

視覚特徴の結合と反応の連合に関する心理学的研究 —物体の空間的特徴を用いた検討—

藤井佑実子

1. 序論

視知覚と行動は密接に関係しており、我々は日常的に物体を見てそれに対する適切な行動をとっている。例えば青信号であれば進み、赤信号であれば止まる。このように物体に対して適切な反応を生起するには、物体を構成する視覚特徴と反応の対応関係をあらかじめ記憶し、必要なときにすばやく想起できる必要がある。それでは、複数属性から成る視覚特徴と反応はどのような記憶構造で結びつけられているのだろうか。Ishizaki et al. (2015)の研究では、2つの属性の特徴をひとまとまりにした属性対表現が段階的に反応と連合するという対属性仮説を支持する結果が得られている^[4]。しかし、これは物体認知に関わる属性（脳の腹側視覚経路で処理される属性）のみを扱った検討であったため、背側視覚経路で処理される空間属性についても同様の記憶構造であるのかは未だ明らかではない。そこで本研究では、視覚特徴に空間的特徴を含む場合に反応との連合記憶がどのように形成されるか検討した。

2. 実験 1

実験 1 では、特徴統合において重要な役割を担うと考えられている位置属性が反応と結びつく際に他の属性と同じように扱われるか検討することを目的とした。そして

位置・色・形で構成される属性セットを用いた刺激反応マッピング学習課題を行った。この課題では、3 属性 2 値（位置：左か右、色：赤か緑、形：三角形か四角形）の組み合わせによって表現される 8 種類のアイテムと 4 つの反応キーの対応関係を実験参加者に学習させる。図 1 にその対応関係の一例を示す。対応関係の種類としては、2 つの属性が反応と関連する 2 属性アイテムと 3 つ全ての属性が反応と関連する 3 属性アイテムがある。2 属性アイテムには、「色-形アイテム条件」と「形-位置アイテム条件」、「色-位置アイテム条件」がある。例えば、「色-形アイテム条件」の 2 つのアイテムは、色と形の 2 属性が反応と関連する。そのため、図 1 の例であれば、赤い三角形なら左右どちらの位置に提示されても A キーを押すのが正解となる。3 属性アイテムは、3 つ全ての属性を考慮しなければ正解キーを導き出すことができない。これらのアイテム条件の学習難易度などを比較することによって検討を行った。なお、刺激反応マッピング学習課題の 1 試行の流れを図 2 に示す。

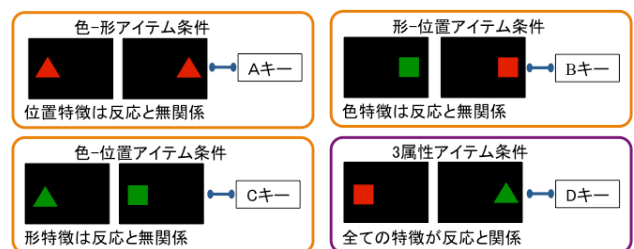


図 1. 実験 1 のアイテムと正解キーの対応関係

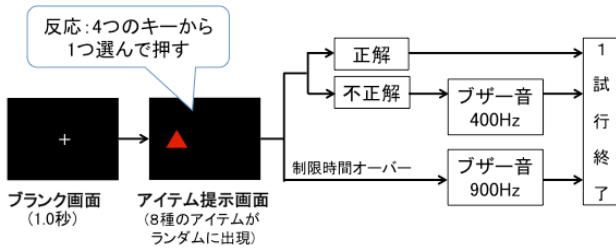


図 2. 刺激反応マッピング学習課題の 1 試行の流れ

実験の結果、3 属性アイテムに比べて各 2 属性アイテムは学習がしやすいことがわかった (図 3)。このことから、色-形属性対と同じように色-位置や形-位置の属性対も 1 単位として反応と連合していることが示唆された。ただし、色-形属性対は他の属性対に比べて反応との連合を学習しやすい傾向が見られた。

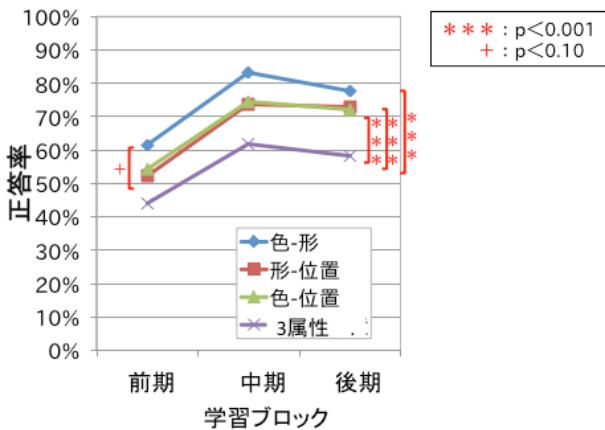


図 3. 実験 1 の正答率の推移

3. 実験 2

実験 1 から、色-形属性対は色-位置や形-位置属性対に比べて反応との連合関係を学習しやすい可能性が示唆された。この連合学習の難易度の差は、脳の視覚情報処理経

路の違いが影響している可能性がある。大脳の視覚情報処理経路には、腹側視覚経路と背側視覚経路という 2 つの経路がある。腹側視覚経路は色や形などの物体認知に関わる属性の処理に関わっており、背側視覚経路は位置や運動などの空間属性の処理に関わっていると考えられている^[2]。そのため、異なる視覚経路で処理される属性から成る属性対 (例えば、色-位置の属性対) は、同じ視覚経路で処理される属性同士の属性対 (例えば、色-形の属性対) に比べて属性対を形成しにくく、素早く正しい反応と連合することが難しい可能性が考えられる。

そこで実験 2 では、空間属性同士の属性対と反応の連合も、物体認知に関わる属性同士の属性対と反応の連合同じように学習が容易であるのかを明らかにすることを目的とした。そして、運動・位置・色で構成される属性セットを用いた刺激反応マッピング学習課題を行った。

実験の結果、3 属性アイテムに比べて各 2 属性アイテムは学習がしやすいことがわかった (図 4)。そして、空間属性同士の属性対 (運動-位置属性対) は、物体認知のための属性と空間属性の属性対 (色-位置や運動-色属性対) と同程度の難易度で学習されることがわかった。したがって、同じ視覚経路で処理される属性同士の属性対であれば反応との連合関係を学習しやすいわけではないことが示唆された。

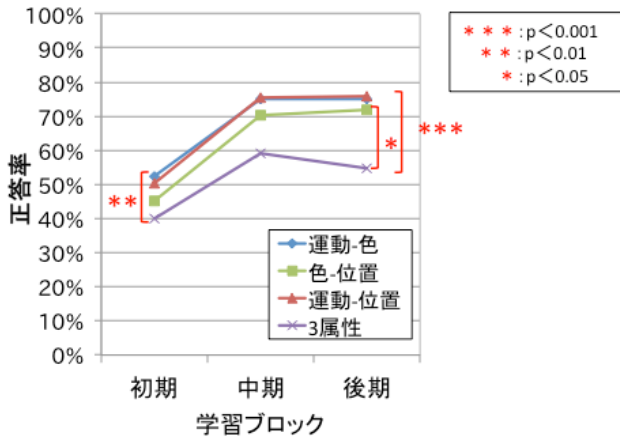


図 4. 実験 2 の正答率の推移

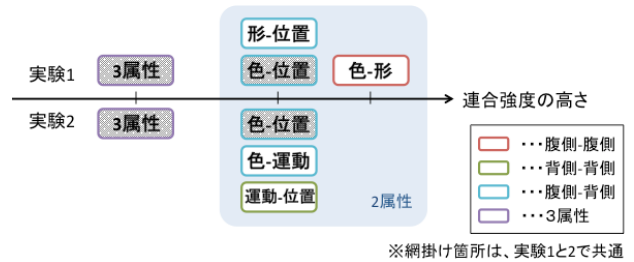
4. 考察

実験 1,2 から、2 属性を反応と連合するよりも 3 属性を反応と連合する方が、学習が難しいことがわかった。このことから、3 属性アイテムは 2 属性アイテムに比べて複雑な統合表現を持って複雑に反応と連合すると考えられる。したがって、2 つの属性の特徴をひとまとまりにした属性対表現が段階的に反応と連合するという対属性仮説の考えに従うと今回の結果を上手く説明することができる。

また、属性対の種類によって反応との連合記憶を形成する難易度が異なることが示唆された。実験 1 では、色-位置属性対と形-位置属性対に比べて、色-形属性対は反応との連合学習が容易である可能性が考えられた。実験 2 では、色-位置属性対と運動-位置属性対、運動-色属性対は同程度の難易度で連合学習が成立することがわかった。

これにより、各属性対と反応の連合強度（属性対と反応の結びつきの強さ）が異なる可能性が示唆された。実験 1 と 2 で共通して設定されていた色-位置属性対の学習の正答率を基準として考えると、色-形属性対

に比べて空間属性が含まれる属性対（色-位置属性対、形-位置属性対、運動-色属性対、運動-位置属性対）は反応との連合強度が弱いことが考えられる。今回の実験結果から導いた、視覚特徴と反応との連合強度の比較を図 5 に示す。



※網掛け箇所は、実験1と2で共通

図 5. 8 つのアイテム条件の連合強度

これらの結果から、提示されたアイテムに対して反応の選択がどのように行われるのかに関して単純なニューラルネットモデルを考えた。実験 1 の場合のモデルを図 6 に示す。入力層の 6 つのユニットは、それぞれ色・形・位置の各特徴に対応している。そして、これらの特徴を結合し属性対を形成するニューロンを中間層として考えることができる。提示される刺激によってこれらのニューロンが活性し、出力層の 4 つのユニット、A、B、C、D キーに反応するニューロンに向けて入力信号を出す。この入力信号の強さによって出力反応が決まることになる。なお、中間層のユニットと出力層のユニットの結合荷重は実験結果を基に決定した。このモデルを用い、反応生起確率の数値シミュレーションを行ったところ、今回の実験結果を再現できた。このことから、以上のような構造で視覚特徴と反応の連合記憶が構築される可能性が考えられる。

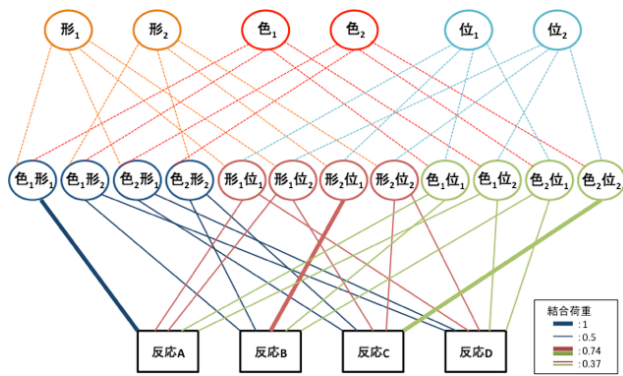


図 6. 実験 1 のモデル

5. 結論

視覚特徴に空間的特徴を含んだ場合も属性対を形成して反応と連合すると考えられる。ただし、空間属性を含んだ属性対は、物体認知に関わる属性同士の属性対に比べて反応との連合記憶を形成しにくい可能性が示唆された。

文献

- [1] Ishizaki, T., Morita, H., & Morita, M. (2015). Feature Integration in the Mapping of Multi-Attribute Visual Stimuli to Responses. *Scientific reports*, 5.
- [2] Ungerleider, L. G., & Haxby, J. V. (1994). 'What' and 'where' in the human brain. *Current opinion in neurobiology*, 4.2, 157-165.