

K-041

## ロボットと障害者の協創による音楽指向型作業療法システム Music Oriented Work Therapy System with Collaboration between Robot and Disabilities

野口 孝文<sup>†</sup> 千田 和範<sup>†</sup> 梶原 秀一<sup>†</sup> 稲守 栄<sup>†</sup> 佐野 芳彦<sup>‡</sup>  
Takafumi NOGUCHI Kazunori CHIDA Hidekazu KAJIWARA Sakae INAMORI Yoshihiko SANO

### 1. はじめに

我々は、これまで音楽を用いたリハビリテーションシステムを開発し高齢者の患者や看護師が実際に使用し改良を加えてきた<sup>[1][2]</sup>。また、2010 年度からロボットを介在させることにより、利用頻度の向上を目指したシステムの開発を行っている。

音楽を用いた作業療法には、能動的活動と受動的活動がある。能動的活動としては、歌唱や楽器演奏、音楽に合わせた身体の動作等を挙げることができる。能動的活動は、治療効果が高い代わりに、楽器の操作や発声の要求により対象者を限定したり、グループでの活動が要求されたりと活動に制約を受けるといった問題もあった。そのため、能動的活動でありながら、容易に扱うことができ、達成感や満足感を得ることができるツールの開発が求められている。

本研究では、作曲をブロックの組み合わせで行うことによって、容易な操作でかつ達成感や満足感を得ることができるシステムを提案する。

さらに本システムでは、単調になりがちな作業療法のモチベーションを維持するために、ロボットシステムを導入した。患者のブロックを並べるといった作業には、ブロックの並びに応じた音楽メロディを返す。同時に正しいブロックの並びばかりでなく、誤った並び（これも曲としては楽しめる）のときにもロボットが作業に対応した反応を返すことで、一緒に作業をしているという感覚が与えられると期待している。

本システムでは、患者のブロック操作にあわせて音楽ブロックを結合し演奏すること、演奏結果に対応してロボットを制御することを一つのフレームワークのもとで統合制御することを実現した。

### 2. システムの構成

#### 2.1 サウンドセルシステム

サウンドセルは、本研究者の 1 人である佐野が考案したシステムで、従来の音符が「音の単位」であるのに対し音楽の「意味の単位」を表す概念である。作曲法の原理を利用した「サウンドセル」は、どのセルともうまくつながって一連のメロディを奏でることを可能にしている。

本システムでは、患者が並べるブロックに対応して曲を生成するシステムにサウンドセルを用いる。サウンドセルは、メロディを構成する小節間にある規則を利用してグループ化したメロディの部品（セル）の中から、自由にセルを選択できるようにし、それらを組み合わせ、曲を生成するシステムである。グループごとに用意したセルの数の積だけ異なるメロディを作ることができる。図 1 に示すように、例えば、4 つのグループにそれぞれ 3 つのセルがあれば、81 通りのメロディを作ることができる

<sup>†</sup> 釧路高専 Kushiro National College of Technology

<sup>‡</sup> ト・ヘン Tohen Inc.

サウンドセルにおけるセルは、楽譜の小節に対応させることができる。図 2 に示すように、元の楽譜を小節に分解してセルに対応させることができるのと同様に、セルをつなげて元の楽譜にすることができる。楽譜の結合では、2 つの小節を単純に結合することが可能である。音データの場合も同様に合成できるが、1 つのセルのときも、音の広がりを感じさせるための残響等の効果が入っているため、データの重なりを考慮した合成が必要になる。



図 1. サウンドセルの概念

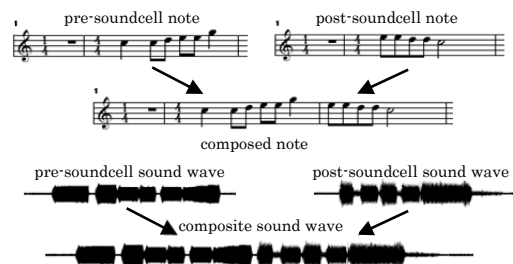


図 2. サウンドセルにおけるセルの合成

#### 2.2 ロボットの制御

本システムで用いるロボットを図 3 に示す。ロボットは、Vstone 社製の RPC-S である。このロボットは RC サーボの組み合わせでできており、制御はロボットに搭載された ARM コンピュータによって行われている。また、ロボットには LINUX を OS とした小型の PC も搭載されており、ロボットのポーズや音声発生を指令を、TCP/IP 接続のポートを介して外部の PC から、アプリケーション (PoseServer, SoundClient) に送り実行させることができる (図 3 右)。

本システムでは、ロボットの制御および音声データの送受、本ロボットの制御および 2.1 で述べたサウンドセルの

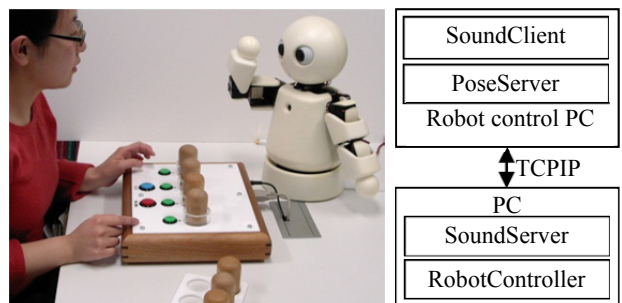


図 3. ロボットと連携動作するサウンドセルシステム

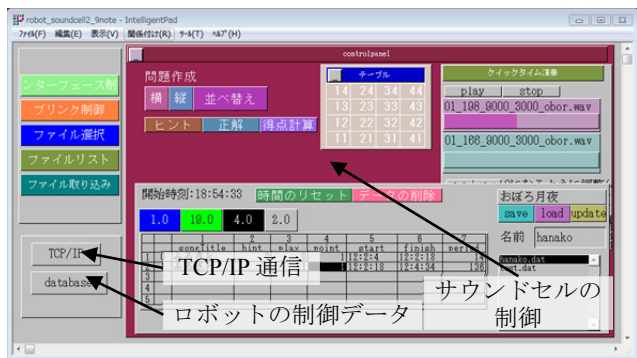


図 4. IntelligentPad による制御

合成には IntelligentPad<sup>[3]</sup>を用いて行っている。IntelligentPad は、パッドと呼ばれるオブジェクトをコンピュータ上に可視化し、紙と同様に貼り合わせ操作によってダイナミックにオブジェクトの連携を実現することができるシステムである。図 4 は、インテリジェントパッドによるサウンドセルの制御とロボットの制御を統合したシステムである。

### 3. 曲データの構成

本システムでは、サウンドセルとして歌詞付きの曲を用いている。「茶摘み」、「ふるさと」、「おぼろ月夜」、「我は海の子」の 4 つの曲を作成した。図 5 は、「茶摘み」の曲をセル（操作するブロックに対応）に分けた様子を示している。図は、4×4=16 個のセルからなるが、上方横 1 行の 4 つのセルが原曲を 4 つに分けたものである。2 行目、3 行目では下線部にある部分を編曲し、一番下の行のセルでは原曲に比べ大きく編曲している。

図 5 の各セルは、上方の 4 つのブロックを基本に、4 つで正しい並びを作ることから 4 行目の 4 つを混ぜて 8 つの

なつもちがづく はちじゅうはちや	のにもやまにも わかばがしげる	あれにみえるは ちやつみぢやない か	あかねだすきに すげのかさ
なつもちがづく はちじゅうはちや	のにもやまにも わかばがしげる	あれにみえるは ちやつみぢやない か	あかねだすきに すげのかさ
なつもちがづく はちじゅうはちや	のにもやまにも わかばがしげる	あれにみえるは ちやつみぢやない か	あかねだすきに すげのかさ
なつもちがづく はちじゅうはちや	のにもやまにも わかばがしげる	あれにみえるは ちやつみぢやない か	あかねだすきに すげのかさ

図 5. セルと編曲の度合い（下線部編曲部）

ブロックから正しい 4 つの並びを作るなど、ブロックの組み合わせによって簡単な問題から難しい問題まで用意することができる。図 3 の写真は、8 つのブロックを与えそこから正しい 4 つを選び並べる様子を示している。

問題を難しくすることによって、試行錯誤の回数が多くなり、ブロックを操作する回数が多くなるように設定することができる。ここに示した曲を用いて、実際に高齢者の患者、健常者、看護師が試用した。

## 4. システムの予備評価実践と改良

### 4.1 実践の様子と感想

2011 年 3 月と 4 月に豊田市にある病院の協力を得て 30 名ほどが使用した。その内ロボットを介したシステムの利

歌を知らないと並び替えが困難であった
歌詞がつくことにより、歌いながら行なう高齢者が増えた
曲を聴くことより歌詞を聴く方のほうが多いように感じる
難易度の調整（段階付け）により、年齢、疾患等関係なく遊ぶことができた
ブロックの形は持ちやすい
曲の区切りが分かりにくい
ルールの伝達が難しい



図 6. 予備実験の様子と感想の一部

用は、2 名である。システムを利用した結果は、初期のシステム<sup>[1]</sup>に比べ好意的な意見を得たが、さらなる改良が必要なことも分かった。ここでは、利用の様子と感想の一部を図 6 に示す。現状では、継続的に使用するに至っていないため、リハビリテーションシステムとしての効果は分からない。しかし、いずれの利用者からも楽しかったという感想が得られている。図 6 にも示したが、患者の状態によって正しく並べることが困難なこともあった。しかし、正解の曲にならなくても、創作的活動として曲を楽しむことができるという、看護師からの感想があった。

### 4.2 システムの改良

4.1 節の結果に基づいて次の改良を行った。サウンドセルボードのブロックの位置で点滅する LED の表示を曲の拍子に同期させること、明るさを強めること、各ボタンに番号をつけ音声による説明時にどのブロックを示しているのかを分かりやすくすることを改善した。また、現在 4 曲を用意しているが、曲目を増やすことも検討している。近く、利用者の状態による差を比較できるように計測方法を規定し、多様な利用者で計測を行うことを計画している。

## 5. おわりに

本論文では、能動的作業療法と受動的作業療法の中間的作業療法に利用できる音楽リハビリツールを提案しそのシステムについて紹介した。現在基本的なシステムが実現できたところで、実際の現場での使用と評価を行う準備をしている。その結果に基づいてロボットの動作の反応の仕方に改良を加える予定である。2 章で述べたようにすべての制御を IntelligentPad で作成しているため、変更は容易である。本論文で提案したシステムの使用結果については、今後紹介したい。

本研究の一部は、科学研究費基盤研究費(2)C(20500817)および科学研究費新学術領域(22118509)を受け推進している。

### 参考文献

- [1] 野口孝文, 千田和範, 佐野芳彦, 稲守栄: “組み合わせ自由な音楽部品を用いた障害者のための持続力・集中力育成教材の開発”, 教育システム情報学会研究報告, Vol.24, No.1, (2009)
- [2] 野口孝文, 千田和範, 梶原秀一, 稲守栄, 佐野芳彦: “ロボットと障害者の協創による自発的参加を促す音楽指向型作業療法システム”, ロボティクス・メカトロニクス講演会報告, 2P2-B09, (2011)
- [3] 野口孝文, 田中讓: “プログラミング学習のためのツールキットシステムを用いたマイクロワールド”, 教育システム情報学会論文誌, Vol. 16, No.4, pp. 208-216, (2000)