

# 鉄道乗換施設整備による利用者便益の計測について — 名古屋市・金山総合駅における事例研究 —

MEASUREMENT OF USER BENEFIT DUE TO PROVISION OF STATION FACILITIES FOR TRAIN TRANSFERS  
— A CASE STUDY ON THE KANAYAMA JUNCTION CONSTRUCTION PROJECT IN NAGOYA —

遠藤 弘太郎\*・杉山 茂雄\*\*・土居 厚司\*\*\*・  
小坂 彰洋\*\*\*\*・鈴木 昭久\*\*\*\*\*

By Kotaro Endo, Shigeo Sugiyama, Atsushi Doi,  
Akihiro Kosaka, Akihisa Suzuki

In this paper, simple methods of measuring user benefit from improvement in the rail transport service was considered. As a method for measuring practical user benefit, short-cut measurement method based on the concept of consumer surplus in the traffic demand function have been generally used. In this paper, first, several simple methods of measuring user benefit, based on the short-cut measurement methods, but making use of a route choice logit model, are suggested. Then, one idea regarding a simple rail route demand estimation method - which uses the route choice logit model - is proposed.

Finally, this paper looks at a simple example of how this method was used to measure rail user benefit in the Kanayama Junction construction project in Nagoya -- a project which aims to improve the convenience of changing trains.

## 1. はじめに

大都市圏では、公共交通サービス向上のため、鉄道新線の整備や乗換施設の整備など様々な公共交通施策が実施されている。これらの施策による交通サービスの改善効果を定量的に把握することは、今後これらの施策を効果的に推進していく上で重要な課題であると考えられる。

本稿の目的は、名古屋市における金山総合駅の建設(平成元年7月供用)による通勤旅客の利用者便益を試算した結果と、それに用いた利用者便益の計

測手法を提示することである。

交通プロジェクトによる利用者便益を計測する方法としては、ショートカット理論<sup>1)</sup>によって導かれた台形近似式  $(1/2)(T^A + T^B)(q^A - q^B)$  ——  $T$ は交通需要;  $q$ は一般化費用; 上付添字Aはプロジェクト無、Bはプロジェクト有の状態を表す —— を用いる方法が一般的である<sup>2)・3)</sup>。この方法は、プロジェクト有無における経路別の交通需要と一般化費用差を求めるだけで利用者便益が計測できるため、非常に実用的な方法である。

ところが台形近似式には、新しい経路がつけられるプロジェクトの場合、その新規経路に着目した利用者便益の計測が困難という問題も存在する。プロジェクト無の状態における新規経路の一般化費用  $q^A$  の合理的な設定が難しいからである。

本稿では、経路選択ロジットモデルを用いて、簡便かつ新規経路がつけられるプロジェクトに対しても適用可能な利用者便益の計測手法の検討を行っている。さらに、それを鉄道乗換利便性の向上という比較的小規模な

キーワード：利用者便益、鉄道経路選択モデル、  
ネステッドロジットモデル  
\* 正会員 (株)ライテック 社会開発部  
(〒162 東京都新宿区市谷本村町2-7)  
\*\* (株)ライテック 社会開発部  
\*\*\* (株)ライテック 社会開発部  
\*\*\*\* (財)運輸経済研究センター調査役  
(〒105 東京都港区虎ノ門1-6-6 晩翠軒ビル)  
\*\*\*\*\* 運輸省運輸政策局地域計画課総括補佐官  
(〒100 東京都千代田区霞が関2-1-3)

鉄道ネットワークの改善プロジェクトに適用した事例を示している。

以下、2. では、経路選択ロジックモデルを利用し、ゾーン間に着目した簡便な利用者便益の計測式を導出する。さらに新規経路に着目した場合の利用者便益の計測方法についても検討を行っている。3. では、大都市交通センサデータを用いて鉄道経路選択ロジックモデル（ネステッドロジックモデル）を構築し、2. で検討した方法を用いて、名古屋市における金山総合駅の建設プロジェクトによる鉄道通勤旅客の利用者便益の計測を試みている。同時に、この経路選択ロジックモデルを用いた簡便な仮想需要の推定方法を提示している。

## 2. 利用者便益計測モデル

まず、ゾーン間移動者の経路選択行動がロジックモデルに従い、かつゾーン間の総需要がプロジェクトの有無において一定（需要固定）と仮定できる場合を想定し、利用者便益を計測するための簡便な方法について検討する。

### (1) ロジックモデルによるゾーン間の利用者便益の計測式

いま、あるゾーン間に着目する。このゾーン間においてR個の利用可能な経路があるとき、交通プロジェクトによる当該ゾーン間移動者の利用者便益は、ショートカット理論により次式で近似される。

$$UB = \frac{1}{2} \sum_r^R (T_r^A + T_r^B) (q_r^A - q_r^B) \quad (1)$$

この台形近似式の導出過程に着目すると、第1に(1)式は、プロジェクト有の効用レベルに対応した補償された交通需要関数の、プロジェクト有無における価格点間の任意の積分経路に沿った線積分の値の近似を与えている。第2に、普通需要関数の価格点間を直線で結ぶ積分経路に沿った線積分の値の近似を与えている。

第2の場合の普通需要関数を用いた線積分は次式で表される。

$$UB = \int_A \rightarrow B \sum_{r=1}^R D_r dq_r \quad (2)$$

$D_r$  : 経路rの（普通）交通需要関数

ここでA→Bは状態A（プロジェクト無）から状態B（プロジェクト有）への線積分を表している。一般には、この線積分は積分経路に依り、一意な値を与えるためには、積分経路を特定する必要がある<sup>4)</sup>。

いま、ゾーン間の総交通量に占める経路別のシェア $P_r$

が次のロジックモデルに従うものと仮定する。

$$P_r = \exp(V_r) / \sum_{k=1}^R \exp(V_k) \quad (3)$$

さらに、ゾーン間の総交通需要Tがプロジェクトの有無で一定と仮定すると、需要関数 $D_r$ はロジックモデルによる $P_r$ を用いて $D_r = T \cdot P_r$ となる。また、一般化費用 $q_r$ は交通サービス水準を交通費用の単位で評価したものと定義できるため、線形効用関数 $V_r$ を $V_r$ における交通費用のパラメータφで除すことによって求めることができる。したがって、(2)式は(3)式を用いて以下のように表せる。

$$UB = \frac{T}{\phi} \int_A \rightarrow B \sum_r^R \frac{\exp(V_r)}{\sum_k^R \exp(V_k)} dV_r \quad (4)$$

このとき、この被積分関数 $P_r$ においては(3)式から容易に可積分条件<sup>4)</sup>  $\partial P_j / \partial V_i = \partial P_i / \partial V_j$  ( $i, j=1, 2, \dots, R$ )を満たすことを示せるため、(4)式の線積分は積分経路に依らないことがわかる。そのため、任意の積分経路を選んで線積分を実行することができる。

そこで、パラメータをtとして、

$$t = \sum_r^R \exp(V_r) \quad (5)$$

とおくと

$$dt = \sum_r^R \exp(V_r) dV_r \quad (6)$$

となるため、(4)式に代入して積分を実行すると、次式を得る。

$$UB = \frac{T}{\phi} \left\{ \sum_r^R \exp(V_r^B) - \sum_r^R \exp(V_r^A) \right\} \quad (7)$$

(7)式は、ゾーン間移動者の利用者便益がプロジェクト有無におけるログ変数の差分に基づき計測可能なことを示している。ログ変数は選択肢を選択することによって得られる最大効用の期待値を表すため<sup>5)</sup>、(7)式はプロジェクト有無における期待最大効用の差分を交通費用のパラメータφで除し、貨幣尺度に換算したものともしも解釈できる。

さらに(3)式から、 $\sum \exp(V_r) = \exp(V_k) / P_k$  ( $k$ : 任意の経路)となることから、(7)式は次式のような簡単な形に変形できる。

$$UB = (T/\phi) [\ln P_k^A - \ln P_k^B + \Delta V_k] \quad (8)$$

( $k$ : 任意の経路)

ここで、 $\Delta V_k = V_k^B - V_k^A$ である。(8)式は、プロジェクト有無におけるゾーン間の総交通量Tに占める任意の経路kのシェア  $P_k^B$ 、 $P_k^A$ と、経路kの効用差  $\Delta V_k$ に基づきゾーン間別の利用者便益が計測できることを示している。

### (2) 新規経路を有するゾーン間の利用者便益の計測

プロジェクトによってゾーン間に新たな経路Rがつくられる場合を考える。プロジェクト無の場合の新規経路Rの交通需要はゼロであるため、このときのRの効用関数は、 $V_R^A = -\infty$ と考えられる。このとき(4)式は

$$UB = \frac{T}{\phi} \lim_{V_R^A \rightarrow -\infty} \int_{A \rightarrow B} \frac{\exp(V_r)}{\sum_k^R \exp(V_k)} dV_r$$

$$= \frac{T}{\phi} \left\{ \sum_r^R \exp(V_r^B) - \sum_r^{R-1} \exp(V_r^A) \right\} \quad (9)$$

となる。

したがって、新規経路を含むゾーン間の利用者便益の計測では、(7)式において、

$$\exp(V_n^A) = 0 \quad (n: \text{新規経路}; n=1, 2, \dots)$$

とにおいて計算すれば良いものと考えられる。また、このとき(8)式は、任意の経路kに既存の経路を選べばそのまま成立している。

### (3) 新規経路に着目した利用者便益の計測

以上に示したようにゾーン間別の利用者便益を計測するには、(8)式で十分である。一方、(1)式の台形近似式は近似式という限界を有するものの、経路別に利用者便益を計測できるという利点がある。このことは、利用者便益の帰属を明らかにできるという観点から、非常に大きな利点であると考えられる。

ところが、新規経路 ( $r=R$ ) に(1)式の台形近似式を適用するには、需要がゼロとなるほど高い一般化費用  $q_R^A$ を設定する必要が生じる。實際上、 $q_R^A$ を合理的に設定するのは困難である。そこで本研究では、以下のように経路選択ロジックモデルを用いて、新規経路に着目した利用者便益の計測方法を検討した。

まず、(2)の線積分を(10)式のように経路別の線積分に分割する。

$$UB = \frac{T}{\phi} \sum_r^R \int_{A \rightarrow B} \frac{\exp(V_r)}{\sum_k \exp(V_k)} dV_r \quad (10)$$

ここで注意しなければならないのは、UBの値そのものは、どのような積分経路を選んでも一定である

が、個々の経路別の積分値

$$UB_r = \frac{T}{\phi} \int_{A \rightarrow B} \frac{\exp(V_r)}{\sum_k \exp(V_k)} dV_r \quad (11)$$

は、積分経路の選び方に依ることである。したがって積分経路の選び方によって様々な経路別便益の定義が存在する。台形近似式(1)は価格点  $q_r^A$  から  $q_r^B$  ( $r=1, 2, \dots, R$ ) までの直線を積分経路に選んだ場合の近似式である。

いま、経路Rに着目し、(11)式を以下のような2項ロジックモデルの形式に変形する。

$$UB_R = \frac{T}{\phi} \int_{A \rightarrow B} \frac{\exp(V_R)}{\exp(V_R) + \exp(\Lambda_R)} dV_R \quad (12)$$

$$\Lambda_R = \ln \sum_r^{R-1} \exp(V_r) \quad (13)$$

ここで積分経路として  $(V_R^A, \Lambda_R^A)$  から  $(V_R^B, \Lambda_R^B)$  までの直線を選び、パラメータ  $t$  ( $0 \leq t \leq 1$ ) を用いて  $V_R = \Delta V_R t + V_R^A$ ;  $\Lambda_R = \Delta \Lambda_R t + \Lambda_R^A$  とおく。このとき(12)式は以下となる。

$$UB_R = \frac{T}{\phi} \Delta V_R \int_0^1 \frac{dt}{1 + \exp(\alpha t + \beta)} \quad (14)$$

ただし、 $\alpha = \Delta \Lambda_R - \Delta V_R$ ;  $\beta = \Lambda_R^A - V_R^A$  としている。さらに、 $x = \exp(\alpha t + \beta)$  とにおいて置換積分を行えば、次式を得る。

$$UB_R = \frac{T}{\phi} \cdot \frac{\Delta V_R [\ln(1 - P_R^B) - \ln(1 - P_R^A)]}{\Delta \Lambda_R - \Delta V_R} \quad (15)$$

ここで、経路Rが新規経路であるとするれば  $V_R^A = -\infty$  であるから、(15)式において  $P_R^A = 0$ 、 $\Delta V_R \rightarrow +\infty$  として、最終的に次式を得る。

$$UB_R = -(T/\phi) \ln(1 - P_R^B) \quad (16)$$

(16)式は、新規経路Rの利用者便益が、プロジェクト有無における経路Rのゾーン間におけるシェア  $P_R^B$ 、ゾーン間の総交通量T、経路選択ロジックモデルの交通費用パラメータ  $\phi$  から簡便に計測できることを示す。

また、(16)式はRの競合経路の一般化費用を状態Bに固定した場合における経路Rの需要曲線に沿った消費者余剰の増分を与えている。これは図-1における斜線の部分の面積に相当している。図-1において、実線  $D_R^A$  はRの競合経路の一般化費用(効用関数)を状態Aに固定した場合の需要曲線を表し、点線  $D_R^B$  は、Rの競合経路の一般化費用を状態Bに固定した場合のRの需要曲線を表す。 $D_R^B$  に沿った

消費者余剰の増分は次式となる。

$$UB_R = \frac{T}{\phi} \int_{-\infty}^{V_R^B} \frac{\exp(V_R)}{\exp(V_R) + \sum_r^{R-1} \exp(V_r^B)} dV_R \quad (17)$$

被積分関数の分母をパラメータ  $\Lambda$  にとって置換積分を行うと、

$$UB_R = \frac{T}{\phi} [\ln \sum_k^R \exp(V_k^B) - \ln \sum_k^{R-1} \exp(V_k^B)] \\ = -(T/\phi) \ln(1 - P_R^B) \quad (18)$$

となって(16式)に一致する。

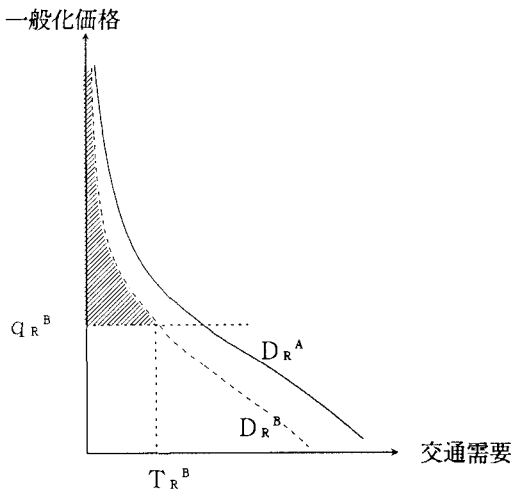


図-1 ロジットモデルによる新規経路の需要曲線と(16式)による計測部分

なお、(16式)の導出過程において、積分経路として  $(V_R^A, \Lambda_R^A)$  から  $(V_R^B, \Lambda_R^B)$  までの直線を選んだが、この経路の選び方は選択肢が3つ以上ある場合には、どの経路に着目するかで積分経路が異なる。そのため、(15)や(16式)による経路別の利用者便益をゾーン間で総和をとっても(7)、(8)式による計測値に一致する保証はない。その意味で、プロジェクト有無における効用関数値間を直線で結び積分経路を選んだ方が、どの経路に着目しても同じ積分経路となって望ましい。前者を積分経路に選んだ理由は、解析的に(16式)に至る積分演算を行うことが困難であったこと、得られた結果が簡単になったことである。

ゾーン間の総需要が固定の場合には、プロジェクトによって経路別の需要曲線は下にシフトするのが一般的であ

る。着目する経路の競合経路においても混雑緩和等によって一般化費用が低下するからである。そのため(16式)による計測結果は、効用関数値間を直線で結び積分経路を用いた値に比べて過小評価になることが予想される。

### 3. 金山総合駅建設による利用者便益の計測

以上に示した利用者便益の計測手法を用い、名古屋市における金山総合駅の建設による鉄道通勤旅客の利用者便益の計測を試みる。

#### (1) 金山総合駅の概要

金山総合駅は名古屋駅の南南東約4km、名古屋市の地理的中心に位置する(図-2)。名鉄名古屋本線の旧金山橋駅をJR中央本線および地下鉄金山駅の位置まで約400m移設するとともに、JR東海道本線に金山駅を新設し、相互の乗換利便性の向上を図ったものである(表-1)。

平成2年大都市交通センサス(以下センサス)によれば、金山総合駅での乗換客数は終日片道の定期券利用者で約44千人(うち通勤は約26千人)であった<sup>6)</sup>。

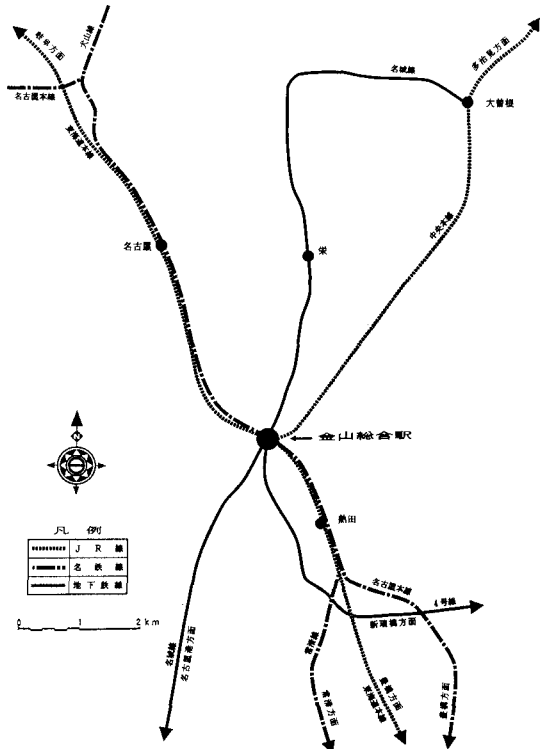


図-2 金山総合駅位置図

表-1 金山総合駅の概要

|       |   |
|-------|---|
| 集中施設  | JR東海道本線 ホーム1面2線(新設)<br>JR中央本線 ホーム1面2線(既設)<br>名鉄名古屋本線 ホーム2面4線(移設)<br>地下鉄2,4号 ホーム2面4線(既設) |
| 駅施設   | 地上とJR、名鉄各ホームとの連絡は、跨線橋方式により連絡(通行有効幅員20m)。駅務施設は、橋上駅方式。                                    |
| 駅前広場等 | 復興土地区画整理事業により確保<br>北駅前広場 約 15,120 m <sup>2</sup><br>約 5,020 m <sup>2</sup>              |
| 開業    | 平成元年7月9日  |
| 事業費   | 61.0 億円   |

(資料提供：名古屋市交通局)

(2) 分析にあたっての前提条件

平成2年センサ調査時点における金山総合駅建設による通勤旅客の利用者便益を計測する。計測にあたっての前提条件を整理すると以下のとおりである。

a) 計測対象効果

金山総合駅の建設により鉄道利用者が得る主要な効果としては、①鉄道乗換駅として金山総合駅を利用する旅客の乗換利便性の向上；②金山総合駅を初乗り駅または最終降車駅とする鉄道旅客の利便性の向上；③名古屋駅の乗換混雑の緩和等が考えられる。本研究で計測の対象とする効果は、通勤旅客に関する①の効果のみである。

b) 需要固定の仮定

金山総合駅の建設に伴って発生する新たな鉄道通勤旅客需要、いわゆる誘発・開発需要は無いものと仮定する。通勤経路別の需要変化はすべて経路間の転換需要によるものとする。

(3) 分析方法の概要

分析のフローを図-3に示す。まず、金山総合駅建設による乗換利便性の向上を乗換時間の短縮としてとらえることとした。そこで、センサデータからサンプルを抽出し、非集計ロジットモデル(ネスティッドロジットモデル)を用いて、乗換時間を説明変数に含む鉄道経路選択モデルを構築した。さらに、簡便な仮想需要の推定方法を考案し、プロジェクト無ケースの鉄道経路別の需要を推定した。また、乗換時間の短縮を本モデルの線型効用関数から得られる等価変化量により一般化費用差(鉄道運賃差)に換算した。

(4) 鉄道経路選択モデルの構築

鉄道通勤者の通勤経路の選択行動は、①鉄道経路

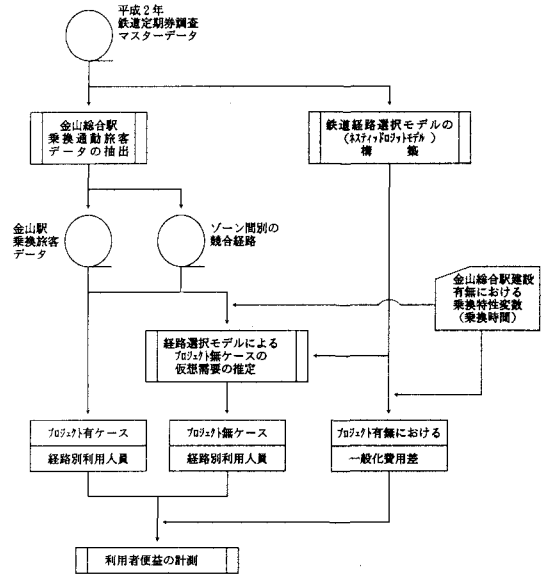


図-3 分析フロー

(初乗り駅と最終降車駅および経由地)の選択と、②初乗り駅までのアクセス交通手段の選択に大きく分類できる。通常のロジットモデルではIIA特性による限界があるため、図-4に示す選択構造を想定し、2レベルのネスティッドロジットモデル<sup>1)</sup>(以下NLモデル)を構築した。なお、NLモデルの場合には、最上位レベル(ここではレベル2)のモデルの効用関数を $V_1$ とおくことによって2章の議論がそのまま適用できる。

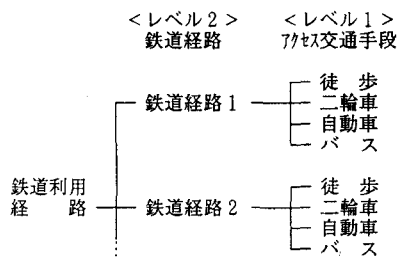


図-4 想定した選択ツリー

データは、中京圏の平成2年センサの非集計行動モデル用マスターデータ(鉄道定期券調査マスターデータに居住地・通勤先住所を付加したもの)から地域的なバランスを考慮しつつ、名古屋市都心部に通勤する546サンプルを抽出した。

代替経路は、作業効率と現実的な経路を設定することを考慮し、抽出サンプルと同一基本ゾーン間の経路を

鉄道定期券調査マスターデータより最大2経路までを選択し設定した(2経路選択できたサンプルは12サンプルのみ)。

レベル1のアクセス交通手段選択モデルにおける線形効用関数のパラメータの推定結果を表-2に、レベル2の鉄道経路選択モデルのパラメータの推定結果を表-3に示す。なお、パラメータの推定には段階推定法を用いた<sup>7)</sup>。

表-2 アクセス交通手段選択モデル パラメータ 推定結果

( ) 内 t 値

| 特性変数           | 選 択 肢                |                      |                      |                      |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                | 徒 歩                  | 二 輪 車                | 自 動 車                | バ ス                  |
| アクセス総所要時間 (分)  | - 0.2150<br>(- 9.55) |                      |                      |                      |
| 女性ダミー          | —                    | 0.6611<br>( 2.82)    | 0.6070<br>( 1.73)    | 0.1655<br>( 0.38)    |
| 高齢者ダミー (60歳以上) | —                    | - 0.3620<br>(- 0.59) | 0.3952<br>( 0.56)    | —                    |
| 未成年ダミー         | —                    | 0.9555<br>( 1.77)    | —                    | 0.2121<br>( 0.19)    |
| 定 数 項          | —                    | - 1.6456<br>(- 8.68) | - 4.0761<br>(-10.78) | - 0.1362<br>(- 0.44) |
| 尤度比: 0.182     | 的中率: 65.4 %          | サンプル数: 546件          |                      |                      |

表-3 経路選択モデル パラメータ の推定結果

| 特 性 変 数    | パラメータ (t 値)       |
|------------|-------------------|
| ログサム変数     | 0.74273 ( 5.77)   |
| 始発駅ダミー     | 0.55329 ( 1.95)   |
| 急行停車駅ダミー   | 0.96968 ( 3.99)   |
| 乗車時間 (分)   | - 0.05516 (-3.49) |
| 乗換時間 (分)   | - 0.18696 (-3.08) |
| 乗換待ち時間 (分) | - 0.10019 (-1.04) |
| イグレス時間 (分) | - 0.21713 (-5.43) |
| 鉄道運賃 (円/日) | - 0.00643 (-2.42) |
| 尤度比        | 0. 2 2 5          |
| 的中率        | 7 0. 0 %          |
| サンプル数      | 5 4 6 件           |

表-3の特性変数のうち、乗換時間は現地踏査による実測値、乗車時間はネットワークデータを用いた計算値である。運賃は1ヵ月通勤定期運賃を60で除し、1日片道あたりに換算している。

得られた乗換時間のパラメータを鉄道運賃のパラメータで除すことにより、(鉄道運賃を基準とした)乗換時間の等価変化量(時間評価値)29円/分を得た。

#### (5) 簡便な方法による仮想旅客需要の推定

プロジェクト無ケースの経路別仮想旅客需要の推定方法と

して以下のような簡便な方法を考案した。

まず、適切なゾーン間ごとに、金山総合駅での乗換経路および非乗換経路を含むすべての経路別の実績シェアを求め、このシェアが先の経路選択ロジットモデルに従った結果と仮定する。

このゾーン間の経路別の実績シェアを $P_{r^k}$ ( $k=1, 2, 3, \dots, R$ )で表すと、このシェアがロジットモデルに従うという仮定から、各経路と基準経路(便宜上第1経路を基準経路に採用する)との効用差 $V_{r^k} - V_1^k$ は

$$V_{r^k} - V_1^k = \ln(P_{r^k} / P_1^k) \quad (19)$$

と(3)式を用いて逆算できる。

さらにプロジェクト有無における経路 $r$ の効用差を $\Delta V_r = V_{r^B} - V_{r^A}$ とすれば、プロジェクト無ケースの経路別効用関数の基準経路との差は

$$V_{r^A} - V_1^A = \ln(P_{r^B} / P_1^B) + \Delta V_r - \Delta V_1 \quad (20)$$

となる。プロジェクト有無で変化する特性変数が乗換時間だけであるとすれば、 $\Delta V_r$ は金山総合駅有無における経路別乗換時間の差に乗換時間パラメータを乗じて算定できる。さらに、(20)式を再度(3)式に代入することにより、プロジェクト無ケースの経路別のシェア $P_{r^A}$ を推定することが可能となる。

この方法は、通常の予測作業のように、すべての代替経路におけるすべての特性変数を設定する必要が無く、プロジェクト有無における特性変数の変分だけで仮想ケースの需要推定が可能である。また、予測作業における効用関数の定数項調整による現況補正と同様の予測精度も確保されるため、非常に有用な方法であると考えられる。

#### (6) ゾーニングと代替経路の設定

ゾーン間ごとに代替経路を想定し、非集計行動モデルを適用することから、同一のゾーン間を移動するものにとって同様の代替経路が想定できるようなゾーニングが望ましい。しかし、センサはサンプル調査であるので、ゾーンを小さくすることは、ゾーン間経路別のシェアの精度を下げる結果となる。以上を考慮した上でセンサの基本ゾーンを数ゾーンごとに集約して新たなゾーン区分を行った。

ゾーン間の代替経路は、大きく金山総合駅での乗換経路とその他の経路に分類できる。金山駅での乗換経路については、金山駅での乗換パターン別に集約し各々1つの代替経路とした。また、非乗換経路については1つの代替経路に集約した。以上のように集約した経路をロジットモデルを適用する上での独立した選択

肢とみなすのが適切と判断したからである。

(7) プロジェクト有無における乗換時間の想定

名鉄名古屋本線旧金山橋駅の金山総合駅への移設に伴う乗換時間の改善を、表-4のように想定した。JR東海道本線関連の乗換経路は、無ケースでは存在しない経路であるので、新規経路としての扱いとなる。その他の乗換パターンについては、プロジェクト有無によって乗換時間の改善はないものと想定した。

表-4 プロジェクト有無における乗換時間の想定

(単位：秒)

| 乗換パターン       | プロジェクト有 | プロジェクト無 | 乗換時間改善 |
|--------------|---------|---------|--------|
| 名古屋本線⇄JR中央本線 | 105     | 440     | 335    |
| 名城線(2号)      | 146     | 440     | 294    |
| 名城線(4号)      | 146     | 440     | 294    |

注) ・プロジェクト有ケースの乗換時間は現地踏査による。  
 ・プロジェクト無ケースの乗換時間は駅間の移動速度を分速80m、ラッチ内移動時間を両駅合わせて80秒と想定。

(8) 利用者便益の試算結果

金山総合駅による乗換利便性の向上効果を以上のような乗換時間の改善でとらえ、(5) 節に示した簡便法によってプロジェクト無ケースの需要を推定した。その結果、平成2年の金山総合駅の実績通勤乗換客数約263百人/(日・片道)が、総合駅が無い場合には159百人/(日・片道)になると推定された(表-6)。

この需要推定結果を用いて、表-5に示す2つの方法によって通勤旅客の利用者便益を計測した。ケース1は経路別の計測方法であり、ケース2はゾーン間別の計測方法である。

表-5 計測方法によるケース設定

|      |   |
|------|---|
| ケース1 | 経路別に利用者便益を計測。新規経路には(10)式、その他の経路には台形近似式(1)を適用したケース |
| ケース2 | ゾーン間別の計測式(8)式を用いたケース                              |

この結果、ケース1による通勤旅客の利用者便益の計測結果は、表-6に示すとおり1日片道当たりで391万円となった。さらに、ケース2の方法によれば、この便益は394万円と計算された。ケース2に対するケース1の近似の誤差は0.7%であり、良好な近似値が得られていると判断できる。

表-6 金山総合駅の建設による需要変化と利用者便益の試算結果(ケース1)

(単位：1日片道当たり)

| 降車路線 ⇒ 乗車路線<br>(往復) | プロジェクト有ケース             |                 | プロジェクト無ケース             |                 | 効果                    |                   |        |
|---------------------|------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------------|-------------------|--------|
|                     | 乗換<br>通過<br>旅客数<br>(人) | 乗換<br>時間<br>(秒) | 乗換<br>通過<br>旅客数<br>(人) | 乗換<br>時間<br>(秒) | 乗換<br>時間<br>改善<br>(秒) | 利用者<br>便益<br>(百円) |        |
| 名古屋本線               | 名城線(2号)                | 12,771          | 146                    | 9,409           | 440                   | 294               | 16,007 |
|                     | 名城線(4号)                | 834             | 146                    | 778             | 440                   | 294               | 1,171  |
|                     | 東海道本線                  | 1,175           | 105                    | 0               | -                     | -                 | 3,227  |
|                     | 中央本線                   | 3,907           | 105                    | 3,230           | 440                   | 335               | 5,793  |
| 名城線(2号)<br>(地下鉄)    | 東海道本線                  | 4,703           | 174                    | 0               | -                     | -                 | 11,681 |
|                     | 中央本線                   | 1,840           | 174                    | 1,870           | 174                   | 0                 | 0      |
| 名城線(4号)<br>(地下鉄)    | 東海道本線                  | 409             | 174                    | 0               | -                     | -                 | 1,149  |
|                     | 中央本線                   | 636             | 174                    | 662             | 174                   | 0                 | 0      |
| 東海道本線               | 中央本線                   | 24              | 80                     | 0               | -                     | -                 | 65     |
| 合計                  | 26,299                 | -               | 15,949                 | -               | -                     | 39,093            |        |

表-7 金山総合駅の建設による利用者便益の試算結果(ケース2)

|       |                  |
|-------|------------------|
| 利用者便益 | 39,357 百円/(日・片道) |
|-------|------------------|

以上の結果より、仮に1年の通勤日数を250日として1年当たり往復の利用者便益に換算すると、おおそ年間20億円の便益が生じていることになる(平成2年現在)。この便益が通勤旅客のみの利用者便益であること、プロジェクトの事業費が61億円(表-1)であることを勘案すれば、本プロジェクトは非常に良好な公共交通施策であると評価できる。

図-5は、ケース1、ケース2のゾーン間別の利用者便益を比較したものである。おおむね両者の値は一致している。特に新規経路(JR東海道本線関連乗換経路)が無いゾーン間(◇印で示す)においては、ケース1、ケース2ともほぼ一致しており、台形近似式(1)は高い精度をもっていることがわかる。一方、新規経路があるゾーン間(\*印で示す)においてはケース1の方がケース2に比べてやや過小となっている。特にA点、B点では乖離が大きい。両点は、いずれもゾーン間に2つの新規経路が想定されたゾーン間である。この乖離は、主に(10)式によるもの考えられる。すなわち、新規経路に着目した需要曲線は、競合経路の一般化費用の改善が大きいほど、大幅に下にシフトする。特に同一ゾーン間に複数の新規経路が想定されると、各新規経路のシフト幅が大きくなり、その結果、(10)式による近似の誤差が大きくなっているものと解釈で

きる。

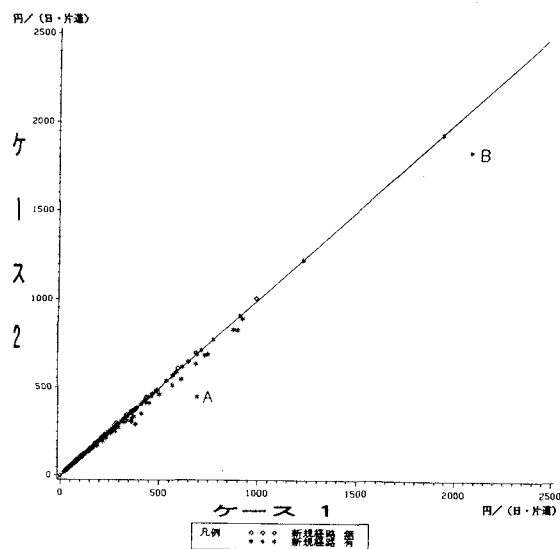


図-5 2つの計測方法によるゾーン間別の利用者便益の計測結果の比較(ケース1とケース2)

#### 4. おわりに

本稿では、ゾーン間の交通需要が固定で、経路別のシェアがロジットモデルに従うという前提のもと、簡便な利用者便益の計測方法と簡便な仮想需要の推計方法を示した。さらに、それを名古屋市の金山総合駅の建設プロジェクトに適用した事例を示した。本稿における成果を取りまとめると以下のとおりである。

第一に、ショートカット理論による台形近似式の導出過程に着目して、ロジットモデルを用いたゾーン間の利用者便益の簡便な計測式を導くことができた。この方法は新規経路をつくるプロジェクトにも適用可能であることから、ゾーン間の需要固定の仮定のもとでは、台形近似式よりも一般性が高いと考えられる。第二に、新規経路に着目した利用者便益の簡便な計測方法を提案した。この方法は、ゾーン間に着目した第一の方法に比べると一般に過小評価であり近似値を与えるものであるが、非常に簡便でありその有用性は高いと考えられる。第三に、ロジットモデルを用いた簡便な仮想需要の推定方法を示した。この方法は弾性値分析<sup>8)</sup>と同様な方法であるが、同程度に簡便でありかつインパクトが大きい場合にも正確な需要変化が予測できるという利点がある。最後に、金山総合駅建設による通勤旅客

の利用者便益を実際に計測し、金山総合駅の建設が非常に良好な公共施策であることを示すことができた。またそれによって、提案した利用者便益の計測手法について検証することができた。

今後の課題としては、特に新規経路に着目した利用者便益の計測方法について、さらにその特性に関する分析を深めていく必要があると考える。また、ゾーン間の需要固定の仮定の緩和については、交通機関選択や立地選択などを取り込んだネストロジットモデルを構成して検討することも考えられる<sup>9)</sup>。

本稿は、平成4年度に運輸省ならびに(財)運輸経済研究センターにより実施された「大都市交通セグメント解析調査」の調査過程における研究内容の一部を取りまとめたものである。研究の遂行にあたっては、セグメント解析研究会の委員諸氏、交通事業者のセグメント担当の方々、ならびに(財)日本船舶振興会に多大な協力を頂いた。特に、東京大学太田勝敏教授、東京工業大学肥田野登教授、筑波大学石田東生助教授、東京工業大学屋井鉄雄助教授、ならびに(財)運輸経済研究センター伊東誠主任調査役には多大な御指導、御助言を頂いた。ここに改めて感謝の意を表したい。

ただし、本稿の内容に関しては、全て著者らの責任に帰するものであることをここに明記しておく。

#### 参考文献

- 1) 森杉寿芳：プロジェクト評価に関する最近の話題，土木計画学研究・論文集，NO.7，pp.1～33，1989
- 2) 土木学会編：海外プロジェクトの評価，鹿島出版会，pp.97～124，1986
- 3) 土木学会編：第4版土木工学ハンドブック，第53編プロジェクトの評価，pp.2173～2185，1989
- 4) 吉田雅敏：費用－便益分析の基本的諸問題〔1〕，高速道路と自動車，Vol. XIX，No. 5，pp.29～35，1976
- 5) 太田勝敏・原田昇：やさしい非集計分析～1，非集計分析の基礎，交通工学 Vol.26，No.1，pp.69～76，1991
- 6) 運輸省：平成2年大都市交通セグメント中京圏鉄道定期券調査マスターデータファイル，(財)運輸経済研究センター，1992
- 7) 森杉寿芳：非集計モデルの推定と検定，土木計画学講習会テキスト，非集計モデルの理論と実際，pp.25～66，1984
- 8) 森地 茂：非集計行動モデルによる予測，土木計画学講習会テキスト，非集計行動モデルの理論と実際，pp.121～147，1984
- 9) 森杉寿芳・大野栄治他：住環境整備による住み替え便益の定義と計測モデル，土木学会論文集，第425号/IV-14 pp.117～125，1991