

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：33804
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2020～2022
課題番号：20K03054
研究課題名（和文）通常学校で学ぶ聴覚障害児の語音聴取の機序と無線補聴システムの要件に関する研究

研究課題名（英文）Examination of mechanism of speech recognition among students with impaired hearing in inclusive settings and the effectiveness of digital wireless hearing system

研究代表者
大原 重洋（Oohara, Shigehiro）
聖隷クリストファー大学・リハビリテーション学部・教授

研究者番号：90758260
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：近年、無線補聴援助システムを用い、通常学級で学ぶ聴覚障害児が増加している。同システムは、教師が送信機を通じ、音声を聴覚補償機器に無線送信するものである。理論上は、教師と児童・生徒間の距離の影響を受けず、常に教室内の騒音よりも十分に大きな語音を聞き取ることが可能となる。しかし、国内では、同システムの評価法が確立されておらず、効果や課題について不明な点が少なくない状況にあり、臨床的な評価手法の開発が要請されている。本研究では、同システムの適応について、雑音負荷時語音聴力検査と質問紙を用いた主観的評価を組み合わせた評価手法を開発した。本研究により、通常学級での同システムの使用が前進すると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義
無線補聴援助システムの効果測定法について、小児療育施設、聴覚特別支援学校に設置されている視覚強化式聴力検査(VRA)装置を用いたプロトコルを開発した。雑音負荷時語音明瞭度を用いて評価し、改善効果は高い雑音負荷条件でより顕著であること、評価に際しては、同SN比条件における無線、非無線入力条件間の改善率への着目が重要であることを明らかにした。さらに、語音聴取成績に加え、児童・生徒の教室場面での主観的な聴取努力評価が有効であることを指摘し、同システムの聴取疲労軽減効果を明らかにした。本研究結果に基づき、学校教育における無線補聴システムの評価と使用の基本方針を明らかにすることが可能となる。

研究成果の概要（英文）：Recently, many children with hearing-impaired are learning in inclusive settings using wireless assistive listening devices. In this system, the teacher transmits speech sounds wirelessly through a transmitter to hearing aids or cochlear implants (receivers). In theory, the system is not affected by the distance between the teacher and the children, and they can always hear word sounds that are sufficiently louder than the noise in the classroom. However, there are many unknowns about the effectiveness of this system and the issues it faces, and the development of a clinical evaluation method has been requested. In this study, we developed an evaluation method for adapting the system that combines a word recognition test in noise and a subjective evaluation using questionnaires.

研究分野：小児聴覚障害学

キーワード：聴覚障害 無線補聴システム 語音明瞭度 補聴器

1. 研究開始当初の背景

近年では、新生児聴覚スクリーニングの普及により、聴覚障害児は0歳代の早期に補聴器を装着し、重度例では1歳で人工内耳埋め込み術を受け、就学前に年齢相当の音声言語を獲得して、インクルーシブ環境で学ぶ事例が多く見られるようになった。

しかし、教師音声は児童・生徒の着席位置には音圧減衰して届き、教室には雑音や反響もあるため、聴覚障害児の聞き取りと授業理解に支障が生じている。さらに、近年の協働・双方向型の授業形態(平成28年学習指導要領)により、班活動での話し合いや発表等、一対一の場面以外での聞こえの補償も必要とされている。

このような場面では、無線方式の補聴援助システムを用いて、音声を児童の受信機に送信する手法が活用されている。同システムの効果測定について、先行研究では、雑音負荷時の語音聴取を比較する手法についてプロトコルが示されているが、測定条件(スピーカ位置、SN比設定、語音聴取課題)に相違があり、臨床的評価手法として十分に確立されていない。また、同システムが授業理解の困難をどの程度解消しているのかについても、不明な点が少なくない。

2. 研究の目的

通常小・中学校で学ぶ聴覚障害児について、雑音負荷時語音明瞭度検査と主観的評価を組み合わせ、無線補聴システムの有効性と評価法を明らかにする。

3. 研究の方法

対象は、感音難聴児童・生徒11名(平均9歳7カ月)であり、全例、通常学級において無線補聴援助システム(Roger Touchscreen Mic; Phonak社製)を6カ月以上使用していた。良聴耳裸耳閾値71.8dBHL、装用下閾値30.3dBHL(補聴器両耳装用9名、人工内耳片耳装用2名)であった。

聴力検査室において、聴覚補償機器装用下で雑音負荷語音聴力検査を実施し、マイク単独入力条件(マイク条件)と無線補聴システムの送信機マイク入力を併用した条件(無線条件)を比較した。雑音負荷は、被検児の着席頭部中央位置にて、SN比5dB、0dB、-5dBの3条件とした。

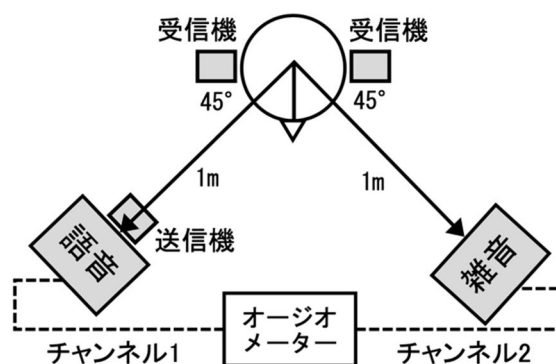


図1 測定機器のレイアウト

図1に測定機器のレイアウトを示した。視覚強化式聴力検査(VRA)装置を用い、被検児の前方1mの位置で、正中線±45度に2台スピーカを設置し、検査音声(67S語表)の音場校正用バンドノイズが頭部中央で70dB SPLとなるようにオーディオメータ(AD629e; Interacoustics社製)を調整した。良好な装用閾値が得られる方向(装用閾値良聴耳側、図では被検児前方右側)より検査音声を70dB SPLに固定して呈示し、反対側から加重不規則雑音を65~75dB SPLに変化させて出力した。無線条件では、送信機を語音スピーカ前15cm位置に設置した。

聴取努力評価については、聞こえの感覚尺度SSQ(Speech, Spatial and Qualities of Hearing scale; Gatehouseら, 2004)の下位3項目(14集中: 音や話し声を聞くために、集中して聞く。18努力: 話し合いの内容を理解するために、努力する。19注意: 大切な話を聞く時、周りうるさくても気にしない。)を用いた。授業内容の聴取について、該当する(0点)~該当しない(10点)で回答を求め、総得点を算出した(最高30点)。点数が高いほど、聴取努力を要さないことを示す。結果の解析については、語音明瞭度(SN比ごと)、SSQ得点における入力条件(マイク、無線)の効果を統計学的に比較した(Wilcoxonの符号付き順位検定)。

さらに、児童・生徒4名(小1、小2、中1、中2)とその担任教師3名に対し、無線補聴システム使用の取組と課題に関して自由に叙述を求め、音声録音の逐語録について、計量テキスト分析を行った(Kh_coder 3)。分析単位は、意味ある段落(コミュニケーションユニット: CU)とし、対象者ごとに区分せず、各CUを1単位として設定した。各CUを効果、取組、課題に分類し、形態素解析を行った。次いで、対応分析の手法を用い、各カテゴリーにおける特徴的な語彙を抽出した(抽出語×外部変数: カテゴリー)。その上で、各語彙の近接する語を分析し、カテゴリーの概念を抽出した。

4. 研究成果

(1)結果

マイク条件の明瞭度平均は、SN 比 5dB:82.1±12.8%、SN 比 0dB:72.8±14.3%、SN 比-5dB:62.8±17.5%であり、雑音負荷の増加に伴い低下した。一方、無線条件では、SN 比 5dB:87.5±9.3%、SN 比 0dB:82.8±14.3%、SN 比-5dB:84.2±9.3%であり、雑音負荷に関わらず明瞭度は一貫して良好であった(図2)。SN 比 5dB 条件では、入力条件に差を認めなかったが、SN 比 0dB 条件では、有意傾向を認めた(p=.062)。SN 比-5dB 条件の入力条件の効果は、統計学的に有意であり(p=.015)、高雑音環境における無線補聴援助システムの有用性が示された。

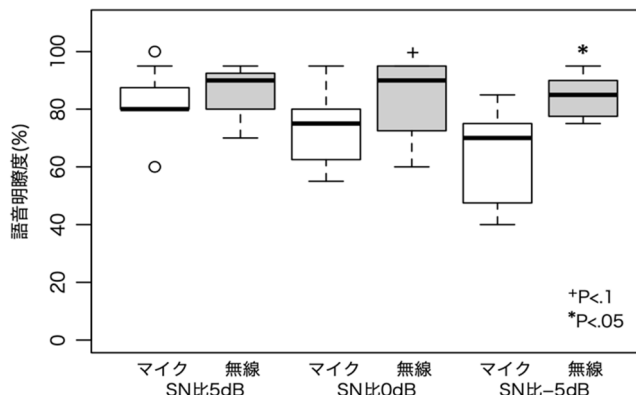


図2 雑音負荷語音明瞭度

主観的な聴取努力評価 (SSQ 総得点) については、マイク条件では 16.1±4.6 と中等度の聴取努力を示した。一方、無線条件については、27.5±1.9 と顕著な軽減を認め、入力条件の差は統計学的に有意であった(p=.015)。無線補聴援助システムの使用により、通常学級の授業における聴取疲労感を低減できることが示された。

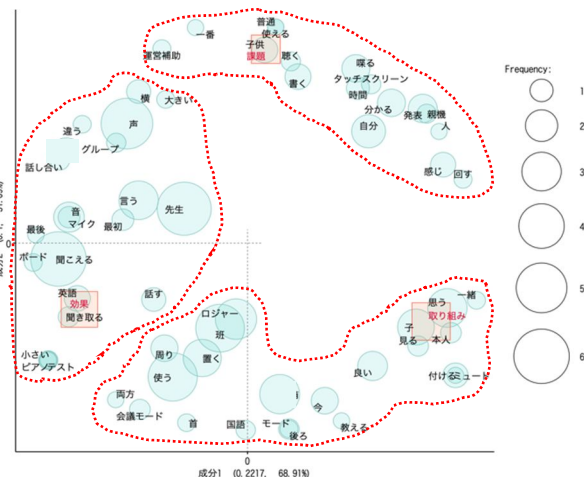


図3 計量テキスト分析;対応分析

(2)まとめと考察

聴力正常成人を対象とした 67S 語表の聴取成績は、本研究と比べて顕著に低い。相違の理由として、スピーカ配置の違いを指摘できる。本研究は、被検児前方±45 度より検査語音、加重不規則雑音を呈示し、目的音とマスキアの距離が離れた測定環境であり、方向性マスキング解除 (Spatial Release from Masking:SRM) が生じて目的音検知が向上したと考えられた。

スピーカ 2 台使用時に SRM を最小にする構成条件は、両者の正面 0 度の配置であるが、無線補聴援助システムでの測定では、雑音が入力されるため送信機の設置が困難となる。また、小児聴力検査では、3 台以上のスピーカ配置は一般的ではないため、VRA 装置の使用は臨床場面での評価として適切と言える。

主観的評価により、教室での疲労感は、無線補聴援助システムの使用により軽減できることを示した。授業内容の理解には、語音聴取に加え、語彙・文法知識、社会的知識、作動記憶等を用いたトップダウンの認知処理過程が必要であり、聴取努力の測定は、難聴児の認知負荷を把握するための重要な評価視点である。聞こえの機能的側面については、客観的評価では十分な検討が行えないことに留意し、主観的評価を併せて実施することが必要である。

計量テキスト分析では、機器の受け渡し等の教室内のルールを定めたり、ミュート等の機器操作に習熟したりすることで、聞きやすさが向上し、学習を補償できる効果を認めた。一方、複数の子どもが一斉に発言する授業場面では、対応できない。また、1 台の機器の発言者間での受け渡しは、時間がかかるため、実用性に乏しい等、改善すべき課題があることが明らかになった。

通常学級の授業中の雑音状況は、SN 比-10dB 程度であり、本研究結果に当てはめると語音聴取能は約 80% から 60%程度へ低下する。難聴児が授業内容を正確に理解するためには、無線補聴システムの使用が必須である。その際に、本研究で示した評価手法が有用と考えられた。

<文献>

Gatehouse S, Noble W: The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ). Int.J.Audiol 43: 85-99, 2004
 大原重洋、廣田栄子:インクルーシブ環境における聴覚障害児の聞こえの困難と、無線補聴システムの効果に関する検討.Audiology Japan 63: 198-205, 2020
 大原重洋:通常学級で学ぶ難聴児の聞こえの困難と、無線補聴援助システムの評価に関する検討.Precision Medicine vol6(3): 45-49, 2023

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 大原 重洋、大原 朋美、廣田 栄子	4. 巻 65
2. 論文標題 小児の補聴器適合における語音明瞭度の改善に寄与する閾値上の長時間平均音声スペクトル；明瞭度指数の検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 AUDIOLOGY JAPAN	6. 最初と最後の頁 374 ~ 374
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4295/audiology.65.374	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 大原 重洋	4. 巻 6(3)
2. 論文標題 通常学級で学ぶ難聴児の聞こえの困難と、無線補聴援助システムの評価に関する検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Precision Medicine	6. 最初と最後の頁 217-221
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Oohara Shigehiro, Hirota Eiko, Oohara Tomomi	4. 巻 63
2. 論文標題 Examination of hearing difficulties of students with impaired hearing in inclusive settings and the effectiveness of digital wireless hearing systems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 AUDIOLOGY JAPAN	6. 最初と最後の頁 198 ~ 205
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4295/audiology.63.198	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 大原 重洋、廣田 栄子
2. 発表標題 知的障害を併せ持つ難聴児の補聴と運動発達特性の検討
3. 学会等名 日本リハビリテーション連携科学学会 第22回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大原 重洋, 廣田 栄子
2. 発表標題 聴覚障害児の書記ナラティブにおけるハイポイント法によるマクロ構造の発達と構成要素の特徴
3. 学会等名 第65回日本音声言語医学会総会・学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大原 重洋, 廣田 栄子, 大原 朋美
2. 発表標題 小児の雑音負荷時語音明瞭度検査における臨床的評価の検討
3. 学会等名 第65回日本聴覚医学会総会・学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大原 重洋, 廣田 栄子, 大原 朋美
2. 発表標題 小児の補聴器適合における語音明瞭度の改善に寄与する閾値上の長時間平均音声スペクトル(LTASS) : 語音明瞭度指数(SII)の検討
3. 学会等名 第67回日本聴覚医学会総会・学術講演会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 深浦順一, 他編 (担当:共著, 範囲:大原重洋; 聴覚障害 3.臨床実践 6)重複障害 (1)発達障害, p724-729)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 文光堂	5. 総ページ数 784
3. 書名 図解言語聴覚療法技術ガイド	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------