

Title	協力の創発
Sub Title	Emergence of cooperation
Author	Cason, Timothy N. 西條, 辰義 大和, 毅彦 横谷, 好
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	1998
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.91, No.1 (1998. 4) ,p.97- 103
JaLC DOI	10.14991/001.19980401-0097
Abstract	
Notes	小特集：社会規範と進化についてのコンファレンス
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19980401-0097

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

協力の創発*

ティモシー・ケイソン

西 條 辰 義

大 和 毅 彦

横 谷 好

1. 序

本稿においては、西條・大和・横谷・Cason (1997) および Cason・西條・大和 (1977) 論文の一部の紹介を試みる。⁽¹⁾

経済学においては、経済主体は自己の満足度や利得を最大にすると仮定する。通常この満足度は経済主体が消費する財や受け取る利得のみによって決まり、他の経済主体が消費する財や利得に影響を受けない、とみなす。西條・中村 (1995) は、筑波大学の学生を被験者とする公共財供給実験において次のような事実を発見した。自己の利得を犠牲にしてまでも自分以外の被験者の利得が大幅に下がるような戦略をとる被験者の行動が実験全体を支配し、自己の利得のみを最大にする行動から得られる結果とは異なった結果を得た。この戦略を彼らはスパイト (spite) 戦略と名付け、被験者の多くは、「自己の利得のみを最大にする戦略」とスパイト戦略のどちらをとればよいのか心が揺れ動いていると考え、この現象をスパイト・ジレンマと呼んだ。

外部性の顕著な例である公共財の供給実験では、欧米においても理論と大幅に異なる結果が観察されている。ところが、欧米ではスパイト戦略をとるような被験者はあまり観察されていない。公共財供給実験では、理論から乖離する結果が得られているのに、さらに日本人はスパイト戦略をとるため、理論からますます離れた実験結果になる可能性がある。

* 本研究は全国銀行学術研究振興財団、電気通信普及財団、TCER 研究プロジェクトおよび科研費 08453001の助成を受けている。記して感謝したい。

(1) 実験経済学入門に関する文献として、西條 (1997a, 1997b, 1997c) を参照されたい。

日本人がスパイトフルかどうかを調べるためには、同じ実験を複数の国で実施し、それらを比較すればよい。日本人がスパイトフルかどうかを調べる目的でなされた実験ではないが、結果的にそれを検証した実験が、西條・大和・横谷・Cason (1997) 論文およびCason・西條・大和 (1977) 論文である。

2. 理論的背景

経済学のテキストには、公共財を含む経済において市場は失敗するとかかれている。つまり、公共財経済においては、パレート効率な配分を達成するのは容易ではない。ところが、グロブズ・レッチャードは、1977年のエコノメトリカの論文において制度ないしはメカニズムをうまく設計するとパレート効率な配分が達成できることを示した。この論文以降、様々な性能のよいメカニズムが提案され、少なくとも理論的には公共財供給の問題は解決された、というのが理論家たちの見解である。しかしながら、グロブズ・レッチャードのメカニズムを含めて、ほとんどすべてのメカニズム・デザインにおいて、経済主体は必ずメカニズムに参加すると暗黙のうちに仮定されていたのである。公共財供給においてフリー・ライドするというのは、公共財供給の仕組みに参加せず、公共財の便益のみ享受する、と考えるのが自然といえる。ここで、メカニズムへの参加・不参加を自由に選べるとしたらどうなるのだろうか。西條・大和 (1997) は、メカニズムへの参加の自発性も考慮に入れると、社会の成員の全員が参加するようなメカニズムのデザインは不可能である、という不可能性定理を証明したのである。

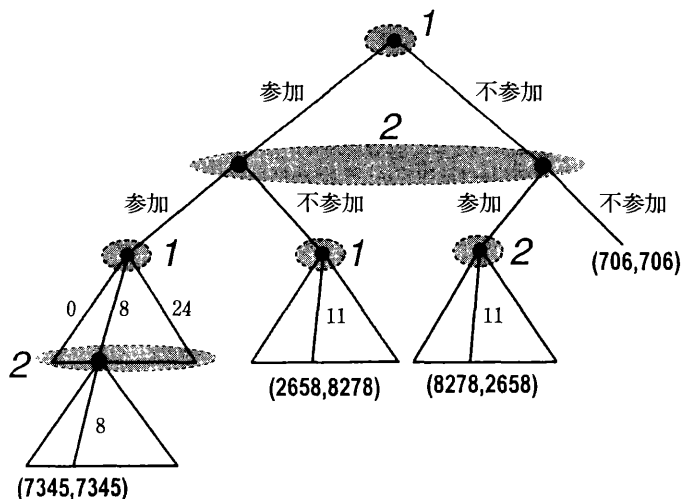
3. 西條・大和・横谷・ケイソン実験

この不可能性定理の実験室での検証を試みたのが西條らの論文である。まず、西條・大和・横谷・ケイソン実験 (1997) を概観しよう。彼らは2人の被験者による公共財供給実験を実施した。各々の被験者は24単位の私的財を保有し、この中からいくらかの私的財を公共財の生産のために拠出する(このようにして公共財を供給する方法は自発的支払メカニズムと呼ばれている)。2人が出した私的財を元に公共財を生産するのである。ここでは、2人が出した私的財の合計がそのまま公共財の水準になるという線形の生産関数を想定する。2人は私的財と公共財に関しコブ・ダグラス型の効用関数を持つとし、2人の効用関数は同じでしかも相手の効用関数を知っていると仮定する。

2人ともこのメカニズムに参加することを前提にした場合にはまず理論どおりの結果が得られたが、メカニズムへの参加の自由を認めた場合には被験者は理論予測とは異なった戦略を取った。以下のゲーム・ツリーを見ながら参加の自由を認めた実験を概観しよう。まず第1段階で、メカニズムに参加するかどうかの意思決定を2人が同時にする。第2段階では、第1段階での相手の意思

決定を知った上で、公共財生産のために私的財をいくら出すのかを決める。第1段階で不参加という戦略を選べば、第2段階で私的財を出さない。ここで、第1段階で不参加を表明することと第1段階で参加を表明し第2段階で出さないことは同じではないことに注意しよう。相手が第1段階で参加をしなければ相手の出す私的財は必ずゼロである。一方、相手が第1段階で参加を表明すれば、相手がどの程度私的財を出すのかをよく考えて自己の私的財支払量を決めることになる。だから、たとえ相手が第2段階で結果的に全く私的財を出さなくとも、これをあらかじめ知ることはできない。

図表1 参加ゲームのゲーム・ツリー



被験者にはあるコブ・ダグラス型の効用関数に基づいた利得表が配布されている。公共財生産のために支払う私的財の量のことを実験においては投資数と呼んでいる。自己の投資数と相手の投資数に応じて自己の利得が決まる。私的財の初期保有量が24単位なので、ゼロ単位の投資数も考慮に入れて、 25×25 の利得表が必要となる。図表2は、この利得表の一部を示している。両者が参加する場合を考えよう。相手の投資数が8のときに自己の利得を最大にする投資数は8であり、このことは相手も同じである。よって両者の投資数が8と予測するのが自然で、お互い7345単位の利得を得る。このことがツリーの図にも書かれている。つまり、両者が参加する場合のナッシュ均衡戦略はお互いに8である。相手が参加しない場合には、相手の投資数がゼロだから、自己の利得を最大にする投資数11を選ぶと考えてよい。このとき、自己の利得は2658、相手の利得は8278になる。両者とも参加しなければ互いに706の利得になる。

以上のことを参加・不参加という戦略で表現した利得表で眺めると図表3のようになる。このゲームにおける純粋戦略均衡は2つある。相手が参加しないときに参加する、という戦略である。このゲームは鷹鳩ゲームと呼ばれている。従来、公共財供給の問題は囚人のジレンマゲームで表現できるとされていたが、メカニズムの参加の自発性を認めると、タカハトゲームで表現される、と考

図表 2 利得表

あなたの投資数

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	706	871	1072	1297	1536	1775	2003	2210	2386	2523	2615	2658	2648	2585	2470
1	905	1127	1379	1647	1919	2183	2427	2641	2816	2944	3019	3039	3001	2905	2755
2	1186	1465	1764	2072	2374	2658	2913	3129	3297	3411	3465	3456	3385	3252	3061
3	1554	1888	2232	2575	2902	3202	3463	3675	3831	3925	3952	3911	3801	3626	3391
4	2017	2401	2787	3160	3508	3817	4078	4281	4420	4488	4483	4403	4250	4028	3743
5	2578	3010	3432	3831	4193	4507	4762	4950	5064	5101	5057	4934	4733	4459	4119
6	3244	3718	4171	4590	4960	5272	5515	5681	5766	5765	5677	5504	5249	4918	4519
7	4018	4529	5008	5440	5812	6115	6339	6478	6526	6481	6243	6114	5800	5406	4944
8	4904	5447	5944	6383	6751	7038	7237	7340	7348	7250	7056	6765	6385	5924	5393
9	5907	6475	6984	7422	7779	8043	8209	8271	8225	8073	7816	7458	7007	6472	5867
10	7031	7616	8130	8561	8897	9132	9257	9270	9168	8951	8624	8193	7664	7051	6367
11	8278	8873	9384	9800	10109	10306	10384	10339	10173	9886	9482	8970	8359	7661	6892
12	9653	10250	10750	11142	11416	11567	11589	11480	11242	10877	10390	9791	9090	8302	7444
13	11158	11749	12229	12589	12820	12916	12875	12694	12376	11925	11349	10656	9860	8976	8022
14	12796	13372	13824	14144	14323	14356	14243	13982	13576	13033	12358	11565	10667	9681	8627

(実験で使用した表にはサークルで囲った部分はない)

図表 3 参加・不参加による利得表

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

(対角線: 参加 vs 不参加 = 2658, 不参加 vs 参加 = 2658)

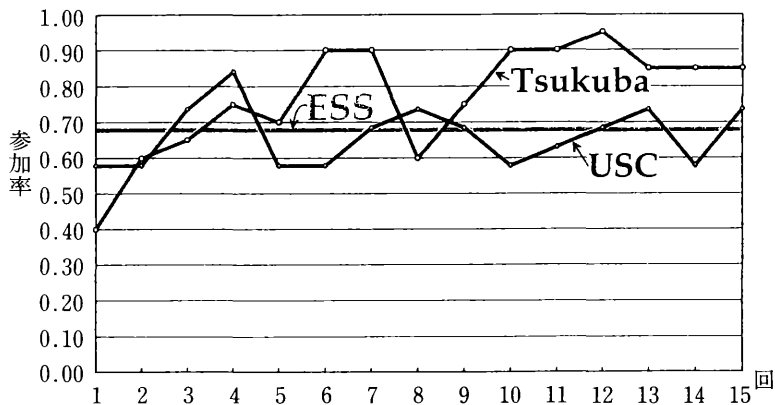
える方べきである。なお、このゲームには混合戦略均衡があり、互いに68%の確率で参加する、というものである。さらには、この混合戦略均衡のみが進化的に安定な均衡になる。

実際に実施した実験では、20人の被験者を集め、2人のペアを10組作った。この10組が上述の実験に参加した。まず、対戦相手を変えながら練習を4回する。この後、本番用の利得表を配布し、これをもとに本番の実験を15回繰り返す。同じ被験者と二度以上対戦しないように各回対戦相手を変えていく。被験者は毎回対戦相手が変わっているのはわかるが、どの相手と対戦しているのかはわからないようにデザインされている。

もし進化的に安定な均衡による予測が正しいとするなら、被験者全体の参加率は、68%前後になるはずである。この実験では、図表 4 に示すように当初40%の参加率だったのが後半になると85

%から95%の間になった。鷹鳩ゲームでは、両者ともに参加するのは均衡ではない。両者とも参加することをここでは「協力」と呼ぶとするなら、進化的に安定的な均衡の予測に反し、協力が発生（創発）したとあってよい。

図表4 日米の参加率



なぜ協力が創発したのだろうか。自己の利得を最大にする被験者なら相手が参加しないのなら投資数11を選ぶはずである。ところが、実験データを眺めてみると投資数の最頻値は11ではなく7であった。西條らの実験では各回の意思決定にあたりなぜそうしたのかを書いて貰っている。これをみると、次のような理由付けをしている被験者がかなりいた（20人中11人）。相手が参加しない場合、自己の利得を最大にする投資数は11であることはわかっているのだが、そうすると相手は8278を得る。ここで投資数を11から7にすると、自己の利得は2658から2210に少し減少はするが、それと同時に相手の利得は8278から4018と大幅に減少してしまう。つまり、「出る杭は打たれる」とあってよい。

第1段階で参加しなかった被験者は、相手が参加するなら、8278という「巨額」なフリー・ライディングによる便益を夢見る。しかし、参加した相手がスパイト行動をとるために簡単には夢が実現されない。各回、相手が変わっていくものの、間接的にこの情報が伝達され、最後には協力が生まれる。スパイト行動が協力の源泉になったとあってよい。

ケイソン・西條・大和（1997）は南カルフォルニア大学（USC）の学生を被験者として同じ実験をした。図表4が示すように参加率は68%前後で推移し、ほぼ進化的に安定的な均衡に落ち着いた。USCの被験者の大半は、相手が参加しない場合、スパイト戦略をとらずに自己の利得を最大にする投資数である11を選んだのである。

4. 結 語

日米でまったく異なった結果に直面しているが、この結果をもとにどのようにして新たな理論モ

デルを構築すればよいのだろうか。以下ではあり得るいくつかの研究計画を概観したい。

「人間社会の経済的側面は、時と場所にかかわらず個々の主体が何らかの制約条件のもとで自己の利得のみを最大化することの帰結として、近似的に説明可能である」こと放棄するならば、様々なアプローチが考えられる。たとえば、被験者1の効用関数は、 $u_1(x_1, x_2) = v(x_1) + av(x_2)$ などとし、 $a < 0$ ならば、スパイト行動を示す効用関数とする。マクロ経済学における消費関数の議論ではこの種の手法が見られる。なお、上記の効用関数はエッジワースによって導入されたものである。ただ、このアプローチでは、なぜ $a < 0$ となる効用関数を被験者1が持つに至ったのかが説明できない。この説明まで踏み込んで理論を構築しようとしているのが近年の行動ゲーム理論 (Behavioral Game Theory) という流れである。普遍原理とは異なって、実験データをきちんと説明する理論構築のため、経済学以外の心理学、社会学などの分析手法も取り入れようとしている。Rabin (1993) および Camerer (1997) などを参照されたい。

動物の行動を記述することから始まった進化的ゲームの理論や「間違い」をモデル化した McKelvey and Palfrey (1996) の統計的均衡理論などまだまだ様々なアプローチがある。

共通して言い得ることは、ほとんど観察というものを無視して発展してきたゲーム理論が、少なくとも実験室で観察されたデータをきちんと説明できるように進展していこうとしている事実である。

(南カリフォルニア大学経済学部准教授)
(大阪大学社会経済研究所教授)
(東京都立大学経済学部助教授)
(住宅金融公庫総合調査室研究員)

参 考 文 献

- Cason, T. N., T. Saijo, and T. Yamato, "Voluntary Participation and Spite in Public Good Provision Experiments: An International Comparison," mimeo., July, 1997.
- Camerer, C. F. (1997), "Progress in Behavioral Game Theory," *Journal of Economic Perspectives*, 11, 167-188.
- Edgeworth, F. Y. (1881), *Mathematical Psychics*, Reprinted by Augustus M. Kelley Publishers, New York, 1967.
- Groves, T., and J. Ledyard (1977), "Optimal Allocation of Public Goods: A Solution to the 'Free Rider' Problem," *Econometrica*, 45, 783-811.
- McKelvey, R. D., and T. R. Palfrey (1996), "A Statistical Theory of Equilibrium in Games," *Japanese Economic Review*, 47(2), pages 186-209.
- Rabin, M. (1993), "Incorporating Fairness into Game Theory and Economics," *American Economic Review*, 83, 1281-302.
- 西條辰義 (1997a), 「第10講 均衡価格実験」佐和隆光監修, 週刊ダイヤモンド編集部編『日本経済入門——みるみる身につくゼミナール——』ダイヤモンド社。

- 西條辰義 (1997b), 「第11講「実験経済学」への招待」 佐和隆光監修, 週刊ダイヤモンド編集部編『日本経済入門—みるみる身につくセミナー—』ダイヤモンド社。
- 西條辰義 (1997c), 「「実験」が示す経済学における普遍原理の限界」『経済セミナー』1997年11月号, 42-47。
- Saijo, T. and H. Nakamura (1995), “The ‘Spite’ Dilemma in Voluntary Contribution Mechanism Experiments,” *Journal of Conflict Resolution* 39 (3): 535-560.
- 西條辰義・中村英樹 (1992), 「自発的寄付メカニズム実験におけるスパイト・ディレンマ」『三田学会雑誌』第85巻第3号, pp. 80-99.
- Saijo, T., and T. Yamato, “Fundamental Difficulties in the Provision of Public Goods: ‘A Solution to the Free-Rider Problem’ Twenty Years After,” ISER Discussion Paper # 445, Osaka University, June, 1997.
- Saijo, T., T. Yamato, and K. Yokotani, and T. N. Cason, “Emergence of Cooperation,” ISER Discussion Paper # 441, Osaka University, June, 1997.