

令和 6 年 6 月 27 日現在

機関番号：32677

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K20765

研究課題名（和文）脳波測定を用いたナッジの感情面からの再評価

研究課題名（英文）Reverification of the emotional impact on nudges by brain wave measurement

研究代表者

田中 健太（Tanaka, Kenta）

武蔵大学・経済学部・教授

研究者番号：30633474

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、人々の心理的作用を利用したナッジ的施策が、人々の心理的影響を与える程度を、NIRSを用いたラボラトリー実験によって明らかにし、人々がナッジ的施策から受けた感情の動態を考慮したうえで、ナッジ的施策のより適切な費用対効果を明らかにすることを目的とした研究に取り組んだ。グループ間競争の状況に焦点を当てた実験を通じて、脳波の変動から、グループ間競争が人々の心理的に作用し、結果として、グループ間競争の帰結が、その後のグループ間の協調問題に影響を与える結果が示された。本研究の成果として、脳波計を実験経済分野に応用するモデルケースとして、挑戦的な新たな研究手法の可能性を示すことができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでの国内外の既存研究において、すでにナッジ的施策が人々の心理的なコストや便益に影響を与えている可能性は示されているものの、そのコストや便益について科学的にその程度を直接的に捉える試みは確立されていない。本研究では、脳波計を実験経済分野に応用するモデルケースとして、今後のナッジ的施策の真の費用対効果を明らかにするための方法論の可能性を示すことができたと考えられる。また本研究の成果が、今後の現実のナッジ的施策をいかに改良すべきか、政策的示唆が多く含まれる結果を含有していると考えられる。

研究成果の概要（英文）：This study was to reveal how much nudge ways have a psychological effect on people using laboratory experiments with NIRS. Finally, this study aims to identify more appropriate cost-effectiveness of the nudge way, considering the emotional dynamics people receive from nudge ways. Through experiments focused on intergroup competition situations, the results show inter-group competition statistically significantly affects the brain wave fluctuations of the subjects. Also, the inter-group competition experience affects the cooperative decision making between groups. As a result of this study, we demonstrated the potential of a challenging new research methodology as a model case for applying NIRS to the field of experimental economics.

研究分野：環境経済学

キーワード：ラボラトリー実験 脳波 ナッジ

1. 研究開始当初の背景

近年、費用対効果が高いとされるナッジを用いた取り組みが注目を浴びている。すでに欧米をはじめ、日本においても、多くナッジを取り入れた施策(ナッジ的施策)が取り入れられている。ナッジは自分や他者の行動に関する情報を提供することで、人々が社会的に望ましい行動を自発的に行うように促すことである。ナッジの政策的な意義は単に費用対効果が高いだけでなく、個人の権利の自由の幅を狭めず、自ら社会に望ましい選択を自主的に選ぶように促す、リバタリアン・パターンリズムという新たな思想を取り入れた政策の手段を確立したことにある。これまでの政策議論では、個人の権利の自由を狭めてでも、より社会に望ましい政策を実施するという考え方(パターンリズム)か、個人の権利の自由を認めた制限のなかでより望ましい政策を実施すべきという考え方(リバタリアニズム)かという、相反する政策的なジレンマが思想的に存在していた。ナッジは両者の政策的葛藤を乗り越えることができる可能性が高い施策が提言可能であり、その成果が期待されている。

しかしナッジ的施策の実施における根源的問題は実際にナッジ的施策に必要となる情報提供によって人々が、どのような感情を持ち、その取り組みに参加するか、ということにある。これまでのナッジの社会的評価において、人々が社会的に望ましいとされる行動をとることで、社会的な評価を得られ、良い感情を抱き、自身の余剰が増加(以下、モラル効用と定義する)するという理論的仮定に基づいていた。つまり、ナッジによって行動変容が起き、社会的に望ましい行動を誘発された人は、その行動自体が自身の効用を向上させていると仮定していた。このような仮定では、ナッジ的な施策導入は経済理論的には社会的余剰を向上させると評価が可能である。

しかし、ナッジ的施策によって、行動変容を行った人が、必ずしもモラル効用を得ると仮定するのは現実的ではない可能性が高い。一般的にナッジ的施策の代表例である社会的比較では、他者と比較される情報を、人々に提供することで、行動変容を促す。しかしこのような施策においては、人々が与えられた情報をもとに、社会規範からの社会的プレッシャーによる心理的コスト(以下、モラルコストとする)を受けて、その帰結として、社会的に望ましい行動を強いられている可能性が指摘できる(例えば Allcott & Kessler, 2019)。この場合、ナッジ的施策のモラルコストを考慮した場合に、必ずしもナッジ的施策が社会的余剰を向上させるということが言えない。

このような背景から、ナッジの人々の心理的側面や感情面への影響をより厳密に理解する必要がある。とくに実際の人々の社会に望ましい行動が増えたか、減ったかだけでは、真の社会的な余剰は分析ができない。科学的に人々が各ナッジ的施策からうける心理的なモラルコスト、モラル効用の有無や程度を明らかにする必要がある。これまでの研究では、人々のモラル効用やモラルコストを実験時のアンケートなどの主観的な意思表示にもとづいた分析や推計は行われてきた。しかし、あるナッジ的施策が人々の心理的即工面にどのように影響したのか、科学的に直接的に観察を行い、どういった感情が人々のなかで発生し、その帰結として、どのような行動に結びつくのか、より厳密な関係性を分析した研究は十分にされていない。

2. 研究の目的

本研究では、脳波計(NIRS)を用いたラボラトリー実験によって、ナッジ的施策における心理的作用を識別し、心理的作用を考慮したうえで、ナッジ的施策の政策的評価を厳密に行うことを目的とする。NIRSを用いたラボラトリー実験によって、人々がナッジ的施策を受けた場合の感情を科学的に識別し、ナッジ的施策の個人に与える心理的効果が施策の社会的余剰にどのような影響を与えるか分析を行う。

3. 研究の方法

3.1 本研究課題で中核となる研究方法の概要

本研究では、ある施策が、人の感情的要素がどのように実際の人々の感情に変化を与え、その感情の変化がどのような行動を生み出し、結果的、行動の帰結と感情の心理的負荷を考慮した場合に、一般的な評価と比べてどのように変化するのか、明らかにする、そのために、本研究では人々の感情に変化を与えるようなトリートメントをラボラトリー実験上で作り出し、実験参加者の脳波を測定しながら、実験に参加してもらうような実験を行う。そうしたトリートメントを含まないコントロールグループで同様に脳波の測定を伴う、ラボラトリー実験を行い、トリートメントグループとコントロールグループの結果を比較することで、目的の達成を目指す。

今回の実験では、とくにグループ間競争を想定した実験を最初に行ってもらい、第2の実験として、各個人がどの程度、他の人を信じるか、もしくは各実験参加者がどの程度の利他性を発揮するのか、明らかにすることができるトラストゲームを行う。

3.2 実験デザイン

本研究では、第1番目の実験として、個人の競争程度や競争環境におけるパフォーマンスの変化を明らかにするための実験を行う。既存研究では、単純な計算やボール投げなど、男女差など、個人の特性が発揮しにくいタスクを課し、その結果から実験参加者の競争に対する選好や競争

環境でのパフォーマンス差について検証がされている（例えば、Leibbrandt et al. 2013）。本研究では、万歩計を振るという単純な作業を 30 秒間行ってもらうタスクを課した。第 1 番目の実験では 4 つのラウンドに構成されている。第 1 番目の実験の第 1 ラウンドにおいて、万歩計を振った回数に応じて、謝金を支払う設定で実験参加者に万歩計を振るタスクに挑んでもらう。第 2 ラウンドでは、ランダムに組み合わせられた他の実験参加者と比較して、万歩計のカウント数とその相手よりも多い場合は第 1 ラウンドで 1 カウントごとに得られる謝金の倍が得られる。一方、相手よりもカウント数が少ない場合は、謝金の獲得がこのラウンドではなくなる。第 3 ラウンドでは第 1 ラウンドと第 2 ラウンドのどちらかの謝金ルールをいずれかを選択し、その選択した謝金ルールに従って、万歩計のタスクを行ってもらう。

最後の第 4 ラウンドのみ、コントロールグループとトリートメントグループ間で差異を設けて実験を行った。コントロールグループでは、この第 4 ラウンドにおいて、同じチーム（同室で実験を行っている参加者）メンバーが 30 秒間に振った万歩計のカウント数のチーム平均に対して、1 カウントあたり謝金をチームメンバー全員に支払うルールを用いた。一方でトリートメントグループでは、同じ時間帯に同時に実験を行っている別チーム（もう一方の部屋のメンバー）の平均カウント数と、自身のチームの平均カウント数を比較して、別チームより多いカウント数であった場合、自身のチームの平均カウント数から謝金を得られ、その 1 カウントあたりの謝金額は、コントロールグループの 2 倍のレートとなる。しかし、もし自身のチームの平均カウント数が別チームの平均カウント数よりも低い場合、このラウンドから得られる謝金はなし、というルールを適応した。またトリートメントグループでは、別チームと自身のチームどちらが勝ったか、負けたかについて、ラウンド 4 終了直後に伝達した。この伝達はトリートメントグループではグループ間競争による感情の変化を生み出すことを目的とした設定である。

次に第 2 番目の実験は第 1 番目の実験終了後に引き続き実施をした。この実験では、トラストゲームを用いた実験を行った。トラストゲームは、実験参加者の利他性や参加者間の信頼の程度を捉える実験であり、多くの研究に応用されている（Croson & Buchan, 1999）。一般的にトラストゲームでは最初にある一定金額を持つ送金者（Sender）が匿名（特定のグループなどを想定する場合もあるが）の受け取り者（Receiver）に対して、自身のお金の一部、もしくはすべてを送る。受け取り者は送金者から送られたお金の一定の倍率のお金を得ることができる。受け取り者はそのお金の一部、もしくはすべてを送金者に送り返す。この 3 段階での工程を経ることを想定して、事前に送金者に選ばれた人が送金を行い、それを受け取った受け取り者がいくら送金者に送り返すか意思決定する実験である。今回の実験では、実験参加者に送金者となった場合の送金額と、受け取り者になった場合、送金者から送ってもらった金額別に、各金額のケースにもとづいた返金額を用紙に記録してもらう。実験参加者の記録が終わったところで、実験者がランダムに 2 人ずつのペアを作り、各ペアで同様にランダムに送金者、受け取り者を決定する。その後、ペアとなった参加者同士の記録にもとづいて、謝金を支払う。

なお今回のトラストゲームでは、自身のペアとなる送金者または受け取り者は、自身の所属するチームの人ではなく、他のチームのメンバーのだけかとペアに組み合わせられる設定を行った。第 2 番目の実験が開始する際に、その内容については、実験参加者に周知した。コントロールグループでは第 1 番目の実験で、グループ間での感情的なイベントを経験せずに、トラストゲームを他のチームと行う一方で、トリートメントグループでは第 1 番目の実験のラウンド 4 において、グループ間競争を行ったうえで、競争相手となったグループの実験参加者と第 2 番目の実験を行うこととなる。そのために、トリートメントグループでは、第 1 番目の実験でのグループ間競争で生まれた感情的な要素が、第 2 番目実験のトラストゲームに反映するような設計を行った。

前述の実験デザインにもとづいて、九州産業大学において、本研究の本実験を 2024 年 3 月に実施した。各実験セッションでは実験参加者を各セッションで最大 10 名まで参加可能として、参加者を募り、各セッションで集まった人数の半数ずつを別の部屋に案内した。各部屋では、実験実施者として各担当者が 1 名ずつ、実験の説明、進行を行った。実験開始直前に NIRS を実験参加者の頭部に実験終了時（謝金支払い時まで）まで装着してもらい、実験中の参加者の脳波をリアルタイムで測定した。なお各実験進行状況は、NIRS での脳波測定サプりに付属する動画録画機能で実験進行を録画するとともに、実験実施者が実験の推移と時間の記録を行った。

4. 研究成果

4.1 本研究課題の中核となる研究の結果

現在までの本実験結果として、全 4 セッション、合計で 37 名の実験参加者のデータをもとに分析した成果を示す。ここでは、第 2 番目の実験結果に焦点を当てて実験結果、並びにその成果を示す。本実験の結果として、第 1 に実験によって実験参加者の内面的な側面への影響があったどうか、分析を行った。脳波測定結果については、波の結果を用い、今回の第 2 番目実験における各実験参加者の平均値を比較した際に、コントロールグループとトリートメントグループ間で差異が発生したか、確認を行う計量分析を行った。この推計では被説明変数を第 2 実験中の波の平均が 0.25 を越えていたかというダミー変数（0.25 を越えていた参加者は 1、そうでない参加者は 0）を用いている。説明変数としては、トリートメントグループのダミー変数、競争選好ダミー変数（第 1 番目実験の第 3 ラウンドで、第 2 ラウンドの謝金ルールを選択した参加者は 1、そうでないものは 0）、トリートメントグループと競争選好ダミー変数との交差項を推計モデルに加えている。限界効果の推計結果は表 1 の通りである。

プロビット分析の結果、トリートメントグループのダミー変数は有意に波を減少させる可能性が示された。一般的にグループ間競争が行われた後で、グループ間の協力的な行動の意思決定を行う場合、緊張が増す傾向が考えられる。しかし本研究の結果では、トリートメントグループで波の反応が減少するために、グループ間競争の経験者は、その後のグループ間の協調問題において、緊張感薄まっていると理解できる。この結果は、グループ間競争による興奮状態が発生し、緊張感が薄まるような効果が発生した可能性とも解釈可能であると考えられる。

次にトリートメントの効果が第2番目の実験結果に影響を与えたかトラストゲームの送金者になった場合を想定した際の送金額の傾向を分析する。分析の結果、平均額の推移はコントロールグループとトリートメントグループではほぼ同じ傾向を示した。一方で、トリートメントグループにおいて、第1番目の実験のラウンド4のグループ間競争の際に、自身のグループが勝利したグループメンバーと、負けたグループのメンバーでは送金額に差が生じている可能性が示された。勝利したグループは送金額が高い一方で、負けたグループの送金額が減少した傾向が見られた。こうした結果は、グループ間競争の結果が人々の感情に影響を与え、結果的にその後の協同行動を行う際の協力的行動を妨げる可能性を示唆する結果と言える。例えば敗北グループの実験参加者が自身の利益が少ないにも関わらず、勝利者のグループのメンバーに多くのお金を送金したくないという不平等回避の発生や敗北グループのメンバーが勝利グループに対してのスパイト行動を行った可能性も考えられる。また勝利グループの送金額が多いのは、今回の実験のなかで勝利したグループのほうがより多くの利益を得ているために、その利益を利益が少ない人に分配することで、勝利グループの参加者が得られる効用が高い可能性も想定できる(Tricomi, 2010)。

このように、本研究では、グループ間競争を通じた実験参加者の心理的变化を捉えるとともに、その結果として、グループ間競争の帰結が人々の協力的行動に影響を与える結果が示された。グループ間競争の心理的作用がどういったものであるか、より明確な識別が必要だが、脳波計を実験経済分野に応用するという、新たな研究手法の可能性を示すことができた。本研究課題における中核となる研究成果については、今後の改定を行ったうえで、国際学術誌等への投稿、掲載を目指す

表2 トラストゲームにおける送金額

	平均	中央値
コントロールグループ	309 円	300 円
トリートメントグループ	319 円	300 円
勝利グループ	363 円	350 円
敗北グループ	275 円	250 円

表1 波変化要因分析結果

説明変数	係数
トリートメントグループダミー	-0.423*
	(0.217)
競争選好ダミー	-0.591**
	(0.237)
トリートメントグループダミー × 競争選好ダミー	0.604*
	(0.317)

4.2 その他関連研究の結果概要、並びに研究成果

本研究では中核となる研究以外に、関連研究として、いくつかの研究を進展させた。代表的な研究としては、ある一定の閾値を超えた場合に発生する負の公共財供給問題(ある一定数の非協力的行動が発生した場合に起こる社会的問題)に対して、閾値が不確実だった場合に、個々人の閾値に対する情報発信がどのように人々の協力的行動に変化を与えるのか、ラボラトリー実験を行った。結果として、既存研究と異なり、今回対象としたような情報発信が協力的行動を減少させるような効果が見られる。こうした結果は今後、本研究課題で行ったようなNIRSを応用した経済実験へ発展させることで、人々の協力問題をより明らかにすることができる可能性を実験後のアンケート調査から得ることができた。またそのほかにもラボラトリー実験や脳波測定を活用した本研究課題の関連研究を行った。現在まで本研究課題の関連研究として複数の公刊論文(国内外の学術誌)、学会発表を行い、研究成果を発信している。

<引用文献>

- Allcott, H., & Kessler, J. B. (2019). The welfare effects of nudges: A case study of energy use social comparisons. *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(1), 236-276.
- Croson, R., & Buchan, N. (1999). Gender and culture: International experimental evidence from trust games. *American Economic Review*, 89(2), 386-391.
- Engelmann, D., & Strobel, M. (2004). Inequality aversion, efficiency, and maximin preferences in simple distribution experiments. *American economic review*, 94(4), 857-869.
- Leibbrandt, A., Gneezy, U., & List, J. A. (2013). Rise and fall of competitiveness in individualistic and collectivistic societies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(23), 9305-9308.
- Tricomi, E., Rangel, A., Camerer, C. F., & O'Doherty, J. P. (2010). Neural evidence for inequality-averse social preferences. *Nature*, 463(7284), 1089-1091.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 0件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kenta Tanaka, Keisaku Higashida, Shunsuke Managi	4. 巻 22-E-095
2. 論文標題 Impact of Increasing Firms' Consumer Demand Perceptions on Market Outcomes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 RIETI discussion paper series	6. 最初と最後の頁 1-32
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 田中健太, 東田啓作, 馬奈木俊介	4. 巻 -
2. 論文標題 需要予想アルゴリズムの企業行動に与える影響分析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 社会問題を解決するデジタル技術の最先端	6. 最初と最後の頁 95-113
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 萩原 悟一	4. 巻 33
2. 論文標題 スポーツ観戦におけるTV・VR視聴時の客観的満足度に関する研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 画像ラボ	6. 最初と最後の頁 41-46
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 田中健太, 東田啓作, 馬奈木俊介
2. 発表標題 Analysis of the impact of increasing firms' consumer demand perceptions on market outcomes
3. 学会等名 第25回 実験社会科学カンファレンス
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Tanaka, K., Higashida, K., Higuchi, Y., Takahashi, R., Hossain, M. M., Sujauddin, M.
2. 発表標題 Factors affecting collusion and cheating behavior among community leaders: A lab-in-the-field experiment in Bangladeshi mountain regions
3. 学会等名 The 91st International Atlantic Economic European Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenta Tanaka, Yukihide Kurakawa, Takunori Ishihara, Takanori Ida
2. 発表標題 Moral Utility or Moral Tax? Experimental Study of Electricity Conservation by Social Comparison
3. 学会等名 International Workshop for Lab and Field Experiments (国際学会)
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	萩原 悟一 (Hagiwara Goichi) (30734149)	九州産業大学・人間科学部・准教授 (37102)	
研究 分担者	小谷 浩示 (Kotani Koji) (80422583)	高知工科大学・経済・マネジメント学群・教授 (26402)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------