バイオメトリック キャリブレーション: Phonak Virto™ B の指向特性を向上

フォナック バート B では、新しい技術であるバイオメトリック キャリブレーションを導入しています。バイオメトリック キャリブレーションは、それぞれの装用者の耳甲介腔形状に合わせて指向特性をカスタマイズし、騒がしい状況における聴覚パフォーマンスを最適化します。このカスタマイズによって指向特性が 2dB 向上し、重要な場面での聴覚パフォーマンスを向上いたしました。

はじめに

オーダーメイド補聴器で一番に優先されることは聴覚パフォーマンスです。難聴の方にとって、騒音のある環境での聞こえは非常に困難になります。補聴器に対する満足度が高い装用者は、満足している理由として補聴器が周囲の雑音を効果的に抑えることができることを挙げています。しかしながら、両方の耳が、それぞれ片方ずつ独特の構造や聴覚特性を持つ場合には聴覚パフォーマンスのカスタマイズは困難です。バイオメトリック キャリブレーションにより、バート B がオーダーメイド補聴器を進化させました。今までは、オーダーメイド補聴器においてカスタマイズできる部分は、物理的な形状の部分で顧客の外耳道にフィットさせることでした。バイオメトリック キャリブレーションは、補聴器技能者によって採取された耳型を使ってシェル(耳あな型補聴器の外形)を作製するだけでなく、補聴器の指向性パフォーマンスもカスタマイズします。

従来のオーダーメイド補聴器では、カスタマイズで考慮された唯一の指向性マイクロホンのパラメータは挿入の深さでした。マイクロホンの挿入の深さは、耳あな型補聴器本体が装用者の外耳道内にどのくらい深く入るかで決定します。たとえば、ミニカナルサイズの補聴器では、マイクロホンは顧客の耳珠とちょうど同じ深さに配置されます。マイクロホンの挿入の深さの計算は指向性マイクロホンをパラメーター化するための適切な方法でしたが、これはフルシェルタイプの補聴器のように大きめの補聴器を対象とした場合に最も正確でした。より小さくて耳の奥に入る補聴器では、マイクロホン音口も外耳道内に入ってしまい、指向性マイクロホンを正確にパラメーター化することが難しくなります。この欠点の原因の 1 つにマイクロホンが外耳道の奥深くに入れば入るほど対象とする信号が耳の構造によってすぐに変化してしまい、指向性マイクロホンの効果が妨げられてしまうことが挙げられます。

バイオメトリック キャリブレーションは、この問題を解決できます。新しいバイオメトリック キャリブレーションのアルゴリズムは、顧客の耳型から 1,600 箇所以上の独自のデータポイントを抽出します。これらそれぞれのバイオメトリクデータは、耳介での反響をモデル化した耳と比較します。アルゴリズムで耳モデルと個人の耳の構造との違いを判断し、独自の校正（キャリブレーション）設定を計算して各耳に対する指向性感度を最適化します。その結果、顧客が騒々しい環境に入ったときに形成される指向性ビームは、個人固有の耳甲介腔構造を考慮して校正されているため、より正確となります。

バート B では、カスタマイズされている音処理だけでなく、ハードウェアも優れています。指向性マイクロホン搭載のバート B には新たに Pressure Gradient(PU)マイクロホンが採用されており、この新しいマイクロホンは安定性と長期的な耐久性を備えています。社内での技術分析によれば、指向性マイクロホンを使用するプログラムにおいて以前の Pressure Pressure(PP)マイクロホンよりもマイクロホンノイズが 10dB 低下しています(図 1 参照)。

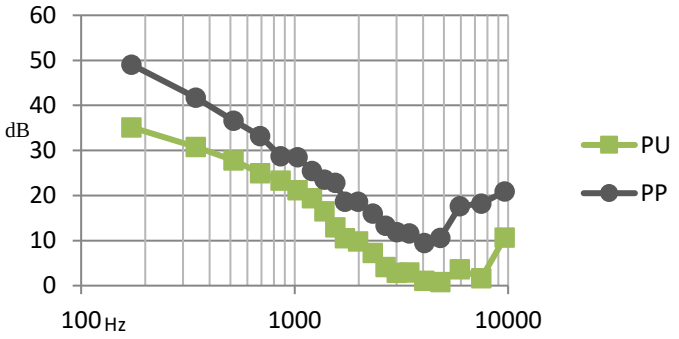


図 1. 周波数レンジ全体でのマイクロホンノイズレベル(dB)

各耳の聞こえが異なる状態で、それぞれの耳介構造に合わせて指向特性をカスタマイズする製品(図 2 参照)を推奨すると、聴覚パフォーマンスは向上するでしょうか?

図 2. バート B-10

指向特性を向上させて最適化された指向性マイクロホンは、周囲の雑音を低減し、聴覚パフォーマンスを向上させます。この研究の目的は、バイオメトリック キャリブレーションを備えたバート B が、その前のモデルであるバート V と比較して優れた指向特性を提供しているかどうかを調べることでした。

調査方法

調査では、検証と妥当性検査の 2 種類の方法を使用しました。

検証:

検証の分析においては、5 大陸からの何百個もの耳型に基づいて 8 つのシリコン製の耳の模型を作成しました。耳介の形状、外耳道の大きさ、外耳の突き出し角度、耳甲介腔の反射効果など、解剖学的差異をこれらの耳形状に取り入れました。このシリコン製の耳への検証試験は、客観的 SN 比測定と極性プロット指向性分析の 2 通りの方法で実施されました。

客観的 SN 比測定は、バート B90-10 とバート V90-10 を装着したシリコン製の耳に対して行われました。分析は、全方向からの反射を最小限に抑え、平衡化するように構築された無響室内にて行われました。この 2 種類の補聴器モデルは、以前のマイクロホンの挿入の深さの校正(バート V)と新しいバイオメトリック キャリブレーション(バート B)との間の違いを測定するために選択した器種です。バート B のすべての指向性モデルに搭載されている PU マイクロホンも使うと、マイクロホンの挿入の深さに違いが出る可能性が一番高いことから、この深くフィットする指向性モデルで 10 タイプの器種を選択しました。SN 比の測定結果は、対象となることばを 65dB(A)、また背景雑音としてカフェテリアノイズを 65dB(A)で Oldenburger Satztest(OlSa)の文を使って収集されました。拡散したカフェテリアノイズを発する 12 個のスピーカー配列(対象となることばを 0° の方向、雑音を 30° から 330° の方向)をステレオズームプログラムで、また 3 個のスピーカー配列(対象となることばを 0° の方向、雑音を±90° の方向)をウルトラズームプ

ログラムで評価しました。また、Hagerman および Olofsson の客観的 SN 比測定プロトコルを使用しました。

2 つ目の検証分析は、無響室(図 3 参照)にて同じ 8 個のシリコン製の耳にウルトラズームプログラムでポーラパターンを発生させました。シリコン製の耳それぞれに B-10 および V-10、B-312 および V-312、B-13 および V-13 を取り付け、合計 48 個の補聴器を取り付けました。ウルトラズームは適応型指向性マイクロホンです。指向性マイクロホンが、不要な雑音をできる限り抑制できるように Null（ヌル）ポイントを調整します。ポーラパターンは、次のセットアップで測定されました。1 個の固定スピーカからはピンクノイズを出力し、シリコン製の耳と補聴器を装用した改造版 KEMAR を回転させ、15°毎に停止させて測定を行いました。各角度において、レシーバのレベルを測定して 0°の方向でのレベルと比較し、空間での減衰パターンを算出しました。ウルトラズームは自動的に各角度で Null ポイントを調整するため、算出されたポーラパターンは各角度での不要な雑音の最大減衰を示します。

図 3.　指向特性を測定するための KEMAR（無響室内）

妥当性検査:

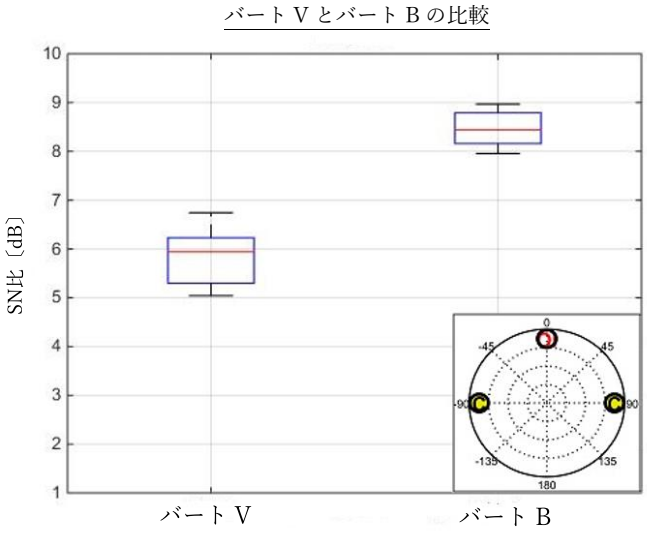
検証分析の後は、スイスのシュテファにあるフォナック本社と、イリノイ州オーロラの 2 つの別の設備において 1 か月間の調査を行いました。妥当性検査の目的は、検証方法において認められた指向性の向上が、難聴を抱える参加者に装用された場合に対象者にとってメリットとなるかどうかを判定することです。被験者には、中等度から中高度の難聴を抱えた 35 人の補聴器装用経験のあるユーザーが含まれていました。被験者は、パワーレシーバ仕様のバート B90-10 または 312、および AOV のあるバート V90-10 または 312 を装用しました。

被験者は全員、2 週間バート B を自宅でトライアル装用し、聞こえの快適性アンケートに回答しました。アンケートでは、被験者はさまざまな聞こえ状況(自分の声、静寂下および騒音下でのことば)を、音圧認識、典型的なマイナスおよびプラス特性に関連した音質、および全体的な音質に関して評価しました。

結果

検証:

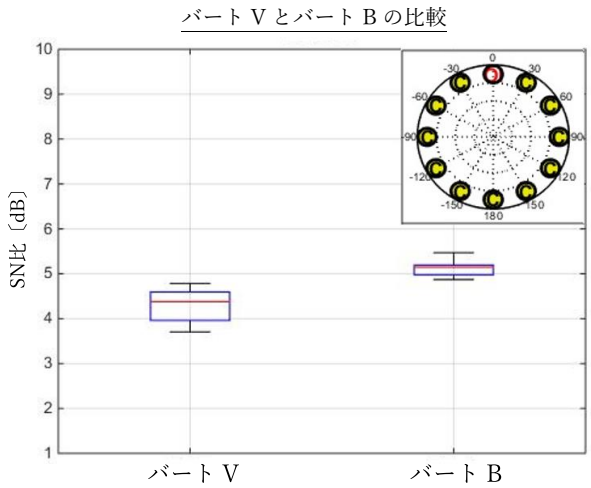
図 4 は、ウルトラズームを使った SN 比測定の結果を示します。結果では、全 8 種類の耳において、バート V90-10 からバート B90-10 で平均して SN 比が 2.62dB 改善されました。



中央値	5.94	8.44	
平均値	5.84	8.46	差 : 2.62

図 4. SN 比値を表す箱ひげ図（ウルトラズーム）
0°スピーカー：Olsa 検査音、
±90°スピーカー：カフェテリア雑音

ステレオズーム(図 5 参照)での SN 比測定の結果によると、全 8 種類の耳において、バート V90-10 からバート B90-10 で SN 比が 0.8dB 改善されました。これは統計的には重要な結果である可能性が高いものの、臨床的に関連性があるとは考慮されません。



中央値	4.38	5.15	
平均値	4.29	5.12	差:0.83

図 5. SN 比値を表す箱ひげ図（ステレオズーム）
0° スピーカー：Olsa 検査音、
30° ～330° に配置したスピーカー：カフェテリア雑音

図 6 は、100Hz から 6600Hz の間の平均の抑制具合を示すポーラパターン測定の結果を示しています。全 8 種類のモデルおよび各モデルの後方の半円で平均すると、最大減衰はバート B-10 で-18.11±0.96dB、バート V-10 で-15.96±1.08dB です。平均差異は、許容度を別にすれば 2.15dB です。

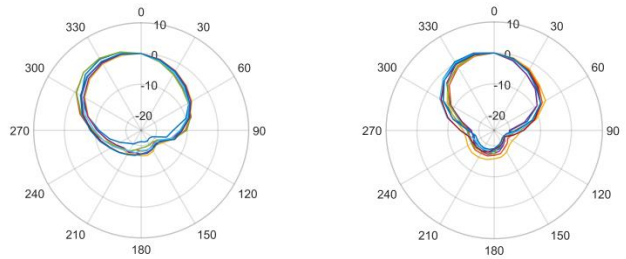


図 6.ウルトラズームでのポーラパターン

妥当性検査

両方のテストからのアンケート結果をまとめた後、調査中に騒音下でのことばを聞く経験をしなかったという報告があったため、5 人の参加者が除外されました。結果(図 7)によれば、参加者の 60%以上がバート B 装用での騒音下でのことばの音質を「非常に自然」または「極めて自然」であると評価しました。

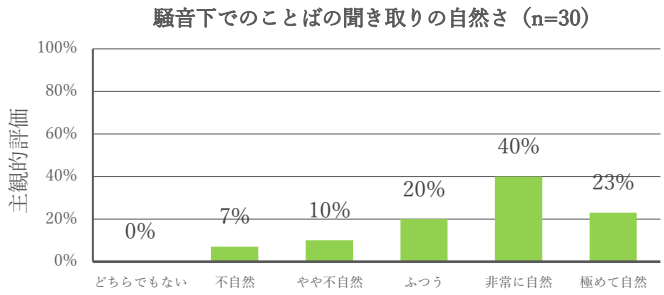


図 7. 騒音下でのことばの自然さ評価
自宅トライアル後のアンケート結果（スイスと米国共同研究）

80%以上が騒音下での語音明瞭度を「非常に明瞭」、「明瞭」、または「概ね明瞭」と評価しました。参加者の 80%以上が自分の声の明瞭性を「極めて明瞭」または「明瞭」と認識しました。こういったすべての長所に加え、参加者の 70%以上が補聴器に関する全体的な満足度を「満足している」または「非常に満足している」と評価しています。

結論

耳は 1 つ 1 つ異なり、それぞれに聞こえ方が異なります。バイオメトリック キャリブレーションを使用したバート B は、個人の耳の構造を考慮して装用者の耳の指向性パフォーマンスを最適化します。しかしながら、バート B はバイオメトリック キャリブレーションだけではありません。バイオメトリック キャリブレーション、新しい PU マイクロホン、そして新しいオートセンス OS を含むビロングプラットフォームの改良などすべてを合わせたものなのです。この検証研究により、バート B ではバイオメトリック キャリブレーションなしの補聴器よりも指向特性が平均して 2dB 向上し、聴覚パフォーマンスが向上することを確認することができました。

参考文献

1. AbramsH.B.&KihmJ.(2015).AnIntroductiontoMarkeTrakIX:ANewBaselinefortheHearingAidMarket.HearingReview.2015;22(6):16.
2. Zhong,X.,Xu,X.,&Zhang,J.(2014).Influenceofsmallandlargepinnaeonvirtualauditoryperception.ICSV21,13-17July,Beijing,China.

調査員

ThomasKleine,Dipl.-Ing.

アーヘンで電気工学を学び、AcousticsandProAudio で勤務した後、1998 年に Interton の補聴器事業に参加。SonovaAG には 2010 年から聴覚パフォーマンスエンジニアとして参加し、ビーム形成関連の機能トピックを最適化した。

GregorOchsner,Ph.D.

チューリッヒ工科大学で人工心臓に関する論文で博士号を受けた後、2016 年に SonovaAG に入社。現在は聴覚パフォーマンスエンジニアとして勤務しており、指向性を重視している。

CarinaHoffman,B.Eng.

PhonakAGSNR 調査員

2006 年から 2009 年にかけて聴覚専門家(HCP)として実習を受けた。2009 年以降は HCP として勤務した後、オルデンブルクのヤーデ大学で聴覚技術と聴覚学を学び、2014 年に工学士課程を修了。学士論文は 2014 年に PhonakAG で執筆し、2016 年にオーダーメイド補聴器チームに戻った。

DanielaSchumacher,B.Sc.

PhonakAG 検証マネージャー

2008 年から 2011 年にかけて聴覚専門家(HCP)としての実習を受けた。2011 年からはリューベックの応用科学大学で聴覚音響学を学び、2014 年に理学士課程を修了。2015 年に検証マネージャーとして PhonakAG で勤務開始。

著者

RachelK.Bishop,Au.D.

PhonakAG オーディオロジーマネージャー

2012 年に SonovaAG で聴覚専門家としてのキャリアをスタートさせ、2013 年にはノーステキサス大学で聴覚学博士号を受けた。現在はスイスのシュテファにあるフォナック本社で耳あな型製品のオーディオロジーマネージャーを務める。

.

V1.00/2012-10 ©PhonakAG Allrightsreserved