

# ヒューマノイドロボットの目の動的色発光に対する 統合失調症患者の感情知覚についての実験的検証

## Emotion Perception of Schizophrenia Patients for Eye Blinking Patterns of Humanoid Robots

金今 直子<sup>1,2</sup> 大山 直子<sup>2</sup> 清水万里江<sup>2</sup> 坂東誉子<sup>2</sup>  
志村友 田和辻 可昌<sup>1</sup> 松居 辰則<sup>1</sup>

KANEKON Naoko<sup>1,2</sup>, OYAMA Naoko<sup>2</sup>, SHIMIZU Marie<sup>2</sup>, BANDO Yasuko<sup>2</sup>,  
SHIMURA Yu, TAWATSUJI Yoshimasa<sup>1</sup>, and MATSUI Tatsunori<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 早稲田大学

<sup>1</sup> Waseda University

<sup>2</sup> 高月病院

<sup>2</sup> Takatsuki Hospital

**Abstract:** In this study, we conducted an experiment that compared schizophrenia patients with healthy subjects in perception of emotions expressed by an NAO humanoid robot. We programmed the robot to express the eight basic emotions proposed by Plutchik (1984) which were *anger, anticipation, expectation, joy, trust, fear, surprise, sadness, and disgust* using Teshi et al. (2015)'s method of dynamically changing the robot's eye color. The results show that it was more difficult for the schizophrenia group than for the healthy group to correctly perceive the emotions expressed by the robot. In addition, the two groups showed different patterns of emotion misperceptions. The healthy subjects tended to mistake a positive emotion for another positive emotion, and to mistake a negative emotion for another negative one. On the contrary, the schizophrenia patients mistook a positive emotion for another positive one or a negative one equally likely, and mistook a negative emotion for another negative one or a positive one equally likely. We consider it resulting from the decline in information processing abilities of the schizophrenic patients. Our study also shows that, to improve interactions between schizophrenic patients and emotion-expressing robots, we should avoid choosing strong colors for the robots' eyes and should set the blinking cycles of the robots' eyes to be longer than 2066.1 ms.

### はじめに

近年、人間とロボットとのインタラクションにおいて、人間がロボットの動作や表情、色などに対し感情推定を行うことが報告され、ロボットの感情表出方法の研究が盛んに行われている。しかしながら、それらの研究の多くは健常者を対象としていることから、感情認識障害を有する統合失調症患者に対しては適切な感情表出方法ではない可能性がある。そこで本研究では、ヒューマノイドロボットの NAO<sup>1</sup>を用いて統合失調症患者のロボットに対する感情知覚実験を行ない健常者と比較した。ロボットの感情表出には Plutchik の基本 8 感情 [1] (怒り, 期待, 喜び, 信頼, 恐れ, 驚き, 悲しみ, 嫌悪) に対応した勅使らによるロボットの目の動的色発光のモデル

[2]を用いた。

### 統合失調症患者の表情認識障害

これまでに統合失調症患者の表情認識障害について多くの報告がある。土居らのレビュー論文 [3]では、統合失調症患者の表情認識障害には全般的な顔認識障害の結果引き起こされているものと感情カテゴリー特異性によるものがあり、それぞれに関連した神経機能異常が関与している可能性が述べられている。このうち、感情カテゴリー特異性については、統合失調症患者の表情認識成績は「嫌悪」については対照群に比べて低いが、「喜び」については差異が認められなかった [4]ことから不快表情に特異的であるとされている。一方、感情識別検査として最も

<sup>1</sup> <https://www.softbankrobotics.com/jp/product/nao/>

広く使用されているものとして Ekman らの表情画像を基に Kerr らが作成した Facial Emotion Identification Task (FEIT) [5]が挙げられる。このテストでは刺激として白人モデル画像を使用していることから、萩谷らにより日本人版として Facial Emotion Selection Test (FEST) が開発された [6]。萩谷らは FEST と認知機能との関連について分析し、FEST スコアと言語作業記憶スコアの間に関連性を見出し、顔の感情認識といくつかのタイプの作業記憶が共通の認知リソースを使用しているのではないかとの仮説を報告している。

## ロボットと統合失調症患者の感情知覚

これまでに、ヒューマノイドロボットに対する統合失調症患者の感情知覚に関する研究は少ないものの、Raffard らにより、統合失調症患者は人間の表情とロボットの表情に対する感情知覚の速度に差がある [7]との報告がなされている。Raffard らは、人間とロボットの「喜び」と「怒り」の表情画像を刺激として用い、感情認識に要する時間を比較した。その結果、両感情共に対象が人間であると感情認識に要する時間は短く、ロボットでは長いことが示された。この実験で使用されたヒューマノイドロボット iCub<sup>2</sup>では、眉と口の形の発光表示を変えることで「喜び」と「怒り」の感情を表していた。これは人間の感情表出の形式をロボットで模している。それに対して本研究ではロボット独自の感情表出の形式に対する評価を行なうこととし、ヒューマノイドロボット NAO の目の発光パターンによりロボットの感情表出を行なった。

## 目的

本研究は、ヒューマノイドロボット NAO に対する統合失調症患者と健常者の感情知覚の違いについて実験的に検証することを目的とする。

具体的には、以下二つの観点に基づき検証を行った。一点目は、人の表情画像に対する感情知覚の正答率とロボットの感情刺激に対する感情知覚の正答率に違いがあるかという点である。二点目は、感情誤知覚のパターンに違いや特徴が認められるかという点である。これらを明確にすることで、統合失調症患者のロボットへの感情知覚の傾向を捉え、統合失調症患者に適したロボットの感情表出について検討することができると考えられる。なお、本研究は早稲田大学の「人を対象とする倫理審査委員会」と

医療法人社団東京愛成会高月病院の倫理審査委員会の承認を得て実施された。

## 実験

### 実験手続き

実験は、医療法人社団東京愛成会高月病院のデイケア室または作業療法室の一角を使用して、2020年9月から11月にわたって行われた。

患者側実験参加者は、高月病院へ外来通院しデイケア利用中の患者10名と任意入院中の患者18名の計28名(男性18名、女性10名)であった。内1名はデイケアへの通所が中断し、データの収集が困難となり除外したため、分析対象患者は27名(平均年齢48.5±10.1歳、男性17名、女性10名)とした。分析対象患者(以下、統合失調症群とする。)の診断名は27名中26名が統合失調症、1名は統合失調感情障害であった。健常者側実験参加者(以下、対照群とする)は、高月病院の職員4名(平均年齢43.3±9.1歳、男性2名、女性2名)とした。職種は作業療法士2名、薬剤師1名、その他1名であった。実験に先立ち、統合失調症群には、個別に実験内容を口頭と書面にて説明し、その説明に納得した上で同意書に自署することによって同意を得た。対照群については、口頭にて研究の概略を説明した上で、口頭にて同意を得た。

実験環境を図1に示す。ロボットは机の上に座った状態で設置し、ロボットと実験参加者の前には回答用のタッチパネル式PC(Lenovo MIIX 310-10ICR)を設置した。ロボットの操作は、ロボット操作用PC(Microsoft Surface Pro 4)とNAOをWi-Fiルーター(HUAWEI E5785)経由にて接続して行った。実験参加者がロボットの正面に着席後、まず、ロボットより自己紹介と実験参加についてのお礼の発話をさせた。その後、FESTとロボットの感情選択テスト Robot Emotion Selection Test(以下、RESTとする)の2種類のテストを実施した。テスト実施にあたり、外来患者、入院患者共にFEST後RESTを実施する参加者とREST後FESTを実施する参加者がほぼ同数となるようにしてカウンターバランスをとった。

FESTはEkmanの基本6感情[8]である、怒り、喜び、恐れ、驚き、悲しみ、嫌悪に感情なしを加えた7感情の3パターン、計21画像から構成されている。提示される感情の順番はランダムになっており、テストの参加者はそれぞれの画像を見た後に知覚した感情を口頭で回答する。回答に際しては時間

<sup>2</sup> <https://icub.iit.it>

制約は設けなかった。本研究では、口頭ではなく FEST 用のアプリケーション（Windows Presentation Foundation アプリケーションを Visual Basic 言語にて構築）を独自に作製した。回答用のタッチパネル式 PC の画面上に刺激となる感情画像を表示し、その下には感情名の表示されたボタンを並べて表示した。実験参加者には、知覚した感情名のボタンを指でタッチして選択させ、選択した感情が正しく押せたか確認させるため、決定ボタンの上側に表示されている感情名が正しいか確認するよう促し、正しい場合は決定ボタン、誤っていた場合は再度感情ボタンを押すよう求めた。決定ボタンが押された時点でテキストファイルに正答の感情名と回答者が選択した感情が書き込まれる方法にて回答を得た。

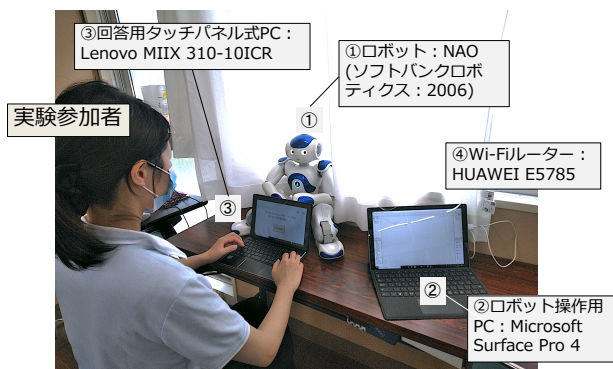


図 1. 実験環境

REST には勅使ら [2]による NAO の目の LED 発光パターン刺激を用いた。勅使らは、感情表出方法として色相、点滅周期 (ms)、明滅速度（輝度値の変化の滑らかさ）をパラメータとして設定し、Plutchik の基本 8 感情に「感情なし」を加えた 9 感情についてロボットが表出する感情としてモデル化した。勅使らの作成した「8 種類の感情に対応した色と波形」の図を図 2 に示す。本研究では、Choregraphe 上での実装に際し、HSV 形式である色相を RGB 形式に変換するなどの志村らが提案し

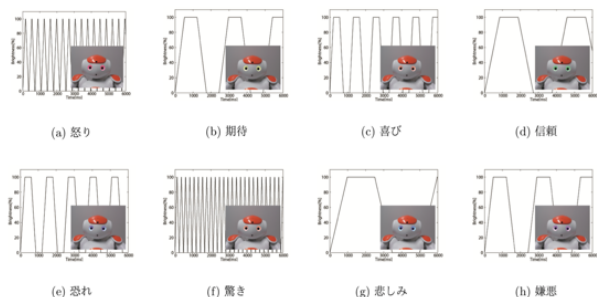


図 2. 勅使らの作成した「8 種類の感情に対応した色と波形」

た方法 [9]を採用した。また、先行研究では白・赤のボディーカラーの NAO が使用されていたが、本研究では白・青のボディーカラーの NAO を用いた。

REST の実施手続きを以下に示す。REST の回答専用のアプリケーションも FEST 用と同様に作製し、実験開始時に回答用 PC 画面に表示させた。実験者はロボット操作 PC より提示する感情のプログラムを選択し、参加者にこれからロボットの目が光ることを伝えて注意を向けさせた後で、プログラムを実行させた。ロボットはプログラムに従って感情に応じた目の動的発光を 6 秒間提示した。発光終了後、知覚した感情を回答用 PC の画面上に 3 列 3 段に並んだ 9 感情から選ぶように促し、知覚した感情名の表示されたボタンをタッチさせた。選択した感情が正しく押せたか確認させるため、決定ボタンの上側に表示されている感情名が正しいか確認するよう促し、正しい場合は決定ボタン、誤っていた場合は再度感情ボタンを押すよう求めた。実験者は決定ボタンが押されたことを確認後、実験参加者に次の試行が始めることを伝えた。感情の提示順序がランダムになるようにし、各感情を 3 試行、計 27 回試行した。回答時間の制約は設けなかったが、1 施行に付き刺激提示は 1 回のみとした。

## 結果

### FEST と REST の正答率比較

人の表情画像から知覚した感情を選択する FEST とロボットの目の発光パターンから知覚した感情を選択する REST の 2 種類のテストに対する統合失調症群と対照群の正答率の比較を図 3 に示す。また、REST の 9 感情から「期待」と「信頼」を除いたものを REST7 感情とした。この REST7 感情と FEST7 感情は同一の感情で構成されている。

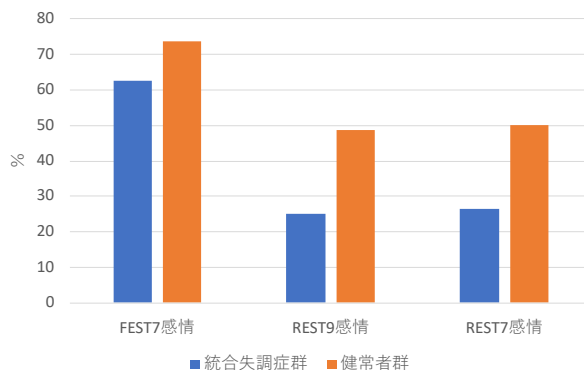


図 3. FEST, REST の正答率比較

FEST においては対照群の正答率が 73.8%であったのに対して、統合失調症群の正答率は 62.6%とやや低かった。また、REST では、対照群の正答率は 9 感情が 48.8%, FEST と同じ感情種類の 7 感情のみでは 50.0%であった。それに対して統合失調症群の REST 正答率は 9 感情では 25.0%, 7 感情では 26.5%であった。すなわち、人の感情知覚における対照群と統合失調症群の正答率の差が 10%程度であったのに対して、ロボットの感情知覚では両者の正答率の差は 25%程度に拡大した。したがって、今回使用した感情刺激について統合失調症患者がロボットの感情を正しく知覚することは困難であることが示唆された。

次に、各テストの結果を感情別に統合失調症群と対照群で比較した。FEST の正答率が高かった順に示すと、対照群は「驚き」100%, 「喜び」91.7%, 「嫌悪」83.3%「怒り」75.0%, 「感情なし」75.0%, 「悲しみ」58.3%, 「恐怖」33.3%となった。「恐怖」が他の感情に比べると低かった。これに対して統合失調症群の FEST 正答率は「喜び」87.7%, 「怒り」76.5%, 「驚き」74.1%「感情なし」71.6%, 「悲しみ」61.7%, 「嫌悪」40.7%, 「恐怖」25.9%となった。「恐怖」が最も正答率が低く、次いで「嫌悪」が低いこと、「嫌悪」については対照群と比べて正答率が低下していた。これらの FEST の結果は萩谷らの報告 [6] とほぼ同様であった。

REST について感情別に統合失調症群と対照群を比較した。図 4 に示すように、対照群・統合失調症群共に「感情なし」の正答率がそれぞれ 66.7%, 44.7% で最も高かった。対照群は「悲しみ」が 66.7%と「感情なし」に並んで最も正答率が高く、以下、「驚き」58.3%, 「信頼」58.3%, 「期待」50.0%, 「怒り」50.0%, 「嫌悪」41.7%, 「喜び」33.3%, 「恐れ」25.0%であった。「嫌悪」「喜び」「恐れ」の正答率が 50%以下となり、特に「恐れ」が低かった。一方、統合失調症群の正答率は「感情なし」以下では「驚き」が 39.5%, 「怒り」34.6%, 「悲しみ」32.1%, 「信頼」22.2%, 「喜び」19.8%, 「期待」17.3%, 「恐れ」7.4%, 「嫌悪」6.2%であった。統合失調症群では全ての感情において正しく知覚された割合が 50%以下となり、対照群に比べてロボットの感情を認識することは難しいことが示唆された。特に、「恐れ」「嫌悪」の正答率は 10%以下となり、今回の実験刺激である目の発光パターンによるロボットの感情表出においては、統合失調症患者が「恐れ」「嫌悪」を認識することは困難であることが示唆された。

統合失調症群の FEST と REST の結果について感情別に比較した結果を図 5 に示す。比較した感情の種類は FEST の 7 感情とそれに対応した REST の 7

感情である。FEST の「恐怖」には REST の「恐れ」を対応させた。

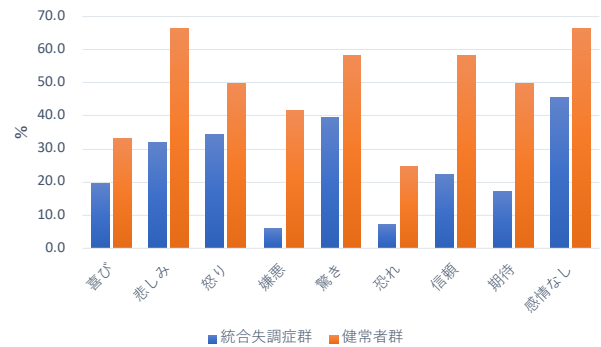


図 4. REST の正答率比較

FEST と REST の平均正答率の差に関して両側検定の t-検定 (自由度 26) を行った。「喜び」は  $t=10.8$ ,  $p<.001$ 。「悲しみ」は  $t=3.4$ ,  $p<.01$ 。「怒り」は  $t=5.5$ ,  $p<.001$ 。「嫌悪」は  $t=4.8$ ,  $p<.001$ 。「驚き」は  $t=4.8$ ,  $p<.001$ 。「恐怖」は  $t=3.4$ ,  $p<.01$ 。「感情なし」は  $t=4.3$ ,  $p<.001$ であった。以上のように FEST と REST の 7 感情すべての平均正答率の差に有意差が見られた。したがって、統合失調症患者は人の感情を知覚することに比べてロボットの感情を知覚することは困難であることが示唆された。

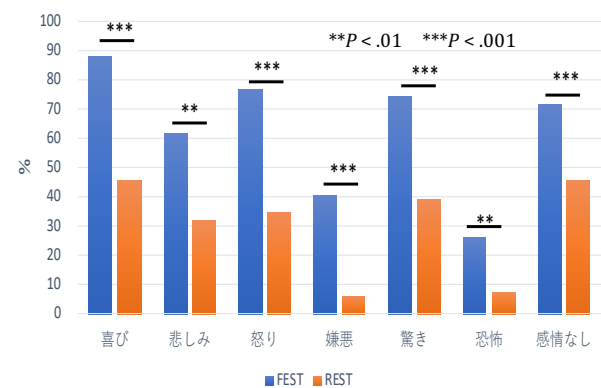


図 5. 統合失調症群の FEST と REST の感情別正答率比較

## REST の感情別誤知覚パターンの比較

REST の結果から、ロボットの表出した感情に対する誤知覚パターンについて、対照群と統合失調症群の比較を行った。その際、「怒り」「嫌悪」「恐れ」「悲しみ」を陰性感情カテゴリー、「驚き」「喜び」「信頼」「期待」を陽性感情カテゴリーとして 2 つのグループに分けた。対照群の感情誤知覚内容を図 6

に示す。横軸の数字は誤知覚の件数を表している。

「嫌悪」は悲しみ、「恐れ」は悲しみ・嫌悪と誤知覚していることから、陰性感情間で誤知覚していることが読み取れる。また、「驚き」と「信頼」は期待・喜び、「喜び」は期待、「期待」は信頼・驚きと誤知覚していることより、誤知覚は陽性感情間でも示された。以上より、対照群の感情誤知覚は、陽性感情のグループや陰性感情のグループ内で起こることが明らかとなった。それに対し、図7にロボットに対する統合失調症群の感情誤知覚内容を示す。統合失調症群の誤知覚については誤知覚の件数が多いことから誤知覚が10件以上生じた感情に着目して分析した。その結果、「驚き」が怒りや恐れ、「怒り」が驚き、「悲しみ」は信頼、「信頼」は悲しみ・喜び・期待、「喜び」は怒り、驚き、「期待」は喜び・驚き・信頼、「恐れ」は悲しみ・驚き・期待、「嫌悪」は恐れ・悲しみ・驚き・喜び・期待と誤知覚するなど、感情グループ内に限定されるような誤知覚ではなかった。対照群とは異なり、「驚き」を怒りや恐れ、「喜び」を怒りや驚きと誤知覚したり、「怒り」を驚き、「恐れ」を悲しみや驚きや期待と誤知覚するなど、陽性感情と陰性感情の感情グループを超えての誤知覚が確認された。

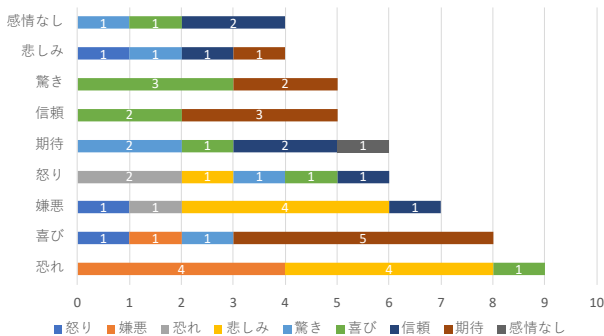


図 6. ロボットに対する対照群の感情誤知覚内容

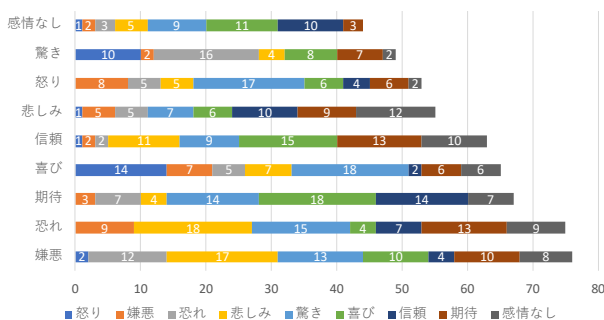


図 7. ロボットに対する統合失調症群の感情誤知覚内容

以上のことから、ロボットが表出した感情に対する誤知覚のパターンは対照群と統合失調症群では異なり、対照群の誤知覚が陽性感情や陰性感情のそれぞれのグループ内で生じるのに対し、統合失調症群では陽性感情を陰性感情と誤知覚したり、逆に陰性感情を陽性感情と誤知覚したりと感情グループに関係なく生じることが示唆された。

### 誤知覚と発光色の関係

感情表出に用いられた色の色相値は勅使らのモデルと同様に「怒り」は0.5, 「期待」57.1, 「喜び」15.8, 「信頼」105.5, 「恐れ」258.1, 「驚き」16.2, 「悲しみ」248.8, 「嫌悪」299.4とし、「感情なし」は色相値0, 彩度0, 明度1の白色とした。

図8は対照群の誤知覚パターンを色相値に基づき、Plutchikの感情の輪に対応させたものである。図の矢印は起点となる感情の刺激を終点となる感情と誤知覚したことを表している。両矢印については双方向に感情を誤知覚したことを示す。陽性感情グループで生じた誤知覚パターン①では暖色・中性色という2種類の色カテゴリー間で誤知覚が生じている。類似色間では「驚き」を「喜び」に誤知覚していた。

それに対し陰性感情のパターン②では暖色・中性色・寒色という3種類の色カテゴリー間で誤知覚が生じ、類似色間では「恐れ」を「悲しみ」と誤知覚していた。

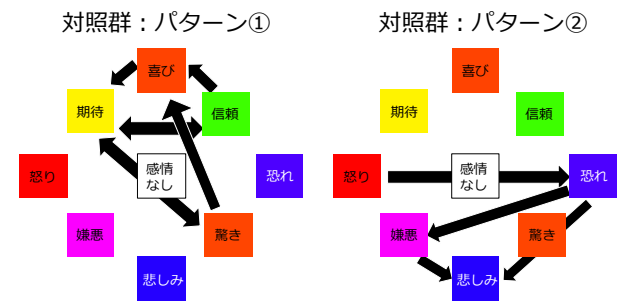


図 8. 対照群の誤知覚パターン

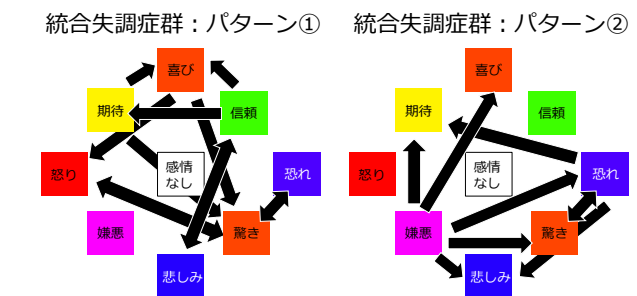


図 9. 統合失調症群の誤知覚パターン

統合失調症群の誤知覚パターンを図9に示す。統合失調症群の「嫌悪」「恐れ」の正答率の低さより、「嫌悪」と「恐れ」をパターン②として別に表し、それらが含まれないものをパターン①として示した。統合失調症群のパターン①は対照群のパターン①と類似した部分に別の誤知覚の関係が加わった形となっている。別の誤知覚を具体的に述べると「怒り」「喜び」「驚き」という類似した暖色3色間での誤知覚と「信頼」「悲しみ」の中性色と寒色間での誤知覚、「驚き」「恐れ」間の暖色と寒色間の誤知覚である。暖色・中性色・寒色という3種類の色カテゴリー間で誤知覚が生じているものの、類似した暖色間に誤知覚が生じていることから、対照群に比べると色の類似性が誤知覚に影響している可能性が挙げられる。統合失調症群の誤知覚パターン②では暖色・中性色・寒色という3種類の色カテゴリー間で誤知覚が生じた。類似色間では「恐れ」を「悲しみ」へ誤知覚した以外には色の類似性の影響は確認されない。この「恐れ」「悲しみ」間の誤知覚については対照群でも生じていたことから統合失調症群に特有の誤知覚ではないと考えられる。以上をまとめると、統合失調症群は対照群に比べて暖色の類似色における誤知覚があり、色の類似性が感情の誤知覚に影響を与えている可能性がある。しかしながら、非類似色間や色カテゴリーに関係の無い誤知覚も生じていることから、色以外の要素も誤知覚と関係していることが示唆された。

## 誤知覚と点滅周期の関係

刺激の点滅周期も感情表出の要素の一つであり、勅使らのモデルでは「怒り」は361.4ms、「期待」2447.6ms、「喜び」1101.5ms、「信頼」3750.4ms、「恐れ」1206.2ms、「驚き」235.4ms、「悲しみ」5000.0ms、「嫌悪」2426.3ms、「感情なし」2066.1msとしている。この点滅周期による統合失調症患者の誤知覚への影響について検討した。誤知覚と発光色の関係より、統合失調症群と対照群には共通した誤知覚のパターンが示された。したがって、その共通したパターンを除くことで誤知覚と点滅周期との関係が明らかになると考えられる。図10には統合失調症群の誤知覚と刺激点滅周期の関係を表した。これは図2の勅使らの作成した「8種類の感情に対応した色と波形」へ統合失調症群の誤知覚のパターンを加えて改変したものである。誤知覚として加えた図の矢印は起点となる感情刺激を終点となる感情と誤知覚したことを表す。また、両矢印については双方向に感情の誤知覚が起きたことを示す。赤枠で囲んだ感情については9感情の中央値とした「感情なし」の点滅周期

より速い感情を赤枠、青枠で囲んだ感情については「感情なし」より刺激の点滅周期が遅い感情を示した。

図10からは、統合失調症群の誤知覚は赤枠で囲まれた1206.2ms以下の点滅周期の速いグループの中、もしくは、青枠で囲まれた2426.3ms以上の点滅周期の遅いグループの中でのみ生じていることが分かった。つまり、統合失調症群の感情誤知覚には点滅周期の速さの類似性によって引き起こされた可能性が示唆された。

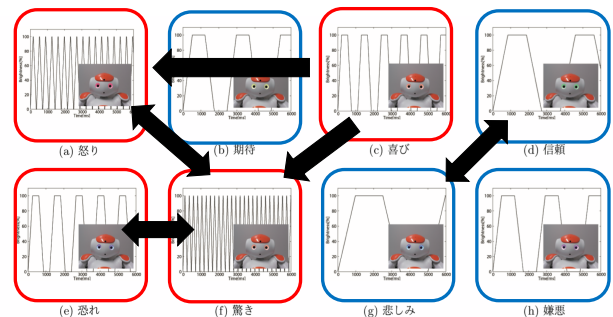


図10. 統合失調症群の誤知覚と刺激点滅周期の関係勅使らの「8種類の感情の色と波形の図」を改変

## 統合失調症患者へ適した感情刺激

これまでの結果から、統合失調症患者によるロボットの感情誤知覚の可能性は高く、「驚き」や「喜び」を「怒り」と間違えるなど陽性感情と陰性感情のカテゴリーを超えて起きてしまう特徴があることが示唆された。このことはロボットによる統合失調症患者への感情伝達においては健常者とは異なる配慮が必要となることを示唆している。したがって、誤った感情の伝達を減少させるためには、陽性感情と陰性感情のカテゴリーを超えない様な感情刺激の選定が必要となると考えた。そこで、感情の誤知覚の結果を陰性・陽性の2つの感情カテゴリーに着目して検討した。その際、「感情なし」についてはカテゴリー分類の対象から除いた。

統合失調症群のRESTの結果を感情別に記載したのが表1である。表へは正答件数、各感情カテゴリーへの誤知覚件数と感情なしへの誤知覚件数を表記した。さらに、各感情カテゴリーへの誤知覚件数とそれぞれの感情の正答件数を併せて陰性感情知覚件数、陽性感情知覚件数を算出した。算出された件数を刺激件数である81で割り、それぞれの感情の陰性感情知覚割合と陽性感情知覚割合を求めてカッコ内に記載した。

各感情の陰性感情グループへの誤知覚件数を以下に示す。「感情なし」11件、「驚き」32件、「怒り」

18件、「悲しみ」11件、「信頼」18件、「喜び」33件、「期待」14件、「恐れ」27件、「嫌悪」31件であった。この結果から、陽性感情カテゴリーに属していても「驚き」や「喜び」は陰性感情へ誤知覚されやすく、「信頼」や「期待」については陰性感情へ誤知覚されにくいことが示された。一方、陽性感情グループへの誤知覚件数は以下の通りである。「感情なし」33件、「驚き」15件、「怒り」33件、「悲しみ」32件、「信頼」37件、「喜び」26件、「期待」46件、「恐れ」39件、「嫌悪」37件であった。「期待」「信頼」の陽性感情カテゴリーへの誤知覚が多いが、「驚き」や「喜び」に比べると陰性感情の「恐れ」「嫌悪」「怒り」「悲しみ」の方が陽性感情へ誤知覚される件数が多かった。

表 1 ロボットに対する統合失調症群の陰性感情・陽性感情グループ別誤知覚件数と知覚割合

感情名	件数	正答	陰性感情への誤知覚	陽性感情への誤知覚	感情なしへの誤知覚	陰性感情知覚 (割合)	陽性感情知覚 (割合)
嫌悪	5	31	37	8	36 (44.4%)	37 (45.7%)	
恐れ	6	27	39	9	33 (40.7%)	39 (48.1%)	
期待	14	14	46	7	14 (17.3%)	60 (74.1%)	
喜び	16	33	26	6	33 (40.7%)	42 (51.9%)	
信頼	18	16	37	10	16 (19.8%)	55 (67.9%)	
悲しみ	26	11	32	12	37 (45.7%)	32 (39.5%)	
怒り	28	18	33	2	46 (56.8%)	33 (40.7%)	
驚き	32	32	15	2	32 (39.5%)	47 (58.0%)	
感情なし	37	11	33	0	11 (13.6%)	33 (40.7%)	

以上の各感情グループへの誤知覚件数とそれぞれの感情の正答件数を併せ、陰性感情を知覚させる感情刺激と陽性感情を知覚させる感情刺激を検討した。陰性感情を知覚させる感情刺激は、元々陰性感情であるということ、加えて陰性感情カテゴリーへ誤知覚しやすいという2つの条件から成ることとした。表1の陰性感情知覚件数の青で着色されたセルがこれに該当する感情となる。「嫌悪」の陰性感情知覚件数は36件、「恐れ」33件、「悲しみ」37件、「怒り」46件であった。一方、陽性感情を知覚させる感情刺激は、元々陽性感情であり、加えて陽性感情カテゴリーへ誤知覚しやすいという2つの条件とした。表の陽性感情知覚件数のオレンジの部分にこれが該当する。「期待」の陽性感情知覚件数は60件、「喜び」42件、「信頼」は55件、「驚き」は47件であった。以上の感情知覚件数より算出した感情知覚割合について以下に記す。陰性感情知覚割合は「嫌悪」44.4%、「恐れ」40.7%、「悲しみ」45.7%、「怒り」56.8%であった。それに対して陽性感情割合は「期待」74.1%、「喜び」51.9%、「信頼」67.9%、「驚き」58.0%であった。この結果から、統合失調症患者は「期待」や「信

頼」の感情刺激の7割程度を陽性感情と知覚するが、6基本感情であるその他の感情については4~5割程度しかそれぞれの感情グループへ認識されないことが分かった。つまり、陽性感情を知覚させたい場合には「信頼」や「期待」で用いられた感情刺激が適している。一方で、今回使用した感情刺激により陰性感情を知覚させることは難しいことが示唆された。

「感情なし」の刺激については9感情の中で最も正答数が多く、かつ、陰性感情と誤知覚された件数が少なかった。陰性感情への誤知覚割合は13.6%であることから、陰性感情を知覚させたくない場合に適した刺激であると考えられた。

以上をまとめると、陽性感情を知覚させるには「信頼」「期待」の感情刺激が適し、陰性感情を知覚させたくない場合は「感情なし」の刺激が適している。他方で、陰性感情を知覚させるには今回用いた感情刺激とは異なる刺激の作製について検討が必要であると示唆された。さらに、6基本感情については5割程度しか元の感情カテゴリーへ認識されないことから統合失調症患者へのロボットの感情刺激として適切とは言えないことが示唆された。

## 考察

本研究では、ヒューマノイドロボット NAO に対する統合失調症患者と健常者の感情知覚実験を行うことで、以下の2点について検証した。一点目は、人の表情画像に対する感情知覚の正答率とロボットの感情刺激に対する感情知覚の正答率に違いがあるかという点である。二点目は、感情誤知覚のパターンに違いや特徴が認められるかという点である。さらに、これらを明確にすることで、統合失調症患者のロボットへの感情知覚の傾向を捉え、統合失調症患者に適したロボットの感情表出についても検討した。

(1) 統合失調症患者のロボットの感情刺激に対する感情知覚の成績について

人の感情画像に対する統合失調症群の感情選択の正答率は対照群と比べると低く、これはこれまでに行われてきた多くの先行研究と同様の結果であった。さらに、ロボットの目の動的色発光による感情刺激に対する感情知覚について統合失調症群と対照群を比較したが、対照群のロボットの感情刺激への正答率が50%程度であったのに対して、統合失調症群の正答率は25%程度と低下の割合が大きいことが示めされた。また、統合失調症群の FEST の正答率と REST の正答率の比較では、REST の正答率が有意に低いことが示された。これらのロボットに対する感情知覚に関する正答率の低さについては、他者の感

情を目撃した際に働く共感に関連した脳内のネットワークシステム [10]の働きと関連があるのではないかと考えられる。統合失調症患者の感情知覚障害や心の理論の障害には、相手の体験や意図を脳が自動的にシミュレートするシミュレーションシステムの機能異常との関連が示唆されている。また、ヒトがロボットの動作や色に対して感情推定を行うとされていることなどから考えると、対照群はロボットを感情を伴う存在、つまり擬人化して捉えていると推測される。したがって、対照群ではロボットに対してこのシミュレーションシステムが作動し 50%程度正答することが可能であったと考えられる。それに対して統合失調症群の場合には元々シミュレーションシステムが作動しにくいために、ロボットが表出した感情を知覚することが難しく正答率 25%程度と対照群の半分程度となったのではないかと推察される。

(2) ロボットが表出した感情に対する誤知覚のパターンや特徴について

誤知覚のパターンは、対照群と統合失調症群では異なり、対照群の誤知覚が陽性感情や陰性感情のそれぞれのグループ内で生じるのに対し、統合失調症群では陽性感情を陰性感情と誤知覚したり、逆に陰性感情を陽性感情と誤知覚したりと感情グループに関係なく生じることが示唆された。この誤知覚の原因について、感情刺激の要素である発光色と刺激点滅周期の関係より考察し、統合失調症患者へ適した刺激について検討した。

統合失調症群は対照群に比べて暖色の類似色における誤知覚があり、色の類似性が感情の誤知覚に影響を与えている可能性が示唆された。これについては、統合失調症における色覚認知の特徴と関連しているのではないかと考えられる。岡田らの視覚誘発電位と視覚性事象関連電位を用いた研究 [11]では、統合失調症患者は色認識過程の制御処理機能において刺激評価が遅れ、情報処理能力が低下し、能動処理機能でも認知から運動への延長が見られたと報告されている。さらに、刺激に対する反応は、統合失調症患者は「緑」よりも「赤」の方が強く、健常者とは逆の結果が示されたと報告している。つまり、今回の実験における暖色系の発光刺激が、統合失調症患者にとって強い刺激であったと考えられる。そのため、統合失調症患者にとって類似した3色を識別することは難しく、それが感情の誤知覚を引き起こす一因となったのではないかと推測される。

刺激点滅周期の結果においては、統合失調症群は点滅周期の速いグループの中、もしくは、点滅周期の遅いグループの中で誤知覚が生じていた。このことから、点滅周期の速さの類似性が誤知覚を引き起

こしたのではないかと考えられる。

(3) 統合失調症へ適した感情の検討

陽性感情を知覚させるには「信頼」「期待」の感情刺激が適し、陰性感情を知覚させたくない場合は「感情なし」の刺激が適していることが示唆された。これらの「信頼」「期待」「感情なし」の感情刺激は点滅周期の平均値である「感情なし」とそれよりも点滅周期の遅いグループに属している。これについても、統合失調症患者の情報処理能力の小ささが関連していると考えられ、統合失調症患者に対するロボットの感情刺激の刺激周期は、「感情なし」の感情刺激周期である 2066.1ms より長い周期が適していると考えられる。

さらに述べると、本研究で用いたロボットの目の発光パターンによる感情刺激のモデルは健常者を対象とした研究によって作成されたものであることから、統合失調症患者に適した感情刺激となっていない可能性がある。したがって、今後、統合失調症患者を対象とした感情刺激作成実験を行う必要性があるのではないかと考えられる。その結果を元に、今回は感情刺激として適切でないと判断された6基本感情についても、それぞれの感情を適切に患者へ知覚させる統合失調症モデルが作られる可能性を期待したい。

## まとめと今後の課題

本研究では、ヒューマノイドロボットが目の動的発光によって表出した感情の知覚について健常者と統合失調症患者の違いを実験的に検証した。この結果、今回使用した感情刺激に対して統合失調症群は対照群に比べるとロボットの感情を正しく知覚することは困難であることが示唆された。また、ロボットが表出した感情に対する誤知覚のパターンは対照群と統合失調症群では異なり、対照群の誤知覚が陽性感情や陰性感情のそれぞれのグループ内で生じるのに対し、統合失調症群では陽性感情を陰性感情と誤知覚したり、逆に陰性感情を陽性感情と誤知覚したりと感情グループに関係なく生じることが示唆された。これについては、統合失調症患者の情報処理能力の低下が関連していると考えられ、患者への感情刺激として強い色刺激を避けることや、刺激点滅周期は 2066.1ms よりも長いものが適しているのではないかと考えられた。

今後の課題として、対照群の人数を増やしての再検証や、統合失調症患者に適した感情選定のために患者を対象とした感情刺激作成実験を行い、ロボットの感情刺激における統合失調症モデルの作成が挙げられる。



## 参考文献

- [1] R. Plutchik : Emotions: A General Psychoevolutionary Theory, Approaches To Emotion, Psychology Press, pp. 197-218.(1984)
- [2] 勅使宏武, 寺田和範, 伊藤昭: ロボットの目の動的色発光が語り聞かせ時の人の感情認識に与える影響, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol.17, No.4, pp. 445-456, (2015)
- [3] 土居裕和, 篠原一之: 統合失調症の顔認知, BRAIN and NERVE, 64 巻, 第 7 号, pp. 815-820, (2012)
- [4] F. E. Dougherty, E. S. Bartlett, C. E. Izard: Responses of schizophrenics to expressions of the fundamental emotions, Journal of Clinical Psychology, Vol.30, No.3, pp. 243-246, (1974)
- [5] S. L. Kerr, J. M. Neale : Emotion Perception in Schizophrenia: Specific Deficit or Further Evidence of Generalized Poor Performance?, Journal of Abnormal Psychology, Vol.102, No. 2, pp. 312-318, (1993)
- [6] K. Hagiya, T. Sumiyoshi, A. Kanie, S. Pu, K. Kaneko, T. Mogam, S. Oshima, S. Niwa, A. Inagaki, E. Ikebuchi, A. Kikuchi, S. Yamasaki, K. Iwata, K. Nakagome : Facial expression perception correlates with verbal working memory function in schizophrenia, Psychiatry and Clinical Neurosciences, Vol.69, pp. 773-781, (2015)
- [7] S. Raffard, C. Bortolon, M. Khoramshahi, R. N. Salesse, M. Burca, L. Marin, B. G. Bardy, A. Billard, V. Macioce, D. Capdevielle : Humanoid robots versus humans: How is emotional valence of facial expressions recognized by individuals with schizophrenia? An exploratory study, Schizophrenia Research, Vol.176, pp. 506-513, (2016)
- [8] P. Ekman, W. V. Friesen: Constants across cultures in the face and emotion, Journal of Personality and Social Psychology, Vol.17, No. 2, pp. 124-129, (1971)
- [9] 志村友, 田和辻可昌, 松居辰則: 非言語情報を伴う学習支援ロボットが創発する安心感と学習意欲に関する実験的検討, HAI シンポジウム発表, (2020)
- [10] L. Carr, M. Iacoboni, M. C. Dubeau, J. C. Mazziotta, G. L. Lenz : Neural mechanisms of empathy in humans: A relay from neural systems for imitation to limbic areas, PNAS, Vol.100, No. 9, pp. 5497-5502, (2003)
- [11] S. Okada, J. Yoshihama, H. Matsuda, M. Iimori : Characteristics of color cognition of schizophrenia patients evaluated by visual evoked potentials and visual event-related potentials, The Journal of Tokyo Medical University, Vol.66, No.2, pp. 196-203, (2008)