

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 25 日現在

機関番号：32639

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26780345

研究課題名(和文) 不公平分配に対する反応の個人差と心理・神経基盤の解明

研究課題名(英文) Psychological and neural basis of the individual difference of the responses to unfairness

研究代表者

高岸 治人 (TAKAGISHI, Haruto)

玉川大学・脳科学研究所・助教

研究者番号：90709370

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：研究1の結果、恐怖表情のサブリミナル提示は評価懸念が高い人々においては最後通告ゲームにおける不公平提案を促進する効果が見られたが、評価懸念が低い参加者においては効果がみられないことが明らかになった。研究2の結果、独裁者ゲームで不公平に分ける人では前頭前皮質背外側部の活動が高い人ほど不公平提案を拒否するが、独裁者ゲームで公平に分ける人では逆に前頭前皮質背外側部の活動が低い人ほど不公平提案を拒否することが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：Study 1 showed that the subliminal fearful face priming enhanced the rejection of unfair offer in the ultimatum game (UG) in the people who have high fear of negative evaluation, but not in those who have low fear of negative evaluation. Study 2 showed that the activation of DLPFC was positively correlated with rejection rate in the UG in those who allocated below median in the dictator game (DG). However, the activation of DLPFC was negatively correlated with rejection rate in the UG in those who allocated above median in the DG.

研究分野：社会神経科学

キーワード：経済ゲーム fMRI 不公平 サブリミナル効果

1. 研究開始当初の背景

不公平な状況に直面した際に、人々はその状況を改善しようと強く動機づけられることはこれまで数多くの研究において示されてきた。このような行動は主に、最後通告ゲーム (Güth et al., 1982) と呼ばれる経済ゲームを用いて行われている。このゲームは二名一組で行う経済ゲームである。はじめに一方のプレイヤー (分配者) が実験者からいくらかのお金を受け取り、それを自身と相手プレイヤー (受け手) との間でどのように分けるかを提案する。その後、受け手はその提案を見て、提案を受け入れるかどうかを決定する。受け手が受け入れれば両者は提案どおりのお金を受け取ることができるが、受け手が拒否すれば両者は何も受け取ることはできない。受け手の側から見れば、提案を拒否してしまうと何ももらえなくなってしまうため、分配者が1円以上自分に分けてくれるのであれば受け入れた方が得である。しかし、実際に実験を行ってみると、不公平な提案 (例: 分配者に元手の80%, 受け手に元手の20%) の約半数が受け手に拒否されることが明らかになった (Camere, 2003)。つまり、自分が受け取るお金を放棄してまでも、不公平な分配をした者のお金を減らしたいと参加者は動機づけられたのである。またこのような行動傾向が協力的な社会を形成、維持するために必要不可欠であるという議論も展開されている。

最後通告ゲームにおいて不公平提案を拒否する際の脳神経メカニズムについてこれまでかなりの研究が行われてきた。その結果、不公平提案の拒否は、怒りや嫌悪といったネガティブな感情が引き起こしているという研究結果 (Sanfey et al., 2003; Gaspic et al., 2011) として、公平規範の達成という目標指向的な行動であるという研究結果が示されてきた (Knoch et al., 2006)。前者においては、機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) 装置を用いて UG (Ultimatum Game) における不公平提案の拒否の際の脳活動を測定する実験を行い、その結果として、島皮質前部や扁桃体という感情処理に強く関与する脳部位との関連性が示された。一方、後者においては、経頭蓋磁気刺激 (TMS) を用い、前頭前野背外側部の神経活動を抑制すると、人々は不公平提案を拒否しなくなるという結果を示してきた。前頭前野背外側部は、目標達成やプランニングという認知処理に関与する脳部位であるため、この結果は、前頭前野背外側部の活動が抑さえられたことで、参加者は公平規範という目標を達成することができなくなったと解釈された。UG における不公平提案の拒否は感情的な反応なのか、それとも目標指向的な反応なのかは未だ決着はついていない状況である。

本研究では、UG における不公平提案の拒否の背後にあるメカニズムには個人差があると考え、どのような要因がその個人差を生

じさせているのかを検討することを目的とした。研究1においては不公平提案の拒否における心理学基盤の個人差を検討し、研究2においては不公平提案の拒否における神経基盤の個人差を検討することを目的とした。

2. 研究の目的

(1) 研究1の目的

評価懸念が社会行動に重要な影響を与えることはこれまで多くの研究で議論されてきたが、UG における不公平提案の拒否も同様に評価懸念との関連があることが示唆されている (Yamagishi et al., 2009)。UG における不公平提案についての理論的研究によれば、不公平提案の拒否行動は短期的には損失ではあるが、将来の他者からの搾取を防ぐ役割を持っているため長期的には得であると考えられている (Frank, 1988)。つまり、不公平に扱われた際にそれを拒否しなければそのことを知った他者から「あいつは不公平な扱いを受けても黙っているやつだ」と思われるため、継続的に不公平に扱われてしまうというわけである。言い換えると、UG での不公平分配に直面した参加者は他者からの評価を気にしたために拒否をしたとすることができる。またこれまでの研究では高い評価懸念を持つ人々は、他者から評価されるような状況においては扁桃体の過活動が見られることが明らかにされている (Tillfors et al., 2001)。これらの研究を受けて、研究1では実験刺激によって扁桃体の活動を引き起した場合、UG での不公平提案の拒否行動が促進されるかどうか、および評価懸念傾向がその間の関連を調節しているかどうかを検討することを目的とした。

(2) 研究2の目的

研究1では評価懸念という心理傾向に注目してUGにおける心理メカニズムの個人差について検討したが、研究2においてはUGをプレイしている際の脳活動をfMRI装置によって測定することによって神経メカニズムの個人差について検討する。先述したように、UGにおける不公平提案の拒否行動には情動的な反応(島皮質、および扁桃体)が関与するという知見と目標試行的な反応(前頭前野背外側部)が関与するという知見が混在している。Brañas-Garza et al., (2014)はDG(Dictator Game)とUGを組み合わせることによって、UGにおける不公平提案の拒否の動機は複数あることを実験によって示した。彼らの実験では参加者をDGの行動によってタイプ分け(Unfair群、Fair群、Remaining群)を行いUGでの行動の比較を行った。その結果、Unfair群とFair群ではUGにおける不公平提案の拒否率は変わらないことが明らかになった。彼らはFair群の動機は公正さの達成であるが、Unfair群の動機はスパイト(いじわる行動)であると考察している。仮にこの考察が正しいのであれば、前者においては公正

さの達成という目標試行的な行動であるためUGでの拒否と前頭前野背外側部が関係し、後者においては情動的な反応であると考えられるためUGでの拒否と島皮質、および扁桃体が関係すると予測することができる。研究2ではDGで参加者を分けfMRIの中でUGを行うことで、DGで公平に分けた参加者と、DGで不公平に分けた参加者では不公平提案の拒否と関連する脳部位が異なることを示すことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 研究1の方法

参加者：70名の大学生（男性35名、女性35名）が実験に参加した。平均年齢は19.7歳（ $SD = 1.3$ ）であった。本研究は玉川大学の倫理審査委員会の承認を受けて行われた。

実験装置：参加者の扁桃体の活動を引き起こすために本研究では恐怖表情のサブリミナル刺激を用いた。この手法は過去の先行研究でも扁桃体の活動を引き起こすことが明らかにされている（Sato et al., 2014）。サブリミナル刺激の提示にはタキストスコープ（IWATSU Electric Co., Ltd., IS-703）と22インチのCRTディスプレイを用いた。恐怖表情はATRが作成した顔データベースの顔写真（恐怖表情）を用いた。

Ultimatum Game：参加者は繰り返しのUGを毎試行相手を変えて12試行行った。参加者は受け手の役割に割り当てられて分配者が決めた分け方を受け入れるか拒否するかを決めた。分配者は1,000円をどのように分けるかを決めた。分配者の分け方は以下の通りであった（分配者に500円、受け手に500円が4回、分配者に800円、受け手に200円が4回、分配者に900円、受け手に100円が4回）。また12試行中の半分の試行（統制条件）においては分配者の提案が提示される直前に風景の写真が10ミリ秒提示された。一方で残りの半分の試行（恐怖顔条件）においては恐怖表情（男女）が同じく10ミリ秒提示された（図1）。

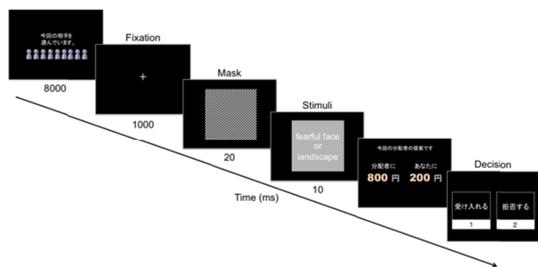


図1 Ultimatum Gameのタイムライン

評価懸念：参加者の評価懸念の測定には Fear of Negative Evaluation 尺度（FNE）を用いた（Watson, & Friend, 1969）。FNEは30項目からなり、各項目を「はい」「いいえ」の2択で回答する心理尺度である。

(2) 研究2の方法

参加者：40名の大学生（男性22名、女性18名）が実験に参加した。平均年齢は19.7歳（ $SD = 1.3$ ）であった。本研究は玉川大学の倫理審査委員会の承認を受けて行われた。参加者はDGとUGをそれぞれ別の日に行った。

Dictator Game：参加者は繰り返しのDGを12試行行った。参加者は独裁者の役割になり、相手を毎試行変えて元手（400円、800円、1200円）をどのように分けるかを決めた。分け方を決める際、参加者は5つの選択肢（元手の0%、25%、50%、75%、100%を受け手へ渡す）の中から一つを選択した。3種類の元手はそれぞれ4試行ずつランダムに提示された。

Ultimatum Game：参加者はfMRIの中で繰り返しのUGを36試行行った。参加者は受け手の役割になり相手を毎試行変えて分配者の提案を受け入れるか拒否するかを決めた。分配者の提案は以下の通りである（分配者に500円受け手に500円が12回、分配者に600円受け手に400円が6回、分配者に700円受け手に300円が6回、分配者に800円受け手に200円が6回、分配者に900円受け手に100円が6回）。参加者にはそれぞれの提案がランダムに提示された。

fMRIの撮像：玉川大学脳科学研究所にある3テスラのMRI装置（Siemens Trio TIM 3 T scanner）を用いた。fMRIの撮像パラメータは以下の通りである（ $TR = 2000$ ms, $TE = 25$ ms, $flip\ angle = 90^\circ$, $FOV = 192$ mm, $voxel\ size = 3.0 \times 3.0 \times 5.0$ mm, and 34 slices per brain volume）。

fMRIの分析：脳画像の分析にはSPM12を用いた。分配者の提案が表示された直後から参加者が決定ボタンを押して次の試行に移るまでを分析の対象とした。

4. 研究の結果

(1) 研究1の研究成果

FNEの信頼性係数を調べたところ十分に高い値が得られた（ $\alpha = 0.91$ ）。また、FNEの合計得点に男女差は見られなかった（男性： $M = 16.7$, $SD = 6.4$ 、女性： $M = 16.9$, $SD = 8.3$, $t(69) = 0.11$, $p = 0.911$ ）。

条件（統制条件、恐怖顔条件）および分配者の提案（200円、100円）を参加者内要因としFNEの合計得点を共変量とした共分散分析（ANCOVA）を行ったところ、分配者の提案の主効果（ $F(1, 68) = 8.72$, $p = .004$ ）、条件の主効果（ $F(1, 68) = 4.86$, $p = .031$ ）および条件×FNEの交互作用効果（ $F(1, 68) = 6.06$, $p = .016$ ）が見られた。FNEの主効果（ $F(1, 68) = 0.001$, $p = .977$ ）、分配者の提案×FNEの交互作用効果（ $F(1, 68) = 0.68$, $p = .414$ ）、分配者の提案×条件の交互作用効果（ $F(1, 68) = 0.38$, $p = .543$ ）、および分配者の提案×条件×FNEの交互作用効果（ $F(1, 68) = 0.38$, $p = .540$ ）は見られなかった。条件×FNEの交互作用効果が見られたため、FNEの中央値で参加者を2群に分けたところ、高FNE群（FNE

> 17) においては平均拒否率に条件差は見られたが(恐怖顔条件 $M = 0.68$, $SD = 0.35$ 、統制条件 $M = 0.59$, $SD = 0.37$, $t(32) = 2.35$, $p = .025$)、低 FNE 群においては平均拒否率に差は見られなかった(恐怖顔条件 $M = 0.61$, $SD = 0.33$ 、統制条件 $M = 0.66$, $SD = 0.34$, $t(32) = 1.31$, $p = .198$)。さらに恐怖顔条件における平均拒否率から統制条件における平均拒否率を引いた値を、サブリミナル刺激の効果を定義し FNE 得点との相関を調べた結果、有意な正の相関が見られた($r = .286$, $p = .016$) (図 2)。

本研究の結果、評価懸念傾向が高い人においては恐怖表情をサブリミナル提示することによって UG における不公平提案の拒否行動が促進されるという結果が見られた。一方で評価懸念傾向が低い人においてはそのような傾向は見られなかった。これらの結果は、UG における不公平提案の拒否行動において扁桃体が果たす役割は強いことを示唆する結果であり、また他者の評価を気にするという心理傾向が扁桃体と不公平提案の拒否との間を調節していることを示している。しかし、本研究では恐怖表情のサブリミナル提示が本当に参加者の扁桃体の活動を引き起こしていたのかは直接確認していない。従って、今後は fMRI 装置を用いて恐怖表情のサブリミナル刺激によって扁桃体の活動が引き起こされるのかどうか、そして高 FNE 群ではその活動の大きさと UG における不公平提案の拒否は関連をせしめるのかどうかを確認する必要があると考える。研究 1 はすでに英語学術雑誌へ投稿されており、現在改稿中である。

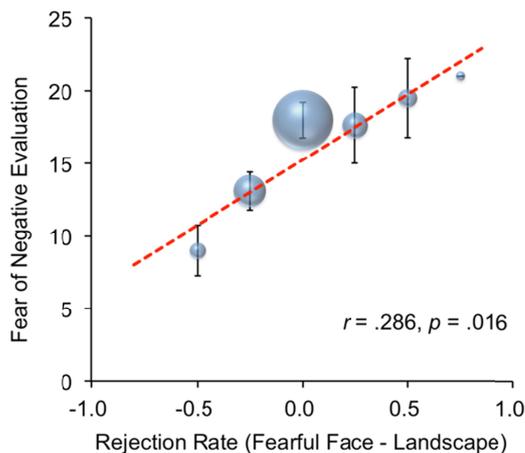


図 2 FNE 得点と不公平提案の拒否の関連

(2) 研究 2 の研究成果

DG の結果: DG の平均提供率は 0.38 ($SD = 0.16$) であり、中央値は 0.42 であった。DG の提供率が 0.36 未満を Unfair 群 ($n = 13$)、DG の提供率が 0.44 以上を Fair 群 ($n = 14$)、その中間を Remaining 群 ($n = 13$) として分析を行った。

UG の結果: 拒否率について DG の行動 (Unfair 群、Remaining 群、Fair 群) × 分配者の提案内容 (500, 400, 300, 200, 100 円) の反復測定

分散分析を行ったところ分配者の提案内容の主効果 ($F(4, 148) = 50.7$, $p < .0001$) は見られたが、DG の行動の主効果 ($F(2, 37) = 0.10$, $p = .909$)、および交互作用効果 ($F(8, 148) = 0.47$, $p = .875$) は見られなかった (図 3)。

不公平性の認知: UG の後に参加者は分配者が提案した各分配についてどの程度不公平 (公平) であるかを 5 件法 (1: とても不公平、2: やや不公平、3: どちらでもない、4: やや公平、5: とても公平) で回答した。分析の結果、参加者に 500 円という分け方については公平であると回答し、参加者に 300 円、200 円、100 円は不公平であると回答した (図 4)。しかし参加者に 400 円という提案はどちらでもないという回答する傾向が見られた。従って、分析では参加者に 500 円という提案を公平分配、参加者に 300 円、200 円、100 円という提案を不公平分配と定義した。不公平性の認知について DG の行動 (Unfair 群、Fair 群、Remaining 群) × 分配者の提案内容 (500, 400, 300, 200, 100 円) の反復測定分散分析を行ったところ分配者の提案内容の主効果 ($F(4, 148) = 234.8$, $p < .0001$) は見られたが、DG の行動の主効果 ($F(2, 37) = 0.35$, $p = .704$)、および交互作用効果 ($F(8, 148) = 1.47$, $p = .174$) は見られなかった。

脳活動の分析: DG の行動 (Fair 群、Unfair 群) × UG の行動 (不公平提案の拒否、不公平提案の受け入れ) の交互作用効果 (uncorrected $p < .001$, $k > 10$) を見たところ、左右の前頭前野背外側部の活動が見られた (左側前頭前野背外側部: $x = -32$, $y = 32$, $z = 32$, $t = 3.78$, 右側前頭前野背外側部: $x = 30$, $y = 34$, $z = 34$, $t = 3.65$) (図 5)。前頭前野背外側部の活動パターンを調べたところ、左右いずれにおいても Unfair 群においては不公平提案の拒否の方が不公平提案の受け入れよりも活動が高い傾向にあったが (拒否 > 受け入れ)、Fair 群においては逆に不公平提案の拒否よりも不公平提案の受け入れの際に活動が高くなる傾向が見られた (拒否 < 受け入れ) (図 6)。この結果は、DG で不公平な提案をする人は、前頭前野背外側部の活動が高い人ほど不公平提案を拒否し、逆に DG で公平な提案をする人は前頭前野背外側部の活動が低い人ほど不公平提案を拒否することを示している。また他の部位の活動は見られなかった。この結果は、本研究の予測とは逆の結果であるが、近年、向社会的な人間は直感的に振る舞うという知見があるように (Fermin et al., 2016)、DG で公平な分配を行った人は直感的に不公平提案を拒否し、逆に DG で不公平な分配を行った人は目標試行的に不公平提案を拒否したと考えることもできる。今後は tDCS などの装置を用いて、DLPFC の活動を促進・抑制することによって、Fair 群と Unfair 群における不公平提案の拒否の影響のされ方が異なることを示す必要があると考える。

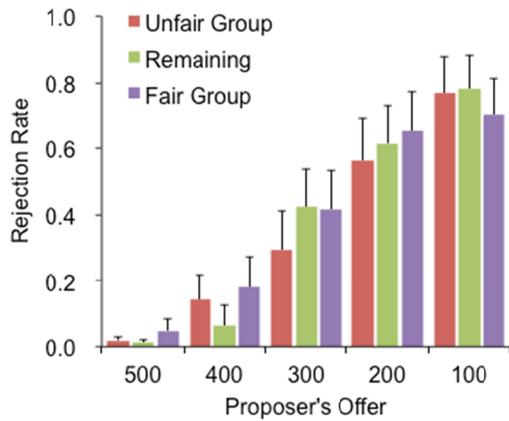


図 3 DG の行動別の平均拒否率

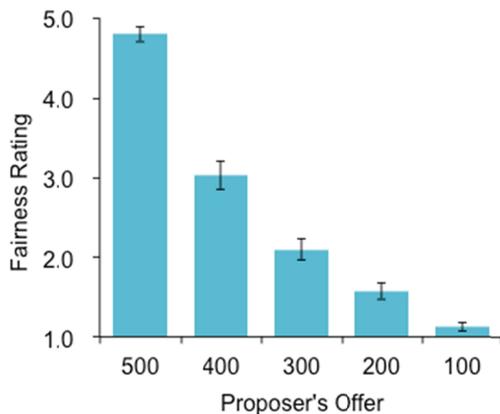


図 4 公平性判断の平均値

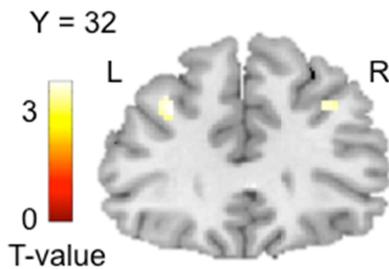


図 5 DG の行動 × UG の行動の結果

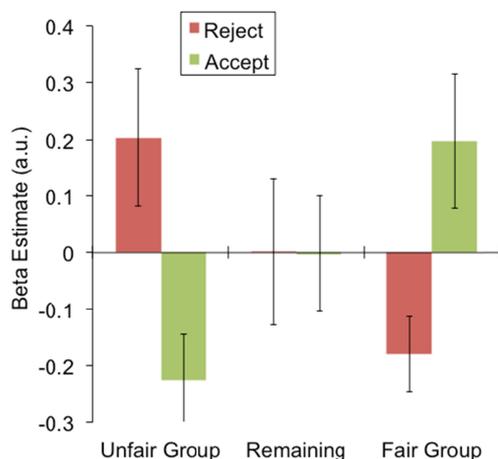


図 6 左側前頭前野背外側部の活動

引用文献

Güth, W. et al. (1982). An experimental analysis of ultimatum bargaining. *J. Econ. Behav. Organ.* 3, 367–388.

Camerer, C. F. (2003). *Behavioral game theory: Experiments in strategic interaction*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Sanfey, A. G. et al., (2003). The neural basis of economic decision-making in the ultimatum game. *Science* 300, 1755–1758.

Gospic, K. et al. (2011). Limbic justice — Amygdala involvement in immediate rejection in the ultimatum game. *PLoS Biol.* 9, e1001054.

Knoch, D. et al., (2006). Diminishing reciprocal fairness by disrupting the right prefrontal cortex. *Science*, 314, 829-832.

Yamagishi, T. et al. (2009). The private rejection of unfair offers and emotional commitment. *PNAS*. 106, 11520–11523.

Frank, R. H. (1998). *Passions within reason: The strategic role of the emotions*. New York, NY: Norton .

Sato, W. et al., (2014). Enhanced subliminal emotional responses to dynamic facial expressions. *Front. Psychol.* 5, 994–994.

Tillfors, M. et al. (2001). Cerebral blood flow in subjects with social phobia during stressful speaking tasks: A PET study. *Am. J. Psychiatry*. 158, 1220–1226.

Watson, D. & Friend, R. (1969). Measurement of social-evaluation anxiety. *J. Consult. Clin. Psychol.* 33, 448–457.

Fermin, A. S. et al., (2016). Representation of economic preferences in the structure and function of the amygdala and prefrontal cortex. *Scientific reports*, 6.

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)
- 〔学会発表〕(計3件)
- 藤井貴之・仁科国之・高岸治人(2015)恐怖表情のサブリミナル呈示が利他行動に及ぼす影響 日本グループ・ダイナミクス学会第62回大会 奈良大学(奈良県奈良市) 10月11-12日
- Fujii, T., Nishina, K., & Takagishi, H. (2015). No Subliminal Effect of Face Processing on Generosity During the Dictator Game. 11th Biennial Conference of Asian Association of Social Psychology, Cebu City, Philippine, August 19-22.
- Nishina, K., Fujii, T., & Takagishi, H. (2015). Social Anxiety Moderates the Effect of Affective-Subliminal Priming in the Ultimatum Game. 11th Biennial Conference of Asian Association of Social Psychology, Cebu City, Philippine, August 19-22.
- 〔その他〕

ホームページ等

<http://devsoc-tamagawa.net/>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

高岸 治人 (TAKAGISHI, Haruto)

玉川大学・脳科学研究所・助教

研究者番号：90709370