

令和元年6月13日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2018

課題番号：26282001

研究課題名(和文)聴覚障害者の聴能向上を促進する音楽システムについての研究

研究課題名(英文) Music system for improving hearing ability of deaf and hard of hearing persons

研究代表者

平賀 瑠美 (Hiraga, Rumi)

筑波技術大学・産業技術学部・教授

研究者番号：70327021

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,400,000円

研究成果の概要(和文)：聴覚障害を持つ人の中には、音から情報を得たい、もっと音楽を楽しみたいという人がいる。聴覚障害者が楽しみながら音を聴く機会・時間を増やす工夫をすることで、音を聴いて理解する力(聴能)の向上に繋がるのではないかと考えた。そこで、音楽ゲームを開発し、一定期間の使用による聴能への影響を調査した。開発した音楽ゲームについて、短時間ならば楽しめたが、長期の使用においては、ゲームの難度の決め方に問題を見出した。聴能向上のための音楽ゲームでは、聴覚障害者の音の聴こえについての精査、聴こえに応じたゲームコンテンツ、ならびに聴能測定の方法の検討が今後の課題であることが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、聴覚障害者の聴能訓練に関連するものである。これについて、人工内耳に限定した学術的取り組みは、海外で数少ないながら見られる。本研究は、人工内耳装用者に限定せず、聴覚障害者に関し、音楽と環境音の聴こえについて研究を行ったことが他の研究には見られない点である。補聴器具の性能向上に伴い、聴覚障害を持っていても、音への気づきに関してはこれまでよりも容易になってきたと考えられるが、音を理解する、という点に関しては、聴くことのトレーニングが必要である。音声のみならず、生活で触れる環境音や生活を豊かにする音楽を理解する聴き方についての研究を進めたことに社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：Some deaf and hard of hearing (DHH) persons would like to get information from sounds and enjoy music. We believe that the hearing-ability of DHH persons to understand sounds could be improved by increasing exposure to sound with enjoyment. Thus we developed music games then investigated the effect of using the games in a certain period of time to the hearing-ability of DHH persons. While they enjoyed our games in a short term, we found issues in longitudinal experiments with games including the game-difficulties. In order to solve the issues, we need to understand more DHH persons' hearing-ability, make game contents good for use by DHH, and establish the measurement of hearing-ability.

研究分野：音楽情報科学

キーワード：聴覚障害 音楽聴取 音楽ゲーム 聴能

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究代表者が所属する大学の学部学生は全員が聴覚障害を持つ。幼少時より聴覚に障害を持つ彼らの多くは音楽に興味を持っており、毎日のように音楽を聞く者や自ら演奏する者、ダンス、ゲーム、カラオケなどの音楽娯楽を楽しむ者が大勢いる。また、その中には、補聴器具や残存聴力を用いることによって、自分で音を聴いて判断したい、楽しみたいと望む者も少なからずいる。

しかしながら、これまで、積極的に音楽を通じて聴覚障害者の日常生活における音の気付きを増やし、音の発生と源の理解という音情景識別の力(聴能)を向上できることを示した研究はなかった。

2. 研究の目的

自発的に継続して音楽を聴くことにより、音情景識別能力は向上するという仮説を立てた。そこで、聴覚障害者が継続的に使用することに対し積極的な気持ちを持てるような音楽ゲームを用いて、音楽を援用することによる聴覚障害者の音情景識別能力向上の可能性を調べることを目的とした。

3. 研究の方法

研究期間内に上記目的を持つ音楽ゲームの開発、試用実験ならびに長期使用実験を行い、音楽ゲームの使用が、聴覚障害者の音情景識別能力に影響を与えるかどうかを調べた。具体的には、ビートタッピングゲームとミュージックパズルを作成、使用した。

(1) ビートタッピングゲーム

ビートタッピングゲームは、音楽の基本情報であるテンポを音楽を聴いて判断(拍認識)することにより遊ぶゲームである。判断したテンポは、使用者がタッチディスプレイをテンポ(拍、ビート)に合わせてタップすることでシステムに記録される(ゲームログとする)。ビートタッピングゲームは Windows 10 上のアプリケーションとして作成した。

音楽提示の二つの方法

このゲームでは、音楽のみを提示する方法(M法)、ならびに音楽と同時に拍情報を表示する方法(MV法)の二つの方法を用意した。

音楽コンテンツ

研究目的のために、音楽コンテンツは難度を変えて提示した。難度が低いものは、ビートを刻むドラムの分かりやすい曲、難度が高いものは、様々な音色が重なり、リズムも複雑なものを J-Pop から選択した。

実験方法

予備実験後、ゲームの長期使用による拍認識の向上が見られるかどうかの実験を行った。聴覚障害者 4 名にビートタッピングゲームをインストールしたタッチディスプレイを持つ Windows マシンを渡し、好きな時間、場所で自由にビートタッピングゲームを使うように指示した。

(2) ミュージックパズル

ミュージックパズルはジグソーパズルの音楽版と言えるもので、オリジナルの音楽を等時間に分割したものを再構成する遊びである。スウェーデンの研究協力者 Hansen 博士が設計、Android アプリケーションとして開発した。分割前の音は音楽に限らないので、以下、音楽ではなく音響データと呼ぶ。音響データを分割したものをサウンドオブジェクトと呼ぶ。ディスプレイ上でランダムに配置されたサウンドオブジェクトを水平軸上に配置し直す。また、それぞれのサウンドオブジェクトは、オリジナルの音響データと比べて音の高さならびに音色をランダムに変化させて提示する。そのため、使用者はサウンドオブジェクトの配置に加えて、それぞれのサウンドオブジェクトの音の高さと音色を修正する必要がある。ただし、音の高さと音色の修正を自動的に行うことも選択できるようになっている。従って、ゲームの達成とは、少なくともサウンドオブジェクトを並び替えた結果、オリジナルの音響データを作ることを指す。

音響コンテンツ

音響データとして、音楽(歌を含まない)4曲、詩の朗読(音楽を含まない)4編、ならびに、音楽と詩の朗読を重ね合わせたミックス4編を準備した。3種類のコンテンツで1セットとし、全部で4つのセットを作った。

実験方法

予備実験ならびに、予備実験の結果を踏まえ、ミュージックパズルで遊ぶことによる音情景の理解への影響を調べるために長期使用実験を行った。

予備実験では、4グループ(聴覚障害者、日本の健聴者・音楽経験豊富、日本の健聴者・音楽経験豊富でない、スウェーデンの健聴者・音楽経験豊富でない)各12名に25分間自由に使ってもらった。4つのセットに難度の違いは設けなかった。

長期使用実験では、タッピングゲームの長期使用実験の実施状況も参考にし、実験参加者に毎日30分以上、週5日以上使用という条件を課した。

4つのセットは難度を調整し、最も簡単なセットから始め、次第に難しくなるようにセットを作った。難しさは、サウンドオブジェクトの数(多いほど難しい)、音の高さ・音色の変化の有無とそれらの組み合わせで決めた。

実験参加者にはそれぞれのセットを1週間使用してもらい、実験前、実験開始2週間後、実験終了直後、実験終了2週間後の4回、音情景の理解調査のためのテストを受けてもらった。音情景の理解については、文章聞き取り、環境音同定、メロディ識別、ハーモニー嗜好を調査した。

4. 研究成果

(1) ビートタッピングゲーム

予備実験ではM法に比べ、画像を同時に提示するMV法で、より拍認識が向上するという結果が得られた。拍認識テストには研究協力者のIversen博士が開発したBeat Alignment Test (BAT) を用いた。

長期使用実験については、参加者4名のうち1名が人工内耳装用者(使用せず)、両耳の聴力は1名が平均60dB、3名は100dBを超えていた。結果として、当初期待していた、「繰り返し遊ぶ」を実施することができなかった。理由は以下のことが考えられる。

- 障害が軽い1名にとっては、タッピングゲームは簡単過ぎ、他の3名にとっては難し過ぎたため、持続使用のモチベーションを維持できなかった。
- タッチディスプレイとは言え、各人に渡されたPCは大きかったので普段持ち歩かないため、電車乗車中などの空き時間に使用することができなかった。
- J-Popを音楽コンテンツとして用いたが、自分の知っている曲で遊びたいと感じ、タッピングゲームで提示した音楽に興味を持てなかった。
- タッピングゲームのゲームとしての完成度が半端であった。

参加者は、音楽ゲーム遊ぶことで自分の聴く力を伸ばしたいという気持ちを持っており、実験の目的をよく知った上で実験に参加した。従って、上記の理由はいずれも改善を要するものである。

(2) ミュージックパズル

予備実験では、ゲームの達成率について、聴覚障害者のグループは他の3グループよりも低かった。しかし、聴覚障害者の中には、与えられた時間内でのゲーム数が音楽経験者のグループに相当し、100%の達成率となった者もいた。この実験参加者は聴力が100dBを超えている感音性・先天性の聴覚障害者であるが、幼少時より積極的に音楽を聴いていた。従って、自発的な音楽聴取が音情景識別能力に有効であるという仮説を裏付ける一例であると考えた。聴覚障害者のグループは3種類のコンテンツの中で、音楽コンテンツの達成率が最も悪かったにも関わらず、最も好きなコンテンツの種類として音楽を挙げた。

また、スウェーデンのグループと聴覚障害者のグループ、ならびに日本の2つの健聴者グループの間には、詩の朗読コンテンツの難しさについての主観評価に差があった。つまり、ある言語の音声を聴き取ることに、その言語を母語としない者と音声を聴き取ることが難しい者、ならびに母語とする者の間に主観的な差が見られたが、音楽についてはそのようなことがなかった。したがって、音を自発的に聴くことによる音情景識別能力を伸ばすことにおいて、音楽使用の可能性を見ることができた。

本実験では、障害が重い者と軽い者、各1名の参加で長期実験の設計が妥当かどうかを検証した。障害の重さに関わらず、長期使用実験の前後、ならびに途中で行った4回の音情景理解の調査結果に変化はなかった。

障害が重いものは明らかに難度の高くなる3つのセットについて取り組みが難しかったようである。また、3種類のコンテンツに関しては、音楽のみが難しいようであった。ミュージックパズルの長期実験は、タッピングゲームの長期実験で既に記した「繰り返し遊ぶ」を実施できなかった理由を考慮して実験を設計した。

また、健聴者3名に対し、同じ4つのセットを使用してもらった。これにより、ミュージックパズルで遊ぶ際には、音情景理解と短期記憶の両方を活用しているようであることが明らかになった。健聴者についても音楽が難しいという結果になった。

この長期実験の結果、音情景理解への向上は得られなかった理由として、以下のことが考えられる。

- 音楽を聴く際の様々な要素判断が複雑すぎる。
- 実験期間を4週間と設定したが、短すぎた。
- オリジナルとして用いる音響データの時間。音響データは15秒程度としたが、長い可能性がある。
- 音情景理解の調査として用いたテストセットが、音情景理解を判断するために適切ではなかった。

ミュージックパズルを用いた予備実験と本実験から、聴覚障害者の音楽ゲーム取り組みについて、既に記したことの解決に加え、今後の取り組みとして以下のことが重要であると考えている。今後も聴覚障害者の音情景識別能力の向上を目的とした研究を続けたい。

- モチベーションの維持が可能な音楽ゲームの作成。長期間の自発的使用を可能にするために、使用する音響コンテンツを実験参加者に作成してもらう。また、このようなことが可能となるような音楽ゲームを作成する。
- ボトムアップとトップダウンの聴取実験。音情景識別能力を向上するためには、タッピングゲームのような、音響データの特定要素に着目して集中的に訓練するのが良いのか、ミュージックパズルのように、音響データ全体を聴取する訓練が適しているのかを明らかにする。
- テストケースの作成。音情景識別能力を判断するために、聴覚障害者が用いるのに適したテストは何であるかを再考し、作成する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 10 件)

Nakahara, Y., Hiraga, R., et al. A subjective evaluation of music beat recognition with different timbres by hearing-impaired people. ICCHP 2018, LNCS vol. 10896, pp. 207-210. https://doi.org/10.1007/978-3-319-94277-3_34 査読有

Kato, Y., Hiraga, R., et al. A preliminary observation on the effect of visual information in learning environmental sounds for deaf and hard of hearing people. ICCHP 2018, LNCS vol. 10896, pp.183-186
https://doi.org/10.1007/978-3-319-94277-3_30 査読有

Hansen, K.F. and Hiraga, R. The Effects of Musical Experience and Hearing Loss on Solving an Audio-Based Gaming Task. Applied Sciences, 7(12). 2017.
10.3390/app7121278 査読有

松原正樹他. 聴覚障害者向けタッピングゲームにおける視覚手がかりによるリズム認知の短期的学習効果. 情報処理学会論文誌. 57(5). pp. 1331-1340. 2016.

https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=160366&item_no=1&page_id=13&block_id=8 査読有

〔学会発表〕(計 20 件)

中原夕夏, 平賀瑠美他. 聴覚障害者の楽器音による拍理解について-楽器音分析の試み-. 情報処理学会研究報告アクセシビリティ, 2018-AAC-6(3).
https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=186632&item_no=1&page_id=13&block_id=8

加藤優, 平賀瑠美他. 聴覚障害児を対象とした環境音学習のための音響特徴量の可視化に関する基礎的検討. 情報処理学会研究報告アクセシビリティ, 2018-AAC-6(1).
https://ipsj.ixsq.nii.ac.jp/ej/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=186630&item_no=1&page_id=13&block_id=8

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ <https://rhiraga.info>

平賀瑠美. 聴覚障害児のための環境音学習システムの開発. 日本音響学会誌. 74(3). pp. 171-177. 2018. <https://ci.nii.ac.jp/naid/130007479632> 解説

Hiraga, R. and Hansen, K.J. Playing Music Game by Hearing-Impaired Youth -how do they play the game?- Yamada Symposium 2017 on Neuroimaging of Natural Behaviors”, <http://www.jaist.ac.jp/conference/YamadaSymposium2017/Schedule%20and%20program.php> 2017. 招待講演

Hiraga, R. Working with music and hearing impaired students. SAC (Alumni Club in Sweden) Activity Seminar: “Music Interaction for Health - Novel Methods for Using Music Interaction to Address Wellbeing and Health Improvement in Training and Leisure”, 2016. 招待講演

平賀瑠美. 聴覚障害者と音楽. 聴覚障害者のための字幕付与技術シンポジウム 2015. <http://sap.ist.i.kyoto-u.ac.jp/jimaku/jimaku15.html> 2015. 招待講演.

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：寺澤 洋子

ローマ字氏名：Terasawa, Hiroko

所属研究機関名：筑波大学

部局名：図書館情報メディア研究科

職名：助教

研究者番号（8桁）：70579094

研究分担者氏名：松原 正樹

ローマ字氏名：Matsubara, Masaki

所属研究機関名：筑波大学

部局名：図書館情報メディア研究科

職名：助教

研究者番号（8桁）：90814494

研究分担者氏名：田淵 経司

ローマ字氏名：Tabuchi, Keiji

所属研究機関名：筑波大学

部局名：医学医療系

職名：講師

研究者番号（8桁）：80361335

(2)研究協力者

研究協力者氏名：Kjetil Falkenberg Hansen

ローマ字氏名：

研究協力者氏名：John Reiner Iversen

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。