

早稲田大学 人間科学学術院 人間科学会 諸費用補助成果報告書 (Web 公開用)

申請者 (ふりがな)	岸上 泰己 (きしがみ たいき)
所属・資格 (※学生は課程・学年を記載。卒業生・修了生は卒業・修了年月も記載)	早稲田大学大学院 人間科学研究科 修士課程 1年
発表年月 または事業開催年月	2023年 9月
発表学会・大会 または事業名・開催場所	日本心理学会第87回大会
発表者 (※学会発表の場合のみ記載、共同発表者の氏名も記載すること)	岸上泰己
発表題目 (※学会発表の場合のみ記載)	実行機能が強化学習に与える影響についての計算論的アプローチ
発表の概要と成果 (抄録を公開している URL がある場合、「概要・成果」を記載した上で、URL を末尾に記してください。また、抄録 PDF は別途ご提出ください。なお、抄録 PDF は Web 上には公開されません。)	
<p>【目的】 心理療法の 1 つである認知・行動療法は行動理論を基盤としており、行動理論のモデルである強化学習との関連が予想される。計算論的アプローチとは、脳の情報処理過程を明示的に数理モデルにすることで脳や心の動作原理を理解する研究法であり(国里他, 2019), そのモデルの 1 つに学習や意思決定をする過程を表した強化学習モデルがある。Q モデルとは、行動価値に従った行動選択のモデルであり、パラメータとして報酬予測誤差を重み付けする学習率と選択確率の関数の急峻さを決定する逆温度を用いている。派生モデルとして、報酬予測誤差が正か負かによって学習率を分ける VQ モデルと固執性として選択トレースを組み込んだ Q-P モデルが存在する。本研究では、実行機能が各モデルにおいて強化学習にどのような影響を与えているか探索的に検討し、比較することを目的とする。</p> <p>【方法】 研究参加者 : 4 年制大学の学生 27 名を対象とした(男性 : 18 名, 女性 : 9 名 ; 年齢(平均±SD) : 21.78±.97 歳)。脳波形を作成できなかった 2 名の ERP は欠損値とした。測定内容 : (a) 実行機能質問紙(EFQ ; 関口・山田, 2017) : Planning, Absorption, Self-Consciousness, Sustaining attention を使用した。(b) 成人用エフォートフル・コントロール尺度日本語版(EC ; 山形他, 2005) : 報酬からの注意の切り替え, 罰からの注意の切り替えの尺度のみ使用した。(c) 無視条件聴覚オッドボール課題 : ERP を測定するために使用した。(d) 確率的逆転学習課題 : 強化学習パラメータを推定するために使用した。解析方法 : (1) ERP の算出 : 基準電極は左右両耳朶連結とし, 探査電極は国際式 10-20 法に基づき Fz, Cz, Pz に置いた。高頻度刺激と低頻度刺激の ERP の差分値を取り, P300 は Pz における 250-400ms, MMN は Fz における 100-250ms の最大陽性振幅潜時の±20ms の平均振幅を解析対象とした。(2) パラメータ推定 : 分析時の個別のパラメータの算出にベイズ推定を使用した。事後分布は MCMC 法を用いてサンプルを生成した。事前分布として, 学習率は $\alpha \sim \text{Beta}(1.2, 1.2)$, 逆温度は $\beta \sim \text{Gamma}(4.82, 0.88)$ を, Q-P モデルでは追加で $\tau \sim \text{Beta}(1.2, 1.2)$ と $\phi \sim \text{Gamma}(4.82, 0.88)$ を設定した。事後分布の期待値を解析対象とした。モデル比較時の集団のパラメータの算出に最尤推定を使用した。(3) 統計分析 : 強化学習パラメータと質問紙得点, ERP 振幅の Spearman の順位相関分析を行なった。モデル比較は集団の AIC を用いた大小の比較と個別の WBIC を用いた分散分析を実施した。倫理的配慮 : 「早稲田大学 人を対象とする研究に関する倫理委員会」の承認を得て行われた。</p> <p>【結果】 Q モデル : EFQ の Planning ($\rho = .373, p < .10$), EFQ の Sustaining attention ($\rho = .444, p < .05$) が学習率との間に正の相関が, EFQ の Self-Consciousness と逆温度との間に負の相関 ($\rho = -.453, p < .05$) が, P3b の振幅と逆温度との間に正の相関 ($\rho = .359, p < .10$) があることが示された。VQ モデル : EFQ の Sustaining attention ($\rho = .328, p < .10$) が正の学習率と正の相関があることが示された。EFQ の Planning ($\rho = .444, p < .05$) が負の学習率と正の相関, EC の罰からの注意の切り替えと負の相関 ($\rho = -.335, p < .10$) があることが示された。EFQ の Sustaining attention が逆温度との間に負の相関 ($\rho = -.351, p < .10$) があることが示された。Q-P モデル : EFQ の Planning ($\rho = .365, p < .10$), EFQ の Sustaining attention ($\rho = .619, p < .01$), EC の報酬からの注意の切り替え ($\rho = .332, p < .10$) が学習率との間に正の相関が, EFQ の Planning ($\rho = -.374, p < .10$), 報酬からの注意の切り替えと逆温度との間に負の相関 ($\rho = -.366, p < .10$) があることが示された。加えてフリーパラメータの τ と EFQ の</p>	

Absorption($\rho = -.411$, $p < .05$), フリーパラメータの ϕ と EFQ の Sustaining attention($\rho = -.547$, $p < .01$)との間に負の相関があることが示された。**モデル比較**: 集団レベルのパラメータにおける AIC によるモデル比較の結果, Q-P モデルの AIC が最も小さく, 適合度が高かったものの, 個人レベルのパラメータにおける分散分析の結果モデル間に有意差はなかった。

【考察】まず, 全モデルに共通することとして, Planning や Sustaining attention との関連が挙げられる。そのため, これらの能力を高めることが, 全てのモデルの道具的条件付けの促進に効果がある可能性がある。次に, VQ モデルの結果から, 報酬予測誤差の正負によって実行機能が強化学習の促進に与える影響を分類できる可能性がある。また, Q-P モデルの結果から, 報酬からの切り替えが固執性の有無に関連している可能性や切り替えに課題への集中力が選択履歴関連している可能性が示された。

【主要引用文献】 国里愛彦・片平健太郎・沖村宰・山下裕一 (2019). 計算論的精神医学-情報処理過程から読み解く精神障害- 勁草書房.

※無断転載禁止