

# 一括的なアクセスに着目した 生活サービスの利便性評価に関する研究

谷本 圭志<sup>1</sup>・岩田 千加良<sup>2</sup>

<sup>1</sup>正会員 鳥取大学教授 工学研究科社会基盤工学専攻 (〒680-8552 鳥取市湖山町南4丁目101)

E-mail: tanimoto@sse.tottori-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 鳥取大学 技術部工学・情報系部門 (〒680-8552 鳥取市湖山町南4丁目101)

E-mail: iwata@tech.tottori-u.ac.jp

コンパクトシティや小さな拠点など、日常生活に必要な生活サービスの供給施設の再配置が多く地域で検討されている。様々な施設を再配置することより、一度の外出で様々なサービスに一括してアクセスしやすくなるため、その効果はインフラの維持管理費用や環境負荷の軽減も期待できる。しかし、そのアクセス利便性を定量的に把握する試みはこれまでにない。本研究では、生活サービスへの一括的なアクセスのしやすさを協力ゲーム論的に評価する手法を提案する。その上で、実際の地域を対象にアクセス利便性を評価し、その有効性を実証的に確認する。

**Key Words:** *accessibility measure, daily life services, cooperative game, consecutive trip*

## 1. はじめに

人口減少や少子高齢化を背景に、都市部においてはコンパクトシティ政策、中山間地域においては小さな拠点に代表されるように、生活サービスを供給する施設の空間的な再配置が様々な地域で模索されている。これらの取り組みは、インフラの維持管理の軽減や賑わいの創出に伴うサービスの持続可能性への寄与が期待されている。

その一方、住民の立場からは、従来は散在していたサービス供給施設が集約的に再配置されることにより、一度の外出でまとめて複数のサービスを楽しむことが可能になる。すなわち、生活サービスへの利便性が向上することが期待できる。また、このことは、アクセスに要するエネルギーの軽減にも資することから、環境負荷の軽減にも貢献しうる。このため、生活サービスの供給施設の再配置を検討するに際しては、アクセス利便性の観点からの評価が一つの重要な視点となる。

アクセス利便性を評価する場合、居住地からサービスへのアクセス距離や時間に注目することが一般である。しかし、従来はあくまで居住地から個々のサービスへのアクセスを評価するのみであり、一度の外出で多くのサービスを一括して楽しむことに着目した評価はなされていない。また、再配置の検討においては、サービス

の供給施設を集約することに多くの関心が注がれるが、集約がアクセス利便性の向上に直ちに直結するわけではない。すなわち、居住地から集約した区域までのアクセスが悪ければ、アクセス利便性は高くない。したがって、サービスの供給施設が集まる区域内のみならず、そこまでのアクセス性が反映された評価が必要である。

そこで本研究では、利便性の代理変数として居住地を起終点とした生活サービスへのアクセス距離に着目しつつ、一度の外出における複数の生活サービスへの一括的なアクセスのしやすさを協力ゲーム論的に評価する手法を開発する。具体的には、居住地を出発し、その後複数の種類の生活サービスを楽しむ、再び居住地に戻るまでの場面を想定する。その際、当該のサービスへは必ずしも居住地から直接アクセスするのではなく、別のサービスの供給施設からアクセスしうることに着目する。その上で、実際の地域を対象にアクセス利便性の評価を試みる。

## 2. 本研究の基本的な考え方

### 2.1 既往の研究

生活サービスに関するアクセス利便性は、アクセシビリティの既往研究として多くの蓄積がある。例えば、加

知ら<sup>1)</sup>は地方都市における交通利便性の評価や交通・立地施策分析に適用可能な手法の提案を目的に、各地区から都市全体の主要施設への近接性を定量的に評価する手法を提案している。田中<sup>2)</sup>は、個人属性別の生活利便性の差異や地域における生活利便性の格差を明らかにすることを目的としたアクセシビリティ指標を検討している。また、効用理論に基づいてアクセス利便性の評価を試みた寺山<sup>3)</sup>がある。これらのいずれの研究においても、単一のサービスへのアクセシビリティに着目している。一方、鈴木<sup>4)</sup>は、立地適正化計画への基礎情報を提供することを目的に、複数の施設への総合的なアクセシビリティ評価を行っている。しかし、この研究においても、一度の外出で複数のサービスに一括してアクセスする状況は扱っていない。また、大森<sup>5)</sup>や谷本<sup>6)</sup>は、個人が実行可能な時間配分の多様性を評価するアクセシビリティ指標を提案しており、理論的には複数のサービスへのアクセスを扱うことが可能であるものの、その算出方法や指標値の意味づけに難点がある。

## 2.2 協力ゲーム論的なアプローチ

協力ゲーム理論では一般に、プレイヤー同士が協力したときに得られる利得や、協力することで削減できる費用をプレイヤー間でどのように配分するかという事象を扱う。以下では、協力ゲームとそのゲームにおける利得の配分を求める手法を説明する。その上で、本研究に協力ゲーム理論をどのように適用するかについて述べる。

ゲームには複数のプレイヤーが参加しており、その集合を  $N = \{1, 2, \dots, n\}$ 、その部分集合を  $S (S \subset N)$  で表す。この部分集合は提携とも呼ばれる。任意の提携  $S$  が得る利得を特性関数  $v(S)$  で表す。一般の協力ゲームでは、全員による提携  $N$  が形成された場合に、そこで得られる利得  $v(N)$  をプレイヤーにどう配分するかを主たる関心とする。

利得を配分する手法には多くが提案されており、仁<sup>7)</sup>やその変種<sup>8)</sup>、シャープレイ値<sup>9)</sup>、NSCG法(Non-separable Cost Gap method)<sup>9)</sup>やMCRS法(Marginal Costs Remaining Savings method)<sup>10)</sup>などがある。本研究では、あるサービスに次いで別のサービスにもアクセスするという場面を取り上げるが、この状況はシャープレイ値の考え方と類似している。このため、本研究では利便性を評価するアプローチとしてシャープレイ値を取り上げる。以下では、その詳細について述べる。

シャープレイ値では、全員による提携が形成されるプロセスを想定し、そこでは一人のプレイヤーが順次提携に参加する。個々のプレイヤーが参加するごとに提携全体の利得は増加するが、当該のプレイヤーが参加した際に生じる付加的な利得をそのプレイヤーの貢献度と呼ぶ。例えば、以下の利得が与えられている三人ゲーム  $N = \{1, 2, 3\}$  を取り上げよう。

表-1 三人ゲームの例におけるプレイヤーの貢献度

可能な順序	貢献度		
	プレイヤー1	プレイヤー2	プレイヤー3
1,2,3	6	14	4
1,3,2	6	9	9
2,1,3	16	4	4
2,3,1	14	4	6
3,1,2	13	9	2
3,2,1	14	8	2

$$v(1)=6, v(2)=4, v(3)=2$$

$$v(1,2)=20, v(1,3)=15, v(2,3)=10, v(1,2,3)=24$$

すると、提携  $\{2, 3\}$  が既に形成されているもとでプレイヤー1が参加した場合のこのプレイヤーの貢献度は  $24 - 10 = 14 (=v(1,2,3) - v(2,3))$  である。

先述のように、シャープレイ値ではプレイヤーが一人ずつ順番に提携に参加する過程を想定するため、三人ゲーム ( $n=3$ ) であるこの例においては、表-1の「可能な順序」に示す  $3!$  の6つの過程がありうる。なお、 $n$  人ゲームにおいては、 $n!$  の過程がありうる。また、それぞれの順序における各プレイヤーの貢献度は表-1の貢献度の数値のように求めることができる。

これらのどの順序も等確率で起こりうると仮定し、各順序における各プレイヤーの貢献度の期待値を算出した値がシャープレイ値である。上記の例でのシャープレイ値  $(\phi_1, \phi_2, \phi_3)$  は、 $\phi_1 = 23/2, \phi_2 = 8, \phi_3 = 9/2$  であり、これらが、全員による提携によって得られる利得  $v(1,2,3) = 24$  の配分値となる。

一般的には、プレイヤー  $i$  のシャープレイ値は次式によって定式化される。ただし、 $s$  は提携  $S$  に含まれるプレイヤーの数である。

$$\phi_i = \sum_{S: i \in S \subset N} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} \{v(S) - v(S - \{i\})\} \quad (1)$$

なお、 $v(S)$  は利得ではなく、費用に代表されるように値が大きいほど望ましくない数値であってもよく、同様の式で配分を求めることができる。この場合、特性関数  $v$  の代わりに費用関数  $C$  を定義するのが通例である。

## 2.3 シャープレイ値の適用可能性

本研究では、住民がサービスにアクセスする際、必ずしも居住地から単一のサービスのみアクセスするのではなく、あるサービスに次いで別のサービスにもアクセスしうることに着目する。一般にサービスごとに居住地から直接アクセスするより、一括して複数のサービスにアクセスするほうが、当該のサービスへの合計のアクセス距離は小さくなる。例えば、図-1に示す例で考えよう。

図-1における「居住地」はアクセス利便性を計測する対象地点である。仮にアクセスしようとするサービスが3つあり、そのサービスが享受できる施設がそれぞれ1つずつあるものとする。それぞれの施設間の最短距離は、リンクに付されている数値である。

すると、居住地からサービス1, 2, 3にアクセスする場合のアクセス距離は、往復分の距離が発生することに注意すると、それぞれ12, 8, 4 (km)である。もし、サービス1, 2を一括して享受する、すなわち、一度の外出でこれらに同時にアクセスする場合、「居住地→サービス1→サービス2→居住地」もしくは、「居住地→サービス2→サービス1→居住地」というトリップにより、最短で13 (km)の距離でこれらのサービスにアクセスできる。同様の考え方に基づき、享受するサービスの集合を $S$ 、それらのサービスを享受するために要する最短の距離を $C(S)$ で表すと、次式で表される。

$$C(1)=12, C(2)=8, C(3)=4$$

$$C(1, 2)=13, C(1, 3)=13, C(2, 3)=12, C(1, 2, 3)=14$$

このように、サービスの集合 $S$ に対して費用関数が定義できる。すると、サービス1に次いでサービス2にもアクセスする場合、サービス2の享受に要する距離は $C(2)$ ではなく、上述の貢献度に相当する $C(1, 2) - C(1)$ として導出される。この値が小さいほど、サービス1に次いで2にアクセスすることの容易性が高く、すなわち、一度の外出がどれほどしやすいかを表している。シャープレイ値は、貢献度の期待値で与えられ、また、一度の外出で用を済ませられることがどれだけ容易かという観点は貢献度に反映されるため、シャープレイ値によりアクセス利便性を定量化することができる。その際、全員による提携の形成プロセスは、どのサービスにアクセスするかの順序として再解釈される。ただし、例えば上述の $C(1, 2) - C(1)$ とは、一旦サービス1にのみアクセスすると決めた後に、サービス2へのアクセスも付加することに外出の計画を変更した場合の距離の増加分である。すなわち、当初はサービス1への最短の距離 ( $C(1)$ ) を想定するが、変更後にはサービス1, 2を最短の距離でまわる経路を見出し、その経路の距離 ( $C(1, 2)$ ) を想定することになる。よって、 $C(1, 2) - C(1)$ とは当初と変更後に想定する距離の差であり、図-1におけるサービス1と2の供給施設間の距離(3)ではない。したがって、「どのサービスにアクセスするかの順序」とは、どのサービスにアクセスするのにかに関する思考上の順序であり、地理的にサービスをどのようにまわるかの順序ではないことに留意を要する。

図-1の例におけるサービスへのアクセスの順序ならび

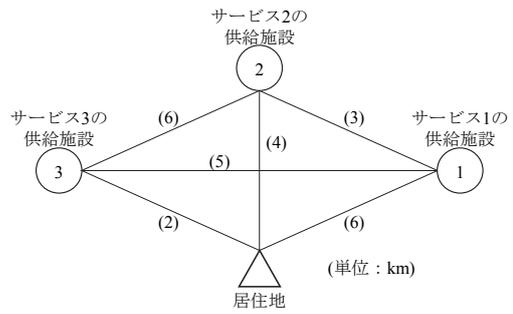


図-1 居住地とサービスの位置関係 (例)

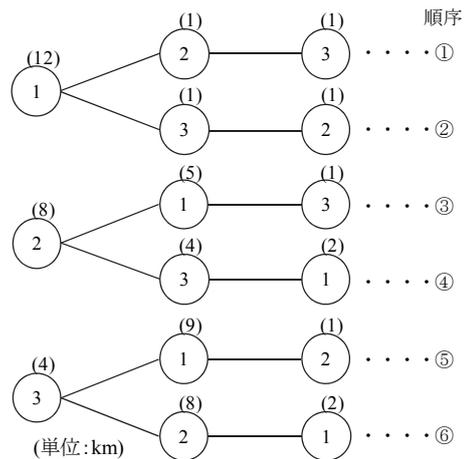


図-2 サービスへのアクセスの順序と貢献度

にそのもとでの貢献度は図-2で表される。この場合は三人ゲームであることから、想定しうるアクセスの順序は $3! = 6$ 通りであり、これらは図の順序①～⑥に対応しており、また、ノード上に付されている数値は貢献度 (単位はkm) である。これにより、この居住地のサービス $i$ に関するアクセス利便性 $\phi_i$ は、 $\phi_1 = 42/6, \phi_2 = 27/6, \phi_3 = 15/6$ と求められる。なお、先述のように、ここでの順序はあくまで思考上の順序であるため、これらの生起確率に大小をつける根拠がない。このため、ラプラスの理由不十分の原則に基づき、これらの順序の生起確率が等しいとの考えに基づくことが適当である。

以上より、本研究ではプレイヤー $i$ をサービス、提携 $S$ をアクセスするサービスの集合と考える。また、費用関数は居住地 $k$ によって値が異なるため、 $C_k(S)$ と定義する。

## 2.4 シャープレイ値の適用の問題点

シャープレイ値は、全員による提携が形成される状況を前提とする。このため、図-2の例では、サービスの集合が $N = \{1, 2, 3\}$ 、すなわち、アクセスの対象となりうるサービスが三つあり、これらすべてのサービスにアクセスすることになる。しかし、実際に個人がサービスにアクセスする場合には、一度の外出で地域内のすべてのサ

サービスにアクセスしなければならないという状況にはなく、それらの一部を選択しうる。このため、シャープレイ値をそのまま本研究に適用することはできない。そこで、次章では、アクセスの対象となりうるサービスの集合  $N$  が与えられたもとで、それらのいくつかを選択する可能性を反映した手法としてシャープレイ値を拡張する。

### 3. アクセス利便性の評価手法

#### 3.1 費用関数の定式化

前章では、一つのサービスに一つの供給施設があるという特殊な例を取り上げて説明したが、一つのサービスに複数の供給施設があることが一般である。以下では、その状況にも適用しうるよう、費用関数を定式化する。

任意のサービスの集合  $S$  に関する費用関数は、以下のように与える。まず、サービス  $i$  を供給する施設の集合を  $A_i$  で表す。この集合  $A_i$  に関して、次式で表す直積集合  $A(S)$  を定義する。

$$A(S) = \prod_{i \in S} A_i \quad (2)$$

直積集合  $A(S)$  は、サービスの集合  $S$  に含まれるサービスを楽しむサービス供給施設の組み合わせである。例えば、サービス 1 が享受できる施設が  $\{a, b\}$ 、サービス 2 が享受できる施設が  $\{c\}$  であれば、 $A(S)$  は  $\{a, c\}, \{b, c\}$  である。

$A(S)$  に含まれる任意の要素を  $a$  ( $a \in A(S)$ ) で表す。上記の例では、 $\{a, c\}$  や  $\{b, c\}$  が該当する。このように、どの要素  $a$  であっても、その要素に含まれるすべての施設にアクセスすることで、 $S$  に含まれるすべてのサービスにアクセスすることができる。

また、 $a$  に含まれるすべての施設に関する順列の集合を  $\Theta(a)$  と表す。すると、 $\Theta(S)$  を次式のように定義することができる。

$$\Theta(S) = \{\Theta(a) | a \in A(S)\} \quad (3)$$

上記の例において、 $a = \{a, c\}$  に関しては、 $\Theta(a) = \{\{a, c\}, \{c, a\}\}$ 、 $\Theta(S) = \{\{a, c\}, \{c, a\}, \{b, c\}, \{c, b\}\}$  である。 $\Theta(S)$  に含まれる任意の要素を  $\theta$  で表す。 $\theta$  は、施設にアクセスする順序である。ここで、 $d_k(\theta)$  を居住地  $k$  を起終点として順序  $\theta$  により施設にアクセスする場合の距離と定義する。すると、費用関数  $C_k(S)$  は次式のように表される。

$$C_k(S) = \left[ \min_{\theta \in \Theta(S)} d_k(\theta) \right] \quad (4)$$

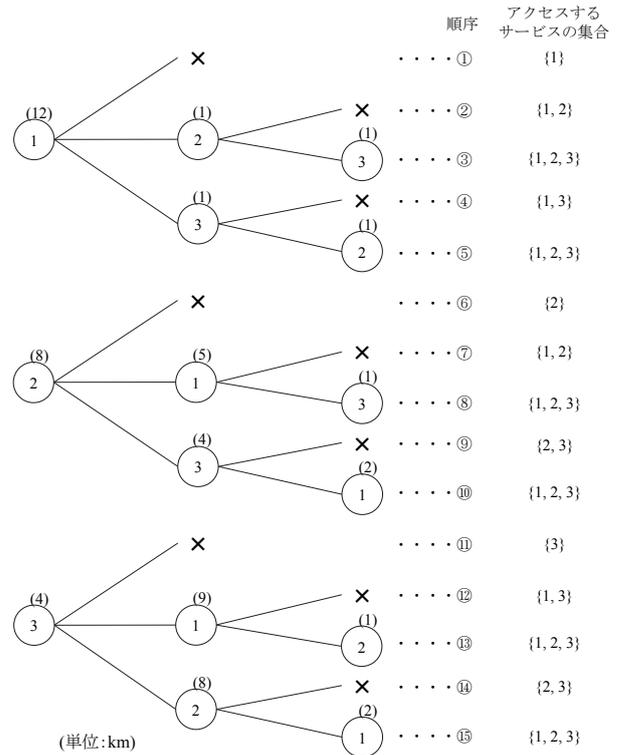


図-3 サービスへのアクセスの順序と貢献度 (修正)

#### 3.2 シャープレイ値の拡張

アクセスの対象となりうる生活サービスの集合を  $N$  とする。個人は、これに含まれるすべてのサービスにアクセスするのではなく、それらの一部のサービスの集合  $S$  ( $S \subset N$ ) にアクセスすることもありうる。その点を踏まえて図-2を修正したのが図-3である。なお、前章と同様に三人ゲームを対象として例示している。図中の「x」印は、それ以上のアクセスがないことを表している。

順序①は、個人が3つあるサービスの中からサービス1のみに、順序②は3つのサービスの中からサービス1, 2の順序でアクセスする場合を表しており、その他にも同様である。図が示すように、どのサービスにアクセスするのにも含めたアクセスの順序は全部で15通りである。

ここで、図の「順序」と「アクセスするサービスの集合」に着目する。例えば、アクセスするサービスの集合が  $\{1, 2, 3\}$  である場合、これらにアクセスする順序には図-2に示す6つがあるが、これらは図の③、⑤、⑧、⑩、⑬、⑮に相当しており、これらの貢献度は図-2のそれと等しい。他の部分集合  $S$  に関しても、図-3に示す順序のもとでの貢献度は、 $S$  に含まれる「すべてのサービスにアクセスする場合のゲーム」における貢献度に等しい。このように、集合  $S$  に含まれる「すべてのサービスにアクセスする場合のゲーム」を  $G_S$ 、図-3に示すゲームを  $G$  で表すと、順序①、⑥、⑪はそれぞれ  $G_1, G_2, G_3$ 、順序②と⑦は  $G_{12}$ 、順序④と⑫は  $G_{13}$  で想定される順序であり、その他の順序も  $G_{23}, G_{123}$  のいずれかに該当する。

このように、 $G$ は $G_1, G_2, \dots$ の合成であることから、 $G$ に関して拡張したシャープレイ値、すなわち、居住地 $k$ におけるサービス $i$ のアクセス利便性 $\psi_{ki}$ は、次式で表される。なお、アクセス利便性は距離の単位をもつため、アクセス利便性の値が小さいほど、サービスのアクセスが容易であることを留意を要する。

$$\psi_{ki}(G) = \sum_{S: S \subset N} p_i(S) \phi_{ki}(G_S) \quad (5)$$

$$\phi_{ki}(G_S) = \sum_{T: i \in T \subset S} \frac{(t-1)!(s-t)!}{s!} \{C_k(T) - C_k(T - \{i\})\} \quad (6)$$

ここに、 $p_i(S)$ はサービス $i$ に関する $G_S$ の重みである。重みの与え方にはいくつかの考え方があろう。例えば、 $S$ に含まれるすべてのサービスに実際にアクセスする一日当たりの人口に比して重みを与えるといったように、人々の行動に着目して重みを与えるアプローチが考えられる。しかし、これには多くの問題点がある。

実際に観察されたアクセス行動に基づくと、あるサービスにアクセスした行動の数が少なればそのサービスの利便性も小さく評価されることになるが、これは本研究が明らかにしたい「アクセス距離に着目した利便性」ではなく、単に行動が少ないという実態を反映しているに過ぎない。また、アクセス距離が小さいサービスへはアクセス行動も多くなると一般に考えられるため、行動に基づいた重みは利便性をダブルカウントしてしまう。さらに、施設の再配置等の計画に際して利便性を評価する場面では、計画時点において行動は実現していないため、そもそも重みを与えられないという欠陥がある。

本研究が定量化したい対象はサービスへのアクセスのしやすさであることから、あくまでそのサービスにアクセスするという条件のもとで、そこへのアクセス距離がどれだけであるのかという視点に立つ必要がある。このため、例えば図-3のもとでのサービス1に関する重みは、順序⑥、⑩のようにサービス1にアクセスしない順序を除外してアクセス距離を求めうる重みでなければならない。このことより、 $p_i(S)$ は $p_i(S) = 0$  ( $i \notin S$ )でなければならない。

一方、 $p_i(S)$  ( $i \in S$ )については、任意の $S$ に関して等しく与えることが適当である。具体的に、図-3のもとでのサービス1に関する重みでは、 $p(1) = p(1, 2) = p(1, 3) = p(1, 2, 3)$ と与えることである。これは、サービス $\{1\}, \{1, 2\}, \{1, 3\}, \{1, 2, 3\}$ にアクセスする機会が同等に存在するということを表している。すなわち、人々の行動ではなく、行動の機会を等しく重みづけるという考え方である。以上より、一般には $p_i(S) = \text{const}$  ( $i \in S$ )である。

アクセスの対象となりうるサービスの集合が $N$ である

場合、任意のサービス $i$ にアクセスする順序の数は $2^{n-1}$ である。したがって、 $\phi_{ki}(G_S) = 0$  ( $i \notin S$ )と明示的に定義すると、式(5)は次式のように表される。

$$\psi_{ki}(G) = \sum_{S: S \subset N} \frac{\phi_{ki}(G_S)}{2^{n-1}} \quad (7)$$

### 3.3 アクセス利便性の指標

式(7)によって居住地ごとに算出されるアクセス利便性を地域単位に集約することで、地域全体のアクセス利便性が評価できる。地域に属する居住地の集合を $M$ 、任意の居住地 $k$ の人口を $z_k$ で表すと、地域におけるサービス $i$ のアクセス利便性は次式で求めることができる。

$$\psi_i(G) = \frac{\sum_{k \in M} \psi_{ki}(G) z_k}{\sum_{k \in M} z_k} \quad (8)$$

上式は、居住地 $k$ におけるサービス $i$ のアクセス利便性を人口で重みづけ平均した値である。一方、単一のサービス $i$ のみにアクセスする場合の地域全体でのアクセス距離は次式で表される。

$$C(i) = \frac{\sum_{k \in M} C_k(i) z_k}{\sum_{k \in M} z_k} \quad (9)$$

これらの値を用いて、サービス $i$ に関する利便性を計測できる。一つは、 $\psi_i(G)$ そのものである。この値は、一括的なアクセスを反映した上で、地域内の住民が平均的にどれだけの距離をアクセスに要するかを示している。一方、上記の距離には、地域における人口分布に起因する要因と、サービスの供給施設の分布に起因する要因が混入している。そこで、式(8)には一括的なアクセスの可能性が反映されているが、式(9)には反映されていないことに着目すると、次式によって前者を除去し、後者に焦点を当てた指標とすることができる。この値が小さいほど、供給施設の分布に起因する利便性が高いことを意味する。

$$\frac{\psi_i(G)}{C(i)} \quad (10)$$

上記は任意のサービス $i$ に関する指標であるが、すべてのサービスを総合して地域全体の利便性を評価するこ

ともできる. 式(8), (9)に基づいて, 対象とするサービスに関するアクセス利便性の和を以下のように求める.

$$\psi(G) = \sum_{i \in N} \psi_i(G) \quad (11)$$

$$C = \sum_{i \in N} C(i) \quad (12)$$

以後, 上記と同様の議論により,  $\psi(G)$ と $\psi(G)/C$ によって利便性を評価することができる. 以後,  $\psi(G)$ ,  $\psi(G)/C$ をそれぞれ地域のアクセス利便性, 相対アクセス利便性と呼び, サービスに関して総合化していない場合の指標をそれぞれサービスに関するアクセス利便性, 相対アクセス利便性と呼ぶ.

#### 4. アクセス利便性指標の適用

##### 4.1 対象地域の概要

本来であれば, ある地域を対象として, 供給施設を再配置した場合とそうでない場合の比較をすることが適当であるが, そのための具体的な想定が困難である. このため, 以下ではいくつかの自治体を対象に, それらのアクセス利便性を比較すると文脈で指標の適用を試みる.

具体的には, 鳥取県の岩美町, 江府町, 三朝町, 若桜町, 智頭町, 日南町, 日野町を対象とする. いずれも, 過疎地域に指定されている自治体である. 居住地は個人の家屋ではなく, 平成22年度国勢調査における1kmメッシュのうち, 人口が1人以上のメッシュを個々の居住地とする.

アクセスの対象として想定する生活サービスに関しては, 国土交通省「国土形成計画の推進に関する世論調査」(平成27年度)を参考に, 病院, 役場, スーパー (以下, 「商店」と記す), 道の駅, 金融機関の5種類を対象とする. 各町の人口, 可住地の面積 (厳密には上記のメッシュの数), 対象とする生活サービスの供給施設の数を表-2に示す. 商店は, 日本スーパー名鑑2016に掲載されている商店を対象とし, そこに掲載がない江府町, 三朝町は, 隣接する日野町, 倉吉市の商店でそれぞれ代替する. また, 智頭町, 日野町においては道の駅が存在しないため, 産地直売サービスで代替する. なお, 表-2は代替の施設も含めた数値である.

費用関数を導出するための距離は, GISによって算出した居住地の中心から各サービスの供給施設までの道路による距離を用いる. 縦軸をサービスの間の平均的な距離 (図では「平均的なサービス間距離」と記す), 横軸を人口密度 (表-2の人口を面積で除した値) として各町の特徴を図-4に示す. ただし, サービスの間の平均的な

表-2 対象地域の概要

町名	人口	面積	病院	役場	商店	道の駅	金融
岩美町	12361	73	1	1	2	1	8
江府町	3421	45	1	1	1	1	2
三朝町	6990	78	1	1	1	1	5
若桜町	3817	40	1	1	1	1	5
智頭町	7719	62	1	1	1	1	6
日南町	5423	151	1	1	1	1	9
日野町	3746	60	1	2	1	1	5

※日野町に役場が2つあるのは, 支所があるため

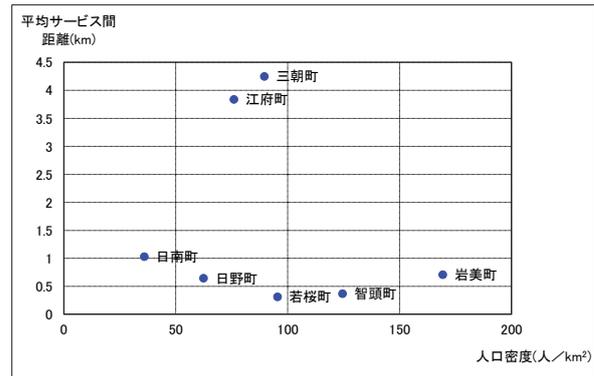


図-4 各町のサービス間の平均的な距離と人口密度

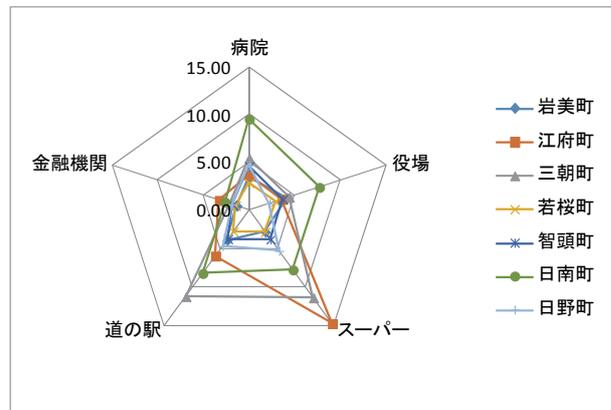


図-5 各サービスに関するアクセス利便性 (町別)

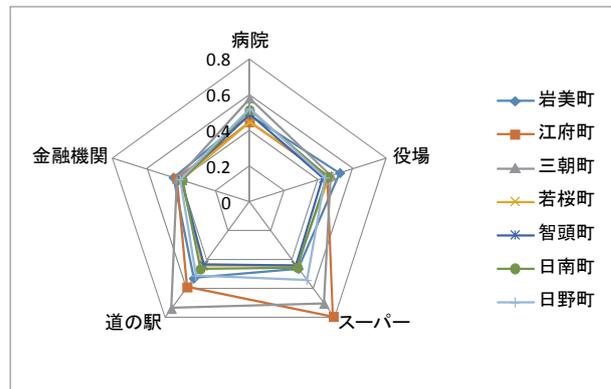


図-6 各サービスに関する相対アクセス利便性 (町別)

距離は、次式で求める。ただし、 $l(h_1, h_2)$ はサービス供給施設 $h_1, h_2$ の距離である。この図によると、サービスの間の平均的な距離が江府町と三朝町で長いため、これらの町での一括的なアクセスは比較的困難であり、アクセス利便性は低いと推察される。また、対象地域における居住地と供給施設の位置関係を付録に記す。

$$L_{ij} = \min_{(h_1, h_2) \in B_{ij}} l(h_1, h_2) \quad (14)$$

$$B_{ij} = \{(h_1, h_2) \mid h_1 \in A_i, h_2 \in A_j\} \quad (15)$$

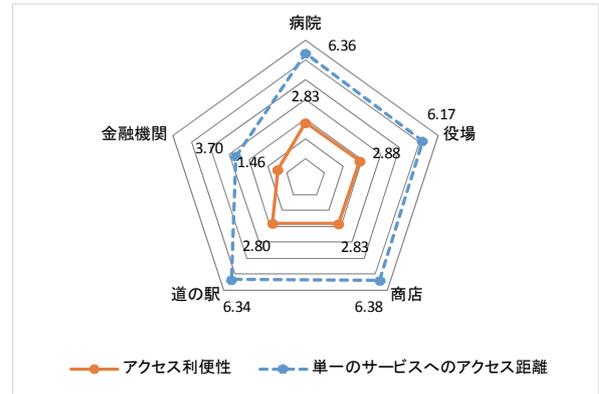


図-10 各サービスに関する指標の計算結果 (若桜町)

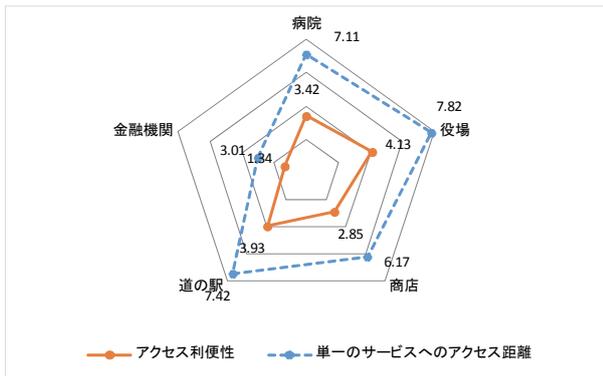


図-7 各サービスに関する指標の計算結果 (岩美町)

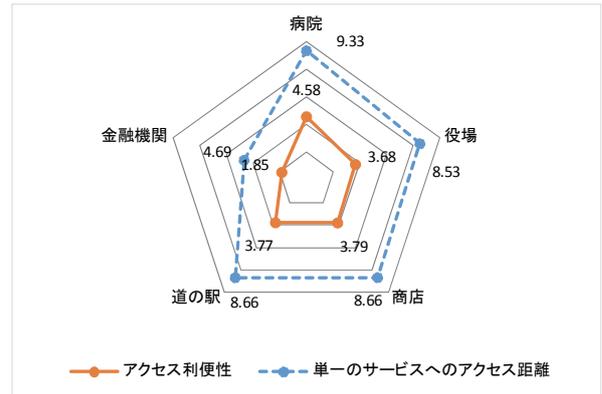


図-11 各サービスに関する指標の計算結果 (智頭町)

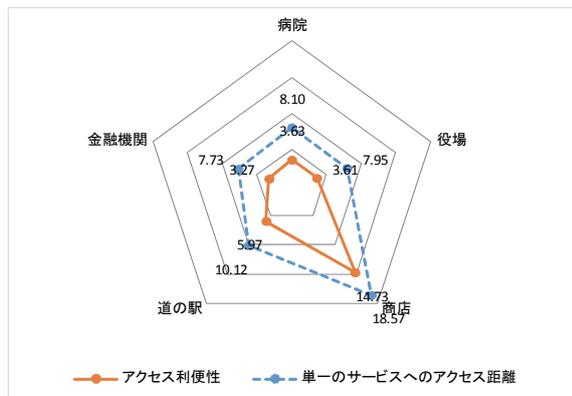


図-8 各サービスに関する指標の計算結果 (江府町)

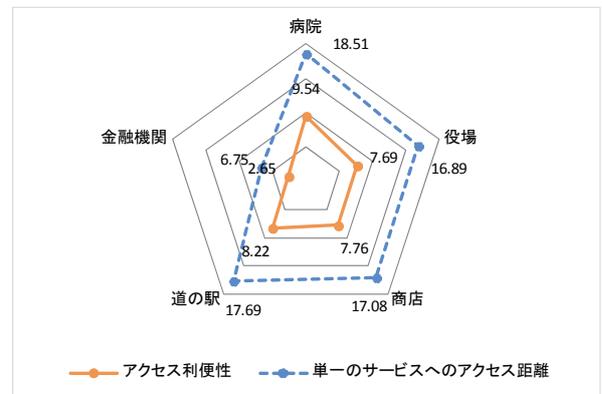


図-12 各サービスに関する指標の計算結果 (日南町)

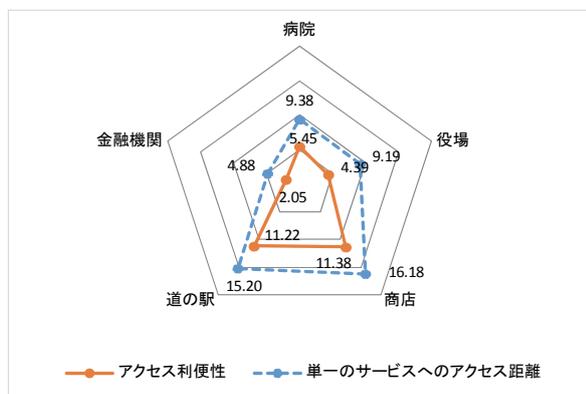


図-9 各サービスに関する指標の計算結果 (三朝町)

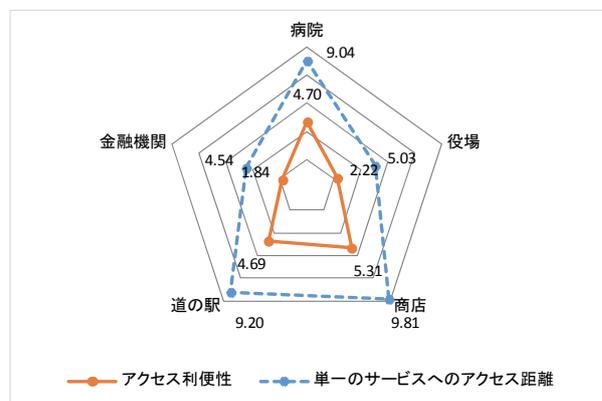


図-13 各サービスに関する指標の計算結果 (日野町)

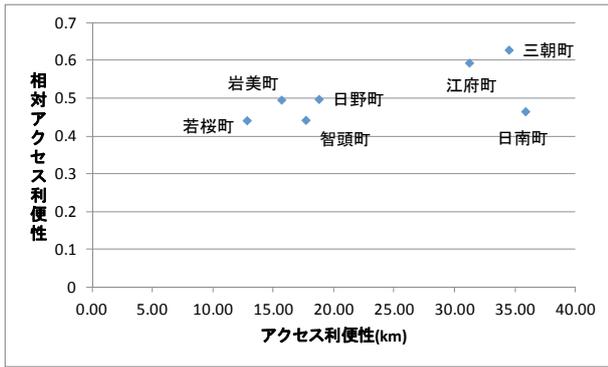


図-14 地域のアクセス利便性の比較

#### 4.2 アクセス利便性の評価と検証

各サービスに関するアクセス利便性ならびに相対アクセス利便性を図-5, 6に記す。図-4に基づいて、江府町と三朝町の利便性が低いことを推察したが、実際にアクセス利便性が低いことが図-5より分かる。図-4では日南町の利便性が低いことは推察できなかったが、図-5ではアクセス利便性が低いとの結果となっている。その理由を見出すため、町ごとにアクセス利便性(式(8))と単一のサービスへのアクセス距離(式(9))：一括的にではなく、個々のサービスにアクセスした場合の距離)を図-7～13に記す。図-12の単一のサービスへのアクセス距離に着目すると、日南町はそもそも単一のサービスへのアクセス距離が他の町と比べて大きい。これは、図-4に示す人口密度や付録に記す地図が示すように、日南町は広大な面積に人口が分散している町であることに起因する。このため、アクセス利便性は低いと考えられる。

同時に、図-12では、単一のサービスへのアクセス距離に比べてアクセス利便性の値が小さいことから、サービスへの相対アクセス利便性が小さいと考えられる。実際、このことは図-13で確認でき、日南町は江府町と三朝町を除いたその他の町と大差ない値となっている。先述のように、相対アクセス利便性は人口分布に起因するアクセス距離の長さ除去し、立地施設の分布に起因するアクセス距離のみを抽出して評価しているため、日南町の立地施設の分布はアクセス利便性を高めることに寄与していると言える。

次いで、図-4における岩美町と智頭町に着目しよう。サービス間の平均的な距離では、岩美町の距離が智頭町よりも大きくなっている。しかし、図-14に記す地域のアクセス利便性で見ると、その関係は逆転している。その理由は、付録に記す両町の地図の比較で理解できる。智頭町は病院や商店が集まる場所まで出れば、複数のサービスへの一括的なアクセスは容易である。岩美町もほぼ同様である。しかし、各居住地から金融機関までの距離は岩美町の方が短い。つまり、身近にアクセスできる

施設があることから、サービスが集積している場所まで出向かなくても用が済む立地となっているのが岩美町である。このように、単にサービス供給施設が集積しているか否かではなく、住民の視点に立って施設までの距離が短いのかも指標に反映されていることが分かる。

以上のように、居住地を起終点とした一括的なサービスへのアクセスのしやすさを評価することができ、また、二つの指標を通じてその要因を人口と施設立地の分布に分解して理解できることが確認できた。

#### 5. おわりに

本研究では、居住地を起終点とした生活サービスへのアクセス距離に着目し、一度の外出における複数の生活サービスへの一括的なアクセスのしやすさを協力ゲーム論的に評価する手法を提案した。また、アクセス利便性を定量化しうる指標を開発し、実際の自治体への適用を通じてその有効性を確認した。

自治体への適用では、江府町、三朝町のアクセス利便性が低いとされた。その原因は、商店および道の駅がその他のサービスと離れて立地していること、三朝町の道の駅については比較的人口が少ない場所に立地していることである。ただし、江府町においては、移動販売が多く居住地をカバーしており、その点が指標に反映されていない。今後は、固定店舗のみならず、移動店舗も扱うことにより、実質的なアクセス利便性を評価することが必要となろう。それにより、移動店舗(食料品の移動販売、移動車によるATMなど)の意義を定量的に把握することも可能になると考えられる。

謝辞：本研究は JSPS 科研費 JP17H03325 ならびに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。また、計算については来海達也氏(当時、鳥取大学大学院博士前期課程)に多くの助力を得た。付して謝辞と致します。

#### 付録 各町の地図

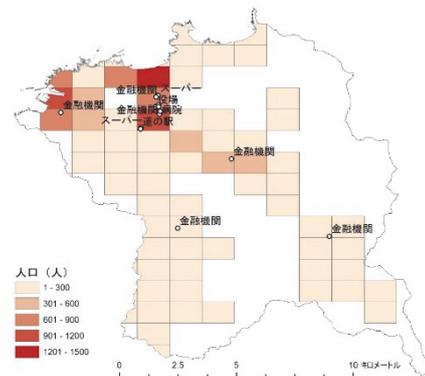


図-A1 居住地と生活サービスの位置関係(岩美町)

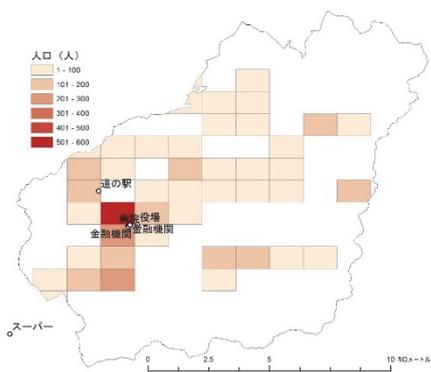


図-A2 居住地と生活サービスの位置関係 (江府町)

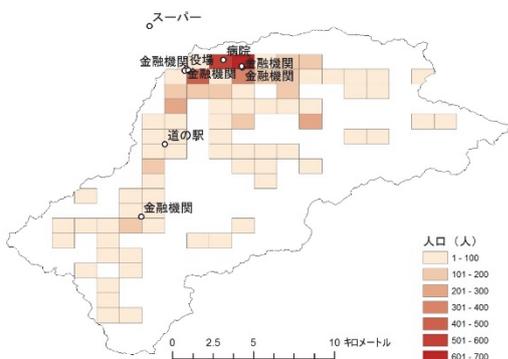


図-A3 居住地と生活サービスの位置関係 (三朝町)

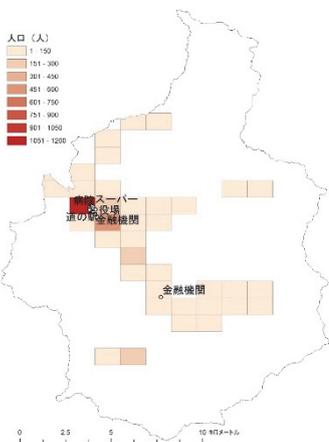


図-A4 居住地と生活サービスの位置関係 (若桜町)

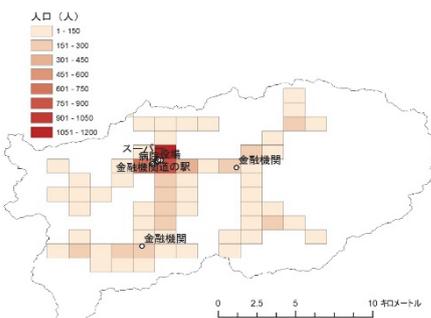


図-A5 居住地と生活サービスの位置関係 (智頭町)

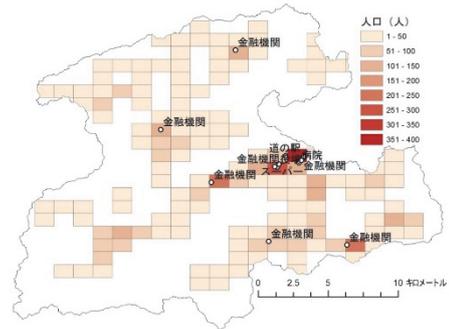


図-A6 居住地と生活サービスの位置関係 (日南町)

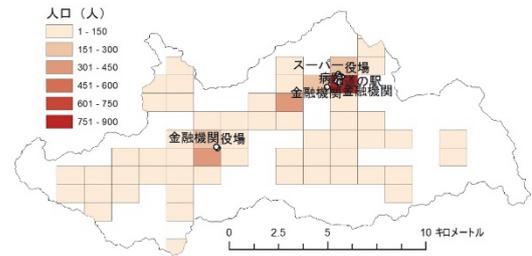


図-A7 居住地と生活サービスの位置関係 (日野町)

参考文献

- 1) 加知範康, 岑貴志, 加藤博和, 大島茂, 林良嗣: ポテンシャル型アクセシビリティに基づく交通利便性評価指標群とその地方都市への適用, 土木計画学研究・論文集, No.23, pp. 675-686, 2006.
- 2) 田中耕市: 個人属性別にみたアクセシビリティに基づく生活利便性評価 福島県いわき市を事例として, 地理学評論, 74A-5, pp.264-286, 2001.
- 3) 寺山一輝, 小谷通泰, 秋田直也: 高齢者・非高齢者別にみた生活関連施設へのアクセシビリティの評価に関する研究—滋賀県東近江市を対象として, 都市計画論文集, Vol.48, No.3, pp.171-176, 2013.
- 4) 鈴木宏幸, 鈴木温: 立地誘導政策評価のための生活必需品に関するアクセシビリティ評価 —愛知県瀬戸市を対象として, 都市計画論文集, Vol.51, No.3, pp.709-714, 2016.
- 5) 大森宣暁, 室町泰徳, 原田昇, 太田勝敏: 生活活動パターンを考慮した高齢者のアクセシビリティに関する研究～秋田市をケース・スタディとして～, 土木計画学研究・論文集, Vol.15, pp.671-678, 1998.
- 6) 谷本圭志, 牧修平, 喜多秀行: 地方部における公共交通計画のためのアクセシビリティ指標の開発, 土木学会論文集, Vol.65, No.4, pp.544-553, 2009.
- 7) Schmeidler, D.: The Nucleolus of a Characteristic Function Game, SIAM, Journal of Applied Mathematics 17, pp.1163-1170, 1996.
- 8) Young, H. P., Okada, N. and Hashimoto, T.: Cost Allocation in Water Resources Development, Water Resources

- Research 18, pp.463-475, 1982.
- 9) Shapley, L. S.: Cores of Convex Games, International Journal of Game Theory 1, pp.11-26, 1971.
- 10) Driessen, T. S. H. and Tijs, S. H.: The Cost Gap Method and Other Cost Allocation Methods for Multipurpose Water Projects, Water Resources Research 21, pp.1649-1675, 1985.
- 11) Heaney, J. and Dickinson, R. E.: Methods for Apportioning the Cost of a Water Resource Project, Water Resources Research 18, pp.476-482, 1982.

(2017. 7. 31 受付)

## MEASURING ACCESSIBILITY BY CONSECUTIVE TRIPS TO DAILY LIFE SERVICES

Keishi TANIMOTO and Chikara IWATA

The relocation of the facilities which provide the services for daily life has been discussed in many regions. By the relocation, it is expected that consecutive trips to several services at one opportunity of going out can be made easily. Therefore the effect of the relocation is not only the reduction of the maintenance costs of infrastructure but also the environmental burden by improving the accessibility to the services. In this study, we aim to measure the accessibility by consecutive trips to the service by using cooperative game theory and show its usefulness by case study.