

公共交通利用促進を目的としたマルチモーダル情報提供システムの構築^{*1}

Development of the Multi-Modal Information Provision System for promoting the demand of public transports

池田直隆^{*2}, 吉井稔雄^{*3}, 北村隆一^{*4}

By Naotaka IKEDA^{*2}, Toshio YOSHII^{*3}, Ryuichi KITAMURA^{*4}

1. はじめに

近年, 携帯電話, ホームページ, カーナビ等を介して, 質・量ともに充実した様々な交通情報が提供されるようになった¹⁾. しかも, 人々はこれらの情報をプレトリップ時, トリップ中を問わず様々なタイミングで入手することが可能となっており, 基本的にこれらの情報は, 各交通機関の利便性の向上を目的として利用者に提供されている²⁾³⁾. 一方で, 地方部においては公共交通が著しく衰退し, 利用者の減少により廃止, 撤退を余儀なくさせられることも多く, 住民(特に交通弱者)のモビリティを確保することが課題となっている. そこで, 公共交通の情報を提供し, 自動車利用者を公共交通利用者に転換させることが, 公共交通の利用者増を図る一方策として考えられている. しかしながら, 現状では自動車利用者に対する情報は自動車利用者のみを, 公共交通情報は公共交通利用者のみを対象とした情報提供がなされており, 提供される公共交通情報が自動車利用者の目に触れることは少ない.

そこで本研究では, 自動車利用者が公共交通情報を目にすることを目的にして, 地方都市を対象として, 自動車利用時の最短経路情報, 所要時間情報およびコスト情報に, 公共交通の情報を加えて提示する「マルチモーダル情報提供 HP」を構築する. さらに, 情報提供による公共交通利用促進の可能性を定量的に把握することを目的として, 構築した情報提供 HP を用いて, 公共交通の情報を見た自動車利用者が, 情報提供によって受ける影響について調査・分析を行う.

2. 情報提供システムの概要

情報提供システムは, 利用者によって入力された発着地と出発時刻または到着時刻に基づいて, 自動

車利用の場合, 公共交通を利用した場合の経路を探索し, 自動車については最短時間経路, 公共交通に関しては 時間ならびにコストに基づいて短い方(安い方から)から 3 番目までの経路を出力する. なお, 出力は経路に加えて, それぞれの所要時間ならびにコストを出力して提示する. なお, 発着地は, 目的施設名(バス停・駅名を含む), 目的施設の電話番号のいずれかを入力するものとした. システム全体の流れについては図 1 に示す. なお, 以下では「バス停」に鉄道駅も含まれるものとする.

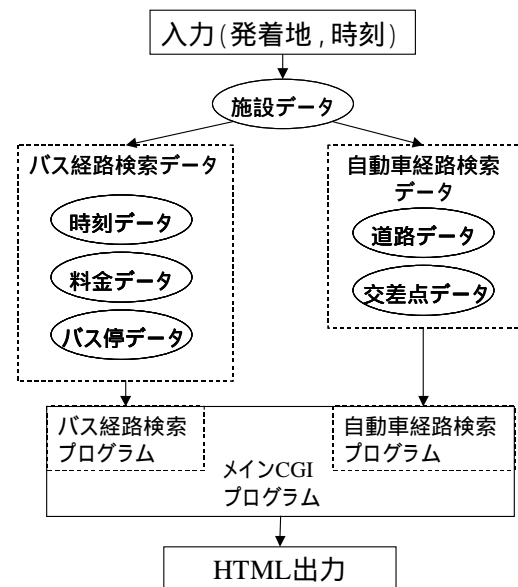


図 1 情報提供システムの概要

3. 対象地域およびデータベース

情報提供の対象エリアは, 高知県の高知市, 南国市, 土佐山田町とした. まず, システムに用いた各データについて説明する.

施設データ

施設のデータとしては, 対象地域内にある飲食店, 会社名, 病院名など 38,825 店の施設を用意した. 各施設のデータは, カナ名前, 漢字名前, 電話番号, 最も近い交差点 id, 徒歩圏内のバス停数(最大で 3 つ), 徒歩圏内のバス停 id, 及びそれらのバス停ま

*1 キーワード: 公共交通, マルチモーダル, 情報提供, 経路探索
*2 学生員, 京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻
*3 正員, 博(工), 京都大学大学院工学研究科都市社会学専攻
*4 正員, Ph.D, 京都大学工学大学院工学研究科都市社会学専攻
(京都市左京区吉田本町, TEL075-753-5136, FAX075-753-5916)

での徒歩時間である。

道路ネットワークデータ

道路ネットワークデータは、道路データと交差点データからなり、それぞれ 6,728 の道路リンクと 2710 の交差点リンクによって構成した。各道路リンクのデータは、起点交差点 id、終点交差点 id、距離、リンク所要時間であり、リンク所要時間については、7時から9時、及び17時から19時の朝夕のピーク時間帯と、それ以外の通常時間帯に分けて3種類のデータを用意した。一方の交差点データに関しては、53個の主要交差点を KeyNode とした。

バス停データ

バス停 id とバス停名の対応表である。本システムでは、JR の駅名と土佐電鉄、及び高知県交通のバスが停車する停留所名をデータとして取り組んだ（一部バス路線を除く）。データに組み込んだバス停数は 821 個で、バス停データには、バス停 id とそれに対応するバス停名が含まれる。

時刻表データ

バス（土佐電鉄、高知県交通）及び JR の時刻表データである。路線数は 97 路線で、各路線のデータは、バス停数、便数、各便の終点バス停と各バス停の出発・到着時刻である。

料金データ

バス（土佐電鉄、高知県交通）及び JR の運賃データであり、三角表を用いた運賃データを用意した。

4. 経路探索プログラムの概要

本研究で用いたメイン CGI プログラムの開発言語には、VisualC++ 6.0 Enterprise Edition を使用した。以下にプログラムの概要について示す。なお、経路探索手法としてはいずれもダイクストラアルゴリズムを用いた。

(1) 自動車経路の探索について

入力された施設に対応した発交差点ノードから着交差点ノードへの最短時間経路探索を時間帯別に用意した 2 次元の道路ネットワーク上でを行い、その結果を表示するプログラムを作成した。なお、経路を特定して出力するために、求められた経路上に KeyNode 交差点が含まれる場合には、出力画面にそれらの交差点名を表示する。さらに、所要コストについては、燃費 8km/l、ガソリン料金 100 円/l、年間走行距離を 10,000km として算出した 1 キロメー

トルあたりの走行費、維持費（車検、税金等）の合計額（20 円/km）を用いて算出する。

(2) 公共交通経路の探索について

入力された出発時刻あるいは希望到着時刻に対応した発地から着地への最短時間経路探索は時間軸を考慮した 3 次元の時空間ネットワーク上で行う（図 2）。

例えば、発地、着地、出発時刻が入力された場合、発地に近接するバス停上に、発地からバス停までの徒歩時間を考慮して探索開始点（図 2 中の点 O）がセットされる。次に、この探索開始点から最大で 3 つ用意された着地の最寄りバス停までの最短所要時間を探索する。この結果に各バス停から着地までの徒歩時間を加えることで、それぞれのバス停を利用した場合の着地への到着時刻が決定される。発地に隣接するバス停についても最大で 3 つのバス停がデータとして与えられているので、発地に近接する他のバス停についても同じ探索を行うと、合計で最大 9 通りの経路が計算されることになる。これらの経路の中から、到着時刻の早い方から 3 つの経路を出力として表示する。一方、到着希望時刻が入力された場合には、着地から時間を遡って探索を行い、上記と同様に最大 9 つの経路の中から出発時刻の遅い 3 つの経路を出力として表示する。

乗り換えについては、現実として JR 高知駅と JR 土佐山田駅における JR とバス間の乗り換え以外はほとんど利用されていないため、この両駅以外の駅、バス停における乗り換えについては考慮しないこととした。なお、両駅において乗り換えに要する時間は 5 分とした。

また、公共交通経路の探索に関しては、所要コス

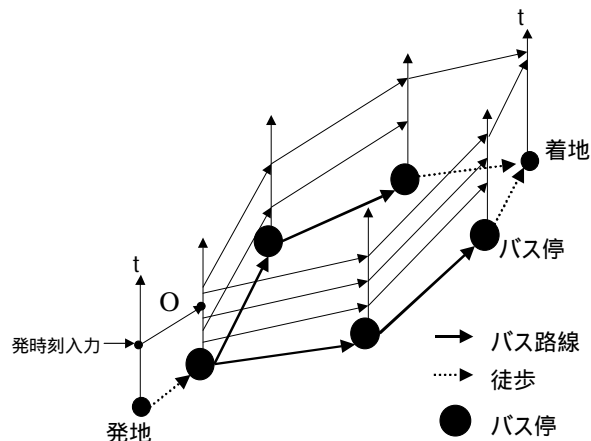


図 2 時空間ネットワーク

トを最小にする経路探索を選択出来るものとし、所要時間の探索時と同様に、最大9通りの経路の中から、所要コストが安い順に3つを出力として表示する。

本研究で構築したシステムは、上記により出力された自動車交通と公共交通の所要時間、及び料金を同一画面に表示し、容易に比較できるものとした。

5. 仮説

以下では、既存の研究⁴⁾⁵⁾で得られた知見をもとに、次の3つの仮説を措定し、実験によりそれらを検証するものとする。

仮説 1; 自動車利用者が公共交通の情報を見ることで公共交通の認知が高まる

仮説 2; 自動車利用者が公共交通を一時的に利用することで公共交通の認知が高まる

仮説 3; 公共交通の料金が安くなれば自動車利用者の公共交通の利用頻度が高まる

6. 実験概要

前節で示した仮説を検証するために、以下の実験を行った。

実験期間：2003年12月1日(月)～19日(金)

被験者：高知工科大学に自動車あるいは二輪車で通う学生

グループ a) 交通情報提供 HP の URL を告知する

グループ b) 交通情報提供 HP の URL を告知するとともに、実験期間中の平日のみ、1日1回以上の HP へのアクセス、及び閲覧を要請する

グループ c) 交通情報提供 HP の URL を告知するとともに、2003年12月8日(月)から12(金)の5日間、通学に公共交通を利用した場合の料金を無料とする

アンケート実施：アンケートは、以下の5つの項目について2003年12月上旬(以下、*wave 1*)と12月下旬(以下、*wave 2*)の2回行った。

(1) 通学に利用している交通手段

(2) 公共交通利用についての認知

公共交通の認知度を測る質問に回答を要請した。通学に公共交通を利用した場合、「何時に家を出れば1限の授業に間に合うか知っていますか」(以下、認知1)、「大学からの終バスの時刻を知っていますか」(以下、認知2)、「料金がいくらかを知っています

か」(以下、認知3)という3つの質問に対して、「全く知らない」から「良く知っている」までの5段階の指標で回答を要請した。

(3) 公共交通利用についての意識

「公共交通の料金が半額になったら」(以下、半額)、「公共交通の料金が無料になったら」(以下、無料)、「公共交通の便数が現状の倍になったら」(以下、頻度)、「公共交通を利用した場合の所要時間が自動車のそれより短くなったら」(以下、所要)、「公共交通を利用した場合の待ち時間が10分以内になったら」(以下、待ち)、「公共交通を利用した場合の到着時刻が前もって分かるとしたら」(以下、到着)、「駐車場の料金が1日1000円かかるとしたら」(以下、駐車場)、「雨が降っていたら」(以下、雨)、「飲み会が決まっていたら」(以下、飲み会)という9パターンの仮想的な状況において、通学における公共交通の利用意図を、「全く利用しようと思わない」から「利用しようと思おう」までの5段階の指標で回答を要請した。

(4) 個人属性

(5) 情報の利用頻度について (*wave 2* のみ)

7. 実験結果

まず、*wave 1* と *wave 2* における、公共交通利用についての認知・意識の変化の有無を調べるために、期待値=0の帰無仮説の下での *t* 検定をグループ別に行った。その結果、グループ a)、及びグループ c)では有意な結果を得ることができなかったのに対し、グループ b)において「認知3」、「半額」、「待ち」、「飲み会」の4つの指標における変化について正の有意な結果(それぞれ、 $t(29) = 2.52, p = .017$; $t(29) = 2.28, p = .030$; $t(29) = 2.84, p = .008$; $t(29) = 3.10, p = .004$) が得られた。これは、毎日公共交通情報 HP の閲覧を要請したグループ b)の被験者に関しては、大学まで公共交通を利用した場合の「料金」に関する認知、ならびに公共交通の料金が「半額」に、乗り換えの「待ち時間」が10分以内に、「飲み会」が決まっていた場合に公共交通を通学に利用しようという意識が実験の後で高まったということを示している。また、グループ b)におけるその他の指標についても、有意な結果を得ることはできなかったものの、ほとんどの指標において正の変化が確認された(図3, 4参照)。

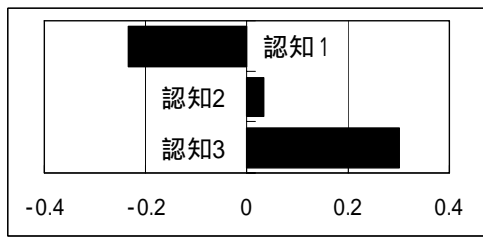


図3 wave1 から wave2 への認知の変化 (グループ b)

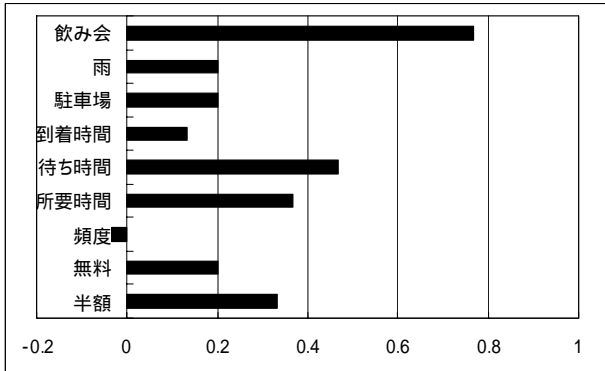


図4 wave1 から wave2 への意識の変化 (グループ b)

ただし、これらの結果だけではグループ b)の公共交通利用についての認知・意識が公共交通の情報に触れたことにより変化したかどうか確かではない。そこで続いて、公共交通情報 HP へのアクセス回数、つまり公共交通の情報に触れた回数による認知・意識の変化についての分析を行った。まず、アクセス回数を要因とする wave 1 と wave 2 の公共交通利用についての認知・意識についての反復測定分散分析を行ったところ、有意な結果を得ることは出来なかった。そこで、情報に 1 回以上アクセスした人を 1、情報に 1 回もアクセスしていない人を 0 とするダミー変数 (以下、情報利用 D) を作成し、情報利用 D を要因とする wave 1 と wave 2 の公共交通利用に関する認知・意識についての反復測定分散分析を行った。その結果、「飲み会」の指標について有意な結果 ($F(1,123) = 4.110, p = .045$) が得られた。この結果は、「飲み会」が決まっている日に公共交通を利用しようという意識が、公共交通の情報に触れたことにより高まったことを示している。

以上の結果は仮説 1 を支持している。しかしながら、仮説 2、及び仮説 3 を検証するために公共交通の無料期間を設けた被験者を 1、設けなかった被験者を 0 とする「料金 D」を要因とする 1 週目と 2 週目の公共交通利用率 (=公共交通利用回数/通学回数) 及び、wave 1 と wave 2 の公共交通利用についての認

知・意識についての反復測定分散分析をそれぞれ行ったが、どちらについても有意な結果を得ることは出来なかった。

8. おわりに

本研究により、マルチモーダルな交通情報を提供することで自動車利用者の公共交通に関する認知・意識に影響を与える可能性があることを確認した。しかしながら、公共交通を利用した場合の料金を無料にしても自動車利用者を公共交通に転換させることは出来ないという結果となった。このことは、地方都市においては、公共交通が持つ利便性他の条件を改善すること無しに自動車利用者を公共交通利用に転換させることは非常に困難であるということを示唆している。

今後は、本研究で構築した「マルチモーダル情報提供システム」を、多くの人アクセスするシステムへと改善し、情報提供の効果を確認する。そして将来的には、今回のシステムと同様、同じコミュニティに属する、限られたメンバー間のみ共有される双方向通信可能なシステムを構築し、そのシステムを介した情報交換を利用して、相乗りやカーシェアリングの発展につなげていきたい。さらにこのシステムを軸として、これまでの公共交通の概念とは異なるコミュニティ内のメンバーに向けた新たな交通サービスを提案することを考えている。

謝辞：本研究を進めるにあたっては、高知工科大学地域 ITS 研究所の熊谷教授、岡村助手に大変お世話になりました。数々の貴重なデータを提供して頂いた株式会社トヨタマップマスター、土佐電気鉄道株式会社、高知県交通 (株)、ならびに実験の実施にあたり全面的な協力を頂いた JR 四国の松木氏にこの場をかりて感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 大森宣暁・原田昇・太田勝敏：活動プログラム実行時の情報利用行動に関する研究，37 回土木計画学シンポジウム論文集，2002
- 2) 尾高信二・藤原章正・中村文彦・佐藤和彦：マルチモーダル情報提供下の交通行動の変化，土木計画学研究・講演集 24，2001
- 3) 中村文彦・牧村和彦・秋元伸裕：顧客満足度指標を用いたバス情報提供ニーズの分析，土木計画学研究・講演集 23 (2)，pp.403-406，2000
- 4) 河本一郎・藤井聡・北村隆一：一時的構造変化政策の行動と心理への影響，土木計画学研究・講演集 24，2001
- 5) Gärling, T. & Fujii, S. : Structural Equation Modeling of Determinants of Implementation Intentions, Göteborg Psychological Reports, 4 (29), Göteborg University, Department of Psychology, Sweden, 1999