

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 15 日現在

機関番号：14302

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26780519

研究課題名(和文) 視覚性ワーキングメモリを補う代替方略の分類に基づく学習支援プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of learning support program based on classifying alternative strategies to compensate less visual working memory

研究代表者

牛山 道雄 (USHIYAMA, Michio)

京都教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：90397836

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、視覚性ワーキングメモリの容量が小さい児童は、それを補うために眼球運動の頻度を増やして視覚情報の入力を補完する等の代替方略を採用するかを視線追跡装置により検討することを目的とした。対象は小学6年生32名とした。視覚性ワーキングメモリはn-back課題(n=2)の連続正答数により評価した。また、代替方略は視覚刺激比較課題の見比べ回数及び数群エリア内の停留時間数により評価した。その結果、ワーキングメモリの容量と代替方略との間に明確な関連性は認められなかった。むしろ、視覚性のワーキングメモリの容量が高い群ほど、見比べ回数が多く、停留時間が長い傾向にあることが示された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study was to develop learning support program based on classifying alternative strategies to compensate less visual working memory. Thirty-two students participated. Visual working memory was assessed by the successive correct response in n-back task (n = 2 in this study), and alternative strategies by a number of crossing eye movement and visiting duration within areas of interest (AOI). Eye movement was measured by Eye tracking system. Results showed that there was no evidence that students with less visual working memory adopted the increased more eye crossing or visiting duration. Rather, students with much visual working memory tended to increase both crossing eye movements and visiting duration.

研究分野：特別支援教育

キーワード：視覚性ワーキングメモリ 視線追跡 代替方略

1. 研究開始当初の背景

ワーキングメモリとは短い時間に心の中で情報を保持し、同時に処理する記憶の一形態である。ワーキングメモリは Baddeley & Hitch (1974) の提唱した「音韻ループ(数、単語、文章などの音声入力の情報)」「視空間スケッチパッド(イメージ、絵、位置などの視覚入力の情報)」および「中央実行系(注意の制御、高次の情報処理)」の3つの構成要素からなるモデルに基づいて研究が行われてきている。つまり、入力情報に注意を向け音声入力または視覚入力からの情報を一次的に保持し、これらの情報を加工・処理する一連の過程がワーキングメモリの機能である。

このような認知機能の働きは、読み書き、計算、推論等の習得における学習活動において重要な役割を果たす。逆に言えば、ワーキングメモリの機能不全は、学習活動に支障をもたらすことに繋がる。先行研究によると、ワーキングメモリの容量は学力との相関が高いことが指摘されている(Alloway, Gathercole, Kirkwood & Elliot, 2009)。また、ワーキングメモリの容量の小さい児童生徒の多くは学習障害のリスクを抱えることも指摘されている。ワーキングメモリそれ自体の機能の解明や神経学的な基盤を追求する研究はこれまでに数多く報告されているが、ワーキングメモリの容量が小さいことが、学習活動の上の行動、方略、態度にどのような変容をもたらすのか検討した研究は少ない。

この点について湯澤ら(2013)は、ワーキングメモリの容量の小さい児童の授業態度について検討を行い、個人差はあるものの、対象児童の中に挙手を殆どしない児童が含まれていたことや、課題や教材についての教師の説明や他児の発言を聞くことが容易ではなかった児童がいたことを報告した。

ワーキングメモリの容量の小さい児童生徒の学習態度は、一般的に「落ち着きがない」と報告されることが多いが、なぜ「落ち着きがない」ように振る舞うのかという点については検討の余地がある。例えば、授業中に「きょろきょろ」していると、教師からは「落ち着きのない」行動として判断されやすい。しかし、なぜ「きょろきょろ」するのかについて、「多動性」や「不注意」等の発達障害に端を発する行動特徴のみに原因を求めるのは若干短絡的であるように感じられる。

「落ち着きがない」などの学習場面上的な行動特徴がなぜ引き起こされるのかについては、その背景にある認知特性との関係において把握することが重要であり、認知-行動を一体としたシステムとして把握する視点に基づく知識体系が現在求められている。

2. 研究の目的

本研究では、視覚性ワーキングメモリ容量を補完するための代替方略の有無及び種類を分類しカテゴリ化(メモリ容量(大・小)

×代替方略(有・無))した。例えば、視覚性ワーキングメモリの容量が小さい児童は、それを補完するために眼球運動の頻度を増やして視覚情報の入力を補完する等の代替方略を採用するか視線追跡装置を用いて検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1)対象：保護者から研究協力同意の得られた小学校6年生32名(男児14名、女子18名)とした。

(2)視覚性ワーキングメモリの評価：n-back課題を用いた。この課題は数字を時系列に沿って視覚提示し、n個前に呈示された数字を回答していくものである。本研究では条件をn=2で実施した(図1)。課題は10試行から構成された。1試行からの連続正答数が多いほど視覚性ワーキングメモリの容量が大きいとした。

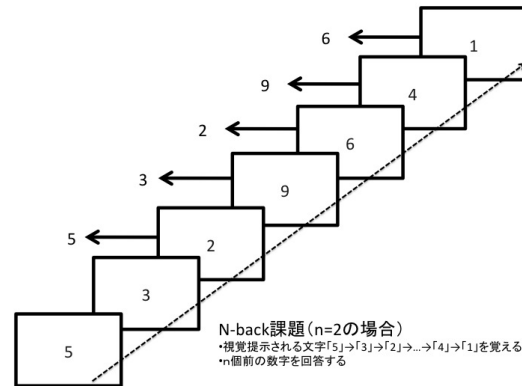


図1 n-back課題の概略

(3)代替方略の評価：視覚刺激比較課題を用いた。この課題は、PCのディスプレイの左右に2桁から8桁の数群が円の中にランダムに配置されており、対象者は左右の円内の数字の異同を回答した。課題は、各桁2条件(左右の数群が同じ条件・異なる条件)の14試行で構成された。この課題の遂行中、視線をどのように動かしているのかを評価するために、眼球運動装置(Tobi社製・X2-60)を併用し、左右の数群の見比べ回数を数量化した(図2)。

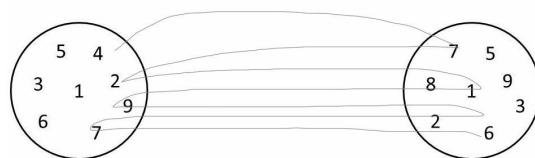


図2 視覚刺激比較課題の例  
(8桁・数群が異なる条件)

(4)手続き：測定は小学校内の静穏な教室において実施した。測定時間は一人当たり概ね5分から10分程度であった。

(5)分析：n-back 課題の連続正答数と視覚刺激比較課題の見比べ回数及び円内（関心領域：AOI）の視線停留時間に関連があるかを検討した。

(6)倫理的配慮：本研究は、京都教育大学倫理委員会の承認を得て実施した（受付番号1408）。

#### 4. 研究成果

(1)n-back 課題の記述統計：図3にn-back 課題の連続正答数のヒストグラムを示す。平均値は5.9, 中央値は6.0であった。0-6ポイントをLow群(17名), 7-10ポイントをHigh群(15名)として対象者の群分けを行った。

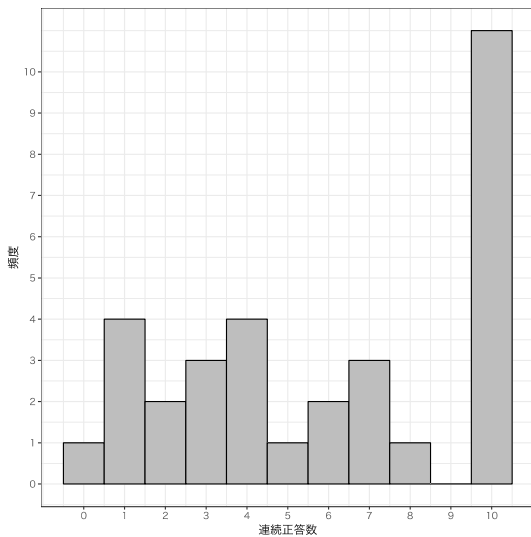


図3 n-back 課題の連続正答数の分布

(2)視覚刺激比較課題の見比べ回数：視線計測率が6割以上の対象者を分析対象とした。図4（一致条件）と図5（不一致条件）に各桁の見比べ回数の推移を示す。両条件共に、桁数が多くなるにつれて、Low群が桁数の増加に伴い、High群に比べて、より見比べ回数を増やすという傾向は認められなかった。

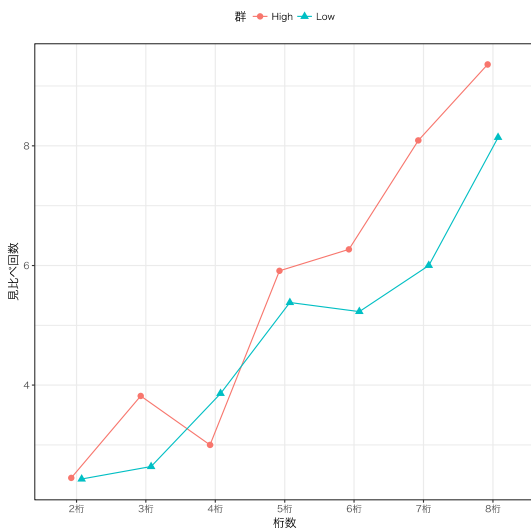


図4 視覚刺激比較課題の見比べ回数 (一致条件)

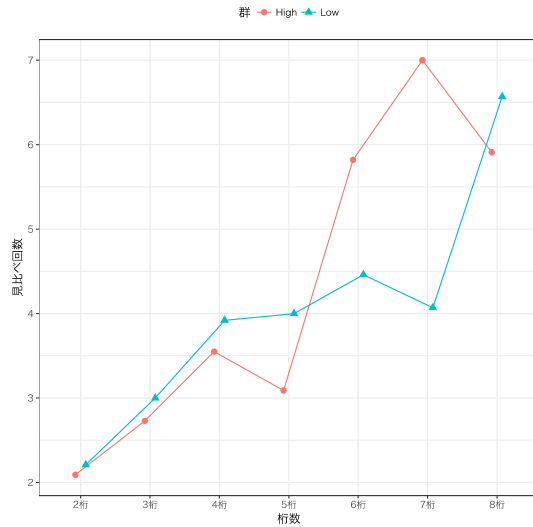


図5 視覚刺激比較課題の見比べ回数 (不一致条件)

(3)視覚刺激比較課題の停留時間(秒)：図6（一致条件）と図7にAOI内の停留時間を示す。

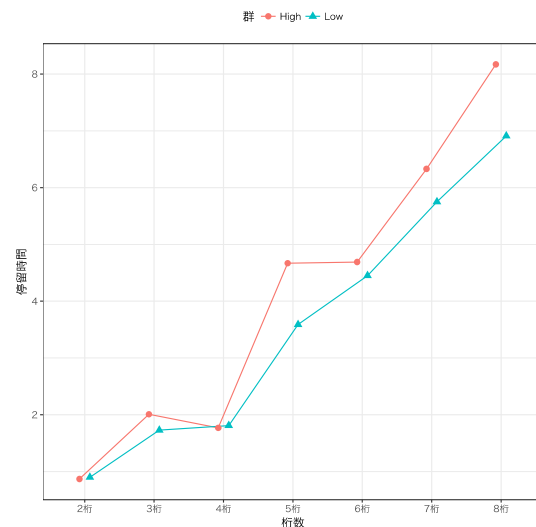


図6 AOI内の停留時間 (一致条件)

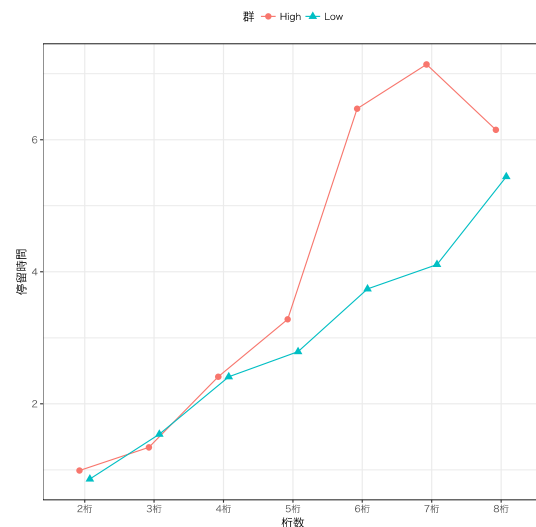


図7 AOI内の停留時間 (不一致条件)

停留時間は桁数が増加するほど長くなる傾向を示した。また同時に、High群がLow群よりも停留時間が長くなる傾向も示した。これは不一致条件でより顕著であった。

(4)n-back 課題の連続正答回数と視覚刺激比較課題の見比べ回数との関連性の検討：2桁から8桁の全ての桁数において、有意な相関は認められなかった。

(5)n-back 課題の連続正答回数と視覚刺激比較課題のAOI内視線停留時間との関連性の検討：2桁から8桁の全ての桁数において、有意な相関は認められなかった。

(6)視覚課題条件と連続正答数が見比べ回数に及ぼす影響の検討：見比べ回数を従属変数、視覚課題(2水準：一致・不一致)とn-back課題の連続正答数(2水準：High群・Low群)を独立変数とした2要因分散分析(混合計画)を桁数ごとに実施したところ、5桁の課題の主効果のみが有意であった。つまり、5桁の見比べ課題では、左右の刺激が一致している視覚刺激を見比べる回数が不一致の場合よりも有意に多かったことが示された(図8)。

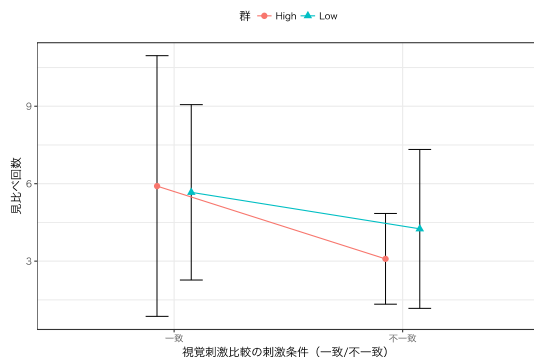


図8群(High群/Low群)と刺激条件(一致/不一致)ごとの見比べ回数(5桁)

この結果は、見比べ回数は、n-back課題のパフォーマンス、つまり、視覚性ワーキングメモリの容量の影響をほとんど受けないことを示唆する。また、数群の比較において、その内容が左右一致している場合は、桁数に関わらず、全ての数字(要素)を最後まで比較する必要があるが、一致していない場合は、たまたま一致していない数字を発見した時点で判断ができる。つまり、一致条件の方が見比べる回数や見比べに要する時間がかかることが予想されたが、5桁以外は一致/不一致の間に有意差がみられなかった。つまり、頻りに視線を移動させることなく、一瞥するだけである程度の情報をインプットして、課題を遂行していたことが推察された。

(7)課題遂行方略の分類と今後の課題：上述した分析から、本研究においては、視覚刺激

比較課題の見比べ回数を視覚性ワーキングメモリの容量で量的に分類することができなかった。仮説では、視覚性ワーキングメモリの容量が少ない者は、見比べる回数を増やす等の代替的な方略を採用するのではないかと予想していた。しかし、記述統計レベルでみると、見比べる回数が多いのは、視覚性ワーキングメモリの容量が多いHigh群であった。更に、停留時間においても、High群がLow群よりも停留時間が長かった。逆に考えると、視覚性ワーキングメモリの容量が少ない者は、見比べることせず、じっくり見ていなかったと推察される。

ところで、統計的なアプローチに基づくものではないが、視線追跡のローデータを観察していくと、見比べ方にはいくつかのタイプがあると感じられた。

第一は、リズムカルに左右に視線を移動させて見比べるタイプである(図9)。第二は、視線を移動させることを少なくし、数群を注視することを優先させるタイプである(図10)。第三に、視線を動かすことが不器用なタイプである(図11)。

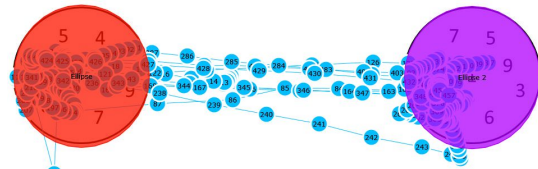


図9リズムカルな視線移動の例

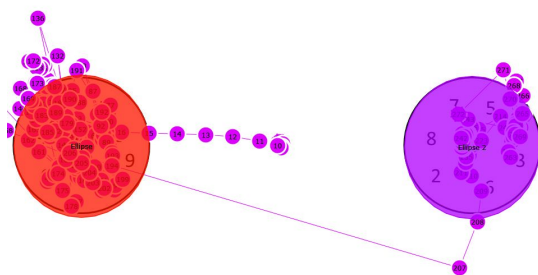


図10注視を優先する例

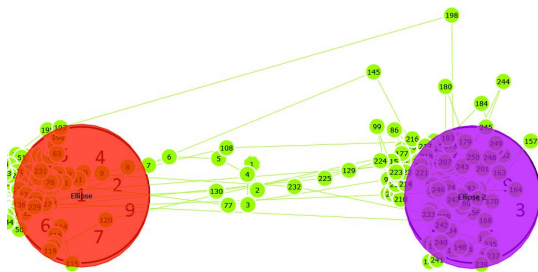


図11視線移動に若干の不器用さがある例

本研究は、視覚性ワーキングメモリの容量（大・小）と視覚刺激比較課題遂行における代替行動（あり・なし）に基づく学習支援プログラムを開発することを最終的な目的としていた。しかし、視覚性ワーキングメモリの容量と代替行動との間に関連性が認められなかったため、具体的な学習支援プログラムの開発には至らなかった。ただし、n-back課題のLow群の児童がHigh群に比べて、1)じっくり見ない、2)見比べが少ない、ことが潜在的な学習不振のリスクファクタに繋がるのではないかと推察された。同様に、図11のような視線移動に若干の不器用さを感じられるようなタイプの児童に対して、ビジョントレーニングを含めた包括的な学習支援プログラムを構築していく必要がある。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計1件)

Ushiyama, M. A trial investigating the associations between visual working memory and eye movements among elementary school children in Japan, IASSIDD American Regional Congress, 2015年5月21日, Honolulu.

## 6. 研究組織

(1)研究代表者

牛山 道雄 (USHIYAMA, Michio)  
京都教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：90397836

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

なし