

外部性 (1)¹

別所俊一郎²

個人や企業の行動が、適切な貨幣的補償がないままに、他の個人の効用や企業の利潤に影響するとき、「外部性」が存在しているといわれる。副流煙や騒音・公害・景観、読み書き、予防接種、渋滞、抗生物質の投与までその例には事欠かない。外部性が存在しないときには厚生経済学の第一定理は成り立たないが、合併や交渉によって解決されることもある。

M10.2. 外部性の定義と表現

温室効果に見られるような外部性 (externality) は価格メカニズムの外側にある効果であるが、その定義や定式化にはさまざまなものがありうる (Baumol and Oates 1988)。

定義 1: 経済主体の厚生 (利潤, 効用) に、他の経済主体がその効果を考慮せずに選ぶ実物変数が含まれているとき、外部性がある、という。

- 利潤に影響するときに生産の外部性 (production externality)、効用に影響するときに消費の外部性 (consumption externality) と呼ぶことがある。もちろん、生産にも効用にも影響する場合も多い。
- 生産外部性は、利潤に直接影響する場合も、生産関数の形状に影響する場合もある。同様に、消費外部性についても効用に直接影響する場合も、予算制約に影響する場合もある。
- この定義では制度的文脈を無視できない。たとえば、2人の交換経済では相手の消費量が自分の予算制約式に含まれるが、これは普通は外部性とは呼ばない。
- そこで、帰結に注目したより強い (部分集合になっている) 定義もありうる。

定義 2: ある財の潜在的な市場が実現するのに十分なインセンティブがなく、その財の市場が存在しないために Pareto optimal な均衡が実現していないとき、外部性がある、という。

外部性の存在を表現するもっとも一般的な方法は以下の通り。H 人の家計の消費ベクトルの組合せを $\mathbf{x} = \{x^1, x^2, \dots, x^H\}$ 、企業の生産ベクトルの組合せを $\mathbf{y} = \{y^1, y^2, \dots, y^H\}$ とするとき、効用関数と生産関数は、

$$U^h = U^h(\mathbf{x}, \mathbf{y}), \quad Y^h = Y^h(\mathbf{x}, \mathbf{y}) \quad (10.1-2)$$

- この表現はあまりに一般的なのであまり使われない。
- 経済主体の行動は、直面する価格のみに依存せず、他人の行動にも依存する。競争均衡が存在したとしても、Pareto optimal ではないかもしれない。

¹

²bessho [at] econ.hit-u.ac.jp. 間違いがあったらすぐにお知らせください。

M10.3. 市場均衡の非効率性

もっとも簡単なケースで市場均衡の非効率性を確認しておこう。2人経済 ($h = 1, 2$) で、家計 h の財 j の消費量を x_j^h と書く。財 1 の消費量が互いの効用に直接影響するとして、効用関数は

$$U^1 = U^1(x_1^1, x_2^1, x_1^2), \quad U^2 = U^2(x_1^2, x_2^2, x_1^1) \quad (10.3-4)$$

$$\text{正の外部性があるとき, } h \neq j \text{ に対して } \frac{\partial U^h}{\partial x_1^j} > 0$$

$$\text{負の外部性があるとき, } h \neq j \text{ に対して } \frac{\partial U^h}{\partial x_1^j} < 0$$

初期保有は財 2 のみであり (ω^1, ω^2)、財 1 は財 2 を唯一の生産要素として生産される。限界費用は 1 で一定とする。財 1 の価格を $p_1 = 1$ と基準化する。財市場が競争的であるとすれば、 $p_2 = 1$ 。

家計 h は、相手の家計 $j \neq h$ の財 1 の消費量 x_1^j を所与として行動する。このとき、競争均衡の条件は、

$$\frac{\partial U^h / \partial x_1^h}{\partial U^h / \partial x_2^h} = 1, \quad x_1^h + x_2^h = \omega^h, \quad x_1^1 + x_1^2 + x_2^1 + x_2^2 = \omega^1 + \omega^2 \quad (10.5-7)$$

Pareto optimal な配分は、家計 2 の効用水準を \bar{U}^2 に留保して家計 1 の効用を最大化して求められ、

$$\max U^1(x_1^1, x_2^1, x_1^2) \quad \text{s.t.} \quad U^2 = U^2(x_1^2, x_2^2, x_1^1) \geq \bar{U}^2, \quad x_1^1 + x_1^2 + x_2^1 + x_2^2 = \omega^1 + \omega^2. \quad (10.8)$$

FONC から、

$$\frac{\partial U^1 / \partial x_1^1}{\partial U^1 / \partial x_2^1} + \mu \frac{\partial U^2 / \partial x_1^1}{\partial U^1 / \partial x_2^1} = 1 \quad (10.9)$$

$$\frac{\partial U^2 / \partial x_1^2}{\partial U^2 / \partial x_2^2} + \mu^{-1} \frac{\partial U^1 / \partial x_1^2}{\partial U^2 / \partial x_2^2} = 1 \quad (10.10)$$

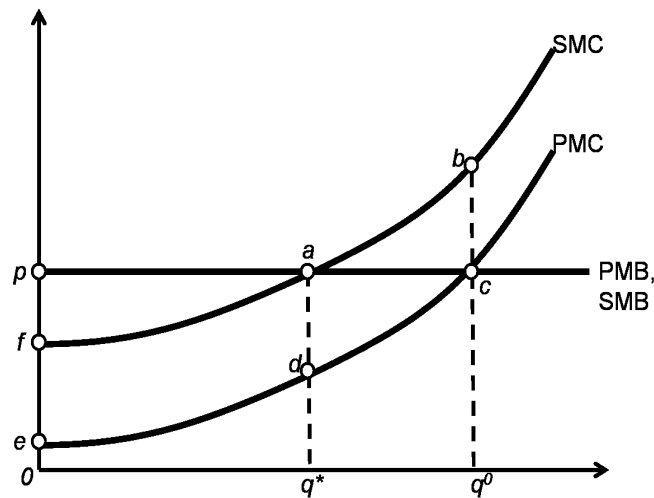
- 競争均衡の条件式 (10.5-7) とは一致しておらず、Pareto 最適は実現しない。
- 正の外部性があるとき、左辺第 2 項が正の値をとるので x_1^1 は競争均衡より大きな値をとりやすい。逆に負の外部性があるとき、左辺第 2 項が負の値をとるので x_1^1 は競争均衡より小さな値をとりやすい。
- 効用関数が $U^h = U^h(f^1(x^1), \dots, f^H(x^H))$ の形状をとるとき、外部性が互いに相殺するので競争均衡は Pareto optimal になる。

M10.4. (L6) Coase の定理

定理: 完全情報で取引費用のかからない競争経済では、資源配分は効率的であり、授権 (entitlement) の法的枠組みによって変化しない

Coase (1960) は形式的な証明を与えたわけではないが、コースの定理として知られている。

- 所有権 (property rights) がこの定理のポイント。権利が侵されたときの補償 (compensation) の方向が所有権の定義によって決まる (例: 騒ぐ権利 v.s. 静かさを享受する権利)。所有権が明確に定義されてさえいれば, 公的介入は必要なく, 私的な交渉・合意によって Pareto optimal な資源配分が達成される。
- 所有権の定義は社会的慣習や法律によって決められ, 時代とともに変化する (例: 嫌煙権)。
- 所得効果がないことがこの同値性の条件。
- 単純な部分均衡分析で考えてみる。負の外部性を発生する企業と, 外部性を受ける住民を想定。
 - 企業の生産に伴う私的限界費用 (PMC) は生産量 q の増加関数。
 - 生産による限界的な住民への負の外部性を金銭評価したものを限界損害 (MD) とし, PMC と MD の和を社会的限界費用 (SMC) とおく
 - 生産による企業の限界収入を私的限界便益 $PMB = p$ とおき, 価格支配力は持たない。
 - 生産による社会的な限界便益 (SMB) は価格にすべて反映されているとする。



- 企業が所有権をもっているとき, 交渉による合意がなければ生産量は q^0 。交渉があれば, 生産量 q^0 では住民から企業へ $[0, bc]$ のあいだのいくらかの支払いが行われて生産量が減少し, q^* で交渉は停止。企業が受け取る支払いは最小で acd (住民の純便益は abc) , 最大で $abcd$ (住民の純便益は 0) 。
- 住民が所有権をもっているとき, 交渉による合意がなければ生産量は 0 。交渉があれば, 生産量 0 では企業から住民へ $[fp, fe]$ のあいだのいくらかの支払いが行われて生産量が増加し, q^* で交渉は停止。企業の支払いは最小で $adef$ (住民の純便益は 0) , 最大で $adep$ (住民の純便益は afp) 。

交渉や外部性の市場が活用されないわけ

所有権を明確に定義したうえでの交渉や外部性の原因となる財の市場の創出が外部性の問題の解決になるが、そのような手法で解決されない外部性の問題も多い。

所有権の定義の困難さ：財や所有権を定義すること自体が難しい。所有権の定義は交渉時の補償の方向性を決めるが、それについて社会的な合意がないことも多い（例：大気汚染）。

取引費用 transaction cost の高さ：所有権が定義できたとしても、その執行や交渉、司法制度の維持に時間や金銭的負担がかかり、交渉によって得られる社会的便益を上回るかもしれない。また、広く薄く外部的損害や便益が及ぶ場合には、各個人にとっての相対的な取引費用は高くつくかもしれない。

交渉結果へのただ乗り：交渉に費用がかかる時、交渉結果にただ乗りする人が出てくるかもしれない。そのために交渉自体が始まらないかもしれない。

遅れによる交渉力の強さ：関係者が順番に交渉を行っていく時、順番の遅いほうが交渉力が強くなる（最後の一人は独占的な交渉力をもつ）。そのとき、関係者がみんな「後で」交渉するように希望するために、交渉が始まらないかもしれない。

非凸性：生産可能性集合が凸でなくなれば、均衡が存在しないかもしれない。外部性も含めた生産関数が規模に関して収穫一定のとき、負の外部性を受けているときには、外部性以外の生産要素を2倍にすれば生産量は2倍以上になり、規模に関して収穫逓増になってしまう。

政府の介入

交渉が成立しないとき、公的介入は（不完全でも）経済厚生を上昇させるかもしれないし、交渉費用を節約させるかもしれない。

禁止 外部効果が重大なときには有効かもしれない（自然環境、薬物）。ただし、外部性の制御は相反する利益団体のバランスを取るから、禁止は必ずしもよい解決策でない。

技術の制約 排出物の規制のために一定の技術の使用を義務付けること。

- 監視費用が相対的に少ない：技術が正しくつかわれているか（維持・補修を含む）、新しい技術が基準に従っているか。
- 新しい装置を開発、導入するインセンティブには欠ける：新技術の義務化には時間がかかるし、時間がかかるとわかればさらに開発投資が滞る可能性。

量的規制 手段を問わず、量的基準を定めること。

- 排ガス規制などに用いられる。外部性削減の費用は企業や産業ごとに異なるので、削減の割り当てが非効率になる可能性

- 企業や産業を不平等に取り扱ったほうが、同じ費用でより多くの排出削減が可能かも。その際には “political football” になる可能性

税・補助金 ピグー税 (Pigouvian tax) . たばこ税, 揮発油税, 教育補助金など

- PMC を増加させることで最適値を実現させる
- 外部性の内部化 (internalize) の一種 . 外部性を自分で負担 (享受) しているかのように税・補助金を設定し, 「適切な補償」を代替させる .
- 基準点によっては税になったり補助金になったりする (井堀 1996, p.7) . 負の外部性をもたらしている企業に, x_e を超える生産 1 単位当たり t だけの税を課すとしよう . このとき, 企業の利潤関数は

$$\pi = \max [px - c(x) - t(x - x_e)]$$

x^* よりも生産を縮小すれば 1 単位当たり t だけの補助金を出すとすれば,

$$\pi = \max [px - c(x) + t(x^* - x)]$$

いずれのケースも, 一括補助金 A について

$$\pi = \max [px - c(x) - tx + A]$$

と表現できるから, FONC は変わらない . A の水準設定は利潤の分配問題であり, 財の生産量という資源配分の効率性の問題とは無関係 .

- 政府は一般には企業の生産関数や外部性の大きさの情報をもたないので, 税率設定は試行錯誤に . しかし, 企業同士が互いの情報を完全に知っていれば, 政府が企業間の補償ルールのみを定めれば最適な資源配分を達成できる (Varian 1995, 井堀 1996, pp.9-12) . 企業 1 の生産が企業 2 に対して負の外部性をもたらしているとする . 企業 1 の生産 x によって, 企業 2 が被る厚生減少を $-e(x)$, ($e' > 0, e'' > 0$) で表わす . 次のような 2 段階ゲームを考える .

[1] それぞれの企業が税率 t_i を宣言する

[2] 企業 1 は t_2 を既知として x を決め, t_2x だけ企業 2 に補償するが, 企業 2 は t_1x だけ受け取る . 企業 1 はさらに, 2 つの税率の差額を罰金として政府に支払う .

このとき, それぞれの企業の利潤は

$$\pi_1 = \max [px - c(x) - t_2x - (t_1 - t_2)^2] \quad (18)$$

$$\pi_2 = \max [-e(x) + t_1x] \quad (19)$$

この 2 段階ゲームを backward に解く . 企業 1 が x を決める第 2 段階では t_i は所与だから, FONC は

$$p = c'(x) + t_2 \quad (20)$$

となり、反応関数 $x = x(t_2)$ を得る。第 1 段階は同時手番ゲームである。 $x = x(t_2)$ を考慮すると、

$$\text{企業 1 の反応関数 : } t_1 = t_2 \quad (22)$$

$$\text{企業 2 の反応関数 : } t_1 x'(t_2) - e'(x)x'(t_2) = 0, \quad \text{or, } t_1 = e'(x(t_2))$$

これを (20) 式に代入すると Nash 均衡解として Pareto 効率的な税率を得る。

$$p = c'(x) + e'(x) \quad (10)$$

企業 2 が宣言する税率 t_2 を均衡点から引き上げたとして。このとき、企業 1 は罰金を避けるために t_1 を引き上げ、生産量 x を減らす。均衡点では Pareto 効率的だったから、生産量減少に伴う受け取りの影響のほうが大きい。

- 環境税は外部不経済を内部化することによる便益(第 1 の配当)をもたらすと同時に、これを他の歪みをもたらす税の減税財源として歪みを減少させること(第 2 の配当)ができる。これを環境税の「二重の配当 double dividend」とよぶ。
- ただし、環境税は、歪みをもたらす税(典型的には労働所得税)の減税財源になる(revenue-recycling effect)と同時に、汚染財の物価を引き上げて実質賃金を下落させる(tax-interaction effect)ので、これらの効果が相殺する可能性がある(e.g., Bovenberg and de Mooji 1994, 細田・横山 2007, pp.182-186)

L7. 排出権取引

2 企業の汚染物質の排出を規制することを考える。簡単化のため、財の生産量は一定に固定されているとする。排出に対する制約が何もなければ、2 企業とも汚染物を \bar{x} だけ排出するとする。各企業 i は排出削減を行う手段をもっていて、 a_i だけ削減して排出量を $x_i = \bar{x} - a_i$ にするのに必要な費用が $c_i = (m_i/2)a_i^2$, ($m_1 < m_2$) であるとする。排出削減の限界費用は $dc_i/da_i = m_i a_i$ で、企業 1 のほうが効率的な排出削減技術を持っている。

直接的量的規制

全排出量を \hat{x} まで減少させるために、2 企業にそれぞれ \hat{x} の排出を認めたとすれば、削減費用は社会的には最小化されない($c_1 + c_2 = (\frac{m_1+m_2}{2})(\bar{x} - \hat{x})^2$)。削減費用が最小化されるのは、排出削減の限界費用が等しくなるときだが、実際には実現しにくい。

- 効率的な量的規制のためには 2 企業の排出削減技術の情報が必要。
- 企業を平等に扱うという社会規範がしばしば存在する

排出権取引の仕組み

ピグー税が企業の生産技術や外部性の情報を必要とするのに対し、排出権取引では政府は排出水準を制御すればよく、必要な情報量が比較的少ないとされる。排出権取引では

- 各企業は排出と同量（以上）の排出権を持っていなければならない
- 政府は各企業に初期時点で排出権を配分する
- 排出権は競争市場で取引されるが、排出総量は初期時点から変化しない

企業の費用最小化

排出権の価格を p とすると、 a_i だけ削減するときの実行費用は、初期配分を \hat{x} として

$$c_i = \left(\frac{m_i}{2}\right) a_i^2 + p(\bar{x} - a_i - \hat{x}), \quad a_i < \bar{x}$$

$\bar{x} - a_i > \hat{x}$ なら排出権を買い、 $\bar{x} - a_i < \hat{x}$ なら排出権を売る。FONC より、最適な削減量は

$$a_i^* = \begin{cases} p/m_i & \text{if } p < \bar{x}m_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

したがって、排出権の超過需要は

$$ED_i = \begin{cases} (\bar{x} - a_i^*) - \hat{x} & \text{if } p < \bar{x}m_i \\ -\hat{x} & \text{otherwise} \end{cases}$$

均衡

排出権市場の需給均衡条件は超過需要の和がゼロになることから、

ともに内点解のとき $ED_1 + ED_2 = 0$ を解いて、

$$p = \frac{2(\bar{x} - \hat{x})}{\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)}$$

このとき、 $p < \bar{x}m_1$ だから、上式より、

$$\hat{x} > \bar{x} \left(\frac{m_2 - m_1}{2m_2}\right), \quad c_1 + c_2 = \frac{2(\bar{x} - \hat{x})^2}{\left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)}$$

片方が端点解のとき $ED_1 = -\hat{x}$ だから、

$$p = m_2(\bar{x} - 2\hat{x})$$

このとき、 $p \geq \bar{x}m_1$ となり、削減費用は直接規制より節約できる。

$$\hat{x} \leq \bar{x} \left(\frac{m_2 - m_1}{2m_2}\right), \quad c_1 + c_2 = \left(\frac{m_1}{2}\right) \bar{x}^2 + \left(\frac{m_2}{2}\right) (\bar{x} - 2\hat{x})^2$$

効率的な排出権市場

排出権取引にも問題がないわけではない。

- 取引費用の存在
- 初期の排出権分配のあり方：内点解が実現するためには、初期時点での不平等な分配が必要
- Price-taker の仮定：排出権市場での独占や寡占、戦略的行動が存在すれば効率的な配分とならない
- 新規参入への障壁：金融市場が完全であれば、排出権取引に社会的費用が反映されているので、企業は金融市場から借入を行って排出権市場に参入できる。そうでなければ、排出権取引が新規参入への障壁になりかねない。

参考文献

- [1] 井堀利宏．1996．公共経済の理論．有斐閣．第1章．
- [2] 細田衛士・横山彰．2007．環境経済学．有斐閣アルマ．

引用文献

- [1] Baumol, W.J., W.E. Oates. 1988. *The Theory of Environmental Policy*. Cambridge University Press.
- [2] Bovenberg, A.L., R.A. de Mooij. 1994. Environmental levies and distortionary taxation. *American Economic Review* **84**(4), pp.1085-1089.
- [3] Varian, H.R. 1995. A solution to the problem of externalities when agents are well-informed. *American Economic Review* **84**, 1278-1293.