費用便益分析[1]

別所俊一郎[2]

平成 27 年 7 月 15 日

[1]極く予備的なものなので引用等を禁止します．文献の引用・参照を十分に示していない箇所があります．

[2]慶應義塾大学経済学部, E-mail: bessho@econ.keio.ac.jp

目次

第 1 章　費用便益分析とは　2

1.1　はじめに 2

1.2　費用便益分析のむずかしさ 2

1.3　費用便益分析と市場の失敗 3

1.4　費用便益分析の基本的な手続き 4

第 2 章　経済効率性の条件　9

2.1　パレート基準 9

2.2　市場メカニズムと効率性 15

第 3 章　市場の失敗と政府介入の意義　18

3.1　公共財 18

3.2　外部性 23

第 4 章　厚生変化を測る尺度　27

4.1　補償変分と等価変分 27

4.2　消費者余剰 30

第 5 章　政策効果の波及　33

5.1　帰着ベースと発生ベース 33

5.2　異なる市場への波及効果：First-best のばあい 34

5.3　異なる市場への波及効果：Second-best のばあい 40

第 6 章　投入物の評価　44

6.1　First-best 45

6.2　Second-best 48

第 7 章　割引率と投資基準 **54**

7.1　資本市場が完全なとき 54

7.2　資本市場が不完全なとき 55

7.3　投資基準 62

第 8 章　オプションと存在価値 **68**

8.1　オプション価値 68

8.2　存在価値 74

第1章　費用便益分析とは

1.1　はじめに

費用便益分析の広義の目的は社会的な意思決定の支援をすることであり，そのためにミクロ経済分析を応用し，経済的か観点に立って政策オプションに順位付けを行います（ボードウェイ 2005）．そのために，政策（プロジェクト）の社会に対するすべての費用（cost）と便益（benefit）を計算し，数値化して比較します．いま，数値化された便益を B，費用を C とすると，純便益 NB は

$$NB = B - C \tag{1.1}$$

で表されます．もし純便益が正（$NB \geq 0$）であれば政策は実行すべき（だった），逆に負（$NB < 0$）であれば政策は実行されるべきではない（なかった）と結論付けられます．ここで「政策」とは，規模が十分に小さくて部分均衡分析でたりるような小さなプロジェクトから，インフラ整備のように実際に費用便益分析の対象となっていて，他の市場に間接効果を持つようなプロジェクトだけでなく，規制や課税のような政府による介入すべてを含めて考えます．また，便益と費用は，もしも評価の対象となっている政策が実行されたとしたらなくなってしまう排他的な事業との比較で評価されます．しばしば，比較対象はその政策が実行されず何もされなかった状況（with/without）とされます．

費用便益分析の便益と費用には「社会的な」費用と便益が含まれます．これらの費用と便益は，市場メカニズムを経由せずに個人に帰着し，取引の対象とならないものを含みます．この点で，自らの収支のみを考える民間企業の財務分析とは異なります．

1.2　費用便益分析のむずかしさ

費用便益分析の難しさの源泉は，費用と便益が容易に数値化できないという点にあります．政策の実施は物理的に，あるいは家計や企業の行動変容を通じて，広範囲に影響を与えますから，政策の影響をすべて考慮するということは容易ではありません．費用や便益は，金銭的な費用の減少

や利潤の増加という形だけでなく，効用の増減という直接に観測できない形をとります．費用や便益の変化を表す数値が観測できたとしても，それを数値化する指標が観測できなかったり利用できなかったりすることもあります．数値化はしばしば貨幣換算という形をとりますから，価格が観測できないという言い方もできます．費用や便益が効用の増減という形をとるとすると，同じ政策であっても個人によって便益と費用の大きさが異なる可能性もあります．さらに，インフラ整備や環境政策に典型的に見られるように，便益や費用が長期にわたって発生する場合，将来の便益や費用を現在の便益や費用とどのように合算し，比較するかという問題もあります．

1.3　費用便益分析と市場の失敗

費用便益分析は公共政策の評価手法のひとつであり，一般的に定義すれば，ある政策にともなうすべての社会的な利得と損失を数値換算し，政策の採否についての決定ルールに基づいて比較するという分析手法です．しばしば，数値換算とは貨幣単位への換算を意味しますが，必ずしも貨幣単位である必要はありません．

公共政策の評価基準を考える際には，そもそも公共政策がなぜ必要なのかを考えておく必要があります．公共政策の必要性は，ミクロ経済学的な視点からは大きく 2 つの点で正当化されます．第 1 は，市場の失敗（market failure）にともなう非効率な資源配分の是正です．市場の失敗（あるいは市場の不在）には，独占や寡占等の不完全競争，不完全情報，外部性や公共財の存在といった例が考えられます．これらの市場の失敗に対応する公共政策としては，所有権の明確化，外部性を発生する企業活動の直接規制，独占企業や寡占企業に対する反トラスト法等の規制，公共財の直接供給，ピグー税やピグー補助金の設定等が含まれます．また，これらの政策を実行するための原資を調達する課税や借入も同時に考える必要があることもあります．

第 2 は，社会の厚生規範に基づく所得分配の是正です．厚生規範に基づいて理論的に考えるときには，金銭的な所得の分配だけではなく，効用水準の分布について考慮する必要があります．分配の不平等を是正する公共政策の例としては，累進的な税制の設定，補助金の現金給付にみられるような福祉政策が挙げられます．

費用便益分析の難しさは，公共政策がこのような目的をもって行われることに由来しています．第 1 に，市場の失敗に対応して公共政策が実施されるとき，資源の社会的価値を表現する価格が正しく観察されません．たとえば，独占が発生しているとき，単純なケースでは観察される価格は限界費用ではなくて限界収入に対応します．負の外部性が存在するとき，価格は私的限界費用に

対応しますが，費用便益分析で用いるべきなのは社会的限界費用です．公共財については価格が観察できません．このように，市場の失敗があるときには価格メカニズムが十全に機能しておらず，観察される価格は社会的な選好や費用をきちんと反映していません．公共政策の評価に，将来の費用や便益といった時間の要素や，リスクの要素を考慮する必要があるとき，問題はさらに複雑になります．

第 2 に，社会の厚生規範に基づいて所得再分配政策が行われるとき，「社会の厚生規範」は必ずしも観察されません．所得再分配政策とは，単純に言えば金持ちから 1 円を取り上げて貧乏な人にその 1 円を渡すという政策です．このような政策が正当化されるためには，金持ちの持つ 1 円よりも貧乏な人の持つ 1 円のほうが「社会的な」価値が高い必要があります．このことは，金持ちと貧乏な人の所得差が大きいとき等には直観的には是認されるでしょうが，金持ちの持つ 1 円と貧乏な人の持つ 1 円はどれほど社会的な価値が違うのか，については直接に観察できないことがほとんどです．

公共政策の費用便益分析にはこのような問題がついて回るため，これらに対処するためにさまざまな方法が考案されています．

1.4　費用便益分析の基本的な手続き

ここでは，費用便益分析の基本的な手続きについて説明します．これまでに述べたような難しさは，手続きの各ステップで登場します．

費用便益分析の基本的手続きは以下のようにまとめることができます．

[1] 一連の選択肢を明示する

[2] 誰の便益・費用を計算するのか決定する（当事者適格性）

[3] 影響を分類し，測定の単位を選ぶ

[4] 機関を通じての影響を数量的に予測する

[5] すべての影響を金銭単位に換算する

[6] 現在価値に直す

[7] それぞれの代替案の正味現在価値（Net Present Value）を求める

[8] 感度分析を行う

[9] 代替案の正味現在価値と感度分析に基づいて推奨案を選ぶ

それぞれの手続きがどのようなものなのか，ボードマンほか（2004，第 2 章）にあるコキハラ・ハイウェイの事例を使ってみてみましょう．コキハラ・ハイウェイは，カナダはブリティッシュ・コロンビア州の南東部にある高速道路で，ホープからカムループスというカナディアンロッキーのなかの町を結ぶ高速道路です．

選択肢を明示する： 公共政策のいずれを費用便益分析の対象にするかはさまざまな可能性があります．費用と便益を評価するためには，政策の細部まで決めておく必要があるからです．高速道路のばあい，建設するかしないかは評価の対象となりうる選択肢ですが，建設するならばどのようなルートを選ぶか，車線の数はどうするか，舗装はどうするか，いつ作るか，などさまざまなスペックを考えることができます．ここでは，高速道路を有料にするか無料にするかの 2 つの選択肢を分析の対象とします．有料といっても料金体系にはいろいろと可能性がありますが，ここではトラック 40 ドル，乗用車 8 ドルという料金を考えます．費用便益分析では，公共政策の選択肢を一つだけ検討するということはありません．必ず他の政策オプションを検討し，その比較で推奨案を選びます．しばしば，他の政策オプションは「現状維持」や「何もしない」であるので，検討している政策案が 1 つしかないように見えますが，何と比較しているのかを認識しておくことは重要です．理論的には，比較対象となる公共政策はどのようなものでもかまいません．たとえば，有料の高速道路を建設することと，健康管理プログラムに補助金を出すことを比較する，ということでもかまいません．ただし，一般的には，似たような政策選択肢間の，または「何もしない」との比較になることが多いようです．

当事者適格性の決定： 費用便益分析を誰の観点から行うかについても選択の余地があります．ここでは，プロジェクトを行う州の観点から分析を行うこととしています．もちろん，公共政策から影響を受けるすべての主体を考慮する「社会的な」観点から分析をすることも望ましい視点のひとつです．

影響の分類： 高速道路を無料で通行させることと比べるとき，有料にすることの費用と便益にはいろいろなものが考えられます．ここでは便益として 6 つ，費用として 4 つが挙げられています．すなわち，便益としては利用者の時間節約（運行費用の縮減），ハイウェイの残存価

値，安全な道路になることによる事故の減少，旧道の混雑緩和，通行料収入，新規利用者の増加，です．費用としては，建設費用，維持費用，料金徴収費用，料金所の建設維持費用が挙げられます．これらの便益と費用のうち，金銭として目に見えるのは通行料収入と各種建設維持費用であり，とくに便益の多くについては価格が観察されません．したがって，計測しにくい効果が多くあることになります．とはいえ，考えられていない影響も多くあります．たとえば，自動車の通行が多くなることによる排ガスの健康や野生動物への効果，高速道路自体の景観への効果，あるいは地域の経済成長に与える効果等です．経済成長はマクロ経済的な事象ではありますが，費用便益分析では個人レベルで評価することが必要になります．逆に言えば，個人に影響することのみを評価します．公共政策が個人の効用に与える因果関係の存在や大きさは，しばしば科学的調査を必要とし，先験的にその存在や大きさを決めることは難しいことが多いようです．また，同じようなインパクトでも，便益になるかどうかは個人によって異なることもあります．たとえば景観の変化は，ある人にとっては好ましいもので便益となるかもしれませんが，他の人にとっては好ましくない変化として費用（マイナスの便益）になるかもしれません．

影響を数量的に予測： 検討すべきどのような影響があるかを定めたあと，それぞれの影響の大きさを数量的に予測します．高速道路の有料化のばあい，第 1 次的な影響として将来にわたる通行量を，高速道路および影響を受ける旧道の両方について予測します．通行量がわかれば，節約できる通行費用，避けられる事故数・死亡数などを推測することができます．通行量の予測には交通工学の知識が必要かもしれません．また一般にこのような通行量予測の精度はそれほど高くないのが現状です．ここではさしあたって通行量が分かれば大きさのわかるような便益と費用のみを検討の対象としていますが，たとえば野生動物への影響を計算に含めるのであれば，通行量の変化に対する野生動物の頭数の変化などを予測する必要があります．

影響を金銭単位に換算： 公共政策の影響の大きさが予測できたら，その影響の大きさを費用と便益に共通の尺度を用いて数値換算する必要があります．ほとんどの場合，数値換算とは金銭換算のことを指します．高速道路の例では，利用者が節約できた時間の価値は 1 台あたり 1 時間で 12 ドルとか，道路整備によって助かった人命の価値は 1 人あたり 200 万ドルなどといった単価を設定して，便益と費用を金銭換算します．時間や人命のような「典型的な」便益の価格については，費用便益ごとに推計するよりも先行研究などを利用するほうが一般的です．それほど典型的でない影響の一つの例は「環境」です．環境の価値はそれぞれの環境

によってさまざまなこともあって，とくに議論が多いところです．人命等については金銭換算せず，影響の大きさのみを比較する分析手法もあり，とくに医学薬学分野で利用されます．費用効果分析（CEA: Cost Effective Analysis）と呼ばれます．

現在価値に直す： 高速道路の便益や費用は長期にわたって発生します．運行時間を節約できるという便益は長期にわたって発生しますし，費用面でも，維持補修費用は将来にわたって生まれます．そこでこれらの便益と費用を現在価値に直して比較する必要があります．一般に，t 年の便益 B と費用 C は割引率 s を用いて，$(1+s)^t$ で除して現在価値に変換されます．この s を社会的割引率と呼びます．便益と費用が T 年後まで発生するとすれば，便益と費用の割引現在価値はそれぞれ，

$$PV(B) = \sum_{t=0}^{T} \frac{B_t}{(1+s)^t}, \quad PV(C) = \sum_{t=0}^{T} \frac{C_t}{(1+s)^t}$$

で表されます．計算自体は容易ですが，便益と費用が次の世代にもかかるときなどにとくに，社会的割引率の値をどれほどにするのか適切なのかについて合意は少ないようです．

正味現在価値を求める： 便益の割引現在価値から費用の割引現在価値を引いたものを純便益の割引現在価値．あるいは正味現在価値と呼びます．つまり，$NPV = PV(B) - PV(C)$ です．費用便益分析では一般的にこの NPV が最大となる公共政策を選びます．ただし予算の制約があるなどのときには，他の指標として内部収益率（IRR: Internal Rate of Return）や便益費用比といった指標も利用されます．

感度分析： ここまでの手続きはいくつもの前提を置かなければ進めることができません．影響の数量的な予測やその影響の金銭価値への変換，さらに現在価値への変換には，実際には観察されないパラメタについて一定の仮定をおいた計算が行われます．たとえば，高速道路の通行量予測には料金に対する通行量の反応の大きさのパラメタが必要です．しかしそのような弾力性の値は直接には観察できず，なんらかのデータから推計するか，先行研究から適切な数値を設定するかなどの方法が取られます．また，社会的割引率は観測も推測も難しいため，一定の値が前提とされます．したがって，計算に使われるパラメタの値は「真の値」ではないと考えられます．そこで，ここまでの手続きで置かれたパラメタの仮定について，少しずつ数値を変えて正味現在価値がどれほど変動するかを計算します．計算に用いられるパラメタの数は多いので，数値を少しずつ変えた全ての組み合わせについて正味現在価値を計算す

ることは実際上は困難です．そこでいくつか限られた変更パターンについて正味現在価値の変動を示すのが一般的です．

推奨案を選ぶ： 正味現在価値と感度分析の結果をもとにして，正味現在価値が最も大きいと考えられる公共政策を推奨案として選択します．

第2章　経済効率性の条件

費用便益分析は公共プロジェクトの評価のために行われます．評価のためには基準が必要ですが，ここでは経済学でよく用いられる基準について説明します．実際の政策決定にあたっては，これら以外の基準が適用されることには留意が必要です．

2.1　パレート基準

ミクロ経済学でしばしば用いられる基準がパレート基準です．この名前はイタリアの経済学者であったヴィルフレッド・パレート（Vilfredo Pareto, 1848-1923）にちなんでいます．パレート基準とは，「他の誰かの効用を下げることなしに，誰かの効用をあげることができるかどうか」という基準を言い，他の誰かの効用を下げることなしには誰かの効用を上げることができないとき，パレート効率的である（Pareto efficient）と言います．逆に，他の誰かの効用を下げずに誰かの効用を上げることができるとき，パレート非効率的であると言います．経済的資源がどのように各家計に分けられ消費されているかという組合せのことを配分（allocation）と呼びますが，パレート非効率的な配分から始めて，他の誰かの効用を下げずに誰かの効用を上げることをパレート改善する（Pareto improving）と言い，パレート改善された配分はパレート非効率的な配分をパレートの意味で優越している（Pareto dominant）と言います．経済学では「効率性」といえばパレート効率性を指すことがほとんどなので，いちいち「パレート」とつけないことも多いようです．

パレート効率性はある配分がもたらす個人の効用がどう分布しているかによって定義されますが，より基礎的な「効率性」の条件の組合せとして考えることもできます．その条件とは，交換の効率性，生産の効率性，生産物構成の効率性[(1)]の3つです[(2)]．

[(1)]教科書では「配分の効率性」とありますが，この訳では分かりにくいと思います．
[(2)]厳密な定義についてはミクロ経済学の教科書を見てください．

2.1.1 交換の効率性

交換の効率性とは，財の量を所与とするとき，他の誰かの効用を下げることなく誰かの効用を上げられるかどうかを指します．ミクロ経済学で出てきたエッジワース・ボックスの話です．交換の効率性は限界代替率（MRS: Marginal Rate of Substitution）が等しいという条件で特徴付けられます．話を簡単にするため，A さんと B さんの 2 人から成り，X と Y の 2 財しかない経済を考えましょう．限界代替率とは，財 X の消費量を限界的に 1 単位あきらめるときに，効用を維持するために必要な財 Y の消費量のことをいいます[(3)]．財 X と財 Y の消費量を縦軸と横軸にとって無差別曲線を描くと，限界代替率は無差別曲線の傾きに等しくなります．

A さんと B さんが消費する財 X と財 Y の総量が固定されているとしましょう．A さんと B さんのそれぞれの限界代替率が等しくなければ，配分を変更することによってパレート改善することが可能です．たとえば A さんの限界代替率が 1 で，B さんの限界代替率が 2 であるとします．このとき A さんから B さんに財 X を 1 単位渡し，交換に B さんから A さんに財 Y を 1 単位渡すという取引を考えましょう．A さんの限界代替率が 1 ということは財 X を 1 単位あきらめるときに財 Y が 1 単位あればよいということを意味していますから，この取引によって A さんの効用は変化しません．B さんの限界代替率は 2 ですから，財 X を 1/2 単位もらえれば財 Y を 1 単位あきらめても効用は変化しません．なので，この取引によって B さんの効用は増加します．したがって，この取引はパレート改善であり，もとの配分はパレート非効率的であったことがわかります．ただし，この取引でパレート最適が実現したかどうかについては何も言えません．

エッジワース・ボックスは，財の量が固定されているので交換の効率性を考えるのに適しています．エッジワース・ボックスのなかで，2 人の限界代替率が等しい，すなわち 2 人の無差別曲線が接している点をつないだ線のことを契約曲線と呼びます．

2.1.2 生産の効率性

交換の効率性を考えるときには財の量を所与としましたが，生産要素と生産技術が所与のときに，これらを用いて十分な消費財が生産されているかどうかを指すのが生産の効率性です．生産の効率性が達成されているとは，他の財の生産量を減らすことなくある財の生産量を増やすことができないことをいいます．この効率性は，生産可能性集合を用いて図示することができます．いま横軸と縦軸に消費財 X と Y の生産量をとると，生産要素の量と生産技術が所与であれば，生産

[(3)]X と Y は逆でもかまいません．

可能な財 X と Y の集合を図上に示すことができ，その縁をつくる曲線を生産可能性曲線と呼びます．生産技術（生産関数で表現されます）の形状に依存して生産可能性集合の形状は決まりますが，一般に生産可能性曲線は原点に対して凹，生産可能性集合としては凸と仮定されます．生産可能性集合の内点で生産可能性曲線上にない点では生産が非効率に行われているといいます．

生産可能性曲線の傾きは，財 X の生産を 1 単位限界的にあきらめることにより可能になる財 Y の生産量に対応します．この傾きは生産関数から求めることができ，限界変形率（MRT: Marginal Rate of Transformation）と呼ばれます．

2.1.3　生産物構成の効率性

消費財の生産が生産可能性曲線上で行われ，生産された消費財を所与として交換の効率性が達成されていたとしても，なおパレート非効率である可能性があります．2 人経済で消費財が X と

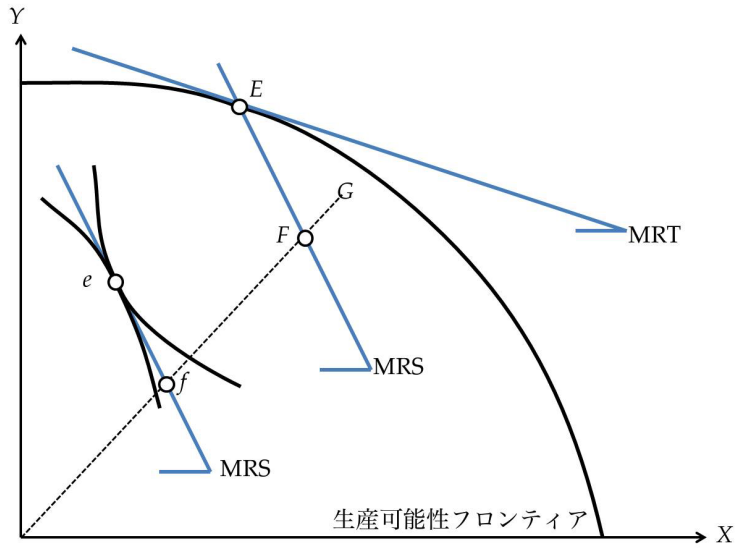


図 2.1: 生産物構成の効率性

Y である経済を考えましょう．図 2.1 の点 e は，無差別曲線が接しており交換の効率性を満たしています．また点 e を実現している消費財の組合せを示した点 E は生産可能性曲線上にあり，生産の効率性を満たしています．しかし，点 E での接線の傾きで示される限界変形率と，点 e での接線の傾きで示される限界代替率は等しくありません．このとき，生産物構成の効率性が満たされておらず，パレート非効率的です．

図 2.1 では限界代替率のほうが限界変形率よりも大きいので，いま限界代替率が 4，限界変形率が 1 だとしてみましょう．限界代替率が 4 であるということは，2 人の消費者はともに，財 X を 1 単位増やすために財 Y を 4 単位あきらめることができます．他方，限界変形率が 1 なので財 X の生産を 1 単位増やすためには財 Y は 1 単位減らせばよいことになります．そこで，財 Y の生産を 4 単位減らして財 X の生産を 4 単位増やせば，2 人の効用をともに増加させることができます．したがって最初の生産と消費の組合せはパレート非効率であったことがわかります．

図 2.1 でそのことを示してみましょう[(4)]．現在生産が行われている点 E から，財 X を 1 単位増やし，財 Y を MRS 単位だけ増やしたとします．そうすると生産点は点 F に移りますが，MRT が MRS より小さいことから，この点 F は生産可能性集合の内点であり，生産可能性曲線上にはありません．この点 F と原点 O を結び，点 e での接線との交点を点 f とします．点 f は点 e での接線上を少し動いた所なので，点 f での 2 人の効用は点 e からわずかしか減少しません．そこで，点 F の少し外側の生産可能性集合の内点である点 G をとると，2 人の効用を維持することができます．点 G は内点ですからさらに 2 人の効用を上げる余地があります．したがって点 E と点 e で表わされる配分はパレート非効率であったことがわかります．

したがって，生産物構成の効率性は，限界変形率と，各消費者の限界代替率が等しいときに成立します．

2.1.4 効用フロンティア

消費財が 2 財で消費者が 2 人の生産経済を表わしている図 2.1 で，生産可能性曲線の上の 1 点を考えましょう．その点と原点を使ってエッジワース・ボックスを描き，中に契約曲線を描くと，限界変形率と同じ限界代替率になる契約曲線上の点が存在します．生産可能性曲線上の任意の点に対してこのような点があるとすれば，所与の資源（生産要素）と技術のもとで達成されるパレート効率的な資源配分は無数にあります．そのような組合せの軌跡を効用フロンティアと呼びます．2 人経済では，それぞれの効用水準を横軸と縦軸にとったグラフ上に表現できます．図 2.2 は効用フロンティアの例です．生産可能性曲線と異なり，生産可能性集合の凸性や選好の凸性といった通常の仮定を置いた場合でも，効用フロンティアは原点に対して凹になるとは限りません．

図 2.2 はそれぞれの効用水準を横軸と縦軸にとったグラフなので，右上方向への変化がパレート改善を示します．点 c を基準とすれば，領域 abc 内の点への変化はパレート改善になります．効用

[(4)] この議論は少しわかりにくいかもしれません

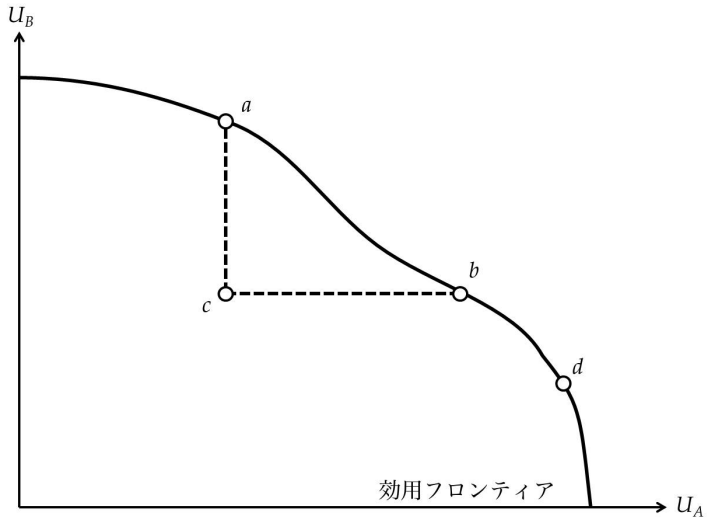


図 2.2: 効用フロンティア

可能性フロンティア上の点には，右上方向に実行可能な効用の組合せがないので，これらの点はパレート効率的な配分に対応しています．

点 c から点 d への移行はパレート改善ではありません．しかし，もし点 d が実現したのちに，個人 A から個人 B への適切な補償（compensation）が行われることによって点 a から点 b のあいだの効用フロンティア上の点が実現できるとき，点 c から点 d への変化を潜在的パレート改善と呼びます[(5)]．

2.1.5　社会厚生関数

パレート基準では，任意の 2 つの配分の社会的な望ましさを判断することが常にできるわけではありません．たとえば図 2.2 の点 a, b ,d はすべて効用フロンティア上にありパレート効率的な

[(5)]実際には補償が行われないにしても「補償が行われたとすれば」という仮設的状況をもとに配分の変化を評価する考え方を補償原理と呼びます．補償原理のうち，配分の変化によって効用の増加した経済主体が，効用の減少した経済主体にその損失を補償してもなお自分の効用が増加するような変化を是認する基準をカルドア基準と呼びます．他方，効用の減少する経済主体 B が効用の増加する経済主体 A に補償を行って配分の変化を阻止するとき，そのような阻止をしてなおかつ B の効用の増加する余地があるときには，このような配分の変化は好ましくないことになりますから，逆に，この阻止ができないときには配分の変化を是認することができます．このような基準をヒックス基準と呼びます．カルドア基準もヒックス基準もパレート基準に比べると順序付けできる配分の組合せが多くなりますが，どちらも完全な基準ではなく，シトフスキー・パラドクスが起きうることが知られています．

資源配分を表していますから，この 3 つの配分のどれがより望ましいかをパレート基準によって順序付けすることはできません．公共政策の評価では，パレートの意味で優越している政策とそうでない政策を比較する必要性があることはほとんどありませんから（パレート優越している政策を選ぶ方が当然に好ましい），パレート効率的な配分どうしを順序付ける基準を考える必要があります．

順序付けができない配分の組合せがありうるという点でパレート基準には限界がありますが，その一方でパレート基準は好ましい性格も持っています．それが，個人の効用を他人と直接に比較しなくてよいという点と，効用の大小だけを考えればよいという点です．パレート基準とは「他の誰かの効用を下げることなく誰かの効用を上げることが可能かどうか」という基準ですから，誰かの効用を他の人の効用と比較しているわけではありません．また，効用が上がるか下がるかだけを問題にしているので，効用がどれくらい上がるかを気にする必要はありません．ミクロ経済学で習ったように，効用は序数的であり効用関数の値自体には意味がないとされています．したがって，効用関数を単調増加関数で変換した関数もまた同じ選好を表します．

とはいうものの，個人の効用を他人の効用と比較せず，効用が上がるか下がるかだけを考えるだけでは，配分の順序付けはずいぶんと制約されたものになり，公共政策の評価付けとしてできることも少なくなってしまいます．そこで，個人の効用関数の値には意味があり，その値を個人間で比較することができるものと仮定して，資源配分を比較することを考えましょう．

そのような装置として考えられているものの一つが社会厚生関数（social welfare function）です．社会厚生関数は経済における配分に数値をあてはめる関数で，資源配分に対する社会の価値判断を反映するものです．社会厚生関数は経済の資源配分に実数を対応させることができればよいのですが，しばしば用いられる Bergson-Samuelson 型の社会厚生関数 [6] では，社会厚生関数が個人の効用の組合せの関数とされます．個人の効用は消費に依存しますから，社会厚生は資源配分に依存することになります．

個人 A と個人 B からなる 2 人経済では，Bergson-Samuelson 型社会厚生関数は

$$W = W(U_A, U_B) \tag{2.1}$$

と表されます．効用に対して社会厚生の値が決まるので，図 2.2 のような効用平面上に社会厚生が等しい点の軌跡を描くことができます．この軌跡を社会的無差別曲線と呼びます．また，このタイプの社会厚生関数は以下の 5 つの仮定を満たすとされます．

[6]「バーグソン・サミュエルソン型」と言ったり，「ベルグソン・サミュエルソン型」と言ったりしますが，どちらがいいのかはよくわかりません．「ベルクソン・サムエルソン型」でもいいかもしれません．

効用の個人間比較可能性： 効用は個人間で比較可能であり，効用の値が意味を持つ（基数的である）とされます．

厚生主義： 社会厚生は個人の効用の関数と仮定されます．社会厚生は資源配分そのもの，つまり個人の消費パターンの直接の関数であるとしてもよさそうなものですが，ここでは消費をその個人がどのように評価しているかという判断を間に挟みます．

パレート原理： 社会厚生関数による評価であっても，パレート優越している配分のほうがより好ましいという評価になるのがもっともらしいと考えられます．したがって，ある配分が他の配分をパレート優越しているとき，パレート優越している配分に対応する社会厚生関数の値のほうが大きくなります．式で書くと，$\partial W/\partial U_i > 0$ となります．社会的無差別曲線を図 2.2 のような効用平面上で考えると，右上のほうが高い社会厚生水準に対応します．

匿名性： 誰の効用が高いかということは社会厚生の大小に影響しないとされます．式で書くと，$W(U_A, U_B) = W(U_B, U_A)$ となり，効用値の分布が社会厚生を決め，誰の効用がどれほどかは社会厚生を決めません．図 2.2 のような 2 人経済では，社会的無差別曲線は 45 度線に対して対称になります．

不平等回避： 消費が誰かに偏っているよりは，平等に分布している方が社会的には好ましいと考えられます．Bergson-Samuelson 型社会厚生関数は効用から社会厚生への関数ですから，個人の効用の水準がより平等に分布しているほうが社会厚生の値が高くなるような関数形をしていると仮定されます．このとき，図 2.2 のような 2 人経済では，社会的無差別曲線は原点に対して凸になります．$W = U_A + U_B$ のとき，効用の和のみが社会厚生の水準を決め，不平等は影響しませんが，このような社会厚生関数をベンサム型社会厚生関数と呼びます．逆に，不平等を回避する傾向が極めて強いとき，社会厚生はもっとも効用の低い個人の効用水準によって決まり，$W = \min(U_A, U_B)$ となります．このような社会厚生関数をロールズ型社会厚生関数と呼びます．

2.2 市場メカニズムと効率性

パレート基準や社会厚生関数は，実現した資源配分をどう評価するかという基準です．これらの基準を用いて，それぞれの経済がどのような資源配分を実現していて，それが公共政策によってどのように変化するのかを次にみてみましょう．

厚生経済学の第一基本定理は，市場が完全であれば実現する市場均衡はパレート最適である，ということを主張しています．ここで市場が完全であるということは，いくつかの数学的な技術的条件を除くと次の条件で特徴付けられます．

- 情報が完全です．売り手と買い手は取引される財についての情報を完全にもっていて，よく分かっていないものを取引したり詐欺的な取引が行われたりはしません．それぞれの財が自分の効用にどのような影響を及ぼすのか，あるいは生産にどのような費用がかかるのかが完全に把握されている状況を仮定しています．

- 消費者は効用の，企業は利潤の最大化を行います．消費者は自らの消費から効用を得，企業は自らの財を販売して利潤を得ますが，それぞれ効用と利潤を最大化するように行動します．そのためにどの財の組合せを購入すればよいか，どの生産要素を組み合わせればよいかを，消費者と企業は完全に把握しているとします．消費者はある程度満足が得られればよい，といった行動はとりません．

- 消費者と企業は価格受容者（price taker）です．消費者にも企業にも市場で付いている価格を操作することはできず，市場で付いている価格で売り買いをすることしかできません．いまの日本の日常生活では，企業（お店）が値札を付けていてそれに対して消費者が買うか買わないかを決めていることがほとんどですが，「市場」で決まっている価格を企業が知っていて，それを上回る価格を付けると消費者が逃げて行ってしまうので「市場の」価格をつねにつけているとすれば，消費者も企業も価格受容者と考えることはそれほど強い仮定ではないかもしれません．

- 新規参入や退出に費用は掛かりません．企業は利潤が発生するところには自由に参入し，利潤がない市場からは自由に退場できます．参入障壁はありません．この仮定は，参入退出が自由だという長期的にはもっともらしい状況を表しているとともに，生産関数（費用関数）の形状について一定の仮定を置いているものとも解釈できます．

- 所有権が明確に定義されています．どの財がだれのものかが明確に定義されていて，所有していないものは消費できないし，また消費させられることもないということを意味しています．これは詐欺などの犯罪が起きないということを仮定しているのと同時に，次回以降に扱う，外部性や公共財の問題がないということを仮定しています．

これらの仮定がすべて成り立つとき，消費者の効用最大化問題を解くと限界代替率が価格に等しくなり，企業の利潤最大化問題を解くと限界変形率が価格に等しくなります．価格はすべての消費者・企業にとって所与で共通ですから，個人間では限界代替率が等しくなり，また限界代替率と限界変形率が等しくなります．したがって，交換・生産・生産物構成の効率性が成り立ち，パレート効率的な資源配分が成り立っていることになります．

1財のみに注目すると，企業の利潤最大化問題から，財価格に対して供給量を定める供給関数を導出することができます．利潤最大化条件から，財価格は生産の限界費用に等しくなります．生産の限界費用は，他の財を生産する限界費用で基準化されるので，限界変形率と解釈できます．他方，消費者の効用最大化問題から，財価格に対して需要量を定める需要曲線を導出することができます．効用最大化条件から，財価格は財の消費から得られる限界便益に等しくなります．限界便益は他の財の消費からの限界効用で基準化されるので，財価格は限界代替率と等しいということになります．市場が均衡して，需要が供給と等しくなるとき，限界費用・価格・限界便益の3者が等しくなり，パレート効率性が達成されます．

厚生経済学の第一基本定理は市場が完全であれば実現する市場均衡はパレート最適であると言っていますが，もし市場が完全であれば実現する市場均衡はパレート効率的であるとは限りません．市場が完全であるということは上で述べた条件がすべて成り立っていることを示していますから，これらの条件が一つでも成り立たなければ，市場均衡はパレート効率的でなくなる可能性があります．つまり，情報の不完全性や非対称性があったり，独占や寡占などの不完全競争があったり，固定費用などの存在で参入障壁があったり，あるいは外部性や公共財があれば，市場均衡ではパレート効率性は達成されません．市場均衡では，消費者にとっては限界代替率と価格が，企業にとっては限界変形率と価格が等しくなっていますから，市場が不完全であれば，限界代替率や限界変形率が社会的な便益や費用と乖離することになります．

第3章　市場の失敗と政府介入の意義

厚生経済学の第一基本定理では，市場が完全であれば実現する市場均衡はパレート効率性を達成することが主張されていますが，他方で，市場が不完全であれば実現する市場均衡はパレート非効率な配分を導く可能性があります．このような市場の失敗（market failure）があるときには政府による介入の余地があります．ここでは，市場の失敗があるときに市場均衡はどうなってしまうのか，パレート効率的な配分はどのようになっているのか，市場の失敗を矯正するためには政府はどのような介入をすればよいのかについて，公共財と外部性を例にとって抽象的にみておくことにしましょう．公共財や外部性は，費用便益分析が行われる公共政策を正当化する理由としてしばしば登場するものです．

3.1　公共財

公共財とは一般に，排除不可能性と非競合性の両方の性質を持つ財と定義されます．排除不可能性とは，財を消費させないようにすることができないことを言います．逆に言えば，財の消費にフリーライドすることを防ぐことができないという性質のことです．非競合性とは，財を複数の消費者が同時に消費できることをいい，消費によって財の量が減らないとも言えます．この性質は，等量消費や結合性とも呼ばれます．純粋な公共財は完全に非競合的ですが，実際に存在する財は完全には非競合的ではなく，混雑性をもっていることがほとんどです．ここでいう公共財は，これら 2 つの財の物理的性質によって定義され，財の供給者によって定義されていないことに注意しましょう．すなわち，公共財が私的に提供されることもありますし，私的財が公的部門によって提供されることもあります．

3.1.1　最適供給

まず，公共財が存在するときのパレート効率的な配分を確認しておきましょう．2 人モデルで消費者 A と消費者 B がいるとします．2 人の私的財の消費量をそれぞれ，x_A, x_B とします．2 人が

等量に消費する公共財の量を G とします．また，2 人の所得をそれぞれ M_A, M_B とし，私的財の量で表現されているとしましょう．私的財を p 単位使うと公共財が 1 単位作られるとし，A と B の供給する公共財の量を g_A, g_B とすると，$G = g_A + g_B$ となるとします．このとき，消費者 A の効用と予算制約は

$$u_A = u_A(x_A, G), \quad x_A + pg_A = M_A \tag{3.1}$$

同様に消費者 B の効用と予算制約は

$$u_B = u_B(x_B, G), \quad x_B + pg_B = M_B \tag{3.2}$$

と書くことができます．制約条件を使って書き直すと，

$$u_A = u_A(x_A, g_A + g_B) = u_A(M_A - pg_A, g_A + g_B) \tag{3.3}$$

$$u_B = u_B(x_B, g_A + g_B) = u_B(M_B - pg_B, g_A + g_B) \tag{3.4}$$

となります．パレート効率性の条件は，「ほかの誰かの効用を下げることなく，誰かの効用を挙げることができない状況」ですから，たとえば消費者 B の効用水準を一定値 $\overline{u}$ に保ったまま，消費者 A の効用水準を最大化する状況を考えればパレート効率的な配分を求めることができます．すなわち，

$$\max u_A, \quad \text{s.t.} \quad u_B \geq \overline{u} \tag{3.5}$$

という最大化問題を解くことにします．ラグランジアンは

$$L = u_A(M_A - pg_A, g_A + g_B) + \lambda \left(\overline{u} - u_B(M_B - pg_B, g_A + g_B) \right) \tag{3.6}$$

となるので，最大化の一階の必要条件（FONC: First Order Necessary Conditions）は

$$\frac{\partial L}{\partial g_A} = \frac{\partial u_A}{\partial x_A}(-p) + \frac{\partial u_A}{\partial G} - \lambda \frac{\partial u_B}{\partial G} = 0 \tag{3.7}$$

$$\frac{\partial L}{\partial g_B} = \frac{\partial u_A}{\partial x_A} - \lambda \left(\frac{\partial u_B}{\partial x_B}(-p) + \frac{\partial u_B}{\partial G} \right) = 0 \tag{3.8}$$

$$\frac{\partial L}{\partial \lambda} = \overline{u} - u_B(M_B - pg_B, g_A + g_B) = 0 \tag{3.9}$$

となります．(3.7) より

$$\lambda = \frac{1}{\partial u_B / \partial G} \left(-p \frac{\partial u_A}{\partial x_A} + \frac{\partial u_A}{\partial G} \right) \tag{3.10}$$

となるので，(3.8) に代入すると，

$$\frac{\partial u_A}{\partial x_A} - \frac{1}{\partial u_B/\partial G}\left(-p\frac{\partial u_A}{\partial x_A} + \frac{\partial u_A}{\partial G}\right)\left(\frac{\partial u_B}{\partial x_B}(-p) + \frac{\partial u_B}{\partial G}\right) = 0 \tag{3.11}$$

両辺を $\partial u_A/\partial G$ で割ると，

$$1 = \left(-p\frac{\partial u_A/\partial x_A}{\partial u_A/\partial G} + 1\right)\left(-p\frac{\partial u_B/\partial x_B}{\partial u_B/\partial G} + 1\right) \tag{3.12}$$

となります．ここで，限界代替率を

$$\text{MRS}_A = \frac{\partial u_A/\partial G}{\partial u_A/\partial x_A} \tag{3.13}$$

と定義すると，

$$1 = \left(-\frac{p}{\text{MRS}_A} + 1\right)\left(-\frac{p}{\text{MRS}_B} + 1\right) \tag{3.14}$$

となるので整理すると

$$p = \text{MRS}_A + \text{MRS}_B \tag{3.15}$$

となります．ここで，左辺は公共財 1 単位を生産するのに必要な私的財の量を表しているので，公共財生産の限界費用を表しています．右辺は公共財への限界代替率の和となっています．公共財は消費者 A にも B にも効用をもたらすことから，社会的便益は 2 人に与える効用の和となります．この公共財の最適供給の条件を，サミュエルソン条件といいます．

3.1.2 自発的供給

前節で求めたのは，この経済でのパレート効率的な資源配分でした．では，消費者 A と B が自由に意思決定する分権経済ではどのような配分が実現するのでしょうか．分権化された経済と言っても，公共財が存在する経済では通常の交換は起きませんから，消費者 A と B が完全市場でのように価格受容者として行動すると仮定することには無理があります．また，消費者 A と B の 2 人しか考えていないのですから，この 2 人が話し合ったり交渉することができるかどうかによっても結論が変わります．ここでは，消費者 A と B が互いの行動を所与として行動し，話し合いなどによる協調行動をとらない，ナッシュ（Nash）的な状況を想定しましょう．

消費者 A は消費者 B の生産する公共財の量 g_B を所与として自分の効用を最大にするように行動すると仮定されるので，消費者 A の最適化問題は

$$\max u_A = u_A(x_A, g_A + g_B) \quad \text{s.t.} \quad x_A + pg_A = M_A \tag{3.16}$$

と定式化されます．このとき，制約条件を目的関数に代入すると，FONC は

$$\frac{\partial u_A}{\partial x_A}(-p) + \frac{\partial u_A}{\partial G} = 0 \tag{3.17}$$

となるので整理すると

$$\frac{\partial u_A/\partial G}{\partial u_A/\partial x_A} = \text{MRS}_A = p \tag{3.18}$$

となります．消費者 B についても同様の最適化問題が解かれるので，$\text{MRS}_B = p$ が FONC から求まります．したがって，

$$\text{MRS}_A + \text{MRS}_B = 2p > p \tag{3.19}$$

となり，パレート効率的な資源配分で満たすべき条件を満たしておらず，パレート効率的な配分が実現しないことがわかります．G が大きくなると $\partial u_A/\partial G$ が小さくなることから，最適な条件よりも限界代替率の和が小さいということは，公共財 G の供給量が過小になっていることがわかります．

3.1.3 解決策

公共財を自発的供給に任せた時に過小供給される問題に対する解決策はメカニズムデザインの分野でさまざまに考えられています．ここでは最も初期に考えられたメカニズムであるリンダールメカニズムについて考えましょう．

もし個人の限界代替率が政府にとって[(1)] 既知の情報であれば，この情報を使って公共財の過小供給の問題を解決することができます．いま，消費者 A と B の限界代替率に $2\text{MRS}_A = \text{MRS}_B$ という関係が成り立っているとしましょう．このとき，公共財を 1 単位生産する費用が消費者 A にとって $\frac{1}{3}p$，消費者 B にとって $\frac{2}{3}p$ となるように設定することができれば，消費者 A と B の最適化行動は $\text{MRS}_A = \frac{1}{3}p$，$\text{MRS}_B = \frac{2}{3}p$ となるように決まるはずですから，サミュエルソン条件を満たすことができ，パレート効率的な配分を達成することができます．

ただし一般には消費者 A と B の限界代替率は既知の情報ではありませんし，この情報を集めるために個人に申告してもらったとしても，消費者には正直に申告するインセンティブはありません．というのも，限界代替率を大きく申告してしまうと，リンダールメカニズムの下ではその分，

[(1)]政府でなくてもかまわないのですが，公共政策を扱う講義なので政府と呼ぶことにします．

負担が大きくなってしまう（公共財 1 単位あたりの生産費用を高く設定されてしまう）ことになるからです．

この問題を解決するため，メカニズムデザインでは正直に自分の選好を申告し，かつ政府の予算制約が満たされるようなメカニズムが検討されています．しかし，いまのところ実際の公共財生産においては消費者それぞれに選好に合わせた負担を求めるというよりは，一律の負担が求められます．

いま，消費者 A，B，C がいて，消費者 A は公共財に対する評価が低く，消費者 C は公共財に対する評価が高いとしましょう．このとき，公共財生産にかかる費用を一律に設定したとすると，サミュエルソン条件は満たされますが，自発的供給に任せたときにくらべてパレート改善するとは限りません．図 3.1 は消費者 A，B，C のそれぞれの公共財から得られる限界便益を描いています．

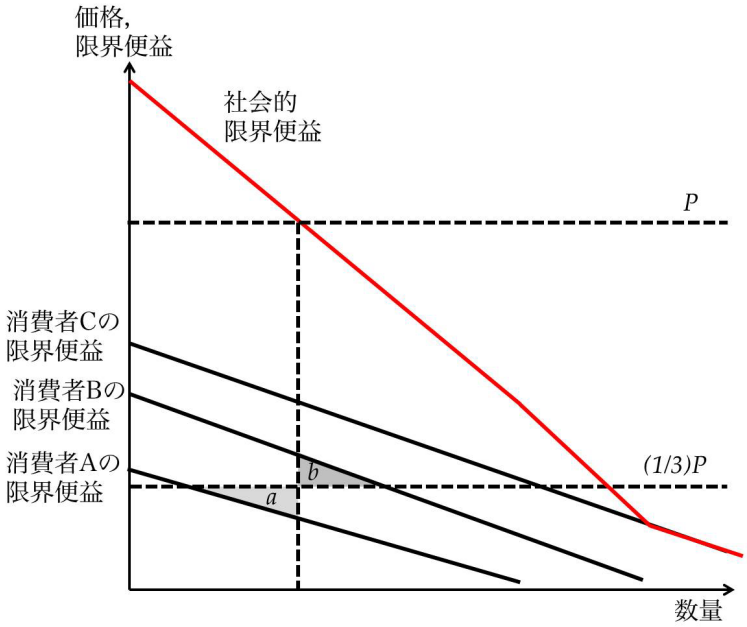


図 3.1: 等しい負担による公共財の調達

公共財の社会的限界便益は個人の限界便益の和になるので，消費者の限界便益を縦方向に足した赤い折れ線が社会的限界便益を表しています．いま，公共財生産の限界費用を p とすると，社会的限界便益曲線と限界費用曲線の交点で，社会的に望ましい公共財の量が求まります．公共財生産の限界費用を消費者 3 人で等分に負担し，それぞれが $(1/3)p$ だけ負担するとしましょう．そう

すると，消費者 A にとっては，社会的に望ましい公共財の量に対応する限界便益よりも負担のほうが大きいので，a の領域で示される損失を被ることになります．逆に消費者 B にとっては，社会的に望ましい公共財の量に対応する限界便益よりも負担のほうが小さいので，b の領域で示される損失を被ることになります．公共財の供給を自発的に任せておくと社会的に最適な量よりも過少になることがわかっていますから，消費者 A にとっては，自発的供給から社会的最適な水準への変更は効用が下がることになります．したがってこの変化はパレート改善にはなりません．

3.2 外部性

公共財とよく似た市場の失敗に外部性（externality）があります．外部性とは，ある経済主体の選択が，市場を介さずに他の経済主体に与える影響のことをいい，他の経済主体にプラスの影響を与えるとき正の外部性，マイナスの影響を与えるとき負の外部性といいます．このとき，経済主体というのは家計でも企業でもよいですし，影響を与えるのは効用でも生産水準でも構いません．

一般に，負の外部性をともなう財の生産や消費は過大になり，正の外部性をともなう財の生産や消費は過小になります．この点で，公共財は正の外部性の極端な例と考えることもできます．負の外部性をともなう財の生産や消費が過大になることは，もし外部性が市場取引できたとすれば，負の外部性の受け手はより少ない量を望むはずだ，ということから理解できるでしょう．

グラフで描くと図 3.2 のようになります．負の外部性をともなう財では，所与の生産量について私的限界費用よりも社会的限界費用が高くなりますから，需要曲線（社会的限界便益曲線）との交点で生産量が決まるとすると，外部性を考えずに生産が行われたときには，社会的最適な生産量よりも過剰な生産が行われます．

3.2.1 解決方法

外部性の解決方法としては 4 種類の方法が基本的です．

交渉： もし外部性の出し手と受け手が交渉できるのなら，交渉が外部性の取引の場となりうるのでパレート効率的な配分がもたらされる可能性があります．このことを示しているのがコース（Coase）の定理です．コースの定理では，もし取引費用がゼロで授権が明らかならば交渉がパレート効率的な配分をもたらすことが主張されます．この定理で注意すべきことの一つは，授権のあり方によって外部性の受け手と出し手のどちらが補償を支払う側になるかが

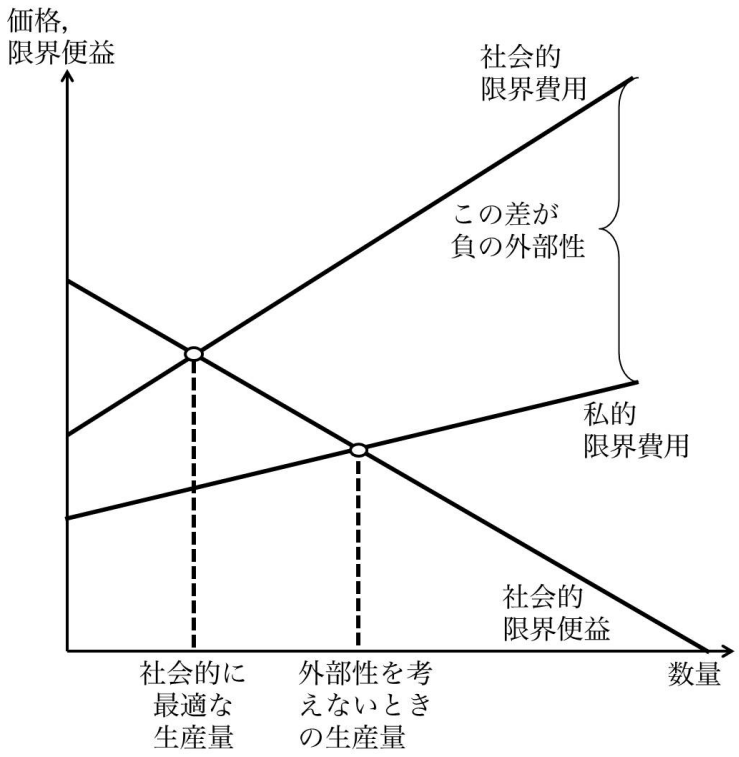


図 3.2: 負の外部性による過剰生産

変化するということです．たとえば上流の工場の排水によって下流の漁業者が被害を被っているとしましょう．工場の生産する権利のほうを認め，排水を流す権利を認めるとすれば，漁業者が工場に補償を行って排水を止めてもらうことになるでしょう．逆に，漁業者の権利を認め，清浄な水を得る権利を認めるとすれば，工場が漁業者に補償を行って排水を始めることになるでしょう．このように，コースの定理が成り立つ状況ではパレート効率的な配分が達成されますが，授権によって所得分配が異なります．いずれにしても，所有権の明確化が効率的な資源の配分に資することになります．

ただし，一般に交渉にともなう取引費用はゼロではありません．大規模な外部性であれば交渉のために弁護士などを雇わなければならないかもしれませんし，被害を証明する手間も費用もかかるでしょう．また，交渉結果は公共財になりますから，被害者が多くいるときにはそれぞれの被害者が交渉結果にただ乗りしようとして交渉自体が進まないかもしれません．被害の額は選好に依存しますから，選好を正直に申告するインセンティブがなければ交渉結

果は歪むでしょう．また授権（所有権の設定）が明らかでないかもしれません．

直接規制・数量割り当て： もし社会的な限界便益や限界費用が政府部門にとって既知であれば，パレート効率的な資源配分も政府にとっては既知の情報になりますから，そのような配分を直接規制によって達成させる方法もあります．実際にはパレート効率的な配分についての情報はないことがほとんどなので，直接規制によってパレート効率的な配分が達成されることは考えにくいですが，被害の拡大を防ぐための最低水準の設定や，施設や機器などの必置規制という形で直接規制の考え方は広く利用されています．ただし，直接規制では民間部門は規制をクリアすることのみを求めるため，負の外部性を減らすための研究開発が促進されないという欠点があります．

ピグー税・補助金： もし社会的な限界便益や限界費用が政府部門にとって既知であれば，私的限界便益や限界費用との差，すなわち外部性の大きさに対応するだけのピグー税やピグー補助金を設定することにより，私的限界便益や費用を社会的な限界便益や費用と等しくさせ，パレート効率的な配分を達成させることができます．ピグー税といったばあいには生産量に応じた税を課す仕組みを指しますが，市場均衡で実現する生産量からの減少量に応じた補助金を出すことによってもパレート効率的な生産量を達成させることができます．あるいは，パレート効率的な生産量を基準点としてそれ以上の生産に対してピグー税，それ以下の生産に対してピグー補助金を出すことにすれば，均衡では政府支出をゼロとしてパレート効率的な生産量を達成させることすら可能です．

直接規制と同様，ピグー税・補助金によってパレート効率的な配分を達成させるには政府部門は十分な情報を持つ必要があることから，実際にはこれらの税・補助金によってパレート効率的な配分が達成されるとは考えにくいですが，税・補助金は直接規制と異なり，技術革新によって税の減額や補助金の増額が見込まれることから，負の外部性を減らすための研究開発が促進されるとされています．

排出権取引： ピグー税は研究開発を促進するという長所を持っていますが，政府が十分な情報を持っていないときにはパレート効率的な配分はともかくとしても負の外部性を減少させることすら十分にできないかもしれません．外部性を減少させるだけなら直接規制のほうが有効かもしれません．そこでこの 2 つの仕組みを組み合わせたものとして考案されたのが排出権取引です．排出権取引では，負の外部性，とくに汚染物質を排出する権利を設定し，持って

いる権利の量に応じて排出が認められます．民間部門に出回る排出権の総量を制御することで，全体の排出量を抑えることが可能になります．低い費用で排出を削減することができる汚染者は排出権を売ることによって利得を得ますから，汚染を減らすための研究開発も促進されます．ただし，排出権取引を始めるときにそれぞれの汚染者に排出権をどのように初期分配するかは，所得分配の問題として政治的に困難な課題になりやすいところです．もちろん，初期配分がどうであっても，うまく機能すれば排出権取引ではパレート効率的な配分が達成されます．

3.2.2　社会的便益・費用と私的便益・費用の乖離

公共財においても外部性においても，分権化された意思決定のもとで実現する均衡ではパレート効率的な配分が達成されません．これは，社会的な限界便益・費用と，私的限界便益・費用が乖離していることが原因です．

公共財の例では，公共財を限界的に 1 単位生産する費用は p であり，これは私的にも社会的にも等しく認識されています．しかし，公共財を限界的に 1 単位生産した時の社会的限界便益は経済に存在する消費者の限界代替率の和になるのに対し，自発的に供給する消費者の私的限界便益は自分の限界代替率のみになり，他人の限界代替率の分だけ限界便益に乖離が発生しています．

負の外部性の例では，外部性をもたらす財の生産や消費の社会的限界費用には負の外部性（限界被害）が含まれるのに対し，私的限界費用にはこれが含まれず，そのために社会的限界費用と私的限界費用が乖離しています．外部性が考慮されないとき，市場で成立する価格は私的限界費用のみを考慮しており，社会的限界費用を表すシグナルとなっていません．

社会の立場から行う費用便益分析では，社会的限界費用や社会的限界便益を計測する必要があり，したがって公共財や外部性が存在するときには，市場で成立している価格をそのまま利用できないことになります．

第4章　厚生変化を測る尺度

4.1　補償変分と等価変分

費用便益分析では公共プロジェクトが発生させる便益と費用を同一の基準に数値化して比較します．便益を測る最も好ましい方法は効用の変化を測定することですが，効用そのものは本来は序数的な概念なので，効用そのままでは数値化するには向いていません．そこで，効用水準を表すために支出関数を考えます．

支出関数は，財の価格ベクトル p が所与のときに効用水準 u を達成するために必要な所得の最小値を与える関数です．必要な所得の「最小値」を与えることから，支出関数には個人が効用最大化問題を解いていることが前提となっていることに注意しましょう．2 財モデルでは，$E(p_1, p_2, u)$ と表現できます．

消費者を取り巻く環境が変わって行動が変化し，効用が変化したとしましょう．ここで「環境の変化」が，財 1 の価格 p_1 の $p_1^0 \to p_1^1$ という変化と，所得の $M^0 \to M^1$ という変化であるとします．この環境変化によって効用水準が $u^0 1$ から u^1 へ変化したとすると，この変化は支出関数を使うと

$$E(p_1^0, p_2, u^0) \to E(p_1^1, p_2, u^1) \tag{4.1}$$

と表現されます．この支出関数の変化は，価格 p_1 の変化と，効用 u の変化をともに含んでいますから，このままでは効用の変化を表す指標としては好ましくありません．じっさい，もし $u^0 = u^1$ であったとしても，価格が異なれば同じ効用を達成するのに必要な所得額が変化するため，支出関数の値は異なってしまいます．そのような状況を避け，効用の変化による支出関数の変化を考えるには，変化の前と後を同じ価格ベクトルで評価する必要があります．基準となる価格ベクトルは任意のものでかまわないのですが，一般には変化の前の価格ベクトルか，もしくは変化の後の価格ベクトルを使います．変化前の価格ベクトルで評価した支出関数の変化を等価変分（EV: Equivalent Variation），変化後の価格ベクトルで評価した支出関数の変化を補償変分（CV: Compensated Variation）と呼び

ます．式で書けば，

$$\text{等価変分：}EV = E(p_1^0, p_2, u^1) - E(p_1^0, p_2, u^0) \tag{4.2}$$

$$\text{補償変分：}CV = E(p_1^1, p_2, u^1) - E(p_1^1, p_2, u^0) \tag{4.3}$$

となります．等価変分は変化前の価格ベクトルを基準としているので，変化に対する受入意志額（WTA: Willingness to Accept），補償変分は変化後の価格ベクトルを基準としているので，変化に対する支払意志額（WTP: Willingness to Pay）に対応しているといわれることもあります．

さて，いま財 1 の価格のみが変化したとすると，効用の変化をグラフ上で表現できるか，需要曲線とどのような関係にあるのかを考えてみましょう．まず等価変分から始めます．等価変分の定義式に変化後の所得を足して引いてみます．ここで，変化後の所得は $M_1 = E(p_1^1, p_2, u^1)$ なので，

$$\begin{aligned} EV &= E(p_1^0, p_2, u^1) - E(p_1^0, p_2, u^0) \\ &= E(p_1^0, p_2, u^1) - E(p_1^1, p_2, u^1) + M_1 - E(p_1^0, p_2, u^0) \\ &= E(p_1^0, p_2, u^1) - E(p_1^1, p_2, u^1) + M_1 - M_0 \end{aligned} \tag{4.4}$$

と変形できます．最初の 2 項は，p_2 と u^1 が共通なのでこれらを定数とみると，変数 p_1 についての関数 E の定積分の形をしているので，E が原始関数となるような導関数を考えると，

$$\begin{aligned} EV &= E(p_1^0, p_2, u^1) - E(p_1^1, p_2, u^1) + M_1 - M_0 \\ &= \int_{p_1^1}^{p_1^0} \frac{\partial}{\partial p_1} E(p_1, p_2, u^1) dp_1 + M_1 - M_0 \end{aligned} \tag{4.5}$$

となります．支出関数を価格で偏微分すると補償需要関数になる（シェパードの補題：Shephard's lemma）ので，補償需要関数を x^c で表すと，

$$\begin{aligned} EV &= \int_{p_1^1}^{p_1^0} \frac{\partial}{\partial p_1} E(p_1, p_2, u^1) dp_1 + M_1 - M_0 \\ &= \int_{p_1^1}^{p_1^0} x_1^c(p_1, p_2, u^1) dp_1 + M_1 - M_0 \end{aligned} \tag{4.6}$$

と変形することができます．もし名目所得が変化しなければ最後の 2 項の差はゼロになりますから，等価変分は補償需要関数の積分で表現できることになります．積分はふつうは「関数のグラフの下の部分の面積」を表しますが，補償需要関数のばあいはふつうの関数のグラフと縦横が逆なので，等価変分は「補償需要関数の左側の部分の面積」に対応します．

補償変分についても同様の式変形を行ってみましょう．補償変分の定義式に変化前の所得を引いて足してみます．ここで，変化前の所得は $M_0 = E(p_1^0, p_2, u^0)$ なので，

$$\begin{aligned} CV &= E(p_1^1, p_2, u^1) - E(p_1^1, p_2, u^0) \\ &= E(p_1^1, p_2, u^1) - M_0 + E(p_1^0, p_2, u^0) - E(p_1^1, p_2, u^0) \\ &= M_1 - M_0 + E(p_1^0, p_2, u^0) - E(p_1^1, p_2, u^0) \end{aligned} \tag{4.7}$$

と変形できます．最後の 2 項は，p_2 と u^0 が共通なのでこれらを定数とみると，変数 p_1 についての関数 E の定積分の形をしているので，E が原始関数となるような導関数を考えると，

$$\begin{aligned} CV &= M_1 - M_0 + E(p_1^0, p_2, u^0) - E(p_1^1, p_2, u^0) \\ &= M_1 - M_0 + \int_{p_1^1}^{p_1^0} \frac{\partial}{\partial p_1} E(p_1, p_2, u^0) dp_1 \end{aligned} \tag{4.8}$$

となります．シェパードの補題より，

$$\begin{aligned} CV &= M_1 - M_0 + \int_{p_1^1}^{p_1^0} \frac{\partial}{\partial p_1} E(p_1, p_2, u^0) dp_1 \\ &= M_1 - M_0 + \int_{p_1^1}^{p_1^0} x_1^c(p_1, p_2, u^0) dp_1 \end{aligned} \tag{4.9}$$

と変形することができます．もし名目所得が変化しなければ最初の 2 項の差はゼロになりますから，補償変分も補償需要関数の積分で表現できることになり「補償需要関数の左側の部分の面積」に対応します．

等価変分と補償変分はともに補償需要関数の左側の面積に対応しますが，基準となる効用水準が異なるので面積は異なります．いま，$p_1^0 > p_1^1$ として，変化によって財 1 の価格が下落して，効用が増加した状況を考えてみましょう．このとき，図 4.1 の左側の曲線が，変化前の効用水準による補償需要関数を表し，この左側が補償変分に対応します．また，右側の曲線が変化後の補償需要関数で，この左側が等価変分に対応します．この図からわかるように，財 1 が上級財であれば，価格の下落について補償変分よりも等価変分のほうが大きな値をとります．

逆に，p_1^0 が変化後，p_1^1 が変化前の価格であり，財 1 の価格が上昇して，効用が減少したとしましょう．このときには，図 4.1 の右側の曲線が変化前の効用水準による補償需要関数，左側の曲線が変化後の補償需要関数となります．したがって変分の絶対値（グラフに現れる面積）でみると等価変分よりも補償変分のほうが大きな値となります．ただし，この場合には等価変分・補償変分はマイナスの値を取りますから，大小関係では等価変分のほうが大きいといえます．

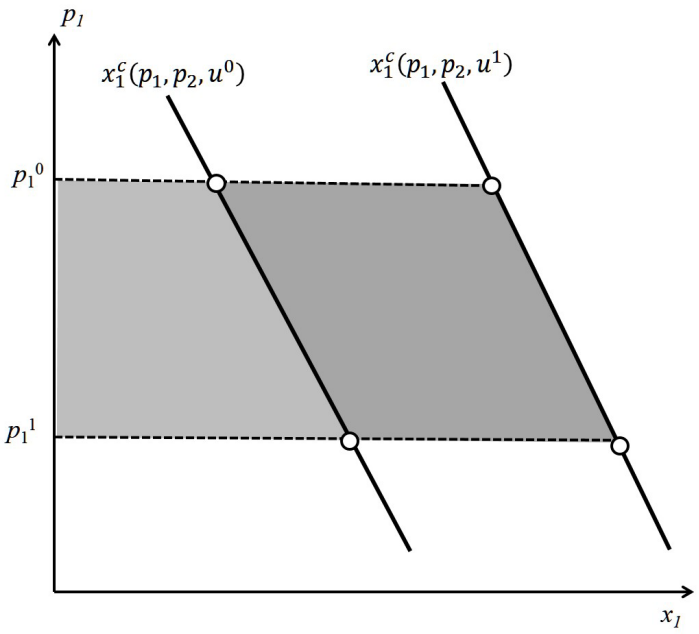


図 4.1: 等価変分と補償変分

等価変分と補償変分は，ともに支出関数から求められ，基準とする価格ベクトルが異なるだけなので，どちらかのほうが優れた指標であるということは一概に言えません．ただし費用便益分析では，分析が公共プロジェクト実施の前に行われることから，観測可能な変化前の価格を用いる等価変分を用いるほうが容易です．補償変分を用いるには，公共プロジェクト実施後の価格ベクトルを予想しなくてはならないからです．また，現状を変化させるいくつかのプロジェクトを比較することを考えた場合，それぞれのプロジェクト実施後の価格ベクトルを用いてはプロジェクト間比較が難しいため，変化前の価格という共通の指標を用いることができる等価変分が用いられることが多いようです．

4.2 消費者余剰

完全市場が成り立っていない財市場への介入は公共プロジェクトの存在理由の一つですが，公共プロジェクトの対象となる財が消費者にとっては「小さな」存在であれば，より簡単な厚生の尺度を考えることができます．「小さな」というのは，その財の市場のありようが変化することが他の財の消費行動に影響せず，経済全体にも影響が及ばないような状態を指すものとしましょう．

いま，そのような「小さな」市場にある財を財 1 とし，その他の財をすべてまとめた合成財を財 2 としましょう．財 2 の価格を 1 に基準化し，ニュメレール財とします．財 1 の価格を p とします．このとき，財 1 の消費 x_1 から得られる便益をニュメレールである財 2 で測った大きさを $v(x_1)$ とします．別の言い方をすれば，財 1 と財 2 の消費が $(x_1, x_2) = (0, 0)$ であることと，財 1 を x_1 だけ消費するために財 2 を $v(x_1)$ だけ失うことが無差別であるとします．よって，$v(0) = 0$ が成り立ちます．さらに，選好が財 2 について準線形（quasi-linear）であるとき，この選好は単調変換 f を用いて

$$u(x_1, x_2) = f(v(x_1) + x_2) \tag{4.10}$$

と表わされます [(1)]．一般に効用関数を単調変換した関数も同じ選好を表わしますから，ここでは，

$$u(x_1, x_2) = v(x_1) + x_2 \tag{4.11}$$

であるとしましょう．この効用関数から限界代替率を求めると，

$$\text{MRS} = \frac{\partial u/\partial x_1}{\partial u/\partial x_2} = v'(x_1) \tag{4.12}$$

となり，ニュメレールである財 2 の量に依存しません．効用最大化の 1 階の条件は限界代替率が価格と等しい，

$$v'(x_1) = p \tag{4.13}$$

ですから，需要関数は財 1 の価格のみに依存し，所得に依存しないことがわかります．すなわち，財 1 の価格が変化したとき，財 1 の消費量の変化には代替効果のみが働き，所得効果は働かないことになります．

さて，財 1 を x_1 買っている状態から，さらに Δx_1 だけ買い足すとニュメレールで測った便益はどれほど増加するか考えてみましょう．財 2 で測った限界的な便益の増加分は，$v(x_1)$ の定義から $v'(x_1)\Delta x_1$ となります．また，Δx_1 だけ買い足すためには財 2 を $p\Delta x_1$ だけ手放さなくてはなりません．したがって便益の純増加分は

$$v'(x_1)\Delta x_1 - p\Delta x_1 \tag{4.14}$$

となります．この計算を財 1 をまったく持っていない状態，$x_1 = 0$ から順々に行っていくと，財 1 を $\overline{x_1}$ まで増やしたときの純便益は

$$\int_0^{\overline{x_1}} (v'(x_1) - p)dx_1 \tag{4.15}$$

[(1)] この導出については，林（2007，第 6 章）を見てください．

となります．$v'(x_1)$ の原始関数は $v(x_1)$ であり，また $v(0) = 0$ ですから，この定積分は

$$\int_0^{\overline{x_1}} (v'(x_1) - p)dx_1 = v(\overline{x_1}) - p\overline{x_1} \tag{4.16}$$

と書き直すことができます．効用最大化の FONC から，$v'(x_1) = p$ は通常の需要関数（補償需要関数ではない）に対応していますから，第 1 項は需要関数の下側の面積，第 2 項は消費点と原点を対角にもつ長方形の面積に対応します．すなわち，準線形の選好では，財 1 の消費から得られる便益はちょうど消費者余剰（consumer surplus）に等しくなります．通常の需要関数と補償需要

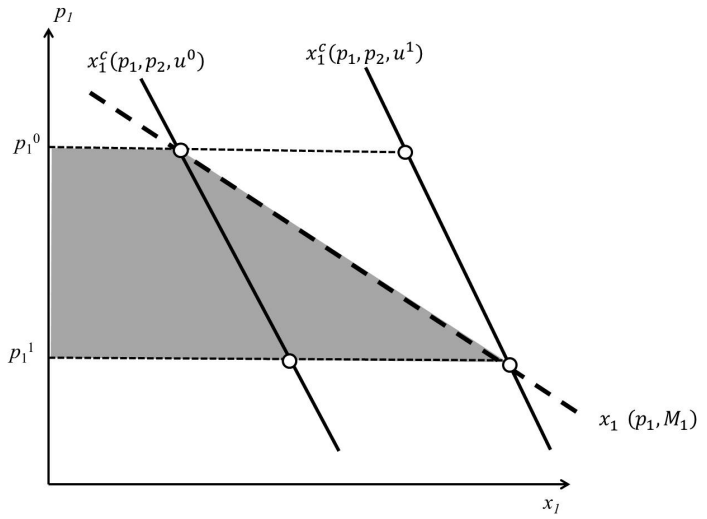


図 4.2: 消費者余剰と等価変分・補償変分

関数を重ねて描くと図 4.2 のようになります．スルツキー分解を考えてみるとわかるように，準線形の選好では補償需要関数と通常の需要関数が一致します．したがってこのとき，消費者余剰と等価変分と補償変分は同じ値となり，消費者余剰が便益の指標となります．選好が準線形でなければ，補償需要関数と通常の需要関数は一致しませんから，消費者余剰は等価変分とも補償変分とも一致せず，等価変分と補償変分の間の値をとります．

実際の費用便益分析では，取り扱っている財の市場が経済全体に対して十分に小さいことも多いので，対象としている財の市場の通常の需要曲線と供給曲線のみを考慮することもしばしばです．そのような分析を部分均衡分析と呼びます．部分均衡分析では需要への所得効果は捨象されており，消費者余剰が便益の指標とみなされます．

第5章　政策効果の波及

5.1　帰着ベースと発生ベース

公共プロジェクトはしばしば直接対象となる市場以外の市場にも影響を及ぼします[1]．そのとき，どの影響については計上し，どの影響については計上しないのかを知らなければ，費用や便益を二重計上したり，あるいは見落としたりすることになります．ここでは，このような政策の波及の効果をどのようなときに費用便益分析に計上するかを説明します．

その説明の前に，とくに公共投資の便益計測手法には帰着ベースと発生ベースの 2 種類があることを確認しておきましょう．帰着ベースの計測というのは，公共プロジェクトの波及効果をすべて追跡し，どの個人にどれほど帰着するかを見極めたうえで，その便益を計測します．つまり公共プロジェクトの実施による各個人の効用水準の変化を計測するものです．プロジェクトの評価の原則としては理想的であり，公平性を考慮することもできますが，その計測には詳細なデータが必要です．実際の分析では応用一般均衡分析などを用いますが，帰着ベースの計測に必要なデータが必ずしも十分には入手できるとは限らないので，分析の精度には疑問が残りますし，推計に当たってさまざまな仮定を置くことになることから，推計者が結果を操作する可能性も否定できません．そのため，帰着ベースの分析結果は，いまのところ参考資料程度にしか扱われず，政策担当者に供する主たる結果とはなっていないのが現状です．

発生ベースの手法とはこれに対し，便益が発生した市場でその便益の大きさを計測する手法です．消費者余剰アプローチやヘドニック推定，CVM も発生ベースの手法です．発生ベースの推計では，誰にどの程度の便益が帰着したかは計測せずに分析しますから，公平性の問題は原理的に扱うことができません．しかし，推計者が結果を操作する余地が帰着ベースの分析に比べて小さく，精度が相対的に高いことから，実際の費用便益分析では発生ベースの手法が圧倒的に中心と

[1]今回の内容は，金本良嗣．1996．交通投資の便益評価・消費者余剰アプローチ．日交研シリーズ A-201，日本交通政策研究会（http://www3.grips.ac.jp/~kanemoto/BenNKK.pdf），赤井伸郎・金本良嗣．1999．費用便益分析における地域開発効果．社会資本整備の費用便益分析に係わる経済学的基本問題研究会「費用便益分析に係わる経済学的基本問題」報告書第 4 章，（http://www3.grips.ac.jp/~kanemoto/bc/SEC4.PDF）に基づいています．

なっています．このことは公平性を無視してもよいということを含意しているというよりも，精度の低い分析をもとに意思決定することが望ましくないということを示しています．

5.2　異なる市場への波及効果：First-best のばあい

5.2.1　一般化費用

前回説明したように，選好が準線形であるという仮定を置くと消費者余剰は厚生変化の正確な指標となります．また，計測等に伴う誤差を考慮すれば，等価変分と補償変分と消費者余剰の違いは大きなものではないと考えられることから，実際の費用便益分析では消費者余剰を便益測定の指標として用いることがしばしばです．

消費者余剰を求めるときには価格と需要量の関係を用いましたが，ここでは，サービスの入手に必要な貨幣以外の費用を含めた一般化費用を考えます．道路整備という公共プロジェクトを例にとると，通常の価格には道路料金・ガソリン代などが該当しますが，一般化費用にはこれらに加えて，時間費用，サービス頻度，確実性，快適性などを貨幣換算した額が含まれます．以下の部分均衡分析では，需要関数や供給関数は，おおむねこの一般化費用に対して設定されます．

5.2.2　数式による展開

設定

政策効果の波及を検討するために，3 財からなるモデルを考えます．公共プロジェクトが直接介入する市場の財を財 1 とします．たとえば高速道路の利用を財 1 として，道路整備などの公共プロジェクトによって時間が短縮され一般化費用が低下するという状況を考えるとよいでしょう．効果が波及する市場の財を財 2 とします．財 1 を高速道路利用とするとき，財 2 は並走する一般道の利用が考えられます．高速道路の一般化費用が低下することで高速道路の利用が増加し，これに対応して一般道の利用は減少すると考えられます．この 2 つの道路サービス以外のすべての財を合成した財を財 3 とし，財 3 の価格を $p_3 = 1$ に基準化します．

消費者の選好は財 1 と財 2 の組合せと財 3 について準線形で

$$u(x_1, x_2, x_3) = v(x_1, x_2) + x_3 \tag{5.1}$$

とします．予算制約は所得を M として

$$M = p_1 x_1 + p_2 x_2 + x_3 \tag{5.2}$$

となります．効用最大化問題を解くと一階の必要条件から

$$\frac{\partial v}{\partial x_1}(x_1, x_2) = p_1 \tag{5.3}$$
$$\frac{\partial v}{\partial x_2}(x_1, x_2) = p_2 \tag{5.4}$$

が得られますから，ここから需要関数

$$x_1 = x_1^*(p_1, p_2) \tag{5.5}$$
$$x_2 = x_2^*(p_1, p_2) \tag{5.6}$$

を得ることができます．選好が財 3 について準線形と仮定されているので，財 1 と財 2 の需要関数は財 1 と財 2 の価格のみに依存し，所得効果はありません．

財 1 と財 2 の生産にかかる可変費用については以下のように仮定します．財 1 については費用は $C_1(x_1) = p_1 x_1$ と 1 次関数で与えられ，財 2 については通常の $C_2(x_2) = c(x_2)$ で与えられるとします [(2)]．いま，財 1，財 2，財 3 の市場がすべて完全で，供給関数は一般化費用と限界費用が等しくなるように決まっていると仮定しましょう．このように市場がすべて完全である場合を最善（first-best）である，といいます [(3)]．この first-best のケースでは供給曲線について

$$p_1 = c_1 \tag{5.7}$$
$$p_2 = c_2'(x_2) \tag{5.8}$$

が成立します．

展開

この設定のもとで，公共プロジェクトによって財 1 の限界費用 c_1 が変化したときに余剰や厚生がどのように変化するかを考えてみましょう．そのために，各財の生産量や余剰が限界費用 c_1 によってどのように表現されるかをみてみます．

[(2)]財 3 については明示的に考慮しませんが，1 次関数で表わされると仮定しておけばよいと思います．
[(3)]First-best であれば公共プロジェクトによる介入は必要ないのですが，今回はそこは目をつぶることにしましょう．

まず財 2 の市場について需要と供給が一致するところで消費量が決まるとすると，需要関数が $x_2 = x_2^*(p_1, p_2)$，供給関数が $p_2 = c_2'(x_2)$ だったので，需要と供給が一致するという市場均衡条件から

$$p_2 = c_2'(x_2^*(p_1, p_2)) \tag{5.9}$$

が成り立ちます．この式は p_1 と p_2 の関係を陰伏的に（implicit）表現しているので，p_2 について陽表的に（explicit）表すと，

$$p_2 = p_2^*(p_1) \tag{5.10}$$

と表現することができます．同様に財 1 の市場均衡条件から $p_1 = c_1$ が成り立つので，上式に代入すると，

$$p_2 = p_2^*(c_1) \tag{5.11}$$

が成り立ちます．これを財 1 と財 2 の需要関数に代入すると，

$$x_1 = x_1^*(c_1, p_2^*(c_1)) \tag{5.12}$$

$$x_2 = x_2^*(c_1, p_2^*(c_1)) \tag{5.13}$$

となり，均衡での財 1，財 2 の需要量を限界費用 c_1 によって表現することができます．なお，財 1 の価格と財 2 の価格には (5.10) の関係が成り立っているので，こちらを需要関数に代入すると，

$$x_1 = x_1^*(p_1, p_2^*(p_1)) \tag{5.14}$$

$$x_2 = x_2^*((p_2^*)^{-1}(p_2), p_2) \tag{5.15}$$

というように [4]，それぞれの市場の需要をそれぞれの価格（一般化費用）のみで表現することができます．この需要関数は他の財市場での均衡条件を考慮している，つまり他の市場へ波及効果を考慮した需要関数で，一般均衡需要関数と呼ばれます．

さて，均衡での財 1，財 2 の需要量が限界費用 c_1 によって表現されたので，余剰を計算してみましょう．限界費用 c_1 によって表現された均衡での財 1，財 2 の需要量を効用関数に代入すると，

$$\begin{aligned} u(x_1, x_2, x_3) &= v(x_1, x_2) + x_3 \\ &= v(x_1, x_2) + M - p_1 x_1 - p_2 x_2 \\ &= v(x_1^*(c_1, p_2^*(c_1)), x_2^*(c_1, p_2^*(c_1))) \\ &\quad + M - c_1 x_1^*(c_1, p_2^*(c_1)) - p_2^*(c_1) x_2^*(c_1, p_2^*(c_1)) \end{aligned} \tag{5.16}$$

[4] $(p_2^*)^{-1}$ は p_2^* の逆関数を表わします．

限界費用 c_1 を変化したときの余剰の変化を知りたいのでこれを c_1 で微分すると，

$$\begin{aligned}\frac{du}{dc_1} &= \frac{\partial v}{\partial x_1}\frac{dx_1^*}{dc_1}+\frac{\partial v}{\partial x_2}\frac{dx_2^*}{dc_1}\\ &\quad -\left(x_1^*(c_1,p_2^*(c_1))+c_1\frac{dx_1^*}{dc_1}\right)-\left(\frac{dp_2^*}{dc_1}x_2^*(c_1,p_2^*(c_1))+p_2^*(c_1)\frac{dx_2^*}{dc_1}\right)\end{aligned} \tag{5.17}$$

効用最大化の 1 階の条件から，$\partial v/\partial x_1 = p_1 = c_1$，$\partial v/\partial x_2 = p_2^*(c_1)$ なので，

$$\begin{aligned}\frac{du}{dc_1} &= c_1\frac{dx_1^*}{dc_1}+p_2^*(c_1)\frac{dx_2^*}{dc_1}\\ &\quad -\left(x_1^*(c_1,p_2^*(c_1))+c_1\frac{dx_1^*}{dc_1}\right)-\left(\frac{dp_2^*}{dc_1}x_2^*(c_1,p_2^*(c_1))+p_2^*(c_1)\frac{dx_2^*}{dc_1}\right)\\ &= -x_1^*(c_1,p_2^*(c_1))-\frac{dp_2^*}{dc_1}x_2^*(c_1,p_2^*(c_1))\end{aligned} \tag{5.18}$$

次に，生産者余剰を考えましょう．財 1 の生産の限界費用は一定で，価格（一般化費用）と等しいとされているので，財 1 についての生産者余剰 [5] はゼロです．財 2 については，生産者余剰は

$$\pi_2 = p_2x_2 - C_2(x_2) \tag{5.19}$$

ですから，限界費用 c_1 によって表現された均衡での財 1，財 2 の需要量を代入すると，

$$\pi_2 = p_2^*(c_1)x_2^*(c_1,p_2^*(c_1)) - c_2(x_2^*(c_1,p_2^*(c_1))) \tag{5.20}$$

なので，限界費用 c_1 を変化したときの余剰の変化を知りたいのでこれを c_1 で微分すると，

$$\frac{d\pi_2}{dc_1} = \frac{dp_2^*}{dc_1}x_2^*(c_1,p_2^*(c_1))+p_2^*(c_1)\frac{dx_2^*}{dc_1}-c_2'(x_2)\frac{dx_2^*}{dc_1} \tag{5.21}$$

供給側の条件 $p_2 = c_2'(x_2)$ から，

$$\begin{aligned}\frac{d\pi_2}{dc_1} &= \frac{dp_2^*}{dc_1}x_2^*(c_1,p_2^*(c_1))+p_2^*(c_1)\frac{dx_2^*}{dc_1}-p_2\frac{dx_2^*}{dc_1}\\ &= \frac{dp_2^*}{dc_1}x_2^*(c_1,p_2^*(c_1))\end{aligned} \tag{5.22}$$

となります．

ここで総余剰 S の変化を消費者余剰とと生産者余剰の変化の和と定義すると，

$$\frac{dS}{dc_1} = \frac{du}{dc_1}+\frac{d\pi_2}{dc_1} = -x_1^*(c_1,p_2^*(c_1)) \tag{5.23}$$

となることから，公共プロジェクトが直接介入した財 1 の一般均衡需要関数の値に等しくなります．したがって，財 1 と財 2 の市場が完全であれば，波及効果のある財 2 の市場での余剰の変化は

[5] 生産の固定費用がなければ利潤に等しくなります．

考慮しなくてもよいことになります．ここでは c_1 の微小な変化のみを考慮していますが，c_1 が大きく変化した場合には，財 1 の一般均衡需要関数の左側の面積が厚生変化に対応しますから，一般均衡需要関数で考えた消費者余剰が波及効果を含めた厚生変化を表す尺度となります．

5.2.3 グラフによる表現

First-best の経済では公共プロジェクトから波及する間接効果は相殺されるために計上しなくてもよいことについて，グラフを用いてみてみましょう．設定は上述の通りですが，財 3 はその他の財からなる合成財なので，財 1 と財 2 についてだけ部分均衡分析を行います．ここでは公共プロジェクトによって財 1 の価格が p_1^0 から p_1^1 に変化したとしましょう．

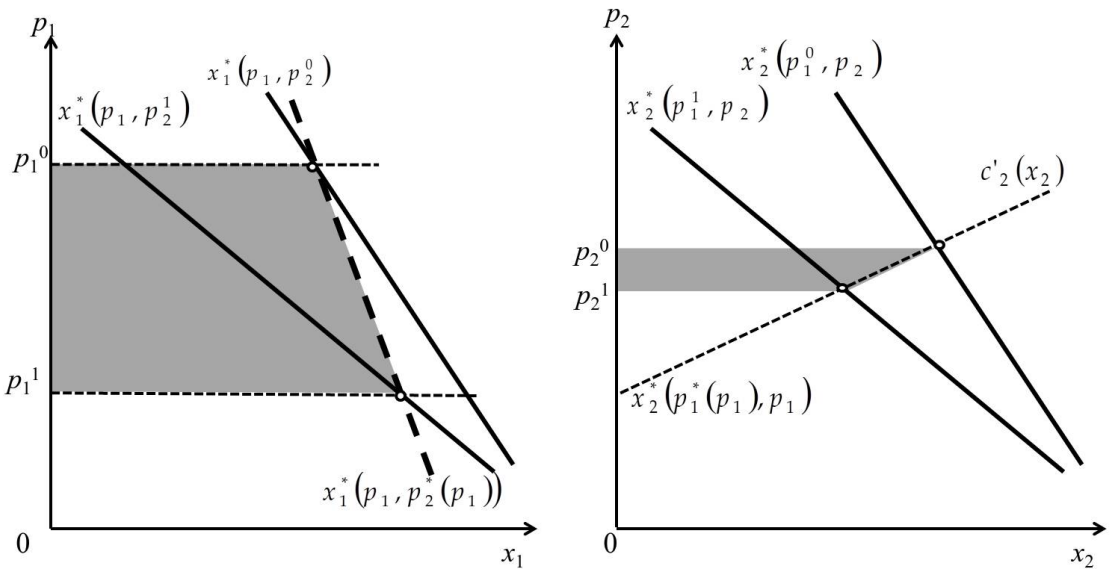


図 5.1: First-best での間接効果の相殺

図 5.1 の左側の図は公共プロジェクトが直接介入する市場を表わしています．上の例では高速道路にあたります．右側の図が波及効果を受ける財の市場，上の例では並行して走る一般道を表わしています．記法は上記の数式と同じで，一般化価格に対応する需要曲線と限界費用曲線が描かれています．公共プロジェクトが行われる前の状況を上添え字の 0，後の状況を上添え字の 1 で表わします．準線形の選好を仮定していることから，財 1 と財 2 の需要には所得効果が働かず，通常の需要曲線と補償需要曲線が一致し，等価変分・補償変分・消費者余剰が一致していることに

注意しましょう．

公共プロジェクトが行われる前では，財 1 の価格は p_1^0，財 2 の価格は p_2^0 となっており，それぞれの需要曲線は $x_1^*(p_1, p_2^0), x_2^*(p_1^0, p_2)$ でした．公共プロジェクトにより財 1 の一般化費用が低下し，財 1 の価格が p_1^1 に変化したとするのですから，この価格低下により財 1 の消費量が増加します．上の例では，高速道路を利用する人が増加します．財 1 の消費量が増加すると，このケースでは代替関係にある財 2 の消費量が減る，この例では並行する一般道を走行する人が減少します．財 2 の需要曲線は財 2 の一般化費用に対して定義されていますから，図 5.1 の右側の財 2 市場では需要曲線が左にシフトします．財 2 の生産についての限界費用曲線が右上がりだと仮定すると，消費量は限界費用曲線に沿って減少し，価格も低下します．財 2 の価格の低下は，代替関係にある財 1 の消費量を減少させるので，図 5.1 の左側の財 1 市場では需要曲線が左にシフトします．この左シフトは財 2 の市場に代替関係を通じて波及しますが，このような財 1 と財 2 の市場間の効果の波及が均衡に達して，そこでは財 1 の価格は p_1^1，財 2 の価格は p_2^1 となったとしましょう．このとき，それぞれの需要曲線は $x_1^*(p_1, p_2^1), x_2^*(p_1^1, p_2)$ となります．

財 1 の市場についてみると，需要曲線のシフトは財 2 の価格 p_2 の変化がもたらしたものであると同時に，財 2 の価格 p_2 は財 1 の価格 p_1 によって規定されています．したがって，財 2 市場での変化を織り込んだ上での，財 1 の価格に対する財 1 の消費量の軌跡として描かれる需要曲線を考えることができます．これが一般均衡需要曲線 $x_1^*(p_1, p_2^*(p_1))$ であり，図 5.1 の左側では破線で表わされています．$p_1 = p_1^0$ のときの消費量は $x_1^*(p_1^0, p_2^0)$，$p_1 = p_1^1$ のときの消費量は $x_1^*(p_1^1, p_2^1)$ なので，一般均衡需要曲線はこの 2 点を通ります．

同じように財 2 の市場についても一般均衡需要曲線を描くことができます．$p_2 = p_2^0$ のときの消費量は $x_2^*(p_1^0, p_2^0)$，$p_2 = p_2^1$ のときの消費量は $x_2^*(p_1^1, p_2^1)$ なので，一般均衡需要曲線はこの 2 点を通り，限界費用曲線 $c'(x_2)$ に一致します．

消費者余剰を一般均衡需要曲線をもとに考えると，図 5.1 の灰色の部分になります．左側の財 1 の市場では生産者余剰は常にゼロなので，総余剰は消費者余剰の変化分である灰色の部分に対応します．右側の財 2 の市場では消費者余剰の増加分は灰色の台形部分になりますが，これはちょうど生産者余剰の減少分にあたります．したがって，財 2 の市場では消費者余剰の増加分と生産者余剰の減少分がちょうど相殺して，総余剰の変化はゼロになります．

それゆえ，財 1 に対する公共プロジェクトの便益は，財 1 の一般均衡需要曲線で測った消費者余剰のみになり，財 2 の消費の変化にともなう余剰の変化は便益として計上しなくてよい，ということになります．

5.3 異なる市場への波及効果：Second-best のばあい

財 1 に対する公共プロジェクトの便益については，効果が波及する財 2 の消費の変化にともなう余剰の変化は便益として計上しなくてよい，ということは，財 1 と財 2 の市場が完全であり first-best の状態だ，ということに依存します．財 1 や財 2 の市場が完全でなければ，財 2 の市場に現れる波及効果を便益として計上する必要があります．市場が完全でないなかで最適化問題が解かれたあとの均衡のことを second-best と呼びます．

5.3.1 数式による展開

First-best とほぼ同じ設定を使って，財 2 の市場が完全でないときに波及効果をどのように計算すればいいかを考えましょう．

財 2 の市場に楔（wedge）t が存在して，消費者が直面する価格と生産者が直面する価格が異なるとします．ここでは p_2 は消費者価格（一般化費用）を表すとし，生産者価格は p_2 よりも t だけ大きいとします．このとき，供給側の利潤最大化の条件から

$$c_2'(x_2) = p_2 + t \tag{5.24}$$

が成り立ちます．楔 t は市場の不完全性によって発生するものですが，たとえば負の外部性が存在する，補助金がある，といったばあいには $t > 0$ があてはまることになります．上の例では並行する一般道の一般化費用を考えていますから，社会的に適切な水準に比べて混雑税が低い，というばあいにも $t > 0$ となります．ここでは t は定数としておきます．

さて，消費者余剰については first-best のケースとほとんど同じです．財 2 の市場均衡条件から，(5.10) 式は $p_2 = p_2^*(p_1, t)$ となりますが，その後の式展開はほぼ同様であって，効用の変化は

$$\frac{du}{dc_1} = -x_1^*(c_1, p_2^*(c_1, t)) - \frac{dp_2^*}{dc_1} x_2^*(c_1, p_2^*(c_1, t)) \tag{5.25}$$

となります．生産者余剰の変化も同様の式展開により，

$$\frac{d\pi_2}{dc_1} = \frac{dp_2^*}{dc_1} x_2^*(c_1, p_2^*(c_1, t)) \tag{5.26}$$

となります．First-best の世界では消費者余剰の変化と生産者余剰の変化の和によって総余剰の変化が定義されましたが，ここでは財 2 の市場にある楔がもたらす変化を総余剰に加える必要があります．楔が税によるものであれば税収の変化です [6] し，外部性によるものであれば外部性がも

[6] 税収は一括補助金として消費者に還付される，というよくある仮定を置きます．

たらす消費や生産の変化に対応します．補助金だと考えると，補助を出しているぶんだけ余剰が減るので[7]，$T = -tx_2$ だけ総余剰が増えます[8]．c_1 の変化による効果を考えると，

$$\frac{dT}{dc_1} = -t\frac{dx_2^*}{dc_1} \tag{5.27}$$

となりますから，総余剰の変化は

$$\frac{dS}{dc_1} = \frac{du}{dc_1} + \frac{d\pi_2}{dc_1} + \frac{dT}{dc_1} = -x_1^*(c_1, p_2^*(c_1)) - t\frac{dx_2^*}{dc_1} \tag{5.28}$$

で与えられます．First-best のばあいと比較すると，第 2 項 $-t \times dx_2^*/dc_1$ が追加されています．これは財 2 の市場にある楔の変化に対応しています．高速道路と並走する一般道の例で考えてみましょう．需要が代替関係にあるので，高速道路の一般化費用 c_1 が下がると一般道の通行量は減る，すなわち $dx_2^*/dc_1 > 0$ という関係にあります．$t > 0$ は社会的に適切な水準に比べて混雑税が低いことを表わしているとしましょう．そうすると，高速道路の一般化費用 c_1 の低下は，財 1 の一般均衡需要曲線で示される財 1 市場での便益の増加に加えて，$t(dx_2^*/dc_1)$ だけ便益を増加させることを示しています[9]．これは，一般道の通行量が減ることにより，混雑税が低すぎるという社会的な費用が減少したことに対応しています．

総余剰の変化に財 2 の市場にある楔の変化が与える効果の方向性は，第 2 項 $-t \times dx_2^*/dc_1$ の符号に依存します．もし高速道路と並走する一般道の例でも，なんらかの理由により需要が補完関係にあれば，$dx_2^*/dc_1 < 0$ であれば一般道の通行量が増加し社会的な費用は増加します．まとめると以下の表 5.1 のようになります．

表 5.1: Second-best での間接効果の総余剰への効果

	$t < 0$	$t = 0$	$t > 0$
	税	First best	補助金
	正の外部性		負の外部性
$dx_2^* > 0$	プラス	ゼロ	マイナス
$dx_2^* < 0$	マイナス	ゼロ	プラス

[7]補助金は一括税として消費者から徴収される，というよくある仮定を置きます．財 1 と財 2 の需要には所得効果は発生しないので，この仮定の下ではこれまでの分析が成り立ちます．

[8]$t > 0$ で考えると，$-tx_2$ はマイナスの値です．

[9]c_1 が低下する状況を考えているので符号を逆に解釈しています．

5.3.2 グラフによる表現

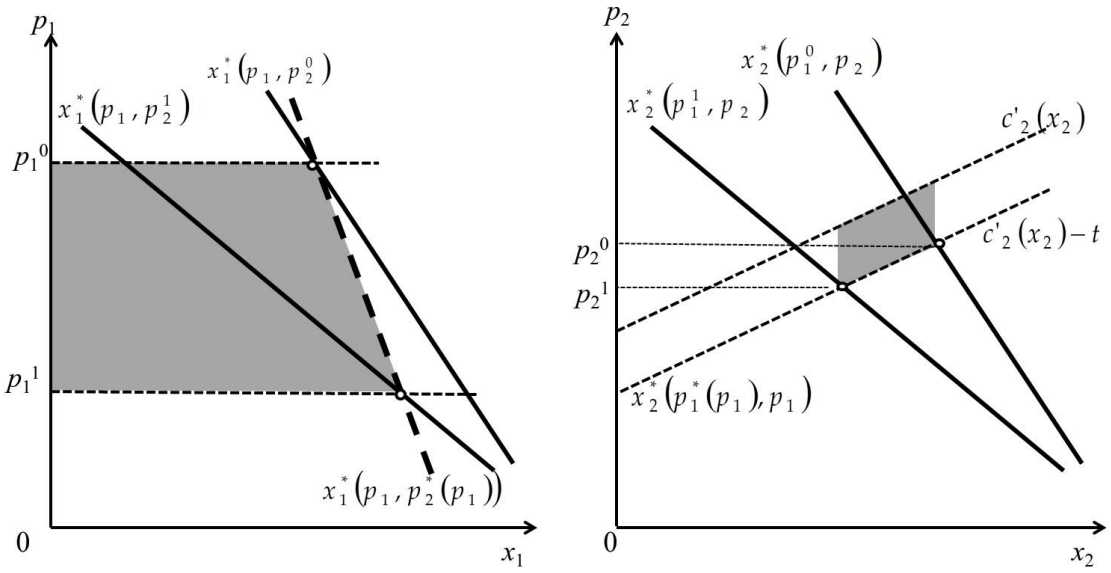


図 5.2: Second-best での間接効果の相殺／増幅

First-best のばあいと同様に，財 1 と財 2 について部分均衡分析を行います．図 5.2 の左側の図は公共プロジェクトが直接介入する市場を，右側の図は効果が波及する市場を表わしています．縦軸には，数式による展開のときと同じく，消費者価格（一般化費用）をとっています．縦軸が消費者価格なので，需要曲線は first-best のケースと同じように書くことができます．供給曲線について，まず比較のために first-best のときの供給曲線（限界費用曲線 $c_2'(x_2)$）を描きます．$t > 0$ を仮定すると，いま，生産者価格は消費者価格 p_2 よりも t だけ大きいのですから，消費者価格が p_2 のときの供給量は，生産者価格 $p_2 + t$ のときの供給量に等しくなります．供給曲線は右上がりなので，縦軸に消費者価格を取ったときの供給曲線は，first-best のときの供給曲線を右にシフトさせた（t だけ下にシフトさせた）位置に描くことができます．限界費用曲線 $c_2'(x_2)$ の下側に描かれた供給曲線と一般化費用にもとづく需要曲線との交点で消費量が決まります．

楔がもたらす効果の大きさ（補助金額や負の外部性の大きさ）は，first-best のときの供給曲線とシフトした供給曲線のあいだの面積で示されます．消費者余剰と生産者余剰は first-best のときと同様に考えることができるので，波及による財 2 の市場での消費者余剰の変化と生産者余剰の変化は相殺します．しかし，財 2 の消費量が変化していることから，楔がもたらす効果の大きさの

変化（必要な補助金額の変化や，負の外部性の変化）は相殺されずに残ります．これが右側の図の灰色の平行四辺形で表現されています．

このように，財 2 市場が不完全であるとき，財 2 市場の税・補助金や外部性の変化分については，財 1 市場での一般均衡需要曲線による消費者余剰の変化に加えて，便益に計上する必要があります．ただし，財 2 の消費変化による財 2 市場での消費者余剰の変化は，first-best のばあいと同じく，便益には計上されません．

第6章　投入物の評価

公共プロジェクトにはさまざまな資源が投入されます[1]．公共プロジェクトの費用を評価するとは，これらの投入物の費用を計測することです．社会の観点から費用便益分析を行うときには，投入物の費用についても社会的費用，すなわち機会費用で計測する必要があります．ここで機会費用とは，その公共プロジェクトを遂行するために使用する資源を，代替する最良の用途に使用すれば生産されるはずの財やサービスの価値のことをいいます．したがって，代替の用途がもう存在しないような財やサービス，たとえばすでに使ってしまった労働力の価値は考えません．このような回収できない費用は埋没費用（sunk cost）と呼ばれます．使ってしまった財であっても，設置された橋の鉄骨のように，スクラップとして売ることができるなら，売却価格に相当する費用を考える必要があります．

ここでは投入物の市場の部分均衡を考え，消費者余剰や生産者余剰，税収などの変化によって社会的費用を評価します．もし公共プロジェクトのために政府が投入物を調達することで，その投入物を供給している生産者の余剰が増加していれば，その余剰の増加分だけ社会的費用は少なくなるでしょう．逆に，消費者余剰が減少していれば，そのぶんだけ社会的費用は大きく評価しなければなりません．このような投入物の費用の社会的評価を投入物 1 単位当たりで考えるとき，その費用を影の価格（シャドウ・プライス，**shadow price**）と呼びます．

便益の波及効果を考えた時と同じく，投入物の費用についても，投入物市場が first-best か second-best かで考えるべき要素が異なります．最初に投入物市場が first-best であるとき，次に second-best であるときについて考えます．Second-best である状況はさまざまに考えることができるので，いくつかに絞って示すことにしましょう．

[1]以下の内容は，ボードマン他，112〜124 ページに基づいています．

6.1 First-best

6.1.1 価格が変化しないとき

まず，投入物市場が first-best のばあいです．もっとも簡単なケースは，投入物市場に歪みがなく，また公共プロジェクトによる投入物の調達によって価格が変化しないケースです．これは公共調達量が市場規模に比べて十分に小さいとき，近似的に成り立つと考えられます．たとえば鉛筆などの文房具市場が当てはまるかもしれません．このばあい，機会費用は市場価格（=限界費用）と調達量の積に等しくなり，公的部門の支出額に等しくなります．多くの投入物については，限界費用曲線の傾きが非常に急だとは考えにくく，公共プロジェクトによって価格が大きく変化するとも考えにくいので，支出額が機会費用に等しいと考えることはそれほど非合理ではありません．

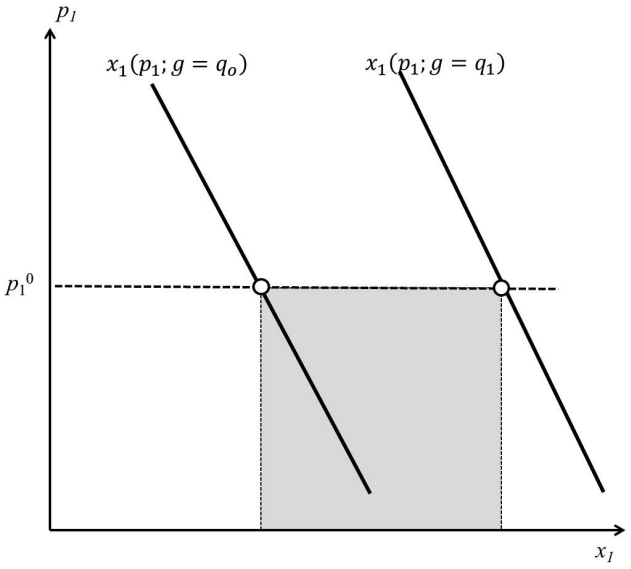


図 6.1: 市場が完全で，価格が変化しないとき

図 6.1 では, 公共プロジェクトによって投入物市場の需要曲線が $x_1(p_1, g = q_0)$ から $x_1(p_1, g = q_1)$ に右シフトしています．このとき，公的部門の支出額は影のついた長方形の面積で表されます．既存の買い手の需要曲線はシフトする前の需要曲線で表されていますが，価格が変化していないので既存の買い手の得る消費者余剰に変化はありません．同様に，生産者余剰にも変化はありません．社会的費用は，公的部門の支出額に消費者余剰と生産者余剰の減少分を足したものですから，この場合はの社会的費用は，影のついた長方形部分に相当し，支出額と等しくなります．

6.1.2　全体の供給量が変化しないとき

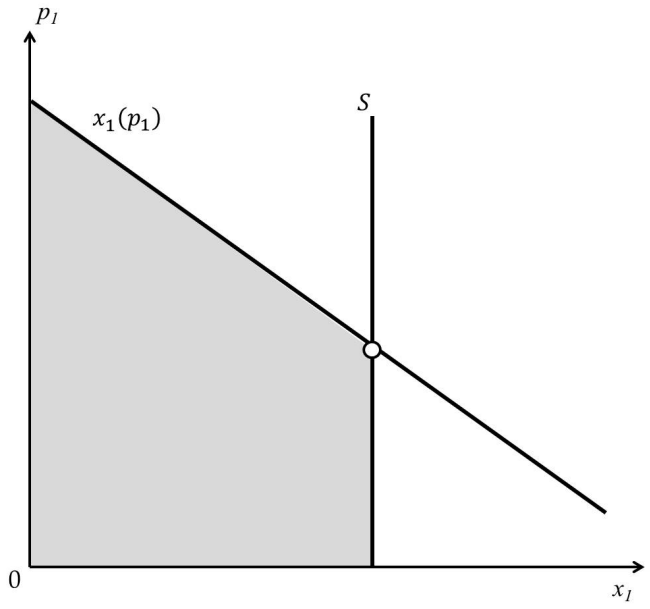


図 6.2: 市場が完全で，供給量が変化しないとき

次に，供給量に変化がないばあいです．土地の供給についてはこのケースが当てはまります．公共プロジェクトのためにある区画の土地を購入して利用するとしましょう．もし公共プロジェクトに利用されなければ，他の買い手が存在して利用されるとします．このとき，公的部門がこの土地を買い上げることによって，民間部門の他の買い手は消費者余剰を失いますから，機会費用はこの消費者余剰と公的部門の支出額の和に等しくなります（図 6.2 の影のついた台形部分）．このとき，公的部門の支出額は消費者余剰よりも小さくなりますから，支出額では費用を過小評価しています．

6.1.3　全体の供給量も価格も変化するとき

公共プロジェクトによる投入物の調達が，投入物市場の規模に比べて小さくなく，投入物市場で成立している価格を変化させることがあります．大規模な公共投資を行うために，建設資材を大量に調達するときなどがこれに当たります．このばあい，右上がりの限界費用曲線と，右下がりの需要曲線を使って分析する必要があります．図 6.3 はそのような投入物市場を表現しています．公

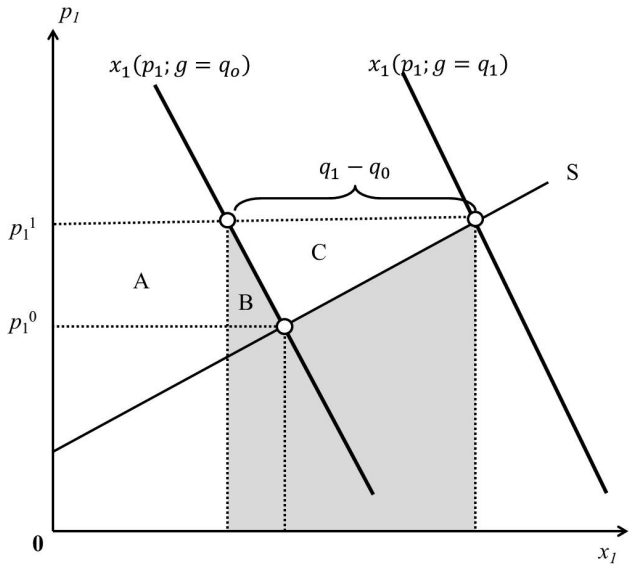


図 6.3: 市場が完全で，価格が変化するとき

共部門が調達を行う前，この投入物に対する需要は $x_1(p_1; g = q_0)$ で表されていましたが，公共部門がプロジェクトのために需要を $q_0 \to q_1$ へと増加させると，需要曲線は $x_1(p_1; g = q_1)$ へと右へシフトします．これにともなって，投入物の市場価格は $p_1^0 \to p_1^1$ へと上昇しています．公的部門は上昇した価格でこの投入財を買わなければなりませんから，公的部門の支出額は $p_1^1 \times (q_1 - q_0)$ となり，図 6.3 では長方形の面積で表現されます．

もし公共プロジェクトのための調達によっても価格が変化しなければ，この投入物の既存の買い手にとっては何の変化もありません．すなわち，プロジェクト以前と同じ価格で，同じ量を購入することになります．しかし，公共プロジェクトのための調達によって価格が上昇するときには，既存の買い手にとっても直面する価格が上昇するため，既存の買い手は購入量を減少させます．このことは既存の買い手の消費者余剰を減少させます．既存の買い手の需要関数は $x_1(p_1; g = q_0)$ で表現されていますから，価格上昇に伴う消費者余剰の減少は，図 6.3 の長方形 A と三角形 B の面積の和で表現されます．他方，この投入物の生産者は，価格の上昇に反応して生産量を増加させます．したがって生産者余剰が増加し，その大きさは図 6.3 の長方形 A・三角形 B・三角形 C の面積の和で表されます．消費者余剰が減少し，生産者余剰が増加していますから，総余剰を考えると三角形 C の面積のぶんだけ総余剰は増加します．ここでは投入物にかかる公共プロジェクトの費用について考えていますから，生産に直接かかる費用（公的部門の支出額）から増加した総余

剰を差し引いた分，すなわち消費者余剰と生産者余剰の減少分を足した分が公共プロジェクトの費用になります．生産の直接の費用は長方形で示されますから，三角形 C の面積を引いて，公共プロジェクトの費用は図 6.3 では影をつけた部分になります．

したがって，公共プロジェクトによる投入物の調達が投入物市場で成立している価格を上昇させるとき，プロジェクトの費用は公共部門の支出額よりも小さくなります．これは，投入物市場で生産者余剰の増加が見られるためです．

さて，図 6.3 で影をつけた部分がこの投入物の調達にかかる社会的費用ですが，この費用を調達した量 $q_1 - q_0$ で割ると，投入物 1 単位当たりの社会的な価格を求めることができます．この価格を影の価格（シャドウ・プライス，**shadow price**）と呼びます．このケースでは，投入物のシャドウ・プライスは，調達前と調達後の価格の加重平均ということができます．

6.2 Second-best

投入物市場が完全ではなく，買い手が支払う価格と売り手が受け取る価格に乖離がある（wedge がある）ときには，投入物にかかる費用の評価の方法も異なります．投入物市場がどのように完全でないかによって，評価の方法も異なりますから，ここでは 2 つの例を取り上げて考え方を示します．

6.2.1 生産者に従量税が課されているとき

最初の例は，投入物に対して従量税が課されているときです．このときには，消費者価格は生産者価格に税率を足したものになります．図 6.4 はそのような投入物市場を表しています．横軸に投入物の供給/需要量，縦軸に消費者価格をとっています．限界費用曲線を S とすると，従量税が課税されたあとの供給曲線は上にシフトするので $S + t$ のように描くことができます．ここで，縦軸は消費者価格を表していることに注意しましょう．供給曲線は生産者価格に対する生産量を表す曲線ですから，縦軸が消費者価格を表しているときには供給曲線は従量税のぶんだけ上（あるいは左）にずれて描かれることになります．

公共プロジェクトによる調達が行われる前（$g = q_0$）は，$x_1(p_1, g = q_0)$ という需要曲線とシフトした供給曲線 $S + t$ の交点で需要量が決まるので，消費者価格は $p_1^0 + t$，生産者価格は p_1^0 となっています．ここで，公共プロジェクトによる調達が行われ（$g = q_1$），需要曲線が $x_1(p_1, g = q_0)$ か

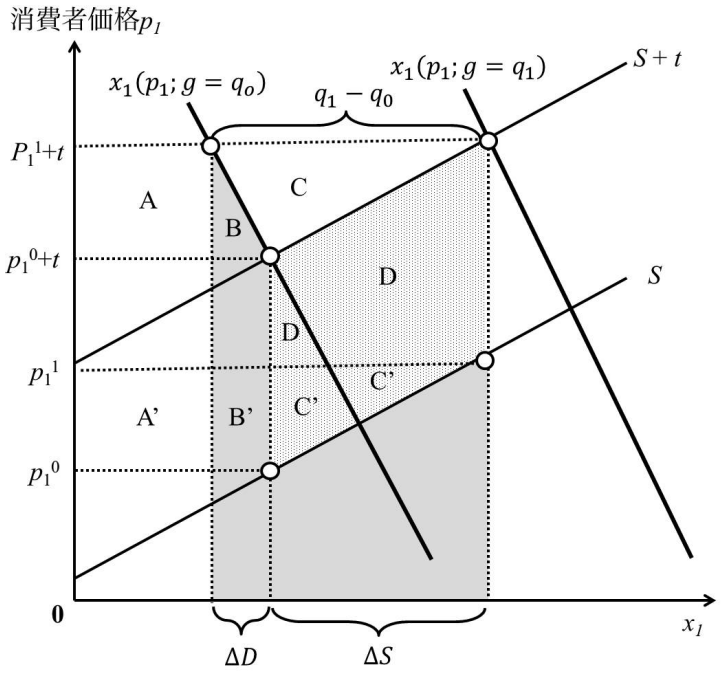


図 6.4: 生産者に従量税が課されているとき

ら $x_1(p_1, g = q_1)$ に右にシフトしたとしましょう．新しい需要曲線 $x_1(p_1, g = q_1)$ と供給曲線 $S + t$ の交点で市場が均衡するので，消費者価格は $p_1^1 + t$，生産者価格は p_1^1 となります．供給曲線が通常の仮定の下で右上がりであれば，供給曲線に沿って価格は上昇します．公的部門は上昇した価格でこの投入財を購入しますから，支出額は $(p_1^1 + t) \times (q_1 - q_0)$ となります[(2)]．

余剰の変化について先ほどと同じように考えてみましょう．既存の買い手の消費者余剰の変化はシフトする前の需要曲線を使って考えることができますから，価格上昇にともなう消費者余剰の減少は長方形 A と三角形 B の面積の和で示すことができます．生産者は価格上昇に反応して生産量を増加させますから，生産者余剰が発生します．図 6.4 ではその大きさは長方形 A' と長方形 B' と三角形 C' の面積の和で示されます．ここで，消費者余剰と生産者余剰の和の変化を考えてみましょう．供給曲線 $S + t$ は限界費用曲線 S を平行移動させたものですから，長方形 A と長方形 A' は合同です．したがって，消費者余剰と生産者余剰の和の増加分は，三角形 C の面積で対応します．これは，市場が完全で価格が変化するばあいと同じです．

[(2)]公的部門も購入の際には従量税をいったん支払います．日本政府が公的調達の際に消費税を支払うのと同じことです．

従量税が課されているので，余剰を考えるときには税収の変化を考える必要があります．供給曲線 $S+t$ は限界費用曲線 S の縦方向の差が税率に等しいですから，薄い影をかけた平行四辺形（三角形 C' と台形 D の和）の面積が税収の増加分に対応します．

ここでは投入物にかかる公共プロジェクトの費用について考えていますから，生産に直接かかる費用から増加した総余剰を差し引いた分が公共プロジェクトの費用になります．ここでは，公的部門の支出額に，消費者余剰の減少分を足し，生産者余剰の増加分を引き，税収の増加分を引けばよいことになります．生産の直接の費用は長方形の面積（$(p_1^1+t)\times(q_1-q_0)$）で示されますから，三角形 C の面積と，薄い影をかけた平行四辺形の面積を引けば，投入の費用になります．すなわち，このばあいでの公共プロジェクトの費用は図 6.4 の濃い影をつけた部分になります．このとき，投入物の調達のための公的部門の支出額は，投入物の社会的費用よりも大きくなります．これは，投入物市場で生産者余剰が増加することと，税収が増加することを反映しています．

図 6.4 で濃い影をつけた部分がこの投入物の調達にかかる社会的費用ですが，この費用を調達した量 q_1-q_0 で割ると，この投入物のシャドウ・プライスを求めることができます．価格変化 $p_1^0\to p_1^1$ がそれほど大きくないとすれば，このシャドウ・プライスは，課税前価格 p_1 と課税後価格 p_1+t の加重和になります．いま，公的部門による調達を，既存の買い手の需要の減少 ΔD と，投入物生産の増加 ΔS に分解し，$q_1-q_0=\Delta D+\Delta S$ と表すと，図 6.4 から，シャドウ・プライス p^* は

$$p^*=(p_1+t)\frac{\Delta D}{\Delta D+\Delta S}+p_1\frac{\Delta S}{\Delta D+\Delta S} \tag{6.1}$$

と近似されます．これをハーバーガーの加重平均公式（Harberger's weighted average shadow price formula）と呼びます．

6.2.2 失業者を雇用するとき

2 番めの例は失業者を雇用するときです．公共プロジェクトのほとんどは労働投入を必要としますから，そのための雇用の社会的費用を考えておくことが必要です．

もし労働市場が完全であれば，労働者を雇用することの費用についても完全市場のケースを応用することができます．すなわち，労働のシャドウ・プライスは市場で成立している賃金率に等しく，費用便益分析に際して用いるべき費用は支払われた賃金に等しくなります．

労働市場が完全であれば失業者は存在しません[3]から，「失業者を雇用するとき」という問題設定自体が，労働市場が不完全であることを前提としています．とはいえ，失業者が発生するメカニズムはいくつか考えられていて，それぞれについて雇用の社会的費用の考え方が異なる可能性はあります．ここでは，もっとも単純な解釈として，賃金率に下限（最低賃金率規制）が存在するために失業者が存在しているばあいを考えます．それでも労働のシャドウ・プライスの求め方について完全に合意が得られているとは言えません．というのも，以下に述べるそれぞれの計測方法にはそれぞれに批判があるためです．賃金率に下限が存在するために失業者が存在してい

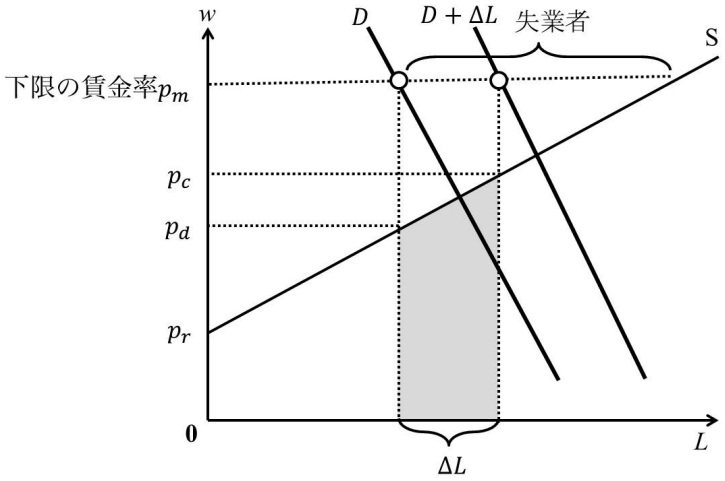


図 6.5: 賃金率に下限があるために失業者が発生しているとき

るという状況を図 6.5 を使って考えます．賃金率 p_m が最低賃金率であるとすると，この賃金率では労働供給が労働需要よりも大きいので，その差が失業者となります．いま，公共プロジェクトのために ΔL だけ雇用を増加させたとしましょう．ここで注意すべきなのは，一般には公共プロジェクトのためには失業者だけが雇用されるわけではない，という点です．失業者対策という目的をも付与された公共プロジェクトでは失業者だけが雇用されるかもしれませんが，そうでなければ，公共プロジェクトのために働く労働者は，すでに働いている人かもしれませんし，失業していた人だったかもしれません．

このとき，労働のシャドウ・プライスとして次のような考え方があります．

[3]一般に失業者とは，働くことができ，働く場所を探していて，働いていないひとのことを指します．働いておらず，働く気のないひとたちは非労働力人口に含まれます．詳細については労働経済学の本を参照してください．

基準 A シャドウ・プライスはゼロだ，というものです．これは，失業者は働いていないから，彼らを雇用したとしても社会的な費用は発生していない，という理由によります．しかし，この考え方は次の 2 点で適切ではありません．第 1 に，失業者と言っても多少なりとも余暇から効用を得ていますから，労働によって余暇が減少すれば効用の減少という費用が発生する，という点です．この余暇の限界効用は労働供給曲線の背後に存在します．第 2 は，失業者の多くは市場取引されない生産活動，つまり家事や育児やその他もろもろの活動に従事しているという点です．この 2 点から，労働のシャドウ・プライスをゼロとすることは，労働の社会的費用を過小評価していることになります．

基準 B シャドウ・プライスは最低賃金率 p_m だ，というものです．これは，失業者が存在するもとで公共プロジェクトのために雇用をおこなえば，その賃金率は最低賃金率 p_m に設定することができるから，という理由によります．しかし，図 6.5 に示されるような単純な需要と供給の部分均衡モデルを考えているかぎり，雇用される人たちは最低賃金率 p_m よりも低い賃金率でも雇用されようとするでしょうから，実際の賃金率と，雇用されてもよい最低の賃金率の差は，ちょうど生産者余剰に対応し，そのぶんだけシャドウ・プライスは引下げられなければなりません．つまり，労働のシャドウ・プライスを最低賃金率とすることは，労働の社会的費用を過大評価していることになります．

基準 C シャドウ・プライスは，図 6.5 の p_c と p_d のなんらかの加重平均だ，というものです．これは，労働供給曲線が労働者（失業者含む）の労働時間あるいは余暇に対する限界費用，つまり受け取りたい賃金率や時間価値を反映しているのだから，この限界費用を用いるべきだ，という考え方によります．この考え方自体は，上で述べた投入物の費用の評価の考え方と整合的です．しかし，実際に公的プロジェクトに雇われた人たちの余暇の限界費用が p_c と p_d のあいだに分布しているとは限りません．先に述べたように，公共プロジェクトのために働く労働者は，すでに働いている人かもしれませんし，失業していた人だったかもしれないからです．また，失業者のみが新たに公共プロジェクトのために雇用されたとしても，失業者のうちで余暇の限界費用が p_c と p_d のあいだにある人だけが雇用される保証はありません．

基準 D シャドウ・プライスは図 6.5 の p_m と p_r のなんらかの加重平均だ，というものです．これは，基準 C の欠点を補おうとするものです．つまり，現在の失業者の余暇の限界費用は p_m と p_r のあいだにあるのだから，そのうちの誰が公共プロジェクトに雇用されたかが明らかではない以上，この上限 p_m と下限 p_r のあいだのどこかの値を使うのがよい，という考え方

です．この考え方はもっともらしいものではありますが，実際には下限 p_r が観察されない，という欠点があります．

基準 E シャドウ・プライスは最低賃金率の半分，$(1/2)p_m$ だ，というものです．これは，基準 D の実際上の問題点を回避するものです．すなわち，失業者の余暇の限界費用の下限 p_r が観測されないのなら，$p_m = 0$ とおき，また，失業者・雇用された人の余暇の限界効用は p_m と p_r のあいだに均等に分布していると仮定すると，基準 D のいう加重平均は $(1/2)p_m$ に等しくなります．最低賃金率 p_m は観測されますから，この値は容易に計算できますが，限界費用の分布や雇用された人の特性について強い仮定を置いていることになります．

働いていない時間（余暇）には社会的な価値があるということを前提とすれば，基準 E が労働のシャドウ・プライスについて容易に入手できる控えめな見積もりを提供することができ，実際上はおそらくもっともまともな推定値となるでしょう．他方，公共プロジェクトのために支払われた労働賃金は，基準 B に従ったものと解釈できるので，労働の社会的費用としては過大な推定値と考えられます．

第7章　割引率と投資基準

将来の価値を現在価値に直すための割引率の選び方にはいくつかの考え方があります．第1は，個人や社会が将来の効用や消費を割り引くときに用いる時間選好率 q を使うという考え方です．第2は，現在の費用が民間投資に用いられたら生んだであろう投資収益率 r を使うという考え方です．第3は，現在の資金の需要と供給の取引を通じて資本市場で決定される市場金利 i を使うという考え方です[(1)]．費用便益分析の割引率に投資収益率や市場金利を使うのは，これらが資本の機会費用を表しているからです．すなわち，資源は公共プロジェクトに投入されなければ民間部門で投資や消費に回され，それによって便益を発生させますから，資源を公共プロジェクトに投入する機会費用は，その資源を民間部門で最も費用効率的に活用したときの便益に等しいと考えられるからです．さて，割引率として時間選好率・投資収益率・市場利子率のいずれの考え方ももっともらしいのですが，どれが，あるいはこれらの組合せが適切か，ということは資本市場がどう機能しているかに依存しています[(2)]．

7.1　資本市場が完全なとき

資本市場が完全であれば，時間選好率（個人の時間割引率）と投資収益率と市場利子率は等しくなります．これを現在と将来の2期間のモデルで考えてみましょう（図7.1）．横軸に現在の消費，縦軸に将来の消費をとった平面を考えます．現在の消費をあきらめて投資をすると将来の消費が増えるとすると，現在の消費と将来の消費の実行可能な組合せをこの平面に描くことができます．この組合せのうち原点から最も遠いものをつないだ線が生産可能性曲線になります．生産可能性曲線の傾きは，現在の消費を限界的に1単位あきらめたときに得られる将来の消費の最大値を近似していますから，資本市場が完全で競争的に機能していれば，投資の（限界）収益率 $1+r$ に対応します．

---

(1)以下では，これらの値はゼロ近辺の値をとるほうで定義します．

(2)費用便益分析では実質化された費用と便益を用いて計算することがほとんどであり，利子率を割引率として用いるときにもインフレ率で割り引いた実質利子率を用います．

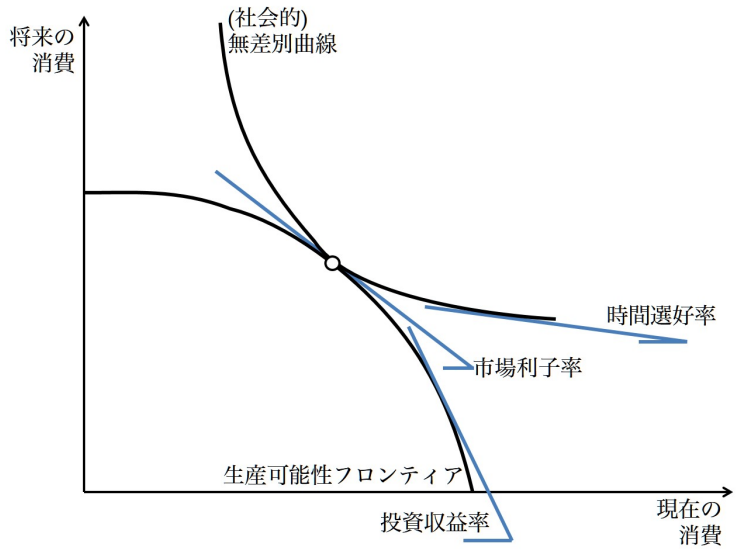


図 7.1: 資本市場が完全なとき

現在の消費と将来の消費の組合せについての社会的な選好は社会的無差別曲線で表現されます．社会的無差別曲線とは，現在の消費と将来の消費の組合せが無差別になるような点の軌跡であり，個人の無差別曲線とほぼ同様に考えることができます．ある点における社会的無差別曲線の傾きは，現在と将来の消費のその点における交換への意思を表現していて，限界代替率に相当します．現在と将来の消費の限界代替率は，時間選好率 $1+q$ になります．

資本市場がよく機能していれば，社会が現在の消費を限界的に 1 単位あきらめたときに無差別になる将来の消費の量と，生産される将来の消費の量が等しくなり，これが市場利子率 i に等しくなります．したがって，時間選好率と投資収益率と市場利子率は等しくなり，この値を費用便益分析の割引率に利用することができます．

7.2 資本市場が不完全なとき

資本市場が不完全なとき，時間選好率と投資収益率を市場利子率は一般には等しくなりません．そこで，社会的割引率としてこれらのいずれか，あるいはその組合せを用いるかについていくつかの候補があります．

7.2.1　民間部門の限界投資収益率を用いる

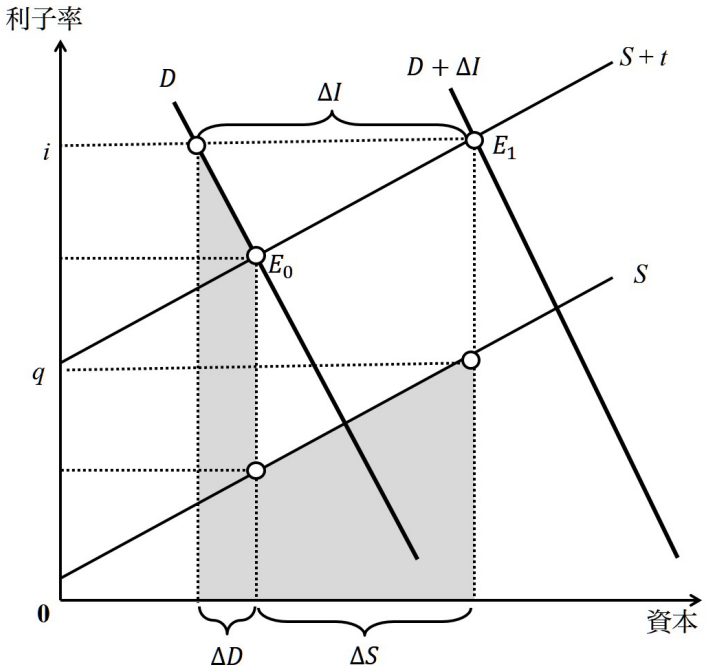


図 7.2: 法人所得税や利子所得税が課されているとき

公共部門が民間から資源を取り上げて公共プロジェクトを実施していると考えると，公共プロジェクトを運用するからにはその収益率は民間の収益率よりも高くなければならない，と考えることもできます．ここで，資本市場に法人所得税や利子所得税が導入されているとすると，用いるべき収益率とはどの水準になるでしょうか．

利子所得税がかかっている資本市場を図 7.2 で考えてみましょう．縦軸に資本の受け手が直面する利子率，横軸に資本量をとります．当初の資本の需要曲線を D とします．当初の資本の供給曲線を S としておくと，縦軸には資本の受け手の直面する利子率が取られていることから，供給曲線は左側にシフトして $S+t$ のようになり，資本の需要/供給量と資本の受け手の支払う利子率の組合せは E_0 で決まります．いま，公共プロジェクトのために資本を調達し，資本の需要関数が ΔI だけ右にシフトしたとしましょう．需要関数の変化によっても供給関数は動きませんから供給曲線は変化せず，新しい均衡点は E_1 に移動します．縦軸は資本の受け手が直面する利子率をとっていますから，E_1 がグラフ上で示している利子率は税引前の市場利子率 i であり，民間の限界収益率

に等しくなります．資本の供給側が個人ですから，税引後利子率が個人の時間選好率 q に対応します．資本需要が大きくなることで民間資本がクラウドアウトされた量が ΔD，利子率の上昇にともなって増加する資本量（貯蓄量）が ΔS となり，公的部門が調達する資本量は $\Delta I = \Delta D + \Delta S$ となります．

ここで，資本は公共プロジェクトの投入物のひとつと考えられますから，資本を利用することの費用は図 7.2 の影を付けた部分で表されます．ハーバーガーの加重平均公式を使うと，このときの平均費用は

$$i\frac{\Delta D}{\Delta I} + q\frac{\Delta S}{\Delta I} \tag{7.1}$$

となります．もし貯蓄が利子率にあまり反応しないとすると，資本の供給曲線の傾きが急になるので，ΔD に比べて ΔS が小さくなります．このとき，税引前利子率と税引後利子率の加重平均は税引前利子率，すなわち民間の限界収益率に近くなります．

民間部門のリスクの大きくない投資の限界収益率は，アメリカの数字をもとにすると，8%程度になります[(3)]．この 8%という値はやや大きいように思えるかもしれません．じっさい，税引前限界収益率をもとにする社会的割引率の求め方では，割引率が大きくなりすぎるのではないかとの批判があります．理由はいくつかありますが，第 1 は，この収益率にはリスクプレミアムが含まれている点です．公共プロジェクトにもリスクは伴いますが，リスクの織り込み方をほかに考えておいてここではリスクを考えない割引率を求めておくとすると，割引率の算出においてもリスク要因は外しておく必要があります．民間の投資も多かれ少なかれリスクにさらされていますから，民間資本の利回りから求められた限界収益率にもリスクプレミアムが残っていると考えられます．第 2 は，公的部門による資本調達は，民間部門の資本をクラウドアウトするよりむしろ，民間部門の消費を減少させると考えられる点です．資本調達の原資は課税であり，課税が直接に消費を減少させると考えられるからです．第 3 は，資本は国外からの国債購入によってもまかなわれており，完全閉鎖経済を想定すると利子率の変動が過大評価されるという点です．第 4 は，民間部門の利子率は独占などの資本市場の不完全性によって上方にゆがめられているとされる点です．第 5 に，公共プロジェクトは民間資本をクラウドアウトするだけでなく，資本の収益率を上昇させることで投資機会を創出し，資本を呼び込む効果を持つかもしれないという点です．これらの批判を考慮すると，8%という値は，社会的割引率としては上限と考えるのがよいかもしれません．

[(3)] ボードマンほか (2004, 第 10 章, 302 ページ) では，AAA 格債券の 1947 年から 1999 年までの平均利回りが 6.86%であり，法人税率が 38%であることから，税引前名目利回りが $0.0686/(1-0.38) = 0.1106$ から 11.06%，インフレ率を年率 3%として，実質税引前利回りが約 8%としています．

7.2.2　社会的時間選好率を用いる

社会的割引率とは将来の費用や便益を現在価値に割り戻すときに用いる割引率ですから，社会を構成する個人の割引率，つまり時間選好率をそのまま用いるのがよいという考え方もあります．ただし，時間選好率は直接には観察できませんから，観測できるデータからどのように計算できるかを考える必要があります．

資本市場に法人所得税や利子所得税が導入されているとしても，時間選好率は税引後実質利子率に対応していると考えることができます．前述の資本の平均費用についてのハーバーガーの加重平均公式において，もし民間資本のクラウドアウトがゼロであれば，割引率は税引後利子率に等しくなります．

リスクのない投資の税引後実質利子率は，国債投資から得られる利子率から計算できます．アメリカの数字をもとにすると，この数字は 2%程度になります [4]．

社会を構成する個人の時間選好率を社会的割引率とし，その指標として税引後実質利子率を使うという考え方にも批判があります．第 1 は，社会を構成する個人によって時間選好率が異なり，単一の時間選好率が存在するわけではない，という点です．時間選好率に差があるからこそ取引が存在するという側面もありますから，市場で成り立っている税引後実質利子率が誰の時間選好率を表しているかは必ずしも明らかではありません．もっとも，社会を構成する人々の時間選好率がわかったとしても，それを単一の社会的割引率にまとめる方法が明らかであるわけでもありません．第 2 は，個人の直面する税引後利子率は投資と借入で異なり，また多くのばあい，個人は金融資産と金融負債を同時に抱えているという点です．この行動からは，個人が単一の時間選好率を持っているのかどうかも明らかではありません．第 3 は，市場で成立している利子率は市場に参加している個人の時間選好率しか反映していないという点です．長期にわたる公共プロジェクトは，まだ生まれていない個人ににも影響し，厚生を変化させる可能性がありますから，現在の個人の時間選好率のみを考慮するのは適切ではないかもしれません．

[4] ボードマンほか（2004，第 10 章，304 ページ）では，アメリカ財務省 10 年債の 1953 年から 1999 年までの平均利回りが 6.67%であり，所得税率が 30%であることから，税引前名目利回りが $0.0667 \times (1 - 0.30) = 0.0474$ から 4.74%，インフレ率を年率 3%として，実質税引後利回りが約 2%としています．

7.2.3　加重平均社会的費用をもちいる

図 7.2 は，公共プロジェクトのための資本が単一の資本市場から調達され，民間部門の資本調達をクラウドアウトするという設定で描かれていますが，そうでないかもしれません．国債を外債として発行して資金調達すれば，国内の民間部門の投資や消費をクラウドアウトするとは考えにくいでしょう．また，プロジェクトによって資本の調達先が異なるかもしれません．そこで，調達した比率をウェイトとして機会費用を加重平均した値を求めて割引率として利用するということも考えられます．

外債による調達の機会費用は外債の利子率，国内の民間部門の投資をクラウドアウトすることの機会費用は民間の限界収益率（=税引前利子率），国内の民間部門の消費をクラウドアウトすることの機会費用は時間選好率（=税引後利子率）ですから，この 3 つの調達比率をウェイトとして，外債利子率・税引前利子率・税引後利子率の加重平均を求めればよいことになります．もし公共プロジェクトの資金がすべて税金でまかなわれているとすれば，投資のクラウドアウトはないものと仮定すればよいでしょう．

このように求められる割引率については，構成要素である税引前利子率・税引後利子率を割引率として用いることに対する批判がおおむね当てはまります．それら以外の批判には，この加重平均社会的費用の考え方が公共プロジェクトごとに異なる割引率を適用することを含意することに対するものがあります．もし公共プロジェクトによって資本の調達先比率が異なれば，その比率が異なるのに応じて割引率も変化させるのが妥当なように考えられますが，異なる事業に異なる割引率を用いるということを正当化することは，経済学的にはともかく，政治的にはなかなか難しそうだからです．

7.2.4　資本のシャドウ・プライスをもちいる

将来にわたって便益と費用が発生するときの割引率を考えるのですから，現在の消費 1 単位を諦めることが将来の消費でどれほどになるかということがわかれば，この比率を割引率として使うことが考えられます．現在の消費 1 単位を諦めるということは 1 単位の投資を行うことなので，この投資によって生まれる将来の消費の現在価値の大きさを，資本のシャドウ・プライスと呼びます．資本のシャドウ・プライスを割引率に使うのですが，資本のシャドウ・プライスを用いるためには将来の消費を現在価値に直す割引率が必要で，この割引率には時間選好率を用います．資

本のシャドウ・プライスが時間選好率と異なるのは，投資の果実が再投資されたり，投資によって形成される資本が減価する（depreciate）ことを考慮する点にあります．

いま，資本減耗（capital depreciation）前の資本の粗利益率を r とおき，資本減耗率を δ とおきます[5]．時間選好率は $1+q$ とします．現在価値にしていない割引前の t 期の消費を C_t，資本ストックを K_t とします．また，各時点での貯蓄率を s とおきます．時点 0 で 1 単位の投資をしたとすると，1 期目には

$$C_1 = r(1-s), \quad K_1 = (1-d) + sr \tag{7.2}$$

となります．この資本が r の率で粗利益を生むので，

$$C_2 = r(1-s)(1-d+sr), \quad K_2 = (1-d+sr)(1-d) + sr(1-d+sr) = (1-d+sr)^2 \tag{7.3}$$

同様に，

$$C_3 = r(1-s)(1-d+sr)^2, \quad K_3 = (1-d+sr)^3 \tag{7.4}$$

となります．資本のシャドウ・プライス θ は，消費の流列 $C_1, C_2, C_3, ...$ を時間選好率で割り引いた現在価値の和ですから，

$$\begin{aligned}
\theta &= \frac{r(1-s)}{1+q} + \frac{r(1-s)(1-d+sr)}{(1+q)^2} + \frac{r(1-s)(1-d+sr)^2}{(1+q)^3} + \cdots \\
&= \frac{r(1-s)}{1+q}\left[1 + \frac{1-d+sr}{1+q} + \frac{(1-d+sr)^2}{(1+q)^2} + \cdots\right] \\
&= \frac{r(1-s)}{1+q}\left[1 + \frac{1-d+sr}{1+q}\right]^{-1}
\end{aligned}$$

なので，整理すると，

$$\theta = \frac{r(1-s)}{q+d-sr} \tag{7.5}$$

となります．もし貯蓄がなく（$s=0$），資本減耗もしない（$d=0$）という投資であれば，この投資は毎期 r という果実をもたらすものになるので，その現在価値は

$$\theta = \frac{r}{q} \tag{7.6}$$

というよく見る形になります．

[5] ここの説明は，Lyon, Randolph M. 1990. Federal discount rate policy, the shadow price of capital, and challenges for reforms. *Journal of Environmental Economics and Management* **18(2-2)**, pp.S29–S50. の Appendix 1 によります．

資本のシャドウ・プライスは，現在の 1 単位の投資が将来の消費の割引現在価値で測ってどれくらいの大きさになるかを示す指標なので，理論的な基礎に優位性を持つ割引率ということができます．ただし，この資本のシャドウ・プライスを求めるには，貯蓄率 s や資本減耗率 d の値が必要です．資本減耗は企業会計でも計算されますが，費用便益分析ではそのような会計上の減耗ではなく，経済的価値の減耗率を用いなければならず，その計測は容易ではありません．貯蓄率についても仮定が必要になります．アメリカの数値例では，資本のシャドウ・プライスは 1.3%から 2.7%程度とされています．理論的な有意性を持つ資本のシャドウ・プライスですが，計算がややこしく，また導出に必要な情報・仮定が多いという批判があります．

7.2.5 時間を通じて逓減する割引率を用いる

ここまで挙げてきた割引率はいずれも，指数型割引になっています．ところが，経験的に，あるいは行動経済学的には，指数型割引はおかしな選択をもたらすことが知られています．いま，割引率を 10%として以下の 2 つのプロジェクトを考えてみましょう．いずれも長い時間視野で見るべき環境プロジェクトのようなものを想定するとよいでしょう．プロジェクト A は初年から永遠

	1	2	···	36	37	···	∞	PV
A	100	100	···	100	100	···	100	1,000
B	151	100	···	100	0	···	0	1,014

表 7.1: 2 つのプロジェクトの比較

に毎年 100 ずつの便益をもたらす一方，プロジェクト B は初年に 151 の便益をもたらし，2 年目から 36 年目まで 100 ずつの便益をもたらして終わります．これを割引率 10%で現在価値に直してみると，プロジェクト A の割引現在価値は 1,000 である一方，プロジェクト B の割引現在価値は 1,014 となり，プロジェクト B のほうが割引現在価値が大きくなります．プロジェクト A と B の便益の差は 1 年目は 51 だけで，37 年目以降は 100 ずつ違うのですから，この結論は直観的におかしいようにも思えます．

そこで，割引率が時間を通じて逓減するような割引率を考えることもあります．割引率が逓減するということは，遠い将来についてはあまり割り引かないことを意味します．上の例では，プロジェクト A の遠い将来に発生する便益をより大きく評価できれば，プロジェクト B よりも割引

現在価値が大きくなる可能性があります．

遠い将来の便益を大きくは割り引かないということは，世代間の関係からも正当化できます．遠い将来に便益や費用が発生するとき，その便益や費用を実際に被る人々はまだ生まれておらず，現在の意思決定に参加できない当事者になります．そこで，遠い将来の人々の好みをより強く反映するために，将来の割引を小さくするということが考えられるのです．F. Ramsey などは，将来の世代の便益は，将来生まれるという理由のみで割り引くべきでない，と考えていました．

7.2.6 割引率の実際

実際の費用便益分析では，割引率をどう選択するかという問題以前に，割引自体を行っていないケースも見受けられます．割引が行われるときでも，割引率は 7%や 4%に固定されており，その根拠については明らかでないケースもあるようです．

7.3 投資基準

将来の費用と便益の値が確定し，割引率が決まれば，費用と便益を現在価値に直して比較し，純便益がプラスとなるものからプロジェクトを採択していけばよいと考えられます．しかしプロジェクトの投資基準は純現在価値だけではありません．

7.3.1 最終価値

公共プロジェクトの費用便益ではプロジェクトが発生させる便益と費用を計算しますが，長期的な影響をもつプロジェクトではあまりに遠い将来の便益と費用を見積もることは困難なことがあり，現実的でないこともあります．そのようなときには，便益と費用の計算期間 k について最終価値 $T(k)$ を設定して，$T(k)$ について感度分析を行うことがあります．最終価値とは，理想的には計算期間後の純便益の割引価値であり，式で書くと

$$\text{純現在価値} = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^{k} \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} + T(k) \tag{7.7}$$

となります．計算期間後の便益と費用を見積もることが困難という理由によって最終価値 $T(k)$ を設定しているのですから，最終価値の設定はなんらかの見積もりに依存します．見積もりの考え方としては以下の 5 つの方法が考えられています．

計算期間後の便益と費用を推計する．計算期間後の便益と費用を見積もることが困難だという状況設定からは矛盾しているようですが，計算期間後については最終期 k の便益と費用が一定率で増加する，あるいは減少すると仮定して計算するという方法です．便益と費用が単純に増加したり減少したりするとは一概には言えないので，ここで簡単化の仮定を置いていることになります．

清算価値を用いる．清算価値とは，スクラップ価値・残存価値・廃残価値などとも呼ばれるもので，計算期間が終わったときのプロジェクトの施設等の資産等の価値のことです．プロジェクトのために購入したバスを売るとか，鉄くずとして処分するとかいったケースを考えればよいでしょう．清算価値による見積もりが使いやすい条件として，(1) 計算期間後にプロジェクトからは費用も便益も発生しない，(2) 残った資産を評価できる，よく機能している市場が存在している，といったことがあります．鉄くずや航空機のように，残った資産を取引する市場がうまく機能していれば，その市場での価格が資産の社会的価値を反映していると考えられるからです．

経済的な減価償却後価格を用いる．公共プロジェクトが終わった時点で資産が残っていて，その資産が便益をもたらすときには，資産の減価償却後価格がプロジェクトの最終価値に近いと考えることもできるでしょう．資産のファンダメンタル価格は，その資産が生み出す純便益の現在価値に等しいはずだからです．ここで必要なのは，経済的な減価償却後価格であって，会計上の減価償却後価格ではありません．したがって，資産を取引する市場がなくても利用できる方法ではありますが，資産市場がなければ計算は難しいでしょう．

当初の建設・取得費用から見積もる．会計上の減価償却後価格は資産の価値を表す指標としては，このばあいには必ずしも望ましいものではありませんが，会計上の減価償却と同様に，当初の建設費用・取得費用に一定の比率を乗じたりして最終価値を見積もるという方法もあります．経済的な減価償却後価格が望ましいのですから，このような手法の正当性はあまりないと考えられます．

ゼロとおく．計算期間を十分遠い将来に置くことができれば，それより将来時点ではプロジェクトやそこで用いた資産が費用や便益を発生させないと簡単化することもできるかもしれません．そのようなときには最終価値をゼロに置くということもあります．

このように最終価値の見積もりの方法が考えられていますが，比較的好ましい方法は最初に挙げたように，計算期間ごとの費用と便益をなんらかの方法で推計しておいてそこから求める方法でしょう．

7.3.2 投資基準の他の指標

費用便益分析では費用と便益の割引現在価値の差である純現在価値がプロジェクト実行の判断基準としておもに用いられますが，ほかの指標が使われることもあります．

費用便益比．純現在価値が割引現在価値でみた便益から費用を引いたものであるのに対し，便益と費用の比をとったものを考えることもできます．式で書けば，

$$\text{B/C} = \frac{\sum_{t=0}^{\infty} B_t/(1+r)^t}{\sum_{t=0}^{\infty} C_t/(1+r)^t} \tag{7.8}$$

となります．純現在価値がプラスとなるとき，費用便益比は 1 より大きくなります．一般には，プロジェクトの採否は費用便益比の大きな順に決めることになります．

純費用便益比．費用便益比の分子を，純便益の割引現在価値としたものを純費用便益比と呼びます．純現在価値がプラスであるとき純費用便益比もプラスの値をとります．

$$\text{net B/C} = \frac{\sum_{t=0}^{\infty}(B_t - C_t)/(1+r)^t}{\sum_{t=0}^{\infty} C_t/(1+r)^t} = \frac{\sum_{t=0}^{\infty} B_t/(1+r)^t}{\sum_{t=0}^{\infty} C_t/(1+r)^t} - 1 \tag{7.9}$$

内部収益率（IRR: Internal Rate of Return）．費用便益比も純費用便益比も割引率が異なれば異なる値をとります．費用が初期に発生して便益が将来時点で発生するようなプロジェクトでは，割引率が大きいほど費用便益比は小さくなります．そこで，純費用便益比がゼロになるような割引率を考え，この割引率のことを内部収益率と言います．別の言い方をすると，割引現在価値に直した費用と便益が等しくなるような割引率が内部収益率です．式で書くと，内部収益率 π は

$$\frac{\sum_{t=0}^{\infty} B_t}{(1+\pi)^t} - \frac{\sum_{t=0}^{\infty} C_t}{(1+\pi)^t} = 0 \tag{7.10}$$

を満たします．投資基準としては，あらかじめ設定された収益率や市場利子率より内部収益率が高ければそのプロジェクトを採択する，あるいは，内部収益率の高い順番にプロジェク

トを採択していく，というように使われます．現状維持に対してただひとつの代替案しかないときには，内部収益率があらかじめ設定された割引率より大きければ採択，小さければ棄却，となります．

内部収益率は t 次方程式の解として求められるので，各時点での純便益 $B_t - C_t$ が t によってプラスになったりマイナスになったりと波打つときには，(7.10) 式の解が一意に定まらないこともあります．

これらの指標がどのような値になるか，数値例でみてみましょう[6]．いま，新しい施設を初年度に 1.5 億円をかけて作るとします．施設の残存期間は 30 年で，次の年度から維持管理費用が毎年 1500 万円かかるとしましょう．一方，この施設によって次年度から便益が毎年 2850 万円ずつ発生するとします．つまり，現在価値に直す前の費用と便益の流列は表 7.2 のようになります．割引

表 7.2: あるプロジェクトの費用と便益（数値例，万円）

年度	0	1	2	$\cdots$	30
費用	15,000	1,500	1,500	$\cdots$	1,500
便益	0	2,850	2,850	$\cdots$	2,850

率を 6%とすると，このプロジェクトの純便益の割引現在価値（NPV: Net Present Value）は

$$\text{NPV} = -15,000 + \sum_{t=1}^{30} \frac{2,850 - 1,500}{(1+0.06)^t} \approx 3,583 \tag{7.11}$$

この純便益はもちろん割引率によって変化します．いくつかの割引率について計算した結果が表 7.3 に示されています．表を見て分かるように，割引率が大きくなるほど費用も便益も割引現在価値が小さくなり，このケースでは純便益の割引現在価値は小さくなります．割引率が 8.1395 のときに純便益の割引現在価値がゼロになり，費用便益比が 1 になるので，このプロジェクトの内部収益率は 8.1395%となります．

[6] この数値例は，ナス（2007，第 8 章）によります．ただし，ナス（2007，表 8.1）については再計算しています（誤植だとおもいます）．

表 7.3: あるプロジェクトの費用と便益の割引現在価値

割引率	費用	便益	純便益	B/C
4	40,938	49,282	8,344	1.204
6	35,647	39,230	3,583	1.100
8	31,887	32,085	198	1.006
8.1395	31,667	31,667	0	1.000
10	29,140	26,867	-2,274	0.922

7.3.3 プロジェクトの比較

プロジェクトの純便益の大きさを表す指標として，純便益の割引現在価値，B/C，内部収益率を挙げましたが，プロジェクトの規模が同じであれば，純便益の割引現在価値が大きければ B/C も大きくなり，内部収益率も大きくなるので，どの指標を用いてもプロジェクトの採否の意思決定は同じです．しかし，規模や年限が異なるプロジェクトを比較するときには，どの指標を用いるかによって採否の決定が変化する可能性があります．

まず，規模の異なるプロジェクトを比較するばあいです．表 7.4 にある 4 つのプロジェクトが検討対象になっているとしましょう．いずれのプロジェクトも初期投資 I_0 だけが費用として必要であり，純便益の割引現在価値 NPV がすでに計算されているとします．もしプロジェクトの採否

表 7.4: プロジェクトの採否例

	I_0	NPV	B/C
プロジェクト A	1,000	100	1.10
プロジェクト B	500	60	1.12
プロジェクト C	400	80	1.20
プロジェクト D	100	15	1.15

に際して予算の制約がなければ，いずれのプロジェクトも純便益がプラスで，B/C が 1 以上ですから，すべてのプロジェクトを実施すべきという結論になるはずです．しかしいま，これらのプロジェクトのために使える予算が 1,000 以下である，つまり $I_0 \leq 1,000$ という制約がかかっている

とします．このとき，これらのプロジェクトが分割不可能で複数実施することができるのであれば，プロジェクト C を 2 回，プロジェクト D を 2 回行うことが純便益を最大にします．プロジェクトが 1 回しか行えないのであれば，プロジェクト B，C，D を選ぶことになります．いずれにしても，純便益が最も大きいプロジェクト A は採択されません．

次に，年限が異なるプロジェクトがあるばあいを考えてみましょう[7]．表 7.5 にある 2 つのプロジェクトを比較してみます．プロジェクト A はたとえば水力発電で，プロジェクト期間は 75 年，純便益の割引現在価値は 3,000 万ドルであるとしましょう．プロジェクト B はたとえば火力発電で，プロジェクト期間は 15 年，純便益の割引現在価値は 2,400 万ドルです．この 2 つのプロジェクトを比べると，純便益の割引現在価値はプロジェクト A のほうが大きいのですが，年限が異なります．もしプロジェクト B を 5 回行うことができる，つまり火力発電所を 15 年後に建て替えて同じように新たに運用できるとしましょう．水力発電の計画期間である 75 年間に火力発電所は 4 回建て替えることになり，この 5 回のプロジェクトの割引現在価値は，割引率を 8%とすると，

表 7.5: プロジェクトの採否例

	NPV	年限
プロジェクト A（水力発電）	3,000	75 年
プロジェクト B（火力発電）	2,400	15 年

$$\text{プロジェクト B の 5 回分の純便益} = 2,400 + \frac{2,400}{1.08^{15}} + \frac{2,400}{1.08^{30}} + \frac{2,400}{1.08^{45}} + \frac{2,400}{1.08^{60}} \approx 3,494$$

となるので，火力発電のほうが純便益が大きいことになります．このように，プロジェクトの採否にあたっては，年限をそろえて計算する必要があります[8]．

[7] この数値例は，ボードマンほか（2004，pp.171-172）によります．

[8] 年限が異なるときには，そのプロジェクトがもたらす純便益の割引現在価値とおなじだけの割引現在価値を毎期同じ純便益でもたらすとしたらいくらになるか，を計算して比較する方法もあります．

第8章　オプションと存在価値

ここまでは，公共プロジェクトによって生産活動や消費活動に変化がもたらされ，それによって費用や便益が発生するという状況での費用や便益の評価について考えてきました．そこではリスクは存在せず，財・サービスの生産・消費の変化が費用・便益を発生させると仮定されてきました．しかし，公共プロジェクトはリスクを軽減したり，逆にプロジェクトの存在がリスクを発生させたりすることもありますし，また消費されない財に対しても価値を見出すべきときもあります．ここではそのようなケースでの費用便益分析の考え方について説明します[(1)]．

8.1　オプション価値

8.1.1　リスクを減少させるプロジェクトの評価：例

リスクを減少させるプロジェクトの評価を考えるために，小惑星防衛計画を想像してみましょう．今後 1 世紀以内に小惑星が地球に衝突する可能性があることがわかり，世界政府（国際連合でもかまいません）が対策の価値を見極めたいと考えているとします．小惑星の衝突は確率的な事象で，何も対策を行わなければ直径 1km 以上の小惑星が地球に衝突する確率が 0.001（0.1%），直径 20m 以上 1km 以下の小惑星が衝突する確率が 0.004（0.4%），直径 20m 以上の小惑星は衝突しない確率が 0.995（99.5%）であるとします．何も対策をとらなかったときの被害額は，直径 1km 以上の小惑星との衝突のときには 30 兆ドル，直径 20m 以上 1km 以下の小惑星との衝突のときには 6 兆ドルであるとします．この小惑星の衝突に対して，地球の外に前進基地を作りミサイル等を利用して小惑星の軌道を変えて被害を少なくすることができるとしましょう．この前進基地の建設費用は 600 億ドルですが，建設によって直径 1km 以上の小惑星襲来のときの被害を 5 兆ドル，直径 20m 以上 1km 以下の小惑星のときの被害を 1 兆ドルまで減少できます．したがって，直径 1km 以上の小惑星が来たときにはかかる費用は 5 兆 600 億ドルになります．この状況をまとめたのが表 8.1 です．

[(1)]今回の内容はボードマンほか，第 8 章，第 9 章を参考にしています．

表 8.1: 小惑星防衛計画

衝突する小惑星	直径 1km 以上	直径 20m-1km	衝突しない	期待値
今後 1 世紀の発生確率	0.001	0.004	0.995	
総費用（10 億ドル）				
前進基地を作る	5,060	1,060	60	69
何もしない	30,000	6,000	0	54

それぞれの事象の確率と被害額がわかっているのですから，前進基地を建設したときとしなかったときの費用の期待値を計算することができます．前進基地を建設するときの費用の期待値は，$5.06 \times 0.001 + 1.06 \times 0.004 + 0.06 \times 0.995 = 0.069$ なので 69 億ドルです．同様に計算すると，なにもしなかったときの費用の期待値は 54 億ドルです．したがって，期待値だけみるとなにもしないほうが費用はかからないことになります．

しかし，もし何もしないで小惑星が衝突すればその被害額は膨大なので，保険のために前進基地を作ってもよいし，そのために支払いをしてもよいという人もいるでしょう．どれほど支払っていいかは表 8.1 からは分かりませんから，なんらかの適切な質問調査を行う必要があります．支払意思額を適切に聞き出す質問調査の方法にはいろいろあり，それぞれに難点を抱えていますが，ここではとにもかくにも正しく聞き出すことができ，地球人全体で 1000 億ドルという支払意思額が分かったとします．建設費用は 600 億ドルなので，支払意思額 1000 億ドルと費用 600 億ドルの差 400 億ドルが純便益のように見えますが，この建設によって費用の期待値は 150 億ドル増加するわけなので，合わせて 550 億ドルが，費用以上に与えられた地球人の便益の評価ということになります．この便益のなかには，保険を掛けることによる安心感の価値，すなわちオプション価値が含まれます．

8.1.2 復習：期待効用と確実性等価

リスクが存在するときの意思決定についての基礎的な考え方について復習しておきましょう[(2)]．個人が所得 Y を確実に得るときの効用水準を $U(Y)$ とします（$dU/dY > 0$）．所得 Y にリスクがあり，取りうる値 $\alpha_1, \alpha_2, ..., \alpha_K$ とその個数 K，対応する確率 $\pi_1, \pi_2, ..., \pi_K$ が既知であるとき，期

[(2)] ここの記述は，林正義・小川光・別所俊一郎．2010．公共経済学．有斐閣，第 8 章に依拠しています．

待効用は

$$E[U(Y)] = \pi_1 U(\alpha_1) + \pi_2 U(\alpha_2) + \cdots + \pi_K U(\alpha_K) = \sum_{i=1}^{K} \pi_i U(\alpha_i) \tag{8.1}$$

と定義されます．Y が確率変数なので，実現する効用 $U(Y)$ もまた確率変数であることに注意しましょう．ここで，期待効用 $E[U(Y)]$ と同じ効用が得られる確実な所得 Y^* を考えます．すなわち Y^* は

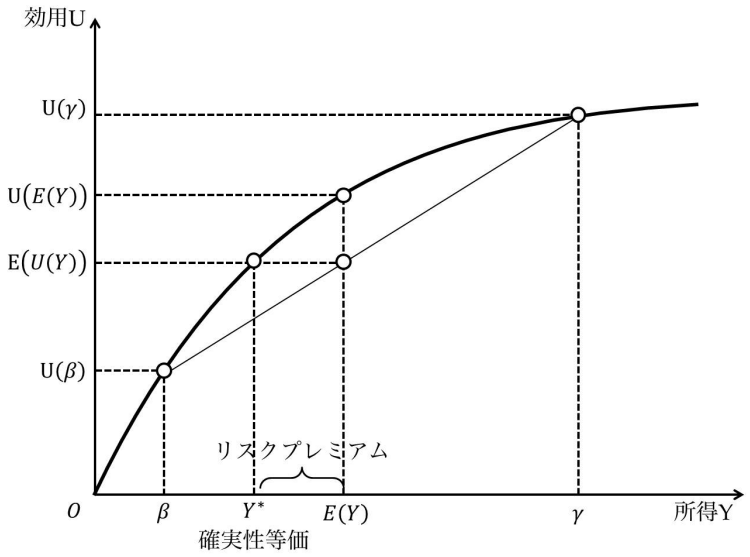
$$E[U(Y)] = U(Y^*) \tag{8.2}$$

を満たすものとします．このとき Y^* を確実性等価（certainty equivalence）と呼びます．効用関数 U で表される選好がリスク回避的（risk averse）であるとき，$U'' < 0$ であり，確実性等価 Y^* と期待所得 $E[Y]$ のあいだには $Y^* < E[Y]$ という不等号が成り立ち，この差をリスクプレミアム（risk premium）と呼びます．つまり

$$\text{リスクプレミアム} = E[Y] - Y^* \tag{8.3}$$

と定義されます．

図 8.1: 確実性等価とリスクプレミアム



$K = 2$ のときについて図で確認しておきましょう．所得 Y のとりうる値を β, γ とし，$\beta < \gamma$ とします．β が実現する確率を π とすると，γ が実現する確率は $1 - \pi$ です．横軸に所得，縦軸に効

用水準をとったグラフを描くと，リスク回避的な選好のもとでは効用関数は上に凸の曲線で表現されます．

所得 β, γ を横軸にとると，期待所得 $E[Y] = \pi\beta + (1-\pi)\gamma$ は，線分 $\beta - \gamma$ を $1-\pi : \pi$ で内分する点で表され，この期待所得 $E[Y]$ に対応する効用水準は $U(E[Y])$ となります．同様に，効用水準 $U(\beta), U(\gamma)$ を縦軸にとり，この 2 点間の $1-\pi : \pi$ の内分点が期待効用 $E[U(Y)] = \pi U(\beta) + (1-\pi)U(\gamma)$ を表します．

縦軸にとった期待効用 $E[U(Y)]$ から水平線を引き，効用関数との交点にあたる所得水準が確実性等価 Y^* です．リスク回避的な選好のもとでは効用関数は上に凸なので，$Y^* < E[Y]$ が成り立ち，この差がリスクプレミアムとなります．

8.1.3 オプション価値の定義

オプション価値は不確実性がなくなることによる期待効用の増加分にほぼ対応します．リスクがどのように顕現しても選好が同じだとすれば，オプション価値は，リスクがあるときの収益の期待値と，リスクがないときにそれと同等の効用を得るための収益（certainty equivalence）との差のことをいいます．

リスクがあるときの費用便益分析では，（おそらく歴史的経緯から）これとは少し異なる定義を用います．すなわち，リスクがどのように顕現するかによって選好が変化するかもしれないということを考慮してオプション価値を定義します．いま，自然公園の保全を例として，実現しうる状況が 2 つずつあるという状況を考えましょう [(3)]．危険回避的な個人が，自然公園の保全を進めるべきかどうか考えているとします．もし何もしなくても，自然公園はある確率 q_1 で引き続き利用できますが，$q_2 = 1 - q_1$ の確率で荒廃などによって利用できなくなります．公園が利用できるかどうかを変数 G で表し，利用できるときには $G = G^*$，利用できないときは $G = 0$ と書きます．自然公園の保全のために X だけの費用をかければ，利用できる確率を $r_1 (> q_1)$ に増加させることができます．しかし利用できなくなる確率 $r_2 (< q_2)$ も残ります．また，この個人は将来，自然公園に対して価値を見いだせなくなるかもしれません．自然公園に対する関心が引き続きある状態

[(3)] ここの説明は，湧口清隆・山内弘隆．2002．交通サービスにおけるオプション価値の理論と現実：弘南バス深谷線におけるオプション価値計測の試み．運輸政策研究 5(3), 2-11．に依存しています．さらに元の論文は，Freeman III, A.M. 1986. Uncertainty and option value in environmental policy. in E. Miles, R. Pealy and R. Stokes eds. Natural Resources Economics and Policy Applications, Essay in honor of James A. Crutchfield, Seattle and London, University of Washington Press, pp.251-271. です．

を $i = D$ で表し，この確率を p_1 とします．つまり，$p_2 = 1 - p_1$ の確率でこの個人は自然公園に対する関心を失ってしまいます（$i = N$）．関心がなくなるかどうかと公園が残っているかどうかは独立の事象と仮定しておきましょう．

自然公園に関心を持っているときの間接効用関数を $U_D(Y_D, P_D, G)$，関心を持っていないときの間接効用関数を $U_N(Y_N, P_N)$ とします．ここで，Y と P はそれぞれの状況に依存した所得と価格ベクトルを表します．関心を持っているときには自然公園が利用できるほうが効用が高いので，$U_D(Y_D, P_D, G^*) > U_D(Y_D, P_D, 0)$ が成り立ちます．このとき，補償余剰 CS_i は

$$\mathrm{CS}_D \quad : \quad U_D(Y_D - \mathrm{CS}_D, P_D, G^*) = U_D(Y_D, P_D, 0) \tag{8.4}$$

$$\mathrm{CS}_N \quad : \quad \mathrm{CS}_N = 0 \tag{8.5}$$

と定義されます．

なにもしなかったときの期待効用を考えましょう．自然公園への関心を失ってしまっていれば効用は $U_N(Y_N, P_N)$ であり，この状況は確率 p_2 で起こりえます．自然公園の関心を持ち続けているときは，公園が残っているときと失われたときで効用が異なります．公園が残っているときの効用は $U_D(Y_D, P_D, G^*)$ で，関心がなくなるかどうかと公園が残っているかどうかは独立の事象なので，この状況は確率 $p_1 q_1$ で起こりえます．公園がなくなっているときの効用は $U_D(Y_D, P_D, 0)$ で，確率は $p_1 q_2$ です．したがって，なにもしなかったときの期待効用 EU_{SQ} は

$$EU_{SQ} = p_1 q_1 U_D(Y_D, P_D, G^*) + p_1 q_2 U_D(Y_D, P_D, 0) + p_2 U_N(Y_N, P_N) \tag{8.6}$$

となります．

自然公園の保全のために X だけの費用をかけて，利用できる確率を $r_1 > q_1$ に増加させたときの期待効用を考えましょう．公園が残っていても失われても，保全費用 X は支払わなければならないことに注意すると，上と同様にして期待効用 EU_{OP} は

$$EU_{OP} = p_1 r_1 U_D(Y_D - X, P_D, G^*) + p_1 r_2 U_D(Y_D - X, P_D, 0) + p_2 U_N(Y_N - X, P_N) \tag{8.7}$$

となります．

いま，p_1, q_1, r_1 の確率を所与として，自然公園の保全のために最大限いくらの X を支払うことができるかを考えると，そのような X の最大値のことを**オプション価格**（option price）と呼びます．X が大きくなると期待効用 EU_{OP} は小さくなっていきますから，$EU_{OP} = EU_{SQ}$ となるような X が存在して，その値がオプション価格と呼ばれます．他方，このオプションを購入すること

によって購入前に比べて増加する補償余剰で測定した消費者余剰の増加分を期待補償余剰 ECS と呼ぶことにします．自然公園に対する関心を失ってしまえば，オプションを購入したとしても消費者余剰は変化せず $\text{CS}_N = 0$ です．自然公園に対する関心を持ち続けていれば，補償余剰 CS_i を得る確率が q_1 から r_1 に上昇しますから，

$$\text{ECS} = p_1(r_1 - q_1)\text{CS}_D + p_2 \times 0 \times \text{CS}_N = p_1(r_1 - q_1)\text{CS}_D \tag{8.8}$$

となります．このように定義される期待補償余剰とオプション価格との差のことをオプション価値（option value）と呼びます．すなわち，

$$\text{Option Value} = \text{Option Price} - \text{ECS} \tag{8.9}$$

です[4]．

このようにややこしい定義になるオプション価値ですが，基本的にはリスクを回避したり軽減したりするために追加的に支払ってもよい額に相当します．ただし，定義がややこしいだけあって，危険回避的な個人であってもオプション価値が負になるばあいがあります．

すでに述べたように，選好が変化しないのであればオプション価値はふつうの確実性等価の議論と同じになります．いちばん簡単なケースとして，選好が変化しない（$p_2 = 0$）であり，かつ，X を支払うことで確実に公園が保全される（$r_2 = 0$）とすれば，

$$EU_{SQ} = q_1 U_D(Y_D, P_D, G^*) + q_2 U_D(Y_D, P_D, 0) \tag{8.10}$$

$$EU_{OP} = U_D(Y_D - X, P_D, G^*) \tag{8.11}$$

となりますから，$EU_{OP} = EU_{SQ}$ となるオプション価格 X はリスクプレミアムと同じように考えることができます．

8.1.4 実践的尺度としての期待余剰

一般に，リスクがあるときにはオプション価格が概念的に正しい便益の尺度ですが，実際上よく用いられているのは期待余剰です．上の例では，選好が変化するリスクがなければ期待余剰は

$$U_D(Y_D - \text{CS}_D, P_D, G^*) = U_D(Y_D, P_D, 0) \tag{8.12}$$

[4]湧口・山内（2002）から示唆されるように，金融市場の文脈では，オプション価値とオプション価格とオプション料は同じ値となります．

を満たす CS_D に G^* となる確率を乗じた値ですが，おおまかに言って，それぞれの事象が実現したときの便益の期待値のことを期待余剰といいます．オプション価値が正負いずれの符号も取りうることから，期待余剰とオプション価格の大小は一般には定まりません．では期待余剰を用いる妥当性は，計算の容易さ以外にどのようなものがあるでしょうか．

第 1 は，個人の選好がリスク中立的であればオプション価値はゼロになることに注目します．個人の選好はリスク回避的と仮定するのが妥当と考えられますが，それぞれの公共プロジェクトの規模は個人にとっては小さいものなので，個別のプロジェクトをリスク中立的に評価しても近似としては悪くないと考えられます．なので，個人の期待余剰を集計したものもよい近似になると思われます．この議論は，公共プロジェクトが個人にとっては小さいものであるという仮定に依存していますが，個人にとって大きな影響を持つプロジェクトも当然存在しますし，特定の地域や集団に費用や便益が集中することはしばしばあります．

第 2 は，リスクが個別的である（individual risk, idiosyncratic risk）ときには，便益の平均は期待余剰に一致するので期待余剰を用いてもよい，という議論です．交通事故のように，リスクがどのように実現するかは個人によってばらばらであるようなリスクを個別リスクと呼び，そのようなときには一人あたりの便益にそれぞれの実現した事象に遭遇した人数をかけて足し合わせたものが全体の便益となりそうです．大数の法則が成り立っていれば，この全体の便益は期待便益とほぼ一致します．この議論はリスクが個別的であるという仮定を使っていますが，公共プロジェクトが対処したりあるいは生み出したりするリスクは必ずしも個別的であるとは限らず，集合的（collective）であることもあります．原子力発電所のような大規模プロジェクトはその例です．そのばあいには全員が同じ事象に遭遇することになるため，事前の平均値をとることは必ずしももっともらしくありません．

そうはいってもオプション価値・オプション価格を見積もることは困難ですから，リスクが個別的で，プロジェクトがそれほど大規模でなければ期待余剰として便益のよい近似値となります．集合的リスクがあったり，大規模プロジェクトであったりすれば，取り扱いには特に注意が必要です．

8.2 存在価値

公共プロジェクトはさまざまな便益を発生させますが，ここまでは便益とは消費者余剰や生産者余剰の増加がもたらすものと考えてきました．消費者余剰の増加はおおむね効用の増加に対応

していますが，効用の変化は一般には消費の変化によってもたらされます．しかし，公共プロジェクトによっては，通常の意味での「消費」が行われないにもかかわらず効用の変化がもたらされると考えたほうがよいことがあります．たとえば自然資源，とくに野生生物の保護などがこれにあたります．たとえば野生生物保護の公共プロジェクトでは，多くの住民は保護された野生生物を見に行くことはなく，したがって「消費」はしていないと考えられます．しかし野生生物保護にはなんらかの便益が発生していると考えられ，実際に見に行かない住民が野生生物保護プロジェクトにいくばくかの支払いをしてもいいと考えることもあるでしょう．このとき，このような自然資源に存在価値があるとか，消極的利用または非利用から便益が発生する，といいます．

8.2.1　評価の難点

「存在価値」がある財の評価や，その財からの便益を定義するときにはいくつかの難点があります．第 1 は，利用と非利用の区別が困難である点です．この点は，これらの財が純粋公共財的な側面を持っているとも解釈できます．ただし，純粋公共財の例としてしばしば挙げられる防衛や外交と異なり，その便益を住民が受けているかどうかを明確に判別できるとは限りません．

第 2 は，存在価値のある財について利用と非利用（積極的利用と消極的利用）の双方がありうるという点です．野生生物保護地域を設定して保護するというプロジェクトを考えてみると，その地域に出かけて行ってハイキングやトレッキングを行うということは積極的利用にあたります．他方，その地域が保全されているということ自体を住民が評価しているとすれば，消極的利用（非利用）からの便益が発生することになります．

第 3 は，財の量に対する便益の大きさが極めて非線形でありうる点です．野生生物保護を考えると，対象となっている生物の個体数が種の保存に必要な数より小さくなれば絶滅の危機となって便益は大きく減少する一方で，個体数が種の保存に必要な数よりあるていど大きくなれば人々の感じる便益は個体数が増加してもそれほど増加しないかもしれません．

第 4 は，消極的利用や非利用から便益が発生するということは，人々の消費などの行動自体は変化せず，行動変化から便益を推測することが困難になる，つまり選好が顕示されにくいという点です．

8.2.2　存在価値の背後にある動機

存在価値の背後にどのような動機があるかを考えておくことは，存在価値の大きさをどのように測ればよいか，またその結果をどう解釈すればよいかを考えるときに役に立つかもしれません．背後にある動機には次のようなものがあると考えられています．

まず，存在価値のある財についても積極的利用，つまり通常の消費を行うことができ，そこから便益が発生します．積極的利用はさらに 2 つに分類されます．ひとつは競争的消費と呼ばれるもので，これは通常の財の消費と同じものです．自然公園を保全しておけば，たとえばその公園の森林から木材を伐採でき，利用できる，といったものです．もうひとつは非競争的消費であり，公共財的な側面に注目したものです．非競争的消費のうち，財そのものを利用する消費を直接非競争消費と呼び，自然公園でハイキングするとかトレッキングするとかバードウォッチングを楽しむといったことがこれにあたります．その特性から，非破壊的消費と呼ばれることもあります．非競争的消費のうち，その財に物理的に直接には接しない間接非競争的消費と呼ばれるものもあります．これは自然公園や野生動物の映画や DVD 等を楽しむといったものが含まれます．

存在価値の背後には消極的利用からの便益の存在もあります．非利用が生む便益の第 1 は，オプション価値です．これは将来の積極的（あるいは消極的）利用の可能性を保持しておくためにいくらか支払う用意があるということを意味しています．存在価値が考えられる野生生物などは失われると復元や生産は困難ですから，保持しておく価値があることになります．第 2 は純粋存在価値です．これは存在していること自体にいくらか支払う用意があることを意味しており，自然秩序に対する畏敬の念とかなんらかの正義感とかを反映しているかもしれません．第 3 は利他的存在価値であり，これは自分自身がその財から効用・便益を得るというよりも，他の人がその財を利用できるようにするために自分がいくらか支払ってもよいという考えを反映しています．自然や芸術・歴史遺産を他人や将来世代が享受できることはそれ自体がよいことである，情緒的に豊かである，といった考えに基づいているのかもしれません．

このように存在価値の背後にはさまざまな動機が考えられますが，いずれにしても人々の行動変化が直接に観測できないことも多いため，その大きさの測定には仮想評価法等が用いられます．