

公共交通のサービス水準と 費用負担の選択に関するモデル分析

喜多 秀行¹・池宮 六季²・四辻 裕文³・菅 洋子⁴

¹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

²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: mtsuki0616@gmail.com

³正会員 神戸大学自然科学系先端融合研究環（〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1）

E-mail: yotsutsuji@people.kobe-u.ac.jp

⁴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: 135t124t@stu.kobe-u.ac.jp

公共交通サービスは住民が受益者かつ負担者であり、公共交通計画策定の際は、交通サービスにより保障される活動機会の大きさとそのための負担との組み合わせを住民が選択するという考え方が本来的であるとする。本研究では、地域社会が受益と負担の組み合わせを考慮した上で公共交通サービスを選択するための理論モデルを提案する。具体的には、活動機会の大きさそのものを評価する潜在能力アプローチに基づき、各個人が公共交通をどの程度利用出来るかを表す資源利用能力が活動機会の大きさに及ぼす影響を明示的に考慮したモデル構築を行い、ニーズの過少形成に影響されない選択結果を求め得ることを示す。数値分析を通じて、保障すべき活動機会の大きさとその実現のための公共交通のサービス水準、およびそのための費用負担の関係について得られた知見についても述べる。

Key Words : Local Transport Plan, Capability Approach, Cost Allocation, Planning Model

1. はじめに

自治体が運営するコミュニティバスや自治体の補助により維持されている路線バスなどの公共交通サービスは、住民が受益者であり、かつ負担者である。地域公共交通計画の策定にあたっては「活動の機会の保障とそのための負担との組み合わせ」を「住民が選択する」という考え方を基本とする¹⁾。この活動の機会に着目するため、本研究では潜在能力アプローチを援用する。喜多ら²⁾はこのアプローチを用いて公共交通サービスを評価するモデルを構築しているが、活動の機会を得るための費用負担については明示的に考慮していなかった。

本研究では、まず、公共交通のサービス水準が低く後に述べる「ニーズの切り下げ」が生じがちな地域や、個人の資源利用能力が十全でない場合、公共交通計画を策定するために、効用アプローチでなく潜在能力アプローチに依拠した検討が望ましいことを述べ、それを踏まえて、「住民が選択する公共交通サービスと費用負担の組み合わせ」としての公共交通計画を策定するためのモデルを提案する。

2. 潜在能力アプローチに基づく検討フレーム

(1) 想定する状況

本研究では、公共交通サービス水準が著しく低い過疎地域を対象とする。居住地の周辺には病院や商店等が存在せず、生活に必要な活動は最寄りの中心地へコミュニティバス等の公共交通サービスで出向いて行くと想定する。対象地域には公共交通を利用する住民と、マイカーの利用等により公共交通を利用しない住民が居住しているとする。マイカーを利用できないため公共交通を利用せざるをえない住民は活動可能な時間帯が限定され、活動の機会が制約される。また、個人が公共交通サービスを利用する能力にも限界が存在する場合を想定する。

公共交通サービスを維持するために要する費用は住民が共同して負担するものとする。その際、公共交通サービスによる受益の大きさとそれに要する負担の大きさを勘案して住民がサービス水準を選択するものとする。また、公共交通を利用しない住民も利他的な観点から負担をする場合をも念頭に置いて分析を行う。

(2) 潜在能力アプローチ

潜在能力アプローチとは、「機能」という客観的な指標に着目し、「機能の束」としての「潜在能力」を評価しようとするアプローチである。本研究では「機能」と先述の「活動機会」をほぼ同義と考え、福祉を表す人の様々な状態（～であること）や行動（～できること）を指し、その達成水準は「資源」と「資源利用能力」により規定される。機能の達成度は、あることがどの程度できるかという客観的な指標であるため、効用と異なり個人間比較が可能である³⁾。

たとえば、活動機会(機能)として中心地にある医療施設(診療時間帯のみ診療)での「受診」を、資源として通院するための「バスダイヤ」を、資源を利用する能力として個人の「外出可能時間」とすると、「受診可能な時間帯の長さ」が活動機会の大きさ(機能の達成度)である。終日外出可能な(資源利用能力の高い)人であっても診療時間帯にバスの便(資源)がなければ受診可能な時間帯の長さ(活動機会の大きさ＝機能の達成度)はゼロであり、また、診療時間帯にバスの便があっても外出可能時間帯を外れている場合も活動機会の大きさはゼロである。

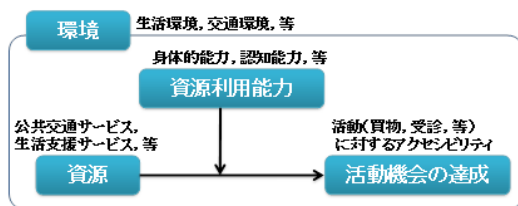


図-1 資源および資源利用能力と機能

(3) ニーズの切り下げ

公共交通のサービス水準が著しく低い、あるいは、資源利用能力が低いなどのため、ニーズの充足が困難な環境に置かれた場合、ニーズの欲求水準を実現可能な水準にまで下げるにより、両者の乖離を解消しようとする認知的適応が生じる。これをニーズの切り下げ⁴⁾と呼ぶ。著者らの先行研究では「ニーズの切り下げ」を“獲得・達成・実現が困難であるが故に（潜り込んでしまい、意識上に現れていないため）充足したいと思わない活動機会”と捉えてきたが、ここでは、“その存在を知らないため意識上に現れてこない活動機会”および“限定的な資源利用能力しか持ち合わせていないために機能の達成度に上限が存在し、充足したいと思わない活動”を含む概念と考える。

以下では、“ニーズの切り下げ”が存在する状況下を例にとり、効用アプローチでは本来の最適状態が達成されないことを示すことにより、潜在能力アプローチに依拠した計画方法論の有用性を明らかにする。

(4) 評価のフレーム

本研究では、住民が公共交通サービスを選択する際、公共交通サービスとそれ以外のサービスの費用を勘案しながら配分を決定すると仮定する。公共交通サービスは多くの人が集合的に利用し、かつ供給のために要する費用を共同負担するため、公共財と捉え、それ以外の私的財やサービスを合成財として考える。ここでは公共財や合成財を、それを利用することで実現可能となることが増えるという意味で、潜在能力アプローチにおける資源と対応させる。獲得した合成財と公共財の量を資源利用能力を介して機能1、機能2に変換し、その潜在能力を個人評価関数を介して最大化することで、公共交通サービスへの対価としての最適負担額を求める方法を提案する。

図-2の第一象限は、横軸に公共財の量(バスの便数等公共交通のサービス水準)を、縦軸に合成財をとった財平面である。所与の予算の下で獲得できる公共財と合成財の組合せをプロットすることにより生産可能性フロンティアが描かれる。

第四象限は「公共財－機能2平面」である。公共財が十分供給されており、かつ、資源利用能力に制約がない場合を「現実の世界」、達成される機能2の水準の上限を「現実の世界の限界」と呼び、公共財－機能2達成度曲線（「客観的機能2達成度曲線」と呼ぶ）をこの上に描く。また、公共財の供給量に対応して達成される機能2の達成水準を「客観的機能」と呼ぶ。

一方、公共財が十分供給されていても、達成可能な機能に関する認識に限界がある場合、あるいは、資源利用能力に制約がある場合、達成可能な、あるいは、達成しようとする機能の水準は限定され、「客観的機能」より低いものとなる。このような機能2の達成水準を「主観的機能」と呼び、この場合の公共財－機能2達成度曲線を「主観的機能2達成度曲線」、主観的機能の達成水準の

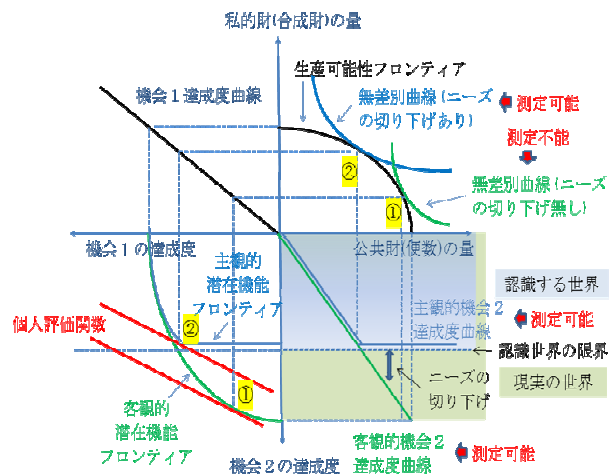


図-2 潜在能力アプローチによる評価のフレーム

上限を「認識する世界の限界」と呼ぶ。「主観的機能2達成度曲線」は「認識する世界の限界」で折れ曲がる。ある公共財供給量に対する「客観的機能2達成度」と「主観的機能2達成度」の差を「ニーズの切り下げ」と呼ぶ。

第二象限は「私的財—機能1達成度平面」である。簡単のため、機能1については「ニーズの切り下げ」は存在しないものとする。したがって、私的財と機能1を関連づける「私的財—機能1達成度曲線（機能1達成度曲線）」が本平面上に1本だけ描かれる。

第三象限は、機能1と機能2の二軸で規定される「機能平面」である。「認識する世界の限界」が存在しない場合は、第1象限で財の量の組合せとして描かれたフロンティア曲線が、機能1については「機能1達成度曲線」を介して、機能2については「客観的機能2達成度曲線」を介して、第3象限上に機能1と機能2の達成度の組合せである「客観的潜在能力フロンティア曲線」として描かれる。「認識する世界の限界」が存在する場合は、機能1については「機能1達成度曲線」を介して、機能2については「主観的機能2達成度曲線」を介して、第3象限に「主観的潜在能力フロンティア曲線」が描かれる。

機能平面上に、「個人評価関数」を導入する。これは財平面における等効用線に相当するもので、機能平面上で個人評価値が等しい点(機能1の達成水準と機能2の達成水準の組合せ)を結んだものであり、原点から離れるほど個人にとって望ましい(潜在能力がより大きい)状態である。

「ニーズの切り下げ」がない、すなわち「認識する世界の限界」が存在しない場合、「客観的潜在能力フロンティア曲線」と「個人評価関数」の接点として「ニーズの切り下げがない場合の最適な機能の配分(①)」が得られる。一方、「ニーズの切り下げ」がある、すなわち「認識する世界の限界」が存在する場合、「主観的潜在能力フロンティア曲線」と「個人評価関数」の接点として「ニーズの切り下げがある場合の最適な機能の配分(②)」が得られる。

「機能平面」上の最適配分点①を「財平面」上の生産性フロンティア曲線上に逆写像することにより「ニーズの切り下げがない場合の財の最適配分(①)」が得られる。この点は「生産可能性フロンティア」と「ニーズの切り下げがない場合の無差別曲線」との接点であると解釈される。

一方、「機能平面」上の最適配分点②を「財平面」上の生産性フロンティア曲線上に逆写像することにより「ニーズの切り下げがある場合の財の最適配分(②)」が得られる。この点は「生産可能性フロンティア」と「ニーズの切り下げがある場合の無差別曲線」との接点であると解釈される。

「認識する世界の限界」が存在する場合、この個人は「認識する世界の限界」を認識しているわけではない¹⁾。この個人にとって「ニーズの切り下げがある場合の無差

別曲線」が「この個人にとっての唯一の無差別曲線」であり、この個人の「ニーズの切り下げがない場合の無差別曲線」を観測する(聞き出す)方法はない。

計画者が実現すべきは配分点①であるが、上記の事実、効用アプローチの下ではこの配分を見出し得ないことを示唆するものである。これが、効用アプローチではなく潜在能力アプローチに基づく計画方法論を構成することの必要性である。

3. モデル分析

(1) モデル

公共交通利用者が1人だけ居住している地区を想定した基本モデルについて説明する。

個人は、自身の予算 I を合成財の調達費用 c_c と公共財の調達費用 c_g に割り振る。

$$c_c + c_g = I \quad (1)$$

合成財と公共財の調達費用は合成財生産量 x_c と公共財生産量 x_g および費用関数 $C_c(\cdot)$, $C_g(\cdot)$ により与えられる。

$$x_c = C_c^{-1}(c_c) \quad (2)$$

$$x_g = C_g^{-1}(c_g) \quad (3)$$

式(1)の予算制約の下で各生産量の組み合わせを描いたものが第一象限の生産可能性フロンティア、 F_p 、である。

$$F_p = F_p(x_c, x_g) = 0 \quad (4)$$

第二・第四象限では、生産可能性フロンティア上の各生産量 x_c, x_g を各資源利用能力 A_c, A_g を介して、合成財の消費により達成される機能1の達成度 f_1 と公共交通の利用により達成される機能2の達成度 f_2 に変換する。

図-3のように f_1, f_2 の増加率は逓減し、逓減の度合いは資源利用能力に依存すると仮定する。この関数を機能達成度関数

$$f_1 = f_1(x_c, A_c) \quad (5)$$

$$f_2 = f_2(x_g, A_g) \quad (6)$$

とする。

またニーズの切り下げがある場合、公共財つまり公共交通が一定の水準 $\bar{x}_g$ を超えると、機能2の達成度は $\bar{f}_2$ 以降上昇しなくなると仮定する。

$$f_2(x_g, A_g) = \bar{f}_2 \quad \text{for } x_g \geq \bar{x}_g \quad (7)$$

(1)式の下、機能達成度の組み合わせの軌跡である潜在能力フロンティア F_c を第三象限に描くことができる。

$$F_c = F_c(f_1, f_2) = 0 \quad (8)$$

ニーズの切り下げがある場合、この潜在能力フロンティアが比較的小さくなることが図-3からも分かる。

ここで、機能の達成度の組み合わせが最大となる点を選ぶために、個人の機能の構成比の望ましさを評価する個人評価関数を用いる。機能1と機能2の構成比を $(\pi_1 : \pi_2)$ とすると、個人評価関数 V は以下のように表される。

$$V(f_1, f_2) = \pi_1 f_1 + \pi_2 f_2 \quad (9)$$

個人評価関数から求まる個人評価値が最大となる時の機能の組み合わせが、個人の求める機能の構成比を満たすとし、その時の財の組み合わせを選択する。

$$(x_c^*, x_g^*) = (x_c(x_g^*), x_g^*) = \arg\max_{x_g} V(f_1, f_2) \quad (10)$$

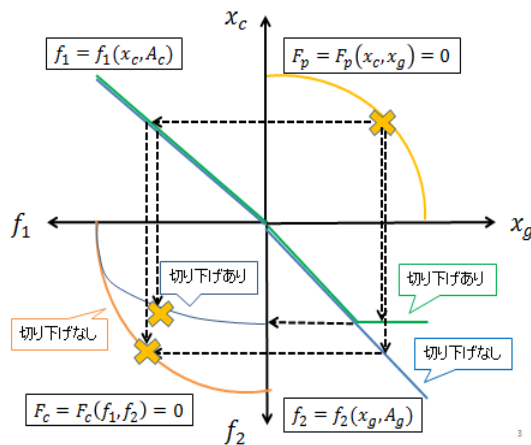


図-3 モデルの概念図

(2) 複数住民による公共交通サービス供給費用の共同負担

公共交通利用者が複数人居住する地区を想定したモデルに拡張する。複数の住民が公共交通サービスの供給費用を共同負担すると仮定する。この時の負担額の決定はリンダールメカニズムに、社会的選択は格差原理に基づくものとして、モデル化を行った。

(3) 公共交通非利用者による負担

公共交通利用者と公共交通非利用者が居住する地区を想定したモデルに拡張する。公共交通非利用者は公共交通利用者に対する利他的な動機に基づき公共交通サービスに支援すると仮定する。この時、公共交通非利用者のニーズは切り下げられていないと考え、次式の効用を最大化する行動をとると仮定する。

$$U^2 = U^2\{F^1(c_g^2), F^2(c_g^2), a^2\} \quad (11)$$

$F^i(c_g^2)$ は利用者 ($i=1$) と非利用者 ($i=2$) の潜在能力、

c_g^2 は非利用者の公共財負担額、 a^2 は非利用者の利他度を

表す。能力、 c_g^2 は非利用者の公共財負担額、 a^2 は利用者に対する非利用者の利他度を表す。

4. 数値分析

資源利用能力等で表される住民の状況の違いが公共交通サービス選択に及ぼす影響を明らかにするため、数値分析を行った。

機能達成度関数は以下のように仮定する。

$$f_1(x_c, A_c) = 1 - \exp\left(-\frac{x_c \cdot A_c}{\tilde{x}_c}\right) \quad (12)$$

$$f_2(x_g, A_g) = 1 - \exp\left(-\frac{x_g \cdot A_g}{\tilde{x}_g}\right) \quad (13)$$

$\tilde{x}_c, \tilde{x}_g$ は、機能1と機能2の達成度が十分である時の合成財と公共財の生産量を表す。

費用関数は p_c, p_g を財1単位あたりの費用とし、以下のように仮定する。

$$c_c = C_c(x_c) = p_c \cdot x_c \quad (14)$$

$$c_g = C_g(x_g) = p_g \cdot x_g \quad (15)$$

上記の設定の下でのある個人のニーズの切り下げの有無による、公共財生産量の増加に伴う個人評価値の分析結果を図-4に示す。

ニーズの切り下げがある場合は、公共財生産量が一定

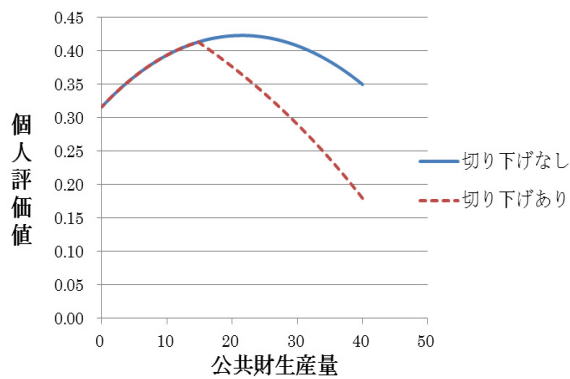


図-4 ニーズの切り下げによる個人評価値の変化

量を超えると個人評価値が減少し、個人評価値が最大となるような最適な公共財生産量も少なくなることが分かる。これはニーズの切り下げにより機能2の達成度が上昇しなくなったことが原因と考えられる。このような形で、ニーズの切り下げの影響を検討できる点が本手法の特長である。

5. おわりに

本研究では、「活動機会の保障とそのための負担の組み合わせ」を「住民が選択する」という考え方を基に、公共交通サービスから得られる活動機会とそのための費用負担を選択するメカニズムを潜在能力理論に基づきモデル化した。また数値分析を通じて、ニーズの切り下げが選択結果に及ぼす影響に関する知見が得られ、公共交通計画策定の際に資源利用能力の差異に着目する重要性

を示した。

[1]例えば、公共交通ではいけない場所へも行くことができるマイカー利用者 A に対する質問「もしマイカーが故障して路線バス(便数 or ダイヤ提示)を使わざるを得なくなった場合、行けなくなる商店、およびそのために購入できなくなる品物は何ですか」に対する回答 a と、公共交通利用者 B に対する質問「もしマイカーを使えるなら、新たに行ける商店、およびそこで新たに購入することができるようになる品物は何ですか」に対する回答 b を比較した場合、両者は異なる（回答 a の集合の方が回答 b の集合より大きい）可能性がある。

参考文献

- 1) 財)国際交通安全学会：地域でつくる公共交通計画，2010.
- 2) 喜多秀行，四辻裕文，小野祐資，菅洋子，岸野啓一，池宮六季：公共交通サービスを地域社会で選択するための支援手法，土木計画学研究・講演集，Vol.47，2013.
- 3) Sen.A.K：Commodities and Capabilities，Amsterdam，North-Holland，1985。（鈴木興太郎(訳)：福祉の経済学—財と潜在能力，岩波書店，1998.）
- 4) 谷本圭志，喜多秀行：地方における公共交通計画に関する一考察—活動ニーズの充足のみに着目することへの批判的検討—，土木計画学研究・論文集，Vol.23，No.3，2006.

(2014.4.25 受付)