

令和 3 年 6 月 11 日現在

機関番号：12102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K00200

研究課題名(和文) 携帯型端末画面と実環境の間の注意配分測定と背景引き込み効果の実証

研究課題名(英文) Measurement of attention distribution over the screen of a mobile information device and surrounding real world and verification of background insertion effect

研究代表者

森田 ひろみ (Morita, Hiromi)

筑波大学・図書館情報メディア系・准教授

研究者番号：00359580

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：携帯型端末画面に文章や画像をスクロールして表示する方法の視覚情報処理特性を心理実験により調べた。その結果、(1) 小さな画面にスクロール表示される文章を読むことにより正面から出現する対象の検出力が低下するが、その一方で左側に出現する対象の検出力が向上すること、(2) 画像内の物体の位置を記憶するために画像をスクロールしながら見る場合、何度も同じ場所を表示して見ること、またスクロール表示するか窓を移動して表示するかによらず、記憶するために同程度の観察時間を要することがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

(1) 公衆の場でスマートフォン等の携帯型端末を用いて短い文章を読むことは頻繁にあるが、本研究の結果は、その行動により周辺に出現する物体検出力が全体として大きく低下することはないものの、正面から近づいてくるものに限っては見落としが多くなることを示す。学術的には、読書中に左視野の検出力が相対的に良くなるという読みに関する新たな知見が得られた。
(2) 画像のスクロールによる表示と画面を移動することによる表示の間で観察方略を比較することにより、人の画像情報探索の進め方に関する知見が得られた。この知見は携帯型端末による画像知覚の質向上につながることを期待される。

研究成果の概要(英文)：We conducted psychological experiments to explore the nature of visual information processing of reading texts and seeing images scrolled on the screen of mobile information devices like smart phones. The results showed: (1) Reading scrolling texts on a small display area reduces our detectability of objects appearing in front of us. In contrast, detectability increases with objects appearing in the left visual field. (2) When observing an image by scrolling to remember the position of the objects in the image, we repeatedly present the same part of the image on the small display area and see it. In addition, the same amount of time is required to see the image for later recollection, regardless of which one we move, the image or the window.

研究分野：認知科学

キーワード：携帯型端末 読み 注意 周辺視野 光点検出 スクロール 移動窓 心理実験

1. 研究開始当初の背景

現代人は、1日の内のかなり長い時間、スマートフォン等の携帯型端末で情報を収集したりコンテンツを利用したりしている。

携帯型端末の小さな画面を通して情報処理することは、次のような認知心理学的特徴を持つ。

(1) 周囲と切り離された小さな画面に集中することにより周囲の実空間への注意が低下する可能性がある。また、(2) スクロール表示という、画面内に画像の興味ある部分や文章の続きを移動させて観察する又は読むことが、外界の広い範囲を直接的に見る通常の視覚情報処理と異なる可能性がある。

(1)の点について、視野中心における課題遂行が周辺視野における刺激検出能力を低下させることが知られているが (Ikeda & Takeuchi, 1975; Savage et al., 2019), 携帯型端末で実行されることが多い文章の読みや静止画の観察、動画の視聴などが周辺視野の刺激検出感度に与える影響を調べた研究は少ない。(2)の点について、視線を動かすたびに新たな視点の周囲の狭い範囲に視野を制限する装置を用いて観察する視野制限窓法を用いた実験から、入力範囲が狭められると画像の認知速度や文章の読み速度が著しく低下することが明らかになっているが (Ikeda & Saida, 1979; McConkie & Rayner, 1975; Rayner, 2014), スクロール表示のように視線を一定範囲にとどめて、画像や文章を流す方式が視覚情報処理にどのような影響を及ぼすかはあまり調べられていない (Harvey et al., 2019, 2020; Dickinson & Zelinsky, 2013)。

2. 研究の目的

本研究の目的は、端末画面で認知課題を行うときの周辺視野における注意の状態や、周辺視野の背景が端末画面における認知課題の実行に与える影響を調べ、周辺視野の背景を画面内の背景とすることにより周囲への注意配分が変化するかを検証することであった。これにより、歩行中に端末画面の情報に集中することにより、実環境への注意配分が低下して危険な事態になる、いわゆる歩きスマホのような問題について、解決の可能性を見出すことができると考えた。

3. 研究の方法

次のような心理実験を行った。

(1) 中央課題実行中の周辺視野光点検出感度測定実験

中央課題の提示：65インチタッチパネルディスプレイの中心にスマートフォンサイズの領域をとり、そこに中央課題として文章をスクロール表示して実験参加者に読ませ、その後簡単な理解度テストを行う (図1参照)。

周辺視野における光点検出率の測定：中央課題実行中に、ディスプレイ中心から8方向4段階の距離 (視角にして13, 22, 31, 40度) の32点からランダムに選んだ点に小光点を短時間提示する。実験参加者は光点を検出したらタッチ反応する (図1参照)。

中央課題の成績及び光点検出率の分析を行う。



図1. 左は実験環境の模式図. 右は光点提示位置を表す。

(2) スクロール表示された画像の位置記憶実験

23インチタッチパネルディスプレイの中央にスマートフォンサイズの画像表示領域をとる。実験参加者はこの領域内に画像を自由にスクロールして観察し (図2参照)、その後、画像の一部が提示されるので、それが画像のどこの部分であったかを答える。

画像の観察時間、観察の際の画像表示経路、移動と停止のタイミング、正答率を分析する。



図2. 画像を画面内にスクロールして観察する実験の概念図. 背景は実際には表示されていない。

(3) 物体の色・形・位置の組み合わせと反応の対応関係学習実験

それぞれ2通りの色 (赤・緑)・形 (○・△)・位置 (右・左) を組み合わせると8通りのアイテムを用意し、2個ずつを4個の反応キーに割り当てる (図3参照)。

実験参加者は、刺激が提示されたらいずれかの反応キーを押す。正誤がフィードバックされるので試行錯誤しながら8通りのアイテムと4個の反応キーの関係を学習していく。

繰り返し回数と正反応率及び反応時間の関係を分析する。









組み合わせ	2属性アイテム	2属性アイテム	2属性アイテム	3属性アイテム
アイテム	 	 	 	 
反応キー	A	B	C	D

図3 . 8 個のアイテムと 4 個の反応キーの対応関係の例 . 赤い三角形と A キー , 右側にある丸と B キー , 左側にある緑の図形と C キー , 左側にある赤い丸及び右側にある緑の三角形と D キーが対応している .

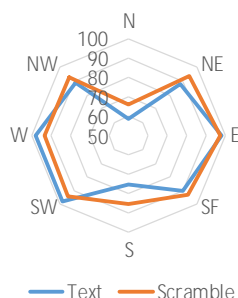
4 . 研究成果

(1) 実験の結果 , 全体的には , 視野中心においてスクロールする文章を読んでいる最中の周辺視野の光点検出率が大きく低下することは無く , 平均すると 90% 程度の検出率となった . しかし , 文字のランダムな羅列が移動するのを観察するランダム文字列観察中 (Scramble 条件) に比べ , 文章読解中 (Text 条件) は検出率が有意に低かった . また , 部分的に見ると文章表示画面近傍の上下方向では検出率が 70% 以下となり , 画面中心から視角 40 度離れた位置の上方向では 60% 以下の検出率となった .

スクロール文章読解中の中心視野から視角 40 度の位置における光点検出率を図 4 (a) に示す . 刺激検出視野が左右方向に比べて上下方向に狭いこと (Horizontal Vertical Asymmetry) や , 下方向に比べて上方向で特に狭まること (Vertical Asymmetry) が知られているが (Carrasco et al. , 2001) , 本実験においても , スクロール文章読解中及びランダム文字列観察中の光点検出率に同様の方向依存性が見られた . しかしここで注目すべき点は , ランダム文字列観察中 (Scramble 条件) に比べ , 文章読解中 (Text 条件) ではこの傾向がより顕著になっていることである . それに加えて , ランダム文字列観察中に比べ , 文章読解条件では左視野の光点検出率が高くなっていることは特筆すべき点である (水野・森田 , 2021) .

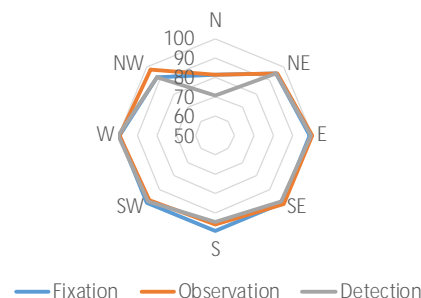
比較のため , 図 4 (b) に視野中心に明暗のコントラストで描いた縞刺激を下から上へと流し , 縞の幅の変化を検出する課題を行った実験の結果を示す . 縞の流れをただ観察する (Observation) 条件に比べ , 幅の異なる縞の検出を行う (Detection) 条件では上方向の光点検出視野が狭くなっているが , 左右方向においては課題による検出率の差は見られなかった (水野・森田 , 2020) .

40 deg from the center of the display



(a) スクロール文章読解課題中の周辺視野における光点検出率

39 deg from the center of the display



(b) スクロールするサイン波縞の周波数変化検出課題中の周辺視野における光点検出率

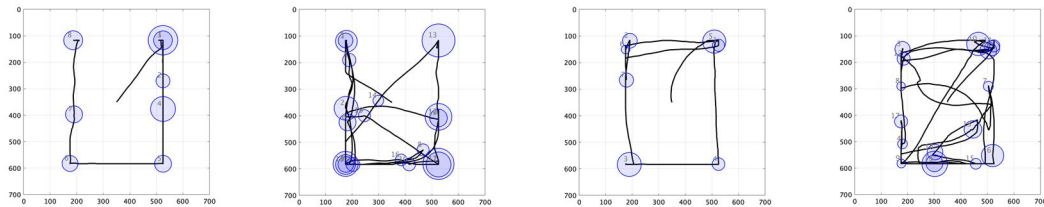
図 4 . (a) スクロール文章読解課題実行中の視覚 40 度における光点検出率の方向依存性 . (b) スクロールするサイン波縞の周波数変化検出課題実行中の視覚 39 度における光点検出率の方向依存性 .

以上 , 本研究により携帯型端末画面でスクロール文章を読むことにより , 周辺視野全体において物体出現の検出をミスする可能性が増すこと , 特に端末画面の正面から近づく物体の検出をミスする可能性が高まることが示唆された . また , スクロール文章読解により , 左視野において周辺視野の刺激検出が向上することが示唆された . 文章の読みに関する有効視野が読み方向 (右側) に広がることが知られているが , 周辺の刺激検出感度については調べられておらず , 今回の結果は読みにおける注意の周辺分布特性に関連する新しい知見として学術的な意義がある .

(2) 携帯型端末を用いて写真などの画像を観察する場合 , 端末画面が小さいため細かい画像を拡大して観察する必要が生じることがあるが , その場合 , 画面からはみ出した部分を見るために画像をスクロールする . このようにスクロールしながら観察した画像に関する記憶が , 全体を直接見た場合とどのように異なるかを調べる実験を行った . 画像全体を表示する全体条件 , 小さな画面上にスクロール表示するスクロール条件 , そして同じく小さな画面を画像上で移動すると移動先の画像が表示される移動窓条件で画像を観察した場合の位置の記憶を比較した .

その結果 , 3 通りの条件間で位置記憶の正確さに差は無かったが , 記憶するための観察に要した時間が全体条件に比べ , スクロール条件や移動窓条件で長くなった .

同じサイズの画面を用いたスクロール条件と移動窓条件の間には観察時間の差は見られなかったが、画像をどのようにスクロールしたか及び窓をどのように移動したかを分析したところ、スクロール条件では画像を素早く小さく動かして頻りに止めて観察していたのに対し、移動窓条件では窓を比較的ゆっくりと大きく動かしながら観察していた。また、通常の記憶課題で何度も同じ物体に視線を向けて観察するように、何度も同じ領域を表示して観察していた。さらに、水平方向のスクロールまたは移動の方が垂直方向に比べて比率が大きかった。これは、眼球運動と同様の傾向である。図5にスクロール条件における画像走査の軌跡と移動窓条件における窓の軌跡を例示する。どちらも、比較的単純で短い軌跡の例と比較的複雑で長い軌跡の例を挙げた。



(a) スクロール条件の走査の軌跡

(b) 移動窓条件の走査の軌跡

図5．走査の経路：左の2枚はスクロールモードで画像を観察したときの画像走査経路を、右の2枚は移動窓モードで画像を観察したときの窓の移動経路を示す。大きな正方形が画像を表す。円は停止したときの表示画面中心の位置（円の大きさは停止時間）を、線は移動中の画面中心の軌跡を示す。

小さな画面を用いて画像の視覚探索をするとき、スクロール表示よりも窓移動表示の方が探索時間が短いことが報告されている (Fujii & Morita, 2020)。これに対し、位置記憶のための画像観察時間は、スクロール表示と移動窓表示の間で差が無いという結果となった。その理由は、短時間に一通り画像を探索し終えなければならぬ探索実験では画像走査の速やかさの違いが所要時間の差として現れるが、同じところを何度も見返して記憶する記憶課題の場合には画像走査の速やかさによらず、記憶にとどめるために一定時間を必要とするためと考えられる。これらの表示方法における移動と停止のタイミングは、視覚探索と位置記憶のための画像観察の間で同様であった。

画像のスクロール表示による視覚特性について調べた研究がほとんど無い中で、記憶課題における観察中の画像走査の動特性や経路の特徴が明らかになったことは学術的に意義がある。また応用上も、日常的に携帯型端末で用いるスクロール表示の観察と記憶に関して今回明らかになった性質は、使いやすい表示方法の開発に役立つと考えられる。研究成果をまとめた論文を現在執筆中である。

(3)画像をスクロールすると、見ている位置は一定であるが、画像の移動に伴い画像内の物体の絶対位置が変化する。このことから、スクロール表示画像の知覚しにくさが視覚情報処理における位置特徴と他の物体特徴の結合の記憶表現に関係する可能性がある。そこで、位置と色及び形の結合に関して、刺激反応連合学習の速やかさと記憶保持の強さに関する研究を行った。

結果は、色と形の組み合わせと特定のキーとの対応関係の学習の速やかさに比べ、色と位置の組み合わせや形と位置の組み合わせとキーとの対応関係の学習は遅く、また学習後に組み合わせを変更して再学習したとき、位置を変更した場合には原学習の影響からの回復が最も速かった。

ここから、色と形の特徴結合と運動との連合に比べ、色あるいは形と位置の特徴結合と運動の連合はより緩やかであることが示唆される。そこで、図6に示すような、色や形と異なり位置は運動との連合において付随的な形で関与するというモデルを提案した (藤井・森田, 2018)。特徴統合における位置の役割については、統合過程から作業記憶、長期記憶と進むにつれて特徴をまとめ上げるアンカーとしての位置の役割が薄れていくことを示唆する実験結果が報告されつつあるが (Shimi & Logie, 2018)、本研究は長期記憶における特徴結合における位置の関与についての知見として学術的な意義がある。

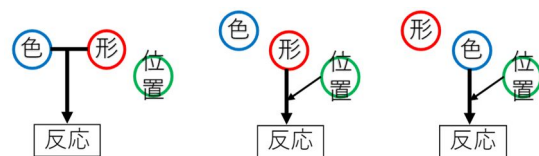


図6．色・形・位置の内の2属性の結合と反応の連合関係のモデル。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Kobayashi Masaki, Morita Hiromi, Matsubara Masaki, Shimizu Nobuyuki, Morishima Atsuyuki	4. 巻 8
2. 論文標題 Empirical Study on Effects of Self-Correction in Crowdsourced Microtasks	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Human Computation	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15346/hc.v8i1.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Fujii Yumiko, Morita Hiromi	4. 巻 11
2. 論文標題 Visual Search Within a Limited Window Area: Scrolling Versus Moving Window	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 i-Perception	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/2041669520960739	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 水野隆也, 森田ひろみ	4. 巻 -
2. 論文標題 スクロール表示される文章黙読中の周辺視野への注意配分	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 信学技報	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 森田ひろみ, 佐藤匡, 山岡千恵子, 三宅初穂	4. 巻 2020-AAC-12
2. 論文標題 パソコン要約筆記全体投影の読みやすい表示条件の検討 - 文字サイズ, 1行の文字数, および行長の関係について -	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 情報処理学会研究報告	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 森田ひろみ, 佐藤匡, 山岡千恵子, 三宅初穂	4. 巻 WIT2019-7
2. 論文標題 パソコン要約筆記全体投影の読みやすさと表示文字数の関係 - 文字の大きさの影響 -	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術研究報告福祉情報工学	6. 最初と最後の頁 31-36
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Furutate Mizuki, Fujii Yumiko, Morita Hiromi, Morita Masahiko	4. 巻 13
2. 論文標題 Visual Feature Integration of Three Attributes in Stimulus-Response Mapping Is Distinct From That of Two	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fnins.2019.00035	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤井佑実子・森田ひろみ	4. 巻 16
2. 論文標題 視覚特徴の組み合わせと反応のマッピング記憶の長期保持	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 図書館情報メディア研究	6. 最初と最後の頁 17-26
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15068/00154840	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 藤井佑実子・森田昌彦・森田ひろみ	4. 巻 29
2. 論文標題 刺激の位置を含む複数属性と反応のマッピング学習	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Vision	6. 最初と最後の頁 129-144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 藤井佑実子, 森田ひろみ
2. 発表標題 窓を通して観察する線分の長さの知覚：画像スクロール法と移動窓法の比較
3. 学会等名 日本視覚学会2020年冬季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 水野隆也, 森田ひろみ
2. 発表標題 携帯端末使用時の周辺空間への注意配分の計測
3. 学会等名 日本視覚学会2020年冬季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Fujii, Y. & Morita, H.
2. 発表標題 Long-term Retention of Multi-Attribute Stimulus-Response Mapping
3. 学会等名 APCV2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kobayashi, M., Morita, H., Matsubara, M., Shimizu, N., & Morishima, A.
2. 発表標題 An empirical study on short- and long-term effects of self-correction in crowdsourced microtasks
3. 学会等名 The sixth AAAI Conference on Human Computation and Crowdsourcing (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 保科みず希, 森田ひろみ
2. 発表標題 系列的手続きの学習方法による効率比較 連続ボタン押し課題におけるボタン構成に注目した検討
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告HIPヒューマン情報処理
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森田ひろみ, 佐藤匡, 山岡千恵子, 三宅初穂
2. 発表標題 聴覚障害者にとって読みやすい要約筆記全体投影表示条件の検討 - 1行の表示文字数と表示行数 -
3. 学会等名 電子情報通信学会HCSヒューマンコミュニケーション基礎研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤井佑実子, 森田ひろみ
2. 発表標題 色, 形, 位置の組み合わせと反応の連合方式の検討
3. 学会等名 日本視覚学会2018年冬季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fujii, Y., Morita, M. & Morita, H
2. 発表標題 Transfer of Multi-Attribute Stimulus-Response Mappings
3. 学会等名 APCV2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 保科みず希, 森田ひろみ
2. 発表標題 系列的手続き学習における学習方法の比較
3. 学会等名 電子情報通信学会HIPヒューマン情報処理
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 綾部早穂, 井関龍太, 伊藤真利子, 井上和哉, 熊田孝恒, 中川敦子, 樋口洋子, 森田ひろみ, 八木義彦	4. 発行年 2019年
2. 出版社 勁草書房	5. 総ページ数 262
3. 書名 心理学, 認知・行動科学のための反応時間ハンドブック	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------