

トラフィックレコーダデータに基づく大学生のバス利用離れの要因分析*

Seasonal decrease analysis of bus use of the college students using traffic recorder data*

徳永幸之**・兼田雅青***

By Yoshiyuki TOKUNAGA**・Masaharu KANETA***

1. はじめに

地方都市における大学生の通学手段をみると、入学当初においては公共交通利用も多いものの、学年進行とともにバイクや車を保有し、さらに公共交通非沿線へ転居する学生が多いことにより、公共交通利用は急速に減少している¹⁾。その結果、駐車・駐輪場不足、渋滞、交通事故多発といった問題を招いている。このような問題に対して、外井²⁾はパーソントリップ調査データから通学交通量予測を行い、バスの輸送力不足やピーク集中を緩和する授業時間割への工夫の必要性を指摘している。しかし、実際のバス離れは春先から夏休みまでの短期間に起こっており、それが毎年繰り返されていることから、バス事業者は春先の需要に合わせたサービスを提供する意欲を失い、春先の供給不足による積み残しや遅れといったバスサービスの低下がバス離れを助長するという悪循環に陥っていると考えられる。

このような問題に対して、従来のバス事業者は十分な現状把握とそれがバス離れに与える影響の分析を行ってきたとは言いがたい。すなわち、路線別の輸送実績データを用いた分析だけでは、時間帯別の混雑や遅れの実態を把握することもできない。近年になって、乗降者数や運行時刻を記録する装置を車載し、時間帯別の乗降者数や遅れの実態を把握している事業者もあるが、それらが需要変動に与える影響まで分析している事例は、筆者が知る限りない³⁾⁴⁾。また、積み残しなどにより逸走した需要や潜在的なニーズとの乖離を把握するには、それらの現象を抽出し、分析する手法も開発する必要がある。

そこで、本研究では春先から夏休みにかけて急速に起こる大学生のバス離れの現象に着目し、バスの輸送力不足やニーズとダイヤのずれをバス運行実績データから抽出する手法を提案し、それらがバス離れに与える影響について分析を行う。



図-1 分析対象バス停

2. 使用データと分析対象概要

バスの利用実績の把握には、バス停での扉開閉時刻、乗降人数等が記録されたトラフィックレコーダデータを用いる。トラフィックレコーダは、仙台市交通局が2000年度に試験導入、2001年度から全車両で本格運用しているもので、案内放送装置と連動し、乗降人数は整理券発券枚数及びバスカード処理数で、降車人数は降車口（前扉）ステップに設置されたセンサーでカウントするものである。

大学生のバス利用実態を把握するため、仙台市内で沿線の大学生数が最も多い青葉台・宮城大線沿線の東北大学川内・青葉山南キャンパス（以下、キャンパスをCPと略す）および宮城教育大学の3停留所を中心に分析を行う。また、比較対象として仙台市内4大学の4停留所も対象とした（図-1参照）。分析対象期間は2001年4月～2006年3月の6年間の平日データを用いた。

潜在的なニーズとの乖離を分析するためには、バス利用者以外も含めた学生の行動特性を把握する必要がある。学生の行動特性把握には2000年12月に実施した東北大学交通実態調査を用いた。本調査は、学生の1日の行動、バイク・車などの保有時期、転居状況、公共交通利用に対する意識などについて調査したもので、全学生14,678人を対象とし、4,051票（回収率28%）の回答を得た。

*キーワード：公共交通計画，計画情報，公共交通運用

**正員，工博，宮城大学事業構想学部事業計画学科

(〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑1，

TEL/FAX 022-377-8349)

***正員，福島県南会津建設事務所

3. バス利用者数の季節変動

(1) バス停別利用者数の変化

図-2 は宮城教育大学停留所での利用最小月の乗車人数を100%とした利用率の月別推移を示している。ここで、利用最小月は毎年9月及び3月であり、大学の長期休講期間にあたるため、利用者は大学教職員等固定層と考えられることから、この図は学生の利用波動と見ることができる。2006年4月時点では280%あったものが、7月までに250%まで減少し、夏休み明けの10月は230%にまで減少している。このような変動は多少の違いはあるが毎年繰り返されており、翌年4月には需要が回復していることから、主として新入生の季節変動と考えられる。なお、12月、1月に増加している年もあるが、これは降雪や積雪により一時的な利用増加の影響と思われる。

このような季節変動は、宮教大停留所だけでなく、仙台市内各大学の最寄バス停で見られる現象である。表-1は各大学キャンパス最寄バス停での4月の乗車人数に対する10月の乗車人数の増減率と、利用が最大となる時間帯に発着する便の平均乗車率を示したものである。表では2001年度と2006年度の増減率及び乗車率のみを載せているが、その他の年度もバス停ごとにほぼ同様の数値となっており、この6年間ほぼ同様の状況を繰り返している。平均乗車率が40%を超える路線は市内でも有数の混雑路線であり、東北大学川内CPや宮城教育大学では入学当初はバスを利用するがサービスレベルに不満を感じ、定着する前に他の手段へ切り替えてしまう学生が多いと考えられる。特に東北大学川内CPの減少率が高いのは、東北大学の全1,2年生が通学するため、新入生の影響が顕著に表れるためと考えられる。また、東北工業大学の減少率が高いのは、男子学生が多く、丘陵地であることからバイクへの転換が多いためと考えられる。

(2) 便別利用者数の変化

図-3は東北大学川内CP最寄りバス停における2006年4月と10月の便別平均降車人数を比較したものである。まず、4月の降車人数分布を見ると、8:00~8:30、9:30~10:00にピークが見られる。これは、仙台駅から川内CPまで約15分であることから、8:50及び10:30の授業開始時刻に合わせた利用者が多いことを示している。しかし、10月にはこの利用者の多い便の利用者が減少しており、ピークがカットされた分布に変化している。この分布を東北大学交通実態調査におけるバス利用者以外の分布型と比較すると、4月はほぼ同様の分布型になっているのに対し、10月は明らかにピークが潰れており、混雑時間帯の利用者が混雑や積み残しなどを嫌ってバス離れを起こしている可能性が高いと考えられる。そこで、次章では4月から10月にかけての大学生のバス離れについて、

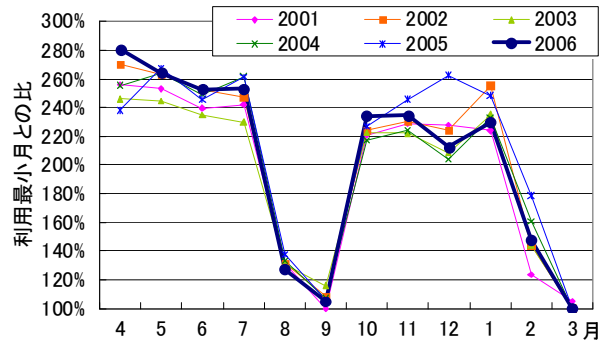


図-2 宮教大停留所の乗車人数月別推移

表-1 最寄バス停の利用増減率(4→10月)とピーク乗車率

大学名	利用増減率		時間帯最大乗車率	
	2001年	2006年	2001年	2006年
東北大学川内CP	-25.9%	-26.4%	55.3%	51.8%
宮城教育大学	-10.1%	-10.3%	45.3%	48.2%
東北工業大学	-13.1%	-20.8%	26.0%	25.5%
東北薬科大学	-10.2%	-9.7%	28.2%	34.1%
東北福祉大学	-8.6%	-2.7%	42.3%	42.6%

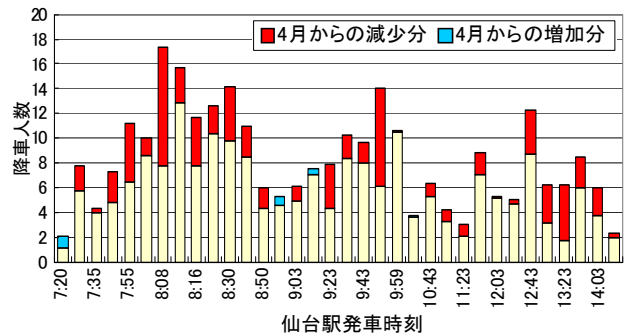


図-3 便別利用者数の変化(東北大川内CP:2006年)

混雑などの要因との関係について分析していく。

4. バスサービスと季節変動の関連分析

(1) 混雑と遅れの関係

図-4は2006年4月における東北大学川内CPバス停での便別の乗車率(車両定員に対する車内乗客数)と到着遅延時間をプロットしたものである。仙台駅~東北大学川内CPは時刻表上の所要時間は約12分であり、6分以上の遅れは相当大きな遅れと言える。乗車率と遅延時間の間には比例関係が認められ、乗車率が高い便ほど大きな遅れが生じやすいことを示している。特に、乗車率が70%以上になると遅延が急激に増加する傾向を示している。これは、乗降人数が増加することで乗降に伴うバス停停車時間が長くなるだけでなく、混雑によって車内移動に時間を要するようになるためと考えられる⁴⁾。このように、4月の各大学CP最寄りバス停では混雑と遅れ

が同時に発生することで相乗的にサービスレベルを低下させていると言える。

(2) 混雑と積み残しの関係

図-5 は 2006 年 4 月における東北大学川内 CP バス停での便毎の乗車率と車内乗客増加数（乗車人数－降車人数）をプロットしたものである。4 月、10 月とも乗車率が高くなると車内乗客増加数も多くなる傾向があるが、この路線は東北大学青葉山南 CP 及び宮城教育大学が近接し、授業開始時刻も共通のため、同じ便に利用者が集中する傾向があることを表している。しかし、川内 CP バス停到着直前の乗車率が 70%を超えると車内乗客増加数が少なくなる傾向がみられる。これは、車内混雑のためにバス停で待っている人全員が乗り切れない、いわゆる積み残しが発生している可能性を示すものと考えられる。図-6 は 10 月の乗車率と車内乗客増加数を示したものであるが、4 月に比べ乗車率 70%以上の便が減少しており、積み残しが減少していることが窺える。

ここで、乗車率が 75%以上に達した便では積み残しが発生したもとして、各便毎に 1 ヶ月間で乗車率が 75%を超えた便の割合を「積み残し発生率」と定義し、2006 年 4 月における東北大学川内 CP バス停での便毎の平均乗車率と積み残し発生率をプロットしたのが図-7 である。この図から平均乗車率が 40%を超えると急激に積み残し発生率が上昇しており、表-1 で時間帯平均乗車率 40%を超える東北大学川内 CP、宮城教育大学、東北福祉大学では相当の積み残しが発生している可能性が高いことが明らかになった。

(3) 混雑・遅延と利用者減少の関係

混雑や遅延などのサービスレベルが利用者減少に与える影響を明らかにするため、次式で表される非線形重回帰モデルを構築した。

$$y = a_0 \cdot x_1^{a_1} \cdot x_2^{a_2} \cdot x_3^{a_3} \cdot x_4^{a_4} \quad (1)$$

ここで、 y : 降車人数減少数 (人)

x_1 : 平均降車人数 (人)

x_2 : 最大遅延時間 (秒)

x_3 : 大学生利用率

x_4 : 女子学生比率

a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 : パラメータ

降車人数減少数は4月から10月にかけての便毎の減少数、平均降車人数と最大遅延時間は4月1ヶ月の便毎の平均降車人数及び最大遅延時間である。大学生比率は、大学長期休講中の9月の利用者を大学生以外の利用者と仮定したときの4月の大学生比率とした。女子学生比率は、web公表データに基づく各大学・CPにおける女子学生の比率である。

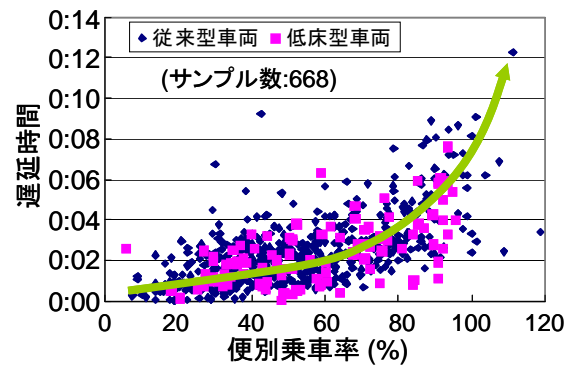


図-4 乗車率と遅延時間の関係 (川内CP:2006年4月)

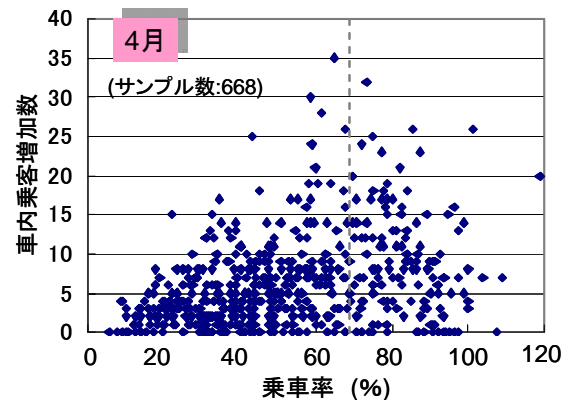


図-5 乗車率と乗客増加数の関係 (川内CP:06年4月)

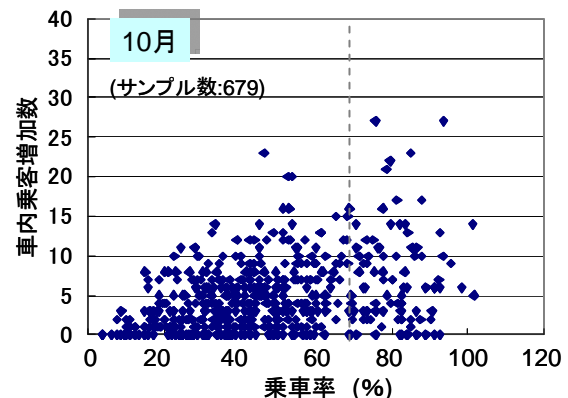


図-6 乗車率と乗客増加数の関係 (川内CP:06年10月)

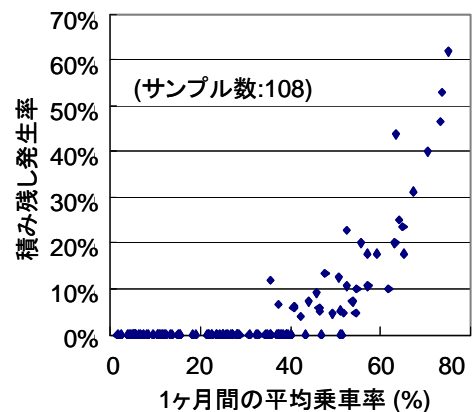


図-7 平均乗車率と積み残し発生率の関係

表-2 利用減少人数推定モデルの推定結果

説明変数名		偏回帰係数 (t値)
平均降車人数 (人)	a_1	0.77 (5.56)
最大遅延時間 (秒)	a_2	0.18 (0.65)
大学生利用率	a_3	0.40 (3.24)
女子学生比率	a_4	-0.43 (2.42)
補正係数	a_0	6.75 (1.23)
修正済決定係数		0.83

図-1に示した仙台市内4大学7キャンパスの最寄りバス停のデータを用いてパラメータを推定した結果を表-2に記す。大学生比率が高く、女子学生比率が低いほど遅延がひどいほどバス離れを起こしやすいと言える。また、最大遅延時間が大きいとバス離れを起こしやすくなると言えそうである。なお、積み残し発生率も説明変数として考慮したが、有意な変数とはならなかった。

5. 大学生のバス離れ防止策の検討

図-8は青葉台・宮教大線の3キャンパス最寄りバス停の時間帯別降車人数分布である。この3キャンパスはバスでそれぞれ5分程度の距離であり、授業開始時間が同じであるため、同じ時間帯に利用者が集中してしまう。その結果、図-9の現状に示すように、ピーク時には遅延や積み残しが発生しやすい乗車率70%を超えている。対策としてはまず増便が考えられるが、現状でも赤字の路線においては事業者としてこの方策を採ることは難しい。そこで、青葉山南CPの授業開始時刻を30分、川内CPの授業開始時刻を60分繰り下げることで、ピーク時間帯をずらす方策を考えた。そのときの乗車率は図-9の繰り下げ後のようにピーク時間帯の乗車率を65%に低下させることができた。

この授業時間繰り下げによる乗車率の低下による遅延時間の減少を徳永⁴⁾らが推定した車内混雑を考慮したバス乗降時間の推定式で算出すると約3.2分減少することになる。この遅延減少を(1)式の利用減少人数推定モデルに代入すると最混雑便で約24%の利用減少防止効果があると推定された。

6. おわりに

本研究では逸走しやすいバス利用客層である大学生の行動特性とバスサービスに着目し、トラフィックレコーダデータを用いてその現状を明らかにするとともに利用者減少の要因を分析した。その結果、利用の集中する時

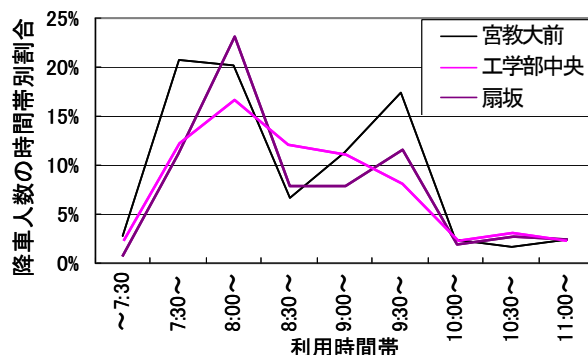


図-8 各バス停の時間帯別降車人数分布

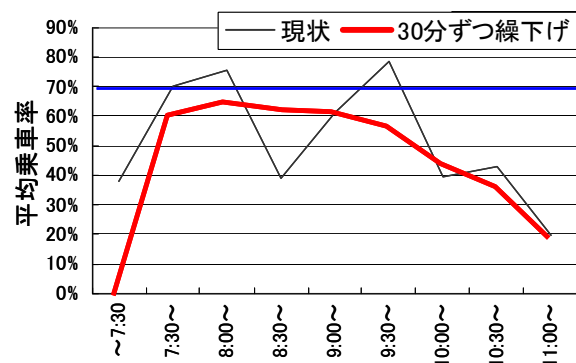


図-9 時間帯別降車人数分布

間帯で混雑と遅延、さらには積み残しが発生していることを明らかにすることができた。また、利用者減少推定モデルを構築することによって、これらが4月から10月にかけての大学生のバス離れの要因になっていること明らかにした。バス離れ防止策として、近接キャンパスで授業開始時刻をずらし、混雑と遅延の緩和を図ることでバス離れを抑制する効果があることを示すことができた。

参考文献

- 1) 烏頭尾昌宏, 徳永幸之: 学生の居住地・交通手段保有遷移を考慮したTDMパッケージ施策評価, 都市計画論文集, No. 38-3, pp. 487-492, 2003.
- 2) 外井哲志: 九州大学新キャンパスの交通計画, 土木計画学研究・講演集, No. 26, CD-ROM, 2002.
- 3) 中村文彦・新谷洋二・太田勝敏: バス運行実績データを用いたバス運行状況に関する分析, 土木学会年次学術講演会講演概要集, No. 41, pp. 247-248, 1986.
- 4) 徳永幸之・王紹鵬・上野俊介: バス低床化が運行効率に与える影響分析, 交通工学, vol. 42, No. 5, pp. 43-52, 2007.