

ドライバーの提供情報への信頼度を考慮した駐車行動に関する研究

Analyses on Drivers' Parking Behaviour under Information Provided Considering the Reliability of Information

黒木利一*・飯田恭敬**・倉内文孝***

By Riichi KUROKI*, Yasunori IIDA** and Fumitaka KURAUCHI***

1. はじめに

近年、情報提供により交通需要の集中を緩和させる方策が多く提案、実用化されている。しかしながら、需要を適切に分散させ、結果としてより望ましい利用を促すための情報の与え方については、多くの知見が得られていないのが現状である。このような、情報提供の方法、言い換えれば、情報提供の戦略を考える上で、意思決定における情報の及ぼす影響を正確に評価することが必要不可欠であるといえる。本研究においては、駐車情報を例にとり、ドライバーの交通行動への情報提供の影響を分析する。情報と実際の選択結果との差が大きくなれば、より情報を信頼しない傾向にあるとの筆者らの研究成果¹⁾を発展させ、繰り返し取得する情報により、情報利用者がどのように情報への信頼度を更新させ、選択を繰り返しているかの分析を試みる。

2. 駐車場選択実験データの概要

本稿では、情報提供下における駐車場選択行動を分析するために収集した駐車場選択実験によるデータを利用することにした²⁾。このデータは、仮想的な都市における駐車行動の繰り返しをコンピュータ上で再現したものであり、選択の際に参考とされる決定要因が限定されていることと、行動が繰り返し観測されている点で、本研究の分析目的に適したもののといえる。

実験は情報の精度や内容が異なった場合を考察するため、150名のサンプルを5つのグループにセグメントに分類し、45ステップの駐車場選択を繰り返した。図1に各グループの提供情報の内容を示す。

情報の提供内容は、満空情報と待ち時間情報の2種類を対象としている。この実験では、あるステップにおける各駐車場における入庫待ち時間はサンプルの駐車場選択結果は考慮せずに外生的に与えている。また、被験者に提供する案内情報はこの実待ち時間に誤差を加えて作成する。情報の誤差は外生的に与えられ、平均0分、標準偏差3分、7分の2種類の正規乱数を用い、1分単位で作成した。満空情報では、実待ち時間の値と誤差の和が0以下であれば「空」と表示し、値が正であれば「満」と表示する。待ち時間情報では、0以下であれば「空」を、それ以外は算出した値をそのまま表示する。なお、実験を実施する際には、被験者に情報の精度についての説明はいっさい行っていない。

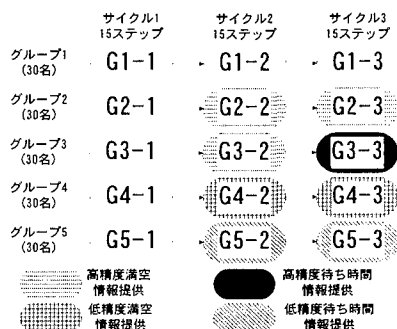


図1 グループの分類

3. 情報への信頼度を内生化した駐車場選択行動モデル

(1) 情報信頼度の更新過程に関するモデル化

筆者らによる一連の研究¹⁾²⁾においては、駐車行

キーワード：交通行動分析、情報提供、情報信頼度

* 学生会員 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻
〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5126 FAX 075-753-5907

** フェロー会員 博士 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻
〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5124 FAX 075-753-5907

*** 正会員 修士(工) 京都大学大学院工学研究科土木工学専攻
〒606-8501 京都市左京区吉田本町 TEL 075-753-5126 FAX 075-753-5907

動を図2のように出発地における予定駐車場の選択と、情報取得後の駐車場変更の2段階選択行動と仮定している。なお、図中の網掛け部が、本研究で分析した範囲である。

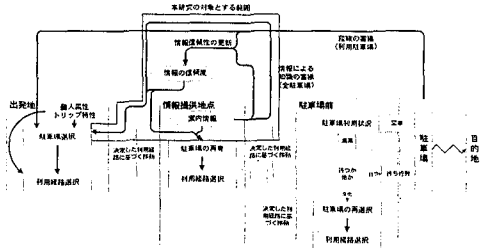


図2 駐車行動の仮定

ここでは、既存の研究⁹⁾で用いられている駐車場選択モデルを改良していくことを考える。駐車場選択モデルは、個人の合理的行動を仮定し、ロジットモデルで定式化されている。説明変数として用いられているものを表1に示す。

表1 各モデルの説明変数

	満空情報提供時		待ち時間情報提供時	
	出発地における選択モデル	情報取得後の選択モデル	出発地における選択モデル	情報取得後の選択モデル
説明変数	徒歩時間(分)	徒歩時間(分)	徒歩時間(分)	徒歩時間(分)
	平均経験待ち時間(分)	平均経験待ち時間(分)	平均経験待ち時間(分)	平均経験待ち時間(分)
	最近過去満空情報	満空情報	平均情報時間(分)	待ち時間情報(分)
		利用予定駐車場ダミー		利用予定駐車場ダミー

本研究では、情報取得後の駐車場選択モデルを用いて分析を進めることとした。情報取得後の選択モデルにおける各駐車場の効用の確定項を書き下すと以下ようになる。

$$V_{in}^i = \alpha_1 \cdot c_{in}^i + \alpha_2 \cdot w_{in}^i + \alpha_3 \cdot I_{in}^i + \alpha_4 \cdot p_{in}^i \quad (1)$$

V_{in}^i : ステップ i における個人 n の駐車場 i の効用

c_{in}^i : 個人 n のステップ i における(目的地-駐車場 i)間の徒歩時間(分)

w_{in}^i : 個人 n のステップ i までに経験した駐車場 i の待ち時間平均値(分)

I_{in}^i : 個人 n のステップ i における駐車場 i についての情報(満空情報なら「満」が1、「空」が0、待ち時間情報なら分単位の情報値)

p_{in}^i : 個人 n について、ステップ i において駐車場 i が出発地において選択されたものなら1、そうでなければ0をとるダミー変数(利用予定駐車場ダミー変数)

ここでは、情報への信頼度が提供された情報と実際の状況との差によって、情報の効用への影響をあらわすパラメータ α_3 が変動すると仮定する。これを式で表せば、以下ようになる。

$$\alpha_{3n}^i = \alpha_{3n}^{i-1} + f(I_{kn}^{i-1} - y_{kn}^{i-1}) \quad (2)$$

α_{3n}^i : 個人 n のステップ i における情報信頼度

f : 関数

I_{kn}^{i-1} : ステップ $i-1$ において個人 n が利用した駐車場 k の情報

y_{kn}^{i-1} : ステップ $i-1$ において個人 n が選択した駐車場 k の実際の待ち時間

式(2)における関数形を情報内容に応じて仮定することによって、信頼度の更新過程を分析できる。

(2) 満空情報取得後の選択行動のモデル化

満空情報提供時においては、式(2)を次のように仮定した。

$$\alpha_{3n}^i = \alpha_{3n}^{i-1} + \beta_1 \cdot d_n^{i-1} + \beta_2 \cdot e_n^{i-1} + (\beta_3 + \beta_4 \cdot y_{kn}^{i-1}) \cdot f_n^{i-1} \quad (3)$$

$\beta_1 \sim \beta_4$: 未知パラメータ

d_n^{i-1} : ステップ $i-1$ において、情報が「満」で、実際に入庫するまでの待ち時間が生じていた場合は1をとるダミー変数

e_n^{i-1} : ステップ $i-1$ において、情報が「満」で、実際に入庫するまでの待ち時間が生じていなかった場合は1をとるダミー変数

f_n^{i-1} : ステップ $i-1$ において、情報が「空」のときは1、そうでないときは0をとるダミー変数

この考え方を表したものが図3である。情報が「満」の時、もし、実際の待ち時間が生じた場合、情報は選択結果と一致することになり、ある一定量 β_1 だけ信頼度が変化する。逆に、待ち時間がなかった場合は、情報は正確でなかったことになり、ある一定量 β_2 だけ信頼度が変化するとする。一方、情報が「空」であった場合、実際に入庫待ち時間は分単位で与えられるため、情報(=0)と入庫待ち時間の差が計算できることになる。ここでは図3右側のように、情報信頼度の変化量は、実際の待ち時間の値と線形関係にあるとし、その切片および傾きをそれぞれ、 β_3 、 β_4 として推定することとした。なお、式(3)は漸化式となっているため、次のように書き換えることができる。

$$\alpha_{3n}^i = \alpha_{3n}^0 + \beta_1 \cdot \sum_{s=1}^{i-1} d_n^s + \beta_2 \cdot \sum_{s=1}^{i-1} e_n^s + \beta_3 \cdot \sum_{s=1}^{i-1} f_n^s + \beta_4 \cdot \sum_{s=1}^{i-1} f_n^s \cdot y_{kn}^s \quad (4)$$

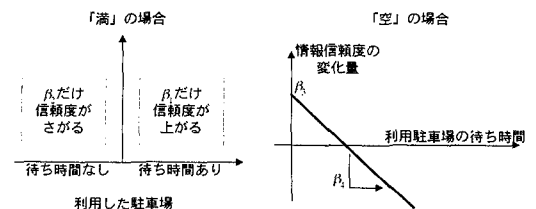


図3 満空情報提供時の情報信頼度の変化

簡単のため、各被験者の信頼度の初期値 α_{3n}^0 は全ての被験者間で同一の値であるとし、 β_0 とした。最終的に、効用関数の確定項は以下になる。

$$V_{in}^t = \alpha_1 \cdot c_{in}^t + \alpha_2 \cdot w_{in}^t + \left(\beta_0 + \beta_1 \cdot \sum_{s=1}^{t-1} d_n^s + \beta_2 \cdot \sum_{s=1}^{t-1} e_n^s + \beta_3 \cdot \sum_{s=1}^{t-1} f_n^s + \beta_4 \cdot \sum_{s=1}^{t-1} f_n^s \cdot y_{kn}^s \right) \cdot I_{in}^t + \alpha_4 \cdot p_{in}^t \quad (5)$$

式(5)は通常のロジットモデルにより推定可能である。次に、各パラメータが満たすべき符号条件を整理する。満空情報に関する変数 I_{in}^t は、「満」なら1、「空」なら0をとる。情報が「満」のときに実際の入庫待ち時間が生じた場合、情報は間違っていなかったとして、情報の信頼度は上昇する。つまり、情報によって効用が低下する割合が増加することが期待されるため、情報に関するパラメータ β_1 の符号は負である必要がある。同様に、その他の未知パラメータについて符号条件を表2にまとめておく。

表2 未知パラメータの符号条件

α_1	α_2	α_3	α_4	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4
-	-	-	+	-	-	+	-	+

(3) 待ち時間情報取得時の選択行動のモデル化

待ち時間情報については分単位で提供されるため、情報の誤差がより厳密に定義される。ここでは、図4のように仮定した。情報信頼度の増加量は情報と実際の入庫待ち時間の差に対して線形に推移するものとし、さらに、情報が実際の入庫待ち時間より長い場合と短い場合でその増加量は異なるとした。満空情報提供時のモデル化と同様に变形すると、最終的に効用関数の確定項は式(6)のようになる。

$$V_{in}^t = \alpha_1 \cdot c_{in}^t + \alpha_2 \cdot w_{in}^t + \left(\beta_0 + \beta_1 \cdot \sum_{s=1}^{t-1} g_n^s + \beta_2 \cdot \sum_{s=1}^{t-1} g_n^s \cdot z_{kn}^s + \beta_3 \cdot \sum_{s=1}^{t-1} (1 - g_n^s) + \beta_4 \cdot \sum_{s=1}^{t-1} (1 - g_n^s) \cdot z_{kn}^s \right) \cdot I_{in}^t + \alpha_4 \cdot p_{in}^t \quad (6)$$

z_{kn}^s : 個人 n のステップ s における〈待ち時間情報-実際の待ち時間〉の絶対値
 g_n^s : 個人 n がステップ s の選択において、〈待ち時間情報-実際の待ち時間〉 ≤ 0 なら1、そうでなければ0をとる変数

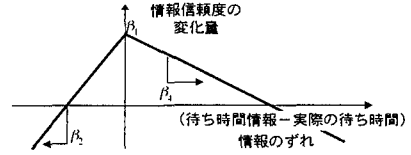


図4 待ち時間情報提供時の情報信頼度の変化

この場合においても、推定は通常のロジットモデルを用いることが可能である。また、各未知パラメータの符号条件は、表2に示したものと同様になる。

(4) 出発地における駐車場選択モデルの改良

既往の研究¹⁾では、出発地における駐車場選択モデルでは、既出の表1に示した説明変数を用いている。ここでは、情報の取得によって駐車場についての知識が蓄積されることを示す、「最近過去満空情報」、「平均情報時間」の確からしさが、先に述べた各個人の情報の信頼度によって変化するものと仮定し、以下のように定式化した。

$$V_{in}^t = \gamma_1 \cdot (\hat{\alpha}_{3n}^t \cdot J_n^t) + \gamma_2 \cdot c_{in}^t + \gamma_3 \cdot w_{in}^t \quad (6)$$

V_{in}^t : ステップ t の出発地における駐車場選択における個人 n の駐車場 i の効用
 $\gamma_1 \sim \gamma_3$: 未知パラメータ
 J_n^t : ステップ t における最近過去満空情報(満空情報提供時、もしくは、ステップ t における平均情報時間(待ち時間情報提供時))
 c_n : ステップ t における能率情報
 w_n : ステップ t までに経験した各駐車場の待ち時間の平均値
 $\hat{\alpha}_{3n}^t$: 情報取得後選択モデルで推定された情報に関するパラメータの推定値
 γ_1 の符号条件は、 $\hat{\alpha}_{3n}^t$ の符号が負であるため、結果的に正となる。

4. 推定結果の考察

(1) 満空情報提供時の情報取得後選択行動

パラメータ推定時には、満空情報が提供されたグループにおけるサンプルを全てプーリングすることによって行ったため、サンプルサイズは2,250となった。情報信頼度の変動を考慮しないものと考慮したものの推定結果を表5に示す。なお、信頼度を考慮した場合の推定において、 β_1 は負であることが期待されたが、正となったため、このパラメータを除去して再度推定を行った結果を示している。表5を見ると、的中率、修正尤度比ともに上昇している。信頼度を考慮した場合の結果より、 $\beta_0 \sim \beta_4$ の t 値は

いずれも高く、5%で有意である。 β_1 の符号条件が満たされなかったことは、「満」という情報を受けて、実際駐車場を利用する際に待ち時間があつたとしても、情報信頼度の値は変化しないことを意味する。また、この推定結果より、「空」の情報が提供されている場合に、情報信頼度の変化量が0となる実待ち時間を計算すると1.607分となる。被験者は、提供情報に対して非常に厳しい精度を要求しているといえる。

表5 満空情報提供時の情報取得後のモデル推定結果

	情報信頼度を考慮せず		情報信頼度を考慮	
	パラメータ値	t値	パラメータ値	t値
α_1	-0.149	-9.334	-0.154	-9.583
α_2	-0.096	-10.053	-0.097	-10.018
α_3	-0.911	-12.326	-	-
α_4	1.277	23.219	1.296	23.368
β_0	-	-	-0.943	-7.756
β_2	-	-	0.108	2.545
β_3	-	-	-0.118	-4.724
β_4	-	-	0.074	5.695
的中率	0.797		0.805	
修正尤度比	0.319		0.328	

(2) 待ち時間情報提供時の選択行動

満空情報提供時の推定時と同様のプーリングを行った結果、サンプルサイズは1,350となった。情報信頼度の変動を考慮しないものと考慮したものの推定の結果を表6に示す。表6を見ると、的中率、修正尤度比ともに上昇している。また、信頼度を考慮した推定結果の $\beta_1 \sim \beta_4$ のパラメータに対するt値は、いずれも5%の水準で有意であり、符号条件も一致している。よって、本研究で提案したモデルは、情報と実際の待ち時間との差異と情報信頼度の変化量の関係を矛盾なく表しているといえる。満空情報の時と同様に、情報信頼度の変化量が0になる情報の

表6 待ち時間情報提供時情報取得後のモデル推定結果

	情報信頼度を考慮せず		情報信頼度を考慮	
	パラメータ値	t値	パラメータ値	t値
α_1	-0.236	-9.334	-0.240	-12.181
α_2	-0.095	-10.053	-0.093	-6.733
α_3	-0.098	-12.326	-	-
α_4	0.738	23.219	0.768	11.210
β_0	-	-	-0.126	-9.730
β_1	-	-	-0.004	-2.309
β_2	-	-	0.002	2.849
β_4	-	-	0.002	4.133
的中率	0.770		0.776	
修正尤度比	0.291		0.303	

誤差を、情報が実際の待ち時間より大きいとき、小さいときに分けて求めると、情報の方が大きいときは2.03分、情報の方が小さいときに2.21分となった。満空情報提供時と同様、被験者は情報を厳しく評価していることがわかる。

(3) 出発地における駐車場選択のモデル推定結果

推定に用いたデータは、情報取得後の選択モデルと同じサンプルサイズである。推定結果を表7に示す。各モデルともの中率、修正尤度比は良好な値である。また、各パラメータのt値も高く、モデルは妥当なものといえる。

表7 出発時駐車場選択モデルの推定結果

	満空情報提供時		待ち時間情報提供時	
	パラメータ値	t値	パラメータ値	t値
γ_1	0.331	4.926	1.028	8.531
γ_2	-0.496	-29.368	-0.408	-21.237
γ_3	-0.203	-19.944	-0.123	-8.346
的中率	0.785		0.771	
修正尤度比	0.294		0.243	

5. おわりに

本研究では、駐車場案内システムの導入効果を分析するにあたり、ドライバーの提供情報に対する信頼度とその変動に着目した。ドライバーの情報への信頼度は、情報と実際のとの差から形成されるものとし、情報信頼度の変動を考慮した駐車場選択モデルを構築した。これより、提供情報の精度と情報信頼度の変動の関係を明らかにした。

今後は、推定されたパラメータをもとに、都市内交通流シミュレーションを行い、様々なケーススタディを通じて、情報の精度、更新頻度、提供位置、情報の閾値などの、普遍的な知見を得る必要がある。

【参考文献】

- 1 倉内・飯田・吉矢・田宮：“情報提供の内容・精度と交通行動の関連性に関する実験分析—駐車行動を例として—”，京大土木100周年記念ワークショップ論文集—21世紀の都市・交通モデリング—，pp. 253-262, 1997
- 2 Kurauchi, F., Iida, Y. and Yoshiya, Y.: “Experimental Analysis on Drivers Parking Behaviour under Information Provided”, paper presented at 8th WCTR, Antwerp, 1998