

平成30年6月4日現在

機関番号：25406

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2017

課題番号：26560310

研究課題名（和文）在宅バーチャル言語訓練時の心身状態を把握可能な無意識生体計測法の提案

研究課題名（英文）Development of automated monitoring system of physiological information using for language training at home with virtual therapist

研究代表者

川原田 淳（Kawarada, Atsushi）

県立広島大学・保健福祉学部（三原キャンパス）・教授

研究者番号：80195164

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：失語症者等の言語能力の回復のためには、集中的訓練に加えて長期訓練が必要である。しかし、近年の医療事情により回復途中でありながらも早期に言語訓練が終了になることが多い。本研究では、失語症者が在宅において単独でも実施可能なバーチャル言語訓練システムの開発を目指す。コンピュータの仮想空間内に出現したバーチャルセラピストが、言語訓練におけるセラピスト役を務め、クライアントが時間や場所の制限を受けずに自分のペースで繰り返しかつ集中的な訓練を実施可能となる環境を構築することを最終目標とする。

研究成果の概要（英文）：Long-term rehabilitation in addition to intensive training is necessary for restoring linguistic abilities of people with aphasia. However, due to recent medical economic restrictions, language training is often terminated at an early stage, even though it is in the process of recovery. In this research, we aim to develop a virtual language training system that aphasic people can do alone at home. A virtual therapist that appeared in the virtual space of the computer serves as a therapist in language training. Clients can realize repeated and intensive training at their own pace without being limited by time and place.

研究分野：医用生体計測

キーワード：健康・福祉工学 バーチャルセラピスト 無意識生体計測

1. 研究開始当初の背景

(1) 失語症訓練における ICT(情報通信技術)利用[1]が注目されている。従前は言語訓練で用いられている絵カードや単語カードをコンピュータ(PC)の画面上に置き換えただけの簡単なものであったが、最近の米国の研究成果では PC 内に仮想環境(Virtual Environment)を構築し、バーチャルセラピスト(V-ST)により実際の言語訓練と同様の方法を実現した高度な技術も報告されている[1]。しかし、我が国では V-ST システムの開発はこれまでにいくつかの研究成果が散見されるのみである。

(2) 脳卒中により発症した慢性期の失語症者において、一回あたりの訓練時間に制限を設けず、繰り返しによる集中訓練を行うことが言語回復のために有効であることはよく知られている。また、慢性期失語症者の言語能力回復のためには、訓練に多くの労力と時間をかけるのが重要であることも知られている。しかし、クライアント(CL)に対し上記のような集中訓練を提供し、訓練時間を増加することは医療費の増大をもたらし、また CL とセラピスト(ST)の両者に対し大きな時間と場所の拘束を与えることになる。また、医療機関への通院回数が増すことは、CL に対して交通費等の直接的な経済負担を大きくさせるばかりでなく、家族の付き添いやヘルパー等のサービスにかかる間接的な費用の負担なども増大させる。これらの解決のためには、経済的で時間や場所による制約を受けず在宅で実施可能な訓練方法が非常に有望であり、その実現のために PC を利用した安価で集中訓練が可能な方法の開発が重要となる。

(3) 本研究では上記の課題解決のため、在宅で実施可能な失語症者に対するバーチャル訓練システムの開発を行い、これに無意識生体情報計測技術[2]を組み入れ、CL の各種生体情報から客観的訓練状況の把握やこれに基づく訓練の進行速度や方法の制御、個別化の可能性について検証する。

(4) PC を利用した訓練法が従来の伝統的手技による言語療法と同等の効果を得るために、変更の利かないレディメイドの訓練教材ではなく、失語症者の状況に応じて訓練用プログラムの作成や個別化ができる仕組みを備えたバーチャル訓練システムの開発を計画する。

(5) また、実際の言語訓練では非常に重要となる ST の「CL への配慮や気遣い」[3]を実現するための工夫として、無意識生体計測を利用し、CL の訓練中における心身状態の変化を本人が意識することなく無自覚で計測された各種生体情報から客観的に把握し、これを訓練にフィードバックすることを計画して

おり、この点は従来の先行研究では考慮されていない新しい発想である。

2. 研究の目的

(1) 失語症者等の言語能力の回復のためには、集中的訓練に加えて長期訓練が必須である。しかし、近年の医療事情により回復途中でありながらも早期に言語訓練が終了になることが多い。このため、失語症者が在宅において単独でも実施可能なバーチャル言語訓練システムが有用となる。これは、コンピュータの仮想空間内に出現したバーチャルセラピスト(V-ST)が、言語訓練におけるセラピスト(ST)役を務めるもので、クライアント(CL)が時間や場所の制限を受けずに自分のペースで繰り返しかつ集中的に訓練を実現できる。

(2) 本研究では、V-ST における新たな提案としてバーチャル訓練時の CL の心身状態を無意識生体計測から得る生体情報によって客観的に把握し、通常の訓練において ST が大切にしている CL への配慮や気遣いを再現できるかどうかについて検討する。

3. 研究の方法

(1) 全体計画として、失語症訓練におけるバーチャルセラピスト(V-ST)の実現のため、失語症者が言語訓練を在宅等で単独に実施可能となるバーチャル訓練システムを構築し、無意識自動生体計測に基づき、クライアント(CL)の心身状態を顔表情や身体動作なども含んだ各種生体情報から客観的に把握できないかを検討し、この知見から V-ST の発展・高機能化を目指す。

(2) 本研究の目的の一つは、上記のとおり、新しい生体計測法の開発であるが、開発システムの設計・試作にあたっての予備データの収集と分析、性能評価のための基礎データの収集・分析が必要であり、学生ボランティアや失語症者等に協力をお願いした。加えて、開発システムによる基礎データ収集や、臨床応用として言語治療室における失語症訓練において、バーチャル訓練の実施に基づく訓練効果やシステムの有用性や実用性についての検討と評価を行うにあたり、人権の保護のために、研究協力者に対してその同意の確認を書面により行った。なお、本研究の実施にあたり、県立広島大学研究倫理委員会の承認(第 16MH052 号)を得た。

(3) 上記に関わる具体的な研究計画・項目として、

バーチャル訓練時の各種生体情報の計測
心拍変動解析を利用した心身状態の把握
無意識自動生体計測の検証
椅子を利用した無意識生体情報の計測
について実施する。

4. 研究成果

(1) バーチャル訓練時の各種生体情報の計測：V-ST では実現の難しい「CL への配慮や気遣い」という人的コミュニケーションの部分を補うための工夫として、実際の ST が通常の言語訓練時に認識している CL の心身状態を表す様子や状況を、顔の表情や身体動作なども含んだ生体情報から客観的に把握ができないかを検討した。カメラ撮影された顔表情や身体動作などの画像データを数値化し、その特徴量の抽出を試みるとともに、心拍数、呼吸数、体温、発汗量などの各種生体情報を計測し、本目的達成のための適当な指標があるかどうかを探った。また、これらの情報や指標に基づいて、V-ST が CL に対し、どのような対応や処置を行えば、CL における訓練効率等が上昇するかについても基礎的検討を試みた。

(2) 心拍変動解析を利用した心身状態の把握：模擬の言語訓練時において、CL に対し通常の四肢誘導（誘導）による心電図計測から得た心拍変動解析結果(HRV)を安静時と訓練時と比較したところ、訓練時における高い精神的緊張が示され、CL の心身状態を評価する指標となる可能性が示された。図 1 は、ST と CL との面談実施時の CL の心身状態の把握として、心電図計測時の心拍変動解析を行った結果の一例である。心拍変動(R-R 間隔)の

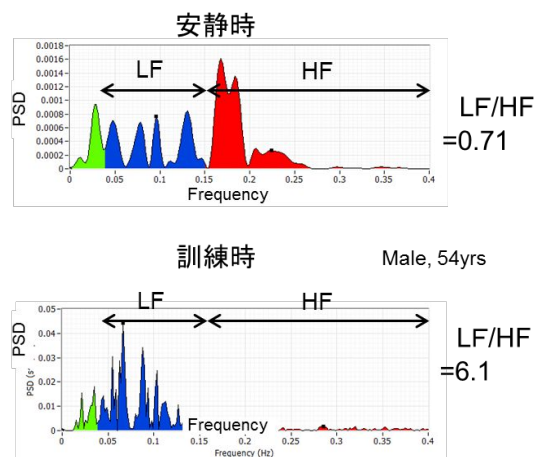


図 1 安静時と面談実施時における心拍変動解析結果の一例

周波数領域解析による高周波数(HF)と低周波数領域(LF)のパワースペクトル密度(PSD)の分布を示している。同図のように安静時と面談時では明らかな HF と LF 成分の差異が生じており、面談時における HF 減少と LF 増加、その比 LF/HF も安静時 0.71 から面談時 6.1 と大きな増加が示され、面談時に CL は交感神経優位のかなり緊張した状態におかれていることが推察でき、生体情報計測が客観的に CL の心身状態を把握するための足掛かりになることが期待できる。一方、図 2 は面談実施時の CL の心身状態の可視化を試み、心電図計測時における心拍変動解析結果をま

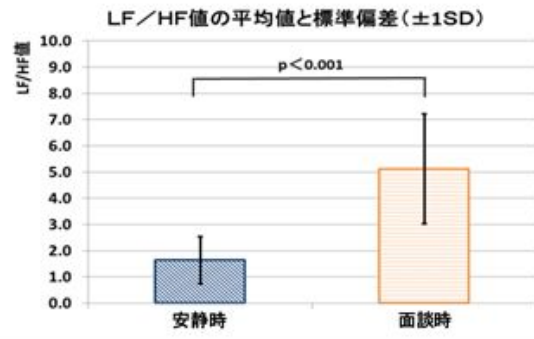


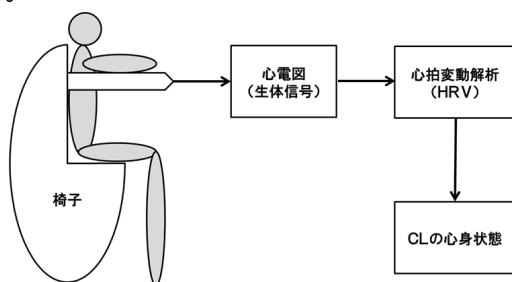
図 2 安静時と面談実施時における心拍変動解析結果

とめたものである。心拍変動(R-R 間隔)の周波数領域解析による高周波数(HF)と低周波数領域(LF)のパワースペクトル密度の比率(LF/HF 値比)について、安静時と面談時の平均値と標準偏差を示している。LF/HF 値の上昇は、交感神経優位の緊張状態を明示しているが、同図のように安静時と比較して面談時の LF/HF 値の平均値の大幅な上昇が認められ、その差についてはペアード t 検定により有意差 ($t=6.800$, $df=18$, $p<0.001$) が示された。この結果から、面談時に CL はかなり緊張した状態におかれていることが推察できる。本例はプレリミナリーデータであり、今後の実用的指標に結び付けるにはまだいくつかのブレークスルーが必要であるが、生体情報計測が客観的に CL の心身状態を把握するための足掛かりになることが期待できる。この点については、訓練の内容によって緊張度にどのような差異が生じるか、緊張度を訓練の進行度や難易度にどのようにフィードバックするかなど、未解決な課題も少なからず残されており、HRV データにより V-ST の動作や動きを制御する方法の開発において、今後本研究を発展させるための重要な検討項目である。しかし、CL が訓練中に過度の緊張に曝されるのは決して望ましいことではなく、これを回避するためにも本法による CL の緊張度を測定することは非常に有効であると考えられる。

(3) 無意識自動生体計測の検証：バーチャル訓練は CL が自宅等において単独で実施することが前提となるが、上記のような生体情報計測を行う際に、簡便で自動的、すなわち本人が無意識で無自覚のままに実施されることが理想的である。このため研究代表者がこれまで研究開発を行ってきた生体情報の無意識自動計測技術を利用した。本法はホームヘルスマonitoringとも呼ばれ、在宅における健康管理やヘルスプロモーションを支えるための技術として開発されてきた経緯があり、病院や診療所ではなく一般家庭で利用されることを特に想定した生体情報計測法である。利用者が特別な操作をすることなく、いわば知らず知らずのうちに各人の生体情報の測定や蓄積が行われるので、本研究が目指す「CL への配慮や気遣い」を実現可能な

V-ST の開発のためには最適で必須の方法と考える。

(4) 椅子を利用した無意識生体情報計測：言語訓練での使用を考慮し、図3に示すような椅子を利用した無意識生体情報計測法を考案した。失語症者が電極やセンサを自身で装着する必要がなく、椅子に腰掛けるだけで無意識のうちに自動的に計測が行われる。心電図を対象とする場合、肘掛等の椅子表面に電極を埋め込み、皮膚が接触することにより信号を得る方法が直接的であるが、被服の状況を考慮して、身体と椅子に内蔵の電極間で容量性あるいは誘導性カップリングを構築し信号を得る非接触型センサの利用も検討した。



電極を必要としない椅子型心電図計測装置

図3 椅子を利用した無意識生体情報計測の概要

(5) 心電図計測において電極コードを無線化し、被験者の測定環境を飛躍的に向上させ、身体的・精神的負担を大幅に軽減した状態でHRV解析を実施し、従来法で得られた結果以上の新知見が得られることを確認した。この結果は、本研究の最終目標であるV-ST訓練の実現のための足掛かりになると確信する。

<引用文献>

- [1] 川原田淳、失語症支援における工学的技術の利用について、コミュニケーション障害学、27、2010、141-149
- [2] 川原田淳、日常生活空間におけるストレスとその計測 - 在宅生体情報計測によるストレス評価の可能性について -、バイオインダストリー、25、2008、5-42
- [3] 吉畑博代、綿森淑子、失語症とコミュニケーション機器、心理学評論、44、2001、215-229

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4件)

吉畑博代、吉澤浩志、失語症の評価とリスク管理、脳の看護実践、2(5)、2017、71-80

吉畑博代、吉澤浩志、失語症の基本的知識と失語症のタイプ、脳の看護実践、2(4)、2016、79-81

吉畑博代、吉澤浩志、失語症の基本的知識と脳機能のメカニズムと病態との関連、脳の看護実践、2(3)、2016、66-70

吉畑博代、失語症者を生活の視点からとらえる重要性について、地域リハビリテーション、9(4)、2014、258-263

[学会発表](計4件)

梶岡理沙、吉畑博代、進藤美津子、鈴木勉、失語症者のためのコミュニケーションノート評価法の作成と使用要因の検討、第44回日本コミュニケーション障害学会学術講演会、2018

吉畑博代、失語症がある人のコミュニケーション力を高めるために、第41回日本高次脳機能障害学会学術総会、2017

吉畑博代、和田義規、失語症の影響についての自己評価尺度AIQ使用の試み、第43回日本コミュニケーション障害学会学術講演会、2017

吉畑博代、土橋三枝子、渡邊理恵、杉山貴子、伊集院睦雄、綿森淑子、失語症の影響についての自己評価尺度、第40回日本高次脳機能障害学会学術総会、2016

[図書](計3件)

吉畑博代、他、協同医書出版社、言語聴覚士のためのAAC入門、2018、185-225

吉畑博代、他、三輪書店、失語症の訓練教材-140の教材と活用法 第2版、2016、45-98

吉畑博代、他、建帛社、高齢者の言語聴覚障害、2015、68-72

[その他]

ホームページ等

<http://www.pu-hiroshima.ac.jp/uploads/attachment/3208.pdf> (ヘルスプロモーションのための在宅健康管理システムの開発研究)

<http://www.pu-hiroshima.ac.jp/uploads/attachment/3849.pdf> (Fully Automated Monitoring System of Health Status)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川原田 淳 (KAWARADA, Atsushi)
県立広島大学・保健福祉学部・教授
研究者番号：80195164

(2) 研究分担者

吉畑 博代 (YOSHIMATA, Hiroyo)
上智大学・言語科学研究科・教授
研究者番号：20280208