ネットワーク形態を考慮した均衡交通配分モデルの比較検討

名古屋大学 正会員　河上省吾
名古屋大学 正会員　広畠康裕
名古屋大学 学生会員　○徐 志敏

1、はじめに

Wardrop均衡理論に基づいた交通配分の決定論的均衡モデルと確率論的モデルに関する理論的、実証的な研究[1]は盛んになされてきた。そして利用者の交通システムに関する情報のランダム変動の大きさ，道路の混雑状況に応じて，決定論的配分モデルと確率論的配分モデルの結果が一致したり差が生じたりすることがC.F.Daganzo,Y.Sheffiらによって指摘されている。しかし実際の都市交通ネットワークの構造形態，その集約の程度、交通量の分布パターンとの関連を考慮した上での両モデルの比較に関する検討はまだ十分ではないと思われる。そこで，本研究では仮想的な交通ネットワーク構造及び交通分布パターンを対象とし，両モデルを適用することを通じてこれらの検討を行うことを目的とする.

2、均衡配分モデルとそのアルゴリズム

2.1 モデル

Beckmannの等価な数理最適化問題で表現したWardrop均衡モデルは次のようである。

$$\min z(x) = \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega)\, d\omega \qquad (1)$$

制約条件：

$$\sum_k f_k^{rs} = q_{rs} \qquad \forall r, s \qquad (2)$$

ここで，q_{rs}は0-Dペアr,s間の分布交通量，
f_k^{rs}は0-Dペアr,s間k経路の経路交通量。
x_aはリンクaの交通量である。

一方，確率均衡モデルの等価な数理最適化問題は次のようである。[2]

$$\min z(x) = -\sum_{rs} q_{rs} E\left[\min_k \{C_k^{rs}\} \mid c^{rs}(x)\right] + \sum_a x_a t_a(x_a) - \sum_a \int_0^{x_a} t_a(\omega)\, d\omega \qquad (3)$$

$$f_k^{rs} = q_{rs} \cdot p_k^{rs} \qquad \forall r, s \qquad (4)$$

p_k^{rs}は0-Dペアr,s間のk経路の選択される確率である。知覚所要時間

$$C_k^{rs} = c(x) + \xi \qquad (5)$$

$$C_k^{rs} = \textstyle\sum_a T_a \cdot \delta a,k \qquad \forall r, s \qquad (6)$$

$c(x)$はC_k^{rs}の期待値で，ξはランダム項である。他の記号はBeckmannモデルと同じである。

周知のようにランダム項の分布の仮定の仕方によって異なった確率均衡モデルが得られるがここではProbitモデルを対象に考察する。つまり，$\xi \sim$MVN【0,Σ】多項正規分布とする。従って，リンク所要時間Tも正規分布に従うことになる。$T \sim$【t,σ】，ここで$\sigma = \beta t_0$, $\beta = 0.1$としている。[2]

2.2 解法：

等価数学問題を解く手法として式(1)にFrank-

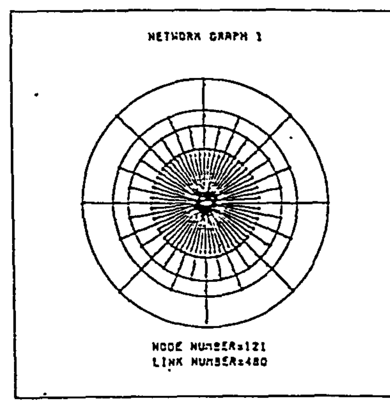

図1.

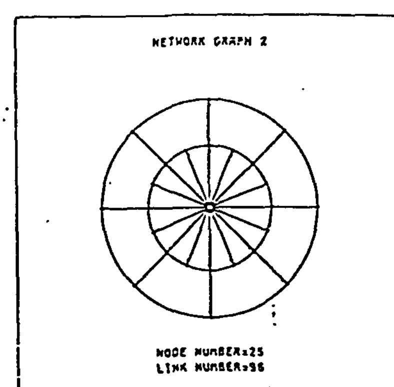

図2

Wolfe法、式(3)に逐次平均法[2]を用いる。

3. 検討の方法

3.1 ネットワークの形態とその集約方法[3]

本研究はまず図1のような対称的な放射環状ネットワークを実際交通網にほぼ対応する詳細ネットワークとする。このネットワークをFNと言う。具体的な集約法は発表に譲るが,図2,図3はFNから一次、二次集約されたネットワーク,MN,HNと示す。

3.2 O-D表とリンクパフォーマンス関数の設定

分布交通量（O-D表）の設定は通勤トリップの典型的な分布パターンを用いる。リンクパフォーマンス関数は次式のBPR関数を用いる

$$t=t_0\cdot(1.0+\alpha(X_a/C_a)^{\beta})\ ^{2)} \qquad (7)$$

なお、ここではα=0.15, β=4.0とする。

3.3 比較のための指標

幾つかのネットワーク構造形態、交通量分布及び図1,2,3で示したネットワークの三つの集約レベルのもとで決定論的均衡モデルとProbit確率均衡モデルを適用した。比較のため分割配分の結果も示している。ここでは両モデルの差異を比較するための指標はリンク交通量xの他に,総所要時間TT,総走行距離TD,CPを用いる。

$$CP=\sum_a (x_a^{ue}-x_a^{sue})^2 / x_a^{ue}\cdot l_a / L \qquad (8)$$

と定義する。l_a～リンク長さ，L～総延長。

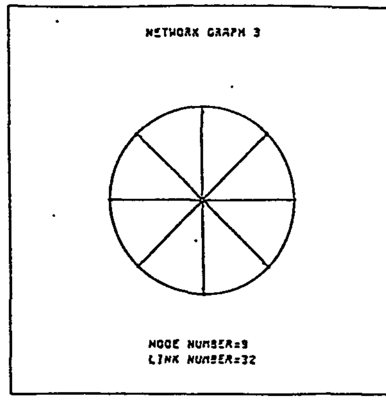

図3

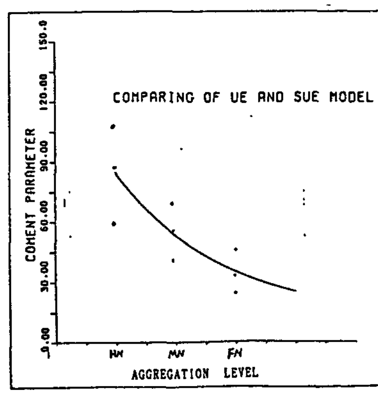

図4

4. 適用結果の検討

解析の結果を見ると次のようなことが言える。

(a) 対称な詳細ネットワークで，交通量分布の割合が均一の場合，UEとSUEの解はほとんど差がなく、分割配分ともよく合う。

(b) ネットワークがあらく，交通量分布が不均一の場合には各モデルの差が大きくなる。特に均衡モデル(UEとSUE)の解と分割配分の解の差が大きくなる。

(c) ネットワークが詳細になるにつれて，また交通量の分布が均一になるほどUEとSUE両モデルの差が減って行く傾向が見られる（図4）。これは利用者の最短経路の選択におけるランダム効果はネットワークの構造と交通量分布が均一な場合には相殺して、結局、システムはUE均衡状態に近くなると考えらる。この現象は，Y. Sheffiに指摘されたような混雑状態だけではなく、中程度の混雑の場合でも見られる。上述検討からUEとSUE両モデルの差異はネットワークの構造形態によっても影響されるので配分のモデルの選択においては交通網の混雑状態だけではなく，ネットワークの構造形態も考慮すべきである。なお、その他の具体的な解析結果は講演時にまとめて発表する予定である。

参考文献

(1)，宮城俊彦　小川俊幸ら：均衡確率配分に関する実例研究。第40回土木全国大会講演集IV－252

(2)，YOSEF. SHEFFI：URBAN TRANSPORTATION NETWORK. PRENTICE-HALL 1985。

(3)，C.F.DAGANZO：An equilibrium algorithm for the spatial aggregation problem of traffic assignment。TRANSPN RES.-B VOL.14B,PP229-239