

Field Study News



フォナック バート V90-10 今後のベンチマーク^{*1}になる性能とサイズ 語音明瞭度と主観的選好を大きく改善させる最小補聴器^{*2}

ドイツのオルデンバーグにある Hörzentrum にて、耳あな型補聴器フォナック バート V90-10（以下、バート V-10）と異なる 2 つの競合他社の製品と性能を比較する研究が行われました。その中でバート V90-10 はより小さく目立ちにくいにも関わらず、騒音下での語音明瞭度が統計的に大きく改善することが分かりました。競合他社 A との比較では語音明瞭度は 15% 改善し、競合他社 B との比較では 33% も改善しました。異なる 2 つの環境場面で行った比較では、被験者の大多数がバート V90-10 を主観的に好むという結果になりました。

はじめに

小さくて目立ちにくいという理由で耳あな型補聴器の多くが選ばれてきました。そのため、非常に小さい補聴器を作るということで、サイズを小さくさせるために重要なパーツや機能を省き、性能を妥協せざる得ないということもありました。

ベンチャーシリーズのオーダーメイド補聴器をリリースする以前は、両耳間音声通信技術を搭載した最も小さいオーダーメイド補聴器というのはバート Q-312 でした。両耳間音声通信技術(Latzel, 2012 と Timmer, 2013)は、補聴器間で音声データを交換し、装着した 2 台の補聴器がただ連動するだけでなく、両耳による聞こえを補うこともできます。両耳間音声通信技術を使用することで、非常に狭い角度の指向性を作り出す「ステレオズーム」のような機能が利用可能となり、補聴器装着者は非常に騒がしい環境下でもことばに集中することが出来るようになりました (Latzel, 2013)。そのため、ベンチャーチップを搭載したオーダーメイド補聴器を開発するとなった時、性能は妥協せずに非常に小さい補聴器を作るということを目指しました。バート V-10 は PR536(10)を使用したことで、以前のバート Q-312 よりも平均 25% も小さくなりました。このバート V-10 は、サイズが小さくなくても、ワイヤレス通信や両耳間音声通信技術といった、ベンチャーチップで提供できる性能を全て兼ね備えています。

この研究では、サイズと性能において、競合する市場の 2 つのハイエンド製品に対し、PR536(10)を使用するワイヤレス付補聴器バート V をベンチマークテスト^{*3} にかけることを目的としました。

研究方法

この研究には中等度～高度に聴力低下を抱える被験者 15 名が参加しました。被験者の平均年齢は 70.5 歳で、全員が補聴器経験ありと答えました。全ての被験者がアダプティブ・フォナック・デジタルの処方式を使ったバート V90-10 を装着しました。そして、競合他社からも、性能が最も高く、サイズも一番小さいハイエンドの耳あな型補聴器を 2 つ選び、これらも同様に装着しました。競合他社は各メーカーの標準となる処方式でフィッティングされました。各機器は、被験者の聴力レベルを基とした音響パラメータとメーカーの推奨値を用いて、各メーカーの製造施設で作製されました。すべての機器に、次のプログラムが設定されました：(1) 無指向性 (2) 指向性 (両耳間通信が利用可能であれば使用) (3) 車。

被験者全員にフォナックを含む 3 種類の補聴器を両耳に装着してもらい、各装着状態で 90 度、120 度、240 度、270 度から写真を撮りました。これは各機器の耳への収まり具合を主観的に比較することを目的としました。

次のテストは何れも 3 種類の補聴器を両耳装着するという条件のもと実施されました：

操作に関する質問票

被験者は、どれだけ容易に各補聴器を操作できたか、次の 4 項目について質問票に答えました：1) 補聴器の電源の入切、2) 左右の識別、3) 補聴器の装着、4) 補聴器の取り外し。ここでは、小さい機器の取り扱いで想定されるいくつかの難点について調査が行われました。

*1：業界が目標とする水準点

*2：フォナック社比（2016年2月時点）

*3：処理性能を比較・評価するために行われるテスト

騒音下での語音明瞭度

3種類の補聴器を使い、オルデンバーグ文章テスト(OLSA)と騒音下でのことば文章テスト(SiN)で語音明瞭度を測定しました。背景に雑音がある環境下で、被験者に5つの単語から成るいくつかの文章を聞いてもらい(オープンセット)、聞こえた文章を正しく繰り返すことが出来たことばの数でスコアを付けました(図1:環境設定)。被験者は円形に並んだ12個のスピーカーの真ん中に座り、0度位置のスピーカーに顔を向けました。OLSAで使用したスピーチはこのスピーカーから提示しました。残りのスピーカー11個からは変調雑音を提示し、ザワザワした拡散音場下の環境を作りました。スピーチレベルは環境適応型に設定し、雑音レベルは65 dB(A)に設定しました。このようにして、全ての被験者が3種類の補聴器を使って、語音聴取閾値(SRT:正答率50%をもたらすSN比)を測定しました。

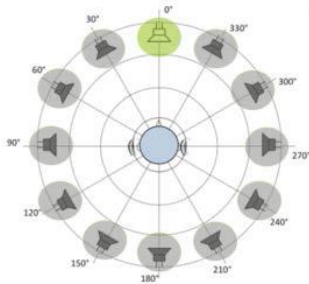


図1: 0度を除く残り11個のスピーカー(グレー)から変調雑音を提示するOLSAテストで使用した環境設定(拡散音場下)

比較

異なる環境サンプル音(“非常に騒がしい中でのことば”と“車の中でのことば”)を提示しながら、被験者に各補聴器を装着してもらいました。被験者の鼓膜面で録音を行った後、その録音を挿入イヤホンから再生し、被験者は音質、語音明瞭度、雑音抑制、好みの項目から各機器を比較しました。彼らには、各項目において最も好ましい録音をタッチスクリーンで選択してもらいました。

MUSHRA法⁴(Multi-Stimulus Test with Hidden Reference and Anchor)(EBU, 2000)

被験者にもう一度録音を聞いてもらい、0~10の10点方式(絶対尺度)で全体の満足度において異なる補聴器を評価しました。

グループセッションによる質問票

被験者は司会者を設けたフォーカス・グループ⁵へ出席しました。話しやすそうな環境で司会者が会話を始めると、テーブルに5~7人の被験者が座り、コーヒーやケーキが用意されました(図2)。聞き取り環境をより困難にするため、スピーカーからスーパーマーケット内のような雑音を67 dB(A)で部屋に提示しました。被験者は各補聴器を15~20分間装着し、装着補聴器以外の補聴器に対し

て、評価項目が異なる3つのポスターに緑色のシールを貼っていく方法で評価を行いました(図3)。各ポスターを次の項目に分けました:言葉の聞き取り、音質、全体的な好み。ポスターに描かれた三角形のそれぞれの角は各補聴器を示していますが、被験者にはどれか分からないようにしました。シールを貼った位置と各三角との距離は-5から+5の数字を当てました。例えば、シールがある一角に近い場合(例:-5)、それは被験者がポスターが表示する項目において、反対側の遠い角の補聴器よりも(例:+5)、近い角の補聴器を好んだということを意味します。



図2: グループセッション時の写真。被験者が会話をしている間、スピーカーから部屋に背景雑音を提示

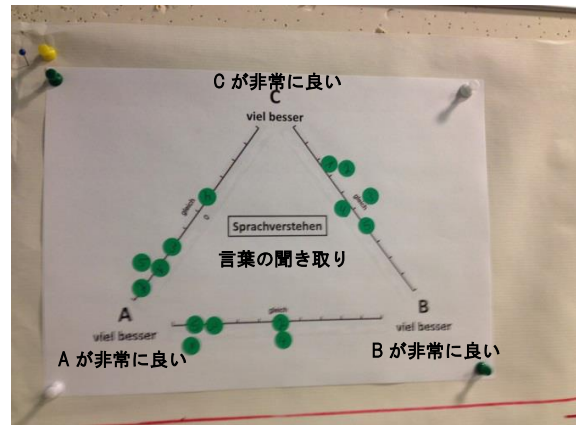


図3: 言葉の聞き取りに関して、ポスターによる質問票。項目に分けたポスターごとに、一線上の両端のアルファベットが示す各補聴器を比較し、良い方に緑色のシールを張り付け

結果

図4の写真は被験者3名の片耳を90度もしくは270度から撮った写真の一部です。横に3つ並んだ写真は同じ被験者ですが、全て異なる補聴器を装着しています。これらの写真からも分かるように、パートVは他の2つの補聴器と比べて、耳へ装着してもより目立ちにくいということが分かります。

⁴: 原音と符号化音を聞き比べ、各符号化音の音質を0(非常に悪い)~100(非常に良い)で評価する方法

⁵: グループ・インタビューを行うために召集された一定の条件を満たす人達



図 4：被験者が耳に装着した補聴器を主観的にサイズ比較した写真

この研究で使用した後、使用した全ての補聴器はスイスにあるフォナック本社のオーダーメイド補聴器サービス部門に送られました。90 台全ての補聴器をスキャナー DuoScan 3D を使ってスキャンしました。3D スキャンして作られたファイルは、各オーダーメイドシエルの容積を計算する CAD プログラム(マジックス社)にアップロードしました。パート V90-10 と競合他社補聴器の容積を比較しました(特定の被験者の耳を利用)。競合他社 A とパート V の比較は 30 回行い、競合他社 B とパート V の比較においても 30 回行いました。どのケースも 100% の割合で、競合他社補聴器よりもパート V90-10 の容積の方が小さいということが分かりました。競合他社を含む、計算された補聴器の平均容積は図 5 で確認できます。

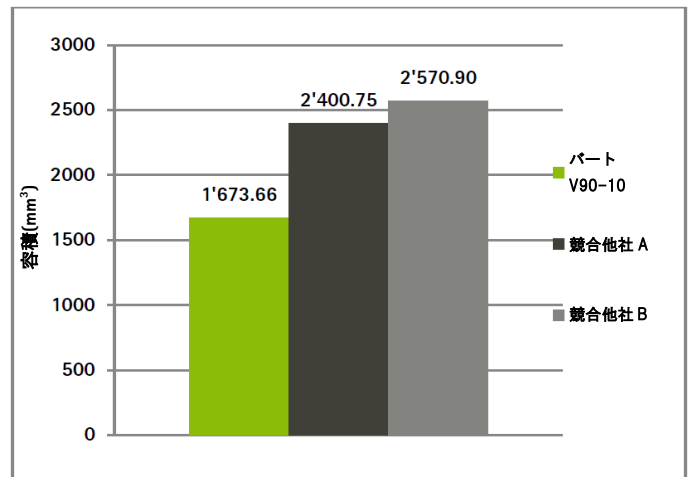


図 5：測定に使用したオーダーメイド補聴器 30 台の平均容積(mm³)

操作に関する質問票では、各補聴器とも操作の容易さにおいて統計的な差はなく、補聴器のサイズは補聴器の使用(容易さ / 困難さ)にそれほど影響しないということが分かりました。騒音下でのテスト(OLSA)における語音明瞭度の結果は図 6 から確認できます。このグラフは、無指向性マイクロホンによる性能にも関係してくる、異なる指向性マイクロホンでの効果を示しています。パート V90-10 は競合他社補聴器と比べて、明らかに良い性能を発揮しており、繰り返し測定が行われた分散分析テストによると、統計的な有意差があったことが分かりました。

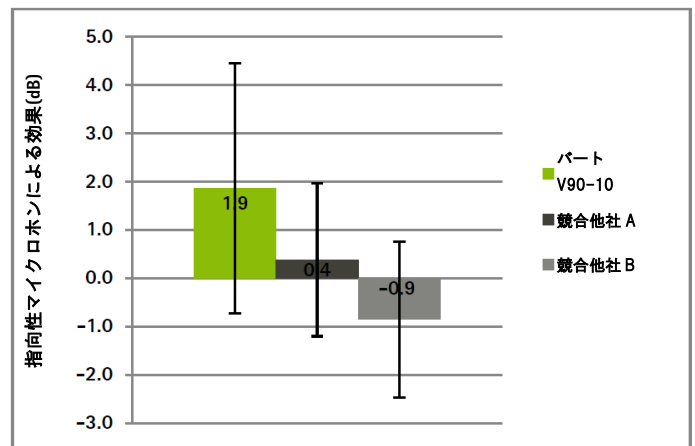


図 6：OLSA で語音明瞭度を測定した結果。dB で表した指向性マイクロホンの効果を計算した数値。各バーに表示した数字は被験者 15 名の平均値、細い縦の線は標準偏差(95%)を示す

図 7 は同じ OLSA で測定した語音明瞭度の結果ですが、パーセントで表した指向性マイクロホンの効果を再計算したものです。パート V90-10 を装用すると、競合他社 A に対して語音明瞭度が 15% 改善し、競合他社 B に対しては 33% も改善したということがグラフから読み取れます。

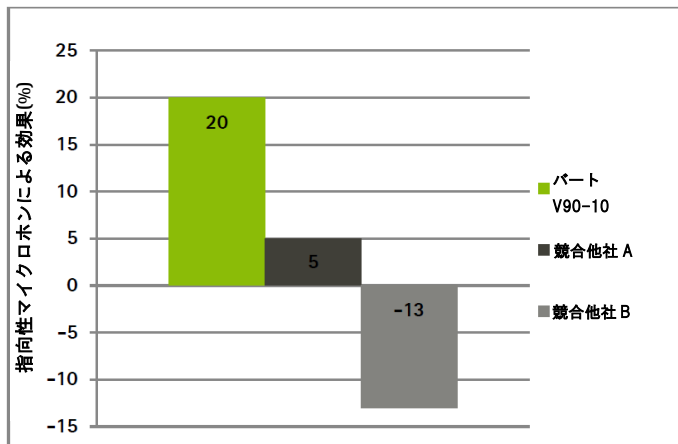


図 7： OLSA による語音明瞭度の結果を再計算し、指向性マイクロホンの効果をパーセントで表示。各バーの数字は被験者 15 名の平均値

図 8 と図 9 は「好み」という項目において、“非常に騒がしい中でのことば”と“車の中でのことば”の環境下における各補聴器を比較した結果です。いずれの場面においても、大多数の被験者が競合他社補聴器よりも V90-10 の音をより好むと評価しました。

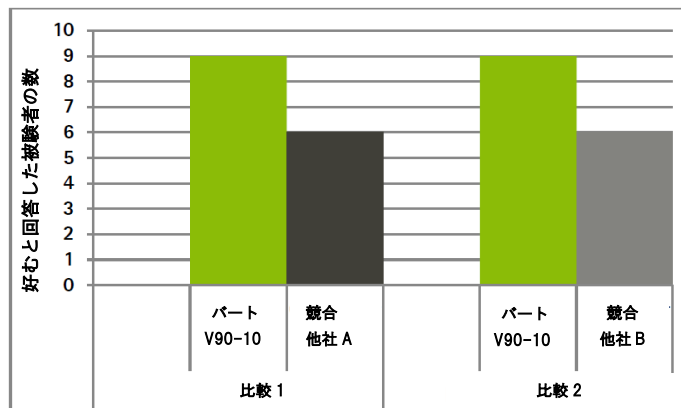


図 8：「好み」という項目において、“非常に騒がしい中でのことば”にあたる聞こえの場面で比較測定した結果。Y（縦）軸は機器に対して好むと回答した被験者の数

“車の中でのことば”の環境下で測定した被験者は 7 名のみで、異なる補聴器の比較においては、左（270 度）から提示されるスピーチを初めに測定し、次に右（90 度）からを測定しました。これは、補聴器装用者が運転席もしくは助手席にいることを想定した設定です。この比較測定は合計で 14 回行われました。この結果については図 8 で確認できます。パート V90-10 と競合他社 B、それぞれを好むと回答した結果を見ると、二項分布において大きな差があることが分かります。

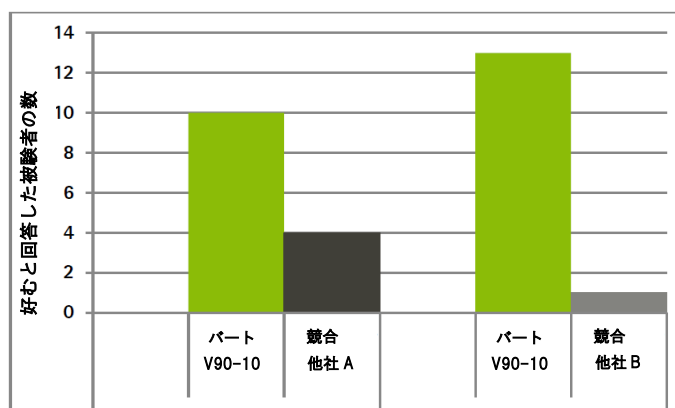


図 9：「好み」という項目において、“車の中でのことば”にあたる聞こえの場面で比較した結果。Y（縦）軸は機器に対して好むと回答した被験者の数

“非常に騒がしい中でのことば”と“車の中でのことば”の環境下で測定した MUSHRA 法の結果は図 10 と図 11 から確認できます。主観的評価では 3 種類の補聴器で測定した被験者 15 名の平均値を示しています。いずれの場面において、競合他社 A とフォナック補聴器の評価はあまり変わりませんが、競合他社 B と比べると、フォナック補聴器の方が良い結果であることが分かります。

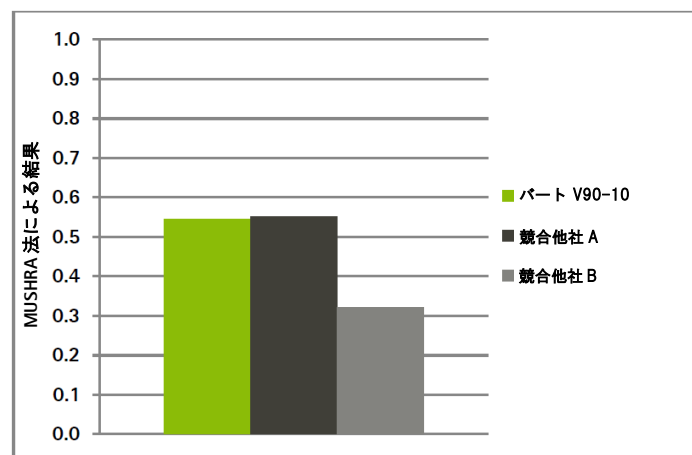


図 10：“非常に騒がしい中でのことば”の環境下において、被験者 15 名が MUSHRA 法で評価した 3 種類の補聴器の平均値

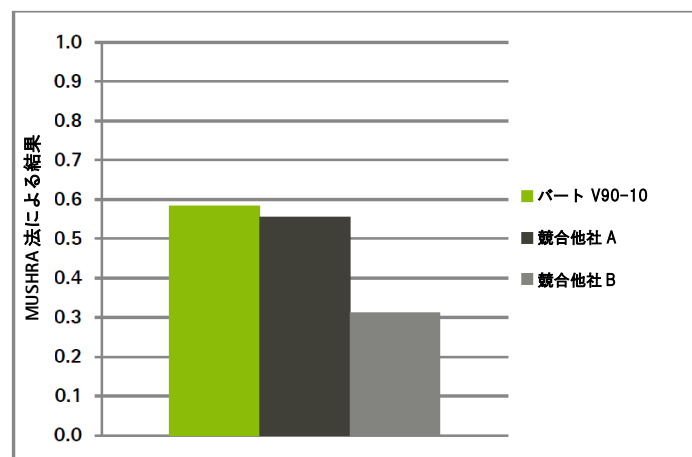


図 11：“車の中でのことば”の環境下において、被験者 15 名が MUSHRA 法で評価した 3 種類の補聴器の平均値

まとめ

性能が高く、同社の中で最も小型である競合他社補聴器よりも、パート V90-10 はより目立ちにくいだけでなく、実際に容積も小さいことが分かりました。小さいサイズでも補聴器の操作に影響なく、騒音下における語音明瞭度が大きく改善されることが証明されました。また、主観的な比較において、“非常に騒がしい中でのことば”と”車の中でのことば”の環境下で、パート V90-10 が競合他社補聴器よりも好まれたということが分かりました。

参考文献

EBU (2000). MUSHRA – Method for Subjective Listening Tests of Intermediate Audio Quality. Draft EBU Recommendation, B/AIM 022 (Rev.8)/BMC 607rev.

Glaser BG & Strauss AL (1967). The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research. Chicago

Latzel, M. (2012). Binaural VoiceStream Technology™ – Intelligent binaural algorithms to improve speech understanding. Phonak Insight. Phonak AG: 2012

Latzel, M. (2013). Concepts for binaural processing in hearing aids. Hearing Review, March 2013

Timmer, B. (2013). It's Sync or Stream! The Difference Between Wireless Hearing Aid Features! Hearing Review. May 2013.

Phonak Insight (2008). Open Fit – Custom CIC as a valid alternative to a microStyle BTE. Phonak AG

著者と調査員

フォナック調査員代表



Matthias Latzel は 1995 年にドイツのポーフムとオーストリアのウィーンにて電気工学を専攻。2001年に博士号を取得すると、2002年から2004年までの間はギーセン大学の聴覚学科に在籍。

2011年、Phonak Germany の聴覚部門のリーダーに就任。
2012年より Phonak HQ の臨床研究マネージャとして勤務。

著者

J. Appleton-Huber, Scientific Editor, Phonak AG