

原単位変動要因を考慮した時間原単位の概念構築に関する一考察*

A Study on the Concept Construction of Trip Generation Rate per Time Considering the Factor of Varying Trip Generation Rate per Day*

大門創**・森本章倫***・中川義英****

By Hajime DAIMON**・Akinori MORIMOTO***・Yoshihide NAKAGAWA****

1. はじめに

土地利用と交通の整合性を図ることは、都市計画において重要な課題の一つとされている。すなわち、土地利用は基本的には市場原理によって変動し、交通は土地利用からの派生需要として扱われるのが一般的である。そのため、土地利用から発生・集中する交通量を推計するためには、従来は目的による変化を便宜的に土地利用用途に帰着させ、用途別床面積原単位として捉えられてきた。これは、ある建物用途の一定の床面積からは一定の交通量が発生するという前提の下で成立している。しかし実現現象においては、目的、手段、頻度などにより多様な交通行動が行なわれているため、原単位による推計値と実測値が著しく乖離する場合が生じる。このような乖離を減少させるためには、従来の日原単位ではなく、時間帯に応じた時間原単位のような、更なるミクロな視点で原単位を捉える必要がある。

そこで本研究では、人の行動メカニズムから、日原単位による原単位の変動要因を明確にする。そして、当該要因に依存しない時間帯及び用途別に原単位を設定することで、交通行動が多様化した社会における土地利用と交通の関連性について一考察を加えるものである。

2. 既往研究の動向と本研究の着眼点

土地利用と交通の整合性を図る仕組みとして、容積率規制があり、様々な研究がなされてきた。しかし、時間帯別に交通特性は異なることから、これを考慮した土地利用のあり方を検討する必要があるが、現実の都市政策では十分な検討がなされていない。例えば、大規模開発マニュアル¹⁾において、多数の原単位データを統計的に整理し、特性別にカテゴリー分類されて原単位の標準値を示している。しかし、これらの標準値はそれぞれの建物用途に対して日単位に集計されていて、原単位のトップピークを足し合わせているに過ぎない。現実には、建物用途別に原単位のトップピーク時間帯は異なるため、

*キーワード：原単位、土地利用、自動車分担率

**学生員、工修、宇都宮大学大学院工学研究科

(宇都宮市陽東7-1-2, TEL&FAX028-689-6224)

***正員、工博、宇都宮大学工学部建設学科

****正員、工博、早稲田大学理工学部

時間帯特性を考慮した用途別発生・集中原単位を算出する必要がある。また、都市開発の中でも住宅開発に視点を置くと、大規模開発マニュアルは開発規模の分類の中で、「その他」というカテゴリーで若干の記述を設けているのみに過ぎない。一方、大規模小売店舗立地法指針においてもピーク時交通の記述があるものの、複数用途の組み合わせに対する影響は考慮されていない。

このような時代のニーズに対して、用途による時間帯別交通特性というミクロな視点まで考慮した研究が近年みられるようになってきた。関等²⁾は、ピーク1時間に周辺交通に及ぼす試算値が低水準であっても、長時間にわたりピーク時に相当する交通量出入が続く場合は、影響時間帯全域で捉えると相当量の交通影響を及ぼすと仮定し、対象時間帯に幅を持たせた交通影響の把握を試みている。また明石³⁾は、事務所と商業系施設を区別して、ピーク負荷の緩和を目的に、容積率割増のインセンティブを用いて事務所から商業系へと床供給の転換を誘導する施策の合理性について検討している。

しかし、日原単位の変動要因について総合的に検討しているものは見当たらない。そこで本研究は、日原単位におけるばらつき及び変動要因を列挙し、その一部について検証することを試みる。更に、日原単位による乖離の影響を受けないような時間帯別発生原単位（以下、時間原単位）を推計することで、時間原単位の概念及び利用可能性について一考察を加える。

3. 日原単位の変動要因の検討

(1) 原単位変動要因の整理

日原単位が変動する要因は、交通行動の自由度という観点から、理論上以下の5つに集約すると考えられる。

a) 土地利用用途による変動（目的的自由）

勤務や業務、私事といった移動目的によって、原単位は変動する。従来は目的による変化を便宜的に土地利用用途に帰着させて捉えている。これは用途別床面積原単位として個別に算出して、それを集計することで発生・集中量を推計するのが一般的である。しかし、単一用途に単一目的を1対1に対応させるのは困難であり、用途によってばらつきが異なる。

b) 自動車分担率による変動（手段の自由）

自動車交通の原単位を推計する際には、自動車分担率によって原単位が変動する。古典的な交通需要予測である「四段階推計法」では、発生・集中モデルと交通機関分担モデルは分離して推定している。なお、自動車原単位を直接予測するのは発生・機関分担の同時推定モデルとして位置づけられる。

c) 施設選択による変動（目的地の自由）

利用者が複数の施設を選択することによって原単位が変動する。特に商業施設の場合は顧客の嗜好性によって店舗が異なってくる。同じ服飾店舗でも、ブランドや価格帯などの選択の幅が多様で、それによって原単位は大きく変化する。また同一店舗であっても開店から数ヶ月は高い原単位を示すなど、一定にならない。

d) 生成原単位による変動（頻度の自由）

マクロな交通需要推計では、生成原単位と発生・集中原単位を分離して考えるのが一般的である。一日当たりの平均生成トリップ数をもとに四段階推定法を行なう場合が多い。同一床からの生成トリップに焦点を当てると、原単位に影響を与える要素として分離して考えることができる。この例で特に顕著なのは商業施設の業態である。つまり来店頻度が変わることで原単位が変動する。よって大規模になるほど施設内での滞在時間が延びるので原単位は下がる。

e) 一人当たり床面積による変動（施設の固有変数）

一人当たりの床面積の大小が原単位を変動させる。この要素は原単位概念にとって本源的なものであり、本来ならば施設側で先決的に定まっている。床面積原単位とは1㎡当たりのトリップ数を固定させて考えるものであるため、施設固有の値が変わるならば別の原単位を設定する必要がある。例えば住宅床面積では所得格差や地価、家族形態やライフスタイルによって、一人当たりの床面積が変化し原単位に影響を与える。また商業床面積では業態による床面積の変動が大きい。家具店のような商品の陳列に大きな空間を有するものから、日曜雑貨店のような床面積が小さいものも存在する。よって、ミクロ原単位では、業種業態ごとに原単位を推計している⁴⁾。

本研究では、上述の変動要因のうち、a) と b) について検証を試みた。尚、検証のために対象としたのは、地方都市として宇都宮市を、大都市として東京都区部を取り上げる。用途別床面積（住宅・業務・商業）は町丁目別のデータを、発生・集中量はそれぞれ、宇都宮都市圏PT調査、東京都市圏PT調査のデータを用いた。

（2）土地利用用途による変動の検証

はじめに、宇都宮市について用途別マクロ原単位を算出した。原単位法によって算出した用途別マクロ原単位を図-1に示す。単位床面積の発生量が、住宅用途は 309 T.E/ha、業務用途は 772T.E/ha、商業用途は 593

T.E/ha と、当然ながら建物用途によって著しく異なっている。また、決定係数をみると、住宅用途は 0.977、業務用途は 0.808、商業用途は 0.687 となっており、住宅・業務・商業の順に自動車発生原単位の精度が落ちているのが分かる。これは、住宅発生は、圧倒的に通勤目的のトリップ数が占めているため、単一用途に単一目的を対応させるのが比較的可能であり、業務用途や商業用途からの発生トリップは、様々なトリップチェーンの中の一部であることも少なくなく、単純に目的を用途に転換することへの整合性が図れないということに起因する。

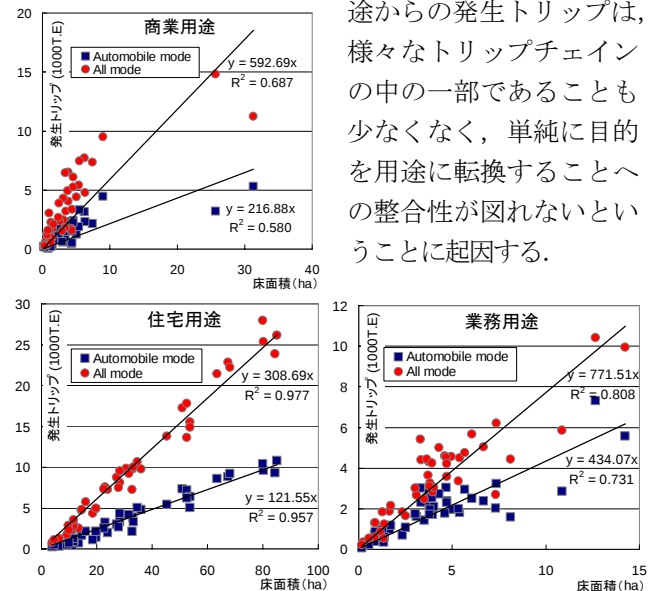


図-1 用途別発生原単位(宇都宮市)

一方、東京都区部について、用途別発生原単位を算出した。算出結果を図-2に示す。ここで、東京においてはデータの制約上、商業用途に関しては省略する。図-2より、単位床面積の発生量が住宅用途は 239 T.E/ha、業務用途は 197 T.E/ha とやはり大きく異なっている。また、決定係数をみると、住宅用途は 0.916、業務用途は 0.890 となっており、宇都宮市と同様に住宅・業務の順に自動車発生原単位の精度が落ちているのが分かる。

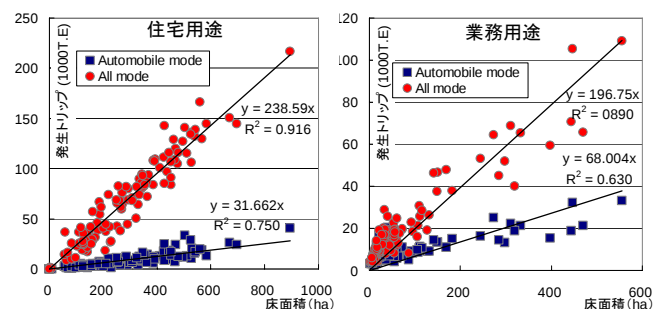
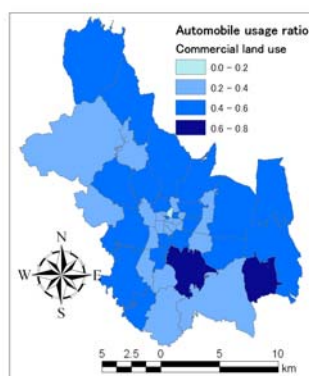


図-2 用途別発生原単位(東京都区部)

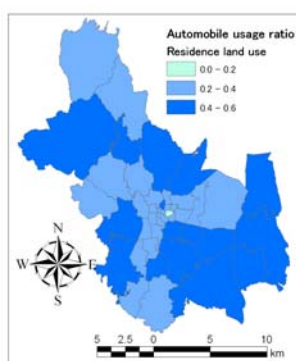
（3）自動車分担率による変動の検証

図-1、図-2では、全交通手段の発生量分布とともに、自動車交通の原単位についても算出している。これをみると、総じて全交通手段の発生原単位に比べて、自動車発生原単位の精度が落ちているのが分かる。自動車発生原単位の精度が落ちる原因を把握するために、用途別自動車分担率の分布を図-3、図-4に示す。図-3より、宇都宮市に関して、自動車分担率は用途別に似たような分

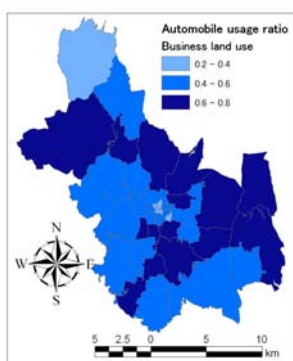
布を示しているものの、住宅用途に関しては概ね0~0.6の間で推移している一方で、業務用途に関しては0.2~0.8、商業用途は0~0.8間で推移している。また、標準偏差をみても、住宅用途が最もばらつきが小さく、業務用途が最もばらつきが大きいことがわかる。これより、自動車分担率は自動車発生原単位に大きな影響を与え、自動車発生原単位の精度を低下させる原因となっているといえる。



Average 0.398
Standard Deviation 0.102

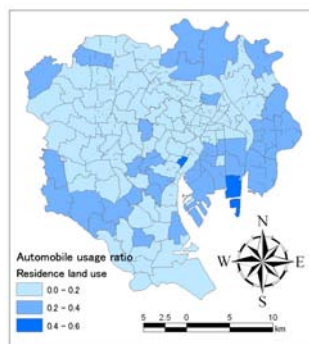


Average 0.368
Standard Deviation 0.068

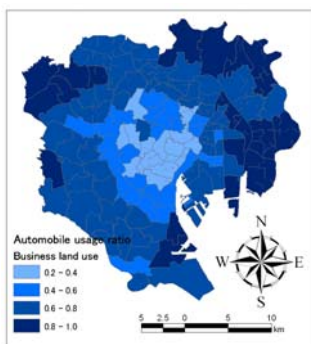


Average 0.553
Standard Deviation 0.095

図-3 宇都宮市自動車分担率(上:商業, 左:住宅, 右:業務)



Average 0.181
Standard Deviation 0.063



Average 0.634
Standard Deviation 0.173

図-4 東京都区部自動車分担率(左:住宅, 右:業務)

また図-4より、東京都区部の用途別自動車分担率の分布をみても宇都宮市と同じく、住宅用途の自動車分担率に比べて、業務用途のそれが大きなブレを示している。

しかし、同じ用途の自動車発生原単位の決定係数を都市間比較すると、住宅用途、業務用途共に、地方都市に比べて大都市のほうが低い値を示している。このことを説明するために、「公共交通（鉄道）の供給ストックが多い都市の方が、利用者の交通行動の選択肢が広がるため、自動車発生原単位のブレが大きくなるため、決定係数が下がる。」という仮説を立てた。この仮説を立証するために次のような分析を行なった。まず、GIS上でゾ

ーンと鉄道リンクをオーバーレイさせて、鉄道（JRのみ）を含むゾーン（沿線ゾーン）と鉄道を含まないゾーン（非沿線ゾーン）に分類する。GIS上で原単位の分布図と、分類ごとの原単位平均と標準偏差を図-5に示す。ここでは、住宅用途の発生原単位を扱った。図-5より沿線ゾーンは低い原単位の値を示し、鉄道からの距離が離れるに従って、高い原単位を示すゾーンが増加しているのが明確である。また、発生原単位の平均値は、沿線ゾーンに比べて非沿線ゾーンの方が高いのがわかる。一方、発生原単位の標準偏差は、沿線ゾーンに比べて非沿線ゾーンの方が低い。つまり、鉄道沿線のゾーンは公共交通や自動車といった交通機関の選択肢が広がるため原単位のブレが大きく、非沿線ゾーンは、自動車を用地ざるを得ず、原単位のブレが小さくなっているのがわかる。これより、公共交通の有無は、原単位の決定係数に著しく影響を与える。

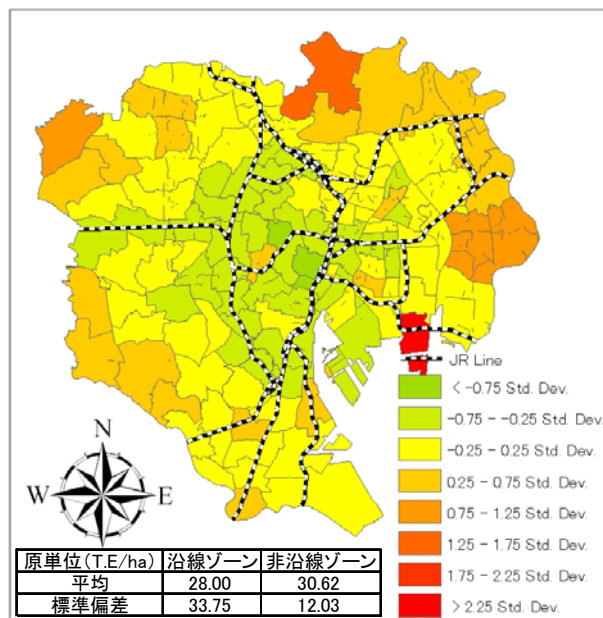


図-5 自動車発生原単位分布(住宅発生)

4. 時間帯を考慮した原単位推計

(1) 時間原単位概念

前節における変動要因は「日原単位」を主として想定した場合に影響を与えるものである。しかし、現実の道路渋滞は一日の中のある特定の時間帯に集中している。これに対しては、従来はピーク率を乗ずることで、ピーク交通量として扱っていた。しかし用途によってトップピークの時間帯が異なっているため、単にトップピークを足し合わせて交通量を推計することは困難になってきている。そこで、時間原単位の推計が必要になる。時間帯を考慮した原単位とは、一日の交通行動はトリップチェーンで行なわれており、その中の一つのトリップに着目したときに、両端のノードを施設側で集計したものを表している。このことを考慮して、時間帯が7時から16

時までの7区分について、時間原単位の推計結果を図-6、表-1に示す。図-6は時間帯ごとの原単位推移を表しているが、時間原単位の面積を全時間帯にわたって足し合わせたものが日原単位という関係になっている。これより、時間帯によって用途別にトップピークの時間帯が異なっているのがわかる。特に住宅用途は、8時台を中心に際立ったトップピークが存在している。

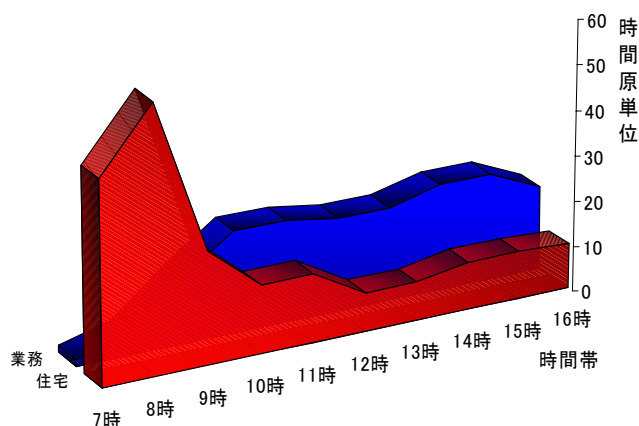


図-6 用途別時間原単位の推移（東京都区部）

次に、決定係数から考察を行なう。表-1より、住宅用途の発生原単位は、どの時間帯においても良好な決定係数が得られた。日原単位における決定係数が0.916であることを考慮しても、時間原単位がより実際の現象に即しているといえる。一方、業務用途の発生原単位は、7時台及び8時台以外については、日原単位における決定係数が0.890であることを考慮しても、比較的高い精度を確保しているといえる。7時台及び8時台について考察すると、通勤時間帯においては、業務用途に着地として集中することはあっても、発地として発生することは極めて稀である。つまり、時間原単位概念を用いる場合には、単にトリップベースで考えるのではなく、あくまでも交通は土地利用からの派生需要である点に留意したアクティビティベースで考えなければならない。このことを考慮すれば、原単位の精度は著しく向上し、トップピークの時間帯のズレ等を加味した土地利用施策の検討が可能になる。

表-1 東京都区部における用途別時間原単位

原単位	住宅発生		業務発生	
	回帰曲線	決定係数	回帰曲線	決定係数
7時台	$y = 44.78x$	0.953	$y = 1.457x$	0.226
8時台	$y = 58.79x$	0.972	$y = 4.598x$	0.540
9時台	$y = 24.69x$	0.973	$y = 14.44x$	0.842
10～11時台	$y = 30.03x$	0.970	$y = 44.61x$	0.895
12～13時台	$y = 16.86x$	0.965	$y = 40.99x$	0.917
14～15時台	$y = 20.92x$	0.959	$y = 46.46x$	0.925
16時台	$y = 9.952x$	0.934	$y = 18.29x$	0.908

（2）時間原単位を用いた用途転換による交通量

時間原単位概念を用いて、用途転換による時間帯別交通量推移を把握する。ここでは総容積率を500%と一定に設定し、まず業務用途容積率を500%と仮定し、そ

こから容積率を100%ずつ住宅用途に転換していった時の発生交通量推移を推計した。推計結果を図-7に示す。

図-7より、住宅用途構成比が増加するにつれて、10時以降16時まで慢性的に続いている業務用途のトップピークを削減させることを可能にし、逆に比較的余剰を残している7時～9時の道路容量を有効利用しているといえる。但し、住宅500%となった場合はピーク時交通量が従前のそれを越えるため、注意が必要である。

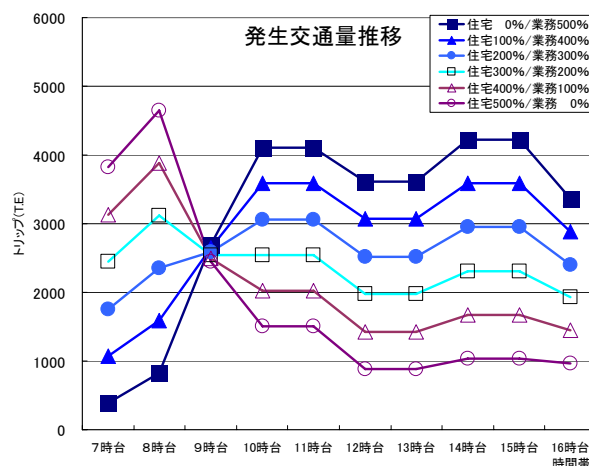


図-7 都心居住導入による発生交通量推移

5. おわりに

本研究では、日原単位の変動要因の整理と検証を行ない、そこから、交通の目的や手段による乖離が生じにくい時間原単位の推計及び考察を行なった。本研究で得られた知見は以下のようにまとめられる。

- ① 建物用途及び自動車分担率による原単位変動要因について定量的に検証した。
- ② 日原単位と時間原単位の関連性を示した。時間原単位はアクティビティベースで考える必要があり、その点を考慮することで、極めて精度の高い原単位を得ることができる。
- ③ 時間原単位概念を用いることで、建物用途によって交通量のトップピークが異なるような Mixed Use による交通量推移を検討できる。しかし、時間原単位概念の一部を検証したに過ぎず、複雑な用途による時間原単位を推計するためには、トリップチェーンで交通行動を捉える必要があるが、今後の課題とする。

【参考文献】

- 1) 建設省都市局都市交通調査室：大規模開発地区関連交通計画マニュアルの解説、ぎょうせい、1999。
- 2) 関達也、森本章倫、古池弘隆：大規模開発に伴う交通影響評価の空間的・時間的变化に関する研究、土木計画学研究・講演集、No.25, pp.463-466, 2002。
- 3) 明石達生：事務所と商業施設を区別した用途別容積率型誘導ゾーニングに関する研究 - 東京都心部における適用の効果と影響 -, 都市計画報告集, No.38-1, pp.25-33, 2003。
- 4) Institute of Transportation Engineers: TRIP GENERATION 6th Edition, Volume 2 of 3, 1997。