

情報の非対称性バブル

— その理論と実験* —

浅古 泰史

本稿ではゲーム理論と実験的手法を用いたバブルに関する研究を概観し、今後の課題を検討する。本稿の前半では、情報の非対称性の重要性を示している理論研究を、その代表例であるライディング・バブル・モデルを中心に概観する。後半では、実験的手法を用いた研究を概観し検討する。多くの過去の実験研究は、理論的に説明ができない「不均衡バブル」が生じることを示してきた。しかし、近年の実験では情報の非対称性の存在を考慮した理論と整合的な「均衡バブル」も生じることが示されている。今後の課題として、均衡バブルと不均衡バブルの比較を行い、特に均衡バブルの特徴を理解していくことが重要であると指摘される。

JEL Classification Codes: C72, D82, G12

1. はじめに

17世紀のオランダにおける「チューリップ・バブル」以降400年近くの歴史の中で、数多くのバブルが生じては崩壊していった。2007年に生じたアメリカの金融危機において再びバブルが目撃され、政策立案者たちの議論も活発になったことは記憶に新しい。財、株式、不動産などといった資産の価格が高騰したうえで大幅に下落し、多くの人々に損失を与えるバブルに関する研究は、長年にわたって重要視されてきたと言って良いだろう。しかし大きな注目に反し、「バブルがなぜ生じ、どのように崩壊するのか」という問いに、経済学は未だ明確な答えを出せずにいる。マクロ経済学、ゲーム理論、実験経済学などといった様々な視点から分析が進められている一方で、それぞれのモデルや実験のバブルに対する解釈は大きく異なっており、コンセンサスが得られているわけではない。その中で近年では、ゲーム理論を用いた理論分析と実験的手法の融合が行われている。そこでは主に情報の非対称性の存在が着目されている。投資家間で有している情報が異なる場合、投資家は自身が有利な情報を有していることに賭け、あえてバブルに乗ることでその規模を巨大化させたいと考えるようになる。多くのゲーム理論分析では、情報の非対称性下において、このようなインセンティブを投資家が有するためにバブルが生じると考えている。

理論研究や、それに基づく実験では、情報の非対

称性下でバブルが生じることが示されている。一方で過去に行われたほとんどの実験では、情報の非対称性が存在しない状態でもバブルが生じることが示されている。つまり、理論上は均衡としてバブルが生じない設定下で実験を行い、それでもバブルが生じることを示しているということだ。ここで1つの大きな問いが生じる。それは、「情報の非対称性がバブルを引き起こす重要な要因であるか否か」である。この問いは「実際のバブルは均衡として説明されているバブルなのか、されていないバブルなのか」と言い換えることもできる。

本稿では、情報の非対称性バブルの理論研究および実験的手法を用いたバブルに関する研究を概観したうえで、上記の問いに関し議論していく。

1.1 バブルとは何か

議論を進める前に、バブルの定義を明確にしておく。本稿では、経済学における一般的定義と同様に、「資産価格がその資産のファンダメンタルズを超えている状態」のことをバブルであると考え、ファンダメンタルズとは、その資産の真の価値のことであり、一般的には当該資産を所有し続けることによって得られる総利益の現在価値を意味する。例えば株式を所有し続ければ、各期に配当収入を得ることができる。土地などの資本であれば、貸し付けることによって利子収入を得ることができる。各期の配当収入や利子収入を現在の価値に計算しなおし、全ての時点における総和を求めることで、その資産を

持ち続けることによる総利益の現在価値を計算できる。ファンダメンタルズより価格が高ければ、資産を持ち続けるより売った方が利益を最大化できる。また価格の方が低ければ、資産を購入することが最適になる。よって、資産価格はファンダメンタルズと等しくなければ裁定が働き、ファンダメンタルズと等しい資産価格になっていくはずだと考えられる。その一方で、ファンダメンタルズよりも資産価格の方が高いにもかかわらず、資産の取引が活発に行われ、価格が上昇を続けた場合、その資産はバブルを起こしていると言う。

Allen, Morris, and Postlewaite(1993)は、さらに細かくバブルの種類を分けている。第1に、資産価格がファンダメンタルズよりも高いことを全ての投資家が認識しているにもかかわらず、投資家が資産を買い続ける、あるいは所有し続けているバブルのことを「強いバブル(strong bubble)」と呼ぶ。つまり、取引している全員がバブルであることを知っているにもかかわらず、バブルが続いている状態のことである。第2に、資産価格がファンダメンタルズよりも高くなっている可能性があることを全ての投資家が知っているにもかかわらず、投資家が資産を買い続ける、あるいは所有し続けているバブルのことを「期待バブル(expected bubble)」と呼ぶ。ここで投資家は、確実にバブルであると認識しているわけではなく、その可能性があると考えているだけである。この2つのバブルの中で、強いバブルが生じる理由を理論的に示すことは単純ではない。強いバブルでは全員がファンダメンタルズよりも資産価格が高すぎることを認識しつつ取引をしていることになる。よって、裁定が働き資産は売りに出され、資産価格が下落すると考える方が自然であるからだ。本稿で紹介する理論分析では、主にこの強いバブルが生じる理由に関して検討している。

投資家がバブルであることを認識しているにもかかわらず、「他の人に売り抜けられる」と考え資産を購入するインセンティブを有するのはなぜか。この問題を考える際に、情報の非対称性の存在が重要になる。全ての投資家が同じ情報を持っており、かつ全ての投資家が同じ情報処理能力を持っている場合、裁定が働くため資産を高値で他人に売り抜けることはできないだろう。他人に資産を高値で売り抜けることができると信じるためには、自分が相手より有利な情報を有している可能性がなくてはならない。情報の非対称性が存在し、かつ自身が相手より

有利な情報を持っている可能性があってはじめて、バブルであることを認識していても資産を買う、あるいは持ち続けるインセンティブを有することになる¹⁾。本稿ではこのような情報の非対称性の存在に起因するバブルを「情報の非対称性バブル」と呼ぶ。

本稿の構成は以下の通りである。2節では、情報の非対称性バブルを分析した理論研究を概観する。3節では実験的手法を用いた研究を概観し、バブルが生じる理由に関し検討する。4節は結論である。

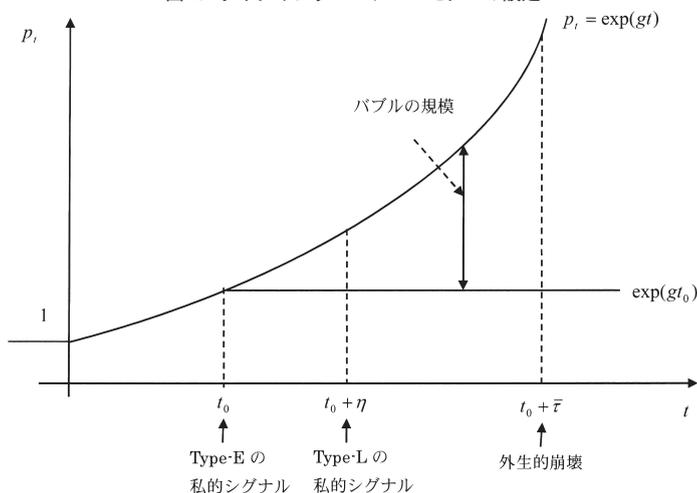
2. 情報の非対称性バブル

最も有名なバブルの数理論分析として、Samuelson(1958)やTirole(1985)が示した、合理的期待形成仮説に基づく「無限期間型合理的期待形成バブル(合理的バブル)」のモデルがある²⁾。このモデルでは、たとえファンダメンタルズがゼロのバブル資産であっても、正の価格で裁定条件を満たし得ることが示されている。特に、将来の人口成長や経済成長が見込まれていることが重要であり、今の世代が買った資産を、次の世代が買うだけの経済的余裕があるという期待を全投資家が抱いている時、裁定条件は満たされる。このモデルはマクロ経済学の枠組みで分析しやすいモデルではあるが、バブル資産の存在は外生的に与えられ、定常状態で永久にバブルが残る続けることになる。バブル崩壊の可能性を導入したモデルもあるが、その可能性は外生的に与えられている(Blanchard, 1979など)。よって、バブル生成期に資産価格が値上がりをしていき、その後大幅に値下げしつつ崩壊するバブルを描いたモデルにはなっていない。同時に、投資家の合理的期待も外生的に与えられており、全ての投資家が共通の期待を持っているため、個々の投資家の行動を分析できるモデルではない。情報の非対称性バブルのモデルは、これらの弱点を克服し、個々の投資家の行動から分析をしている。

2.1 ライディング・バブル・モデル

情報の非対称性バブルの代表的モデルとして、Abreu and Brunnermeier(2003)のライディング・バブル・モデル(バブルに乗るモデル)があり、実験も行われている。そこでは資産価格と共にファンダメンタルズも上昇を続けている市場を考えた上で、あるタイミングでファンダメンタルズの成長が止まり、資産価格との乖離としてバブルが生じる状況を考えている。バブルが生じた後、投資家は資産価格

図1. ライディング・バブル・モデルの設定



注) Asako and Ueda(2014)の Figure 1 より。

とファンダメンタルズが乖離しているという私的情報を受け取る。私的情報を受け取った投資家はバブルであることを知ることができるが、バブルがはじまった時期に関してはわからないとする。つまり、バブルであることがわかっても、その大きさがわからないという事だ。投資家の中には早くに情報を受け取る人と、遅くに情報を受け取る人がおり、情報格差が生じていると考える。この設定下で投資家は、「もし私が早くに情報を受け取っていれば、遅くに情報を受け取った人を犠牲にして売り抜けられるかもしれない」と考えることになる。その結果、全員がバブルであることを知っていたとしても、バブルに乗る戦略を選び、資産価格が上昇し続けることになる。

次項では具体的に説明していく。以下のモデルは Abreu and Brunnermeier(2003)を単純化した Asako and Ueda(2014)に基づいている。

2.1.1 モデルの設定

無限まで続く連続時間 $t \in (-\infty, \infty)$ 上において、一種類の資産が取引されている。図1が示すように、資産価格 p_t は $t=0$ までは1のまま一定であるが、それ以降は $p_t = \exp(gt)$ となり $g > 0$ の率で上昇していくとする。つまり、0期以降の価格の上昇率は $g > 0$ になる。ある時点 t_0 までは、資産価格の上昇はファンダメンタルズに裏付けられており、バブルは生じていない。しかし、 t_0 期以降においては、ファンダメンタルズの価値は、 t_0 期における資産価格 $\exp(gt_0)$ と同値のまま一定になると考える。その

一方で、(後述するバブル崩壊のタイミングまで)資産価格は g の率のまま上昇し続けるとする。ここで、資産価格とファンダメンタルズに差が生じはじめ、その差である $\exp(gt) - \exp(gt_0)$ だけの大きさのバブルが生じていることになる。

この資産市場には、リスク中立的で将来価値を割り引かない無数の投資家があり、その全体の規模を1とする。投資家は資産を有している限り、各期にその資産を売るか否かを決めなければならない。ただし、一度売ってしまった場合には買い戻すことはできないとする³⁾。バブルの崩壊には内生的崩壊と外生的崩壊の二種類がある。第1に、 α の割合の投資家が資産を売った場合には資産価格はファンダメンタルズの価値である $\exp(gt_0)$ まで下落し内生的崩壊が生じる。第2に、 $t_0 + \bar{\tau}$ 期になるまで資産を売った投資家の割合が α に満たなかった場合には、 $t_0 + \bar{\tau}$ 期に資産価格は $\exp(gt_0)$ まで下落する外生的崩壊が生じる。ただし、 $\bar{\tau} > 0$ である。バブルが崩壊する前に売り抜けることができた投資家は、資産を売った期の資産価格 $\exp(gt)$ を得ることができるが、売り抜けることができなかった場合には崩壊後の価格 $\exp(gt_0)$ しか得ることができない。

投資家 i は「現在の資産価格はファンダメンタルズに裏付けされていない」という私的シグナルを t_i 期に受け取ると考える。ただしこの私的シグナルは、バブルが生じ始めた t_0 の値を教えるものではなく、単にバブルが生じていることを教えるだけである。また、投資家によって私的シグナルを受け取るタイミングも異なっている。投資家 i がシグナルを受け

取る期を t_i とした時、全体の α の割合の投資家はバブルが始まった t_0 期に私的シグナルを受け取る一方で、残りの $1-\alpha$ の割合の投資家はバブルが始まってから η 期が経過した後の $t_0+\eta$ 期に私的シグナルを受け取る ($\eta>0$)。 $t_i=t_0$ である投資家を type-E (Early-informed type)、 $t_i=t_0+\eta$ である投資家を type-L (Late-informed type) と呼ぼう。投資家は自身が私的シグナルを受け取った期である t_i を知っているが、自身のタイプは知らないと考える。以上の設定は全て図 1 に示してある。

投資家は自身の資産を売るタイミングを決定するが、私的シグナルを受け取る前に売ることは最適ではない。 t_0 期までは価格と共にファンダメンタルズは上昇を続けているため私的シグナルを受け取るまで待てば、最低でも t_0 期の価格である $\exp(gt_0)$ で売ることはできる。よって、投資家の戦略は t_i 期に私的シグナルを受けた後、何期間資産を保有し続けるか、という問題になる。ここでは全ての投資家が同一の戦略を選択する均衡を考え、投資家は私的シグナルを受けた t_i 期から τ 期後の $t_i+\tau$ 期に資産を売ると考えよう ($\tau \geq 0$)。同時に、投資家はバブルが外生的に崩壊する前に売り抜けようとするため、少なくとも $\tau \leq \bar{\tau}$ が成立する。よって、type-E の投資家が全員売り抜けた段階で崩壊することになる⁴⁾。ただし、無数の投資家が市場にいると考えているため、全員が $t_i+\tau$ 期に資産を売っている状況下で、1 人の type-E の投資家が売る時期を遅らせたとしても資産市場に影響は与えることはできず、バブルは $t_0+\tau$ 期に崩壊する。

最後にまとめとして、投資家の有する情報に関し整理しておく。投資家は、type-E の割合(および内生的にバブルを崩壊させる投資家の割合)である α 、type-L がどれだけ遅れてシグナルを受け取るかを示す η 、資産価格の上昇率である g 、外生的崩壊が生じるタイミングである $\bar{\tau}$ 、および自身が私的シグナルを受け取ったタイミングである t_i は知っている。

しかし、タイプを知らないため、バブルが始まった時期が(type-E であったときの) $t_0=t_i$ であるか、(type-L であったときの) $t_0=t_i-\eta$ であるかを知らない。自身のタイプに関する信念は全ての投資家で共通しており、タイプに関する情報構造の違いは存在していない。一方で、タイプごとにバブルが始まった時期 t_0 に関しては、情報構造のかけ違いが生じている。例えば、 $t_0=20$ かつ $\eta=2$ としよう。こ

のとき、type-E になった投資家は、 t_0 は 20 期か 18 期のいずれかであると信じ、type-L となった投資家は、 t_0 は 22 期か 20 期のいずれかであると信じていることになる。

厳密には、 α の割合の投資家は、 t_0 と $t_0-\eta$ の 2 つの期を含む情報分割(partition)と、それ以外の全ての期を含んだ分割がある情報構造を有しており、前者にバブルが始まった真の時期が含まれていることを知っている。しかし、 t_0 と $t_0-\eta$ のどちらが真の t_0 かはわからない。一方で残りの $1-\alpha$ の投資家の情報構造には、 t_0 と $t_0+\eta$ の 2 つを含む分割と、それ以外の全ての期を含んだ分割があり、前者に真の t_0 が含まれていることを知っている。しかし、 t_0 と $t_0+\eta$ のどちらが真の t_0 かはわからない。よって、両タイプの間で情報の非対称性が存在している。

2.1.2 完全ベイジアン均衡

このゲームでは、type-L がバブルであるという私的シグナルを受けた後も、バブルは崩壊せずに資産価格が上昇を続ける強いバブルが生じる均衡が存在する。また、そこでは以下が成立している。

命題 1 : type-L の投資家が私的シグナルを得るタイミングが遅くなるほど(η の値が大きくなるほど)、投資家はより長い期間資産を保有し続ける(τ が大きくなる)均衡が存在する。

言い換えると、投資家間の情報格差が大きくなるほど、バブルの規模は大きくなる可能性が高まる。具体的に見ていこう。全投資家が $t_i+\tau$ 期に資産を売っており、 $t_0+\tau$ 期に内生的にバブルが崩壊するとしよう。まず、 $t_i+\tau$ 期より後に資産を売るように戦略を変更した場合でも、1 人の投資家の行動は資産市場に影響を与えないため、 $t_0+\tau$ 期にバブルが崩壊することには変わりはない。よって、投資家のタイプによらず、資産を高値で売ることはできなくなってしまうため、このような逸脱はしない。

それでは、 $t_i+\tau$ 期より前に資産を売るインセンティブはあるだろうか。自身のタイプを知らない投資家にとって、自身が type-E で資産を $\exp(g(t_i+\tau))$ の価格で売り抜けられる確率は α であり、自身が type-L であるために崩壊後に $\exp(g(t_i-\eta))$ の価格で売ることになる確率は $1-\alpha$ である。よって、期待利得は

$$\alpha \exp(g(t_i+\tau)) + (1-\alpha) \exp(g(t_i-\eta))$$

図2. ライディング・バブル・モデルの均衡からの逸脱

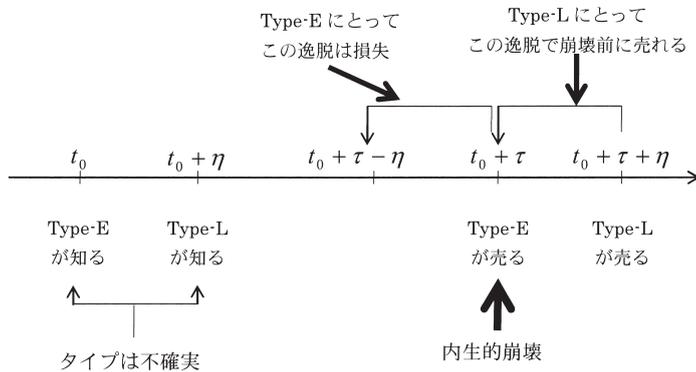
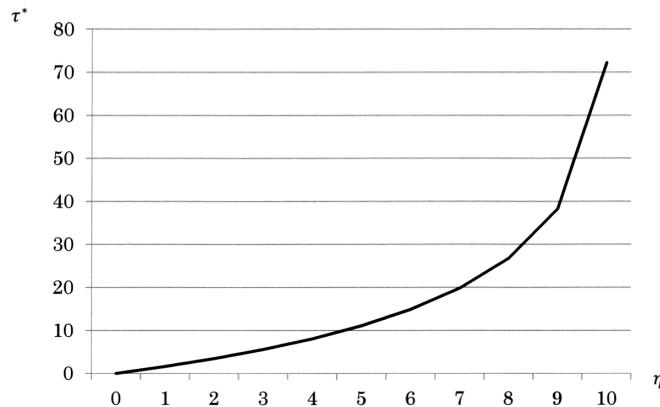


図3. 情報格差(η)と保有期間(τ^*)の関係



になる。一方で、 $t_0 + \tau$ 期より η 期前に資産を売った場合、図2が示すように投資家のタイプによらず資産は必ず売り抜けることができ、以下の利得を得る。

$$\exp(g(t_0 - \eta + \tau))$$

投資家が type-L であった場合には、バブル崩壊前に売り抜けることができるのでこのような逸脱は期待利得を改善する。しかし type-E であった場合には、 $\exp(g(t_0 + \tau))$ より低い価格である $\exp(g(t_0 - \eta + \tau))$ で売ることになってしまう。つまり、早めに資産を売り抜けると、バブル崩壊の可能性は低まる一方で、より高い価格で売れる機会を逃す。投資家は、このトレードオフの中で売るタイミングを決定することになる。以上の議論から、投資家が早い時期に資産を売るインセンティブを有さず、 $t_0 + \tau$ 期に売ることが均衡となる条件は

$$\alpha \exp(g(t_0 + \tau)) + (1 - \alpha) \exp(g(t_0 - \eta)) \geq \exp(g(t_0 - \eta + \tau))$$

である。この条件を満たすためには、 τ が十分に小さく、 $\tau \leq \min\{\tau^*, \bar{\tau}\}$ を満たす必要がある。ただし、

τ^* は以下の条件を満たす τ のことである。

$$\alpha = \frac{\exp(-g\eta) [\exp(g\tau^*) - 1]}{\exp(g\tau^*) - \exp(-g\eta)}$$

あまりに長い間資産を持ち続けると、資産価格とファンダメンタルズが大きく乖離することになり、バブル崩壊の時の価格下落の幅は大きくなる。よって、資産の保有期間には τ^* という上限ができる。図3は(3節で紹介する実験における設定と同様に)、 $g=0.05$ かつ $\alpha=0.6$ としたときの、投資家間の情報格差を示す η と保有期間上限を示す τ^* の関係を示したものである。ここで与えられている g と α の値は、後述する実験で用いられた値である。命題1で示したように情報格差(η)が大きくなったとき、上限 τ^* も増加していることがわかる。また $\tau^* > \eta$ であるため、強いバブルが生じている。

このようにライディング・バブル・モデルでは、「バブルであることは知っているが、正確なバブルの規模はわからない」という投資家が直面している不確実性を表現した上で、あえてバブルに乗るインセンティブを投資家が持つことを示している。また、

($\bar{\tau}$ の値が十分に大きい限り)バブルの崩壊は投資家が資産を売るタイミングに依存して内生的に決まる。よって、バブルの発生から崩壊までを、投資家の意思決定に基づくものとして示すことができている。

2.2 ライディング・バブル・モデルの問題点と解決

Abreu and Brunnermeier (2003)のライディング・バブル・モデルはいくつかの問題点が指摘されている。第1に、モデルの中で資産価格が外生的に与えられている点があげられる。特に、ファンダメンタルズが上昇を止めた後も(バブルが崩壊するまで)資産価格は外生的に与えられている g の率で上昇し続ける。Abreu and Brunnermeier (2003)はその説明として、戦略的に行動をしていない投資家の存在を指摘している。このモデルで明示的に分析されていない彼らはファンダメンタルズが上昇し始める0期以降、「経済構造に変化が生じたため永遠に資産価格は g の率で上昇し続ける」と盲目的に信じているため、資産を買い続ける。しかし、売り抜ける投資家の割合が一定の割合(α)を超えた時点で買い支えることができなくなり、バブルは崩壊してしまうという解釈になる。もちろん、バブルの生成においてこのような投資家の影響が大きいと考えることもできるが、本モデルの資産価格もバブルの形成も、このような投資家の外生的存在に大きく依拠してしまっている。

この問題に対し、Doblas-Madrid (2012)は、Abreu and Brunnermeier (2003)のモデルを戦略的投資家のみを考えたモデルに拡張し、内生的な資産価格形成の下においてもバブルの発生と崩壊を説明することができることを示している。第1に、Doblas-Madrid (2012)のモデルでは、投資家が每期 g の率で上昇する外生的所得を受け取り、それを元手に資産を買うと考える。基本的なモデルの構造は本節で解説したモデルと同一であるため、投資家にとっては、資産を持っていた方が良い($\tau \leq \min\{\tau^*, \bar{\tau}\}$)か悪い($\tau > \min\{\tau^*, \bar{\tau}\}$)かの2つの状況が存在することになる。よって、投資家は前者の場合は所得の全てをつぎ込んで資産を買い、後者の場合は資産の全てを売ることになる。ただし、投資家は資金を借りることができないと考え、每期資産につぎ込める額は、その期に得た所得の額を超えないと考える。よって、過剰な資産への需要増大は生じない。第2に、Doblas-Madrid (2012)では、一部の投資家

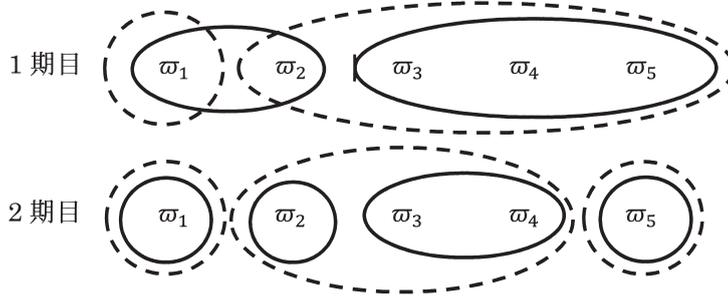
に対し、流動性の確保が急に必要になるショックが毎期生じると考える。よって、各期において一部の投資家は(いかなる状況においても)資産を全て売る。また、このショックの大きさ(どの程度の投資家が売るか)は不確実であるとしている。

以上の2つの設定により、每期資産への需要と供給が生じ、資産市場が成立する。その上で、投資家は每期上昇する所得の全てをつぎ込んでいくため、資産価格も上昇していくことになる。さらには、ショックの大きさが不確実であるため、資産市場で売り注文が生じたとしても、それが一部の投資家がバブルの崩壊を見込んで売り注文をかけたのか、あるいは単に一時的なショックによる注文なのかはわからない。よって、バブルの崩壊を見込んだ売り注文が発生してもすぐに崩壊することはない⁵⁾。

Abreu and Brunnermeier (2003)のモデルの第2の問題点として、バブル開始の時期である t_0 の値が任意の時点で設定可能であるという点がある。 t_0 の値がそれほど大きくない場合には特に問題はないが、極めて大きな値になった場合、資産価格も、それを買い支える投資家たちの所得も、極めて大きな値でなくてはならず、非現実的であると言える。この問題に対しDoblas-Madrid (2016)は、Doblas-Madrid (2012)のモデルを拡張し、 t_0 に対し上限(\bar{t}_0)を設けた。この上限 \bar{t}_0 を超えて私的シグナルを受けた投資家は自身がtype-Lであると気づいてしまうため、少なくとも投資家は \bar{t}_0 期には売り抜けようとする。Doblas-Madrid (2016)は均衡において、保有期間 τ は t_0 の値に依存し、 \bar{t}_0 の近傍では τ は短くなるが離れば長くなることを示している。

ただし、Doblas-Madrid (2012, 2016)における資産の供給源はショックを受けた投資家であるため、資産価格は需要のみで決定されていると言える。よって、需要と供給で価格が決定されているワルラス型の市場は考えていないという批判がなされている(Liu and Conlon, 2018)。またモデルでは、バブルが崩壊した後も資産価格はファンダメンタルズの値に落ち込むのみで、それ以上の下落は生じないと仮定している。よって、経済厚生上は外生的崩壊が生じる $t_0 + \bar{\tau}$ 期ギリギリまでバブルを大きくすることが最適となっている。しかし実際のバブルをふまえれば、崩壊がファンダメンタルズの価値にまで影響を与え、大幅な価格下落をもたらすと考えるべきかもしれない。

図4. 有限期間型合理的期待バブルの分割



注) Liu and Conlon(2018)の Figure 1より。
 点線は投資家 A の分割であり、実線は投資家 B の分割となる。3 期目が最後の期であり、1 つの分割には 1 つの要素しか含まれなくなる。

2.3 合理的期待形成バブル

ライディング・バブル・モデル以外にも情報の非対称性からバブルの説明を試みるモデルは複数存在する。その中でも、ワルラス型の市場を考えたモデルとして、Allen, Morris, and Postlewaite(1993), Conlon(2004), および Liu and Conlon(2018)などの「有限期間型」合理的期待形成バブルのモデルがある⁶⁾。このモデルでは、無限期間型合理的期待形成バブルのように合理的期待形成仮説の枠組みの中で、無限期間ではなく有限期間であってもバブルが生じることを示している。無限期間型モデルでは、永続的に転売ができることが期待されていた。しかし、有限期間型では有限期間に渡って資産は取引され、最後の期にのみ配当が与えられる。よって、例えば真の配当が 0 円であったとしても、正の資産価格で取引をされていれば誰かが損失を被ることになる。それにもかかわらず、強いバブルが生じる可能性が指摘されている。

ここで資産価格は、経済の状態(state)に依存して決まるとしよう。1 つの例として、経済には $\{\omega_1, \omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5\}$ の 5 つの状態があり、 ω_3 の時のみ最後に配当が与えられる資産を考える。他の状態における配当は 0 である。各投資家は真の状態に関する信念を持ち、最初の期に一定量の資産を初期保有している。ここで情報の非対称性が存在し、各期において投資家は状態の集合に対し異なった分割を持っていると考える。投資家は真の状態が要素として含まれている分割の中に真の状態があることを知っているが、その分割の中のどの状態が真の状態であるかは知らない。この分割は時間が経つごとに正確になっていき、最後の期には真の状態を明確に知ることができるとする。資産は需要と供給の中で価格が決まるワルラス型の市場で取引されている。

例えば 2 人の投資家 A と B がおり、図 4 にあるような分割を 1 期目に持っているとする。ここで真の状態は ω_1 であるとしよう。よって、投資家 A は最初の期の時点で ω_1 が真の状態だと知っている。一方で、投資家 B は ω_1 と ω_2 のどちらが真の状態かわからず、信念に従ってこの 2 つの状態の上で信念を形成することになる。このとき、両投資家とも、(ω_3 は真の状態ではないため)最後の期の配当額は 0 であることを知っていることになる。よって、投資家 B が ω_1 が真の値である可能性が高いと思っていれば取引をしない。しかし、 ω_2 が真の状態である可能性が高いと信じていれば取引をする可能性が生じ、強いバブルが生じる。

仮に ω_2 が真の状態であったとしよう。図 4 にあるように、投資家 A は $\omega_2, \omega_3, \omega_4, \omega_5$ の 4 つのうちのいずれが真の状態かわかっておらず、配当が出る ω_3 である可能性もあると信じていることになる。ただし、1 期目ではまだ配当が出ない状態が 3 つも分割に含まれているため、投資家 A は資産を売りたいと思っているとしよう。2 期目の分割は図 4 にあるように、一段階正確になっているとする。このとき、 ω_2 が真の状態であれば、投資家 A の分割では、投資家 1 は $\omega_2, \omega_3, \omega_4$ のいずれかが真の状態であると信じていることになる。 ω_5 が抜けることで 2 期目には、投資家 A は資産を買うインセンティブを持つとする。その場合、投資家 B は 1 期目に買った資産を 2 期目に投資家 A に売ることができる。

真の状態が ω_1 であっても、1 期目において投資家 B は真の状態が ω_2 である可能性もあると信じている。 ω_2 が真の状態であるならば、2 期目に投資家 A に資産を売ることができる。よって、投資家 B は 1 期目で配当が 0 であることはわかっているが、

真の状態が w_2 であることに賭けて正の価格で資産を買うインセンティブを持つ場合がある。この時、強いバブルが生じることになる⁷⁾。

ただしこのモデルでは、資産価格はあり得る配当の額を超えることはない。例えば、 w_3 における配当額が4であった場合、価格は必ず4以下になる。そのため、資産価格がファンダメンタルズを大幅に超えて上昇する過程を描けているわけではない。また、限定的なパラメータ値の下でのみバブルが生じるため、パラメータ値の微小な変動に対し極めて脆弱である。同時に、投資家が有する情報は時間が経つほどに正確になっていく必要がある。一方でライディング・バブル・モデルは、パラメータ値の微小な変動に対しては頑健であり、情報構造は時間を通して不変である。

3. 実験におけるバブル

3.1 バブル実験の背景

実験的手法を用いたバブルに関する研究で最も代表的なものとして Smith, Suchanek, and Williams (1988) がある。今後は、Smith, Suchanek, and Williams (1988) のことを SSW と呼ぶことにする。SSW では、単純に毎期配当を与える資産を考えている。例えば、10 期間に渡って配当を与える資産があり、その配当額はそれぞれ $1/4$ の確率で、\$0, \$4, \$8, \$20 のいずれかであるとしよう。10 期間が終了した時点で、この資産は無価値になる。この場合、毎期の期待配当額である \$8 が一期あたりのファンダメンタルズであると解釈できる。SSW の実験では、このような資産の取引を売り手も買い手も値段を提示してマッチングをさせていくダブル・オークションの市場下で行わせている。その結果、多くの実験においてファンダメンタルズを大幅に超える価格付けが行われることが示されている。

SSW 以降における実験的手法を用いたバブル研究のほとんどは、この SSW が用いたダブル・オークション市場を用いて行われている⁸⁾。SSW が考えている資産市場では、不確実性は存在するものの、情報の非対称性は存在しない。また、金銭的利得最大化を目指す投資家であれば配当の期待値に即した取引を行うはずであるため、均衡上ではバブルが生じることはない。つまり、SSW が想定しているバブルは、理論では説明できないバブルであると言える。

本稿では、理論上の均衡として示されているバブ

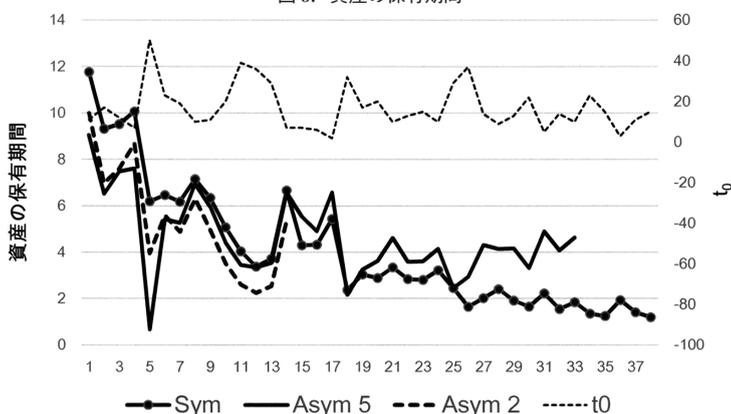
ルを「均衡バブル」と呼ぶ。一方で、均衡として示されていないバブルを「不均衡バブル」と呼ぶ⁹⁾。SSW をはじめとした多くのバブルに関する実験は、不均衡バブルのみに着目してきたと言って良い。そこには、熱狂的陶醉(ユーフォリア)に毒されるなどの、投資家の「愚かな行為」がバブル形成の背景にあるという考えがある(Chancellor, 2000; Kindleberger and Aliber, 2011)。つまり、人々は「自分だけは違う」「今回だけは違う」という勘違いから狂乱的に資産を買うと考えている。一方で、ライディング・バブル・モデルに基づく実験では、このような不均衡バブルだけではなく、均衡バブルに関する実験も行い、その比較を行っている¹⁰⁾。

3.2 ライディング・バブル・モデルの実験

ライディング・バブル・モデルに関する最初の実験は、Brunnermeier and Morgan (2010) によって行われた。Brunnermeier and Morgan (2010) は、Abreu and Brunnermeier (2003) のライディング・バブル・ゲームを(クロック・ゲームと言い換えたうえで)、理論上の設定にほぼ忠実に実験を行っている。その結果、全ての被験者がバブルに関する私的シグナルを受け取った後になってもバブルは崩壊せず、資産価格の上昇が一定期間続いていくことを示している。さらに、命題1で示したように被験者間の情報格差が大きくなるほど、バブルの期間は長くなることも示している。総じて、理論で示された通りの実験結果となり、情報の非対称性が原因として生じる均衡としてのバブルは、実験でも生じることが示されている。

一方で、Asako *et al.* (2019) では、Asako and Ueda (2014) に基づいた設定で実験を行い、均衡バブルと不均衡バブルの比較をしている。第1に2.1節と同様に、type-E と type-L が私的シグナルを受け取るタイミングが異なっており、type-L が type-E より2期遅れて私的シグナルを受け取る場合 ($\eta=2$) と、5期遅れて受け取る場合 ($\eta=5$) の2つの設定下で実験を行っている。この2つの設定下では、情報の非対称性が存在する均衡バブルを考えてことになる。第2に、被験者にタイプの区別がなく全ての被験者が t_0 期において同時にシグナルを受け取る設定下でも実験を行っている。全投資家が同時にシグナルを得る場合、他の投資家と同時に売っては売り抜けられずにバブルが崩壊してしまうかもしれない。よって、他の投資家よりも少しでも

図 5. 資産の保有期間



注) Asako *et al.* (2019) の Figure 3 より. Sym は全ての被験者が同時にシグナルを受け取った場合(不均衡バブル). Asym5 と Asym2 は, type-E と type-L がシグナルを受け取るタイミングが異なっており, それぞれ $\eta=2$ と $\eta=5$ の場合(均衡バブル). t_0 は t_0 の値である.

早くに売り抜けようというインセンティブを持つことになり, その結果シグナルを受け取った時点で資産を売ることのみが最適戦略になる¹¹⁾. 図 3 からわかるように, η の減少に伴い, t^* も 0 に向かって減少している. 均衡上でバブルが生じることはないため, 実験上でバブルが生じた場合は不均衡バブルであると言える. この場合, 情報の非対称性は存在せず, かつ被験者は不確実性を有していないため, 対称情報かつ完備情報である.

Asako *et al.* (2019) の実験では, 被験者に複数回 (14 回, 33 回, あるいは 38 回) ライディング・バブル・ゲームの実験を行わせている. ただし, ゲームの相手は無作為に毎回変えられる. 図 5 には, これらの実験において, 各被験者が資産を保有していた期間 t の平均をまとめてある. 第 1 に, 均衡バブルも不均衡バブルも両方実験上は生じることが示されている. さらに, 最初の複数回の実験では, 全員が同時にシグナルを受け取った場合の不均衡バブルの方が, 異なったタイミングである均衡バブルよりも期間が有意に長くなっている. つまり, 不均衡バブルの方が均衡バブルより大きくなる. しかし第 2 に, 実験を繰り返すうちに, 不均衡バブルは小さくなっていく一方で, 均衡バブルの大きさに変化はない. 図 5 に示されているように, 10 回前後繰り返すと, 均衡バブルと不均衡バブルの規模がほぼ同じになり, 20 回程度の繰り返して不均衡バブルは均衡バブルより小さくなっていることがわかる¹²⁾.

3.3 バブルが生じる理由

3.3.1 不均衡バブルが生じる理由

ライディング・バブル・モデルの実験において不均衡バブルが生じる理由は, おおむね SSW の設定下で不均衡バブルが生じる理由と同じであると考えてよいだろう. 不均衡バブルが生じる理由として, SSW などでは被験者自身が資産市場や最適戦略を正しく理解していたとしても, 「他の被験者の中には理解していない人があるはずだ」と考えている可能性を指摘している. この場合被験者は, 理解していない人たちに高値で売りつけることができると考え, 資産を買う, あるいは所有し続けることになる. これは, 戦略的不確実性 (strategic uncertainty) と呼ばれている. 一方で, Lei, Noussair, and Plott (2001) などは被験者自身が実験の設定や, その実験の設定下における最適戦略を理解していないために資産価格の高騰が生じていると主張し, 被験者自身の愚かさの方が戦略的不確実性より重要であると指摘している. Akiyama, Hanaki, and Ishikawa (2017) は実験を通し, 両方とも資産価格の高騰の理由になっていることを指摘している. 特に, 認知能力が高い被験者は戦略的不確実性のために, そして認知能力が低い被験者は自身がゲームの設定を理解しきれていないために, バブルを生み出していることを示している.

不均衡バブルがゲームを繰り返すうちに小さくなっていくという現象は, ライディング・バブル・モデルの実験だけではなく, SSW のダブル・オークション市場の設定下でも観察されている. 戦略的不

確実性が原因である場合、何度かゲームを行っていく中で、他の被験者も正しくゲームを理解している可能性に気付いていくかもしれない。この場合、バブルの規模は縮小されていく。また、被験者自身がゲームを理解していなかったとしても、何度かゲームを行い学習していく中で理解を深めていけば、バブルの規模は縮小していくだろう。よって、不均衡バブルはゲームを繰り返すうちに小さくなっていくと考えられる。

3.3.2 均衡バブルが生じる理由

一方で、均衡バブルが生じる理由の1つとして、バブルに乗ることが最適戦略であるから、と言う点があげられる。何度同じゲームを行ったとしても最適戦略は変わることはないため、バブルの規模は安定的に推移することになる。ゲームを繰り返し行った後でも均衡バブルが小さくならず安定的に残るという結果は、Brunnermeier and Morgan(2010)においても示されている¹³⁾。

ただし、均衡上バブルが生じる設定下で実験を行った場合でも、理論通りの結果になるとは限らない。第1に、Brunnermeier and Morgan(2010)でもAsako *et al.*(2019)においても、バブルが開始する時期である t_0 と実験におけるバブルの規模には負の相関があることが指摘されている。図5には実験で用いられた t_0 の値も同時に示している¹⁴⁾。理論上は t_0 の大きさはバブルの規模に影響を与えないが、図5からわかるように、実験ではバブルの開始時期 t_0 が遅いほど、被験者は早めに売っている。例えば、5回目のゲームでは最長の $t_0=50$ を用いているが、被験者はシグナルを受けてすぐに売り抜けるようとしている。これは t_0 が遅いほど、被験者が売り抜けられるかどうか過剰に不安になっている、あるいは単に早くゲームを終わらせようとしていると考えられる。

第2に、図3で示した保有期間 τ^* の理論上の予測値と実験結果に一定の差異がみられる。例えば、Asako *et al.*(2019)では $\eta=2$ でも $\eta=5$ でも、実験結果における保有期間は約4期間で推移している。この結果は、 $\eta=2$ の場合の理論予測値(約3.5期)とはほぼ合致しているが、 $\eta=5$ の場合の理論予測値(約11期)より短い。つまり、 η が大きくなるほど、実験における保有期間は理論予測値を下回る傾向がある。この点はBrunnermeier and Morgan(2010)の実験でも見られており、情報誤差 η が小さい場合

には理論予測値通りの結果になっているが、大きい場合には予測値を下回っている(p.540)。

第3に、Brunnermeier and Morgan(2010)の実験では被験者間の情報格差が大きいほどバブルが長くなるという命題1が支持されていたが、Asako *et al.*(2019)では $\eta=2$ と $\eta=5$ の間で有意な差はなかった¹⁵⁾。

このように、均衡バブルが実験において示せたとしても、必ずしも理論通りの結果になっているわけではない。よって、被験者が最適戦略を選択した結果として均衡バブルが生じていると断言することはできず、全く別の理由から均衡バブルが生じている可能性がある。前述したように不均衡バブルが生じる理由は多くの実験を通して検証されているが、均衡バブルが生じる理由についての検証は行われていない。今後の研究を通して、注意深く判断する必要があるだろう。

3.3.3 均衡バブルと不均衡バブルの対比

Asako *et al.*(2019)の実験において、情報格差の大きさである η がゼロの場合には、被験者の経験が浅い段階では(η が正の場合よりも)大きなバブルが生じる一方で、繰り返しゲームを行わせるにつれバブルの大きさは小さくなっていった。それに対し、 η が正の場合には被験者の経験にかかわらず安定的にバブルが生じている。3.3.1項で議論したように、 $\eta=0$ の場合にバブルが生じる理由は、戦略的不確実性あるいは被験者自身の不理解によるものだと考えられる。このような一種の「非合理的」行動が、 η が正の場合には生じない一方で、 $\eta=0$ の時のみ生じるとするならば、パラメータ設定の(微小な)変更において、急に非合理性のスイッチが入ることになる。言い換えれば、情報の非対称性が存在する場合には非合理的行動はとられない一方で、情報構造が対称的(あるいは完備的)であれば非合理的行動がとられることになる。ただし、ここでいう「非合理性」は戦略的不確実性、あるいはゲームの設定への不理解を意味するものとする。

1つの可能性として、均衡バブルか不均衡バブルに関わらず、被験者の経験が浅い段階では非合理的理由によりバブルが生じていることが考えられる。3.3.2項で議論したように、均衡バブルが生じる理由が必ずしも最適戦略を選択しているからだと限らない。当初は被験者も戦略的不確実性などの非合理的理由からバブルを生じさせている可能性がある。

一方で、ゲームの回数を重ねていくうちに、非合理的行動は消えていく。よって、不均衡バブルは小さくなるが、均衡バブルはバブルを生じさせることが最適戦略であるがゆえに残り続けることになる。しかしこの解釈では、最初の数回の実験において、不均衡バブルの方が均衡バブルよりも規模が大きくなる理由を説明できない。さらなる均衡バブルの検証を行い、判断していく必要があるだろう。

3.3.4 現実のバブルとの対比

それでは、実際に起こったバブルは、均衡バブルなのか、あるいは不均衡バブルなのだろうか。実験結果より、均衡バブルは投資家の経験の有無に関わらず安定的に生じる一方で、不均衡バブルは投資家の経験が浅い場合に生じる傾向があると言える。よって、不均衡バブルは未熟な投資家のもと短期的に生じる不安定な状態であり、均衡バブルは経験豊かな投資家のもと生じる長期的現象と言う事ができる。

実験において被験者であることが多い大学生より、実際の金融市場で取引している投資家の方が経験は豊かであろう。投資のプロが市場の中心にいることを考えれば、未熟が故に生じる不均衡バブルより、均衡バブルの方が妥当にも思える。実際にSSWの設定下でも、被験者が金融市場に関する知識をもっている場合にはバブルの規模は大きくならないことを示す研究もある(Ackert and Church, 2001)。そのような金融市場でもバブルが生じたのであるならば、それは多くの投資家たちが最適戦略としてバブルを生じさせていると考えるべきかもしれない。

しかし、バブルは稀な現象でもあり、時と場所を別にして生じている。よって、バブルを何度も経験している投資家は少ないという側面から考えれば、不均衡バブルの方が妥当とも言える。また、実際の金融市場には、未熟な投資家から経験豊かな投資家まで様々な背景を有する投資家が取引を行っている。よって、経験豊かな投資家が戦略的不確実性から、そして未熟な投資家は未熟さゆえからバブルに乗っている可能性も考えられる。

前述したように不均衡バブルに関しては多くの研究が重ねられている一方で、均衡バブルへの理解は不十分なままである。よって、現実のバブルを説明するための十分な知見が得られているわけではない。同時に、歴史上には様々なバブルが生じており、1つの枠組みだけで全てを説明できるわけではないだろう。今後は、理解が不足している均衡バブルの分

析を中心に、均衡バブルと不均衡バブルの比較を行い、現実のバブルに対する説明力を検証していくことが重要であると言える。

4. おわりに

本稿ではゲーム理論と実験的手法を用いたバブルの研究を概観し、今後のバブル研究の課題を検討した。前半では、ミクロ的視点からのバブルに関する理論的研究を概観した。そこでは、情報の非対称性の存在により、投資家が「自分は他の投資家より有利な情報を持っている可能性がある」と信じ、ファンダメンタルズから乖離した価格である資産であっても、高値で転売できると考えるため、バブルが生じることが示された。後半では、実験的手法を通じたバブルの研究を概観した。バブルに関する実験的手法を用いた研究のほとんどが、理論的に説明されていない不均衡バブルを示してきた。一方で、近年の研究では均衡上でバブルが生じる理論をもとにした実験も行われ、不均衡バブルと同様に、理論的に説明可能な均衡バブルも実験において生じることが示されている。また、被験者が何度も同じ実験を行い学習していった場合には、不均衡バブルの規模は小さくなる一方で、均衡バブルの規模に有意な変化が見られないことも指摘されている。よって、均衡バブルと不均衡バブルは、実験上異なる特徴を有することが示されてきている。

均衡概念は経済学の中心的な分析手法であり、かつ不均衡の分析手法は明確には確立されていない。よって、経済学において、バブルが均衡として説明ができるか否かは大きな問題と言える。均衡として説明できるのならば、情報の非対称性バブルを説明するモデルを引き続き発展させていくことで理解を深めることができる。一方で、均衡として説明できない場合には、不均衡としてのバブルの分析手法の開発自体が大きな課題となってくる。同時に、不均衡バブルが生じる理由を、行動経済学の知見などを用いながら理論的に検証していくことも重要になってくるだろう。

以上から、バブルの研究において、均衡バブルと不均衡バブルの特徴を理論と実験の両面から正しく理解し、現実のバブルを説明する上でどちらが妥当か検証していくことは重要な研究課題であると指摘できる。

(早稲田大学政治経済学術院)

注

* 本稿の執筆にあたり、一橋大学経済研究所定例研究会において討論者をお引き受け下さった石川竜一郎氏、編集委員会の後藤玲子氏、および高橋悠太氏、山本裕一氏をはじめとした研究会の参加者の皆様より貴重なコメントをいただいた。北村行伸先生には、一橋大学経済学研究科において指導教官をお引き受け下さって以来、多くの場面で助けていただいた。結局は応用ゲーム理論を専門とした不義理な弟子ではあったが、それでも本稿の執筆を依頼していただいたことは嬉しかった。北村先生の温厚な中にも厳しさがある指導は心に残っており、私も今後指導する際には先生のようにありたいと思う。心より感謝申し上げる。

1) ただし、情報の非対称性だけでバブルが説明できるとは限らない。情報の非対称性が存在していたとしても、ゲームの設定に関する共有知識がある限り、資産価格から、他の投資家の有している情報を推察することができるかもしれない。例えば、他の投資家が先駆けて資産を売りに出し、資産価格の上昇が鈍化あるいは価格が下落した場合、一部の投資家が有利な私的情報を用いて売っているのだと推察することができる。よって、投資家は自身が情報上不利な立場であることを知ることができるため、有利な私的情報を持っていなくても資産を売ろうとする。以上の点は、ノートレード定理として知られている。詳細は Brunnermeier (2001) を参照のこと。

2) 一般的に「合理的バブル」と呼ばれているが、この名称では他のモデルが「非合理的バブル」を考えていると誤解を与えやすい。後述するように、他の枠組みを用いたモデルにおいても、戦略的投資家のみ存在している中でバブルが生じることが示されている。

3) 買い戻すことができると考えたとしても、一度売った資産を買い戻すことは最適応答とはならない。

4) 内生的崩壊をもたらす投資家の割合と type-E の割合が同一ではなくとも、後者の方が大きい限り結果に違いがないことを Asako and Ueda (2014) は示している。

5) ノートレード定理では、投資家が資産価格を通して他の投資家の情報を推察するために、情報の非対称性が存在してもバブルは生じない可能性を指摘していた。しかし、ショックの存在により資産価格を通じた情報の推察が難しくなるため、強いバブルが生じることになる。

6) その他の理論研究として、投資家と資金運用者の間のエージェンシー問題を考えたモデル (Allen and Gordon, 1993; Allen and Gale, 2000; Barlevy, 2014) や、投資家が異なった信念を有している場合を考えるモデル (Harrison and Kreps, 1978; Scheinkman and Xiong, 2003) などがある。安田 (2009) および柳川 (2002) を参照のこと。

7) この例は Liu and Conlon (2018) の例に基づく。最初に、Allen, Morris, and Postlewaite (1993) は最低でも 3 人の投資家がお互い 11 個の状態が存在しなければ、有限期間型モデルで強いバブルを示すことはできないと結論付けていた。それに対し、Conlon (2004) は最低でも 2 人の投資家がいれば、また Liu and Conlon (2018) は最低でも 5 つの状態さえあれば、強いバブル

が生じることを示している。

8) 例えば、コール市場であっても (Van Boening, Williams, and LaMaster, 1993), 投機行為ができなくても (Lei, Noussair, and Plott, 2001), ファンダメンタルズが期を追うごとに減少せずに定額でも (Noussair, Robin, and Ruffieu, 2001), リスクが極めて大きい資産でも (Ackert *et al.*, 2006) 資産価格はファンダメンタルズを有意に超えてくることが示されている。一方で、配当を一度しか受け取れない (Smith, Van Boening, and Wellford, 2000), 被験者が金融市場に関する知識をもっている (Ackert and Church, 2001), 先物市場がある (Porter and Smith, 1995), 空売りができる (Ackert *et al.*, 2006, Haruvy and Noussair, 2006), 一度しか売る機会がない (Ackert *et al.*, 2009) などの場合には資産価格がファンダメンタルズを大幅に超えることが少なくなることを示されている。しかし、ここで示した研究は SSW を用いた研究のほんの一部にすぎない。

9) 投資家が確率を誤認するなど仮定することで、SSW のバブルも均衡として示すことができるかもしれない。ただし、ここではあくまで整合的信念を形成し、(金銭的利益に依存した) 期待効用の最大化を行う投資家を考えている。

10) 実験を通して均衡バブルと不均衡バブルを比較した他の研究として、Moinas and Pouget (2013, 2016) の「バブル・ゲーム」があり、(ゲームが簡単に解ける場合を除いて) 均衡バブルと不均衡バブルの間で実験結果に差がなく、バブルが生じることを示している。ここでは、むかでゲームを簡単に変形したゲームをバブル資産の取引に見立てている。ただし、Moinas and Pouget (2013) の実験では、被験者が最終的に得る利得は資産価格に依存をしていないため、バブルの規模を比較することはできない。また、一回限りのみ被験者にゲームを行わせているため、ゲームを繰り返し行わせた場合の結果に関しては不明である。一方で、ライディング・バブル・モデルの実験では、被験者の利得は資産価格に依存しており、かつ被験者には繰り返し同じゲームを行わせることによって、バブルの存在が安定的か否かを検討することができている。バブル・ゲームの詳細に関しては草川 (2014) を参照のこと。

11) ただし Asako and Ueda (2014) は、① 公的シグナルが降ってくる時期が不確実であり、② t_0 期で最も公的シグナルは降りやすいが、その分布の上限と下限は t_0 に依存しない場合、公的シグナルはバブルを終わらせることはできず、むしろバブルの期間を延ばしてしまう可能性を指摘している。

12) 図 5 における $\eta=2$ と $\eta=5$ の場合の平均保有期間は緩やかに低下しているようにも見えるが、有意な差は全期間を通して存在しない。

13) Brunnermeier and Morgan (2010) は被験者に 45 回同じゲームの実験を行わせている。最初の数回は実験結果の変動が大きかったとしているが、後半は安定的にバブルが生じており、縮小することはない (p. 539)。

14) 理論における t_0 の値は、幾何分布に従って決められる確率変数である。実験でも被験者にはそのように説明しているが、セッション間の比較を容易にす

るために、 t_0 の値に関しては全てのセッションで共通の流列を用いている。

15) ただし、この点は2節で紹介した Asako and Ueda(2014)のモデルと Abreu and Brunnermeier(2003)のモデルの違いによるものである可能性がある。2節のモデルでは投資家のタイプは2種類のみであったのに対し、Abreu and Brunnermeier(2003)では連続的に無数のタイプが存在している。つまり、Abreu and Brunnermeier(2003)では t_0 期から $t_0+\eta$ 期の間で私的シグナルを受け取る投資家が一様分布していると考えている。この場合、均衡は一意で求めることができ、2節のモデルでは τ の均衡上での上限であった τ^* が、Abreu and Brunnermeier(2003)では一意の均衡になっている。Asako and Ueda(2014)に基づいて実験の設計を行った Asako *et al.*(2019)では、理論上 τ^* はあくまで均衡で生じ得る保有期間の上限であるため、 $\eta=2$ と $\eta=5$ の間で保有期間が同じであっても均衡であると解釈できる。

参考文献

- 草川孝夫(2014)「高値で売り抜けられる? : バブル・ゲームの実験」, 西條辰義・清水和巳編『実験が切り開く21世紀の社会科学』勁草書房, pp.173-184.
- 柳川範之(2002)「バブルとは何か: 理論的整理」『平成バブルの研究(上)』(村松岐夫・奥野正寛編)東洋経済新報社.
- 安田洋佑(2009)「ゲーム理論で読むバブル経済」(やさしい経済学), 日本経済新聞, 7月14日-7月24日.
- Abreu, D., and M. K. Brunnermeier (2003) "Bubbles and Crashes," *Econometrica*, Vol. 71, No. 1, pp. 173-204.
- Ackert, L. F., N. Charupat, B. K. Church, and R. Deaves (2006) "Margin, Short Selling, and Lotteries in Experimental Asset Markets," *Southern Economic Journal*, Vol. 73, No. 2, pp. 419-436.
- Ackert, L. F., N. Charupat, R. Deaves, and B. D. Kluger (2009) "Probability Judgement Error and Speculation in Laboratory Asset Market Bubbles," *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 44, No. 3, pp. 719-744.
- Ackert, L. F., and B. K. Church (2001) "The Effects of Subject Pool and Design Experience on Rationality in Experimental Asset Markets," *The Journal of Psychology and Financial Markets*, Vol. 2, No. 1, pp. 6-28.
- Akiyama, E., N. Hanaki, and R. Ishikawa (2017) "It is Not Just Confusion! Strategic Uncertainty in an Experimental Asset Market," *The Economic Journal*, Vol. 127, No. 605, pp. 563-580.
- Allen, F., and D. Gale (2000) "Bubbles and Crises," *Economic Journal*, Vol. 110, No. 460, pp. 236-255.
- Allen, F., and G. Gordon (1993) "Churning Bubbles," *Review of Economic Studies*, Vol. 60, No. 4, pp. 813-836.
- Allen, F., S. Morris, and A. Postlewaite (1993) "Finite Bubbles with Short Sale Constraints and Asymmetric Information," *Journal of Economic Theory*, Vol. 61, No. 2, pp. 206-229.
- Asako, Y., Y. Funaki, K. Ueda, and N. Uto (2019) "(A) symmetric Information Bubbles: Experimental Evidence," *Journal of Economic Dynamics and Control*, forthcoming.
- Asako, Y., and K. Ueda (2014) "The Boy Who Cried Bubble: Public Warnings against Riding Bubbles," *Economic Inquiry*, Vol. 52, No. 3, pp. 1137-1152.
- Barlevy, G. (2014) "A Leverage-based Model of Speculative Bubbles," *Journal of Economic Theory*, Vol. 153, pp. 459-505.
- Blanchard, O. J. (1979) "Speculative Bubbles, Crashes and Rational Expectations," *Economic Letters*, Vol. 3, No. 4, pp. 387-389.
- Brunnermeier, M. K. (2001) *Asset Pricing under Asymmetric Information: Bubbles, Crashes, Technical Analysis, and Herding*. Oxford: Oxford University Press.
- Brunnermeier, M. K., and J. Morgan (2010) "Clock Games: Theory and Experiments," *Games and Economic Behavior*, Vol. 68, No. 2, pp. 532-550.
- Chancellor, E. (2000) *Devil Take the Hindmost; A History of Financial Speculation*. Plume Books.
- Conlon J. R. (2004) "Simple Finite Horizon Bubbles Robust to Higher Order Knowledge," *Econometrica*, Vol. 72, No. 3, pp. 927-936.
- Doblas-Madrid, A. (2012) "A Robust Model of Bubbles with Multidimensional Uncertainty," *Econometrica*, Vol. 80, No. 5, pp. 1845-1893.
- Doblas-Madrid, A. (2016) "A Finite Model of Riding Bubbles," *Journal of Mathematical Economics*, Vol. 65, pp. 154-162.
- Harrison, M., and D. Kreps (1978) "Speculative Investor Behavior in a Stock Market with Heterogeneous Expectations," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 92, No. 2, pp. 323-336.
- Haruvy E., and C. N. Noussair (2006) "The Effects of Short Selling on Bubbles and Crashes in Experimental Spot Asset Markets," *The Journal of Finance*, Vol. 61, No. 3, pp. 1119-1157.
- Kindleberger, C. P., and R. Aliber (2011) *Manias, Panics, and Crashes: A History of Financial Crises, 6th Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Lei, V., C. H. Noussair, and C. R. Plott (2001) "Nonspeculative Bubbles in Experimental Asset Markets: Lack of Common Knowledge of Rationality vs. Actual Irrationality," *Econometrica*, Vol. 69, No. 4, pp. 831-859.
- Liu, F., and J. R. Conlon (2018) "The Simplest Rational Greater-fool Bubble Model," *Journal of Economic Theory*, Vol. 175, pp. 38-57.
- Moinas, S., and S. Pouget (2013) "The Bubble Game: An Experimental Study of Speculation," *Econometrica*, Vol. 81, No. 4, pp. 1507-1539.
- Moinas, S., and S. Pouget (2016) "The Bubble Game: A Classroom Experiment," *Southern Economic Journal*, Vol. 82, No. 4, pp. 1402-1412.

- Noussair, C., S. Robin, and B. Ruffleux (2001) "Price Bubbles in Laboratory Asset Markets with Constant Fundamental Values," *Experimental Economics*, Vol. 4, No. 1, pp. 87-105.
- Porter, D. P., and V. L. Smith (1995) "Futures Contracting and Dividend Uncertainty in Experimental Asset Markets," *Journal of Business*, Vol. 68, No. 4, pp. 509-541.
- Samuelson, P. A. (1958) "An Exact Consumption-Loan Model of Interest With or Without the Social Contrivance of Money," *Journal of Political Economy*, Vol. 66, pp. 467-482.
- Scheinkman, J. A., and W. Xiong (2003) "Overconfidence and Speculative Bubbles," *Journal of Political Economy*, Vol. 111, No. 6, pp. 1183-1219.
- Smith, V. L., M. Van Boening, and C. P. Wellford (2000) "Dividend Timing and Behavior in Laboratory Asset Markets," *Economic Theory*, Vol. 16, No. 3, pp. 567-583.
- Smith, V. L., G. L. Suchanek, and A. W. Williams (1988) "Bubbles, Crashes, and Endogenous Expectations in Experimental Spot Asset Markets," *Econometrica*, Vol. 56, No. 5, pp. 1119-1151.
- Tirole, J. (1985) "Asset Bubbles and Overlapping Generations," *Econometrica*, Vol. 53, No. 6, pp. 1499-1528.
- Van Boening, M. V., A. W. Williams, and S. LaMaster (1993) "Price Bubbles and Crashes in Experimental Call Markets," *Economics Letters*, Vol. 41, No. 2, pp. 179-185.