

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：94301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K18573

研究課題名（和文）ポストディクションとしての自己感：ベイズ事後推論による主体性の因果判断過程の検討

研究課題名（英文）Self-awareness as postdiction: Examination of Subjectivity in Causal Processes through Bayesian Posterior Inference

研究代表者

浅井 智久（Asai, Tomohisa）

株式会社国際電気通信基礎技術研究所・脳情報通信総合研究所・主任研究員

研究者番号：50712014

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：本課題の目的は、何らかの行為を行った際のポストディクションとして、自己感が発生している可能性を検証することであった。近年の認知神経科学および心理学研究では、自己感が行為に先立つと想定していることが多いが、その前提がどれだけ妥当であるかを検討するために、自発的なキー押し行為に先立って観察される運動準備電位を主な検討対象とした。脳波マイクロステートを基底とし、状態空間上での遷移を可視化した結果、特定の脳状態（状態空間上での特定の位置）へ状態ダイナミクスが収束する様子を観察した。これは、主観的な自己感が「先行する自身の脳活動へ後からのラベル付けや事後推論」である可能性を示唆した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本課題は、我々が意図的な行為を実行している状況で、本当に主体としての自由意思が許されているのか、という古くからの心理哲学的な問いにチャレンジしようとするものである。それは、キー押しのような単純な行為に先立つ脳活動の存在が示されていたためである。本研究は、その運動準備電位を再評価することで、主体的行為における意図およびその結果としての行為の発動とは、ある瞬間に起こる（起こせる）ものではなく、時間をかけた神経活動の累積がまず必要で、その累積が閾値を超えた瞬間に解放される現象であり、その一連の神経履歴を後から事後推論することにより「主体感の解釈」が成立している可能性を示唆した。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to examine the possibility of the emergence of self-awareness as a postdiction following some action. In recent cognitive neuroscience and psychology research, it is often assumed that self-awareness precedes action, but to assess the validity of this premise, we focused on the motor readiness potentials observed prior to voluntary key-pressing actions. Using EEG microstates as a basis and visualizing transitions in state space, we observed the convergence of state dynamics toward specific neural states (specific positions in state space) preceding voluntary key-pressing actions. This suggests the possibility that subjective self-awareness may involve postdictive inference of one's own neural activity that precedes it.

研究分野：実験心理学

キーワード：自己感 ポストディクション 脳波 自由意思 行為

## 1. 研究開始当初の背景

近年、「自己意識の科学」が積極的に進められている。2000年以降の心理学関連領域において、「自己」という感覚はどう生起しているのか、「他者」との円滑な相互作用がどう実現されているのか、という問いに注目が集まっている。そこで、本課題の目的は「事後推論の錯覚としての自己主体感」を検証することである。このような自己のポストディクシオン性は、「自己」という存在について考えた(反省した)瞬間にしか自己感は存在しない」という作業仮説に落とすことができ、ベイズ逆確率と呼ばれる推論過程で理論化できる。この仮説に対して、自発的な行為に対応する脳活動を捉える先行研究(リベットクロック課題など)を中心に再検証を行うことで、結果の神経科学的な解釈を心理哲学的に議論する必要があると考えられる。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、ポストディクシオンとしての自己感を実験として検証することである。近年の認知神経科学および心理学的研究は、身体と運動に自己感の起源を求めてきたが、これらの感覚はバックグラウンドで常に自動的に生じているという矛盾を内包していた。なぜなら、誤差の検出時(予測誤差あるいは多感覚間の照合誤差)に初めて、損なわれたものとしてしかこれらの感覚は体験できない、とも従来から議論されていたからである。もし自己感という生々しい主観的体験が、目的依存で観測しようとした結果として収束しているのであれば、それはポストディクシオン(ベイズ事後推論)による身体化された主体性の錯覚である。これは「自己」という存在について考えた(反省した)瞬間にしか自己感は存在していない」という挑戦的な作業仮説に落とすことができる。

## 3. 研究の方法

既存の実験課題および新規開発課題を用いた自己感のポストディクシオン性の検討を行うことが本研究の目的であるため、その目的に合う複数の課題を検討した。候補とした課題は、運動制御の予測誤差累積による主体性判断、自己行為における主体ソース判断、行為の原因と結果における時間判断、ベルテストを応用した量子認知課題などの主体性判断に関する心理実験課題であった(Asai, 2016; 2017; Asai et al, 2019; Sugimori & Asai, 2015)。このうち、リベットクロック課題の結果が本目的に合う興味深い知見を提出したため、この課題について、以下のように方法から報告する。

リベットクロック課題では、参加者の前に置いたモニタ上で、1周2~3秒程度で高速回転する秒針のみが呈示されたアナログ時計や、数百ミリ秒間隔で逐次呈示されるアルファベットが表示されている状況を用意する。参加者はこの画面を見ながら、自分の好きなタイミングでキー押しをすることが求められるが、キーを押した後で回顧的に「キー押し行為の意図時」や「実際にキー押しを行った時点」をその時に呈示されていたアルファベットやアナログ時計の秒針の位置で(思い出して)報告させるものである。この自発的なキー押し行為に先立って観察される脳活動(脳波など)の収束過程を検討することができるのがリベットクロック課題の特徴であり(図1)、ポストディクティブな自己感が「先行する自身の脳活動への後からのラベル付け」である可能性を検討できるものである。

取得済みのリベットクロック課題の行動データおよび脳波データから、キー押しタイミングを0時点と定義したデータを作成し、参加者および条件の繰り返しをまとめた試行集団データセットに落とし込んだ。このデータセットに対して、我々が開発してきた状態空間上での遷移を可視化する手法(脳波マイクロステートを基底とし、全脳の神経活動状態を1時点ごとに状態空間上に布置する)(Asai et al, 2023)を適用する解析を主に行い(図2)、試行集団レベルの神経活動がどのように「同じような」動き方をしながら0時点を迎えるかについて検討を行った。

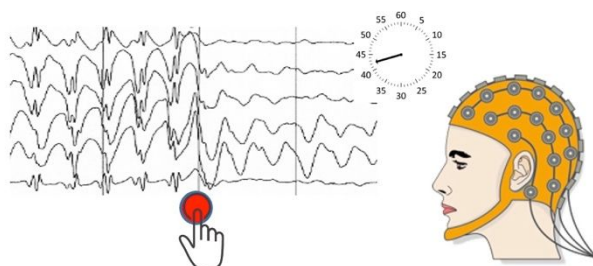


図1：リベットクロック課題の概要

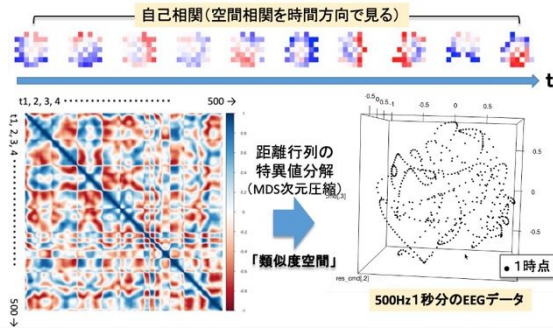


図2：脳波による脳状態の遷移を可視化する手法 (Asai et al, 2023 より)

#### 4. 研究成果

これまでの先行研究でも、キー押し直前の運動準備中に頭頂近辺の電極を中心とした関連陰性電位が観察されることが報告されていたため、マイナス 500ms 前からキー押し後までの区間を中心に、特定の脳活動へ収束していく様子を可視化することを検討した。具体的には、行動データと脳波データが時間的に対応づいた形で、キー押しタイミングを 0 時点とエポッキングした上で、参加者および条件内での繰り返しを集めた(平均して潰すのではなく)試行集団データセットに落とし込んだ。これに対して、全脳の神経活動状態を 1 時点ごとに状態空間上に布置する手法を適用することで状態空間上での遷移の可視化、および特定の脳状態への収束(ヒートマップ)を検討した。その結果、状態空間上での特定の位置(特定の脳状態)へ各被験者の状態ダイナミクスが時点 0 に向かって凝集する様子が観察された。この状態空間表現では、「頭頂付近をピークにした脳波状態」はマイクロステート E と呼ばれる状態(位置)で表現されるが、キー押し 350ms ほど前の時点ではこのような状態はほぼ観察されないのが、0 時点(キー押し実施時点)の直前に向かって頻出する様子が可視化されている(図3)。この観察された状態の凝集現象の定量化のために、EEG マイクロステートテンプレート(ABCDE±)を用意し、各瞬間の脳波状態にいずれかのラベルを貼ることで定量化する解析を検討した。結果として、マイクロステート E+ と呼ばれる状態が運動準備期間中に累積していく様子を定量的にも示すことに成功した。さらに、別の認知課題時におけるキー押しではこの結果は再現されないことも比較として明らかにした。以上の知見は、主体的行為における意図およびその結果としての行為の発動とは、ある瞬間に起こる(起こせる)ものではなく、時間をかけた神経活動の累積がまず必要で、その累積が閾値を超えた瞬間に解放される現象であり、その一連の神経履歴を後から事後推論することにより「主体感の解釈」が成立している可能性を議論できるものであると考えられた。

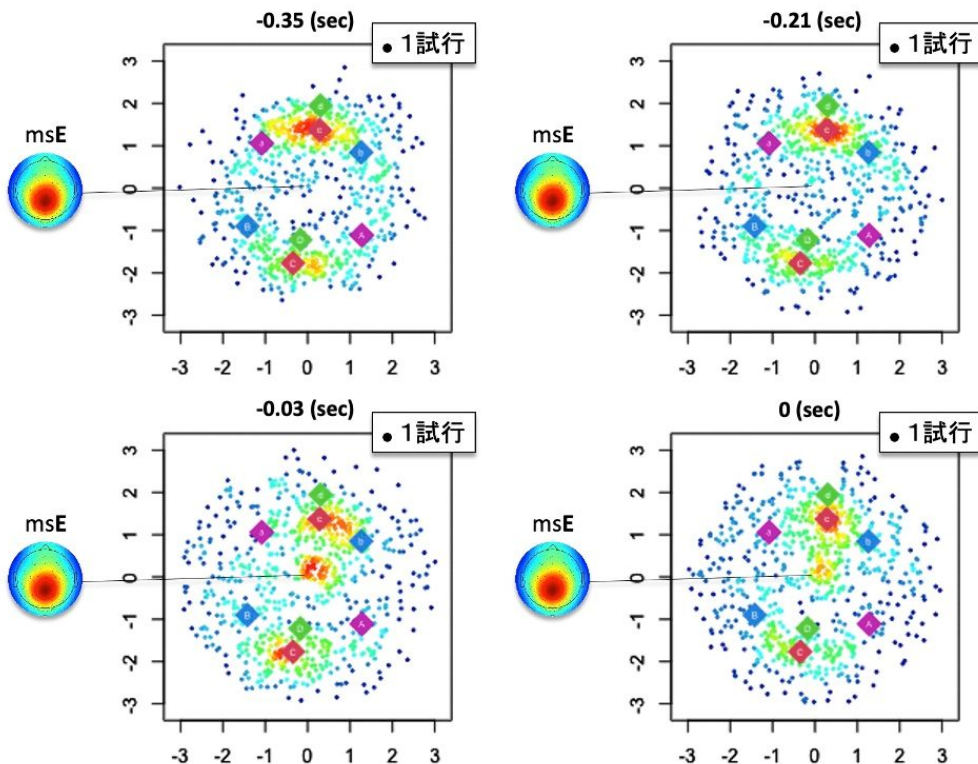


図3：キー押し時点に向かって収束する脳状態遷移の可視化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計1件

1. 著者名 田中 彰吾、今泉 修、金山 範明、浅井 智久、弘光 健太郎	4. 発行年 2024年
2. 出版社 新曜社	5. 総ページ数 224
3. 書名 自己の科学は可能かー心身脳問題として考えるー	

〔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	柏原 志保  (Kashihara Shiho)  (60910247)	株式会社国際電気通信基礎技術研究所・脳情報通信総合研究所・研究員   (94301)	
研究分担者	千代原 真哉  (Chiyohara Shinya)  (50905429)	株式会社国際電気通信基礎技術研究所・脳情報通信総合研究所・研究員   (94301)	

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