

環境経済学ミニテスト (第5回)

学籍番号 _____

氏名 _____

ある地域のごみ排出関数は次式で表されるものとする。

$$P = 100 - \frac{X}{4}$$

ただし、 X はごみ排出量であり、 P はごみ排出の価格（ごみ処理サービスに対する価格）である。いま、ごみは政府によって処理され、そのごみ処理限界費用は、

$$MC = \frac{X}{4} + 20$$

であるとする。このとき、以下の問いに答えなさい。（ただし、解答は分数あるいは整数で答えること。また、この問題では、将来世代及び現世代の問題を考えない。）

- (1) ごみ処理手数料を無料にした場合、ごみ排出量(X)、住民の消費者余剰 (CS)、政府の余剰 (生産者余剰: GS)、社会的総余剰 (SS) を計算しなさい。

$X =$ $CS =$ $GS =$ $SS =$

- (2) 最適なごみ排出量を求めなさい。

(最適なごみ排出量) =

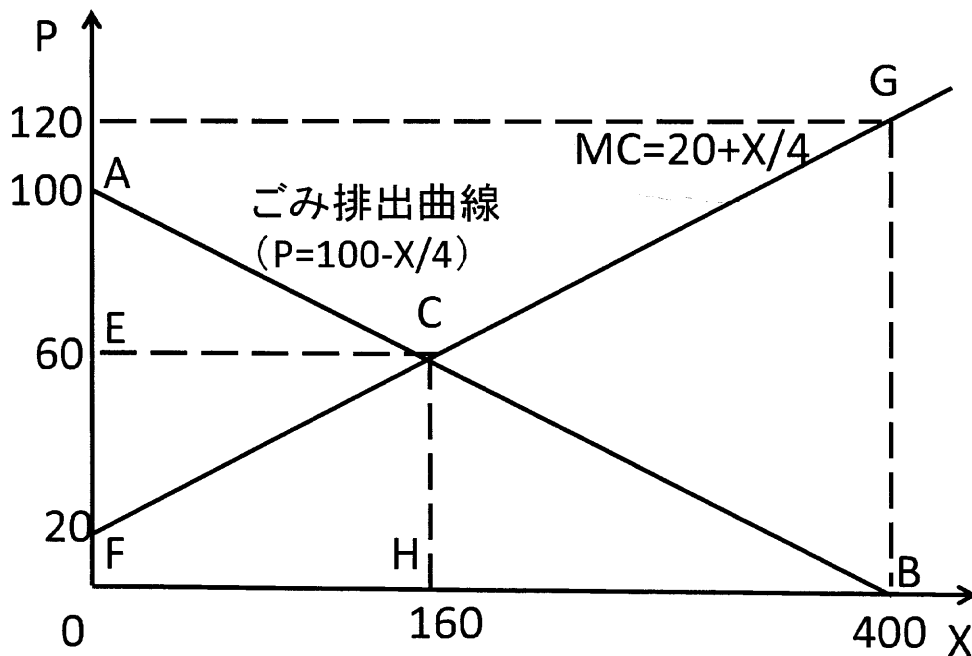
- (3) 最適なごみ排出量を達成するためには、ごみ処理手数料の水準をいくりに設定すればよいか？

(最適なごみ処理手数料) =

- (4) その政策を実施した場合の、住民の消費者余剰 (CS)、政府の余剰 (GS)、社会的総余剰 (SS) を計算しなさい。

$CS =$ $GS =$ $SS =$

環境経済学ミニテスト（第5回）解答



(1) $P=0$ のとき、排出関数から、 $0 = 100 - \frac{X}{4}$ となるため、 $X=400$
したがって、図より

$$CS = (\text{効用}) - (\text{支出額}) = \triangle OAB = 100 \times 400 \div 2 = 20000$$

$$GS = (\text{収入}) - (\text{可変費用}) = -\square OFGB = - (20+120) \times 400 \div 2 = -28000$$

$$SS = CS + GS = \triangle AFC - \triangle BCG = -8000$$

(2) 最適な排出量の条件は、 $P=MC$
したがって、

$$100 - \frac{X}{4} = \frac{X}{4} + 20$$

より、 $X=160$

(3) 最適な政策は、単位ごみ排出量あたりのごみ処理手数料（従量制による有料制） t を、最適な生産量における限界費用に等しい水準に設定することにある。
したがって、

$$t = \frac{X}{4} + 20 = \frac{160}{4} + 20 = 60$$

(4) このとき、

$$CS = (\text{効用}) - (\text{支出額}) = \square OACH - \square OECH = \triangle AEC = (100 - 60) \times 160 \div 2 = 3200$$

$$GS = (\text{収入}) - (\text{可変費用}) = \square OECH - \square OFCH = \triangle EFC = (60 - 20) \times 160 \div 2 = 3200$$

$$SS = CS + PS = \triangle AFC = 6400$$

環境経済学ミニテスト (第 6 回)

学籍番号 _____

氏名 _____

汚染物質の排出関数 (汚染物質排出の限界利潤関数) が次式で表されるものとする。

$$P = 110 - \frac{X}{2}$$

ただし、 X は汚染物質排出量であり、 P は排出に対する価格であるとする。いま、汚染物質の排出によって生じる真の限界外部費用 MEC は、

$$MEC = \frac{X}{4} + 20$$

であるとする。このとき、以下の問いに答えなさい。(解答は、分数あるいは整数で答えること。)

- (1) 最適な排出量 X^* を求めなさい。

$$X^* =$$

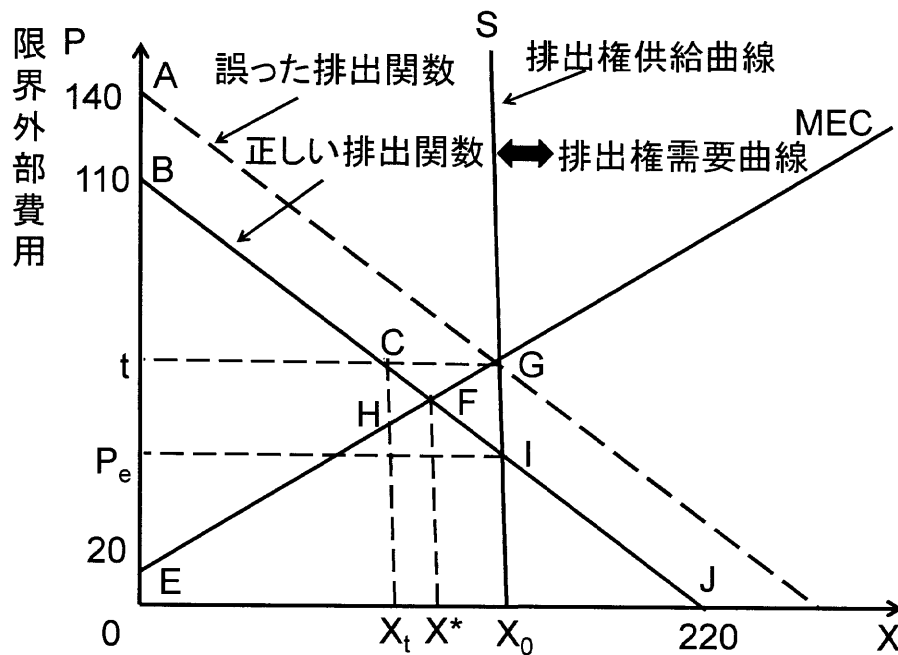
- (2) いま、政府が汚染物質の排出関数を誤って理解し、

$$P = 140 - \frac{X}{2}$$

と考えているとしよう。このとき、下記の問いに答えなさい。

- ① この政府は、誤った情報に基づいて、社会的総余剰を最大にするように排出目標を設定するものとする。このとき、この政府が設定する排出目標 X_0 はいくらか? $X_0 =$
- ② 環境税を導入することによって政府が排出目標 X_0 を達成しようとしているとする。このとき、
- (a) 環境税 t をいくらに設定しようとするだろうか? $t =$
- (b) 上記の環境税 t のとき、現実の排出量 X_t はいくらになるだろうか? また、このとき実現される社会的総余剰 SS_t はいくらになるか? $SS_t =$
- ③ 排出権取引を導入することによって政府が排出目標 X_0 を達成しようとしているとする。このとき、
- (a) 政府が発行すべき排出権の枚数 X_e はいくらにすべきか? (ただし、1 枚の証書で 1 単位の汚染物質の排出が許可されるものとする) $X_e =$
- (b) このとき、排出権の価格 P_e はいくらになるか? $P_e =$
- (c) このとき、実現される社会的総余剰 SS_e はいくらになるか? $SS_e =$
- ④ 上記の分析から、政府は排出権取引か環境税かどちらを選択すべきだろうか?

(1) 排出関数と限界外部費用を図示すると下図のようになる。



排出関数は、排出の限界利潤関数と対応している。したがって、最適な排出量の条件は、限界利潤と限界費用が等しくなることである。したがって、最適な排出量の条件は、 $P=MEC$ となる。上図では、点 F において $P=MEC$ となっている。よって、

$$P = 110 - \frac{X^*}{2} = MEC = \frac{X^*}{4} + 20$$

より、

$$\frac{3X^*}{4} = 90 \rightarrow X^* = 120$$

(2)

- ① 政府は排出関数を $P = 140 - \frac{X}{2}$ と誤解している場合、政府は誤った排出関数（限界利潤関数）と MEC が等しくなる水準に排出量を抑制しようとする。すなわち、上図では、誤った排出関数と MEC の交点 G で与えられる排出量 X_0 を排出目標に設定する。したがって、その条件は、

$$P = 140 - \frac{X_0}{2} = MEC = \frac{X_0}{4} + 20$$

であるから、

$$\frac{3X_0}{4} = 120 \rightarrow X_0 = 160$$

- ② (a)政府が排出目標を X_0 に設定する場合、上図において、環境税を t に設定しようとする。すなわち、 $X_0 (=160)$ のときの限界外部費用が t となる。したがって、

$$t = MEC = \frac{X_0}{4} + 20 = \frac{160}{4} + 20 = 60$$

(b) $t=60$ のとき、実際の排出量は、正しい排出関数に基づいて決定される。したがって、上図において X_t が排出量となる。このため、正しい排出関数において、 $P=t=60$ となるような排出量が X_t となる。したがって、

$$P = 110 - \frac{X_t}{2} = t = 60$$

より、

$$X_t = 100$$

となる。

このとき、社会的総余剰 SS_t は

$$\begin{aligned} SS_t &= (\text{排出による利潤}) - (\text{外部費用}) = \square OBCX_t - \square OEHX_t = \square BCHE \\ &= (CH + BE) \times OX_t \div 2 \end{aligned}$$

$$\text{ここで、} HX_t = MEC = \frac{X_t}{4} + 20 = \frac{100}{4} + 20 = 45$$

よって、

$$SS_t = (CH + BE) \times OX_t \div 2 = \{(60 - 45) + (110 - 20)\} \times 100 \div 2 = 5250$$

- ③ (a)排出権許可証 1 枚で、1 単位の排出量が許可されるとすると、排出目標と同数の枚数の排出権を発行すればよい。したがって、

$$X_e = X_0 = 100$$

(b)このとき、図の中で、 SX_0 が排出権供給曲線、 BJ (正しい排出曲線) が排出権需要関数となる。したがって、市場均衡価格 P_e は、点 I で達成される。図からわかるように P_e は、 $X_0=100$ を正しい排出関数に代入することによって求められる。

$$P_e = 110 - \frac{X_0}{2} = 110 - \frac{100}{2} = 30$$

(c)社会的総余剰 SS_e は

$$SS_e = (\text{排出による利潤}) - (\text{外部費用}) = \square OBIX_0 - \square OEGX_0 = \square BEF - \square FIG$$

$$=BE \times OX_t \div 2 - GI \times X^*X_0 \div 2 = (110-20) \times 100 \div 2 - (60-30) \times (160-120) \div 2$$

$$=4500-1200=3300$$

- ④ $SS_t > SS_0$ であり、環境税を選択した方が社会的総余剰が大きくなるため、環境税を選択する方が望ましい。

(練習問題)

$E_0=200$ 、 $MEC_0=50$ 、 $MRC_0=200-E$ 、 $MRC_1=150-E$ であるとき、以下の問いに答えなさい。

- ① 最適な排出量を求めなさい。そのとき、社会的費用を求めなさい
- ② いま、限界削減費用が MRC_0 であるとする。排出規制を導入した場合、規制導入によって企業に発生する費用負担額はいくらか？
- ③ 投資 R を実施することによって、排出規制の下で企業に生じる投資の利益はいくらか？
- ④ いま、限界削減費用が MRC_0 であるとする。環境税によって最適な水準に排出量を抑制するためには、環境税の額をいくらに設定すればよいか？このとき、環境税導入によって企業に発生する費用負担額はいくらか？
- ⑤ 投資 R を実施することによって、環境税の下で企業に生じる投資の利益はいくらか？
- ⑥ 環境税の下で投資が実行されるが、排出規制の下では投資が実行されないような投資額 R の条件を求めなさい。

企業負担をいくら

へろせうか

① $MEC_0=MRC_0 \Rightarrow 50=200-E$ より $E^*=150$

$SC = 50 \times 150 + 50 \times 50 \times 1/2 = 7575$

② 企業は排出量を 50 ($=200-150$) だけ削減する。規制の場合の企業の費用負担は、削減費用であるから、 $50 \times 50 \times 1/2 = 1250$

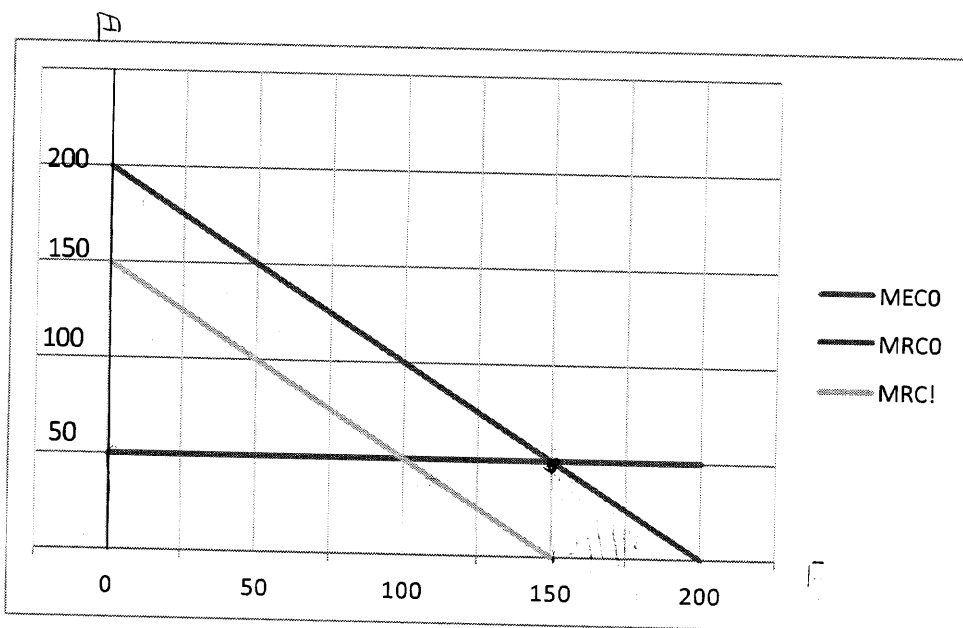
③ 企業が投資によって、限界削減費用を MRC_0 から MRC_1 へ削減できるから、 $50 \times 50 \times 1/2 = 1250$

④ 最適な環境税の条件は、 $t = \text{限界外部費用}$ であるから、 $t=50$

したがって、企業負担額 = 税負担 (税率 $\times$ 排出量) + 削減費用 $= 50 \times 150 + 50 \times 50 \times 1/2 = 7575$

⑥ 投資によって、限界削減費用は MRC_1 にシフトするため、 $50 \times 50 = 2500$

⑦ ③と⑥の計算結果より、 $1250 < R < 2500$



(練習問題)

企業 A の排出に関する限界利潤関数と企業 B の限界利潤関数がそれぞれ、次式で表されるものとする。

$$MP_A = 100 - X_A, \quad MP_B = 150 - X_B$$

ただし、 MP_A 、 X_A 、 MP_B 、 X_B はそれぞれ企業 A の排出量と限界利潤、企業 B の排出量と限界利潤を表している。いま、経済全体の排出量を、100 単位に抑制するために、排出権制度の導入を検討しているものとして、そのために、企業 A に対しては、初期配分として 40 単位の排出権を配分し、企業 B に対しては、60 単位の排出権を配分したとする。(注：1 枚の排出権証書を保有していれば、1 単位の排出が許可される) このときに、以下の問いに答えなさい。

- (1) 排出権取引を実施せず、各企業は、割り当てられた初期配分に該当する排出量の排出を許可されるとした場合、各企業の利潤は、それぞれ、いくらになるか？
- (2) 排出権取引を実施した場合、均衡の排出権価格 (P)、各企業の排出量、企業 A の排出権の購入 (あるいは、売却) 量をそれぞれ求めなさい。
- (3) また、排出権収入 (あるいは、支出) を考慮した、各企業の利益をそれぞれ求めなさい。
- (4) 排出権取引を行うことによって、各企業の利益はいくら増加したかをそれぞれ求めなさい。
- (5) いま、企業 A への初期配分を 5 単位増やし、その分、企業 B への初期配分を減らした場合を考える。
 - このとき、排出権価格はいくらか？また、企業 A と企業 B の排出量はそれぞれいくらになるか？
 - 各企業の総利益 (排出によって得られる利益と排出権取引によって生じる収入 (あるいは支出) を考慮した利益) はいくらになるか？

(練習問題解答)

- (1) 企業 A $(100 + 60) \times 40 \times 1/2 = 3200$
企業 B $(90 + 150) \times 60 \times 1/2 = 7200$

- (2) 排出権の価格を P とおくと、企業 A の排出量は、 $P = MP_A = 100 - X_A$ によって決定される。

$$\therefore X_A = 100 - P$$

同様に、企業 B の排出量は、 $P = MP_B = 150 - X_B$ より、 $X_B = 150 - P$

排出権制度の下では、両企業の排出量の合計が、総排出量 100 となるように価格が決定されるから、

$$100 = X_A + X_B = 100 - P + 150 - P = 250 - 2P \quad (A) \quad \therefore P = 75$$

(別解)

排出権の価格を P とおくと、企業 A の排出量は、次式で決定される。

$$P = MP_A = 100 - X_A, \text{ よって、} X_A = 100 - P$$

企業 A に与えられた排出権の初期配分は、40 であるから、企業 A の排出権の需要 (購入したいと考える排出権の量) R_A は、次式で求められる。

$$R_A = X_A - 40 = 60 - P$$

同様に、企業 B の排出量は、 $P = MP_B = 150 - X_B$ より、 $X_B = 150 - P$ で決定される。

企業 B に与えられた排出権の初期配分は、60 であるから、企業 B の排出権の供給 (売りたいと考える排出権の量) R_B は、 $R_B = 60 - X_B = -90 + P$ となる。

市場均衡の条件は、排出権の需給が一致することだから、企業 A の排出権需要量 = 企業 B の排出権

供給量となる。したがって、

$$60 - P = -90 + P \quad \therefore \quad P = 75$$

このとき、企業 A 及び B の排出量は、それぞれ、

$$X_A = 100 - P = 100 - 75 = 25$$

$$X_B = 150 - P = 150 - 75 = 75$$

企業 A の排出権購入量 R_A は、 $R_A = (\text{企業 A の排出量}) - (\text{企業 A の初期配分}) = 25 - 40 = -15$

購入量がマイナス 15 であるということは、言い換えると、15 だけ売却することを意味する。

同様に、企業 B の排出権売却量 R_B は、 $R_B = (\text{企業 B の初期配分}) - (\text{企業 B の排出量}) = 60 - 75 = -15$

売却量がマイナス 15 であるということは、言い換えると、15 だけ購入することを意味する。

(3) 企業 A の排出権売却収入 (企業 B の排出権購入支出額) は、 75×15 となる。

したがって、企業 A 及び企業 B の利益はそれぞれ、以下のように計算される。

$$\text{企業 A} \quad (100 + 75) \times 25 \times 1/2 + 15 \times 75 = 6625/2$$

$$\text{企業 B} \quad (150 + 75) \times 75 \times 1/2 - 15 \times 75 = 14625/2$$

(4) 問題 (1) と (3) の解答から、企業 A の利益の増分は、 $6625/2 - 3200 = 225/2$

$$(\text{別解} \quad 15 \times 15 \times 1/2 = 225/2)$$

企業 B の利益の増分は、 $14625/2 - 7200 = 225/2$

$$(\text{別解} \quad 15 \times 15 \times 1/2 = 225/2)$$

(5) 問題 (2) の解答の (A) 式からわかるように、排出権価格及び企業 A と企業 B の排出量は、初期配分とは無関係に決まる。このため、(2) の解答と同様、 $P=75$ 、 $X_A=25$ 、 $X_B=75$ となる。

このとき、企業 A の初期配分が 5 単位増えることから、企業 A の排出権売却量は 5 単位増加し、20 となるため、売却収入は、 75×20 となる (75×5 だけ売却収入が増加する)。一方、企業 B の初期配分が 5 単位減ることから、企業 B の排出権購入量は 5 単位増加し、20 となるため、排出権購入支出額は、 75×20 となる (75×5 だけ支出額が増加する)。このため、企業 A 及び企業 B の総利益はそれぞれ、以下ようになる。

$$\text{企業 A} \quad (100 + 75) \times 25 \times 1/2 + 20 \times 75 = 7375/2$$

$$\text{企業 B} \quad (150 + 75) \times 75 \times 1/2 - 20 \times 75 = 13975/2$$