

交通手段の利用可能性を考慮した 個人のモビリティの計測方法に関する考察

寺山 一輝¹・小谷 通泰²・奥田 祐己³

¹学生会員 神戸大学大学院 海事科学研究科 (〒658-0022 神戸市東灘区深江南町5-1-1)

E-mail: 117w308w@stu.kobe-u.ac.jp

²正会員 神戸大学大学院教授 海事科学研究科 (〒658-0022 神戸市東灘区深江南町5-1-1)

E-mail: odani@maritime.kobe-u.ac.jp

³学生会員 神戸大学大学院 海事科学研究科 (〒658-0022 神戸市東灘区深江南町5-1-1)

E-mail: 146w305w@stu.kobe-u.ac.jp

本研究では、個人のモビリティを計測するため方法として、交通手段別に各人の利用可能性を算出することを提案し、その定式化を試みた。ここで、交通手段の利用可能性は、潜在能力アプローチの考え方に基づいて、各人の保有する「財・資源」と、それを利用するための「変換能力」によって規定されるとし、交通手段としては5通り（徒歩、自分で運転、同乗、バス、鉄道）を考えた。そして、神戸市の郊外住宅団地における居住者へのアンケート調査結果をもとに、回答者の交通手段別の利用可能性を算出し、それらの類似性から回答者をグルーピングした。これによって、同じ年齢階層であっても多様なモビリティ水準が存在していることを定量的に明らかにすることができ、本手法の有効性を確認することができた。

Key Words : *method for measuring mobility, capability approach, availability of travel mode, elderly people*

1. はじめに

超高齢化社会を迎えたわが国では、高齢者の買い物や通院といった生活交通の維持・確保が重要な課題となっている。その一方で、同じ高齢者でも、若年層と同様の運転能力を保持したまま、自動車を自由に利用できる人や、徒歩で外出せざるを得ないが歩行に負担を感じる人など、個人のモビリティ水準は多様であり、その低下の度合いには個人差がある。

したがって、今後、超高齢化社会に対応した交通政策を推進していくためには、個人の多様なモビリティの状態を適切に計測し、モビリティの状態に応じた計画・評価を行うことが求められている。

一方、モビリティに関する研究はこれまで数多く行われてきた。新田ら¹⁾は、徒歩と自動車利用の困難度から9通りのモビリティグループを抽出し、年齢との関係を考察している。北川ら²⁾は、数量化Ⅲ類分析を用いて、性別・年齢などの個人属性と、利用交通手段・トリップ数などのトリップ属性から8つのモビリティグループを抽出し、グループ別に交通施策の効果を算定している。

さらに、近年では基本チェックリストや老研式活動能力指標などを用いて、個人の身体的機能を計量化し、交

通行動に及ぼす影響を明らかにしている研究もいくつかみられる^{3,4)}。

そこで本研究では、個人のモビリティを計測するための方法として、潜在能力アプローチの考え方をを用いて、交通手段(徒歩・自分で運転・同乗・バス・鉄道)別に各人の利用可能性を算出することを提案し、その定式化を試みる。そして、本手法を神戸市の郊外住宅団地の居住者に適用し、居住者のモビリティ水準の多様性を明らかにし、本手法の有効性と問題点について考察する。

2. モビリティの計測方法の提案・定式化

(1) モビリティの計測の考え方

アマルティア・センによって提唱された潜在能力アプローチ⁵⁾は、個人が利用可能な「財・資源」と、それらを利用するために必要な個人の「変換能力」から規定される「機能」の集合を「潜在能力」と定義し、その大きさを評価しようという考え方である。近年、交通に関する研究分野においてもその有効性が指摘されており^{6,7)}、徐々に研究が蓄積されつつある⁸⁾。力石ら⁹⁾は、潜在能力アプローチの概念に基づき、高齢者のモビリティの考え方を整理している。ここで、力石らは、個人のモビリ

ティを「機能」として捉え、この「機能」は、自動車や公共交通などの「財・資源」とそれを活用するために必要な身体能力や時間的余裕などの個人の「変換能力」から規定されるとしている。

そこで、本研究においてもこの考え方にに基づき、「潜在能力」をモビリティとして捉え、その計測を試みる。この際、本研究では、モビリティは「徒歩」「自分で運転」「同乗」「バス」「鉄道」の5通りの交通手段の利用可能性から構成されるとし、それぞれの交通手段の利用可能性は「財・資源」とそれを活用するための「変換能力」から規定されるものと定義する。表-1は、本研究で用いる「財・資源」と「変換能力」を交通手段別に整理したものである。以下では、交通手段別に「財・資源」と「変換能力」の概要について述べる。

表-1 各交通手段の「財・資源」と「変換能力」

	財・資源	変換能力
徒歩	-	・身体制約の程度 ・歩行速度
自分で運転	・免許の有無 ・自動車の保有台数	・運転の際に感じる負担の程度 ・他の運転者との時間調整の程度 ・動体視力
同乗	・送迎を頼むことができる人数	・送迎者との時間調整の程度
バス	・最寄りバス停までの傾斜を考慮した経路距離	・身体制約の程度 ・歩行速度
鉄道	・最寄り駅までの傾斜を考慮した経路距離	・身体制約の程度 ・歩行速度

1) 徒歩の利用可能性

徒歩の利用可能性の「財・資源」については、各人同一であるとし、「変換能力」は、歩行の際に感じる「身体制約の程度」と「歩行速度」を用いることとする。ここで、「身体制約の程度」は、徒歩で外出する際に「特に負担を感じない」「階段の昇降に負担を感じる」「補助具(杖など)があれば外出することができる」「1人で外出することが困難」「その他」のいずれに該当するかを回答者に尋ねた結果を用いる。「歩行速度」については、従来から医学分野において、加齢とともに速度は低下し、女性の方が男性よりもその低下が顕著であると報告されていることから¹⁰⁾、阿久津¹¹⁾によって計測された性別・年齢階層別の値を用いることとする。

2) 自分で運転の利用可能性

自分で運転の利用可能性については「財・資源」として、「免許の有無」「自動車の保有台数」を用いる。一方で、「変換能力」は、「運転の際に感じる負担の程度」「他の運転者との時間調整の程度」「動体視力」を用いることとする。ここで、「運転の際に感じる負担の程度」「他の運転者との時間調整の程度」については、5段階評価で尋ねた結果をそれぞれ用いる。「動体視力」は、運転能力の中で最も重要な役割を果たすといわれており、加齢とともに低下することが知られている¹²⁾。

そこで本研究では、三井ら¹³⁾が計測した年齢階層別の動体視力値を用いる。

3) 同乗の利用可能性

同乗の利用可能性については、「財・資源」として「送迎を頼むことができる人数」を用いる。一方で、「変換能力」は「送迎者との時間調整の程度」とし、同乗させてもらう際に送迎者との時間調整が必要かどうかを5段階評価で尋ねた結果を用いる。

4) バス・鉄道の利用可能性

バス・鉄道の利用可能性の「財・資源」は、最寄りのバス停(鉄道駅)までの「傾斜を考慮した経路距離」である。ここで、傾斜を考慮した経路距離を算出するために、本研究では式(1)に示す、佐藤ら¹⁴⁾が提案した代謝的換算距離の概念を用いる。

$$L_{pq}^* = L_{pq} \times \frac{r(\theta) + 1.2}{r(0) + 1.2} \quad (1)$$

ここで、 L_{pq}^* は居住地 p からバス停(鉄道駅) q までの経路距離 L_{pq} の代謝的換算距離、 $r(\theta)$ は勾配 $\theta\%$ ⁽¹⁾でのエネルギー代謝率、 $r(0)$ は勾配 0% でのエネルギー代謝率である。エネルギー代謝率とは、活動時のエネルギーと座位安静時のエネルギーの差を基礎代謝量で除したものである。佐藤らは、分速 80m の坂道歩行時におけるエネルギー代謝率を用いているため、本研究においてもこの値を用いることとする。

一方、「変換能力」については、徒歩の利用可能性と同様に「身体制約の程度」「歩行速度」を用いる。

(2) 交通手段の利用可能性の定式化

本研究では、式(2)に示すように、交通手段の利用可能性は、「財・資源」ごとに「変換能力」を乗じたものとして定義する。

$$A_i = \prod_{j=1}^J r_{ij} \times a_{ij} \quad (2)$$

$$a_{ij} = \prod_{n=1}^{N_j} \exp(-C_{ijn}) \quad (3)$$

$$C_{ijn} = \sum_{k=1}^{K_n^j} \beta_{ijn}^k x_{ijn}^k \quad (4)$$

A_i は、個人 i のある交通手段に関する利用可能性、 r_{ij} は、個人 i の所有する財・資源 j ($j=1, \dots, J$) である。 a_{ij} は、個人 i が財・資源 j を変換する能力であり、式(3)に示すように、それぞれの財・資源 j に対して、 N_j 個 ($n=1, \dots, N_j$) の減衰項 $\exp(-C_{ijn})$ の積から規定されることとする。また、式(4)に示すように、 n 番目の C_{ijn} は、説明変数 x_{ijn}^k とそのパラメータ β_{ijn}^k の線形結合として与える。ここで、 K_n^j は説明変数の数を表している。 β_{ijn}^k は、上述した既存

研究の値や、3. で示す、筆者らが実施したアンケート調査データから推定した値を用いることとする。

3. 分析対象地域と使用データの概要

(1) 分析対象地域

本研究では、図-1 に示す神戸市西区の西神戸ニュータウンを分析対象とする。当該地域は、神戸市西区の押部谷地域に位置するニュータウンであり、1971 年から入居が開始されており、2013 年時点の総人口は 11,866 人、高齢化率は 26.6% となっている。住宅構成については、戸建て住宅の割合が 85% と高く、桜が丘東町 3 丁目のみに集合住宅が存在している。

地域の交通網については、最寄り駅は神戸電鉄粟生線の木幡駅と栄駅である。また、神姫バスによって西神中央、押部谷栄方面のバスが運行されており、バス路線は対象地域内を概ねカバーしている。しかし、いずれも朝・夕のピーク時を除くと 1 時間に 1、2 本程度とサービス水準は低くなっている。

商業施設については、域内には家電を取り扱う大規模小売店舗(店舗面積 1,000m²以上)が 1 件立地している。また、小規模小売店舗(店舗面積 1,000m²未満)は 4 件立地しており、いずれも食料品・日用品を取り扱う店舗である。医療施設は、一般診療所が域内に 3 件、周辺に 4 件立地している。

(2) 使用データ

本研究で用いたアンケート調査は、2013 年 10 月に西神戸ニュータウンの居住者を対象として、自動車や公共交通の利用実態、生活交通行動の実態、交通環境に対する利便性評価、および改善施策に対する要望を把握することを目的に、筆者らが実施したものである。本アンケート調査では、年齢・居住地、家族人数、身体的な制約、外出可能な時間帯、世帯での自動車の保有状況などの



図-1 分析対象地域

個人・世帯属性、および移動目的(買い物、通院、娯楽)別に最もよく利用する施設、交通手段、移動のしやすさなどを尋ねている。調査票は、地域内の 4,398 世帯から無作為に抽出した 1,000 世帯に配布し、351 世帯(回収率 35.1%)、計 518 名(1.48 人/世帯)から回答を得た。回答者の属性は、男女比はほぼ 1:1 であり、回答者の 56.9% が 65 歳以上の高齢者であった。

4. 「財・資源」「変換能力」に関する基礎分析

ここでは、アンケート調査結果をもとに、回答者の「財・資源」「変換能力」にみられる特徴を示し、「変換能力」の低下が外出することに及ぼす影響を交通手段別に明らかにする。

(1) 「財・資源」「変換能力」の保有状況

表-2 は、回答者の「財・資源」と「変換能力」の保有状況を示したものである。これより以下のことがわかる。

まず、徒歩、バス・鉄道の利用可能性に関する「変換能力」である、身体制約の程度については、回答者の 83.1% が歩行の際に特に身体的な負担を感じないと回答している。その一方で、階段の昇降に負担を感じる回答者も 12.7% 存在している。また、外出する際に杖などの補助具を必要としている人や、一人で外出することが困難な人も少なからず存在している。

自分で運転の利用可能性に関する「財・資源」「変換能力」についてみると、回答者の大半が免許を保有し、少なくとも 1 台は自動車を保有していることがわかる。

表-2 「財・資源」「変換能力」の保有状況

		サンプル数	構成比(%)
身体制約	特に負担を感じない	393	83.1%
	階段の昇降に負担を感じる	60	12.7%
	補助具があれば外出できる	6	1.3%
	1人で外出することが困難	7	1.5%
	その他	7	1.5%
免許の有無	なし	113	22.0%
	あり	401	78.0%
自動車保有台数	0台	39	7.6%
	1台	256	50.1%
	2台	176	34.4%
	3台以上	40	7.8%
運転する際に感じる負担	負担である	15	3.8%
	やや負担である	28	7.1%
	どちらともいえない	34	8.6%
	あまり負担ではない	98	24.9%
他の運転者との時間調整	負担ではない	219	55.6%
	必要である	36	9.2%
	やや必要である	64	16.4%
	どちらともいえない	15	3.8%
送迎者人数	あまり必要でない	102	26.1%
	必要でない	174	44.5%
	0人	95	20.8%
	1人	213	46.7%
送迎者との時間調整	2人	110	24.1%
	3人以上	38	8.3%
	必要である	86	24.1%
	やや必要である	119	33.3%
送迎者との時間調整	どちらともいえない	17	4.8%
	あまり必要でない	79	22.1%
	必要でない	56	15.7%

また、回答者の半数が運転することに負担を感じておらず、他の運転者の時間調整が必要でない」と回答している。その一方で、運転することに負担を「感じる・やや感じる」割合が 10.9%、他の運転者との時間調整が「必要である・やや必要である」割合が 25.6%となっている。

同乗の利用可能性に関する「財・資源」と「変換能力」に着目すると、送迎を頼むことができる人数は1人の割合が 46.7%と最も多く、次いで、2人、0人、3人以上の順となっている。そして、全体の 57.4%が同乗させてもらう際に送迎者との時間調整が「必要である・やや必要である」と回答しており、時間調整が「必要でない・あまり必要でない」よりも割合が高くなっている。

(2) 交通手段別にみた外出制限の要因分析

本アンケート調査では、交通手段別に「変換能力」の低下によって、それらの交通手段を利用して外出することをあきらめたことがあったかどうかを 4段階評価(あった・なかった)で尋ねている。すなわち、徒歩については「身体的な制約」、自分で運転については「運転する際に感じる負担の程度」「他の運転者との時間調整の程度」、同乗については「送迎者との時間調整の程度」によって、外出することをあきらめたかどうかをそれぞれ尋ねている。

本研究では、二項ロジスティクス回帰分析を適用し、交通手段別に外出制限の要因分析を行う。目的変数は、いずれの交通手段においても、変換能力を理由に外出することをあきらめたことが「あった・ややあった」を選択した場合を 1、「あまりなかった・なかった」を 0とした二値データを用いる。各交通手段における説明変数は以下の通りである。

徒歩については、階段の昇降に負担を感じることもある、を選択した場合を 1とした「階段の昇降ダミー」、補助具があれば外出できる、1人で外出することが困難である、を選択した場合を 1とした「補助具ダミー」の 2変数を用いる。

自分で運転については、運転することに負担を感じる場合を 1とした「負担ダミー」、やや負担を感じる場合を 1とした「やや負担ダミー」の 2変数、他の運転者との時間調整が必要な場合を 1とした「必要ダミー」、時間調整がやや必要な場合を 1とした「やや必要ダミー」の 2変数を、それぞれ用いる。

同乗については、送迎者との時間調整が必要な場合を 1とした「必要ダミー」、調整がやや必要な場合を 1とした「やや必要ダミー」の 2変数を用いる。

表-3は、それぞれの推定結果を示したものである。いずれのモデルにおいてもモデル全体の適合度、および各変数のパラメータはすべて有意水準 1%を満たしており、

表-3 推定結果

		偏回帰係数	wald統計量
徒歩 (身体的な負担)	階段の昇降ダミー	2.949	76.84 **
	補助具ダミー	3.404	40.68 **
	定数項	-2.631	167.86 **
	サンプル数	463	
	χ^2	108.25	**
自分で運転 (運転の負担)	負担ダミー	2.322	13.56 **
	やや負担ダミー	1.765	16.90 **
	定数項	-2.140	147.52 **
	サンプル数	380	
	χ^2	25.23	**
自分で運転 (時間調整)	必要ダミー	1.864	23.08 **
	やや必要ダミー	1.617	25.72 **
	定数項	-2.036	117.27 **
	サンプル数	375	
	χ^2	38.51	**
同乗 (時間調整)	必要ダミー	1.705	19.03 **
	やや必要ダミー	1.457	14.88 **
	定数項	-2.398	57.98 **
	サンプル数	330	
	χ^2	25.66	**

**p<0.01, *p<0.05

良好な推定結果を得ることができた。各モデルのパラメータに着目すると、まず、徒歩については「階段の昇降ダミー」よりも「補助具ダミー」の方が値は大きくなっている。したがって、階段の昇降に負担を感じる人よりも補助具などを使用して外出しなければならない人の方が歩いて出かけることをあきらめる傾向にあると解釈することができる。同様に、それぞれについてみると、自分で運転については、運転に負担を感じているほど、そして、他の運転者との時間調整が必要なほど、自分で運転して外出することをあきらめる傾向にある。同乗については、送迎者との時間調整が必要なほど同乗させてもらい外出することをあきらめる傾向にある。

5. 交通手段の利用可能性の算出とモビリティ水準による個人の類型化

分析対象地域において、アンケート調査の回答者を対象として、2. で定式化した交通手段の利用可能性を算出する。そして、得られた利用可能性を用いて、モビリティ水準の類似性により回答者の類型化を行う。

(1) 交通手段の利用可能性の算出

1) 徒歩の利用可能性について

「財・資源」は各人にとって同一であるとしているため、本研究では便宜的に 1 を代入する。「変換能力」は「身体制約の程度」と「歩行速度」である。このうち、「身体制約の程度」については、4. (2)で推定したパラメータからオッズ比を算出し、最大値が 1、最小値が 0 になるように基準化したものを用いる。「歩行速度」については、2. (1)で示した、男女別・年齢階層別の値を最大値が 1、最小値が 0 になるように基準化し、さらに

それらを1から引いた値を用いることとする。

2) 自分で運転の利用可能性について

「財・資源」は「免許の有無」と「自動車の保有台数」である。「免許の有無」は免許を保有している場合を1としたダミー変数であり、「自動車の保有台数」は、世帯で保有している自動車の合計台数であり、いずれもアンケート調査で得られた回答結果を用いる。

「変換能力」は、「運転の際に感じる負担の程度」

「他の運転者との時間調整の程度」「動体視力」であり、前者2つは、4. (2)で推定したパラメータのオッズ比を、後者は、2. (1)で示した、年齢階層別の値をそれぞれ0から1の範囲に基準化した値を用いる。

3) 同乗の利用可能性について

「財・資源」は「送迎を頼むことができる人数」であり、アンケート調査で得られた回答結果を用いる。「変換能力」は「送迎者との時間調整の程度」であり、4. (2)で得られたパラメータからオッズ比を算出し、0から1の範囲に基準化した値を用いる。

4) バス・鉄道について

「財・資源」は最寄りのバス停(鉄道駅)までの傾斜を考慮した経路距離であり、この値の逆数を用いることとする。「変換能力」については、徒歩の利用可能性と同様である。

(2) 回答者の利用可能性の分布

図-2は、回答者の徒歩の利用可能性の分布を年齢階層別に示したものである。これを見ると、高齢になるにつれて、徒歩の利用可能性が低い人の割合が増える傾向が読み取れる。

回答者の自分で運転の利用可能性の分布を年齢階層別に示したものが図-3である。徒歩の利用可能性と同様に、高齢になるにつれて自分で運転の利用可能性が低い人の割合が増加しており、特に、75歳以上では49.3%が自分で運転することができないことがわかる。しかし、75歳以上であっても若年層と同様の利用可能性を持つ人も少なからず存在していることが確認できる。

なお、同乗、バス、鉄道の利用可能性についても同様に回答者の分布を年齢階層別にみたところ、同乗については、徒歩や自分で運転の利用可能性のように加齢とともに利用可能性が顕著に低くなる傾向はみられず、ばらつきがみられた。その一方で、バス・鉄道の利用可能性については、高齢になるにつれて利用可能性の低い人の割合が増加する傾向がみられた。

(3) モビリティ水準による個人の類型化

回答者の5通りの交通手段の利用可能性の算出結果を用いて、モビリティ水準の類似性により個人の類型化を行う。なお、ここでは、それぞれの利用可能性について、

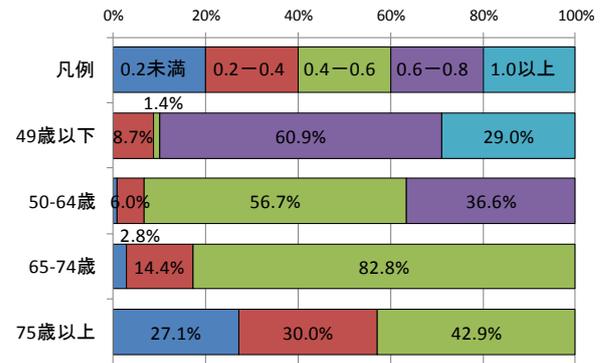


図-2 年齢階層別にみた徒歩の利用可能性の分布

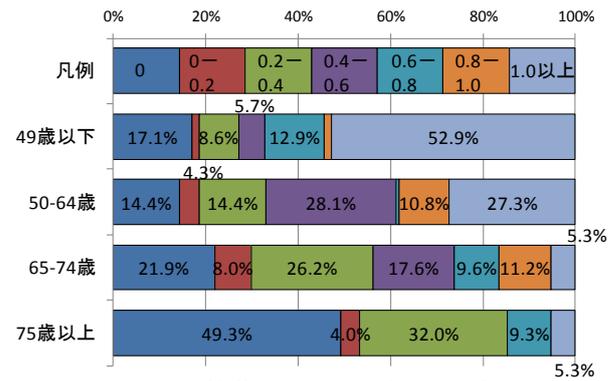


図-3 年齢階層別にみた自分で運転の利用可能性の分布

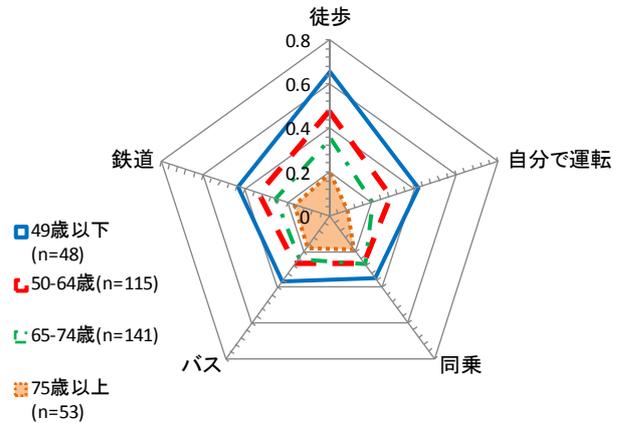


図-4 年齢階層別にみたモビリティ水準

地域内で相対的に最も高い利用可能性を持つ回答者を1、最も低い回答者を0となるように基準化している。

図4は、5通りの交通手段の利用可能性の平均値を年齢階層別に示したものである。これを見ると、49歳以下では、すべての交通手段の利用可能性の平均値が他の年齢階層よりも高くなっており、高齢になるにつれて、すべての交通手段の利用可能性が低下していることがわかる。

一方、同じ年齢階層であっても、自動車を自由に運転することができる人や、身体的な負担を感じながらも徒歩で移動せざるを得ない人など、モビリティ水準は多様であると考えられる。そこで本研究では、年齢階層別に

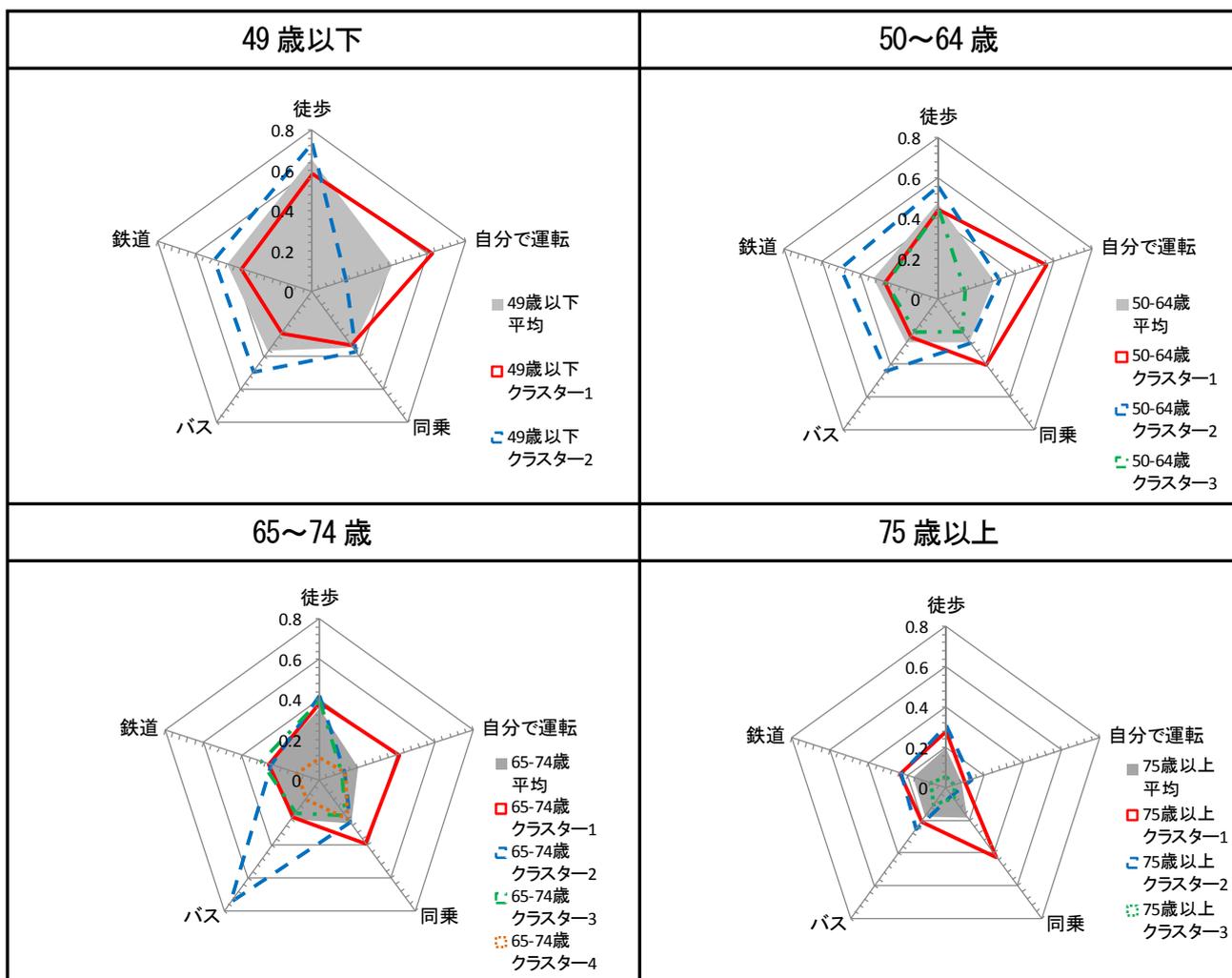


図-5 年齢階層別のクラスター分析の結果

クラスター分析を行い、モビリティ水準の多様性を抽出することを試みる。なお、本研究では、クラスタリング手法として、階層的方法で行い、距離計算にはユークリッド距離、合併後の距離計算はウォード法を用いている。

クラスター分析を行った結果、図-5 に示すように、49歳以下では2つ、50~64歳では3つ、65~74歳では4つ、そして75歳以上では3つのクラスターにそれぞれ分類することができた。

1) 49歳以下

クラスター1は、自分で運転の利用可能性が平均値よりも高くなっているが、その他の交通手段の利用可能性はすべて平均値をやや下回っている。これに対して、クラスター2は、自分で運転の利用可能性が平均値よりも極端に低くなっているが、その他の交通手段は平均値をやや上回っており、クラスター1とは対照的である。

2) 50~64歳

クラスター1は、自動車(自分で運転・同乗)の利用可能性が平均よりも高くなっており、他の交通手段の利用可能性は平均値よりやや下回っている。これに対して、クラスター2は、自動車(自分で運転・同乗)の利用可能

性が平均値程度であり、徒歩、バス・鉄道の利用可能性は平均値よりも高くなっており、クラスター1とは対照的である。一方、クラスター3は、いずれの利用可能性も平均値よりも低く、この年齢階層では、モビリティ水準が最も低くなっている。

3) 65~74歳

クラスター1は、自動車(自分で運転・同乗)の利用可能性が大きく、他の利用可能性も平均値程度である。すなわち、当該クラスターはこの年齢階層においては良好なモビリティ水準であると考えられる。クラスター2は、サンプルに偏りがみられ、バスの利用可能性のみが突出しているが、自分で運転の利用可能性は平均値よりも低くなっていることから、クラスター1とは対照的なグループであるといえる。クラスター3は、自分で運転の利用可能性のみが平均値よりも低く、その他の利用可能性は平均値に近い値を示している。クラスター4は、同乗の利用可能性が平均値に近い値を示しているが、他の利用可能性はすべて平均値よりも低くなっている。したがって、この年齢階層で最もモビリティ水準が低いグループであるといえる。

4) 75歳以上

クラスター1は、すべての利用可能性が平均値をやや上回り、特に、同乗の利用可能性のみが突出している。これに対して、クラスター2は、同乗の利用可能性のみが特に低くなっている。クラスター3は、いずれの利用可能性も低く、対象地域内で最もモビリティ水準が低いグループとなっている。

6. おわりに

本研究では、個人のモビリティを計測する方法として、潜在能力アプローチの考え方をを用いて、交通手段別に各人の利用可能性を算出することを提案し、その定式化を試みた。そして、アンケート調査結果をもとに、実際に回答者の交通手段の利用可能性を算出し、複数のモビリティパターンを抽出した。まず、本手法の有効性として以下の点が挙げられる。

- 1) 「徒歩」「自分で運転」「同乗」「バス」「鉄道」の5通りの交通手段について、それぞれの利用可能性に関わる「財・資源」と「変換能力」を整理した。そして、交通手段の利用可能性は、「財・資源」ごとに「変換能力」を掛け合わせるによって算出するものとした。ただし、変換能力には、個人の身体制約や時間的な制約などによる能力の低下を反映させるために、それらによる減衰効果を表現できるようにした。また、変換能力は既存のデータと独自に実施したアンケート調査から推定したパラメータ値を用いて計量化した。
- 2) アンケート調査の回答者の5通りの交通手段の利用可能性を算出した結果、高齢になるにつれてモビリティが低下していることを示すことができた。また、年齢階層別にクラスター分析を適用することによって、それぞれ複数のモビリティパターンを抽出することができた。そして、いずれの年齢階層においても、自動車(自分で運転・同乗)を利用できるグループと利用が困難なグループに二分されることが明らかとなった。さらに、自動車を利用できるグループにおいては、高齢になるにつれて、自分で運転の利用可能性が低下し、同乗の利用可能性の方が相対的に高くなる傾向にあることが確認できた。また、50-64歳以降の年齢階層では、モビリティ水準の低いグループが現れることがわかった。

その一方で、本手法の問題点としては以下の諸点が挙げられる。

- 1) 交通手段の利用可能性を規定する「財・資源」と「変換能力」は多種多様な捉え方が可能である。したがって、本研究で用いた変数以外で「財・資源」と「変換能力」を表現する変数について精査する必要がある。
- 2) 本研究では、利用可能性を「財・資源」に、「財・資源」を利用できる能力を表す「変換能力」を掛け合わ

せることによって定式化している。そして、変換能力における減衰効果を指数関数で表現している。こうした定式化や減衰効果の記述方法などについて妥当性を検証する必要がある。

- 3) また、交通手段の利用可能性は直接観測することが困難であるため、本研究では「変換能力」を、アンケート調査などの外部データを用いて推定したが、こうした手法の妥当性についても検討しなければならない。
- 4) さらに、「財・資源」「変換能力」に関わる変数間での重み、利用可能性の交通手段間での重みはそれぞれ等しいものと仮定している。しかし、これらの重みは個人によって異なるものと考えられるため、今後はこれらの重み付けの方法についても検討する必要がある。

補注

- (1) 勾配についてはインターネット上で無料公開されている「ルートラボ¹⁵⁾」を利用し、居住地の midpoint から最寄りバス停(駅)までの平均勾配を求めた。

参考文献

- 1) 新田保次, 三星昭宏, 森康男: モビリティ確保の視点からみた高齢者対応型バス計画についての一考察, 土木学会論文集, No.518/IV-28, pp.43-54, 1995.
- 2) 北川博巳, 三星昭宏: 高齢者モビリティ潜在化の属性要因と交通需要増加に関する考察, 土木計画学研究・論文集, No.15, pp.747-754, 1998.
- 3) 谷本圭志: 高齢者の機能的健康と公共交通に関する研究, 土木計画学・講演集, Vol.47, CD-ROM, 2013.
- 4) 橋本成仁, 田尾圭吾: 高齢者の運動機能の状態が外出の不便状況に与える影響, 土木計画学・講演集, Vol.48, CD-ROM, 2013.
- 5) アマルティア・セン, 後藤玲子: 福祉と正義, 東京大学出版会, 2008.
- 6) 力石真, 藤原章正, 張峻屹, 塚井誠人: 高齢者のモビリティの概念と計測: 潜在能力アプローチ, 土木計画学・講演集, Vol.45, CD-ROM, 2012.
- 7) Beyazit, E.: Evaluating Social Justice in Transport: Lessons to be Learned from the Capability Approach, *Transport Reviews: A Transnational Transdisciplinary Journal*, 31: 1, pp.117-134, 2011.
- 8) たとえば,
 - ・猪井博登, 新田保次, 中村陽子: Capability Approach を考慮したコミュニティバスの効果評価に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.21, No.1, pp.167-173, 2004.
 - ・溝上章志, 神谷翔, 津田圭介: モビリティ水準評価指標 QOM の合志市地域公共交通計画評価への適用, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, No.5, pp.881-892, 2010.
 - ・Nordbakke, S.: Capabilities for mobility among urban older women: barriers, strategies and options: *Journal of Transport Geography*, 26,

- pp.166-174, 2013.
- 9) 前掲 6)
 - 10) たとえば、
 - ・杉浦美穂ほか：地域高齢者の歩行能力 - 4 年間の縦断変化 - , 体力科学 47, pp.443-452, 1998.
 - ・藤澤宏幸ほか：地域在宅高齢者における最大ステップ長と運動能力および転倒との関係, 理学療法学, 第 32 巻第 7 号, pp.391-399, 2005.
 - 11) 阿久津邦夫：歩行の科学, 不昧堂出版, pp.56-57, 1975.
 - 12) 松田隆夫：視知覚, 培風館, 1995.
 - 13) 三井達郎：高齢者運転の視覚機能と標識の認知, 高速道路と自動車, 第 44 巻第 11 号, pp.37-48, 2001.
 - 14) 佐藤栄治, 吉川徹, 山田あすか：地形による負荷と年齢による身体能力の変化を勘案した歩行換算距離の検討 - 地形条件と高齢化を勘案した地域施設配置モデル その 1 -, 日本建築学会計画系論文集, 第 610 号, pp.133-139, 2006.
 - 15) ルートラボ：<http://latlonglab.yahoo.co.jp/route/create>, 2014 年 3 月アクセス

Study on a Method for Measuring the Individual Mobility Using Availability of Each Travel Mode

Kazuki TERAYAMA, Michiyasu ODANI and Yuki OKUDA