

CapabilityアプローチによるQuality Of Mobilityに関する研究*

A study on Evaluation of QOM based on Capability Approach*

宋徳洋平**・溝上章志***

By Youhei EITOKU**・Shoshi MIZOKAMI***

1. はじめに

道路整備に関する評価方法として、交通量や移動速度等の交通解析上の量的な指標のみで道路整備を評価することは、不十分である。そこで、様々な評価指標が提案されているが、個々の施策の効果を評価することが目的となっている。本来、個人の生活が豊かになり、国民全員の生活レベルが向上していることを評価できることによって、初めて、その施策の有効性を確認することができる。

つまり、個々の交通施設の整備・維持管理による効果のみならず、現在おかれているサービス水準を客観的に評価する手法が求められていると言える。林¹⁾らによって、社会資本整備に関するQOLの研究が行われているが、本論文では、交通施設のサービス水準に関して、QOM(Quality of mobility)を定義し、客観的に評価することを目的とする。

本論文では、アマルティア・センのcapabilityアプローチの考え方にに基づき、交通環境が各種活動のしやすさに及ぼす影響を分析し、QOM値を算出し、地域間格差、個人属性間格差を表現することとした。ある目的地に行くことのできる可能性を評価し、また、その目的地自体が、それぞれの地域の人々にとって選択する自由をもつという考え方をとる。つまり、「移動の自由は、基本的な人権の一つ」であるとの姿勢を前提に評価を行う。

capabilityとは、図1に示すの2種類の「自由」を表現するものである。は各目的の移動可能性functioning(~できること)の束としてのcapabilityを表現している。は、複数のfunctioning中の選択の自由という側面である。

上記、capabilityアプローチの概念に基づいて、本論文では、具体的には、まず、1) QOMを算出するモデル全体の枠組みを示し、次に、2) functioningである移動目的を、移動特性を踏まえた上で設定し、さらに、3) 移

*キーワードズ：交通計画評価、交通行動分析、計画手法論

**正員、熊本大学大学院自然科学研究科

(熊本県熊本市黒髪2丁目39番1号、

TEL096-342-3541、eitoku@fukuyamaconsul.co.jp)

***正員、工博、熊本大学大学院自然科学研究科

(同上、smizo@gpo.kumamoto-u.ac.jp)

動可能性を評価するモデル、4)移動選択性を評価するモデルについて述べる。

2. QOMを評価するモデルの構築

(1) QOMを評価するモデル全体の枠組み

活動生活パターンの構造分析として、森山²⁾らは、中山間地域でのQOLを「交流・買物のしやすさ」「医療等の受けやすさ」を潜在変数とし、構造方程式により分析している。また、渋川³⁾らは、バリアを「交通挙動を妨げる物理的要因、心理的要因」と定義し、バリアの要因を交通主体、交通環境内的条件(距離、免許保有、体調等)と交通施設条件(道路幅員・線形、公共交通の料金・運行頻度)に分けて整理している。

本論文では、渋川らの指摘するバリアの要因を「移動のしやすさ」を妨げる要因として考え、さらに、これら直接観測できない要因を潜在変数として定義し、図2に示すパスダイアグラムを用いて、各種変数間の因果関係をモデル化する。以下、本論文の特徴を述べる。

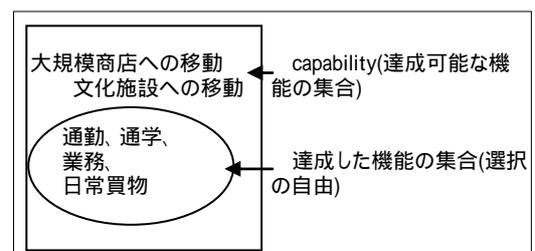


図1 移動可能性の束としてのcapabilityイメージ

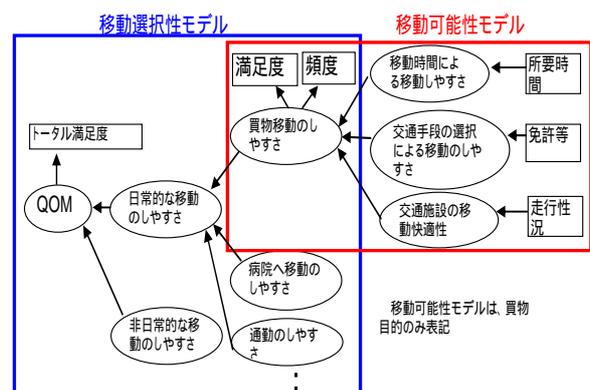


図2 全体構成のパスダイアグラムのイメージ

交通主体については、属性別にモデルを構築することで、移動可能性の違いを表現する。

移動可能性については、交通環境内の条件である「交通手段選択による移動可能性」と「移動時間による移動可能性」、また、交通施設条件である「交通施設の移動快適性」から構成されるとする。

これら 3 つの移動可能性の要因を構造方程式モデルにより統合化し、移動目的別の「移動しやすさ」を表現する。

様々な移動目的の「移動しやすさ」を合成して、QOM を算出し、移動に関する「トータル満足度」との相関性を確認し、モデル全体の妥当性を確認する。

(2) functioning である移動目的の設定

既往研究における移動目的の特徴を整理し、移動目的の分類提案を行う。

木村ら⁴⁾は、移動目的を「生存に関わる交通」、「日常生活に欠かせない交通」、娯楽等の「生活のゆとり交通」に分類している。また、原田ら⁵⁾は、公共交通の利便性の低い地域で、非義務的トリップが少なくなること示しており、さらに、福田ら⁶⁾は、主観的評価値を用いた探索的因子分析を行い、休日活動を「必需活動」、「扶養活動」、「定期的余暇活動」、「不定期余暇活動」という名称で定義している。

その特性を整理すると、以下のようになる。

一週間等のスパンで生活活動が実施されている。

商業施設等による施設規模や、病院等による施設内容により、移動行動が異なる

拘束目的と、非拘束目的の特性の違い。非拘束目的の潜在化

QOM は、移動を構成する全ての移動目的の総体であり、前述での移動に関する特徴を踏まえ、以下のように、移動目的を 10 目的設定した。

- ・拘束目的：通勤、通学、業務
- ・日常的な非拘束目的：日用品等買物、日常的な交流、日常的な医療福祉への移動
- ・高付加価値の非拘束目的：付加価値の高い買物、文化施設等の交流、高度医療施設への移動、観光交流

(3) 移動可能性モデル

a) 交通手段選択移動可能性サブモデル

このモデルは、図 2 の「交通手段の選択による移動のしやすさ」を評価するサブモデルである。非集計ロジットモデルにより算出した各交通手段の効用値は、それぞれの交通手段の「望ましさ」を表す潜在変数であり、交通手段の「移動のしやすさ」を、この指標で代替する。効用値 V_i の最大値を、交通手段選択による移動可能性度 SCM とする。

$$SCM = \text{MAX}(V_{CAR}, V_{CARWIHT}, V_{TOHO}) \quad (1)$$

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{k=1} \exp(V_{kn})} \quad (2)$$

$$V_i = \theta_0 + \theta_1 x_{i1} + \theta_2 x_{i2} + \dots + \theta_p x_{ip} \quad (3)$$

ここに、 P は個人 n が交通手段 i を選択する確率、 V は効用関数、 x は説明変数、 θ : パラメータを表す。

b) 移動時間可能性サブモデル

このモデルは、図 2 の「移動時間による移動のしやすさ」を評価するサブモデルであり、移動所要時間 t の時に、移動可能な利用者の割合を求め、この値を「移動時間による移動のしやすさ」の指標として定義する。

図 3 は、成人男の移動頻度別の許容時間分布である。移動頻度が多いほど、許容時間の平均値及び分散が小さくなっており、実際の移動頻度が許容時間に対して、大きな影響を及ぼしている。

このため、式(4)に示すように、移動頻度別の許容時間の正規分布の累積分布関数 に対して、移動頻度別利用者数で加重平均化することで、移動可能な利用者割合を求め、移動時間による移動可能性度 TCM とする。

$$TCM(t) = 1 - \sum_{i=1}^n w_i \Phi_i(t) \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad w_i : \text{実移動頻度の利用者割合}$$

c) 交通施設移動快適性サブモデル

このモデルは、図 2 の「交通施設の移動快適性」を評価するサブモデルである。歩行者、公共交通利用者、自動車利用者等、様々な交通手段により、移動の快適性の評価方法は異なる。

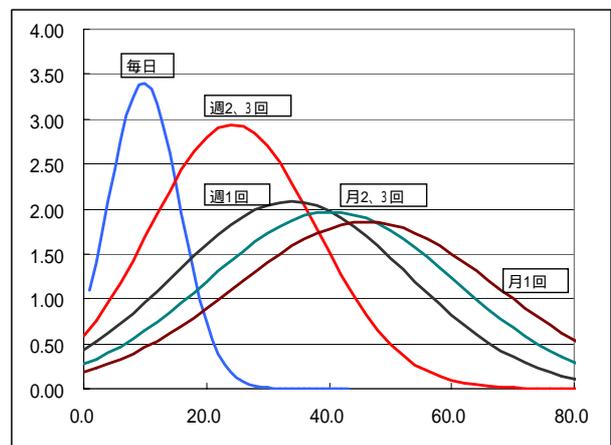


図3移動頻度別許容時間の正規分布(成人男, 日常買物)

自動車利用では、道路の渋滞・カーブ等の自動車挙動等を説明変数とし、利用者の「交通施設の移動のしやすさ」の意識を被説明変数とするモデルの構築が必要となる。国土技術政策総合研究所⁷⁾により、「はしりやすさマップ」で用いられる道路構造評価ランクと、モニターによる主観的評価が概ね一致しているとの報告があり、「はしりやすさマップ」のランクにより自動車の走行による移動可能性FCMを定量化する。

d) 移動可能性の統合化モデル

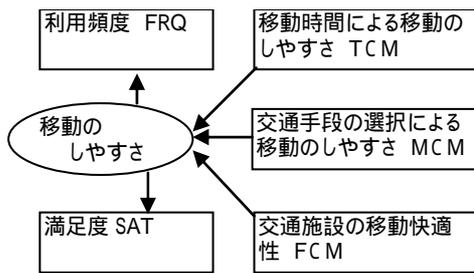
図4に示すように、「移動しやすさ」は、時間、手段、交通施設の各要素に影響され、満足度や利用頻度に影響を与えていることが考えられ、構造方程式モデルを用いて、これらの因果関係を分析する。さらに、構造方程式で求めたパス係数を用いて、「移動のしやすさ」の各要素に乗じて、目的別に統合化する。各観測変数と潜在変数は、表1に示す通りであり、成人男、成人女、高齢者の3区分で、算出する。

(4) 移動選択性モデル

QOMを評価するモデルには、QOMが移動目的の総体であること、各移動目的相互で多重共線性が生じていること、個人の多様な価値観を客観的に簡単に評価できることが、要件・前提となる。

各目的の「移動のしやすさ」のウエイト付けの方法としてAHP法等による主観的な方法もあるが、本論文では、以下の2つの考え方により定義する。

相関関係のある9目的の「移動のしやすさ」を、主成分分析を用いて、2つ程度の主成分に合成し単純化する。



図中の番号は、表3と対応

図4 移動可能性の統合モデルのパスダイアグラム

表1 構造方程式で用いる変数の定義

潜在変数	観測変数	数値、算出方法
	各目的の満足度	満足度の5段階評価
	移動頻度	週1回、月2・3回、月1回、年2・3回
	交通手段の選択の移動しやすさ	交通手段選択による移動可能性度SCM
移動のしやすさ	移動時間による移動のしやすさ	移動時間による移動可能性度TCM
	交通施設の移動快適性	快適度の5段階評価

合成した「移動のしやすさ」を用いて、コプ=ダグラス型関数により、QOMを、式(5)のように定義する。

$$QOM = ax_1^\alpha x_2^{1-\alpha} \quad (5)$$

x_i :主成分分析後の「移動のしやすさ」

α :支出シェア

主成分分析で得られた負荷量平方和の比率を用いて、コプ=ダグラス型関数の支出シェアとし、パラメータとする。

3. 実際の都市を対象としたモデルの推計

(1) 対象地域と調査の概要

本研究では、前述したモデルを検討するために、熊本県山鹿市を対象にアンケート調査を実施した。対象地域は、人口5万人、平成15年に1市3町が合併した地方都市である。県都熊本市から約1時間の距離にあり、高次都市機能は熊本市に依存しているものの、通勤・通学圏として独立した圏域を形成している。調査項目を表2に示す。

(2) 交通手段選択移動可能性サブモデルの推定

自動車(運転、送迎)、徒歩・二輪車の手段を対象に、表3に示す手段分担モデルのパラメータを推定した。すべての目的でR2乗値が0.5を上回る結果となり、一定の精度は確保された。

表2 アンケート調査概要

個人属性(性、年齢、職業、免許、送迎有無、家族構成)
目的別移動状況(時間・距離、目的地、手段、利用頻度)
目的別満足度(トータル、交通施設)
目的別移動頻度別許容時間
調査対象者 旧1市3町の主要市街地・集落(10地区)
調査日時 平成18年11月
回収数 334人(訪問配布留め置き回収方法)

表3 交通手段分担モデルのパラメータ

	自動車(運転)		自動車(送迎)		徒歩・二輪車 距離	R2乗値
	免許	自動車保有	送迎有無	女性		
通勤	4.93	1.09	1.32		4.44	0.74
業務		2.52	-1.52		-0.77	0.50
日常買物	4.00	1.38	1.78		2.56	0.63
大規模買物	4.17	1.29	1.14	1.51		0.80
日常交流	5.28	2.43	2.91		4.32	0.79
日常病院	4.75	1.04	2.47		3.50	0.64
大規模病院		1.95	-1.12	0.78		0.52
文化交流	5.02			2.86		0.87
観光	5.57		3.49		4.60	0.69

ダミー変数……免許有り:1、自動車あり:1、送迎あり:1、近い:1

:t値が1.0以上1.96以下、印なし:t値1.96以上

(3) 移動時間可能性サブモデルの推定

前期高齢者の移動時間可能性度の推定結果を、図5に示す。許容時間40分で評価すると、観光、大規模病院、文化交流目的の移動可能性度は0.8程度と高く、通勤、業務、日常買物では0.3程度と低い推定値となっている。

(4) 移動可能性の統合化モデルの推定

表4に構造方程式モデルのパス係数の推定値を示す。成人男の文化交流等の一部で不適解が見られたが、CFI値を見ると、概ね0.9以上となっており、モデルの適合性については良好なものが得られた。各変数のt値を見ると、「移動のしやすさ」から満足度SATへはすべて有意となっているものの、利用頻度FRQへは、日常買物・日常交流の日常的な非拘束目的のみ、有意となっている。

(5) 移動選択性モデルの推定

表5は、各目的の「移動のしやすさ」を主成分分析した成分行列の推定値であり、成人男では、第1主成分を非日常的移動、第2主成分を通勤業務の日常的移動として読み取れる。負荷量平方和の第1主成分の割合は、各属性とも0.65前後の値となり、その結果、対象者別のQOM/aが推定された。

このQOM/a値を検証するために、アンケートで得られた「トータル満足度」との相関状況を分析した結果を表6に示す。重相関係数が各属性とも、R2乗値0.8以上あり、精度の高い予測値が得られた。

4. おわりに

今後、今回作成したモデルを用いて、各地域間のQOMの比較、時系列的なQOMの推移を、具体的な地域に適用・評価し、実務的な研究を行う必要がある。

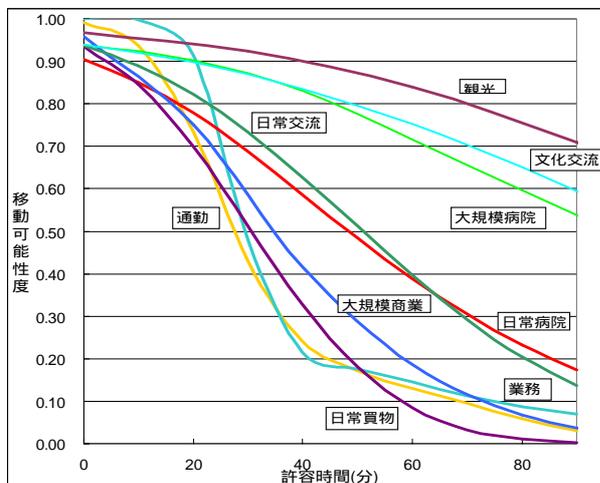


図5 前期高齢者の移動時間可能性度

表4 構造方程式のパス係数とCFI(成人男)

	←-移動のしやすさ		移動のしやすさ←-			CFI
	SAT	FRQ	TCM	MCM	FCM	
通勤	0.71	-0.17	-0.57	-0.15	0.74	0.97
業務	0.49	0.07	-0.61	-0.72	1.33	1.00
日常買物	1.12	0.45	-0.28	-0.07	0.52	0.81
大規模買物	1.21	0.12	-0.10	-0.01	0.69	0.73
日常交流	0.99	0.41	-0.08	0.00	0.86	1.00
日常病院	0.48	0.04	-0.28	-0.29	1.40	0.82
大規模病院	1.04	0.16	0.02	-0.01	0.92	0.94
観光	1.05	0.15	-0.08	0.01	0.82	1.00

t値1.96以上、1.00以上

識別問題より「快適性」のパス係数を1とおき、欠損データがあることから平均共分散構造分析の実施

表5 「移動のしやすさ」の主成分得点

成人男	第1主成分		高齢者	第1主成分		第2主成分	
	第1主成分	第2主成分		第1主成分	第2主成分		
大規模病院	0.865	-0.03	日常交流	0.836	0.352		
観光	0.85	0.202	病院	0.82	0.128		
文化交流	0.784	0.257	日常買物	0.808	0.044		
日常交流	0.743	0.272	大規模買物	0.723	0.224		
大規模買物	0.707	0.449	大規模病院	0.708	0.361		
病院	0.688	0.468	文化交流	0.268	0.869		
日常買物	0.665	0.308	観光	0.132	0.879		
通勤	0.328	0.581		0.65	0.35		
業務	0.054	0.91					
	0.69	0.31					

表6 QOMと、アンケートによる「トータル満足度」との相関

	成人男	成人女	高齢者
係数a	0.69	0.65	0.63
R2乗値	0.25	0.51	0.31
補正R2乗値	0.86	0.95	0.83
(t値)	0.77	0.61	0.72
	8.18	7.39	6.68

参考文献

- 1) 林良嗣ら:「生活質の定量化に基づく社会資本整備の評価に関する研究」,土木学会論文集No751/ -62, pp55-70, 2004.1
- 2) 森山昌幸ら:「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」土木計画学研究講演集, VOL24,20
- 3) 渋川剛史ら:「『バリア』の概念と交通体系整備の課題に関する一考察」土木計画学研究講演集, VOL24,2001
- 4) 木村一裕ら:「外出目的による高齢者交通の分類と交通困難」土木計画学研究講演集, NO16(2), 1993
- 5) 原田哲朗ら:「地方バス路線の利用実態調査」鳥取大学工学部研究報告VOL25第1号,pp235-251,1994
- 6) 福田大輔ら:「平日の時間利用評価が休日の時間配分及び活動時間価値形成に及ぼす影響」土木計画学研究論文集, VOL22No3,pp421-428,2005
- 7) 国土技術政策総合研究所道路研究室「実走行実験を用いた走行性に関する主観的評価と幾何構造要因に関する分析」