

# 視覚探索とワーキングメモリー

## —事象関連電位で探る脳の活動—

文  
写真 宮谷 真人  
教育学部心理学科

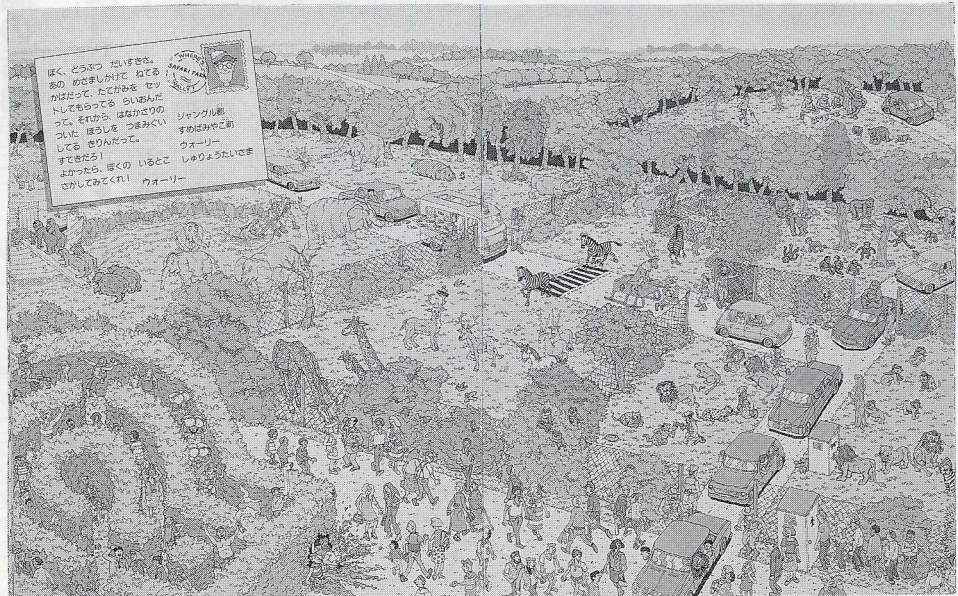


図1 「ウォーリーをさがせ！」(Handford, M. 著 唐沢則幸訳, フレーベル館, 1987より)

### 視覚探索

『ウォーリーをさがせ!』という本が何年前かに流行したのを、覚えておられる方も多いでしょう。赤と白の横縞のシャツに青いジーンパンをはき、ステッキをつきながら世界を旅するウォーリーなる人物を、人や動物や雑多なものでごった返すさまざまな風景の中から見つける遊びです(図1)。

このように、視野内の複数の対象の中から特定の特徴を持つものを選択的に抽出する働きを、視覚探索といえます。我々の周囲には莫大な量の情報が存在しますが、人間の脳にはそれらすべてを処理する能力はありません。人間が外の世界を認識し、うまく適応していくためには、不必要な情報は切り捨て、自分にとって重要な情報のみを視覚探索は、そのためになくてはならない基本的な認識機能です。視覚探索を支える脳の仕組みを探ること、これ

視覚だけで快樂する人間が、うようよと増え始めている。バーチャル・リアリティは、類いまれな視覚構想をもった人間だけが享受できる最高のメディアではある。

ところで、人間が最も精緻なコンピュータとすれば、そのワーキングメモリーはいかに構成されているのか。

普段、何も関係なく生活している分には、そんなことはどうでもいいことかもしれない。しかし、脳損傷や痴呆症、老化などにより脳の認知機能が低下したとき、どのようにすればそれが防げるのかといった疑問に突き当たる。人々は、改めて「意識」の正体に直面することになる。

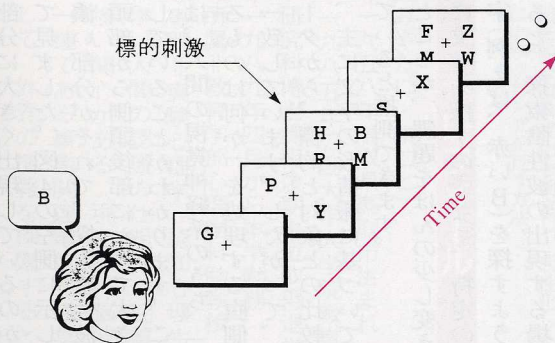


図2 視覚探索課題の例

が私の研究テーマです。視覚探索の仕組みを調べるために、さまざまな課題が考案されています。その一つを紹介しましょう(図2)。

まず、誰かにコンピュータの前に座ってもらい、アルファベットを一文字覚えてもらいます(これを標的といいます)。次に、コンピュータの画面上に



## 視覚探索中の脳の活動

次々と文字を表示し、その中に標的があるかどうかを判断してもらいます。標的が含まれていれば右手にもったスイッチを、含まれていなければ左手のスイッチを押してもらおうといった具合です。画面に表示する文字の数を変化させると、判断のむずかしさも変わります。

このような作業をしている人の頭皮から、脳波を記録することができます。脳波は、脳の活動によって生じる電気的変動を増幅して記録したもので、大きく二つに分けて考えることができます。一つは、我々が何かを見たり聞いたりという特定のできごととは無関係に、自発的に変動する脳波で、 $\alpha$ 波や $\beta$ 波、あるいは睡眠中に記録される $\delta$ 波などはこれに当たります。

一方、これとは別に、感覚器官への外的刺激や、期待・注意・意思決定などの心的事象によって一過性に生じる脳波の変動があることも知られています。例えば、図2の課題で、文字が表示されると、それに応じて約一秒間、脳波にわずかな変化が生じます。これを、特定のできごと(事象)が引き起こす脳の電気活動の変化、という意味で事象関連電位と呼んでいます。

図3に視覚探索課題で記録される事象関連電位の例を示しました。Fz、Czなどと書いてあるのは、頭皮上の位置を表す用語です。図の上が前頭部、下

が後頭部になります。横軸は時間の経過を表します。やや長い縦棒は文字が表示された瞬間を示し、一目盛りが一〇〇ミリ秒に相当します。縦軸は事象関連電位の振幅です。上向きが陰性(マイナス)方向への変化、下向きが陽性(プラス)方向への変化を示します。文字が一つだけの場合(実線)、二文字の場合

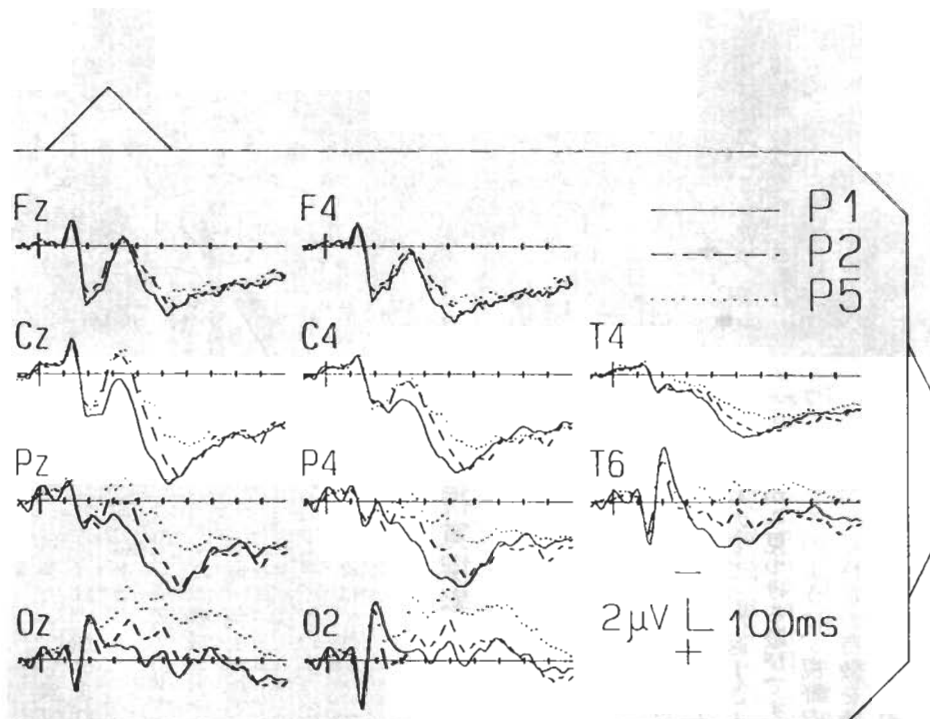


図3 資格探索課題で記録される事象関連電位の例。探索すべき文字数が1(実線)、2(破線)、5(点線)の場合を重ね書きしてある。

(破線)、五文字の場合(点線)の波形を重ね書きしました。三つの波形を比較すると、記録した場所によって多少異なりますが、表示後二五〇ミリ秒過ぎあたりから違いが現れ、それがしばらくの間続いています。この区間では、表示された文字数が多くなるほど波形が陰性方向に振れている

ることがわかります。これが探索陰性波と呼ばれる成分で、標的と視野内のさまざまな対象を比較照合する脳の活動を反映する成分であると考えられています。

図3には頭の右半分しか示していませんが、頭部全体から事象関連電位を記録し、この探索陰性波が頭皮上のどの部分に大きく出現しているのかを調べて見ました。図4の左側に示した色の濃い部分がそれで、探索陰性波は、後頭部から側頭後部にかけて大きく出現していることがわかります。この領域は、人間の視覚神経系のうち、「見ているものは何か」を処理する腹側経路と一致しています。したがって、このデータから、標的と対象との比較過程が、主に文字の形情報に基づいて行われていると推測できます。

ところが、課題をほんの少し変えて、単に文字を探すのではなく、特定の色の文字(例えば、赤いB)を探すようにさせると、探索陰性波の出現する場所が違ってきます。図4の右側に示したように、今度は中心部優勢に出現するようになるのです。詳細は省きますが、この分布は、刺激として聴覚刺激を用いたときの分布と非常によく似ています。このことから考えて、単純な文字探索課題では形情報に基づいた探索が行われていたのに対し、色と文字を組み合わせた視覚探索では、文字を音に交換した情報を使って比較照合が行われたことが推測できます。

### ワーキングメモリーのはたらき

ところで、一時的に何か(例えば標的)を覚えておいたり、それを使ってさまざまな処理・操作(例えば視覚対象との比較照合)を行うためのメカニズムを、ワーキングメモリーと呼びます。視覚探索はもちろん、言葉の理解、学習、思考、推理など人間の知的活動のほとんどが、また、我々の「意識」や「注意」といったなじみの深い現象も、ワーキングメモリーの働きと密接

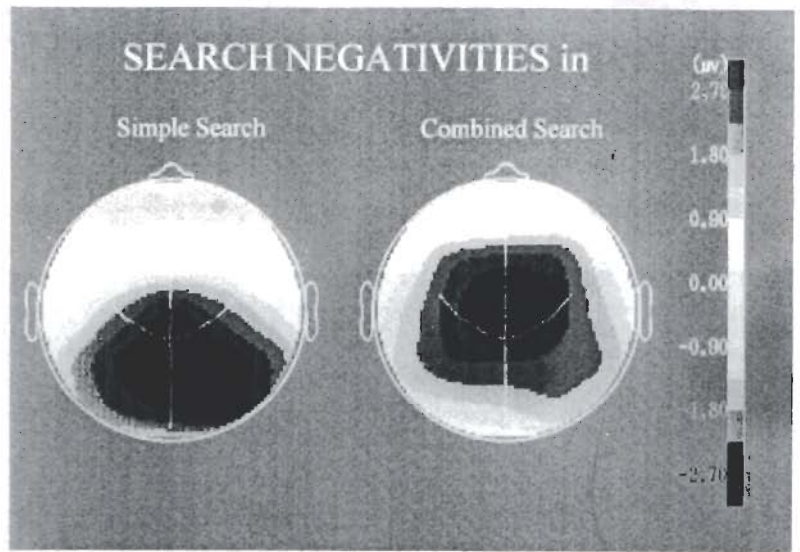


図4 探索陰性電位の頭皮上分布。色の濃い部分ほど大きな電位が出現している。左が単純な文字探索課題、右が色選択と組み合わせた文字探索課題の場合

に関連しています。

現在までの研究で、このワーキングメモリーは、少なくとも三つの性質の異なる下位機構で構成されていると考えられています。音声的情報を扱う「音声ループ」、視覚的・空間的情報を扱う「視空間スケッチパッド」、そして複数の処理系間の情報の流れを制御したり作業の調整を行う「中枢制御系」です。図4の後頭部・後部側頭部優勢な探索陰性波は視空間スケッチパッドの活動を、中心部優勢な探索陰性波は

音声ループの活動を反映していると考えられます。また、課題の性質に応じてこのような分布の変化をもたらしたのは、中枢制御系の働きであると考えられます。

ウォーリーを採す場合にも、基本的にはこれらのメカニズムが、もちろんもつ複雑な形ではありますが機能しているわけです。人間の複雑かつ精巧な認識活動も、脳のわずかに数マイクロボルトという微妙な活動に支えられているのです。

普段、何も問題なく生活しているぶんには、そんなことはどうでもいいことかも知れません。しかし、脳損傷や痴呆症、老化などによる認知機能の低下がなぜ生じるのか、どのようにすればそれが防げるのかといった疑問に答えるためには、我々の認識がどのような下位機構に支えられているのかを、脳の活動と関連づけながら、根気強く明らかにしていく必要があります。

現在、脳の活動を測る道具として、脳波のほかに、PET(注1)、MEG(注2)、fMRI(注3)などさまざまな技術が使われています。さらに、近い未来には、今は考えもつかないような新しい方法が開発されるかもしれません。それらを駆使して、視覚探索やワーキングメモリーなど、人間の知的な活動を支える脳の仕組みも、徐々に明らかになっていくことでしょう。少しでもそれに貢献したいと思っています。

注1 PET: Positron Emission Tomography (陽電子放射断層撮影、ポジトロンCT) 放射性同位元素の陽電子(ポジトロン)放射を検出することで脳血流量、脳酸素代謝量、脳糖代謝量などを測定し、脳のどの領域がよく活動しているかを画像で表示する方法。  
注2 MEG: Magnetoencephalography (脳磁波) 脳の電氣的活動によって発生する微弱な磁場を、SQUID(超伝導量子干渉装置)と呼ばれる装置によって計測したもの。  
注3 fMRI: Functional Magnetic Resonance Imaging (機能MRI、MRIは磁気共鳴画像法) 「磁気共鳴」という現象を利用して脳内の局所的な血液変化を測定し、活性化した脳部位のマッピングを行う方法。

### プロフィール

(みやたに・まこと)

- ◆ 一九五八年鳥取県鳥取市生まれ
- ◆ 一九八五年広島大学大学院教育学研究科博士課程後期単位取得退学
- ◆ 一九八九年四月から本学勤務
- ◆ 所属 教育学部心理学科助教授
- ◆ 専門 実験心理学、認知心理生理学。人間の認識の仕組みや性質に強い関心がある。現在は、脳波の一種である事象関連電位を道具にして、外界の情報を探索するという働きが、脳のどのような仕組みに支えられているのかを調べている。いくつかは「意識」の正体に迫りたい。

