

遠隔音楽療法サービスの開発研究

小杉 尚子^{1,a)} 児玉 直樹^{2,b)} 清水 幸子^{3,c)} 数井 裕光^{4,d)}

受付日 2018年4月17日, 採録日 2018年10月2日

概要: 本論文では, 認知症を含めた在宅療養中の高齢者を対象とした遠隔音楽療法サービスの開発研究について述べる. 研究は, 3段階の調査・実験を通して, 確認・改良を行いながら進めた. まず第1段階では既存技術を調査し, 使用するネットワークサービスを光☆DUETTOに確定した. 第2段階では, 光☆DUETTOサービスを用いて, 音楽療法士による遠隔音楽療法を試行し, 遠隔音楽療法の実現可能性を検証した. この段階で, 音楽療法士に対して遠隔音楽療法に関するアンケートを行い, 需要を確認するとともに, 実際の認知症高齢者や介護施設に対して施行する場合の懸念事項や問題点を抽出し, 対応策を考案した. 第3段階では, 実際の高齢者および介護施設の協力を得て, 第2段階で音楽療法士より指摘された懸念事項・問題点に対する対応策を実施し, 実環境における有効性を検証するとともに, 高齢者および介護施設での遠隔音楽療法の実施可能性・受容性を検証した. 以上より, 本遠隔音楽療法サービスの高齢者および介護施設に対する実施可能性・受容性を確認した.

キーワード: 音楽療法, 遠隔音楽療法, ネットワークサービス, 低遅延同時双方向リアルタイム音響通信, 認知症, 高齢者, 在宅療養

System Development for Remote Music Therapy

NAOKO KOSUGI^{1,a)} NAOKI KODAMA^{2,b)} SACHIKO SHIMIZU^{3,c)} HIROAKI KAZUI, M.D.^{4,d)}

Received: April 17, 2018, Accepted: October 2, 2018

Abstract: This paper describes a remote music therapy system for dementia elderly people. The research was advanced through three steps of investigations and experiments. In the first step, existing techniques were investigated and we selected Hikari-Duetto as the network service to be used for the system. In the second step, feasibility of the remote music therapy was investigated with some music therapists. Then, we extracted the problems and demands about remote music therapy through a questionnaire for music therapists. In the third step, the feasibility and the acceptability of remote music therapy were investigated with dementia elderly people and nursing facilities. As a result, we confirmed the feasibility and the acceptability of our remote music therapy service for the elderly and nursing facilities.

Keywords: music therapy, remote music therapy, network service, low-delay simultaneous bidirectional real-time acoustic communication, dementia, elderly people, home care

¹ 東京医療保健大学医療保健学部医療情報学科
Division of Healthcare Informatics, Faculty of Healthcare,
Tokyo Healthcare University, Setagaya, Tokyo 154-8568,
Japan

² 新潟医療福祉大学医療技術学部
Faculty of Medical Technology, Niigata University of Health
and Welfare, Niigata 950-3198, Japan

³ 信州豊南短期大学
Shinshu Honan College, Nagano 399-0498, Japan

⁴ 高知大学医学部神経精神科学教室
Department of Neuropsychiatry, Kochi Medical School,
Kochi University, Nangoku, Kochi 783-8505, Japan

a) naonaoan@gmail.com

b) kodama@nuhw.ac.jp

c) s-shimizu@honan.ac.jp

d) kazui@kochi-u.ac.jp

1. はじめに

日本は世界に先駆けて超高齢社会を迎えている. この言葉にあまり良いイメージを持っていない人もいないかもしれないが, 1人1人の高齢者は, 両親や大先輩など, 我々にとってかけがえのない人々である. 高齢者に, より良い生活を提供するための技術研究・サービス開発は, 我々の責務であり幸せである.

厚生労働省は2012年に, 施設中心の医療・介護から, 可能な限り住み慣れた生活の場において必要な医療・介護サービスが受けられ, 安心して自分らしい生活を実現でき

る社会を目指して、「在宅医療・介護あんしん 2012」[1] を発表した。しかし高齢者の居住する地域は日本全国に広がっており、離島や豪雪地帯・山間部など訪問するのが難しい地域に住んでいる高齢者も少なくない。加えて、通所型や居住型など的高齢者施設は比較的交通の便の悪いところにある場合も多い。多くの高齢者にとって必要な医療・介護サービスが十分に受けられる状況にはないのが現状である。これまで厚生労働省は医療分野の情報化の推進を進めてきており、遠隔医療については、医療の質の向上・患者の利便性の向上・離島やへき地などにおける医療の地域差の是正など、地域医療の充実の観点から重要であると位置付けてきた[2]。そして、昨年(2017年)はいよいよ遠隔診療が解禁され[3],[4]、医療・福祉分野におけるネットワークサービス(電話やインターネットなどのネットワークを利用するサービスの総称)の重要性はますます高まっている。

高齢者の医療・福祉における深刻な問題の1つに、認知症・認知機能障害がある。認知障害高齢者の数は世界中で増加しており[5]、厚生労働省の研究班による報告では、日本では2012年の時点で認知症高齢者数は約462万人、認知症疑い、あるいは軽度認知障害の人も含めると、約800万人と推定された[6]。認知症は、正常に発達した認知機能が、後天的な何らかの障害により、生理的老化の範囲を超えて広汎にかつ慢性的に低下した状態のことである[7]。多くの場合、現状では完治する見込みはなく、主な症状は、実行機能障害や記憶障害などの認知機能障害と、妄想や徘徊といった行動・心理症状である[8]。認知症は介護が最も難しい疾患の1つといわれているが、介護負担を大きくしているのは、主に行動・心理症状で[9]、これは適切な対応をすることで、ある程度は発症を防いだり症状を軽減したりすることができる[10]。そこで通常の認知症医療においては、行動・心理症状には薬物療法より非薬物療法を優先的に行うことが原則とされており、非薬物療法の1つとして音楽療法がある[11],[12],[13],[14],[15]。しかし音楽療法を行う音楽療法士の数は不足しており、首都圏に偏在しているという問題がある。また女性の音楽療法士も多いため、音楽療法士としての経験と技量を積み重ねる時期が子育てや介護の時期に重なることも多く、そのような場合は音楽療法の実施をセーブせざるをえないため、経験と技量の積み重ねが難しいという問題もある。

そこで我々は、音楽療法士の物理的な移動コストを削減し、育児・介護中の音楽療法士の、在宅での音楽療法セッションの実施を支援するとともに、音楽療法士が都市部に偏在しているも、日本全国に居住する高齢者に音楽療法サービスを提供することを目指して、最新のネットワークサービスを活用した「遠隔音楽療法サービス」の研究開発を行っている[16]。本論文では、通信環境や音響環境の整備から、介護施設での運用までを含めた遠隔音楽療法サー

ビスの実現可能性について検証したので報告する。

本論文の構成は以下のとおりである。まず2章で音楽療法について説明する。次に3章で関連研究をあげ、本研究の位置付けを明確にする。その後、4章で既存のネットワークサービスの中で、遠隔での合唱や伴奏付き歌唱が可能であるものを調査し、遠隔音楽療法に使用するネットワークサービスを確定する。次に5章では、4章で確定したネットワークサービスを用いて、音楽療法士による遠隔音楽療法を試行し、遠隔音楽療法の実現可能性を検証する。6章では、複数の音楽療法士に対して遠隔音楽療法に関するアンケートを行い、需要の有無を調査するとともに、実際の認知症高齢者や介護施設に対して施行する場合の懸案事項や問題点を抽出する。これらをふまえて、7章では実際の高齢者と介護施設、および音楽療法士の協力を得て、実環境における遠隔音楽療法の実施可能性・受容性を検証する。最後に8章でむすびを述べる。

2. 音楽療法

音楽療法とは、音楽の持つ生理的、心理的、社会的働きを、心身の障害の回復、機能の維持改善、生活の質の向上に向けて、意図的、計画的に活用して行われる治療技法である[17],[18]。日本では日本音楽療法学会が音楽療法士の資格を認定しており、資格を得るためには日本音楽療法学会認定音楽療法士資格試験受験認定校に入学し、音楽理論や歌唱伴奏など音楽に関する知識と、基礎医学や心理学など臨床に関する知識の両方について学ぶとともに、所定の臨床実習を修める必要がある。音楽療法の主な対象者は、投薬や手術だけでは状況の改善が難しい人々で、病院や介護施設、児童施設などで提供されている[19],[20]。想定される活動は、歌唱、音楽に関する会話(回想法など)、音楽を使った体操、楽器演奏などで、対象者の状態や目的に合わせて、それらを組み合わせた音楽療法セッションが行われているケースが多い[21]。対象者数は1名から数十名まで様々で、多くは、1,2名の音楽療法士によって、週に1回、1時間程度で実施されている。

3. 関連研究

日本の高齢者の音楽療法において重要な活動は歌唱で、音楽療法士は高齢者の歌唱にキーやテンポを合わせて伴奏する。したがって、遠隔地間での音楽療法には、低遅延同時双方向リアルタイム音響通信環境が必要不可欠である。

ネットワークの普及にともなって、遠隔地間での音楽セッションの実施は、音楽情報処理研究者にとって興味深い重要なテーマである[22],[23]。通常のインターネットを利用する場合は、地理的な距離によって発生する遅延は不可避なので、MIDI (Musical Instrument Digital Interface) というサイズの小さい音楽データを用いる方法[24]や、特別な通信プロトコルを利用する方法[25]、逆に遅延を利用

して遠隔セッションを行う方法 [26], [27], [28], [29] などが提案されてきた。しかし MIDI データを用意することは難しい場合も多いこと、MIDI を用いた場合でも、近距離であることや遅延時間が短いことを前提とする必要があること、遅延を利用する場合は、曲のコード進行を制限する必要があることなど、一般の人に気軽に遠隔での合唱や合奏を楽しむ環境を提供するものではない。ノート PC などのモバイル端末を使って、遠隔地間で音楽セッションをする方法 [30], [31] も提案されているが、遠隔地間の合唱や生楽器による合奏に利用することは想定されていない。そこで、本研究では遠隔地間の合唱や楽器演奏に加えて、掛け合いや音楽に合わせた体操も含めた遠隔音楽療法について検討することとした。

4. 調査 1: 既存のネットワークサービスを用いた実現可能性の調査

4.1 本調査の目的

音楽療法では、音楽療法士が対象者と一緒に歌ったり（合唱）、対象者の歌唱のキーやテンポに合わせた伴奏を行ったりする。そこで、以下の 3 種の既存のネットワークサービス

- (1) Skype および Google hangout
- (2) 電話（携帯電話）
- (3) 光☆ DUETTO

について、遠隔地間での「合唱」および「キーボード伴奏つき歌唱」が可能か、を調査する。また、調査に基づいて、遠隔音楽療法で使用するネットワークサービスを確定する。

4.2 Skype および Google Hangout

調査は、神奈川県厚木市にある NTT の研究所と、神奈川県および群馬県の研究協力者の研究室とを結んだ 2 拠点間で実施した。結果は、Skype および Google hangout のいずれでも、「合唱」および「キーボード伴奏つき歌唱」はできなかった。理由は以下である。

- (1) 同時双方向音声通信ができない。
- (2) 安定した音声通信環境を確保できない。

たとえば「合唱」しようとして、タイミングを合わせて双方で歌い始めると、どちらか一方のマイクが入力を独占し、他方のマイクからは音を送ることができなかった。このマイク入力の奪い合いは、無音のタイミングごとに発生するので、お互いに安定的に合唱できる環境を得られなかった。「キーボード伴奏つき歌唱」の場合も同様である。また何回も途中で通信が途切れてしまい、安定した音声通信環境を維持することはできなかった。

4.3 電話（携帯電話）

実験は、神奈川県と群馬県にいる研究協力者との間で、携帯電話を用いて「合唱」を試行した。

表 1 2 地点間の距離と通信時間

Table 1 Distance between two points and communication time.

| | 静岡市 | 高崎市 | 三条市 | 小倉市 | 石垣市 |
|---------------|-----|------|------|-----|-------|
| 厚木市との距離 (km) | 103 | 103 | 247 | 796 | 1,915 |
| 片道通信時間 (msec) | 30 | 17.5 | 20.8 | 28 | 37 |

結果的に合唱はできなかった。通信は安定しており、歌い始めはそれなりにうまく相手の歌唱に合わせて合唱できそうであった。しかし歌い続けていくうちに、少しずつ遅延が発生し、双方で相手の歌声にタイミングを合わせるのが難しくなってしまった。結果的に双方の歌唱のテンポが徐々に遅くなり、最終的にはどちらも歌唱を続けることができなくなった。

4.4 光☆ DUETTO

光☆ DUETTO は、楽器、ひかり電話、フレッツ光、およびヤマハが開発した NETDUETTO 技術を活用した「ひかり DUETTO NY1」を組み合わせて、遠隔地間で音楽セッション（演奏）を可能とするサービスの総称である [32]。ひかり DUETTO NY1 は遠隔地間を低遅延でリアルタイムに結ぶ同時双方向音声・音響通信専用端末である。

実験は、光☆ DUETTO を用いて NTT 東日本本社ビル（新宿）と NTT 西日本本社ビル（大阪）で行った。新宿と大阪の距離は約 397 km で、通信時間は約 23 msec だった。距離は Google Map から得た。通信時間測定には PH7417C（株式会社エイビット）を使用した。結果としては、「合唱」も「キーボード伴奏つき歌唱」も問題なく実施できた。

次に、光☆ DUETTO を用いて、厚木市と 5 カ所の遠隔各地点との間の通信時間を測定した。結果を表 1 に示す。距離は Google Map から得た。ひかり DUETTO NY1 の通信モードはひかり電話モードとした。通信時間測定には PH7417C を使用した。

表 1 より、首都圏から最も離れた地域の 1 つである石垣島との間でも通信時間が 37 msec で、これは「ある程度の音楽セッションが実現可能である [33]」とされている遅延時間 35 msec とほぼ等しいので、音楽療法士が多く存在する首都圏を拠点とすれば、日本全国の遠隔地間で合唱やキーボード伴奏つき歌唱を実施することが可能であると考えられる。

4.5 結果

これらの調査より、光☆ DUETTO だけが、遠隔地間での合唱や伴奏付きの歌唱を可能とすることが分かった。また、光☆ DUETTO を利用すれば、日本全国の遠隔地間で合唱やキーボード伴奏つき歌唱を実施することが可能であ

ると考えられるので、遠隔音楽療法で使用するネットワークサービスは光☆ DUETTO とした。

5. 実験 2：光☆ DUETTO を用いた実現可能性の検証

5.1 実験の目的

本実験の目的は光☆ DUETTO (4.4 節) を用いて、遠隔音楽療法を試行し、

- (1) 遠隔音楽療法で実施可能な活動を調査する、
 - (2) 遠隔音楽療法を実施するために必要な、マイク、スピーカなどの周辺機器類を確定する、
- である。

5.2 実験環境

実験は、NTT 東日本本社ビル (新宿) と NTT 西日本本社ビル (大阪) を光☆ DUETTO で結んで行った。実験環境を図 1 に示す。音楽療法でも、映像があれば音楽療法士は対象者の様子を確認できるので都合が良い。そこで音声・音響通信と映像通信を組み合わせることで遠隔音楽療法環境を構築することとした。

本研究では映像通信には「光だんらん TV」を利用することにした。光だんらん TV は、NTT 西日本が提供するひかり電話サービスを用いたテレビ電話サービスである [34]。光だんらん TV にはネットワークケーブルとカメラが付属しており、モニタにはユーザ宅のテレビ (HDMI 端子) を使うので、簡単にテレビ電話をできるなど、以下の利点がある。

- (1) 光だんらん TV は、ひかり電話サービスを使用するので、安定した映像通信を提供できる。
- (2) 光☆ DUETTO をひかり電話モードで利用することになれば、音声通信・映像通信のどちらも「電話サービス」となるため、音楽療法士にも介護スタッフにも親しみやすく、操作も覚えやすいと考えられる。
- (3) 高齢者宅でも介護施設でも、テレビは利用者から見えやすい場所に設置されていることが多いので、遠隔音楽療法のような画面越しのサービスを提供しやすいと考えられる。

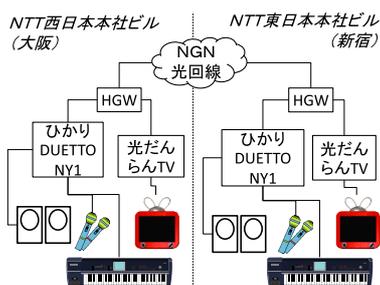


図 1 実験環境

Fig. 1 Experimental environment.

なお、光だんらん TV はテレビ電話サービスであるが、遠隔音楽療法で使用する際は、マイクはミュートし、音声・音響通信機能は使用しない。マイク、スピーカ、ヘッドホン、キーボードはそれぞれ SHURE SM58S, FOSTEX PA-2, ELECOM HS-HP16BK, CASIO Privia 350MBK を使用した。

5.3 実験方法

各地点に認知症高齢者に音楽療法を実施した経験のある音楽療法士を 2 名ずつ配置した (図 2, 図 3 参照)。4 名全員、日本音楽療法学会の認定音楽療法士で、音楽療法の臨床経験は約 10 年である。各音楽療法士には、音楽療法士役と認知症高齢者役を交互にやってもらい、表 2 に示す活動を実施・受療してもらった。すなわち、片方の音楽療法士が音楽療法士として遠隔音楽療法を実施し、対向にいる音楽療法士が認知症高齢者役となって、想定されるやりとりを実施した。たとえば、認知症高齢者役の音楽療法士は、合唱の途中で歌詞を思い出せなくなったふりをし、遠



図 2 実験の様子 (新宿側)

Fig. 2 Experiment image in Sinjuku.



図 3 実験の様子 (大阪側)

Fig. 3 Experiment image in Osaka.

表 2 試行した活動

Table 2 Tried activities.

| 活動 | 曲 | |
|-----------|----------------------|------------------|
| 歌唱 | 唱歌 | ふるさと |
| | 歌謡曲 | 青い山脈 |
| 掛け合い | 森のくまさん | |
| 音楽に合わせた体操 | ズンドコ節 | |
| 楽器演奏 | 無音階楽器奏 (タンブリン, マラカス) | 幸せなら手を叩こう |
| | 音階楽器奏 (トーンチャイム) | over the rainbow |

隔音楽療法を実施する音楽療法士は、即座に歌詞の先読みをするなどである [35].

5.4 結果と考察

5.4.1 実施可能な活動について

各活動の実施可能性については以下の観点で検証した.

- (1) 歌唱について：音楽療法士は対象者の歌唱に合わせて伴奏でき、対象者は音楽療法士が自分の歌唱に合わせて伴奏していると感じられること
- (2) 掛け合いについて：互いに、自分が歌い終わってから相手が歌い始めたと感じられ、これをスムーズに繰り返すことができること
- (3) 楽器演奏について：音楽療法士は対象者の楽器演奏に合わせて伴奏でき、対象者は音楽療法士が自分の楽器演奏に合わせて伴奏していると感じられること
- (4) 音楽に合わせた体操について：音楽療法士は対象者が自分の動きを模倣して体を動かしていると確認でき、対象者は（音楽療法士の動作を模倣して）音楽療法士と一緒に体操をしていると感じられること

まず音声・音響だけで活動できる歌唱と掛け合いは、4.4 節にも記載したとおり、音声・音響通信はある程度の音楽セッションが実現可能である遅延 [33] だったので、問題なく実施できた.

しかし、映像通信には音声・音響通信よりも大きな遅延が発生したので、「楽器演奏」と「音楽に合わせた体操」活動では、音楽療法士から以下の対応策が提案された.

楽器演奏に関しては、音楽療法士は対象者の楽器演奏に合わせて伴奏することができ、対象者は音楽療法士が自分の楽器演奏に合わせて伴奏していると感ずることができた。しかし、演奏するリズムを提示したり楽器の演奏方法を示したりする際に問題が発生した。認知症高齢者を対象とした通常の音楽療法における楽器演奏では、楽器の演奏方法や演奏開始のタイミングは、音楽療法士が手本を見せ、対象者はそれを模倣することで少しずつ慣れて参加度合いを高くしていく。しかし遠隔音楽療法の場合は、映像と音声にずれが発生するために、見本演奏をした際に、楽器の音より映像が遅れて届いてしまい、対象者が混乱する可能性が指摘された。そこで音楽療法士からは、楽器をモニタに映らないところで鳴らす、あるいは「トーントントン」のように口三味線でリズムを提示するなどが提案されたので、それらの方法で対応した.

音楽に合わせた体操は、映像に遅延が発生するため、音楽療法士は対象者が自分の動きを模倣して体を動かしていることは確認することはできたが、対象者は音楽療法士と一緒に体操をしているということを感じるのはむずかかった。そこで、音楽療法士が拍に合わせて動くのではなく、拍より少し早めに動くことで対応した。拍より少し早めに動くとは、たとえば「大きな栗の木の下で」という曲

の振付で動く場合、「あなたと私」の部分では、通常は「あ」を発声するタイミングで相手を指さし、「わ」を発声するタイミングで自分を指さすが、拍より少し早めに動く場合は、「あ」を発声するタイミングより少し前に相手を指さし、「わ」を発声するタイミングより少し前に自分を指さす、ということである。この結果、認知症高齢者役を行った音楽療法士側には、映像と音声・音響がほぼ同時に届く状況を作り出すことができたので、認知症高齢者役を行った音楽療法士は、映像の遅延を感じずに、特に何のコツも必要なく、体操することができたとのことだった。音楽療法士からは、拍より少し早めに動くことは、通常のセッションで実施する歌詞の先読みに類似しているため問題ないとのこと、実際にこの実験でも 1, 2 回練習しただけでできるようになった.

以上より、楽器演奏も、音楽に合わせた体操も、遠隔音楽療法で実施・提供可能な活動であると判断した.

5.4.2 周辺機器類について

SHURE SM58S はボーカル用マイクのため、歌唱や掛け合いの際にはまったく問題なかったが、音楽に合わせた体操や楽器演奏のように、音楽療法士の口元がマイクから離れる可能性のある活動では、音楽療法士の声を拾えない状況になることが分かった。したがって、音楽療法士がセッション実施中にマイクと口元の距離を気にせずに自由に動けるマイクの使用を検討する必要があることが分かった.

音声・音響出力機器類に関しては、ヘッドホンの方がスピーカよりも感度が高いため、対向の対象者の息遣いなども聞くことができ、音楽療法士にとっては対象者の反応についてより多くの情報を入手できる可能性が指摘された。しかし使い続ける中で、逆に感度が良すぎるため、音声通信のわずかな遅延がスピーカよりもリアルに感じられ、結果的に伴奏しにくいという問題点も指摘された。これらより、音声・音響出力機器類としては、ヘッドホンよりスピーカの方が望ましいことが分かった.

5.4.3 遠隔音楽療法を実現するための条件

遠隔音楽療法を実現するための条件を以下にまとめる.

- (1) マイク、スピーカ、モニタなどの周辺機器を使用する.
- (2) ネットワークサービスとして光☆ DUETTO を使用し、音声・音響通信にはひかり DUETTO NY1 を使用する.
- (3) 映像通信も併用する（たとえば、光だんらん TV などを利用する）.
- (4) 映像には遅延が発生するので、楽器演奏の場合は、楽器をモニタに映らないところで鳴らす、あるいは「トーントントン」のように口三味線でリズムを提示するなどの対応をする。音楽に合わせた体操の場合は、音楽療法士は拍より少し早めに動くことで対応する.

表 3 遠隔音楽療法に対する調査：質問と回答

Table 3 Questions and answers about remote music therapy.

| 質問 | 回答 | 人数 |
|---|--|-----|
| 1) テレビ電話やインターネットなどを使って、音楽療法士が自宅や他の場所からも音楽療法ができるようになると喜ばしいか？ | はい | 5 |
| | いいえ | 1 |
| | 不明 | 2 |
| 2) (上記で「はい」と回答された方のみ) 喜ばしいと思われる理由は何でしょうか？ (複数回答可) | より多くの人に提供できる、外出が困難な人(含む引きこもり)にも提供できる、交通の便がよくない遠方の人にも提供できる | 各 1 |
| | 音楽療法士の移動時間を削減できる | 2 |
| 3) 4種の音楽療法の活動の中で、現場に行かなければできないと思われるものは何か？ (複数回答可) | 合奏 | 4 |
| | 個々にあったアプローチやサポート | 2 |
| | 音楽を使った体操、対象者同士の触れ合い、集団での音楽療法 | 各 1 |
| | タイムラグなどによって、動作の提示が難しいと思われる | 3 |
| 4) 上記のアクティビティは、なぜ実際の現場に行かなければ実施できないと思うか？ (複数回答可) | (画面越しになるので) 集団に対するアプローチは難しそう | 2 |
| | スキンシップができない、対象者との信頼関係を築くのが難しそう、音楽療法士としての介入が難しいと思われる、対象者の息遣いやぬくもりを受け取るのが難しそう、認知症が重度の方へのアプローチが難しそう | 各 1 |
| 5) これら4種の活動を、インターネットやテレビ電話を使って実施しようとした場合、どのような配慮が必要になると思うか？ (複数回答可) | 個別サポートが必要な人(難聴の方など)をサポートできる人を現場に配置する | 4 |
| | 機械類の設置・操作やトラブルへの対応などのサポート体制 | 3 |
| | 楽器などの用具の管理、一方向にならない、コミュニケーションできるような配慮 | 各 1 |
| | タイムラグを配慮した動き・動作の提示、歌詞幕を画面に表示する、きちんとアイコンタクトができるようにカメラを設置する、現場+通信の組合せでの実施 | 各 1 |

注：(2) から (5) は自由記載を著者がまとめた。

6. 音楽療法士に対するアンケート調査

遠隔音楽療法の需要(質問1, 2)と、次の4種の活動(「歌唱」、「音楽を使った体操」、「音楽を使った回想」、「合奏」)について、その実施可能性(質問3, 4)と実施する場合に必要なと思われる配慮(質問5)について、より多くの音楽療法士に確認するために、高齢者施設での音楽療法の経験のある音楽療法士8名に、書面によるアンケート((1)のみ選択回答、(2)から(5)は自由記載)を行った。この8名は、全員、日本音楽療法学会の認定音楽療法士で、年齢は30代から50代である。表3にアンケートの質問とそれに対する回答をまとめた。

質問1)については8名のうち5名が「はい」と回答していることから、遠隔音楽療法の需要があることが分かった。質問3), 4)については、音楽療法士は、遠隔音楽療法では、合奏や、個々にあったアプローチやサポートなどは実施できないと考えており、その根拠として音楽療法士自身がその場にいないことや、映像通信に遅延があることなどが指摘された。そのうえで、質問5)の回答において、この4種の活動を遠隔で実施する場合に必要な配慮として、サポートする人を現場に配置することや、機器類の操作などのサポート体制の必要性が指摘された。そこで、このアンケートによって明らかになった問題点および指摘事項について、その原因を検討して対応策を考案し、表4にまとめた。

表 4 懸案事項と対応策

Table 4 Problems and solutions.

| 問題点・指摘事項 | 原因 | 対応策 |
|------------------------------|---------------|---------------------------|
| 体操・楽器演奏におけるタイムラグへの配慮 | 映像通信遅延の発生 | 音楽療法士への注意喚起と工夫 |
| 機器トラブルへの対応・カメラの適切な設置 | 操作する機器類が多くて複雑 | 現場の作業内容・作業手順を確定し、マニュアルを整備 |
| 施設の楽器などの用具管理・参加者への歌詞幕の表示 | 音楽療法士が現場にいない | 現場リーダーを務める介護施設スタッフを配置 |
| 個別サポートが必要な人の対応・双方向のコミュニケーション | | |

7. 実験3：実環境での実施可能性の検証

7.1 実験の目的

本実験の目的は、認知症高齢者と介護施設の協力を得て、以下の3点について明らかにすることである。

- (1) 実環境での遠隔音楽療法の実施可能性および介護現場の受容性を検証する。
- (2) 表4に記載した対応策の有効性を検証する。
- (3) 遠隔音楽療法の実施場所や対象者数などに合わせて、周辺機器類およびそれらの配置を確定する。

なお本実験は、NTTコミュニケーション科学基礎研究所の倫理委員会の承認を得ている。

7.2 実験環境

本実験では沖縄県石垣島のデイサービスが研究に協力した。音楽療法士は5章の実験に参加した音楽療法士である。神奈川県厚木市のNTT研究所と介護施設を光☆DUETTOで結んだ。NTT研究所内には約6畳の防音室を設置し、遠隔音楽療法はその中から実施した。

介護施設では部屋の中央に大きなテーブルがあり、テーブル移動は危険と思われたため、参加者にはテーブルを囲むように着席してもらった。テレビモニタを遠隔音楽療法参加者が着席したテーブルから約1m離して正面中央に設置し、モニタ上部に光だんらんTVのカメラを設置した。介護施設側の室内実験環境を図4に示す。テレビモニタは東芝/REGZA-40S5(40インチ)を使用した。歌詞幕を貼るためのホワイトボードは、テレビモニタの右に設置した。スピーカーはテレビモニタの左右に設置し、マイクは中央に設置した。スピーカーは、FOSTEX/PM0.5nを使用した。マイクは、BEHRINGER/B-2PRO, RODE/NT2-A, RODE/NT4の集音マイクを使用した。音楽療法士側の実験環境は図4とほぼ同じであるが、ホワイトボードはなく、モニタの前にキーボードを設置した。マイクはSHURE SM58Sを使用した。体操の際には口元がマイクから離れるため、ヘッドセット型ダイナミックマイクSHURE WH20XLRも使用した。

図5と図6に、実際の遠隔音楽療法の写真を示す。図5はNTT研究所内の防音室で、左の女性は音楽療法士である。右のモニタに映っているのは図6の高齢者である。図6に写っているのは石垣島のデイサービスを利用してある高齢者で、当日は15名が遠隔音楽療法に参加した。15名の認知症高齢者の多くはアルツハイマー型認知症で、それ以外の方は、血管性認知症またはアルツハイマー型認知症と血管性認知症の混合型である。当日は4名の介護スタッフが同席した。スタッフの経験年数は様々で、当日リーダーを務めたスタッフの経験年数は5年以上であった。

7.3 実験条件

表4の対応策に基づいて、本実験は以下の実験条件で実施した。

- (1) 現場リーダーの設置：現場リーダーとして、セッション運営をサポートする介護スタッフを配置した。現場リーダーは、図4のテレビモニタとホワイトボードの間に立

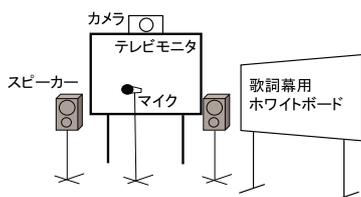


図4 介護施設側の室内環境

Fig. 4 Indoor environment of nursing home.

ち、歌詞幕を交換したり、楽器演奏では音楽療法士による指示を参加者に教示したりした。参加者への介入は音楽療法士の指示に基づいて行った。

- (2) 手順の確定とマニュアルの整備：遠隔音楽療法では、開始から終了まで、音楽療法士が現場リーダーをリードしながら進めることを前提とした。音声・音響および映像はどちらからも発信可能であるが、原則として音楽療法士が発信し、介護施設が受信する、ということを取り決めた。そこで音楽療法士用には、通信の接続も含めて、1つ1つ確認しながら遠隔音楽療法を開始・終了するための丁寧なマニュアルを作成した。一方、現場リーダーは毎回同じ人とは限らないという事情もあるため、できるだけ簡単なマニュアルを作成した。
- (3) 音楽療法士への注意喚起と工夫：映像と音声にずれがあることを忘れないようにするために、音楽療法士の目の前のモニタの上部に「早めに動いて!」と書いた紙を貼った。一目で内容が分かる短い言葉としてこれを選んだ。

7.4 実験方法

本実験では、45分の遠隔音楽療法を実施した。プログラムを表5に示す。楽器演奏では、楽器の演奏方法を、音楽療法士が現場リーダーに提示し、リーダーがそれを理解して参加者に丁寧に教えるという方法や、音楽療法士が画面に映らないように、キーボードの下で楽器を鳴らす方法、口三



図5 遠隔音楽療法の様子 (NTT研究所の音楽療法士側)

Fig. 5 Remote music therapy session of a music therapist in NTT labs., Atsugi.



図6 遠隔音楽療法の様子 (石垣島の高齢者側)

Fig. 6 Remote music therapy session for the elderly in Ishigaki island.

表 5 音楽療法のプログラム
Table 5 A music therapy program.

| | 活動 | 曲 | 備考 |
|---|------|----------|--|
| 1 | 挨拶 | | 音楽療法士は、介護施設内の温度と湿度を確認した後、参加者1人1人の名前を呼んで挨拶 |
| 2 | 歌唱 | 我は海の子 | 季節に関連のある曲の歌唱で時間の見当識を確認 |
| 3 | 掛け合い | 大きな歌 | 対向の音楽療法士と交互に歌いながら、双方向のコミュニケーションを促進 |
| 4 | ゲーム | あんたがたどこさ | 「さ」のところで身体のどこかを触る。触る場所はそのつど、音楽療法士が指示することで集中力を養う。 |
| 5 | 歌唱 | 青い山脈 | 懐かしい歌謡曲で気分を発散するとともに、回想による会話を楽しむ。 |
| 6 | 軽体操 | ソーラン節 | ノリの良い馴染みの曲でリズム良く身体を動かす。 |
| 7 | 楽器演奏 | かもめの水兵さん | フレームドラムなどの音階のない楽器を使用してリズム打ちを行う。 |
| 8 | 歌唱 | ふるさと | 最後はゆったりした馴染みの曲でクールダウン |

味線でリズムを提示しつつ、口三味線よりも少し早く、楽器を鳴らす真似をする方法などを試みた。

7.5 結果と考察

7.5.1 実環境での遠隔音楽療法の実施可能性・受容性

実施可能性に関しては、「音楽療法士と介護スタッフだけで遠隔音楽療法を開始・終了できるか」、受容性に関しては、「遠隔音楽療法に参加した認知症高齢者が、モニタに映る音楽療法士と会話や伴奏付き歌唱などの音楽活動を楽しんでいるように見えたか」、という観点で検証した。まず実施可能性だが、7.5.2 項にも記載したが、手順を確定してマニュアルを整備したことで、音楽療法士と介護スタッフだけで遠隔音楽療法を開始・終了することができたため、問題ないと判断した。受容性に関しては、認知症高齢者に対する実験において心配されたことの1つに、認知症高齢者が画面越しの知らない人に話しかけられて混乱しないか、画面越しに現れている人とコミュニケーションできるか、ということがあったが、実際には問題はなく、参加者はとても自然に画面に映る音楽療法士と会話をしたり、音楽療法士の伴奏に合わせて歌唱したりすることができた [36], [37]。音楽を使った介入であることや、いつものすごし慣れたリビングで行ったことなども良い方向に働いたと思われる。したがって受容性も問題ないと判断した。

なお、モニタ画面に音楽療法士だけしか映っていない場合、音が鳴っていない時間があると、認知症高齢者の中には、音楽療法を行っている（認知症高齢者にとってはおそらく音楽の時間である）ということをおぼろしく忘れてしまう方が出

てくることが分かった。そこでモニタ画面には、音楽療法士だけでなく、音楽療法士の前にあるキーボードの鍵盤も映るようにした。

7.5.2 提案した対応策について

- (1) 現場リーダの設置：現場リーダを配置し、その作業内容を明確にしたことで、スムーズなセッション運営が可能となった。個別サポートが必要な人にも、音楽療法士の指示に従うことで、介入が必要な部分と本人の自発動作を促す部分が明確になった。
- (2) 手順の確定とマニュアルの整備：紙面の都合でマニュアルの掲載は省略するが、現場リーダは、基本的には音楽療法士から電話コールを受けて、その後は音楽療法士の指示に従って作業していくため、ほとんど問題は生じずに遠隔音楽療法を開始・終了することができた。音楽療法士も、マニュアルどおりに1つ1つ手順を確認しながら作業を進めることができた。
- (3) 音楽療法士への注意喚起と工夫：体操活動に関しては音楽療法士が音楽より少し早めに動く必要があることを意識しやすくなった。楽器演奏に関しては、今後、様々な楽器を使う場合や口三味線だけでは指示しきれない複雑なリズムを演奏する場合も出てくると考えられるため、現場リーダを介して参加者に伝える方法が有効性が高いと考えられた。

7.5.3 周辺機器類の選定と配置について

音楽療法士に確認したところ、どの集音マイクを用いても聞こえ具合はほとんど変わらないとのことだったので、今後は最も安価な BEHRINGER/B-2PRO を使用することとした。音楽療法士は、SHURE SM58S と SHURE WH20XLR で問題なかった。スピーカは、FOSTEX/PM0.5n で問題なかったため、今後はこれを使用することとした。参加者の配置については、参加人数が多くなると後方に着席している参加者には音楽療法士の姿が見えにくいので、部屋の中央にテーブルがある場合は事前にテーブルを片付けて、参加者にはモニタの近くに着席してもらうこととした。

以上より、実環境における遠隔音楽療法の実施可能性と受容性を確認した。介護スタッフからは本システムを利用した介護スタッフの人材育成についての可能性も示唆された [38]。

7.5.4 遠隔音楽療法を実現するための条件

認知症高齢者施設で遠隔音楽療法を実現するための条件を以下にまとめる。

- (1) 5.4.3 項に記載した条件。
- (2) モニタ画面には、音楽療法士だけでなく、音楽療法士の前にあるキーボードの鍵盤も映るようにする。
- (3) セッション運営をサポートする介護スタッフを現場リーダとして配置する。
- (4) 通信の接続も含めて、音楽療法士がリードして遠隔音楽療法を開始・終了できるようにマニュアルを整備する。

- (5) 映像と音声・音響の間にずれがあることを音楽療法士が意識しやすいように、注意喚起の貼り紙などをする。
- (6) 介護施設側には集音マイク (BEHRINGER/B-2PRO など) を設置する。
- (7) 介護施設の遠隔音楽療法を受ける部屋の中央にテーブルがある場合は事前にテーブルを片付けて、参加者にはモニタの近くに着席してもらう。

8. むすび

本論文では、遠隔音楽療法サービスの開発研究について述べた。

音声・音響通信には光☆ DUETTO を用いて低遅延同時双方向リアルタイム音響通信環境を実現することで、介護施設から遠く離れた場所にいる音楽療法士が介護施設内の高齢者と合唱したり、高齢者の歌唱に合わせて伴奏したりすることなどができるため、映像通信や、大型モニタや集音マイク・スピーカなどを備えることで、遠隔音楽療法が実現可能であることを示した。またこのような環境は、首都圏に音楽療法士がいる場合、ほぼ日本全国で構築可能であることを示した。

遠隔で音楽療法を提供する場合、映像の遅延や、療法士が現場にいないことによる問題などがあるが、これらは音楽療法士の工夫や介護スタッフとの連携で対応可能であることが分かった。音楽療法士にとっては、対象者の拡大や、実施場所への移動時間や楽器を持った長距離移動の負担を軽減することができるという点で、遠隔音楽療法の普及が期待されていることが分かった。

遠隔音楽療法は好評で、本研究は琉球新報などの複数の現地メディアで紹介された。今後は「石垣には音楽療法士がいないので、ありがたい」[36] というコメントをふまえ、音楽療法士がいない、あるいは少ない地域を重点的に、認知症を含む在宅療養中の高齢者や、様々な疾患の在宅療養患者、そして音楽療法士に試用してもらい、技術課題の抽出とその改善に向けた研究開発を進めて完成度を高めるとともに、環境整備や音楽療法士・介護スタッフ・介護家族の人材育成なども進めていきたいと考えている。

謝辞 本研究推進にあたって、近藤真由博士 (東海大学)、猿渡俊介博士 (大阪大学)、寺田努博士 (神戸大学)、川島英之博士 (慶應義塾大学)、山下功一博士 (藤が丘さくらなみクリニック) および雨宮善行氏 (株式会社第一興商) から貴重なご助言・ご助力をいただきました。深く感謝いたします。また、本研究は総合科学技術会議により制度設計された最先端・次世代研究開発支援プログラムにより、日本学術振興会を通して助成されたものです。

参考文献

[1] 厚生労働省：在宅医療・介護あんしん 2012, 入手先 (<http://www.mhlw.go.jp/seisakunitsuite/bunya/>)

kenkou_iryuu/iryuu/zaitaku/dl/anshin2012.pdf).

[2] 厚生労働省：医療分野の情報化の推進について，入手先 (http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/iryuu/johoka/index.html).

[3] 厚生労働省医政局長：医政発 0714 第 4 号情報通信機器を用いた診療 (いわゆる「遠隔診療」) について，入手先 (<https://www.pref.chiba.lg.jp/iryuu/documents/enkakushinryuu.pdf>).

[4] 厚生労働省，総務省，経済産業省：未来投資会議 構造改革徹底推進会合「健康・医療・介護」会合第 2 回 (1) 遠隔診療の推進，入手先 (<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/miraitoshikaigi/suishinkaigo2018/health/dai2/siryuu2.pdf>).

[5] 週刊東洋経済「認知症を生きる」最新ケアから費用まで (2014).

[6] 朝田 隆：都市部における認知症有病率と認知症の生活機能障害への対応 平成 23 年度～平成 24 年度総合研究報告書，厚生労働省科学研究費補助金認知症対策総合研究事業 (2013).

[7] 吉田哲彦，数井裕光，武田雅敏：痴呆，精神科臨床評価検査法マニュアル，臨床精神医学 2004 年増刊号，「臨床精神医学」編集委員会 (編)，アークメディア，chapter 3，pp.157-170 (2004).

[8] 日本認知症学会：認知症テキストブック，中外医学社 (2008).

[9] 本間 昭：認知症 BPSD—新しい理解と対応の考え方，日本医事新報社 (2010).

[10] 浦上克哉，児玉直樹，川瀬康裕：認知症予防専門士テキストブック，メディアケアプラス (2014).

[11] 遠藤英俊，佐竹昭介，三浦久幸，小杉尚子：認知症ケアと非薬物療法の最前線，*Geriatric Medicine*, Vol.49, No.5, pp.795-799 (2011).

[12] 山本泰司ほか：認知症の最新医療特集：認知症の非薬物療法の現状と課題—様々な非薬物療法をどう考えていくべきか，Vol.7, フジメディカル出版 (2012).

[13] Ueda, T., Suzukamo, Y., Sato, M., et al.: Effects of music therapy on behavioral and psychological symptoms of dementia: A systematic review and meta-analysis, *Aging Research Reviews*, Vol.12, No.2, pp.628-641 (2013).

[14] 「認知症疾患診療ガイドライン」作成委員会：認知症疾患診療ガイドライン 2017, 医学書院 (2017).

[15] 数井裕光：特集「認知症疾患診療ガイドライン 2017」を読み解く 認知症の非薬物療法 ケア，BPSD の対応を含めて，*BRAIN and NERVE*, Vol.70, No.3, pp.199-209 (2018).

[16] Kosugi, N., Kodama, N., Shimizu, S., Saruwatari, S., Terada, T., Kazui, H., Yamashita, K., Kawashima, K. and Hata, M.: A Prototype System of Remote Music Therapy Using the Latest Communication Technology in Japan, *Proc. 15th International Conference on Information Integration and Web-based Application & Services*, pp.671-675 (2013).

[17] 篠田知璋，加藤美知子：標準 音楽療法入門 上：理論編，春秋社 (1998).

[18] 篠田知璋，加藤美知子：標準 音楽療法入門 下：実践編，春秋社 (1998).

[19] 小杉尚子，押山千秋，丹羽真一：音楽を取り入れた統合失調症の認知リハビリテーションプログラムの開発研究，統合失調症研究，第 12 回日本統合失調症学会プログラム・抄録集，p.108 (2017).

[20] 小杉尚子，押山千秋，児玉直樹，丹羽真一：音楽を取り入れた統合失調症の認知リハビリテーションプログラムによる認知機能障害と陰性症状の改善，統合失調症研究，第 13 回日本統合失調症学会プログラム・抄録集，p.107 (2018).

- [21] 長谷部孝子, 村松あずさ: お年寄りの音楽療法実践の手引き改訂版 II, ドレミ楽譜出版社 (2007).
- [22] 高山 明, 千葉雅之, 三木恵造, 首藤一彦: 遠隔同時演奏システム, 日本音響学会音楽音響研究会, MA89-10, Vol.8, No.3, pp.23-28 (1989).
- [23] 後藤真孝, 橋本裕二: MIDI 制御のための分散協調システム—遠隔地間の合奏を目指して, 情報処理学会研究報告音楽情報科学, 93-MUS-4-1, Vol.93, No.109, pp.1-8 (1993).
- [24] Nielsen, O.: MIDI and Audio via ISDN, *Proc. International Computer Music Conference 1994*, pp.451-454 (1994).
- [25] 後藤真孝, 根山 亮, 村岡洋一: RMCP: 遠隔音楽制御用プロトコルを中心とした音楽情報処理, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.3, pp.1335-1345 (1999).
- [26] 後藤真孝, 根山 亮: 不特定多数による遅延を考慮した遠隔セッションシステム, 情報処理学会研究報告音楽情報科学, 98-MUS-26, Vol.98, No.74, pp.95-102 (1998).
- [27] 後藤真孝, 根山 亮: Open RemoteGIG: 遅延を考慮した不特定多数による遠隔セッションシステム, 情報処理学会論文誌, Vol.43, No.2, pp.299-309 (2000).
- [28] 大部由香, 米倉達広: テンポ変化を考慮した楽音間で同期の取れない音場における演奏者間プロトコル, 情報処理学会研究報告音楽情報処理, 2003-MUS-53, Vol.2003, No.127, pp.43-48 (2003).
- [29] 入江洋介, 青柳滋己, 高田敏弘, 平田圭二, 梶 克彦, 片桐 滋, 大崎美穂: t-Room のための遠隔合奏支援システムの構築, 情報処理学会研究報告マルチメディア通信と分散処理, 2009-DPS-141, Vol.23, pp.1-8 (2009).
- [30] Sueges, G. and Burns, C.: Networking Infrastructure for Collaborative Laptop Improvisation.
- [31] Wang, G., Bryan, N., Oh, J. and Hamilton, R.: STANFORD LAPTOP ORCHESTRA (SLORK).
- [32] NTT 西日本: 光☆ DUETTO, 入手先 (<http://www.ntt-west.co.jp/duetto/>).
- [33] YAMAHA: NETDUETTO ラボ FAQ: 音楽セッションをするのに目処となる遅延時間を教えて下さい, 入手先 (<http://netduetto.net/faq/#Time>).
- [34] NTT 西日本: 光だんらん TV (情報機器), 入手先 (<http://flets-w.com/hikaridenwa/danlan/>).
- [35] 佐々木和佳, 伊志嶺理沙, 二俣 泉: 認知症 ケアと予防の音楽療法, 春秋社 (2009).
- [36] 琉球新報: 音楽療法 遠くても OK ネット活用最新機器で音ずれず, 入手先 (<https://ryukyushimpo.jp/news/preentry-210864.html>).
- [37] 八重山毎日新聞: 音楽療法で全国初の実験 認知症の高齢者対象に最新の通信技術を駆使, 入手先 (<http://www.kyodoshi.com/news/10340/>).
- [38] 児玉直樹, 小杉尚子: 遠隔非薬物療法による介護従事者への教育効果, 日本放射線技師教育学会論文誌, Vol.6, No.1, pp.34-38 (2014).



小杉 尚子 (正会員)

2004 年慶應義塾大学大学院理工学研究科で博士 (工学) 取得。日本電信電話株式会社, 高崎健康福祉大学を経て, 2017 年より東京医療保健大学医療保健学部医療情報学科准教授。専門は音楽情報処理, データベース等で,

これまでの主な研究成果は歌唱を入力して楽曲を検索する「ハミング検索技術の研究開発」。2011 年より, 認知症や統合失調症に関する音楽療法の研究にも従事。



児玉 直樹

2004 年 3 月長岡技術科学大学大学院工学研究科博士後期課程修了, 博士 (工学)。同年 4 月高崎健康福祉大学健康福祉学部助手, 講師, 准教授を経て, 2017 年 4 月より新潟医療福祉大学医療技術学部教授。専門は, 医用画像情

報学, 応用健康科学。



清水 幸子

上越教育大学大学院学校教育研究科修了, 修士 (教育学)。専門学校でのアスリート育成, 実業団チームサポート業務を担当。その後大学では運動学や選手育成を担当。生涯スポーツ推進をテーマに幼児から高齢者までのスポーツライフをサポートする。



數井 裕光

1995 年大阪大学大学院医学系研究科博士課程修了, 医学博士。精神科医。専門は老年精神医学, 神経心理学, 高次脳機能障害学。主な研究テーマは認知症疾患の症候学的・神経画像学的研究。現在, 日本医療研究開発機構

(AMED) 研究班長。2018 年より高知大学医学部神経精神科学教室教授。