

第2章 ゲーム理論によるBSEのリスク分析（2002年6月17日報告）

吉野 章（京都大学大学院地球環境学堂）

浅野先生の助手の吉野と申します。私はもともとは農学部の農業経営学の研究室において、主に組織問題をやっていました。組織に関しては、市場が使える部分が非常に少ないということで、特別な経済学のツールを使っていました。環境マネジメント、環境コミュニケーションといったものをやり出して、今までやってきた話は全部使えると思っていますが、どういった環境を実現するか、どういう安全性を実現するかという問題に市場が使える部分というものはかなり限られてきます。組織的解決に使うための手法として一番基礎になるのがゲーム理論と言われるものです。

私の場合は、そのうちの非常に限られたところでクリーダンス財の非対称情報というものを扱います。ゲーム理論と言えば何か難しそうですが、今回は練習問題を解いてみましょうということです。具体的にやってみたらこんな感じですよという報告をしたいと思います。分析課題は、社会的リスクマネジメントにおけるモニタリング機関のあり方に限っています。事例として今回のBSE騒動における政府と消費者との関係を分析します。

一般に生産者が製品を消費者に供給するわけですが、それと同時に、そのリスク情報を付加していく必要がある。ところが、これがなかなか伝わらないということで、モニタリング・エージェントといって、たとえば消費者団体とか生産者団体とか政府などがエージェントとなって、生産者あるいは製品をモニタリングします。リスク情報を消費者に伝えるのがモニタリング・システムです。

しかし、消費者がこのモニタリング・エージェントを信頼しなければいけないという部分が忘れられがちです。BSEの場合に当てはめますと、生産者が牛肉を消費者に供給している。これに対して政府が全頭検査を実施して安全性を確認しました。そして、牛肉は安全だというところにまでは来たわけですが、信頼がなかなか得られなかつたというところが問題になった。なぜでしょうか。

そこで、BSEに対する消費者の反応について、簡単なアンケートをやってみました。去年の暮れ、2頭目のBSE感染牛が発見された直後です。調査対象は大阪で無作為抽出し、400弱送付し、194通ほど返ってきて、有効回答は186でした。

まず、安全宣言後、牛肉を消費しているかどうかを聞いてみました。大阪は牛肉好きで知られておりまして、そんなものは関係なしに食べるんだという人も結構いたわけですが、それでもやはり4割ぐらいが食べていないという結果でした。

その理由を聞きますと、いろいろあるのですが、やはり政府の発表が信用できないというものが相当多かったです。マスコミの報道で食欲をなくしたというのも結構ありました。毎日食卓に向かおうとすると、ニュースで繰り返し繰り返し狂牛病の様子が映され、

とてもではないが食えないという人も結構いました。

なぜ消費者は政府が信用できないのか。言いかえますと、政府には消費者に安全を保証するインセンティブがどの程度あるかということを消費者はどう評価しているかということになるかと思います。

こういうお互いのインセンティブを考えながら自分の行動を決定するプロセスを分析します。そのツールがゲーム理論、そのなかの Nash 均衡という概念になります。ナッシュ(Nash)はノーベル経済学賞をとった人でして、『ビューティフル・マインド』という映画のモデルです。

浅野先生の報告の中で、経済学というのは、ある条件のもとで自身の行動を最適化することであるという話がありましたが、ゲーム理論は、お互いがお互いの条件になっているという相互規定関係を有する概念で、最近非常によく用いられています。

大事なのは、ゲームをどう定義するかということです。定義することによって消費者の行動の合理的根拠を明らかにしていくことができます。

ゲームにはプレーヤーがいて、これが今回は消費者と政府の二人になります。消費者は自己の利得を最大化するし、政府は消費者の厚生、生産者の利益、政府評価の合計を最大化するという目的を持ちます。このような二人のプレーヤーがいると考えてください。

ここで定義しておきますと、安全とは、牛肉を食べた場合の危険性が無視できる程度に小さい場合です。今回の場合を考えると、BSE 感染牛の食肉が流通していない場合を考えます。また、危険とは、牛肉を食べた場合の危険性が無視できない程度に大きい場合です。BSE 感染牛の食肉が流通している場合、食べたかもしれないという不安を危険であると考えていただければよいと思います。そのときの確率が、安全の場合は α で、危険の場合が $1 - \alpha$ になります。 α はゼロよりも大きく 1 より小さい。イコール 0, イコール 1 の場合もあるのですが、これはもう自明ですので、条件から外しています。

この場合の政府の戦略を考えますと、安全な場合に政府が安全宣言を出す確率を β_1 、危険な場合、実はちょっと入っているのだけれども、生産者を考慮すると、ここで出すのはやばいのではないかということでも安全宣言を強行する場合を β_2 と呼びます。

一方、消費者の戦略ですが、消費者は購入するときには牛肉が安全かどうかは知らないという前提です。消費者は政府の安全宣言の有無を確認した後、牛肉を購入するかどうかを決めます。政府が安全宣言を出した場合に、消費者が牛肉を購入する確率を γ_1 、政府が安全宣言を出さない場合に消費者が牛肉を購入する確率を γ_2 とします。しかし、事後的に、消費者は自分の購入した食肉が安全であったかどうかを確認できる、実はあれはちょっと含まれていたのだというようなことは、後のニュースなどによってわかるというふうな条件を置きます。

では、政府と消費者の利得と書いてありますが、ほとんどが公正、気持の問題も入ると思いますが、消費者が牛肉の安全性を 100 % 信頼して消費して、実際に BSE 感染牛を消費する可能性がない場合の消費者、生産者、政府の利得、つまり通常の場合を 0 としまして、それ以外の場合の損失を定義します。

消費者の損失は c_1 、消費者が牛肉を食べられない不効用、あまり言わわれないのですが、食べられない消費者は確かに焼肉が食べたいのに食べられないということで、不効用はあるわけです。

もう一つは、自分が食べた牛肉には BSE 感染牛が含まれていたかもしくないと判明した場合の不効用が c_2 で、 c_2 の方がかなり大きいと判断します。

政府の損失は、消費者が牛肉を食べられない不効用の政府評価ということで、これが C_1 、BSE 感染牛が流通して生じる消費者被害の政府評価が C_2 、牛肉が売れないことによる生産者・業者被害の政府評価が S 、失政と判断された場合の政府の損失が P と置いてあります。 C_1 よりも C_2 が大きい。

これをゲーム・ツリーというもの（後掲第1図）を使って一つずつ説明していきたいと思います。まず安全性というのは、安全か危険かという二つのケースに分かれます。安全な場合、政府は安全宣言をするか、しないかという二つのケースに分かれます。危険な場合、政府は安全宣言をするか、しないかという二つのケースに分かれます。

ただ、消費者は、政府がどちらの場合で安全宣言したのかはよくわからないということで、二つをよくわからないという形でつないでおります。

それで、安全宣言をした場合には、購買するか買わないか、つまり消費するか消費しないかを決めるわけですが、どっちになるかはわからないですから、同じ確率しか振れないというふうになります。

それで、安全宣言をしない場合は、これもどっちかわかりませんので、買うか買わないか、同じようにしか決められることになります。それでそれに応じて損失が決まるわけです。安全で、安全宣言があって購買する場合が $(0, 0)$ で、それどころか振る損失が決まっていくことになります。

これを掛け算するのですが、ずっとやっていくと、消費者が牛肉を食べられないコストが、それぞれの確率が決まって、このような値になりますし、消費者が危険にさらされるコストというものもあって、この合計が消費者の期待損失になります。

そして、政府の期待損失は、消費者が牛肉を食べない場合の生産者の収益減と消費者の効用低下と、消費者が危険にさらされるコスト、それと政府の失政に伴うコストというようなものになります。

では、こういった場合、それどれどういうものが最適な行動であるのかを計算しますと、政府の安全宣言が出された方が、消費者が牛肉を購入する確率が高くなる場合、これは無理のない条件ですが、政府は β_1 、つまり安全な場合に安全宣言を出す確率が大きいほど期待損失は小さくなるので、 β_1 、安全なときには安全だと言った方がよい。まあ、当然の結果が出てくるわけです。

さらに、消費者は γ_2 が大きいほど期待損失は大きいわけです。政府が安全宣言を出さない場合は食べない方がよい。これも期待される結果になります。

この値を入れて再計算しますと、消費者の期待と政府の期待はこのように単純化されるわけです。これを見ると、先ほどごちゃごちゃ計算したゲームというものはもう少し単純

化されて、危険な場合に政府はどれだけの確率で正しい安全宣言をするか、あるいは安全宣言が出された場合、消費者はどれだけの確率でそれを信用するかといった二つの戦略、つまり、この γ_1 と β_2 をどう決めるかという均衡を求める問題として再定義されることになります。

そのゲームを解きますと、消費者は、政府が偽った安全宣言を出す確率が相対的なリスクより低いと思った場合、安全宣言が出たら牛肉を必ず購入した方がよい。その逆の場合、相対的なリスクよりも高いと思った場合は、安全宣言が出ても牛肉を購入しないということになります。その間では、確率的に購入するかどうかを決める、つまり買う人と買わない人が出できます。

これを図にしますと、政府がどれだけ正しく安全宣言を出すかということに対して、消費者はどれだけ信用するかということは0から1までの間の相対リスクがありまして、これよりも低い場合、100%信頼した方がよい、これよりも高い場合は絶対信用しない方がよい、その間は確率的にやった方がよい、こういったような最適反応が出てくることになります。

政府の最適反応は、政府が消費者重視の場合と、政府が生産者重視の場合とに分かれます。消費者重視の場合は、政府は絶対に正しい安全宣言しか出さないことになります。生産者重視の場合は二通りに分かれまして、消費者の信用度がにせの安全宣言を出す政府のリスクよりも高い場合、政府は必ずにせの安全宣言を出すことになります。政府の信用度がにせの安全宣言を出す政府のリスクよりも低い場合、政府は必ず真の安全宣言を出す。その間では確率的に真偽を決める。この二つの場合が考えられます。

これを図にしますと、まず消費者重視の場合は、消費者の信用度に応じて β_2 を決めるわけですが、これが消費者重視の場合は1より大きくなりますので、ずっと0でやった方が、つまり β_2 という、にせの安全宣言は出さない方がよい結果になっております。

ところが、生産者重視の場合は、その0から1の間にこの値が来ますので、この値に応じて、これよりも生産者の信用度が低い場合は、にせの安全宣言は出さない方がよい、それよりも高い場合は出した方がよい、その間は確率的にやった方がよいということになります。

Nash 均衡を求めますと、大体次のような三つの均衡が出てきます。これを一つずつ解説していきます。

最初の均衡は、消費者は100%信頼し、政府もにせの安全宣言は出さないというようなものです。

第2の均衡は、政府は消費者重視であると消費者が予想する場合、政府の安全宣言は100%信頼されることになります。政府が生産者重視と思われている場合でも、その差以上に政府の失政のリスクが高いと消費者が予想するときは、政府の安全宣言は100%信頼されることになります。0から1の間にこの値が来る場合、このような政府の最適反応になってきて、Nash 均衡はこのようになります。つまり、100%は信頼してくれない、政府も100%安全宣言を出すとは限らないということになります。

これは、政府が生産者重視であると消費者が思うほど、政府の安全宣言の信頼度は下がることになります。さらに、政府が失政のリスクを低く評価していると消費者が予想する場合、政府の安全宣言への信頼度は低下することになります。

Nash 均衡の三つ目は、BSE 被害がかなり小さい場合で、安全宣言を出した方が消費者は牛肉を購入する確率が高い場合、政府の逆しかとらない場合は、消費者は政府の安全宣言が出ない場合のみに牛肉を購入するという、ちょっと政策というか、国レベルでは考えにくい話です。個人レベルでは確かにこういう人はいるわけです。この場合は非常にトリッキーになりますが、こういう隠れた均衡も出てきてしまうというのがゲーム理論のすごいところです。

留意点として、この均衡というのは、政府の生産者、消費者、政府、失政の評価に相当依存していますが、実は消費者はこの値を知らないということがミソです。あくまでも消費者の予想、これは信念と表現しますが、予想に依存している。この信念は、政府の行動を長期的に観察することによって変化し、最終的に真の値が顕示されます。さらに、政府がこの値を消費者に言葉で伝えることはできないということが前提になります。

信念の形成を模式的に示しますと、生産者重視の政策をとっている場合、実はこういう均衡があるはずなのに、消費者は、いや、政府は消費者のことを考えてくれているよということで、かなり高いところに信頼を置いている場合があります（以下、後掲第2図に基づき説明）。この場合は、ここが Nash 均衡になりますて、消費者は政府の“安全だ”という言葉を 100 % 信用していることになります。

ところが、政府の最適反応は、この場合は、ちょっと生産者のことを見てやった方がよいということになりますので、実はここにある。何も起こらないときはよいのですが、事故が起きたときに、実はちょっと牛肉に危ないものも混じっていたということになって、何だ、ここではないではないかというふうに生産者の自信は揺らぐ。そしてかなり信用が低下して、政府はこのような最適行動をとっていたのではないかと疑う。そうなると均衡はここに移るのですが、政府の最適反応はここになって、いや、もう嘘をついてはいけない、ちゃんと正しい宣言をすべきだということで、均衡はここに移ってしまいます。

もう1回事故が起きたときに、政府は大体この確率で誤った報告をすると思っていたのに、ちゃんと正しい報告しかしないということが消費者にわかれば、信頼は回復しますが、しかし、最初の事故でもう 100 % ではないということはわかっているわけですから、自分のこの最適な反応は、もうちょっとこっちだったと思うだけであって、もとの 100 % 信頼には戻り得ないことになります。それで大体ここに来る。しかし、こうなると政府は、やはりもうちょっと生産者のことも考えた方がよいということになりますて、ここが均衡になってしまって、また事故が起こると、今度はこっちへ移動して、最終的にはここに落ちつくだろうというふうなことが信念の形成のプロセスです。

言いかえると、先ほど求めた Nash 均衡は、こういう繰り返しの中で実現されるということで、実際に私たちが目に見るような現象は、こういう過程だと思っていただければよいと思います。

それでは、政府方針が転換した場合の効果を見てみたいと思います。先ほどと同じように消費者は100%信頼しているというところからスタートします。当然、政府はここが最適反応なので、生産者のこととかなり考えているわけですが、事故が起った場合に、やはり消費者の信用は落ちて、悲観的な信用が形成されることになるわけです。

違うのはここからで、ここで政府は、こんなことではだめだ、これからは消費者重視だということで最適行動を変えて、このような形になることも考えられるわけです。ところが、事故が起つて見えるのは、やはり100%ではなくて、しょせんその中間ぐらいになる。だから、また事故が起つた場合には、もうちょっと改善されて、それでも一回裏切ったのだという情報があるわけですから、ここであるはずがないと消費者は思っているわけで、徐々に改善されて、ここに落ちつくというふうになります。

結論を言いますと、消費者は、政府が生産者重視であるということは、一度の事象で確認できます。しかし、政府が消費者重視であることは、政府行動の繰り返しの観察で初めて顯示されることになります。しかも、政府が途中で生産者重視から消費者重視へ政策を転換したとしても、そのことは消費者に伝わらないので、短期的には消費者の信頼回復にはつながらないということになります。

そして、政策的含意としては、政府と消費者に大きな情報格差がある場合に、政府の誤った情報発信はあまりに代償が大きい。失政の責任を問う場合、そのことが政策決定時に政府の損失Pとして実質化するかどうかを問題にすべきである。今度のBSEの場合でも、責任は誰にあるのかとマスコミはやっていましたが、ああいう意味のない攻撃をするのではなくて、政府が政策決定をするときに、どれだけそれを問題とするかということにつなげて考えるべきでしょう。

消費者の信頼回復には、政府の方針転換を主張しても意味がない。それにコミットする何かがなければだめだということです。消費者の利益を代弁する第三者機関ということが言われているわけですが、これをモニタリング・エージェントとすれば、消費者の信頼回復は可能ということになります。

しかし、消費者の利益を代弁できるモニタリング技術、権限並びに構成員の設計が必要になってくるわけです。言いかえれば、消費者の代表が消費者の利益を代弁するとは限らない。消費者団体は消費者の代表かと言ったら、必ずしもそうではない。

第三者機関によるモニタリングを実施することのメリットは、その第三者機関が信用を失った場合に、政府機関と違って、組織を入れかえることができるということです。その場合、違った機関がやり出したら、新たなゲームをやっていることになります。信用、信念の形成をまた一から始めることができる。あまり入れかえると“またか”となってしまって、信用はできないのですが。

以上、今回は具体例から入って、情報の非対称性のもとで相手の行動をいかに効率的にコントロールするかといった問題を扱いました。プリンシバル・エージェント問題と呼ばれるものです。今回は社会的モニタリングを扱いましたが、リスク・コミュニケーション

とか環境コミュニケーションなど、社会問題の組織的解決といったものを扱う中心的な概念です。

それに対する解決方法としては、完備契約の理論と不完備契約の理論というものがあります。完備契約の理論というのは、逆選択とかシグナリング、モラルハザードとか、たまに耳にする言葉がありますが、こういうもので研究します。

不完備契約の理論というのは、所有権の配分とか権限の配分とかいうものを使って、相手のインセンティブをコントロールしていこうというような話になります。

本日の報告は、政府は消費者と生産者の利益、政府の利益の合計を最大化するという、すでに与えられたインセンティブからスタートしておりますが、上記の方法論は、さまざまな契約とか組織とか制度を設計することで、インセンティブをコントロールすることからスタートします。

たとえば、環境は誰のものだというような議論がよくなされますが、コースの定理というものがあります。環境が誰のものであろうと、一定の条件のもとでは、実現される環境の水準は一緒であるという話があります。

だから、別に所有権は関係ないわけですが、たとえ排ガスを規制して、その規制したコストをメーカーがこうむるのか消費者が支払うのかによって、投資にかかるわる行動が変わってくる。つまり、メーカーに与えておけば、メーカーはもっとよい技術を開発する。ただ単にそのときの消費者が効用を得るだけではなくて、次の世代の技術革新につながるわけです。

BSEの場合も、政府のインセンティブをどう考えるかは非常に難しい問題ですが、第三者機関などを使うと、そのあたりはもうちょっとコントロールできるようになるとは思います。

最後に、第三者機関によるモニタリングについて、いくつか提言をしておきます。分析すべき関係は生産者と消費者、これをプリンシパル・エージェントとして考えるべきです。生産者に安全な食べ物を供給するようなメカニズムを考えて、その上で、生産者とモニタリング機関を考えます。その次にモニタリング機関と消費者、今回これをやったわけですが、こういった順番で分析していくべきだと思います。

モニタリング機関の信頼性に関しては、消費者団体の声を聞けばよいというのは非常に安直な考え方で、モニタリング能力とか権限などを組織あるいは制度などでサポートし、設定していくという慎重な選定が必要です。

よく学識者が入るわけですが、学識者の目的というのも非常にわかりにくい目的で、能力的には高いけれども、インセンティブがわからない。逆に特定の目的を持った人が入って、信頼性を弱める可能性も十分ある。モニタリング能力、コストの代替関係を考慮したシステム設計が必要です。以上で報告を終わります。

ゲーム理論によるBSEのリスク分析

吉野 章

1. はじめに

今回の報告は、先の浅野氏の報告に従えば、情報が非対称な場合の信任財をめぐる社会的リスクコミュニケーションに関する分析である。事例として、今回のBSE騒動における政府と消費者とのコミュニケーション関係をとりあげる。すなわち、社会的リスクマネジメントという観点から今回の報告を位置づけると、リスクマネジメントにおけるモニタリング機関のあり方の分析ということになる。

社会的モニタリングシステムについて説明しておく。生産者が製品を消費者に供給する際に、そのリスク情報も付加されていれば問題ないのだが、これがなかなか伝わらないので、モニターが必要となる。しかもこれを消費者が直接行うにはコストがかかりすぎるので、代理人（エージェント）を立てることになる。このモニタリング・エージェントには、例えば消費者団体、生産者団体、あるいは政府などが立つことになる。彼らは製品あるいは生産の現場をモニターすることで、リスク情報を確保し、それを直接あるいはラベルなどの間接的なコミュニケーションによって消費者に伝達する。これがモニタリング・システムである。

しかし、このモニタリング・システムが成立するには、消費者がモニタリング・エージェントを信頼していることが要件となる。BSE騒動の場合、政府がモニタリング・エージェントとして、全頭検査を実施し、牛肉の安全性を確認した訳だが、その保証がなかなか信用されず、牛肉の消費落ち込みを防ぐことができなかつた。こうした事例からもわかるように、社会的なリスク・マネジメントを考える場合、この部分をもう少し立ち入って考えるべきではないかということが、今回の報告の問題提起である。

分析の手法として、ゲーム理論、そのなかの非協力ゲームを用いる。これは、主体どうしがお互いの行動を予測して行動する場合の相互規定的な均衡を分析するもので、ナッシュ（Nash）均衡として定式化されている。お互いのコミュニケーションが限られている状況下で、関係する主体が様々な思惑やインセンティブを持って行動する場合、ゲーム理論は強力な分析ツールを提供する。なお、今回の分析は、吉野・竹下・児玉（2002）の研究に基づいたものである。

2. BSEに対する消費者の反応

BSEに対する消費者の反応について簡単なアンケート調査を実施した。実施時期は、政府の安全宣言後、国内で2頭めのBSE感染牛が発見された直後の2001年11月末から12

表1：安全宣言後に牛肉を食べているかどうか

	頻度	%
食べている	110	58.8
食べていない	77	41.2
計	187	100.0

出所：アンケート調査結果

月上旬である。調査対象は大阪府茨木市の有権者で、無作為抽出で400人を選び、194通の返送があり184の有効回答が得られた。

まず、安全宣言後、牛肉を消費しているかどうかを聞いた。大阪府民の牛肉好きは有名で、BSEなど関係なしに消費している人も結構いたが、それでもやはり4割の人が食べていないという結果を得た。

その理由を聞くと、中にはマスコミの報道で食欲を無くしたという消費者も相当数いた(30.3%)。食卓に向かおうとすると毎日ニュースで繰り返しBSE感染牛やそれが人に感染したと疑われる人の映像が流され、とてもではないが牛肉は食べられないというのがその趣旨であると考えられる。しかし、それ以上に政府の安全宣言が信用できないという消費者も相当おり(37.9%)、モニタリング・エージェントとしての機能が問題とされることになる。マスコミの報道に関しては、早晚その効果は薄れると予想できるが、政府発表の信頼性は長期に渡って牛肉消費に影響を及ぼすと考えられる。今回の分析はこの部分に注目している。

表2：牛肉を食べない理由

	頻度	%
政府が信用できない	25	37.9
検査能力が信用できない	1	1.5
生産者や業者が信用できない	12	18.2
学者が信用できない	1	1.5
マスコミの報道で食欲を無くした	20	30.3
その他	7	10.6
計	66	100.0

出所：アンケート調査結果

3. 政府と消費者とのNash均衡

(1) ゲームの定義

ゲームを定義する。ゲームのプレイヤーは、今回の場合、政府と消費者の2人である。消費者は自分の利得を最大化しようとし、政府は、消費者の厚生、生産者および関連業者の厚生、および政府の信用の合計を最大化しようとする。

次に、戦略を記述する。安全性の分布は自然手番で、政府とも消費者とも関係なく決まる。ここでいう安全とは政府が保証しようとしている安全であり、安全である確率は α 、

危険である確率は $1 - \alpha$ であるとする。ただし、安全であるとは、消費者が牛肉を食した場合の危害が無視できる程度に小さい場合で、BSE 感染牛の肉が流通していない場合である。危険であるとは、その危害が無視できない程度に大きい場合で、BSE 感染牛の肉が流通している場合である。また、 $\alpha = 0$ および $\alpha = 1$ の場合は自明なので、 $0 < \alpha < 1$ のケースに限定する。

政府は、牛肉が安全かどうかを消費者に伝える。安全な場合、政府が安全宣言を出す確率は β_1 、危険な場合、政府が安全宣言を出す確率は β_2 とする。

消費者は、牛肉を購入するかどうかを決める。政府が安全宣言を出した場合に消費者が牛肉を購入する確率は γ_1 、政府が安全宣言を出さなかった場合にも消費者が牛肉を購入する確率は γ_2 である。

また、政府は流通している牛肉に BSE に感染しているものが含まれているかどうかを知っているが、消費者はそれを直接確かめられず、政府が発表した安全宣言だけを知るものとする。したがって、消費者は政府が安全な場合に安全宣言を出しているのか、危険な場合に安全宣言を出しているかは判別できず、いずれの場合も同じ確率で消費するかどうかを決定することになる。こうした判別の可能性は情報集合として定義され、図中の○印がつながっている部分で表現される。

消費者の利得は、消費者が政府を 100 % 信頼して牛肉を食し、なおかつ実際に危険因子を食する可能性がない状態を 0 とし、それぞれの損失を次のように表記する。

c_1 : 消費者が牛肉を食べられない不効用

c_2 : 消費者が自分の食べた牛肉に BSE 感染牛のものが混入していたおそれがあったと判明した時の不効用

ただし、消費者は購入時には、安全か危険かを識別できないが、事後的にはマスコミの報道などを通じて自分がどちらの肉を食していたかは判明するものとする。また、消費者にとって $c_1 > c_2$ だとすると、BSE 感染牛が確実に流通していても気にしないということであるから社会的に問題が生じないことになるので、分析は問題とされる $c_1 < c_2$ の場合に限定する。

政府の利得も、同様に損失評価で次のように表す。

P : 失政による政府の損失

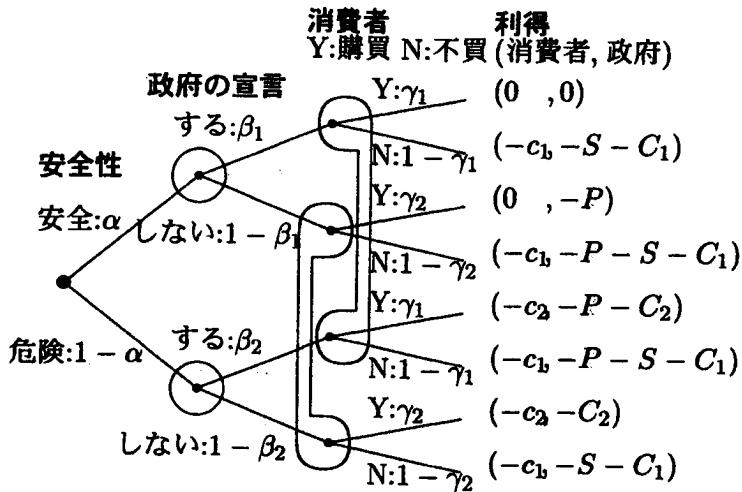
S : 生産者の損害の政府評価

C_1 : 消費者が牛肉を食べられない損失の政府評価

C_2 : BSE 感染牛の肉が流通することによる消費者被害の政府評価

この場合も $C_1 < C_2$ である。 P が何かについては議論の余地があるだろう。政府が誤った発表を行うことで、政府発表の信頼性が損なわれるというのは、この分析から導かれるのだが、ここではそれ以外にも政府として失うものがあるだろうということでここに加えた。しかし、後の結論からもわかるように消費者の信頼はこの P に大きく左右されるることは興味深い。なお、安全な場合と危険な場合とでこの P の値を変えることも考えられ

るが、これも後でわかるように、最終的には $\beta_1 = 0$ となるため、結論には影響しない。いずれも非負であり、ゲーム樹は第1図で表される。



第1図：牛肉の政府安全宣言と消費者選択のゲーム

(2) ナッシュ均衡の導出

消費者の期待損失 L_c は、消費者が牛肉を食べられないコスト

$$\{(1 - \gamma_1)[\alpha\beta_1 + (1 - \alpha)\beta_2] + (1 - \gamma_2)[\alpha(1 - \beta_1) + (1 - \alpha)(1 - \beta_2)]\}c_1$$

及び、消費者が危険に晒されるコスト

$$(1 - \alpha)\beta_2\gamma_1 + (1 - \alpha)(1 - \beta_2)\gamma_2 c_2$$

の合計となる。

政府の期待損失 L_p は、政府の失政によるコスト

$$\{\alpha(1 - \beta_1) + (1 - \alpha)\beta_2\}P$$

及び、生産者・業者の収益減と消費者の効用の低下

$$(1 - \gamma_2)[\alpha\beta_1 + (1 - \alpha)\beta_2](S + C_1)$$

並びに、消費者が危険に晒されるコスト

$$(1 - \alpha)\gamma_2 + (1 - \alpha)(\gamma_1 - \gamma_2)\beta_2 C_2$$

の合計となる。

消費者は L_c を最小化するように、戦略 (γ_1, γ_2) を選択し、同様に政府は L_p を最小化するように戦略 (β_1, β_2) を選択する。

政府の β_1 に関する最適反応を導くと、

$$\frac{\partial L_p}{\partial \beta_1} = -\alpha P - \alpha(\gamma_1 - \gamma_2)(S + C_1)$$

であり、 $\gamma_1 + \frac{P}{S + C_1} > \gamma_2$ の場合 $\partial L_p / \partial \beta_1 < 0$ であるから、

$$\beta_1 = 1 \quad (1)$$

となり、政府は安全であることがわかれば、必ず安全宣言を行った方がよいというほぼ当然の結果が得られる。ここで、 $\gamma_1 + \frac{P}{S+C_1} > \gamma_2$ という条件は、「消費者の購入確率は、安全宣言が出た方が高い」という無理のない条件をさらに $\frac{P}{S+C_1}$ 分だけ緩くしたものとなっている。

この条件と結論を消費者の非効用 L_c に代入して、 γ_2 についての消費者の最適応答を求めると、

$$\frac{\partial L_c}{\partial \gamma_2} = (1 - \alpha)(1 - \beta_2)(c_2 - c_1)$$

が得られ、ここで、 $c_2 > c_1$ なので、 $\partial L_c / \partial \gamma_2 > 0$ が得られ、

$$\gamma_2 = 0 \quad (2)$$

となる。これは、政府が安全宣言を出せない場合は消費者は絶対に消費しないということ、これもほぼ当然の結果と言える。

このとき、(1)(2)式の結果から消費者の損失を改めて計算すると、

$$L_c = (1 - \alpha\gamma_1)c_1 + (1 - \alpha)\beta_2\gamma_1(c_2 - c_1) \quad (3)$$

となる。(3)式の第一項は、消費者が牛肉を食べないときの不効用で、安全な肉を信用して食べる確率分が割り引かれる。第二項は、感染牛の肉が混入しているかもしれないのに政府を信用して牛肉を食べたことで消費者が被る被害である。

また、政府の損失は、

$$L_p = (1 - \gamma_1\alpha)(C_1 + S) + (1 - \alpha)\beta_2[P + \gamma_1(C_2 - C_1 - S)] \quad (4)$$

となる。(4)式の第一項は、消費者が牛肉を購入しない場合の消費者と生産者の損失であり、安全な場合に消費者が政府を信用する分だけ割り引かれている。第二項は、感染牛の肉が混入しているにもかかわらず、偽って安全宣言を出すことによって政府が失う失政の対価と、それを信用した消費者の損失の合計であり、それから偽の安全宣言によって救われた生産者・業者の利益を差し引いたものである。

この場合、消費者はどこまで政府の安全宣言を信用した方がよいかという γ_1 の最適反応を求める、

$$\frac{\partial L_c}{\partial \gamma_1} = -\alpha c_1 + (1 - \alpha)(c_2 - c_1)\beta_2$$

となるから、

$$\gamma_1 = \begin{cases} 1 & \text{for } \beta_2 \leq \frac{\alpha c_1}{(1 - \alpha)(c_2 - c_1)} \\ 0 & \text{for } \beta_2 \geq \frac{\alpha c_1}{(1 - \alpha)(c_2 - c_1)} \end{cases} \quad (5)$$

である。同時に、政府が偽った安全宣言を出す確率 β_2 は、

$$\frac{\partial L_p}{\partial \beta_2} = (1 - \alpha)[P + \gamma_1(C_2 - C_1 - S)]$$

であるから、 $P + C_2 - C_1 < S$ の場合、

$$\beta_2 = \begin{cases} 1 & \text{for } \gamma_1 \geq \frac{P}{S + C_1 - C_2} \\ 0 & \text{for } \gamma_1 \leq \frac{P}{S + C_1 - C_2} \end{cases} \quad (6)$$

が最適となる。また、 $P + C_2 - C_1 \geq S$ の場合、

$$\beta_2 = 0 \quad (7)$$

が最適である。

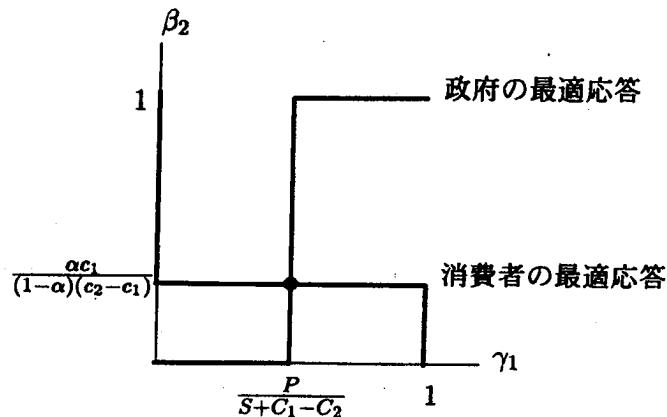
したがって、ナッシュ均衡は $\gamma_1 + \frac{P}{S + C_1} > \gamma_2$ の場合、政府がどの程度関係主体の損失を考慮するかで、次の2つの均衡が考えられる。

$$\begin{aligned} (\gamma_1^*, \gamma_2^*, \beta_1^*, \beta_2^*) &= \left(\frac{P}{S + C_1 - C_2}, 0, 1, \frac{\alpha c_1}{(1-\alpha)(c_2 - c_1)} \right) \text{ for } P + C_2 - C_1 < S \\ (\gamma_1^o, \gamma_2^o, \beta_1^o, \beta_2^o) &= (1, 0, 1, 0) \text{ for } P + C_2 - C_1 \geq S \end{aligned} \quad (8)$$

$\gamma_1 + \frac{P}{S + C_1} < \gamma_2$ の場合は、 $\frac{c_2 - c_1}{c_1} < \frac{\alpha}{1-\alpha}$ の場合に限り、

$$(\gamma_1^{**}, \gamma_2^{**}, \beta_1^{**}, \beta_2^{**}) = (0, 1, 0, 0) \quad (9)$$

という均衡を持つ。これは消費者は必ず政府発言の逆の行動をとる場合で、政府は安全であるという発言をせず、さらに、危険性がかなり低いと予想される場合、消費者は政府の発言とは関係なく消費を行うという、かなりトリッキーな解である。



第2図：政府と消費者の最適応答
($\frac{P}{S+C_1-C_2} < 1$ の場合)

(3) 静学的均衡の意味

これらの均衡から次のことが言える。

- 政府は消費者の被害 $C_2 - C_1$ を、少なくとも生産者の被害 S と同等以上重視していると消費者が判断している場合、消費者は政府の安全宣言を 100 % 信頼する。
- しかし、そうでない場合、政府による失政の評価 (P) が低いと消費者が思うほど、安全宣言に対する消費者の信頼度 (γ_1) は下がる。
- また、政府が生産者と業者の損失 (S) を消費者の被害 ($C_2 - C_1$) をより高く考慮していると消費者が思うほど、安全宣言に対する消費者の信頼度 (γ_1) は下がる。
- ただし、生産者や業者の損害の評価 (S) が消費者のそれ ($C_2 - C_1$) よりも高く評価されていたとしても、失政に伴う政府の損失 (P) がその差以上に大きければ、消費者は政府を 100 % 信頼する。
- 極端な場合、政府は全く失政を考慮しない ($P = 0$) と消費者が考えれば、わずかの危険性 ($\alpha > 0$) があるだけで、 $\gamma_1 = 0$ となってしまう。
- 同様に極端な場合、政府は生産者・業者の損益だけしか考慮しないと消費者が思っている場合も、やはり $\gamma_1 = 0$ である。

(4) 消費者の信念形成

前項で求めた均衡は、政府と消費者が互いの利得を知っている場合で、ここでは消費者が $\frac{P}{S + C_1 - C_2}$ の値を知っていることが条件である。しかし、実際にはこれも政府の私的情報であり、なんらかのメカニズムを通さない限り顯示されない。したがって、前項の均衡は短期的には消費者の信念に基づく均衡であり、 $\frac{P}{S + C_1 - C_2}$ の値自身が政府の戦略となりうる。

以下ではいくつかのシナリオを考えよう。共通のセットアップとして、初期に、消費者は政府が消費者よりの政策を行っている、即ち $S \leq C_2 - C_1 + P$ であると評価しているとする。この時、 $\gamma_1 = 1$ である。

シナリオ 1

ここでは、政府が $S \leq C_2 - C_1 + P$ の戦略をとった場合を考える。

この場合、政府の最適応答は $\beta_2 = 0$ で、政府は

$$(1 - \alpha)(S + C_1)$$

の損失を被るが、消費者には初期の信念 $S \leq C_2 - C_1 + P$ を変更する理由はなく、次期以降も均衡点 (0,1) は維持される。

シナリオ 2

ここでは、政府が $S > C_2 - C_1 + P$ の戦略をとり続けた場合を考える。

この場合、政府の損失は、

$$(1 - \alpha)(S + C_1) + (1 - \alpha)\beta_2(P + C_2 - C_1 - S)$$

となるから、 $\partial L_P / \partial \beta_2 < 0$ で、政府の再適応答は、 $\beta_2 = 1$ となる。この場合、政府の損失は、

$$(1 - \alpha)(P + C_2)$$

である。しかし、第1期終了時点で、消費者は確率 $1 - \alpha$ で感染牛の肉が混入していたことを知るので、政府の政策評価が $S > C_2 - C_1 + P$ であったことが消費者に顕示されてしまう。ただし、その場合でも、消費者に真の $\frac{P}{S + C_1 - C_2}$ の値が知らされるわけではないので、第2期において消費者は過敏に反応し、 $\underline{\gamma}_2 < \gamma_2^*$ を選択することになる。しかし、これは政府にとって、 $\partial L_P / \partial \beta_2 > 0$ を意味するので、政府の最適応答は、 $\beta_2 = 0$ である。しかし、この時点では、消費者には、 $S > C_2 - C_1 + P$ であることが顕示されているので、その後 BSE 感染牛の肉の混入が確認できなかったとしても、消費者は二度と $\gamma_2 = 1$ をとることはなく、自らの選択が $\frac{P}{S + C_1 - C_2}$ の値自身が政府の戦略となりうる。 $\underline{\gamma}_2 < \gamma_2^*$ であったことを知るだけである。したがって消費者の第3期の反応は、高々 $1 > \bar{\gamma}_2 > \gamma_2^*$ である。政府は再び $\beta_2 = 1$ をとり、消費者は自らの反応が $\bar{\gamma}_2 > \gamma_2^*$ であったことを知り、第2期よりは大きく3期よりは小さな γ_2 の値をとり、これが繰り返されて、最終的には均衡点 (β_2^*, γ_1^*) に収束する。

シナリオ3

ここでは、政府が第1期に $S > C_2 - C_1 + P$ の戦略をとり、第2期以降に $S \leq C_2 - C_1 + P$ の戦略に変更した場合を考える。

シナリオ2と同様1期の戦略は(1,1)で、第2期は $(0, \underline{\gamma}_2)$ である。ここで政府は $S \leq P + C_2 - C_1$ の戦略に変更するが、これが真実かどうかは消費者にコミットすることができないので、消費者は第3期において $\bar{\gamma}_2$ よりも大きな信頼を政府に与え、最終的には均衡点 $(0,1)$ に収束することとなる。

どのシナリオが最も大きな利得を政府にもたらすかは、実際に政府が被る損失 P, S, C_1, C_2 の大きさに依存する。しかし、少なくとも、シナリオ2またはシナリオ3をとった場合、政府は $\frac{P}{S + C_1 - C_2}$ の値を消費者に隠せる一方で、いざそれを消費者に示そうとしても直接示す方法がないので、均衡の収束を待つしかないことが結論として示される。

しかし、このモデルの1期は、政府または消費者が戦略または信念を変更するに十分な期間と考えるべきで、真の均衡に落ち着くまで現実には相当長期の時間を要すると考えられる。したがって、時間的割引率や政府自体の変革を考えると政府には長期的な信用喪失よりも短期的な利得を優先するインセンティブが存在する可能性も否定できないことにな

る。

すなわち、動学的には、政府が消費者軽視の政策をとり、それが一度でも露見すると、たとえ政府が政策を消費者寄りに転換しても、逆に政府は消費者にそのことを示すすべがないために、信頼回復には長期を要することが結論として言えることになる。

さらに付け加えると、この分析はすべて、政府が実際にどのようなインセンティブでどのように行動しているかとは直接には無関係で、消費者が政府の行動を観察して主観的にそれらを想像している場合の均衡であるから、これまで記述してきた政府の行動には、すべて「・・・と消費者が思えば」という語を挿入して理解すべきものである。したがって、政府がたとえ消費者を軽視しなくとも、一度そのように受けとられる事故や対応が問題とされると、信用の回復に多大なコストを伴うこともこの結論の延長で言うことができる。

(5) 政策的含意

以上の分析のリスクマネジメントへの政策的含意として以下があげられる。

- 政府と消費者とに大きな情報格差がある場合に、政府の誤った情報発信はあまりに代償が大きい。
- 失政の責任を問う場合、そのことが政策決定時に政府の損失 (P) として実質化するかどうかを問題とすべき。
- 消費者の信頼回復には、政府の方針転換を主張しても意味がない。それにコミットする何かが必要。消費者の利益を代弁する第三者機関をモニタリング・エージェントとすれば消費者の信頼回復は可能。
- しかし、本当にその第三者機関が消費者の利益を代弁しているかどうかは疑問で、そのインセンティブとモニタリング能力を確保できるかどうかを厳しく審査する必要がある。
- ただし、その第三者機関が信用を失った場合、政府機関と違って、組織を入れ替えることで、新たなゲームを展開できるというメリットはある。

4. むすび

むすびとして、この報告の理論的位置づけを行っておく。情報の非対称性のもとでの相手の行動をいかに効率的にコントロールするかというのは、プリンシバル=エージェント問題であり、ゲーム理論を基礎とする情報の経済学、契約理論といった分野で盛んに研究されている。それらは、今回のような社会的モニタリングの他、リスクコミュニケーション、環境コミュニケーションなど、社会問題の組織的解決において中心的課題を直接扱うものである。

具体的には、伝統的な完備契約の理論である、逆選択、シグナリング、並びにモラルハ

ザードの理論に加え、近年は、所有権の権限の配分を通じて情報を顯示させようとする不完備契約の理論の発展がめざましい。

本日の報告は、消費者も政府もそのインセンティブを与件として扱った分析であったが、これらの理論は、契約や所有権・権限の配分を通じて、このインセンティブ自身をコントロールしようというものである。

具体的なリスクコミュニケーションの制度設計については、今回のような分析を前提として、政府や消費者あるいは第三者機関のインセンティブ設計についての検討が加えられることが望ましい。

〔引用文献〕

- Lacey, R. W. (1994) *Mad Cow Disease: The History of BSE in Britain* (リチャード.W.レーシー著、渕脇耕一訳(1998)『狂牛病 イギリスにおける歴史』、緑風出版)。
Mas-Colell, A., M. D. Whinston, and J. R. Green (1995) *Microeconomic Theory*, Oxford.

岡田章(1996)『ゲーム理論』、有斐閣。

澤田学(1998)「食品安全性情報と家計食料需要－狂牛病騒動・O157 事件の事例分析－」
『1998 年度 日本農業経済学会論文集』、pp.72-74。

澤田学(1999)「狂牛病および O157 食中毒事件と牛肉小売需要－POS 週次データによる再検討」『1999 年度 日本農業経済学会論文集』、pp.278-283。

柳川範之(2000)『契約と組織の経済学』、東洋経済新報社。

吉野章(2002)「安全な食品を購入するためのシステム」『農林統計調査』2002 年 3 月号,
pp.23-29。

吉野章・竹下広宣・児玉剛史(2002)「食品安全性に関する政府発表の信頼性」『2002 年度
日本農業経済学会論文集』、pp.218-220。