

音楽運動療法を用いた リハビリテーション機器の開発

ポリテクカレッジ福山
(福山職業能力開発短期大学校)

鳥谷部 太・藤井亮一・岡本真一・永松恭介・本田健司

中国ポリテクカレッジ 平島隆洋
(中国職業能力開発大学校)

1. はじめに

老人福祉施設等では積極的に音楽療法を利用したリハビリテーション、レクリエーション等の取り組みが行われている。奈良市と岐阜市では、行政として高齢者医療に音楽療法を積極的に取り入れている。昨今では、音楽療法士の国家資格化が国会（2001年5月）でも論議され、音楽療法の科学的有用性の検証と効果について課題であるとされている。音楽運動療法は、音楽療法と運動療法の両側面の特徴を生かした療法であり、パーキンソン病、鬱病、脳性麻痺、発達遅滞、水頭症、意識障害（脳卒中、落下事故、交通事故）、重度脳障害（髄膜炎、先天性・後天性脳症、低酸素脳症）、自閉症、老人性痴呆症、アルツハイマー等に効果があるとされている¹⁾。広島県の備後地域においても広島県福祉用具開発研究会の傘下企業楽器工房（福祉機器開発）ムジカが、音楽運動療法を積極的に取り入れ、リハビリテーション機器の開発を行っている²⁾。本研究開発事業で取り上げた音楽運動療法を用いたリハビリテーション機器は、この傘下企業と広島県立東部工業技術センター産業デザイン部を中心に、平成13年度広島県福祉関連産業創生プロジェクト研究開発事業のリハビリテーション部門として開発され、本機器として4号機目となるものである。すでに特許出願をしており、発明者は楽器工房ムジカ中崎文友氏と広島県立保健福祉大学助教授辻下守弘氏の両名である。また、本機器は老人福祉施設等で評価運用し、リハビリテーション訓練メニューの開発、運動療法の効果の検証

が行われている。現在、音楽運動療法の効果としての検証が課題とされ、被験者が演奏する状況を測定することによる演奏の上達度を音楽療法の効果とし比較の対象に考えている。

本研究開発事業では、この4号機の改良として、本機器を使用した演奏状況の測定の依頼を受け、平成15年度商品化に向けて5号機の開発を行った。

2. 機器の概要と研究開発内容

本機器は、電子ドラムを利用し音楽に合わせドラム感覚で演奏しながらリハビリテーションを行うものである。対象者は高齢者とし、高齢者のADL（日常生活活動：Activities of Daily Livings）を向上させるために必要な上肢・下肢の筋力増強および関節可動域の改善、姿勢調節に必要な体幹の安定性と柔軟性、そして身体全体の協調性と精神機能の活性化が効果的に行えるような運動療法と音楽療法の両側面を提供することを目的としている。本機器を使用したりハビリテーションは、片麻痺やパーキンソン病、あるいは痴呆など高齢者特有の問題を対象としている。本機器の概要について図1に示す。アルミ枠上に電子ドラムパッドを4個配置し、それを被験者の周囲に配置する。よって、最大16個の電子ドラムパッドが配置される。また、被験者の身体状況に合わせて電子ドラムパッドの位置を容易に変更可能な仕組みにしている。そして、コンピュータ制御で音楽を演奏しながら電子ドラムパッド上に配置された指示光を点灯させ、被験者は、指示光にあわせながら演奏することになっている。音楽の演奏、指示光には

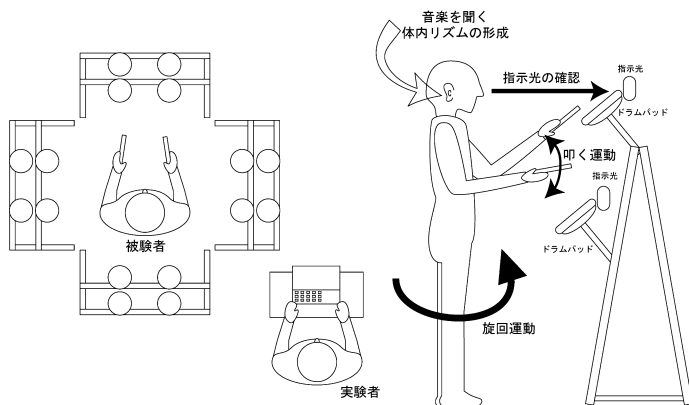


図1 本機器を用いたリハビリテーションの概要

MIDI信号を利用している。リハビリテーション訓練メニューはMIDIデータ上に含まれている。

本研究開発事業では、評価運用で発生した本機器の種々の問題点を改良し、商品化に向けての検討と製作を行った。以下が開発内容である。

- (1) MIDI信号におけるコンピュータ制御の検討
- (2) 楽曲、訓練メニューのMIDIデータ作成
- (3) LEDによる指示光システムの製作
- (4) 演奏状況を測定する診断ソフトウェアの製作

3. 製作したリハビリテーション機器

3.1 演奏状況の測定による4号機の改良

被験者の演奏状況を把握するための検討として、4号機にPLC (Programmable Logic Controller) を用いた測定システムの製作を行った。4号機を図2に、システム構成を図3に示す。細実線が測定システムである。電子ドラムパッド部分に振動センサを配置し、指示光の信号と同期させている。測定には、体力測定で用いられている全身反応時間の測定手法³⁾を参考に、指示光の点灯からドラムパッドを叩いた時間差を用いた。この時間差から基本統計量を算出し反応時間とした。この段階の完成の時点で、中国新聞、広島ホームテレビで報道された。その報道記事と紹介画面を図4に示す。

3.2 改良結果と評価運用での問題点

測定システムを使用して、反応時間の予備調査を行った。楽曲には「きらきら星 (モーツァルト)」を使用し、4拍目に指示光を点灯させ、楽曲内 (約31



図2 改良した4号機

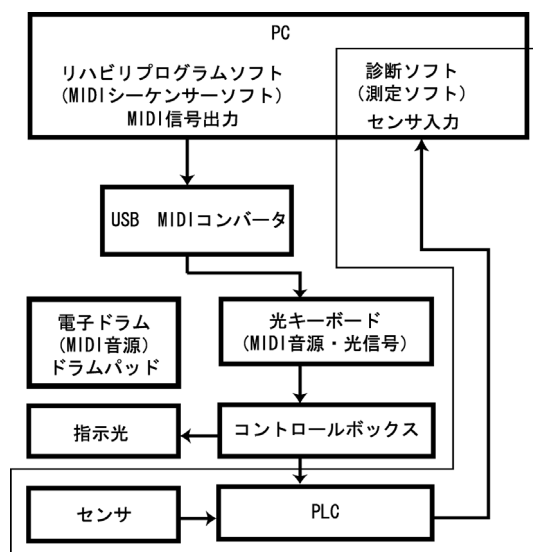


図3 4号機のシステム構成図



図4 中国新聞の記事 (平成14年6月11日朝刊) と 広島ホームテレビでの紹介画面 (平成14年6月21日)

秒間) 12点を測定した。被験者は、健常者で当校の学生10名(平均20歳)であった。反応時間の平均は、364.5msec (SD 75.95)であった。年齢ごとの調査は行っていないので比較することは問題であり今後の課題であるが、全身反応時間との類似性が考えられ、今後製作する診断ソフトウェアの尺度とした。

4号機の評価運用での問題点は、システム簡略化等による本体サイズの縮小、コスト軽減が要求された。また、指示光には白熱球を使用しているため、コントロールボックスにはアナログ回路を使用しており、そのためMIDI音源との同期が難しいこと、音の長さを表現できないこと、再現できる楽曲の速さに限界があることがあげられた。また、測定には、振動センサ・PLCを使用しているためコストがかかること、シーケンス・プログラムが複雑なことがあげられた。MIDI信号の指示光への送信には、市販の光キーボードを改造しており、商品化には向かないことがあげられた。

3.3 5号機の開発

LEDによる指示光システムへの変更と同時に、測定を含めたシステム全体のMIDI信号によるコンピュータ制御への変更を検討した。5号機を図5に、システム構成を図6に示す。MIDI規格は、コンピュータと複数の電子楽器を電子制御で31.250kbsの調歩同期式シリアル通信を行う信号である。このことから、指示光をコントロールするための電子回路としてMIDI信号用コントロールボックスを製作し、MIDIメッセージのすべてをアーキテクチャにアサインしリアルタイムで指示光にMIDI信号を送信する方法を用いた⁴⁾。コンピュータからのMIDI信号の受信および指示光への送信には、ワンチップ・マイコン(PIC16F877)を使用した。このことにより、LEDを使用した指示光が可能となり、MIDI楽器感覚で指示光が制御でき、忠実にMIDI音源と同期でき、音の長さの表現が可能となり、楽曲の速さに関係なく再現可能となった。また、楽曲感覚でMIDIデータの作成・修正・追加が可能となった。さらに、光キーボード廃止による本体のサイズの問題、コストの問題がすべてクリアとなった。この回路を用いて電子ド

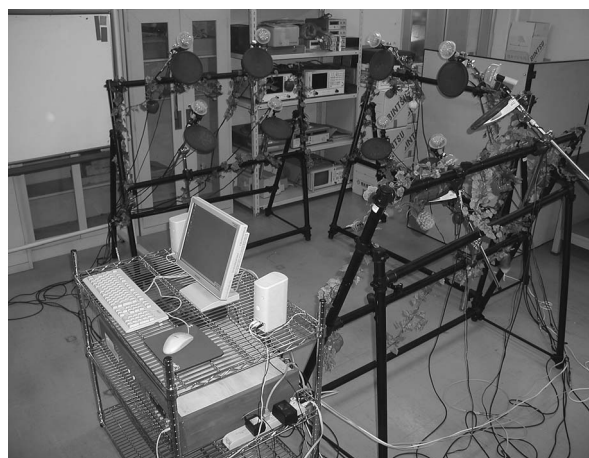


図5 開発した5号機

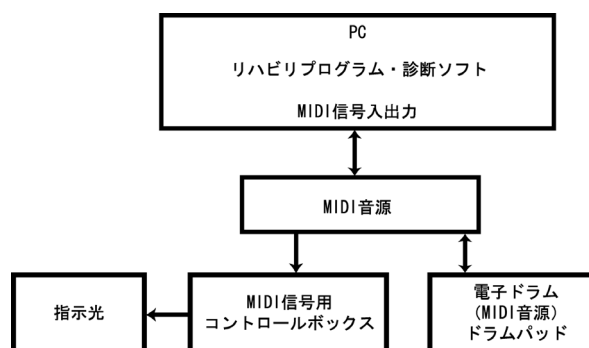


図6 5号機のシステム構成図



図7 5号機の本体内部

ラム音源部分に利用することが今後の課題である。本体内部を図7に示す。指示光には、31個のLEDを使用し明るさを確保している。指示光を図8に示す。

演奏状況を測定する診断ソフトウェアについては、MIDIデータの解析を行うソフトウェアを製作した。手順としては、被験者の演奏した状況を録音機能のある市販あるいはフリーのMIDIシーケンサーソフト



図8 製作した指示光

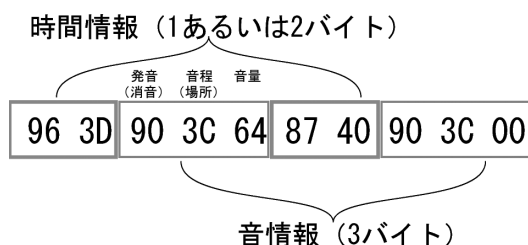


図9 解析で用いたMIDIデータの構造

を使用し、電子ドラム音源からのMIDIメッセージをMIDIデータに保存する。そのMIDIデータから、3.2で述べた尺度を判断基準として用い、光指示に対する全体の反応時間、電子ドラムパッドごと（場所）の反応時間の基本統計量を求めることで診断することとした。解析で用いたMIDIデータの構造を図9に示す。音に関する情報は、基本的に発音時間と音の3バイト情報からなり、音程は電子ドラムパッドの場所情報と対応している。発音時間の情報から反応時間を解析している。また、被験者のMIDIデータを保存することで、演奏状況の再現が可能としている。今後、MIDIシーケンサーソフトと解析ソフトの機能を合わせたソフトウェアを製作することが課題である。さらに、データベース化などによるソフトウェアを充実することで本機器を使用する価値が変化すると考えられる。

4. おわりに

MIDI信号によるコンピュータ制御を検討すること

により、本機器の商品化の目途が前進した。本機器に対して医療現場の方々からの来訪があり支持をいただいている。今後、商品化に向けての準備として流通、メンテナンス体制を早急に進めなければならない状況となっている。

本研究開発事業では、老人福祉施設等で本機器の検証には取り組んでおらず、安全性の確認、耐久性の確認、診断ソフトウェアの尺度の検討、市販されているゲーム機との差別化が今後の検討課題である。

また、介護保険制度から在宅で使用することも検討課題である。

本機器の開発を行うことで、産学官の連携による共同研究の流れが構築でき、平成15年度申請中であるが、本機器を使用した効果についての検証が広島県立保健福祉大学の重点研究項目としてあげられている。当校も研究組織の一員として加えていただいている。広島県では、広島県福祉関連産業創生プロジェクトに代表されるように福祉用具機器開発を重点項目としている。本研究開発事業は、県行政に即した流れになっており地域貢献への足がかりとして今後も努めていきたいと考えている。

【謝辞】

本事業主団体研究開発事業を遂行するに当たりご協力いただいた広島県福祉用具開発研究会ならびに広島県立東部工業技術センター産業デザイン部岡野仁氏をはじめ皆さま方、楽器工房（福祉機器開発）ムジカ中崎文友氏、広島県立保健福祉大学理学療学科辻下守弘氏、職業能力開発総合大学校福祉工学科松田英夫氏、七尾和之氏に深謝いたします。

＜参考文献＞

- 1) 野田燎：『芸術と科学の出会いー音楽運動療法の理論と実践』、医学書院、1995。
- 2) 中崎文友他：「音楽運動療法用楽器の開発と評価」、『広島県立東部工業技術センター研究報告』、No.13、pp.90-94、2000。
- 3) 東京都立大学体力標準値研究会：『新・日本人の体力標準値 2000』、不昧堂出版、pp.257-260、2000。
- 4) 小川英隆：「MIDIで制御する組み込みマイコン・ロボットを作る」、『トランジスタ技術 SPECIAL』、No.76、CQ出版(株)、pp.156-157、2001。