

脳活動情報を使用した温度を持つセラピーロボットのセラピー効果の検討

An investigation on the Effect of Warm Therapy Robot Based on Brain Activity Information

知能機械システム工学コース

知能ロボティクス研究室 1215033 宮尾 怜佳

1. 緒言

近年、ペット動物を用いたアニマルセラピーを参考にセラピーロボットの研究・開発が行われている。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⁽¹⁾。そして、セラピーロボットにおいても同様の効果が得られることは、国内外の医療福祉施設にて実証されている⁽²⁾。もし、セラピーロボットに本物の動物のような温もりを持たせたら、温もりによる効果が期待できる⁽³⁾。

本研究では、セラピーロボットに本来の動物のような温もりを持たせることで、セラピーロボットの温度によるセラピー効果を解明することを目的としている。今回はセラピーロボットの運動、温度、室温を条件として、5つのパターンを含める対照実験を行い、ロボットの温度変化がセラピー効果に与える影響を確かめた。

2. 温度を持つセラピーロボットのセラピー効果の検証

セラピー効果の検証方法として被験者の脳活動と気分状態を調べる POMS2 を併用した。2つの結果を併用することで実験結果の信憑を高められると考える。脳活動の測定では日立メディコ製の fNIRS 装置を用いた。測定部位としては高次な活動を担っている前頭葉に着目した。実験タスクは初期安静 30 秒、課題 120 秒、課題後安静 30 秒の計 180 秒で行った。脳活動測定は、椅子に座り静止した状態で行い、実験課題は比較実験を含め 5 パターンの実験を各 2 回ずつ行った。

1. ①動かないセラピーロボットと触れ合う場合
2. ②動くセラピーロボットと触れ合う場合
3. ③電気毛布のみ触る場合
4. ④動かないセラピーロボットと電気毛布を併用した場合
5. ⑤動くセラピーロボットと電気毛布を併用した場合

実験は 20 代前半の健康な成人男性 1 名（被験者 A）、女性 4 名（被験者 B, C, D, E）の計 5 名とした。できるだけ視覚による外乱を防ぐために簡易的な個室としてビニールハウス内で実験を行った。また、実験時の室内の温度は 22~24℃ の範囲で実験を行った。測定中は体動によるアーチファクトの混入を防ぐため、被験者にできるだけ頭を動かさないように指示し測定した。

3. 実験使用機器

3.1 脳機能測定装置

本実験で使用した日立メディコ製の光トポグラフィ装置 ETG-7100, functional Near Infrared Spectroscopy (fNIRS) 装置は、脳表面に波長の異なる 2 種類の近赤外線を照射、受光することでその間での吸光率により大脳皮質表面の血中ヘモグロビン濃度変化を測定する。また、非侵襲・低拘束であるため、被験者への拘束が比較的少なく負担が少ないことが特徴である。実験に用いた fNIRS 装置を図 1 に示す。



Fig. 1 functional Near Infrared Spectroscopy.

3.2 POMS2

今回使用した Profile of Mood States 2nd Edition (POMS2) テストは McNair らによって主に精神疾患を診断する目的で再開発されたテストである⁽⁴⁾。POMS2 テストは 65 の各質問に対してそれぞれ 5 段階評価させることにより回答を得る方法である。設問 1 から 65 までの各得点を一定の規則に従い計算し、結果は【怒り-敵意】(Anger-Hostility; AH), 【混乱-当惑】(Confusion-Bewilderment; CB), 【抑うつ-落ち込み】(Depression-Dejection; DD), 【疲労-無邪気】(Fatigue-Inertia; FI), 【緊張-不安】(Tension-Anxiety; TA), 【活気-活力】(Vigor-Activity; VA), 【友好】(Friendliness; F) の 7 項目に分類され得点化される。POMS2 では AH, CB, DD, FI, TA がネガティブな項目とし結果の T-Score の得点が低いほど気分状態がよく、逆に VA, F の項目はポジティブな項目とされ T-Score の得点が高いほど気分状態がよいといえる。そして、POMS2 の専用チャートに値を転記し、心理状況の特性を判断する。

3.3 セラピーロボットと電気毛布

今回実験に使用したセラピーロボットは SEGA TOYS 2011 夢いぬラブドールレトリバーでこれを図 2 に示す。使用者の動きに応じて様々な行動をランダムに行う。本来の犬のようにランダムに鳴き声も出す。また今回の実験に使用した電気毛布は図 2 に示す apro ショルダーウォーマー KWS-M201K。電気毛布の温度は 45℃, 50℃, 55℃, 60℃ の 4 段階に設定することができ、今回の実験では設定温度の中で最も犬の体温に近い 45℃ に設定し実験を行った。



Fig. 2 Therapy Robot and Heating appliance.

4. セラピー効果の計測結果と検討

4.1 前頭葉での脳血流量の変化

各実験における脳血流中の酸素化ヘモグロビン量を課題前安静平均値と課題中平均値での差をとり被験者別に増加率としてまとめたものを表 1 に示す。①～⑤は実験内容に示す 5 パターンの課題である。

Table 1 OXY-Hb increasing rate.

		①	②	③	④	⑤
Subject A	The first time	-41%	-5%	-45%	-55%	-18%
	The second time	-23%	9%	32%	18%	-36%
Subject B	The first time	27%	-27%	-27%	0%	0%
	The second time	5%	14%	64%	-14%	-32%
Subject C	The first time	-23%	-32%	-14%	-23%	73%
	The second time	-5%	-14%	-73%	18%	-14%
Subject D	The first time	32%	0%	-5%	5%	14%
	The second time	-18%	-5%	18%	-18%	5%
Subject E	The first time	-32%	-27%	-23%	-23%	-18%
	The second time	-32%	-32%	-5%	-59%	-23%

表 1 の結果から被験者別の各課題における特徴が顕著にみられなかった。測定部位全体を評価すると広範囲であり前頭葉上部は一次運動野や体性感覚野に近く、セラピーロボットを触る際に手を動かすことや温かいという皮膚感覚の情報が働き脳活動に影響が出たと考える。

4.2 fNIRS 測定値解析結果

今回、測定部位全体でみると上手く特徴を読み取ることができなかったため、特徴が見られた前頭連合野の測定部位、前頭葉中部 (ch7) に着目した。測定した結果を基に脳活動の特徴を抽出するため Z-score 解析を行った。解析結果例として被験者 A, B の実験結果を図 3, 4 に示す。グラフ中の①～⑤は実験課題 5 パターンに対応し、黒枠で囲んでいる部分がタスク中である。図 3, 4 から被験者 A, B とともに実験課題パターン⑤の脳活動が活発であることがわかる。他の被験者 C, D, E においても同様にパターン⑤において最も酸素化ヘモグロビン量の増加がみられた。特に図 4 の被験者 B に着目すると実験開始 30 秒後の課題開始時間とともに酸素化ヘモグロビン量の増加、脳活動の活発化が有意にみられた。

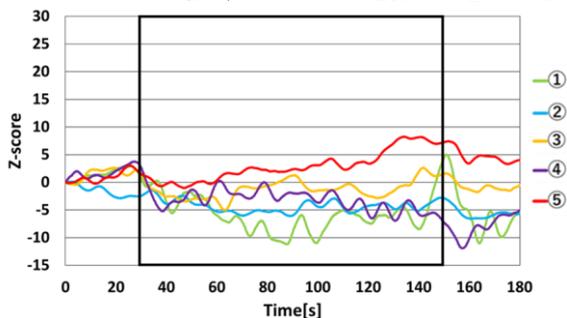


Fig. 3 Variation of Z-score (Subject A)

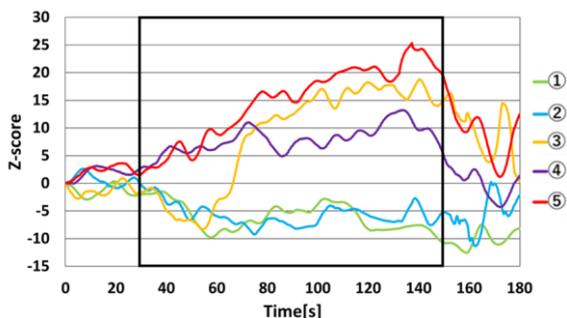


Fig. 4 Variation of Z-score (Subject B)

4.3 POMS2 結果

実験結果例として被験者 A, B の実験課題⑤における POMS2 結果を図 5, 6 に示す。図 5 に着目してみると実験後にネガティブな項目 AH, FI では得点の減少がみられなかったものの CB, DD, TA では得点の減少がみられた。またポジティブな項目については被験者 A, B とともに VA, F の得点が実験後に上昇し被験者の気分改善の効果が高まったと考えられる。

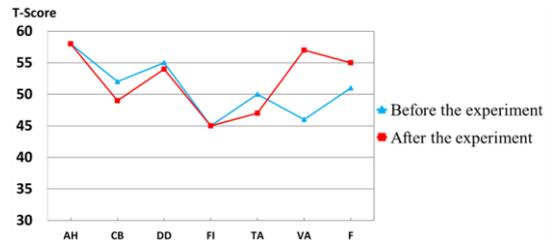


Fig. 5 POMS2 result (Subject A)

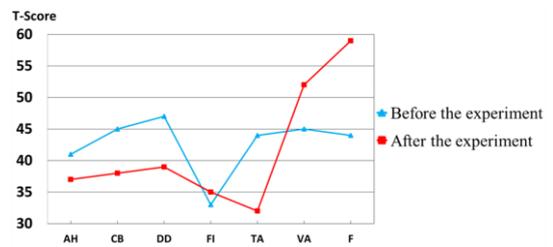


Fig. 6 POMS2 result (Subject B)

5. 結言

本報告では fNIRS 装置による測定結果から被験者別に前頭葉全体 (測定部位全体) の脳血流量の変化を調べ、前頭連合野の酸素化ヘモグロビン量の測定値解析結果と POMS2 アンケート結果を踏まえ被験者別に脳血流量の変化によるセラピー効果の検討を行った。

fNIRS 測定値解析結果と POMS2 の結果から被験者はセラピーロボットに本来の動物のように温もりを持たせることで、前頭葉中部の脳活動が活発になり、また気分状態の改善がみられた。セラピーロボットに温もりを持たせることでセラピー効果が得られたことから、今後はセラピーロボットに温かさを取り入れることで、セラピー効果の強化されるセラピーロボットの開発を目指す。

謝辞

本研究は、科学研究補助金 (16K12503) の助成を一部受けたことを記し、感謝申し上げます。

文献

- (1) 横山章光, “アニマル・セラピーとは何か”, NHK ブックス, 1996.
- (2) 柴田崇徳, 和田一義, “アザラシ型ロボット「パロ」によるロボットセラピーの効果の臨床・実証実験について”, 日本ロボット学会誌, Vol. 29, No. 3 (2011), pp. 246-249.
- (3) 青山友里, 椎塚久雄, “ペット・ロボットとのインタラクションによるストレス軽減について”, 工学院大学研究報告第 109 号, No. 23 (2010), pp. 139-142.
- (4) Juvia P. Heuchert, Ph.D. and Douglas M. McNair, Ph.D., 横山和仁監訳“Profile of Mood States Second Edition POMS2 日本語版マニュアル”, 金子書房, 2015.