

ネットワーク分析を用いた VICS 交通情報提供の便益評価

熊本大学 学生員 日高 輝

熊本大学 正会員 溝上 章志

1. はじめに

これまでに、VICS 情報の利用者と非利用者に分割されたドライバーの経路選択規範を考慮に入れて多種流ネットワーク均衡フローを求めると同時に、道路交通情報の均衡利用率を推定する、VICS 利用需要変動型確率均衡モデル[MUSE/VICS-Demand]を構築した。このモデルを用いると、VICS 導入後の均衡時の便益の評価が可能である。本研究では、このモデルを実ネットワークに適用するために、知覚経路所要時間の分散パラメータと VICS 情報利用率モデルのパラメータを推定し、西遠都市圏における VICS 情報システム導入後の総便益の試算を行った結果を示す。

2. VICS 利用需要変動型多種流確率均衡モデル

[MUSE/VICS-Demand]モデルは、VICS 情報の利用率モデルを VICS 情報利用/非利用時の利用可能経路の所要コストによる満足度関数で定義した場合、VICS 利用と経路の選択行動を 2 段階の Nested Logit モデルで記述した下記のような数理最適化問題で定式化できる。

$$\begin{aligned}
 \text{Min: } Z(x, f_g, q^g) &= \sum_{a \in A} \int_0^{t_a} t_a(\omega) d\omega + \sum_{g=1,2} \frac{1}{2\theta_g} \sum_{rs} \sum_{k \in K_{rs}} f_{g,k}^{rs} \ln(f_{g,k}^{rs} / q_{rs}^g) \\
 &\quad - \frac{1}{\beta} \sum_{rs} \int_0^{q_{rs}^g} (\ln \frac{\omega}{q_{rs}^g - \omega} + \alpha) d\omega \\
 \text{s.t. } \sum_{k \in K_{rs}} f_{g,k}^{rs} &= q_{rs}^g, \quad \forall r \in R, \forall s \in S, \quad g = 1, 2 \\
 \sum_{g=1,2} q_{rs}^g &= \bar{q}_{rs}, \quad \forall r \in R, \forall s \in S, \quad g = 1, 2 \\
 x_a &= \sum_{rs} \sum_{k \in K_{rs}} \sum_{g=1,2} f_{g,k}^{rs} \delta_{a,k}^{rs}, \quad \forall a \in A \\
 q_{rs}^g &\geq 0, \quad \forall r \in R, s \in S, g = 1, 2 \\
 f_{g,k}^{rs} &\geq 0, \quad \forall k \in K_{rs}, r \in R, s \in S, g = 1, 2
 \end{aligned}$$

ここで、 x, f_g, q^g は解ベクトル、 \bar{q}_{rs} は既知の rs 間 OD 交通量である。 θ_g は知覚経路所要時間の分散パ

ラメータであり、VICS 情報を利用するドライバー ($g=2$) は各経路に対して正確な実所要時間情報を入力できることから、 $0 < \theta_1 < \theta_2 \rightarrow +\infty$ によって非利用ドライバーとは経路選択行動が区別されることになる。

3. 分散パラメータの決定

[MUSE/VICS-Demand]を実道路網に適用し、均衡フローと同時に VICS 導入の便益を計測するためには、 θ_g と VICS 利用率モデルを特定化するパラメータ α, β をあらかじめ設定しておく必要がある。

$\theta_g (g=1,2)$ は知覚経路所要時間の分散パラメータであり、VICS 情報利用者については VICS 提供情報より最短経路を知り、その経路を選択するから $\theta_2 = +\infty$ である。一方、VICS 非利用者の θ_1 については、VICS が未導入の地域において、 θ_1 を微小ずつ変化させた場合の Logit 型確率均衡配分によるリンク交通量の推計値が実測交通量と最も適合するような値を設定すればよい。この θ_1 を推定するために、Logit 型確率均衡配分をおこなった実際の道路ネットワークは、リンク総数 3,638、ノード数 1,299、セントロイド数 186 で構成される西遠都市圏 PT ネットワークである。配分を行う際に用いるリンクコスト関数には改良型日 BPR 関数を用いた。これは、改良型時間 BPR 関数を平成 9 年度道路交通センサデータを用いて最尤推定法により 6 種類の道路種別ごとに推定し、その時間可能容量を平均換算係数の 17 によって日可能容量に変換した関数である。

リンク交通量が実測されている道路区間数は、国道と県道を合わせて計 50 箇所である。適合性の評価結果を表-1に示す。また、それぞれの分散パラメータ θ_1 に対する相関係数と RMSE 誤差の値を図-1に示す。これより、 $\theta_1=0.26$ の時に RMSE 誤差が最小、かつ相関係数が最大となっており、この値のときが最も現況再現性が高いといえる。また、このときそれぞれの評価指数も良好な値を示してお

り、最適な値であるといえる。

表-1 θ_1 による現況再現

θ_1	0.1	0.20	0.25	0.26	0.27	0.30
相関係数	0.752	0.754	0.757	0.761	0.757	0.756
a (y=ax+b)	0.838	0.843	0.847	0.844	0.847	0.850
b (y=ax+b)	584	543	509	404	500	500
F 値	62.51	63.43	64.37	66.24	64.56	63.99
SEE	3471	3466	3457	3394	3453	3479
RMSE	3624	3614	3603	3575	3600	3618
SEE/RMSE	0.958	0.959	0.959	0.949	0.959	0.961
AE ² (%)	3.73	3.78	3.86	5.49	3.91	3.65
DSD ² (%)	2.19	2.32	2.39	2.00	2.39	2.59
CV ² (%)	92.08	91.91	91.75	90.51	91.70	91.76

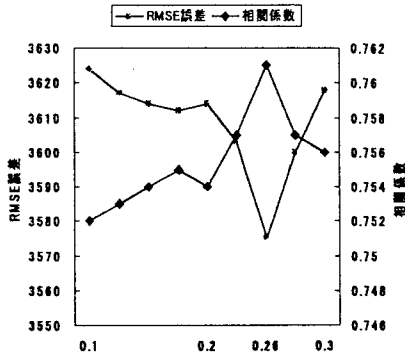


図-1 RMSEと相関係数

4. VICS 情報利用率モデルの推定

VICS 情報利用率モデルを表すパラメータ α, β は、VICS が既に導入されている地域において、利用時/非利用時の有効経路の所要コストと VICS 情報利用率データが収集できれば、推定することは可能である。しかし、これらのデータの収集は容易でない上、所要コストの信頼性は低い。そこで、今回は 2001 年 10 月に行った VICS の導入効果に対する市民意識調査をもとに、仮想的価値評価法(CVM)を用いて算出した支払意思額(WTP)を用いた推定法を利用する。

WTP は VICS 導入後(b)の OD 間の満足度関数水準 $S_{rs}^{2(b)}$ を想定して回答されているので、以下のような関係が成立する。

$$S_{rs}^{2(b)} = v \cdot WTP_{rs} + S_{rs}^{1(a)}$$

これを VICS 利用率モデル

$$P[2/rs] = \frac{\exp[\beta S_{rs}^{2(b)}]}{\exp[\alpha + \beta S_{rs}^{1(b)}] + \exp[\beta S_{rs}^{2(b)}]}$$

に代入することによって

$$\ln \frac{1-P(2/rs)}{P(2/rs)} = \alpha + \beta \{S_{rs}^{1(b)} - (v \cdot WTP_{rs} + S_{rs}^{1(a)})\}$$

を得る。この $P(2/rs)$ と $S_{rs}^{1(b)}$ は、任意の $\alpha^{(n)}, \beta^{(n)}$ の下での [MUSE/VICS-Demand] の解である。また、 $S_{rs}^{1(a)}$ は VICS 導入前(a)の rs 間の満足度水準であるので、通常の Logit 型確率均衡配分より求めることができる。また、 WTP_{rs} は CVM により推計可能であるから、上式の単回帰分析により $\tilde{\alpha}, \tilde{\beta}$ を推定する。 $|\alpha^{(n)} - \tilde{\alpha}| \leq \epsilon_{\alpha}, |\beta^{(n)} - \tilde{\beta}| \leq \epsilon_{\beta}$ であれば終了し、そうでなければ $\alpha^{(n)} = \tilde{\alpha}, \beta^{(n)} = \tilde{\beta}$ と更新して、繰り返し計算を行う。今回は $\alpha=0$ として計算を行った。その結果、 β は 4 回の繰り返しで 0.0169 となった。

5. VICS 導入便益の試算

本モデルを用いることにより、day-to-day に VICS 情報を参照することで得られる効用によって構築される確率効用理論に整合した所要時間ベースの便益が

$$S = \frac{1}{\beta} \sum_{rs} q_{rs} \ln [\exp(\alpha + \beta S_{rs}^{1(b)}) + \exp(\beta S_{rs}^{2(b)})]$$

によって得られる。また、このときの便益は VICS 導入後の均衡交通需要に対応したものとなっている。金額ベースに換算するには時間価値 v で変換すればよい。本モデルを用い西遠都市圏における VICS 交通情報システム導入後の便益を試算した結果、1 日あたり約 15 億円、1 年間では 3,000 億円という結果が得られた。ただし、時間価値 $v=25.54$ 円/分、1 年間の VICS 利用日数は 200 日/年としている。

6. おわりに

本研究では [MUSE/VICS-Demand] モデルを実ネットワークに適用するために、知覚経路所要時間の分散パラメータと VICS 情報利用率パラメータの推定を行い、VICS 交通情報システム導入後の西遠都市圏における総便益の試算を行った。その結果、1 日あたり約 15 億円、1 年間では 3,000 億円という結果が得られた。