

# スクロール表示された画像内の物体間の相対位置の符号化 Encoding of Relative Location Between Objects in Scrolling Display

藤井 佑実子<sup>†‡\*</sup>, 森田 ひろみ<sup>†</sup>

Yumiko Fujii, Hiromi Morita

<sup>†</sup>筑波大学 図書館情報メディア系

Institute of Library, Information and Media Science, University of Tsukuba

<sup>‡</sup>東京女子医科大学 統合教育学修センター

Center for Medical and Nursing Education, Tokyo Women's Medical University

\* fujii.yumiko@twmu.ac.jp

## 概要

携帯型情報端末で画像を見る際には画像を動かしながら小さな画面内で断片ごとに見るため、画像内の物体位置を知覚するのが困難になる可能性が考えられる。本研究では心理学実験を用いて、スクロール表示された画像内の物体間の相対位置の符号化特性を明らかにすることを目的とした。実験の結果、スクロール表示による位置の符号化の正確さについて、物体間の方向関係の誤差は全体視に比べて大きい、距離の誤差は小さいことが示唆された。

キーワード：視知覚、位置知覚、スクロール

## 1. はじめに

私たちは日常的に携帯型情報端末の小さな画面(窓)を通してスクロールしながら様々な画像を閲覧している。携帯型情報端末の普及により、現在ではこのような視覚情報処理は日常的な視覚入力も多くを占めるが、その特性は未だ明らかではない。

小さな窓を通してスクロール表示された画像を観察する場合、全体視と比べて主に次のような視覚情報処理上の特徴が生じる。1つ目は可視領域が制限されるため、画像を断片ごとに窓内に表示させて継次観察することである。継次観察が物体位置の符号化に与える影響を調べた先行研究では、物体の空間配列が物体ごとに継次提示される場合よりも、すべての物体が同時提示される場合の方が物体位置や物体間の位置関係をより正確に符号化できることを示唆している [1][2][3]。このことから、画像を断片ごとに継次観察するスクロール表示では、物体位置の符号化の正確性が低下する可能性が考えられる。

しかし、スクロール表示では観察中に画像の絶対位置を移動させるが、先行研究における継次提示法では、画像は動かずその場で観察できる点が異なるため、物体位置の符号化に与える影響も両者間で異なる可能性がある。このように、スクロール表示された画像を観察するときの視覚情報処理上の主な特徴の2つ目は、ス

クロールすることにより観察中に画像の絶対位置が移動することである。物体知覚の過程では、注意を向けた位置に基づいて物体が符号化されること[4]を踏まえると、スクロール表示では観察中に画像が移動することで物体位置の符号化が困難になる可能性が考えられる。

以上のように、スクロール表示は物体位置の符号化に影響を与えることが考えられる。そこで我々は以前、スクロール表示における画像内の物体の絶対位置の符号化の特性について検討した[5][6]。実験では参加者に、複数物体が配置された画像をスクロール表示や全体視などで観察させ、その直後に標的物体の画像上の絶対位置を再生させた。その結果、スクロール表示では全体視よりも画像内の物体の絶対位置の符号化が困難であることが示された。そして、このことにはスクロール表示における視覚情報処理上の2つの特徴が影響していることが示唆された。これらの研究では、位置再生の際に周囲の物体は表示されず、参加者は物体の絶対位置を再生することを求められた。一方、スクロール条件において、参加者は近接する物体同士を同時に窓内に入れて観察しようとする傾向が見られたことから、周囲の物体との相対位置を位置情報として符号化していた可能性が考えられる。

そこで本研究では、小さな窓内でスクロール表示された画像内の物体間の相対位置の符号化特性について明らかにすることを目的とした。そのために、実験では画像内の物体間の相対位置を画像観察直後に再生する課題を実施し、画像をスクロールしながら観察する条件と、画像ではなく窓を動かして観察する条件と窓を通さず観察する条件でパフォーマンスを比較した。

## 2. 方法

### 2.1. 実験参加者

正常な視力(矯正視力を含む)を有する18~27歳ま

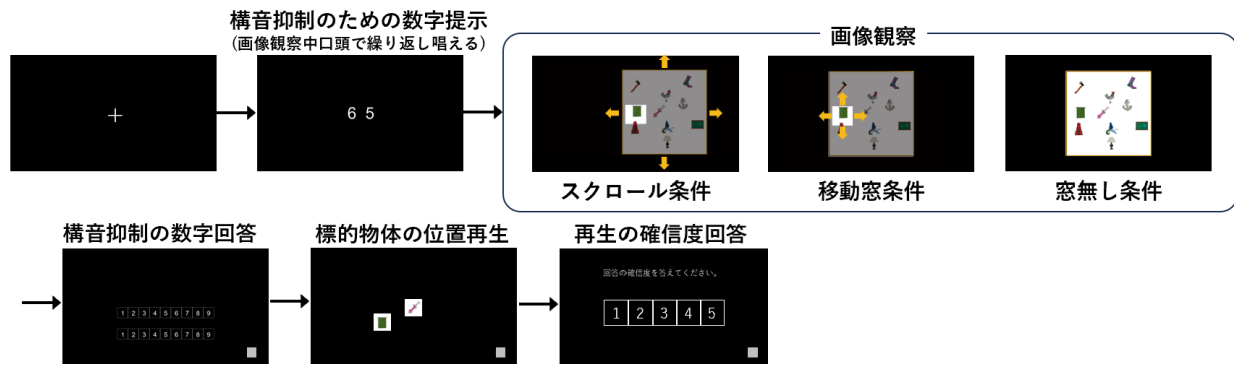


図1 実験の1試行の流れ

での25名(男性11名、女性14名)が実験に参加した。実験は、筑波大学図書館情報メディア系における研究倫理審査を受け、実験参加者への十分な説明と書面による同意の上で行われた。

## 2.2. 実験環境

PC (DELL PRECISION 390) とタッチパネル内臓ディスプレイ (EIZO FlexScan T2381W) を使用した。刺激の提示は MATLAB と Psychtoolbox[7][8] で制御した。

## 2.3. 刺激

刺激となるサンプル画像の大きさは  $580 \times 580$  px であり(視角  $19.4 \times 19.4^\circ$ )、その領域のランダムな位置に10個の物体のイラスト[9][10][11]を配置した。

## 2.4. 手続きとデザイン

物体間の相対位置の直後再生課題を行った。課題の1試行の流れを図1に示す。まず、画面中央に表示される+マークを実験参加者がタッチすると試行が開始される。次に画面中央に2桁のランダムな数字が1秒間提示される。参加者はこの数字を後に答えるまで口頭で繰り返し唱え続ける。これは、後に提示されるサンプル画像の内容を言語的に符号化することを妨害するために行った。

数字提示終了の1秒後、サンプル画像が41秒間提示される。この提示時間は藤井・森田(2022) [5]に基づいて決定された。参加者はサンプル画像内の物体間の相対位置を覚えるために、次の3つの観察条件で画像全体を観察した。窓無し条件では画面中央に刺激画像全体が提示され遮るものなく見ることができのに対し、スクロール条件と移動窓条件では画面中央に  $175 \times 175$  px(一辺が視角  $5.9^\circ$ )の窓があり、その窓を通して画像を見る。スクロール条件では参加者は、画像を観察したい領域を窓内に表示させるために、画像をタッチスライドさせることで画像を移動する。このとき指が窓

の外に出ても画像は指に追従して移動することができた。移動窓条件では画像は画面中央に固定表示されており、参加者は窓にタッチスライドさせることで窓を観察したい領域に移動させて観察した。

画像提示終了後には、参加者は先ほど提示された2桁の数字を答えた。その1秒後、サンプル画像内に含まれていた物体のうちランダムに選ばれた2つの物体が再提示される。参加者は、画面の中央に表示された物体(比較物体とする)に対し、もう一つの物体(標的物体とする)がどの位置にあったかを標的物体を移動させることによって再生することが求められる。再生後、再生の確信度を5段階で答えると1試行が終了する。

物体間の相対位置の直後再生課題を、スクロール条件、移動窓条件、窓無し条件の3つの観察条件につき2試行の練習と20試行の本試行を行った。条件の試行順は実験参加者間で変えてカウンターバランスをとった。

## 2.5. 分析

直後再生課題における相対位置の再生精度を見積もる指標として、比較物体から見た標的物体の再生位置と正解位置間の方向誤差と距離誤差を算出した(図2参照)。これらとは別に、再生位置が正解位置からどのくらい離れているかに関する直接的な指標として、標的物体の再生位置と正解位置間の直線距離も求めた。

統計的分析では、方向誤差や距離誤差、標的物体の再生位置と正解位置間の直線距離についてそれぞれ、被験者内1要因3水準(スクロール条件、移動窓条件、窓無し条件)分散分析を行った。

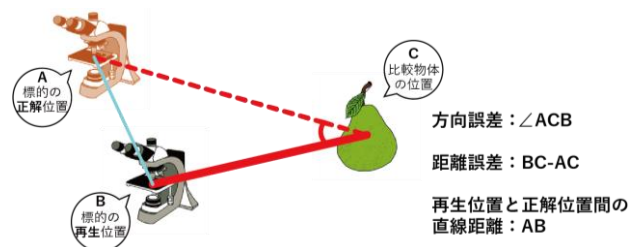


図2 再生精度指標の図解

窓無し条件と窓を通して観察する他の条件を比較することで、窓を通して画像を断片ごとに継次観察することの影響を知ることができる。そして、スクロール条件と移動窓条件では同様に小さな窓を通して画像を観察するが、スクロール条件では画像を動かして観察し、移動窓条件では画像は固定されており窓を動かして観察する。したがってスクロール条件と移動窓条件を比較することで、画像の絶対位置を移動させて観察することの影響を知ることができる。

### 3. 結果

25名の実験参加者のうち1名は実験を完了できなかったため分析から除外した。さらに別の1名は1つの条件で標的物体の再生位置と正解位置間の直線距離が全参加者の平均±3SDを越えたため外れ値とみなし、分析から除外した。したがって、分析対象となったのは23名のデータであった。

#### 3.1. 方向誤差

図3Aに方向誤差の平均を示す。方向誤差について、観察条件を要因とする被験者内1要因分散分析を行ったところMauchly検定で球面性が仮定できなかったためGreenhouse-Geisser法により自由度を修正して検定を行った。その結果、主効果が有意であったので( $F(1.5, 32.9) = 3.7, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.1$ )、Bonferroni法による多重比較検定を行ったところ、スクロール条件や移動窓条件は窓無し条件よりも有意に大きいが(スクロール条件と窓無し条件： $p < 0.05, d = 0.5$ 、移動窓条件と窓無し条件： $p < 0.05, d = 0.4$ )、スクロール条件と移動窓条件間には有意差はみられなかった( $p = 0.6, d = 0.1$ )。

#### 3.2. 距離誤差

図3Bに距離誤差の平均を示す。距離誤差について同様の被験者内1要因分散分析を行ったところ、観察条件の主効果が有意であったので( $F(2, 44) = 4.4, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.2$ )、Bonferroni法による多重比較検定を行ったところ、スクロール条件は窓無し条件よりも有意に小

さかったが( $p < 0.05, d = 0.5$ )、その他の条件間には有意差がみられなかった(スクロール条件と移動窓条件： $p = 0.1, d = 0.3$ 、移動窓条件と窓無し条件： $p = 0.2, d = 0.3$ )。

#### 3.3. 再生位置と正解位置間の直線距離

図3Cに再生位置と正解位置間の直線距離の平均を示す。再生位置と正解位置間の直線距離について同様の被験者内1要因分散分析を行ったところ、観察条件の主効果が有意ではなかった( $F(2, 44) = 0.5, p = 0.6, \eta_p^2 = 0.02$ )。

### 4. 考察

本研究は、小さな窓内でスクロール表示された画像内の物体間の相対位置の符号化特性について明らかにすることを目的とした。

物体の相対位置の直後再生課題を行った結果、再生方向誤差は、窓を通して画像を観察するスクロール条件や移動窓条件では、窓無し条件よりも有意に大きかったが両者間では有意差が見られなかった。この結果から、可視領域が制限されて画像を断片ごとに継次観察することが、スクロール表示での物体間の相対位置の符号化における方向関係の誤差に影響したことが示唆された。継次観察が物体位置の符号化に与える影響を調べた先行研究では、物体の空間配列が同時提示されるよりも継次提示される方が記憶の正確さが低下することが示唆されているが[1][2][3]、方向と距離の次元まで分解して検討した研究はない。物体間の相対位置における方向関係を正しく知覚するには、双方の物体を同時に見ることが重要であり、可視領域が限られるスクロール表示ではそれができないことがあるために再生の正確さが低下する可能性が考えられる。

なお、再生方向誤差においてスクロール条件と移動窓条件間の差がなかったことは、観察中に画像の絶対位置が移動することが、方向関係の誤差には影響しない可能性を示唆する。我々の以前の研究では、スクロール表示された画像内の物体の絶対位置の符号化の正

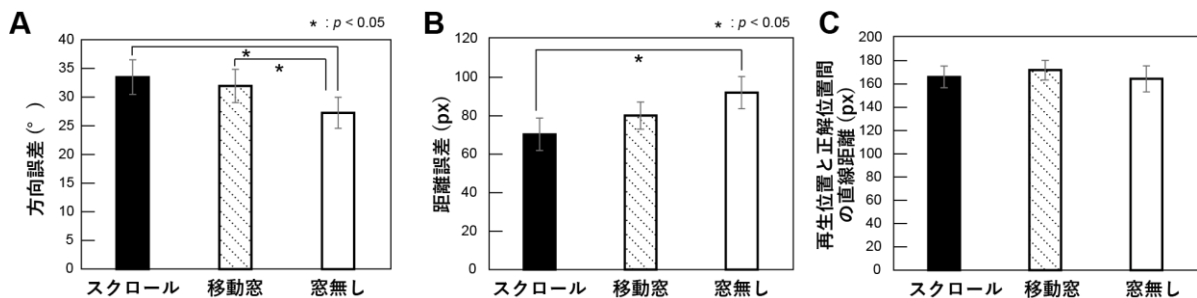


図3 A 再生の方向誤差、B 再生の距離誤差、C 再生位置と正解位置間の直線距離 (エラーバーは標準誤差を示す)

確さが、観察中に画像の絶対位置が移動することで低下することが示唆されていた[6]。なぜ観察中の画像の移動は、物体の相対位置の符号化には影響せず、絶対位置の符号化には影響するのだろうか。スクロール表示では、スクロールによる画像移動に伴い画像内の物体の絶対位置が移動するが、物体間の相対位置は維持される。したがって、物体の絶対位置を符号化するには、窓内で捉えた物体を、走査軌跡などを基に視覚作業記憶上で画像内の正しい位置に戻して位置付けなければならないが、相対位置の場合は、窓内で捉えた物体を画像内の位置に戻さずとも、物体間の位置関係を把握できれば良い。そのため、先行研究で絶対位置の記憶成績に見られた画像移動の影響が、相対位置を調べた本研究では見られなかったと考えられる。

また、再生の距離誤差については、スクロール条件で窓無し条件よりも有意に小さかったが、それ以外の条件間に有意差はみられなかった。このことは、スクロール表示では全体視よりも物体間の相対位置の符号化における距離の再生が正確であることを示唆する。スクロール表示では、観察者が画像の移動量をコントロールし、意識して指を動かすため、その移動時間や操作量などの情報により距離関係の符号化が正確になる可能性が考えられる。また、Fujii & Morita(2020) [12]によると、画像走査時に移動窓条件では指の動きをあまり止めずに連続的に窓を動かす傾向があるのに対し、スクロール条件では窓内で指を細かく動かして画像を動かす傾向がある。このことから、スクロール表示では窓の大きさを基準にして移動量を捉えやすい可能性が考えられる。

そして、再生位置と正解位置間の直線距離については、観察条件による主効果は有意ではなかった。つまり、先行研究のように絶対位置を答えさせた場合には、スクロール表示による符号化により位置の正確さは低下したが、本研究で他の物体に対する相対位置を答えさせた場合にはスクロールによる符号化の正確さは全体視と同程度であった。更にこの相対位置の正確さを、誤差の方向と距離という2つの次元に分解して検討することにより、スクロール表示と全体視で物体間の相対位置の再生精度が異なることが示唆された。

まとめると、今回我々は、スクロール表示された画像内の物体間の相対位置の符号化特性について認知心理学的に検討した。その結果、今回のような短期的な符号化においては、相対位置の符号化の正確さについて、スクロール表示では全体視よりも物体間の方向関係の誤

差が大きい、距離の誤差は小さいことが示唆された。したがって、携帯型情報端末上に表示された画像内の物体間の方向関係を把握したい場面では、注意深く観察したり、一画面に対象物体双方を収めるなど工夫が必要であると言える。一方、画像内の物体間の相対的な距離関係を正確に捉えたい場合は、スクロール表示での閲覧が推奨されると考えられる。

## 5. 謝辞

本研究はJSPS 科研費の助成 21K12602、21K13744 を受けたものである。

## 6. 参考文献

- [1] Blalock, L. D., & Clegg, B. A. (2010). Encoding and representation of simultaneous and sequential arrays in visuospatial working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63(5), pp. 856–862.
- [2] De Rover, M., Petersson, K. M., Van der Werf, S. P., Cools, A. R., Berger, H. J., & Fernández, G. (2008). Neural correlates of strategic memory retrieval: differentiating between spatial - associative and temporal - associative strategies. *Human Brain Mapping*, 29(9), pp. 1068–1079.
- [3] Read, C. A., Rogers, J. M., & Wilson, P. H. (2016). Working memory binding of visual object features in older adults. *Neuropsychology, Development, and Cognition. Section B, Aging, Neuropsychology and Cognition*, 23(3), pp. 263–281.
- [4] Kahneman, D., Treisman, A., & Gibbs, B.J. (1992). The reviewing of object files: object-specific integration of information. *Cognitive Psychology*, 24(2), pp.175–219.
- [5] 藤井佑美子・森田ひろみ(2022) スクロール表示が画像内の要素の位置記憶に及ぼす影響. 日本認知科学会第39回大会.
- [6] 藤井佑美子・森田ひろみ(2023) スクロール表示が物体の位置記憶の正確性に及ぼす影響. 日本認知科学会第40回大会.
- [7] Brainard, D. H. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), pp. 433–436.
- [8] Kleiner, M., Brainard, D., Pelli, D., Ingling, A., Murray, R., & Broussard, C. (2007). What's new in Psychtoolbox-3. *Perception*, 36, Suppl., 1.
- [9] Duñabeitia, J. A., Crepaldi, D., Meyer, A. S., New, B., Pliatsikas, C., Smolka, E., & Brysbaert, M. (2018). MultiPic: A standardized set of 750 drawings with norms for six European languages. *Quarterly journal of experimental psychology*, 71(4), pp. 808-816.
- [10] Rossion, B., & Pourtois, G. (2001). Revisiting Snodgrass and Vanderwart's object database: Color and texture improve object recognition. *Journal of Vision*, 1(3), pp. 413-413.
- [11] Saryzdi, R., Bannon, J., Rodrigues, A., Klammer, C., & Chambers, C. G. (2018). Picture perfect: A stimulus set of 225 pairs of matched clipart and photographic images normed by Mechanical Turk and laboratory participants. *Behavior Research Methods*, 50, pp. 2498-2510.
- [12] Fujii, Y., & Morita, H. (2020). Visual search within a limited window area: scrolling versus moving window. *i-Perception*, 11(5), 2041669520960739.