

共有資源利用における情報と協調予測の効果について

— 実験的アプローチ —

鷲田 豊明*

2008年8月26日

概要

本稿では、環境意識形成過程に対する理解を深めるために、情報と協力可能性予測に注目した経済実験を行った結果、およびその分析を示す。実験は、環境や資源問題からはニュートラルな、投資ゲームをもとにしている。被験者に二つの市場を提示し、一方は共有地を想定して他者の投資総額に収益率が依存する市場であり、もう一方は、それとは他者の投資とは無関係に収益の得られる市場にしている。実験は、(1) 他者の投資状況についての情報がある場合とない場合について、(2) コミュニケーションのある場合について、それぞれの影響を調べた。また、いずれの場合においても、他者の協力予測を報告させた。結果として、情報が与えられることによって、それまで平均以上の共有資源に対する投資を行っていたものは投資を抑制する方向に、逆に、控えめだった被験者は積極化する方向に変化した。いずれにしても、被験者の投資は、よりナッシュ均衡の近傍に集中するようになった。共有資源ゲームにおいてはナッシュ均衡のリアリティが高いことがわかった。他者の協力可能性に対する予測は、環境問題などで従来考えられていたような、他者の協力が高まればみずからも積極的に行動するというものでは必ずしもなかった。この点でも、ナッシュ均衡への強い収束性が確認されている。さらに、このナッシュ均衡への収束性はコミュニケーションによって一挙に崩壊し、全体としての高い協調行動があらわれることも分かった。

1 はじめに

近年、環境保全を進める上で人々の環境意識の問題が注目されるようになってきている。その背景には、地球環境問題などにあらわれているように、人類の存在基盤に影響を与えるほどに深刻になっているという事実とともに、人々あるいは個々の企業の自由で自発的な対応によって解決していくことが望ましいと考えられるようになってきているという事実がある。しかし、環境問題の深刻さを知れば、自動的に環境意識が高まり行動に結びつくわけではない。その理由は、人々の社会に対する心理が複雑であるばかりではなく、環境問題そのものの中に環境意識の高まりを阻む構造が存在しているからである。このような構造は、環境が公共財および共有資源としての性質を持っていることによって生まれる。そのために、一人あるいは一企業の行動が自動的にそれに対応した確実な結果をもたらすのではなく、他者の行動もまたその結果に影響を与える。囚人のジレンマのように、積極的行動が一方的な不利益をもたらすという考慮が、行動をためらわせる可能性があるからだ。

ここでは、このような環境意識に影響を与える要因を探るために、共有資源ゲームの枠組みを用いた実験を行なった。その際、特に(1) 他者の資源利用状況に関する情報が被験者に与える影響、(2) 被験者による他者の協力可能性に対する予測が共有資源利用に与える影響の二つに注目

*上智大学地球環境学研究所

した¹。環境意識に与える要因は、複雑で多面的であることは間違いない。このような要因が支配的であると考えているわけではないが、管理された実験という環境の中で、人々の心理を的確にとらえることは、環境意識問題を考える上で、大切な基礎を与えるものと考えている。

共有資源に関する実験としては、すでに Ostrom, Gardner and Walker 1994 (以下 OGW1994) のなかで、詳細に行われている。本稿では、OGW1994 の基本的枠組みを継承しながら、そこでは注目されていなかった他者の行動に対する情報、あるいは他者の協力可能性に対する予測が共有資源利用にどのような影響を与えるのかについて検証する。また OGW1994 の中ですでに行われ、公共財実験でも取り上げられている。コミュニケーションの効果についても、質的に異なった情報であり、また他者の協力可能性予測に大きな影響を与えるものとして再確認する。

第 2 節では、実験の枠組みを示し、第 3 節ではその主要な結果を示す。第 4 節では、結果の含意を検討し、最終節では、本研究の今後の課題を明らかにする。

2 実験の枠組み

まず、OGW1994 や、Keser et al. 1999 などで行われている共有資源ゲームモデル(以下 OGW モデルとする)を示そう。本稿でも基本的にこのモデルを用いる。

OGW モデルは次のようにあらわされる。二つの投資機会が存在して、個人 i は資産 e を確実な投資機会 (Market 1) か、共有資源の利用という投資機会 (Market 2) のいずれかに投資する。Market 2 に対する投資額を x_i とする。Market 2 に対する投資に対する収益は、単位投資あたりの収益関数を V_X として $x_i V(X)$ によってあらわされる²。ただし、 X は、共有資源の利用者を $j = 1, 2, \dots, N$ として、

$$X = \sum_{j=1}^N x_j$$

であらわされる。また、 i 以外の総投資量 X_{-i} を次のようにあらわす。

$$X_{-i} = \sum_{j=1, j \neq i}^N x_j$$

Market 1 への単位投資のよってあがる収益を $w (> 0)$ および初期資産を $e (> 0)$ として、個人の収益関数が次のようにあらわされる。

$$u_i(\mathbf{x}) = w(e - x_i) + x_i V(X) \quad (1)$$

ただし \mathbf{x} はベクトルで、 $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_N)$ である。関数 V については、基本的に $V > 0$ かつ $V' < 0$ である。

これらの関数については、(1) 全体として共有資源への正の投資が行われるという条件をくわえよう。すなわち $V(0) > w$ である。また、(2) 全員のすべての初期資産が共有し現に向かうことはないという条件も加えよう。このためには、 $X = eN$ すなわち全員がすべての資産を共有資源投資に向かったとき、

$$\frac{d(XV)}{dX} = XV' + V < 0$$

¹本稿では、協力と協調はほぼ同じ意味で使っているので注意されたい。

²OGW1994 では、全体収益を表す関数 $F(X)$ が用いられている。すなわち、 $F(X) = XV(X)$ である。

| | | |
|------------------|-----|-----------------|
| グループ | | 2 |
| 参加人数 (1 グループ当たり) | N | 8 |
| 初期資産 | e | 12 |
| Market1 投資収益率 | w | 5 |
| Market2 生産係数 | a | 23 |
| Market2 生産係数 | b | 0.25 |
| グループ最大益投資 | | 36 (1 人あたり 4.5) |
| 対称ナッシュ均衡投資 | | 64 (1 人あたり 8) |

表 1: 実験モデルの設定

| | 回数 | 特性 | 内容 |
|------|----|-------------|--|
| 実験 1 | 15 | 情報なし | プレイヤーは、自己の投資結果とグループの総投資の結果だけを知ることができる。 |
| 実験 2 | 15 | 情報あり | プレイヤーは、グループ内の各プレイヤーの個別投資料も知ることができる。 |
| 実験 3 | 10 | コミュニケーションあり | 各ラウンドの開始時にほかの実験参加者と匿名のチャットができる。 |

表 2: 実験区分

が満たされなければならない。すなわち、 $V < -XV'$ であり、すなわち 1 単位、全体投資が増えたときに増える利益よりも、その結果として単位あたりの収益性が減少して全体投資の失われる利益が大きくなるということである³。

パレート最適な総投資 X^p は、次の式を満たすものである。

$$w = V(X^p) + X^p V'(X^p)$$

また、ナッシュ均衡の総投資 X^n は、次の式を満たすものである。

$$w = V(X^n) + \frac{X^n}{N} V'(X^n)$$

$V''(X) \leq 0$ であるかぎり、ナッシュ均衡の総投資は、パレート最適投資より大きくなり、共有資源は過剰に利用されていることになる。

実験では、関数 V が次のように特定化される。

$$V(X) = a - bX$$

ただし、先の条件によって $w < a < 2beN$ が満たされている。

実験の設定も基本的に OGW モデルを踏襲しているが、初期資産量は 12 ポイントに設定している。まとめると表 1 のようになる。

このモデルを用いて、行った実験は表 2 にまとめている。

また、各プレイヤーに渡された利得表の一部を表 3 に掲載している。第 1 列は、グループ内の市場 2 (共有資源) への総投資を表わしている (ただし、論文のページの都合上 96 ポイントのうち

³OGW1994 では、 $F'(0) > w$ および $F'(eN) < 0$ とあらわされている。

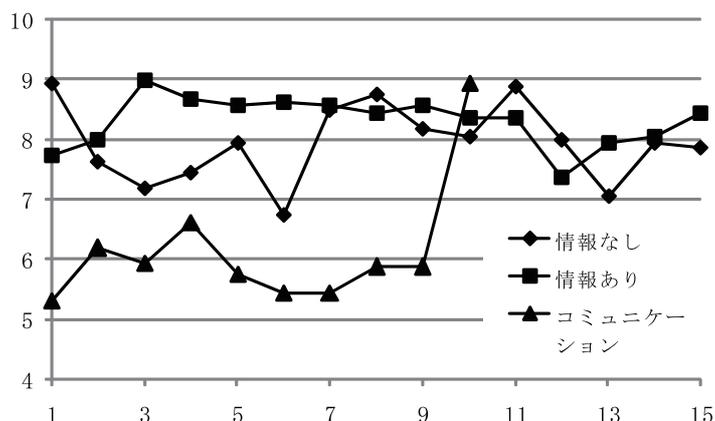


図 1: 平均投資 (全体)

の 56 ポイントまでしか示していない。プレイヤーには完全なものが渡されている。)。第 2 列は、そのグループ内の一人当たりの市場 2 への投資を表わしている。第 1 行は、各自の投資額 (1 ポイントから 12 ポイントまで) を表わしている。

実験の最初には、この利得表の見方について詳細に説明した。実験の経過、および最後の感想などを見ても、利得表そのものについては十分理解されていたと判断している。

各実験のそれぞれのラウンドの投資の直前には、かならずグループ内の他者が協力的か否かの判断を協力的な者の予測数で記入することになっている。問いは「グループの中で、協力的な行動をする人は、あなた以外に何人いると思いますか?」となっている。ここで「協力的な行動をする人」とは全体のために控えめな投資をする人であると説明して、細かい判断は各プレイヤーに任せた。

ただし、実験 3 のコミュニケーションがある場合については、協力者数の予測はチャットの後に聞いている。

コミュニケーションを含む実験 3 については、プログラムの都合上グループごとではなく、実験者全体で行った。全体で 10 回のうち、最初のラウンドのチャットは 10 分行い、その後は 3 分のチャットで行った。

3 実験の結果

3.1 共有資源への平均投資額の傾向

各実験における平均投資は図 1 に示している。情報が無い場合は、初期にナッシュ均衡 (ひとり 8 ポイント投資) よりも高くなっている以外は、前半はそれを下回り、後半において再び、ナッシュ均衡を超えるようになっている。一般に観察されてきている、実験が進行するに従ってナッシュ均衡に接近するという結果のあらわれても考えられる。一方、情報ありの場合は、ほぼ一貫してナッシュ均衡以上の投資になっている。

P

| G総投資 額 | 平均投 資 | 個人の市場2への投資額 | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------|-------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 0 | 0.0 | 60 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0.1 | 60 | 78 | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0.3 | 60 | 78 | 95 | | | | | | | | | | |
| 3 | 0.4 | 60 | 77 | 95 | 112 | | | | | | | | | |
| 4 | 0.5 | 60 | 77 | 94 | 111 | 128 | | | | | | | | |
| 5 | 0.6 | 60 | 77 | 94 | 110 | 127 | 144 | | | | | | | |
| 6 | 0.8 | 60 | 77 | 93 | 110 | 126 | 143 | 159 | | | | | | |
| 7 | 0.9 | 60 | 76 | 93 | 109 | 125 | 141 | 158 | 174 | | | | | |
| 8 | 1.0 | 60 | 76 | 92 | 108 | 124 | 140 | 156 | 172 | 188 | | | | |
| 9 | 1.1 | 60 | 76 | 92 | 107 | 123 | 139 | 155 | 170 | 186 | 202 | | | |
| 10 | 1.3 | 60 | 76 | 91 | 107 | 122 | 138 | 153 | 169 | 184 | 200 | 215 | | |
| 11 | 1.4 | 60 | 75 | 91 | 106 | 121 | 136 | 152 | 167 | 182 | 197 | 213 | 228 | |
| 12 | 1.5 | 60 | 75 | 90 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 | 195 | 210 | 225 | 240 |
| 13 | 1.6 | 60 | 75 | 90 | 104 | 119 | 134 | 149 | 163 | 178 | 193 | 208 | 222 | 237 |
| 14 | 1.8 | 60 | 75 | 89 | 104 | 118 | 133 | 147 | 162 | 176 | 191 | 205 | 220 | 234 |
| 15 | 1.9 | 60 | 74 | 89 | 103 | 117 | 131 | 146 | 160 | 174 | 188 | 203 | 217 | 231 |
| 16 | 2.0 | 60 | 74 | 88 | 102 | 116 | 130 | 144 | 158 | 172 | 186 | 200 | 214 | 228 |
| 17 | 2.1 | 60 | 74 | 88 | 101 | 115 | 129 | 143 | 156 | 170 | 184 | 198 | 211 | 225 |
| 18 | 2.3 | 60 | 74 | 87 | 101 | 114 | 128 | 141 | 155 | 168 | 182 | 195 | 209 | 222 |
| 19 | 2.4 | 60 | 73 | 87 | 100 | 113 | 126 | 140 | 153 | 166 | 179 | 193 | 206 | 219 |
| 20 | 2.5 | 60 | 73 | 86 | 99 | 112 | 125 | 138 | 151 | 164 | 177 | 190 | 203 | 216 |
| 21 | 2.6 | 60 | 73 | 86 | 98 | 111 | 124 | 137 | 149 | 162 | 175 | 188 | 200 | 213 |
| 22 | 2.8 | 60 | 73 | 85 | 98 | 110 | 123 | 135 | 148 | 160 | 173 | 185 | 198 | 210 |
| 23 | 2.9 | 60 | 72 | 85 | 97 | 109 | 121 | 134 | 146 | 158 | 170 | 183 | 195 | 207 |
| 24 | 3.0 | 60 | 72 | 84 | 96 | 108 | 120 | 132 | 144 | 156 | 168 | 180 | 192 | 204 |
| 25 | 3.1 | 60 | 72 | 84 | 95 | 107 | 119 | 131 | 142 | 154 | 166 | 178 | 189 | 201 |
| 26 | 3.3 | 60 | 72 | 83 | 95 | 106 | 118 | 129 | 141 | 152 | 164 | 175 | 187 | 198 |
| 27 | 3.4 | 60 | 71 | 83 | 94 | 105 | 116 | 128 | 139 | 150 | 161 | 173 | 184 | 195 |
| 28 | 3.5 | 60 | 71 | 82 | 93 | 104 | 115 | 126 | 137 | 148 | 159 | 170 | 181 | 192 |
| 29 | 3.6 | 60 | 71 | 82 | 92 | 103 | 114 | 125 | 135 | 146 | 157 | 168 | 178 | 189 |
| 30 | 3.8 | 60 | 71 | 81 | 92 | 102 | 113 | 123 | 134 | 144 | 155 | 165 | 176 | 186 |
| 31 | 3.9 | 60 | 70 | 81 | 91 | 101 | 111 | 122 | 132 | 142 | 152 | 163 | 173 | 183 |
| 32 | 4.0 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 |
| 33 | 4.1 | 60 | 70 | 80 | 89 | 99 | 109 | 119 | 128 | 138 | 148 | 158 | 167 | 177 |
| 34 | 4.3 | 60 | 70 | 79 | 89 | 98 | 108 | 117 | 127 | 136 | 146 | 155 | 165 | 174 |
| 35 | 4.4 | 60 | 69 | 79 | 88 | 97 | 106 | 116 | 125 | 134 | 143 | 153 | 162 | 171 |
| 36 | 4.5 | 60 | 69 | 78 | 87 | 96 | 105 | 114 | 123 | 132 | 141 | 150 | 159 | 168 |
| 37 | 4.6 | 60 | 69 | 78 | 86 | 95 | 104 | 113 | 121 | 130 | 139 | 148 | 156 | 165 |
| 38 | 4.8 | 60 | 69 | 77 | 86 | 94 | 103 | 111 | 120 | 128 | 137 | 145 | 154 | 162 |
| 39 | 4.9 | 60 | 68 | 77 | 85 | 93 | 101 | 110 | 118 | 126 | 134 | 143 | 151 | 159 |
| 40 | 5.0 | 60 | 68 | 76 | 84 | 92 | 100 | 108 | 116 | 124 | 132 | 140 | 148 | 156 |
| 41 | 5.1 | 60 | 68 | 76 | 83 | 91 | 99 | 107 | 114 | 122 | 130 | 138 | 145 | 153 |
| 42 | 5.3 | 60 | 68 | 75 | 83 | 90 | 98 | 105 | 113 | 120 | 128 | 135 | 143 | 150 |
| 43 | 5.4 | 60 | 67 | 75 | 82 | 89 | 96 | 104 | 111 | 118 | 125 | 133 | 140 | 147 |
| 44 | 5.5 | 60 | 67 | 74 | 81 | 88 | 95 | 102 | 109 | 116 | 123 | 130 | 137 | 144 |
| 45 | 5.6 | 60 | 67 | 74 | 80 | 87 | 94 | 101 | 107 | 114 | 121 | 128 | 134 | 141 |
| 46 | 5.8 | 60 | 67 | 73 | 80 | 86 | 93 | 99 | 106 | 112 | 119 | 125 | 132 | 138 |
| 47 | 5.9 | 60 | 66 | 73 | 79 | 85 | 91 | 98 | 104 | 110 | 116 | 123 | 129 | 135 |
| 48 | 6.0 | 60 | 66 | 72 | 78 | 84 | 90 | 96 | 102 | 108 | 114 | 120 | 126 | 132 |
| 49 | 6.1 | 60 | 66 | 72 | 77 | 83 | 89 | 95 | 100 | 106 | 112 | 118 | 123 | 129 |
| 50 | 6.3 | 60 | 66 | 71 | 77 | 82 | 88 | 93 | 99 | 104 | 110 | 115 | 121 | 126 |
| 51 | 6.4 | 60 | 65 | 71 | 76 | 81 | 86 | 92 | 97 | 102 | 107 | 113 | 118 | 123 |
| 52 | 6.5 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 |
| 53 | 6.6 | 60 | 65 | 70 | 74 | 79 | 84 | 89 | 93 | 98 | 103 | 108 | 112 | 117 |
| 54 | 6.8 | 60 | 65 | 69 | 74 | 78 | 83 | 87 | 92 | 96 | 101 | 105 | 110 | 114 |
| 55 | 6.9 | 60 | 64 | 69 | 73 | 77 | 81 | 86 | 90 | 94 | 98 | 103 | 107 | 111 |
| 56 | 7.0 | 60 | 64 | 68 | 72 | 76 | 80 | 84 | 88 | 92 | 96 | 100 | 104 | 108 |

表 3: 実験利得表 (一部)

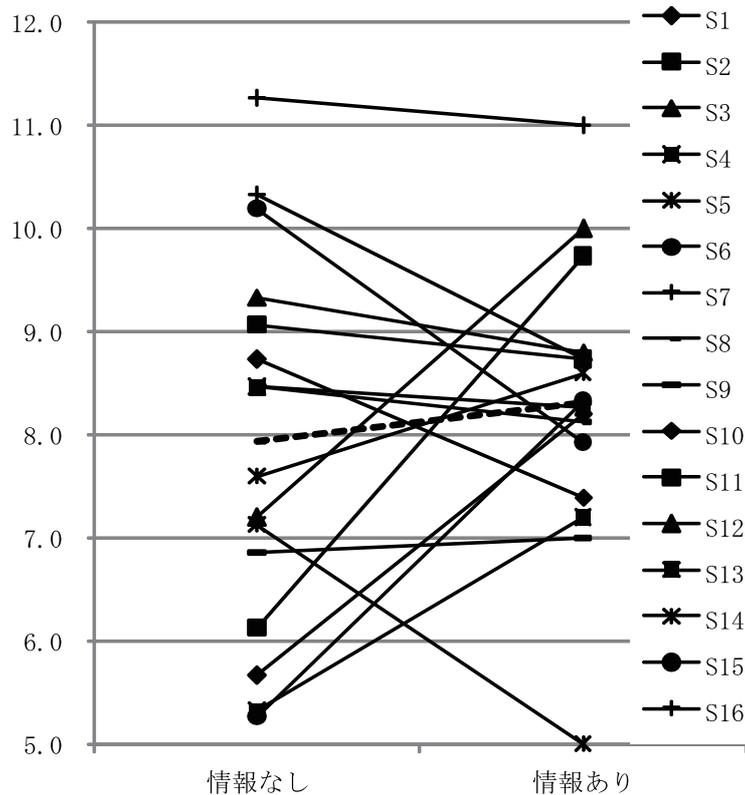


図 2: 情報を得ることによる平均投資の変化：点線が全体平均の動き

3.1.1 情報の効果

情報ありの実験は、情報なしの実験の後に行われたために、情報ありの実験で、ナッシュ均衡以上の投資が継続したことが、実験の進行に従ってあらわれる通常の結果なのか、それとも各個人の投資状況を得るといふことの結果によるものかを直ちに理解することができない。しかし、情報を得る前後で各プレイヤーが投資額をどのように変化させたかを示す図 2 は、これが単に実験の進行の結果ではなく、情報を得たことによる結果であることを強く示唆している。

すなわち、もし、通常のように実験の進行がプレイヤーの投資をナッシュ均衡に接近しそれを越えるものへと増大させたならば、すべてのプレイヤーにその変化が表れるはずであるが、この図によれば、1人の例外を除いて、情報なしの場合において平均(7.94ポイント)より多く投資していたものは投資額を減額する方向に修正し、逆に投資が平均より小さなものは大きくする方向に変化させている。情報が無い段階で、平均以上の投資していたプレイヤーは、他者と協力する努力を行ったことを示し、逆に少なかったプレイヤーは、より多く投資している他者を見ることによって、投資に対する自信を深めたともいえる。

このことは、実験後の感想でも確認できる。

「1度目より2度目(情報ありの場合)のほうが、確信をもって平均的な得を考えて行動することができた。」

「2回目(情報ありの場合)は最初は荒れていたが、最終的に多く投資してもしなくてもあまり利益が変わらない7,8くらいにみんな収まっていた。それを見て自分も7,

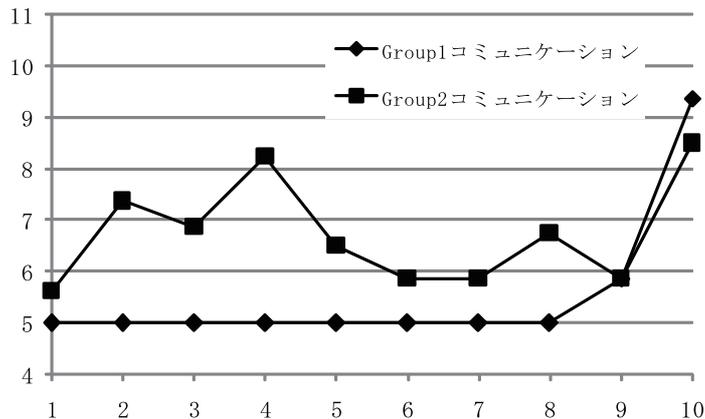


図 3: コミュニケーションがある場合のグループ平均投資の推移

8にした。」

「2回目になって他人の投資額がわかったことによって、総投資額を気にするようになった。その投資額によって全体的に強気なのか弱気なのかを判断し、効用を最大化しようと努めたが、うまくはいかなかった。」

「2回目の他人の投資額がわかると、ずっと同じ数字を入れる人や、こころ数字を変える人など、その人の考えがだんだんと見えてきたので、自分なりに分析しながら他人の心の中を読んで、投資をしていった。」

「他人の投資額がわかって、投資のやり方がかわった。具体的には、やたらに12といった大きな額を投資する人をマークして、彼らに負けないようにこっちも多くの額を投資する。」

「他人の投資が見えるのは、自分の投資を強気に出ることができた。」

3.1.2 コミュニケーションの効果

事前に、チャットは匿名であり、本人は特定できないこと、および、チャットの発言にその後の投資は縛られる必要がないことを全体に周知した。コミュニケーションがおこなわれることによって、平均投資額は、最大収益投資の4.5に大きく近づいた。結果から、コミュニケーションの効果は大きいことが確認できる。なお、チャットの内容から、プレーヤーは、最も協調して投資することは全員が5ポイントを投資することだと判断していたことがわかっている⁴。

特に罰も与えられない状況で、協力行動があらわれたことは注目されるが、チャットでの会話から、匿名性に対する不安も述べられていて、完全に自由な判断での強調であるとは言い難い面もある。

なお、このコミュニケーションは、二つのグループにかなり違った効果を与えていることが図3確認できる。グループ1は最後の2回を除けば、チャットの中で議論されていた「全員が5ポイントの投資を」という呼びかけに全員呼応している。一方、グループ2は、チャットの中でも全員が5にそろふことは一度もなかった。グループ2には、チャットのない実験の時から、常に協力的な

⁴このようなコミュニケーションの効果は、OGW1994だけではなく、公共財実験でも確かめられている。詳細は、森1996を参照されたい。

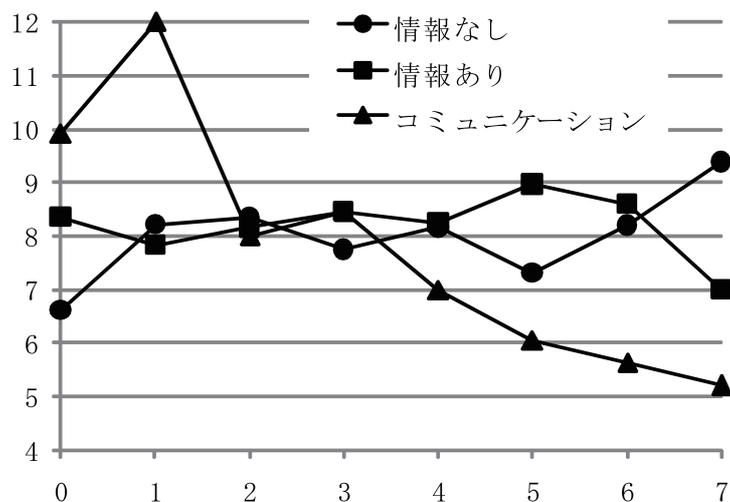


図 4: 協力者予測数と投資：全実験

投資態度を示すプレイヤーと逆に、最大投資（12ポイント）あるいはそれに近い投資を続けるプレイヤーがいたために、協力行動に対する信頼感がなかったと思われる。

3.2 協調予測と投資の関係

すべての実験について、プレイヤーが行った協力可能な他者の予測は、それぞれの予測数ごとの個数では表 4 のようになる。協力者数予測の平均は 3.6 である。

| 協力者予測数 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------|----|----|-----|-----|----|----|----|----|
| データ数 | 53 | 44 | 122 | 112 | 82 | 83 | 64 | 80 |

表 4: 協力予測の分布（平均予測 3.6）

まず、各協力者予測数に応じて、プレイヤーが平均的にどのような投資をしているみておこう。すべての実験に関する結果を図 4 に示している。

個別投資の情報がある場合もない場合も、協力者の予測数に対する投資の反応は大きくは変わらない。およそ、ナッシュ均衡の近傍の変化にとどまっている。プレイヤーがナッシュ均衡をプレーする傾向の強さを物語っているとも言っていよいよだろう。コミュニケーションがあると、協調に対する信頼が高まり、また自らも強調することへの精神的拘束が強くなるために、協力行動が予測されると投資水準が低下する傾向を図から読み取ることができる。

ただし、情報なしの場合、この図を見る限りナッシュ均衡の近傍のプレイになっているのだが、グループごとの結果は、また、別な情報をわれわれに与える。図 5 を見ていただきたい。

二つのグループはナッシュ均衡をはさんで別の動きをしているように見える。すなわち、グループ 1 は全体として他社の協力予想が増大すると、自己の投資をも増大させる傾向があり、グループ 2 は逆に減少させる傾向を読み取ることができる。グループ 2 も他者の協力予想の 5 人の時点から

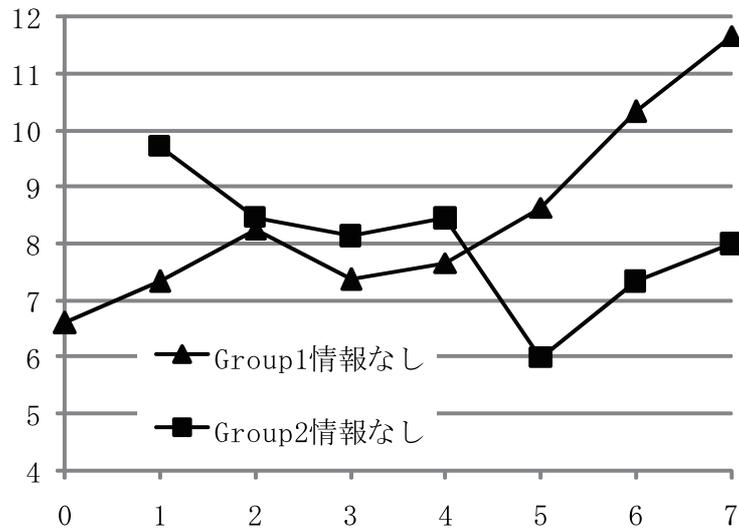


図 5: 協力者予測数と投資：個別投資の情報がない場合

反転上昇しているという点では、グループ 1 と共通だがそのレベルは低い。前半の減少傾向と合わせれば、全体として他社の協力予想に対して負の反応傾向を持っているとみることができる。

この図から明確なことを言いきることは困難ではあるが、他者の協力者数予測に対する反応傾向が、グループの特性として醸成される可能性を示唆しているともいえる。

4 情報と協力可能性予測の役割

4.1 情報とナッシュ均衡のリアリティ

この実験で扱われた情報は特別なものではなく、単に他者がどのような投資行動をしているのかを明らかにするものにすぎず、したがってまたきわめて中立的なものである。この情報によって、協力的行動を促進させること、あるいは逆に非協力的行動を促進させることをあらかじめ予想させるものではない。しかし、その情報はプレイヤーの投資行動に確かな影響を与えた。

過大な投資行動をしているものには、それを控えめにさせる影響、逆に、過少気味のプレイヤーには積極的な投資への影響を与えたという点では、他者の行動を知ることによって、自分が他者と比べて特異な存在であることを避けるようななったともいえる。他者に対する共同意識が増加した面は否定できない。しかし、より重要なことは、結果としてそれはナッシュ均衡への接近になっていることである。それは、ナッシュ均衡が強いアトラクターとしての機能を持っていること、すなわちナッシュ均衡のリアリティを示すものとなっているのである。

この実験において、8 ポイントの投資が対称ナッシュ均衡であることは、被験者に配布した利得表からは次のように読み取ることができる。表 6 は利得表の一部を示している。いま、自分以外の他社がすべてナッシュ均衡投資である 8 ポイントの投資を行い、自分は共有資源に一切投資をしなければ、表にあるように市場 1 からの利得である 60 ポイントの利得のみを得る。自分が市場 2 への投資を 1 ポイントずつ増やすごとに、表の矢印の下の欄にあるように利得は増大していくが、

| 総利得表 | | 個人の市場2への投資額 | | | | | | | | | | | | |
|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| G総投資 | 平均投資 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 54 | 6.8 | 60.0 | 64.5 | 69.0 | 73.5 | 78.0 | 82.5 | 87.0 | 91.5 | 96.0 | 100.5 | 105.0 | 109.5 | 114.0 |
| 55 | 6.9 | 60.0 | 64.3 | 68.5 | 72.8 | 77.0 | 81.3 | 85.5 | 89.8 | 94.0 | 98.3 | 102.5 | 106.8 | 111.0 |
| 56 | 7.0 | 60.0 | 64.0 | 68.0 | 72.0 | 76.0 | 80.0 | 84.0 | 88.0 | 92.0 | 96.0 | 100.0 | 104.0 | 108.0 |
| 57 | 7.1 | 60.0 | 63.8 | 67.5 | 71.3 | 75.0 | 78.8 | 82.5 | 86.3 | 90.0 | 93.8 | 97.5 | 101.3 | 105.0 |
| 58 | 7.3 | 60.0 | 63.5 | 67.0 | 70.5 | 74.0 | 77.5 | 81.0 | 84.5 | 88.0 | 91.5 | 95.0 | 98.5 | 102.0 |
| 59 | 7.4 | 60.0 | 63.3 | 66.5 | 69.8 | 73.0 | 76.3 | 79.5 | 82.8 | 86.0 | 89.3 | 92.5 | 95.8 | 99.0 |
| 60 | 7.5 | 60.0 | 63.0 | 66.0 | 69.0 | 72.0 | 75.0 | 78.0 | 81.0 | 84.0 | 87.0 | 90.0 | 93.0 | 96.0 |
| 61 | 7.6 | 60.0 | 62.8 | 65.5 | 68.3 | 71.0 | 73.8 | 76.5 | 79.3 | 82.0 | 84.8 | 87.5 | 90.3 | 93.0 |
| 62 | 7.8 | 60.0 | 62.5 | 65.0 | 67.5 | 70.0 | 72.5 | 75.0 | 77.5 | 80.0 | 82.5 | 85.0 | 87.5 | 90.0 |
| 63 | 7.9 | 60.0 | 62.3 | 64.5 | 66.8 | 69.0 | 71.3 | 73.5 | 75.8 | 78.0 | 80.3 | 82.5 | 84.8 | 87.0 |
| 64 | 8.0 | 60.0 | 62.0 | 64.0 | 66.0 | 68.0 | 70.0 | 72.0 | 74.0 | 76.0 | 78.0 | 80.0 | 82.0 | 84.0 |
| 65 | 8.1 | 60.0 | 61.8 | 63.5 | 65.3 | 67.0 | 68.8 | 70.5 | 72.3 | 74.0 | 75.8 | 77.5 | 79.3 | 81.0 |
| 66 | 8.3 | 60.0 | 61.5 | 63.0 | 64.5 | 66.0 | 67.5 | 69.0 | 70.5 | 72.0 | 73.5 | 75.0 | 76.5 | 78.0 |
| 67 | 8.4 | 60.0 | 61.3 | 62.5 | 63.8 | 65.0 | 66.3 | 67.5 | 68.8 | 70.0 | 71.3 | 72.5 | 73.8 | 75.0 |
| 68 | 8.5 | 60.0 | 61.0 | 62.0 | 63.0 | 64.0 | 65.0 | 66.0 | 67.0 | 68.0 | 69.0 | 70.0 | 71.0 | 72.0 |
| 69 | 8.6 | 60.0 | 60.8 | 61.5 | 62.3 | 63.0 | 63.8 | 64.5 | 65.3 | 66.0 | 66.8 | 67.5 | 68.3 | 69.0 |
| 70 | 8.8 | 60.0 | 60.5 | 61.0 | 61.5 | 62.0 | 62.5 | 63.0 | 63.5 | 64.0 | 64.5 | 65.0 | 65.5 | 66.0 |
| 71 | 8.9 | 60.0 | 60.3 | 60.5 | 60.8 | 61.0 | 61.3 | 61.5 | 61.8 | 62.0 | 62.3 | 62.5 | 62.8 | 63.0 |
| 72 | 9.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 | 60.0 |

図 6: 利得表からナッシュ均衡を読み取る (利得表は一部のみ示している)

自分が8ポイント投資するところで最大になり、以後は減っていく。すなわち、他者がすべて8ポイントの投資をしていれば、自分は8ポイントの投資をすることが最適となるのである。

被験者が利得表からこのようなナッシュ均衡を読み取っていた可能性は低いが、総投資量がナッシュ均衡の近傍に集まる傾向があったということは、漠然としたものであっても、意識していた可能性は高い。実際、感想の中にも「最初は荒れていたが、最終的に多く投資してもしなくてもあまり利益が変わらない7, 8くらいにみんな収まっていた。それを見て自分も7, 8にした。」というようなものもあった。

情報がナッシュ均衡のリアリティを強めることは、二つの含意を持っている。人々が共有資源(すなわち環境といってもよい)をどのように利用しているかをより詳しく知ることによって、もし現状がナッシュ均衡よりも過小な水準にとどまっている場合は、共有資源利用を促進する、逆に、過大になっている場合は抑制するということである。そして、いずれの場合も、行き着く先は非効率的な環境利用状況としてのナッシュ均衡である。

たとえば、高度成長期の日本、中国などの途上国においては、身近に深刻な環境被害を感じ、環境という共有資源の利用を感じている場合、社会的にそれを抑制する動きが生まれることは自然である。一方、地球温暖化など、過大な利用を実感として得にくい場合、それに無頓着な多くの人々の存在を情報として知ることによって、より共有資源利用が促される(たとえば温暖化ガスの排出増加の)可能性、あるいは抑制の困難性を増加させる可能性がある。経済成長によって、情報がより低コストで人々の間に広まり、民主主義も含めて社会の透明性が高まると、ナッシュ均衡のリアリティが強まる。

もちろん、本実験で示したように、コミュニケーションによって人々は一挙にナッシュ均衡から離れる。コミュニケーションこそ、人々の共同体意識を強め、共有資源の過大利用を相互に抑制する動機を生み出す。しかし、コミュニケーションは、集団の規模が増加すればするほど、加速度的にそれを実現するためのコストは増加し、また、もう一方で市場経済の浸透とその前提としての自由主義は、安易な共同体意識の形成を阻む。ナッシュ均衡のリアリティを阻むほどの力を、単なる

コミュニケーションに期待することは難しいのではないか。

4.2 協調予測の効果

この実験の場合、協調予測の効果は共有資源投資の促進あるいは抑制など、一方向に対するものとしてはあらわれていない。それは、ナッシュ均衡のリアリティの強さの裏返しでもある。それでも、コミュニケーションの場合に、他者の協力に対する期待は確かなものになり、それにつれて投資額も抑制されていったことから、協調予測が機能していたことは事実として確認できる。

実験結果における情報なしの場合の二つのグループの結果の対照的な違いから、協力者予測数の増加はグループの特性にも依存しながら、共有資源投資を促進する効果を持つ場合もあり、また抑制する場合もあることがわかったことは、本実験の重要な成果の一つでもある。

環境問題を例にとれば、「他の人も環境保全に積極的に取り組むということであれば、自分も取り組む」という考え方と、「他の人が環境保全に積極的に取り組むならば、あえて自分はいなくてもよい」という考え方の並存である。もちろん、環境保全に取り組まない理由づけについても、同じような論理がありえる。

この点で、広瀬 1995 における環境問題を社会的ジレンマとして扱った実験結果との関連を述べておかなければならない。そこでは、協力的な選択をとる他者の割合についての予測が増加すると、協力的な戦略を選択した被験者が増加するという結果が示されている。この実験は、投資「する」「しない」という二値選択的なモデルであること、さらにわれわれのような環境問題や資源問題とはまったくきりはなしたニュートラルな問題ではなく、共有地ゲームであり「牛を増やすか増やさないか」という具体的な問題状況での投資を想定している点など、想定上大きな違いがある。そのことを前提にして、検討する必要があるが、実験結果は、他者の協力的予測が強くなれば、協力的な戦略を選択する割合もまた多くなっている。われわれの実験の一方の結果しかあらわれていない。

広瀬 1995 では、結果が Schelling 1978 の Critical Mass (臨界集団) の考え方と一致していることも指摘されている。すなわち、集団形成には、集団の規模についてのある臨界点があり、それを超えなければ集団はほとんど形成されず、それを超えれば、ほとんど完全なものとして形成されるという考え方である。協力予測との関係では、個人の協力予測がある臨界点を超えれば、実際に多くの人々が協力的な態度になり、その臨界点以下ならば、協力はほとんど行われなくなるということになる。ただし、広瀬 1995 では、全体がこのような不安定な結果になったことは必ずしも示されていない。

われわれの結果は、この Critical Mass の考え方が妥当しいものだった。Critical Mass にあるような不安定性は確認できなかった。逆に、ナッシュ均衡が強いアトラクターとして機能していることが示されている。人々は、何もなければ、非協調的な方向に落ち着いていくのである。

しかし、われわれの実験は「協力的」が何を意味するかについて、被験者全体が共通の認識を持っていたとは言えないところもあり、今後も検証が必要なテーマである。

5 残されている課題

本研究は、環境意識形成要因の解明という当初の狙いからいえば、まだ基礎的なところに触れているだけであるが、そのなかで、次のような課題が浮かび上がってきている。

(1) 共有資源ゲームにおいて、与えるべき情報についての精査が必要である。本実験では、他者の投資状況に関する情報をとりあげた。しかし、その情報がない場合も、他者の投資総量に関する情報、さらには詳細な利得表という情報を得ていた。これらの情報が全くない場合について、人々がどのような心理で投資行動を行うのかについても調べるべきである。すなわち、実験開始時において、二つの市場の性質、個々の投資と全体の投資の関係についての非数量的な情報しかない状況から出発し、その後、追加情報与えた場合の反応を調べる必要がある。さらに、被験者に、利得表にあらわれたナッシュ均衡についての情報を与えることの影響についても分析すべきである。

(2) 共有資源ゲームにおけるナッシュ均衡の精査が必要である。本実験で行った、他者の協力予測という漠然として判断ではなく、自己以外の総投資額がどのようになるかについての予測を明確に答えさせて、実際の投資額との関係を見る必要がある。被験者は、他者の総投資額の予測に基づいて、単純に自己の投資からくる利益を最大化させるとは思えない。なぜなら、大きな投資の場合については、全員が最大投資を行うことによる共有資源の破壊的状况を、回避するために、自己犠牲的な抑制行動に出る可能性があるからだ。あるいは、他者の共有資源利用が全体として少ない時には、それが共有資源に対する破壊を生み出さず、大きな利益をもたらす可能性があり、より多くの投資に対する動機が生じるかもしれない。しかし、その時でも、他者に対する共同意識から投資を控える可能性がある。

これらのことは、Critical Mass とは異なり、多すぎず、かつ少なすぎず、という投資に対する傾向が生まれると予測される。それは、本稿で示したナッシュ均衡のアトラクターとしての役割であるが、このような畳み込まれたリアクションは、カオティックな動きをすることが予想される。いずれにしても、他者の投資額の予測と実際の投資の関係について、より明確なモデル化をする必要がある。

付随的に述べておけば、本実験では、初期資産を 12 ポイントとしたために、ナッシュ均衡を大きく超える動機が必ずしも生まなかった点は、一つの問題であった。ナッシュ均衡の精査のためには、OGW1994 でも試みているような、25 ポイント程度の大きな初期資産を与えた実験が必要だろう。

参考文献

- [1] 広瀬幸雄, 1995, 『環境と消費の社会心理学—共益と私益のジレンマ—』, 名古屋大学出版会.
- [2] Keser,C., and Gardner,R., 1999, "Strategic behavior of experienced subjects in a common pool resource game," *International Journal of Game Theory*, 28:241-252.
- [3] 森徹, 1996, 『公共財供給メカニズムの有効性 — 実験経済学的アプローチ』, 多賀出版.
- [4] Ostrom,E., Gardner, R., and Walker,J., 1994, *Rules, Games, and Common-Pool Resources*, The University of Michigan Press.
- [5] Schelling,Thomas C., 1978, *Micro Motives and Macro Behavior*, W.W.Norton&Company, New York.