある。さらに、どんなに自分を取り巻く環境が変化しても、乗用車を用いて通勤・通学を行おうとする固定的乗用車利用者の存在や、本研究のモデルは、乗用車の持つプライバシー性等の重要な効用を十分取り入れることができていないといった問題がある。今後、これらの点を考慮して精度をより高めていかなければならないと考えられる。

【参考文献】

1. (社) 土木学会：非集計行動モデルの理論と実際、丸善、pp.12-90、1995
2. 北村隆一、森川高行：交通行動の分析とモデリング、技報堂出版、pp.129-130、2002
3. (社)交通工学研究会：平成 9 年度道路交通センサス CD-ROM、丸善、2001.
4. (社)交通工学研究会：平成 11 年度道路交通センサス CD-ROM、丸善、2001.