

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：94301

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2011～2014

課題番号：23683005

研究課題名(和文) 神経経済学の手法を用いた「幸福度指標」の確立

研究課題名(英文) Developing measurements of happiness with neuroeconomic approaches

研究代表者

川脇 沙織(田中沙織)(Kawawaki (Tanaka), Saori)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所・脳情報通信総合研究所・主任研究員

研究者番号：00505985

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 19,700,000円

研究成果の概要(和文)：満足度・幸福度が生物学的指標で記述できるかを検証した。経済的な満足度を測定する実験課題の作成および脳活動データ、経済学・社会・生物学的属性データを収集し、経済学・社会・生物学的属性と満足度に関連する脳活動との関係を明らかにした。頭頂皮質と線条体が主観的効用の表現にかかわり、また島皮質と背外側前頭前野が社会的効用にかかわりかつ性別という個人属性によってその活動が異なることを明らかにした。これらの幸福度に関わる脳部位の具体的な機能の検証を行うためにfMRIによるニューロフィードバック実験を検討し、主観的効用に関わる線条体の活動の変化とそれに伴う意思決定行動の変化を示唆する予備的な結果を得た。

研究成果の概要(英文)：To verify whether “happiness” can be described in a biological measurements, I conducted experiments to measure the economic utility, social and biological attribute data, and neural activities during economics decision-making both in non-social/social situations. I found that parietal cortex and the striatum is involved in subjective or non-social utility, also that insular cortex and the dorsolateral prefrontal cortex is involved in social preference and its activities varies depending on personal attributes such as gender. In order to test the detailed functions of these brain areas, I conducted preliminary neurofeedback experiments with fMRI, suggest the activities of the striatum involving subjective utility might change some decision-making measurements.

研究分野：計算論的神経科学

キーワード：神経経済学 幸福の経済学 社会効用 報酬系

1. 研究開始当初の背景

政府の「新成長戦略」では、「国民の生活満足度・幸福度を表す指標の開発とその向上」が明記されている。従来の経済政策は、GDP（国内総生産）や所得水準といった客観的な経済的指標によって評価されてきたが、これは、伝統的経済学の「効用理論」が根拠となっている。効用とは、ある財の消費によって生じる主観的な満足度の度合いであり、伝統的経済学では、消費者はより大きい効用が得られる選択肢を選ぶという効用理論に基づいて、人間の経済行動を説明しようとしてきた。つまり、人々の生活満足度・幸福度は、財の消費や所得といった、客観的な経済指標に依存すると考えられてきた。いわば、「物質本位の幸福度」を指標としてきた。

しかし近年の研究によって、先進諸国において、一人当たり実質 GDP と「現在の生活に満足している」と答えた人の割合の時系列データには正の相関が見られないこと（Hagerty and Veenhoven, 2003）、所得水準と満足度の国際比較でも正の相関がみられないこと（Easterlin, 1974）など、いわゆる「幸福のパラドックス」が指摘されている。

それでは、人々の生活満足度・幸福度はどのような指標で評価できるのであるか？「幸福の経済学」と呼ばれる分野では、人々の生活満足度・幸福度は、従来の経済政策の評価として用いられてきた GDP や所得水準のような客観的指標に加え、「現在の生活に満足している」といった主観的指標（いわゆる『幸福度』）も有効であることが検証されている（「スティグリッツ報告」2009）。この『幸福度』と客観的指標との関係も調べられており、所得、所得格差、労働、性別、年齢、婚姻状況などの様々な経済的および社会的属性が、『幸福度』を決定・規定していることを示すデータがまとめられている（大竹、白石、筒井, 2010）。しかし、客観的指標と主観的指標をどうバランスを取って利用するか、などの具体的なモデルはまだ確立されていない。

一方、人々の生活満足度・幸福度の指標そのものにも議論がある。現在一般的に用いられている「現在の生活にどれくらい満足しているか」というアンケートによる『幸福度』の計測は、質問の違いで回答が変わる「フレーム効果」という大きな問題を含んでいる。実際、幸福度調査の質問分の変更や、質問の順番の変更の影響を考慮すれば、『幸福度』と所得の間の関係が変わるといった報告もあり（Wolfers and Stevenson, 2008）、国民の生活満足度・幸福度を表す信頼性の高い指標の開発が急務となっている。

申請者はこれまでの研究において、ドーパミンやセロトニンなどの脳内物質や、線条体や前頭葉といった「報酬系」と呼ばれる脳部位などが、ジュースやお金をもらった時の「快」の感情の処理に関わることを示した（Tanaka et. al., 2004; 2006; 2007; 2008;

2009）。また数多くの動物の電気生理実験や、人間を対象とした非侵襲的脳機能計測実験において、我々の感じる満足度・幸福度は、意思決定の脳内処理の過程で生じる生理的な変化に由来していることを支持する結果が報告されている（Knutson et. al., 2003; Padoa-Schioppa and Assad, 2006）。

2. 研究の目的

本研究では、満足度・幸福度が、特定の脳部位の神経細胞の活動の大きさや、脳内物質の濃度などの測定可能な指標や遺伝子的特徴といった生物学的指標で記述できるか否かを検証する。その上で、経済的・社会的属性、とこれらの生物学的指標で定義される新しい「幸福度指標」の確立を目指す。

3. 研究の方法

満足度・幸福度が測定可能な生物学的指標で記述できるか否かを次の方法で検証する。

(1) 経済的な満足度を測定する実験課題の作成および脳活動データ、経済的・社会的・生物学的属性データの収集

(2) 経済的・社会的・生物学的属性と満足度に関連する脳活動との関係を明らかにする

(3) 生物学的属性の操作による「主観的効用モデル」の幸福度指標としての評価

最終的に、経済的・社会的属性、および脳活動のパターンやドーパミンの機能に関連する遺伝子的特徴など生物学的指標で定義される新しい「幸福度指標」の確立を目指す。

4. 研究成果

(1) 経済的な満足を得る状況で主観的満足度を報告させる実験課題を作成し、被験者の行動および脳活動を機能的磁気共鳴画像法（fMRI）によって測定した。さらに、各被験者において、経済的属性（収入、危険回避度、双曲性、符号効果）を調べるためのアンケートを実施した。これらのデータを解析し、被験者個人内での経済的な満足を得る状況で活動する脳部位として、頭頂皮質と線条体を同定した。

(2) 前年度で主観的満足度を報告させる実験を実施したが、それをもとに主観的効用モデルの中に含まれる「社会効用」に関する項の関係を明らかにするために、離散的な社会効用選択課題を作成した（図 1）。その課題から推定される「社会効用パラメータ」と脳機能の関係を明らかにするために、まずは大規模アンケート調査を実施し、極端な社会効用パラメータを持つ被験者群を同定した。さらにそれらの被験者らの、社会効用選択実験中の脳活動を fMRI にて測定し、解析を行った。その結果、「相手の性別」によって社会効用パラメータと脳活動の関係が

被験者の性別によって異なることが分かった。島皮質において、女性被験者が男性と比較するとき、より妬みが強いと BOLD 反応が有意に上昇する。同じ領域を見ても、男性被験者には比較相手が男女どちらでも、その様な脳活動は見られなかった(図 2)。一方、背外側全頭前野では、被験者自身、比較相手の性別に関わらず嫉妬深さと脳活動が有意に相関した(図 3)。この結果は、主観的効用の社会効用の項には「性別」という個人属性が影響を与えることを示唆しており、主観的効用モデルの同定には重要な成果である。

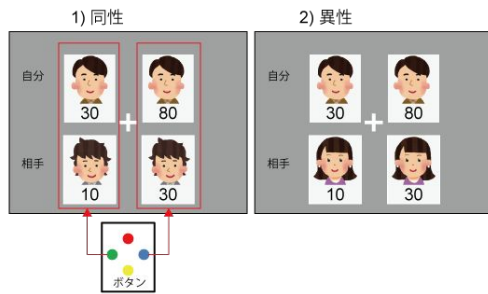


図 1: 社会効用課題

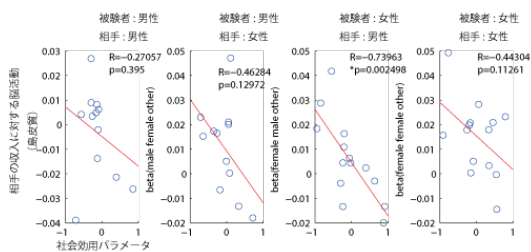


図 2: 島皮質の活動と社会効用パラメータの関係

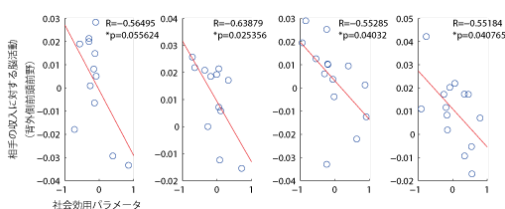


図 3: 背外側全頭前野の活動と社会効用パラメータの関係

(3)主観的効用の計算に関わる部位の同定および、それらの個人属性による違いが出る部位の同定を行い、それらの活動を外部から人為的に操作する実験として、fMRI によるニューロフィードバック実験の検討と実験を実施した。主観的効用による意思決定に関わる部位として線条体の活動を反映するフィードバック信号をリアルタイムに被験者に表示し、被験者はそれをもとに自身で線条体の活動を変化させる。フィードバック信号は目標とする脳活動との類似度を用いた。4 日間のトレーニングの後、意思決定に関わる行動指標を調べた。その結果、8 名を対象とした予備的実験において、学習率パラメータの減少が見られた(8 名中 6 名)。しかし、ニューロフィードバックの実験手

法の確立に予想以上に時間がかかり、社会的効用に関わる脳部位の操作にはいたらなかった。したがって研究目標のうち、目標(1)「経済的な満足度を測定する実験課題の作成および経済学的、社会的、生物学的属性データの収集」と目標(2)「経済学的・社会的・生物学的属性と満足度に関連する脳活動との関係を明らかにする」は達成できなかったが、目標(3)「生物学的属性の操作による「主観的効用モデル」の幸福度指標としての評価」は一部の達成となった。今後は、より大きな効果が見られるよう、ニューロフィードバックの手法を洗練させて、社会的効用に関わる脳部位の活動を変化させることで、社会効用パラメータや経済的指標の変化が起こることを確認し、より詳細な「主観的効用モデル」の完成を目指す。

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)

(雑誌論文)(計 4 件)

1. S.C.Tanaka, K.Yamada, H.Yoneda, F.Ohtake, Neural mechanisms of gain-loss asymmetry in temporal discounting, The Journal of Neuroscience, 査読有, Vol.34, 2014, pp.5595-5602
2. 田中沙織, 日本評論社, 経済セミナー, 査読無, 「神経経済学: 経済学と脳科学の邂逅」, 2014, No.679, pp.33-36
3. S.C.Tanaka, Computational model of dopamine and serotonin in decision making, 日本生物学的精神医学会誌, 査読無, Vol.24, 2013, pp.80-88
4. Y.Demoto, G.Okada, Y.Okamoto, Y.Kunisato, S.Aoyama, K. Onoda, A.Munakata, M.Nomura, S.C.Tanaka, N.Schweighofer, K.Doya, S.Yamawaki, Neural and Personality Correlates of Individual differences related to the effects of acute tryptophan depletion on future reward evaluation., Neuropsychobiology, 査読有 Vol.65(2), 2012, pp.55-64

(学会発表)(計 11 件)

1. 田中沙織, 意思決定の脳科学 ~ 神経経済学とその応用 ~, 立命館大学視覚科学統合研究センター 第 10 回セミナー(招待講演), 2014/12/08, 立命館大学びわこくさつキャンパス(滋賀県)
2. 田中沙織, 脳・学習モデル・経済・精神疾患: 学際研究の現場から, IEEE 関西

支部 Women in Engineering キックオフシンポジウム(招待講演), 2014/11/22, 大阪大学中之島センター(大阪府)

3. K.Yamada, S.C.Tanaka, R.Kitada, S. Sugawara, H.Takahashi, F.Ohtake, N.Sadato, Neural mechanism of social preferences toward reference persons of the same and different gender, Society for Neuroscience 44th Annual Meeting, 2014年11月15日-19日, Washington, DC(USA)
4. 田中沙織, 意思決定の脳機構を探る~ニューロエコノミクス, その応用に向けた試み~, OpenLAB2014(招待講演), 2014年11月15日, (独)産業技術総合研究所臨海副都心センター(東京都)
5. 田中沙織, 意思決定の脳機構, 国際高等研究所プロジェクト「総合コミュニケーション学」第一回研究会(招待講演), 2014年6月7日-8日, 国際高等研究所(京都府)
6. 田中沙織, Prediction of immediate and future rewards differently recruits Cortico-Basal Ganglia Loops, 『行動経済学・行動ファイナンスの発展』コンファレンス(招待講演), 2014年2月14日-15日, 大阪大学中之島センター(大阪府)
7. S.C.Tanaka, Neurocomputational model for reward prediction and decision making, 11th, World Congress of Biological Psychiatry, 2013年6月24日, 京都国際会議場(京都府)
8. S.C.Tanaka, M.Takaoka, H.Yoneda, K.Enomoto, K.Samejima, M.Haruno, M.Kimura, F.Ohtake, Striatal event-related activity reflects intrinsic discount rate in a multi-step reward task., Neuro2013, 2013年6月20日, 京都国際会議場(京都府)
9. K.Yamada, S.C.Tanaka, R.Kitada, S.Tanaka, S.K.Sunawara, N.Sadato, and Ohtake, Parietal cortex plays a role in translating cardinal utility into ordinal utility, 42nd annual meeting of Society for Neuroscience, 2012年10月13日, New Orleans(USA)
10. 田中沙織, 予測と意思決定におけるドーパミン, セロトニンの計算論的モデル, 第34回日本生物学的精神医学会(招待講演), 2012年9月28日, 神戸国際会

議場(兵庫県)

11. K.Yamada, S.C.Tanaka, F.Ohtake, On the measurement basis of subjective well-being as a proxy for utility., 41st annual meeting of Society for Neuroscience, 2011年11月16日, Washington DC(USA)

〔図書〕(計2件)

1. 大竹文雄, 田中沙織, 佐倉統, ディスカヴァー・トゥエンティワン, 脳の中の経済学, 2012年, 212ページ
2. 大垣昌夫, 田中沙織, 有斐閣, 行動経済学: 伝統的経済学との統合による新しい経済学を目指して, 2014年, 280ページ

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

http://www.cns.atr.jp/~xsaori/index_Japanese.html

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川脇(田中) 沙織 (KAWAWAKI (TANAKA), Saori)

株式会社国際電気通信基礎技術研究所・脳情報通信総合研究所・主任研究員
研究者番号: 00505985

(3) 連携研究者

大竹 文雄 (OHTAKE, Fumio)

大阪大学・社会経済研究所・教授

研究者番号: 50176913

成本 迅 (NARUMOTO, Jin)

京都府立医科大学・医学研究科・准教授

研究者番号: 30347463

山田 克宣 (YAMADA, Katsunori)

近畿大学・経済学研究科・准教授

研究者番号: 80533603