

# 2021年度 大学院奨励研究員研究報告書

2022年3月22日

関西学院大学学長 殿

奨励研究員

氏 名	石井主税	印
-----	------	---

指導教員

所属・職名	文学部・教授	
氏 名	片山順一	印

以下のとおり、報告いたします。

研究課題	社会的文脈における報酬予測誤差の算出メカニズムの解明
採用期間	2021年 4月 1日 ~ 2022年 3月 31日

研究科委員長・研究科長印	事務局印

提出先： 所属研究科事務室

※所属研究科→研究推進社会連携機構（大学院）

**研究発表状況（奨励研究員採用期間内に発表したものおよび、近く発表予定のもの）**

**（１）学会誌等への発表（著者、発表論文名、学会誌名、巻号、発表年月、掲載頁等）**

雑誌論文	著者名	Ishii, C., & Katayama, J.	論文題目	History of one's own performance modulates evaluative processing of another's action outcomes, but not vice versa		
	雑誌名	Scientific Reports	巻号	発行年月	掲載頁	
			12	2022/1/7	65	

雑誌論文	著者名		論文題目			
	雑誌名		巻号	発行年月	掲載頁	

図書	著者名		論文題目			
	書名		発行年月	頁		
				総頁：		
担当箇所：						

※論文題目：共著の場合の担当部分のタイトル

**（２）学会発表（口頭・ポスター：学会名、開催地、発表論文名、発表年月日等）**

学会名		開催地	
題目		発表年月日	

学会名		開催地	
題目		発表年月日	

学会名		開催地	
題目		発表年月日	

## 研究経過状況（3000字程度）

奨励研究員として採用された期間に1つの実験を追加し（国際誌に掲載済み）、採用前に行った実験とまとめて博士論文を執筆・提出した。そして、2022年3月2日に博士（心理学）の学位を授与された。

**研究背景** ヒトがある環境の中で適応的に生きていくためには、行動の結果を素早く評価し、適切に次の行動を調整する必要がある。行動の誤りの検出や、行動の誤りを知らせる結果事象の評価、そしてそれらにもとづき行動を調整する一連の過程はパフォーマンスモニタリングと呼ばれる。本研究で対象とする過程は、行動の結果を知らせる事象の評価とそれにもとづく行動の調整である。理論的には、行動の結果を知らされると、モニタリングシステムは予測した結果と実際の結果のずれから報酬予測誤差と呼ばれる学習信号を算出する。例えば、予測した結果がポジティブで、実際に得られた結果がネガティブであれば、大きな負の報酬予測誤差が算出されると考えられている。ある行動の結果に対してどの程度の報酬予測誤差が算出されたかは、事象関連脳電位（ERP）を用いて捉えることができる。ネガティブな行動の結果の呈示から約200—300ミリ秒後、ERP上でフィードバック関連陰性電位（FRN）と呼ばれる電位が観察され、その振幅は負の報酬予測誤差の大きさを反映すると考えられている。

ヒトの生きる場が他者との相互作用に溢れている以上、ヒトのモニタリングシステムを理解するためには、他者と一緒に課題を行う文脈におけるシステムの振る舞いを解明する必要がある。社会的文脈におけるシステムの振る舞いを明らかにすることで、ヒトが他者と関わりながらどのように行動を調整し、環境に適応しているか理解することができるとも考えられる。

**実験1** 実験1の目的は、先行研究（Holroyd & Krigolson, 2007）を追試し、FRNが報酬予測誤差を反映するかどうかを確認することであった。被験者は、2つの課題難度（高難度・低難度）で時間評価課題を行った。実験の結果、結果事象の頻度に関わらず、失敗を表すフィードバック刺激に対してFRNの出現が確認された。また、低頻度に生じた（i. e., 低難度時の）失敗ERPから同じく低頻度に生じた（i. e., 高難度時の）成功ERPを引算することで算出した差分FRN振幅は、高頻度のそれと比較して大きかった。したがって、本実験ではFRN振幅が報酬予測誤差の大きさを反映することを確認した。

**実験2** 実験2の目的は、非社会的刺激との比較により、社会的な刺激である表情によって知らされる行動結果から算出される報酬予測誤差の特徴を検討することであった。フィードバック刺激には、社会的刺激として笑顔と怒り顔のアイコンを、同じくポジティブ・ネガティブな意味を持つ非社会的刺激として○と×を用いた。一致条件ではポジティブ（ネガティブ）な刺激でポイントの獲得（損失）を示し、不一致条件ではネガティブ（ポジティブ）な刺激でポイントの獲得（損失）を示した。この実験から、報酬予測誤差の算出過程における刺激の社会性の効果は観察されなかった。

**実験3** 実験3の目的は、複数人の他者と一緒に集団で課題を行う際に算出される報酬予測誤差の特徴を明らかにすることであった。集団群の被験者は3人1組で一緒に脳波を計測されながら時間評価課題を行い、個々人の行動結果を同時に示すフィードバック刺激を観察した。3人のうち2人以上が成功すると全員が金銭報酬を得られ、2人以上が失敗すると全員が金銭損失を被った。個人群の手続きは、他者の行動結果をコンピュータが無作為に生成することを除いて集団群と同じであった。実験結果として、集団群では、全員の行動結果が一致した時に、自己の行動結果が多数派であった時や少数派であった時よりも大きな差分FRN振幅が生じた。同じ現象は、個人群では観察されなかった。行動調整量に群間および条件間の違いはなく、成功後よりも失敗後に大きかった。これらの実験結果は、集団で課題を行う際には自己と他者の行動結果に対する報酬予測誤差が重複して算出される可能性を示唆する。

**実験4** 実験4の目的は、実験3で観察された、集団成員全員の行動結果が同じ時に大きなFRN振幅が生じるという現象が、成員間相互の影響関係を排した時にも観察されるかどうかを検討することであった。3人組の被験者は、実験3における集団群と同じように、同時に脳波を計測されながら時間評価課題を行ったが、金銭の獲得・損失は個々人の行動結果にもとづき決定された。実験の結果、全員の行動結果が同じ時、自己の行動結果が多数派である時、および少数派である時でFRN振幅は異ならなかった。したがって、成員間相互の影響関係がない場合、報酬予測誤差は他者の行動結果を参照することなく算出されることが示唆された。

**実験5** 実験5の目的は、他者の行動結果の観察にもとづき出現するフィードバック関連陰性電位（oFRN）が、報酬予測誤差を反映するかどうか検証することであった。一方が課題を行う行為者の役割を担っている間、他方は観察者の役割を担った。行為者と観察者の役割はブロック単位で切り替えた。役割の存在を除いて、実験1と同じ手続きで実験を行った。実験の結果、モニタリングシステムが他者の行動結果の履歴も追跡し、予測した結果と実際の結果のずれから報酬予測誤差を算出していることを示唆する。

**実験6（採用期間中に行った実験）** 実験6の目的は、自己の行動結果の履歴が他者の行動結果の予測に及ぼす影響と、他者の行動結果の履歴が自己の行動結果の予測に及ぼす影響を明らかにすることであった。性別が同じ2人の被験者は一緒に脳波を計測されながら時間評価課題を行った。この実験では、行為者と観察者の役割は試行単位で無作為に切り替えた。また、2人の被験者の課題難度について、一方が中難度の課題を行っている時に、他方は必ず低難度もしくは高難度の課題を行った。実験の結果、自己の行動結果に対するFRN振幅は、他者の行動結果の履歴によって影響を受けなかった。他方、他者の行動結果に対するoFRN振幅は自己の行動結果の履歴によって影響を受けた。具体的には、自己が高頻度に失敗している時に、他者の失敗に対して大きなoFRN振幅が観察された。これらの結果は、他者の行動結果に由来する報酬予測誤差は、自己の行動結果の履歴を参照して算出されることを示唆する。

**結論** 本研究で主として用いた時間評価課題は、行動調整のために他者の行動結果を監視する必要がなく、事実、他者と一緒に課題を行った実験3と実験4の行動指標は条件間で異ならなかった。にもかかわらず、実験3では集団の全員が同じ行動結果を示した時に差分FRN振幅は最大の値を示した。また、実験5では他者の行動結果に対するoFRNが自己のそれに対するFRNと同じパターンを示した。文脈は異なるものの、これらの実験結果は、自己の行動調整には利用しないとしても、一部の社会的文脈では自己に影響力を持つ他者の行動結果によって報酬予測誤差が調整されることを示唆する。とはいえ、実験6では、他者の行動結果から報酬予測誤差を算出する際には自己の行動結果の履歴を参照するが、逆はそうではないという非対称の関係が示された。このことは、モニタリング過程における自己の行動結果の優位性を示唆する。結論として、社会的文脈でモニタリングシステムによって算出される報酬予測誤差には、他者の行動結果に関する情報により柔軟に調整されながら、それでも自己に関する情報に相対的に強く依存するという特徴がある。つまり、モニタリングシステムは自己の行動結果に優位性を持たせながら、他者の行動結果も監視している。