

# サービスの多様性を考慮した 活動機会の評価モデル — 食料品の購入に着目して —

石丸 達也<sup>1</sup>・水野 弘一<sup>2</sup>・喜多 秀行<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 神戸大学大学院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:179t104t@stu.kobe-u.ac.jp

<sup>2</sup>学生会員 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻 (〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1)

E-mail:mizuno-hirokazu981@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 神戸大学大学院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:kita@crystal.kobe-u.ac.jp

人口減少とマイカー利用の拡大により商店や診療所などの生活に必要なサービスが地域から失われ、いわゆる「買い物難民」や「通院難民」と呼ばれる人々が増加している。徒歩圏内に日常生活に必要なひとまとまりのサービスを提供する「小さな拠点」と上位階層の拠点、および、それらを有機的に結ぶ公共交通サービスの計画的な整備はそのひとつの解決策であるが、それにより保障される活動機会の大きさを適切に計測・評価するための手法は必ずしも確立されていない。そこで本研究では、「食料品の買物」を例にとり、活動拠点への到達機会の大きさを定量化する既往のアクセシビリティモデルにサービスの多様性概念を組み込むことにより、各拠点に持たせるサービス機能とそこへのアクセスのしやすさを同時に考慮する活動機会の評価モデルを提案する。

**Key Words** : *Disposition of Basic Life Service, Small Base, Variety, Accessibility, Evaluation Model*

## 1. はじめに

人口減少とマイカー利用の拡大により商店や診療所などの生活に必要なサービスが地域から失われ、いわゆる「買い物難民」や「通院難民」と呼ばれる人々が増加している。徒歩圏内に日常生活に必要なひとまとまりのサービスを提供する「小さな拠点」と上位階層の拠点、および、それらを有機的に結ぶ公共交通サービスの計画的な整備はそのひとつの解決策であるが、それにより確保される活動機会の大きさを適切に計測・評価するための手法は必ずしも確立されていない。

そこで本研究では、「食料品の買物」を例にとり、活動拠点への到達機会の大きさを定量化する既往のアクセシビリティモデルにサービスの多様性概念を組み込むことにより、各拠点に持たせるサービス機能とそこへのアクセスのしやすさを同時に考慮する活動機会の評価モデルを提案する。

活動機会とは、例えば買い物ができる事、診療を受け

られる事などといった個人が達成しうる行動や状態のことである。本研究においては通院、通学、買物などの活動が必要となった際にそれが支障なく実施できる程度であると考える。活動機会に着目することで、提供されるサービスの改善はより活動機会に恵まれない地域、つまり生活利便性の低い、不便な地域から優先的に公共交通計画を進めることができる。このためにも、活動機会の大きさを評価できる指標が必要であると考える。

本稿ではモデルの骨格を提示し、その説明力を数値例により検討するに留まるが、これにより、「小さな拠点」と「中規模拠点」で提供するサービスの機能分担、およびそれらを結ぶ公共交通サービスと一体化した整備計画の策定等に寄与しうる方法論開発の端緒を拓きうるものとする。

以下、2章では、活動機会を考慮したアクセシビリティ指標に関する既往研究を整理し、本研究の位置付けを明らかにする。3章では、サービスの多様性を考慮する上で参考とする既存の多様性指標を検討する。また加え

て、モデルが満たすべき条件を整理し、活動機会評価モデルを構築する。4章では、3章で構築したモデルを用いて簡単な数値分析と事例分析を行い、現実のある地域において活動機会の評価を行い、構築したモデルの挙動を確認する。5章では、本研究のまとめと今後の課題について述べる。

## 2. 想定する状況と関連既往研究

### (1) 想定する状況

本研究では、主として過疎地域を対象とする。前述のように、人口減少は住民による買い物や受診などの需要密度の低下をもたらす、マイカー利用の拡大と相まって商店や医療機関の統廃合が加速することにより、サービス提供施設までの距離が遠くなり、マイカーを持たない住民が不便な生活を強いられる状況が生じている。国土形成計画が謳う「小さな拠点」はこのような状況の解消を図る試みである。

「小さな拠点」に求められる機能として、(1) 必要な時に居住地から容易にアクセスできること、(2) 日々の暮らしに必要なひととおりの生活基盤サービスを必要な時に調達できること、が挙げられる。これは同時に、“小さな拠点をどのように配置すればよいか”、“各階層の拠点がそれぞれどのようなサービス機能を有していればよいか”といった問いに対する回答を用意しておく必要性をも意味している。少し離れてはいるが多様なサービスが提供される中規模拠点と、最寄りの場所にあり行きやすいが限られたサービスのみしか提供されていない近くの小さな拠点のどちらが、住民により大きな活動機会をもたらすのか、あるいは、週に一度しか行けないところにある大型スーパーと、販売品目は少ないが毎日利用できる移動販売車のどちらが、住民にとってより便利で質の高い生活を実現なのか、という問いに対する回答が求められているのである。

### (2) 既往研究

地域住民が生活を営む上で、どのようなサービスを必要としているか、そのサービスはどの程度容易に調達できればよいのか、は「人々の生活行動」という文脈で理解することが望ましい。そこで、以下では「アクセシビリティ指標」、「商圈モデル」、「生活行動分析」、「多様性」、の4つのキーワードを念頭に置いて既往研究のレビューを行う。

「アクセシビリティ指標」については、いくつかの研究レビュー<sup>1)</sup>に整理されているように、地方部におけるアクセス問題を包括的に論じた Moseley<sup>2)</sup>の先駆的研究を始めとする多くの研究の蓄積がある。谷本ら<sup>3)</sup>は既往のアクセシビリティ指標が公共交通の有するダイヤ等の時

空間的制約を考慮し得ないことを指摘し、時間配分の多様性に着目して活動機会を評価するモデルを構築・拡張<sup>4)</sup>しているが、これらはいずれも活動拠点へのアクセシビリティ評価に留まり、拠点で獲得可能なサービスの多様性については考慮していない。

「商圈モデル」については Huff<sup>1)</sup>の流れをくむ多くの研究の蓄積がある。Huff<sup>1)</sup>では、店舗の「魅力度」を表す指標として店舗面積を用いており、そこで提供される商品あるいはサービスの多様性の大きさを表す特性として扱っている。魅力度指標として「駐車場容量」「店舗の伝統」「内装等の店舗雰囲気」等、店舗面積以外の指標を採用している研究<sup>12)~16)</sup>もあるが、基本的に商圈モデルは店舗側から見た店舗立地・選択モデルであり、利用者がどのような品揃えを求めているか、といった観点からの研究はほとんどなされていない。

「生活行動分析」に関する研究についても、活動拠点の機能については概括的な取り扱いがなされており<sup>17)~19)</sup>、どのようなサービスを求めて行動しているかといった分析は見当たらない。

「多様性」の評価とその定量化手法に関しては、数理生態学分野における生物多様性<sup>5)</sup>、土木計画学分野<sup>6)</sup>やマーケティング分野における研究の蓄積がある。前者では、生物を最も基本的な単位である種に分類し、ある地区に生息する種の種類数である種数に基づき当該地区での生物多様性を評価するとともに、それぞれの種同士の距離である生物学的類似度を定量的に評価するモデルを構築している。一方、後者では、人間の生活行動の要因を、基本的意識、価値観、生活基準、生活の志向に分類し、そこから生活行動パターンを予測・分類している。さらに、商品の購入実態等における人間の選好データを必要とする。また、各グループの類似性と構成要素の属性等と関連づけた定量手法は見当たらない。

## 3. 活動機会評価モデルの構築

### (1) 基本とする考え方

公共交通計画は計画により実現する活動機会の大きさに基づいて策定する必要がある。このためには、公共交通サービスに支えられる活動機会の評価モデルであるアクセシビリティモデルが有用である。これまでの研究で構築されてきた活動機会の大きさを測定する一連のアクセシビリティ指標<sup>7)</sup>は、拠点へのアクセシビリティであり、拠点で獲得できるサービスの多様性については考慮されていない。拠点へ到達できるか否かのみでなく、そこで何ができるかが活動機会の本質である。本研究では、サービスの種類ごとにそれが提供される拠点までの時空

間的なアクセシビリティを次節で述べる系統距離に反映して多様性指標に組み込むことにより、サービスの多様性を考慮した活動機会を評価しうる評価モデルを提案する。対象とするサービスは基礎的活動のひとつである「食料品の買い物」である。

### (2) 系統距離に着目した多様性指標

多様性の評価とその分析手法については先に述べたように様々な分野で研究がなされているが、本研究では、生態学における多様性指標に着目する。これは生物の種数だけでなく、それぞれの種同士の距離である生物学的類似度を定量的に評価する分類学的指標が充実しており、本研究に即して考えた際、1つの種を1つのサービスと見立てた時、本研究の目的の1つであるサービスの類似性を考慮した多様性評価のための指標になると考えたためである。

生物学的多様性指標は、系統的多様性指標とそれ以前の従来型多様性指標に大別される<sup>9)</sup>。従来型多様性指標には存在する種の数数を数える最も簡単な指標である種数や、Simpson指数<sup>19)</sup>、Shannon-Wiener指数<sup>20)</sup>などがある。この手法は、ある調査区において生息する種数が大きければ、その地区の多様性が大きくなる指標である。

系統的多様性指標<sup>21)22)</sup>は、従来型多様性指標では考慮できない種同士の進化的な関係、系統的な違いを考慮に入れた指標であり、系統的な違いを考慮する上で、生物の進化的な系統関係を祖先から枝分かれするように樹木状に表現したものである系統樹を用いて評価を行っている。系統樹は、図-1のように葉(leaves)、枝(branch)、ノード(nodes)、根(root)から構成される系統樹の末端である葉に、それぞれの種が配置される。系統樹は複数の階層から構成されており、階層ごとに最も下限にあるものを種、その1つ上を属、その1つ上を科、目、…というように命名されている。

生態学における生物の分類を本研究におけるサービスの分類、種を本研究におけるサービスだと考えた時、系統的多様性評価の方法が、複数のサービスが存在する場合のそれぞれの分類的な関係性も考慮できることから本研究の多様性の評価に適していると考えられる。また、系統的多様性の考えを参考にすると、系統樹の作成に必要なサービスの分類については商品分類を用いる。商品分類は具体的には図-2のような階層構造で表される。多様性指標を求めるとき、それぞれの枝の長さを定量的に求めることが難しい場合、すべての枝の長さを1にして多様性の値を算出するものとしている。そのため、本研究においても、系統樹の枝の長さを1として分析を行う。

### (3) モデルが満たすべき条件

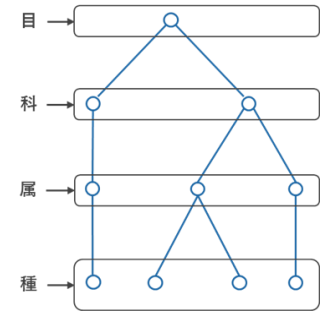
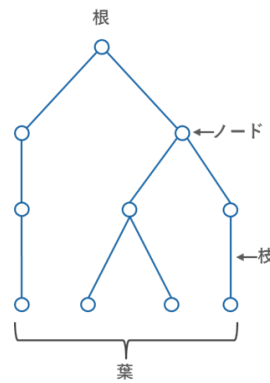


図-1 系統樹と階層について

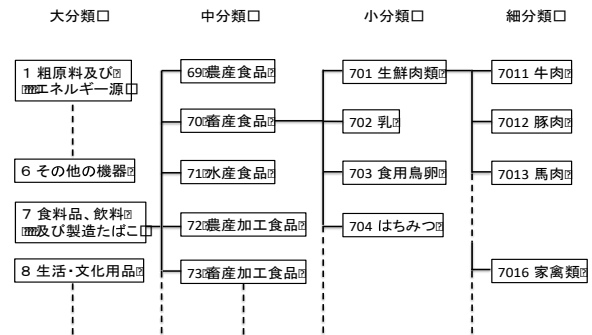


図-2 商品分類

モデルを構築するにあたり、実際にサービスを得る際、どのようにサービスを得ることが出来れば、あるいはどのような種のサービスを得ることが出来ればより活動機会が大きくなるのか、といった現実の挙動を考慮できるモデルにする必要がある。そのために満たすべき現実の活動機会の挙動について検討し、モデルの満たすべき条件として設定する。

#### 【条件1】居住地からのアクセシビリティが大きい拠点 点を有する地域の方が活動機会は大きい

あるサービスを拠点で得る際、例えば拠点までの所要時間が短い方が、あるいは開店時間が長い方がサービスを得やすい。よりサービスを得やすい状況になればなるほど活動機会は大きくなると思えることが出来る。

#### 【条件2】拠点内のサービスが、上位の階層に均等に 属する程地域の活動機会は大きい

例として、拠点で畜産食品と水産食品を得ることが出来るとする、畜産食品に属するサービスのみ得るより水産食品に属するサービスも同時に得る方が、活動機会は大きくなると思える。また、その値はより拠点内のサービスが水産食品と畜産食品に均等に属する程大きくなると思える。

#### 【条件3】拠点の増加により活動機会は減少しない

例として、地域内に既存の拠点に加えて新たにサービスを利用可能な拠点が出来る場合を考える。新たな拠点



が基準地から近く、更に品揃えも豊富というような場合は活動機会は大きくなると考えられる。一方で基準地から遠く、品揃えも既存の拠点に劣るような場合、活動機会はわずかに大きくなる、あるいは全く変わらないかもしれないが既存拠点によって得ていた活動機会が減少することはないと考えられる。実際に増えた拠点を利用するか、しないかではなく利用できるか、できないかが活動機会の増大に影響するということである。

**[条件 4] 上位階層の構成が変化せず、サービス数が増加する場合は活動機会が大きくなる**

例として、拠点で畜産食品と水産食品を得ることが出来るるとすると拠点で得られるサービス数が増える際、拠点が魚屋になる代わりに豊富な魚を取りそろえるといった場合はサービス数が増えても多様性が損なわれ、活動機会が小さくなることが考えられるが、畜産食品も変わらず取り扱う上で、新しい魚を店に並べるといった場合は活動機会は大きくなると考えられる。

**[条件 5] 得られるサービスが増えることによる活動機会の増加率は逓減する**

例として拠点で畜産食品と水産食品を得ることが出来るるとする。拠点で得られる魚の種類が5種類から6種類に増加する場合と50種類から51種類に増加する場合は、後者の方がサービスが増えることによる恩恵は小さいと考えられる。既に十分なサービスが得ることが出来、活動機会が確保されている場合、新たにサービスが増えても、活動機会はあまり大きくならないと言える。

以上の条件 1～5 を満たすモデルを構築する。

**(4) 活動機会評価モデルの構築**

本節では3章1節で述べたようにアクセシビリティを多様性指標の中に組み込む。Williams et al<sup>24)</sup>は多様性評価のための3つの基準(表-1)を提示している。この基準は、2種類のサービス種類間の系統距離 $\omega_{ij}$ の総和 $\Delta'$ を取ることで満たすことができる。

$$\Delta' = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \omega_{ij} \tag{1}$$

$i, j$  : サービスの種類

$\omega_{ij}$  : サービス $i, j$ 間の系統距離

系統距離とは、種同士が同じ分類になる階層までの系統樹の枝の長さである。例えば図-3 の系統樹において種 1 と種 3 の系統距離は、 $\omega_{13} = \omega_{31} = (2v_1 + 2v_2 + 2v_3)/2$ となる。

本研究では、系統樹上のサービス  $i$  の枝の長さ  $v_i$  にサービス  $i$  が提供される拠点へのアクセシビリティ  $a_i$  を反映させ、以下のように定義する。

表-1 多様性評価のための3つの基準<sup>24)</sup>

多様性指標の満たすべき条件	説明
(1) 分類群の多様性	分類群の数の総和が多いほど多様性が大きい
(2) 高位の階層の分類群の多様性	より高位の階層の分類群の数が多きほど多様性が大きい
(3) 均等さ：分類の分散	分類群の偏りが少ないほど多様性が大きい

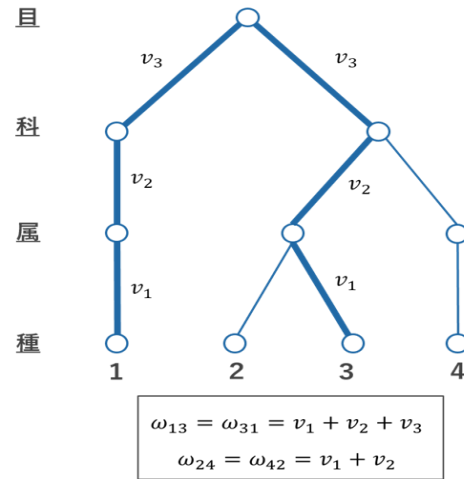


図-3 系統距離の求め方

$$\omega_{ij} = f(H_{ij}, a_i, a_j) = (a_i \times h_{ij} + a_j \times h_{ij})/2 \tag{2}$$

$h_{ij}$  : サービス  $i, j$  が系統的に出会う階層の高さ

$a_i, a_j$  : サービス  $i, j$  までのアクセシビリティ

サービス  $i$  へのアクセシビリティ  $a_i$  は、当該サービスが提供される拠点  $k$ 、距離や移動手段、ダイヤ等により規定される当該拠点への時空間距離  $d$ 、当該拠点におけるサービス提供時間帯  $\tau$ 、などにより次式、

$$a_i = A(k_i, d_i, \tau_i) \tag{3}$$

のように規定される<sup>24)</sup>が、ここでは議論の見通しをよくするため、4章では簡略化した算定式を用いる。

また、3章3節に示した[条件 5]に留意し、次式のようにモデルを構築した。

$$\Delta = \ln \left( \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \omega_{ij} \right) \tag{4}$$

## 4. 数値分析・事例分析

### (1) 数値分析の概要

3章で構築したモデルが、3章3節で設定した具備すべき条件を満たしているかどうかを数値分析により確認する。具体的にはサービスを得ることが出来る拠点 A, B を設定して、拠点で得られるサービス数を変化させた Case を 8 通り用意し分析を行う。拠点で得られるサービスについては、簡単のため、食品分類(図-2)における、中分類の階層以降の分類が等しく、小分類が異なる 2 属に属するサービスとする。なお、分析にあたって、拠点 A までのアクセシビリティを  $a_A = 1$ 、拠点 B までのアクセシビリティを  $a_B = 0.5$  とした。

### (2) 数値分析の結果と考察

表-2に各 Case の活動機会の分析結果を示す。Case1 と Case4 を比較すると拠点で得られるサービスは等しいが、よりアクセシビリティの大きい拠点 A を有する Case1 の活動機会が大きくなっている。Case2 と Case5 を比較しても同様のことが成り立っていることから【条件 1】を満たしていると言える。

Case2 と Case6 を比較すると、サービスの総数が等しくても、よりサービスが上位の階層に均等に属している Case6 の活動機会が大きくなっている。このため【条件 2】を満たしていると言える。

Case1, Case5 と Case7 を比較すると、利用できる拠点が 1 つである Case1 と Case5 より、Case1 と Case5 と同じサービスを得ることが出来る拠点を有する Case7 の活動機会が大きくなっている。Case5, Case6 と Case8 を比較しても同様のことが成り立っていることから【条件 3】を満たしていると言える。

Case1-Case3 を比較すると、階層構造が変化しない場合、拠点で得られるサービス数が多くなればなるほど活動機会が大きくなっている。Case4 と Case5 を比較しても同様のことが成り立っているため、【条件 4】を満たしていると言える。

Case1-Case3 を比較すると、Case1 と Case2, Case2 と Case3 においてそれぞれサービス数が 2 倍になっているが、活動機会の増大割合は後者が小さくなっている。サービスが増えることによる活動機会の増加割合は減少している。これは【条件 5】を満たしていると言える。

よって数値分析で検討した範囲では、3章3節で設定した具備すべき条件を提案したモデルは満たしている。

### (3) 事例分析の概要

3章で構築した活動機会評価モデルの挙動を確認することを目的として、事例分析を行う。

表-2 数値分析結果

	拠点A ( $a_A = 1$ )	拠点B ( $a_B = 0.5$ )	活動機会 指標値
Case.1	(4, 1)		2.63
Case.2	(8, 2)		4.11
Case.3	(16, 4)		5.12
Case.4		(4, 1)	1.94
Case.5		(8, 2)	3.42
Case.6	(5, 5)		4.25
Case.7	(4, 1)	(8, 2)	3.82
Case.8	(5, 5)	(8, 2)	4.66

拠点までのアクセシビリティを考慮した複数拠点が存在する地域の活動機会を評価するため、拠点までのアクセスのしやすさが異なる 2 拠点が存在する地域を想定する。サービスを利用できる拠点までのアクセスの手段として、徒歩や自転車、自家用車や公共交通等様々な手段が考えられるが、本研究では代表的な手段として、徒歩と鉄道を想定する。拠点までのアクセシビリティだけでなく、サービスの多様性を考慮した活動機会を評価することを目的としているため、鉄道については、待ち時間を考慮しなくても良い程度のダイヤを有する鉄道を想定する。なお、多様性指標にアクセシビリティを組み込む本モデルの構築上、例えば、便数を考慮するといった場合でも、構築したアクセシビリティ指標を本モデルに適用することで活動機会を計測することは容易である。

拠点で得られるサービスについては、本研究で検討する「食品の買い物」の内、日本標準商品分類でいう「中分類69 農産食品」「中分類71 水産食品」に属する商品の一部の小分類に該当するサービス、具体的には「野菜」「果実」「魚類・貝類」を対象とする。実際には、その他にも様々な分類のサービスを拠点で得ることが出来るが、検討する拠点において一部のサービス群について評価することで、そのサービス群を獲得することによる、拠点で得られるサービスの多様性を評価しているといえる。そのため、一部のサービス群による分析でも一般性は損なわれまいと考えられる。

数値分析の対象地区を奈良県K市N町の一部とし、この地区内の一地点を基準地点とする。図4に対象地域の地図を示す。この地図は国土地理院の電子地形図に、分析に用いる拠点や基準地点等の位置情報を追記して掲載している。この地区は商店の立地密度が比較的低く、前節で述べたサービスを得ることが出来る2箇所の拠点Y,

Sが、徒歩圏内に存在する。拠点Yは鉄道駅からのアクセスも良好であり、徒歩で拠点Yにアクセスする場合、徒歩と鉄道で拠点Yにアクセスする場合、徒歩で拠点Sにアクセスする場合の3パターンについて拠点までのアクセシビリティを求める。そして拠点ごとのサービスの多様性指標に求めたアクセシビリティを組み込むことで活動機会を計測する。

表-3に基準地から利用可能な拠点で得ることが出来るサービスの内、本研究で検討する「野菜」「果実」「魚類・貝類」のサービス数を調査した結果を示す。

(4) アクセシビリティの算出

アクセシビリティの算出については喜多ら<sup>23)</sup>が構築したアクセシビリティ評価モデルを参考にし、モデルの構築手法については喜多ら<sup>23)</sup>を参照されたい。

$$A_i = \frac{e^{-\gamma\tau}}{\gamma^2} (-1 + e^{-\gamma(-K)} - \gamma K) \tag{5}$$

ここで、

$$\tau = \delta t_B + t_{il} + K \tag{6}$$

$$t_{il} = E_l / v_j \tag{7}$$

$t_B$ は鉄道の乗車時間、 $K$ は拠点滞在時間を表す。拠点滞在時間、すなわち買い物に要する時間は既往の調査から30分とする。式(5)の $e^{-\gamma\tau}$ は疲労によるアクセシビリティの低下を表し、 $\tau$ は式(6)で与えられる。 $t_{il}$ は、区間*l*における個人*i*の歩行速度であり、式(7)で表される。 $E_l$ は区間*l*の経路上の距離であり、 $v_j$ は個人*i*の歩行速度を表す。歩行速度については代表的な速度として喜多ら<sup>23)</sup>の作成した年齢階級別歩行速度を参考にした。 $\gamma$ は疲労によるアクセシビリティの低下を表すパラメータである。 $\delta, \varepsilon$ のパラメータの値は表-4に示すとおりである。パラメータの設定値の算出については、喜多ら<sup>23)</sup>を参照されたい。なお、対象地域は勾配のない平坦な土地であり、また鉄道を利用して拠点に行く場合、移動中は制約なく、公共交通を利用できる状況を想定している。そのため喜多らの評価モデルで検討されている公共交通の利用可能性、区間の勾配等については本分析に関しては検討しない。

表-3 拠点で得られるサービス数

サービス分類	拠点S	拠点Y
野菜類	42	46
果実類	15	17
魚・貝類	14	17

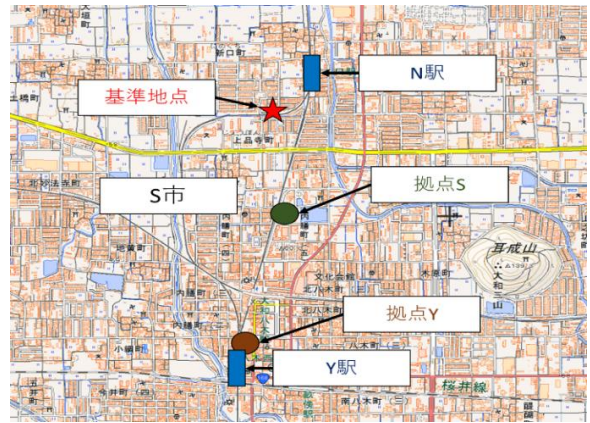


図-4 対象地域(国土地理院より引用)

表-4 アクセシビリティ指標のパラメータ

パラメータ	設定値
$\gamma$	1.814
$\delta$	2.010
$\varepsilon$	2.300

表-5 活動機会計測結果

	拠点Y 徒歩	拠点S 徒歩	拠点Y 鉄道	活動機会 指標値
多様性	8.713	8.458	8.718	
アクセシビリティ	0.014	0.026	0.033	
Case1	○			4.416
Case2		○		4.800
Case3			○	5.293
Case4	○	○		5.040
Case5		○	○	5.337

(5) 事例分析の結果と考察

調査した拠点別サービス数に基づくサービスの多様性と拠点までのアクセシビリティより、地域の活動機会を求めた。表-5に各拠点のアクセシビリティと拠点で得られるサービスの多様性と合わせて示す。現実の状況(拠点SとYを利用でき、鉄道と徒歩によって拠点Yを利用できる状況)に加えて、利用可能な拠点の組み合わせに応じてCase1~5を定めた。表の拠点Y徒歩、拠点S徒歩、拠点Y鉄道はそれぞれの拠点と拠点へのアクセス手段を表したものである。表の丸印はそれぞれのCaseにおいてどの拠点が利用可能かを表している。例えばCase1は徒歩で拠点Yを利用できる場合の活動機会を求めている。表-5の活動機会計測結果を用いて、事例分析の考察を行う。

サービスの多様性は、拠点YがSより大きい。一方で拠点までのアクセシビリティを考慮したCase1~3では活動機会の大きさはSがYより大きくなり、活動機会の大きさが逆転している。これは拠点間で、サービスの多様性の大きさを覆す程のアクセシビリティの違いがあること



を示している。

アクセシビリティのみの比較を行うと、拠点Y鉄道が最も大きくなり、次いで拠点S徒歩、拠点Y徒歩の順となっている。一方、拠点でのサービスの多様性を考慮したCase1~3では活動機会の大きさはアクセシビリティのみでの結果と同様に拠点Y鉄道、拠点S徒歩、拠点Y徒歩の順となっている。これは、拠点間で活動機会の大きさを覆すほどの品揃えの違いはないということを示している。

次に利用可能な拠点が2つある場合と1つのみの場合について比較検討を行う。まず、Case4とCase1、Case2とを検討する。Case4とCase1の活動機会を比較すると、Case4が大きくなっている。これはサービス数が少なくても、アクセシビリティが大きい拠点が地域にある方が、活動機会が大きくなることを示している。また、Case4とCase2を比較した際も、Case4の活動機会が大きくなっている。これは、アクセシビリティが小さくても、既存の拠点で扱っていないサービスを扱う拠点が地域にある方が活動機会が大きくなることを示している。

最後にCase5とCase2、Case3とを検討する。Case5とCase2を比較すると、Case5の活動機会が大きくなっている。これはサービス数も多く、アクセシビリティも大きいような拠点が地域にある方が、活動機会が大きくなることを示している。Case5とCase3を比較すると、Case5の活動機会が大きくなっているが殆ど変化が見られない。これは既存の拠点とほぼ同じようなサービスを得られるような、アクセシビリティ小さい拠点が存在しても、活動機会に変化は生じないことを示している。微増しているのは、わずかながら既存の拠点では扱っていないサービスを得ることが出来るためであると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、地域における活動機会の大きさが、最寄りの活動拠点へのアクセシビリティと当該活動拠点で提供されるサービスの多様性により規定されていると考え、この両者を考慮した活動機会の評価指標を構築した。その際、先行研究が採用した“拠点単位でサービスの多様性を評価し、その結果をアクセシビリティの大きさと重み付けて地域における活動機会の大きさを評価する”というアプローチではなく、“サービスの種類ごとにそれが提供される拠点への時空間的なアクセシビリティを、サービス相互間の類似性を表現するサービス（商品）分類上の「系統距離」に反映して多様性指標に組み込む”というアプローチをとることにより、類似するサービスが複数の拠点で提供されている場合など現実に即した状況に柔軟に応じた評価を可能とした。これにより、近くの「小さな拠点」と遠くの「中規模拠点」のどちらが買い物に関する機会を大きくするのかといった検討を定量的

に行うことが可能となり、既往のアクセシビリティモデルでは必ずしも十分ではなかった公共交通計画のアウトカム評価を行う端緒が拓けたものと考えている。

しかし、「1. はじめに」で述べたように、本論文で構築したモデルはいわば骨格を示した段階に過ぎず、各拠点で提供されるサービスを詳細に列挙・把握しなければ評価ができないなど、実用に供するためには計画担当者が既存情報や簡単な調査による情報のみで評価しうる簡便な方法へと改良する必要がある。また、アクセシビリティ値の実用的な算定法についてもさらなる検討が必要である。いずれも今後の課題としたい。

**謝辞：**本研究は、文部科学省科学研究費補助金（基盤研究(A)、課題番号25249071、研究代表者 喜多秀行）により実施した成果の一部である。記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) Geurs, K.T., T.G., K. J.Krizek and A. Reggiani : *Accessibility Analysis and Transport Planning*, Edward Elgar, 2012.
- 2) Moseley, M.J. : *Accessibility: the rural challenge*, Methuen, London, 1979.
- 3) 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 D3. Vol.65, No.4, pp.544-553, 2009.
- 4) 辻皓平, 喜多秀行, 四辻裕文 : 公共交通に支えられた活動機会の計測法と整備水準評価への利用, 交通工学論文集, Vol.1, No.2, pp.A\_116-A\_122, 2015.
- 5) 佐佐木雄大・小山明日香・小柳知代・古川拓也・内田圭 : 植物群集の構造と多様性の解析, 共立出版, pp71-115
- 6) 小林潔司 : 「選択の多様性」に関する理論的研究, 土木学会論文集, 413号, pp.67-76, 1990.
- 7) 荒賀嗣人・四辻裕文・喜多秀行 : サービスへのアクセシビリティに基づく活動機会の大きさの評価モデル, 土木計画学研究・講演集, Vol.53, 18-13, 2016.
- 8) 後藤玲子 : モービルケイパビリティの保障と地域公共交通サービス—アクセシビリティ調整方法に関する社会的選択手続きの定式化, 国際交通安全学会 H2298 研究調査報告書, 第9章, pp.84-101, 国際交通安全学会, 2011.
- 9) 総務省統計局統計基準部 : 日本標準商品分類, 1990
- 10) 唯是康彦 : 時系列分析による食料需要関数の推計, 統計学, 第89号, pp.1~17, 2005.
- 11) Huff, D. L.: *Defining and Estimating a Trading Area*, *Journal of Marketing Science*, 28, pp. 34-38, 1964.
- 12) 金子貴誉史, 森本章倫, 亀井三郎, 小川 貴裕: 大規模小売店舗の集客人口算出モデル構築に関する研究, 土木計画学研究講演集, Vol.44, 2011
- 13) Stanley T. J. and M. A. Sewall: *Image Inputs to a Probabilistic Model: Predicting Retail Potential*, *Journal of Marketing*, Vol.40, No.3, pp. 48-53,

1976

- 14) Lina, T., et al. : Enhanced Huff model for estimating Park and Ride (PnR) catchment areas in Perth, WA, Journal of Transport Geography, Vol.54, pp. 336-348, 2016
- 15) Nakaya, T. A. S. Fotheringham, K. Hanaoka et al.: Combining microsimulation and spatial interaction models for retail location analysis, Journal of Geographical Systems, Vol.9, pp. 345-369, 2007.
- 16) De Beule, M., D.B. Poel and N.V. de Weghe: An extended Huff-model for robustly benchmarking and predicting retail network performance, Applied Geography, Vol.46, pp. 80-89, 2014.
- 17) Hagerstrand, T.: What about people in regional science? Papers of the Regional Science Association, 24, , pp. 7-21, 1970.
- 18) Kitamura, R.: A Model of Daily Time Allocation to Discretionary Out-of-home Activities and Trips, Transportation Research, 18B, pp, 255-266, 1984.
- 19) Simpson, E.: Measurement of Diversity, Nature, Vol.163, pp.688-688, 1949.
- 20) Shannon, C. E. & Wiener, W. : The mathematical theory of communication. University Illinois Press, Urbana, 1963.
- 21) Faith, D.P.: Conservation Evaluation and Phylogenetic Diversity, Biological Conservation, Vo.61, pp.1-10, 1992.
- 22) Clarke, K. R. and Warwick, R. M.: A Taxonomic Distinctness Index and its Statistical Properties. Journal of Applied Ecology, Vol.35, Issue4, p523-531, 1998.
- 23) 喜多秀行, 小野裕資, 岸野啓一 : 公共交通利用における身体的機能を考慮したアクセシビリティ指標の構築, 土木学会論文集 D3.Vol.68, No.5, pp.L\_983-L\_990, 2012.
- 24) Williams, P.H., Humphries, C.J. and Vane-Wright, R.I.: Measuring Biodiversity: Taxonomic Relatedness for Conservation Priorities, Australian Systematic Botany, Vol.4, No.4, pp.665-679, 1991.

(???? ? ? 受付)