

第46回補聴研究会資料

2024年10月24日（木）

帝京平成大学池袋キャンパス

日本聴覚医学会
第46回補聴研究会プログラム

2024年10月24日(木)

帝京平成大学池袋キャンパス 〒170-8445 豊島区東池袋2-51-4 TEL 03-5843-3111

演題

座長：西村忠己

補聴器のスマホアプリと充電式補聴器の現状

山田浩史、齋藤 実

一般社団法人 日本補聴器工業会 技術委員会

講演

座長：廣田栄子

1. 補聴器を用いた聴覚リハビリテーションの考え方と実際

三瀬和代

帝京大学医学部附属溝口病院 耳鼻咽喉科

座長：佐野 肇

2. 軟骨伝導補聴器フィッティングの実際

森本千裕¹⁾、西村忠己^{1, 2)}、細井裕司³⁾、北原紘^{1, 2)}

1) 奈良県立医科大学 耳鼻咽喉・頭頸部外科

2) 奈良県立医科大学附属病院 めまい・難聴センター

3) 奈良県立医科大学 MBT研究所

演題

補聴器のスマホアプリと充電式補聴器の現状

山田浩史、齋藤 実

日本補聴器工業会

1. はじめに

補聴器の無線機能には、左右の補聴器の通信に加え外部機器と接続できる機能があり、2. 4GHz 低消費電力 Bluetooth を用いることで中継器を介さずにスマートホン接続できることが一般的となっている。補聴器のスマホアプリでは、利得や音質の調整以外に様々な機能が拡大している。ジャパントラック 2022 ではスマホアプリの認知度こそまだ低いものの、装用者の満足度は高いものとなっている。

また、世界的な SDGs の流れを受け充電式補聴器の比率が高まっている。聴力適合範囲やスタイルの拡充が図られたことで選択肢の幅を広げ、高速充電や充電電池を内蔵した携帯用充電器など、装用者の利便性を高めている。

上記 2 点について、日本補聴器工業会の会員会社が国内販売する補聴器（11 社、14 ブランド）の補聴器のスマホアプリと充電式補聴器の 2024 年 6 月時点の現状について調査を行った。2. 補聴器のスマホアプリについては山田が、3. 充電式補聴器については齋藤が概要を報告する。

2. 補聴器のスマホアプリ

スマホアプリに対応しているのは 10 社 13 ブランドであった。

2-1 スマホアプリの提供状況：

スマホアプリは対応する 10 社 13 ブランドですべて無償提供されている。アプリのアップデートの頻度は全ブランドで決まっておらず、iOS や Android のファームウェアの更新への対応や新しい補聴器シリーズのリリースの際に随時行われるようである。スマホアプリの種類は 1 種類が 5、2 種類が 4、3 種類以上が 4 となっている。取扱説明の提供は、対応しているが 9、対応していないが 2、1 年以内に対応予定が 2 であった。

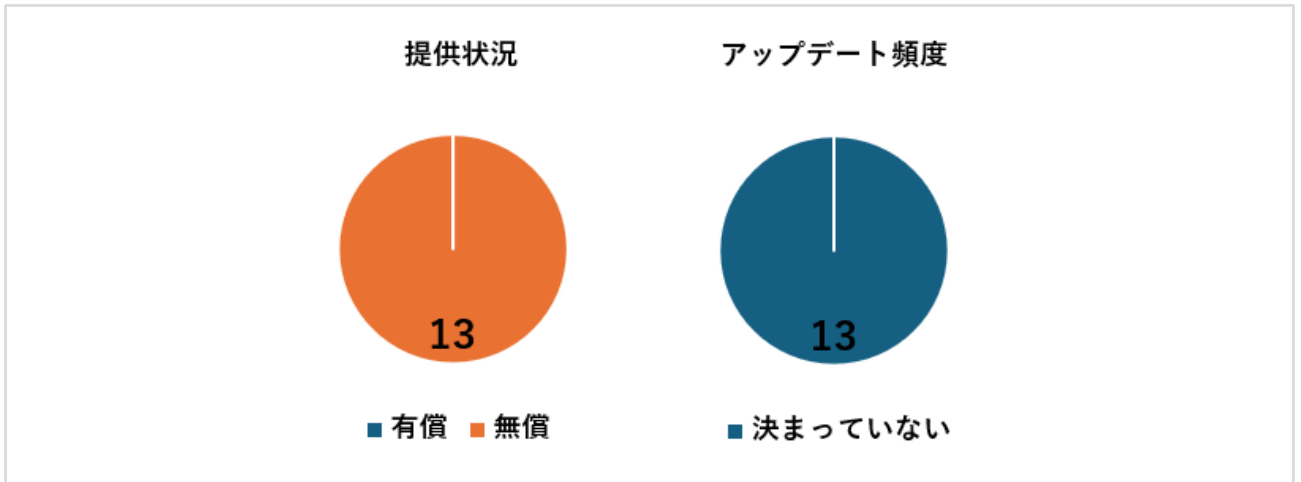


図 2-1a スマホアプリの提供状況

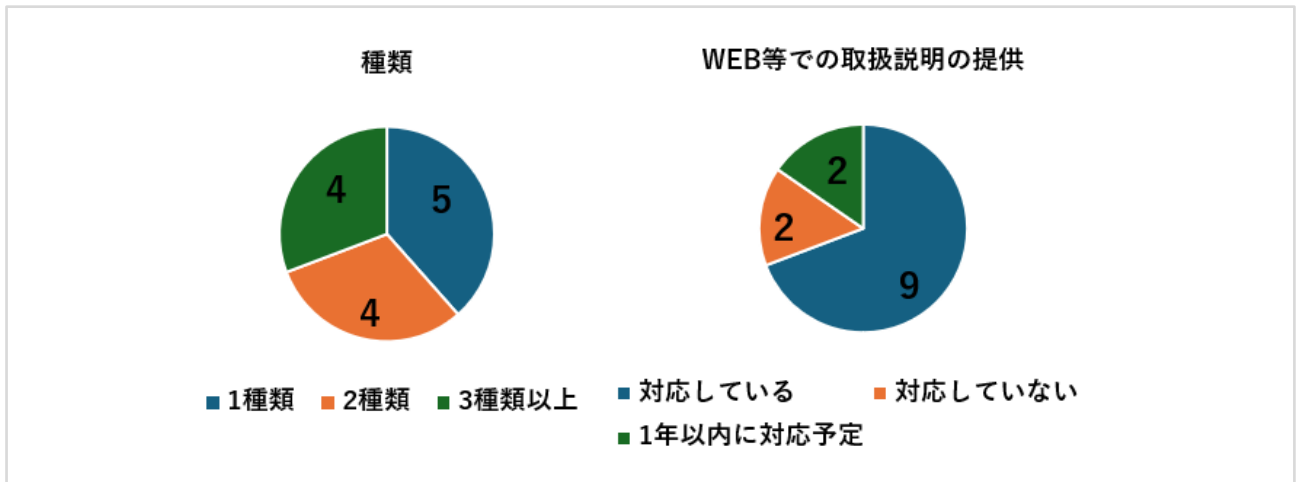


図 2-1b スマホアプリの提供状況

2-2 スマホアプリの対応 OS 状況・動作環境

スマホアプリが対応する OS については、iOS (Apple) と Android (Google) に大別される。国や地域によって両者の普及率は大きく異なる。後者は様々なメーカーの参入により仕様が異なるようである。

今回、アプリとの直接関係するものではないが、補聴器とスマートホンとのワイヤレス接続についても調査した。Android (ASHA) は補聴器用オーディオストリーミングプロトコルであり、各社専用の中継器を介さずに補聴器とのストリーミングができる。使用できるスマートホン端末はまだ限定的である。LE オーディオは Bluetooth SIG (Special Interest Group) が 2020 年に発表した Android の次世代音声規格である。LE は低消費電力を意味している。先行する Bluetooth Classic では対応できなかった、ストリーミングの遅延時間の短縮や、ラジオなどの放送システムのように多数に音声データを伝達することができる。Auracast

はLE オーディオの中でもブロードキャスト機能を中心とし、空港アナウンスや会議センターなどでの多言語サポートが必要とされる場での同時通訳配信などが期待されている。これも Android で一部端末のみで利用が可能である。

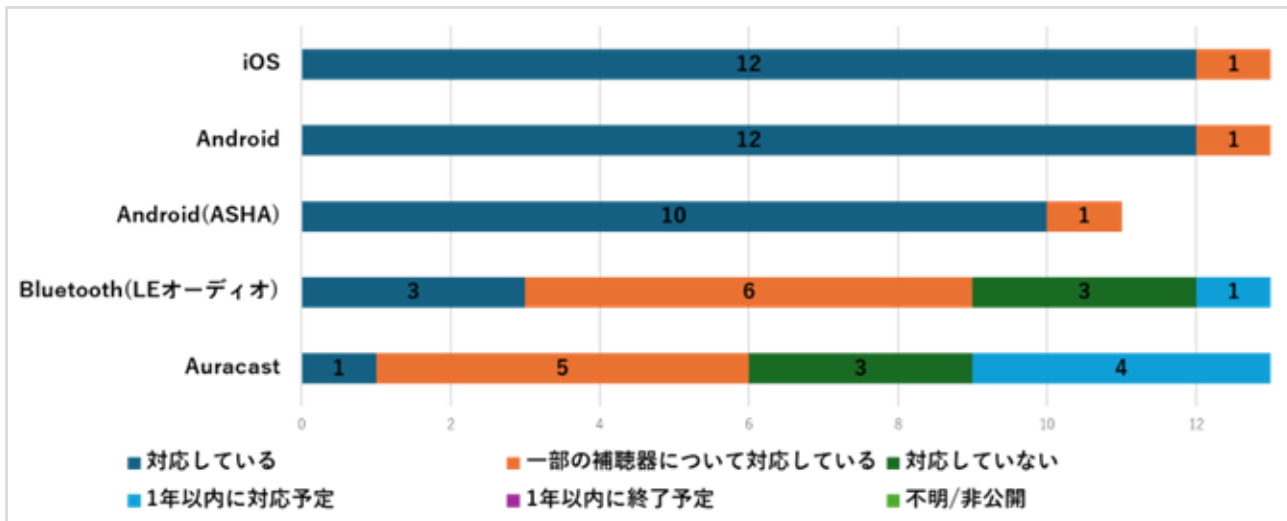


図 2-2 スマホアプリの対応 OS 状況・動作環境

2-3 対応する補聴器スタイル

スマートホンと補聴器の通信には 2.4GHz 低消費電力型 Bluetooth 等を用いるが、耳あな型では対応可能なスタイルは限定的である。通信用のアンテナを補聴器に組み込むことが困難なため IIC では 11 ブランドが対応していない。CIC は調査時点では対応しているものは合計 5 ブランドであった。カナルサイズやハーフ・フルサイズでは対応できるものが多い。BTE に関してはほとんどのブランドがスマホアプリに対応している。なお、耳あな型については今回の調査ではレディメイドとオーダーメイドの区別をしていない。

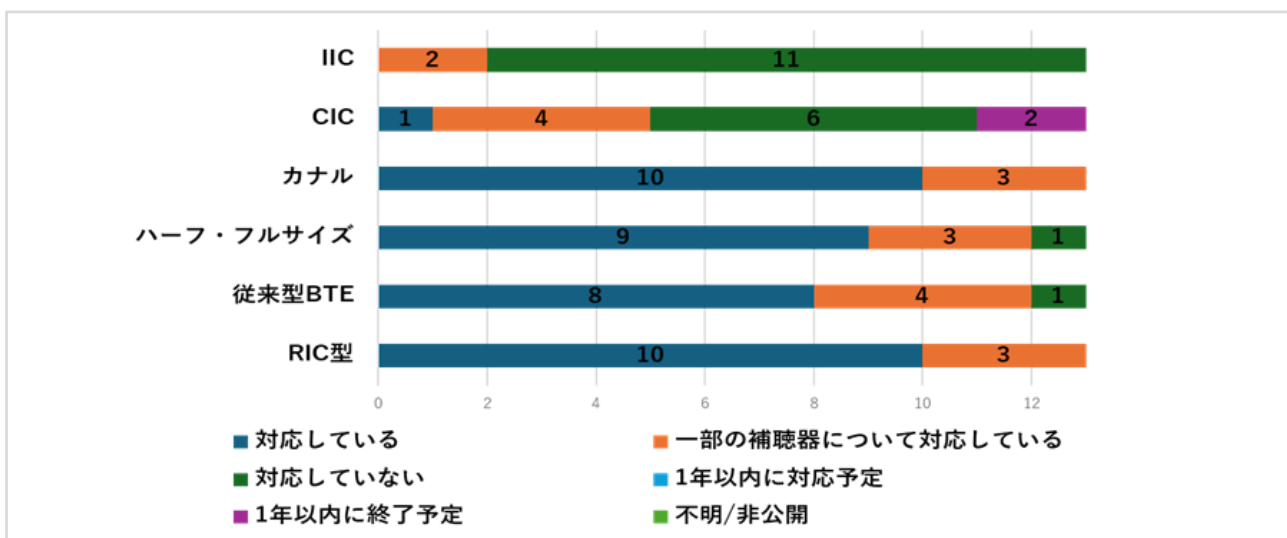


図 2-3 対応する補聴器スタイル

2-4 音量操作

利得・出力の調整について 11 項目で調査した。最大出力については対応しているブランドはなかった。装用者が任意に最大出力を調整することは聴覚保護上のリスクを伴うため、安全対策としての配慮と考えられる。利得調整については全体的な利得操作を行うブランドが 12 とほとんどであった。低入力時のみ、中入力時のみに対応しているブランドはなく、高入力時のみ対応しているブランドが 1 であった。調整できる利得の幅では、フィッティングソフトでの設定に準ずるものが多いようである。補聴器の両耳通信機能は片方の補聴器の操作のみで反対耳の補聴器も同時に音量やプログラム切り替えができる便利な機能であるが、特定の環境で片方の補聴器の音量だけを小さくする必要があるときには対応ができなかった。スマホアプリによって片側が大きく騒音にさらされるような環境でその側だけの音量を下げるのが可能である。最終ボリューム位置の記憶と解除では、スマホアプリで装用者が電源をオフにする前に聞いていた音量を記録するものである。電源をオンにしたとき、前回の音量で補聴器を使用することができる。

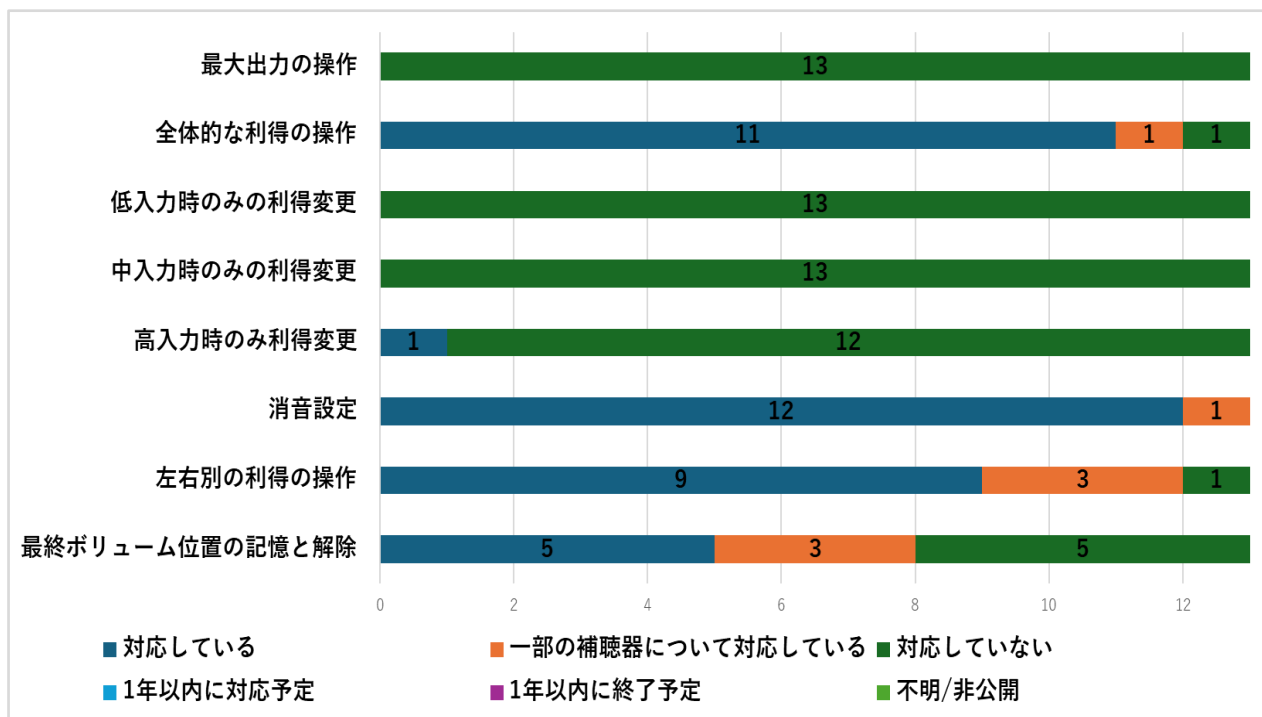


図 2-4a 音量操作

音量調整についての幅の詳細は以下の通りであった。

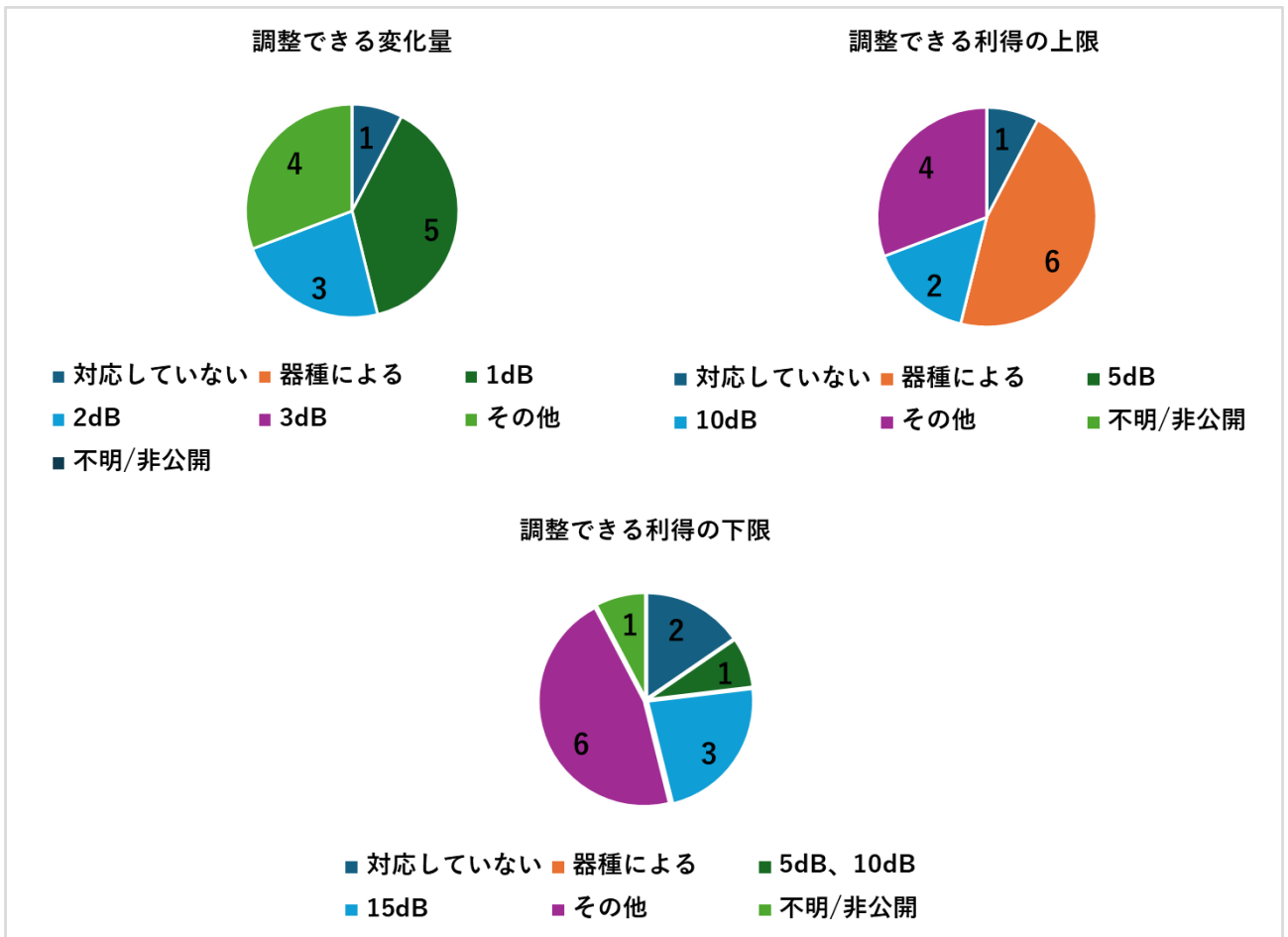


図 2-4b 音量調整の幅の詳細

2-5 音質の調整

イコライザー方式(周波数帯をいくつかの区切った調整)を採用しているブランドが11とほとんどであった。周波数帯は各ブランドであらかじめ決められた区分によるものである。低音域・中音域・高音域などで聴取状況に応じて音質調整が可能になっている。装着者に調整を完全にゆだねることになってしまう任意の周波数帯での調整を採用しているブランドはなかった。また一部器種についてはブランドによっては独自の機能があった。ネット経由で状況に対応した音質を提供するもの、話し相手の口元を覆うマスクのせいで音声が減衰してしまい聞き取りが難しくなることを、高音域中心に利得を追加するなどして補うマスクモードなどである。

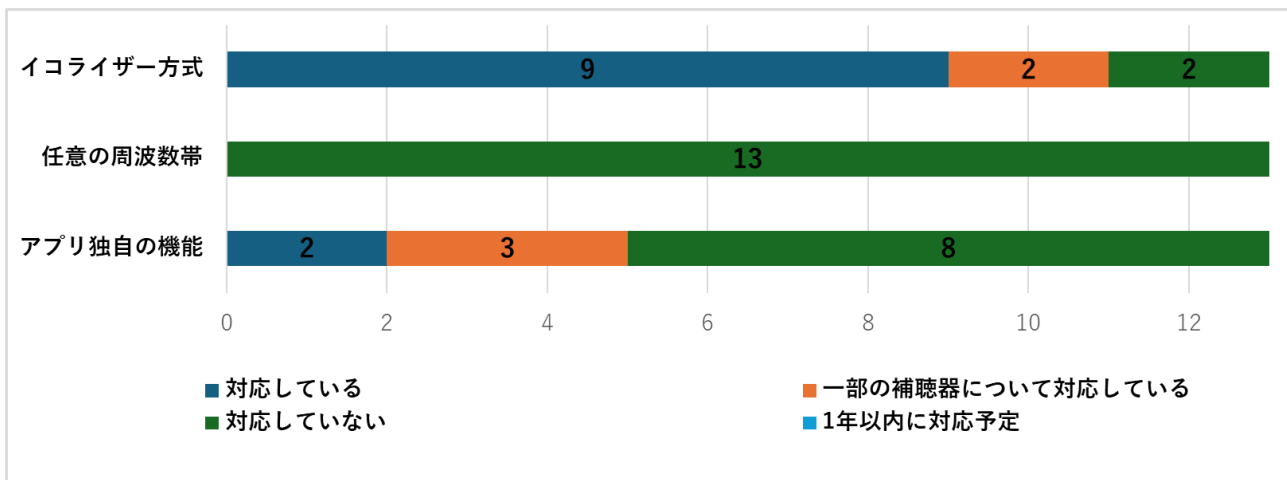


図 2-5 音質の調整

2-6 プログラムの切り替え

切り替え可能なプログラム数は3~5つ以上であった。ここでいうプログラムとはあらかじめ補聴器に設定できるメモリを指す。補聴器本体で複数のプログラムを切り替えるには何回かスイッチを押す必要があるが、アプリを使えば手元のスマホ操作で変更が可能である。テレコイルプログラムをカウントするかしないかでも数字が変わってしまうという意見もあった。

スマホアプリ専用のプログラムとはフィッティングソフトでは複数の設定が必要な騒音抑制等の機能をアプリでは1回の操作で切り替え可能である。また、補聴器の騒音抑制機能の強弱を装用者が状況に応じて切り替えできものもある。スマホアプリに用意された30のメニューから任意に装用者が選ぶことができるもの、よく使うプログラムをお気に入り登録できるものもある。レストラン、テレビなど特定状況に対応したものもあった。

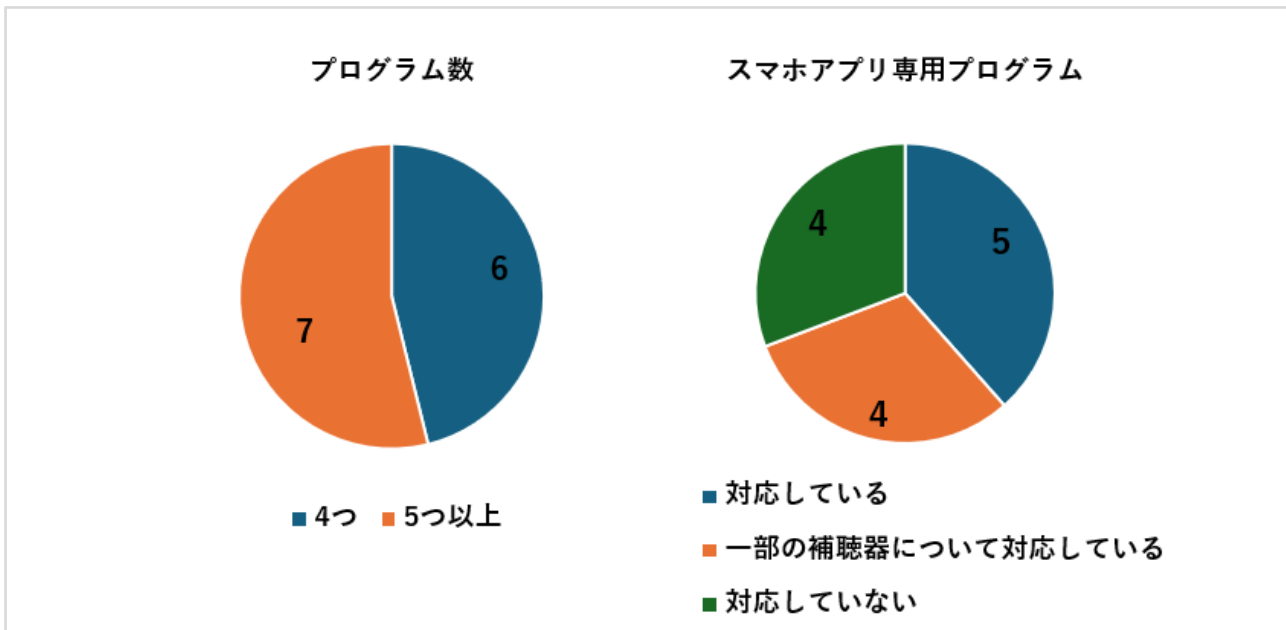


図 2-6 プログラムの切り替え

2-7 指向性や雑音抑制の切り替え

指向性功能と雑音抑制の切り替えについて、一部対応しているも含め 10 ブランドが対応している。対応する補聴器の搭載機能の範囲内で、指向性功能のモードの切り替えや、雑音抑制の減衰量を変えることが可能である。その他については回答数が 4 であり、内訳は、対応していないが 1、不明/非公開が 3 であった。

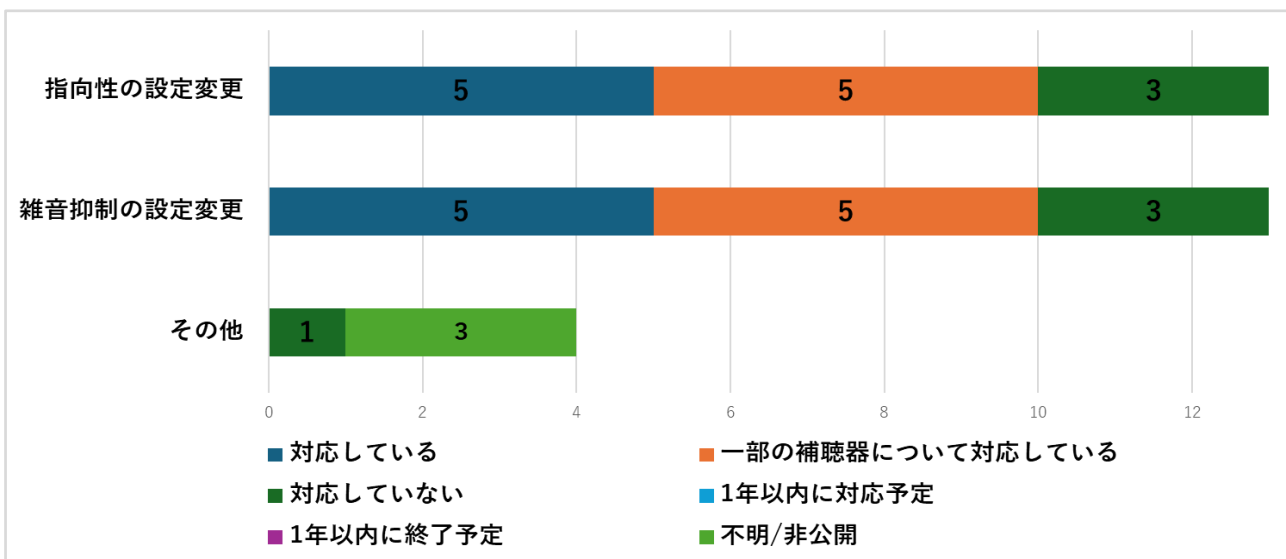


図 2-7 指向性や雑音抑制の切り替え

2-8 スマホアプリ画面上の通知

スマホアプリ画面上で通知があるのは一部の補聴器への対応を含めると全ブランドであった。電池残量の表示は充電電池式も空気電池式も両方対応している。電池残量を音声で届けることもできる。充電状況の表示は一部の補聴器を含め9ブランドで対応している。言語の表示切り替えも10ブランドで対応している。言語の切り替えはスマートホン本体の言語設定に依存するが装用者の母国語で通知することで利便性を高めている。

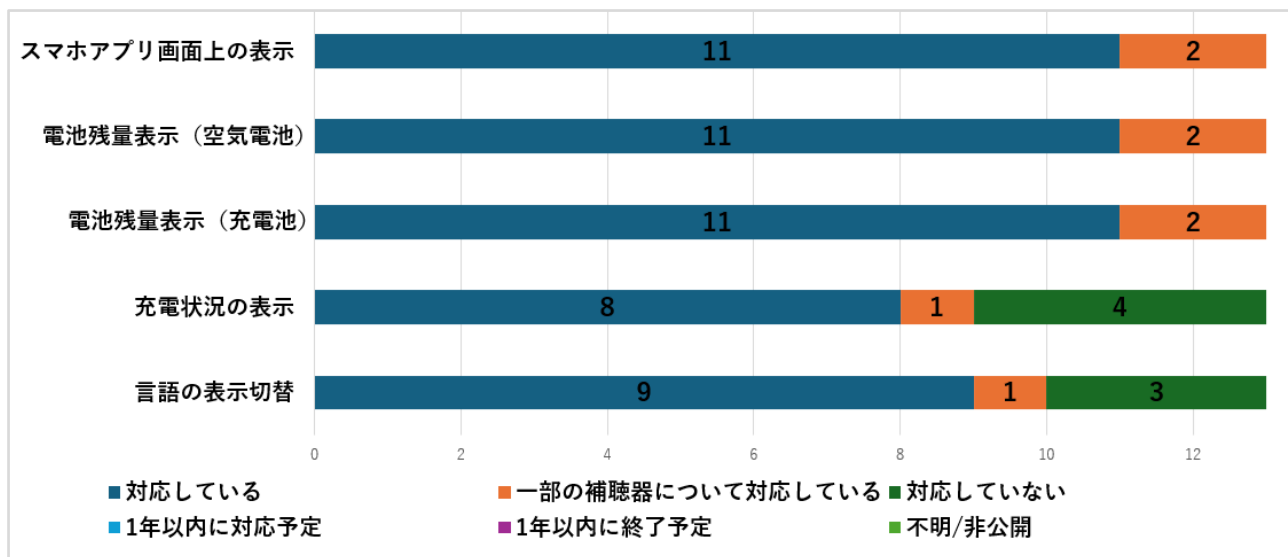


図 2-8 スマホアプリ画面上の通知

2-9 通知機能・メール

電池残量通知について、メールでの通知機能があるのは、一部対応も含め5ブランドであった。ファームウェアの更新については一部対応も含めると8ブランドが対応している。補聴器のファームウェアの更新追加機能やiOSやAndroidの更新があった際に対応するために必要な更新である。補聴器本体のファームウェアの更新については販売店や施設で聴覚ケアの専門家が行うものである。この項目で挙げたファームウェアの更新とは補聴器とスマホアプリの通信の安定性を改善するための更新のことである。認証に届け出た品目仕様に影響がない範囲での機能追加(例えばスマホ機種対応)やバグ対応等も含まれる。補聴器の新しいファームウェアが使用可能なことを通知するものもある。重要なお知らせ(トラブルシューティング)は一部対応も含め7ブランドが対応している。補聴器の手入れや点検の時期を通知するものや使用上のヘルプやサポートについて閲覧できるものもある。

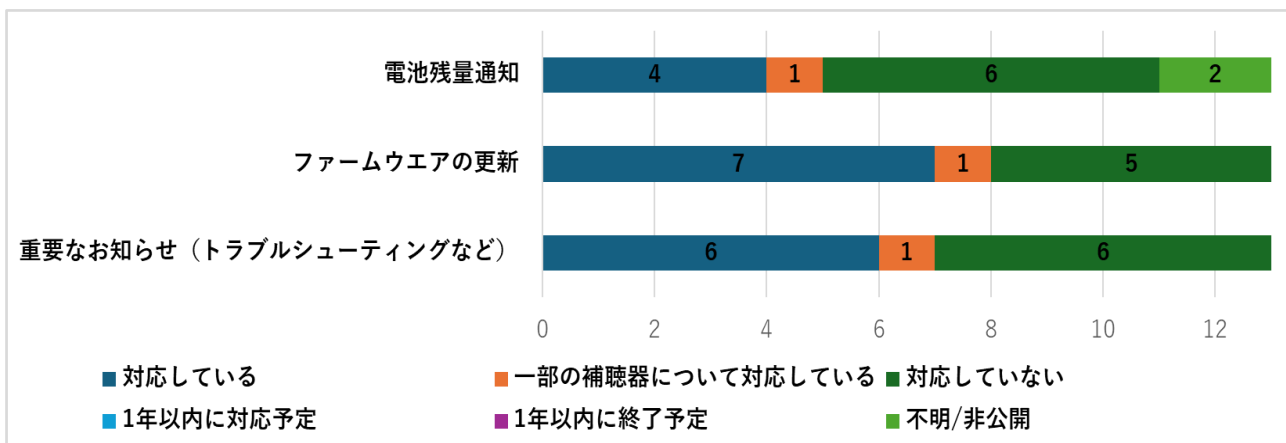


図 2-9 通知機能・メール

2-10 通話時の設定

補聴器のタップによる電話のオン/オフは、一部対応が8ブランドであった。スマートフォンとペアリングしている補聴器本体をタップすることで電話のオン/オフができる機能でありフィッティングソフトによって設定されるが、スマホアプリで設定や解除ができるものもある。通話の設定・着信音等では、一部対応を含め、8ブランドが対応している。

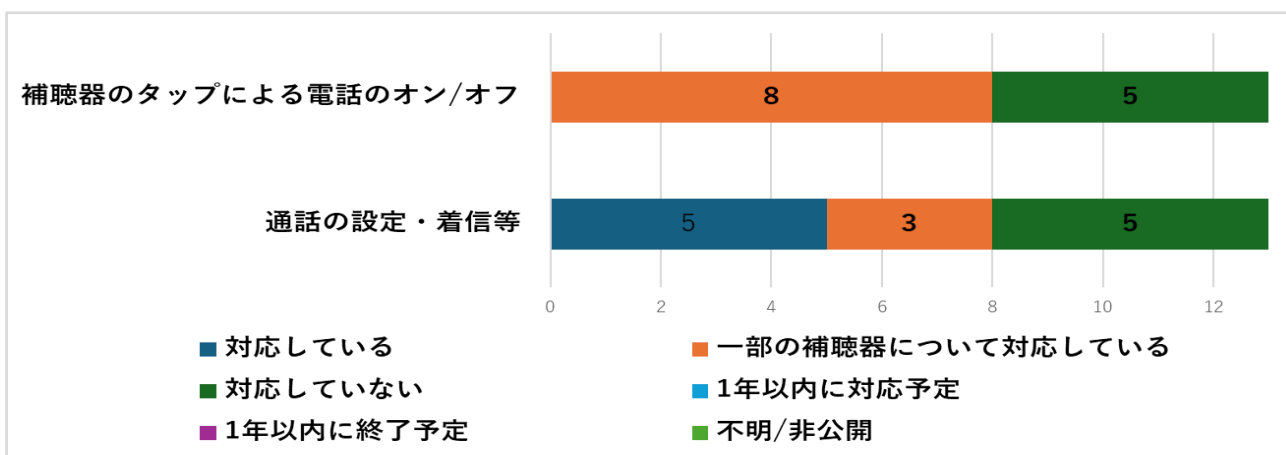


図 2-10 通話時の設定

2-11 補聴器を探す機能

補聴器の置忘れの防止のための機能である。外出先や自宅での紛失を防止するために活用できる。スマートフォンとのワイヤレスの最終接続位置を地図上で検索する機能と GPS で検索する方式がある。前者については、一部対応も含め 10ブランドが対応している。但し、置忘れや紛失場所を確実に知ることができる機能とまではいえないので装用者への説明は慎重に行う必要がある。

後者については対応しているのは1ブランドのみであった。

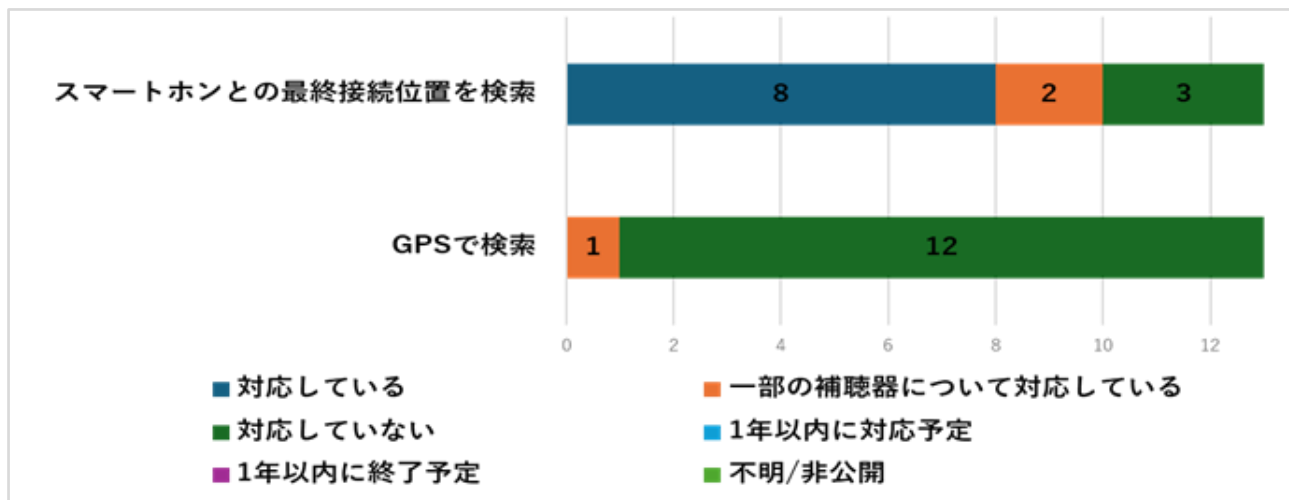


図 2-11 補聴器を探す機能

2-12 遠隔フィッティング/テレサポート機能の対応状況

リモートケアへの対応については、一部対応を含め 10 ブランドが対応している。リモートケアはスマートホンとペアリングした補聴器を遠隔でフィッティングソフトを用いて調整するシステムのことである。リモートケアの際の補助的な機能としてビデオ通話機能とチャット機能があるが、それぞれ 9 ブランド、7 ブランドが対応している。

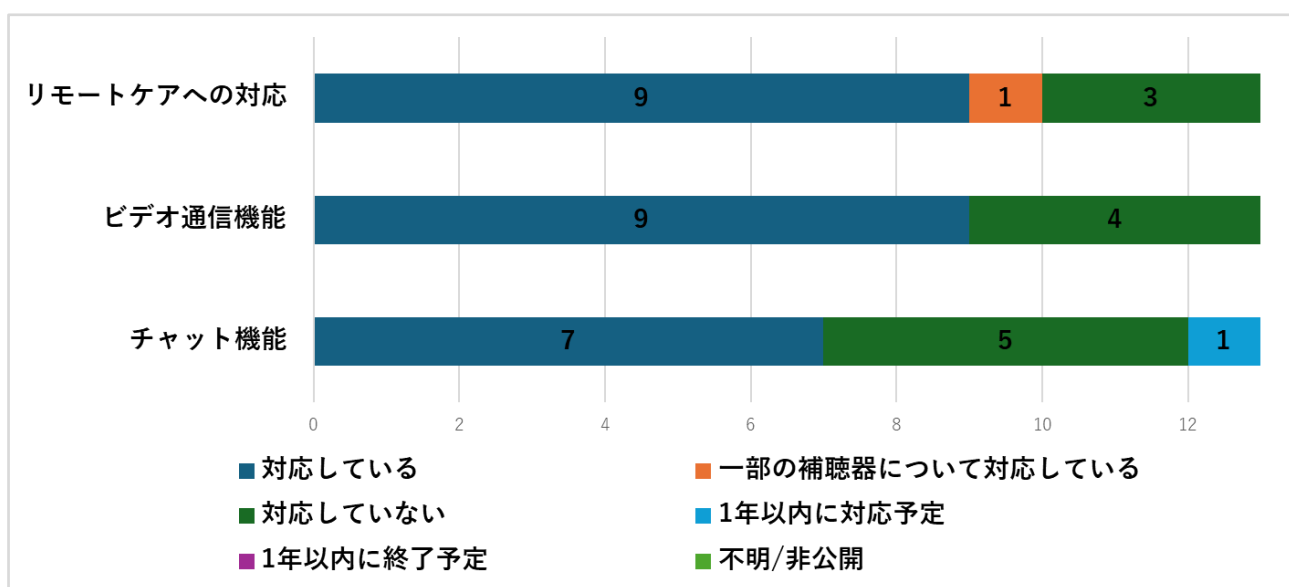


図 2-12 遠隔フィッティング/テレサポート機能の対応状況

2-13 画面のカスタマイズ

スマホアプリを使用する際のプライバシー保護や表示される文字のフォントの変更など

を行う機能である。のぞき見防止のダークモードに対応しているのは一部対応を含め 6 ブランドであった。画面のカスタマイズについては、一部対応を含め 6 ブランドが対応している。

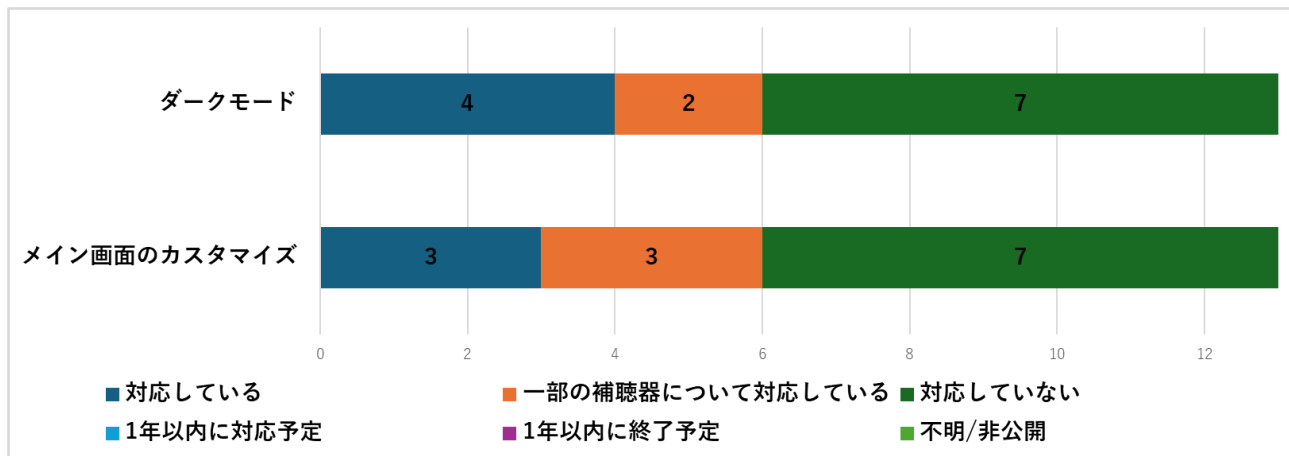


図 2-13 画面のカスタマイズ

2-14 アプリの活用状況・メーカー主観

ジャパントラック 2022 では補聴器の所有者のうちスマホアプリの装用者は 13%であったが、その中で満足している人は 76%と比較的高いものであった。各ブランドの主観であるが活用状況と利便性について調査した。活用状況では、非常に良く活用されているが 1、良く活用されているが 6、活用されているが 4、あまり活用されていないが 2 という回答であり 8 割以上のブランドで活用されているという好意的な印象を持っている。利便性については、非常に便利・便利・ふつうが、それぞれ 7、4、2 であった。

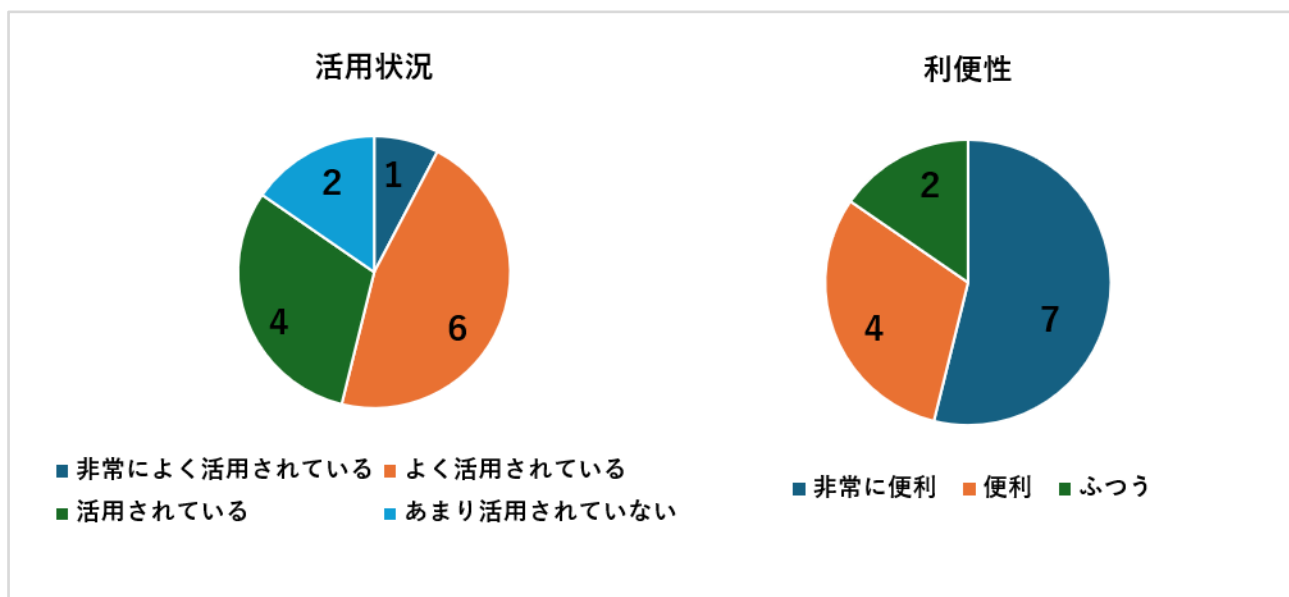


図 2-14 スマホアプリの活用状況・メーカー主観

2-15 耳鳴りサポート関連機能

耳鳴り対応機能については一部対応を含め 10 ブランドが対応している。専用のスマホアプリで耳鳴り緩和のための音量の変更等が可能である。耳鳴り治療は医師の指導の下行われるため装用者が任意に耳鳴り対応機能をオンにできないように、フィッティングソフトであらかじめ耳鳴り対応機能の設定をしない限りはスマホアプリが使用できないなどの対策が取られている。

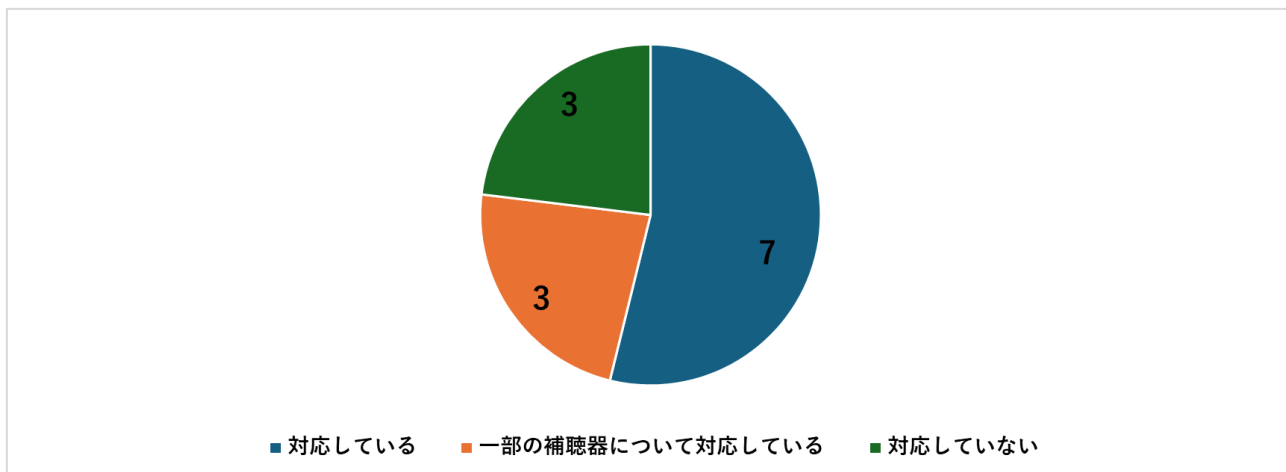


図 2-15 耳鳴り対応機能

2-16 その他のヘルスケア等

ヘルスケアに対応するスマホアプリには、歩数・距離・装用時間・装用環境を表示するものや、初めての補聴器装用者向けの「ダイアリー」を一部の器種で提供しているもの、装用者の家族への転倒通知機能、見守り機能などがあった。

2-17 まとめ

技術の進歩にともない小型化がすすみ、装用感や美観上のニーズにも対応できるようになってきたデジタル補聴器であるが、一方で補聴器本体のボリュームやプログラム切り替えスイッチの操作がそのサイズゆえに難しい、煩わしいという残念な側面もある。スマホアプリの活用によって、様々な機能の操作が手元でスマートホンの画面をみながらできるようになり利便性を高めている。補聴器の操作だけでなく装用時間や環境、歩行距離の計測などヘルスケアの観点からも機能が拡充されつつある。

3. 充電式補聴器の現状

近年、補聴器使用者の選択肢として充電式補聴器が挙げられる。使用者への利便性が考えられる一方、充電式補聴器の取扱いの注意点なども考えられたい。そのような中で、日本補

聴器工業会の正会員(11社)の現状について調査(2024年6月時点)を行ったのでその概要を報告する。

3-1 充電式補聴器の販売

調査により、日本補聴器工業会正会員(11社) 全社において充電式補聴器を販売している。補聴器タイプごとでは、耳かけ型(RIC)：10社、耳かけ型(従来タイプ)：9社、耳あな型：7社、ポケット型：1社となり使用者においては、どの形状においても充電式補聴器の選択肢があることが分かる。概ね2010年代半ば以降から日本市場への導入が開始されていることも分かった。

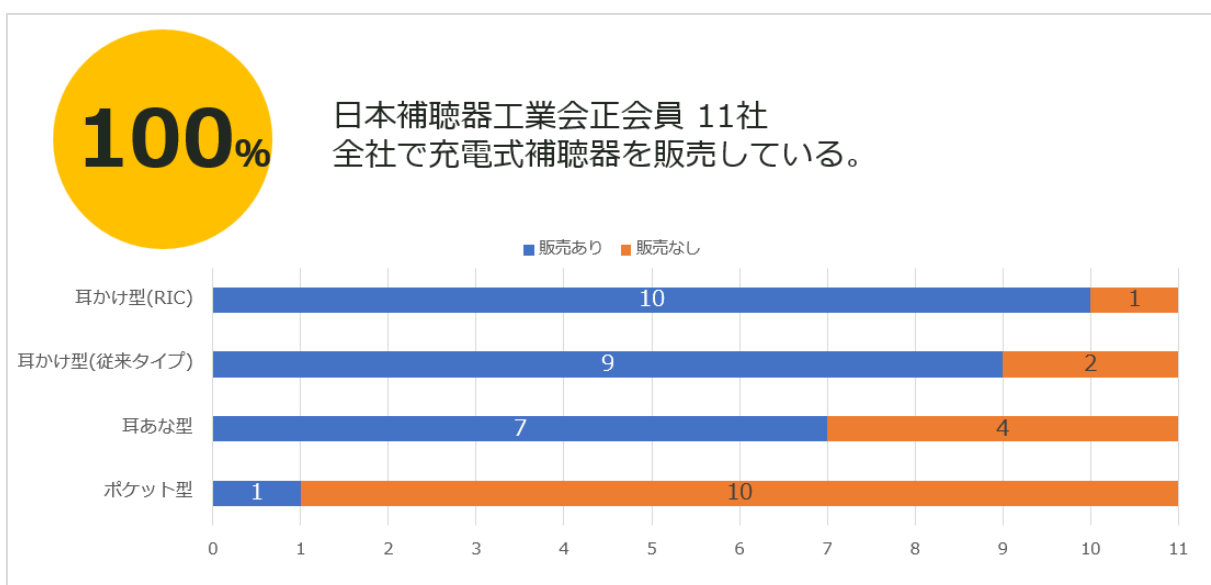


図 3-1a 充電式補聴器の販売

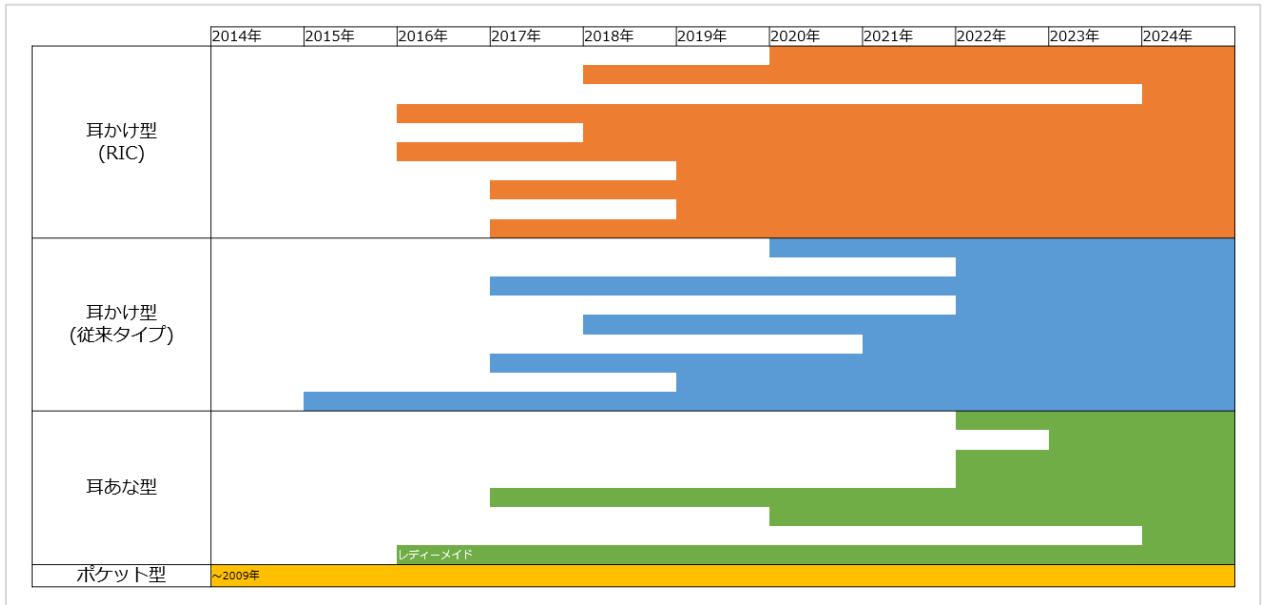


図 3-1b 日本市場における充電式補聴器の発売年(タイプごと)

3-2 充電式補聴器の普及について

日本補聴器工業会では2018年より充電器の出荷台数を集計している。こちらは充電式補聴器ではなく、充電器本体の出荷台数である。ジャパントラック 2022 の市場調査で求められた両耳率 45%を用いて充電式補聴器の出荷台数を推測した結果が以下である(充電器本体×1.45を推定の充電式補聴器台数とした)。

あくまで推測値となるが、2018年の総出荷台数 585,255 台に対して、充電式補聴器は 60,175 台の約 10%、2024年上期では総出荷台数 306,284 台に対して、充電式補聴器は 149,769 台、市場への出荷比率は 49%となった。充電器出荷台数からも分かる通り、市場への充電式補聴器の普及は伸びていることが分かる。

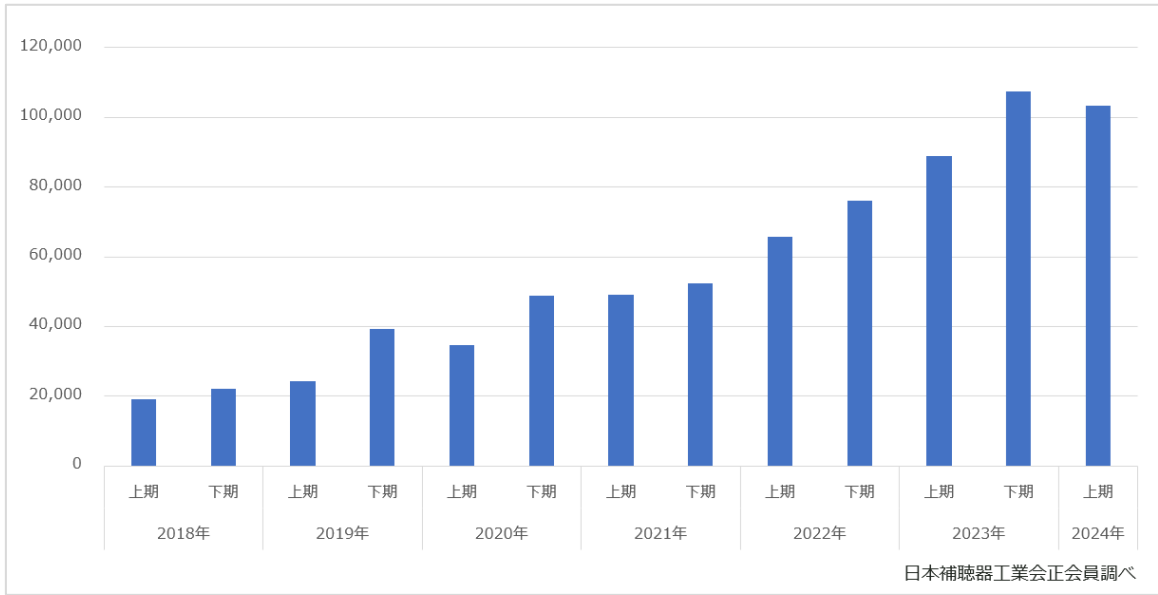


図 3-2a 充電器出荷台数

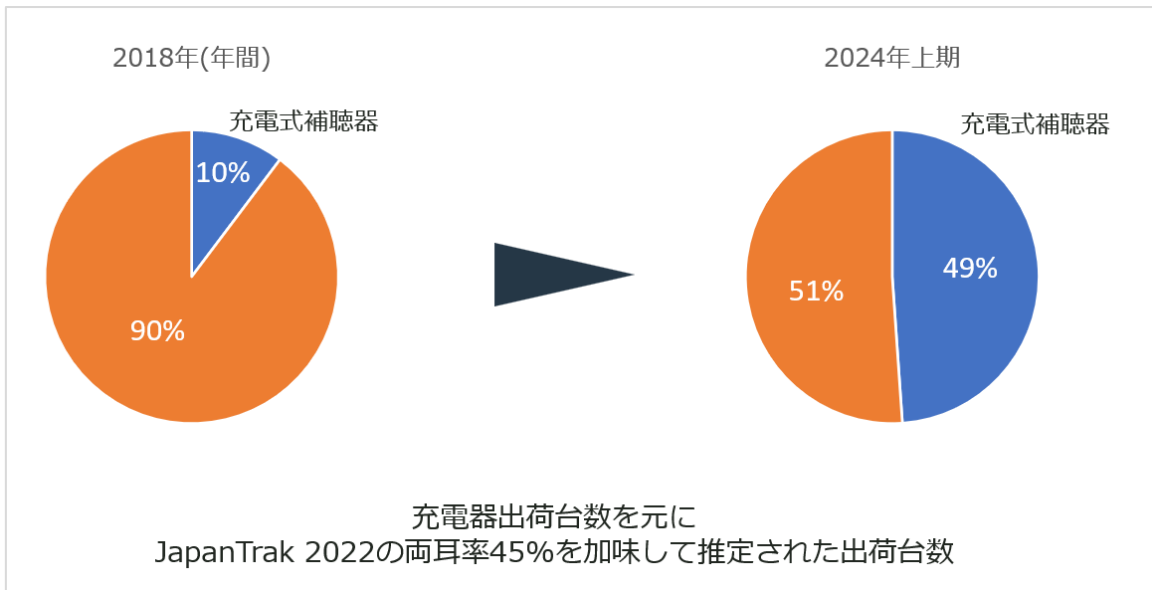


図 3-2b 充電式補聴器出荷台数の推移(推測)

3-3 一般的なリチウムイオン電池のメリット

現在発売されている充電式補聴器はリチウムイオン電池を採用されている(11社)。一般的なリチウムイオン電池の利点から考えるにあたり、小型化が求められる補聴器において、エネルギー密度が高く、継ぎ足し充電も可能、自己放電が少ないなど、補聴器に使用される電池としては優れていると考えられる。

▪ エネルギー密度が高い

現在実用化されている二次電池の中で最もエネルギー密度が高く、重量エネルギー密度および体積エネルギー密度は、ニッケル水素電池の1.5-2倍、鉛蓄電池については4-5倍であり、より小さくより軽くできます。

• 高い電圧

公称電圧(3.6-3.7 V)は、ニッケル水素電池の3倍、鉛蓄電池の1.5倍であり、高い電圧が必要な場合に直列につなぐ電池の使用本数を減らすことができるため、その分小さく軽くでき、機器設計上の利点となります。

• メモリー効果がない

浅い充電と放電を繰り返すことで電池自体の容量が減ってしまう現象（メモリー効果）がないため、いつでも継ぎ足し充電ができます。

• 自己放電が少ない

使わずに放っておくと少しずつ自然に放電してしまう自己放電は、ニッカド電池やニッケル水素電池に比べ 1/5 と格段に良いです。

• 寿命が長い

500回以上の充電サイクルに耐え、長期間使用することができます。

• 汎用性が高い

全体的な性能のバランスが良い（欠点が少ない）ため携帯電話から自動車まで様々な用途で利用されています。

• ワイヤレス充電に対応

充電ケーブルを使わずに充電するワイヤレス充電にも対応しています。

図 3-3 一般的なリチウムイオン電池のメリット

3-4 充電方式と充電器のケーブル

充電方式は、金属端子がある接触式と非接触式の2つの方式があり、モデルごとに異なる充電方式を採用していることもある。充電器のケーブルも同様にマイクロ B、USB タイプ C を採用されていることもあり、電源ケーブル一体型を採用している会社もあった(1社)。これらに関しては、各メーカーの取扱説明書を確認の上、正しい充電を行うことが必要となる。

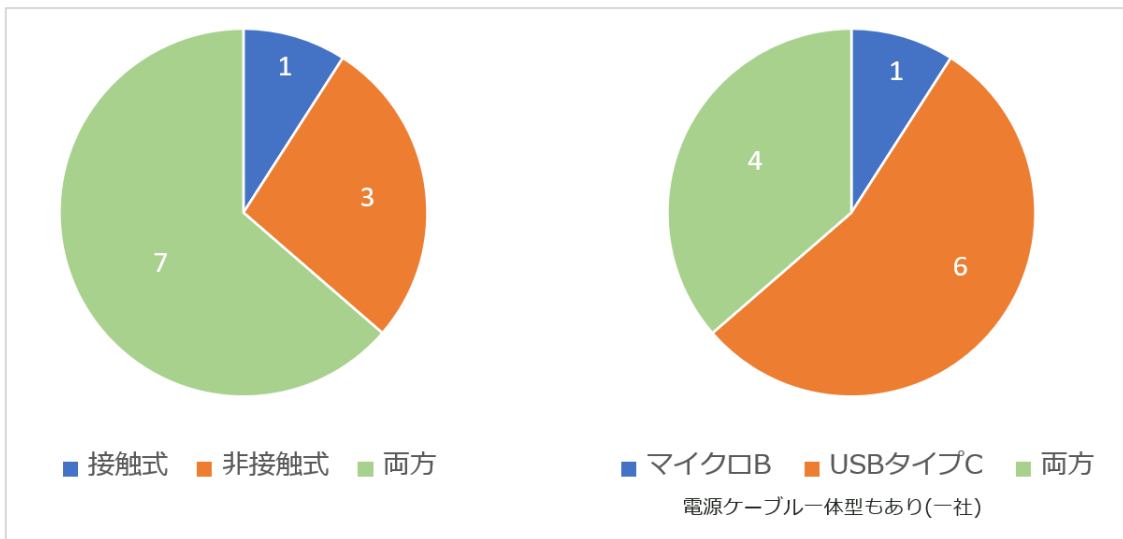


図 3-4 充電方式と充電器のケーブル

3-5 各モデルにおける充電時間と使用時間

充電式補聴器に各モデルが存在するのは前述の通りであるが、モデルごとに充電にかかる時間の集計を行った結果を箱ひげ図で表す。モデルごとにいくらかの差はあるものの平

均的に3~4時間で満充電できることが分かる。さらにモデルごとの使用時間も調査を行った。モデルごとに幅はあるが、平均的に25~28時間の使用時間となっており、使用者は1日を通しての補聴器使用ができると考えられる。

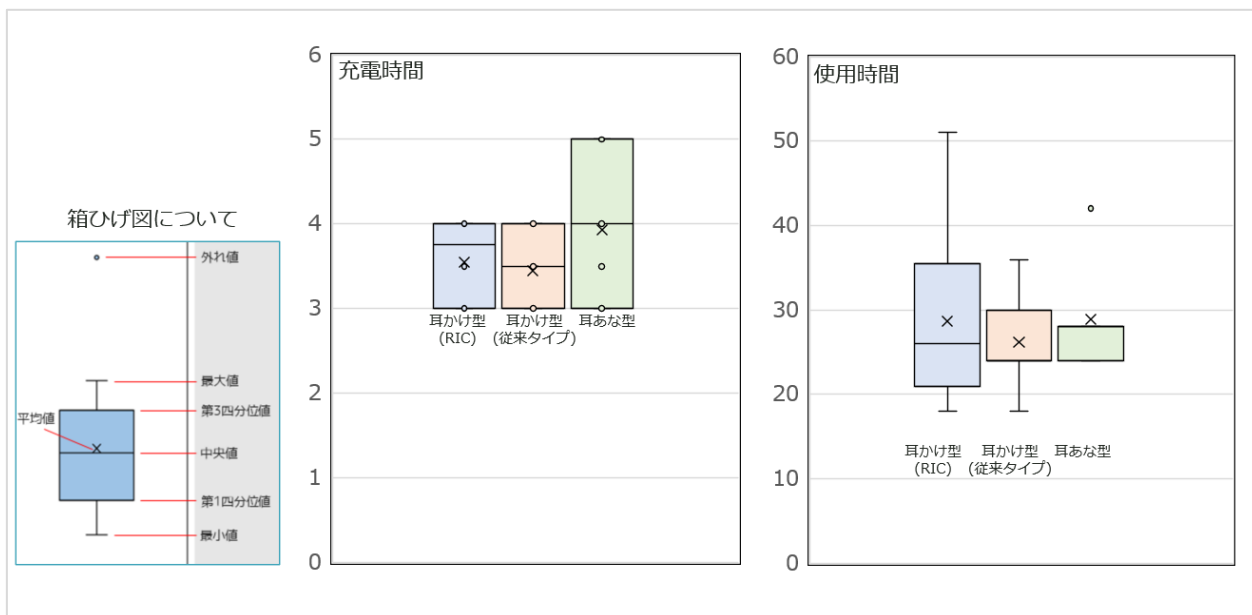


図 3-5 各モデルにおける充電時間と使用時間

3-6 充電池の寿命・推奨される交換時期 / 費用

各社、推奨される交換時期は異なるが、補聴器の耐用年数5年(厚生労働省 補装具の種目、購入等に要する費用の額の算定等に関する基準)として考えた際、耐用年数内での充電池交換は0回、ないしは1回が想定されていると考えられる。充電池交換に関わる費用は各社異なる。

一応4年 (充電回数 1500回 目安)	5年	2~3年	5年	6年	3年~5年 (器種による)
5年	3~5年	交換時期の 定めは無いが 1000回以上の 充電が可能	特になし	回答なし	

図 3-6a 充電池の寿命・推奨される交換時期

35,000円	10,000円	20,000円	22,000円 ～	35,000円 ～ 75,000円	40,000円
保証期間後 25,000円	24,000円	保証期間内：無償 3年目：20,000円 4年目：30,000円 5年目：40,000円 上記以外：65,000円	20,000円	16,500円 ～ 27,500円	

図 3-6b 充電電池交換にかかる費用

3-7 充電式補聴器の電池残量の確認方法

電池残量は、スマートホンのアプリ、補聴器のインジケーター、充電器のインジケーター、補聴器のアラーム、フィッティングソフトで確認をすることができる。空気電池式よりも電池残量を視認することが容易であるといえる。電池切れの際に、再充電を必要とする必要があるため、電池残量を確認することは重要である。

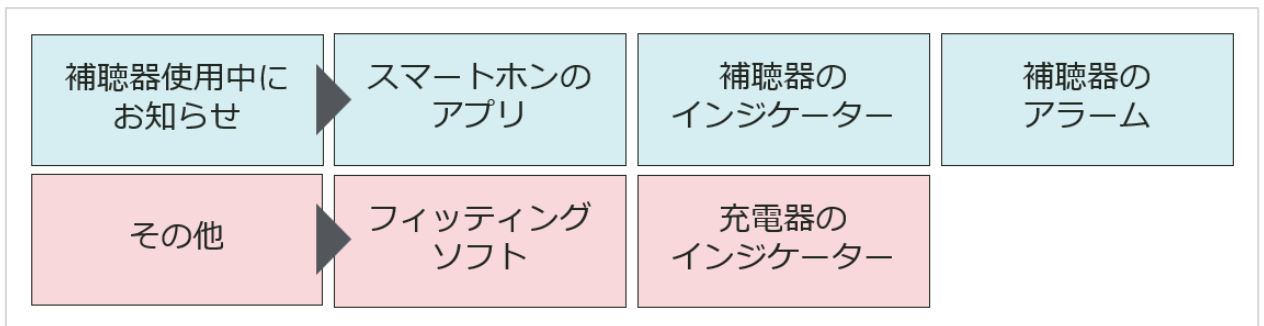


図 3-7 充電式補聴器の電池残量の確認方法

3-8 ご使用者における充電式補聴器のメリットとデメリット

全社、「電池の交換が不要」をメリットとして挙げた。高齢者の使用を想定した場合、空気電池の交換が難しいと考えられる背景があると思われる。一方、「充電を忘れると使用できない」といったデメリットも挙げられた。

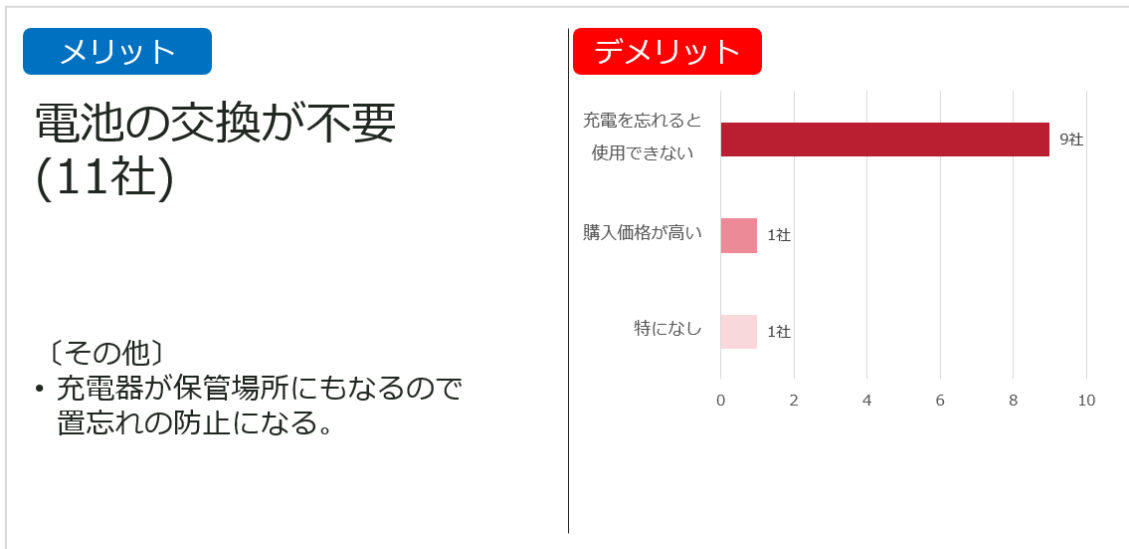


図 3-8 ご使用者における充電式補聴器のメリットとデメリット

3-9 充電式補聴器・充電器の価格

各社、性能・機能により幅のある価格帯となっている。

140,000円 ～ 610,000円	105,000円 ～ 580,000円	280,000円 ～ 600,000円	196,000円 ～ 668,000円	165,000円 ～ 585,000円	130,000円 ～ 590,000円
オープン プライス	130,000円 ～ 600,000円	130,000円 ～ 680,000円	140,000円	247,500円 ～ 650,000円	

図 3-9a 充電式補聴器 メーカー希望小売価格(一台当たり)

20,000円 ～ 33,000円	17,600円 ～ 33,000円	20,000円	12,606円 ～ 31,900円	19,800円 ～ 33,000円	44,000円
36,300円 ～ 48,510円	40,000円	11,000円 ～ 17,600円	充電器は本体 価格に含む (別売の場合は 20,000円)	基本同梱 (別売の場合は 25,300円)	

リチウムイオン電池内蔵型の充電器、コンパクト型充電器などもあり、各社、性能・機能によって価格帯に幅がある。

図 3-9b 充電器 メーカー希望小売価格(一台あたり)

3-10 充電式補聴器の取扱い注意点

下図に取り纏めた結果の通り、充電式補聴器の注意点としては第一に「過放電」が挙げられた。

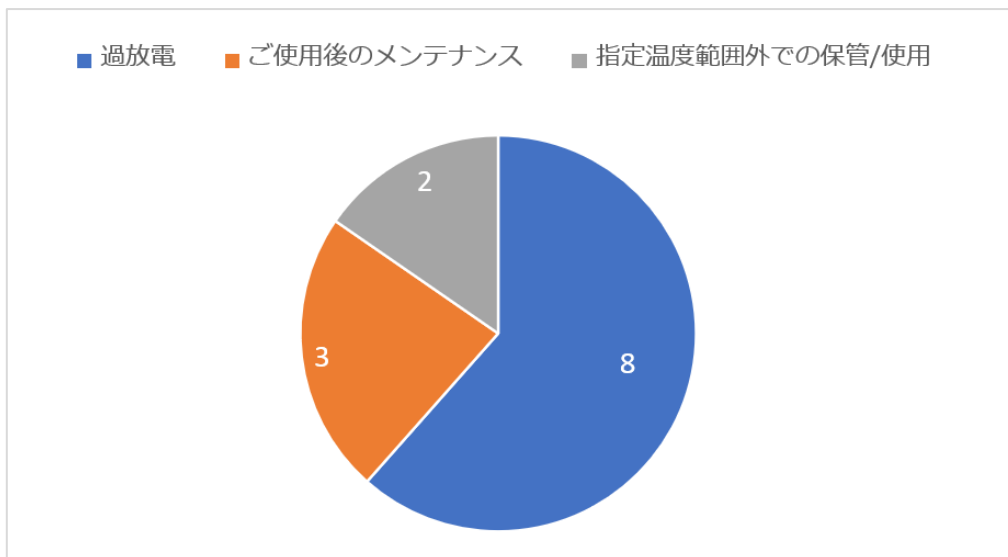


図 3-10 充電式補聴器の取扱い注意点

過放電とは、電池が切れた後、長期間にわたり充電をされずに放電が続く状態で起こり得る。過放電となると、リチウムイオン電池が劣化し本来の性能を得られなくなる。使わずにしまっておく(タンス補聴器)や、補聴器販売店での試聴器なども、定期的に充電を行い、充電をして保管することが推奨される。

また、一般的にリチウムイオン電池では充電・使用において指定温度範囲があり、締め切

った室内や炎天下の車内などは特に注意して頂くとともに、各補聴器の取扱説明書などにしたがった取扱いを行う必要がある。

また、「小型家電リサイクル法(使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律)」の「使用済み小型電子機器等の回収に係るガイドライン」で補聴器は特定対象品目に指定されている。不要になった補聴器はお住まいの自治体の指示に従って処理を行う。同様に、不要になった充電器(リチウムイオン電池搭載のもの)もお住まいの自治体の指示に従った処理が求められる。

3-11 充電式補聴器の長所とまとめ

各社が挙げた充電式補聴器の長所は以下の通り。いずれにしても使用者の利便性や操作性に配慮したものである。

- 取扱いが楽、故障も少ない
- 取扱いが簡単
- 一日中使える安心感、交換のわずらわしさ解消
- 充電式補聴器だけの機能がある
- 最小クラスの小ささ
- ポータブル充電器として使用できるモデルがあり、外出先でも活用しやすい
- 充電器にいたままで調整できる機能がある
- 特になし
- 操作が簡単
- 操作が簡単
- 長い使用時間、機種によっては一泊二日の旅行も心配なし

図 3-11a 各社 充電式補聴器の長所について

続いて、日本補聴器工業会が調査し、ホームページで公表されている市場調査ジャパントラック 2022「現在所有している補聴器の満足度」に注目されたい。4年ごとに調査が行われており、ジャパントラック 2018と比較した満足度増減率を確認することができる。特に「製品の特色」における満足度では「電池交換が簡単」「電池寿命」について10%~15%の満足度向上という結果となり、この4年間で充電式補聴器が使用者の満足度向上に大きく寄与したと推測して良いだろう。

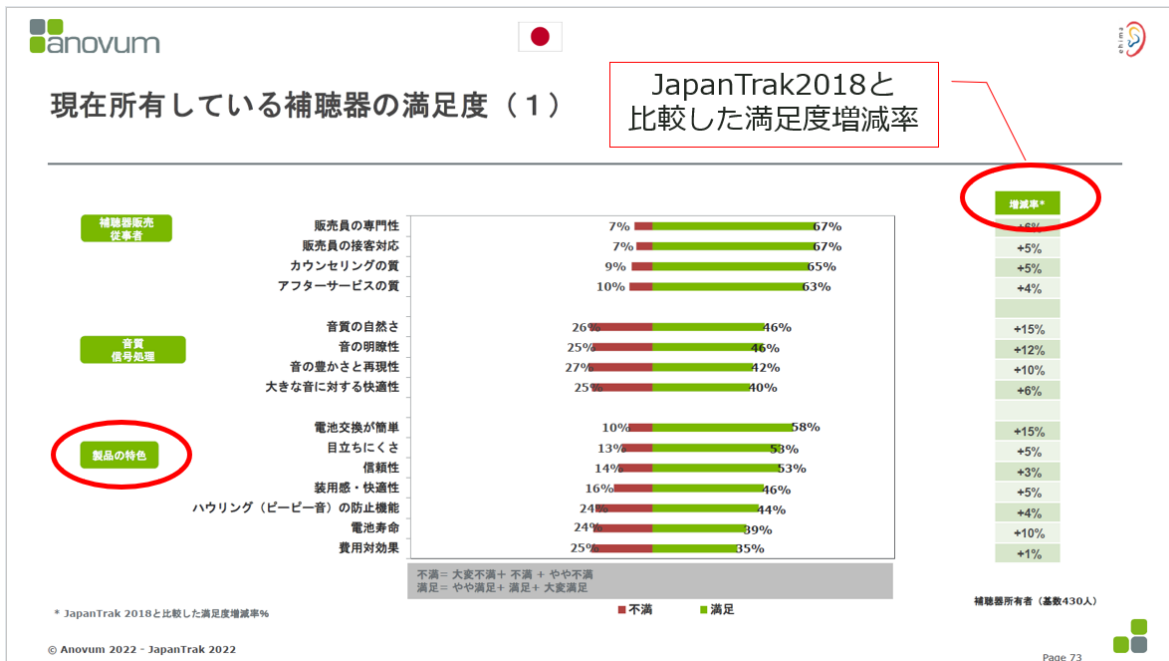


図 3-11b 現在所有している補聴器の満足度(1) ジャパントラック 2022 より

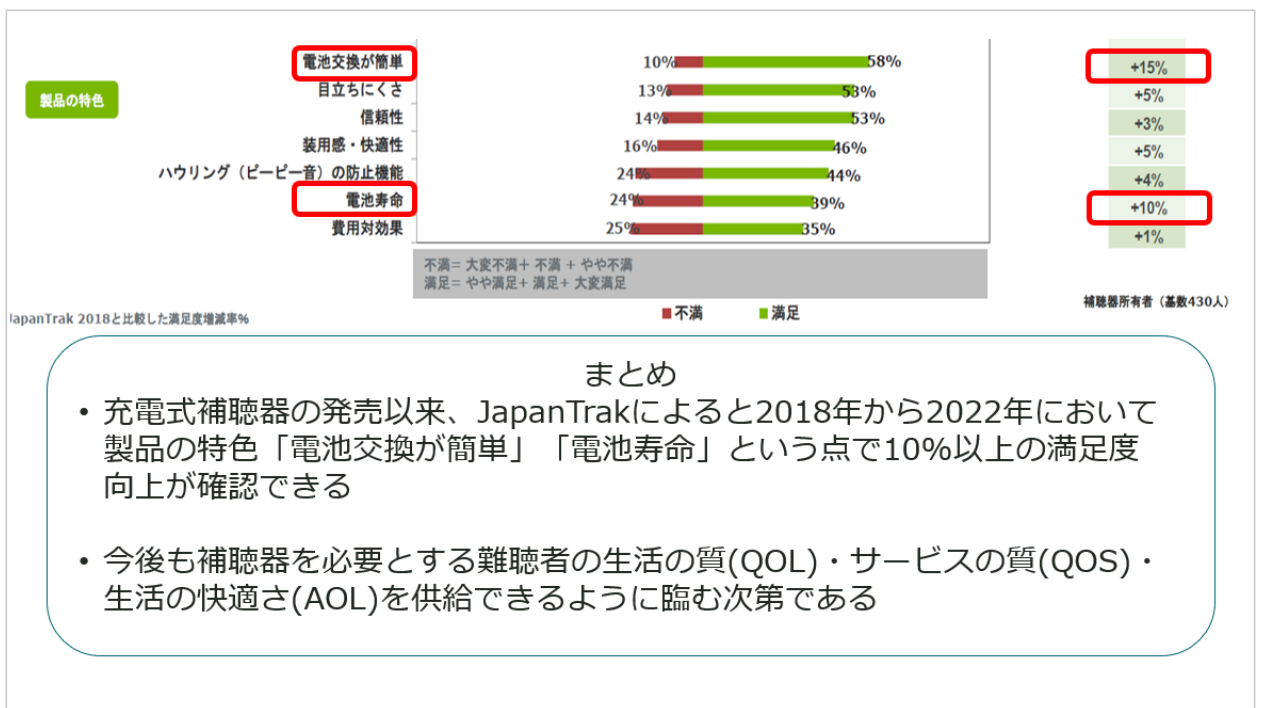


図 3-11c まとめ

これまでも補聴器には様々な技術が取り入れられてきたが、今後も補聴器を必要とされる難聴者の生活の質(QOL)、サービスの質(QOS)、生活の快適さ(AOL)のより向上のために、よりよい解決策の供給に努める次第である。

講演 1

補聴器を用いた聴覚リハビリテーションの考え方と実際

三瀬 和代

帝京大学医学部附属溝口病院 耳鼻咽喉科

はじめに

聴覚は人が音声言語によるコミュニケーションを行ううえで重要であり、聴覚障害の主体はコミュニケーションの問題である。補聴器は聴覚機能の制約を補う補装具の一つである。例えば足を失った人に、適合された義足を渡すだけで、いきなり日常生活動作ができるだろうか。歩行訓練をはじめ日常生活におけるあらゆる動作（ADL）訓練などのリハビリテーションを行う必要がある。同じように、難聴の人に調整された補聴器を渡すだけでは日常生活で有効活用することに困難をきたす場合がある。補聴器によって残存する聴覚機能を最大限活用できるようにしたうえで、日常・社会生活でのその人に最も適した実用的なコミュニケーションを目指す、能動的な訓練となる補聴器リハビリテーションが求められるはずである。現在、補聴器装用に対して聴覚リハビリテーションを行う医療機関が増えているが、考え方や方法はさまざまに確立されたものはない。本講演では、当院で行っている補聴器を用いた聴覚リハビリテーションの考え方と実際、その効果について紹介する。

補聴器聴覚リハビリテーションの必要性

補聴器は音を大きくすることが基本的機能であり、会話を最もよく理解できる大きさに聞かせることを目的とした機器である¹⁾。補聴器の効果的な使用に困難を感じる難聴者は、特に高齢者で多くみられる。感音難聴は内耳または聴神経の内部構造の機能不全に起因するが、補聴器が必要となる大半が内耳障害を主とした感音難聴者である。聴力が低下するだけでなく、補聴器装用の障壁となるさまざまな聴覚機能の変化をきたす。一つは、補充現象による音に対する過敏性²⁾や聴覚刺激の少ない状態への慣れ³⁾が生じることである。補聴器による音の増幅に対する耐性が低下するため、必要な利得の確保が難しくなる。

また、周波数・時間分解能が障害され、脳に伝達される電気信号の精度が低下する。語音明瞭度の低下である。必ずしも語音明瞭度は聴力レベルに依存しない。オーディオグラムの閾値から適切に補聴器を調整することで聴力の改善は得られるが、語音明瞭度の改善までは難しい。感音難聴者は補聴器によって聴力を補うことで物理的に音声は拾いやすくなるが、難聴がなかった時とは異なる、新規あるいは不完全な音情報を聴取することになる。殊に高

年齢難聴者では言語聴取に重要とされる聴覚情報処理能も低下するため、語音明瞭度から推測される以上に言語聴取能が低下している可能性がある。

聴覚リハビリテーションの第一段階は補聴器が適切に調整されることである。フィッティングには専門職による調整のみならず、導入カウンセリングや装用指導なども重要となる。さらに、補聴器の効果は個々の残存機能によって個人差があるため、聴覚機能が低下した症例に対しては、日常での受動的学習だけでなく、能動的な聴覚活用訓練の実施が求められる。

補聴器聴覚リハビリテーション

当院の聴覚リハビリテーションは、1.導入カウンセリング・装用指導、2.フィッティング、3.言語聴取・コミュニケーション訓練の3つを柱に行う。

1.導入カウンセリング・装用指導

補聴に取り組む心構えを促すために極めて重要であり、当院では耳鼻咽喉科医師および言語聴覚士がそれぞれ時間をかけて行っている。聴覚のメカニズムや難聴、補聴器の役割とその限界、聴覚刺激の増大による脳の変容、認知機能との関係、両耳装用が推奨される理由などについて詳細に説明する。

2.フィッティング

補聴器の調整では、いかに聞き取りと不快感のバランスをとるかが課題となる。当院では、増幅に対する脳の順応性を高める段階的調整と装用指導を行う宇都宮方式を踏襲している。補聴器の音量を聞き取りに十分な目標値の70%から開始し、3か月間、週1回のペースで徐々に大きくしていき、ことばを聞くために必要な音量に確実に到達できるように調整する手法で、非常に有用なフィッティング法である³⁾。

3.言語聴取・コミュニケーション訓練

補聴器によって聴力補償は可能であるが、聴覚機能を完全に回復させることは難しく、言語聴取能は残存する聴覚機能に依存する。補聴器調整の3か月間をどう有効に活用するかについて検討した結果が、聴覚活用訓練の併用である。当院では、言語聴取に困難が予想される聴覚機能が低下した症例に対して、3か月間、週1回、聴覚活用訓練を実施している。訓練の目的は、①完全ではない音情報を適切に再構築する聴覚情報処理能の向上、②場面に適したコミュニケーションストラテジーの習得である。この2点を同時に効率良く訓練できる方法として文章追唱法⁴⁾を採用した。

文章追唱法⁴⁾は話し手が一定のまとまりで文章を読み、聞き手がそれを追唱、さまざまな手段を用いて正しく追唱されるまで繰り返す、言語聴取の訓練法である。話し手と聞き手

がお互いに影響し合いながらことばのやりとりが行われ、実際のコミュニケーションに即している。提示条件の調整と組み合わせによって難易度を設定し、文章追唱訓練として系統化している⁵⁾。文章追唱訓練は、単音節・単語・文章・短文の言語学的単位における弁別・識別・理解という聴覚情報処理を行う聴能訓練とコミュニケーション訓練の特徴を併せ持つ。

文章追唱訓練の実際

言語聴覚士は患者と約 1 m 離れて相対する位置に座して訓練を行う。雑音負荷訓練では、「補聴器適合評価用 CD TY-89」に収録された音源より作製されたマルチトーカーノイズを使用する。言語聴覚士が①口形の有無、②発話明瞭度と発話速度、③声の大きさ、④背景雑音の有無・信号雑音比 (signal-noise ratio)、課題文章を読み上げる文節数を調整しながら提示する。セッションごとに聴取目標を設定し、聴取—理解—復唱し、その後、課題文章のテーマに関する談話へと展開する。課題文章は評価用と訓練用に分け、訓練ではセッションごとに異なる文章を用いる。

①口形の有無：聴覚情報に注意・集中し、聴覚のみでの判断を促すため、基本的には「口形なし」で行う。難しい場合には口元を見るなど視覚情報の活用を促す。

②発話明瞭度と発話速度：明瞭かつ緩徐に提示するパターンと通常会話を想定したパターンのいずれかで提示する。

③声の大きさ、④雑音の有無・信号雑音比 (signal-noise ratio)：聴取困難な環境を再現することによってトップダウン処理の活用を図る。マルチトーカーノイズはスピーカーから患者の耳元に 60 dB (A) あるいは 65dB (A) で届くように設定して行う。

文章追唱訓練による機能訓練後に、より実践的なコミュニケーションとしてフリートークを実施する。文章追唱訓練前に内容やことばを記憶するように教示しておき、訓練後に内容確認などテーマに関した会話を実践する。補聴が可能な一側性難聴例には、患側の聴覚機能を高めることを目的に健側を遮蔽した状態で同訓練を実施する。

文章追唱訓練の効果

1) 言語聴取能の変化

文章追唱法⁴⁾は追唱率 (文節数/分) によって言語聴取能の評価が可能である。補聴器の特性変更は行わずに、3 か月間、文章追唱訓練のみ実施した症例を対象に、追唱率を用いて言語聴取能に対する文章追唱訓練の効果を検討した。追唱率評価は訓練開始時と終了時に、雑音あり/なしの 2 条件下で、提示の大きさは 65~70dB (A) 程度に、可能な限り訓

練前後で条件を統一して行った。雑音あり条件では訓練と同様にマルチトーカーノイズ 60dB (A) を負荷して実施した。図 1 に示す通り、雑音あり／なし条件ともに統計学的に有意な改善を認め、文章追唱訓練によって言語聴取能は向上することが示唆された。

当院ではフィッティングと並行して文章追唱訓練を実施する症例が多い。これらの症例でも追唱率にて検討したところ、雑音あり／なし条件ともに統計学的に有意な改善を認めた。本結果が示すのは補聴器の調整効果を含めた改善である。さらに、経時的に追唱率を追跡したところ、追唱率の改善は訓練終了から 3 か月後および 9 か月後も維持される傾向がみられた (図 2)。文章追唱訓練は言語学的情報や文脈的情報を駆使したトップダウン処理を強化して言語理解の改善を図る訓練になると考えている。

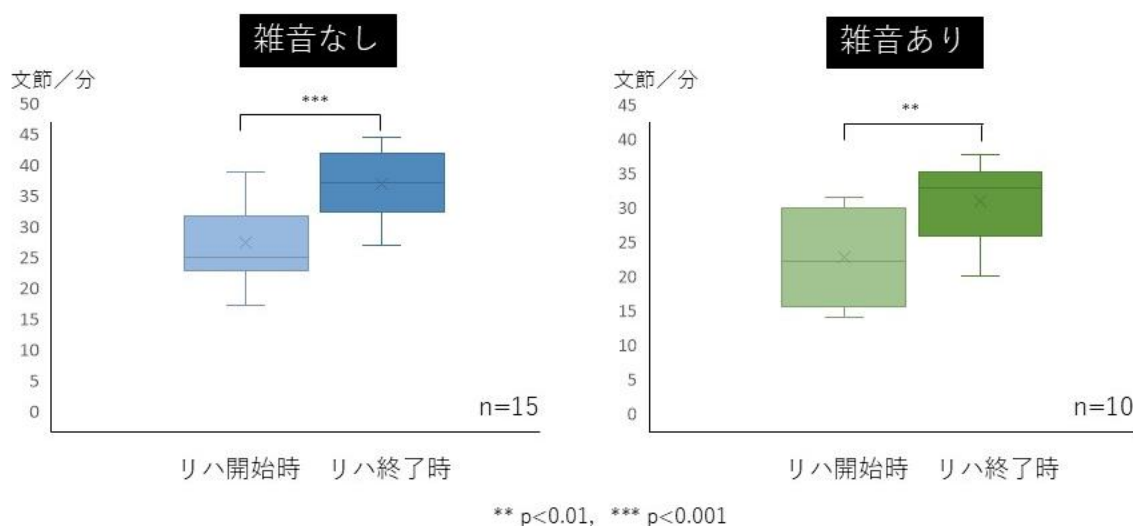


図1 文章追唱訓練単独による追唱率の変化

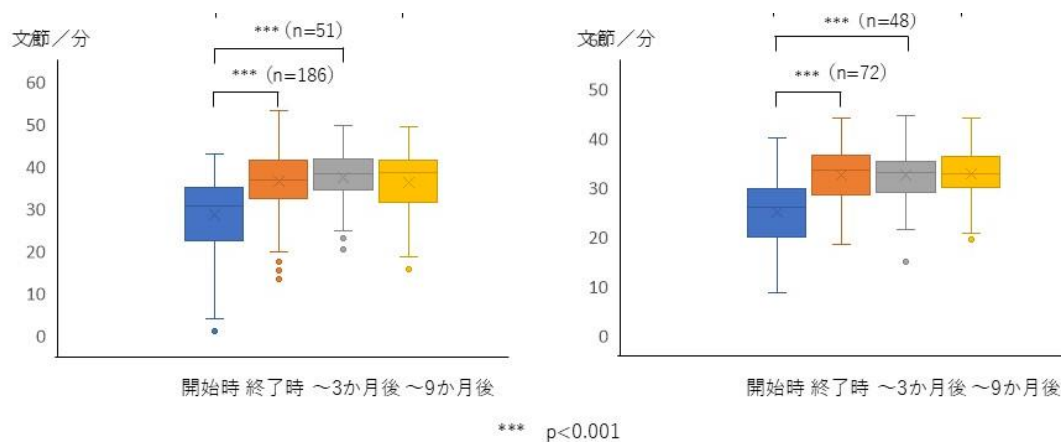


図2 フィッティングと文章追唱訓練併用による追唱率の変化

2) 注意・ワーキングメモリへの効果

言語聴取には認知処理速度、注意やワーキングメモリが関与しており、これらの機能は聴力損失によって生じるギャップを効果的に埋める可能性を有する。文章追唱訓練は言語聴取能だけでなく、注意・ワーキングメモリにも影響するのだろうか。標準注意検査法（CAT：Clinical Assessment for Attention）の下位検査項目である記憶更新検査（Memory Updating Test）は聴覚性注意の分配や変換が反映され、ワーキングメモリの負荷が大きく難易度の高い課題である。記憶更新検査の正答率は訓練開始時の追唱率と高い相関関係を認め、正答率は文章追唱訓練によって有意な改善が得られた⁶⁾。追唱率は注意やワーキングメモリと強く関係しており、文章追唱訓練は注意・ワーキングメモリに対する訓練にもなることが示唆された。

まとめ

文章追唱訓練を併用する聴覚リハビリテーションは、言語聴取能や注意・ワーキングメモリの改善が得られることがわかった。文章追唱訓練は補聴器調整の都度、言語聴取にどう反映されるかを即座に経験学習できる場を提供できる。実践的コミュニケーションに展開することも可能であり、コミュニケーションの楽しさ・意欲・自信の高まり、活動性や社会参加の意欲向上にも繋がる⁶⁾。補聴器は会話を最もよく理解できる大きさに調整して常用できるようにすることに難しさがあるため、まずは補聴器の調整に対するリハビリテーションが必要となる。しかし、もう一段階進めて、言語聴覚士だからこそ実施できる補聴支援の一つとして、聴覚機能の低下した補聴器装用者に対する言語聴取能やコミュニケーション能を高めるための聴覚リハビリテーションの実施も重要であると考えられた。

参考文献

- 1) 小寺一興：改訂第3版 補聴器フィッティングの考え方. 診断と治療社, 東京, 2010
- 2) 柘植勇人, 他：耳鳴り補聴からの難聴者の補聴器フィッティングへの活用—装用途中の「聴覚過敏の壁」対策と補聴の効率化—. *Audiology Japan* 61 : 428, 2018
- 3) 新田清一：補聴器による聴覚リハビリテーション. *日耳鼻* 123 : 1409-1411, 2020
- 4) De Filippo CL, Scott BL: A method for training and evaluating the reception of ongoing speech. *J Acoust Soc Am* 63 ; 1186-1192, 1978
- 5) 三瀬和代, 他：補聴器装用における文章追唱訓練を加えた聴覚リハビリテーションの有用性. *Audiology Japan* 62 : 59-67, 2019
- 6) 三瀬和代, 他：高齢難聴者の健康づくりを支える補聴器聴覚リハビリテーション.

Audiology Japan 66 : 523-529, 2023

講演 2

軟骨伝導補聴器フィッティングの実際

森本 千裕¹⁾, 西村 忠己^{1) 2)}, 細井 裕司³⁾, 北原 糺^{1) 2)}

- 1) 奈良県立医科大学 耳鼻咽喉・頭頸部外科
- 2) 奈良県立医科大学附属病院めまい・難聴センター
- 3) 奈良県立医科大学 MBT 研究所

はじめに

軟骨伝導補聴器は本邦で研究開発され、2017 年に市販開始された新しい補聴器である。既存の気導や骨導補聴器とは異なる聴覚的特徴を有し、外耳道閉鎖症などの気導補聴器の装用が困難または効果が得にくい症例を中心にフィッティングが行われることが多い。しかし新しい補聴器であるため、その適応やフィッティングについては広く知られていない。本研究では軟骨伝導補聴器の概要、適応聴力、フィッティング方法や、購入時に得られる公的支援について解説する。

【1】 軟骨伝導補聴器の概要

軟骨伝導とは、気導・骨導とは異なる第3の聴覚経路であり、**図1**に示すように①直接気導経路、②軟骨気導経路、③軟骨骨導経路が影響しており、それぞれの経路の寄与度は耳介や外耳道の解剖学的な構造の違いにより変化する¹⁾。軟骨伝導補聴器(**図2**)は軟骨伝導の特性を用いた補聴器で、振動子を軟骨に接触させて音を伝える。

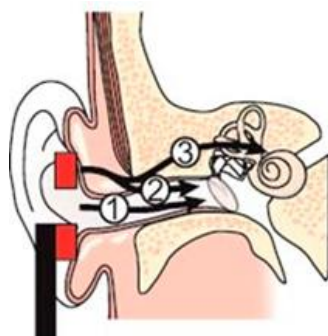


図1 軟骨伝導の聴覚経路



図2 軟骨伝導補聴器

Morimoto C, et al. J Rehabil Res Dev. 2014;51:325-32 より改変

形状

軟骨伝導補聴器の形状は、小型の耳かけ型気導補聴器と類似しており、補聴器本体部とコード、質量 1.4 g の振動子からなる。本体と振動子がワイヤでつながっている。振動子を耳軟骨に接触させることで音を伝える。

型式

2017年11月から2021年3月まではHB-J1CCが販売されていたが現在は取り扱いが終了している。2022年5月以降はHB-A2CCのみが販売されている。前モデルにチャイルドロック機能、ワイヤレス対応でスマートフォンとの連携機能、マルチメモリ機能（4メモリ）が追加された。

【2】 適応疾患

基本的に軟骨伝導補聴器に適応疾患の制限はない。装用が可能で装用効果が得られれば、適応になると判断できる。特に気導補聴器の装用が困難もしくは装用効果が得にくい症例、例えば耳介や外耳道に解剖的な問題がある症例や、慢性耳漏のある症例などが良い適応となる²⁾。一方、気導補聴器が装用可能な症例では、費用などの面から軟骨伝導補聴器が第1選択とはならないことが多い。

【3】 適応聴力

軟骨伝導は新しい音の伝導経路であるため、軟骨伝導の規格は定まっておらず、気導や骨導閾値と同じように軟骨伝導閾値を測定することは出来ないので、正確な適応聴力を定める事は難しい。文献²⁾によると、軟骨伝導補聴器の対応可能な聴力を気導もしくは骨導閾値で示すと図3のようになる。疾患を問わず気導聴力で50~70dB以内、骨導聴力で30~40dB以内であれば装用効果が得られると考えられる。さらに非骨性の外耳道閉鎖症では中低音域での装用効果が高く、骨導聴力で40~60dB以内が適応範囲と考えられる。なおこの適応聴力範囲はあくまで推定値であり、さまざまな誤差が含まれる。

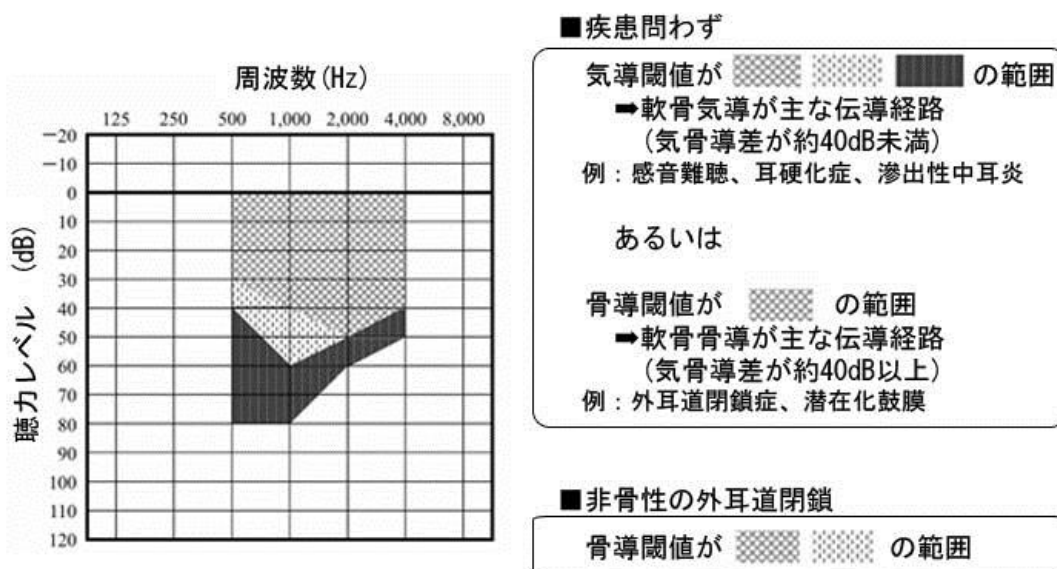


図3 軟骨伝導補聴器の適応聴力

西村忠己. 日耳鼻 2023;126:1-6より引用

【4】 フィッティング方法

症例に応じた振動子の形状の選択

軟骨伝導補聴器の装用者は小耳症、外耳道閉鎖症が多く、外耳の形状には個人差が大きく症例に応じた振動子やワイヤの長さを選択する必要がある。振動子の形状により単体タイプ・イヤチップ埋め込みタイプ・イヤチップ貼り付けタイプの3タイプに分類される(図4)。

① 単体タイプ

テープで固定するためどのような耳でも装用可能である。耳型の採取は不要である。

② イヤチップ埋め込みタイプ

振動子がイヤチップの中に組み込まれている。作成には、耳型採取が必要である。振動子を組み込むことができるスペースが耳甲介腔にある時に選択する。

③ イヤチップ貼り付けタイプ

振動子はイヤチップの表面に貼り付けて固定されている。作成には耳型採取が必要である。振動子を組み込むことができるスペースが耳甲介腔にない時などに選択する。

図4



フィッティングの手順

外耳の形状に合わせた補聴器作成のために、具体的には以下の手順を行う。

1. 写真撮影

外耳の形状についての情報を、補聴器の製作現場と共有するために外耳の状態を撮影する。振動子の固定部位やワイヤの走行、補聴器の固定方法を決定するときに重要な情報となる。外観が立体的に分かるように前方、側方、後方など複数個所からの撮影を行う。

2. ワイヤの長さの計測

軟骨伝導補聴器の本体と振動子をつなぐワイヤの長さを決定する。専用ゲージを用いて計測し、適切な長さを選択する。

3. 耳型採取

イヤチップ埋め込み・貼り付けタイプの振動子を使用するときは耳型の採取を行う必要がある。

4. 発注

画像データ、採取した耳型を添付し注文用紙にケースカラー・振動子ユニットのタイプ・ワイヤ取付位置・ワイヤの長さを記載し発注する。補聴器の完成までは約2週間を要する。

5. 完成した補聴器の調整

完成した補聴器が十分な効果を発揮するためには、音質調整の前にワイヤの走行の調整が必要である。ワイヤに不要な力が掛かると振動の伝わりに悪影響を及ぼしたり、ハウリングの原因となる。

ワイヤの走行を調整し、適切に装着できることを確認したのちに音質調整を行う。過去の報告と比較して装着効果が不十分な場合、ハウリングがコントロールできない場合は固定方法に問題がある可能性がある。

【5】 補聴器の固定方法による装着継続率の違い

両外耳道の形状を両閉鎖群、閉鎖非閉鎖群、片閉鎖群、両耳漏群、両非閉鎖群、片閉鎖群の6群に分けて、各固定方法の装着継続率を検討した結果を図5に示す³⁾。非閉鎖例での装着継続率は、単体タイプの振動子が著明に悪く、作成が可能な例ではイヤチップを作成したのちに試聴することが勧められる。

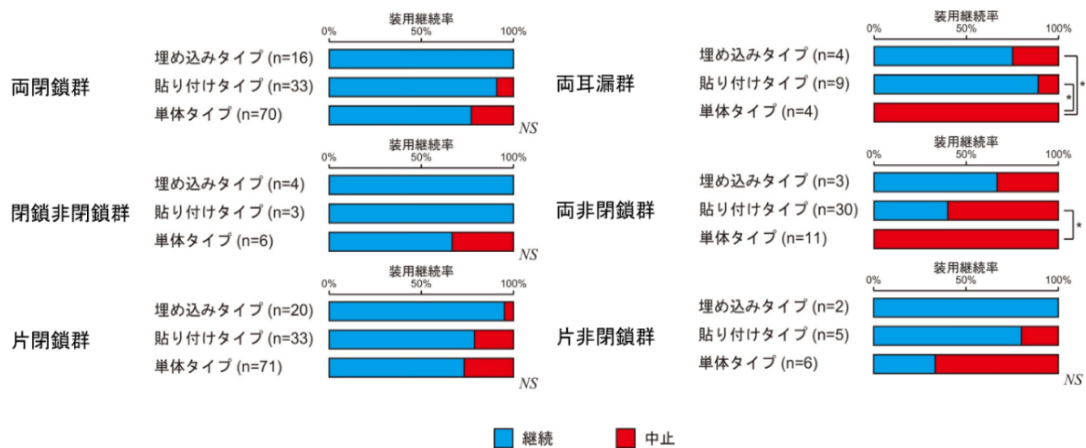


図5 外耳道の形状別にみた補聴器の装着継続率

Nishimura T, et al. J Am Acad Audiol 2022;33:14-22より改変

【6】 装用効果

軟骨伝導補聴器の装用効果は、外耳道閉鎖症においては既存の骨導補聴器と同等以上である（図6）。過去の報告⁴⁾などと比較して装用効果が悪い場合は、振動子の固定方法などを見直す必要がある。

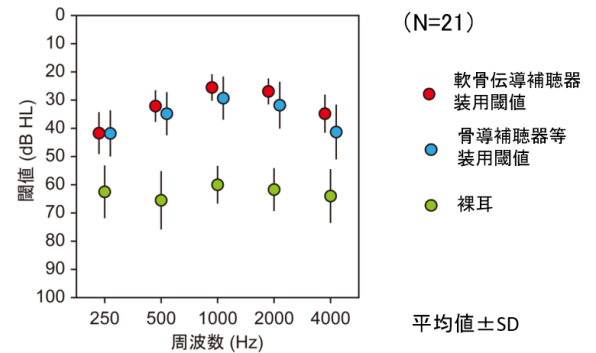


図6 両外耳道閉鎖症での装用閾値の比較
(気導・骨導補聴器・BAHA と軟骨伝導補聴器)

Nishimura T, et al. Otol Neurotol. 2018;39:65-72 より改変

【7】 購入時に得られる公的な支援

現在購入可能である軟骨伝導補聴器 HB-A2CC の価格は、一側の場合 37 万円、両側の場合 63 万円である。子ども価格の設定があり、20 歳以下であれば半額の一側 18 万 5 千円となる。

軟骨伝導補聴器の購入で利用可能な福祉制度としては、身体障害者手帳を取得している場合は補装具支給制度の特例補装具として支給される可能性がある。厚生労働省社会・援護局障害保健福祉部企画課自立支援振興室障害者支援機器係から補装具支給に関わる事務連絡が 2019 年 8 月 8 日付で発表され、「気導式補聴器、骨導式補聴器のいずれにおいても補聴効果が期待できず、軟骨伝導補聴器が間違いなく適合することが認められる場合は、補装具費基準告示に規定する基準額との差額自己負担として対応するのではなく、特例補装具として支給決定して差し支えない」との見解が示された。

また軽・中度難聴児に対する補聴器助成制度では各都道府県で支給基準は異なるものの、購入時に利用可能な場合があるため、各市町村に確認が必要である。

【参考文献】

- 1) Morimoto G, Nishimura T, Hosoi H, et al. Sound transmission by cartilage conduction in ear with fibrotic aural atresia. *J Rehabil Res Dev.* 2014;51:325-32.
- 2) 西村忠己: 軟骨伝導補聴器の適応疾患と適応聴力. *日耳鼻.* 2023;126:1-6.
- 3) Nishimura T, Hosoi H, Sugiuchi T, et al : Factors influencing the purchase rate of cartilage conduction hearing aids. *J Am Acad Audiol* 2022;33:14-22.
- 4) Nishimura T, Hosoi H, Saito O, Shimokura R, et al. Cartilage Conduction Hearing Aids for Severe Conduction Hearing Loss. *Otol Neurotol.* 2018;39:65-72.