

令和元年6月17日現在

機関番号：12101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K17394

研究課題名(和文)ものづくり学習における神経教育的アプローチを取り入れたカリキュラム開発

研究課題名(英文)Curriculum Development Introducing Neuroeducation in a Manufacturing Class

研究代表者

臼坂 高司 (USUZAKA, Takashi)

茨城大学・教育学部・准教授

研究者番号：30610688

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、教示方法の異なる2つの条件を設定したのこぎり引きにおいて切断成績と切断時の脳血流量を計測した。のこぎり引き経験の少ない右利きの女子大学生(院生を含む)20名が実験に参加した。実験条件として、教示群(10名)と試行教示群(10名)を設定した。群ごとに2回の切断調査が行われた。その結果、教示方法を変えてのこぎり引きを行うことにより、科学的根拠に基づく教育を施すことができる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

教育現場では、経験則だけではなく、科学的根拠に基づいた指導方法の提案が社会的に強く要請されている。のこぎり引き学習において、教示方法の違いが脳内処理に及ぼす影響を及ぼすのか脳科学に基づいて検証したことで、教師が科学的な根拠に基づいて授業を行うために役立つ有益な知見が得られたと考えられる。本研究により、のこぎり引きの技能を習得する学習において、脳科学に基づいた新たな学習プログラムを提案できる成果が得られた。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to examine hemodynamic brain activity while cutting wood according to different teaching methods. We used near-infrared spectroscopy, which is a brain activity measurement device. A total of 20 healthy, right-handed female university/graduate students participated in the experiment. Participants were divided into an instructed group (n = 10) and a trial + instructed group (n = 10). Each group completed two experiments. As a result, it is suggested that frontal cortex activation might be due to different teaching methods.

研究分野：技術教育

キーワード：技術教育 神経教育学 技能 のこぎり引き

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

現在の教育現場では、子どもの実態に応じて適切な指導方法を選択・実施するだけでなく、実施された指導方法が適切であったのかを説明することが求められている。そのため、学習者一人ひとりの正確な学習状況を把握することに加え、教育を施した効果を客観的指標を用いて正確に測定・評価することが必要となっている。そのため、学習者の状態をできるだけ正確に評価しようと質問紙法、観察法、面接法など（以下、従来法）による研究が多数報告されている。また、その成果を用いて、子どもの学力向上や教師の指導方法改善につながる教育カリキュラムが提案されている。しかし、従来法は学習者の状態を一側面から捉えており、その成果だけでは科学的根拠に基づいた十分な教育方法であるとは言い切れない。こうした問題を受け、教育分野が他の分野の力を借りて人間の学習を理解することの重要性が指摘されており、新たな視点からのアプローチが必要であると考えられる。

近年、脳機能計測技術の進展により、脳科学は一般にも広く知られるようになってきた。教育分野でも脳科学のデータを活かして現代的教育課題の解決を図ることが期待されており、「神経教育学 (Neuroeducation)」という新たな領域の開発が展望されている。神経教育学が注目されている背景には、社会的にも強く要請されている科学的根拠に基づく教育を可能にすることが挙げられる。そこで、本研究では神経教育学に焦点をあてる。

中学校技術・家庭、技術分野では木工具（のこぎりや玄能など）を利用してものづくり学習が行われる。現在までに工具の技能習得を目指して様々な教示方法が提案されてきた。しかし、いずれの方法も生徒の行動やアンケート、技能テスト等で評価を行っており、学習前後における生徒の心理的变化や外的行動を捉えることはできるが、学習中の脳科学的变化までは検証できていない。そこで、従来法に加えて、学習中の脳活動を計測することができれば、科学的根拠に裏付けられた分析が可能になり、科学的にどの教示方法が最適であるかを検討することに寄与できると考えた。

2. 研究の目的

申請者は現在までに、従来法を用いてものづくり学習を対象とした実証的研究を行い、有益な知見を得ている。今後は、脳科学的アプローチを加えることで、人間の学習活動をより詳細に解明し、科学的知見に基づいた新カリキュラムの開発を行う必要があると考える。そこで、本研究では木工具（のこぎり）を用いた学習過程に関わる脳活動を、近赤外線分光法 (NIRS: Near Infra-red Spectroscopy) を用いて解明する。NIRS 脳計測装置を利用することで、従来の脳機能計測装置では実施困難であったダイナミックな動作を伴う脳機能を計測することができる。具体的には、教示方法の異なる 2 つの条件を設定したのこぎり引きにおいて切断成績と切断時の脳血流量を計測する。

3. 研究の方法

(1) 調査協力者

のこぎり引き経験の少ない右利きの女子大学生（院生を含む）20 名が実験に参加した。実験参加者には、事前に同意説明書による説明（NIRS が人体に無害であること、結果の公表にあたっては個人情報秘匿しプライバシーが完全に保護されること）を十分行い、署名による同意を得た。なお、本研究は茨城大学教育学部研究倫理委員会の承認を経て行われた（承認番号 15013 号）。

(2) 実験で使用した材料

調査に用いる材料は、教育現場でも多く用いられている板厚 12mm のスギ材を選定した。

(3) 実験条件

実験条件として、教示群（10 名）と試行教示群（10 名）を設定した。教示群では、先に教示を与えその後切断調査を行うことを 2 回繰り返した。試行教示群では、教示を与えずに 1 回目の切断調査を行い、その後教示を与えてから再度切断調査を行った。

(4) 教示内容

教示内容は両刃ののこぎりの刃の違いについてである。具体的には、「課題の前に両刃ののこぎりの使い方についての説明をします。両刃ののこぎりの刃には縦引き用の刃と横引き用の刃がついています。こちらの刃が大きいほうは縦引き用の刃で繊維を削り取るように切っていくため、木材の繊維方向と平行に切断を行う際に使いやすくなっています。反対側の刃は横引き用の刃で繊維を切断して切っていくため、木材の繊維方向と垂直や斜めに切断を行う際に使いやすくなっています。今回の課題では繊維を横断するようにして切断をおこなうため、横引き用の刃のほうが切断を行いやすいと思います。今説明したのこぎり引きの方法について理解できましたか。」という教示を行った。

(5) のこぎり引き（横引き刃）の切断成績の評価方法

切断成績は、以下に示す切断長さとして評価した。

切断長さ：表面と裏面の切断された長さを測定し、その平均値を切断長さとして評価した。

切断誤差：けがき線からの最大ずれ幅を切断誤差として評価した。

(6) NIRS 計測と評価

計測中の動きに対する制限が少なく、日常生活に近い環境下での脳機能計測が可能な光トポグラフィ装置を用いて、のこぎり引き作業中の脳血流を測定し、ベースライン区間との相対的变化を評価した。測定部位は、前頭・両側頭領域の合計 66 部位であったが、「4. 研究成果」では、両群で顕著な差が見られた前頭 (22 部位) についてのみ結果と考察を簡潔にまとめる。

調査協力者ごとに、酸素化ヘモグロビン濃度 (Oxy-Hb) 及び脱酸素化ヘモグロビン濃度 (Deoxy-Hb) について Hb 波形を表示した。その後、各調査協力者の Hb 波形から総加算平均波形を算出した。なお、Deoxy-Hb 波形は、Oxy-Hb 波形に比べて課題中に顕著な変化を示さなかったため、分析対象から除外した。

4. 研究成果

(1) 横引き刃による切断成績の評価

切断長さ

切断長さの推移をみると、教示群では切断回数が増えるにつれて長くなっていた。一方、試行教示群は、教示が与えられた直後の切断において切断長さに明瞭な伸びが見られなかった。切断長さに関して、群ごとに対応のある t 検定を行い検証した。その結果、両群の切断長さの変化に違いがあることを明らかにし、教示効果を確認することができた。

切断誤差

切断誤差については、速さよりも正確さを重視して切断を行うように指示を与えたこともあり、教示群と試行教示群のどちらも平均誤差は 1mm 程度となり、正確な切断ができていた。

(2) 両群の 2D トポグラフィ画像の比較 (前頭 22 部位)

群ごとに 2 回目と 1 回目の切断調査における酸素化ヘモグロビン濃度の差を比較した。その結果、試行教示群は、酸素化ヘモグロビン濃度の上昇が観察されたが、教示群では濃度が下がっている様子が見られた。

(3) 酸素化ヘモグロビン濃度 (Oxy-Hb) 波形の比較 (前頭 22 部位)

1 回目の切断調査

課題中に酸素化ヘモグロビン濃度が 5% または 1% 水準で有意に増加している部位が試行教示群では 11 部位、教示群では 17 部位見られた。

2 回目の切断調査

課題中に酸素化ヘモグロビン濃度が 5% または 1% 水準で有意に増加している部位が試行教示群では 18 部位、教示群では 16 部位確認された。

考察

結果を整理すると、試行教示群では、課題中の脳血流量が有意に増加している部位が 11 部位 (1 回目) から 18 部位 (2 回目) に増加した。一方、教示群では 17 部位 (1 回目) から 16 部位 (2 回目) に減少した。

試行教示群において、2 回目の切断調査で新たに脳血流量が有意に増加した 7 部位は、前頭極、背外側前頭前野、前補足運動野と呼ばれる部分に属している。これらの部位の血流量増加は教示効果によるものと推察される。

(4) 神経教育学に基づくのこぎり引き

本研究では、教示方法の異なるのこぎり引きにおける切断成績と脳血流の評価を行った。研究成果より明らかになった神経教育学に基づいたのこぎり引きについて考察する。

教示群は、試行回数が増えるにつれて脳活動は減衰していく様子が見られた。これは、最初に教示されたのこぎりの刃の特徴について留意して作業を行うだけであり、試行中に新たな発見や調節などがなかったためと考えられる。

一方、試行教示群では、教示後に脳活動が活性化する様子が見られた。1 回目の切断調査の後で、のこぎりの縦引き用と横引き用の刃の違いについての知識が与えられると、2 回目の切断調査では、過去 (1 回目) の経験と教示内容をフィードバックしながら学習を進めたため、前頭領域の広範囲な部位において脳活動が活発になったと考えられる。

(5) まとめ

本研究により、のこぎり引きの技能を習得する学習において、科学的根拠に基づいた新たな学習プログラムを提案できる成果が得られた。今後は、のこぎり以外の木工具についても取り上げて、効果的な教示方法を検証していく所存である。

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

臼坂高司, 葛山竣介, 勝二博亮: 教示方法の違いがのこぎり引きの切断成績と脳活動に及ぼす影響, 科学教育研究, 42(4), 419-428, 2018. (査読有)

DOI : <https://doi.org/10.14935/jssej.42.419>

Katuyama, S., Usuzaka, T., Shoji, H. : Frontal Cortex Activation Measured by Near-Infrared Spectroscopy while Cutting Wood According to Different Teaching Methods, Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, 1576-1581, 2018. (査読有)

<https://www.learntechlib.org/p/182738/>

〔学会発表〕(計2件)

Katuyama, S., Usuzaka, T., Shoji, H. : Frontal Cortex Activation Measured by Near-Infrared Spectroscopy while Cutting Wood According to Different Teaching Methods, Society for Information Technology & Teacher Education International Conference, Mar 26, 2018 in Washington, D.C., United States.

葛山竣介, 臼坂高司, 勝二博亮: 教示方法の違いが及ぼすのこぎり引きへの学習効果と脳活動の関連, 日本産業技術教育学会第28回関東支部大会講演論文集, 25-26, 2016年12月11日, 埼玉大学.

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。