

fMRIを利用した社会的ジレンマ状況における 道徳意識に関する研究

井ノ口 大地¹・室町 泰徳²

¹非会員 東京工業大学人間環境システム専攻 (〒226-8502 横浜市緑区長津田町4259)

E-mail: inokuchi.d.aa@m.titech.ac.jp

²正会員 東京工業大学人間環境システム専攻 (〒226-8502 横浜市緑区長津田町4259)

E-mail: ymuro@enveng.titech.ac.jp

本研究は、都市や交通等の諸問題の背景に潜む社会的ジレンマの解消において重要な役割を果たす「道徳意識」に着目し、神経科学分野で用いられるfMRIによって、社会的ジレンマと結びつく脳部位を明らかにし、社会的ジレンマの解決に資する知見を得るものである。社会的ジレンマに関する道徳意識を喚起する文章と社会的ジレンマではないが道徳意識を喚起する文章を視覚刺激として、それらを比較する形でfMRI実験を行い、得られた画像データを解析した。その結果、「下前頭回」「楔前部」「前帯状皮質」等他者への「共感」に関する部位や、BA9、BA10等「意思決定」に関する部位の賦活が社会的ジレンマと関係することが確認された。

Key Words : *Social Dilemma, Psychological Strategy, Moral Consciousness, fMRI*

1. はじめに

都市・交通分野を始めとして、様々な社会問題の背景には「社会的ジレンマ」が潜んでいる。社会的ジレンマは、「長期的には公共的な利益を低下させてしまうものの短期的な私的利益の増進に寄与する行為（非協力行動）か、短期的な私的利益は低下してしまうものの長期的には公共的な利益の増進に寄与する行為（協力行動）のいずれかを選択しなければならない社会状況」として定義される¹⁾。社会全体の便益を向上させるためには、非協力行動をとる人に対して協力行動をとるよう行動変容を促し、社会的ジレンマの解決を図る必要がある。人間の心理的要因に働きかけて社会的ジレンマを解決に導く施策を「心理的方略」と呼ぶが、「心理的方略」における心理的要因の中でも特に重要な役割を果たすのが「道徳意識」である。一概に「道徳意識」といっても、社会的ジレンマ状況に陥った個人が、どのようにして道徳意識を活性化させ協力行動を実行するのか、あるいは、そもそもここで言う道徳意識とはどのように定義されるものなのか、といった点に関して定量的に分析した研究は少ない。

本研究は、特定の状況下におかれた人間の脳の働きを知るための装置として、医学や神経科学分野において用いられているfMRIによる実験を行い、社会的ジレンマ

状況におかれた個人の脳の働きを実験によって把握し、道徳意識を神経科学的な側面から分析することで、ジレンマ状況における道徳意識とはどういったものなのかという点を明らかにする。具体的には、社会的ジレンマを「私的利益」と「公共的利益」の対立状態として定義付けたうえで、fMRI実験を数名の被験者に実施し、「私的利益」と「公共的利益」の対立状態における道徳意識と対応する脳部位を検出する。これにより、より効果的な心理的方略のあり方を検討し、社会的ジレンマの解決に資する知見を得ることを目的とする。

2. 既往研究

土木計画学分野において、社会的ジレンマと人間の心理的要因に関して扱った研究は数多くある。例えば、協力行動における「大衆性」の低減に関して分析した伊地知らの研究²⁾や、社会的ジレンマ解消のための道徳教育実践に関する谷口らの研究³⁾等がある。

また、神経科学分野において、fMRIを用いた人間の脳の働きに関する研究は近年盛んに行われており、その中には、道徳意識を扱った研究もいくつか存在する。例えば、fMRIを用いて道徳的判断と感情プロセスの関連性を示したGreeneらの研究⁴⁾や、無意識下の道徳的判断についてfMRIを用いて分析したMollらの研究⁵⁾等がある。

このように、土木計画学分野における社会的ジレンマに関する研究や神経科学的分野における道徳意識に関する研究は少なくない。しかし、社会的ジレンマ状況を神経科学的に分析した研究例はほとんど無い。

3. 実験概要

(1) 実験概要

東京工業大学fMRI実験室のfMRIスキャナーを用いて、fMRI実験を行う。本装置は非常に強力な磁石により、周囲に磁場(3テスラ)を発生させる。被験者はこの装置の中に仰向けの状態で入り、スクリーンに映った質問形式の文章を専用のゴーグルを介して読む。被験者は質問に対し、レスポンスパッドのボタンを押すことで返答し、その際の脳の働きを、ラジオ波を撃つことで撮影する。撮影した画像は、隣室にあるコンピューターで記録される。被験者は20~22才で右利きの日本人男性で、計4名である。

(2) 解析方法

「SPM8」を用いて、被験者毎の個人解析を行う。解析は、平滑化作業を行った画像から、ボクセル毎に信号強度を取り出し、データ行列として配置する。データ行列と計画行列から、一般線形モデルによってパラメータ行列を求める。一般線形モデルは以下の式(1)で表される。

$$Y = X \times B + E \quad (1)$$

Y: データ行列 (画像データ)

X: 計画行列 (実験条件)

B: パラメータ行列

E: 残差行列

この時、任意の実験条件間でfMRI信号強度に有意の差が認められる領域をt検定により検出することになる。なお、本研究では $p < 0.005$ としてt検定を行う。実験条件をa,bとした時、t値は以下の式(2)で表される。

$$t = \frac{(1 - 1) \times \left(\frac{\beta a}{\beta b} \right)}{\text{標準誤差}} \quad (2)$$

βa : 条件aの信号強度の平均

βb : 条件bの信号強度の平均

(3) 視覚刺激

a) 条件設定

実験で用いる質問形式の文章、すなわち、視覚刺激文は40アイテムあり、これらは、(o)一般(a)社会的ジレンマ(b)非人身的道徳ジレンマ(c)人身的道徳ジレンマの4条件

に分類され、1条件あたり10アイテムとなる。解析では、「条件oに比べて条件aではどこが賦活(活性化)しているか」というように、任意の2条件を比較する。(o)(b)(c)はそれぞれGreeneらの既往研究⁴⁾のNon-moral, Moral-impersonal, Moral-personalに相当する。また、(o)(b)(c)において、本研究で用いる文章の多くは、Greeneらの研究⁴⁾等において用いられた文章を和訳したものである。(a)では社会的ジレンマ状況を設定し、新たに文章を作成する。内容は、各社会的ジレンマの「非協力行動」を行った際に発生する「私的利益」と「公共的損失」に関するものである。また、社会的ジレンマは非人身的道徳ジレンマに分類されると想定される。本研究における4条件の視覚刺激文の相互関係を図1に示す。本研究では、(a)と(b)の比較を中心に解析を進めた。

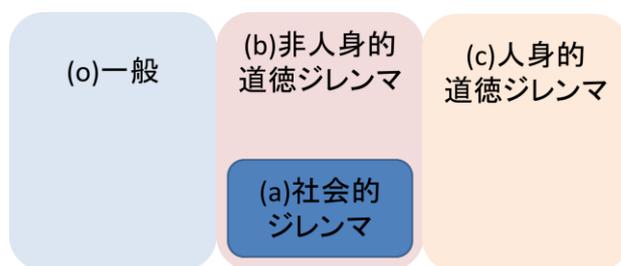


図1 4条件の視覚刺激文の相互関係

b) 呈示方法

各視覚刺激文は、「背景」「選択」「行動」の3つの段落に分かれており、順に呈示される。被験者には、「行動」画面が表示されている間に質問に対する回答をしてもらう。文の呈示が終わると、画面上には「+」のマークが表示され、被験者には、これを何も考えないで見てもらう。以上を1試行とし、これを40回繰り返す。なお、10回の試行毎に休憩を挟む。

c) 視覚刺激文の例

図2に、(a)社会的ジレンマと(b)非人身的道徳ジレンマの視覚刺激文の例を一つずつ示す。

4. 実験結果

表1は、賦活部位をまとめたものであり、賦活部位名、t値、大脳の区分を表すブロードマン領野(BA)を示している。続いて、(b)非人身的道徳ジレンマに比べて(a)社会的ジレンマで有意な賦活を示す画像を示す(図3)。着色された箇所が賦活部位である。

5. 実験結果の考察

(1) 賦活部位に関する考察

実験結果から、(b)非人身的道徳ジレンマに比べて(a)社会的ジレンマで有意に賦活している部位が明らかになった。このうち特徴的な部位は、「島皮質」「楔前

(a)社会的ジレンマ文章例

<背景>
 ニックは、買物をするため、雨の中、徒歩で5分の距離にあるスーパーに行くことにしました。ニックは、医師から健康のために、なるべく歩くように勧められており、スーパーまで徒歩で行くか車で行くか考えています。ニックの車は非常に燃費が良く、二酸化炭素もほとんど排出しません。

<選択>
 ニックが、徒歩でスーパーまで行けば、雨に濡れ、時間もかかりますが、身体活動量が増えて健康状態が良くなり、国の医療費を節約できます。車でスーパーまで行けば、雨に濡れず、時間も節約できますが、健康状態が悪くなり、国の医療費が増えます。

<行動>
 ニックは、雨に濡れず、時間を節約できるので、車でスーパーまで行くことにしました。
 ニックの行動は正しいと思いますか？
 正しいと思ったら人差し指のボタンを、正しくないと思ったら中指のボタンを、15秒以内に押してください。

(b)非人身的道徳ジレンマ文章例

<背景>
 ロンは、暴走して線路の分岐点へと近づいているトロッコを運転しています。分岐点の左の線路の先では、5人の工夫が作業をしています。右の線路の先では、1人の工夫が作業をしています。

<選択>
 ロンが、もし何もしなければ、トロッコは左の線路を進み、5人の工夫が死にます。5人の工夫の命を守るただ一つの方法は、運転台のスイッチを押し、トロッコを右の線路に進ませることです。そうすると、1人の工夫が死にます。

<行動>
 ロンは、5人の工夫の命を守るために、スイッチを押しました。
 ロンの行動は正しいと思いますか？
 正しいと思ったら人差し指のボタンを、正しくないと思ったら中指のボタンを、15秒以内に押してください。

図2 視覚刺激文の例

部」「下前頭回(BA9, 46)」「前帯状皮質」「中前頭回(BA10)」「帯状回」である。「島皮質」「楔前部」「下前頭回(BA9, 46)」「前帯状皮質」「帯状回」は、人間の「感情」に大きく影響を及ぼす脳部位であり、特に、他人や社会の事を思いやる「共感」の感情と関係している。また、「下前頭回(BA9)」「前帯状皮質」「中前頭回(BA10)」は、過去の経験や情報を参考として未来の行為を決定する「意思決定」に関わる部位とされている。

(2) 実験デザインに関する考察

本研究では、社会的ジレンマは非人身的道徳ジレンマの一部と想定した。先行研究では、人身的ジレンマは非人身的ジレンマに比べ、感情に関係する部位が賦活するとされている。しかし、本実験では、人身的道徳ジレンマよりも社会的ジレンマにおいて感情と関連する部位が賦活する点で、先行研究との違いが見られた。一方で、(感情の喚起度が小さい)一般と社会的ジレンマで、似たような反応を示す被験者も見られた。これらの主な原因は、実験デザインにあると思われるが、具体的には以下の点が考えられる。

- ・実験条件が多く、条件ごとのアイテム数が少なかった。
- ・先行研究との言語の違い。(先行研究は英語)
- ・被験者数や性別などの被験者特性の違い。

表1 検出された賦活部位

被験者x1		
賦活部位	t値	BA
下半月小葉	3.96	小脳
下頭頂小葉	3.62	40
上前頭回	3.6	6
島皮質	3.46	13
楔前部	3.39	19
下前頭回	3.36	9
山頂	3.36	小脳
舌状回	3.36	18
錘体	3.29	小脳
レンズ核	3.29	小脳
被験者x2		
賦活部位	t値	BA
下前頭回	3.17	46
中前頭回	2.77	10
上前頭回	2.65	8
前帯状皮質	2.62	24
帯状回	2.59	32
被験者x3		
賦活部位	t値	BA
下前頭回	2.94	46
上前頭回	2.66	10
被験者x4		
賦活部位	t値	BA
後頭葉	3.36	37
楔部	3.27	19
海馬傍回	2.95	19
下前頭回	2.83	9
楔前部	2.83	7
前帯状皮質	2.68	32
楔部	2.63	7

6. 結論と今後の課題

本研究の結果から、「下前頭回」「楔前部」「前帯状皮質」等、人間の「感情」、特に他人や社会のことを思

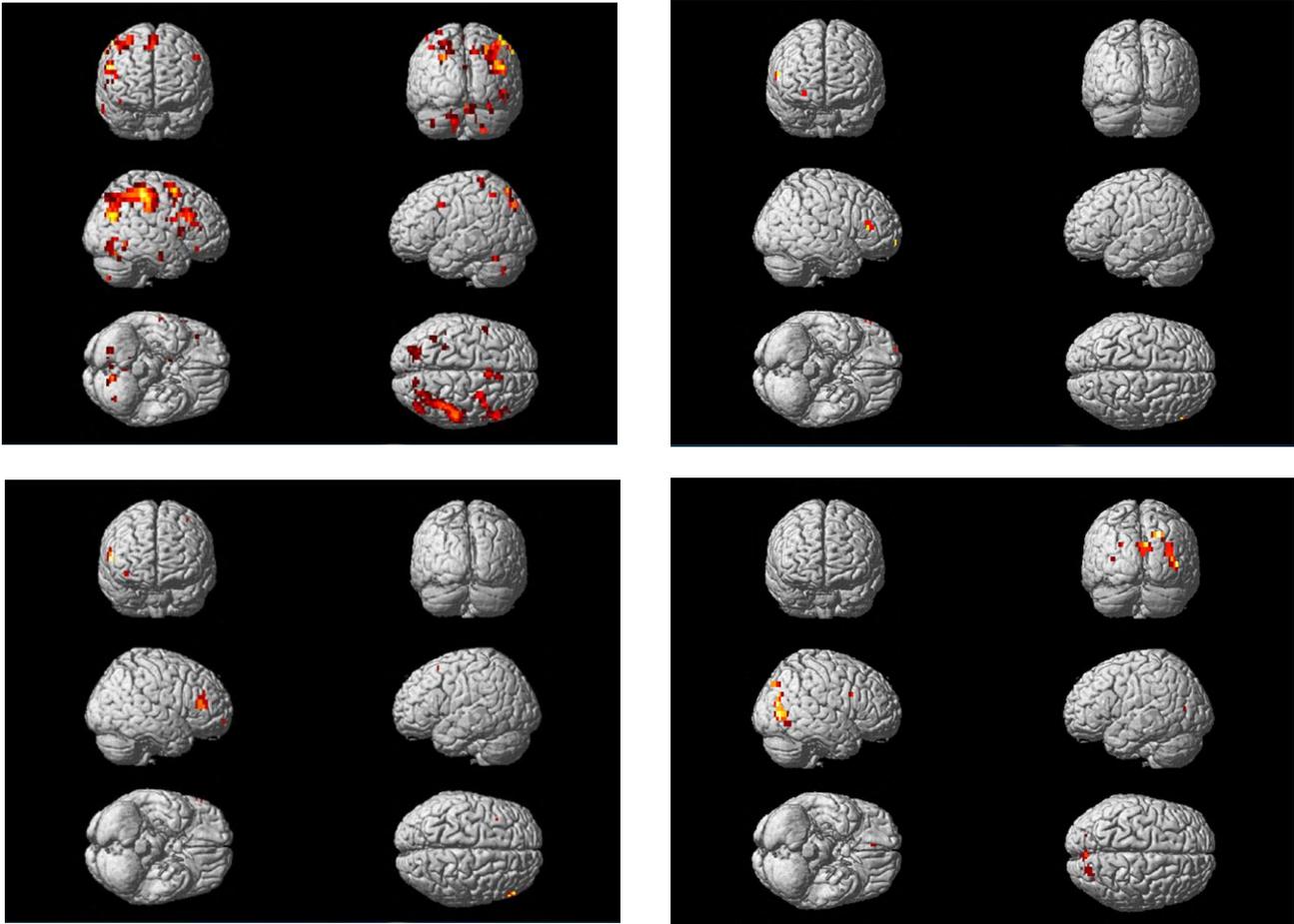


図3 各被験者の賦活部位

いやる「共感」に関わる部位が社会的ジレンマと関係がある。また、BA9、BA10、「前帯状皮質」等、経験や情報を参考として未来の行為を決定する「意思決定」に関わる部位も社会的ジレンマと関係がある可能性が高い、という点が明らかとなった。

今後の課題としては、本研究では、社会的ジレンマに関する視覚刺激の条件設定を重視したため、被験者特性に焦点を当てられなかった。また、社会的ジレンマを「環境」「交通」等のように細分化し、各分類に即した社会的ジレンマの検討を行うことも課題の1つである。

なお、本研究は科学研究費基盤研究（A）「健康に配慮した交通行動誘発のための学際的研究」の補助を得ている。謹んで謝意を表したい。

参考文献

- 1) 藤井聡: 社会的ジレンマの処方箋, pp.11-157, ナカニシヤ出版, 2003
- 2) 伊地知恭右, 原文宏, 藤井聡: 大衆性低減を導く実践行為についての探索的研究—利他的行動が大衆性抑制に及ぼす影響, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.68, No.5 (土木計画学研究・論文集第 29 卷), pp. 167-174, 2012
- 3) 谷口綾子, 藤井聡: 社会的ジレンマでの協力的行動を記述する「階層的規範活性化モデル」の提案—理論的検討と交通・環境・まちづくり問題への適用—, 土木学会論文集D Vol. 65, No. 4 P 432-440, 2009
- 4) Joshua D. Greene, Joshua D. Greene, R. Brian Sommerville, Leigh E. Nystrom, John M. Darley, Jonathan D. Cohen: An fMRI Investigation of Emotional Engagement in Moral Judgment, Science 14 September 2001, Vol. 293 no. 5537 pp. 2105-2108, 2001
- 5) Jorge Moll, Ricardo de Oliveira-Souza, Ivanei E. Bramati, and Jordan Grafman: Functional Networks in Emotional Moral and Nonmoral Social Judgments, NeuroImage 16, 696–703, 2002.

A fMRI STUDY ON MORAL CONSCIOUSNESS UNDER SOCIAL DILEMMA

Daichi INOKUCHI and Yasunori MUROMACHI

The objective of this study is to investigate moral consciousness when people face a social dilemma situation by fMRI experiment. We observe the change of the brain regions of the participants that are supposed to be associated with moral consciousness when the participants are requested to answer the choice between non-cooperative and cooperative behaviors in response to hypothetical social dilemma situations. As a result, brain regions involved in “sympathy” such as “Inferior frontal gyrus” “Precuneus” “Anterior cingulate” and “decision making” such as “BA9” “BA10” “Anterior cingulate” were likely to be related to the social dilemma.