

# 道徳観の違いによって道徳的判断課題中の脳活動は異なるのか —近赤外分光法を用いた予備的研究—

川端 香<sup>1,3)</sup> 小林 康孝<sup>1,3)</sup> 藤田 和樹<sup>1)</sup> 佐藤 万美子<sup>2,3)</sup>

**要 旨**：道徳的感情は、社会生活における規範を遵守する上で重要な役割を果たす。道徳的感情の神経基盤について多くの研究が行われてきたが、道徳観の個人差を考慮した研究は非常に少ない。今回、道徳観の異なる3名の道徳的判断課題中の脳活動について報告する。まず、28名の健常者に対して道徳観に関するアンケート調査を実施した。その結果を元に、道徳観が鈍麻傾向にある事例、道徳観が過剰傾向にある事例、道徳観が平均的な事例を選出し、道徳的感情を誘発しながら近赤外分光イメージング装置を用いて脳活動を測定した。その結果、道徳的判断時に、道徳観が平均的な事例は、逸脱行為の程度に関わらず前頭前野及び背外側前頭前野の賦活を認めたのに対し、道徳観が鈍麻傾向や過剰傾向にある事例は、同領域の賦活を認めなかった。道徳観に偏りがある場合、通常反応すべき場面において道徳的感情が誘発されにくく、脳内プロセスが異なる可能性が考えられる。

(福井医療科学雑誌 19:24-29, 2022)

【Key words】 道徳観, 脳活動, 近赤外分光法, 事例報告

## 緒 言

「道徳」を対象とした神経科学的研究は比較的新しい研究分野である。道徳的感情は、不道徳で社会的に望ましくない行動を抑制し、社会生活における規範を遵守する上で重要な役割を果たす<sup>1,2)</sup>。臨床場面において、一部の脳損患者が、道徳観の鈍麻による社会的に不適切な行動<sup>3,4)</sup>や、過剰な道徳観によって正義感や責任感が強く柔軟性に欠けたような行動<sup>5)</sup>をとることがあり、これらの行動は社会生活や対人技能に支障を来す大きな要因となる。道徳的感情の神経基盤について研究することは、脳損傷後に引き起こされる社会的に不適切な行動の理解を深めることに寄与するものと考えられる。

道徳的感情の神経基盤を解明するために多くの研究が行われ、前頭葉が大きな役割を果たしていることが明らかとなっている<sup>6-9)</sup>。これまで機能的磁気共鳴画像(以下、fMRI)を用いた研究が盛んに行われてきたが、近年、近赤外分光イメージング装置(以下、NIRS)による道徳的感情

の研究が注目を浴びている<sup>10,11)</sup>。Duanら<sup>11)</sup>は、NIRSを用いて道徳的感情によって引き起こされる脳活動量を検出し、fMRIの代替手段としての有効性を実証している。

また、道徳観は生得的な側面や後天的な影響から個人差があるとされる<sup>12)</sup>が、道徳観の個人差の観点から脳活動について検討した研究は非常に少ない。そこで本論文では、道徳観の異なる3名の道徳的判断課題中の脳活動について報告する。研究目的は、道徳観の違いが道徳的判断中の脳活動に与える影響について検討することであり、本論文は、その予備的研究として位置付ける。道徳観を「個人の価値観や道徳的感情をもとに、善悪の判断をする考え方」と定義した。

尚、本研究は、新田塚医療福祉センター倫理委員会の承認を得ている(新倫2022-13号)。

1) 福井医療大学大学院 保健医療学研究科

2) 福井総合病院 リハビリテーション科

3) 福井県高次脳機能障害支援センター

(採択日 2022年12月)

## 研究の対象・方法

### 1. 道徳観に関するアンケート調査

脳損傷の既往や心理・精神障害のない健常者を対象に、道徳観に関するアンケート調査を実施した。参加者には、書面及び口頭にて研究内容を説明しインフォームドコンセントを得た。28名(男性9名, 女性19名)が参加し、平均年齢は28.2歳(標準偏差: 以下, SD=10.8)であった。アンケートは、Buckholtzら<sup>13)</sup>が用いた50項目からなる犯罪のシナリオを和訳改変した。シナリオは、「重い罪」「軽い罪」「罪なし」の3つのカテゴリーに分類された。「重い罪」のシナリオは20種類の文章から構成され、窃盗から殺人までの犯罪行為を意図的に行うことを描写していた。「軽い罪」のシナリオは20種類の文章から構成され、「重い罪」と同程度の重大な行為を含むが、免責が考えられるような状況が加えられていた。「罪なし」のシナリオは10種類の文章から構成され、非犯罪的な行動を取る様子を描いたものであった。参加者は、シナリオを読み、罪の大きさを0点～10点の尺度で評価した。点数が高い程、重罪とした。表1にアンケートを一部抜粋したものを記載する。

### 2. 事例紹介

道徳観に関するアンケート調査結果より、50項目の平均値とSDを算出した。「重い罪」の20項目合計は166.7点(SD=26.4)、「軽い罪」の20項目合計は88.9点(SD=35.5)、「罪なし」の10項目合計は14.1点(SD=14.0)であった。

参加者の中から、道徳観が鈍麻傾向にある(低モラル)事例、道徳観が過剰傾向にある(過剰モラル)事例、道徳観が平均的な事例を選出し、書面及び口頭にて脳活動測定の同意を得た。以下に、各事例について紹介する。

【事例1】道徳観が鈍麻傾向にある事例である。「重い罪」の合計が最も低く、平均値-2SD以下の参加者であり、低モラルの典型事例として選出した。「重い罪」の平均値が4.9点、「軽い罪」の平均値が2.8点、「罪なし」の平均値が0.3点、全項目の平均値が3.1点であった。

【事例2】道徳観が過剰傾向にある事例である。「罪なし」の合計が最も高く、平均値+2SD以上の参加者であり、過剰モラルの典型事例として選出した。「重い罪」の平均値が8.8点、「軽い罪」の平均値が5.9点、「罪なし」の平均値が5.6点、全項目の平均値が7.0点であった。

【事例3】道徳観が平均的な事例である。平均値±SD範囲内に含まれる参加者であり、対照事例として選出した。「重い罪」の平均値が8.6点、「軽い罪」の平均値が5.6点、「罪なし」の平均値が1.5点、全項目の平均値が5.9点であった。

図1に道徳観に関するアンケート結果の分布図と事例の位置を示す。

表1. 道徳観に対するアンケート(一部抜粋)

カテゴリー	シナリオ
重い罪	1. 私は、故郷の郊外に住んでいるため、週末の晩は退屈しています。私は農民のトウモロコシ畑を見て、畑全体に火をつけたらとても楽しいだろうと思いました。そして私は大火事を起こし、野原全体が燃えるのを見守るためにウロウロしました。
	2. 私は上司に解雇されたばかりです。上司から会社を辞めるように1週間前に通知されました。怒った私は、上司を傷つけることにしました。翌日会社で、誰もいないときに自分の机からレターオープナーを持ち、上司のオフィスに行き彼女を刺しました。彼女は出血多量で亡くなりました。
軽い罪	1. 私は、認可されたライフルで鹿を狩る免許を持っています。ある日、私は鹿に狙いを定めて撃ちました。鹿には当たらず、遠くのハンターに命中してしまい殺してしまいました。亡くなったハンターは州の安全規制に準じておらず、対象動物と区別するための「ハンターオレンジ」も着ていませんでした。
	2. 私は脳腫瘍により、不安定で感情のコントロールができなくなってきました。易怒的になり、「殺したい」という衝動が起きてしまいました。私は男の子を誘拐し、彼が死ぬまで鞭で打ってしまいました。後で腫瘍が見つかって取り除かれると、私のこれまでであった衝動などはなくなりました。
罪なし	1. ある日、私は地元の薬局でアレルギー薬を受け取りました。ラベルには「涼しくて乾燥した場所に保管してください。」と書いてありましたが、私は高温多湿になるバスルームに置きました。
	2. 私の新車のマニュアルには、4,000マイルごとにオイル交換をしてくださいと記載されています。私もそれを理解していましたが、4,023マイル運転してから車のサービスステーションに運びました。

(Buckholtz et al., 2008. 和訳改変)

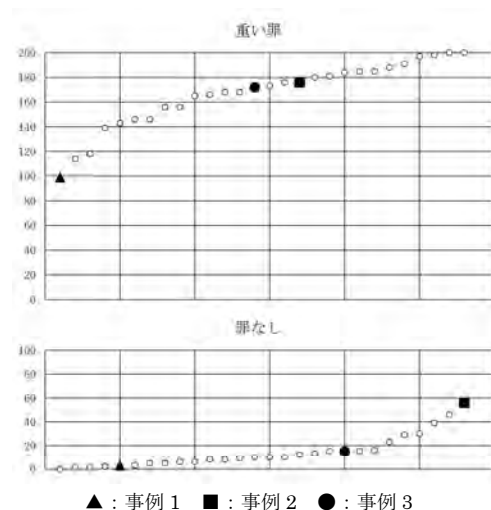


図1. 道徳観に関するアンケート結果の分布図

### 3. NIRS による脳活動測定

#### 3-1. 実験デザイン

道徳観に関するアンケート調査で用いた犯罪のシナリオを提示し、道徳的感情を誘発しながら近赤外光イメージング装置 (SMARTNIRS, 島津製作所製) を用いて脳活動を測定した。道徳的感情の生起に関連する前頭部を測定部位とした。装着部位の同定は、国際 10-20 法に基づいて実施し、前頭極 FPZ に受光プローブ 6 が位置するよう前頭部にプローブ・ホルダを設置した。合計 21 プローブ、全 32 チャンネル (以下、Ch) を配置し (図 2)、3 次元位置測定装置 (FASTRAK, POLHEMU 社製) にて各プローブの位置情報を計測した。

課題条件は、「重い罪」「軽い罪」「罪なし」の 3 条件とした。タイムプロトコルは、課題前安静 20 秒-課題 30 秒-課題後安静 20 秒を 1 セットとし、10 セット連続で測定した (図 3)。「重い罪」「軽い罪」の 2 条件は、各 20 項目のシナリオから無作為に 10 項目を抜粋し、3 条件全て 10 項目のシナリオを用いた。課題時にはシナリオを 1 項目ずつ提示し、3 条件をランダムで測定した。測定時の姿勢は、足底設置での椅子座位とし、机の上に置かれたノート

パソコンの画面を見るように指示した。測定開始前に、「課題時に提示される文章を黙読し、罪の大きさがどの程度か考えてください。」という教示を与えた。両手は、机上の所定の位置に置き、測定中の体動や発声を制約する口頭指示を与えた。

#### 3-2. 関心領域の選定とデータの処理

酸素化ヘモグロビン (以下、Oxy-Hb) と脱酸素化ヘモグロビン、総ヘモグロビンのうち、神経活動を最も敏感に反映するとされる Oxy-Hb に着目し、脳活動量について分析した。NIRS システムのノイズ補正には、0.01~0.2Hz の Band-pass filter (BPF) 及び Independent Component Analysis (ICA) を用いた<sup>14)</sup>。

3 次元位置測定装置で得られたプローブの位置情報から Fusion imaging ソフト (島津製作所製) を用いて位置推定を行った。その後、NIRS 脳画像重ね合わせソフト (以下、NIRS-SPM) を用いて脳領域との対応付けを行った。道徳的感情に特に関与するとされる前頭前野 (以下、PFC) 及び背外側前頭前野 (以下、DLPFC) を関心領域として定めた<sup>6,11)</sup>。右 DLPFC を領域 1、右 PFC を領域 2、左 PFC を領域 3、左 DLPFC を領域 4 とし (図 2)、加算平均した Oxy-Hb 値を分析した。課題開始直前の安静 5 秒間をベースラインとして、課題開始後 10 秒から課題終了時までの 20 秒間のデータを正規化し、Oxy-Hb 変化量として Z-score を算出した。NIRS-SPM にて Z-score 基準値が算出され、Z-score が基準値以上の場合に、そのチャンネルに有意な賦活が生じたと判断できる。

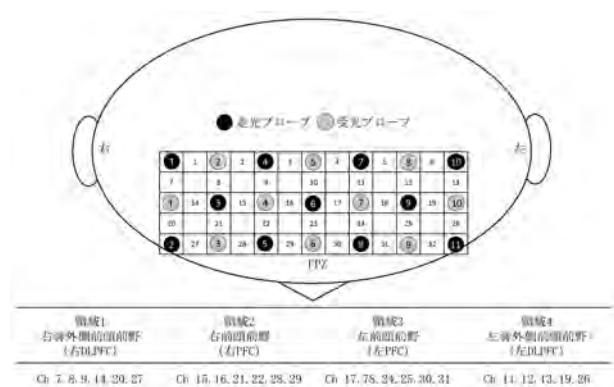


図 2 : チャンネル配置及び関心領域

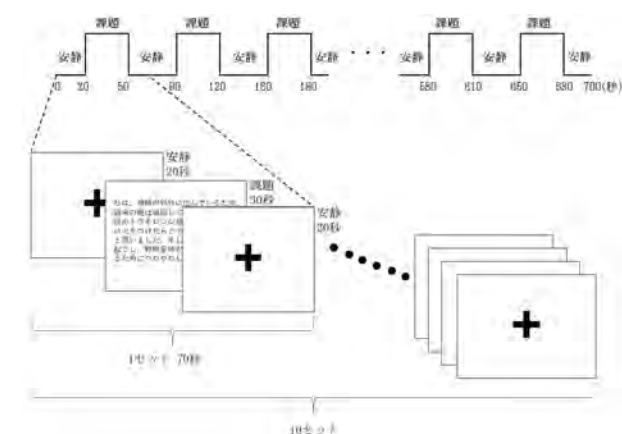


図 3 : 実験タイムプロトコル

## 結 果

事例 1 の各条件の Z-score を図 4-a に示す。「重い罪」「軽い罪」「罪なし」の全ての条件において、有意な賦活が生じた領域はなかった。

事例 2 の各条件の Z-score を図 4-b に示す。「重い罪」条件下では、両側 PFC 及び左 DLPFC において有意な賦活を認めた。「軽い罪」「罪なし」条件下では、有意な賦活が生じた領域はなかった。

事例 3 の各条件の Z-score を図 4-c に示す。「重い罪」条件下では、両側 PFC 及び左 DLPFC において有意な賦活を認めた。「軽い罪」条件下では、右 DLPFC 及び右 PFC において有意な賦活を認めた。「罪なし」条件下では、両側 DLPFC 及び両側 PFC において有意な賦活を認めた。

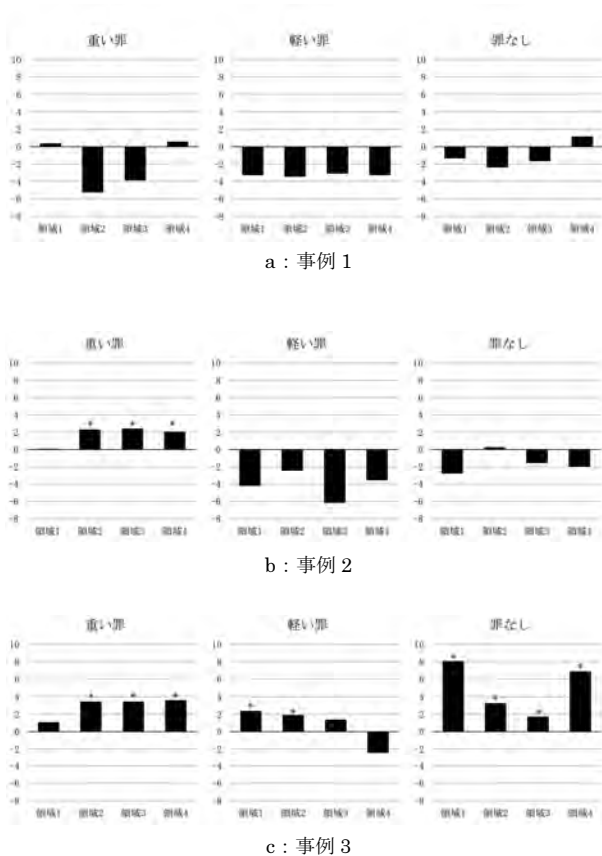


図 4：各条件の Z-score  
領域 1：右 DLPFC，領域 2：右 PFC，領域 3：左 PFC，  
領域 4：左 DLPFC  
有意に賦活した領域を\*で示す。

## 考 察

道德的感情を誘発しながら、NIRS を用いて、道德観が鈍麻傾向にある者、過剰傾向にある者、平均的な者の脳活動を測定した。一般的に、道德的感情の生起と処理には PFC、DLPFC、眼窩前頭皮質などの領域が関与し、これらの領域の脳活動増加が認められる<sup>6, 11)</sup>。PFC は、内側 PFC と共に罪悪感、自責の念などの情動発現と関与するとされる<sup>15, 16)</sup>。PFC の機能低下によって、これらの情動が欠損し自分の行動を正当化するとされる<sup>17)</sup>。DLPFC は、一般的に情動発現に抑制的に働くとされ<sup>18)</sup>、相手の心情や考えを推測する「心の理論」に関与する<sup>19)</sup>。また、Paquette ら<sup>20)</sup>は、悲しみや不快な感情を抑制すると同領域の脳活動が上昇すると報告している。

事例 3 は、いずれの条件においても、PFC 及び DLPFC の賦活が認められた。これに対して、事例 1 は、いずれの条件においても、PFC 及び DLPFC の賦活が認められなかった。脳損傷後に道德観が鈍麻した例において、罪

悪感や羞恥心を抱きにくいと報告されており<sup>3, 4)</sup>、同様の傾向を示したのではないかと考えられる。また、事例 2 は、「重い罪」条件においてのみ両側 PFC 及び左 DLPFC の賦活が認められた。脳損傷後に過剰な道德観を示した例は、犯罪や逸脱行為に対する厳罰姿勢が強い特徴が見られる<sup>5)</sup>ことから、悪質な犯罪行為に対して、特に道德的感情が誘発されやすい可能性が考えられた。

つまり、道德的判断時に、道德観が平均的な者は、あらゆる逸脱行為に対して PFC 及び DLPFC が賦活したことから、一般的には、逸脱行為の程度に関わらず道德的感情が誘発され、脳が賦活しやすい可能性があるものと考えられる。一方、道德観が鈍麻傾向にある者はあらゆる逸脱行為に対して脳の賦活を認めず、過剰傾向にある者は免責が考えられる犯罪行為や非犯罪的行動に対して脳の賦活を認めなかったことから、道德観に偏りがある場合、通常反応すべき場面において道德的感情が誘発されにくく、感情生起、思考、認知処理などを含む脳内プロセスが異なる可能性が考えられる。

今後、道德観の違いによって脳活動は異なるという仮説のもと、被験者数を増やし、統計的に比較検討することが必須である。本論文は、道德観の違いと脳活動の関係に着目した予備的研究として新規性の高い報告であり、臨床的に意義のある知見の提供に貢献するものであると考えられる。

## 限 界 点

各事例の生育歴、生活環境、実験時の心情などの背景に関しては調査していないため、これらが及ぼした影響については考慮していない。さらに、道德的判断課題中の内観調査を行っていないため、具体的にどのような感情を抱いていたのかについても不明である。

## 結 語

道德観の異なる 3 名の道德的判断課題中の脳活動について報告した。道德的判断時に、道德観が平均的な者は、逸脱行為の程度に関わらず PFC 及び DLPFC が賦活しやすいのに対し、道德観が鈍麻傾向にある者は、逸脱行為の程度に関わらず同領域が賦活しにくく、過剰傾向にあ

る者は、免責が考えられる犯罪や非犯罪的行動に対して同領域が賦活しにくかった。以上のことから、道徳観に偏りがある場合、通常反応すべき場面において道徳的感情が誘発されにくく、感情生起、思考、認知処理などを含む脳内プロセスが異なる可能性が考えられ、道徳観の違いによって脳活動は異なるという仮説を提言したい。

## COI 申告

著者全員に本論文に関連し、開示すべき COI 状態にある企業、組織、団体はいずれも有りません。

## 文 献

- 1) Tangney JP, Dearing RL. Shame and Guilt. Guilford Press: New York; 2003. 1-40.
- 2) Wagner U, N'Diaye K, Ethofer T, et al. Guilt-specific processing in the prefrontal cortex. *Cereb Cortex* 2011; 21(11): 2461-2470.
- 3) Anderson SW, Bechara A, Damasio H, et al. Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nat Neurosci* 1999; 2(11): 1032-1037.
- 4) Beer JS, Heerey EA, Keltner D, et al. The regulatory function of self-conscious emotion: insights from patients with orbitofrontal damage. *J Pers Soc Psychol* 2003; 85(4): 594-604.
- 5) 三村将. 前頭葉眼窩部とモラル. *臨床神経学* 2010; 50: 1007-1009.
- 6) Takahashi H, Yahata N, Koeda M, et al. Brain activation associated with evaluative processes of guilt and embarrassment: an fMRI study. *Neuroimage* 2004; 23(3): 967-974.
- 7) Roth L, Kaffenberger T, Herwig, et al. Brain activation associated with pride and shame. *Neuropsychobiology* 2014; 69(2): 95-106.
- 8) Bastin C, Harrison BJ, Davey CG, et al. Feelings of shame, embarrassment and guilt and their neural correlates: a systematic review. *Neurosci Biobehav Rev* 2016; 71: 455-471.
- 9) Zhu R, Feng C, Zhang S, et al. Differentiating guilt and shame in an interpersonal context with univariate activation and multivariate pattern analyses. *Neuroimage* 2019; 186: 476-486.
- 10) Dashtestani H, Zaragoza R, Pirsiavash H, et al. Canonical correlation analysis of brain prefrontal activity measured by functional near infrared spectroscopy (fNIRS) during a moral judgment task. *Behav Brain Res* 2019; 359: 73-80.
- 11) Duan L, Feng Q, Xu P. Using functional near-infrared spectroscopy to assess brain activation evoked by guilt and shame. *Front Hum Neurosci* 2020; 14: 197.
- 12) Tangney JP, Wagner P, Fletcher C, et al. Shamed into anger? The relation of shame and guilt to anger and self-reported aggression. *J Pers Soc Psychol* 1998; 62(4): 669-675.
- 13) Buckholz JW, Asplund CL, Dux PE, et al. The neural correlates of third-party punishment. *Neuron* 2008; 60(5): 930-940.
- 14) Zhang S, Zheng Y, Wang D, et al. Application of a common spatial pattern-based algorithm for an fNIRS-based motor imagery brain-computer interface. *Neurosci Lett* 2017; 655: 35-40.
- 15) Huebner B, Dwyer S, Hauser M. The role of emotion in moral psychology. *Trends Cogn Sci* 2009; 13(1): 1-6.
- 16) Riva P, Manfrinati A, Sacchi S, et al. Selective changes in moral judgment by noninvasive brain stimulation of the medial prefrontal cortex. *Cogn Affect Behav Neurosci* 2019; 19(4): 797-810.
- 17) Anderson SW, Bechara A, Damasio H, et al. Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nat Neurosci* 2013; 2(11): 1032-1037.
- 18) Miller EK, Cohen JD. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annu Rev Neurosci* 2001; 24(1): 167-202.
- 19) Mah L, Arnold MC, Grafman J. Impairment of social perception associated with lesions of the prefrontal cortex. *Am J Psychiatry* 2004; 161(7): 1247-1255.

- 20) Paquette V, Lévesque J, Mensour B, et al. "Change the mind and you change the brain": effects of cognitive-behavioral therapy on the neural correlates of spider phobia. *Neuroimage* 2003; 18 (2): 401-409.