

# PCATSを用いた松山都市圏での 交通料金政策の効果分析

安原 弘貴<sup>1</sup>・倉内 慎也<sup>2</sup>・谷本 善行<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 愛媛大学大学院 理工学研究科生産環境工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町3番)  
yasuhara.hirohisa.10@cee.ehime-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 愛媛大学准教授 理工学研究科生産環境工学専攻 (〒790-8577 松山市文京町3番)  
kurauchi@cee.ehime-u.ac.jp

<sup>3</sup>非会員 西日本旅客鉄道

現在、我が国の公共事業費は減少傾向にあり、新規インフラ整備などの大規模な投資は困難であるのに加え、2011年3月に発生した東日本大震災の影響により、化石燃料への依存度が高まっている。さらには、電気自動車の急速な普及により、現在のガソリンへの課税による財源確保は、近い将来には破綻することが予見される。すなわち、長期的に安定した財源を確保しつつも、社会・経済活動を支える円滑なモビリティを、大規模な投資を必要とせずに提供することが、特に地方都市における交通政策に強く求められている。

そこで本研究では、藤井ら<sup>1)</sup>によって開発された生活行動シミュレータPCATS (Prism-Constrained Activity Travel Simulator) に着目し、従来のPCATSに改良を加え、地方都市である松山市に適用し、松山市における交通料金政策の効果分析を行うことを目的とする。

**Key Words :** low birthrate and aging, living activities, PCATS, Transport policy

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景

現在、我が国は、少子高齢社会という大きな転換期を迎えている。特に地方都市において、このような状況は顕著であり、高齢者のモビリティ確保や生産年齢人口の減少に伴う都市経営コストの問題等が深刻化している。

一方、我が国の公共事業費は、10年前と比較して約40%減となっており、新規インフラ整備などの大規模な投資は困難な状況にある。加えて、2011年3月に発生した東日本大震災により、全国的に原子力発電の稼働が見直された。これにより、原子力発電に代わる発電手段として、火力発電が再び注目を浴び始め、化石燃料への依存度が高まっている。さらには、近年、電気自動車等の代替燃料車が急速に普及されていることを踏まえると、現在のガソリンへの課税による財源確保は、近い将来には破綻することが予見される。

従って、長期的に安定した財源を確保しつつも、社会・経済活動を支える円滑なモビリティを、大規模な投資を必要とせずに提供することが、特に地方

都市における交通政策に強く求められている。そのような政策の一例として、近年では、環境税やロードプライシング、駐車料金や公共交通料金体系の見直し等の料金政策が注目されている。これらの料金政策は、既に一般化しつつあるETCや公共交通ICカードを活用することにより現状の技術レベルでも廉価に導入可能である。加えて、個人の認証が可能で利用履歴も記録されることから、携帯電話の料金プランのように個々人のニーズに応じた多様な料金設定ができるという点で非常に大きなポテンシャルを秘めていると言えよう。

このような政策、例えばロードプライシングの導入は、課金エリア内の道路混雑の緩和や、安定的な財源の確保等の利点が挙げられる一方、課金エリア内への来訪者が減少したり、特に自動車への依存度が高い地方都市では、人々のモビリティを大幅に損ねる恐れがある。こういった事態を避けるためにも、政策検討に際しては、政策の実施効果を事前に精緻に評価することが不可欠となる。

しかし、ロードプライシングのような政策を実施した場合、それに伴う行動変化は、経路や交通手段の変更だけに留まらず、目的地の変更、さらには活

動の取りやめ等にまで、非常に多岐に渡るものと考えられる。ゆえに、このような誘発・抑圧需要までもを考慮するには、個人の交通行動のみならず、活動の実行・非実行を含む生活行動全般の変化を評価する必要がある。過去に活動を考慮に入れた交通行動分析は多数存在するが、その中でも本研究では、藤井<sup>1)</sup>によって開発された生活行動シミュレータ PCATS (Prism-Constrained Activity Travel Simulator) に着目し、この PCATS を地方都市である松山市に適用する。

## (2) PCATS の問題点と本研究の目的

後述するように、PCATS は、対象個人の 1 日の行動軌跡を連続時間軸上で再現するシミュレータであり、非集計行動モデルをベースとしているため様々な交通政策の評価を行うことができる、逐次選択の仮定を置くことにより、時に数百万人に及ぶ都市圏住民の行動軌跡を個人レベルで比較的短時間でシミュレートすることができる、等の利点がある。しかしながら、従来の PCATS<sup>2), 3), 4)</sup>は、主に大阪や京都などの大都市圏における交通マスタープランの立案に活用されてきたため、交通手段の選択肢は公共交通、自動車、その他といった大まかな区分が用いられてきた。一方で、松山市では、自動車と道路空間を共有する自転車の分担率が高いため、例えば、ロードプライシングにより自転車への転換が生じた場合、自転車通行帯の設置をはじめとする道路空間の再配分等を併せて検討する必要がある。ゆえに、実際の政策検討においては、より細かな交通手段分類の採用が不可欠となる。加えて、ゾーニングについても、従来の PCATS は、パーソントリップ調査における基本ゾーンや、郊外部では市区町村レベルなど、非常に粗いゾーニングを採用しているため、例えば、ロードプライシングの評価において決定的に重要となる、課金対象エリアの検討を詳細に行うことができない。

そこで本研究では、松山市における交通政策の評価ツールを開発することを目的として、従来の PCATS をベースに、交通手段分類およびゾーニングに改良を加える。次いで、開発したシミュレータの現況再現性を検証した上で、松山市における交通料金政策の効果分析を行うことを目的とする。

## 2. 用いるデータの概要

本研究では、PCATSを構築するために2007年に実施された松山都市圏パーソントリップ調査データ（以下MPT2007データ）を用いた。MPT2007データは、2007年10月1日～12月31日（休日および休日の前後は除く）の期間に行われ、調査の対象者は愛媛県松山市（旧中島町を除く）、伊予市（旧中山町、旧双海町を除く）、東温市、伊予郡砥部町（旧広田町を除く）の3市2町となっており、都市圏在住の約276,000世帯の中から、約13,000世帯（約30,000人）

を抽出している。MPT2007データは移動だけを観測したトリップ・ダイアリーデータであるが、PCATSを構築するためには、移動に加え個人の活動内容や、その活動時間も考慮しなければならない。そこで、本研究では、表-1に示すようにトリップ目的と活動を対応づけることで、アクティビティ・ダイアリーデータに変換して用いた。自由活動の「その他私用」に関しては、活動内容が明確に把握できないため、活動時間分布の平均値および分散から、最も類似する「食事・社交・娯楽」と同一の活動として扱うこととした。また、固定活動の送迎に関しては、学校や病院の送り迎え等のように、決められた場所と時間に行かなければならないことから、固定活動として扱うこととした。

表-1 移動目的と活動内容

移動目的	活動内容	活動種別
自宅へ	在宅	自由活動
買物へ	買物	
観光・行楽・レジャーへ	観光・行楽・レジャー	
食事・社交・娯楽へ	食事・社交・娯楽	
その他私用へ	食事・社交・娯楽	固定活動
勤務先へ	仕事	
通学先へ	学校	
送迎	送迎	
販売・配達・仕入・購入へ	販売・配達・仕入・購入	
打合せ・会議・集金・往診へ	打合せ・会議・集金・往診	
作業・修理へ	作業・修理	
農林業作業へ	農林業作業	
その他の業務へ	その他の業務	
	睡眠	

## 3. 松山都市圏版PCATS

### (1) PCATSの概要

PCATSは、個人の1日の生活行動を、活動内容、場所、時間等の活動の要素が予め決定されている固定活動と、自由意思でそれらの要素を決定することができる自由活動に分けた上で、対象個人の1日の行動軌跡を連続時間軸上で再現するシミュレータである。

図-1のように、PCATSでは、自由時間帯に実施する活動を逐次的に決定するものと仮定し、さらに各自由時間帯では、図-2のように、活動内容、活動場所およびそこまでの移動交通手段、活動時間の順に決定すると仮定している。このように、逐次的な意思決定過程を採用することで、膨大な数にのぼる生活パターンからの選択といった問題を回避し、1) 活動内容選択モデル、2) 目的地・交通手段選択モデル、3) 活動時間決定モデル、の3つのサブモデルを用いて効率的に生活行動を生成することができる。加えて、時空間プリズム制約<sup>5)</sup>や目的地の認知制約、交通手段の利用可能性を考慮することにより、各サブモデルの選択肢集合の要素数を削減している。

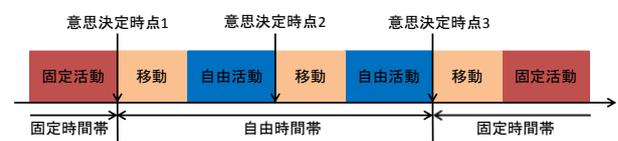


図-1 自由時間帯における意思決定過程

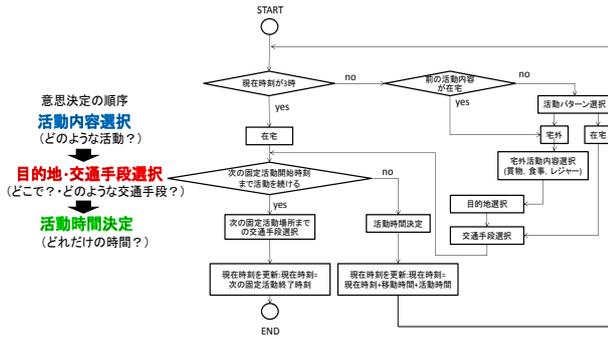


図-2 PCATSにおける意思決定過程

(2) 活動時間決定モデル

活動継続時間の意思決定を、活動時間決定モデルとして生存時間モデルの枠組みで構築した。本研究では、個人の意思で活動時間を自由に決定できる自由活動として、「在宅」、「買物」、「食事・社交・娯楽」、「観光・行楽・レジャー」の4つの活動を考慮しており、それぞれについて個別に活動時間決定モデルを構築する。活動時間決定モデルは下式に示すワイブル分布型生存時間モデルを採用した。

$$f(t_i) = \gamma t_i^{\gamma-1} \exp(-\gamma \beta z_i) S(t_i) \quad (1)$$

$$S(t_i) = \exp(-t_i^\gamma \exp(-\gamma \beta z_i)) \quad (2)$$

ここに、 $f(t_i)$ ：確率密度関数、 $S(t_i)$ ：生存関数、 $t_i$ ：活動*i*の継続時間、 $\gamma$ ：形状パラメータ、 $Z$ ：活動*i*の継続時間に影響を及ぼす外生変数ベクトル、 $\beta$ ：未知パラメータベクトル、である。未知パラメータは、式(1)に基づいて計算される、調査により観測された活動*i*の継続時間が生起する確率密度を尤度として、最尤推定法により求めることができる。しかし、調査によって観測された時間は元々は同一の活動時間分布に従っていても、次に続く活動が固定活動か否かによって、異なる結果になると考えられる。例えば、次に続く活動が固定活動であり、その固定活動が開始するまでに、その活動場所まで行かなければならないといった場合、本来であれば、活動を継続する予定であったが固定活動により活動を終了した、あるいは、より以前に終了する予定であった活動を、次の固定活動までのわずかな空白時間が生じてしまうのを避けるために継続して実施した等のケースが生ずる。

そこで、本研究では、活動時間分布は同一であるとの仮定の下で、活動時間がその分布に従って決定されるか否かを二項ロジットモデルによって確率的に表すことにより上述の問題点を考慮したSPSM (Split Population Survival Model)<sup>6)</sup>を活動時間モデルとして採用した。その尤度関数は式(3)で与えられる。

$$L = \sum_{\delta=1} \left( \frac{1}{1 + \exp(\alpha x_i)} f(t_i) \right) + \sum_{\delta=0} \left( 1 - \frac{1}{1 + \exp(\alpha x_i)} + \frac{1}{1 + \exp(\alpha x_i)} S(t_i) \right) \quad (3)$$

ここで、 $\delta$ ：次の活動が自由活動の場合は1、固定活動の場合は0となる指標、 $a$ ：未知パラメータベクトル、 $X_i$ ：活動*i*の継続時間が活動分布に従うかどうかの影響を及ぼす外生変数ベクトル、である。

式(3)の右辺第1項は、次に続く活動が自由活動であるために、式(1)で表される通常の活動時間分布に従って活動時間が決定される場合を示している。第2項は次に続く活動が固定活動であるために、活動時間が活動時間分布に従わない場合、つまり、本来はより以前に終了する予定であったが、固定活動との間にわずかな空白時間が生じてしまうのを避けるため当該活動を継続した場合を示している。また、第3項は、活動時間は活動時間分布に従って決定されるが、次に続く固定活動により活動時間が途中で打ち切られた場合を示している。

式(3)で表される尤度関数を用いて、活動種別ごとに、就業者・学生と非就業者に分け、最尤推定法を用いてモデルに含まれる未知パラメータを推定した。推定結果を表-2、表-3に示す。

ここで、表中の破線よりも上の部分は通常の生存時間決定モデルに関わるパラメータであり、推定値が正であれば、その活動時間も長くなりやすいことを示している。破線よりも下の部分は、SPSMの活動時間が活動時間分布に従うか否かを決定する二項ロジットモデルに含まれるパラメータである。その推定値が正であればその活動は活動時間分布に関係なく活動時間が決定される傾向にあり、逆に負であれば活動時間分布に従って活動時間が決定される傾向にあることを示している。

まず、二項ロジットモデルに含まれるパラメータの推定値を見ると、次の固定活動開始までの余裕時間が負に推定されている。したがって、意思決定者は次の固定活動が始まるまでの余裕時間が長くなると、自分が望んでいる活動時間を実行する傾向にある。また、在宅活動に着目すると、次の固定活動が睡眠の場合には、パラメータが正であることから、その場合、在宅活動は活動時間分布に従わないことが分かる。これは、次の固定活動が睡眠、つまり後に仕事や業務等の固定活動がない場合には、一時在宅後に外出するような行動パターンが平日には生じにくいことを示している。

次に活動時間分布に関する項目を見る。

同一の活動を事前に行った回数や時間のパラメータが負の影響を与えていることから、1回目よりも2回目、2回目よりも3回目と回数を増すごとに活動時間は短くなる傾向にある。また、1日は24時間であり、それぞれの活動に利用する時間は24時間の配分と考えると、活動に使う時間は潜在的に決められており、その配分された時間になるように調整をしているのではないかと考えられる。次に活動の時刻を見ると、午前の方が長く、18時を過ぎると短くなる傾向にある。これは、18時を過ぎるころには、徐々に施設が閉まりはじめ、滞在時間が短くなることや、帰宅をしなくてはならないために早めに活動を切り上げる

といった理由が考えられる。このように、活動時間の意思決定に関しては、現在時刻に依存するものが多く、個人の活動時間はその時点での時刻が大きな影響を与えていると言える。

表-2 推定結果 (就業者・学生)

	在宅		買物		食事		レジャー	
	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値
形状パラメータ	0.981	32.75	1.11	46.65	1.04	39.50	1.50	11.59
定数項	2.27	33.21	-0.00238	-0.58	0.425	0.02	0.862	1.10
現在時刻12時00分~13時59分ダミー	-0.949	-7.07	0.585	7.73	0.691	8.86	0.581	1.86
現在時刻18時00分~19時59分ダミー	-1.31	-9.60	-	-	0.154	1.50	0.328	1.29
現在時刻18時00分~20時59分ダミー	-	-	-0.451	-5.89	-	-	-	-
現在時刻21時00分~22時59分ダミー	-2.15	-14.38	-	-	0.146	1.70	-	-
現在時刻22時00分~23時59分ダミー	-	-	-0.969	-4.92	-	-	-	-
累積買物回数(回)	-	-	-0.398	-1.76	0.472	0.97	-	-
レジャー累積時間(時間)	-	-	-	-	-	-	-0.551	-4.77
男性ダミー	-	-	-	-	-	-	0.191	1.28
60歳以下ダミー	-	-	-0.224	-1.90	-	-	-0.656	-3.82
定数項	6.17	24.18	-0.683	-1.31	3.20	1.83	0.325	0.28
次の固定活動開始時刻までの余裕時間(時間)	-0.430	-17.60	-0.256	-2.00	-2.93	-1.65	-0.337	-2.37
3時00分かつ次の固定活動内容睡眠以外	-0.141	-0.98	-	-	-	-	-	-
次の固定活動睡眠かつ3時00分ダミー	3.96	11.46	-	-	-	-	-	-
次の固定活動睡眠かつ11時59分ダミー	1.52	6.80	-	-	-	-	-	-
次の固定活動睡眠かつ12時00分~13時59分ダミー	0.638	3.56	-	-	-	-	-	-
次の固定活動睡眠かつ19時00分~21時59分ダミー	0.627	2.91	-	-	-	-	-	-
宅外自由活動累積時間(時間)	0.101	2.10	-	-	-	-	-	-
20歳以下ダミー	-	-	-	-	3.05	1.28	-	-
サンプル数	12441		1389		1104		96	
初期対数尤度	-13738.2		-1375.6		-2520.5		-245.3	
最終対数尤度	-5929.1		-602.8		-1645.2		-151.6	
$\rho^2$	0.61		0.56		0.35		0.38	

表-3 推定結果 (非就業者)

	在宅		買物		食事		レジャー	
	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値
形状パラメータ	0.99	88.35	1.19	54.12	1.06	43.25	1.02	36.86
定数項	3.440	30.97	0.0310	0.86	0.805	19.08	0.823	5.48
現在時刻10時00分~11時59分ダミー	-1.310	-17.960	0.254	5.43	-	-	0.388	5.00
現在時刻12時00分~13時59分ダミー	-1.360	-12.500	-0.311	-1.92	-	-	-	-
現在時刻18時00分~21時59分ダミー	-2.340	-4.570	-	-	-	-	-	-
累積買物回数(回)	-	-	-0.176	-1.09	-	-	-0.036	-1.25
累積レジャー回数(回)	-	-	-	-	-0.0694	-3.59	-	-
宅外自由活動累積時間(時間)	-	-	0.112	1.75	-	-	-	-
70歳以上ダミー	-	-	-	-	-	-	-	-
主婦ダミー	0.15100	3.16	-	-	-	-	-	-
定数項	6.17	5.23	-1.37	-2.11	-0.183	-0.25	-2.28	-2.24
次の固定活動開始時刻までの余裕時間(時間)	-0.778	-5.06	-	-	-0.382	-3.25	-	-
第一活動かつ次の固定活動睡眠以外ダミー	3.630	3.71	-	-	-	-	-	-
次の固定活動睡眠ダミー	-	-	-2.67	-3.92	-	-	-3.84	-3.09
現在時刻10時00分~11時59分ダミー	-	-	-2.09	-2.74	-	-	-	-
次の固定活動睡眠かつ17時00分~20時59分ダミー	5.86	4.88	-	-	-	-	-	-
宅外自由活動累積時間(時間)	0.49	2.85	-	-	-	-	0.540	4.53
80歳以上ダミー	-	-	-	-	-	-	-	-
サンプル数	4553		1389		1126		126	
初期対数尤度	-6589.8		-1953.6		-2664.2		-290.5	
最終対数尤度	-3380.6		-977.1		-1742.4		-188.7	
$\rho^2$	0.49		0.50		0.35		0.35	

(3) 活動内容選択モデル

活動内容の選択肢として、自由活動に分類される「在宅」、「買物」、「食事・社交・娯楽」、「観光・行楽・レジャー」の4種類を定義し、図-3に示すように、上位段階に「宅外活動」か「在宅」の活動パターンの選択を、下位段階にて「買物」、「食事・社交・娯楽」、「観光・行楽・レジャー」の3つの宅外活動のいずれかを選択するようなネスティッドロジットモデルを用いて活動内容の選択をモデル化した。

表-4にモデル推定結果を示す。

まず、自由度調整済み決定係数に着目すると推定されたモデルの適合度は良好であるといえる。また、ログサム変数のパラメータに関して、0からのt値、1からのt値の双方が有意に推定されたことから、仮定したネスト構造は妥当であるといえる。

続いて、宅外活動、在宅のパラメータを見ると、 $H\_IncT$ のパラメータが有意に負に推定されていることから、自宅に立ち寄ることで、次の固定活動場所から、遠ざかるときは、宅内活動を行わない傾向にあるという妥当な結果となっている。続いて、宅外活動選択レベルの推定結果に着目する。個人属性を見ると男性ダミーの推定値が買物、食事共に負に推定されている。このことから男性よりも女性の方が買物、食事を実行する傾向にあることが分かる。またレジャーについて、現在時刻が午前の時間帯で、かつその後の固定活動が睡眠のみの場合には、実行

しやすい傾向にあることがうかがえる。これは、レジャーを行うには比較的長い時間が必要であり、次に固定活動がある場合には、レジャーを行うことがないからではないかと考えられる。

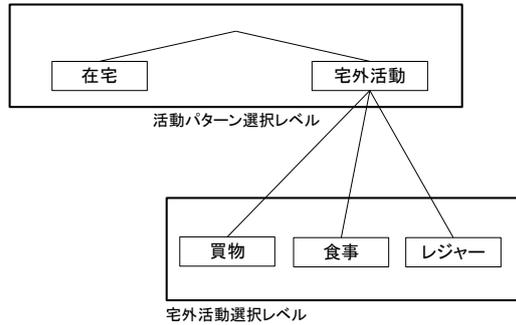


図-3 活動内容選択モデルの構造

表-4 推定結果

	変数名	推定値		
		t値	t値	
活動パターン選択レベル	在宅	0.518	5.46	
	宅外活動	h.IncT	-6.89	-4.32
	次の固定活動までの余裕時間(時間)	-0.119	-4.08	
	現在時刻3時00分~9時59分ダミー	-0.425	-1.38	
	現在時刻10時00分~10時59分ダミー	0.525	3.07	
	現在時刻12時00分~13時59分ダミー	0.445	1.95	
	現在時刻14時00分~15時59分ダミー	-1.27	-3.45	
	現在時刻16時00分~17時59分ダミー	-2.26	-4.87	
	現在時刻18時00分~19時59分ダミー	-3.20	-5.01	
	現在時刻20時00分~21時59分ダミー	-4.52	-5.31	
宅外活動選択レベル	買物	1.02	4.62	
	普通自動車、自動二輪、原付いづれかの免許保有ダミー	-4.12	-4.76	
	男性ダミー	-1.15	-1.99	
	現在地:自宅、次の固定活動場所:職場ダミー	0.463	3.81	
	現在地:その他、次の固定活動場所:自宅ダミー	1.03	7.25	
	現在地:その他、次の固定活動場所:その他ダミー	-0.716	-2.25	
	食事	-4.28	-5.06	
	定数項	-0.425	-3.00	
	男性ダミー	0.0551	0.54	
	現在地:自宅、次の固定活動場所:自宅ダミー	0.367	2.80	
現在地:その他、次の固定活動場所:自宅ダミー	-0.909	-2.80		
現在地:その他、次の固定活動場所:その他ダミー	-8.93	-7.25		
レジャー	定数項	0.320	2.23	
	現在時刻3時00分~11時59分かつ次の固定活動内容睡眠ダミー	0.320	2.23	
	1.Probl	2.37	2.68	
	サンプル数	13427		
初期対数尤度	-18642.8			
最終対数尤度	-8433.6			
自由度調整済み決定係数	0.544			

(4) 目的地・交通手段選択モデル

目的地・交通手段選択モデルでは、図-4の選択構造を持つネスティッドロジットモデルを用いてモデル化した。

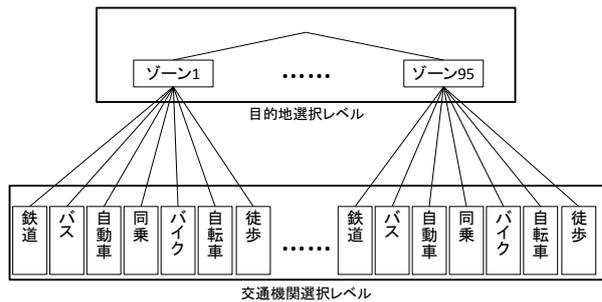


図-4 目的地・交通手段選択モデルの構造

ここで、従来のPCATSでは、交通手段の分類として、公共交通、自動車、その他、といった大まかな区分が用いられている。よって、運転も相乗りも共に自動車として扱い、自動車交通需要についてはそれをパーソントリップ調査から得られる平均乗車人数等で除すことにより算出していた。この場合、総量としての自動車交通需要の再現性はある程度保証されるが、ミクロなレベルでの自動車利用の再現

性は担保されない。加えて、両者を明確に区別していないがゆえに、近年注目されているカーシェアリングや相乗りの奨励といったモビリティ・シェアリング政策の評価を行うことができないといった問題が生ずる。

同様に、バスと電車の区別も行っていないため、路線やサービスレベルの検討といった実際の政策検討に活用することができない。さらには、松山都市圏では都市機能が比較的コンパクトにまとまっている上、特に自転車の分担率が非常に高いため、例えば自動車への課金政策を実施した場合、公共交通のみならず、自転車、徒歩への交通手段の変更が多数生ずるものと予想される。このとき、実際の政策検討においては、増加した徒歩や自転車需要を円滑に処理するために、自転車通行帯の設置をはじめとする道路空間の再配分等も併せて評価する必要がある。ゆえに、本研究では、交通手段の分類として、鉄道、バス、自動車（運転）、自動車（同乗）、自動二輪車・原動機付自転車（以下、バイク）、自転車、徒歩の7区分を用いてモデル化を試みる。このとき、自動車については、松山都市圏パーソントリップ調査データの、自身で運転したかどうかの質問項目より運転か同乗なのかを区別することとした。このように運転と同乗を区別することにより、運転に伴う自動車の移動を追跡することが可能になり、自動車の所在地を把握することができるようになる。本研究では、世帯ごとに、車両の所在地を追跡することで、現在地に利用可能な車両が存在するのかを判断し、現在地に自動車が存在しない場合には、自動車を利用できないものとした。同様に、バイク、自転車についても所在地を追跡し、その場に、それら交通手段が存在しない際には利用不可能とした。

それぞれの交通手段による移動にかかる所要時間、費用等は出発地、目的地により一義的に規定されるものとし、その際、時空間プリズム制約を導入して、次の固定活動開始時刻にその場所に到達不可能な交通手段は選択肢集合から除外した。加えて、それぞれの交通手段に対しては以下のように利用可能性を設定し、該当するものは、選択肢集合から削除した。

- a) 鉄道、バス
  - ・ 現在時刻が6時よりも前、もしくは22時以降。
- b) 自動車（自身で運転）
  - ・ 普通または大型自動車免許を保有していない。
  - ・ 現在場所に自動車がなく、かつ、現在場所区分が自宅もしくはその他の場所。
- c) バイク
  - ・ 普通または大型自動車免許、自動二輪車免許、原動機付自転車免許のいずれも保有していない。
  - ・ 現在場所にバイクがなく、かつ、現在場所区分が自宅もしくはその他の場所。
- d) 自転車
  - ・ 現在場所に自転車がなく、かつ、現在場所区分が自宅もしくはその他の場所。
- e) 徒歩
  - ・ ゾーン間距離が10km以上。

次に目的地選択モデルについて、これまでのPCATSでは、ゾーン内居住人口が2万人程度のBゾーン、あるいはそれを幾つか組み合わせたゾーンを用いて分析が行われてきた。この場合、モデルの入力変数となるゾーン別交通手段別所要時間等のサービスレベル変数の精度が低くなると共に、ロードプライシングの課金エリアやバス・鉄道網の検討等をきめ細かに行うこともできない。そこで本研究では、ゾーン内居住人口が約6,700人であるCゾーンを採用することとする。これにより、需要予測精度の向上ときめ細かな政策評価を同時に達成することができるものと期待される。

また、本研究で対象としている松山都市圏では、中心部と郊外部でゾーンの面積が大きく異なる。面積が大きくなれば、当然そこに含まれる従業員数、店舗数等も大きくなるため、従業員数や店舗数をそのまま説明変数として用いた場合、店舗の集積度合いなどの賑わいを表現することができなくなる。この問題の対処法として、本研究では、次式のように、ゾーン面積を規模の基準変数として適用する方法<sup>7),8)</sup>を採用することとした。

$$V_s = V'_s + \ln X_0 + \sum_n \beta_n \ln(X_n / X_0) \quad (4)$$

ここに、 $V_s$ ：活動場所(目的地 $s$ )の効用、 $V'_s$ ：規模変数以外で構成される活動場所(目的地 $s$ )の効用、 $X_0$ ：規模の基準変数(ゾーン面積)、 $X_n$ ： $n$ 番目の基準変数以外の規模変数(従業員数、店舗数等)、 $\beta_n$ ： $n$ 番目のパラメータ、である。さらに、交通手段選択モデルと同様に時空間プリズム制約を適用し、その目的地へ訪れた場合に、いずれの交通手段を利用しても次の固定活動場所へ所定の時刻に間に合わないような目的地は選択肢集合から削除した。加えて、ある個人がある目的地を選択肢として認知しているか否かにより、その個人の目的地の選択肢集合は大きく変わると考えられる。特に、本研究では、ゾーニングを細かくしたために、選択肢集合の要素数が多く、それら全てを考慮した上で意思決定を行っているとは考えにくい。一方、個々人の目的地選択肢集合を観測者が直接把握することはできない。そこで、本研究では、藤井<sup>1)</sup>と同様の方法を用いて二項プロビットモデルにより、各個人がゾーン $k$ を目的地の選択肢として認知する確率 $P_{rec}^n(k)$ を算出した。なお、二項プロビットモデルの外生変数ベクトルには、移動抵抗を表す指標として、直前にいた場所から直接次の固定活動場所へ移動する際の移動時間と、直前にいた場所から現在地を経由して次の固定活動場所へ訪れる際の移動時間の差、 $IncT$ を用いた。

この認知確率 $P_{rec}^n(k)$ を、次式のように目的地選択の効用関数に組み込んだ上でモデル推定を行った。

$$V_s = V'_s + \ln X_0 + \sum_n \beta_n \ln(X_n / X_0) - \ln(P_{rec}^n(k)) \quad (5)$$

交通手段選択モデルの推定結果を表-5に、目的地選択モデルの推定結果を表-6に示す。

まず、交通手段の推定値に注目する。交通手段の選択は、出発地と目的地のゾーン間距離に影響を受けると考え、距離帯毎のパラメータを各交通手段に入れた。これにより、距離帯毎での交通手段の分担率の違いを表現することが可能となる。続いて、費用、所要時間について見る。全てのパラメータについて負に推定されており、符号条件は満たしていると言える。費用については、全て同一のパラメータを用い、所要時間は移動の目的が自由目的か、固定目的かによって場合分けを行った。ほとんどの所要時間のパラメータについて、固定活動の方が絶対値が大きく推定されていることから、固定活動の移動の場合には、自由活動よりも時間価値が高いと言える。続いて、前交通手段ダミーであるが、全て正に推定されていることから、直前に選択した交通手段を選択しやすい傾向にあることが分かる。次に現在地に自動車、バイク、自転車があり、かつ、次の固定活動場所が自宅ダミーのパラメータ推定値が正であるが、これはその場所に駐車、もしくは駐輪したまま帰ることを避け、自宅に持ちかえる傾向を示しているのではないかと考えられる。個人属性の推定値を見ると、15歳以下は徒歩を、16歳以上22歳以下は自転車を利用しやすいということが示された。これは、松山市において、ほとんどの高校生、大学生が自転車を利用していること、小中高生は徒歩で通学することを考えると妥当な結果ではないかと考えられる。

次に、目的地選択についての考察を行う。ログサム変数のパラメータ推定値が0-1の間で推定されていることから、仮定したネスト構造が妥当であると言える。それぞれの推定値について、まず、次の固定活動場所へ行くよりも、増える移動時間のパラメータ推定値が負に推定されている。これは、次の固定活動場所から遠ざかる場所は、目的地として選択されづらいという結果を示しており、妥当であると言える。同一ゾーンダミーの推定値が正になっていることも、同様に近場の場所が選ばれやすいといった結果になったと考えられる。

表-5 交通手段選択モデルの推定結果

変数	バス		自転車		徒歩		バイク		自動車	
	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値	推定値	t値
501-1000mダミー	0.177	0.86	-0.306	-0.34	-	-	0.589	2.10	0.192	1.11
1001-1500mダミー	-	-	-	-	-	-	-	-	1.26	2.30
2501-3000mダミー	-	-	-	-	-	-	-	-	2.86	3.10
3501-4000mダミー	0.743	0.81	0.906	0.14	-	-	-0.582	-2.46	-0.0377	-0.12
5001-10000mダミー	2.00	2.31	-1.23	-1.32	-	-	-0.582	-2.46	-0.0377	-0.12
15000m超ダミー	2.00	2.31	-1.23	-1.32	-	-	-0.582	-2.46	-0.0377	-0.12
費用(千円)	-0.702	-0.49	-0.702	-0.49	-0.702	-0.49	-0.702	-0.36	-0.702	-0.49
ランタイム(所要時間)(自由活動)(時間)	-1.83	-0.71	-1.84	-0.70	-0.900	-0.41	-0.207	-0.21	-0.83	-0.33
ランタイム(所要時間)(固定活動)(時間)	-1.13	-1.93	-3.35	-1.21	-	-	-	-	-	-
ランタイム(所要時間)(固定活動)(時間)	-2.79	-2.70	-1.03	-1.00	-4.42	-3.46	-6.53	-5.00	-6.22	-3.80
ランタイム(所要時間)(固定活動)(時間)	-2.44	-3.87	-3.39	-2.48	-	-	-	-	-	-
現在地-目的地-ゾーンダミー	4.74	7.83	4.74	7.83	2.65	8.56	-	-	2.90	7.35
現在地利用可能な自転車ありダミー	-	-	-	-	1.15	2.63	-	-	-	-
現在地自転車ありかつ次の固定活動場所が自転車ありダミー	-	-	-	-	0.772	3.63	-	-	-	-
現在地バイクありかつ次の固定活動場所がバイクありダミー	-	-	-	-	-	-	2.81	3.27	-	-
現在地自転車ありかつ次の固定活動場所が自転車ありかつ次の固定活動場所がバイクありダミー	-	-	-	-	-	-	-	-	2.27	8.83
前交通手段ダミー	-	-	-	-	0.964	3.05	-	-	-	-
オートバイダミー	-	-	-	-	0.337	1.23	-	-	-	-
現在地-目的地-ゾーンダミー	-	-	-	-	-	-	-	-	0.217	1.34
男性ダミー	-	-	-	-	-	-	-	-	0.450	2.85
15歳以下ダミー	-	-	-	-	-	-	-	-	0.937	2.25
16歳以上22歳以下ダミー	-	-	-	-	-	-	-	-	1.63	5.21
年齢別就業率(%)	-	-	-	-	0.168	1.86	-	-	-	-
サンプル数	20165									
初期対数尤度	-46215									
最終対数尤度	-16319									
自由度調整済み決定係数	0.645									

表-6 目的地選択モデルの推定結果

	推定値	t値
ログサム変数	0.912	5.82
次の固定活動場所に直接行くよりも増える移動時間(時間)	-3.76	-3.73
ln(全産業従事者数(千人)/ゾーン面積(km <sup>2</sup> ))	1.04	5.36
市街地ダミー	-0.670	-2.76
現在地と同一ゾーンダミー	0.804	2.65
ゾーン内鉄道駅数	0.127	2.64
サンプル数	20165	
初期対数尤度	-46215	
最終対数尤度	-16319	
自由度調整済み決定係数	0.645	

#### 4. 政策分析

##### (1) シミュレーション方法

シミュレーションには、構築した各サブモデルにおいて与えられた選択確率に対して一様乱数を発生させるモンテカルロシミュレーション法を用いた。乱数によるシミュレーションごとの変化を考慮するため、複数回シミュレーションを実行し、その平均値を予測値とした。シミュレーション回数については、10回から100回まで変化させたところ、交通手段別トリップ数の予測値の標準偏差が20回を超えたあたりから安定し始めたため、シミュレーション時間を考慮し、以降の分析では、50回シミュレーションを実行した結果の平均値を予測値とした。

##### (2) 現況再現性

現況再現性の検証として、図-5に自由活動の実行回数の観測値と予測値の平均値の割合を、表7にそれぞれの代表値を比較したものを示す。在宅の活動数が過少に評価されているが、これは、活動時間分布に従うか否かで、朝の3時から、27時まで在宅活動を続ける一日中在宅の個人が観測値よりも100人程度過大に評価されていることに起因すると考えられる。その影響により、他の活動を行うことができず、自由活動総数も過少に評価されているものと考えられる。

続いて、在宅以外の自由活動における集中ゾーンを観測値と予測値の平均値について図6に示す。目的地選択の効用関数には定数項が入っておらず、全てのゾーンの集中トリップを再現できているとは言えないが、相関係数は0.72と高い相関があることが示された。また、自由活動の移動についてゾーン間距離の分布を図7に示す。図7より目的地選択を行った際のゾーン間距離はよく再現されているといえる。

図8に観測値と予測値の平均値の交通手段分担率を、表8に観測値と予測値のトリップ数の代表値を示す。各交通手段について見ると、公共交通のトリップ数が観測値よりも少ない。また、自転車、徒歩のトリップ数が過大に評価される傾向にある。この原因として、シミュレーション時のゾーン内々トリップが300トリップほど観測値よりも多く発生しており、徒歩のトリップが増え、公共交通が減少したと考えられる。そのほかの要因として、前交通手段同一ダミーを入れているために、第一トリップでの差異が、その後の交通手段の選択結果に影響を及ぼ

しているのではないかと考えられる。表9に観測値と予測値の第一トリップのトリップ数の平均値を示す。表9より、公共交通のトリップ数が少なく、この結果が後の交通手段選択結果に影響を与えていると推測できる。

続いて、図9にそれぞれの自由活動についての活動時間について、観測値と予測値の平均値を、表10に観測値と予測値の代表値を示す。どの活動についても、若干ではあるが、観測値よりも過少に評価される傾向にある。この理由として考えられるのは、交通手段選択において、徒歩、自転車観測値よりも過大に評価され、移動にかかる時間が増加したために、自由活動の時間が減少したのではないかと推察される。また、在宅活動時間の標準偏差を見ると、活動時間の長さ比べて、ばらつきが小さいことがうかがえる。これは、在宅活動の内約7割が、活動時間分布に従わず、次の固定活動開始時刻まで活動を続けるという選択になっているためだと考えられる。

以上のように、少々の誤差はあるものの全般的に観測値とのずれは小さく、現況をよく表しているといえる。

以下の分析では、このシミュレーションによる予測値の平均値を現況を表す値として用いる。

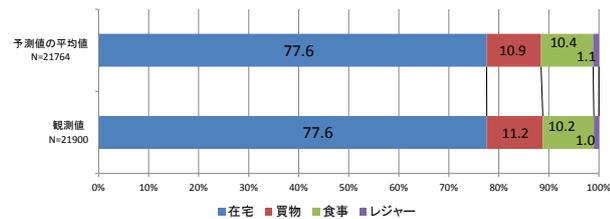


図5 自由活動の実行回数の観測値と予測値の平均値の割合

表7 自由活動の実行回数の観測値と予測値の代表値の比較

	在宅	買物	食事	レジャー	合計
観測値(トリップ)	16994	2454	2230	222	21900
予測値の平均値(トリップ)	16880	2365	2270	249	21764
誤差(トリップ)	-114	-89	40	27	-136
誤差率(%)	-0.67	-3.64	1.79	12.31	-0.62
予測値の最大値(トリップ)	16895	2377	2280	251	21802
予測値の最小値(トリップ)	16869	2356	2264	247	21744
予測値の標準偏差(トリップ)	7.9	6.1	4.7	1.6	15.8

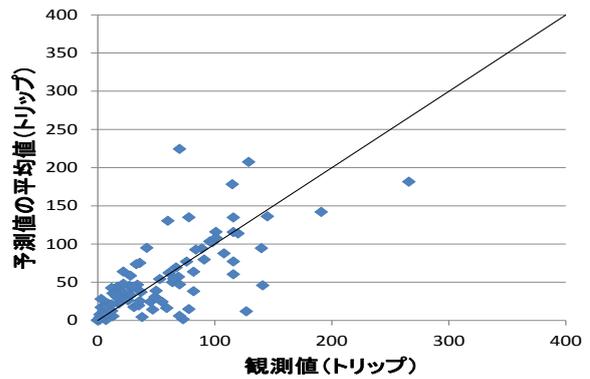


図6 自由活動における集中ゾーンの観測値と予測値の平均値

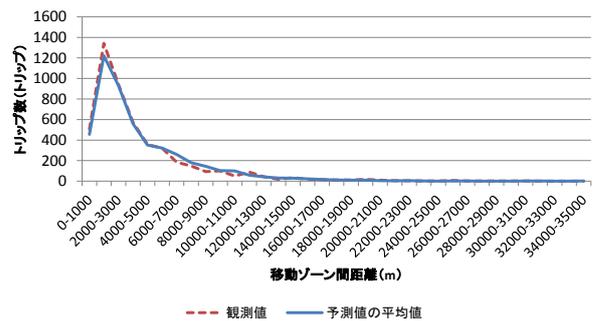


図7 自由活動における移動のゾーン間距離

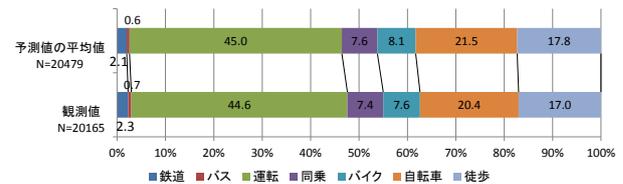


図8 観測値と予測値の平均値の交通手段分担率

表8 観測値と予測値の交通手段ごとおトリップ数

	鉄道	バス	運転	同乗	バイク	自転車	徒歩	total
観測値(トリップ)	462	133	9002	1494	1533	4106	3435	20165
予測値の平均値(トリップ)	412	117	8982	1507	1620	4293	3548	20479
誤差(トリップ)	-50	-16	-20	13	87	187	113	314
誤差率(%)	-10.8	-12.0	-0.2	0.9	5.7	4.6	3.3	1.6
最大値(トリップ)	419	119	9007	1519	1625	4309	3557	20516
最小値(トリップ)	406	114	8952	1496	1613	4274	3536	20451
標準偏差(トリップ)	3.9	1.4	13.7	7.1	4.2	11.0	6.8	16.9

表9 交通手段ごとの第一トリップのトリップ数

	鉄道	バス	運転	同乗	バイク	自転車	徒歩	total
観測値(トリップ)	209	63	2992	390	636	1538	1397	7225
予測値の平均値(トリップ)	135	27	2857	476	587	1539	1432	7053
誤差(トリップ)	-74	-36	-135	86	-49	1	35	-172
誤差率(%)	-35.3	-56.9	-4.5	22.0	-7.7	0.1	2.5	-2.4

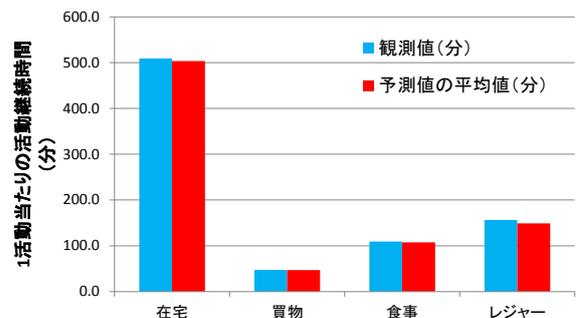


図9 活動ごとの活動時間の平均の観測値と予測値の代表値

表10 活動ごとの活動時間の平均の観測値と  
予測値の代表値

	在宅	買物	食事	レジャー
観測値(分)	508.8	47.4	109.3	156.3
予測値の平均値(分)	503.3	47.1	107.4	149.0
誤差(分)	-5.5	-0.3	-1.8	-7.3
誤差率(%)	-1.1	-0.7	-1.7	-4.7
最大値(分)	503.6	47.3	107.9	151.5
最小値(分)	502.7	46.6	106.9	146.6
標準偏差(分)	0.3	0.2	0.3	1.6

### (3) 政策分析

この節では、松山都市圏において料金政策を実施した際の効果について、活動数、交通手段分担率、また、政策の実現可能性を考慮するために税金の収支といった様々な視点から評価を行う。

具体的な政策案としては、公共交通の推進のための公共交通運賃の値下げ、局所的な渋滞の緩和や、自動車利用削減を目指したロードプライシング、化石燃料の利用を抑え環境負荷の減少を目的とする自動車への課税を行う環境税などである。

以降では、それぞれの政策のみの効果及び、組み合わせによる政策の効果について評価を行う。

#### a) 環境税

環境税は、ガソリンに対して課せられる税金であり、その対象者はガソリンを使用する個人、つまり自動車、バイク・原付の利用者である。この政策は、自動車利用をすると必ずその税額を支払わなければならない、また、その支払額もガソリンの消費量に依存するため、環境負荷を考慮した政策であると言える。ただし、地方部における利用者にとっては、公共交通の利便性が悪く自動車から他の交通手段へ転換することが困難であり、生活のモビリティが損なわれる可能性がある。

本研究の分析では、環境税はガソリンに対して課税を行うものとし、ガソリン 1L に対して一定割合の税率を課すものとする。

設定する税率は、過去にガソリン価格が 180 円/L まで値上がりしたことや、100 円/L 以下の時があったことを考慮し、現状の 2 倍を上限とするプラス 100% までとした。図 10 に各税率での交通手段ごとのトリップ数を、図 11 に現状とのトリップ数の変化を示す。また、図 12 に環境税での税収を示す。

図 10 より、環境税を課してもあまり交通手段の選択に影響はないと言える。しかし、図 11 の変化量を見るとわずかではあるが、自動車の交通量が減少していることが分かる。同時に自転車の交通量が増加していることから、自動車への課金政策によって、交通手段を変更する際には、自転車への転換が最も行われやすいことが示された。この図 11 の変化では 100 トリップ程度の減少であるが、今回の分析では、松山都市圏居住者の内の 2% 程度の標本データであるため、全個人に拡大した際には、自動車トリップが 70 倍近く減少すると考えられる。また、税収に着目すると、課税額を増やしても、あまり自動車交通の減少がないことから、税収は課税額に伴っ

て増加傾向にあり、長期的に見ると安定した収入が見込める。

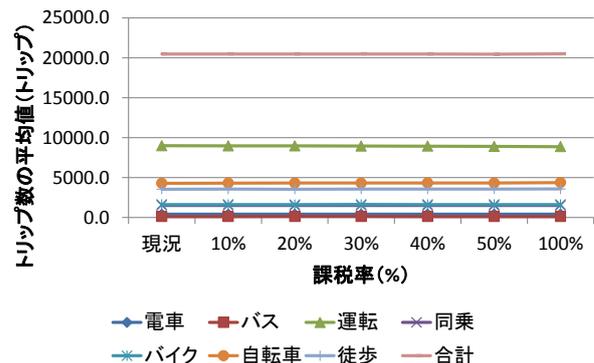


図10 各税率での交通手段ごとのトリップ数

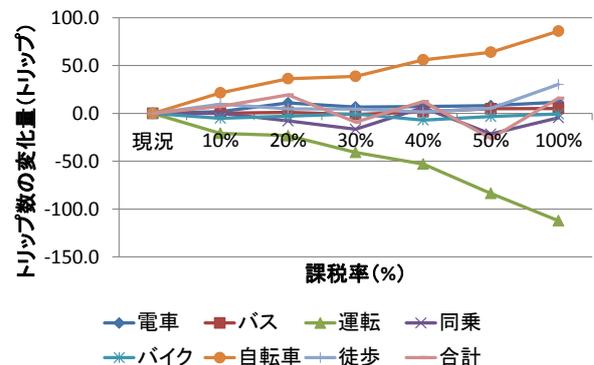


図11 各税率での交通手段ごとのトリップ数の変化

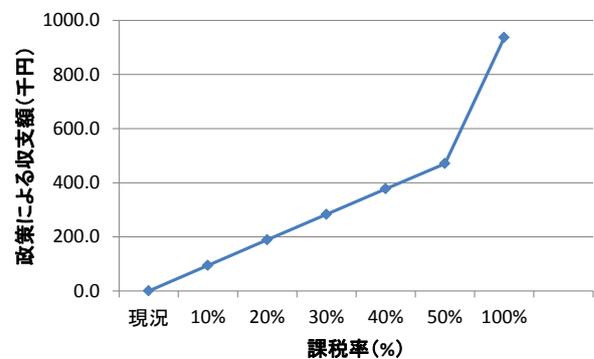


図12 各税率での環境税による税収

#### b) ロードプライシング

ロードプライシングは近年、ロンドンやシンガポールにて取り組みが行われており、その目的は、局所的な渋滞の緩和、過度な自動車利用の抑制である。ロードプライシングは環境税と違い、交通手段の変更だけではなく、課金対象エリアへ行かないという選択をすることで課金を避けられる。このことから、自動車から他の公共交通へ転換することの難しい地方に住む人々にとっては、環境税よりも平等な政策といえる。その一方で、課金エリアに立ち入った自動車に対しては、そのトリップがどんなに短くても課金をし、エリア外ではどれだけ自動車を利用して

も、課金はされないといった側面もある。このことから、ロードプライシングは自動車利用の抑制よりもむしろ、混雑しているエリアへの流入を抑えることに重点をおいた政策であると言える。

本研究でのロードプライシングの対象エリアは図13に示すように、市内電車の駅から、ゾーンのセントロイドが500m以内にあるゾーンおよびその内側とする。今回の分析では、対象エリア外から対象エリア内に流入してくる自動車について課金を行う。本来ならば、対象エリアを通過する交通に対しても課金を行うべきであるが、本分析では通過交通を判断することが不可能なため、出発地、目的地ともに対象エリア外の交通に対しては課金を行わないこととした。課金額は過去にロンドンで行われたロードプライシングの課金額5ポンド(約1,000円)を参考に決定し、100円から1,000円までの間に設定した。

図14に各課金額での交通手段ごとのトリップ数を、図15に課金額ごとの交通手段トリップ数の変化を示す。また、図16、図17に在宅を除く自由活動の課金対象エリア内々、内外、外内、外々のトリップ数とトリップ数の変化を示す。図15より、自動車のトリップ数が減少していることが分かる。これは、固定活動や在宅のように自身で目的地を変更することのできない場合に、交通手段の変更が生じたものと考えられる。その一方で、自転車の交通量が増加し、交通手段の転換が生じているものと考えられる。同時に自由活動においては課金対象エリアへの流入交通量も減少していることが分かる。1,000円の課金時では約60トリップの減少で、拡大時には約4,200トリップの減少と考えると、ロードプライシングによる渋滞緩和の効果は期待できる可能性がある。図18に示す、ロードプライシングの課金額ごとの税収の変化を見ると、課金額500円でも約40万円の収入となり、松山市全個人に拡大した際には、2,800万円と長期的にみると安定した収益を見込める。



図13 ロードプライシングの課金対象エリア

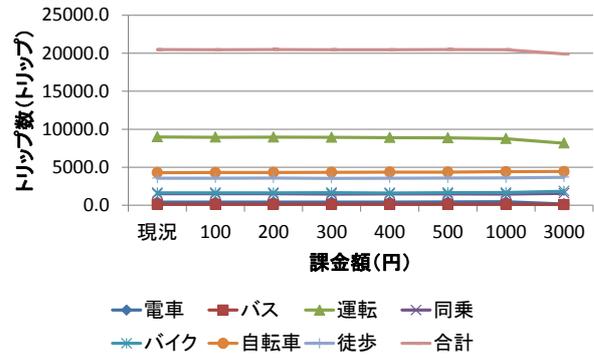


図14 各課金額での交通手段ごとのトリップ数

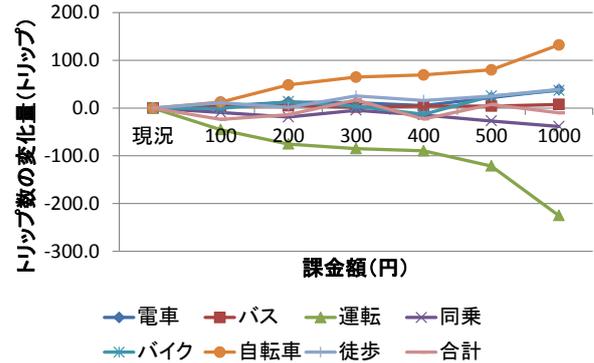


図15 各課金額での交通手段ごとのトリップ数の変化

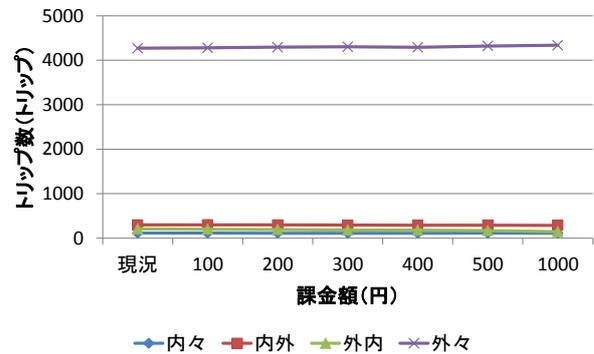


図16 課金対象エリア内々・外内・外々のトリップ数 (自由活動)

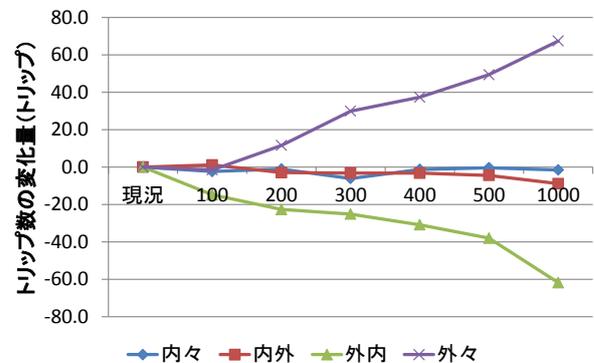


図17 課金対象エリア内々・内外・外々のトリップ数の変化 (自由活動)

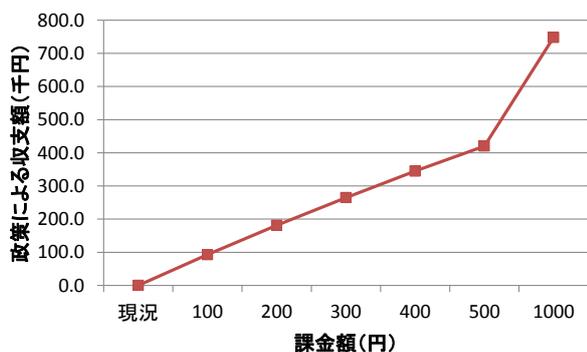


図18 各課金額での政策による収支

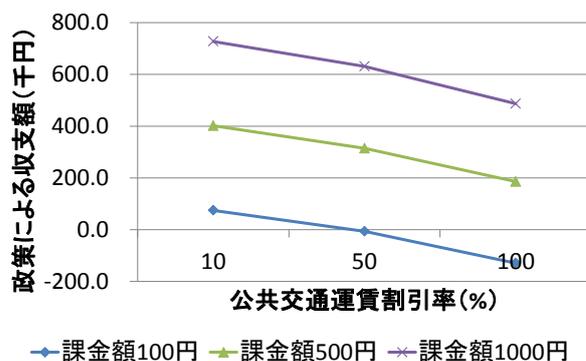


図21 合計の収支額

c) ロードプライシング×公共交通運賃の値下げ

政策 4 の環境税×公共交通運賃の値下げと同様に、ロードプライシングにより得た収入を公共交通運賃の値下げに割り充てる政策である。

図19から図4-21に組み合わせごとの、ロードプライシングによる収支および公共交通運賃の割引による負担額、その合計の収支額を示す。課金額が100円的时候には、収支額がマイナスのときもあり、長期的に継続をすることが可能とは言い難い。500円になると、公共交通運賃を無料にしても収支額はプラスとなり、安定した収益を見込める可能性がある。また、現在市内電車を利用して、移動をすると一律150円の運賃であり、往復では300円かかることを考慮に入れると、自動車への課金額は300円以上にするので、公共交通への転換が見込めるのではないかと考えられる。

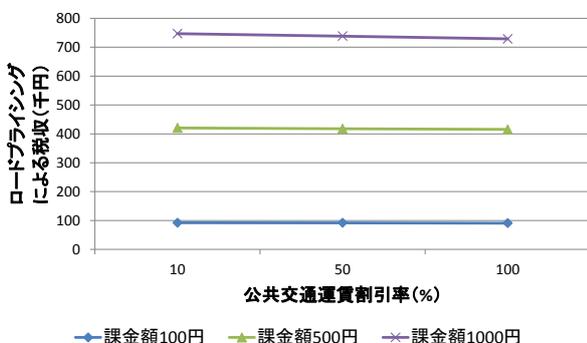


図19 ロードプライシングによる収支

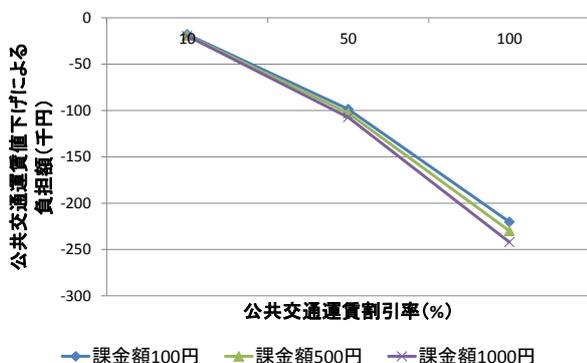


図20 公共交通運賃による負担額

以上より、各交通政策による効果を述べてきたが、松山都市圏においては、料金政策を実施し、自動車に課金を行っても、交通手段の転換は行われづらということが分かった。しかしながら、ロードプライシングを行うことで、市街地への自動車流入交通量を削減することは期待できることが示された。一方で、ロードプライシングの実施は中心部への流入が減少することから、中心部の衰退につながる恐れも含んでいる。したがって、中心部へのアクセスを向上させる政策を併せて実施することで、中心部の賑わいを維持しつつ自動車の渋滞を減少させることができるのではないかと考えられる。また、自動車への課金政策をするにあたり、自動車を利用することが困難になる人が表れると考えられるが、公共交通運賃を割り引くことで代替交通手段の役割を果たすことができるのではないかと考えられる。このとき、公共交通運賃の割引に充てる費用としては、課金による収入を充てることで、長期的に持続可能な政策として続けられることができると思われる。ただし、課金額が低い場合には、収入が見込めないことや、市街地へ公共交通を利用して訪れる際には市内電車往復料金が300円かかることを考えると、課金額は500円程度にすることが現実的な政策として提案できるのではないだろうか。こうすることで、自動車から公共交通への転換および、市街地の局所渋滞の解決を図ることが期待できる。

以上より、各交通政策による効果を述べてきたが、松山都市圏においては、料金政策を実施し、自動車に課金を行っても、交通手段の転換は行われづらということが分かった。しかしながら、ロードプライシングを行うことで、市街地への自動車流入交通量を削減することは期待できることが示された。一方で、ロードプライシングの実施は中心部への流入が減少することから、中心部の衰退につながる恐れも含んでいる。したがって、中心部へのアクセスを向上させる政策を併せて実施することで、中心部の賑わいを維持しつつ自動車の渋滞を減少させることができるのではないかと考えられる。また、自動車への課金政策をするにあたり、自動車を利用することが困難になる人が表れると考えられるが、公共交通運賃を割り引くことで代替交通手段の役割を果たすことができるのではないかと考えられる。このとき、公

公共交通運賃の割引に充てる費用としては、課金による税金を充てることで、長期的に持続可能な政策として続けられることができると思われる。ただし、課金額が低い場合には、収入が見込めないことや、市街地へ公共交通を利用して訪れる際には市内電車で往復料金が300円かかることを考えると、課金額は500円程度にすることが現実的な政策として提案できるのではないだろうか。こうすることで、自動車から公共交通への転換および、市街地の局所渋滞の解決を図ることが期待できる。

## 5. おわりに

本研究では、今後急速な進展が予想される少子高齢化や、化石燃料の枯渇といった問題に向けた政策の評価を行った。その際、交通手段の変化だけではなく、活動の実行・非実行を含む分析を行うことで、誘発需要及び抑圧需要をも含む個人の行動を再現した。さらに、生活行動シミュレータ PCATS を構築し、政策分析を行うことで、実現可能な政策に向けての検討を行った。

PCATS の構築にあたり、本研究では、松山都市圏の自転車利用率が高いことや、鉄道、バスのサービス向上を考慮するために、公共交通手段の選択肢を増やし、交通手段モデルを構築した。その結果、自動車への課金政策を実施した際には自転車への交通手段への転換が行われやすいという結果が得られた。また、本研究では、ロードプライシングのエリア設定などを詳細に行うことを目的にゾーニングの区分を従来のものよりも小さい区分とした。ゾーン区分を小さくすることにより、目的地の選択肢数は増加し、目的地の再現性を確保することは難しくなると考えられるが、本研究では、目的地の認知確率および時空間プリズムによる制約を設けることで、目的地選択の再現性を高くすることに成功した。

続いて、政策分析においては税金や公共交通運賃割引の負担額を考慮することで、政策の実現可能性を検討した。交通弱者のモビリティを確保するために公共交通の利便性向上を目指して、運賃割引を提案したが、その負担金は、自動車への課税から割り当てることで賄えることが分かった。

また、ロードプライシングにより市街地への流入自動車交通へ課金を行った際には、市街地への流入

交通量が減少することが示された。ただし、自動車に課金をすることで、自動車利用者のモビリティを損なう恐れがあるため、課金をする際には、同時にその他への交通手段を充実させることが望ましい。そのための政策案として、公共交通の割引を同時に実施した場合について検証した。これらの政策を持続的に続けるために、安定した収入が必要となるが、そのためには、課金額を 500 円以上にすることで、政策の維持を続けることができると期待できる。

## 参考文献

- 1) 藤井聡：生活行動を考慮した交通需要予測手法ならびに交通政策評価に関する研究，京都大学大学院博士論文，1997.
- 2) 藤井聡，菊池輝，北村隆一，山本俊行，藤井宏明，阿部昌幸：マイクロシミュレーションアプローチによるTDM・TCM政策の効果分析 - 京都市における交通政策による地球環境問題への対策の検討 - ，土木計画学研究・講演集，No21(2)，pp.301-304，1998.
- 3) 川田均，飯田祐三，白水靖郎：総合交通政策の評価に関する事例研究，土木計画学研究・講演集，No22，1999.
- 4) 菊池輝，北村隆一，倉内慎也，佐々木邦明，花井卓也，藤井聡，森川高行，山本俊行：豊田市を対象とした交通政策導入効果のマイクロシミュレーションを用いた分析，土木計画学研究・講演集，No22(2)，pp.817-820，1999.
- 5) Hagerstrand, T.: What about People in Regional Science? Papers of the Regional Science Association, 23, pp.7-21, 1970.
- 6) Schmidt, P. and Witte, A. D.:Predicting criminal recidivism using 'split population' survival time models, Journal of Econometrics, Vol.40, No.1,pp. 141 - 159, 1989.
- 7) Ben-Akiba, M.and Lerman, S.R. :Discrete Choice Analysis, pp. 93 - 99, 1978
- 8) 吉田朗，原田昇：休日の買い回り品買物交通を対象とした買物頻度選択モデルの研究，土木学会論文集，No413/IV-12，pp107 - 116，1990.