

Audiology Japan 53, 2010

補聴器適合検査の指針（2010）

資	料
---	---

補聴器適合検査の指針（2010）について

日本聴覚医学会は「補聴器適合検査の指針（2010）」を定め、検査用 CD を作成しました。これは Audiology Japan 51 巻 6 号に委員会報告として掲載した「補聴器適合検査の指針（2008）」について会員諸兄からいただきましたご意見を参考にして改定したものです。

平成 22 年 10 月

理事長 小寺 一興

理 事 細井 裕司

（福祉医療委員会 委員長：真鍋敏毅，委員：神田幸彦，白石君男，杉内智子，鈴木恵子，田内 光，西村忠己，松平登志正）

補聴器適合検査の指針（2010）

はじめに

補聴器は種々の方法で選択し調整されている。調整された補聴器が難聴者に有効であるかどうかを評価するための方法が適合検査である。

日本聴覚医学会では、福祉医療委員会を中心に補聴器適合検査法の指針作成を検討してきた。その結果、現在実施されている補聴器適合評価のための検査法の中から、比較的評価が定まっており、かつ医療現場で実施可能な検査法を選択し、その実施方法と評価方法について「補聴器適合検査の指針（2010）」としてとりまとめた。

本指針は、健康保険診療における特掲診療料「補聴器適合検査」の内容を定めることではなく、医療として補聴器の適合を行う際に必要な適合検査を学問的見地から示したものである。また、本指針は言語聴覚士、看護師、臨床検査技師等の協力を得て医師が医療機関で補聴器適合検査を実施するためのものであり、補聴器販売店が行うことを念頭に置いたものではない。

補聴器適合検査の条件として、(1)明確な判断基準となること、(2)必要かつ十分な評価を行えること、(3)検査法の基準が定められていること、(4)臨床上妥当な時間で行えること、(5)当面成人を対象とした検査法であること、の5項目を満たすこととした。

補聴器の適合状態の評価基準として、(1)入力音圧が60dB SPL時の利得が十分か、(2)入力音圧が90dB SPL時の出力が不快レベル（UCL）を越えないか、(3)装用時語音明瞭度が非装用時語音明瞭度に比べて同等またはそれ以上に保たれているか、(4)雑音下で語音明瞭度がどの程度に保たれているか、(5)補聴器を長時間使用する場合に、聴取される騒音は装用者の心理的許容レベル以内か、(6)補聴器の効果は装用者の満足が得られる状態か、の6項目を考慮した。

本指針では、上記5条件と6評価基準に加えて、検査法の習熟が容易であること、高価な機器の購入が必要ないこと、検査の所要時間が30～40分であることなどを考慮して、以下の8つの検査法について指針を示した。

- (1) 語音明瞭度曲線または語音明瞭度の測定
- (2) 環境騒音の許容を指標とした適合評価
- (3) 実耳挿入利得の測定（鼓膜面音圧の測定）
- (4) 挿入形イヤホンを用いた音圧レベル（SPL）での聴覚閾値・不快レベルの測定
- (5) 音場での補聴器装用閾値の測定（ファンクショナルゲインの測定）
- (6) 補聴器特性図とオーディオグラムを用いた利得・装用閾値の算出
- (7) 雑音を負荷したときの語音明瞭度の測定
- (8) 質問紙による適合評価

上記の8検査法を適宜組み合わせを行い補聴器の適合状態を判定する。上記のうち(1)と(2)を必須検査項目とし、(3)から(8)を参考検査項目とした。必須検査項目を(1)と(2)とした理由は補聴器適合の目的が語音聴取の改善であり、補聴器装用拒否の大きな要因に騒音に耐えられないということが挙げられるからである。

補聴器適合検査の実施に当たっては、一つの検査で適合と判定されても、他の検査で適合不十分となる場合もある。個々の検査結果とともに総合的な判定も不可欠である。

I 音場聴覚検査を行うための環境

1. 検査室の条件

補聴器適合検査を音場で行う場合、騒音や検査音の反響の少ない準無響室であることが望ましいが、本検査が一般耳鼻咽喉科臨床で実施されることを考慮し、検査室の条件として以下の事項を考慮することとした。

- (1) 暗騒音が検査結果に影響しない程度であること
- (2) 検査音の反響が測定に影響しない程度であること
- (3) 被検者の判断に影響するような心理的圧迫感がないこと

具体的には、暗騒音レベルは 50dB (A) 以下であること、検査音が室内で反響しにくくなるような措置（窓や壁面に厚地のカーテンを取り付ける、天井や壁面を吸音材にする、床面はカーペットにするなど）を講じる、2m×3m 程度の広さを確保する等が望ましい。

被検者と音源の室内での配置は図 1 のとおりとする。

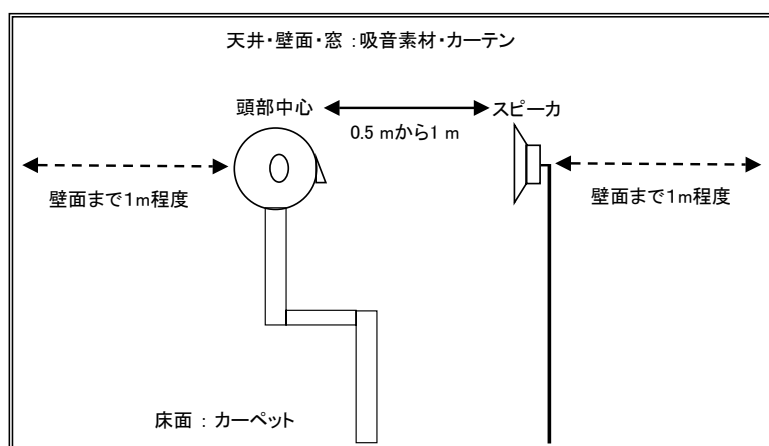


図 1 音場での測定模式図

音源スピーカは被検者頭部中心と同じ高さとし、両者の間隔は 0.5 m から 1 m とする。

両者と壁面までの距離は反響を考慮して、1 m 程度離れていることが望ましい。

2. 音場聴覚検査における校正法

オーディオメータの出力端子を図 1 のスピーカに接続して検査音を呈示する。被検者を退去させて被検者の頭の中心に相当する位置を測定の基準点とする。基準点に測定用マイクロホン置き騒音計（サウンドレベルメータ）で、オーディオメータの聴力レベルダイヤル値を 70dB とした時の音圧レベルを測定する。周波数別の聴覚閾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検査語表とともに録音されている校正基準音をスピーカから発生させて校正を行う。

(1) 音圧レベルでの校正

オーディオメータのダイヤル値 A と基準点での音圧レベル測定値 B との差 $D_{SPL} = B - A$ を校正値とする。すなわち実際の検査では、測定されたダイヤル値に校正値 D_{SPL} を加えれば音圧レベル値が得られる。

(2) 聴力レベルへの変換

1) 閾値検査の場合

音圧レベルへの校正値 (D_{SPL}) を聴力レベルへの校正値 (D_{HL}) に変換するには、聴力レベルの 0dB に相当する音圧レベル（基準等価閾値音圧レベル）を C dB として $D_{HL} = D_{SPL} - C$ を校正値とする。自由音場における

純音に対する周波数別のCの値は表1のように規定されている。D_{SPL} または D_{HL} の値は 5dB ステップで丸めた値を用いることが多い。臨床では、自由音場で検査を行うことは困難であり、検査音も帯域雑音（バンドノイズ）や震音（ウォーブルトーン、FM 音）が用いられることが多いが、その場合でも便宜的にこの値が用いられている。なお、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あるので、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、ANSI は表1の値に一律に 2dB を加えた値を記載している。

表1 自由音場における周波数別の基準等価閾値音圧レベル（両耳聴）（ISO 389-7 から）

周波数 (Hz)	250	500	1000	2000	3000	4000	6000
音圧レベル (dB)	11.4	4.4	2.4	-1.3	-5.8	-5.4	4.3

単耳聴の場合は上記値に 2dB 加算する（ANSI S3.6 による）

2) 語音聴力検査の場合

語音聴力検査においては、Cの値（0dB HLに相当する音圧レベル）はわが国では67-S語表の1桁数字リストの語音了解閾値とされており、音場検査では、この値は単耳聴で約10dB SPLとなることが報告されている。これによれば、音場における語音聴力レベルは音圧レベルの値から10dBを引くことにより得られる。なお、ヘッドホンによる語音聴力検査ではCの値は14dB SPLである。

（3）測定例

たとえば、1000Hzの検査音（震音または狭帯域雑音）をオーディオメータのダイヤル値70dBでスピーカから出力したとき、基準点での音圧レベル測定値が83dBであった場合は、差 $D_{SPL} = B - A = 83 - 70 = 13\text{dB}$ （まるめて15dB）が音圧レベル校正の校正值となる。実際の検査では、測定されたダイヤル値に校正值15dBを加えれば音圧レベル値が得られる。

また、1000Hzにおける音場の基準等価閾値音圧レベルCの値は表1から2.4dBであるので、 $D_{HL} = D_{SPL} - C = 13 - 2.4 = 10.6\text{dB}$ （まるめて10dB）が聴力レベルに変換する場合の校正值となる。実際の検査では、測定されたダイヤル値に校正值10dBを加えれば聴力レベル値が得られる。

語音聴力検査では、語表の校正基準音をダイヤル値70dBでスピーカから再生した時の基準点の音圧が77dBであった場合、 $D_{SPL} = B - A = 77 - 70 = 7\text{dB}$ （まるめて5dB）が音圧レベル校正の校正值となる。0dB HLに相当する音圧レベルは10dB SPLであるので、 $D_{HL} = D_{SPL} - C = 7 - 10 = -3\text{dB}$ （まるめて-5dB）が聴力レベルに変換する場合の校正值となる。

3. 音場検査における非検査耳の遮音または遮蔽

一側耳を音場で測定する場合、検査音が非検査耳で聴取される可能性がある場合には、防音用耳栓、イヤモールド印象剤などで物理的に非検査耳を遮音することが必要である。イヤモールド印象剤で25dB程度の遮音は可能である。市販の耳栓の効果は外耳道とフィットしていれば同程度の遮音が期待できるが、フィットしないと、特に低音域ではほとんど遮音効果が得られない場合もある。非検査耳が良聴耳で、検査耳との聴力差が大きい場合には、遮音だけでは不十分で、非検査耳をマスキング音で遮蔽することが必要となる。検査音として語音や震音を用いる場合は、非検査耳を雑音で遮蔽することが可能であるが、検査音に帯域雑音を用いる場合非検査耳を同じ帯域雑音で遮蔽して検査を行うことは困難である。

II 必須検査項目

語音明瞭度曲線または語音明瞭度の測定は、難聴者が補聴器を効果的に活用できているかどうかを判断する

うえで重要な検査である。環境騒音が許容可能かどうかは、補聴器装用が可能か否かの判定に大切な項目である。この二者は独立した項目で、一方が良好であれば他方も良好であるとは限らない。したがって、必須検査の2項目は調整を変更する度に実施する必要がある。

1. 語音明瞭度曲線または語音明瞭度の測定

補聴器装用時の語音弁別力を補聴器非装用時と比較して判定する。語音明瞭度曲線を用いる方法と語音明瞭度を指標とする方法を呈示する。補聴器適合の評価にはいずれかひとつを行う。

(1) 検査機器とその設定

オーディオメータ(幼児聴力検査装置、補聴効果測定装置でも可)、スピーカ、アンプ(必要な場合)、騒音計、検査音源用CD(67-S語表、57-S語表)、CDプレーヤ

検査用スピーカの設定と校正および必要な場合の非検査耳の遮音は「I. 音場聴覚検査を行うための環境」にしたがって行う。

(2) 語音明瞭度曲線の測定

1) 検査語音と検査音圧

検査語音は検査時間の関係で67-S語表を用いる。補聴器装用時と非装用時における検査語音の音圧は、40 dB HL、50 dB HL、60 dB HL、70 dB HL、80 dB HLのうち連続した3レベル以上の測定を原則とする。

2) 測定手順

測定は日本聴覚医学会の語音聴覚検査法にしたがって音場で実施する。これらの結果から、音場用スピーチオーディオグラム上に補聴器装用時と非装用時の語音明瞭度曲線を描く(図2参照)。補聴器非装用時に検査音圧の不足により音場での測定が困難な場合は、ヘッドホンでの測定値をその旨を明記の上で代用してもよい。なお必要に応じて補聴器非装用耳の遮蔽を行う。

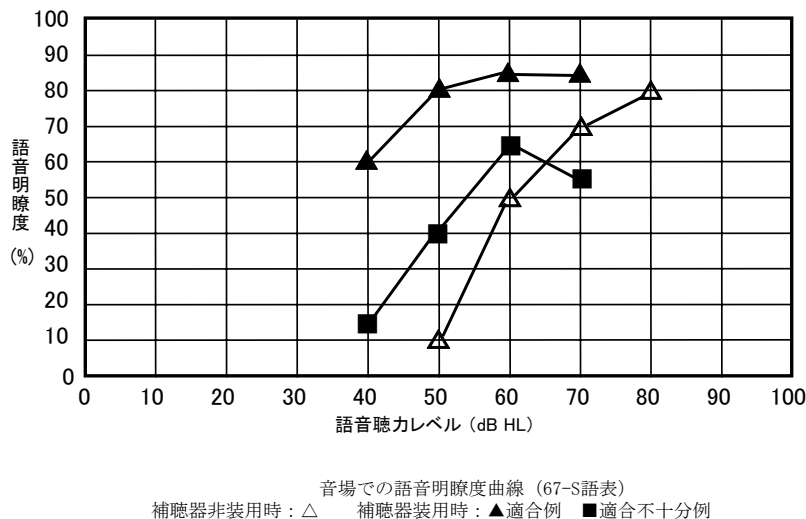


図2 評価例のスピーチオーディオグラムと語音明瞭度(音場)

3) 評価方法

補聴器装用時の語音明瞭度曲線において、各検査音圧での明瞭度は小さめの音圧から70 dB または 80 dB までの広い範囲で良好であること、また音圧の上昇とともに明瞭度が低下する現象がないことが好ましい。また検査範囲内での補聴器装用時の最良の語音明瞭度が非装用時の値より15%以上低下していれば、適合不十分であると判定する。

評価例(図2)

適合例では、補聴器装用時において小さめの検査音圧でも明瞭度が著しく改善しており、検査音圧の広い範囲で80%以上の明瞭度が得られ、また検査範囲内での最良の語音明瞭度が非装用時ものと比べて同等であることから、十分な補聴効果が認められると判定する。

適合不十分例では、補聴器装用時において各検査の音圧明瞭度は50dB HLと60dB HLでは非装用時よりも改善しているが、70dB HLでは悪化しており、また検査範囲内での最良の語音明瞭度は非装用時よりも15%低下していることから、この補聴器は十分には適合していないと判定する。

（3）語音明瞭度の測定

1）検査語音と検査音圧

検査語音は57-S語表を用いる。補聴器非装用時における語音の検査音圧は平均聴力レベル上30dBとするが、重度難聴では可能なレベルでの測定とする。補聴器装用時における測定の検査音圧は60dB HLとする。検査音が被検者にとって大きすぎる場合は、5から10dB減衰してもよい。

2）測定手順

測定は日本聴覚医学会の語音聴覚検査法にしたがって音場で実施し、明瞭度とともに検査音圧を記載しておく。補聴器非装用時の測定で検査音圧がスピーカの出力限界を越える必要がある場合は、ヘッドホンでの測定値をその旨を明記の上で代用する。

3）評価方法

補聴器非装用時の明瞭度に比し装用時の明瞭度が、+10%を超えていれば適合良好、±10%以内は適合許容、-10%を超えて悪ければ適合不十分と判定する。

表2 57-Sによる語音明瞭度（音場）の評価例

補聴器非装用時	82% (80dB HL)
補聴器装用時	適合例 84% (60dB HL)
	適合不十分例 64% (60dB HL)

（ ）内の数字は語音の検査音圧のレベルを示す。

評価例（表2）

補聴器非装用時に検査音圧が80dB HLで語音明瞭度82%の症例において、補聴器装用時に検査音圧が60dB HLで84%と良好であるので適合していると判定する。一方、検査音圧が60dB HLで64%と補聴器非装用時の結果より10%を超えて低下している場合は、この補聴器は適合不十分と判定する。

2. 環境騒音の許容を指標とした適合評価

環境騒音下で補聴器を装用して日常会話を聴取するときに、環境騒音が会話音聴取の妨げとなって補聴器が使用できないことがないか評価する。

（1）検査機器

スピーカ1個、アンプ（必要な場合）、騒音計、検査音源用CD（朗読音、環境騒音）、CDプレーヤ

（2）検査方法

1）測定方法

朗読音と種々の環境騒音を同時に聴取させる。この状況下で被検者の主観的印象を、「補聴器を使用できる」、「補聴器を装用するのが困難である」のいずれかで回答させる。

2）朗読音と環境騒音の呈示レベル

ここでは環境騒音を等価音圧レベル（dB）で表し、朗読音は長時間平均パワーレベル（等価音圧レベル）で測定し、SN比を求めている。

朗読音の呈示レベルは長時間平均パワーレベル65dBとし、環境騒音の呈示レベルは50dBとして、SN比+15dBで行う。やや劣悪な騒音環境を模擬する場合は、環境騒音の呈示レベルを55dBとして、SN比+10dBで行う。騒音下の従事者のような、より劣悪な騒音環境を模擬する場合は、環境騒音の呈示レベルを60dBとして、SN比+5dBで行う。

なお、朗読音自体のレベルが小さいために聴取困難な場合は、被検者が朗読音を快適に聴取できるレベルで

表3 環境騒音に対する補聴器調整前と調整後の評価例

環境騒音	調整前(適合不十分)	調整後(適合)
駅プラットホーム	使用できる	使用できる
幹線道路交差点	使用できる	使用できる
レジ袋	使用できる	使用できる
食器洗い	装用するのが困難	使用できる

ても、非騒音下で明瞭度が低下していないことを再度確認する必要がある。

評価例(表3)

症例は、「騒音、特に食器洗い時の衝撃音がうるさく会話時に騒音が気になる」と訴えて適合不十分と判定された。補聴器を再調整したところ、食器洗い音が気にならなくなり、「補聴器を使用できる」との回答が得られ適合したと判定する。

表4 環境騒音の種類とSN比

環境騒音	SN比		
駅プラットホーム	+15dB	+10dB	+5dB
幹線道路交差点	+15dB	+10dB	+5dB
レジ袋	+15dB	+10dB	+5dB
食器洗い	+15dB	+10dB	

食器洗いのSN比+5dBは再生時に音が歪むため除外した。

検査を行ってよい。

(3) 評価方法

「補聴器を使用できる」との回答が得られたら、環境騒音の許容に関して補聴器は適合していると判定する。環境騒音のため「補聴器を装用するのが困難である」との回答なら、補聴器は適合不十分と判定し、補聴器を再調整する。再調整後に本評価法で適合してい

(4) その他の事項

環境騒音に対する主観的許容度は、慣れやカウンセリングによって変わるので注意を要する。この検査は騒音下の会話能力を測定するものではないので、騒音下で朗読音を理解できなくてもよい。

本検査のための環境騒音の音源を用意した(表4)。

Ⅲ. 参考検査項目

調整の度に行う必要はないが、適宜測定を行うことで適合状態の評価に有益である検査である。実耳挿入利得の測定、挿入形イヤホンを用いた音圧レベル(SPL)での聴覚閾値・不快レベルの測定、音場で補聴器装用閾値を測定する方法、補聴器特性図とオーディオグラムを用いた利得・装用閾値の算出方法の4項目は、いずれも補聴器の出力や利得が適切であるか否かを判断するための測定であるので、重複して実施する必要はない。

1. 実耳挿入利得の測定(鼓膜面音圧の測定)

スピーカから一定の入力音を聴取した状態で、補聴器非装用時に対する補聴器装用時の外耳道内鼓膜面付近(測定点)での音圧レベルの増加(実耳挿入利得)を周波数別に測定する。

(1) 検査機器

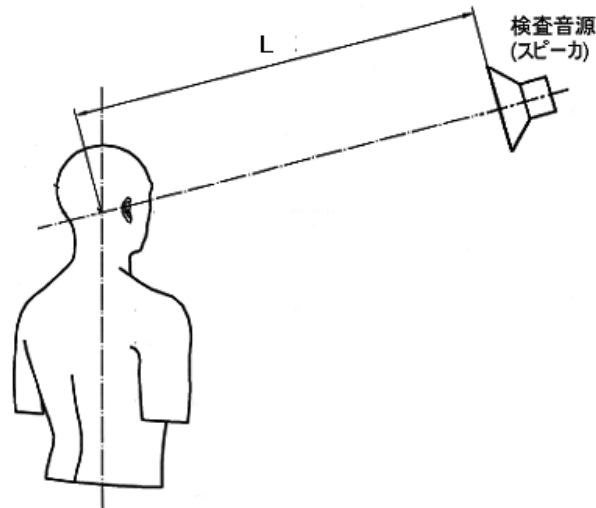
プローブチューブマイクロホンによる測定が可能な補聴器特性測定装置

(2) 検査方法

1) 配置

検査耳の外耳道入口付近の定められた位置(耳介上など)を音場基準点とする。この位置にマイクロホン(基準マイクロホン)を置き、検査音圧を測定する。

音場基準点およびスピーカと最近接反射面(壁面など)との距離は、被検者の頭の中心とスピーカ間の距離の2倍以上となるのが望ましい(図3)。



被検者を音源からの距離（L）が50 cm以上の位置に着席させる。

図3 検査の配置

2) 測定の準備

① 校正

各検査機器に備わっている方法で検査装置の校正を行なう。

② 検査音

検査音は純音、震音、狭帯域雑音などの狭帯域音、または広帯域雑音、周期性複合音、スピーチノイズなどの広帯域音、あるいはこれらの信号を断続した音を用いる。

検査音のレベルは補聴器装用時の検査では、被検者の安全性や快適性に配慮して選択する。測定装置には、検査中に一定レベル以上の強い音が耳内に発生した場合は、自動的に検査を中断するように、上限値を設定できるものが多い。線形増幅の補聴器は1つの検査音のレベル（通常 60dB SPL）で測定を行うが、非線形増幅を行う補聴器では複数のレベル（通常 50dB SPL から 80 dB SPL の範囲）で測定を行う。

③ プローブチューブの挿入の深さ

プローブチューブの先端の位置（図4の測定点）は鼓膜から6mm以内とする。補聴器を装着した時の測定では、チューブの先端は補聴器の音口から5mm以上はなれていなければならない。ただし、深いイヤモールドやシェルでは、この条件が満たされない場合もある。

3) 実耳挿入利得の測定

① 測定装置の使用手順に従ってスピーカから検査音を発生させ、測定点における音圧レベルの周波数レスポンス（実耳裸耳レスポンス, real-ear unaided response, REUR）またはこれから検査音のレベルを引いた値（実耳裸耳利得, real-ear unaided gain, REUG）の周波数レスポンスを記録する。

② 補聴器またはイヤモールドを外耳道に挿入する。その際、プローブチューブマイクロホンの先端の位

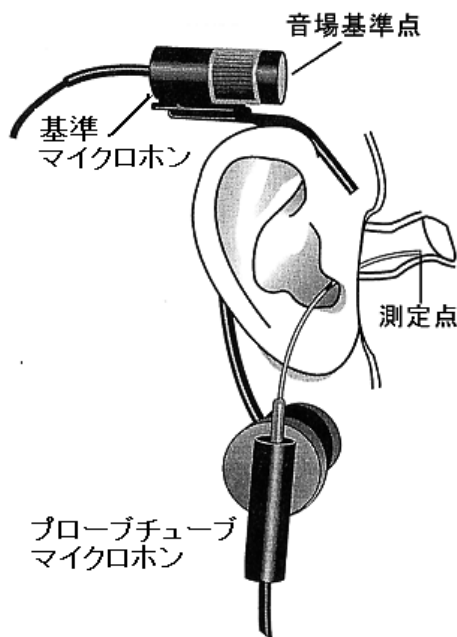


図4 音場基準点と鼓膜面音圧の測定点（Revit, LT から）

置が非装用時の測定時とずれたり、チューブがつぶれたり、補聴器やイヤモールドと外耳道との隙間から音漏れがしないように注意する。音場基準点、検査音のレベルとタイプは非装用時の測定と同じでなければならない。

- ③ 補聴器のスイッチを入れ、主利得調整器を所定の位置に調整する。補聴器に雑音抑制機能がついている場合は、これをオフにして検査を行う。オフにできない場合は、検査音に断続音を用いる。
- ④ 測定装置の使用手順に従ってスピーカから検査音を発生させ、このときの測定点における音圧レベルの周波数レスポンス（実耳補聴レスポンス, real-ear aided response, REAR）またはこれから検査音のレベルを引いた値（実耳補聴利得, real-ear aided gain, REAG）の周波数レスポンスを記録する。
- ⑤ 実耳補聴レスポンスから実耳裸耳レスポンスを引くか、実耳補聴利得から実耳裸耳利得を引いて、補聴器装用による測定点の音圧レベルの上昇量（実耳挿入利得, real-ear insertion gain, REIG）の周波数レスポンスを求める（図5）。

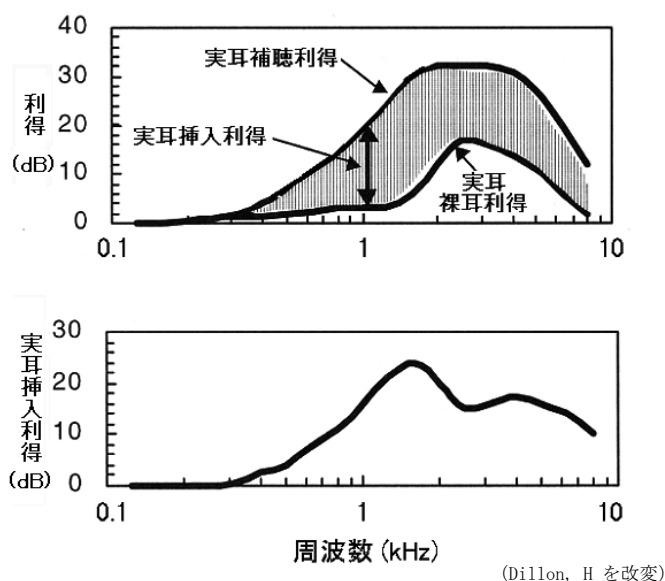


図5 実耳裸耳利得、実耳補聴利得と実耳挿入利得

（3） 評価方法

実耳挿入利得（または実耳補聴利得）の測定結果と、種々の処方式による目標値と比較した時の一致度を、適合状態を判定する上での資料とする。また、装用耳の裸耳の閾値（気導聴力閾値）から実耳挿入利得を引けば補聴閾値が推定できる。

評価例（図6）

高音障害型難聴耳に線形増幅の補聴器を装用して実耳挿入利得を測定したところカーブ1が得られた。POGO法による挿入利得の目標値を図中の太線で示す。利得は目標値に比べて、低音域は高すぎ高音域は低すぎるので、適合不十分と考えられる。これに対して音質等の調整後、再度測定した結果カーブ2が得られ、4kHz付近では目標値に達していないが、他の周波数では目標の挿入利得が得られ、おおむね適合と評価される。

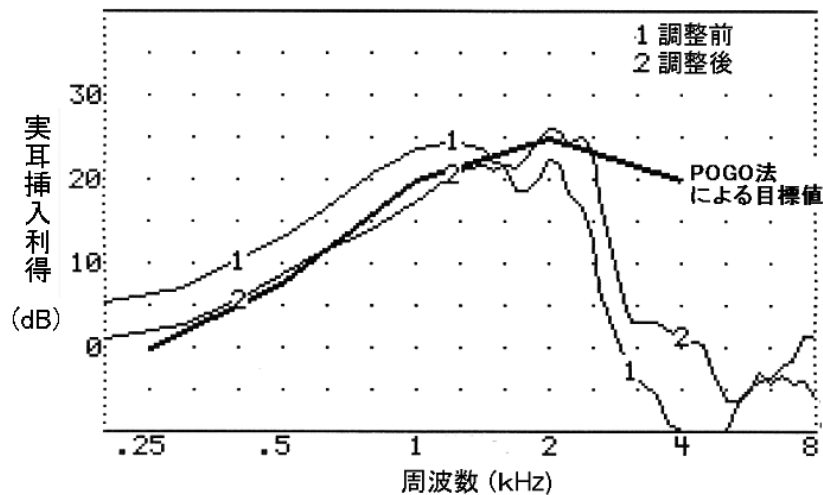


図6 高音障害型難聴耳における実耳挿入利得の測定例

（４） その他の事項

本法にはファンクショナルゲイン測定と比較して、以下の利点と問題点がある。

１） 利点

- ① 短時間で測定ができる。
- ② 必要な全周波数（連続周波数）の値が得られる。
- ③ 非線形増幅特性の評価が可能である。
- ④ 被検者の閾値応答を必要とせず、これに伴う誤差も生じない。

２） 問題点

- ① 通常の補聴器測定装置の他に実耳測定用の部品（プローブチューブマイクロホン他、図４の装置）とソフトウェアの購入が必要である。
- ② 外耳道にチューブを挿入する際に、慣れないとチューブが鼓膜や外耳道壁に当たって苦痛を与える可能性がある。
- ③ 高出力の補聴器では、プローブチューブを挿入するとハウリングが起こり検査を行えないことがある。

２．挿入形イヤホンを用いた音圧レベル（SPL）での聴覚閾値・不快レベルの測定

挿入形イヤホンを用いた検査は、音圧レベル（SPL）、聴力レベル（HL）で測定可能だが、補聴器の利得および周波数特性の出力音圧レベルはSPLで表示されるためSPLはHLよりも比較が容易であり迅速な補聴器適合評価につなげやすい。SPLで測定した、あるいはHLで測定しSPLに換算してSPLオーディオグラム上に表した聴覚閾値、不快レベルと補聴器特性図と比較し評価することができる。

挿入形イヤホンを用いた測定はヘッドホン測定と比較して、(1)鼓膜に近いところで音を呈示するため外耳道容積の個人差が小さい、(2)両耳間移行減衰量が大きくマスキングの必要性が少ないかマスキング音のレベルを低くすることができる、(3)ヘッドホンが装着しにくい頭の小さな子供でも測定できる、(4)ヘッドホンで耳介を押さえないため外耳道の変形を防ぐことができる、などの利点がある。

（１） 検査機器

挿入形イヤホンを装備したオーディオメータまたは聴力測定が可能な装置

（２） 検査方法

１） 校正

挿入形イヤホンは2cm³ カプラまたは擬似耳を用いて、HLまたはSPLで校正する。装置にはカプラでなく

実耳を用いて校正を行うものもある。この場合は実耳特性を用いて測定が可能である。HL で測定した場合は補聴器特性図 (SPL) と比較するために HL から SPL の換算が必要である (表 5)。

表 5 挿入形イヤホン (ER-3A) による聴力レベルを音圧レベルに換算する値

(Hz)	125	250	500	1000	2000	3000	4000	6000	8000
2 cm ³ カプラ (dB)	26	14	5.5	0	3	3.5	5.5	2	0
密閉形擬似耳 (dB)	28	17.5	9.5	5.5	11.5	13	15	16	15.5

0.5dB 単位で丸めた値 (ISO 389-2: 1994 による)

聴力レベルを音圧レベルに換算するとき、上記値を加算する。

2) 測定方法

聴覚閾値、不快レベルを測定する (図 7 参照)。また、可聴範囲のいくつかのラウドネスについて測定を行い、補聴器特性曲線と比較することも可能である。

(3) 評価方法

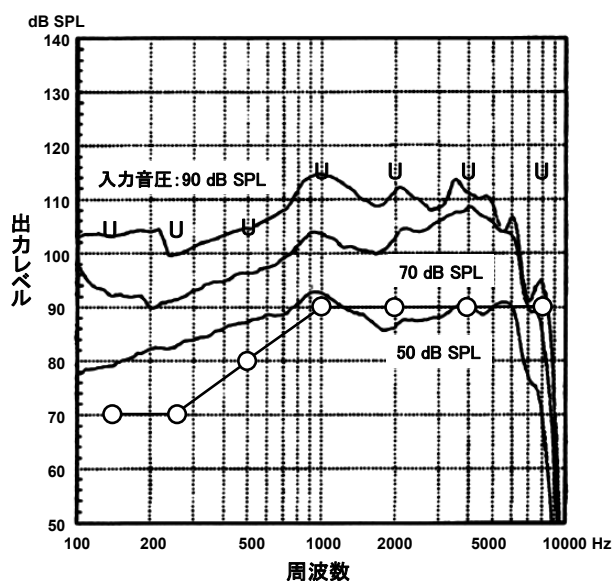
適合状態の評価は聴覚閾値、不快レベル、可聴範囲のいくつかのラウドネスについての測定値を、特性測定装置で得た補聴器特性、実耳測定で得た補聴器特性、補聴器特性調整用のパソコン上の補聴器特性などと比較することで実施する。

1) 聴覚閾値での評価

一般に会話音の音圧レベルは 60dB SPL から 70dB SPL にあるので、その入力時の出力が聴覚閾値を超えると適合と判定する。逆に入力音圧 70dB SPL の出力が聴覚閾値を超えていなければ会話音が入りにくくなるため適合不十分と判定する。

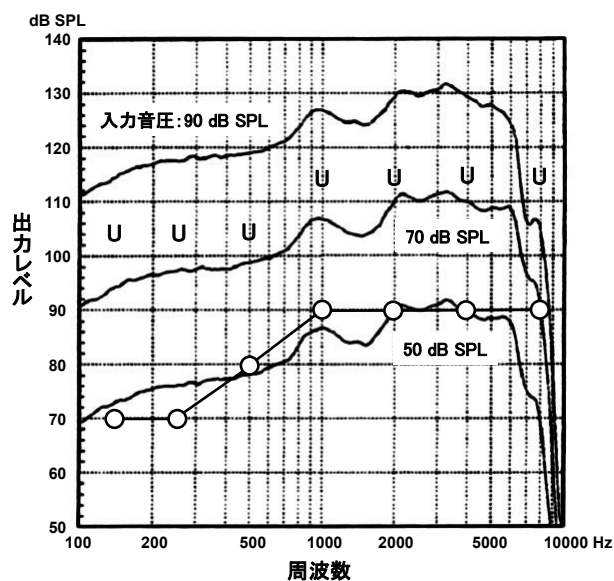
2) 不快レベルでの評価

補聴器の最大出力レベルが不快レベルを超えていないか判定するため、入力音圧 90dB SPL の出力と不快レベルを比較する。不快レベルは「大きい」から「耐えられない」まで幅があるため被検者の反応を良く観察し



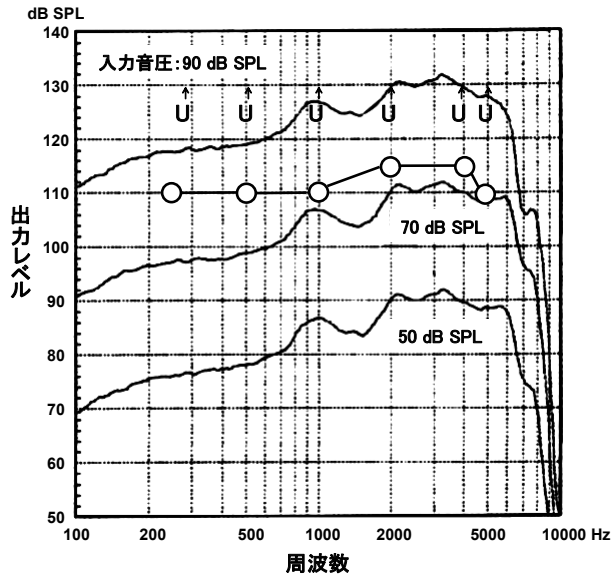
○は聴覚閾値、Uは不快レベルを示す

図 7 適合例の特性図と SPL オーディオグラム



○は聴覚閾値、Uは不快レベルを示す

図 8 適合不十分例 (図 7 と同一症例) の特性図と SPL オーディオグラム



○は聴覚閾値、U↑は不快レベルが125 dB SPLを超えていることを示す

図9 適合不十分例（重度難聴）の特性図と SPL オージオグラム

3. 音場で補聴器装用閾値を測定する方法（ファンクショナルゲイン測定）

音場で補聴器装用閾値を測定する目的は、適合した補聴器を装用しての聴覚閾値を確認するとともに、普通話声をどの程度聞き取ることができるかの判断材料を得ることである。また補聴器を装用しない状態での聴覚閾値（非装用時閾値）を測定し、その差を求めると補聴器装用による利得（ファンクショナルゲイン）を知ることができる。

（1）検査機器

オーディオメータ（幼児聴力検査装置、補聴効果測定装置でも可）、アンプ（必要な場合）、スピーカ（必要な場合）

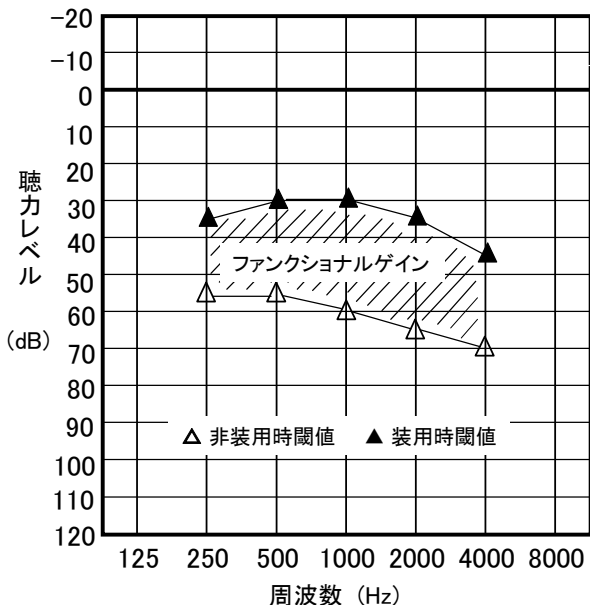


図10 補聴器非装用時閾値・装用時閾値とファンクショナルゲイン

ながら測定する。検査時の印象や適合後の装用者の訴えが重要である。

評価例（図7、図8、図9）

適合例（図7）では入力音圧が70dB SPLの時の出力が聴覚閾値を十分超えている。また、入力音圧が90dB SPLの時の出力はUCLを超えていない。したがって、この例では適合していると判定できる。

図8の適合不十分例（図7と同一症例）では入力音圧が90dB SPLの時の出力がUCLを超えているので、適合不十分であると考えられる。また図9の適合不十分（重度難聴）例では入力音圧が70dB SPLの時の出力が聴覚域値を越えていないので、適合不十分と考えられる。

（2）検査方法

音場での音圧を聴力レベルで校正されたスピーカを接続できるオーディオメータまたは補聴効果測定装置を用いて、補聴器非装用時閾値と装用時閾値を測定する。ここでは装置や手技が簡単で、オーディオグラム上に記載可能であり、純音聴力検査結果とも比較可能な方法を説明する。

1) 検査音

音場において周波数ごとの閾値を測定する場合の音源は震音（ウォーブルトーン）または狭帯域雑音（ナローバンドノイズ）を用いる。検査音圧の校正は「I-2-(1)音圧レベルでの校正」による。

2) 測定方法

音場で補聴器非装用時閾値および装用時閾値の測定を行う（図10）。検査音の提示方法および被検者の応答方法は純音聴力検査法に従う。また、騒音抑制装置付きの

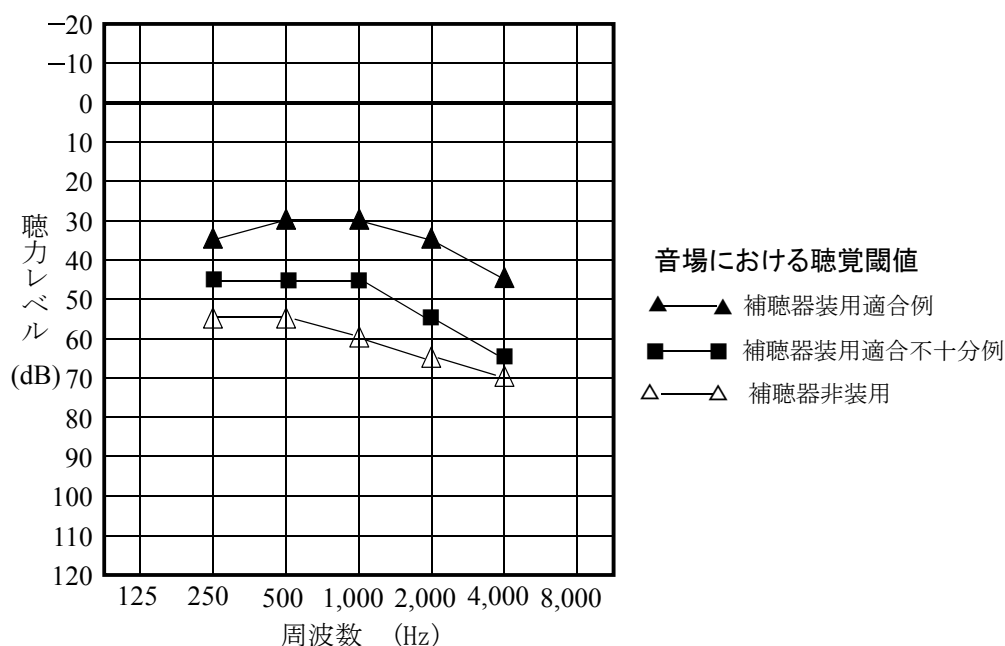


図11 ファンクショナルゲインによる評価例（適合例と適合不十分例）

補聴器では装置を断にして測定する。検査周波数は 250, 500, 1000, 2000, 4000Hz の 5 周波数を用いる。

3) 非検査耳の遮音または遮蔽

片耳装用で聴力の悪い方の耳に補聴器を使用する場合には、「I - 3 音場検査における非検査耳の遮音または遮蔽」を考慮する。

(3) 評価方法

補聴器非装用時閾値は純音聴力検査結果と比較し、良聴耳の気導閾値と大きな差がないか検討する必要がある。差が大きい場合には、音圧校正方法の誤りか測定方法の誤りが考えられる。

ファンクショナルゲインが聴力レベルの半分（ハーフゲイン）であるか、装用閾値が 1000Hz で 35dB HL 以内であればよい。ファンクショナルゲインは低音域ではハーフゲインより少なくてもよく、高音域の利得は補聴器の性能上ハーフゲインが得られない場合がある。

評価例（図11）

補聴器適合例と適合不十分例を示した。▲印は低音および高音部を除き非装用時の閾値のほぼ半分のファンクショナルゲインを得ており適合例といえる。■印の場合はゲインが不足しており、適合不十分例といえる。

4. 補聴器特性図とオーディオグラムを用いた利得・装用閾値の算出方法

補聴器特性図上の出力値から換算式を利用して装用時閾値および最大出力を簡易的に推定し、オーディオグラム上で補聴器が適合しているかどうかを判断する。

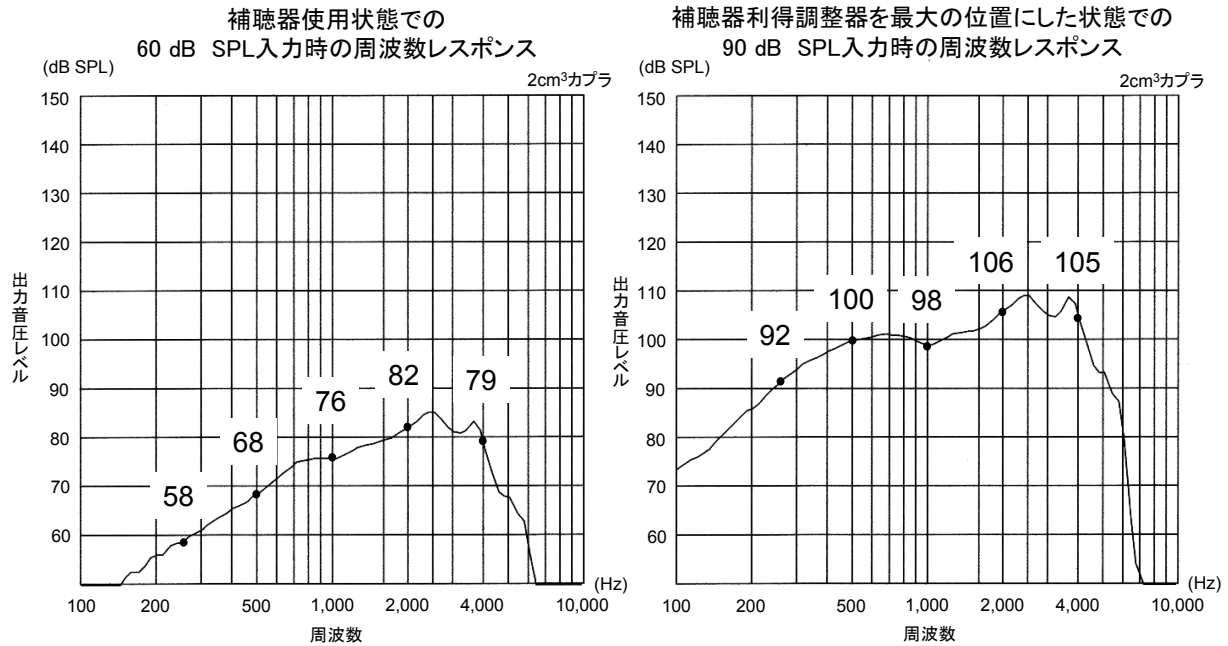
(1) 検査機器

オーディオメータ、補聴器特性測定装置

(2) 検査方法

1) 純音聴力検査、不快レベルの測定、補聴器の特性測定

純音聴力検査と不快レベルの測定はオーディオメータを用いて行う。補聴器特性は補聴器特性測定装置を用いて、補聴器の使用状態で 60dB SPL 入力時の周波数レスポンスと利得調整器を最大の位置にした状態での 90dB



数字はそれぞれ250, 500, 1000, 2000, 4000 Hzの周波数での出力音圧レベル

図12 補聴器特性図例

表6 挿入利得算出のための補正值（裸耳利得を減算し、ヒトの耳と2cm³カブラの感度差を加算した値）

周波数 (Hz)	250	500	1000	2000	4000
裸耳利得 (dB)	0	1.5	2.5	12.0	14.5
ヒトの耳と2cm ³ カブラの感度差 (dB)	3.5	4	5.5	8.5	9.5
補正值 (dB)	3.5	2.5	3	-3.5	-5.0

裸耳利得はIEC60118-8 Ed.2 から、ヒトの耳と2cm³カブラの感度差はISO 389-2の音響カブラと密閉型擬似耳の基準等価閾値音圧レベルから算出し0.5dB単位で丸めた値である。これらの値は一部内挿補間法によって求めた。

SPL入力時の周波数レスポンスを測定する（図12）。

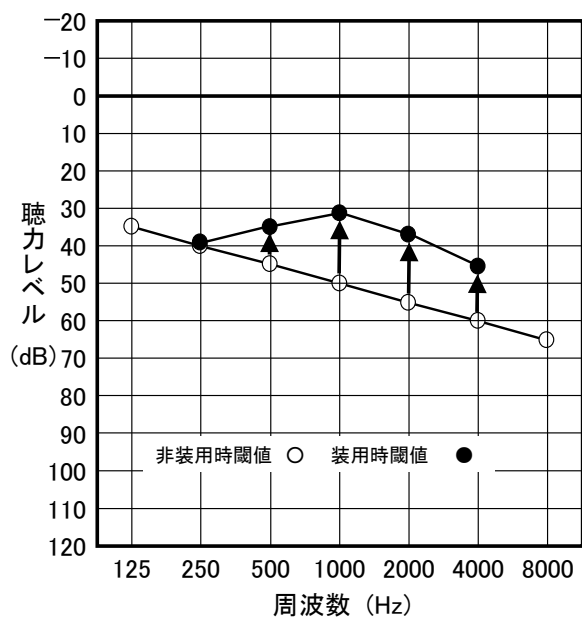
2) 装用時閾値および最大出力の算出

図12の例で算出方法を説明する。装用時閾値を計算するには、まず補聴器特性図の60dB SPL入力時の周波数レスポンスの曲線から250, 500, 1000, 2000, 4000Hzの周波数での出力音圧（dB SPL）を求める。求めた値から60dBを減算する。次に裸耳利得（オープンイヤ・ゲイン）およびヒトの耳と2cm³カブラの感度差を考慮するために、表6の補正值を加算し各周波数の挿入利得を求める。オーディオグラムの各周波数の閾値（非装用時閾値）から、求めた挿入利得を減算し装用時閾値を推定する（図13）。

最大出力を計算するには、まず図12の90dB SPL入力時の周波数レスポンスの曲線から250, 500, 1000, 2000, 4000Hzの周波数で入力時の出力音圧（dB SPL）を求める。次にdB SPLとdB HLの単位の差を考慮するために、表7の補正值を減算し各周波数の最大出力をdB HLで求める。

（3）評価方法

装用時閾値の妥当性については装用閾値と会話能力の目安（表8）で評価する。最大出力については不快レベルを越えていないか評価する。



非装用時閾値から得られた挿入利得を減算する。

図13 装用時閾値の推定

表7 音圧レベルを聴力レベルに換算するための補正值 (ISO389-2 から)

周波数 (Hz)	250	500	1000	2000	4000
補正值 (dB)	14	5.5	0	3	5.5

0.5dB 単位で丸めた値

表8 装用閾値と会話能力の目安 (小寺, 2007から)

	小声での会話	普通の会話	普通の会話がしばしば不自由
平均聴力 (dB HL)	25程度	35程度	45程度

表9 評価例の聴覚閾値と不快レベル

周波数 (Hz)	125	250	500	1000	2000	4000	8000
聴覚閾値 (dB HL)	35	40	45	50	55	60	65
不快レベル (dB HL)		85	90	95	95	95	

表10 適合例の測定値

周波数 (Hz)	250	500	1000	2000	4000
60dB SPL 入力時の周波数レスポンス (dB SPL)	60	65	75	85	80
90dB SPL 入力時の周波数レスポンス (dB SPL)	85	90	90	95	95
挿入利得 (dB)	3.5	7.5	18	21.5	15
最大出力 (dB HL)	71	84.5	90	92	89.5

表11 適合不十分例の測定値

周波数 (Hz)	250	500	1000	2000	4000
60dB SPL 入力時の周波数レスポンス (dB SPL)	60	65	65	70	65
90dB SPL 入力時の周波数レスポンス (dB SPL)	90	100	100	100	105
挿入利得 (dB)	3.5	7.5	8	6.5	0
最大出力 (dB HL)	76	94.5	100	98	99.5

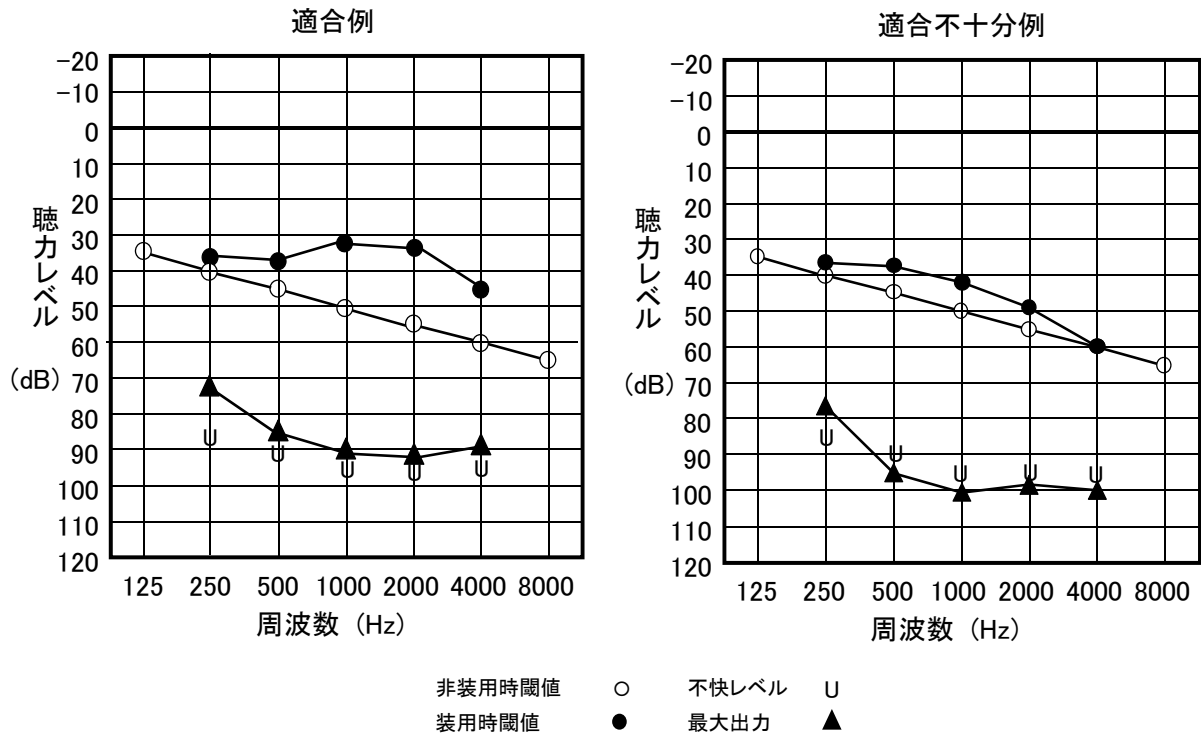


図14 適合例および適合不十分例の装用時閾値と最大出力

評価例（図14）

評価例として表9に示すような非装用時の聴覚閾値と不快レベルの難聴者に、補聴器を調整した場合の適合例と適合不十分例を示す。表10、表11はそれぞれの例の補聴器特性の測定結果と本法を用いて算出した挿入利得と最大出力を示している。挿入利得から求めた装用時閾値と最大出力をオーディオグラム上に記入することで適合を判断する（図14）。適合例では装用時閾値、最大出力とも問題はないが、適合不十分例では挿入利得が不十分であり、また最大出力が大きいことから再調整が必要である。

（4）その他の事項

本法は簡易法であり、求めた値は以下に示す誤差を含んでいる。(1)外耳道の形状に個人差があり、実際の挿入利得と求めた挿入利得の間に個人差が生じる。(2)本法の算出法は、補聴器の種類による違い、マイクロホン・ゲイン（マイクロホンの位置効果）、出力音口効果（イヤモールドなどの効果）、通気口の効果などは考慮していないため、それらについての誤差が生じる。(3)本法は普通会話音に対応する入力音圧（60dB SPL）を聴取するときの装用閾値を近似するものである。非線形増幅の場合の装用閾値を近似するためには入力音レベル毎の利得を用いて換算することが必要である。以上のことから、正確な評価を行うためにはそれぞれの値を実測する検査を実施する必要がある。

本法で示した算出法では、2cm³ カプラを用いて特性を測定した場合の補正值を示している。擬似耳を使用して測定した場合、ヒトの耳との感度差を考慮する必要がない。このため挿入利得、最大出力の算出のためには本法で得られた値から表5のヒトの耳と2cm³ カプラの感度差を減算することで求められる。

5. 雑音を負荷したときの語音明瞭度の測定

難聴者は雑音下で聴取困難となることが多いことから、補聴器を装用した状態で雑音を負荷して語音明瞭度の測定を行い、雑音がないときの語音明瞭度が保たれているかどうかを評価する。

（1）検査機器

オーディオメータ（幼児聴力検査装置、補聴効果測定装置でも可）、スピーカ、アンプ（必要な場合）、騒音計、

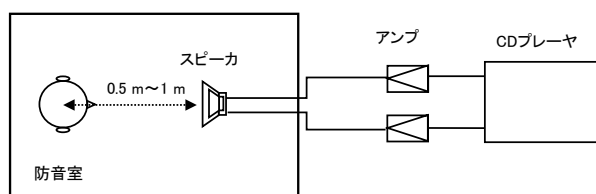


図15 検査装置の配置

検査音源用 CD (57-S 語表, 加重不規則雑音), CD プレーヤー, スピーカ 2 個 (検査語音用と雑音負荷用)

(2) 検査方法

1) スピーカの校正と位置

検査語音用スピーカの校正は, 「I 音場聴覚検査を行うための環境」にしたがう。

雑音負荷用スピーカは, 検査語音用スピーカとほぼ同じ距離に設置する。補聴器の指向性機能や雑音抑制機能を

を評価する場合は, 側方または後方の 0.5m から 1m の位置に設置する。図15は検査語音用スピーカと雑音負荷用スピーカを重ねて設置している例を示す。

雑音は, 検査用語音に対して所定の SN 比になるように校正されて付属の検査音源用 CD に記録されている。

2) 検査語音と検査音圧

検査語音は 57-S 語表を用いる。補聴器装用時と非装用時の語音の検査音圧は, 「II - 1 - (3) 語音明瞭度の測定」で用いた音圧とする。

3) 測定手順

雑音負荷用スピーカから SN 比 +10dB の加重不規則雑音を負荷した時の語音明瞭度を求める。種々の雑音の強さにおける語音明瞭度を測定する場合には, SN 比が +5dB, 0dB の雑音を用いて測定する。

(3) 評価方法

補聴器非装用時の最高明瞭度と, 雑音を負荷していない補聴器装用時の語音明瞭度を比較して大きく異なっていないこと ($\pm 10\%$ 以内) を確認する。

SN 比 +10dB の雑音負荷時の語音明瞭度が雑音を負荷しない時の語音明瞭度に比較して 20% 以上低下すれば補聴器の適合不十分と考える。

補聴器非装用時においても雑音負荷時の語音明瞭度が低下していれば, 雑音負荷時の語音明瞭度の低下は補聴器よりも聴力に問題があると考えるべきである。

評価例 (表12)

「II - 1 - (3) 語音明瞭度の測定」と同じ症例で, 雑音を負荷しないときの語音明瞭度は 84% であった。後方から SN 比が +10dB の雑音を負荷して検査を行ったところ, 適合例では 72% と 20% 以内の低下にとどまっていたのに対し, 適合不十分例では 58% と 20% 以上の低下がみられた。

表12 雑音負荷語音明瞭度による評価例 (適合例と適合不十分例)

雑音負荷をしない場合	雑音負荷をした場合	
適合時の語音明瞭度	適合例の語音明瞭度	適合不十分例の語音明瞭度
84% (60dB HL)	72% (60dB HL)	58% (60dB HL)

補聴器非装用時で雑音を負荷しない場合の語音明瞭度が 82% (80dB HL) の例である。

() 内は語音の検査音圧を示す。

(4) その他の事項

語音を聴取するときに明瞭度が 60% 以下になると聴取困難をきたすことから, SN 比 +10dB の雑音を負荷することによって補聴器装用時の語音明瞭度が 60% 以下に低下すると, 補聴器を使用できない可能性がある。また, この検査で雑音を負荷しないときの最高明瞭度が 50% 以下の場合は, 雑音を負荷した語音明瞭度検査を

行う意味はない。

6. 質問紙による適合評価

補聴器の装用前と装用後に質問紙を用いることで、補聴による聴取改善効果に対する装用者の主観的な評価を、効率的に得ることを目的とする。

『きこえの評価—補聴前・補聴後—』（図16）は、日常生活で語音や環境音を聴取する具体的な状況を設定した10項目の質問で構成され、頻度を指標とした5段階の評定尺度で回答を求める。一定期間装用した補聴器について、適合状態を判定することが可能である。

【きこえの評価 — 補聴前・補聴後—】

〔 年 月 日〕お名前〔 〕

補聴器を〔 装用しないとき 〕〔 装用したとき 〕

日常生活のさまざまな場面で、どのように聞こえますか。

A～Jの各項目の選択肢から当てはまるものを1つだけ選び、○で囲んでください。

経験しなかった場合であれば、「経験なし」を○で囲んでください。

例 病院の受付で自分の名前を呼ばれたとき、聞き取れる

経験なし	いつも聞き取れる	聞き取れることが多い	半々ぐらい	聞き取れないことが多い	いつも聞き取れない
	1	2	3	4	5

A 静かな所で、家族や友人と1対1で向かいあって会話する時、聞き取れる

経験なし	いつも聞き取れる	聞き取れることが多い	半々ぐらい	聞き取れないことが多い	いつも聞き取れない
	1	2	3	4	5

B 家の外のあまりうるさくないところで会話する時、聞き取れる

経験なし	いつも聞き取れる	聞き取れることが多い	半々ぐらい	聞き取れないことが多い	いつも聞き取れない
	1	2	3	4	5

C 買い物やレストランで店の人と話す時、聞き取れる

経験なし	いつも聞き取れる	聞き取れることが多い	半々ぐらい	聞き取れないことが多い	いつも聞き取れない
	1	2	3	4	5

D うしろから近づいてくる車の音が、聞こえる

経験なし	いつも聞こえる	聞こえることが多い	半々ぐらい	聞こえないことが多い	いつも聞こえない
	1	2	3	4	5

E 電子レンジの「チン」という音など、小さな電子音が聞こえる

経験なし	いつも聞こえる	聞こえることが多い	半々ぐらい	聞こえないことが多い	いつも聞こえない
	1	2	3	4	5

↓
裏に続きがあります

F うしろから呼びかけられた時、聞こえる

経験なし	いつも聞こえる	聞こえることが多い	半々ぐらい	聞こえないことが多い	いつも聞こえない
	1	2	3	4	5

G 人ごみの中での会話が聞き取れる

経験なし	いつも聞き取れる	聞き取れることが多い	半々ぐらい	聞き取れないことが多い	いつも聞き取れない
	1	2	3	4	5

H 4、5人の集まりで、話が聞き取れる

経験なし	いつも聞き取れる	聞き取れることが多い	半々ぐらい	聞き取れないことが多い	いつも聞き取れない
	1	2	3	4	5

I 小声で話された時、聞き取れる

経験なし	いつも聞き取れる	聞き取れることが多い	半々ぐらい	聞き取れないことが多い	いつも聞き取れない
	1	2	3	4	5

J テレビのドラマを、周りの人々にちょうどよい大きさに聞いている時、聞き取れる

経験なし	いつも聞き取れる	聞き取れることが多い	半々ぐらい	聞き取れないことが多い	いつも聞き取れない
	1	2	3	4	5

以下は記入しないでください

〈結果のまとめ〉

下位尺度	スコア	1	2	3	4	5
良条件下の語音	A					
	B					
	C					
環境音	D					
	E					
	F					
悪条件下の語音	G					
	H					
	I					
	J					

結果のまとめ方

A～Jの各項目の選択肢の下に示したスケール上の数字(スコア)に応じて、該当する欄に補聴前は○を、補聴後は●を記す。

□の欄が、軽中等度難聴(補聴器装用者)の中央値以下のスコア範囲を示す

●が□に入ることを適合の指標とする
補聴前と比べて、スコアが1以上減少した場合も「補聴による改善あり」と評価する

図16 きこえの評価—補聴前・補聴後—

(1) 実施方法

補聴前に『きこえの評価—補聴前・補聴後—』を実施する。その後、試聴や検査を経て補聴器を選定・調整し、装用がある程度安定した時点で、再度『きこえの評価—補聴前・補聴後—』を実施する。この際、補聴前とは別の新しいシートを用いることに留意する。回答は自己記入とし、「いつも聞き取れる」「聞き取れることが多い」「半々ぐらい」「聞き取れないことが多い」「いつも聞き取れない」等の5つの選択肢から1つを選び、○をつける。質問紙を回収後、選択肢の下に記されたスコアに応じて、シート最後の〈結果のまとめ〉の該当欄に、補聴前は○、補聴後は●で記録する。

(2) 評価方法

〈結果のまとめ〉の該当欄に○で記入した結果を、主観的な聞こえにくさの基準とする。補聴後、同じ項目で得た結果●が、補聴器装用者の回答の中央値以下の範囲(〈結果のまとめ〉の白抜きの欄)に7項目以上入

ることを適合の指標とする。また、補聴前と比較して補聴後にスコアが1以上減少した項目も「補聴による改善あり」と評価する。

評価例（図17）

『きこえの評価—補聴前・補聴後—』によって判定した中等度難聴者の例を示す。適合例では補聴前○と比べ補聴後●は全項目で改善し、かつ9項目で白抜きの欄に入り、適合状態は良好と評価できる。同じ症例が不満をもつ別の補聴器を評価した結果、補聴前の状態から改善しない項目が残り、かつ全体の半数の項目では白抜きの欄までスコアが減少していないので適合不十分と判定する。

補聴器適合例

補聴器適合不十分例

下位尺度		スコア項目	1	2	3	4	5
良条件下の語音	A		●		○		
	B		●		○		
	C			●		○	
環境音	D			●		○	
	E			●		○	
悪条件下の語音	F			●		○	
	G				●	○	
	H				●	○	
	I				●	○	
	J			●	○		

下位尺度		スコア項目	1	2	3	4	5
良条件下の語音	A			●	○		
	B			●	○		
	C			●		○	
環境音	D				●	○	
	E				●	○	
悪条件下の語音	F					●○	
	G				●	○	
	H				●	○	
	I					●○	
	J			●	○		

図17 きこえの評価例

参考文献

- 1) ISO 389-7: Acoustics—Reference zero for the calibration of audiometric equipment—Part 7: Reference threshold of hearing under the free-field and diffuse-field listening conditions. 2005
- 2) ANSI S3.6: Specification for audiometers. 2004
- 3) 井上理絵, 松平登志正, 鈴木恵子, 他: 音場における67-S語表の語音了解域値。Audiology Japan 45: 216-224, 2002
- 4) 小寺一興: 補聴効果の評価。補聴器フィッティングの考え方 改訂第2版 診断と治療社, 2005
- 5) 小寺一興: 補聴器適合検査。Audiology Japan 50: 43-51, 2007
- 6) Revit LJ: Real-ear Measurements. Chap. 3 in “Audiology Treatment” (Valente M, Hosford-Dunn, Roeser RJ, ed), Thieme, New York, 2000, pp105-148
- 7) Dillon H: Hearing Aids. Boomerang Press, Sydney, 2001
- 8) IEC 60118-8 Ed. 2.0: Electroacoustics—Hearing aids—Part 8: Methods of measurement of performance characteristics of hearing aids under simulated in situ working conditions, 2005
- 9) ISO 389-2: Acoustics—Reference zero for the calibration of audiometric equipment—Part 2: Reference equivalent threshold sound pressure levels for pure tones and insert earphones, 1994
- 10) ISO 8253-3 First edition: Acoustics—Audiometric test methods—Part 3: Speech audiometry, 1996
- 11) 鈴木恵子, 岡本牧人, 鈴木牧彦, 他: 補聴器適合検査としての『きこえについての質問紙2002』の応用に関する検討。Audiology Japan 52: 588-595, 2009

(平成22年9月17日理事会承認)