



# HOKKAIDO UNIVERSITY

|                     |                                                                                                                           |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title               | Flow時の脳活動：近赤外線分光法（fNIRS）を用いた検討〔論文内容及び審査の要旨〕                                                                               |
| Author(s)           | 吉田，一生                                                                                                                     |
| Degree Grantor      | 北海道大学                                                                                                                     |
| Degree Name         | 博士(保健科学)                                                                                                                  |
| Dissertation Number | 甲第11872号                                                                                                                  |
| Issue Date          | 2015-03-25                                                                                                                |
| Doc URL             | <a href="https://hdl.handle.net/2115/58765">https://hdl.handle.net/2115/58765</a>                                         |
| Rights(URL)         | <a href="https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/">https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/</a> |
| Type                | doctoral thesis                                                                                                           |
| File Information    | Kazuki_Yoshida_abstract.pdf, 論文内容の要旨                                                                                      |



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称：博士（保健科学）

氏名： 吉田 一生

学位論文題名

Flow 時の脳活動：近赤外線分光法（fNIRS）を用いた検討

要旨

1. 背景と目的

Flow とは課題に没入した際に生じる包括的感觉であり、高いパフォーマンスを発揮するのに最適な心理状態である。Flow に関する研究は質問紙法や面接法などを用いて検討されており、Flow には 9 つの下位因子が存在する。一連の研究から、Flow は課題の挑戦水準と、対象者の能力水準の均衡という、現在の能力を引き延ばすことができるような挑戦機会が与えられた際に生じ、努力性の伴わない高い注意力、自意識の消失、課題の統制感や楽しさなどを伴う経験であると表現されている。これら理論的背景から Flow は注意機能や情動、報酬情報の処理といった前頭前皮質の機能と深く関連していると推察されるが、Flow 時の脳活動に関しては十分に検討されていない。Flow が脳のどの機能と密接に関わっているかを明らかにすることで、Flow がどの認知機能領域に影響を及ぼすか推察でき、より効果的なリハビリテーションの実施に貢献できると考えられる。先行研究では、特に Flow が誘発できていたのか、確認が不十分であり、そのために Flow 以外の要因の混入の可能性があった。また、Flow の誘発しやすさや、将来的な臨床応用の観点から、Flow 時の脳活動の測定には頭部を著しく固定する必要がなく、自然環境下に近い環境で測定する手法が望ましい。近赤外線分光法(functional Near-infrared spectroscopy: fNIRS)は近赤外線光を用いて脳皮質の酸素化 Hb 濃度の変化量を測定できる手法であり、頭部や身体の動きによるアーチファクトの影響が少ない。本研究では fNIRS を用いて、Flow 時の前頭前皮質の酸素化 Hb 濃度の変化を測定し、Flow と前頭前皮質の機能との関連性を明らかにすることを目的とした。

2. 方法

対象は右利き健常成人 20 名とした。対象者は自身の能力に合わせて難易度が漸増的に上がっていく Flow 課題と能力に関わらず難易度が低く一定に保たれた Boredom 課題の 2 種類のゲーム課題を実施した。また、対象者にはゲーム課題前後に課題中の Flow 状態を測定する作業課題版 Flow 尺度に回答してもらった。ゲーム課題中、Flow 尺度回答中における前頭部の酸素化 Hb 濃度の変化を fNIRS にて測定した。作業課題版 Flow 尺度のデータは Flow 課題後の得点と Boredom 課題後の結果に対して対応のある t 検定にて比較した。fNIRS データの解析は、解析ソフト NIRS-SPM にてチャンネル位置の推定と関心領域(Region of interest: ROI)の特定を行った。その後、LABNIRS にて、各条件の酸素化 Hb 濃度変化の加算平均値を算出し、ゲーム課題全体における酸素化 Hb 濃度の変化とゲーム課題後半 30 秒間における酸素化 Hb 濃度の変化の比較、ゲーム課題前後の尺度回答時の酸素化 Hb 濃度変化の比較を対応のある t 検定にて検討した。Flow 課題後の尺度得点が Boredom 課題後の尺度得点を 1 度でも下回っていた被験者は、Flow が確認できな

かったとみなし、解析対象から除外した。全解析において  $p < 0.05$  を有意水準とした。

### 3. 結果

対象者のうち、プローブのずれやノイズの混入、Flow が確認できなかったものを除外し、15 名を解析対象とした。Flow 課題直後と Boredom 課題直後の Flow 尺度の得点を比較した結果、Flow 課題直後の得点が有意に高かった( $t(14) = 9.78, p < 0.05$ )。

fNIRS データに関しては Flow 課題中全体に比して Flow 課題後半で左右の腹外側前頭前野 (VLPFC) に有意な酸素化 Hb 濃度の上昇がみられた(右 VLPFC ;  $t(14) = -3.22, p < 0.01$ )、(左 VLPFC ;  $t(14) = -2.58, p < 0.05$ )。一方で Boredom 課題時の酸素化 Hb 濃度は全領域で大きく低下した。尺度回答中の酸素化 Hb 濃度に関しては、Flow 条件では左右の背外側前頭前野 (DLPFC)(右 DLPFC ;  $t(14) = 2.691, p < 0.05$ 、左 DLPFC ;  $t(14) = 2.463, p < 0.05$ )、左右の前頭極(FPA)(右 FPA ;  $t(14) = 3.245, p < 0.01$ 、左 FPA ;  $t(14) = 2.496, p < 0.05$ )、左 VLPFC ( $t(14) = 2.256, p < 0.05$ )で有意な酸素化 Hb 濃度の上昇がみられた。Boredom 条件では左右 VLPFC で有意な酸素化 Hb 濃度の上昇がみられた(右 VLPFC ;  $t(14) = 2.941, p < 0.05$ 、左 VLPFC ;  $t(14) = 2.533, p < 0.05$ )。

### 4. 考察および結論

課題中の Flow には左右 VLPFC の機能が関与している可能性が示唆された。この領域は下前頭回(IFG)、外側眼窩前頭皮質(LOG)の複合領域である。IFG は妨害刺激の抑制や、注意機能のコントロールを担っており、LOG は報酬情報をもとに行動変容のための自己評価を行っていると考えられている。これらの機能は自身の行動を課題に適応させるために重要であると考えられ、Flow の下位因子である「課題の統制感を得ていること」「内発的な報酬を得ていること」「即座のフィードバックを得ていること」などとも一致する。一方 Boredom 条件では、このような前頭前野の特異的な賦活がみられず、全領域が不活性化した。これは課題難易度が著しく低かったためであると考えられる。

Flow 課題直後の尺度回答中には右 VLPFC を除く、全領域で賦活がみられた。左右 DLPFC は感情を伴う記憶の想起時に賦活し、左右の FPA は高次の目標を維持しながら下位目標の課題を遂行する際に賦活すると考えられている。FPA は多重課題の遂行時に重要な役割を果たすとされ、この機能は Flow の下位因子である「明確な目標を持っていること」と関連すると考えられる。VLPFC の賦活に関しては Flow 条件、Boredom 条件、の両方でみられたことから、記憶検索のための認知的制御のために活動したと考えられる。

本研究により、Flow と前頭前野の機能が関連していることを示した。またこれらの関連性は Flow 理論の理論的背景とも一致しており、Flow 時の脳活動の理解を深めるうえで、貢献できるものと思われる。