

住宅団地の相乗り交通の可能性に関する研究

大東 延幸*・松本 慎平**

(平成26年10月30日受付)

Research on the Possibility of Riding-together Traffic in Residential Estates

Nobuyuki OHIGASHI* and Shinpei MATUMOTO

(Received Oct. 30, 2014)

Abstract

Residential estates near big cities tend to have residents belonging to a similar age, and so these estates are likely to age rapidly. Many of these estates are developed based upon neighborhood the neighborhood unit theory with consideration for mobility of residents in everyday life. However, some estates presuppose the use of private automobiles not only for “outside-estate” transportation but also for “inside-estate” transportation, and in these estates, the problem of vulnerable road users may become more serious along with further aging.

For the purpose of investigating current transportation situations and future problems in these residential estates, we conducted a survey about residents’ consciousness of transportation. In this article, we would like to determine some patterns of residents’ transportation choice in accordance with the obtained data, clarify necessary functions based upon the result of multi-agent simulations, and confirm the prospects and effects of share-ride traffic and its prospects.

Key Words: shopping traffic, Share-ride traffic, multi-agent simulation model

1. 研究背景・目的

広島市は周りを山に囲まれ、地形上の制約が厳しく、他都市と比べると斜面部分に開発が集中している。元々、自転車の利用が困難であり、高齢化も進むことでバス等の公共交通機関が存在していても、バス停までの徒歩が困難な可能性がある。このため、斜面地開発住宅団地の交通利便性は、団地内のバス停からの立地条件や、住民の自家用車や自動車免許の有無等により、平地の住宅団地以上に、差が生じている可能性がある(図1参照)。なかでも、高齢化による生活環境の変化、その中で生じる1つの問題点として買い物交通が挙げ、大規模な斜面住宅地である美鈴が丘住宅団地と彩が丘住宅団地の2つの団地を対象としてモ



図1 居住者個々による移動の現状

ビリティを重視した公共交通機関のあり方について調査を行った⁽¹⁾⁽²⁾。

本研究では斜面住宅団地でのアンケート調査を行い、住民の交通の実態・意識を調査し、その単純集計から斜面住

* 広島工業大学工学部都市デザイン工学科

** 広島工業大学情報学部知的情報システム学科

宅団地の交通に関する意識を把握する。また、取得したアンケートを目的とし、外出先に関するアンケートの回答結果から結果を用いてマルチエージェントシミュレーションモデルを構築し、相乗りシステムの利用予測や効果を確認する。ここから単純マルコフモデルを構築し、定常分布確率を導出したものをエージェントの行動規則とした。対象となる地区は、美鈴が丘団地（東、南、緑）の3626世帯中2105世帯、彩が丘団地の1250世帯中522世帯、計4地区である。実験の結果から、シミュレーションにより外的状況に応じた相乗りシステムの条件を明らかにした。

2. 研究の流れ

研究背景で示した住宅地に対する問題点より、美鈴が丘住宅団地と彩が丘住宅団地を今回の対象地として選定した。今回は平成18年に行った『美鈴が丘における交通の現状とバス交通に関するアンケート調査』、『彩が丘における交通の現状とバス交通に関するアンケート調査』をもとに行っていく。その中で美鈴が丘住宅団地、彩が丘住宅団地に対してどのような対策が可能か考察する。アンケート結果及び考察した対策をもとに、マルチエージェントシミュレーションモデルを使いシミュレーションすることにより、考察した対策で、どの程度の成果が出るか検証する。

3. アンケート調査概要

アンケートの調査概要は以下の表1に示す。

表1 調査概要

調査の種類	アンケート調査
調査期間	平成18年4月～7月上旬
調査対象	美鈴が丘住宅団地
調査枚数	3626部（全世帯）
調査内容	・調査対象の属性 ・自動車免許、自家用車の保有状況 ・買い物交通時の移動実態 ・現公共交通に対する住民の意識 ・巡回バス導入に関する住民の意識 etc
回収枚数	2105部
回収率	58.10%

質問項目として質問1～6を属性に関する内容、質問7～10を住民の買い物行動に関する内容、質問11～17を住民の交通に対する意向に関する内容、質問18を自由意見欄とした。以上の質問内容としアンケート調査を行った。

4. 調査対象地に導入したい交通のイメージ

地域住民の立場に立ったバスとして、地方公共団体が運行に関与している相乗りバスでコミュニティバスがある。コミュニティバスとは、市・区・町・村などの自治体が住民の移動手段を確保するために運行する路線バスである。市街地などの交通空白地帯において公共交通サービスを提供

するもののほか、事前に電話予約をすることで家の前まで迎えに来てもらえるデマンドバス（図2参照）や、市街地内の主要施設や観光拠点等を循環する路線などのさまざまなタイプがある。また、従来の相乗りバスを補う公共交通サービスとして全国的に急速に導入され、そのサービスは、その後一部のバス事業にも採用されている。そして、コミュニティバスは地元のバス会社に実際の運行を委託するなどして、必要に応じ自治体側が経済的な支援を行うのが一般的である。また、「コミュニティバス」は、法的に明確に定義されている概念ではない。法的には、普通の路線バス（相乗りバス）と同様、道路運送法などの規定に従うものである。そして、高齢者や身体障害者等が公共施設・医療機関に行きやすくするなど、地域住民の交通の利便性向上を目的として、地方公共団体が何らかの形で運行に関与している相乗りバスを一般にコミュニティバスと呼んでいる。



図2 デマンドバスの利用形態のイメージ

コミュニティバスの運行形態は、既存のバス事業者が運行するもの、貸切バス事業者が運行するもの、地方自治体が運行するものなどがある。自治体が運行する場合であっても、地方自治体が国土交通省から運行許可を取得し、実際の運行は地元の貸切バス事業者に委託することもある。これは、コストや車両管理、運転士の雇用の関係である。近年では、沿線住民が路線の設定等、運行計画に当初から関与していくケースが増えている（四日市市の「生活バスよっかいち」などの事例がよく知られている。また、事例としては少ないものの、NPO法人などに事業の運営を委託するケースもある。これらは、道路運送法21条または同法80条に基づき運行されている。また、廃止代替バスの形態で運行されることもある。

5. 調査対象地を念頭にしたコミュニティバスの問題・課題

「地域交通の確保について地方自治体が責任を負う」と

いう、大きな役割と意義を持ったコミュニティバスではあるが、その運行実態を眺めると、以下のように大きな課題があり、これらを放置すると、コミュニティバスの役割が十分に発揮できず、少なくない公費負担が、効率の低い住民サービスに投入される事態が継続していくことになる。また、コミュニティバスは、低廉な均一運賃であり、収益を上げていくのが基本的に難しい仕組みで、交通事業としては事前に十分に検討する必要がある。そして、陥りやすい問題としては、次の3つの事項が挙げられる。

①利用者数の低迷

最も大きな課題は、市町にとって少なくない財政支援をしているにも関わらず、利用者数が少なく、事業効果が極めて低い事例が多い。また、利用者数が少ないこともあって運賃収入が低迷し、市町の補填額が嵩むため、今後の事業充実に困難だけでなく、財政の逼迫状況によっては、運行継続さえもが難しくなる状況にある。

②安易な導入

他の自治体で導入しているからという安易な理由で導入される傾向がある。

③サービスの妥当性の検証

住民・地域団体の求めにより路線・停留所を決めて運行開始するため、運行地域、運行回数、運行時間帯など、一般に需要量に比べて過剰サービスに陥りやすい。

④弾力的な見直しが困難

一般に、一度始めると路線見直しや撤退が困難。(自治体に関係することから、議会对策上も)なお、平成の市町村合併に関連して旧市町村の庁舎や市街地を連結する交通手段確保の観点からコミュニティバスの運行が計画された地域もある。

また、利用者が少ない理由としては、過疎地などのように沿線人口の少なさが影響している場合もあるが、それだけでなく、利用者の利用意欲を阻害するような不便な運行になっているケースもある。利用意欲を阻害する不便な運行例としては、

- 目的地までの時間がかかりすぎる。
- 目的地に行くバスがない。目的地に行くバスかどうか分からない。
- 利用したい時間のバスが無い。帰りのバスが無い。
- バスが何時に来るのか分からない、覚えられない。

こうした不便な運行になっている原因としては、コミュニティバスの役割に関する誤解や、計画ノウハウの弱さなどが指摘でき、こうした原因によって、利便性が十分に考慮されていない運行計画が策定されているケースが多い。また、沿線人口が少な過ぎ、定時定路線型のバスサービスが適していないケースもある。

本研究で対象とした斜面住宅団地では、前述のアンケー

ト調査の中で、住民の求める公共交通のサービスレベルはコミュニティバスに近いものであったが、その需要予測の結果からは、コミュニティバス程度のサービスレベルを提供することは経営的に難しいことがバス事業者等へのヒヤリング等から明らかになっている。

そこで本研究では、対象とした斜面住宅団地における公共交通の代替案として、住民のマイカーに相乗りすることの可能性について検討を行った。

具体的には、対象とした斜面住宅団地の住民を対象としてマイカー相乗りのマッチングシステムを提供し、必要な条件の検証を行うこととした。

6. マルチエージェントシミュレーションモデルの概要

相乗りマッチングシステムが各団地に導入された場合を仮定してシミュレーションモデルを構築した。各団地から9種類の街に買い物に行くエージェントを定義する。団地と街のルートから、団地と各街までの距離と所要時間をプログラムにより計算した(表2)。彩が丘団地を例にして、得られた距離と所要時間を表3に示す。エージェントは確率に従って任意の街に買い物に出かける。買い物頻度は交通意識調査のデータから算出する。買い物先の選択確率については、単純マルコフモデルを仮定し、定常分布確率を導出することで、これを買い物先選択確率とした。団地*i*において、街*j*に買い物に行った($a_{ij}=1$)人が街*k*に買い物に行く($a_{ik}=1$)か行かないか($a_{ik}=0$)から確率 p_{ijk} を次式で求め、団地ごとに遷移確率行列を得る。

表2 単純マルコフモデルと定常分布確率

$$W_{ieT} = \begin{bmatrix} p_{i00} & \cdots & p_{i,0,N-1} \\ \vdots & & \vdots \\ p_{i,N-1,0} & \cdots & p_{i,N-1,N-1} \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$p_{ijk} = \frac{p(a_{ik}=1 | a_{ij}=1)}{\sum_{i \in T} p(a_{ii}=1 | a_{ij}=1)}, i \in I, j, k \in T \quad (2)$$

表3 彩が丘住宅団地から街までの距離・時間

買い物拠点	距離	所要時間
美鈴が丘モール	5236	12
菱屋	5258	13
DIK	3013	9
サンリブ	3970	10
ビッグ	3382	10
アルパーク	8267	16
コイン通り商店街	5327	13
福屋五日市駅前店	6146	15
マダムジョイ	6941	20

7. 相乗りマッチングシステムの概要

ここでは、対象とした斜面住宅団地の住民を対象としたマイカー相乗りのマッチングシステムの概要を示す。

従来の Web アプリケーションではサーバに送信後、新たにウェブページとして受けとり画面遷移が発生するが、Ajax を用いることにより画面遷移を行わない Web アプリケーションを製作することが可能にしている。例として google の検索ページのような、ユーザがキーを入力すると同時にバックグラウンドでリアルタイムでの検索結果を表示することができるようになっている。

今回は 1 期間あたり 1000 のエージェントを生成する。エージェントは買い物先選択確率に従い行先を決定している。エージェントの行動に対してアンケートから明らかになっている買い物に出かける頻度を重みとして掛け合わせて、これをエージェントの移動コストとする。エージェントは、マッチングマージンと呼ばれるシステム利用料と、団地の人口のうち何割のエージェントがシステムを利用するかを確率で表した知名度から、相乗り相手のマッチング成立対象範囲を定義する。計算式の詳細は発表で示すが、マージンが少ないほどエージェントはシステムを積極的に利用し、マージンを高めれば高めるほど利用者自身の相乗りによるメリット（移動にかかる費用の節約の大きさ）は少なくなるためマッチングの確率は上昇するようになっている。最後に団地の人口にあわせて、損益を計算する。

8. マッチングが最低限可能なパラメータ

表 4 及び表 5 はシミュレーションの結果明らかになったパラメータである。ガソリン代が表 1 の値より高く、また、運用コストが表 4 の値より低ければ多くの場合で利益確保が可能となる。運用コストとは、1 人あたりに発生する運用費である。表 5 は、各地区の知名度とマージンパラメータを表している。知名度が表 5 の値より高くなければならず、このことから各団地のおおよそ 10% の人がシステムを認知し利用しているような状況でなければ利益確保が困難である。この条件の下で、マッチングから取得するマージンは 0.3 まで高めることができ、それにより利益の最大化を図ることができる。

表 4 外的要因

ガソリン代	リッター (km)	運用コスト
130	10	2.5

表 5 知名度とマージン

	知名度	マージン
彩が丘	20	0.3
美鈴丘緑	20	0.3
美鈴丘東	30	0.3
美鈴丘南	25	0.3

9. まとめ

当方では既に、過去の調査研究で、住宅地の住民の意向として、現在のマイカーの代替となるバスサービスを導入する意向が高いことを確認している。今回の検討は、高齢化が過大に評価されている可能性があるが、一部の住宅地で高齢化が急速に進展し交通弱者が増えることは明らかと考える。

過去の調査研究ではコミュニティ（デマンド）バスなどの交通サービスに着目していたが、収支の観点からバスの価格や、コミュニティバスのようなシステムをとった際に、利用者以外の利益を見込める商業施設などの場所からの補助を見込むことにより、運賃の値下げについて考える必要があり、住民のニーズに見合った運賃の設定を行う事が必要である。これにより、早期での利用が困難であることが明らかになった。

そこで、本研究ではアンケートより、コミュニティバスと同じ性質を持つ相乗りについて研究した。アンケート結果に基づき作成した相乗りシステムにより、同一方向に人が向かう場合の外的要因、取得マージンを算出した。また、このシステムの知名度によって利用者が増えた場合、利益確保がさらに容易となる。

10. 今後の課題

研究では「相乗り」ということで、外的要因、マージンなどの条件を算出した。今後は、乗り合いシステムの試験運用することで、実地試験データを取得することでシステムの有用性を照査することが必要である。

さらに、システムの根幹の一つであるアンケート結果がこれ以降の予測データとして十分な成果が得られるかが疑問になってくるため、新たにアンケート調査等を進めていく必要もあると考える。

今後、これらのことを解決していき交通空白地域への交通の参入について実現的に取り組んでいかなければならないと考える。

参考文献

- (1) 大東延幸, 松本慎平, 梅山和人, 大段聡一, 長瀬新奈, 将来を念頭に置いた住宅団地の交通問題に関する研究, 土木学会中国支部第 67 回研究発表会講演集, (CD-ROM), 2014
- (2) 武田寛, 松本慎平, 大東延幸, 広島市五日市地区斜面住宅街住民の移動交通支援に関する研究, 第 16 回 IEEE Hiroshima Student Symposium 講演論文集