

空間競争に関する離散選択モデル —ガソリンスタンドの撤退行動の実証分析—

瀬谷 創¹・丸田 雅晴²・力石 真³・藤原 章正⁴・張 峻屹⁵

¹正会員 神戸大学大学院准教授 工学研究科市民工学専攻
(〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1)
E-mail: hsey@people.kobe-u.ac.jp

²非会員 株式会社大林組
(〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2)
E-mail: b126006@hiroshima-u.ac.jp

³正会員 広島大学大学院特任准教授 国際協力研究科
(〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1)
E-mail: chikaraishim@hiroshima-u.ac.jp

⁴正会員 広島大学大学院教授 国際協力研究科
(〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1)
E-mail: afujw@hiroshima-u.ac.jp

⁵正会員 広島大学大学院教授 国際協力研究科
(〒739-8529 広島県東広島市鏡山 1-5-1)
E-mail: zjy@hiroshima-u.ac.jp

本研究では、2015年1月時点の中国・四国地方のサービスステーション(SS)の撤退(閉店・休業)情報を用いて、SSの撤退行動に関する統計的な実証分析(要因解析)と、撤退がアクセシビリティに与える影響に関するシナリオ分析を行う。前者に関しては、様々な施設・立地環境要因を考慮するほか、近隣SSとの空間競争を空間計量経済学の手法を用いて明示的にモデル化する。また、後者に関しては、各3次メッシュ(約1km²)から最寄、および2番目に近いSSへのアクセシビリティを評価し、その評価値の将来変化(2050年)について考察する。分析の結果、高齢化の進展(自動車利用が少ない75歳以上の高齢者の増加)による自動車需要の減少に起因してSSが撤退し、最寄、2番目ともに1~5kmアクセス距離が長くなる人々が1万人以上、最寄だけでみると、5~10km長くなる人々が5千人強存在する可能性が示唆された。

Key Words: service station, spatial competition, accessibility, future scenario

1. はじめに

近年、ガソリンスタンド(GS)、あるいはサービスステーション(SS)の過疎化問題が顕在化し始め、例えば経済産業省の『SS過疎地対策協議会』等で現状把握や対策のための議論が行われている。平成26年度末の時点で、SS数が3箇所以下となった市区町村数は、283/1719にも上る¹⁾。SSはガソリンや軽油の給油はもちろん、冬場の灯油供給や農業用トラクターへの燃料供給においても重要な役割を担っており、ライフラインとしての機能を持つ。そのため、SSへのアクセシビリティの大幅な低下は社会的に望ましくないと考えられる。

SS過疎化の大きな理由として、まず自動車燃費の改

善を上げることができる。ガソリン自動車全体で見れば、平均燃費は平成5年の12.3(km/L)から平成24年の21.1(km/L)まで、絶え間なく改善されてきた²⁾。価値総合研究所(2011)³⁾は、SSの撤退タイプを、①価格競争激化型、②地域需要減少型、③後継者不在型、コスト負担困難型(老朽化した地下タンクの入れ替え費用が捻出できない等)の4タイプに分類している。このうち、①については、例えば河本(2014)⁴⁾等で熊本市や宇都宮市を事例に、熾烈な価格競争によってSS数が減少してきたことが指摘されている(後者では平成10年4月末から平成26年3月末の間で46%減)。このような中で、SSの約5割が赤字経営に苦しんでおり⁴⁾、最近では、SSに行政が補助を出すような事例(福島県檜枝岐村)や、村営のSS(愛知県豊根村)も見られるようになっている。

以上述べたように、SS の過疎化が重要な社会問題となりつつある一方で、関連する学術研究は非常に少ないのが現状である。いくつかの少ない例外として、盆子原ら(2014)⁹と讃岐・吉川(2012)⁹が挙げられる。盆子原ら(2014)⁹は、SS の適切な個所数や新設位置、計画閉鎖の可能性について平均移動距離と行政コストの観点から数理的な考察を行っている。讃岐・吉川(2012)⁹は、岩手県を対象とした SS アクセシビリティの分析を行い、山間部を中心とした 18000 人超の人々が 10km 以上の長距離移動を強いられていることを指摘している。

しかし、これらの既往研究では、撤退の要因分析は行われていない。SS の撤退について計画論的な視点から議論するためには、まず基礎情報として詳細な要因分析を行うことが重要であると考えられる。無論、撤退の直接的な要因は、実際に撤退した SS へのアンケート/ヒアリング調査を行わないと把握できないが³、撤退した SS に関する属性情報を収集して統計分析を行うことにより、撤退に至る SS の平均的な傾向をつかむことは可能である。そこで本研究では、まず 2015 年 1 月時点の中国・四国地方の SS の撤退（閉店・休業）情報を用いて、SS の撤退行動に関する統計的な実証分析（要因解析）を行う。説明変数としては、様々な施設・立地環境要因を考慮するほか、近隣 SS との空間競争を空間計量経済学的手法を用いて明示的にモデル化する。次に、撤退がアクセシビリティに与える影響に関するシナリオ分析を行う。具体的には、各 3 次メッシュ（約 1km²）から最寄、および 2 番目に近い SS へのアクセシビリティを評価し、その評価値の将来変化（2050 年）について考察する。

本論文は、4 章構成である。第 2 章では、本研究で用いるモデルについて説明する。第 3 章では、本研究で用いるデータについて説明した後、SS の撤退行動に関する統計的な実証分析（要因解析）を行い、その後、SS の撤退が SS へのアクセス距離に与える影響に関するシナリオ分析を行う。最後に第 4 章で本研究をまとめる。

2. 本研究で用いるモデル

(1) 空間競争のモデル化

ある SS が、撤退するか否かは、その SS に固有の要因（施設・立地環境要因）のみでなく、近隣 SS の撤退行動からも影響を受けると考えられる。すなわち、近隣 SS が撤退すると期待されるならば、自身は撤退せず、逆に近隣 SS が撤退しないと期待されるならば、自身は撤退せざるを得ないといった状況が想定される。

このような空間競争を扱う実証的なモデルとしては、大きく Seim (2006)⁷ 等のゲーム理論のアプローチ、Brock and Durlauf (BD)⁸ 等の社会的相互作用のアプローチ、そして空間計量経済学のアプローチ (Lacombe and LeSage, 2016)⁹ が考えられる。これらのアプローチは、空間的・社会的な相互作用をモデル化するという目的では共

通するものの、モデル化の方法が異なる。すなわち、ゲーム理論のアプローチや BD アプローチでは、ある SS、 i ($i = 1, \dots, N$) の利潤（効用）関数に、近傍（準拠集団）の SS、 j ($j \in N_i$)（ただし、 N_i は i の近傍集合）の撤退行動 y_j （存続 1：撤退 0 の 2 値変数とする）に対する i の主観的期待 $\sum_{j \in N_i} w_{ij} E(y_j)$ を導入するというやり方がとられる (石原ら, 2016)¹⁰ (詳しくは、例えば Lee and Lin (2014)¹¹ を参照されたい)。一方、空間計量経済学モデルでは、撤退と非撤退下における利潤の差を示す潜在変数を u_i としたとき、自身の潜在変数 u_i が、準拠集団内の他者 j の潜在変数 u_j から影響を受けるというモデル化を行う。これによって、相互作用パラメータのとり得る範囲が限定され、通常取り得る -1-1 の範囲では、面倒な複数均衡の可能性が排除されるというのが特徴的である (Kim and Parent, 2016, p.4)¹²。このような点から、本研究では後者のアプローチを用いることとする。前者のアプローチを用いた場合との比較については、今後の課題としたい。

(2) 空間ラグプロビットモデル

本研究では、次式に示す空間ラグ (spatial lag) 型のプロビットモデルを用いる。

$$y_i = 1, \text{ if } u_i = \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} u_j + \mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta} + \varepsilon_i > 0 \quad (1)$$

$$y_i = 0, \text{ if } u_i = \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} u_j + \mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta} + \varepsilon_i \leq 0,$$

ここで、 ρ は空間相関パラメータ、 w_{ij} は k 近傍 (1,0) や距離の逆数で外生的に与える重み、 \mathbf{x}_i は i の説明変数ベクトル、 $\boldsymbol{\beta}$ は対応するパラメータ、 ε_i は正規分布 $N(0, \sigma)$ に従う誤差である。 σ を観測値 i に対応する標準誤差であるとし、 y_i が 1 である確率を $\Phi(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta} / \sigma_i)$ とすれば ($\Phi(\cdot)$ は標準正規分布の分布関数)、通常のプロビットモデルの対数尤度関数は、

$$y_i \ln[\Phi(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta} / \sigma_i)] + (1 - y_i) \ln[1 - \Phi(\mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta} / \sigma_i)], \quad (2)$$

で与えられる。ここで、誤差項が分散均一、すなわち $\sigma_i = \sigma$ が満たされれば、比率 $\boldsymbol{\beta} / \sigma$ の ML 推定量は一致性を持つが、空間計量経済モデルの場合、 $(\mathbf{I} - \rho \mathbf{W})^{-1}$ 項が ε_i にかかるため (ここで、 \mathbf{I} は $N \times N$ の単位行列、 \mathbf{W} は w_{ij} から成る $N \times N$ の空間重み行列)、結果的に分散が不均一となり、この仮定は満たされない (堤ら, 2000)¹³。そこで、EM アルゴリズム (McMillen, 1992)¹⁴、Bayesian MCMC (LeSage, 2000)¹⁵、GMM (Pinkse and Slade, 1998)¹⁶、部分尤度法 (Wang et al., 2013)¹⁷ 等の専用の推定方法を用いる必要がある。本研究では、比較的データが大規模であるため、計算負荷の軽い線形化した GMM を用いることとする (Klier and McMillen, 2012)¹⁸。

今、式(1)を次のように置き換える。

$$U = (I - \rho W)^{-1} X\beta + (I - \rho W)^{-1} \varepsilon, \quad (3)$$

ここで、 X は x_i を積み上げた説明変数行列である。誤差項ベクトル $(I - \rho W)^{-1} \varepsilon$ の分散共分散行列の対角項を σ_i

とおき、 $x_i^* = x_i / \sigma_i$ 、 $H = (I - \rho W)^{-1} X^*$ と定義する。

このとき、一般化残差が、 $e = (y - p)\phi(H\beta) / p(1 - p)$ のように求められる ($\phi(\cdot)$ は標準正規分布の密度関数)。ただし、 $p = \Phi(H\beta)$ である。今、操作変数を、 $Z = [X|WX|W^2X]$ 中の線形独立な列ベクトルとしたとき、GMM 推定量は $e'Z(Z'Z)^{-1}Z'e$ によって与えられる (Pinkse and Slade, 1998)¹⁶。ただし実際には、GMM 推定量を求める計算負荷が大きいため、 $(I - \rho W)^{-1}$ 項の繰り返し評価が必要なことによる)、前述のように本研究では線形化した GMM 推定量を用いる (Klier and McMillen, 2012)¹⁸。線形化は、空間相関パラメータ ρ が絶対値でみて大きくない場合正確な係数推定値を生み出すことが示されており、本研究の事例もこれに該当したため、大きな問題は生じないと判断した¹。より詳細なパラメータ推定の手順については、McMillen (2015)¹⁹ を参照されたい。

3. 実証分析

(1) 本研究で用いるデータ

本研究では、web 上のガソリン価格ユーザ投稿サイトである、gogo.gs (<http://gogo.gs>) の運営者から提供していただいた 2015 年 1 月時点の中国四国地方の SS の撤退情報 (1: 存続, 0: 撤退 (閉店・休業)) を用いる (サンプル数は、6722)²³。図-1 に対象範囲における SS の空間分布を示す。撤退のタイミングについては、価格がユーザから投稿された最終時点から「推測」できるが、相当程度の誤差を含む可能性があるため、本分析ではタイミングは考慮せず、静学的な分析を行うこととする。ただし、タイミングについても、近年空間相関を考慮した duration model が発展してきており (Elhorst et al., 2016²⁰)、今後考慮していく予定である。

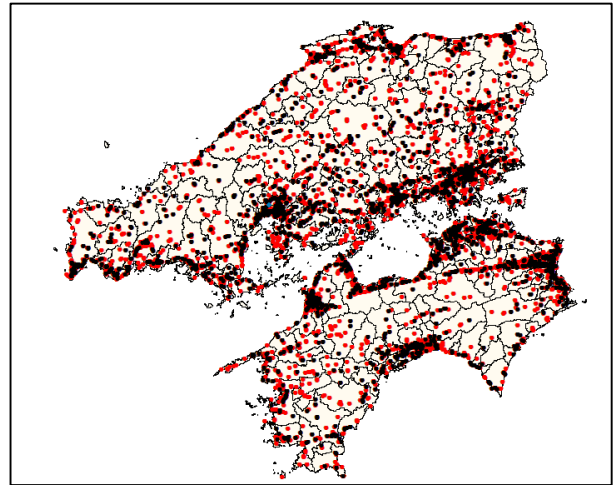


図-1: 撤退 (閉店・休業) GS (黒) と存続 SS (赤)

本データセットには、各 SS の緯度経度とともに、24 時間営業、セルフ SS といった、SS 固有の情報が含まれている。ただし、開業時期、地下タンクの更新有無、財務状況 (人件費)、仕入れ状況、といった外から確認できないような内部情報は不明である。本データセットに GIS を用いて立地環境変数と空間競争変数を加え、表-1 の分析用データセットを作成した⁴。表-1 に、データの記述統計をあわせて示す。

変数は、大きく「空間競争特性」、「施設固有特性」、「ブランド/垂直的特性」、「立地環境特性」に分けられる。空間競争特性としては、まず空間ラグ変数を用いる。空間ラグ変数の W には、 k 近傍法により、最寄 k 個の SS に重み 1 を与えることとした。 k 近傍法を用いたのは、距離の逆数より、近隣 k 個の SS との競争を考えたほうが直感的に分かりやすいためである。また、 r km 内の競争相手数、 r km 内の競争相手数のうち自身と同ブランドのシェア、 r km 内の競争相手数のうちノンブランドのシェアという 3 変数も用いることにした。これらのパラメータについて、本研究では、 $k=4$ 、 $r=2$ km と設定した。この設定の妥当性や頑健性については、感度分析的な考察が必要であるが、今後の課題としたい。

「立地環境特性」においては、第 1 章で述べた 4 つの撤退パターンのうち、②地域需要減少型に対応する需要をどのように変数化するかが重要となる (①は「空間競争特性」で考慮している。③と④は変数を用意するのが

⁴データソースは基本的に『国土数値情報』によっている。その他のデータソースは、人口密度：『国勢調査』、従業員数：『経済センサス』、製油所位置：石油連盟の『製油所の所在地と原油処理能力 (2015 年 6 月末現在)』、主要道路沿い (高速道路、国道、県道)、旅行速度：『ArcGIS データコレクション 道路網 (2015)』である。なお、油槽所位置は、まとまった統計情報が存在しないため、web の情報 (<http://butsuryu.web.fc2.com/oil.html>) を更新する形で独自に整備した。

¹推定には、R の McSpatial パッケージを用いた。

²運営者によれば、撤退情報は、電話確認や現地調査等によって調べたものである。

³Seya et al. (2015)²⁰ は、本データを用いて SS の空間価格競争について分析している。

困難である)。需要は大きく分けて、Origin (居住者による需要)、Destination (来訪者による需要)、Pass (通過者による需要) の3つに分けることができよう。このうち Pass については、対象地域全域をカバーする OD データがないため、正確に把握することは困難である⁵。そこで本研究では、SS が主要道 (図-2) 沿いにあるか否か (生活道路沿いでないか) と、旅行速度という2つの指標で代理することとする。旅行速度は、道路の種類や幅員、周辺の道路密度、実際の規制速度などを考慮して設定された値である²⁹。Origin と Destination の市場は、1km² グリッドの人口/従業員密度を、SS からの距離の関数で割り引いて集計・平均化した。距離の関数としては、近隣メッシュに強い重みを与えることを意図し、ポテンシャル (1/距離の逆数) ではなく、グラビティ (1/距離の逆数²) を用いた。

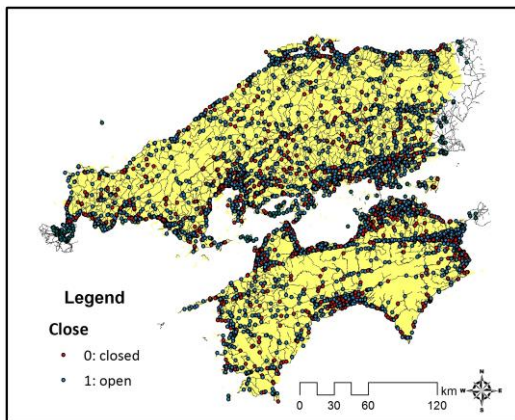


図-2: 主要道路と SS の分布

(2) パラメータの推定結果

表-2 にパラメータの推定結果を示す。参考に、通常のプロビットモデルの推定結果も示している。自由度修正済み尤度比は 0.05780 であり、残念ながら説明力は良好とはいえない。非線形性を考慮するために、人口密度グラビティと従業員密度グラビティはダミー変数としてカテゴリ化して導入した。

まず、空間競争の変数を見てみると、興味深いことにいわゆる負の自己相関 (競争効果) が観測された。すなわち、近隣 SS の潜在利潤が高ければ自身の潜在利潤は低くなり、近隣 SS の潜在利潤が低ければ自身の潜在利潤は高くなることが示唆された。COMP, SHARE_SB はいずれも負で 1%水準で有意であり、競争相手数や同ブランドのシェアが、存続確率を押し下げると解釈できる。一方、SHARE_NB は有意とはならなかった。施設固有特性 (SAPA, SELF, 24HOURS) は、予想される通り正

の符号を取り、1~10%水準で有意であった。ブランド/垂直的特性については、ブランド間で大きな差が見られ、ノンブランドや ENEOS の存続確率が高いことが示唆された。POPDENS は、ダミー変数として導入した場合も、直接導入した場合も、有意とはならなかった。EMPDENS は、50 未満の地域で存続確率と負に相関しており、30000 人以上のカテゴリについても有意とはならなかった。前者は過疎化による需要の少なさ、後者は競争の熾烈さを説明しているものと考えられる。SELF の効果は、人口密度が 50 人未満と交差項をとった場合、影響が負となった。これは、過疎地においてはフルサービスのほうが存続確率が高いことを示唆しており、興味深い。RATIO OF ELDERLY は、想定されるとおり負の値となり、10%水準で有意であった。SNOWY は負に有意となったが、これは灯油販売が売りに正に寄与しているためと解釈できるかもしれない。AVG ELEV や、距離変数は存続確率にあまり寄与していなかったが、DIST_OIL は正に有意となった。これは油槽所付近の競争の激しさによるものと考え得る。VELOCITY は、交通量の代理指標として用いたものであり、予想されるとおり正の符号をとったが、その度合いは弱いものであった。

(3) 撤退が SS アクセシビリティに与える影響に関するシナリオ分析

本節では、第 2 節で構築したモデルを元に、将来シナリオを構築し、考察を行う。具体的には、『国土のランドデザイン 2050』の 3 次メッシュ 2050 年推計人口のデータを用いて、3 次メッシュにおける 75 歳以上の割合 (今後も自動車利用が少ないと考えられる 75 歳以上の高齢者の増加を想定) と人口密度を変化させ、 $p = \Phi(\hat{\beta})$ に代入することによって SS の撤退数に関する BAU シナリオを構築する (撤退の閾値には、 $p=0.5$ を用いた)。75 歳以上のメッシュにおける割合は、平均で見ても (0.1442→0.2756)、最大で見ても (0.5022→0.946) となった。無論、本シナリオは今後の自動車燃費改善を考慮していないという意味で、SS 過疎化の観点からは、「楽観シナリオ」であるといえる。なお、モデルは十分な予測精度をもっていないため、本分析は将来予測を目的としたものではないことを断っておく。

2015 年度の実際の存続 SS 4573 のうち、2050 年にも存続していると判別された SS は 4240 あった。これを元に、ArcGIS Network Analyst を用いて、主要道 (図-2) による各 3 次メッシュから①最寄 SS、②2 番目に近い SS までの道路アクセス距離 (メートル) を計算した。その結果を図-3 に示す。最寄の場合は、5~10km アクセス距離が増加する地域が中国地方・四国地方共に見られた。2 番目の場合は、高知県において、10km 以上アクセス距離が増加する地域がある可能性が示された。表-3 に、

⁵Houde (2012)²⁹ は、交通調査の OD データをもとに、最短経路で交通量を求め、ガソリン需要のモデルに用いている。

これらを人口についてクロス集計した結果を示す。最寄、2 番目ともに変化なしのカテゴリに分類される人々が最も多いが、最寄、2 番目ともに 1~5km アクセス距離が長くなる人々が 1 万人以上、最寄だけでみると、5~10km 長くなる人々が 5 千人強存在した。本シナリオは、前述のように 75 歳以上の割合の増加のみを考慮し、さらなる燃費改善を考慮していない楽観シナリオであるが、それでも少なくない数の SS が撤退し、アクセス距離に大きな影響を与えることが示唆された。

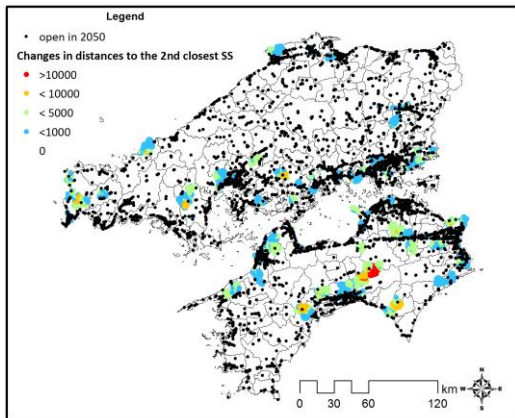
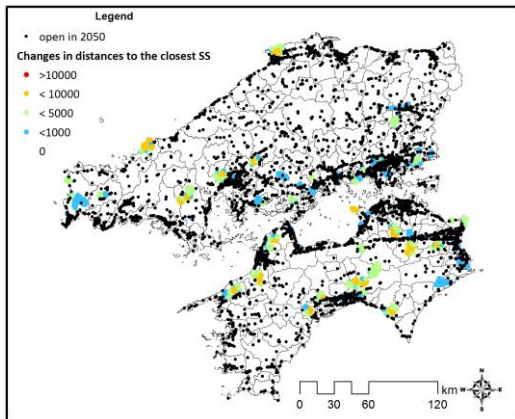


図3：2050年のSSアクセス距離と2015年時点のアクセス距離の差分（上：最寄SS，下：2番目に近いSS）

図4：アクセス距離変化とメッシュ人口（2050）

		2番目に近いSSアクセス距離変化 (m)					
		変化なし	<1000	<5000	<10000	10000>	Total
最寄SS アクセス 距離変化 (m)	変化なし	7222717	262291	38196	1943	6	7525152
	<1000	21946	307246	21347	3400	15	353955
	<5000	868	56425	13855	459	57	71664
	<10000	995	3498	956	17		5467
	10000>	0	19	4			23
Total		7246526	629480	74359	5818	78	7956261

4. おわりに

本研究では、2015年1月時点の中国・四国地方のSS

の撤退（閉店・休業）情報を用いて、SSの撤退行動に関する統計的な実証分析（要因解析）と、撤退がアクセス距離に与える影響に関するシナリオ分析を行った。

まず、前者に関しては、様々な施設・立地環境要因を考慮したほか、近隣SSとの空間競争を空間ラグプロビットモデルを用いて明示的にモデル化した。その結果、いわゆる負の自己相関（競争効果）が観測された。すなわち、近隣SSの潜在利潤が高ければ自身の潜在利潤は低くなり、近隣SSの潜在利潤が低ければ自身の潜在利潤は高くなることが示唆された。

また、後者に関しては、各3次メッシュ（約1km²）から最寄、および2番目に近いSSへのアクセシビリティを評価し、その評価値の将来（2050年）変化について考察した。分析の結果、最寄、2番目ともに1~5kmアクセス距離が長くなる人々が1万人以上、最寄だけでみると、5~10km長くなる人々が5千人強存在する可能性が示唆された。

今後は、撤退のタイミングを考慮したモデル化や、道路における通過交通量を考慮したモデル化を行っていく予定である。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費：26820217 および日本交通政策研究会『地方での都市集約化過程における人口と都市施設分布の相互作用に関する研究（研究代表者：藤原章正）』の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 経済産業省：市町村別に見るSS過疎の状況，2015 (<http://www.sekiyu.or.jp/en/p/e05.pdf>) .
- 2) 国土交通省：ガソリン乗用車の10・15モード燃費平均値の推移 (<http://www.mlit.go.jp/common/001031306.pdf>)
- 3) 株式会社価値総合研究所：平成22年度石油産業体制等調査研究（石油製品供給不安地域調査），2011 (http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g11609a02_01j.pdf) .
- 4) 河本博隆：石油販売業について<現状と問題点>，総合資源エネルギー調査会・第5回石油・天然ガス小委員会（平成26年6月10日）説明資料，2014 (http://www.meti.go.jp/committee/sougouenergy/shigen_nenryo/sekiyu_gas/pdf/005_02_02.pdf)
- 5) 盆子原歩，小林隆史，大澤義明：給油所過疎地域に関する数理的考察，都市計画論文集，Vol.49，No.3，pp.603-608，2014.
- 6) 讃岐亮，吉川徹：ガソリンスタンドのアクセシビリティ評価と施設撤退の影響評価，日本建築学会計画系論文集，Vol.77，No.673，pp.639-648.
- 7) Seim, K.: An empirical model of firm entry with endogenous product-type choices, *The RAND Journal of Economics*, Vol.37, No.3, pp.619-640, 2006.
- 8) Brock, W., and Durlauf, S.: Discrete choice with social interactions, *Review of Economic Studies*, Vol. 68, No.2, pp. 235-260, 2001.
- 9) Lacombe, D.J., and LeSage, J.P.: Use and interpretation of spatial autoregressive probit models, *The Annals of Regional Science*, in press,

- 2016.
- 10) 力石真, 瀬谷創, 福田大輔: 社会的相互作用に着目したミクロ計量経済分析の展開と土木計画への応用可能性, 土木計画学研究, 講演集, Vol.53, CD-ROM, 2016.
 - 11) Lee, L.F., Li, J., and Lin, X.: Binary choice models with social network under heterogeneous rational expectations, *Review of Economics and Statistics*, Vol.96, No.3, pp.402-417, 2014.
 - 12) Kim, C., and Parent, O.: Modeling individual travel behaviors based on intra-household interactions, *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 57, pp. 1-11, 2016.
 - 13) 堤盛人, 清水英範, 井出裕史: 誤差要素モデルに基づくKrigingを用いた空間内挿, 応用力学論文集, Vol.3, pp.125-132.
 - 14) McMillen, D.P.: Probit with spatial autocorrelation, *Journal of Regional Science*, Vol.32, No.3, pp.335-348, 1992.
 - 15) LeSage, J.P. : Bayesian estimation of limited dependent variable spatial autoregressive models, *Geographical Analysis*, Vol.32, no.1, pp.19-35, 2000.
 - 16) Pinkse, J., and Slade, M.E.: Contracting in space: An application of spatial statistics to discrete-choice models, *Journal of Econometrics*, Vol.85, No.1, pp.125-154, 1998.
 - 17) Wang, H., Iglesias, E.M., and Wooldridge, J.M.: Partial maximum likelihood estimation of spatial probit models, *Journal of Econometrics*, Vol.172, No.1, pp.77-89, 2013.
 - 18) Klier, T., and McMillen, D. P. (2012) Clustering of auto supplier plants in the United States, *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol.26, No.4, pp.460-471, 2008.
 - 19) McMillen, D. (2015) McSpatial: Nonparametric spatial data analysis. R package version, 2.0 (<https://cran.r-project.org/web/packages/McSpatial/McSpatial.pdf>)
 - 20) Elhorst, J.P., Heijnen, P., Samarina, A., and Jacobs, J.P.A.M.: Transitions at different moments in time: A spatial probit approach, *Journal of Applied Econometrics*, in press, 2016.
 - 21) Seya, H., Ito, Y., Chikaraishi, M., and Tsukai, M.: Spatial competition among retail gasoline stations in Japan, 第 29 回応用地域学会 (ARSC) 研究発表大会, 2015.
 - 22) Houde, J.F.: Spatial differentiation and vertical mergers in retail markets for gasoline, Vol. 102, No. 5, *The American Economic Review*, pp.2147-2182, 2012.
 - 23) ESRI ジャパン, ArcGIS Data Collection 道路網 2015 製品仕様 (http://www.gisdata-store.biz/wp-content/uploads/2015/01/network_spec.pdf) .
 - 24) Pinkse, J., Slade, M.E., and Brett, C.: Spatial price competition: A semiparametric approach, *Econometrica*, Vol.70, No.3, pp.1111-1153, 2002.

(2016. 4. 22 受付)

表-1：説明変数と記述統計量

種類	変数名	説明	単位	年度	1の個数	最小値	平均	最大値
被説明変数	<i>Y</i>	存続:1, 撤退:0	Yes:1; No:0	2015	4573			
空間競争特性	<i>WP</i>	利潤差の空間ラグ(4近傍)	円	2015				
	<i>COMP</i>	2km内の競争相手数	#	2015		1	10.51	56
	<i>SHARE_SB</i>	2km内の競争相手数のうち自身と同ブランドのシェア	%/100	2015		0.02041	0.3441	1
	<i>SHARE_NB</i>	2km内の競争相手数のうちノンブランドのシェア	%/100	2015		0	0.1673	1
施設固有特性	<i>SAPA</i>	高速道路のSA/PA附置	Yes:1; No:0	2015	45			
	<i>SELF</i>	セルフサービス	Yes:1; No:0	2015	1440			
	<i>24HOURS</i>	24時間営業	Yes:1; No:0	2015	720			
ブランド/垂直的特性	<i>NON-BRAND</i>	ノンブランド	Yes:1; No:0	2015	1125			
	<i>MITSUMI</i>	MITSUMI	Yes:1; No:0	2015	35			
	<i>CARENEX</i>	CARENEX	Yes:1; No:0	2015	114			
	<i>MITSUBISHI</i>	MITSUBISHI	Yes:1; No:0	2015	29			
	<i>JOMO</i>	JOMO	Yes:1; No:0	2015	113			
	<i>ESSO</i>	ESSO	Yes:1; No:0	2015	189			
	<i>ENEOS</i>	ENEOS	Yes:1; No:0	2015	1831			
	<i>KYGNUS</i>	KYGNUS	Yes:1; No:0	2015	78			
	<i>COSMO</i>	COSMO	Yes:1; No:0	2015	598			
	<i>SHELL</i>	SHELL	Yes:1; No:0	2015	657			
	<i>IDEMITSU</i>	IDEMITSU	Yes:1; No:0	2015	771			
	<i>MOBIL</i>	MOBIL	Yes:1; No:0	2015	217			
	<i>SOLATO</i>	SOLATO	Yes:1; No:0	2015	159			
	<i>JASS</i>	JASS	Yes:1; No:0	2015	656			
	<i>ZENERAL</i>	ZENERAL	Yes:1; No:0	2015	150			
立地環境特性	<i>POPDENS</i>	人口密度グラビティ(閾値で分割しダミーで導入)	#/km2	2010		0	1959	16180
	<i>EMPDENS</i>	従業員密度グラビティ(閾値で分割しダミーで導入)	#/km2	2009		0.2400	1266	46130
	<i>RATIO OF ELDERLY</i>	3次メッシュにおける75歳以上の割合	比率	2010		0	0.1442	0.5022
	<i>RESID</i>	用途地域(住宅用途)	Yes:1; No:0	2011	1526			
	<i>COM</i>	用途地域(商業用途)	Yes:1; No:0	2011	464			
	<i>IND</i>	用途地域(工業用途)	Yes:1; No:0	2011	616			
	<i>SNOWY</i>	豪雪地帯(豪雪地帯対策特別措置法)	Yes:1; No:0	2007	670			
	<i>AVG ELEV</i>	3次メッシュ平均標高	m	2009		-0.9	76.54	1168
	<i>DIST_REF</i>	最寄製油所距離	m	2011		600.7	50950	141695
	<i>DIST_OIL</i>	最寄油槽所距離	m	2010		248.8	31070	110072
	<i>DIST_TSM</i>	最寄観光資源距離	m	2014		36.69	7227	33713
	<i>DIST_IC</i>	最寄インターチェンジ距離	m	2015		53.71	7023	62680
	<i>DIST_STA</i>	最寄鉄道駅距離	m	2015		2.719	2755	29377
	<i>DIST_LG</i>	最寄市町村役場等及び公的集会所施設距離	m	2013		1.316	610.5	7702
	<i>DIST_NPG</i>	最寄国・都道府県の機関距離	m	2010		0.3400	3410	32587
<i>MAINROAD</i>	主要道路沿い(高速道路, 国道, 県道)	Yes:1; No:0	2015	5745				
<i>VELOCITY</i>	旅行速度	km/h	2015		0	32.24	80	

表-2：パラメータの推定結果

	Probit			Spatial lag probit		
	Coef.	z-value	Pr(> z)	Coef.	z-value	Pr(> z)
Intercept	-0.3026	-2.11	0.035	-0.1567	-1.10	0.273
WY				-0.23805	-2.66	0.008
COMP	-0.02198	-6.19	0.000	-0.02523	-7.15	0.000
SHARE_SB	-0.3637	-3.94	0.000	-0.3780	-4.42	0.000
SHARE_NB	-0.01064	-0.0980	0.922	0.03092	0.309	0.757
SAPA	0.3419	1.45	0.148	0.3284	1.71	0.088
SELF	0.2863	2.43	0.015	0.2588	2.57	0.010
24HOURS	0.2084	2.92	0.004	0.2082	3.42	0.001
NON-BRAND	1.242	12.9	0.000	1.2293	13.8	0.000
MITSUMI	-0.2214	-0.908	0.364	-0.2221	-0.957	0.339
CARENEX	0.4512	3.07	0.002	0.4433	3.10	0.002
MITSUBISHI	1.242	4.23	0.000	1.2226	4.79	0.000
ESSO	0.6141	4.87	0.000	0.608985	5.04	0.000
ENEOS	1.130	12.6	0.000	1.1273	13.4	0.000
KYGNUS	0.4170	2.50	0.013	0.4075	2.48	0.013
COSMO	0.9922	10.1	0.000	0.9890	10.7	0.000
SHELL	0.8679	9.01	0.000	0.8639	9.43	0.000
IDEMITSU	0.7882	8.34	0.000	0.7866	8.74	0.000
MOBIL	0.6528	5.49	0.000	0.64264	5.56	0.000
SOLATO	1.169	8.22	0.000	1.1561	9.23	0.000
JASS	0.7352	7.50	0.000	0.7281	7.80	0.000
POPDENS ≤ 50	-0.02809	-0.201	0.841	-0.04497	-0.341	0.733
POPDENS ≤ 5000	-0.06696	-1.10	0.273	-0.05596	-0.989	0.323
POPDENS ≤ 10000	0.03223	0.295	0.768	0.04788	0.462	0.644
POPDENS > 10000	0.05135	0.220	0.826	0.06569	0.286	0.775
EMPDENS ≤ 50	-0.1138	-1.47	0.142	-0.1229	-1.67	0.095
EMPDENS ≤ 5000	0.1194	2.22	0.027	0.1305	2.64	0.008
EMPDENS ≤ 10000	0.3934	2.92	0.003	0.4286	3.38	0.001
EMPDENS ≤ 30000	0.5979	2.94	0.003	0.6409	3.26	0.001
EMPDENS > 30000	0.1614	0.342	0.732	0.1609	0.327	0.744
SELF x POPDENS ≤ 50	-0.531	-1.04	0.298	-0.5340	-1.06	0.290
SELF x POPDENS ≤ 5000	0.2110	1.63	0.102	0.2395	2.17	0.030
SELF x POPDENS ≤ 10000	0.1199	0.704	0.481	0.1313	0.870	0.384
SELF x POPDENS > 10000	0.5170	0.850	0.396	0.5454	1.08	0.281
RATIO OF ELDERLY	-0.5468	-1.36	0.174	-0.7216	-1.90	0.057
RESID	-0.06160	-1.23	0.219	-0.06705	-1.45	0.147
COM	-0.01622	-0.208	0.836	-0.01359	-0.186	0.852
IND	0.02583	0.391	0.696	0.03264	0.538	0.591
SNOWY	0.1382	2.08	0.038	0.1783	2.86	0.004
AVG ELEV	0.00003616	0.173	0.863	0.00002222	0.115	0.908
DIST_REF	0.0000024660	0.402	0.688	0.00000017369	0.304	0.761
DIST_OIL	0.000002358	2.59	0.010	0.000002941	3.40	0.001
DIST_TSM	0.0000006824	0.189	0.850	0.0000012372	0.370	0.712
DIST_IC	-0.0000003559	-0.134	0.894	-0.0000009723	-0.388	0.698
DIST_STA	0.00001484	2.71	0.007	0.00001695	3.34	0.001
DIST_LG	0.000002338	0.0750	0.940	0.0000085804	0.294	0.769
DIST_NPG	-0.000005463	-0.869	0.385	-0.000006776	-1.17	0.240
MAINROAD	-0.06330	-0.679	0.497	-0.07224	-0.824	0.410
VELOCITY	0.002932	1.26	0.207	0.003194	1.46	0.144
Adj.McFadden	0.0578			-		