

令和 6 年 6 月 17 日現在

機関番号：33905

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2018～2023

課題番号：18K03020

研究課題名（和文）増減する文脈情報が価値判断、及び予測に及ぼす影響について脳活動に着目した研究

研究課題名（英文）Sequentially increasing and decreasing data and relative judgments of value and the prediction of future data trends while focusing on brain activity

研究代表者

野田 理世（Noda, Masayo）

金城学院大学・人間科学部・教授

研究者番号：90425140

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）：本研究の結果は、われわれは、同じ絶対量の利得や損失を一度に与えられるよりも、分割し連続して与えられる場合に、より強い満足（不満足）を感じることを示した。

利得に関しては、1度に利得が与えられる場合よりも、4回に分割し連続して利得が与えられた場合に、眼窩前頭皮質が活性化していた。眼窩前頭皮質は、連続する利得と関連する脳部位だと推察される。一方、損失に関しては、1度に損失を与えるよりも、4回に分割し連続して損失を与えた場合に、後部線条体が活性化していた。ただし、連続して損失を被る場合に、後部線条体が関わるかについては、線条体と損失の関係について一貫した結果が得られていないため、議論の余地がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の結果は、ひとは、同じ絶対量の利得や損失を、一度に与えられるよりも、分割し連続して与えられた場合に、強い満足感（不満足感）を感じることを示した。これは、年金のような金銭的利得は一括で与えるよりも、分割して与えたほうが満足感が上がる可能性を示唆する。一方で、罰金のような金銭的ペナルティは一度で徴収するよりも分割して徴収したほうが不満足感が高くなる可能性があり、犯罪の抑制に一定の示唆を与える。また、本研究では、これらの連続して与えられる利得や損失に関わる脳活動を明らかにしたことで、その根本にある認知メカニズムを考える際に有用となる学術的データを提供した。

研究成果の概要（英文）：In this study, it was shown that the activation of the OFC when benefits were obtained gradually compared with when they were obtained instantly, although the total amount was equal. Conversely, activation of the dorsal striatum was observed when losses were incurred gradually compared with when they were incurred instantly. The OFC plays a crucial role in various functions including in the process of mental integration of sequential benefits and interpretation of their valuations. On the other hand, it is possible that different types of dissatisfaction can explain the differences in activation between sequentially distributed and immediately incurred losses. Contrary to the inconsistent findings related to losses, this study observed the activation of the dorsal striatum when losses were incurred. It cannot be concluded that the activation of the dorsal striatum reflects the differences between sequential and immediate losses, since previous studies did not confirm this perspective.

研究分野：心理学

キーワード：利得 損失 価値判断 連続 fMRI

1. 研究開始当初の背景

近年、若者から高齢者まで、多くの国民が、将来への不安を口にする。実際に家庭や子どもを持つことを諦める人も存在し、将来へ強い不安感を覚えることは、幸福で豊かな人生を送っているとはいえない。また、将来への強い不安は、わが国の経済にも深刻な影響を及ぼす。内閣府(2017)は、我が国の経済は、バブル景気を抜いた景気回復が続いているとしているが、多くの国民の実感には薄い。その原因の一つに、人々が「将来をどう予測し、現在どう判断するか」ということがあげられ、この問題は人生から景気問題まで、多角的な観点からみても重要である。

ひとは、将来の様々な可能性を考え、予測して判断を行うが、この判断や予測は、判断を行う前に提示された文脈情報からしばしば影響を受ける。例えば、景気動向指数が、「徐々に低下して105になった」場合と、「徐々に上昇して105になった」場合、客観的に同価値の数値が示されても感じ方が異なり、期待する景気動向や、実際の行動さえも異なる可能性がある。

2. 研究の目的

ひとにとって、様々な変化への適応は重要である。これまで、その根本的な脳のメカニズムを検討した研究は殆どみられなかった。連続して増加(もしくは減少)する文脈情報と、それに関わる判断や予測に関わる脳活動の解明は、判断や予測を裏付ける貴重なデータとなり、様々な社会場面での行動予測に大きく貢献できる。本研究では、機能的磁気共鳴画像法(functional magnetic resonance imaging; fMRI)を用いて脳活動を撮像した実験を実施し、利得(もしくは損失)が連続して与えられる文脈情報が、価値判断、及び予測に与える影響について、脳活動データと行動データを統合して明らかにする。

(1) 数値が増加(減少)する文脈情報が、価値判断に及ぼす影響を明らかにするために、以下の①~③の認知実験を実施する。

①認知実験1: 連続して増加(減少)する文脈情報が与えられた場合、価値判断にみられる差異を実験的に検討する。先行研究をもとに設定した価格の変化量の確認、及び実験の手続きの確認を行う。

②認知実験2: 認知実験1の手続きに改良を加え、連続して増加(減少)する文脈情報が、価値判断に及ぼす影響について、価格変化量を変数として導入した検討を行う。

③認知実験3: 認知実験2の問題をふまえて、実験の材料を大麦から株価に変更する。さらに、同じ絶対量の利得、損失を1回で与える条件を加え、売買の決定種類を検討する。

(2) 数値が増加(減少)する文脈情報が、価値判断に及ぼす影響について、行動データを収集するとともに、価値判断時の脳活動を明らかにする。

(1)の認知実験の結果をふまえて、数値が時系列で増加(減少)する文脈情報が、価値判断に及ぼす影響(「研究の成果」(2)の①行動データとなる)を明らかにする。また、関連する脳活動を明らかにするために、fMRIを用いた実験を実施する(「研究の成果」(2)の②の脳活動データとなる)。

(3) 数値が増加(減少)する文脈情報と、価値判断の関係を、行動データと脳活動データ統合し、その関係を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 数値が増加(減少)する文脈情報が、価値判断に及ぼす影響を明らかにする認知実験

①認知実験1: 要因計画 系列種類(3; 上昇, 平行, 下降) × 系列数(2; 2系列, 5系列)の2要因実験参加者内計画であった。先行研究をもとに設定した価格の変化量の確認、及び実験の

手続きの確認を行った。

②認知実験2：系列種類（2；上昇，下降）×系列数（2；2系列，5系列），価格（4；120円，80円，40円，0円）の3要因実験参加者内計画であった。認知実験1で問題となった実験の手続きに改良を加え，実験刺激と変化量の確認を行った。

③認知実験3：要因計画 系列種類（3；上昇，平行，下降）×系列数（5系列2日，5系列5日，2系列2日）×ゲーム種類（ルーレット，カードゲーム）の3要因混合計画であった。実験の手続きにさらなる改良を加えて，売却の決定方法の確認を行った。

(2) 数値が増加（減少）する文脈情報が，価値判断に及ぼす影響について，①価値判断，及び②価値判断に関わる脳活動を明らかにする実験

要因計画 系列種類（3；increasing, decreasing, low-fluctuating）×日（5-day2, 5-day5, 2-day2）の2要因実験参加者内計画であった。

実験参加者は，MRIの中で株の売買ゲームに参加した。株価提示後の満足度を7件法で尋ねた（この満足度評定が「研究の成果」(2)の①行動データ）。撮像には3TのMRI（Magnetom Verio）スキャナが用いられた。EPI撮像の条件は以下の通りであった（TR = 1,800 ms；TI = 900 ms；TE = 1.98 ms；FA = 9°；208 slices；thickness = 1 mm；FoV = 256 mm；and voxel dimensions = 1 × 1 × 1 mm）。解析には，SPM12を使用し，2レベルアプローチを用いて実施された（Friston et al., 1994）。全体脳の解析を実施した後で（ $p < 0.001$ ），FEWで補正をかけた（ $p < 0.05$ ）。（この脳画像データが「研究の成果」(2)の②脳活動データ）

4. 研究成果

(1) ①認知実験1：連続して増加（減少）する文脈情報が与えられた場合，価値判断にみられる差異を実験的に検討した。その結果，上昇，平行，下降条件で満足度に差異は認められたものの，2系列と5系列では明確な差異が認められなかった。これは，実験参加者が価格の流れを予測した可能性が考えられ，判断の基準となる参照点が，連続で与えられる価格により決定されなかった可能性が考えられる。

②認知実験2：認知実験1の手続きに改良を加え，連続して増加（減少）する文脈情報が，価値判断に及ぼす影響について，価格変化量を変数として導入して検討した。その結果，価格変化量が40円，及び80円条件で，2系列条件よりも5系列条件で満足度が低く，徐々に損失が下がる5系列を嫌った結果が認められた。ただし，120円条件では，2系列と5系列条件に差異が認められなく，損失が相対的に大きな場合は，損失が一回で与えられたとしても非常に満足感が低かった。

③認知実験3：認知実験2の問題をふまえ，実験の材料を大麦から株価に変更した。さらに，同じ絶対量の利得，損失を1回で与える条件を加え，売買の決定種類を検討した。その結果，上昇条件では，5系列2日条件，2系列2日条件では，満足度に有意な差は認められなかったが，5系列5日条件ではカードよりもルーレット条件で満足度高かった。また，下降条件，及び平行条件では，いずれもカードよりもルーレット条件で満足度が低かった。売却時の決定方略が，能動的なルーレットの場合，連続した利得が与えられた場合に，満足感がより高く，連続して損失を被った場合に，満足感が低下した。

(2) ①行動データ

数値が時系列で増加（減少）する文脈情報が，価値判断に及ぼす影響をFigure 1.に示す。4回分の利得（損失）が1回で与えられる場合と比較して，連続4回で与えられた場合に4回目に

与えられる利得（損失）のほうが、満足感が高かった（低かった）。この結果は、同じ価値の利得を、一括でもらうよりも、分割し連続してもらったほうが、最終的に満足感が高くなる可能性を示唆する。同様に、同じ価値の損失を、一括で失うよりも、分割し連続して失うほうが、最終的な満足感が低くなることが示された。

②脳活動データ

数値が時系列で増加（減少）する文脈情報が、価値判断に及ぼす影響について、脳活動を検討した。利得を与えた時に活性化する脳部位を Figure 2-A. に示す。コントラスト 5-day 2 increasing > 5-day 2 low-fluctuating では、右側の鳥距溝、小脳外部、舌状回、左上頭頂小葉、両側の楔部が活性化していた。また、両側の被殻、尾状核、右側の淡蒼球が活性化していた。その他には、左補足運動野、左の中心後回が活性化しており、両側の前帯状回にも有意な活性化が広がっていた。また、両側の上前頭回、中前頭回も活性化していた。

損失を与えた時に活性化する脳部位を Figure 2-B. に示す。コントラスト 5-day 2 decreasing > 5-day 2 low-fluctuating では、右側の中心前回、中心後回、上前頭回、両側の補足運動野が有意に活性化しており、右中帯状回、中弁蓋部に活性化が広がっていた。また、左側の舌状回、鳥距溝、及び右側の上頭頂小葉が活性化していた。

利得を連続して4回与えた場合に4回目で活性化する脳部位を Figure 3-A. に示す。コントラスト 5-day 5 increasing > 2-day 2 increasing では、両側の舌状回、紡錘状回、鳥距溝、左側の楔部が活性化しており、右側の中側頭回、角回にも有意な活性化が広がっていた。また、右側の前眼窩回、及び中前頭回が有意に活性化していた。一方、コントラスト 2-day 2 increasing - 5-day 5 increasing では、有意に活性化した部位は認められなかった。

損失を連続して4回与えた場合に4回目で活性化する脳部位を Figure 3-B. に示す。コントラスト 5-day 5 decreasing > 2-day 2 decreasing では、両側の舌状回、紡錘状回、左側の小脳外部が活性化しており、右側の角回、縁上回に活性化が広まっていた。また、右側の上前頭回、中前頭回、尾状核にも有意な活性化がみられた。一方、コントラスト 2-day 2 decreasing > 5-day 5 decreasing では、有意に活性化した部位は認められなかった。

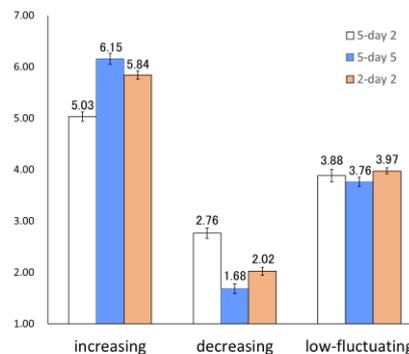


Figure 1. ANOVA of satisfaction for the price of a stock

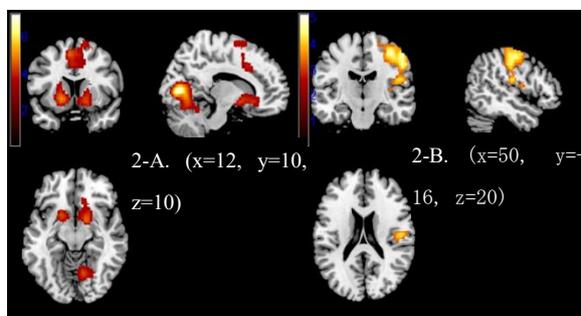


Figure 2. Significant brain regions for benefits or losses. Color bars indicate T-values for activation.

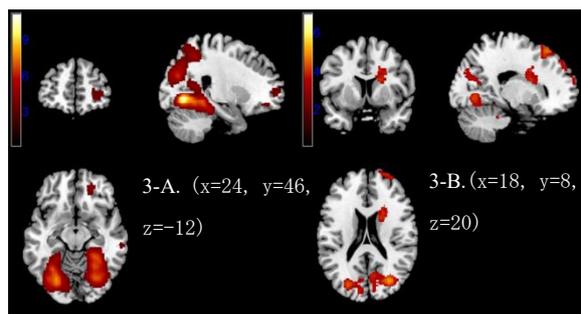


Figure 3. Significant brain regions for sequential benefits or losses compared to immediate benefits or losses. Color bars indicate T-values for activation.

(3) 行動データと脳データの統合的解釈

① 利得で活性化する脳部位と行動データの関係

行動データでは、株の価格が上がる increasing 条件で満足度が高かった。脳活動データでは、利得を与えた場合、先行研究で指摘されている報酬に関わる脳部位である前帯状回、腹側線条体、及び眼窩前頭皮質が活性化していた。線条体の腹側部は、様々な報酬を受け取った際に活性化することがわかっており (Oldham et al., 2018; Mullett et al., 2016)、本研究で、実験参加者が自分の持つ株の価格が上がり利得を得た際に、これらの部位が活性化したと考えられる。眼窩前頭皮質前部は、様々な報酬をコード化する際に活性化されることが分かっている (Peters & Büchel, 2010; Bechara & Damasio, 2005)。本研究でも、報酬の価値処理が行われたと考えられ、5-day2 increasing 条件で、この部位に活性化が認められたのは、自分の所有する株価が上がり、得た報酬を解釈した際の反応と関連すると推察される。

② 損失で活性化する脳部位と行動データの関係

行動データでは、株の価格が下がる decreasing 条件で満足度が低かった。脳活動データでは、損失を与えた場合、右側の中心前回、中心後回、上前頭回、両側の補足運動野が有意に活性化しており、右中帯状回、中弁蓋部に活性化が広がっていた。また、左側の舌状回、鳥距溝、及び右側の上頭頂小葉が活性化していた。損失を与えた場合、先行研究で指摘されている損失に関わる脳部位は活性化されていなかった。損失に関わる脳部位は、研究間で一貫した明確な結果が得られていない (Bartra et al., 2013; Oldham et al., 2018)。これについては、様々な議論が行われているが、人は結果を、予測 (Montague et al., 1996) や、現在の文脈 (Louie et al., 2011) を参照点と用いて評価する。本研究で統制条件として設定した low-fluctuating 条件が、損失を被ったとネガティブに捉えられたため、損失条件との間に明確な差異が検出できなかった可能性も否めない。この点については、今後の検討が必要である。

③ 一度にもらえる利得と4回目にもらえる利得で活性化する脳部位と行動データの関係

行動データでは、4回で利得がもらえる4回目の条件で満足度が高かった。脳活動データでは、連続して4回与えた場合に4回目で、両側の舌状回、紡錘状回、鳥距溝、左側の楔部が活性化しており、右側の中側頭回、角回にも有意な活性化が広がっていた。また、右側の前眼窩回、及び中前頭回が有意に活性化していた。4回目の利得を与えた場合、腹側線条体の活性化は認められなかったものの、眼窩前頭皮質に活性化が認められたのは興味深い。一括で報酬をもらうよりも、連続して報酬がもらえた場合のほうが、行動データでは「よりうれしい」と報告されていた。このうれしさ反応と関連が高いのが、眼窩前頭皮質であると推察される。連続して得られた利得を統合し、相対的な利得の高さの解釈に関わるのが眼窩前頭皮質の役割の一つとして推察される。

④ 一度に失う損失と4回目に失う損失で活性化する脳部位と行動データの関係

行動データでは、4回で損失を失う4回目の条件で満足度が低かった。脳活動データでは、連続して4回失った場合に4回目で、両側の舌状回、紡錘状回、左側の小脳外部が活性化しており、右側の角回、縁上回に活性化が広まっていた。また、右側の上前頭回、中前頭回、尾状核にも有意な活性化がみられた。損失を与えた場合、先行研究で指摘される損失に関わる部位の活性化は認められなかった。これについては、人が損失に敏感に反応するために (Tversky & Kahneman, 1992)、僅かな損失にも反応し、損失の与え方による影響が認められなかった可能性が考えられる。もしくは、行動データでみられた、損失条件の満足度の差異がMRIでは捉えられなかった可能性もある。これについては今後、多角的な研究知見の積み重ねが必要である。

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 1件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Noda, M., Tanabe, H.C., Yoshioka, A., & Kimura, M.	4. 巻 23
2. 論文標題 Neural Substrates on the Judgment of Sequential Benefits and Losses	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience	6. 最初と最後の頁 997-1013
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3758/s13415-023-01087-3	査読の有無 有
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 該当する

〔学会発表〕 計11件（うち招待講演 0件/うち国際学会 7件）

1. 発表者名 Noda, M., Tanabe, H.C., Yoshioka, A., & Kimura, M.
2. 発表標題 Neural Substrates of Loss: Comparing with the Amount of Financial Losses
3. 学会等名 30th Anniversary Meeting of the Cognitive Neuroscience Society (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 野田理世・田邊宏樹・吉岡歩・木村誠人
2. 発表標題 連続する損失に関わる神経基盤検討
3. 学会等名 第25回日本ヒト脳機能マッピング学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Noda, M., Tanabe, H.C., & Kimura, M.
2. 発表標題 Sequentially Increasing Prices and Judgments of Value: Ability to Control Decisions
3. 学会等名 24th Conference of the Society for Personality and Social Psychology (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Noda, M., Tanabe, H.C., & Kimura, M.
2. 発表標題 Sequentially Changing Prices, Judgments of Value and Response Time: Ability to Control Decisions
3. 学会等名 Psychonomic Society's 62st Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野田理世・田邊宏樹・木村誠人
2. 発表標題 上昇/下降トレンドと価値判断
3. 学会等名 日本社会心理学会第63回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 野田理世・田邊宏樹・吉岡歩・木村誠人
2. 発表標題 利得に関わる神経基盤：利得の大きさによる比較
3. 学会等名 日本心理学会第86回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Noda, M., Tanabe, H.C., & Kimura, M.
2. 発表標題 Response Time of Value Judgments for Sequentially Increasing and Decreasing Trends with Variable Length of Time and Price
3. 学会等名 22nd Conference of the European Society for Cognitive Psychology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Noda, M., Tanabe, H.C., & Kimura, M.
2. 発表標題 Judgments of Value and Sequentially Increasing and Decreasing Changes in Prices: Judgments of Value and Response Time
3. 学会等名 Psychonomic Society's 61st Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Noda, M., Tanabe, H.C., & Kimura, M.
2. 発表標題 Contextual Information with regards to Sequentially Increasing, Decreasing and Low-fluctuating Prices: Judgments of Value and Response Time
3. 学会等名 Psychonomic Society's 61st Annual Meeting, Virtual Pscyhonomics (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Noda, M., Tanabe, H.C., & Kimura, M.
2. 発表標題 Judgments of Value and Sequential Changes in Prices
3. 学会等名 22nd Conference of the Society for Personality and Social Psychology, Virtual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野田理世・田邊宏樹
2. 発表標題 連続して増減する情報と価値判断：価格変化量による影響の検討
3. 学会等名 日本心理学会第83回大会発表
4. 発表年 2019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	田邊 宏樹 (Tanabe Hiroki) (20414021)	名古屋大学・情報学研究科・教授 (13901)	

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
---------	---------