

都市のコンパクト性に影響を与える都市構造と交通サービス

Analysis of relationship between urban structure, traffic service and city compact level

熊本大学大学院自然科学研究科社会環境工学専攻

村上 梨沙

1. はじめに

自動車中心社会の進展によって引き起こされた都市の諸問題の解決や、低炭素社会を目指したエネルギー消費量の削減手段としてコンパクトシティが注目され、多くの研究がなされている。本研究では、財として、交通サービス水準に加えて一般財を導入し、これらの消費によって得られている現在の効用水準を維持するという条件下で都市の総エネルギー消費量を最小化した場合の財の最適消費量を、時点間や地域間で実績値と比較を行う。これにより、どのような都市構造や交通サービスが効用水準を維持した上で都市全体のエネルギー消費量を削減することが可能か分析を行うことを目的とする。

2. コンパクト性評価手法の概要

現在の効用水準を定義するため、ここでは代替の弾力性を別個に設定することができる CES 型効用関数を導入した。Nested 構造を採用し、1 段階で、一般財と交通サービスの需要量から現在の効用水準を、2 段階で自動車トリップ数と公共交通機関トリップ数から交通サービス水準を算出した。

この現在の効用水準を制約条件として以下の都市全体の総エネルギー消費量最小化問題を定義した。

$$\begin{aligned} \min_{(x_{1i}, x_{2Ci}, x_{2Mi})} E &= \sum_i E_i \cdot Pt_i = \sum_i (e_1 x_{1i} + e_{2C} t_{2Ci} x_{2Ci} + e_{2M} t_{2Mi} x_{2Mi}) \cdot Pt_i \\ \text{s.t. } u_i(x_{1i}, x_{2Ci}, x_{2Mi}) &= u_i^* \end{aligned}$$

この問題を解くことで、現在の効用水準を維持する条件下でエネルギー消費量の最小値 E^* が得られる。

3. コンパクト性評価手法の実証分析

熊本都市圏と長崎都市圏において都市エネルギー消費量最小化問題を解いた際の最小値を実績値と比較したものを表 1 に示す。これらの結果より、コンパクト性評価モデルを用いて、都市の総エネルギー消費量最小化を行うことで、自動車トリップを公共交通機関トリップに転換させるような施策や、交通サービスの消費を一般財の消費に

転換することで、現在の効用水準を維持したまま都市の総エネルギー消費量を減少させることが可能である。また、現況とエネルギー最小時の効用 1 単位当たりに必要なエネルギー消費量を効用効率性指標と定義する。この指標についての差 ΔEU_i^{**} が大きいほど、現況とエネルギー最小時の乖離が大きく、改善の余地があるゾーンであると言える。効用効率性差の空間分布を図 1 に示す。これより、1984 年の方が 1997 年より都心部を中心に効用効率差が相対的に小さく、コンパクトな都市形態であるといえる。長崎都市圏では、郊外部に対して、都心部の方が効用効率性値は大きく、現在、理想的なエネルギー消費をしているとは言えない。

4. おわりに

本研究では、交通サービス水準のみでなく、一般財の消費によって得られる効用を定義し、現在の効用水準を維持するという制約条件下で都市エネルギー消費量を最小化する各財、サービスの需要とエネルギー消費量を求め、これらの同一都市圏における時点間、同一時点の地域間で、実績値と比較した。これにより、どのような都市構造や交通サービスが効用水準を維持した上で都市全体のエネルギー消費量を削減することが可能であるか分析を行った。

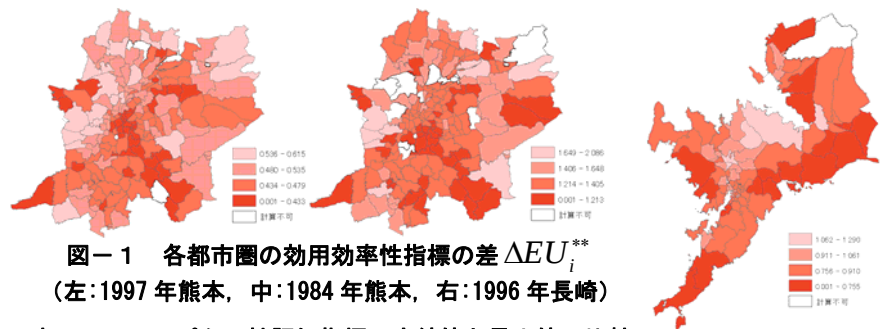


図 1 各都市圏の効用効率性指標の差 ΔEU_i^{**}
(左:1997 年熊本, 中:1984 年熊本, 右:1996 年長崎)

表 1 コンパクト性評価指標の実績値と最小値の比較

	1997 年熊本都市圏		1984 年熊本都市圏		1996 年長崎都市圏	
	実績	最小値	実績	最小値	実績	最小値
総エネルギー消費量	3.21×10^{10}	$2.90 \times 10^{10}(0.90)$	1.77×10^{10}	$1.39 \times 10^{10}(0.79)$	2.02×10^{10}	$1.69 \times 10^{10}(0.84)$
総費用	7.51×10^9	$7.78 \times 10^9(1.04)$	4.21×10^9	$4.50 \times 10^9(1.07)$	4.55×10^9	$4.83 \times 10^9(1.06)$
総交通費用	1.90×10^8	$1.35 \times 10^8(0.71)$	2.30×10^8	$2.17 \times 10^8(0.94)$	2.57×10^8	$3.89 \times 10^8(1.51)$
一般財消費エネルギー	2.66×10^{10}	$2.78 \times 10^{10}(1.04)$	1.21×10^{10}	$1.30 \times 10^{10}(1.08)$	1.51×10^{10}	$1.56 \times 10^{10}(1.03)$
自動車トリップによる消費エネルギー	5.36×10^9	$7.98 \times 10^9(0.15)$	5.36×10^9	$4.00 \times 10^9(0.08)$	4.78×10^9	$4.28 \times 10^9(0.09)$
MTトリップによる消費エネルギー	1.28×10^8	$3.49 \times 10^8(2.73)$	1.72×10^8	$4.92 \times 10^8(2.86)$	3.50×10^8	$9.15 \times 10^8(2.62)$

注)総エネルギー消費量の単位は kcal/日, 総費用と総交通費用の単位は, 円/日であり, ()内は実績値に対する比率を表す。