

# マウスカーソルに基づく行動指標の定量的評価: Drift diffusion model パラメータとの相関に着目して

## Quantitative evaluations of behavioral indexes based on mouse cursor: Focusing on relationships with drift diffusion model parameters

白砂 大<sup>†</sup>, 香川 璃奈<sup>‡</sup>, 本田 秀仁<sup>†</sup>  
Masaru Shirasuna, Rina Kagawa, Hidehito Honda

<sup>†</sup> 追手門学院大学, <sup>‡</sup> 筑波大学  
Otemon Gakuin University, University of Tsukuba  
m.shirasuna1392@gmail.com

### 概要

本研究では, 二者択一課題中におけるマウスカーソルの軌跡, 特にマウスの最大速度時点(衝動性の指標)を, drift diffusion model におけるドリフト率(証拠蓄積の速さ)や閾値幅(慎重さ)との相関から定量的に評価した。行動実験の結果, 最大速度時点が, ドリフト率と負の相関を示し, 閾値幅と正の相関を示した。よって, マウスカーソルの軌跡に基づく分析が, 一定程度の妥当性を持つことが示唆された。

キーワード: マウスカーソルの軌跡, 二者択一課題, 認知特性, drift diffusion model

### 1. 背景・目的

複数の選択肢から 1 つを選ぶ際に, 人は限られた認知資源のもとで, 1~2 秒程度という短い時間で判断を行うことがある。このような判断時における認知特性の検証については近年, 課題中のマウスカーソルの軌跡に基づく分析(以下, マウス分析)が行われている(e.g., Freeman & Ambady, 2010; Stillman et al., 2020)。マウス分析には様々な指標が存在するが, 特に短時間での判断においては, 「開始から何秒の時点で, マウスの速度が最大になったか」(以下, 最大速度時点)が, 衝動性の指標として提案されている(e.g., Yamauchi et al., 2019)。最大速度時点は一般に, 最大速度に達するまでの時間が短いほど, 衝動性が高いと解釈される。

しかし, このようなマウスカーソルの軌跡に基づく指標がどの程度, 個人の認知特性を検証するうえで有用といえるかについては, これまであまり検証されていない。本研究では, 衝動性の指標となる最大速度時点が, 人の認知特性を記述する代表的なモデルである Drift diffusion model (以下, DDM)のパラメータとどの程度相関するかという観点から, この点を検証した。DDM では, 各選択肢に対する証拠が時間とともに蓄積されていき, ある選択肢についての証拠が一定の閾値に達した時点で, その選択肢が選ばれることを仮定する(e.g., Ratcliff et al., 2016)。DDM では一般に, ドリフ

ト率(証拠蓄積の速さ), 閾値幅(慎重さ), 開始点(選択のバイアス), 非決定時間(刺激処理と運動に要する時間)の 4 つのパラメータが設定される。

ここで, これら 4 つのパラメータのうち, マウス分析における最大速度時点と強く相関すると考えられるものとして, ドリフト率と閾値幅に着目した。なぜなら, 短時間で衝動的に選択肢を選ぶような人, すなわち課題開始後すぐにマウスを走らせるような人は, 証拠を蓄積するスピードが速く, 慎重さに乏しいと考えられるためである。より具体的には, 「最大速度時点が早い人は, ドリフト率が大きく, 閾値幅が小さい」こと, 換言すれば,

- ・最大速度時点とドリフト率には負の相関がある
  - ・最大速度時点と閾値幅には正の相関がある
- という 2 点が予想される。

本研究では, マウス分析における最大速度時点と, DDM におけるドリフト率または閾値幅という各パラメータとの相関から, マウス分析の有用性を定量的に検証することを目的とした。

### 2. 方法

**実験参加者:** 20~59 歳の日本人 42 名が参加した(男性 12 名, 女性 30 名,  $M_{age} = 39.7$ ,  $SD_{age} = 10.9$ 。うち 3 名は, データ測定に不備が生じたため, 後の分析から除外した)。

**刺激・手続き:** 実験参加者にはまず, 固視点が 0.5 秒間呈示された。その後, 参加者は黒白の格子刺激が呈示され, 「黒い部分の面積は, 全体の 50%より多いと思いますか」という質問に「はい」か「いいえ」かで回答するよう求められた(図 1)。「はい」または「いいえ」のいずれかがクリックされた後, 再び固視点が 0.5 秒間呈示され, 以上の手続きが繰り返された。マウスカーソルは, 各試行の開始時(格子刺激の呈示時)には, 必

ず画面中央にリセットされるようになっていた。格子刺激は1ブロック80枚呈示され、参加者はこれを9ブロック、全720刺激について回答した(うち「低難易度」として設定された半数の試行は、参加者の正答率がほぼ100%だったため、後の分析から除外した)。各ブロックの間には2分の休憩時間が設けられた。



図1 実験刺激画像の例

分析: 行動実験では、マウスカーソルの位置(画面上のxy座標)およびその際の時間(刺激呈示からの時間)がフレームごとに記録されており、これをマウスの最大速度時点の分析に用いた。また、「試行の開始時から、『はい』か『いいえ』がクリックされるまで」の時間を反応時間と定義し、反応時間と回答、およびその正誤に基づいて、DDMのパラメータを参加者ごとに推定した(マルコフ連鎖モンテカルロ法に基づくシミュレーションによる。チェーン数3, サンプル数3000, パーンイン1500)。

### 3. 結果

参加者ごとに、最大速度時点(全試行における平均値)を算出し、ドリフト率(絶対値)および閾値幅を推定した。結果として、最大速度時点とドリフト率は有意な負の相関を(Spearman's rho =  $-0.68, p < .05$ ), 最大速度時点と閾値幅は有意な正の相関を(Spearman's rho =  $0.37, p < .05$ ), それぞれ示していた(図2)。以上より、マウスの最大速度時点という行動指標が、選択課題における認知特性を記述するDDMのパラメータと高く相関することが明らかとなった。

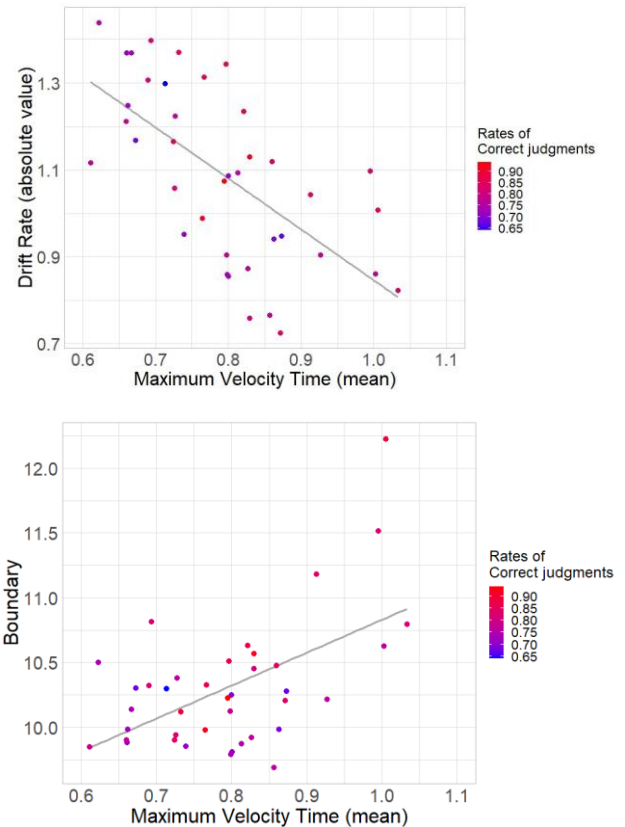


図2 上: 最大速度時点(平均値)とドリフト率(絶対値)との相関。下: 最大速度時点(平均値)と閾値幅との相関。各点は各参加者を示す。色のグラデーションは個人の正答率を示しており、赤色ほど高正答率を意味する(今回の分析では使用せず)。

### 4. 考察

本研究では、マウスカーソルの軌跡という行動指標が、個人の認知特性をどの程度よく説明できるかを定量的に評価することを試みた。具体的には、衝動性の指標とされる最大速度時点に着目し、この指標が、DDMにおけるドリフト率(証拠蓄積の速さ)や閾値幅(慎重さ)と相関しているかどうかを検証した。行動実験の結果、最大速度時点が、ドリフト率と負の相関を示し、閾値幅と正の相関を示したことから、マウス分析が一定程度の妥当性を持っていることが示唆された。

本研究の限界点としては、参加者がマウスを開始地点から選択肢に向けて動かしていることを前提としている点である。人によっては、例えば刺激画像をマウスでなぞって考えた後で、選択肢を選びに行くという人もいるかもしれない。このようなケースを分離する

など、より詳細にマウスカーソルの軌跡を調べていくことが、今後は求められるだろう。

個人の認知特性を詳細に検討する際には、一般に、膨大なデータ数(参加者)を集めて類型化を行う必要がある。マウス分析は、時間的・金銭的に低コストで、かつ参加者を強く拘束することもない手法であるため、個人の多様な認知特定を解明するうえで非常に有用な手法といえるだろう。さらに、マウスカーソルの動きから認知特性を推定できる可能性は、コロナ禍で Web 実験の比重が大きくなりつつあるなかで、一層注目されることも予想される。本研究は、マウスカーソルの軌跡という行動指標の妥当性を評価することを通して、その重要性を改めて強調する研究だといえる。

## 文献

- Freeman, J. B., & Ambady, N. (2010). MouseTracker: Software for studying real-time mental processing using a computer mouse-tracking method. *Behavior Research Methods*, *42*, 226–241. <https://doi.org/https://doi.org/10.3758/BRM.42.1.226>
- Ratcliff, R., Smith, P. L., Brown, S. D., & McKoon, G. (2016). Diffusion decision model: Current issues and history. *Trends in Cognitive Sciences*, *20*(4), 260–281. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.01.007>
- Stillman, P. E., Krajbich, I., & Ferguson, M. J. (2020). Using dynamic monitoring of choices to predict and understand risk preferences. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *117*(50), 31738–31747. <https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.2010056117>
- Yamauchi, T., Leontyev, A., & Razavi, M. (2019). Assessing emotion by mouse-cursor tracking: Theoretical and empirical rationales. *8th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction, ACII 2019*. <https://doi.org/10.1109/ACII.2019.8925537>