

大阪モノレール南伸計画の費用便益分析

瀋 俊毅・坂田 裕輔・橋本 介三

A Cost Benefit Analysis for the Southward Extension Plan of Osaka Monorail Loop-Line

Junyi SHEN, Yusuke SAKATA, Yoshizo HASHIMOTO

In this paper, under the consideration of both local environmental status and transportation network, we implement Cost Benefit Analysis (CBA) for the southward extension plan of Osaka Monorail Loop-line by applying a Choice Experiment (CE) method. It is estimated that the benefit cost (B/C) ratio is 1.35 under a basic scenario. In addition, with a consideration of different kinds of uncertainty in the future, a number of sensitivity analyses are implemented. The results of sensitivity analysis indicate that the possibility of generating net benefit is extremely high for the extension plan studied here.

- I. はじめに
- II. 大阪モノレール南伸計画の概要
- III. 分析モデル
- IV. アンケート調査のデザインと実施状況

- V. 基本シナリオと推定結果
- VI. 感度分析
- VII. 結論

I. はじめに

大阪モノレールは、都心から放射状に発展する公共交通機関(鉄道)を相互に結ぶ役割を果たしている。現在、モノレールをさらに南に延長する計画が検討されているが、事業採算性の問題があり、未だ建設は決定されていない。建設費用や建設用地が限られる中で交通機関を新たに整備する場合には、事業が必要となる費用と社会全体にもたらす便益を考慮する必要がある。そこで考慮すべき便益は、単に利用者が支払う運賃だけではなく、交通利便性の向上をはじめとする様々な便益を考慮すべきである。

公共交通機関の整備が社会にもたらす便益と費用については、近年事前評価が行われるようになって

きている。国土交通省では、「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2005」(以下「マニュアル2005」と略称)を作成している。「マニュアル2005」を使用することで、利用旅客の見積もりや建設費用の推計など、対象となる交通機関の費用便益比(B/C)が、算出できる(国土交通省, 2005)。

交通投資の費用便益分析において特に重要なのは時間価値の推定である。一般的に、時間価値は地域や利用者の属性によって異なるので、その推定に当たっては、対象地域における利用者の選択行動が、時間と費用を含むサービスや社会的属性の種々の変数によって十分に表現できるモデルにより推定する

ことが望ましい(瀋・坂田・橋本, 2006)。時間価値を評価するには、実際の利用データを用いる顕示選好法(Revealed Preference method)と、調査対象者に直接、選好を尋ねる表明選好法(Stated Preference method)が用いられる¹。表明選好法では、複数の交通手段の選択肢から一つを選択してもらう選択型実験が用いられることが一般的である。選択型実験法では、アンケート調査表を配布し、複数の選択肢とそれらの属性(または、特性)を個々の回答者に提示した上で、最も望ましい選択肢の一つを選んでもらう。そして、これらのデータに基づいて、選択肢の選好が属性別で推計され、この推計された属性パラメータを用いて、費用便益分析を進めることができる(Small and Rosen, 1981)²。

近年では、交通機関を利用することによって発生する直接的な便益や費用だけでなく、間接的な影響の評価も試みられている。特に交通機関と環境問題の関係は、手段選択問題以外でも重要な問題とされており、持続可能な交通システムの可能性が検討されている(Eck et al., 2005; Steg and Gifford, 2005など)。このような外部性を評価するため、Himanen et al. (2005) や Shen et al. (2008) では、選択肢の属性の中に交通手段がもたらす環境への影響を直接的に取り入れて分析している。これらの研究によれば、自分の選択しようとする交通手段が環境に与える影響を意識して、交通手段を選んでいることが明らかにされている。

一般に、環境変化が人々の行動に変化を与える場合には、加害者の立場としての行動変化と被害者としての行動変化がある。これまでの研究は、いわば加害者の立場で、自分の選択した交通手段が環境に及ぼす効果を自覚して行動するか否かが検討されていたのに対して、本論文では、地域の環境の状態が変化した場合、すなわち大気汚染などによって、環境が悪化した場合に、人々は、いわば被害者として、交通手段を変更するのかどうかを検討した。とりわけ、この南伸区間は大阪都市圏の自動車交通の大動脈、中央環状線に沿って計画されており、交通渋滞や大気汚染、騒音などの地域環境が問題とされている地域である。先験的には、環境汚染が深刻化すれば、人々の環境意識が高まり、交通手段選択の際に環境汚染を考慮する可能性があるが、南伸のモノレールの経済効果を測定する場合には、それらを意識的に考慮する必要がある。

一方、通常利用する交通手段の便益は、交通機関全体の利便性にも影響を受ける。すなわち、当該エリアにおいて新しい交通機関が整備されなくても、既存交通機関が接続する交通ネットワークそのものの利便性が向上するならば、利用者はこれまで利用していた交通手段を変更する可能性がある。このような問題は、アクセシビリティの問題として議論されてきている(Banister and Berechman, 2000, p.174)が、南伸区間のモノレールの建設がネットワーク全体に与える効果を測定することは容易ならざる問題が含まれている。本論文では、選択実験法にアクセシビリティの改善効果を、部分的にしる、取り入れようとして、CVM(Contingent Valuation Method)を考慮した調査票を作成し、沿線住民に配布することにした。

本稿では、これら二つの問題を明示的に考慮した上で、選択実験法を用いた大阪モノレール南伸計画の延伸事業の費用便益分析を行う。構成は、以下の通りである。第Ⅱ節では、大阪モノレール南伸計画の概要を説明し、第Ⅲ節では、分析モデルを解説する。第Ⅳ節では、モノレール延伸区間でのアンケート調査のデザインと実施状況を説明する。第Ⅴ節では、分析シナリオを設定し、費用便益分析の推計結果を分析する。第Ⅵ節では、第Ⅴ節の推計結果を受けて、いくつかの重要な仮定を変化させ、感度分析を行う。最後に、第Ⅶ節は本稿の結論とする。

Ⅱ. 大阪モノレール南伸計画の概要

大阪モノレールの南伸計画は、門真市駅から堺までが視野に入れられているが、本稿ではこのうち瓜生堂駅までの8.7キロメートルの区間について検討する。この区間は国土交通省の審議会でも採算性が高いとされている区間である。また、モノレールを瓜生堂以南まで伸ばす需要も高いと思われるが、この場合には車庫の整備など付帯設備の整備が必要となり、費用が増大するとされている。

門真市駅から瓜生堂駅までの区間で予定されている駅は、門真南駅、鴻池新田駅、荒本駅、瓜生堂駅の全4駅である。この4駅に起点となる門真市駅を加えた地域における駅から半径1キロ以内の町丁に居住する人口は約17万人である。我々はこれをモノレールの潜在的に利用可能な地域住民とみなし、調査対象とした。

表1 設置予定駅の接続路線と主な行き先

設置予定駅	他路線との接続	主な行き先	半径 1 km 以内の人口
門真市	京阪電鉄	京都、淀屋橋、北浜	40,401
門真南	地下鉄鶴見緑地線	京橋、心斎橋	31,539
鴻池新田	JR 東西線・学研都市線	学研都市、北新地、神戸	32,677
荒本	近鉄東大阪線	東生駒、本町	18,751
瓜生堂	近鉄奈良線	奈良、生駒、難波	44,863

南伸区間の運行所要時間は約20分弱、料金は360円程度と考えられる。大阪府の試算によれば、総事業費は870億円とされており、キロメートルあたりの単価では100億円程度であり建設費用は鉄道とあまり変わらない。ちなみに、他の公共交通手段の建設費を例にあげれば、一般的に言って、1キロメートル当たりの事業費は、地下鉄の場合は、160億円程度、LRT (Light Railway Train) の場合には55億円程度とされている。

南伸区間の最南端として新設を検討されている瓜生堂付近（近鉄奈良線八戸ノ里駅と若江岩田駅の間）から既存の鉄道網を利用して大阪空港に行くとするれば、所要時間が1時間15分程度で、運賃が790円もかかる。これが南伸計画により大阪空港まで直行できることになり、所要時間は55分に短縮され、運賃は660円程度に下がると考えられている。交通ネットワークへの接続性も向上し、表1に示すように南伸区間が整備されることで、様々な鉄道へのアクセスが改善される。さらに、現在、大阪周辺では、いくつかの新規路線、既存路線の延伸計画が検討・計画されている。これらがすべて実現した場合、モノレール利用の利便性は大きく向上し、乗客が増加すると考えられる。

Ⅲ. 分析モデル

交通手段に関する選択型実験の分析のメリットの一つは、ランダム効用理論 (Random Utility Theory) に基づいて定式化が可能であるという点にある (Louviere et al., 2000; Shen, 2006)。選択型実験分析は、いくつかの選択肢の中から一つの選択肢を選ぶという形式であるため、以下の通り定式化することが可能である。

回答者 q が J 個の選択肢の中から i を選択した場合の効用 U_i は、観察可能な部分 V_i と観察できない部分

ε からなる。これは (1) 式のように示される。

$$U_{iq} = V_{iq} + \varepsilon_{iq} \quad (1)$$

したがって、効用最大化により、回答者 q が i を選択した場合には、ほかの選択肢 j を選ぶよりも効用が高くなることから、選択確率 P_{iq} を(2)式のように定式化できる。

$$\begin{aligned} P_{iq} &= P(U_{iq} > U_{jq}; \forall (j \neq i) \in J) \\ &= P(\varepsilon_{jq} < \varepsilon_{iq} + V_{iq} - V_{jq}; \forall (j \neq i) \in J) \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、もし ε が第一種極値分布 (Type I Extreme Value Distribution) に従うと仮定すれば、選択肢 i を選ぶ確率は、(3)式のように表示できる。

$$P_{iq} = \exp(V_{iq}) / \sum_{j=1}^J \exp(V_{jq}) \quad (3)$$

これは多項ロジット (Multinomial Logit) モデルと呼ばれる³。ここで、観察可能な効用関数 V_i が線形関数であるモデルを考えると、(3)式は(4)の通りとなる。

$$P_{iq} = \exp(\beta X_{iq}) / \sum_{j=1}^J \exp(\beta X_{jq}) \quad (4)$$

ここで、 X_{iq} は V_i の説明変数であり、一般的に、選択肢の属性の他に、個人の所得などの社会経済変数を含む。

次に、消費者 q のあるプロジェクトが実施された時に得る消費者余剰 (Consumer Surplus) の変化は、(5)式のように定式化される⁴。

$$\Delta CS = \lambda^{-1} (\ln \sum_{j \in J} \exp(V_{jq}^2) - \ln \sum_{j \in J} \exp(V_{jq}^1)) \quad (5)$$

ここで、 λ は価格の推定されたパラメータである。 V^2 と V^1 はそれぞれプロジェクトが実施された後の効用と実施される前の効用と示す。(5)式の消費者余剰の変化分は、「マニュアル2005」に一般化費用の減少分と呼ばれているものと(理論的には)同等である。

IV. アンケート調査のデザインと実施状況

1. アンケート調査のデザイン

調査票の作成に当たって最も腐心したのは、以下の2点である。

まず、この新設区間のモノレールは鉄道網のネットワークの改善を意図して計画されているので、住民はこれをどのように利用するのか、そのパターンを特定することが難しいという点である。そこで属性(特性)の値を1区間(一駅分)の平均的なものに換算して表示し、行き先は問わないことにした。そのために、CVM(Contingent Valuation Method)法を応用して、ネットワークの変化について十分に回答者が理解できるように、事例を挙げ、モノレールができた場合の鉄道ネットワークや、将来に鉄道網が整備充実された場合のネットワークを表示した図を、[A]票として別途用意することにした。そして、住民に対する設問は、「モノレール整備区間、もしくは、この一部区間を含めてどこかへ移動されるときに、利用する交通手段についてお聞きします」という形式で、選択してもらうことにした。このように調査票を特定化することによって、住民に与えるアクセスの改善効果を推計できる。これに既存の乗降客データを用いて、平均乗車区間および、乗換駅における住民の乗車確率を上乗せすることによって、部分的にしる、ネットワークの外部効果を含めた経済効果が推計できる。

もう一点は、本調査では、交通機関の持つ一般的な属性に加えて、環境と交通ネットワークの社会的状況の変化に着目し、交通手段の選択に与える効果を計測しようとした。これは、都市環境が悪化するならば、人びとの環境意識が高まり、より汚染の少ない交通手段を利用者が選ぶことを想定している。また、交通ネットワークの整備が充実すれば、モノレールの利用が促進されるであろう。本研究では環境問題の例として大気汚染の問題を取り上げ、CVMの手法を取り入れて、[A]票で大阪におけるこれまでの環境変化(現状)と悪化した場合の予測

を事例として明示した。ただし、大阪府では硫黄酸化物の問題はほぼ克服されつつある一方で、主にディーゼルエンジンから排出される浮遊性微粒子(PMs)汚染物質の問題が注目されるようになってきている。しかし、PMSについては、問題点が明らかにされはじめている段階であるため、人びとの関心が薄い可能性もあるので、本研究ではPMSなどの大気汚染の問題に加えて、温暖化の影響で気温が上昇することも説明に加えた。

交通ネットワークについては、多くの路線が、現在、大阪府では検討されており、整備が確定しているもの、あるいは建設が既に進んでいるものもある。本調査では、このうち、整備計画が確定しているものを回答者に提示し、これらの整備が完了した場合に、交通手段の選択がどのように変化するかどうかを尋ねた。

ただし、社会状況の変化(=外部効果が大きいもの)を直接交通手段の属性の中に入れ込めば、CVM法で周知の「温情効果」(warm glow)⁵が生じる危険性が高い(Andoreoni, 1989)。そこで、本調査票の設計では、このような状況変化は、モノレール、車、バスのいずれを選択する場合にも、共通に作用する属性として入れ込むことにした。このように調査票を設計することによって、温情効果を抑制する一方で、交差効果としてその影響をキャッチすることが可能になる。

調査票は、2005年7月上旬にモノレール延伸区間で実施したパイロットテストの結果をもとにして、項目を再調整し作成した。実際に配布された調査票は2枚で、[A]票には、交通ネットワークの変化、都市環境の変化、および鉄道ネットワークの将来像の説明と認知確認のための簡単な質問が、[B]票には、交通機関の利用状況、交通手段選択のための設問、フェイス項目が盛り込まれた⁶。交通手段選択のための設問について、選択型実験法では、回答者は提示された選択肢(=交通手段)の諸属性を評価した上で、一つの選択肢を選ぶので、本調査では、南伸計画の任意の駅からこの区間を移動する場合の現実性を考慮した上で、三つの交通手段(モノレール、バス、車)を選んだ。多項ロジットモデルでは、IIA(Independence from Irrelevant Alternatives)の仮定が成り立つので、排除された交通手段については後で考慮できるように、[B]票の冒頭で、現在利用している交通手段についての情報を収集することにした。

また、交通手段の属性としては、回答者が選択肢を比較できるように配慮して、次の六つに限定した。

- ・一区間の乗車時間
- ・一区間の渋滞時間
- ・運行間隔
- ・運賃（コスト）
- ・地域の環境状況
- ・地域の交通ネットワーク状況

各手段の属性のレベルを2レベルとし、Fractional factorial designで32個のチョイスセットに絞った。さらに、回答者の負担を減らすために、この32個のチョイスセットを4バージョンに分けて、一人の回答者が1バージョンを答えればよいようにデザインした⁷。表2には、チョイスセットの一例を示した。

表2 チョイスセットの例

	モノレール	車	バス
1 駅分の平均乗車時間 (分)	3	4	5
1 駅分の渋滞時間 (分)	0	8	10
1 駅分の平均運賃または費用(円)	100	200	60
運行間隔 (分)	10	0(随時)	12
地域の環境状況	現状より悪化	現状より悪化	現状より悪化
地域の交通ネットワーク	整備充実	整備充実	整備充実
□の中に一番望ましい交通手段を一つ選んで✓してください	□	□	□

表3 サンプルの回収結果の概要

		人数	パーセンテージ
性別	男	251	53.2%
	女	212	44.9%
	無回答	9	1.9%
年齢	20歳以下	5	1.1%
	20-29歳	41	8.7%
	30-39歳	107	22.7%
	40-49歳	83	17.8%
	50-64歳	127	26.9%
	65歳以上	102	21.6%
	無回答	7	1.5%
最終学歴	高校	204	43.2%
	専門学校	45	9.5%
	短大・大学	151	32.0%
	大学院	13	2.8%
	ほか	44	9.3%
	無回答	15	3.2%
世帯年収	300万円未満	99	21.0%
	300-600万円	179	37.9%
	600-1000万円	100	21.2%
	1000万円以上	35	7.4%
	無回答	59	12.5%
回答数		472	100%

2. アンケート調査の実施状況

調査時期は、2005年7月25日から8月8日である。本調査は、調査票を戸別に配布し、郵送で返信してもらう方法をとった。配布対象地域は、南伸計画で駅が設置されることが検討されている地点から半径1km以内に含まれる地域である。各駅予定地ごとに1200通、合計6000通を配布した。516通の返信のうち、有効回答は472通（回収率7.9%）であった。回収結果の概要は、表3に示した。郵送によるアンケート調査の一つの限界として、モノレールの一つの潜在的利用者である20歳以下の通学者の回答が少ないというバイアスは避けられてないようである。

V. 基本シナリオと推定結果

1. 基本シナリオ

本論文では、費用便益分析を行うために、いくつかのシナリオを想定または推計しなければならない。第一は、モノレールに乗る平均区間についての推計である。これは、大阪高速鉄道株式会社が提供した平成18年度において大阪モノレールの総輸送人員と総運輸収入により、一人当たりの平均収入が235円であることから、現在のモノレール2区間の運賃(240円)と大体相当することが判明した。そこでチョイスセットの数値を2駅分に拡張したものを、便益を推計する際の基本フレームにした。第二に、モノレールが「門真市駅」から「瓜生堂駅」までの延伸区間を開通する前と後で、各交通手段の運行パターンがどのように変わるかである。我々は、シナリオの現実性やモノレール延伸による交通道路状況の変化を考慮し、表4に示す運行パターンの基本シナリオを設定した。第三に、延伸区間の人口の変化について、今後の交通ネットワークが充実されるので、人口の一定の増加が予想される。ここでは、表5のような人口増加の基本シナリオを設定した。延伸区間の各駅の周辺1キロ以内の2006年度末の人口に基づいて、開通年(2018年と仮定)の人口が想定され、2006年と同じとされている。この2018年の人口を

ベースとして、表5のようなやや控えめな人口増加率が基本シナリオとして想定されている。

今回の分析で、計算され、考慮されている便益および費用のカテゴリは、以下のとおりである。

【便益項目】

- ① 乗車時間の変化による便益
- ② 渋滞時間の変化による便益
- ③ 間隔時間の変化による便益
- ④ 運賃あるいはコストの変化による便益
- ⑤ 地域の環境状況の変化による便益
- ⑥ 地域の交通ネットワーク状況の変化による便益

【費用項目】

- ① インフラ事業費
- ② 関連街路事業費
- ③ インフラ以外の事業費

なお、フローをストックに資本還元する際に必要な社会的割引率⁸、評価期間などの評価基準は、現行の費用便益分析と比較可能なように、国土交通省「マニュアル2005」に従い、表6で提示された通りとする。

表4 モノレール延伸区間の開通前と後の運行パターンの基本シナリオ

	開通前		開通後		
	車	バス	車	バス	モノレール
乗車時間(分)	8	15	8	15	6
渋滞時間(分)	15	15	5	5	0
間隔時間(分)	0	20	0	20	10
運賃あるいはコスト(円)	250	200	240	200	240
地域の環境状況	現状		環境悪化		
地域の交通ネットワーク	現状		整備充実		

注：上記の各交通手段の運行パターンは2駅分の距離に基づくものである。

表5 延伸駅の周辺の人口増加の基本シナリオ

2018年度	2006年度と同じ(111621人)
2019年度以降	毎年度0.5%ずつ増加

表6 評価基準

社会的割引率	評価期間	評価年	評価基準
4.0%	開通後40年	2018年度	費用便益比(B/C)

2. 推定結果

表7は、多項ロジットモデルを用いて推計されたパラメータの結果が提示されている。モノレールの開通に伴う代表的個人の消費者余剰の変化分は、これらの結果と表4の基本シナリオを用いて求められている(5式を参照)。そして、南伸計画の年間総便益は、下記のように、南伸計画駅の付近の住民の便益と乗り換え客の便益の合計で計算される。

$$\begin{aligned} \text{年間総便益} &= \text{住民便益} + \text{乗り換え客便益} \\ &= (\text{「モノレール選択確率」} \times \text{住民人口} \times \text{代表的住民の年間消費者余剰変化分}) + (\text{年間乗り換え客数} \times \text{代表的乗換え客の一回乗り換える消費者余剰変化分})^9 \end{aligned}$$

上記の住民の便益の算出において、モノレール選択確率は多項ロジットモデルの推定から直接得られ、それを人口に乗じて乗車人数を算出するのが通常である。しかし、現在、この区間を含めて住民が移動する場合に、交通手段を(徒歩・自転車、その他)と答えた人が6割で、(電車・地下鉄、バス、自動車・タクシー)と答えた人は4割に過ぎない。現在この区間の公共交通が大変不便であることを考慮すれば、

住民全体をモノレールの潜在的利用者とみなしてもよいが、ここではきわめて控えめに、モノレールと直接競合する交通手段の利用者に限定しよう。そのために、以下、モノレール選択確率は、(モデルから直接求められた選択確率) × (住民の現在の電車・地下鉄、バス、自動車・タクシーの利用者の割合) で下方修正したものを、「モノレールの選択確率」とする。

一方、乗り換え客の便益では、乗り換え客数は、まず、現存の乗換えがある駅と乗換えがない駅のそれぞれ「周辺の人口と乗車人数の比率」を算出し、それから、これらの比率の差を延伸区間の人口に乗じることで算出される¹⁰。

住民の便益と乗り換え客の便益で算出された大阪モノレール南伸計画区間の総便益、および建設に投入される総費用のフローを表6に提示された評価基準の下で資本還元し、現在価値を求めば、1178億円(住民の便益：744億円、乗り換え客の便益：434億円)と870億円であった。これらの値から算出された費用便益比率(B/C)は1.35であった(表8参照)¹¹。かなり控えめに見積もっても、大阪モノレール南伸計画の「門真市駅」から「瓜生堂駅」までの延伸事業は、今回の基本シナリオに基づく限り、総費用を超えて余りある便益を生み出していると評価できる。

表7 多項ロジットモデルによる推定結果

説明変数	パラメータ
乗車時間	-0.1241(-8.635)**
渋滞時間	-0.0613(-8.239)**
間隔時間	-0.0324(-3.156)**
運賃あるいはコスト	-0.0050(-13.371)**
地域の環境状況*モノレール	0.3481(2.608)**
地域の環境状況*バス	0.1247(0.764)
地域の交通ネットワーク*モノレール	0.3318(2.489)*
地域の交通ネットワーク*バス	0.4865(3.025)**
対数尤度	-2824.817
McFadden の R ²	0.0865
標本数	3624

注：括弧内はt値である。一部の変数の結果のみが報告されている。**と*は有意水準1%と5%のそれぞれで、パラメータが0とは異なることを示す。

表8 大阪モノレールの延伸部分の便益と費用

便益の現在価値	費用の現在価値	費用便益比 (B/C)
1178 億円	870 億円	1.35

注：評価年は2018年度。生産者便益と設備維持費は含まれていない。

VI. 感度分析

将来の様々な不確実性が、公共事業の投資決定に重大な影響を及ぼすと考えられる。このような問題に対して、感度分析を実施するのは、公共事業の費用便益分析において、不可欠のことである。感度分析とは、B/Cの算出に当たって設定される各種のシナリオや評価基準などを可能かつ現実的な範囲内で変化させ、費用便益比率の変化を調べることである。従って、感度分析を実施することにより、政策担当者や関係者、住民などは、基本シナリオや前提に当然含まれている不確実性を考慮した上で、判断を行うことが可能になる(潘・坂田・橋本, 2006)。

本論文では、社会的割引率と評価期間、モノレールの運行パターン、地域の環境状況と交通ネットワーク状況の変化、および人口変化に関する感度分析を行った。まず、社会的割引率と評価期間に関する感度分析は、表9の結果を見ればわかるように、他を一定として、社会的割引率が6%以上に上がらない限り、および社会的割引率が6%でかつ評価期間が40年以下でない限り、費用便益比率が1を下回ることはない。

次に、他を一定として、モノレールの運行パターン(乗車時間、間隔時間、運賃)の変化による感度分析を行った。表10に提示された結果からみると、全てのケースで費用便益比率が1を下回ることはありえない。このことから、大阪モノレール南伸計画は、運行パターンにかかわらず、価値があると評価できる。

地域の環境状況および交通ネットワークの状況の変化による感度分析は、表11に示されている。これらの結果から、まず、環境状況あるいは交通ネットワーク状況がどのように変化しても、費用便益比率は全て1以上を上回ることが分かった。一方、環境が悪化する、または交通ネットワークが充実すると、モノレールの費用便益比率は0.05上がることから、環境が悪化すれば、あるいは公共ネットワークが便利になれば、モノレールを利用するメリットは高くなることもわかった。しかし、地域住民に与える効果は、わりに限定的であることも分かったが、これらの効果の外部性を考えれば、一応、妥当な結果と言えないこともない。

最後に、人口増加のシナリオについての感度分析も行った(表12を参照)。ここでは、「やや悲観的シナリオ」、「悲観的シナリオ」と「とても悲観的シナリオ」

の3つを想定した。毎年人口が2%ずつ減少するという「とても悲観的シナリオ」以外では、費用便益比率は1より大きいことが判明した。

以上の諸結果を総合すると、南伸計画のB/Cが1を超えることは、かなり頑健な結果であるといえる。

VII. 結論

本稿では、大阪モノレール南伸計画の「門真市駅」から「瓜生堂駅」までの延伸事業に対して、地域の環境と交通ネットワーク改善に及ぼす効果を考慮した選択実験法を用いて、費用便益分析を行った。費用便益分析の結果に大きな影響を及ぼす利用人数の推計においては、モノレールの潜在的利用人数を、現在この区間を移動する場合にモノレールと直接競合する交通手段を利用している人に限定する、というきわめて控えめな基準に基づいて推計しても、B/Cは1.35であった。また、将来のいろいろな不確実性を考慮した上で、いくつかの感度分析を行ったが、その結果、今回の大阪モノレール南伸計画の延伸事業は、さまざまな角度から見ても、純便益を生み出す可能性がきわめて高いことが示唆された。

さらに、ネットワーク改善や地域環境の悪化といった外部性の強い効果を把握するために、我々の調査票の設計は、ある程度、有効であることがわかった。ただし、ネットワークの変化が住民の意識的な交通手段選択に取り入れられる限り、評価としては直接的に現れ、符号も適切ではあるが、数量的には非常に小さい。これをどのように集計して、外部性としての全体効果を出すのかは、残された課題である。

最後に、今回の調査では、モノレールの重要な潜在的利用者である、20歳以下の通学・通勤者の回答者がきわめて少なかった。予算の制約でやむをえない面はあったが、アンケート調査法の改善の余地は残されている。

謝辞

本研究は、文部科学省の科学研究費補助金基盤研究A(2)(課題名「生活の質を持続的に向上させる政策評価方法の研究：理論と実証」課題番号16203020)と基盤研究B(課題名「資源配分メカニズムの分析と設計：理論と実験」課題番号20330036)より援助を受けた、記して感謝する。

表9 社会的割引率と評価期間による感度分析結果

社会的割引率	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%
費用便益比(30年)	2.02	1.69	1.43	1.23	1.07	0.94	0.84
費用便益比(40年)	2.47	1.98	1.62	1.35	1.15	1.00	0.88
費用便益比(50年)	2.89	2.23	1.77	1.44	1.20	1.03	0.89

注：評価年は2018年度。生産者便益と設備維持費は含まれていない

表10 モノレールの運行パターンによる感度分析結果

乗車時間	4分	5分	6分	7分	8分
費用便益比	1.48	1.41	1.35	1.30	1.24
間隔時間	6分	8分	10分	12分	14分
費用便益比	1.42	1.38	1.35	1.32	1.29
運賃	200円	220円	240円	260円	280円
費用便益比	1.45	1.40	1.35	1.31	1.26

注：評価年は2018年度。割引率は4%。評価期間は開通後40年。生産者便益と設備維持費は含まれていない

表11 環境および交通ネットワークの状況による感度分析結果

	環境現状・ネットワーク現状	環境現状・ネットワーク充実	環境悪化・ネットワーク現状	環境悪化・ネットワーク充実
費用便益比	1.28	1.33	1.30	1.35

注：評価年は2018年度。割引率は4%。評価期間は開通後40年。生産者便益と設備維持費は含まれていない

表12 人口増加による感度分析結果

	やや悲観的	悲観的	とても悲観的
2018年度	2006年度と同じ	2006年度と同じ	2006年度と同じ
2019年度以降	2006年度と同じ	毎年度1%ずつ減少	毎年度2%ずつ減少
費用便益比	1.34	1.14	0.98

注：評価年は2018年度。割引率は4%。評価期間は開通後40年。生産者便益と設備維持費は含まれていない

注

- 1 「マニュアル2005」によれば、時間価値を評価する方法には選好接近法と所得接近法がある。いずれも顕示選好法であるが、選好接近法とは、時間節約を獲得するのに犠牲にしてもよいと思われる金額と節約時間との関係を、現実の交通行動データから分析し、時間評価値として計測しようとする方法をいう。一方、所得接近法とは、節約される時間を、所得獲得機会に充たせた場合に得られたであろう所得の増分をもって、時間評価値とする方法である。
- 2 選択型実験を用いて人々の交通手段選択を分析する試みは1970年代から試みられている。これまで主に評価しようとした利用者便益は、交通手段利用における利用者の時間価値の推定が中心であった (McFadden, 1974; Garrod and Millius, 1983; Ben-Akiva and Lerman, 1985; Bates et al. 1987; Louviere et al. 2000; Asensio, 2002; Rodriguez and Joo, 2004)
- 3 詳しくはMcFadden (1974) の論文を参照。
- 4 詳しくはSmall and Rosen (1981)、Alpizar et al. (2003) などの論文を参照。
- 5 温情効果とは、ある個人の効用水準が自分がどれだけ贈与したかということに依存しているケースである。
- 6 本調査票の詳細に関してはファースト・オーサーに連絡されたい。
- 7 選択型実験の詳細についてはShen et al. (2009) を参照。
- 8 時間選好がある場合、社会における将来の便益および費用を現在価値に置き直す際に、一定の率で割引しなければならない。この率のことを社会的割引率という。
- 9 ここでは、暗黙的に、代表的乗り換え客の一回乗り換えの消費者余剰変化分は代表的住民の一回乗車の消費者余剰変化分と一致すると仮定している。
- 10 具体的にいうと、住民の便益を算出する際に、年間乗車人数 = 修正された「モノレール選択確率」×調査で得られた毎週平均公共交通手段の利用回数×2回×52週間×延伸区間駅周辺の人口；乗り換え客の便益を算出する際に、年間乗り換え客数 = (現存の乗換えがあるモノレール駅の乗車人数の合計/これらの駅の周辺人口の合計 - 現存の乗換えがないモノレール駅の乗車人数の合計/これらの駅周辺の人口の合計)×延伸区間の各駅周辺の人口の合計。
- 11 未修正のモノレール選択確率で算出された費用便益比は2.65であった。

参考文献

- Alpizar F., Carlsson F. and Martinsson P. (2003) Using choice experiments for non-market valuation. *Economic Issues*, 8(1), 83-110.
- Andreoni, J. (1989) Giving with impure altruism: applications to charity and Ricardian equivalence. *Journal of Political Economy*, 97(6), 1447-1458.
- Asensio J. (2002). "Transport mode choice by commuters to Barcelona's CBD". *Urban Studies*, 39(10), 1881-1895.
- Banister, D. and Berechman, J. (2000) *Transport Investment and Economic Development*. University of College London Press.
- Ben-Akiva, M. E. and Lerman, S. (1985), *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Bates, J. J., Roberts, M., Gwilliam, L. and Goodwin, P. (1987) *The Value of Travel Time Savings*, Newbury: Policy Journals.
- Eck, J. R., Burghouwt, G. and Dijkstra, M. (2005) Lifestyles, spatial configurations and quality of life in daily travel: an explorative simulation study. *Journal of Transport Geography*, 13, 123-134.
- Garrod, P. V. and Millius, W. (1983) Estimated value of improvements in transport services. *Transportation Research Part A*, 17A, 33-37.
- Hirmanen, V., Gosselin, M. L. and Perrels, A. (2005) Sustainability and the interactions between external effects of transport. *Journal of Transport Geography*, 13(1), 23-28.
- Louviere, J. J., Hensher, D. and Swait, J. (2000) *Stated Choice Methods*. Cambridge Press.
- McFadden, D. (1974) *Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior*. University of California at Berkeley, California.
- Rodriguez D. A. and Joo. J. (2004) The relationship between non-motorized mode choice and the local physical environment. *Transportation Research Part D*, 9, 151-173.
- Shen, J. (2006) A Review of Stated Choice Method. *International Public Policy Studies*, 10(2), 97-121.
- Shen, J., Sakata, Y. and Hashimoto, Y. (2008) Is individual environmental Consciousness one of the determinants in transport mode choice?. *Applied Economics*, 40(10), 1229-1239.
- Shen, J., Sakata, Y. and Hashimoto, Y. (2009) The influence of environmental deterioration and network improvement on transport modal choice. *Environmental Science and Policy*, 12, 338-346.

- Small K. A. and Rosen H. S. (1981) Applied Welfare Economics with Discrete Choice Models. *Econometrica*, 49(1), 105-130.
- Steg, L. and Gifford, R. (2005), Sustainable transportation and quality of life. *Journal of Transport Geography*, 13, 59-69.
- 国土交通省 (2005) 「鉄道プロジェクトの評価手法マニュアル2005」
- 瀧俊毅・坂田裕輔・橋本介三 (2006) 「選択型実験法による公共交通投資の費用便益分析－大阪モノレール彩都線延伸の例－」. *Discussion Papers in Economics and Business 06-18, Graduate School of Economics and OSIPP, Osaka University.*

(掲載許可2010年7月6日)