

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 27 日現在

機関番号：34420

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25370196

研究課題名(和文)脳機能イメージングを活用した芸術表現時の脳内機序の解明

研究課題名(英文)Elucidation of intracerebral mechanism during art expression using brain function imaging.

研究代表者

今井 真理 (IMAI, Mari)

四天王寺大学・人文社会学部・准教授

研究者番号：20413453

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は非侵襲脳機能測定装置を使って描画時の脳活動を調べた研究である。被験者は右利きの成人した女性と男性である。すべてのタスクは椅子に座わり安静な状態で行われた。この条件の被験者の描画時の脳活動をNIRSを使用して調べたものである。男性女性ともに絵を描くタスクと物を作るタスクを課し大脳皮質の賦活の様子を調べた。各タスクは30秒間に設定され、塗り絵や模写などといった平面のタスクと粘土を使用した立体的な制作のタスクで5種類を使用して行った。その結果、右側の前頭前野のoxy-hemoglobinの脳血流に賦活が見られた。本研究はNIRSを使用した芸術表現時の一考察にて更なる継続的な研究を要する。

研究成果の概要(英文)：We observed cerebral activity during artistic performance using Near Infra-red Spectroscopy (NIRS). The subjects were male and female adults with no professional artistic experience, nor regular involvement in art. Subjects were asked to draw pictures while under observation with NIRS. Tasks were conducted in a quiet environment by all the subjects. Subjects were assigned five different tasks. Each one had a time-limit of 30 seconds. The first tasks included drawing a two-dimensional figure and modeling three-dimensional objects using clay. Other tasks involved coloring shapes, copying other pictures, and modelling with clay. All the tasks were carried out under the same conditions. Activation of the right frontal lobe of the brain was observed during performance of the tasks. Also, increased levels of oxy-hemoglobin were noticeable during the periods of artistic expression.

研究分野：美術

キーワード：芸術表現 美術 芸術療法

1. 研究開始当初の背景

本研究開始当時の国内における研究活動は活発であるとはいいがたく、研究代表者は昨今の脳科学ブームが到来するより前からこの申請研究に関して関心を持っていた。脳に関する研究は他分野において活発化してきたものの、国内外を見渡しても芸術との関連でみた場合、先行研究としては、S. Zeki の art and the Brain (1999)¹⁾ という論文が著名なものとして認識されていた。

S. Zeki はこの分野に対して「神経美学」と命名し、芸術でも美学でも心理学でもない、全くの新しい学問として位置づけた第一人者としての認識が高かった。しかし、このように S. Zeki の鑑賞によるものは著名であるが、絵画鑑賞時の脳活動にフォーカスしていた。

S. Zeki の先行研究は鑑賞によるものが著名であるが、彼の論文の中で「芸術に対する脳の反応を司る神経メカニズムを研究し、美的経験を追求することは困難な課題である」と言及していた。

今回の研究課題である実際に物を制作している芸術表現時の脳のメカニズムとの関係については言及されておらず、研究開始当初、この研究に関する手がかりといったものが先行研究から得られなかった。そして、その後、先行研究を調査研究するために時間を要したが、この内容を解明するにあたり、明確な形で発表されている先行研究はやはり存在しなかった。脳内の創造性を見る研究では紙と鉛筆を使用して文章を組み立て、その表現から創造性を確かめる方法をとっているものがあつた。

先行研究に多く見られた文章表現もその人の思考やユニークさなどを見ることは可能であるし、また、先行研究により、さまざまな方法で創造的な思考を見るためのタスクを用いて実験を行っているものを俯瞰することはできても、実験報告としては MEG や EEG と多岐に渡っており、一様ではなかった。

実験の数だけ測定法の数が存在し、本研究に求める自然な形での芸術表現時の脳機能の計測といった観点からの良い見解が得られず、混沌を極めた。

以上のような状態の中、物を見るという視覚の観点に最初は着目した。物を見る際に眼球にうつされたものが脳内にある 100 億存在するニューロン、その中でも大脳新皮質で処理され、その視覚情報が最初に到達されるのが後頭葉の一次視覚野、V1 と呼ばれる部分である。このあたりから考えていく必要を感じた。しかし、今回考えている非侵襲性脳機能測定装置では後頭葉の計測が難しいこともあり、本研究とのかかわりを見出すことはなかった。

自身の研究への足掛かりが得られずに時が経過すると同時に職場の委員会を複数兼務する時期と本科研費の採択が重なって、研究は大幅に遅れた。

上記のような研究開始当初の背景があり、本研究は開始当初は混沌として、芸術表現という客観性をあまり重視しない領域を捉えることに困難さを感じながらの研究開始となった。

2. 研究の目的

本研究の目的は非侵襲性脳機能測定装置を用いた芸術表現時の脳内機序の解明である。

しかし、研究開始当初の背景でも述べたようにさまざまな困難があつた。

研究開始当初、本研究における先行研究としては先に触れた S. Zeki の鑑賞によるものが著名な論文であったが、この研究は絵画鑑賞時のヒトが絵を見た際の脳活動についての研究であるため、同じ芸術といったカテゴリーに入る研究ではあるものの、言及するまでもなく、鑑賞と芸術表現では脳領域の賦活部位も異なる。芸術表現時の脳との関係において、脳のどの

部位が腑活するののかという重要かつシンプルな問いかけについて報告している論文は存在しなかった。

そこで本研究では芸術表現は前頭連合野の働きと関係があると仮定し、芸術表現と前頭連合野の働きに関連を非侵襲性脳機能装置、その中でも NIRS (Near-Infrared Spectroscopy) を使用して実験を開始した。

3. 研究の方法

本研究では、非侵襲性計測装置を用いて芸術表現時の大脳皮質の血中に含まれる酸素化ヘモグロビン濃度 (oxy-Hb) と脱酸素化ヘモグロビンの濃度 (deoxy-Hb) がどのように変化するのか、ヒトに与える影響を脳血流変動により検討した。

実験時に被験者を固定する必要がなく、より自然に近い形で課題を行うことが可能な NIRS (Near-Infrared Spectroscopy) を使用した。

芸術表現の中に鑑賞に関するタスクは入れなかった。

タスクの内容としては粘土を使用して立体物をつくる、塗り絵をする、絵を描くといった課題を 5 パターンランダムに組んだ。また、5 種類の認知課題の前後には 60 秒の 1 点注視休憩、すなわちレストを挟みながらそれぞれの課題を 30 秒間同一人物に 10 分間施行した。

全ての課題は防音室内に設けられた実験環境で椅子に座った姿勢のまま静寂な実験環境で行った。

被験者は芸術や創造性といった種類の仕事とは全く関連のない職業に携わる成人の男女とした。被験者は男性 1 名、女性 2 名ともに義務教育以来、芸術表現といったことを経験せず今日までを過ごしており、タスクには簡単なものを用意した。

「実験中は発語しないで下さい」と実験を

始める前の留意事項を最初に口頭で説明したにも関わらず、課題開始への戸惑いや制作することへのなつかしさなどといった個人の感情的な部分をおもわず発語として表出したり、体動があったりしたため、アーチファクトが検出されといった場面もあった。

装置は SIMAZ 製作所の機器 SHIMAZU SMART NIRS OMM-3000 を使用した。脳活動を計測するために前頭部にプローブを装着した。装着時には時間を要するためこのときに被験者にはリラックスしてもらおうようお願いしたが、沈黙が続くと緊張が高まるため、適度な雑談を少し交えながら行った。

装着方法は国際法による基準点 CZ となるように 24ch の Prove を被検者に被せた。被験者個人の頭に合わせて、髪の毛に注意しながらファイバホルダを頭皮に密着させるように装着した。頭形や髪の毛の量といった個人差により、装置のずれが見られた。しっかりと装着した後であっても再度装置を装着しなければならない場面もあった。

前頭部の計測においては眼球運動や体動が計測アーチファクトの原因を生み出すため、被験者には最初の段階で諸注意事項を口頭で説明した。しかし、芸術表現時に体動がない状態でそれぞれの課題を行うことは難しい。また、被験者ごとに頭の形状が異なるため、つど位置特定基準に合致した形で計測領域の中心に位置するよう、専用のファイバホルダを電極配置法にもとづくように配置し、光ファイバを用いて入射し脳波を計測した。

計測実験中は酸素化ヘモグロビン濃度と脱酸素化ヘモグロビン濃度といった 2 つの異なる波長の変化をとらえて脳血流活動を計測した。実験に必要となるこの 2 つの波長以外にもアーチファクトが計測されてしまうため、これが NIRS を使用した研究を実施する際の難点となった。考えられる要因に体動といったことは別に髪の毛との関係

で装置がうまく装着できていないことが考えられるが、その他に生体活動により正確な脳波が測定できないなどといったことが起こってくる。

しかし、そのようなことが原因となり、意味のない計測データとならないように慎重に実験を行った。実験から得られた計測データの酸素化ヘモグロビン(Oxy-Hb)に着目し、その濃度変化を分析し、脳の賦活がみられるかを計測した。

4. 研究成果

(1) 研究成果

本研究は1から3で述べたような経緯を辿って研究開始当初は混沌としてしまったが、非侵襲性脳機能装置として認識されているNIRS (Near-Infrared spectroscopy) を使用して芸術表現時の脳活動を計測し、その結果を提示する。

被験者は右利きの成人した女性と男性である。すべてのタスクは椅子に座わり安静な状態で行われた。これらの被験者は日常的に描画活動といった芸術とは全く関わりのない仕事に従事している。そのような条件の被験者の芸術表現時の脳活動を非侵襲性計測装置、NIRS (Near-Infrared Spectroscopy) を用いて調べたものである。

男性、女性ともに絵を描くタスクと物を作るタスクを課し前頭前野の賦活の様子を調べた。課題に集中して取り組めるように各々の認知課題は30秒間に設定され、塗り絵や模写といった平面のタスクと粘土を使用した立体的なタスクを安静な状態で行い、それぞれの認知課題の前後に60秒の1点注視休憩を入れて合計10分となるようにした。

図1はタスク1から5の各計測チャンネルのデータをヘモグロビンの変化値として走光ファイバと受光ファイバから捉え、その数値をマッピングした後に補間処理を行っ

て画像化したものである。

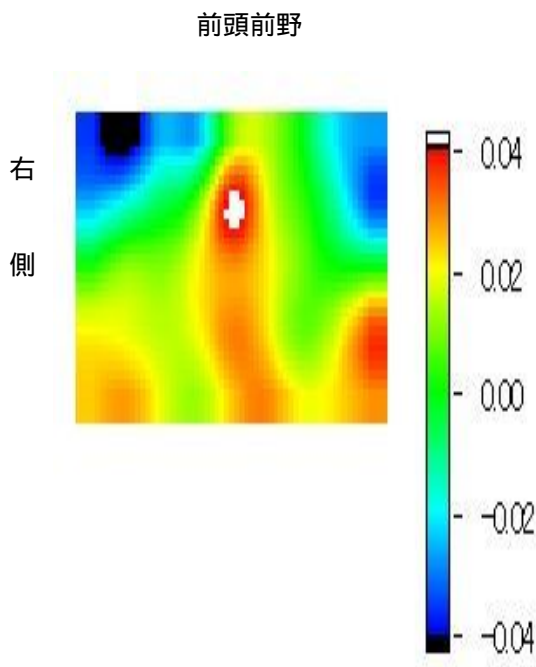


Fig.1 NIRS image using Interpolation Technique

その結果、芸術表現時における脳活動において前頭前野の右側に oxy-hemoglobin の脳血流の賦活を確認した。

(2) 今後の課題

NIRS による計測は fMRI と比較した場合、計測が容易であるが、その反面、脳深部が計測できないため、脳神経活動の関連性が十分とは言えず、機能画像は得られても形態画像が得られない。そして、前頭部の脳活動には眼球運動や体動によるアーチファクトの影響を受けやすいため、更に前頭部といった脳部位に焦点をあてるのならば、それらの影響を受けない計測と解析を考えるべきであろう。

本研究で提示された芸術表現がヒトに与える影響を NIRS を使用して脳血流変動により検討する方法は芸術表現時の脳活動を計

測する際にどの部分の賦活が見られるのかといった観点からの一つの可能性ととらえ、もう少し踏み込むには上記の問題を解決した上で fMRI による更なる検討が必要となろう。

【引用文献】

1) Zeki, S. (1999). The Wood hill Lecture: Visual Art and the Brain, Proc.R.Inst.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計3件)

1. Mari, I (2017) The effect of artistic expression as observed by Near-Infrared Spectroscopy.

10th International Conference on Neuroscience and Neurochemistry and 6th International Conference on Vascular Dementia, February 27-March 01

2. Shohei, Kato, Hidetoshi, Endo, Risako, Nagata, Takuto Sakuma and Keita, Watanabe (2014) Early Detection of Mild Cognitive Impairment and Mild Alzheimer's Disease in Elderly using CBF Activation during Verbally-based Cognitive Tests

HEALTHINF 2014-International Conference on Health Informatics, 366-373

3. S.KATO, H.ENDO, R.NAGATA, T.WATANABE (2014) Bayesian-Based Detection of Mild Cognitive Impairment and Mild Alzheimer's disease: discrimination performance using cerebral blood flow activation during daily conversation Gerontechnology 2014; 13(2)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

今井真理 (IMAI, Mari)

四天王寺大学・人文社会学部・准教授

研究者番号 20413453

(2) 研究分担者

遠藤英俊 (ENDO, Hidetoshi)

国立研究開発法人国立長寿医療研究センター・包括診療部長

研究者番号: 80501121