

『カタストロフ』を仕掛ける Set a "Catastrophe" for Cooperation

後藤 晶^{*1*2}
Akira GOTO

^{*1} 山梨英和大学
Yamanashi Eiwa College

^{*2} 明治大学
Meiji University

A disaster, like a big earthquake, can be regarded as a kind of "Catastrophe". In this study, we concentrated on the catastrophe, which is predicted, but not known when to happen. The aim of this study is to find the cooperative behavior when the catastrophe occurs using the "Catastrophe Game" modified from Public Goods Game. As a result, we could not observe the effect of advance notice of a catastrophe. On the other hand, we found all victims' cooperative behavior after catastrophe in Total Catastrophe Game in which occurred to all players. Similarly, we did victims' and non-victims' cooperative behavior after catastrophe in Partial Catastrophe Game in which to a part of the players. In short, advance notices might not have enough effects and only outbreaks of catastrophe had some effects. Furthermore, from another point of view, it was pointed out that catastrophes work as a "Shikake" for promoting cooperation behavior.

1. はじめに

2011年3月11日、我が国は東日本大震災という未曾有の大災害に襲われた。東日本大震災により多くの人命が失われ、生き残った人々は避難所暮らしを強いられるなど困窮を極めることとなった。このような災害は一種の『カタストロフ』として捉えることができる。カタストロフ理論の観点からは、カタストロフは「外部環境をスムーズに変動させるシステムに対する突然の(非連続的な)変動」と定義される[Thom 75, Vladimir 91]。したがって、カタストロフとはある外生的な変動にすぎない。

従来行われてきたカタストロフリスクに関する研究は非常に大きな規模で発生する低確率の事象に着目した研究が中心となっていたが、もう一つの重要な側面は変動の発生時期のあいまい性にある。この変動の『発生』および『予告』は協力行動の促進にどのような影響を与えるのであろうか。

本研究ではカタストロフを繰り返し公共財ゲームに組み込んだ「カタストロフゲーム」について、はじめに実験研究をもとにカタストロフ発生時の協力行動の変化について報告する。その上でカタストロフを実験空間に組み込まれた仕掛けとして捉え、協力行動を促進する『仕掛け』という観点から考察を加える。

2. 問題

カタストロフは突然の変動であるために予測されていたとしても時期についてあいまい性を有しているために2つの論点を有する。1つはカタストロフの発生以前、すなわち『予測』が人間の行動に対して与える影響である。人間は日常生活の中で、常にカタストロフ的な変動が生じ得る可能性があることは既知のはずである。しかし、いくら予測されていたとしても、人間はカタストロフの発生確率を低く見積り、カタストロフの発生はありえないかのように振る舞っている。また、もう1つの論点はカタストロフの発生以降、すなわちカタストロフの『発生』が与える影響である。予測段階とは異なり、人間行動に対して変動を及ぼす可能性がある。例えば、災害発生時に相互的な協力行動が発生するユートピア期ないしはハネムーン期はその代表例である[Raphael 86, Solnit 09]。

連絡先: 後藤 晶, 山梨英和大学, 400-8555 山梨県甲府市横根町 888, goaki@me.com

2.1 ゲームの概要

損失が生じるカタストロフによる協力行動の変化を検討するために、公共財ゲーム(Normal Public Goods game, 以下 NPG)を変形した、今まで保有・獲得してきた金額が一定の規模に従って変動する「カタストロフゲーム」を考案した。

本節においては今回実施した公共財ゲームおよびカタストロフゲームについて説明する。

(1) 公共財ゲーム

公共財ゲームとは以下の3点を兼ね備えた社会的ジレンマ状況を示したものである。①プレイヤーが協力・非協力を選択できる可能な状況である。②プレイヤーにとって非協力の選択により獲得できる利益は、協力の選択により得られる利益よりも常に大きい。③全員が非協力を選択した結果、それぞれのプレイヤーが得る利益は全員が協力を選択した結果によって得られる利益より小さい。公共財ゲームは協力行動や社会的厚生に関する分析の枠組みとして用いられおり、その他特定状況下における経済行動や政治行動、政策的意思決定の分析にも用いられてきた[Ledyard 95, Chaudhri 08]。

今回の実験にあたりコントロール群として設定した NPG は以下の通りである。1 グループのプレイヤーを4人として、初期保有額を500円、係数を2とした。従って、各プレイヤーの貢献額の合計を2倍してそれをプレイヤー4人に均等に配分するように設定した。10回繰り返し条件であり、実験参加者には10回繰り返されるのが事前に告知されている。また、前の回に獲得した金額を次の回に繰り越す公共財ゲームとして実施した。なお、プレイヤーの組み合わせはゲーム開始時にランダムに割り振られた後、グループメンバーの匿名性を保った上で残りの9回を同じプレイヤー同士で行うパートナー条件で実施した。

(2) カタストロフゲーム

実験群であるカタストロフゲームとして、グループに所属するプレイヤー全員の保有額が変動する全体カタストロフゲーム(Total Catastrophe Game, 以下 TCG)および、グループに所属するプレイヤーの一部の保有額が変動する部分カタストロフゲーム(Partial Catastrophe Game, 以下 PCG)の2種類を実施した。TCG および PCG は NPG と基本条件は変わらない。ただし、10

回繰り返すうちの 6 回目に TCG についてはプレイヤー全員の保有額が 0.7 倍に、PCG についてはプレイヤー 2 人の保有額が 0.7 倍になる「カタストロフ」が生じるようにゲームを構築した。

実験参加者には TCG および PCG 開始時に発生回が分からないようにするため、10 回のうちのいずれかの回において全員もしくは 4 人のうち 2 人に保有額が 0.7 倍になる損失が確実に発生する旨を画面上において『予告』した上でゲームを実施した。また、PCG では発生直後にカタストロフが発生していないプレイヤーにも他のプレイヤーにカタストロフが発生したことを画面上で報告した。なお、TCG および PCG はゲーム開始時にカタストロフの確実な発生を予告しても、小テストのパラドックスを有し、発生時期を明確にしていないことにより発生回を予測することは困難である。

(3) パニッシュメントとの比較

先行研究との比較として、本研究と同様の公共財ゲーム実験の枠組みで実施されている『パニッシュメント』との関係について言及する[Fehr 00]。パニッシュメントは協力行動の促進に対して有用な効果を持っていることは既に明らかとなっている。同時にパニッシュメント制度が機能している状況下においては貢献度が大きくなる一方で、パニッシュメント制度が機能していない状況下においては貢献度が下がることが指摘されている。ここでは『①人為性』、『②帰責的な要因』、『③予見可能性』という 3 点からカタストロフとの差異を整理することとする。

パニッシュメントは他のプレイヤーの意図によって発生させられたものであることより、①人為的である。また、人為的であるために、パニッシュメントされたプレイヤー自身が何らかのパニッシュメントされるに値する原因、すなわち②帰責的な要因がある可能性が高い。また、自身の行動が原因となりパニッシュメントが行われる可能性があるため、発生に関する「③予見可能性」を有している。

一方でカタストロフは①非人為的な事象である。他プレイヤーの意図が関わるものではない。現実的な場面では人為的な側面がある場合もあるが今回の実験条件においてはプレイヤーの人為性は存在していない。従って、②帰責的な要因も存在していない。また、発生回は事前情報として実験参加者に与えなかったが、発生が確実である旨を伝えていたために発生に関する③予見可能性は十分に有していた。なお、今回は事前に損失の大きさを伝えていたために規模に対する知識も実験参加者は有していた。

2.2 仮説

カタストロフは協力行動を変容させる可能性がある一方で、その影響は発生以前および以降で大きく異なる可能性がある。本研究ではカタストロフの予告の影響およびカタストロフの発生の影響について検証を試みる。予告は影響を与えない可能性がある一方で、カタストロフの発生により協力行動が促進されると考えられる。したがって、以下 2 つの仮説について検討する。

- H_1 : カタストロフの『予告』によって協力行動は促進されない。
- H_2 : 予告されたカタストロフの『発生』によって協力行動が促進される。

ただし、 H_1 については帰無仮説を検証することは困難であるため、カタストロフの影響を認めるモデルが選ばれないという観点から検討する。

3. 方法

3.1 実験対象者

実験は 2012 年 12 月および 2014 年 1 月に都内にある A 大学にて実験を行った。実験参加者は 39 名であり、そのうち 4 グループになれなかった 36 名分のデータを分析対象とした。また、参加報酬として 500 円分の図書カードを渡した。

3.2 手続き

初めに実験の内容について印刷されたマニュアルを配布すると同時にパソコンの画面に提示しながら実験参加者に説明を行った。そしてセッション 1 として NPG を実施した。そしてセッション 2 およびセッション 3 として実験群となる TCG および PCG の 2 種類の実験を行った。また、セッション毎に保有額はリセットされており、ゲーム毎にプレイヤーの組み合わせは変えられていた。そして TCG と PCG を実施する順番を入れかえ、全体としてカウンターバランスを取った。

3.3 分析手法

分析手法として一般線形混合モデルの分散分析モデルを用いた。その上で、 H_1 および H_2 について貢献度を応答変数とし、説明変数の固定効果として①ゲーム間(条件間)の差を認めないヌルモデルおよび②ゲーム間(条件間)の差を認めたモデルの 2 つを設定した。 H_1 については固定効果としてコントロール群である NPG および TCG、PCG の 3 群を、また、 H_2 については NPG、TCG および PCG カタストロフ発生群(以下 PCGC 群)と PCG カタストロフ非発生群(PCGnonC 群)の 4 群を投入した。

その上で AIC(Akaike's Information Criterion)の値が小さいものを最終モデルとして選んだ。なお、いずれのモデルにおいてもランダム効果としてグループによる誤差および個人による誤差、そして繰り返しの期とグループおよび個人の交互作用による誤差を設定した。

4. 結果

本章においてはゲーム実験の結果について報告する。はじめに図 2 にはゲーム実験の結果について時系列グラフを示す。

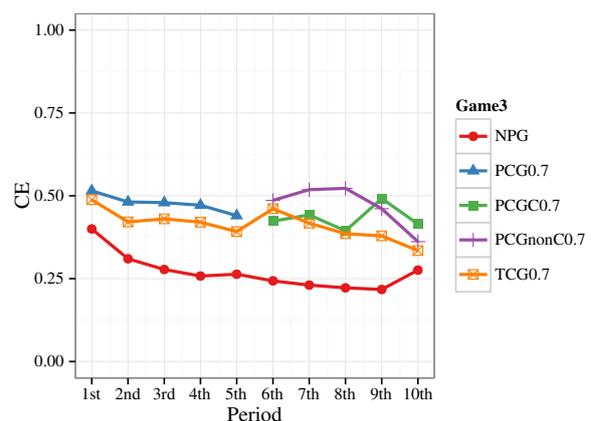


図 1. 結果の時系列グラフ

続いて、以下には発生期以前および以降についての分析結果を示す。

4.1 発生期以前

はじめに、発生期以前について検討する。発生期以前である 1 期目から 5 期目におけるランダム効果を考慮した調整済み平均貢献度の比較を図 3 に示す。併せて、分析結果を表 1 に示す。

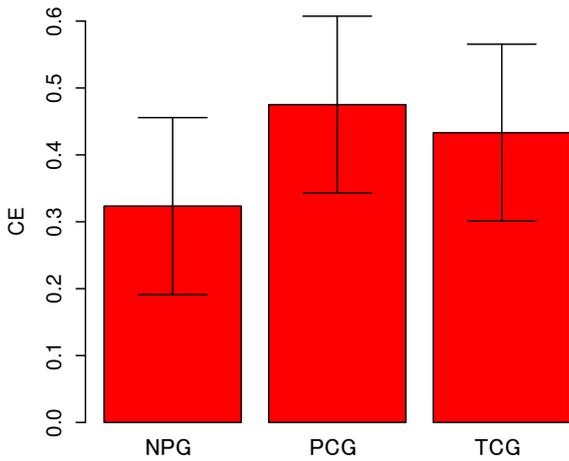


図 2. 発生期以前における調整済み平均貢献度の比較

表 1. 発生期以前における分析結果¹

Fixed Effects	Before Null Model			Before Mixed Effects Model		
	Estimate	df	t-value	Estimate	df	t-value
b_{00} (Intercept)	0.416	43.03	8.439***	0.323	29.01	5.00***
	[0.312, 0.488]			[0.212, 0.401]		
b_{10} (PCG)				0.152	15.08	1.95
				[-0.100, 0.229]		
b_{20} (TCG)				0.110	15.08	1.41
				[-0.051, 0.180]		
Random Effects						
g(Group)	0.0255			0.0214		
Period:Group	0.0017			0.0017		
id	0.0519			0.0536		
Period:id	0.0003			0.0003		
Residuals	0.0327			0.0284		
AIC	-150.79			-147.31		
Observation:480 Group:24 id:36						

AIC にしたがって、ゲーム間の差を認めないヌルモデル (Before Null Model) と差を認めたモデル (Before Mixed Effects Model) を比較したところ、ゲーム間の差を認めないヌルモデルが選ばれた。したがって、仮説 1 についてはカストロフの「予告」によって協力的行動が促進するということは積極的に支持できないという結果になった。

4.2 発生期以降

続いて、発生期以降について検討する。発生期以降である 6 期目から 10 期目におけるランダム効果を考慮した調整済み平均貢献度の比較を図 4 に示す。併せて、分析結果を表 2 に示す。

発生期以前と同様に AIC にしたがって、ゲーム間の差を認めないヌルモデル (After Null Model) とゲーム間の差を認めたモ

デル (After Mixed Effects Model) を比較したところ、ゲーム間の差を認めたモデルが選ばれた。また、選ばれたこのモデルについて評価をすると、コントロール群である NPG に比べて、① TCG における貢献度が向上していること、② PCGC 群における貢献度が向上していること、③ PCGnonC 群における貢献度が向上していることが明らかとなった。

したがって、仮説 2 について予告されたカストロフの『発生』によって協力的行動が促進するという結果が示された。

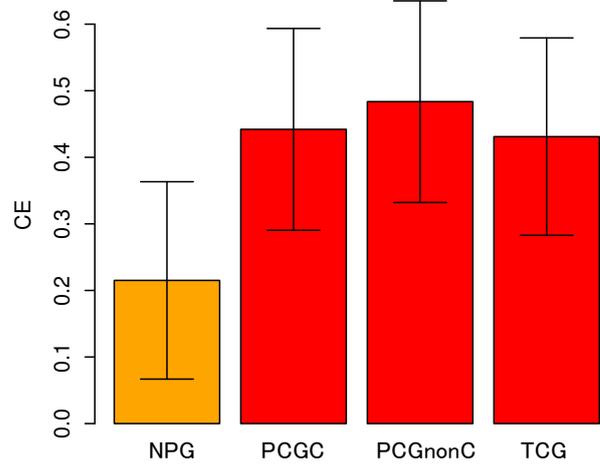


図 3. 発生期以降における調整済み平均貢献度の比較

表 2. 発生期以降における分析結果²

Fixed Effects	After Null Model			After Mixed Effects Model		
	Estimate	df	t-value	Estimate	df	t-value
b_{00} (Intercept)	0.360	33.71	6.546***	0.215	22.46	3.01**
	[0.247, 0.472]			[0.122, 0.373]		
b_{10} (PCGC)				0.227	13.82	2.49*
				[0.036, 0.341]		
b_{20} (PCGnonC)				0.268	13.66	2.96*
				[0.071, 0.373]		
b_{30} (TCG)				0.216	12.79	2.42*
				[0.002, 0.301]		
Random Effects						
Group	0.0919			0.0822		
Period:Group	0.0010			0.0002		
id	0.0777			0.0561		
Period:id	0.0002			0.0011		
Residuals	0.0307			0.0306		
AIC	-114.87			-117.01		
Observation:480 Group:24 id:36						

5. 考察

本研究の結果より H_1 についてはカストロフの『予告』は協力的行動の促進に影響を与えるとは認められなかった。また、 H_2

¹ *:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001. ただし、表中 Intercept はコントロール群である NPG の貢献度を示しており、df は自由度である。また、[]内には MCMC シミュレーションによる 95%信頼区間を示している。

² *:p<.05, **:p<.01, ***:p<.001. ただし、表中 Intercept はコントロール群である NPG の貢献度を示しており、df は自由度である。また、[]内には MCMC シミュレーションによる 95%信頼区間を示している。

については②予告されたカストロフが『発生』したプレイヤーの協力行動が促進されることが明らかとなった。また、予告されたカストロフが『発生しなかった』プレイヤーについても協力行動が促進されるという結果が示された。

本研究の意義は以下 3 点にある。第 1 に、外生的なショックであるカストロフの発生により協力行動が促進することを明らかにしたことにある。これは災害が発生した状況を公共財ゲームの枠組みの中で再現したことになり、ユートピア期ないしはハネムーン期の存在をゲーム実験の中で実証したことになる。そして第 2 に、条件付き協力概念を拡張させる可能性を示したことにある[Fischbacher 01, Chaundhri 06]。そして、第 3 として損失の発生する変動である「カストロフ」が協力行動を促進する仕組みとして機能する可能性があることを示唆したことにある。本章においては実験結果からのインプリケーションおよび内発的動機づけを促進する『仕掛け』としてのカストロフの機能について検討する。

5.1 実験結果

実験結果から得られるインプリケーションは以下の 2 つである。第 1 に、非人為的な損失の発生は協力行動を促進させることが明らかとなったが、本研究はパニッシュメントによる協力行動の促進[Fehr and Gächter 2000]をより限定された条件で再現することができたとも言える。パニッシュメントは人為的であると同時に帰責的な要因をプレイヤー自身が有している。一方、カストロフはどちらも有さず予見可能性のみを有している。しかし、予見可能性を有するにも関わらず、カストロフが予告されている段階では協力行動に変化は認められず、実際のカストロフの発生により協力行動の促進が認められた。従って、協力行動の促進要因としての損失には人為性や帰責性、そして予見可能性は不必要であり自然的ないしは非人為的な損失が発生するだけで十分な可能性がある。

第 2 に、本研究の結果は『条件付き協力』概念の拡張に繋がる可能性がある[Fischbacher 01, Chaundhri 06]。条件付き協力とは端的に言えば、他者が協力しているから自分も協力する、すなわち他者の協力を前提とした協力であった。しかし、本研究の結果からは「自分および他者に『損失』が発生しているからこそ自分も協力する」ことが示唆された。そして同時に、PCG の結果からは「自身に損失が発生していなくても、他者に『損失』が発生しているから自分も協力する」ことが示唆された。この点については今後の研究により理論的な精緻化していく必要があると考えられる。

また、実験に関する今後の課題について述べる。本研究から導かれる今後の課題として、以下 2 点をあげる。①カストロフの「規模」はどのような影響を与えるのであろうか。本研究では言及していなかったが、発生する損失の規模によって協力行動が変化する可能性がある。すなわち、発生する損失の大きさに応じて協力行動の様相が変化する可能性がある。この点については今後の課題である。同時に、②発生期以前における協力行動を促進する情報についても検討する必要がある。本研究では「発生する期間」、「発生の確実性」、「発生する損失の規模」という 3 点の情報を伝えたが、いずれの情報も発生期以前における協力行動の促進に対して有用な効果をもたらさなかった。したがって、情報の伝え方および追加的な情報という 2 つの観点から発生期以前における協力行動を促進する方法について検討する必要がある。

5.2 「仕掛け」としてのカストロフ

カストロフはゲーム中のプレイヤーの意図しない変動であるが、見方を変えれば本研究の枠組みにおいては繰り返し公共財ゲームに組み込まれた仕掛けとして捉えることができる。仕掛けとは①具現化したトリガであり、②特定の行動を引き起こすものであり、③引き起こされた行動が課題を解決するものであるとされている[Matsumura 13]。この観点から言えばカストロフはプレイヤーの意図しない損失を外生的に生じさせるものであり、協力行動の促進メカニズムの一種として機能する仕掛けであることが示唆される。

また、動機付けという観点から検討すれば、カストロフはプレイヤーの行動に関わらず生じるものであるために外発的動機付けとは異なるものであると考えられる。パニッシュメントやリワードはプレイヤーの行動に対する外的な評価であるインセンティブとして与えられるものであり、外発的動機付けを果たすものである。しかしながらカストロフはプレイヤーの行動とは関連性がないために、カストロフによる協力行動の促進はパニッシュメントとは異なった内発的な動機付けによる協力行動を促進するメカニズムとして機能していると考えられる。

カストロフは協力行動を促進する。この概念は幅広い応用が可能なるものであり、今後はカストロフについて理論的考察および実験的分析を含めて多角的な視野からその機能及び仕掛けとしてのカストロフの可能性についても検討する必要があるであろう。

謝辞

本研究には明治大学大学院における大学院生研究調査プログラムによる助成を受けて実施した研究の成果が含まれる。

参考文献

- [Chaundhri 08] Chaundhri, A.: *Experiments in Economics: Playing Fair with money*, Routledge, (2008)
- [Chaundhri 06] Chaundhri, A. and T. Paichayontvijit: Conditional cooperation and voluntary contributions to a public good, *Economics Bulletin*, 3(8), pp. 1-14, 2006.
- [Fehr 00] Fehr, E., Gächter, S.: Cooperation and punishment in public goods experiments, *The American Economic Review*, 90(4), pp.980-984, (2000)
- [Fischbacher 01] Fischbacher, U., Gächter, S. and Fehr, E.: Are people conditionally cooperative?: Evidence from a public goods experiment, *Economics Letters*, 71, pp.397-404, 2000.
- [Ledyard 95] Ledyard, J. O.: Public goods: A survey of experimental research, *The Handbook of Experimental Economics*, pp.111-194, Princeton University Press (1995)
- [Matsumura 13] Matsumura, N.: A Shikake as an embodied trigger for Behavior Change, *AAAI Press Technical Report*, SS-13-06, pp.62-67 (2013)
- [Raphael 86] Raphael, B.: *When Disaster Strikes: How individuals and Communities Cope With Catastrophe*, Basic Books (1986)
- [Solnit 09] Solnit, R.: *A Paradise Built in Hell: The Extraordinary Communities That Arise in Disaster*, Penguin Books (2009)
- [Thom 75] Thom, R.: *Structural Stability and Morphogenesis*, Benjamin (1975)
- [Vladimir 91] Vladimir, I. A.: *Catastrophe Theory, Third, Revised and Expanded Edition*, Springer-Verlag (1991)