

都市空間構造が運輸交通部門 CO₂ に与える影響の仮想都市を用いた算出法に関する研究

名古屋大学工学研究科 学生員 長田 智章
 名古屋大学工学研究科 フェロー 林 良嗣
 名古屋大学工学研究科 正員 加藤 博和

1. はじめに

近年、運輸交通起源の CO₂ 排出削減のための対策提案やその効果計測に関する研究が多数行なわれており、その中で、国土・都市構造と CO₂ 排出の関係についても重要な視点として取り上げられてきた。しかし、既存研究では、CO₂ 削減を考慮した国土・都市計画の方向を具体的に提示するまでには至っていない。例えば都市配置が一極集中か多極分散のどちらが CO₂ 排出が少ないか、という単純な議論に対しても明確な解が出ておらず、CO₂ 削減のための都市配置の方向性を見出すことができていない。

そこで本研究は、都市を対象とし、その空間構造の違いが運輸交通部門の CO₂ 排出量に与える影響を、仮想都市を設定して理論的に算出するアプローチによって分析し、いかなる都市空間構造が CO₂ 排出量が少ないかを示すことを目的としている。

2. 都市構造と交通特性との関係

分析を行う前に、都市構造と交通特性をどのように結びつけるかについて整理する。

都市構造を定量的に表現する指標として、既存研究では、人口・面積・人口密度に加え、立地分散度（常住人口もしくは従業人口のバラツキ）、が用いられることが普通である。

しかし、以上の指標が同一であっても都市の交通特性は一意には決まらない。それを模式的に示した例として、人口・面積が同一な都市の立地分散度とトリップ長の関係を図1のように表現した Brotchie Triangle があげられる。¹⁾ここでは、立地分散度は生活がある程度閉じた集落のバラツキとして定義する。また集落内の内々トリップ長は集落規模によって決定すると仮定して考える。

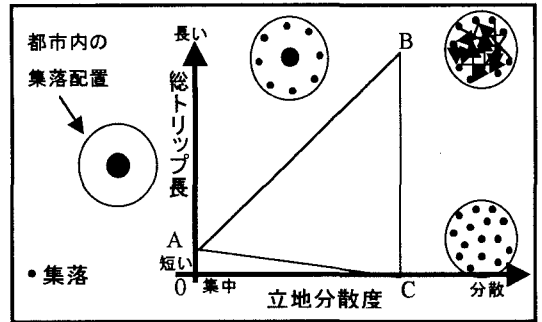


図1 Brotchie Triangle

図1の三角形は都市が取りうる集落の立地分散度と総トリップ長の組み合わせを示した領域である。逆に言うと、立地分散度が一意に定まったとしても、居住者の交流地選択特性によって、トリップ長は変化する。例えば、辺BCは、集落同士が交流を最大限に行う場合（B点）と行わない場合（C点）とでは集落間トリップ長が全く異なる。辺ABは集落間の交流が全くない場合で、総トリップ長は内々トリップ長の総和となるが、集落が分散するほど集落規模は小さくなるため、内々トリップ長は減少する。以上のことから、分散度が増すほどトリップ長の変域は大きくなる。

いずれにせよ、都市内の交通特性は都市構造と一対一に対応するわけではなく、交流の活発さによっても影響される。これは、交通需要予測では重力モデルの各パラメータに相当する。仮想都市によるアプローチでも、同様に重力モデルが用いられている例が多い。

3. 既存研究の成果と本研究の視点

立地量制約や交通混雑のない理想状態においては、通勤総トリップ長の最小化解は全従業者の職住地一致であり、業務交通総トリップ長の最小化解は業務地の一極集中である。このように、通勤・業務トリップ長にはトレードオフの関係が存在することを考慮し、業務交通特性による、都市総トリップ長の最小化解の変化を計測している研究²⁾

もある。ただし、既往研究ではトリップ長の最小化を目指しているため、混雑や複数交通モードを考慮し CO_2 排出量を計測したものは見られない。

そのため、本研究では、交流地選択について交通機関別の走行速度の違いや、自動車の渋滞の影響を考慮した上で、所要時間通減で目的地選択を決定することで、都市構造から交通特性を一意に再現する。以上の考慮により、交通機関分担と自動車の渋滞による走行速度変化を考慮した CO_2 排出量の算出が可能になる。

3. 計算手法

従業地と居住地からなる仮想都市を考え、従業地分布を政策として与えたときの、1)通勤交通(居住地～従業地間)・2)業務交通(従業地間)に伴う CO_2 排出量算出式を導出する。ここでは、通勤交通による CO_2 排出量算出法について説明する。

1)居住人口分布の導出

居住地分布は、従業地分布から内生的に決定される形をとっている。具体的には図2に示すように、通勤時間の分布を用いて、従業地点毎にそこに通勤する居住者の分布を求め、その結果を全従業地について重ね合わせたものを、居住地分布とする。実際の計算は、交通機関別の走行速度を考慮した上で、自動車・鉄道・徒歩通勤者別に居住地分布を導出する。必要な交通機関分担率は従業地点の従業者密度との関係からモデル化している。

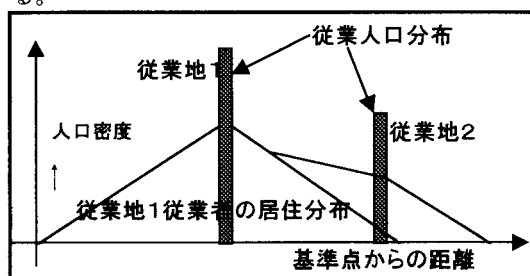


図2 居住分布導出の考え方

2)通勤交通起因の CO_2 排出

各地点の通過総交通量は、図3のように、その地点より従業地が遠い地点の人口の総和となる。

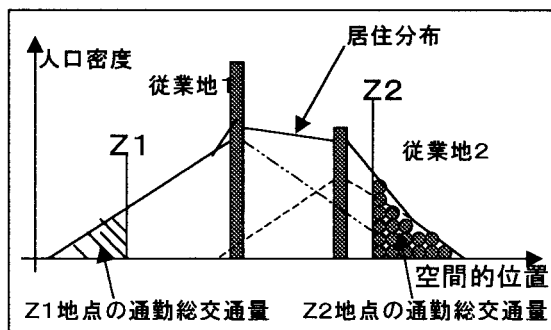


図3 各地点の総通過通勤交通量の導出

このことから、まず各地点について通勤目的の通過交通量を交通機関別に求める。交通機関は自動車及び鉄道、徒歩について扱う。機関分担率の導出は、従業人口密度から機関分担率が得られるモデル式を用いる。

自動車起源の CO_2 排出量については、求められた各地点の交通量から、集計 Q-V 式を用いて各地点の速度を求め、さらに既存の速度別燃料消費量算出式、燃料消費あたり CO_2 排出原単位を用いて、各地点の交通量あたり排出原単位を求める。これに各地点の交通量を乗ずることで、 CO_2 排出量が導出される。

鉄道については、各地点の交通量から総トリップ長が求まるため、既存の人キロあたり CO_2 排出原単位を用いて導出する。

4. まとめ

以上の算出式を用いて、空間構造の異なる複数の仮想都市について計算を行い、 CO_2 排出量の比較を行うことが可能となった。具体的には

- a) 一極集中型都市の人口規模による影響
- b) 都市の一極集中と多極分散での違い
- c) 交通施設整備の影響

といった施策が評価できるようになった。具体的な計算結果については講演時に示す。

参考文献

- 1) Hayashi and Roy(Eds.) :Transport, Land-use and The Environment, p103-124
- 2) 例えば、田頭直人:通勤と業務交通から見た最適なオフィス分布について、1994 年度日本都市計画学会学術研究論文集、p511-516、1994