

Phonak Insight

フォナックによる新しいデュアルパス対応のベントロス補正により、ストリーミング中に明瞭で豊かな音質を実現

今日のテクノロジー社会において顧客は音楽、テレビ、ラジオ、電話などのストリーミングされた音声を楽しむと同時に、補聴器のマイクロホンを通じて友人、家族、同僚とコミュニケーションをとりたいと思うことがあります。しかし、これらのストリーミングされた音声および環境音の構成成分は、一方では自声音の最適な知覚とマイクロホンによる音声部分の音質を維持しながら、ストリーミングによる音源部分の明瞭で豊かな音質を確保するために、それぞれ異なる増幅周波数レスポンスが必要となります。この異なる周波数レスポンスは、オープンフィッティングする場合、極めて重要です。両音源に関して音は外耳道から漏れ(ベントロス)ますが、ベントから入る(直接音)のは環境音だけで、ストリーミングされた音声は入りません。事前計算に適用される、フォナック マーベルの新しいデュアルパス対応のベントロス補正が、ストリーミングされた音声および環境音それぞれの異なる利得要件という固有の課題を解決し、両府の入力音声に関して最適な音質を確保します。

Jane Woodward、2018 年 10 月

はじめに

最近の補聴器は、次のような複数の音声入力源からの音を処理します:マイクロホンを経した環境音、および Bluetooth®(ブルートゥース)、Roger™(ロジャー)、AirStream™(エアストリーム)テクノロジー、T-コイルを用いたストリーミング。顧客は、さらに次の音源を聞きとることができます: (1) 環境音のみ(静かな環境プログラムなど)、(2)マイクロホンからの入力のないストリーミングされた音声のみ(例えば、ロジャーおよび T-コイル)、(3)環境音およびストリーミングされた音声の混合(ロジャー+マイク、メディア音楽+マイク、T-コイル+マイクを用いた電話)。わかりやすくするため、「ストリーミング」という用語は、ブルートゥース、ロジャー、エアストリーム、T-コイルなど、補聴器のマイクロホンを経した入力以外の補聴器へのすべての代替え入力を含めるために使用するものとします。これらの多様なストリーミングされた音声および環境音の各々は、固有の利得要件および音のクリーニング機能を備えることで、日常生活の多面的な聞きとり環境において卓越した音質を実現します。

オープン フィットティングにおけるベントロスおよび直接音の重要性

RIC 補聴器は、難聴の度合いや快適性を提供するために、大きなベントを備えた耳せんまたはイヤモールドなど、オープンフィッティングしやすくなっています。図 1 では、オープンフィッティングおよびベントにおいて補聴器により生成された低周波数の音がどのように外耳道から漏れ(ベントロス)、低周波数の音が補聴器のマイクロホンを経さずどのように直接鼓膜に到達するかを示しています。鼓膜の全音圧レベル(SPL)は、ベントロスによって減衰された増幅音、直接音、さらに顧客の声により生成される骨導音の合計です(Kuk および Keenan, 2006 年)。最近の補聴器は、その処理により、難聴の補正および最適な音質の間の関係を正確に管理するために、オープンフィッティングの影響を低周波数の利得にもたらすことができます。

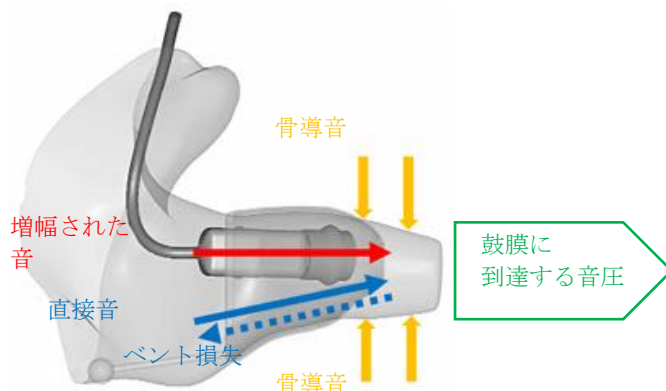


図 1: 耳に入る全音源に対する増幅された音、直接音、ベントロスの寄与

図 2 からわかるように、実耳閉塞状態での利得(REOG)またはベントインとしても知られ、外耳道に入る直接音は、オープン フィットティングの場合よりも大きくなります。図 3 では、ベントロスまたはベントアウトとして知られ、ベントサイズに左右される、ベントから漏れる低周波数の音量を示しています。

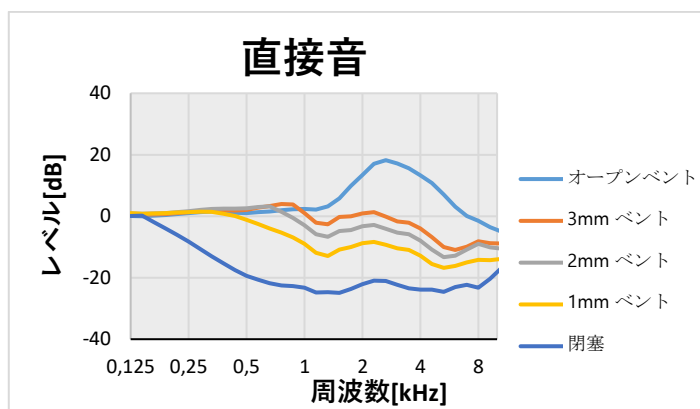


図 2: 閉塞型、オープン型、ベントを備えた補聴器でフィッティングした場合に耳に入る直接音

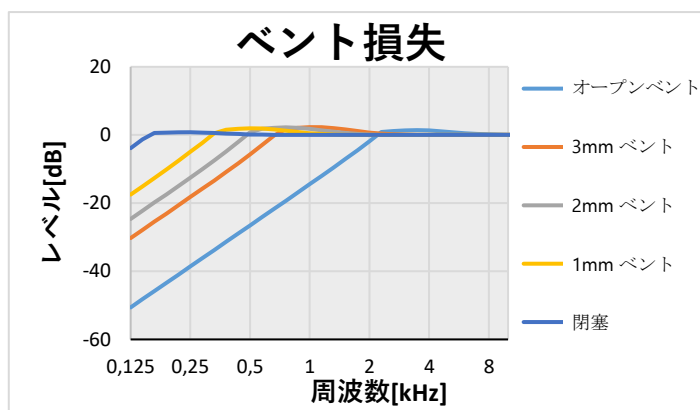


図 3: 閉塞型、オープン型、ベントを備えた補聴器でフィッティングした場合耳から漏れる(ベントロス)音

ベントロス補正

静かな環境など、**マイクロホンのみのプログラム**では、聞き手は増幅された音と、イヤーマールドのベントまたはオープン型耳せんを介して耳に入る直接音の組み合わせを聞くことになります。オープンフィッティングを備えた補聴器を装用する顧客は、低周波数帯域では正常または正常に近い聞こえを得られます。この事例では、鼓膜には十分な低周波数の直接(増幅されない)音が到達し、ベントから漏れる低周波数の音を補う必要はありません。ベントロス補正を補う必要がないことで、音質を最適化し、顧客の自声音がうつろな空洞音や反響音を立てることを回避できます。

ストリーミングのみのプログラムでは、マイクロホンのスイッチがオフになっているので、聞き手は補聴器により処理されたストリーミング済み音源のみを聞くことになります。この状況では、ストリーミングされた音声の低周波数の音は、オープン フィッティング/ベントから漏れますが、直接音が寄与することは通常ありません。豊かな音を提供するため、低周波数の増幅を追加適用することにより、このベントロス補正を補います。補わなければ、非常に「甲高い」音として知覚されることがあります。ベントロス補正は、マイクロホンを介して入力された音に適用され、該当する項目は次のとおりです。(1)電話、ロジャー、T-コイルなど、補聴器にストリーミングされる音源(2)テレビ、音楽、ラジオのストリーミングなど、マルチメディアソースからの音源(3)通知または有聲メッセージなど、補聴器で生成される音源。マイクロホンが無効な状態でのストリーミングのみのプログラムに関する欠点の1つは、顧客が周りの環境音を聞きとることができないため疎外感を覚えることがあるということです。こうした理由で環境音を聞こえに含めるために、ストリーミングの最中顧客は度々混合型のプログラムを選択します。

メディア音楽+マイク、メディアことば+マイク、ロジャー+マイク、T-コイル+マイクによる電話など、**ストリーミングおよび有効なマイクロホンの混合型プログラム**では、音源の音響部分とストリーミングされた部分とで異なるベントロス補正を適用する必要があります。多くの状況下で周りの環境との関わりを持続けるためには、顧客がストリーミングされた音声を聞くだけでなく、マイクロホンを有効にすることも重要です。車などの交通状況の聞きとりなど安全上の理由から、またはドアベルやアラームなど情報上の理由から、このマイクロホンの有効化は妥当です。さらに、例えばテレビを見ている間、自分を取り巻く環境との関わりを維持する必要性にも関連しています。これが、ストリーミングのみのプログラム、または(ストリーミングされた音声のみを聞くことになる)ヘッドフォンによる聞きとり

では成しえない混合型プログラムの著しい利点です。こうした理由から、Phonak Target フィッティング ソフトのデフォルトでは、ストリーミング中のマイクロホンは有効に設定されています。

課題:マイクロホンおよびストリーミングの組み合わせによる入力には、それぞれ異なったベントロス補正が必要

ストリーミングおよびマイクロホンの組み合わせによる入力には、それぞれ異なった利得要件が存在します。補聴器は、豊かな音質を目的として適切な増幅作用を提供するため、ストリーミングされた入力にベントロス補正を適用する必要があります。それと同時に、良好な語音明瞭度および自声音の品質のためには、環境からの入力に関して過大な低周波数の利得を避ける必要があります。これが、従来の補聴器に関する課題でした。

これまでのフォナック補聴器の混合型プログラムでは、ストリーミングおよび環境音の組み合わせにはただ1つのベントロス補正しか提供できませんでした。この制約が原因となり、ストリーミングされた音声および環境音両方においておよそ 20dB の低周波数の利得が影響を受け、その結果マイクロホンによる低周波数の利得は過大に、ストリーミングによる音源部分は過小になるという状況がもたらされていました。補聴器を使用して楽しむことは、顧客がストリーミングされた音声を聞きながら周りの環境との関わりを持つために、バランスをとる必要があるという重要な例となります。例えば、友人や家族と一緒に音楽を聴いたりテレビを観たりすることがそれに該当します。

一般的な米国人がテレビの生放送またはストリーミングコンテンツを見ながら1日5時間以上を過ごすとは仮定すると、テレビは特に重要なストリーミング音源といえます。とりわけ、50歳以上の人々が最も音源を利用しています。(Koblin、2016年)。テレビの視聴は社会的な経験とみなすことができます。テレビからのストリーミングされた音声は明瞭であると同様に、補聴器のマイクロホンを介して到達するテレビの共視聴者の声も明瞭であることは、大変重要です。

こうした混合入力に際して、ベントロス補正は音響およびストリーミングによる音源部分に関して異なった適応が必要になります。

解決策:マーベルの新しいデュアルパス対応のベントロス補正

デュアルパス対応のベントロス補正、さらに環境およびストリーミングされた両音源における最適な利得設定が可能になりました。ストリーミングによる構成成分および音響マイクロホンによる構成成分を備えた混合型プログラムに関して、フォナック マーベルではマイクロホンによる音声およびストリーミングされた入力音源を別々に同時並行で処理することが可能になりました。この事実は、ストリーミングされた音声に関してベントロスは可能な限り補われ(最大 35dB まで)、一方補聴器のマイクロホンに入った音は静かな環境の設定を維持することを意味しています。このメカニズムは、混合型プログラムにおいて、ストリーミングされた音声の音質を改善し、マイクロホンに適切な利得を提供するのに有効です。

新しいデュアルパス対応のベントロス補正の実行方法は?

事前計算に適用されるベントロス補正は、音源が環境のみ、ストリーミングのみ、混合型のいずれに該当するかによって左右されます。

環境(マイクロホン)のみの入力の場合、補聴器の利得設定は増幅され直接的な音の構成を備えた静かな環境に基づいており、そのため限られたベントロス補正が適用されます。こうした入力では、ベントロス補正は Phonak Target フィットティング ソフトに入力される難聴および音響パラメータに左右され、耳せんまたはイヤモールドなどからの潜在的な漏れを考慮します。従って、難聴にあわせた効果的なベントサイズ(ベントサイズと漏れ)により、環境音に関するベントロス補正が設定されます。一般に、ベントがより大きく難聴のレベルがより高いほど、ベントロス補正がより適用されます(より大きな高周波数帯および利得)。

ストリーミング入力の場合、難聴の程度にかかわらず、ベントロスは補聴器およびデジタル信号過程と同程度に完全に補正されます。従って、低周波数の利得は、環境音の利得と比較してベントサイズによっては最大 35dB 増加します。ストリーミングされた音声に関する最大出力音圧(MPO)も上昇しますが、これはひずみを避けるという目的に限られています。

利点:ストリーミング中の明瞭で豊かな音質

新しいベントロス補正における入力音源の分離は、補聴器のマイクロホンで直接受信する音源を損なわず、静かな状況の周波数レスポンス特性を維持しながら、ストリーミング中に豊かな音質を実現するのに役立ちます。この分離により、ストリーミング中でも聞き手が周りの環境と常に関わりを維持することができ、その結果ストリーミングされた音声および環境音の間にパフォーマンスの低下がなくなります。音楽を本来の音質で聴くことができ、聞き手は音楽を聴きながら会話を行うことができます。

図 4 では、フォナック マーベルにより、電話やテレビだけでなく他の多くの機器やサービスでもダイレクト通信が可能になり、これらすべての機器やサービスにより聞き手が常に周りの環境と関わりを維持することが可能になることを示しています。

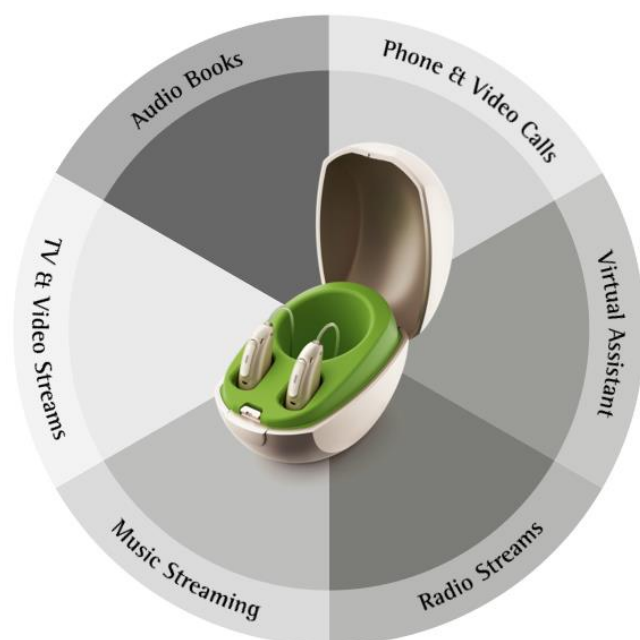


図 4: フォナック マーベルにより、ダイレクト通信を実現しながら、マイクロホンを介して環境とのかかわりを保つことが可能になります。

新しいデュアルパス対応のベントロス補正に加え、ストリーミング中に音質を強化するのに役立つ他の 2 つの有益な要因が存在します。

(1)新しい **AutoSense OS™ 3.0**(オートセンス OS 3.0) は、ストリーミングされたオーディオ音源を自動的に分類することが可能になり、音源が音楽なのか会話なのかを検出できるようになりました。(Rodrigues および Liebe、2018 年)。ストリーミングされた音声に基づいて、オートセ

ンス OS 3.0 は語音明瞭度または音質に自動的にフェードし、音源に基づいて計算された利得が適用されます。

(2) **環境バランス**機能により環境音にあわせてストリーミングされた音声のボリュームレベルを調節することが可能になり、聞きとりのニーズに基づいてストリーミング中の会話で最適なバランスをとることができます。(Jansen、2017 年)。

新しいデュアルパス対応のベントロス補正は、どの処方方式に基づいて実行されますか？

新しいデュアルパス対応のベントロス補正は、Target に入力された難聴およびベントのサイズに基づいて、アダプティブ フォナック デジタル、アダプティブ フォナック デジタル コントラスト、成人用 NAL(年齢 12 歳未満)における事前計算に適用されます。DSL 処方方式(DSL v5a 小児、DSL v5a 成人、DSL [i/o])および子供用 NAL(12 歳以上)については、これらの処方方式が独自の処方目標値、ベントロス計測、補聴器設定の計算に使用するメタデータを備えているため、ベントロス補正は適用されません。検証検査室に表示された目標値に達することが、この章での主要目標となります。

証拠

新しいデュアルパス対応のベントロス補正の目的は、ストリーミングされた音声および環境音の両方に関して適切な低周波数の増幅を確保することにあります。機能開発の過程で、有効性を確認するため、幾つかの内部調査が実施されました。最初に、正常な聞こえを有する被験者を対象に、ストリーミングの最中の低周波数の利得についての設定を確定しました。次に、オープンフィッティングに適合する軽度から中等度の難聴を示す被験者を対象に、この設定を確認しました。

この研究をデンマークの DELTA SenseLab で行った結果、テレビ視聴用のフォナックの最新ソリューションであるオーディオ マーベルとテレビコネクターの組み合わせによるストリーミング音質が、類似の製品の中で 1 番優れているとの評価を受けました(Legarath、Latzel および Rodrigues、2018 年)。テレビコネクターは、テレビ以外にもラジオやステレオ システムなどオーディオジャックを備えた全ての機器に接続可能です。

新しいベントロス補正を用いたフィッティングの検証

成人のオープン フィッティングの場合、フォナックの方針では、2 cm³ カプラデータよりも実世界における補聴器の性能の最適化を目指します。そうすることで、ベントを介して耳に入る音(直接音)およびベントから漏出する音(ベントロス)が考慮されます。これまで説明したように、直接入る音声構成の成分が鼓膜面上において全体的な音のレベルに寄与する環境プログラムと、直接音源が失われたり低減するストリーミングされた音声を区別することが大切です。2 cm³ カプラデータを使用して外部の検査室でオープン フィッティングを検証した場合、低周波数における処方ターゲットの音響入力に 2 cm³ 未満になる場合があります。実際の耳では、このギャップは直接音により「埋められ」ます。

実際の耳におけるオープン フィッティングの検証のヒントについては、次を参照してください。

Smriga, D. (2017 年)。

Phonak Target の検証アシスタントにより、検査箱(室)における適合目標利得に影響を及ぼすことがあるフォナック機能を簡単に検証することができます。ベントロス補正は、その場および 2 cm³ 測定の両方で有効になっていることに注意してください。その結果、検証モード下の 2 cm³ カプラにおいて、低周波数の音響入力に関し、ターゲットマッチが存在しない場合もあります。しかし、実際の耳の場合、この音は最適です。

結論

オープン フィッティングの場合、新しいデュアルパス対応のベントロス補正により、ストリーミングされたオーディオ音声および補聴器のマイクロホンを通じて耳に入る音声の各々について、適量の低周波数の利得が得られます。ストリーミングされた音声については、低周波数が 35dB まで上昇することにより、テレビ、音楽、オーディobook、ロジャーおよび T-コイルなどの音を聞く際に、明瞭で豊かな音質が提供されます。一方、補聴器のマイクロホンに入る音は損なわれず、最適な自声音の品質および語音明瞭度が得られます。新しいオートセンス OS 3.0 によるストリーミングされた音声の分類機能および環境バランス機能に加え、フォナック マーベルによる強化されたデュアルパス対応のベントロス補正により、ストリーミングされた音および環境音の両方に関して、理想的な聴覚パフォーマンスが実現します。

参照

Jansen, S. (2017 年)。環境バランス制御により、会話音に対して最大 30 dB まで環境雑音が衰弱される。フォナック ファクトシート、サイト

www.phonakpro.com/evidence から引用。2018 年 10 月 16 日

Koblin, J. (2016 年)。How much do we love TV? Let us count the ways. <https://www.nytimes.com/2016/07/01/business/media/nielsen-survey-media-viewing.html> から引用。2018 年 9 月 18 日にリリース。

Kuk, F., および Keenan, D. (2006年)。How do vents affect hearing aid performance? 聞こえのレビュー、<http://www.hearingreview.com/2006/02/fitting-tips-how-do-vents-affect-hearing-aid-performance/>から引用。2018年10月16日にリリース。

Legarth, S. V., Latzel, M., および Rodrigues, T. (2018 年)。Media streaming: The sound quality preferred by hearing aid users.フォナック フィールド スタディ ニュース、www.phonakpro.com/evidence から引用、2018年10月16日にリリース。

Rodrigues, T. および Liebe, S. (2018年)。Phonak AutoSense OS™ 3.0(フォナック オートセンス OS 3.0.)。The new & enhanced automatic operating system.フォナック インサイト、www.phonakpro.com/evidence から引用。2018年10月16日にリリース。

Smriga, D. (2017 年)。On-Ear Verification of Open Fittings.オンライン聴覚学、<https://www.audiologyonline.com/articles/on-ear-verification-open-fittings-19326> から引用。2018 年 10 月 9 日にリリース。

専門家

Stefan Pislak、聴覚パフォーマンス-フィッティングの上級専門家、研究開発グループ、フォナック HQ



Stefan Pislak は、Sonova 研究開発グループにおける聴覚パフォーマンスの専門家です。彼の仕事の主要分野は、聴覚システムの音響学です。2000 年にフォナックに入社する前、チューリッヒ工科大学で物理学を専攻し、チューリッヒ大学において高エネルギー物理学の分野で博士課程を修了、エール大学で博士後研究員の地位を得ました。

Volker Kühnel、聴覚パフォーマンスの主要専門家、フォナック HQ



Volker Kühnel は、1995 年、物理学で博士号を取得しました。1995 年から 1997 年まで、ドイツ、オルデンブルグの医学物理学の教授 Dr. B. Kollmeier のグループで、博士後研究員として勤務しました。1998 年以降、フォナック、ソノバで、補聴器のアルゴリズム、フィッティングソフトウェア、音響デザインのインターフェースに関する製品開発に従事しています。顧客に最高の利益をもたらすため、補聴器の音響品質に焦点を合わせています。

著者

Jane Woodward、聴覚学マネージャー、フォナック HQ



Jane Woodward は、サザンプトン大学(英国)で心理学の学士号、聴覚学の修士号を取得しました。彼女は聴覚学で長年の経験があり、英国およびスイスの大学病院で臨床に携わり、補聴器およびソフトウェアの開発ならびにトレーニングを行っています。

Bluetooth® は、Bluetooth SIG, Inc. の登録商標です。