

# メガシティの都市構造に関する基礎的研究\*

## Preliminary Study on the Urban Structure of Mega-cities

鈴木崇正\*\*・室町泰徳\*\*\*

Takamasa SUZUKI\*\*・Yasunori MUROMACHI\*\*\*

### 1. はじめに

交通における人口一人あたりエネルギー消費量が都市の人口密度によってほぼ説明することができるということは、例えば Newman, P. et al.<sup>1)</sup>の研究などによって既に示されている。彼らは世界の都市を対象に、人口密度が低ければ低いほど人口一人あたりの交通エネルギー消費量が増加するという明白な傾向を示した。しかし、世界の地域間のエネルギー消費量と人口密度の差異は明白であったが、同じ地域内の差異はそれほど明らかにはならなかった。アジアの都市については、人口密度に大きなばらつきが見られるにも関わらず交通によるエネルギー消費量の差異は小さいものであったことから、さらなる検討が必要であると考えられる。

本研究では、特に人口 500 万人を超えるようなメガシティ（クアラルンプールを除く）の持続可能性を検討する上での出発点として、交通によるエネルギー消費量と深く関係する乗用車利用と人口密度との関係をさらに詳細に分析した。JICA 都市交通開発調査データベース等を用い、各都市におけるトリップの基礎的指標を確認した上で、人口密度を中心とする都市構造と乗用車利用について都市間の基礎的な比較を行った。メガシティとしてバンコク、クアラルンプール、マニラ、東京の 4 都市を対象とした。

\*キーワード：メガシティ、エネルギー

\*\*学生員、東京工業大学大学院人間環境システム専攻  
(〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259

Tel: 045-924-5606 Fax: 045-924-5574

Email: suzukita@enveng.titech.ac.jp)

\*\*\*正員、博士（工学）、同上

(Email: ymuro@enveng.titech.ac.jp)

### 2. 既存の研究

Kenworthy et al.<sup>2)</sup>は、アメリカ、オーストラリア、カナダ、西ヨーロッパ、アジアの 46 都市を対象として、人口密度と自動車依存性との関係を示した。すなわち、人口密度と自動車依存性は強い負の相関関係にあるというものである。対象都市に関して、Newman, P. et al.<sup>1)</sup>のデータに基づき一人あたりの乗用車利用距離に対する人口密度の弾力性を求めたところ、-0.72 という値となった。

米国では土地利用、特に人口密度を上昇させ自動車依存性を減少させようという政策に賛否両論がある。Pickrell, D.<sup>3)</sup>は過去の研究を表-1 のようにまとめ、交通行動に対する居住密度の弾力性は居住密度に依存し、閾値が存在するのではないかと考察している。また、一人あたりの乗用車利用距離に対する人口密度の弾力性は-0.15~-0.89 となっている。前述の Newman, P. et al.<sup>1)</sup>のデータによれば、米国都市のほとんどは 20/ha に居住密度に満たないことに留意する必要がある。

Ewing, R. et al.<sup>4)</sup> は、街区レベルの研究も含め、交通行動に対する環境デザインの弾力性をレビューしている（表-2）。彼らの研究によれば、自動車距

表-1 交通行動に対する居住密度の弾力性<sup>3)</sup>

|                 |      | 調整済み  | 対象      | 8/ha  | 20/ha | 39/ha |
|-----------------|------|-------|---------|-------|-------|-------|
| Oi et al.       | 1962 | 世帯人数  | 世帯トリップ  | -0.01 | -0.01 | -0.01 |
|                 |      | 収入    | 世帯トリップ  | -0.05 | -0.05 | -0.05 |
| Cheslow et al.  | 1980 | 収入    | 車保有     | -0.08 | -0.08 | -0.08 |
|                 |      | 世帯人数  | 車トリップ長  | -0.04 | -0.04 | -0.04 |
|                 |      | 車保有   | 世帯車トリップ | -0.15 | -0.15 | -0.15 |
|                 |      | 速度    | 公共交通シェア | 0.11  | 0.29  | 0.57  |
|                 |      | 公共交通  |         |       |       |       |
| Shimek          | 1996 | 収入    | 世帯車利用   | -0.28 | -0.22 | -0.22 |
|                 |      | 世帯人数  | 車シェア    | -0.11 | -0.24 | -0.39 |
|                 |      | 人種等   | 世帯車利用   | -0.13 | -0.28 | -0.43 |
| Pickrell et al. | 1996 | 都市規模  |         |       |       |       |
|                 |      | 地理的区域 |         |       |       |       |
| Pickrell et al. | 1997 | 収入    | 個人車利用   | -0.32 | -0.55 | -0.89 |
|                 |      | 世帯人数  | 車シェア    | -0.17 | -0.24 | -0.45 |
| Pickrell et al. | 1997 | 人種等   |         |       |       |       |
|                 |      | 都市規模  |         |       |       |       |
| Pickrell et al. | 1997 |       | 個人車利用   | -0.15 | -0.15 | -0.15 |
|                 |      |       | 車利用     | -0.05 | -0.05 | -0.05 |

表－２ 交通行動に対する環境デザインの弾力性<sup>4)</sup>

|            | 車トリップ | 車利用   |
|------------|-------|-------|
| 地区密度       | -0.05 | -0.05 |
| 混合土地利用     | -0.03 | -0.05 |
| 地区デザイン     | -0.05 | -0.03 |
| 地域アクセシビリティ |       | -0.20 |

離と自動車トリップに対する密度の弾力性はいずれも-0.05 と非常に低い値となっている。

米国において賛否両論が起こる理由の1つとしては、そもそも米国都市の多くが低密度であり、自動車に対する代替交通手段が存在しにくいという条件がある。より一般的な自動車依存性に対する人口密度などの弾力性を得るためには、高密度な都市を対象とした分析が必要となる。本研究では、米国都市よりはるかに人口密度の高いアジアのメガシティを対象として、都市内部のデータからも、同様な弾力性傾向が確認できるかどうか検討する。

### ３．分析データの概要

研究対象とした5都市のうち、ジャカルタ、クアラルンプール、マニラについては、JICAによる都市交通開発調査データベースを用いた。このデータベースには上記の2都市を含む世界11都市のパーソントリップ調査データが収められており、内容については中村他<sup>4)</sup>によって詳しく説明されている。バンコクについては、1995年に行われたUrban Transport Database and Model Development Project<sup>5)</sup>、東京については、1998年に行われた東京都市圏パーソントリップ調査データ<sup>6)</sup>を用いた。

## ４．４都市の基本特性の比較

はじめに、今回分析に用いた4都市の人口、面積に関する指標、および人口一人当たりの乗用車および二輪車の利用距離、乗用車および二輪車の分担率を、表－３に示す。対象各都市のなかで人口密度が最も低いにはクアラルンプールの13/haであるが、これはあくまでも都市全体の平均値である。今回の研究では各都市を約230～500に分割したゾーンによって分析を行っているため、こうした都市においても密度の高いゾーンが多数含まれている。さらにマニラの人口密度は都市全体で148/haであり、アメリカにおける研究で対象とすることができなかった非常に密度の高いゾーンを分析対象に含めることができる。

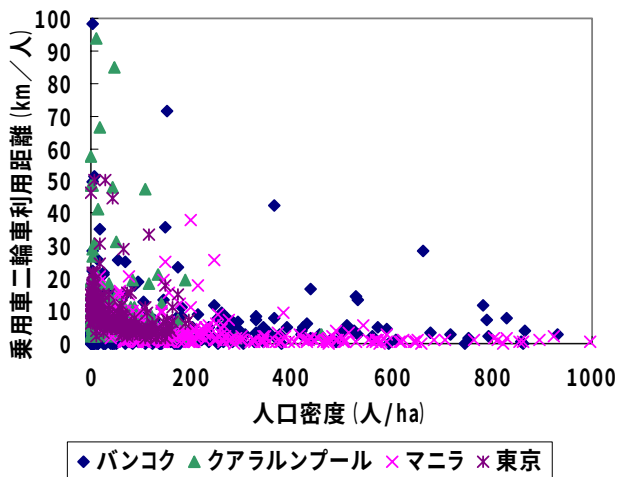
次に各都市の交通基礎データについて比較を行う。乗用車および二輪車の利用距離が最も長い都市は東京であり、最も短いマニラのおよそ3倍の値を示す。また、乗用車および二輪車の交通機関分担率が最も高いのはクアラルンプールであり、最も低いマニラのおよそ3倍の値を示している。

## ５．人口密度と自動車依存性

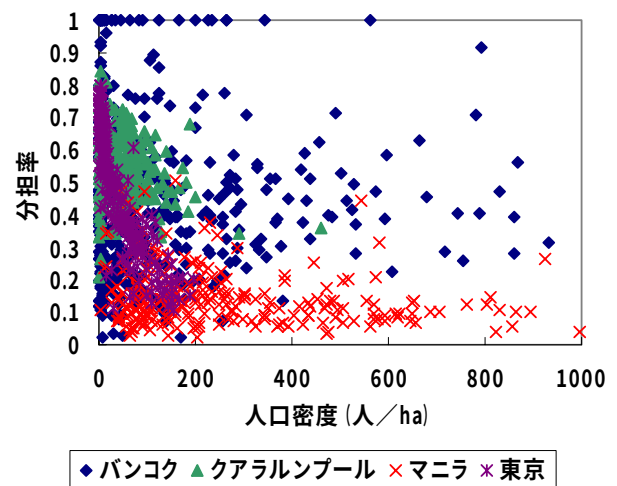
このように、同じアジアの都市でありながら、交通基礎データに広いばらつきが見られる。これらの都市をさらに228～505のゾーンに分割し、人口密度、交通指標に関するゾーンごとの分析を行った。各都市のゾーンごとの人口密度と、人口一人当たり乗用車・二輪車利用距離、乗用車・二輪車分担率との関係を図－１から図－４に示す。同時に、利用距離および分担率に対する人口密度の弾力性を表－４

表－３ ５都市の基礎データおよび自動車交通データ

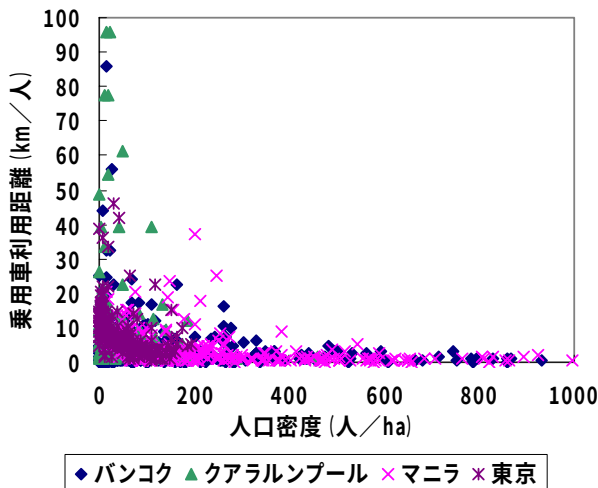
| 都市名      | 人口<br>(人)  | 面積<br>(百 ha) | 人口密度<br>(人/ha) | 人口一人<br>当たり乗用車<br>利用距離<br>(km/人) | 人口一人当たり<br>乗用車・二輪車<br>利用距離<br>(km/人) | 乗用車<br>交通<br>分担率<br>(%) | 乗用車・<br>二輪車交通<br>分担率<br>(%) |
|----------|------------|--------------|----------------|----------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| バンコク     | 11,451,731 | 7,765        | 14.75          | 2.85                             | 3.74                                 | 23.2%                   | 40.8%                       |
| クアラルンプール | 3,773,905  | 2,708        | 13.93          | 4.58                             | 6.55                                 | 36.9%                   | 55.2%                       |
| マニラ      | 8,887,558  | 601          | 147.99         | 2.24                             | 2.31                                 | 13.6%                   | 14.2%                       |
| 東京       | 33,626,065 | 15,671       | 21.46          | 6.33                             | 7.27                                 | 32.8%                   | 34.9%                       |



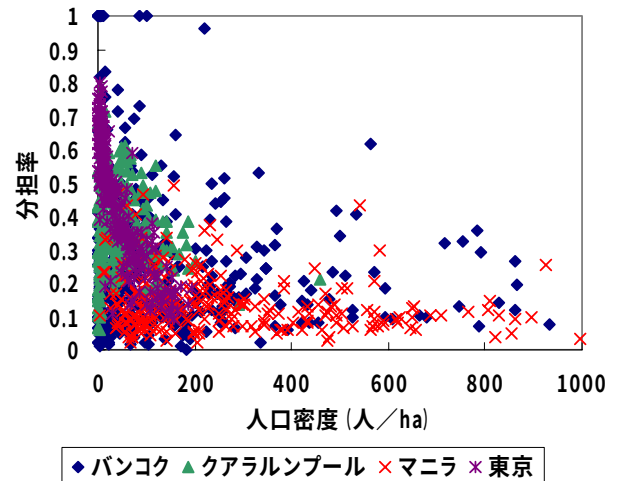
図ー1 人口密度と人口一人当たり乗用車・二輪車利用距離との関係



図ー3 人口密度と乗用車・二輪車交通分担率との関係



図ー2 人口密度と人口一人当たり乗用車利用距離との関係



図ー4 人口密度と乗用車分担率との関係

表ー4 各指標に対する人口密度の弾力性

| 都市名          | 人口一人あたり<br>利用距離 |                       | 分担率        |                    |
|--------------|-----------------|-----------------------|------------|--------------------|
|              | 乗用車<br>(km/人)   | 乗用車・<br>二輪車<br>(km/人) | 乗用車<br>(%) | 乗用車・<br>二輪車<br>(%) |
| バンコク         | -.055           | .017                  | -.107      | -.013              |
| クアラル<br>ンプール | -.149           | -.186                 | .051       | -.002              |
| マニラ          | -.691           | -.691                 | -.131      | -.130              |
| 東京           | -.285           | -.240                 | -.284      | -.267              |

に示す。

ここで利用距離については、発ゾーンと着ゾーンのそれぞれ中心点間の距離をトリップ長とし、また内々トリップについてはゾーンを円とみなし、その直径の90%の長さを内々トリップ長として計算した。また、図ー1から図ー4において、人口密度は右に向かって高くなるように各ゾーンを並べている。

まず図ー1および図ー2から、人口密度が高くなるほど乗用車・二輪車利用距離が短くなるという傾向が分かる。これは、人口密度が低くなるほど人口一人当たりの交通によるエネルギー消費量が多くなるという Newman, P. et al.の研究による分析結果と矛盾しない。

自動車・二輪車利用距離に対する人口密度の弾力性は、表－４の左半分に示している。それによると、正の値を示したバンコクを除くと、弾力性の値は-0.186～-0.691であり、Pickrell, D. が示した一人当たりの自動車利用距離に対する人口密度の弾力性と矛盾しない結果が得られた。特に密度の高いマニラや東京において比較的高い弾力性が示されたことは、Pickrell, D. による研究の結果を裏付けるものと言える。

二輪車を除いた乗用車の場合については、図－１と図－２の差異からも理解できるとおり、よりばらつきの少ない結果が得られた。バンコクでは弾力性が負の値に転じたほか、クアラルンプールでは弾力性が減少、一方で東京では弾力性が増加した。

次に、乗用車・二輪車による分担率と人口密度との関係について、図－３および図－４を検討する。人口密度が低くなるほど乗用車・二輪車による分担率が上昇するという傾向が示されたが、乗用車・二輪車利用距離のグラフと比較すると、サンプル１つ１つの値のばらつきが非常に大きいことが分かる。これはサンプル数の少ないバンコクにおいて特に顕著である。東京やマニラはばらつきの少ない分布を示した。表－４の右半分に示された、乗用車・二輪車の分担率に対する人口密度の弾力性を見ると、東京で-0.267と比較的高い弾力性が認められるが、マニラ、クアラルンプール、バンコクでは有意となっていない。

二輪車を除いた乗用車の場合については、二輪車を含めていた場合と比較して分布のばらつきが少なくなり、弾力性も全ての都市で上昇した。しかしクアラルンプールにおける弾力性が正の値に転じていることから、分担率と人口密度との関係についても、都市ごとに相違があることが示唆された。

## ６．終わりに

本研究では、JICA 都市交通開発調査データベース等を用いてアジア４都市の交通特性や都市構造の比較検討を行った。総じて、比較的高い密度のマニラや、それに次ぐ密度を持つ東京において、乗用車・二輪車利用距離と分担率に対して人口密度が高い弾力性を持っていたが、バンコクにおいては乗用車分

担率以外に関して、クアラルンプールにおいては分担率に関して、有意な結果を見出せなかった。また、各都市の交通特性や都市構造とエネルギー消費量との関係をより明確に示すことが今後の課題である。

## 参考文献

- 1) Newman, P. and Kenworthy, J.R.: Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence, Island Press, Washington D.C., 1999.
- 2) Kenworthy, J.R. and Laube, F.B.: Patterns of automobile dependence in cities: an international overview of key physical and economic dimensions with some implications for urban policy, Transportation Research Part A, Vol. 33, pp.691-723, 1999.
- 3) Pickrell, D.: Transportation and land use, In J. Gomez-Ibanez, W.B. Tye, and C. Winston, Essays in Transportation Economics and Policy. Brookings, pp. 403-435, 1998
- 4) Ewing, R. and Cervero, R.: Travel and the built environment: a synthesis, Transportation Research Record 1780, 2001
- 5) 中村明, 兵藤哲朗, 山村直史, 紺屋健一: JICA 都市交通開発調査データベースの紹介ー世界 11 都市のパーソントリップ調査データー, 交通工学, Vol.39, pp.39-43, 2004.
- 6) Urban Transport Database and Model Development Project
- 7) 東京都市圏パーソントリップ調査