

震災時ガソリン購入行動に関する研究

東北大学 非会員 ○ 河本 憲
東北大学 正会員 奥村 誠
東北大学 正会員 大窪 和明

1. 研究の背景・目的

東日本大震災では、ガソリン不足が問題になった。図1は、岩手県、宮城県、福島県と東京都の2011年3月の乗用車登録台数1台当たりのガソリン販売量を、過去5年間平均と比較したものである。津波で被災した3県では、販売量が減少したことがわかる。これより製油所や油槽所、道路が破壊され、供給量が減少したことが推察される。一方で東京都では販売量は増加したことがわかる。これは将来の不安から、消費者がガソリンスタンド(以下:GS)へ殺到し、多くのガソリンが購入された結果と推察される。このような行動の変化は、待ち時間の増加による損失だけでなく、津波の被災地へのガソリン供給量を減らすことになるため、購入行動の変化を把握・分析する必要がある。

震災時には、GSに行列により待ち時間が発生し、ガソリンの品切れも起きた。そこで本研究では、待ち時間と品切れを考慮した、ガソリン購入行動モデルを提案し、震災時にGSに行列が発生したメカニズムを解明する。消費者が将来のガソリン補充量や購入できる順番を悲観的に予測する時、震災時のようなGSへの殺到が起きることを示す。

2. 震災時ガソリン購入行動モデル

消費者は1期にGSに並ぶことの期待効用 $E_1[u_1]$ と、2期から並ぶことの期待効用 $E_1[u_2]$ を比較し、 $E_1[u_1] \geq \delta E_1[u_2]$ なら1期に並ぶ(δ は割引率)。

(1) GSのガソリン供給可能量の定式化

当該期(便宜上 t 期とおく)のGSのガソリン供給可能量 s_t は、 $t-1$ 期からのガソリン繰り越し量 φ_t と t 期のガソリン補充量 θ_t の和で、以下のように表す。

$$s_t = \varphi_t + \theta_t \quad (1)$$

ただし、 θ_t は確率的にわかり、平均 μ_t 、分散 σ_t^2 の正

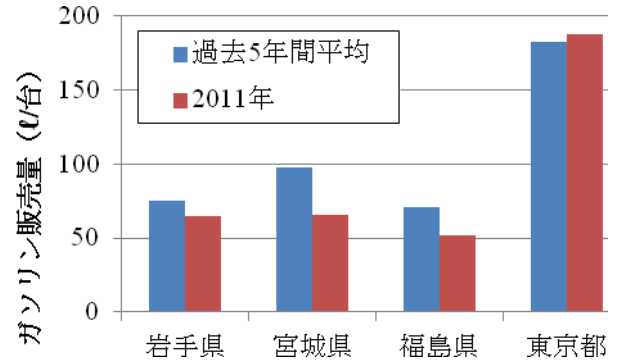


図1 被災3県と東京都の3月の乗用車登録台数1台当たりのガソリン販売量 (過去5年間平均と2011年)

規分布に従うものとする ($\theta_t \sim N(\mu_t, \sigma_t^2)$)。また、ガソリンの繰り越し量 φ_t は、 $t-1$ 期で s_{t-1} が購入人数 N_{t-1} よりも大きい時のみ発生し、以下のように表す。

$$\varphi_t = \begin{cases} s_{t-1} - N_{t-1} & \text{if } N_{t-1} \leq s_{t-1} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

(2) 消費者の期待効用の定式化

t 期に n_t 番目にGSに到着した消費者は、ガソリンを購入できた時($n_t \leq s_t$)に効用 v_t を得るが、待ち時間が n_t 発生する。また品切れは起きてから初めてわかるものとする。そのため購入できなかった時($n_t > s_t$)は、ガソリン供給可能量 s_t に等しい待ち時間だけが発生し、 $t+1$ 期に再びGSに並ぶ。

本研究では、2期間のモデルを提案し、消費者は1期か2期に必ず並ぶ。消費者が1期にGSに並ぶことの期待効用 $E_1[u_1]$ と、2期のみにGSに並ぶことの期待効用 $E_1[u_2]$ を以下のように表す。

$$E_1[u_1] = \int_{n_1-\varphi_1}^{\infty} (v_1 - w_1 n_1) f(\theta_1) d\theta_1 \quad (3)$$

$$+ \int_{-\infty}^{n_1-\varphi_1} \{-w_1 s_1 f(\theta_1) + \delta E_2[u_2 | n_1 > s_1]\} d\theta_1$$

$$E_1[u_2] = \int_{N_1-\varphi_1}^{\infty} E_2[u_2 | N_1 \leq s_1] d\theta_1 \quad (4)$$

$$+ \int_{-\infty}^{N_1-\varphi_1} E_2[u_2 | N_1 > s_1] d\theta_1$$

$$E_2[u_2] = \int_{n_2-\varphi_2}^{\infty} (v_2 - w_2 n_2) h(\theta_2 | \theta_1) f(\theta_1) d\theta_2 \quad (5)$$

$$+ \int_{-\infty}^{n_2-\varphi_2} \{-w_2 s_2\} h(\theta_2 | \theta_1) f(\theta_1) d\theta_2$$

キーワード 災害マネジメント, ガソリン購入

連絡先 (〒980-8577 宮城県仙台市青葉区片平2-1-1

通研2号館 TEL 022-217-6369)

ただし、 $f(\theta_1)$ は θ_1 の確率密度関数を、 $h(\theta_2|\theta_1)$ は θ_1 の下での θ_2 の条件付き確率密度関数を、 w_1 と w_2 は時間価値を表す。式(3)の第1項は購入できた時の効用を、第2項は購入できなかった時の効用を表し、1期に購入できなかった時に2期に再び並ぶ効用が含まれている。式(4)の第1項は1期に品切れが起きない時の2期の期待効用を、第2項は1期に品切れが起きた時の2期の期待効用を表す。式(5)は2期の期待効用を表す。

消費者は1期において、2期には全購入人数 $\hat{N}_2$ 人中、 $\hat{i}_2$ 番目に到着できると予想する。ただし1期に品切れが起きた時($n_1 > s_1$ or $N_1 > s_1$)は、1期に購入できなかった人が2期に再び並ぶので、2期の実際の購入順番 n_2 は大きくなる。 n_2 を以下のように定義する。

$$n_2 = \begin{cases} (n_1 - s_1 + \hat{N}_2)\hat{i}_2 / \hat{N}_2 & \text{if } n_1 > s_1 \\ \hat{i}_2 & \text{if } N_1 \leq s_1 \\ (N_1 - s_1 + \hat{N}_2)\hat{i}_2 / \hat{N}_2 & \text{if } N_1 > s_1 \end{cases} \quad (6)$$

(3) 消費者の行動と購入人数の決定

2つの行動が無差別になる時、1期に並ぶ順番と1期の購入人数が等しくなる。したがって以下の式(7)のように1期の購入人数 N_1^* が決まる。

$$N_1^* = N_1 = n_1 \quad \text{if } E_1[u_1(n_1)] = \delta E_1[u_2(\hat{i}_2)] \quad (7)$$

3. 平常時と震災時の購入行動の変化

平常時では、消費者は将来のガソリンの品切れは考慮しないため、平常時には $\hat{i}_2 < \mu_2$ の関係がある。これを満足するパラメータの設定値の一例を表1に、1期から並ぶ時、2期に初めて並ぶ時それぞれの期待効用を図2に示す。図2では $N_1 = n_1$ としているため、 n_1 番目に来た消費者は自分がこの列の最後に並ぶと予測する場合を考えている。また、0期からのガソリン繰越し量は0とする($\varphi_1 = 0$)。

図2より、 $E_1[u_1(n_1)]$ が $n_1 < 30$ における減少は、1期の待ち時間の増加のためで、 $n_1 = 30$ 付近での大きな減少は1期の品切れのためである。また $n_1 = 70$ 付近で減少しているのは、2期の品切れのためである。2つの

表1 パラメータの設定

v_1	100		μ_1	30		$\hat{i}_2$	20
v_2	100		μ_2	30		$\hat{N}_2$	100
w_1	1		σ_1	1		δ	0.95
w_2	1		σ_2	1			

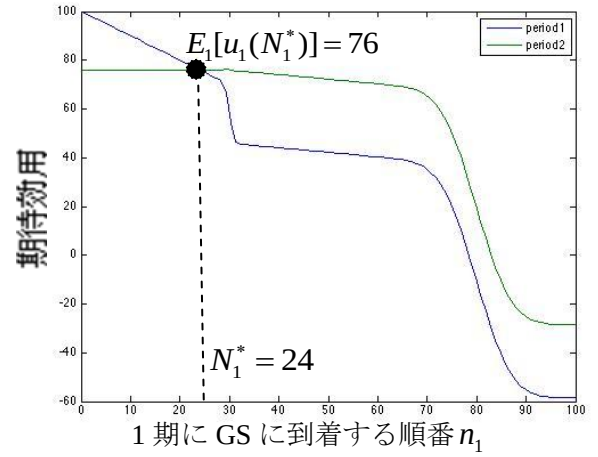


図2 n_1 に対する1期から並ぶ期待効用 $E_1[u_1(n_1)]$ と2期に初めて並ぶ期待効用 $\delta E_1[u_2(N_1 = n_1 | E_1[i_2])]$

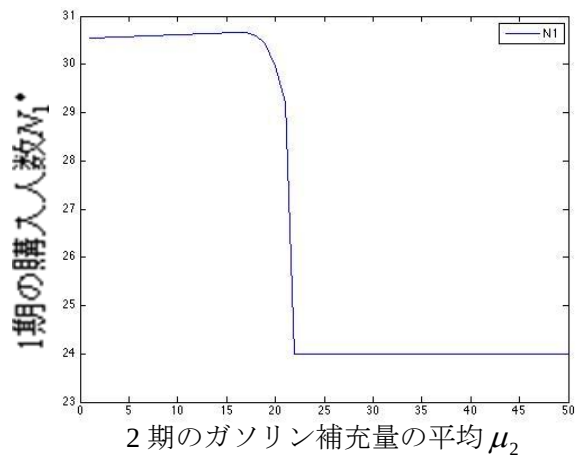


図3 2期のガソリン補充量と1期の購入人数の関係

曲線の交点が2つの行動が無差別であることを表し、交点から、 $N_1 = 24$ 、 $E_1[u_1(n_1)] = 76$ のように、1期の購入人数 N_1^* と期待効用を求めることができる。

震災時は、「将来のガソリン補充量は減る」と多くの消費者が将来を悲観的に予想する。そこで、2期のガソリン補充量の平均値 μ_2 を変化させた時の1期の購入人数 N_1^* を分析し、その結果を図3に示した。

図3より、十分なガソリンが補充される $22 < \mu_2$ では $N_1^* = 24$ と一定だが、 μ_2 が $\hat{i}_2$ よりも小さくなると、1期の購入人数が激増し、GSへの殺到が起きる。

4. おわりに

本研究では、待ち時間と品切れを考慮した、消費者のガソリン購入行動モデルを提案した。消費者が将来のガソリン補充量や（紙面の都合上分析は省略したが）ガソリン購入できる順番を悲観的に予想する場合、GSへの殺到が起きることが確認できた。