

Title	視覚探索処理における反応時間の分布
Author(s)	松下, 戦具
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49167
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	まつ した そよ ぐ 松 下 戦 具
博士の専攻分野の名称	博 士 (人間科学)
学位記番号	第 21705 号
学位授与年月日	平成 20 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 人間科学研究科人間科学専攻
学位論文名	視覚探索処理における反応時間の分布
論文審査委員	(主査) 教 授 赤井 誠生 (副査) 教 授 三浦 利章 教 授 森川 和則

論 文 内 容 の 要 旨

任意の標的物を、目で探す行為を視覚探索という。視覚探索は日常に根ざしながらも非常に複雑であり、それゆえ、研究者にとっては挑戦的なトピックである。視覚探索を研究するため、本研究では 4 つの実験が行われた。

無いと答えるということ

はじめの二つの実験では、探索範囲内に標的物が「無い」と判断する過程（棄却）について検討した。

実験 1

探索画面の棄却過程として、完全型（すべての対象物を走査してから棄却）と中止型（途中であっても内的な基準で棄却）が先行研究で提案されている。この実験では、完全型と中止型の尤もらしさを検討した。実験課題は、探索画面中にターゲットが有るか（検出）無いか（棄却）を判断することであった。

実験の結果、探索者は 8 割程度の正答率をめどに探索を打ち切っていることが示され、中止型の可能性が高いと示唆された。

実験 2

中止型を支持する先行研究は、棄却の基準を速さと正確さのトレードオフで説明する。しかしトレードオフ自体は検出反応にも当てはまるはずであり、棄却だけに適用するわけにはいかない。この実験では、検出速度を重視する群と棄却速度を重視する群を設け、教示による重み付けの影響を検討した。

実験の結果、棄却重視群の棄却速度だけが速くなった。つまり棄却の速さは任意であり、検出反応はそうでないと示された。ただし棄却群の検出行為の分散には変化が見られた。つまり、棄却を重視すると検出行為にも重み付けの影響がでることが示唆された。

これらは、いち早い棄却のために、ターゲットの探索過程に変化が見られたことを示している。よって棄却行動と検出行動は独立ではなく、棄却は検出の下位行動であると考えられた。先行研究では制限時間が棄却基準の一つとされていたが、それは実はタイムプレッシャであり、反応への重み付けであると考えられる。

数理モデルの構築と試行内の記憶

ここでは人が視覚探索を行っている最中に、前の瞬間の記憶を活用しているか否かを検討した。非効率視覚探索で

はオブジェクトが逐次的に消去法で走査されるとする考えがある。この探索処理のタイプは記憶駆動型と呼ばれる。一方、探索者が全オブジェクトを並列的に走査しているという考えがある。この探索処理は記憶非拘束型と呼ばれる。

本研究では、実験の前半では記憶が使われ、実験の後半では記憶が使われないと仮説を立てる。それを確認するために新たな数理モデルを構築し、視覚探索課題の反応時間を分析し、考察を加える。

反応時間の分布を表す分布モデルに **ex-Gaussian** 分布がある。**ex-Gaussian** は、人間の主要な認知処理の時間を指数分布、誤差の時間を正規分布で表し、実データに良い当てはまりを示す。しかし **ex-Gaussian** にはその危険率関数が一定に収束するという欠点がある。危険率とは、任意の瞬間 t の直前までに反応が無かった場合、瞬間 t で反応が起こる確率のことである。探索中に記憶を使うなら、ある瞬間は前の瞬間より危険率が高くなり、危険率関数は上向きになるはずである。

ex-Gaussian の問題点を解決するため、著者は Weibull 分布と Gaussian 分布の畳み込み（以下 Weibull-Gaussian と呼ぶ）を導出した。主要認知処理の時間に Weibull 分布を採用する現実的な理由は、その危険率関数とその形状パラメータによって様々な場合を表しうるからである。Weibull 分布を採用する数理的な理由は、それが最小値の分布を表す極値分布だからである。反応は、探索画面の全てのオブジェクトのうち一つでも探索者の閾を越えた時点で起こる。それゆえ反応時間の分布は、最小値の分布と考えられる。そして、人間の反応時間には誤差の時間を考慮する必要があり、Gaussian を畳み込む。

実験 3

視覚探索課題を行ない、分析を行なった。まず Weibull-Gaussian と **ex-Gaussian** を AIC によって比較した結果、Weibull-Gaussian がより良いモデルと示された。

Weibull-Gaussian を使って反応時間を分析した結果、実験後半での効率化は、ベースライン自体の変化というより、主に効率の悪い反応が減ったためと示された。

また記憶の働きを表す形状パラメータは、実験の前半とは異なり、後半では記憶がほとんど利用されていないことを示した。よって単一の実験パラダイムであっても、記憶を利用する場合としない場合があることを示している。実験の後半で記憶が使われなくなった理由は、注意の範囲の拡大が起こり、一度で画面の全面を走査できたためと考えられる。この実験結果は、記憶が使われているか否かという二者択一的な立場で視覚探索を研究することはできないことを示している。

文脈手がかり効果が生起するタイミングの検討

上の実験で扱った記憶は試行内の記憶だったのに対し、ここで扱う文脈手がかり効果は試行間の記憶である。

実験 4

この実験は、文脈手がかり効果が 1 試行中のどのタイミングで生起するのかを検討する。文脈手がかり効果は「手がかり」と付いてはいるが、探索画面の提示後に画面と過去の潜在記憶とが照合され、その記憶が手がかりとなり、探索が促進される。この、画面が提示された直後の処理過程に関して、行動レベルのデータを示した研究はない。本研究ではその詳細なタイミングを反応時間の分布を元に検討する。

そのためにまず、文脈手がかり効果の存在を確認する。その後反応時間に Weibull-Gaussian モデルを適用し考察を加える。

実験の結果、文脈手がかり効果が確認され、反応時間が Weibull-Gaussian で分析された。もしも前の探索時の記憶が手がかりのように働いているならば、形状パラメータの値は 1 未満になり、そうでない場合は 1 以上となることが期待された。分析の結果、予想通り、潜在記憶を手がかりとして利用できる画面 (Old) に対しては形状パラメータが 1 未満になった。そして Old の反応生起確率は提示後早期にピークを迎えるという点で他の条件 (New) と明らかに異なった。

知覚的前処理段階の変動は、Old のほうが小さかった。つまり潜在学習された画面に対してはスムーズに前処理が行なわれた。しかし一方で、探索処理のベースラインを表すパラメータの値に差は無かった。これは、Old はしばらく待った後、瞬時に効率の良い探索を開始すると意味する。この「Old のほうが平均反応時間は速いが、探索の立ち上がりにタイムラグが有る」という厳密な生起タイミングを行動のレベルで確認できたのは本研究だけである。Old

の探索が開始されるまでのタイムラグは例えば潜在記憶のロード時間と考えられる。

総合論議

本論文の実験4は探索の開始時点、実験3はまさに探索中、そして実験1と2はその探索を中止する時を論じ、これらをつなげれば一連の視覚探索になる。その一連のなかで、記憶を始め様々な認知機能が働いていた。本論文の実験は単純なパラダイムであるにも関わらず、視覚探索に関するいくつもの現象の発見に成功している。特に後半では、試行内の記憶の働きやその働きの変化、探索開始直後の処理過程といった詳細な現象を捉えている。これらを反応時間の平均だけから知ることは困難である。本論文の結果は、反応時間の分布を見ることの重要性を再認識させるものである。ただし実生活での「一連」のスパンは実験よりももっと長いとも考えられ、今後の研究課題でもある。

論文審査の結果の要旨

本論文は任意の標的物を目で探す行為である視覚探索に関して、反応時間の分布を用いてより深い理解を得ようとした実験心理学的研究である。

論文の前半では探索された範囲内に標的物が無いと判断される棄却過程について検討がなされた。その結果、棄却過程では8割程度の正答率で探索が打ち切られるという現象が見い出され、検出過程に比してより心理学的な要素の強いことを明らかにした。

論文の後半では、通常の探索過程に目を転じ、探索の過程が記憶を使用した記憶駆動型であるか否かについて詳細な実験的検討が行われた。これを確認するために反応時間の分布がその測度として用いられたが、様々な分布関数を現実のデータに適合させる過程の中で申請者はオリジナルな関数である Weibull-Gaussian と呼ぶ関数を提案している。これを用いることによって、視覚探索は最初は記憶駆動型であるが、徐々に記憶駆動ではなく、全対象を並列的に探索するように変化することを確認した。さらに、最後の実験では視覚探索に関する文脈手がかり効果に本分布を適用することによって探索の立ち上がりに関する新しい知見も報告している。

以上、本論文は、理論的展開の明晰性、提出された反応時間分布モデルの斬新性、あるいは、その実験心理学的方法論の充実度より博士（人間科学）の学位の授与に十分に値するものであると判定された。