

視覚認知において色と形の情報が統合される仕組み —位置に依存しない物体記憶の生成—

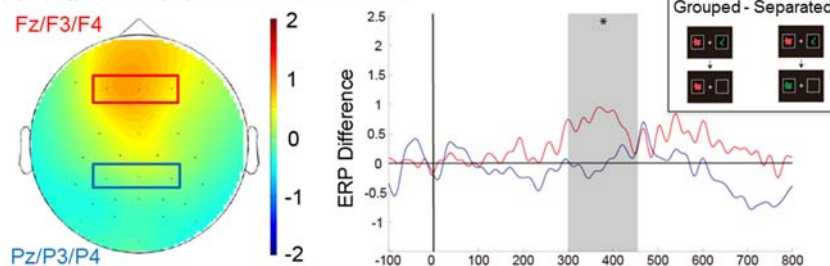
京都大学大学院人間・環境学研究科、齋木潤教授が、短期記憶内で物体の視覚特徴が統合されている証拠を初めて示しました。視覚記憶は外界の認知に不可欠な機能ですが、物体特徴の統合の仕組みは不明なままでした。本研究は、記憶課題中の反応時間分析と脳波解析を組み合わせることで、色と形の統合の仕組みに関する積極的な証拠を世界で初めて提出しました。

この成果は、2015年12月28日(米国時間)に、アメリカの雑誌 Psychological Science にオンラインで掲載されました。

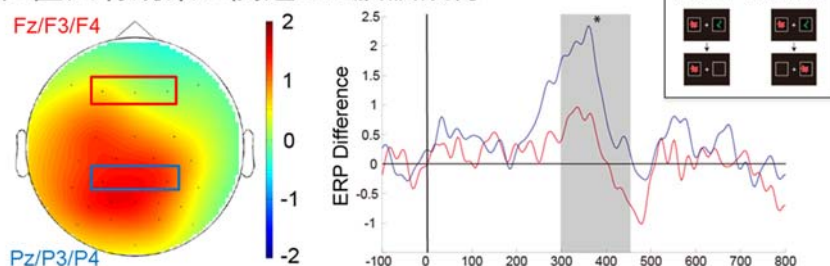
成果のポイント

- ・ 視覚記憶における特徴統合の評価法を開発し、色と形の特徴の統合に関する明確な証拠を世界で初めて発見しました。
- ・ 有力な理論の主張とは異なり、特徴統合された物体情報を位置に依存しない形で保持できることを明らかにしました。
- ・ この成果の発展により、複雑な視覚情報の認知が必要な運転行動や機械操作の安全性向上、動きながら外界を認識するロボットビジョンシステムの高度化、ウェブページやスマホ画面を用いた複雑な視覚情報の効率的な伝達に役立つ手がかりを提供できます。

特徴統合に関連した脳波成分



位置共有効果に関連した脳波成分



研究の概要

1. 背景

私たちは外界の事物を認識する際、色や形をバラバラの特徴ではなく、ひとつの物体として認識していると感じています。しかし、視覚情報処理の初期段階では、物体を構成する各特徴は独立に処理されていることが知られており、物体特徴が脳の中で統合される仕

組みは認知科学における未解明の問題の一つです。知覚においては、位置を共有する特徴が統合されると考えられていますが、統合された特徴が記憶の中で保持される仕組みは不明なままでした。

記憶における特徴統合は、私たちの外界の安定した認識に不可欠です。例えば、横断歩道を渡るとき右を見たときの記憶情報と左を見ているときの知覚情報が統合される必要があります。このような記憶を視覚性ワーキングメモリと呼びます。視覚性ワーキングメモリは直近の過去と現在の知覚情報を統合して安定した外界の認識を可能にしています。

特徴が統合された物体記憶は外界の認知に有効と考えられますが、従来の視覚性ワーキングメモリ研究では、むしろ特徴が独立に保持されるという知見が優勢でした。そこで、記憶内の特徴統合の明確な証拠を提出することを本研究の第一の目的としました。また、特徴統合の記憶における位置の役割を検討しました。結合問題に関する有力な理論であるオブジェクトファイル理論では位置情報が不可欠と主張されており、この理論の妥当性を評価しました。

2. 研究手法・成果

本研究は、認知心理学で知られている「冗長性利得」という現象を記憶課題に応用しました。色と形の組合せからなる物体をディスプレイに 2 個呈示し、それらを記憶します。その後、テスト刺激が 1 個、記憶画面の物体位置のいずれかに呈示され、テスト刺激が記憶刺激に含まれる色、或いは、形をどれか一つでも含んでいたか否かを、刺激位置とは無関係にできるだけ速く、正確に判断する課題を行いました。この時、テスト刺激が記憶刺激の色、形両方を含んでいる場合は、色、形の一方だけを含む場合よりも反応時間が速くなります。これが冗長性利得効果ですが、この時の反応時間分布を解析することで色と形が独立、あるいは、組合せて用いられているかを判定できます。

この解析の結果、以下のことが明らかになりました。

(1) 記憶の符号化時には位置を共有する特徴のみが統合される。

(2) 統合された色と形は、記憶保持中に位置に関係なく利用できるようになる。

つまり、視覚情報を記憶に符号化する際は、位置の共有によって特徴が統合されるが、記憶に保持されている間に位置に依存しない表現が生成されるということを示しています。

また、脳波データの解析から、位置に依存しない特徴の統合と、オブジェクトファイル理論が想定する特徴と位置の結合は、脳内の異なる領域で処理されている可能性が示されました。オブジェクトファイル理論は、物体の諸特徴はその位置と強く結びついた形で保持されると考えていますが、今回の結果は、新たな特徴統合機構の存在を示唆しており、視覚認知における結合問題に関する理論研究の再検討の必要性を示しています。

3. 研究の意義・波及効果

本研究は、視覚記憶における特徴統合機構を調べるための新しい実験手法を提案するもので、結合問題を含む未解明の問題の解決への大きな貢献が期待されます。今後この手法を用いて、機能的脳イメージング等の手法により、脳が結合問題を解くメカニズムの解明につながるかもしれません。また、本研究の成果は、複雑な視覚情報の認知が必要な運転

行動や機械操作の安全性向上、動きながら外界を認識する必要があるロボットビジョンシステムの高度化、ウェブページやスマホ画面を用いた複雑な視覚情報の効率的な伝達に役立つ手がかりを提供できます。

4. 論文タイトルと著者

Saiki, J. (2016). Location-unbound color-shape binding representations in visual working memory. *Psychological Science*. DOI: 10.1177/0956797615616797

5. サポート情報

本研究は科学研究費補助金基盤研究B（21300103）、基盤研究A（24240041）の補助を受けました。