

# 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

## Effect of Scrolling Display on Accuracy of Object Location Memory

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

\*fujii.yumiko.ge@u.tsukuba.ac.jp

### 概要

携帯型情報端末の限られた画面に表示されたものの視覚情報処理は、全体視とは異なる特徴を持つ。本研究では心理学実験を用いて、小さな画面でのスクロール表示が画像内の物体位置の記憶の正確性に与える影響を明らかにすることを目的とした。実験の結果、スクロール表示では窓を通して観察することにより、また画像の絶対位置を移動して観察することにより物体位置の符号化及び遅延後記憶の正確性が低下することが示唆された。

キーワード：視覚、位置記憶、スクロール

### 1. はじめに

我々は日々、携帯型情報端末の小さな画面上でスクロールしながら様々な画像を閲覧している。このような視覚情報処理は今日の日常的な視覚入力の大半を占めるが、その特性については明らかでない。そこで、本研究ではスクロール表示された画像の認知特性を認知心理学の枠組みで理解することを目指す。

スクロール表示における視覚情報処理は、通常の全体視に比べて主に次の2点のような特徴を持つ。1点目は、限られた窓内で画像を観察することである。これにより、画像全体を同時には捉えることができず、継次的に観察した画像の断片を視覚作業記憶上で統合することによって捉える必要がある。2点目は、スクロールすることによって画像の絶対位置を変化させながら観察することである。物体はその位置に基づいて符号化されること[1]を踏まえると、観察中に画像の絶対位置が変化することで画像知覚、特に画像内の物体の位置の知覚や記憶が困難になる可能性がある。

藤井・森田(2022)[2]は、スクロール表示が物体位置の知覚へ与える影響を調べる目的で、画像内の複数物体をよく観察した直後に1つの物体の位置を再生する課題を行った。そして、スクロール表示では通常の全体視に比べて観察に時間を要するが、再生の正確性が大きく低下することはないという結果を得た。さらに、このことにはスクロール表示の特徴である、可視領域が限られるため画像の断片を継次観察することと、画

像を移動しながら観察することの両方が影響を与えたことが示唆された。ただしこの実験では観察時間が統制されていなかったため、知覚の困難さが再生の正確さではなく観察時間のみ現れた可能性が考えられる。

そこで、本研究では観察時間を統制した場合に、スクロール表示における視覚情報処理上の2点の特徴が、物体位置の記憶の正確性に与える影響を明らかにすることを目的とする。実験ではタッチパネルディスプレイ上に、複数の物体をランダムな位置に配置した画像を一定時間提示し、実験参加者に観察してもらった後、物体位置の符号化の正確性を直後再生課題で、その後の記憶保持の正確性を遅延後再認課題で調べた。画像の観察条件は先行研究に倣い、次の3種類設けた[2][3]。スクロール条件では、固定された小さな窓内に画像を引き込んで観察する。これに対し、移動窓条件では画像の位置は固定されており、見たい部分に窓を移動して画像を観察する。移動窓条件では、スクロール条件と同様に画像の断片を継次的に観察するが、スクロール条件とは異なり画像を動かさないため、観察した位置がそのまま物体の位置である。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、画像位置を移動させて観察することが物体位置の記憶に与える影響を知ることができる。そして、窓無し条件では、窓を通さずに画像全体を観察する。窓無し条件と他の条件を比較することで、窓を通して断片を継次的に観察することが記憶に与える影響を知ることができる。

### 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18~29歳までの30名(男性16名,女性14名;利き手は全員右手)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

パーソナルコンピュータ (DELL 社製 DELL PRECISION 390) と 23 インチのタッチパネル内臓液晶ディスプレイ (EIZO FlexScan T2381W, 解像度 1920×1080 px) を使用し, 刺激の提示は MATLAB と Psychtoolbox[4][5][6]で制御した。

### 2.3. 刺激

サンプル画像の大きさは 900×900 px であり (視角 29.7×29.7°), その領域のランダムな位置に 10 個の日常物体のイラスト[7]を配置した。

### 2.4. 手続き

直後再生セッションとその後 1 時間の遅延を挟んで行う遅延後再認セッションから成る物体位置記憶課題を実施した。

直後再生セッションの 1 試行の流れを図 1A に示す。まず, 画面中央に提示される+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。後に提示されるサンプル画像の内容を言語で符号化することを妨害するために, 後にこの数字を答えるまで実験参加者は数字を口頭で繰り返し唱え続ける。その 1 秒後, サンプル画像が 41 ミリ秒間提示される。この提示時間は, 藤井・森田(2022) [2]を参考に決定された。

参加者はサンプル画像を 3 つの観察条件で観察し, 画像内の物体の位置を覚える。窓無し条件では, 画面中央にサンプル画像全体が表示される。スクロール条件と移動窓条件では, 画面中央に 175×175 px(一辺が視角 5.9°)の窓があり, その窓を通して画面中央に配置されたサンプル画像を見る。スクロール条件では, 実験参加者は窓内の画像をタッチしスライドさせることで画像を移動し, 画像内の観察したい領域を窓内に表示させる。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。移動窓条件ではサンプル画像は画面中央に固定表示されており, 実験参加者は窓にタッチし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。

画像観察後, 実験参加者は試行の最初に提示された 2 桁の数字を答える。1 秒間のブランクの後, 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 1 つ (標的物体) が画面の左右どちらかに 2 秒間提示される。その 0.5 秒後に, プレースホルダが 20 個表示される。このプレースホルダのうち 10 個はサンプル画像において実際に物体が提示された位置を示すが, 残り 10 個は実際には物体が提示されていなかった位置を示す。

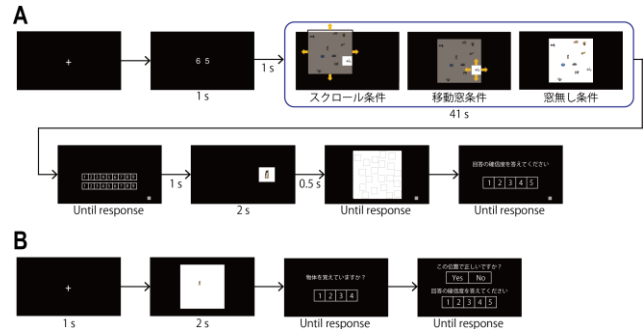


図 1 直後再生セッション(A)と遅延後再生セッション(B)の 1 試行の流れ

実験参加者は, サンプル画像上で標的物体が配置されていた位置のプレースホルダをタッチして回答する。その後, 位置再生の回答の確信度を 1~5 の数字で答えると 1 試行が終了する。このとき, 回答数字が大きいほど確信度が高いことを意味する。

遅延後再認セッションの 1 試行の流れを図 1B に示す。画面中央に+マークが 1 秒間提示された後, 直後再生セッションで観察したサンプル画像内の物体のうちランダムに選ばれた 1 つの物体 (標的物体) が 2 秒間提示される。このとき標的物体の提示位置がサンプル画像と同じか異なるかはランダムに決まり, 同じ場合と異なる場合の割合は 1 : 1 であった。その後, 標的物体をどのくらいよく覚えているかを 1~4 の数字で答える。このとき, 回答数字が大きいほど標的物体をよく覚えていることを示す。数字選択後, 画面が切り替わり標的物体が直後再生セッションで観察した位置に提示されていたか否かを回答する。また, これと同時に位置再認の回答の確信度を 1~5 の数字で回答すると 1 試行が終了する。

### 2.5. デザイン

直後再生セッションでは, 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 3 試行の練習と 16 試行の本試行を行った。その後 1 時間の遅延を挟んで行った遅延後再認セッションでは最初に 3 試行練習を行い, その後各観察条件につき 64 試行の本試行を行った。なお, 条件の試行順序は実験参加者間で変えてカウンターバランスをとった。ただし, 各実験参加者の条件の試行順序は両セッションで同じであった。

## 3. 結果

30 名の実験参加者のうち 1 名は実験装置の不調によりデータを正常に記録できなかったため結果から除外

した。

### 3.1. 直後再生課題の正答率

図2Aに直後再生課題における各観察条件の平均正答率を示す。このグラフにおけるエラーバーは標準誤差を示す(これ以降のグラフも同様)。正答率について、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、主効果が有意であった( $F(2, 56) = 24.5, p < 0.001, \eta_p^2 = 0.5$ )。そこで、Bonferroni法による多重比較検定を行ったところ、すべての条件間に有意差がみられ(スクロール条件と移動窓条件間:  $p < 0.001, d = 1.0$ , スクロール条件と窓無し条件間:  $p < 0.001, d = 1.4$ , 移動窓条件と窓無し条件間:  $p < 0.01, d = 0.5$ )、スクロール条件、移動窓条件、窓無し条件の順番で正答率が低いことが分かった。

### 3.2. 遅延後再認課題の記憶保持率

遅延後再認課題における再認の正確性を見積もるために、Hit率-False Alarm率で求まる記憶保持率[8]を算出した。図2Bに遅延後再認課題における各観察条件の記憶保持率を示す。記憶保持率について、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、主効果が有意であった( $F(2, 56) = 4.4, p < 0.05, \eta_p^2 = 0.1$ )。そこで、Bonferroni法による多重比較検定を行ったところ、スクロール条件と移動窓条件間 ( $p < 0.05, d = 0.4$ )と、スクロール条件と窓無し条件間( $p < 0.05, d = 0.5$ )に有意差があったが、移動窓条件と窓無し条件間には有意差がみられなかった( $p = 0.5, d = 0.1$ )。したがって、スクロール条件は移動窓条件や窓無し条件よりも記憶保持率が低いことが分かった。

### 3.3. 直後再生課題と遅延後再認課題の相関

直後再生課題の正答率と遅延後再認課題の記憶保持率の関係を検討するために、ピアソンの積率相関係数  $r$  を算出した。分析対象者 29 名の直後再生課題の正答率と遅延後再認課題の記憶保持率の関係を図3に示す。

直後再生課題と遅延後再認課題の正確性について相関係数を求め無相関検定を行ったところ、スクロール

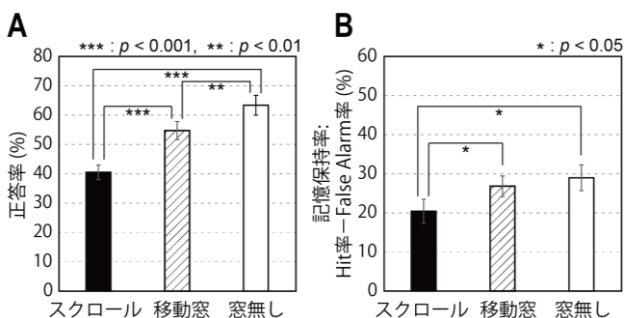


図2 直後再生課題の正答率(A)と遅延後再認課題の記憶保持率(B)

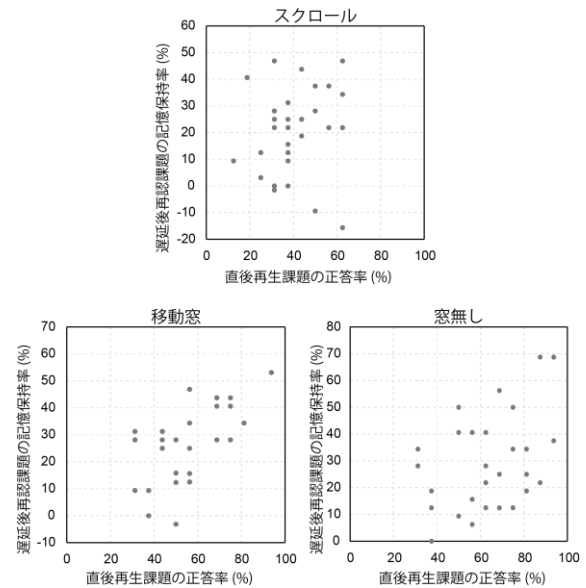


図3 直後再生課題の正答率と遅延後再認課題の記憶保持率の関係

条件は  $r = 0.1 (p = 0.5)$ , 移動窓条件は  $r = 0.6 (p < 0.01)$ , 窓無し条件は  $r = 0.4 (p < 0.05)$ であった。このことから両課題の正確性にスクロール条件では相関は見られず、移動窓条件や窓無し条件では中程度以上の相関がみられることがわかる。

## 4. 考察

小さな窓を通したスクロール表示における視覚情報処理は、通常の全体視における視覚情報処理に比べて2つの特徴をもつ。1つ目は可視領域が限られるため画像の断片を継次的に観察すること、2つ目はスクロールにより画像の絶対位置を変化させながら観察することである。本研究は、このような特徴をもつスクロール表示が画像内の物体の位置の記憶の正確性にどのような影響を与えるか明らかにすることを目的とした。

実験の結果、まず、直後再生課題の正答率はスクロール条件、移動窓条件、窓無し条件の順で低かった。このことから、この順番で物体位置の符号化の正確性が低かったことがわかる。藤井・森田(2022)[2]では、画像の観察時間に制限時間を設けない物体位置の直後再生課題を行い、観察条件間に正答率の差はないが、観察時間がスクロール条件、移動窓条件、窓無し条件の順で長かったことから、この順で符号化が困難であることを示唆していた。今回の結果はこの解釈と矛盾しない。つまり、全体表示もしくは移動窓表示に比べて、スクロール表示された画像内の物体の正しい位置を記憶に符号化するには、より長く画像を観察する

必要があり、符号化に十分な時間が与えられない場合には、符号化の正確性が低下すると考えることができる。そして、再生の正確性が、窓無し条件よりも窓を通して観察した2つの条件で低下したこと、さらにスクロール条件の方が移動窓条件よりも低下したことから、スクロール表示が持つ視覚情報処理上の2つの特徴が共に、物体位置の符号化の正確性に影響を与えることが示唆された。

次に、遅延後再認課題の記憶保持率は、窓無し条件と移動窓条件間には有意な差がなかったが、これらの条件よりもスクロール条件で低かった。このスクロール条件における遅延後再認の不正確さは、符号化の不正確さに起因する可能性が考えられた。そこで、直後再生と遅延後再認の正確性の間に相関関係があるかを調べた。その結果、スクロール条件では両課題の正確性の間に相関がみられなかった。そのため、符号化の不正確さがそのまま遅延後の記憶の不正確さとして現れたとは考えにくく、記憶保持の過程でスクロールにより符号化された記憶に特有の低下が生じた可能性は否定できない。一方、移動窓条件と窓無し条件では、直後再生と遅延後再認の正確性に中程度以上の相関がみられたが、両条件間の直後再生の正確性には有意差があったにもかかわらず、遅延後再認の正確性には有意差が見られなかった。このことは、再認課題の方が感度が低かったことが原因である可能性も考えられるため、今後より感度の高い方法で調べる必要がある。以上より、少なくとも画像の絶対位置を変化させながら観察することが、物体位置の記憶保持の不正確さに影響する可能性が示唆された。

今回の結果には、物体の記憶符号化の過程[1]だけでなく保持や検索の過程でも位置が中心的な役割を担っているとする先行研究の示唆が関係している可能性がある[9][10]。スクロール表示のように、観察中に画像の絶対位置が変化すると、物体は視覚作業記憶上で位置と十分に結びつけて知覚されない可能性が考えられる。また、先行研究では、複数の物体位置を符号化する際に、全ての物体が同時提示されるより、各物体が継次的に提示されるほうが物体位置の記憶の正確さが低下することが報告されている[11]。継次提示によって物体位置の符号化が困難になるという点で、この報告と本研究は一致する。

ただしスクロール条件において、遅延後再認が不正確であったことや、直後再生と遅延後再認の正確性に相関がみられなかったことを踏まえると、今回の再認

課題がスクロール条件で符号化された記憶にとって、課題の回答方法などの影響により不利なものであった可能性がある。この点は発表で議論する。

最後にまとめると、本研究では限られた画面におけるスクロール表示が画像内の物体の位置の記憶の正確性に与える影響を調べた。その結果、スクロール表示による画像観察では、物体の位置を正しく符号化したり、正しく記憶に保持するのが困難であることが示された。そして、符号化や記憶保持の困難さには可視領域が限られるため画像を断片的に継次観察することや、画像を移動させながら観察することが影響を与えたことが示唆された。

## 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。

## 文献

- [1] Kahneman D, Treisman A, Gibbs BJ. (1992). The reviewing of object files: Object-specific integration of information. *Cognitive Psychology*, 24, pp. 175–219.
- [2] 藤井佑実子・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.
- [3] Fujii, Y., & Morita, H. (2020). Visual search within a limited window area: scrolling versus moving window. *i-Perception*, 11(5), 2041669520960739.
- [4] Brainard, D. H. (1997). The psychophysics toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), pp. 433–436.
- [5] Kleiner, M., Brainard, D., Pelli, D., Ingling, A., Murray, R., & Broussard, C. (2007). What's new in Psychtoolbox-3. *Perception*, 36, Suppl., 1.
- [6] Pelli, D. G. (1997). The Video Toolbox software for visual psychophysics: transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10(4), pp. 437–442.
- [7] Duñabeitia, J. A., Crepaldi, D., Meyer, A. S., New, B., Platsikas, 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.
- [8] Endress, A. D., & Potter, M. C. (2014). Something from (almost) nothing: buildup of object memory from forgettable single fixations. *Attention, Perception and Psychophysics*, 76(8), pp. 2413–2423.
- [9] Hollingworth A. (2007). Object-position binding in visual memory for natural scenes and object arrays. *Journal of experimental psychology. Human perception and performance*, 33(1), pp. 31–47.
- [10] Treisman, A., & Zhang, W. (2006). Location and binding in visual working memory. *Memory & cognition*, 34(8), pp. 1704–1719.
- [11] 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.