

# モビリティ確保の視点からみた 高齢者対応型バス計画についての一考察

新田 保次<sup>1</sup>・三星 昭宏<sup>2</sup>・森 康男<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 工博 大阪大学助教授 工学部土木工学科 (〒565 吹田市山田丘2-1)

<sup>2</sup>正会員 工博 近畿大学助教授 理工学部土木工学科 (〒577 東大阪市小若江3-4-1)

<sup>3</sup>正会員 工博 大阪大学教授 工学部土木工学科 (〒565 吹田市山田丘2-1)

本研究では、路線バスとハンディキャブ・タクシーの間に位置づけられる新たな交通サービスとしての高齢者対応型バスを構想し、その導入に際しての必要となる課題を整理するとともに、高齢者の交通実態と問題点の把握、高齢者のモビリティによる分類とその特徴、高齢者の交通行動時の負担感の等価時間係数と時間価値を用いての推定と個人属性やモビリティ分類別特徴の把握を試みたものである。

*Key Words : special transport service, generalized time, the elderly*

## 1. はじめに

高齢者や障害者に対する公共交通サービスの提供については、わが国では「身体障害者運賃割引制度」や「シルバーバス」、 「福祉タクシー割引制度」といった利用者への経済的補助制度<sup>1)</sup>など、多くの試みが自治体や交通事業者によってなされている。また、ハード面では、駅舎でのエレベーター設置、リフト付きバスの運行といった施策も積極的に推進されるようになってきた。さらにはハンディキャブの運行も相当数行われるようになってきており<sup>2)</sup>、高齢者・障害者のモビリティ向上に貢献している。

しかしながら、高齢者や障害者の一層の外出機会の増大とトリップ長の延伸を考えると、都市内においては、路線バスとハンディキャブやタクシーの間に位置づけられる公共交通サービスの提供と充実を考える必要がある。それは既存の路線バスは「シルバーバス」という補助制度があるにせよ、基本的には独立採算性を原則とし、最大需要が見込まれるような形で運行サービスが決定され、高齢者や障害者に十分配慮した形態を取るには限界があると思われるからである。また、ハンディキャブやタクシーについては、不特定多数の高齢者・障害者を対象とした場合に、彼らの交通需要に見合った交通サービ

スを提供するにはあまりにも経費がかさむことが考えられる。交通需要の処理能力とサービスのきめ細かさの点で、両者の間に位置づけられる交通システムが必要になる。

## 2. 「高齢者対応型バス」構想と本研究の目的

### (1) 「高齢者対応型バス」構想

欧米におけるスペシャルトランスポート・サービス(以下「STサービス」という)については、三星、秋山、中村らによって精力的に研究されている。三星<sup>3)</sup>はSTを「何らかのハンディにより通常の交通機関が使えない層のために提供される公共交通の一つ」と定義し、広義のSTサービスには、タクシー、高齢者・障害者送迎バス、ドア・ツー・ドア・ミニバスなどすべての高齢者・障害者用の交通手段がこれに含まれるとした。そして狭義には、特に「ドア・ツー・ドア・サービスの本格的なシステムを指すことが多い」としている。

前章で指摘した「両者の間に位置づけられる交通システム」とは、この定義からいえば狭義のSTには該当しないが、広義にはSTに含まれることになる。そしてこのようなシステムづくりにおいては、スウェーデンの「サービスルート」が大いに参考に

なろう。中村・秋山<sup>4)</sup>によれば、サービスルートは「高齢者・障害者のモビリティ増進のためにつくられた定期路線バスサービスであり、一般旅客も利用できる」としている。そしてルート、ダイヤおよび車両については特段の配慮がなされ、在来の公共交通機関とSTサービスの中間的な輸送サービスをねらっている。路線は住宅地と都心部を結び、途中、高齢者がよく利用する施設に立ち寄っている。

本論では高齢者向けに、わが国での路線バスとハンディキャブやタクシーの間のサービスを提供する新しい交通システムを「高齢者対応型バス」とよび、次の機能・性格を持つものとして提案する。

- ①サービスの対象：主に高齢者・障害者のモビリティ向上を目指したサービスを提供するが、一般人も利用できる。最終的には、車いす使用者まで対象を広げる。
- ②車両：車いす使用者の乗降が可能な、停車時に車高を低くし、乗車を容易にするニーリングバスやリフト付き低床バスを目標とするが、過渡期においては通常の路線バスやその改良型を使用する。
- ③ルート：住宅地と高齢者・障害者がよく利用する施設（医療・保健施設、健康・体育施設、文化施設、市役所、鉄道駅など）や繁華街を結ぶルートとする。
- ④バス停間隔：路線バスのバス停間隔より短くする。
- ⑤バス停：風雨をしのげ、車いすで容易にアクセスできるバス停を整備する。
- ⑥料金：高齢者・障害者に対しては料金の割引を行う。

(2)高齢者対応型バス計画の検討課題と本研究の目的  
前節で構想した高齢者対応型バスを計画するにあたり検討すべき課題をあげると次のようになる。

- ①高齢者の交通行動の把握と生活の質向上の視点からみた場合の問題点の発掘
- ②高齢者の交通上の問題点と現状の交通システムの関わり方の把握、そして現状交通システムの問題点の抽出
- ③現状交通システムとの関連でみた高齢者対応型バスの位置づけの明確化とコンセプトづくり
- ④市民意向の把握と社会的合意形成
- ⑤高齢者の行動特性を反映した望ましいバスサービスシステム（スケジューリング、ルーティング、バス停配置など）づくり
- ⑥高齢者の行動特性を反映した高齢者対応型バスの需要推計手法の確立
- ⑦利用者側からみた高齢者対応型バスの効果測定と評価手法の確立、ならびに供給側も含めた総合的

評価手法の確立

#### ⑧法制度、行財政制度など制度面からの検討

本論文においては、上記課題のうち、次の点を明らかにすることを主な目的としている。

- ①モビリティ確保の視点からみたバスを中心とした交通サービスの問題点の把握
- ②高齢者対応型バスの利用意向とモビリティからみた位置づけの明確化
- ③高齢者の交通負担感を明らかにするための、交通形態別等価時間係数および時間価値の推定
- ④これを用いた現状のバスサービスの問題点についての考察とモビリティを高めるための高齢者対応型バスの方向性についての検討

#### (3)既往の研究と本研究の位置づけ

次に既往の研究との関連で本研究の位置づけを考える。このとき本研究を特徴づける「STサービスシステム」と「交通負担感の計測」の視点から考察することにした。

STサービスのシステム構築に向けての研究はわが国では最近始められたばかりであり研究事例は少ないが、秋山<sup>5)</sup>はSTサービスの現行法規との関連、STサービスの分類、そしてSTサービスとして位置づけられるハンディキャブの運行の現状と問題点を明らかにした。溝畑<sup>6)</sup>は福祉施設の移送サービスの実態と問題点を探り、移送サービスの統合化の可能性について検討した。しかしながら、本研究で対象とした路線バスとハンディキャブ・移送サービス・タクシーの間に位置づけられる交通サービスを提供する比較的輸送量の多いSTサービスのシステム構築に関する研究は見あたらない。

交通負担感の計測については、非高齢者を対象にして従来多く行われ、太田ら<sup>7)</sup>によってその整理がなされている。特に、毛利・新田<sup>8)</sup>は一般化時間の概念を用い、通勤者を中心に交通形態別の負担感を等価時間係数という指標により、また時間価値による推定した。しかしながら高齢者を対象にした研究はなく、高齢者交通研究において、このような個人属性別の交通負担感の計測を行い、指標化し、差異を明確化することに意義があると考えられる。

### 3. 高齢者の交通行動と高齢者対応型バスに対する意向

#### (1)調査対象地域の特徴と調査概要

高齢者対応型バスのケーススタディ地域として大阪府吹田市を取り上げた。吹田市は大阪市に隣接し、面積36.6km<sup>2</sup>、人口33万6千人、65歳以上高齢

者比率8.4% (91年10月) の都市である。この市をケーススタディとして、平日の昼間、遊休している路線バス車両を活用し、高齢者の市内公共施設等へのアクセシビリティを高めることを考えた。これは先に定義した一種の「高齢者対応型バス」に該当するもので、遊休路線バス車両の活用といった点で特徴を持つ。

このバス計画を検討するにあたり、高齢者対応型バスは高齢者のモビリティを高める上で意義を持つのかどうかを確かめるために、高齢者が日常生活においてどのような行動をとっているのか、またどのような問題点を抱えているのかなどを明らかにするためのアンケート調査、並びに高齢者対応型バスに対する意向調査を、1992年1月から2月にかけて家庭訪問・留置・訪問回収方式で実施した。このとき調査対象地区の選定は、鉄道駅からの距離とバスルートからの距離により地区を12分類し、吹田市内を215メッシュに分けた精密住宅地図によりこの分類に属する地区を数え上げ、その中から1分類につき1地区ランダムに抽出した。そして選ばれた12地区内の高齢者については、老人クラブの名簿をもとに1地区50世帯を抽出し、25歳以上60歳以上の人すべてに調査を依頼した。また、この世帯の60歳未満の非高齢者についても1名非高齢者用のアンケート票に回答を依頼した。配布・回収状況は次の通りである。

高齢者 : 配布818票, 有効回収758票(93%)  
 非高齢者 : 配布388票, 有効回収297票(77%)

**(2) 高齢者の交通行動特性**  
**外出と移動困難性**

図-1に示すように高齢者は非高齢者に比べて、外出好きな人が多いが、移動時困難を感じる人は4割と多い。しかも、この移動困難を感じる人のうち約3割は付き添いやステッキなどの補助具を使用している。

**交通手段別外出頻度**

鉄道、バス、タクシー、自動車の使用頻度を比較すると、高齢者では鉄道が最も多く、続いて自動車、バス、タクシーの順となった。非高齢者も同様の順位を示すが、鉄道、自動車においては高齢者より使用頻度は多い。一方、バス、タクシーは高齢者の方が多い。

**交通手段別外出目的**

高齢者はどの交通手段においても、通院の割合が非高齢者に比べて高い。

**バス、鉄道の利用上の問題点**

バスについての利用上の問題点については、図-2に示している。高齢者、非高齢者とも不満が多いも

	好き	嫌い	どちらともいえない
高齢者 735人	55.8	7.5	36.7
非高齢者 282人	50.7	7.1	42.2

[外出の好き嫌い]

	大いに感じる	少し感じる	感じない
高齢者 704人	12.4	25.9	61.8
非高齢者 266人	4.4	0.8	94.4

[徒歩移動困難さ]

	常に必要	時々必要	必要なし
高齢者 249人	10.8	21.7	67.5
非高齢者 14人	7.1	0.8	85.7

[付き添いの有無]

	車いす	松葉杖	ステッキ	その他	何も使わない
高齢者 249人	4.4	1.2	28.5	6.4	59.4
非高齢者 12人	8.3	0.8	0.8	0.8	91.7

[使用補助具]

**[高齢者]**

	週4日以上	月3日~週3日	月2日以下	利用しない
鉄道 637人	12.9	34.2	32.8	20.1
バス 658人	3.5	22	36.3	38.1
タクシー 657人	1.4	12	31.8	54.8
自動車 460人	10.9	26.3	32.2	30.7

**[非高齢者]**

鉄道 278人	19.8	30.6	40.3	9.4
バス 274人	5.8	15.3	27	51.8
タクシー 276人	0.5	10.1	28.6	60.9
自動車 240人	31.6	33.8	18.3	16.3

[交通手段別外出頻度]

	買い物	通院	通勤	文化活動	その他
高齢者 1726人	31.7	18.3	9.6	21.7	18.8
非高齢者 783人	45.1	3.3	23	11.4	17.2

[外出目的] (複数回答)

図-1 高齢者と非高齢者の外出行動の比較

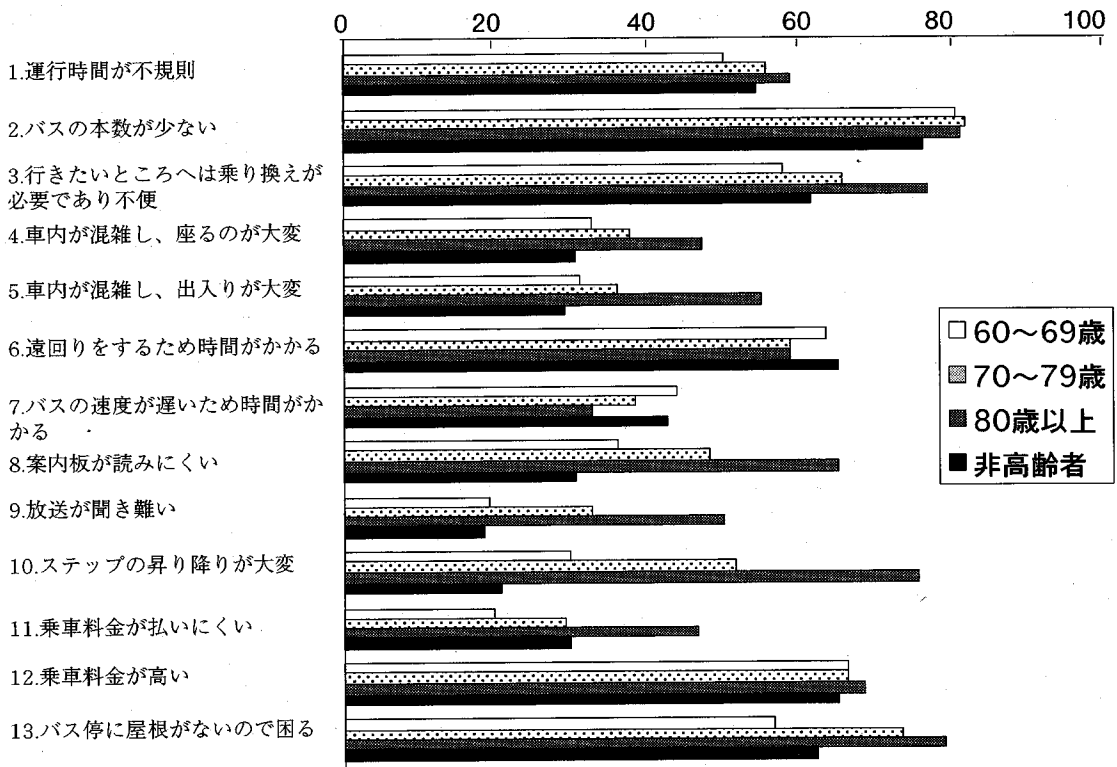


図-2 バスサービスの問題点

のには次のものがある。①運行時間が不規則、②バスの本数が少ない、③乗換が必要である、④遠回りするために時間がかかる、⑤乗車料金が安い。また、加齢にともない不満度が高まるものには、①乗換が必要である、②車内が混雑し出入りや座るのが大変、③案内板が読みにくい、④放送が聞きにくい、⑤ステップの昇り降りが大変、⑥乗車料金が払いにくいなど身体上のハンディに関連する不満が多い。鉄道についてはバスに比べると不満度は低いようであるが、バス同様、身体上の理由から生ずる問題についての不満度は加齢に伴い上昇している。

そして「身体上の理由によりバス利用を控えたい」と思っている人は、高齢者では11%にのぼっている。特に70歳以上では2割近い。鉄道についてはさらにこの割合が加齢にともない急激に上昇し、80歳以上では45%となる。

### (3)高齢者対応型バスに対する意向

高齢者の交通行動からみると高齢者は外出好きにもかかわらず、身体的な理由により移動制約を受けている人が多くなっている。しかしながら、この身体的な移動制約条件を克服し、高齢者のモビリティを高めるように、鉄道やバスは十分なサービスを提供する状況には現在至っておらず、そのサー

表-1 高齢者対応型バスの定義

・現在の市内のバスサービスは、高齢者や体の不自由な人にとって、満足なものはいません。  
 ・高齢者や体の不自由な人たちが、市内の主な公共施設（病院、市役所、文化会館、福祉会館、老人総合センターなど）や鉄道駅に行き易くするための交通サービスの一つとして、これらの公共施設を巡回するバスを整備すべきだという意見があります。  
 ・ただし、このバスは車いすに乗った人がそのまま乗車できるまでには改良されていません。

バスに対する不満度は高い。さらに身体上の理由によりバス・鉄道利用は控えたいと思っている人がかなりの層にのぼっている。

高齢者対応型バスの役割は、先にみたような現状の公共サービスに対する不満点を克服するようなサービス改善を行い、「バスや鉄道利用を控えたい」と思っている人や「利用したいが利用できない」でいる人を吸収することにある。

以上のことを念頭におきながら、ここでは表-1に示すような高齢者対応型バスを考え、市民にこれについてのいくつかの意向を尋ねた。主な結果を図-3に示した。

### 高齢者対応型バスの賛否意識

高齢者、非高齢者とも賛成派が約7割と多数を占め、反対派は極めて少数である。やや非高齢者の方に賛成派が多いのは興味深い。

### 高齢者対応型バスの利用意識

調査票では「バス停まで歩いて何分までなら利用したいか」ということで、条件付き利用意識を尋ねているが、「利用したい」と答えた人は6割にのぼった。

### バス停までの限界徒歩時間と運行頻度

限界徒歩時間では3～5分、6～10分が各4割以上と最も多い。運行頻度では、1時間に1本が最も多く(44%)、続いて30分に1本(30%)、2時間に1本(17%)となった。

### 希望利用時間帯

9～12時が最も多く6割近くを占め、続いて8～9時、12～15時となり、以上を合わせた8～15時では約9割となった。遊休路線バス車両は朝夕のラッシュ時を除いた時間帯に高齢者対応型バス用に活用できると思われるが、例えば活用時間帯を9時から17時とした場合、高齢者の希望利用時間帯のほぼ7割程度は満足する。

### 料金と経費負担

希望乗車料金は200～250円が最も多く、その次に100～150円が多かった。路線バスの1区間の料金が190円であることを考えると、現在のバス料金並を希望する人とその半額並を希望する人の大きく2層に分かれるようである。経費負担のあり方については、「公共と利用者の両方が負担」が5割を占め最も多く、続いて「公共全額負担」(33%)となり、「利用者全額負担」は非常に少なかった。

### 高齢者対応型バスの効果意識

高齢者に対して、スペシャルバスが運行された場合の「あなた自身にとっての効果」について尋ねた結果が表-2である。様々な項目について多くの効果が期待されている様子がうかがわれる。特に通院が楽になったり、文化・教養活動などのための公共施設利用が増え、それを通じての交友関係の拡大に関する項目が高い。また、外出回数が増え、しかも人の手を借りずに外出し易くなることについても6割近くが効果として感じている。このような本人に対する効果以外にも、吹田市のイメージに関する項目を設けたが、「イメージが上がる」と答えた人は86%と最も高い値を示した。

一方、高齢者を抱える世帯の人にとってみればどうであろうか。現在高齢者の外出を手伝っている人は3割存在している。この人たちは、スペシャルバスが運行された場合「外出に手をかかずに済み、負担が軽減すると思う」人は2割となった。

	賛成	どちらともいえない	反対
高齢者 608人	68.4		30.6
非高齢者 266人	73.7		24.8

[高齢者対応型バスの賛否意識]

	利用したい	利用したいと思わない	わからない
高齢者 623人	61	15.1	23.9

[高齢者対応型バスの利用意識]

	3分以内	3～5分	6～10分	11分以上
高齢者 352人	9.1	41.2	45.2	4.5

[バス停までの限界徒歩時間]

	8時以前	8～9時	9～12時	12～15時	15～17時	17～
高齢者 217人	7.4	19.4	57.6	11.1		0.9

[希望利用時間帯]

図-3 高齢者対応型バスの利用意向

表-2 高齢者対応型バスの効果意識

効果項目	割合%
1. 吹田市に対するイメージがあがる	85.5
2. 通院が楽になる	82.7
3. 文化・教養活動のための公共施設の利用が増える	73.0
4. 公共施設を通しての友人が増える	71.0
5. 交通費が安くなる	68.0
6. 外出回数が増える	58.8
7. 買い物に行きやすくなる	58.4
8. 人の手を借りずに外出しやすくなる	56.4
9. スポーツ活動のための公共施設の利用が増える	46.6
10. 働きに出やすくなる	22.2

注) 割合は「そう思う」と答えた人の割合

## 4. 高齢者のモビリティ分類とその特徴

### (1)モビリティ分類の考え方

高齢者のモビリティをとらえる指標としては、徒歩での移動性が基本となろう。なぜなら徒歩はそれ自身において自立的に移動を完結することができるのみならず、鉄道やバス、タクシーなどといった交通機関へのアクセスの手段でもあるからである。さらに現代においては、徒歩自身ではカバーできない

領域において、車が飛躍的にモビリティを高めていることを考えると、車もモビリティをとらえる指標として重要となろう。そこでここでは高齢者のモビリティを分類する指標として、徒歩移動性と車利用可能性の二つの指標をとりあげ、高齢者の加齢に伴うモビリティの比較を行うことにする。

表-3 モビリティ分類の概念図

車利用可能性 徒歩移動困難性	運転可	運転不可 同乗可	運転不可 同乗不可
困難なし	◎	○	□
やや困難	●	◇	△
非常に困難	■	▲	×

注) モビリティ度: ◎>○, ●>□, ◇, ■>△, ▲>×

(2)調査の概要とモビリティ分類

高齢者の交通行動や交通形態別等価時間係数および時間価値を求めるために高齢者を対象としたアンケート調査を吹田市民を対象に1992年11月実施した。調査対象地区は市民病院への高齢者対応型バスサービスの提供を主に考えているため、市民病院への交通モードのパターン別に8地区を選定し、その地区内の60歳以上の調査対象者を老人クラブの名簿をもとにして2章で示したと同様な方法により選出した。調査項目としては上記項目以外に、①個人属性②市民病院、市役所への交通実態③高齢者対応型バスの利用意向も調べた。調査票の配布は家庭訪問配布・留置・訪問回収方式とし、472世帯665票配布し、有効回収数は600票(有効回収率90.2%)であった。このアンケート調査データをもとに、次のように徒歩移動性と車利用可能性について分類を行った。

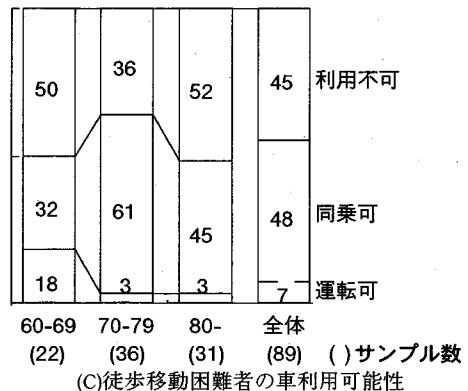
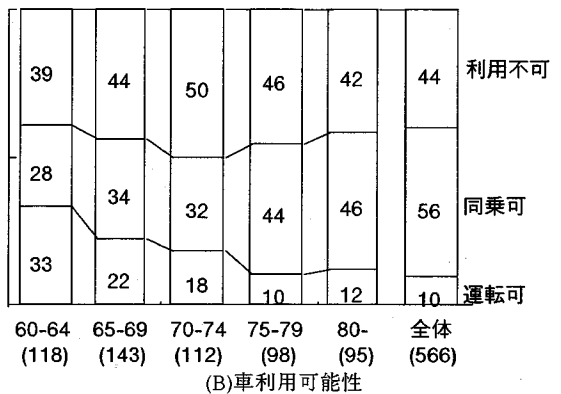
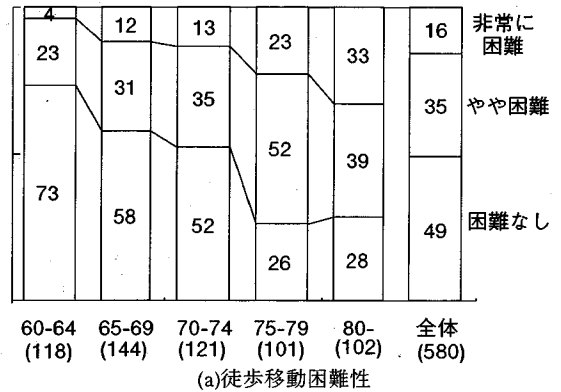
〔徒歩移動性〕

アンケート調査項目の「身体上の理由により徒歩での移動に困難を感じますか」の回答肢、①大いに感じる、②少し感じる、③感じないの3分類にて、徒歩移動性、つまり徒歩移動困難性についての分類を行った。

〔車利用可能性〕

車利用可能性については、①自分で運転でき、実際に運転している(運転可能層)、②自分で運転できないが、家族の人の車に同乗できる(運転不可同乗可能層)、③運転も同乗もできない(車利用不可能層)の3分類とした。

この両指標によるモビリティ分類を概念的に示したのが表-3である。この表では、最もモビリティが高い「徒歩移動困難なし+車運転可」から最も低い「徒歩移動非常に困難+車利用不可」まで、モビリティの高さを記号で示している。ここでは最も高いのを◎、最も低いのを×とし、間の層を○、□、△で表している。○、□、△の順序関係は、同じ行、列では特定できるが、行、列とも異なるものの順序関係は特定できない。特定化する場合は、何らかの定量的な指標により判定する必要がある。



(2)徒歩移動困難性によるモビリティ比較  
年齢別の徒歩移動困難性の現れかたを示したのが図

図-4 年齢別モビリティ比較

-4(a)である。年齢が増加するに従って、徒歩移動が非常に困難な層が増える。60～64歳は4%と少ないが、65～74歳で1割を越え、さらに75歳以上で2割、80歳以上で3割以上に達する。逆に困難なし層は、加齢に伴って顕著に減少し、75歳以上では3割以下となる。

### (3)車利用可能性によるモビリティ比較

車利用可能性によるモビリティ比較を図-4(b)に示した。車利用不可能層はほぼ4割台を占め、年齢が増加するに従って70歳まで徐々に増加するが、以後若干の減少傾向を示す。これは、同乗可能層が75歳以上で顕著に増加し、運転可能層の減少を補い上回って増加しているためである。運転可能層は加齢に伴い、33%から1割台に激減する。特に75歳以上ではほぼ1割程度と少ない。概して、徒歩移動困難性に比較すると加齢に伴う車利用のモビリティ低下は少ないといえる。

### (4)徒歩移動困難者の車利用可能性

徒歩移動が非常に困難な人は、先の分析でみたように、加齢に伴い顕著に増加し、75歳以上で2割、80歳以上で3割以上にも達することが判明したが、この徒歩によるモビリティ低下を車がある程度カバーすることができれば、徒歩移動困難者のモビリティは高まる。つまり車は徒歩によるモビリティ低下を保障する役目を持つと考えることができる。この実態を探るために、年齢別に両者をクロス分析し、徒歩移動非常に困難者についての結果を図-4(c)に示した。なお、データ数の関係上、年齢を統合している。車利用不可能層は加齢に伴う明確な傾向は見られないが、約4～5割は車利用不可能となり、車によるモビリティの増加の恩恵にあずかれない層となっている。この層は表-4のクロス分析表に示すように、全体で7%程度存在する。なお、80歳以上では17%となった。

## 5. 一般化時間モデルとバスサービスの評価法

### (1)一般化時間モデル

筆者は一般化時間を組み込んだ交通手段(経路)選択モデルとして、交通経路AとBの2項選択の場合、次のようなモデルを提案した<sup>8)9)</sup>。

$$P_A = \frac{1}{1 + \exp(a\Delta G + b)} \quad (1)$$

$$\Delta G = G_B - G_A$$

表-4 徒歩移動困難性と車利用可能性のクロス集計  
単位：%

車利用可能性 徒歩移動困難性	運転可 同乗可	運転不可 同乗可	運転不可 同乗不可
困難なし	12.1	16.6	20.3
やや困難	6.5	11.6	16.8
非常に困難	1.1	7.8	7.2

ただし、 $P_A$ =経路Aの選択率、 $G_A$ 、 $G_B$ =それぞれ経路A、Bの一般化時間、 $a$ 、 $b$ =係数。

ここで一般化時間Gは、次のように交通形態別等価時間係数および時間価値を用い、各交通形態別交通時間、乗換回数および費用を基準の交通形態の所要時間に換算して求められる。

$$G = \sum_i \mu_i t_i + \mu_c N + \frac{M}{\lambda} \quad (2)$$

ただし、 $\mu_i$ =交通形態iの等価時間係数、 $\mu_c$ =乗換1回の等価時間係数、 $\lambda$ =時間価値、 $t_i$ =交通形態iの交通時間、 $N$ =乗換回数、 $M$ =費用。

### (2)一般化時間によるバスサービス評価法

利用者の立場でバスサービスを評価する場合に、式(2)に示す一般化時間を用いると、異なる交通形態の所要時間、乗換回数および費用を単一の基準となる交通形態の所要時間で表せ、バスサービスの代替案を容易に比較できるという特徴を持つ。

本研究のように、高齢者対応の新しいバスを考える場合、次のようなバスサービス評価のケースを考えることができる。

[ケースI：新しいバスサービス計画の代替案評価]

バス計画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、乗換回数、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、乗換回数、料金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。この一般化時間は個々の利用者について求めることができるし、利用者を集計化したレベルで示すこともできる。こうして個々の利用者レベル、あるいは集計化したレベルでバスサービス計画の代替案評価を行うことが可能となる。

[ケースII：既存の交通サービスとの比較評価]

高齢者対応型バスに競合する既存の交通手段、たとえば路線バスや電車を利用した場合の交通サービスとの比較も上記と同様に考えることができる。電車との比較の場合は、電車着席時間、電車立席時間も考慮する必要がある。

## 6. 交通形態別等価時間係数の推定

### (1)分析のねらい

徒歩、バス、電車などといった交通形態の違いにより、同じ交通時間であっても個人の負担感は違うものである。すでにこのような交通形態による負担感の違いを基準となる交通形態の交通時間に換算して表すための「等価時間係数」を非高齢者を対象に求め<sup>8)</sup>、費用をこの基準となる交通形態の交通時間に換算して表すための時間価値も定量化した<sup>9)</sup>。では高齢者にとってはどうであろうか。高齢者の場合、身体的なハンディキャップの状況を反映して非高齢者とは違った値をとり、多様性を持つことが容易に想像される。ここでは高齢者を対象に等価時間係数と時間価値を高齢者の意識データをもとに推定することを試みる。

### (2)交通形態別等価時間係数の推定

交通形態別等価時間係数とは、各交通形態別の交通時間や乗換回数を基準交通形態の交通時間（ここでは電車着席時の交通時間）に換算するための係数のことである。例えば、電車立席の等価時間係数が2ということとは、電車立席状態での10分は着席状態での20分に相当することを示している。調査票（調査の概要は3章で示した）では図-5に示すような質問を高齢者に対して行い、交通形態A、Bの選択率を求め、次に累積分布図を描き、A、Bの選択率が半々に分かれる50%タイル値を求めた（図-5下図参照。この場合29.8分）。そして、次式に当てはめることにより、電車立席の等価係数を算定した。

$$\mu = \text{電車着席}29.8\text{分} / \text{電車立席}15\text{分} = 1.99$$

このようにして他の交通形態についても等価時間係数を求め、個人属性別に表-5に示した。値が大きい順に（全体欄参照）、徒歩(3.73)、バス立席(3.04)、待ち時間(2.62)、電車立席(1.99)、バス着席(1.44)、タクシー(1.09)の順となっており、徒歩やバス立席、待ち時間は極めて高齢者にとって負担が大きいことを示した。なお、今回の選択ケースにおいては、表-7の選択ケースの欄に示す左側選択対の所要時間を固定し、右側選択対の所要時間を変化させる方法により、一対比較を行っているが、ここで設定した所要時間により、等価時間係数も微妙に変化する。

普段の日常生活において、バスや電車に乗車する場合、次の各質問において取り上げられている行動A、Bのうち、あなたはどちらがより好ましいと思いますか。例に従いA、Bのどちらかに○をして下さい。

1. A＝電車に立ったまま15分乗車  
B＝電車に座って20分乗車
2. A＝電車に立ったまま15分乗車  
B＝電車に座って25分乗車
3. A＝電車に立ったまま15分乗車  
B＝電車に座って30分乗車
4. A＝電車に立ったまま15分乗車  
B＝電車に座って35分乗車

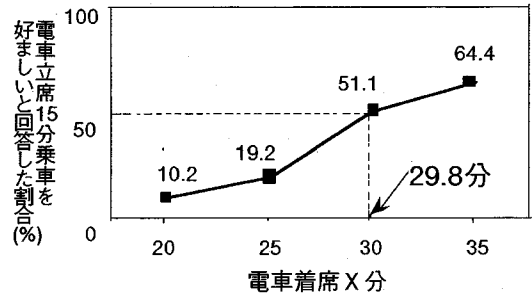


図-6 等価時間係数の求め方

表-5 交通形態別の等価時間係数

		電車立席	バス着席	バス立席	タクシー	徒歩	待ち時間	乗換1回
性別	男性	1.96	1.48	2.97	1.15	3.62	2.65	18.95
	女性	2.02	1.39	2.83	1.02	3.81	2.56	20.74
年齢	60-64	1.94	1.17	2.31	0.83	2.82	2.18	16.04
	65-69	1.95	1.40	2.90	1.31	3.57	2.54	17.82
	70-74	1.93	1.60	3.13	1.21	4.10	2.85	22.21
	75-79	2.08	1.40	3.20	1.10	4.63	2.59	20.50
	80-	2.35	1.75	4.38	1.14	4.67	3.11	37.19
職業	有職者	2.00	1.39	2.95	1.26	3.23	2.72	17.61
	専業主婦	1.92	1.24	2.44	0.99	3.03	2.26	16.29
	無職	2.00	1.47	3.06	1.07	4.04	2.56	21.24
暮らし	ゆとりあり	1.97	1.42	2.96	1.06	3.55	2.60	19.19
	苦しい	1.99	1.13	2.21	1.36	2.95	2.07	19.43
	どちらとも	2.02	1.65	3.52	1.13	5.04	2.97	23.21
健康	健康	1.95	1.40	2.76	1.13	3.36	1.78	18.55
	少し不健康	1.97	1.48	3.20	1.09	3.89	1.88	21.91
	病気がち	2.28	1.45	3.29	0.99	4.72	1.75	21.40
歩行難	感じる	2.74	1.59	4.69	0.85	5.97	2.60	31.85
	少し感じる	2.46	1.57	3.93	1.16	4.11	2.86	22.88
	感じない	1.88	1.23	2.40	1.06	3.04	2.32	16.10
車	あり	2.02	1.35	2.88	0.98	2.56	2.43	18.39
	なし	1.95	1.51	2.98	1.22	4.01	2.81	21.73
免許	あり	1.99	1.40	2.91	1.03	3.43	2.69	18.44
	なし	2.00	1.43	2.97	1.10	3.83	2.54	20.55
車利用	自分運転可	1.94	1.31	2.88	1.12	3.24	2.71	17.68
	同乗可	2.10	1.37	3.23	1.01	3.97	2.49	20.65
	利用不可	1.95	1.51	2.85	1.14	3.86	2.68	20.98
	全体	1.99	1.44	3.04	1.09	3.73	2.62	20.05
	一般者(通勤)	1.44	2.05	2.79	-	2.35	1.02	9.80

注) 各等価時間係数のデータ数はすべて30人以上



ることが考えられる。ちなみに参考文献8)に示す通勤者を対象にしたケースではあまり変化はみられなかった。いずれにせよ、詳細な分析は今後の課題である。また乗換1回は電車着席20分に相当し、これまた非常に負担が大である。個人属性別ではバス立席、乗換、徒歩などでは、年齢が高くなるほど、歩行が困難になるほど等価時間係数が大きくなる傾向が顕著に現れている。

### (3) 選択判断の要因分析

図-5のような選択には高齢者の個人属性のうち、どの要因が最も関与しているのか明らかにするために数量化Ⅱ類分析を行った。たとえば、図-5の質問「A=電車立席15分」と「B=電車着席X分」のどちらを選択するかのケースでは、Xを選択がほぼ半々に分かれる時間（この場合30分）とし、外的基準にこのときの個々人のAあるいはBの選択状況を取り、説明変数としては表-5に示す車保有と免許保有のアイテムを除く7つの個人属性を用いた。なお、この両指標を除いた理由は、両指標を統合化した車利用の指標を要因として採用したためである。なお、説明変数間の単相関係数は、健康状態と歩行の困難さ、年齢と歩行の困難さで、-0.48、-0.38と比較的高い相関がみられるが、独立的には全く同一指標とも考えられないので、これらの指標も含めて分析することにした。他の交通形態の選択ケース、つまり「バス立席時間小vsバス着席時間大」「バス着席時間小vs電車着席時間大」「バス着席時間小vsタクシー時間大」「徒歩時間大+バス着席時間小vs徒歩時間小+バス着席時間大」「待ち時間大+バス着席時間小vs待ち時間小+バス着席時間大」「乗換1回+バス着席時間小vs乗換なし+バス着席時間大」についても同様にして要因分析を行った。この時データは集計化以前の生データを使用している。

電車立席vs電車着席の場合、表-6に示すように、主な要因としては「歩行の困難さ」「職業」「健康状態」「年齢」が抽出され、特に歩行困難性の影響は強く、歩行困難になるほど着席を好む傾向が顕著に現れた。他の選択ケースについては、有意水準5%で有意な要因を表-7にまとめて示した。歩行困難性はバスや電車の着席対立席、バス着席対タクシー、またバス待ち時間の大小の選択において、主要な要因として抽出された。それぞれ歩行困難性が増すほど、時間がかかっても着席やタクシーを選択する傾向にある。徒歩時間では、暮し向きが主要因として抽出されたが、カテゴリーの差異による傾向ははっきりみえなかった。しかし年齢、健康状態においては、75歳以上で、病気がちや療養中の人に徒歩時間の少ない方を選択する傾向がみえた。乗

表-6 「電車立席」対「電車着席」選好性の要因分析

要因	カテゴリー	データ数	カテゴリー値		偏相関係数
			+着席	0立席-	
歩行の困難さ	大いに感じる	53	[Bar chart showing preference for standing seat]	[Bar chart showing preference for seated seat]	.236**
	少し感じる	100			
	感じない	176			
職業	有職者	49	[Bar chart showing preference for standing seat]	[Bar chart showing preference for seated seat]	.143**
	専業主婦	73			
	無職	185			
	その他	22			
健康状態	健康である	165	[Bar chart showing preference for standing seat]	[Bar chart showing preference for seated seat]	.135*
	少し体調悪い	94			
	病気がち	53			
	その他	17			
年齢	60-64	82	[Bar chart showing preference for standing seat]	[Bar chart showing preference for seated seat]	.127*
	65-69	90			
	70-74	58			
	75-79	53			
	80-	46			

注) 外的基準：電車立席15分vs電車着席30分  
相関比(η)=0.331 \*\*=1%有意 \* =5%有意

表-7 等価時間係数に関する要因分析結果のまとめ

選択ケース	第1要因	第2要因	第3要因	第4要因
電車立席(15分) vs 電車着席(30分)	歩行の困難さ*	職業	健康状態	年齢
バス立席(15分) vs バス着席(30分)	歩行の困難さ	-	-	-
バス着席(15分) vs 電車着席(20分)	歩行の困難さ*	車利用可能性	暮し向き	-
バス着席(15分) vs タクシー(20分)	歩行の困難さ*	年齢	暮し向き	-
徒歩10分+バス着席15分 vs 徒歩5分+バス着席30	暮し向き*	年齢*	健康状態	-
待ち10分+バス着席15分 vs 待ち1分+バス着席30	歩行の困難さ	職業	性別	-
乗換1回+バス着席15分 vs 乗換無+バス着席30分	暮し向き*	性別	-	-

注) \* =有意水準1%で偏相関係数の無相関を棄却

今、AからBへ行くのに2つのバス路線があり、一方は所要時間が30分で料金は200円かかるとします。他方は所要時間が20分ですが、料金は高くなる場合、料金がいくらまでならこのバスを利用されますか。

1.220円 2.240円 3.260円 4.280円 5.300円  
6.その他(円) 7.利用しない

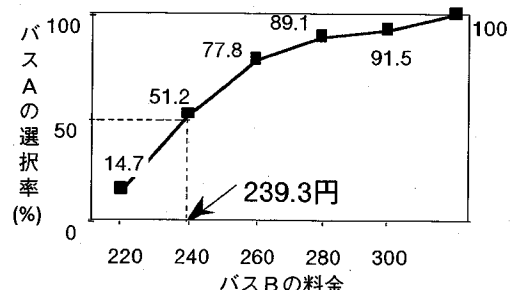


図-6 時間価値の求め方

換では、暮し向きが苦しい人ほど、また女性において乗換を忌避する傾向が強く現れた。

## 7. 時間価値の推定

### (1) 時間価値の推定方法

時間価値λとは、式(2)に示すように交通時間を金額に換算するための係数のことである。アンケート票では所要時間の異なるバスA、Bを設定し、Bを利用する場合の乗車料金を変化させ、A、Bの選択率が50%となる点を図-6に示す方法に求め、次式に代入して時間価値を算定した。

$$\lambda = \frac{\text{(短縮時間に相当する超過費用の50\%タイル値)}}{\text{(代替交通路線の短縮時間)}} \\ = \frac{(239.3 - 200)}{(30 - 20)} = 3.93 \text{ (円/分)}$$

同様にして個人属性別に時間価値を算定した結果が表-8である。有職者や暮し向きに余裕がある人、また免許があり、自分で運転できる人では時間価値が大きく現れたが、病気がちや歩行困難を大いに感じる人では小さくなった。このようにモビリティの高い人は時間価値が大きく現れる傾向にあるといえよう。一方、性別では差異はほとんど見られなかった。

### (2) 時間価値の要因分析

時間価値への影響度を調べるために、等価時間係数の要因分析に用いた要因と同じものを用いて、数量化Ⅱ類分析により要因分析を行った。このとき外的基準には、「料金240円支払って所要時間20分のバスに乗る」と「料金200円で所要時間30分のバスに乗る」選択ケースとの2つを採用した。結果は表-9に示すように、5%以上の有意水準では、暮し向きが最も強い要因として抽出され、続いて健康状態、年齢となった。暮し向きでは苦しい層ほど、健康状態では病気がち・療養中の人に、年齢では高齢者の人ほど、所要時間がかかっても安いバスを選択する傾向が現れた。モビリティを表す車保有や免許保有状況は主要因としては抽出されなかった。

## 8. まとめにかえて—現状のバスサービスの問題点と高齢者対応型バスの位置づけ

以上、本研究においては、高齢者対応型バスを構想し、その導入に際して必要となる課題を整理する

表-8 時間価値

		時間価値			時間価値
性別	男性	3.93	健康	健康	4.15
	女性	3.94		少し不健康	4.00
年齢	60-64	4.18	歩行困難	大いに感じる	3.66
	65-69	3.90		少し感じる	4.12
	70-74	4.06		感じない	3.96
	75-79	3.81	車	あり	4.01
	80-	3.70		なし	3.86
職業	有職者	4.44	免許	あり	4.45
	専業主婦	3.83		なし	3.83
	無職	3.82	車利用	自分で運転可	4.79
暮らし	ゆとりあり	4.57		同乗可	3.78
	苦しい	3.26		利用不可	3.88
	トチモチイイ	3.40			

全体	3.93
一般者(買い物・レジャー)	3.30

注) 時間価値の単位=円/分

表-9 時間と費用の選好性に関する要因分析

要因	カテゴリー	データ数	カテゴリー値		偏相関係数
			-払う	0 ない+	
暮し向き	ゆとりあり	271	-----		.248**
	トチモチイイ	108	-----		
	苦しい	83	-----		
健康状態	健康である	219	-----		.125**
	少し体調悪い	135	-----		
	病気がち	87	-----		
	その他	21	-----		
車利用可能性	運転可	86	-----		.112*
	同乗可	163	-----		
	利用不可	213	-----		
年齢	60-64	103	-----		.098*
	65-69	129	-----		
	70-74	92	-----		
	75-79	69	-----		
	80-	69	-----		

注) 外的基準：料金240円を支払う vs 支払わない  
相関比(η)=0.319 \*\*=1%有意 \* =5%有意

とともに、バスを中心とした現状の交通サービスの問題点の把握と高齢者対応型バスの利用意向、高齢者のモビリティの特徴把握、高齢者の交通行動時の負担感を明らかにするための交通形態別等価時間係数および時間価値の推定を行った。ここではこれらの成果をまとめるとともに、高齢者のモビリティを確保し、高めるためのバスサービス改善方策としての高齢者対応型バスの位置づけと目指すべき方向について考察する。

[現状のバスサービスの問題点と高齢者対応型バスの利用意向]

- ①高齢者は非高齢者に比べて外出好きの人が多く、移動困難を感じる人は4割にのぼっている。
- ②現状の鉄道やバスに対して利用上の問題点を多数指摘しているが、特にバスについては、加齢に伴い乗換や車内混雑、案内板や放送、ステップの昇り降りなどに対する不満が高まる。
- ③高齢者対応型バスについては、高齢者の賛成派は7割近くを占め、利用したい人は6割にのぼった。興味あることに高齢者を抱える世帯の非高齢者の方が賛成率が高くなった。
- ④しかし、バス停までの徒歩時間が5分を越えると、利用したくない人が5割存在する。また料金については、路線バス料金を希望する人と半額程度を希望する人に二分される。

[高齢者のモビリティと高齢者対応型バスの需要層]

- ①モビリティは徒歩移動困難性と車利用可能性という両側面から考察した。徒歩移動困難性と年齢との関連は、加齢にともない徒歩移動困難者が増加し、75歳以上で2割、80歳以上で3割と75歳を境目に大幅に増加する。
- ②車利用可能性では、車利用不可能層はほぼ4割台を占め、加齢に伴い70歳まで徐々に増加するが、以後若干の減少傾向を示す。これは同乗可能層が75歳以上で顕著に増加するためである。
- ③徒歩移動困難者の徒歩によるモビリティ低下を保障する役目を持つと思われる車利用について、徒歩移動非常に困難者を対象に調べてみると、車利用不可能層は4~5割存在する。また、高齢者全体では、この層は7%、80歳以上で17%となった。
- ④高齢者対応型バスは路線バスと同様な車両を当面想定している。この場合車椅子使用者など徒歩移動が非常に困難な層(16%)は潜在需要層から除かれよう。また、徒歩移動困難無し層で運転可能層(12%)もあまり利用は多くないと思われる。これらの層を除くと粗い試算ではあるが、高齢者対応型バスの潜在需要層は表-4より60歳以上の高齢者の70%が潜在需要層であることがいえる。

[高齢者の交通負担感の推定]

- ①電車着席所要時間を基準とした交通形態別等価時間係数については、大きい順から並べると、徒歩(3.73)、バス立席(3.04)、待ち時間(2.62)、電車立席(1.99)、バス着席(1.44)、タクシー(1.09)となった。また、乗換1回は電車着席20分に相当する。通勤者の等価時間係数に比べると、バス着席を除いてどの交通形態も高い値を示すが、特に徒歩、待ち時間では差が大きい。また、乗換1回も倍近い値を示す。逆にバス着席は通勤者に比べて値は

小さく、負担感は少ないようである。

- ②個人属性やモビリティ別にみると、バス立席、乗換、徒歩などにおいて、年齢が高くなるほど、歩行が困難になるほど等価時間係数は上昇する。しかし、車利用可能性による差異はそれほど大きくない。交通形態選択の要因分析では、多くの交通形態の選択ケースにおいて、徒歩移動困難性が主要な要因として抽出された。また暮し向きも重要な要因となっている。
- ③時間価値は3.93円/分となり、非高齢者の買物・レジャー交通の時間価値(3.3~3.8分、参考文献9)参照)と同程度となった。個人属性別では、有職者や暮し向きに余裕がある人では高い。モビリティでは、徒歩移動困難性ではあまり差異はないが、車を自分で運転できる層では高い。時間価値の要因分析では、暮し向きが最も強い要因として抽出され、つづいて健康状態、年齢となった。
- ④現状のバスサービスに関する問題点で加齢に伴い問題が顕著に現れた項目に、乗換、車内混雑、ステップの昇り降りがあったが、これらの形態は表-5に示すように、乗換1回、バス立席、徒歩のそれぞれの等時間係数により加齢に伴う顕著な値の増加がみられることが明らかになった。

[高齢者対応型バスの位置づけと目指すべき方向]

- ①高齢者対応型バスは、ドアツードアの機能に近いタクシーやハンディキャブと既存のどちらかという鉄道駅起終点型サービスを提供する路線バスとの中間のサービスを提供するものとして位置づけている。
- ②本研究において路線バスの問題点としては、加齢に伴い、また徒歩移動困難性により立席、徒歩、乗換の負担感が顕著に増大することが定性的にも定量的にも確かめられた。このことよりシステムづくりにおいては次の点に留意すべきである。  
イ。座れるバス ロ。バス停までの、バス停からの徒歩時間が少ないバス(バス停車間隔を短くし、密にバス停を配置する。) ハ。乗換無しで目的地まで行けるバス(ピストン型路線よりループ型バス路線)
- ③また時間価値の分析から、暮らし向きの苦しい層は時間価値が低く現れたが、このことよりバス料金については安い料金で利用できるようにすべきだと思われる。

[今後の課題]

- ①高齢者、高齢者を抱える世帯の非高齢者とも高齢者対応型バス導入に対しては多数の人が賛成し、公費導入に対して理解を示すが、市民全体ではどうなのか。社会的な合意が得られるかどうか検討する必要がある。

②高齢者対応型バスのシステムづくりについては、利用対象者をどの層におくか、これにより等価時間係数も変化するので利用者に応じてバスサービス形態を詳しく検討する必要がある。そしてサービス形態においてより現実に即したモデルにおいて評価研究を深める必要がある。あわせて利用者の需要予測に関する研究も必要とされる。

謝辞：最後に本研究を進めるにあたり、貴重なご助言を頂いた九州東海大学教授 渡辺千賀恵先生、ならびに調査にご協力頂いた吹田市交通安全課をはじめとする関係者各位、また大阪大学大学院生 上田正君（現 大阪市）、同学生 鬼東高志君（現 大阪市）に心から感謝の意を表する次第です。

#### 参考文献

1) 秋山哲男編著：高齢者の住まいと交通，日本評論社，pp.188-189,1993.3.

- 2) 前掲1，p.193.
- 3) 三星昭宏：スペシャルトランスポートサービスとモビリティ，土木学会講習会テキスト「活力ある高齢化社会とまちづくり」pp.103-109，1989.
- 4) 中村実男，秋山哲男：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.
- 5) 秋山哲男：高齢者・障害者のためのスペシャル・トランスポート・サービス，土木計画学研究・講演集，No.13,pp.939-946,1990.
- 6) 溝畑光雄：高齢者・障害者の移送サービスの統合化に関する基礎的研究，土木計画学研究・講演集，No.15(2),pp.79-84,1992.
- 7) 太田勝敏，杉山武彦他6名：時間価値の理論とその計測法，日本交通政策研究会レポート，日交研シリーズA-114,1987.
- 8) 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，土木学会論文報告集,第343号,pp.63-72,1984.
- 9) 新田保次：一般化時間を組み込んだ経路選択モデルにおける時間価値について，交通科学，Vol.13, No.2,pp.33-41,1984.

(1994.8.1受付)

## BASIC STUDY ON SPECIAL BUS SERVICE PLANNING FOR IMPROVING MOBILITY OF ELDERLY

Yasutsugu NITTA, Akihiro MIHOSHI and Yasuo MORI

Public transport service is poor for the elderly in Japan. Therefore this study aims to examine basic issues of special bus service planning. The first is to clarify the travel behavior of elderly people and point out transportation problems. The second is to classify the elderly from a point of view of mobility. The third is to estimate coefficients of generalized time and the value of time in order to build the generalized time model of elderly people.