



# 活動機会の保障水準に着目した公共交通サービス選択のための規範的評価モデル

喜多, 秀行  
辻, 皓平  
薦田, 悟  
四辻, 裕文

---

## (Citation)

土木学会論文集D3 (土木計画学), 73(5):I\_921-I\_929

## (Issue Date)

2017-12

## (Resource Type)

journal article

## (Version)

Version of Record

## (Rights)

© 2017 公益社団法人 土木学会

## (URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90006062>



# 活動機会の保障水準に着目した公共交通サービス選択のための規範的評価モデル

喜多 秀行<sup>1</sup>・辻 皓平<sup>2</sup>・薦田 悟<sup>3</sup>・四辻 裕文<sup>4</sup>

<sup>1</sup>正会員 神戸大学教授 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

<sup>2</sup>正会員 京阪ホールディングス株式会社 (〒540-6591 大阪市中央区大手前1丁目7番31号)

E-mail: tsuji.t35@gmail.com

<sup>3</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>4</sup>正会員 神戸大学特命助教 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

「活動機会の保障とそのための負担との組合せ」を「住民が選択する」という観点に立ち構築された公共交通計画策定支援モデルには、潜在能力フロンティアを描くプロセスが明確でない、また、複数住民の潜在能力に基づき代替案を選ぶための社会的評価関数が具体的に示されていない、といった課題が残されている。そこで、本研究では、共同消費財の生産量と住民の費用負担の組み合わせを政策と考え、政策下で得られる複数住民の潜在能力フロンティアをシステマティックに導出するとともに、複数住民の潜在能力を評価するために社会的関係関数と格差原理を援用した二段階の規範的評価モデルを構築し、数値分析を通して、共同消費財の生産量と住民の費用負担の組み合わせを適切に選択できることを示した。

**Key Words :** local transport plan, social choice, capability approach, level of public service, cost allocation

## 1. はじめに

地方部を中心に、採算が取れなくなった路線バスの撤退とそれを埋め合わせるため自治体による公共交通サービスの提供がなされて久しい<sup>1)</sup>。地域の人々が地域公共交通を利用するのは、目的地で何らかの活動や用事をするためであることがほとんどである。したがって、地域公共交通の主たる役割は、移動を伴うこれらの活動や用事の機会を人々に保障すること<sup>2)</sup>である。すなわち、地域公共交通計画を策定する際には、どこにどのような交通サービスを提供するのかという「結果」だけでなく、交通により確保すべき活動の機会を明確にし、それを交通サービスにより、誰にどこまで保障しうるのかを明確にしておくことが本質的に重要である。そこで、本研究では、交通計画に関わるさまざまな要因のうち「活動機会」に焦点を絞り、ひとつの評価の考え方を提案する。なお、交通計画は本来「下位計画」であり、土地利用計画や都市計画、拠点配置計画、地域医療計画等の横位計画と有機的に組み合わせて策定すべきものであるが<sup>1)</sup>、

本研究では議論の発散を避けるため、所与の環境下で公共交通整備を行う状況を想定して論を進める。

地域公共交通計画についてはBanister<sup>3)</sup>やGeurs et al.<sup>4)</sup>を始めとする多くの研究の蓄積がある。実務における地域交通計画は、住民の活動のニーズをいかに満たすかに着目し行われてきたものが多い<sup>5)</sup>。しかし、過疎地域などの公共交通サービス水準が低い地域では、住民はその環境に適応し低めのニーズを形成する可能性があるため<sup>6)</sup>、個人が達成しうる行動（～できること）や状態（～であること）、例えば買い物ができること、診療を受けられることなどといった「活動機会」に着目すべきであると考えられる。これらは客観的な状態であるため、個人間での比較も可能である<sup>9)</sup>。

公共交通サービスは、地域や路線毎に集散的に供給されるサービスであり、サービス水準は地域全体で決めなければならない。そして公共交通計画の策定に際しては、「活動機会の保障とそのための費用との組合せ」を「住民が選択する」ことが重要であると考えられる<sup>2)</sup>。この考え方に基くと、住民の活動機会を保障し得る公共交

通サービスを住民が適切に選択できるように、地域社会が公共交通計画を策定する手法が必要である。

喜多ら<sup>7)</sup>や四辻ら<sup>8)</sup>は活動機会の集合を潜在能力と位置付け、その潜在能力から公共交通サービスを評価する理論モデルを構築している。さらに、喜多ら<sup>9)</sup>はこれを実際の公共交通計画に援用するために再構築している。また、これまでのモデルでは活動機会を獲得するための予算については考慮されていなかったが、喜多ら<sup>9)</sup>は住民が費用負担を考慮しながら望ましい公共交通サービス水準を決定するメカニズムをモデル化した。しかし、このモデルでの潜在能力の評価は、達成可能な活動機会に関する評価であり、潜在能力そのものである活動機会の集合に関する評価ではなかった。

喜多ら<sup>10)</sup>では、複数の住民がバスサービスの費用を共同負担することを念頭に置いた上で、活動機会の大きさを潜在能力アプローチにおける機能の達成度と捉え、個人の財配分行動から2種類の機能の達成度を求めている。その2種類の機能の達成度の組み合わせを評価する個人評価関数から個人評価値を導出し、社会的評価関数から得られる値が最大となる財の配分が最適な状態であるとしているが、その具体的な定式化はされていない。

本研究では、地域公共交通の計画代替案を活動機会の大きさに着目して評価し、最適な代替案を選択する手法を構築する。そのため、計画代替案を実施することにより拡大する複数住民の潜在能力の集合を評価し、適切な公共交通サービスの生産量とそのときの住民の負担額を求めるモデルを構築する。次いで、後藤ら<sup>12),13)</sup>の社会的関係関数と格差原理に基づき最適な政策代替案を求める手法を構築する。数値分析を通して、構築したモデルを用いて潜在能力フロンティアを描き、適切な公共交通サービスが選択できることを示す。

## 2. 本研究の枠組み

### (1) 潜在能力に基づく代替案評価

公共交通サービスは人々の日々の活動の基盤であり、地域公共交通計画は公共交通サービスを整備することによって、より充実した活動の機会を確保する営みである。したがって、その評価は、当該計画によって活動機会がどれだけ拡大したかに着目してなされるべきである。これは、「機能」という客観的な指標に着目し、機能の集合を潜在能力としてこれを評価する「潜在能力アプローチ<sup>9)</sup>」の考え方と通底する。機能とは人の様々な状態（～であること）や行動（～できること）を指し、これは本研究における活動機会とほぼ同義といってよい。そこで、以下では潜在能力アプローチの枠組みを援用し、政策代替案評価の枠組みを構築する。

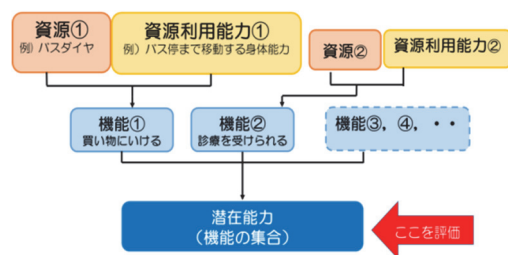


図-1 資源・資源利用能力と機能

機能の達成水準は、機能を実現するための財（または環境、時間、サービスなど）を意味する「資源」と、資源を利用するための能力である「資源利用能力」により規定される（図-1 参照）。例えば、バス停まで歩いて行くことができれば（資源利用能力）、バスという資源を利用して中心地にある商店まで行き、また、自動車を運転してくれる家族がいれば（資源利用能力）、車を使って商店に行き、買い物という機能を達成することができる、という考え方である。買い物や通院といった活動機会を大きくするために利用できる資源はそれぞれ異なり、個々人の資源利用能力には差異があるため、達成される機能の種類や達成される程度が異なる。したがって、同一の計画代替案であってもそれにより実現される活動機会の大きさは個人により異なり、また、同じ個人であっても機能の種類により異なる<sup>11)</sup>。

### (2) 社会的関係関数と格差原理に基づく社会的評価

次に、各政策代替案の下で得られる複数住民の潜在能力を評価し、政策を序列づける社会的評価を形成する。複数の政策代替案から社会的に最も望ましい状態をもたらすものを選択する手続きである。このような手続きは社会的選択理論として多くの研究が蓄積されている<sup>14),15)</sup>。

ロールズ<sup>16)</sup>は、人々の受益する効用の総和を最大にする政策が最もよいと考えるような功利主義的社会倫理を批判している。功利主義的社会倫理では、利益の最大化のみに着目し、それがどのように分配されるかについては無関心である。全体の利益のためであれば少数者の不利益を容認するため、社会ですでに恩恵を受けている人々に多くの恩恵が行き、底辺の人々に対しては恩恵が行かなくなるとことが考えられる。そのような社会的不公平をなくすためにロールズの第二原理において「格差原理」を提唱している。格差原理とは、「社会で最も不遇な立場に置かれている者が最も多く受益することが望ましい」という考え方である。なお、格差原理は必ずしもパレート最適とはならないが、ロールズは格差原理のもとでは、正義は効率を優先すると考えている。

アロー<sup>14)</sup>は、個人間比較不可能な序数的選好を情報基礎とする社会的厚生関数の下で、民主主義において一般的と考えられる4つの条件を満たす社会的選択手続き

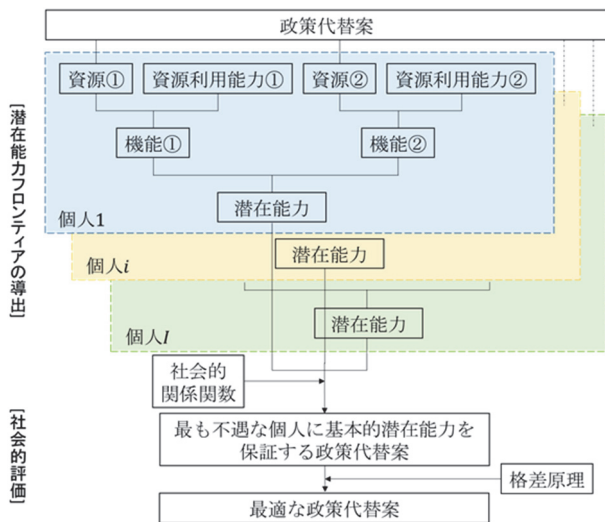


図2 本研究における代替案評価プロセス

が存在しえないことを証明した。一方、後藤ら<sup>12,13)</sup>は、反射性と推移性を満たすものの完備性は必ずしも満たさない個人間の比較を許容する社会的関係関数を提出し、アローの一般可能性定理を緩めうる可能性を指摘している。その基礎的な分析概念は「基本的潜在能力」である。基本的潜在能力とは、社会がその構成員に最低限保障すべき潜在能力の水準とされる。社会的関係関数は、ある政策下で最も不遇となるものの潜在能力が基本的潜在能力を満たすかどうかに着目し、複数の政策を序列づける評価を形成する。なお、この評価は完備性を満たさないため、最適な政策が一意に得られるとは限らない。

そこで、本研究では社会的関係関数と格差原理の考え方を併せて用いることで社会的評価を形成することを試みる。格差原理では社会構成員の潜在能力と基本的潜在能力との乖離が最も小さくなる政策が最適であると考えられる。すなわち、基本的潜在能力を最も満たさない者の潜在能力を最大化する政策をとる、という考え方である。

### (3) 代替案評価のプロセス

上述した社会的評価に潜在能力に基づく代替案評価を組み込み、政策代替案の評価プロセスとしてとりまとめたものが図-2である。次章では、このプロセスに沿ってモデル化を行う。なお、議論の見通しをよくするため、2人の個人から構成され、2種類の機能に限定して議論を進めるが、この単純化は緩めることができる。

## 3. 政策評価モデル

### (1) 対象とする社会

本研究の対象は、公共交通サービス水準が低い過疎地域とし、簡単のため、すべての住民は公共交通サービス

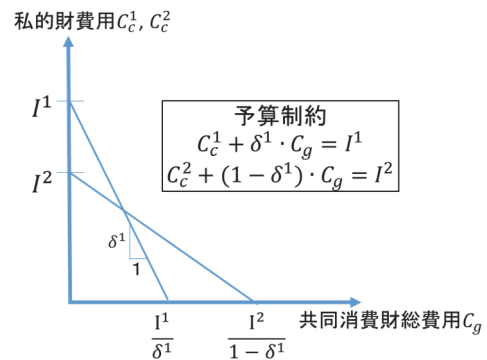


図-3 個人1,2の予算制約式

を利用して中心地区に出向き活動を行うものと仮定する。住民は2つの機能を達成するものとし、公共交通サービスを利用して行う活動を機能1、その他のサービスを利用して行う活動を機能2とする。公共交通サービスを共同消費財、その他のサービスを私的財と呼ぶ。

ここでは個人1、個人2の2人のみから構成される社会を想定する。個人は自らの予算を、共同消費財と私的財の生産費用に配分する。このとき、共同消費財の生産費用は住民が共同で負担するものとするが、私的財は個人で生産する。

共同消費財と私的財は潜在能力アプローチにおける資源と考える。ここで、機能1の達成度は、共同消費財と共同消費財に関する資源利用能力により規定され、機能2の達成度は、私的財と私的財に関する資源利用能力によって規定されるものとする。

### (2) 潜在能力フロンティアの導出

個人  $i$  ( $i=1,2$ ) はそれぞれの予算  $I^i$  を私的財費用  $c_c^i$  と共同消費財費用  $c_g^i$  に配分する。

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

共同消費財は各人が共同で生産するため、共同消費財総費用  $C_g$  は各人の共同消費財費用の和として式(2)で、個人  $i$  の共同消費財費用  $c_g^i$  は式(3)で表される。ここに、 $\delta^i$  は個人  $i$  の共同消費財総費用の負担率である。

$$C_g = c_g^1 + c_g^2 \quad (2)$$

$$c_g^i = \delta^i \cdot C_g \quad (3)$$

$$\text{私的財費用 } c_c^i \text{ は予算から共同消費財費用を引いたもの} \\ c_c^i = I^i - \delta^i \cdot C_g \quad (4)$$

であり、このとき共同消費財総費用  $C_g$  の取りうる範囲は次式で表される。

$$0 \leq C_g \leq \min\left(\frac{I^1}{\delta^1}, \frac{I^2}{1 - \delta^1}\right) \quad (5)$$

また、共同消費財総費用  $C_g$  と個人  $i$  の私的財費用  $c_c^i$  は、それぞれの生産量  $x_g, x_c^i$  に依存する。 $C_g(x_g)$  を共同消費財の費用関数、 $C_c(x_c^i)$  を私的財の費用関数とすると、各生産量はその逆関数を用いて以下の式で表される。



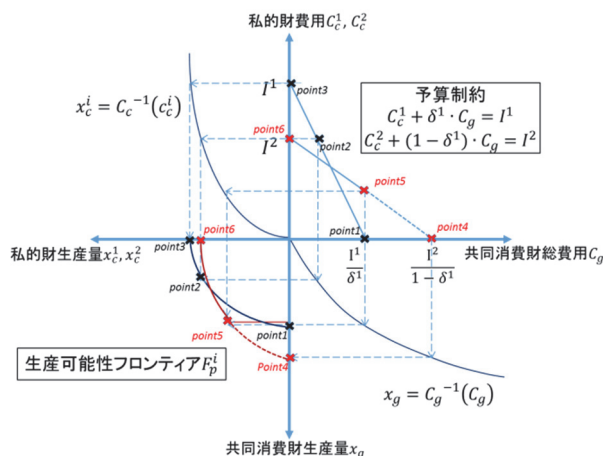


図4 個人1,2の生産可能性フロンティア

$$x_g = C_g^{-1}(C_g) \quad (6)$$

$$x_c^i = C_c^{-1}(c_c^i) \quad (7)$$

このとき共同消費財生産量 $x_g$ の取りうる領域は

$$0 \leq x_g \leq \min \left( C_g^{-1} \left( \frac{I^1}{\delta^1} \right), C_g^{-1} \left( \frac{I^2}{1 - \delta^1} \right) \right) \quad (8)$$

生産可能な2財の組み合わせを軌跡として描いたものが図4に示す生産可能性フロンティア $F_p^i$ である。

次に共同消費財生産量と私的財生産量を機能の達成度に変換する。機能の達成度とは、さまざまな機能について、その最大状態（必要なときに不足なくできる状態）に対する現状の相対的な大きさを示す指標値である。共同消費財生産量 $x_g$ と共同消費財総費用の支払率 $\delta^i$ が決まると、私的財生産量 $x_c^i$ が求まる。

個人 $i$ の機能1の達成度 $f^{i1}$ は、個人 $i$ の共同消費財に関する資源利用能力 $a_g^i$ と共同消費財生産量 $x_g$ によって規定され、個人 $i$ の機能2の達成度 $f^{i2}$ は、私的財生産量 $x_c^i$ 、私的財に関する資源利用能力 $a_c^i$ によって規定される。資源の量と（資源利用能力を介して実現する）機能の達成度を関係づける達成度関数を、機能1、機能2について以下のように定義する。

$$f^{i1} = f^{i1}(a_g^i, x_g) \quad (9)$$

$$f^{i2} = f^{i2}(a_c^i, x_c^i(x_g, \delta^i)) \quad (10)$$

達成可能な2つの機能の達成度の組み合わせの軌跡を、本研究では潜在能力フロンティアと呼ぶ。個人1,2の潜在能力フロンティア $F_c^i$ は図5のように描かれる。

次に、式(8)を満たすある任意の共同消費財生産量を $x'_g$ 、個人 $i$ の共同消費財総費用の支払い率を $\delta^{i'}$ とする。この組み合わせ $(x'_g, \delta^{i'})$ が決まると、個人 $i$ の機能 $k$ の達成度の組み合わせ $(f^{i1'}, f^{i2'}, f^{i21'}, f^{i22'})$ が一意に定まる。本研究では組み合わせ $(x'_g, \delta^{i'})$ を政策と捉える。政策の下で求まる機能の達成度の組み合わせを評価することで、複数の政策代替案を序列づける。

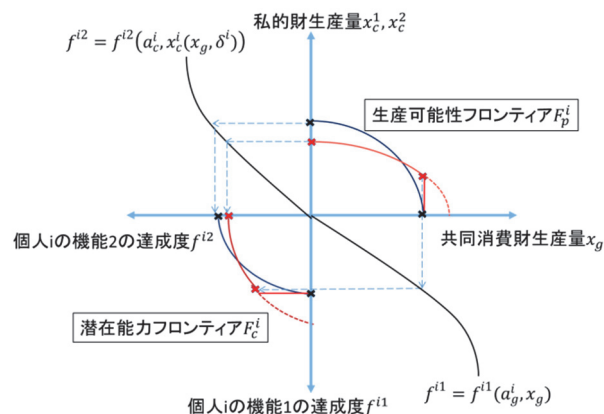


図5 潜在能力フロンティア

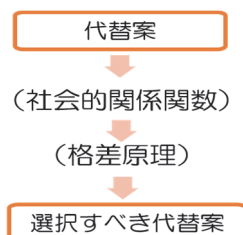


図6 社会的評価の枠組み

次節では、社会的関係関数と格差原理を用いて、個人 $i$ の機能 $k$ の達成度の組み合わせ集合 $F^{ik'} = (f^{i1'}, f^{i2'}, f^{i21'}, f^{i22'})$ から、適切な組み合わせを選ぶ方法を述べる。

### (3) 社会的選好順序の導出

以下では、社会的関係関数<sup>13)</sup>と格差原理<sup>16)</sup>を用い、政策代替案の下で得られる個人 $i$  ( $i=1,2$ )の機能 $k$  ( $k=1,2$ )の達成度の組み合わせ $(f^{i1}, f^{i2}, f^{i21}, f^{i22})$ を評価する(図6)。

まず、Gotoh and Yoshihara<sup>13)</sup>に基づき、社会的関係関数の考え方を説明する。社会的関係関数とは、各政策下における「最も不遇な個人」を特定し、その個人の潜在能力と基本的潜在能力を比較することで政策代替案を序列付ける手続きである。ここで基本的潜在能力とは、社会が最低限保障すべき潜在能力の水準とされる。また、「最も不遇な個人」とは、ある政策の下で他のいかなる個人の潜在能力をも優越することのない潜在能力をもつ者である。

ある政策 $x$ の下で実現する個人 $i$ の潜在能力を $C_i(x)$ で表す。 $C_i(\cdot)$ は、代替的な政策を個人 $i$ の潜在能力に変換する「潜在能力関数」であり、 $C_i(x)$ は政策 $x$ 下の個人 $i$ の機能1の達成度 $f^{i1x}$ と機能2の達成度 $f^{i2x}$ の組み合わせとして表される。

$$C_i(x) = (f^{i1x}, f^{i2x}) \quad (11)$$

各政策下で個人間の潜在能力を比較し、最も不遇な個人を特定する。個々人の潜在能力は反射性と推移性を満たすが必ずしも完備性を満たさない序数的な二項関係

( $\succeq$ )の形式で査定されるとする。

2つの潜在能力の関係性を表す二項関係 $\succ$ および $\succeq$ の考え方を、個人 $i$ に着目して説明する。ある政策 $x$ 下の個人 $i$ の機能 $k$ の達成度を $f^{ikx}$ 、政策 $y$ 下のそれを $f^{iky}$ とする。

[1]  $f^{i1x} > f^{i1y}$ 、かつ $f^{i2x} > f^{i2y}$ である場合、

$$C_i(x) > C_i(y).$$

[2]  $f^{i1x} > f^{i1y}$ かつ $f^{i2x} < f^{i2y}$ 、または、 $f^{i1x} < f^{i1y}$ かつ $f^{i2x} > f^{i2y}$ である場合、 $C_i(x) \succeq C_i(y)$ であり、かつ $C_i(x) \preceq C_i(y)$ 。

個人 $i, j$ の集合を $N$ で表すと政策 $x$ 下の最も不遇な個人の集合 $L$ は以下の式で定義される。

$$L(x; \succeq) \equiv \{i \in N | \nexists j \in N: C_i(x) > C_j(x)\} \quad (12)$$

次に、最も不遇な個人の潜在能力と基本的潜在能力を比較する。本研究では、機能毎に地域社会が最低限保障すべき水準があるものとし、その組み合わせを「基本的潜在能力」と考える。基本的潜在能力が保障する機能 $k$ の達成度を $f_0^k$ としたとき基本的潜在能力 $BC$ は以下の式で表される。

$$BC = (f_0^1, f_0^2) \quad (13)$$

最も不遇な個人の潜在能力と基本的潜在能力の比較に関しても、二項関係( $\succeq$ )の形式で査定される。各政策代替案で最も不遇な個人の潜在能力と基本的潜在能力の二項関係により、政策は序列付けられる。

このような代替的な政策を序列づける社会的評価を形成するための条件は、[1]基本的潜在能力条件、[2]限定された単調性条件、[3]リフレイン条件である。これらの条件により、社会における異なる政策 $x, y$ 間の評価の二項関係( $\cdot R \cdot; P \cdot; I \cdot$ )は次のように表される。

「 $x$ と $y$ は少なくとも同じくらい正義に適っている」( $xRy$ )、「 $x$ は $y$ より正義に適っている」( $xPy: xRy$ であり、かつ $yRx$ でない)、「 $x$ と $y$ は同じくらい正義に適っている」( $xIy: xRy$ であり、かつ $yRx$ )。

各条件について以下に示す。

[1] 基本的潜在能力条件

$x, y$ について、A), C), D)のいずれか一つが成立するとき $xRy$ が成立し、B), C), D)のいずれか一つが成立するとき $xPy$ が成立する。

A) 全ての $i \in L(x; \succeq)$ について、 $C_i(x) \succeq BC$ であり、かつ、全ての $j \in L(y; \succeq)$ について $BC \succeq C_j(y)$ 。

B) (A)のもとで) 全ての $i \in L(x; \succeq)$ について、 $C_i(x) > BC$ 、または、全ての $j \in L(y; \succeq)$ について $BC > C_j(y)$ 。

C) 全ての $i \in L(x; \succeq)$ について、 $C_i(x) \succeq BC$ であり、いくつかの $j \in L(y; \succeq)$ について $[BC \succeq C_j(y)]$ でも $[BC \preceq C_j(y)]$ でもない。

D) いくつかの $i \in L(x; \succeq)$ について、 $[BC \succeq C_i(x)]$ で

も $[BC \preceq C_i(x)]$ でもなく、全ての $j \in L(y; \succeq)$ について $BC > C_j(y)$ 。

[2] 限定された単調性条件

$x, y$ について、E)が成立し、かつ、全ての $i \in L(x; \succeq)$ と全ての $j \in L(y; \succeq)$ について、 $C_i(x) \succeq C_j(y)$ が成立するとき、 $xRy$ 。

$x, y$ について、E)が成立し、かつ、全ての $i \in L(x; \succeq)$ と全ての $j \in L(y; \succeq)$ について、 $C_i(x) > C_j(y)$ が成立するとき、 $xPy$ 。

E) 全ての $i \in L_c(x; \succeq)$ について、 $BC > C_i(x)$ であり、全ての $j \in L(y; \succeq)$ について、 $BC > C_j(y)$ 。

[3] リフレイン条件

F)のとき、 $xNRy$

F) 全ての $i \in L(x; \succeq)$ について、 $C_i(x) > BC$ であり、全ての $j \in L(y; \succeq)$ について、 $C_j(y) > BC$

ただし、社会的関係関数のみに依拠する方法では、政策(代替案)を整合的に(完備的ではないものの、推移的に)評価できるものの、最適な政策が一意に定まるとは限らない。社会的関係関数の考え方によると、選ばれた政策の集合の要素をさらに序列付ける必要はないとされるが、現実には実施される政策をひとつに絞り込む必要がある。そのため、本研究では、さらに格差原理を用いてより適切な政策を選択する方法を提案する。

格差原理<sup>16)</sup>は最も不遇な人の便益を最大化する政策が望ましいとする考え方である。本研究では格差原理の考え方に基づき、社会構成員の潜在能力が基本的潜在能力を下回る場合、それらの乖離が最も小さくなる政策が最適であるという基準を導入する。すなわち、基本的潜在能力を最も満たさない者の潜在能力を最大化する政策をとるという考え方である。

上記の基準の具体的な考え方を以下に示す。

「ある政策 $x$ 下における個人 $i$  ( $i=1,2$ )の機能 $k$  ( $k=1,2$ )の達成度 $f^{ikx}$ のうち、機能 $k$ に関する基本的潜在能力 $f_0^k$ との乖離が最も大きい個人 $i$ ・機能 $k$ の組み合わせ」を特定し、その乖離を最小化するような政策を選ぶ。ある政策 $x$ における個人 $i$ の機能 $k$ の達成度 $f^{ikx}$ と、機能 $k$ に関する基本的潜在能力 $f_0^k$ の差を $r^{ikx}$ とする。この差を「基本的潜在能力との乖離」と呼ぶ。なお、 $f_0^k$ の値は個人間、政策間では共通である。 $r^{ikx}$ は以下の式で表される。

$$r^{ikx} = f_0^k - f^{ikx} \quad (14)$$

ある政策 $x$ 下において、基本的潜在能力との乖離 $r^{ikx}$ の最大値 $r^x$ を求める。

$$r^x = \max_{i(i=1,2)} (\max_{k(k=1,2)} (r^{ikx})) \quad (15)$$

このとき、 $r^x$ が最も小さくなる政策、すなわち社会的関係関数により絞り込まれた政策が最適な政策 $x^*$ と

考える． $X$ は存在する政策の集合を表す．

$$x^* = \arg \min_x (r^x | x \in X) \quad (16)$$

#### 4. 数値分析

本章では前章で示したモデルを用いて適切な政策（共同消費財生産量と支払い率の組み合わせ）を選べることを示すために数値分析を行う．

本研究の対象は，公共交通サービス水準が低い過疎地域である．公共交通計画を策定する際，住民は負担する費用を考慮しながら公共交通サービス水準を選択する．

個人は自らの予算を，共同消費財と私的財の生産費用に配分する．共同消費財はバスの便数，私的財はバスを利用して出向く商店や通信販売で購入する商品と考える．このとき，共同消費財の生産費用は住民が費用を共同で負担するものとするが，私的財は個人で生産する．

共同消費財に関する資源利用能力は個人の外出可能時間，私的財に関する資源利用能力は商品探索能力とする．商品探索能力とは，商店でお買い得品を見つけたり，通販等でより上質な商品を購入する能力である．

ここで，機能1の達成度は，共同消費財の生産量と共同消費財に関する資源利用能力により規定される．機能1の達成度は「活動場所への行きやすさ」を表すものである．ここでは，活動場所で買い物・医療などに充てる費用はここでは考えない．

機能2の達成度は，私的財と私的財に関する資源利用能力を用いた「どの程度の質の活動ができるか」の2つで構成されるとする．求めた機能の達成度の組み合わせは潜在能力と考える．

以下では数個の代替案の中から適切な公共交通サービスが選ばれることを示す

##### (1) 関数形の特定

機能の達成度関数 $f^i$ は，以下のように仮定する．

$$f^{i1} = 1 - \exp\left(-\frac{x_g \cdot a_g^i}{\widetilde{x}_g}\right) \quad (17)$$

$\widetilde{x}_g$ ：機能1の達成度が十分であるときの共同消費財の生産量

私的財を用いた機能の達成度についても同様である．

$$f^{i2} = 1 - \exp\left(-\frac{x_c^{ik} \cdot a_c^i}{\widetilde{x}_c}\right) \quad (18)$$

$\widetilde{x}_c$ ：機能2の達成度が十分であるときの私的財の生産量

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

$$c_g = C_g(x_g) = p_g \cdot x_g \quad (19)$$

表-1 数値分析の設定

|  |           |
|--|-----------|
| 予算 $I^1$   | 10000     |
| 予算 $I^2$   | 10000     |
| 資源利用能力( $a_g^1, a_c^1$ )   | (0.3,0.3) |
| 資源利用能力( $a_g^2, a_c^2$ )   | (0.4,0.4) |
| 達成度が十分であるときの共同消費財の生産量 $\widetilde{x}_g$                                | 30        |
| 機能 $k$ の達成度が十分であるときの私的財の生産量 ( $\widetilde{x}_c^1, \widetilde{x}_c^2$ ) | (10,10)   |
| 共同消費財 1 単位あたりの費用 $p_g$   | 400       |
| 私的財 1 単位あたりの費用 $p_c$   | 1000      |

表-2 支払い率の代替案の設定

|           |                                     |
|-----------|-------------------------------------|
| 支払い率代替案 1 | $(\delta^1, \delta^2) = (0.3, 0.7)$ |
| 支払い率代替案 2 | $(\delta^1, \delta^2) = (0.4, 0.6)$ |

表-3 共同消費財生産量の代替案

|               |    |
|---------------|----|
| 共同消費財生産量代替案 1 | 5  |
| 共同消費財生産量代替案 2 | 10 |

$$c_c = C_c(x_c) = p_c \cdot x_c \quad (20)$$

##### (2) パラメータと代替案の設定

いくつかの代替案を設定し，その下で適切な政策（共同消費財生産量と支払い率の組み合わせ）を選べることを示す．数値設定と代替案の設定は以下のようにした．

バスの路線距離は 1km とする．式(19)における共同消費財 1 単位あたりの費用  $p_g$  は，国土交通省から公表されている平成 26 年度乗合バス事業標準原価（実車走行キロ当たり輸送原価）の全国平均値<sup>14)</sup>438.48 円/km を参考に 400 円/便とした．同様に，式(20)における私的財 1 単位あたりの費用  $p_c$  は 1 回の買い物や受診の費用とし，1,000 円/回とする．予算は個人 1,2 とともに同額（10,000 円/日）であるが，資源利用能力は個人により異なる場合を想定し，個人 1 より個人 2 の方がやや高いものとして設定する．式(17)，式(18)における，共同消費財を用いた機能の達成度が十分であるときの共同消費財の生産量 $\widetilde{x}_g$  は 30，私的財を用いた機能の達成度が十分であるときの私的財の生産量 $\widetilde{x}_c^1, \widetilde{x}_c^2$ は 10 とした．

支払い率代替案と共同消費財生産量代替案の組み合わせが「政策」とであると考える．支払い率代替案 1 と共同消費財生産量代替案 1 の組み合わせを政策 $x_a$ ，支払い率代替案 1 と共同消費財生産量代替案 2 の組み合わせを政策 $x_b$ ，支払い率代替案 2 と共同消費財生産量代替案 1 の組み合わせを政策 $x_c$ ，支払い率代替案 2 と共同消費財生産量代替案 2 の組み合わせを政策 $x_d$ と呼ぶこととする．このとき，各政策下における個人 1,2 の潜在能力は表-4 に示す値となった．

以下，3 章で示したモデルに従って政策を順序づける．

表4 評価結果

| 個人 | 政策    | 潜在能力   |
|----|-------|--|
| 1  | $x_a$ | $C_1(x_a) = (f^{11x_a}, f^{12x_a}) = (0.049, 0.245)$ |
| 2  | $x_a$ | $C_2(x_a) = (f^{21x_a}, f^{22x_a}) = (0.064, 0.291)$ |
| 1  | $x_b$ | $C_1(x_b) = (f^{11x_b}, f^{12x_b}) = (0.095, 0.232)$ |
| 2  | $x_b$ | $C_2(x_b) = (f^{21x_b}, f^{22x_b}) = (0.125, 0.250)$ |
| 1  | $x_c$ | $C_1(x_c) = (f^{11x_c}, f^{12x_c}) = (0.049, 0.241)$ |
| 2  | $x_c$ | $C_2(x_c) = (f^{21x_c}, f^{22x_c}) = (0.064, 0.297)$ |
| 1  | $x_d$ | $C_1(x_d) = (f^{11x_d}, f^{12x_d}) = (0.095, 0.223)$ |
| 2  | $x_d$ | $C_2(x_d) = (f^{21x_d}, f^{22x_d}) = (0.125, 0.262)$ |

まず、各政策下における「最も不遇な人々」を特定する。政策下における最も不遇なものは、他のいかなる個人の潜在能力を優越することのない潜在能力をもつ個人であり、式(12)で定義される。

政策 $x_a$ において、 $f^{21x_a} > f^{11x_a}$ かつ $f^{22x_a} > f^{12x_a}$ であるため、個人1が最も不遇な個人である。

政策 $x_b$ において、 $f^{21x_b} > f^{11x_b}$ かつ $f^{22x_b} > f^{12x_b}$ であるため、個人1が最も不遇な個人である。

政策 $x_c$ において、 $f^{21x_c} > f^{11x_c}$ かつ $f^{22x_c} > f^{12x_c}$ であるため、個人1が最も不遇な個人である。

政策 $x_d$ において、 $f^{21x_d} > f^{11x_d}$ かつ $f^{22x_d} > f^{12x_d}$ であるため、個人1が最も不遇な個人である。

次に個人1の潜在能力と基本的潜在能力を比較する。ここでは、基本的潜在能力  $BC$  を以下のように設定し、その下で形成される社会的評価を示す。

$$BC = (f_0^1, f_0^2) = (0.050, 0.250) \quad (21)$$

$f_0^k$  : 最低限保障すべき機能  $k$  の達成度

表4より、政策 $x_b$ と政策 $x_d$ では、個人1の機能1の達成度と機能2の達成度の両方が基本的潜在能力( $f_0^1, f_0^2$ )を上回っていることが分かる。また、政策 $x_a$ と政策 $x_c$ では、個人1の機能2の達成度は基本的潜在能力より大きい、機能1の達成度は基本的潜在能力より小さい。各政策下の個人1の機能の達成度の組み合わせと基本的潜在能力の関係を、2つの潜在能力の関係性を表す二項関係を用いて以下に示す。

$$C_1(x_a) \sim BC$$

$$C_1(x_b) > BC$$

$$C_1(x_c) \sim BC$$

$$C_1(x_d) > BC$$

次に各政策を基本的潜在能力条件、限定された単調性条件、リフレイン条件により順序づける。

政策 $x_a$ と政策 $x_b$ を比較すると、基本的潜在能力-B)より、政策 $x_b$ の方が望ましい。

$$(x_b)P(x_a) \quad (22)$$

政策 $x_a$ と政策 $x_c$ を比較すると、基本的潜在能力-A)より、政策 $x_a$ と政策 $x_c$ は同じくらいと評価される。

$$(x_a)R(x_c) \text{ かつ } (x_c)R(x_a) \quad (23)$$

政策 $x_a$ と政策 $x_d$ を比較すると基本的潜在能力-B)より、政策 $x_d$ は政策 $x_a$ よりも望ましい。

$$(x_d)P(x_a) \quad (24)$$

政策 $x_b$ と政策 $x_c$ を比較すると基本的潜在能力-B)より、政策 $x_b$ は政策 $x_c$ よりも望ましい。

$$(x_b)P(x_c) \quad (25)$$

政策 $x_b$ と政策 $x_d$ を比較すると、リフレイン条件より、順序付けはなされない。

$$(x_b)NR(x_d) \quad (26)$$

政策 $x_c$ と政策 $x_d$ を比較すると、基本的潜在能力-B)より、政策 $x_d$ の方が望ましい。

$$(x_d)P(x_c) \quad (27)$$

以上の手順により政策 $x_b$ と政策 $x_d$ は、政策 $x_a$ と政策 $x_c$ よりも望ましい政策であるという結果となった。

次に格差原理を用いて、絞り込まれた政策 $x_b$ と政策 $x_d$ を比順序づける。

政策 $x_b$ における個人  $i$  ( $i=1,2$ )の機能  $k$  ( $k=1,2$ )の達成度  $f^{ikx_b}$ のうち、機能  $k$ に関する基本的潜在能力 $f_0^k$ との乖離が最も大きい個人 $i$ ・機能 $k$ の組み合わせを特定する。政策 $x_b$ における個人 $i$ の機能 $k$ の達成度 $f^{ikx_b}$ と、機能 $k$ に関する基本的潜在能力 $f_0^k$ の差 $r^{ikx_b}$ を式(14)より求める。

$$r^{11x_b} = f_0^1 - f^{11x_b} = 0.050 - 0.095 = -0.045 \quad (28)$$

$$r^{12x_b} = f_0^2 - f^{12x_b} = 0.250 - 0.232 = 0.018 \quad (29)$$

$$r^{21x_b} = f_0^1 - f^{21x_b} = 0.050 - 0.125 = -0.075 \quad (30)$$

$$r^{22x_b} = f_0^2 - f^{22x_b} = 0.250 - 0.250 = 0 \quad (31)$$

政策 $x_b$ 下において、 $BC$  との乖離 $r^{ikx_b}$ の最大値 $r^{xb}$ を求める。

$$r^{xb} = \max_{i(i=1,2)} (\max_{k(k=1,2)} (r^{ikx_b})) = 0.018$$

同様に $r^{xd}$ を求めると以下ようになる。

$$r^{xd} = \max_{i(i=1,2)} (\max_{k(k=1,2)} (r^{ikx_d})) = 0.027$$

このとき、

$$\arg \min_x (r^x | x \in x_b, x_d) = x_b$$

これより政策 $x_b$ が望ましい政策であるという結果が得られた。

以上のように、限定的な条件の下ではあるが、本研究で提案したモデルを用いて、最も恵まれない者の活動機会が基本的潜在能力を下回らないような代替案が選択されるような社会的評価が形成される。

## 5. おわりに

本研究では複数住民の潜在能力から、公共交通サービスの生産量とその他の住民の費用負担を選択するモデ



ルを構築した。先行研究では、複数住民の潜在能力フロンティアの描き方が明確に示されていないことが、複数住民の潜在能力に基づき政策代替案を選ぶための社会的評価法が具体的でなかったことなどの課題が残されていたが、本研究では、共同消費財の生産量と住民の費用負担の組み合わせを政策と考え、政策下で得られる複数住民の潜在能力を評価することで適切な代替案を選択するためのモデルを構築し、社会的関係関数と格差原理に基づく社会的評価モデルを介して、基本的潜在能力を最も満たさない者の潜在能力を最大化する代替案を見出す方法を提案した。また、数値分析を行い、モデルを用いて政策代替案が適切に順序付けられることを示した。

上記の手法は、社会的関係関数および格差原理という特定の価値観に依拠した手法であるため、他のさまざまな価値観に対するモデルを構築することも必要と考える。現実には、功利主義的判断と格差原理的判断の間でさいなまれるといったように、個人が複数の価値観を有している場合が少なからずあり、また、さまざまな価値観を有する住民が地域社会を形成していることが、むしろ一般的である。モデルが示す解は与えられた条件や依拠する価値観により異なるものであり、価値観の差異が代替案選定に及ぼす影響を知ることは住民の理解を深めるものと推察する。また、計画の策定に当たってはもとより活動機会以外にも多くの要因を考慮する必要があるが、「活動機会の大きさ」という定量的な情報をマップ上に表示するなどにより、個々の代替案が誰にどのような結果をもたらすかを比較対照することができ、各自が有する「価値観」や「規範」をよすがに議論を整理し、現実社会におけるより円滑な社会的選択を行うための参考情報になるものと考えている。

なお、数値分析は資源、資源利用能力、代替案の設定など、限定された数値設定のもとでしか行っていないため、さまざまな条件設定の下でどのような社会的評価が形成されるかを確認する必要がある。これらはいずれも今後の課題としたい。

**謝辞：**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）の一部として実施したものである。記して謝意を表したい。

## 補注

注1)「資源」と「資源利用能力」は、“外部からの提供の可否”で区別する場合が多いが、先決的に定まっているものではなく、例えば、バスという「資源」を利用するためにバス停まで歩行する能力は「資源移動能力」といえるが、それを補うためのシニアカー(提供可能)は「資源」、シニアカーを運転する能力は「資源利用能力」といえる。このよ

うに、「資源」と「資源移動能力」は階層構造を有していると捉えるべきと著者らは考えており<sup>17)</sup>、具体的局面で文脈に即するよう位置づける、という理解が現在の潜在能力理論研究における大方の認識である。

## 参考文献

- 1) 国土交通省：地域公共交通網形成計画及び地域公共交通再編実施計画作成のための手引き，2016。
- 2) (財)国際交通安全学会：地域でつくる公共交通計画，2010。
- 3) Banister, D. : *Rural Transport and Planning*, Mansell, London, 1985.
- 4) Geurs, K. T., Krizek, K. J. and Reggiani, A. : *Accessibility Analysis and Transport Planning*, Edward Elgar, Cheltenham, U.K., 2012.
- 5) 谷本圭志，喜多秀行：地方部における公共交通の計画情報に関する考察－活動機会と活動ニーズに着目して，土木学会論文集 D, Vol. 65, No. 4, pp. 534-543, 2009.
- 6) 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.)
- 7) 喜多秀行，野中一人，岸野啓一：活動機会の獲得水準に着目した生活交通サービスの評価に関する研究，第 43 回土木計画学研究発表会・講演集(CD-ROM), Vol. 43, No. 205, 2011.
- 8) 四辻裕文，喜多秀行，岸野啓一：活動機会の保障水準に着目した生活交通サービスの評価方法論に関する研究，第 45 回土木計画学研究発表会・講演集(CD-ROM), Vol. 45, No. 223, 2012.
- 9) 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.
- 10) 喜多秀行，池宮六季，四辻裕文，菅洋子：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，土木計画学研究・講演集，Vol. 49, 2014.
- 11) 喜多秀行：高齢社会と地域公共交通計画，運輸と経済，Vol. 89, No. 9, pp. 15-24, 2009.
- 12) 後藤玲子：福祉の経済哲学－個人・制度・公共性－ミネルヴァ書房，2015.
- 13) Gotoh, R. and Yoshihara, N. : *Securing basic Well-being for All*, Discussion Paper Series A, 591, Institute of Economic Research, Hitotsubashi University, 2013.
- 14) Arrow, K., Sen, A. K. and Suzumura, K. : *Handbook of Social Choice and Welfare, Volume 1*, Elsevier, Amsterdam, 2002.
- 15) 鈴木興太郎：社会的選択の理論・序説，東洋経済新報社，2012.
- 16) Rawls, J. : *A Theory of Justice*, Harvard University Press, 1971.
- 17) 小林晴香，田中詢紀，四辻裕文，喜多秀行：資源と資源利用能力に着目した活動機会の確保手段と規定要因に関する研究，土木計画学研究・講演集，Vol. 51, 2015.

(2017. 2. 24 受付)

## A NORMATIVE EVALUATION MODEL FOR SELECTING LOCAL TRANSPORT SERVICE BASED ON THE LEVEL OF ACTIVITY OPPORTUNITY

Hideyuki KITA, Kohei TSUJI, Satoru KOMODA and Hirofumi YOTSUTSUJI

In planning local transport plan, it is essential that the local community select a combination of secured activity opportunity supported by local transport and the burden of operation cost to maintain the service. This study aims to develop a model to select the best planning alternative, which secure the basic level of activity opportunity to the resident of the lowest level of activity opportunity. The model consists of two part. The first part draws the capability frontier from budget constraints and functions of functioning, and the second part selects the best alternative based on social relation function and Rawls' difference principle. Numerical examples show that the model successfully select the best alternative under the designated conditions.