

中山間地域をもつ地方都市の 交通手段選択モデルの構築

河尻 陽子¹・金森 亮²・森川 高行³

¹学生会員 名古屋大学大学院 工学研究科社会基盤工学専攻（〒464-8603 名古屋市千種区不老町）

E-mail: kawajiri.youko@d.mbox.nagoya-u.ac.jp

²正会員 名古屋工業大学特任准教授 工学研究科（〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町）

E-mail: kanamori.ryo@nitech.ac.jp

³正会員 名古屋大学大学院教授 環境学研究科（〒464-8603 名古屋市千種区不老町）

E-mail: morikawa@nagoya-u.jp

中山間地域をもつ地方都市では今後の急激な高齢化の進展を見据え、公共交通による移動の確保・保障の必要性が高まっている。効率的、効果的な公共交通サービスレベルを検討するためには、地域住民の行動、交通需要を把握する必要がある。本研究では、近隣の中山間地域と合併した豊田市を対象として全市的な観点から議論ができるよう交通手段選択モデルを構築し、合併後に再編されたバス路線のサービスレベルによる交通行動変化を考察する。その際、都市部と中山間地で実施された異なる調査データを融合している。その結果、都市部へのアクセス性向上重視のサービスレベル改変は、中山間地居住者の利便性向上にはつながらない可能性を確認した。

Key Words : mountainous aging area, mode choice model, bus lines, data fusion

1. はじめに

我が国は本格的な人口減少・高齢化社会に突入し、世界に例をみない速度で高齢化が進行することが予想されている。特に中山間地域では高齢化や過疎化が顕著に進行しており、高齢者等の最低限の生活に必要な移動手段を確保するための施策が重要となっている。また、全国各地で市町村合併が行われ市町村地域が巨大化したことにより、合併した市町村において地域の公共交通を再編する動きが高まっている。

一方、温室効果ガスを削減する長期目標を達成するために様々な分野でCO₂削減に向けた対策が進められている。交通関連分野においては、自動車利用抑制と公共交通利用促進が重要となっている。中山間地域などの非都市部では、都市部と比較すると一人当たりの自動車利用は多く、通常の移動を自動車に依存している人が非常に多い。非都市部である中山間地域において、公共交通機関として重要なのは路線バスとなるが、民間経営では採算性が確保できず、また行政の財政難により路線バスのサービスレベルを十分に提供することが出来ない現状にある。

このため、多くの地方都市では住民の生活交通を確保

するために、効果的、効率的で高齢者に配慮した施策を実施することが求められている。施策の効率化を目指すためには、地域住民の行動、交通需要を適切に把握する必要がある。交通実態を把握する調査としては、パーソントリップ調査（PT 調査）があるが、PT 調査は都市圏を対象とした調査であり、中山間地域では調査されていない。中山間地域を対象とする調査としては、PT 調査よりも簡易な形式の調査が多く、交通行動を把握するというより需要を把握するための調査が多い。森山ら¹⁾は独自に実施したアンケート調査データを用いて、中山間地域における高齢者対応型の公共交通サービスの需要予測モデル（利用するか否かの離散的選択と一定期間内に何度利用するか連続的選択を組み合わせた離散連続モデル）を構築している。モデルにはDRT（Demand Responsive Transit）や町民バスなどの工夫したバスサービスの利用実態が反映されている。また、内田ら²⁾は道路交通センサスの個票データを用いて、中山間地域を含む地方都市を対象とし、居住者の自動車利用に伴うCO₂排出量に着目した低環境負荷型地域構造の検討をしている。本研究では、中山間地域を含む地方都市において平均的な市民の交通行動モデルを構築し、公共交通サービスレベル改変の影響分析を行う。対象地域は市町村合併にて市

域が大幅に拡大した豊田市であり、中京都市圏 PT 調査と中山間地域を対象に豊田市が独自に行ったアンケート調査とを融合し、移動目的別交通手段選択モデルを構築し、バスネットワーク改変における影響を分析する。

2. 対象都市の概要

本研究の対象都市は愛知県豊田市である。豊田市は平成 17 年 4 月に近隣 6 町村（藤岡町、小原村、足助町、下山村、旭町、稲武町）と合併し、市域が約 290km² から約 918km² に拡大した³（図-1）。豊田市の人口は 41 万人であり、そのうち旧豊田地域の人口は 37 万人（89%）、旧町村の人口は 4 万人（11%）となっており、旧豊田地域に人口が集中している。

中山間地域である旧町村部は、高齢化率が 30%を超える地域が多い。また、鉄道駅がなく、バス路線はあるものの公共交通空白地域が広がっているという現状である。一方、旧豊田地域には企業が集中しており、鉄道、バス路線ともに整備されている。鉄道は名鉄、愛環鉄道、リニモが運行されており、近隣の都市（名古屋市等）へ連絡しているが、利便性は高くない。

豊田市の交通手段分担率（通勤目的）は、H13 中京都市圏 PT 調査と H17 人の動き調査より、自動車利用が 82.5%、公共交通機関利用割合が 5%程度となっており、名古屋市の通勤目的の自動車利用割合 44.1%と比較しても、豊田市全体が極度の自動車依存であることがわかる。しかし豊田市はこれまでの自動車交通を中心とした都市づくりを見直し、公共交通を活かした都市づくりに転換することを豊田市のマスタープランとして掲げている⁴。



図-1 豊田市の位置

3. 交通行動データ

本研究では、交通手段選択モデルを構築するための交通行動データとして、平成 13 年 10 月に中京都市圏を対象として実施された“第 4 回中京都市圏パーソントリップ調査”の調査データと、平成 17 年 6 月に豊田市が旧町村地域を対象として行った、“人の動き調査”の調査データを用いる。PT 調査の対象圏域内である旧豊田、藤岡地区居住者の交通行動データは PT 調査データを、旧町村地域（藤岡、小原、足助、下山、旭、稲武地区）居住者の交通行動データは人の動き調査データを用いる。

(1) 人の動き調査の概要

人の動き調査は、PT 調査と調査方法と調査内容が異なり、豊田市が独自に行った調査である。調査方法はアンケート方式で、無作為に抽出した世帯に各組長が、各自治区単位で 10 世帯に 1 世帯の割合で、1 世帯に 6 人分のアンケート用紙を配布（自治区の協力による）した。アンケート用紙は各地区区長会で回収（自治区の協力による）している⁴。

対象者は旧町村地域居住者で満 5 歳以上の者（旧豊田市居住者は対象外）であり、有効回答数：4761、抽出率 10.9%である。拡大係数は平成 17 年 4 月 1 日時点（豊田市統計）の町別の居住者数、性別、年齢区分とサンプルデータの区分から設定している。

主な調査項目は、個人属性、通勤通学の状況について（通勤通学先、発着時間、交通手段等）、通勤通学者以外の人には平日の通院、買物等における外出頻度、発着時間、外出先、交通手段等、対象者全員に休日の外出状況の通院、買物等における外出頻度、発着時間、外出先、交通手段等、バスの利用状況についてである。

PT 調査は、調査側から指定された特定日の交通行動が問われているのに対し、人の動き調査では、平均的な日について問われており、トリップ連関性は把握することができない（移動を行う頻度にて日換算は可能）。また、人の動き調査では目的が限定されており、通勤・通学、通院、自由（買物等）目的についての交通行動データのみであることも PT 調査と異なる調査内容である。

(2) 交通行動データの基礎集計結果

本研究で使用する交通行動データの PT 調査の全サンプル数は 25,478、人の動き調査の全サンプル数は 4,755 である。

PT 調査は男性が 53%、女性が 47%と若干男性が多く、年齢階層は 5~14 歳が 12%、15~64 歳が 77%、65 歳以上が 11%となっている。また、職業については就業者が 55%、就学者が 20%、主婦・無職が 25%を占める。居住地域は旧豊田地区が 95%と大部分を占め、藤岡地区は 5%とな

っている。一方、人の動き調査は男性が50%、女性が50%と同程度であり、年齢階層は5~14歳が13%、15~64歳が64%、65歳以上が23%であり、人の動き調査の方が高齢者割合（65歳以上）が大きくなっている。また、職業については就業者が52%、就学者が21%、主婦・無職が27%を占める。居住地域は藤岡地区が40%、足助地区が21%、下山地区が15%、小原地区が9%、稲武地区が8%、旭地区が7%となっている。

通勤目的の代表交通手段割合は、両調査とも8割程度が自動車利用となっており、豊田市居住者は自動車依存が極めて高いことがわかる（図-2）。また、都市部である旧豊田地区の居住者は、旧町村居住者よりも若干鉄道、バス利用者が多いが、全体的には豊田市全域において公共交通利用者は極めて少ないことがわかる。

病院、自由目的の代表交通手段割合は、PT調査の病院、自由目的の年齢階層別に集計したものをそれぞれ図-3、図-4に示す。図-3から、65歳以上の高齢者ほど徒歩、自転車が多く、公共交通に利用割合が高いことがわかる。また、図-4からは、65歳以上の高齢者や免許の持てない5~14歳の公共交通利用割合が高いことがわかる。一

方、人の動き調査の病院、自由目的の年齢階層別代表交通手段割合はそれぞれ図-5、図-6の通りである。病院、自由目的について、アンケートの項目には鉄道の選択肢がなく、鉄道の利用状況は把握できないため、集計は鉄道を除いた集計結果となっている。図-5、図-6ともに、自動車利用が大部分を占めている。このことから、中山間地域居住者の通常の移動には自動車が利用されていて、自動車依存が極めて高いことが改めて分かる。また、バス利用割合については65歳以上の高齢者が多いことがわかる。

(3) 調査の比較

PT調査及び人の動き調査、両調査の対象地域である藤岡地区について代表交通手段割合を集計することにより、二つの調査データの比較を行う。調査ごとの藤岡地区居住者の性別、年齢階層、職業割合は全て同程度であり、個人属性に関しては両調査とも偏りのないデータが得られていた。

図-7は、藤岡地区居住者の通勤通学（15歳以上）の代表交通手段について、平成12年の国勢調査とPT調査

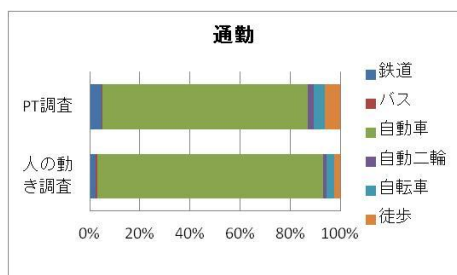


図-2 通勤目的の調査別代表交通手段割合
(サンプル数：PT調査11298、人の動き調査2269)

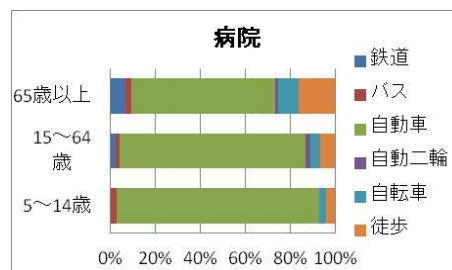


図-3 病院目的の年齢階層別代表交通手段割合
(PT調査サンプル数：1117)

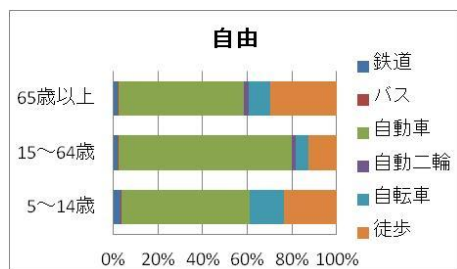


図-4 自由目的の年齢階層別代表交通手段割合
(PT調査サンプル数：14126)

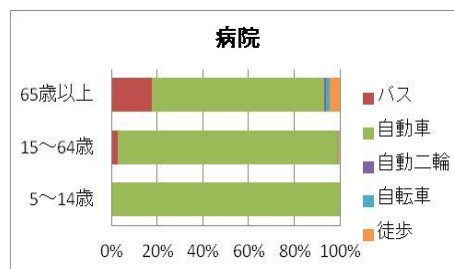


図-5 病院目的の年齢階層別代表交通手段割合
(人の動き調査サンプル数：1259)

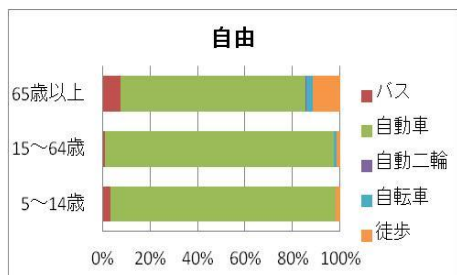


図-6 自由目的の年齢階層別代表交通手段割合
(人の動き調査サンプル数：1404)

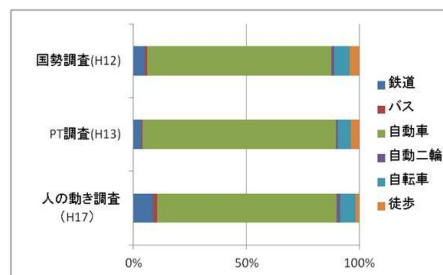


図-7 通勤通学（15歳以上）の代表交通手段の比較
(サンプル数：PT調査279、人の動き調査1535)

と人の動き調査を比較したものである。人の動き調査の結果は他の調査に比べて鉄道、バスの割合が高いことがわかる。

図-8、図-9、図-10 は、通勤、5~19 歳の通学、20 歳以上の通学の代表利用交通手段について PT 調査と人の動き調査を比較したものである。全ての場合において、人の動き調査の公共交通利用割合が大きく、調査によって交通手段選択の集計結果は異なることがわかる。特に、通学（20 歳以上）の各利用交通手段で大きくかい離しているのは、サンプル数が小さいこと、通学者（20 歳以上）の外出先に偏りがあったことが原因であると考えられる。他の原因としては、愛知万博が人の動き調査と同じ年に行われたため、リニモやそれに接続する鉄道等の利用者が増えたこと、人の動き調査は自治区の組長が配布していることから、対象者を無作為に選ぶ PT 調査に比べて配布に偏りがあったことが考えられる。

図-11 は、買物等の自由目的の代表交通手段について PT 調査と人の動き調査を比較したものである。自由目的の公共交通利用割合は同程度であり、他の交通手段についても大きな違いはないので調査の違いに問題はないといえる。

4. 交通手段選択モデルの構築

(1) 分析対象地域の設定

図-12は、調査別に全目的について外出先の地域を集計したものである。両調査とも、外出先の90%程度が豊田市内となっており、豊田市居住者は豊田市内での移動が多いことがわかる。よって本研究では、分析対象地域を豊田市内とし、豊田市居住者の豊田市内での交通行動についてモデル化する。異なる調査の融合上、自宅発のトリップに限定したモデルとなっている。

ゾーン区分は調査によって異なるため、本研究では各調査のゾーン区分を代替できる町丁目区分にてモデル化を進める。豊田市内の町丁目区分は977区分であり、後に説明するように各調査ゾーン内の町丁目に確率的に出発地・目的地を割当て、ゾーン区分の異なる調査データを融合する際に生じるずれを解消する。

(2) 交通サービスレベル（LOS）

詳細な公共交通利用状況を把握するため、精緻なサービスレベル（Level Of Service : LOS）を設定している。LOSは、DRM（Digital Road Map）より算出したOD間最短経路距離を用いる。

自動車は、旧豊田地域は交通渋滞が問題となっており、旧町村地域との平均速度に違いがみられるため、平成11年の道路交通センサスの集計結果から、旧豊田市内

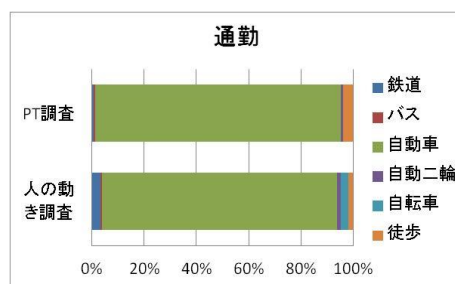


図-8 通勤目的の代表交通手段割合
(サンプル数：PT調査156, 人の動き調査970)

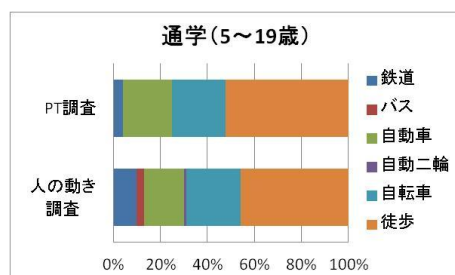


図-9 通学目的(5~19歳)の代表交通手段割合
(サンプル数：PT調査 117, 人の動き調査 534)

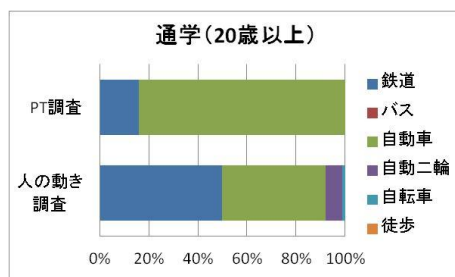


図-10 通学目的(20歳以上)代表交通手段割合
(サンプル数：PT調査 6, 人の動き調査 31)

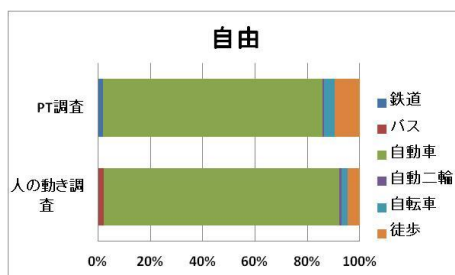


図-11 自由目的の代表交通手段割合
(サンプル数：PT調査 211, 人の動き調査 428)

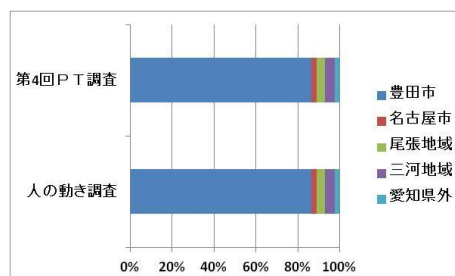


図-12 調査別外出先地域構成

の平均速度は 26 km/h, 旧町村内の平均速度は 37 km/h と設定し, 所要時間を算出した。

バスは, 豊田市内の基幹バス, 地域バス路線網を再現し, バスネットワークデータとして使用する。調査時期にあわせて平成 17 年度のバスネットワークデータを再現して使用した。経路選択肢集合は, 出発地または目的地から 4km 以内のバス停を利用可能なバス停とし, 最短所要時間のバス経路を利用するものとして設定している。

鉄道の経路選択肢集合は, 出発地または目的地から 20km 以内の鉄道駅を利用可能駅とし, 最短所要時間の鉄道経路を利用するものとして設定している。

自転車, 徒歩の平均速度は, 佐藤ら⁵⁾の研究を参考に年齢別に設定し, 自転車はそれぞれ徒歩の平均速度の 2 倍とし LOS に反映させた。

(3) 潜在クラスモデル

個人の滞在箇所を詳細に取り扱い, 精度の良い LOS データ設定と交通行動手段選択モデルのパラメータ推定を目指して, 雨森⁹⁾の研究と同様に人口指標等を用いて個人の潜在的な滞在箇所を確率的に表現する, 潜在クラスモデルを導入する。人口指標や施設数等を用いて潜在クラスモデルを導入することで, 個人の潜在的な滞在箇所を確率的に表現することができる。交通行動調査のゾーンからさらに詳細な位置情報を得るために潜在クラスモデルを適用した既往研究としては, Yamamoto⁷⁾の研究がある。

潜在クラスモデルは, 個人がどのセグメントに属するかを確率モデルで表す方法であり, ある個人の選択確率は次式で表される。

$$P_n(i) = \sum_{s=1}^S P_n(i|s)Q_n(s) \quad (1)$$

$$i = 1, \dots, J$$

ここに, 個人 n について, P_i は選択肢の選択確率, Q はセグメント s に属する確率である。潜在クラスモデルの個人が属する確率を算出するため, 出発地と目的地それぞれについて目的別に用いる指標を変える。通勤目的は, 生産人口年齢である 15~64 歳のトリップが多いと想定されることから出発地に 15~64 歳の夜間人口を, 目的地には総従業人口を用いる。また, 病院目的, 自由 (買物, 娯楽等) 目的のトリップに関しては, 両方の調査から年齢階層による偏りがなかったため, 出発地に全夜間人口を用いる。また, 病院目的の目的地には, 医療福祉施設数を, 自由目的の目的地には小売業, 飲食店, 娯楽業施設数を用いる。また, これらのデータは平成 17 年国勢調査結果, 平成 18 年事業所・企業メッシュ統計をゾーン区分である丁町目別に集計した。

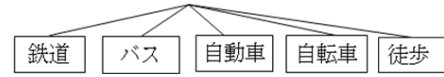


図-13 選択ツリー構造

(4) データ融合モデル

本節では, 二つの別の調査データを融合し, 目的別 (通勤, 病院, 自由目的) の交通手段選択モデルを構築する。モデルは個人レベルの交通手段選択状況を再現できる多項ロジットモデル (MNL) を用いる。選択肢は, 鉄道, バス, 自動車, 自転車, 徒歩の 5 種とし, 図-13 の選択ツリー構造を採用する。ただし, 人の動き調査の病院, 自由目的では鉄道が選択肢から除外されていたため, 選択肢は, バス, 自動車, 自転車, 徒歩の 4 種とする。

調査データを融合する際, 調査手法や調査対象地区による誤差が生じると考えられるため, 本研究では森川ら⁹⁾の考案した RP/SP モデルと同様の考え方を採用する。

RP/SP モデルは, RP データと SP データを同時に利用して離散選択モデルを推定するものである。両方のデータを統計的に融合し, RP データだけでは正確に推定できないパラメータを SP データの情報によって同定することにより, SP データに含まれるバイアスやランダムエラーを修正することが可能となる⁹⁾。

本研究では, PT 調査データを PT モデル, 人の動き調査データを miniPT モデルとして, それぞれを (2) 式, (3) 式のように定式化する。以降, PT 調査を “PT”, 人の動き調査を “miniPT” と示す。

[PT モデル]

$$U_{in}^{PT} = \beta' X_{in}^{PT} + \alpha' W_{in}^{PT} + \varepsilon_{in}^{PT} = V_{in}^{PT} + \varepsilon_{in}^{PT} \quad (2)$$

$$i = 1, \dots, J_n^{PT}, n = 1, \dots, N^{PT}$$

[miniPT モデル]

$$U_{in}^{mini} = \mu(\beta' X_{in}^{mini} + \gamma' Z_{in}^{mini} + \varepsilon_{in}^{mini}) = \mu(V_{in}^{mini} + \varepsilon_{in}^{mini}) \quad (3)$$

$$i = 1, \dots, J_n^{mini}, n = 1, \dots, N^{mini}$$

ここに, X は所要時間, 運賃, 距離等の共通項, W , Z は PT, miniPT からわかる属性項, μ はスケールパラメータである。効用の確率項がガンベル分布に従うとすると仮定すると, 個人 n が選択肢 i を選択する確率は以下のようになる。

$$P_n^{PT}(i) = \frac{\exp(V_{in}^{PT})}{\sum_{j=1}^{J_n^{PT}} \exp(V_{jn}^{PT})}, i = 1, \dots, J_n^{PT} \quad (4)$$

$$P_n^{mini}(i) = \frac{\exp(\mu V_{in}^{mini})}{\sum_{j=1}^{J_n^{mini}} \exp(\mu V_{jn}^{mini})}, i = 1, \dots, J_n^{mini} \quad (5)$$

パラメータ推定の際には, 最尤推定法を用いて, 未知パラメータベクトル, スケールパラメータ, 属性項等を

同時推定する。

(5) パラメータ推定結果

推定の際、自動車利用者数が他の交通手段に比べて多くなりすぎないように自動車利用者については調査ごとにランダム抽出を行い、パラメータ推定用のサンプル数を調整した。費用のパラメータに関しては、鉄道の運賃、バスの運賃、自動車のガソリン代を考慮している。また miniPT モデルの定式化の際、病院、自由目的については頻度を考慮している。

通勤、病院、自由目的の推定結果をまとめて表-1 に示す。修正 ρ^2 値は通勤が 0.368、病院が 0.517、自由が 0.393 であり、全てにおいてモデル適合度は良好である。また、共通項のパラメータは全て符号条件を満たしている。

通勤目的では所要時間、待ち時間、乗換回数、アクセス距離が 5%有意水準を満たしている。特に、待ち時間、アクセス距離の推定値が大きいことから、これらは手段選択に大きく影響していることが分かる。また、費用パラメータが有意でないのは、会社からの交通費が支給されていることから、費用は通勤における手段選択に影響しにくいと考えられる。病院目的は所要時間、自由目的は所要時間、費用が 5%有意水準を満たしているが、政策パラメータが有意であるものが少ないモデルとなった。全体の利用特性をみると、自動車は免許保有者や、自動車を保有している人、自分で運転できる人が利用しやすいことが分かる。選択理由 2 は「時間に制約されないから」という選択理由であり、このような回答をした人は自動車を利用しやすい傾向にあることが分かる。

表-1 交通手段選択のパラメータ推定結果

説明変数		通勤	病院	自由
共通項(全交通手段)	所要時間(時間)	-2.74 *	-2.50 *	-0.980 *
共通項(鉄道、バス、自動車)	費用(/100円)	-0.0000343	-0.513	-1.94 *
共通項(鉄道、バス)	待ち時間(時間)	-5.07 *	-8.74 *	-2.24
	乗換回数	-2.54 *		
	アクセス距離(/100km)	-6.73 *	-6.00	-0.00585
	イグレス距離(/100km)	-3.00	-3.25	-3.16
共通項(自転車、徒歩)	距離 $\log(x+1)$	-1.14 *	-1.73 *	-3.02 *
PT	定数項(鉄道)	4.79 *	3.56 *	2.61 *
	定数項(バス)	3.83 *	4.18 *	3.20 *
	定数項(自転車)	7.86 *	5.64 *	6.19 *
	定数項(徒歩)	8.96 *	6.85 *	6.45 *
	高齢者ダミー(バス)	0.504	-0.695	0.456
	免許有無ダミー(自動車)	4.04 *	2.15 *	2.14 *
	保有車有無ダミー(自動車)	1.49 *	3.43 *	1.73 *
	スケールパラメータ	0.243	0.0308	0.123
miniPT	定数項(鉄道)	8.81 *		
	定数項(バス)	10.9 *	-2.23 *	-2.61 *
	定数項(自転車)	18.6 *	-3.26 *	-2.31 *
	定数項(徒歩)	22.8 *	-2.40 *	-1.07
	高齢者ダミー(バス)	7.01	0.788	0.628
	免許有無ダミー(自動車)	18.6 *		
	自分運転可否ダミー(自動車)	4.87 *	0.653	3.22 *
	選択理由2ダミー(自動車)		2.73 *	0.291
サンプル数	PT	1777	442	1580
	miniPT	349	376	319
初期対数尤度		-3182.2	-995.9	-2827.7
最終対数尤度		-1990.4	-460.7	-1695.8
修正 ρ^2 値		0.368	0.517	0.393

(* : 5%有意水準)

miniPT のスケールパラメータは通勤で 0.243、病院で 0.0308、自由で 0.123 となり、全て 1 以下であることから、PT より miniPT の方が分散が大きいことが分かる。

(6) 交通手段選択モデルの現況再現性

今回構築した交通手段選択モデル (PT モデル、miniPT モデル) について定数項の補正を行い、現況再現したものを図-14 に示す。PT の通勤、病院、miniPT の病院、自由の利用構成はほぼ等しく、現況再現性は高くなっている。特に、病院におけるモデルの再現性は極めて高いといえる。通勤の miniPT モデルは、自転車、徒歩が過大評価されており、自由の PT モデルは、自転車、徒歩が過小評価されている。

5. バス路線の拡充施策の評価

交通手段選択モデルの構築には、平成 17 年度のバスネットワークを用いていたが、ここではモデルに平成 23 年度現在のバスネットワークデータをあてはめて、バス利用者数の推移を把握する。鉄道等の他の LOS は変化させず、バスの LOS のみを変えた。

H17 から H23 のバスの LOS は、路線網が変化しており、都市部にアクセスしやすい路線が増えている。また、基幹バスにおいて、バス停数は 395 箇所から 479 箇所に、運行本数は 639 片から 500 片に、料金体系は初乗りが 100 円~180 円から市バスについては 100 円均一となっている¹⁰⁾。

図-15、図-16 に調査別、目的別のバス利用者の推移を示す。なお、バス利用者数については拡大係数をかけた推定結果となっている。また、図-17 は PT の通勤と自由目的について、図-18 は miniPT の通勤と病院目的について、バスの利便性が向上した人の居住地、低下した人の居住地を表している。

PT から得られた推定結果について述べると、図-15 よ

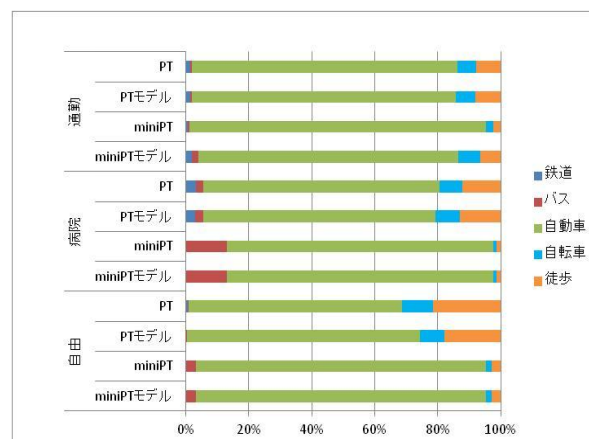


図-14 交通手段選択モデルの現況再現性

り、通勤、病院についてはバス利用者が減り、自由目的についてはバス利用が増えるという結果になった。図-17 より、通勤ではバスの利便性が低下した地域が多いことが分かる。モデルでは通勤において待ち時間、アクセス距離の影響が大きく、通勤バス利用者を増やすためには、バスの利便性が低下した地域で待ち時間の短縮化のために運行本数を増やす、アクセス距離を短くするためにバス停の位置や路線を再検討する必要があると考えられる。自由目的についてはバスの利便性が向上した地域が多いことが分かる。モデルでは自由目的における費用のパラメータは大きく、費用による影響が大きいことが分かる。PT の自由目的でバス利用が増えているのは、都市部で料金体系が改善され、費用に対する効用が高くなったと考えられる。実際、市バスの初乗りが 100 円に値下げされたことから、距離の短いトリップであると考えられる自由目的の交通行動に、H23 のバスの利便性が反映されたと考えられる。

最後に miniPT から得られた推定結果について述べる。図-16 より全目的でバス利用者が減少しており、図-18 よりバスの利便性が低下している地域が多いことが分かる。大幅にバス利用者が減少した病院目的は、利便性が低下した地域がほとんどであり、新規路線によって中山間地域のバスのサービスレベルは低下したことが分かる。これは、毎日運行されていた路線が特定曜日のみの運行になったり、豊田市中心部へのアクセス性向上を目的とされたと考えられる路線改変のため、中山間地域内にあった目的地付近のバス停が撤去され、利便性が低下した結果であると推測される。本研究では中山間地域内で運行されている路線バスではないデマンドバスは考慮に入られておらず、これらのサービスを適切に反映することが今後の課題である。

6. おわりに

本研究では、異なる調査を融合し、中山間地域を含む地方都市における交通手段選択モデルを目的別に構築した。モデルには、対象地域で重要となるバスについて詳細なサービスレベルを設定するとともに、潜在クラスモデルを適用して詳細なモデル化を図った。異なる調査データを融合する際、ゾーン区分の違いは町丁目のゾーン区分にすることで、調査方法の違いによる誤差はスケールパラメータを考慮することにより融合することが出来た。構築したモデルの推定結果から、通勤では待ち時間、アクセス距離を最も重視しており、それらが少ないほど公共交通機関を利用しやすいということ、自由目的では費用を重視する傾向にあることを示した。また、免許保有者、自動車保有者は自動車を利用しやすく、通勤、自

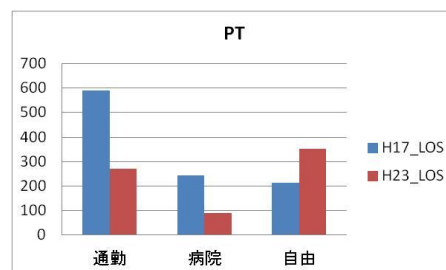


図-15 バス利用者数の推定結果 (PT)

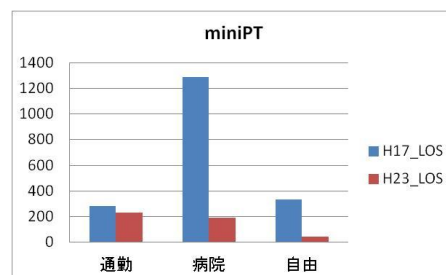


図-16 バス利用者の推定結果 (miniPT)

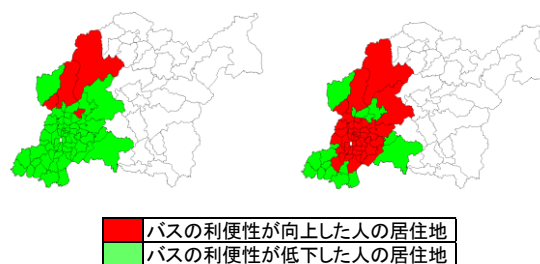


図-17 バスの利便性の変化
(左図：PT 通勤，右図：PT 自由)

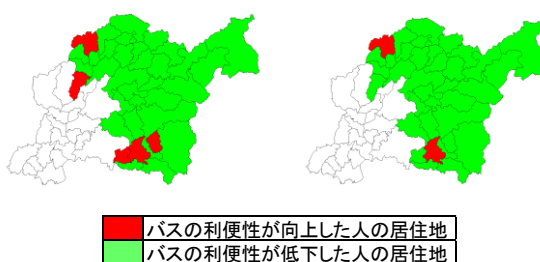


図-18 バスの利便性の変化
(左図：miniPT 通勤，右図：miniPT 病院)

由目的では自分で運転する（乗合ではない）傾向にあることを示した。さらに、バス路線拡充によって都市部での自由目的に対するバスの利便性は向上したが、中山間地域では低下した地域が多いことを示した。

ただし、モデル精度の限界があり、時刻表データから算出される待ち時間は居住者が選択時の判断基準として思う待ち時間とは異なる可能性が高く、今回構築したモデルを基に中山間地域に則した交通手段選択モデルを検

討する必要がある。

謝辞：本研究を行うにあたり，豊田市役所と豊田都市交通研究所の担当者の方々から多くの情報提供を頂いた。ここに記して感謝の意を示します。

参考文献

- 1) 森山昌幸，藤原章正，張峻屹，杉恵頼寧：中山間地域における高齢者対応型公共交通サービスの需要予測モデルの提案，土木学会論文集，pp.39-52，2005
- 2) 内田元喜，氏原岳人，谷口守，橋本成仁：中山間地域を含む地方都市を対象とした低環境負荷型地域構造の検討，日本都市計画学会都市計画論文集，No.44-3，pp.361-366，2009
- 3) 豊田市 HP：<http://www.city.toyota.aichi.jp/>
- 4) 豊田市都市交通整備部：豊田市基本公共交通基本計画報

告書

- 5) 佐藤栄治，吉川徹，山田あすか：地形による負荷と年齢による身体能力の変化を勘案した歩行換算距離の検討，日本建築学会計画系論文集，No.610，pp.133-139，2006
- 6) 雨森翔子：既存路線を対象とした需要喚起方策の導入効果分析，名古屋大学院修士論文，2008
- 7) Toshiyuki Yamamoto, Ryosuke Komori：Mode choice analysis with imprecise location information，Transportation，37，pp.491-503，2010
- 8) 森川高行，山田菊子：系列相関をもつ RP データと SP データを同時に用いた離散選択モデルの推定法，土木学会論文集，No.476，pp.11-18，1993
- 9) 北村隆一，森川高行，佐々木邦明，藤井聡，山本俊行：交通行動の分析とモデリング，技報堂出版，2002
- 10) みちなびとよた HP：<http://michinavitoyota.jp/main/>

(2012. 8.? 受付)