

研究題目	補聴器の音声による増幅特性の測定とデータベース化	報告書作成者	中川辰男
研究従事者	中川辰男		
研究目的	<p>補聴器を装用することによって、難聴者はどの程度音声を聴取することができるようになるのだろうか。補聴器装用下で語音明瞭度検査や単語理解度検査を行うと、間接的に音声の聴取可能性を伺い知ることができる。また最近、明瞭度指数(Articulation Index)を用いて、増幅された音声の可聴性を定量化する試みが行われている。</p> <p>本研究の目的としているのは、実際の音声と補聴器を用いて、増幅された音声の定量化を行うことである。その上立って難聴者の音声の聴取可能性を研究する必要があると考えている。ここでは、市販されているリニアとノンリニアの二種類の補聴器を用いて、補聴器の設定の違いによる増幅された音声のダイナミックレンジとレベル分布の測定を行った結果について報告する。</p>		

<p>研究内容</p>	<p>方法</p> <p>音声の録音条件</p> <p>防音室内で成人男性1名が本を朗読した。マイクロホンを口唇から約20cmの位置に設置して、DATレコーダに音声を収録した。朗読の条件は、普通より小さ目に読む条件と、大き目に読む条件の二条件を設けた。それぞれの録音時間は約1分間程度であった。</p> <p>分析条件</p> <p>収録した音声を無響箱(B&K)内で増幅器を介して再生した。無響箱内にはマイクロホンを二つ設置し、一方は再生された音声を直接、他方は試供品の補聴器に擬似耳を接続した。收音した音声は二チャンネル入力の実時間分析器(B&K 2144)によって、1/3オクターブの周波数分析を行った。分析の条件は50msec間で1スペクトル、400個のスペクトルを採取した。朗読の初めの部分を20秒間分析した。</p> <p>分析手続き</p> <p>原音声の再生レベルがオーバーオールレベルで60dB(SPL)と85dB(SPL)になるように増幅器の利得を調整した。最初に朗読していない部分を5秒間收音して暗騒音を音声と同じ条件で分析した。原音声や増幅された音声のダイナミックレンジは、暗騒音の最大値以上のレベルで、測定された最小値から最大値までの範囲と定義した。レベル分布については、ダイナミックレンジの最小値から5dBステップ間隔で、その間に無音区間を除く測定値が納まる割合を百分率で表わした。</p> <p>試供品の補聴器</p> <p>測定に用いた補聴器はリニア増幅を行うホナック社製のバリオネットと、ノンリニア増幅を行うリオン社製補聴器 HB-82MC の2機種の補聴器であった。いずれの補聴器についても測定条件を二つ設けた。条件1ではボリュームを中間の位置に固定して、音質調整器はN、出力制限装置を開放状態にした。条件2ではボリュームと音質調整器は条件1と同じ設定で、出力制限装置を最大に掛けた状態にした。</p>
-------------	---

研究内容

結果及び考察

それぞれの設定条件下における補聴器のダイナミックレンジとレベル分布を図1から図12に示した。各図の上段は250Hzから8kHzにおける3分の1オクターブバンドレベルとオーバーオールレベルにおけるダイナミックレンジを示している。薄い灰色が原音声を、濃い灰色が増幅された音声を示している。図中の白抜きの丸印と黒塗りの丸印は、原音声と増幅された音声の平均のレベルを示している。各図の右側の表は擬似耳利得を示している。利得は原音声と増幅された音声の平均値の差を取って表わした。下段は250Hzから4kHzのオクターブ間隔における、3分の1オクターブバンドレベルとオーバーオールレベルのレベル分布を示している。ダイナミックレンジの最小値から5dBステップ間隔で、その間に無音区間を除く測定値が納まる割合を百分率で表わしている。横軸の最大値は25%である。

まずリニア補聴器について見ると、入力レベルが60dBの場合は、ピーククリッピングの設定値にかかわらず、増幅された音声のダイナミックレンジが大きく変わらないことが見られた。擬似耳利得の変化もごくわずかで無視できるくらいであった。またレベル分布の状態を見ると、両条件において原音声と増幅音声の形に大きな変化は見られなかった。

入力レベルを85dB(SPL)にすると、原音声のダイナミックレンジが60dB(SPL)の時に比べて大きくなっていることに気付く。ピーククリッピングを最大限に働かせた条件で、増幅された音声のダイナミックレンジが、ピーククリッピングを開放状態にした条件と比較して、全体的に狭くなっていることが見られた。ピーククリッピングを最大限に働かせた条件下で、オーバーオールレベルのレベル分布が120dB付近に集中している傾向が顕著に現われていた。同様な傾向は、1kHz付近の3分の1オクターブバンドレベルにおけるレベル分布にも見られた。これは中音域をピーククリッピングしている影響を反映しているものと思われる。

リニア補聴器において、入力レベルの違いによる、増幅された音声のダイナミックレンジの大きさに違いが見られたことは、補聴器の「ヘッドルーム」の違いを反映しているものと思われる。補聴器の「ヘッドルーム」とは、波形に歪が生じるレベルと入力音圧レベルに利得を加えたレベルとの差を意味する。すなわち、入力レベルが比較的小さな60dB(SPL)の場合は、出力制限装置の設定に影響されることなく、広いヘッドルームが確保されている。しかし入力レベルが85dB(SPL)になると、出力制限装置の影響を受けて、「ヘッドルーム」が狭くなり、特に増幅された中音域の音声成分のピークが削られて、ダイナミックレンジが狭くなったものと思われる。

研究内容

今回測定したノンリニア補聴器はリオン社製の HB-82MC であった。HB-82MC は低域と高域に独立した動作点の低い入力コンプレッションと、出力コンプレッションを持っている。

図5から8は入力 60dB(SPL)における、出力制限装置を開放状態にした時、出力コンプレッションを最大限にかけた時、そして低域と高域の入力コンプレッションを最大限にかけた時の効果をそれぞれ示している。これらの図から出力コンプレッションの効果が大きいことが見られる。まずオーバーオールレベルで見ると、擬似耳利得が出力制限装置を開放にした時 45.3dB であったが、27.7dB へと小さくなった。また増幅された音声のダイナミックレンジが極端に狭くなった。レベル分布からは、増幅された音声の大部分が補聴器の自己雑音下にあることが考えられる。

一方、高域と低域の入力コンプレッションの効果についてみると、オーバーオールレベルで見ると擬似耳利得には、高域と低域コンプレッションによって 40.3dB と 40.9dB とほとんど差が無かった。しかし各々の帯域における3分の1オクターブバンドレベルで見た擬似耳利得には違いが見られた。入力した原音声の低域におけるエネルギーが、高域に比べて大きいため、低域のダイナミックレンジがコンプレッションの影響をより強く受けて、高域に比べて利得が小さくなったものと考えられる。またその効果は、オーバーオールレベルで表わしたダイナミックレンジの違いにも反映されている。原音声と増幅された音声のレベル分布の状態を比較すると、両者に極端な違いは認められなかった。すなわちコンプレッションが均等にかかっているものと考えられる。

一方、入力レベルを 85dB(SPL)にした場合の出力制限装置の効果を、図9から12にそれぞれ示した。図9を見ると、「ヘッドルーム」が狭いために、原音声のダイナミックレンジの広がりが増幅された音声のダイナミックレンジと必ずしも一致していないことが見られた。オーバーオールレベルで見た原音声と、増幅された音声にもレベル分布上に違いが認められた。各々の帯域における3分の1オクターブバンドレベルで見たレベル分布を比較すると、4kHz だけにおいて原音声と増幅音声のレベル分布に違いが見られていた。

出力コンプレッションの効果が大きいことは、入力レベルが 60dB(SPL)の時と同様に 85dB(SPL)入力時にも認められた。オーバーオールレベルの利得は開放状態と比較すと、38.5dB が 18.3dB に低下した。原音声と増幅音声のダイナミックレンジに極端な違いが見られた。レベル分布の状態について見ると、60dB(SPL)入力時のような雑音下に増幅された音声の大部分が押しやられる状態は多少緩和された。増幅された音声の狭いダイナミックレンジに凝縮されて分布している様子が見られた。

研究概要報告書

(2/5)

研究内容

一方、高域と低域のコンプレッションの効果についてみると、オーバーオールレベルの利得は、高域と低域コンプレッションによって 33.5dB と 36.5dB となり、60dB(SPL)入力時に比べて差が少し大きくなった。原音声と増幅音声のレベル分布の差を見ると、高域のコンプレッション条件では大きな差が見られなかった。低域のコンプレッション条件でオーバーオールレベルのレベル分布に差が認められた。これは 4kHz における 3 分の 1 オクターブバンドレベルの分布差を反映しているのではないかと思われる。

研究のポイント	実際の音声を用いて、補聴器の利得を測定した。 補聴器による増幅された音声のダイナミックレンジとレベル分布を1/3オクターブ同波数とオーバーホールレベルについて求めた。
研究結果	二種類の補聴器について、セッティングを考慮して測定した結果、純音を用いて測定していただくだけではわからない、音声の増幅のダイナミックな特徴を明らかにすることができた。
今後の課題	今後水以外の補聴器についても測定を行い、純音測定と音声を用いた測定との関連性について明らかにし、データベース化する必要があると考えている。

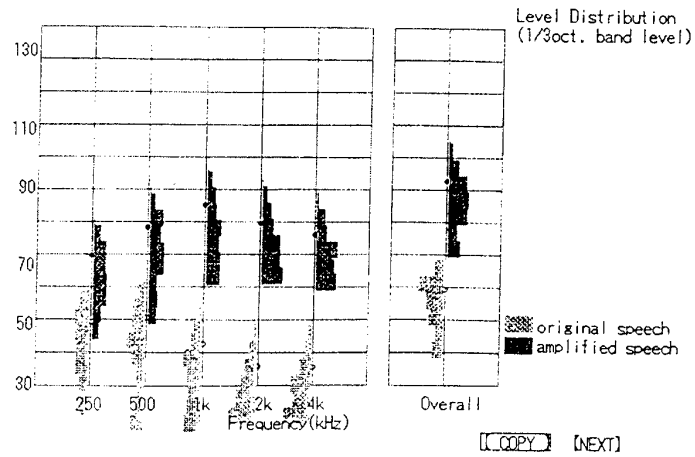
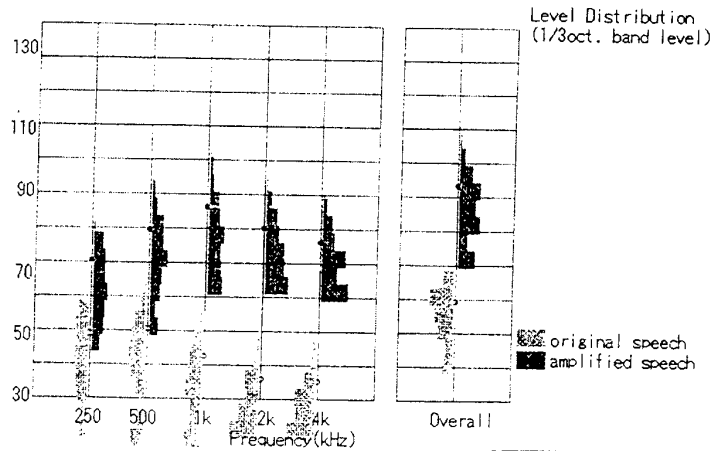
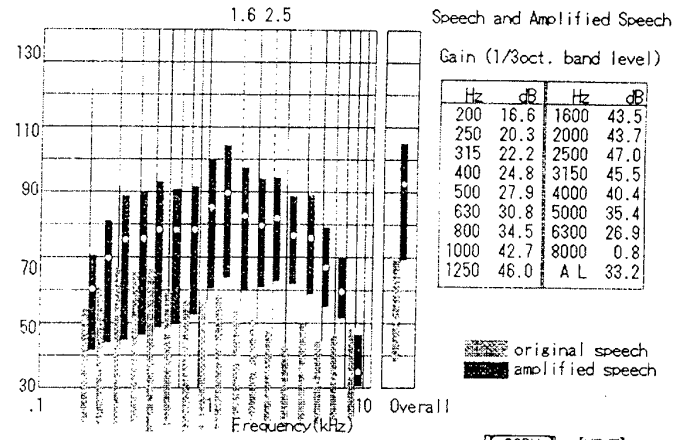
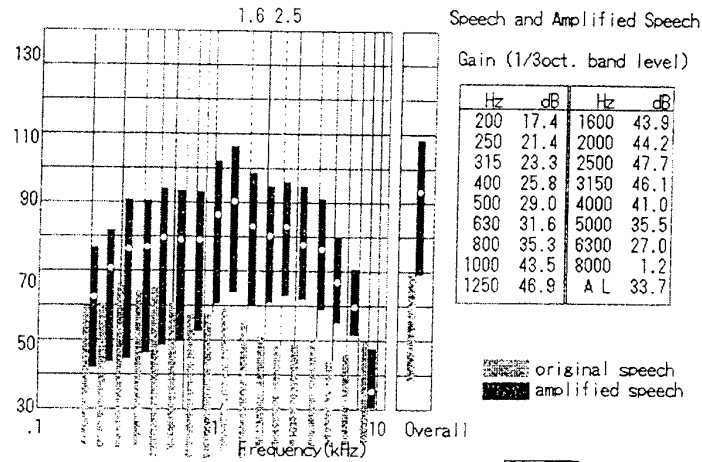


図1. リニア補聴器、入力レベル 60dB(SPL)、
ボリューム・音質調整器：固定
出力制限装置：開放

図2. リニア補聴器、入力レベル 60dB(SPL)、
ボリューム・音質調整器：固定
出力制限装置：最大限に掛ける

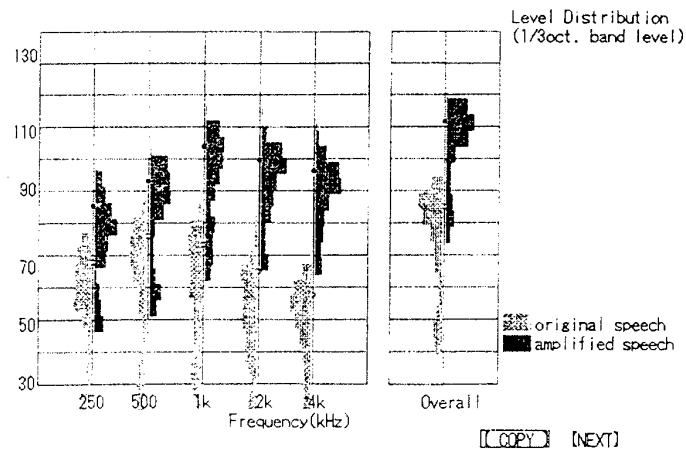
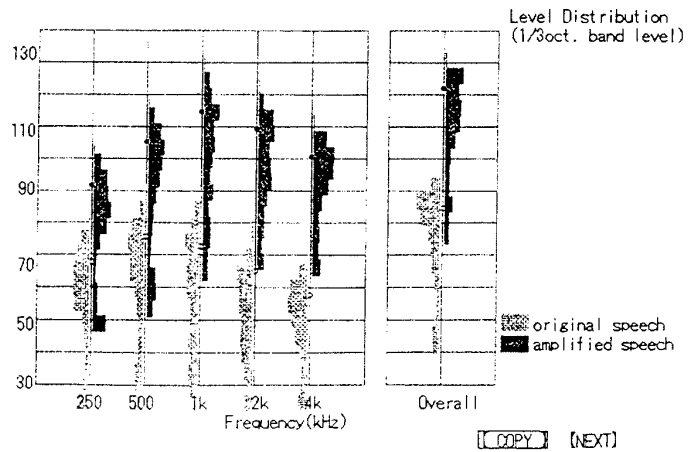
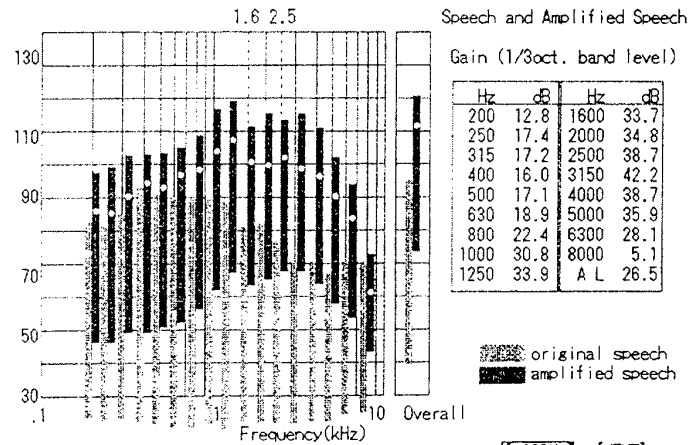
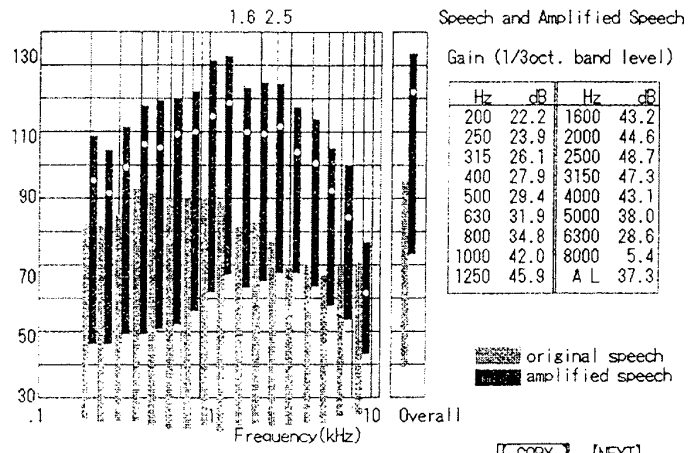


図3. リニア補聴器、入力レベル 85dB(SPL)、
ボリューム・音質調整器：固定
出力制限装置：開放

図4. リニア補聴器、入力レベル 85dB(SPL)、
ボリューム・音質調整器：固定
出力制限装置：最大限に掛ける

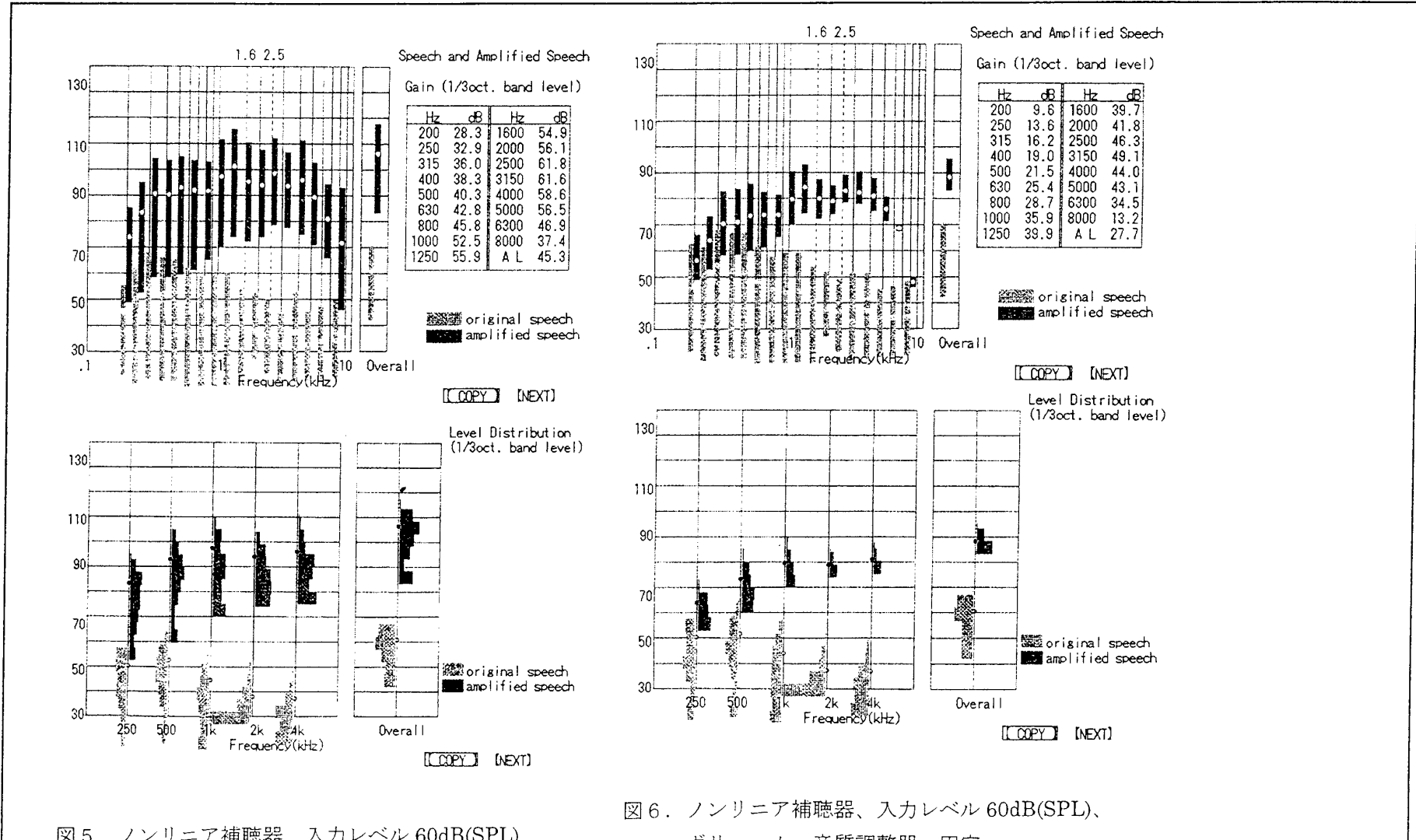
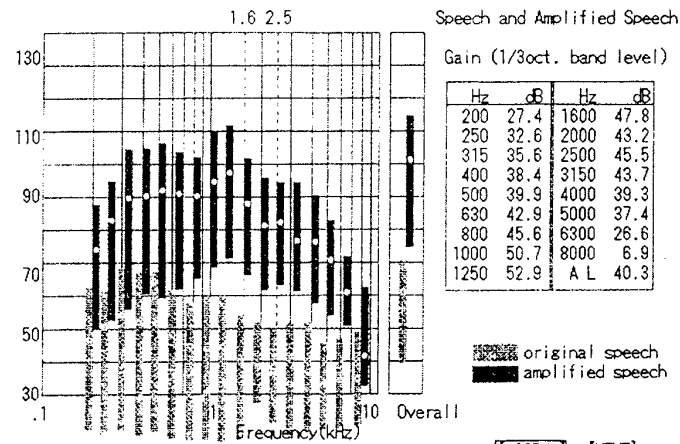
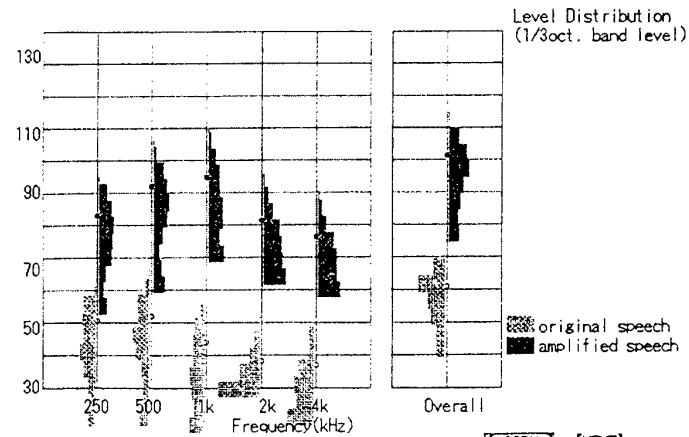


図5. ノンリニア補聴器、入力レベル 60dB(SPL)、
ボリューム・音質調整器：固定
出力制限装置：開放

図6. ノンリニア補聴器、入力レベル 60dB(SPL)、
ボリューム・音質調整器：固定
出力制限装置：
出力コンプレッション：最大に掛ける

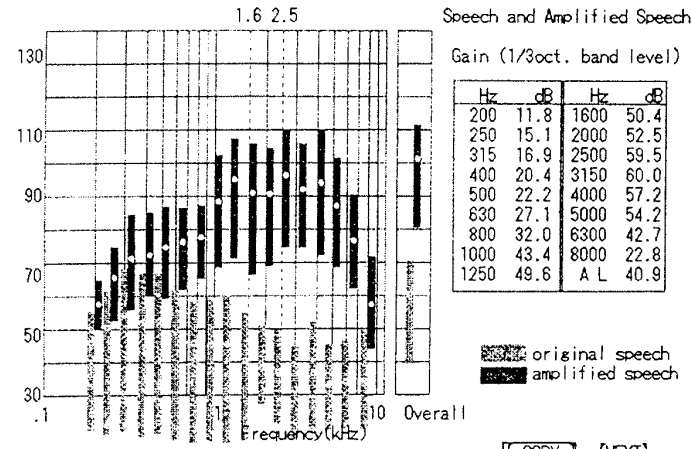


[[COPY]] [NEXT]

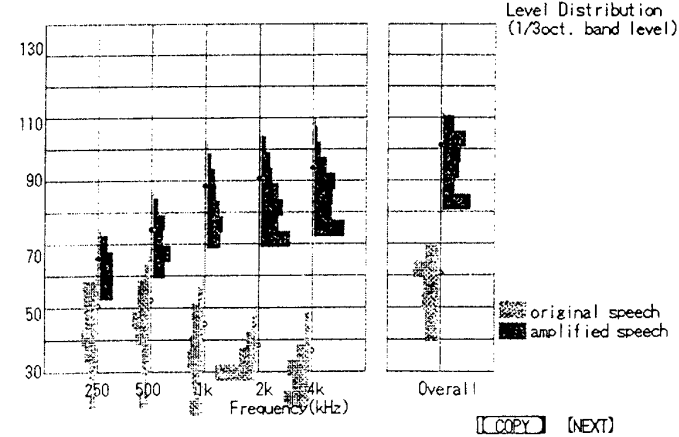


[[COPY]] [NEXT]

図7. ノンリニア補聴器、入力レベル 60dB(SPL)、
ボリューム・音質調整固定
出力制限装置：
高域の入力コンプレッション：最大に掛ける



[[COPY]] [NEXT]



[[COPY]] [NEXT]

図8. ノンリニア補聴器、入力レベル 60dB(SPL)、
ボリューム・音質調整器：固定
出力制限装置：
低域の入力コンプレッション：最大に掛ける

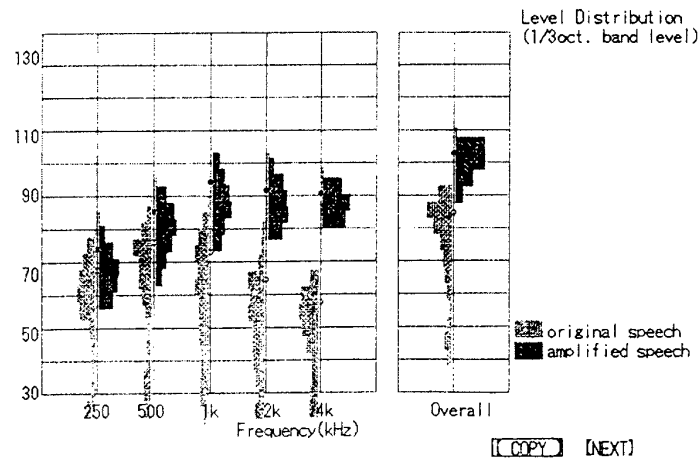
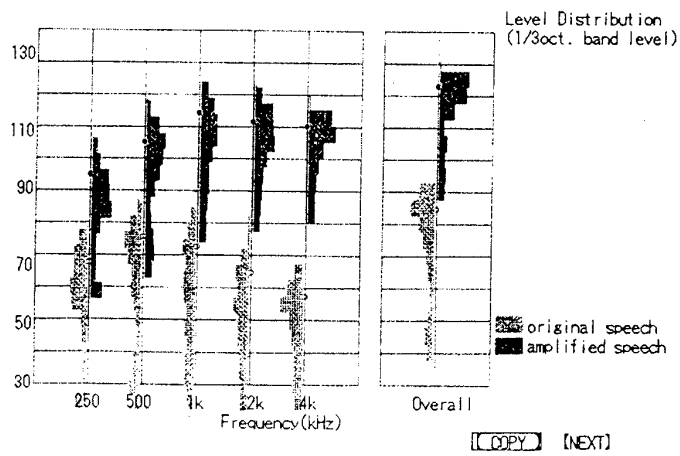
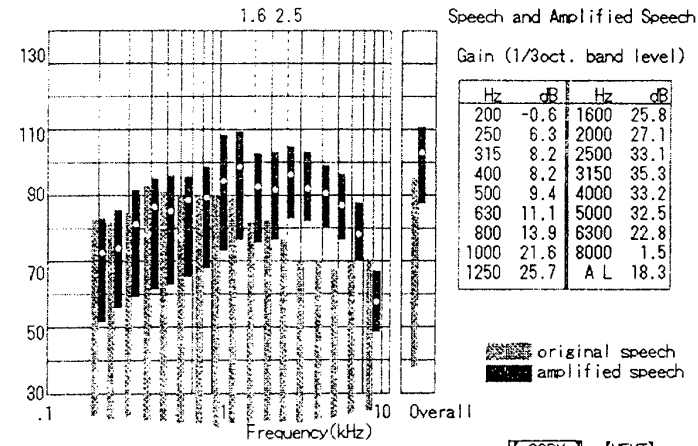
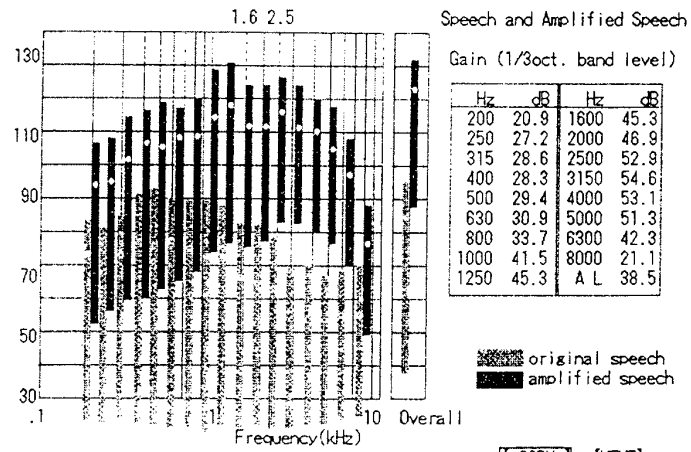
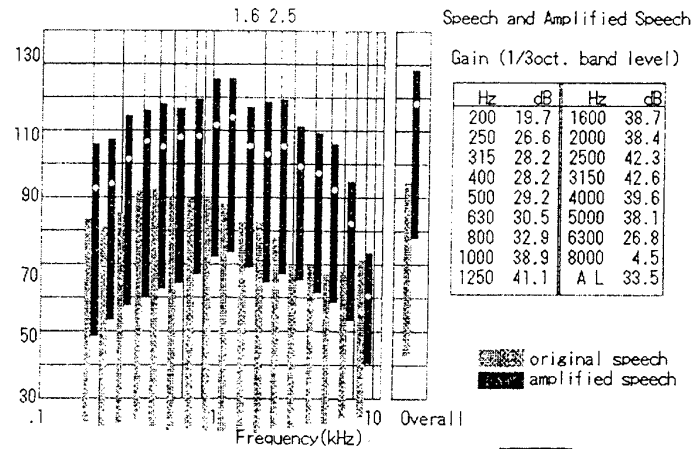
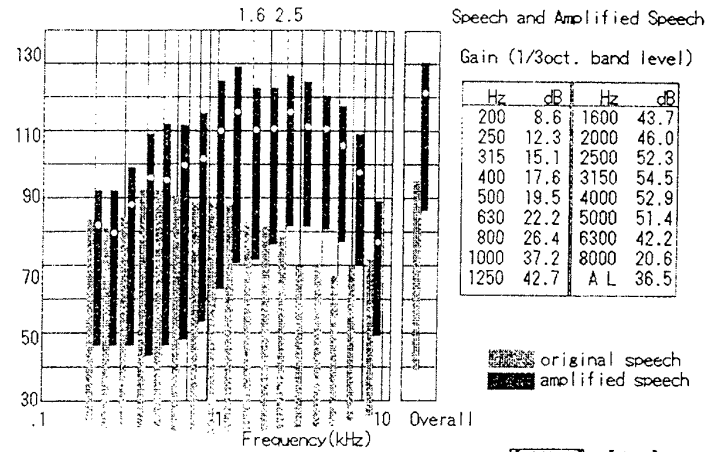


図9. ノンリニア補聴器、入力レベル 85dB(SPL)、
 ボリューム・音質調整器：固定
 出力制限装置：開放

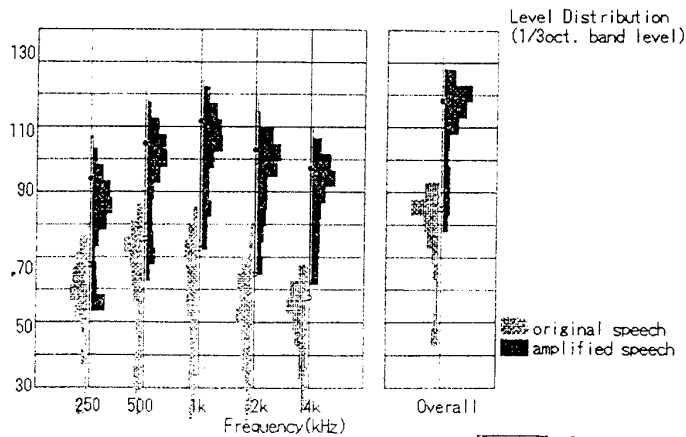
図10. ノンリニア補聴器、入力レベル 85dB(SPL)、
 ボリューム・音質調整器：固定
 出力制限装置：
 出力コンプレッション：最大に掛ける



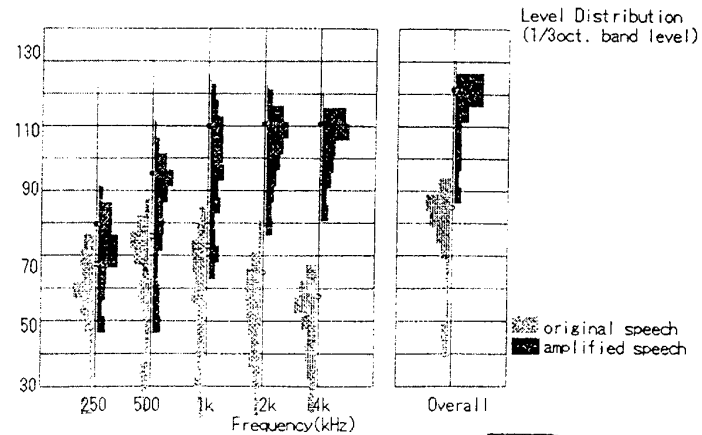
[COPY] [NEXT]



[COPY] [NEXT]



[COPY] [NEXT]



[COPY] [NEXT]

図 11. ノンリニア補聴器、入力レベル 85dB(SPL)、
 ボリューム・音質調整器：固定
 出力制限装置：
 高域の入力コンプレッション：最大に掛ける

図 12. ノンリニア補聴器、入力レベル 85dB(SPL)、
 ボリューム・音質調整器：固定
 出力制限装置：
 低域の入力コンプレッション：最大に掛ける