

都市高速道路オーバーラップ部における 競合路線利用交通量の適正分担のための料金設定問題

A Pricing Problem in Competitive Routes of Urban Expressway under The Over-lapped Uniform Fare Circles

西井和夫*
Kazuo Nishii

The purpose of this paper is to propose a toll system of an urban expressway under the condition that competitive routes are existing in the over-lapped uniform fare circles. After reviewing the over-lapped pricing model developed previously, an additional constraint concerning the fare-balance between competitive routes in the expressway will be incorporated into the model. This improved model thus intends to obtain an optimal solution of the on-lamp and check-point fares satisfying the constraint that fare-difference in the two routes is less than benefit of the saving-time derived from the reduced traffic demand in relatively expensive route. Firstly, a fixed demand type of the model is formulated and its basic properties will be presented. This model focuses on effectiveness of two types of the fare-balance constraint. Secondly, a demand-responed type of model is developed and empirically examined through a practical application.

1. はじめに

本研究は、都市高速道路における競合路線間の適切な交通量分担をはかることを目的とする料金水準決定方法を提案する。具体的な対象としては、阪神高速道路の大阪神戸線と湾岸線の2路線間の料金水準の決定モデルを定式化し、モデルの性質を実証的に検討することにする。

ここで本研究の背景を簡単に触れておこう。阪神高速道路は、平成3年現在でその供用延長は157.9kmとなり、利用台数も1日平均80万台を超え、さらに今後はより広域的なネットワーク形成がなされることにより、京阪神都市圏の活性化やそれを支援する基盤施設としての役割が期待されている。この中で、湾岸線の整備は、関西国際空港関連事業として大阪都心部へのアクセス機能の強化に寄与することはもちろんのこと、神戸市以西においては明石海峡大橋

の整備効果を十分発揮すること、さらに阪神間にあつては、とくに混雑緩和や環境改善といった緊急の解決を要する問題に対処していくためにも重要な位置づけがなされている。

都市高速道路は、こうして都市高速道路を取り巻く圏域の社会経済の将来変化に即して、より広域化したネットワークを前提としながら、その効率的な運用を通じて交通流動の適切な誘導を如何に実現していくかが課題といえる。すなわち、都市高速道路における将来計画を考えていくときには、圏域内でのネットワーク構築やそれらの整備のあり方といったハード面での計画課題についての議論とともに、一方では料金体系をどのように設定するかという交通政策あるいは交通運用に関わるソフトな問題への対応が大きなウェイトをもつ。

本研究は、このうち後者の料金体系に関する議論を取上げるものであり、とくにその中で料金のネットワーク上での交通量配分機能に着目している。具

*正員 工博 山梨大学助教授 土木環境工学科
(400 甲府市武田4-3-11)

体的には、湾岸線の完成・供用に伴い、既設の大阪神戸線とともに両者は競合関係を保ちながら交通処理機能を有することになる。このとき、将来の阪神間における交通需要に対して、両路線は適切な分担関係のもとで、交通混雑緩和や周辺の都市環境改善に寄与するものでなければならない。

このような競合路線間の分担関係をうまくコントロールする方法の1つとして、湾岸線への利用促進のために湾岸線の料金水準を大阪神戸線のそれより低く抑えるという料金政策が考えられる。これは、既設の大阪神戸線は、市街地内の路線であり、一方湾岸線は臨海部及び海上を通過する路線であるから、主として環境面からの配慮から湾岸線への利用促進策は支持され得ること、さらに相対的に割高になる大阪神戸線利用車にとっても料金抵抗により転換した交通量の分だけの時間短縮便益が格差料金を上回っている限り許容されることが設定の根拠といえる。

また具体的な料金徴収にあたっては、両路線が武庫川の料金区界を通過することから、それぞれの路線の集約料金所で徴収されるチェックポイント(c.p.)料金をどのような料金水準とするかが主たる問題となる。

そこで本研究では、この料金問題がいわゆる従来の複数料金圏間におけるオーバーラップ部料金問題と関連してくるので、これまで筆者(1987)⁽¹⁾らによって検討してきた集約料金所付近の料金問題(以下ではc.p.通過料金設定問題と呼ぶ)を拡張することによって、競合路線間の適切な分担をはかるための格差料金問題を定式化する。さらに、料金水準の変更に伴う路線間の転換交通の発生は交通需要変動を伴うことから、需要固定型として定式化されたモデルを需要変動型に改良することにより、均衡的な料金水準の決定方法を提案する。

2. 競合路線間格差料金設定モデルの定式化

2.1 従来のc.p.通過料金設定問題の概要

ここではまず、次項の格差料金設定モデルのもとになるc.p.通過料金設定問題について簡単に紹介し、複数料金圏間の料金水準の決定問題に内在する基本的事項を整理していきたい。

図-1は、2つの料金圏の理論的均一料金圏の大

きさが互いに料金区界を超えてオーバーラップしている状況を集約料金所付近について示している。

この問題は、一日生活圏の拡大などによって理論的な均一料金圏が重なりをもってきたときには、その重なり部分からの利用がc.p.を越える場合に同一均一料金圏内の利用であるにもかかわらずc.p.料金の支払によって高料金を課せられることになり、重なり部分の拡大とともにこうした不公平感も拡大するという問題である。

そこで現実的な料金運用の立場から、このような問題を解決(すなわち、上述の不公平感を最小化)するために、c.p.近傍のランプ料金やc.p.料金自身の割引を採算条件を満足させながら求めていく方法が検討された。

具体的なc.p.通過料金設定問題は、図-2のように定式化される。すなわち、目的関数としての不公平感とは、本来同一の均一料金圏のトリップでありながらc.p.をこえるために実際にはそれ以上の料金を徴収されることに起因するものである。そこで、均一料金制に基づく本来の料金(P_{ij})と実際に徴収可能な料金(P'_{ij})との差額に着目することとし、図-1に示す4つのブロック間での過剰支払あるいは過小支払が

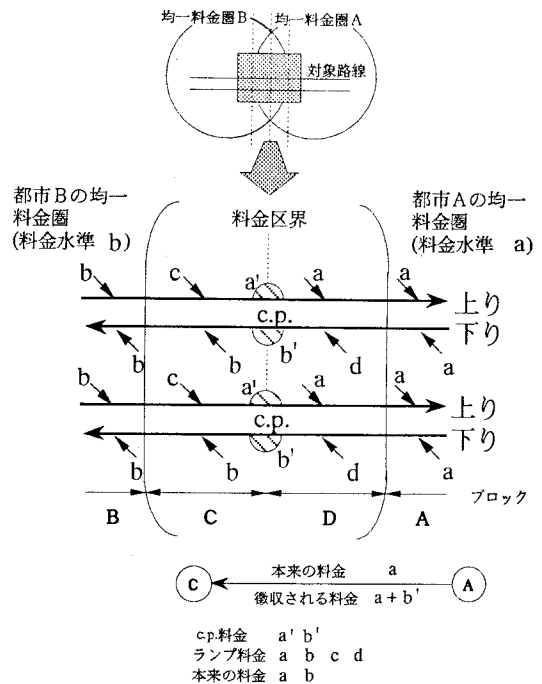


図-1 c.p.通過料金決定問題の所在と一般的ランプ区分

全体として最小化されるように考えた。このときの制約条件式は、本来の均一料金制ならびに実際徴収可能な料金制の両者によって採算性が満足されていることである。そして、これらの定式化された問題における未知変数は、2つの料金圏の均一料金(a, b)を含め、上下方向のc.p.料金(a', b')そしてC、Dブロック内のオンランプ料金(c, d)の6変数である。なお、これらの変数に関しては、制約条件のように明示的には導入されていないが、以下のような解の性質が期待されている。すなわち、

1) $a' < a, b' < b$ となり、かつ料金圏の重なりが広がるにつれて $a' \rightarrow 0, b' \rightarrow 0$ なること。

2) $c \leq b, d \leq a$ となり、オーバーラップ部内での割引きがなされていること。

このc.p.通過料金決定方法に関する詳細な議論はここでは省略するが、このような定式化により上述のcp.料金が具備すべき性質などを満足する解が得られ、またモデルとしての挙動も現実的であることが確かめられている。⁽²⁾

2.2 格差料金設定モデル定式化への拡張

ここでは、前項のc.p.通過料金決定方法に対してどのような拡張を加えることにより、競合路線間における適切な交通量分担をはかるための料金水準決定モデルへと定式化できるかを議論する。

競合路線間の格差料金の許容額について考えてみると、「格差料金によって相対的に割安になる路線への転換交通量は、もう一方の割高の路線における交通量軽減をもたらすから、そこで得られる時間節約便益に比べて設定された格差(費用)が上回らないこと」とする考え方が成り立つ。

目的関数	
$\sum_{ij} (P_{ij} - P'_{ij})^2 \cdot Z_{ij} \rightarrow \min$	(1)
制約条件	
$\sum_{ij} P_{ij} \cdot Z_{ij} \geq T$	(2)
$\sum_{ij} P'_{ij} \cdot Z_{ij} \geq T$	(3)
ここで、	
P_{ij} : i-j ブロック間における均一料金制にもとづく料金	
P'_{ij} : i-j ブロック間における実際に徴収可能な料金	
Z_{ij} : i-j ブロック間における利用交通量	
T: 償還可能なために必要な1日当り料金収入条件値	

図-2 c.p.通過料金決定問題の定式化

これは、大阪神戸線と湾岸線の場合にあてはめて式で表わせば以下のように書ける。

$$\sum_{ij} \alpha \cdot \Delta t_{ij} \cdot X_{ij} \geq \sum_{ij} (P'_{ij} - Q'_{ij}) \cdot X_{ij} \quad (4)$$

ここで、

X_{ij} : i-jブロック間大阪神戸線利用交通量、 Δt_{ij} : i-jブロック間大阪神戸線利用交通量にとっての短縮

時分、 P'_{ij}, Q'_{ij} : i-jブロック間の大阪神戸線及び湾岸線における実際に徴収可能な料金、 α : 時間評価値

また、個々の利用者の立場に着目すれば、上式を集計的に扱わずに、

$$\sum_{ij} \alpha \cdot \Delta t_{ij} \geq \sum_{ij} (P'_{ij} - Q'_{ij}) \quad (5)$$

と仮定することもできる。前者は、大阪神戸線利用車にとっての総便益が格差料金総額を上回ることをブロック間の交通量で重み付けして表わしたものと見え、以下では「重みあり」の格差料金許容額条件のケースと呼び、一方後者は「重みなし」の条件式と呼ぶことにする。

結局、図-2で示した従来のc.p.通過料金決定方法に対して、式(4),(5)を格差料金の設定許容条件式として導入することにより、図-3に示すランプ区分に対応した10個の未知変数に関して、図-4のように格差料金問題の定式化ができる。そして、表-1から表-4は、未知変数と P'_{ij}, Q'_{ij} との関係を示すが、以下ではこのモデルを格差料金設定の基本モデルと呼ぶ。⁽³⁾

3. 需要固定型基本モデルの性質

ここでは、本研究の中心的な課題である路線間の適正分担にかかわる料金水準と需要変動の議論に入る前に、具体的な例題計算を通じてモデルの基本的性質や定式化の妥当性を検証していくことにする。

まず、この例題計算における前提条件として、モデルによる解を得るために必要な諸値を次のように設定した。各ブロック間交通量は、昭和75年時点における予測交通量を両路線の分担関係を1:1と仮定して用いることにし、併せてその時点での償還に必要な料金収入額($T=11$ 億1818万円)そして所得接近法によって算出した時間評価値($\alpha=59.29$ 円)を与えている。そ

して時間短縮効果は、湾岸線への利用促進により大阪神戸線の平均走行速度が上昇すると仮定し、各ブロック間距離の所要時分の差を短縮時分として求めた。この場合、具体的な速度上昇は、50km/hから55km/h（短縮時分の小さい場合）と50km/hから60km/h（短縮時分の大きい場合）の2ケースを考えた。ブロック間距離は、最も長距離のA-Bブロック間で約40kmであり、この場合、速度上昇の2ケースのそれぞれにおける短縮時分は約4.0分、約8.0分となる。また、大阪神戸線全体の1台あたり総短縮時分は約24分、約48分である。そしてモデルの解法にあたっては、Lagrangean未定乗数法を用いた厳密解によってモデルの性質を検討していくことにした。（ここでは、実際の料金運用で設定される例えば50円刻みのラウンドナンバーの料金水準の値の議論は扱っていない。）

具体的な例題計算においては、この基本モデルが格差料金の許容条件について「重みあり」と「重みなし」の2種類を考えているので、両者による差異を従来のc.p.通過料金決定モデルとの解との比較を通じて検討していきたい。

図-5は、従来のc.p.通過料金決定モデルの解と「重みなし」の制約条件を用いた場合の解を示している。ここで前者のケースは、競合路線間での格差料金を設定しない場合の将来時点におけるオーバーラップ部料金問題の料金水準を与えている。これより、大阪神戸線と湾岸線の2路線についてはまった

く同じ料金水準のもとで運用がなされとともに、2つの料金圏の需要量の多寡に対応しながら、オーバーラップ部内のオンランプ料金の割引などこの問題の解に期待されている性質を満足する形で料金水準バランスが成り立っている。

一方、「重みなし」の制約条件を用いたケースでは、オーバーラップ部料金問題の解として具備すべき性質を満たし、かつ2路線間では格差料金が設定されている。ここでの格差料金は、c.p.料金によってなされるのが支配的といえ、オーバーラップ部内のオンランプ料金の路線間格差は小さい。

次に、「重みあり」の制約条件を用いたケースの結果を紹介しよう。図-6は、いずれも「重みあり」のケースであるが、上段にある結果は基本モデルそのものであり、Cブロック内オンランプ料金が隣接する神戸圏側のオンランプ料金より高く設定されており、オーバーラップ部内の割引きがなされていない。これに対して、下段にある結果は、こうしたオーバーラップ部内のランプ料金の割引を制約条件として明示的に取り入れたときのものである。これより、「重みあり」のケースでは、格差料金の設定がc.p.料金だけでなくそれ以外のオンランプ料金に関してもなされていることがわかる。

これらの格差料金の設定の仕方に関する差異は、制約条件がブロック間の交通量で重み付けられているかどうかで生じている。すなわち、「重みなし」

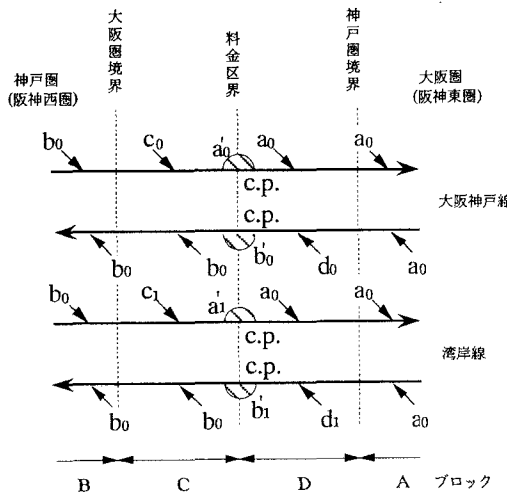


図-3 格差料金を考慮した場合の一般的なランプ区分

目的関数

$$\sum_{ij} (P_{ij} - P_{ij})^2 \cdot X_{ij} + \sum_{ij} (Q_{ij} - Q_{ij})^2 \cdot Y_{ij} \rightarrow \min \tag{6}$$

制約条件

$$\sum_{ij} P_{ij} \cdot X_{ij} + \sum_{ij} Q_{ij} \cdot Y_{ij} \geq T \tag{7}$$

$$\sum_{ij} P_{ij} \cdot X_{ij} + \sum_{ij} Q_{ij} \cdot Y_{ij} \geq T \tag{8}$$

or

$$\left(\begin{aligned} \sum_{ij} \alpha \cdot \Delta t_{ij} \cdot X_{ij} &\geq \sum_{ij} (P_{ij} - Q_{ij}) \cdot X_{ij} \\ \sum_{ij} \alpha \cdot \Delta t_{ij} &\geq \sum_{ij} (P_{ij} - Q_{ij}) \end{aligned} \right) \tag{4, 5}$$

ここで、

P_{ij}, Q_{ij} : 大阪神戸線、湾岸線 i-j ブロック間における本来の均一料金制にもとづく料金 ($P_{ij} = Q_{ij}$)

P_{ij}, Q_{ij} : 大阪神戸線、湾岸線 i-j ブロック間における実際に徴収可能な料金

X_{ij}, Y_{ij} : 大阪神戸線、湾岸線 i-j ブロック間における利用交通量

T : 償還可能なために必要な1日当り料金収入条件値

α : 時間評価値 (円/分)

Δt_{ij} : 大阪神戸線の湾岸線供用による i-j ブロック間の利用短縮時間 (分)

図-4 格差料金設定問題の定式化

のケースでは、表－4にあるように格差料金の内訳がc.p.料金 $((a'_0 - a'_1), (b'_0 - b'_1))$ とオーバーラップ部内のランプ料金 $((c_0 - c_1), (d_0 - d_1))$ との比が4：3になっており、c.p.料金に関する差額が中心に設定されることで格差料金の許容条件を満足しようと働いたことによると考えられる。一方、「重みあり」のケースでは、ブロック間の交通量に比例して格差を全体として受け持たせようとするために、結果的にc.p.料金およびオーバーラップ部内のランプ料金の両者ともに格差料金が設定されている。

ここでは、こうした料金格差に対する需要変動を固定的に考えているので、料金政策的な意味での実際上の有効性は次項の需要変動を考慮したときの結果を待たなければならないが、両者の制約条件が料金運用施策において果たす役割に関してはある程度解釈ができる。

すなわち、「重みなし」のケースでは、c.p.料金を中心とした格差料金の設定がなされるために、c.p.料金を支払うことが多い長トリップあるいは理論的料金区界を越えてしまうトリップを湾岸線の方へ転換させていくことになる。一方、「重みあり」のケー

表-1 均一料金制にもとづく料金
 $P_{ij}, Q_{ij} \quad (P_{ij} = Q_{ij})$

O \ D	A	D	C	B
A	a_0	a_0	a_0	$a_0 + b_0$
D	a_0	$a_0 \setminus a_0$	a_0	b_0
C	a_0	b_0	$b_0 \setminus b_0$	b_0
B	$b_0 + a_0$	b_0	b_0	b_0

表-2 大阪神戸線の実際に徴収可能な料金
 P'_{ij}

O \ D	A	D	C	B
A	a_0	a_0	$a_0 + b'_0$	$a_0 + b'_0$
D	a_0	$a_0 \setminus d_0$	$d_0 + b'_0$	$d_0 + b'_0$
C	$c_0 + a'_0$	$c_0 + a'_0$	$c_0 \setminus b_0$	b_0
B	$b_0 + a'_0$	$b_0 + a'_0$	b_0	b_0

表-3 湾岸線の実際に徴収可能な料金
 Q'_{ij}

O \ D	A	D	C	B
A	a_0	a_0	$a_0 + b'_1$	$a_0 + b'_1$
D	a_0	$a_0 \setminus d_1$	$d_0 + b'_1$	$d_0 + b'_1$
C	$c_0 + a'_1$	$c_0 + a'_1$	$c_0 \setminus b_0$	b_0
B	$b_0 + a'_1$	$b_0 + a'_1$	b_0	b_0

表-4 格差料金
 $P'_{ij} - Q'_{ij}$

O \ D	A	D	C	B
A	0	0	$b'_0 - b'_1$	$b'_0 - b'_1$
D	0	$0 \setminus d_0 - d_1$	$d_0 + b'_0 - d_1 - b'_1$	$d_0 + b'_0 - d_1 - b'_1$
C	$c_0 + a'_0 - c_1 - a'_1$	$c_0 + a'_0 - c_1 - a'_1$	$c_0 - c_1 \setminus 0$	0
B	$a'_0 - a'_1$	$a'_0 - a'_1$	0	0

スでは、料金格差が設定できるブロック間交通のうちで、交通量の多いCブロック関連交通（C→A, D→C：表－5参照）に対する格差料金が相対的に大きく、結果的に阪神間のオーバーラップ部内関連交通の転換を促進する傾向にあるといえる。そして、これは制約条件式の形式を問わないことであるが、目的関数の影響により、格差料金 $(\Delta P = P_A - P_B)$ は格差を設定しないときの料金水準(P)からのずれ $(P_A = P + \Delta P/2, P_B = P - \Delta P/2)$ として求められていることである。

4. 需要変動型格差料金設定モデルへの検討

4.1 モデル構築の基本的考え方

ここでは、格差料金の設定による交通量の転換、言い換えれば料金水準の変更と需要変動との関係を明らかにするために、需要固定型で定式化された格差料金設定モデルの改良を試みる。（図－7参照）

これは本来、こうした格差料金の設定により果たしてネットワーク上において交通量配分機能がどれだけ十分発揮され得るかを明らかにすることを意図している。すなわち、より現実的な料金運用策の有効性を議論するためには、料金水準と交通需要、さらには所要時間まで含めた3者の関係を扱いながら、望ましい路線間の分担関係を達成するための均衡的な料金水準の決定方法を構築する必要がある。

このとき、ネットワーク上における所要時間の変

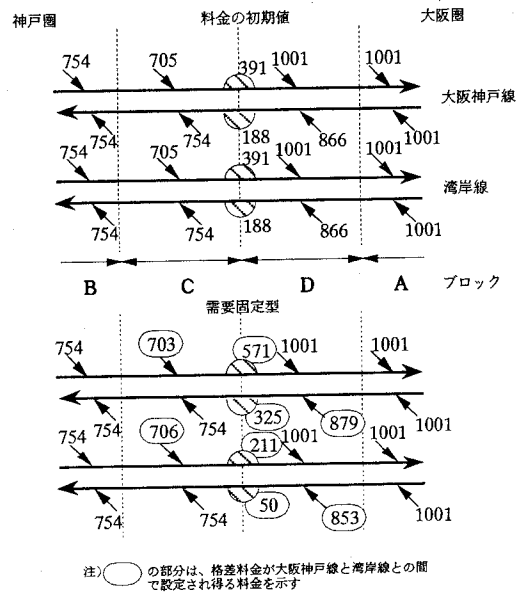


図-5 交通量による重みなしの制約条件を用いたケース（交通量分担関係 1：1、短縮時分が大きい場合）

化は、料金抵抗や交通需要と容量との関係で決まるためにどうしても交通量配分のプロセスの導入が不可欠となる。そこで以下では、これら3者のダイナミックな関係を想定した需要変動型モデルの実証的な検討結果を述べることにする。

図-8は、この需要変動型モデルにおける料金設定方法の具体的な算定手順を示している。すなわち、

1) まず、この算定フローの左側の部分において、格差料金を考えないケース（すなわち、従来のオーバーラップ部料金問題）に関して料金水準および2路線間の交通量分担の均衡解を求める。具体的には、初期値としての大阪神戸線利用交通量 $X_{ij}^{(0)}$ と湾岸線利用交通量 $Y_{ij}^{(0)}$ を1:1と仮定して、c.p.通過料金決定モデルの解($P_{Oij}^{(0)}, Q_{Oij}^{(0)}$)を求める。次に、この料金水準のもとでの交通量配分計算を行い、2路線の代表リンクにおけるOD内訳を抽出し、その分担関係から新たな路線間のブロック間利用交通量($X_{ij}^{(1)}, Y_{ij}^{(1)}$)を求める。

以下、更新された交通量分担のもとでの料金水準決定と交通量配分を収束するまで繰り返し、最終的には、格差料金を考えないときの交通量分担($X_{ij}^{(n)}, Y_{ij}^{(n)}$)、料金水準($P_{Oij}^{(n)}, Q_{Oij}^{(n)}$)、そしてこの均衡状態における大阪神戸線利用車のブロック間所要時間 $t_{ij}^{(n)}$ を算定する。

2) 次に算定フローの右側に移り、格差料金を考慮

した場合を考える。これまでの需要固定型では、速度上昇による短縮時分は与件的に与えられていたが、需要変動型モデルではブロック間所要時間は需要量と料金抵抗によって規定されるために、モデル内で内生化されたものとしてとらえられている。そのため、何らかの格差料金の設定は、それにもとづく需要変動が所要時間の変化を生ぜしめ、結果として短縮時分の創出効果を持つといえる。

したがって、ここでは便宜的に格差料金差額の初期値 ΔP_{ij} を政策的に設定し、2路線の格差料金の初期値($P_{ij}^{(0)} = P_{ij}^{(0)} + \Delta P_{ij}, Q_{ij}^{(0)} = Q_{ij}^{(0)} - \Delta P_{ij}$)を求める。次にこの料金水準のもとでの交通量配分を行い、大阪神戸線利用車のブロック間所要時間 $t_{ij}^{(0)}$ から格差料金が設定されない場合に比べての短縮時分の初期値 $\Delta t_{ij}^{(0)}, (= t_{ij}^{(0)} - t_{ij}^{(0)})$ を得る。

この短縮時分と前のステップで求められた交通量分担関係を与えることにより、前節までの検討対象であった「重みなし」制約条件を用いた場合の格差料金設定モデルの解を求めることにする。次に、この解($P_{ij}^{(1)}, Q_{ij}^{(1)}$)は、さらに交通量配分モデルにおける料金抵抗として、路線間の交通量分担関係を変化させると共に、結果的には新たな短縮時分の値が算定されることによって、格差料金水準自身を変化させる可能性がある。こうして本モデルで算定される格差料金は、前ステップでのそれと差異がなくなるまで繰り返すものとする。

4.2 適用結果の検討

前項で示したモデルの具体的な検討結果の議論の前に、ここで用いた交通量配分手法について概略を述べておく。

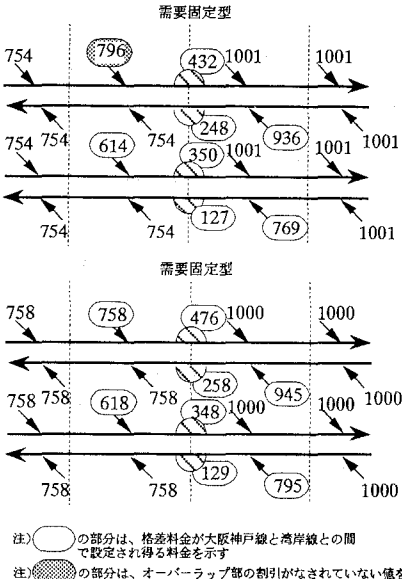


図-6 交通量による重みありの制約条件を用いたケース (交通量分担関係 1:1、短縮時分が大きい場合)

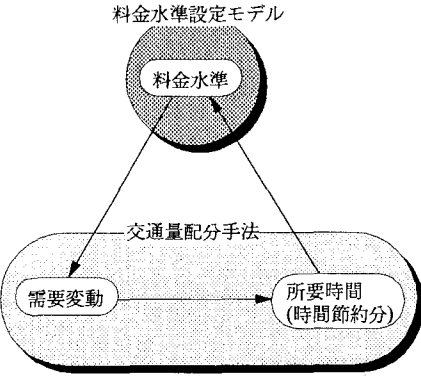


図-7 料金水準設定モデルと交通量配分手法の連携による方法

まず、配分手法としては、最も実用的な分割配分法を採用した。この中で、料金抵抗は、平面と高速間での分担を表す転換率式とルート探索における一般化所要時間を求める際の時間価値変換法の2箇所で関係してくる。ここで、転換率式は、各分割回数における高速利用最短経路上の所要時間ならびに料金と平面のみ利用最短経路所要時間との時間比に着目したものであり、都市高速と都市間高速を区別して取扱っている。一方、時間価値変換法は、料金を時間評価値で除して時間に換算し、リンクの所要時間に加えて経路探索を行う方法を指す。

この配分モデルの対象エリアは、広域化した都市高速道路を利用する車両、すなわち比較的広域的な通過交通等を含むものといえる。具体的には、将来予測時点の交通量を前提とした需要配分から得られる大阪神戸線と湾岸線の利用範囲などを参考にしながら、兵庫県南部および大阪府からエリアを取り上げ、概ね市町村単位に基づく域内78ゾーン、域外は出入り交通をダミーノードで処理する関係で67個の発生集中ノードを設けた。

また配分モデルからの出力としては、2路線の代表リンクのOD内訳からブロック間交通における路線間分担比率を求めることと大阪神戸線利用車の所要時間である。前者に関しては、2路線の上下方向別にc.p.区間に相当するリンクを選定し、c.p.通過交通関連のOD内訳から路線間の分担関係を求めている。

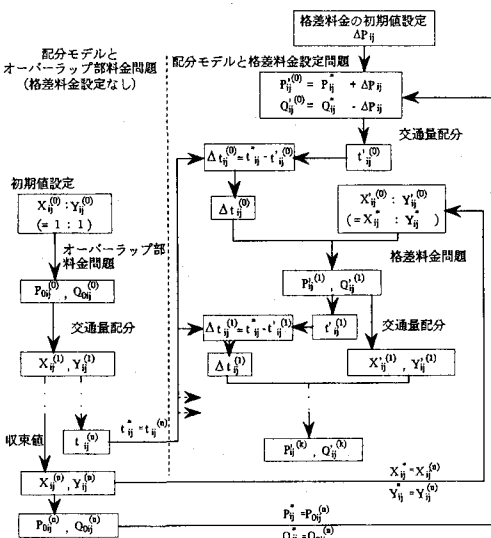


図-8 交通量配分手法との連係による方法のフロー

なお、本モデルでは、需要変動といっても平面と高速との関係をうまくとらえているとも言えないので、総需要量は一定として路線間の分担比率の変化にのみ着目している。また後者については、配分計算における最終分割目での大阪神戸線上の代表ノード間距離をその時点でのリンク速度で除して求めることができる。

図-9は、需要変動型格差料金設定モデルによる料金水準の推移を示している。全体で10ステップからなり、ちょうど前半の5ステップまでがオーバーラップ部料金問題であり、後半の5ステップは格差料金問題としての配分計算を行っている。また表-5は、交通量配分モデルで着目しているc.p.通過関連交通に関するOD内訳をブロック間交通量として集計化し、その各ステップ間での推移を示している。

まず前半のオーバーラップ部料金問題の中での解の挙動を見ると、c.p.料金が湾岸線の方が大阪神戸線より割高に算出されている。これは、これまでのc.p.通過料金決定モデルでは2路線間の交通量分担関係は1:1として仮定していたが、実際のネットワーク上での両路線間の容量の差異（容量比で約2:3）のために採算性を交通量の多い路線で賄おうとするために当該路線の料金水準を高めに設定することによると考えられる。そしてステップ5における交通量分担関係は、全体としてみれば0.44:0.56となって

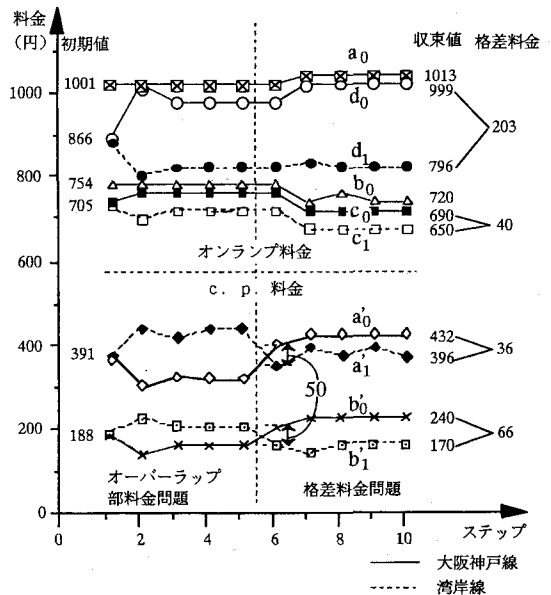


図-9 交通量配分手法との連携による料金水準の変動

おり、容量比以上に大阪神戸線のc.p.料金が低いことが影響している。一方、路線別利用交通のOD内訳の料金水準変更に伴う推移を眺めると、大阪神戸線に関してはC→Aの交通が圧倒的に多く、Cブロックからの湾岸線へのアクセスの問題が湾岸線利用車の過小推計につながっているといえる。これに対して、湾岸線利用形態では、A↔Bといった比較的長トリップあるいはB↔Dの交通が大阪神戸線に比べてより選好されている。この中でB↔Dの交通は、Dブロック内オンランプ料金に大きな差異を生じていること等が影響している。

ステップ6以降は、格差料金を考えるために、c.p.料金の上下方向別にそれぞれの路線に対応する料金格差を与えることにより、これを初期値として需要変動型の料金水準を求めている。これより、c.p.料金ではこの50円の格差に対して、上りの(a₀, a₁)では両者の値が近づけるように、下りの(b₀, b₁)では増加するように推移し、最終的には36円、66円となっている。一方、オーバーラップ部内のランプ料金水準についてみると、Dブロックではステップ5において166円の格差であったのがさらに40円近く上昇して203円となった。Cブロックでは2路線とも料金水準が下がっているが、格差料金としてはあまり変わっていない。なお交通量の推移では、ステップ9（最終段階）において0.36:0.64の状態 で収束している。

また、格差料金差額の初期値として50円を用いたが、本モデルが需要変動型といっても総需要は一定にコントロールされているために、モデルの均衡解

の水準はあまりこの初期値によって変化しないことがわかった。

5. おわりに

本研究は、都市高速道路のオーバーラップ部における競合路線間の適切な交通量分担をはかるための格差料金設定問題を取り上げ、その定式化とモデルの性質の基本的理解を試みた。そして、こうした料金水準による交通量配分機能に着目するとき、いわゆる料金と需要変動との関係を的確にとらえる必要があり、そのために本論文の後半部では需要固定型として定式化されたものを需要変動型に改良する方法を提案した。

本研究の詳細はここで触れることはしないが、従来からのオーバーラップ部料金問題に関連させた形で格差料金問題への拡張を図っているので、広域化した道路網上において、しかも複数料金圏という将来時点で実際的な対応が必要な料金運用上の重要な課題を計量的に扱う方法として適用性も高いと考えられる。ただし、料金による需要変動に関しては、操作性に富み、また精度の高い交通量配分モデルとの連携など、実用化に向けた検討は今後の研究に待つところが多い。

本研究を遂行するにあたっては、阪神高速道路公団料金体系研究委員会での議論に負うところが多く、佐佐木綱教授を始め委員会メンバー各位ならびに阪神高速道路公団計画部に対してこの紙面を借りて深謝の意を表わします。（なお、本論文で示したすべての結果と表現についての責任は著者自身にあり、これらの関係各位は関与していない。）

6. 参考文献

1)阪神高速道路料金体系研究委員会報告書：オーバーラップ部の料金問題の検討、pp83-125, 1987.
2)西井和夫：都市高速道路におけるチェックポイント通過料金決定方法、土木計画学研究・論文集 No.6, pp259-256, 1988.
3) 阪神高速道路料金体系研究委員会報告書：競合路線間の格差料金に関する検討、pp238-278, 1991.

表-5 大阪神戸線と湾岸線の交通量分担関係の推移 (c.p.通過交通量の路線間分担比率)

大阪神戸線の交通量(台/日)				湾岸線の交通量(台/日)				交通量 分担関係 の結果
A	D	C	B	A	D	C	B	
A		5600	5300	A		5600	5300	ステップ1 の結果 1:1
D		15950	9400	D		15950	9400	
C	16650	5850		C	16650	5850		
B	5000	2200		B	5000	2200		
								ステップ5 の結果 0.44:0.56
A		5079	2870	A		5521	7730	
D		15464	831	D		16436	17964	
C	24753	6419		C	8547	5281		
B	2152	157		B	7848	4243		
								ステップ9 の結果 0.36:0.64
A		4998	2326	A		6202	8247	
D		11240	740	D		20660	18060	
C	20245	6268		C	13055	5432		
B	2341	139		B	7659	4261		