

思考におけるひらめき時の身体変化の調査

胡 京輝¹ 竹島 由里子¹

東京工科大学

1. はじめに

人は、目や耳から得られる信号を受診し、それらを脳内で認識する。さらに認識した情報を脳内で処理することにより、必要な知見へと変換する「思考」が行われる。思考の過程において、ある結論や解答が得られる「ひらめき」が生じる場合がある。しかし、そのメカニズムは解明されておらず、どのようなときに「ひらめき」が生じているかを知ることは困難である。

そこで本研究では、思考中に「ひらめき」が生じた際に身体に変化が現れるのではないかと考え、思考時の身体変化を調査する。いつ、ひらめいたのかということが分かるようになれば、よりひらめきやすい環境や方法を知ることができ、ユーザの理解を効果的に促進する方法が提案できると考えられる。本研究では、思考中に影響が出やすい身体情報として、脳波、心拍変動、眼球移動、体動の4点の着目する。脳波や心拍変動を分析することにより、その人がリラックス状態であるか、緊張状態であるかなどの判断が可能であり、「ひらめき」が生じるときの脳波や心拍変動の傾向を調べることで、どのような精神状態であるのが望ましいかを知ることができる。眼球移動および体動は、何かモノを見たり動かしたりという意識的な動作と、人の意志に関わらず無意識に動いてしまっている場合の2種類に分類できる。本研究では、無意識に発せられる動きに着目し、分析を行う。なお本稿では、4つの身体情報のうち、脳波について分析した結果を報告する。

2. 関連研究

高橋ら [1] は、人間がひらめいたときの脳波を解析するために、画像の一部が徐々に変化するアハ体験動画を用いた実験を行っている。実験では、アハ体験動画を視聴させ、回答が分かった段階で画面をタップする、または、声を発することでひらめいた瞬間を知らせるといった方法をとって

いる。視聴中の被験者の脳波を周波数解析することで、各周波数帯のパワーが全帯域に占める割合（パワー含有率）を求め、その変化を分析している。その結果、被験者が閃いた後にα波のパワー含有率が上昇する傾向が見られた例もあったが、全体として閃いた瞬間の顕著な特徴を捉えることはできなかった。この研究では、被験者数が4名と少なかったことから、十分な解析が行うことができなかったと考えられる。また、脳波の分析方法についても検討する必要がある。

また、高橋らの研究 [1] では、脳波のみを実験に用いており、他の身体動作の分析は行われていない。しかし眼球の移動や顎の動きによって関連する筋が放電することがあり、脳波計測ではそれらがノイズとして影響してしまう可能性がある。そこで、本稿ではどの程度の精度が脳波が獲得できるのかについて分析する。

3. 脳波計測

本研究では、思考中の脳波を計測するために、フューテックエレクトロニクス株式会社の脳波測定器ブレインプロライト FM-838 を利用する。図1に脳波計測装置を装着した様子を示す。本測定器は、高感度センサーバンドを頭に装着することにより脳波を計測することができる。また、計測した脳波は周波数解析され、以下に示す5つ周波数域のパワースペクトルとして出力される。

- θ波 (5.0 Hz) : 浅い睡眠, まどろみ状態
- α1波 (8.0 Hz) : 眠い状態
- α2波 (10.0 Hz) : 没頭やリラックス状態
- α3波 (12.5 Hz) : せかせかした状態
- β波 (20 Hz) : イライラした状態, 集中状態

眼球移動などによるアーチファクトを取り除くため、簡易的に脳波の電圧差が閾値を超えた場合をアーチファクトの影響が起きているものとして、実験を行う。

4. 実験と結果

眼球の移動や顎の動きが、計測で得られる脳波に影響を与えることから、瞑想をしているとき、目を閉じて暗算を

*Investigation of physical changes at epiphany moments during thought processes

¹ Tokyo University of Technology



図 1 脳波装置装着様子

したとき、目を開けて数独をやっているとき、リアルタイムストラテジー (RTS) ゲームをやっているときの 4 種類の脳波を計測した。

瞑想および目を閉じて暗算をしたときの被験者 2 名の脳波を計測した。目を閉じた状態であるため、アーチファクトの除去は行わず、計測した脳波そのものを分析した。その結果、いずれの場合も θ 波の影響が強く現れていた。被験者が少ないため、十分な分析はできないが、集中の有無や個人差などを考慮した更なる分析が必要である。

数独は、縦横の各列に同じ数字が当てはまらないように数字を決定していくゲームである。実験はパソコン画面上で行い、マウスおよびキーボード入力を用いて数字を入力してもらった。被験者 1 名が数独を 1 時間解いたときの脳波を計測した。ここで、アーチファクトとみなす閾値として $20.0\mu V$ を利用した。その結果、アーチファクトの割合が 90 % を超えてしまい、正確な計測ができなかった。これは、各マスの数字を見比べながら数字を決定していくため、眼球がかなり動いていることが原因であると考えられる。そのため、脳波変化を捉えるためには、より詳細なアーチファクトの除去方法を適用する必要がある。

最後に、RTS ゲームをやっているときの脳波を計測した。RTS ゲームは、戦略的ゲームの一種であり、ユーザはリアルタイムに戦略を立てながら敵と戦うため、精神の集中が必要となる。本実験では、眼球移動を抑えるため、極力画面の中心をみてもらいゲームを実施した。被験者 1 名に 2 回ゲームを実施してもらい、アーチファクトとみなす閾値を変更して実験を行った。その結果を表 1 に示す。なお、優勢率は単位時間当たりもっともレベルが高かった脳波の割合を表している。アーチファクトの除去の有無に関わらず、 θ 波および β 波の優勢率が α 波に比べて高いことが分かる。また、アーチファクトの除去を行わない場合は、 θ 波の分散が他の数値に比べて大きくなっており、データのばらつきがあることがわかる。また、アーチファクトを

表 1 RTS ゲーム実施時の脳波分析

(a) アーチファクト除去なし

	平均値 (μV)	標準偏差	優勢率 (%)
θ 波	12.2	7.0	61.4
$\alpha 1$ 波	7.0	4.4	4.4
$\alpha 2$ 波	4.1	3.4	0.1
$\alpha 3$ 波	6.9	4.2	3.6
β 波	9.8	3.6	30.2

(b) アーチファクト除去あり (閾値 $40.0\mu V$)

	平均値 (μV)	標準偏差	優勢率 (%)
θ 波	5.7	4.5	33.3
$\alpha 1$ 波	2.8	3.1	2.2
$\alpha 2$ 波	1.2	2.2	0.3
$\alpha 3$ 波	3.0	3.3	3.6
β 波	6.5	3.1	37.9
アーチファクト			22.4

除去した場合、22.4 % がアーチファクトと判定されていた。このことから、データの 1/4 ほどがアーチファクトとみなされており、正確な分析ができているとはいえない。また、ゲームの局面などにより集中力が変化することが考えられるため、同一の事例でアーチファクトの閾値の影響を分析する必要がある。

5. まとめと今後の課題

本稿では、思考中に「ひらめき」が生じた際における身体変化を調査するために、思考中の脳波を計測し、分析を行った。その結果、計測した脳波データに眼球移動などが与える影響はかなり大きく、より正確な分析を行うためには適切なアーチファクト除去方法を導入する必要があると考えられる。また、今回の実験では統計量としてデータを分析しているため、どのようなときの脳波が変化しているかまでの分析に至っていない。今後はより、時刻ごとの脳波変化を分析する必要がある。それらの結果に加えて、本研究で着目する心拍変動、眼球移動、体動についてもデータを取得し、分析する必要がある。

参考文献

- [1] 高橋 友博, 磯山 直也, ギョーム ロペズ:「閃き時の脳波の特徴抽出の検討」, 第 78 回情報処理学会全国大会講演論文集, 4Z-04, 2016
- [2] 六浦 由佳, 長尾 確:「脳波に基づく VR と現実で作業者の心的状態の計測と比較」, 第 80 回情報処理学会全国大会講演論文集, 5ZB-09, 2018