

# 時間の拘束性に基づく生活パターンの多様性を 考慮したアクセシビリティ評価

谷本 陸<sup>1</sup>・松島 格也<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻 (〒 615-8540 京都市西京区京都大学桂)

E-mail: tanimoto.riku.66m@st.kyoto-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 京都大学准教授 大学院工学研究科 都市社会工学専攻 (〒 615-8540 京都市西京区京都大学桂)

E-mail: matsushima.kakuya.7u@kyoto-u.ac.jp

個人の生活様式は近年多様化しており、各個人によって必要な施設は様々である。本研究は、個人の活動時間配分に対し Optimal Matching 分析を用い、生活パターンの類型化を行い、自由時間の少ない生活パターンを分析対象として、場所ごとにその生活パターンの個人が必要な施設へのアクセシビリティの評価することを目的とする。生活パターンの類型化を行う際には、時間の拘束性を有する活動を定義し、時間の拘束性を有する活動が規定する生活時間配分について着目した。分析の結果、自由時間の少ない生活パターンとして、時間の拘束性を有する活動を連続して行う生活パターン、時間の拘束性を有する活動を連続してはいるが仕事の前後に行う生活パターン、2度出勤しておりその間に買い物や介護をする生活パターンなどが取り出された。さらに、場所ごとのアクセシビリティの評価では、各生活パターンごとにアクセシビリティの高い場所や低い場所の分布が異なっていることを示した。また、平均的にどの生活パターンでもアクセシビリティが高い場所や、生活パターンに応じアクセシビリティにばらつきがある場所があることが示され、それぞれの特徴に応じた政策的示唆を提案した。

**Key Words:** Optimal Matching 分析, 時間の拘束性, 生活時間配分, アクセシビリティ

## 1. はじめに

近年、パリをはじめ複数の都市では 15 分都市をコンセプトに、包摂的に全ての地域の住民が様々な施設へ 15 分以内に徒歩や自転車でアクセスできる都市構造を目指している<sup>1)</sup>。一方、力石等<sup>2)</sup>は、ライフスタイルつまり活動時間配分の長期的な推移をみると、労働などの義務的な時間や、買い物の時間、自由時間などが個人によって多様化していることを指摘している。ここから全ての人が同じ施設を必要としているのではなく、活動時間配分によって規定されるそれぞれの生活パターンによって必要とする施設は異なっているだろうと考えられる。これらの多様化した需要を満たすには、15 分都市のように都市内のどこにおいても全ての施設が充実し、アクセシビリティが高く、全ての生活パターンの個人にとって暮らしやすいことが最善であるが、都市内全域において全ての施設を整備するのは予算の制約などにより実現可能性が低いと考えられる。

そこで、本研究では実証データより、時間の拘束性を有する活動に基づき生活パターンを類型化し、場所ごとに異なる生活パターンの個人が必要とする施設へのアクセシビリティを評価し、多様化した生活パターンに対応したまちづくりに関する方法論を構築すること

を目的とする。ここで、時間の拘束性を有する活動を、「生活するという目的に向かって定められた唯一の手段であり、その時間に行うことを我々に強制する活動」と定義する。時間の拘束性に基づいて生活パターンを類型化するのには、時間の拘束性を有する活動はその時間に行わなければならないため、それ以外の活動の時間配分も規定するためである。また、時間の拘束性を有する活動に規定される時間制約によって各施設へのアクセス性への重要度が異なっていると考えられるためである。本研究では時間の拘束性を有する活動に基づいて類型化した生活パターンのなかで、自由時間の少ない生活パターンについてのアクセシビリティ評価を行うこととする。自由時間の少ない生活パターンに注目するのは、自由時間が少ないということは、生活の質が低いと仮定し、必要とする施設へのアクセシビリティを改善する優先度が高いと考えるためである。こうした自由時間が少ない生活パターンの個人にとってどの場所がアクセシビリティが高く、生活のしやすい場所であるかどうかを評価する。

また本研究では、多様化した生活パターンに対応可能なまちづくりに関する政策的示唆を検討するため、アクセシビリティ評価の際に、15 分都市のように全ての生活パターンの個人にとって最低限のアクセシビリティ

が確保されているかどうかの基準に加え、生活パターンに応じたアクセシビリティのばらつきを評価する。ここで個人の生活パターンの変化によってアクセシビリティが高い場所に引越すという事例<sup>7)</sup>を踏まえ、生活パターンによってアクセシビリティのばらつきがある場所では、アクセシビリティが高い生活パターンの必要とする施設の加配や居住地の整備を優先的に行うこと通して、アクセシビリティの低い場所に住むその生活パターンの個人の移住を誘導する、都市・地域計画を考える。これは、最低限の水準を満たしているのならば、生活パターンによってアクセシビリティのばらつきがある場所では、全ての場所で全ての生活パターンのアクセシビリティが高いことを目標とし、ばらつきを改善する政策を行うのではなく、アクセシビリティの高い生活パターンに特化した政策を行うことが財・資源の制約上有効であると考えたためである。これにより、生活パターンの多様性に対応した都市・地域計画を検討する事が可能となる。なお本研究では、満たすべきアクセシビリティの最低限の水準を以降ミニマムレベルと呼称する。

本研究の構成は以下の通りである。2.では、既往研究を踏まえて本研究の方針を示した後、時間の拘束性の考え方について整理する。3.では、本研究で用いる生活パターンの分類方法である Optimal Matching 分析について説明する。4.では、本研究で用いる活動時間配分についての調査である社会生活基本調査について説明した後、生活パターンの分類を行い、結果の考察を行う。5.では、アクセシビリティの計算方法、評価方法について整理した後、実際に各生活パターンに応じて、必要な施設に対するアクセシビリティを評価し、多様化した生活パターンに対応した政策的示唆について考察する。最後に 6.において、本研究のまとめと今後の課題点について整理する。

## 2. 本研究の基本的な考え方

### (1) 従来研究概要

田中<sup>4)</sup>によると、アクセシビリティの概念は2地点間の距離から始まり、Stewart<sup>5)</sup>が1地点から地域全体の複数地点へのアクセシビリティ(Ingram<sup>6)</sup>の分類によると Integral Accessibility) を考えて以降、産業の立地分析、都市計画、地域経済学の分野等で用いられてきた。

Geurs 等<sup>8)</sup>によると、アクセシビリティは、土地利用と交通網の開発、政策の影響をうける指標であるとしている。アクセシビリティには4つの構成要素があり、土地利用要素、交通網要素、時間要素、個人要素がある。また、アクセシビリティの観点も4つあり、道路などのインフラに基づいた観点、場所に基づいた観点、

個人に基づいた観点、効用に基づいた観点がある。研究の目的によって、これらの要素のどれを重要視するか、どの観点からみるかは様々である。1.で示した目的を踏まえると、本研究では個人要素も考慮しつつ様々な施設へのアクセシビリティが高い場所の評価、つまり各場所の土地利用要素を評価することを目的とする為、場所に基づいたアクセシビリティを評価する。

谷本等<sup>9)</sup>によると、経済格差、社会的孤立による外出意欲の低下など個人の財・活動機会への社会的関心が近年高まっており、土地利用、交通網など物理的な側面だけでなく個人の生活の実態に即して、財・活動機会を考慮したアクセシビリティの研究や、個人の主観的な価値観にまで踏み込んだアクセシビリティの研究も多く行われているとしている。林等<sup>10)</sup>の研究では QOL アクセシビリティを考案し、社会的個人属性に応じ、どの施設を重要とするかの価値観を SP データに基づき測定し、生活の質を評価している。これは男女別、年代別に必要な施設の重要度を変えアクセシビリティを検討したものである。本研究においても、着目する集団に応じ必要な施設は変わるという考え方は有用であると考えられる。

木澤等<sup>11)</sup>の研究では活動を行う頻度をもとにクラスター分析を行い、買い物の頻度が高いクラスター、公園での散歩の頻度が高いクラスター等に分類し、その活動の頻度を、活動を実行できる施設への重要度として総合的アクセシビリティを考案している。本研究においても RP データ(活動時間配分)をもとに、各施設への重要度を算出することとする。

以上の既往研究に対し、本研究では集団に応じ必要とする施設は異なることを前提とし、自由時間が少ない生活パターンが必要とする施設について、場所に基づいたアクセシビリティを評価する。また、本研究では着目する集団を、年齢や家族構成などの社会的個人属性で決めるのではなく、活動時間配分をもとに、時間の拘束性を有する活動を考慮して Optimal Matching 分析を行うことで取り出した、自由時間の少ない生活パターンとする。なぜならば、社会的個人属性での分類では、社会的個人属性が同じでもその中で労働時間、家事時間、自由時間の多さにはばらつきがあり<sup>2)</sup>、自由時間が少なく優先的に考慮すべき集団は取り出せないと考えためである。また、香川<sup>12)</sup>の研究では、働く時間の総量だけでなく働く時刻や時間帯を考慮して、労働時間が仕事以外の活動に及ぼす影響を検討している。そのために Optimal Matching 分析を行い、労働時間配分の分類を行っている。本研究においても時間の拘束性を有する活動が、生活パターンを規定していると考え、それに基づいた Optimal Matching 分析を行い生活パターンを分類する。ここで時間の拘束性を有す

る活動を考慮するのは、自由時間の少なさは労働や育児、介護など時間の拘束性を有する活動の発生回数や発生する時間帯に影響を受けるからである。また、各施設への重要度は活動時間配分のデータより推定する。

## (2) 時間の拘束性を有する活動

2.(1)で踏まえたように本研究では、社会的個人属性ではなく、活動時間配分に基づいて分類した生活パターンに対してアクセシビリティを評価する。そこで、実証データより、時間の拘束性を有する活動に基づいて生活パターンを類型化した後、自由時間の少ない生活パターンに着目し、それらの生活パターンに応じたアクセシビリティ評価を行う。

ここで時間の拘束性を有する活動について、E. Durkheim の社会分業論<sup>13)</sup>における拘束性の概念を参考に定義する。E. Durkheim の社会分業論においては、「一定の目的に向かって定められた1つの道をたどるよう我々を強制するもの」を道徳、義務または拘束とよんでいる。また、道徳を「最小限度に不可欠なもの」、「それなくしては生きていけない日常の糧」としている。これを参考にし、本研究では「時間の拘束性を有する活動」を「生活するという目的に向かって定められた唯一の手段であり、その時間に行うことを我々に強制する活動」と定義する。

例えば、仕事という活動は生活するための資金を稼ぐという目的に対して、その人がとれる唯一の手段であり、事前に決められたその時間に行うことを強制されているため、時間の拘束性を有する活動である。また、育児や介護という活動は、同居人とともに生活するという目的に対しての唯一の手段であり、その時間に行うことを強制されているため、時間の拘束性を有する活動である。一方、食事を作る等家事活動は、生活のために食事をとるという目的に対して唯一の手段ではなく（食べ物を買うことができるため）、かつ家事はその時間に行うことを強制されていないので、時間の拘束性を有する活動ではない。このように本研究では、全ての活動を時間の拘束性を有する活動と、そうでない活動に分類する。

## 3. 生活パターンの類型化手法

### (1) 概要

本章では生活パターンの類型化方法について説明する。本研究では系列分析の1つである Optimal Matching 分析を用いて系列データの不一致度  $d_{k,l}$  を求め、階層的クラスター分析の1つである Ward 法を用いて生活パターンを類型化する。ここで系列データとは要素  $s_i$  の  $t$  個の連続からなる  $1 \times t$  ベクトル  $S_k =$

$\{s_1, s_2, s_3, \dots, s_i, \dots, s_t\}$  のことである。系列分析とは系列データ  $S_k, S_l$  の間の不一致度  $d(k,l)$  を求める方法である。本研究における系列データ  $S_k$  とは、4.(2)で説明するように、サンプル  $k$  についての1日を通して滞在場所と活動が15分毎に記録されたデータであり、ある時刻  $i$  に行われた活動を表す要素  $s_i$  の、 $t = 96$  個からなる、 $1 \times 96$  ベクトルである。また系列データの不一致度  $d_{k,l}$  を求めた後、Ward 法により各クラスターに類型化された生活パターンを  $l_i (i = 1, 2, 3, \dots)$  とする。3.(2)では、時間の拘束性に基づく分類を行うため、Optimal Matching 分析の際に行った工夫を説明する。

### (2) Optimal Matching 分析

Optimal Matching 分析は、系列データ  $S_k, S_l$  の間の不一致度  $d(k,l)$  を、一方の系列データ  $S_k$  を要素  $s_i$  の置換、挿入、削除という操作  $a_i (i = sub, ins, del)$  を用いて、もう一方の系列データ  $S_l$  に一致させる際の最小のコストとして計算する。置換、挿入、削除という操作を用いて系列データを一致させて求められた不一致度  $d_{k,l}$  は、Levenshtein Distance<sup>14)</sup>と呼ばれている。Optimal Matching 分析は社会科学の分野においては Abbott 等<sup>15)</sup>によって始めて用いられて以降、広く用いられている。

以下置換、挿入、削除という操作  $a_i$  の定義を示す。以下  $e_j(i)$  を第  $i$  成分が1、他の成分が0の  $j \times 1$  ベクトルとし ( $0 \leq i \leq j$ )、 $z_j$  を全ての成分が0の  $j \times 1$  ベクトルとする。

a)  $1 \times j$  ベクトルの要素  $s_i$  を  $s'_i$  へ置換  $a_{sub_i}(s_i, s'_i)$

$$P_{sub}(j, i) = \{e_j(1), \dots, e_j(i-1), z_j, e_j(i+1), \dots, e_j(j)\} \text{ の } j \times j \text{ 行列とし,}$$

$$\{s_1, \dots, s_{i-1}, s_i, s_{i+1}, \dots, s_j\} P_{sub}(j, i) + s'_i(e_j(i))^t$$

$$= \{s_1, \dots, s_{i-1}, s'_i, s_{i+1}, \dots, s_j\} \quad (1)$$

b)  $1 \times j$  ベクトルの要素  $s_{i-1}$  と  $s_i$  の間に要素  $s'$  を挿入  $a_{ins_i}(s')$

$$P_{ins}(j, i) = \{e_j(1), \dots, e_j(i-1), z_j, e_j(i), \dots, e_j(j)\} \text{ の } j \times j + 1 \text{ 行列とし,}$$

$$\{s_1, \dots, s_{i-1}, s_i, \dots, s_j\} P_{ins}(j, i) + s'(e_{j+1}(i))^t$$

$$= \{s_1, \dots, s_{i-1}, s', s_i, \dots, s_j\} \quad (2)$$

c)  $1 \times j$  ベクトルの要素  $s_i$  の削除  $a_{del_1}(s_i)$

$$P_{del}(j, i) = P\{e_j(1), \dots, e_j(i-1), e_j(i+1), \dots, e_j(j)\} \text{ の } j \times j - 1 \text{ 行列とし,}$$

$$\{s_1, \dots, s_{i-1}, s_i, s_{i+1}, \dots, s_j\} P_{del}(j, i)$$

$$= \{s_1, \dots, s_{i-1}, s_{i+1}, \dots, s_j\} \quad (3)$$

これらの操作を行うコストを  $c(a_i)$  と表す。これらの操作を組み合わせて  $S_k$  を  $S_l$  に一致させる操作の組み合

わせのベクトルを  $A_i(k, l) = \{a_1, a_2, a_3, \dots\}$ , その際のコストを  $c(A_i(k, l)) = c(a_1) + c(a_2) + c(a_3) + \dots$  と表す.  $S_k$  を  $S_l$  に一致させる操作の組み合わせ  $A_i(k, l)$  は一通りではなく  $n$  通りあるとする ( $i = 1, 2, 3, \dots, n$ ). Optimal Matching 分析では  $S_k, S_l$  の間の不一致度  $d(k, l)$  を, 取りうる操作の組み合わせ  $A_i(k, l)$  の中でコスト  $c(A_i(k, l))$  が最小となる際のコストとする.

$$d(k, l) = \min_i c(A_i(k, l)) \quad (4)$$

本研究の系列データは 1 日の滞在場所の情報を含んだ活動の系列データであり, 要素  $s_i$  はある時刻  $i$  に行われた活動を表すため, 置換という操作  $a_{sub}$  を行うことは, 同じ時刻で違う活動をするを意味する. また時刻  $j$  の要素  $s_j$  の削除  $a_{del_j}$  という操作を行うと, すべての  $i \geq j + 1$  の要素  $s_i$  の時刻が 1 つずつずれ  $s_{i-1}$  になるため, 活動をする時刻がずれるということを意味する. 同様に挿入という操作も時刻がずれるということを意味する. よって  $S_k, S_l$  の間の不一致度  $d_{k,l}$  の大きさは活動の内容や活動をする時刻がどれだけ異なっているかということの意味する. つまり不一致度が小さいほど活動内容や活動をする時刻が似た生活パターンをもち, 大きいほど異なった生活パターンをもちているといえる. 以上が Optimal Matching 分析における不一致度の計算方法である.

ここで本研究における系列データの要素  $s_i$  を整理する. 本研究の系列データの要素はある時刻  $i$  における滞在場所の情報を含んだ活動のデータであったが, Optimal Matching 分析の際は, 全ての活動を異なった要素として分類するのではなく, 時間の拘束性に基づく分類を行うため, 2.(2) を踏まえて要素を再分類する. まず, 時間の拘束性を有していない活動 (以下 N と表記する (not-binding)) に関しては, 家事 H (housework) と自宅での家事以外の活動 I (inhouse) と自宅以外での活動 O (outside), 移動 (travel) に再分類する. 続いて, 時間の拘束性を有する活動を仕事 W と, 仕事以外の時間の拘束性を有する活動 B にわけ, その後時間の拘束性を有する活動の連続性という観点を考慮して B を再分類する. 連続性という観点を考慮するのは, 同じ活動内容であっても, B が連続しているときは活動が前後の再分類前の異なる種類の B の拘束性の影響を受け, 活動場所や活動の開始時刻や終了時刻がより拘束的になるためである (仕事は拘束時間が長く, 仕事の前の B の拘束性の影響が仕事の時間全体にわたって存在するとは考えにくいので, W と B は区別する). 以下時間の拘束性を有する活動の連続性という観点を考慮した B の再分類方法である.

・  $\{s_i, s_{i+1}\} = \{N, B\}$  の場合

その前の活動が N の場合はその活動が終わるまで  $B_1$  とする. 例えば { 家事, 育児, 育児, 家事 } =

表-1 要素  $s$  一覧

時間の拘束性を有していない活動：N	表記
家事	H
自宅での家事以外の活動	I
自宅以外での活動	O
移動	travel
時間の拘束性を有する活動	表記
職場での仕事：W	workplace
自宅での仕事：W	I.work
その他の場所での仕事：W	O.work
前の活動が N の仕事以外の活動：B	$B_1$
前の活動が $B_n$ の仕事以外の活動：B	$B_{n+1}$
前の活動が仕事の仕事以外の活動：B	$B_2$

{H,  $B_1, B_1, H$ } となる.

・  $\{s_i, s_{i+1}\} = \{B_n, B(\neq B_n)\}$  の場合

前の活動が再分類する前の異なった活動の  $B_n$  の場合には, 前の活動の下付きの添え字に 1 を加える ( $s_{i+1} = B_{n+1}$ ). 例えば { 家事, 育児, 介護, 介護, 育児, 家事 } = {H,  $B_1, B_2, B_2, B_3, H$ } 上記のように時間の拘束性を有する活動の連続性に基づいて B に数字を割り振る.

・  $\{s_n, s_{n+1}\} = \{W, B\}$  の場合

(W は職場での仕事 workplace, 自宅での仕事 I.work(Inhouse Work), その他の場所での仕事 O.work(Outside Work) の 3 通りがある)

仕事も時間の拘束性を有する活動であると考えますが, 前の活動が再分類する前の異なった活動の B であっても仕事には必ず workplace, または I.work, O.work を割り振り, 仕事の後に連続して時間拘束的な活動があるときには  $s_{n+1} = B_2$  をわりふる. なぜならば, 仕事の前に時間の拘束性を有する活動があるか否かは, 仕事の後の時間の拘束性を有する活動の拘束性には影響しないと考えられるためである. 例えば育児の間にその他の場所での仕事をしている系列データを例にとると, { 育児, 仕事, 仕事, 仕事, 育児 } = { $B_1, O.work, O.work, O.work, B_2$ } となる. (仕事の前に育児があるかないかは仕事後の育児には影響しない)

また時間の拘束性を有する活動の間に移動が含まれる場合も連続していると判断する. 例えば { 育児, 育児, 移動, 介護, 介護 } = { $B_1, B_1, travel, B_2, B_2$ } となる. これにより時間の拘束性を有する活動の長さや連続性に基づいて生活パターンの類型化が可能となる.

続いて置換, 挿入, 削除の操作を行うコスト  $c(a_i)$  を定義する. 式 (4) より, Optimal Matching 分析において, 不一致度はコスト  $c(a_i)$  に大きく依存する. そのため,

表-2 置換, 挿入, 削除のコスト

置換コスト $c(a_{sub})$		
$B_i, B_j$ の置換の場合 ( $i < j$ )	$c(a_{sub}(B_i, B_j))$	$2-p_{pre}(B_j)$
$B_j$ と W または N の置換の場合	$c(a_{sub}(B_j, W \vee N))$	$2-p_{pre}(B_j)$
W または N 同士の置換の場合	$c(a_{sub}(W \vee N, W \vee N))$	1
挿入, 削除のコスト $c(a_{ins}), c(a_{del})$		
全ての場合		1

様々な  $c(a_i)$  の定義方法が提案されている。

Studer 等<sup>16)</sup>によると, 置換や挿入, 削除する要素  $s_i$  に関わらず, 定数をとると定義する方法  $c(a_{sub}) = k$ ,  $c(a_{ins}) = c(a_{del}) = l (k, l = \text{consant})$  や,  $S_i$  の個人属性やデータに基づいて定義する方法があるとされている。

本研究においては時間の拘束性を有する活動に着目して類型化するため,  $s_i$  に関わらず定数をとるのではなく, データに基づき要素  $s_i$  ごとにコストを定義した。Studer 等<sup>16)</sup>によると, データに基づいたコストの定義として, よく用いられる手法として, 挿入, 削除のコストは 1 であるとしたうえで, 置換コスト遷移率  $p_{tra}(s_{i+1} = p | s_i = q)$  を用いて, 以下のように定義している。ここで  $p_{tra}(s_{i+1} = p | s_i = q)$  とは着目する 2 つの要素 ( $p, q$ ) 間の  $s_i = q$  であったときの  $s_{i+1} = p$  である条件付き確率である。

$$c(a_{sub}(p, q)) = 2 - p_{tra}(s_{i+1} = p | s_i = q) - p_{tra}(s_{i+1} = q | s_i = p) \quad (5)$$

これは遷移率の高い要素は活動の類似度が高いと考え, 低い置換コストを与えている。しかし, 本研究で分析する系列データにおいては遷移率が高くて類似度が高い場合がある (例えば  $s_i = \text{workplace}$  の後の  $s_{i+1} = I$  の遷移率が高いが活動は類似していない)。

そこで本研究では, 遷移率を用いず, 分析対象とする全ての系列データ  $S_n$  のうち, 表-1 より再分類した要素のうち着目する要素  $q$  について, 系列データの要素  $\{s_1, s_2, s_3, \dots, s_t\}$  のうち 1 つでも  $s_i = q$  が含まれる系列データ  $S'$  の割合で定義される存在率  $p_{pre}(q) = \frac{S' \text{ の数}}{S_n \text{ の数}} = \frac{S' \text{ の数}}{n}$  を用いて, 存在率が大きい (小さい) 要素は類似度が小さい (大きい) という考えに基づき, 置換コストを定義する。

$$c(a_{sub}(p, q)) = 2 - p_{pre}(q) \quad (6)$$

これは  $q$  の存在率が大きいものが含まれる置換に低い置換コストを与えている。  $p$  の存在率を減じていないので,  $p$  と  $q$  の置換を行う際は,  $p$  と  $q$  のうちより着目する要素の存在率を任意に選択することができる。一方で全ての要素間の類似度が存在率と相関を持つわけで

はないので, 本研究においては定数を用いたコストと組み合わせて要素ごとに置換コストを定義する。

本研究においては時間の拘束性を有する活動とその連続性に着目するため,  $B_i$  に関する置換コストを式 (6) より定義し, それ以外の置換と挿入, 削除の置換コストは 1 であるとした。(表-2)

置換は挿入と削除を行うことで代替できるため, 置換のコストは最大でも挿入, 削除のコストの 2 倍以下になるように設定した。  $B_i, B_j$  の置換の場合 ( $i < j$ ) は連続性が大きい活動ほど, それより前により様々な種類の時間の拘束性を有する活動を行っていることを示し, 連続性の小さい活動に比べてより行う時刻や場所の拘束性が大きい活動として, 着目すべきであると考え,  $B_j$  の存在率を用いて定義する。  $B_j$  と W または N の置換の場合も時間の拘束性を有する活動の連続性に着目するため,  $B_j$  の存在率を用いて定義する (W も時間の拘束性を有する活動であるが, 分析対象とするサンプルは W を必ず含んでいるため, 本研究では W より  $B_j$  に着目する)。これにより, 時間の拘束性を有する活動である  $B_j$  の置換コストは  $0 \leq p_{pre}(B_j) \leq 1$  であるため,  $2-p_{pre}(B_j) \geq 1$  となり,  $B_j$  以外同士の置換コスト 1 に比べて相対的に高くなる。これにより時間の拘束性を有する活動の要素の多さや, 連続性が違う系列データの不一致度が大きくなり, 時間の拘束性を有する活動とその連続性に着目した生活パターンの類型化が可能となる。

## 4. 生活パターンの分類

### (1) 概説

本章では, 本研究で用いる生活行動についての実証データである社会生活基本調査について説明を行った後, そのデータをもとに生活パターンの分類を行う。4.(2) では, 社会生活基本調査より, 分析対象とする 1091 サンプルを取り出し, 1091 サンプルについての平均的な個人属性, 活動時間の配分についての説明をする。4.(3) では, 4.(2) で取り出した 1091 サンプルに対して, 実際に 3.(2) で説明した Optimal Matching 分析を行うことで生活パターンの分類を行い, アクセシビリティ評価の

表-3 活動の要素  $s$ 

時間の拘束性を有していない活動：N	表記	活動の記号
家事	H	1.3
自宅での家事以外の活動	I	1.1, 1.2
自宅以外での活動	O	4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.13
移動	travel	3.1
時間の拘束性を有する活動	表記	活動の記号
職場での仕事：W	workplace	2.1
自宅での仕事：W	I.work	1.6
その他の場所での仕事：W	O.work	4.5
仕事以外の時間の拘束性を有する活動：B	$B_j$	1.4, 1.5, 3.2, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12

表-4 一日の滞在場所と活動に基づく分類

滞在場所	サンプル数
自宅のみ	2577
自宅以外での仕事 <sup>1</sup> のみ	1
その他での仕事以外の活動 <sup>2</sup> のみ	125
自宅と自宅以外での仕事	3228
自宅とその他での仕事以外の活動	9720
自宅以外での仕事とその他での仕事以外の活動	20
自宅と自宅以外での仕事とその他での仕事以外の活動	3897
計	19982

1 自宅以外での仕事とは 2.1 学校・職場での仕事または 4.5 その他での仕事である

2 その他の場所での活動うち 4.5 その他での仕事, 以外の活動

対象とする時間の少ない生活パターンを抽出した。

## (2) データ

本研究では総務省が 2011 年 10 月 15 日から 10 月 23 日までの 9 日間において実施した、社会生活基本調査<sup>17)</sup>を用いて実証分析を行う。なお、以下で利用する統計は、統計法に基づいて、独立行政法人統計センターから「平成 28 年社会生活基本調査」に関する匿名データの提供を受け、独自に作成・加工した統計である。同調査には A 表と B 表があるが、A 表には場所についての情報がないが、B 表には場所についての情報がある。本研究では、どの場所で行動をしたかについてアクセシビリティを計算するため B 表を用いることとする。同調査 B 表には、回答者の性別や、年齢、世帯構成などの個人属性をはじめ、1 日における 15 分単位の行動内容が記載されている。回答サンプル数は 19982 である。同調査 B 表には、行動の内容の情報に加え、回答者がどこにいたかという場所の情報が選択式で記載されている。場所の選択肢は 1 自宅、2 学校・職場、3 移動

中、4 その他である。

行動に関する情報は、後に時間の拘束性を用いて分類するために、それぞれの場所ごとに以下の活動に分類した。

1 自宅：1.1 睡眠, 1.2 自由時間, 1.3 家事, 1.4 育児, 1.5 介護, 1.6 仕事

2 学校・職場：2.1 仕事

3 移動中：3.1 移動, 3.2 子供の送迎

4 その他：4.1 睡眠, 4.2 自由時間, 4.3 外食, 4.4 髪を切る, 4.5 仕事, 4.6 買い物, 4.7 受診, 4.8 商業的サービスの利用, 4.9 公的サービスの利用, 4.10 子供を病院に連れていく, 4.11 育児, 4.12 介護, 4.13 家事

このうち **2.(2)** で踏まえた定義から時間の拘束性を有する活動を、1.4 育児, 1.5 介護, 1.6 仕事, 2.1 仕事, 3.2 子供の送迎, 4.5 仕事, 4.6 買い物, 4.7 受診, 4.8 商業的サービスの利用, 4.9 公的サービスの利用, 4.10 子供を病院に連れていく, 4.11 育児, 4.12 介護とした。これらの活動を **3.(1)** で定義した要素に対応させると表-3 の通りとなる。

表-5 平均的な個人属性

属性	値 (単位)
平均年齢	46.2(歳)
平均片道通勤時間	33.9(分)
男性の割合	34.7(%)
配偶者がいる割合	68.2(%)
共働きの割合	15.3(%)
1人暮らしの割合	10.4(%)
10歳未満の子供がいる割合	23.9(%)
6歳未満の子供がいる割合	11.0(%)
世帯構成がひとり親と子供だけの割合	5.4(%)
世帯構成が夫婦と子供だけの割合	40.1(%)
世帯構成が夫婦と子供と親だけの割合	13.3(%)

小数第 2 位以下は四捨五入

本研究では、自由時間の少ない生活パターンに注目し、その生活パターンの集団が必要とする施設についてのアクセシビリティを評価するため、自宅での時間を過ごしつつ、自宅外で仕事と仕事以外の活動を一日のうちに行っているサンプルに分析対象を限定した。(表-4における自宅と自宅以外での仕事とその他での仕事以外の活動の 3897 サンプルである) そのうち学生であるサンプルを除外した後、仕事を除いた時間の拘束性を有する活動(B)がひとつでも含まれるものを抽出した。(1860 サンプル) そのうち、1.6 仕事, 2.1 仕事, 4.5 仕事の合計時間が 6 時間以上, 12 時間未満であるサンプル(1091 サンプル)について生活パターンの分類を行った。これは Optimal Matching 分析の分類では系列データの要素のうち時間が最も多いものに影響を受けるため、一日の中で占める割合が高い仕事の時間が似たサンプルを対象を絞るためである。以上 1091 サンプルについての平均的な個人属性を表-5, 平均活動時間を表-6 と表-7 に示す。

以上の表より男女の割合は均等ではなく、男性の割合が 34.7%と低いことに注意する。これは、買い物や育児といった仕事を除いた時間の拘束性を有する活動をしているのは女性が多いという現状を示している。

平均活動時間については、仕事を除いた時間の拘束性を有する活動のうち最も平均時間が長いのは買い物であり、続いて子供の送迎、自宅での育児である。

3.(2)で踏まえたように時間の拘束性を有する活動の連続性の観点より、系列データの要素  $\{s_1, s_2, s_3, \dots, s_t\}$ のうち 1 つでも  $s_i = B_j$  が含まれる系列データ  $S'$  の割合(存在率  $p_{pre}(B_j)$ )と  $B_j$  の平均時間を表-8 に示す。なお、本研究における対象とする系列データ  $S_i (i = 1, 2, 3, \dots, 1091)$  の要素のうち  $B_j (j \geq 7)$  を有する  $S_i$  は

表-6 時間の拘束性を有する活動の平均活動時間

活動	平均時間 (単位)
2.1 仕事	7.6(時間)
4.5 仕事	0.7(時間)
1.6 仕事	0.2(時間)
仕事 W 計	8.5(時間)
1.4 育児	7.5(分)
1.5 介護	0.6(分)
3.2 子供の送迎	7.5(分)
4.6 買い物	30.1(分)
4.7 受診	2.4(分)
4.8 商業的サービスの利用	1.1(分)
4.9 公的サービスの利用	0.4(分)
4.10 子供を病院に連れていく	0.2(分)
4.11 育児	2.9(分)
4.12 介護	0.3(分)
仕事以外の時間の拘束性を有する活動 B 計	53.6(分)

小数第 2 位以下は四捨五入

表-7 時間の拘束性を有さない活動(N)の平均活動時間

活動	平均時間 (単位)
1.1 睡眠	6.9(時間)
1.2 自由時間	266.1(分)
1.3 家事	85.8(分)
3.1 移動	79.2(分)
4.1 睡眠	2.1(分)
4.2 自由時間	16.3(分)
4.3 外食	10.1(分)
4.4 髪を切る	0.8(分)
4.13 家事	1.7(分)

小数第 2 位以下は四捨五入

存在しなかった。これをみると  $B_1$  より、 $B_2$  の存在率と平均活動時間が大きいことがわかる。これは、 $B_2$  のうち、 $B_2$  の移動を除いた前の活動が仕事である  $\{s_{n-i'}, s_n\} = \{W, B_2\} (i' = \min i(i \text{ s.t. } s_{n-i} \neq \text{trans}))$  割合 (91%) が、 $B_2$  のうち、 $B_2$  の移動を除いた前の活動が  $B_1$  である  $\{s_{n-i'}, s_n\} = \{B_1, B_2\}$  割合 (9%) を大きく上回っているためである。

### (3) 分類結果

3.(2)より、系列データの要素は、「H」、「I」、「O」、「travel」、「workplace」、「I. work」、「O. work」、「 $B_1$ 」、「 $B_2$ 」、「 $B_3$ 」、「 $B_4$ 」、「 $B_5$ 」、「 $B_6$ 」である。表-2, 表-8

表-8  $p_{pre}(B_j)$  と平均活動時間

$B_j$	$p_{pre}(B_j)(\%)$	平均時間 (単位)
$B_1$	57(%)	25.0(分)
$B_2$	63(%)	26.5(分)
$B_3$	6(%)	1.9(分)
$B_4$	1.2(%)	0.2(分)
$B_5$	0.2(%)	0.1(分)
$B_6$	0.05(%)	0.01(分)

表-9 要素間の置換コスト  $c(a_{sub}(s, s'))$ 

$s \setminus s'$	$B_1$	$B_2$	$B_3$	$B_4$	$B_5$	$B_6$	$n^*$
$B_1$		1.37	1.94	1.99	1.99	1.99	1.43
$B_2$	1.37		1.94	1.99	1.99	1.99	1.37
$B_3$	1.94	1.94		1.99	1.99	1.99	1.94
$B_4$	1.99	1.99	1.99		1.99	1.99	1.99
$B_5$	1.99	1.99	1.99	1.99		1.99	1.99
$B_6$	1.99	1.99	1.99	1.99	1.99		1.99
n	1.43	1.37	1.94	1.99	1.99	1.99	1

\* n は  $B_i$  以外の要素

$B_i$  以外の要素同士の置換コストは 1

より計算した、これらの要素間の置換コスト  $c(a_{sub}(s, s'))$  を表-9 に示す。これを見ると  $B_i$  以外の要素 (W または N) 同士の置換コストは 1 であり、 $B_i$  が関わる置換は 1 より大きくなっている。例えば、 $B_1$  と  $B_i$  以外の要素の置換コストは 1.43、 $B_2$  と  $B_i$  以外の要素の置換コストは 1.37 である。また、 $B_3$ 、 $B_4$ 、 $B_5$ 、 $B_6$  に関する置換コストは 1.9 以上と高くなっているが、これは存在率  $p_{pre}$  が低いためである。これにより、仕事以外の時間の拘束性を有する活動 ( $B_i$ ) を要素として多く含む系列データと、わずかしき  $B_i$  を含まない系列データの不一致度が大きくなり、クラスター分析の際は区別されやすくなる。また  $B_1$  と  $B_2$  の置換コストは 1.37 であり、 $B_i$  の連続性が異なる系列データ間も不一致が大きくなる。なお、表-2 より、挿入、削除のコストは要素にかかわらず 1 と一定である。

以上の置換、挿入、削除コストに基づき、Optimal Matching 分析により全ての系列データの  $S_i, S_j$  の不一致度  $d(i, j)$  を計算した後、その不一致度をもとに階層的クラスター分析の 1 つである Ward 法を実施した。ここでクラスター数は、30 を超えるとサンプル数が 10 以下のクラスターが多くなるため、扱いやすさの観点から 30 とし、クラスター  $i$  を、生活パターン  $l_i (i = 1, 2, 3, \dots, 30)$  とした。

次に、自由時間 (1.2 自由時間, 4.2 自由時間の和) に

ついて各生活パターン  $l_i$  の平均値と分析した全ての系列データ  $S_i$  の 1091 サンプルの平均値に対し Welch の t 検定を実施し、アクセシビリティ評価の対象を抽出する。自由時間については 1 日の平均時間だけでなく、出勤前の 1~3 時間、退勤後の 1~3 時間の自由時間、また自由時間の最大継続時間を考え、これらのうち 1 つでも全体の平均値と有意水準 1% で差があり、かつ平均より小さいものがある生活パターンをアクセシビリティ評価の対象とする  $l_i$  とした。出勤前の 1~3 時間とは  $S_i = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_j, \dots, s_t\}$  の  $s_j = workplace$  または  $O.work$  のうち  $i$  が最小のものを  $s_f$  とすると  $s_{f-n}$  の  $n = 1, 2, 3, 4$  が仕事前 1 時間、 $s_{f-n}$  の  $n = 1, 2, 3, \dots, 8$  が仕事前 2 時間、 $s_{f-n}$  の  $n = 1, 2, 3, \dots, 12$  が仕事前 3 時間となる。同様に、退勤後 1~3 時間とは、 $s_j = 仕事$  のうち  $j$  が最大のものを  $s_m$  とすると  $s_{m+n}$  の  $n = 1, 2, 3, 4$  が仕事前 1 時間、 $s_{m+n}$  の  $n = 1, 2, 3, \dots, 8$  が仕事前 2 時間、 $s_{m+n}$  の  $n = 1, 2, 3, \dots, 12$  が仕事前 3 時間となる。1 日の自由時間の平均の少なさだけでなく、出勤前の 1~3 時間、退勤後の 1~3 時間の自由時間の平均の少なさをアクセシビリティ評価対象の基準としてを選んだ理由は、ある時間に集中して自由時間が少ない生活パターンの個人もその時間は忙しく、施設へのアクセシビリティが高いことを必要としていると考えたからである。また、自由時間の最大継続時間とは 1 日の自由時間のうち最も長く継続して行われた自由時間の長さのことである。最大継続時間が少ないことをアクセシビリティ評価対象の基準としている理由は、時間の拘束性を有する活動の総時間が少なくても、例えば頻繁に介護をしなければならないといった場合など、自由時間が頻繁に中断され、他の活動がしにくくなる生活パターンに対しても、アクセシビリティの改善が優先的に必要であると考えたためである。また、時間帯ごと (例えば午前 6 時から 9 時までの 3 時間) での自由時間の少なさをアクセシビリティ評価対象の基準としていないのは、各生活パターンによって睡眠時間帯や労働時間帯は異なっており、自由時間がその時間帯に少なくとも睡眠時間にあてると等しているためである。

表-10 において、生活パターン  $l_i$  の自由時間 (分) を示す (有意水準 1% で平均と差があり、かつ平均より小さいもののみ表示)。なお、この表に載っていない生活パターン  $l_i$  は全ての項目で有意水準 1% で平均より少ないものはなかった。本調査において時間は 15 分単位で記録されるため、平均時間が 15 分以下であるということは自由時間が 0 分である人が多くいることを表している。

例えば生活パターン  $l_1$  に着目すると、自由時間の継続時間が 120.1 分と平均より有意に小さくなっている

表-10 生活パターン  $l_i$  の自由時間 (分)

$l_i$	1日	後1h	後2h	後3h	前1h	前2h	前3h	最大継続
平均	282.4(分)	11.0(分)	36.1(分)	70.0(分)	18.9(分)	44.3(分)	56.7(分)	156.3(分)
$l_1$								126.3
$l_3$		7.7	29.2					
$l_6$	231.9		27.5	54.6		37.8	46.8	120.1
$l_7$		2.3	15.8	41.2	13.7			
$l_8$				33.4				
$l_9$		0						
$l_{10}$	249.0	6.9						
$l_{13}$								100.7
$l_{14}$					0	0	0	
$l_{15}$	220.5	6.4						132.9
$l_{20}$	191.7		16.6	32.5				72.5
$l_{23}$			5.0	5.0	0	0	0	
$l_{25}$								118.8
$l_{26}$						3.5	3.5	
$l_{28}$					0	0	0	
$l_{29}$					0	0	0	

小数第 2 位以下は四捨五入

表-11 生活パターン  $l_i$  の最初の出勤時刻と最後の退勤時刻の平均

$l_i$	出勤時刻	退勤時刻
平均	11 時 29 分	17 時 21 分
$l_1$	10 時 46 分	21 時 9 分
$l_3$	8 時 39 分	17 時 7 分
$l_6$	8 時 2 分	17 時 5 分
$l_7$	8 時 5 分	15 時 47 分
$l_8$	14 時 17 分	22 時 55 分
$l_9$	16 時 40 分	19 時 20 分
$l_{10}$	7 時 59 分	17 時 31 分
$l_{13}$	8 時 31 分	17 時 14 分
$l_{14}$	1 時 55 分	10 時 36 分
$l_{15}$	8 時 24 分	19 時 7 分
$l_{20}$	8 時 54 分	16 時 3 分
$l_{23}$	0 時 0 分	23 時 55 分
$l_{25}$	8 時 3 分	19 時 51 分
$l_{26}$	5 時 49 分	16 時 11 分
$l_{28}$	0 時 0 分	21 時 32 分
$l_{29}$	1 時 29 分	9 時 13 分

ためアクセシビリティ評価対象とする。同様に  $l_3, l_6, l_7, l_{10}, l_{13}, l_{15}, l_{20}, l_{25}$  をアクセシビリティ評価対象の生活パターンとした。一方、表-10において、生活パ

ターン  $l_8$  に着目すると、仕事後 3 時間の自由時間が平均より小さくなっているが、表-11 をみると退勤時刻が 22 時 55 分であり、仕事後から 24 時まで平均して 1 時間 5 分しか残っていないため、仕事後 3 時間の自由時間の平均が低くなっていると考えられる。このため、生活パターン  $l_8$  はアクセシビリティ評価対象としない。また、 $l_{14}$  に着目すると、出勤時刻が 1 時 55 分であり、0 時から仕事前までに平均して 1 時間 55 分しかないので仕事前の自由時間が少ないと考えられ、アクセシビリティ評価対象としない。同様に出勤時刻が 0 時から 3 時の間で、仕事前の自由時間が少ないもの、退勤時刻が 21 時から 24 時の間で自由時間が少ないものがある  $l_{23}, l_{26}, l_{27}, l_{28}, l_{29}$  はアクセシビリティ評価対象としない。また  $l_9$  は仕事後 1 時間の自由時間が少ないが、サンプル数が 3 と少ない全体の  $\frac{3}{1091} \approx 0.28\%$  のため、本研究で分析の対象としない。

ここでアクセシビリティ評価対象とした生活パターン  $l_i (i = 1, 3, 6, 7, 10, 13, 15, 20, 25)$  について、 $s_i (i = 1(0:00 \sim 0:15), 2(0:15 \sim 0:30), 3(0:30 \sim 0:45), \dots, t = 96(23:45 \sim 24:00))$  の各要素のサンプル数を示した図を図-1 から図-9 に示す。横軸は時刻  $i$ 、縦軸は  $s_i$  の各要素をサンプル数を示す (活動時間配分)。また、表-12 はアクセシビリティ評価対象の生活パターン  $l_i$  について平均的な個人属性を示したものである。

表-13 は仕事を除いた時間の拘束性を有する活動  $B$  の

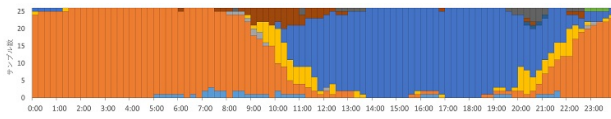


図-1  $l_1$  の活動時間配分

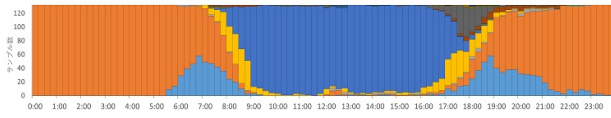


図-2  $l_3$  の活動時間配分

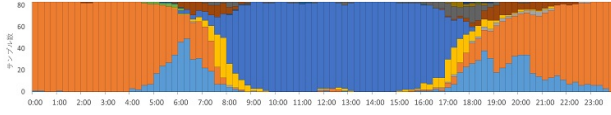


図-3  $l_6$  の活動時間配分

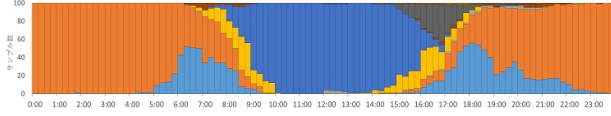


図-4  $l_7$  の活動時間配分

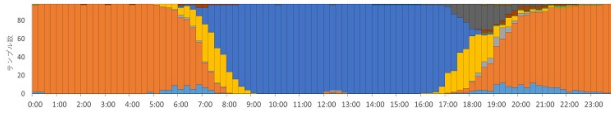


図-5  $l_{10}$  の活動時間配分

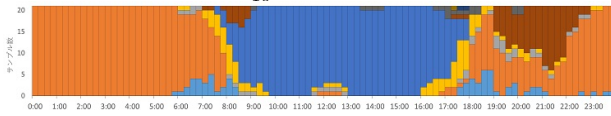


図-6  $l_{13}$  の活動時間配分

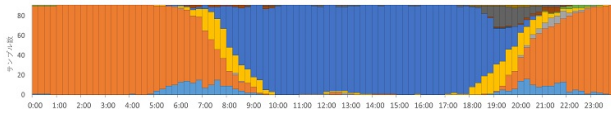


図-7  $l_{15}$  の活動時間配分

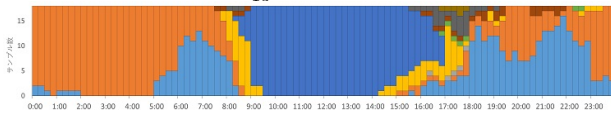


図-8  $l_{20}$  の活動時間配分

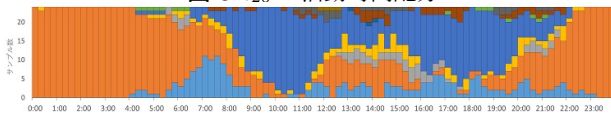


図-9  $l_{25}$  の活動時間配分

凡例：要素 H O travel workplace l.work  
 O.work B\_1 B\_2 B\_3 B\_4 B\_5 B\_6

合計時間，発生回数， $\{s_n, s_{n+j'}\} = \{B_1, N\}$  が発生した回数， $\{s_n, s_{n+j'}\} = \{B_1, B_2 \vee W\}$  が発生した回数， $\{s_n, s_{n+1}\} = \{B_2, N\}$  が発生した回数， $\{s_n, s_{n+j'}\} = \{B_2, B_3 \vee W\}$  が発生した回数， $\{s_n, s_{n+j'}\} = \{W, B_2\}$  が発生した回数を示す。合計時間と合計回数以外は平均より大きいもののみ示した。(  $j' = \min j(j \text{ s.t. } s_{n+j} \neq \text{trans})$  )

表-14 はアクセシビリティ評価対象の生活パターン  $l_i$  の時間の拘束性を有する活動の平均時間を全サンプル  $S_i (i = 1, 2, 3, \dots, 1091)$  の平均より大きいもののみ表示したものである。(1.4 育児，1.5 介護，3.2 子供の送迎，4.6 買い物，4.7 受診，4.8 商業的サービスの利用，4.9 公的サービスの利用，4.10 子供を病院に連れていく，4.11 育児，4.12 介護を示す)

以上の図，表より各生活パターンの特徴を記す。生活パターン  $l_1$  は自由時間の最大継続時間が短く，出勤時刻，退勤時刻が 10 時 46 分，21 時 9 分で主に午後に労働している。活動内容は子供の送迎，商業的サービスの利用，自宅以外での育児が平均より多い。[最大継続時間短い午後勤務]

生活パターン  $l_3$  は仕事後に自由時間が少なく，女性が多い。 $\{s_n, s_{n+j'}\} = \{W, B_2\}$  が発生した回数が多い。活動内容は子供の送迎，受診，子供を病院に連れていくが平均より多い。[退勤後直接時間の拘束性を有する活動]

生活パターン  $l_6$  は女性の割合が高く，10 歳未満の子供がいる割合も高い。表には記していないが，世帯構成が夫婦と子供と親の割合が平均と比べ高い (26.5%)。家事の時間も 2.5 時間と多い。出勤前，退勤後どちらも自由時間が少なく，この時間に時間の拘束性を有する活動を行うことが多い。活動内容は育児，子供の送迎，子供を病院に連れていく，が平均より大きい。[出勤前，退勤後で自由時間少ない]

生活パターン  $l_7$  は女性の割合が高く，労働時間は 6.8 時間と平均より少ないが，家事時間も 2.9 時間と多い。 $\{s_n, s_{n+j'}\} = \{W, B_2\}$  が発生した回数が多い。活動内容は育児，子供の送迎，買物が平均より多い。[退勤後直接時間の拘束性を有する活動，多めの家事]

生活パターン  $l_{10}$  は仕事後に自由時間少なく，男女比が 1:1 に近い。仕事時間が 9.8 時間と平均より少し多い。 $\{s_n, s_{n+j'}\} = \{W, B_2\}$  が発生した回数が多い。活動内容は買い物，受診が平均より多い。[退勤後直接時間の拘束性を有する活動，少し長めの仕事]

生活パターン  $l_{13}$  は 6 歳未満の子供がいる割合が高い。仕事の前や午後 8 時から 10 時にかけて時間の拘束性を有する活動をしている人が多い。自由時間の最大継続時間も短く，自由時間が分断されてしまっていることがわかる。また時間の拘束性を有する活動の平均時間や回数も多い。活動内容は育児や子供の送迎が平均より多い。[最大継続時間短い，未就学児いる]

生活パターン  $l_{15}$  は  $l_{10}$  に似ており仕事時間が 10.6 時間と平均時間より長く，自由時間が短くなっている。退勤後に時間の拘束性を有する活動をしている人が多い。活動内容は受診や商業的サービスの利用が平均より多い。[退勤後直接時間の拘束性を有する活動，長め

表-12 アクセシビリティ評価対象の生活パターン  $l_i$  の平均個人属性

$l_i$	n	年齢	労働時間	家事時間	男	10歳未満	6歳未満
平均	1091	46.2(歳)	8.5(時間)	1.4(時間)	34.7(%)	23.9(%)	11.0(%)
$l_1$	26	46.2	9.7*	0.4*	53.8	30.8	15.4
$l_3$	132	48.0	8.2*	1.9*	7.6*	26.5	3.8*
$l_6$	83	44.8	9.0*	2.5*	3.6*	38.6*	21.7
$l_7$	108	47.8	6.8*	2.9*	2.0*	24.0	14.0
$l_{10}$	98	46.5	9.8*	0.5*	58.2*	16.3	8.2
$l_{13}$	21	41.5	8.5	0.8*	47.6	47.6	47.6*
$l_{15}$	91	42.6*	10.6*	0.8*	42.9	13.2*	7.7
$l_{20}$	18	48.6	7.3*	5.2*	0*	27.8	11.1
$l_{25}$	24	54.0*	7.5*	2.4	33.3	12.5	4.2

小数第 2 位以下は四捨五入

\* は 1%水準で有意に平均と差があることを示す

表-13 生活パターン  $l_i$  の時間の拘束性を有する活動の連続性  $\{s_n, s_{n+j'}\}$

$l_i$	B 時間	B 回数	$\{B_1, N\}$	$\{B_1, B_2 \vee W\}$	$\{B_2, N\}$	$\{B_2, B_3 \vee W\}$	$\{W, B_2\}$
平均	53.6(分)	1.49(回)	0.46(回)	0.19(回)	0.61(回)	0.14(回)	0.69(回)
$l_3$	56.5	1.42	0.50	0.27	0.46	0.19	0.04
$l_3$	45.7*	1.54	0.34	0.15	0.72	0.17	0.82*
$l_6$	68.1	2.19*	0.77*	0.27	0.65	0.31*	0.78
$l_7$	60.2	1.58	0.32	0.14	0.92*	0.11	0.97*
$l_{10}$	46.2	1.21*	0.27*	0.10	0.76*	0.06*	0.79
$l_{13}$	131.4*	2.42*	1.38*	0.38	0.43	0.14	0.43
$l_{15}$	39.4*	1.23*	0.15*	0.14	0.76*	0.14	0.89*
$l_{20}$	57.5	1.94	0.50	0.28	0.56	0.33	0.22
$l_{25}$	60.6	1.58	0.67	0.41	0.34	0.08	0

B 時間は小数第 2 位以下は四捨五入, それ以外は小数第 3 位以下は四捨五入

\* は 1%水準で有意に平均と差があることを示す

表-14 生活パターン  $l_i$  の時間の拘束性を有する活動の平均時間 (分)

$l_i$	1.4	1.5	3.2	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11	4.12
平均	7.5	0.6	7.5	30.8	2.4	1.1	0.4	0.2	2.9	0.3
$l_1$			8.1			1.2			15.0	
$l_3$			8.6		3.9			0.7		
$l_6$	23.5		17.0					0.4		
$l_7$	8.6		7.8	40.1						
$l_{10}$				34.6	2.4					
$l_{13}$	66.4		32.1							
$l_{15}$					3.5	1.5				
$l_{20}$			22.5		3.3	1.9			5.0	4.2
$l_{25}$		13.1		33.8						

小数第 2 位以下は四捨五入

の仕事]

生活パターン  $l_{20}$  は女性が 100%で家事時間が 5.2 時

間と多いため, 1 日の自由時間が短くなっている。退勤後に時間の拘束性を有する活動をしている人が多く, さ

表-15 各生活パターン  $l_i$  の特徴

$l_i$	特徴
$l_1$	最大継続時間短い午後勤務
$l_3$	退勤後直接時間の拘束性を有する活動
$l_6$	出勤前, 退勤後で自由時間少ない
$l_7$	退勤後直接時間の拘束性を有する活動, 多めの家事
$l_{10}$	退勤後直接時間の拘束性を有する活動, 少し長めの仕事
$l_{13}$	最大継続時間短い, 未就学児いる
$l_{15}$	退勤後直接時間の拘束性を有する活動, 長めの仕事
$l_{20}$	1日の自由時間短い, 長めの家事
$l_{25}$	最大継続時間短い, 2回出勤

らにその後も家事をしている場合が多い。活動内容は子供の送迎や受診, 商業的サービスの利用, 外での育児, 外での介護が平均より多い。[1日の自由時間短い, 長めの家事]

生活パターン  $l_{25}$  は平均年齢が 54 歳と平均年齢より高い。2 回以上出勤している人が多く, 家事時間も 2.4 時間と多く自由時間の最大継続時間が短く, 自由時間が分断されている。仕事の合間に介護や買い物をしていくことが多い。[最大継続時間短い, 2 回出勤]

以上により, 時間の拘束性を有する活動やその連続性に着目し Optical Matching 分析を用いて生活パターンの分類を行った結果, 自由時間の少ない生活パターンとして 9 つの生活パターンが取り出された。それぞれ自由時間の少ない時間帯は異なっており, また時間の拘束性を有する活動の連続性の違いによっても各生活パターンの特徴が異なっている。また時間の拘束性を有する活動だけでなく, 家事なども活動時間の長さやその時間帯がそれぞれ異なっており, それによって自由時間が少ない生活パターンもある。

## 5. アクセシビリティ評価

### (1) 概説

本章では, アクセシビリティの計算方法, 評価方法について説明を行った後, 実際に大阪府を例にアクセシビリティ評価を行う。5.(2) では, 場所に基いたアクセシビリティについてまとめた後, 本研究で用いるアクセシビリティを定義し, さらに  $l_i$  ごとに複数の施設へのアクセシビリティを評価するため, 複合的アクセシビリティを定義する。5.(3) では, 4. で抽出したアクセシビリティ評価対象の生活パターン  $l_j (j = 1, 3, 6, 7, 10, 13, 15, 20, 25)$  ごとに, 連続性を考慮した複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  について考察をする。また CES 型関数を用いて場所  $\mathbf{x}_k$  の多様性受容指数  $g(\mathbf{x}_k)$  を定義する。5.(4) では, 大阪府に本研究を適

用し, 各施設のアクセシビリティ, 生活パターンごとの複合的アクセシビリティ, 多様性受容指数の評価を行う。また, 場所ごとの生活パターンに応じたアクセシビリティの特徴を把握し政策的示唆について検討する。

### (2) アクセシビリティの計算

2.(1) で踏まえたように本研究では場所に基いたアクセシビリティを考えたいため, 2 次元の位置座標  $\mathbf{x}$  の施設  $f_i$  へのアクセシビリティ  $Acc_{f_i}(\mathbf{x})$  を Gravity-based Measures<sup>8)</sup> を用いて以下の式で表す。以下, 施設  $f_i$  が  $n$  個あるとき 2 次元の位置座標を  $\mathbf{F}_i = \{f_{i_1}, f_{i_2}, f_{i_3}, \dots, f_{i_n}\}$  とし,  $T_{\mathbf{x}f_{i_j}}$  を  $\mathbf{x}$  から  $f_{i_j}$  までの Euclid 距離とする。

$$Acc_{f_i}(\mathbf{x}_k) = \sum_{j=1,2,3} \exp(-\beta T_{\mathbf{x}_k f_{i_j}}) \quad (7)$$

$\beta$  は距離抵抗を表し, 距離に応じて減衰する関数の形を決めるパラメーターで  $\beta > 0$  を満たす実数である。 $\beta > 0$  より  $0 < \exp(-\beta T_{\mathbf{x}f_{i_j}}) \leq 1$  である。以上よりアクセシビリティ  $Acc_{f_i}(\mathbf{x})$  を  $T_{\mathbf{x}f_{i_j}}$  が小さい(大きい)  $f_{i_j}$  であれば大きい(小さい)  $\exp(-\beta T_{\mathbf{x}f_{i_j}})$  の和として定義している。ここで  $j = 1, 2, 3$  は  $T_{\mathbf{x}_k f_{i_j}}$  を小さい順に並び変えた時に  $\{T_{\mathbf{x}_k f_{i_1}} < T_{\mathbf{x}_k f_{i_2}} < T_{\mathbf{x}_k f_{i_3}} < \dots\}$  を満たすもので, 場所  $\mathbf{x}_k$  からの  $f_{i_j}$  の近傍 3 つを示す。本研究では施設  $f_i$  への需要は  $f_{i_j}$  がいくつかあれば十分に満たせると考えた。例えばスーパーマーケットであれば品ぞろえは各店舗によって異なるが, 3 店舗あれば必要な品は揃えられると仮定した。一方, 施設  $f_i$  によって, 需要を満たせる施設数は違うと考えられるが, 本研究においては単純化のため全ての施設  $f_i$  は 3 つずつ必要であると仮定し, Gravity-based Measures を,  $T_{\mathbf{x}_k f_{i_j}}$  の小さい 3 つの施設  $f_{i_j}$  に限定して  $Acc_{f_i}(\mathbf{x}_k)$  を定義した。

また, 本研究では必要とする施設  $f_i$  は複数あるとし,  $Acc_{f_i}(\mathbf{x}_k)$  を複合的に評価するため, 類型化された生活

パターン  $l_j$  ごとに連続性を考慮した複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  を定義した。

$$Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k) = \frac{\sum_i w_{l_j}^c(f_i) Acc_{f_i}(\mathbf{x}_k)}{\sum_i w_{l_j}^c(f_i)} \quad (8)$$

$Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  は各施設へのアクセシビリティ  $Acc_{f_i}(\mathbf{x}_k)$  の重みつき平均である。この複合的アクセシビリティは、 $\mathbf{x}_k$  を自宅の位置とし、そこから必要な施設へ行くとして仮定したときの、生活パターン  $l_j$  の  $\mathbf{x}_k$  での生活の快適さ (Comfort of life) を表す指標であると解釈できる。

重み  $w_{l_j}^c(f_i)$  は、施設  $f_i$  を必要とする活動  $s(f_i)$  を行っている回数のうち、移動を除いた前後に時間の拘束性を有する活動がある回数の割合 (時間の拘束性を有する活動が連続している割合) が大きいほど、前後の活動に活動場所や時刻の拘束を受けている  $s(f_i)$  の割合が増え、よりその施設  $f_i$  へのアクセシビリティが高い必要があると考え、以下のように定義した。着目する施設  $f_i$  を必要とする活動  $s(f_i)$  に対して、その活動が時刻  $m$  から  $m+k$  まで続いていたとすると、系列データ  $S_k = \{s_1, s_2, s_3, \dots, s_t\}$  の中で  $\{s_{m-i'} (\neq s(f_i) \wedge B, s_m = s(f_i)) \vee \{s_{m+k} = s(f_i), s_{m+k+j'} \neq s(f_i) \wedge B\}$  が発生した回数を  $N_k^c(f_i)$  とする。 ( $i' = \min i(i \text{ s.t. } s_{m-i} \neq trans)$ ) ( $j' = \min j(j \text{ s.t. } s_{m+k+j} \neq trans)$ )

$$w_{l_j}^c(f_i) = 1 + \frac{A_{f_i}^c(l_j)}{A_{f_i}(l_j)} \quad (9)$$

$$A_{f_i}(l_j) = \frac{\sum_k N_k^c(f_i)}{n(l_j)} \quad k \in l_j$$

$$A_{f_i}^c(l_j) = \frac{\sum_k N_k^c(f_i)}{n(l_j)} \quad k \in l_j$$

( $n(l_j)$  は  $l_j$  のサンプル数を表す)

これは 1 に、 $s(f_i)$  の発生回数のうち移動を除いた前後に時間の拘束性を有する活動がある割合  $\frac{A_{f_i}^c(l_j)}{A_{f_i}(l_j)}$  を足したもので、 $\frac{A_{f_i}^c(l_j)}{A_{f_i}(l_j)}$  が大きいほど重みが大きくなる ( $A_{f_i}(l_i) = 0$  のときのみ  $w_{l_j}^c(f_i) = 0$  とした)。式 (9) より、全ての  $f_i$  について、各  $s(f_i)$  の前後の活動が時間の拘束性を有する活動ではなく、 $s(f_i)$  は活動場所や時刻の拘束を受けないとき ( $\frac{A_{f_i}^c(l_j)}{A_{f_i}(l_j)} = 0$  のとき)、 $f_i$  の重みは等しくなる。逆にある  $s(f_i)$  について、前後に時間の拘束性を有する活動がある割合が増えるほど ( $\frac{A_{f_i}^c(l_j)}{A_{f_i}(l_j)}$  が大きくなるほど)、相対的に  $f_i$  の重みが大きくなる。これより、時間の拘束性に基づく生活パターンの違いによって各施設への重みが異なる為、複合的アクセシビリティは生活パターンによって様々な値をとる。

### (3) 結果の評価方法

初めに、時間の拘束性を有する活動がどの施設を必要としているかを特定する。1.4 育児は家で育児であるが、家で行う育児を家以外の施設で代わりに行う潜在的な可能性があるとして仮定し、保育所を必要な施設とする。1.5 介護は家での介護であるが、家で行う介護を家

以外の施設で代わりに行う潜在的な可能性があるとして仮定し、訪問介護施設を必要な施設とする。3.2 子供の送迎をしている生活パターンは高校へ送迎を行っているとして仮定し、高校を必要な施設とする。4.6 買い物はスーパーマーケット (以下スーパー) を必要な施設とする。4.7 受診は病院に行っているとして様々な診療科をもっている総合病院を必要な施設とする。なお、総合病院は診療科目に内科、外科、産婦人科、耳鼻科、眼科の最低 5 科以上が含まれる病院とする。4.8 商業的サービスの利用は例としてガソリンスタンド、クリーニング店、銀行、郵便局へ行くなどがあるが、本研究では代表してガソリンスタンドを必要な施設とする。4.9 公的サービスの利用は例として警察機関、役場、法務局へ行くなどがあるが、本研究では代表して警察機関を必要な施設とする。4.10 子供を病院に連れていくをしている人は小児科を必要な施設とする。4.11 育児は家以外での育児であり、子供を地区公園へ連れて行っているとして仮定し、地区公園を必要な施設とする。4.12 介護は家以外での介護であり、1.5 介護と同じく訪問介護施設を必要な施設とする。

以上より施設  $f_i$  を  $f_1 =$  保育所,  $f_2 =$  訪問介護施設,  $f_3 =$  高校,  $f_4 =$  スーパーマーケット,  $f_5 =$  総合病院,  $f_6 =$  ガソリンスタンド,  $f_7 =$  警察機関,  $f_8 =$  小児科,  $f_9 =$  地区公園とし、それぞれに対し式 (7) に基づいてアクセシビリティ  $Acc_{f_i}(\mathbf{x}_k)$  をそれぞれ計算する。なお  $T_{\mathbf{x}_k f_i}$  はメートル単位で算出し、 $\beta = -0.0003$  とした。

続いて、アクセシビリティ評価対象の生活パターン  $l_j$  ( $j = 1, 3, 6, 7, 10, 13, 15, 20, 25$ ) について場所  $\mathbf{x}_k$  の、連続性を考慮した複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  を計算する。ここで式 (9) より求められる、生活パターン  $l_j$  の施設  $f_i$  に対する重みから、 $\frac{w_{l_j}^c(f_i)}{\sum_i w_{l_j}^c(f_i)}$  を計算したものを表-16 に示す。なお、本研究においては生活パターン  $l_j$  の時間の拘束性を有する活動の平均時間が全サンプルの平均時間より大きいときに、その活動が必要とする施設を生活パターン  $l_j$  の必要とする施設とする。表-16 により全ての生活パターン  $l_j$  にとって、 $f_1 =$  保育所,  $f_3 =$  高校,  $f_4 =$  スーパーマーケットは必要な施設であることがわかる。 $f_2 =$  訪問介護施設は、生活パターン  $l_6, l_{20}, l_{25}$  にとって必要である。特に生活パターン  $l_{25}$  にとって重み大きい。これは生活パターン  $l_{25}$  は 2 回出勤しており、その間に介護をしている人が多いためであると考えられる。 $f_5 =$  総合病院は、生活パターン  $l_1$  以外の生活パターンにとって必要である。生活パターン  $l_1$  は平均出勤時刻、退勤時刻が 10 時 46 分、21 時 9 分であり病院の営業時間と通勤時間を考慮すると、出勤日に通院することは難しいためと考えられる。同じような理由で、 $f_8 =$  小児科も生活パターン  $l_1$  以外の生活パターンにとって必要であると考えられ

表-16  $\frac{w_{l_j}^c(f_i)}{\sum_i w_{l_j}^c(f_i)}$ 

$l_j$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$f_8$	$f_9$
$l_1$	0.16	0	0.2	0.25	0	0.26	0	0	0.13
$l_3$	0.1	0	0.14	0.15	0.15	0.14	0	0.15	0.16
$l_6$	0.09	0.12	0.12	0.14	0.11	0.15	0	0.11	0.15
$l_7$	0.11	0	0.17	0.18	0.18	0	0	0.18	0.18
$l_{10}$	0.07	0	0.13	0.13	0.14	0.11	0.14	0.14	0.14
$l_{13}$	0.1	0	0.15	0.13	0.18	0.09	0	0.18	0.18
$l_{15}$	0.09	0	0.11	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
$l_{20}$	0.13	0.1	0.1	0.13	0.13	0.13	0	0.13	0.13
$l_{25}$	0.09	0.12	0.14	0.15	0.18	0.13	0	0.18	0

小数第 3 位以下は四捨五入

る。  $f_6 =$  ガソリンスタンドは、生活パターン  $l_7$  以外の生活パターンにとって必要である。  $f_7 =$  警察機関は、生活パターン  $l_{10}$  と  $l_{15}$  にとって必要である。  $f_9 =$  地区公園は、生活パターン  $l_{25}$  以外の生活パターンにとって必要である。

一方各生活パターン  $l_j$  について、施設間の重みのばらつきをみると、生活パターン  $l_1$  は、スーパーとガソリンスタンドの重みが相対的に大きく、保育所と地区公園への重みは小さい。これは、買い物や商業的サービスの利用は仕事の前後に連続して行われている事が多いためであり、反対に家や外での育児は前後に時間の拘束性を有する活動がなく、仕事の前後に一度自由時間を挟むなどして行っているためと考えられる。生活パターン  $l_3$  は、保育所の重みが相対的に小さいが、それ以外の施設への重みは同じ程度である。生活パターン  $l_3$  は退勤後に直接時間の拘束性を有する活動を多くしている生活パターンであったが、家での育児は時間の拘束性を有する活動と連続して行っていないことがわかる。生活パターン  $l_6$  は、保育所や小児科、高校などの重みが相対的に小さく、スーパーマーケットやガソリンスタンド、地区公園の重みは大きい。生活パターン  $l_6$  は仕事前後で時間の拘束性を有する活動をしている生活パターンであるが、仕事や仕事以外の時間の拘束性を有する活動に連続してスーパーマーケットやガソリンスタンド、地区公園に行っており、仕事の前後で自由時間や家事を挟んで子供の育児や送迎をしていると考えられる。生活パターン  $l_7$ ,  $l_{10}$  は  $l_3$  と同様、保育所の重みが相対的に小さいが、それ以外の施設への重みは同じ程度である。ここから家での育児のみ時間の拘束性を有する活動と連続して行っていないことがわかる。生活パターン  $l_{13}$  は、保育所とガソリンスタンドの重みが相対的に小さく、スーパーマーケット、小児科、地区公園の重みが大きい。生活パターン  $l_{13}$  は未就学児

のいる割合が大きく、育児や子供の送迎を多く行っていたが、時間の拘束性を有する活動と連続して行っていないことがわかる。生活パターン  $l_{15}$  は重みのばらつきが比較的小さい。生活パターン  $l_{15}$  は時間の拘束性を有する活動のうち退勤後直接行っている割合が特に大きく、どの活動も退勤後直接行っていることがわかる。生活パターン  $l_{20}$  も重みのばらつきが比較的小さい。生活パターン  $l_{20}$  は、時間の拘束性を有する活動が連続している回数も、連続していない回数も同じ程度あるため、 $\frac{A_{f_i}^c(l_j)}{A_{f_i}(l_j)}$  が施設  $f_i$  によらずあまり変わらないことがわかる。生活パターン  $l_{25}$  は、病院や小児科への重みが相対的に大きいですが、保育所や訪問介護施設への重みは小さい。ここから生活パターン  $l_{25}$  は病院や小児科に行く活動は前後に時間の拘束性を有する活動がある割合が大きいですが、育児や介護はそうでないということがわかる。

また、このアクセシビリティ評価対象の 9 つの生活パターン  $l_j$  についての、複合的アクセシビリティを同時に評価するため、CES 型関数を用いて多様性受容指数  $g(\mathbf{x}_k)$  を式 (13) で定義した。

$$g(\mathbf{x}_k) = \left[ \sum_{j \in \Omega} (Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k))^\rho \right]^{\frac{1}{\rho}} \quad (10)$$

$$(\Omega = \{j | j = 1, 3, 6, 7, 10, 13, 15, 20, 25\})$$

多様性受容指数  $g(\mathbf{x}_k)$  が大きいほど、多様な生活パターンの個人にとって連続性を考慮した複合的アクセシビリティが高い場所であることを示す。本研究の場合であれば、時間の拘束性を有する活動を退勤後に連続して行っている人、一方仕事と連続して行っていないが仕事の前後で時間の拘束性を有する活動をしている人、未就学児がいる人、2 回出勤しており間に介護などを行っている人など多様な人にとって住みやすい場所といえる。CES 型関数では  $\rho$  が小さいほど多様性を重

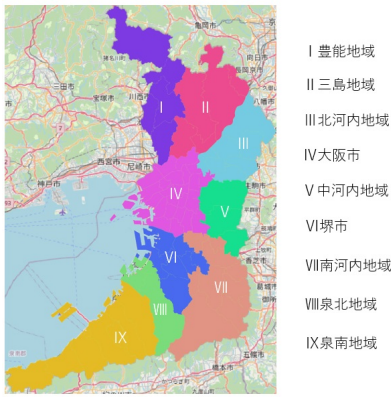


図-10 地域名称

表-17 利用データ

施設	データ	年
土地利用 3 次メッシュ	1	2021
保育所	1	2006
訪問介護施設	2	2023
高校	1	2021
スーパー	3	2017
総合病院	1	2006
ガソリンスタンド	1	2015
警察機関	1	2006
小児科	1	2020
地区公園	1	2011

1: 国土数値情報ダウンロードデータサービス<sup>18)</sup>

2: 大阪府介護保険事業所台帳情報<sup>19)</sup>

3: DARMS2017<sup>20)</sup>

視しており、様々な生活パターンのアクセシビリティが平均的に高くないと  $g(x)$  は高くならない。逆に  $\rho$  が 1 に近づくと完全に代替的となり、一部の生活パターンにとってのアクセシビリティ高ければ  $g(x)$  の値が高くなる。

(4) 適用事例

適用事例として大阪府内の、3 次メッシュで土地利用に建物用地が含まれる、1566 個の場所  $x_k (k = 1, 2, 3, \dots, 1566)$  についてアクセシビリティ評価を行う。なお大阪府内の地域名称は図-10 を参考にする。また、図-17 に利用データを示す。

以下図-11 から図-19 において、各施設  $f_i$  のアクセシビリティ  $Acc_{f_i}(x_k)$  の計算結果の空間的分布を示す。また表-18 において、各施設  $f_i$  の施設数、アクセシビリティの平均値と、アクセシビリティが 2.5 以上である

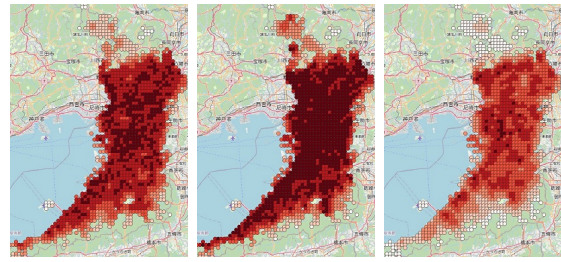
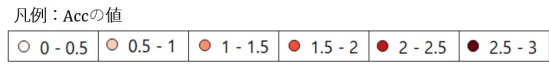


図-11 保育所 図-12 訪問介護施設 図-13 高校

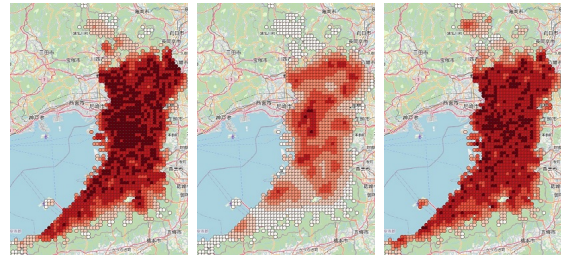


図-14 スーパー 図-15 総合病院 図-16 ガソリンスタンド

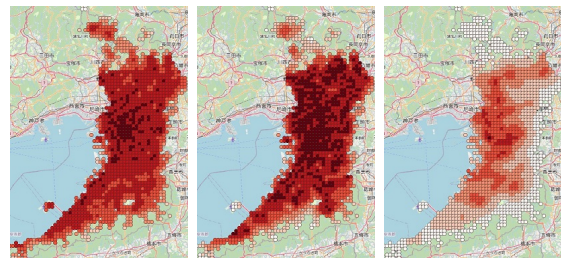


図-17 警察機関 図-18 小児科 図-19 地区公園

場所  $x_k$  の数、1.5 以上である場所  $x_k$  の数、0.5 未満である場所  $x_k$  の数の表を示す。( $f_1 =$  保育所,  $f_2 =$  訪問介護施設,  $f_3 =$  高校,  $f_4 =$  スーパー,  $f_5 =$  総合病院,  $f_6 =$  ガソリンスタンド,  $f_7 =$  警察機関,  $f_8$  小児科,  $f_9 =$  地区公園) 式(7)より  $\beta = -0.0003$  の場合、 $x_k$  の近傍 3 つの施設への距離がすべて  $T_{x_k f_{i_j}} \approx 600m$  の時、 $Acc_{f_i}(x_k) \approx 2.5$  である。同様に  $x_k$  の近傍 3 つの施設への距離がすべて  $T_{x_k f_{i_j}} \approx 2300m$  の時、 $Acc_{f_i}(x_k) \approx 1.5$  であり、 $T_{x_k f_{i_j}} \approx 6000m$  の時、 $Acc_{f_i}(x_k) \approx 0.5$  である。

まず、施設数が一番多い訪問介護施設はアクセシビリティが 2.5 以上の場所の数も最も多く、図-12 をみると、アクセシビリティが高い場所は大阪市を中心に分布しており豊能地域北部、南河内、泉北、泉南地域南部などの山間部にいくにつれアクセシビリティが低くなっている。保育所、スーパー、ガソリンスタンド、警察機関、小児科は、施設数は訪問介護施設より少ないが、大阪市や堺市などの平野部を中心としてアクセシビリティが 1.5 以上の場所が多く、山間部に近づくと

表-18  $f_i$  のアクセシビリティ  $Acc_{f_i}(\mathbf{x}_k)$

$f_i$	数	平均	2.5 以上	1.5 以上	0.5 未満
$f_1$	1083	2.05	366	1278	20
$f_2$	5131	2.27	824	1333	22
$f_3$	268	1.53	28	952	162
$f_4$	1342	2.00	443	1222	60
$f_5$	83	1.05	4	417	354
$f_6$	867	1.99	241	1250	28
$f_7$	716	2.03	136	1361	4
$f_8$	1602	2.07	445	1270	26
$f_9$	68	0.95	1	318	415

表-19 複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  の平均と 1.5 以上の  $\mathbf{x}_k$  の数

$l_i$	$Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$ の平均	1.5 以上の $\mathbf{x}_k$ の数
$l_1$	1.77	1136
$l_3$	1.63	1061
$l_6$	1.73	1111
$l_7$	1.57	1010
$l_{10}$	1.68	1090
$l_{13}$	1.59	1026
$l_{15}$	1.70	1105
$l_{20}$	1.73	1111
$l_{25}$	1.81	1151

れアクセシビリティが低くなっている傾向は共通している。アクセシビリティが 0.5 未満の場所の数はスーパーが 60 と多く、警察機関が 4 と少なくなっている。これはスーパーは山間部に少ないが、警察機関は公共機関であり山間部にも比較的立地しているためと考えられる。一方で、施設数の少ない高校や総合病院、地区公園はアクセシビリティが 1.5 以上の場所が少ない。アクセシビリティの分布をみると、特定の地域にアクセシビリティの高い場所が集中しているのではなく、施設によって様々な場所に分散していることがわかる。

続いて、各生活パターン  $l_j$  ( $j = 1, 3, 6, 7, 10, 13, 15, 20, 25$ ) の連続性を考慮した複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  を図-20 から図-28 に示す。また、場所  $\mathbf{x}_k$  の 9 つの生活パターン複合的アクセシビリティの標準偏差を、図-29 に示す。そして、表-19 において、生活パターン  $l_j$  の複合的アクセシビリティの平均と、複合的アクセシビリティが 1.5 以上の場所  $\mathbf{x}_k$  の数を示す。

複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  は大阪市中心部では高く、そこから離れるにつれて小さくなる傾向は、生活パターン  $l_j$  によらず共通している。一方で、図-29

凡例： $Com^c$  の値

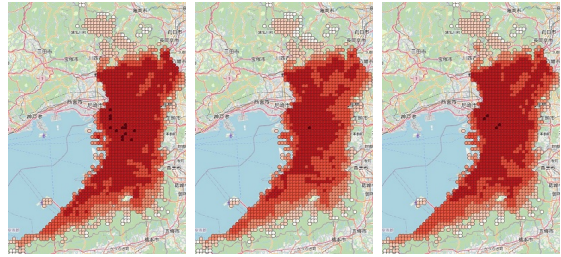
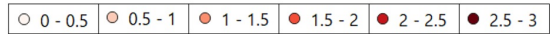


図-20  $Com_{l_1}^c$

図-21  $Com_{l_3}^c$

図-22  $Com_{l_6}^c$

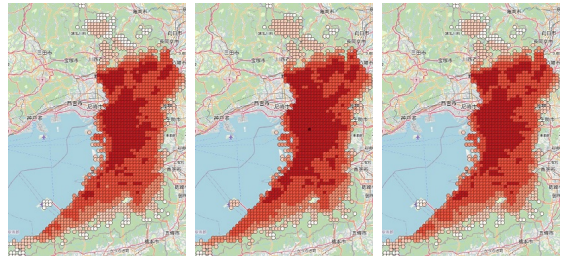


図-23  $Com_{l_7}^c$

図-24  $Com_{l_{10}}^c$

図-25  $Com_{l_{13}}^c$

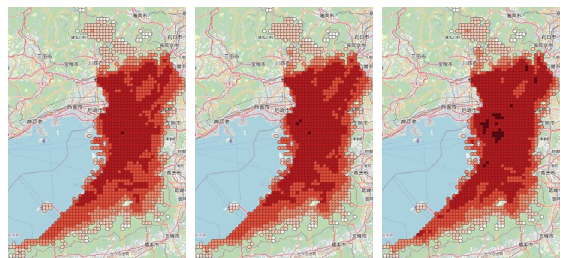
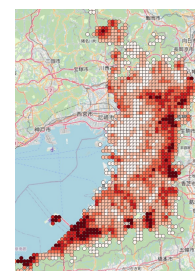


図-26  $Com_{l_{15}}^c$

図-27  $Com_{l_{20}}^c$

図-28  $Com_{l_{25}}^c$



凡例：標準偏差  
 ○ 0 - 0.033  
 ○ 0.033 - 0.067  
 ○ 0.067 - 0.1  
 ○ 0.1 - 0.133  
 ○ 0.133 - 0.266

図-29  $Com_{l_7}^c$  の標準偏差

をみると複合的アクセシビリティの標準偏差が、大阪市を中心とした平野部で小さくなっており、大阪市から離れるにつれ標準偏差が大きくなっていることがわかる。これらより、大阪市を中心とした平野部では複合的アクセシビリティ高く、そこから離れるにつれ低くなっていくという大まかな傾向は共通しているものの、大阪市の中心部から離れた平野部や山間部では各生活パターン  $l_j$  によって複合的アクセシビリティにばらつきがあることがわかる。

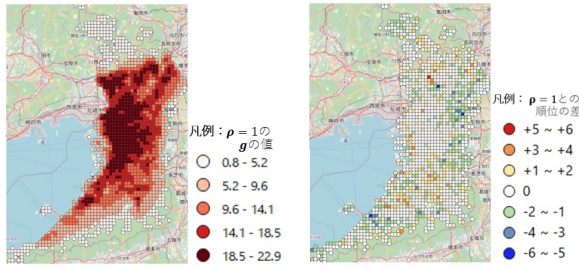
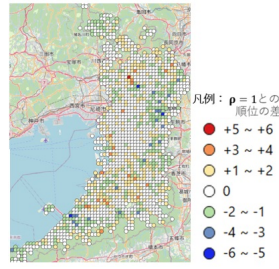
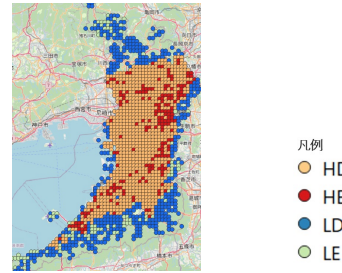
図-30  $\rho = 1$  の  $g(\mathbf{x}_k)$ 図-31  $\rho = 0.5$  と  $\rho = 1$  の順位差

図-32 H,L,D,E の組み合わせ

ここで、複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  の平均の最も高い生活パターン  $l_{25}$  と最も低い生活パターン  $l_7$  を例に、 $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  について考察する。表-16 をみると、生活パターン  $l_{25}$  では  $f_7 =$  警察機関と  $f_9 =$  地区公園の重みが 0、生活パターン  $l_7$  では  $f_2 =$  訪問介護施設、 $f_6 =$  ガソリンスタンド、 $f_7 =$  警察機関の重みが 0 になっている。ここで、各施設のアクセシビリティをみると、 $f_2 =$  訪問介護施設と  $f_6 =$  ガソリンスタンド、 $f_7 =$  警察機関は施設が充実しており比較的どの地域でもアクセシビリティが高いことがわかる。一方、 $f_9 =$  地区公園は施設の数が少なく、大阪市周辺部はアクセシビリティが高いが、そこから離れるにつれアクセシビリティが低くなっている。よって、 $f_2 =$  訪問介護施設、 $f_6 =$  ガソリンスタンドの重みが 0 でなく  $f_9 =$  地区公園の重みが 0 になっている生活パターン  $l_{25}$  は、 $f_2 =$  訪問介護施設、 $f_6 =$  ガソリンスタンドの重みが 0 になっており  $f_9 =$  地区公園が 0 でない生活パターン  $l_7$  に比べて、大阪市中心部から離れるにつれて複合的アクセシビリティが高い地域が多くなっている。

続いて、多様性受容指数  $g(\mathbf{x}_k)$  を評価する。図-30 は  $\rho = 1$  のときの連続性を考慮した複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  を用いた多様性受容指数  $g(\mathbf{x}_k)$  を表している。赤が濃いほど多様性受容指数  $g(\mathbf{x}_k)$  が相対的に大きいことを示す。これより、大阪市中心部で多様性受容指数が大きい、周辺部へ行くにつれて小さくなっていることがわかる。

また、図-31 は  $\rho = 1$  を基準として  $\rho = 0.5$  へ変化させたときの、場所  $\mathbf{x}_k (k = 1, 2, 3, \dots, 1566)$  内の多様性受容指数  $g(\mathbf{x}_k)$  の順位を増減を表した図である。これより、 $\rho$  を 1 から、0.5 と小さく (多様性を重視) しても、順位変動は  $\pm 6$  以内に収まっており、大阪市中心部で大阪市中心部で多様性受容指数が大きく、周辺部へ行くにつれて小さくなる大まかな傾向は変わらないことがわかる。また、図-29 より + の順位変動がある場所  $\mathbf{x}_k$  では複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  の標準偏差が小さく、- の順位変動がある場所  $\mathbf{x}_k$  では複合的アクセシビリティの標準偏差が大きいことがわかる。例えば

$\rho = 0.5$  と  $\rho = 1$  で - の順位変動が多い泉南地域をみると、生活パターン  $l_{25}$  の複合的アクセシビリティは、 $Com_{l_{25}}^c(\mathbf{x}_k) = 2$  前後であるが、生活パターン  $l_3$  や  $l_7$  は、 $Com_{l_3}^c(\mathbf{x}_k) = 1.8$ 、 $Com_{l_7}^c(\mathbf{x}_k) = 1.7$  前後であり、訪問介護施設を必要としており、地区公園を必要としていない生活パターン  $l_{25}$  に比べて、訪問介護施設の需要がなく、地区公園の需要はある生活パターン  $l_3$  や  $l_7$  は複合的アクセシビリティが低い。それゆえ、訪問介護施設より地区公園を優先的に整備することで多様な生活パターンの個人にとって住みやすい場所となることが示唆される。

次に、9 つの生活パターン  $l_i (i=1,3,6,7,10,13,15,20,25)$  全てにとって、連続性を考慮した複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  が 1.5 以上であることを  $H$  と表し、1 つの生活パターンでも 1.5 未満であることを  $L$  とあらわす。また、 $\rho = 0.5$  と  $\rho = 1$  の順位差が 0 以上であることを  $D$  と表し、0 未満であることを  $E$  と表すとする。本研究では連続性を考慮した複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k) = 1.5$  をミニマムレベルとし、 $H$  は全ての生活パターンでミニマムレベルを満たしていることを意味し、 $L$  はそうでないことを意味する。参考までに全ての施設  $f_i$  に対して  $\mathbf{x}_k$  の近傍 3 つへの距離がすべて  $T_{\mathbf{x}_k f_i} \approx 2300m$  の時、連続性を考慮した複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k) \approx 1.5$  となる。 $D$  は  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  の線形和 ( $\rho = 1$  のときの  $g(\mathbf{x}_k)$ ) が似たような値である場所と比較して、連続性を考慮した複合的アクセシビリティのばらつきが生活パターンによってあまりないことを意味する。 $E$  は  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  の線形和 ( $\rho = 1$  のときの  $g(\mathbf{x}_k)$ ) が似たような値である場所と比較して、連続性を考慮した複合的アクセシビリティのばらつきが生活パターンによって大きいことを意味する。以下は  $\mathbf{x}_k$  についてこの  $H, L, D, E$  の組み合わせを表した図である。以下では多様化した生活パターンに対応したまちづくりについて得られる政策的示唆について検討する。 $HD$  はミニマムレベルが満たされており、連続性を考慮した複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}^c(\mathbf{x}_k)$  のばらつきが小さく、どの生活パターンの個人にとってもアクセシビリティが平均的に高いということを示す。

よって時間の拘束性を有する活動を行える施設を整備するのではなく、余暇的な活動を行える施設を整備するといった政策がよいと考えられる。HD は主に大阪市を中心に分布していることがわかる。

一方 HE はミニマムレベルが満たされているが、生活パターンによってアクセシビリティのばらつきが大きく、特定の生活パターンの個人の連続性を考慮した複合的アクセシビリティが、別の生活パターンより高いということを示す。そこで、アクセシビリティが比較的低い生活パターンの必要な施設を配置する施策も考えられるが、ミニマムレベルが満たされているので、相対的にアクセシビリティが高い生活パターンが必要とする施設の加配や居住地整備、財政支援を行う等その生活パターンに対して移住を促すといった施策も考慮すべきである。HE は中河内地域、泉南地域平野部を中心に分布していることに加え、HD が広がっている地域の中にも点在していることがわかる。例えば、中河内地域では生活パターン  $l_1$  や  $l_{25}$  の複合的アクセシビリティが高いことが多く、生活パターン  $l_1$  にとっての重みが大きいスーパーやガソリンスタンド、生活パターン  $l_{25}$  にとっての重みが大きい総合病院や小児科の施設を加配することや、生活パターン  $l_1$ ,  $l_{25}$  の居住誘導政策などが考えられる。例えば、 $l_{25}$  は平均年齢が高く介護をしている人も多いため、その地域で生じた空き家をバリアフリーの住宅を整備することなどがあげられる。

続いて、LD はミニマムレベルが満たされておらず、連続性を考慮した複合的アクセシビリティ  $Com_{l_j}(x_k)$  のばらつきは小さいため、ミニマムレベルを満たすために全ての施設を一体的に整備する必要があることが示唆される。LD は主に山間部地域を中心に分布している。

最後に、LE はミニマムレベルが満たされていないが、生活パターンによってアクセシビリティのばらつきが大きいため、アクセシビリティが低い生活パターンの個人の必要とする施設を優先的に整備した後に、他の施設も順次整備していくといった政策が考えられる。LE は泉南地域や豊能地域北部の山間部と隣接している平野部を中心に分布している。例えば、泉南地域で LE である場所では、生活パターン  $l_7$  や  $l_{13}$  の複合的アクセシビリティが低いことが多く、それらが必要とする施設のアクセシビリティをみると、総合病院や地区公園のアクセシビリティが低いいため、これらの施設を優先的に整備する必要があるといえる。

## 6. おわりに

本研究では、多様化した行動様式に対応可能なまちづくりに関する方法論の構築に資することを目指して、異なる生活パターンを持つ個人にとって必要とされる施設へのアクセシビリティを評価する方法論を提案した。まず、生活パターンごとに必要とされるサービスを抽出し、その重要度を推定するために、社会生活基本調査から得られる活動時間配分を Optimal Matching 分析を用いて類型化した。その際、時間の拘束性を有する活動が睡眠や家事などを含めた 1 日の活動を行う時間帯やその長さを規定すると考え、時間の拘束性を有する活動とその連続性の違いに注目し、系列データの要素の再分類や置換コストの定義をした。その結果、退勤後に直接時間の拘束性を有する活動を行っている生活パターン、一方仕事と連続して行っていないが仕事の前後で時間の拘束性を有する活動をしている生活パターン、長時間労働の後時間の拘束性を有する活動を行っている生活パターン、2 回出勤しており間に介護や買い物をしている生活パターンなど多様な生活パターンがあることが示された。

続いて、類型化した生活パターンのうち自由時間の少ない生活パターンを対象に、生活パターンに応じた必要な複数の施設への複合的アクセシビリティの空間的分布の評価を行った。複合的アクセシビリティは時間の拘束性を有する活動の連続性に依拠して必要とする施設の重要度が異なっているという考えを踏まえて定義した。これにより、各生活パターンにより複合的アクセシビリティの分布に差があり、生活パターンごとに都市内のどこが複合的アクセシビリティが高く住みやすいか、または複合的アクセシビリティが低く都市施設が足りていないかを示すことができた。さらに、様々な生活パターンごとのアクセシビリティを総合的に評価するために、多様性受容指数  $g(x_k)$  を定義し、それを用いて場所ごとにすべての生活パターンにとってミニマムレベルを達成をしているか否かや、生活パターンによる複合的アクセシビリティのばらつきの程度に応じた、政策的示唆について検討した。

最後に本研究に関する今後の課題を提示する。本研究では各施設のアクセシビリティをある一定の位置座標  $x_k$  に自宅があると仮定し、複合的アクセシビリティを定義したが、実際には自宅から施設へ行く移動だけではなく、時間の拘束性を有する活動の連続性を考慮すると職場から自宅以外の施設へ行く移動や、異なる施設同士の移動も多く、本研究の複合的アクセシビリティではそういった移動を考慮できていない。今後は個人ごとに職場の位置情報や、施設同士の移動のトリップチェーンを考慮することができれば、より実際の生

活パターンに即して複合的アクセシビリティについて評価できるだろう。

**謝辞:** 本研究は、2022 年度関西空港調査会調査研究助成、ならびに、JSPS 科研費 21K04288 の助成を受けたものである。

## REFERENCES

- 1) Pozoukidou, G., Chatziyiannaki, Z.: 15-Minute City: De-composing the new urban planning eutopia, *Sustainability*, Vol.13, No.2, pp.928,2021.
- 2) Chikaraishi, M., Zhang, J., Fujiwara, A.: Exploring the long-term changes of cross-sectional variations in Japanese time use behaviour, *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. D3 (Infrastructure Planning and Management)*, Vol.68, No.3, pp.200-215, 2012.
- 3) 国土交通省：立地適正化計画の意義と役割 (URL:[https://www.mlit.go.jp/en/toshi/city\\_plan/compactcity\\_network2.html](https://www.mlit.go.jp/en/toshi/city_plan/compactcity_network2.html)), アクセス 2023.2.2. [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism: Significance and Role of Location Optimization Plan, Accessed at 2023.2.2.]
- 4) 田中耕市：GIS を援用した近接性研究の動向と課題, *Geographical Review of Japan*, Vol.77, No.14, pp.977-996, 2004. [Tanaka,K.:Trends and Issues in Accessibility Studies in the GIS Era, *Geographical Review of Japan*, Vol.77, No.14, pp.977-996, 2004.]
- 5) Stewart, J. Q.: Empirical mathematical rules concerning the distribution and equilibrium of population, *Geographical Review*, Vol.37, pp.461-485, 1947.
- 6) Ingram, D. R.: The Concept of accessibility: A search for an operational form, *Regional Studies*, Vol.5, No.2, pp.101-107, 1971.
- 7) 佐藤英人, 清水千弘, 唐渡広志：最寄駅徒歩圏居住に向けた中古集合住宅の役割—2000 年代の東京大都市圏を事例として—, *人文地理*, Vol.70, No.4, pp.477-497, 2018. [Sato, H.,Shimizu,C.,Karato,K.:Role of Secondhand Condominiums in Creating a Walkable City: Case Study in the Tokyo Metropolitan Area in the 2000s, *Japanese Journal of Human Geography*, Vol.70, No.4, pp.477-497, 2018.]
- 8) Geurs, Karst T. and Bert Van Wee.: Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions, *Journal of Transport geography*, Vol.12, No.2, pp.127-140, 2004.
- 9) 谷本涼：生活の質にかかわるアクセシビリティ研究の成果と課題—1980 年代以降の動向を中心に—, *人文地理*, Vol.72, No.4, 361-381, pp.2020. [Tanimoto,R.:Achievements and Issues of Studies on Accessibility Relating to Quality of Life: Trends Since the 1980s, *Japanese Journal of Human Geography*, Vol.72, No.4, pp.361-381, 2020.]
- 10) 林良嗣, 森田紘圭, 竹下博之, 加知範康, 加藤博和: 交通・都市計画の QOL 主流化——経済成長から個人の幸福へ, 明石書店, 2021. [Hayashi,Y.,Morita H., Takeshita H., Kachi, N. and Kato, H.: *Kotsu・Toshikeikaku No QOL Syuryuuka*, Akashi Shoten, 2021.]
- 11) 木澤友輔, 高見淳史：徒歩アクセシビリティ概念に基づく「歩いて暮らせる街づくり」に関する研究, *土木計画学研究・論文集*, 2008, Vol.25, No.2, pp.395-402. [Kizawa,Y.,Takami K.: Walkable Communities and Walking Accessibility, *Infrastructure planning review*, 2008, Vol.25, No.2, pp.395-402.]
- 12) 香川めい：労働時間シフトとワーク・ライフ・バランス—「社会生活基本調査」を用いた類型化の試み—, *社会科学研究*, Vol.70, No.1, pp.97-113, 2019. [Kagawa,M.: Working Hour Shifts and Work-Life Balance: An Attempt at Typification Using Syakai Seikatsu Kihon Tyosa, *Japanese Journal of Social Sciences*, Vol.70, No.1, pp.97-113, 2019.]
- 13) E. デュルケム：社会分業論, 井伊玄太郎訳, 講談社学術文庫, 1989. [E.Durkheim(translated by Ii,G.): *The Division of Labour in Society*, Kodansya Gakujyutsu Bunko, 1989.]
- 14) Levenshtein, Vladimir I.: Binary codes capable of correcting deletions, insertions, and reversals, *Soviet physics doklady*, Vol.10, No.8, 1966.
- 15) Abbott, Andrew, and John Forrest: Optimal matching methods for historical sequences, *The Journal of Interdisciplinary History*, Vol.16, No.3, 471-494, 1986.
- 16) Studer, Matthias, and Gilbert Ritschard: What matters in differences between life trajectories: A comparative review of sequence dissimilarity measures, *Journal of the Royal Statistical Society Series A (Statistics in Society)*, Vol.179, No.2, 481-511, 2016.
- 17) 総務省統計局：平成 23 年社会生活基本調査, 調査の概要, 調査票 B(URL:<https://www.stat.go.jp/data/shakai/2011/>), アクセス 2023.1.20. [Statistics Bureau, Ministry of Internal Affairs and Communications:Basic Survey on Life in 2011,Outline of the Survey and Questionnaire B,Accessed at 2023.1.20.]
- 18) 国土交通省：国土数値情報ダウンロードサイト (URL:<https://nlftp.mlit.go.jp/index.html>), アクセス 2023.1.31. [Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism:Download Site of National Land Numerical Information,Accessed at 2023.1.31.]
- 19) 大阪府：介護保険事業所台帳情報 (URL:<https://www.pref.osaka.lg.jp/jigyoshido/kaigo/data.html>), アクセス 2023.1.22. [Prefecture of Osaka:Information of register of long-term care insurance offices ,Accessed at 2023.1.22.]
- 20) ゼンリンマーケティングソリューションズ：DARMS2017 [Zenrin Marketing Solutions:DARMS2017]

## EVALUATION OF ACCESSIBILITY CONSIDERING DIVERSITY OF TIME-CONSTRAINT ACTIVITY PATTERNS

Riku TANIMOTO and Kakuya MATSUSHIMA

Lifestyles have been diversified these days, so each individual needs different facilities. This study aimed to identify patterns of time allocation using Optimal Matching method, and to evaluate accessibility of facilities which are needed by each individual who has life pattern with little free time. When typifying life patterns, we defined "time-bound activity" and focused on time allocation regulated by time-bound activities. This Optimal Matching method showed that there are various life patterns with little free time, such as a life pattern in which time-bound activities are done continuously or separately, that of going to work twice and doing shopping and nursing care in between. Furthermore, evaluation of accessibility based on location showed distributions of accessibility are differenced between life patterns, and suggested implementation of policy according to each feature of location