

震災時における給油利便性低下の空間的要因分析

Spatial factor analysis for decline of refueling convenience in great disaster

岩坂友也*

Yuya IWASAKA

*地域計画学研究室（指導教員：奥村誠 教授）

本研究の目的は、震災時のガソリンスタンド（以下、GS）において乗用車が行列をつくることによる給油利便性の低下を定量的に明らかにすることである、具体的には、GS配置、GS利用形態、GSでの待ち時間に着目し、それらが震災時における給油利便性に及ぼす影響を分析した。また、2種類の利用形態（移動中利用と居住地利用）があることに着目し、それぞれに合わせたGS利用モデルを構築し、それをを用いて、平常時のGS配置から売上に応じて営業GSを決めるといふ状況下での、利用者分布と給油利便性とを求めた。その結果、i)GS利用形態が給油利便性に及ぼす影響を定量的に示し、ii)待ち時間を考慮することによる利用者行動の特徴を明らかにした。

Key Words : 施設配置, 災害マネジメント

1. はじめに

(1) 背景

2011年3月11日に発生した東日本大震災時には、被災地などのガソリンスタンド（以下GS）の前に、給油待ちの自動車が行列を作り、給油利便性が低下した。このような給油利便性低下の再発を防ぐために、そのメカニズムを調べることは、震災の続発が懸念される今日において重要である。

(2) 研究の目的と内容

本研究では、震災時において i) 営業するGSの配置 と、ii) 利用者の利用形態 に着目する。

震災時には停電や在庫切れを理由に営業可能なGS数が限られる。そのため平常時の利用者行動に即したGS配置の下で、売り上げが高い店舗を優先的に営業する（売上配置）と推測される。

利用者の、GSの利用形態は、平常時には通勤等の移動中に利用するという形態（移動中利用）が主であるのに対して、震災時には、給油待ち行列に長時間並ぶことを見越して、居住地から近い所に立地するGSを利用するという形態（居住地利用）が主であると推測される。

本研究の目的は、この営業GS配置と利用形態の変化が給油利便性に与える影響を定量的に示し、さらに、震災時に居住地利用によって給油利便性が低下することを定量的に明らかにすることである。

本研究においては、はじめに震災時を想定して、GSが売上配置された状況下で、利用形態ごとに利用者分布を求める。次に、それを基に給油利便性を定量的に示し、その結果を考察する。

2. 分析方法

(1) 給油利便性の評価指標とGS利用モデル

本研究では、給油利便性が、「移動時間と待ち時間の和」で表される給油時間によって評価できるものとし、給油利便性の評価指標を、1人当り給油時間、1人当り移動時間、1人当り待ち時間とする。待ち時間は、GS利用者数の2乗に比例する量と考え、ここではその2次関数を10本の折れ線で近似する。このとき、利用形態ごとの評価指標は、以下に示す線形計画問題を解き、目的関数値を全GS利用者数で割って求めることができる。なお、計算には線形ソルバーのGLPK (Ver4.47) を用いる。

GS利用モデル

$$\begin{aligned} \min_{X_{ijk}, T_k} Z &= \sum_{i,j,k} w_{ij} X_{ijk} t_{ijk}^{rep} + \sum_k T_k \\ \text{s.t.} \quad & \sum_k X_{ijk} = 1 \quad \forall i, j & (1) \\ & X_{ijk} \leq Y_k \quad \forall i, j, k & (2) \\ & T_k \geq a_1 \sum_{i,j} (w_{ij} X_{ijk}) + b_1 \quad \forall k & (3) \\ & \vdots \\ & T_k \geq a_{10} \sum_{i,j} (w_{ij} X_{ijk}) + b_{10} \quad \forall k \end{aligned}$$

ただし

i :居住地ゾーン j :従業地ゾーン

k :GS候補地ゾーン p :営業GS数

t_{ik} : ik 間の移動時間 t_{ik} : ik 間の移動時間

t_{ij} : ij 間の移動時間 w_{ij} : ij 間を車通勤する利用者数

a_n, b_n : n 本目近似直線の傾き, 切片

$X_{ijk} (\geq 0)$: ij 間の全利用者の k への配分比

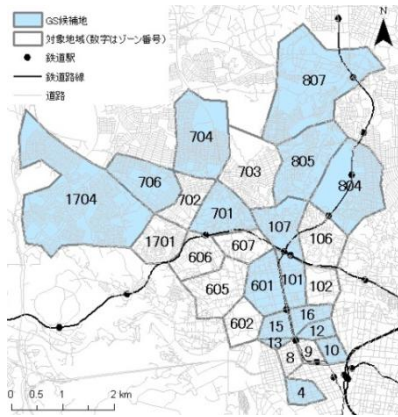


図1 対象地域

$Y_k \in \{0,1\}$: k におけるGSの存在を表す0-1変数

$T_k (\geq 0)$: k に存在するGSで生じる待ち時間

$$t_{ijk}^{rep} = \begin{cases} t_{ik} + t_{kj} - t_{ij} (\geq 0) & : \text{移動中利用の場合} \\ 2 \times t_{ik} & : \text{居住地利用の場合} \end{cases}$$

式(1)は、全利用者がいずれかのGSに配分されることを表す。式(2)は、GSが存在するゾーンの利用者を配分することを表す。式(3)は、利用者数の2乗に比例して増加する待ち時間関数を、10本の直線で折れ線近似したものである。

3. 対象地域、状況設定と使用データ

(1) 対象地域

仙台市都心部に北部から通勤する人々を取り上げ、図1に示した地域を対象地域とする。その際、2010年8月時点で少なくとも1件のGSが存在したゾーンにGSがあるとする(国交省GISサイトより作成)。

(2) 状況設定

分析に際し以下(a)~(c)の状況を設定する。

- (a) ガソリン在庫は十分にあり、GSに並んだ利用者は必ずガソリンを購入できる。
- (b) 分析対象の期間を1日とし、GS営業開始時に、その日給油する全利用者がGS前に並び終えている。
- (c) 自動車ODとしては平常時のものを与える。

(3) 使用データ

利用者数は、2002年実施の仙台都市圏PT調査において、中ゾーン間を、乗用車を自ら運転し通勤した人数の10%とした。ゾーン間移動時間は同調査において、乗用車を利用して中ゾーン間を移動したトリップの移動時間の平均値に、ダイクストラ法を適用したものをを用いた。

4. 移動中利用の有効性と利用者分布メカニズム

分析結果を図2-図4に示す。各図には、営業GS数を変化させたときの、1人当り給油時間(図2)、1人当り移動時間(図3)、1人当り待ち時間(図4)のそれぞれについて、移動中利用と居住地利用の値、および(移動中利用)/(居住地利用)の比率を示す。図2より、居住地利用よりも移動中利用の方が平均

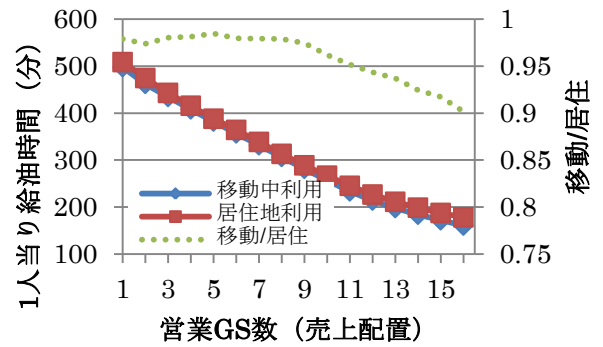


図2 1人当り給油時間

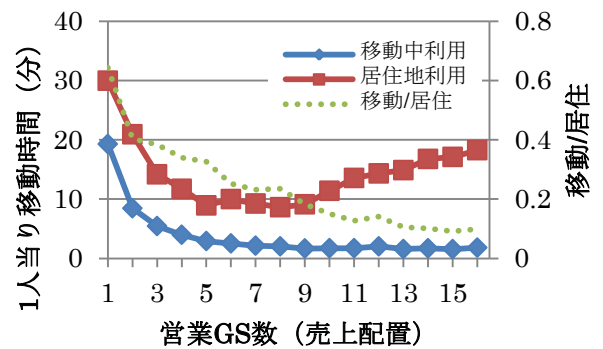


図3 1人当り移動時間

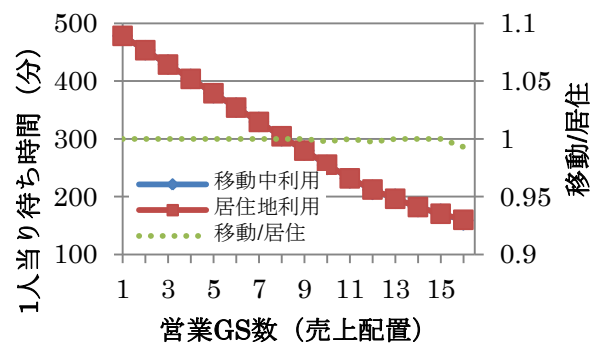


図4 1人当り待ち時間

給油時間は短い。また、図3、図4より、移動時間が増加しても、それ以上に待ち時間を減少させるように、GSを選択するメカニズムが働いているといえる。

5. おわりに

本研究では、震災時の給油利便性低下の要因を分析し、i)GSが売上配置されている場合は、移動中利用が有効であることと、ii)「移動時間が増加しても、それ以上に待ち時間を減少させるようにGSを選択する」メカニズムがはたらいっていることを示した。

参考文献

- 1) 堀内智司: 移動中の利用を考慮した地域公共施設の配置計画, 東北大学修士論文集, 2009

(2012年2月14日提出)