

震災時における給油利便性低下の空間的要因分析

東北大学 非会員 ○岩坂友也
東北大学 正 員 奥村誠
東北大学 正 員 大窪和明

1. はじめに

(1) 背景

平成 23 年 3 月 11 日の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）で、給油待ちの乗用車が GS 前に行列を作り給油利便性が低下するということがあった。この給油利便性低下の要因を明らかにし再発防止の方策を考えることは、南海、東南海地震といった震災の続発が懸念される今日において重要であるといえる。

(2) 研究の目的と内容

本研究では、震災時における GS 利用形態と営業 GS 配置に着目する。

まず GS の利用形態は、平常時においては通勤等の移動中に利用するという形態（移動中利用）が主であると考えられるのに対して、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。

次に営業 GS 配置は、震災時は停電や在庫切れを理由に営業可能な GS が限られているため、平常時の移動中利用下で売り上げが高い店舗を優先的に営業する配置（移動中配置）を採ると推測される。

本研究の目的は、この利用形態と営業 GS 配置の変化が給油利便性に与える影響を定量的に分析することを通して、震災時に居住地利用によって給油利便性が低下したことを示すことである。

本研究の内容としては、震災時を想定して、数の限られた GS を移動中配置した状況下で、移動中利用と居住地利用それぞれの給油利便性を評価し、後者の給油利便性が低いことを示す。

2. 分析方法

(1) 給油利便性の評価指標と GS 利用モデル

キーワード：災害マネジメント、施設配置
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

本研究では、給油利便性を「給油に要する時間（以下給油時間）」と捉え、さらにこの給油時間を「移動時間と待ち時間の和」と捉える。よって給油利便性の評価指標を、1 人当たりの給油時間、移動時間、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られるが、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 1 人当たり給油時間は、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。

文字の定義

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 間を車で通勤する利用者数
 a_n : n 本目近似直線の傾き b_n : n 本目近似直線の切片
 $X_{ijk}(\geq 0)$: ij 間の全利用者の k への配分比
 $Y_k \in \{0,1\}$: 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

GS 利用モデル

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

$$\text{ただし } t_{ijk}^{rep} = \begin{cases} t_{ik} + t_{ik} - t_{ij} (\geq 0) & \dots (\text{オ}) \\ 2 \times t_{ik} (\geq 0) & \dots (\text{カ}) \end{cases}$$

式 (ア) ~ (カ) の意味は以下である。

- (ア) 全利用者がいずれかの GS に配分される
- (イ) GS が存在するゾーンのみを利用者を配分する
- (ウ) 営業 GS 数の上限は p である
- (エ) 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

- (オ) 移動中利用の場合の移動時間（迂回時間）
- (カ) 居住地利用の場合の移動時間（往復時間）

3. 対象地域、状況設定と使用データ

(1) 対象地域の選択

仙台市都心部に北部から通勤する人々を取り上げ、図 1 中に緑枠で囲った扇形の地域を対象地域とする。なお水色のゾーンは少なくとも 1 件の GS が存在しているゾーンである。赤線は鉄道路線、赤丸は駅を表す。

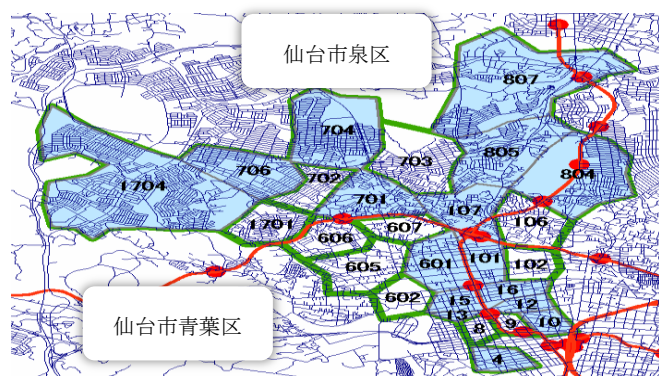


図 1 対象地域

(2) 状況設定

分析に際し次のような状況を設定する。

- (ア) 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
- (イ) 自動車 OD としては平常時のものを与える
- (ウ) 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

(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、中ゾーン間を自ら乗用車を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とした。

4. 移動中利用の有効性

各図には、営業 GS 数を変化させていったときの、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、平均給油時間（図 2）、平均移動時間（図 3）、平均待ち時間（図 4）について示す。平

均給油時間と平均待ち時間についてはほとんど差が見られないが、平均移動時間については移動中利用の方が全ての場合において居住地利用の半分以下の値となっている。

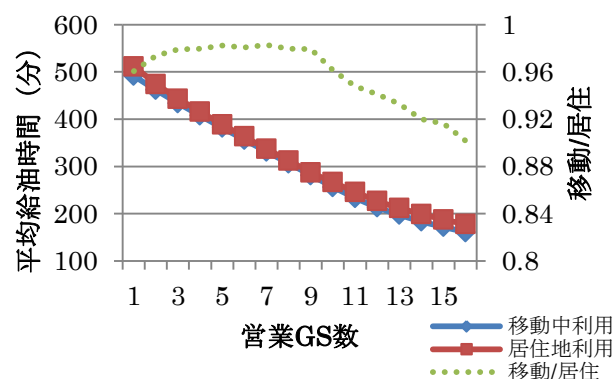


図 2 平均給油時間

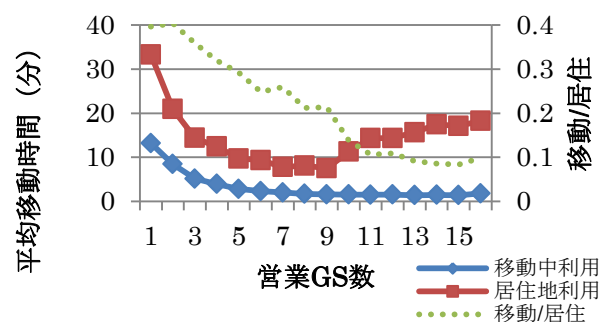


図 3 平均移動時間

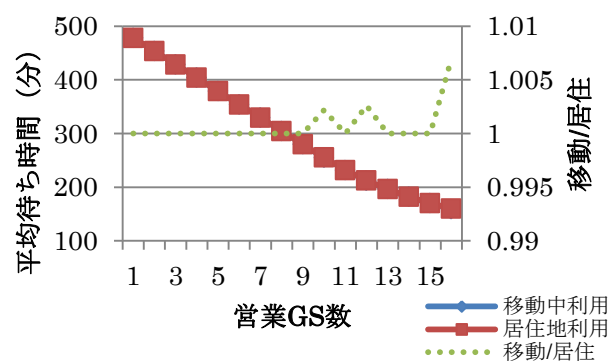


図 4 平均待ち時間

5. おわりに

本研究では、震災時の給油利便性低下の要因として GS 利用形態に着目し、GS が移動中配置されている場合は、居住地利用を行なうと給油利便性が大きく低下することを示した。このことから、震災時には居住地利用に合わせた GS 配置を採ることが、給油利便性低下の抑制につながると考えられる。

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，2009