

過疎地域における給油所の 持続可能性に関する分析

谷本 圭志¹・土屋 哲²

¹正会員 鳥取大学教授 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南四丁目101)
E-mail: tanimoto@sse.tottori-u.ac.jp

²正会員 鳥取大学准教授 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南四丁目 101)

現在わが国の給油所は、全国的な人口減少に伴う売上高の低下により、撤退する店舗が増えている。特に過疎地域では身近な場所で燃料を調達することが困難になっており、従来の給油所の撤退を回避するための対策の検討が各自治体で始まっている。自治体が対策の必要性や有効性を判断するに際して、給油所の持続可能性が評価できれば有用である。そこで本研究では、損益分岐点分析を用いて、持続可能性を評価するための手法を開発するとともに、その手法を実際の地域に適用し、今後の持続可能性を明らかにする。

Keywords: gas station, break-even point analysis, depopulated areas, sustainability

1. はじめに

わが国は全国的に人口が減少しており、特にその傾向は地方において顕著である。このことが地域の産業の維持に悪影響を与え、さらなる人口流出を誘発するという悪循環となっている。このような状況の中で、過疎地域での持続可能な地域づくりや定住人口の維持は大きな課題である。人々の定住を促進するためには、生活必需品を供給する施設を維持させていくことが重要である。

従来、それらの多くの施設は個々の運営主体によって個別に提供がなされ、それぞれの運営主体が自らの経営努力によって持続可能性の確保に努めてきた。しかし、人口減少そのものを食い止めることは困難であることから、経営努力のもとでも施設の利用者は今後減少することが予想される。このため、運営費用を十分に賄うことができなくなった施設はその持続可能性を失い、地域から撤退するという事態も十分に想定される。

生活必需品を供給する施設の一つである給油所も、車や機械、暖房などの日々の暮らしに不可欠な資源の供給拠点である。しかし近年では、人口減少などに伴う販売額の低迷により図-1に示すように、撤退を余儀なくされる店舗が増え、一貫して店舗数が減少している。特に地方の山間部などでは、給油所の減少が著しく、ガソリンや灯油の持続的な供給が危機的な状況にある。今後、人口減少や高齢化が進展する中で、給油所はさらなる減

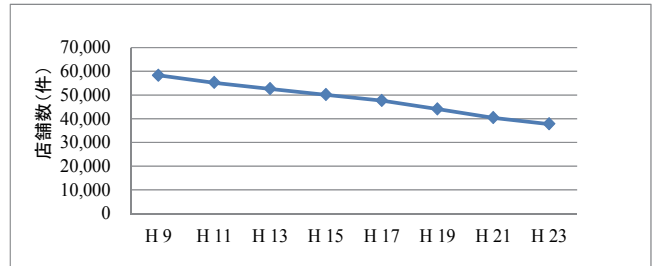


図-1 全国の給油所の推移

少が懸念されている。

給油所を維持するためには、自治体による直轄運営や、スーパーなどの施設やサービスとの複合化といった、今後の対策の検討が必要である。その際、対策の必要性や有効性を検討するにあたっては、現在の状況や対策を講じた場合の給油所の持続可能性を診断することが重要となる。

そこで本研究では、過疎地域の給油所を対象に損益分岐点分析を用い、持続可能性を分析する手法を構築する。なお、給油所を運営している主体が自らの持続可能性を分析するのであれば、自らが蓄積している経営・財務データに基づいて実施すればよいが、上記の対策を検討する主体は自治体であると考えられる。自治体が上記の検討を行うには、給油所に関する経営・財務データを得ることが望ましいが、民間企業からデータの提供を受けるのは一般に困難である。このため、本研究では、一般に

入手可能なデータを用いて損益分岐点分析に必要な情報を推計し、その上で個々の給油所について分析するアプローチをとる。

2. 損益分岐点分析の概要

損益分岐点とは売上高と総費用が一致する点、すなわち、利益も損失も生じない売上高（販売数量、生産数量、操業度など）を表す。損益分岐点を売上高が超えると利益が生じ、逆に売上高が損益分岐点に満たないと損失が発生する。これらの関係を図-2に示す。

図中の固定費線は売上高に関係なく一定に生じる費用（固定費用）を表した直線であり、一般には家賃や人件費などがこれにあたる。一方、可変費用は売上高に比例して生じる費用で、一般には材料費や配送料などを指す。総費用線は固定費用と可変費用の和である。また、総費用線の傾きは変動費比率であり、売上高に占める可変費用の割合（変動費比率＝可変費用÷売上高）を表す指標である。売上高線は図中の45度線で表され、総費用線との大小関係を視覚的に明らかにするために導入される。また、図中に示す利益や損失とは売上高と費用の差であり、値が正であれば利益を表し、負であれば損失を表す。

以下では損益分岐点の導出手順を説明する。まず、損益分岐点は利益が0であることから、「売上高－費用＝0」を満たす売上高が損益分岐点である。また、費用は固定費用と可変費用から構成されるため、前式は「売上高－固定費用－可変費用＝0」と等価である。ここで、

「可変費用＝変動費比率×売上高」で表されることから、前式は「売上高－固定費用－変動費比率×売上高＝0」と等価である。この式を変形することにより、損益分岐点のもとでの売上高は「売上高＝固定費用÷（1－変動費比率）」で求めることができる。以上より、損益分岐点分析を行うための必要なデータは給油所の売上高、可変費用、固定費用である。これらのデータが入手できれば、損益分岐点を求めて給油所の持続可能性を評価することができる。

損益分岐点を用いて企業経営を評価する手法は多くあり、目的に合った評価手法を選定することが必要である。その中の一般的な評価手法として、売上高と損益分岐点の関係より求められる損益分岐点比率や安全余裕率がある。損益分岐点比率は図-2で示す原点(O)と現在の売上高(B)、損益分岐点(A)の位置関係を表現しており、 $OA \div OB$ で求められる。この値は低ければ低いほど経営状態が良好であることを示す。また、安全余裕率とは、 $AB \div OB$ で求められ、値が高ければ高いほど経営状態が良好であることを示す。本研究では一般的な評価手法である損益分岐点比率や安全余裕率を用いて給油所の持続可能性を評価する。

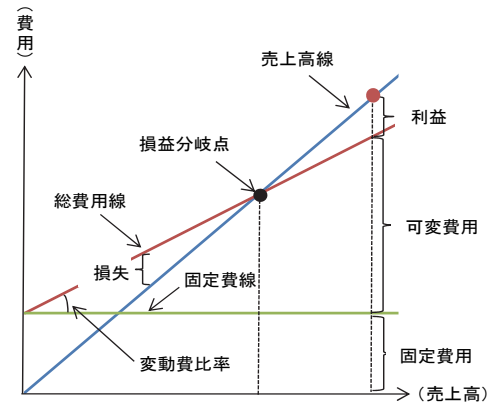


図-2 損益分岐点の例

3. 給油所の総費用線の導出方法

図-2に示すように、損益分岐点分析を行うには、まずは、売上高に対する総費用線（以下では、「費用関数」とも呼ぶ）を求めておく必要がある。そのためには、給油所に関して一般に入手できるデータやアンケート調査によって自治体が独自に入手できるデータを用いて、費用関数を推計するアプローチが考えられる。そこで以下では、住民による給油所の利用実態データに基づいてハフモデルにより給油所の売上高を推計し、その上で、その推計売上高と給油所の存続・撤退のデータから離散選択モデルを用いて費用関数を推計するという二段階のアプローチをとるものとする。

(1) 売上高の推計モデル

給油所の維持可能性の評価対象地域を特定する。その地域に属する地区（自治会やメッシュなど）の集合を N で表す。また、給油所の集合を M で表す。給油所 $j (\in M)$ の売上高 r_j は、対象とする地区 $i (\in N)$ の住民がどの割合でどの給油所を選択するか依存する。住民による店舗の選択モデルとしてはハフモデルが古くより広く用いられている。ハフモデルでは、消費者は近くにある大きな店舗へ行くという一般的な傾向を前提にしており、ある店舗を選択する確率を、店舗の延べ床面積に比例し、距離などの抵抗要因に反比例するとしてモデル化したものである。本研究ではこれを給油所に応用する。

給油所 j の敷地面積を m_j 、地区 i から給油所 j までの距離を l_{ij} 、距離の抵抗係数を $\lambda > 0$ とする。すると、地区 i の住民が給油所 j を選択する確率 q_{ij} は次式で表される。

$$q_{ij}(\lambda) = \frac{(m_j / l_{ij}^\lambda)}{\sum_{j \in M} (m_j / l_{ij}^\lambda)} \quad (1)$$

地域の住民を対象としたアンケート調査を実施し、その中で日常的に利用している給油所を回答してもらうことで、そのデータより距離の抵抗係数を推計することができる。具体的には、最尤推計法を用いると、(2)式を満たす抵抗係数を求めることで、抵抗係数を求めることができる。ただし、 A_k は個人 k が利用している給油所の集合であり、 $i(k)$ は個人 k が居住している地区である。

$$L = \prod_{k \in N} \sum_{j \in A_k} q_{i(k)j}(\lambda) \rightarrow \max \quad (2)$$

上式で求められた抵抗係数 λ^* のもとで、各地区の住民が任意の給油所 j を選択する確率（以後、単に「選択確率」と略す）が求められる。その上で、国勢調査などによって各地区における給油所を利用する住民の数 x_i 、ならびに、全国消費実態調査により一人当たりの平均支出額 s を与えることで、給油所 j の地域住民による売上高 π_j は(3)式のように求めることができる。

$$\pi_j = s \sum_{i \in N} q_{ij}(\lambda^*) x_i \quad (3)$$

一方、売上高は地域住民によるものに加えて給油所が立地している場所での通過交通による売上高もある。このため、(3)式の売上高だけでは給油所の売上高を過小評価することになる。そこで、通過交通による売上高の補正項を導入する。具体的には、道路交通センサスによって給油所 j の近くの通過交通量 h_j を把握し、推計売上高を βh_j (β は非負のパラメータ) とした上で、(4)式のように給油所 j の売上高とする。ただし、パラメータ β をアンケート調査などにより直ちに求めることができないため、後述する費用関数の推計においてこのパラメータもあわせて推計する。

$$r_j = \pi_j + \beta h_j \quad (4)$$

(2) 費用関数の推計モデル

給油所 j の固定費用は給油所の敷地面積 m_j に比例すると仮定すると、給油所 j の固定費用は $\alpha_0 + \alpha_1 m_j$ 、可変費用は αr_j で表される。すると総費用 c_j は次式で表される。

$$c_j = c_0 + c_1 m_j + \alpha r_j \quad (5)$$

給油所 j の損益 u_j は以下の式で表される。なお、 r_j は

(4)式のように定式化されており、 ε_j は誤差項である。

$$u_j = r_j - c_j + \varepsilon_j \quad (6)$$

次式が成り立つ場合、給油所 j は存続すると考えられる。ただし、 ε_0 も誤差項である。

$$u_j > 0 + \varepsilon_{j0} \quad (7)$$

ここで、一つの給油所について異なる二時点での存続状況がデータとして得られているとする。なお、二時点以外のデータが得られている場合についても、以後の議論を拡張すればよいだけであり、この仮定は必ずしも一般性を損なうものではない。給油所 j の時点 t での存続状況を以下の変数で表す。

$$y_{jt} = \begin{cases} 1 & \text{(給油所が時点において存在している場合)} \\ 0 & \text{(存続していない場合)} \end{cases} \quad (8)$$

すると、 ε_0 と ε_j は互いに同一で独立なガンベル分布にしたがうと仮定すると、二時点 ($t = 1, 2$) における存続状況が $y_j = (y_{1j}, y_{2j})$ であるとき、それぞれの時点において、その状態が生じる確率 H_{1j}, H_{2j} はロジットモデルを用いると次式で表すことができる。ただし、 μ は系列相関を表す誤差項であり、これは、時点が異なっても同一の給油所があれば系列的な誤差が生じうることを考慮するためである。また、 $\omega (> 0)$ はスケールパラメータであり、 u_{jt} は時点 t における給油所 j の売上高である。

$$H_{1j}(\mu) = y_{1j} \times \frac{1}{1 + e^{-(u_{1j} + \mu)}} + (1 - y_{1j}) \times \frac{e^{-(u_{1j} + \mu)}}{1 + e^{-(u_{1j} + \mu)}} \quad (9)$$

$$H_{2j}(\mu) = y_{2j} \times \frac{1}{1 + e^{-\omega(u_{2j} + \mu)}} + (1 - y_{2j}) \times \frac{e^{-\omega(u_{2j} + \mu)}}{1 + e^{-\omega(u_{2j} + \mu)}} \quad (10)$$

したがって、系列相関が標準正規分布に従うと仮定すると、 $y_j = (y_{1j}, y_{2j})$ が生じる確率 H_j は次式で表すことができる。ただし、 ϕ は標準正規分布の密度関数である。

$$H_j = \int_{-\infty}^{\infty} H_{1j}(\mu) H_{2j}(\mu) \phi(\mu) d\mu \quad (11)$$

以上より、すべての給油所について (y_1, y_2, \dots, y_m) が観測されたもとの尤度 H を最尤推定法に基づき次式のように最大化することで、パラメータ $\alpha_0, \alpha_1, \alpha, \beta, \omega$ を求めることができる。

$$H = \prod_{j \in M} H_j \rightarrow \max \quad (12)$$

これらのパラメータが推計されれば、費用関数が得られ、以下のように給油所 j の損益分岐点 r_j^0 を求めることができる。

$$r_j^0 = \frac{c_0 + c_1 m_j}{1 - \alpha} \quad (13)$$

損益分岐点を求めることができれば、二章に示した方法で、それぞれの給油所の損益分岐点比率、安全余裕率を算出することができる。

4. 実証分析

(1) 対象地域

本研究で対象とする地域は、現在鳥取県内で過疎地域に指定されている岩美町、若桜町、智頭町、三朝町、大山町、江府町、日野町、日南町（図-3 を参照）とする。なお、売上高の推計のためのアンケート調査は大山町と日南町で実施した。また、各地域の人口と高齢化率を表-1に示す²⁾。

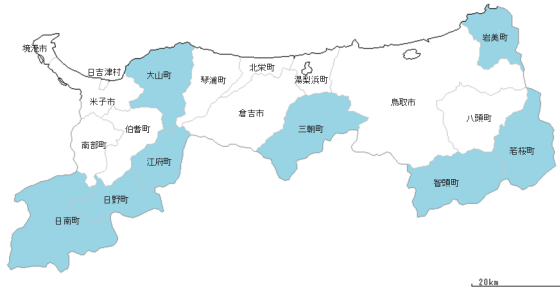


図-3 対象地域の位置

表-1 各地域の人口と高齢化率（平成22年国勢調査）

	人口（人）	高齢化率
岩美町	12,362	30%
若桜町	3,873	40%
智頭町	7,718	36%
三朝町	7,015	33%
大山町	17,491	33%
江府町	3,379	41%
日野町	3,745	42%
日南町	5,460	47%

(2) 売上高の推計

給油所の敷地面積は図-4に示すゼンリン住宅地図を



図-4 ゼンリン住宅地図

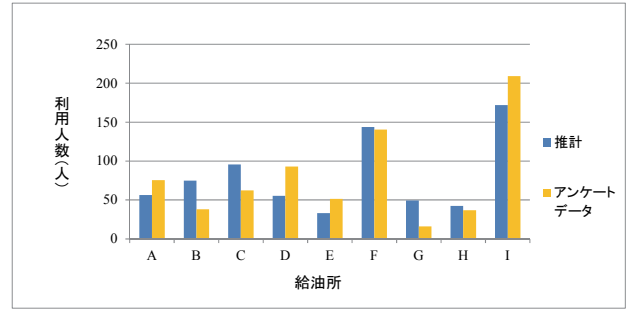


図-5 推計ならびにアンケートデータの給油所の利用人数（日南町）

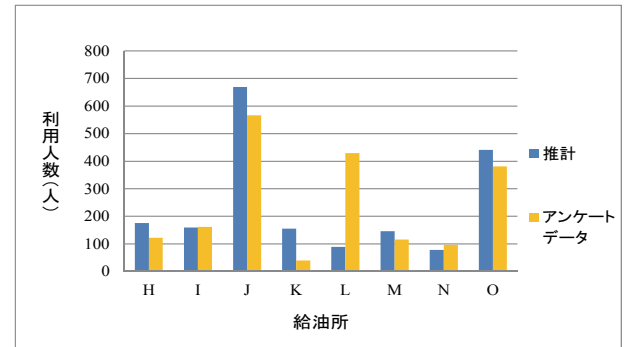


図-6 推計ならびにアンケートデータの給油所の利用人数（大山町）

用いて測定した。住民の居住地区から給油所までの距離は、GISを用いて計測した。これらのデータを用いてハフモデルにおける抵抗係数 λ を推計した。その上で、給油所を利用する住民の数として国勢調査における20以上の人口³⁾、一人当たりの平均支出額 s を全国消費実態調査⁴⁾における鳥取県の値を与えた。

ハフモデルの抵抗係数 λ の推計には、日南町と大山町を対象に行ったアンケートを使用した。有効サンプル数は日南町で723サンプル、大山町で1915サンプルであった。推計の結果、 $\lambda=1.703$ (t値は29.54)であった。ハフモデルにより推計した日南町、大山町の各給油所の利用人数と、アンケートで集計した実際の利用人数を図-5、図-6に示す。これらより、実際の利用と推計結果には大差がないことが分かる。

(3) 費用関数の推計結果

平成17、22年の2時点のデータを用いて、費用関数を推計した。その際、地域住民による売上高は上記のハフ

モデルによって求められた値（単位：百万円/年），通過交通は各給油所の最寄りにある観測点での12時間交通量⁹⁾（単位：万台），給油所の敷地面積は上述のようにゼンリン住宅地図から測定した値（単位：千㎡）を与えた。また，以下では比較のため，系列相関を考慮したモデル（「系列相関モデル」と呼ぶ）に加えて，それを考慮したモデル（「独立モデル」と呼ぶ）の推計結果もあわせて示す。

推計の結果を表-2に示す。いくつかのパラメータは端点解（パラメータの値が0）となったため，それらを0として与えた上で再推計した結果を表-3に示す。尤度比や多くのパラメータのt値に関して独立モデルの方が優れている結果となったものの，的中率は系列相関モデルの方が良好な結果となった。ただし，ここでの的中率とは推計されたパラメータのもとの利益が非負の場合は存続，負の場合は存続せずとし，このように予測された存続状況が実際の存続状況と一致している給油所の割合のことである。そこで以下では損益分岐点分析においては存続状況の再現が優先すると考え，系列相関モデルを用いて検討することとした。

表-2 推計の結果

パラメータ	系列相関モデル	独立モデル
$1-\alpha$	0.566	0.587
$(1-\alpha)\beta$	0	0
c_0	0.971	0.89
c_1	0	0
ω	0.723	0.467

表-3 再推計の結果 ※()内はt値

パラメータ	系列相関モデル	独立モデル
$1-\alpha$	0.566 (3.079)**	0.587 (3.538)**
$(1-\alpha)\beta$	0	0
c_0	0.971 (1.908)*	0.89 (1.734)*
c_1	0	0
ω	0.723 (1.616)	0.467 (2.249)**
尤度比	0.217	0.228
的中率	0.743	0.706

***1%で有意，**5%で有意，*10%で有意

(4) 分析結果および考察

(12)式で推計したパラメータを用い，対象とする全ての給油所に関する可変費用，固定費用を推計し，それらの費用と売上高の関係から損益分岐点を求めた。パラメータにより推計された固定費用は可変費用に比べて低い値であったが，石油製品販売業経営実態調査報告書⁹⁾によると一企業の総費用の可変費用は平均して87.8%であるため，推計結果の固定費用には妥当性があると言える。

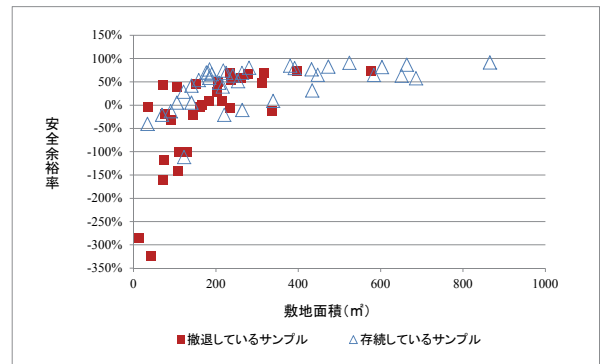


図-7 安全余裕率と敷地面積の相関図

また，推計したパラメータより，損益分岐点は給油所によらず一定であり，1,716千円/年という結果となった。その上で損益分岐点比率，安全余裕率を求め，給油所の損益を推計するために使用した各給油所の面積と安全余裕率との関係を図-7に示す。

図-7から，油所の経営状態は敷地面積が大きいほど安全余裕率も高くなっており，良好であることがわかる。特に過疎が進んでいるとされる山間部に立地する給油所でも，敷地面積の大きな給油所の多くは存続していることがわかった。

しかし，図-7からは敷地面積がほぼ等しい給油所間でも安全余裕率にばらつきがみられた。そこで，各給油所の推計売上高，通過交通，敷地面積，商圈人口，安全余裕率，存続状況を示した表-4より，敷地面積の大きさが近く，安全余裕率にばらつきがある2つの給油所を取り上げ，それぞれの損益分岐点分析を図-8，図-9に示す。ただし，表-4のA~Hは地区を表し，存続状況とは平成25年時点のものとする。

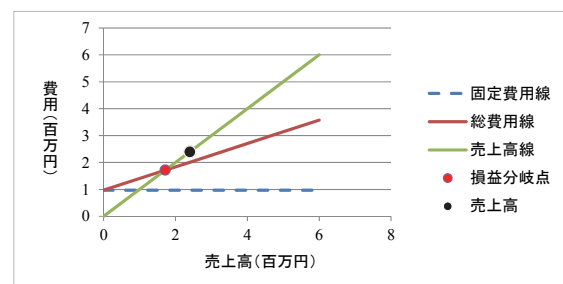


図-8 給油所D1の損益分岐点グラフ

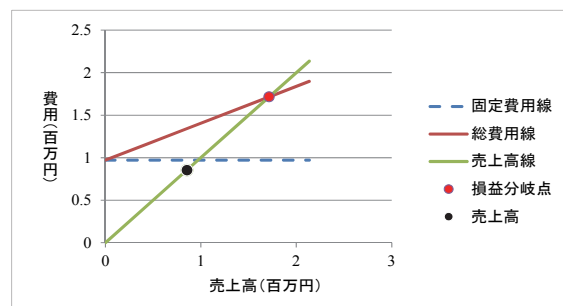


図-9 給油所E2の損益分岐点グラフ

表-4 給油所の諸表

給油所名	推計売上高(千円)	通過交通(台/2h)	敷地面積(m ²)	商圏人口(人)	安全余裕率	存続状況
A1	5375	4416	2344	1255	0.681	撤退
A2	1632	694	358	381	-0.051	撤退
A3	2849	3644	2163	665	0.398	存続
A4	9303	3644	6034	2173	0.816	存続
A5	1515	3644	904	354	-0.133	存続
A6	1222	1684	340	285	-0.404	存続
A7	18390	6971	5243	4295	0.907	存続
A8	11116	5590	3806	2596	0.846	存続
A9	6219	4416	3962	1452	0.724	撤退
A10	3020	1403	719	705	0.432	撤退
B1	1702	1983	165.1	397	-0.008	撤退
B2	7460	6564	4323	1742	0.770	存続
B3	4911	6564	4472	1147	0.651	存続
B4	1519	1066	336.7	355	-0.129	撤退
C1	6597	7520	2180	1541	0.740	存続
C2	5547	7810	3169	1296	0.691	撤退
C3	5543	1417	263.4	1294	0.690	存続
C4	4625	3090	651.0	1080	0.629	存続
C5	8747	7520	280.5	2043	0.804	存続
C6	854	3090	111.3	200	-1.008	撤退
D1	2399	1743	121.6	560	0.285	存続
D2	9951	1743	4730	2324	0.828	存続
D3	3335	1391	206.2	779	0.486	撤退
D4	1418	369	143.6	331	-0.210	撤退
E1	2772	13988	105.2	647	0.381	撤退
E2	854	1164	129.1	200	-1.008	撤退
E3	5515	8347	2249	1288	0.689	存続
E4	4979	8347	279.1	1163	0.655	撤退
E5	4671	13988	2409	1091	0.633	存続
E6	5674	405	180.7	1325	0.698	存続
E7	20382	8347	865.4	4760	0.916	存続
E8	2957	8347	140.5	691	0.420	存続
E9	5703	1374	176.9	1332	0.699	存続
E10	5094	1834	190.1	1190	0.663	存続
E11	1603	8347	2340	374	-0.070	撤退
E12	12949	13988	663.8	3024	0.868	存続
E13	6254	8347	5780	1460	0.726	撤退
E14	4091	3595	261.0	955	0.581	撤退
E15	1294	290	91.7	302	-0.326	撤退
E16	3232	1743	311.5	755	0.469	撤退
E17	3122	579	151.9	729	0.450	撤退
E18	2420	1030	201.6	565	0.291	撤退
F1	3705	13687	158.4	865	0.537	存続
F2	1417	2681	69.4	331	-0.211	存続
F3	4131	267	183.9	965	0.585	存続
F4	8359	13687	391.0	1952	0.795	存続
F5	1895	13687	215.9	443	0.095	撤退

F6	3806	13687	237.8	889	0.549	撤退
F7	1639	2681	160.5	383	-0.047	撤退
F8	656	267	72.7	153	-1.613	撤退
F9	708	13687	108.7	165	-1.423	撤退
F10	1447	6316	77.3	338	-0.185	撤退
G1	1420	1967	220.2	332	-0.208	存続
G2	2503	1471	433.8	585	0.315	存続
G3	1554	1332	264.1	363	-0.104	存続
G4	811	560	122.7	189	-1.116	存続
G5	1885	1471	339.1	440	0.090	存続
G6	4035	1332	685.8	942	0.575	存続
G7	1810	707	140.5	423	0.052	存続
G8	1807	141	105.2	422	0.051	存続
G9	405	707	42.4	94	-3.241	撤退
G10	4858	1967	583.7	1134	0.647	存続
G11	444	484	12.5	104	-2.863	撤退
G12	788	414	73.8	184	-1.178	撤退
H1	3304	2634	207.9	772	0.481	存続
H2	3528	2634	253.6	824	0.514	存続
H3	7290	4882	184.4	1702	0.765	存続
H4	1877	4882	183.9	438	0.086	撤退

以上の図と表から、二つの給油所は敷地面積、通過交通が近い値をとっているにも関わらず、売上高に大きな差がでており、推計した安全余裕率が非負である給油所 D1 は存続し、安全余裕率が負である給油所 E2 は撤退している。

ここで、本研究で推計した通過交通のパラメータでは、通過交通は売り上げには影響していないという結果となったが、表-4 からわかるように売上高には商圏人口が大きく影響しており、商圏人口にも通過交通の要素が含まれている。そのため通過交通も売上高に影響しているのではないかと考えられる。

また、敷地面積がほぼ同じでも、安全余裕率が大きく異なる給油所を比べると、安全余裕率の低い給油所の多くは山間部に立地している傾向があり、一方、安全余裕率の高い給油所は山間部の給油所に比べ、周辺に住宅が多いことや、大きな道路が近くにある場所に立地している傾向がある。しかし、山間部に立地していながらも、周りに他の給油所がなく、周辺住民の需要が見込める給油所は、安全余裕率が低い結果ではあったものの、正の値をとっている給油所もみられ、今後も存続できると考えられる。

謝辞：本研究は鳥取大学持続的過疎社会形成研究プロジェクトの助成を受けた研究成果の一部である。また、研究の遂行にあたり、鳥取県地域振興部ととり暮らし支援課、日南町、大山町、国土交通省鳥取河川国道事務所

による協力を得た。付して謝辞と致します。

参考文献

- 1) 資源エネルギー庁調べ, 2012.3.
- 2) 鳥取県 HP : 統計課, 国勢調査, 時系列データ, H22
- 3) 国勢調査 : 都道府県別地域メッシュ統計, 統計情報開発センター, H17年, H22年
- 4) 総務省 HP : 統計局, 全国消費実態調査, H6年, H16年, H21年
- 5) 国土交通省 : 全国道路交通情勢調査, H17年, H22年
- 6) 全国石油協会, 石油製品販売業経営実態報告調査, 2008

ASSESSMENT OF SUSTAINABILITY OF GAS STATIONS IN DEPOPULATED AREAS

Keishi TANIMOTO and Satoshi TSUCHIYA

Due to the decrease of revenue by the population decrease, many gas stations in Japan, are exposed to the risk to bankrupt. Especially in rural depopulated areas, it may be difficult to purchase the fuel within neighboring places near future. In this background, the measures to avoid the withdrawal of the gas stations have been investigated by local government. To choose the effective measures, the evaluation of the sustainability of station by the government is useful. In this study, we develop the method to assess the sustainability of gas station, using the break-even point analysis, the sustainability of the station in rural depopulated areas.