

IV-440

ドライバーの合理的期待形成仮説の実験的検定

鳥取大学大学院 学生会員 ○氏島 康雄 鳥取大学大学院 学生会員 四辻 裕文
鳥取大学工学部 正会員 小林 潔司

1. はじめに

不完備情報下におけるドライバーの学習過程を明示的に考慮した経路選択モデルとして合理的期待(Rational Expectations; 以下、REと略す)形成モデルが提案されている。しかし、その基礎となるRE仮説の実験的検定は試みられていない。本研究では、室内実験を用いてRE仮説を直接的に検定する方法を提案し、検定における課題と問題点について考察する。

2. 室内実験の方法

本研究では、ドライバーの主観的期待を反映している期待に関するデータがある環境設定のもとで試行する室内実験により獲得する。室内実験を通じて被験者のSP(Stated Preference)データを収集することにより、期待形成仮説を直接的に検定する方法を提案する。室内実験では図-1に示す分岐点で被験者集団に期待形成と経路選択を繰り返し再現させて、各経路の走行時間の予測値と選択経路を報告させた。被験者には選択した経路のみの実走行時間を通知する。各経路は被験者が事前に把握できない日々交通の影響を受ける。以下、期番号 t は当該経路を選択した通算回数を表すと定義する。

3. RE 仮説の検定方法

RE 仮説として、1) 不偏性、2) 直交性、3) 効率性という3つの条件を採用する。ドライバーが経路選択を繰り返しREを形成すれば、実走行時間の期待値は彼の事前の予測値(RE)に一致する。REの不偏性条件は、「ドライバーは経路走行時間の予測においてシステムティックな誤りを犯さない」ことを要求するため、次式が成立する。

$$\tilde{T}_t = T_t^s + u_t \quad (1)$$

ここで $E[u_t] = 0$ を仮定する。Turnovskyの方法

$$\tilde{T}_t = \alpha_1 + \alpha_2 T_t^s + u_t \quad (2)$$

を採用し、仮説 $\alpha_1 = 0, \alpha_2 = 1$ に対して F 検定を行う。ただし、 $T_t^s = (T_{1,t}^s, \dots, T_{n,t}^s)'$ 、 $\tilde{T}_t = (\tilde{T}_{1,t}, \dots, \tilde{T}_{n,t})'$ は

t 期における被験者集団 n 人の主観的期待の報告値ベクトル及び走行実績値ベクトルを示す。記号'は転置を表す。REの不偏性検定は被験者の主観的期待の合理性に関する検定といえる。

REの直交性条件は、「期待が合理的ならば、予測が行われる時点において利用可能な全ての情報に基づかねばならない」と主張する。つまり、ドライバーの予測誤差はその期待値がゼロであるだけでなく、予測が行われる時点で利用可能ないかなる情報とも無相関であることを要求するため、次式が成立する。

$$E[u_t \cdot \Sigma_{t-1} | \Sigma_t] = 0 \quad (3)$$

$\Sigma_t = \{\tilde{T}_t, \tilde{T}_{t-1}, \dots\}$ は過去の走行実績値ベクトル集合を示す。次の推計式を考える。

$$\tilde{T}_t - T_t^s = \beta_0 + \beta_1 \tilde{T}_{t-1} + \dots + \beta_k \tilde{T}_{t-k} + v_t \quad \text{for } k(4)$$

仮説 $\beta_1 = \dots = \beta_k = 0$ に対して F 検定を行う。REの直交性検定は被験者の期待形成過程(学習過程)の合理性に関する検定といえる。

前述の2つの仮説検定は室内実験において被験者が自身の考える走行時間の期待を正確に報告していることが前提となる。REの効率性条件は、期待の報告値が十分意味をもつ内容ならば過去の走行経験をj用いて実走行時間の変化を予測する内容になっていなければならないことを要求する。次の推計式を考える。

$$T_t^s = \gamma_0^1 + \gamma_1^1 \tilde{T}_{t-1} + \dots + \gamma_k^1 \tilde{T}_{t-k} + w_t^1 \quad (5)$$

$\tilde{T}_t = \gamma_0^2 + \gamma_1^2 \tilde{T}_{t-1} + \dots + \gamma_k^2 \tilde{T}_{t-k} + w_t^2$
仮説 $\gamma_i^1 = \gamma_i^2 (i = 1, \dots, k)$ に対して線形制約検定に用いられるChow testを行う。Chow testとは2つの推計式が同一の回帰構造をもつかどうかを両式の回帰係数を比較することにより検定するという方法である。REの効率性検定はSPデータの信頼性のみならず、主観的期待の信頼性と合理性を同時に検定しているといえる。

以上の分析モデルにおける回帰係数は一般化最小二乗法(GLS)による極限実行可能GLS推定量を用いる。推定回帰係数に関する尤度比検定を行いRE仮説を検定する。RE仮説の検定は、まず同一被験者の時系列

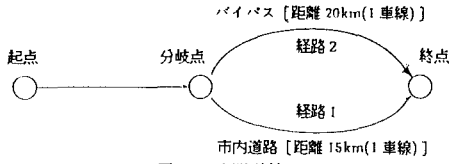


図-1 経路特性

データを用いて不偏性検定を行い合理的な被験者を選出し、次に被験者集団のクロスセクションデータに対して3つの合理性判定を行うという手順をとる。

4. 仮説検定の結果

室内実験の概要を表-1に示す。本研究では、合理的な被験者の選出方法として各被験者の予想誤差に着目する。被験者がREを形成すれば、彼の予想誤差は平均ゼロの正規母集団に従う。経路1と経路2の予想誤差データをプールしてサンプル集団とする。着目する期番号から5期前までをサンプリングして各被験者ごとに検定を行い、着目する期ごとに合理的な被験者を選出する。

図-2、表-2に不偏性検定結果を示す。 $(\)$ は t 値、 $[\]$ は F 統計値を表す。有意水準1%で有意な統計量には † 、5%で有意な統計量には ‡ を推定回帰係数に付ける。10期目では当該経路を選択している各被験者の主観的期待はある程度収束している。被験者集団の期待の報告値と実走行時間は明らかに全体的にあるREに向かって収斂している。しかし、異なる実験環境のもとでは異なるREが形成される。被験者が合理的ならば、異なる実験環境においても彼はREを形成すると考える。今後、被験者集団の合理性を検定するには、異なる実験環境のもとで行った複数の室内実験によりプールされたデータに基づいた検定が必要となろう。

図-3、表-3に直交性検定結果を示す。 $< >$ は偏相関係数を表す。当該期の予想誤差 u_i が不偏性を持つ場合、直交性条件が棄却されないならば u_i と $\hat{x}_{i-k}$ ($i=1, \dots, k$)は無相関となりその回帰直線は X 軸となる。ある実験環境のもとでREが形成されれば、客観的な実走行時間の平均もある値に向かって収斂することが判明した。

表-2に効率性検定結果を示す。 F はChow testにおける F 統計値を表す。先に選出した被験者集団に関する限り検定結果は十分信頼できるものである。被験者が合理的ならば、異なる実験環境のもとでもやはり十分効率的に期待を報告すると考える。このように効率

被験者数	60名
実験回数	50回
流入交通量	900台/h
拡大係数	15
経路特性	(経路1) 500台/h (経路2) 700台/h
内々交通量	$N(200, 30^2)$

(注) $N(\mu, \sigma^2)$ は平均 μ 、標準偏差 σ の正規乱数を表す。

表-1 室内実験の概要

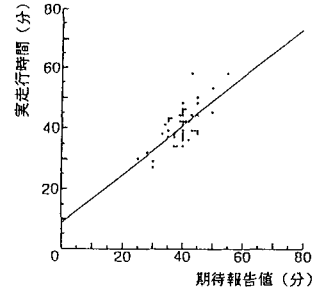


表-2 不偏性検定及び効率性検定結果

期	推定回帰係数 $\hat{\alpha}_0$	推定回帰係数 $\hat{\alpha}_1$	標本相関係数 r	データ数 n	Chow test F
10	8.47 (1.79)	0.81 (0.64)	0.66 [2.20]	62	0.73

図-2 不偏性検定結果（10期目）

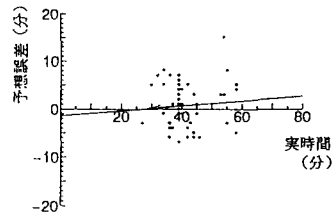


図-3 直交性検定結果（5期前[10期目]）

期	$\hat{\beta}_0$	$\hat{\beta}_1$	推定回帰係数 $\hat{\beta}_2$	推定回帰係数 $\hat{\beta}_3$	推定回帰係数 $\hat{\beta}_4$	推定回帰係数 $\hat{\beta}_5$
10	5.1	-0.01 (0.05)	-0.05 (0.64)	-0.18 [†] (2.64)	0.09 (1.15)	0.03 (0.33)
		(-0.01)	(-0.10)	(-0.34)	(0.16)	(0.04)

表-3 直交性検定結果

性検定におけるChow testは、異なる複数の室内実験においてそれぞれの検定結果が十分信頼できるものであるか否かを検定するのに有効である。

5. おわりに

本研究は、ドライバーのRE仮説を直接的に検定する方法に関する基礎的研究と位置付けられる。以上の室内実験に関する限り、少なくともドライバーのRE仮説は棄却できないことが判明した。しかし、ドライバーのRE仮説の直接的検定は、本来、異なる実験環境のもとで試行した複数の室内実験によりプールされたデータに基づいて行うことが望ましい。この点に関しては今後の課題としたい。