

プログラミングスキルとワーキングメモリの関係分析

Analysis of Correlation between Working Memory and Programming Skills

渥美 俊^{*1}, 白澤 秀剛^{*2}
Shun ATSUMI^{*1}, Hidetaka SHIRASAWA^{*2}

^{*1} 東海大学政治経済学部政治学科

^{*1} School of Political of Science and Economics, Tokai University

^{*2} 東海大学情報教育センター

^{*2} ICT Education Center, Tokai University

Email: 6bpp2226@mail.u-tokai.ac.jp

あらまし：総務省の調査研究の中に、IF-THEN 型の論理構成は 9 歳 10 歳では理解できないとの記述がある。我々はこの原因の一つにワーキングメモリ容量の不足があるのではないかと考えた。そこで、言語に依存せずプログラミングスキルを測定するボードゲームを開発し、ワーキングメモリ測定と合わせて被験者に体験してもらった。ワーキングメモリ容量とプログラミングスキル自己評価及びボードゲームによるプログラミングスキル測定結果との関係について報告する。

キーワード：プログラミングスキル, ワーキングメモリ, ゲーミフィケーション

1. はじめに

2020 年の新学習指導要領によってプログラミング教育が小学校で必修化される。これは幼いころからプログラムに触れることで論理的な思考力を育み、IT に強い人材を育成することが狙いとされている⁽¹⁾。

しかし総務省の調査研究報告書⁽²⁾によると、「IF-THEN 型の論理構成は 9 歳 10 歳では理解できない」、「論理的思考は、11 歳以降でなければ理解するのは難しい」、「11, 12 歳以上から抽象的一般的な形で論理形式的に考えることができるようになる形式的操作期(operational stage)としている(Jean Piaget,2015)」、「フローチャートの学習は小学校 5 年生以上になってからでないと難しい。よほど優秀な場合は小学校 4 年生でもできる場合もあるが、主お学校 3 年生以下にはまず不可能である」、などの記述がある。湯澤ら⁽³⁾によれば、「数学的問題解決のプロセスでは(中略)ワーキングメモリが重要な役割を果たしている。」と述べられていることに加え、荻阪⁽⁴⁾によれば「リーディングスパンテスト(著者注：ワーキングメモリ測定方法の 1 つ)の得点は 7 歳の平均値が 2.0 であり、10 歳になると 2.82 まで増加し、年齢段階が上がるとともに得点が上昇することがわかった」とある。これらのことから、総務省の結果と発達によるワーキングメモリ容量増加が発達の同時期に起きているため、我々は関連があるとの仮説を立てた。

ワーキングメモリ (working memory) とは、作業記憶、あるいは作動記憶と呼ばれ、短い時間の中に情報を保持し、同時に処理する能力のことである。この能力は、文章理解、計算などの問題解決、予定の設計など、高度な心的活動を行ううえで中心的な役割を担うとされる⁽⁵⁾。また、ワーキングメモリの容量は有限で、個人差や年齢による変動があるとされており、容量によって心的活動のパフォーマンス

は変わると考えられている⁽⁶⁾。

本研究ではワーキングメモリ容量とプログラミングスキル自己評価及びボードゲームによるプログラミングスキル測定結果との関係について調査を行った。その結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 プログラミングスキル自己評価アンケート

事前と事後に被験者にプログラミングスキルの自己評価アンケートを実施した。このアンケートでは、プログラミングにおける「ループ」「分岐」「変数」「サブルーチン」の自己評価を「まったく理解していない」から「すごく理解している」の 5 段階での自己評価を回答してもらった。

2.2 ワーキングメモリの測定

本実験では、荻阪(2002)の日本語版リーディングスパンテスト(RST)を用いて測定した。テストは、提示される文章を声に出して読み、文中の赤い下線の語句を記憶し、口答で再生するというものである。文章は一文ずつ呈示し、2 文条件(二つの文を読み、二つの語句を組む条件)から 5 文条件まで、各 5 試行(全 70 試行)実施した。また、練習試行は 2 文条件を 2 試行ずつ実施した。

スコアの算出方法は、デーモンとカーペンター(1980)の評定方法に準拠した。各文条件 5 試行のうち 3 試行正解の場合はそのセットをパスしたものとし、本研究ではより細かな評定を行うため正解数ごとに 0.3 点ずつ与えるという方式で採点を行った。

2.3 プログラミングスキルの測定

本実験ではプログラミングスキルを測定するため、「順次」「分岐」「変数」「関数呼出」の 4 つのプログラミングにおける要素を使用して解くパズルゲームを作成し、これを用いて評定を行った。これは既存のプログラミング知育玩具である Thinkfun 社の

「CODE ON THE BRINK (順次・関数)」「CODE MASTER (順次・分岐・繰り返し)」「ROBOT Turtles (順次・関数)」を参考にしたが、これら知育玩具では4要素が含まれないため、新規に開発した。図1にゲーム中の様子を示す。

このパズルゲームは5つレベルがありレベルごとに4問ずつ用意されており、問題の正解数で評定を行った。

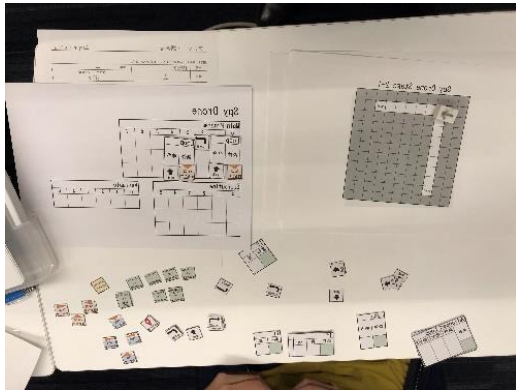


図1 ボードゲーム実施中の例

3. 実験結果

ワーキングメモリ容量とプログラミングスキル自己評価アンケートの結果及びボードゲームの結果との関連を分析した結果を以下に述べる。

3.1 プログラミングスキル自己評価との関連

「ループ」「分岐」「変数」「サブルーチン」の4項目いずれにおいても、ワーキングメモリ容量との関連は見られなかった。一例としてループ理解とワーキングメモリの結果を示したグラフを図2に示す。

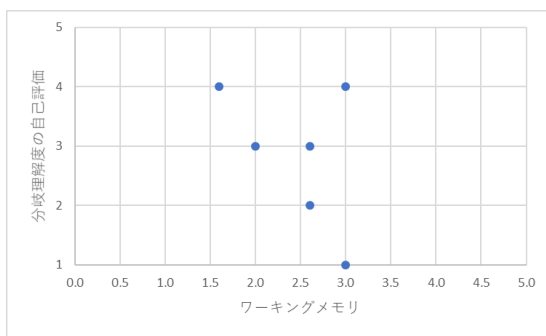


図2 ワーキングメモリ容量と自己評価結果

3.2 ボードゲーム結果との関連

ボードゲームの得点とワーキングメモリ容量の関係を示したものが図3である。ワーキングメモリが2.0以下の2名の被験者においては、思考中にゲームの駒の向きを把握できていない様子が見られ、解答においても向きが把握できていないと思われる解答になっていた。この観察結果及び図3の結果は、ワーキングメモリとプログラミングスキルとの間に関連があることをうかがわせる結果になっている。

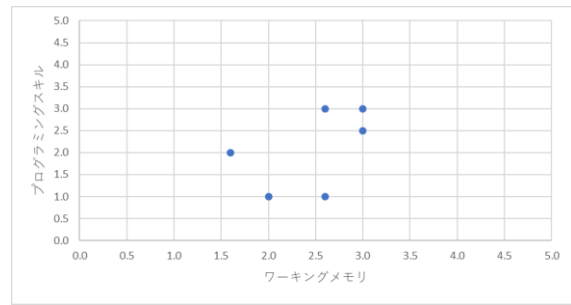


図3 ワーキングメモリとプログラミングスキル

4. 考察

本研究では、ワーキングメモリ容量とプログラミングスキル自己評価及びボードゲームによるプログラミングスキル測定結果との関係について調査を行った。その結果自己評価とワーキングメモリ容量に相関は見られなかった。一方で、ワーキングメモリ容量とプログラミングスキルの間には関連があることを示唆する結果となった。

プログラミングスキルの自己評価は、プログラミングの経験の有無や、友人のプログラミングスキルとの相対評価によっても変化すると考えられるため、ワーキングメモリ容量とは単純な相関にはならないと予想される。ボードゲームによって測定したプログラミングスキルは、ワーキングメモリ容量が多い人のほうが高い結果を出しているという傾向が見られた。また、ワーキングメモリ容量が多い被験者の中にもプログラミングスキルが低い値で出ている者がいたが、ワーキングメモリ容量が低くプログラミングスキルが高い被験者はいなかった。このことからワーキングメモリ容量は制御文を組み合わせたアルゴリズム構築の必要条件になっているが、訓練をしていなければワーキングメモリ容量が高くてもアルゴリズム構築が不可能であることが推測される。

今後の研究では、被験者を増やしてワーキングメモリとの相関を分析する。加えて、制御文の理解が困難な被験者にワーキングメモリトレーニングを行って効果を検証する予定である。

なお、本研究は「人を対象とする研究」に関する倫理委員会承認番号 19011 で承認されたものである。

参考文献

- (1) 文部科学省:“小学校学習指導要領(平成29年告示)”, (2017)
- (2) 総務省:“プログラミング人材育成の在り方に関する調査研究報告書”, pp.41 (2015)
- (3) 湯澤正通,湯澤美紀編:“ワーキングメモリと教育”, 北大路書房, 京都 (2014)
- (4) 荻坂満里子編:“脳のメモ帳ワーキングメモリ”, 新曜社 (2002)
- (5) Baddeley, A. D. and Hitch, G. J.:“Working memory”, The Psychology of Learning and Motivation, New York (1975)
- (6) Cowan, N.:“The magical number 4 in short-term memory” (2001)