

教示の有無における長期学習前後の脳活動と行動データの関係性の解析

Analysis of the relationship between brain activity and behavior data

before and after long-term learning with instruction

1215043 佐野 友哉 (Soft Intelligent SoC 研究室)

(指導教員 星野 孝総 准教授)

1. はじめに

近年、脳活動を測定するために脳に関するデータを取得可能なMRIなどの計測機器が活用されている。これらの計測機器を活用して、学習に関する様々な研究が行われている。その中で、人間の認知機能に含まれる「遂行機能」を解明すべく研究が行われている[1]。

本研究室ではこれまで、ハノイの塔課題遂行時の脳活動をfMRI計測しており、約二時間の学習前後の脳活動差の検証を行った[2]。前頭葉において活動が減衰する事が観測はされているものの、パフォーマンスのログから見た学習曲線からは学習の収束がまだ観測出来ていないことを問題点として挙げている。本研究では学習を1.5か月にかけて行い、実験参加者による課題遂行度合いを学習曲線として確認した。学習の前にfMRI計測を行い脳活動の解析を行った。本研究では、予備実験で個別学習の課題を行い、その結果を踏まえて本実験では社会学習と個別学習の2つの学習法で実験を行った。予備実験では、ハノイの塔の初期配置を固定して個別学習のみで実験を行った。本実験では、初期配置をランダムに配置して個別学習と社会学習で行った。学習時の操作回数に着目した学習曲線とfMRI解析結果の関係性の解析を行った。

2. 学習の定義

本論文では、2つの学習法(個別学習と社会学習)を用いて実験を行った。個別トレーニングを個別学習、「手ほどき資料+トレーニング」によって実施される学習を社会学習と定義する。予備実験では全実験参加者に個別学習を本実験では実験参加者を個別学習グループと社会学習グループに分けて実験を行った。

3. 予備実験

予備実験では、本実験に向けて実験にかかる期間やfMRI計測を行うタイミングなどを調査するために、実験を行った。

3.1 実験課題

ハノイの塔を解く課題は、遂行機能を調べる上でよく使われており研究事例も多い[1]。そのため、本実験ではハノイの塔を実験課題として選定した。

3.2 実験方法

予備実験での条件を次に示す。

- ・実験参加者(20代, 男性3名, 女性1名)
- ・期間は約1.5か月間, 学習は週2回の計13回
- ・学習は約40分間の個別学習(必要に応じて休憩をとる)
- ・fMRI計測は1回目, 4回目, 13回目の学習の前に行う撮像パラメータを以下に示す。
 - ・TR/TE = 2500/30ms, FoV = 192mm², Voxel size = 3.0mm³, slice thickness = 3.0mm
 - ・1セッションにつき136スキャン撮像
 - ・撮像開始から数スキャンは組織の縦磁化が非常定であるため解析では2スキャン分除外
 - ・位置情報を得るために, 1.0mm³の解像度の解剖画像をT1強調画像で撮像

課題内容は、MRI内で専用のコントローラを用いた5段のハノイの塔を解く課題(各40秒)を実施した。学習では課題を計5試行実施した。課題間では必要に応じて休憩をとり、1回の学習で課題1回5分40秒を5回+休憩や準備で約40分間の個別学習を行った。

4. 本実験

4.1 実験方法

本実験で変更した条件を次に示す。

- ・fMRI計測ありの実験参加者(20代, 男性2名), fMRI計測なしの実験参加者(20代, 男性3名, 女性3名)
- ・学習は約40分間の個別学習と社会学習(必要に応じて休憩をとる)

本実験で変更した撮像パラメータを以下に示す。

- ・1セッションにつき138スキャン撮像
- ・撮像開始から数スキャンは組織の縦磁化が非常定であるため解析では5スキャン分除外

4.2 実験結果

fMRI解析の結果は、それぞれの実験参加者ごとのパフォーマンス結果を重みとしてそれぞれの実験ごとのTask引くRepeatの結果にかけて脳賦活を確認した。実験参加者8は、fMRI実験1回目を1として重みを設定して賦活を確認した結果と、逆に3回目を1として逆数をとって重みを設定して賦活を確認した結果を比較すると、3回目でも小脳全体で有意な賦活が見られた。次に実験参加者7は実験参加者8と同様に比較すると、視覚野のみで有意な賦活が見られた。パフォーマンスの結果は、タスク100回目頃から、ほとんどの実験参加者の学習曲線の推移が横ばいになり始め、少しばらつきがあるがほぼ収束していると考えられる。2つのグループを比較すると、例外もあるがほとんどの実験参加者で社会学習のほうが後半のパフォーマンスのばらつきが少なくなっている。また、手数が増え始める時期が社会学習のほうが早くなっている。

4.3 考察

実験結果より、全実験参加者で学習が収束していることが分かる。本研究室で行ってきた研究では、前頭前野や頭頂葉などの部位の有意な賦活が確認されていたが、今回の本実験では確認することができなかった。長期間の学習では、前頭前野や頭頂葉ではなく小脳に影響が大きいのではないかと考えられる。

5. おわりに

fMRI結果より、個別学習を行った実験参加者に小脳に有意な賦活が見られた。短期間の学習では前頭葉の有意な賦活が見られていたが、長期間の学習では小脳で有意な賦活が見られた。パフォーマンスの結果より、全参加者の学習曲線で学習の収束が確認することができた。また、個別学習より社会学習のほうがパフォーマンスのばらつきが少なく、結果の上昇までの期間が短くなっていた。このことから、社会学習時に教示している資料での効果が出ていると考えられる。

今後の課題としては、実験参加者数が少なく集団解析をすることができていないので、集団解析するにあたり、結果の信頼性の観点から必要な15~20人にデータを増やすために、実験参加者を増やしていく必要がある。

参考文献

- [1] Grafman Jordan, et al.: "Cognitive planning deficit in patients with cerebellar atrophy", *Neurology*, Vol.42, pp.1493-1496, 1992.
- [2] 三谷慶太, 星野孝総: "計画ゲームを用いた遂行機能タスクに関する脳賦活の検証", 第31回ファジィシステムシンポジウム, Vol.31, pp.733-736, 2015.