

環境経済論/環境経済学Ⅱ

第2部 環境問題の発生メカニズム

第3章 分析道具：便益と費用

立命館大学経済学部

寺 脇 拓

本章の概要

環境問題の発生構造とそれに対する経済学的処方箋を考える上で便益と費用、および需要と供給の概念は不可欠な分析道具である。本章ではこれらの概念を理解するとともに、市場で社会純便益の最大化を達成するための条件を考える。

2

1. 便益と需要

1.1 支払意志額と便益

- **支払意志額**(willingness to pay: **WTP**)
 - ある財に対して最大限支払っても良いと思う金額。
 - これがその財に対する**価値**(value)を表し、その財を手に入れることによって得られる**便益**(benefits, 金銭評価された効用の増分)を表す。
- **限界支払意志額**(marginal willingness to pay)
 - ある財を**追加的に一単位**消費することに対するWTP。
 - その財から得られる**限界便益**(marginal benefits)を表す。
- **総支払意志額**(total willingness to pay)
 - ある財を**特定の量**消費することに対するWTP。
 - 当該量の財を得ることの**総便益**(total benefits)であり、しばしば単に「便益」、あるいは「支払意志額(WTP)」と呼ばれる。
 - **限界便益曲線の下側の面積**で測られる。

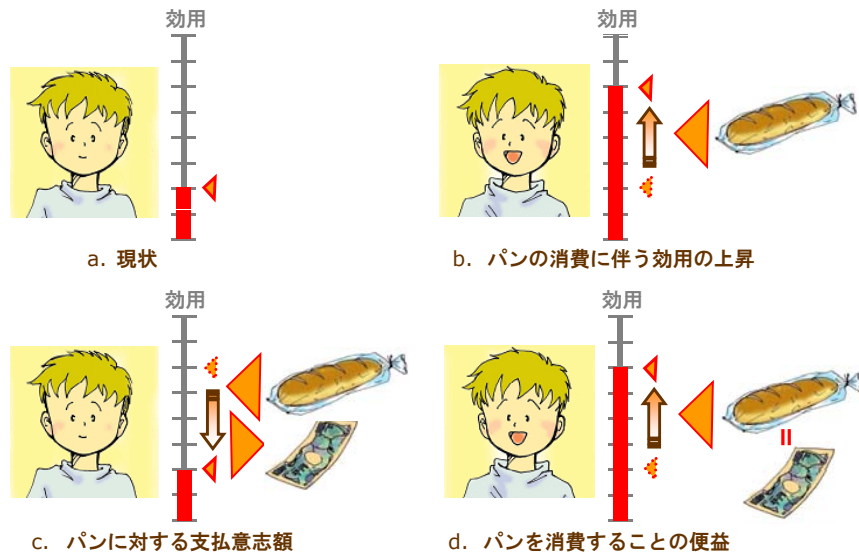


図3.1 支払意志額と便益

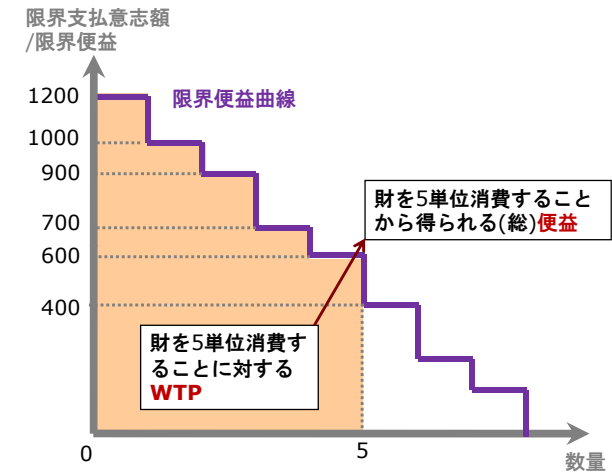


図3.2 限界便益と総便益(1)

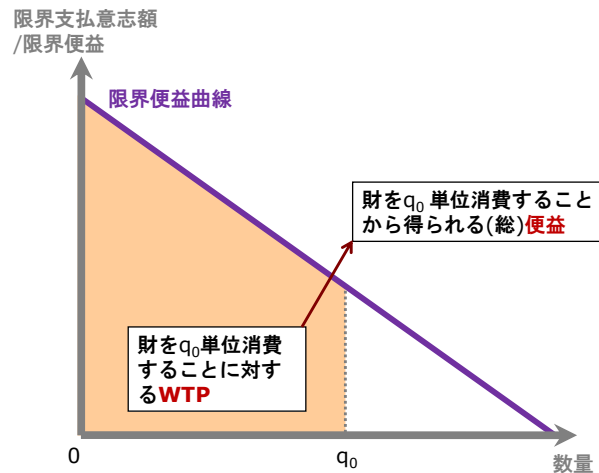


図3.3 限界便益と総便益(2)

■ 限界便益と総便益の数式表現

- **限界便益関数** : $b(x)$
 - 財を x 単位消費しているときの限界便益を表す。
- **(総)便益関数** : $B(x)$
 - 財を x 単位消費することから得られる便益を表す。
- 便益関数は限界便益関数を0から当該量まで積分することで得られる。

$$B(x) = \int_0^x b(t) dt$$

- 限界便益関数は便益関数を微分することで得られる。

$$b(x) = B'(x) := \frac{\partial B(x)}{\partial x}$$

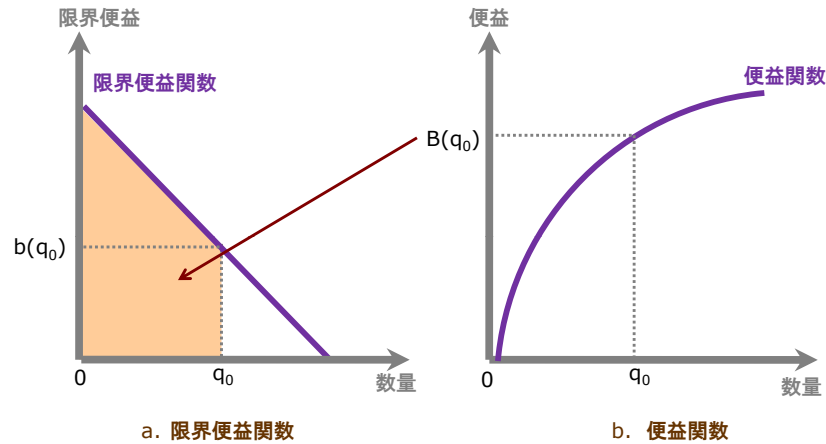


図3.4 限界便益関数と便益関数

■ 便益関数と限界便益関数の形状

• 便益関数と限界便益関数について次の仮定を置く。

- 当該範囲内で $B'(x) = b(x) \geq 0$
 - 便益は財の増加に伴って増加する。
 - 限界便益は非負の値をとる。
 - 当該範囲内で $B''(x) = b'(x) < 0$
 - 限界便益は財の増加に伴って逡減する。
 - 便益関数は凹関数で表わされる。
- 個人がその財をより高く評価するとき、その限界便益曲線はより上方に描かれる。
- 限界便益曲線が上方に描かれるほど、その下の面積で表わされる便益は、同じ数量変化についてより大きくなる。
 - 所得や教育水準など個人の属性によって変わる可能性がある。
 - 同一個人内でも情報や知識水準の変化によって変化する。

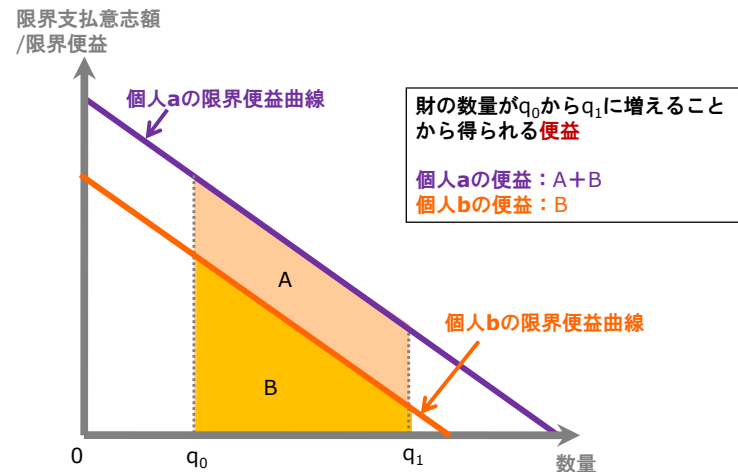


図3.5 異なる限界便益曲線

1.2 需要曲線と消費者余剰

• **需要関数**(demand function)

- 当該財の需要量 x に影響を与える要因(特に当該財の価格 p) とその需要量との間の対応関係を示す関数。

$$x = f(p)$$

- これは限界便益関数を別の角度から見たものとなる。
 - 正確には、所得効果がない(所得の限界効用が一定)という仮定の下で、需要関数の逆関数、すなわち逆需要関数(inverse demand function) $p = f^{-1}(x)$ が限界便益関数と一致する。

> 需要曲線は限界便益曲線を表し、その下側の面積は当該財を消費することから得られる便益を表す。

- この便益から購入費用を差し引いた消費者の純便益を**消費者余剰**(consumers' surplus)という。

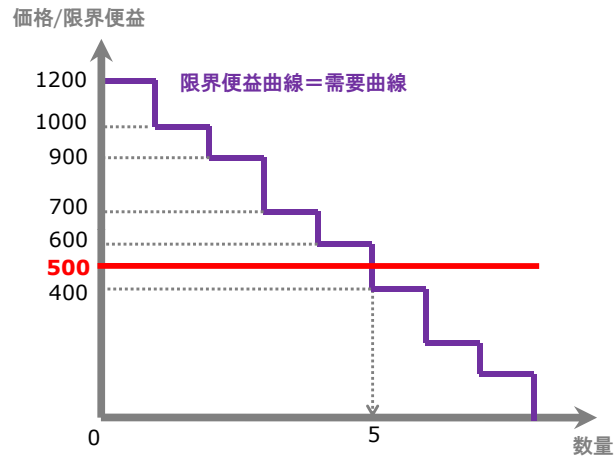


図3.6 限界便益曲線と需要曲線の関係

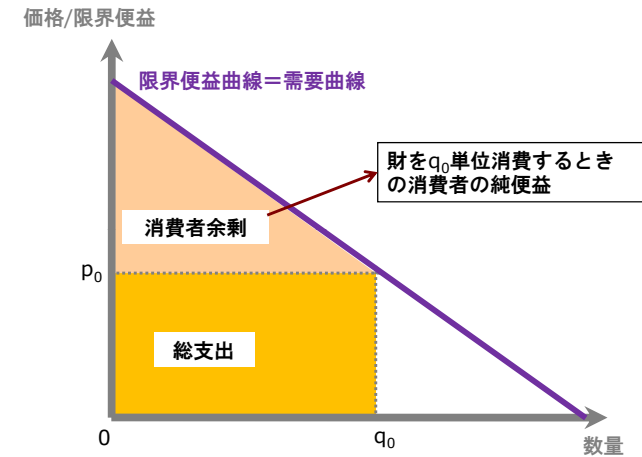


図3.7 消費者余剰

1.3 集計需要と集計便益

● **集計需要**(aggregate demand)

- ある特定のグループにおける個々の需要量の総和。
- **集計需要関数**(aggregate demand function)

$$x = \sum_{i=1}^n f_i(p)$$

> ここでの x は集計需要を、 f_i は個人 i の需要関数を、 n はグループに含まれる消費者の数を表す。

● 集計需要曲線は、個別需要曲線を **水平方向に足し合わせる** ことによって描かれる。

- これは財が**消費の競合性**をもつことを前提としている(第5章)。

> 集計需要曲線の下側の面積は、そのグループ全体の**集計便益**(aggregate benefits)を表す。

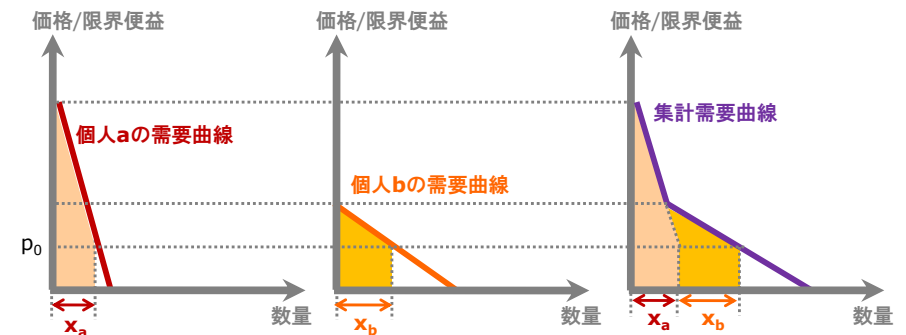


図3.8 集計需要曲線

2. 費用と供給

2.1 費用

- **機会費用**(opportunity cost)
 - ある生産に用いられる資源が別の目的で使われたときに得られたであろう代替的な産出物の最大価値。
 - 金銭の支出を伴う**会計費用**と**金銭の支出を伴わない費用**(農業における自家労働評価額、自作地地代など)から構成される。
 - 生産に伴って環境汚染が生じるとき、環境もまたその生産に使われると解釈され、その被害額も機会費用に含められる。
- **限界費用**(marginal costs)
 - ある財を**追加的に一単位**生産するのにかかる費用。
- **総費用**(total costs)
 - ある財を**特定の量**生産するのにかかる費用。
 - 固定費用を伴わない長期のケースでは、**限界費用曲線の下側の面積**で測られる。

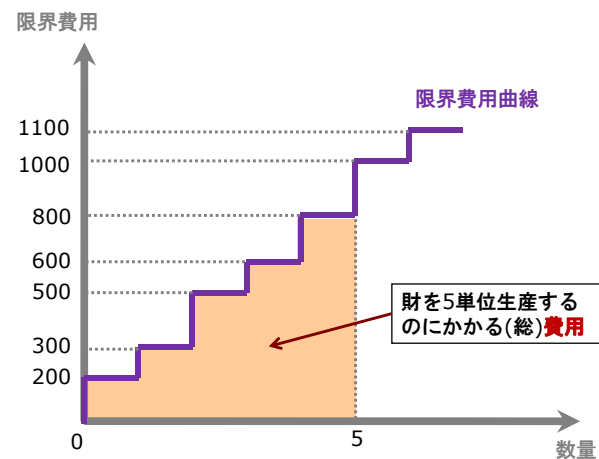


図3.9 限界費用と総費用(1)

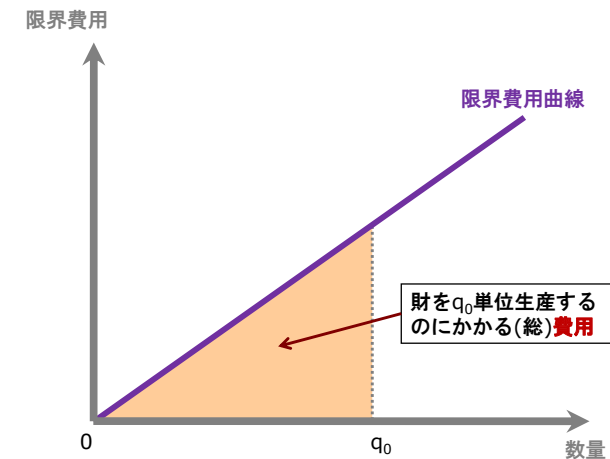


図3.10 限界費用と総費用(2)

■ 限界費用と総費用の数式表現

- **限界費用関数**： $c(x)$
 - 財を x 単位生産しているときの限界費用を表す。
- **(総)費用関数**： $C(x)$
 - 財を x 単位生産するのにかかる費用を表す。
- 費用関数は限界費用関数を0から当該量まで積分することで得られる。

$$C(x) = \int_0^x c(t) dt$$

- 限界費用関数は費用関数を微分することで得られる。

$$c(x) = C'(x) := \frac{\partial C(x)}{\partial x}$$

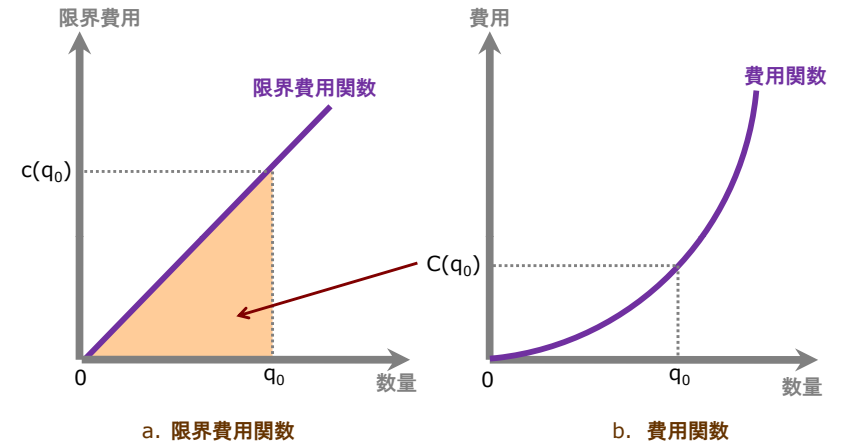


図3.11 限界費用関数と費用関数

■ 費用関数と限界費用関数の形状

- 費用関数と限界費用関数について次の仮定を置く。
 1. 当該範囲内で $C'(x) = c(x) \geq 0$
 - 費用は財の増加に伴って増加する。
 - 限界費用は非負の値をとる。
 2. 当該範囲内で $C''(x) = c'(x) > 0$
 - 限界費用は財の増加に伴って逓増する。
 - 費用関数は凸関数で表わされる。
- 企業がより高い技術をもつとき、その限界費用曲線はより下方に描かれる。
 - 限界費用曲線が下方に描かれるほど、その下の面積で表わされる費用は、同じ数量変化についてより小さくなる。
 - 採用する技術の新旧によって変わる可能性がある。
 - 技術進歩によって下方へ移行しうる。

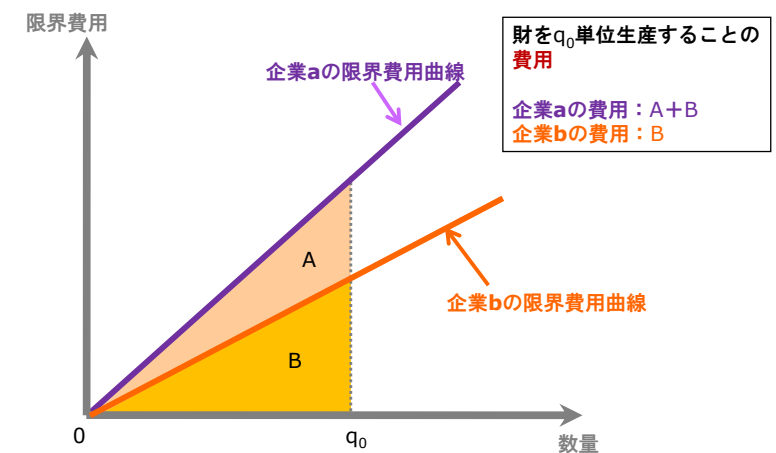


図3.12 異なる限界費用曲線

2.2 限界費用均等化原理

- **限界費用均等化原理**(equimarginal principle)
 - ある一定量の生産を行うのに複数の生産源があるとき、その生産にかかる費用を最小にするためには、各生産源の限界費用を均等化させなければならない。
- 数式による導出(生産源が二つのケース)
 - 費用最小化問題

$$\min_{\{x_a, x_b\}} C_a(x_a) + C_b(x_b), \quad \text{s.t. } x_a + x_b = \bar{x}$$
 - 添え字は各企業を、 \bar{x} は目標生産量を表す。
 - ラグランジュ関数

$$L = C_a(x_a) + C_b(x_b) + \lambda(\bar{x} - x_a - x_b)$$
 - 一階の条件

$$C'_a(x_a) = C'_b(x_b) = \lambda$$

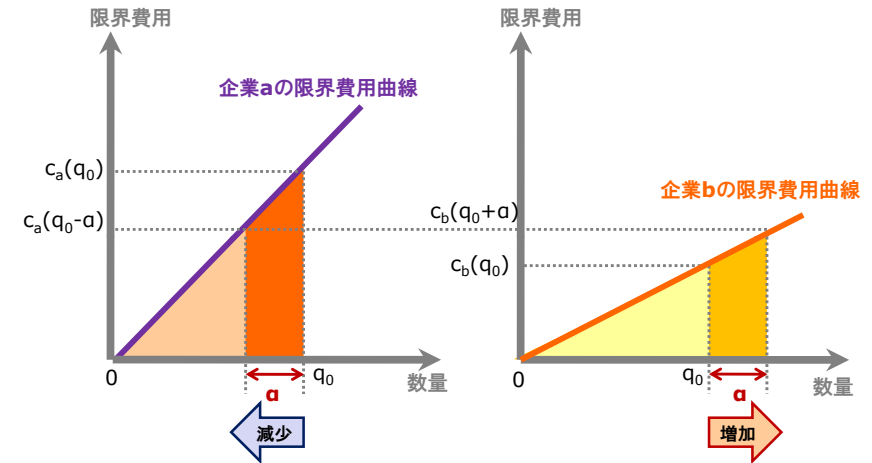


図3.13 限界費用均等化原理

2.3 供給曲線と生産者余剰

- **供給関数**(supply function)
 - 当該財の供給量 x に影響を与える要因(特に当該財の価格 p)とその供給量との間の対応関係を示す関数。

$$x = g(p)$$
- これは限界費用関数を別の角度から見たものとなる。
- > **供給曲線は限界費用曲線を表し、その下側の面積は当該財の生産にかかる費用を表す。**
- 収入から生産費用を差し引いた生産者の純便益を**生産者余剰**(producers' surplus)という。
 - 固定費用を伴わないケースでは利潤と一致する。

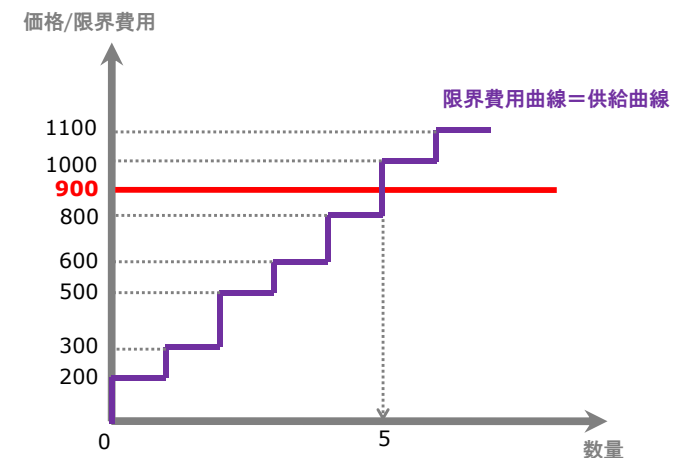


図3.14 限界費用曲線と供給曲線の関係

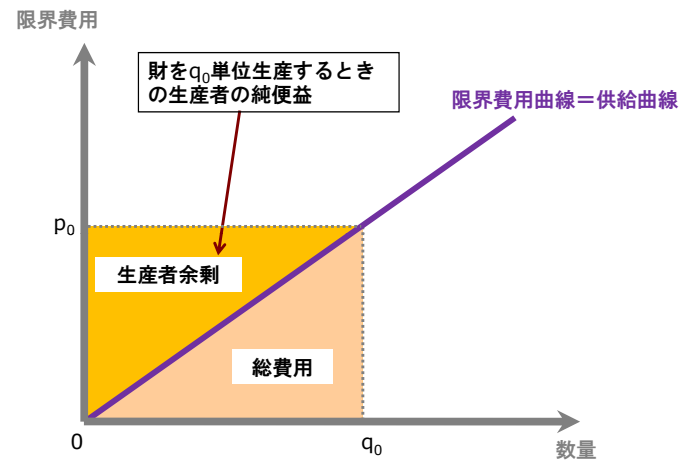


図3.15 生産者余剰

2.4 集計供給と集計費用

• 集計供給 (aggregate supply)

- ある特定のグループにおける個々の供給量の総和。
- 集計供給関数 (aggregate supply function)

$$x = \sum_{i=1}^n g_i(p)$$

- ここでの x は集計供給を、 f_i は企業 i の供給関数を、 n はグループに含まれる企業の数を表す。
- 集計供給曲線は、個別供給曲線を 水平方向に足し合わせる ことによって描かれる。
 - 各企業の限界費用は価格で均等化される。
- > 集計供給曲線の下側の面積は、そのグループ全体の **集計費用** (aggregate costs) を表す。

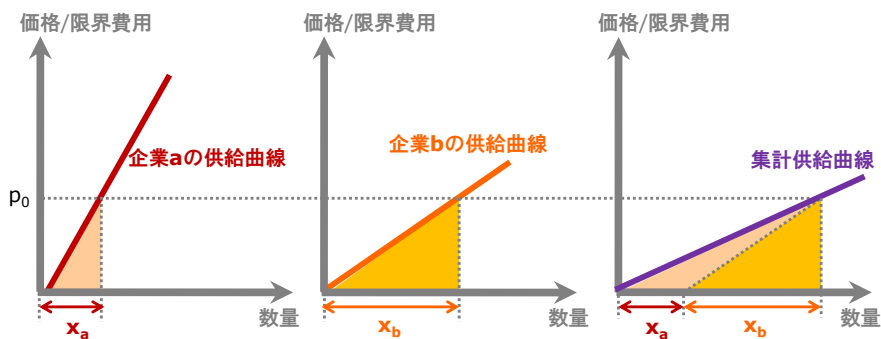


図3.16 集計供給曲線

3. 社会厚生 の最大化と効率性

3.1 社会純便益の最大化

- **社会純便益**(social net benefits)を最大にする財の生産水準は次の最大化問題を解くことによって導かれる。

$$\max_x B(x) - C(x)$$

- 最大化の一階の条件

$$B'(x) = C'(x)$$

- > **限界便益曲線と限界費用曲線の交点の水平軸座標**で社会純便益を最大にする生産水準が決定される。

- 便益： $0AE_sq_s$
- 費用： $0E_sq_s$
- 純便益： $0AE_s$

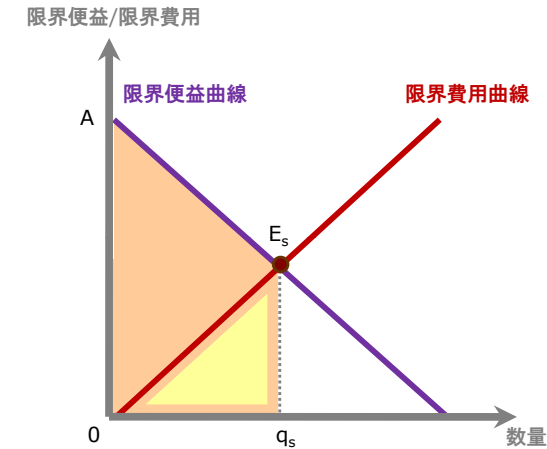


図3.17 社会純便益の最大化

3.2 市場均衡での社会余剰

- **需要関数と供給関数**がその財の生産と消費に関わるあらゆる便益と費用を反映するものであり、かつ市場がどの経済主体も価格支配力をもたないような競争市場であるとき、市場均衡において社会純便益は最大化される。

- 消費者余剰： p_mAE_m
- 生産者余剰： $0p_mE_m$
- **社会余剰**(social surplus)： $0AE_m$

- 社会純便益が最大化されるとき、その状態は**効率的**(efficient)であるという。

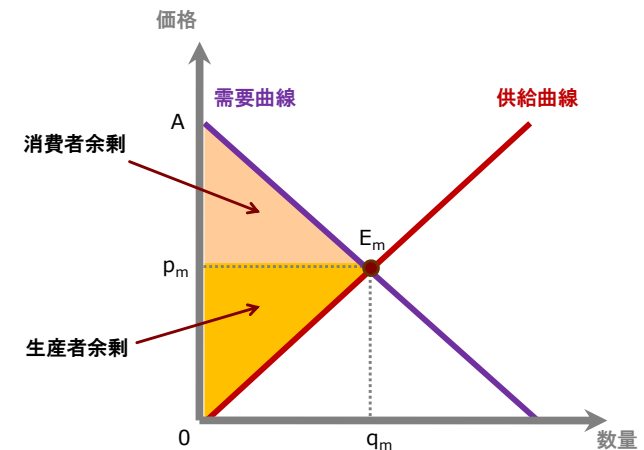


図3.18 市場均衡での社会余剰

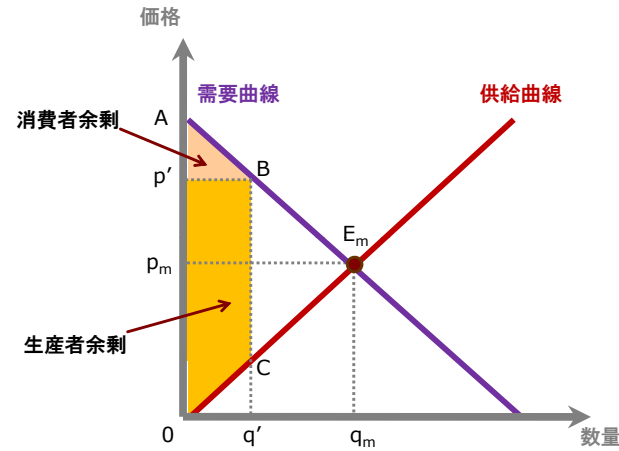


図3.19 市場均衡以外での社会余剰

3.3 効率性とは

- ある一つの選択肢Aが社会構成員の少なくとも一人において別の選択肢Bよりも選好され、他の人々にとってはそれらが無差別であるとき、AはBに対して**パレート優位**(Pareto superior)、BはAに対して**パレート劣位**(Pareto inferior)であるという。
 - パレート劣位な状態からパレート優位な状態へ移ることを**パレート改善**(Pareto improvement)という。
 - どちらの選択肢もパレート優位でない場合、両者は**パレートの意味で比較不能**であるという。
 - パレート優位な選択肢が他に**ない**状態を**パレート効率**(Pareto efficient)であるという。
- > 社会純便益が最大化されるとき、その状態はパレート効率となる。

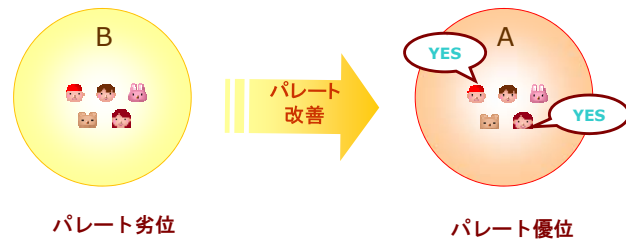


図3.20 パレート優位/劣位

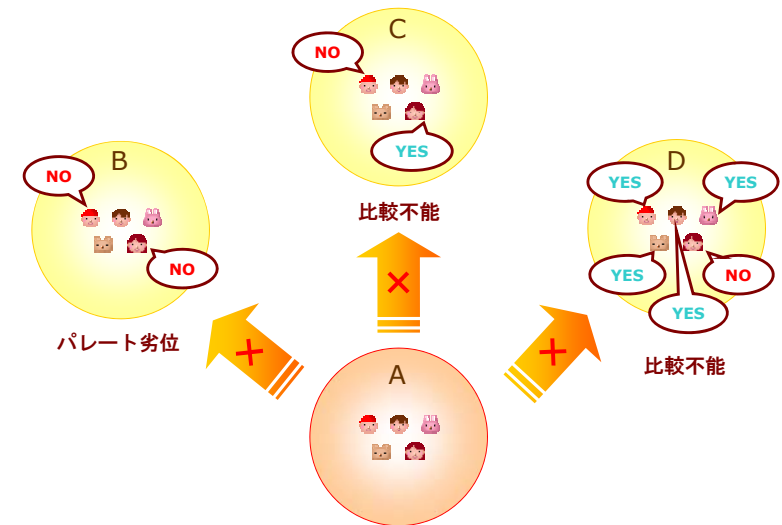


図3.21 Aがパレート効率な状態