

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 白 宇 (BAI Yu)

論 文 題 目 Triple processes underlying human decision making  
in reversal learning tasks: Functional significance and evidence from  
the computational model fit to human behavior

(逆転学習課題における意思決定の3つの処理過程—その機能的意義および証拠につ  
いての計算論モデルを用いた行動データ適合による検討—)

### 論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院環境学研究科教授	大平 英樹
委 員	名古屋大学大学院環境学研究科教授	川口 潤
委 員	名古屋大学大学院環境学研究科准教授	田邊 宏樹
委 員	名古屋大学大学院環境学研究科准教授	片平 健太郎

## 論文審査の結果の要旨

別紙 1 - 2

本論文は、ヒトや動物が変化する環境に適応するための学習過程を表現する強化学習と呼ばれる計算論モデルの妥当性について、モデルの理論的予測と行動及び脳波の実測データとの整合性に基づいて検討したものである。

強化学習とは、ヒトや動物が、自らの行動に対する報酬や罰を手掛かりにして試行錯誤により行動を最適化する過程である。強化学習は、心理学での動物の学習に関する知見を基に構想され、工学や神経科学の分野で研究され発展した。強化学習の原理は、報酬の予測と実際の報酬の差分（報酬予測誤差）を最小化するように行動を修正することであり、その過程を表現するモデルには、1事象ごとにどの程度行動を修正するか（学習率）、行動と結果の随伴性に基づいてどの程度保守的あるいは探索的な行動を選択するか（逆温度）などのパラメータが含まれる。従来の強化学習モデルでは学習率や逆温度は定数として扱われてきたが、近年、学習率が学習の進行に伴い変化することを想定したハイブリッド・モデルが提唱され、その妥当性が議論されている。

白宇君は、変動的で不確実な環境に適応しようとする状況での学習過程の表現にはハイブリッド・モデルの方が優れているという仮説を提案し、確率的逆転学習と呼ばれる実験的事態を用いて、コンピュータ・シミュレーションと、ヒトを対象とした実験の行動データの解析により検討を行った（研究1）。その結果、従来のモデルに比べてハイブリッド・モデルの方がシミュレーションにおける課題成績がより優れ、実際の行動にもより適合性が高いことが示された。また、脳内での報酬予測誤差の計算結果を反映すると考えられているフィードバック関連電位と P300 と呼ばれる事象関連脳電位成分の上記課題中における振る舞いが、ハイブリッド・モデルにより推定される報酬予測誤差とよく対応することを示し、このモデルの生物学的妥当性にも示唆を与えた（研究2）。さらに白宇君は、上記のハイブリッド・モデルに、逆温度も学習中に更新される過程を組み込んだ新たなモデルを提案して検討を行った。その結果、特に初期状態が極端で学習が困難な場合には、白宇君が提案する新モデルは、従来の強化学習モデル、ハイブリッド・モデルのいずれと比べても、シミュレーションにおける課題成績がより優れ、実際の行動にもより適合性が高いことが示された（研究3）。

白宇君の研究は、心理学において伝統的で重要な研究テーマである学習と行動選択による環境への適応について、強化学習という計算論モデルを基盤として、コンピュータ・シミュレーション、行動の解析、事象関連脳電位の解析という複数の方法を用いて精緻な検討を行い、新たなモデルを提案することによって、理論と実証の両面で心理学に大きく貢献した。提案したモデルの妥当性が確率的逆転学習という特定の課題においてしか検討されておらず、その一般化可能性が未知であるという制約はあるが、これはむしろ、今後検討されるべき課題である。

よって本論文の提出者白宇氏は、博士（心理学）の学位を授与される資格があるものと判定した。