計算タスクにおける難易度の違いが視線の動きに与える影響

○松田 典子、岡田 明（大阪市立大学大学院生活科学研究科）

山下 久仁子（大阪市立大学研究支援課）

Influence of difficulty level of the calculation task on eye movement

Noriko MATSUDA, Akira OKADA (Graduate School of Human Life Science, Osaka City University),

Kuniko YAMASHITA (Research Support Department, Osaka City University)

1. はじめに

人は思考という内的活動を行っている際には、どこを見ているのか。これまで、視覚と聴覚を用いた、提示刺激の違いおよび計算の難易度の違いにおいて、どのような視線の動きがみられるのか¹⁾、また難易度ではなく解答時の提示内容に、算用数字とアルファベット²⁾や漢数字とカタカナを用いた場合³⁾などに、どのような違いがあるのかを確認した。

本研究においては、計算という思考、すなわち内的活動と、その解答を入力するという身体的活動が、どのように影響しあっているのかを、視線および指の動きという指標を通して明らかにすることを目的とした。

2. 方法

2.1 実験参加者 6名の成人男女を対象とした。

2.2 測定項目 アイマークカメラ（EMR-8：株式会社ナックイメージテクノロジー）、モーションキャプチャ、電子温度計（皮膚温）、心電図を用いた。

2.3 実験課題 全員に、複雑課題と単純課題の2課題を課した。いずれの課題も【3桁マイナス2桁】の問題を視覚的に提示し、解答を入力することとした。複雑課題においては、全ての問題において必ず繰り上がりを含み、単純計算課題においては、2桁の数字を【10あるいは20】で固定し、問題の難易度に差をつけた。いずれにおいても正答は3桁数字とした。

入力画面は、電卓などと同じく、下から123、と3文字ずつの配置とし、0～9の数字および一文字削除キー（CE）を提示した（図1）。

提示時間は2秒（3桁数字）/1秒（演算子・－）/1秒（2桁数字）/入力画面（8秒）とし、時間がくれば次々と切り替わるものとした。

2.4 手続き 実験室に入室後、タッチパネル使用時の入力指などの確認を行なった。次に座る

位置やディスプレイとの距離など確認の後、アイマークカメラを頭部に、モーションキャプチャのセンサを入力指爪に、皮膚温センサは非入力手の第二指第一関節腹側につけ、心電図の電極を貼付し、着席した。問題については例題を提示し、提示する内容、自動的に移り変わるといったことについての説明を行った。そして最初に安静時間を3分間とった。

その後、課題は3桁－2桁の計算課題であること、入力画面以外においては指を指定場所に置いておくことなどを教示し、実験1（6分間/30問）を行い、1分間の休憩、教示、実験2（同）、再度1分間の休憩を取り、全ての装置を外した後、実験についてのアンケートを行い、終了した。課題の順番は、ランダムに入れ替えることによりカウンターバランスをとった。実験場所は、温度と湿度を一定に保ち、また窓がなく、外部からの刺激を受けにくいことから、大阪市立大学内、人工気候室にて行った。

図1 入力画面

（数字部分：以下「キーボード」）

3. 結果

3.1 正答率 複雑計算課題と単純計算課題においては、単純計算課題の正答率が高いことによる有意差がみられた。平均正答率および範囲は、複雑計算課題では43.9%（16.7～60%）、単純計算課題では98.3%（93.3～100%）であった。

3.2 主観的評価 問題の難易度について、1-7の7段階で評価を得た。1を易、7を難とし、その結果、単純計算課題においては平均1.8、複雑計算課題においては平均6.2となった。正答率と同

様、複雑計算課題と単純計算課題との間に有意差がみられた。

3.3 視線の動き 入力画面を、8つに分けて解析した。そのうち、画面内「キーボード」(図1参照)に向けられた視線の割合の2例を図2に示す。

実線は正答、点線は誤答とし、●は複雑計算課題、□は単純計算課題の結果とした。

図2 解答時における視線の「キーボード」内にあった割合 (上・実験参加者Aの場合、下・実験参加者Bの場合：単純計算課題において全問正解であったため、単純計算課題は正答のみを提示)

3.4 指の動き 積算移動距離などにおいては、複雑計算課題が多い傾向にあった。これは、単純計算課題は入力に対して必要な動きを、複雑計算課題ではそれ以外の動きを含む動きがみられたためであると考えられた。(図3)。

図3 指の軌跡例 (左：複雑、右：単純)

3.5 反応潜時 解答時において、解答画面が提示されてから、入力を開始するまでの時間を計測した。それを課題ごとに、解答結果、すなわち正答と誤答に分け、各々の平均を確認した。その結果、複雑計算課題においては正答が3.05秒、誤答が4.45秒であり、正答が速いことによる有意差がみられた。単純計算課題においては67%が全問正答である中で平均を算出し、正答が1.14秒、誤答が2.93秒であった。

4. 考察

正答率および主観的評価より、単純計算課題は簡単であり、複雑計算課題においては難しいと捉えていることが伺える。

視線の動きは指の動きに比し、多様な内面活動と関わっており、個人による差が大きく、課題の難易、解答の正誤により複雑な時間経過をたどり変化することが分かった。

単純計算課題では、計算自体が簡単であるため、計算が終了した後に指を動かすと考えられる。そのため指の動きにおいては移動距離が短い。これは入力する内容が、入力するという動作を開始する前に明確になっているため不要な動きが少なく、最短距離で入力するためであると考えられた。逆に複雑計算課題では、計算自体が難しいため、必ずしも計算が終了した後に指を動かすのではないと推測された。考えながら指を動かし、解答3桁数字の一部をまず入力し、その付近に入力指を置いたまま、その先の答えを計算しているといった動きがみられ、そのために積算移動距離などが増加すると考えられた。

参考文献

- 1) 松田 典子他：“視覚および聴覚提示課題による精神的負荷強度の違いが視線の動きに与える影響”，人間工学，Vol. 48，No. 6，pp. 334-340，2012.
- 2) 松田 典子他：“計算タスクにおける解答中の提示情報が視線の動きに与える影響”，人間工学，Vol. 49，Supplement，pp. 132-133，2013.
- 3) 松田 典子他：“計算タスクにおける解答中の提示情報が視線の動きに与える影響 その2”，人間工学，Vol. 50，Supplement，pp. 412-413，2014.