

学習者観察・関与過程における脳活動の特徴

Brain Activity during Process of Observation and Involvement in Learners

岡本 尚子^{*1}, 黒田 恭史^{*2}

Naoko OKAMOTO^{*1}, Yasufumi KURODA^{*2}

^{*1} 立命館大学産業社会学部

^{*1} College of Social Sciences, Ritsumeikan University

^{*2} 京都教育大学教育学部

^{*2} Faculty of Education, Kyoto University of Education

Email: o-naoko@fc.ritsumei.ac.jp

あらまし: 大学生 2 名 1 組を教師役と学習者役のペアに設定し、図形構成課題を遂行する学習者役に、教師役がヒント提示を行う場面の脳活動計測を実施した。ヒント提示は、状況に応じて、教師役が提案して行っても、学習者役の要求によって行ってもよい設定とした。ヒント提示前後の教師役の脳活動に着目して分析した結果、教師役自ら提案してヒントを提示した場合と、学習者役に求められてヒントを提示した場合とは異なる特徴を示すことが明らかとなった。

キーワード: 図形, 運動, タングラム, 助言, 脳活動

1. はじめに

数学教育における図形領域の内容には、(1)図形の特徴、(2)平面・空間、(3)運動・変換、(4)論証、(5)計量の主に 5 つがあるが、「(3)運動・変換」においては、図形を様々な方向に動かして見るのできる能力の育成が重要となる⁽¹⁾。

例えば、小学校第 1 学年の「かたちしらべ」では、直角二等辺三角形を複数枚用いて、様々な形を構成したり、平行運動(ずらす)、対称運動(うらがえす)、回転運動(まわす)といった活動を経験させたりして、運動に対する体験的な学習活動を行っている。これらは、小学校高学年での図形の合同条件や拡大・縮小の学習の素地となるものである。ただし、これらの指導においては、数と計算のように系統的なカリキュラムが十分に構築されているわけではなく、学習者間の理解の差が大きいことも指摘されてきた。また、学習者の実態に応じた適正な指導方法の確立も、重要な検討課題といえる。

ところで、学習者の学習状況に応じた適正な指導法(観察・関与)のあり方を考えるにあたって、今日では脳活動データなどの生体情報を用いた研究も実施されている。例えば、算数科の「数と計算」領域における虫食い算課題を用いて、学習者とヒント提示者(教師)の双方の脳活動データを取得・対照することで、ヒント提示がもたらす生理学的データの特徴解明も行われている⁽²⁾。

本研究では、観察・関与の良し悪しが閃きや理解に大きく影響する図形領域を対象に、7 枚の図形のピースを運動させ、指定された形を構成するタングラムを課題として、学習者役が形を構成し、教師役がヒント提示を行う過程における双方の脳活動計測を実施する。とりわけ、本稿では、ヒント提示前後の教師の脳活動に着目して、その特徴を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

2.1 実験概要

脳活動計測実験の概要は以下のとおりである。

実験期間: 2014 年 4 月～5 月

実験場所: 京都教育大学

被験者: 大学生 12 名 (2 名 1 組, 男性 10 名, 女性 2 名; 20.9±0.9 歳)

計測方法: 近赤外線による光計測装置 NIRO-200 (浜松ホトニクス) を用いて、2 名 1 組の左前頭前野(左前額部)の脳活動を同時に計測した。

2.2 実験課題・環境設定

タングラム (7 つのピースを用いて、指定された形を構成するパズル) を実験課題に用いた。1 試行 1 問として 3 試行を実施した。各試行の制限時間は、90 秒間とし、試行間には 80 秒間の休憩を設けた(図 1)。

実験は、被験者を「教師役」と「学習者役」の 2 名 1 組のペアに設定して行った。学習者役の役割は、タングラムに取り組むことである。一方、教師役の役割は、学習者役がタングラムに取り組む様子を観察しながら、ヒントを提供することである。本実験でのヒントは、教師役が学習者役に手元に置かれた模型を用いて、1 回につき 1 ピースの置き方を提示するものである。ヒントを提示するタイミングは、制限時間内に指定された形を完成させるという条件のもと、教師役、学習者役のどちらでもヒントが必要だと判断した場合に手元のベルを鳴らして知らせることとした。すなわち、ヒントを提示するのは教師役であるが、制限時間内であれば、双方とも任意のタイミングでヒント提示を提案したり、ヒント提示を要求したりできる。1 試行あたりのヒント回数に制限は設けなかった(7 ピースのため、最大 7 回)。なお、両者が時間を把握できるよう、残り時間が表示されるタイマーを設置した。

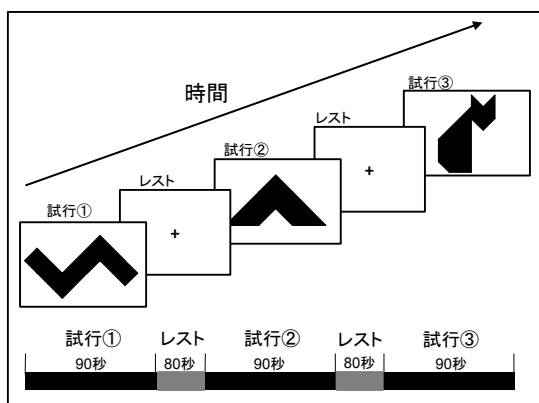


図1 実験課題

3. 結果

3.1 行動観察データ

被験者全6組(A～F組)とも、制限時間内に全ての問題を間違いなく完成させた。

表1は、各組において提示されたヒント数を示したものである。表内の「教師提案」、「学習者提案」は、教師役と学習者役のいずれがヒントの提示を提案したかを示している。全体としては、教師提案によるヒント提示が合計11回と、学習者提案よりも4回多い結果となった。また、F組では、ヒント提示が1度も行われなかった。

表1 組別のヒント提示回数

| | A組 | B組 | C組 | D組 | E組 | F組 | 合計 |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| 教師提案 | 1 | 2 | 4 | 1 | 3 | 0 | 11 |
| 学習者提案 | 1 | 5 | 0 | 0 | 1 | 0 | 7 |
| 計 | 2 | 7 | 4 | 1 | 4 | 0 | 18 |

3.2 脳活動データ

光計測装置によって取得できる脳活動データは、oxygenated hemoglobin (以下, oxyHb), deoxygenated hemoglobin (以下, deoxyHb) の2種類である。図2は、B組の教師役と学習者役の脳活動データを示したものである。一般的に脳活動の活発化は、oxyHbの増加と、それによるdeoxyHbの相対的な減少によって説明され、oxyHbが主要な指標として用いられることが多い。そこで、以下では、oxyHbを指標とし、ヒント前後の変化に着目して分析を実施する。

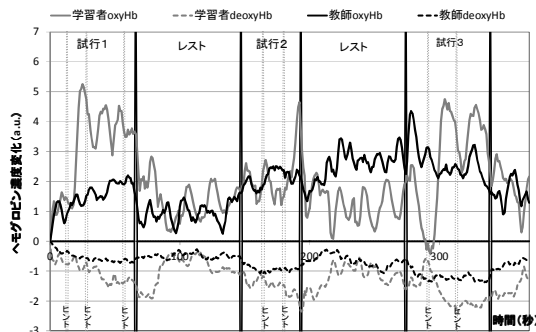


図2 脳活動データ (B組)

表2は、表1の18回のヒントについて、ヒント提示時点の脳活動の値を0として、ヒント提示前後各5秒間の平均値を正(+), 負(-)の値に分類し、ヒント前後の脳活動の変化を整理したものである。教師提案の場合、「-⇒+」が最も多く(11回中7回)半数以上である。一方、学習者提案の場合、教師提案と同じく「-⇒+」が最も多いものの、半数以下であり、全体に分散する傾向にある。

表2 ヒント提示前後各5秒間の脳活動変化

| | - ⇒ + | + ⇒ - | + ⇒ + | - ⇒ - | 計 |
|-------|-------|-------|-------|-------|----|
| 教師提案 | 7 | 1 | 1 | 2 | 11 |
| 学習者提案 | 3 | 2 | 1 | 1 | 7 |
| 計 | 10 | 3 | 2 | 3 | 18 |

図3は、左図が教師提案(11回)、右図が学習者提案(7回)のヒント提示前後各5秒間の脳活動変化の平均値と標準誤差をグラフ化したものである。いずれの場合も、ヒント提示前から提示後にかけて上昇するが、教師提案の方でより顕著であること、学習者提案の標準誤差が大きいことが挙げられる。

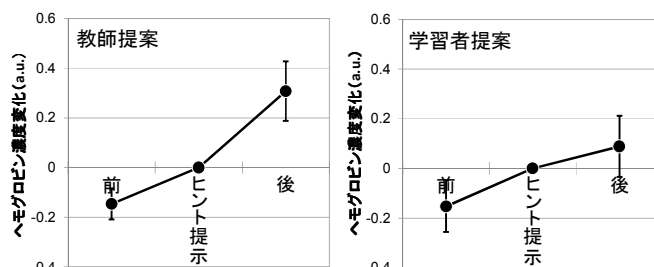


図3 ヒント提示前後各5秒間の脳活動平均値

4. 結語

タングラムを用いた図形課題遂行過程における教師役(ヒント提示側)の観察・関与時の脳活動の変化について検討した。

その結果、教師提案ではヒント提示後に活発化するという一定の傾向を示すものの、学習者提案ではそのように一定した傾向は見られなかった。

教師がヒントを主体的に出す場合と、要求されて出す場合とでは、教師側の意識が異なることが推測されることから、提案者の差異を意識して助言のあり方を検討していくことが重要である。

参考文献

- (1) 鈴木正彦：“3章 図形”；横地清監修：“21世紀への学校数学の展望”，誠文堂新光社，pp.215-232 (1994)
- (2) 岡本尚子，黒田恭史，前迫孝憲：“計算課題遂行時における教師－学習者間の神経科学的検討”，教育システム情報学会誌，Vol. 30, No. 1, pp.122-127 (2013)

付記

本研究は、科学研究費補助金若手研究(A) (26705012, 代表：岡本尚子)，および基盤研究(B) (24330252, 代表：黒田恭史)の支援を受けている。