

潜在能力アプローチに基づく 公共交通計画の方法論に関する研究

菅 洋子¹・辻 皓平²・四辻 裕文³・喜多 秀行⁴

¹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

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: 142t131t@stu.kobe-u.ac.jp

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

公共交通サービスは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。本研究では、潜在能力アプローチに基づき、住民が得られる活動機会とそのため費用負担を選択できる公共交通計画策定の方法論を構築する。具体的には、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、個人の財配分行動を、機能の達成度を軸とする機能平面上に投影して分析する枠組みを構築する。さらに、達成点に関する評価であった潜在能力の評価法を、達成点の集合の評価法に拡張し、これを組み込んだ方法論を提案する。最後に数値分析を行い、提案した方法により機能平面上に潜在能力フロンティアが描けること、また、今は選ばれない代替案も含めた代替案の集合を評価できることを示す。

Key Words : Local Transport Plan, Capability Approach, Cost Allocation, Evaluation

1. はじめに

公共交通サービスは地域や路線ごと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。また、住民は受益者であり、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費用との組合せ」を「住民が選択する」という考え方を基本とする¹⁾。

本研究では活動機会に着目するため、潜在能力アプローチ²⁾に依拠する。喜多ら³⁾は、潜在能力アプローチに基づき、費用負担を考慮した公共交通サービス選択モデルを構築しているが、活動機会の達成度の構成要素に課題があった。本研究ではこの点を考慮してモデルを拡張する。また、これまでの潜在能力の評価法⁴⁾は、個々の代替案に関する評価であり、潜在能力そのものの評価とはなっていなかった。本研究では、代替案に関する評価を代替案の集合の評価法に拡張し、これを組み込んだ方法論を提案する。

2. 本研究の枠組み

(1) 潜在能力アプローチ

潜在能力アプローチ²⁾とは、機能という客観的な指標に着目し、機能の集合である潜在能力を評価するアプローチである。機能とは、人の福祉を表す様々な状態（～であること）や行動（～できること）を指す。個人は、利用可能な資源を、その資源利用能力を介することによって機能に変換する。資源利用能力とは、個人が資源を利用するために必要な能力である。個々人の資源利用能力には差異があるため、利用できる資源も異なり、達成される機能の種類や達成される程度が異なる。

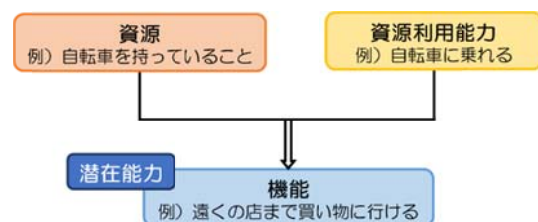


図-1 資源および資源利用能力と機能

ここでの機能や潜在能力は客観的な指標であるため、個人間比較が可能である。また、人は潜在能力から機能の組合せを選択することが可能である。よって、潜在能力は人の生き方の幅とも言える個人の選択の自由を表していると考えられる。つまり、潜在能力を評価することは、選択の自由の幅を評価することである。

本研究では、活動機会を潜在能力アプローチにおける機能と同義とみなし、公共交通サービスを活動機会の達成度に基づいて評価する。これは、人が選択可能な活動機会の選択肢集合を評価することに相当する。

(2) 想定する状況

本研究では、公共交通サービス水準が低い地域に着目する。地域社会として、市町村といった地域公共交通計画が策定されるような単位を考える。簡単のため居住地と中心地のみを考え、居住地にはスーパーや病院がなく、このような生活に必要な活動は中心地へ出向いて行わなければならないとし、居住地から中心地へは、公共交通であるバスを利用するものとする。また、基本的な活動機会として、買い物と医療の2つを考えることとする。

住民は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費用を勘案して予算配分を決定すると仮定する。ここで、公共交通サービスは住民が集合的に利用し、かつ供給のための費用を共同負担するため公共財とし、それ以外の私的財やサービスを合成財とする。この2財を資源とする。

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地域住民がサービス水準を選択し、共同調達したサービスの費用を“適切に”分担するものとする。公共財の最適供給については膨大な研究の蓄積があり、フリーライドを防止するためのメカニズム・デザインや自己調達のための制度分析などについても多くの研究成果が存在するが、本稿では潜在能力アプローチに基づく公共交通サービスの最適選択のフレームを構築することに焦点を絞り、議論の見通しをよくするため、公共財供給の種々の議論には当面立ち入らず、住民数が1人の社会（したがって、利用者1人しかいない“公共財”というやや形容矛盾的な想定をしている）を想定し、議論を進めることとする。

(3) 潜在能力の大きさの定式化の枠組み

個人は、公共財と合成財の2種類の財を利用し、それぞれの資源利用能力を介することで、買い物（機能1）と医療（機能2）の2種類の機能を達成すると考える。ここで、合成財は2つの機能のために分配されるが、公共財はその性質から分配されることはない。機能の実現可能性の程度を機能の達成度とし、機能1と機能2の達成度の組合せ集合を潜在能力と考える。本研究では、個

人は潜在能力最大化行動をとることとし、最適な公共交通サービスの水準を決定するモデルを構築する。

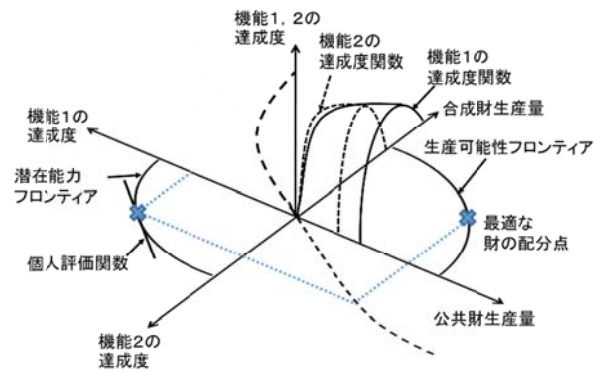


図-2 財の最適配分の概略図

図-2に示すように、まず公共財と合成財の生産量を軸とする財平面（第1象限）上に、個人の予算制約の下での生産可能な公共財と合成財の生産量の組合せを表す生産可能性フロンティアを描く。

財平面上に直交して機能1の達成度、機能2の達成度の軸をとる。公共財と合成財の生産量の組合せと、機能の達成度の関係は、公共財、合成財の生産量と機能の達成度の軸からなる空間上の点として表される。機能の達成度は、公共財と合成財の生産量、及びそれらの資源利用能力から決まる機能の達成度関数で表されるものとする。財平面上で、任意の機能1の達成度水準に対する最適な機能2の達成度、およびそのときの公共財と合成財の生産量を求める。

第2象限は、財平面上で求められた最適な合成財生産量と機能1の達成度の関係を表し、第4象限は、最適な公共財生産量と機能2の達成度の関係を表す。

第3象限では、第2象限と第4象限で表された機能1と機能2の達成度の組合せを、潜在能力フロンティアとして示す。第3象限は2つの機能の達成度を軸としていることから、機能平面と呼ぶ。ここで、個人の機能の構成比の望ましさで機能の達成度の組合せを評価する個人評価関数を用いて、潜在能力フロンティア上の機能の達成度の組合せが最大となる点を選ぶ。この点が機能1と機能2の組み合わせが最適な機能の配分点であると考えられる。機能平面上の機能に関する最適配分点を生産可能性フロンティア上に逆写像することにより、合成財と公共財の最適な生産量を求めることができる。

(4) 潜在能力の評価の枠組み

機能平面上の潜在能力フロンティアは、その内部およびフロンティア上の全てが実現可能かつ選択可能な機能の達成度の組合せである。しかし、本研究では実際の公共交通計画を想定し、数個の代替案に対する機能の達成度の組合せの集合を評価することを考える。

ある代替案に対する機能の達成度の組合せを達成点と呼ぶこととする。先行研究⁹⁾では、個人が望ましいとする機能の構成比を表す個人評価関数で達成点の評価値を求め、最大の評価値を潜在能力の評価値として代表させていた。しかし、本人が最善のと評価する点を残して、他の点が全て選択不可能となった場合、個人は自己の状態が悪化したと感ずる可能性がある。本研究では、これを、個人が暗黙の内に状況の変化を想定していることに起因するものと考え、達成点の集合である潜在能力を評価する方法論を構築する。

潜在能力とは、達成しようと思えばできる状態や行いであるため、その大きさは状態や行いの多様性であると考えられる。潜在能力が大きいということは多様性が大きいということであり、機能平面上に達成点が広範囲に存在しているということである。この達成点のばらつき大きさに着目して潜在能力を評価する。

達成点がばらついて存在していると、資源や資源利用能力の変化に伴い、個人評価関数や潜在能力フロンティアが変化した場合であっても、達成点の評価値が下がらない、あるいは達成点が減少しない可能性がある。本研究では、このように個人評価関数や潜在能力フロンティアが変化しても達成点の評価や個数が変化しないことを、変化に対してロバストであると表現し、これが多様性の価値の一つの要素である考える。そして、達成点の組合せがよりロバストになるような条件を考えることにより、多様性指標を定義する。

3. 潜在能力の大きさの定式化

予算 I を公共財費用 c_g と合成財費用 c_c に割り振る。

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

公共財と合成財の費用は、公共財の生産量 x_g と合成財の生産量 x_c 、および費用関数 $C_g(\cdot), C_c(\cdot)$ によって決まる。

$$c_g = C_g(x_g) \quad (2)$$

$$c_c = C_c(x_c) \quad (3)$$

式(1)の予算制約の下、各生産量の生産可能な組み合わせを生産可能性フロンティア F_p として描く(図-3参照)。

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

$$\text{s.t. } c_g + c_c = I$$

次に、各財の生産量を機能の達成度に変換する。公共財の生産量 x_g に応じて合成財の生産量 x_c が決まり、それが機能1と機能2の達成のために分配される。

$$x_c = x_c^1 + x_c^2 \quad (5)$$

x_c^i : 機能 i の達成のための合成財生産量($i = 1, 2$)
機能 i の達成度 f^i は、合成財による達成度 f_c^i と公共財による達成度 f_g^i から定まると考える。また、 f_g^i は公共財の

生産量 x_g とその資源利用能力 a_g から、 f_c^i は合成財の生産量 x_c^i とその資源利用能力 a_c によって決まる。

$$\begin{aligned} f^i &= f^i(f_g^i, f_c^i) \\ &= f^i(f_g^i(x_g, a_g), f_c^i(x_c^i, a_c)) \end{aligned} \quad (6)$$

式(6)から、公共財生産量 x_g の値を変化させることで、それに対応し、機能1の達成度水準をある f^{1*} とする機能1の合成財生産量 x_c^1 の集合 X_c^1 を得ることができる。

$$X_c^1 = \{x_c^1 | x_c^1 = f^{1-1}(f^{1*}, a_g, a_c, x_g), 0 \leq x_g \leq C_g^{-1}(I)\} \quad (7)$$

これにより機能2の合成財生産量 x_c^2 の集合 X_c^2 が求められ、機能2の達成度の集合 F^2 も求められる。

$$X_c^2 = \{x_c^2 | x_c^2 = x_c - x_c^1, x_c^1 \in X_c^1, x_c = C_c^{-1}(I - C_g(x_g))\} \quad (8)$$

$$F^2 = \{f^2 | f^2 = f^2(a_g, a_c, x_g, x_c^2), x_c^2 \in X_c^2\} \quad (9)$$

求められた機能2の達成度の集合 F^2 の中で最大値 f^{2*} をとる財の量 $x_c^{2*}(x_g^*)$ が決まり、それに対応して機能1に関する財の量の組合せ $x_c^{1*}(x_g^*)$ も決まる。

$$f^{2*} = \arg \max_{x_c^2 \in X_c^2} f^2(a_g, a_c, x_g, x_c^2) \quad (10)$$

$$x_c^{2*}(x_g^*) = \arg \max_{x_g, x_c^2} f^2(a_g, a_c, x_g, x_c^2) \quad (11)$$

$$x_c^{1*}(x_g^*) = (x_g^*, x_c - x_c^{2*}) \quad (12)$$

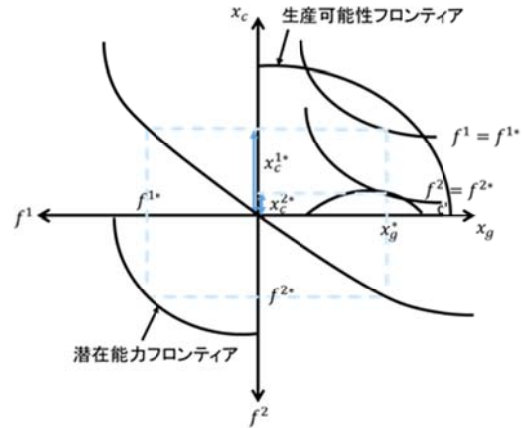


図-3 潜在能力フロンティアの求め方

機能1の達成度水準を他の値にすれば、それに対応して機能2の最大の達成度水準を同様の手続きによって求めることができる。2つの機能の達成度の組合せの軌跡を、本研究では潜在能力フロンティア F_c と呼ぶ。

$$F_c = F_c(f^1, f^2) = 0 \quad (13)$$

次に、潜在能力フロンティア上の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、個人評価関数³⁾を用いる。個人評価関数とは、機能の達成度の組合せを評価する関数である。線形関係を仮定し、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 $v(f^1, f^2)$ は

次式で与えられる.

$$v(f^1, f^2) = \pi^1 f^1 + \pi^2 f^2 \quad (14)$$

個人は個人評価値が最大となる機能1の達成度 f^{1**} と機能2の達成度 f^{2**} の組み合わせを選択する.

$$(f^{1**}, f^{2**}) = \arg \max_{f^1, f^2} v(f^1, f^2) \quad (15)$$

このときの財の生産量が最適生産量 (x_g^{**}, x_c^{**}) となる.

$$x_g^{**} = f^{2-1}(f^{2**}, a_g, a_c, x_c^2) \quad (16)$$

$$x_c^{**} = C_c^{-1}(I - C_g(x_g^{**})) \quad (17)$$

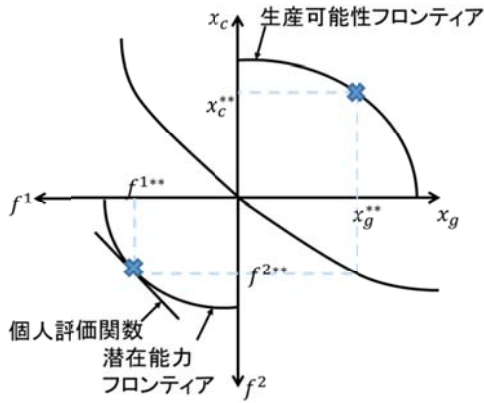


図4 最適な財の配分点の求め方

4. 潜在能力の評価法

(1) 先行研究⁴⁾における個人評価関数

ある公共交通計画の代替案に対する個人の評価は個人の置かれている状況により異なる. 例えば, 健康な人にとって買い物に便利で通院に不便な代替案の評価は高いが, 買い物に不便で通院に便利な代替案の評価は低い.

このように代替案 δ に対する機能1の達成度を $f^{1,\delta}$, 機能2の達成度を $f^{2,\delta}$ としたとき, その組み合わせ $(f^{1,\delta}, f^{2,\delta})$ とその評価値 v^δ を対応づける関数が, 個人評価関数である.

$$v^\delta = v^\delta(f^{1,\delta}, f^{2,\delta}) \quad (18)$$

個人評価関数は, ある代替案を個人が必要とする機能の構成比の望ましさで評価する関数であり, 無差別曲線のように両軸に漸近する曲線であると考えられる. 2つの機能のうちどちらか一方の達成度が非常に低い場合, それに対する代替案の評価値は低くなると考えられるからである. しかし, ここでは簡単化のために個人評価関数を線形近似で考えることとしている. 代替案 δ に対する個人評価値 v^δ は式(14)を用いて次式で与えられる.

$$\begin{aligned} v^\delta &= v^\delta(f^{1,\delta}, f^{2,\delta}) \\ &= \pi^1 f^{1,\delta} + \pi^2 f^{2,\delta} \end{aligned} \quad (19)$$

式(19)は

$$-\frac{\pi^1}{\pi^2} = \frac{v^\delta - f^{2,\delta}}{v^\delta - f^{1,\delta}} \quad (20)$$

のように変形でき, 個人評価値 v^δ は代替案 δ に対する機

能の達成点から傾き $-\frac{\pi^1}{\pi^2}$ で描いた射線と空間対角線の交点の達成度に相当することが理解できる (図-5).

$$-\frac{\pi^1}{\pi^2} = \frac{v^\delta - f^{2,\delta}}{v^\delta - f^{1,\delta}} \quad (20)$$

個人評価関数の傾きを α ,

$$\alpha = -\frac{\pi^1}{\pi^2} \quad (21)$$

とすると, α のとりうる範囲は $-\frac{\pi^1}{2} < \alpha < 0$ である.

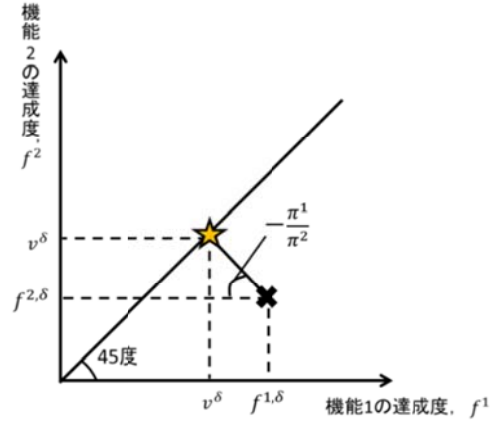


図-5 機能平面における個人評価関数

以下では, 代替案 δ の達成点に関する個人評価関数として式(19)を採用し, 複数の代替案を考慮に入れた潜在能力の評価法を考える.

(2) 個人評価関数の変化に関する潜在能力増加指標

本研究における潜在能力の評価の考え方を, 達成点が2つの場合を例に説明する.

個人評価関数の変化とは, 個人評価関数の傾きの変化である. 個人は現在自己が置かれている状況が変化することを認識しており, 状況の変化は個人評価関数の傾きの変化となって表れる. いつどのような状況になるかはわからないが, 状況が変化したとしても自己の状態がなるべく悪くならないことを暗黙の内に望んでいると想定する. その場合, それぞれの状況の下では一番評価値が高いものが選択されると考える. このとき, 最悪な状況での最大の評価値が, 様々な状況が考えられる中で最低限確保される評価値と考えられる.

現在の個人評価関数において, 達成点1の評価値が最大であるとする. 現在の個人評価関数の傾き α での達成点1に関する評価値を $v^{1,\alpha}$, 達成点2に関する評価値を $v^{2,\alpha}$ としたとき, この傾きでの評価値 v^α は

$$v^\alpha = \arg \max(v^{1,\alpha}, v^{2,\alpha}) \quad (22)$$

傾き α から j 変化した傾き α' の個人評価関数での達成点1に関する評価値を $v^{1,\alpha'}$, 達成点2に関する評価値を $v^{2,\alpha'}$ としたとき, この傾きでの評価値 $v^{\alpha'}$ は

$$v^{\alpha'} = \arg \max(v^{1,\alpha'}, v^{2,\alpha'}) \quad (23)$$

達成点1のみの場合と比べると、達成点2が存在しているときは、最低限確保される評価値が増加している。達成点が1点のみの場合を基準として、2点存在している場合の最低限確保される評価値の増加分 $v(j)$ は式(24)となる。

$$v(j) = |\min(v^\alpha, v^{\alpha'}) - \min(v^{1,\alpha}, v^{1,\alpha'})| \quad (24)$$

ある変化幅 j が生起する確率密度と j の関係を確率密度関数 $f(j)$ とすると、個人評価関数の変化に関する潜在能力増加指標 $V(j)$ は式(25)となる。

$$V(j) = \int_{-\alpha}^{\infty-\alpha} v(j)f(j)dj \quad (25)$$

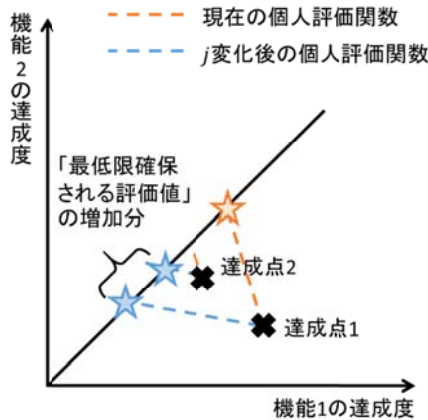


図-6 個人評価関数の変化に関する潜在能力増加指標

(3) 潜在能力フロンティアの変化に関する潜在能力増加指標

潜在能力フロンティアの変化とは、潜在能力フロンティアの拡大、縮小を意味する。潜在能力フロンティアの変化は、資源や資源利用能力の変化から求められる。個人はいろいろな状況になり得ることを知っているが、いつどのような状況になるかはわからず、別の状況になる可能性を考えているとする。なお、それぞれの状況では、評価値が一番高いものを選択すると考える。

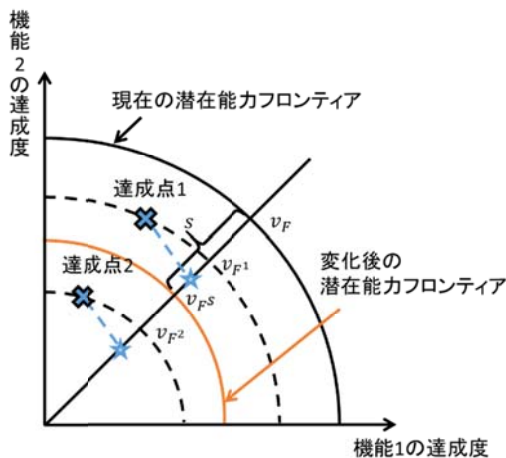


図-7 潜在能力フロンティアの変化に関する潜在能力増加指標

なお本研究では簡単化のため、潜在能力フロンティアは機能1と機能2について同じ比率で変化すると仮定する。

現在の潜在能力フロンティアでは、達成点1の評価値 v^1 が最大であるとする。潜在能力フロンティアの変動は、原点から潜在能力フロンティアと空間対角線の交点までの距離で捉える。現在の潜在能力フロンティアの距離を v_F 、達成点1を通るフロンティアの距離を v_{F1} 、達成点2を通るフロンティアの距離を v_{F2} とする。

$$\sqrt{f^{1,2^2} + f^{2,2^2}} = v_{F2} < \sqrt{f^{1,1^2} + f^{2,1^2}} = v_{F1} \quad (26)$$

現在の潜在能力フロンティアから s 変化したフロンティアの距離を v_{Fs} とする。機能1、機能2の達成度が共に1となるときにフロンティアの距離を v_{Fmax} とすると、 v_{Fs} がとり得る値の範囲は $0 \leq v_{Fs} \leq v_{Fmax}$ である。

それぞれの状況では、そのときの個人評価関数における評価値が一番高いものを選択すると考えると、評価値は式(27)となる。

$$v(s) = \begin{cases} 0 & (v_F \leq s < v_F - v_{F2}) \\ v^2 & (v_F - v_{F2} \leq s < v_F - v_{F1}) \\ v^1 & (v_F - v_{F1} \leq s < v_{Fmax} - v_F) \end{cases} \quad (27)$$

潜在能力フロンティアの変化幅 s の確率密度関数 $f(s)$ とすると、不確実性を考慮した潜在能力の変動に対する潜在能力増加指標 $V(S)$ は式(28)のように記述される。

$$V(S) = \int_{-v_F}^{v_{Fmax}-v_F} v(s)f(s)ds \quad (28)$$

(4) 個人評価関数と潜在能力フロンティアの変化に関する潜在能力増加指標

潜在能力増加指標 $V(j)$ と $V(S)$ を統合すると、潜在能力増加指標 $V(s, j)$ は式(32)となる。

$$v^\alpha = \arg \max(v^{1,\alpha}, v^{2,\alpha}) \quad (29)$$

$$v^{\alpha'} = \arg \max(v^{1,\alpha'}, v^{2,\alpha'}) \quad (30)$$

$$v(s, j) = |\min(v^\alpha, v^{\alpha'}) - \min(v^{1,\alpha}, v^{1,\alpha'})| \quad (31)$$

$$V(s, j) = \int_{-\alpha}^{\infty-\alpha} \int_{-v_F}^{v_{Fmax}-v_F} v(s, j)f(s)f(j)dsdj \quad (32)$$

5. 数値分析

本研究で提案する方法により、実際に潜在能力フロンティアが導出可能であること、潜在能力増加指標を用いて潜在能力の評価値を求められること、さらに資源利用能力の違いにより潜在能力増加指標の値が変化することを示すために数値分析を行う。

機能の達成度関数 f^i を、以下のように仮定する。

$$f^i = f^i(f_g^i, f_c^i) = \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{x_g \cdot a_g}{x_g}\right) \right\} \times \left\{ 1 - \exp\left(-\frac{x_c^i \cdot a_c}{x_c^i}\right) \right\} \quad (33)$$

\tilde{x}_g : 公共財を用いた機能*i*の達成度が十分であるときの公共財の生産量, \tilde{x}_c : 合成財を用いた機能*i*の達成度が十分であるときの合成財の生産量

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。

$$c_g = C_g(x_g) = p_g \cdot x_g \quad (34)$$

$$c_c = C_c(x_c) = p_c \cdot x_c \quad (35)$$

潜在能力増加指標における確率密度関数については、個人評価関数の傾きの変化幅と潜在能力フロンティアの変化幅について、どちらもある変化幅が生起する確率は等しいと考え、変化幅を一様分布で記述することとする。

(1) 潜在能力フロンティア

以上に示した方法の下で、機能達成度関数や費用関数を特定することにより、潜在能力フロンティアを描くことができる。図-8にその一例を示す。

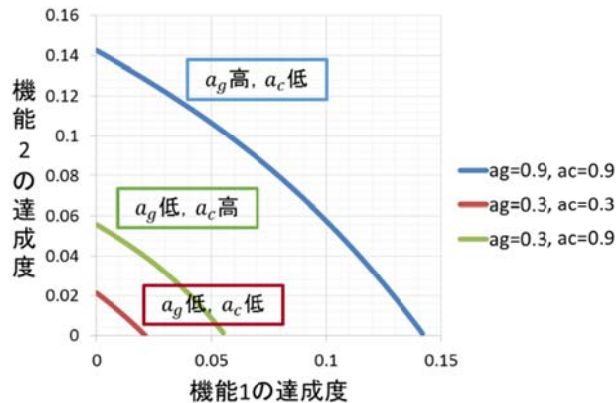


図-8 潜在能力フロンティア

機能は公共財と合成財の両方を用いて達成するとしたことにより、公共財に関する資源利用能力が低くなると、潜在能力は小さくなることが言えるようになった。

(2) 潜在能力増加指標

バスの便数が3便と7便の2つの代替案について数値分析を行った。図-9は、2つの代替案に対する達成点を機

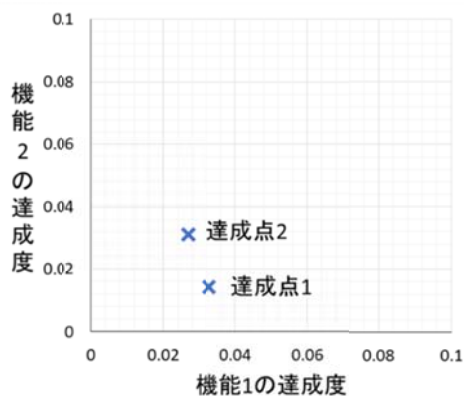


図-9 達成点

能平面上に示したものである。表-1に代替案1, 2及び代替案{2+1}の評価値を示す。

表-1 評価値

達成点1の評価値	0.0283
達成点2の評価値	0.0335
潜在能力増加指標値	0.0179
達成点{2+1}の評価値	0.0514

この結果により、今は選ばれない代替案も考慮に入れて代替案の集合を評価できたと言える。すなわち、選択されるのは代替案2であるが、選択肢として代替案1も持っている方が良いということが理解される。

6. おわりに

本研究では潜在能力アプローチに基づき、先行研究において課題であった活動機会の達成度の定義を拡張し、費用負担を考慮した公共交通サービス選択モデルを提案した。また、これまではある達成点に関する評価のみであった潜在能力の評価法を、達成点の集合の評価法に拡張し、これを組み込んだ方法論を提案した。

なお、実証分析を行うに際しては、機能の達成度関数、及び資源利用能力の求め方について具体的に示さなければならない。これらを明らかにしたうえで、モデルの有用性を確かめる必要がある。また、本研究では公共財としての公共交通と合成財の両方がなければ機能は達成できないこととしたが、タクシーや移動販売等の利用により合成財で機能の達成を充足することも可能である。この点を考慮するならば、モデルのさらなる拡張が必要である。

謝辞：本稿は科学研究費基盤研究(A) (課題番号:25249071)の一部として実施したものである。記して謝意を表す。

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) 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。）
- 3) 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。
- 4) 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。

(2015.4.24受付)