

NIRS を用いた 単文統合型算数文章題作問学習支援システム利用時の脳機能計測

Brain function measurement of learners using a learning environment for problem-posing as sentence-integration by NIRS

松本達海, 岩井健吾, 林雄介, 平嶋宗

Tatsumi MATSUMOTO, Kengo IWAI, Yusuke HAYASHI, Tsukasa HIRASHIMA

広島大学工学部

*1Hiroshima University, Faculty of Engineering

Email: matu-t@lel.hiroshima-u.ac.jp

あらまし: 算数文章題の解法の定着において作問学習が有効であるとされているが, 学習者による解答や教授者による評価のコストから教育現場での実施が困難である. この問題を解決したのが単文統合型作問学習環境モンサクンであり, 学習後の問題作成だけでなく問題解決への効果が実践利用を通じて示されている. 本研究では, モンサクン利用中の学習者の反応を光脳機能イメージング装置を使って測定し, 学習中の影響について調査する.

キーワード: 作問学習, 脳機能, NIRS

1. はじめに

算数文章題の解法の定着においては学習者が問題を作る作問学習は, 学習者の問題解決を向上させる方法および学習内容の理解を測定する方法, 問題構造を理解させる方法として有効であるとされている. 一方で, 作問学習は教授者にとって学習者が作成した問題の評価が困難なため, 教育現場で十分に実施されていない⁽¹⁾.

学習者がより多くの作問学習ができるようにするために開発されたのが単文統合型作問学習環境モンサクンである. モンサクンはこれまでの実践利用から多くの作問課題を実行できること, 問題解決への効果が示されている⁽²⁾. また, モンサクンにおける作問プロセスを単文の組み合わせ探索として, 操作ログから実際に行われている探索活動が分析されている. しかし, 学習者にとって単文統合型作問の作問が実際にどのように認識されているかは明らかになっていない.

本研究では, 近赤外分光法 (Near Infrared Spectroscopy: NIRS) を用いて脳機能を測定し, 筆算や虫食い算, 算数文章題の解決と比較することで, 単文統合型作問の作問がどのような種類の問題なのかを調査する.

2. 問題解決演習と作問学習の差異

対象とするのは算数文章題でも一回の和差で解決できる文章題の, 問題解決, 単文統合型の作問(モンサクン)である. まず一般的な問題解決は, 「花が昨日 5 こさいていました. 今朝は 9 こになっています. 何個増えましたか」のような問題の未知数を求める課題である.

一方, 単文統合型の作問は数量と物語を制約として, 与えられる単文カードを選択, 並べ替えて問題を作る. カードにはダミーも混ざっているため, オ

ブジェクトや数量の対応, 三文構成などを詳細に考えさせることが可能である. 課題には「9-5」で逆思考問題を作成する逆思考を課題を用いている.

本研究では, モンサクンはカードを選ぶ探索問題であり, 決定的な解法がないため網羅的な探索が必要になることから解くためには合理的で反省的な思考⁽³⁾が必要であると考えた. 問題解決演習は探索が必要でないことから合理的で反省的な思考は必要でないと考えられる. この考えを検証するために実験を 2 段階にわたって行った.

3. モンサクン使用時の脳機能測定

3.1 実験環境

実験機器は島津製作所の研究用ポータブル光脳機能イメージング装置 LIGHTNIRS を用いた. 被験者は椅子に座り, 機器を装着して机に置かれた課題を行う. 問題解決演習は紙で, 単文統合型の作問は開発システムを用いてタブレット上で行った. 計測部位は前頭前野とした. 前頭前野の計測を行った理由は, 思考や判断などの高次の活動を司る⁽⁴⁾ので, 学習という性質上適切だと判断したからである.

3.2 実験 1

被験者は工学部学生 3 名で行った. 実験 1 の目的は, 使用している機器の信頼性を測るため, そして, モンサクンでの学習活動を特徴づけるための基準を得るためである. 一つ目の目的のために実験の設定は先行研究における筆算と虫食い算における脳機能の測定実験と同等の設定⁽⁴⁾を用いて, 同じ結果ができるかを検証する. 二つ目の目的に対しては, 本研究では, 虫食い算を合理的で反省的な思考を必要とする課題とし, 筆算を必要としない課題として, それぞれの測定結果を基準とする. 虫食い算を合理的で反省的な思考が必要とする課題とした理由は, 虫

食い算を解く際に探索的な思考が必要とされるからである。逆に筆算は既定の手順に沿って問題を解くことができるので合理的で反省的な思考を必要としない課題とした。タスクはまず3桁×3桁=6桁の筆算、その後3桁×3桁=6桁の虫食い算(空欄の数は6つとし、3試行とも空欄の位置は同一)を行った。

実験の流れとしては、閉眼・安静状態の後、実験者の「始め」の合図とともに開眼し、筆算5問(虫食い算は1問)を解き始める。筆算5問解答後、被験者は「できました」といい、閉眼・安静状態で60秒休憩する。この流れで筆算を3回試行する。虫食い算の場合も上記と同様。1試行につき、筆算は5問、虫食い算は1問とした理由は、予備実験において筆算5問の所要時間が虫食い算の1試行目の解決時間と概ね同様となる傾向にあったためである。

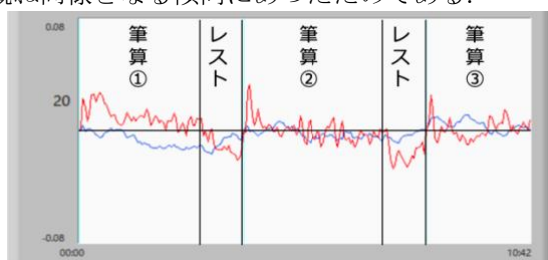


図1 筆算の測定結果例

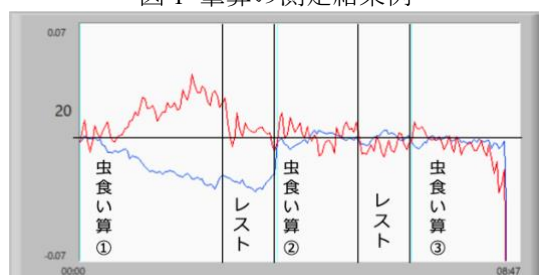


図2 虫食い算の測定結果例

結果として掲載しているCHは先行研究⁽⁴⁾で対象としていたCH(左前額部に位置する)に相当するCHである。

筆算の波形の傾向としてはどの試行でも大きな変化がなく、同じような変化をしていることが挙げられる。

一方、虫食い算の波形の傾向としては最初の試行での濃度変化が顕著であり、そのあとの試行では最初の試行ほどの変化が見られないことが挙げられる。

以上の傾向を合理的で反省的な思考を必要とする課題と必要としない課題の判断基準として仮定する。また、もう1つの目的の使用している機器でのデータの信頼性については先行研究⁽⁴⁾でのデータと測定したデータが同じような波形の傾向を示しているため一定の信頼性があることが確認できた。

3.3 実験2

被験者は工学部学生1名で行った。実験2の目的は実験1で得られた合理的で反省的な思考を必要とする課題と必要としない課題を判断する基準をもとに問題解決演習とモンサクンの学習時の影響を調査

することである。タスクはまず問題解決演習として文章題の逆思考問題(増加)8問×3試行、逆思考問題(比較)8問×3試行を行わせた。次にモンサクンとして逆思考問題(増加)1問×3試行、逆試行問題(比較)1問×3試行の計4つの演習を行わせた。実験1で得られた基準を用いて調査する都合上、実験の流れは実験1と同様である。

文章題では実験1と同様にどの試行とも大きな変化は見られなかった。

一方、モンサクンでは最初の試行の濃度変化が顕著であり、そのあとの試行ではあまり変化が見られなかった。

この結果より実験1で得られた基準と同じような波形が得られたことからモンサクンを利用時には合理的で反省的な思考が必要だと考えられる。

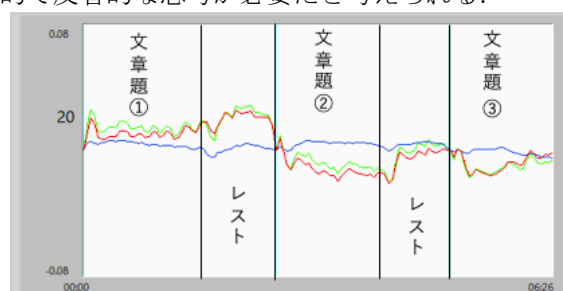


図3 文章題(増加)の測定結果

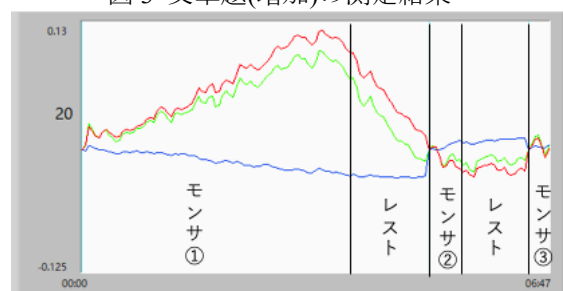


図4 モンサクン(増加)の測定結果

4. まとめ

本研究では、単文統合型作問学習環境モンサクンを利用時の脳機能を計測した。結果としてモンサクン利用時には合理的で反省的な思考が必要とされると判明した。今後は今回生データに近い形での分析だったため、より詳細な分析を行う。

参考文献

- (1) 中野 明, 平嶋 宗, 竹内 章: “「問題を作ることによる学習」の知的支援環境”, 電子情報通信学会論文誌, D-I, Vol.J83-D- I, No.6, pp.539-549, (2000).
- (2) Supianto, A.A, Hayashi, Y. & Hirashima, T.: Visualizations of problem-posing activity sequences toward modeling the thinking process. Research and Practice in Technology Enhanced Learning (2016) 11:14 DOI 10.1186/s41039-016-0042-4
- (3) 道田 泰司: “批判的思考教育の展望”, 教育心理学年報 第52集, p128-139, (2013)
- (4) 岡本尚子 “脳活動計測による問題解決過程の分析と教育への応用 “p61- p87(2010)