

# 交通サービス水準が活動機会に及ぼす影響に関する実証分析

薦田 悟<sup>1</sup>・喜多 秀行<sup>2</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: 168t116t@stu.kobe-u.ac.jp

<sup>2</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

交通のサービス水準が低い過疎地域と都市部とでは活動機会に格差が存在すると一般的に言われているがこれは事実であろうか。都市部と過疎地域で活動機会の格差が存在することが実証されているが、この格差が交通のサービス水準に起因したものか否かは明らかでない。

そこで本研究では、活動機会の代理指標として「買い物頻度」を、交通のサービス水準の指標としてアクセシビリティ指標を用い、地方都市におけるパーソントリップ調査データと生活実態調査データから両者の関係を分析した。その結果、交通サービス水準と活動機会とは強い相関があること、および、交通サービス水準は外出能力やアクセシビリティが低い住民の活動機会に大きく影響していることを明らかにした。

**Key Words:** *accessibility, level of transport service, activity opportunities, empirical analysis*

## 1. はじめに

背景に先立ち本研究の重要な概念である活動機会について述べる。本研究において、活動機会とは、通勤、通院、買い物など諸活動を行う機会のことである。つまり、実現しようとするれば実現しうる行動の集合を指す。

人々が健康的で快適な生活を送るためには、生活の基礎となる活動（買い物、通院、通勤など）を支障なく行うことが必要不可欠である。さらに、教育、雇用、居住、レジャーなど多岐に亘る活動機会を得ることも欠かせない。しかし、一般的に中心地からの距離が遠い過疎地域では、このような活動を思ったように行なうことができないことが多く、都市部に比べ活動機会が小さいと言われている。そして、その一因が、交通手段が人々に提供する居住地からサービス提供施設への到達のしやすさ（以下、交通サービス水準）であるとされているが、十分な実証はなされていない。

そのため、まず安永ら<sup>2)</sup>で都市部と過疎地域で活動機会の大きさを計測し、両者間に有意な差が存在することを実証した。しかし、交通サービス水準と活動機会の関係は必ずしも明らかにされておらず、この地域差が交通サービス水準に起因したものか否かは明らかでない。

そこで、本研究は、交通サービス水準が活動機会の大

きさに及ぼす影響を解明することを目的とする。本研究では、日常生活に必要不可欠な活動である「食料品の買い物」を対象にし、交通サービス水準との関係を探る。活動機会自身は計測不可能なため、その代理指標として「買い物頻度」を、交通のサービス水準の指標として辻ら<sup>3)</sup>によるアクセシビリティ指標を用い、地方都市におけるアンケート調査データから両者の関係を分析する。本研究の成果は、活動機会の増大を目的とした施策を検討する際に有用であると考えられる。

以下、本論文の構成を述べる。本章では、本研究の背景と目的を述べた。2.では、活動機会について述べる。3.では、生活行動分析、活動機会、アクセシビリティ指標に関する既往研究を整理する。4.では、具体的な分析方法を述べる。5.では、分析に用いるデータを収集するためのアンケート調査を説明する。6.では、活動機会を被説明変数、交通サービス水準を説明変数に設定し、回帰分析を行い、分析結果を考察する。7.では、本研究のまとめを述べる。

## 2. 活動機会について

活動機会は「実現可能な行動」である。そのため「実

際の行動（利用した活動機会）」とは異なる。活動機会を集合 $A$ 、利用した活動機会を集合 $B$ とすると、活動機会は実際の行動の上限であるため、集合 $B$ は集合 $A$ の部分集合 ( $B \subseteq A$ ) である。つまり、活動機会（集合 $A$ ）は、「利用した活動機会（集合 $B$ ）」と「利用しなかった活動機会 ( $A \cap \bar{B}$ )」の和である。また、「利用しなかった活動機会 ( $A \cap \bar{B}$ )」は、「活動機会の全容を認識して利用しなかった活動機会（集合 $(\bar{B} \cap C)$ ）」と「活動機会の全容を認識していないために利用できなかった活動機会（集合 $(A \cap \bar{C})$ ）」とに分類することができる（図-1）。

以上の関係を考慮し、本研究では実際の行動そのものでなく、実際の行動の上限（95 パーセントイル値）を活動機会の代理指標として捉える。詳しくは後述する。

また、本研究は活動機会に関して2つの仮定を考慮する。1つ目は、「分析に用いるサンプル内に活動機会を最大限利用した行動をとった（集合 $A$ =集合 $B$ を満たす）サンプルが存在する」という仮定である。サンプル数が多いとき、また活動機会を最大限利用した行動をとる人物の割合が高い活動が分析の対象であるとき、この仮定を満たす可能性が高い。しかし、本研究ではサンプル数の基準値を定めておらず、基準値の選定には今後合理的な検討が必要である。2つ目は、「住民は活動機会の全容を認識できている」という仮定である。居住地周辺の店舗の立地状況や交通サービス水準などの環境に変化が少ない場合は、住民は活動機会の全容を認識できていると考える（集合 $A$ =集合 $C$ ）。この仮定により「利用しなかった活動機会」は、「認識して利用しなかった活動機会」であると捉える。

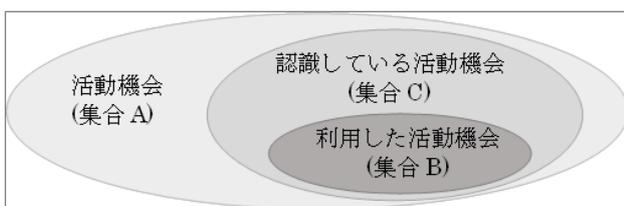


図-1 活動機会の概念図

### 3. 既往研究

#### (1) 既往研究

##### a) 生活行動分析

活動機会に関連する研究として、「実際の行動」を対象にした生活行動分析に関する研究を整理した。生活行動分析に関する研究は多くなされている。例えば、国土交通省が実施した調査<sup>4)</sup>では、個人のトリップ数に影響を及ぼす要因として、年齢、性別、自動車利用可能性が

挙げられている。また、宮崎ら<sup>5)</sup>は、高齢者を対象にした生活行動実態調査より、自動車利用の有無や公共交通のサービスレベルが外出頻度など生活行動に影響を及ぼすことを明らかにした。また、橋本・田尾<sup>6)</sup>はアンケート調査で得たデータを用いて数量化Ⅱ類分析を行い、運動機能、店舗までの時間、性別、年齢が外出頻度に影響を及ぼすことを明らかにした。

しかし、これらは「実際の行動」の影響要因であり、活動機会に影響を及ぼすかは不明である。

##### b) 活動機会

活動機会の計測に関する研究はさほど蓄積がない。

土木計画学の分野では、先述の安永ら<sup>2)</sup>のほか、新田・竹林<sup>7)</sup>が、活動・参加機能の達成状況（活動機会とほぼ同義）を得点化により評価し、その強い影響因子として、自動車の利用可否、自力歩行距離、居住地区（施設の立地状況の差異や、交通サービス水準などが関係）を挙げている。しかし、具体的な交通サービス水準と活動機会の関係は不明である。また、移動のしやすさと生活の質の關係に着目した研究として、森山ら<sup>8)</sup>は移動のしやすさが向上することによって、各種活動のしやすさが向上することを示した。ここでは「買い物のしやすさ」や「移動のしやすさ」が個人の満足度を用いて評価されており、活動機会の評価尺度としては適当ではない。

以上の既往研究より、交通サービス水準は活動機会に影響を及ぼす可能性が高いと推察されるが、その具体的な関係は未だ明らかでない。

Social exclusion に関する研究では、例えば、Stanley and Lucas<sup>9)</sup>は、交通・社会政策の分野に Social exclusion の概念を導入する重要性を述べた上で、Social exclusion と交通に関する研究を整理している。また、Currie ら<sup>10)</sup>は、公共交通機関の不足や経済的な困窮が、移動頻度・移動方法・移動距離の制約に繋がることを示している。

他に厚生経済学の分野では、例えば、Brandolini<sup>11)</sup>が、機能（活動機会とほぼ同義）を計測し、男女間や地域間の比較を行っている。ただし、ここでは機能の計測が自己評価に依存する手法でなされている。

##### c) アクセシビリティ指標

本研究では、交通サービス水準の評価指標として、谷本ら<sup>12)</sup>が提案し、辻ら<sup>3)</sup>が改良した以下に示す指標を用いる。

谷本ら<sup>12)</sup>は、既往の指標が、固定された路線とダイヤによる個人の活動パターンの制約を考慮していないことを明らかにした。その上で制約を考慮しうる指標として、所与の公共交通サービスのもとで実行可能な時間配分を数え上げる方法を定式化している。ここでは、バスダイヤを全員が利用できることを前提としているが、実際は個人の身体的な問題や、個人の外出可能な時間帯などにより活動に制約が生じると考えられる。そこで、喜多ら

<sup>13)</sup>は、谷本ら<sup>12)</sup>の指標を基に時間的側面に加えバス停への歩行など身体的側面を考慮しうよう拡張した指標を構築している。また、喜多ら<sup>14)</sup>では、利用可能な活動を行う施設の営業時間や個人の外出可能時間帯を考慮し得るように谷本ら<sup>12)</sup>の指標を拡張した。

辻ら<sup>3)</sup>は、以上の指標を統合し、バス停への歩行やバスダイヤ、施設の営業時間帯、個人の外出可能時間帯など活動機会に与える影響を統合的に考慮した公共交通利用者の活動機会の大きさを測定する指標を構築した。そして、構築した指標を公共交通計画情報として用いる場合の測定法を提示したが、住民の活動実態と関連づけた実証分析は行われてはいない。

## (2) 本研究の位置づけ

1.で述べたように、交通サービス水準と活動機会との関係を明らかにすることは有用である。しかし、前述のように、交通サービス水準が活動機会に影響を及ぼすか否かは必ずしも明らかにされていない。そこで、本研究では、活動機会の代理指標として「買い物頻度」を、交通サービス水準の指標として辻ら<sup>3)</sup>のアクセシビリティ指標を用い、地方都市におけるアンケート調査から両者の関係を分析する。活動機会は、前述の「活動機会は実際の行動の上限である」という考えに基づいて計測する。

## 4. 分析方法

### (1) 概説

交通サービス水準と活動機会の関係を明らかにするため、以下の手順で分析を行う。活動機会は「活動機会は実際にとられた行動の上限とみなせる」という考えに基づいて代理指標を選定する。次に、図-2に示すように影響要素を整理する。種々の要素の中から活動機会に影響を及ぼす可能性の高い要素（影響要素）を抽出し、その影響要素を「交通サービス水準」と「その他の影響要素」に分類する。最後に、サンプルをグループ分けし、その他の影響要素による影響を統制し、被説明変数を活動機会、説明変数を交通サービス水準とする。回帰分析により、両者の関係を明らかにする。

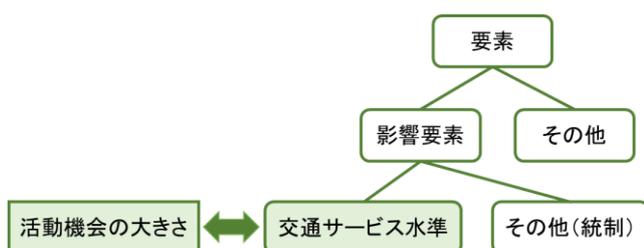


図-2 分析の概要

### (2) 活動機会の計測

活動機会については、日常生活に必要な不可欠な活動である「食料品の買い物」を対象にする。ただし、食料品の買い物は回答者によりイメージする商品が異なり正確な活動機会を把握できない可能性がある。そこで、食料品の買い物に加え、安永ら<sup>2)</sup>と同様に、どの家庭でも消費されている具体的な食料品の買い物として、①値段、②賞味期限、③重量、④季節性がない、⑤どこでも購入可能を選定基準とし、「卵の買い物」を選定した。

このときの活動機会の大きさは、「必要な食料品（卵）を必要な時に買うことができる」程度であるが、この程度は個人の満足度や実際の行動とは必ずしも対応しないため、客観的な計測は困難である。そこで、必要な時に買い物を行った回数を示す「買い物頻度」に着目し、その最大値を計測する。本研究では、外れ値を除くために買い物頻度の95パーセンタイル値を計測し、活動機会の代理指標とする。

このとき、交通サービス水準以外の要素の影響を統制するために、交通サービス水準以外の影響要素がほぼ同質になるようにサンプルのグループ分けを行う。次に、活動機会の計測のために、グループを交通サービス水準によりサブグループに分類する。サブグループは影響要素がほぼ同質であり、各サブグループの買い物頻度の95パーセンタイル値を各サブグループの活動機会の代理指標とする。

ここで、95パーセンタイル値の算出方法を以下に示す。まず、(1)式により得られた値の整数値を $a$ 、小数点以下の値を $b$ とする。次に、サブグループ内のサンプルを買い物頻度の低い順に並べ、(2)式にそれぞれの値を代入し、得られた $y$ が買い物頻度95パーセンタイル値である。

$$\{(m-1) * 0.95\} + 1 \quad (1)$$

$$y = [a] \text{番目の値} + ([a+1] \text{番目の値} - [a] \text{番目の値}) * b \quad (2)$$

ここで

$m$ : サブグループ内のサンプル数

である。

### (3) 活動機会に影響を及ぼす可能性の高い要素

活動機会に影響を及ぼす可能性の高い要素の整理方法は以下の手順で行う。まず、活動機会と関連のある生活行動分析に関する既往研究や調査を参考に実際の行動に影響を及ぼす要素を整理する。次に、各要素が、活動機会に影響を及ぼす可能性が高いか検討する。

まず、2.で述べたように、実際の行動に影響を及ぼす要因として、国土交通省による調査<sup>4)</sup>、宮崎ら<sup>5)</sup>、橋本・田尾<sup>6)</sup>では、年齢、性別、外出能力、移動手段、公共交通サービス、店舗までの移動時間が挙げられている。

これらの要素から、活動機会に影響を及ぼす可能性の

高い要素を整理する。まず、「年齢」に関しては、加齢に伴う外出能力の低下や自動車利用の可能性の低下が直接的な原因であると推測される<sup>15)16)</sup>。このため、年齢ではなく外出能力、移動手段を分析の対象とする。また、

「性別」に関しては、自動車利用の可能性に男女差がある<sup>15)</sup>ことが、直接的な原因であると推測するため、性別ではなく移動手段を分析の対象とする。次に、本研究では、「公共交通サービス水準」と「店舗までの移動時間」を統合し「交通サービス水準」とする。公共交通サービス水準と店舗までの移動時間は、共に「到達のしやすさ」を表すためである。交通サービス水準には、ダイヤなどの公共交通サービス水準の評価に加え、自宅から施設までの移動時間の評価を導入することで統合する。

したがって、本研究では、活動機会に影響を及ぼす可能性の高い要素として、移動手段、外出能力、交通サービス水準を挙げて分析を行う。

#### (4) 交通サービス水準の評価指標

##### a) アクセシビリティ指標

本研究は、食料品の買い物の活動機会に着目しており、このときの交通サービス水準としては、施設までの移動時間だけでなく、施設で活動する際の時刻選択の多様性の評価が重要である。そこで、交通サービス水準は、辻ら<sup>3)</sup>のアクセシビリティ指標を用いて定量化する。

指標値は、「自宅から自動車を運転して施設へ移動し、営業時間  $[T, \bar{T}]$  に買い物を行い、施設から自動車を運転して帰宅する」ことが可能な住民の活動開始時刻  $t_s$ 、活動終了時刻  $t_e$  の組み合わせ  $(t_s, t_e)$  を数え上げて定量化したものである。その際、乗車時間  $T_c$  が増加すると活動は実行しにくいことを考慮し、減衰項  $e^{-\beta_c \cdot 2T_c}$  を導入している。さらに、個人の外出可能な時間帯を考慮し、時間帯  $t$  における外出可能な日数の割合  $p(t)$  を導入している。以上を踏まえ、指標は(3)式のように定式化される。

$$= e^{-\beta_c \cdot 2T_c} \int_T^{\bar{T}} \int_T^{t_e} p(t) dt_s dt_e \quad (3)$$

ここで

$T_c$  : 自動車の片道の乗車時間

$\beta_c$  : パラメータ

$[T, \bar{T}]$  : 施設の営業時間

$p(t)$  : 時刻  $t$  における外出可能な日数の割合である。

##### b) パラメータ値の設定

本研究では、喜多・小野・岸野<sup>13)</sup>で用いられた導出方法と同様の方法で各パラメータの値を設定する。まず、谷本・牧・喜多<sup>12)</sup>では、待ち時間  $\tau$  による減衰項  $e^{-\gamma \tau}$  のパラメータ  $\gamma$  の値が、 $\gamma = 1.814$  と設定されている。そこ

で、自動車の乗車時間による減衰項  $e^{-\beta_c \cdot 2T_c}$  のパラメータ  $\beta_c$  を、待ち時間に対する等価時間係数を用いて算出する。等価時間係数は、毛利・新田<sup>18)</sup>に基づき次のように設定する。鉄道着席による移動を基準(1.00)とし、待ち時間、自動車の運転の乗車時間の等価時間係数をそれぞれ  $\mu_1 = 1.02$ ,  $\mu_2 = 1.15$  とする。このとき、待ち時間を基準(1.00)とした乗車時間の等価時間係数は  $\mu_2/\mu_1$  ある。そこで、乗車時間のパラメータ  $\beta_c$  は  $\beta_c = \gamma * \mu_2/\mu_1 = 2.045$  と設定した。

##### c) 個人の外出可能時間帯

個人の外出可能時間帯は、「買い物時間帯」と「職種」から定める。個人の外出可能時間帯を、実際に住民が買い物を行った時間、即ち「買い物時間帯」から把握することができるためである。また、労働者は労働時間帯に活動を行うことは困難である、そこで「職種」ごとの労働時間帯を想定し、個人の外出可能時間帯を定める。個人の外出可能時間帯はデータを用いて特定するため、5.で具体的な特定方法を述べる。

#### (5) 外出能力の評価指標

外出能力は日常生活動作 ADL(activities of daily living ; ADL)で評価する。ADL の指標として老研式活動能力指標<sup>20)</sup>を用いる。老研式活動能力指標は、測定が簡便であり、指標の信頼性、妥当性も確認されている<sup>20)21)</sup>ため、高齢者の活動能力測定に広く使用されている。老研式活動能力指標とは、合計 13 項目の生活機能に関する設問に「はい」「いいえ」で回答し、「はい」を 1 点、「いいえ」を 0 点として、合計点で ADL を測定する指標である。カットオフ値は定められていないため、研究・調査により基準値は異なる。例えば、厚生労働省の調査<sup>22)</sup>では、11 点以上を「高い」、9.10 点を「やや低い」、8 点以下を「低い」としている。

#### (6) 分析方法のまとめ

以上を踏まえ、交通サービス水準が活動機会に及ぼす影響を以下の手順で明らかにする。

初めに、交通サービス水準以外の影響を統制するために、交通サービス水準以外の活動機会に影響を及ぼす可能性の高い要素(移動手段、外出能力)がほぼ同質になるようにサンプルのグループ分けを行う。まず移動手段を自家用車利用者に限定し、外出能力は厚生労働省の調査<sup>22)</sup>における ADL の得点を参考に、ADL=11 点をカットオフ値とし、サンプルをグループ分けする。

次に、活動機会の計測のために、アクセシビリティ指標値がなるべく等しくなるよう各グループのサンプルをサブグループに分ける。このときアクセシビリティ指標値のグループ分けは、度数分布表の階級数  $k$ 、階級の幅  $h$  の決め方を参考にする。具体的には、(4),(5)式に示す

タージェスを用いる。

$$k = \log_2 n + 1 \quad (4)$$

$$h = \{\max(a) - \min(a)\}/k \quad (5)$$

ここで

$n$  : グループ内のサンプル数

$a$  : アクセシビリティ指標値

である。

最後に、各サブグループにおいて、買い物頻度の 95 パーセント値を計測し、活動機会の代理指標と捉える。これは前述の活動機会の計測方法と同様である。また、各サブグループのアクセシビリティ指標値の平均値を代表値とする。(6)式に示すように、活動機会の代理指標を被説明変数、アクセシビリティ指標の代表値を説明変数として回帰分析を行う。分析の結果から、交通サービス水準と活動機会との関係を明らかにする(図-3)。

$$y = ax + b \quad (6)$$

ここで

$y$  : 買い物頻度 95 パーセント値 (日/週)

$x$  : アクセシビリティ指標値の代表値

$a, b$  : パラメータ

である。

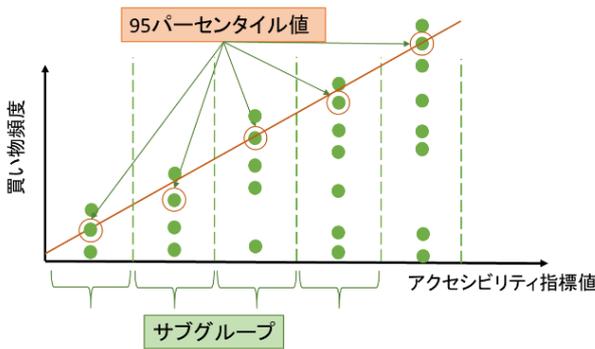


図-3 分析方法の概念図

(7) 分析に必要なデータ

まず、活動機会の計測のために「食料品(卵)の買い物頻度」を把握する。さらに、活動機会に影響を及ぼす可能性が高い要素として、「移動手段」、「老研式活動能力指標」を把握する。最後に、アクセシビリティ指標値を算出するために、「乗車時間」、「利用する店舗」、「個人の外出可能時間帯(買い物時間帯, 職種)」を把握する。

5. データ

(1) 調査概要

a) 調査対象地域

地域内に過疎地域, 都市部が存在し, 交通サービス水

準が多様な兵庫県の三木市を調査対象地域とした。三木市では、1970年代以降に自由が丘や青山といったニュータウン開発がされており、現在では神戸市のベッドタウンとして機能している。三木市人口統計<sup>20)</sup>によると、人口は約 8 万人であり、高齢化率は 29.81%である。地区ごとに見ると、合併前の町村を基本とする 10 地区に分けてみると、細川や口吉川など高齢化率が 30%を超えている過疎地域も存在する。

b) 調査方法と回収状況

事前に市の広報で周知した上で郵送調査により PT 調査を行った。PT 調査の回答者の中で、引き続き実施する調査に協力すると回答があった世帯に対して生活実態調査を行った。表-1 に調査方法と調査内容を示す。有効サンプルは、回収したサンプルの中から、調査項目の全ての項目に回答があるサンプルを抽出したものである。分析に用いるサンプルは、有効サンプルの中から、移動手段が自分で運転する自動車であり、食料品(卵)を購入する店舗が特定できるサンプルを抽出したものである。

表-1 調査概要

対象地域	兵庫県三木市	
調査母集団	32,566 世帯	
抽出方法	無作為抽出	
配布数	7,500 世帯	
調査方法	郵送調査	
PT 調査	日付	平成 26 年 9 月 7 日 (日), 9 月 9 日 (火)
	内容	年齢, 性別, 職種, 食料品の買い物頻度, 移動手段, 買い物時間帯
	回収数	5,477 (個人票)
生活実態調査	日付	平成 26 年 11 月 25 日 (火)
	内容	卵の買い物頻度, 老研式活動能力指標
	回収数	1,237 (個人票)
有効サンプル数	769 (個人票)	
分析に用いるサンプル数	329 (個人票)	

(2) アクセシビリティ指標値の算出

a) 乗車時間

乗車時間は、以下①~③の手順で算出した。① 経路探索システム<sup>24)</sup>により移動距離と乗車時間を算出する。② 移動距離を道路交通センサス<sup>25)</sup>の旅行速度 35.2km/h (兵庫県(神戸市を除く), 一般道路計, 昼間 12 時間平均旅行速度)で除すことで、乗車時間を算出する。③ ①の方法で求めた乗車時間を目的変数, ②の方法で求めた乗車時間を説明変数として、回帰分析を行い、得られた回帰式(7)を用いて、乗車時間を算出する。

$$y = 0.8265x + 0.0419 \quad (7)$$

ここで

$y$ : 本研究で採用する乗車時間

$x$ : ②の算出方法による乗車時間

である。

## b) 個人の外出可能時間帯

個人の外出可能時間帯を「買い物時間帯」と「職種」より想定することで、(8)式に示す時間帯 $t$ における1週間の内で外出可能な日数の割合 $p(t)$ を定める。

$$p(t) = (\text{時間帯}t\text{における外出可能な日数}/7\text{日}) \quad (8)$$

買い物時間帯の調査結果では全住民が8時頃から22時頃までの間に買い物を行っていたため、本研究では「買い物に対する外出可能な時間帯は8時~22時」と仮定する。そして、職種 $k$ により3つに分類した次の $p_k(t)$ を本研究の分析で用いる。

職種が自営業主、家族従業者、雇用者の場合( $k=1$ )、正規社員の平均労働時間は約8.9時間である<sup>26)</sup>ので、労働時間を平日の8時~17時とする。

$$p_1(t) = \begin{cases} 2/7 & \text{if } 8 \leq t \leq 17 \\ 1 & \text{if } 17 < t \leq 22 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (9)$$

職種がパート、アルバイトの場合( $k=2$ )は、非正規社員の平均労働時間は約6.4時間であり<sup>26)</sup>、労働日数は月15.5日である<sup>27)</sup>ので、労働時間を9時半~16時として、この時刻は $p(t) = 1/2$ とする。

$$p_2(t) = \begin{cases} 1 & \text{if } 8 \leq t < 9.5, 16 < t \leq 22 \\ 1/2 & \text{if } 9.5 \leq t \leq 16 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (10)$$

職種が専業主婦・主夫、無職、その他(職業なし)の場合( $k=3$ )は、拘束時間が特定できない。

$$p_3(t) = \begin{cases} 1 & \text{if } 8 \leq t \leq 22 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (11)$$

## c) アクセシビリティ指標値の算出

指標値が最大値のときの指標値を1に基準化し、各サンプルの指標値を算出する。なお、乗車時間が0時間、個人の外出可能時間帯が8時~22時、営業時間が24時間営業のときに、指標値は最大値であるとする。そして、各サンプルのアクセシビリティ指標値を最大値で除すことで、最大値を1としたアクセシビリティ指標値を算出する

## 6. 分析結果・考察

### (1) 分析結果

4で述べた方法で、移動手段と外出能力によるグループ分けを行い、式(6)および式(7)を用いて、アクセシビリティ指標値により8つのサブグループに分け、「食料品の買い物」と「卵の買い物」を対象に活動機会と交通サービス水準に関する回帰分析を行った(図-4, 図-5)。統計指標はそれぞれ表-2, 表-3に示す。パラメータの推

定値はそれぞれ表-4, 表-5に示す。

### (2) 考察

食料品の買い物が対象の場合、外出能力に関わらず、活動機会と交通サービス水準との間に強い正の相関があった(表-2)。卵の買い物が対象の場合は、中程度の相関が見られた(表-3)。しかし、卵の買い物が対象の場合はパラメータ $a$ に関しては有意な結果が得られなかった。これは、卵の買い物は食料品の買い物に比べ「活動機会を最大限利用した行動をとる人物の割合が低い活動」であり、2で述べた1つ目の仮定を満たしておらず活動機会が過小計測されたためであると考えられる。以降では食料品の買い物を対象とした活動機会について考察する。

本研究では、分析の際に交通サービス水準以外の影響を統制している。また、活動機会増大が原因で交通サービス水準が向上することは考えにくい。したがって、交通サービス水準の向上は活動機会の増大に寄与する可能性が高いことを示した。また、安永ら<sup>2)</sup>により見出された活動機会の地域差は、交通サービス水準に依存する可能性が高いと判断した。

外出能力を考慮した活動機会と交通サービス水準の定量的な関係(表-4のパラメータ $a$ の推定値)に着目すると、外出能力が低いグループは、外出能力が高いグループに比べ活動機会の大きさに及ぼす交通サービス水準の影響が大きいことが明らかになった。

さらに、図-4より、具体的な外出能力を考慮した活動機会と交通サービス水準の関係に着目する。アクセシビリティ指標値が約0.35以上の場合は、外出能力に関わらず活動機会は週6.5日程度であった。ただし、アクセシビリティ指標値が0.55の付近で、外出能力が低いグループの活動機会が低下している。これはサンプル数の不足により、2で述べた1つ目の仮定を満たしていないためであると考えられる。一方、アクセシビリティ指標値が約0.35未満の場合は、活動機会の減少が示された。特に外出能力が低いグループでの活動機会の減少は顕著であった。つまり、活動機会とアクセシビリティ指標は線形関係でなく、アクセシビリティ指標値が0.35以上の場合は活動機会に大きな影響がなく、指標値が約0.35まで低下すると活動機会は低下すること、このとき初めて外出能力により活動機会に顕著な差が生じることを示した。

したがって、外出能力が高い住民に比べ外出能力が低い住民は、交通サービス水準の低下がより深刻な問題である可能性が高いと考えられる。

表-2 統計指標 (食料品の買い物)

統計指標	ADL $\geq$ 11	ADL<11
相関係数 R	0.7812	0.8592
決定係数 R <sup>2</sup>	0.6102	0.7383
自由度調整済決定係数 R <sup>2</sup>	0.5453	0.6946
標準誤差	0.4615	1.264
観測数	8	8

表-3 統計指標 (卵の買い物)

統計指標	ADL $\geq$ 11	ADL<11
相関係数 R	0.5547	0.5312
決定係数 R <sup>2</sup>	0.3077	0.2821
自由度調整済決定係数 R <sup>2</sup>	0.1923	0.1625
標準誤差	0.0801	0.6442
観測数	8	8

表-4 パラメータ推定値 (食料品の買い物)

ADL	パラメータ	推定値	t 値	p 値
ADL $\geq$ 11	b	5.162	15.35**	4.825 $\times$ 10 <sup>-6**</sup>
	a	2.225	3.065*	0.022*
ADL<11	b	1.273	1.359	0.223
	a	8.205	4.114**	0.006**

\*5%有意, \*\*1%有意

表-5 パラメータ推定値 (卵の買い物)

ADL	パラメータ	推定値	t 値	p 値
ADL $\geq$ 11	b	2.536	43.49**	9.892 $\times$ 10 <sup>-9**</sup>
	a	-0.206	-1.633	0.154
ADL<11	b	0.414	0.868	0.419
	a	1.561	1.536	0.176

\*5%有意, \*\*1%有意

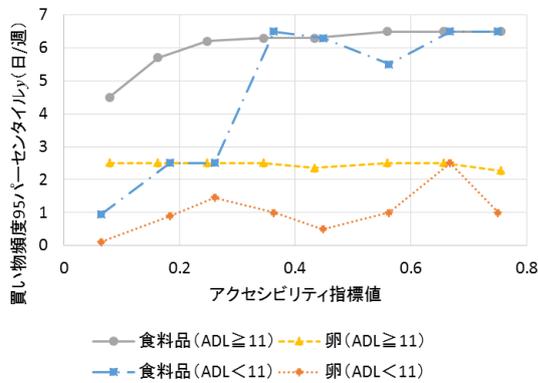


図-4 活動機会と交通サービス水準の関係

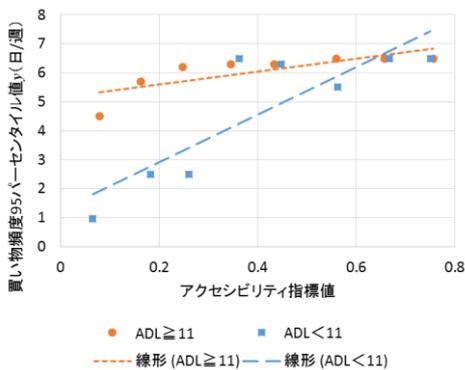


図-5 活動機会と交通サービス水準の関係 (線形回帰)

## 7. おわりに

### (1) 本研究のまとめ

本研究では、交通サービス水準が活動機会に及ぼす影響を解明することを目的として行ったものである。本研究より得られた成果として以下の2点を挙げる。

1点目は、交通サービス水準は食料品の買い物に関する活動機会と強い相関があり、活動機会に影響を及ぼしている可能性が高いことを示したことである。この知見により、安永<sup>2)</sup>により解明された活動機会の地域差は、交通サービス水準に依存する可能性が高いこと、さらに交通サービス水準を向上させることは、活動機会の増大を目的とした施策として効果が期待できることを示した。

2点目は、アクセシビリティ指標値が約0.35まで低下するとき初めて活動機会は減少すること、さらにこのとき初めて外出能力により活動機会に顕著な差が生じることを解明したことである。この差により、外出能力が低い住民の活動機会は、交通サービス水準の影響を大きく受けることを示した。この知見により、交通サービス水準を向上させる施策は、交通サービス水準が低い(アクセシビリティ指標値0.35未満)住民、特に外出能力の低い住民により大きな効果が期待できることを示した。

本研究で得られた成果は、今後の活動機会の増大を目的とした交通サービス水準に関する施策検討において有用であると考えられる。

### (2) 今後の課題

最初に、本研究の結果は、2で述べたような活動機会に関する仮定や、5で述べたデータの範囲内で得られた結果であるため、結果の利用には注意が必要である。例えば、サンプル数の少ない外出能力が低い住民の活動機会の計測は2で述べた1つ目の仮定を満足しておらず過小計測されている可能性がある。これは、外出能力が低い住民を多く含むサンプルを用いて分析することで改善が可能であるが、各サブグループに必要なサンプル数について本研究では十分な考察がなされていないため、今後この点で検討が必要である。

また、卵の買い物を対象に分析することは、対象の活動がより具体的であるため、「活動機会の比較可能性が高い」が、「活動機会を最大限利用した行動をとる人物の割合が低い活動」であるため有意な関連を示すことができなかった。分析に用いるサンプル数を増やし、このトレードオフの問題を解消することが課題の一つである。

次に、最も利用する1店舗の買い物頻度を活動機会の代理指標としているが、現実には、複数の店舗を利用することが想定される。複数の店舗を利用する場合の活動機会を計測することで、より現実に即した活動機会と交通サービス水準の関係を解明することができる。

最後に、本研究では食料品の買い物を分析対象にしたが、日常生活の多岐にわたる活動（買い物、通院など）を考慮に入れた活動機会と交通サービス水準の関係を説明することが今後の課題である。

**謝辞：**本研究で用いた PT 調査、生活実態調査は三木市交通対策協議会における検討の一環として実施したものであり、三木市、ならび関係の皆様にはこの場を持って感謝の意を述べさせていただきます。なお、本研究は科学研究費補助金事業（基盤研究(A)、課題番号：25249071、研究代表者：喜多秀行）の一貫として実施したものである。記して謝意を表したい。

### 参考文献

- 1) 経済産業省：買物弱者・フードデザート問題等の現状及び今後の在り方に関する調査報告書，2015。  
<http://www.meti.go.jp/press/2015/04/20150415005/20150415005-3.pdf>（最終閲覧：2016.1.7）
- 2) 安永恒平，喜多秀行，四辻裕文：地方における中心地区と周辺地区での活動機会の格差に関する実証分析，土木計画学研究・講演集，vol.52，CD-ROM，2015。
- 3) 辻皓平，喜多秀行，四辻裕文：公共交通の整備順位評価のためのアクセシビリティ指標に関する一考察：交通工学研究発表会論文集，Vol.34，pp.457-462，2014。
- 4) 国土交通省都市局：都市における人の動き—平成 22 年全国都市交通特性調査集計結果から—，平成 24 年 8 月（最終閲覧：2016.1.12）  
<http://www.mlit.go.jp/common/001032141.pdf>
- 5) 宮崎耕輔，徳永幸之，菊池武弘，小枝昭，谷本圭志，喜多秀行：公共交通のサービスレベル低下による生活行動の格差分析，土木計画学研究・論文集，Vol.22，No.3，pp.583-591，2005。
- 6) 橋本成仁，田尾圭吾：基本チェックリストによる高齢者の運動機能の把握と外出頻度に影響を与える要因分析，土木計画学論文集 D3（土木計画学），Vol.70，No5，pp.637-644，2014。
- 7) 新田保次，竹林弘晃：移動に関する生活機能の達成状況に関する特性分析，土木計画学会論文集，Vol.66 No.3，pp.306-315，2010。
- 8) 森山昌幸，藤原章正，杉恵頼寧：高齢社会における過疎集落の交通サービス水準と生活の質の関連性分析，土木計画学研究・論文集，Vol.19，No.4，pp.725-732，2002。
- 9) Janet Stanley, Karen Lucas : Social exclusion:What can public transport offer?, Research in Transportation Economics, Vol.22, No.1, pp.36-40, 2008.
- 10) Graham Currie, Tony Richardson, Paul Smyth, Dianne Vella-Brodrick, Julian Hine, Karen Lucas, Janet Stanley, Jenny Morris, Ray Kinnear, John Stanley : Investigating links between transport disadvantage, social exclusion and well-being in Melbourne—Preliminary results, Transport Policy, Vol.16, No.3, pp.97-105, 2009.
- 11) Brandolini, Andrea, and Giovanni D'Alessio.: Measuring well-being in the functioning space., General Conference of the International Association for Research in Income and Wealth, Cracow, Poland. 1998.
- 12) 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 D, Vol.165, No.544-553, pp.677-686, 2009.
- 13) 喜多秀行，小野祐資，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(土木計画学)，vol.68，No.5，pp.1983-1990，2012。
- 14) 喜多秀行，四辻祐文，小野祐資，菅洋子，岸野啓一，池宮六季：公共交通サービスを社会で選択するための支援手法，第 47 回土木計画学研究発表会，2013。
- 15) 藤田幸司，藤原佳典，熊谷修，渡辺修一郎，吉田祐子，本橋豊，新開省二：地域在宅高齢者の外出頻度別にみた身体・心理・社会的特徴，日本公衆衛生誌，Vol.51，No.3，pp.168-180，2004。
- 16) Christy Cannon Hendrickson and William C. Mann : Changes Over Time in Community Mobility of Elders with Disabilities, Physical & Occupational Therapy in Geriatrics, Vol. 23, No. 2/3, pp.75-89, 2005.
- 17) 警察庁：運転免許統計，平成 26 年度版
- 18) 毛利正光・新田保次：一般化時間を組み込んだ交通手段の選択モデルに関する基礎的研究，土木学会論文報告集，第 343 号，pp.63-72，1984。
- 19) 今田拓：ADL 評価について，日本リハビリテーション医学会誌，Vol.13，No.4，pp.315，1976。
- 20) 古谷野亘・柴田博・中里克治・芳賀博：地域老人における活動能力の測定—老研式活動能力指標の開発—，日本公衆衛生誌，Vol.34，No.3，pp.109-114，1987。
- 21) 柴田博，杉澤秀博，渡辺修一部：日本における在宅高齢者の生活機能，日本老年医学会雑誌，Vol.40，No.2，pp.95-100，2003。
- 22) 厚生労働省老健局：日常生活圏域ニーズ調査 モデル事業・結果報告書，2010。（最終閲覧 2016.1.16）  
<http://www.mhlw.go.jp/topics/kaigo/dl/tp101027-01c.pdf>
- 23) 三木市総務課：町・丁目別人口統計（平成 26 年）
- 24) Googlemap：<https://www.google.co.jp/maps>（最終閲覧：2016.1）
- 25) 国土交通省：全国道路・街路交通情勢調査，平成 22 年
- 26) 日本労働組合総連合会：労働時間に関する調査，2015。
- 27) 厚生労働省：毎月勤労統計調査 就業形態別月間労働時間及び出勤日数，2014。

(2016.4.22 受付)