

# 地方都市コミュニティバスの潜在需要に関する基礎的分析

関西大学大学院 藤野 大地  
 関西大学 秋山 孝正  
 関西大学 井ノ口弘昭

## 1. はじめに

多数の地方都市において公共交通政策としてコミュニティバスの運行が行われている。各市町村では実証実験の結果を踏まえた妥当な運行計画により地方公共交通の持続的運用を目指している。この結果、特定の固定的利用者へのサービス提供が認められているものの、高齢社会の地方都市における市民のモビリティ確保に関して検討の余地が残されている。このため本研究では、潜在的需要に着目した利用促進の検討を行う。具体的な地方都市の公共交通政策として岐阜県本巣市のコミュニティバスを取り上げ、コミュニティバスを中心とした公共交通政策を検討する。

すなわち、現実の実証実験結果を踏まえたコミュニティバス政策と利用動向の推移を整理する。また、利用者に対する意識調査結果に基づき、コミュニティバスの運行形態に対する利用者の意識構造を分析する。さらに、モデル分析により潜在需要の意思決定構造を明確にする。

## 2. 地方都市のコミュニティバス

岐阜県本巣市のコミュニティバス政策に関して整理する。本巣市は、岐阜県西濃地域に位置する地方都市（人口約3万人）である。平成16年に根尾村、本巣町、糸貫町、真正町が合併して誕生した。合併の前には、各町村において、公共交通が運用されてきた。根尾地域では①「根尾自主運行バス」、本巣地域では②行政福祉バス「ササユリ」が運行されており、市町村合併後に糸貫・真正地域では③「もとバス」のバスの運行が開始された。したがって、本巣市の公共交通政策の検討では、3種類のバス運行形態が存在しており、一体的な市営バス運営が目標とされた。さらに、地方鉄道としての樽見鉄道の運行が見直された。このため、平成20年度から地域公共交通総合連携計画を実施している。

経年的な実証実験の概要を表1に整理した。本巣市は、コミュニティバスの利用促進と経費削減を目指して、平成21年6月に、「ササユリ」、「もとバス」に関する第1次実証実験を行っている。しかし、一定の成果を得たものの、運行経費に関して再検討が必要とされ、平成22年6月に第2次実証実験が実施された。これは、「一人当たりの運行経費」を縮減するための実証実験とされた。このあと、第3次実証実験として、平成23年4月に「根尾自主運行バス」の運行サービスが修正された。この時点で、旧来の市町村のバス運行形態が統一された。図1は実証実験の結果を踏まえた平成25年1月現在の市営バスネットワークを示している。

これらの一連の実証実験の経過を踏まえた、本巣市コミュニティバスの運行実績を図2に示す。

表1 コミュニティバスに関する実証実験

	もとバス	ササユリ	根尾自主運行バス
実証実験 (H.21.6)	路線・ダイヤ再編 高齢者無料制度（70歳以上無料）の導入 「もとバス」間の乗継無料制度の導入 「樽見鉄道」との乗継無料制度の導入	フリー乗降制の導入	変更なし
実証実験 (H.22.6)	路線再編（「もとバス」真正線を「ササユリ」南部線に統合） ダイヤ再編 100円⇒無料 毎日⇒隔日運行	フリー乗降区間の拡大	
実証実験 (H.23.4)	変更なし		
実証実験 (H.23.10)	変更なし	停留所の増設	変更なし
実証実験 (H.24.10)	停留所の増設	北方バスターミナルの乗り入れ開始 停留所の増設	



図1 コミュニティバスの路線図 (H25. 1)  
 (出典：本巣市ホームページ)

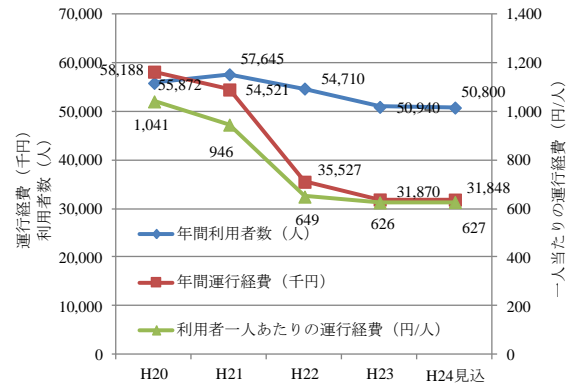


図2 コミュニティバスの経年的運行実績

本図より、第2次実証実験を行った平成22年度には、大幅に「もとバス」の運行頻度が削減されたが、利用者数の減少は相対的に少ない。これより、「利用者一人当たりの運行経費」の削減が達成されるとともに、運行頻度が削減されても、利用者がバスの運行時刻に合わせて行動するような自律的な利用形態の変化が期待できることがわかった。さらに、第3次実証実験（平成23年度）では「根尾自主運行バス」の路線・ダイヤを再編して経費を縮減した。この結果、市営バスの利用者数は若干減少したが、「利用者一人当たりの運行経費」は経年的に削減されている。第4・5次実証実験（平成24年度）では大きな変化は見られない。

現時点では、全路線が無料化、自主運行バスの形態となり、一定の運行経費削減が達成された。また、利用者数の減少が観測されるが、経費の減少分に比べて小さい。すなわち、行政（本巢市）の一定の運行経費負担に合わせたバスサービスが提供されている。したがって、現在の市民モビリティに対応したバスサービスを実行するための基本形態を設定したものである。さらに、近年の調査（利用者の意識調査）によれば、市営バスの運用方法とサービスレベルに関して、利用者の受容性が向上している。このようなことから、本研究では、現行の運行システム改善に加えて、市営バスの潜在的需要に着目して、新規バス需要の創生可能性について検討を行う。

### 3. 交通行動者の意識構造分析

つぎに、公共交通に対する市民意識を検討する。特にコミュニティバスの潜在的需要と利用意識の関係に着目したモデル分析を実行する。この際には、実証実験開始前に実施された、市民アンケート調査結果を用いる。

#### 3.1 利用者アンケート調査の概要

本巢市においては、市民意識に基づくコミュニティバス利用の可能性を検討するため、実証実験の開始前（平成20年）に、公共交通に対する市民アンケート調査を実施している。また、各年度の実証実験の影響把握のために、もとバス・ササユリバスに関する利用者アンケート調査（平成22年～平成24年）を実施している。

ここでは、実証実験に対応する利用者の意識変化を利用者アンケート調査から分析し、整理する。図3は、隔日運行、ルート、便数に関する利用者意識を示したものである。いずれも平成24年では、「今のままでよい」の割合が平成23年に比べると減少している。しかし隔日運行、便数については平成22年に比べると「今のままでよい」の割合は増加している。また、ルートについては平成22年の時点から「今のままでよい」の割合が80%以上と高い。したがって、利用者に関しては現状の運行サービスに一定の満足を得ている結果であると言える。以上より、今後は利用者へ向けた利用促進の効果は低いと言える。つまり、潜在需要に着目した利用促進を考える。このため、本研究では非利用者を含む市民アンケート調査を用いてモデル分析を行う。

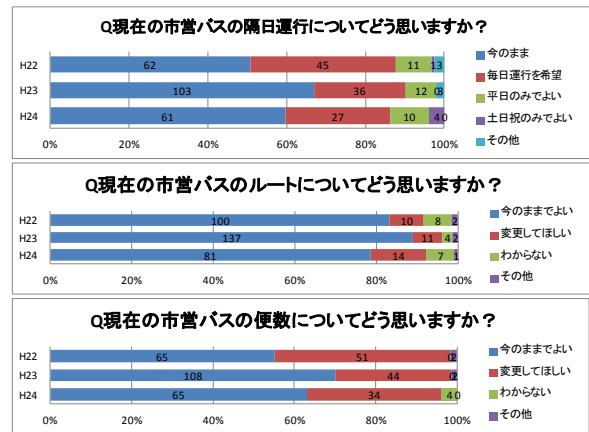


図3 実証実験に対応する利用者意識

#### 3.2 決定木手法による意識構造記述

本研究では、潜在需要に着目して、バスの利用意識を分析する。ここでは、少数の意思決定として、固有の交通行動者の意思決定過程の記述が期待される。そこで、「機械学習」のうち、帰納的学習に基づく「決定木」手法を適用する。この方法は、大量データから知識の構造的な規則性を学習する方法である。すなわち「決定木」は、問題解決のための分類・予測を行う際に広範囲に利用可能な手法である。決定木手法の利点は、知識理解の容易なルール群を自動生成する点にある。図4のような木の形で表される。

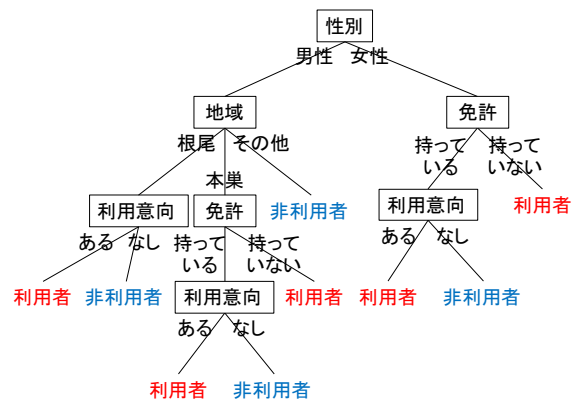


図4 決定木の基本構造

決定木手法の概要を整理する。決定木は、結節点に対応する各要因によりグループを分割する。たとえば、「性別」により男・女のグループができる。いくつかのグループを設定し、各グループ*i*に含まれる割合を確率 $p_i$ と表現する。このとき、グループのばらつき度合いを表す情報量を $I$ 、グループ数を $n$ とすると、集合 $D$ の情報量 $I(D)$ は以下の式(1)で表される。本研究での情報量とは、バスを利用する要因をどの程度持つかの尺度のことである。

$$I(D) = -\sum_{i=1}^n p_i \log_n p_i \quad (1)$$

そして、情報量 $I(D)$ とその期待値の差より、確率変動

の相互依存の尺度を表す獲得情報量が求められる。具体的な決定木アルゴリズムとしてID3とC4.5が著名である。ここで、ID3では、この獲得情報量の期待値が最大であるグループを決定木の節点として選択する。すなわち、獲得情報量を $G$ 、情報量の期待値を $E$ 、グループを $A$ とすると、獲得情報量 $G$ は以下の式(2)で表される。

$$G(A, D) = I(D) - E(A, D) \quad (2)$$

ここでは、決定木の最も基本的なモデルとしてID3を用いた分析を行う。具体的なID3の演算過程を考える。いま、 $l$ 個の属性 $A_1, A_2, \dots, A_l$ があり、それぞれ $A_i = \{a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{im}\}$ の属性値を持ち、分類クラスは $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ とする。このような属性と分類クラスを持つ学習データ集合があるとき、ID3により決定木を作成するアルゴリズムは次のようになる。

[1] ルート節点(最上位ノード)を生成する。このとき集合 $D$ にはすべてのサンプル数が含まれる。

[2] 集合 $D$ に含まれるサンプルが、すべて同じクラス $C_k$ に属するならば[3]へ、1サンプルでも異なるクラスをもつサンプルが含まれる場合は[4]へ進む。

[3] 該当ノードを葉節点とし、クラス $C_k$ をラベル付けする。また、すべての節点にラベル付けされているかを判定し、ラベル付けが完了している場合には、決定木の作成を終了する。

[4] 該当ノードの葉節点ではないので、以下に示すように、1)~6)の処理を実行する。

1) 各属性 $A_i$ に対して、その属性値により集合 $D$ を部分集合 $D_j$ に分割する。

2) 属性選択のための基準として、各属性 $A_i$ に対して獲得情報量 $G(A_i, D)$ を計算する。

3) 計算した属性選択のための基準地が最大となる属性をこの節点のテスト属性 $A_{max}$ とする。

4) テスト属性 $A_{max}$ の属性値のカテゴリ数と同数の下位ノード(節点)を生成し、リンクで連結する。

5) 生成したすべての下位ノードを結び枝に、対応する属性値 $a_{maxj}$ をラベル付けする。

6) 生成したすべての節点に対して、[2]から実行する。

### 3. 3 バス利用に関する意識構造分析

ここでは、決定木(ID3)を用いた交通行動者の段階的意思決定モデルを作成する。本意思決定モデルの概要を図5に示す。このモデルは、バスを利用選択する以前に選択肢としてバスが含まれているかを推定する。また、バスのリピーターの意思決定構造を表す。このために、①バス利用意識推定モデル、②バス利用者推定モデル、③バス利用頻度推定モデルの3種類で構成される。

①は市民の将来における公共交通の利用意識を推定するモデルである。つまり、選択肢としてコミュニティバスが含まれているかを推定する。このモデルは、交通行動者の利用意向を「ある」、「ない」に推定する。また、②は交通

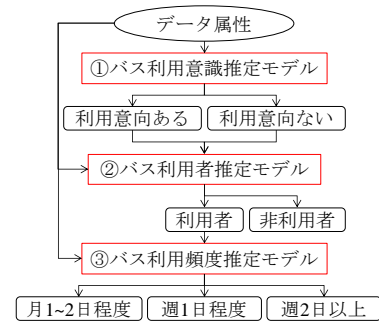


図5 交通行動者の意思決定モデルの概要

行動者のバス利用形態を推定するモデルである。交通行動者をバスの「利用者」、「非利用者」に推定する。さらに、③はバス利用者の利用頻度を推定するモデルである。このモデルは、「利用者」を「月1~2日程度」、「週1日程度」、「週2日以上」の利用頻度に推定する。

### 3. 4 バス利用者推定モデル

本研究では、潜在需要に着目しているため、バスの「利用者」、「非利用者」の意識構造を明確にする必要がある。したがって、ここでは②バス利用者推定モデルよりバスの「利用者」、「非利用者」の推論ルールを明確にする。

このモデルの目的変数、説明変数を表2に示す。交通行動者の利用形態を推定するモデルであるため、目的変数として(9)利用頻度の回答を用いる。i)~iv)を1)利用者、v)・vi)を2)非利用者として目的変数とする。

このとき、コミュニティバスが運行されている地域と運行されていない地域での利用形態に違いがあると想定したために説明変数として(1)地域の質問に対する回答を用

表2 目的変数、説明変数の概要

(1) 地域: 住んでいる地域を教えてください。					
i) 根尾	ii) 外山	iii) 本巢	iv) 一色	v) 土貴野	vi) 席田
vii) 弾正			viii) 真桑		
(2) 性別: 性別を教えてください。					
1) 男性			2) 女性		
(3) 年齢: 年齢を教えてください。					
1) 10歳代	2) 20歳代	3) 30歳代	4) 40歳代	5) 50歳代	6) 60歳代
7) 70歳以上					
(4) 職業: 職業を教えてください。					
1) 就業者 (自営)	2) 就業者 (自営以外)	3) 専業主婦	4) 無職	5) 大学生・ 大学院生・ 専門学校生	6) 高校生
7) 中学生			8) その他		
(5) 運転免許の有無: 自動車運転免許の保有について教えてください。					
1) 持っている			2) 持っていない		
(6) バスの必要性: 市民の交通手段として、バスは必要だと思いますか?					
1) 必要である	2) どちらかといえば必要である	3) どちらかといえば必要ない	4) 必要ない		
(7) 将来交通の不安: バスがなくなると、あなたが困ることはありますか?					
1) 今、困ることがある	2) 今は困らないが将来は困ると思う	3) 今も将来も困ることはない	4) わからない		
(8) 利用意向: 本巣市が運行するバスが便利になれば利用するつもりはありますか?					
1) ある			2) ない		
(9) 利用頻度: 本巣市が運行するバスをどれくらい利用していますか?					
i) 週に4日以上	ii) 週に2~3日程度	iii) 週に1日程度	iv) 月に1~2日程度	v) ほとんど利用しない	vi) これまでに利用したことがない

いた. i) を1) 根尾, iii) を2) 本巢, ii)・iv)～viii) を3) その他 とした. また, (2) 性別, (3) 年齢は高齢者とそれ以外, (4) 職業は専業主婦, 無職とそれら以外, (5) 運転免許の有無で利用形態に違いがあると想定したため, 説明変数として用いた. さらに, (6) バスの必要性, (7) 将来交通の不安, (8) 利用意向は市民の公共交通に対する意識が利用形態の違いに影響すると想定して用いた. また, このモデルは図6のような決定木の構造になり, 最小で3階層, 最大で9階層の意思決定構造である. 189種類のルールが抽出され, 具体的なルールとして, 「[1]もし運転免許を持っており, 利用意向があれば, 非利用者である」が本図より確認できる.

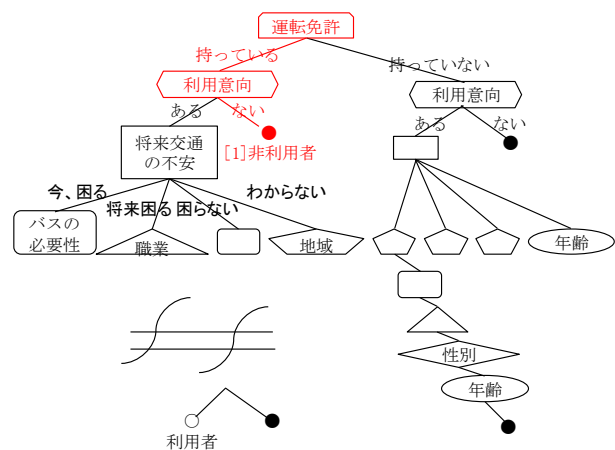


図6 バス利用者推定モデルの概要

「利用者」, 「非利用者」の推定値, 実績値を表3に示す. 本表より「利用者」が実績値より多く推定されたことが分かる. 的中率は0.98 (=2267/2310) である.

表3 バス利用者推定モデルの推定結果

「利用者」の代表的な推論ルールを表4に示す. いずれのルールも「将来交通の不安」, 「バスの必要性」の意識が高いことがわかる. これらのルールを基に「利用者」の推論ルールを以下の2種類に分類することができた.

実績値	推定値			計
	利用者	非利用者		
	利用者	173	23	
非利用者	30	2084	2114	
計	203	2107	2310	

- ① 「運転免許を持っていない&利用意向がある&バスがなくて今、困る」(サンプル数: 116)
- ② 「運転免許を持っている&利用意向がある&バスがなくて今、困る&バスが必要である」(13)

表4 「利用者」の代表的な推論ルール

次に, 「非利用者」の中から「利用者」の推論ルールに近い代表的な推論ルール(潜在需要)を表5に示す.

推論ルール(サンプル数)
「免許: 無⇒利用意向: ある⇒将来交通の不安: 今、困る⇒地域: 根尾⇒バスの必要性: 必要である⇒無職⇒女性⇒70歳以上」(38)
「免許: 無⇒利用意向: ある⇒将来交通の不安: 今、困る⇒地域: その他⇒無職⇒70歳以上⇒バスの必要性: 必要である」(26)
「免許: 有⇒利用意向: ある⇒将来交通の不安: 今、困る⇒バスの必要性: 必要である⇒専業主婦⇒60歳代」(5)
「免許: 有⇒利用意向: ある⇒将来交通の不安: 今、困る⇒バスの必要性: 必要である⇒就業者(自営)」(4)

いずれも「将来交通の不安」に関してのみ, 前述した代表的な「利用者」の推論ルールと異なることがわかる. つまり, 「将来交通の不安」の回答が「今は困らないが将来が困ると思う」から「今、困ることがある」に変化すれば「利用者」に推定できると言える.

表5 潜在需要の代表的な推論ルール

以上の「利用者」と「非利用者」(潜在需要)の推論ルールより, 「将来交通の不安」の意識を向上できる利用促進方法が有効であると言える.

推論ルール(サンプル数)
「免許: 無⇒利用意向: ある⇒将来交通の不安: 将来困る⇒地域: その他⇒どちらかといえば必要である」(19)
「免許: 無⇒利用意向: ある⇒将来交通の不安: 将来困る⇒地域: 本巢⇒無職⇒70歳以上⇒女性⇒バスの必要性: 必要である」(5)
「免許: 無⇒利用意向: ある⇒将来交通の不安: 将来困る⇒地域: 本巢⇒無職⇒70歳以上⇒女性⇒バスの必要性: 必要である」(3)

#### 4. おわりに

本研究では, 現実の実証実験結果を踏まえたコミュニティバス政策と利用動向の推移を整理した. また, 利用者に関する意識調査から利用者意識を分析した. この結果, 潜在需要に着目して, 利用者と潜在需要の意思決定構造を明確にした.

#### 参考文献

本研究の成果として, ①交通行動者のバス利用選択に関する意思決定構造を推定モデルにより明確にした, ②潜在需要に関して, 「将来交通の不安」の意識を向上させることが利用促進に有効である, などが整理される.

- 1) 本巢市(2008)「本巢市地域公共交通活性化協議会 市民アンケート調査結果」
- 2) 馬野元秀(1994)「ID3」, 日本ファジィ学会誌, Vol.6, No.3, pp.502-504
- 3) 秋山孝正, 奥嶋政嗣, 井ノ口弘昭(2011)「地方都市の持続可能な公共交通計画に関する実証的研究」, 交通学研究, Vol.2011, pp.223-232
- 4) 秋山孝正, 奥嶋政(2007)「交通機関選択分析のためのファジィ決定木手法の比較検討」, 土木学会論文集D Vol.63, No.2, pp.145-157

今後は, ①具体的な利用促進方法の提案, ②それに対する交通行動者の動向分析が課題として挙げられる.

謝辞: 最後に, 本研究を進めるにあたり, 資料収集に関して本巢市企画部総合企画課・総務部総務課のご協力を得た. ここに記し感謝の意を表する次第である.