

機関番号：12701

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2008～2010

課題番号：20530150

研究課題名 (和文) リスクと不確実性下の意思決定と金融市場

研究課題名 (英文) Decision making and financial markets under risk and ambiguity

研究代表者

宇井 貴志 (UI TAKASHI)

横浜国立大学・経済学部・教授

研究者番号：60312815

研究成果の概要 (和文)：ナイト的不確実性下の、私的情報をもつ複数経済主体を考え、その金融市場における行動について研究した。まず、金融資産を取引する一般均衡市場を分析した。私的情報が投機的取引を引き起こす必要十分条件を導出し、不確実性とリスクがそれぞれ金融資産価格に与える影響を調べた。つぎに、自己実現的金融危機のゲーム理論的なモデルを分析した。不確実性とリスクがそれぞれ金融危機の発生確率に与える影響を調べ、さらに、その理論的予測を経済実験によって検証した。

研究成果の概要 (英文)：We study financial markets under ambiguity and asymmetric information. We consider two models. One model is a general equilibrium model. A necessary and sufficient condition for speculative trade is derived. In addition, different roles of the risk premium and the ambiguity premium on asset prices are studied. The other model is a global game model of financial crises under ambiguity. The relationship between ambiguity and the probability of crises is investigated. Furthermore, we empirically test our theoretical prediction.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	800,000	240,000	1,040,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
総計	2,400,000	720,000	3,120,000

研究代表者の専門分野：ミクロ経済学，ゲーム理論

科研費の分科・細目：経済学・ミクロ経済学

キーワード：ナイト的不確実性，私的情報，経済実験，グローバル・ゲーム，投機的取引，金融危機，通貨危機，信用危機

1. 研究開始当初の背景

Frank Knight が指摘したように、経済主体が直面する不確定な状況には2種類ある。確率的に予測できるリスク下の状況と、確率的に予測できない不確実性下の状況である。期待効用理論は、リスク下の意思決定を分析する理論で、標準的な経済理論において幅広く用いられている。一方、不確実性下では、Ellsberg Paradox など期待効用理論で説明できない現象が知られている。

Ellsberg Paradox とは、次のような期待効用理論についてのパラドックスである。いま壺に 90 個のボールが入っているとす。そのうち 30 個には数字 1 が書かれていて、残りの 60 個には数字 2 または数字 3 が書かれている。数字 2 のボールの数と、数字 3 のボールの数は分からないとする。壺からボールを一個取り、その数字に従って 1000 円が当たったクジがあるとして、そうしたクジに対して、ある人がどのような選好をもつかを調べ

てみる。「数字 1 ならば 1000 円」というクジと「数字 2 ならば 1000 円」というクジを比べてみると、前者の方が望ましいと答えたとする。一方、「数字 1 でないならば 1000 円」というクジと「数字 2 でないならば 1000 円」というクジを比べてみると、前者の方が望ましいと答えたとする。もしこの人が期待効用をもっていて、数字 i の確率を $p(i)$ と評価しているならば、上述の選好は、 $p(1)U(1000 \text{ 円}) > p(2)U(1000 \text{ 円}), (1-p(1))U(1000 \text{ 円}) > (1-p(2))U(1000 \text{ 円})$ と書けるはずであるが、この不等式の両辺を足し合わせると、 $U(1000 \text{ 円}) > U(1000 \text{ 円})$ となり、矛盾が生じる。したがって、この人の選好を期待効用で表すことはできない。実験によれば、多くの人が、こうした選好を示すことが知られている。

不確実性下の意思決定理論としては、Choquet 積分期待効用理論や maxmin 期待効用理論などが一般的である。近年、こうした理論を金融市場の分析に応用する研究が盛んになりつつある。しかし、そのほとんどは、代表的個人を前提とした不確実性下の資産価格理論である。不確実性下の金融市場を、複数の経済主体を前提として分析している研究はまだ数少ない。

こうした中、2007 年以降、サブプライムローン問題に端を発して世界金融危機が発生した。金融市場は不安定化し、金融資産価格は大きく変動した。その原因の一つとして、不確実性の増大が挙げられている。しかし、そうした議論の多くは、学術的なものではなく、厳密な検証が必要である。また、世界金融危機は、多数の投資家の行動によって引き起こされたものであり、代表的個人を前提としたモデルで説明するには、限界がある。

一方、複数経済主体のモデルで得られている結果について、未解決の問題もあった。代表的個人のモデルでは、不確実性の増大によって資産価格は下落する。しかし、複数経済主体のモデルでは、資産価格が上昇するケースが知られている。資産価格が上昇する理由は、不確実性の増大により、主観的不確実性の大きい投資家が市場から退出し、主観的不確実性の小さい投資家のみが市場に残り、市場参加者の平均的な主観的不確実性が小さくなることである。どのような条件の下で、不確実性の増大によって資産価格が下落するのか、という問題は未解決であった。

こうしたことを背景に、不確実性下の金融市場を、複数の経済主体を前提として分析することの重要性は増していた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、不確実性下にあり、私的情報をもつ複数経済主体の金融市場における行動について調べることである。また、上述の未解決の問題に解答を与えることも目

的の一つである。

複数の経済主体を前提とすることで、経済主体の選好の違いや私的情報の違いが、均衡にどのような影響を及ぼすかを分析できる。複数経済主体のモデルを用いることは、金融市場のマイクロストラクチャーを考慮するとき、特に重要である。実際、Cornell 大学の O'hara 教授は、アメリカ・ファイナンス学会の会長講演で、代表的個人を前提とする資産価格理論では、市場のマイクロストラクチャーの違いを分析できないので、異なる選好や私的情報をもつ複数経済主体のモデルを用いることが重要であると述べている。

不確実性下にある複数経済主体のモデルを用いた研究がまだ数少ない理由は、不確実性下の経済分析の歴史が浅いことに加えて、Choquet 期待効用理論や maxmin 期待効用理論を複数経済主体モデルに拡張する方法が一意ではなく、また、いくつか技術的困難が存在することである。この点について研究代表者は、京都大学の梶井厚志教授との共同研究でベイジアンゲームや非対称情報下の一般均衡モデルを、不確実性下のモデルに拡張できることを既に示している。本研究は、こうした研究成果をさらに発展させるものと位置づけられる。

3. 研究の方法

不確実性下の金融市場を理論的に分析するために、完全競争市場と、不完備情報ゲームの二種類の理論的モデルを用いる。

(1) 完全競争市場

複数の投資家が金融資産を取引する二期間の完全競争市場を考える。第一期に取引を行い、第二期に金融資産の収益が決定する。各投資家は、私的情報をもつ。標準的なモデルでは、各投資家は金融資産の収益に関する確率分布を一つだけもつと仮定するが、本研究では、不確実性の一つの表現として、各投資家は、複数の確率分布をもち、あるポートフォリオの期待収益を、最悪のケースを想定して評価すると仮定する。すなわち、各投資家は、maxmin 期待効用をもつと仮定する。

① 投機的取引

私的情報が開示されたときに、投機的取引が起こる条件を調べる。ここで投機的取引とは、私的情報の違いのみで発生する取引である。このことを理解するため、各投資家が私的情報をもたず、全員が全く同じ情報をもつ場合を考える。このとき、全員が取引を行わないとする。一方、各投資家が私的情報を得た場合には、取引が起こるとする。この取引の動機は、私的情報の違いのみに帰着する。これを投機的取引とよぶ。

投機的取引の条件を明らかにすることで、

金融資産価格の変動が、投資家のもつ私的情報の違いに帰着するのか、不確実性の違いに帰着するか、区別することができるようになる。

② 限定市場参加と資産価格

金融市場における不確実性が增大するとき、どのような条件の下で、資産価格が下落するのか明らかにする。代表的個人のモデルでは、不確実性の増大によって資産価格は必ず下落するが、複数投資家のモデルでは、必ずしもそうならないことが知られている。不確実性の増大と、資産価格の関係は、未解決の問題である。

この問題を解決するための具体的な方法を述べるために、Cao et al. (2005) と Easley and O'hara (2009) の結果を簡単に説明する。これらの論文は、限定市場参加を、不確実性の観点から説明することを目的に、異なる不確実性をもつ投資家からなる金融市場を分析し、以下のことを示した。

結果1：危険資産のプレミアムは、リスクで決まるリスクプレミアムと、不確実性で決まる不確実性プレミアムの二つに分解できる。

結果2：投資家の不確実性が全員同じならば、全員が市場に参加する。しかし、不確実性のばらつきが一定以上になると、不確実性の大きい投資家は、市場から退出する。

結果3：市場に全員が参加しているときよりも、限定市場参加のときの方が、資産価格は高くなる。

結果3が成り立つ理由は、以下のとおりである。投資家が退出すると、少ない人数でリスクをシェアしなければならないので、リスクプレミアムは上昇する。一方、不確実性の大きい投資家が退出するので、市場参加者の平均的な主観的不確実性が小さくなり、不確実性プレミアムは下落する。上述の論文は、投資家の不確実性がある特定の確率分布族（一様分布と二項分布）に従うという仮定の下で、不確実性プレミアムの下落幅が、リスクプレミアムの上昇幅を上回り、その結果、危険資産のプレミアムは下落（資産価格は上昇）することを示した。

本研究では、特定の確率分布を仮定しないことにより、Cao et al. (2005) と Easley and O'hara (2009) のモデルを一般化し、さらに私的情報を加えた上で、資産価格が下落するための条件を明らかにする。

(2) 不完備情報ゲーム

金融危機は自己実現的性質をもつので、コーディネーション・ゲームとして分析するこ

とができる。コーディネーション・ゲームにおける複数均衡の問題に対処する方法としては、不完備情報ゲームの一種であるグローバル・ゲームを用いることが一般的である。グローバル・ゲームの応用として、信用危機や通貨危機の分析などが知られている。

グローバル・ゲームでは、各プレイヤーは私的情報を受け取り、その値に応じて、選択肢（行動）のうちの一つを選ぶ。ある条件下では、被支配戦略の繰り返し削除によって、一意な均衡を求めることができる。

本研究では、不確実性下の金融危機を分析するために、新しいクラスのグローバル・ゲームとして「不確実性下のグローバル・ゲーム」を導入する。不確実性下のグローバル・ゲームでは、プレイヤーは、複数の確率分布をもち、maxmin 期待効用に基つて意思決定を行う。不確実性下のグローバル・ゲームを用いることで、不確実性が金融危機に与える影響について分析することが可能になる。

不確実性下のグローバル・ゲームにおいて、どのような条件の下で、均衡が一意に定まるか、また、一意な均衡は不確実性の変化によって、どのような影響を受けるか、といった基本的性質をまず調べる。その後、金融危機への応用研究を行う。

- ① Cao, H., Wang, T., Zhang, H., 2005. Model uncertainty, limited market participation, and asset prices, *Review of Financial Studies* 18, 1219-1251.
- ② Easley, D., O'Hara, M., 2009. Ambiguity and nonparticipation: the role of regulation. *Review of Financial Studies* 22, 1817-1843.

4. 研究成果

(1) 不確実性下で、私的情報をもつ複数の投資家が金融資産取引を行う一般均衡市場の分析を行い、不確実性下の金融市場において、投資家が私的情報を得たときに投機的取引が発生する必要十分条件を明らかにした。

不確実性下の金融市場を理論的に分析するとき、この条件を満たさないモデルを考えることで、金融資産価格の変動が、不確実性の違いのみに帰着するケースに絞って分析することが可能になる。つまり、不確実性が金融資産価格に与える影響を分析する上では、基本的な理論成果であり、実際、次に説明する(2)の成果においても、この結果は有用であった。

(2) 不確実性下で、私的情報をもつ複数の投資家が金融資産取引を行う合理的期待均衡モデルの研究を行うために、CARA-normal モデルに不確実性を導入したモデルを考え、合

理的均衡の概念を提案した。さらに、均衡の存在を証明し、均衡の計算方法を提示した。このモデルでは、不確実性が增大するとき、大きな主観的不確実性をもつ投資家は市場から退出する。そうした投資家の退出によって、不確実性プレミアムは減少し、リスクプレミアムは増大するので、危険資産のプレミアムがどう変化するかは、明らかではない。そこで、不確実性の増大によって危険資産のプレミアムが増大するための必要十分条件を明らかにした。

この結果により、上述の未解決問題に完全な解答を与えた。

(3) 自己実現的金融危機を分析することを目的に、不確実性下のグローバル・ゲームを導入した。このグローバル・ゲームでは、プレイヤーは maxmin 期待効用に基づいて意思決定を行う。そして、プレイヤーは不完備情報下の戦略的環境において、リスクと不確実性の両方に直面するので、こうした情報構造がプレイヤーの行動にどのような影響を与えるかを分析することができる。

不確実性下のグローバル・ゲームが一意的な均衡を持つための十分条件を導出し、その分析手法を提案した。プレイヤーが maxmin 期待効用をもつ場合、一般に不完備情報ゲームの分析は複雑になる。しかし、不確実性下のグローバル・ゲームの場合は、戦略的補完性のような単調構造が維持されているので、通常のグローバル・ゲームとほぼ同様の手続きで、分析を行うことができる。

比較静学として、相手の戦略に関わらず、定数の利得を与える行動があるケースを考察した。そして、不確実性の大きい状況では、プレイヤーがそうした行動をとる確率が高くなることを証明した。

その応用として、通貨危機と信用危機の二種類の金融危機を分析し、異なるタイプの金融危機において、リスクと不確実性がそれぞれ異なる役割を持ち得ることを示した。すなわち、不確実性の増大によって、信用危機の確率は増加するが、通貨危機の確率は減少することを証明した。一方、リスクの増大は、危機の発生確率と、こうした単調な関係は、必ずしも成り立たないことも明らかにした。

(4) 不確実性下のグローバル・ゲームの経済実験を行い、理論予測と整合的な実験結果を得た。実験で前提としたモデルは、信用危機のモデルである。このモデルでは、債権担保価値が一定以上の場合、不確実性の高い情報に対しては、信用危機の確率が増えるが、リスクの高い情報に対しては、信用危機の確率が減る。理論的な仮説として、均衡における信用危機の確率を数値として計算し、同じ環境をコンピューターを用いた経済実験で

再現し、理論値と実験結果を比較した。その結果、確率の値そのものは、理論と実験に乖離があるもの、情報と信用危機確率の関係については、理論と整合的な結果を得ることができた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① Ui, T., 2011. The Ambiguity Premium vs. the Risk Premium under Limited Market Participation. *Review of Finance* 15, 245-275.
- ② Kajii, A., Ui, T., 2009. Interim Efficient Allocations under Uncertainty. *Journal of Economic Theory* 144, 337-353.

[学会発表] (計 5 件)

- ① Ui, T., Global games and ambiguous information: an experimental study, 6th Pan Pacific Conference on Game Theory, 11/02/28, 東京工業大学.
- ② Ui, T., Ambiguity and risk in global games, CRETA - Marie Curie Conference in Honour of Peter Hammond, 10/03/23, University of Warwick.
- ③ Ui, T., Ambiguity and risk in credit crises, JFFoS, 10/01/24, ENSMA.
- ④ Ui, T., Ambiguity and risk in global games, UECE Lisbon Meetings, 09/11/06, UECE.
- ⑤ Ui, T., The Ambiguity Premium and Risk Premium under Limited Market Participation, 南山横国ファイナンス・ワークショップ, 08/11/30, 南山大学.

[その他]

ホームページ等

<http://www2.igss.ynu.ac.jp/~oui/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

宇井 貴志 (UI TAKASHI)

横浜国立大学・経済学部・教授

研究者番号：60312815