

交通空間量からみた自動車とトランジット依存都市の試算比較*

Trial comparison of automobile-oriented and transit-oriented cities in terms of the traffic space quantity*

野村和宏**・森本章倫***・古池弘隆****

By Kazuhiro NOMURA**, Akinori MORIMOTO*** and Hirotaka KOIKE****

1. 研究目的

近年、公共交通の利用に関する議論は自動車をもたらす低密度拡散の弊害指摘から、コンパクトシティさらには環境・エネルギーの面からの持続可能な都市へと展開されている。しかしながら、インフラ整備の基本となるトランジットと自動車の交通空間量の差自体ははっきりとは分かっていないのが現状である。

本研究では、複数の交通軸をもつ仮想都市をもとに、自動車利用に依存した都市の最大通勤者数と交通空間量と算出する。その上で、トランジットに依存した都市の最大通勤者数と交通空間量との比較を通じて、トランジット整備の有効性を明らかにし、交通空間整備量の相違をもたらす都市構造を確認する。

2. 既往研究と位置づけ

Kenworthyら¹⁾は世界の主要都市を対象に、伝統的指標である人口密度の高低が自動車利用と密接に関連していることを指摘している。しかし、残念ながら、その理論的背景が明らかにされていない。このように、交通モードの都市間比較において主流となっている指標は人口密度であり、交通インフラ指標としては駐車場面積、道路延長である²⁾。道路延長はその都市の交通インフラの充足率を示すひとつの指標ではあるものの、筆者らは経済活動に起因する都市の状態あるいは実際の交通行動に対して関連性を持つものなのかは疑問を持っており、本質的には道路面積に着目する必要があると考える。

このように、交通モードの都市間比較においては、その中心となる道路量・人口密度・容積の相互関連に着目した研究は極めて少なく、道路面積の需要と供給量の差を用いて我が国の29都市を対象として自動車とトランジット利用率との関係を分析したSarkerら³⁾の研究のみであった。このことは、今後展開が期待されるコンパクトシティ等の議論への障害となる可能性が高い。そこで、筆者らは交通モードと道路量・人口密度・容積の関連を記述するモデルを開発し、交通空間整備量の相違がKenworthyらが指摘した構図をもたらすことを明らかにする必要がある、と考える。

3. 道路面積とDID人口密度の関係

道路面積に関するデータは入手が容易ではないため、Sarkerらの基礎データ⁴⁾⁵⁾⁶⁾を基に比較検討を行った。我が国の都市圏におけるモード分担率とDID人口密度の直接的関係を図1~2に示す。マクロ的には、自動車とトランジット（公共交通と解釈した）においては、単相関係数からみて比較的強い相関がある。したがって、Kenworthyらの指摘が我が国においても成立することが分かる。

さらに、1人当たり道路面積とDID人口密度には、強い負の相関⁽¹⁾を見ることができる(図-3)。なお、図上のシンボルは自動車分担率(%)によるランクを示したものである。これより、「DID人口密度が低い都市」は1人当たり道路面積が大きくて自動車分担率の高い都市であり、これに対して「DID人口密度が高い都市」は1人当たり道路面積が小さくて自動車分担率の低い都市である、といえる。このように、マクロ的に捉えた場合、1人当たり道路面積による自動車利用水準の強弱が自動車分担率に結びつくことにより、都市特性としての人口密度に大きな影響を与えているものと考えられ、筆者らはこれがKenworthyらの本質

*Keywords : 交通空間量、シミュレーション

**正会員, 工修, 群馬工業高等専門学校 環境都市工学科
〒371-8530群馬県前橋市鳥羽町580
TEL:027-254-9186

E-mail: nomura@cvt.gunma-ct.ac.jp

***正会員, 工博, 宇都宮大学工学部

****フェロー, Ph.D., 宇都宮大学工学部

であると考える。

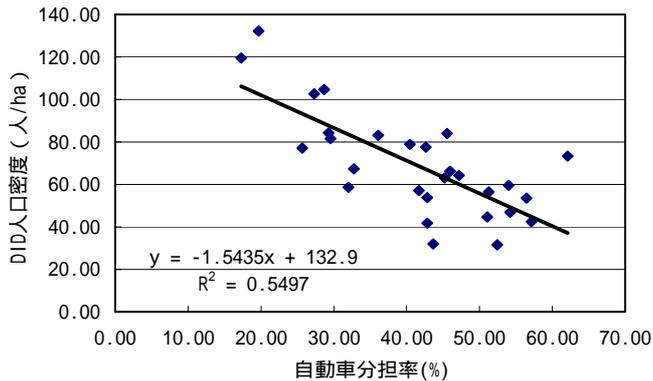


図-1 モード分担率とDID人口密度(1)

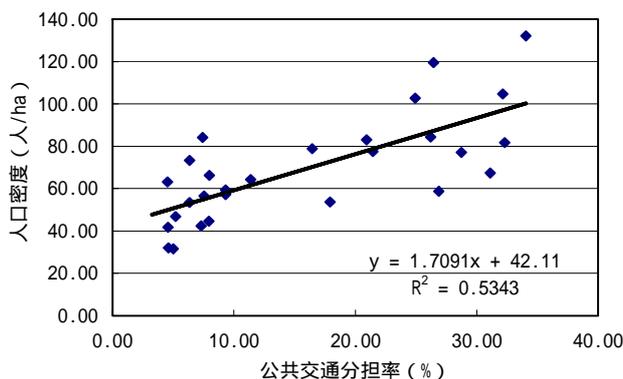


図-2 モード分担率とDID人口密度(2)

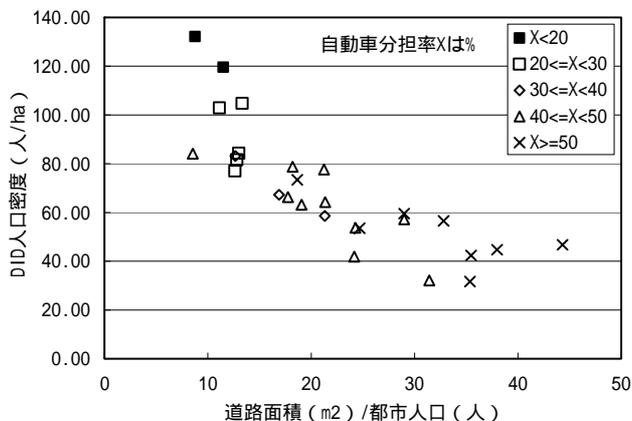


図-3 道路面積指標とDID人口密度

4. 提案モデル

(1) 基本フレーム

これまで筆者らは、自動車に依存した都市圏とトランジットに依存した都市圏の比較を行う土地利用モデルを提案し、交通手段による都市形態の違いを明らかにすることを試行してきた⁷⁾。その基本フレームは、交通モードが必要とする交通空間量制約と通勤者が必要とする業務・駐車スペースのCBDの床面積制約から最大通勤者数を求めるものである(図-4)。非常に簡単な構造ではあるが、従来の都市構造モデルとは異なり、

CBDと郊外を分離することにより両者間の交通空間量を交通容量を基に明確に算定できる、通勤時間上限を設定した等の特徴を持つ。従来の都市解析モデルではCBD道路量の算定において、1人当たり交通空間幅を必要とする。しかしながら、その定量化に難しさがあるが、我々が設定したモデルでは、郊外化から発生する通勤者はひとつの幹線(以下、コリドー)を通過することを前提としているため、容易に求めることができる等、都市解析モデルとリンクした発展が期待できる。

本研究では、一般化のために次の改良を図った。

勢力圏の形を長方形から円形に変更

CBD 道路量に関しては根拠を確保するために、放射・環状線からなる CBD 道路網を設定し、その車線数を設定することにより CBD 道路率を求めた。

コリドーを複数化し、CBD 中心から等角度で配置した。

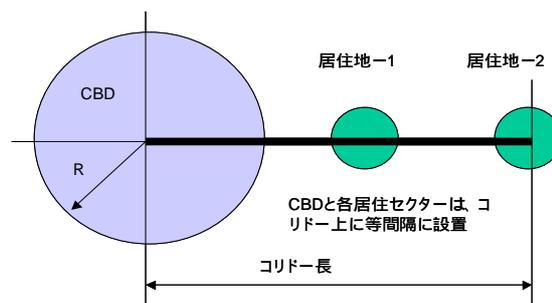


図-4 モデルの概念

(2) 算定方法と試算条件

モデルはCBDに通勤する人々の居住地をCBDの就業者数の上限値に達するまで、コリドー沿線への居住地の等間隔配置を継続する構造のシュミレーションモデルである。モデルの主な入力情報はCBDまでの通勤時間上限、交通モード(自動車あるいはトランジット)とその走行速度、CBD容積率、CBD道路率、駐車場等の面積原単位であり、主な出力情報は各居住地からの通勤者数、コリドー車線数である。各居住地からの通勤者数の総計が最大通勤者数となるが、その算定においては交通モードによる輸送能力⁸⁾(車頭間隔による1車線の時間当たり輸送力)とCBD床面積に関する制約をもたせた(図-5)。

なお、トランジットは片側当たり1車線とし、ある居住地の通勤需要が車頭時間によって決定される輸送力を超えたときは従前居住地数における残余輸送力からその居住地の通勤需要を決定し、その合計により最

大通勤者数を算出した。このため居住地数は実数とした。自動車に関しては CBD 道路率を超えない範囲で逐次車線を追加して片側車線数を算出した。したがって、通勤需要の算出はトランジットと同様であるが、CBD 床面積制約が発生しない場合には CBD 道路率のみによって最大通勤者数が決定されることになる。なお、交通モードによる相違の比較のために、トランジットにおいても自動車における CBD 道路率を使用した。また、車線数は整数値、コリドー数は 4 とした。道路計画を表-1、その他の試算条件を表-2 に示す。

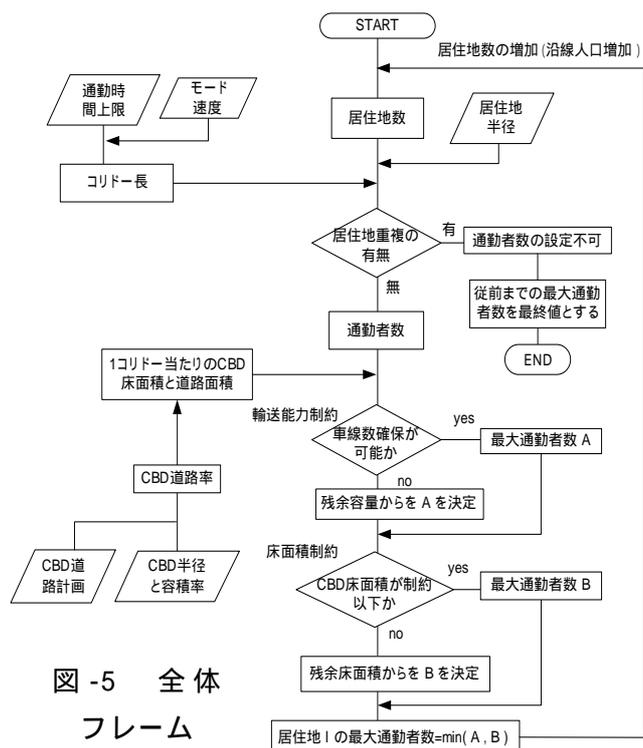


図-5 全体フレーム

表-1 道路計画

CBD半径(m)	片側車線数		道路面積(m ²)			CBD道路率
	環状線	放射線	環状線	放射線	合計	
200	1	1	12887	11200	24087	0.19
	1	2	12887	22400	35287	0.28
300	1	1	19484	16800	36284	0.13
	1	2	19484	33600	53084	0.19
	2	2	38353	33600	71953	0.25
	2	3	38353	50400	88753	0.31
	3	3	56605	50400	107005	0.38
備考	* : 居住地にはこの値を使用した。					

表-2 試算条件

要素名	交通モード	CBD	居住地	コリドー部
勢力圏半径	共通	200m、300m	200m	
容積率	共通	300%、600%	100%	
通勤時間上限	共通			30分、60分
道路率	共通	表-1参照	19% (表-1)	
車線幅員	共通	3.5m	3.5m	
コリドー速度	自動車			30Km/h
	トランジット			20Km/h
アクセス・イグレス速度	自動車	30Km/h	30Km/h	
	トランジット	6Km/h (徒歩)	6Km/h (徒歩)	
単位床面積	自動車	オフィス20m ² /人、 駐車場20m ² /台	50m ² /人 (駐車場を含む)	
	トランジット	オフィス20m ² /人	50m ² /人 (駐車場を含む)	
車両定員 (占有率)	自動車			1人/台
	トランジット			60人/台
通勤者比率	自動車		居住人口の50%	

5. 最大通勤者数の比較 (2) (3)

トランジットの場合には最小車頭間隔の影響は非常に大きく作用しており、全ケースとも最小車頭間隔に伴う輸送能力制約により通勤者数の決定がなされており、CBD 半径 200m、容積率 600%、CBD 道路率 28% の場合を除いて床面積制約は発生していない。このため、最大通勤者数は 3600 人/時/コリドーの一定値となる。また、CBD 半径 300m の場合は CBD 床面積の使用率はすべて半分以下である。一方、自動車の場合は 1 車線当りの交通容量(857 人/時/車線)がトランジットに比べて小さく、車線数の増加により輸送力を確保することになる。したがって、図-6 に示すように各 CBD 容積率において最大通勤者数を示す極値とそれに対応する CBD 道路率 (図中の数値) が存在する、ことが分かる。これは通勤者増加に伴って多くの道路空間と駐車スペースを必要とするため、CBD 床面積制約・輸送能力制約が発生することに起因する。このように、自動車モードにおいてはトランジットとは全く異なる状況となることが分かる。

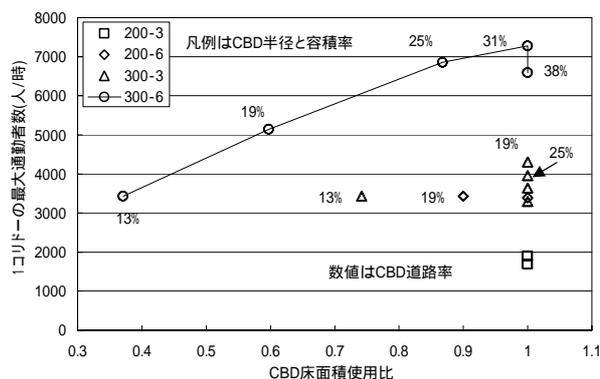


図-6 最大通勤者数と CBD 床面積使用比

6. コリドー面積比 (2) (3)

最大通勤者数を輸送するために必要なコリドー車線数と幅員の積をもとにした、自動車とトランジットの面積比を図-7 に示す。通勤時間上限が異なっても最大通勤者数は同一であるが、コリドー面積は異なることから、この比較には意義がある。これより、同じ容積率の場合でも通勤時間上限による差は少ない。これは、通勤時間上限における両モードのコリドー長の比の相違が少ないことに起因している。また最大通勤者数から比較すると、トランジットと同一の最大通勤者数を確保するためには、最低でも 6 倍の交通空間面積を必要とすることが分かる。

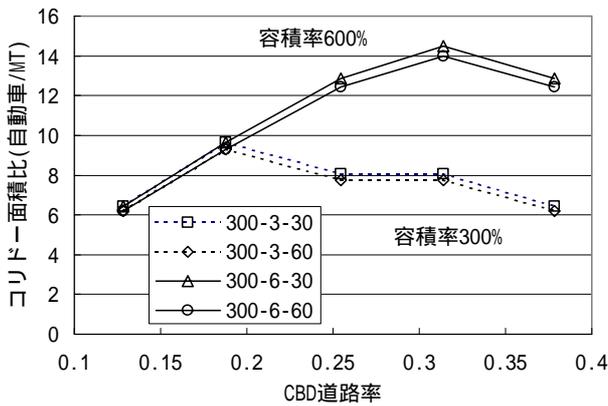


図-7 コリドー空間比較

7. 道路面積と人口密度⁽²⁾⁽³⁾

各条件における最大通勤者数が発生した時の居住数をもとに、都市圏での人口密度と1人当たり道路面積を算定することができる。CBD半径300mにおける道路面積と人口密度の関係を図-8に示す。通勤需要に応じたモデルの性格上、図-3の領域と比較すると高い道路整備水準であるものの、同様の構図が成立していることが分かる。自動車の場合、CBD半径300m、容積率600%の場合が最も大きな最大通勤者数を持つこと、また、その値はCBD道路率19%以上の場合にはトランジットの最大通勤者数よりも大きな値を持つことは図-6から読み取れる。しかしながら、多くの交通空間量を必要するために、図-8に示すようにトランジットに比べて大きく右下にシフトすることになる。このように、自動車の場合には多くの交通空間量を必要することが背景となっているために、トランジットよりも多くの通勤者を持つ場合であっても都市圏人口密度はトランジットよりもかなり低い状況となる。図-3の構図は、この理由によるものと推察できる。

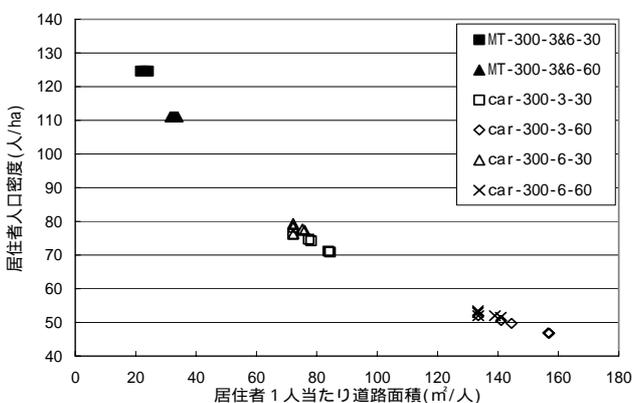


図-8 1人当たり道路面積と人口密度

8. 結語

通勤需要が十分に存在する仮定のもとで、交通モードによる最大通勤者数、交通空間量の比較を行った。主な結論を次に示す。

Kenworthyらの指摘が我が国においても成立することを確認した(図-1,2)。

また、道路面積はインフラ指標として有効であって、マクロ的に捉えた場合、1人当たり道路面積による自動車利用水準の強弱が自動車分担率に結びつくことにより、都市形態に大きな影響を与えていることを確認した(図-3)。

5節より、自動車の場合、CBD半径と容積率に応じたCBD道路率を必要とすることが分かる。必要な車線数を確保することが可能か否かが自動車依存型のCBD容積計画上の分岐点となる。

6節より、自動車はトランジットに比べて実によくの交通空間を必要することを明らかにできた。ちなみに、トランジットと同一の最大通勤者数を確保するためには、最低でも6倍の交通空間量を必要とする。

7節より、都市圏全体で見た場合には自動車に依存した都市は低密度と郊外化をもたらすこと、また、その原因は自動車輸送が必要とする交通空間量にあることを指摘した。

【補注】

- (1) $y = -46.605\ln(x) + 208.08$, $R^2 = 0.7464$
- (2) 数値は何れも、1コリドーにおける値である。なお、4つのコリドーは何れも同じ特性を持つものと仮定した。
- (3) 図の凡例は交通モード、CBD半径(3桁の数字)、容積率(1桁の数字)、通勤時間上限(2桁の数字)を表す。

【参考文献】

- 1) Jeffrey R.Kenworthy,Felix B.Laube,"Pattern of automobile dependence in cities:an international overview of key physical and economic dimensions with some implications for urban policy",Transportation Research Part A 33,pp.691-723,1999
- 2) Newman. G. Peter, Kenworthy R Jeffrey : Cities and Automobile Dependence: A Sourcebook ,Gower Publishing Company Limited England 1989
- 3) Mohsin Sarker,Akinori Morimoto,Hiroataka Koike and Akio Ono,"Impact of Transportation Infrastructure Development on Modal Choice",ASCE Journal of Urban Planning and Development,pp.59-76,June 2002
- 4) 建設省都市交通調査室：道路面積、平成9年
- 5) 建設省 都市局 都市交通調査室：平成4年度 第2回全国パーソントリップ調査報告書 - 現況分析編 - 、1993
- 6) 全国市長会：日本都市年鑑 平成8年版、pp295-339,pp103-117、1996
- 7) Kazuhiro NOMURA,Hiroataka KOIKE,Akinori MORIMOTO,"Development of Urban Land Use Model to Compare Transit-Oriented and Automobile-Oriented Cities",X-th International Conference in Computing in Civil and Building Engineering, paper number 207(CDROM)
- 8) Eric C.Bruun and Vukan R.Vuchic,"Time-Area Concept: Development,Meaning,and applications",Transportation Research Record,1499,pp.95-104,1995