

立体映像の投影により誘発される触覚情報の強度に対する

心理特性と視覚情報の影響

The Effects on Psychological Features and Visual Information to Strength of Tactile Sensation Occurred by Projection of Stereoscopic Images

5115E002-3 板橋 智也 指導教員 河合 隆史 教授

ITABASHI Tomoya

Prof. KAWAI Takashi

概要：本研究では、触覚刺激を用いず立体映像の投影のみで微かな触覚情報を誘発させる「微触感錯覚」について、先行研究で明らかにならなかった個人差の要因として、個々人の心理特性を新たに選定し、その影響を調べた。また、個人差以外の要因である環境要因として視覚刺激のリアリティを選定し、その影響を調べた。具体的には、見た目の異なる視覚刺激を用いて微触感錯覚を体験してもらい、その強度を先行研究と同様、主観評価指標のVAS (Visual Analogue Scale)、客観評価指標のNIRS (Near Infra-Red Spectroscopy) で測定した脳血流量の変化を用いて評価した。また、個人ごとに代表値を算出し、各種心理特性との関係を調べた。その結果、脳内では触覚情報を推定するために詳細な視覚情報が利用されているが、意識に上る可能性は低いことが示唆された。加えて意識に上ってきた感覚の強度には体験者が認識しやすいようなわかりやすい視覚情報が利用される可能性が示唆された。また、今回測定した心理特性はVASやNIRSの結果と直接的な関係性は認められなかった。

キーワード：触覚、錯覚、感覚間相互作用、心理特性、NIRS

Keywords: Tactile sensation, Illusion, Cross-modality, Psychological feature, Near infra-red spectroscopy

1. はじめに

近年感覚間相互作用と呼ばれるヒトの「ある感覚の情報から他の感覚の情報を補完して認知、解釈する特性」が注目されている。これを上手く使うことで感覚呈示に必要な資源を減らし、今まで再現できなかった感覚呈示も可能性がある。

そこで本研究では、視覚と触覚の感覚間相互作用によって発生すると考えられている微触感錯覚^[2]に注目し、その個人差の要因として個々人の心理特性と、環境要因である視覚情報の影響を調べる実験を行った。

2. 実験

先行研究^[2]に倣い、両眼透過型HMD (Moverio BT-200)を用いて3DGのオブジェクトを掌に重畳表示した。オブジェクトは前方約34cmに融像し、約17°の俯瞰視点から見たように設定した。オブジェクトは球体、カード型、円柱型の3種類あり、球体は下端が、それ以外は左下端が掌に接触するようにした。オブジェクトの例を図1に示す。また、オブジェクトはディテール再現の有無、白色・単色・写真テクスチャ、影の有無の組合せで計12パターンが種類毎に存在する。

オブジェクトは最初画面に表示されておらず、上方から下降または落下して画面に表示される。下降してくるパターンでは掌に接触後左右に動き、落下してくるパターンでは静止する。その後どちらも再び上昇して画面から消える。左右、静止の時間が4秒であり、他の時間が9秒である。運動パターン5回の繰り返しを1刺激とし、刺激12回の繰り返しを1試行として6試行を行った。

実験参加者は20代の男子大学生7名で、実験前に説明を行い同意を得た。参加者にHMDとNIRS (ETG-4000)を装着し、HMD上に表示したオブジェクトが掌に乗るように位置を合わせた。実験環境を図2に示す。実験は左右の手々々に行った。

NIRSは国際10-20法電極配置に従い、PzにOP14が対応するようにプローブを配置した。使用したプローブは3×5配置のもの一つである。

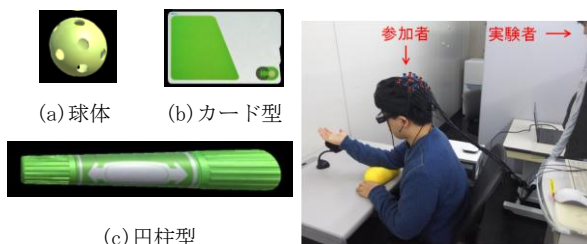


図1. オブジェクト例



図2. 実験環境

また、実験開始前に3種類の心理・性格検査質問紙にそれぞれ回答させた。使用したのは内向性・外向性と神経症的傾向を測定するモーズレイ性格検査、状態不安と特性不安を測定する状態特性不安尺度、妄想観念の主題である被害・誇大・微小を測定する妄想観念チェックリストの3つで、いずれも健常な大学生に対しての使用妥当性が確認されている。

3. 解析・結果

NIRS のデータ（酸素化ヘモグロビン）に多重解像度解析を行い、周期 12.8 秒～51.2 秒のデータを抽出し、正規化を行った。その後、データを 13 秒毎に分割し、ベースライン補正と加算平均を行い、振幅が最大となった時点の前後 1 秒分の平均をとった。更に各チャンネルを対応する脳の領野に合わせて4つ（S1、SA、V3、We）に区分し、各区分内の平均値を代表値とした。

得られた代表値に対して、正規性検定と等分散性検定を行ったところ、有意水準 5%で、正規性は棄却されたが、等分散性は棄却されなかったため、各代表値を運動の種類毎に分けて多元配置分散分析を行い、5%水準で有意であった要因に対して各種下位検定を行った。その結果を図3に示す。

VAS のデータに対しては、被験者ごとにデータを正規化してから解析に使用した。こちらも NIRS 同様正規性検定と等分散性検定を行った結果、どちらも有意水準 5%で帰無仮説が棄却されたため、ノンパラメトリックな多元配置分散分析と下位検定を行った。

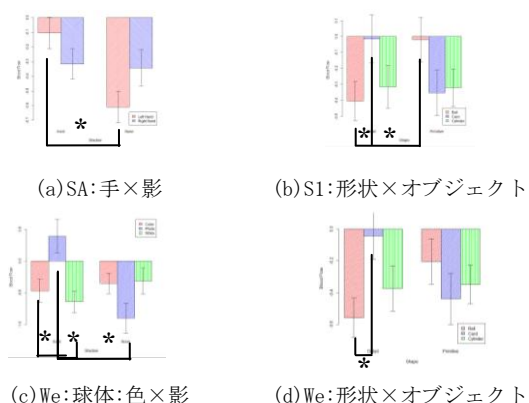


図3. NIRS の下位検定の結果（左右運動）

心理特性については、NIRS の各領野の代表値の被験者毎の統計量および VAS の被験者毎の統計量との相関分析を行ったが、全ての検査項目において NIRS、VAS どちらのデータに対しても有意

な関係は見つけられなかった。

4. 考察・まとめ

NIRS の結果においては、左右運動でのみ有意な結果が出たのは、落下運動において落下スピードが速く、落下してきたという印象を受けずにただ出現し消失すると認識されたことが多かったためではないかと考えられる。SA において左手の際に影の有無で有意な差が生まれた理由としては、利き手でないために物とのインタラクションが少なく、また普段から重要な触覚認知に関わることが少ないため、視覚と触覚の統合に多くの情報が必要となり、意識にまで上りにくい影の情報も体性感覚連合野まで上がってきて処理が行われたためではないかと考えられる。S1 で認められた差は、穴の開いた球やカードなど、比較的強めの触覚情報が想像される状況において、体性感覚連合野から 1 次体性感覚野へのフィードバックが強く発生した可能性を示唆している。We で認められた差は、いずれも視覚情報量の多い条件であることと、対応しているウェルニッケ野上部の角回も種々の触覚知覚に関わっており、視覚を含む他の感覚においても交差点的な役割を果たしていると考えられていることから、微触感錯覚の生起に関与している可能性を示唆している。

VAS の結果は、オブジェクトの同定に関わるような詳細な視覚情報ではなく、大まかな視覚情報や動きなどが錯覚強度に影響している可能性が高いことを示唆している。

心理特性については、NIRS や VAS の結果と直接的に関与する証拠は見つけられなかったが、NIRS と VAS で要因の影響が大きく異なることから、実際の脳活動と、意識に上がってくる感覚の間には齟齬があり、その関係性と関連している可能性は否定できない。

今後は、実験計画を単純化し、要因の絞り込みを行うとともに、データを増やしてより精緻な結果を導けるよう改善していく。

参考文献

- [1]. 飯野瞳他, シースルー型 HMD を用いた微触感錯覚の呈示と評価, 日本バーチャリアリティ学会論文誌, Vol. 18, No. 2, pp. 151-159, 2013