

# ダミーカーソル実験におけるカーソルサイズが自身のカーソル特定にもたらす影響

辻本幸輝<sup>†1</sup> 山岸丈留<sup>†1</sup> 安中勇貴<sup>†1</sup> 相澤裕貴<sup>†2</sup> 渡邊恵太<sup>†1</sup>

**概要:** 複数の同じ色形のカーソルから「自身の」と感じるカーソルを探索するダミーカーソル実験がある。本研究では、ダミーカーソル実験においてカーソルサイズが自身のカーソル特定に影響を与えるか調べた。また、その結果からダミーカーソル実験に適したカーソルサイズを考察した。実験の結果、ダミーカーソル実験において適切なカーソルサイズは5cmであることがわかった。

## 1. はじめに

GUI上のカーソルを「自身の」と感じる原因を調べるダミーカーソル実験がある[1]。ダミーカーソル実験は、ディスプレイに色形が同じでそれぞれ動きが異なるカーソルを複数表示する。参加者はその中から「自身の」と感じるカーソルを探索する。実験の結果、参加者は同じ色形のカーソルが複数あっても、動きの情報から自身のカーソルを特定できることがわかった。この実験からマウス操作する手の動きとカーソルの動きの同期が、GUI上のカーソルを「自身の」と感じる原因であると考察した。

我々はこれまでにこのダミーカーソル実験環境の実験パラメータの調査や実験方法応用について研究してきた[1, 2, 3, 4]。具体的には、ダミーカーソルの動きのアルゴリズム[8]や、カーソルの速さとマウスの速さの比率[2]が実験難易度に影響を与えるのか調査した。

本論文では、カーソルサイズに注目した。たとえばカーソルサイズが大きいと他のカーソルと重なり自身のカーソルを特定しづらくなる。一方でカーソルサイズが小さすぎても、カーソルの動きが見えづらくなり自身のカーソルを特定しづらくなる。過去のダミーカーソル実験[1, 2, 3, 4]ではカーソルサイズは10~30pxで行っているが、それが実験をする上で適切なサイズであるかは明らかでない。

そこで本研究では、ダミーカーソル実験において自身のカーソル特定にカーソルサイズがどの程度影響するのか調べる。そして、実験結果からダミーカーソル実験に適したカーソルサイズを明らかにする。

## 2. 実験

### 2.1 タスク

参加者はディスプレイ上に表示される同じ色形の複数のカーソルの中から、自身の操作するマウスと同じ動きをするカーソルを探索する。

### 2.2 実験システム

実験システムには小川らのダミーカーソルプラットフォーム[5, 6]を使用した。ダミーカーソルプラットフォーム

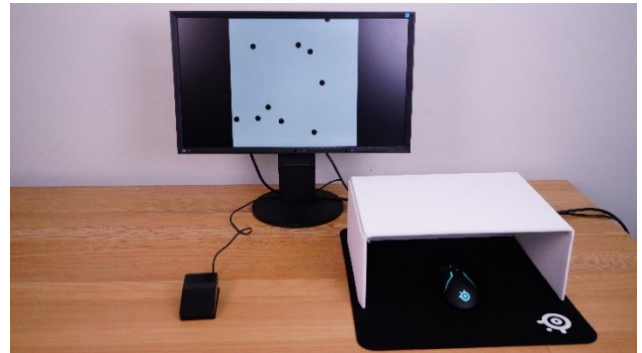


図1 ダミーカーソル実験

では先行研究[1]と同じく TorusDesktop[7]を採用している。これは端と端がつながったデスクトップである。たとえば、カーソルが画面の右側から画面外へ出ると画面の左側から出現する。またダミーカーソルのアルゴリズムは相澤らの回転角アルゴリズムを用いた[8]。

プラットフォームで使用したパラメータの中でも、実験条件に左右されないものは以下のとおりに設定した。

- ・ウィンドウサイズ：1080px
- ・セッション回数：5回
- ・カーソル速度：1倍
- ・遅延秒数：0秒
- ・タイムアウト時間：30秒

### 2.3 実験環境

実験環境(図2)を以下に示す。

- ・ディスプレイ：EIZO EV2336W-Z, サイズ 23 インチ, 解像度 1920 × 1080, リフレッシュレート 60 Hz
- ・OS：Windows10
- ・マウス：Rival 650 Wireless
- ・マウスパッド：SteelSeries 社 Ock マウスパッド 63004
- ・

本実験ではマウス操作時に参加者の手を隠すための屋根を設置し、参加者は前掛けを着用した。これは、参加者が自身の手の動きとカーソルの動きを見比べて、カーソルを探索するのを防ぐためである。実験の様子を図3に示す。

<sup>†1</sup> 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科

<sup>†2</sup> 明治大学大学院 先端数理科学研究科 メディアサイエンス専攻

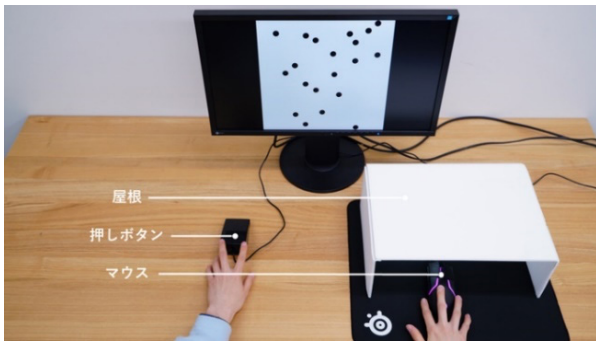


図2 実験環境

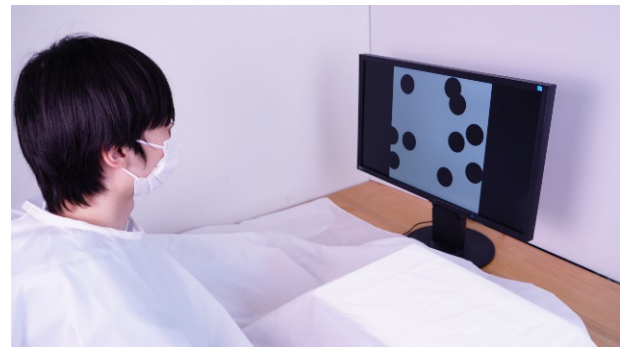


図3 実験の様子

## 2.4 カーソルサイズ

今回比較するカーソルサイズは以下の通りである。

0.03cm (1px), 0.27cm (10px), 5cm (189px), 10cm (377px), 15cm (566px), 20cm (754px), 28.64cm (1080px)

カーソルサイズはディスプレイの大きさに左右されないようにピクセルではなく物理的な大きさで決めた。5cm, 10cm, 15cm, 20cm を選んだ理由は、予備実験で自身のカーソル特定に差がありそうだったからである。それらに加えてディスプレイ上の最小単位 0.03cm (1px) と最大単位 28.64cm (1080px), ダミーカーソル実験[2, 3, 4]でよく使われる 0.27cm (10px) を用意した。

## 2.5 実験手順

実験手順 (図4) を以下に示す。

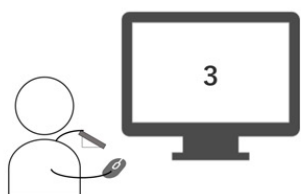
- 1) 画面に表示したカウントダウンが終わると実験がスタートする。
- 2) 画面に複数のカーソルを表示し、参加者は「自身の」と感じるカーソルを見つける。見つけたら押しボタンを押す。
- 3) 押しボタンを押すとすべてのカーソルを停止し、各カーソルに番号を表示する。参加者は自身のカーソルだと思うカーソルの番号を実験者に伝える。実験者は正誤を記録する。

これを1試行としてカーソルサイズの7パターンごとに5回ずつ、合計35試行を行った。また今回は、カーソル数による影響もあるか調べるために、カーソル数が10個の場合と20個の場合で2セット行った。これらは過去のダミーカーソル実験で使われているカーソル数である。

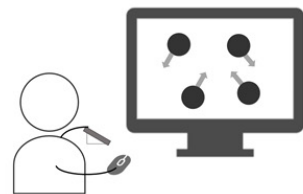
参加者の集中力を維持するために30秒の制限時間を設け、制限時間を過ぎると次のセットに移行する。

参加者が選んだカーソルが自身のカーソルであった場

### 1 カウントダウンの表示



### 2 自身のカーソルを探索



### 3 押しボタンを押して解答

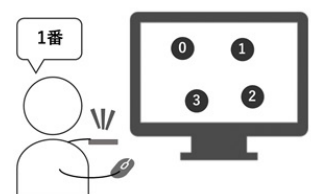


図4 実験手順

合を「特定成功」、ダミーカーソルであった場合を「特定失敗」とした。そして、制限時間を越えたときを「タイムオーバー」とする。「タイムオーバー」であった場合も「特定失敗」とした。

また、実験開始から押しボタンを押すまでの時間を探索時間とした。「タイムオーバー」のときの探索時間は30秒として換算する。

## 2.6 参加者

参加者は19~23歳の10名(男性9名, 女性1名)大学生または大学院生である。全ての参加者は正常な視力あるいは矯正視力を持っており、右利きであった。

## 2.7 結果

### 2.7.1 探索時間

カーソルサイズごとの探索時間のヒストグラムを図5に示す。どちらのヒストグラムも正規分布を仮定できないため、カーソルサイズごとの探索時間をノンパラメトリックなFriedman検定とSteel-Dwass検定で評価した。

どちらのカーソル数でもFriedman検定においても強い有意差( $p < .001$ )があった。図7と図8に探索時間の箱ひげ図とSteel-Dwass検定で見つかった有意差を示す。どちらの箱ひげ図を見ても、0.27cm・5cmが他より探索時間が短く、最小0.03cmと最大28.64cmが他と比べて極端に探索時間が長いことがわかる。

### 2.7.2 特定成功数

カーソルサイズごとの特定成功数のヒストグラムを図6に示す。どちらのヒストグラムも正規分布を仮定できないため、カーソルサイズごとの特定成功数をノンパラメトリックなFriedman検定とSteel-Dwass検定で評価した。

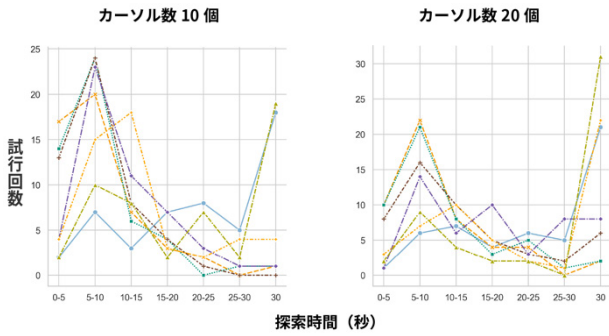


図 5 探索時間のヒストグラム

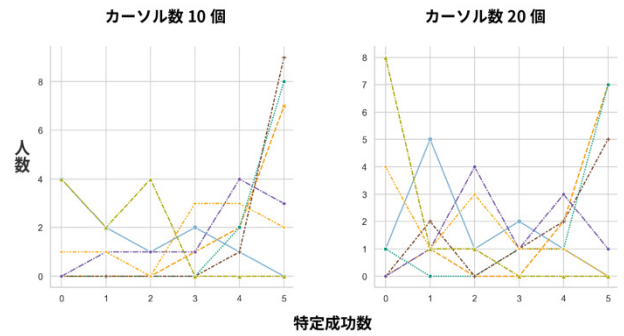


図 6 特定成功数のヒストグラム

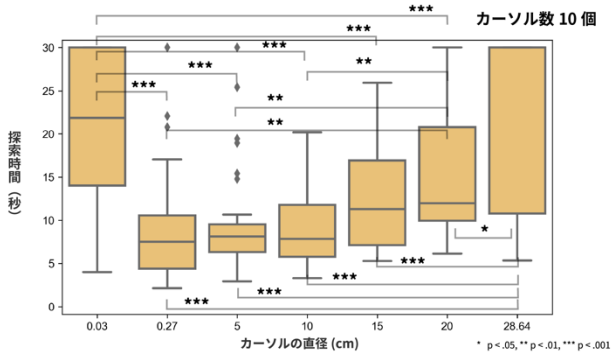


図 7 探索時間の箱ひげ図 (カーソル数 10 のとき)

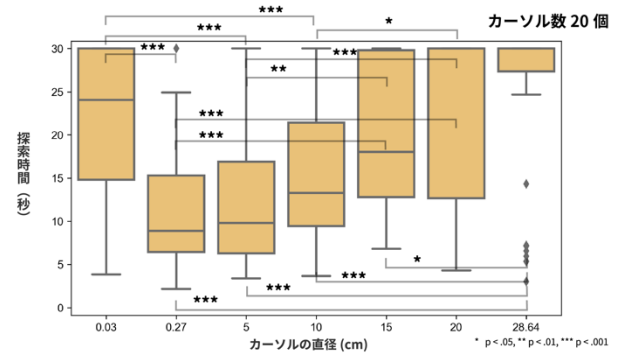


図 8 探索時間の箱ひげ図 (カーソル数 20 のとき)

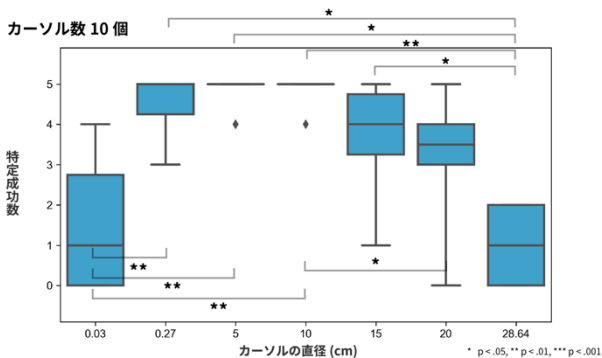


図 9 特定成功数の箱ひげ図 (カーソル数 10 のとき)

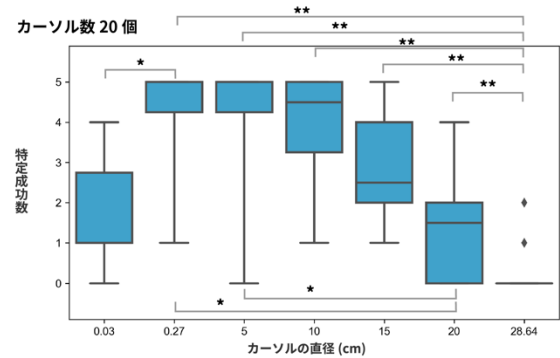


図 10 特定成功数の箱ひげ図 (カーソル数 20 のとき)

どちらのカーソル数でも Friedman 検定においても有意差 ( $p < .01$ ) があった。図 9 と図 10 に特定成功数の箱ひげ図と Steel-Dwass 検定で見つかった有意差を示す。どちらの箱ひげ図を見ても、0.27cm・5cm、10cm が他より特定成功数が多く、最小 0.03cm と最大 28.64cm が極端に特定成功数が少ない。

### 2.7.3 カーソル速度

全試行におけるカーソルの動きを観察したところ、カーソルサイズごとにカーソル速度が変化している様子を確認した。これを明らかにすべく 1 フレームあたりのカーソル移動距離を回帰分析した。このときカーソル速度が 0 のデータは省いている。その結果、カーソル数 20 のときカーソルサイズと速度の関係が 3 次曲線に近似できた (図 12)。一方で、カーソル数 10 のときは決定係数が 0.36 で相関があまりなかった。しかし、カーソルサイズ 0.03cm のときに

他の参加者と比べて極端にカーソル速度が大きい参加者のデータを省いたところ、図 11 のように 3 次曲線に近似できた。図 12 を見るとカーソルサイズが大きくなるとカーソル速度が増え、5cm を超えると減少傾向になり、20cm を超えるとまた増加傾向になる。

## 3. 考察

### 3.1 カーソルサイズが自身のカーソル特定に与える影響

カーソル数が 10 個の場合と 20 個の場合のいずれも、Friedman 検定の結果、最小 0.03cm と他のカーソルサイズとの間に有意差があった ( $p < .05$ )。図 9、図 10 の箱ひげ図に示すとおり、カーソルサイズが 0.03cm のときは、他のカーソルサイズに比べて特定成功数が少ない。また図 7、図 8 の箱ひげ図に示すとおり、カーソルサイズが 0.03cm のときは、他のカーソルサイズに比べて探索時間が大きい。これらのことから、ダミーカーソル実験において、カーソルが

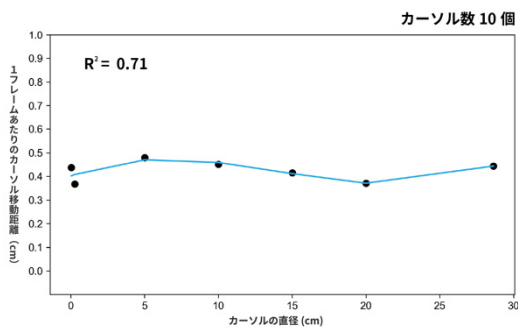


図 11 1 フレームあたりのカーソル移動距離  
(カーソル数 10)

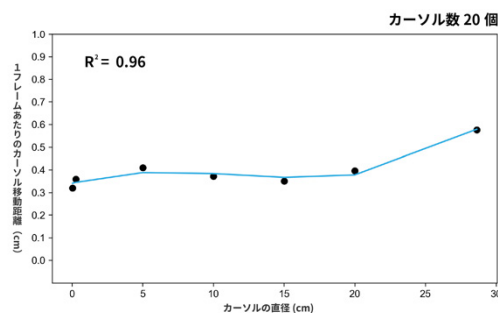


図 12 1 フレームあたりのカーソル移動距離  
(カーソル数 20)

小さすぎるとカーソルの特定が難しくなることがわかった。これは、カーソルサイズが極端に小さいとカーソルを見失いやすくなる可能性を示唆する。

一方で、Firedman 検定の結果 28.64cm と他のカーソルサイズとの間に有意差があった( $p < .05$ )。また図 6, 図 7 の箱ひげ図からカーソルサイズが 28.64cm のとき、探索時間が他のカーソルサイズに比べて非常に大きい。これらのことから、カーソルサイズが極端に大きいと、ダミーカーソル実験のカーソルの特定が難しくなる。

これは、カーソルサイズが極端に大きいと複数のカーソルが重なり要因を示唆する。これは実験後のインタビューでの、「カーソルサイズが大きいと画面の大部分が黒くなってしまい分かりづらい」「画面が白い部分でカーソル特定をした」という回答とも一致する。そのため、カーソルの境界が分かればカーソルサイズは自身のカーソル特定に影響しない可能性もある。

本実験で用いたカーソルには、境界線がない。そのためカーソルが重なると区別の視認が難しい。カーソルに境界線を描画することにより、カーソルサイズが大きめであっても、その影響を軽減できる可能性がある。

### 3.2 ダミーカーソル実験に適したカーソルサイズ

図 7, 図 8 に示すように、カーソルサイズが 0.27cm, 5cm, 10cm の間には有意差がなかった。また探索時間はいずれも 20 秒以内であった。このことから、カーソルサイズが 0.27cm, 5cm, 10cm の場合は自身のカーソル特定が容易であることが分かる。また、図 7, 図 8 に示すとおりカーソルサイズが 5cm のときは探索時間の最大値と最小値の幅が最も小さい。このことから、カーソルサイズが 5cm のときは、参加者間で探索時間に差がないことが分かる。以上のことから、ダミーカーソル実験において適切なカーソルサイズは 5cm が望ましい。

ただし、このパラメータは今回と同じ実験環境しか適用していない可能性がある。先行研究でダミーカーソル実験にウィンドウサイズが影響することがわかっている[1]。そのため、適したカーソルサイズとカーソル数はウィンドウサイズによって変わる可能性がある。今後は、カーソルサイズ・カーソル数・ウィンドウサイズの 3 つの関係が

ら、ダミーカーソル実験に適した環境を模索する。

### 3.3 カーソルサイズがマウス操作速さに与える影響

図 11, 12 に示すように、カーソルサイズが極端に小さい場合、カーソルの移動速度が小さい。実験後のインタビューでは、「マウスを速く動かすとカーソルを見失ってしまうため、マウスをゆっくり動かしてカーソルを探索した」という回答が多くあった。

一方で、カーソルサイズが極端に大きい場合、カーソルの移動速度が大きい。これは、カーソルが画面上に占める割合が大きく画面の大部分が黒くなるため、自身のカーソルを特定するために余白をつくろうと動かした結果、カーソル移動速度が大きくなると推察する。これは実験後のインタビューでの「カーソルの画面占有率が大きいため、余白の部分でカーソル特定をした」という回答に基づく。

また、カーソルサイズが 5cm のとき、カーソル速度が大きくなる。これは、自身のカーソルを特定しやすいサイズのため、自由に動かすことによって 1 フレームあたりの移動距離が大きくなる可能性がある。

## 4. おわりに

本研究では、ダミーカーソル実験におけるカーソルサイズが自身のカーソル特定にもたらす影響について調べた。その結果、カーソルサイズがカーソル特定に影響を与えることがわかった。

## 参考文献

- [1] 渡邊恵太, 樋口文人, 稲見昌彦, 五十嵐健夫:複数ダミーカーソル中における自分自身のカーソル特定, 情報処理学会インタラクティブ 2013, (2013).
- [2] 中川由貴, 相澤裕貴, 渡邊恵太. "ダミーカーソル実験における自身のカーソル特定とカーソル速度の関係." 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) 2021. 20 (2021): 1-4.
- [3] 神保一馬. "ダミーカーソル実験における受動的な探索での自身のカーソル特定." 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) 2021. 17 (2021): 1-5.
- [4] 相澤裕貴, 渡邊恵太:ダミーカーソル環境における動的視野制限法を用いた自身のカーソル探索時の視野範囲調査, 第 24 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, (2019).
- [5] "DummyCursorPlatform". <https://github.com/keitab/DummyCursorPlatform>. (参照 2020-02-17).

- [6] 小川恭典, 相澤裕貴, 渡邊恵太. 実験者フレンドリーなダミーカーソル実験プラットフォームの開発, 情報処理学会インタラクション 2021, (2021).
- [7] Huot, Stéphane, Olivier Chapuis, and Pierre Dragicevic. TorusDesktop: pointing via the backdoor is sometimes shorter. " Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems. (2011).
- [8] 相澤裕貴, 渡邊恵太. "ダミーカーソルアルゴリズムがもたらす自身のカーソル発見への影響調査. " 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI) 2019. 9 (2019): 1-6.