

学籍番号 ^{*1}	氏名 ^{*1}	提出日	得点

※1:学籍番号及び氏名が未記入のもの、また授業終了後に提出されたものは採点しないので、注意すること。

5. 汚染防止費用の最小化

5-1 外部性対策の問題点

前回までに、外部性の問題点と対策について、ピグー課税や交渉による解決の話をしました。いずれも、理論的には、社会的に最適になるように外部性の程度をコントロールすることができます。しかしながら、これを実現しようとすると困難な点も多いのです。今回は、環境に対する悪影響を一定限度に納めるために、どのような方法がよいか考えます。

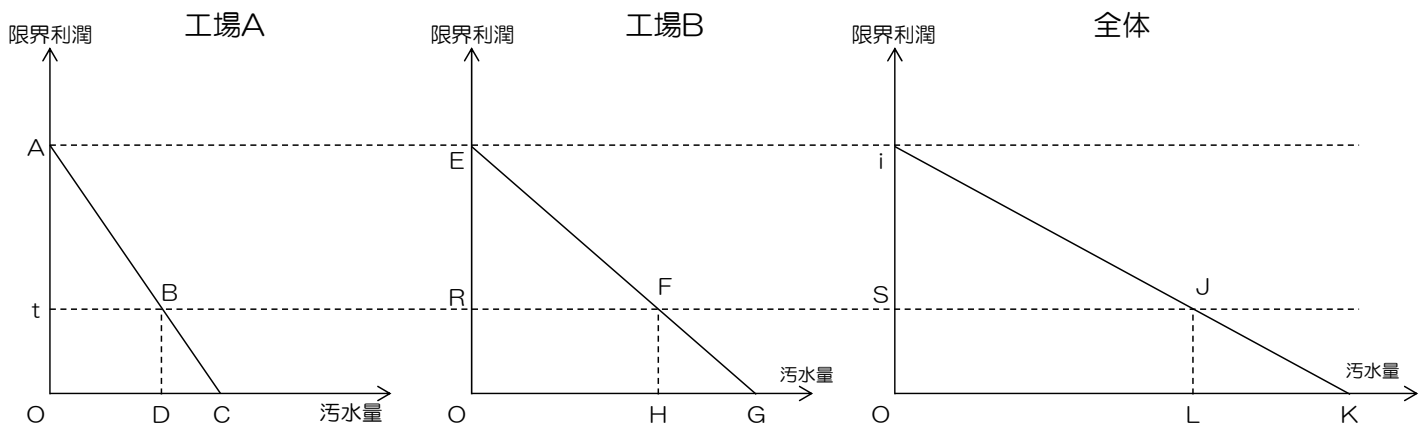
前回説明したピグー税の最大の問題点は、税率をどうやって決めるかという点です。税率は政府が決めるわけですが、このために、私的限界費用曲線、社会的限界費用曲線、そして需要曲線を知る必要があります。このうち、特に、社会的限界費用曲線を知ることが難しいのです。例えば、農薬によって農村地帯の下流の川が汚染されることを考えてみます。まず、誰が外部不経済による被害を受けるのか決める必要があります。漁民、釣り人、川で遊ぶ子供、などいろいろな人がいます。被害者を特定するのは、案外難しい作業です。さらに、農薬の使用量が一単位増えるごとにそれらの人が受ける被害（外部不経済）の程度をお金の単位で測り、被害額（外部費用）を合計する必要があります。なぜなら、社会的限界費用は、私的限界費用などと比較するためにお金の単位で表す必要があるからです。実は、これが大変難しいのです。例えば、子供が川で遊ばなくなったとして、その被害額はいくらと言えるでしょうか。そもそも、どうすれば、この被害をお金に換算できるのでしょうか。この授業の後半でこの計測に関する話をしますが、まだまだ発展途上の技術です。つまり、ピグー税を課すには、世の中を効率的な状態に導くように適切な税率を決めることが不可欠なのですが、その決定がひどく難しいのです。このため、実際にピグー税が環境問題の解決に利用された事例は、ないと言ってよいでしょう。ただし、それでも税金による外部性対策には、優れた面があるのです。それを次の節以降に述べます。

もう一つ、交渉による解決という話をしました。外部不経済を起こす人がその被害を受ける人に補償する場合を考えてみます。ピグー税の場合と同様、まず、誰が被害者か特定することが必要ですが、これが難しい場合があります。さらに、交渉費用の問題があります。みなさんも経験したことがあると思いますが、参加者同士が対立する会議でなにかをまとめる場合、大変な労力と時間がかかるものです。補償額は交渉の中で決まりますから、すんなり決まるとは考えない方がよさそうです。特に、外部不経済を起こす人と被害を受ける人の数が多いときには、交渉は大混乱におちいるかもしれません。このように、交渉による解決の大きな問題点として、たいへん手間がかかることがあげられます。場合によっては、手間があまりに大きく、交渉結果によって得られる社会的な余剰の増分を帳消しにしてしまうかもしれません。このため、交渉による解決は、関係者の数が少ない比較的単純な環境問題でないとうまくいかないことでしょう。

5-2 課税による汚染防止費用の最小化（ボーマル・オーツ税）

さて、ピグー税の税率を決めることが難しいと説明しました。ただし、社会を一番効率的な状況に導くことにこだわらなければ、**税金による対策には、優れた側面があります。それは、対策にかかる費用を最小化できる**という点です。ここでは、化学薬品工場を例に考え、化学薬品製造過程で排水される汚水を減らす対策を考えることにします。汚水排出による外部不経済の金銭換算が難しいので、ひとまず、化学薬品生産による汚水量を減らすことを目指すことにします。この場合、各工場に対策をさせるわけですから、工場によって対策費用が異なります。このため、誰にどれだけ対策をさせるか、うまく決める必要があります。ここで、社会的に効率のよい対策としては、最小の費用で汚水を減らすことが望まれます。 どうすれば、そのような対策ができるのでしょうか。

下の図のうち、一番左側の図をみましょう。右下がりの線が描かれていますが、この高さは、工場 A から排出される汚水量を 1 単位だけ減らした場合に、この工場 A の利潤がどれだけ減るかを示しています（限界利潤）。汚水の量を減らすには、工場の生産量を減らす必要があるため、利潤が減ります。例えば、汚水量 D から 1 単位減らすと、線分 BD の大きさに相当する利潤を失うことがわかります。これが、汚水対策の（機会）費用です。



さて、汚水を排出し放題の時には、この工場 A からは D 以上の汚水が排出されます。その場合には、三角形 AOC の面積に相当する利潤が得られ、（生産量を減らして）排出量を減らすと利潤が減ってしまいます。ここで、この工場 A から排出される汚水に、1 単位あたり t 円の汚水税を課税したとします。すると、工場 A は、汚水の排出量を D に減らします。そのときの利潤は、三角形 ABt の面積に相当します。これは、工場 A の税引き前利潤（四角形 ABDO）から税額（四角形 tBDOA）を引いた値です。汚水量を D より増やしても、減らしても、利潤は減ってしまいます。

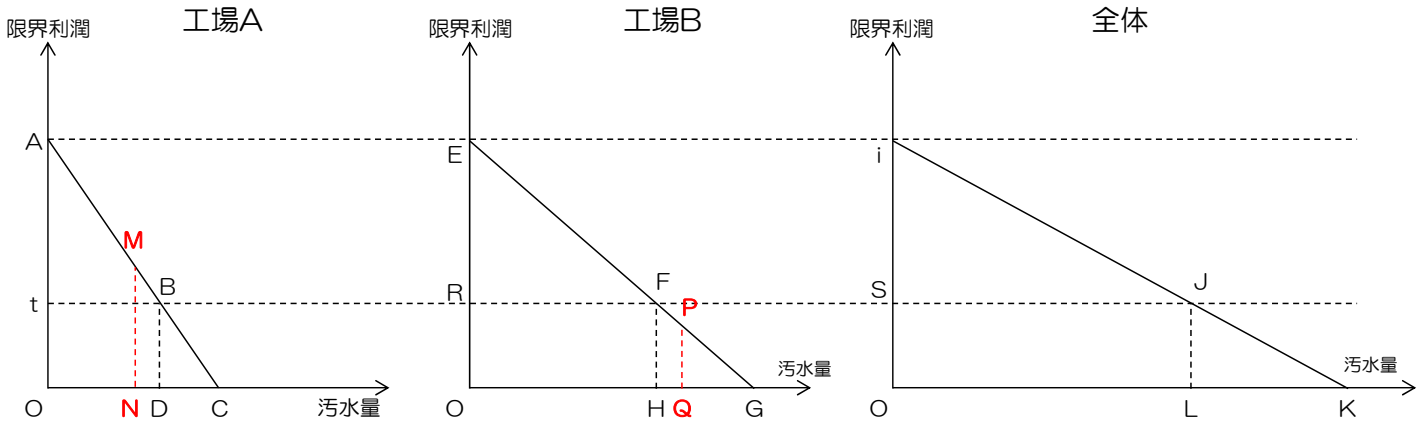
学籍番号*1	氏名*1	提出日	得点

※1:学籍番号及び氏名が未記入のもの、また授業終了後に提出されたものは採点しないので、注意すること。

前ページの図のうち、真ん中は、工場 B について同じ税 t を課税した場合の図です。工場 B は、汚水の排出量を H まで減らし、その時の利潤は、税引き前利潤（四角形 $EFHO$ ）から税額（四角形 $RFHO$ ）と引いた、三角形 EFR に相当します。

汚水を排出するのが、この二つの工場だけだとすると、社会全体での汚水の排出量は、二つの排出量を横に足した値となります（右側の図）。これは、ちょうど、市場需要曲線の求め方と一緒です。さて、汚水被害の専門医の意見をもとに、国が汚水の排出量を L に制限することを考えたとします。そのようになる税率が t だとわかったとします。この場合、工場 A は線分 DC を、工場 B は線分 HG だけの汚水排出量の削減を行い、全体では線分 LK （＝線分 DC ＋線分 HG ）の汚水排出量が削減されます。実は、これが汚水の削減費用を最小とする削減パターンなのです。ここで、社会が工場生産から得る余剰について考えてみます。これは、工場 A の図のうちの四角形 $ABDO$ の面積と、工場 B の図のうちの四角形 $EFHO$ の面積を足した大きさに相当し、右図では四角形 $iJLO$ で表されます。

それでは、二人の削減量が平等になるように規制する場合を考えてみます。この場合、全体の削減量 LK の半分ずつを両者に分担させます。その結果が次の図です、工場 A からの汚水の排出量は N （＝線分 $LK/2$ ）、工場 B からの汚水排出量は Q （＝線分 $LK/2$ ）になります。工場生産による余剰の大きさを上の税金の場合と比べてみます。工場 A の余剰（税引き前利潤）は四角形 $MBDN$ だけ減ります。一方、工場 B の余剰（税引き前利潤）は四角形 $FPQH$ だけ増えます。しかし、前者は、後者よりも大きいのです（線分 ND と線分 HQ の長さが同じであることに注意）。このため、社会が工場生産から得る余剰は、課税 t の場合よりも減っています。同じ削減量を達成するなら、工場生産による余剰が大きい方がよいですから、最初に話した課税の方がすぐれています。



それでは、汚水排出の削減量 LK を実現する税率 t はどうやって求めるのでしょうか。ひとつの方法として、いろいろ税率を変えてみて削減量が LK に落ち着くように調整する。つまり、試行錯誤で決めるという考え方があります。これを**ポームル・オーツ税**と言います。**ビッグ税が外部性を内部化して総余剰を最大にするのに対して、ポームル・オーツ税は総余剰を最大にすることが目標ではなく、単に、汚染物質の削減目標を最も安い削減費用で達成させている**のです。ビッグ税と同様、これも考案者の名前がついています。

さて、近年、日本でも、地球温暖化による被害を減らすために炭素税の導入が議論されています。この場合の目標水準は、京都會議で日本が世界に向けて約束した「日本の排出する温室効果ガスを 1990 年と比べて 6%減らす」というものです。目標年次は、2008 年から 2012 年で、この間の平均排出量を 1990 年基準で 6%減らさなければなりません。なお、温室効果ガスとしては、二酸化炭素が有名ですが、メタンやフロンも含まれます。税率については、実際に世の中で試行錯誤をするのは大変ですし、迷惑でもありますので、日本の経済活動をコンピュータ上で再現し、シミュレーションで求めています（国立環境研究所や京都大学のチームが実施しています）。

なぜ税金なのかというと、前述したような良さがあるからです。なお、環境税の税金はどう使うのでしょうか。経済学的には、この税金を使って他の問題のある税金を減らすことが望ましいといえます。ミクロ経済学の授業で説明があったと思いますが、税金の中には、社会的に非効率なものがあります。炭素税などの環境税は、理論的には、税金を上げるのではなく、社会的な効率を改善することを目的としています。一方、税金の中には、税金を得ることが目的の税もあります（ふつうの税金はこちらですね）。このような税の中には、税金が得られる代わりに社会の効率性を損なうものがあります。そこで、環境税の税金を使ってこれらの税金を減らすことができれば、環境面での外部性の内部化、そして問題のある税金の削減のふたつの側面から社会の効率を改善することができます。これを環境税の**二重の配当**と言います。

ただし、日本で実際に検討されている炭素税は、その税金を温暖化対策に当てることになっています。温室効果ガスの発生が少ない生産技術の開発などにあてているのです。実は、上に述べた環境税のよさの話は、現状の技術水準を前提としています。このため、温室効果ガスの排出が少ない新しい技術を開発し、それを広く普及させることを国が効果的に支援できれば、話は違ってくる可能性があります。後の授業で出てくる言葉を取ると、国が温暖化対策の新技术という公共財をうまく供給できる場合といえます。これにより、低い税率で目標を達成できると言われています。そうすると良いのですが、とにかく無駄が多いと言われる国が本当に新技术の芽を見つけ、開発を後押しできるか、心配なところもあります。北欧を中心とする国々で導入されている炭素税には、税金を所得税の減税などにあてている場合があります。

さて、最初の図で説明した環境税のよさを発揮するには、みなに同じ税率を適用すべきなのです。しかし、ヨーロッパ各国の炭素税

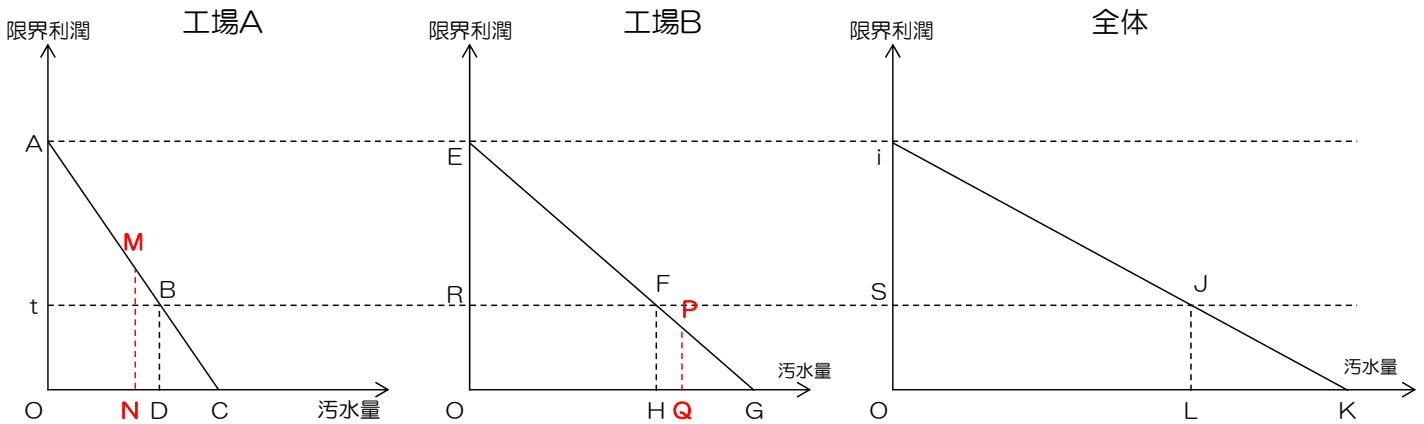
学籍番号 ^{*1}	氏名 ^{*1}	提出日	得点

^{*1}:学籍番号及び氏名が未記入のもの、また授業終了後に提出されたものは採点しないので、注意すること。

にも、さまざまな思惑から税制優遇措置が組み込まれています。例えば、輸出関連産業の炭素税率を下げるといった措置です。これは、雇用など環境以外の面での価値を守ろうとする一方で温室効果ガス削減費用の最小化という炭素税の利点を犠牲にしています。政治的には、現実的な妥協とも言えますが、結局のところ、このような措置が社会にとってプラスなのか、マイナスなのか、興味深いところです。

5-3 市場活用による汚染防止費用の最小化（排出権取引）

汚染防止費用の最小化を達成するには、別の方法として、排出権取引があります。



上の図は、前のページの図と同じです。赤い字で書いた N や Q は、汚水排出量の削減目標 LK の半分ずつを工場 A, B に割り当てた場合のそれぞれの工場からの汚水排出量です。ここで見方を変えると、工場 A は N, 工場 B は Q だけ汚水を排出する権利を得たと考えることができます。いわば、汚水の排出権です。ここで、両者に汚水の排出権取引を許すことにします。工場 A は汚水の排出量を N から 1 単位増やすと、線分 MN に相当する利潤を増やせます。このためには、工場 B から汚水排出権を 1 単位買う必要があります。一方、工場 B は Q から汚水排出量を 1 単位減らした場合、線分 PQ だけ利潤が減ります。この時、工場 B は線分 PQ 以上の値段がつけば、排出権を 1 単位売って、工場生産を減らしてもよいと考えます。ここで、線分 MN が線分 PQ よりも大きいので、この 1 単位の排出権取引は成立します。このようにして 1 単位ごとに取引をすることを考えると、結局、工場 A は D, 工場 B は H だけの排出権を持つことになります。

面白いことに、これは、最初の図で示した税金の場合と同じ水準です。つまり、工場生産による余剰を最大化しつつ、汚水排出量の削減目標を達成できたことがわかります。この状態での汚水排出権 1 単位の価格は、線分 BD です。両者の取引が止まることから、これは、線分 FH とも等しくなります。つまり、両者の限界利潤が等しくなったところで排出権の取引が止まり、そのときの限界利潤が排出権の価格になります。つまり、

$$(\text{汚水の排出権 1 単位の価格}) = (\text{工場 A の限界利潤}) = (\text{工場 B の限界利潤})$$

です。実は、この価格は、汚水排出量を線分 LK だけ減らす税率 t と同じです。税金の場合には、工場 A, B それぞれがこの税率 t と限界利潤が等しくなるように花粉の飛散量を調整していました。この結果、

$$(\text{汚水排出量 1 単位あたりの税率 } t) = (\text{工場 A の限界利潤}) = (\text{工場 B の限界利潤})$$

となっていたのです。

このように、汚水削減目標を達成できるだけの排出権を設定し、それを工場たちに与えて取引を許すことで、汚水排出の削減費用を最小化することができます。税金の場合と違い、税率を決める必要もありません。すぐれた方法と言えます。ただし、排出権を取引するための市場を整備する必要があります（株式の取引所のようなものです）。なお、今回の例では、当初、工場 A, B に削減目標量 LK の半分ずつを分担させましたが、ほかの配分方法でもかまいません。例えば、当初、工場 A に汚水排出権 L をすべて割り当ててもかまいません。この場合でも、取引がすすめば、各工場の持つ汚水排出権は上の例と同じになります。

現在、地球温暖化対策として、ヨーロッパを中心に温室効果ガスの排出権取引が行われています。また、アメリカでは、以前より、発電所から出る二酸化硫黄の排出権取引が行われていました。二酸化硫黄は、酸性雨の原因と言われ、削減が求められていました。そこで、削減費用を効果的におさえつつ、削減目標を達成するために排出権取引が行われています。

なお、税金、排出権取引どちらの場合でも、企業にきちんと約束を守らせることが重要です。排出量が増えれば税金も増えるので、企業は、排出量を少なめに申告する動機を持ちます。また、排出権を持たずにこっそりと汚染物質を排出しようとするかもしれません。このような抜け駆けを防ぐために、実際の制度では、公的機関によって排出量の監視が行われたり、違反時には罰金が課されたりします。（この点は、直接、政府が各企業の汚染物質の排出量を規制する場合でも同じです）。

『環境と経済』 レジューメ NO.6 Ver.2019

学籍番号 ^{※1}	氏名 ^{※1}	提出日	得点

※1: 学籍番号及び氏名が未記入のもの、また授業終了後に提出されたものは採点しないので、注意すること。

<さらなる学習のために>

今回の内容は、環境経済学の研究の一つの焦点となっているところです。環境税と技術開発のための補助金の組み合わせの意味など、研究の第一線での成果を詳しく知りたい方には、次の本をすすめます。内容は難しいですが、ていねいに書かれています。日本や欧州で適用されている税制の分析もあります。

植田和弘、岡敏広、新澤秀則（1997）環境政策の経済学、日本評論社