

図2 dB max の非装用・装用時の雑音非負荷・負荷時の明瞭度

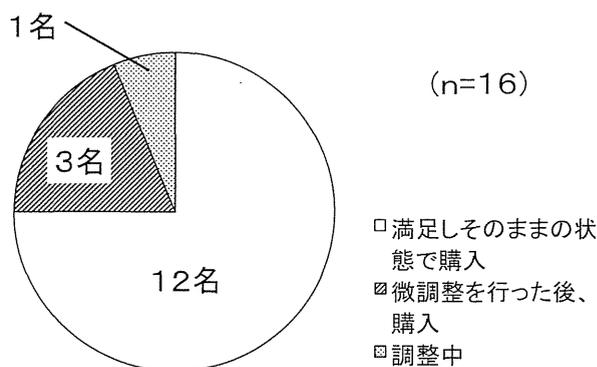


図4 試聴後の結果・経過

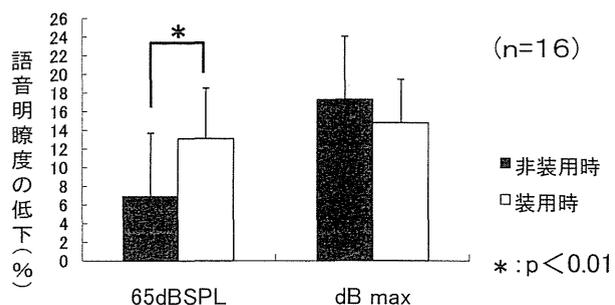


図3 65dB SPL, dB max での雑音負荷による明瞭度の低下

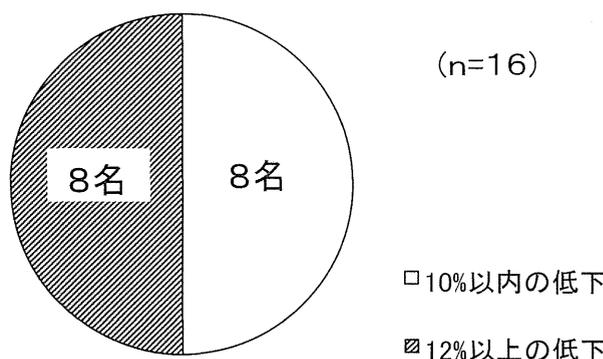


図5 明瞭度の低下の内訳  
調整を行った人数の内訳は、10%以内の低下群に3名、12%以上の低下群に1名であった。

果 ( $F(1, 15) = 183.78, p < 0.01$ ) を認めた。次に、図3に65dB SPL, dB maxでの雑音負荷による明瞭度の低下を示す。明瞭度の低下は65dB SPLでは装用時が非装用時に比べ大きく、dB maxでは非装用時の方が小さかった。図1の分散分析で交互作用を認めることから、65dB SPLの装用時の明瞭度の低下は非装用時と比べ有意に大きいと言える。

補聴器の試聴後、16名中12名が試聴の状態に満足し購入した。調整を要した4名のうち、3名はほぼ満足はしていたが、微調整を行った後、購入に至った。残りの1名は現在も補聴器の機種を変更し調整中である(図4)。装用時の65dB SPL雑音負荷時に12%以上明瞭度が低下していた症例は、16名中8名であった(図5)。調整を行った4名中1名で12%以上の低下を認めた。

調整を行った4名の性別・年齢・非装用・装用時閾値・語音明瞭度の低下を表1に示す。また、再診時の訴え、対処、その経過を表2に示す。Dは65dB SPL雑音負荷時に12%以上明瞭度が低下し、かつ微調整を行った症例であった。

### 考 察

これまで、難聴者や高齢者にとって雑音下の言葉の聞き取りは静寂下に比べ困難なものである<sup>7)8)9)</sup>という報告がある。亀井ら<sup>1)</sup>は感音性難聴者を対象とした補聴器非装用・装用時の雑音負荷条件下で非装用・装用時ともに語音明瞭度が有意に低下したと報告している。今回の検討でも同様に、65dB SPL, dB maxでの補聴器非装用・装用時の全ての条件において雑音負荷で明瞭度の低下が認められた(図1, 図2)。比較のため、健聴者5名で65dB SPL (S/N = 10dB)の雑音非負荷時と雑音負荷時の語音明瞭度を57-S語表を用いて測定すると、雑音負荷による明瞭度の低下は2%~6%であり、難聴者は非装用・装用時に関わらず、雑音によって容易に明瞭度が低下すると思われた。

小野ら<sup>9)</sup>は感音性難聴者を対象に補聴器装用時70

表1 調整を行った症例の聴覚検査の結果

症例	性別	年齢	非装用時閾値	装用時閾値	語音明瞭度の低下		
					65dB SPL	dB max	
A	男	78	51.7dB	41.7dB	非装用時	-6%	26%
					装用時	10%	14%
B	男	17	55.0dB	38.3dB	非装用時	12%	34%
					装用時	4%	22%
C	女	79	48.3dB	35.0dB	非装用時	10%	8%
					装用時	10%	10%
D	男	78	45.0dB	36.7dB	非装用時	10%	16%
					装用時	18%	18%

表2 表1の症例の訴えと対処とその経過

症例	訴え	対処	経過
A	少し音が大きかった。	利得を調整した。	再試聴後、購入に至った。
B	雑音で会話がよくわからない。 音が大きく少し不快。	利得を調整した。	不快感が軽減した。その後、 カナルで購入に至った。
C	TVや講演が聞き取りにくかった。	機種を変更した。	現在、調整中。
D	こもった感じがする。	機種及び耳栓を変更した。	こもり感が軽減し、購入に至 った。

dB SPLの雑音非負荷・負荷条件で67-S語表を用い単音節の言葉の聞き取りを評価している。雑音負荷条件はS/N比を0~+10dBで行っており、雑音非負荷時より雑音負荷時の方が明瞭度が低下しており、S/N比が低下するほど明瞭度が低下する症例が報告されている。その一方、雑音非負荷時に比べ、雑音負荷時に明瞭度が低下せず、S/N比が低下しても明瞭度が低下しない症例も報告されている。このことから雑音の影響には個人差があると考えられる。今回の我々の結果では、補聴器装用時の65dB SPLでの雑音負荷条件下では、明瞭度の低下の程度は4%~22%であった。

明瞭度の低下の程度を、補聴器適合検査の指針(2008)で示されている評価基準に従って判定してみると、10%以内は8名で半数の対象者が適合していないと判断される。しかし、12%以上の明瞭度の低下があった対象者は、試聴前の雑音負荷条件下の語音明瞭度検査を除く補聴器適合検査から適合状態には問題がないと思われ、さらに1名を除き、質問紙からも本人の満足度が得られ、そのままの状態で

購入まで至っている。また、65dB SPLで雑音負荷により12%以上の明瞭度の低下を認めるものの非装用時と比べると明瞭度は良く、補聴器の装用効果は認められた。このことから12%以上の明瞭度の低下があっても不適合とは言えないと考えられた。

雑音を負荷することで明瞭度が低下するが、その低下の大きさは4%~22%と幅があった。補聴器装用時の明瞭度の低下の原因が非装用時にみられた明瞭度の低下の個人差によって低下しているのか、補聴器の装用が悪影響となりさらに低下しているのかを考える必要がある。補聴器の装用が悪影響となり明瞭度が低下しているのかを判断する方法としては、非装用時と装用時の雑音負荷による明瞭度の低下を比較する方法が考えられる。そこで65dB SPLの雑音負荷による非装用・装用時の明瞭度の低下を比較した。しかし、非装用・装用時の明瞭度の低下の比較をみると、明らかな差が見られる(図3)。この原因は非装用・装用時ともに、同一の音圧(65dB SPL)では難聴者の聴力によって呈示音圧が不十分であった可能性が考えられる。また、非装

用時の場合、3分法平均聴力レベルを見ると $51.3 \pm 7.7$  dBであることから、雑音負荷の音圧が55 dB SPLではほとんど雑音としての影響がなかったものと考えられ、非装用時と装用時で単に同一の音圧(65 dB SPL)で比較することは不相当であると考えられる。そのため、非装用・装用時の雑音負荷時の影響をみるためには両条件とも十分に語音が聞き取れることが可能であり、さらに雑音負荷時の明瞭度がほぼ同程度となるような条件下で行うことが必要である。つまり、非装用・装用時ごとのMCLや最良語音明瞭度が得られる音圧での雑音負荷時の影響を比較する必要がある。最も高い明瞭度が得られる音圧としてdB maxの比較を行うと、非装用・装用時で明瞭度の低下が同程度である(図3)ことから、今回の結果では、補聴器によってさらに明瞭度が低下するという悪影響は認めなかった。補聴器によって、どの程度明瞭度が悪化したのか、改善したのかを評価する方法としてdB maxの非装用・装用時の明瞭度の低下の比較は1つの方法として考えられた。

適合検査として、雑音負荷時の語音明瞭度の測定を行う場合、難聴者によって雑音負荷時の個人差があるため、特定の音圧での明瞭度の低下の値の大きさだけで判定することは難しいと思われた。一方、dB maxでの明瞭度の低下の値の大きさを比較することで、雑音負荷時の明瞭度の低下に補聴器が及ぼす影響を評価することが可能であると考えられた。しかし、dB maxでの比較は65 dB SPLのような日常会話を想定した音圧ではなく雑音も生活環境以上の音圧になる可能性がある。さらに、dB maxを求める際に67-S語表による語音聴力検査が必要なことから長時間の検査が必要となる。実際に雑音負荷時の語音明瞭度の評価を行う場合、それらを考慮して評価方法、評価基準を定める必要があり、今後さらに検討していかなければならない。

## ま と め

難聴者は補聴器非装用・装用時に関わらず、雑音負荷によって容易に明瞭度が低下し、その低下の程度には個人差が認められた。明瞭度の低下の程度を補聴器適合検査の指針(2008)の雑音負荷検査の評

価方法で判定すると、半数の対象者が不適合と判断される。しかし今回の症例はほぼ全例適合状態に問題ないと思われ、その後多くが購入まで至っていることから、適合している補聴器であっても難聴者は57-S語表を用いた雑音負荷時に20%程度明瞭度が低下する場合もあると思われた。また、雑音負荷時の明瞭度の低下に補聴器が及ぼす影響を評価する方法としてdB maxでの比較が有用と思われた。しかし、dB maxでの比較が補聴器適合状態の評価として適当であるかどうかは今後さらなる検討が必要である。

本論文の要旨は第55回日本聴覚医学会学術講演会(奈良)で講演した。

## Examination of the speech recognition score in noise for hearing aid fitting assessment

Osamu Saito<sup>1)</sup>, Tadashi Nishimura<sup>1)</sup>, Yuka Yoshida<sup>1)</sup>, Fumi Fukuda<sup>1)</sup>, Shuichi Yanai<sup>2)</sup>, Hiroshi Hosoi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Department of Otolaryngology and Head & Neck Surgery, Nara Medical University

<sup>2)</sup>Tokyo Metropolitan Institute of Gerontology, Aging Regulation Research Team

A speech recognition test in noise is proposed in the guidelines for hearing aid fitting assessment (2008). The decrease in speech recognition in the presence of noise for hearing impaired subjects with and without a hearing aid, and the validity of this section of the guidelines were investigated. Sixteen subjects with hearing impairment participated in this study. A 57-type monosyllabic word list was used as the signal. It was presented at 65 dB sound pressure level (SPL) and "dB max" which is the highest speech recognition score was obtained. Speech noise was used as the noise, and signal-noise ratio was +10 dB. The decrease in the speech recognition score in the presence of noise

was measured, and the influence of the hearing aid on the recognition score was investigated. The results showed that the speech recognition score decreased under noisy conditions both with and without hearing aids. The degree of the speech recognition score decrease showed interindividual differences. Even if a hearing aid might have been well fitted, the speech recognition score decreased by 12-22% in 8 subjects. At dB max, no difference was observed in the speech recognition score decrease between the conditions with and without a hearing aid. Further study is necessary for the influence of noise on speech recognition.

#### 参考文献

- 1) 亀井昌代, 小林由佳, 小田島葉子, 他: 音場における語音聴力検査の検討—雑音提示方法の相違による影響について—. *耳鼻* 49: 426-431, 2003
- 2) 今村明秀, 白石君男, 森園哲夫: 雑音負荷が補聴器装用下の語音聴取に及ぼす影響について. *耳鼻* 46: 275-284, 2000
- 3) 日本聴覚医学会福祉委員会: 補聴器適合検査の指針 (2008). *Audiology Japan* 51: 661-679, 2008
- 4) 岡本牧人, 鈴木恵子, 木村由紀, 他: 「きこえについての質問紙」の作成. 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障害と補聴器による改善効果の評価法に関する研究」平成13年度厚生科学研究費報告書, 7-10, 2002
- 5) ISO: Acoustics—Audiometric test methods—

- Part 2: Sound field audiometry with pure tone and narrow-band test signals. ISO 8253-2, 2009
- 6) JIS: オーディオメータ第2部: 語音聴力検査に用いる機器: JIS T1201-2, 2000
  - 7) Patrick CMW, Marc E, John PS, et al: Neuroanatomical Characteristics and Speech Perception in Noise in Older Adults. *Ear and Hearing* 31: 471-479, 2010
  - 8) Sung Hee K, Robert DF, D.Robert F, et al: Effects of age on speech understanding in normal hearing listeners: Relationship between the auditory efferent system and speech intelligibility in noise. *Speech Communication* 48: 855-862, 2006
  - 9) Ono H, Kanazaki J, Mizoi K: Clinical Results of Hearing Aid with Noise-Level-Controlled Selective Amplification. *Audiology* 22: 494-515, 1983

(2010年12月29日受稿 2011年2月18日受理)

別冊請求先: 〒634-8522

奈良県橿原市四条町840

奈良県立医科大学 耳鼻咽喉・頭頸部外科

西村忠己

Tadashi Nishimura

Department of Otolaryngology and Head & Neck Surgery, Nara Medical University, 840 Shinjo-cho Kashihara, Nara 634-8522, Japan

## 補聴器特性図から算出した利得とファンクショナルゲインの関係

吉田悠加, 西村忠己, 福田美美, 齋藤 修, 細井裕司  
奈良県立医科大学耳鼻咽喉・頭頸部外科

要旨：補聴器特性図の周波数レスポンスから簡易的に利得を算出する方法が「補聴器適合検査の指針（2008）」<sup>1)</sup>に示されている。この方法がファンクショナルゲインとどの程度一致しているかを比較するため、難聴者52名（男23名，女29名）の補聴外来受診患者を対象に、指針<sup>1)</sup>に従い250, 500, 1000, 2000, 4000Hzの5周波数について検討した。各周波数とも利得算出方法間で有意な相関があった。250, 500, 1000Hzでは利得算出方法間で有意差はみられなかったが、2000, 4000Hzでは有意差がみられた。両利得算出方法の平均値で最も差がみられたのは2000Hzでファンクショナルゲインの方が7.6dB大きかった。純音聴力検査，ファンクショナルゲインからの誤差を考えるとこれらの結果は許容範囲内であり，補聴器適合を判定する際補聴器特性図から利得を算出する方法を用いても問題はないと考えられた。

### —キーワード—

補聴器フィッティング，補聴器適合検査，適合検査指針

### はじめに

補聴器の状態を評価する場合は補聴器特性測定装置での補聴器特性図の測定，実耳挿入利得の測定，音場での閾値検査，語音弁別検査，雑音負荷条件下での語音明瞭度の測定の結果を元に評価する。補聴器特性測定装置での補聴器特性図の測定や実耳挿入利得の測定では入力音レベルごとの周波数レスポンスが連続的に示され，短時間で各周波数の利得がどの程度であるか知ることができる。また入力音レベルごとの出力特性の測定ができるためノンリニア補聴器の特性評価も可能である。一方音場の検査では補聴器非装用時と装用時の閾値検査をすることで閾値の改善の程度，語音弁別検査をすることで語音明瞭度がどの程度改善したか知ることができる。

補聴器適合の状態を評価するには上述の検査を複数実施するのが望ましいが，音場での検査は相応の検査室と機器が必要であり，すべての耳鼻咽喉科に

おいて評価できないと思われる。それらを測定する設備を備えていなくても，補聴器特性図の周波数レスポンスから簡易的に利得を算出する方法が日本聴覚医学会の「補聴器適合検査の指針（2008）」<sup>1)</sup>で示されている。この方法では補聴器の使用状態での60 dB SPL入力時の周波数レスポンスを測定し，それらの出力値から換算式を利用して装用時閾値を簡易的に推定する。この方法を用いれば，オージオグラム上で適合の状態を判断することができ，例えば難聴者が補聴器とその補聴器特性図を持参し来院した場合に，純音聴力検査を行うだけで大まかな適合の状態の評価が可能となる<sup>1)</sup>。

しかしこの方法はあくまでも補聴器特性図から推定される装用時閾値であり，補聴器装用下で測定した閾値と比較し，どの程度一致しているか検討する必要があると思われる。そこで補聴器を適合する際に一般的によく用いられ，指針<sup>1)</sup>にも示されている音場閾値検査での補聴器非装用閾値と装用閾値の差

によって求まる利得（ファンクショナルゲイン）を用い、補聴器特性図から算出した利得と比較した。

### 対象と方法

対象は2008年1月から2010年7月までに当科補聴外来を受診し、補聴器をフィッティングした難聴者52名（男23名、女29名）である。平均年齢は70.6±13.1歳、補聴器非装用閾値の3分法平均聴力レベルは56.9±12.1dBであった。

補聴器のフィッティングは純音聴力検査、語音聴力検査、UCLなどの結果をもとに行った。今回の対象者は片耳に補聴器をフィッティングした者とし、装用耳は不良聴耳にフィッティングを希望した1名を除き良聴耳に、両耳に差がない場合は装用者の希望にあわせて装用した。機種を選択は聴覚機能検査の結果と装用者の希望を考慮し行った。実際にフィッティングを行った補聴器は試聴用のノンリア増幅の耳かけ型補聴器20種類であった。

フィッティングした補聴器について補聴器特性図を元に算出した利得とファンクショナルゲインを比較した。求めた周波数は250, 500, 1000, 2000, 4000Hzの5周波数とした。両者の値の算出方法は補聴器適合検査の指針（2008）<sup>1)</sup>に従った。それらの方法を以下に示した。

#### 1. 補聴器特性図から利得を算出する方法

補聴器特性測定装置（RION社製、LH-11）を用いて特性図を測定し、補聴器の使用状態での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レベルを求めた。それらの出力音圧レベルから入力音圧レベル（60dB）を減算した。今回の算出法では2cm<sup>3</sup>カプラを用いて特性を測定した。そのため裸耳利得とヒトの耳と2cm<sup>3</sup>カプラの感度差を考慮した補正を行う必要があった。指針<sup>1)</sup>に示されている利得算出のために補正值（表1）を加算し利得を算

出した。

#### 2. ファンクショナルゲインの求め方

補聴器装用耳について当科検査室の防音室内でウォーブルトーンを用いて非装用時と装用時の音場閾値検査を行った。その際音源スピーカーは指針<sup>1)</sup>に従い難聴者の正面1メートルに設置した。求めた非装用閾値から装用閾値を減算し補聴器の利得（ファンクショナルゲイン）を算出した。なお検査時、非検査耳は印象剤を注入し遮蔽を行った。

結果の解析は測定方法と周波数を被検者内要因とする2要因の分散分析を行った。また補聴器特性図から求められた利得とファンクショナルゲインについて周波数ごとにPearsonの相関係数を求め検討した。

### 結 果

補聴器特性図から簡易的に算出した利得とファンクショナルゲインの平均値の関係について周波数ごとに図1に示した。250, 500Hzでは算出した利得が、1000, 2000, 4000Hzではファンクショナルゲインの方が大きくなった。分散分析の結果、周波数（ $F(4, 204) = 73.84, p < 0.001$ ）及び利得算出方法（ $F(1, 51) = 18.52, p < 0.001$ ）に主効果を認めた。また周波数と利得算出方法の交互作用（ $F(4, 204) = 19.45, p < 0.001$ ）を認めた。よって単純主効果の検定を行った結果、2000Hzで（ $F(1, 255) = 75.19, p < 0.001$ ）と4000Hz（ $F(1, 255) = 19.43, p < 0.001$ ）での利得算出方法間に有意差を認めた。しかしその他の周波数では有意差はなかった。

次に250Hzから4000Hzまでの補聴器特性図から算出した利得とファンクショナルゲインの関係を図2に示した。すべての周波数において利得があがるほどファンクショナルゲインがあがるという有意な正の相関がみられた。各周波数での補聴器特性図から算出した利得とファンクショナルゲインの相関係

表1 利得算出のための補正值（「補聴器適合検査の指針（2008）」<sup>1)</sup>より）

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 <sup>3</sup> カプラの感度差 (dB)	3.5	4	5.5	8.5	9.5
補正值 (dB)	3.5	2.5	3	-3.5	-5.0

数を表2に示した。1000Hz ( $r=0.80$ ,  $p<0.01$ ), 500Hz ( $r=0.74$ ,  $p<0.01$ ), 4000Hz ( $r=0.66$ ,  $p<0.01$ ), 250Hz ( $r=0.62$ ,  $p<0.01$ ), 2000Hz ( $r=0.55$ ,  $p<0.01$ ) の順に相関が高い結果となった。特に500Hzと1000Hzに強い相関があった。対して2000Hzでは相関があるものの5周波数の中では一番低い結果となった。

考 察

各周波数とも補聴器特性図から算出した値とファンクショナルゲインに有意な相関があった。250, 500, 1000Hzでは補聴器特性図から算出した値とファンクショナルゲインの平均値に差はほとんど認められず、250, 500Hzは補聴器特性図から算出した値が、1000, 2000, 4000Hzはファンクショナルゲインの方が大きくなった。両利得算出方法から求めた平均値の差が最も大きい周波数は2000Hzでファンクショナルゲインの方が7.6dB大きかった。今回の両利得算出方法から求めた値に差が生じた原因には純音聴力検査やファンクショナルゲインの

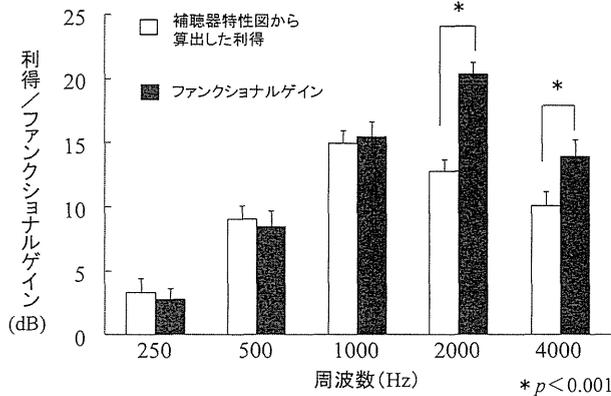


図1 各周波数の補聴器特性図から算出した利得とファンクショナルゲインの平均値の関係

表2 各周波数での補聴器特性図から算出した利得とファンクショナルゲインの相関係数

周波数 (Hz)	250	500	1000	2000	4000
相関係数	0.62	0.74	0.80	0.55	0.66
p 値	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

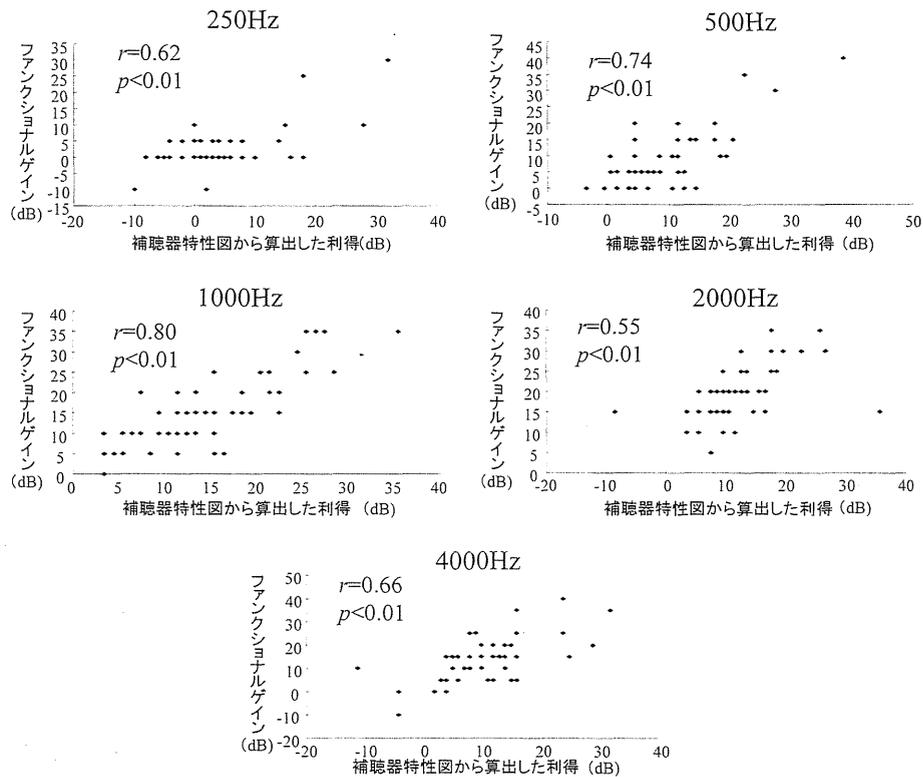


図2 各周波数の補聴器特性図から算出した利得とファンクショナルゲインの関係

閾値測定時に生じる誤差、補聴器特性図から利得を算出する際に生じる誤差、補聴器特性図の 60dB SPL 入力時の挿入利得からの装用閾値を推定する点、ノンリニア増幅の場合入力音レベルごとの利得が異なる点が考えられた。以下各要因について検討した。

まず純音聴力検査やファンクショナルゲインの閾値測定時に生じる誤差について検討した。補聴器特性図は 1dB ステップで計測が可能であるが、閾値検査は 5dB ステップで測定することから、補聴器特性図から算出した利得は 1dB 単位で、閾値検査から算出した利得は 5dB 単位で求まる。そのため 5dB 未満の誤差については有意な差とは言い難いと思われた。また閾値検査には再現性の問題がある。過去の報告では短時間後の再検査時の変動の標準偏差はファンクショナルゲインでは 5~8dB とされている<sup>2)</sup>。これらのことから今回の結果で生じた 7.6dB の値は許容範囲であると考えられた。

次に補聴器特性図から生じる誤差について検討した。今回の算出方法では裸耳利得と 2cm<sup>3</sup> カプラの感度差は考慮されているものの、指針に触れられている外耳道の形状による個人差、補聴器の種類の違いやマイクロホン・ゲイン、出力音口効果、通気口の効果等が考慮されていない。外耳道の形状は外耳道容積が大きくなると共鳴腔が小さくなり、外耳道容積が小さくなると共鳴腔が大きくなる。そのため例えば外耳道の最深部の容積が小さくなると補聴器特性図から算出した値よりも実際の利得は大きくなる<sup>3)</sup>。外耳道の形状は当然個人差があり、このことによる誤差が含まれるのは避けることができない。また補聴器の種類が異なると利得に及ぼす影響は変化する。これはマイクロホン・ゲインや外耳道容積が異なるためである。マイクロホン・ゲインとはマイクロホンの位置の効果のことで、マイクロホンに入力する音は耳介、頭、体、衣類等に対して反射や吸収が起これ、これらの影響を受けて変化する<sup>3)</sup>。小寺によると箱型補聴器ではマイクロホンが本体にある場合は胸ポケットに入れて使用すると 500Hz から 4000Hz までの広い周波数帯で後方の音が弱まる<sup>3)</sup>。挿耳用補聴器ではマイクロホンの位置が外耳孔に近いと、耳介の集音効果で補聴器装用耳の前方 45° からの音をもっともよく増幅し、高周波数帯については耳かけ型に比べて指向性がある<sup>3)</sup>。耳か

け型補聴器のマイクロホンは耳介の上方にあるので挿耳形に比べて全方向からの音が聞こえるとされる<sup>3)</sup>。耳かけ型補聴器の場合、補聴器装用耳前方 0° では 2000Hz が 3dB と全周波数の中で値が最も大きい<sup>4)</sup>。今回の補聴器はすべて耳かけ型であり、2000Hz で 7.6dB とファンクショナルゲインの方が大きくなったのはマイクロホン・ゲインの影響があるかもしれない。その他に影響を及ぼす因子として音道、音響ダンパー、ベント等がある。Dillon によると音道径は高音域利得と補聴器の出力に影響する<sup>4)</sup>。音響ダンパーは音道内で使用され中音域の周波数レスポンスの調節に用いられる<sup>4)</sup>。ベントは通気の効果とともに低音域の利得や最大出力に影響する<sup>4)</sup>。耳かけ型補聴器では音道径は高音域の 2000Hz 以上、音響ダンパーは中音域の 800~2500Hz、ベントは低音域の 1000Hz までの周波数の利得を抑える<sup>5)</sup>とされる。

最後に 60dB SPL 入力時の挿入利得からの装用閾値を推定する点、ノンリニア増幅の場合入力音レベルごとの利得が異なる点について検討した。今回検討した補聴器はすべてノンリニア補聴器である。ノンリニア補聴器は入力音のレベルによって増幅回路にフィードバックをかけ、増幅度を変化させる<sup>2)</sup>。そのため入力音レベルが低いときに増幅を大きくし、入力音レベルが高いときに増幅を小さくする<sup>5)</sup>。例えば 50dB SPL 入力時の周波数レスポンスから得られる利得と 90dB SPL 入力時の周波数レスポンスから得られる利得では 50dB SPL 入力から得られる利得の方が値は大きくなる。今回検討した難聴者の補聴器非装用下の聴力レベルの平均は 56.9dB であり、閾値が 60dB より低い難聴者が多かった。これらの難聴者が得る利得は 60dB SPL 入力時の周波数レスポンスから得られる利得よりも難聴者の閾値付近での利得の方が大きいと考えられた。そのため 60dB SPL 入力時の周波数レスポンスから得られる利得よりもファンクショナルゲインが大きくなる可能性があり、そのことが今回の結果の 2000, 4000Hz のファンクショナルゲインが有意に大きくなった原因の一つかもしれない。

補聴器特性図から正確な利得を求めようとするとき今回考慮した裸耳利得と 2cm<sup>3</sup> カプラの感度差以外に上述した要因を考慮する必要がある。それらを考

慮することで理論的には正確な利得を算出することができると思われるが、それにはかなりの労力と手間が必要となる。補聴器特性図を用いた利得の算出方法の最大の利点は簡便に利得を算出することであると考えると今回の両方法で求めた利得はおおよそ一致しており、補聴器の適合を判定する際補聴器特性図から簡易的に利得を算出する方法を用いても問題はないと考えられた。なお、より厳密に適合状態を判断する場合、実際にファンクショナルゲインの測定や実時挿入利得の測定などの適合検査を実施する必要があると考えられた。

### ま と め

補聴器特性図から簡易的に算出した利得とファンクショナルゲインの関係について検討を行った。各周波数とも補聴器特性図から算出した値とファンクショナルゲインに有意な相関があった。また250, 500, 1000Hzでは補聴器特性図から算出した値とファンクショナルゲインの平均値に差はほとんど認められず、250, 500Hzは補聴器特性図から算出した値が、1000, 2000, 4000Hzはファンクショナルゲインの方が大きくなった。しかしながら全体として両者の値はおおむね近似しており簡易的に適応状態の判定が可能であると考えられた。

本論文の要旨は、第55回日本聴覚医学会学術講演会（奈良）で口演した。

#### Comparison of the gain calculated from the frequency response curve in a hearing aid and the functional gain

Yuka Yoshida, Tadashi Nishimura, Fumi Fukuda, Osamu Saito, Hiroshi Hosoi

Department of Otolaryngology and Head & Neck Surgery, Nara Medical University

The guidelines of the test for evaluating the necessity of fitting a hearing aid (2008) proposed by Japan Audiological society states that the method to calculate the gain is based on the frequency re-

sponse curve. The purpose of this study was to compare the gain calculated from the frequency response curve with the functional gain. The subjects were fifty-two adults (23 males and 29 females) with hearing loss. We compared them at five frequency points (250, 500, 1000, 2000, and 4000Hz) according to the guidelines. At each frequency, the average values had a significant correlation between the two gains. No significant differences were found between the gains at the 250, 500 and 1000 Hz. The differences at 2000 and 4000Hz were, however, statistically significant. The functional gain at 2000Hz was 7.6dB higher than the gain calculated from the frequency response curve. Considering the errors of audiometric tests, the method of calculating the gain based on the frequency response curve may be acceptable as an assessment tool for hearing aid fitting.

### 参 考 文 献

- 1) 福祉医療委員会報告書：補聴器適合検査の指針 (2008)。Audiology Japan 51 : 661-686, 2008
- 2) Humes LE, Kirn EU : The reliability of functional gain. J Speech Hear Dis 55 : 193-197, 1990
- 3) 小寺一興：補聴器フィッティングの考え方。診断と治療社，東京，1999，pp14-65
- 4) Dillon H : Hearing Aids. Thieme, Stuttgart, 2001, pp74-158
- 5) 小寺一興：補聴の進歩と社会的応用。診断と治療社，東京，2006，pp54-55  
(2010年12月29日受稿 2011年1月26日受理)

別冊請求先：〒634-8522

奈良県橿原市四条町840

奈良県立医科大学 耳鼻咽喉・頭頸部外科学教室

西村忠己

Tadashi Nishimura

Department of Otolaryngology and Head & Neck Surgery, Nara Medical University, 840 Shijo-cho Kashihara, Nara 634-8522, Japan

