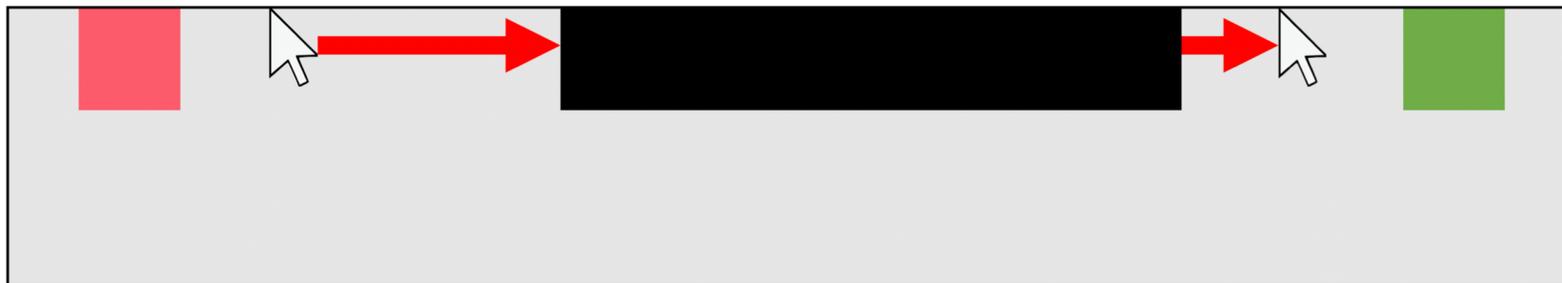


ノッチの左右でワープするカーソルの効果の検証

大場洋介, 宮下芳明

明治大学



ワープによってターゲットまでの経路を短縮し、操作時間の増加を抑制できる可能性

背景

ポインティング：ターゲットを選択すること

※ターゲット：選択したいボタンやアイコン



速く正確に選択できることが望ましい

背景 (HCI199)

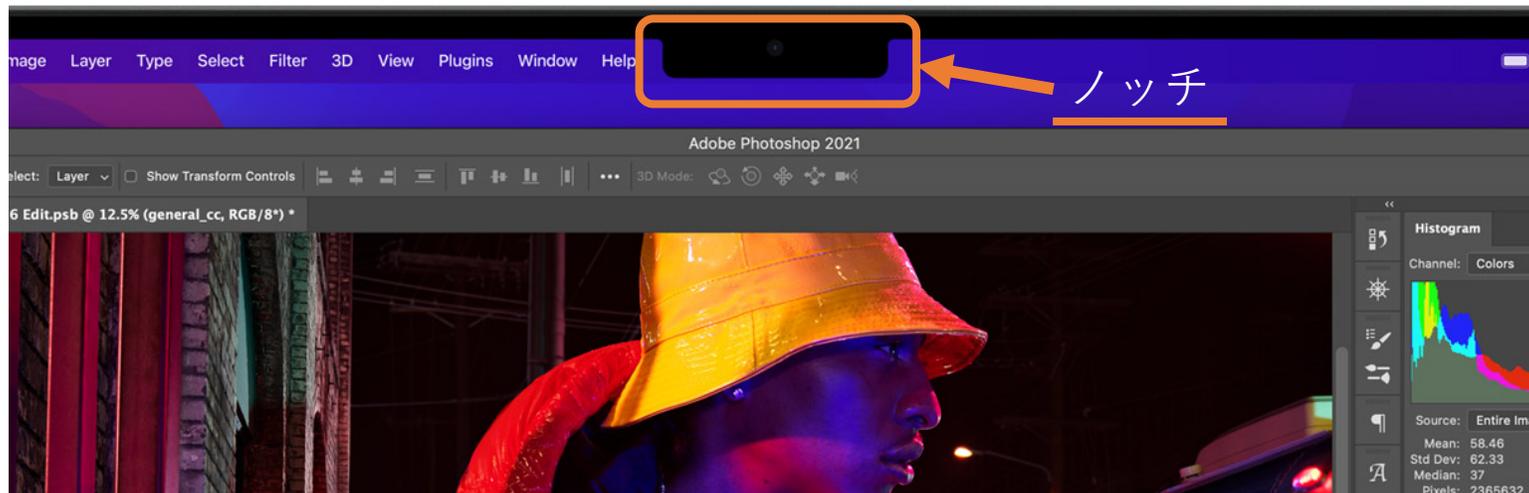
MacBook Pro (2021) のディスプレイにノッチが配置された

ノッチ：描画が行われない黒い領域

問題点：ノッチはデフォルトサイズのカーソルを完全に隠してしまう

→ 特定の状況でノッチがポインティングの操作時間を増加させる

画面上端にあるターゲットから、同じく画面上端にある他のターゲットを選択する状況



背景 (HCI200)

ノッチを回避して操作することが望ましい



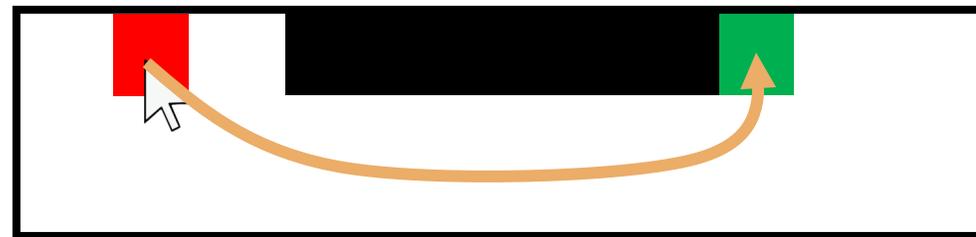
回避する戦略



画面上端に沿わせる戦略

ノッチを「カーソルが進入できない領域」にすることが望ましい

ノッチと隣接するターゲットを高速に選択することができる



背景

ノッチの左右でワープするカーソルを用いることによる効果を検証

利点

ターゲットまでの経路の短縮, ノッチにカーソルが完全に隠される状況をなくせる

懸念点

ワープによってカーソルの急激な移動が操作に影響を及ぼす可能性

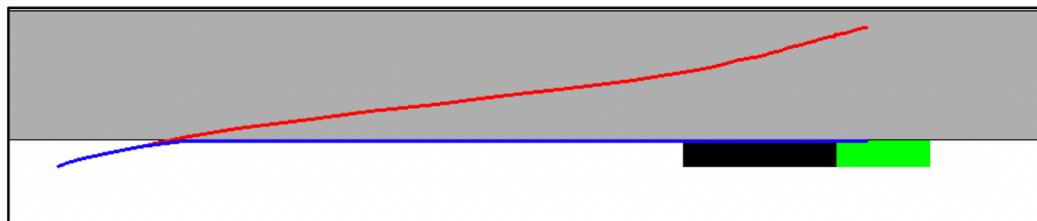


関連研究

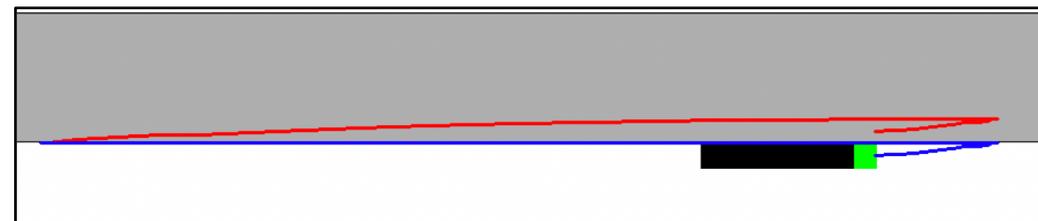
ノッチが操作時間を増加させる要因：参加者が行った操作の戦略が影響

ノッチによってカーソルが隠れてしまうため、操作に戦略が必要

1) 画面上端に沿わせる戦略

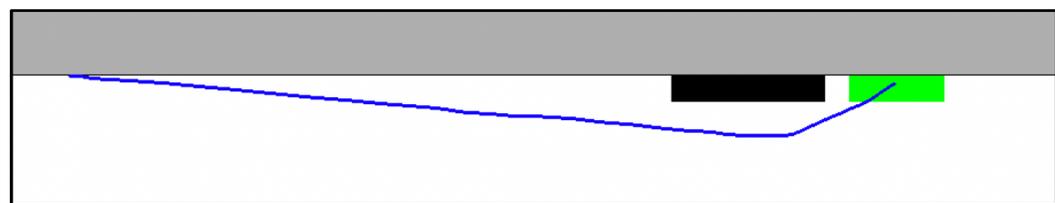


カーソルの見失い



経路の増加

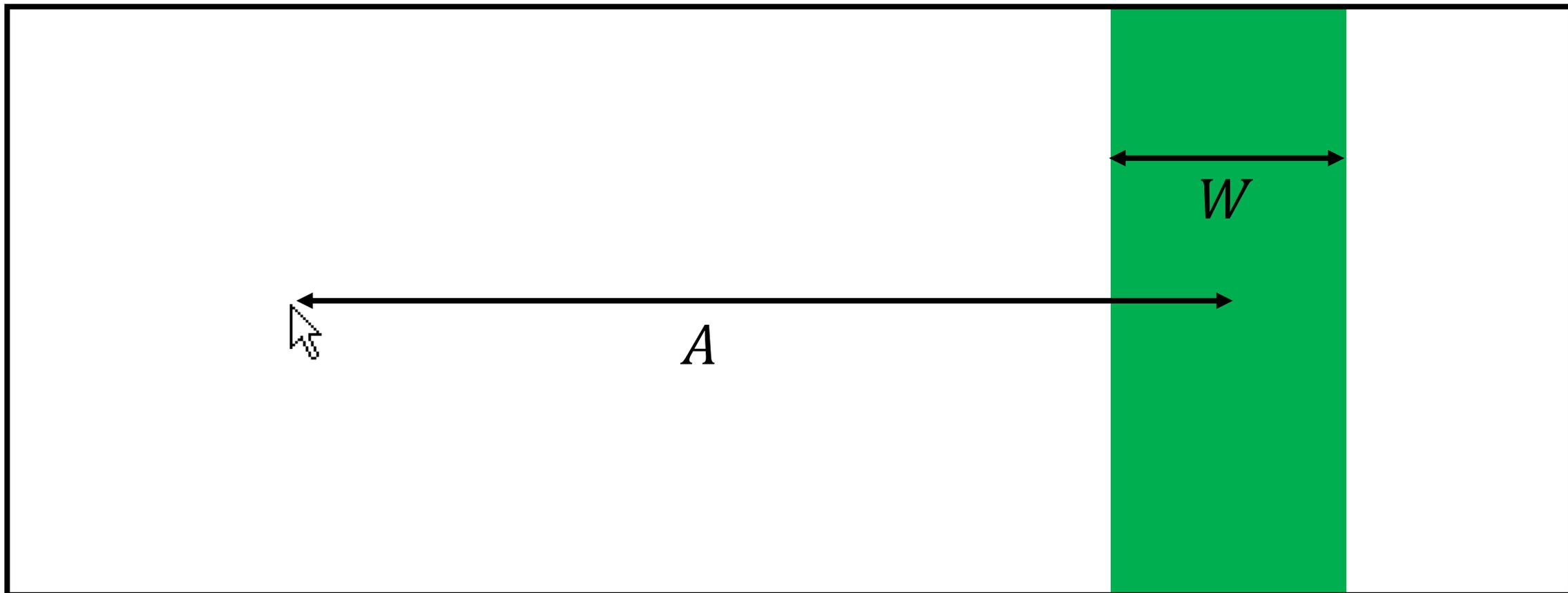
2) ノッチを回避する戦略



経路の増加

関連研究 (操作時間予測モデル)

フィッツの法則 ターゲットまでの距離(A)とターゲットの幅(W)から操作時間を予測

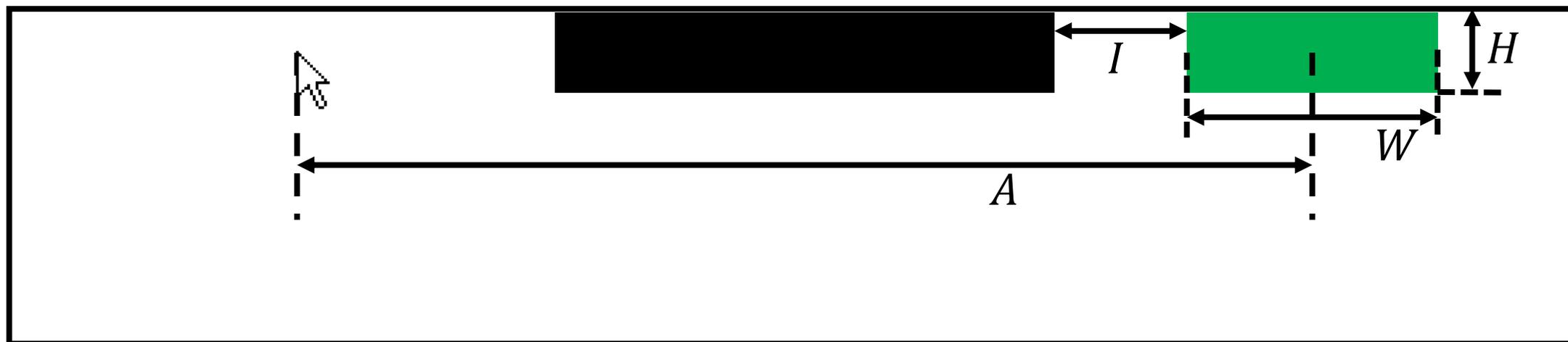


$$MT = a + bID, \quad ID = \log_2 \left(\frac{A}{W} + 1 \right)$$

関連研究 (操作時間予測モデル)

ノッチとターゲットの間隔を考慮した操作時間予測モデル

画面上端のターゲットから、画面上端の他のターゲットを選択する状況を想定



$$MT = a + b_1 \log_2 \left(\sqrt{c \left(\frac{A}{W} \right)^2 + (1 - c) \left(\frac{A}{H} \right)^2} + 1 \right) + b_2 \log_2 \left(\frac{1}{I + 0.0049} + 1 \right)$$

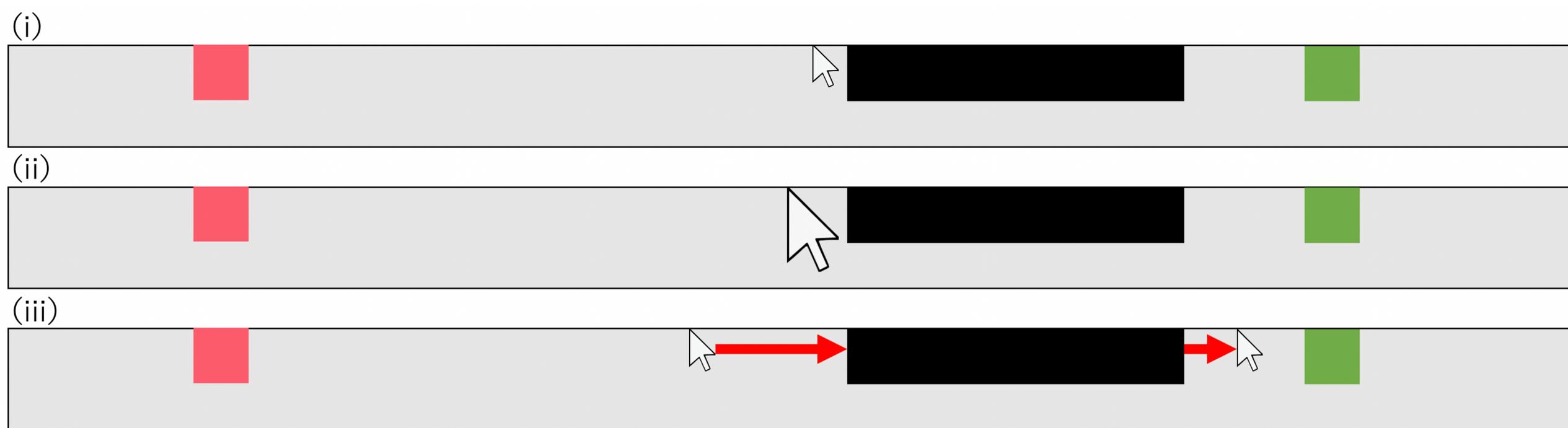
検証

ノッチの左右でワープするカーソルを用いることによる効果を検証

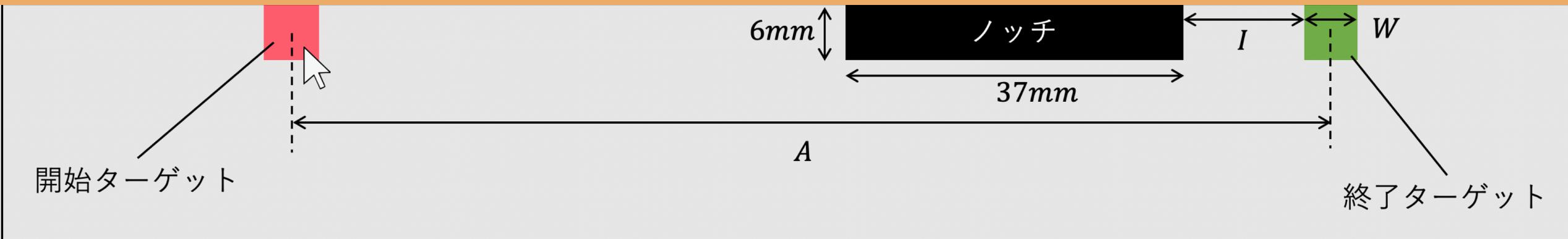
(i) デフォルトサイズのカーソル

(ii) デフォルトサイズの2倍のカーソル → ノッチにカーソルの全体が隠れない

(iii) ノッチの左右でワープするカーソル → 経路の短縮, ノッチにカーソルの全体が隠れない



実験



タスク ピンク色の開始ターゲットを選択→緑の終了ターゲットを選択

デザイン

A : ターゲットまでの距離
100, 200 mm

W : ターゲットの幅
6 mm

I : ターゲットとノッチの距離
0, 12, ∞ mm
※ $I = \infty$ はノッチがない条件

Strategy: 操作の戦略

along: 画面上端に沿わせる戦略

avoid: ノッチを回避する戦略

Cursor:

カーソルの条件

デフォルト: デフォルトのカーソルサイズ

2倍: デフォルトの2倍のサイズ

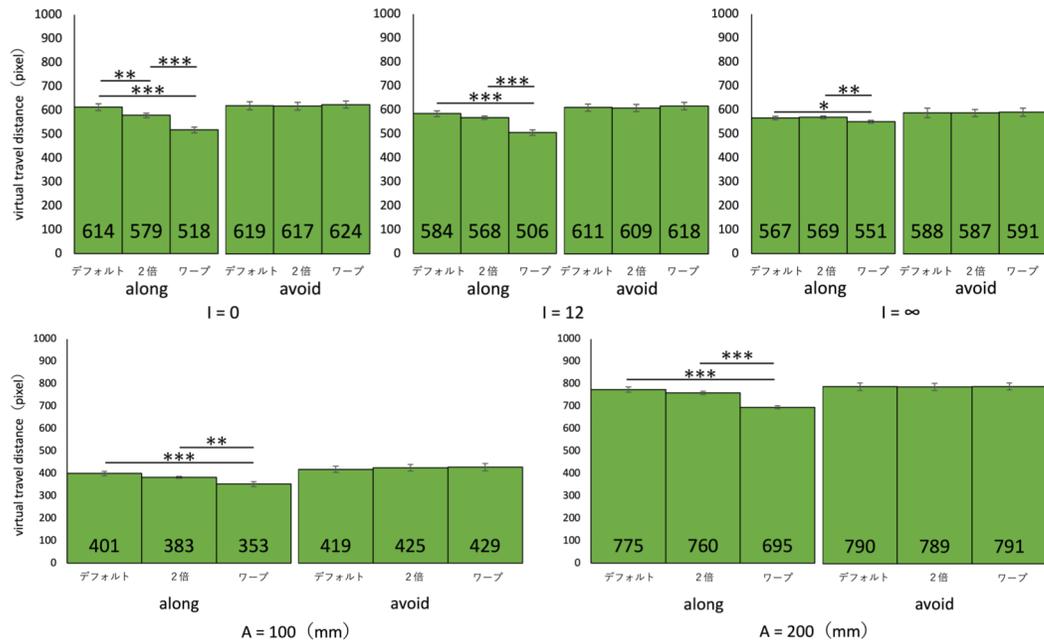
ワープ: ノッチの左右でワープするカーソル

結果 (カーソルの経路)

マウスを移動させた距離

$I = 0, 12 \times \text{along}$ (ワープが起こる条件)
ワープするカーソルが有意に距離が短い

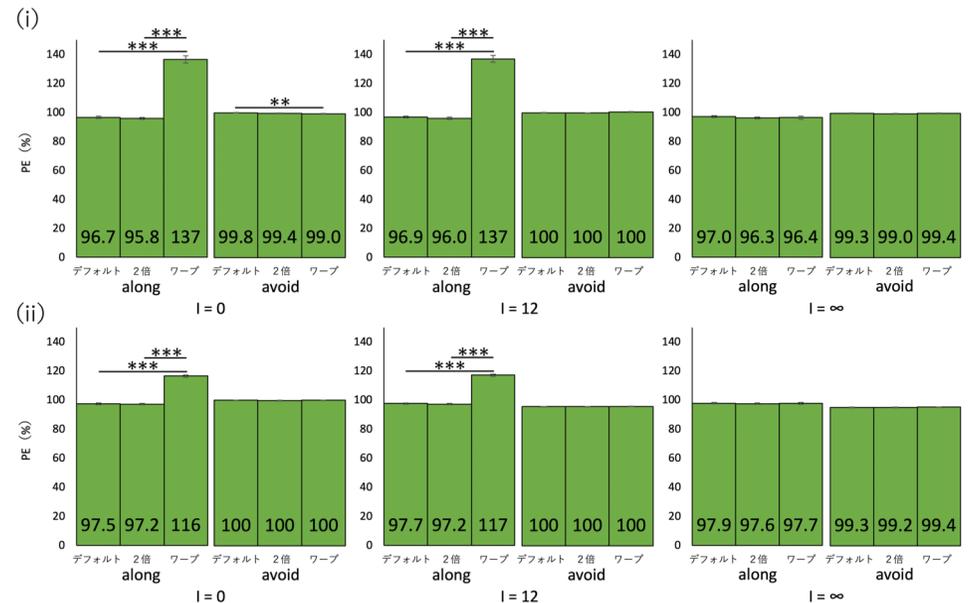
→ 短い移動距離でタスクを完了できる



Path Efficiency (PE)

$$PE = \frac{\text{カーソルが実際に移動した距離}}{\text{マウスを移動させた距離}} \times 100\%$$

$I = 0, 12 \times \text{along}$ で, ワープが有意に効率がいい



結果

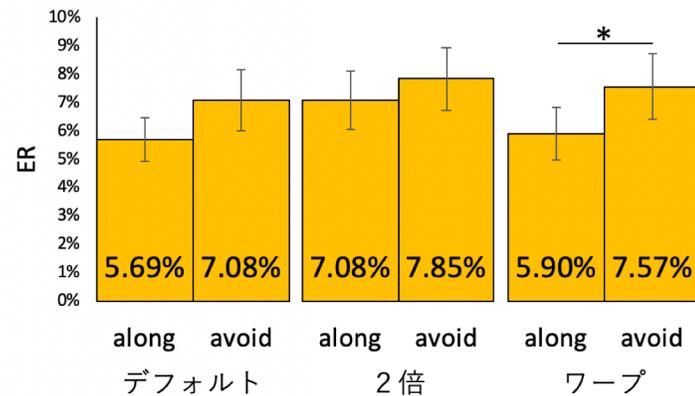
エラー率ER Strategyで主効果 avoidがalongより高い傾向, ワープでのみ有意差

操作時間MT A, I, Strategy, Cursorで主効果

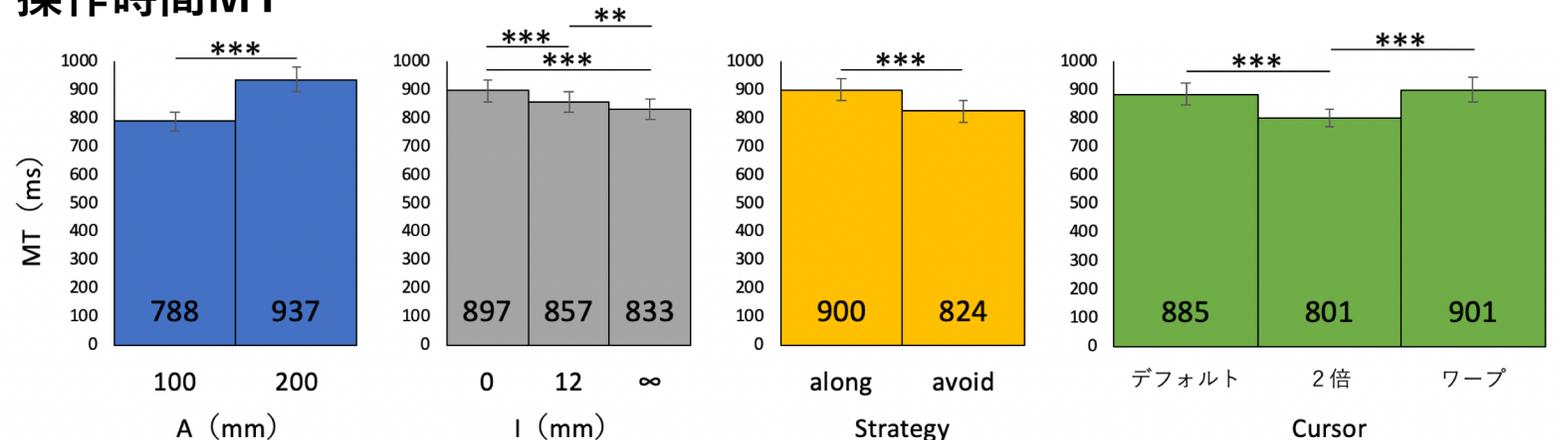
Aが長いほど, Iが減少するほど増加する傾向, avoidがalongよりも操作時間が短い

- ワープがデフォルトより有意に短い操作時間は示されなかった
- 2倍が有意に他のカーソルより操作時間が短かった

エラー率ER



操作時間MT



議論 (操作時間)

ノッチの左右でワープするカーソル

ワープを行うことで、マウスを移動させる距離を短縮させ、経路の効率性を向上させる
操作時間が2倍より有意に長く、デフォルトより有意に短くなかった

→ 経路の効率性を向上できるが、操作時間の観点では望ましくない

参加者アンケート

良い点「マウスを移動させる距離が短い。カーソルがノッチに隠されない」

悪い点「ワープによるカーソルの急激な移動で、ターゲットを通り過ぎてしまう」

「慎重な操作になってしまった。ワープの前からカーソルを減速させてしまった」

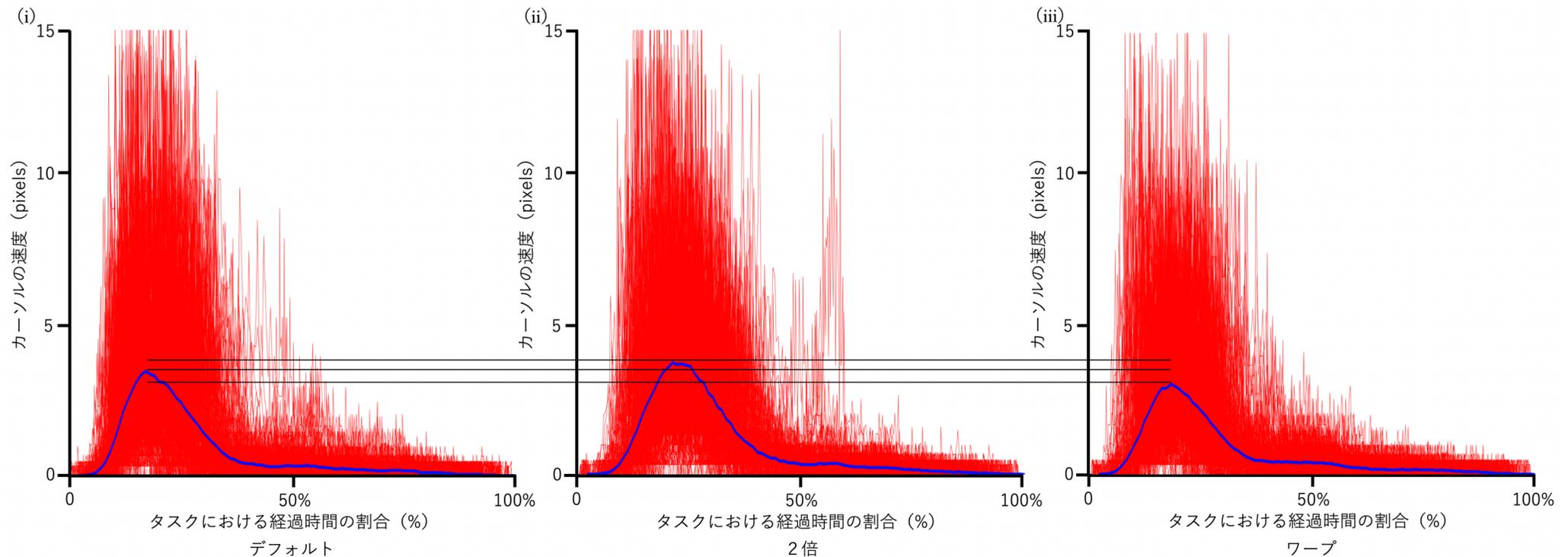


議論 (カーソルの速度)

全ての条件において、ワープでの平均カーソル速度の最大値が常に他のカーソルより遅かった

➡ ワープによってターゲットまでカーソルを移動させる動作が慎重に

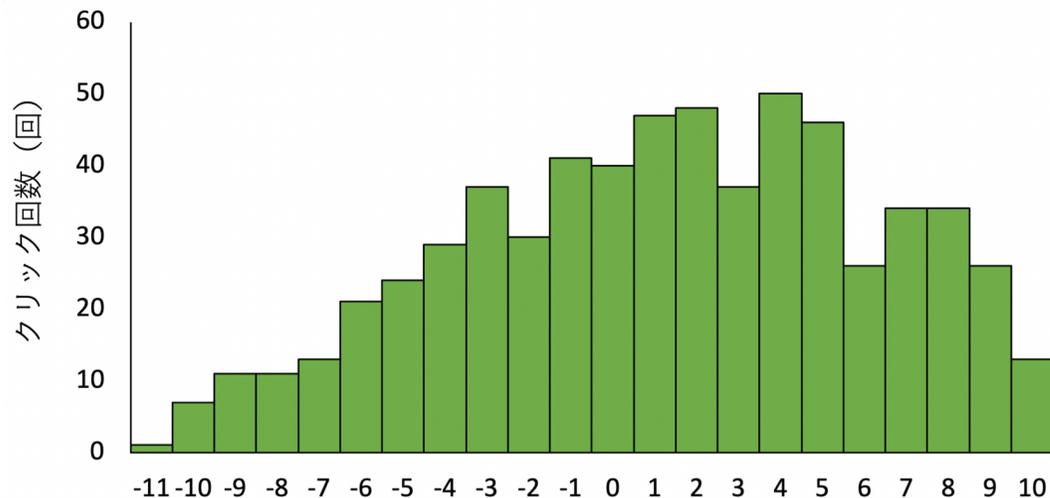
参加者アンケート：「ワープによる急激なカーソルの移動を抑えるため、慎重に操作した」



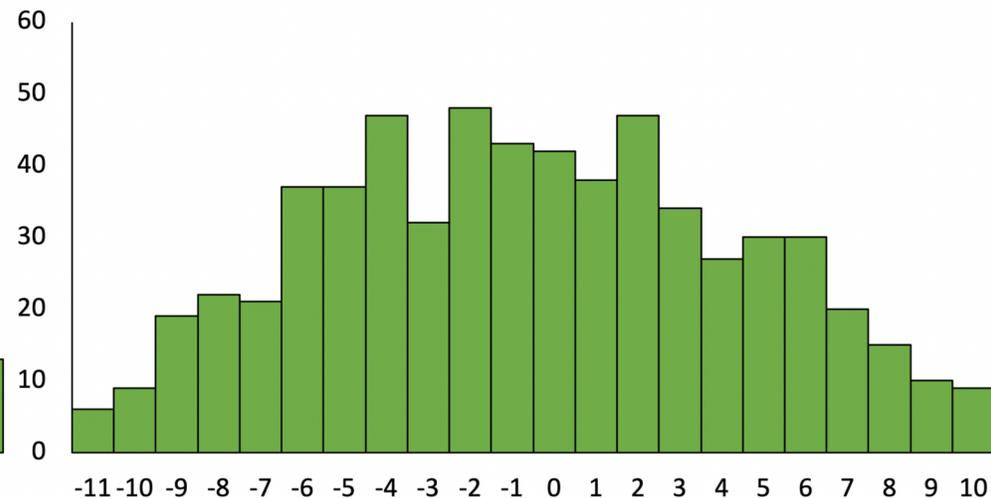
議論 (ターゲットのクリック座標)

タスクを終了したクリック位置の分布を分析

→ ノッチとターゲットが隣接している場合、クリック位置がターゲット内の右寄りに



ノッチとターゲットが隣接



ノッチがない



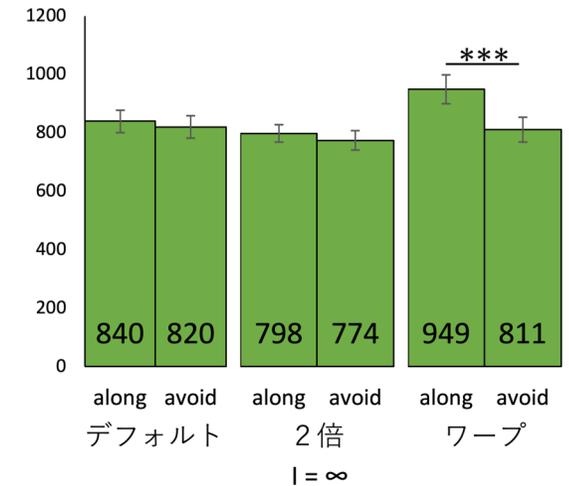
安心して選択できる領域の減少

実際のターゲットサイズより、
小さいターゲットを選択している状況

議論 (ワープの有無の混在)

ノッチがない条件ではワープしないのに、操作の戦略でMTに有意差がある

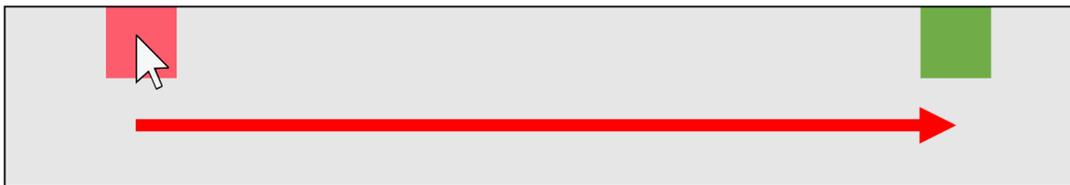
先行研究：ノッチがない場合、操作の戦略は影響しない



原因

回避：常に実際の距離分動かさばいい

沿わせる：条件ごとに距離を変更する必要



ワープの場合、alongでは A が同じ条件でも I の条件に合わせて移動距離が違う

議論

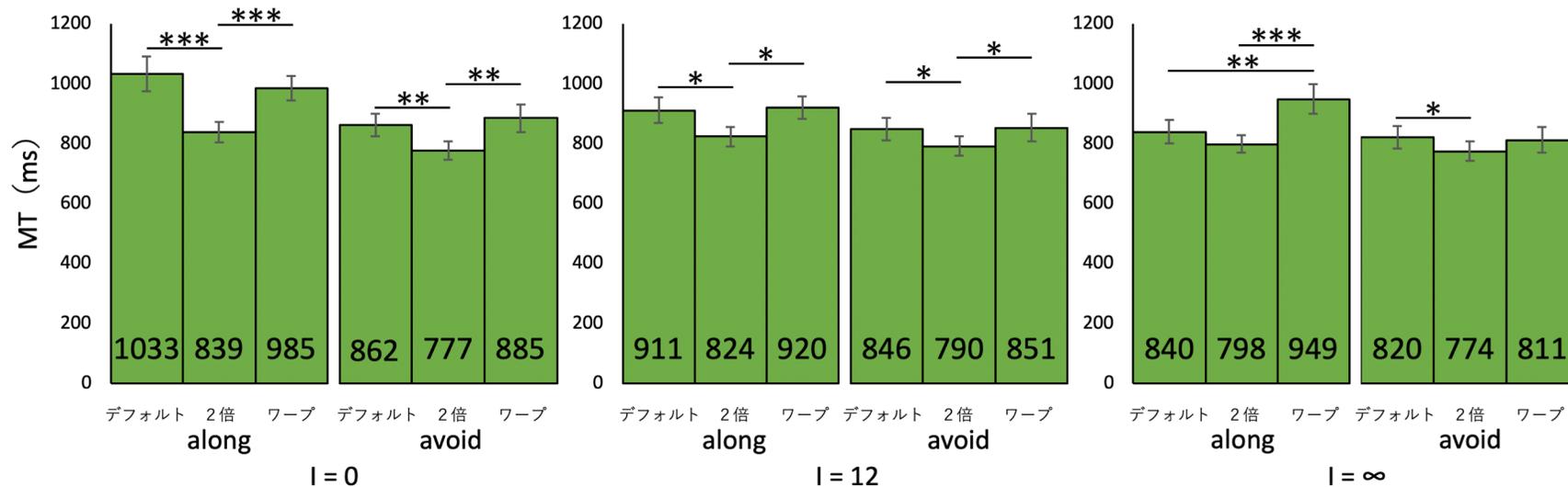
2倍が他のカーソルに対して有意に操作時間が短かった

avoidが常にalongより操作時間が短い傾向があった（ノッチに隠される影響は最小化されなかった）

参加者10名が2倍を、2名がデフォルトを好んだ

2倍「ノッチに隠されてもカーソルの位置が視認できる」 デフォルト「慣れているサイズだった」
「avoidでも、カーソルが大きくて視認しやすい」

➡ 2倍のカーソルを用いて、ノッチを回避して操作することが望ましい



制約

操作時間の観点において、デフォルトサイズの2倍が望ましいと示されたカーソルのサイズが普段のパソコン利用に与える影響は調査できていない

→ 参加者全員に1週間、普段のPCのカーソルを2倍にして利用させた

良い点「カーソルが大きいため、見失うことがなくなった」

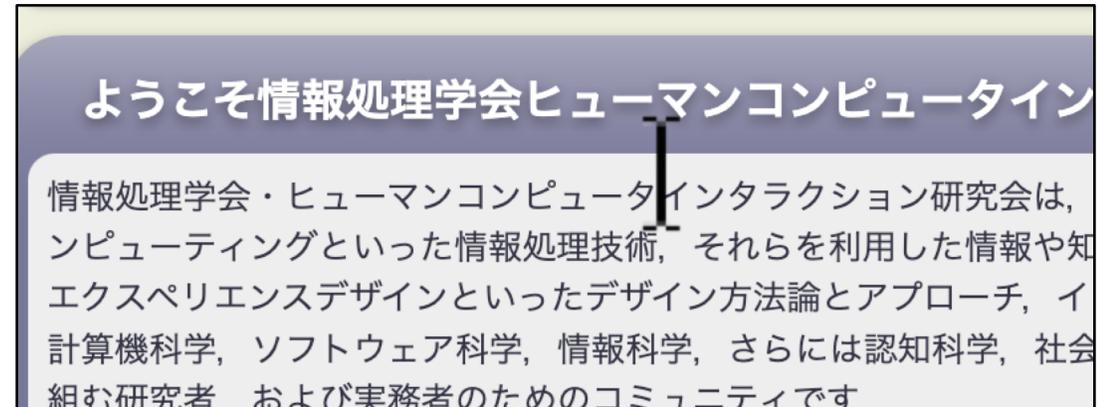
悪い点「アイビームポインタ時に選択位置が分かりづらい」

今後も使い続けるか？

4名：2倍のまま

2名：1.5倍程度に

6名：デフォルトサイズに戻す



テキスト選択時に、選択領域が分かりづらい

カーソルサイズの好みを考慮した場合、評価に影響する可能性

制約

ワープするカーソルの挙動にもっと習熟できれば，速く選択できたかもしれない
慣れることによって，「経路を短縮できる利点のみを享受できる」可能性

状況に応じてマウスを移動させる距離を変更させる必要

ノッチと隣接するターゲットのサイズを，実際の幅より小さく認識してしまう問題

→ 慣れによって解消されない可能性



参加者のカーソルの仕様に対する慣れを考慮できていない

まとめ

目的

ノッチの左右でワープするカーソルによる効果の検証

実験

3種類のカーソル条件が操作時間に与える影響を比較

デフォルトサイズ・デフォルトサイズの2倍・ノッチの左右でワープ

結果

マウスを移動させた距離：ノッチがある条件でワープが他のカーソルより有意に短い

カーソルの経路の効率性：ノッチがある条件でワープが他のカーソルより有意に効率が良い

操作時間：ワープが他のカーソルより有意に長い

全てのカーソルでavoidがalongより有意に短い

2倍のカーソルが他のカーソルより有意に短い

議論

ワープは経路を短縮し、効率性を向上させるが、操作時間を短縮できない

ワープ：平均カーソル速度の最高値が常に他のカーソルより遅い

：ノッチに隣接するターゲットの場合、ノッチに近い座標での選択を避ける傾向

同じAでもIに応じてマウスを移動させる距離を変化させる必要 → ノッチがない条件でも操作時間が増加

2倍のカーソルは他のカーソルに対して有意に操作時間が短い

結論

ノッチの左右でワープするカーソルは、経路の効率性を向上させるが、操作時間は短縮できない

2倍のサイズのカーソルを用いて、ノッチを回避して操作することが操作時間の観点において望ましい