

運輸省 正 員 田辺俊朗
 東京大学 〃 松本壽司
 〃 〃 角 知憲

1 はじめに

人間の交通行動の分析に基づいて交通計画を立案することが行なわれるようになって、将来予測の際の操作性が向上してきている。この場合、モデルには提供される交通サービスに関するパラメータが含まれるが、交通サービスには、数量的表現が容易でない質すなわち安全性、信頼性、快適性などが含まれる。これらのサービスの質の評価が、個人の交通行動に少なくない影響を与えることは明らかである。そこで、本報告では、このようなサービスの質のうち、時間的質、中でも信頼性の問題をとりあげる。

交通手段の信頼性が重視される交通は、目的地と到着時刻を指定され、その時刻に遅刻すると金銭的あるいは非金銭的に損失を生じる通勤のような目的の交通である。そこで、以下では通勤者が交通手段の信頼性、別の表現をすれば到着時刻の不確かさに対して、どのように応答するかを考える。この場合、通勤者が対応しうる決定事項は、出発時刻と交通手段の選択であるが、次のように考えれば、両者を分離して取り扱うことができる。すなわち、通勤者はその利用しうる交通手段の信頼性を経験的に正確に把握し、利用にあたっては、まず、ある手段を利用する場合の出発時刻を決定し、次に、この出発時刻と他の条件を総合的に考えて、手段を選択すると考えるのである。従って、以下では、目的地と到着時刻を指定された人間が、その出発時刻をいかにして決定するか、また、それをいかにして推定するかを考察する。

2 出発時刻と遅刻確率

どのような交通手段を選ぼうと、交通の所要時間は確率的なものであって遅刻確率はゼロではない。そこで到着時刻を指定された人間は、その遅刻確率を十分小さいある値にあてざるやうに行動すると考えられる。この遅刻確率そのものも一定の値ではなく、人間の要因の常として、確率の変動を許すものとして取り扱うのが適当である。そこで、この遅刻確率を α とし、その確率密度関数を $f(\alpha)$ とする。いま、あるトリップ長を t について考える。図-1a、時間軸の原点は指定された到着時刻であり、 t_s は出発時刻、 t_a は到着時刻、 t_n は所要時間、 $P_s(t_s)$ 、 $P_a(t_a)$ はそれぞれ出発時刻、到着時刻の確率密度関数である。また、所要時間の確率密度関数を $h(t_n)$ であらわす。いま、 α と t_s とは所要時間を介して関数関係にある。すなわち、時刻 t_s に出発して人が遅刻する確率は、所要時間が $-t_s$ (t_s は負の値である。)以上かかる確率であり、

$$\alpha = \int_{-t_s}^{\infty} h(t_n) dt_n \quad (1)$$

と表わせる。 $h(t_n)$ の累積分布関数を $H(t_n)$ とすると、

$$\alpha = 1 - H(-t_s)$$

であり、 α と t_s は単調な関係にある。したがって、いま

$f(\alpha)$ が存在するものとすると、 $f(\alpha)$ は上式から、

$P_s(t_s)$ に変換することができる。

$$P_s(t_s) = f[1 - H(-t_s)] \left| \frac{d\alpha}{dt_s} \right| \quad (2)$$

$$= f[1 - H(-t_s)] h(t_s)$$

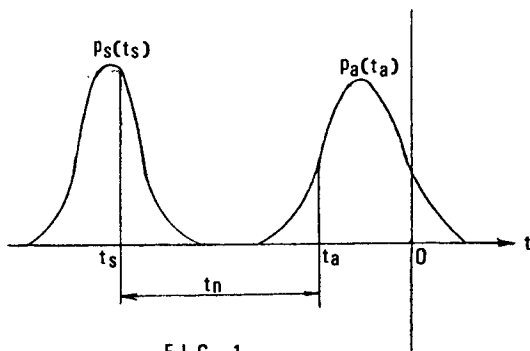


FIG. 1

ところで、

$$t_a = t_s + t_n$$

であるので、 $P_s(t_s, l)$ と $P_n(t_n, l)$ の二つに込み積分によって、到着時刻の確率密度関数 $P_a(t_a, l)$ を求めることができる。さらに、トリップ長についてもその分布を考え、これを同様に確率密度関数 $g(l)$ であらわせば、目的地に通勤者が到着する確率は、 $P_a(t_a)$ と $g(l)$ の積の積分で与えられる。この結果は、 $f(\alpha)$ を未知関数とする第一積分フレドホルム形の積分方程式であるが、解析的に解くことはできないので、数値計算を行なうことになる。この時、観測された到着分布が理論曲線のようにならぬため、通常の計算では不合理な $f(\alpha)$ が計算されるので、それを避けるような逐次計算法をとることになる。

所要時間は、交通速度のばらつきや、公共交通機関の場合、待ち合せ、乗りつきなどの不確実性を含むが、いま、交通速度のばらつきのみを考慮して、その確率密度関数を $g(v)$ とすると、

$$t_n = l/v$$

したがって、

$$P_n(t_n, l) = g(l/t_n) \left| \frac{dv}{dt_n} \right|$$

$$= \frac{l}{t_n^2} g(l/t_n)$$

となる。

3 通勤交通の $f(\alpha)$

$f(\alpha)$ を計算するためには、目的地の到着時刻の確率分布のほか、所要時間、トリップ長のそれが必要である。しかし、通勤交通が多数の交通手段の組み合わせで行なわれるとすると、全体的な所要時間の確率分布を把握することは困難である。そこで、運行間隔が極端に長く、一度乗りあぐれと実質的に目的地に遅刻することが現実な場合に駅に徒歩でアクセスする乗客の行動を分析して、 $f(\alpha)$ を求めた。

図-2は、住宅地において実測した歩行速度分布である。また図-3は計算された到着時刻の確率分布を比較したもので、両者はよく一致している。 $f(\alpha)$ は列車運行間隔19分～38分の範囲で、ほとんど変化なく、平均値2.2～2.9%、標準偏差7～8%の対数正規分布に近いことが判明した。(表-1)

4 結論

本報告に示した $f(\alpha)$ によって、交通手段の信頼性、したがって到着時刻の不確かさの変化した場合に、人間がその出発時刻をどのように決定するか推定できる。出発時刻は所要時間のばらつきとともに、その平均値によっても変化するので、速度と信頼性を含めた交通サービスの質的評価の指標として使用できると考えられる。

19	2.81	6.75	小
23	2.85	7.86	"
32	2.18	6.91	"
38	2.42	6.49	"

TABLE. 1 到着弾力性の平均値と分散

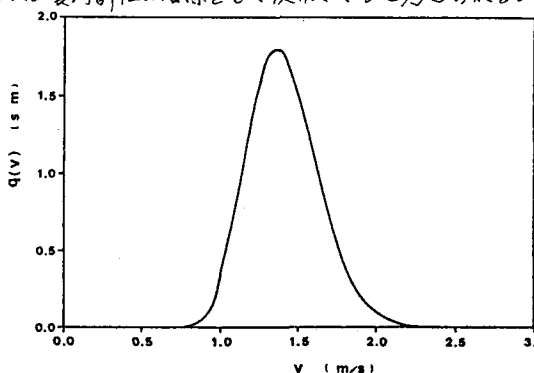


FIG. 2 DISTRIBUTION of VELOCITY

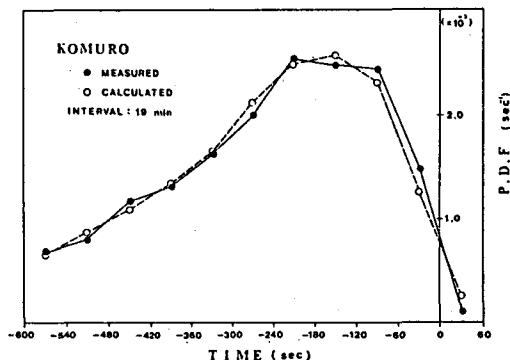


FIG. 3 DISTRIBUTION OF ARRIVAL