

迷路を用いた神経心理学的検査のゲーミフィケーション

202G025 片桐 渉真・202G043 坂根 卓・202G070 松木 広輝

問題

神経心理学においては、さまざまな検査課題が用いられ、高次脳機能障害患者などを対象に、その認知機能の評価が行われる。近年、このような検査課題からヒントを得て、それをゲーム化する試み（ゲーミフィケーション）が行われるようになってきた (Lumsden et al., 2016)。高次脳機能障害のリハビリにおいては、認知訓練課題の負荷が高く、反復的で、それが患者にストレスを与え、訓練からの離脱につながりやすいのに対し、ゲーム化された課題は患者のモチベーションを高め、訓練の持続や効果の増大が期待されている。

筆者らは、前頭葉機能の一つである計画性を評価する課題を探していたところ、ポーテウス迷路課題 (Porteus, 1956) に行き着いた。迷路課題は WISC-III まで補助検査として用いられ、不注意や衝動の抑制困難をもつ対象児への反応性があると現場で評価されていたという (大島, 2012)。そこで、本研究では迷路課題をゲーム化して応用することで、対象者の前頭葉機能を測ることはできないか検討した。また、アイトラッカーを用いて課題実行時の視線行動を記録・分析することで、参加者の内的過程を探る試みも行った。ゲームである迷路課題によっても前頭葉機能の評価が可能であれば、それを繰り返して用いることで、遊びを通じた機能訓練も可能となるかもしれない。

方法

参加者 実験参加者は、比治山大学に在学中の学部生 17 名 (男性 6 人, 女性 11 人) であった。

装置 実験課題の実施のために Windows PC とディスプレイ、ゲームコントローラーを使用した。また、迷路課題実行時の参加者の視線を調べるためにアイトラッカー (Tobii Eyetracker 4C, 研究用途ライセンス付き) を使用した。

課題と手続き 実験では、本研究のために開発したコンピュータプログラムを用いて複雑性の異なる様々な迷路を提示した。迷路は、壁や通路の部品を配置する縦横のマス目によって 4 水準 (10×10, 15×15, 20×20, 30×30) の複雑性をもったものをそれぞれ 3 回試行した。参加者は、コンピュータ画面上に提示された迷路を、ゲームコントローラーでコマを進めながら解いた。その時の遂行時間と袋小路に入ったエラー、迷路提示後スタートするまでの待機時間の長さを評価

指標とした。また課題遂行時の視線を記録して分析対象とした。実験後、参加者は ADHD 傾向を調べる CAARS 日本語版に回答した。本研究では、CAARS のスコアについて、A:不注意/記憶の問題、B:多動性/落ち着きのなさ、C:衝動性/情緒不安定、D:自己概念の問題の 4 つの項目との関係性を調べることで前頭葉機能に関連する特性を検討した。

結果

実験の結果、迷路レベルが上がるにつれ、所要時間が長くなり (Figure 1 ; $F(3,48) = 110.384, p = .000, \eta^2 = .873$), エラー数が増加していた (Figure 2 ; $F(3,48) = 22.864, p = .000, \eta^2 = .588$)。それに対して、待機時間の長さについては、迷路レベルの効果は統計的に有意であるとは認められなかった (Figure 3 ; $F(3,48) = 1.387, p = .265, \eta^2 = .080$)

Figure 1 所要時間の結果

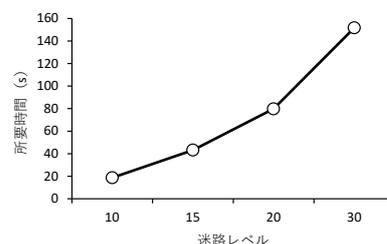


Figure 2 エラー数の結果

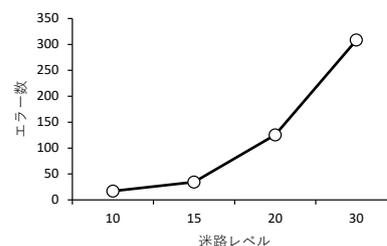
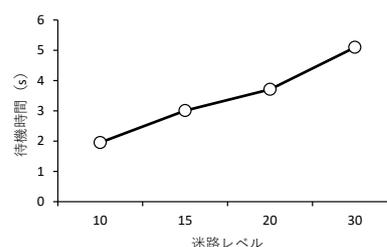


Figure 3 待機時間の長さの結果



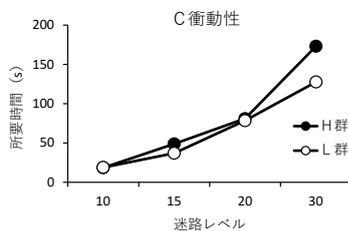
また、CAARS の下位尺度ごとに、その特性が平均

よりも高い群 (H群) と低い群 (L群) に参加者を分類し (Table 1), 所要時間やエラー数との関連を調べたところ, 所要時間において C:衝動性の高低×迷路レベルの交互作用が認められ ($F(3,45) = 4.379, p = .032, \eta^2 = .226$), 下位検定の結果, 迷路レベル 30 において, 衝動性の高い参加者は低い参加者よりも課題の所要時間が長かったことがわかった (Figure 4)。

Table 1 CAARS による参加者の分類 (括弧内は人数)

	A:不注意	B:多動性	C:衝動性	D:自己概念
H群	21.9 (10)	20.1 (7)	18.0 (9)	14.0 (9)
L群	7.0 (7)	5.7 (10)	5.3 (8)	5.9 (8)
全体	15.8 (17)	11.6 (17)	12.0 (17)	10.2 (17)

Figure 4. 所要時間の C:衝動性×迷路レベル交互作用



視線行動については, 迷路提示後, スタートするまでの待機時間を4つのセクションに分けて平均視線位置 (スタートからの相対的距離) を調べたところ, B:多動性 (Figure 5) と D:自己概念 (Figure 6) で, 群×セクションの交互作用が有意で (それぞれ, $F(3,42) = 3.752, p = .023, \eta^2 = .211$; $F(3,42) = 3.925, p = .019, \eta^2 = .219$), これらの傾向が高い参加者は, ゴールからスタートに向けて経路を探索していたことがわかった。

Figure 5 視線の B:多動性×セクション交互作用

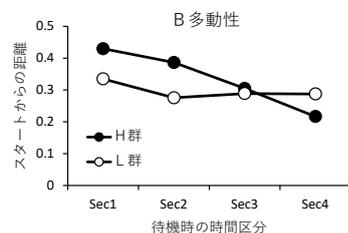
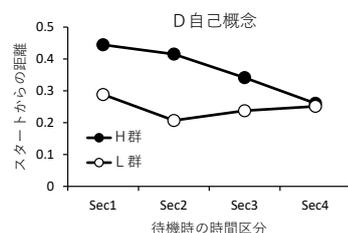


Figure 6 視線の D:自己概念×セクション交互作用



考察

本研究の結果, 難易度がもっとも高かったレベル 30 の迷路において, 衝動性の高い参加者は低い参加者よりも所要時間が遅延することがわかった。このことから, 気分が変わりやすく, すぐに腹を立てたりイライラしやすい傾向をもつ人は, 複雑な迷路を苦手とすることが推測された。

また, 視線行動を分析した結果からは, 多動性の高い参加者や自己概念の問題傾向をもつ参加者では, スタート前の待機時間にゴール方向からスタート地点に向けて逆方向に迷路を探索している様子が認められた。落ち着きがなく同じ作業を長時間続けられなかったり (多動性の問題), 自尊心が低く自信がない人 (自己概念の問題) が迷路を逆方向に探索していたのは, 失敗を避けるための方略なのかもしれない。あるいは, 本研究では「できるだけ速く」迷路を解くように指示はしなかったが, できるだけ速く解こうとしていたのかもしれない。

本研究では参加者が 17 名と十分ではなかったため, 結果の統計分析において, より確証をもてる結果が得られたとは言えないところがあった。今後より多くの参加者を用いた検証が必要だと思われる。

最後に, 現在の医療現場では, 子どもの発達障害や, 高齢者の認知症, 多くの年代における高次脳機能障害を理解するために, さまざまな検査課題が用いられているが, 課題を行っているときの視線行動を調べることで, 対象者の内的な情報処理過程に関するより詳細な情報を得ることが期待される。したがって, 本研究のような試みは今後さらに必要となるのではないだろうか。

引用文献

- Lumsden, J., Edwards, E. A., Lawrence, N. S., Coyle, D., Munafò, M. A. (2016). Gamification of Cognitive Assessment and Cognitive Training: A Systematic Review of Applications and Efficacy. *JMIR Serious Games*, 4(2): e11. doi: 10.2196/games.5888.
- 大島 吉晴 (2012). 発達障害児の心理査定に関する研究(6)—WISC-IV と WISC-III「迷路」の相関分析—日本心理学会第 76 回大会 (3PMC05)
- Porteus, S.D. (1956). Porteus maze test developments. *Perceptual and Motor Skills*, 6, 135-142.