

自動伴奏システムを応用した 介護老人保健施設での音楽レクリエーション

齋藤 康之^{1,a)} 坂井 康二² 五十嵐 優³ 中村 栄太⁴ 阿方 俊⁵ 嵯峨山 茂樹⁶

概要: 介護老人保健施設は、病院と自宅の中間的な役割があり、施設内では在宅復帰を前提としたリハビリテーションを中心とした生活を送る。これに対し、本稿第2著者の坂井は、打ち込みMIDIを再生したカラオケによる音楽レクリエーションを施設で700回以上実施してきた。この取り組みにて、自動伴奏システム Eurydice を応用して、音楽キーボードのどの鍵を打鍵しても楽曲が進行するようにSMFに特別なトラックを追加し、またワイヤレスの音楽キーボードを使用することで、より多くの施設入所者が音楽レクリエーションに参加できるようになった。実際に演奏した入所者は、自動伴奏システムに対してピートを与える指揮者としての役割を果たすことになり、それにより「あたかも自分が全てメロディーを演奏しているかのようだ」「とても楽しい」などの好評を得ている。

キーワード: 介護老人保健施設, 音楽レクリエーション, 自動伴奏システム, standard MIDI file

1. はじめに

介護老人保健施設（老健）とは、病院と自宅の中間的施設として位置づけられる公共型施設であり、専門スタッフによるリハビリを通じ、入所者が在宅復帰することをその目的としている [1]。入所期間中はリハビリテーションが中心の生活となるため、個人の自由時間は少なく、イベントやレクリエーションなども少なくなりがちである [2]。

そのような中、本稿第2著者の坂井は、ボランティアとして老健にて音楽レクリエーションの取り組みを行っている。その内容は歌唱であるが、ボランティアで行っているために予算はほとんどなく、また、所望の楽曲のカラオケが必ずしも入手できるとは限らないことから、坂井は手動で電子楽譜を作成して、そのSMF (standard MIDI file) を再生してきた。

本稿では、介護老人保健施設の入所者（以下、施設入所者と略す）を対象とした自動伴奏システム Eurydice (ユリディス) を活用した参加型の音楽レクリエーションについて述べる。Eurydice は任意のジャンプを許容する世界初

の自動伴奏システムであり、これまでにピアノ練習支援を主眼として開発してきた。ある程度の演奏誤りを許容するが、基本的には楽譜通りの演奏が期待されている。その一方で、施設入所者はピアノ演奏そのものがない方が多い。そこで本稿では、Eurydice の新たな活用方法として、任意のピアノ打鍵に対して楽曲を進行させる仕組みについて述べる。

以下、2章では老健の概要について説明し、3章では坂井によるカラオケ版の音楽レクリエーションを先行事例として紹介する。4章では Eurydice を応用した音楽レクリエーションを、5章で考察を述べ、6章でまとめを示す。

2. 介護老人保健施設

介護老人保健施設の入所対象者は、原則65歳以上で「要介護1」以上の介護認定を受けていることが条件である [1]。その他、施設によっては、伝染病などの疾患がなく、病気で長期入院などを必要としないことなどの条件が加わることもある。医療体制として、看護師やリハビリを目的とする理学療法士・管理栄養士などの専門スタッフがサポートする。床ずれや、たん吸引など、日中・深夜を問わず医療ケアが必要な方の入居を広く受け入れている施設も多い。

施設での生活で、食事や入浴・排泄などの日常生活のサポートや、療養上のケアを受け、リハビリなどの機能訓練を通して家庭での生活に戻れるように自立復帰を目指す。老健は、在宅での復帰を目指す施設であるため、終身での

¹ 木更津工業高等専門学校 情報工学科
NIT, Kisarazu College, Kisarazu, Chiba 292-0041, Japan
² 厚木市いきいきサポーター
³ サウンド・スケープ
⁴ 京都大学 大学院情報学研究所 知能情報学専攻
⁵ アジア・パシフィック電子キーボード協会
⁶ 明治大学 総合数理学部 先端メディアサイエンス学科

a) saito@j.kisarazu.ac.jp

表 1 老健と特養の 100 人あたりの最低人員配置 (文献 [1])

職種	老健	特養
医師	常勤 1 人	1 人 (非常勤可)
看護職員	9 人	3 人
介護職員	25 人	31 人
リハビリ専門 スタッフ	1 人 (理学療法士・作業 療法士・言語聴覚士の いずれかの資格を持つ者)	-

利用はできない。入所期間は 3 ヶ月から半年、長くても 1 年未満となるため、施設に入所した時点で退所後のことも念頭に置いて今後の生活計画を立てる必要があるが、暮らしの準備 (たとえば、入所期間に自宅で介護をしやすいように家族が家をリフォームするなど) が整うまでの待機期間を安心して過ごす目的や、次の老人ホームが見つかるまでの仮住まいとして活用されることも多い。また、介護保険が利用できる点や、民営の施設より料金が安めに設定されていることもメリットとして挙げられる。

老健が提供しているサービスは、大きく分けて「施設サービス (入所)」、「ショートステイ」、「通所リハビリ (デイケア)」の 3 つがある。いずれも医師による医学的管理のもとに看護や介護ケア、専門スタッフによるリハビリテーション、食事・入浴といった日常サービスが受けられるが、大きな特徴は医療ケアの充実とリハビリテーションの充実である。「施設サービス (入所)」では、個別のケアプランに基づいて理学療法・作業療法などのリハビリに加え、自宅に復帰した際に自立ある日常生活を送れるように車イスの乗り方や歩行器・手すりを使つての移動訓練なども行われる。その他、日々の生活の中で食事・入浴などの生活支援、医療ケアなどのサービスを提供している。また、「ショートステイ」では要支援・要介護の方を対象に「施設サービス (入所)」と同じサービスを短期入所という形で行うので、医療依存度が高く、かつ、在宅介護生活を送る方にとっては非常に有用である。老健では入所者 100 人あたり最低 1 人の医師が常駐し、利用者の医療ケアや健康管理、緊急時対応などを行うことが義務づけられている。一方、特別養護老人ホーム (特養) では医師の配置は義務づけられているものの、非常勤でも可能なため、実質的に施設で診察などを行うのは週に 2 回程度という場合もある。老健であれば常勤で医師がいるので、利用者の状態などをこまめに把握した上で医学管理を行うことが可能となる。また、老健では、リハビリ専門スタッフとして、理学療法士 (PT)、作業療法士 (OT)、言語聴覚士 (ST) のうちいずれかを入所者 100 名あたり最低 1 名以上配置することが義務づけられている (表 1)。特養や介護療養型医療施設など公共の介護施設の中でも、リハビリ専門スタッフの人員配置が義務づけられているのは老健だけである。そのため、老健は「通所リハビリ (デイサービス)」の提供が可能なおも大きな特徴である。

3. 先行事例：打ち込み MIDI によるカラオケ版の音楽レクリエーション

本稿第 2 著者の坂井は、ボランティアとして介護老人保健施設にて音楽レクリエーションの取り組みを行っている [3], [4]。2012~2013 年は、高齢者施設でピアノ伴奏による音楽レクリエーションのアシスタントを務めた。2014 年からは、歌唱レク活動の講師が諸事情のため参加できなくなり、代行を打診され、自らの手で打ち込んだ電子楽譜による歌唱 MIDI 伴奏を用いた歌唱活動を開始した。現在までに、その活動回数は厚木市聖和会関係施設では 500 回、その他で 200 回を超えている。

音楽レクリエーションの方法としては、Microsoft PowerPoint により歌詞のスライドを作成し、施設の大型液晶テレビでそれを表示している。伴奏は、SMF (Standard MIDI File) として作成した楽曲を、PowerPoint に埋め込んで関連づけておき、Windows Media Player で再生している。スライドの例を図 1 に示す。図中、曲名のタイトルの後の「(2)」は、この楽曲の歌詞スライドが 2 枚に渡ることを示している。

皆で歌っている様子を図 2 に示す。車椅子を使用している施設入所者も多い。前方には電子キーボードを設置しているが、歌に合わせて打楽器音を演奏するためであり、メロディや伴奏 (ハーモニーや分散和音など) を演奏するためではない。2~3 人で 1 つの電子キーボードを打鍵して、音楽を楽しんでいる。ここで、坂井の持つ歌詞の指示棒は、細い木製の棒の先端に糸球を取り付けて自作したものである。この指示棒を用いている理由としては、かつてレーザー・ポインタを使用したところ、施設入所者が口々に「あれは何だ」と言い出し、会場が騒然となってレクリエーションが成立しなくなったからである。現在の指示棒を用いてからは、どの施設においても混乱は生じていない。

なお、坂井は、ただ歌を歌わせるだけではなく、歌詞の意味や、時代背景など、楽曲について説明を加えている。その楽曲について理解を深めたり、あるいは昔を思い出して感情を顕にして涙を流す施設入所者もいる。中には、楽曲の説明のために坂井が提示したレコード・ジャケットや映画のポスター (図 3) を見て思い出が蘇って感情が高ぶり、そのジャケットを胸に抱きしめて離さないということもあった。

4. 自動伴奏システム Eurydice を応用した音楽レクリエーション

奏者がメロディを演奏し、それに応じた伴奏が演奏されれば (逆に、奏者の伴奏演奏に対してメロディが演奏されれば)、音楽レクリエーションに対して関心が高まり、より積極的に参加できると考えられる。しかしながら、施設入所者の多くは、ピアノ演奏経験がなく、楽譜 (五線譜) を

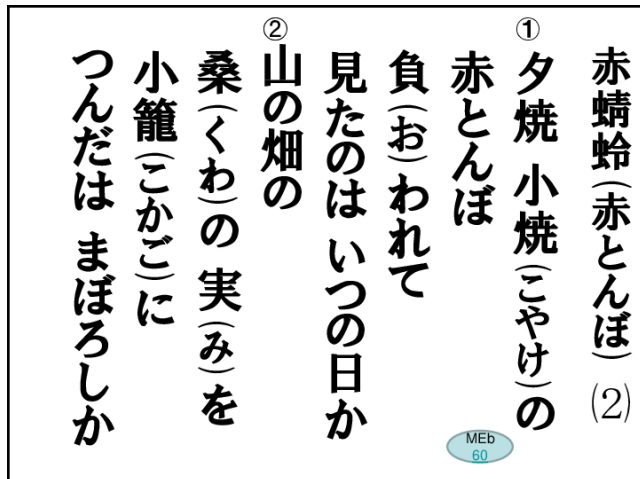


図 1 歌詞スライドの例.



図 2 打ち込み MIDI のカラオケで歌唱をしている様子.



図 3 坂井が提示したレコード・ジャケットや映画のポスターの例.

読めない. そこで, どのような演奏をしても楽曲を進行させるように工夫する. 本章では, 以下, 特別なトラックを含んだ SMF を用いた任意の打鍵に対する楽曲の順次進行や, Eurydice 内部で自動的に特別トラックを追加・削除する方法について述べる. また, ワイヤレス音楽キーボードの使用についても言及する.



図 4 SMF の楽譜の例 (村祭り). 一番上のパートが, Eurydice で演奏するために手動で追加した特別なもので, 音高 C1 を並べている.

4.1 手動による SMF 編集と Eurydice を応用した音楽レクリエーション

自動伴奏システム Eurydice (ユリディス) は, 従来のカラオケ式の伴奏とは異なり, 人の演奏に合わせて伴奏演奏を与える [5]. 奏者の演奏の弾き誤り, テンポ変動, 任意のジャンプに柔軟に対応する. 本研究では, Eurydice を新たな視点から活用する.

Eurydice で読み込む SMF の中に, メロディと伴奏のほか, 奏者からのテンポ情報を獲得するための特別なトラックを準備し, エムアイセブンジャパン社の楽譜編集ソフトウェア Finale を用いて音名 C1 の音符を与えた. たとえば, 図 4 のように, $\frac{2}{4}$ 拍子であれば, 四分音符を並べる. この音高は, 実際には, 音楽キーボード (KORG 社 microKEY-25) の扱う音高の範囲外である. そのため, 音楽キーボード上のどの鍵を打鍵しても, その音高を演奏できないことになる. しかし, 以下に述べるように, 実はそれが本取り組みにおいては好都合である.

Eurydice にとっては, 楽曲の順次進行であるならば, 現在の楽譜位置の次の音を期待しているが, 実際に音楽キーボードから入力される MIDI 信号の音高は, 常に誤っている. このとき, 楽譜上での奏者の演奏する音高は, 全て音名 C1 であるため, どの位置の音符として演奏したのかは不定である. このような状況下においては, Eurydice は, 全ての音符位置にジャンプしうるために均一の確率を算出することになるが, 特に音高誤りが生じたとして次の音符の確率が最も高くなるため, 順次進行した音符位置を新たな演奏位置と推定する. もし, これが音楽キーボードで演奏できる音高 (またはその範囲から少しだけ外れた音高) であるならば, 同じ音符位置の弾き直しや, 楽譜の前または後ろの位置への大きなジャンプと推定される可能性がある. したがって, ここでは, 音高範囲の限られた小型の音楽キーボードを用いることにより, 常に大きな音高誤りが生じることを逆手に取り, どの鍵を打鍵しても楽曲が順次進行していくことを実現している.

また, Eurydice には, 奏者が次の音符を演奏するのを待ち続ける「waiting モード」と, 任意のジャンプを許容しつつも奏者の演奏を待たずに楽曲を順次進行していく「non-waiting モード」がある [6]. 楽曲の最初から最後ま



図 5 Eurydice の演奏制御を行っている様子。



図 6 施設入所者が演奏している様子。

で自分の思うテンポで演奏し続けるのであれば「waitingモード」を用いる。一方、「non-waitingモード」に設定しておけば、楽曲の冒頭部分だけテンポを与えて、演奏（テンポ指示のための打鍵）は途中で止めてしまい、歌唱に専念できる。その場合、冒頭で与えたテンポを保ったまま、Eurydice が演奏を継続する。これらの演奏モードを適宜使い分けて、施設入所者に演奏してもらう。

microKEY-25 を、3 m の USB 延長ケーブルを介してコンピュータに接続し、Eurydice の演奏制御を行っている様子を図 5 に示す。microKEY-25 を首から吊り下げられるようにストラップとメッシュパネルを組み合わせている。

施設入所者が音楽キーボードを演奏している様子を図 6 に示す。実際に演奏を体験した施設入所者からは、「とても楽しい」や「自分が全ての楽器を演奏しているかのようだ」などの好意的な意見が得られている。さらに、演奏を体験した施設入所者に他の施設入所者が「よかったよ」や「上手だったよ」などと声を掛ける場面も見受けられており、このことから個人レベルでの音楽の楽しみや関心だけに留まらず、施設入所者の相互のコミュニケーションの活性化にも役立っている。

4.2 特別トラックの自動追加機能の実装

前節で述べたように、SMF に特別なトラックを追加して、テンポ指示用の同音連打音符を並べることで、どの鍵を打鍵しても楽曲を順次進行させられるように Eurydice

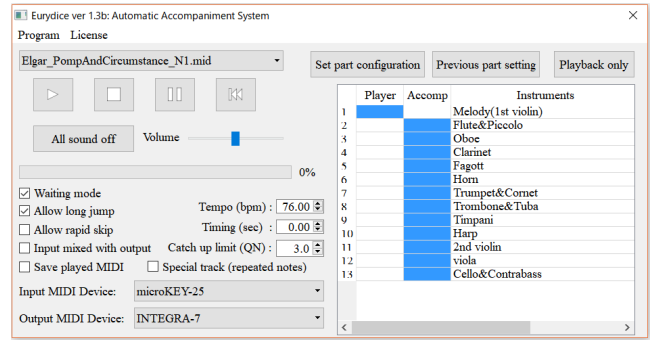


図 7 SMF を読み込んだ直後の Eurydice のウィンドウ。

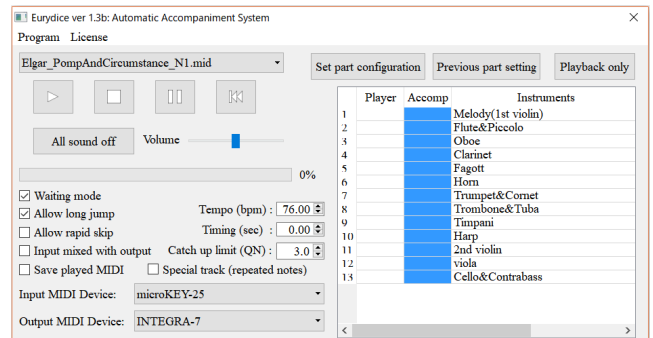


図 8 「Playback only」状態の Eurydice のウィンドウ。

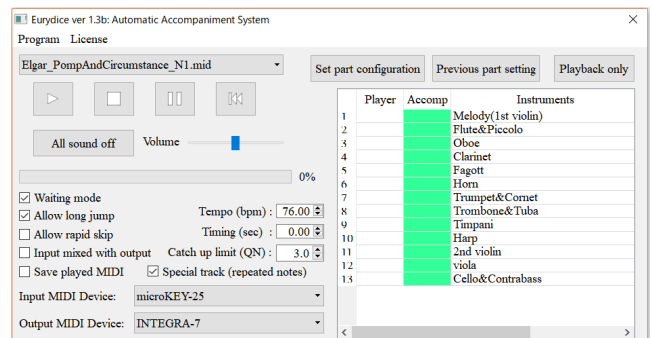


図 9 内部で特別トラックを追加した状態の Eurydice のウィンドウ。

を制御できることが分かった。しかしながら、トラックを追加し、楽曲全体に渡ってそのような音符を並べるように編集するには時間と手間を要する（それでも、坂井はすでに 150 曲以上を編集している）。そこで、Eurydice の機能を拡張し、SMF を読み込んだ後に特別トラックを追加・除去するように実装した。

Eurydice は現在、クロスプラットフォームの開発環境「Qt」を用いて実装している。Qt には、プッシュボタン、コンボ・ボックス、スライダーなどの部品が用意されており、それらを容易にウィンドウに配置できる。今回、特別トラックの操作に用いるのはチェック・ボックスである。チェックがオンならば最後のトラックの次に特別トラックを追加し、オフならば削除する。

SMF には、拍子の情報が含まれており、楽曲が何分の何拍子かを読み取れる。そこで、拍子の分母が 4 の場合は、

四分音符を並べることで、各音符長 t_{note} は、SMF のヘッダから得られるデルタタイム*1を t_{delta} としたとき、1小節あたり拍子の分子 n_{num} の個分の音符を並べる。また、拍子の分母が8の場合は、一般に八分音符3つ毎に拍を刻むことから、付点四分音符を1拍の音符長として

$$t_{note} = t_{delta} \times \frac{3}{2} \quad (1)$$

を求め、1小節あたり $n_{num}/3$ 個分の音符を並べる。Eurydice は、SMF の読み込み時に楽曲全体の長さ t_{whole} を算出している。これに対し、追加する音符列の時間長の総和 $t_{sum} = \sum t_{note}$ が

$$t_{sum} \leq t_{whole} \quad (2)$$

の間、音符を配置し続ける。

音高はいずれもノート番号 0x00, ペロシティは 0x7F(127) とする。MIDI における音高は、音名 C1 のノート番号が 0x18(24) であるので、0x00 は音名でいえば C-1 に相当する。88 鍵のピアノの最低音が音名 A0 (ノート番号 0x15) なので、C-1 はそれよりも約 2 オクターブも低い音高であり、市販されている通常の音楽キーボードでは演奏できない。前節で述べたように、この「演奏できない音高である」ことが、本研究においては重要である。

SMF を読み込んだ直後の Eurydice の画面を図 7 に示す。Eurydice は、初期状態として、第 1トラックが人による演奏、それ以外のトラックが Eurydice による伴奏演奏となるように自動的にパート分担を決定する。次に、第 1, 第 2トラックとも Eurydice が担当している状態を図 8 に示す。この場合、人の演奏とは無関係に Eurydice が全てのトラックを伴奏演奏することになり、すなわちカラオケ状態である。これは、楽曲の内容を確認するために備えた「Playback only」モードである。そして、「Special track」のチェック・ボックスをオンにした状態を図 9 に示す。パートの役割は「Playback only」と同じく全てのトラックを Eurydice が担当するが、ボタンの色を緑色として、特別トラックを Eurydice 内部で追加した状態であることを表している。

4.3 ワイヤレス音楽キーボードの適用

これまでの取り組みでは、前述のように可搬性の観点から KORG 社 microKEY-25 を用いていた。これは USB 接続の音楽キーボードであり、駆動させるための電源ケーブル類は不要で、非常に軽いという特徴を有している。また、USB ケーブルの規格では機器間最長ケーブル長は 5 m であるが、アクティブリピータを搭載した USB ケーブルでは 30 m のものまでが市販されている。このように、USB

*1 デルタタイムは、四分音符あたりの分解能を示す。たとえば、全音符の分解能が 1920 と仮定すると、SMF ヘッダのデルタタイムのフィールドには $1920 / 4 = 480$ (0x01E0) が格納される。



図 10 ワイヤレス音楽キーボードを用いて、足踏みをしながら演奏している様子。

ケーブルを延長すれば PC から離れた位置にいる音楽レクリエーション参加者まで音楽キーボードを届かせられる。しかしながら、音楽レクリエーション会場には椅子を並べたり、車椅子を使用している入所者が集まることも多く、参加者は密集している。そのため、USB ケーブルに足をかけないようにすることや、体や車椅子に巻き付かないようにするなど、安全面について配慮が必要である。

これに対し、最近では、Bluetooth によるワイヤレス接続式の KORG 社 microKEY Air-25 を用いるようにした。その有効距離は最大 5 m であり、駆動には単三電池 2 本を用いる。これまでは、PC 周辺の最前列の参加者だけが音楽キーボードで演奏していたが、感情や意志を前面に出しにくい(会場の中央から後方にいることが多い)もの実際には演奏に興味のある参加者にも容易かつ安全に演奏の機会を与えることができるようになった。

また、図 10 では microKEY Air-25 を用いつつその場で足踏みをしながら Eurydice をテンポ制御して演奏している様子を示している。体や足に USB ケーブルを巻き付いたり引っ掛けたりすることなく、Bluetooth 信号の届く範囲で自由に移動できる。自分のペースで足踏みに合わせて演奏でき、また、一定のテンポで打鍵できているかどうかを楽曲を聞きながら耳で確かめることもできる。これらのことから、当システムはリハビリテーションにおいて有効と考えられる。

5. 考察

現在は、坂井が単独で歌詞や Eurydice の SMF を準備しており、歌詞の作成には 30 分、SMF の作成には 2 時間程度かかっている。特に SMF の作成の大部分を占めている作業は、音量調節である。メロディ・パートと伴奏パートの音量のバランス調節について、エムアイセブンジャパン社の Finale 上で強弱記号を書き加えて、SMF に書き出して再生して確認するという作業を繰り返している。Eurydice は現在、伴奏演奏の全体の音量は「Volume」スライダーを操作することで伴奏演奏中も含めて即時変更できるが、Eurydice 上で楽曲を再生しながら各パートの音量を調節



図 11 体を横たえている状態での演奏の様子。

できるようになれば、作業効率は格段に向上するであろう。それに付随して、各音量イベントを外部ファイルに記録して、それを読み出せる仕組みも備える必要がある。

坂井はすでに 150 曲を越える特別トラック追加済の SMF を用意しており、その中から所望の楽曲を選択することは困難になってきつつある。現在、Eurydice は実行可能ファイルの存在するフォルダ（ディレクトリ）にある「MIDI」という名称のフォルダ以下にある全ての SMF をリストアップするようにしている。これに対して、ファイル選択ダイアログや検索機能を実装し、ジャンルや曲名に応じて SMF を格納するフォルダを分けて表示できるようにすれば、手早く選曲できるようになることが期待できる。従来の楽曲選択方法にも相応の利便性はあるので、両者の楽曲選択方法を切り替えられるように実装する予定である。

施設入所者が積極的に演奏に参加することにより、手指を中心とした身体機能のリハビリテーションや、鍵の触覚やリズム感など脳への刺激による認知症の予防などの効果が期待される。また、精神的な疾患に対しても音楽療法が回復を促進し、歌うこと、笑うこと、他者との会話などは、身体面（脳機能、内臓機能など）と精神面の向上・安定に寄与し、また、両面の改善は相乗効果として表れて、心身ともに健康になると考えられる。現在は、起きている状態での演奏を行っているが、将来的には図 11 に示すように、寝たきりになった場合についても検討したい。

施設の職員が機器を操作できればよいが、コンピュータの心得のない職員には扱いが難しく、施設内の他の業務もあることから、操作を覚えるための時間を捻出することは厳しい。そのため、ボランティアを中心とした対応が今後も展開されることが予想される。本取り組みを継続・広く展開するためには、ボランティアを養成する必要がある、たとえば、定年を迎えたての方は貴重な人材となるだろう。

プライバシー保護を理由に、血圧や脳活動などのバイタルサイン計測に対する施設スタッフの十分な理解が得られておらず、写真撮影すら難色を示されている。そのため、本取り組みに対する定量的な評価は、まだ行っていない。研究倫理規定に従って被験者の個人情報をおかさないこと

を、今後も説明していきたい。

今回は、介護老人保健施設で適用したが、2018 年 4 月から幼稚園・保育園・託児所などの未就学児への適用を開始した。鍵盤を叩きさえすれば曲が進行していくので、楽譜を読めない幼児でも手軽に楽しめ、また、音楽に関心を持っている。この取り組みについては、稿を改めて報告する。

6. まとめ

本稿では、介護老人保健施設での音楽レクリエーションにおいて自動伴奏システム Eurydice を活用する方法と実践について述べた。これまでは、音楽レクリエーションはカラオケとして楽曲を再生して施設入所者が歌っていたが、より積極的に楽曲の制御に関与することで、より大きな喜びや、施設入所者間でのコミュニケーションの活性化が図られている。また、テンポ制御用の特別トラックを Eurydice 内で自動的に追加・削除できるようにし、SMF の編集作業の負担を軽減できた。さらに、Bluetooth によるワイヤレス音楽キーボードを用いることで、PC から離れた場所での演奏や、安全かつ自由な移動が可能となった。

今後は、第 5 章で述べたように、各パートの音量調節を Eurydice 上で実施できるようにすること、楽曲選択方法を改善することなどに取り組む予定であり、また、当システムのリハビリテーションに対する効果について定量的な評価を検討していく。さらに、寝たきりになった方への対応、ボランティアの育成などについても検討するほか、未就学児への適用をさらに発展させ、社会福祉や初等音楽教育に貢献したい。

謝辞 本研究の一部は、日本学術振興会の科学研究費補助金 16K00501, 17H00749 によります。ここに記し、謝意を表します。

参考文献

- [1] (株) クーリエ：介護老人保健施設とは、入手先 (<https://www.minnanokaigo.com/guide/type/rouken/>) (2018.05.15).
- [2] 長谷川介護サービス：介護老人保健施設とは？サービス内容と特別養護老人ホームとの違い、入手先 (<https://www.irs.jp/article/?p=94>) (2017.10.20)
- [3] 坂井 康二、五十嵐 優、阿方 俊：高齢者施設における音楽活動～タテ線譜とユリディス活用による新しい試みへ向けて～、日本電子キーボード音楽学会 第 13 回全国大会、p.21, Sep. 2017.
- [4] 齋藤 康之、坂井 康二、五十嵐 優、阿方 俊、嵯峨山 茂樹：介護老人保健施設の入居者と自動伴奏システムとのインタラクション、HAI シンポジウム 2017, No.P15, Dec. 2017.
- [5] 中村 栄太、武田 晴登、山本 龍一、齋藤 康之、酒向 慎司、嵯峨山 茂樹：任意箇所への弾き直し・弾き飛ばしを含む演奏に追従可能な楽譜追跡と自動伴奏、情報処理学会 論文誌, vol.54, no.4, pp.1338-1349, Apr. 2013.
- [6] 長野 亜美、齋藤 康之、中村 栄太、嵯峨山 茂樹：演奏者の楽譜の休止区間における自動伴奏のテンポ制御、情報処理学会 音楽情報科学研究会（夏のシンポジウム）、vol.2016-MUS-112, no.17, pp.1-6, July 2016.