

社会的ジレンマと 時間割引率の観点から見た ユーロの問題



松 井 謙一郎

ユーロ圏にとっては財政再建の課題が依然として重くのしかかっている。ユーロ各国で財政削減の推進に社会的に強い反発が見られる中で、各国が自国の財政削減措置を先送りする傾向が一般的に見られてきた。前稿では、これが囚人のジレンマの状況に類似している点を指摘した上で、囚人のジレンマの繰り返しと時間不整合の問題というゲーム理論の観点に立った分析の問題提起を行った。

本稿ではユーロ圏の危機対応で足並みがなかなか揃わない点について、囚人のジレンマモデルを拡充する形で分析を行う。1番目の拡充は、2人の囚人間のジレンマから多人数間でのジレンマゲームへの拡充である。これは、社会ジレンマ、または共有地の悲劇の名前で知られるゲームだが、これによってプレイヤーの多いユーロ圏により近い状況を見る事が可能となる。

2番目の拡充は、繰り返しゲームで重要な位置づけを占める時間割引率の要素について、行動経済学の知見を考慮する事である。前稿では、短期的な対立が時間経過の中で協調行動に変化していく事を、繰り返しゲームとダイナミックゲームの時間不整合の視点から見た。このように、時間の要素と時間不整合の問題は既に取り上げたが、本稿では繰り返しゲームの重要な要

素である時間割引率にも焦点を当てた。従来の繰り返し型のゲームでは時間割引率自体は一定と仮定する事が普通であった。しかしながら、実際には個人などの主体にとって時間割引率は一定しているとは言い難く、期間に応じて変化するというのが行動経済学の重要な知見であり、実験などによる研究の蓄積が行われている状況である。先行きが不透明なユーロ圏では、このような時間割引率の変動が協調行動への大きな障害要因になっているのではないかというのが本稿での問題意識である。以上述べた事を踏まえながら囚人のジレンマモデルを拡充する事で、より現実に即した分析枠組みを問題提起する事が本稿の目的である。

本稿の構成は、以下の通りである。1.では、囚人のジレンマゲームを多人数に拡張した社会ジレンマのモデルを踏まえた上で、プレイヤーの多いユーロ圏の問題との類似性を考える。2.では、囚人のジレンマの繰り返しゲームでの時間割引率の重要性を踏まえた上で、行動経済学の観点から時間割引率の意味を問い直す。最後の3.で、1.と2.を踏まえた上での今後の分析の課題と方向性をまとめる。

松井謙一郎：拓殖大学 政経学部 教授（政策・メディア博士）

国際金融 1253号 (25. 10. 1)

1

1. 社会的ジレンマへの拡充

(1) 通常の囚人のジレンマモデル

囚人のジレンマモデルの一般形と具体事例は、図表1の通りである。このゲームでは、両者が合理的に行動する限り、共に黙秘する選択肢（協調の選択）の方が良い結果を生むのにもかかわらず、共に自白する選択肢（裏切り）を選ぶというジレンマ状況を表現している。裏切りの選択は個人として合理的に行動した結果であり、相手の行動に対して最適の反応を行っているという事で、ゲーム理論の解であるナッシュ均衡の状態となっている。しかしながら、その結果は全体で見ると最適の結果ではなく、協力によって双方の利益を向上させる余地を残している点でパレート最適でない状態になっている。

このような構図は一般社会でも広くみられるが、ユーロ全体も似たような状況に置かれてい

図表1 囚人のジレンマゲームと財政再建を巡る駆け引き
(囚人のジレンマのモデル)

	黙秘	自白
黙秘	R、R	S、T
自白	T、S	P、P

(利得の関係 $T > R > P > S$ $2R > T + S$)

(具体的な数値例)

	黙秘	自白
黙秘	-1、-1	-5、0
自白	0、-5	-3、-3

(囚人のジレンマの一般化)

	協調	裏切り
協調	R、R	S、T
裏切り	T、S	P、P

(財政再建を巡る駆け引き)

	削減する	削減しない
削減する	R、R	S、T
削減しない	T、S	P、P

(出所) 筆者作成

ると言えよう。すなわちユーロ信用回復のためには、加盟国が足並みを揃えた財政再建推進が不可欠であるにもかかわらず、実際には容易ではない。足並みを揃えた財政再建（協調）は、総体的に見れば加盟国間の軋轢・不公平を無くしてユーロへの信認の安定をもたらす事が期待できる。しかしながら、景気後退期の財政再建追求は当該国にとって社会的な不満を高める事になり、自国では財政再建を回避したい（裏切り）という誘因が常に働く。南欧諸国を中心に、財政再建の目標の先送り・緩和などの対応がしばしば見られてきた。本稿ではユーロのように参加メンバー数が多い状況を考えるために、囚人のジレンマの拡張モデルを以下で取り上げる。

(2) 囚人のジレンマの拡張と社会的ジレンマ・共有地の悲劇

前述は2人の中でのゲームだが、以下では、複数のプレーヤー間のゲームへの拡張についての先行研究を西山（1986）に依拠しながら概観する。

2人のプレーヤーの間での利得を示している図表1を元に、プレーヤーを3人に増やした場合の利得を考える。各プレーヤーが取る選択肢が2通り（協調、裏切り）あって、3人の場合の選択肢の組み合わせは全部で8通り（ $2 \times 2 \times 2 = 8$ ）存在する（本稿では紙面の関係もあって省略する）。この時の利得について整理したものが図表2であり、1人のプレーヤーの利得が、全体の中の協調を選んだ人数によって変動する事が示されている。

全部で6つのレベルの利得であり、図表1に記載されている囚人のジレンマモデルの一般的な条件（ $T > R > P > S$ ）を踏まえると、図表2の中の利得の大小関係は $2T > 2R > 2P > 2S$ となる。より具体的には、1)全員が協調する方（2R）が、全員裏切る（2P）よりも利得が大きい、2)プレーヤーにとっては自分1人だけが裏切っている場合の利得（2T）が最も大きいといった形で、2人のプレーヤーの場合と同様

の特徴が見られる事がわかる。

図表2で示した一般形について、具体的な事例(奪い合いゲーム)を示したのが図表3である。3人のプレーヤーがいて各人が協調か裏切りを選ぶゲームである。1人のプレーヤーがいて協調を選ぶと1の利得が得られる。また裏切りを選ぶと3の利得が得られると同時に、そのプレーヤーを含めて全員が1の罰金(-1の利得)を課せられる。

3人の囚人のジレンマを多人数(N人)に拡充して利得を整理したのが図表4である。N=3の時の数字が図表2の表の数字に他ならない。

以上がN人に拡充した場合の囚人のジレンマモデルについての整理であり、これを共有地の悲劇の事例に置き換えたのが図表5である。ここでは、全員が協調を選んだ時の利得C(N)が基準になっている。この中で1人のプレーヤーが裏切りを選んだ時には、C(N)に加えて裏切った事による余分の利得Gを得られる。し

かしながら、一方で1人のプレーヤーが裏切りを選んだコストが全員にかかってくる。このコストをG+Lとして、それをN人で均等に分担する事になり、この関係を示したのが図表5である。

これを見ると、ある主体の裏切りが他の主体への共同負担としてのしかかってくる事がより明確になる。現在のユーロでも、ある特定国が裏切って協調しない事によって発生するコスト(財政負担や通貨の不安定など諸々のコスト)をユーロ全体で負わなければならない状況となっている。

裏切りによる利得や裏切りによって全体に発生するコストは変動していて一定ではなく、具体的な勘案は今後の課題としたいが、これらの社会的ジレンマにつながるモデルはユーロの抱えるジレンマを非常にわかりやすい形で具体的に示している。

一般化した共有地の悲劇のモデルに具体的な数値を設定して作った事例が図表6である。全員協調した場合の利得が10であるのに対して、全員裏切った場合の利得が5となっている。協調者数が減るにつれて裏切ったプレーヤーの利得自体も減少し、最終的に全員裏切った場合の5まで低下していく事がグラフから見てとれる。

プレーヤーの得る利得の大きさは、C(N)(全員が協調を選んだ時の利得)、N(プレーヤーの人数)、G(裏切った事による余分の利得)、L(裏切りによって追加で発生するコスト)を変える事で様々なシミュレーションが可能である。本稿では1つの例示に留めるが、図表5の簡単なモデルによっても種々の分析が可能である。

図表2 3人の囚人ジレンマゲームの一般的な形

		全員の内、協調を選んだ人数			
		0	1	2	3
1人のプレーヤー	協調	—	2S	S+R	2R
	裏切り	2P	P+T	2T	—

(出所) 西山(1986)より筆者作成

図表3 具体的なゲームの事例(奪い合いゲーム)

		全員の内、協調を選んだ人数			
		0	1	2	3
1人の選択	協調	—	2S	S+R	2R
	裏切り	2P	P+T	2T	—

(出所) 西山(1986)より筆者作成

図表4 N人の囚人ジレンマゲームの一般的な形

1人の選択		n人が協調を選択	
		協調 C(n)	裏切り D(n)
		$(n-1)R + (N-n)S$	$n=1, 2, \dots, N$
		$nT + (N-n-1)P$	$n=0, 1, 2, \dots, N-1$

(出所) 西山(1986)より筆者作成

図表5 共有地の悲劇のモデル

1人の選択		n人が協調を選択	
		協調 C(n)	裏切り D(n)
		$C(N) - (N-n)(G+L)/N$	
		$C(N) + G - (N-n)(G+L)/N$	

(出所) 西山(1986)より筆者作成

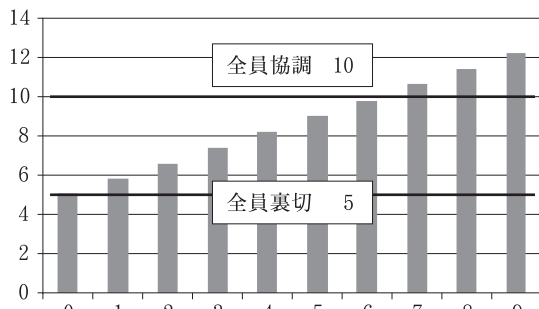
図表6 共有地の悲劇の具体事例

C (N)=10、N=10、G=3、L=5として作成
利得の変化（各左列は協調者数、右列は利得）

利得：C (n)		裏切り：D (n)	
1	2.8	0	5
2	3.6	1	5.8
3	4.4	2	6.6
4	5.2	3	7.4
5	6	4	8.2
6	6.8	5	9
7	7.6	6	9.8
8	8.4	7	10.6
9	9.2	8	11.4
10	10	9	12.2

(出所) 筆者作成

裏切った時の利得（横軸は協調者数、縦軸は利得）



(出所) 筆者作成

2. 繰り返しと時間割引率の問題

(1) ゲームの繰り返しと時間割引率

四人のジレンマゲームの繰り返しについては、多くの研究の積み重ねがなされてきた。ゲームを繰り返す事で、1回毎に取る選択の組み合わせを変える事ができるため、数多くの戦略が考えられる。単純明快な戦略としてはトリガー戦略がある。この戦略では、当初は協調の選択肢を取るが、相手が裏切る選択肢を取って以降は自分も報復として裏切りの選択肢に転じる。

四人のジレンマゲームを繰り返した場合に、協調戦略を取り続けた場合とトリガー戦略を取った場合の比較を行ったのが、図表7である。 d を時間割引率とすると、協調戦略を取った場合

の利得の合計は $3/(1-d)$ 、トリガー戦略の利得合計は $4+d/(1-d)$ と算出される。これを踏まえて、 $3/(1-d) > 4+d/(1-d)$ となるためには、 $d > 1/3$ となる。すなわち、 $d > 1/3$ ならば協調の方が良いという形で、時間割引率が協調するか裏切るかを定める要素となる。

尚、繰り返しの場合でも無限回では協調の選択が可能であるが、有限回ではゲームの終わりが見えているのでそこから逆算（先読み、バックワードインダクションとも表現される）して裏切りが選択されるという事で、結論は異なってくる。

このようにジレンマ状況が長く繰り返される場合には、プレイヤーが対立から協調行動にシフトしていく事が予想できるが、それは時間割引率の大きさに依存している。前述の例からわかるように時間割引率がある程度大きい事が、裏切りの利得を協調の利得が上回る条件となっている。

このような形で、時間割引率の大きさは長期間にわたる繰り返しゲームで協調が成立するための条件として位置付けられてきた。但し、これは時間の経過にかかわらず一定であると仮定されているが、このような仮定は現実的であろうか。

図表7 繰り返しゲームの事例

(元の価格競争のゲーム)

	高価格	低価格
高価格	3、3	0、4
低価格	4、0	1、1

(出所) 西山(1986)より筆者作成

(繰り返しゲームの利得の事例) [d は時間割引率]

	今日	1日後	2日後	3日後	繰返し
協調	3	$3 \times d$	$3 \times d^2$	$3 \times d^3$...
裏切り	4	$1 \times d$	$1 \times d^2$	$1 \times d^3$...

(協調戦略の利得合計)

$$3 + 3 \times d + 3 \times d^2 + \dots = 3/(1-d)$$

(トリガー戦略の利得合計)

$$4 + 1 \times d + 1 \times d^2 + \dots = 4 + d/(1-d)$$

(出所) 天谷(2011)を参考に筆者作成

(2) 行動経済学における時間割引率の問題

前述のように時間割引率を一定とする仮定は伝統的な経済学で一般的なものであった。このような、一定の時間割引率という前提に対して、様々な実証研究を通じて問題を投げかけてきたのが行動経済学である。すなわち時間割引率は一定ではなく、時間を通じて変動するという主張である。伝統的な経済学では時間割引率が時間によって変化しない事を暗黙の前提としている（指数型割引率）のに対して、行動経済学では時間割引率の時間による変化を想定（双曲型割引率）している（図表8）。

一般的に、人間は時間的に近い利得を大きく割引いて捉える傾向があり、時間的に遠い程この傾向は弱まる事が指摘されて、実験などでもこの点は裏付けられてきた。よりわかりやすく言えば、合理的な人間は将来の利得を時間に左右されずに考える事ができるが、実際の人間

はせっかちで近視眼的な思考に左右されやすいという事である。その典型的な事例として、禁煙やダイエットなどを行おうとしても、実際には身近な誘因に左右されて実行する事が困難であるといった事例が、行動経済学の紹介ではしばしば言及される。

図表8で示した事例を使って割引率の合計（1期から10期までの割引率の単純合計）を計算すると、双曲型割引率の方が指数型割引率より数値が少なくなる。すなわち、時間の経過による割引が大きくなり、将来の利得の現在価値が相対的に少なくなるという事である。これによって将来の利得の現在の行動への影響が相対的に少なくなる事が予想される。

前述したように、これまでの繰り返しゲームでは時間割引率の一定を仮定して、将来の利得の現在価値を算出した上で協調した場合と裏切った場合の利得を比較する事が一般的であった。しかしながら、時間割引率一定の仮定の妥当性が行動経済学などの分野で再考されるようになってきている。

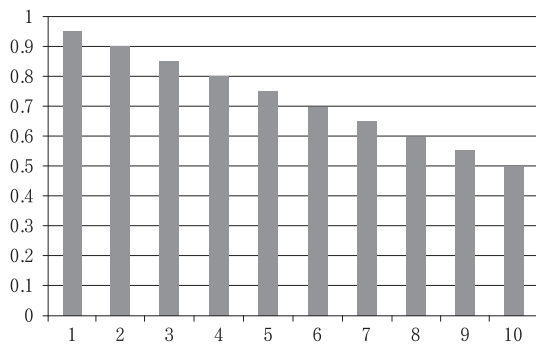
ユーロの事例では、協調による将来の利得が大きく割引かれるために現在の利得が行動に及ぼす影響が大きくなっており、協調行動を取るインセンティブが働きにくくなっているものと筆者は考えている。協調行動（財政削減）の将来の利得効果が見えにくく効果が出るのにも時間がかかる一方で、すぐに端的な効果を期待する場合には協調行動を取らずに裏切る誘因が余計強まる事になる。このように、ユーロの先行きの不透明さ・不確実性が強い状況では、本稿で取り上げたような時間割引率の要因が重要な役割を担う事になるというのが筆者の問題意識である。

(3) 分析の概念の整理

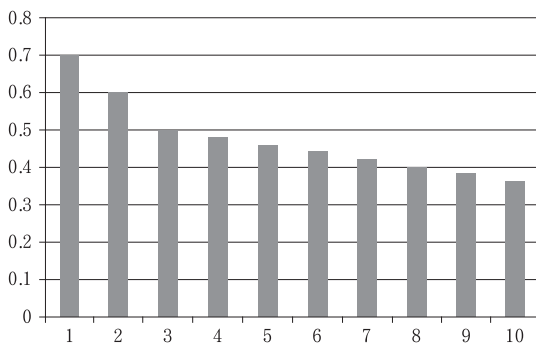
本稿で使用した分析枠組みと重要な概念を整理すると図表9の通りである。

本稿では、ユーロの問題を分析するために囚人のジレンマモデルの拡充を行った。1.は立体

図表8 時間割引率の変化の事例
(指数型割引率)

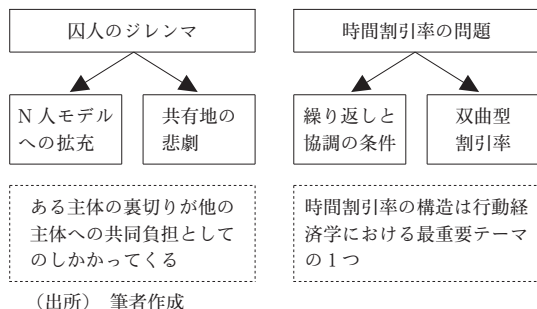


(双曲型割引率)



(出所) 各種資料より筆者作成

図表9 本稿で使用した分析枠組みと重要な概念の整理



的・横断的な視点（プレイヤーの人数）からの拡充、2. では繰り返しを考慮した時間的・通時的な視点での拡充（時間割引率の勘案）という異なる視点からではあるが、より現実的な分析に近付ける事が目的である。

ユーロ圏のこれまでの対応は、優柔不断で迷走してきたかのようにとかく評される事が多い。本稿で見たように、社会的なジレンマや時間割引率の問題など、一般的に見られる問題・現象であり、この意味でもゲーム理論や行動経済学が今後もユーロ問題分析の有用な枠組みとして期待できる。

3. 今後の課題と分析の方向性

ユーロを巡る情勢はまだまだ不透明感が強いが、その大きな要因は加盟国（プレイヤー）が多い事にある。すなわち、ある特定国（1人のプレイヤー）の消極的な行動（裏切り）のコストがユーロ全体に及ぶという事である。囚人（2人）のジレンマから社会ジレンマとしてプレイヤー数を増やした状況の分析を前稿での具体的な課題として位置付けていた。本稿の意義はこのような状況を把握するための具体的な枠組みを提示した点にある。

ゲーム理論の本質は、協調と対立の要素の分析にある。協調と対立の要素を含んだ様々なゲーム（囚人のジレンマ以外に、コーディネーションゲーム・チキンゲームが有名なものである）に、時間・情報・不確実の要素を勘案していく事がゲーム理論の分析体系とも言える。社会的

ジレンマへの枠組みの拡張と同時に、時間的な要素や時間割引率の重要性を改めて問題提起した事に本稿のもう1つの意義があると考えている。

本稿の中では行動経済学における時間割引率に係る知見を紹介したが、それ以外の分野でも研究蓄積が行われてきている。例えば、不確実の問題については、価値関数と確率加重関数という形で、既存の期待効用とは違った視点からの分析枠組みや研究蓄積が行われている。そもそも「利得」自体が非常に相対的な概念であり、ユーロの場合には損得勘定が国民感情や風潮的な部分に左右されている面も多いと考えられる。このような点からも行動経済学の分野の研究は、今後のユーロ圏の問題を考える上でも重要な材料を提供している。

このような問題意識の下に、筆者としてもゲーム理論の分野だけでなく、行動経済学の知見についても目下探求を行っている最中である。本稿の試みが、複雑で不透明感の強いユーロ情勢についてのより現実的な分析の一助になればと考えている。

参考文献

- ・天谷研一『ゲーム理論入門』、日本能率協会マネジメントセンター、2011年5月
- ・小川一仁・川越 敏司・佐々木俊一郎『実験ミクロ経済学』、東洋経済新報社、2012年9月
- ・川西諭『よくわかる行動経済学 「不合理行動」とのつきあい方』、秀和システム、2010年12月
- ・——『ゲーム理論の思考法』、中経出版、2013年2月
- ・西山賢一『勝つためのゲームの理論 適応戦略とは何か』、講談社ブルーバックス、1986年7月
- ・松井謙一郎「ゲーム理論の視点から見たユーロの問題——繰り返しゲームと時間不整合の観点から——」、一般財団法人外国為替貿易研究会『国際金融』、2013年9月