

## 「2002年12月16, 17日:東洋学園大学における公開排出権取引実験」Q&A

大阪大学・California Institute of Technology 西條辰義

制度設計工学の視点から見た実験手法とは？

1940年、アメリカ・ワシントン州のタコマ橋が落下した。最先端の理論を用いて設計し、世界3位の長さだったのだが、たった秒速19mの風で共振を起こし、ついには落ちたのである。きちんと風洞実験をしなかったからである。

いくら優秀な科学者だからといって、その人が自然の原則に逆らうことはできない。しかるに、社会科学の場合は、人が社会制度の原則そのものを作る。だから、社会科学の方こそ、制度の「風洞」実験が不可欠になると考えてよい。

不幸なことに、社会科学、とりわけ経済学は、実験ができない分野である、との思い込みが支配的であった。たとえば、実際に公定歩合を変更して他の経済変数への影響を観察する、といった実験は簡単にはできない。その結果、損をする人が出るからである。

一方、検証すべき制度を実験室で作し、被験者を集めて、どのような結果が得られるのかを確かめることはできる。独占的競争の理論で著名なハーバード大学のチェンバレン教授が大恐慌を受けて市場のパフォーマンスを検証する実験を教室で開始したのは1948年のことである。テキストブックのように市場がうまく機能しないことを示した。

この実験に被験者として参加した院生のバーノン・スミスは、チェンバレンの実験のデザインには問題があるとし、新たなコントロールのもとで、市場のパフォーマンスを探る実験を開始した。実験経済学の誕生である。

その後、実験の様々なコントロールが簡単にできるパソコンネットワークの発達と共に、欧米では実験研究が経済学のほぼすべての分野でなされるようになった。いくら複雑な理論を作ったところで、実験室の中で検証されないような理論は淘汰されていくのである。今年のノーベル経済学賞はスミス教授とカーネマン教授の2人の実験研究者に授与された。

実験経済学における手法は心理学のそれとは異なる。実験ラボにおけるパフォーマンスに比例するように被験者に謝金を支払う。つまり、経済的な動機付けをきちんと行った上での実験である。なぜなら、一定額の謝金を払う「アンケート」とインセンティブをつけた実験とでは結果が明らかに違うからである。

なぜ風洞実験をしなければならないのだろうか。自然科学の場合、失敗の被害は目に見えやすい。一方、社会制度の設計に失敗しても、目に見えないことが多い。あらかじめ、実験室の中でこれから採用すべき制度の性能をきちんと確認することによって、制度設計の失敗による巨額の損失を未然に防ぐのである。

実のところ、経済学に実験手法を導入するのはたやすいことではなかった。スミス教授をはじめとする実験経済学研究者は、「経済学は実験とは無縁の学問である」という通念と戦い続け、逆風や嘲笑にめげず、研究に対する自己の信念を貫き通したのである。

よく考えれば、歴史的なデータは1個しかないが、それのみに基づいて、実証研究をし、政策決定

をするのは危険であるといえる。一方、実験室の中では、同じ環境の中で繰り返し実験を実施することによってどのような事態がより起こるのかを観測できるし、理論そのものも直接検証可能である。つまり、伝統的な実証の手法と実験研究は代替的なものではなく、補完的なものであるといえよう。経済学が方法論的に健康な科学となるためにも、実験手法は不可欠だったのである。

一方、日本では、1998年に第1回実験経済学コンファレンスが開催され、ようやく実験研究が立ち上がり始めているものの、実験研究に対する理解はアメリカにおける70年代から80年代における理解とほとんど変わらない。「実験手法が不可欠である」という認識を共有しつつある欧米の研究者集団からある意味で「おいてきぼり」を経験しているものの、それに気づいていない、ないしは気づこうとしない、のが現状のようである。

ご参考までに

西條辰義「ダニエル・カーネマン氏とバーノン・スミス氏の2002年ノーベル経済学賞受賞で思うこと」東洋学園大学における公開実験の案内書の後半、2002年12月12日

<http://www.iser.osaka-u.ac.jp/~saijo/pdf/FILES/kokai-dec-02.pdf>

西條辰義「バーノン・スミス教授の業績」『経済セミナー』2003年1月号所収予定

<http://www.iser.osaka-u.ac.jp/~saijo/pdf/FILES/smith.pdf>

西條辰義「ノーベル経済学賞「実験経済学」とは何か」『エコノミスト』2002年11月5日号, pp.44-47

<http://www.iser.osaka-u.ac.jp/~saijo/pdf/FILES/exp.pdf>

西條辰義「ノーベル経済学賞に米大2教授:実験・行動経済学に脚光」『日本経済新聞』2002年10月17日 <http://www.iser.osaka-u.ac.jp/~saijo/pdf/FILES/nobel.pdf>

ノーベル財団のホームページ

<http://www.nobel.se/economics/laureates/2002/index.html>

制度設計工学とは？

理論の検証に加えて、実験経済学が果たす重要な役割は、既存の制度とは異なる新しい社会的・経済的制度の性能の検証である。理論的に性能がよく導入すべきとされる制度の検証であれば、ある意味では理論の検証と言うこともできるが、理論検証の場合は経済人の行動理論的側面を強調しているのに対して、この場合は制度が実際に機能するか否かに着目している点が異なっている。

さらには、理論的には複雑すぎて分析できないような制度・システムが期待すべき性能をもつか否かを実験で検証することもできる。実験室で候補となる制度の性能を事前に確認することにより、設計の失敗による損失を防ぐことが可能になる。また、実験結果から、制度の不備を修正すると同時に、その制度に対する理論的な裏付けの問題点も発見できる。

阪大チームは、制度の性能を実験ラボラトリで検証し、さらに制度の理論を改訂していくという手法を90年代後半から提唱し、「制度設計工学」と呼んでいる。今回の排出権取引実験も阪大チームが主唱する「制度設計工学」の具体例であるといえる。

風洞実験とフライト・シミュレーター実験の違いは？

2000年頃から、実験経済学者のみならず、さまざまな排出権取引実験がなされるようになる。これらの実験を見渡すと、主に2種類のタイプがあることがわかる。その一つは、新たな制度を設計するための「風洞実験」である。新たな飛行機の主翼の形、角度、重心の位置、エンジンの大きさなどをコントロールし、数多くの実験を繰り返す。風洞実験だから、実験機にペンキを塗ったりしないし、快適な操縦席などは整えていない。もちろん、被験者に貨幣的動機付けをきちんとするために、実

験参加者には実験室におけるパフォーマンスに応じて十分な謝金を支払う。

もう一つのタイプは、「フライト・シミュレーター」にたとえることができる。あたかも飛行機を操縦している状況を作りだすことが目的である。そのため、様々な実験を繰り返し行うことはほとんどしない。往々にして、実験そのものをビジネスとしてとらえ、実験参加者から参加料を徴収する。参加料をとるからには、臨場感が大切になる。

もちろん、どちらがよいのかなどという議論は不毛である。片方は、性能のよい制度を設計することが主眼であるし、もう一方は、仮想取引をステイクホルダーに提供するビジネスなのである。

今回の公開排出権取引実験の背景は？

今回の公開排出権取引実験にさきだって、国際連合気候変動枠組み条約第8回締約国会議(ニューデリー)のスペシャル・イベントにて

Takao Kusakawa and Tatsuyoshi Saijo, "Evaluating Commitment Period Reserve: An Experimental Approach," October 25, 2002

[http://www.iser.osaka-u.ac.jp/~saijo/pdffiles/cpr\\_slide\\_cop8\\_new.pdf](http://www.iser.osaka-u.ac.jp/~saijo/pdffiles/cpr_slide_cop8_new.pdf)

が報告されている。公開実験は、この報告における実験とほぼ同じものである。

なお、阪大チームを中心とする集団の研究結果は、1998年のCOP4(ブエノスアイレス)、99年の第10回補助機関会合(ボン)、2000年のCOP6(ハーグ)、2001年のCOP7(マラケシュ)のスペシャル・イベントにて報告されている。

我が国の温暖化対策の現状は？(日経新聞の時論2002年11月30日の改訂版より)

我が国はこの6月に京都議定書を批准した。2008年から2010年にかけて、温室効果ガスを1990年比で6%削減することを国際公約に掲げたことになる。6%削減とはいうものの、温室効果ガスが今のペースで増え続けければ2010年ごろには90年比で約15~20%増加する。この分を含めると、実際には約21~26%削減する必要がある。

議定書によると、この削減は国外を含めて実施できる。その手段として採用されたのが三つの「京都メカニズム」である。一つ目は「クリーン開発メカニズム」である。排出上限を持たない途上国で我が国の技術などを用いて温室効果ガスを削減すれば、一部を日本の削減分に加算できる。同じことを排出上限を持つ国でするのが「共同実施」で、削減分を売買するのが「排出権取引」である。

すでに省エネが進んでいる日本では、イギリスやドイツなどのように自然に議定書の目標を達成できるわけではない。特に、国内だけで削減しようとするれば非常に大きなコストと努力が必要になる。京都メカニズムによる海外での削減も組み込んだ、効率的な制度の設計が問われている。

しかし現実には、二酸化炭素の削減分を、一トンあたり5万円で政府が民間から買い取るような事業が計画されている。様々な試算があるが、一トンあたりの国際価格は、少し高めに見積もっても5ドルである。つまり、国は国際価格の約百倍の価格で削減分を買うことになる。

多くの企業が、すでに二酸化炭素一トンあたり7~8万円かけて削減を開始している。つまり、一トンあたり5万円買っても損をする状況に自らを追い込んでいる。明らかに間違った国の政策、間違った企業の意思決定がなされているのである。

ほんとうに地球のことを考えるのなら、温室効果ガスの総排出量をできるだけ少なくすべきであって、費用の高い日本だけに削減を限定すべきではない。京都メカニズムを活用すれば、同じ費用で百倍程度の温室効果ガスが削減できる。

京都メカニズムを活用した場合、削減に必要な費用は一年あたり約1800億円ですむ。一方、京都メカニズムをほとんど使用せずに国内削減を中心とする現行路線でかかる費用は1～3兆円ないしはそれ以上といわれている。

2002年度における各省庁の地球環境保全関係予算の合計、つまり国民負担はおよそ1兆円である。もちろん、温室効果ガス削減以外の予算も含まれるが、この支出に応じて民間もお金を使うことになる。そうなれば、温暖化対策関連の政府支出と民間支出は、2010年には10兆円前後の規模に達するとみられる。

これだけのお金を使っても、経済効率性を無視すれば議定書の目標を達成できない事態が起きかねない可能性がある。「地球のために」という御旗のもとで新たな既得権益者が生まれ、一大政治勢力となっていく懸念もある。

様々な問題が噴出している公共事業の場合には、まがりなりにも目に見える建造物や公園などが残る。しかし、目に見えにくい地球温暖化対策事業の場合、実際の温室効果ガス削減は進まず、お金が既得権益者たちに移転するだけ終わる可能性すらある。

#### 公開実験と京都議定書における交渉の関係は？

京都議定書では、これらの3つのメカニズムは、国内削減に「補完的」でなければならない、とうたわれている。この「補完性」の中身に関して、日米欧および途上国の中で激しい交渉があった。日米は、排出権取引に制限をつけることなく自由に行うことを主張したが、EU および途上国はこれに条件をつけることを主張した。

とりわけ、EU は、1999年のボンにおける補助機関会合において、補完性に関する複雑なフォーミュラを提案したが、その中身は、基本的に排出権の買い手に制約をおく、というものであった。排出権の買い手になると予想されるのは、日米欧である。経済学的には、買う量を上手に制限すると買いたくことが可能になる。つまり、買い手が自らに制約を課すということは、日米欧に有利な制度といえる。EUの交渉当事者がこのことを理解して補完性に関する提案をしたのかどうかは定かではないが、一方、日米は、原則論を展開し、市場に制約をおくことには問題があるとし、これに反対した。なお、日本は、京都メカニズムをほとんど使わないという政策を実施しており、国際交渉の場面と国内における政策の場面では大きな齟齬がでている。

2001年春、ブッシュ大統領が京都議定書を批准しないと宣言したことを受け、補完性の中身が変容する。アメリカが批准しないとすると、パワーを持つのはロシアである。なぜなら、55%条項(排出量の上限のある国々において1990年における温室効果ガス排出総量の少なくとも55%を占める国々が批准せねば、議定書が発効しないという条項)の鍵を握るのがロシアになるからである。

アメリカの不参加を受けて、EUの新たな補完性提案は、基本的に買い手ではなく、売り手に制約をおく、というものに変容した。経済学的には、売る量を上手に制限すると売り渋ることになり、高い価格で買い手に売りつけることが可能になる。ロシアは排出権の巨大な供給国になるので、売り手に制約をおくことは、ロシアに有利な制度といえる。この基本的に売り手に制約をかける提案は、約束

期間リザーブ(Commitment Period Reserve)と呼ばれており、昨年のもロッコのマラケシュにおける第7回締約国会議で採択された。排出上限を持つ先進諸国である附属書1締約国は、(各国の排出上限である)割当量の90%を下回らない量ないしは直前にレビューを受けた目録値のどちらか低い方をリザーブすべし、というのが約束期間リザーブの中身である。

#### 排出権取引とは？

排出権取引を簡単な例で説明しよう。仮に日本における温室効果ガス1単位あたりの削減費用を10とし、ロシアのそれを1としよう。各々の国で1単位ずつ削減せねばならないとするなら11の費用がかかる。ところが、ロシアで2単位削減するとその費用は2となる。つまり、日本が1以上10以下のお金をロシアに払い、1単位の排出量をロシアに削減してもらうのが排出権取引である。

この取引を取引なしの場合とくらべると両国の得は合計で9(=10+1-2)となる。1単位の取引ではなく、0.6単位の取引なら、ロシアの費用は1+0.6=1.6、日本の自国での削減費用は0.4単位×10=4となるので、両国の得は、5.4(=11-1.6-4)となる。9が最大の得なので、0.6単位の取引の効率性は5.4/9=60%となる。我々の主要な関心事のひとつは、どのような制度を設計すればどの程度の効率性を上げることができるかである。

以上は取引のみの単純な場合である。さらに排出を削減するためには、新たな設備を導入するという削減投資が必要となってくる。排出権取引の場合、単なる取引だけではなく、いつどのような削減投資をするのが重要な意思決定変数となる。

#### なぜ排出権取引実験をするのか？

排出権取引実験をなぜ行うのだろうか。「市場にまかせよ」という天真爛漫な市場主義者のいうとおりになるのかどうかを確認するのが目的ではない。もちろん市場を信ずる人のようになればそれはそれでよいのだが、もしそうならないのならどのように制度を設計すればよいのか、理論および実験で確認していくのである。さらには、提案された様々な制度のパフォーマンスを実験で確認するのも重要な目的のひとつである。

COP8報告は、約束期間リザーブをつける場合とつけない場合では各国の行動にどのような違いがでてくるのかを被験者を用いて実験したものである。

#### 今回の公開実験のデザインの概略は？

上記の排出権取引の項でみたような要素を取り入れて実験をデザインする。締約国会議で報告した研究の場合、10人の被験者が主要国を代表して排出権取引に参加する。各被験者には、各国の温室効果ガス削減に関するデータが与えられる。これらの情報を理解したのち、各被験者は、コンピューター上で排出権を実際に売買する。実際の売買にかかる時間は3時間弱であるが、実験のインストラクションやコンピューター操作などを含め、2日にわたって約12時間程度の時間を要した。これがひとつのセッションである。被験者には実験におけるパフォーマンスに応じて謝金が支払われた。これは、経済的なインセンティブを十分に付与するためである。

一方、今回の公開実験の場合は、2日にわたる実験を1日に圧縮している。被験者には謝金は支払われない。今回の実験は、アカデミックな研究のためではなく、制度設計を目指す排出権取引を多くの人々に知ってもらうのが目的である。

なお、制度設計工学による実験の場合には、取引の手法、公開される情報の有無など様々なコントロールを用いることによって実験すべきセッション数は増える。さらには、同じセッションの実験を1

回のみではなく、きちんと統計分析が可能になるように被験者を変えて複数回実施する。

#### COP8実験の結果は？

COP8報告における実験では、制約がある場合とない場合で様々な条件をコントロールし、総計20セッションの実験が実施された。実験結果は以下の通り。

従来の50を超える実験のうち売り手責任(京都議定書の交渉の結果採択された考え方で、排出権を販売した主体は必ずそれを削減せねばならないという責任があるという考え方)実験と同じように、2つのケースを観測した。ひとつは「バブルケース」である。初期に高めの価格で排出権が取引される。そのために、削減投資が十分に見合うと判断した国々は、削減投資を積極的に行う。世界全体では過剰な削減投資がなされることになり、排出権の超過供給が発生する。ところが、排出権が余っていても高めの価格で取引が始まったため、すぐには価格が下がらない状態が続く。そして、期末に価格が暴落する。このパターンの経済的効率性は低い。もうひとつが「成功ケース」である。初期に低めの価格で排出権が取引され、各国の削減投資が十分に進まない。そこで排出権に対する需要圧力がかかり価格は少しずつ上昇していくものの十分には上昇しない。各国は価格上昇に合わせて国内削減を開始するものの、不十分なままである。このため、不遵守を恐れ、期末に過剰に削減することになる。このパターンの経済的効率性は高い。

実験者が排出権取引に慣れてくると、制限のない場合の方が、制限のある場合よりも多くの削減を、しかもほぼ同じ費用で達成できることを観測した。

排出権取引において、取引制限にひっかかる国が出現し、そのため、排出権の価格が高騰する可能性が指摘されているが、実験結果はその可能性をほぼ否定している。

#### (i) 取引制限(約束期間リザーブ)のある実験の場合

想定された5年の取引期間のうち、最初の4年間で8セッションのうち2つのセッションで、1カ国に制限が1年間のみ効いた。その国は、売りたい排出権をすべて売れないないしは既に販売したものを買い戻さねばならないため、その年のみであるが、排出権の価格が上昇。一方、5年目の最終年においては、8セッションうち、3つのセッションで取引制限を受けた国が発生した。ただ、排出権価格がゼロだったので、取引制限を受けた国は、余った排出権を売ることができない、ないしは排出権を買い戻さねばならないものの、負担にはならなかった。残りの5セッションでは、取引制限はきかなかった。

#### (ii) 取引制限のない実験の場合

取引制限のない実験のデータを見て、もし仮に取引制限があったとして、その制限に引かかる国が発生するかどうかポイントなる。最初の4年間で見ると、12セッションのうち、取引制約に引かかる国は皆無であった。一方、最終年においては、12セッションのうち6セッションで、制限を受ける国が発生したものの、排出権価格がゼロであるため、取引制限を受けた国は、余った排出権を売ることができない、ないしは排出権を買い戻さねばならないものの、負担にはならなかった。残りの6セッションでは取引制約はきかなかった。

つまり、EU が提案し採択された約束期間リザーブという取引制約が、各国が利益を最大にするような排出権の売却行動を妨げることはめったにないことが判明した。

今回の実験では、アメリカが被験者として入っている。つまり、もしアメリカを担当する被験者が参加していなければ、今回の実験よりも、さらに排出権需要量が減少し、排出権価格が下がることにな

るので、ますます一層、実質的な意味で約束期間リザーブにひっかかる国はなくなってしまうであろう。

以上のことから、「効かない制約」を制約が効いているかどうかを確かめるためのモニタリング費用をわざわざかけて導入する必要はない、ということが結論付けられる。

実験結果から約束期間リザーブをどう評価すべきか？

以下は、憶測の域をでないが、実験結果を見る限り、従来、排出権取引は国内削減に補完的であるべきと主張するEUが、排出権の巨大な需要国になったであろうアメリカの不参加を受けて、排出権価格の下落を予想し、EU自身も域内削減にこだわらず域外での削減をしたいものの、制限のない排出権取引を認めるわけにはいかないの、ほとんど効かない制限を持ち出し、EU域内外の国々を納得させたのではないのかという可能性を疑ってしまう。

約束期間リザーブが有効に効かないことと共に、3つのメカニズムで得られた排出権がほぼ相互に使えること(fungibility- 互換性-)の採択を考えあわせれば、京都議定書における「補完性」は議定書の交渉を通じて、実質的に無効になったといえる。にもかかわらず、我が国は、ほぼ国内削減のみで議定書の目標を達成しようとしている。

なお、本実験を通じて、新たに提案された政策を事前に評価する手段として、制度設計工学の手法の有効性が明白になったといえよう。

新聞などで実験で得られた排出権価格が報道されているが、これは意味があるのか？

実験をデザインする際、現存するデータに基づいているとはいうものの、実験者が各国(ないしは各企業)の排出権削減の技術を仮定している。これで需給が一致する理論価格は決まる。この理論価格の情報すら提供しない(ないしは計算すらしない)実験が多いようであるが、決まってくる価格は価格の幅はあるものの実験者が決めている。だから、実験者が高めの価格を出そうと意図すれば、技術データなどを変更することによって、そういう結果を得ることができる。さらには、技術データおよび技術進歩データの信頼性を含め、様々なデータの不確実性が存在する。よって、実験で得られた価格の絶対水準は、将来の市場でどの程度の価格が決まるのかという指針にはなりえないし、特段の意味をもたないと考えべきである。

一方、被験者がどのような投資行動パターンを示したのか、いかなる戦略的な行動を示したのか、また、理論価格と比べて価格がどのように変化したのか、などのデータは、市場の制度設計を考える上で意味のあるデータとなる。これらを用いて取引制度の失敗・成功の要因を探ることができるからである。

排出権取引実験のソフトウェアは誰が開発したのか？

東京工業品取引所が地球産業文化研究所および日本エネルギー経済研究所に「国際排出権取引制度」の研究を2000年から2002年にかけて委託した。これをうけて「国際排出権取引制度検討委員会」(委員長:西條辰義)がソフトウェアのデザインをし、構造計画研究所が実際のソフトウェア開発にあたった。なお、理科系と文科系の研究者集団を統合する「学際」の協力なしにはソフトウェアは完成しなかった。

なぜ東洋学園大学での公開実験なのか？

東洋学園大学現代経営学部は、最新鋭のコンピューター環境を有している。4つの実験を同時並行で実施するには、高度なネットワーク技術が必要とされるが、東洋学園大学現代経営学部は、八

ードなコンピューター設備のみならず、ソフトウェアのサポートでも高い技術を有している。今回の公開実験の実施をこころよくお引き受け下さった東洋学園大学の首脳陣に感謝したい。

これは、残念ながら、日本における文科系と呼ばれる学部を有する国立大学のコンピューターシステムがどれだけ貧弱であるかの裏返しである。たとえ、ある国立大学でそのような設備を持っているとしても、それを他大学の研究者が借り受けることは至難の技であるといえよう。

これまでに実施された実験の概略は？

阪大チームを中心とする研究集団は、80年代後半から、数百単位で実験を実施している。公共財供給実験(被験者の利得情報実験、コミュニケーション実験など)、談合実験(指名競争入札実験、制限付きの一般競争入札実験など)、バリエーション・メカニズム実験(理論的に設計されたメカニズムの性能評価実験)、公共財供給における日米の比較実験(条約の批准実験)などである。今回の排出権取引実験は、98年から開始し、現時点での実験回数は百に近づいている。これらの実験の詳細は、<http://www.iser.osaka-u.ac.jp/~saijo/index.html> を参照されたい。

なお、これまでの排出権取引実験の主な結果の要約は、

西條辰義「制度設計に実験研究を導入しよう」『経済産業ジャーナル』2002年1月号  
<http://www.iser.osaka-u.ac.jp/~saijo/rieti/rietij01.pdf>

を参考にされたい。