

混雑度一定の都市モデルによる 運輸エネルギー消費を抑制する都市構造

01009910 東京農工大学 秋澤 淳 AKISAWA Atsushi

1. はじめに

運輸部門のエネルギー消費は石油ショック後も増大傾向を続けており、省エネルギーが強く求められている。公共交通への転換など様々な省エネ方策が考えられるが、本研究では都市構造に注目する。すなわち、運輸エネルギー消費抑制の観点から、都市内移動の総トリップ長を最小にする最適な土地利用構造を導くことを目的とした。同時に、望ましい交通状況として道路混雑が抑えられることを考慮した。この条件の下で最適解を導くとともに、東京23区における実際の土地利用と最適解とを比較した。

2. 混雑度一定モデルの考え方

2.1 モデルの前提

本モデルでは以下の前提をおく。

- i) 2次元の円形都市を考える。
- ii) 都市は居住地、業務地、放射状道路、環状道路から成る。
- iii) 自動車による旅客交通を扱う。
- iv) 通勤交通および業務交通を考える。各々は同時に生起する(時間帯を区別しない)。
- v) すべての人口が通勤する。
- vi) 交通は最短経路を通過する。

2.2 トリップの発生メカニズム

業務交通、通勤交通ともにトリップの発生数は出発地の人口に比例し、着地の業務人口シェアに比例して移動すると仮定する(図1)。

2.3 混雑度一定の考え方

ここでは都市内のいたるところで混雑が一定の都市をモデル化する[1]。この条件は各地点で道路の需要(交通をさばくために必要な面積)と供給(道路の割り当て)が一致することを意味する。

$$\text{トリップ数} \propto P_o \cdot \frac{P_d}{\text{総人口}}$$

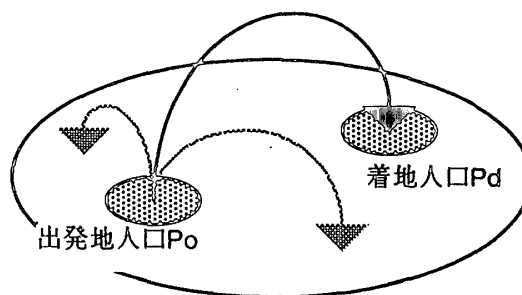


図1. トリップ発生メカニズムの考え方

このとき、走行状態がどこでも同じになるので、総燃料消費量は総トリップ長に比例する。したがって、総トリップ長最小化によって運輸エネルギー消費を最小化する土地利用を得ることができる。

3. モデルの定式

3.1 トリップ

最短経路の仮定から、発着地のなす角が2ラジアン以上の場合には都市中心を通過し、それ以下では環状道路を利用する。都心から半径r地点の放射状道路を上り/下り方向に通過する経路パターンを図2に示す。半径r地点を円周方向に移動するトリップは発地または着地を当該円周上に持つ場合となる。

3.2 混雑度一定条件

混雑度の条件は次式で表わされる。

$$2\pi r \{1 - f(r) - g(r)\} = \frac{1}{c} \left[2b_1 \{t_r(r) + 2\pi r t_c(r)\} + b_2 \{s_r^+(r) + s_r^-(r) + 4\pi r s_c(r)\} \right] \dots (1)$$

ここで、r: 都市中心からの距離, f(r): 居住地面積比率, g(r): 業務地面積比率, $t_r(r)$: 半径方向業務

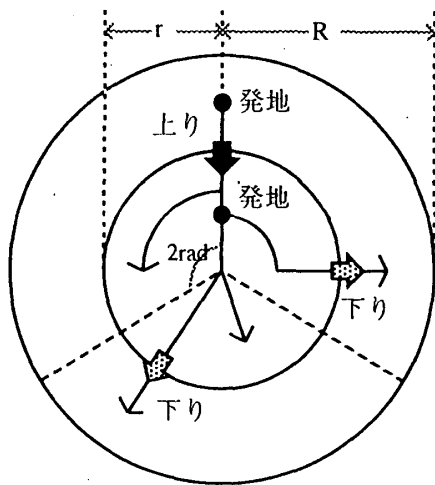


図2. 半径方向に横切るトリップの経路パターン
交通（片方向）， $t_c(r)$ ：円周方向業務交通（片方向）， $s_r^+(r)$ ：半径方向通勤交通（上り）， $s_r^-(r)$ ：半径方向通勤交通（下り）， $s_c(r)$ ：円周方向通勤交通（片方向）， b_1, b_2 ：業務，通勤トリップの時間あたり発生率， c ：幅員・時間あたり通過交通量。

3.3 目的関数等

全ての人口移動による総トリップ長の最小化を目的関数とした。制約条件としては居住地および業務地それぞれの人口の総和が都市人口に等しいことや境界条件が含まれる。これを変分法により解いた。

4. 最適都市構造

パラメータは東京都に関するデータを参考に設定した。得られた最適土地利用を図3に示す。これより、1) 業務地が都心に、居住地が郊外に立地する、2) 都心部での道路比率がかなり高くなる、3) 環状道路の比率も比較的大きい、ことがわかる。

また、東京23区の実際の土地利用[2]を図4に示した。最適解が現実の傾向をよく示していることは、都市における土地利用には経済的要因だけでなく物理的要因も働いていることを示唆している。

5. おわりに

運輸エネルギー消費と土地利用の関係を直接的に

モデル化し、省エネに対する示唆を得た。

参考文献

- [1] 田口：混雑のない都市のモデル，1993年度日本OR学会秋季研究発表会アブストラクト集（1993）
- [2] 一ノ瀬他：細密地理情報にもとづく都市人工排熱の時空間分布構造解析，環境工学研究論文集，vol.31（1994）
- [3] 宮武・秋澤・茅：運輸エネルギー消費を最小化する最適都市構造の評価評価，電気学会論文誌B，vol.115, no.6（1995）

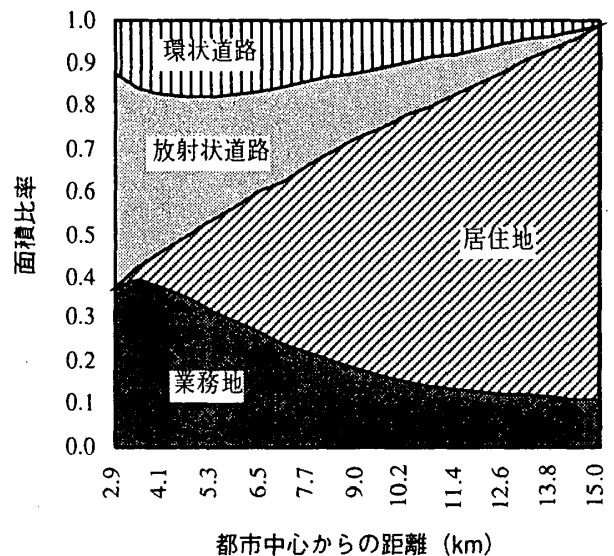


図3. 総トリップ長を最小化する最適土地利用

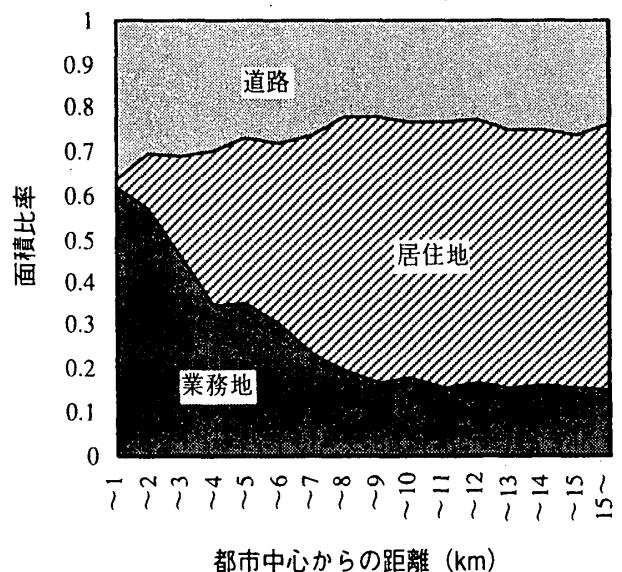


図4. 東京23区における実際の土地利用