

氏 名 森戸 勇介

学位（専攻分野） 博士（理学）

学 位 記 番 号 総研大甲第 1206 号

学位授与の日付 平成 2 0 年 9 月 3 0 日

学位授与の要件 生命科学研究科 生理科学専攻
学位規則第 6 条第 1 項該当

学 位 論 文 題 目 The representation of animacy enhanced by the
environmental context: an fMRI study

論文審査委員 主 査 教授 柿木 隆介
教授 定藤 規弘
教授 小松 英彦
教授 岡沢 秀彦（福井大学）

Animacy (有生性) とは生物から知覚される「生命感」や「生物らしさ」を示す概念である。Heider and Simmel (1944) は顔や身体といった生物の形態的な情報を持たない幾何図形においても Animacy が知覚されることを示した。この Animacy の知覚を誘発する運動には、重力や衝突といった外的な力に寄らずに対象自身で運動を変化させる自己推進性 (Self propelled motion) および、追従や回避といった運動そのものに明確な意味合いをもつ目的指向性 (Goal directed motion) が重要であることが知られている。この運動情報からの Animacy の知覚には、物体の認知処理に関わる腹側視覚経路が関係していることが予想されるが、その神経生理的な規序は未だ明らかでない。そこで本研究では幾何図形の運動を用いた Animacy 知覚の神経基盤を機能的磁気共鳴画像法 (functional Magnetic Resonance Imaging: fMRI) をもちいて検討した。

実験では、画面内をランダムに運動する赤玉 (ターゲット刺激) を提示し、その周囲の視覚情報 (環境文脈) を操作し、被験者にはその赤玉を注視するように教示が行われた。これにより、赤玉の運動情報を変えることなく Animacy の心的な印象を操作し、その心理強度に応じて活動が変化する脳領域を調べた。用いた環境文脈は追従文脈と障害物文脈の2つであった。追従文脈はターゲット以外に提示された青玉が赤玉を追いかけるか、否かで操作された。障害物文脈では画面内を運動する赤玉の周囲に静止した複数の障害物を提示するか、否かで操作された。これにより赤玉の運動に「青玉からの逃避」、および「障害物の回避」という2つの心的な意味づけを加え、これらの環境文脈を用いて4つの実験条件を作成した (追従+障害物条件、追従のみ条件、障害物のみ条件、文脈なし条件)。実験では、それぞれの条件に基づいたアニメーション刺激を15秒間ずつランダムな順序で被験者に提示し、刺激観察中の脳活動を計測した。また脳活動計測中の被験者の注意および眼球運動を統制するために、赤玉の枠線の色をランダムなタイミングで変化させ、その枠線の色に対する変化検出課題を課した。脳活動計測の前後には7間尺度法を用いて各刺激に対する Animacy の心理強度を測定した。心理評定に用いた刺激は脳活動計測中に提示された刺激と全く同一であった。

Animacy の心理評定実験の結果、追従文脈および障害物文脈の両方で Animacy の心的な強度の増強が確認され、特に追従文脈が障害物文脈に比べてより強い効果を持つことが示された。fMRI 実験の結果から、両方の環境文脈が左の Inferior temporal gyrus (ITG) および両側の Occipital Pole (OP) の活動を有意に増強することが確認された。また、脳活動領域間の関係性をモデル化する Dynamic causal model 解析 (Friston et al., 2003) を行ったら、Animacy 刺激観察時に ITG および OP 間の実行結合力 (Effective connectivity) が有意に増強されることが示された。これら結果は運動情報からの Animacy の知覚には OP と ITG の両方が強く関わっていることを示唆している。さらに、それぞれ領域における脳活動量を、Animacy の心理強度および、視野内に提示された物理的な視覚刺激量 (視覚要素の数) の2つの指標を用いてモデル化する重回帰分析を行った。その結果、ITG の活動は Animacy の心理量の影響を有意に受け、OP の活動は視覚刺激量の影響を有意に受けていることが確認された。本実

験で示された OP の位置は視覚的な運動情報処理に関わる Kinetic Occipital area (KO) に相当していた。この知見とあわせて視覚要素の数に依存するという OP の活動は、動的に変化するターゲット刺激と他の視覚要素（障害物や青玉）の相対的な位置関係を表象していると解釈された。一方、ITG の位置は物体認知に関わるとされる Lateral Occipital Complex (LOC) に相当しており、視覚刺激量には依存せず、Animacy の心理強度をより強く反映している ITG の活動はより直接的に Animacy を表象していると解釈された。以上の結果から、運動情報からの Animacy の知覚には ITG と OP との両方が関わっているが、Animacy の心的な表象は主に ITG で表現されていると結論付けられた。

論文の審査結果の要旨

Animacy（有生性）とは生物から知覚される「生命感」や「生物らしさ」を示す概念であり、顔や身体といった生物の形態的な情報を持たない幾何図形の運動からも Animacy を知覚できることが知られている。この運動情報からの Animacy の知覚には、物体の認知処理に関わる腹側視覚経路が関係していることが予想されるが、その神経生理的な規序は未だ明らかでない。そこで本研究では幾何図形の運動を用いた Animacy 知覚の神経基盤を機能的磁気共鳴画像法（fMRI）をもちいて検討した。

実験では、画面内をランダムに運動する赤玉（ターゲット刺激）を提示し、被験者にはその赤玉を注視するように教示を行った。さらに、その周囲の視覚情報（環境文脈）を操作することで、赤玉の運動情報を変えることなく Animacy の心的な印象を操作し、その心理強度に応じて脳活動が変化する領域を調べた。用いた環境文脈は追従文脈と障害物文脈の2つであった。追従文脈はターゲット以外に提示された青玉が赤玉を追いかけるか否かで操作され、障害物文脈は画面内を運動する赤玉の周囲に静止した障害物を提示する否かで操作された。これら2つの環境文脈を用いて4つの実験条件を作成した（追従+障害物条件、追従のみ条件、障害物のみ条件、文脈なし条件）。実験ではそれぞれの条件に基づいたアニメーション刺激を15秒間ずつランダムな順序で被験者に提示し、刺激観察中の脳活動を計測した。

各条件に対するAnimacyの心理評定実験の結果、追従文脈および障害物文脈の両方でAnimacyの心的な強度の増強が確認され、特に追従文脈が障害物文脈に比べてより強い効果を持つことが示された。fMRI実験の結果から、両方の環境文脈が左の下側頭溝 および両側の後頭極の活動を有意に増強することを確認した。さらに、それぞれ領域における脳活動量をAnimacyの心理量および、視野内に提示された物理的な視覚刺激量（視覚要素の数）を用いてモデル化する重回帰分析を行ったところ、下側頭溝の活動はAnimacyの心理量、後頭極の活動は視覚刺激量の影響を有意に受けていることが確認された。以上の結果から、運動情報からのAnimacyの知覚には下側頭溝と後頭極との両方が関わっているが、Animacyの心的な表象は主に下側頭溝で表現されていると結論付けた。

学位論文の内容の一部は、既に申請者が第1著者としてまとめ、英文原著論文として投稿準備中である。研究内容は非常にすぐれており、国際的にも高いレベルであると、審査委員全員が判断した。