

平成 26 年 6 月 12 日現在

機関番号：12101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2013

課題番号：23653282

研究課題名(和文)「神経教育学」への展開を目指した技術系教科と脳科学の融合

研究課題名(英文) Neuroeducational approach in the technical education

研究代表者

尾崎 久記(Ozaki, Hisaki)

茨城大学・教育学部・教授

研究者番号：40092514

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円、(間接経費) 780,000円

研究成果の概要(和文)：本研究において、教育と脳科学を融合した「神経教育学」という新たな領域から技能系教科のカリキュラム開発を目的として行われた。とりわけ、技術科教育の「ものづくり」に注目して研究は進められた。研究成果として、道具操作の不器用さは動機づけの低下や非効率的な操作と関わっていることが明らかとなった。さらに、道具操作中の脳活動について検討を行い、操作のやり方によって脳活動が異なること、他者の動作を観察する場面でも脳活動が生じることを明らかにした。これらの研究成果から、脳科学的知見に基づくカリキュラム開発の必要であると示唆された。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to examine the curriculum development in technological education by the neuroeducational approach. Our research indicated that clumsiness results in a decline of intrinsic motivation in manufacturing activities. In addition, clumsiness derived inefficient operation, e.g., the positions of elbow were variable when hitting a nail with a hammer. We also examined cerebral activities while using tools for woodworking. As results, cerebral activity increased when participants were instructed to operate accurately compared to non-instruction. Also, cerebral activity occurred even though it was the observation of others action. There results suggest that the curriculum development based on neurological evidence might be important.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・教科教育学

キーワード：神経教育学 技能系教科 脳科学

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初から現在に至るまで、脳に関わるテーマは多くの雑誌や書籍にも取り扱われ、「脳科学」という言葉は広く一般にも知られるようになってきた。この背景には近年の脳機能計測技術の進展により、脳が簡単にかつ安全に可視化できるようになったことが挙げられる。教育の分野でも脳科学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、文部科学省では『「脳科学と教育」研究に関する検討会』を設置するなど、脳科学と教育に関する研究を推進してきた。例えば、「国語」と「英語」の言語系教科に関しては、日本語の読み書きや第二言語習得過程に関する研究が報告されている(Sakai et al. 2004 など)。また、「算数・数学」に関しては、筆算など問題解決過程に言及した研究(Okamoto & Maesako, 2009)など主要科目については教育と脳科学に関する研究報告も散在する。

その一方で、新学習指導要領では引き続き「生きる力」を身につけることが記載されており、応用科目としての実技系科目の果たす役割は大きいと考えられる。とりわけ、実技系科目の中でも「技術科」は、「ものづくり」において運動技能のみならずモニタリングや問題解決など実行機能系の処理が密接に関わる科目である。これらの処理は従来のヒトの脳イメージング研究で取り上げられてきた機能であり、脳科学的視点から「技術科」のカリキュラムを検証し直すことで科学的知見に基づくカリキュラム開発につながる可能性があると考えた。

そこで、神経科学の研究者と教科教育の研究者がコラボレートすることにより、脳科学研究の成果を普通学校カリキュラムにおける各教科の指導においても活かしてゆきたいと考え、本研究を遂行するに至った。さらに、この研究を通して、教育と脳科学が協力し合い、教育カリキュラムや指導法を開発する“NeuroEducation(神経教育学)”という新たな学問領域の開発につなげていければと展望した。

2. 研究の目的

教科教育の中でも実技系科目である「技術系教科」に注目し、脳科学と教科教育との接点を探るとともに、脳科学データに基づくカリキュラム開発の可能性について明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

技術系教科の中でも、とりわけ「ものづくり」に注目して、脳科学の視点から二つの機能(運動技能系・実行機能系)から検証をおこなった。なお、本研究における脳科学的検証については、近年開発された近赤外線光トポグラフィ装置(Near Infrared Spectroscopy: NIRS)を用いて行われた。この装置は、近赤外線光を用いて脳表層の血流

変化を捉えることができる。この脳血流計測装置を利用する最大の利点はポータビリティの優位性であり、さらにダイナミックな活動をしている際の脳活動を計測できるポータビリティにも優れていることである。本研究の対象となる「ものづくり」では、鋸・玄翁・鉋などの様々な道具を取り扱うことが想定されるが、そのようなダイナミックな活動をしている際の脳活動もこの装置は捉えることが可能である。

(1) 運動技能系からの検証

「ものづくり」で頻りに用いられる各種道具の操作を行っている際の脳活動についてNIRSを用いて計測し、各種道具操作における運動の企画から実行に至るまでのダイナミックな脳内処理過程を検討する。さらに、運動技能の期待感や不器用感が学齢期の発達経過の中でいかに変容していくのかについても検討し、発達の側面から技術科教育で道具操作を取り扱う際の留意点を明らかにする。

(2) 実行機能系からの検証

「ものづくり」には、教師の模範行動を脳内でイメージ化できる力や指示やアドバイスに基づいて、自分自身の動きを認識しながら動きを微調整する力も必要である。このようなモニタリングあるいは調整能力は実行機能系に関わる脳機能であると考えられる。そこで、技術系教科で扱われることの多い運動のイメージや師範として実際の操作を自動・生徒の前で見せることの意義について実行機能とのかかわりから検討する。

4. 研究成果

(1) 運動技能系からの検証

運動技能系に注目し、「ものづくり」で頻りに用いられる各種道具の操作を行っている際の脳活動を比較した。対象者は健常成人とし、「げんこう」による打撃作業や「のこぎり」による切断作業を遂行させ、運動の企画から実行に至るまでのダイナミックな脳活動を近赤外線分光装置(NIRS)により明らかにした。脳血流装置にはETG-7100(日立メディコ社製)を用いて、前頭領域および左右の側頭領域から計66chの脳血流変化を記録した。

その結果、操作具のいかにかわらず腹外側前頭前野や眼窩前頭前野において脳血流の増加が認められた。さらに、切断面や打撃面の位置を指定して遂行してもらった場合には、運動の企画やプログラムに関与すると考えられている運動前野において両側性の活性化がみられたのに対して、自由に切断および打撃する条件下では運動とは対側の左半球でのみ活性化が認められた。

以上の結果から、打撃および切断用手工具の作業では、使用する工具とその作業の違いによって明確な脳活動部位の差がみられな

かったものの、求められる作業精度の違いによって、前頭前野や運動前野を中心とする脳の領域において活性化の違いがみられることが明らかになった。

さらに、小中学生を対象として、「ものづくり」で使用する道具操作について、期待感や不器用感をどの程度もっているのか、さらには年齢発達とともに期待感と不器用感はいかなる変遷をたどるのか、について調査研究を行った。その結果、小学校高学年を過ぎると「ものづくり」に対する期待感が急激に低下することが明らかとなった。また、それと呼応するように不器用感もあわせて高まっていくことが明らかとなり、「ものづくり」に対する内発的動機づけの低下は道具操作の不器用感と深く関わっていることが示唆された。

さらに、道具操作の不器用感が具体的な道具操作に及ぼす影響を明らかにするために、釘うち操作の作業特性と不器用との関連について健常大学生を対象に調査した。器用性の評価には厚生労働省による一般職業適正検査の差し込み検査を実施した。道具操作の作業特性評価には「げんのう」による釘うち作業中の操作場面をビデオ撮影し、動画分析ソフトを用いて動作解析を実施した。その結果、不器用であるほど肘を支点とした動きの変動が大きく、そのことが釘うち動作の軌道を不安定にさせることが明らかとなった。

以上のように、道具操作に関わる脳活動は基本的に操作具の違いによって大きな影響を受けないものの、道具操作に精密さを求めることによって、おもに前頭領域や運動前野を中心とする領域での脳活動がより活性化することが明らかとなった。このことは単に道具操作を行うだけでなく、切断面や打撃面を意識して行うことが重要であることを示唆している。さらに、そのような精密かつ効率的な作業が遂行できずに不器用感を抱く場合には、そのことが実際の道具操作場面においても行動的特徴として現れることが明らかとなった。したがって、上記の結果を教育場面に置き換えて考えた場合には、不器用感を抱きながら道具操作を続けてしまうと、実際の道具操作場面での失敗も多くなり、その際に教師が適切な支援を行わないと、「ものづくり」そのものに対するモチベーションを低下させてしまう可能性が推察された。

(2) 実行機能系からの検証

運動技能の向上には自らの操作について頭の中でイメージを形成することも重要であると考えられる。そこで、道具操作を行う際の脳活動について、実際に操作を行わずに道具操作のイメージのみを行う条件下で脳血流計測を行った。その結果、運動を実行した条件に比べると血流量は減少しているものの、運動イメージ中であっても運動遂行時と同様に腹外側前頭前野や眼窩前頭前野において脳血流の増加が認められた。この結果は、

実際に運動遂行をせずとも自らの運動イメージを形成させるだけで道具操作の関連領域が活性化することを意味しており、自らの運動イメージを形成させるような指導は運動技能を高める上で一定程度意味があるものと推察された。

さらに、技能系教科において教師である他者の師範を観察しながら、それを模倣していく場面も多くみられる。このように他者の操作場面を観察する場面での脳活動についても検討した。その結果、他者の動作を観察しただけでも、左側頭領域の活性化が認められた。この結果は、近年注目されているミラーニューロンシステムとの関連が示唆され、教師が師範を示すことの有効性が確認された。

(3) まとめ

技術系教科の中ではこれまで「ものづくり」を通して様々な活動を行ってきたが、そのことが子どもの精神発達にいかなる寄与をしてきたのかについては十分に検討されてこなかった。本研究では、教科教育と神経科学の専門家が一同に介して、技術系教科で行われる道具操作の教育的意義について脳と行動科学の視点から一定の示唆を与えることを目標としてきた。このような脳と教育との融合は、前述したように「神経教育学」という新たな研究領域として今後注目されていくものと思われる。

本研究では、挑戦的萌芽研究として、技能系教科における道具操作について神経教育学の検討を行った。新たな試みであったことから、今後も検証すべき点は多々あるものと思われる。しかし、3年間の研究を遂行してきた結果、道具操作前に「模範」をしめすこと、適切な「教示」を行うこと、不器用な子どもに際しては内発的動機づけを低めることのないよう留意することの重要性が確認された。今後は、いかなる模範や教示が子どもたちにとって有効であるのか、質的な側面にも注目して研究を進めていく予定である。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計1件)

瀬谷裕輔・尾崎久記・勝二博亮, 脳血流からみた書字動作とそのイメージ, 生理心理学と精神生理学, 査読無, 30巻, 2012, 118.

[学会発表](計5件)

竹野英敏・安藤明伸, 力学フィードバック装置を用いた平面仕上げ技能習得支援システムの開発, 日本産業技術教育学会第56回全国大会, 2013年8月25日, 山口大学.

大谷忠・勝二博亮・竹野英敏・尾崎久記, 道具を操作するツール活用場面における作業動作と器用性との関係, 日本産業技術教育学会第56回全国大会, 2013年8月24

日，山口大学．

藤山榮男・大谷忠・勝二博亮・竹野英敏・尾崎久記，道具を操作するツール活用場面における作業動作と器用性，第 24 回日本産業技術教育学会関東支部大会，2012 年 11 月 24 日，千葉大学．

瀬谷裕輔・尾崎久記・勝二博亮，脳血流からみた書字動作とそのイメージ，第 30 回日本生理心理学会大会，2012 年 5 月 3 日，北海道大学．

竹野英敏，初等中等教育におけるイノベーションのための教育方法と学習メディア開発，第 4 回横幹連合カンファレンス，2011 年 11 月 28 日，北陸先端科学技術大学院大学．

6．研究組織

(1)研究代表者

尾崎 久記 (OZAKI, Hisaki)
茨城大学・教育学部・教授
研究者番号：40092514

(2)研究分担者

竹野 英敏 (TAKENO, Hidetoshi)
広島工業大学・情報学部・教授
研究者番号：80344828

勝二 博亮 (SHOJI, Hiroaki)
茨城大学・教育学部・准教授
研究者番号：30302318

大谷 忠 (Otani, Tadashi)
東京学芸大学・教育学部・准教授
研究者番号：80314615