

指向性は配列方向全長が大きい程低域側から、配列間隔が小さい程高域側まで制御可能となる。スピーチ帯域を主体として、加齢による聴力低下のみられる高域特性を補正するため、2000~6000Hz の間で水平方向の狭指向性を実現すべく水平方向8個×垂

直方向2個、計16個のスピーカを配列し、全長38cm、配置間隔4.5cmである。指向性シミュレーション結果を図1に示した。2000~6000Hz、指向角30°以上でサイドローブの無い-15dBの指向性を得られている。

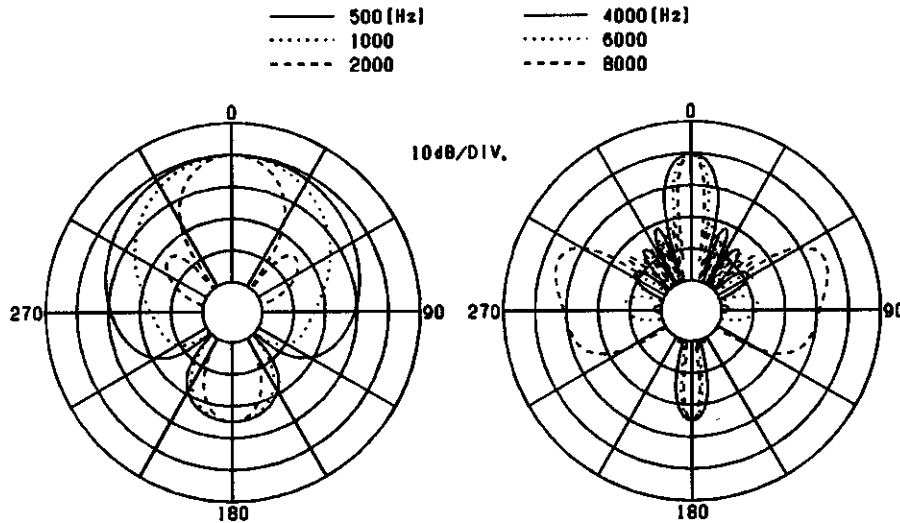


図1. Directivity simulation

有響室でのTVと組合せた場合の1/3オクターブバンドノイズ測定結果を図2に示した。同図(上)はTVと本システムが両方稼働している時の0°方向、同図(下)は45°方向である。中高域の再生音が指向角45°以内に集中し、実音場においても無響室特性と同様に水平方向の狭指向性を示している。本システムの放射音は、TVとの音量差が2000Hz以上で最大15dB以内なら、指向角30°方向以上に位置する人にはTVの放射音のレベル以下となる。逆に、15dB以上となれば指向角30°以上に位置する人に本システムの放射音が支配的に聞こえることになる。従って、聴力の高域特性低下者で、2000Hz以上、15dB以内の高域補正が有効である場合に、聴力の高域特性非低下者と同席してTVを楽しむことができることを想定してある。また、15dB以上の補正が必要な人のみがTVを視聴する場合においても、TV本体の音量を低減できる。

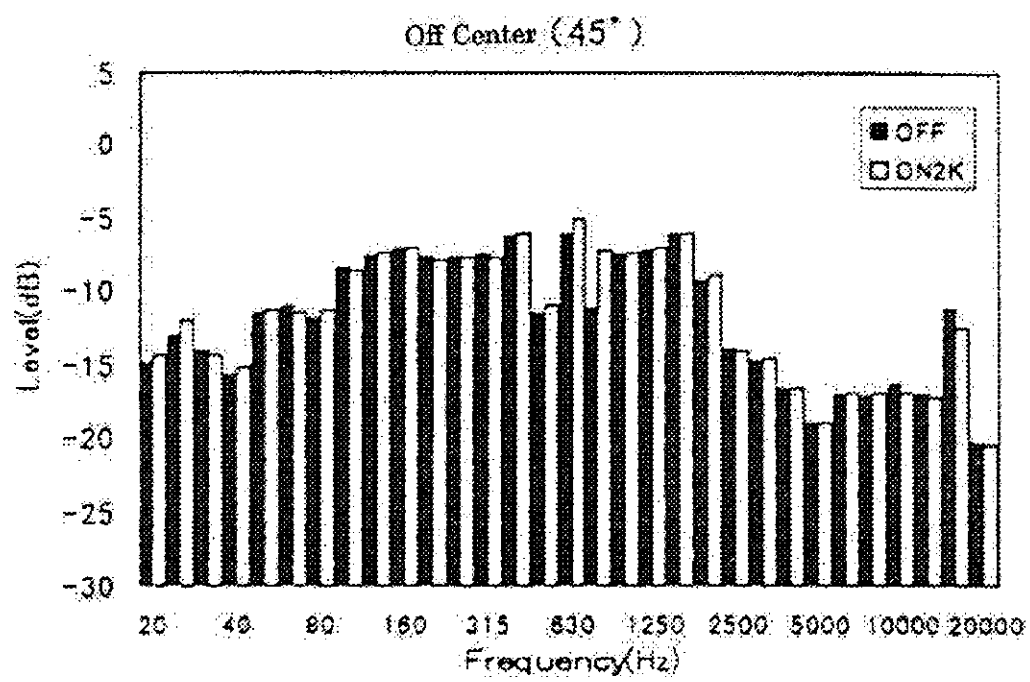
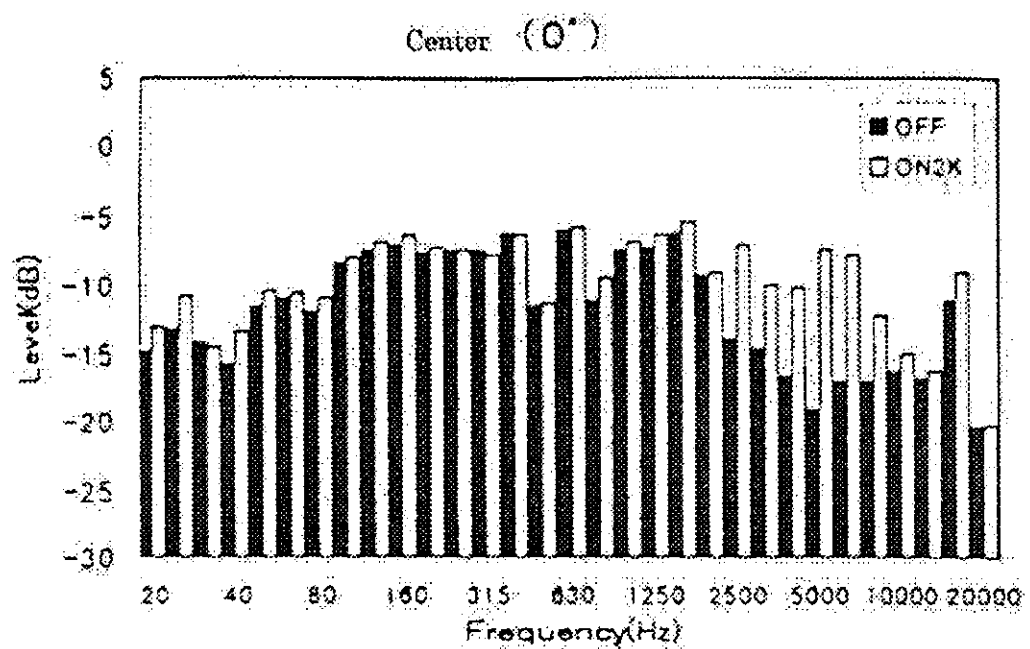


图 2. Frequency response in 1/3 octave band noise measurements in real sound field.

2. 効果評価の方法

2-1. 被験者

「聞こえの自己評価表」(前年度の本報告書で発表した)を比較的騒音の大きい職場で働く中・高年齢者に配布し、得点18以上の回答のあった者を対象に純音気導聴力検査を実施した。次いで、「テレビ聞こえの不満度の自己評価表」(前年度の本報告書で発表した)の記入を求め、日常生活でのテレビ音声の聴取に不満があるかを自己評価させた。それらの結果から、テレビ聞こえの不満度の得点が30以上の者52名を選

んだ。さらにその中から、良聴両耳聴力レベル(左右のどちらかの閾値の小さい方を採る)の6分法(500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz)平均聴力レベルが5dB未満で高域周波数に聴力低下のない者を被験者から除いて、28名の被験者を得た。なお、被験者を年齢により65歳以上(高年齢群:11名)(図3)と55歳以下(中年齢群:17名)(図4)とに分け、補聴用狭指向性スピーカシステムを用いた単語理解度検査および音質評価検査を実施した。

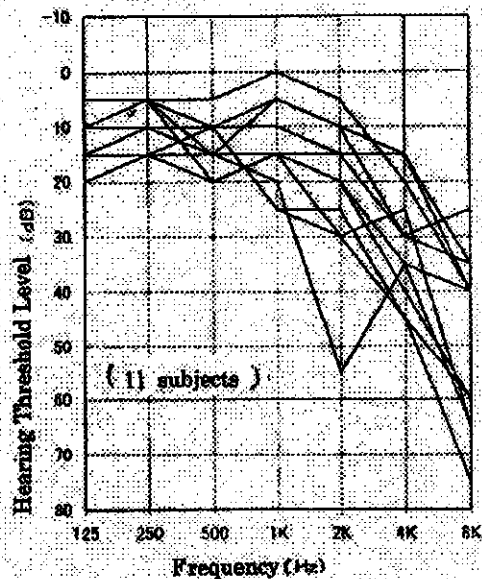


図3. Audiogram configurations of the old-age group of at least 65 years old.

Subjects: 11(male:10, female:1), some configurations are overlapped

Average age: 68.7 years old

Average hearing level(2000-4000Hz): 26dB(HL)

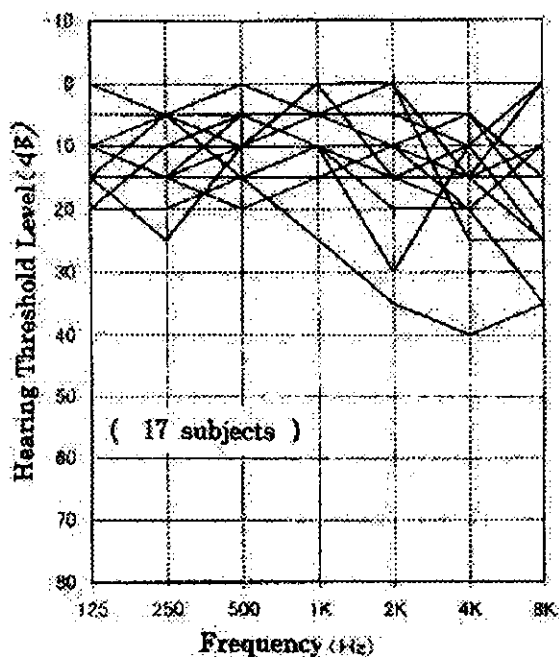


図 4. Audiogram configurations of the middle-age group of up to 55 years old.

Subjects: 17 (male:16, female:1)

Average age: 48.8 years old

Average hearing level (2000-4000Hz): 14dB (HL)

2-2. 検査装置

各種検査音源がTV内蔵のスピーカのみから出力する条件<エンハンス OFF>と、さらに補聴用狭指向性スピーカシステムの出力が加わる条件<エンハンス ON>とで比較聴取できるように設定した。また、TV

および補聴用狭指向性スピーカシステムに正対し2mの位置で聴取する<センター>と、水平指向角45度方向の位置で聴取する<オフセンター>を設定し、単語了解度検査と音質評価検査を実施した(図5)。

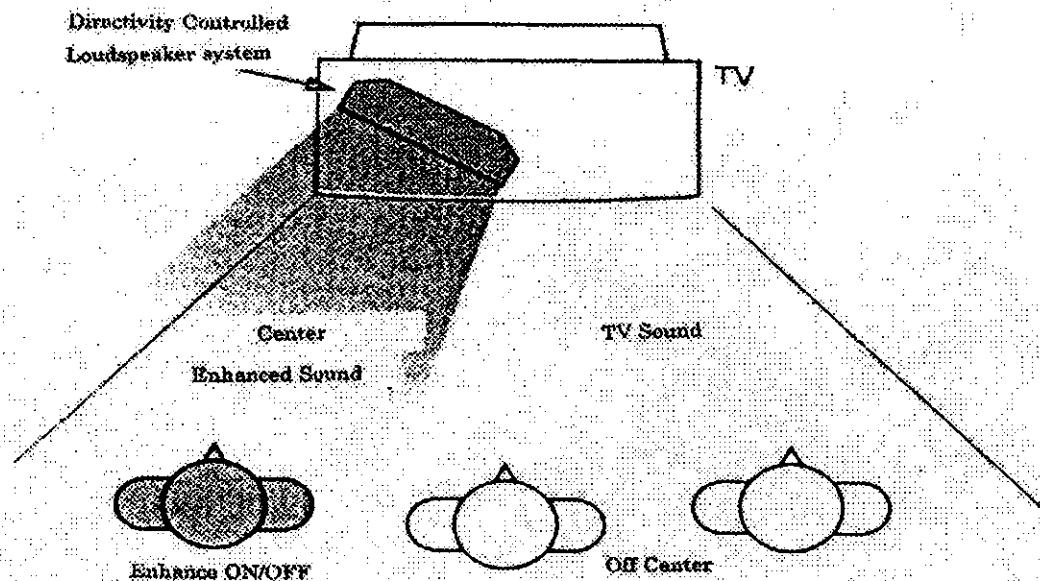


図5. Schematic representation of experimental apparatus and conditions.

C. 研究結果

1. 単語理解度検査

補聴器適合評価用CD(TY-89)を用い、マルチトーカーノイズ付加下における成人用2節単語(50語)の理解度検査を実施した。検査音は62dB(c)、マルチトーカーノイズのレベルは62dB(c)で提示した(S/N:0dB)。なお中年齢群にはマルチトーカーノイズを67dB(c)で提示した(S/N:-5dB)。

高年齢群及び中年齢群の単語理解度検査の結果を図6、図7に示した。高年齢群の

検査では、〈エンハンス OFF〉条件での正答率(40.0%)、および〈オフセンター〉条件での正答率(39.6%)に比べ、〈エンハンス ON〉条件での正答率(54.4%)は高かった。中年齢群の検査でも、〈エンハンス OFF〉条件での正答率(25.9%)に比べ、〈エンハンス ON〉条件での正答率(63.5%)は極めて高かった。

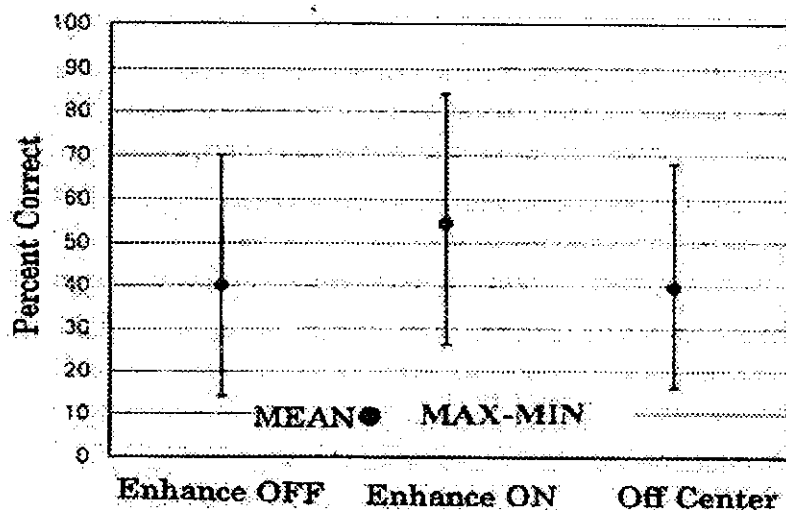


図 6. Word discrimination score by the old-age group.
 Enhanced ON: mean 54.5%, Enhanced OFF: mean 40.0%, Off Center:
 mean 39.6%.

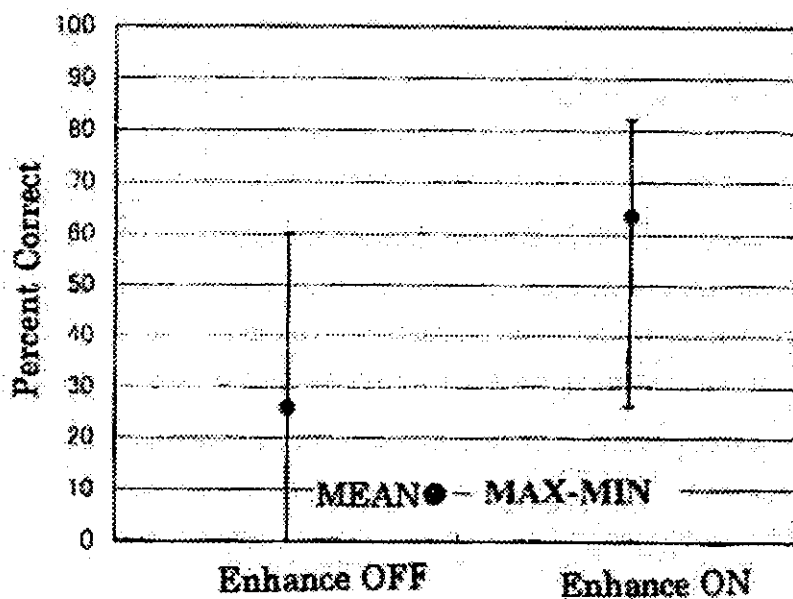


図 7. Word discrimination score by the middle-age group.
 Enhanced ON: mean 63.5%, Enhanced OFF: mean 25.9%

2. 音質評価検査

<エンハンス OFF>または<オフセンタ

ー> の条件と比較した補聴用狭指向性スピーカシステム作動時<エンハンス ON>の

音質評価を、5種類の音色表現語群（ぼけたーはっきりした／不自然ー自然／聞き取りにくいー聞き取りやすい／落ち着いたーキンキンした／不快ー快い）について各7段階の評定尺度で聴覚印象を問った。聴取検査の音源には2種類のNHK・TV番組（女声アナウンサーのニュース解説「クローズアップ現代」、男声司会者の公開トーク番組「小朝が参ります」）を使用した。

その結果、殆どの被験者が補聴用狭指向性スピーカシステム<エンハンス ON>の聴覚印象を「聞き取りやすい」「はっきりした」と回答したが、「自然さ」「快さ」の音質評価にはばらつきがみられた。図8に、「ぼけたーはっきりした」及び「不快ー快い」についての中年齢群17名の被験者の聴覚印象を示した。

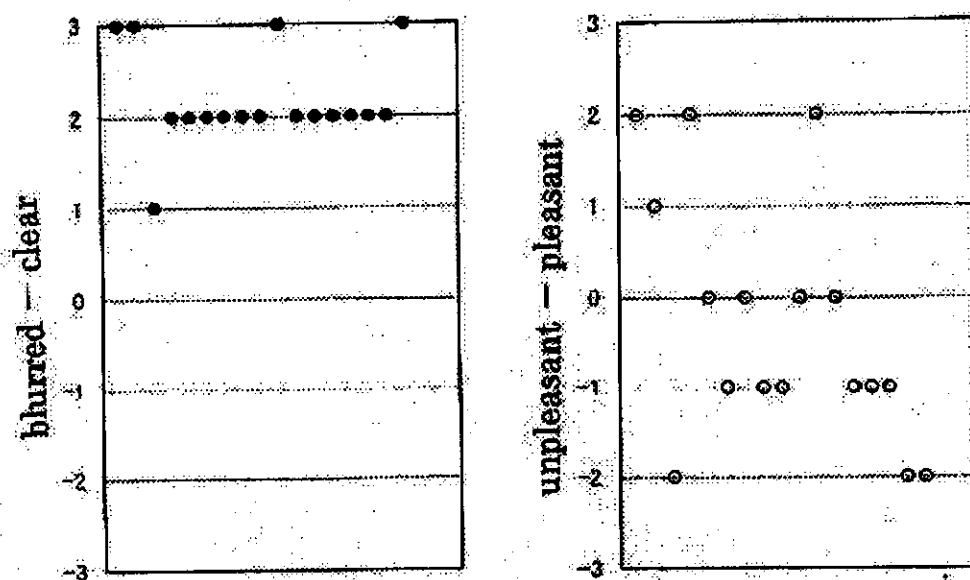


図8. Replies of the 17 evaluators of the middle-age group concerning blurred/clear and unpleasant/pleasant in Enhanced ON conditions.

+3: always (99%) +2: almost always (87%) +1: generally (75%)
 0: half-the-time (50%) -1: occasionally (25%) -2: seldom (12%)
 -3: never (1%)

D. 考察

1) 単語了解度検査の結果、全ての被験者の明瞭度成績が補聴用狭指向性スピーカシステムの使用により向上したのは、<エンハンス ON>条件では2000~6000Hzにかけておよそ15dBの高域補正がはたらいたことによるものと思われる。難聴者のテレ

ビ音声の聴取対策としては、従来から耳介や外耳道に直接レシーバを装着させるいわゆるイヤホン法を採ることが多かった。しかし、高域周波数にわずかな聴力低下があるために補聴器等を適用できないままにテレビの音量レベルを比較的大きくする傾向のみられる中・高年齢者も多い。そのよう

なテレビ音声の聴取に不満を持つ者に対しては、sound field amplification、いわゆるスピーカ法が試みられてよいであろう。音場型の聴覚補償手段の一つとして、補聴用狭指向性スピーカシステムの適応が示唆された。

2) 一方、高域周波数におよそ40dB以上の中等度の聴力低下のある者、あるいは明らかに補聴器の適応性のある難聴者にはより大きな音響利得が必要となるので、補聴用狭指向性スピーカシステムは十分に適応しにくいと思われた。難聴の程度に即した音響特性の処方が今後検討されなければならない。

3) 音質評価検査の結果、殆ど全ての被験者が補聴用狭指向性スピーカシステムの音質を「聞き取りやすい」「はっきりした」と評価したように、高域周波数を増幅することによる音声聴取の改善効果は明らかである。しかし一方、「自然さ」「快さ」が損なわれたとする聴覚印象を持った被験者も少なくなかった。明瞭度追求が必ずしも快適聴取レベルの保証につながらないという側面があるので、ステレオ音声への対策とあわせて今後検討されなければならない。

E. 結論

1) 2000～6000Hzにおいて水平指向角30°以上で-15dBの指向性をもつ、TV上面に配置可能な全長38cmの狭指向性小型スピーカシステムを使用することにより、2000～4000Hzにかけて軽度の聴力低下がある被験者の音声受聴明瞭度は改善がみられた。

2) 補聴器を適応する程ではないがテレビの音量レベルを比較的大きくする傾向の

ある者に対する聴覚補償手段の一つとして、補聴用狭指向性スピーカシステムのような音場型の増幅機器を適応することの可能性が示唆された。

F. 研究発表

1) Onuma Naoki : Directivity controlled loudspeaker system and enhanced effects on TV listening in older adults, Technology and Disability, Vol. 12, No. 1, pp. 21 - 28, 2000

2) 大沼直紀 : 補聴用狭指向性スピーカシステムによる高齢者のテレビ音声聴取効果の評価、筑波技術短期大学・日米合同国際2-大沼報告日本語シンポジウム、2001年10月11日

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

語音検査における雑音提示条件と語音明瞭度

分担研究者 米本 清

岩手県立大学社会福祉学部 助教授

研究要旨

補聴器の装用効果を評価する場合、音場での語音による検査は必須のものである。また、語音の検査はできるだけ実音環境に近い条件下で実施することが望ましいと考えられ、語音の提示と同時に何らかの妨害音を提示することになる。しかしながら、提示する雑音の種類や方法が決められていないために、施設間での結果比較ができないなどの問題がある。そこで、今後語音のマスキングに使用されると考えられる加重不規則雑音とこれまで多く使用されてきた白色雑音で語音明瞭度に与える影響がどのように異なるか比較した。また、音場での負荷雑音提示方法についても、ISO8253-3に示されたものとこれまでに行われてきたもので語音明瞭度にどのような影響の違いがあるのか比較検討した。

A. 研究目的

補聴器の装用評価を実施する場合、補聴器装用および非装用の状態で音場において検査音を提示し、その応答から評価結果を導き出すことになる。語音による評価も同様であるが、防音室など静寂な検査室内での評価は実音環境と大きく異なり、日常生活における装用環境とかけ離れた結果となる危険性がある。そのため、実音環境に近い条件下で語音聴取検査を実施する必要があると考えられ、各種の雑音を同時に提示して検査が行われている。しかしながら、負荷する雑音の種類や提示方法などによって結果が異なるものと考えられ、条件が異なる場合の差異を検討する必要があるものと思われた。そこで、本研究では負荷する雑音の種類が異なる場合や音場で雑音を提示する方法が異なる場合に語音明瞭度に対してどのような影響があるのか検討することとした。

B. 研究方法

1. 負荷雑音の種類と語音明瞭度

白色雑音と加重不規則雑音（JIS T1201-

2:2000）の2種類の雑音を負荷した条件下で語音明瞭度の差異を検討した。雑音音源はRION社製AA-75型オーディオメータ内部で発生する白色雑音および擬似音声雑音、語音音源も同オーディオメータに内蔵された57S単音節語音を使用した。検査音の提示はオーディオメータの受話器によって被験者の片耳に提示し、聞き取った語音を用紙に記入させた。被験者は20歳代（平均年齢26歳）の聴力正常な男女10名10耳であった。各被験者は、125から8kHzまでの純音聴力検査の結果10dB HL以内であり、耳科的所見も正常であることを確認した。検査は暗騒音レベル17dB Aの防音室で実施し、雑音を負荷しない条件では明瞭度が100%であった。

提示語音のレベルは40dB固定とし、負荷雑音のレベルを変えることでS/Nを10から-25dBの範囲で変化させた条件下で語音明瞭度を測定した。

2. 音場での負荷雑音提示法と語音明瞭度

加重不規則雑音を提示するスピーカを被験者正面から左右45°、距離1mの位置に固定し、両チャンネル信号の関係を相関（同

じ信号を分配して各スピーカから出力)させた場合と無相関(独立した雑音音源の信号を各々のスピーカから出力)の場合について語音明瞭度の差異を検討した。前者の条件で出力した場合、被験者正面の前方に虚音像として音源が特定できる。これに対し、後者の場合は被験者の前方全体に拡散して聞こえ、特定の位置に音源は特定できない。

語音音源は 57S 単音節語表を使用し、被験者の頭部基準位置で 70dB とした。両提示法共に頭部基準点での雑音レベルは同一となるようにし、S/N は 10dB から-10dB まで 5dB ステップとなるように変化させて語音明瞭度を測定した。また、提示用のスピーカは被験者の正面 1m の位置に設置した。さらに、各スピーカの中心の高さは被験者の外耳道入口に合わせた。実験に参加した被験者は 20 歳代(平均年齢 26 歳)の聴力正常な男女 15 名(両耳聴)であった。各被験者は、125 から 8kHz までの純音聴力検査の結果 10dB HL 以内であり、耳科的所見も正常であることを確認した。測定に使用した検査室は暗騒音が 19dB A であり、吸音材などを設置することで 1/3 オクターブ帯域雑音で 125 から 8kHz の範囲において IS08253-2 に示された準自由音場の条件を満たしていることを確認してある。

C. 研究結果

白色雑音と加重不規則雑音を負荷した場合の語音明瞭度を比較すると、S/N が十分に高い(語音のレベルが相対的に十分大きい)場合、本実験では S/N が 20dB までは差が無かった。しかし、S/N が低下すると加重不規則雑音より白色雑音の方が語音明瞭度に与える影響が大きく、0dB 付近で最も大きく(20%)なった。さらに、S/N を低下させ-10dB になると再び差が無くなるという結果であった。このことから、白色雑音によるマスキング効果が徐々に表れるのに対し、加重不規則雑音は 0dB 付近を境に急激に語音明瞭度が低下するように働くことが分かった。

音場において負荷雑音を提示する条件を無相関とした場合の方が相関の時よりも語音明瞭度に与える影響が大きいことが分かった。S/N10dB では両提示法による差は認められなかったが、S/N が低下するに従って順次差が広がり、-10dB では平均で 34% の差が生じた。

D. 考察

語音をマスキングする雑音は、これまで白色雑音が多く使われてきた。しかし、オーディオメータの JIS が改定され、JIS T 1201-2:2000 に示されているように語音のマスキングには加重不規則雑音が使用されるようになるものと思われる。これら両者の差は、今回の実験から極端な差があるようには見えなかったが、S/N 0dB 付近で平均 20%もの差が生じていた。S/N と語音明瞭度との関係を見ると、加重不規則雑音では急に明瞭度が低下する点がある。これは雑音の周波数スペクトル特性が音声の長時間平均周波数スペクトルに近いことで、特定の S/N を超えると音声信号全体が急にマスキングされることになり、このような差が生じるものと考えられる。このことは、異聴化傾向でも読み取れ、白色雑音では高音域の成分を多く持つ子音群が次第に聞き取れなくなるのに対し、加重不規則雑音では異聴ではなく全く聞き取れなくなるという傾向であった。

雑音の提示方法による差異では、無相関雑音の方が相関雑音より語音に対するマスキング効果が高いことが分かった。語音と雑音を提示するスピーカなどの位置は IS08253-2 に示されているものに従っているが、相関雑音を提示した場合は被験者正面に虚音像を生じさせるために、語音と雑音を正面から同時に提示している場合に近いものと考えられる。しかし、被験者頭部の基準位置での雑音レベルは両方法で同一にしてあることから、無相関雑音を使用した方が聴覚に余計な負担を与えずにマスキング効果を得られるものと解釈でき、より良い方法であると考えられる。さらに、こ

の提示方法は IS08253-3 にて提唱されているものである。

この結果は、語音明瞭度をマルチトーカー（7名）雑音でマスキングした際に、雑音をモノラルおよびステレオで提示した場合に明瞭度の差異を検討した実験（I. Pollack et. al., 1958）に似ていると考えられる。しかしながら、この実験では同じ S/N で雑音をステレオ提示した方がモノラルの場合よりも 20%程度良くなるという結果であった。しかし、本実験ではステレオ提示に対応する無相関雑音では反対に語音明瞭度が低下しており、話者が前方で複数の位置で定位（音源の空間的分離）している場合と雑音が拡散して広がって聞こえる場合とは聴覚上の効果が異なるものであると考えるべきであろう。

E. 結論

本研究の結果、語音をマスキングするために使用する雑音は、そのスペクトル特性などが異なると同じ S/N 条件でも語音に与える効果が異なり、それらを単純に比較できないことが確認できた。しかし、今後は加重不規則雑音を使用することが一般的になるものと考えられ、雑音の特性を十分に把握してから使用する必要があるものと考えられた。

負荷雑音の提示方法では、IS08253-2 および-3 に示された手順に従うのが適当であろうと思われるが、現実には検査室の音響特性や物理的な広さの関係で臨床現場では必ずしも満足できるような状況にはないものと思われる。しかしながら、無相関雑音を使用することで、聴覚に与える音響負荷を小さくしながらマスキング効果をあげられるものと思われ、この特性を有効に使用することが望ましいと考えられた。

F. 研究発表

1. 論文発表

①亀井, 佐藤, 小田島, 村井, 米本: 音声における語音聴力検査の検討 — 雑音提示方法による再について —, 日本聴覚医学会誌, 44, 5, 245-246, 2001.

②小田島, 佐藤, 亀井, 村井, 米本: 異なる雑音負荷による語音明瞭度の相違について, 日本聴覚医学会誌, 44, 5, 567-568, 2001.

2. 学会発表

①亀井, 小田島, 村井, 米本: 音場における語音聴力検査の検討 — 雑音提示方法による差異の検討 —, 日耳鼻第 15 回北奥羽三県地方部会合同学術講演会, 2000.

②米本, 亀井, 村井: 補聴器適合検査 — 音場検査について —, 日耳鼻岩手県地方部会第 111 回例会, 2000.

③小田島, 亀井, 佐藤, 村井, 米本: 異なる雑音負荷による語音明瞭度の相違について, 日耳鼻東北地方部会連合学術講演会, 2001.

④亀井, 小田島, 佐藤, 村井, 米本: 音場における聴力閾値検査に関する検討, 日耳鼻東北地方部会連合学術講演会, 2001.

G. 知的所有権の取得状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

厚生科学研究費補助金（感覚器障害研究事業）
分担研究報告書

難聴によるコミュニケーション障害と補聴器による改善効果の評価法に関する研究

分担研究者 細井 裕司 奈良県立医科大学耳鼻咽喉科学教室教授

補聴効果を評価するにあたって、語音聴力検査結果と主観的な評価結果が一致しないことがある。そこで主観的な評価結果をを反映する聴力検査の開発のため、時間分解能に関与する要因について考慮することが可能な話速変換語音聴力検査を作成し、補聴効果の評価を行ってきた。昨年は、主観的評価と話速変換語音聴力検査をリニア型とノンリニア型補聴器に対し実施し、話速変換語音聴力検査の有用性を予備的に検討した。今回は症例数を増やし、昨年の予備的検討で得られた結果を確認するとともに、臨床的に重要な補聴効果の長期フォローアップに本検査を用い、単に補聴器フィッティング時だけでなく、補聴効果の長期経過をみるのに適しているかどうかを検討した。その結果、本法がこれまでの語音聴力検査と比較してより主観的評価を反映している検査法であること、また補聴効果の長期フォローアップにも有用であることが示唆された。

A. 研究目的

補聴効果判定に従来使用されてきた語音聴力検査は、単音節を用いた検査が中心となっているために、日常のコミュニケーションに含まれる種々な要因を考慮できていない。このことが、補聴効果について、語音聴力検査による評価と主観的な評価の不一致を生む原因の1つになっているのではないかと考えられる。

そこで我々は日常のコミュニケーションの場で重要と考えられる、時間分解能評価を加味した話速変換語音聴力検査を提案し、その有用性について検討してきた。昨年は、主観的評価と話速変換語音聴力検査をリニア型とノンリニア型補聴器に対し実施し、話速変換語音聴力検査の有用性を予備的に検討した。

今回は症例数を増やし、昨年の予備

的検討で得られた結果を確認するとともに、臨床的に重要な補聴効果の長期フォローアップに本検査を用い、単に補聴器フィッティング時だけでなく、補聴効果の長期経過をみるのに適しているかどうかを検討した。

B. 研究方法

1. フィッティング段階における話速変換語音聴力検査の有用性についての検討

補聴器装用を希望し外来受診した難聴者48名を対象にした。異なる補聴器（今回の検討ではリニア型補聴器とノンリニア型補聴器）に対して、主観的評価としてアンケートによる評価とMagnitude Estimationによる評価を、客観的評価方法として話速変換語音聴力検査を実施し、その結果を比較した。以下各検査について示す。

1) アンケート：会話やその他の日常生活での聞こえの程度を4段階で評価し、良い方から3, 2, 1, 0点と点数をつけた。質問数は10題とした。アンケートは補聴器装用前と各補聴器装用1週間後に行いその点数を比較した。

2) Magnitude Estimation：Magnitude Estimationは心理測定方法の1つで比例尺度を求めるときに用いられる。最初の刺激に対し被験者にある数を指定させ、次の刺激が2倍と感じたらその数の2倍の数を、1/2倍と感じたらその数の1/2倍の数を示させ、その倍率で評価する方法である。今回の検討では、補聴器装用前の聞こえに関する総合的な点数を難聴者自身に評価してもらい、補聴器装用後に各補聴器装用時の聞こえに関する総合的な点数を前述の方法に従い評価してもらった。その点数の前後比を検討した。

3) 話速変換語音聴力検査：67-S 語表の20単音節から、4単音節を連結し5つの無意味単語を作成し、その音声資料を通常話速でデジタル録音した。録音した音声資料に対しデジタル信号処理を行い1.0倍速（通常話速）、1.5倍速（早口）の話速変換語音を作成した。作成した4種類の話速の音声資料をオーディオメーターを通して70dB SPLと55dB SPLの2通りで呈示し、その正誤を単音節ごとに評価し、正答率を求めた。評価は各補聴器を装用した状態で行った。

以上の評価結果をMagnitude Estimationの結果別、すなわちMagnitude Estimationでリニア型補聴器が良いと判断した群、ノンリニア型補聴器が良いと判断した群、両補聴器に差がなかった群に分けて検討した。

2. 補聴器装用者に対する補聴効果

の中・長期フォローアップにおける話速変換語音聴力検査の有用性についての検討

対象は上記難聴者のうち、いずれか一方の補聴器を購入し、当科補聴器外来に3から6ヵ月後補聴効果のフォローアップのため再診した18名である。再診時に上記の方法で補聴効果の再評価を行い、それぞれの初診時の評価結果との変化を比較検討した。

C. 研究結果

1. フィッティング段階における話速変換語音聴力検査の有用性についての検討

Magnitude Estimationでリニア型補聴器が良いと判断した群は17人、ノンリニア型補聴器が良いと判断した群は18人、両補聴器に差がなかった群は13人であった。アンケートの得点を集計した平均は、リニア型補聴器が良いと判断した群では、リニア型補聴器が21.4点、ノンリニア型補聴器が20.7点、ノンリニア型補聴器が良いと判断した群では、リニア型補聴器が17.7点、ノンリニア型補聴器が19.0点、両補聴器に差がなかった群ではリニア型補聴器が22.3点、ノンリニア型補聴器が22.8点であった。話速変換語音聴力検査の結果は1.5倍速55dBでリニア型補聴器の結果がノンリニア型補聴器と比較して正答率が低かった。各群で見るとリニア型補聴器が良いと判断した群ではリニア型補聴器、ノンリニア型補聴器の結果に差はなく、両補聴器に差がなかった群、ノンリニア型補聴器が良いと判断した群ではノンリニア型補聴器の方が正答率が高かった。1.0倍速あるいは1.5倍速70dBでは両補聴器に差は認めなかった。

2. 補聴器装用者に対する補聴効果の中・長期フォローアップにおける話速変換語音聴力検査の有用性についての検討

長期間装用後の結果について見てみると、アンケート結果では補聴器をつけた状態で初診時より再診時のほうが高得点となっていた。しかし同じ主観的評価でも Magnitude Estimation では再診時、不変もしくはやや悪化する例が多く、Magnitude Estimation は長期的には上昇しない傾向があった。また話速変換語音聴力検査の結果は 1.0 倍速の結果では、初診時と比較して再診時に変化を認めなかったが、1.5 倍速の結果については 55dB, 75dB とともに正答率が上昇していた。以上のいずれの傾向についても補聴器の種類による違いは認めなかった。

D. 考察

フィッティング段階における補聴効果の評価については、アンケート結果と Magnitude Estimation の結果は一致しており主観的評価間での違いは認めなかった。つまり各項目の総合的な評価が Magnitude Estimation に反映されているものと考えられる。続いて話速変換語音聴力検査については 1.0 倍速で補聴器間の差を認めないことから、従来の語音聴力検査では主観的評価に差があるにもかかわらず検査結果としてその差を検出できないと考えられた。一方 1.5 倍速の場合、55dB において補聴器間の差が出ており話速変換語音聴力検査がこれまで評価できていなかった主観的な部分を一部評価できているのではないかと推測された。これらの結果は前回の予備的検討結果と一致した。以上のことから話速を変化させる

ことは補聴効果を測定する上で従来の語音聴力検査では得られない情報が得られる可能性が示唆された。

長期的な補聴効果のフォローアップにおいて、アンケート結果は補聴器の長期装用後上昇していた。このことについてはアンケートによっていろいろな状況における補聴効果を分析的にみると、最初あった音質に対する違和感などが解消されたなどの要因が考えられた。そして補聴器を用いて、聴能訓練していくことにより補聴効果が上昇する可能性を示唆していると考えられた。一方補聴効果を包括的に判断する Magnitude Estimation の結果はアンケート結果と異なり不変もしくは悪化していた。このことは補聴器に慣れていくことにより、補聴器を装用することによる効果を実感しにくくなることに加え、更なる補聴効果への期待が原因となっていると考えられた。つまり長期に使うことにより補聴効果が上昇しているにも関わらず補聴器に対して何らかの不満が出てくることを示している。このような事態に対処するためにも、補聴器をフィッティングすれば、これで終わりということではなく、補聴効果を長期的にフォローアップしていき、その結果に応じて対策を講じる必要があると考えられた。

補聴効果のフォローアップの方法として主観的評価に加えて語音聴力検査を行うことも重要であると考えられるが、今回の結果からは 1.0 倍速では初診時と再診時に差を認めなかった。しかし 1.5 倍速では正答率の上昇を認めており、アンケート結果による補聴効果の上昇と何らかの関係があると推測された。このことから補聴効果のフォローアップに話速変換聴力検査が有用

であると考えられた。

E. 結論

補聴効果を評価するための話速変換語音聴力検査を作成し、これまでの語音聴力検査では評価できなかった時間分解能に関する部分について評価した。その結果、本法がこれまでの語音聴力検査と比較してより主観的評価を反映している検査法であることが示唆された。また補聴効果の長期フォローアップにも有用な検査法であると考えられた。

F. 研究発表

1. 著書, 論文

細井裕司：補聴器のフィッティングと効果—2 成人, CLIENT21 No. 7 補聴器と人工内耳, 中山書店, pp150-158, 2001

細井裕司：補聴器Q & A より良いフィッティングのために, 神崎仁, 安野友博, 古賀慶次郎編, 金原出版, 2001

細井裕司：高齢者における病態生理と対応—高齢難聴者の補聴器利用 日本耳鼻咽喉科学会会報, 104(5): 518-521, 2001

2. 講演, 学会発表

細井裕司：難聴と補聴器 千里ライフサイエンス市民公開講座：成人病シリーズ第31回, めまいと難聴豊中市, 2001

細井裕司：補聴器—現在から未来へ—, 第70回社団法人大阪府耳鼻咽喉科医師会研修会, 大阪市, 2001

細井裕司：新しい補聴器と超音波聴覚, 第214回日耳鼻山口県地方部会, 山口県小郡町, 2001

細井裕司：補聴器調整・評価の実際と最近の補聴器, 第65回日耳鼻静岡県地方部会学術講演会, 浜松市, 2001

西村忠己, 小泉敏三, 岡本雅典, 細井裕司：奈良医大補聴器外来における補聴効果の評価(第3報), 第277回日耳鼻大阪地方連合会

高岡養三, 高木二郎, 伊藤治夫, 細井裕司, 阪上雅史, 林治博, 北奥恵之, 大屋茂喜：補聴器装用耳と非装用耳における純音聴力レベルと語音弁別能の経時変化, 第46回日本聴覚医学会総会・学術講演会

岡本雅典, 西村忠己, 小泉敏三, 細井裕司：語速変換語音聴力検査によるリニア型補聴器とノンリニア型補聴器の比較, 第46回日本聴覚医学会総会・学術講演会

岡本雅典, 西村忠己, 小泉敏三, 細井裕司：奈良医大補聴外来における補聴効果の評価(第4報), 第279回日耳鼻大阪地方連合会例会

補聴器の装用効果の評価法に関する研究

分担研究者 松平登志正 (北里大学医療衛生学部教授)

研究要旨

① 難聴者の補聴器試聴時に帯域雑音と単音節語音のラウドネス評価を行い日常生活でのうるささと比較した。日常会話のレベルに相当する快適レベルは、補聴域値を適正な値に調整すれば正常に近い値となることがわかった。一方、不快レベルは補聴域値の大小にはよらず適正な値であることの確認が必要であると考えられたが、帯域雑音による不快域値の測定結果が貸し出し試聴における実生活でのうるささの有無と一致しない例が約3分の1に見られ、不快レベルの評価法には改善の余地があると考えられた。

② 最高明瞭度が低下していない難聴耳を対象に、裸耳および補聴器装用時に周波数別および単音節語音による音場聴覚検査を行った。その結果をもとに、簡易明瞭度指数算出法を用いて、補聴器装用時の純音聴力と、これから期待される任意の語音レベルの単音節の明瞭度との関係を求めた。語音明瞭度検査による補聴器の適合評価の判定基準としての活用が可能と考えられた。

キーワード：音場聴覚検査，ラウドネス，快適聴取レベル，不快域値，明瞭度指数，Count-the-dot audiogram

I. 補聴器装用時のラウドネスについて

A. 研究目的

補聴器で聴く音のラウドネスは、会話レベルの音が快適聴取レベル (MCL) に近く、不快閾値 (UCL) があまり低くないことが望ましい。この点を確認する方法を、特に検査音につき検討することを目的に、音場で聴力正常耳と難聴耳の補聴器装用時におけるラウドネスの測定を行った。この結果と、補聴器の貸し出し試聴におけるうるささの訴えと

を比較検討した。

B. 研究方法

1) 対象

北里大学病院補聴器外来においてフィッティング中に音場で補聴器の装用状態の評価を行なった 61 症例 (11-88 歳, 平均 60.1 歳, 補聴器装用群) と耳科学的正常者 13 名 (20-23 歳, 聴力正常群) を対象とした。補聴器装用者の裸耳の平均聴力閾値レベルは 30-75dB (平均 50.9dB) である。周波数

表 1 補聴器装用群の裸耳音場閾値と補聴器の音響利得の平均値

周波数 (Hz)	250	500	1000	2000	4000
裸耳音場閾値 (dBHL)	35.8	43.6	53.9	55.0	65.8
補聴器の装用利得 (dB)	9.0	15.6	24.1	25.0	20.7

別の裸耳聴力と補聴時の装用利得を表 1 に示す。4000Hz を除けば POGO 法に基づく利得に近い値となっている。

2) 方法

補聴器装用群は補聴器を装用した状態で、聴力正常群は裸耳で評価を行なった。音場でバンドノイズ (持続時間 1 秒, 中心周波数 250, 500, 1000, 2000, 4000 Hz, BN と略称) を聴取してもらい、5 dB ステップでラウドネスの 7 段階自己評価 (1. かすかに聞こえる, 2. 小さい, 3. ちょうど良いが少し小さい, 4. ちょうど良い大きさ, 5. ちょうど良いが少し大きい, 6. 大きい聞いていられる, 7. 大きすぎてがまんできない) を求めた。4 の中央値を MCL、7 の最小値を UCL とした。UCL は上昇法、MCL は上昇法と下降法の測定値の平均値とした。他に、補聴器装用群において音場語音明瞭度検査時に 80 および 65dB SPL の単音節語音について同様にラウドネスの 7 段階自己評価を得た。

C. D. 結果及び考察

1. 聴力正常群と補聴器装用群の音場における UCL と MCL の測定結果 (平均と標準偏差) を図 1 に示す。MCL についてみると、補聴器装用群と聴力正常群で大きな差は認められず、良好な結果といえる。また、250Hz ~ 4000Hz の各周波数の補聴域値と MCL の間

には、相関係数がそれぞれ 0.45, 0.50, 0.10, 0.36, 0.61 と、1000Hz を除き高い相関が認められた。この結果から、MCL は装用域値と強く関連しており、装用域値が適正であれば MCL も良好な値となると考えられる。

一方 UCL については、聴力正常群では低音で高く高音で低くなる傾向が見られるのに対して、補聴器装用群では周波数によらずほぼ一定 (約 85 dB SPL) で、4000Hz を除いて聴力正常群より明らかに低い値となっている。その結果、補聴器装用群中 20 症例 (32.8%) において 5 オクターブのいずれかの周波数で UCL が 80dB SPL 未満となった。これに対して、80dB SPL の単音節語音に対する評価が UCL を越えていたものは 1 例にすぎなかった。また、250Hz ~ 4000Hz の各周波数の補聴域値と UCL の間には、相関係数がそれぞれ 0.16, 0.24, -0.04, 0.24, 0.48 と、4000Hz を除き有意な相関が認められなかった。

UCL の下限については、BN あるいは語音で 80-85dB SPL とされている¹⁾²⁾。これに比べ UCL の低い症例が多い結果となった。これは、今回の結果がフィッティングの途中の時点で検査を行ったものが多く、補聴器の最大出力が過大であったり、被験者がまだ補聴器の聴こえに十分慣れておらず、強い音に過敏に反応したことも考えられる。

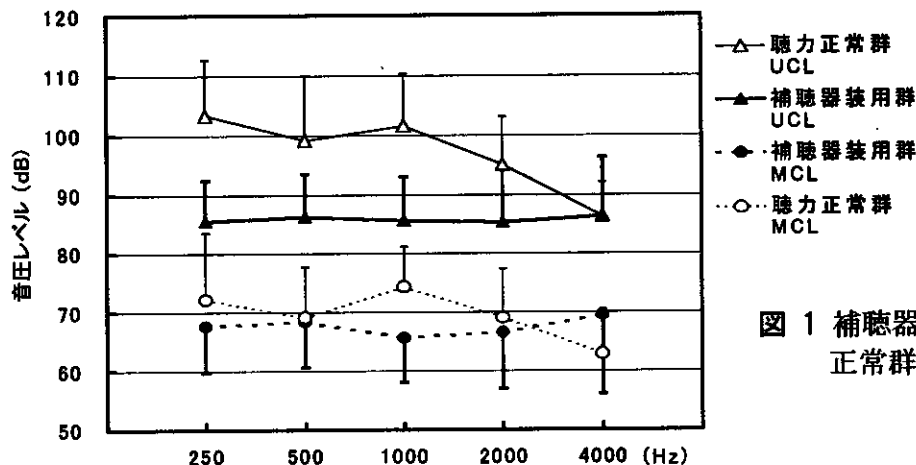


図 1 補聴器装用群と聴力正常群の UCL と MCL

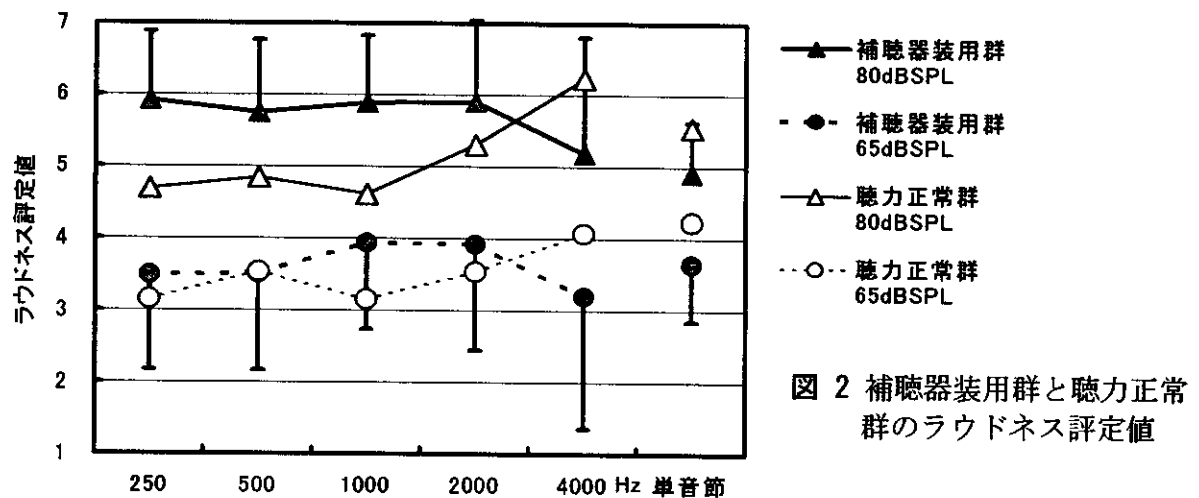


図 2 補聴器装用群と聴力正常群のラウドネス評定値

2. 補聴器装用群における 65dB SPL および 80dB SPL の BN 及び単音節語音のラウドネスの 7 段階評定値の平均と標準偏差を図 2 に示す。まず 65dB SPL のラウドネス評定値は、補聴群と正常群、BN と語音で大きな差はなく、4 (MCL) に等しいかこれよりやや小さい値になっている。一方 80dB SPL の BN のラウドネスは、補聴器装用群では十分な装用利得が得られなかった 4000Hz を除いて 6 に近く、7、すなわち UCL を超えるものがみられたのに対して、正常群では 5 と低い値になっている。また、単音節語音のラウドネスも補聴群では 5 と BN より低い値となっている。この傾向は聴力正常群では認められない。

補聴器の有効性を評価する際われわれは、補聴器装用時に音場で 65dB と 80dB SPL の単音節語音を用いて明瞭度検査を行なっているが、この時検査に用いた語音のラウドネスを尋ねている。80dB SPL の検査語音を「うるさい」と訴える事はほとんどないのに、同じレベルの BN を呈示すると「うるさくてがまんできない」とするものが多かった。当初は較正法に何らかの問題があり、語音のレベルが実際より大きく見積もられているのではと考えたが、65dB SPL では語音と BN 間にラウドネス評定値に差がみられず、この可能性は考えにくい。

3. 補聴器装用時の BN によるラウドネス検

査と貸し出し試聴でのうるささの訴えの有無との関係を表 2 に示す。75 dB SPL の BN がいずれかの周波数で不快と訴えていた 20 例のうち貸し出し試聴でうるさいと訴えたのは半数(10 例)にすぎず、逆に不快な周波数のなかった 41 例中で 3 割近く(12 例)が実生活でうるさいと訴えていた。

UCL には、ラウドネスの他に、持続時間の長短、や音質などが関与しており、検査音により異なる値になると考えている。BN による周波数別の不快域値の測定は、補聴器装用でうるさいと訴える場合にその原因を分析的に調べる上では有用と思われるが、この結果から実生活で装用した場合のうるささを予想するには不十分と思われた。

E. 結論

1. 補聴域値を適正な値に調整すれば、快適レベルは正常に近い値が得られることがわかった。したがって、音場で補聴器装用時の快適レベルを確認する意義は少ないと考えられた。

2. 補聴器試聴時の不快レベルは補聴域値の大小にはよらず測定が必要であることが確認されたが、貸し出し試聴における実生活でのうるささの有無と一致しない例が約 3 分の 1 に見られ、今回用いた不快レベルの評価法には改善の余地があると考えられた。

F. 引用文献

- 1) 福元儀智, 他: *Audiology Japan*, 44: 95-100, 2001.
- 2) *Guideline for Hearing Aid Fitting for Adults*. *Am J Audiol*, 7: 5-13, 1998.

II. Count-the-dot audiogramに基づく補聴器装用時の語音明瞭度の評価

A. 研究目的

補聴器の有効性を判定する上で、語音明瞭度は重要な評価項目の一つであるが、評価基準は確立しているとは言い難い。同じ補聴器でも、音量調節によって変わる補聴器の聴覚域値と検査語音のレベルにより明瞭度は変化するためである。そこで、補聴器装用時の語音明瞭度が、それに先立って行われる周波数別の装用域値検査の結果と装用耳の最高明瞭度からみて妥当な値かどうかを判断する方法を確立することを研究目的とした。

B. 研究方法

語音が正しく聴取されるためには、その語音の聞き取りに必要な最低限の情報が域値上の強さで耳に入っていることが必要条件である。この「域値上の強さで耳に入る語音の情報」は、明瞭度指数¹⁾として定式化されており、これを臨床で簡便に使用できるように、オーディオグラム中に (63 dB SPL の) 語

音情報の分布を 100 個の点で表わした Count-the-dot audiogram が発表されている (図 3)²⁾。

裸耳の単音節の最高明瞭度が 90%以上の難聴者 10 名を対象に、裸耳又は補聴器装用時の周波数別の音場聴覚域値を測定し、同じ音場条件で刺激音圧が 50, 65, 80 dB SPL のいずれかの条件で単音節の語音明瞭度検査を行なった。刺激音圧と周波数別の音場聴覚域値から図 3 より刺激語音の明瞭度指数を求め、これと単音節語音明瞭度の測定結果との関係を求めた。

C. D. 結果及び考察

刺激語音の明瞭度指数と単音節語音明瞭度の測定結果の個々のデータと近似曲線を図 4 に示す。図中の破線は ANSI S3.5³⁾ に記載されている 1000 個の無意味単音節の聴取実験の結果である。ANSI に比べて低い明瞭度指数で良好な明瞭度が得られた。これは、今回使用したのは日本語の CV 型単音節で語表は補聴器評価用の 20 音からなっており、英語の CVC 型単音節に比べて聴取が容易であったためと思われる。

図 4 は補聴器を通過する際に音声を弁別する上での情報に減少がない場合に期待される語音明瞭度を示すものである。補聴器から出力される語音の音質に劣化が生じてい

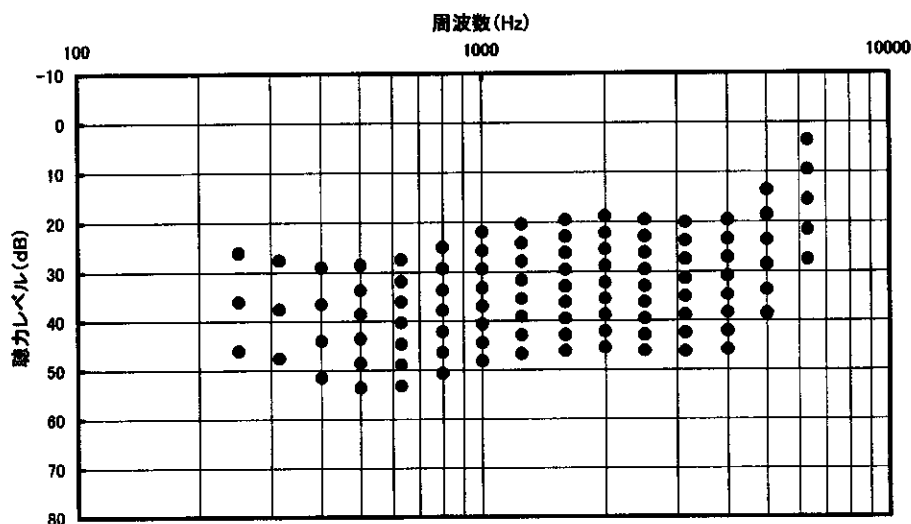


図 3 オーディオグラム上に表示した 63dB SPL の語音における明瞭度指数の分布 (Count-the-Dot Audiogram)²⁾

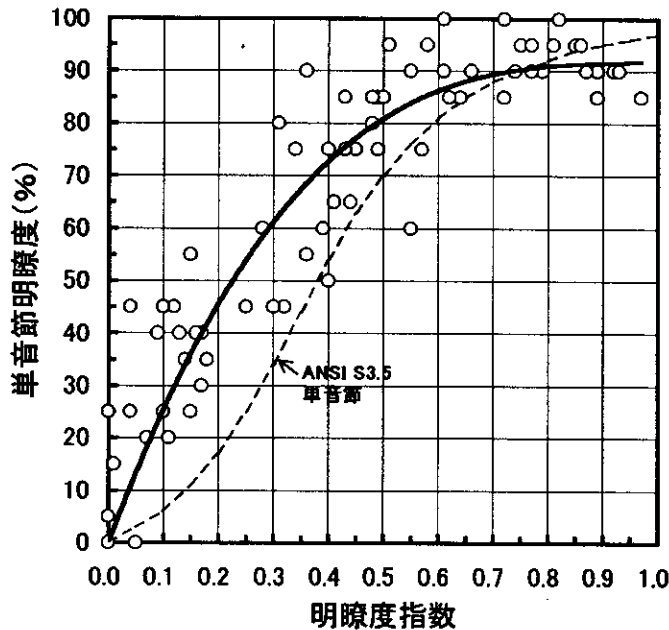


図4 明瞭度低下のない難聴耳における明瞭度指数と単音節明瞭度の関係

る場合には図4の回帰曲線より低い明瞭度になることが考えられる。棄却限界を確定するにはさらに例数を増す必要があるが図4からおおまかに、明瞭度指数が0.6未満では20%、0.6以上では10%程度を目安にしてよいと考えられる。

本研究では明瞭度の低下のない(あるいはほとんどない)耳で予想される明瞭度を求めたが、最高明瞭度(MAS)が100%でない場合には、最高明瞭度の条件で聞き取れている語音について図4の関係が成り立つと考えられる。したがって、図4で予想される明瞭度にMAS/100を掛けた値が補聴器が良好な条件下で予想される明瞭度となる。

E. 結論

補聴器の適合評価を装用時の語音明瞭度で行う場合の基準とする目的で、簡易明瞭度指数算出法を用いて、装用時の純音聴力から期待される語音明瞭度を求めた。

F. 引用文献

1) French NR, Steinberg JC : Factors governing the intelligibility of speech sounds. J Acoust Soc Am 19; 90-119, 1947.

2) Pavlovic CV : Speech recognition and five articulation indices. Hearing Instruments 42; 20-23, 1991.

3) American National Standard Institute : Methods for the calculation of the articulation index. ANSI S3.5-1969.

G. 研究発表

1. 論文発表

① 高田敬子, 松平登志正, 山下公一, 友田幸一 : 語音明瞭度が最高となるラウドネス. Audiology Japan 44,114-121, 2001.

② 松平登志正, 竹内昭博 : デモンストレーション機能を備えたマスキング練習ソフト. Otology Japan 11, 190-194, 2001.

③ 鈴木恵子, 白井真理子, 原由紀, 松平登志正 : 中等度難聴者の語音識別における視覚併用の効果. Audiology Japan 44,185-192, 2001.

④ 佐野肇, 竹内義夫, 鈴木恵子, 原由紀, 岡本朗子, 松平登志正, 新田光邦, 鐵田晃久, 岡本牧人 : 当科における補聴器フィッティングの現況—擬似音場検査システムを用いた評価法—. Audiology Japan