

# 卒業論文要旨

## セラピーロボットの体温変化が脳活動に与える影響について

知能ロボティクス研究室 1170154 宮尾 怜佳

### 1. 緒言

近年、多くの先進国では高齢化問題に直面している。それに伴い、認知症患者数も年々増加している。これらのことから認知症患者の活動活性化方法の一つとして、ペット動物を用いたアニマルセラピーの導入が行われている。

アニマルセラピーの研究では、動物と人間が触れ合うことにより、動物が人間に与える効果として、心理的効果、生理的効果、社会的効果の3つが確認されている<sup>(1)(2)</sup>。しかし、衛生面や管理面において動物アレルギー、感染症、噛み付き・引っかきの事故、一人暮らし等で飼育・管理が困難、アパート・マンションでペットが禁止されている等の多数の問題によりアニマルセラピーの導入が困難な人・場所がある。そのため近年、様々な種類のセラピーロボットが研究、開発されている。しかし、実際にセラピーロボットを使用した患者の中で本来の動物のような温もりが無いセラピーロボットに対して抵抗を持つ人がいる。

そこで、セラピーロボットの体温変化における、使用した患者の脳活動の特徴を機能的近赤外分光法 (functional Near Infrared Spectroscopy :fNIRS) を用いて測定し、その結果を基に、よりセラピー効果のあるセラピーロボットの開発を目指している。

現在、セラピーロボットの体温変化が脳活動に与える影響が明らかになっていない。それを明らかにするため、本報告では、脳が活発になると考えられる簡単な計算 (2桁の足し算、引き算) を行った場合、脳が落ち着くと考えられる何も行わない場合 (閉眼状態)、セラピーロボットを抱いた場合、温もりのあるセラピーロボットを抱いた場合の4パターンの脳活動情報を fNIRS を用いて測定する。そして、測定結果である脳血中のヘモグロビン濃度の変化を比較し解析を行う。

### 2. 条件変化における脳活動計測実験

本実験では、適温に調節したビニールハウスを設置し、その中で座位状態での被験者の脳活動を測定した。室内の温度は  $20.7 \pm 0.5$  度とした。実験のタスクとして、各実験で初期安静 30 秒、課題 120 秒、課題後安静を 30 秒の合計 180 秒間脳活動の測定を行った。測定中は体動によるアーチファクトの混入を防ぐためできるだけ頭は動かさないように指示した。図 1 に実験環境を示す。



Fig.1 Experimental environment

実験には 20 代の健康な成人男性 1 名に参加してもらい 2 回測定を行った。脳活動計測には日立メディコ製の光トポグラフィ装置 (fNIRS 装置) を使用した。また、脳活動の測定には近赤外線の照射部 8 個、受光部 7 個の計 15 個のファイバソケットと頭部にファイバソケットを固定するためのソケットフォルダで構成される 22 チャンネルのプロープを 1 セットとし被験者頭部に装着した。

高次な活動を担っているのが前頭葉の前頭連合野であるため、前頭連合野の測定を行った<sup>(3)</sup>。プローブの装着位置は国際 10-20 法に基づき、図 3 に示すように鼻根部から 10%、耳介前点から 10% のところに位置する Fpz を基点としてプローブを配置した。前頭連合野の反応を見るためチャンネル 1, 3, 4 のデータに注目した。実験に使用したセラピーロボットと暖房機器を図 2 に示す。暖房機器の温度は 45 度に設定した。



Fig.2 Therapy Robot and Heating apparatus

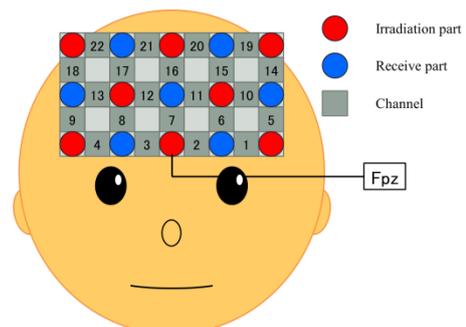


Fig.3 Placement of probe

### 3. 解析方法

チャンネル 1, 3, 4 の時系列データ開始時点での脳活動を  $0[\text{mmol}\cdot\text{mm}]$  に調整し、初期安静時の 0 秒から 30 秒までの酸素化ヘモグロビン変化量の平均 ( $\bar{x}$ ) と標準偏差 ( $\sigma$ ) を算出し、それらを用いてタスク全体の Z-score の算出を行った。以下に式を示す。

酸素化ヘモグロビン濃度変化量の平均として  $\bar{x}$  を求める。

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

データのバラつきの値を  $V_x$  とする.

$$V_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

標準偏差を  $\sigma$  とする.

$$\sigma = \sqrt{V_x}$$

標準得点 (Z-score) は以下の式で表される.

$$z = \frac{x_n - \bar{x}}{\sigma}$$

この標準得点 (Z-score) が正の値を示す場合、安静時 0~30 秒の平均値よりも酸素化ヘモグロビンは増加しており、負の値を示す場合であれば酸素化ヘモグロビンは減少していることがわかる。これにより、酸素化ヘモグロビンの値が低い場合であっても標準得点 (Z-score) においては高い値となり上昇傾向であることがわかり比較が行いやすくなる。

#### 4. 実験結果

例として、実験 2 回目の解析結果をチャンネル別に図 4, 図 5, 図 6 に示す。各図それぞれ縦軸が Z-score, 横軸が時間となっている。各図において黒枠で囲んでいる部分が課題を行っているときであり、その他の部分が安静状態時である。グラフの紫色が計算時, 緑色が閉眼状態, 青色がセラピーロボット温めなしの場合, 赤色がセラピーロボット温めありの場合となっている。

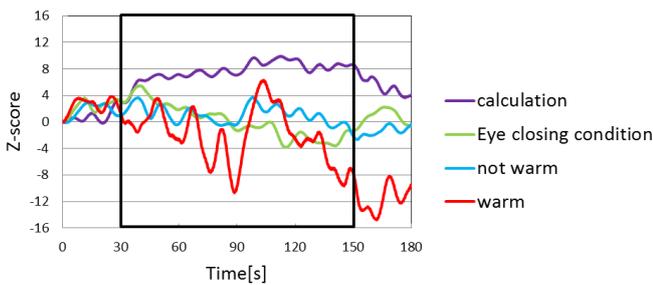


Fig.4 Variation of Z-score (CH1)

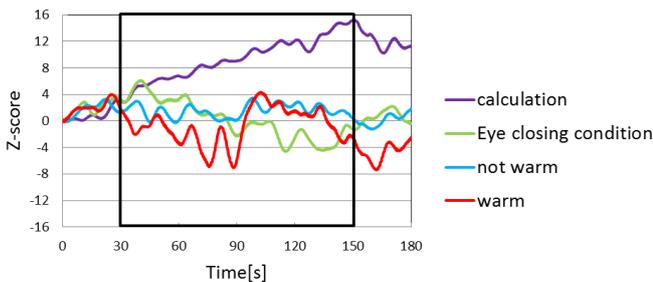


Fig.5 Variation of Z-score (CH3)

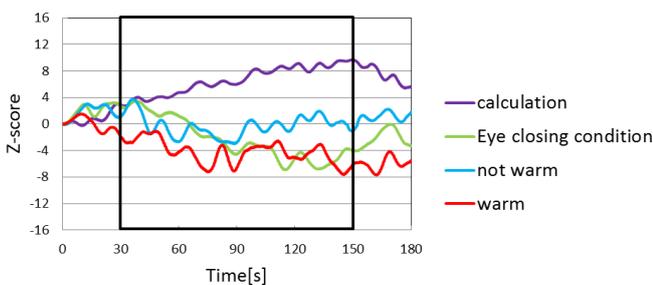


Fig.6 Variation of Z-score (CH4)

解析の結果から、各チャンネルにおいて初期安静状態である 30 秒後から計算時の Z-score の変化が見られた。

前頭葉の前頭連合野は高次な活動を担っている領域となっており、情報を操作する間、一時的にその情報を保持する能力である作業記憶が存在する。このことから、計算を行う際、前頭連合野の脳活動が活発になったことで Z-score の値も徐々に増加していくことがわかった。

また、どのチャンネルにおいても閉眼状態とセラピーロボット温めなしの場合は安静状態時とほとんど Z-score の値に変化がなく脳活動が行われていないことがわかる。脳活動が活発でないということは、脳が働いておらず気持ちが落ち着いている状態だと考えられる。

チャンネル 4 では温かい状態のセラピーロボットを抱いた場合、セラピーロボットを温めていない場合よりも全体的に Z-score の値が低くなっている。これは、今回の被験者においてはセラピーロボットに温もりがある方がより気分が落ち着き、脳が休まっているのではないかと考えられる。

チャンネル 1, 3 においては平均的な値をみると、温めたセラピーロボットを抱いた場合の方が測定開始時間から 30 秒後の課題時に Z-score の値が減少している。しかし、測定開始 90 秒後の時点で大きく Z-score が増加している。これは、セラピーロボットが不規則に動いたり、鳴き声を出したりするため、急な動き、音に反応し驚いたことが原因で脳が反応し Z-score の値が増加したのだと考えられる。

今回の実験結果から、セラピーロボットを温めていない場合と温めた場合では多少の差ではあったものの、セラピーロボット温めありの方が Z-score の値が減少していることから、セラピーロボットの体温変化が脳活動に与える影響があると考えられる。

#### 5. 結言

本報告では、セラピーロボットの体温変化が脳活動に与える影響について脳活動情報を、fNIRS を用いて測定し特徴抽出を行った。実験ではセラピーロボットの体温なしの場合と体温ありの場合、その他の比較対象を 2 パターンとする合計 4 パターンで実験を行った。セラピーロボット体温ありの場合は暖房機器を用いて温度を 45 度に設定し実験を行った。

解析を行った 6 つの各チャンネルにおいて計算を行う実験では課題開始時間 30 秒から脳活動が活発になり Z-score の値が増加することがわかった。しかし、セラピーロボットを温めていない場合と温めた場合とでは多少の差は出たものの、はっきりとした結果が得られなかった。これは、室内の温度などにより実際に感じる体感温度が低くなり、本来の犬のような温もりを得られなかった可能性が考えられる。

今後の研究では、暖房機器の温度を変化させた場合の実験を行い脳活動の比較を行う。

#### 文献

- (1) 浜田利満, 大久保寛基, 大成尚, “高齢者を対象とするロボット・セラピーの研究”, 筑波学院大学紀要第 1 集, (2006), pp.111-123
- (2) 横山章光, “アニマル・セラピーとは何か”, NHK 出版, NHK ブックス 784, (2016), pp.1-240
- (3) 坂井健雄, 久光正, “ぜんぶわかる脳の事典”, 成美堂社出版, (2011)