

空港アクセス鉄道の整備方策に関する基礎的研究

—— 大規模広域社会資本整備による外部経済利益の還元の例として ——

A METHOD FOR EXAMINING THE MECHANISM OF EFFECTS
AND FINANCING MEASURES FOR AIRPORT ACCESS RAILWAYS

林 良嗣**, 奥田隆明***, 土井健司****

by Yoshitsugu HAYASHI, Takaaki OKUDA, Kenji DOI

*Social overhead capitals bring external economy.
Therefore, in general, their supply tends to be lower
than their optimal amount for the society due to the
lack of budget unless such gains are captured and
returned to the suppliers.*

*As an international airport is one of such typical
examples, we examine the generation of external benefits,
its imputation process and the possibilities of funding
the access railways as an idea in the analysis of
financing transport infrastructure in general.*

1. はじめに

本来、社会資本は外部性を有するものであり、特に、大規模な交通社会資本の整備は事業収支には表れない大きな外部経済利益を発生させる。したがって、特定の事業主体が独自の収入だけでその整備を行うことは難しいのが一般的である。こうした場合には、外部経済利益の帰属主体からの利益還元や、国費、公費からの補助によって事業採算性を確保することが必要となる。

また、今日の社会資本整備を取りまく環境は多様であり、事業の採算性や効率性等の既存の見方に加え、過少投資リスクへの対処が一つの論点となってきた。空港整備を例とすれば、アクセス交通が

一体的に整備される場合に比べ、財源上の制約からこれを欠く場合には、将来的なストック価値が大きく劣ったものになることは言うまでもない。こうした議論は、先に述べた外部経済利益の還元とは無縁ではない。アクセス交通手段の整備は空港本来の機能を高め、付加的な外部経済利益を発生させることに着目すれば、これをアクセス交通整備へと還流することにより十分な投資規模を維持することも可能となろう。ここで必要とされるのは、外部経済利益を積極的に発生させ、それを取り込む広い事業制度の枠組みである。

わが国では、空港アクセス鉄道整備を一般の都市鉄道整備制度に基づいて行ってきた。しかし、空港アクセス鉄道は空港の重要な基本施設の1つであるとも言え、また、国際空港のような大規模空港の整備効果を地域が享受するためには、空港と地域を結ぶアクセス交通手段の整備が必要条件となると等から、空港アクセス鉄道の整備問題をもう少し

* キーワード：空港アクセス鉄道、開発利益の還元、大規模社会資本整備
** 正員 工博 名古屋大学教授 工学部地圏環境工学教室
(〒464-01 名古屋市中区千種不老町)
*** 正員 工修 名古屋大学助手 工学部土木工学科
**** 正員 工博 東京工業大学講師 工学部土木工学科
(〒152 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

広い枠組みの中で考える必要があると言う議論も生まれてきている。

本研究は、以上のような問題意識から、大規模広域社会資本整備の例として、国際空港のアクセス鉄道整備を分析対象として取り上げ、その効果の波及と財源負担の可能性について分析する方法を構築し、実際にこれを用いて方策例についての感度分析を試みた結果を報告するものである。

2. 空港アクセス鉄道の整備効果と
現行制度下における受益と負担の関係

(1) 空港アクセス鉄道の整備効果

空港アクセス鉄道の整備は、単に鉄道利用者の利便性を向上させるばかりでなく、空港の整備効果をより広い地域に波及させる。図-1は、この整備効果の波及メカニズムを表している。また、本研究で対象とする地域区分、都市区分を図-2に示す。すなわち、本研究では、空港に隣接する臨空地域、中心都市を含む周辺地域、さらにそれを取り巻く背後圏という区分を設け、整備効果を捉える。

1) 空港市場に対する効果

アクセス鉄道整備の直接的な効果は「時間短縮効果」であって、図-3(a)に示すように空港の便益を受ける地域が拡大する。そして、空港の集客圏の

拡大によって空港利用者数が増加する。さらに、空港利用者数の増加は、(b)の「集積効果」をもたらす。つまり、空港利用者数の増加によって航空便数が増え、さらに空港の魅力が増し、より一層集客圏が拡大することになる。この効果は、空港利用者の便益増大、空港事業者の収益増大という形で帰属する。

2) 地域開発に対する効果

アクセス鉄道がもたらす集積効果は、まず臨空地域の経済活動に対する立地優位性を向上させ、これによって、いわゆる臨空産業が育成される。また、アクセス改善による時間短縮は空港整備効果をより広域な範囲に帰着させ、隣接都市および後背都市の開発ポテンシャルを高める。これによって、空港を中心とした土地利用および空間構造の改編がもたられることも考えられる。さらに、アクセス鉄道整

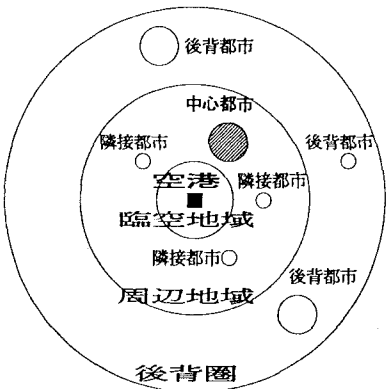


図-2 空港整備を行う都市圏内の
地域区分および都市区分

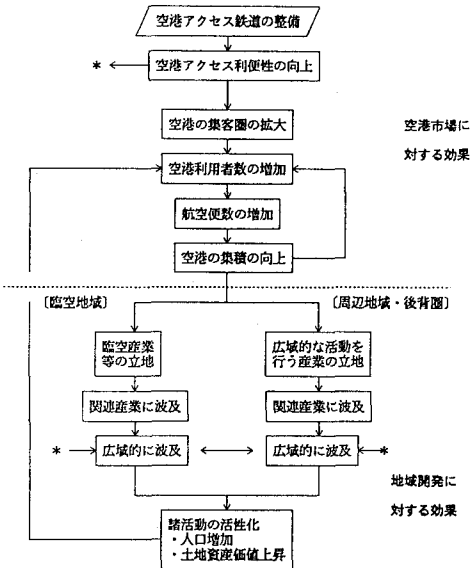


図-1 整備効果の波及メカニズム

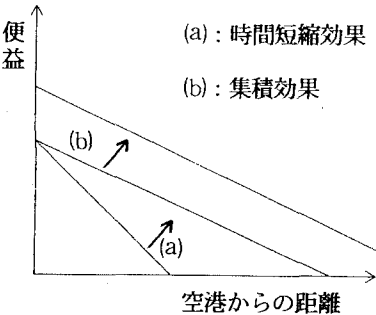


図-3 空港アクセス鉄道の整備効果

備は空港のゲートウェイ機能を向上させ、国内・外に向けた交流機能を高めることを通じて、中心都市の中核性が高められる。

(2) 現行制度下における受益と負担の関係

図-4は、空港アクセス鉄道の整備に伴う主体別の受益と負担の関係を示したものである。

1) 空港及びアクセス鉄道の利用者

アクセス鉄道による時間短縮等の便益への対価として、運賃支払いによる費用負担を行っている。

2) 鉄道事業者

一般の都市鉄道整備と同様に、空港アクセス鉄道の整備費用は、主として借入金によって調達され、鉄道開通後における利用者からの運賃収入によって、それを返済する仕組みとなっている。

3) 空港事業者

わが国では航空機の離発着に対して空港使用料を課していることから、空港アクセス鉄道の整備によって空港利用者数が増加し、これに応じて航空機離発着回数が増大することによって、空港事業者の収入が増加する。これに対して、空港事業者はアクセス鉄道整備の費用負担を行っていない。

4) 地方自治体

空港への集積が進み、臨空産業の立地、それに伴う雇用、人口の増加といった経済活動の高まりによって、地方自治体には税収増がもたらされる。これは事業所税、法人住民税、市町村民税および固定資産税等の税収増である。しかしながら、現行制度下ではこうした受益への対価としての費用負担は明示

的にはなされていない。

以上のように、空港アクセス鉄道整備においては、受益と負担の關係に大きなアンバランスが見られる。当然の帰結として、アクセス鉄道への適正な投資規模を確保することは困難となり、極めて限定された採算性の議論によって投資規模が決定されているのが現状である。

3. 空港アクセス鉄道の整備方策に関する分析方法

(1) 分析の視点

空港アクセス鉄道への適正な投資規模を確保するためには、空港事業者、地方自治体等の外部経済利益をどの程度還元することが必要であろうか。言い換えれば、これは「鉄道事業者-空港事業者-地方自治体」という整備主体群の間での内部補助の度合いを問うものである。通常、こうした検討は、次のような投資基準に基づいて行われることになる。

$$\lambda = \frac{\Delta B_r + \varepsilon_r \Delta B_a + \varepsilon_l \Delta B_l}{\Delta C} \quad \dots(1)$$

ここで、 λ : アクセス鉄道事業者の投資基準

$\Delta B_r, \Delta B_a, \Delta B_l$:

アクセス鉄道事業者、空港事業者および地方自治体の受益量

$\varepsilon_r, \varepsilon_l$: 空港事業者、地方自治体から鉄道事業者への利益還元率

($0 < \varepsilon_r, \varepsilon_l < 1$)

ΔC : アクセス鉄道の整備費用

従来においても、こうした観点に基づき、社会資本の整備方策に関する検討が試みられてきており、外部性が高い社会資本の整備において、如何に公的補助や開発利益の還元を制度化すべきかについて理論的な蓄積が得られてきている⁴⁾。しかしながら、地方公共財の範囲を越える社会資本整備については受益-負担関係を特定しうる実用的な手法がないことに起因して、整備方策に関する精緻な検討へと繋がっていくことは非常に困難であるように思われる。特に、大規模広域社会資本としての国際空港の基本施設と見なすべきアクセス鉄道の整備に対して適用し得る分析方法は見当たらない。

本研究は、(1)式の考え方を応用する上で必要となる受益量 $\Delta B_r, \Delta B_a, \Delta B_l$ の特定方法を開発する

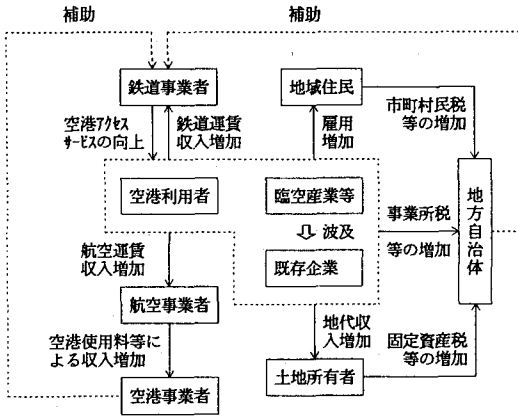


図-4 空港アクセス鉄道整備に伴う
受益と負担の関係

と共に、これに基づき適正な投資規模 ΔC を維持するために必要とされる還元率 ε_1 、 ε_2 に関する具体的情報を得ようとするものである。

(2) 受益～負担関係の特定方法

地域的にも主体的にも不特定の利用者がある空港アクセス鉄道の整備においては、その整備効果の多くの部分が外部経済利益として広域にスピルオーバーする。したがって、受益の空間的波及を如何に計測するかが大きな問題となる。

アクセス鉄道整備に伴う受益の波及は、主として産業とりわけ業務活動の立地連関を介してもたらされると考えられる。こうした現象を扱う上では、従来より産業連関分析^{5)・6)・7)}が適用されてきており、また、産業立地の空間相互作用を扱う分析手法としては産業立地モデル^{8)・9)・10)}が開発されてきている。本研究では、生産の連関構造と立地の相互作用を扱ったそれぞれのモデルの長所を生かして、産業連関・立地モデルとも呼ぶべきハイブリッドモデルの構築を行う。

1) 産業連関・立地モデルの考え方

空港アクセス鉄道の整備は、短期的にはその時間短縮効果を通じて業種間の取引関係に影響を及ぼし、より長期的には活動立地に影響を及ぼすことにより生産環境を変化させる。そこで、本研究では、まず産業連関分析の考え方を応用し、各々の業種の活動規模が決定されるメカニズムを考える。

産業連関分析においては、業種毎の産出量は関連業種との相互関係により次のように表現される。

$$X = A \cdot X + F \quad \cdots(2)$$

ここに、 X ：業種 k 別の産出量ベクトル $\{X^k\}$

A ：投入係数行列 $[a^{km}]$

F ：最終需要ベクトル $\{F^k\}$

次に、これを立地メカニズムを含んだ空間相互作用モデルとして表現することを考える。このため、上式の投入係数行列 A の代わりに、次のような雇用連関行列を定義する。

$$\Theta = [\theta^{km}] = \left[\frac{a^{km} E^k}{\sum_k a^{km} E^k} \right] \quad \cdots(3)$$

上式における θ^{km} は、業種 m の1単位の生産に必要な業種 k からの労働力投入量を表す。これを用い、従業者数単位の業種間の連関関係は次のように表わすことができる。

$$E = \Theta \cdot E + B \cdot R \quad \cdots(4)$$

ここに、 E ：業種 k 別の従業者数ベクトル $\{E^k\}$

Θ ：雇用連関行列

R ：地域 j 別の人口ベクトル $\{R_j\}$

B ：単位人口が消費する財・サービスを提供するのに必要な従業者数

上式に基づき、産業連関・立地のメカニズムは従業者単位での空間相互作用モデルとして以下のように表現される。

$$E_i^k = \alpha^k \sum_m \sum_j \theta^{km} a_{ij}^{km} \cdot E_j^m + \beta^k \sum_j b_{ij}^k \cdot R_j \quad \cdots(5)$$

ここで、 a_{ij}^{km} ：地域 j 、業種 m の活動が、業種 k の活動と取引を行う際に取引先地として地域 i を選択する比率

b_{ij}^k ：地域 j の住民が業種 k の活動のサービスを受ける際に、地域 i を選択する比率

α^k β^k ：補正パラメータ

ここで、右辺の第1項は、地域 i 、業種 k の企業活動の立地に対する中間需要を従業者数単位で示したものであり、これを地域 i 、業種 k と取引関係にある全ての地域 j 、業種 m からの需要の和として示している。また、第2項は地域 i 、業種 k の立地への最終需要を示し、これを各地域 j からの需要の和として表している。こうして得られた(5)式は、地域毎の活動立地に関する需給バランスを表現したものである。なお、上式で用いた取引先地選択比率 a_{ij}^{km} 、 b_{ij}^k は交通条件及び取引先地での活動集積度に依存すると考えられることから、これを(4)の表-2に示したようなロジット型のモデルで記述する。

さらに、ここでは空港利用者によって生み出される最終需要を考慮し、次のようなモデル化を行う。

$$E_i^k = \underbrace{\alpha^k \sum_m \sum_j \theta^{km} a_{ij}^m}_{\text{中間需要}} E_j^m + \underbrace{\beta^k \sum_j b_{ij}^k R_j}_{\text{人口の最終需要}} + \underbrace{\gamma^k c_i^k A_i^k}_{\text{空港利用者の最終需要}} \quad \dots(6)$$

ここで、右辺の第3項は、空港利用者の最終需要によって生み出される臨空産業の立地量を意味する。

以上で得られた産業連関・立地モデルにおいて、従業者1人当たりの生産額を原単位として考慮すれば、生産の波及効果が貨幣単位で求められることになる。

2) 空港およびアクセス鉄道需要の算定方法

ここでは、産業連関・立地モデルのインプット情報として必要な空港利用者数、およびアクセス鉄道の利用者数の捉え方を示す。

利便性と経済性を表す交通一般化費用の概念を用いれば、1) 空港利用者は最も一般化費用の小さい空港を選択する、さらに、2) 空港アクセスについても、一般化費用が最も小さい交通手段を選択するものとして利用者の行動は説明されよう。本研究ではこれを(4)の表-3、4に示したロジットモデルを用いて記述する。

これにより、空港*a*の利用者数*A_a*、空港アクセス鉄道*t*の利用者数*S_t*は次のように表される。

$$A_a = \sum_i T_i p_{ia} \quad \dots(7)$$

$$S_t = \sum_i A_a q_{it} \quad \dots(8)$$

ここで、*T_i* : 地域*i*を発地または着地とする国際航空旅客需要量

(3) 整備方策の評価方法

空港アクセス鉄道の整備による影響は、まず、空港利用者のアクセス交通手段選択を表す*q_{it}*および空港選択を表す*p_{ia}*に現れ、(7)式、(8)式より空港利用者数*A_a*、空港アクセス鉄道利用者数*S_t*が変化する。さらに、臨空産業の取引先の選択を表す*c_i*および既存産業の取引先地選択*a_{ij}*にも影響が及び、従業者数の立地分布*E_i*にも変化がもたらされる。

こうして求められた空港アクセス鉄道利用者数*S_t*、空港利用者数*A_a*、従業者数*E_i*より、各主体への収入はそれぞれ次式により求められる。

① 鉄道事業者収入

$$M^r = \kappa^r S_t^r \quad \dots(9)$$

② 空港事業者収入

$$M^a = \kappa^a A_a \quad \dots(10)$$

③ 地方自治体収入

$$M_f = \kappa^f \sum_k E_k^f \quad \dots(11)$$

ここで、 κ^r κ^a κ^f

: 順に鉄道運賃、空港使用料、税率によるパラメータ

そして、各々の整備方策の実施によって、鉄道事業者の収入、空港事業者の収入、地方自治体の収入がどのような影響を受けるのかについて比較分析できる。

(4) モデルの推定結果

モデルの推定は東京都市圏のデータに基づいて行った。表-1は、関東地域の産業連関表(昭和60年)と事業所統計調査(昭和61年)から(6)式のパラメータ*α^k*、*β^k*、*γ^k*を求めた結果である。また、表-2は、東京都市圏パーソントリップ調査(昭和63年)から取引先地選択確率*a_{ij}*、*b_{ij}*、*c_i*を求めたものであり、表-3、表-4は、国際航空旅客動態調査(昭和62年)から空港選択確率*p_{ia}*、空港アクセス手段選択確率*q_{it}*をそれぞれ求めたものである。

表-1 *α^k*、*β^k*、*γ^k*の推定結果

業 種 (k)	パラメータ			相 関 係数
	<i>α^k</i>	<i>β^k</i>	<i>γ^k</i>	
小売業	0.310 (8.6)	0.038 (16.7)	0.005 (2.3)	0.993
卸売業	0.833 (7.4)	0.032 (5.0)	0.003 (2.0)	0.998
サービス業	0.291 (2.2)	0.075 (8.8)	0.003 (3.0)	0.991
金融保険業	0.140 (10.0)	0.006 (4.5)	—	0.999
不動産業	0.074 (3.9)	0.003 (2.6)	—	0.993
エネルギー	0.008 (2.7)	0.002 (8.9)	—	0.990
運輸通信業	0.199 (5.9)	0.014 (5.3)	0.014 (4.8)	0.992
製造業	0.312 (4.3)	0.070 (12.2)	0.004 (2.8)	0.976
建設業	0.076 (2.0)	0.027 (9.5)	—	0.991
公務	0.085 (6.1)	0.006 (4.8)	—	0.992

注) () 内は*t*値を表す。

表－２ 取引先地選択確率の推定結果

$$a_{ij} = b_{ij} = c_{ij} = \frac{\exp U_{ij}}{\sum_i \exp U_{ij}}$$

U_{ij} は表中の説明変数の線型和で表される。

業 種	説明変数		尤度比
	所要時間 (分)	生産額の対数 (億円)	
小売業	-0.0022(39.2)	0.47 (8.5)	0.29
卸売業	-0.0021(41.9)	0.48 (8.1)	0.28
サービス業	-0.0026(34.8)	0.63 (8.3)	0.36
金融保険業	-0.0027 (4.9)	0.70(17.9)	0.35
不動産業	-0.0026(31.2)	0.64 (8.4)	0.35
エネルギー	-0.0022(15.9)	0.34 (2.2)	0.37
運輸通信業	-0.0018(19.7)	0.37 (3.6)	0.23
製造業	-0.0023(35.1)	0.38 (5.7)	0.33
建設業	-0.0023(29.9)	0.33 (4.3)	0.30
公務	-0.0028(16.5)	0.66 (4.0)	0.45

注) () 内は t 値を表す。

表－３ 空港選択確率の推定結果

$$p_{i,k} = \frac{\exp U_{i,k}}{\sum_k \exp U_{i,k}}$$

$U_{i,k}$ は表中の説明変数の線型和で表される。

変 数	係 数	t 値
ログ変数 $\Delta_{i,k}$	0.321	3.37
路線数の対数	0.933	3.01
的中率	61 %	
尤度比	0.185	

注) ログ変数 $\Delta_{i,k}$ は次式で表される。

$$\Delta_{i,k} = \ln \sum_k \exp U_{i,k}$$

ただし、 $U_{i,k}$ については表－４参照

４. モデルを用いた整備方策の比較評価

(１) 前提条件

ケーススタディの前提として以下のような条件を設定する。

- ① 人口 1,000万人程度の都市圏において、中心都市から 30km 程度の地点に国際空港を建設する。
- ② 空港と中心都市の都心を結ぶアクセス鉄道を整備する。

表－４ 空港アクセス手段

選択確率の推定結果

$$q_{i,k} = \frac{\exp U_{i,k}}{\sum_i \exp U_{i,k}}$$

$U_{i,k}$ は表中の説明変数の線型和として表される。

変 数	鉄道	バス	乗用車
一般化費用	-0.0581 (3.2)	-0.0245 (1.2)	-0.0875 (2.2)
運行頻度の対数	0.582 (8.2)	0.816 (3.4)	—
乗用車定数	—	—	1.87 (2.3)
的中率	52%		
尤度比	0.123		

注１) 上段は係数の推定値
下段の () 内数値は t 値

注２) 一般化費用は次式による。
(一般化費用) = (運賃) + μ (所要時間)
ここで、 μ は時間価値 (67円/分)

- ③ アクセス鉄道整備には 1,000億円の資金が必要であるものとする。
- ④ アクセス鉄道整備後の運賃は、在来線の特急料金程度とする。

なお、(10)式、(11)式の κ^* 、 $\kappa^{\#}$ については、新東京国際空港、およびそれぞれの地方自治体の現在の値を用いた。

(２) 整備効果の空間的波及

図－５は、空港アクセス鉄道の整備によって、その所要時間が10分及び、20分短縮した場合に都市圏内の産業活動がどの程度活性化されるのかについて分析を行った結果を示している。空港アクセス鉄道の整備効果は広域的に帰着するが、特に中心都市にその効果が多く帰着することがわかる。そこで以下では、空港事業者と中心都市の地方自治体が空港アクセス鉄道の整備主体に加わることで合意形成ができたものとして、その整備方策について検討を進める。

(３) 整備効果の帰着

図－６は、空港アクセス鉄道の整備によって、その所要時間が10分及び20分短縮した場合に鉄道事業者、空港事業者の収入および地方自治体の税収がど

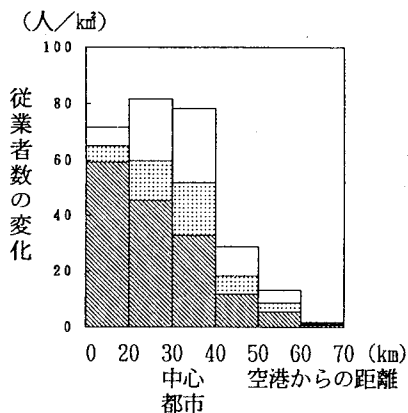
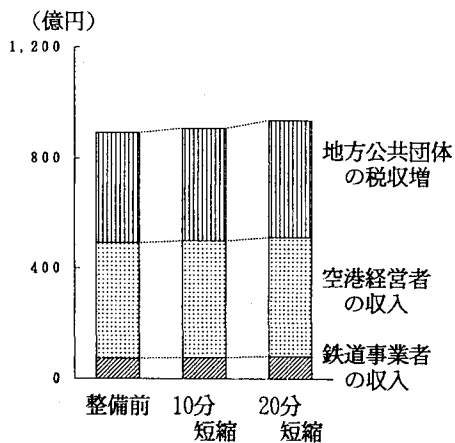


図-5 従業員数の変化



注) 収入は単年度収入を表す。

図-6 空港アクセス鉄道整備による収入変化

のように変化するのかについて分析を行った結果を示している。空港アクセス鉄道のサービス改善は、鉄道事業者、空港事業者、地方自治体の収入をそれぞれ増加させることがわかる。

(4) 鉄道事業への利益還元

鉄道事業者に対する補助を行うことによって、鉄道事業者の資金回収期間が如何に変化するのにかつ

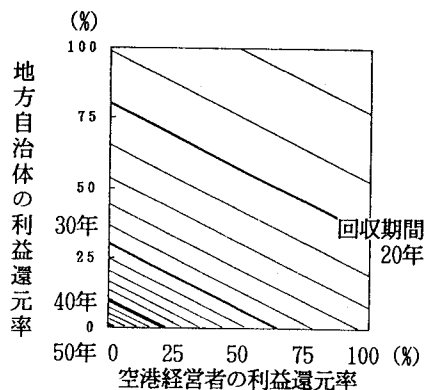


図-7 利益還元による回収期間の変化

いて検討を行った。既に(3)で述べたように、アクセス鉄道整備によって鉄道事業者の収入は増加するが、その整備に必要な資金を整備後の運賃収入だけで回収する場合、約50年の回収期間が必要となる。

しかし、図-7に示したように、空港事業者と中心都市の地方自治体がその整備によって受ける利益の50%程度を鉄道事業者に還元する仕組みをつくれれば、鉄道事業者の資金回収期間は20年程度に短縮されることがわかる。こうした補助制度をつくることによって、鉄道事業者の投資基準を満たす可能性は高くなり、空港事業者や都心周辺部の地方自治体にとっても残りの50%程度の収入増加が見込まれ、全ての主体にとってこの投資が有効なものとなることがわかる。

5. おわりに

本研究は、空港アクセス鉄道の整備方策として、その整備事業を単に鉄道事業の枠組みの中で捉えるのではなく、空港事業者や地方自治体を含めた広い枠組みの中で解決していく方策について述べてきた。この広い枠組みの中で空港アクセス事業の役割を考えると、たとえ空港アクセス鉄道整備が、現行の鉄道利用者負担に基づく整備制度の下では成立しないとしても、空港事業者や地方自治体を含めた全体の収入増加に大きく寄与することがわかった。したがって、この鉄道事業者に発生する赤字に対して、空港事業者や地方自治体が何らかの形でその開発利益の還元を行えば、鉄道事業者は全体の利益を最大化させるようなサービスの供給が可能となることがわ

かった。そして、この投資によって空港事業者や地方自治体に帰着する利益の一部を鉄道事業者に還元することによって、鉄道事業者の投資インセンティブに大きな影響を与えることがわかった。

この例により大規模広域社会資本整備による外部経済利益の広がり、それを取り込みうる事業主体の設定、および利益還元の可能性等に関する情報を提供する手法を構築し、その有用性を示すことができた。

本研究は、空港アクセス鉄道の整備方策に関する1つの方向性を示したものであり、その具体的な施策、特に、補助金の金額については、さらに詳細な検討を行っていく必要がある。例えば、鉄道路線によっては費用が巨額となり、空港事業者や地方自治体がかかり大きな補助を行わなければ実現しない場合も考えられる。また、航空需要の発生量などに関してはかなり不確定な要素も大きく、鉄道事業者の収入にこうした不確定な要素がかかり大きな影響を与えることも予想される。また、そうした影響を受けて地方自治体などはさらに大きな不確定要素を抱える可能性をもつため、こうした不確定要素の影響についても今後十分な検討を行っていく必要があろう。

参考文献

- 1) 例えば、肥田野登・中村英夫・荒津有紀・長沢一秀：資産価値に基づいた都市近郊鉄道の整備効果の計測，土木学会論文集，第365号/IV-4，1986。
- 2) 林良嗣・土井健司・奥田隆明：外部経済効果を考慮した，都市交通改善がもたらす開発利益の帰着分析モデル，土木学会論文集，1989。
- 3) 森杉寿芳・大野栄治・大宮正治・杉浦博保：公共施設整備の帰着便益関連分析，土木計画学研究・講演集，No.11，1988。
- 4) 森地茂ほか：交通整備制度，土木学会，1991。
- 5) W.W.Leontief: The Structure of American Economy. 1919-1939
- 6) 稲村肇、馬場聡、徳永幸之：産業連関表に基づく産業立地分析，土木計画学研究・論文集9，1991。
- 7) A.L.Loviscek: The Generation of Industry

Group from Input-Output Data, A Comparison of Four Methods, Environment and Planning A. vol.16, 1989.

- 8) 奥村誠，足立康史，吉川和広：空間相互作用をとりいれた地域モデルの推定，土木計画学研究・論文集7，1989。
- 9) Webster F.V.: Urban Land-Use and Transport Interaction-Policies and models, Avebury, 1988。
- 10) 青山：土地利用モデルの歴史と概念，土木学会論文集，1984。