

平成 22年 5月 19日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2009

課題番号：19730384

研究課題名 (和文) 社会行動への遺伝環境作用の進化心理学および行動遺伝学による検討

研究課題名 (英文) Genetic and Environmental influences on social behavior: A study from Evolutionary Psychology and Behavior Genetics.

研究代表者

平石 界 (HIRAISHI KAI)

京都大学・こころの未来研究センター・助教

研究者番号：50343108

研究成果の概要 (和文)： 実験経済学で用いられる経済ゲームでの行動の個人差を双生児データを収集し、遺伝と環境の影響を検討した。統計分析に必要となる多量の双生児データを収集するために Web サイトを用いて、戦略型の公共財ゲーム実験を実施した。282名の双生児を対象とした実験からは、他者の協力度が低いときの行動には遺伝、家族で共有する環境の影響とも小さいこと、他者の協力度が高いときの行動には、家族の共有環境の影響が大きいことが示唆された。また遺伝的個人差の進化にかんして、パーソナリティが内的環境として働き行動に影響するとした内的環境仮説を提唱し、他者一般への信頼感が、パーソナリティによって影響されることを明らかにした。

研究成果の概要 (英文)： Genetic and environmental influences on individual differences in economic game was studied with twin sample. We constructed a web-based survey system on which participants took part in a public goods game with the strategy method. The web-study with 282 twins revealed relatively small genetic and common-environmental effects on the response to non-cooperative group members. When other members were cooperative, the responses were influenced by genetic and/or common environmental influences to a certain degree. We also proposed the internal environment theory of personality, which explains the maintenance of genetic variation in personality through natural selection. Based on the hypothesis, we demonstrated that the level of trust towards strangers are influenced by the level of extraversion and agreeableness.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,200,000	0	1,200,000
2008年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
総計	3,200,000	600,000	3,800,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・社会心理学

キーワード：遺伝と環境、進化、個人差、経済ゲーム、公共財ゲーム、双生児研究

1. 研究開始当初の背景

ヒトゲノム解読から、ヒトのもつ遺伝子は“わずか”数万であることが示唆されている。

一方で、行動への遺伝や環境の影響をさぐる行動遺伝学研究からは人間の心理および行動のほとんど全ての側面に遺伝の影響が見られることを明らかにしている。わずか数万の遺伝子群が、いかにして複雑にして多様な人間心理および行動のほとんどに影響を持ちうるのだろうか。限られた要因から多様性を生み出す普遍的なプロセスを明らかにする必要がある。

行動遺伝学の手法は、心理や行動にみられる個人差が、遺伝的要因、家族で共有される環境の要因（以下、共有環境要因）、家族に共有されない環境の要因（以下、非共有環境要因）によって説明される割合を明らかにする。一方で、なぜある形質には遺伝の影響があるのかといった、遺伝・環境要因の起源そのものについては答えることができない。本研究は、そうした「個人差の起源」について、進化心理学の視点から接近を試みた。

2. 研究の目的

(1) 公共財ゲームにおける個人差への遺伝環境要因の検討

本研究では、社会的行動にかんする個人差への遺伝的要因および環境要因の寄与を、双生児協力者を対象とした経済学実験により検討した。社会的行動をターゲットとした理由は、1) ヒトの知性の進化において社会環境への適応が大きな役割を果たしたとされていること、2) 進化心理学、行動遺伝学と並ぶ生物学的アプローチである認知脳神経科学において社会行動にかかわる脳機能研究が進展中であり、これらの知見と本研究の知見の融合が期待できること、3) 生物学および経済学における理論的および実証的研究の蓄積を生かせることにあった。

具体的には公共財ゲームにおける個人差を検討した。人間社会には「協力するのが全体の利益になるが、個々人に取ってはただ乗りをする方が良い」という社会的ジレンマ状況が見られることが多々ある。例えば公共料金の支払いなどは、そうしたものの一例である。集団の成員が料金を支払うことで公共サービスは維持されるが、個々人にとっては、他者に「ただ乗り」して公共サービスを享受するのが、経済的にはもっとも得である。このような状況を実験室実験として定式化したのが公共財ゲームである。

このように公共財ゲームにおける個人の経済合理的な解は「1ポイントも投資しないこと」であるにもかかわらず、実際の公共財ゲーム実験では参加者の多くがある程度のポイントを投資することが知られている。さらに、参加者の行動には個人差が見られる。例えば Fischbacher, Gächter, & Fehr (2001) は、参加者の行動は大きく分けて3つのパターンに分かれると論じている。すなわち a)

常に低いポイントしか投資しないフリーライダー(Freerider)、b) 他のメンバーの投資ポイントが大きい時には、自らの投資ポイントも増加させる条件協力者(Conditional Cooperator)、そして c) 他のメンバーの投資が10ポイント程度までは、自らの投資ポイントも増加させる。しかし他メンバーの投資ポイントがそれより大きくなると、逆に自らの投資ポイントを減じていく“こぼ型”協力者である(Hump)。

こうした個人差にたいして、遺伝・環境要因について検討することを目的とした。

(2) 個人差の遺伝の進化的起源にかんするパーソナリティの内的環境仮説の検討

本研究ではまた、そもそもの個人差の進化的起源についての理論的研究も進めた。自然淘汰による進化が働けば、一般的に、適応的な形質によって集団が支配されると予測される。すなわち適応形質にかんする遺伝的な個人差は失われ、表現型(身体形質や心理形質など)の個人差への遺伝の寄与は極めて小さくなると予想される。ところが知性やパーソナリティなど、人間行動のほとんどの側面に遺伝の影響が報告されている。このパラドクスについて、パーソナリティの内的環境仮説(以下、内的環境仮説)を構築し、既存データを用いて検証した。

内的環境仮説では、個々人は行動を、自らのパーソナリティ(内的環境)と、外的環境(社会環境・生態環境)に合うように調整するとされる。逆に言えば、こうした行動の柔軟性のゆえに、人間はさまざまな外的環境に適応することができるだけでなく、さまざまな内的環境にも適応することができ、それゆえに内的環境の多様性、すなわち遺伝的個人差が進化的に維持されるというのが本仮説の骨子である。この仮説のうち、内的環境に合わせた行動の調整が行われているのか検討することが第二の目的であった。

一般信頼性理論(山岸, 1996)から、他者一般が自らに害を為さないとする期待(一般信頼)は、見知らぬ他者との新しい社会関係を構築する上では有利であると考えられる。一方で、悪意をもった他者を信頼してしまう危険性もそこにはある。そこから山岸は、見知らぬ善意の他者が多い状況(機会コストの大きい社会環境)においては、高い一般信頼を持つことが適応的であると論じた。本研究ではこの理論をさらに進め、見知らぬ他者と良好な関係を結ぶことのできるパーソナリティを持つ人にとっては、一般信頼を高く保つことが適応的であると予測した。すなわち「外向性」「協調性」というパーソナリティ(内的環境)に応じて、一般信頼が変化するとの予測をたて、検証した。

3. 研究の方法

(1) 双生児を対象とした公共財ゲーム実験 遺伝環境要因の分析には、比較的大きなサンプルサイズが求められる。本研究で対象とした慶應義塾双生児レジストリに登録のある双生児研究協力者の多くは既に社会人であるため、実験室実験を実施することは困難と考えられた。そこでWebサイトを用いて戦略法による公共財ゲームを実施した。

公共財ゲームは、匿名の4名が1組となつて行われた。各参加者ははじめ20ポイントを受け取り、好きなだけをグループに投資した。4名の投資ポイントの合計が2倍され、4名に等しく配分された。

実験参加者はWebサイト上でゲームのルールの説明を読んだ後、他3名の平均投資ポイントが0~20ポイントのときに、自らが何ポイントを投資するか、事前に“戦略”を回答した。また他3名の投資ポイントが不明の時の投資ポイントも回答した。参加者をランダムに4名1組に組み合わせ、3名については「他の人が不明時の投資ポイント回答」を用い、残り一名については、「他3名の平均投資ポイントに応じた投資ポイント回答」を用いてゲームの結果を計算した。獲得1ポイント辺り20円が、謝金として銀行振込にて支払われた。

Webを用いた戦略型公共財ゲームは前例がないため、双生児協力者を対象とした本実験の前に、一般大学生37名を対象とした予備実験を実施し、実験室実験による先行研究の結果が追認されるか確認を行った。双生児を対象とした本実験には282名の参加者が得られた。

(2) 個人差の遺伝的起源にかんする検討

慶應義塾双生児研究にて収集済みのBig 5 パーソナリティ質問紙 (NEO-PI-R; Costa & McCrae, 1992) および一般信頼性尺度 (山岸, 1996) の双生児データ (N=1060) を用い、内的環境仮説を検証した。双生児データを用いることにより、パーソナリティと一般信頼の間に、単なる相関関係ではなく、因果関係が存在するか検討することができる。具体的には、一卵性および二卵性双生児の共分散構造にたいして、構造方程式モデリングを用い、因果関係を特定したモデル (因果モデル) と、コレスキー分解により遺伝相関・環境相関のみを想定したモデル (相関モデル) のいずれが、データとの適合度が高いか検討した。

4. 研究成果

(1) 公共財ゲーム実験

①一般大学生によるWeb実験

実験室において戦略法を用いた公共財ゲームの先行研究 (Fischbacher, Gächter, & Fehr, 2001) と同様の3つの戦略パターンが見られ

た (図1)。他者の投資ポイントに関係なく常に小額しか投資しないフリーライダーは16名 (43%)、他者の投資ポイントが多いときにだけ自らも投資する条件協力者は17名 (46%)、他者の投資ポイントが極めて大きいと自らの投資ポイントを減少させるこぶ協力者は2名 (5%) であった。いずれにも分類できないランダムな回答が2名 (5%) 見られた。先行研究と比べると、フリーライダーが若干少なく (先行研究では50%)、条件協力者が多く (同30%)、こぶ協力者が少なかった (同14%)。

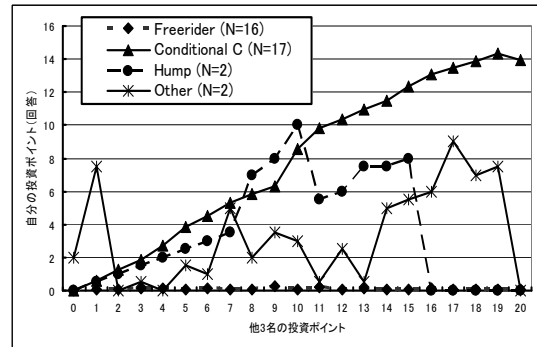


図1：回答者タイプごとの投資ポイント平均。Freeriderはフリーライダー、Conditionalは条件協力者、Humpはこぶ協力者、Otherはその他のランダム回答者を表す。

Web実験参加者10名に対してインタビューを実施した。インターネットを通じて回答を送ることについて、個人情報漏洩などの懸念を示したインタビュー参加者はいなかった。一方で過半数から、Web実験では他の参加者や実験者の目を意識せずに回答することができたとの感想が得られた。経済学実験においては、他者の目の存在が回答に影響を与えることが知られている (Haley & Fessler, 2005)。Web実験は、その点でむしろ利点があるとも考えることができる。

Webによる戦略型公共財ゲームは他に類例がない。本研究で開発された手法が今後、実験経済学における個人差研究を進めるための有効なツールとなることが期待される。

②双生児協力者によるWeb実験

他3名の投資ポイントが不明な時の投資ポイントについて、一卵性双生児ペア (MZペア)、二卵性双生児ペア (DZペア) ごとの級内相関係数はそれぞれ0.38と-0.48であり、個人差への遺伝の影響が示唆された。

他3名の投資ポイントが分かっている時の自分の投資ポイント回答に主成分分析を行い、他者投資ポイントが0~3ポイントの時の投資ポイント平均を「低協力時投資額」、他者投資ポイントが9~20ポイントの時の投資ポイント平均を「高協力時投資額」とし

た。それぞれについて、MZ ペア、DZ ペアの級内相関を求めたところ、低協力時投資額の級内相関では、卵性による違いは小さかった（表1）。一方、高協力時投資額については、MZ ペアでの級内相関が DZ ペアのそれを大きく上回り、遺伝の影響が示唆された。また、DZ ペアの相関が低いことから、家族が共有する環境の影響は比較的小さいことが示された。

表1：公共財ゲームの双生児ペア級内相関

	他者不明	低協力時	高協力時
MZ	0.38	0.20	0.44
DZ	-0.48	0.13	-0.02

* MZ (monozygotic) は一卵性ペア、DZ (Dizygotic) は二卵性ペアの級内相関を表す。

本研究の開始と同時期に、経済学実験における行動の個人差への遺伝環境要因を双生児法による検討した研究がいくつか発表された (e.g., Cesarini et al., 2008; Wallace et al., 2007)。これらの研究からは、他のさまざまな心理形質・行動形質と同様、経済ゲーム上の行動へも遺伝の影響が見られることが報告されている。しかし、これらの研究で用いられている経済ゲームは信頼ゲームと最後通牒ゲーム、独裁者ゲームであり、公共財ゲームに関する研究は、本研究代表者の知る限り、未だ行われていない。本研究は、公共財ゲームにおいてもまた、遺伝の影響が見られることを明らかにした点で、非常に大きな意味を持つ。

さらに本研究からは、集団内の他者が非協力的なときの行動には、遺伝の影響が小さく、他者が協力的なときに遺伝の影響が大きく現れることを明らかにした。進化理論から考えると、他者が非協力的なときには自らも非協力的に振る舞うのが適応的である。すなわち非協力的にたいして協力的になる遺伝子は、淘汰されると考えられる。一方、協力的な他者にたいしては、搾取（非協力）という戦略と、協力（互惠性）という戦略のいずれもが適応的になりうる (Kurzban and Houser, 2005)。つまり協力的他者への行動については、異なる戦略が進化する。本研究の結果は、こうした理論的予測と一致するものであり、単にある行動における遺伝と環境の影響力を明らかにした以上の意味を持つものと言える。

(2) 個人差の遺伝的起源にかんする検討

慶應義塾双生児研究に既存のパーソナリティ尺度および一般信頼性尺度の双生児データについて、共分散構造分析により因果モデルと相関モデルを比較したところ、外向性パーソナリティおよび協調性パーソナリ

ティが一般信頼性に影響するとした因果モデルの適合度が最も優れていた (図2)。

本研究から、他者一般への信頼感という行動傾向が、パーソナリティによって影響されることが示され、パーソナリティ内的環境仮説の根幹である、パーソナリティに応じた行動傾向の調整を支持する結果が得られた。パーソナリティの個人差の遺伝分散の進化的起源については、近年、幾つかの理論が提唱さ注目を集めつつある (e.g., Penke et al., 2007)。本研究もまた、こうした研究に対して一つの有効な仮説を提示するものである。

個人差の進化的起源を探る研究アプローチは、従来、近接領域でありながら交流の少なかった行動遺伝学と進化心理学をつなぐ可能性を持つものである。個々人の違いを探る行動遺伝学と、普遍的な人間性 (Human Nature) を探る進化心理学を統合する視点が得られれば、人間という存在にたいして、より俯瞰的な理解が進むことが期待される。

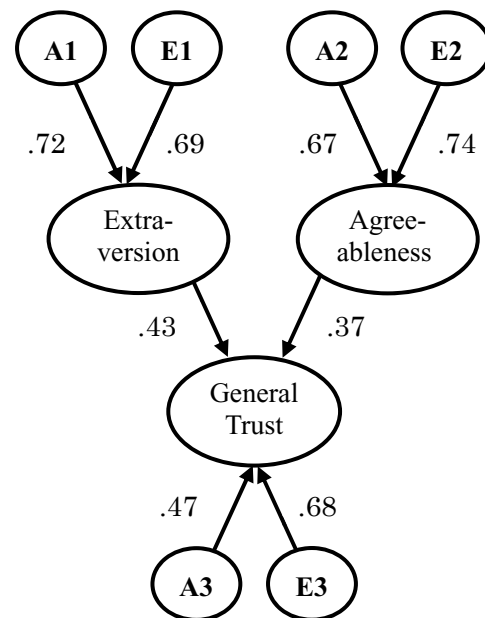


図2：パーソナリティと一般信頼の多変量遺伝環境分析の最適モデル。A1～A3は相加的遺伝要因、E1～E3は非共有環境要因を表し、数字は標準化係数を表す。外向性、協調性、一般信頼については、測定誤差を調整した値を用いたので、モデル内では潜在変数として扱われている。詳細はHiraishi (2008)参照。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

① Hiraishi, K., Yamagata, S., Shikishima, C., & Ando, J. (2008). Maintenance of genetic variation in personality through

control of mental mechanisms: a test of trust, extraversion, and agreeableness. *Evolution and Human Behavior*, 29(2), 79-85. 査読有り

〔学会発表〕(計11件)

- ① 小田亮・平石界・福川康之・福地剛志・松本晶子. 利他性の個人差には何が影響しているのか? 日本人間行動進化学会第2回大会(九州大学)2009年12月12日
- ② 平石界. 実験経済ゲームにおける個人差と遺伝・環境. 日本社会心理学会第50回大会・日本グループ・ダイナミクス学会第56回大会合同大会(大阪大学). 2009年10月12日
- ③ 平石界. 氏と育ちと進化と文化. 日本心理学会第70回大会(北海道大学). 2008年9月19日
- ④ Hiraishi K. What constituted one's environment? Proposal of Internal Environment Hypothesis of Personality. Psychological, Economical and Environmental Rationality (PEER) 2008. (東京工業大学). 2008年1月24日

〔図書〕(計3件)

- ① 唐沢穰・村本由紀子・平石界, 他, 誠信書房、「社会と個人のダイナミクス」(第13章「進化と人間行動」を執筆)(印刷中)
- ② 箱田裕司・平石界, 他, 北大路書房、「認知の個人差」(第4章「認知の個人差の進化心理学的意味」を執筆)(印刷中)

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.futago-labo.net>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

平石 界 (HIRASIH KAI)

京都大学・こころの未来研究センター・助教

研究者番号: 50343108