

東京大学大学院 学生員 ○山崎 隆司
 東京大学大学院 学生員 若谷 佳史
 東京大学大学院 学生員 石田 東生

1° はじめに

この分担モデルでは、交通機関の不効用を考え、乗用車(以下「PC」と略す)と大量輸送機関(以下「MT」と略す)の不効用を計算し、それを比較することでPCとMTの分担比率を決定しようというものである。

2° 不効用の考え方

本モデルにおいてはPCとMTとの客の取り合いを想定しているので、不効用は利用者の立場から考える。交通機関の不効用のうち特に①数量化できるもの②不効用を表わす一次元の尺度上で測定できるもの、互いに独立であるもの、の条件を満足するものとして次の6つを選んだ。 X_1 : 歩行時間, X_2 : 待ち時間, X_3 : 乗換回数, X_4 : 立席時間, X_5 : 定時性, X_6 : 所要時間

3° 効用関数

心理尺度上で「不効用」(°効用)を考え、この大小により物事の価値を評価するのが効用理論である。効用関数とはこの効用理論の中で評価の対象のもつ特性値を決定する関数という。効用関数の条件としては①単調増加関数であること②上に凸な関数であることの2点である。しかし本モデルでは効用関数の有効性を損わないで簡単化するため、線形性と加法性の仮定を取り入れる。効用関数は次の式で表わされる。効用関数で

$$U = \sum_{i=1}^6 W_i X_i \quad (1)$$

は物理量を入力として「不効用」の出力が得られるが、これは多次元の尺度を一次元の「不効用」の尺度に投影したものである。③の本モデルではアンケートの解析により各不効用間の相関係数が0.2以下となり $X_1 \sim X_6$ の独立性は保証された。

4° 重み W_i の決定

W_i は心理実験により求めなければならないが、このモデルでは多人数の反応を個人のくり返しの反応に見なしてアンケートを利用した。 X_6 : 所要時間を基準にして考え $W_6 = 1.0$ とおき、他の要因との関連で W_i を逐一求めてゆく。 $U = W_i X_i + X_6$ ($i = 1 \sim 5$) の標準刺

激に対して $U^* = W_i X_i^* + X_6^*$ なる比較刺激を提示して $U = U^*$ なる時の W_i を求めればよい。

$$W_i = \frac{X_6 - X_6^*}{X_i^* - X_i} \quad (2)$$

$W_1 \sim W_6$ では $U = U^*$ なる値を探すために比較刺激の X_i^* を変化させる。 W_6 では標準刺激として $X_6 = 0$ (遅れ0分) をとり、比較刺激の X_i^* を変化させる点で他と異なる。つまり変数が分子にくるか分母にくるかの違いである。同じデータを用いて3種類の方法で W_i を算出した。4-1) 恒常法 各個人の反応は $U = U^*$ になる時の値を平均(等価値とする)として正規分布すると仮定する。 i を比較刺激, j を標準刺激とする。3件法で、反応に得点を与え $S_{ij} = 1.0$, $S_{ij} = 0.5$, $S_{ij} = 0.0$ とすればある刺激 i に対する全体の反応は $f_i = \sum_{j=1}^3 S_{ij}$ で表わされ $P_i = \frac{f_i}{\sum_{j=1}^3 f_j}$ は i を変化させれば正規分布曲線になる。これを利用して $P = 0.5$ なる等価値を見つけて(2)式に代入し W_i を求める。

4-2) 極限法 これは個人の反応の分布を仮定していない所に特色がある。 $U = U^*$ なる時の個人の等価値の平均をとることで全体の等価値とする。これを(2)に代入して W_i を求める。

4-3) 平均法 これも分布を仮定していない点では極限法と同じである。しかし個人の等価値 X を(2)へ代入して各個人の重み W_i を算出して、その後 W_i の平均をとった。極限法とは平均をとる手順が違う。等価値 X が分子にある時は極限法と同じ結果になるが、分母になると一般には等しくならない。

以上により不効用関数が求まり 次のようになる。

$$U^{MT} = W_1 X_1 + W_2 X_2 + W_3 X_3 + W_4 X_4 + W_5 X_5 + X_6$$

$$U^{PC} = W_1^* X_1 + X_6$$

PCにおいては $X_1 \sim X_5$ の不効用はゼロと考えられる。

5° 分担率曲線

不効用 U_i と U_g があり、それぞれある確率分布をもっている。今その差 $U_{ig} = U_i - U_g$ を考える。不効用の大

小を比較した際に不効用の小さい方が選択されるとすれば、 $U_{ig} < 0$ のとき i が選択され、 $U_{ig} > 0$ のときに g が選択される。このことにより U_{ig} の確率分布を調べればその選好確率分布が得られる。 U_i, U_g に正規分布を仮定すれば $U_i: N(\bar{u}_i, \sigma_i^2)$ $U_g: N(\bar{u}_g, \sigma_g^2)$ でその差の U_{ig} は $N(\bar{u}_i - \bar{u}_g, \sigma_i^2 + \sigma_g^2 - 2\rho\sigma_i\sigma_g)$ なる正規分布をとする。これを積分したものに変数変換を施すと標準正規分布関数となるが、これが分担率を表わしている。

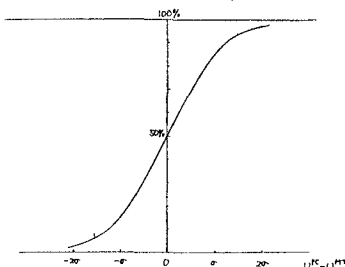
本モデルでは定時性の W_s^{PC} の決定の際つまり U^{PC} と U^{MT} の比較時において PC と MT の分担で質問しているのでこれを利用して分担率曲線を求めた。 U^{PC} を標準刺激として、 U^{MT} を X を変数とする比較刺激とする。 W_s^{PC} を求めた後、 $U^{PC} - U^{MT}$ の分布を考えてみると、 $U^{PC} - U^{MT} = (aW_s^{PC} + b) - (cW_s^{MT} + X) = A - X$ (a, b, c, A : 定数) となり X の分布に従う。分担率を求めるためにはこの分布を積分すればよい。

恒常法では X の分布を正規分布であると仮定している。 X の分布を $N(\bar{x}, \sigma_x^2)$ とすれば、 $U^{PC} - U^{MT}$ は $N(A - \bar{x}, \sigma_x^2)$ に従う。MT の分担率曲線は正規分布関数になる。

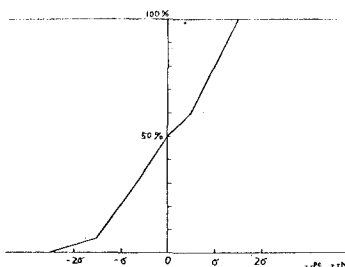
極限法と平均法では、 X の分布を仮定していないのでデータより直接 X の分布を調べ、それを積分して分担率曲線にする。

6° 分担モデルの適用

長岡市のニュータウン(以下「NT」と略す)の計画を例として適用した。郊外に建設される NT と CBD への交通機関として MT を想定した場合、PC と MT との分担がどのようなになるかを検討した。NT 内を 250m メッシュに分割し、各メッシュにおける



恒常法による MT 分担率曲線



極限法、平均法による MT 分担率曲線

交通発生密度をあらかじめ求めておく。MT は路線と駅の位置を定めた後 MT の走行性能を入力して各メッシュごとの CBD までの所要時間、歩行時間、待ち時間、立席時間などを算出する。これを本モデルに入れ MT の不効用値を求める。PC は CBD への道路を利用する。PC の走行性能の外に混雑度を考慮して遅れと所要時間を算出し、モデルに入れ PC の不効用値を求める。不効用値の差より PC と MT の分担率を求めることができる。次の図は朝の通勤時を想定した時の各住区の分担率(10%単位)である。

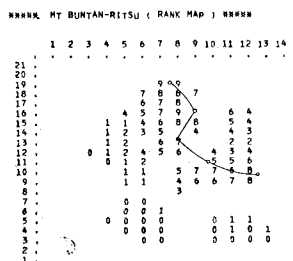
相対的重要度 (所要時間: 1.00)

変数	恒常法	極限法	平均法
定時性	1.36883	1.11111	1.60325
乗換え	10.1662	10.0576	10.0576
待ち	1.84770	1.82692	1.82692
歩行	1.73071	1.69299	1.69299
立席	0.40389	0.36987	0.36987
PC定時	1.42703	1.31432	1.31432

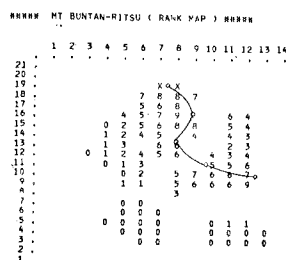
7 おわりに

心理的反応に対し正規分布を仮定した恒常法と仮定していない極限法と平均法とでそれぞれの分担率曲線を得た。その結果は非常に似ている。これは恒常法における正規分布の仮定がモデルに対しゆるい制約であることと、モデルの頑強性が高いことを示している。恒常法を用いたモデルは理論的に他よりすっきりしており扱いも楽なので今後有用であると思われる。

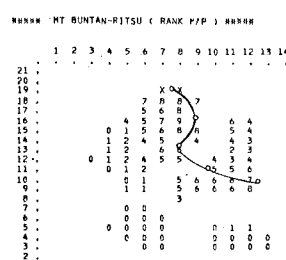
なお、分析に用いたアンケートのデータは、三菱総合研究所が昭和49年に長崎市で行った調査を利用した。



恒常法による MT 分担率



極限法による MT 分担率



平均法による MT 分担率