

環境意識に基づいた利用促進のための公共交通サービスレベルの改善方策

Improving LOS of Public Transportation for its Utilization Improvement Considering Environmental Awareness

北海道大学大学院工学研究科 ○学生員 舟波 昭一 (Shouichi Funami)
北海道大学大学院工学研究科 正員 岸 邦宏 (Kunihiro Kishi)

1. 本研究の背景と目的

これまで、モータリゼーションの影響による公共交通の利用減少や道路混雑、あるいは環境問題といった諸問題を解決するため、交通施設整備や交通需要マネジメント(TDM)といった様々な試みがなされてきた。

また近年環境意識の高まりにともなって、「ひとり一人のモビリティが、社会的にも個人的にも望ましい方向に自発的に変化することを促す、コミュニケーションを中心とした交通政策」であるモビリティマネジメント(MM)が注目されており、各方面で研究や社会実験が進められている。

しかしながらこれまでの事例からは、一定の自動車利用減少やCO₂削減の効果が報告されているが、自動車利用は環境によくないということを理解しつつも、利便性から公共交通ではなく自動車を利用してしまふ人は少なくない。つまり、情報提供を基本とするMMのみでは、環境意識の高い人々に対してでさえも充分な公共交通への転換を図るには限界があり、公共交通のサービスレベル向上も不可欠であると考えられる。

これまで橋本¹⁾や横溝²⁾らが、公共交通サービスレベルに着目した研究をおこなっている。しかしどの程度公共交通のサービスレベルを改善する必要があるのかは、明らかにされていない。

そこで本研究では、環境意識の高い人々が公共交通に転換するために必要なサービスレベルを明らかにすることを目的とする。すなわち、環境意識の違いによる公共交通サービスレベルの満足度を直交多属性効用関数を用いて分析し、環境意識の高い人々がより公共交通へ転換するためには、どれだけサービスレベルを改善すればよいかを明らかにするものである。

2. 意識調査の実施

2-1 対象地域

本研究における対象地域として、札幌市北区屯田・新琴似地区を取り上げる。両地区は札幌市のベッドタウンとして発展し、都心部までの交通手段として最寄りの地下鉄駅までのバス交通が発達している。しかしながら現状としては自動車トリップが非常に多いため、公共交通への転換の可能性も秘めていると考えられる。

また両地区には、最寄りの地下鉄麻生駅から石狩市へ伸びる新たな軌道系公共交通機関であるモノレールの整備計画案がある。このため、屯田・新琴似両地区を対象として意識調査を実施し、現状のバス交通の満足度と、モノレールが整備されたときの利用意識を分析する。



図1 本研究の対象地域

2-2 意識調査実施

意識調査は平成20年12月1日に、札幌市屯田・新琴似地区を対象に投函配布・郵送回収で行った。1世帯2票ずつ、500世帯1000票配布し、174世帯から277票回収した。回収率は世帯ベースで34.8%、調査票ベースで27.7%だった。

3. 因子分析による日常生活行動からの環境意識の分類

本研究では被験者を環境意識の違いによって分類するため、因子分析を適用する。因子分析は多変量データから潜在的ないくつかの共通因子を推定する手法である。

表2に示す項目について、環境にやさしい行動に対してどの程度実行しているか尋ねたものである。実行頻度は、常に行う・大体行う・ときどき行う・ほとんど行わない・全く行わない、の5段階評価で尋ねた。

これらの9つの行動に対して因子分析し、得られた因子に対して被験者がそれぞれの程度重みを持っているか表す因子得点を算出し、因子得点の平均値から被験者の分類を行う。

表3のようにいくつかの共通因子が抽出され、固有値が1以上のものは第1因子のみとなっているが、第2因子も固有値がほぼ1に等しく寄与率も高いので、今回は第2因子も含めより詳細に分類する。第1因子第2因子ともに平均得点より高い被験者を環境意識が高い層、第1因子と第2因子どちらか一方で平均得点より高い被験者を環境意識中間層、第1因子第2因子ともに平均得点

より低い被験者を環境意識低い層と、3つのグループに分類した。分類した被験者数の割合を図2に示す。

表2 環境意識調査項目

冷暖房は弱めに設定し、温度を衣服で調節する
買い物袋を持参する
リサイクルを心がける
ゴミの分別をきちにする
照明をこまめに消す
環境に配慮した製品を購入する
節水をする
テレビを見ていないときは消す
車を使わずにすむときは使わない

表3 固有値表

抽出因子	固有値	寄与率	累積寄与率
第1因子	3.967455	44.08%	44.08%
第2因子	0.971417	10.79%	54.88%
第3因子	0.819027	9.10%	63.98%
第4因子	0.748708	8.32%	72.30%

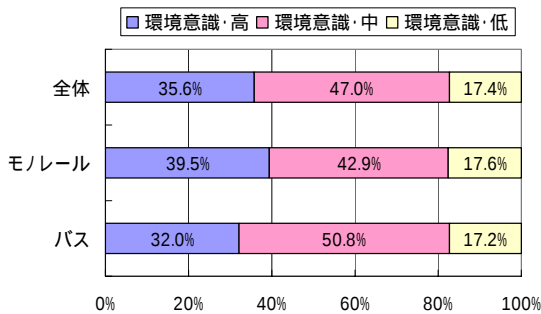


図2 環境意識別被験者数の割合

4. 公共交通サービスレベルに関する直交多属性効用関数の構築

4-1 効用関数の概要

直交多属性効用関数は加法型効用関数あるいは乗法型効用関数に分類される。これは意識調査で得られた組み合わせの評点より、選定手順に従って分類する。加法型効用関数、乗法型効用関数の一般式は以下の式(1)、(2)である。

・加法型効用関数

$$U = \sum_{i=1}^n k_i u_i \quad \left(\sum_{i=1}^n k_i = 1 \right) \quad (1)$$

・乗法型効用関数

$$U = \left\{ \prod_{i=1}^n (1 + K k_i u_i) - 1 \right\} / K \quad \left(\sum_{i=1}^n k_i \neq 1 \right) \quad (2)$$

$$u_i = \left(\frac{X_i - X_{iW}}{X_{iB} - X_{iW}} \right)^{r_i}$$

k_i : 尺度構成係数

K : スケール定数

u_i : 属性別効用関数(SUF)の効用値

X_i : 属性値

X_{iB} : 最良水準

X_{iW} : 最悪水準

r_i : リスク選好度

4-2 要因の設定

本研究では公共交通サービスレベルの効用値を求めるため直交多属性効用関数を構築する。効用関数の要因設定にあたって、公共交通の利用意識に大きく寄与する要因として、運賃、アクセス距離、運行本数の3要因を表4のように設定した。これを実験計画法の L_8 直交表に割り付けた。

意識調査はバスとモノレールではサービスレベルに対する満足度が異なると考えたため、それぞれの手法の異なる調査票を作成し、効用関数を構築する。

表4 要因と水準の設定

要因	水準
運賃(地下鉄大通駅まで)	最良 100円
	中位 360円
	最悪 620円
アクセス距離	最良 30m(歩いてすぐ)
	中位 750m(歩いて10分)
	最悪 2250m(歩いて30分)
運行本数(片道・1日当たり)	最良 250本(ラッシュ時3分間隔、日中5分間隔)
	中位 40本(ラッシュ時15分間隔、日中30分間隔)
	最悪 10本(ラッシュ時60分間隔、日中60分間隔)

4-3 バスのサービスレベルの効用関数

意識調査の結果より分散分析を行うと表5～表7のようになった。有意水準5%で検定を行った結果、環境意識高い層と低い層ではすべての要因で有意となったが、環境意識中間層ではすべての要因で有意にならなかった。よって中間層では効用関数が構築できないので、環境意識高い層と低い層でのみ効用関数を構築する。関数型の選定をすると、環境意識高い層では加法型効用関数、環境意識低い層では乗法型効用関数となる。

組み合わせの評点より各パラメーターの値を算出すると、環境意識高い層、低い層の効用関数は式(3)、(4)となる。

表5 分散分析(環境意識・高)

要因	変動S	自由度f	分散V	分散比 F_0	寄与率R
A(運賃)	0.2092	1	0.2092	20.09*	34.61
B(距離)	0.2527	1	0.2527	24.26*	41.79
C(運行本数)	0.1240	1	0.1240	11.90*	20.50
A×B	0.0035	1	0.0035	0.34	0.58
A×C	0.0008	1	0.0008	0.07	0.13
B×C	0.0040	1	0.0040	0.39	0.67
e(誤差)	0.0104	1	0.0104		1.72

表6 分散分析(環境意識・中)

要因	変動S	自由度f	分散V	分散比F ₀	寄与率R
A(運賃)	0.1961	1	0.1961	3.53	32.84
B(距離)	0.2633	1	0.2633	4.73	44.09
C(運行本数)	0.0494	1	0.0494	0.89	8.28
A×B	0.0243	1	0.0243	0.44	4.06
A×C	0.0021	1	0.0021	0.04	0.35
B×C	0.0064	1	0.0064	0.11	1.07
e(誤差)	0.0556	1	0.0556		9.31

表7 分散分析(環境意識・低)

要因	変動S	自由度f	分散V	分散比F ₀	寄与率R
A(運賃)	0.1490	1	0.1490	10.55*	23.59
B(距離)	0.2458	1	0.2458	17.41*	38.93
C(運行本数)	0.1711	1	0.1711	12.12*	27.10
A×B	0.0054	1	0.0054	0.38	0.86
A×C	0.0137	1	0.0137	0.97	2.17
B×C	0.0323	1	0.0323	2.29	5.12
e(誤差)	0.0141	1	0.0141		2.24

環境意識・高

$$U = 0.359 \left(\frac{620 - X_1}{520} \right)^{0.632} + 0.366 \left(\frac{2250 - X_2}{2220} \right)^{0.722} + 0.275 \left(\frac{X_3 - 10}{240} \right)^{0.504} \quad (3)$$

環境意識・低

$$U = \frac{\left\{ 1 + 0.500 \left(\frac{620 - X_1}{520} \right)^{0.724} \right\} \times \left\{ 1 + 0.576 \left(\frac{2250 - X_2}{2220} \right)^{1.206} \right\}}{2.251} \times \left\{ 1 + 0.376 \left(\frac{X_3 - 10}{240} \right)^{0.648} \right\} - 1 \quad (4)$$

 X_1 : 運賃(円) X_2 : アクセス距離(m) X_3 : 運行本数(本/日)

4-4. モノレールのサービスレベルの効用関数

同様にモノレールの票種についても分散分析を行うと、表8～表10のようになる。有意水準5%で検定を行った結果、環境意識高い層と低い層では運行本数のみ有意にならず、環境意識中間層では運賃と運行本数で有意にならなかった。したがって、バスと同様に環境意識高い層と低い層で効用関数を構築する。どちらも運行本数では説明ができないので、運賃、アクセス距離の2変数となる。また関数型の選定を行うと、環境意識高い層、低い層ともに乗法型効用関数となった。

組み合わせの評点より各パラメーターの値を算出すると、効用関数は式(5)、(6)となる。

表8 分散分析(環境意識・高)

要因	変動S	自由度f	分散V	分散比F ₀	寄与率R
A(運賃)	0.2654	1	0.2654	8.54*	39.95
B(距離)	0.3215	1	0.3215	10.35*	48.41
C(運行本数)	0.0243	1	0.0243	0.78	3.65
A×B	0.0218	1	0.0218	0.70	3.28
A×C	0.0000	1	0.0000	0.00	0.01
B×C	0.0002	1	0.0002	0.01	0.03
e(誤差)	0.0311	1	0.0311		4.68

表9 分散分析(環境意識・中)

要因	変動S	自由度f	分散V	分散比F ₀	寄与率R
A(運賃)	0.2098	1	0.2098	7.44	32.28
B(距離)	0.3591	1	0.3591	12.73*	55.24
C(運行本数)	0.0357	1	0.0357	1.27	5.49
A×B	0.0140	1	0.0140	0.50	2.15
A×C	0.0003	1	0.0003	0.01	0.04
B×C	0.0030	1	0.0030	0.11	0.47
e(誤差)	0.0282	1	0.0282		4.34

表10 分散分析(環境意識・低)

要因	変動S	自由度f	分散V	分散比F ₀	寄与率R
A(運賃)	0.4359	1	0.4359	162.41*	52.66
B(距離)	0.3259	1	0.3259	121.42*	39.37
C(運行本数)	0.0173	1	0.0173	6.43	2.08
A×B	0.0426	1	0.0426	15.89*	5.15
A×C	0.0003	1	0.0003	0.13	0.04
B×C	0.0030	1	0.0030	1.12	0.36
e(誤差)	0.0027	1	0.0027		0.32

環境意識・高

$$U = \frac{\left\{ 1 - 0.075 \left(\frac{620 - X_1}{520} \right)^{0.402} \right\} \times \left\{ 1 - 0.083 \left(\frac{2250 - X_2}{2220} \right)^{0.587} \right\} - 1}{(-0.193)} \quad (5)$$

環境意識・低

$$U = \frac{\left\{ 1 + 0.742 \left(\frac{620 - X_1}{520} \right)^{0.387} \right\} \times \left\{ 1 + 0.551 \left(\frac{2250 - X_2}{2220} \right)^{0.824} \right\} - 1}{2.155} \quad (6)$$

 X_1 : 運賃(円) X_2 : アクセス距離(m)

5. 効用関数によるサービスレベルの評価

5-1 現状のサービスレベル

構築された効用関数より、バスの環境意識別の効用値を見る(図3～図5)。図3は距離と運行本数を中位水準で固定したときの運賃の変化で効用値を表し、同様に図4は運賃と運行本数を中位水準で固定したときのバス停までの距離の変化で効用値を表し、図5は運賃と距離を中位水準で固定したときの、バスの運行本数の変化で効用値を表した図である。

現状のサービスレベルとして、運賃360円、アクセス距離500m、運行本数を1日40本として効用値を算出すると、環境意識高い層の効用値は0.63、環境意識低い層の効用値は0.46であることがわかった。つまり、現状のサービスレベルに対する満足度は十分でないといえる。

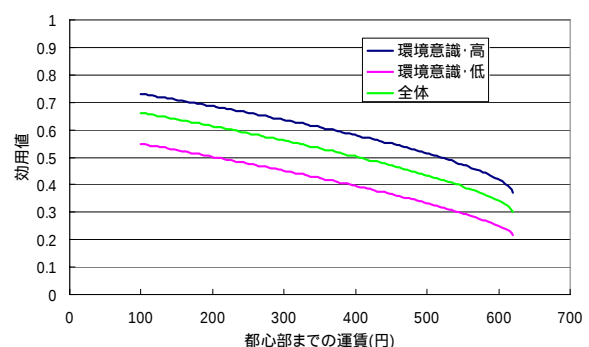


図3 運賃変化によるバスの効用値

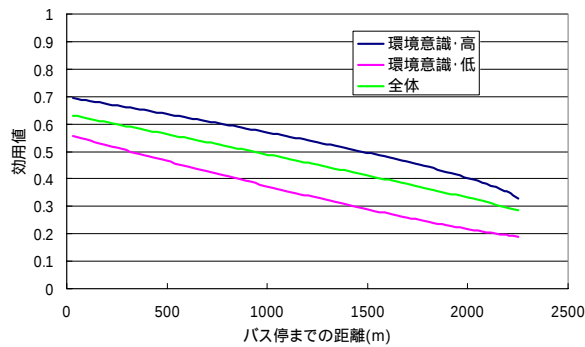


図4 アクセス距離によるバスの効用値

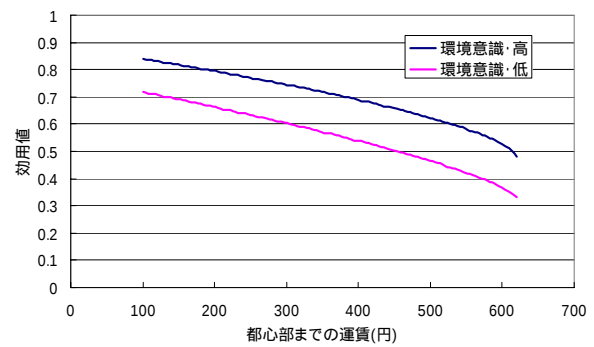


図6 運賃によるバスの効用値

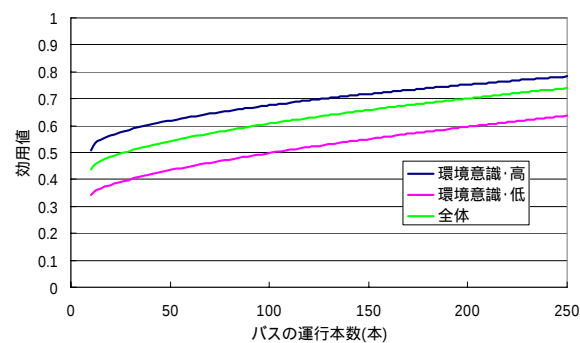


図5 運行本数によるバスの効用値

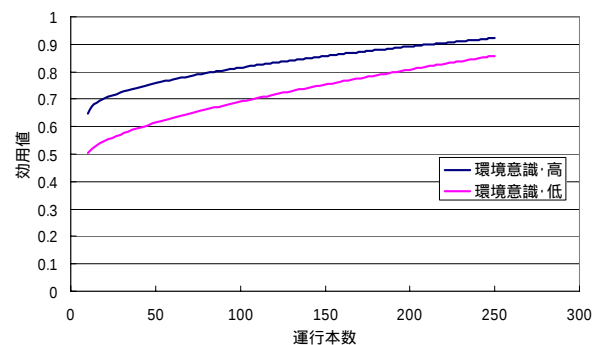


図7 運行本数によるバスの効用値

また環境意識が高い層でも、運賃、距離、運行本数の効用値は最高でも0.8に届かないということがわかる。

同様にモノレールの効用についても、運賃360円、アクセス距離500mとして効用値を算出すると、環境意識が高い層で0.64、低い層で0.59であり、バスでもモノレールでも現状のサービスレベルでは環境意識が高い層でもほぼ0.64程度であった。ゆえに公共交通への転換を図るにはよりサービスレベルを上げる必要があるといえる。

5-2 利用促進のためのサービスレベルの向上

そこでどの程度のサービスレベルの改善が必要になるか、各要因を見る。図6はバス停まで300m、運行本数80本としたときの運賃によるバスの効用値の変化である。現在屯田・新琴似地区では、地下鉄麻生駅へ向かう各バス路線は1日およそ40本であるが、運行本数1日80本としたときの運賃を見ると、環境意識が高い層で満足度が80%得られるような運賃は188円となることがわかる。

図7はバス停まで300m、運賃が200円としたときの運行本数によるバスの効用値の変化である。屯田・新琴似地区から地下鉄麻生駅でバスと地下鉄を乗り継いで都心部まで行く場合、運賃は合計360円となっているが、図7で運賃を200円としたときの運行本数を見ると、環境意識が高い層で満足度が80%得られるのは1日85本となることがわかる。

また図8はモノレールが整備された場合、モノレール駅まで500mとしたときの運賃による効用値を示したも

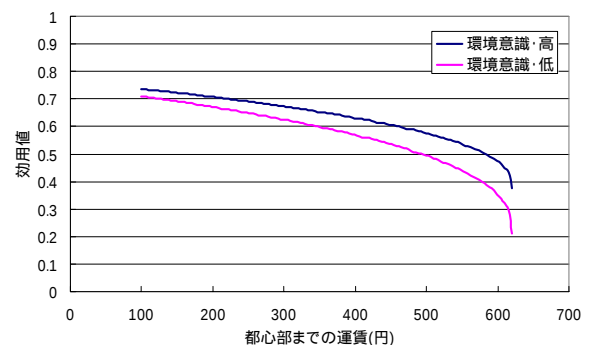


図8 運賃によるモノレールの効用値

のである。効用値は0.8には届かないが、0.7つまり満足度が70%得られるような、モノレール駅勢圏が500mのための運賃は220円となる。

以上のように、情報提供を基本とするMMのみでは環境意識に働きかけても十分な転換には限界があり、サービスレベル向上なしでは公共交通の転換はあり得ない。

参考文献

- 1) 橋本晋輔、藤井啓介、谷口守、松中亮治：「車依存型行動群の増加実態とその意識構成」環境システム研究論文集、Vol.36、pp381-388、2008
- 2) 横溝恭一、森本章倫：「MMによる行動変容を促すためのバスLOSに関する研究」土木計画学研究講演集、Vol.38、CD-ROM、2008