

6) 高齢者にたいする聴覚リハビリテーション

IX. おわりに

謝辞

研究協力者一覧

研究委託施設

X. 巻末資料

1. 試聴の記録

2. 試聴の記録と対策

3. きこえについての質問紙2002 (装用前)

4. きこえについての質問紙2002 (装用後)

I. 緒言 (岡本牧人)

平成12年4月に健康保険法が改定され、補聴器適合検査が新設された。補聴器適合のために行うべき検査については種々あり、どの検査をどのように行うかは厳密に規定されているわけではない。

我々は厚生科学研究費の補助を得て、補聴器装用に関する研究を行い、我が国における補聴器適合の方法についてここに一つのガイドラインを提示した。本ガイドラインは補聴器装用に関するミニマムリクワイアメントを示すものであり、補聴器装用に関して共通かつ一定のレベルが確保されることを期待している。補聴器適合は、資格のある耳鼻咽喉科医のみならず、一般耳鼻咽喉科医、言語聴覚士、認定補聴器技能者、補聴器販売業者も行っていることから、このガイドラインは業種を超えて共通の認識ができるようにとの願いも込められている。ただし、これは一つの方法であり、この方法を唯一絶対的のものとして強要するものではない。

こうした動きはアメリカではすでに成人難聴者向けにASHAがガイドラインを出している。本ガイドラインは我が国の耳鼻咽喉科医を第一の対象としたので多少趣を異にしている。

ガイドライン作成に当たっては、できるだけエビデンスに基づくよう心掛けたが、学問的にまだ一定の結論が出ていない項目や最新の機種に関する評価等についてはエビデンスが十分でなく、総論・概説に終始しているところもある。今後、エビデンスを重ねるとともに関係各位のご助言を得て、さらに内容を充実していきたいと考えている。

なお、補聴器を装用する人は耳鼻咽喉科医にとっては患者であるが、補聴器販売店にとっては顧客である。クライアントという呼び方もあるが、ここでは患者という表現を用いた。

参考文献

ASHA Ad Hoc Committee on Hearing Aid Selection and fitting: Guidelines for hearing aid fitting for adults. American Journal of Audiology 7: 5-13. 1998.

II. 背景 (大沼直紀、廣田栄子)

高齢になるにつれ聴覚の低下がみられることは一般によく知られているが、テレビの音量が大きすぎて周囲が迷惑を蒙る、家族との音声コミュニケーションに困難をきたすなどの状況が顕著になるまで、適切な情報補償や対応がなされないままになることも多い。聞こえの障害は客観的にも主観的にも認識されにくいので、聴覚補償の対策に遅れを生じやすい。聞こえの問題を自己認識させる機会をどのように設けるかが課題である。

加齢により徐々に聴覚が低下した場合や、なんらかの原因によって聴覚が低下し、難聴が永続する場合には、コミュニケーションに支障をきたすなど、これまでの家庭・地域社会・職場生活を継続することが困難な事態に至ることも少なくない。また、聴覚障害によって環境音や会話音の聴取が妨げられると家庭や地域・職場などのコミュニティーからの

孤立感が高まるなど社会心理学的な影響も予測される。従って、難聴者に対しては必要に応じて早期から補聴器装用や補聴支援機器を積極的に検討し、難聴者のQOLを念頭においた聴覚リハビリテーションが必要であるといえる。

しかし、難聴者の聴取能力については個人差が大きく、補聴器の処方・指導のさいには難聴程度、聴力型、難聴の種類、語音知覚能力、聴取環境など個別条件を評価し、各種調整・選択を行うことが必要である。さらに、調整や補聴器型の選択・効果判定については、聴取環境を検討して、定量的・定性的評価を用いて根拠の明確な医療(EBM: Evidence based medicine)をおこなうことが要請されている。これまでわが国においても各種評価法や検査条件の開発が行われてきたが診療施設間で評価情報を共有し、資料の交換を容易にするためには標準的な臨床評価法の開発が必要といえる。

一方、高齢者では、純音聴力域値が同一であっても語音聴取能力、騒音や反響条件による明瞭度への影響、音方向知覚などが若年層と比べて、低下している例が観察され、実際の補聴効果の検討には、検査語表・検査条件・騒音負荷条件など複数要因による語音認知への影響について詳細に検討する評価法が必要と考えられる。

しかし、高齢難聴者における補聴器装用効果の評価では、検査への協力や動機付けが乏しいために信頼性が低下したり、記憶スパンの影響が関与することも予測され、聴覚評価法には高齢者の特性を配慮する必要がある。

とくに、加齢により本人の自覚が乏しい状況で難聴が徐々に進み、補聴器装用の意欲を欠いていたり、聴き取りを改善する意図が乏しい症例もすくなくない。また聴力正常の時と比較して、補聴器による語音聴取能力の改善を否定的にのみ捉え常用に至らないという例もある。従って、心理社会的観点から高齢者の状況を評価・理解し、カウンセリング指導を行う必要性は高い。

また、語音聴取の障害に対応して補聴器の音響利得を調整したり、騒音の影響を排除するなどの臨機応変の対応が困難な場合も少なくないので、補聴器による入力音のノンリニア増幅や話速のデジタル処理など新規機能・音処理の開発が望まれる。

高齢難聴者については、生活環境、日常生活機能、手指の巧緻性、精神機能などについて個人差が大きく、これらの側面についての個別評価に基づいて、補聴器型の選択や適応、さらにリハビリテーションを検討することが必要である。難聴高齢者の聴覚障害をめぐる問題については実態が十分明らかにされてはおらず、どのような評価バッテリーが有効であるか不明な点が多く、聴覚リハビリテーションの実施に向けた実態の解析が重要である。

廣田は「在宅および老人保健施設収容高齢者の補聴器適応評価に関する研究」⁵⁾において、在宅難聴高齢者93例、老人保健施設収容要介護難聴高齢者19例について、補聴器の適合・装用指導を行い、使用状況を観察した。補聴器形については在宅高齢者では、家族と本人のニーズに応じて選択し、要介護高齢者にたいしては操作の簡便な箱形補聴器を試作して、適合・指導を行った。その結果、在宅高齢者の62.4%、要介護高齢者の47.4%で補聴器装用が可能になった。補聴器形については在宅高齢者で箱形34%、耳掛け形・挿耳形66%と家族による装着・操作介助を前提として軽量の補聴器形を選択する症例が過半数であった。補聴器装用を開始した高齢者に共通する要因としては、補聴器装用経験があり、難聴の自覚がある症例が多かった。一方、補聴器使用に至らなかった高齢者では精神機能評価低下、社会的行動評価不適切、日常生活機能評価半介助・全介助、補聴器操作・管理能力低下を認めた症

例が有意に多かった。高齢者の補聴器の適応については、これらの日常生活機能、精神機能、社会的行動、補聴器操作・管理能力を検討し、高齢者固有の聴覚ハンディキャップの状況を分析してリハビリテーション計画に必要な資料を収集することの有用性が指摘された。

大沼は60歳～74歳の男女600名を対象に、聞こえの実態を把握し、補聴器の適応を判定するための基礎資料を得ることを目的としてアンケート調査を実施した。有効回答数は583名、回答率は97.2%であった。調査の内容は、1) 補聴器の使用の有無、2) 人と対面した聴取場面での音声の聞こえの自己評価、3) テレビを視聴する場面での聞こえの自己評価、4) 日常生活音環境場面での聞こえの自己評価である。その結果、60歳以上の者の3.1%が現在補聴器を利用し、性別では、男性が4.1%、女性が2.1%であった。年代別では、60歳代前半では1.0%と低いのに比べ、60歳代後半で4.0%に、70歳代前半で4.4%と、60歳代後半から70歳代前半にかけて補聴器の利用率が高くなる傾向が見られた。

また、聞こえの自己評価の結果から、60歳以上の者のうち全体の7.7%が聞こえに問題を持ち、70歳代前半では、補聴器の装用あるいは補聴相談の対象とすべき候補者と思われながら、まだ適切な聴覚補償の支援を受けていない高齢者が10%以上存在すると推定された。

テレビに関しては、60歳以上の高齢者のうち、全体の15.1%の者がテレビ音声の聴取に問題を持ち何らかの情報補償を必要とする候補者であると推定された。また、得点30点以上の者の割合を年齢層でみると、60歳代前半ですでに10%を超え、70歳代前半には20%以上の者がテレビ音声に対する聴覚補償の支援を受けていないものと推定された。

日常生活音環境場面を検討するために、家の内外の日常生活音環境場面から15種類の音と声を選び、それぞれについて聞こえにくいと感じることがある(「よくある」と「たまにある」の合計、以下同じ)割合が高い上位5項目は、「テレビの音声」(49.4%)、「電話の受話器から出る相手の声」(41.9%)、「家族が、離れた場所にいる自分を呼ぶ声」(40.1%)、「家族が、離れた場所にいる自分を呼ぶ声」(37.9%)、「電車・バスの中で、次の駅や停留所、事故などの情報を案内する放送」(36.0%)であった。

音と声の種類別にみると、聞こえにくいと感じることがある割合が高いのは、音よりも声であり、また声の場合、直接聞く声よりも間接的に聞く声、あるいは遠くから聞く声であった。

聞こえにくいと感じることがある割合を性別および年齢層別に分析した。性別にみると、一部の音と声(「家族が離れた場所にいる自分を呼ぶ声」「来客を知らせるチャイムやインターホンの音」「旅館・ホテルの客室で、だれかがドアをノックする音」「電話の呼び出し音」)を除くと、男性の方が聞こえにくいと感じる程度が高かった。また、年齢層別にみると、ほとんどの音と声において、年齢の高い者ほど聞こえにくいと感じる程度が高かった。

次に、日常生活音環境の中で聞こえにくいと感じる程度を、前に述べた音声(主として人と対面した聴取場面での)聞こえの自己評価(アンケート調査:問2)の得点との関係で分析した。

音声聞こえの自己評価が20点以上の者の方が、全ての音声において聞こえにくいと感じる程度が高く、20点未満の者はいずれの音と声に関しても聞こえにくいと感じる程度が3割を下回っていた。同じように、前に述べたテレビ聞こえの自己評価(アンケート調査:

問3)の得点が、20点未満の者と20点以上の者とに分けて、問4のテレビの音声を聞こえにくいと感じる者との関係を見た。テレビの音声を聞こえにくいと感じる者は、テレビ聞こえの自己評価の得点が20点未満の者では21.8%であるのに対し、20点以上の者は88.7%を占めて高率であった。

以上の調査結果が示すように、高齢者では日常生活において聴覚的問題を有する者が少なからずあり、補聴器装用については指導が必要なこと、また、補聴器以外にも聴覚コミュニケーションを改善するための方策が求められていることがわかった。

参考文献

- 1)水野映子：高齢者の聴覚に関する問題点への対応策（上）『LDI REPORT』，ライフデザイン研究所，2000.
- 2)大沼直紀：教師と親のための補聴器活用ガイド，コレール社，1997.
- 3)大沼直紀：あなたの耳は大丈夫？，PHP研究所，1997.
- 4)大沼直紀：. 厚生科学研究感覚器障害研究事業 難聴によるコミュニケーションと補聴器による改善効果に関する研究平成11年度研究報告書 pp16-19, 2001.
- 5)廣田栄子：在宅および老人保健施設収容高齢者の補聴器適応評価に関する研究. 厚生科学研究感覚器障害研究事業 難聴によるコミュニケーションと補聴器による改善効果に関する研究平成11年度研究報告書 pp20-23, 2000.

Ⅲ. 適応

1. ニーズと適応（岡本牧人）

患者が補聴器装用を考え始めるのは自分自身のニーズ、家族（周囲）のニーズ、または耳鼻咽喉科医の勧めによる。補聴器の適応にはいくつかの考え方があるが、ニーズから見ると本人のニーズ、つまり自分自身に装用意欲があることがもっとも重要である。老人性難聴は徐々に難聴が進行するために、ある程度進行するまで難聴の自覚がないことが多い。周りの人が呼びかけてあるときは返事をし、あるときは返事をしないようなことがあって、周りの人は難聴だと指摘しても、本人は聞こえたときにはすべて返事していると思っているので難聴だと自覚しない。つまり、家族のニーズがあっても必ずしも本人のニーズに結びついていないのである。補聴器を希望して来院する患者のうち、家族が希望した場合には最終的に購入に到らない可能性が高いことはよく知られている。そこで、本人の心を傷つけないように難聴を自覚してもらい、いかに補聴器装用を勧め、本人に装用意欲を持たせるかがポイントとなる。

方法の一つは、聞こえない場面を一つ一つ指摘することである。最近のテレビではボリウムが画像に表示されるので、本人の最適聴取レベルと健聴者の最適聴取レベルを視覚と実際の音量で確認することができる。あるいは、本ガイドラインにも取り入れたが、質問紙を利用して、その結果を点数などで示す。このほか、耳鼻咽喉科医が聴覚検査結果を示して説明する、などの方法によって、高齢者にも十分にインフォームし、自身のニーズを促すのがよい。

2. 聴覚像からみた適応 (岡本牧人)

補聴器の適応を判断する基本的検査 (最小限の聴覚検査) は標準純音聴力検査と語音弁別検査である。聴覚検査結果から補聴器の適応を医師が正しく判断し十分に説明することが患者への説得にもなる。

1) 標準純音聴力検査

標準純音聴力検査はもつとも基本的聴覚検査である。この検査でわかることは難聴の種類、難聴の程度、聴力型、左右差である。

補聴器の適応としては、難聴の種類では伝音成分の存在が有利である。ただし、伝音難聴の場合は手術など他の治療法の適応も含めて総合的に判断することが耳鼻咽喉科医の重要な役目である。感音難聴は伝音難聴に比べると不利であるが、現実には補聴器は感音難聴者に装用する場合は圧倒的に多く、それだけにいかにうまく適合させるかが課題となる。

難聴の程度では、良聴耳聴力レベルが40dB (500, 1000, 2000Hzの平均) より域値が上昇すると補聴器を考慮するのが一般的である。実際にはこれより軽度難聴でも使用する場面や日常での困り具合に応じて適応となることもあるし、逆の場合もある。逆に、90dB以上の高度の難聴では、補聴器の適用と有効性を検討するのは当然であるが、効果が不十分あるいは無効の場合は人工内耳の適応も考慮しなければならない。実際に人工内耳をやるかやらないかは別としても補聴器の無効な患者さんへ少なくとも説明 (インフォーム) は不可欠である。

聴力型は、視覚的におおまかに水平型、高音漸傾型、高音急墜型、低音障害型、山型、谷型、dip型、低音残聴型に分けられる。各型の厳密な基準はここでは問題にしない。補聴器を適合する場合聴力型は大きなポイントになる。適応の点からみると、水平型や高音漸傾型は補聴器を適応しやすいが、その他の聴力型では個々に検討した方がよい。

聴覚の左右差は補聴器装用耳を決定するのに重要である。片耳装用の場合、どちらの耳に装用するかは、聴覚差のほかにも外耳の形や大きさ、あるいは手術の既往などの形態的要因や日常生活や会議などでどちらから音が入る場合が多いかなどの社会的要因によって決定されることもある。聴覚の左右差で判断する場合は、一般的には良聴耳に装用するが、良聴耳が正常または軽度の難聴で、悪聴耳が中等度の難聴の場合は悪聴耳に装用することもある。良聴耳が正常または軽度の難聴で、悪聴耳が高度の難聴の場合 (たとえば一側ろう) は悪聴耳に装用しても役に立たない。しかし、この場合でも特殊なケース (どうしてもそちら側からの音を聞きたいときなど) でクロス型の補聴器を用いることもある。

両側中等度または高度の難聴であっても良聴耳が感音難聴で、悪聴耳が混合難聴の場合は悪聴耳の方が効果が大きいことがある。

2) 語音聴力検査

補聴器装用に際しては標準純音聴力検査と並んで重要な検査である。難聴者の訴えの一つに「何かを言っていることはわかるが、何を言っているかわからない」というのがあるが、これを反映する検査が語音弁別検査である。

一般に、語音弁別検査で60%以上の弁別能が得られれば、会話の内容が理解できるといわれ、補聴器装用に際しても60%以上の弁別能があれば効果は期待できる。それでは60%未満の弁別能に対して補聴器装用は意味がないのかということ決してそうではない。しかし、一般の患者は補聴器を装用すれば直ちに100%聞こえるようになると誤解あるいは期待し

ているので、特に、60%未満の弁別能の患者にはあらかじめこの点を十分に説明しておかないと、過度の緊張感や補聴器への過度の失望に変わるので注意すべきである。

3. 質問紙による適応の評価（鈴木恵子、岡本牧人）

難聴の影響を総合的に評価する質問紙を用いて難聴者のニーズを明確にし、補聴器を中心とした聴覚リハビリテーションの適応を評価することが可能である。本ガイドラインでは3年間にわたり、このような情報を得るための質問紙を検討し、最終版として「きこえについての質問紙2002」（巻末資料3，4参照）を作成した。

「きこえについての質問紙2002」は3つのカテゴリーすなわち、「聞こえにくさ」10項目、「心理・社会的影響」5項目、「コミュニケーションストラテジー」8項目の計23の質問項目と補聴器装用に関して必要な情報を得るための調査項目から構成されている。

この質問紙の利用により、聞こえに困っている状態、難聴を自覚していない状態、補聴器が必要な状態などが把握でき、難聴を自覚していない人への説得材料の一つとして利用できる。

実際に、平均聴力レベルで3群（50dB未満、50dB以上、70dB以上）、性別、年齢で4群（20歳以上、40歳以上、60歳以上、80歳以上）に分けて、各質問項目の平均得点を群間で比較してみると、平均聴力では「聞こえにくさ」の質問カテゴリーすべてと「心理・社会的影響」のうち聞こえにくさに直接関連した行動2項目で有意差が認められた。すなわち、これらの項目では、聴覚の程度と得点の間に関連が認められ、聴覚に関して基準関連妥当性のあることが明らかになった。一方、性別、年齢別ではほとんどの項目で有意差が認められなかった。また、補聴器装用により「聞こえにくさ」に改善が認められ、本質問紙は効果判定にも利用できる。補聴器装用前後では調査項目に若干の差があるので、実際の質問紙は「補聴器をしない状況（装用前）」と「補聴器をつけた状況（装用後）」の2種を作成した。

IV. 聴覚検査（岡本牧人）

補聴器装用の目的は聴覚の補充であるというのが、基本的考えであるので、正確な聴覚の把握がまず必要である。

聴覚検査としては、標準純音聴力検査、語音聴力検査、補充現象検査、不快域値検査が挙げられる。ここでは、個々の検査の方法等については成書や文献に譲ることとし、補聴器装用に際しての各検査の意義について簡単に述べる。

1. 標準純音聴力検査

難聴の種類、程度と聴力型、左右差を知る。補聴器が最も有効なのは中等度難聴である。高度難聴では、身体障害者福祉法で聴覚障害者の認定があり、補聴器装用に際して補助を受けられる。

2. 語音聴力検査

補聴器装用に際しては標準純音聴力検査と並んで重要な検査である。語音聴力検査には域値を見る検査（語音了解域値検査）と弁別能（明瞭度）を見る検査（語音弁別検査）がある。一般的には後者すなわち、語音弁別検査を用いることが多いが、騒音負荷下での検査では前者で検討することもある。

1) 語音弁別検査

ことばの聞き取りを検査する。我が国では57-S、67-S語表という単音節語表が標準検査として用いられている。57-S語表は50語から構成されており67-S語表よりも得られる情報は多いので、補聴器装用検査としては望ましい。しかし、検査時間は67-S語表と比べ2.5倍かかるので、検査回数が多いと患者疲労度や検査時間を考えた上で適宜選択するようにしたい。

補聴器装用により明瞭度が改善するかどうかに関しては、改善するという意見と改善しないという意見がある。前者の根拠は、語音明瞭度検査は十分に音を大きくして最高値を求めたものであるので、補聴器も十分に音を大きくする装置と考えれば、最高値である明瞭度は一致するのが当然であるという考え方である。ただし、高度の難聴においては裸耳では十分な音圧が与えられないので、補聴器装用後の検査で明瞭度が改善する可能性はあり得る。後者は、たとえば高音障害の人に高音をより増幅することによって子音の明瞭度が改善され、明瞭度の改善につながるという考え方である。デジタル補聴器で語音の聞き取りが改善するという根拠の一つもこの点にある。

単音節はことばの基本単位であるので、これによる検査が基本ではあるが、二音節以上のことばでは相互作用があり、別な要素でことばの理解が変わってくる。単語理解度検査や文章理解度検査の意義もここにある。ただし、要素が複雑なだけに何を検査しているのか、曖昧になることがある。補聴器の調整でいうと、アタックタイム、リカバリータイムなどと関連する。

2) 語音了解域値検査

語音を素材として域値をみるもので、通常50%聴取できる語音レベルを域値とする。我が国で標準的に用いられているものは57-S、67-S語表の数字語音表であるが、二桁数字などを使用することもある。補聴器関連では、単に域値をみるよりも、騒音負荷時の域値における語音と雑音のレベルの差(S/N比)をみる検査として利用される。

参考文献

二桁数字SRT. Audiology Japan

3. 補充現象検査

補充現象の有無は内耳性難聴の判定に重要であるが、補聴器装用下では域値上の音が入ってくるので、補充現象の影響を大きく受ける。

補充現象を理解するためにもっともわかりやすい検査はABLB検査である。この検査の欠点は一側が正常聴力耳でなければならないことである。したがって、ほとんどの補聴器装用者には適応とならないが、補充現象の理解としてここでは取り上げる。つまり、左右差が域値では40dBある人が、80dBの音を聞いたとき、患側に補充現象がなければ感覚レベルとしては正常側の40dBと同じ大きさで聞こえるが、ある患者さんでは80dBの大きさの音として聞こえる。つまり、80dBの大きさの音が入ってくれば、この40dBの難聴のある耳は補聴器は全く不必要であるといえる。もし、80dB入力で20dBの利得が得られる補聴器を使用すれば、域値上100dB以上の音が入ったのと同じ感覚になり、補聴器はうるさすぎて使えな

い。したがって、補充現象のある人では、それを加味して入力音に対する増幅度を変えてあげないと補聴器がうまく使えないのである。補充現象の程度は人により異なるので、増幅の程度をどうするかが問題となる。

このように、補充現象がある場合は補聴器の入出力の決定は域値から計算しただけではうまくいかないだけでなく、時には補聴器に対する不信感を与えることにもなりかねない。この点に留意して補聴器を調整することは、うるささに関する障害の解決の一指針となりうる。

なお、補充現象を捉える検査としては、DL検査やSISI検査や自記オージオメトリがある。耳小骨筋反射検査も補充現象を他覚的に捉える検査である。

4. 不快域値検査

不快域値とはその大きさの音をきくと不快になる最小の音のレベルをいう。不快という感覚には個人差があるので、同じ程度の難聴でも不快域値は様々である。補充現象のある人は不快域値が低下していることが多い。不快域値は補聴器の出力を決定する上でも重要である。

最大出力レベルが不快域値を超えないように調整する。中等度難聴で最大出力が110 dB SPLまでの場合は、不快域値を測定しなくてもよいとする考え方もある。

IV. 適合（フィッティング）を行うための準備

1. 測定環境（米本 清）

1) 測定環境明示の必要性

補聴器の適合評価を行う場合、音場で検査音（声）を提示することになる。音場とは、オージオメータの受話器や補聴器などの音響特性を測定する際に使用するカプラに相当するものであり、音場の音響特性によって測定結果に大きな差が生じる可能性がある。しかしながら、音場での測定結果を利用した多くの報告には使用した音場に関する条件が明記されていない。そこで、測定に使用される音場が最低限備えるべき条件を明示する必要がある。理想的には自由音場の条件を満足するべきであるが、語音など広い周波数範囲にエネルギーが分散している音源であれば検査結果に対する影響が小さいため、ある程度は条件を緩和しても問題ない。聴覚測定法に関する国際規格であるISO8253-2¹⁾には、音場で聴覚検査を実施する上でのガイドラインが示されており、基準の1つとして検討すべきである。この規格には、音場において語音検査を実施する検査室の条件として、少なくとも準自由音場の条件を満たすべきであるとされている。そして、この準自由音場とは以下の各条件を満足することとされている。

- ①スピーカが、着席した受聴者の頭のの高さに受聴者（基準点）の方向に向けて配置され、スピーカと受聴者（基準点）までの距離は1m以上であること。
- ②受聴者と受聴者着席用イスを除くこと以外は全て検査実施状態と同一条件にして測定した結果、基準点からスピーカに向かって上下左右に15cm離れた点の音圧が検査で使用する全ての音について基準点との音圧差が±2dB以内であること。
- ③受聴者と受聴者着席用イスを除くこと以外は全て検査実施状態と同一にして測定した結果、基準点からスピーカに向かって前後に10cm離れた点の音圧が検査に使用する全ての音

について基準点との音圧差が理論的な逆二乗値を考慮した上で±1dB以内であること。

なお、ここでいう基準点とは受聴者を受聴位置に座らせたときの両外耳道入口に相当する点を直線で結んだ中点をいう。

では、我々が普段の検査に使用している防音室ではこれらの条件を満足できるのだろうか。IS08253-2に示された手順に従って測定した結果は竹内²⁾によって報告されているが、比較的広い特定の防音室についての結果のみであり、十分であるとは言い難い。そこで、我々が実際に臨床で使用している防音室の音響特性をIS08253-2に示された手順に従って測定した³⁾⁴⁾結果を基に検討する。

2) 実測結果

測定に使用した音源は純音、FM音および1/3オクターブ帯域雑音とし、聴覚検査で使用される周波数を含む11周波数（一部の結果を除く）で提示音圧を90dB SPL（防音室Aのみ）および70dB SPLとして実施した。また、ここで使用したFM音は周波数偏移幅を中心周波数の±10%、変調周波数を10Hz、変調波形は三角波とした。

測定した防音室は4室であり、1室は標準的な組立式の防音室（防音室A）、他の3室（防音室B、C、D）は建物の一部として設置されたものであった。これらは全て通常の臨床場面において使用されているものであり、特殊な構造のものではなかった。なお、各防音室のサイズ等は表1の通りであった。

表1 各防音室の広さと暗騒音レベル

	幅(mm)	奥(mm)	高(mm)	暗騒音(dB A)
A	1840	2830	1920	27
B	2300	3300	2500	16
C	3100	5500	2500	18
D	3300	4500	2800	19

音源発生用のスピーカと計測用マイクロホンの距離は1m、基準点の床面からの高さは1.15mとした。また、両者の中点を防音室の中央に一致させ、部屋の対角線上に設置した。

各測定結果の値は、基準点に対する音圧の偏差に換算し、前後の音圧については逆二乗特性に基づいた距離による理論的な音圧補正後の値をもって比較検討した。ここでは、音源から基準点までの距離を1mとしたことから計算上前方10cmでは+0.9dB、後方では-0.8dBとなる。

図1から図4に防音室AからDの測定結果を示した。各図の - aおよび - bは純音、 - cおよび - dはFM音、 - eおよび - fは1/3オクターブ帯域雑音を音源とした場合の結果である。なお、純音による結果のみ縦軸を±10dBとした。

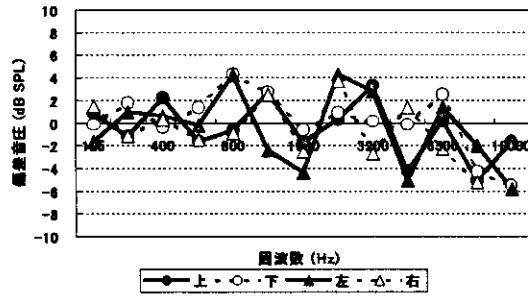


図1-a 防音室A (pure tone)

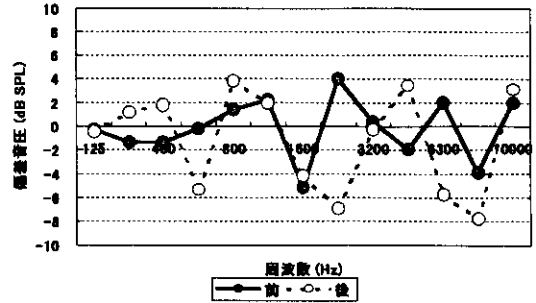


図1-b 防音室A (pure tone)

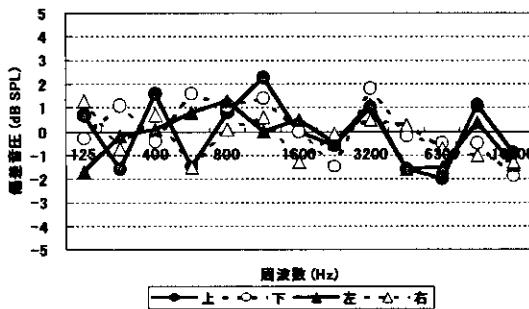


図1-c 防音室A (FM tone)

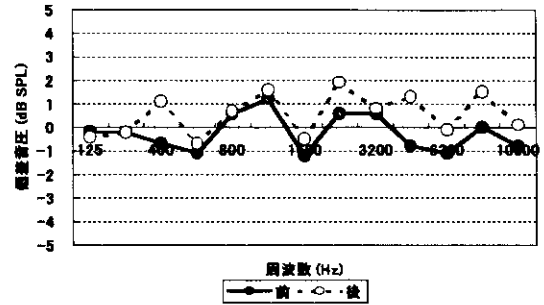


図1-d 防音室A (FM tone)

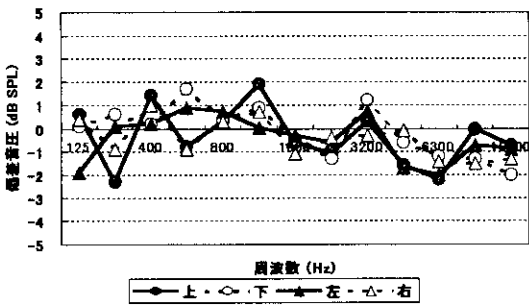


図1-e 防音室A (1/3 oct. band noise)

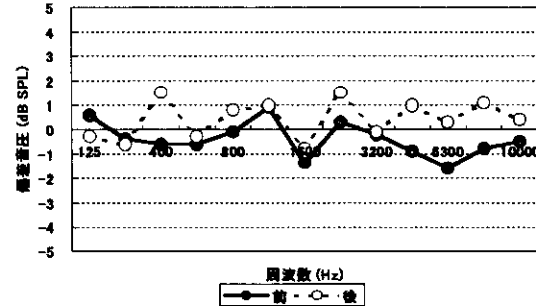


図1-f 防音室A (1/3 oct. band noise)

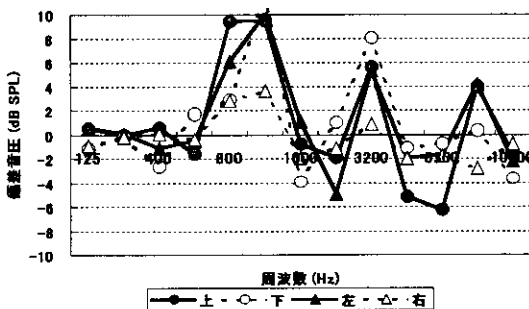


図2-a 防音室B (pure tone)

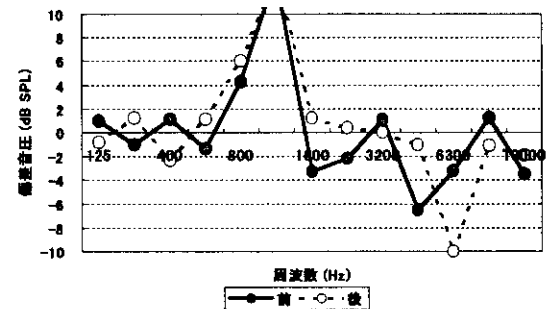
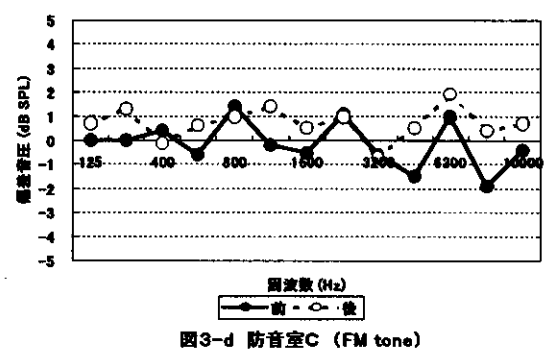
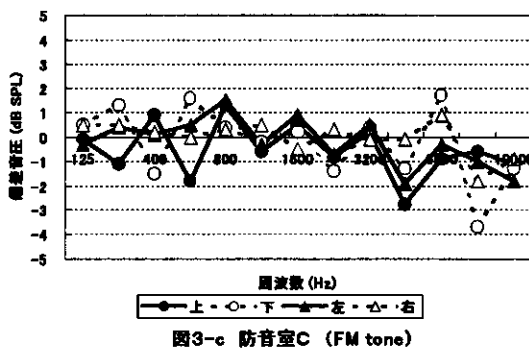
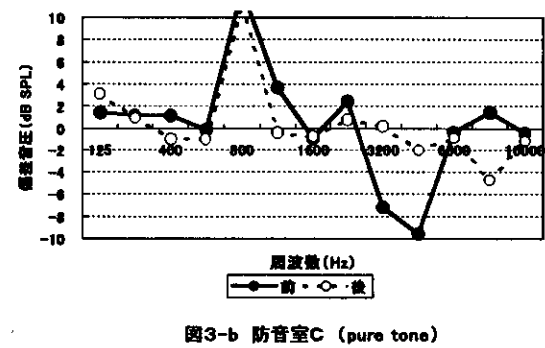
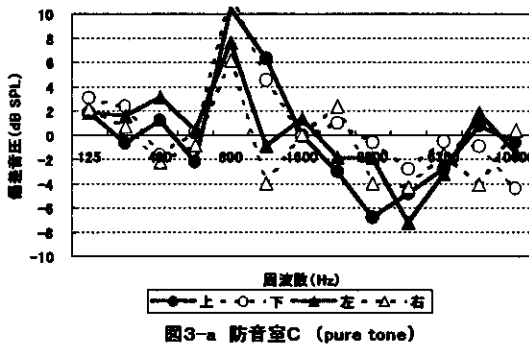
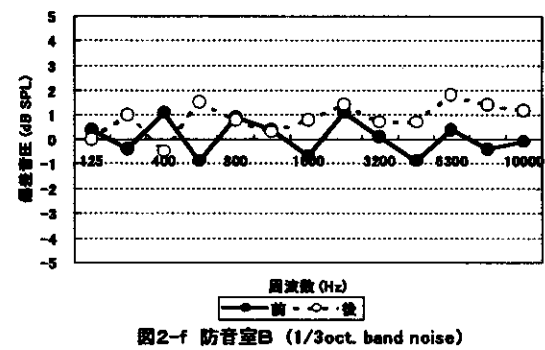
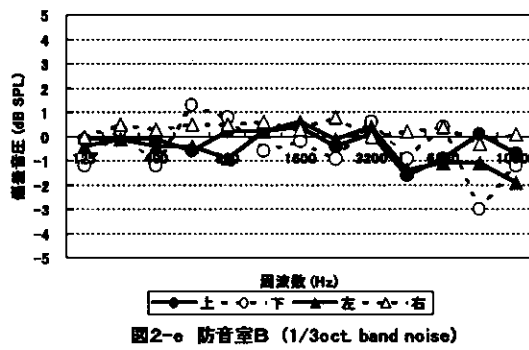
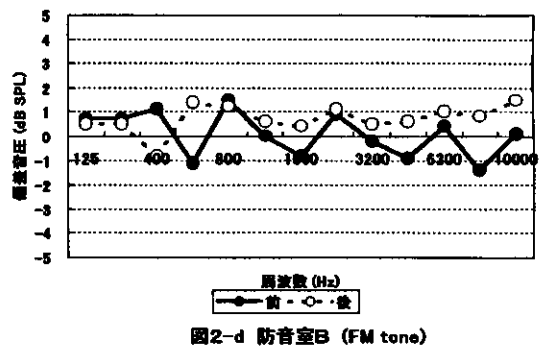
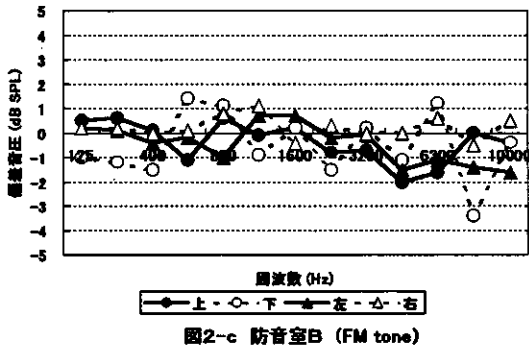
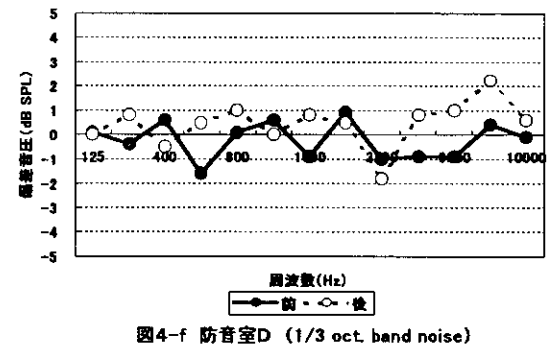
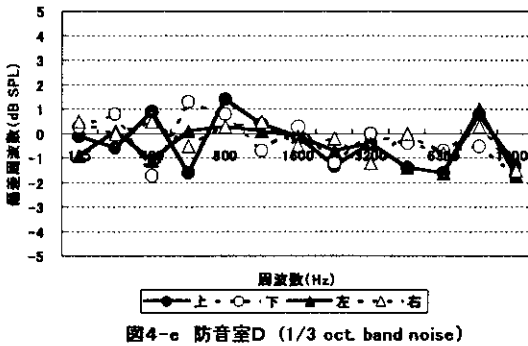
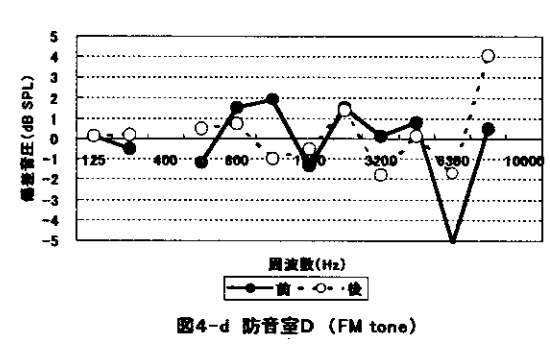
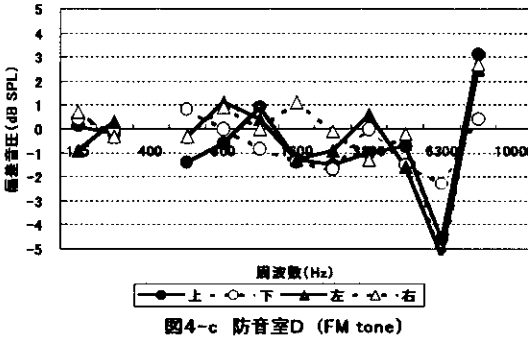
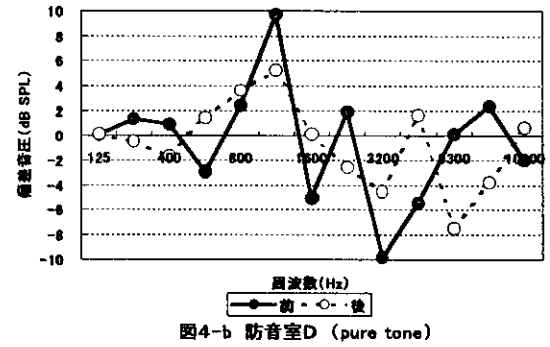
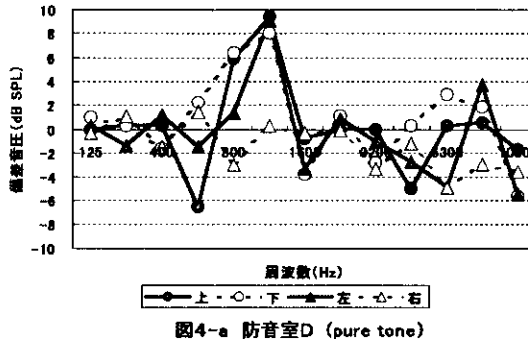
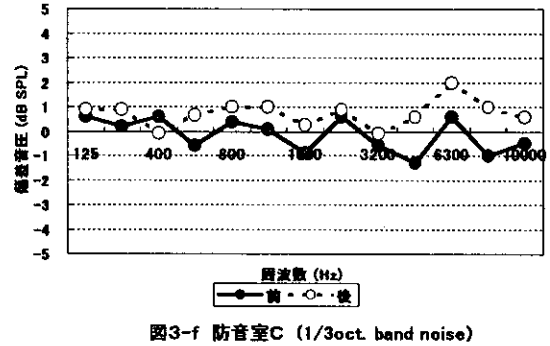
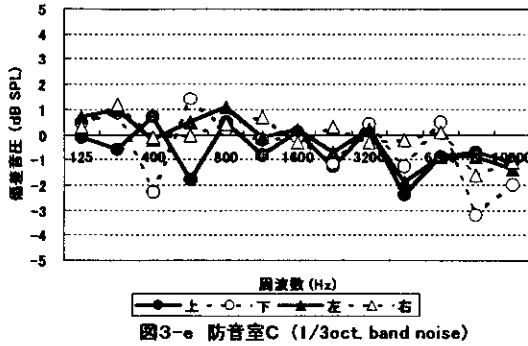


図2-b 防音室B (pure tone)

これらの結果から、純音を音源とした場合は全ての防音室において大きな音圧偏差が生じていることが分かった。これは、頭部がわずかに動いただけで提示音圧が大きく変化することを意味し、条件によっては10dB以上の差が生じていた。特に1kHz付近で偏差が大きくなる傾向が見られ、語音の基準純音音圧なども大きな影響を受けることが予想される。偏差音圧の山谷の傾向を見ると、防音室の床と天井によるものが大きいと考えられた。本測定では、各防音室の対角線上にスピーカとマイクロホンが配置されており、壁面からの

影響は相対的に小さいものと思われる。この傾向は、必ずしも防音室の広さに関係ないものと見られる。床面は実用上平坦である必要があるが、天井面が床面と平行にならないように工夫することで効果が期待できる。





音源をFM音にすると、かなりの改善が見られた。防音室BおよびCでは、通常使用する周波数範囲ではほぼIS08253-2の条件を満足していた。しかし、防音室Dでは純音ほどではないものの大きな音圧偏差を示す場合があった。

1/3オクターブ帯域雑音を音源とした場合にはISOの許容範囲内に完全には入らないものの、全ての防音室でかなり良好な結果となった。最も許容範囲から外れた点でも、1dB以下であり、ほぼ問題無いものと考えられた。

3) 吸音材による改善効果

防音室Dは純音を音源とした測定で、1kHz付近で10dB以上の音圧偏差を示した。この原因として考えられたのが検査室内に設置してある壁面書庫、観察窓および天井面であった。実際、防音室B、Cでも同様の特徴があり、その偏差音圧は防音室Dよりも大きかった。その原因としては、防音室B、CはDに比べて床面が固い材質であるためにこのような結果になったものと推測され、天井と床面による影響が大きいものと考えられた。そこで、防音室Dの中央付近の天井面に吸音材(1m×1m×90mm)を設置したところ、1kHz付近の音圧偏差を6dB程度改善できた(図5)。しかし、壁面書庫の露出面や観察窓に設置した吸音材による効果は確認できなかった。また、FM音および1/3オクターブ帯域雑音を音源とした場合には、大きな効果は期待できないようであった。

これらの結果から、吸音材を使用しての音響特性改善は予測が困難で、実際に設置してみなければ分からないといえる。

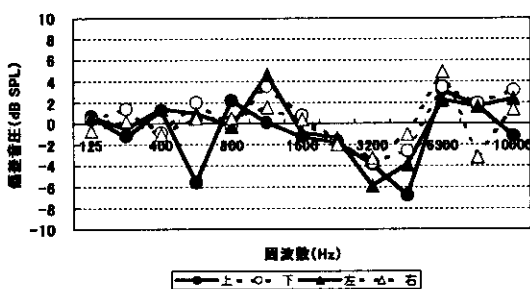


図5-a 防音室D(吸音材、pure tone)

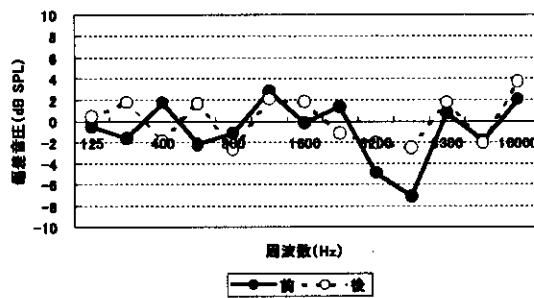


図5-b 防音室D(吸音材、pure tone)

4) 必要な測定環境条件とは

測定の結果から、防音室内では純音による測定は難しいが、FM音を音源としても準自由音場の条件を満足する場合もあることが分かった。しかし、多くの室内条件が関与するために予測することは不可能であると思われた。実際、FM音と1/3オクターブ帯域雑音の結果にほとんど差が無い防音室と1/3オクターブ帯域雑音でなければ条件を満足できない防音室が存在した。これは、単に防音室の構造だけではなく内部に設置してある什器類や設備(空調ファンコイルや観察窓)の大きさや設置位置に影響されているものと思われる。そのため、実測が難しい場合には1/3オクターブ帯域雑音を使用することが望ましいと思われる。

また、ここでは部屋の対角線上に機器を設置して計測しているため、壁面に対向して測定する場合に比べて音響条件は良いはずである。これは平行して存在する平面である壁面によって生じる定在波の発生を抑えるためのものであり、実際の検査においても壁面に対面するような機器の設置は避けるべきであろう。

さらに、校正用基準音として多くの語音検査素材に記録されている純音は、本来、機器の校正を目的としたものであるため、音場音圧の校正に使用することは避けるべきである。測定結果にもあるように、純音では校正した音圧と実際に提示される音圧に10dB以上の差が生じる可能性がある。そのため、音場での検査が想定される語音等の素材には機器校正用純音とは別に検査室の影響を受け難い基準音を記録しておくことが望ましい。この基準

音は、基準純音と同等のラウドネスを生じさせる音であるべきであり、できるだけ周波数帯域の狭い（純音に近いスペクトル特性をもつ）音であることが望ましい。そのため、ここで測定した結果をも考え合わせると、1/3オクターブ帯域雑音が適当であるものと思われる。一部の語音素材には1オクターブ帯域雑音が記録されており、この方が検査室の影響を受け難い（帯域が広い音の方が影響を受け難い）と思われるが、補聴器装用時の域値測定などで使用する音源としては帯域幅が広すぎるために、十分な結果が得られないことが予想される。

以上から語音による測定のみであれば一般の防音室でも大きな影響が生じないものと考えられたが、補聴効果を測定するために他の音源を使用する場合には、それらの音についても準自由音場条件を満足している必要がある。つまり、補聴器を装用した状態での域値改善効果などを測定する場合には、その際に使用する音（多くはFM音）についても準自由音場条件を満足するか否か測定するべきであろう。しかし、実際に計測するには多くの困難が想定されることから、検査室内の音響特性による影響を受け難い音源を使用すべきである。また、音場での検査結果を示す際には検査室の音響特性を十分に考慮し、環境を明示した上で検討すべきであろう。

音場での測定に関し、ISO8253-2には「スピーカは着席した受聴者の頭と同じ高さとし、基準点方向に向けること」、「基準点とスピーカとの距離は少なくとも1mあること」とされている。さらに、最小可聴域値を測定する場合には、暗騒音が問題になる。そのため、最小可聴域値を測定する前提となる許容暗騒音レベルが測定周波数毎に記載されているので、音場での域値測定を実施する場合には検討しておく必要がある。

以上、純音、FM音、1/3オクターブ帯域雑音を音源として防音室の音響特性を測定し、ISO8253-2の準自由音場基準と比較したが、これらの差が実際の語音検査の結果にどのような影響を与えるのかまでは推定できない。一般的な防音室内では、広い周波数帯域特性をもつ語音による検査結果には影響を与えないものと考えられるが、補聴器装用時の域値検査などでは音源と検査室の特性を十分に検討した上で測定する必要がある。

参考文献

- (1) ISO : ISO8253-2 (Acoustics - Audiometric test methods - Part2: Sound field audiometry with pure tone and narrow-band test signals), 1992.
- (2) 竹内義夫：音場検査に要求される音場条件（ISO8253-2）の実験的検討，日本聴覚医学会第20回補聴研究会資料，44-48，1997.
- (3) 米本清：スピーカによる聴覚検査のための室内音場条件，日本音響学会聴覚研究会資料，H-2000-7，1-6，2000.
- (4) 米本 清：補聴器適合評価のための検査室内音場条件，日本音響学会，聴覚研究会資料，H-2001-1，1-8，2001.

2. 検査機器（松平登志正）

補聴器のフィッティングには以下の検査機器が必要となる。

1) 聴覚検査

①オーディオメータ

気骨導純音聴力検査，語音聴力検査，不快域値検査，補充現象の検査などが行なえるもの。聴覚検査を補聴器の装用状態に近い条件で行なうために挿耳形イヤホンを用いる方法もある。通常のオーディオメータに挿耳形イヤホンを接続(この場合は較正が必要になる)しても良いし、専用機 (SPLヒアリングメータなど) も市販されている。

②録音再生機器 (テープレコーダ， CDプレーヤ)

③インピーダンスオーディオメータ

④聴覚誘発電位記録装置など

2) 補聴器の特性測定

①補聴器の特性測定装置

防音箱内に試供補聴器をおき、スピーカで一定の入力音圧を与え、補聴器の出力音を2 cm³カプラ(又はイヤシミュレータ)を介して測定する。定常音を抑制する機能を備えたデジタル補聴器の特性は、これを解除できない場合は通常の測定装置で使用されている定常音を検査音に用いると正確に検査できない。このための専用の(非定常音を用いた)検査音源が開発市販されている。

②補聴器の実耳測定装置

実耳測定用プローブチューブマイクロホンを補聴器の特性 測定装置に接続して測定を行う。

3) 音場聴覚検査

①オーディオメータ

②録音再生機器(テープレコーダ， CDプレーヤ)③スピーカ

語音聴力検査に使用する。内蔵型のオーディオメータもある。イヤホンを用いる場合と同様にオーディオメータの外部入力端子に接続するが、JIS¹⁾に規定された平坦な音場周波数特性を得るためには、間にイコライザを入れるなどして調節する必要がある。

③スピーカ

通常のオーディオメータのイヤホン端子から出力する場合は、十分な出力音圧を得るためにアンプを介して接続するか、アンプつきスピーカを用いる。

④頭載式小型スピーカ (Virtual Phone ™， VPと略称)²⁾

ヘッドバンドとスペーサを用いて小型スピーカを耳から約3 cmの位置に保持するタイプのイヤホン。

音響利得の比較的小さい耳あな形や耳かけ形の補聴器では、スピーカのかわりにVPを用いることにより、ハウリングを起こすことなく、狭いスペースでも検査を行なうことができる。

3. 機器の較正 (松平登志正)

オーディオメータや補聴器特性測定装置は、それぞれ較正が必要であるが、定期較正を業者に依頼したり装置が自動的に較正を実施する場合が多い。ここでは、補聴器の適合に携わるもの自身で較正を行うことが必要な音場聴覚検査とVPを用いた検査の較正法について述べる。

1) 音場聴覚検査の較正

音場検査は、オーディオメータにスピーカを接続し、スピーカの前方の決められた位置に被験者を着席させて行うが、スピーカから出た音が被験者に到達するときの音圧が標準の値になるように較正を行う必要がある。較正法には、客観較正法と主観較正法がある。騒音計が使用できる場合は客観較正法を、使用できない場合は主観較正法を行う。また、較正基準値から音圧レベル較正と聴力レベル較正の2通りの方法がある。周波数別の聴覚域値検査の場合は使用する検査音を、語音聴力検査の場合は一緒に録音されている較正基準音をスピーカから発生させて較正を行う。

①客観較正法

被験者を排除して被験者の頭の中心(両外耳道を結んだ線分の中点)に相当する位置を測定基準点とし、この点に測定用マイクロホンを置き騒音計で音圧レベルを測定する。較正は、暗騒音の影響を考慮して、測定音圧レベル (B) が70~80 dB程度になるようなオーディオメータのダイヤル値 (A) で行う。

音圧レベル較正の場合は、オーディオメータのダイヤル値Aと測定基準点での音圧レベル測定値Bとの差 $D=B - A$ を補正值とする。すなわち実際の検査では、測定されたダイヤル値にDを加えれば音圧レベル値が得られる。

聴力レベル較正の場合は、聴力レベルの0 dBに相当する音圧レベルをCとして $D=B - C - A$ を補正值とする。自由音場における周波数別のCは表1の値³⁾に規定されている。臨床では自由音場で検査を行なうことは困難であるが、その場合でも便宜的にこの値が用いられている。また、表1は両耳聴の基準値であるが、補聴器は片耳で装用することも多いので、単耳聴の基準値が用いられることもある。単耳聴の基準値として、ANSI⁴⁾は表1の値に一律に2 dBを加えた値を記載している。語音聴力検査におけるCの値は用いる検査語表によって異なる。67-S (57-S) 語表では10.7 dB (まるめて10.5 dB) との結果⁵⁾が得られている。

表1 自由音場における周波数別の基準等価域値音圧レベル(両耳聴)³⁾

周波数	音圧レベル
250	11.0
500	4.0
1000	2.0
2000	- 1.5
3000	- 6.0
4000	- 6.5
8000	2.5
Hz	dB

②主観較正法

18歳~30歳の耳科学的正常者できるだけ多数(10名以上が望ましい)について、音場で聴覚域値(語音の場合は了解域値)を測定する。域値におけるオーディオメータのダイヤル値の平均値Aが聴力レベル0 dBと考えられるので、聴力レベル較正の場合には $D= - A$ を補正值と

する。音圧レベル較正の場合は、周波数別域値検査では表1の値、67-S (57-S) 語表では10.5 dBをCとして $D = -A + C$ を補正值とする。

十分な数の耳科学的正常者が得られない場合や、0 dBHLの検査音がマスキングされるほど音場の暗騒音が大きい場合には、むしろ多少聴覚の悪い被験者をできるだけ多数選んで、同一被験者について、イヤホンと音場で聴覚域値(語音の場合は了解域値)を測定する。イヤホン検査では域値におけるオーディオメータのダイヤル値の小さい方(良聴耳)の値の平均をAE、音場検査では域値におけるオーディオメータのダイヤル値の平均をAFとする。AEは聴力レベルで較正されているので、AFが聴力レベルで較正されていれば両者の差(AF - AE)は0 dBになるはずである。従って聴力レベル較正の場合には $D = - (AF - AE)$ が補正值となる。音圧レベル表示の場合は、周波数別域値検査では表1の値、67-S (57-S) 語表では10.5 dBをCとして $D = - (AF - AE) + C$ が補正值となる。

2) 擬似音場検査装置を用いる検査の較正

客観較正は、KEMARを用いて鼓膜面相当音圧を測定して行う。0 dBHLの鼓膜面相当音圧レベルは表2の値とする。客観較正が行えない場合は音場較正と同様に主観較正を行う。

表2 周波数別の鼓膜面における基準域値音圧レベル²⁾

周波数	音圧レベル
250	23.0
500	16.0
1000	9.0
2000	20.0
4000	14.0
Hz	dB

参考文献

- 1) JIS T1201-2 : 2000, オーディオメータ - 第2部 : 語音聴覚検査に用いる機器.
- 2) 竹内義夫 : 頭載式小型スピーカを用いた擬似音場オーディオメータの試作. *Audiology Japan* 40; 351-352, 1997
- 3) ISO 389-7:1996, Acoustics - Reference zero for the calibration of audiometric equipment - Part 7: Reference threshold of hearing under free-field and diffuse-field listening conditions.
- 4) ANSI S3.6-1996: American National Standard Specification of Audiometers.
- 5) 井上理絵, 松平登志正, 鈴木恵子, 木村由紀, 岡本朗子, 小野雄一, 佐野肇, 岡本牧人 : 音場における67-S語表の語音了解域値 - 静寂下および雑音下における検査結果一. *Audiology Japan* (投稿中)

VI. 適合 (フィッティング) の実際

1. 到達目標は何か (小寺一興)

補聴器フィッティングの目標をどうするかについては多くの立場があり多面的な判断を

必要とする。もっとも基本的な目標として日常会話が可能であればよいとの考え方もあり、難聴患者は残っている能力を最大限に利用できるべきであるとの目標を高くした考え方もある。結論的に述べれば、フィッティングの到達目標は複数である。第1段階として、家庭内および買い物などで会話が可能な状況を実現することがもっとも基本的な目標である。ついで、社会的生活で重要な職業上のコミュニケーション能力、学生においては学校におけるコミュニケーション能力、主婦においては育児、教育に必要な状況でのコミュニケーション能力を実現することが第2段階の目標である。最後に第3段階として、趣味、教養、娯楽のためのコミュニケーション能力を実現することが目標となる。

上記の第1段階の目標については、検査結果の数値目標として示すことも可能である。具体的には、補聴器装用時の聴覚域値が平均聴力レベルで35dB以内であること、および、70dB SPLで与えた57-S語表による語音明瞭度検査が補聴器装用下で60%以上であることの2点を満たすことである。

補聴器を使用する難聴患者の平均聴力レベル（500Hz、1000Hz、2000Hzの平均値）は大多数が40dB以上であり、35dB以内であれば日常会話におけるコミュニケーション障害は軽度である。したがって補聴器使用時の装用域値は平均値で35dB以内であればよいと考えられる。

ここで、上記の70dB SPLの提示音圧は以下の概算から求めた値である。すなわち、難聴患者が補聴器使用を始めるのは普通の会話で会話理解が困難になることが契機となることが多い。1メートル離れた普通の会話音の大きさを長時間実効値で65dB SPLとすると、これに対応する単音節のレベルは70dB SPLである（文献）。というのは、会話者には音が途切れる時間があり長時間実効値では無音の時間を含めた平均の音圧レベルであり、単音節では約5dB大きい値が相当するからである。57-S語表による単音節明瞭度と会話理解能力の関係は、80%以上であれば日常会話は容易に行え、80%未満60%以上であれば普通の会話はほとんど理解可能であるが不慣れな話題では正確な理解に注意の集中が必要な状態である。第1段階の目標を実現できるのは明瞭度60%以上と考えられる（文献）。

補聴効果について一般に行われている検査法は、装用域値に関連するものとして、音場域値測定、プローブ・マイクロホンによる鼓膜面音圧測定、簡便法としての補聴器特性測定、SPLオーディオメータによる測定などがある。補聴器装用下の語音聴力検査が会話理解能力の評価に用いられている。ところがこのような検査法では、第2段階、第3段階の目標については評価することはできない。現在では問診での確認が達成の確認法である。今後の検査法の進歩が期待される。

難聴患者の聴覚障害の状態によって、上記3段階の目標のうち実現可能なものと困難なものが決定される。また、たとえ第1段階の目標を実現することに限っても、コミュニケーション上全く困難がないものから、患者の注意と努力を必要とするコミュニケーション状態までの幅がある。それぞれの難聴患者について到達できる目標を定めることは、経験を積んだ医師にとっては容易である。しかし、聴覚域値と語音明瞭度および不快レベルの組み合わせから適切な目標を知ることができるような、多くの補聴器適合症例の臨床統計が整理されることが望まれる。

異なった目標の立て方として、環境雑音に対する補聴器適合がある。雑音が気にならないことは難聴患者の強い希望であるので、上記のコミュニケーション能力と平行して補聴

器適合では実現が望まれている。雑音の種類としては、食器の音など生活雑音、喫茶店など多くの人の会話による雑音、自動車のエンジン音など道路上の雑音などが一般的である。コミュニケーション能力とは別の評価軸として補聴器適合の目標が立てられるべきである。

それぞれの難聴患者に対して上記の目標のうちどれを採用するかについては、最終的には患者の希望と経済状態によって選択されるべきである。その選択においては、決定を患者自身が行うことが望ましいが、選択に必要な情報を患者自身は十分に持っていないので、医師が患者の希望を聞き、それぞれの患者にとってもっとも適切な目標を選択することになる。もちろん、決定には説明と同意を必要とする。

コミュニケーション能力と雑音を中心に補聴器適合について述べてきたが、もっとも基本的なフィッティングの観点として、補聴器が耳に安定して装着されること、ハウリングがなく補聴器を使えること、患者自身が補聴器の着脱とスイッチのオンオフを行えることは不可欠である。

補聴器適合についての研究発表や討論において、補聴器適合の目標を明快にしなければ理解は不完全なものになる。臨床においても研究においても常にどのような目標のもとに行うかを自覚するべきである。

2. 最大出力音圧と最大音響利得の調整 (田内 光)

1) 最大出力音圧の調整

最大出力音圧とはその補聴器が出すことの出来る最大音圧を示し、ボリュームを最大にして各種の調整器を調整しない状態での90dB SPL入力音に対する出力音圧で示される。各周波数の最大出力を連続的に示したのが90dB最大出力音圧レベル周波数レスポンスである。また各補聴器には出力制限装置を調整したときの最大出力音圧の変化を示すレスポンス曲線がテクニカルデータとして示されている。90dB最大出力音圧レベルおよび出力制限装置を調整したときのレスポンスを表したのが図1である。

最大出力音圧の数値には二つの意味がある。一つは90dB最大出力音圧レベルを見ることにより、ある程度その補聴器の適応できる聴力レベルを知ることが出来る。中等度難聴に適合する90dB最大出力音圧レベルは500Hz、1000Hz、2000Hzの平均で約105～110dB SPLであるという報告がある¹⁾。ピーク値および出力制限装置の効果を考えると、一般的には軽～中等度難聴に適合する補聴器の最大出力音圧は130dB SPL程度までであり、高度～重度難聴には140dB SPL以上の出力のある補聴器が必要である場合もある。

最大出力音圧のもつもう一つの意味は、装用者のUCLにその補聴器が対応できるかどうか判断できることである。出力制限装置を用いた場合にどの程度のUCLまで対応できるかが大体判断できる。一般的には出力制限を最大に効かせてもせいぜい20dB程度である。仮にUCLが100dB HLの人に最高出力音圧140dB SPLの補聴器は適合が困難となる。

補聴器の最大出力を調整する意味は、難聴者がその補聴器を使用したときに強大音が入らないようにすることにある。オーディオメータによって測定した不快閾値 (UCL) を参考にして、最大出力音圧がUCLを超えないように出力制限装置を使って調整する。最大出力音圧を装用者のUCLを越えないようにするには、UCLの値を出力制限装置の効果をあらかず周波数レスポンス曲線上にプロットしてそれを超えない制限装置を選択する。ここで注意をすべきはオーディオメータのUCLの測定値は聴力レベル (HL) であり、最大出力音圧は