

令和 2 年 6 月 20 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02649

研究課題名(和文)身体反応が意思決定を修飾する神経メカニズム

研究課題名(英文)Neural mechanism of bodily modulation on decision-making

研究代表者

大平 英樹(Ohira, Hideki)

名古屋大学・情報学研究科・教授

研究者番号：90221837

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、人間の意思決定について、経験に基づくボトム・アップ的で直感的なモデルフリー方略と、熟慮的・計画的でトップダウン的なモデルベース方略の心理・神経的基盤を解明することを目的とした。両方略を検討するための実験課題と強化学習モデルに基づく計算論モデルを開発し、心理行動的研究を行ってその妥当性を検証した。さらに、脳内の神経伝達物質を測定できるMRSと、脳ネットワークのダイナミクスを測定できる安静時fMRIを用いた神経画像研究により、両方略の神経メカニズムを探索した。その結果、モデルフリー方略には線条体と島皮質が、モデルベース方略には前頭前皮質が重要な役割を果たしていることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

商品の購買から、就職や結婚の選択、病気の治療法や災害避難の選択まで、我々の人生は意思決定の連続である。我々がどのような原理により意思決定を行うかを解明することは、人間の理解や社会における政策の決定などに重要な意義を持つ。

これまで、感情は理性と対立するものであり、意思決定を不合理に歪めるものと考えられてきた。しかし近年では、感情や直感に導かれた意思決定は、理性による意思決定を相補うものと考えられている。本研究は、直感的な意思決定(モデルフリー方略)と理性的な意思決定(モデルベース方略)の心理・神経的基盤の一端を明らかにしたという点で大きな学術的・社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to clarify psychological and neural bases of two main strategies of human decision-making, the model-free strategy which is experience-based, bottom-up, and intuitive, and the model-based strategy which is deliberative and top-down. For this aim, we developed experimental tasks and computational models based on the reinforcement learning model, and certificated validity of them through psycho-behavioral studies. Furthermore, we explored neural bases of the model-free and model-based strategies by using plural neuroimaging methods such as MRS which can estimate concentrations of neurotransmitters and resting state fMRI which can measure brain network dynamics. As results, we found that the striatum and insula cortex are important for the model-free strategy and the dorsolateral prefrontal cortex is critical for the model-based strategy.

研究分野：生理心理学、認知神経科学

キーワード：生理

1. 研究開始当初の背景

(1) 意思決定の計算論的神経科学

価値の評価に基づき複数の選択肢のうちから1つを選ぶことを意思決定 (decision-making) と呼ぶ。近年、数理モデルにより意思決定の背後にある計算過程を表現し、その妥当性を行動や機能的神経画像のデータにより検証する、意思決定の計算論的神経科学 (computational neuroscience) が興隆してきた。そこでの重要な論点として、人間の意思決定には、モデルフリー (model free) と呼ばれる迅速に学習と選択を実行する認知負荷の低い方略と、モデルベース (model based) と呼ばれる環境の構造を鳥瞰的に学習して目標達成を目指す高い認知負荷を要する方略があると主張されている。Dawら (2011) は、これらの方略を検討するための実験課題と計算論モデルを提唱している。そこでは、モデルフリー方略は従来、強化学習 (reinforcement learning) モデルとして記述されてきた刺激と結果の随伴性の学習により表現され、モデルベース方略は環境状態の遷移確率に基づく最適な方略の決定として表現されている。

モデルフリー方略は、脳内の報酬系であるドーパミン神経系が投射する背内側線条体 (dorsomedial striatum: DMS) を基盤とすると考えられている。これに対しモデルベース方略は高次な認知機能を要し、背外側前頭前皮質 (dorsolateral cortex: DLPFC)、前頭眼窩皮質 (orbitofrontal cortex: OFC)、背外側線条体 (dorsolateral striatum: DLS) などが関与すると考えられているが、研究開始当初には、その詳細なメカニズムは解明されていなかった。また、人間はこれらの2つの方略を柔軟に切り替えることにより、認知負荷の制約の下で効率的な意思決定ができると考えられるが、その具体的な過程は未知であった。

(2) 島皮質と意思決定

Damasio (1999) は、脅威への暴露に際して惹起する交感神経系反応が島 (insula) 皮質という脳部位に伝達され、身体反応の知覚、すなわち内受容感覚 (interoception) が形成されて OFC などの意思決定の中枢に影響し、リスクを回避するように意思決定を導くと主張した (ソマティック・マーカー (somatic marker) 説)。この説は有名であるが、実証的な証拠が一貫していない、交感神経系反応のような身体反応は伝達速度が遅すぎ、その場での意思決定に影響し得ない、などの批判がなされている。しかし最近、意思決定において重要なのは実際の身体状態や身体反応というよりも、それらが脳内に表象されたモデルであるという主張が優勢になってきた。もしこの仮説が正しければ、島皮質の機能と意思決定の関連が直接に検討されるべきであるが、研究開始当初には、この問題に関する実証的検討はほとんど行われていなかった。

2. 研究の目的

上記の問題に基づき、本研究は、意思決定におけるモデルフリー方略とモデルベース方略に関わる神経基盤を明らかにすることを目的とした。特に、身体状態が表象されていると考えられる島皮質、モデルフリー方略に関連が深いと思われる線条体、そしてモデルフリー方略に関連が深いと思われる DLPFC を関心領域とし、それらの領域と脳のお他領域とのネットワーク機能により、両方略が規定されるという仮説を検討した。

3. 研究の方法

(1) 意思決定課題と計算論モデルの開発

上記の仮説を検証するために、まず、モデルフリー方略とモデルベース方略を反映し、それらのメカニズムを検討することができる意思決定課題を開発した。特に本研究では、単なる選択の行動指標だけでなく、その選択の背後にあるメカニズムを検討するため、強化学習モデルによる計算論モデルを構築し、そのモデルにおけるパラメータの振る舞いと神経画像法により撮像された脳の機能との関連を探索した。

A. 研究1: モデルフリー方略による意思決定

研究1では、典型的なモデルフリー方略による意思決定課題として、リスクを伴う意思決定課題を用いた。参加者は図1Aのように2つの刺激を提示され、どちらかを選択する。ここで金銭報酬が獲得できる gain 条件と、金銭を失う loss 条件を設定し、別々のブロックにおいて実行した。それぞれの刺激を選ぶと、図1Bのように金銭的な報酬あるいは損失がもたらされる。ここで重要なのは図1Bの表の最下段の刺激の組み合わせであり、一方を選ぶと100%の確率で低額の報酬 (または損失) がもたらされる。他方を選ぶと50%の確率で高額な報酬 (または損失の回避) がもたらされるが、残り50%の確率で何も得られない (あるいは高額な損失)。この刺激の組み合わせがリスクを伴う意思決定を反映するものであり、他の組み合わせがダミーである。このルールは事前に参加者に伝えられないので、参加者は多数回の試行から、このルールを学習し、その上でどのような選択を行うのかを決定せねばならない。

この課題における選択行動を、強化学習モデルによりモデリングした。強化学習モデルとは、選択肢により得られる報酬の予測 (価値) を表現し、それを選んだ際に実際に得られた報酬との誤差 (報酬予測誤差) により価値を更新していき、ある時点での選択肢の価値比によりその時点

での選択を確率的に行うアルゴリズムである。このモデルには典型的には学習率 (learning rate) と逆温度 (inverse temperature) というパラメータが含まれる。学習率とは、1回の報酬予測誤差により、選択肢の価値をどの程度増減させるかを規定する。逆温度とは、選択肢の価値の差に基づき、どの程度保守的・あるいはランダムに選択を行うかを規定する。さらに本研究では、主観的価値 (subjective value) というパラメータを導入した。これは行動経済学のプロスペクト理論に基づいた考え方で、このパラメータが大きい程リスクを好む(確実な低額報酬よりギャンブルをして高額報酬を目指す) ことを表す。

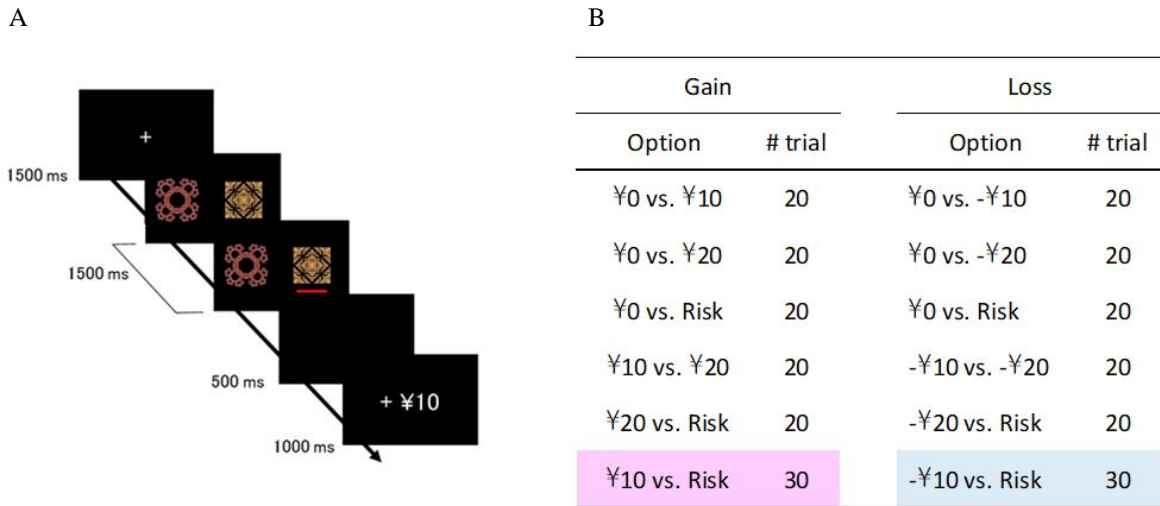


図1 研究1で用いた意思決定課題

B.研究2：モデルフリー方略とモデルベース方略のバランス

研究2では、モデルフリー方略とモデルベース方略のバランスを表現するために Daw(2011) らにより考案された2段階意思決定課題を用いた。参加者はまず、第一段階において一方の図形を選択する。ここでの選択はそれぞれ70%、30%の確率で異なる第二段階への遷移をもたらす。続いて実験参加者は第二段階においてどちらかの図形を選択する。選択肢ごとに緩やかな有利不利があり、それぞれ異なる確率で金銭的報酬が与えられるか否かが決定される。もし実験参加者がモデルフリー方略だけに依存していたとすると、第二段階において選んだ選択肢と報酬の有無という結果のみに注目して学習がなされるので、次の試行の第一段階では、前試行で報酬が与えられたのであれば前試行と同じ選択肢を、報酬が与えられなかったのであれば異なる選択肢を選ぶ確率が高くなる。一方モデルベース方略を主に用いていたならば、試行を繰り返すうちに第一段階から第二段階への遷移確率を学習し、それに基づいて報酬をもたらした第二段階への遷移確率を高めるように選択を行うと考えられる(図2B)。実際には実験参加者は、多数回の試行の中では両方の方略をある重みづけで混合して用いると考えられる。その重みづけは、行動データに基づき計算論モデルにより個人ごと、条件ごとに、推定することができる(図2C)。

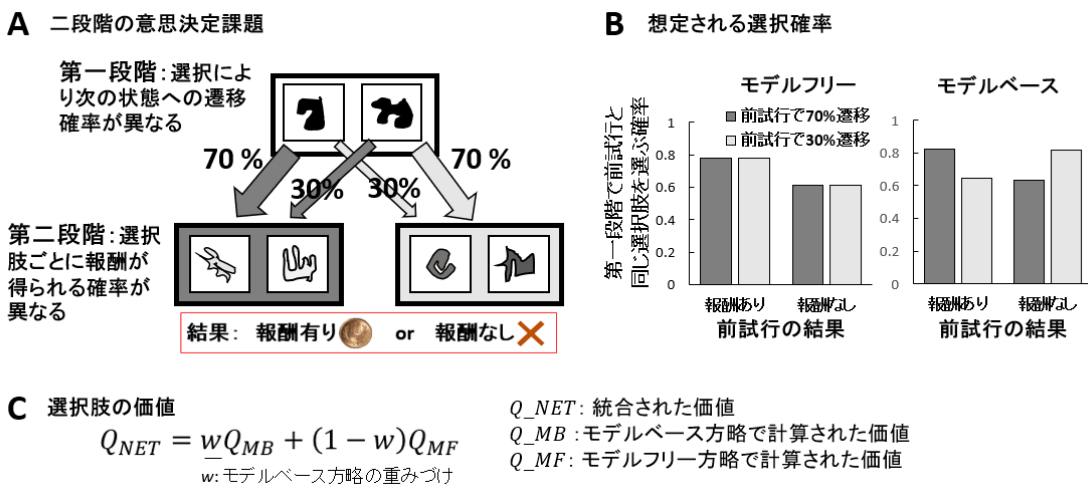


図2 研究2で用いた意思決定課題

(2) 神経画像法

本研究では、脳内の神経伝達物質の濃度を測定できる磁気共鳴スペクトロスコピー (Magnetic Resonance Spectroscopy: MRS) と脳内の大規模なネットワークの機能を推定できる安静時機能的磁気共鳴画像法 (resting state functional magnetic resonance imaging: rsfMRI) を神経画像法として用いた。MRS においては、島皮質、線条体、DLPFC を関心領域とし、そこにおける興奮性の伝達物質であるグルタミン酸と抑制性物質である GABA の濃度を推定した。rsfMRI においては、島皮質、線条体、DLPFC に加え、OFC、ACC、扁桃体のそれぞれ左右両側を関心領域とし、エネルギー地形分析により脳機能のダイナミクスを推定した。

4. 研究成果

(1) 研究1: モデルフリー方略による意思決定

A. 意思決定課題と計算論モデルの検討

この課題におけるメカニズムを表すモデルとして、1. 学習率と逆温度だけのパラメータを含む典型的な強化学習モデル (Standard と呼ぶ)、2. Gain と loss の条件で、異なる学習率を仮定するモデル、3. 学習率と逆温度に加えて主観的価値のパラメータを含むモデルを、AIC、iBIC と呼ばれる適合度指標により検討した。その結果、主観的価値を含むモデルが最も適合度が高いことが示された (図3B)。また、個人ごとに推定された主観的価値のパラメータは、リスクの高い選択肢を選ぶ確率をよく予測することが明らかになった (図3C)。さらに、いずれの刺激の組み合わせ条件においても、思考が進むにつれて期待値の高い選択肢が選ばれる確率が増加しており、参加者はルールを学習した上で選択をしていることが示唆された (図3D)。これらの結果は、本研究で開発した実験課題と計算論モデルが妥当であったことを示している。

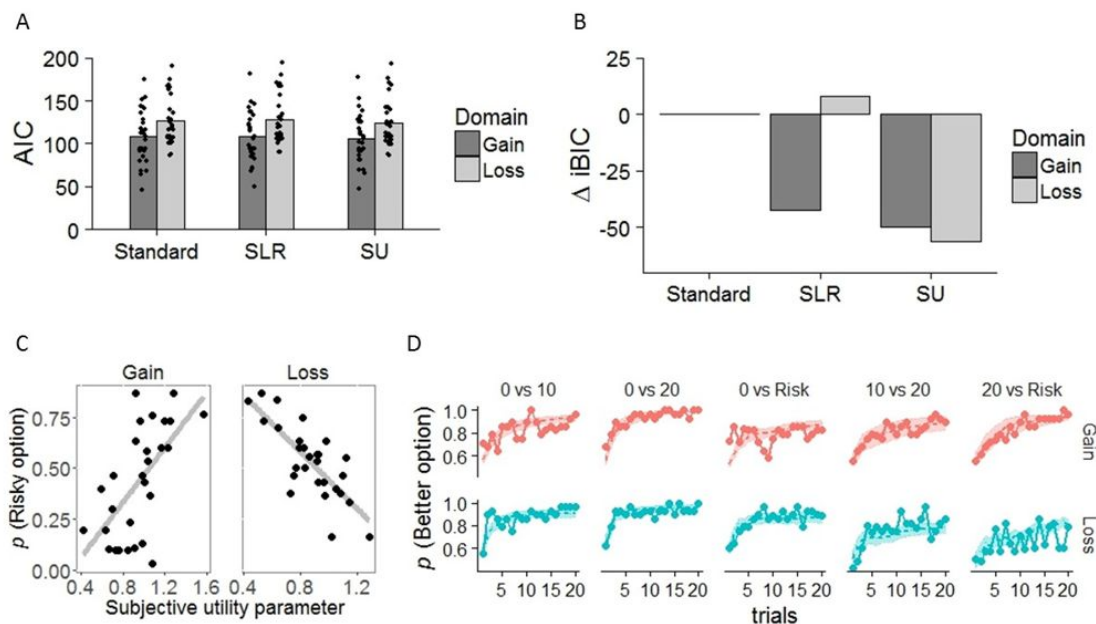


図3 課題と計算論モデルの検討結果

B. 神経画像法による神経基盤の探求

30名の参加者が上記の神経画像法による撮像を受けた後、上記のリスクを伴う意思決定課題を行った。そのデータに基づき、MRSで測定した神経伝達物質、rsfMRIで測定した脳状態のダイナミクス (状態遷移確率)、計算論モデルで推定した主観的価値のパラメータ、課題におけるリスクが高い選択肢の選択確率、の関係を検討した (図4)。

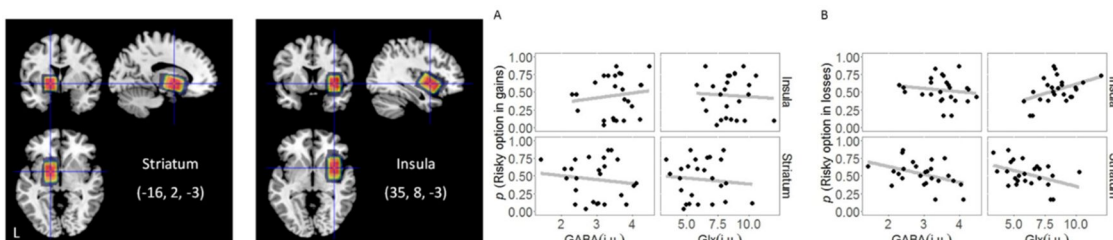


図4 MRSの関心領域 (線条体・島皮質) とリスク選択との相関

線条体と島皮質の神経伝達物質は、Gain 条件での意思決定とは関連がなかったが、Loss 条件では線条体のグルタミン酸濃度が低く、島皮質のグルタミン酸濃度が高いほど、有意にリスクの高い選択肢が選ばれやすかった(図3B)。これは報酬へのこだわりが低いこと、島皮質の処理切り替え機能が高い程、リスクを冒して冒険する傾向が促進されることを示唆している。

一方、rsfMRI のデータから、脳のネットワークが活性化する状態と鎮静化する状態をどれ程度遷移するかを解析した。この値が高い程、脳がダイナミックに活動していると推測することができる。ここでもやはり Loss 条件においてのみ、脳の状態遷移率とリスク選択の間に負の相関が見られた。おそらく、脳全体が活動水準の高い状態が維持される程、リスクを冒す傾向が促進されるのであろうと推測される。これらの研究1の成果は、論文として投稿するため現在準備中となっている。

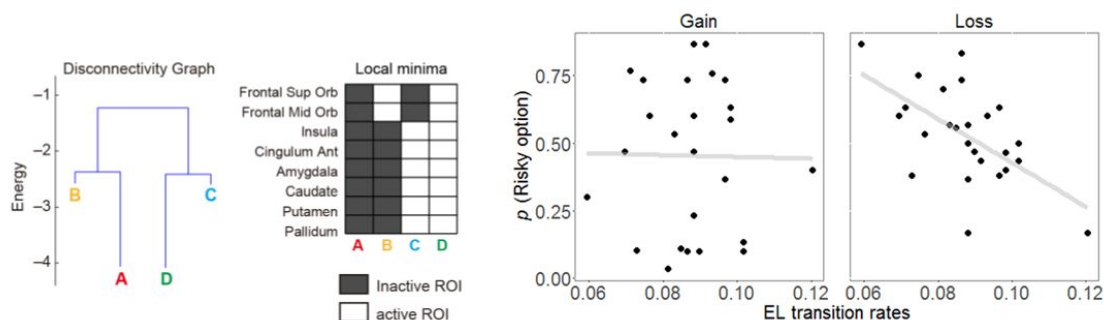


図5 脳のダイナミクス(状態遷移率)とリスク選択との相関

(2) 研究2: モデルフリー方略とモデルベース方略のバランス

A. 意思決定課題と計算論モデルの検討

Daw(2011)によるモデルフリー・モデルベースの計算論モデルは提案されて日が浅いため、十分な検討が行われていない。そこで行動実験を繰り返して、条件分析的に、その妥当性を検討した。

その結果、同じ課題のデータについてDaw(2011)らのモデルよりも適合度が優れ、心理的過程とも対応が付けやすい新たなモデルを提案した(Toyama, Katahira, & Ohira, 2019a)。また、モデルフリー・モデルベース方略とは別に、同じ選択を無条件に繰り返す、固執性と呼ばれる傾向がこの課題における行動の一定割合を説明することを見出し、このパラメータを導入したモデルの方が、適合性が高いことを報告した(Toyama, Katahira, & Ohira, 2019b)。これらの基礎的研究により、特にモデルベース方略の関与をより精緻に評価することができるようになった。

B. 神経画像法による神経基盤の探求

研究1と同様な方法で神経画像の撮像を行い、その後、参加者は2段階意思決定課題を行った。この研究では、MRSの関心領域はモデルフリー方略に関連の深い線条体と、モデルベース方略に関連の深いDLPFCに設定した。

この研究は、20名の参加者のデータを収集した後、新型コロナウイルス感染症の拡大の影響により中断を余儀なくされたため、まだ完了していない。状況が改善次第、残り20名のデータを追加する予定である。得られたデータで予備的な解析を行ったところ、DLPFCのグルタミン酸濃度がモデルベース方略の重みづけパラメータと有意な傾向の相関を示している。また参加者の唾液中から測定したコルチゾールとドーパミン濃度が、やはりモデルベース方略の重みづけパラメータと有意な相関を示している。これらの予備的結果から、脳と身体の機能特性が意思決定におけるモデルベース方略の使用を規定している可能性が示唆されている。

引用文献

Damasio, A. R. (1999). *The feeling of what happens: body and emotion in the making of consciousness*. New York: Harcourt.

Daw N.D., Gershman S.J., Seymour B., Dayan P., & Dolan R.J. (2011). Model-based influences on humans' choices and striatal prediction errors. *Neuron*, 69, 1204-1215, 10.1016/j.neuron.2011.02.027.

Toyama, A., Katahira, K., & Ohira, H. (2019a). Reinforcement learning with parsimonious computation and a forgetting process. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13, 153, doi.org/10.3389/fnhum.2019.00153.

Toyama, A., Katahira, K., & Ohira, H. (2019b). Biases in estimating the balance between model-free and model-based learning systems due to model misspecification. *Journal of Mathematical Psychology*, 91, 88-102.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計23件（うち査読付論文 20件／うち国際共著 5件／うちオープンアクセス 14件）

1. 著者名 Ohira, H.	4. 巻 29
2. 論文標題 Predictive processing of interoception, decision-making, and allostasis: A computational framework and implications for emotional intelligence.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Psychological Topics	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.31820/pt.29.1.1	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 -

1. 著者名 Toyama, A., Katahira, K., & Ohira, H.	4. 巻 91
2. 論文標題 Biases in estimating the balance between model-free and model-based learning systems due to model misspecification.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Mathematical Psychology	6. 最初と最後の頁 88-102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.jmp.2019.03.007	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 -

1. 著者名 Oba, T., Katahira, K., & Ohira, H.	4. 巻 10
2. 論文標題 The effect of reduced learning ability on avoidance in psychopathy: A computational approach.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Psychology	6. 最初と最後の頁 2432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.3389/fpsyg.2019.02432	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 -

1. 著者名 Toyama, A., Katahira, K., & Ohira, H.	4. 巻 13
2. 論文標題 Reinforcement learning with parsimonious computation and a forgetting process.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Human Neuroscience	6. 最初と最後の頁 153
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.3389/fnhum.2019.00153	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 -

1. 著者名 大平英樹	4. 巻 62
2. 論文標題 脳と身体の予測的符号化とその不全 守谷・国里・杉浦論文へのコメント	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 心理学評論	6. 最初と最後の頁 132-141
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 Watanabe, N., Bhanji, J.P., Tanabe, H.C., & Delgado, M.R.	4. 巻 202
2. 論文標題 Ventromedial prefrontal Cortex Contributes to performance success by controlling reward-driven arousal representation in amygdala.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuroimage	6. 最初と最後の頁 116-136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.116136	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 該当する

1. 著者名 菅原通代・片平健太郎	4. 巻 38
2. 論文標題 強化学習における認知バイアスと固執性 選択行動を決めているのは過去の“選択の結果”か“選択そのもの”か?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 基礎心理学研究	6. 最初と最後の頁 48-55
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 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 -

1. 著者名 Ohira, H.	4. 巻 27
2. 論文標題 Regulation of functions of the brain and body by the principle of predictive coding: Implications for impairments of the brain-gut axis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Psychological Topics	6. 最初と最後の頁 1-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://hrcak.srce.hr/200009	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 -

1. 著者名 田邊宏樹	4. 巻 34
2. 論文標題 脳機能イメージングとモデル構築 - Dynamic Causal Modelingを中心に -	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 神経心理学	6. 最初と最後の頁 92-198
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 Katahira, K.	4. 巻 87
2. 論文標題 The statistical structures of reinforcement learning with asymmetric value updates	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Mathematical Psychology	6. 最初と最後の頁 31-45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.org/10.1016/j.jmp.2018.09.002	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 -

1. 著者名 Izuma, K., Kennedy, K., Fitzjohn, A., Sedikides, C., & Shibata, K.	4. 巻 114
2. 論文標題 Neural activity in the reward-related brain regions predicts implicit self-esteem: A novel validity test of psychological measures using neuroimaging.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Personality and Social Psychology	6. 最初と最後の頁 343-357
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi: 10.1037/pspa0000114.	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 該当する

1. 著者名 Toyama, A., Katahira, K., & Ohira, H.	4. 巻 17
2. 論文標題 A simple computational algorithm of model-based choice preference	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience	6. 最初と最後の頁 764-783
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 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 -

1. 著者名 大平英樹	4. 巻 3
2. 論文標題 予測的符号化・内受容感覚・感情	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 エモーション・スタディーズ	6. 最初と最後の頁 2-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.10.20797/ems.3.1_2	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 -

1. 著者名 大平英樹	4. 巻 69
2. 論文標題 内受容感覚に基づく行動の制御	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 BRAIN and NERVE-神経研究の進歩	6. 最初と最後の頁 383-395
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 Izuma, K., Kennedy, K., Fitzjohn, A., Sedikides, C., & Shibata, K.	4. 巻 114
2. 論文標題 Neural activity in the reward-related brain regions predicts implicit self-esteem: A novel validity test of psychological measures using neuroimaging	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Personality and Social Psychology	6. 最初と最後の頁 343-357
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 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

1. 著者名 Watanabe, T., Sasaki, Y., Shibata, K., & Kawato, M.	4. 巻 21
2. 論文標題 Advances in fMRI real-time neurofeedback	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Trends in Cognitive Sciences	6. 最初と最後の頁 997-1010
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.09.010	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 該当する

1. 著者名 Mano, H., Yoshida, W., Shibata, K., Zhang, S., Koltzenburg, M., Kawato, M., & Seymour, B.	4. 巻 37
2. 論文標題 Thermosensory perceptual learning is associated with structural brain changes in parietal-opercular (SII) cortex	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Neuroscience	6. 最初と最後の頁 9380-9388
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1316-17.2017	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 該当する

1. 著者名 Katahira, K., Yuki, S., & Okanoya, K.	4. 巻 79
2. 論文標題 Model-based estimation of subjective values using choice tasks with probabilistic feedback	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Mathematical Psychology	6. 最初と最後の頁 29-43
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 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 -

1. 著者名 Matsunaga, M., Kawamichi, H., Umemura, T., Hori, R., Shibata, E., Kobayashi, F., Suzuki, K., Ishii, K., Ohtsubo, Y., Noguchi, Y., Ochi, M., Yamasue, H., & Ohira, H.	4. 巻 11
2. 論文標題 Neural and Genetic Correlates of the Social Sharing of Happiness	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 718
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.10.3389/fnins.2017.00718 .	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 -

1. 著者名 Matsunaga, M., Ishii, K., Ohtsubo, Y., Noguchi, Y., Ochi, M., & Yamasue, H.	4. 巻 12
2. 論文標題 Association between salivary serotonin and the social sharing of happiness	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 PLoS One	6. 最初と最後の頁 e0180391
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180391	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 -

1. 著者名 Miura, N., Tanabe, H. C., Sasaki, A. T., Harada, T., & Sadato, N.	4. 巻 352
2. 論文標題 Neural evidence for the intrinsic value of action as motivation for behavior	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 190-203
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.10.1016/j.neuroscience.2017.03.064	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 -

1. 著者名 Ishikawa, M., Itakura, S., & Tanabe, H. C.	4. 巻 なし
2. 論文標題 Autistic traits affect P300 response to unexpected events, regardless of mental state inferences	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Autism Research and Treatment	6. 最初と最後の頁 8195129
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.10.1155/2017/8195129	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 -

1. 著者名 Nakamura, T., Matsui, T., Utsumi, A., Yamazaki, M., Makita, K., Harada, T., Tanabe, H. C., & Sadato, N.	4. 巻 未定
2. 論文標題 The role of the amygdala in incongruity resolution: the case of humor comprehension	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Social Neuroscience	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) doi.10.1080/17470919.2017.1365760	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 -

〔学会発表〕 計22件 (うち招待講演 14件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 大平英樹
2. 発表標題 内受容感覚の予測的処理に基づく感情の創発
3. 学会等名 第37回日本生理心理学会大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大平英樹
2. 発表標題 内受容感覚の予測的符号化と感情の創発
3. 学会等名 第33回日本人工知能学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大平英樹
2. 発表標題 感情をメタな視点から考える
3. 学会等名 日本感情心理学会第27回大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大平英樹
2. 発表標題 内受容感覚の予測的符号化による感情と意思決定の創発
3. 学会等名 日本認知科学会第36回大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大平英樹
2. 発表標題 深層学習・人工知能・認知モデリングー心理学・認知神経科学の立場からー
3. 学会等名 日本認知科学会第36回大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大平英樹
2. 発表標題 神経系・内分泌系・免疫系のクロストークを実現する予測的処理
3. 学会等名 第84回日本心理学会大会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大平英樹
2. 発表標題 予兆にもとづく意思決定
3. 学会等名 名古屋大学予兆学シンポジウムYOCHOU2019（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大平英樹
2. 発表標題 脳と身体の計算メカニズムによる感情と意思決定の創発ー人工知能は感情を推定し、創ることができるかー
3. 学会等名 名古屋大学情報学シンポジウム2020（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉岡歩・田邊宏樹
2. 発表標題 二者の好みの表明に関する神経基盤の検討：二者同時計測機能的MRIを用いた研究
3. 学会等名 日本心理学会第82回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田邊宏樹
2. 発表標題 好みの神経基盤
3. 学会等名 日本心理学会第82回大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shibata, K.
2. 発表標題 Excitatory and inhibitory balance governs stability of perceptual learning
3. 学会等名 International Workshop for Perceptual Learning（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大平英樹
2. 発表標題 感情神経科学の25年
3. 学会等名 日本感情心理学会第25回大会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大平英樹
2. 発表標題 ポジティブ感情の神経生理的基盤
3. 学会等名 第76回日本公衆衛生学会総会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 片平健太郎
2. 発表標題 行動データ分析における計算論モデルベース解析と伝統的な統計解析の関係についての理論的考察
3. 学会等名 第27回 日本数理生物学会年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 片平健太郎
2. 発表標題 計算論モデルによる行動特性の抽出 他の統計解析手法との関係, 利点, 注意点
3. 学会等名 日本心理学会第81回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松永昌宏、増田貴彦、石井敬子、大坪庸介、野口泰基、山末英典
2. 発表標題 セロトニン2A受容体遺伝子多型の幸せの共感性に対する効果とその国際比較
3. 学会等名 第88回日本衛生学会学術総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松永昌宏、石井敬子、大坪庸介、野口泰基、山末英典
2. 発表標題 唾液中セロトニンと共感性・ストレス対処能力との関連
3. 学会等名 第33回日本ストレス学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松永昌宏
2. 発表標題 ポジティブ感情へのアプローチ
3. 学会等名 第58回産業精神衛生研究会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tanabe, H. C.
2. 発表標題 Neural underpinnings of mutual gaze and joint attention using hyperscanning functional MRI
3. 学会等名 OHBM 2017 Annual Meeting（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yoshioka, A., Koike, T., Nakagawa, E., Sumiya, M., Okazaki, S., Sadato, N., & Tanabe, H. C.
2. 発表標題 The inter-subject neural synchronization during joint attention: a hyperscanning functional MRI study
3. 学会等名 SPR 57th Annual Meeting（国際学会）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田邊宏樹
2. 発表標題 行動・モデル・脳表現
3. 学会等名 日本心理学会第81回大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田邊宏樹
2. 発表標題 脳機能イメージングとモデル構築—Dynamic Causal Modellingを中心に—
3. 学会等名 第41回日本神経心理学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計7件

1. 著者名 大平英樹	4. 発行年 2019年
2. 出版社 日本学術協力財団	5. 総ページ数 15
3. 書名 社会脳から心を探る 自己と他者をつなぐ社会適応の脳内メカニズム	

1. 著者名 国里愛彦・片平健太郎・沖村宰・山下祐一	4. 発行年 2019年
2. 出版社 勁草書房	5. 総ページ数 315
3. 書名 計算論的精神医学 情報処理過程から読み解く精神障害	

1. 著者名 片平 健太郎	4. 発行年 2018年
2. 出版社 オーム社	5. 総ページ数 215
3. 書名 行動データの計算論モデリング 強化学習モデルを例として	

1. 著者名 Bruner, E., Ogiwara, N., & Tanabe, H. C. (Eds.)	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer Tokyo	5. 総ページ数 289
3. 書名 Digital Endocasts: From Skulls to Brains	

1. 著者名 Kochiyama, T., Tanabe, H. C., & Ogiwara, N.	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer Tokyo	5. 総ページ数 18
3. 書名 "Chapter11.Reconstruction and Statistical Evaluation of Fossil Brains Using Computational Neuroanatomy." in Digital Endocasts: From Skulls to Brains	

1. 著者名 Tanabe, H. C., Kubo, D., Hasegawa, K., Kochiyama, T., & Kondo, O.	4. 発行年 2018年
2. 出版社 Springer Tokyo	5. 総ページ数 14
3. 書名 "Chapter18. Cerebellum: Anatomy, Physiology, Function, and Evolution" in Digital Endocasts: From Skulls to Brains	

1. 著者名 松永昌宏	4. 発行年 2017年
2. 出版社 北大路書房	5. 総ページ数 6
3. 書名 ポジティブ感情の精神生理学、『生理心理学と精神生理学 第 巻』	

〔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	松永 昌宏 (Matsunaga Masahiro) (00533960)	愛知医科大学・医学部・講師 (33920)	
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)	
研究分担者	柴田 和久 (Shibata Kazuhisa) (20505979)	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構・放射線医学総合研究所 脳機能イメージング研究部・主幹研究員(任常) (82502)	
研究分担者	片平 健太郎 (Katahira Kentaro) (60569218)	名古屋大学・情報学研究科・准教授 (13901)	