

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 11 日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2014

課題番号：25730211

研究課題名(和文) てんかん治療におけるバイオフィードバックゲームのエンタテインメント性の効果

研究課題名(英文) Entertainment and Training Effect features of a Biofeedback Game

研究代表者

棟方 渚 (Munekata, Nagisa)

北海道大学・情報科学研究科・助教

研究者番号：30552351

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：申請者はてんかん治療用のバイオフィードバックトレーニングゲームを構築し、実際のてんかん患者4症例について、北海道大学病院の協力を得て実験を実施した。本研究では、申請者が構築したバイオフィードバックゲームについて、そのシステム構成やゲーム中の患者の行動ログ、ゲーム後に得られたアンケートなどを総合的に分析し、ゲームのエンタテインメント性とトレーニング効果との関連を調査した。本研究で理解できたこととして、患者がゲームにエンタテインメント性を感じることで、トレーニングのモチベーションが上がり、結果についてより着目することが理解できた。

研究成果の概要(英文)：We developed a biofeedback game "The ZEN" using a reaction to changes in skin conductance response as a training system. We have conducted a long-term experiment to investigate the entertainment and training effect features of "The ZEN". And we also investigated the effectiveness of biofeedback training using a game for an epilepsy patient as a therapeutic application.

研究分野：HCI, バイオフィードバック

キーワード：バイオフィードバックトレーニング てんかん治療 エンタテインメント性

1. 研究開始当初の背景

コンピュータゲームの医療応用が注目され、様々な分野で研究されている。Merryらは、ゲームによるうつ病の治療を試みており、カウンセリングによる治療と同様の効果があることを確認している。また、ゲームをプレイすることによって弱視の回復を試みた症例について、その治療方法が注目されている。Coleらは、がん細胞を退治することを目的としたゲームを体験した小児がん患者は、自身の治療に積極的に取り組むようになることを確認した。ゲームを用いた治療の利点は、治療を行なっているという意識をせずに治療が進む点であり、患者がゲームに夢中になるほど効果があるという点である。

バイオフィードバック療法とは、患者の血圧や脳波、筋電図などさまざまな身体の変化を測定し、その変化を光や音などでわかりやすい情報に変換し、患者本人にフィードバックする方法である。患者が現在の身体の状態を知り、症状の緩和やリラクゼーションを試みるといったセルフコントロールに成功することで病態の治療となる。また、ヘルスケアを目的としたゲームがいくつか紹介されている (Hand-held Doctor (MIT Media Laboratory, 1997), BREATHING SPACE (Media Lab Europe, 2003))。特に Wild divine (Wild Divine, Inc.)はセルフコントロールと目的とした代表的な機器であり、2002年から現在に至るまで様々なプログラムを発売している。これらのバイオフィードバック機器(ゲーム含む)は健康機器として位置づけられ、ユーザの日常の不安やストレスを解消することを目的として開発された。また、てんかん患者の治療としてバイオフィードバックを用いた例では、Nagaiらの研究が挙げられる。この研究では、難治性てんかん患者にアニメーションを提示し、交感神経機能の上昇(論文では手掌の発汗:GSR)が確認できると、そのアニメーションが進行し、交感神経機能の下降がみられた場合は、アニメーションが逆戻りするといったフィードバックデザインを用いている。実験結果では、詳しい神経機構は理解できていないものの、50%の患者で発作の減少が確認された。

一方、これまで治療として利用されているバイオフィードバックゲームはトレーニングの一手法として扱われており、そのエンタテインメント性の効果は全く検証されていない。Nagaiらの研究では、患者がセルフコントロールに成功することでディスプレイの中央に位置するキャラクタが行進する(背景が移り変わる)といったアニメーションを用いている。患者にとってわかりやすい表現ではあるが、同じアニメーションが進行したり逆戻りしたりするのみで、エンタテインメント性の考慮はされていない。この場合のフィードバックデザインは、プレイヤーにとってエンタテインメントコンテンツではなく、自分自身の状態を教えてくれる記号であり、長

期間の治療によって「飽きや慣れ」が生じ、患者のモチベーションを減少させる可能性がある。また、アニメーションを用いたフィードバックデザインは、光過敏性てんかん患者にとって問題を起す可能性があり注意を要する。

2. 研究の目的

申請者は、てんかん治療を目的とした音声情報のみを利用したバイオフィードバックゲームを開発し、ゲームの治療効果(患者のてんかん発作の軽減・回数の減少)とエンタテインメント性について評価(臨床実験)を行う。

3. 研究の方法

これまで開発したポジティブ・バイオフィードバックを用いたゲームを用い、被験者(健常者)の興奮のコントロールのトレーニングを引き続き行い、その評価実験を行う。得られた結果から、トレーニングに最適なゲームデザイン、時間制限、得点表示など、ユーザのモチベーションの維持に適した設計について調査する。また、デバイスのサイズやノイズの有無、年齢差や性差による個人差など、治療として施行した場合に生じうる問題について、十分に考察する(この段階では患者を被験者としない)。

上記の方法で調査した、トレーニングに最適なゲームデザインの要素を反映させたゲームを開発し、実験を行う。実験は北海道大学病院で行う予定としており、参加を希望する難治性てんかん患者に行う。患者はランダムにバイオフィードバックグループとコントロールグループに分けられ、8週間のベースラインの発作回数の記録、1カ月のバイオフィードバックゲームによるコントロール訓練、そして、再び8週間の発作記録を行い、16週間の追跡期間を設けトレーニング効果の持続を調査する。

被験者	モード	期間1	期間2	期間3	期間4	期間5
A	E	44.55	29.83	44.87	46.86	38.65
	R	8.53	0.13	16.38	2.58	3.63
	r	4.54	1.87	7.78	7.90	10.59
B	E	21.28	44.33	53.09	67.44	60.58
	R	11.10	3.44	15.78	16.21	24.19
	r	11.52	5.83	18.00	28.93	24.42
C	E	27.83	35.90	43.53	55.45	53.81
	R	17.52	18.66	25.43	27.79	33.27
	r	7.78	11.47	14.03	68.50	27.86

表1. 健常者の皮膚抵抗値の変動

4. 研究成果

健常者における長期的なバイオフィードバックトレーニング実験の結果から、全ての被験者でトレーニングの効果が確認できた。表1は、トレーニングモード(E)と休憩(r)について、被験者(健常者)A~Cの皮膚抵抗値の変動量を示したものである。実験の前半では、あまり変動がみられないが、後半になると、ゲーム時と休憩時の皮膚抵抗値の差が大きくなり、トレーニングの成果が示され

ていることが理解できる ($F(2,4)=29.27, p<.01(**)$)。また、実験期間の前半では、様々な状況をイメージすることで、間接的に SCR 値のコントロールを試みていたというコメントが多く、トレーニングが進むにつれて直接的に SCR 値をコントロールする方法を習得したと考えられる。しかし実験期間の後半においても、全ての被験者で、SCR が上手くコントロールできずにゲームをクリアすることができない試行回が確認された。この理由の一つとして、体調や内省的な状況などの影響が挙げられる。皮膚抵抗値などの生体信号は、内外の要因による影響を受けるため常に変動し続ける。被験者らは急にゲームをクリアすることができなくなった時、改めて心身のコントロールの難しさに気付く。このように、ある程度習得できていても、完全に SCR 値をコントロールすることは難しい。これが、バイオフィードバックをゲームに利用することの難しさでもあり、エンタテインメント性にもなり得る要素であると考えられる。被験者から、ゲームをクリアすることができた時に、あたかも自身の精神的な問題を克服したかのように、非常に強い達成感のようなものを感じたと報告された。

実験期間の後半では、全ての被験者がゲームの勝敗以上に、短時間で SCR 値をコントロールできていたかどうかや、ゲームのスコアに着目し、前回の自身の成績と競う様子がみられ、ゲームの勝敗だけではなく、SCR 値のコントロールそのものにエンタテインメント性を感じていたことが理解できた。

バイオフィードバックを用いたゲームはトレーニング要素を含むため、最初はゲームをクリアすることを目的とするが、習熟が進むと SCR のコントロールがどの程度上手くできたのかなど、より詳細な要素に着目するようになり、ゲームのエンタテインメント性やモチベーションが変化していたことが確認された。また、長期間の観察実験終了後のインタビューでは、全ての被験者から「ゲームクリアできた時は、心身のコントロール方法を習得したという達成感のようなものを感じた」、「実験は有意義であった」との報告が得られた。このように、非常にシンプルなバイオフィードバックゲームであるが、トレーニング効果もエンタテインメント性の一部となり、長期間の体験においてもユーザに「飽き」を感じさせていなかったことが示された。

バイオフィードバックのトレーニングツールとして“The ZEN”を用いた、てんかん治療の可能性を調査する実験を行った。てんかんは、大脳神経の過剰な興奮によってもたらされる反復性の発作を主徴とする症候群であり、日本には約 100 万人の患者が存在している。抗てんかん薬で治療されるが、約 3 割が薬で発作が抑制されない難治てんかんとなる。本実験は、北海道大学病院倫理委員会承認済みであり、本研究のすべての担当者

は、「ヘルシンキ宣言 (2008 年 10 月修正)」および「臨床研究に関する倫理指針 (平成 20 年 7 月 31 日改正、以下臨床研究倫理指針)」を遵守して実施された。実験の期間は、2013 年 2 月 4 日から 2013 年 2 月 28 日の 4 週 (週 2 回) で計 8 回試行した。また、実験は 1 回の試行で計 4 回のゲームを実施した。試行 1 回の所要時間は約 30 分とした。ユーザは実験前に 3 分間の安静時測定を行い、ある程度リラックスした状態でゲームをスタートさせた。

被験者のゲーム時の SCR 値 (平均) と、試行前後やゲーム間の休憩時の SCR 値をまとめたものを rest とし、表 2 に示した。1 要因被験者内の分散分析の結果より、休憩時 rest に比べて、ゲーム時 (E) の被験者の SCR 値が有意に上昇していたことが示された ($F(1,7)=38.76, p<.01(**)$)。

また、実験の前半期間に比べて後半期間では、休憩時とゲーム時の SCR 値の差が増大しており、より SCR 値を上昇させることに成功していたことが理解できる。一方、試行第 2 回目の結果について、E-mode rest とともに SCR 値は 0.2 となり、その試行回のみ著しく低い値が確認された。試行終了後の得点表示時やインタビュー時には、通常通りの SCR 反応が確認されており、ゲーム時のみ SCR 値の減少がみられたことが確認できた。この理由について、被験者より「試行第 1 回目は、よくわからないままゲームクリアしたため、SCR 値を上昇させないようにした場合にどのような結果が出るのか確認してみた」との報告が得られ、被験者が装置やシステムの信頼性を確かめるような行動をとっていたことが確認された。

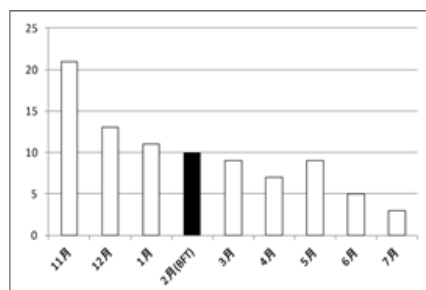


表 2 発作回数の推移

次に、てんかん発作の回数について、実験 2 の被験者の発作回数は、実験前 12 週では 44 回、実験後 12 週では 23 回となり 47.7% の減少をみとめた。月ごとの発作回数の推移を図 8 に示す。実験前に比べて実験後の発作回数は徐々に減少し副作用もみとめられなかった。先行研究において、バイオフィードバックトレーニングによる発作回数減少の効果が、トレーニング期間終了後も持続されていたことが示されており、本実験においても同様の結果となった。

被験者 D のインタビューの結果から、「簡単にゲームクリア出来る時と出来ない時が

あり難しいと感じたが楽しく体験できた」, 「もっと体験したい」とのポジティブなコメントが得られた。

実験結果から, 全ての被験者が“The ZEN”を使用したバイオフィードバックによるセルフコントロールに成功しており, 試行回を重ねることで, その精度が向上していたことが示された。加えて, 被験者の“The ZEN”に対するモチベーションや, そのエンタテインメント性も絶えず変化していた。実験1の被験者のインタビューから, 実験1-1から実験1-3へと実験が進むにつれて, SCR値のコントロールに関するモチベーションが上がったことが示された。実験の序盤では, 「どうすればゲームクリアできるのかわからない」や「どうしてゲームクリアできたのかわからない」などのコメントが多く, 被験者はゲームに対して戸惑いを感じていた。しかし, 実験の中盤では, SCR値を上昇させる様々な試みを考案しており, その精度を高める方法の発見に関していくつかの報告がなされた。実験の終盤では, バイオフィードバックによるセルフコントロールを, 自身の一種の能力(例: 集中力など)ととらえ, その能力を向上させる, といった目的へ転じていたことが報告された。バイオフィードバックを使用したゲームは, 人の生体信号を扱うため, 絶えず状況が変化し, 習熟が困難である。実験の被験者は, 普段自分では気付くことのできない自身の心身の状態に戸惑いながらも, その変化に興味を持ち, トレーニングそのものを楽しむことができていた。

本研究で提案した“The ZEN”におけるエンタテインメント性の特殊性として, ユーザのSCR値を入力とし, その挙動のみで勝敗が決まる設定としているため, プレイヤであるユーザにとって, 常に不確定な要素に影響されるという点が挙げられる。結果として, 習熟による飽きが生じることなくエンタテインメント性が持続したと考えられる。

本研究では, バイオフィードバックを利用したゲーム“The ZEN”を用いて, そのトレーニング効果とエンタテインメント性の関連について調べる長期的な実験を実施した。また, バイオフィードバックゲームの治療応用として, 難治性てんかん患者の被験者の症例を報告した。また, 全ての被験者から, 「ゲームを楽しむことができた」, 「もっと体験したい」というポジティブな印象を得ることができた。一方で, どちらの実験においても被験者数が少なく, 症例の報告にとどまった。今回, 実験で得られたユーザの印象は, ユーザの趣向や, 環境音の影響, ゲームモードの組み合わせなど, ゲームを構成する様々な要素がユーザの状態や印象に影響を与えており, それらについてより詳細に調査する必要がある。今後は被験者数を増やし, 更なる検証を行う予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計2件)

棟方渚, 小野哲雄: インタフェースの外観や触感がユーザに与える影響, ヒューマンインタフェース学会, 17(2), pp.171-pp.178 (2015).

棟方渚, 櫻井高太郎, 中村光寿, 吉川浩, 小野哲雄: バイオフィードバックゲーム“The ZEN”のトレーニング効果とエンタテインメント性-長期実験観察と治療応用の一症例の報告-, デジタルゲーム学研究論文誌, 7(2), pp.63-pp.74(2015).

〔学会発表〕(計1件)

棟方渚: バイオフィードバックゲームの医療応用, 情報処理学会エンタテインメントコンピューティング研究会, 平成26年8月23日, くらま温泉, 京都府

〔その他〕

ホームページ等

<http://chaosweb.complex.eng.hokudai.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

棟方渚 (MUNEKATA, Nagisa)

北海道大学大学院・情報科学研究科・助教
研究者番号: 30552351