Ⅳ-360　限定合理的行動フレームワークに基づいた動的経路変更モデル

愛媛大学工学部　学生員　平井　千智
愛媛大学工学部　正会員　羽藤　英二
愛媛大学工学部　正会員　朝倉　康夫

1．はじめに

従来の研究では，すべての人が利用可能経路について完全情報を得ている，選択肢集合は既知であるなど合理的な行動仮定に基づいて，経路選択モデルが構築されてきた．しかし，情報提供下の現実の経路選択では，すべての人が完全な情報を得ているとは限らない．また，選択肢集合は目的地，個人特性などによって異なると考えられる．本研究では，限定合理的行動フレームワークに基づいた動的な経路変更モデルの構築を目的とする．

2．限定合理的行動フレームワークに基づいた経路選択モデル

ドライバーの意思決定過程を 1) 問題認識過程, 2) 情報獲得過程, 3) 選択肢選別過程, 4)意思決定過程の４つに分けて考える（図１）．

問題認識過程は，経路選択問題に対してどのように取り組むかが決定される過程である．情報獲得過程は，ドライバーが経路選択の際に参考にする交通情報を獲得する過程を示す．選択肢選別過程は，選択肢集合を決定する過程である．意思決定過程は選別された選択肢の中から，獲得した情報を用いて経路を決定する過程を示す．本研究では，これらの過程のなかで，意思決定過程に着目する．

従来，交通情報提供下の経路選択モデルには静的モデルが用いられている．静的モデルでは意思決定時点に得られた情報によってのみ経路が決定されるため，その時点の意思決定は過去の意思決定から完全に独立していることが仮定されている．しかし，複数の交通情報が連続して提供されている場合，経路選択において過去の意思決定が現在の意思決定に及ぼす影響は大きいと考えられる．そこで，一つのトリップ内での経路選択に関する意思決定の変化に着目した動的経路変更モデルを構築する．

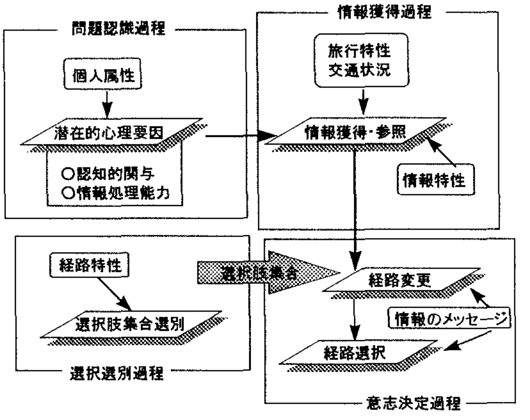

図１　限定合理性を考慮した経路選択プロセス

3．動的経路変更モデルのフレームワーク

3.1　行動的不均衡モデルの定式化

過去の意識・行動の状態が現在の意識・行動の状態に影響を及ぼさない仮想的な状態を「行動的均衡状態」と定義する．このとき個人nの経路iの効用は現時点で提供される情報　$info_{in}^{t}$によって決定されるとし，これを式(1)で表す．

$$u_{in}^{*} = \gamma^{t} info_{in}^{t} + \varepsilon_{in}^{*} \tag{1}$$

本研究では過去（$t-1$ 時点）の効用と現在(t 時点)の効用の関係を式(1)で表される「行動的均衡状態」を介することによって表現する．

仮想的な「行動的均衡状態」における経路i の効用u_{in}^{*}と，現実の$t-1$ 時点とt 時点の経路i の効用u_{in}^{t-1}，u_{in}^{t}の間に式(2)の関係を仮定する．

$$\frac{\left|u_{in}^{*} - u_{in}^{t}\right|}{\left|u_{in}^{*} - u_{in}^{t-1}\right|} = const.\ (=\beta) \tag{2}$$

式(2)よりt 時点の経路i の効用u_{in}^{t}は式(3)のように表せる．

$$u_{in}^{t} = (1-\beta)\left(u_{in}^{*} - u_{in}^{t-1}\right) + u_{in}^{t-1} + \varepsilon_{in}^{t} \tag{3}$$

キーワード　交通行動分析，ITS，限定合理性
連絡先：〒790-8577　愛媛県松山市文京町３　愛媛大学工学部　Tel　089(927)9829　Fax089(927)9843

$t-1$ 期の期待効用は式(4)で表される．

$$u_{in}^{t-1} = \gamma^{t-1} info_{in}^{t-1} + \varepsilon_{in}^{t-1} \tag{4}$$

以上より t 時点の経路 i の効用 u_{in}^{t} は式(5)のように表せる．

$$u_{in}^{t} = (1-\beta)\gamma^{t} info_{in}^{t} + \beta\gamma^{t-1} info_{in}^{t-1} + \varepsilon_{in}^{t'} \tag{5}$$

ここで，確率効用項 $\varepsilon_{in}^{t'}$ は式(6)で表せる．

$$\varepsilon_{in}^{t'} = (1-\beta)\varepsilon_{in}^{t-1} + \varepsilon_{in}^{t} \tag{6}$$

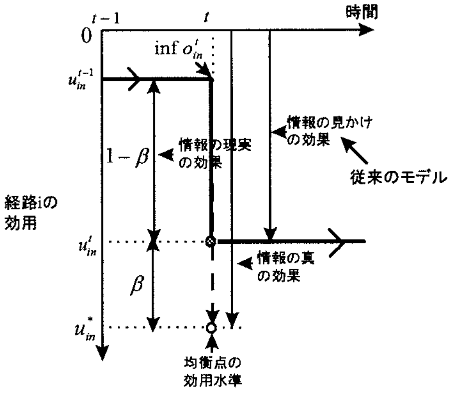

図2　動的モデルのフレームワーク

3.2　異時点間の動的経路変更モデルの定式化

$t-1$ 時点では経路 i を選択した人が t 時点では情報を入手したことにより，経路 j を選択するという経路変更パターンを Ω_1 とする．経路変更パターン Ω_1 が発生する確率 を $P(\Omega_1|info,\theta)$ とする．$info,\theta$ は以下の文字で表される，変数とパラメータベクトルである．

$$info = \left\{info_i^{t-1}, info_j^{t-1}, info_i^{t}, info_j^{t}\right\} \tag{7}$$

$$\theta = \left\{\gamma_i^{t-1}, \gamma_j^{t-1}, \gamma_i^{t}, \gamma_j^{t}, \beta\right\} \tag{8}$$

確率効用項が多次元正規確率密度関数に従うと仮定すると，$P(\Omega_1|info,\theta)$ は次式のようになる．

$$\begin{aligned} P(\Omega_1|info,\theta) &= \mathrm{Prob}\left(u_{in}^{t-1} \geq u_{jn}^{t-1}, u_{in}^{t} < u_{jn}^{t} \middle| info,\theta\right) \\ &= \int_{-\infty}^{0}\int_{-\infty}^{0} \phi\left(\varsigma^{t-1t}; \mu^{t-1t}(\theta), \Sigma^{t-1t}\right) d\varsigma^{t-1} d\varsigma^{t} \\ &= \int_{-\infty}^{0}\int_{-\infty}^{0} \frac{\sqrt{\left|\Sigma^{t-1t}\right|}}{2\pi} \exp\left\{-\frac{y'\Sigma^{t-1t}y}{2}\right\} d\varsigma^{t-1} d\varsigma^{t} \end{aligned} \tag{9}$$

μ^{t-1t} は $t-1, t$ 時点の期待効用の確定項 v の差，ς^{t-1t} は $t-1, t$ 時点の期待効用の確率効用項 ε の差，Σ^{t-1t} は確率効用項の分散・共分散行列であり，それぞれ次式で表される．

$$\mu^{t-1t}(\theta) = \left(v_{in}^{t-1} - v_{jn}^{t-1}, v_{jn}^{t} - v_{in}^{t}\right) \tag{10}$$

$$\varsigma^{t-1t} = \left(\varepsilon_{in}^{t-1} - \varepsilon_{jn}^{t-1}, \varepsilon_{jn}^{t} - \varepsilon_{in}^{t}\right) \tag{11}$$

$$\Sigma^{t-1t} = \begin{pmatrix} \sigma^{t-1t-1} & \sigma^{t-1t} \\ \sigma^{tt-1} & \sigma^{tt} \end{pmatrix} \tag{12}$$

$$y = \left(\varsigma^{t-1} - v_{in}^{t-1} + v_{jn}^{t-1}, \varsigma^{t} - v_{in}^{t} + v_{jn}^{t+1}\right) \tag{13}$$

2時点，2経路選択における変更パターンは全部で4パターンである．$P(\Omega_1)$ 以外の変更パターンの発生確率 $P(\Omega_2), P(\Omega_3), P(\Omega_4)$ についても同様に定式化することができる．

3.3　パラメータベクトルの推定

パラメータベクトルの推定には最尤推定法を用いる．尤度関数は(14)式で表される．

$$\begin{aligned} &\max_{\theta} L\left(\gamma^{t-1}, \gamma^{t}, \beta, \sigma\right) \\ &= \prod_{n\in N}\prod_{\omega\in\Omega} \Phi_{2\omega n}\left[u_{in}^{t-1} - u_{jn}^{t-1}, u_{jn}^{t} - u_{in}^{t}, \sigma\right]^{\delta_{\omega n}} \end{aligned} \tag{14}$$

$\Phi_{2\omega n}$　：経路変更パターン Ω_ω が発生する確率を示す2変量正規確率密度関数

$\delta_{\omega n}$　：個人 n で経路変更パターン Ω_ω が発生していれば1そうでなければ0のダミー変数

式（14）の尤度関数を最大にするパラメータベクトル θ と分散・共分散行列 Σ を求める．

4．まとめと今後の展開

限定合理的行動フレームワークに基づき，4つの過程を考慮した経路選択モデルのフレームワークを示した．その中で特に，動的特性に基づいた経路変更モデルを提案した．過去の意識・行動が現在の意識・行動の状態に影響を及ぼさない仮想的な「行動的均衡状態」を仮定することにより，従来静的に考えられていた経路選択モデルに，過去の意思・決定に関する効用関数を現時点の効用関数に組み込んだ．このことにより過去の意思・行動と現在の意志・行動に及ぼす影響を表現することができる．今後，動的経路選択モデルに問題認識過程，情報獲得過程，選択肢選別過程を考慮していき，より精緻なモデルの開発を目指す．

参考文献

羽藤英二：限定合理的行動フレームワークに基づいた情報提供下の経路選択モデル，第2回 ITS 研究ワークショップ資料，Vol.2,1999.