

# アクティビティダイアリー調査データを用いた高齢者の交通行動分析とDRTの導入可能性

都市交通研究室 崎村 武秀  
指導教員：佐野 可寸志  
松本 昌二

## 1. はじめに

現在、我が国では他国に例を見ない急速な高齢化が進んでおり、2015年には国民の4人に1人が65歳以上の高齢者となる本格的な高齢化社会を迎えることになる。新潟県長岡市のような地方都市では、モータリゼーションの進展により公共交通機関の利用者は減少している。2002年に改正道路運送法が施行に伴い、路線バスに対する需給調整の廃止によって参入および撤退が原則自由になった。バス・タクシー事業で採算を取りやすい大都市圏とは違い、地方都市では公共交通機関の利用者が、私的交通手段を持たない中高生の通学や高齢者や障害者等の交通弱者に限定されるため、採算性が低く、サービスレベルの低下や赤字路線の廃止が進み、交通弱者の移動手段を確保することが困難になりつつある。今後、このような社会情勢の中で、高齢者のライフスタイルが多様化するに従って、交通需要が現在よりも増加するものと考えられる。高齢者が社会の中で孤立することなく、自立した生活を営むにあたって移動手段の確保は欠かせないことであり、高齢者対応型公共交通サービスとしてDRT(Demand Responsive Transit)導入の必要性が高まっている。

そこで本研究では、利用者のニーズに即した交通サービスを提供するために、高齢者の交通行動を明確にしたうえで、交通特性に影響を与える要因を定量的に把握し、DRTの導入可能性についての考察を行うことを目的とする。

## 2. 高齢者交通行動の調査結果

### (1) 調査の概要

これまでに行った基礎研究では、平成11年度長岡都市圏新都市OD調査データを用いて交通行動分析を行い、高齢者の交通行動には移動制約や自動車等の私的交通手段の保有だけでなく、居住特性も影響を与えていることを確認した。そこで本研究では新潟県長岡市域から特性の異なる4つの地域を抽出し、高齢者の移動能力や具体的な目的地

等、詳細な交通行動実態を把握するためにアンケート調査を実施する。

調査の内容を表-1に示す。調査方法は調査員(研究室学生)が直接訪問し、その場でヒアリング形式にて個人属性や前日の外出状況に回答してもらう。その後回答者に残り6日分の外出状況調査票を預け、1週間後の回収時に誤回答がないか確認したうえで回収した。ヒアリング形式にすることで回答者が自分で記入する負担を軽減することだけでなく、設問の意味が分からない場合にはその場で調査員に質問できるため、未記入や誤回答を防ぐ効果が期待できる。

1日以上のお外出状況を記録した有効回答数は250部でその内、外出状況を1週間全て記録した回答者数は161人であった。

表-1 調査の内容

項目	主な内容
個人属性	年齢、性別、家族構成、自動車の保有状況、身体能力
自動車の運転状況	運転能力、自動車の利用頻度
外出行動	交通手段を利用する理由、公共交通手段の満足度
1週間の外出状況	調査開始日から1週間の外出状況(目的、目的地移動手段)
1ヶ月の外出状況	目的ごとの外出頻度、移動状況
DRTの利用意向	利用料金や運行頻度などのサービスレベルごとの利用意向

表-2 調査対象地域の概要

地域名	特徴
中心部	長岡市民の約3分の1が住む地域であり、人口密度も他の地域に比べ著しく高い。JR長岡駅への距離も近い中心市街地。
西部	土地区画整理事業等で人口の増加がみられるが、一部地域で過疎化・高齢化が進行している。バス路線は比較的充実している。
南部	郊外に位置するが、鉄道やバスなどの公共交通機関が整備されている。
北部	農村集落で人口減少による集落活力の低下がみられる。バスのサービスレベルが低い地域。

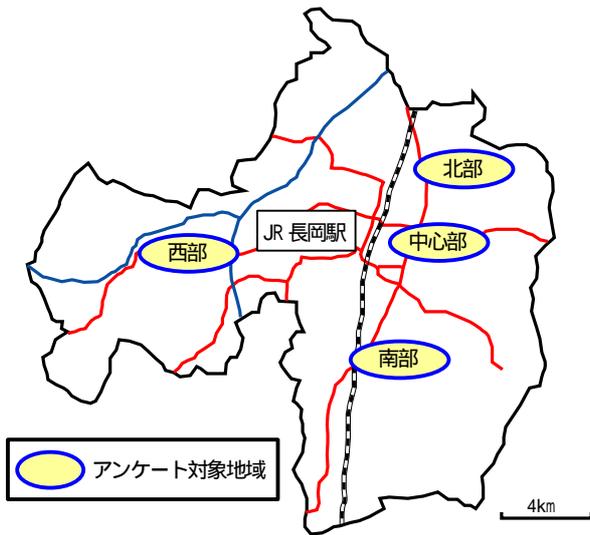


図-1 調査対象地域

(2) トリップ数と代表交通手段

図-2に年齢、性別ごとの1日当たりの平均トリップ数と代表交通手段を示す(ただし図中の括弧内の数字はサンプル数である)。男性では70代後半になると自動車での移動が減少し、75歳~79歳では徒歩や自転車で行動しているが、80歳以上だと移動能力の低下から徒歩や自転車での移動が減少していることがわかる。女性では70代になると大きく減少しているが、これは自動車の利用が減少し、その後は徒歩や自転車でのトリップ数が減少している。

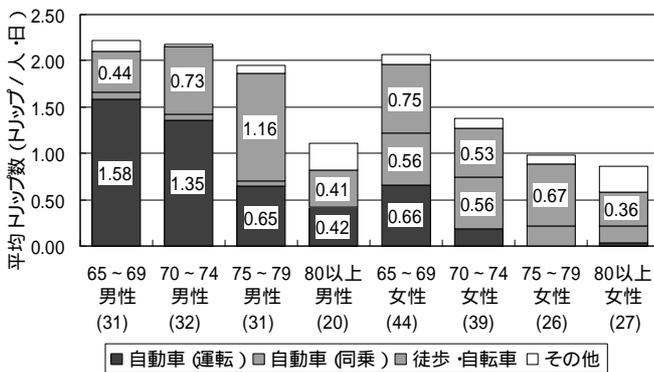


図-2 属性別平均トリップ数と代表交通手段

図-3から図-6は居住地別の交通手段を移動距離ごとに示したものである。まず移動距離が1km未満の場合は徒歩や自転車での移動が大半を占めているが、北部では郊外のためか自動車の移動が多い。これには自宅近くの畑へ行くための自動車利用が含まれているため、これらを除くと基本的には徒歩・自転車が多数。次に1km~2km未満の

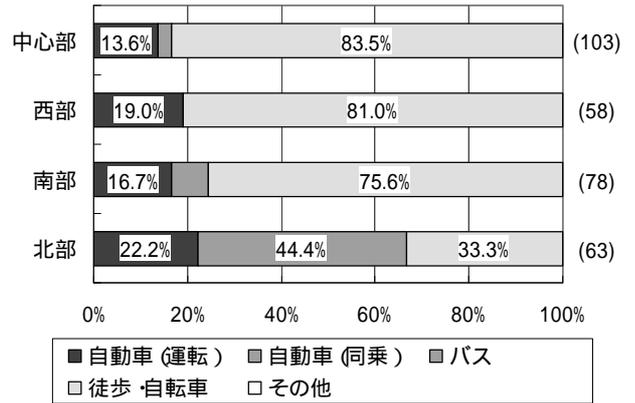


図-3 居住地域別の交通手段(1km未満)

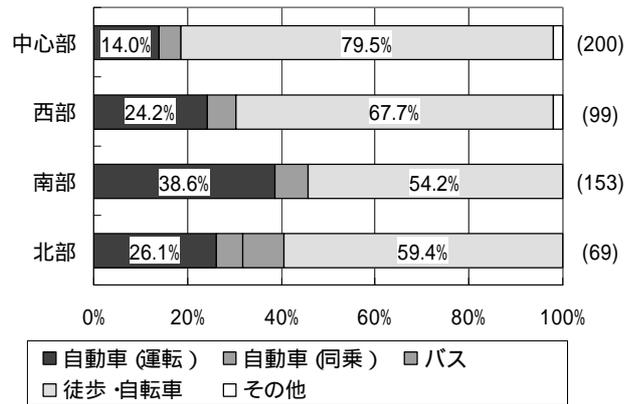


図-4 居住地域別の交通手段(1km~2km未満)

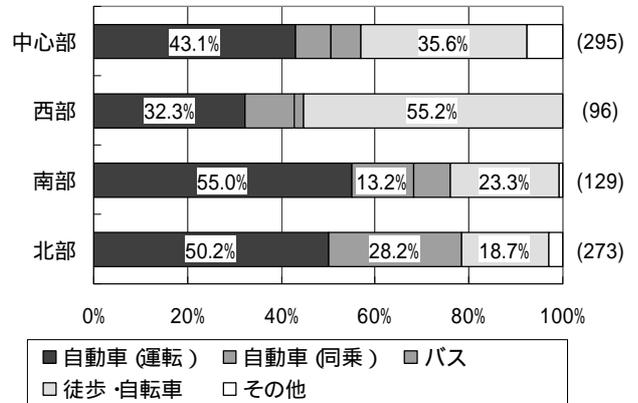


図-5 居住地域別の交通手段(2km~5km未満)

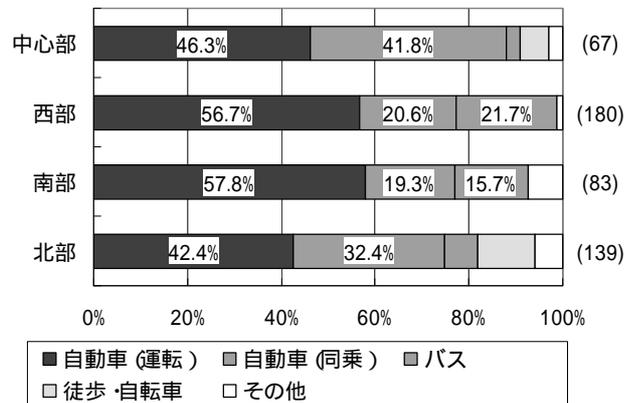


図-6 居住地域別の交通手段(5km以上)

移動では中心部では依然、徒歩・自転車が大半を占めているのに対して、その他の地域では自動車利用が増加している。2 km ~ 5 km未滿の移動になると中心部・西部では自動車利用がおよそ半分を占めるようになるが、南部や北部の郊外になると約70%を占めるようになる。そして移動距離が5 km以上になると全ての地域で自動車の利用が大半を占めるようになると同時に、中心部以外ではバスが20%前後だが使われている。

図-7には居住地域ごとの交通手段を自動車の運転免許の保有状況別で示したものである。自動車運転免許を保有するグループでは居住地域が違っていても自動車による移動の回数には顕著な差はみられずトリップ数に影響を与える要因は徒歩や自転車での移動となっている。また、西部と北部では自動車の移動がおよそ8割と極めて自動車への依存が高いことが確認できる。その一方、自動車運転免許を保有しないグループをみると居住地域が中心部では市街地であり、商店や病院が近くにあるため徒歩・自転車での移動が多いが、最も郊外である北部では人の運転する自動車に同乗しての移動がおよそ半分を占めている。これらのことから居住地域がトリップ数に大きな影響を与えており、運転免許のない郊外居住者で特にDRTのニーズが高いと考えられる。

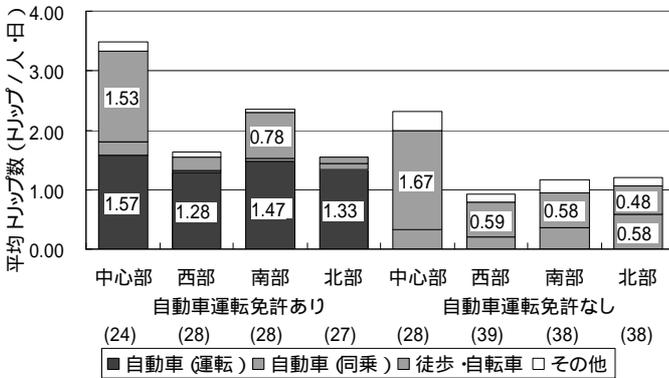


図-7 居住地域ごとの代表交通手段 (運転免許保有別)

### 3. DRTの利用意向

#### (1) DRT利用意向の特性分析

図-8に行動目的ごとのDRT利用意向割合を表す。なお、アンケート調査を行った際の実際のトリップについて、仮定したサービスレベルでDRTが導入されたとした場合の利用意向を調査している。仮定したサービス内容としては、利用料金は1回の利用につき100円の定額制で、30分に1本運行しているものとし、利用希望時間の30分前までに電話

等で利用予約をすることで自宅まで迎えに来てくれるが、乗合形式のため、利用者の人数によっては移動時間が5分程度余分にかかるものとした。

図-8をみると買物や通院など全行動目的の中で1つでも利用したいとの回答者は全体の約半数であった。また、利用しないと答えた中でも将来的には利用するかも知れないといった意見や、自分は利用しないがこのようなサービスがあれば住みやすい町になるとの回答もみられた。一方、利用しないと回答した理由として、多かったものは予約が面倒、歩いて外出することが適度な運動となることから必要ではないとの意見であった。同様に主な行動目的である買物、通院、娯楽目的でのDRT利用意向についてみると、利用したいと回答した方は買物では32%、通院では36%、娯楽では9%との結果から、生活の中で重要度が高いものほどDRTの利用意向は高いことが確認できる。

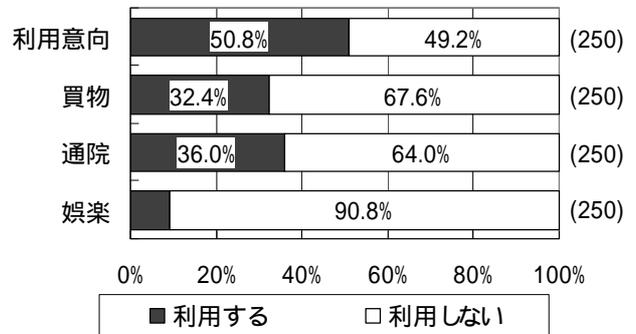


図-8 DRTの利用意向

図-8と図-9には現在の行動状況(1日あたりの平均トリップ数)別のDRT利用意向について中心部居住者と郊外居住者に分けて示したものである。中心部居住者では外出状況によって大差はなく、利用意向は40%程度だが、郊外居住者では1日のトリップが2.0回以下のグループで特に利用意向が高いことが確認できた。このことから郊外に居住していて移動が不便などの理由によって現在の外出が少ない高齢者で特にDRTのニーズが高いと考えられる。

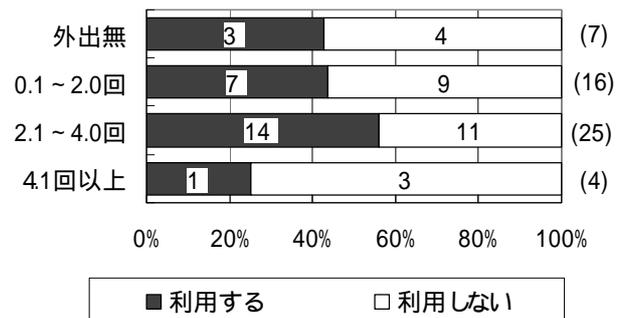


図-8 外出目的別のDRT利用意向 (中心部居住者)

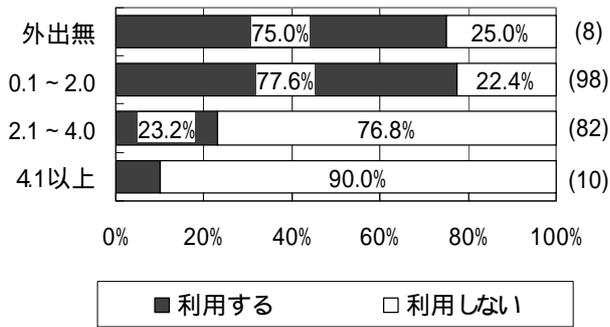


図-9 外出目的別のDRT利用意向(郊外居住者)

図-10と図-11にDRTのサービスレベルごとの利用意向を示す。まず図-10の利用料金についてみると、バスと同程度の料金である200円から300円までは利用希望者はおよそ半分程度となっているが利用料金がそれ以上になると利用希望者は極端に減少してしまうことが確認できる。乗車場所までの距離では、500mを超えてしまうと利用希望者はほとんどいなくなることが分かった。DRTは原則としてはドアtoドアサービスとしているが、効率的に運行するために乗車場所が希望する場所とは離れてしまうことが考えられるが、そのような場合にも移動距離を200m以内に抑えることで利用者の効用を高めることができる。また、利用料金については目的により利用意向に差があるが、乗車場所までの距離では目的による差はなかった。

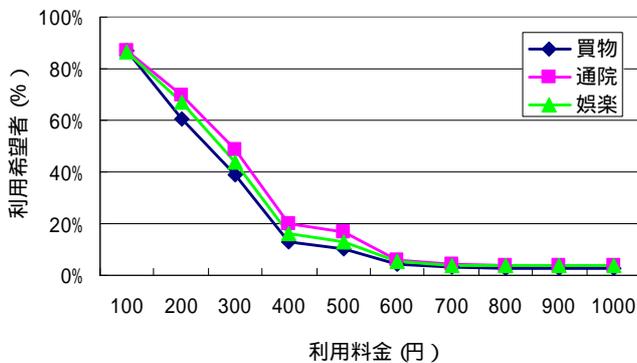


図-10 利用料金の利用限界水準

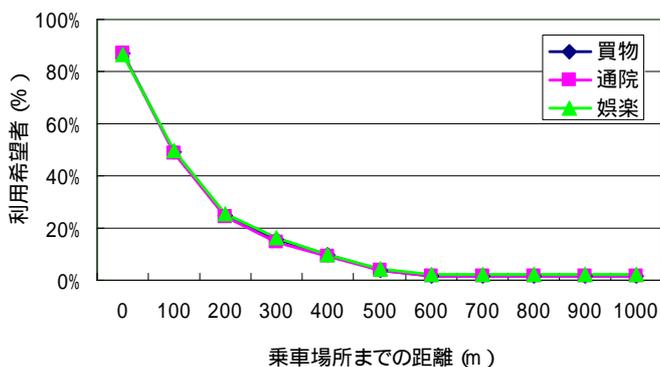


図-11 乗車場所までの距離の利用限界水準

#### 4. 交通手段選択モデル

##### (1) 交通手段選択モデルの概要

高齢者の交通手段選択におよぼす影響を明らかにすることを目的とし交通手段選択モデルを構築した。選択肢はDRT、自動車(運転)、自動車(同乗)、公共交通、徒歩・自転車の5つとし、サンプル数は2,008トリップである。

交通手段選択確率は、非集計多項ロジットモデル(MNL)を用いて式(1)のように表され、それぞれの選択肢の効用関数は式(2)で表される。

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j \in J_n} \exp(V_{jn})} \quad (1)$$

$$V_{in} = \sum_{k=1}^K b_k X_{ink} \quad (2)$$

- $P_{in}$ : 個人  $n$  が選択肢  $i$  を選択する確率
- $V_{in}$ : 個人  $n$  の選択肢  $i$  による効用関数の確定項
- $V_{jn}$ : 個人  $n$  の選択肢集合  $J_n$  の  $i$  以外全ての選択肢  $j$  の効用関数の確定項
- $X_{ink}$ : 個人  $n$  の選択肢  $i$  についての  $k$  番目の説明変数
- $k$ :  $k$  番目のパラメータ

##### (2) 交通手段選択モデルの推定結果

各パラメータの推定結果を表-3に示す。パラメータの  $t$  値はトリップ費用以外全て5%有意水準を満たしており有意である。モデルの再現力を示す自由度調整済み尤度比は0.39、的中率は60.5%であった。

完全共通変数であるトリップ費用、所要時間ではパラメータの符号はともに負となっている。これは一般的に交通手段を選択する際の理由から考えても正しいことがわかる。

自動車(運転)では年齢の増加とともに自動車利用は選択しにくくなる傾向にある。自動車(同乗)は女性や歩行能力に問題のある高齢者が選択しやすいことがわかる。公共交通に関しては年齢の増加によって公共交通機関は特に選択しにくい。また、全ての係数が負の値ということから、既存の公共交通は高齢者にとって効用の低いものであると考えられる。DRTは年齢が比較的若いうちは選択しやすいが、後期高齢者となると効用が低くなることが確認できる。

表-3 パラメータの推定結果

変数		係数	t 値
トリップ費用		-0.001	-1.17
所要時間		-0.070	-13.88
自動車 (運転)	70~74歳	-0.651	-4.02
	75~79歳	-2.153	-9.96
	性別(男性)	0.669	3.76
	中心部居住	-1.422	-8.35
	西部居住	-2.144	-10.49
	南部居住	-1.418	-7.72
	徒歩困難	0.986	3.37
	選択肢固有定数	0.546	2.71
自動車 (同乗)	65~69歳	2.012	7.38
	70~74歳	1.376	5.24
	性別(男性)	-1.909	-7.79
	中心部居住	-1.422	-8.35
	西部居住	-2.144	-10.49
	南部居住	-0.788	-3.52
	徒歩困難	1.603	5.92
	選択肢固有定数	-2.619	-8.93
公共交通	65~74歳	-1.687	-4.93
	75~79歳	-3.973	-5.23
	徒歩困難	-1.866	-2.44
	選択肢固有定数	-1.387	-4.52
DRT	65~74歳	0.894	3.63
	75~79歳	-0.568	-2.14
	性別(男性)	-0.306	-2.12
	中心部居住	-0.675	-4.26
	西部居住	-1.151	-6.16
	徒歩困難	0.976	4.37
	選択肢固有定数	0.615	2.09
$L(\hat{\cdot})$		-1847.31	
$\ln L(0)$		-3052.12	
2		0.39	
-2		0.39	
的中率		60.5%	

表-4 パラメータの推定結果

交通手段	1日あたりのトリップ数 (トリップ)	
	DRTなし	DRTあり
DRT		135
自動車(運転)	398	416
自動車(同乗)	113	31
公共交通	0	0
徒歩・自転車	208	137
合計	719	719



図-12 DRT運行ルート案

運行ルートとしてはまず対象地域内で利用者を迎えに行き、外出先として回答が多かった長岡駅方面と見附市方面の2つのルートを図-12に示すように想定します。アンケート調査より目的地として回答が多かったところは長岡駅方面では立川病院やイトーヨーカドー、見附市方面ではPLANT 5であった。

DRTの利用料金を1回300円と仮定した場合の1年間の収支を試算した結果を表-5に示す。利用料金が300円の場合だと1年間の収入はおよそ1千500万円、支出はおよそ2千400万円で年間900万円程度の赤字になることが試算からわかる。支出の削減が期待できるものにオペレータ人件費とシステム賃貸料と車両購入費がある。オペレータ人件費は今回のケースでは1つの地域としているが、広域でDRTを導入することで1つの地域あたりの費用が軽減できる。また、高齢者が対象なので難しいが、オペレータが必要ないシステムを開発することも考えられる。システム賃貸料についても全国

## 5. ケーススタディ

DRTの利用意向の最も高かった北部地域を対象にDRT導入について検討を行う。表-4には交通手段選択モデルの推定結果を、北部地域の実際の母集団人口と一致するように、対象地域の年齢、性別で拡大したものを示す。DRTを導入した場合、DRTの利用者は他人が運転する自動車を利用していた方や徒歩・自転車利用者が転換していることがわかる。

共通の汎用システムを開発すること。そして車両購入費に関しては専用の車両を購入するのではなく、スクールバスなどの車両を活用することで費用の削減が期待できDRTが導入できる可能性があることがわかった。

表-5 年間の収支試算結果

収入	
乗車料金収入 48,600(人)×300(円)	14,580,000
支出	
ドライバー人件費(2名)	7,200,000
燃料費	3,727,296
修繕費	2,987,712
オペレータ人件費	3,604,608
通信費	1,100,000
システム賃料	3,480,000
車両購入費(2台)	1,800,000
合計	23,899,616
収入-支出	-9,319,616

## 6. まとめ

本研究では新潟県長岡市を対象としてアンケート調査を行い、高齢者の移動手段を確保するための一施策としての利用者ニーズに即した交通サービスを提供するために、高齢者の交通行動実態を分析した。

本研究の成果は、以下のようにまとめることができる。

交通手段は男性ではやはり、自動車の運転が可能な年代では自動車利用が多いことが確認できる。自動車(同乗)での移動については自動車の運転免許の保有状況と関係しているが、男性ではほとんど無いが、女性では3割程度を占めていることがわかる。

高齢者は移動距離が短い場合には居住地域にかかわらず徒歩や自転車での移動が多いが、移動距離が長くなるにつれて郊外居住者では自動車利用が増加する。自動車運転免許がある高齢者では自動車での移動が8割と多く、郊外居住者では自動車への依存が極めて強く、自動車運転免許を持たない郊外居住者では外出が少ないことがわかった。

高齢者の交通手段選択モデルを構築し、年齢や性別、居住地域などが交通手段選択に与える影響を定量的に明らかにした。

DRT利用意向分析を行い、特に郊外居住で現在の外出が少ない高齢者はDRTのニーズが高いことが確認できた。また通院や買物など生活の中での重要度が高い目的ほどDRT利用意向が高いことがわかった。

オペレーションシステムの改良によって運行経費の削減が期待でき、DRTの導入可能性があることがわかった。

今後の課題として、交通手段選択モデルの再現性を向上させるためには、高齢者の多様性を表現できる変数の導入やサンプル数の増加が必要である。また、長岡市のような積雪寒冷地域においては、冬の積雪期間では高齢者が外出することが困難となり、社会活動に大きな影響を与えているといわれているので、冬季間のさらなる調査・分析を行うことが必要であると考えられる。

## 参考文献

- 1) 名取義和, 谷下雅義, 鹿島茂: パーソントリップ調査における回答誤差とその発生要因, 土木計画学研究・論文集, No. 17, pp. 155-162, 2000.
- 2) 西井和夫, 佐々木邦明, 今尾友絵: PT付帯調査としてのアクティビティダイアリー調査-高齢者の活動・交通行動実態把握-, 土木学会論文集, No. 702/ -55, pp. 31-37, 2002.
- 3) 新田保次, 都君燮, 森康夫: サービスレベルに応じた高齢者対応型バスへの転換需要予測に関する研究, 第33回日本都市計画学会学術研究論文集, pp211-216, 1998.
- 4) 新田保次, 都君燮: 高齢者に配慮したコミュニティバスの利用頻度予測モデルについて, 土木学会論文集 No. 646/ IV-47, pp37-45, 2000.
- 5) 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No. 786/ -67, pp39-51, 2005.
- 6) 崎村武秀, 佐野可寸志, 松本昌二: 長岡市における高齢者の交通特性の分析, 土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集, pp125-128, 2004.
- 7) 北川博巳, 三星昭宏: 高齢者モビリティ潜在化の属性要因と交通需要増加に関する考察, 土木計画学研究・論文集 No. 15, pp. 747-754, 1998.
- 8) 青島縮次郎, 高柳大輔, 伊東弘行: 身体障害者の顕在・潜在交通需要比較とそれを踏まえた交通弱者対応型バスの評価について, 土木計画学研究・論文集 No. 16, pp. 903-909, 1999.