

# 3都市圏データを用いた土地利用・交通政策評価モデルの構造比較分析<sup>\*1</sup>

## Comparison on Structure of Land Use – Transport Interaction Modeling on 3 Metropolitan Area data

坂本将吾<sup>\*2</sup>, 杉田浩<sup>\*3</sup>, 谷下雅義<sup>\*4</sup>, 鹿島茂<sup>\*5</sup>  
 By Shogo SAKAMOTO<sup>\*2</sup>, Hiroshi SUGITA<sup>\*3</sup>, Masayoshi TANISHITA<sup>\*4</sup>, Shigeru KASHIMA<sup>\*5</sup>

### 1. はじめに

人口減少や少子化高齢化に対応した土地利用計画や都市計画道路の見直し、環境問題対策としての都市構造の再編など、都市計画に関わる課題はますます重要になる。既存の都市構造の再編は、多様な居住者に対してそれぞれ固有の影響をもたらす、その影響を慎重に把握した上での代替案の選択が必要となる。この影響は多様であり、従来のように平均的な立場にとっての評価ではなく、個別主体に配慮した評価が大切になる。このため、土地利用と交通を一体的に捉えることができ、多様な立場からの評価が可能で、総合的な土地利用・交通政策評価モデルが重要な計画支援ツールとなると考える。

これまで土地利用・交通政策評価モデルは、都市圏ごとに作成されてきており、都市圏の比較はあまり行われていない。本研究では、異なる性質をもつ3都市圏に同一の土地利用・交通政策評価モデルを適用し、パラメータを比較することで、都市圏で共通部分・異なる部分を考察し、移転可能性等についての知見を得ることを目的とする。

### 2. 対象地域・使用データ

対象地域は、人口規模・軌道系交通機関の整備状況が異なる仙台都市圏、宇都宮都市圏、沖縄本島中南部都市圏（以下、沖縄都市圏）である。使用データはパーソントリップ調査（以下、PT調査）などを用いる（表1）。また、分析の際、多様な立場からの評価を意識し、居住場所の選好や交通行動は世帯構成や就業状態によって異なるため、世帯を8つのタイプに分類した（表2）。

### 3. 土地利用・交通政策評価モデル

#### (1) 土地利用・交通政策評価モデルの概要

土地利用モデルは5つのサブモデル（居住立地・居住地魅力・商業立地・商業地魅力・業務立地）から構成され、産業（自立立地型・業務立地型・商業地指向型）と世帯の立地場所を決定する。交通モデルは6つのサブモデル（保有

キーワード<sup>\*1</sup> 都市計画, 土地利用  
 学生員<sup>\*2</sup> 中央大学大学院  
 (文京区春日 1-13-27 TEL03-3817-1810)  
 正員<sup>\*3</sup> 博(工) 財団法人計量計画研究所  
 (新宿区市谷本村町 2-9 TEL 03-3268-9939)  
 正員<sup>\*4</sup> 博(工) 中央大学理工学部  
 正員<sup>\*5</sup> 工博 中央大学理工学部

表 - 1 対象都市圏のPT調査の概要

	調査年	対象市町村	大ゾーン数	中ゾーン数
仙台都市圏第3回	1992	5市14町1村	44	236
宇都宮都市圏第2回	1992	4市6町	10	19
沖縄都市圏第2回	1989	7市8町9村	24	55

表 - 2 世帯タイプの分類

世帯タイプ	ライフステージ
世帯1	単身就業世帯
世帯2	夫婦のみの就業世帯
世帯3	夫婦と子供からなる就業世帯
世帯4	夫婦と子供とその他の世帯員からなる就業世帯
世帯5	夫婦と高齢者を含む就業世帯
世帯6	その他の就業世帯
世帯7	高齢者のみの世帯
世帯8	非就業世帯

・複数保有・発生・集中・分布・分担から構成され、世帯の交通需要量と自動車保有状況を決定する。本研究で構築した土地利用・交通政策評価モデルは、これら土地利用モデルと交通モデルを、産業・世帯の空間分布、一般化交通費用を通じて相互に連動させ、均衡状態に達するまでフィードバック計算を行う静的モデルである(図1)。

今回検討する、土地利用モデルの居住立地・居住地魅力・商業立地・商業地魅力、交通モデルの分担、の各モデル構造を以下に述べる。

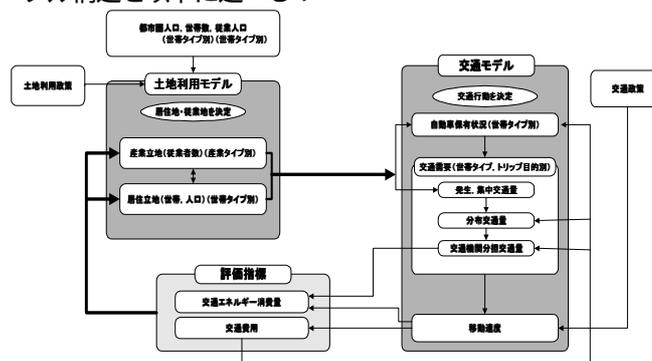


図1 土地利用 交通モデルの全体構成

#### (2) 居住立地・居住地魅力モデル

このモデルは、従業者の居住場所を世帯タイプ別に決定する。従業者数、従業地から居住地までの通勤トリップの一般化交通費用、居住地魅力度を説明変数とした式(1)により求める。なお、居住地魅力度は市街化区域面積と人口密度を説明変数とする(式(2))。市街化区域面積は居住空間の有無を表す代理変数、人口密度は地域の利便性を表す代理変数として採用した。

$$T_{ij}^h = E_j^h \times \frac{LP_i^h \times \exp(-\beta \times CC_{ij}^{ho=comuter})}{\sum_i LP_i^h \times \exp(-\beta \times CC_{ij}^{ho=comuter})} \quad (1)$$

$T_{ij}^h$ :  $j$ ゾーンに従業地を持ち  $i$ ゾーンを居住地とする世帯タイプ  $h$ に属する従業者数の通勤トリップ分布

$E_j^h$ : 世帯タイプ  $h$ の従業者数(人)

$CC_{ij}^{o=bu \sin ess}$ : 通勤トリップの  $ij$ ゾーン間一般化交通費用(円)

$LP_i^h$ : 世帯タイプ  $h$ に属する人の居住地魅力度

$$LP_i^h = \alpha_0 \times UA_i^{\alpha_1} \times (POP_i / Sq_i)^{\alpha_2} \quad (2)$$

$UA_i$ : 市街化区域面積(km<sup>2</sup>)  $POP_i / Sq_i$ : 人口密度(人/km<sup>2</sup>)

### (3) 商業立地・商業地魅力モデル

このモデルは、小売業・サービス業など商業地に立地を志向する産業の立地を決定する。この産業は買物集中トリップに比例して立地するものとし、買物トリップの集中量の一定割合がこの産業の従業者になる。なお、買物集中トリップはゾーン間買物トリップを(3)式により算出し、これを発ゾーンについて集計することにより求めた。車を保有しない世帯では都心や都心周辺に、保有する世帯では郊外に買物先を持つ割合が高く、世帯タイプ別よりも車保有タイプ別のほうが買物先の差異がはっきりしているため、車保有タイプ別にモデルを構築した。買物トリップのゾーン間一般化交通費用、商業地魅力度により、買物トリップの目的地が決定される(式(3))。また、商業地魅力度は公共交通利用者数と道路車線延長を説明変数とする(式(4))。

$$S_{ij}^n = GS_i^n \times \frac{SP_j^n \times \exp(-\beta_n \times CS_{ij}^n)}{\sum_j SP_j^n \times \exp(-\beta_n \times CS_{ij}^n)} \quad (3)$$

$S_{ij}^n$ : 車保有タイプ  $n$ に属する人の  $ij$ ゾーン間買物トリップ分布

$GS_i^n$ : 車保有タイプ  $n$ に属する人の買物発生トリップ

$CS_{ij}^n$ : 買物トリップの  $ij$ ゾーン間の一般化交通費用(円)

$SP_j^n$ :  $j$ ゾーンの車保有タイプ  $n$ に属する人の商業地魅力度

$$SP_j^n = \alpha_0 + \alpha_1 \times TPUB_j + \alpha_2 \times SL_j \quad (4)$$

$TPUB_j$ : 公共交通機関利用者数(人)  $SL_j$ : 道路車線延長(m)

### (4) 分担モデル

分担モデルは、ゾーン間交通機関分担率を推計するもので、車保有タイプ、トリップ目的別に構築した。交通機関分担モデルは、交通機関別ゾーン間一般化交通費用( $C_{ij}^{nik}$ )を説明変数とするロジットタイプのモデルであり、自動車、バス、鉄道利用の分担率( $p_{ij}^{nok}$ )を算出する(式(5)(6))。

$$P_{ij}^{nok} = \frac{\exp(U_{ij}^{nok})}{\sum_k \exp(U_{ij}^{nok})} \quad (5)$$

$$U_{ij}^{nok} = \alpha_k^{no} + \alpha_1^{no} \times \ln(C_{ij}^{nok}) \quad (6)$$

## 4. パラメータの比較

### (1) 居住立地モデル

居住立地モデルで推定される通勤トリップのゾーン間一般化交通費用への抵抗を表すパラメータ(図2)は、都市圏間によらず世帯タイプ間のパラメータの大小関係は大きな差は見られない。特に世帯タイプ7に関してはどの都市圏においても小さい。

ただしパラメータの大きさは都市圏間で差が見られ、どの世帯タイプも宇都宮 沖縄 仙台の順で小さくなっている。沖縄都市圏だけは世帯タイプ5のパラメータが他の二つの都市圏よりは小さくなっている。

杉田<sup>1)</sup>による都市圏別世帯別1人あたり交通費用(図3)と居住立地モデルのパラメータの関係をみる。するとパラメータの大きさと逆の関係になっていることがわかるが、宇都宮都市圏と沖縄都市圏は居住立地モデルのパラメータのような大きな差は見られない。

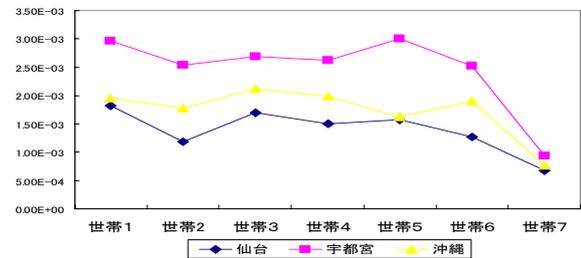


図2 居住立地モデルのパラメータ推定結果

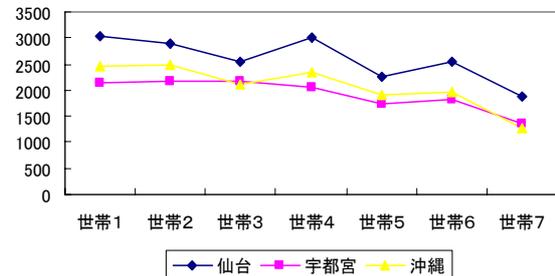


図3 世帯別一人当たり交通費用

### (2) 居住地魅力モデル

市街化区域面積のパラメータの値は、世帯タイプ間の大小関係が都市圏によって異なる(図4)。仙台都市圏では、世帯タイプ5と世帯タイプ7以外はほぼ同じ大きさである。宇都宮都市圏と沖縄都市圏は、世帯タイプ5以外の世帯タイプはほぼ同様の大小関係を示している。

パラメータの大きさはどの世帯タイプについても、宇都宮 仙台 沖縄の順に小さくなっている。大きさの差は世帯タイプごとにさまざまである。

一方、人口密度のパラメータは、世帯タイプ間の大小関係がどの都市圏についてもほぼ同様の関係を示している(図5)。どの都市圏においても世帯タイプ5が小さい値になっていて、宇都宮都市圏ではその傾向は顕著である。パラメータの大きさは、世帯タイプ5と世帯タイプ7で多少の差は見られるものの、都市圏間で大きな差

は見られない。沖縄都市圏では人口密度のパラメータはすべての世帯で正となっており、特に世帯タイプ7の値が大きくなっている。沖縄都市圏はゾーン間の市街化率の違いが他の都市圏ほど大きくないことが、これらのパラメータに影響している可能性がある。

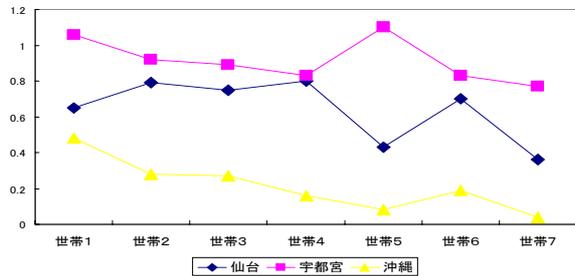


図4 居住地魅力度（市街化区域面積）パラメータ推定結果

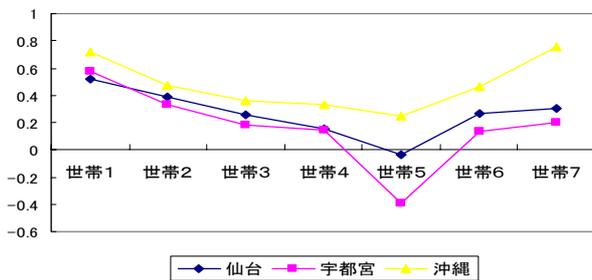


図5 居住地魅力度（人口密度）パラメータ推定結果

### (3) 商業立地モデル

商業立地モデルでは車保有タイプ別に買物トリップのゾーン間の一般化交通費用に対する抵抗パラメータが推定される。このパラメータの大小関係は3都市圏間で異なっている。仙台都市圏は保有0と保有1, 2の差がほとんどない。宇都宮都市圏は保有台数が多くなるに従って大きくなる。沖縄都市圏は、保有1が一番大きく、保有2は保有0より小さくなっている。

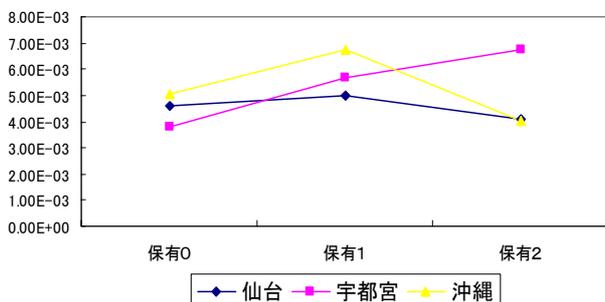


図6 商業立地モデルのパラメータ推定結果

居住立地モデルで推定した通勤トリップに対する抵抗であるパラメータと比較して、商業立地モデルで推定した買物トリップに対する抵抗であるパラメータのほうが値は大きく、通勤行動よりも買物行動のほうが交通費用に対して感度が高い可能性があると考えられる。

### (4) 商業地魅力モデル

車保有タイプ別の公共交通利用者数パラメータの大小関係は、仙台都市圏と沖縄都市圏はほぼ同様で、宇都宮都市圏だけが保有0に比べて保有1, 2が大きい。

パラメータの大きさについては、3都市圏間で保有0ではそれほど差はないが、保有1, 2では差がある。

都市圏間のパラメータの違いの理由として、公共交通機関の整備水準が考えられる。仙台都市圏では、JRに加え地下鉄も整備されているため、公共交通の整備水準は高い。交通分担率から見ても（表4）高い割合である。そのため、商業地への利便性を表す公共交通利用者数の増減にそれほど影響をうけない可能性がある。宇都宮都市圏ではJRが整備されているものの、その分担率は低く、自動車依存型の都市を形成している。そのため、利便性の向上に敏感に反応して、パラメータが大きくなっている可能性がある。沖縄都市圏は、鉄道整備はされていないが、市街地が連担して平均トリップ長が短いため、利便性の向上にそれほど大きな反応をしていないと考えられる。こうした公共交通整備水準とパラメータの関係をより明確にする必要があると考える。

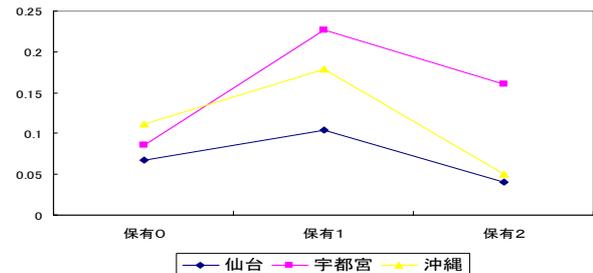


図7 商業地魅力度（公共交通利用者数）のパラメータ推定結果

表3 都市圏別交通分担率<sup>1)</sup>

	徒歩・自転車	オートバイ	自動車	バス	鉄道
仙台	35.4	3.4	43.9	7.4	9.9
宇都宮	38.0	2.7	54.6	2.7	2.0
沖縄	36.4	5.0	49.9	8.8	

次に、車保有タイプ別の道路車線延長パラメータの大小関係は、保有1, 2が保有0よりも大きいという傾向は同様であるが、その差は都市圏間で大きく異なる。仙台都市圏は保有1と保有2の差がない。宇都宮都市圏は保有2が大きい。沖縄都市圏は保有0と保有1, 2の差が大きく、保有1が保有2よりも大きい。この傾向の違いは、各都市圏のゾーンの道路整備状況の違いなどが影響していると考えられる。

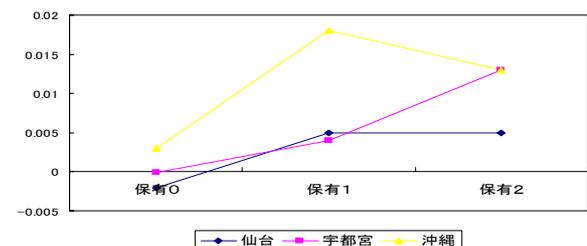


図8 商業地魅力度（道路車線延長）パラメータ推定結果

### (5) 分担モデル

車保有タイプ別にパラメータをトリップ目的間の大小関係について都市圏で比較すると、保有0は仙台都市圏の帰宅が大きいほかはほぼ同様な傾向である。保有1, 2は都市圏ごとに傾向が違うトリップ目的がある。仙台都市圏と宇都宮都市圏は保有1, 2とも同様の傾向であるが、沖縄都市圏は他の二つの都市圏と比較して、保有1では通勤が大きく私用・買物と帰宅が小さく、保有2では私用・買物が小さく、帰宅が大きい。

車保有タイプ間のパラメータの大きさは、仙台都市圏と宇都宮都市圏はどのトリップ目的についても保有0が大きく、保有1と2には明確な差はない。沖縄都市圏は、車保有タイプ間で大きな差は見られない。

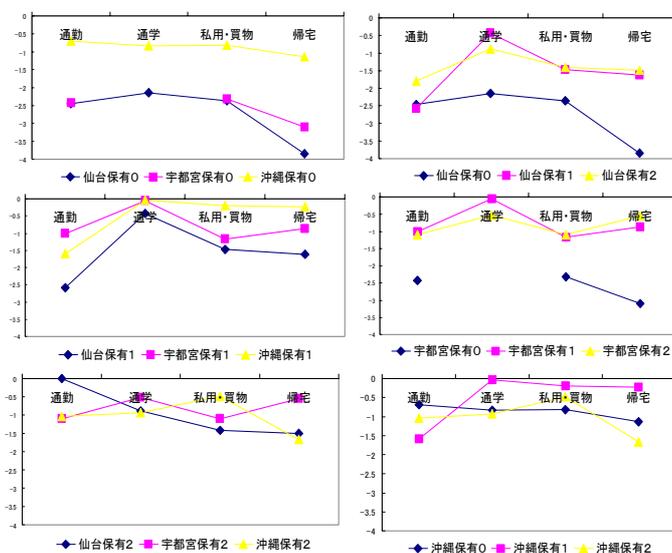


図9 9分担モデルパラメータ (都市別)

図10 10分担モデルパラメータ (保有別)

表4 都市別自動車保有率

自動車保有率	保有0	保有1	保有2
仙台	25.5	48.5	26
宇都宮	15.1	39.7	45.2
沖縄	26.8	47.8	25.4

自動車の保有率が高い都市圏では、交通機関別一般化交通費用に対する反応は大きくなると考えられるが、表4のように仙台都市圏と沖縄都市圏はほぼ同様であるが、パラメータの傾向は異なっている。つまり都市圏内の自動車保有率は交通機関別一般化交通費用にそれほど影響を与えない可能性がある。

### 5. まとめ

本研究では、都市構造の異なる3都市圏について同じ土地利用・交通政策評価モデルを適用し、推定されたパラメータの値をいくつかのサブモデルについて比較した。今回得られた知見について以下に整理する。

都市圏、世帯タイプ、車保有タイプ別によるパラメータの分類を挙げる。

- 1) 都市圏によらず同じと考えられるもの
  - ・車保有0の公共交通利用者数に対する反応
  - ・車保有0の道路車線延長に対する反応
- 2) 都市圏により大きさは異なるが、世帯タイプあるいは車保有タイプ別の傾向は同じと考えられるもの
  - ・通勤トリップにおける交通費用に対する抵抗
  - ・居住立地魅力度における人口密度
  - ・車保有0の交通機関選択における一般化交通費用に対する抵抗
- 3) 都市圏で大きさは同じだが、世帯タイプあるいは車保有タイプ別で傾向の異なるもの
  - ・車保有1, 2の公共交通機関選択における一般化交通費用に対する抵抗
- 4) 都市圏でも世帯タイプあるいは車保有タイプ別でも異なるもの
  - ・市街化区域面積に対する反応
  - ・買物トリップにおける交通費用に対する抵抗
  - ・車保有1, 2の公共交通利用者数に対する反応
  - ・車保有1, 2の道路車線延長に対する反応

そしてパラメータの違いをもたらず要因として、ゾーンのサイズ、可処分所得あるいは交通支出の割合、自然条件などが考えられることを示した。その他、買物行動のほうが通勤行動よりも交通費用に対する感度が高い可能性がある。

今回は、単純に推定されたパラメータの大小からのみ都市圏間関係を見た。今後の課題を以下に挙げる。

- ・都市圏ごとに各変数値の値が異なるため、それらがパラメータにどのような影響を及ぼしているのかを分析する必要がある。
- ・都市圏間で相互にパラメータを入れ替え、シミュレーション分析を進める。そして都市圏間で一致・不一致部分をより明確にしていき、モデルの都市圏間での移転可能性の検討を進める。

### 参考文献

- 1) 杉田浩：日本の土地利用政策、交通政策が都市構造に与えた影響に関する基礎的研究，中央大学博士論文，2002
- 2) 木暮俊之：3時点データを用いた土地利用・交通政策モデルの時間移転可能性の検討，中央大学修士論文，2004
- 3) Hiroshi SUGITA : Modeling Urban Development and Travel Behavior for Assessment of Land Use, Transportation and Environmental Policies Proceeding of The 4th International Conference on Traffic and Transportation Studies, pp.88-97, Dalian, China, 2004.8