

折返し運行を考慮したガイドウェイバス運行シミュレーション分析

名古屋工業大学大学院 学生員○木村 好徳

名古屋工業大学 正員 和田かおる

名古屋工業大学 正員 山本 幸司

1. はじめに

名古屋市では志段味地区開発計画にともない、大曽根～志段味支所間においてガイドウェイバスの導入を計画している。このガイドウェイバスは通常のバスに簡単な案内装置を付加することにより、専用走行路と一般道の双方を走行可能なデュアルモード性を特徴とする新しいバスシステムであり、通常のバスと新交通システムの中間の交通需要に対応する。当面は大曽根～小幡緑地間に高架式の専用路を設け、小幡緑地以降は一般道路を走行する予定となっているが、計画では専用路と一般道を結ぶモードインターチェンジは小幡緑地駅のみに設置され、起点の大曽根駅は高架式のため、地上の一般道へ下りることができない。そこで、本研究では大曽根駅での折返しを含めたガイドウェイバスの運行シミュレーション分析を行う。

2. 運行シミュレーションモデルの概要

ここではシミュレーション言語GPSSを用いた運行シミュレーションモデルの概要および折返しの処理について説明する。

(1) バスのモデル化

ガイドウェイバス志段味線の計画において、開発完了時(2008年)のバス発車時間間隔は朝ラッシュ時1分40秒、昼間時4分、夕方ラッシュ時2分と想定されており、運行本数は1日片道330本である。これをもとにバスのダイヤを定め、各時間帯ごとに発車時間間隔として与える。具体的には、まず、トランザクション(客やバスなど、GPSSにおいてシステム内を動き回る要素)を発生し、発車時間間隔を表す関数をもとにトランザクションを複製してバスを発生させる。発生したバスは始発駅へ進み、発生した時間までに始発駅に並んだ乗客を定員の120%(96人)までの範囲で乗車させ、発車する。駅間の所要時間は加速時2.5km/h/s、減速時3.5km/h/s、最高速度55km/hという設定から求め、終日一定とする。ただし、半径100m未満のカーブ区間では30km/hに減速するものとし、大曽根駅を出て最初のカーブ区間(半径30m)では15km/hとする。中間駅での停車時間

は降車時間、乗車時間および最低停車時間10秒のうち最も長い時間とし、安全間隔として前車の発車後17秒(100m走行に相当)以上経過すれば発車する。

(2) 乗客のモデル化

乗客についてもバスの場合と同様、トランザクションの複製を繰り返すことにより発生させる。乗客の総数は駅間OD表により求め、各時間帯ごとの発生数は地下鉄の実績を参考にしたピーク率をかけることによって求める。これより平均発生時間間隔を計算し、位相2のアーラン分布に従うと仮定して乗客の発生時間間隔を求める。発生した乗客は乗車駅へ向かい、降車駅をパラメータとして与えてバスの到着を待つ。駅に着いた乗客は待ち行列を形成し、バス到着後、バスの乗車人数を調べ、乗車可能ならば乗車する。乗車時間は1.5秒の一樣分布とし、乗車後はバスとともに駅間を走行して、次駅へ向かう。乗客はパラメータとして与えられ降車駅にバスが到着するとともに降車し、その後、システムから消滅する。降車時間は運賃支払いのため、名古屋市の基幹バス出来町線を参考にし、平均2.4秒、位相2のアーラン分布に従うと仮定する。また、地下鉄との接続駅である砂田橋駅および大曽根駅では駅に改札口を設けるため、降車時に運賃精算は行わないことから、降車時間は1.5秒の一樣分布とする。

(3) 折返しの処理

大曽根駅に到着した上りバスは乗客を降ろした後、下りの発車時間まで待機し、その後、下りバスへと向かう。なお、折返し用のループ区間を走行するために最低20秒は必要とする。なお、乗務員の休憩、交代は終点の志段味支所駅で行うため、折返し処理ではこれらを考慮しない。ここで、バスのダイヤは1時間ごとの発車時間間隔で与えているため、時間帯が変わる際、到着バスと発車バスの間隔が異なることによるバスの過剰・不足が予想される。これを防ぐために、下りの時間帯は上りよりも700秒(小幡緑地～大曽根間の走行時間に相当)ずらすこととする。また早朝は始発の上りバスが大曽根駅に到着する前に大曽根駅から下りバスを発車さ

せなければならないので、あらかじめバスを大曽根駅で待機させる必要がある。したがって、大曽根発の始発2本についてはバス発生後、大曽根駅へ移動させることとする。

3. シミュレーションの実行

大曽根駅で折り返し運転のため、到着した上りバスは転回用のループを通り下りバスへ向かうことになる。ところが、スペースの都合上、あまり多くのバスを留置することはできず、逆に待機するバスが少ない場合は下りバスの定時運行が維持できなくなる。そこで、効率のよいバスの待機台数を検討するために折返しを含めた全線のシミュレーションを行う。

(1) 設定条件

大曽根駅には3台のバスを待機させる。したがって、早朝の下りバス2台を含む5台のバスを発生後、大曽根駅へ移動する。その他についてはモデル化について述べたとおりである。

(2) シミュレーション結果(バスの待機状態)

大曽根駅での上りバス到着時のバス待機台数を図-1に示す。朝ラッシュ時では1台になるが、概ね3台である。下りバスの発車時間間隔は設定通りであり、待機バスがなくなることによる下りバスのダイヤの乱れはない。

(3) シミュレーション結果(バスの待機時間)

大曽根駅に到着してから下りバスとして発車するまでの待機時間分布を図-2に示す。昼間および夜間の安

定した時間帯は12分程度であり、この時間帯の発車時間間隔4分の約3倍に対応している。つまり、上りバスの到着と下りバスの発車がほぼ同時刻であり、常時3台が待機していることがわかる。

(4) シミュレーション結果の考察

ピーク率が高く、運転時間間隔も短い朝ラッシュ時においても常に1台はバスが待機しているので、上りバスの遅れによる下りバスダイヤへの影響はないことがわかった。したがって、大曽根駅に3台のバスが待機するようにすれば安定した定時運行を確保できる。この場合、最低5台分のスペースを確保すればよい。現行のガイドウェイバス計画では留置スペース4台分と上下線のバスがそれぞれ3台分あるため、運行上の支障はないと思われる。

シミュレーション分析で問題となるモデルの妥当性の検証については、乗客発生数がほぼOD表に対応していること、大曽根駅でのバス待機台数と待機時間が同じ傾向を示していることなどから、概ね妥当なものであると判断できる。

4. おわりに

これまで構築してきたシミュレーションモデルに折返し運行を含めることによって上下線を同時に扱うことができ、より現実的なプログラムとなった。今後は一般道路区間も含めてさらに実際の運行に近いシミュレーション分析を行う予定である。

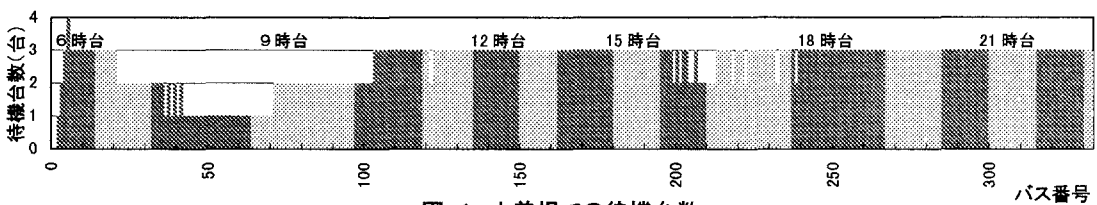


図-1 大曽根での待機台数

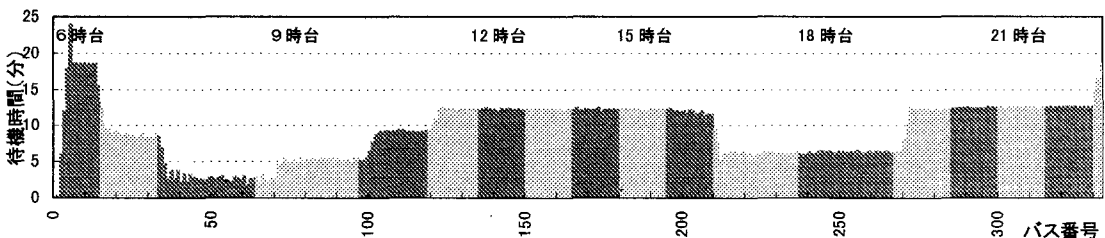


図-2 大曽根での待機時間

(注: 色の違いは大曽根駅到着時の時間帯の区分を表す)