

社会的便益を考慮した PFI による LRT 整備事業に関する研究

信州大学 高瀬 達夫*

信州大学 小山 健*

By Tatsuo TAKASE, Ken KOYAMA

近年全国の各自治体において公共施設整備事業を PFI 事業として行う事例が見られるようになってきた。しかしながら今後都市再生事業にともない、その 1 つの柱となる交通施設の再整備に対して民間資金及び民間経営手法を導入する必要性が出てくるであろう。そしてこの PFI 事業には主な手法として独立採算型と JV 型及びサービス購入型の 3 つが挙げられている。一方で交通施設整備事業は大きな社会的便益をもたらすが、この社会的便益はこれまで直接的に影響を受ける(与える)主体の効果についてのみ論ずるものが多かった。しかし近年では自動車利用による大気汚染、騒音や交通事故等が問題視されており、これらの外部費用の削減効果を社会的便益に含む事例が多くなってきた。こうしたことを踏まえて本研究では LRT 整備事業において、PFI 事業として考えた場合の採算性を地域社会にもたらされる社会便益を考慮に入れながら比較検討を行った。

【キーワード】 PFI, 社会的便益, LRT

1. はじめに

PFI 法が制定されて以降、各自治体において社会資本整備事業計画について PFI 事業としての成立可能性の検討が盛んに行われるようになってきているが、その内いわゆる箱もの事業が大きな割合を占めている。箱もの事業は総事業費に対して初期投資額の占める割合が多くて運営・維持管理費用があまりかからないため、資金調達や施設建設の効率化を目的として民間手法を導入している¹⁾。また地方自治体はこれまで多額の地方債を発行したり借り入れを行ったりしている為、新たな事業資金の確保が難しくなったことも箱もの事業に対して PFI が導入されてきた理由の 1 つであろう。しかしながら将来的には人々の社会生活に欠かすことの出来ない公共交通機関等の整備や都市の再生事業に対しても民間資金及び民間経営手法を導入する必要性が今後高まってくるとも思われる。なぜならば英国で始まった PFI の

主たる目的の 1 つは官から民へのリスク移転であるからである²⁾。

鉄道事業等ではその運営・維持管理において需要リスクを始めとする種々のリスクが存在し、大きな影響を与えている。実際に利用者数の需要予測値に対して実績値が下回っているため赤字経営に苦しむ第三セクター鉄道も少なくない。従って官と民のリスク分担を行うためにこの様な公共交通機関整備において PFI を導入していくことが予想されるのも吝かではない。

一方、鉄道整備のような大規模事業は大きな社会的便益をもたらすが、これまでこの社会的便益は沿線地域の土地利用の変化によって生ずる便益や税収、あるいは時間短縮や料金の変化によって生ずる利用者の消費者余剰の増加分等が考慮されてきたが、近年では自動車利用による大気汚染、騒音や交通事故等が問題視されており、これらの外部費用の削減効果を社会的便益に含む事例が多くなってきた。

こうしたことに鑑み、本研究では都市再生に必要な柱となるインフラの再整備事業に着目し、その整

* 信州大学工学部社会開発工学科
TEL026-269-5307

備・運営に対してまず PFI 導入の有効性を VFM の分析を行うことにより検討し、次に PFI 事業の採算性を、地域社会にもたらされる社会便益を考慮に入れながら事例研究による検討を行うものである。また本研究では前述した 3 つの PFI の手法の内、料金収入がある場合にしばし用いられる独立採算型と JV 型の PFI 事業について考え比較検討を行うものとした。

2. 既存研究と本研究の位置付け

現在 PFI に関する研究はこれまで経済・金融分野を中心に数多くなされており³⁾、近年では都市・交通計画の分野においても盛んに行われている。

社会資本整備事業における PFI 事業の成立可能性を判断するためのモデルとして上田ら^{4),5)}は便益帰着構成表を用いたモデルを構築を行っている。また織田澤ら⁶⁾は PFI 事業推進・成功のために不可欠な公共主体からの支援策として公的債務保証を行うためのモデルを提案し、最適な保証水準について論じている。そして具体的な事業を取りあげて PFI 導入の可能性について検討を行った研究としては梶井ら⁷⁾や藤田ら⁸⁾が挙げられる。前者は道の駅整備事業、後者はモノレールの整備事業といった共に新規の整備事業に対して計量化を行い、PFI 事業としての成立可能性について検討されている。

一方社会資本整備事業の効果計測手法は交通施設整備による効果全体を同時に計測する総合モデル法と様々な効果を個別に計測する個別計測法の二つに大別⁹⁾される。そのうち本研究で用いている個別計測法を用いた手法の一つとして Williams¹⁰⁾や Small and Rosen¹¹⁾が交通利用者便益をロジットモデルから得られる間接効用関数と所得の限界効用で表される消費者余剰の和の形で定義できることを示している。わが国でも森地ら¹²⁾や高田・屋井¹³⁾は国際航空サービスの変化等による利用者便益変化の計測を行っている。これらの方法は時間・費用・サービスレベル等の変化を包括して便益計算することができ、この便益は個々の項目（移動時間や費用の変化等）ごとに計測が可能¹⁴⁾であることが特徴として挙げられる。

また外部性特に自動車利用による外部性につい

ての研究¹⁵⁾はわが国にいても近年見られるようになってきた。上岡^{16), 17)}や宇沢¹⁸⁾は自動車をもたらす大気汚染、騒音といった環境破壊や交通事故等の外部不経済性について論じている。そして具体的な計測事例としては森杉ら¹⁹⁾は実際に全国レベルでの自動車の社会的費用の試算を行っている。また加藤ら²⁰⁾は仙台市において自動車ばかりでなくバスや鉄道も考慮した都市交通の社会的費用を試算し、同時に他の都市における社会的費用との比較を行っている。

本研究は将来地方都市での都市再生事業における主要な交通インフラとして検討されと考えられる LRT 導入特にここでは軌道・鉄道から LRT への移行という再インフラ整備事業を例にとり、PFI 事業の成立可能性を独立採算型と補助金導入型について、交通サービスの変化に伴う消費者余剰や自動車利用削減に伴う外部経済性の変化のような社会的便益の変化を考慮に入れた比較検討を行うものである。

3. 計測モデル

本研究では独立採算型と補助金導入型それぞれのケースについて検討を行うために需要関数及び供給関数を設定する必要がある。本研究で用いる需給関数の基本的なモデルは補助金の有無に拘らず同様な構造を持つが、供給関数の制約条件についてはそれぞれのケースごとに設定する必要があると考えた。すなわち独立採算型の場合は料金や頻度といったサービスレベルを供給者が設定することが出来るが、補助金導入型では社会的便益を考慮する必要があると考え公共主体側が補助金の額と社会的便益のバランスを考慮したサービスレベルを設定するものとした。

また併せて事業前後のサービスレベルの向上や自動車利用からの転換によって生ずる消費者余剰の増加や自動車の社会的費用の減少といった社会的便益の増加分の計測方法についても設定した。

(1) 供給関数の設定

事業者は与えられた条件の下で利潤最大化行動をとるものとして捉え、以下のような供給関数を設定した。

$$MaxP_L = \sum_i \sum_k (Y_{ikL} \cdot C_{ikL}) - \{(Q_L \cdot RC_L + MRC_L) \cdot H + N \cdot MNC_L\} \quad (1)$$

(但し, $i \neq k$)

P_L : LRT 事業者の純利潤

Y_{ikL} : ゾーン i, k 間の LRT 利用者数

C_{ikL} : ゾーン i, k 間の LRT 利用料金

Q_L : LRT の運行本数

RC_L : 1 車両 1 km あたりの運行コスト

MRC_L : 1 営業キロあたりの管理運営コスト

H : LRT の営業距離 (km)

N : 必要車両数

MNC_L : 1 車両あたりの維持管理コスト

ここで独立採算型の場合, LRT 利用者数が総定員数を上回らない条件の下で供給者が便数を設定できるものとした.

$$MaxZ_{ab} \leq Q_L SL$$

Z_{ab} : 駅 a, b 間の利用者

SL : LRT 1 車両の定員数

(2) 需要関数の設定

利用者は供給者 (場合によっては間接的に公共主体) が設定した料金と頻度等を考慮して手段選択を行うものとして式(2)に示すような非集計ロジット型の需要モデルを作成した.

$$Y_{nik} = A_{ik} \times p_{ik}(n) \quad (2)$$

$$p_{ik}(n) = \frac{e^{u_{ikn}}}{\sum_n e^{u_{ikn}}} \quad (3)$$

$$u_{ikn} = a_{n0} + \sum_m a_{nm} \times X_{nikm} \quad (4)$$

n : 交通手段 (L :LRT, B :バス, C :自動車)

A_{ik} : ゾーン i, k 間の全交通の利用人数の総和

a_{nm} : 手段 n における m 番目のパラメータ

X_{nikm} : ゾーン i, k 間の手段 n の m 番目の説明変数

u_{ikn} : ゾーン i, k 間の手段 n の効用

(3) 社会的便益の計測

鉄道交通の施設整備によってもたらされる便益は, 主にサービスレベルの向上による利用者便益や土地の価格の上昇による沿線住民の便益および行政の税増収のような施設に何らかのかかわりをもつ各主体にもたらされる効果⁶⁾と, 自動車から鉄道への転換交通量増加による大気汚染・騒音・事故等の自動車交通の社会的費用減少効果¹³⁾が挙げられる. このうちここでは特に利用者便益と自動車交通の社会的費用について取り扱う.

(a)利用者便益

本研究では交通施設整備による時間・料金・乗換回数等のサービスレベルの変化による利用者便益の計測手段として, 図-1 に示すような消費者余剰を計測する手法を用いることとする. ただし一般に用いられている費用の軸のかわりに需要関数より求まる効用を式 (5) のようなログサム変数に変換した値を用いる^{10),21)}. これはこれまでよく用いられてきた手法のように時間や乗換回数についてあらかじめ金額換算したもの(労働時間と収入より求められた時間価値等)を用いて交通改善効果を算出する必要がなく, また同時に整備対象地域における交通独自の時間価値等を用いることが出来るというメリットを併せ持つ.

$$\Lambda_i = \ln \sum_n \exp(\mu V_{ikn}) \quad (5)$$

Λ_i : ゾーン i, k 間のログサム変数

V_{ikn} : ゾーン i, k 間の手段 n の効用確定項

図-1 の曲線 D は事業対象交通の需要関数を表わす.

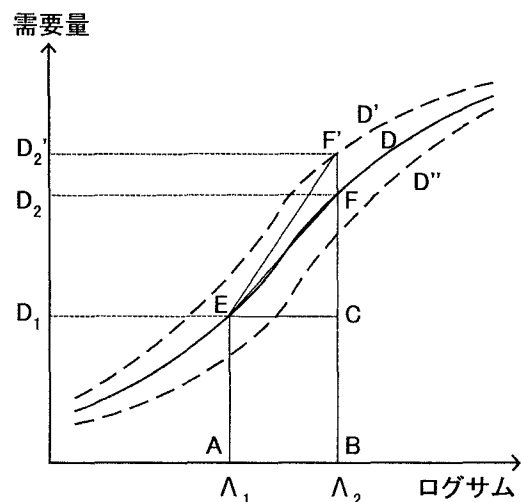


図-1 利用者便益の考え方

事業開始前の需要量及び効用を D_1 及び Λ_1 とし、事業開始後の需要量と効用をそれぞれ D_2 及び Λ_2 とすると消費者余剰の増分は既存旅客の場合は長方形 ABCE の面積で、転換交通については需要曲線 D と線分 CE, CF で囲まれた部分の面積で表わすことが出来る。また式(5)よりわかるように図-1 は LRT 手段利用者の需要関数としてもみなすことが出来る。すなわち総需要が一定の下で他の交通手段のサービスレベルに変化がなければ曲線 D は LRT 手段利用者の需要関数を示し、他の交通手段のサービスレベルが下がれば LRT 手段利用者の需要関数は D から D' へとシフトすることとなる。たとえば自動車利用者に対して環境税を負荷する政策はこのケースに当てはまり、この政策による転換交通の消費者余剰は三角形 EFF' の面積に近似される。

(b)外部費用

わが国における自動車交通の外部費用については、道路投資の評価に関する指針(案)²²⁾において貨幣換算がなされている。またそれらの数値を用いて運輸省鉄道局²³⁾が鉄道整備にともなう環境改善の便益計測手法を提案している。また兒山ら²⁴⁾は環境に影響を与える項目ごとに単位キロ当たりの費用換算を行っている。本研究では整備事業前後における自動車利用の変化による外部費用の変量の計測を行うために費用換算が容易に出来る兒山らが算定した費用原単位を用いることとした。

4. 再インフラ整備の事例研究

近年将来の都市公共交通として着目されているのが LRT である²⁵⁾。しかし残念ながらヨーロッパでは盛んに導入されているものの、日本では既存の路面電車に LRT を導入しているケースが数例あるのが現状である。

そこで本研究では実現の有無は別として、今後全国的に増えていくと予想される LRT 導入検討計画に必要な費用便益分析において社会的便益や外部費用を考慮して検討するための事例研究を行った。ここでは富山市を例として取り上げ、再インフラ整備として既存の軌道と鉄道を接続して LRT の導入するという仮定を行い、その試算を行うことにより当該整備事業が PFI 事業として成立可能かどうかの検

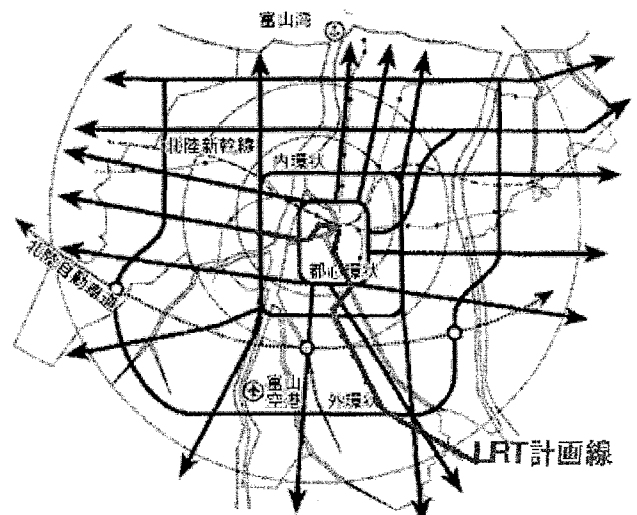


図-2 LRT 導入計画

討を行った。具体的な LRT 導入方法は図-2 に示すような現在の富山地方鉄道の市内軌道線と上滝線を改良して再インフラ整備を行う事業計画と仮定した。

富山市における交通手段分析モデルを作成するにあたり本研究で用いた交通手段ごとの OD は「富山高岡広域都市圏 PT 調査」を基にして作成されたデータを使用し、そこで用いられているゾーン内指標も併せて用いることとした。またゾーン間の移動にかかる費用や時間等の説明変数については時刻表や道路地図等を用いた。

(1) 需要分析モデルの推定

本研究ではピーク時(午前 7~9 時)とその他(オフピーク時)とに分けてモデルの作成を行った。またモデルの説明変数については様々な試行の結果、表 1,2 に示した説明変数を用いることとした。

説明変数を設定するに当たって選択肢固有のダミー変数をいくつか用いた。駅ダミーは鉄道利用者に対して出発地のゾーン内に利用可能な駅が存在するか否かを表し、乗換ダミーは鉄道またはバス利用者に対して目的地までに乗換の必要性の有無を表わしている。そして自動車利用者に対しては橋・目的地・距離の各ダミー変数を適用した。橋ダミーとは OD 間のトリップ時に橋を渡る必要性の有無を表し、目的地ダミーは目的地が中心市街地にあるか否かについて、また距離ダミーはトリップが 5 キロ以内か否かについて表わしたものである。またこれらのダミー変数は有る(必要)場合: 1, 無い(否)場合: 0 とした。

モデルの推定結果を表 1,2 に示した。各説明変数の t 値はピーク時でバスダミー、オフピーク時で乗換ダミーを除いて有意な値が得られた。そしてパラメータの推定結果についても推定値の正負に関して妥当な結果が得られた。表 1,2 で得られた結果より、ピーク時に大多数を占める通勤者はバスと鉄道を同じ公共交通機関という範疇で捉えて公共交通機関か自動車という選択をしていると思われる。一方オフピーク時では利用者は交通手段選択の際乗換の有無に関してあまり重要視していないと思われる。

またダミー一定数の絶対値は自動車利用者では橋ダミー、鉄道利用者については駅ダミーが大きい値が得られた。このことは自動車利用者は橋を渡ることに対する抵抗が大きく、一方鉄道利用者については最寄駅が存在することが利用促進に繋がると考えられる。言い換えれば橋を渡らなければ中心部に行くことが出来ない郊外部の住民は最寄り駅の有無と自動車利用とが大きくかかわっていると考えられる。

表-1 モデル推定結果(ピーク時)

	推定値	t 値
自動車ダミー	3.67	(38.0)
所要費用 [100 円]	-0.0683	(-10.7)
所要時間 [分]	-0.0148	(-28.1)
乗換ダミー	-0.0898	(-3.4)
橋ダミー	-0.556	(-24.1)
駅ダミー	0.536	(18.2)
目的地ダミー	-0.304	(-11.9)
距離ダミー	-0.300	(-9.8)
N=76843		

表-2 モデル推定結果(オフピーク時)

	推定値	t 値
バスダミー	-0.0782	(-2.6)
自動車ダミー	2.82	(42.5)
費用 [100 円]	-0.0156	(-3.5)
時間 [ln 分]	-0.103	(-46.2)
橋ダミー	-0.243	(-14.4)
駅ダミー	0.284	(10.3)
目的地ダミー	-0.638	(-35.1)
N=276310		

(2) VFM の分析と評価

PFI のタイプごとの事業成立可能性を検討する前に、当該事業に対して PFI 手法導入の有効性を検討する必要がある。すなわちこの LRT 事業において PFI を導入した場合に VFM(Value For Money)が確保できるか否かを分析し、得られた結果から PFI 導入の有効性を判断する。この VFM の評価は PSC(Public Sector Comparator)と PFI 方式での LCC(Life Cycle Cost)との比較によりなされる²⁶⁾が、本研究では事業リスクの算定が困難なため、初期費用(建設費及び車両購入費)と運行・管理運営・維持管理費用についての LCC を算出し、比較検討を行うこととした。

まず初期費用については車両購入費用(一編成あたり 2.2 億円)と路線改修にかかる費用等²⁷⁾(電気・電停(新規及び改修)・接続部の軌道、計 34.4 億)として算出した。そしてこの初期費用相当する両者の初期投資資金の調達方法は表 3 に示した。なおここでは現在利用可能な融資制度や公的補助制度((公共交通移動円滑化施設整備補助金(車両購入費用補助)や路面電車走行空間改築事業(電停改築補助))を出来る限り利用することとした。

次に運行・管理運営・維持管理コストについては、平成 11 年度鉄道統計年報に掲載されている富山鉄道(軌道)の営業費用を上記三つのコストに振り分けて各単位あたりの費用を算出し用いることとした。

表-3 資金調達計画

PSC	PFI
一般財源 20%	自己資金 10%
地方債 40%	無利子融資(日本政策投資銀行) 20%
借入(銀行)40%	ふるさと融資 20%
	借入(銀行) 40%

注)但し銀行からの借入金の金利は年 4%、地方債等については年利 2%とする。

表-4 VFM の算定結果

	PSC	PFI	VFM
初期投資費用	63.4	57.4	
運営・維持管理等費用	76.6	75.5	
計	140.0	132.9	7.1

但し単位は億円

なお税金については営業規模に比例すると考え、管理運営コストに含むこととした。また LRT 化に伴い削減が可能であると思われる輸送管理費の内、人件費が民間主導の場合には速やかに削減されることと仮定した。

そして車両入れ替え期間の 1 つの目安とされている 15 年で初期投資資金の償還・返済完了することとして、表 4 に示すように 15 年間の総費用の純現在価値を算出したのち VFM を計算した。ただし社会的割引率は 4% として計算を行っている。

表 4 の結果によると、公的補助や優遇される融資制度の活用により、初期投資費用が現在価値ベースで 10% 弱圧縮されており、PFI 事業としての有効性が認められた。

(3) 独立採算型 PFI 事業の成立可能性の検討

ここではまず独立採算型の PFI 事業として考えてみる。この場合 LRT 事業者は運賃や運行間隔を自由に設定して自己利潤を最大化する行動をとることが考えられる。しかしながら LRT のような都市基盤交通は公共性が非常に強いため、整備前よりサービスレベルの低下は避ける必要がある。そのため本研究では利用者の平均負担額が従来運賃を超えないこと、また平均的な頻度を下回らないとする制約を与えることとして計測を行い、独立採算型の PFI 事業としての成立可能性を検討した。

計測するにあたりここでは総需要は一定であると仮定し、また運賃については運賃収受の効率性を高めるために全路線一律または南富山駅(現在富山地方鉄道の市内軌道線と上滝線の接続駅)の通過をとまなう区間すなわち都市-郊外間の移動については別料金とする 2 段階の運賃設定を行うことを可能とした。

事業者が利潤最大化行動を行った場合の純利潤計測結果を表-5 に示す。なお利潤を最大にする運賃は限度額として予め設定しておいた値すなわち 2 段階の運賃設定(南富山駅を通過する場合 500 円それ

以外は 300 円)、頻度についてはピーク時では式(1)で示した制約条件、オフピーク時では推定前設定制約条件を満たす最小値であった。この結果よりこの事業の B/C は約 1.2 となり、初期投資を回収することができるため独立採算型の PFI 事業として成立可能と考えられる。

5. 社会的便益を考慮した場合の独立採算型と JV 型の PFI 事業比較と公的補助の妥当性の検討

前章では独立採算型の PFI 事業としても経営可能という結果が得られたが、その一方でこのケースでは一部の利用者に大きな金銭的負担を強いる必要があることもわかった。また LRT という公共色の濃い交通施設整備事業では社会的便益について考慮する必要があると思われる。そこで社会的便益を最大にするように推定を行ってみると、利用者に対してより安く、より運行頻度が高いサービスを提供すればよいという結果が得られたが、事業者純利潤がかなり少なく経営が困難となることもわかった。

これらの結果を踏まえて本研究では利用者の過大な負担を減らすため、事業者に対して補助金を与えるかわりに公共主体が運賃を設定できるものとし、事業者が経営可能な条件の下で社会的便益をどれだけ大きくすることができるか検討を行った。

ここで利用者便益は 3.(3)の(a)に示した手順を用いて求めるが、その値は次の Williams¹⁰⁾に準じた方法によって貨幣換算することが出来る。まず式(5)のログサム変数 Λ_{ij} を ij 間の鉄道費用 C_{Aij} で微分すると、式(6)が得られる。

$$\frac{\partial \Lambda_{ij}}{\partial C_{Aij}} = P_{ij}(a) \beta_c \tag{6}$$

$P_{ij}(A)$: $i-j$ 間で鉄道を選択する確率

β_c : 費用のパラメータ値

そして、
$$\Delta C_{Aij} = \frac{\Delta \Lambda_{ij}}{P_{ij}(a) \beta_c} \tag{7}$$

この式(7)の関係より、効用タームを貨幣換算することができ、利用者便益を計測することができる。

また自動車の外部費用については大気汚染・温暖化・騒音・交通事故の 4 つを対象とし、それぞれの単位キロ当たりの費用は兒山らが算定した乗用車の外部費用中位推計値²²⁾を用いて算出した。表-6 は

表-5 事業者利潤推定結果

	年間利潤	15 年間利潤	初期費用
金額	6.03 億円	69.7 億円	57.4 億円

4.(2)に示した LRT 整備計画における独立採算型の社会的便益(利用者便益と自動車の外部費用の変化)を推定したものである。

次に JV 型の PFI 事業として補助金を出す代わりに運賃や頻度を公共主体が決定することができる場合を考える。そして補助金額は年 2 千万円以内と仮定した。以上の条件の下で社会的便益を最大にする状態の推定結果を行い、その結果を表-7 に示した。結果として運賃は変わらないが、オフピーク時の頻度を 1 時間あたり 1 本増時(費用は年間 1.5 千万円増加する)に最大となった。分析過程に於いては運賃を下げた場合はもちろん利用者便益は増大するが、事業者の経営状態を著しく悪化させ、またピーク時の頻度増加させると新規車両が必要となり負担が大きくなるという結果も得られている。

表-6 と表-7 の推定結果より、独立採算型と JV 型を比較してみると頻度の増加により利用者の待ち時間が減少するため、結果として社会的便益を 30%以上増加させていることがわかる。

表-6 社会的便益 (独立採算型 PFI 事業)

	年間	15 年間
事業者利潤	6.03	69.7
利用者便益	7.43	85.9
自動車の外部費用削減効果	0.25	2.9
社会的便益	13.71	158.5

但し単位は億円

表-7 社会的便益 (JV 型 PFI 事業)

	年間	15 年間
事業者利潤(補助込)	6.08	70.3
利用者便益	10.04	116.1
自動車の外部費用削減効果	0.26	3.0
補助金額	▲0.2	▲2.3
社会的便益	16.18	187.1

但し単位は億円

以上のことから交通施設整備計画において独立採算型 PFI よりもむしろ JV 型 PFI 事業として補助金を効果的に出すことが社会全体の便益として考え

るとより効果的であると考えられる。

6. まとめ

本研究はまず PFI 事業の成立可能性を検討するために必要な社会的便益の計測モデルを作成した。そして事例研究として富山市における既存の軌道・鉄道を改良して LRT を導入するという計画について独立採算型と JV 型の PFI 事業としての有効性の比較検討を行った。その結果独立採算型の PFI 事業として成立するという結果が得られたが、社会的全体としての便益という面で考えると JV 型 PFI 事業として補助金を効果的に出すことが有効であることも判った。

また今後は自動車の外部費用に対する環境税導入による効果や単に社会的便益の合計を最大化させるのではなく、一部の利用者に偏らずより多くの利用者が便益を得られるようにするための方策を考えていく必要がある。また VFM の算定をより詳細に行う為に、種々のリスクやコスト削減方法等についても考慮する必要がある。

【参考文献】

- 1) 井熊均：実践！PFI 適用事業，ぎょうせい，2002
- 2) 福島直樹：英国における PFI の現状，日刊建設工業新聞社，1999
- 3) 第一勧業銀行国際金融部：PFI とプロジェクトファイナンス，東洋経済新報社，1999
- 4) 上田孝行，中澤毅基，福本潤也，長谷川専：民間主導型社会資本整備事業の成立可能性に関するモデル分析，土木計画学研究・講演集 23(2)，pp.31-34，2000
- 5) 上田孝行，長谷川専，浅野貴志：PFI による事業方式とリスクの分担に関する一考察，土木計画学研究・講演集 22(1)，pp.629-630，1999
- 6) 織田澤利守，横松宗太，小林潔司：公的債務保証と PFI 事業の財政的実行可能性，都市計画論文集 No.36，pp.937-942，2001
- 7) 梶井他：道の駅整備計画への PFI 導入可能性に関する研究，土木学会第 55 回年講概要集，2000
- 8) 森杉壽芳：社会資本の便益評価，勁草書房，1997
- 9) 藤田正人，岸 邦宏，佐藤 馨一：PFI 方式による新交通システムの整備計画に関する研究，第 34 回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.895-900，1999
- 10) Williams, H.: On the Formation of Travel Demand Models and Economic Evaluation Measures of User

- Benefit Environment and Planning A, Vol.9, pp.285-344, 1977
- 11) Small, K. and Rosen, H.: Applied Welfare Economics with Discrete Choice Models, *Econometrica*, Vol.49, pp.105-130, 1981
 - 12) 森地茂, 屋井鉄雄, 兵藤哲朗: わが国の国際航空旅客の需要構造に関する研究: 土木学会論文集 No.482, pp.27-36, 1994
 - 13) 高田和幸, 屋井鉄雄: 国際航空における交通整備効果の分析, 土木計画学研究・講演集 No.19(2), pp.677-678, 1996
 - 14) Jara-Diaz, S.: Consumer's Surplus and The Value of Travel Time Savings, *Transportation Research*, Vol.24B, pp.73-76, 1990
 - 15) Verhoef, E.: External effects and social costs of road transport, *Transportation Research A* Vol.28 No.4, pp.273-287, 1994
 - 16) 上岡直見: クルマの不経済学, 北斗出版, 1996
 - 17) 上岡直見: 自動車にいくらかかっているか, コモンズ, 2002
 - 18) 宇沢弘文: 自動車の社会的費用, 岩波新書, 1974
 - 19) 森杉壽芳, 小池淳司, 武藤慎一: 自動車交通の公平な燃料価格水準, 土木計画学研究・論文集 12, pp.283-294, 1995
 - 20) 加藤昌樹, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 仙台市における都市交通の社会的費用試算及び Boston との比較, 土木計画学研究・講演集 No.20(2), pp.235-238, 1997
 - 21) 高瀬達夫, 森川高行, 脇昌央: 統合型需要モデルを用いた空港整備に伴う利用者便益の計測法, 土木計画学研究・論文集 No.18, pp.149-154, 2001
 - 22) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編: 道路投資の評価に関する指針(案), 日本総合研究所, 1998
 - 23) 運輸省鉄道局: 鉄道プロジェクトの費用対効果マニユアル 99, 運輸政策研究機構, 1999
 - 24) 兒山真也, 岸本充生: 日本における自動車交通の外部費用の概算, 運輸政策研究, Vol.4 No.2, pp.19-29, 2001
 - 25) 運輸政策研究機構: LRT 等の導入可能性活用方策の検討に関する調査報告書, 2001
 - 26) 有岡正樹, 有村彰男, 大島邦彦, 野呂由美子, 宮本和明: 日本版 PFI, 山海堂, 2001
 - 27) 東京都都市計画局: LRT 導入に関する調査報告書, 1999

Economical analysis on the LRT planning by PFI considering the social benefit

By Tatsuo TAKASE, Ken KOYAMA

Recently, there are some infrastructure projects by PFI, but almost these projects are relatively small scale. However, in future, it is considered that PFI method is used for some transportation planning. On these projects, it is important to have an economical analysis, so that we may confirm whether these projects managements work well. On the other hand, it is regard that the external costs of road transport (air-pollution, noise, accident etc.) are important.

This research investigates the benefits on the LRT planning by PFI considering the social benefit, and we make a benefit measurement model and estimate this model. PFI has two typical methods, and we make a comparative study.