

バス輸送システムの改善による交通環境改善の分析*

Analysis of Traffic Environmental Improvement by Modification of Bus Transportation System*

繁野祐治**・森本章倫***・古池弘隆****

By Yuji SHIGENO** , Akinori MORIMOTO *** and Hiroataka KOIKE ****

1. はじめに

近年の急激なモータリゼーションの進展に伴い、地球環境問題は年々深刻さを増している。その中で、交通部門のCO₂排出量は国内総排出量の約2割を占めており、2003年度CO₂排出量は交通部門でみると前年度比で0.8%減少したが、削減目標17%（2002年）を達成するには更なる対策が必要である¹⁾。特に乗用車の性能は向上しているものの、実走行燃費は試験値よりも下方で推移しており、自動車技術の革新のみで環境改善へ対応することの困難さが伺え、削減目標達成には自動車交通量の削減が望まれている。

現在、国土交通省では『環境的に持続可能な交通モデル事業』として環境負荷を低減するため、公共交通機関の利用促進や自動車交通流の円滑化等を挙げている。その中では、通勤交通マネジメントやLRTの整備、バスの活性化等が挙げられている。

環境負荷低減の方策を検討するために、既存研究では実在ネットワーク上での自動車交通の円滑化を推計している²⁾。また、バスの分担率が変化した場合のリンク交通量の変化が推計されている³⁾。しかし、バス混入による交通流の変化が環境負荷へ与える影響については分析されていない。また、新たなバスシステムとしてRTSやBRT⁴⁾などの海外導入事例の整理等もなされている。

バスは交通流の影響を受けやすく、鉄道と異なりダイヤの乱れが生じやすく利用率の低迷が続いている。しかし、バスの輸送能力は乗用車よりも優れており、乗車人員の増加は自動車交通量を減少させ環境負荷の低減に効果があると考えられる。そこで本研究では、自動車の代替交通手段となりうる公共交通機関の中のバスに着目し、走行環境改善等による環境負荷低減効果をミクロ交通流シミュレータを用いて把握することを目的とする。

*キーワード：交通流、公共交通運用、地域環境問題

**学生員、宇都宮大学大学院工学研究科建設学専攻

(栃木県宇都宮市陽東7丁目1番2号

TE L 028-689-6224、FAX 028-689-6224)

***正会員、工博 宇都宮大学工学部

****フェロー、Ph.D 宇都宮大学工学部

2. 分析の概要

(1) 分析シナリオの設定

はじめに、バス混入による環境負荷への影響を交差点部で阻害要因なし、バス停設置、路上駐車がある場合の3パターンを推計する。次に、バスの走行環境改善施策として路上駐車排除、バス専用レーンの設置、バス利用者数変化の3パターンの環境負荷低減効果を仮想ネットワークを用いて推計する。さらに推計結果を参考に実在するネットワークを用いて施策実施効果を推計する。

(2) 使用シミュレーションモデルについて

バス混入による環境負荷への影響を検証するため米国運輸省高速道路局のモデル「TSIS (Ver.5.1)」の構成要素である都市交通用ミクロシミュレーションモデル「NETSIM」を利用する。バスのパラメータとしては路線、バス停(位置、滞留時間)、運行時間帯、バス車頭間隔の4つがある。

(3) 仮想ネットワークの設定

図-1に示した片側2車線の仮想ネットワークを用いて交通流にバスが混入した場合についてシミュレーションを実施した。

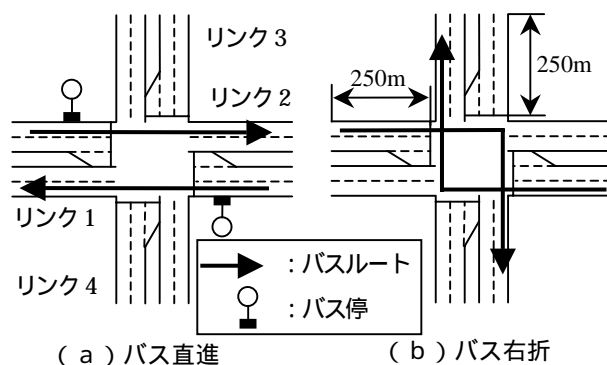


図-1 交差点部の仮想ネットワーク

リンク長を各リンク250m、自由走行速度は60 km/hとした。大型車混入率を10%に設定し、各リンクの流入交通量を200台/hずつ交通容量を超えるまで変化させた。信号は流入交通量が800台/hを基準として設定し

サイクル長 120 秒、スプリット 0.367 とした。バスについては、バス混入率がリンク流入交通量に対して 1% になるように車頭間隔を設定した。バス停はリンク 1, 2 の停止線から手前 5 m と 10 m の位置に設置し、バス停車時間は乗降人数が 5 人と 10 人の場合を考え算出した。例えば、流入交通量が 1000 台/h の場合、100 台が大型車で、そのうち 10 台をバスと設定した。

(4) シミュレーション結果

リンク上にバス停が設置された場合、バス混入による交通流への影響が見られた(図-2 参照)。しかし、バス停が設置されても交通量が少なく停車中のバスを避けるための車線変更を容易にできる場合には後続車両は停車せずにバスを避けて走行できるため、バスから受ける影響は燃料消費量の増加率が 1% 以下であり非常に小さい。また、バス停での停車時間が長い程、後続車両へ長時間影響を与え続けるため交通流に与える影響は大きくなる。流入交通量が 1200 台/h で乗降人数が 10 人の場合において、燃料消費量の増加率が高い。これは、バスが混入していない場合の交通流に比べ、渋滞長が増加したためである。

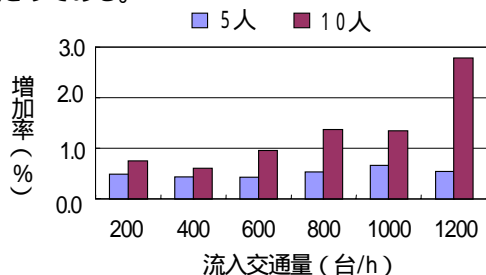


図-2 バス停設置による燃料消費量の増加率

3. 走行環境改善による環境負荷への影響

バスの走行環境改善施策として、路上駐車車両の排除、バス専用レーンの設置、利用率の向上、バス運行台数の削減の 4 施策を実施することによる環境負荷低減効果を推計する。シミュレーションには図-1 (a) に示す仮想ネットワークを用いる。

(1) 路上駐車車両の排除

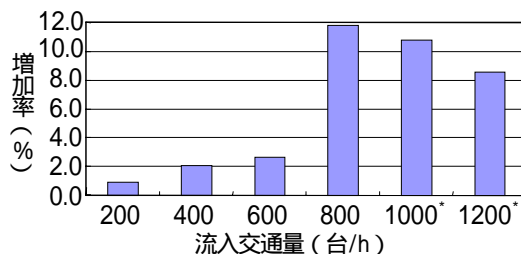
a) 分析方法

バスルート上に路上駐車車両が存在する場合についてシミュレーションを実施した。路上駐車車両は停止線から手前 5m の位置に設置し、駐車時間は 60 分とした。路上駐車車両はリンク 1 にのみ設置した。

b) シミュレーション結果

図-3 は路上駐車が無い場合と比較し、ある場合にどのくらい燃料消費量が増加したかを示したものである。路上駐車車両が存在することによって燃料消費量が増加することが確認できた(図-3 参照)。また、交通量の増加とともに燃料消費量の増加率が高まっている。これは

交通量の増加とともに路上駐車車両を避けるための車線変更が困難になり、停車時間が増加したためであると考えられる。流入交通量が 800 台/h 以降では流入交通量の増加とともに燃料消費量の増加率が低くなっているが、これは渋滞長がリンク流入部まで伸びてしまい車両が流入しきれなかったためである。



*: 渋滞により車両が流入し切れなかったケース

図-3 路上駐車がある場合の燃料消費量増加率

(2) バス専用レーンの設置

a) 分析方法

バス走行リンクの車線を増設してバス専用レーンとした場合のシミュレーションを実施した。左折車のバス専用レーンへの進入は右折専用レーン開始位置と同じく、停止線から 85 m とした。バス停は停止線から手前 5m に設置し乗降人数を 10 人として推計した。

b) シミュレーション結果

車線を 1 車線増設してバス専用レーンを設置することで燃料消費量を削減できることが確認できた(図-4 参照)。流入交通量 1000 台/h までは、流入交通量の増加と共に緩やかに増加している。これは交通量の増加に伴って、バスがバス停で停車することによる影響の排除効果が高まるためである。緩やかな増加傾向を示すのは、バス停設置による燃料消費量増加率が流入交通量 1000 台/h までは 1% 前後で小さいためであると考えられる(図-2 参照)。流入交通量 1200 台/h ではバス停設置による交通流への影響が大きかったため走行環境改善効果が高まり、燃料消費量削減効果も高まったと考えられる。

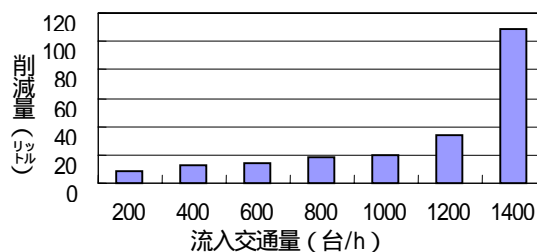


図-4 バス専用レーン設置による燃料消費量削減量

c) 燃料消費量削減のメカニズム

ここで得られた削減効果は、2つの要素による削減効果の和であると考えられる。1つ目の要素はバス専用レーンを設置した効果である。図-5に一般車線をバス専用レーンに転換した場合の燃料消費量の変化を示す。これにより、バス停での停車による後続車両への影響が左折車に限られる。そのため、バスが発進するまで停車したり

停車中のバスを避けるために車線変更のタイミングを待ったりといった燃料消費量を増大させる挙動をとる車両が大幅に減ると考えられる。また、左折時における減速による影響を後続車に与えなくなり交通流が円滑になる。これらの要因により削減効果が得られる。しかし、この削減効果は交通量の増加に伴って低下する。交通量が増加すると左折車両の台数も増加し、停車中のバスから影響を受ける車両台数が増加する。また、停車中のバスを避けるための車線変更が他の車線の交通量の増加に伴って困難となり、停車時間が増加する。さらに、バス専用レーンの設置は交通容量を低下させるため、渋滞が発生していなかった交通流において渋滞を発生させてしまう可能性がある。図-5では、流入交通量1200台/hにおいて渋滞長を増加させており、燃料消費量が大きく増加していることを示している。

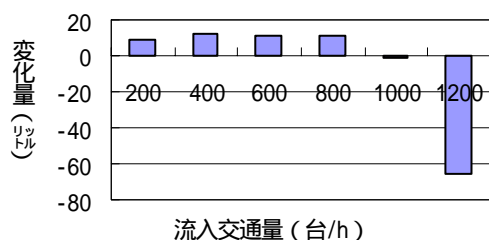


図-5 2車線中1車線がバス専用レーン (要素1)

2つ目の要素は、車線数の増加による効果である。図-6にバス専用レーンを設置せずに1車線増設した場合の燃料消費量削減量を示す。1車線増加することで交通密度が低下するので車両相互の影響が小さくなり、無駄な加速・減速を行う必要がなくなり燃料消費量の削減につながる。しかし、この要素における燃料消費量削減効果は交通量が少ない場合では小さい。これは、もともと混雑していない場合では車両相互の影響も小さく、車線を増設しても変化がほとんど無いためである。従って、この要素における燃料消費量削減効果は交通量が多く、混雑している交通流において大きな効果が得られると考えられる。

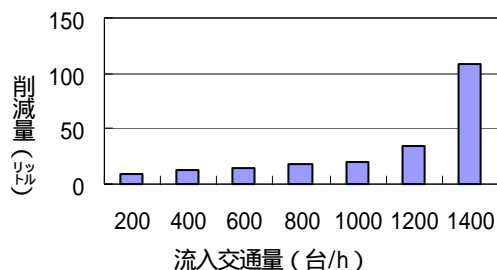


図-6 3車線中バス専用レーンは無し (要素2)

(3) 自動車からバスへの乗り換え

a) 分析方法

バスの利用を促進する施策が実施され自動車利用者の5%がバスへ乗り換えたと仮定し、乗り換え前後の交通流についてシミュレーションを実施した。なお、バスの台数については乗り換え前後で変化させていない。つま

り、自動車台数が5%減少しバス利用者が増加した場合を想定している。

b) シミュレーション結果

自動車利用者の5%がバスに乗り換え、自動車台数が減少することで燃料消費量の削減が確認できた(図-7参照)。また、その削減効果は流入交通量200台/h以外の場合において期待削減率を上回っている。ここで期待削減率とは、バスへ5%転換する前の交通流における乗用車1台あたりの燃料消費量から算出したもので、車両減少分だけの削減効果を示している。期待削減率を上回る削減効果が得られたのは、5%の乗用車台数が減少したことにより交通密度が低下し、車両相互の影響が緩和されたためであると考えられる。流入交通量1400台/hでは削減効果が高まっている。この交通流では自動車から乗り換えが起こる前の交通流において渋滞が発生していたが、乗り換えが起こり車両台数が減少したことで渋滞長が減少し、大きな効果が得られたと考えられる。流入交通量200台/hにおいて削減率は期待削減率を下回った。これは、乗用車が減少したことによって大型車が自由に加速できるようになったことで加速時間が増加し、燃料消費量が増加したためであると考えられる。

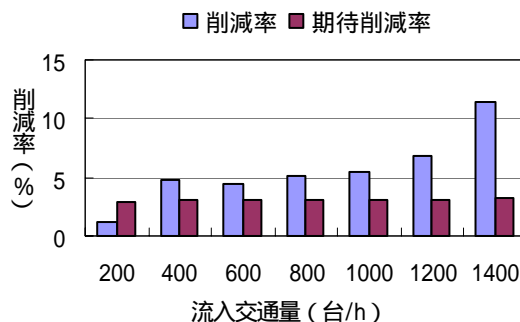


図-7 5%転換時の燃料消費量削減率 (%)

(4) バスから自動車への乗り換え

a) 分析方法

近年、バス利用率の低迷が続いておりバス路線の縮小・廃止が進んでいる。そこで、バス利用者がバス路線の縮小により自動車に乗り換えた場合についてシミュレーションを実施した。

ここではこれまでのシミュレーションとは異なり、交通量を変化させてもバスの走行台数は一定とした。また、乗り換えた人は乗用車に乗るものとし大型車台数が変化しないように設定した。バス台数については縮小前が1路線あたり10台/h、縮小後は2台/h減少させて8台/hとした。また、乗用車は30台/h増加させた。

b) シミュレーション結果

バス台数が削減されることによって燃料消費量の増加が確認できた(図-8参照)。またその増加率は期待増加率を上回った。車両台数の増加により交通密度が高まり車両相互の影響が強くなったためだと考えられる。ここで期待増加率とは、バス台数が減る前の車両1台あた

りの燃料消費量から算出したものであり、車両台数変化分のみの燃料消費量増加率を示したものである。増加率が流入交通量の増加とともに低下している。これは、増加する乗用車台数が一定であるため交通量の少ない場合は車両台数増加の影響が大きく、交通量の多い場合は小さくなるためである。流入交通量 1000 台/h 以上の場合では渋滞が発生し、交通量の増加により渋滞長が増加するため増加率が高まっていると考えられる。

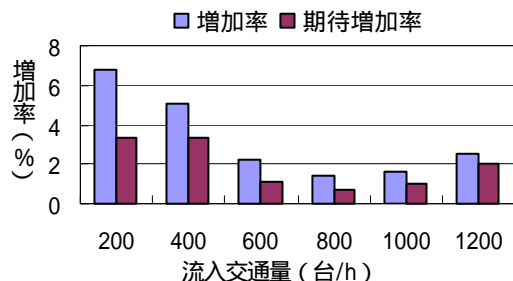


図-8 バス削減時の燃料消費量増加率

4. 公共交通円滑化施策の効果推定

(1) 対象地域について

これまでの仮想ネットワークでの分析結果を踏まえ、図-9 に示す片側 3 車線の実在ネットワークに実交通流を再現したシミュレーションを実施した。対象とする道路は、JR 宇都宮駅から西へ延びる片側 3 車線の道路とした。この道路のピーク時の交通量は約 1100 台/h であり、駅前からの道路ということもあり、バスの通行が激しくなっている。また、慢性的に違法な路上駐車が存在しており、第 1 車線の交通量を少なくしている。シミュレーション上での実交通流の再現性は車線ごとの交通量で評価し、相関係数は 0.989 を得たためシミュレーション上に実交通流を再現できたといえる。



図-9 対象ネットワーク周辺地図

(2) 公共交通円滑化施策の設定

施策は、対象区間は路上駐車が多く第 1 車線の利用率を低下させているため、路上駐車を排除する。バス本数が多いのでバス専用レーンを設置し、自動車からの影響を低減する。バス利用者増加のためにサービスを向上し、自動車からバスへの転換を促す。以上、3 つの施策を単体で実施した場合と組合せて実施した場合の実施効果を推計する。

(3) シミュレーション結果

各施策の実施による環境負荷低減効果が確認できた(表-1 参照)。施策を単体で用いる場合最も効果的なの

は路上駐車の排除、組合せでは全部の場合であった。しかしバス利用者の増加を組合せると、全部の場合と同程度の効果が得られた。これは、施策の実施により交通流の円滑化とともにバスの魅力が向上したことで乗用車からの乗り換えが起こり、交通密度が低下し交通流の更なる円滑化が図られたため、より大きな環境負荷低減効果が得られたと考えられる。

対象区間の流入交通量は約 1100 台/h で、バス専用レーンを設置した場合の燃料消費量削減効果は約 4% である。対して流入交通量が 1100 台/h の仮想ネットワーク上での削減効果は図-4 より約 4% と推定でき、仮想ネットワークを用いた施策実施効果の推定の有効性が伺える。

表-1 各施策の燃料消費量削減効果の推定結果

施策(単体)	削減効果 (%)	施策(組合せ)	削減効果 (%)
路駐排除	10.76	路駐排除+専用レーン	6.02
専用レーン	3.98	路駐排除+利用者増	12.89
利用者増	6.80	専用レーン+利用者増	12.08
		全部	13.41

5. おわりに

本研究ではバス混入が交通流に与える影響、各走行環境改善施策の効果を推定できた。また、仮想ネットワークにおける施策実施効果の推定の有効性が伺えたが、更なるケーススタディによる検証が必要であると考えられる。今後は、シミュレーション内で用いた車両の加速度等のパラメータについて検討していく必要がある。また、交通流が円滑になったことによる誘発交通量についても考慮する必要がある。

謝辞

最後に、本研究は現代文化研究所の受託研究として実施しました。本研究を進めるにあたりご支援ご助力をいただきました交通エコロジー・モビリティ財団の方々、また貴重なデータを提供してくださいました栃木県警察本部交通部交通規制課の方々に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 地球温暖化対策推進本部 HP : <http://www.kantei.go.jp/jp/singi/ondanka/>
- 2) (株)現代文化研究所：「交通環境負荷の小さい都市を実現するための地区レベルの具体策調査」報告書、2004
- 3) 村上篤史，森本章倫，古池弘隆：「地区内交通におけるバスと容積率の関係に関する研究」，土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集 28 巻，pp608-609，2001
- 4) 望月真一・青木英明：「路面走行タイプの新交通システム導入RTS (Rapid Transit System) /BRT (Bus Rapid Transit) /RTT (Rubber Tired Trolleys)」，交通工学vol.39，no.1，pp35-43，2004