

# 繰り返しボランティア・ジレンマ・ゲームの実験的検討

社会学部 大島尚

キーワード：社会的ジレンマ、ボランティア・ジレンマ、協力行動、  
繰り返しジレンマ・ゲーム、混合戦略ナッシュ均衡

## 1. 背景

ボランティア・ジレンマ (volunteer's dilemma) とは、N 人で行うゲームにおいて、少なくとも 1 人が協力行動を取れば、全員が利益を得ることができるが、誰も協力しない場合には全員が不利益を被るというものである。協力行動にはコストが伴うので、プレイヤーは自らコストを払って協力行動を取るのか、他のプレイヤーが協力行動を取ることを期待して協力行動を取らないかの選択を求められることになる。誰かが協力行動を取ることが期待できれば、協力行動を取らないことが合理的であるが、全員が同じことを期待すれば全員にとって不合理な結果となる。これは、公共財ジレンマの一種とみなされ、他者の協力行動に乗じるフリーライドが問題となるが、利益を得るためにはボランティアが 1 人いればよく、それ以上の人数が必要とされないという点に特色がある。環境問題など多くの社会的問題の解決に当たって、1 人のボランティアのみが必要とされるという事態は少ないであろうが、たとえばボランティア組織の設立にはリーダーが必要とされるなど、個人レベルで見れば「他者がどうであろうと、自分はコストを払ってでも社会のために貢献する」という姿勢を持つことの意義は大きいと考えられる (大島, 2011)。

Diekmann (1985) は、このゲームを以下のように定式化した。すなわち、N 人でゲームを行う状況で、各プレイヤーは協力 (cooperation) か非協力 (defection) のどちらかを選択する。もしも 1 人でも協力を選択すれば、非協力を選択したプレイヤーの利得は  $U$  となり、協力を選択したプレイヤーの利得はコスト  $K$  を差し引いた  $U - K$  となる。ところが、もしも全員が非協力を選択すると、全員の利得が  $0$  になってしまう。個々のプレイヤーにとっては、このゲームには合理的な解がなく、協力を選択するか非協力を選択するかがジレンマとなる。

このゲームでは、協力を選択する確率  $p$  に関して、以下のように対称混合戦略ナッシュ均衡が存在する (Diekmann, 1985)。プレイヤー  $i$  が協力を選択する確率を  $p_i$  とすると、非協力を選択する確率は  $q_i = 1 - p_i$  で、このときプレイヤー  $i$  の利得の期待値は

$$E_i = q_i U + \prod_{j \neq i} q_j (U - K) \quad \text{ただし } i \neq j$$

となる。 $E_i$  を  $q_i$  で微分した値を  $0$  とおいて、最大の利得を得られる対称解を求めると、  
 $q_0 = (K/U)^{1/(N-1)} \dots$  【式 1】

となり、その利得は $U - K$ となる。そして、対称解 $q$ のもとでは少なくとも1人の協力者が出現する確率は

$$P = 1 - q^N = 1 - (K/U)^{N/(N-1)} \dots \quad \text{【式 2】}$$

となる。

これらの式から、協力を選択する確率はコスト $K$ が大きいほど小さく、利得 $U$ が大きいほど大きくなり、また $K/U$ が一定であれば $N$ が大きくなるほど小さくなることが示されている。さらに、少なくとも1人の協力者が出現する可能性についても、 $P$ の $N$ に対する微分値が負となることから、 $N$ が大きくなるほど小さくなることが示されている (Franzen, 1999)。これらの予測は、38 人もの人々が事件を目の当たりにしながら、誰も警察に通報しなかったとされるキティ・ジェノヴィーズ事件や、「責任分散」による傍観者効果 (Darley & Latane, 1968) を想起させるものであるが、個人の選択の可能性が一定であれば人数が増えることによりボランティア出現の可能性が高くなるので、全体としてのボランティア出現の可能性が低くなるほどに個人の選択の可能性が低くなるという予測については検証の余地がある (大島, 2011)。

Franzen (1995) は、人数について2人、3人、5人、7人、9人、21人、51人、101人の8条件を設け、コストを50点、利得を100点とするボランティア・ジレンマの実験を行い、協力的行動を取るメンバーの割合を調べた。その結果、人数が多いほど協力的行動の割合が減少する傾向は見られたものの、理論的に予測される均衡解よりも割合が大きく、全体としてのボランティア出現の可能性は人数が多いほど高くなり、100%に近づくことが示された。また、Murnighan, Kim, & Metzger (1993) は、協力的行動 (ボランティア) と非協力的行動の利得、および人数を体系的に変化させて、場面想定法による実験を行った。「協力的行動の利得/非協力的行動の利得」を、 $2/4$ 、 $2/20$ 、 $2/200$ 、 $1,000/2,000$ 、 $1,000/10,000$ 、 $1,000/100,000$  の6条件、人数については2人、5人、10人、25人、100人の5条件を設定した。結果は、協力的行動の利得が大きい方がボランティアの割合が大きく、協力的行動の利得に対する非協力的行動の利得の割合が大きいほどボランティアの割合が小さくなることが示された。また、人数が多いほどボランティアの割合が減少することが示されたが、その割合は理論的に予測される割合よりも高くなっている。

Franzen (1995) と Murnighan, Kim, & Metzger (1993) の研究では、実際にボランティア・ジレンマ・ゲームを実施したわけではなく、各参加者に利得と人数の条件を与えて1回限りの選択を求めるものであった。このような方法は、さまざまな条件の設定が柔軟に行えることや、多くの実験参加者を確保できるという面で利点があるものの、実際に複数の参加者が同時にゲームを行っているわけではないため、他者の選択や自身の得た利得などのフィードバックが行えず、繰り返しゲームを実施することが困難であり、参加者の実感も乏しいという問題がある。そこで、本研究ではPCネットワークを利用して実験参加者に実際にボランティア・ジレンマ・ゲームを行ってもらい、人数の違いによる協力的行動の選択率やボランティアの出現率の違いを調べるとともに、試行の繰り返しによる行動の変化を調べることを目的とする。これまで、繰り返し $N$ 人ボランティア・ジレンマ・ゲームを実際に実施した研究例はほとんど報告されていないことから、探索的な実験研究として位

置くこともできると考えている。実験では、z-Tree ソフトウェア (Fischbacher, 2007) を用いてプログラムを作成し実行した。

## 2. 実験

### (1) 方法

東洋大学の学生で、「社会心理学実験演習」を受講する 3、4 年生計 144 名が参加した。実験は、ゲームを行うグループの人数について、4 人、5 人、8 人、9 人、10 人の 5 条件が設定され、参加者ごとに 4 人または 5 人の少人数条件と、8 人、9 人または 10 人の大人数条件の 2 つの条件がランダムに割り当てられた。少人数条件と大人数条件の実施順序は極力カウンターバランスされたが、完全に半数ずつでバランスが取れているわけではない。また、4 名の参加者については大人数条件のみしか実施できず、少人数条件の参加者は 140 名であった。

実験は PC 教室で行われ、1 回に 28 名～40 名の参加者が同時に実施し、全部で 4 回実施された。全員が PC に向かってゲームを行うが、自分が教室内の誰と同じグループで行っているのかはわからないようになっていた。PC の画面には、ゲームのルールを示す教示が各試行の初めに表示された。たとえば、4 人条件の教示は以下の通りである。

あなたを含めて 4 人がゲームに参加しています。  
 赤が 0 人 青が 4 人 => 青に 0 点  
 赤が 1 人 青が 3 人 => 赤に 4 点 青に 8 点  
 赤が 2 人 青が 2 人 => 赤に 4 点 青に 8 点  
 赤が 3 人 青が 1 人 => 赤に 4 点 青に 8 点  
 赤が 4 人 青が 0 人 => 赤に 4 点  
 あなたの選択 (赤 = 1, 青 = 2)

人数条件ごとに人数についての表示が異なるが、ボランティア・ジレンマの一般ルールに従い、「非協力（青の選択）の得点 8 点に対して協力（赤の選択）には 4 点のコストが伴うが、全員が非協力的場合には全員が 0 点になる」という教示になっている。実験参加者は、試行ごとにキーボードから 1 か 2 を入力し、「OK」のボタンをクリックすることで協力が非協力の選択を行った。グループの全員が入力を終わると、グループ内で赤と青を選択した人の人数、自分の選択、その回の自分の得点、およびそれまでの自分の合計得点が表示され、再び上記の教示が表示されて次の試行へと移行した。

グループごとに PC サーバー上でプログラムが動いており、人数条件にしたがってランダムに割り当てられた PC を同時に所定のサーバーに接続させることで、全グループが同時に実験を実施することができるようになっていた。たとえば、40 名が参加した回では、20 名がランダムに 4 つのグループに分けられて 5 人ゲームを行い、残りの 20 名が 2 つのグループに分けられて 10 人ゲームを行った後、最初に 5 人ゲームを行った参加者が再びランダムに 2 グループに分けられて 10 人ゲームを行い、最初に 10 人ゲームを行った参加者

が4グループに分けられて5人ゲームを行った。ゲームの開始時に、実験者が「できるだけ自分の得点を多くするように」と口頭で教示し、各条件で15試行を繰り返し行った。最終的に、各グループ条件のグループ数と参加者の人数は表1の通りであった。

表1. ボランティア・ジレンマ実験の人数条件ごとのグループ数と参加者数

人数条件	グループ数	参加者数
4人	15	60
5人	16	80
8人	5	40
9人	6	54
10人	5	50

## (2) 結果

まず、人数条件ごとの協力回数を比較する。試行が進むにしたがって選択に体系的な変化が生じるかどうかを見るために、15試行を前期5試行、中期5試行、後期5試行に分けて、全体平均と合わせて1人当たりの協力回数の平均を求め、人数条件ごとに示したのが表2である。

表2. 実験結果から計算された1人当たりの平均協力回数

人数条件	前期	中期	後期	全体
4人	2.00	1.78	1.65	5.43
5人	1.59	1.59	1.39	4.56
8人	0.93	1.23	0.90	3.05
9人	1.22	0.94	1.04	3.20
10人	1.22	0.90	0.82	2.94

人数条件と試行時期について、人数条件を参加者間、試行時期を参加者内の繰り返し要因として5×3の2要因分散分析を行った結果、人数条件 ( $F(4,279) = 5.084, p < .01$ ) および試行時期 ( $F(2,558) = 4.650, p < .05$ )ともに主効果が有意となった。また交互作用は有意ではなかった ( $F(8,558) = 1.113, n.s.$ )。すなわち、グループの人数が多い方が、また試行が後になるほど、協力回数が少ないという傾向が認められた。これをもとに、人数条件ごとに1人の1試行における協力確率を計算すると、4人条件で0.362、5人条件で0.304、8人条件で0.203、9人条件で0.214、10人条件で0.196となった。協力選択の確率が、人数が多

くなるほど小さくなる傾向が示されている。しかし、【式 1】で求められるナッシュ均衡解は、それぞれ 0.206、0.159、0.094、0.083、0.074 であり、理論的予測値よりはかなり高いことがわかる（図 1）。

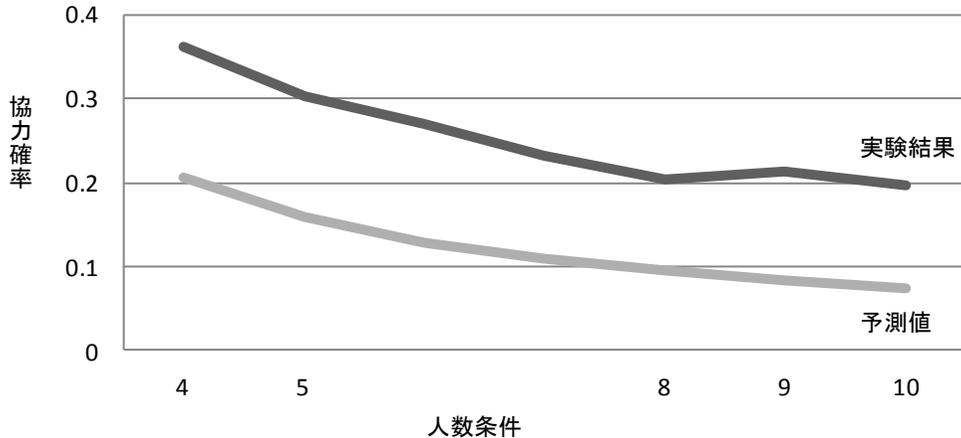


図 1. 人数条件ごとの協力確率の予測値と実験結果

次に、【式 2】で求められる「少なくとも 1 人のボランティアが出現する確率」を調べてみる。協力確率の理論的予測値から求めた確率と、上記の実験結果から得られた協力確率をもとにして求めた確率、および実験において実際に少なくとも 1 人のボランティアが出現した試行の割合の実測値を比較したのが図 2 である。【式 3】より、理論的には人数が多いほどボランティアが出現する確率は小さくなることが予測されたが、実験結果から得られた協力確率をもとにして求めた確率、および実測された試行割合において、そのような傾向は見られず、むしろ人数が多い方が大きくなる傾向が認められる。また、実験値からの予測と実測値とはほぼ一致しており、理論的予測よりもかなり大きい値となっている。

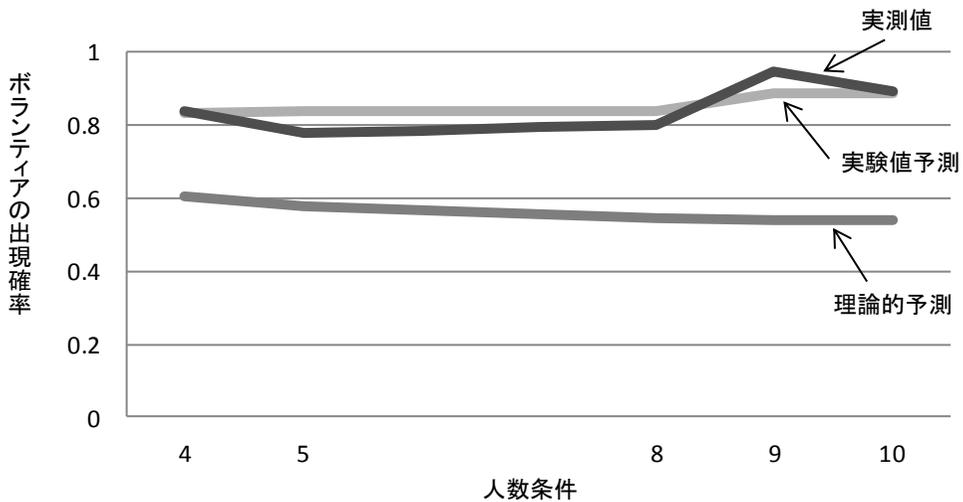


図 2. 少なくとも 1 人のボランティアが出現する確率

最後に、1 試行あたりに実験参加者が得た平均得点を人数条件ごとで比較すると、4 人条件で 5.24、5 人条件で 5.05、8 人条件で 5.58、9 人条件で 6.70、10 人条件で 6.36 であった。理論的なナッシュ均衡解のもとでの利得の期待値は 4 であることから、それよりも多くの得点を得ていることがわかる。また、分散分析を行ったところ人数条件により有意な差が認められ ( $F(4,279)=26.558, p<.01$ )、人数が多い方が多くの得点を得ていることが示された。多重比較の結果では、9 人条件と 10 人条件が他の 3 条件よりも有意に高い値となっている ( $p<.01$ )。平均得点が高くなる条件としては、全員が非協力を選択する(得点が 0 になる)試行が少ない場合と、多くのメンバーが非協力を選択した場合が考えられる。全員が非協力を選択した試行の割合は、図 2 の「実測値」を 1 から引いた値であることから、9 人条件と 10 人条件でやや少なくなっていることがわかる。一方、協力の選択回数的人数分布を調べたのが図 3 である。

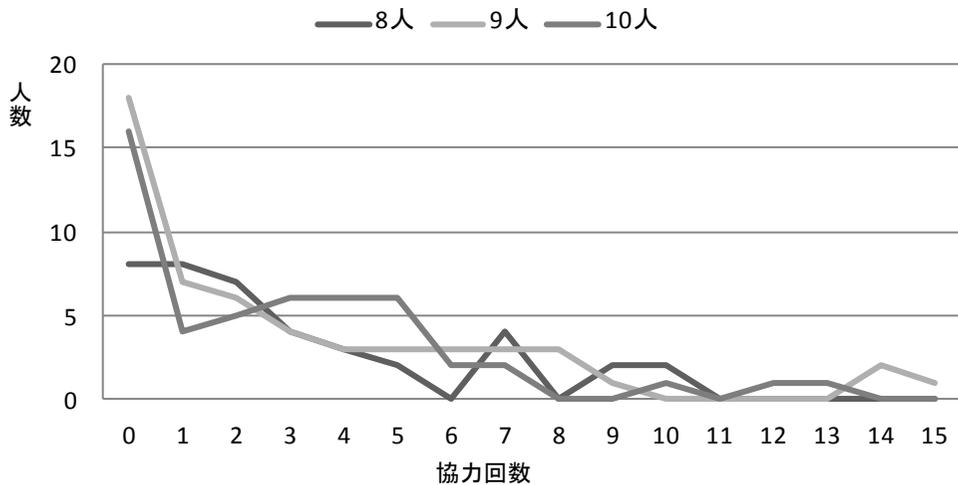
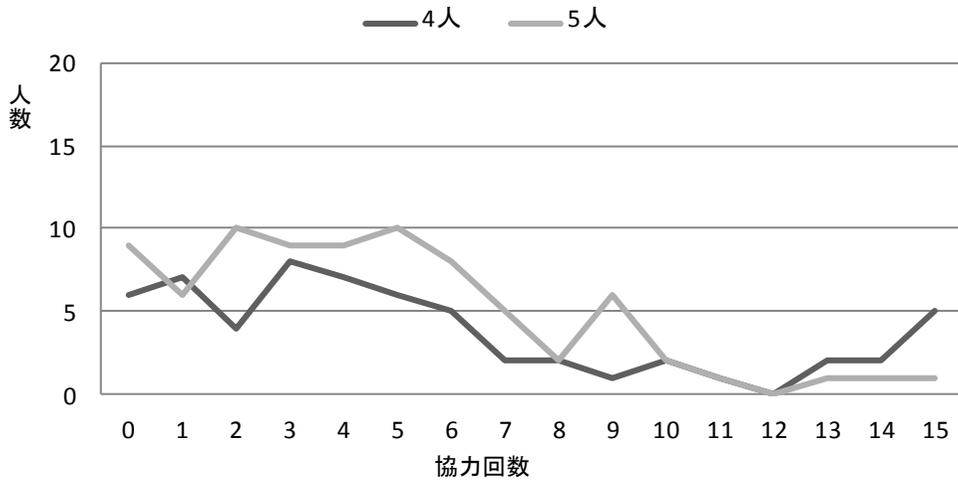


図 3. 人数条件ごとの協力回数の人数分布

図 3 において、協力回数が 0 というのは完全なフリーライドであるが、9 人条件と 10 人条件では明らかに他の条件と比べて人数が多く、協力回数が少ない参加者も多くなっている。これに対して、他の条件では比較的人数がばらついており、4 人条件では 13 回以上協力した参加者もかなり多い。実験では、ほとんどの参加者が少人数条件と大人数条件の両方を実施していることから、フリーライドは個人の特性ではなく人数条件により発生していると考えられる。

### 3. 考察

本稿では、N 人繰り返しボランティア・ジレンマ・ゲームの実験を、ネットワークに接続した PC を使って実際に行ってみて、その結果を探索的に分析するとともに、理論的に

導かれるナッシュ均衡解と実測値とを比較することを目的とした。

まず、ゲームに参加する人数の効果については、1人当たりの協力数や毎回の協力確率が人数の増加とともに減少することが示された。これは、Diekmann (1985) が指摘したような、援助行動における傍観者効果と同様のプロセスが関与したと解釈することができる。すなわち、人数が多ければ協力者が出現する可能性も高いとの予測から、自分自身の協力の必要性を低く見積もるようになったと考えられる。しかし、実測された協力確率の値は、Diekmann (1985) が示した対称混合戦略ナッシュ均衡の理論値に比べてかなり高かった。これは、Franzen (1995) や Murnighan, Kim, & Metzger (1993) が実験的に得た結果と整合しており、何らかの心理的要因が働いて合理的行動よりも協力的行動にシフトしたものと解釈できる。しかし、Franzen (1995) の実験では本実験と同じ  $K/U=0.5$  のもとの、5人条件で 0.43、9人条件で 0.35 となっており、Murnighan, Kim, & Metzger (1993) の実験では  $K/U=0.5$  の条件として  $\$2/\$4$  と  $\$1,000/\$2,000$  があり、それぞれ 5人条件で 0.29 と 0.70、10人条件で 0.53 と 0.70 という値が得られている。本実験では、5人条件で 0.30、9人条件で 0.21、10人条件で 0.20 であったことから、両研究とも本実験の値よりもかなり高い値になっている。図 1 からわかるように、本実験の方が値が安定しており、実感をともなってゲームを実施していたことの結果ではないかと考えられる。

理論値からはさらに、少なくとも 1人の協力者が出現する確率も、人数の増加とともに減少することが予測される (Franzen, 1999)。しかし、実験の結果はそうになっておらず、むしろ人数が多いときの方が確率がやや高くなる傾向を示した。Franzen (1995) の実験では、 $K/U=0.5$  のもとの 5人条件で 0.94、9人条件で 0.98 という高い値を示したが、本実験ではそれぞれ 0.78 と 0.94 である。いずれにしても、1人当たりの協力確率は人数の増加とともに減少するものの、ボランティアが出現する確率が人数の増加にともなって減少するというわけではないという実験結果は共通している。

本実験では、1人の 1試行当たりの平均得点も理論値からの予測より高く、また人数が多い方が高いという結果が得られた。ボランティア・ジレンマでは、1人が協力行動を取ることが保証されていれば、他のプレイヤーは全員非協力を選択することが合理的な解となる。たとえば、回り持ち制やくじ引きなど、あらかじめメンバー間で誰がボランティアになるかの合意が形成されていれば、そのような均衡解が可能であり、その場合には平均得点が 4人条件で 7.00、5人条件で 7.20、8人条件で 7.50、9人条件で 7.56、10人条件で 7.60 となる。現実には、互いにコミュニケーションが取れない状況でゲームが行われるため、そのような高い得点は得られないが、実験結果からは、参加者間で適当に分散して協力行動が生じ、結果的に比較的高い得点が得られている可能性が指摘できる。それは、図 3 からわかるように決して特定の参加者が犠牲となって協力行動を取っているわけではなく、15試行のうちの数試行で協力を選択する参加者が多いことから示唆されるものである。ただし、図 3 では人数が多くなるとフリーライダーが急激に増加することも示されている。本実験では、毎回の試行後に協力を選択した人数がフィードバックされるようになっていたため、人数が多い場合には複数の協力者が現れる可能性が高く、比較的安心して非協力を選択できる状況になっていたのではないかと想像される。人数が少ない場合には協力者の人数も少なくなるため、自分が協力をしないと全員が非協力を選択する結果になりやす

いと知覚されるのではないかと思われる。互いにコミュニケーションが取れない状況でも、集団としての行動がフィードバックされることで、それが個人の選択に影響を与えるという過程が生じていた可能性が示唆される。このことは、後の試行ほど非協力の回数が増えていることからもうかがえる。もしも単純に、試行を重ねるにつれて個人の協力選択の確率が減少するのであれば、後の試行ほど全員が非協力を選択する可能性が高くなることが予想されるが、実際にはそのような試行の割合は、前期が 0.16、中期が 0.17、後期が 0.17 で、ほとんど変化していない。すなわち、試行を進めるにつれて集団の合理的な選択として非協力が増加していると解釈することができる。社会的ジレンマを、個人の合理的な行動という視点からのみでなく、集団過程として見ていく必要があると思われる。

#### 4. 文献

- Darley, J.M. & Latane, B. (1968) Bystander intervention in emergencies; Diffusion of responsibility. *Journal of Personality and Social Psychology*, 8, 377-383.
- Diekmann, A. (1985) Volunteer's dilemma. *Journal of Conflict Resolution*, 29, 4, 605-610.
- Fischbacher, U. (2007) z-Tree: Zurich Toolbox for Ready-made Economic Experiments, *Experimental Economics* 10(2), 171-178.
- Franzen, A. (1995) Group size and one-shot collective action. *Rationality and Society*, 7, 2, 183-200.
- Franzen, A. (1999) The volunteer's dilemma: Theoretical models and empirical evidence. In Foddy, M., Smithson, M., Schneider, S., & Hogg, M. (Eds.) *Resolving social dilemmas: Dynamic, structural, and intergroup aspects*. New York: Psychology Press, 135-148.
- Murnighan, J.K., Kim, J.W., & Metzger, A.R. (1993) The volunteer dilemma. *Administrative Science Quarterly*, 38, 515-538.
- 大島尚 (2011) 環境問題の社会的ジレンマにおけるボランティア行動. 東洋大学「エコ・フィロソフィ」研究, 5, 57-66.