

# 郊外開発から公共交通指向型開発への転換がLRT利用に及ぼす影響

## Influences of the Introduction of Transit Oriented Development on the usage of LRT

越間康文\*・森本章倫\*\*・古池弘隆\*\*\*

By Yasufumi ETSUMA\*, Akinori MORIMOTO\*\* and Hiroataka KOIKE\*\*\*

### 1. はじめに

近年のモータリゼーションの進展による自動車依存型の交通体系は、自動車排出物による環境問題の深刻化ばかりでなく、スプロール化による中心市街地の衰退等、都市機能自体にも大きな問題をもたらしている。このような都市問題に対して、欧米諸国を中心に持続可能な都市づくりの担い手としてLRT(Light Rail Transit)の導入が進んでいる。我が国においてもLRT導入の気運は高まっているが、新規導入に際して経済的問題等が指摘されている。多くの都市では郊外型開発が進み、低密な市街地を形成しており、十分な採算性路線が確保できないことが大きな理由の一つである。

そこで本研究では、宇都宮市におけるLRT導入計画に対して公共交通志向型開発(TOD: Transit Oriented Development)を採り入れた場合、自動車交通流にどのような影響を与えるかについて検討する。それを基に将来の交通需要予測を行い、宇都宮市に適したTODについて考察することを目的とする。

既存研究において、関ら<sup>1)</sup>はTOD導入による利用者の増加を推計し、軌道系交通機関の整備と合わせたTOD導入が有効であることや、自動車需要を公共交通へシフトさせる際の、大規模沿線開発、TOD導入に伴う道路ネットワークの交通混雑の緩和について定量的な分析の必要性があると提言した。横山ら<sup>2)</sup>は自動車依存型の地方都市においてTODを導入した場合の有効性を定量的に検証することで、日本の自動車依存型地方都市では立地変更を伴わなければ、LRT導入は困難であると示した。

本研究の対象地域としては、広域的に宇都宮都市圏、局地的にLRT計画ルート<sup>3)</sup>(JR宇都宮駅～清原工業団地: 8.4km)を軸とした周辺地域を対象とする(図.1)。

Key words: LRT, TOD, 交通需要予測

\*学生員 宇都宮大学工学部建設学科

〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2

TEL:028-689-6224, FAX:028-689-6230

\*\*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

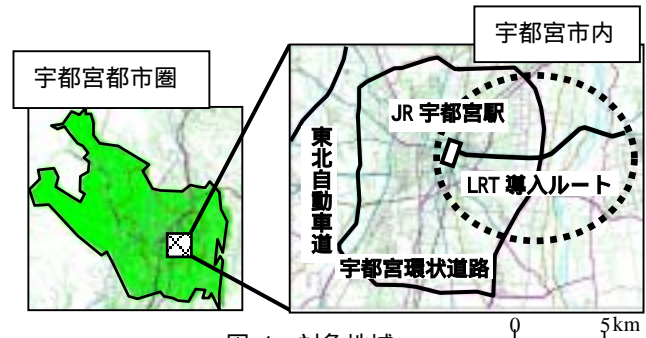


図.1 対象地域

### 2. 都市圏の交通需要推計モデルの構築

#### (1) 交通需要推計の前提条件

本研究では、土地利用の変化がLRT導入の際に与える影響を定量的に把握することを主眼としている為、宇都宮市内においては床面積(住宅・商業・業務・工場・学校)と発生・集中交通量の関係をモデル化する。また、宇都宮市以外の地域においては人口指標を用いてモデルの構築を行う。

本研究においては、評価最終年次を2020年と設定している。そこで将来人口は、日本統計協会<sup>4)</sup>による市町村別の予測値を基に推計し、就業人口等については、PT報告書<sup>5)</sup>を用いて推計する。また床面積については、宇都宮都市圏交通総合都市交通計画協議会で推計されている将来の各種の人口を説明変数として、重回帰分析により宇都宮市44ゾーン毎に推計する。尚、交通需要推計には次の3つのステップを踏む。

ステップ1: 都市圏の交通需要推計

ステップ2: LRT対象ゾーン間の交通需要推計

ステップ3: TOD導入によるLRT利用者の推計

将来の土地利用の変化に伴う交通需要推計には、4段階推定法を用いる。尚、広域的分析にはマクロ交通流シミュレータであるTransCAD 4.0、局地的分析にはミクロ交通流シミュレータであるWATSIM International Versionを使用する。また、施策無しの状態(現状推移)を基本に、各施策の有効性を比較する。

## (2) 交通需要推計モデルの構築

### 1) 発生集中交通量の推計

発生・集中量の推計には原単位法を用いることで、宇都宮市(市内)とそれ以外(市外)でそれぞれ異なる2つのモデルを構築する。

$$\text{【発生量】市内: } G_i = a_0 + \sum ak \cdot Fk_i \quad (R=0.975)$$

$$\text{市外: } G_i = a_0 + Pn_i \quad (R=0.892)$$

$$\text{【集中量】市内: } A_i = a_0 + \sum ak \cdot Fk_i \quad (R=0.973)$$

$$\text{市外: } A_i = a_0 + Pw_i \quad (R=0.774)$$

$i$ : ゾーン番号,  $a_0$ : パラメータ,  $ak$ :  $k$ 用途パラメータ  
 $Fk$ :  $k$ 用途床面積,  $Pn$ : 夜間人口,  $Pw$ : 3次従業人口

### 2) 分布交通量の推計

分布交通量の推計には、土地利用が交通発生・集中に与える影響を考慮することができる始時点制約型の重力モデルを用いる。

$$T_{ij} = A_j \cdot \frac{P_i \cdot f(d_{ij})}{\sum_{\text{all zone } z} P_z \cdot f(d_{ij})} \quad T_{ij} = P_i \cdot \frac{A_j \cdot f(d_{ij})}{\sum_{\text{all zone } z} A_j \cdot f(d_{ij})}$$

$T_{ij}$ : ゾーン  $i$  からゾーン  $j$  へのOD交通量  
 $P_i$ : ゾーン  $i$  の発生交通量  $A_j$ : ゾーン  $j$  の集中交通量  
 $f(d_{ij})$ : ゾーン  $i$  からゾーン  $j$  間の交通抵抗  $d_{ij}$  の関数

### 3) 機関分担率の推計

交通機関分担率の推計には、交通機関の効用差を考えた集計ロジットモデル・バイナリ・チョイス型を用いることとする。ここで、市内の自動車 ( $P_c$ %) の推計式を記す。

$$P_c = \frac{\exp(Z_c)}{\exp(Z_c) + \exp(Z_m)} = \frac{1}{1 + \exp(Z_m - Z_c)}$$

$Z$ : 各交通機関の効用,  $m$ : 公共交通  $c$ : 自動車

### 4) 配分交通量の推計

配分交通量の推計では、利用者均衡配分により旅行時間が最短となる経路選択を行うことで、ネットワーク上の各リンクに対して自動車交通量を配分する。尚、経路選択にはBPR関数を用いる。推計式を以下に示す。

$$T = T_0 [1 + (q/c)]$$

$T$ : リンク旅行時間  $q$ : リンク交通量  
 $T_0$ : リンクフローゼロ時の旅行時間  $c$ : 交通容量

## 3. TODによる移住人口の推計

### (1) 宇都宮都市圏の人口推移

TOD圏内に移住する人口の推定には、将来人口において移住可能な人口のうち、一定の割合が移住すると

考える。人口統計によると少子高齢化等の影響から宇都宮都市圏全体で2020年の将来人口は0.985の比率で減少する。これに加えて、逆都市化の影響で宇都宮市外に比べて市内の人口減少は大きい。そこで市内、市外の両地域が、都市圏全体と同様に減少傾向をたどった場合の人口推計値と、元データの将来人口値との差分を郊外地への移住人口とする。この結果、2020年までの移住人口を4249人と設定する(表1)。

表1 郊外地への移住人口の想定結果

	将来人口			移住人口推計	
	2000年	2010年	2020年	2020年×比率*	差分
宇都宮市内	443,808	449,284	438,205	442,454	-4,249
宇都宮市外	391,099	401,345	399,492	395,243	+4,249
都市圏	834,907	850,629	837,697	837,697	0

\*: 都市圏の人口伸び率(2020/2010) = 0.985

### (2) TODの設定

新4号バイパスを境界として、東側地域の各LRT駅において、図2に示す様にTOD(1つのTOD面積: 35ha)を設定する。また、TOD圏内の用途の設定は商業地域、住宅地域とし、商業地域の面積比率を1/2、1/4、1/8と3パターン設定する。なお、以下のシミュレーションでは、商業・住宅面積比率が1/2(17.5ha)の場合を想定している(図3参照)。

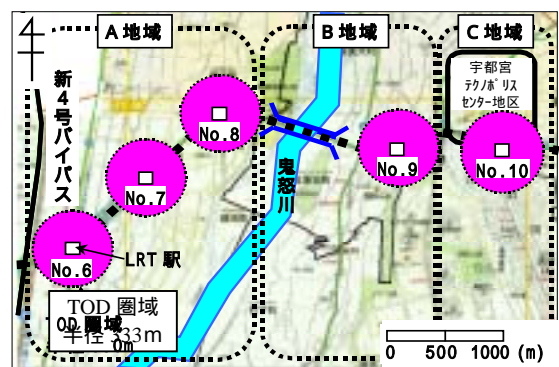


図.2 TODの設定地域

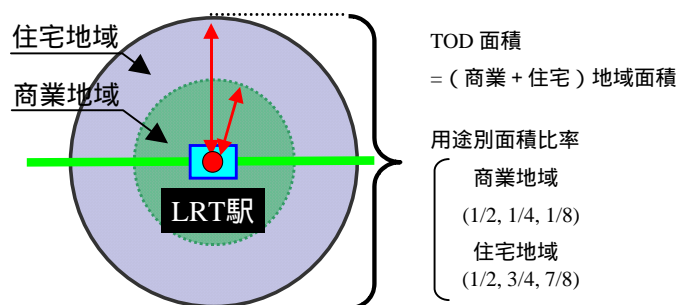


図.3 TOD形態の定義

### (3) 移住意識調査

平成14年12月に、LRT利用を前提としたLRT駅周辺地域への移住意識に関するアンケートを行った。アンケート項目は、TOD対象地域をA・B・Cの3区間に分けた場合を仮定し、各地域への移住意識と、P&R・B&RによるLRT利用を想定した設問である。

回答総数682件のうち、移住希望は51.5%の高い値を示した。総じてLRT利用に対する住民の関心は高く、TOD導入の有効性が期待できると考えられる。以上より得られた値を、TOD圏内の移住人口を設定するための指標とする。調査結果を表2に記す。

表2 アンケート結果

		A地域	B地域	C地域	計
移住したい		222 (32.4%)	50 (7.3%)	79 (11.5%)	351 (51.5%)
移住せずに利用したい	通勤用	40 (5.9%)	2 (0.3%)	27 (4.0%)	69 (10.1%)
	買物用	21 (3.1%)	4 (0.6%)	31 (4.5%)	56 (8.2%)
	通学用	16 (2.3%)	8 (1.2%)	8 (1.2%)	32 (4.7%)
利用しない					174 (25.5%)
回答総数					682 (100.0%)

### (4) 移住人口推計式の構築

各TOD圏内への移住人口を推計する際に、以下に示すモデルを構築し、2020年までにTOD圏内への移住者数を2188人と設定した。

#### 【移住人口の推計式】

$$P_{plan} \times n \times P_{TOD} = t \times S(\%) \times$$

- $P_{plan}$  : TOD圏内計画人口(1330人)
- $n$  : TOD数( $n=5$ )
- $P_{TOD}$  : TOD圏への移住人口推計値
- $t$  : 各ゾーンにおける評価年次間の差分人口
- $t$  : 移住人口総数(4249人)
- $S(\%)$  : TOD移住希望率(アンケート調査結果より、移住希望者=51.5%)
- : 実現係数(=1の時、100%実現可能となる。今回は=1とする。)

表3 TOD圏内の計画人口の設定値

TOD圏内の住宅面積	17.5 ha
人口原単位(人/ha)	76
TOD圏内計画人口( $P_{plan}$ )	1330人
TOD全体計画人口( $n=5$ )	6650人
移住人口推計値( $=1$ )	2188人

## 4. LRT利用推計

### (1) LRT利用に関する仮定

LRTを考慮した機関分担率は、LRT路線周辺地域の

特定ゾーン間におけるOD交通に対してのみ機関分担率が変化するという仮定に基づき推計した。この仮定により、自宅から徒歩あるいは自転車等を用いて直接LRT駅までアクセスできる距離を考慮することで以下の特定ゾーンを抽出した(図4参照)。

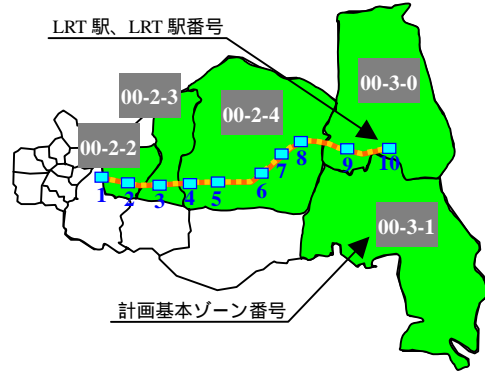


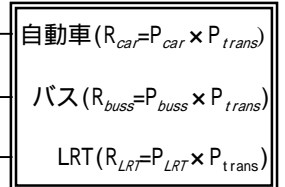
図4 特定ゾーンの抽出エリア

### (2) LRTを考慮した機関分担率モデルの構築

機関分担率の推計方法としては、LRT利用に関するアンケート調査の結果より非集計モデルを用いて算出する。尚、全目的の機関分担率は、PTデータの目的別(通勤、通学、私事)のトリップ数より加重平均を求め算出した。以下にLRTを考慮した機関分担率の推計式を示す。

#### 【機関分担率の推計式】

$$\text{全交通手段} (100\%) = \text{徒歩・自動2輪車等} (R_{walk \cdot bike \cdot etc} = 1 - P_{trans}) + \text{交通機関} (P_{trans})$$



- R: 分担率, P: 選択確率, trans: 交通機関,
- walk・bike・etc: 徒歩・自動2輪車等, LRT: LRT
- mass: 公共交通, car: 自動車, buss: バス,

### (3) LRT需要推計

上述したLRTに関する設定の元、LRT需要推計の結果を表4に示す。これより、LRT利用トリップ総数は3835(trip/日)となる。

表4 特定ゾーン間のLRTトリップ数推計値

ゾーン番号	00-2-2	00-2-3	00-2-4	00-3-0	00-3-1	O
00-2-2		212	215	282	179	887
00-2-3	208		131	228	167	735
00-2-4	212	122		176	179	689
00-3-0	298	201	220		198	918
00-3-1	140	133	160	173		606
D	857	668	726	859	724	3835



## 5. LRT 及び TOD 導入が交通流に与える影響

### (1) LRT 導入による周辺交通流の変化

図.5 は、現状推移状態における自動車交通量の配分結果に対して、LRT 導入後の自動車交通量の配分結果を比較した時の交通量の変化を(増加ならば：緑色、減少ならば：赤色、交通量の変化を車線の太さで表示)表している。これを見るとわかる様に、宇都宮向田線において自動車交通量が 20,000 (台/日) 減少していることが伺える。これは、LRT 導入による車線数の減少(シミュレーション上の設定：4 車線 2 車線)が、本来宇都宮向田線を利用していただ交通流が、外側の国道 123 号や、国道 4 号に波及した結果となった。総じて、LRT 導入が自動車交通流に与える変化を影響圏として把握することができた。

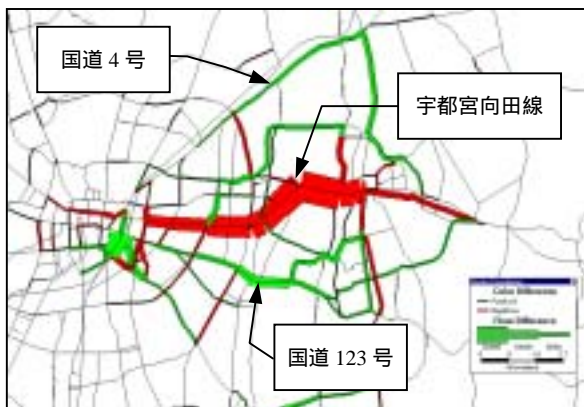


図.5 現状推移(2020年)とLRT導入後の交通量の前後比較

### (2) LRT 及び TOD 導入による交通流変化

現状推移(2020年)に対して、TOD が導入された場合の広域的な交通流の変化を以下図.6 に示す。郊外地では、各路線によって自動車交通量の増加が若干あるものの、都市圏全域では減少傾向を示した。特に、主要幹線道路等における郊外地から宇都宮市街地への自動車交通量の減少が顕著に表れる結果となった。

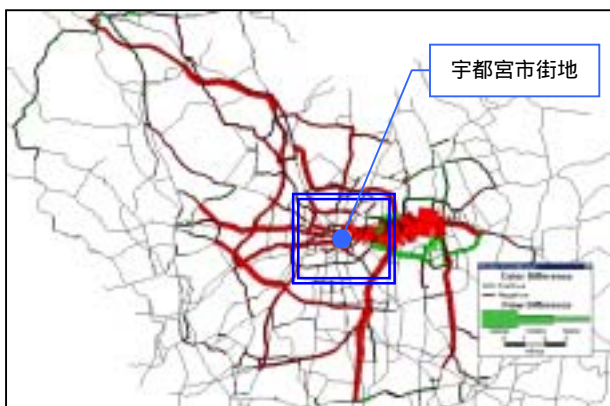


図.6 現状推移とLRT・TOD導入後の交通量の前後比較

### (3) TOD 導入による地区内交通流変化の再現

TOD 圏への移住による人口増加や、TOD 圏内の商業施設への流入交通が、特定ゾーン内に発着する自動車トリップ数の増加を促す結果となった。特に、図.7 に示すマイクロネットワーク内の LRT 導入ルート上では、市街地方向、清原・芳賀工業団地方向の両方向ともに渋滞長が 100m を超える値を示した。



図.7 TOD 導入による LRT と自動車交通流に与える影響

## 6. おわりに

本研究では広域的・局地的の両視点より、TOD 施策が LRT 利用に与える影響について分析を行った。これにより広域的には自動車需要が抑えられることが明らかになった。また、TOD の導入は LRT 利用率を増加させるため、LRT の採算性向上にも寄与する。しかし TOD 導入地区を中心に局地的な渋滞が発生するため、本格的な導入に当たっては道路整備とあわせて十分な検討が必要である。また、P&R、B&R 等の末端交通システムとの共存を検討しなければならない。

### 【参考文献】

- 1) 関陽水、福田敦、金子雄一郎：公共交通指向型開発による沖縄市モノレールの利用動向の変化、土木学会第 56 回年次学術講演会、2001
- 2) 横山俊介、林良嗣、加藤博和：日本の都市を例とした TOD 導入効果の定量的評価に関する基礎的研究、土木学会第 55 回年次学術講演会、2000
- 3) 新交通システム導入基本計画策定調査(討議資料)、2001
- 4) 統計資料 財団法人 日本統計協会、市町村の将来人口 2000～2030年
- 5) 宇都宮都市圏総合都市交通体系調査報告書、平成4年度
- 6) 吉田真紀、森本章倫、古池弘隆：宇都宮都市圏における交通負荷の少ない土地利用規制に関する研究、土木計画学研究・講演集、vol.25、2001