

【論文】

# 最後通告ゲームとアイオワ・ギャンブル課題の関連

中村 文彦\*, 多田 美香里\*\*

The Association between Ultimatum Game and Iowa gambling Task

Fumihiko Nakamura and Mikari Tada

## 要 旨

近年、人間の意思決定における感情の役割が注目されている。伝統的な経済学モデルは、意思決定における感情の影響を排除してきた。しかし経済ゲーム実験における伝統的な経済学モデルに反する結果や、神経画像研究による意思決定中の感情と関連する脳部位の発見から、意思決定に感情が重要な役割を果たすことが明らかになってきた。特に、感情処理と深いかかわりを持つとされる腹内側前頭前皮質（vmPFC）は、意思決定と感情の研究において注目されている脳部位である。本研究では、感情を伴う意思決定を測定すると考えられている代表的な2つの課題、Iowa gambling task（IGT）と ultimatum game（UG）の関連を検討した。

さらに、課題の成績と質問紙で測定した vmPFC に関する機能との関連を検討した。実験の結果、IGT の成績と UG における不公平提案の拒否の間には関連がみられなかった。しかしながら、サイコパシー傾向の高い人々ほど不公平な提案を受け入れたくないと思っているという結果がみられた。この結果は、サイコパシーにおける金銭的意思決定の解明に有用であるだろう。

## Abstract

In recent years, researchers have been interested in the emotional processes that play a role in human decision making. Traditional economic models excluded the influence of emotions in decision making. However, their important role in decision making has been shown by findings that oppose such models and functional magnetic resonance imaging (fMRI) findings that link brain regions associated with emotions to decision making. In particular, the ventromedial prefrontal cortex (vmPFC), which is thought to be associated with emotional processes, has attracted attention in studies on decision making and emotion. In the present study, we tested the association between the Iowa gambling task (IGT) and the ultimatum game (UG); these two tasks are typically used to measure emotional decision making. Additionally, we tested the association between the abovementioned tasks and a questionnaire that assessed the vmPFC. We did not observe statistically significant correlations between the IGT and UG. However, a positive correlation was observed between the minimum acceptance amount in the UG and the psychopathy scale. Therefore, individuals with high psychopathy scores have a stronger preference for money as compared to individuals with low scores. This result can be used to explain monetary decision making in psychopathy.

受付日 2011.9.14 / 受理日 2011.10.26

\* 北海道大学大学院 文学研究科 人間システム科学専攻 学生 / \*\* 関西福祉科学大学 社会福祉学部 講師

● ● ○ **Key words** 最後通告ゲーム ultimatum game / アイオワ・ギャンブル課題 iowa gambling task / vmPFC  
vmPFC / サイコパシー psychopathy

## I はじめに

近年、人間の意思決定において感情が果たす役割に注目が集まっている。伝統的な経済学モデルでは意思決定における感情の影響はこれまで考慮されてこなかった。しかし、神経画像研究による結果などから、感情が意思決定に重要な役割を果たしていることが明らかになってきた<sup>1,8)</sup>。特に感情処理と深いかわりを持つとされる腹内側前頭前皮質 (ventromedial prefrontal cortex; 以下 vmPFC) は、意思決定と感情の研究において注目されている脳部位である。本研究では、アイオワ・ギャンブル課題 (iowa gambling task; 以下 IGT) と最後通告ゲーム (ultimatum game; 以下 UG) という、意思決定の際に感情を伴うと考えられている2つの課題間の関連を検討する。またそれぞれの課題の結果と、質問紙で測定した vmPFC の機能との関連も検討する。

### 1 腹内側前頭前皮質

vmPFC は人間の感情処理に関与が認められている脳部位である。その機能の解明には vmPFC を損傷した患者を対象とした研究が多く用いられている。それらの研究によれば、vmPFC 損傷患者は一般的な知能を維持しながらも、衝動的で目先の利益に囚われ、失敗から学ぶことができず、計画的な行動ができなくなるという行動傾向を示すことが明らかになっている<sup>1,2)</sup>。また一般的な感情は平坦で、比較的小さな挑発や欲求不満に対して短気で怒りっぽく、論争的で、口汚いという臨床的な特徴を見せる<sup>6)</sup>。しかしながら、vmPFC の機能については一貫した結論は未だ示されていない。例えば、vmPFC の機能を反映する課題として、UG<sup>6)</sup> と IGT<sup>1,2,4)</sup> がある。UG では vmPFC は感情制御を担うと解釈され、IGT では、vmPFC は感情喚起を担うと解釈されている。

## 2 アイオワ・ギャンブル課題

IGT はギャンブル状況におけるリスクに対する反応を調べる課題である<sup>1,2,4)</sup>。この課題におけるプレイヤーの目的は、与えられたお金を可能な限り増やすことである。プレイヤーは4つのカードの山からカードを1枚選び、金銭的報酬と罰を受ける。プレイヤーは4つのカードの山には有利なもの (セーフ選択: 報酬は小さいが罰も小さい。最終的には利益を得る) と不利なもの (リスク選択: 報酬は大きい罰も大きい。最終的には損失を受ける) があることは知らされるが、それがどの山かは知らされない。またゲームは100試行を行うが、プレイヤーはゲームがいつ終了するかを知らされない。Bechara らの研究では、vmPFC 損傷患者は健常者に比べてリスク選択をし続ける傾向を示すことを明らかにした<sup>1)</sup>。この結果はソマティックマーカー仮説を用いて解釈されている。ソマティックマーカーとはリスクに対して警告の役割を持つとされる感情的 (身体的) シグナルであり、vmPFC 損傷患者はソマティックマーカーが喚起されないために、リスクのある決定を回避できないと考えられている。Bechara らは健常者においてリスクのある決定を行う前に生起される皮膚コンダクタンス反応が、vmPFC 損傷患者においては生起されないという結果からソマティックマーカー仮説を支持している<sup>2)</sup>。この解釈は、vmPFC が感情を喚起する機能を持つという主張を支持するものである。

## 3 最後通告ゲーム

UG は2人用の経済ゲームである。まず、分配者が実験者から受け取ったお金を自身と決定者との間で分配する。その後、決定者はその提案を受け入れるか拒否するかを決める。決定者が提案を受け入れた場合、分配者の提案通りにお金は分配されるが、決定者が提案を拒否した場合、両者ともお金を受け取ることはできない。人間は、自己利益を最大化する動機のみを持つと想定している標準的経済学モデルでは、決定

者はどんなに小さな額（たとえば1円）であっても提案を拒否することはないと予測される。しかしながら、実際に実験を行ってみると、決定者に対して合計の20%以下という不利な提案は約50%の割合で拒否されるという結果が頑健に見られている<sup>8,12)</sup>。この標準的経済学モデルと矛盾する結果の説明として、公平性への選好や感情の働きが提案されている。Koenings & Tranel (2007)の研究では、vmPFC 損傷患者は、健常者に比べて不公平提案の拒否率が高いという結果が明らかになっている。UGにおける不公平提案はネガティブ感情と関連する脳領域である島皮質前部<sup>8)</sup>、交感神経系の興奮と関連する皮膚電位反応<sup>11)</sup>の活性を促すことが示されている。vmPFC 損傷患者の高い拒否率は、不公平提案によって喚起されたネガティブ感情を制御できず、不公平提案に対して衝動的に反発してしまった結果であると解釈することができる。

#### 4 研究の目的

以上のように、vmPFCはUGとIGTのそれぞれに重要な役割を果たす。従って、この2つの課題の結果は同一参加者に実施した場合でも関連を示すと予測される。具体的には、UGにおいて不公平提案を拒否する人ほど、IGTにおいて不利な山のカードを選択する回数が多くなると予測できる。しかし、この2つの課題を同一参加者に実施した研究は未だない。そこで、本実験では、UGとIGTを同一の参加者に実施し、その結果の関連を検討する。さらに、vmPFCの機能を測定するために、前頭葉機能尺度 (Frontal Systems Behavior scale; 以下 FrSBe)<sup>13)</sup>、レヴェンソン自己報告サイコパシー尺度 (Levenson Self Report Psychopathy scale; 以下 LSRP)<sup>7)</sup>の2つの質問紙への回答とUG、IGTの結果との関連を検討する。

本研究の仮説は以下の通りである。

仮説1: UGにおいて不公平提案の拒否回数が少ない人ほど、IGTにおいて不利な山のカードを選択する回数が低いだろう

仮説2: FrSBeとLSRPの得点が高い人 (vmPFCの機能が弱い人) ほど、UGでの不公平提案の拒否回数

は多く、IGTにおいては不利な山のカードを選択する回数が高いだろう。

## II 方法

### 1 実験参加者

関西福祉科学大学の1年生から4年生までの学生29名 (男性9名; 女性20名) が実験に参加した<sup>註1)</sup>。年齢を統制するため、社会人学生などの大幅な年長者は除外した。実験参加の依頼は、本学ゼミや講義中に書面を配布することで行った。書面には実験の概要と実験者のメールアドレスが記載されており、実験参加の意思を持つ学生が実験者にメールを送り、参加の意思を表明した参加者には、募集を行ったゼミや講義の単位が参加報酬として与えられた。

### 2 実験課題

本実験で用いられた課題は、すべてパーソナルコンピュータ (型番: Fujitsu FMVD82E021) 上で行われた。

(1) 最後通告ゲーム: 本実験では、プレイマネー1,000円を分配するUGを連続で5度行った。参加者はすべて決定者として行動した。参加者には、分配者は他大学の学生で、分配する様子をビデオカメラで撮影した映像が決定者に提示されると教示された。しかし実際は分配の内容と撮影された学生は無関係で、分配はあらかじめ決められた4種類 (決定者: 分配者 = 100:900 200:800 300:700がそれぞれ1度ずつ; 500:500が2度) がランダムで提示された。分配者は決定者と同性が選ばれた。本実験では、拒否回数の他に、最低受け入れ額 (Minimum Acceptance Offer; 以下 MAO) を測定した。MAOは、UGの提案を受け入れることのできる最低の提案額のことである。MAOは5度のUGの終了後にディスプレイ上で質問され、参加者は1円から1,000円の間から任意の額を入力した。

(2) アイオワ・ギャンブル課題: 本実験ではIGTのコンピュータプログラム版を用いた。参加者はマウスでカードの絵をクリックすることでカード選択を行い、カード選択後に報酬とペナルティが提示された。カード選択時間は3.5秒 (3500ms)、クリックしたカードの提示時間は2秒 (2000ms)、報酬提示時間は2秒

(2000ms)、ペナルティ提示時間は2.5秒(2500ms)、休憩時間は2秒(2000ms)だった。カード選択時間を超過するとカードが自動的に無作為に選ばれた。

### 3 質問紙

本実験では、2つの質問紙を用いて参加者の行動傾向を査定した。

(1) **前頭葉機能尺度 (FrSBe)**：前頭葉機能を遂行機能障害(背外側前頭前皮質・皮質下回路障害)、脱抑制(眼窩前頭皮質の外側部・皮質下回路障害)、アパシー(前部帯状回・皮質下回路障害)の3因子に分類し、これら3つの行動特性が過去2週間にどのくらいの頻度で見られたかを5段階で評価する。「前頭葉機能に関する行動評価をこのような3つの下位尺度に分類することは、解剖学的部位との関連はともかくとしても、症状(行動)評価としては有用<sup>13)</sup>」であるとする。本実験では、前頭葉機能尺度による評定がvmPFC機能を行動レベルで反映すると考えたため用いた。

(2) **レヴェンソン自己報告サイコパシー尺度 (LSRP)<sup>7)</sup>**：サイコパシーを測定する尺度として Psychopathy CheckList (PCL) とその改訂版 (PCL-R) が広く知られているが、広範な訓練、長期的なインタビュー、犯罪歴を閲覧する権利などの組織化された手続きが必要となる点で制限がある。そのような問題点から、PCL-R 以外にもいくつかの自己報告尺度が開発されており、LSRP はその1つである。LSRP は PCL-R と同様に2因子構造をとる。第1因子である1次性サイコパシーは対人的特徴、感情特徴を反映し、第2因子である2次性サイコパシーは衝動性を含む反社会行動と社会的逸脱を反映する。サイコパシーの神経的基盤として、vmPFC、Orbitofrontal cortex (OFC)、amygdala が提案されている<sup>3)</sup>。さらにサイコパスを参加者とする IGT 実験ではサイコパスと vmPFC 損傷患者の課題の結果が類似することが明らかになっている<sup>10)</sup>。このことから、サイコパシー傾向は vmPFC 機能と関連を示すと予測し、LSRP を用いた。

### 4 手続き

実験は関西福祉科学大学大学本館8階の心理学実験

室の防音ブースで1人ずつ行った。UGでの決定は他者からの観察によって変動するため、本実験における参加者の課題、質問紙の結果はすべてID番号で処理され、結果が実験者に伝わらないことを強調した。ID番号は7ケタのID番号が記されたカードが複数入った箱から参加者自身によって選択された。参加者はID番号の選択後、ブースに案内され、以後実験者はマイクでブースの参加者に指示を出した。ブースの机にはパソコンのディスプレイ、ボールペン、5つの封筒(それぞれA,B,C,Dと記載される)が置かれていた。参加者は封筒Aに入っている実験参加同意書に記入し、その後は他大学の分配者の準備が整うまで待機するように告げられた。

UGはブース内のコンピューターで実行された。参加者は封筒Bに入っている「実験の説明」と「作業1の説明」を読み、呼び鈴を鳴らして読み終えたことを実験者に伝えた後、コンピューターにID番号と性別を入力して実験を始めるように告げられた。参加者がID番号と性別を入力するとUGが開始され、その後は画面上の説明、指示に従って課題を行った。課題が終了すると参加者は呼び鈴を鳴らして課題の終了を実験者に伝えた。

UGの終了後、参加者は封筒Cに入っている事後質問紙(FrSBe、LSRP)を記入した。記入が終わると、参加者は呼び鈴を鳴らして記入を終えたことを実験者に伝えた。

IGTはブース内のコンピューターで実行された。参加者は封筒Dに入っている「作業2の説明」を読み、読み終えたことを呼び鈴で実験者に伝えた。参加者の課題のルール理解度を確かめるために実験者は口頭で注意点を繰り返した。その後、参加者は練習試行を行うように指示された。練習試行終了後、ID番号をファイル名に入力して課題を始めるように告げられた。課題は規定された100回のトライアルを終えると自動的に終了した。課題が終了参加者は呼び鈴を鳴らしてゲームの終了を実験者に伝えた。

参加者は最後に記入した質問紙に記入漏れがないかを確認するように教示された。確認後、参加者はブースから出るように指示され、実験は終了した。実験時間は約70分であった。



### Ⅲ 結果

#### 1 尺度の信頼性分析

Cronbach の  $\alpha$  係数を算出したところ、2次性サイコパシー以外の尺度で、ある程度の信頼性 (0.7以上) が確認された (Table 1)。

Table 1 各尺度の基本統計量

	M	SD	$\alpha$ 係数
<b>前頭葉機能尺度</b>			
遂行機能障害 (DLPFC)	44.24	8.52	0.77
脱抑制 (OFC)	37.62	7.66	0.73
アパシー (ACC)	34.83	7.91	0.74
<b>サイコパス尺度</b>			
1次性サイコパシー	33.97	6.46	0.72
2次性サイコパシー	23.14	4.13	0.63

#### 2 UG の結果

決定者に対して100円提案の89.7%、200円提案の72.4%、300円提案の48.3%が拒否された (Figure 1)。本研究の結果は、先行研究<sup>12)</sup>に比べてやや高い拒否率であった。

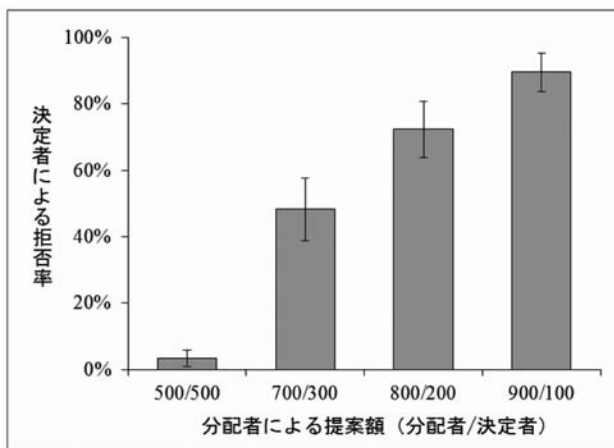


Figure 1 最後通告ゲームにおける決定者の拒否率

#### 3 IGT の結果

100 トライアルを20 トライアルずつ5つの block (block 1 から block 5) に分け、block ごとのリスク選択回数 (不利な山からカードを引いた回数) の平均値に有意な差が見られるかを検討した (Figure 2)。分散分析の結果、各 block におけるリスク選択回数の

平均値に有意な差が見られた ( $F(4, 108) = 12.57, p < .001$ )。また、下位検定を行ったところ、block 1 とそれ以外の block との間に有意な差が見られた (block 1 vs. 2:  $t(27) = 4.87, p < .0001$ ; block 1 vs. 3:  $t(27) = 4.04, p < .001$ ; block 1 vs. 4:  $t(27) = 5.54, p < .0001$ ; block 1 vs. 5:  $t(27) = 5.30, p < .0001$ )。この結果は、参加者が最初の20 トライアルで有利なデッキと不利なデッキを判別し、その後は有利なデッキから多くのカードを選択するようになることを示しており、先行研究<sup>4)</sup>と一致する結果である。なお、データの保存に失敗したため、1名の参加者を分析から除外している。

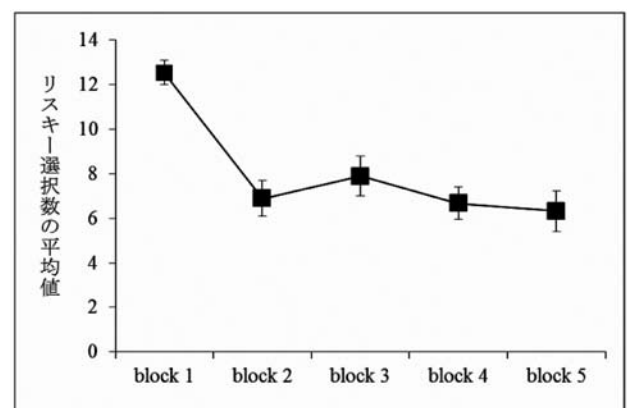


Figure 2 IGT におけるリスク選択数の平均値の推移

#### 4 仮説1の検討

参加者ごとにセーフ選択回数 (有利な山からカードを引いた回数) からリスク選択回数を引いた値を算出し、それを net score とした。UG における不公平提案の拒否回数、MAO と IGT における net score の間には、有意な相関関係は見られなかった (拒否回数  $\times$  IGT net score:  $\rho = -.11, p = .57$ , MAO  $\times$  IGT net score:  $\rho = -.19, p = .31$ )。

#### 5 仮説2の検討

FrSBe、LSRP、UG における不公平提案の拒否回数、MAO、IGT の net score を変数として、各変数間の相関係数を調べた (Table 2)。UG での拒否回数は各尺度のどれとも有意な相関関係が見られなかった。一方、UG での MAO は、FrSBe の3因子と有意な相関関係が見られなかったが、LSRP の2因子と有意な相関関係が見られた (UG での MAO  $\times$  1次性サイコパシー:  $\rho = .47, p < .05$ , UG での MAO  $\times$  2次性サイコパシー:

Table 2 拒否回数・最低受け入れ額・Net Score と各尺度の相関係数 (Spearman)

	拒否回数		最低受け入れ額		Net Score	
	$\rho$	$p$	$\rho$	$p$	$\rho$	$p$
<b>前頭葉機能尺度</b>						
遂行機能障害 (DLPFC)	0.13	0.51	0.14	0.48	0.07	0.71
脱抑制 (OFC)	0.21	0.27	0.27	0.16	-0.05	0.79
アパシー (ACC)	0.04	0.86	-0.07	0.70	0.01	0.97
<b>サイコパス尺度</b>						
一二次性サイコパシー	0.36	0.06	0.47	0.01	0.05	0.79
二次性サイコパシー	0.32	0.09	0.43	0.02	0.00	1.00

$\rho = .43, p < .05$ )。Net score は各尺度のどれとも有意な相関関係が見られなかった。

#### IV 考察

本実験でみられた UG における不公平提案の拒否率は、先行研究<sup>12)</sup>の拒否率と比較して高かった。この結果に対する解釈としては実験手続き上の問題が考えられる。一般的な UG 実験では、参加者は実験の行動に応じた金銭的報酬を受け取ることができる。そのような状況であれば、参加者は不公平提案に直面した場合に、それを受け入れるか否かについて葛藤するだろう。しかし、本実験では金銭的報酬を用いていなかったため、参加者は葛藤せず不公平な提案を拒否し、その結果として、先行研究との不一致が生じたのではないだろうか。今後の課題としては、金銭的報酬を用いた実験で本研究の結果が再現されるかどうかを検討する必要がある。

UG の拒否回数が少ないほど、IGT の net score が高いという仮説は本実験では支持されなかった。これは Bechara et al (1994) の IGT 実験と、Koenings & Tranel (2007) の UG 実験で見られた理論的な関連と矛盾する。このような矛盾が生じた理由は、UG における拒否率の高さが仮説の支持を妨害したという点にあると考えられる。上述した通り、UG における拒否率は先行研究と比較して高く、そしてその理由は、本実験の手続き上の問題（金銭的報酬がない点）が原因であると考えられる。このような条件下では、UG での行動が適切に測定できなかったために、UG と IGT の関連が見られなかったのではないだろうか。

また、FrSBe、LSRP の得点が低い人 (vmPFC の機能が低い人) ほど UG の拒否回数が少なく、IGT の net score が高いという仮説は支持されなかったが、UG における MAO と LSRP との間には関連が見られた。FrSBe に関しては、各因子の得点が 65 点以上で有意な行動障害を示すとされている<sup>13)</sup>。本実験で FrSBe の各因子で得点が 65 点以上を得点した参加者は、脱抑制因子で 2 名、アパシー因子で 2 名、遂行機能因子では 0 名であった。

このことから、UG での不公平提案の拒否や IGT の net score に影響を与えるほどの行動障害を持つ参加者は限られていたため、これらの関連が見られなかったのではないだろうか。

LSRP に関しては、Koenings ら (2010) による先行研究では、PCL-R のサイコパシー評定マニュアルに沿って評定された男性受刑者を参加者としていた一方で、本実験の参加者は健常者であったため、参加者のサイコパシー評定の信頼性に限界があったと考えられる。van Honk et al (2003) の先行研究では、サイコパシーの特徴である罰への反応性、報酬依存性の生理指標であるコルチゾールレベルと、自己報告のサイコパシー尺度が関連を見せなかったと報告されている。自己報告尺度が参加者の実際の行動傾向を適切に反映しているかどうかは議論の余地がある。しかし、一方で本研究では、1 次性サイコパシーの高い参加者ほど、UG での MAO が高いという結果がみられた。これは 1 次性サイコパシーの高い参加者ほど、不公平な分配を拒否したいと思っているという結果である。しかしながら、そのような傾向が UG での実際の拒否行動に反映されていなかったことは注目すべきである。今後の課題として、何故行動レベルでの関連が見られずに、MAO で関連が見られたのかを調べる必要があると考える。

本研究の結果は、UG での行動とサイコパシーの関連を検討した二つの先行研究の結果とも異なっていた<sup>6,9)</sup>。男性受刑者を対象にした Koenings らの研究では、1 次性サイコパシーの高い参加者ほど不公平提案を拒否するというものであり、大学生を対象にした Osumi & Ohira の研究では逆に 1 次性サイコパシーの高い参加者ほど不公平提案を受け入れというものであった。この 2 つの実験は、実験対象者は異なるが、

いずれにしてもサイコパシーとUGでの行動との間に関連が見られている。先述したように、金銭的報酬を用いた実験を再度行うことによって、どのような結果が見られるかを調べる必要があると考えられる。

先行研究と本研究の結果で一貫して見られる傾向は、UGのような他者と相互作用を要求される経済ゲーム状況において、1次性サイコパシー傾向の高い参加者は健常者と有意に異なる反応を示すということを示す。一方で、2次性サイコパシー傾向の高い参加者はそのような反応を示さないか、1次性サイコパシー傾向の高い参加者よりそのような反応が小さい。この傾向は、未だに神経学的基盤や病因学的分類に結論が出ていないサイコパシーの理解に重要であると考えられる。

## 謝辞

本研究の実施、分析において、関西福祉科学大学社会福祉学部の美濃哲郎教授、亀島信也教授に数々のご指導を賜りました。本研究の発案や文献の紹介、実験装置の調達など多岐にわたって、北海道大学文学研究科人間システム科学専攻の高橋泰城准教授、東京大学大学院医学系研究科の高岸治人先生に多大なご協力をいただきました。同志社大学心理学研究科の藤岡幸一先生には統計手法についてご指導いただきました。大阪教育大学教育科学専攻の藤井貴之さんには実験装置の扱いについてご指導いただきました。以上の方々へ深くお礼申し上げます。

---

注1 本研究では、参加者の年齢を尋ねる項目を用意していなかったため、参加者の平均年齢と標準偏差は不明である。

---

## 引用文献

1. Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (1994). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. *Cognition*, 50, 7-15.
2. Bechara, A., Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. R.

- (1996). Failure to Respond Autonomically to Anticipated Future Outcomes Following Damage to Prefrontal Cortex. *Cerebral Cortex*, 6, 215-225.
3. Blair, R. J. R. (2003). Neurobiological basis of psychopathy. *British Journal of psychopathy*, 182, 5-7.
4. Fukui, H., Murai, T., Fukuyama, H., Hayashi, T., & Hanakawa, T. (2005). Functional activity related to risk anticipation during performance of the Iowa gambling task. *NeuroImage*, 24, 253-259.
5. Koenings, M., & Tranel, D. (2007). Irrational Economic Decision-Making after Ventromedial Prefrontal Damage: Evidence from the Ultimatum Game. *The Journal of Neuroscience*, 27, 4, 951-956.
6. Koenings, M., Kruepke, M., & Newman, J. P. (2010). Economic decision-making in psychopathy: A comparison with ventromedial prefrontal lesion patients. *Neuropsychologia*, 48, 2198-2204.
7. Miller, J. D., Gaughan, E. T., & Pryor, L. R. (2008). The Levenson Self-Report Psychopathy Scale. An Examination of the Personality Traits and Disorders Associated With the LSRP Factor. *Assesment*, 15, 4, 450-463.
8. Sanfey, A. G., Rilling, J. K., Aronson, J. A., Nystrom, L. E., & Cohen, J. D. (2003). The Neural Basis of Economic Decision-Making in the Ultimatum Game. *Science*, 300, 1755-1758.
9. Osumi, T., & Ohira, H. (2010). The positive side of psychopathy: Emotional detachment in psychopathy and rational decision-making in the ultimatum game. *Personality and Individual Differences*, 49, 451-456.
10. Van Honk, J., Schutter, D. J. L.G., Hermans, E. J., & Putman, P. (2003). Low cortisol levels and the balance between punishment sensitivity and reward dependency. *Neuroendocrinology*, 14, 15, 1993-1996.
11. Van't Wout, M., Kahn, R. S., Sanfey, A. G., & Aleman, A. (2006). Affective state and decision-making in the Ultimatum Game. *Experimental Brain Research*, 169, 564-568.
12. Yamagishi, T., Horita, Y., Takagishi, H., Shinada, M., Tanida, S., and Cook, K.S. (2009). The private rejection of unfair offers and emotional commitment. *PNAS*, 106 (28), 11520-11523.
13. 吉住美保・上田敬太・大東祥孝・村井俊哉 (2007). 前頭葉機能に関する行動評価尺度Frontal Systems Behavior Scale 日本語版の標準化と信頼性、妥当性の検討 精神医学, 49, 2, 137-142.