

## NIRSを用いたロボットの印象評価に関する研究

日大生産工(院) ○森 拓也      日大生産工 柳澤 一機      日大生産工 綱島 均

### 1 緒言

近年, 少子高齢化する社会や多様化する生活様式に合わせて, 介護用や家庭用のロボットの需要が増加している。それに伴い, 人に対する親しみやすさ, 親和性を重要としたロボットのデザインが要求されている。

ロボットの印象に関する指標として不気味の谷現象がある<sup>1)</sup>。不気味の谷現象とは, ロボットの見え目が人間に近づいていくとそのロボットに対する親和性は上昇していくが, ある一定の範囲を超えると親和性が減少し, 不気味と感じる現象である。

脳活動からロボットの印象に関する先行研究としてSayginらは<sup>2)</sup> 人間, 人間らしいロボット, 機械的なロボットの3つの動画を呈示した時の脳活動を機能的磁気共鳴画像法(fMRI: functional Magnetic Resonance Imaging)を用いて計測を行った。その結果, 人間らしいロボットの動画を呈示しているときに最も脳が活動する結果が確認された。しかし, fMRIを用いた計測は実験参加者への負担が大きく, 自然な状態での課題の呈示が行えない問題がある。

そこで本研究は, 脳活動からロボットのデザインによる印象の評価を行うためにさまざまなロボットの画像を呈示した時の脳活動を自然な状態での計測が可能である近赤外分光法(NIRS: Near Infrared Spectroscopy)を用いて計測を行い, その結果からロボットの印象評価が可能か検討を行う。

### 2 NIRSの原理

人間の脳において神経活動が起こると, その周辺の限られた領域の血管が拡張し血流が増加する。NIRSは近赤外光が生態を通過する際に, 血液中の酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)と脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の近赤外光の吸収度合いが異なることを利用し, 血液中のそれぞれの濃度変化を測定することで脳活動情報を知ることができる非侵襲的計測方法である。一般的に脳活動が生じるとき, oxy-Hbが増加し, deoxy-Hbは減少する。

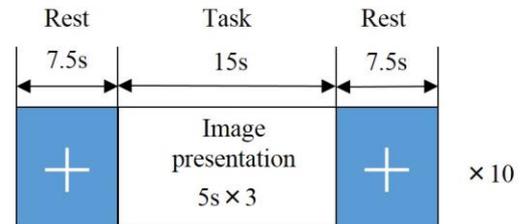


Fig.1 Experimental Design

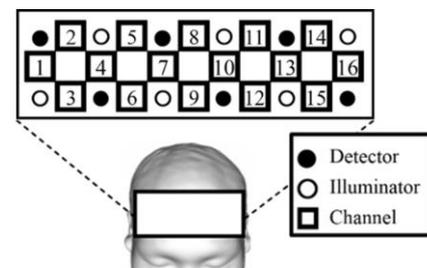


Fig.2 Channel placement of OEG-16

### 3 実験方法

ロボットの印象による脳活動の違いを検討するために, 実験参加者が不気味または親しみやすいと感じる画像を選定する必要がある。そこで, 実験参加者以外の協力者6名に画像に関するアンケートを行い, ロボットの人間らしさと親しみやすさについて7段階で評価を行った。その結果の平均値, 親しみやすい, 不気味, どちらでもないロボットの画像を選定し呈示画像とした。

実験デザインを図1に示す。前レスト7.5秒, タスク15秒, 後レスト7.5秒を1試行とし, 全10試行を行った。タスクでは各試行1種類のロボットに関する画像を3枚呈示した。また, レストでは画面に表示される十字記号を注視するように指示を行った。実験終了後に呈示したロボットの画像に関する主観評価として画像の選定時と同様に人間らしさと親しみやすさについてアンケートを行った。

本研究では脳機能計測装置として, 株式会社スペクトラテック製, 近赤外光イメージング装置OEG-16を使用して, 前頭前野の脳活動を全16チャンネルで計測を行った。図2にOEG-16の計測チ

Study on the Impression Evaluation of the Robot Using NIRS

Takuya MORI, Kazuki YANAGISAWA and Hitoshi TSUNASHIMA

チャンネルの位置を示す。実験参加者は、事前に実験の趣旨説明と合わせてインフォームドコンセントを得た20代男性2名とした。

#### 4 実験結果

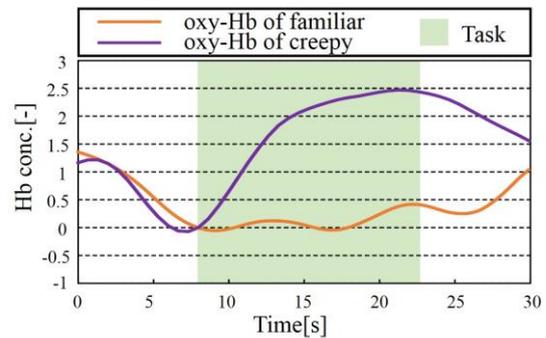
NIRS信号には、課題に関連しない成分がノイズとして含まれているため、離散ウェーブレット変換による多重解像度解析を用いて課題に関連した成分で再構成し、実験参加者間で比較するため標準得点化を行った。そこから、実験後のアンケートから不気味、親しみやすいと感じたタスクのoxy-Hbの加算平均を求め各条件ごとの傾向について検討を行った。図3(a)に実験参加者Bの中央部(5ch~12ch)の加算平均の結果を示す。さらに、タスクごとの部位による特徴を確認するため、タスク開始点を基準とした時のタスク終了時の脳機能画像を作成した。脳機能画像を図3(b)に示す。

図3(a)より、不気味と感じたタスクにおいて、タスク開始直後からoxy-Hbが上昇し、前頭前野中央部で活動を確認できた。また、図3(b)より前頭前野の広範囲で活動していることが確認できた。これは扁桃体の活動を前頭前野が抑制しようとする働きによって起きたと考えられる。

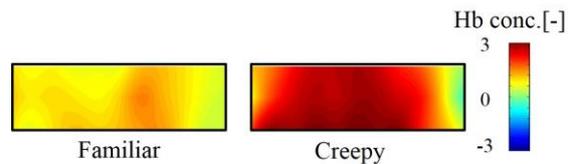
人間の脳において外からの刺激に対する情報処理には図4に示すような低次経路と高次経路が存在する<sup>3)</sup>。低次経路は視床から直接扁桃体へ情報が直接伝播される経路である。これに対して、高次経路は感覚皮質を經由して扁桃体へ情報を伝播する経路である。不気味の谷における不気味とされる人間に近いロボットを観測すると低次経路では人間、高次経路ではロボットと認識される。すると、扁桃体で情報の不一致がおり、活動促進させ、前頭前野は扁桃体の活動を抑制させるためoxy-Hbが上昇する<sup>4)</sup>。これに対して親しみやすいと感じたタスクにおいては、情報の不一致が起きずoxy-Hbがあまり変化しなかったと考えられる。

#### 5 結言

本研究では、さまざまなデザインのロボットの画像を呈示した時の脳活動を、NIRSを用いて計測し、その結果からロボットの印象評価が可能か検討を行った。その結果、不気味、親しみやすいと感じたロボットの画像を呈示したときの脳活動が異なることが確認され、ロボットの印象評価を行える可能性を示した。



(a) Averaged result in each task (central portion)



(b) Functional brain imaging

Fig.3 Brain activity on impression of robot (prefrontal cortex)

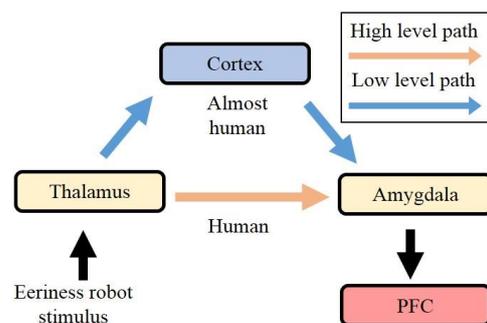


Fig.4 Neural transmission route of creepy robot stimulus

#### 「参考文献」

- 1) Masahiro Mori, The Uncanny Valley, IEEE ROBOTICS & AUTOMATION magazine, Vol.19, No.2, (2012), pp.98-100.
- 2) Ayse Pinar Saygin et al., The Perception of Humans and Robots: Uncanny Hills in Parietal Cortex, Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society, Val.32, (2010), pp.2716-2720.
- 3) 田和辻可昌他, 視床と扁桃体の機能に着目した不気味の谷発生メカニズムのモデル化の試み, 人工知能学会全国大会論文集, Val.27, (2013), 2F1-2.
- 4) 村下直樹他, 動画視聴時の脳活動計測における快・不快情動の評価に関する研究, 公益社団法人自動車技術会2016年秋季大会学術講演会講演予稿集, (2016), pp.1040-1053.