

リスクを考慮した P F I による再インフラ整備に関する研究

信州大学大学院* 森 一基○

信州大学** 高瀬 達夫

信州大学** 小山 健

Kazuki Mori, Tatsuo Takase, Ken Koyama

現在の我が国では、平成 11 年の「民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律」(以下 P F I 法と略す)の施行と共に民間資金を活用したインフラ整備、すなわち P F I が注目されてきており、また P F I の導入に関する研究も進んでいる。しかし現状では新規インフラ整備については P F I の導入が進んでいるものの、公共事業の合理化という側面よりも景気対策という一面が強く、インフラの再整備に P F I を応用するまでに至っていない。そこで本研究では P F I を使った再インフラ整備手法を考察し、事例研究として地方都市の既存鉄道改良による L R T (Light Rail Transit) 整備を対象とし、その事業の経営面から見た実現可能性の検討を行った。また、本研究は、事業のさまざまなリスクについて考慮し、参入する民間事業者のリスクの中でも最も重要な需要リスクを低減させる手法として、環境に対して大きな負荷を与えている自動車派出ガスによる社会的損失を除去する目的で、自動車利用に対して環境税を導入するという新しい整備手法について考察した。

[Key Words] P F I, 再インフラ整備, リスク, L R T

1. まえがき

P F I (Private Finance Initiative)は、公共施設等の建設、維持管理、運営等を民間の資金、経営能力及び技術的能力を活用して行う新しい手法であり、国や地方公共団体等が直接実施するよりも効率的かつ効果的に公共サービスを提供できる事業を対象として、国や地方公共団体の事業コストの削減、より質の高い公共サービスの提供を目指すものである。そして、平成 11 年の P F I 法の施行により、各地方自治体が独自で取り組みをしているのが現状である。

それに伴って近年では P F I に関する研究もなされており、新規インフラ整備に関するものについては梶井¹⁾が道の駅への P F I 導入に関する

研究などを行っている。しかしながら、P F I のもう 1 つの目的である既存行政サービスのスリム化や、再インフラ整備への活用に関する研究はあまりなされていない。

わが国では一般的に公共交通機関は民間事業者が運営・維持管理する場合が多く、経営ノウハウは民間事業者の方が多く蓄積しているものと思われる。また、地方都市圏の公共交通機関の利用状況は依然厳しい状況であり、民間事業者が新規に事業に参入することは難しい。そこで、本研究では現状で整備されている民間施設を活用して P F I 事業としての公共機関の整備を考えるものとする。

一方、事業者にとって様々なリスクが存在する。その中の 1 つの大きなリスクに将来需要予測の不一致があり、この上将来需要の過大評価は事業者の経営不振に直結する。本研究ではこのようなり

*信州大学大学院工学系研究科社会開発工学専攻 TEL026(269)5282

**信州大学工学部社会開発工学科 TEL026(226)4101

スクを低減するために自動車利用者に対して環境税を導入する。これらはまた同時に自動車排出ガスによる社会的損失を除去することができる。

2. PFIによる再インフラ整備

(1) ジョイントベンチャーPFI

ジョイントベンチャー型PFI（以下JV型PFIと訳す）は、民間資金だけでの独立採算が取れない場合、公共が補助金等各種援助策において公的資金を注入するものである。経営責任は最終的に民間が持つため、第三セクターの問題点を克服できる。

(2) 再インフラ整備とPFI

本研究では現状インフラ設備を活用したJV型PFI事業を目指す。そのなかでも地方都市の交通機関の改良は再インフラ整備のなかでも急務であり、またPFI導入の可能性も高い。そこで本研究では事例研究として地方都市の既存鉄道を利用したLRT整備について考えた。

しかしこのような事業で問題となるのは需要予測と採算性の問題である。民間事業者はあくまで利益追求団体なのであり、採算性の低い事業に介入することはまずない。そして現在ではこのような事業を行う場合、一般財源から税金を投入することが多い。そこで本研究では、このような補助金に変えて、環境に負荷を与えている自動車に税金を課金するものとした。この方法は社会的損失を除去することと同時に自動車交通量を削減し、LRT利用者への転換を促すことが可能である。

3. リスク

(1) リスク配分

本研究では、PFI事業におけるリスク配分は表-1²⁾の通りとした。図表内のリスク分担の記号は、責任の所在を表し、○＝責任主体、△＝責任の保険会社等への転嫁、●＝間接的責任を表す。ここで市から事業者への主なリスクの移転の主なものは次の通りである。

a) 利用者の減少による減収

b) 維持費用の高騰による維持管理費の増加
上記は運営そのものに直接影響があるリスクである。その他の損害賠償のリスク等潜在的なリスク

表-1 リスク配分表

段階	リスク種類	考えられるリスク 内容の主な例	リスク分担	
			公共	事業者
計画	建設中断	遺跡発掘・住民問題等 による工事中断	○	
	性能	要求仕様不具合		○
	施設損傷	工事中の 事故・火災等	△	
運営	需要	利用者予測の 不一致	●	○
	運営	維持管理コストの 上昇		○
	事故	火災・事故等の損害		△
	施設損傷	施設での 不慮の事故		△

は保険で処理できるため、公共→民間へのリスク転嫁とはならない。

更に、本研究においてPFI事業として選定しているのは公共的性格の強い交通機関であり、またこの分野は地方都市での採算性の観点から都市計画の一部として考慮しないと民間事業者の活躍の分野が狭まってしまう。そこで、本研究の特色として、全ての需要予測リスクを民間事業者に移転するのではなく、公共が直接自動車交通削減策を実施し公共交通利用への転換を遂行し、環境対策としての自動車交通削減を狙うのと同時に民間事業者へ課されるリスクのうち、予測不可能な責任について、間接的に責任を取る形とした。

(2) 需要リスク

需要リスクの例として表-1に挙げられている利用者予測の不一致とは具体的には将来の総需要量の予測と手段分担率の不一致という2つの場合が考えられる。これらの起因として前者は勤労者世代の減少や情報通信技術の進歩による勤務状態の変化などの影響が考えられる。また、後者としては公共交通機関の利便性の向上により転換量が多く自動車交通量が削減でき平行する道路の混雑率が緩和し、交通流が円滑化すれば自動車速度は向上し燃費が向上するわけであり、利便性が向上するはずである。よってこのことによりLRT利用者がまた自動車交通に戻ることが考えられる。このようなことから需要予測は非常に難しく、民間事業者がこのリスクを全て負うのは難しい。

本研究ではこれらのリスクを低減するために自動車に自動車に環境税を負荷することとする。これは自動車利用による社会的損失を除去することにもつながり『課税』という行為に対して正当性を有している。なお、環境税については次項にて説明する。

(3) 環境税

本研究で導入する環境税は本質的には自動車排出ガスによる外部不経済を内部化するためのものであるが、同時に自動車利用者の費用増加につながり、L R T利用への転換を促す効果が期待される。また総需要が減少したとしても事業者利潤への影響を低減することができる。そして、環境税の負荷方法については次の2つの方法で分析を行うものとした。

① 都心部流入車に一括課金

② 混雑率に応じた課金

①は都心部に流入する車全車に一括に課金するもので、公共交通整備区域と非整備区域でサービス格差による問題があるが、収入は大きいので都心部環境対策が一括してできる利点がある。対して②は混雑率から平均速度を計算し、基準速度からのばらつきに応じて課金額を決定するものである。この場合、地域によって課金額が一定ではなく、計算法も困難になるがサービス格差による問題は少ない。

4. シュタッケルベルグ均衡の概念を取り入れた事業者利益の算定法

事業者が採算性を高めるためには、需要に対して最適なサービスを行う必要がある。そのため本研究ではシュタッケルベルグ均衡の概念を取り入れて事業者利益の算定を行うものとした。具体的には事業者と利用者の行動を次に示すように定式化し、図-1のフローに従って最適化を行っていく。この方法は採算性の向上を図れるだけでなく、利用者の行動も最適化されるため交通手段の転換に伴うリスクも低減できる。

(1) 事業者の行動

本研究ではL R T運営事業者は利潤最大化行動を取るものとして式(1)に示すような供給関数を設定した。

$$\begin{aligned} \text{Max} P_L = & \sum_i (Y_{Li} \times C_{Li}) - \{Q_L (MC_L \times R + MRC_L) + EC_L\} \\ & + \sum_i Y_{ci} \times ED \end{aligned} \quad (1)$$

Y_{Li} :ゾーン*i*から都心部までの手段*l*の利用者数

C_{Li} :ゾーン*i*から都心部までの手段*l*の費用

Q_L :L R Tの頻度

MRC_L :1編成あたりの運行コスト

MCC_L :1車輛に固有なコスト

R :1編成の車輛数

EC_L :その他のコスト

ED :環境税

P_L :L R T事業者の純利益

ここでL R T利用者数が総定員数を上回らないための制約条件として、

$$Q_L \times R \times SL \geq \sum_i Y_{Li}$$

SL :L R T1両総定員数

を考慮した。また公共性を失わないためにL R T料金は再インフラ整備前の料金を上回らないこととし、以下の制約を加えるものとした。

$$BC_{Li} \geq C_{Li}$$

BC_{Li} :ゾーン*i*から都心部までの整備前の料金

ここでは事業者は自己の利潤を最大化するために最適な料金と頻度の設定を行う。

(2) 利用者の行動

利用者は事業者が設定した料金と頻度、そして自動車利用に伴う環境税を考慮して手段選択を行うものとする。その結果式(2)のように各ゾーン毎の分担率が求められる。

$$Y_{Li} = A_i \times y_{Li} / \sum_i y_{Li} \quad (2)$$

$$y_{Li} = a_{i0} + a_{i1} c_{Li} + a_{i2} T_{Li} \quad (3)$$

A_i :ゾーン*i*から都心部までの手段*l*の所要時間

a_{i0} :パラメータ

T_{Li} :ゾーン*i*から都心部までの手段*l*の総所要時間

但し $T_{Li} = t_{Li} + g(Q_L)$

t_{Li} :ゾーン*i*から都心部までのL R T所要時間

$g(Q_L)$:頻度 Q_L によって定まる平均待ち時間

(3) 事業者利益の算定

図-1の流れに沿って繰り返し計算を行うことにより、事業者頻度と料金設定を最適化すること

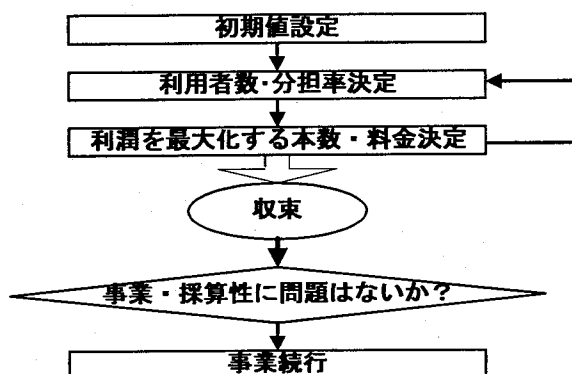


図-1 均衡分析フロー

ができ、また同時に手段ごとの利用者数も最適化される。このようにして最適化された値を式(1)に代入することにより事業者利益 P_L を求めることができる。

5. 事例研究

今回、PFIにおける再インフラ整備としてLRT整備を挙げたが、事例研究として富山市～富山市南部地域に当てはめた。この施設は市営施設とし、基本的に改良する鉄道施設は富山地方鉄道線を利用するもので、関連施設は鉄道の利用に必要なもののみを設置すればよいものとした。また、使用するデータは「富山高岡広域都市圏第2回PT調査」³⁾で、対象ゾーンは本調査におけるBゾーンで分離とした。算出結果等は紙面の都合上、発表時に公表する。

6. おわりに

本研究ではPFIによる再インフラ整備の際に重要となるLRT事業者の採算性に着目し、事業者と利用者間の行動を最適化した事業者の利潤算定法を提案した。ここでは環境税を導入することにより、利用者の交通手段転換による需要リスクを低減することができる。そしてこの環境税の最適な与え方についても検討した。また、将来の総需要の変化に対して生じる事業者利潤の変化についての検討も行った。本研究ではLRTのスケジューリングについては考慮しなかったが、今後はこうしたこともモデルに組み込むことにより精度の向上を図りたい。

参考文献

- 1) 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回年次学術講演会論文集IV-380,2000年9月
- 2) 彩の国さいたま人づくり広域連合:あなたの町にPFIをpp75-84,2001年3月
- 3) 富山高岡広域都市圏総合交通体系調査会:富山高岡広域都市圏第2回パーソントリップ調査報告書VOL.5資料編,1986年3月

A study on the reconstruction of infrastructures

by PFI method considering the risks

This study focuses the technique of reconstructing the infrastructures by PFI method. The improvement of existing local transit is considered to investigate the possibility of LRT construction by the PFI method, as the case study. The various risks related to the enterprise management are taken into consideration to realize this planning. In order to decrease the demand risk that is serious to the private investor, the tax payment system for automobiles is introduced in this plan to protect the pollution by cars.