

「いじわる」は協力の源泉になりえるのか？#

西條 辰義*
山田 典一**
大和 毅彦**

2002年1月

* 大阪大学 社会経済研究所

** 東京工業大学大学院 社会理工学研究科 価値システム専攻

論文作成にあたり，第17回京都賞記念ワークショップ基礎科学部門シンポジウム「進化とゲーム」の参加者およびJ. M. Smith 教授からの有益なコメントに謝意を表したい。

要約

経済学では、「経済活動は、時および場所に関わらず、利己的な主体から成るモデルから導かれる帰結で近似的に説明できる」という「普遍原理」を暗黙に仮定してきた。他方、ヒュームなどは、人間は本来他人との比較で自己の満足度を考えるものであると主張する。人々は他人の幸福を減ずるために「いじわる」をするであろう。もしいじわるがあるなら、純粋に自己の利得のみに関心のある人々からなる社会での帰結よりさらに悪い帰結が産まれるのではないのだろうか？ しかし、西條 = 大和 = 横谷 = ケイソン(1999)は公共財供給実験で、「いじわるが協力の源泉になる」ことを発見している。公共財への投資に参加するかしないかを決定できる実験で、参加者が不参加者の利得を大幅に下げようないじわるの行動をとったため、参加率が上昇していったのである。この現象は利己的な主体のモデルでは説明できず、普遍原理の妥当性に大きな疑問を投げかけているといえよう。

1. はじめに

経済学では、「経済活動は、時および場所に関わらず、各個人が何らかの制約条件の下で自己の利得のみを最大化するモデルから導かれる帰結で近似的に説明できる」と暗黙のうちに仮定してきた。この仮定を「普遍原理」と呼ぶことにしよう。これに対して、ディビッド・ヒュームは『人性論(1739)』の中で、「他人の不幸は我々に自己の幸福の（事実）以上に生氣ある概念を与えるし、他人の幸福は我々の不幸と同様な概念を与える、従って前者は歡喜を産むし、後者は不快を産む」と述べている。他人との比較で自己の満足度を考えることが人間本来の特性であるとヒュームは主張する。もしそうならば、人々は他人の幸福を減ずるために「いじわる（スパイト行動, spiteful behavior）」をすると考えるのが自然であろう。しかし、いじわるをする人々がいる社会では、純粹に自己の利得のみに関心のある人々からなる社会での帰結より、さらに悪い帰結が産まれるのではないか？

ところが、これとは逆に、西條 = 大和 = 横谷 = ケイソン(1999)は公共財供給の経済実験で、「いじわるが協力の源泉になる」ことを発見している。これは、利己的な主体のみからなるモデルでは説明できない重要な経済現象であり、普遍原理の妥当性に関して大きな疑問を投げかけている。以下では、彼らの実験を紹介しよう。次節では、まず実験で検証する公共財供給の理論について概説する。

2. 公共財供給におけるただ乗り問題

経済学では、どの主体も同時に消費できるような財は「公共財」と呼ばれる（テレビ・ラジオ番組，国防，警察，地球温暖化を引き起こす二酸化炭素などの温室効果ガスなど）。

¹ 1964年にサミュエルソンが指摘したように、公共財が存在する経済においては、社会的に望ましい財の配分を達成することは困難である。ところが、1977年にグロブズ = レッジャーは、社会的に望ましい財の配分を達成する仕組・メカニズムをデザインすることに成功した。それ以降、様々な性能のよいメカニズムが提唱されてきた。少なくとも理論的には長年未解決だった公共財供給の問題が解けたと考えられてきたのである。

しかしながら、これまで提案されてきた一連のメカニズムでは、暗黙のうちに社会を構成するすべての人々がメカニズムに参加することが強要されていた。公共財

¹ 公共財の定義に関して、詳しくは石井 = 西條 = 塩沢(1995)、西條 = 大和(2000)などを見よ。

供給において「ただ乗り」するとは、メカニズムに参加せず、参加した人々の生産した公共財から便益を享受することと考えるのが自然であろう。

この不参加によるただ乗りの問題は、国際公共財の供給に関する国際条約において特に重要である。例えば、地球温暖化を引き起こす二酸化炭素などの「温室効果ガス」という国際公共財を削減する目的で作成されたメカニズムとして「京都議定書」がある。残念ながら、世界最大の温室効果ガス排出国である米国は議定書を批准するつもりがない。批准（参加）しなければ議定書に従う必要がなく、他の批准（参加）国による「温室効果ガスの削減」にただ乗りできるため、たとえ議定書が発効したとしても米国の参加なしに大きな効力はない。

西條 = 大和 (1997, 1999) は、メカニズムへの参加・不参加を自由に選択できる状況を考え、社会の構成員全員が自発的に参加するインセンティブを常に持つようなメカニズムを作ることは不可能であることを証明した。この不可能性定理ゆえに、我々は公共財を効率的に供給する制度を設計することを諦めなければならないのであろうか。この問いかけに対する解答の一つの手がかりを与えてくれるのが、西條 = 大和 = 横谷 = ケイソン (1999) の経済実験である。

3. 参加ゲーム実験

二人の被験者が一つのペアになる。各被験者は 24 単位の私的財を保有し、この中から公共財の生産のためにいくら投資するかを自発的に決めるとする。二人が投資した私的財の量の合計がそのまま公共財の水準となる線形の生産関数を仮定する。また、各被験者は私的財と公共財に関して同じ利得関数を持っている。²

各被験者には、自分の投資数と相手の投資数に応じて自分の利得がどう決まるかを示す利得表を配布した。私的財の初期保有量が 24 単位であるから、ゼロ単位の投資数も考慮に入れると、利得表は 25 行 25 列となる。各被験者に同じ利得表を配布し、また、相手も同じ利得表を持っていることを教えた。

< 図 1 参加ゲーム実験のゲーム・ツリー はこの辺り >

² 被験者 i の私的財の消費量を x_i 、公共財への投資量を s_i 、公共財の生産量を y とした時、被験者 i の利得関数は $u(x_i, y) = 500 + (x_i^{0.47} y^{0.53})^{4.45} / 50 = 500 + ((24 - s_i)^{0.47} (s_1 + s_2 + 4)^{0.53})^{4.45} / 50$ であると想定した。

図 1 は被験者がプレイする 2 段階ゲームを表している。まず第 1 段階で、各被験者は利得表を見て、投資に参加するか、参加しないかを同時に選ぶ。第 2 段階では、各被験者は相手が投資に参加するか否かを知らされた上で、「参加」を選んだ被験者は、利得表を見て 0 から 24 の間で投資数を決定する。第 1 段階で「不参加」を選んだ被験者は、第 2 段階で投資をしない。例えば、二人とも参加した場合には、二人が投資数を同時に選ぶ。一人だけ参加した場合には、参加を選んだ被験者だけが投資数を選ぶ。二人とも不参加を選んだ時には、ゲームはそこで終わりである。

ここで、「第 1 段階で不参加を選ぶこと」と「第 1 段階で参加を選び、第 2 段階で投資数をゼロにすること」は異なる。いま被験者 1 が参加したとする。もし被験者 2 が不参加ならば投資数は必ずゼロであり、このことを被験者 1 は投資数を決める際に知っている。一方、被験者 2 が参加を選んだ場合には、被験者 1 は、被験者 2 の投資数がいくつになるかを知ることなく、自分の投資数を決めなければならない。たとえ、被験者 2 が結果的に全く投資をしなかったとしても、これをあらかじめ知ることはできない。

表 1 は、各被験者に配った利得表の一部を示している。もし二人とも参加するならば、どこに落ち着くであろうか。相手の投資数が 8 の時、自分の利得を最大にする投資数は 8 である。相手も同じことが成り立つ。よって、「二人の投資数が 8 である」のがナッシュ均衡となり、両者の利得は 7345 となる。次に、相手が参加しない時には、相手の投資数がゼロなので、自分の利得を最大にする投資数 11 を選ぶ。このとき、自分の利得は 2658、相手の利得は 8278 である。二人とも参加しなければ、互いに 706 の利得になる。

< 表 1 実験で使用した利得表の一部 はこの辺り >

以上のことを参加・不参加という戦略で表現した利得表にまとめたのが、表 2 の上の表である。このゲームで、相手が参加した時、自分が参加すれば 7345、不参加ならば 8278 の利得を得るので、不参加の方がよい。逆に、相手が参加しない時には、自分が参加すれば 2658、不参加ならば 706 の利得を得るので、参加する方がよい。よって、純粋戦略均衡は二つあり、「一人だけ参加すること」というものである。また、「各人がそれぞれ 68% の確率で参加する」というのが、このゲームの混合戦略均衡になることも容易に確か

めることができる。実は、この混合戦略のみが進化的に安定な戦略（ESS）なのである。

このゲームは有名な「タカハトゲーム」である。従来の研究では、公共財供給の問題は「囚人のジレンマゲーム」として表現できるとされてきた。しかし、公共財を供給するためのメカニズムに参加するか否かを自発的に決定できる場合には、むしろタカハトゲームで表現した方が適切であるといえよう。

<表2 参加・不参加による利得表 はこの辺り>

実験では、20人の被験者が集められ、2人のペアが10組作られた。各被験者はこのペアとなる相手と上記の参加ゲームを行う。実験は15回繰り返され、対戦ペアは各回ごとに変わる。被験者は毎回違う相手と対戦しているのはわかっているが、実際に誰と対戦しているかはわからない。また、被験者間のコミュニケーションは一切禁止した。

進化的に安定な戦略による理論予測が正しいならば、被験者全体の参加率は、68%前後になるはずである。ところが、筑波大学で行われた実験結果は、この予測とは大きく異なっていた。図2に示すように、1回目では40%であった参加率は回が進むにつれて上昇していき、最後の方では85%から95%にもなった。表2の上側のゲームでは、「二人とも参加する」のは均衡ではない。ここで二人とも参加することを「協力」と呼ぶならば、理論予測に反して、協力が創発したのである。

<図2 日米の参加率 はこの辺り>

なぜ協力が創発したのであろうか。相手が参加しない時、自分の利得を最大にする投資数は「11」である。だが、実際の実験では、投資数は11ではなく「7」が最も多く観察された。この理由は、投資の意思決定をする際に、被験者は自分の利得だけでなく、相手の利得も気にしていたからであった。「相手が不参加の時、自分の利得を最大にする投資数は11であることは知っていた。しかし、そうすると相手の利得は8278なのに対して、自分の利得はわずか2658である。そこで、投資数を11から7にして、相手の利得を8278から4018へと大きく下げた。その時自

分の利得は 2658 から 2210 に少し下がるだけである。」かなりの数の被験者が、このような理由を記録用紙の「投資数の決定要因」の欄に記入していたのである。

不参加を選んだ被験者は、相手が参加し、8278 という大きなただ乗りによる利得を得ることを当初期待していた。しかし、参加した相手は、自分の利得を犠牲にしても、不参加者の利得が大幅に減少する投資数を選ぶという「スパイト(spite)行動」をとるため、この甘い夢は実現しない。各回、対戦相手は異なるものの、不参加を選択しても利益にならないという情報が間接的に伝達され、最後には多くの被験者が参加するようになった。いわば、スパイト行動が協力の源泉になったのである。

表 2 の下側の表は、1 回目から 5 回目までの間で被験者が実験で実際に得た利得の平均値を表している。この表では、相手が参加した時、参加すれば 6494、不参加ならば 5315 を得るので、参加した方がよい。相手が不参加の時も、参加すれば 2349、不参加ならば 706 を得るので、参加した方がよい。つまり、相手が参加するか否かに関係なく、参加した方がよく、両者とも「参加する」のが支配戦略となっている。スパイト行動を通じて、両者とも参加するのは均衡ではないゲームが、二人とも参加するのが支配戦略となるゲームへと変容した (transmute) と言えるであろう。

ケイソン = 西條 = 大和(1999)は、同じ実験を南カルフォルニア大学 (USC) の学生を被験者として行った。USC の実験結果は、日本の実験結果とは異なり、ほぼ理論予測通りとなった。図 2 が示すように、参加率は 68% 前後で推移している。USC の被験者の大半は、相手が参加しない時、自己の利得を最大にする投資数である「11」を選び、スパイト行動をとらなかったのである。

4. おわりに

投資への参加率が米国より日本で高い理由は、スパイト行動をとる被験者の割合が米国より日本で高いことによる。より一般的に、スパイト行動の割合と参加率の間に正の相関関係がことを、コンピューター・シミュレーションにて確認している。さらには、遺伝的アルゴリズムを用いたシミュレーションで、スパイト行動が生き残れるかどうかについても検討中である。³

³ 巖佐 = 中丸 = レビン (1998) は、大腸菌を出すバクテリアのスパイト的行動について吟味している。

参考文献

- 石井安憲 西條辰義 塩沢修平 (1995), 『入門・ミクロ経済学』有斐閣 .
- 西條辰義 大和毅彦 (2000), 「公共財供給」, 『ゲーム理論で解く』(中山幹夫 武藤滋夫 船木由喜彦 編), 第2章, 有斐閣 .
- T. N. Cason, T. Saijo and T. Yamato (1999), "Voluntary Participation and Spite in Public Goods Provision Experiments: An International Comparison," mimeo.
- Y. Iwasa, M. Nakamaru, and S. A. Levin (1998), "Allelopathy of Bacteria in a Lattice Population: Competition between Colicin-Sensitive and Colicin-Producing Strains," *Evolutionary Ecology* 12, 785-802.
- T. Saijo and T. Yamato (1997), "Fundamental Difficulties in the Provision of Public Goods: 'A Solution to the Free-Rider Problem' Twenty Years After," mimeo.
- T. Saijo and T. Yamato (1999), "A Voluntary Participation Game with a Non-Excludable Public Good," *Journal of Economic Theory*, 84, 227-242.
- T. Saijo, T. Yamato, K. Yokotani and T. N. Cason (1999), "Voluntary Participation Game Experiments with a Non-Excludable Public Good: Is Spitefulness a Source of Cooperation? " mimeo.
- 西條 = 大和 (1997) , 西條 = 大和 = 横谷 = ケイソン (1999) , およびケイソン = 西條 = 大和 (1999) の論文は <http://www.iser.osaka-u.ac.jp/~saijo/index.html> から入手できる .

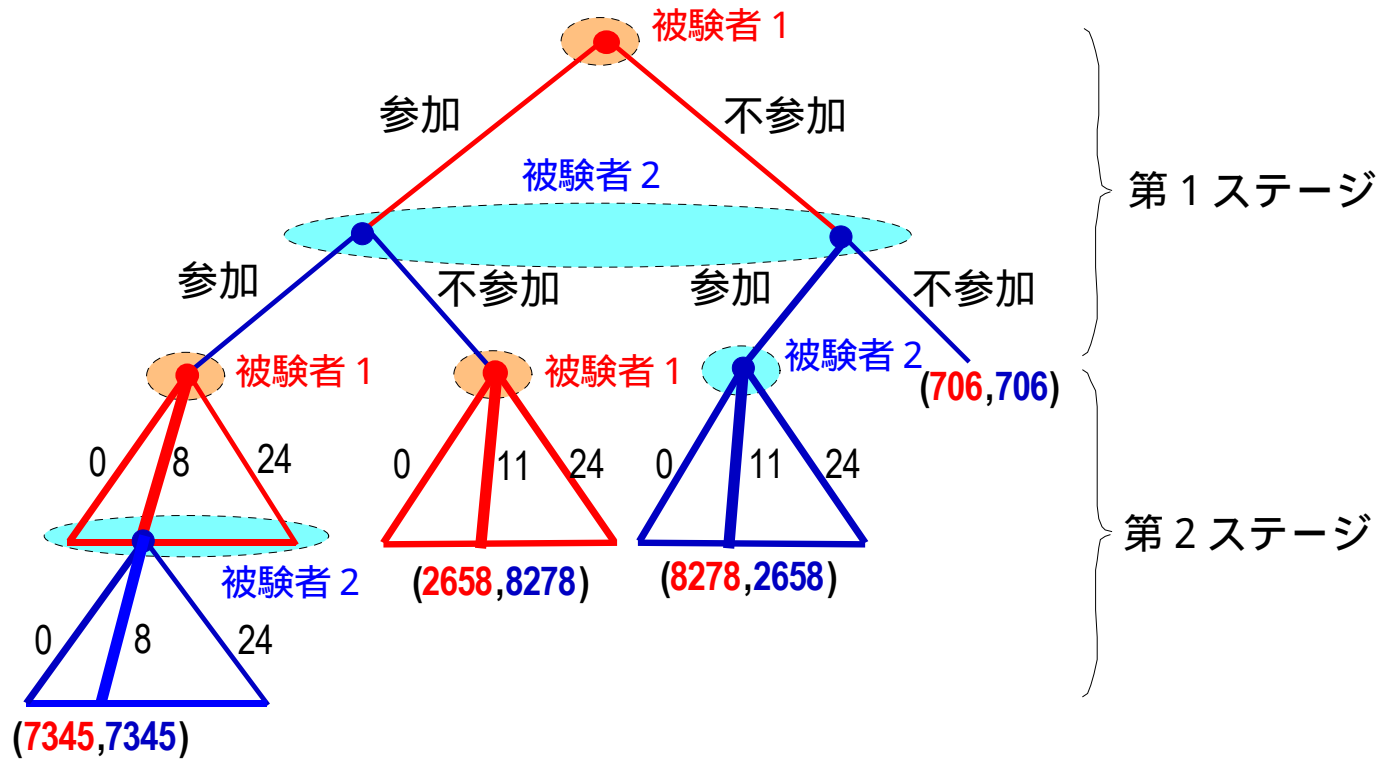


図 1 参加ゲーム実験のゲーム・ツリー

あなたの投資数

対戦相手の投資数

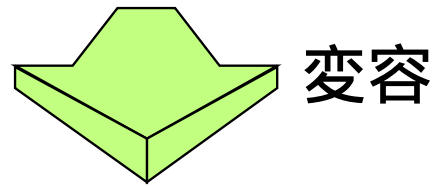
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	706	871	1072	1297	1536	1775	2003	2210	2386	2523	2615	2658	2648
1	905	1127	1379	1647	1919	2183	2427	2641	2816	2944	3019	3039	3001
2	1186	1465	1764	2072	2374	2658	2913	3129	3297	3411	3465	3456	3385
3	1554	1888	2232	2575	2902	3202	3463	3675	3831	3925	3952	3911	3801
4	2017	2401	2787	3160	3508	3817	4078	4281	4420	4488	4483	4403	4250
5	2578	3010	3432	3831	4193	4507	4762	4950	5064	5101	5057	4934	4733
6	3244	3718	4171	4590	4960	5272	5515	5681	5766	5765	5677	5504	5249
7	4018	4529	5008	5440	5812	6115	6339	6478	6526	6481	6343	6114	5800
8	4904	5447	5944	6383	6751	7038	7237	7340	7345	7250	7056	6765	6385
9	5907	6475	6984	7422	7779	8043	8209	8271	8225	8073	7816	7458	7007
10	7031	7616	8130	8561	8897	9132	9257	9270	9168	8951	8624	8193	7664
11	8278	8873	9384	9800	10109	10306	10384	10339	10173	9886	9482	8970	8359
12	9653	10250	10750	11142	11416	11567	11589	11480	11242	10877	10390	9791	9090

(実験で使った表にはグレイの部分はない)

表1 実験で使った利得表の一部

		被験者 2	
		参加	不参加
被験者 1	参加	7345 / 7345	2658 / 8278
	不参加	8278 / 2658	706 / 706

理論予測



変容

		被験者 2	
		参加	不参加
被験者 1	参加	6494 / 6494	2349 / 5315
	不参加	5315 / 2349	706 / 706

5回目までの利得データの平均値

表2 参加・不参加による利得表

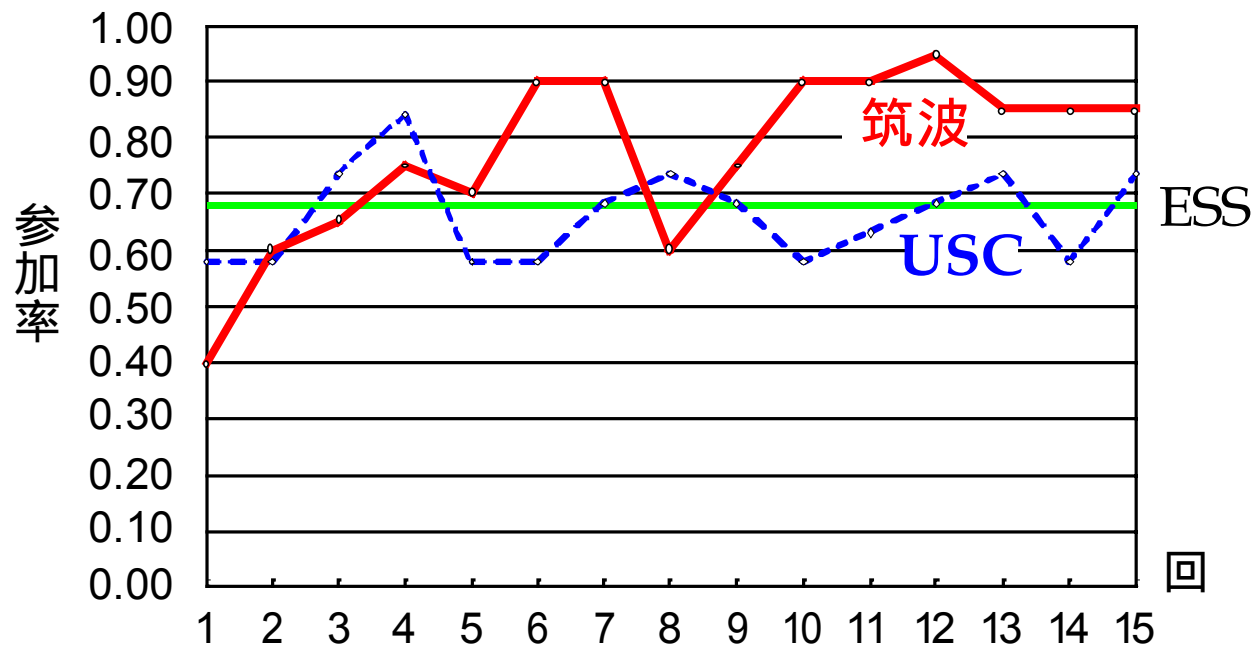


図2 日米の参加率