

1. はじめに

ドライバーの経路選択行動における繰り返し学習の結果、ドライバーが各経路の走行条件に関して異なった期待を形成する可能性がある。このような認知の不完全性に基づいて期待の異質性を説明するようなモデルがいくつか提案されているが、個人経験の蓄積や学習行動が認知の変化に及ぼす影響を十分に説明しえていないわけではない。ドライバーに情報提供がなされる場合、ドライバーは自分の期待に誤りがある限り、それを修正しようとする誘因が強く働くであろう。一方、小林等はドライバーの合理的な長期学習の結果、主観的期待が合理的期待に収束するような合理的期待形成モデルを提案している。しかし、主観的期待の異質性を表現しうるようなモデルとなっていない。本研究では、ドライバーが限定された情報の利用可能性の下で合理的信念(rational belief)¹⁾を形成するような学習モデルを提案する。合理的信念とはその内容が彼の走行経験とは矛盾しないためにその内容を変更しようとする誘因を持たないような主観的期待を意味する。ドライバーが利用可能な情報が限定される時、ドライバーは合理的期待の形成に失敗し、自己の経験に関してのみ合理的であるような合理的信念を形成することとなる。本稿では合理的信念形成モデルのプロトタイプを提案し、異質な合理的信念が形成されるメカニズムをシミュレーション実験を通じて分析する。

2. 学習モデルの分類

近年、工学、経済学、情報科学の分野をはじめとして人間の学習行動に関する研究が進展している。人間がある状態変数の値に関する曖昧な初期的な期待から、経験を通じて次第に状態変数に関わる統計値について学習していくような過程について種々のモデルが提案されている。Selten²⁾によれば、これらの学習モデルは1) 機械的学習モデル(Rote learning), 2) 模倣モデル(Imitation), 3) 信念学習モデル(Belief learning)に分類される。機械的学習モデルとは、ある学習ルール、あるいはメタ学習ルール(学習ルールを学習するためのルール)が外生的に与えられており、そのルールと経験に基づいて自動的に学習が繰り返されるモデルである。このモデルには、合理的期待形成モデルも含めて、既存の多くの学習モデルが含まれる。この学習モデルに従えば、外的に学習過程を停止させる(歪ませる)メカニ

ズムを考慮しない限り、学習環境が定常であれば個人の期待はある合理的な期待に収束していくことが保証される。模倣モデルは他人の行動を模倣するモデルである。経験や学習の機会が非常に限られる場合や判断のための情報が非常に限られる場合、個人は他人の行動を模倣するという誘因を持つだろう。最後の信念学習モデルは、ある情報や知識を用いて状態の生起に関して推論を行う過程をモデル化するものである。外的な主体からの情報の提供は、個人の推論・判断過程に影響を及ぼすことになる。

3. 合理的信念形成過程

ドライバーが経路選択を行う場合、各経路の条件を確定的に把握することは不可能である。不確実な状態の下で経路選択を行うドライバーは、利用可能な参照情報に基づいて各経路で生起するであろう交通条件に関して何らかの推論を行う。このような推論の結果を信念と呼ぶ。このような推論は過去の経路選択の時に利用した判断情報、それを用いて判断した自分自身の行動、あるいは経路選択の結果に関する情報を用いて行われる。一般的には、 t 期の期首において、ある個人的情報 e_t の下でドライバーが有する経路走行時間に関する信念 $\tilde{T}_t(e_t)$ は、ドライバーの経験情報ベクトル $\{T_{t-1}, T_{t-2}, \dots\}$ 、判断情報ベクトル $\{e_{t-1}, e_{t-2}, \dots\}$ の関数として表現できる。

$$\tilde{T}_t(e_t; \Omega_t) = \phi(T_{t-1}, T_{t-2}, \dots; e_{t-1}, e_{t-2}) \quad (1)$$

ここに、 e_t はあるドライバーが経路選択に用いる判断情報であり個人間で異なった内容を持っている。

4. 合理的信念形成モデル

合理的期待仮説は、合理的主体の長期的な学習行動の結果、彼の主観的期待は客観的な実現値に一致するという仮説である。合理的期待均衡が成立するためには「ドライバーが交通環境が定常状態にあることを知っており、かつ、走行時間変動に関する確率構造を共有化できる」ことが前提となる。ドライバーがこのような確率構造を共有化できない時、ドライバーが各経路の走行時間に対して異なった信念を持つ可能性がある。特に、個々人によって利用可能な情報に差異がある場合、個人は異質な信念を持ちうるだろう。個人の信念形成のモデル化の方法は種々考えられるが、ここではもっとも単純な期待値モデルを採用しよう。すなわち、ドライバー k が過去の経験情報 Ω_t に基づいて形成した時刻 t に

おける情報 e_t に基づく信念を

$$\bar{T}_t^k(e_t : \Omega_t^k) = E[T_t^k(e_t) | \Omega_t^k] \quad (2)$$

と表そう。ここで、 Ω_t は t 期までに獲得した経験情報、 $T_t^k(e_t)$ は t 期までに情報 e_t の下で獲得した走行時間の実績値サンプルである。上式で個人によって利用可能な情報 e_t や実績値サンプルが異なる。従って、合理的信念下では過去の経験や利用可能な情報によってドライバーは異なる期待を形成する。

5. シミュレーション

ある一定数のドライバー ($Q=200$ 人) が単位時間に同時に2つの経路に対して経路選択を行うと考える。ドライバー j の各経路 i ($i=1, 2$)の走行時間に対する初期期待を正規分布で与える。ドライバーは自己の信念に基づいて走行時間の小さい経路 i_t^j を選択する。

$$i_t^j = \operatorname{argmin}\{T_{1,t}^j(e_t^j) + \eta_{1,t}, T_{2,t}^j(e_t^j) + \eta_{2,t}\} \quad (3)$$

記号 arg は、式(3)の右辺を最小にする経路を指す。 $\eta_{i,t}$ はその時々々の偶発的な確率効用項を表す。ドライバーの経路選択により経路交通量 $x_{i,t}$ が決まる。線形走行時間関数を仮定し、局所交通量 $w_{i,t}$ が各経路に定常確率過程 $w_{1,t} \sim N(100, 15^2)$ 、 $w_{2,t} \sim N(100, 10^2)$ に従うと仮定しよう。ドライバー j は私的判断情報 e_t^j の下で各経路の走行時間を推測するが、その結果を $T_{1,t}^j(e_t^j)$ 、 $T_{2,t}^j(e_t^j)$ と表す。いま、個人の判断情報は私的情報であり、各時刻 t において個人によって異なった内容を持っている。ドライバーは互いに他人がどのような判断情報を用いて経路を選択しているかを知らない。シミュレーション実験では、ドライバーが2種類の異なるタイプの情報のいずれか一方のみを獲得できると考えよう。タイプ1の情報 $e(1)$ は経路1の局所交通と相関を持っている情報、タイプ2の情報 $e(2)$ は経路2の局所交通と相関を持っている情報である。具体的には $e(1)$ は「 $w_{1,t} < \text{経路1の局所交通量の平均値}$ 」なら $e(1) = e_{11}$ (経路1は空いている)、「 $w_{1,t} \geq \text{経路1の局所交通量の平均値}$ 」なら $e(1) = e_{12}$ (経路1は混雑している)という内容を持っている。同様に、 $e(2)$ は「 $w_{2,t} < \text{経路2の局所交通量の平均値}$ 」なら $e(2) = e_{21}$ (経路2は空いている)、「 $w_{2,t} \geq \text{経路2の局所交通量の平均値}$ 」なら $e(2) = e_{22}$ (経路2は混雑している)という内容を持っている。従って、同じ交通環境下でも獲得する情報がドライバーによって異なっている。局所交通量はday-to-dayで変動する確率変数であり、ドライバーが獲得する判断情報もday-to-dayで変化する。いま、各経路の総交通量は配分交通量と内々交通量の和で表される。

$$y_{i,t} = x_{i,t} + w_{i,t} \quad (4)$$

t 期の各経路の走行時間関数を次のように定める。

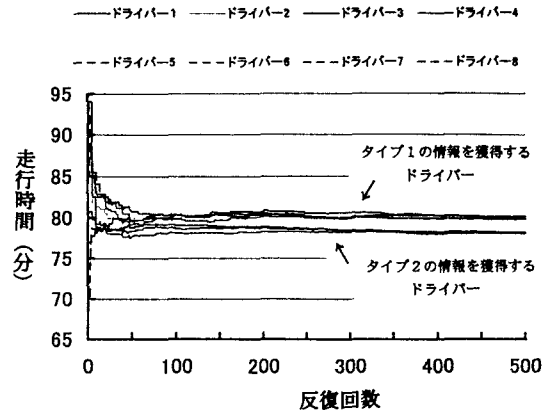


図-1: 合理的信念による学習行動

$$T_{i,t} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t} \quad (5)$$

ここに、 α_i 、 β_i はパラメータであり、本研究では、 $\alpha_1 = 40.0$ 、 $\alpha_2 = 50.0$ 、 $\beta_1 = 0.2$ 、 $\beta_2 = 0.15$ と設定した。 t 期におけるドライバーは各経路の走行時間に対する信念は式(2)で記述される。図-1はタイプ1 (タイプ2)のドライバーが判断情報 e_{11} (e_{22})の下で形成した経路1の走行時間に関する信念が時間とともにどのように変化するかを分析した結果を表している。私的情報を用いて走行時間を予測し、その結果に基づいて経路選択を行う。その結果異なる私的情報を持てば、異なる信念が形成され、ドライバーの信念の異質性は長期学習を通じても解消されないことがわかる。しかし、合理的期待形成モデルでは、ドライバーの長期的学習を通じてすべてのドライバーが均質な合理的期待に収束していくことになる。

6. おわりに

本研究では、ドライバーは同じ交通環境下でも異なる合理的信念(Rational Belief)を形成する過程をモデル化してドライバーの学習過程をシミュレートした。その結果、ドライバーは経路選択にあたって異質な判断情報を用いた場合、経路走行時間に対する信念の異質性は長期学習行動を経ても解消されない。この時、交通管理者がすべてのドライバーに共通した情報を与えることにより、ドライバーの信念の異質性をコントロールすることが可能となろう。このような信念の共有化に関する分析は別に機会に発表することとする。

参考文献

- 1) Kurz, M.: On rational belief equilibria, *Economic Theory*, Vol.4, pp.859-876, 1994.
- 2) Selten, R.: Evolution, Learning and Economic Behavior, in: Jacobs, D.P., et al. (eds.) *Frontiers of Research in Economic Theory*, Cambridge University Press, 1998.