

路線バスの活性化による都市交通環境の改善（第3報）

- GISソフトウェアによる需要予測とアンケート実施結果 -

交通システム研究領域	大野 寛之	林田 守正	日岐 喜治	佐藤 安弘
環境研究領域	坂本 一郎		自動車安全研究領域	柳澤 治茂
群馬大学	紙屋 雄史		早稲田大学大学院	高橋 香織

1. まえがき

路線バスは乗用車に比べて、旅客輸送の集約による省エネルギーや道路有効利用の点で格段に優れ、また大規模なインフラが不要でキメ細かな輸送ができるため、都市部では中核的となり得る交通機関である。しかしバスの輸送量は年々低下し、路線廃止に伴う交通手段確保の問題も生じている。本研究では、都市部のバス輸送の実態を文献調査や実地調査等により多角的に調査・解析して阻害要因を定量化することにより、導入可能な活性化対策を検討して、都市交通環境の向上に資することを目的とする。その一環として、本報告では、GISソフトウェアを活用してバスの需要を客観的に予測する手法を考察し、数例の評価を試みた。一方、大都市域に居住、勤務する人々のバス利用実態や運行、車両に対する意識を探り、需要予測の精度を高めるために、路線バスに関するアンケート調査を実施した。その回答を解析することにより、路線バスの活性化、改善策の提言に向けた指針を得た。

実行する際に計算範囲に含まれる領域にこうした非居住地域が含まれていた場合、実際にはそこに存在していない人口を利用者として算入して、過大に評価してしまう場合もあり得る。また逆に、実際には道路沿いに集中している人口が、非居住地域を含めた範囲に分散配分される結果、路線近傍の需要を過小評価してしまう場合も起こりえる。

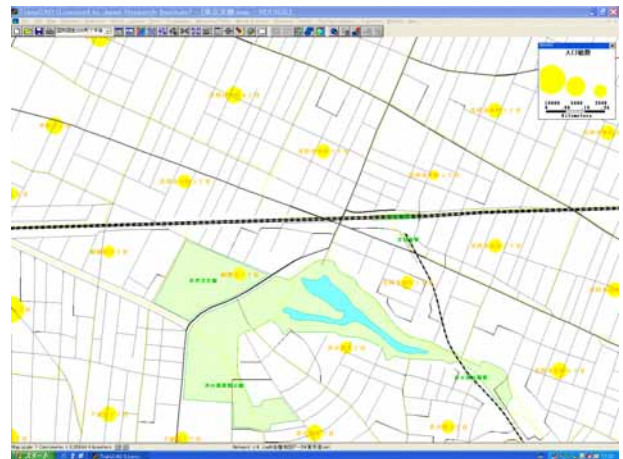


図1 既存の人口データ配分

2. GISソフトウェアによる需要予測

2.1. 人口分布状況の再計算

GISとは、位置や空間に関する情報データを総合的に管理・加工し、視覚的に表示し高度な分析を可能とする技術である。本報では、前報に続き、GIS上で動作するアプリケーションを用いて、バス路線の利便性を数値評価し、需要を予測する手法を考察した。

本システムで使用する人口データは町丁・字等別の集計データであり、極めて目の粗いものとなっている。そのため、図1に示すように、例えば居住者のいない公園緑地等の座標に、その地区の人口が分布しているように見えることがある。このため、需要予測を

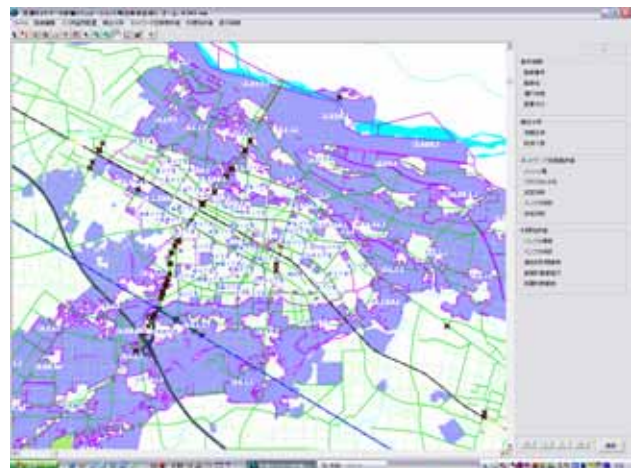


図2 非居住地域の設定状況

こうした事態を避けるため、計算領域からあらかじめ非居住地域を除外して、人口分布状況の再計算を行うアルゴリズムを導入した。具体的には、図2に示すように、土地利用状況を地図から読み取り、農地や公園緑地、河川等の、明らかに居住者の存在しない領域を図形データとして作成し、その領域を計算領域から除外するという方法でシミュレーションを実行する。

2.2. 地域状況に応じた調整

路線バスに対する旅客需要は地域の特性により異なることが予測される。すなわち、大都市のようにバスや鉄道の便が発達している一方で自動車保有コストが高く自動車保有率が低い地域と、地方部のように自動車保有率が高く、自家用車が日常の足として使われる一方で、路線バスの便が少ないためバスを利用する習慣が無く、バス路線を新設してもそれほど需要が期待できない地域の差が考えられる。こうした地域差を考慮に入れず、同一の計算式を需要予測に適用した場合、シミュレーション結果と現実との間に大きな乖離が生じる恐れがある。そうした事態を避けるためには、その地域の既存路線を対象にシミュレーションを実施し、その地域に応じた修正係数をシミュレーションに設定し、その係数を利用して新規路線の需要を予測することが妥当であると考えられる。

表1にA市のコミュニティバス路線において調整を行った結果の例を示す。同一の係数を算入した場合でも、路線によって推定値と実際の乗客数との間には過大な評価をする場合と過小となる場合とがあることが分かる。しかし、2倍以内の範囲には収まっており、地域全体を平均してみればそれほど大きな誤差は生じないものと思われる。

表1 A市の実路線での比較結果

路線名	推定利用者数 (人/年)	実際利用者数 (人/年)	推定利用者数/実際 利用者数
南循環東コース	7915	7470	1.06
南循環西コース	5280	5788	0.91
北循環東コース	5341	8280	0.65
北循環西コース	7703	4433	1.74

2.2. 地域状況以外の要因

現在のシミュレーションでは、バス路線から一定範囲を集客範囲とみなし需要予測を行っている。このため、同一の人口分布状況であれば、路線長が伸びるほ

ど乗客数も増える結果が得られる。しかし、実際のバス路線の状況はそうした単純な関係にはなっていない。その原因として、例えば直線的ではなく迂回するような路線設定の結果トータルの路線長が長くなり、目的地までの到達時間が長くなるような場合には、バス利用を避けるような事態も考えられる。

また、他路線との競合により、シミュレーションよりも実際の乗車数が少なくなることも考えられる。本システムでは図3に示すように、競合するバス停との競合率を計算により求めることができる設計にはなっているが、需要予測計算には競合率を反映する設計にはなっていない。競合率が実際の旅客数にどの程度影響するかについては、多くのサンプルを集めることで精査の上、計算に組み入れる必要がある。

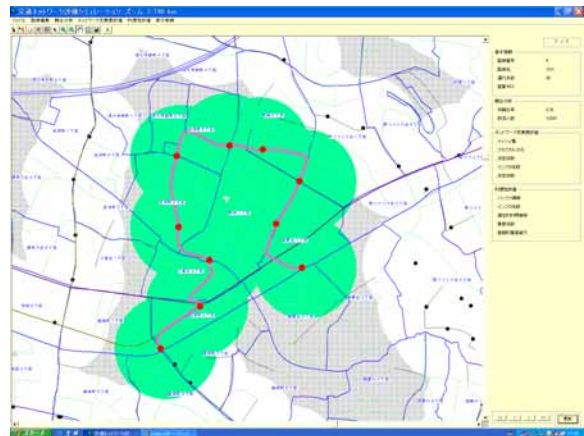


図3 バス路線の競合分析の例

2.3. 今後の研究方針

現在、非居住地域のデータ作成は、地図を見ながら手作業で行っている。この方法では、新しい地域のシミュレーションを行うたびに多くの工数を必要とし、極めて非効率である。そのため、新たに建築物の情報が入った地図情報を導入し、建築物の容積に応じた人口配分を建築物の位置に合わせて行うシステムを構築している。実データと完全に一致させることはできないが、実データの入手に要する膨大な工数とコストを考慮すれば、費用対効果の高い近似計算ができると思われる。また、旅客の移動を近似的に再現するために、昼夜間の人口分布データを利用し、その差分から推計を行うシステムの構築を計画している。

さらに、学校やショッピングセンター、病院等の集客施設を地図データ上に配置し、その利用者数を計算に入れることによって計算精度を高めることも計画している。一方、システムの開発に合わせて、実際の

バスの利用状況の調査も行い、地域特性等のデータの把握にもつとめていく予定である。

3. 都市域路線バスアンケートの実施結果

3.1. アンケートの主旨

前述のように、大都市域においては通勤、通学や業務等による人の流動が極めて多いため、バス輸送需要も大きいと考えられる。そこで東京都内ならびにその隣接地域の人々を対象として、路線バスに関するアンケート調査を実施した。その結果を解析して、大都市域におけるバスの利用実態や、輸送サービスに関する満足度、改善要望等の一端を把握し、活性化の検討の指標とすることとした。

3.2. 大学アクセスバス路線対象のアンケート

3.2.1. アンケートの手法条件と条件

都区内に立地する総合大学を例にとり、その職員を対象として、鉄道駅から大学にアクセスするバス路線（以下、「大学路線」という。）の利用等に関するアンケート調査を行った。大学路線の配置を図4に示す。路線1は大学正門と、鉄道線1～3（地下鉄、JR、私鉄）のA駅を結ぶ短距離路線、路線2は別の大ターミナルであるB駅とを結ぶ路線である。それらの概要を表2に示す。なお大学正門から徒歩数分の範囲にも鉄道線3のC駅と都電の停留所がある。

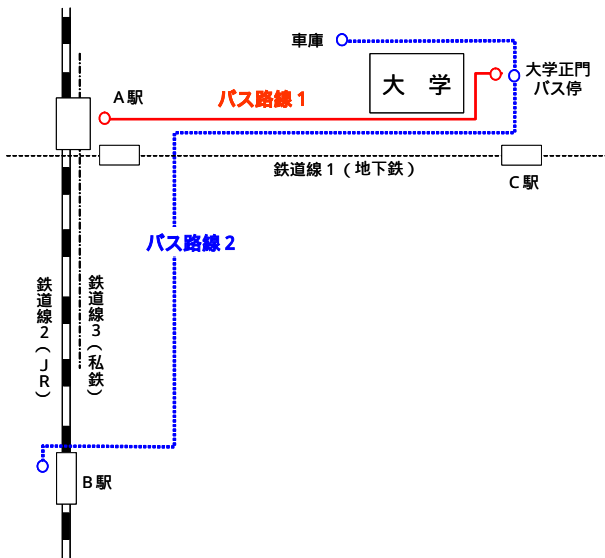


図4 大学にアクセスするバス路線の配置

バス利用に関する主な設問は、性別、年齢、運転免許証保有等の個人情報の他、下記の項目とした。

- ・ 大学への通勤手段
- ・ 大学路線の利用状況

- ・ 大学路線の運行サービスに対する満足度

表2 大学アクセスバス路線の概要

項目	起終点間距離	運行時間帯（平日）	運行本数（1時間当たり）			ノステップ車充当比率
			朝夕通勤時	日中	夜間	
路線1	2.2km	6～21時台	9～20	14～18	5～10	0%
路線2	5.6km	6～22時台	5～7	4～5	2～5	約80%

3.2.2. 大学路線アンケートの結果

アンケート回答者は55名（男性36名、女性19名）であり、年齢構成は20代が15%、30～40代が72.5%、50代が20%である。回答者の85%が自動車（四輪）の免許保有者を保有し、二輪・原付を合わせた免許保有者は90%以上であった。

それらの職員の通勤における大学へのアクセス手段を図5に示す。鉄道線1を利用するとの回答が最多数であり、また鉄道線2、鉄道線3を利用する人の多くはA駅で鉄道線1またはバス路線1に乗り換えるとみられる。バスを利用する人は全回答者数の約1/3であり、鉄道が整備された地域でありながら、バスを利用する人が比較的多いといえる。利用路線のほとんどは路線1であり、鉄道利用との複数回答が圧倒的に多い。一方、本アンケートの範囲では、自家用車を利用するという回答は皆無であった。

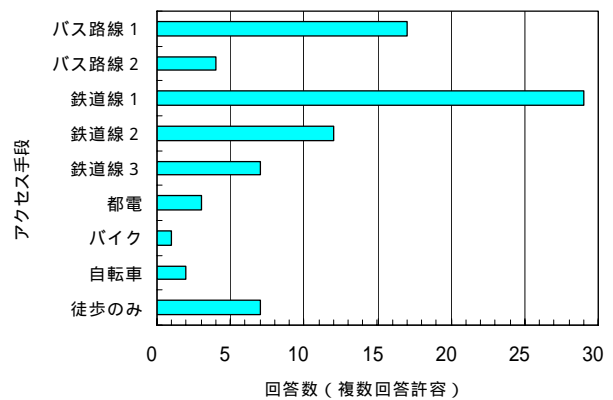


図5 大学への通勤時のアクセス手段

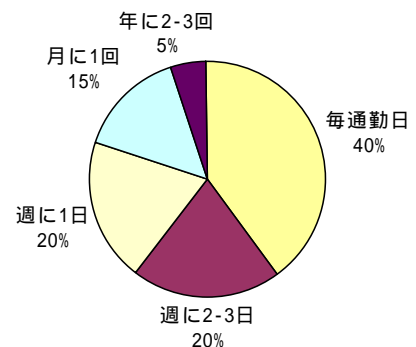


図6 大学への通勤アクセスにバスを利用する頻度

図5におけるバス利用者の大学路線利用頻度を図6に示す。毎日利用する人が約4割であるが、週に1～3日の利用者もほぼ同数を占め、それ以下の利用頻度も2割程度みられる。これは勤務日数の個人差もあるが、通勤手段を固定せず、場合によって交通機関を使い分けるケースが少なくないためと考えられる。

上記のバス路線1の利用者の運行体制に対する利用者の評価を図7に示す。運行本数と運行経路に関する評価は非常に高く、その他の項目についても概ね満足が得られているが、所要時間、終発時刻や混雑度に関しては多少不満がみられる。総合的な評価としては、70%以上が大変満足、あるいは満足と回答しており、自家用車利用の制約と旺盛な需要に支えられた短距離の高頻度運行がバスの特長を最大限に発揮している好例とみることができる。

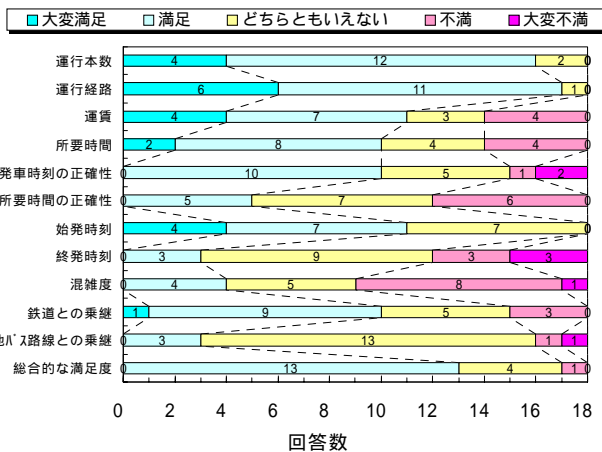


図7 大学路線1の運行体制に対する利用者の評価

3.3. 都区内および隣接地域対象の一般アンケート

3.3.1. 一般アンケートの手法条件と条件

アンケート対象者は東京23区、多摩東部、横浜市、川崎市、さいたま市、千葉市の在住者とし、そのうち通勤・通学者についてはそれらの地域に通っている者に限定した。回答者の募集、設問の配布、回答の回収はインターネット調査会社のサービスを利用した。予備調査により310名を募集し、これに上記の大学職員を加えた365名を対象として、バス路線を特定せず、個人情報の他、主に下記に関する設問を設定した。

- ・通勤、通学の移動手段
- ・路線バスの利用状況
- ・路線バスの運行体制に対する満足度
- ・路線バスの車両・乗り心地に対する満足度

- ・路線バスへの不満、改善要望
- ・バス遅延の許容範囲

3.3.2. 一般アンケートの結果

一般アンケート回答者の60%が男性、40%が女性であった。その年齢構成を図8に示す。前述の大学職員に比べて若年層や中・高齢層の比率が高い。職業は会社員40%、学生18%、自営業11%等である。それら回答者の80%弱が自動車の免許を有し、64%が自動車、14%がバイクを個人または家庭で保有している。

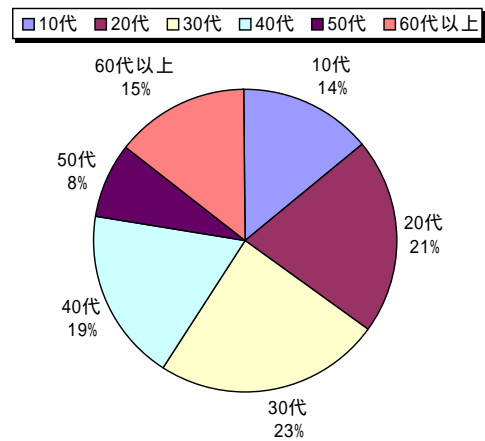


図8 一般アンケート回答者の年齢構成

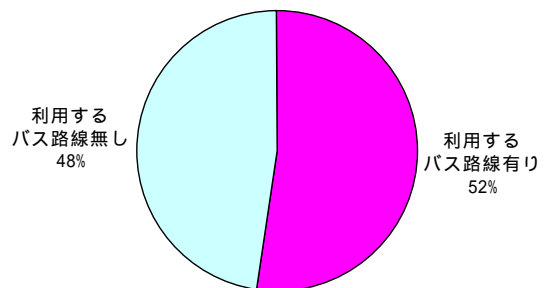


図9 利用するバス路線の有無

利用する路線バスの有無の回答結果を図9に示す。路線バスを利用する人と、全く利用しない人が約半数ずつを占めている。その中で、前者の人が各々の路線のバスを利用する頻度を図10に示す。週に2～3日利用する人が約4割である一方、ごくたまにしか乗らない人も同程度を占めている。利用時間帯の運行頻度は1時間あたり6本以上のケースが過半数であった。

路線バスの利用による行き先を図11に示す。最寄り駅へのアクセスが圧倒的に多く40%近くを占め、通勤先や商業施設がこれに続く。したがって都市域では

前述の大学路線と同様、鉄道との連携が重要である。

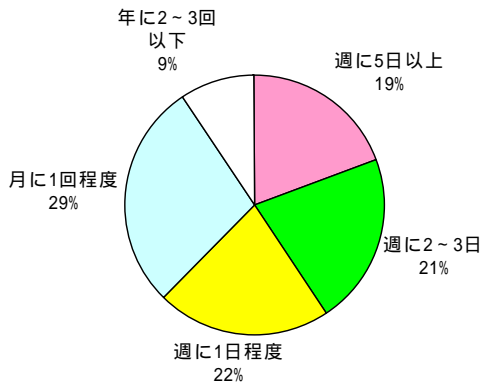


図 10 路線バス利用者の利用頻度

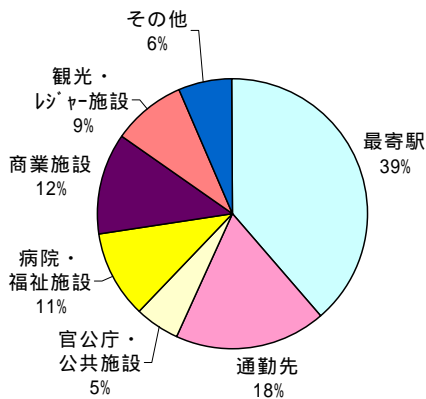


図 11 路線バス利用による行き先

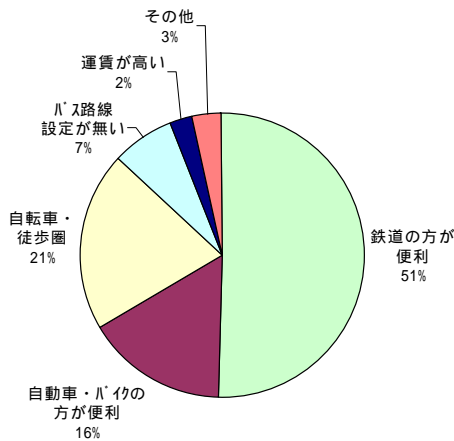


図 12 利用するバス路線が無い理由

また、「利用するバス路線が無い」との回答理由を図 12 に示す。「鉄道の方が便利」が約半数を占め、続いて「自転車・徒歩」が多い。大都市域であるため、自動車保有の影響はかなり小さい。一方、「バス路線の設定が無い」の回答が7.4%あり、適切な路線新設により新たな利用者が発生する可能性を示している。

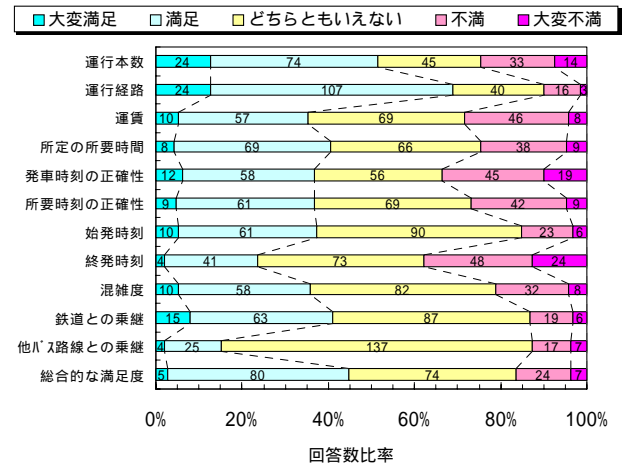


図 13 バス運行体制に対する一般回答者の評価

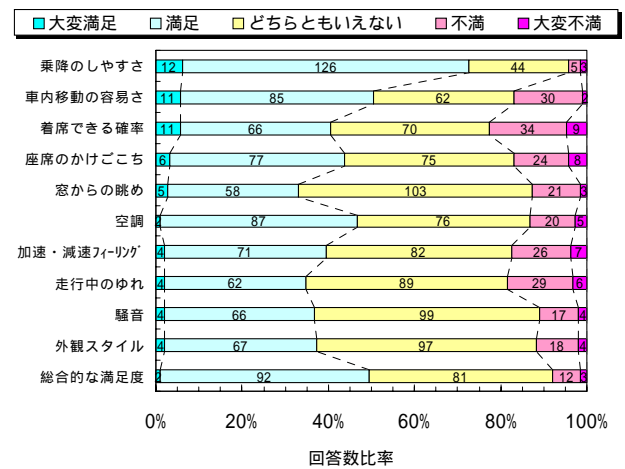


図 14 バス車両に対する一般回答者の評価

バスの運行体制に関する一般回答者の満足度の評価を図 13 に示す。満足度は概して図 7 の大学路線 1 よりやや低く、特に時間的な正確さ、終発時刻、運賃、所要時間等についての不満が少なくない。統計解析の結果、総合的な満足度との相関性が高い項目は、発車時刻、所要時間の正確さや、運行本数の多さであった。同様に、バス車両に対する評価を図 14 に示す。乗降のしやすさに関しては満足度が高いが、不満が目立つ項目としては、着席できる確率や加減速のフィーリング、走行中の揺れが挙げられている。車両面での総合的な満足度と相関性が高い項目は、乗り心地や騒音に関するものであったため、運転技術の向上だけでなく、従来のエンジン駆動方式の改良や、電気動力方式の導入等が必要であると考えられる。

路線バスに対する改善要望を図 15 に示す。要望は多項目にわたるが、時間の正確性、運行本数、運賃、運行時間帯が上位を占めている。

バス運行の遅延を許容できる範囲に関する回答結果を図 16 に示す。「10 分以内」がほぼ半数以上を占め、特に最寄り駅や通勤先のアクセスに関しては要求が厳しく、「5 分以内」が 40%以上となっている。

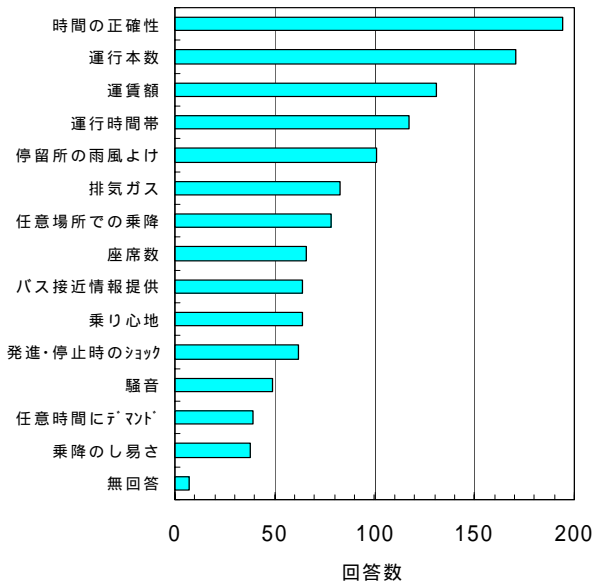


図 15 路線バスに対する改善要望

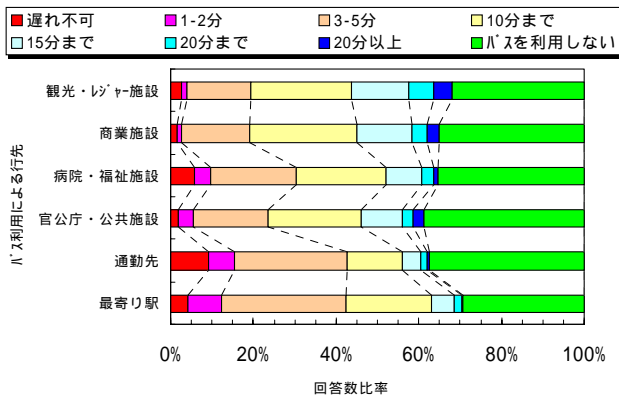


図 16 バス運行の遅延を許容できる範囲

4. 路線バスの実乗調査

図 1 の大学路線を例として、調査員がバスに乗客として、片道 12 回ずつ繰り返し乗車して、発着時刻、乗車人数、着席状況などを観察した。これによって得られたデータをアンケート結果と対比した。

時刻表の所定発着時刻からの遅延状況を表 3 に示す。路線 1 は短距離のため遅延時間は比較的少なく、図 16 の許容範囲をほぼクリアしているが、路線 2 では最大 15 分近い遅れが生じている。そのため、本数の少なさも相まって、B 駅から大学への通勤手段とする人は少数に留まっていると考えられる。

表 3 大学路線における遅延状況 (日中時間帯)

遅れ時間 (min:sec)	バス路線 1		バス路線 2	
	A 駅 大学	大学 A 駅	B 駅 大学	大学 B 駅
最大遅れ	6:36	4:28	14:37	8:07
平均遅れ	1:20	0:53	4:28	2:28

停留所間を単位とした車内の乗客数の分布を図 17 に示す。路線 1 は大学方向への乗客が多く、閑散時と混雑時の差が大きい。路線 2 は常に乗客数が多く、座席数 (ノンステップ車は約 30) を超える場合も多い。

60 歳代後半以上とみられる高齢者の比率は、路線 1 は約 20%、路線 2 は約 40%であった。ノンステップ車の比率が高い路線 2 における車内の高齢者の乗車状況を図 18 に例示する。乗客の多い区間では高齢者も立席乗車を余儀なくされ、また車両後部のノンステップ域外に、2 ~ 3 段の途中段差を越えて、常に数名の高齢者が着席している状況が観察された。

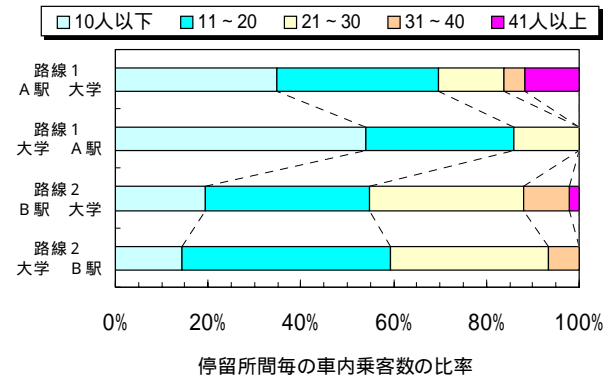


図 17 大学路線における車内の乗客数の分布

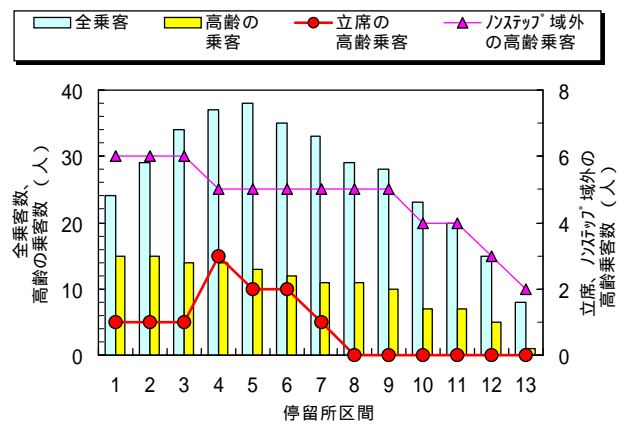


図 18 路線 2 の車内における高齢者の乗車状況例

5. まとめ

- (1) GISソフトウェアによる需要予測の精度向上のため、非居住地域除外や路線競合分析を検討した。
- (2) 大都市域を対象とした路線バスに関するアンケート調査を実施し、バスに関する意識を把握した。
- (3) 実乗調査を行い、アンケート調査と対比した。