

表明選好法におけるバイアスの経済分析（詳細版）

栗山 浩一（早稲田大学）¹⁾

2007年7月
（2007年11月改訂）

¹⁾ 〒169-8050 東京都新宿区西早稲田 1-6-1 早稲田大学政治経済学術院
TEL/FAX 03-5286-9822
kkuri@waseda.jp

謝辞：本論の草稿に対して三谷羊平氏（早稲田大学経済学研究科）より多数のコメントをいただいた。また本研究は文部科学省科学研究費補助金（16730138，18310034）の研究成果の一部である。

表明選好法におけるバイアスの経済分析（詳細版）

要約

環境評価手法の中で人々に選好を直接たずねる「表明選好法」が注目を集めているが、表明選好法はアンケートを用いることからバイアスの影響を受けやすいという欠点がある。本論は、表明選好法のバイアスを経済理論モデルによって分析することで、バイアスを回避するための対策を示すことを目的とする。代表的なバイアスとして、回答者が意図的に回答を偽る「戦略バイアス」、表明額が実際に徴収されないことによって生じる「仮想バイアス」、税金や基金などの支払い手段が影響する「支払手段バイアス」を検討した。また、これまではバイアスとしては考えられていなかった抵抗回答も、戦略バイアスの一つとなりうることを示した。

キーワード：環境評価，表明選好法，バイアス，ゲーム理論，CVM

1. はじめに

環境経済学では、市場価格の存在しない環境の価値を金額で評価するために「環境評価手法 (environmental valuation method)」の開発が行われてきたが、その中でも、人々が表明したデータをもとに環境の価値を評価する「表明選好法 (stated preference method)」が注目を集めている²⁾。表明選好法には、環境変化に対する支払意志額を直接たずねる仮想評価法 (CVM) や、複数の環境政策の代替案を提示して選好をたずねるコンジョイント分析が含まれる。表明選好法は、環境の非利用価値を計測できることから、1980年代後半から世界的に注目を集めた。しかし、表明選好法は、アンケートなどを用いて人々に選好をたずねる必要があり、質問内容が回答に影響を及ぼす「バイアス」と呼ばれる現象が発生することが知られており、質問内容が不適切な場合は評価額の信頼性が大幅に低下する危険性がある。このため、表明選好法においてはバイアスにいかに対処するかが最大の研究課題となっている。

これまでの実証研究では、表明選好法には多数のバイアスが存在することが明らかとなっている。たとえば、回答者が意図的に偽りの回答をしようとする「戦略バイアス」、アンケートでの支払意志額は仮想的な支払額にすぎず、表明額が実際に徴収されるとは限らないことによって生じる「仮想バイアス」、税金や基金などの支払い手段が回答に影響を及ぼす「支払手段バイアス」、回答者が評価シナリオを誤認することによって生じる「シナリオ伝達ミス」などの多数のバイアスが存在する (Mitchell and Carson, 1989)。これらのバイアスのうち「戦略バイアス」については経済理論による分析が行われており、戦略バイアスを生じさせないための質問形式の開発が行われてきた (Hoehn and Randall, 1987)。しかし、その他のバイアスについては心理的要因によって生じるものとして扱われており、経済理論モデルによってバイアスのメカニズムを分析する研究はほとんど存在しなかった。いわばバイアスの問題の大半は、心理学や社会学などの対象とする領域であり、経済分析の対象外として位置づけられていたのである。しかし、表明選好法は経済理論に基づいて環境の価値を評価する手法である以上、表明選好法の最大の欠点であるバイアスについても経済理論的な分析が不可欠ではなからうか。

本論の目的は、表明選好法のバイアスを経済理論モデルによって分析することで、バイアスを回避するための対策を示すことにある。本研究では、バイアス発生メカニズムを分析するために、ゲーム理論で用いられているように他者の行動をモデル化するアプローチを採用した³⁾。つまり、回答者が支払意志額の設問を回答する際に、自分以外の回答者がどのように答えるかを考慮の上で、もっとも期待効用が高くなるように回答するとしてモデル化を行うことで、他者の行動を明示的にモデルに組み入れた。これにより、これまで心理的要因として片付けられていたバイアスの多くは経済理論的に説明することが可能であり、さらにはバイアスを回避するための具体的な解決方法を示すことが可能となる。

本論の構成は以下のとおりである。第一に、回答者の行動を分析するための基本モデルを示す。第二に、この基本モデルを用いて、先行研究で行われてきた戦略バイアスの理論分析を検証する。

²⁾ 環境評価の最新動向については栗山 (2006) を参照。

³⁾ ゲーム理論については Fudenberg and Tirole (1991) が詳しい。

第三に、仮想バイアスについて理論分析を行う。アンケートで支払意志額をたずねても、実際に金額が徴収されるとは限らないが、こうした支払の仮想性によって生じるバイアスをモデル化する。第四に、抵抗回答によるバイアスを検討する。抵抗回答は一般には評価シナリオを拒否することによって生じ、このため抵抗回答を選んだ回答者はサンプルから除外して分析されることが多い。しかし、一方で回答者が操作目的で意図的に抵抗回答を選ぶことで生じる現象も存在し、そのような場合は抵抗回答を削除することはバイアスの原因となる。第五に、支払手段バイアスについて分析する。税金や基金などの支払い手段が回答に影響を及ぼす現象が知られているが、ここでは評価額そのものへの影響と、抵抗回答への影響の二つに区分して分析する。最後に、以上の分析結果をふまえて、表明選好法のバイアスに対する今後の研究課題を示す。なお、本論では、バイアスに関する理論分析の結果を、いくつかの定理として示しているが、その詳細な証明方法については論文最後に補遺として示してあるので参照されたい。

2. 基本モデル

まず、本論で扱うモデルの基本部分を示そう⁴⁾。環境水準を現在の $Q_0 = 0$ から $Q_1 = Q$ まで改善する政策を検討しているとする。この政策を実施するために必要な費用は C 、この政策の受益者数は N とする。政府はこの政策に対する支払意志額を表明選好法で評価したところ、表明額の平均値は \bar{b} となったとする。このとき表明額の集計値が政策実施費用を上回ったとき、すなわち $\bar{b} \cdot N > C$ のときに政策は実施されるとする。

次に回答者の行動をモデル化する。受益者の中から n 人の回答者に対して支払意志額をたずねる調査を行うとする。回答者 i の効用関数を $U_i(Q, M_i)$ とする。ただし、 Q は環境水準、 M_i は所得であり、効用関数は環境水準と所得に関して増加関数であるとする ($\partial U/\partial Q > 0, \partial U/\partial M > 0$)。環境水準は公共財的性質を持つため、すべての回答者に等しい水準が供給される。ここで、環境水準が 0 から Q へ改善された場合を考えると、この環境改善に対する支払意志額は以下の WTP_i によって定義される。

$$U_i(Q, M_i - WTP_i) = U_i(0, M_i) \quad (1)$$

一方、回答者にこの環境改善に対していくらまで支払っても構わないかをたずねたときに、回答者の表明した金額を b_i としよう。このとき、効用関数は所得に対して増加関数であることから、 $U_i(Q, M_i - b_i) > U_i(Q, M_i - WTP_i) = U_i(0, M_i)$ のときは $b_i < WTP_i$ 、すなわち過小表明となり、逆に $U_i(Q, M_i - b_i) < U_i(Q, M_i - WTP_i)$ のときは $b_i > WTP_i$ 、すなわち過大表明となる。このように本来の支払意志額 WTP_i と表明額 b_i が異なる現象をバイアスと呼ぶ。

続いて回答者の効用最大化問題を考えよう。行政は各回答者の表明額をもとに環境保全政策を実施するか否かを判断する。政策が実施されると、環境水準は Q まで改善されるが、表明した金額が徴収されるとする。一方、政策が実施されないときは、環境水準は現状の 0 であるが、表明した金額は徴収されない。政策が実施されるかどうかは、各回答者の表明額に依存するが、回答者 i の

⁴⁾ 表明選好法の理論モデルについては栗山 (1998) が詳しい。

表明額が b_i のときに、政策が実施されると回答者 i が考える主観的確率を $\pi_Q(b_i, b_{-i})$ とする。ただし、 $b_{-i} = (b_1, b_2, \dots, b_{i-1}, b_{i+1}, \dots, b_n)'$ は回答者 i 以外の表明額である。回答者は他者の表明額を完全には知ることはできないが、表明額の確率分布は知っており、 $b_{-i} = \tilde{b}_{-i} + \varepsilon_{-i}$ とする。ただし、 \tilde{b}_{-i} は他者の表明額の確定部分、 ε_{-i} は誤差項である。回答者が b_i を表明したときの期待効用は以下のとおりとなる。

$$E[U_i(b_i; b_{-i})] = \pi_Q(b_i, b_{-i}) \cdot U_i(Q, M_i - b_i) + (1 - \pi_Q(b_i, b_{-i})) \cdot U_i(0, M_i) \quad (2)$$

自由回答形式などのように表明額を回答者が自由に選ぶことができる場合は、自分の期待効用が最大になるように表明額 b_i を選ぶとする。このときナッシュ均衡 $b^* = (b_i^*, b_{-i}^*)$ においては、すべての b_i に対して

$$E[U_i(b_i^*; b_{-i}^*)] \geq E[U_i(b_i; b_{-i}^*)] \quad \forall b_i \quad (3)$$

が全回答者に対して成立している。一方、他者がどのような表明額を示したとしても、回答者 i は b_i^{**} を表明するときに期待効用が最大となる場合、 b_i^{**} を支配戦略と呼ぶ。つまり、 b_i^{**} においては

$$E[U_i(b_i^{**}; b_{-i})] \geq E[U_i(b_i; b_{-i})] \quad \forall b_i, b_{-i} \quad (4)$$

が成立している。ナッシュ均衡 b_i^* を解くためには、回答者が他者の表明額の確率分布を知っている必要があるが、実際には回答者は他者の表明額の確率分布も知らない可能性もある。また、アンケートで短時間に限られた情報の中でナッシュ均衡を解くことは困難かもしれない。しかし、支配戦略 b_i^{**} が存在する場合は、相手がどの戦略を採るにしても、自分が採るべき戦略が決まるため、ナッシュ均衡を解くことは容易であると考えられる。

回答者はこのナッシュ戦略 b_i^* （または支配戦略 b_i^{**} ）を表明すると考えられるので、 $b_i^* > WTP_i$ （または $b_i^{**} > WTP_i$ ）のときは過大表明、逆に $b_i^* < WTP_i$ （または $b_i^{**} < WTP_i$ ）のときは過小表明となり、表明額と支払意志額が異なるときはバイアスが発生していることになる。したがって、バイアスの発生メカニズムを解明するためには、ナッシュ戦略 b_i^* （または支配戦略 b_i^{**} ）と支払意志額 WTP_i がどのような理由で乖離するのかを分析する必要がある。

二肢選択形式の場合は、提示額 T_i に対して Yes または No を選択する。回答者 i が選択した結果を $a_i \in \{Y, N\}$ としよう⁵⁾。他者の選択結果 a_{-i} を所与としたときに、回答者 i が $a_i \in \{Y, N\}$ を選択したときに環境保全政策が実施されると回答者が考える主観的確率を $\pi_Q(a_i, a_{-i})$ とすると、回答者が Yes または No を選択したときのそれぞれの期待効用は以下のとおりとなる。

$$\begin{aligned} E[U_i(Y)] &= \pi_Q(Y, a_{-i}) \cdot U_i(Q, M_i - T_i) + [1 - \pi_Q(Y, a_{-i})] \cdot U_i(0, M_i) \\ E[U_i(N)] &= \pi_Q(N, a_{-i}) \cdot U_i(Q, M_i - T_i) + [1 - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot U_i(0, M_i) \end{aligned} \quad (5)$$

⁵⁾ ここで b_i は回答者 i の表明額であるのに対し、 a_i は回答者の Yes または No の選択結果を示していることに注意されたい。

このとき $a_i \in \{Y, N\}$ に対してナッシュ均衡においては (3), 支配戦略均衡においては (4) と同様の式が全回答者に対して成立している⁶⁾.

3. 戦略バイアス

戦略バイアスは、回答者が戦略的行動によって表明額を意図的に偽る現象のことである。公共財に対する戦略的行動に関する研究は、Samuelson (1954) が公共財に対する選好を表明させるとフリーライダー現象が生じることを理論的に明らかにしたことに始まる。Gibbard (1973) と Satterthwaite (1975) は選択肢が3つ以上の場合は、選好を表明させると意図的に偽るインセンティブが発生することを示し、ギバード=サタスウェイトの定理として知られている。また、近年は実験経済学の分野では、公共財供給実験における戦略的行動について多数の研究が行われている (Ledyard, 1995)。表明選好法における戦略バイアスについては、Hoehn and Randall (1987, 以下 HR とする) が仮想評価法 (CVM) について理論モデルを示し、自由回答形式のように、回答者が自由に表明額を選ぶことができるときは過小表明を行うインセンティブが存在するが、提示額に対して Yes または No で回答を求める二肢選択形式のときは戦略バイアスが生じないことを示した。また、Carson and Groves (2007) は二段階二肢選択形式、対比較、選択型実験などについても検討し、いずれも戦略バイアスが生じることを示唆した。ギバード=サタスウェイトの定理が示すように、3つ以上の選択肢が存在するときは、回答者の戦略的行動により操作可能性が発生するため、戦略バイアスが発生する。したがって、選択肢が Yes または No の2種類しか存在しない二肢選択形式以外は、戦略バイアスが発生するのである。ただし、表明選好法においては戦略バイアスの影響はそれほど大きくはないと考えられている (Mitchell and Carson, 1989)。その理由としては、戦略的行動を行うためには多くの情報が必要であり、表明選好法ではアンケートの情報だけで短時間に決断を迫られることから戦略的に行動することが困難であること、そして表明選好法では多数の人々にアンケートを実施していることから、回答者が自分だけ戦略的に回答しても、それが政策に及ぼす影響はきわめて少ないと考えざるを得ないことなどがある。

以上のように戦略バイアスについては、これまでに多くの理論的研究が存在するが、HR の結論が本論の基本モデルにおいても成立することを確認しよう。HR は、他者の表明額を所与として回答者の期待効用最大化問題を設定し、自由回答形式のように回答者が表明額を自由に選ぶことができる場合は、過小表明となることを示した。すなわち、以下の定理1が成立する。

定理1 自由回答形式の戦略バイアス (Hoehn and Randall, 1987)

表明額が高くなるほど政策実施の主観的確率が上昇し、政策が実施された場合は表明額の全額が徴収されるとする。このとき、回答者が表明額を自由に選ぶことができるならば、過小表明を行う戦略バイアスが存在する。

一方で、HR は、他者の表明額を所与としたときに、回答者に提示額を示して Yes または No で回答してもらう二肢選択形式においては戦略バイアスが存在しないことを示した。したがって、以

⁶⁾ 二肢選択形式では表明額 b_i の代わりに Yes または No の選択 a_i が変数となることに注意されたい。

下の定理 2 が得られる。

定理 2 二枝選択形式の誘因両立性 (Hoehn and Randall, 1987)

回答者が提示額以上を支払えるか否かをたずねる二枝形式において、回答者が Yes を選択したときの方が No を選択したときよりも政策が実施される確率が高いと想定し、政策が実施された場合は提示額の全額が徴収されるとする。このとき、他者の回答にかかわらず、回答者の支払意志額が提示額より高いときに Yes を選択し、逆の場合に No を選択する。したがって、二枝選択形式は誘因両立的であり、戦略バイアスは生じない。

二枝選択形式では戦略バイアスは生じない理由は、直感的には以下のように考えることができる。もしも、提示額が真の支払意志額よりも高いにもかかわらず Yes を選択して過大表明しようとする、環境政策が実施される確率は上昇するが、支払意志額を上回る提示額を支払わなければならない可能性も上昇する。逆に提示額が真の支払意志額よりも低いにもかかわらず No を選択してフリーライドしようとする、真の支払意志額よりも低い金額に支払額を抑えることができるかもしれないが、環境政策が実施される確率も低下してしまう。したがって、二枝選択形式では過大表明や過小表明の回答をすることができず、真の回答を選択する。これが他者についても同様に当てはまるので、すべての回答者は真の回答を選択することになるのである。

次に、数値例を用いて二枝選択形式の誘因両立性について考えてみよう。簡略化のため回答者は 2 人だけとし、各回答者は提示額に対して Y(Yes) または N(No) のどちらかを選択する。各回答者の効用関数は $U_i = k_i Q + M_i$ とする。ただし、 k_i は各回答者の環境の限界効用を示すパラメータであり、 $k_1 = 100, k_2 = 30$ とする。ここで、 $Q_0 = 0$ から $Q_1 = 1$ まで環境水準を改善する政策を実施する場合を考える。このとき、各回答者の支払意志額は $WTP_1 = 100, WTP_2 = 30$ となる。2 人の回答者にはいずれも $T_i = 50$ の提示額が示されるとすると、回答者の真の回答とは、回答者 1 が Y を選択し、回答者 2 が N を選択することである。提示額に対して Y を選択すると政府はこの回答者の支払意志額を $b_Y = 2T_i = 100$ 、逆に No を選択したときは $b_N = T_i/2 = 25$ と見なすとして、他者の表明額の誤差項は $\varepsilon_i \sim N[0, \sigma^2]$ に従うとする。その他のパラメータは表 1 の注に示されているとおりとする。

このとき、二枝選択形式のゲーム構造は表 1 のとおりとなる。まず政策実施確率から見てみよう。最初に回答者 1 の立場から見ると、相手（回答者 2）が Y を選択したとすると、自分が Y を選んだときの政策実施確率は 0.84 であり、N を選んだときの 0.60 よりも政策実施確率は高い。一方、相手が N を選択したとすると自分が Y を選んだときの政策実施確率は 0.60 であり、N を選んだときの 0.31 よりも政策実施確率は高い。したがって、相手が Y と N のどちらを選ぼうと、自分は Y を選ぶ方が政策実施確率は高くなる。逆に回答者 2 の立場から見たときも全く同様である。

つぎにペイオフ行列を見てみよう。これは各回答者が Y または N を選択したときの期待効用を示したものである。たとえば、二人の回答者がどちらも Y を選択した場合、(回答者 1 の期待効用, 回答者 2 の期待効用) = (242.07, 183.17) となる。まず回答者 1 の立場から見る。回答者 1 の支払意志額は 100 であり、提示額は 50 なので、真の回答は Y を選択することである。ペイオフ行列を

見ると、相手（回答者 2）が Y と N のどちらを選ぼうと、自分は Y を選ぶ方が期待効用は高い。つまり、回答者 1 は相手の選択にかかわらず真の回答を選ぶのである。一方、回答者 2 の立場から見てみよう。回答者 2 の支払意志額は 30 であり、提示額は 50 なので、真の回答は N を選択することである。相手（回答者 1）が Y と N のどちらを選ぼうと、自分は N を選ぶ方が期待効用は高い。つまり、回答者 2 も相手の選択にかかわらず真の回答を選ぶのである。したがって、二人の回答者はいずれも、他者の回答にかかわらず、真の回答を選択するため、戦略バイアスは生じないのである。

表 1 二肢選択形式のゲーム構造

このように、戦略バイアスについては、これまでの既存研究でも理論的分析が行われており、一回だけ金額を提示するシングルバウンド二肢選択形式においては、自分の回答が政策決定に及ぼす影響がゼロではなく、しかも支払が強制的であるならば戦略バイアスが生じないことが明らかにされてきた。しかし、戦略バイアス以外のバイアスについては、その原因は心理的要因にあるとして経済理論的な分析はほとんど行われてこなかった。だが、はたして戦略バイアス以外のバイアスは、経済学的な分析は不可能なのだろうか。そこで、以下では戦略バイアス以外のバイアスについても、上記のモデルを拡張することで経済理論的な分析を行う。なお、今日では二肢選択形式が最も用いられていることから、以下の分析では二肢選択形式を対象として分析を行うことにする。

4. 仮想バイアス

仮想バイアスとは、支払の仮想性などによって生じるバイアスのことである⁷⁾。表明選好法はアンケートで支払意志額をたずねるが、アンケートで答えるだけならば実際に表明した金額が徴収されるわけではないので、過大に支払意志額を答えるのではないかという疑問がしばしば指摘されている。これまでに、支払が仮想的なアンケートの場合（仮想支払）と実際に支払を求める場合（実際支払）を比較した多数の研究が存在するが、Murphy et al. (2005) はこれまでの実験結果（28 事例）を用いてメタ分析を行ったところ、仮想支払は実際支払に比べてメディアンで 1.35 倍、平均では 2.60 倍の値を示しており、仮想支払が過大評価となることを示した。支払の仮想性による仮想バイアスへの影響については、Cummings et al. (1997) や Cummings and Taylor (1998) は、経済実験を用いて支払の仮想性が高まるほど賛成率が上昇する現象を報告している。また、Mitani and Flores (2007) は支払の仮想性と公共財供給の仮想性の両者が変化したときの仮想バイアスを経済実験によって確認している。

このように多くの研究が仮想バイアスが存在することを示しているが、なぜ仮想バイアスが発生するのだろうか。前述の基本モデルに支払の仮想性を組み込むと、以下の定理 3 が得られる。

すなわち、支払の仮想性が存在するときは過大表明となり、しかも支払の仮想性が高くなるほど仮想バイアスは大きくなるのである。この結果は、Cummings and Taylor (1998) の実験結果と整合

⁷⁾ 仮想バイアスには支払の仮想性だけでなく、公共財供給の仮想性によるバイアスも含まれるが、ここでは支払の仮想性のみを対象としている。公共財供給の仮想性によるバイアスについては Mitani and Flores (2007) を参照。

定理 3 仮想バイアス

二肢選択形式において提示額がまったく徴収されない，あるいは一部しか徴収されない可能性が十分に高い場合，他者の回答にかかわらず，回答者は過大表明しようとするインセンティブが発生し，提示額が支払意志額よりも高い場合でも Yes を選択する．つまり，支払の仮想性が高いときは，過大表明となる．

的である．

次に数値例を用いて仮想バイアスのゲーム構造を検討しよう．ここでは，提示額が実際に徴収される確率は 0.4 であり，残りの 0.6 の確率では提示額はいっさい徴収されないとする．それ以外のパラメータはすべて表 1 と同じとする．このとき表 1 のゲーム構造は表 2 のとおりとなる．政策実施確率は表 1 と同じだが，ペイオフ行列が支払の仮想性によって変化し，全体的に期待効用の値が上昇している．

表 2 仮想バイアスのゲーム構造

まず，回答者 1 の立場からペイオフ行列を見よう．効用関数は表 1 と同じなので，回答者 1 の真の回答は Y を選択することである．ペイオフ行列より，相手（回答者 2）が Y と N のどちらを選ぼうと，自分は Y を選ぶ方が期待効用は高くなる．つまり，回答者 1 は相手の選択にかかわらず真の回答を選ぶ．次に，回答者 2 の立場から見てみよう．回答者 2 の真の回答は N を選択することである．しかし，相手（回答者 1）が Y と N のどちらを選ぼうと，自分は Y を選ぶ方が期待効用は高い．つまり，回答者 2 は真の回答は N だが，相手の選択にかかわらず Y の回答を選択し，過大表明を行うのである．このように，支払の仮想性が高いと，過大表明を行うインセンティブが発生するのである．これが支払の仮想性によって生じる仮想バイアスの現象である．

では，仮想バイアスを回避するためには何が必要なのだろうか．第一の方法は，支払の仮想性を低めることである．実際に支払を求められる確率が高くなるほど，仮想バイアスは低下するのだから，支払の仮想性を低下させることができれば，仮想バイアスの問題は回避可能である．たとえば，支払い形態を税金のように強制的に支払を求める方法を採用することで，支払の仮想性は幾分低下させることが可能であろう．しかし，実際には，アンケートで選好をたずねているだけであり，回答に応じて実際に費用負担が求められることは少ないだろうと回答者が考えるならば，支払の仮想性を完全にゼロにすることは難しい．第二の方法は，支払の仮想性が存在する場合であっても，真の回答を表明させるメカニズムを導入することである．仮想バイアスが生じるのは，過大に表明しても実際に金額を徴収されることは少ないだろうと回答者が考えて，提示額が支払意志額以上であっても Yes を選択することが原因である．したがって，実際に提示額の支払を求める場合は回答内容によって政策が実施されるか否かを決定するが，支払を求めない，あるいは提示額の一部しか支払を求めない場合は回答内容には依存せずに政策を実施するかどうかが決まるように設定することで，仮想バイアスを回避することが可能である．すなわち，以下の定理 4 が成立する．

この定理の結果は被験者実験によって確認することが可能である．サンプルを二つに分割し，サ

定理 4 支払の仮想性が存在するときの誘因両立なメカニズム

二肢選択形式において、確率 $p(0 < p < 1)$ では政策実施時に提示額全額が徴収され、確率 $1 - p$ では提示額はまったく徴収されない、あるいは一部しか徴収されないとする。確率 p では回答者の回答内容によって政策を実施するか否かが決まるが、確率 $1 - p$ では政策が実施されるか否かは回答内容に依存しないとする。このとき、確率 p が低く、支払の仮想性が高い場合でも、回答者は真の回答を選択する。

サンプル 1 では政策実施時に提示額を徴収するとする。サンプル 2 では提示額が徴収される確率は 0.6 であり、このときは回答によって政策が実施されるか否かが決まる。しかし、残りの 0.4 の確率では政策実施時も提示額は徴収されないものの、政策実施は回答には関係なくランダムに決まるとしよう。このとき、サンプル 1 とサンプル 2 の支払意志額が等しいならば定理 4 の成立が確認できる。ただし、このような複雑な操作は被験者実験では可能であるが、アンケート調査上で行うことは困難であり、実際の表明選好法において仮想バイアスを回避するメカニズムを適用することは難しいだろう。

5. 抵抗回答

抵抗回答とは、評価シナリオに対して反対という理由で No を選択した回答のことをいう。二肢選択形式では、提示額を示した後で Yes または No を選択するが、No を選択したときに、その理由をたずねる。このとき、No の理由として、非現実的なシナリオへの拒否（「この方法では環境が守られるとは思えない」）、支払手段に対する拒否（「税金を設置することに反対」）、所有権設定に対する拒否（「環境を破壊した企業が支払うべき」）などを選んだ場合は抵抗回答として判断される。一般に、抵抗回答として処理された回答は、サンプルから除外される⁸⁾。

抵抗回答が評価シナリオそのものに対する反対の場合に選ばれるのであれば、抵抗回答はバイアスとは無関係のものであろう。しかし、回答者が政策実施の可能性を操作することを目的に意図的に抵抗回答を選んでいるのであれば、抵抗回答を削除することはバイアスの原因となる。たとえば、抵抗回答が評価シナリオそのものに対する反対であるならば、提示額がいくらであろうとも抵抗回答の比率は変化しないはずである。なぜなら、抵抗回答の原因となるシナリオの非現実性、支払手段、所有権などは提示額とは無関係だからである。しかし、吉田・木下・合田 (1997) が実施した CVM 調査では、提示額が高くなるほど抵抗回答が増大している⁹⁾。この結果は、本来であれば提示額に対して No を回答すべき人が、意図的に抵抗回答を選択した可能性があることを示唆している。

では回答者が操作目的で意図的に抵抗回答を選ぶことはあるのだろうか。それは以下の定理 5 によって示される。

⁸⁾ 抵抗回答を除外したときの影響については、たとえば栗山・北畠・大島 (2000) を参照。

⁹⁾ この CVM 調査は二段階二肢選択形式を用いているが、最初の提示額で見ると抵抗回答の比率は 5,000 円 18 %、1 万円 22 %、3 万円 30 %、5 万円 31 %、10 万円 45 %、30 万円 40 %となっていた。

定理 5 抵抗回答によるバイアス

提示額が一人あたりの政策実施費用に等しい場合，回答者は意図的に抵抗回答を選ぶインセンティブは存在しない．しかし，提示額が一人あたりの政策実施費用よりも高いと，回答者は自分の支払意志額よりも提示額が高い場合でも，他者の回答にかかわらず，No を選ばずに抵抗回答を選ぶ可能性が存在する．提示額が高いときほど，その提示額に対して No を選択した回答者の支払意志額が高いと想定されるならば，提示額が高くなるほど抵抗回答が増大し，抵抗回答をサンプルから除外すると過大評価となる可能性がある．

この定理は直感的には以下のように考えることができる．ある環境政策を実施するために新たな税金を創設する場合を考えよう．このとき，提示額が自分の想定していた金額よりも高いと，それほど金額が必要はないと考えるかもしれない．そこで，不要に多額の費用のかかる政策を阻止するために，回答者は意図的に抵抗回答を選ぶかもしれない．提示額が高額になるほど，このように考える回答者が増えるであろうから，抵抗回答を選ぶ回答者が増大するのである．

このことを数値例によって検討しよう．表 3 は抵抗回答のゲーム構造を示したものである．用いたパラメータは表 1 と同じであるが，政策実施費用のみ $C = 1,000$ となっている．提示額は $T = 50$ であり，受益者数は $N = 100$ であるから，すべての受益者から提示額を徴収したとすると $T \cdot N = 5,000$ となり，政策実施費用を上回る．このため，回答者は提示額が高すぎると考え，抵抗回答を選ぶ可能性がある．

まず政策実施確率から見てみよう．政策実施費用が低いいため，表 1 に比べて政策実施確率が全体的に高くなっているが，N を選択するよりも Y を選択する方が政策実施確率は高くなる点は表 1 と同じである．しかし，表 2 では PB（抵抗回答）の選択肢が存在し，抵抗回答を選んだ方が N を選ぶよりも政策実施確率が低くなっている¹⁰⁾．

次にペイオフ行列を見てみよう．まず回答者 1 の立場からペイオフ行列を見る．回答者 1 の真の回答は Y を選択することであるが，ペイオフ行列より相手（回答者 2）がどれを選んだ場合でも，自分は Y を選んだとき期待効用が最も高い．したがって，回答者 1 は相手の選択にかかわらず真の回答である Y を選ぶのである．次に，回答者 2 の立場から見てみよう．回答者 2 の真の回答は N を選択することである．相手（回答者 1）が Y を選択したとすると，自分が PB を選んだときの期待効用 183.68 が最も高い．相手が N を選択した場合も，自分が PB を選んだときの期待効用 188.81 が最も高い．そして，相手が PB を選んだ場合は，自分が N を選んだときの期待効用 188.81 が最も高い．したがって，回答者 2 は，相手が PB 以外を選んだときは自分が PB を選択し，相手が PB を選択したときは N を選択する．この結果，ナッシュ均衡は回答者 1 が Y を選択し，回答者 2 が PB を選択するときとなる．つまり，回答者 2 は真の回答を選ぶ代わりに抵抗回答を意図的に選択しているのである．

¹⁰⁾ 両者が抵抗回答を選択したときの政策実施確率が不定となっているが，ここでは回答者が二人しか存在しないため，二人とも抵抗回答を選ぶと回答者数が 0 となり，支払意志額が推定できなくなるため，政策実施確率も求めることができない．

表3 抵抗回答のゲーム構造

以上のように、本来は No を選択すべき回答者が操作目的で抵抗回答を選択する可能性が存在するため、安易に抵抗回答を削除すると過大評価となる危険性がある。このような抵抗回答を原因とするバイアスを回避するためには、以下の対策が考えられる。第一に、極端に高い提示額を設定しないことである。あまりにも提示額が高いと、これほどの費用がかかるはずがないと回答者が考えて、抵抗回答が増大する危険性がある。第二に、提示額を示す前に抵抗回答をたずねることである。一般には、提示額を示した後、No を選択した回答者に対して No を選択した理由をたずねて抵抗回答かどうかを判断するが、提示額の後に抵抗回答をたずねると定理 5 より提示額が抵抗回答に影響してしまう。そこで、提示額を示す前に、まず抵抗回答がどうかをたずね、その後で提示額を示すことが考えられる。そして第三に、提示額と抵抗回答の比率の関係を調べて、提示額が上昇するほど抵抗回答が増大していないかを調べることで、抵抗回答によるバイアスが生じていないかを確認する必要がある。

6. 支払手段バイアス

支払手段バイアスとは、表明選好法において支払意志額をたずねる際に用いる費用負担方法によって表明額が異なる現象のことである (Mitchell and Carson, 1989)。一般に支払手段としては、特定の目的税の新設、既存の税金の税額上昇、基金の創設、製品価格の上昇、入場料金の設置などが用いられる。たとえば、Carson et al.(2003) はエクソン社のタンカー「バルディーズ」の損害評価を行う際に税金新設とガソリン価格上昇の両者を事前調査で比較しているが、税金形式の評価額はガソリン価格形式の場合と同じ、または低い結果が得られたことから、最終調査では税金形式が採用された。

海外では税金が用いられることも多いが、国内で行われる調査では税金を用いると抵抗回答が増える傾向にあるため、基金を用いたり、あるいは単に「負担金」として支払手段をあいまいにすることが多い。たとえば、栗山・北畠・大島 (2000) は屋久島を対象とした CVM 調査の事前調査において税金形式と基金形式を比較しているが、支払意志額は両者で違いは見られなかったが、税金形式の方が抵抗回答が多く観測されたことから、最終調査では基金形式を採用した¹¹⁾。税金形式で抵抗回答が多くなる原因としては、税金は一度取られてしまうと、住民の意思とは関係なく政府が自由に使ってしまう、環境政策を名目に税金を増額したとしても、実際には別の目的に使われるのではないかと危惧することが考えられる。

支払手段バイアスには、二つの要因があると考えられる。第一の要因は、支払手段によって支払の強制力が異なることを起因とするものである。たとえば、税金の場合は、いったん税金が設置されると強制的に支払わなければいけないが、基金を創設した場合は、基金にお金を支払うかどうかは住民の意思によって決まるので、強制力は低い。したがって、基金は、税金よりも支払の強制力

¹¹⁾ 海外では行われた調査では、税金形式で抵抗回答が増加するとは限らない結果が示されている。たとえば、Morrison et al.(2000) はオーストラリアの市民を対象に所得税の上昇と水道料金の上昇の場合を比較しているが、両者では抵抗回答の違いは見られなかった。

が低い場合、実際には支払わずに済む可能性があり、「定理3 仮想バイアス」によれば、基金は税金よりも過大表明が強くなると考えられる。第二の要因は、支払った金額が環境政策に実際に使われる可能性が支払手段によって異なるならば、抵抗回答に対する影響も異なることである。特定の環境対策を目的に設置された基金の場合は、その環境対策以外の目的に使われる可能性は低い。所得税の上昇の場合は、環境対策以外の目的に転用される可能性が高い。この場合、「定理5 抵抗回答によるバイアス」によれば、税金上昇の方が基金創設よりも抵抗回答が増える可能性がある。このように、支払手段バイアスは、仮想バイアスと抵抗回答によるバイアスの二つが組み合わさったものと考えられるので、以下の定理6が得られる。

定理6 支払手段バイアス

税金は基金よりも支払い強制力が高いとする。このとき、以下が成立する。(1) 基金は税金よりも過大表明となるインセンティブが強力である。(2) 提示額が一人あたりの政策実施費用よりも高い場合、基金よりも税金の方が抵抗回答は多くなる可能性がある。

このように、支払手段バイアスの原因を、仮想バイアスによる影響と抵抗回答による影響に分けて考えることが可能であり、したがって支払手段バイアスを回避するためには、仮想バイアスによる影響を回避するとともに、抵抗回答によるバイアスを回避することが必要となる。つまり、仮想バイアスを回避するためには、税金形式などの支払の強制力が高い支払手段を用いることが望ましい。一方で抵抗回答が増加することを回避するためには、提示額を示す前に抵抗回答をたずねることが考えられる。

7. 結論と今後の課題

これまで、バイアスの研究は、戦略バイアスについては経済理論的な分析が行われていたものの、その他の大半のバイアスについては、その原因が心理的要因によって生じているとして、経済分析の対象とは考えられていなかった。だが、本論で明らかとなったように、これまで経済学分析対象外と考えられてきたバイアスの多くは、経済理論を用いることで経済学的にも説明が可能であり、それによってバイアスを回避するための具体的な対策方法を示すことが可能となるのである。むしろ、バイアスの原因として心理的要因を無視することはできず、バイアス研究において心理学的あるいは社会学的なアプローチが不可欠であることはいままでのまではないが、表明選好法が経済理論を基礎としている以上、バイアス研究において経済分析を放棄することは許されない。

本論では、経済理論的な分析を行うことでバイアス研究に対して新たな視点を提供したが、バイアスに関しては依然として残された研究課題も多い。第一に、本論で示したバイアスに関する定理が、実際の回答者の行動を正しく予測できるかを確認する必要がある。たとえば、仮想バイアスについては、定理3では支払の仮想性が高まるほど過大表明となることを示し、また定理4では支払の仮想性が存在する場合でも真の回答を表明させるためのメカニズムを提案しているが、これらの定理は経済実験によって確認することが可能である。今日、実験経済学の分野では研究が急速に進んでおり、ゲーム理論で理論的に示された様々な現象が、実際に発生するかどうかを実験室実験や

フィールド実験で確認する研究が行われているが、バイアスについても同様な研究が必要であろう。第二に、本論では対象としなかったバイアスについても経済理論的な研究を行う必要がある。バイアスについては、温情効果と倫理的満足、包含効果、順序効果、部分全体バイアス、予算制約バイアスなど、本論では扱わなかったものも多数存在する。こうしたバイアスについても、本論で用いた経済理論的アプローチが適用できるかどうか検討する必要があるだろう。

補遺

[定理 1 自由回答形式の戦略バイアス] の証明

まず政策実施の主観的確率 $\pi_Q(b_i, b_{-i})$ を考える。 n 人を対象に調査を行ったとき回答者の表明額の平均値を \bar{b} とする。この環境政策の受益者数が N とすると、集計価値は $\bar{b} \cdot N$ となる。これが政策実施コスト C を上回ったときに政策が実施される。したがって、政策が実施される確率は $\Pr[\bar{b} \cdot N > C]$ となるが、回答者は自分の表明額と他者の表明額をもとに政策が実施される確率を予想する。仮定より、回答者 i は、自分以外の他者に対して個々の表明額を知ることができず、他者 $j(j \neq i)$ の表明額 b_j に対して $b_j = \tilde{b}_j + \varepsilon_j$ のように誤差項を含んだ状態でのみ知ることができる。このとき、政策が実施されると回答者 i が考える主観的確率は

$$\begin{aligned} \pi_Q(b_i, b_{-i}) &= \Pr\left[\frac{N}{n}\left(b_i + \sum_{j \neq i} b_j\right) > C\right] = \Pr\left[\sum_{j \neq i} \varepsilon_j > \frac{nC}{N} - b_i - \sum_{j \neq i} \tilde{b}_j\right] \\ &= 1 - F\left(\frac{nC}{N} - b_i - \sum_{j \neq i} \tilde{b}_j\right) \end{aligned} \quad (6)$$

となる。ただし、 F は誤差項の合計 $\sum_{j \neq i} \varepsilon_j$ の累積分布関数である。たとえば、 ε_j が独立な正規分布に従う場合は、 F も正規分布となる。これより

$$\frac{\partial \pi_Q(b_i, b_{-i})}{\partial b_i} = f\left(\frac{nC}{N} - b_i - \sum_{j \neq i} \tilde{b}_j\right) \geq 0 \quad (7)$$

が成立する。ただし、 f は誤差項の合計 $\sum_{j \neq i} \varepsilon_j$ の密度関数である。また、仮定より表明額が政策実施の主観的確率に影響を及ぼすので、(7) において等式は成立しない。つまり、他者の表明額にかかわらず $\partial \pi_Q / \partial b_i > 0$ が成立する。

次に期待効用最大化問題のナッシュ均衡を考える。回答者は他者の表明額を所与としたときの期待効用が最大となるように表明額 b_i を選択する。したがって、ナッシュ均衡戦略 b_i^* が存在するならば、ナッシュ均衡においては、すべての回答者に対して次式が成立する。

$$\frac{\partial E[U_i]}{\partial b_i} = \frac{\partial \pi_Q(b_i^*, b_{-i}^*)}{\partial b_i} [U_i(Q, M_i - b_i^*) - U_i(0, M_i)] - \pi_Q(b_i^*, b_{-i}^*) \frac{\partial U_i(Q, M_i - b_i^*)}{\partial M_i} = 0 \quad (8)$$

ここで所得の限界効用が正であり，しかも他者の表明額にかかわらず $\partial\pi_Q/\partial b_i > 0$ が成立することに注意すると

$$U_i(Q, M_i - b_i^*) - U_i(0, M_i) = \pi_Q(b_i^*, b_{-i}^*) \frac{\partial U_i(Q, M_i - b_i^*)}{\partial M_i} \bigg/ \frac{\partial \pi_Q(b_i^*, b_{-i}^*)}{\partial b_i} > 0 \quad (9)$$

が成立する．また，他者がナッシュ戦略以外の戦略を用いた場合であっても，他者の表明額にかかわらず $\partial\pi_Q/\partial b_i > 0$ が成立することに注意すると，同じく次式が成立する．

$$U_i(Q, M_i - b_i^{**}) - U_i(0, M_i) = \pi_Q(b_i^{**}, b_{-i}) \frac{\partial U_i(Q, M_i - b_i^{**})}{\partial M_i} \bigg/ \frac{\partial \pi_Q(b_i^{**}, b_{-i})}{\partial b_i} > 0 \quad (10)$$

したがって，ナッシュ均衡においては $b_i^* < WTP_i$ ，支配戦略においては $b_i^{**} < WTP_i$ が成立し，いずれの場合も過小表明となる．■

[定理 2 二肢選択形式の誘因両立性] の証明

まず，Yes を選択したときの政策実施確率 $\pi_Q(Y, a_{-i})$ と No を選択したときの政策実施確率 $\pi_Q(N, a_{-i})$ を考える．回答者 i が提示額 T_i に対して Yes を選択したとき，政府がこの回答者の支払意志額を $b_Y(Y, T_i)$ と想定し，逆に No を選択したときは $b_N(N, T_i)$ と想定するとしよう．提示額に対して Yes を選択した回答者の支払意志額は，No を選択した回答者の支払意志額よりも高いはずなので， $b_N < b_Y$ の関係が成立する． i 以外の回答者に対しても，同様に Yes または No の回答に応じて政府が各回答者の支払意志額を $b_j(a_j, T_j)$ と想定する．このとき，(6) より $\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})$ は以下のとおりとなる．

$$\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i}) = F\left(\frac{nC}{N} - b_N - \sum_{j \neq i} \tilde{b}_j\right) - F\left(\frac{nC}{N} - b_Y - \sum_{j \neq i} \tilde{b}_j\right) \quad (11)$$

ここで F は単調増加関数であることに注意すると， $b_N < b_Y$ ならば他者の回答にかかわらず， $\pi_Q(Y, a_{-i}) > \pi_Q(N, a_{-i})$ が成立する．つまり，No を選択するよりも Yes を選択する方が，政策が実施される確率が高いと回答者は考えることになる．

次に，回答者の期待効用を考える．提示額 T_i に対して回答者が Yes と答えるのは，Yes のときの期待効用が No のときの期待効用よりも高いときである．すなわち，

$$\begin{aligned} & \pi_Q(Y, a_{-i}) \cdot U_i(Q, M_i - T_i) + [1 - \pi_Q(Y, a_{-i})] \cdot U_i(0, M_i) \\ & > \pi_Q(N, a_{-i}) \cdot U_i(Q, M_i - T_i) + [1 - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot U_i(0, M_i) \quad (12) \\ & \Leftrightarrow [\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot [U_i(Q, M_i - T_i) - U_i(0, M_i)] > 0 \end{aligned}$$

のときである．ここで，(11) より他者の回答にかかわらず $\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i}) > 0$ が成立するので，回答者が Yes を選択するのは $U_i(Q, M_i - T_i) > U_i(0, M_i)$ のとき，つまり $T_i < WTP_i$ のときである．したがって，つまり，二肢選択形式では他者の回答にかかわらず，真の回答を表明するイン

センティブを持っているため，二肢選択形式では真の回答を選択することが支配戦略となり，戦略バイアスは生じない．■

[定理 3 仮想バイアス] の証明

まず，支払額が提示額全額かゼロのどちらかの離散的な場合を考える．提示額が T_i のとき，政策が実施された場合に支払う金額は，確率 p ($0 < p < 1$) で提示額 T_i 全額だが，確率 $1 - p$ ではゼロであるとしよう．このとき，回答者が Yes または No と回答したときの期待効用は以下のとおりとなる．

$$\begin{aligned} E[U_i(Y)] &= \pi_Q(Y, a_{-i}) \cdot [pU_i(Q, M_i - T_i) + (1 - p)U_i(Q, M_i)] + [1 - \pi_Q(Y, a_{-i})] \cdot U_i(0, M_i) \\ E[U_i(N)] &= \pi_Q(N, a_{-i}) \cdot [pU_i(Q, M_i - T_i) + (1 - p)U_i(Q, M_i)] + [1 - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot U_i(0, M_i) \end{aligned} \quad (13)$$

効用関数が所得に関して単調増加関数であり $T_i > 0$ に対して $U_i(Q, M_i) > U_i(Q, M_i - T_i)$ が成立することに注意すると，Yes 回答と No 回答の期待効用の差は以下のとおりとなる．

$$\begin{aligned} E[U_i(Y)] - E[U_i(N)] &= [\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot \{(1 - p)[U_i(Q, M_i) - U_i(Q, M_i - T_i)] \\ &\quad + U_i(Q, M_i - T_i) - U_i(0, M_i)\} \\ &> [\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot [U_i(Q, M_i - T_i) - U_i(0, M_i)] \end{aligned} \quad (14)$$

つまり，支払の仮想性が存在するときの期待効用の差は，他者の回答にかかわらず，仮想性が存在しないときの期待効用の差よりも高くなる．したがって，仮に $T_i > WTP$ だとしても，確率 p が以下の条件を満たすならば $E[U_i(Y)] > E[U_i(N)]$ となり Yes を選択することになる．

$$p < \frac{U_i(Q, M_i) - U_i(0, M_i)}{U_i(Q, M_i) - U_i(Q, M_i - T_i)} \quad (15)$$

したがって，支払の仮想性が高い場合は，他者の回答にかかわらず過大表明となるのである．

次に，支払額が連続の場合を考える．提示額が T_i のとき，政策が実施された場合に支払う金額は提示額 T_i 全額ではなく，ある確率で rT_i まで減額されるとしよう．ただし， $0 \leq r \leq 1$ である．このとき，回答者が Yes または No と回答したときの期待効用は以下のとおりとなる．

$$\begin{aligned} E[U_i(Y)] &= \pi_Q(Y, a_{-i}) \cdot \int_0^1 U_i(Q, M_i - rT_i)g(r)dr + (1 - \pi_Q(Y, a_{-i})) \cdot U_i(0, M_i) \\ E[U_i(N)] &= \pi_Q(N, a_{-i}) \cdot \int_0^1 U_i(Q, M_i - rT_i)g(r)dr + (1 - \pi_Q(N, a_{-i})) \cdot U_i(0, M_i) \end{aligned} \quad (16)$$

ただし， $g(r)$ は確率密度関数である．このとき，期待効用の差は $U_i(Q, M_i - rT_i) \geq U_i(Q, M_i - T_i)$ が成立することに注意すると

$$\begin{aligned} E[U_i(Y)] - E[U_i(N)] &= [\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot \left[\int_0^1 U_i(Q, M_i - rT_i)g(r)dr - U_i(0, M_i) \right] \\ &\geq [\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot [U_i(Q, M_i - T_i) - U_i(0, M_i)] \end{aligned} \quad (17)$$

となる．ただし，等式が成立するときは $g(1) = 1$ のとき，すなわち支払の仮想性が存在しないときである．したがって，支払額が連続的に分布する場合も，不連続の場合と同様に他者の回答にかかわらず過大表明を行うインセンティブが存在する．以上のことから，支払の仮想性が存在する場合，過大表明が支配戦略となる．■

[定理 4 支払の仮想性が存在するときの誘因両立なメカニズム] の証明

確率 p ($0 < p < 1$) で提示額が徴収される「実際支払」のケースとなり，確率 $1 - p$ では提示額は全く徴収されない，あるいは一部しか徴収されない「仮想支払」のケースとなるとする．「実際支払」のもとでの政策実施確率は $\pi_Q(a_i, a_{-i})$ である．一方，「仮想支払」のもとでは，政策実施確率は回答内容とは独立に決まり，確率 θ で政策が実施されるとする．このとき，回答者が $a_i \in \{Y, N\}$ を選択したときの期待効用は以下のとおりとなる．

$$E[U_i(a_i)] = p \{ \pi_Q(a_i, a_{-i}) \cdot U_i(Q, M_i - T_i) + [1 - \pi_Q(a_i, a_{-i})] \cdot U_i(0, M_i) \} \\ + (1 - p) \left[\theta \cdot \int_0^1 U_i(Q, M_i - rT_i) g(r) dr + (1 - \theta) \cdot U_i(0, M_i) \right] \quad (18)$$

このとき Yes と No を選択したときの期待効用の差は

$$E[U_i(Y)] - E[U_i(N)] = p \cdot [\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot [U_i(Q, M_i - T_i) - U_i(0, M_i)] \quad (19)$$

となり，支払の仮想性が存在する場合でも $b_N < b_Y$ が成立するので (11) が成立することに注意すると，他者の回答にかかわらず $\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i}) > 0$ が成立し，回答者が Yes を選択するのは $U_i(Q, M_i - T_i) > U_i(0, M_i)$ のとき，つまり $T_i < WTP_i$ のときである．つまり真の回答を選択することが支配戦略となる．■

[定理 5 抵抗回答によるバイアス] の証明

提示額 T_i に対して No を選択した回答者が，その理由として抵抗回答を選ぶのは，抵抗回答の期待効用 $E[U_i(PB)]$ が No のときの期待効用 $E[U_i(N)]$ よりも高いときである．他者の回答を所与としたときに自分が抵抗回答を選んだときに政策が実施される確率を $\pi_Q(PB, a_{-i})$ とすると，抵抗回答を選ぶのは

$$E[U_i(PB)] > E[U_i(N)] \\ \Leftrightarrow \pi_Q(PB, a_{-i}) \cdot U_i(Q, M_i - T_i) + (1 - \pi_Q(PB, a_{-i})) \cdot U_i(0, M_i) \\ > \pi_Q(N, a_{-i}) \cdot U_i(Q, M_i - T_i) + (1 - \pi_Q(N, a_{-i})) \cdot U_i(0, M_i) \quad (20) \\ \Leftrightarrow [\pi_Q(PB, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot [U_i(Q, M_i - T_i) - U_i(0, M_i)] > 0$$

のときである．提示額に対して No を選んでいるのだから， $U_i(Q, M_i - T_i) - U_i(0, M_i) < 0$ が成立しており，したがって (20) が成立するのは $\pi_Q(PB, a_{-i}) < \pi_Q(N, a_{-i})$ のとき，つまり抵抗回答を選ぶ方が No を選ぶよりも政策の実施される確率が低いと回答者が考えるときである．

回答者 i が抵抗回答を選択すると、この回答者はサンプルから除外される。ここで簡略化のため、 i 以外の回答者は抵抗回答を選んでいるとしないとする。ただし、他者も抵抗回答を選んだとしても、全員が抵抗回答を選ばない限り以下の結論は変わらない。回答者が抵抗回答を選んだときに政策が実施されると回答者が考える主観的確率は

$$\pi_Q(PB, a_{-i}) = \Pr \left[\frac{N}{n-1} \sum_{j \neq i} b_j > C \right] = \Pr \left[\sum_{j \neq i} \varepsilon_j > \frac{(n-1)C}{N} - \sum_{j \neq i} \tilde{b}_j \right] = 1 - F \left(\frac{(n-1)C}{N} - \sum_{j \neq i} \tilde{b}_j \right) \quad (21)$$

である。回答者が抵抗回答を選ぶときは $\pi_Q(PB, a_{-i}) < \pi_Q(N, b_{-i})$ が成立する必要があるが、そのためには、

$$F \left(\frac{(n-1)C}{N} - \sum_{j \neq i} \tilde{b}_j \right) - F \left(\frac{nC}{N} - b_N - \sum_{j \neq i} \tilde{b}_j \right) > 0 \Leftrightarrow b_N > \frac{C}{N} \quad (22)$$

が必要である。つまり、 No を選んだときの支払意志額が一人あたりの政策実施費用よりも高いときである。

まず、一人あたりの政策実施費用をそのまま費用負担額として回答者に提示した場合を考える。このとき、 $T_i = C/N$ となるので、回答者が抵抗回答を選ぶための条件は $b_N > T_i$ となる。しかし、回答者は提示額に対して No を選択しているので、この回答者の支払意志額は提示額より低いと判断されるはずであり、矛盾する。したがって、提示額が一人あたりの政策実施費用に等しいならば、回答者が期待効用最大化を理由に抵抗回答を選ぶことはあり得ない。

次に、提示額が一人あたりの政策実施費用とは異なる場合を考えよう。回答者は提示額に対して No を選択しているので、回答者の支払意志額は $0 \leq WTP_i \leq T_i$ の範囲にあるが、政府がこの回答者の支払意志額を $b_N = \psi(T_i)$ と想定するとしよう。ただし、仮定より $\psi' > 0$ である。この場合、 $T_i > \psi^{-1}(C/N)$ のときに回答者は抵抗回答を選択し、 $WTP_i < T_i < \psi^{-1}(C/N)$ のときは No 回答を選択する。したがって、提示額が高くなるほど抵抗回答が増加する。■

[定理 6 支払手段バイアス] の証明

(1) の証明は以下のとおり。まず、支払額が提示額かゼロの離散的な場合を考える。実際に提示額が徴収される確率を税金の場合は p_T 、基金の場合は p_F とすると、仮定より $p_T > p_F$ が成立する。Yes を回答したときと No を回答したときの期待効用の差を、税金の場合は ΔEU_T 、基金の場合は ΔEU_F とする。支払の仮想性が存在するため、定理 3 より税金・基金のいずれの場合も過大表明となる。ここで、 $\Delta EU_F - \Delta EU_T$ を考えると

$$\Delta EU_F - \Delta EU_T = [\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot (p_T - p_F) \cdot [U_i(Q, M_i) - U_i(Q, M_i - T_i)] > 0 \quad (23)$$

が成立する。したがって、 $\Delta EU_F > \Delta EU_T$ となることから、基金の方が税金よりも過大表明のインセンティブは強い。

次に，支払額が連続的な場合を考える．提示額が T_i のとき，政策実施時に支払う金額はある確率で rT_i まで減額されるが，この確率は，税金の場合は $g_T(r)$ ，基金の場合は $g_F(r)$ とする．仮定より基金の方が税金より支払の仮想性が高いことから $G_F(r) > G_T(r)$ が成立する．ただし， G は累積分布関数である．このとき $\Delta EU_F - \Delta EU_T$ は以下のとおりとなる．

$$\begin{aligned}\Delta EU_F - \Delta EU_T &= [\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot \left[\int_0^1 U_i(Q, M_i - rT_i) (g_F(r) - g_T(r)) dr \right] \\ &= [\pi_Q(Y, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot T_i \int_0^1 \frac{\partial U_i}{\partial M_i} \cdot (G_F(r) - G_T(r)) dr > 0\end{aligned}\quad (24)$$

したがって，支払額が連続的に分布する場合も， $\Delta EU_F > \Delta EU_T$ となることから，基金の方が税金よりも過大表明のインセンティブは強い．

(2) の証明は以下のとおり．まず，支払額が提示額全額かゼロのどちらかの離散的な場合を考える．回答者が抵抗回答を選択したときの期待効用と N_0 を選択したときの期待効用の差を，基金の場合は Δ_{FUND} ，税金の場合は Δ_{TAX} とする．このとき両者の差は以下のとおりとなる．

$$\Delta_{FUND} - \Delta_{TAX} = [\pi_Q(PB, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot (p_T - p_F) \cdot [U_i(Q, M_i) - U_i(Q, M_i - T_i)] \quad (25)$$

となる．ここで，定理 5 の証明より，提示額が一人あたりの政策実施費用よりも高いときには $\pi_Q(PB, a_{-i}) < \pi_Q(N, a_{-i})$ が成立することを示すことができるが，そのとき $\Delta_{FUND} < \Delta_{TAX}$ となり，基金よりも税金の方が抵抗回答を選択することで期待効用が高まるため，抵抗回答が増加することになる．

次に支払額が連続的に分布する場合を考える．この場合は，(25) は以下のとおりとなる．

$$\begin{aligned}\Delta_{FUND} - \Delta_{TAX} &= [\pi_Q(PB, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot \left[\int_0^1 U_i(Q, M_i - rT_i) g_F(r) dr - \int_0^1 U_i(Q, M_i - rT_i) g_T(r) dr \right] \\ &= [\pi_Q(PB, a_{-i}) - \pi_Q(N, a_{-i})] \cdot T_i \int_0^1 \frac{\partial U_i}{\partial M_i} \cdot (G_F(r) - G_T(r)) dr\end{aligned}\quad (26)$$

ここで仮定より $G_F(r) > G_T(r)$ が成立することに注意すると，提示額が一人あたりの政策実施費用よりも高いときには $\pi_Q(PB, a_{-i}) < \pi_Q(N, a_{-i})$ が成立するが，そのとき $\Delta_{FUND} < \Delta_{TAX}$ となり，基金よりも税金の方が抵抗回答を選択することで期待効用が高まるため，抵抗回答が増加することになる．■

参考文献

- [1] Carson, R. T. and Groves, T. (2007), "Incentive and Informational Properties of Preference Questions," *Environmental and Resource Economics* 37, May, pp. 181-210.

- [2] Carson, R. T., Mitchell, R. C., Hanemann, M., Kopp, R. J., Presser, S., and Ruud, P. A. (2003), "Contingent Valuation and Lost Passive Use: Damages from the Exxon Valdez Oil Spill," *Environmental and Resource Economics* 25, July, pp. 257-286.
- [3] Cummings, R. G. and Taylor, L. O. (1998), "Does Realism Matter in Contingent Valuation Surveys?" *Land Economics* 74, May, pp. 203-215.
- [4] Fudenberg, D. and Tirole, J. (1991), *Game Theory*: Cambridge, Mass. and London: MIT Press.
- [5] Gibbard, A. (1973), "Manipulation of Voting Schemes: A General Result," *Econometrica* 41, July, pp. 587-601.
- [6] Hoehn, J. P. and Randall, A. (1987), "A Satisfactory Benefit Cost Indicator from Contingent Valuation," *Journal of Environmental Economics and Management* 14, September, pp. 226-247.
- [7] 栗山浩一 (1998) 『環境の価値と評価手法 - CVMによる経済評価 - 』, 北海道大学図書刊行会.
- [8] 栗山浩一・北畠能房・大島康行編著 (2000) 『世界遺産の経済学 - 屋久島の環境価値とその評価』, 勁草書房.
- [9] 栗山浩一 (2006) 「環境経済評価のフロンティア」『環境経済・政策学会年報』第 11 号, 55-71 ページ.
- [10] Ledyard, J. O. (1995), "Public Goods: A Survey of Experimental Research," in Kagel, J. H. and A. E. Roth (eds.), *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton: Princeton University Press, pp. 111-194.
- [11] Mitani, Y. and Flores, N. (2007), "A New Explanation for Hypothetical Bias: Subjective Beliefs of Hypothetical Aspects in Payment and Provision," Institute of Behavioral Science, University of Colorado at Boulder.
- [12] Mitchell, R. C. and Carson, R. T. (1989), *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*: Washington, D.C.: Resources for the Future.
- [13] Morrison, M. D., Blamey, R. K., and Bennett, J. W. (2000), "Minimising Payment Vehicle Bias in Contingent Valuation Studies," *Environmental and Resource Economics* 16, August, pp. 407-422.
- [14] Murphy, J. J., Allen, P. G., Stevens, T. H., and Weatherhead, D. (2005), "A Meta-Analysis of Hypothetical Bias in Stated Preference Valuation," *Environmental and Resource Economics* 30, March, pp. 313-325.
- [15] Samuelson, P. A. (1954), "The Pure Theory of Public Expenditure," *The Review of Economics and Statistics* 36, November, pp. 387-389.
- [16] Satterthwaite, M. A. (1975), "Strategy-Proofness and Arrow's Conditions: Existence and Correspondence Theorems for Voting Procedures and Social Welfare Functions," *Journal of Economic Theory* 10, April, pp. 187-217.
- [17] 吉田謙太郎・木下順子・合田素行 (1997) 「CVMによる全国農林地の公益的機能評価」『農業総合研究』第 51 巻第 1 号, 1-57 ページ.

表 1 二枝選択形式のゲーム構造

| | | 回答者 2 | | | | 回答者 2 | |
|-------|---|-------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | Y | N | | | Y | N |
| 回答者 1 | Y | 0.84 | 0.60 | 183.17 | 229.94 | 188.03 | 229.94 |
| | N | 0.60 | 0.31 | 242.07 | 229.94 | 193.83 | 215.43 |

注：数値計算で用いたパラメータの値は以下のとおり。

$$Q_0 = 0, Q_1 = 1, k_1 = 100, k_2 = 30, M_1 = M_2 = 200, WTP_1 = 100, WTP_2 = 30, T_1 = T_2 = 50, b_Y = 100, b_N = 25, C = 5000, n = 2, N = 100, \sigma = 100,$$

表 2 仮想バイアスのゲーム構造

| | | 回答者 2 | | | | 回答者 2 | |
|-------|---|-------|------|--------|--------|--------|--------|
| | | Y | N | | | Y | N |
| 回答者 1 | Y | 0.84 | 0.60 | 208.41 | 267.31 | 205.99 | 247.90 |
| | N | 0.60 | 0.31 | 205.99 | 247.90 | 203.09 | 224.68 |

注：数値計算で用いたパラメータの値は $p = 0.4$ であり、それ以外は表 1 と同じ。

表 3 抵抗回答のゲーム構造

| | | 回答者 2 | | | | | | 回答者 2 | | | |
|-------|----|-------|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Y | N | PB | | | | Y | N | PB | |
| 回答者 1 | Y | 0.96 | 0.85 | 0.82 | 180.72 | 248.20 | 182.94 | 242.66 | 183.68 | 240.80 | 183.68 |
| | N | 0.85 | 0.62 | 0.56 | 182.94 | 242.66 | 187.64 | 230.90 | 188.81 | 227.98 | 188.81 |
| | PB | 0.82 | 0.56 | 不定 | 183.68 | 240.80 | 188.81 | 227.98 | 不定 | 不定 | 不定 |

注：数値計算で用いたパラメータの値は $C = 1,000$ であり、それ以外は表 1 と同じ。