

高齢者の交通負担感を反映したバス停間隔評価の試み

Evaluation of Desirable Bus Stop Interval for Elderly People Considering Travel Effort

新田保次**、上羽省司***
Yasutsugu NITTA, Shoji UEBA

1. はじめに

わが国の人口高齢化は急速に進み、65歳以上人口の占める比率は現在14%をこえる。今後もこの高齢化の傾向は続き、2025年には25%にも達すると予測されている。高齢社会においては、高齢者や障害者のモビリティ向上がその人個人にとっても、社会的にも強く求められている。このモビリティの向上を促すためには、高齢者・障害者を取り巻く交通環境の整備が必要不可欠である。筆者はこのような視点に立ち、公共交通機関の中でバスに着目し、高齢者が利用しやすい「高齢者対応型バス」の導入を提案した¹⁾。

このバスは、スウェーデンの「サービスルート」²⁾に近いサービスを提供するバスであり、バス停間隔を従来の路線バスより短くし、バス停を増やし、利用者のバス停までの徒歩距離を短くすることを考えている。また、高齢者がよく利用する施設と住宅地を結ぶよう路線設定にも配慮し、バスの昇降を容易にするために低床とし、着席を原則としている。いずれにせよ高齢者の行動特性を考慮し、高齢者が利用しやすいようなサービスを提供するバスのことである。

本研究ではこのうちバス停間隔に着目し、高齢者にとって望ましいバス停間隔は何mかを、高齢者の交通行動時の負担感を考慮して検討することにした。

なお、バス停間隔評価に関する既往の研究には、鈴木³⁾の研究がある。彼は通勤交通を対象に数理的な手法により最適バス停間隔を求め、300～600mの値を示した。また新田ら⁴⁾はニュータウンをモデルケースにし、シミュレーション法によりループ型バス路線の最適バス停間隔を求めた。この場合、最適バ

ス停間隔は400～500mとなった。

いずれにせよ既往の研究では、一般の利用者を対象としており、本研究のように高齢者の交通行動特性を反映してバス停間隔評価を行った研究はない。

2. 一般化時間による高齢者の交通負担感の計測

(1) 一般化時間モデルと等価時間係数

筆者が提案した一般化時間モデルは、対象とする交通トリップが徒歩、バス乗車、待ちなどの異なる交通形態によって構成される場合、これらの交通形態の所要時間や乗り換え回数を等価時間係数を用いて、また費用の場合は時間価値を用いて基準となる交通形態の所要時間に換算するもの、つまり基準となる交通形態の所要時間で一般化して示すものであり、次式で示される⁵⁾。

$$G = \sum \mu_i t_i + \mu_e N + M / \lambda \quad (1)$$

ただし、 μ_i = 交通形態 i の等価時間係数、

μ_e = 乗り換え回数1回の等価時間係数、

λ = 時間価値、 t_i = 交通形態 i の所要時間、

N = 乗り換え回数、 M = 費用

(2) ここでのバス停間隔評価に用いる等価時間係数

バス利用者の立場でバスサービスの評価をする場合に、この一般化時間を用いるとバスサービスの代替案を容易に評価できる。つまり、バスサービスの代替案比較の場合、バス路線配置、バス停配置、頻度、速度、料金、乗り換え回数、着席可能性などが重要なサービス要因として考えられる。これらの要素を一般化時間に組み込むとしたら、バス着席時間、バス立席時間、バス待ち時間、バス停までの徒歩時間、乗り換え回数が重要な変数となろう。これらの交通形態に関する等価時間係数や費用に関する時間価値を用いて、基準の交通形態に対応した一般化時間を計算することができる。本研究では、3章以下

*キーワード：公共交通計画、交通計画評価、公共交通運用

**正会員 大阪大学工学部 土木工学科助教授

***学生会員 大阪大学大学院工学研究科 土木工学専攻

(〒565 大阪府吹田市山田丘2-1)

の分析で示すように、交通形態としては、徒歩、待ち、バス着席の3つの形態を考えることにした。なお、ここでは電車着席を基準の交通形態とした。この等価時間係数と時間価値を徒歩移動困難性別、年齢別に示すと、表－1のようになる。この値はすでに筆者が推定し、文献1)に示したものである。

全体ではタクシー、バス着席、電車立席、待ち時間、バス立席、徒歩の順に値が大きくなる。徒歩移動が困難になるほど徒歩、バス立席、電車立席、乗り換えでは等価時間係数が大きくなる傾向が表れている。また、徒歩移動が非常に困難な人は時間価値が小さくなっている。

3. ピストン型バス路線におけるバス停間隔評価

(1) バス停間隔の評価方法

ここでは簡単なバス停配置モデルを仮定し、バス停間隔のケース毎について、2章に示した方法により利用者一人一人について一般化時間を求め、それを平均化することによって求めた平均一般化時間により最適バス停間隔を評価する。このときバス利用者を徒歩移動困難性（①困難なし②やや困難③非常に困難）別および年齢別（①60～64歳②65～69歳③70～74歳④75～79歳⑤80歳以上）に分類し、それぞれの場合において、どのように最適バス停間隔が変化するかを調べることにした。

表－1 等価時間係数と時間価値

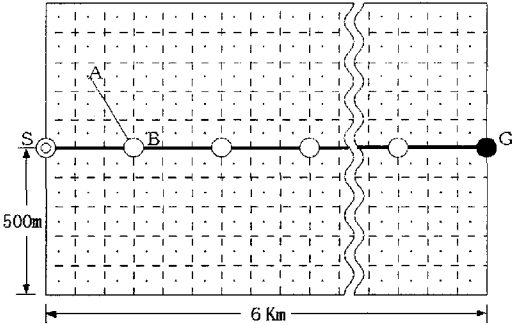
	電車立席	バス立席	バス着席	タクシー	待ち時間	乗換1回	徒歩	時間価値
全体平均	1.99	3.04	1.44	1.09	2.62	20.05	3.73	3.93
困難なし	1.88	2.40	1.23	1.06	2.32	16.10	3.04	3.96
やや困難	2.46	3.93	1.57	1.16	2.86	22.88	4.11	4.12
非常に困難	2.74	4.69	1.59	0.85	2.60	31.85	5.97	3.66
60～64歳	1.94	2.31	1.17	0.83	2.18	16.04	2.82	4.18
65～69歳	1.95	2.90	1.40	1.31	2.54	17.82	3.57	3.90
70～74歳	1.93	3.13	1.60	1.21	2.85	22.21	4.10	4.06
75～79歳	2.08	3.20	1.40	1.10	2.59	20.50	4.63	3.81
80歳以上	2.35	4.38	1.75	1.14	3.11	37.19	4.67	3.70

注) 時間価値の単位は円/分。電車立席の等価時間係数が1.99とは、電車立席1分間は電車着席1.99分に等しいことを示す。

表－2 仮定したバスサービス条件

バス路線長		6000m		
バス停間隔		等間隔(100、200、300、400、500m)		
走行特性	加 速 度	1m/sec ²	バス待ち時間	5分(ただし終点のみ0分)
	減 速 度	-1m/sec ²		
	最 高 速 度	50 km/h	乗 り 換 え	な し
	停車時間*	0 分		
		車内混雑状況		着 席

*停車時間とはバス停でのバスの停車時間のこと



図－1 ピストン型のバス停配置モデル

太線…バス路線 ◎…バスの始点 ●…バスの終点
○…バス停 (図は300m等間隔の場合)
目的施設へ向かう利用者がA点で発生する場合、Aから最寄りのバス停Bまでは歩き、そこから目的施設へはバスで向かうものとする。

[バス停配置と利用者の発生]

図－1にバス停配置モデルを示した。バス路線は直線で6 kmのものを1本想定する。バス停間隔は等間隔とし、100、200、300、400、500mの5つのケースを考える。バス路線を中心に幅1 km、長さ6 kmの対象ゾーンを考え、バス利用者は対象ゾーンを100mメッシュで分割したゾーン中心から発生するとした。よって総利用者は10×60＝600人となる。

[バスサービス条件]

バスのサービス条件は表－2のように仮定した。始点を出発したバスはすべてのバス停で乗客を拾いながら終点に向かうことになるが、バス停での停車時間は考慮しないものとする。

[徒歩速度]

高齢者の徒歩速度を表－3に示す。高齢者における直線距離の徒歩速度は、徒歩移動困難性別に実距離の徒歩速度⁷⁾を換算係数で割ったものを用いた。また年齢別の徒歩速度は、表－4に示した各々の年齢層における徒歩移動困難者の割合¹⁾から重み平均を取って求め、表－5に示した。なお換算係数は腰塚、小林⁸⁾によると、都市内の道路に対して2点間

表－3 高齢者の徒歩速度

		実距離の徒歩速度 (m/分)	直線距離の徒歩速度 (m/分)
徒歩移動困難性	困難なし	74.4	59.5
	やや困難	66.6	53.3
	非常に困難	46.2	37.0
全体平均		67.2	53.8

表－4 年齢別における徒歩移動困難者の割合(%)

	困難なし	やや困難	非常に困難
60～64 歳	73	23	4
65～69 歳	58	31	12
70～74 歳	52	35	13
75～79 歳	26	52	23
80 歳以上	28	39	33

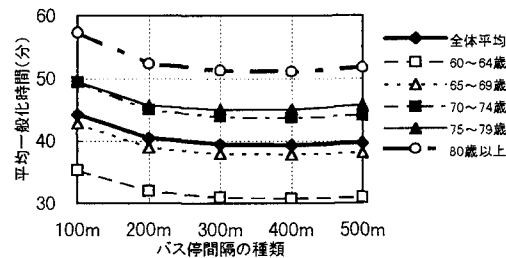
表－5 高齢者の年齢別の徒歩速度

		実距離の 徒歩速度 (m/分)	直線距離の 徒歩速度 (m/分)
年 齢	60～64 歳	71.5	57.2
	65～69 歳	69.4	55.5
	70～74 歳	68.0	51.4
	75～79 歳	64.6	51.7
	80 歳以上	62.1	49.7
全体平均		67.2	53.8

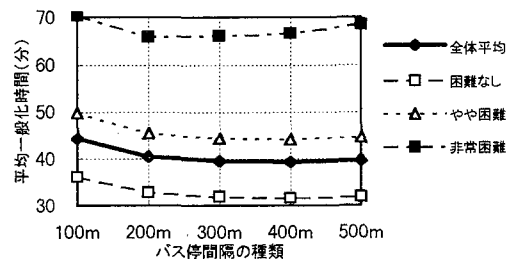
の実距離をR、直線距離をuとすると、 $R=1.3u$ と表せるとしている。渡辺⁹⁾によると $R=1.19u$ と表せるとしている。そこで本論では両者の中間をとって $R=1.25u$ とした。

〔最寄りのバス停選択〕

バス利用者は各メッシュの発生地点から直線距離が最短となるバス停を利用するものとし、この直線距離を前述した徒歩速度で移動するものとする。



図－2 バス停間の距離別、平均一般化時間 (年齢別)



図－3 バス停間の距離別、平均一般化時間 (徒歩移動困難性別)

(2) 評価結果

前節で示した方法によるピストン型バス路線のバス停間の距離別平均一般化時間は図－2、図－3のようになった。

徒歩移動困難性による分類では困難なし層、やや困難層では 400m のときに一般化時間が最小になったものの、300m の場合との差はあまりなかった。ところが非常に困難層ではバス停間隔が 200m のときに一般化時間が最小となり、300m、400m とバス停間隔が広がるにつれて平均一般化時間も大きくなっていくのが分かった。一方、年齢による分類ではバス停間隔が 300m～400m のときに一般化時間が最小となったが、年齢が増すにつれて 200m 時の一般化時間との差は縮まった。

4. ループ型バス路線におけるバス停間隔評価

(1) 評価方法

本章ではループ型バス路線を対象とし、前章と同じように一般化時間によりバス停間隔評価を試みる。本章以降ではバス利用者を徒歩移動困難なし層と非常に困難層の 2 層に限定した。

〔バス停配置と利用者の発生〕

図－4 にバス停配置モデルを示した。ループ型バス路線は、路線長が直線型のバスが 1 往復するのに値する 12km 環状型とする。このモデルではピストン型バスと平行に走る区間において、巡回する幅（ピストン型路線との平行間隔）を変えることが可能である。本論においてはこの平行間隔が 100m、200m、300m、400m の場合について考えた。図－4 ではこれを 100m 巡回、200m 巡回というように表現している。

なお、バス停間隔は 3 章と同様に等間隔とし、100、200、300、400、500m の 5 つのケースを考え、幅 1 km、長さ 6 km の対象ゾーンを 100m メッシュで分割し、各ゾーン中心からバス利用者が発生するとした。

〔バスサービス条件その他〕

バスのサービス条件、高齢者の徒歩速度は前章と同様、表－2、表－3 の値を用いた。また、利用者は最短で目的地に行く路線を選ぶものとする。

(2) 評価結果

前節で示した方法によるループ型バス路線のバス

停間の距離別平均一般化時間は図－5、図－6のようになった。

まずバス停間隔で見ると、徒歩移動困難なし層ではいずれの巡回幅でもバス停間隔が 300m～400m のときに平均一般化時間は最小になるが、非常に困難層では 200m のときに最小となった。

巡回幅で見ると、徒歩移動困難なし層、非常に困難層とも、200m 巡回の場合が最も平均一般化時間が最小となり、以下 300m 巡回、100m 巡回、400m 巡回の順である。なお、どの巡回幅でもピストン型よりは平均一般化時間が小さくなった。

巡回幅を広げてゆくに つれて、200m 巡回までは平均一般化時間が小さくなり、全体的に徒歩距離が短縮されることが分かるが、300m 以上になると平均一般化時間は大きくなり、逆に徒歩距離が長くなる場所が増加することが分かった。

5. まとめ

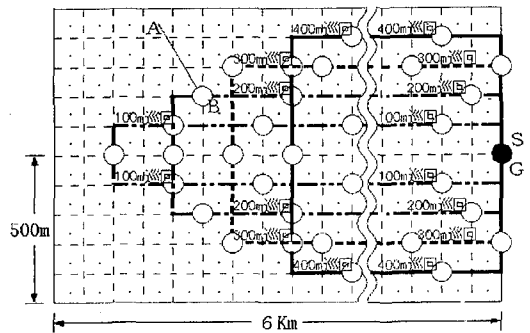
本論では高齢者のためのバスサービスについて、バス停間隔に着目した研究を行い、次のようなことがわかった。

- (1) ピストン型バス路線の場合、徒歩移動が困難でない層に対してはバス停間隔がほぼ 400m とするのが望ましい。非常に困難層ではほぼ 200m となる。
- (2) ループ型のバス路線では、徒歩移動困難なし層ではバス停間隔が 300～400m のとき、非常に困難層では 200m のときに最も望ましくなった。
- (3) 以上より、徒歩移動困難者の移動時の負担を減らすという意味で望ましいバス停間隔は既存バスのバス停間隔の約半分の 200m であることが分かった。

今後は、より現実的なバスサービス変数や利用者の属性などを考慮したケースにつき、今回と同様の検討を行うとともに、具体的に地域を対象としたケーススタディが必要であると思われる。

<参考文献>

- 1) 新田保次、三星昭宏、森 康男：モビリティ確保の視点から見た高齢者対応型バス計画についての一考察、土木学会論文、No. 518/IV-28、pp. 43～54、1995. 7
- 2) 中村実男、秋山哲夫：欧米諸国のモビリティ・ハンディキャップ対策、総合都市研究、第 45 号、pp. 5～19、1992
- 3) 秋山哲夫、三星昭宏：第 5 章 高齢者・障害者の公共交通計画 3. バス、秋山哲男編、高齢者の住まいと交通、日本評論社、pp. 214～228、1993
- 4) 鈴木勉：通勤バス路線上の停留所の最適配置、昭和 62 年度

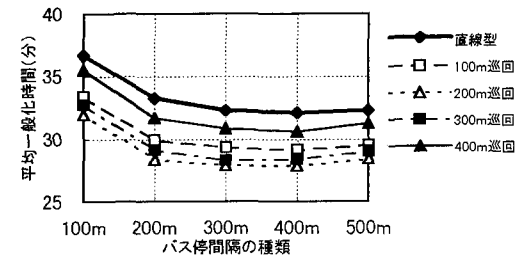


太線…バス路線 ●…バスの始点および終点

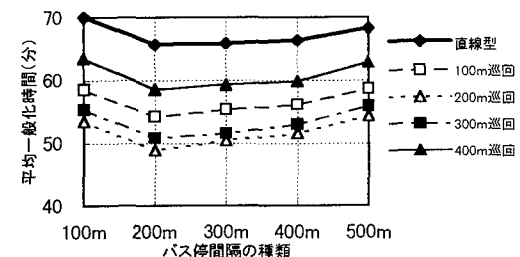
○…バス停 (図は 300m 等間隔の場合)

目的施設へ向かう利用者が A 点で発生する場合、A から最寄りのバス停 B までは歩き、そこからから目的施設へはバスで向かうものとする。

図－4 ループ型のバス停配置モデル



図－5 バス停間の距離別、平均一般化時間 (路線別) (徒歩移動困難性：困難なし)



図－6 バス停間の距離別、平均一般化時間 (路線別) (徒歩移動困難性：非常に困難)

第 22 回日本都市計画学会学術研究論文集、pp. 247～252、1987. 10

5) 毛利正光、新田保次：郊外鉄道駅を起点とするループ状バス路線の運行改善に関する一考察、第 12 回道路会議論文集、pp. 653～654、1975

6) 毛利正光、新田保次：一般化時間を組み込んだ交通手段選択モデルに関する基礎的研究、第 343 号、pp. 63～72、1984

7) 秋山哲夫、三星昭宏：第 6 章 高齢者・障害者の道路交通計画 1. 高齢者の歩行特性と屋外歩行空間、秋山哲男編、高齢者の住まいと交通、日本評論社、pp. 235～255、1993

8) 腰塚武志、小林純一：道路距離と直線距離、都市計画、pp. 43～48、1983

9) 渡辺千賀恵：鉄道駅における自転車駐車場の規模と配置の計画手法に関する研究、学位論文、1982