

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：32639

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K14366

研究課題名(和文) リスク認知方略が社会的意思決定プロセスの個人差に与える影響の検討

研究課題名(英文) Examining the effects of risk recognition strategies on individual differences in social decision-making processes

研究代表者

田中 大貴 (TANAKA, Hiroki)

玉川大学・脳科学研究所・特任助教

研究者番号：30813802

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、社会的意思決定において、自身の利得のみを気にする者(proself)と、他者の利得も気にする者(prosocial)との間の個人差を、リスク認知方略(意思決定の際にどのようなリスクが重視されるか)という観点から検討した。具体的には、(1)評判悪化リスクおよび(2)搾取リスクがある状況での proself/prosocialの社会的意思決定メカニズムをMRIデータを用いて明らかにした。また、(3)どちらのリスクもないような状況における社会的意思決定の個人差の遺伝学的基盤の検討も行い、国際誌において論文化することができた。(1)(2)についても論文化に向けて引き続き研究を進める。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、我々人間の他者に対する協利行動がどのようなメカニズムでなされているかを、その人のもと持っている利他性(自身の利得のみを気にするタイプか、他者の利得も気にするタイプか)と、社会的意思決定場面において生じるリスク(協力しないと評判が下がるリスクや、協力すると相手から搾取されるリスク)の認知という二つの要因について、行動データや生物学的指標(脳・遺伝子)から検討したものである。本研究の成果により、人の社会的意思決定になぜ個人差が生まれるのかという謎が詳細に明らかになるとともに、共栄的な社会を実現するためのシステムを創出するための重要な視座が提供できると考える。

研究成果の概要(英文)：This study examined individual differences between those who care only about their own gain (proself) and those who care about the gain of others (prosocial) in social decision-making, in terms of risk recognition strategies (what risks are important in decision making). Specifically, we used MRI data to clarify the social decision-making mechanisms of prosocial/proself in the presence of (1) reputation risk and (2) exploitation risk. We also examined the genetic basis of individual differences in social decision-making in situations where (3) neither risk is present, and were able to publish the results in an international journal. We will continue our research on (1) and (2) for publication.

研究分野：社会神経科学

キーワード：社会的意思決定 経済ゲーム リスク認知 MRI 遺伝子多型 計算論モデリング

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、ヒトの利他性およびその個人差を決定づける意思決定プロセスは単一でなく、備わっているプロセス自体が個人により異なる可能性を示唆する研究がなされている。Yamagishi et al. (2017)は実験参加者の社会的価値志向性(Social Value Orientation, SVO)を測定し、人々が元々持っている社会的選好(他者の利得を気にする prosocials 型か、自身の利得のみを気にする proselfs 型か)と社会的意思決定にかかる時間が、意思決定の結果としての協力行動にどのような影響を及ぼすかを検討した。実験の結果、prosocials は意思決定に時間をかけるほど非協力的に、proselfs は時間をかけるほど協力的になることが示された。この結果は、直観的/熟慮的にふるまうことで協力的になるか否か、すなわち社会的意思決定のプロセス自体が、個人のデフォルトで持っている社会的選好によって異なる可能性を示唆している。

しかし、そのプロセスの違いがどのような心理的メカニズムの差異に基づいているのかは未だ明らかでない。そこで本研究では、社会的意思決定場面において生じるリスクの認知方略に着目した。具体的には、prosocial は協力することでその相手から搾取されるリスクを、proself は非協力的にふるまうことで評判が悪化するリスクを重視しており、それぞれのリスクを認識することで自身の社会的選考を制御し、社会的意思決定を行うようになるという仮説を考案した。

2. 研究の目的

本研究は、proself と prosocial における社会的意思決定プロセスの個人差が、さまざまなリスク認知方略によって説明可能であるという仮説を社会神経科学的アプローチにより検証することを目的とした。具体的には、prosocial は搾取リスクを、proself は評判悪化リスクを重視しており、それぞれのリスクを認識することで自身の社会的選考を制御し、社会的意思決定を行うようになるという仮説を、経済ゲーム実験と MRI による脳活動の計測や脳構造の撮像により検討した。

3. 研究の方法

当初、本研究は実験室での経済ゲーム実験や、経済ゲーム中の脳活動を測定することで上記の目的を遂行する予定だった。しかし、2020年1月から蔓延しはじめた新型コロナウイルスにより、研究所の方針として、ヒトを対象とした実験が一定期間停止されたことから、以下のような研究計画へ変更を行なった。

(1) 評判悪化リスクがある状況における意思決定メカニズムの検討

他者の評判を参照できる繰り返し独裁者ゲームを、実験室ではなくオンラインにて実施した。参加者(実験 1-1, N = 60 人, 実験 1-2, N = 221)は4~10名のグループで100ラウンドのギビングゲーム(Tanaka et al. 2016)を匿名性を保った状態で行なった。参加者は各ラウンドの最初にランダムにペアリングされ、ドナーかレシピエントいずれかの役割を与えられた。ドナーとなったプレイヤーは元手となる20円をペアであるレシピエントに提供するか否かを選択した。提供する場合にはレシピエントは元手の2倍の40円を受け取った。また、ドナーは行動選択の際、レシピエントが直近のドナーであったラウンドで20円を提供していたか否か(行動履歴)を参照することができた。

また、この実験で得られたデータについて計算論モデリングを実施し、行動を生み出す潜在的なメカニズムの検討を行なった(実験 1-1)。さらに、計算論モデリングによって推定された参加者の潜在的メカニズムを示すパラメータと、新型コロナウイルス蔓延前に取得した脳構造・脳活動データとの関連を検討した(実験 2-2)。

(2) 搾取リスクがある状況における意思決定メカニズムの検討

二人の異なる行動パターンを持つ相手(実際はコンピュータ)との、繰り返し囚人のジレンマゲームをオンライン上で実施した(N = 155)。参加者は各ラウンドの最初に、参加者の行動と関係なく確率的に協力を返す相手 A と、参加者の行動に応じて協力を返報的に行う相手 B のいずれかに対し、協力するか否かを選択を行なった。お互いが協力した場合にはともに300円ずつ、お互いが協力をしなかった場合にはともに100円ずつ、片方のみ協力した場合には協力した側が0円、協力しなかった側が500円を得た。

研究(1)と同様、得られたデータについて計算論モデリングを実施し、行動を生み出す潜在的なメカニズムの検討を行なった。さらに、計算論モデリングによって推定された参加者の潜在的メカニズムを示すパラメータと、新型コロナウイルス蔓延前に取得した脳構造・脳活動データと

の関連を検討した。

(3) リスクのない状況下における意思決定メカニズムの検討

本研究はもともと社会的意思決定におけるリスク認知方略の影響を検討するものであった。しかし、そのようなリスクが存在しないような場面での意思決定、すなわち各個人のデフォルトの意思決定方略のメカニズムが分からなければ、そこに対するリスク認知の真の影響の大きさを知ることができないという結論に達し、研究(1)、(2)のような繰り返しを含まない経済ゲームの行動データ分析を行うことにした。

新型コロナウイルス蔓延前に取得した様々な一回限りの経済ゲーム(cf. Yamagishi et al., 2017)の行動データ(N = 443)に対し、計算論モデリングを用いて不公平回避パラメータ(Fehr and Schmidt, 1999)を推定した。さらに、これらの参加者のうち遺伝子多型を取得しているデータを用い、推定したパラメータと関連する遺伝子多型を検討した。

4. 研究成果

(1) 評判悪化リスクがある状況における意思決定メカニズムの検討

推定したパラメータを *proself/prosocial* 間にて比較した結果、評判の悪化リスクを学習し、自らの意思決定に反映させるスピードを示す学習率パラメータは、*proself* の方が有意に大きかった($t = 2.64, p = .009$; 実験 1-1)。この結果は、仮説通り、*prosocial* よりも *proself* の方が評判悪化リスクを重視して社会的意思決定を行なっていることを示している。ただし、学習率パラメータと有意な関連のある脳構造・脳機能は認められなかった(実験 1-2)。

これまでの協力研究は、人の協力行動に対しある一つの共通したメカニズムを想定していた。しかし、本研究の結果は、個人個人はそれぞれが元々持っている社会的選好(*proself* か *prosocial* か)に応じて、異なったメカニズム(評判悪化リスクへの反応性の違い)で社会的意思決定を行なっていることを示唆しているという点で重要な意義を持つ。

(2) 搾取リスクがある状況における意思決定メカニズムの検討

推定したパラメータを *proself/prosocial* 間にて比較した結果、相手 B に対する学習率パラメータ(搾取リスクを学習するスピード)は、*proself*、*prosocial* とで違いが見られなかった。ただし、相手 B に対する学習率パラメータは、*prosocial* においてのみ、相手に対する協力率と有意な相関が見られた($r = .296, p = .046$)。この結果は、*prosocial* が *proself* よりも搾取リスクを重視した意思決定を行なっていることを示している。また、相手 B に対する学習率パラメータは、社会的な学習に関わっているとされる前帯状皮質膝前部を中心とした安静時脳活動の機能的ネットワークや、情動や衝動の制御に関わっているとされる右背外側前頭前皮質内の機能的結合と有意に関連していた(FDR corrected $P_s < .005$)。

研究(1)と同様、本研究の成果もまた、個人個人の社会的選好とリスク認知が社会的意思決定の個人差を生じさせることを示唆している点で重要である。さらに研究(2)は、搾取リスクが存在する状況での意思決定に、社会的学習や元々持っている社会的選考の制御といった機能が関わっていることが神経レベルにおいて認められた。今後は評判悪化リスクが存在する状況での意思決定の神経基盤も詳細に検討していくことで、協力行動の個人差を生むメカニズムのモデルやその神経科学的機序の全体像を解明していきたい。

(3) リスクのない状況下における意思決定メカニズムの検討

推定したパラメータと遺伝子多型との関連を分析した結果、自身の方が相手より得をしている際に生じる不公平の回避パラメータ(Advantageous Inequity Aversion; AIA)が、アルギニンバソプレシン受容体遺伝子(*AVPR1A*)の多型と有意に関連していた($F_{2,412} = 4.80, p = 0.009, p^2 = 0.023$)。具体的には、*AVPR1A* の S 型対立遺伝子を持つ者は、L 型対立遺伝子を持つ者に比べて(DIA)が高かった。これまでの研究において、*AVPR1A* が情動反応をつかさどる扁桃体の活動に関わっていること(Meyer-Lindenberg et al. 2009)、また扁桃体の活動が金銭的な損失の大きさと関わっていることが知られている(Canessa et al., 2013)。このことから、*AVPR1A* の L 型対立遺伝子を持つ者は、S 型を持つ者に比べて扁桃体が強く働き、損失回避傾向が高くなった結果、DIA が小さくなった(自身の方が相手より得をしている状況を厭わなくなった)可能性が考えられる。また、信頼行動に関わるオキシトシン受容体遺伝子(*OXTR*)や、他者からの排斥に対する反応に関わる μ オピオイド遺伝子多型(*OPRM1*)と推定したパラメータの分析も行なったが、いずれの多型も推定したパラメータと有意な関連は見られなかった。また、自身の方が相手より損をしている際に生じる不公平回避(Disadvantageous Inequity Aversion; DIA)パラメータの推定値は、いずれの遺伝子多型とも有意な関連が見られなかった。本研究の成果は *Proceedings of the Royal Society B* 誌に受理され、論文化された。

本研究によって、リスクのない状況下における意思決定のメカニズムに不平等回避が関わっていることや、またその不平等回避の個人差を生む遺伝的基盤が明らかになった。これらの結果は、こうした遺伝的基盤に基づくデフォルトの意思決定の個人差が、*proself/prosocial* とい

た社会的選好の個人差に繋がり、そして研究(1)・研究(2)で見たような様々なリスク状況下での協力行動の個人差を生み出している可能性を示唆している。研究期間の都合上これらの結果全てを統合するようなモデルの検証には至らなかったものの、本研究(研究(1)~(3))は、不平等な社会、相互協力的な社会をどうすれば実現できるかという実際的な問題に対し、社会神経科学の立場から重要な視座を提供するものであると考える。

<引用文献>

- Canessa N, Crespi C, Motterlini M, Baud-Bovy G, Chierchia G, Pantaleo G, Tettamanti M, Cappa SF. 2013. The functional and structural neural basis of individual differences in loss aversion. *J. Neurosci.* 33, 14 307-14 317. (10.1523/jneurosci.0497-13.2013)
- Fehr E, Schmidt KM. 1999. A theory of fairness, competition, and cooperation. *Q. J. Econ.* 114, 817-868. (10.1162/003355399556151)
- Meyer-Lindenberg A, Kolachana B, Gold B, Olsh A, Nicodemus KK, Mattay V, Dean M, Weinberger DR. 2009. Genetic variants in *AVPR1A* linked to autism predict amygdala activation and personality traits in healthy humans. *Mol. Psychiatry* 14, 968-975. (10.1038/mp.2008.54)
- Yamagishi T, Matsumoto Y, Kiyonari T, Takagishi H, Li Y, Kanai R, Sakagami M. 2017. Response time in economic games reflects different types of decision conflict for prosocial and proself individuals. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 114, 6394-6399. (10.1073/pnas.1608877114)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Tanaka, H., Nishina, K., Shou, Q., Takahashi, H., Sakagami, M., Matsuda, T., Inoue-Murayama, M., & Takagishi, H.	4. 巻 290
2. 論文標題 Association between arginine vasopressin receptor 1A (AVPR1A) polymorphism and inequity aversion	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1098/rspb.2023.0378	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Tanaka, H., Matsuda, T., Samejima, K., & Takagishi, H.
2. 発表標題 Neurocomputational traits for achieving mutual cooperation in a social dilemma situation
3. 学会等名 2023 Annual Meeting of the Organization for Human Brain Mapping（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tanaka, H., Matsuda, T., Samejima, K., & Takagishi, H.
2. 発表標題 Investigating neural substrates associated with achieving reciprocal relationships using computational modeling
3. 学会等名 The 46th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Tanaka, H., Nishina, K., Shou, Q., Takahashi, H., Sakagami, M., Matsuda, T., Inoue-Murayama, M., & Takagishi, H.
2. 発表標題 Association of Polymorphism in Arginine-vasopressin Receptor Gene (AVPR1A) with Advantageous Inequity Aversion
3. 学会等名 The 45th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中大貴, 宮崎淳, 高岸治人, 松田哲也
2. 発表標題 評判に基づく協力行動における情報弁別システムとその神経科学的基盤
3. 学会等名 第5回ヒト脳イメージング研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中大貴, 宮崎淳, 高岸治人, 松田哲也
2. 発表標題 一回限りの状況における向社会行動の計算過程とその神経基盤
3. 学会等名 日本社会心理学会第62回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tanaka, H., Miyazaki, A., Takagishi, H., & Matsuda, T.
2. 発表標題 Individual differences of reputation-based cooperation and their neuroscientific substrates.
3. 学会等名 The 44th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中大貴, 宮崎淳, 高岸治人, 松田哲也
2. 発表標題 繰り返しのない向社会行動の潜在的計算過程と関連する神経科学的特性: HCPパイプラインを用いた検討.
3. 学会等名 第22回日本ヒト脳機能マッピング学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 田中大貴, 宮崎淳, 高岸治人, 松田哲也
2. 発表標題 Computational processes underlying non-repetitive prosocial behavior and its neural bases
3. 学会等名 The 43th Annual Meeting of the Japan Neuroscience Society
4. 発表年 2020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
研究協力者	松田 哲也 (MATSUDA Tetsuya)		
研究協力者	高岸 治人 (TAKAGISHI Haruto) (90709370)		
研究協力者	宮崎 淳 (MIYAZAKI Atsushi)		
研究協力者	鮫島 和行 (SAMEJIMA Kazuyuki)		
研究協力者	仁科 国之 (NISHINA Kuniyuki)		

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	寿 秋露 (SHOU Qiulu)		
研究協力者	高橋 英彦 (TAKAHASHI Hidehiko)		
研究協力者	坂上 雅道 (SAKAGAMI Masamichi)		
研究協力者	井上-村山 美穂 (INOUE-MURAYAMA Miho)		

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