

端末バス交通システムの評価手法 に関する研究

A Study on a method of estimating the bus system around a railway station

中村 雄一 **
By Yuichi NAKAMURA
大塚 全一 ***
By Zen-ichi OHTSUKA
川上 洋司 ****
BY Yohji KAWAKAMI
美濃出 宏人 *****
By Hiroto MINODE
小林 浩二 *****
By Kohji KOBAYASHI

At first we propose a method for estimating a traffic bus system from the point of view of an accessibility to a railway station. Second, examine a balance between the accessibility and a latent demand. Third, estimate a scale of necessity for improving several systems.

1. はじめに

大都市圏郊外部の鉄道駅周辺では、朝夕のラッシュ時に、鉄道駅利用者による局地的な交通集中現象が発生している。しかし、こうした駅を中心とする一点集中型の交通需要に応えるだけの、交通システムの整備状況が、必ずしも十分とは言えないために、

駅周辺では、さまざまな交通上の問題が発生しており、それへの対応が要請されている。本研究では、特に、端末バスシステムに着目し、それにかかわるサブシステムとして、バス通行可能道路網、バス路線網、バス運行本数を取り上げ、これらを、“駅への近接性”という視点から、客観的に評価するための手法を、提示することを目的とし、以下のことを試みた。

キーワード： アクセシビリティ

**学生会員	早稲田大学大学院 理工学研究科
***正会員 工博	早稲田大学理工学 部教授
****正会員	横浜国立大学助手
*****学生会員	早稲田大学理工学 部
*****学生会員	早稲田大学理工学 部

(162 都・新宿区大久保3-4-1)

- 1) バスシステムにおける、ハードからソフトに至るサブシステムを、システムティックに評価するための手法を提示する。
- 2) 現況のバスシステムを改善する場合の改善順序を与えるための要因となる、サブシステムが提供するサービスの程度と、潜在需要との整合性を検討する。
- 3) システム改善の必要度という指標を用いて、ゾーン毎のサブシステムの評価と、駅毎のサブシステムの評

価、駅毎の総合評価を行なう。

2. 評価の基本単位

端末バス交通は、他の端末交通手段と比較して、1) トリップ長が長い 2) 駅ごとのサービスの程度の隔差が大きい等の理由により、利用圏域が大きく、駅ごとに様々な分布がみられ、駅間競合区域が存在する。

したがって、ここでは、評価対象圏域を、メッシュでゾーン分割し、ゾーンと駅とを一对のペアと考え、ゾーン駅ペアを評価の基本単位として考える。

3. 評価の基本尺度

評価の基本尺度は、時間距離を用い、各サブシステムの近接性を表す指標 (Normal Travel Time : 仮想的条件のもとでの時間距離、略してNT) を以下のように設定する。(図1参照)

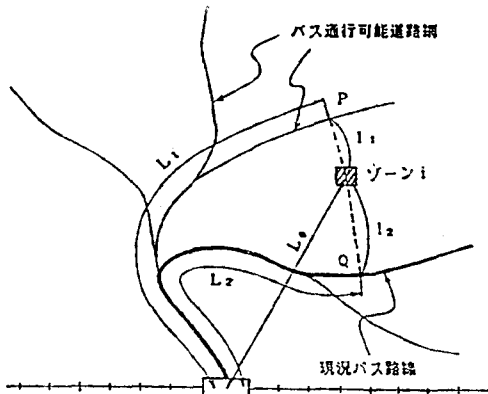


図1 NT0, NT1, NT2の算定図

1) 各ゾーンと対象圏域駅間が、バス通行可能道路によって直線で結ばれ、その上をバス路線が整備されており、かつ、利用者が何ら待ち時間なくバスに乗り込み、更に、バスが理想的走行速度で運行したときの所要時間を、NT0とする。

2) ある一定基準で、現況バス通行可

能道路網を抽出し、その全てにバス路線が存在し、かつ、利用者は何ら待ち時間なくバスに乗り込むことができ、更に、バスが理想的走行速度で運行したときの所要時間を、NT1とする。

3) 現況バス路線を、バスが理想的速度で運行し、利用者は何ら待ち時間なくバスに乗り込むことができる場合の所要時間を、NT2とする。

4) NT2に現況のバス運行本数による待ち時間を加えた値を、NT3とする。

尚、これらの指標の認定にあたり、ゾーンiからバス路線までの徒歩アクセスは、直線距離であると仮定し、バス停位置を無視し、バス停から駅までの徒歩による所要時間も無視する。

以上の関係を式で表わすと、次のようになる。

$$NT0 = L0 / v$$

$$NT1 = L1 / v + t1 / u$$

$$NT2 = L2 / v + t2 / u$$

$$NT3 = NT2 + T$$

ここで、L0 : ゾーンi (メッシュ中心) から駅までの空間距離

t1 : ある一定基準で抽出されたバス通行可能道路網において、ゾーンiから最短距離にあるバス通行可能道路上P点までの直線距離

L1 : P点から駅までのバス通行可能道路網上の経路距離

t2 : ゾーンiから最短距離にあるバス路線上のQ点までの直線距離

L2 : Q点から駅までのバス路線上の経路距離

u : 徒歩標準速度 80(m/m)

v : バス標準速度 500(m/m)

T : 当該バス路線におけるピーク時運行本数より算出した待ち時間

4. 圏域の設定

1) 対象圏域は自宅から鉄道駅までの限界アクセス時間 t 分を定め、次式より求めた r を半径とする円の内部とする。

$$r = t v$$

v : バス標準速度 500(m/m)

限界アクセス時間 t は、自宅から通勤先までの全所要時間を80分、イグレス時間を5分と仮定し、当該対象駅から東京駅までの所要時間 x 分を求め、次式より算定した。

$$t = (80 - 5 - x)$$

2) 駅からの空間距離1.0 kmでは、バスによる距離帯別端末手段分担率が、10パーセント前後にすぎないので、対象駅から空間距離1.0 km以内は評価対象圏域とはみなさない。

3) 対象駅以外の駅周辺において、各駅の絶対駅勢圏である駅から空間距離0.5 km以内は、各駅固有の独立した圏域と考え、評価対象圏域から除く。

4) バス停までの徒歩アクセス限界距離は、直線距離で、0.5 kmとする。

5) 隣接鉄道路線が同じく都心に伸びている場合は、隣接路線までを対象圏域とする。(図2参照)

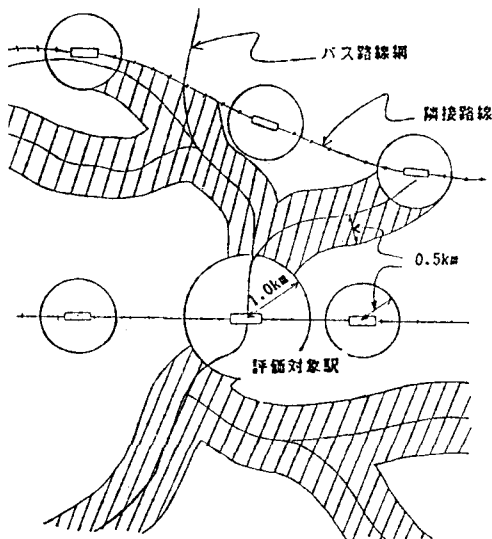


図2 評価対象駅を中心としたバス圏域

5. 段階的システム評価手法

NT1、NT2、NT3は、現況のサブシステムS1、S2、S3が提供する近接性の程度を時間距離尺度を用いて表わしたものであるが、ここで、NT0、NT1、NT2を、それぞれのサブシステムの理想的状态において提供される近接性の程度を時間距離尺度を用いて表わしたものと考え、NT1、NT2、NT3の基準値とみなす。(表1参照)

表1 NT0、NT1、NT2、NT3の設定

	NT0	NT1	NT2	NT3
バス通行可能道路網	0	1	1	1
バス路線網	0	0	1	1
バス運行本数	0	0	0	1

理想の状態：0 現況の状態：1

NT1：現況バス通行可能道路網を利用した場合の所要時間

NT2：現況バス路線網を利用した場合の所要時間

NT3：現況バス運行本数を考慮した場合の所要時間

NT0：バス通行可能道路網の理想的状态における所要時間

(NT1の基準値)

NT1：バス路線網の理想的状态における所要時間

(NT2の基準値)

NT2：バス運行本数の理想的状态における所要時間

このNT n とNT $n-1$ との隔差 ΔNT_n は、サブシステムS n そのもののみの近接性を表わす値となる。

これを用いると、バス通行可能道路網の有無からバス運行本数といった、ハードからソフトに至る一連のサブシステムを、時間距離という尺度を用いて、同一の手法で評価することが可能である。(図3参照)

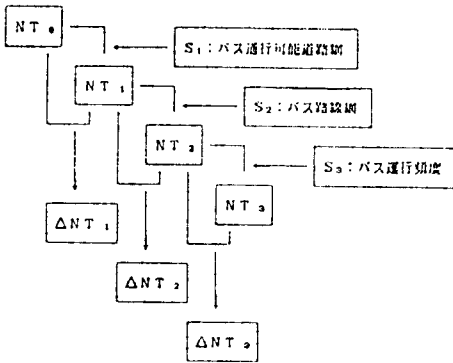


図3 段階的システム評価手法

これを、 ΔNT_n に、両者の比と差を用いて、横浜線中山駅に適用してみた。それを、図4、図5、図6に示す。

図5 において、評価値の悪い箇所は、地形条件等によって制約を受ける区域を表わしており、また、図6 では、路線別の運行本数による違いがよく表われている。このことから、 ΔNT_n に、両者の比を用いると、サブシステム内のボトルネックに相当する位置を指摘することができ、 ΔNT_n に、両者の差を用いると、駅からの方向別累積隔差を得ることができるのがわかった。

6. サブシステムが提供する近接性の程度と、潜在需要との整合性の検討

サブシステムが提供している現況のサービスの程度（近接性の程度）が、潜在需要強度との対応で、どの程度の整合性を持って提供されているかということは、良好なサービス提供を図る上での重要な要素の一つである。

今、需要が高いにもかかわらず、サービスの程度が低いメッシュの集合をAグループ、サービスの程度が高いにもかかわらず、需要が低いメッシュの集合をBグループとする。

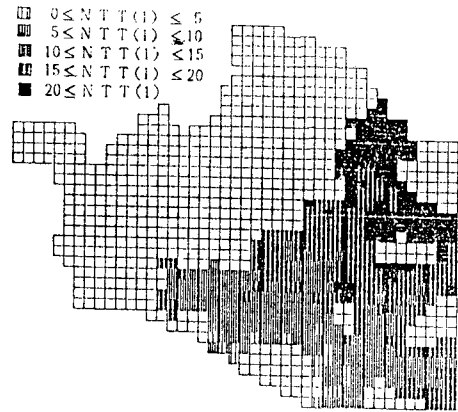


図4 中山駅 NTT(1)

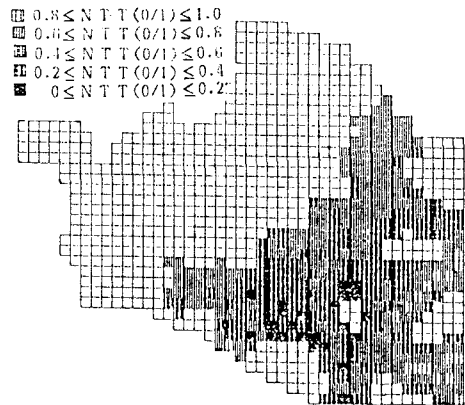


図5 中山駅 NTT(0/1)

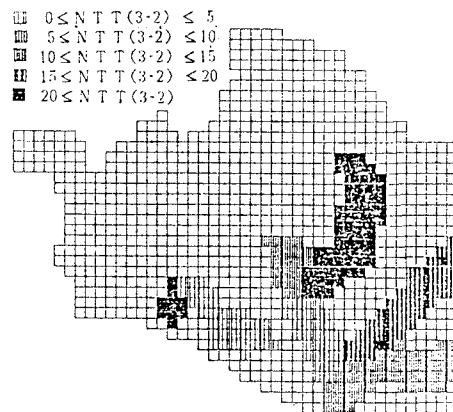


図6 中山駅 NTT(3-2)

これを、縦軸に潜在需要強度、横軸に、サービスの程度を表わす指標をとり、グラフに表わすと、図7 のようになる。

AグループとBグループとの境界線を、仮りに、45°線と名付けると、この45°線、は潜在需要強度とサービスの程度が、最もよく整合しているところを示しているといえることができる。

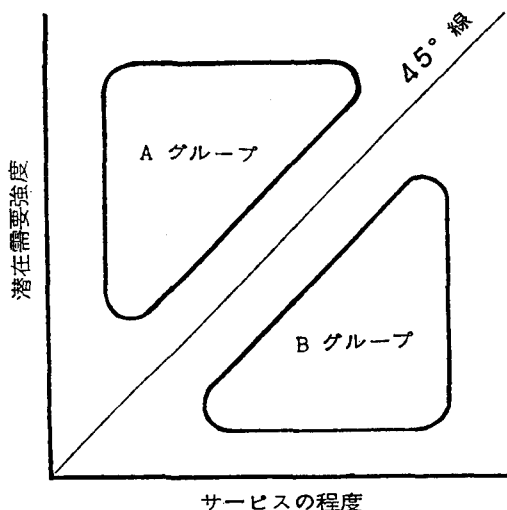


図7 サービスの程度と潜在需要強度との関係

Aグループは、システムの改善によるサービスの向上が望まれているグループであり、Bグループは、今後の需要の増加が推測されるグループである。

7. システム改善の必要度から見た評価

現況のシステム改善の必要度を知ること、は、バスシステム内におけるサブシステムの改善順序を与える上でも、サブシステム内におけるゾーンの改善順序を与える上でも、非常に重要なファクターとなる。特に、前章のAグループに含まれるメッシュを評価する場合は、この観点からのアプローチが必要であると思われる。

そこで、ここでは、システム改善の必要度を、定量的に表わすために、以下のような指標を考えた。

7・1 ゾーンを中心としたシステム改善の必要度の算定

$$P_{nij} = D_{ik} * N T_{nij}$$

$$\Delta P_{nij} = D_{ik} * \Delta N T_{nij}$$

ただし、

$$\Delta N T_{nij} = N T_{nij} - N T_{(n-1)ij}$$

$$\Delta N T_{nij} = N T_{nij} / N T_{(n-1)ij}$$

P_{nij} : ゾーン i における、S1 から Sn までのサブシステムを総合した、改善必要度

ΔP_{nij} : ゾーン i における、サブシステム Sn の改善必要度

D_{ik} : 現況 (k 時点) における、ゾーン i の居住人口密度

$N T_{nij}$: S1 から Sn までのサブシステムによって提供される、ゾーン i から j 駅までのサービスの程度 (所要時間)

$\Delta N T_{nij}$: サブシステム Sn のみによって提供されているサービスの程度

P_{nij} は、S1 から Sn までのサブシステムによって提供されているサービスの程度と、メッシュ内の潜在需要強度とをかけあわせたものであり、これを用いて、S1 から Sn までのサブシステム全体に対するメッシュ間の改善順序を知ることができる。

ΔP_{nij} は、サブシステム Sn によって提供されているサービスの程度と、メッシュ内の潜在需要強度とをかけあわせたものであり、これを用いて、サブシステム Sn の、メッシュ間の改善順序を知ることができる。

ここで、 $\Delta N T_{nij}$ に両者の比を用いると、駅から近距離にあるメッシュ内のシステム改善必要度が大きく出、差を用いると、駅から遠距離にあるメッシュ内のシステム改善必要度が大きく出る。

7・2 駅を中心としたシステム改善の必要度の算定

$$R_{nj} = \sum_i P_{nij} / m$$

$$\Delta R_{nj} = \sum_i \Delta P_{nij} / m$$

R_{nj} : j 駅における、 S_1 から S_n までのサブシステム全体に対する改善必要度

ΔR_{nj} : j 駅におけるサブシステム S_n の改善必要度

m : サブシステム S_n がサービスを供給しているメッシュ数

R_{nj} 、 ΔR_{nj} は、ゾーン駅間のサブシステム改善必要度の平均値であり、それぞれ、駅間の改善順序と、サブシステム間の改善順序を与えるための指標となりうる。

以上の指標を用いて、東急田園都市線青葉台駅と、横浜線中山駅（北側）に適用してみた。尚、ここでは、居住人口密度が、40（人/ha）以下のメッシュは、省いた。

その結果を次に示す。

表2 総合評価値

	青葉台駅	メッシュ数	中山駅	メッシュ数
R0	3419.73	206	3118.50	100
R1	4855.56	148	4690.34	94
R2	3950.56	86	4721.81	68
R3	8384.29	86	10182.50	68

表3 青葉台駅 ΔR_n

	差 $R_n - (n-1)$	比 $R_n / (n-1)$	メッシュ数
S1	2219.83	1207.12	148
S2	620.61	585.79	86
S3	4523.97	1065.63	86

表4 中山駅 ΔR_n

	差 $R_n - (n-1)$	比 $R_n / (n-1)$	メッシュ数
S1	1829.69	843.01	94
S2	426.12	528.70	68
S3	5406.32	1006.44	68

これによると、まず、バスシステム改善必要度の総合評価値でみると（表2）、道路網までは、青葉台駅が大きく、路線網、運行本数では、中山駅のほうが大きい。これは、両駅のバスシステムの整備状況の差を示しているものと思われる。

サブシステム間で見ると（表3、表4）差では、両駅とも運行本数が、最も大きく、比では、青葉台駅では道路網、中山駅では運行本数が、最も大きい。これは、駅から遠距離では、運行本数に問題があり、駅から近距離では、それぞれ道路網、運行本数に問題があることを示している。サブシステムを、駅間で比較すると、道路網、路線網については、差、比とも、青葉台駅駅が大きく、運行本数については、駅から遠距離では、中山駅が大きいことがわかる。

8. おわりに

本研究により、次のことがわかった。

1) 端末バス交通システムを評価する場合において、段階的システム評価手法なる方法を提示した。

そして、この手法を用いることにより、それぞれのサブシステムによって提供されている近接性の程度を、各サブシステム毎に、評価することが可能となった。

更に、 $\Delta N T_n$ に、比を用いると、サブシステム内のボトルネックに相当する位置を指摘することができ、また、 $\Delta N T_n$ に、差を用いると、駅からの方向別累積隔差を知ることができ、この手法がサブシステムを評価する上で、有効な手法であることが明らかとなった。

2) サブシステムが提供しているサー

ビスの程度と、潜在需要との整合性を検討し、サブシステムの改善順序を与えるところの、サブシステム改善必要度なる指標を提示した。

そして、この指標を、段階的システム評価手法に用いることによって、ゾーン毎の、各サブシステムの改善必要度を得ることができた。

更に、サブシステム改善必要度を、駅を中心にして捉えることによって、駅を中心とした、バスシステム整備状況の総合評価が可能となった。

今後の課題としては、

1) 評価値 ΔNT を、駅からの距離帯の違いによって場合に分け、比と差以外の更に厳密な尺度がないかどうかを、考えていきたい。

2) 6章の、Bグループに属するゾーンを、先行的にサービスが提供されたときの、人口集積の推移として時系列で捉え、サービスの程度と潜在需要との整合性を、本研究とは逆の観点からアプローチしていきたい。

(参考文献)

1) 大塚、川上：鉄道駅へのアクセス手段別交通量推計のための基礎的研究
(第15回日本都市計画学会学術研究発表会)

2) 大塚、川上、中村、藤倉：端末バス交通システムの評価手法に関する研究
(第39回土木学会年次学術講演会)