

WIDEX MOMENT™-TRUACOUSTICS™最適化

1. はじめに

ワイデックスは、外耳道で音のレベルが完全に正しいことを確認することが、すべてのユーザーにふさわしい音質を提供するための最良の方法であるという信念を支持しています。ワイデックスはまた、これがすべての環境で楽に聞こえるようになるためにフィッティングの不可欠な要素であると信じています。私たちは、TruAcoustics™を介してWIDEX MOMENT™でこの目標を達成します。

TruAcoustics™は、ワイデックスをフィッティングする新しい方法であるだけでなく、個々のユーザーの外耳道の音響を補聴器のパラメーター設定に統合できるインテリジェントなアルゴリズムであるため、フィッティングの初期の段階ですべてのプロセスとゲイン設定が最適化されます。TruAcoustics™は、過去10年間でインスタントイヤチップの使用が劇的に増加し、その結果、より詳細なフィッティングモデルが必要になったことに一部影響を受けました。

ワイデックスの音は、入力周波数よりも入力レベルに基づいていることを覚えておくことが重要です。ワイデックスの音をすべての人に最適化するには、ユーザーの残された聴力範囲で、ソフト、ノーマル、ラウドのすべての入力音に対応することが不可欠です。これら3つの入力レベルに対応するにはTruAcoustics™の計算を設定する方法と、GPSで行われる選択とフィッティング中に行われる適切な測定の両方で、フィッティングの精度を維持します。

発売後も、データ主導の改善が続けられ、同意されたフィッティングデータの分析により、TruAcoustics™をさらに微調整してWidexサウンドを輝かせることができました。この記事では、これまでTruAcoustics™の開発履歴について説明し、フォローします。

2. TRUACOUSTICS™- 鼓膜で完璧な音を届けるという野心に基づいて構築

TruAcoustics™は、WIDEX MOMENT™のすべての初期フィッティング（経験の浅いユーザーと経験豊富なユーザーの両方）に対して有効であり、ターゲットは自然な音です。TruAcoustics™の適用は、選択、フィードバックテスト、センソグラム3つの簡単なステップでフィッティング中に行われます。

TruAcoustics™の開発前は、ワイデックスはAISA（Assessment of In-Situ Acoustics）モデルを使用して、耳型の音響効果と、個々の補聴器ユーザーのゲイン計算に影響を与える真の個々のベント効果を推定していました。フィードバックテストが行われ、AISAはデータベースを使用して耳の耳型のベント効果を予測しました。このデータベースは、イヤモールドラボのCAMISHAプリンターで作成されたカスタムモールドの正確なデータに基づいています。次に、AISAアルゴリズムは、ベントモデルデータベースを検索して、ベント補償に最も近い一致を達成しました（Kuk & Nordahn, 2006）。AISAは、インスタントイヤチップとオープン フィッティングが登場するまでは正確なモデルでした。

TruAcoustics™開発プロジェクトの一環として、現在のすべてのモールドとイヤチップのゲインがどのように合計されるかを調べました。カスタムモールドとカスタムイヤチップは音響特性が非常に一貫していますが、インスタントイヤチップは反対であり、耳に入る直接音の量はユーザーによって大きく異なります。研究によると、インスタントフィッティングでは、ベントによる漏れはイヤチップのタイプだけで定義されるものではありません。インスタントイヤチップはほとんどの補聴器フィッティングで使用されているため、これらのイヤチップの音響堅牢性と性能を理解することは特に興味深いことです。オープン、チューリップ、ラウンドイヤチップ、ダブル

ドームなど、利用可能なすべてのワイデックス インスタント イヤチップを調査しました。この調査に基づいて、従来のAISAモデルはWIDEX MOMENT™ファミリーでより複雑なTruAcoustics™モデルへと進化しました。

TruAcoustics™がリリースされると、ユーザーが私たちと共有することに同意したフィッティングデータの収集を開始しました。これらのデータの分析により、TruAcoustics™モデルにさらなる改善を実装するようになりました。このデータは、TruAcoustics™の継続的な最適化を担当するチームによって使用され、2020年後半のTruAcoustics™モデルでの作業により、幅広いフィッティングでワイデックスのサウンド特性のパフォーマンスが向上しました。

3. TRUACOUSTICS™-ワイデックスフィットを計算する新しい方法

前述のように、WIDEX MOMENT™の開発中に、挿入損失 (IL) とベント効果 (VE) の観点から、ワイデックスのインスタントイヤチップの動作を大規模に調査しました。図1と図2は、ILとVEの測定方法を示しています。公開された研究は、58の耳と数百の測定に基づいています。測定値は、どれだけ直接音が通るか (IL) と、どれくらい耳から逃げるか (VE) がイヤチップによって大きく変わることを示します。VEの結果を図3に示します。この図は、予想されるようにオープンイヤチップが最大のVEを示し、次にチューリップ、ラウンド、ダブルドームが続きます。これは、イヤチップあたりの平均VEを示す左上のパネルから明らかです。ただし、さらに重要なのは、図の残りのパネルの影付きの領域で示されているように、同じイヤチップでも異なる耳の間に非常に大きなばらつきがあることです。この変化はすべてのイヤチップに見られますが、ほぼ完全に開いているか完全に閉じているかのように動作する可能性があるダブルドームで特に顕著です。これらの測定値と、すべてのインスタントイヤチップ、カスタムイヤーマールド、および既存のAISAモデル間の比較に基づいて、TruAcoustics™を開発しました。その結果、個々の補聴器ユーザーにとってベント効果をより正確な方法で推定できるようになり、フィッティングプロセス全体で、フィッティングの精度、サウンド、および推奨事項の精度が向上しました。つまり、AISA伝送線路モデルを、すべてのインスタントイヤチップの新しい統計モデルに置き換えました。これにより、低周波数での過補償の原因が取り除かれ、自分の声が過剰になるリスクが軽減されます。また、すべてのイヤチップの音響効果を調査することで、COMPASS™GPSでの音響選択時のインスタントイヤチップの推奨精度を向上させ、カスタムイヤーマールドの精度を微調整しました。イヤチップの推奨におけるこの精度は、適切なゲインを提供するための最良の前提を保証します。

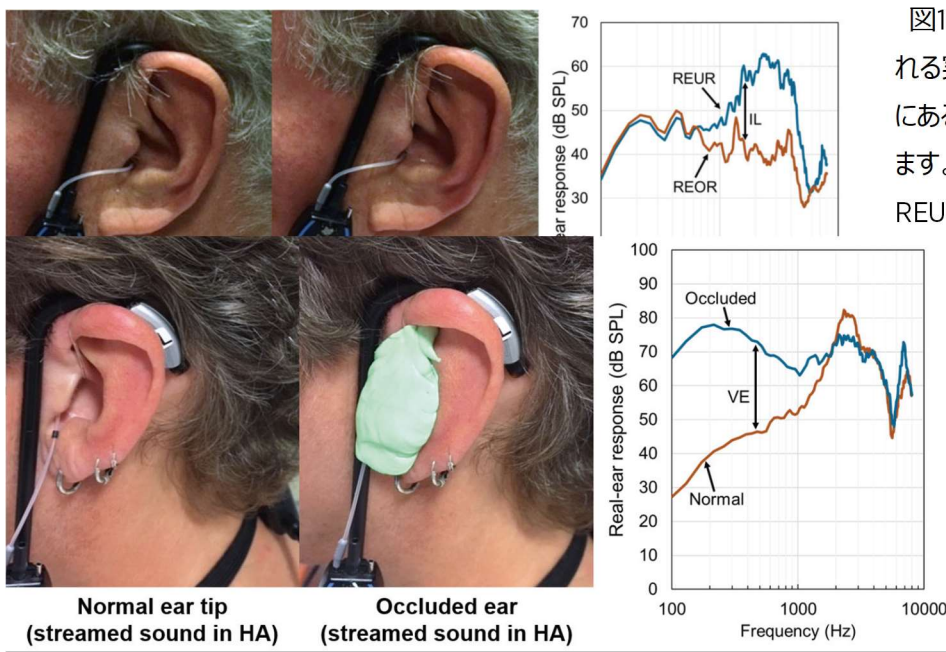
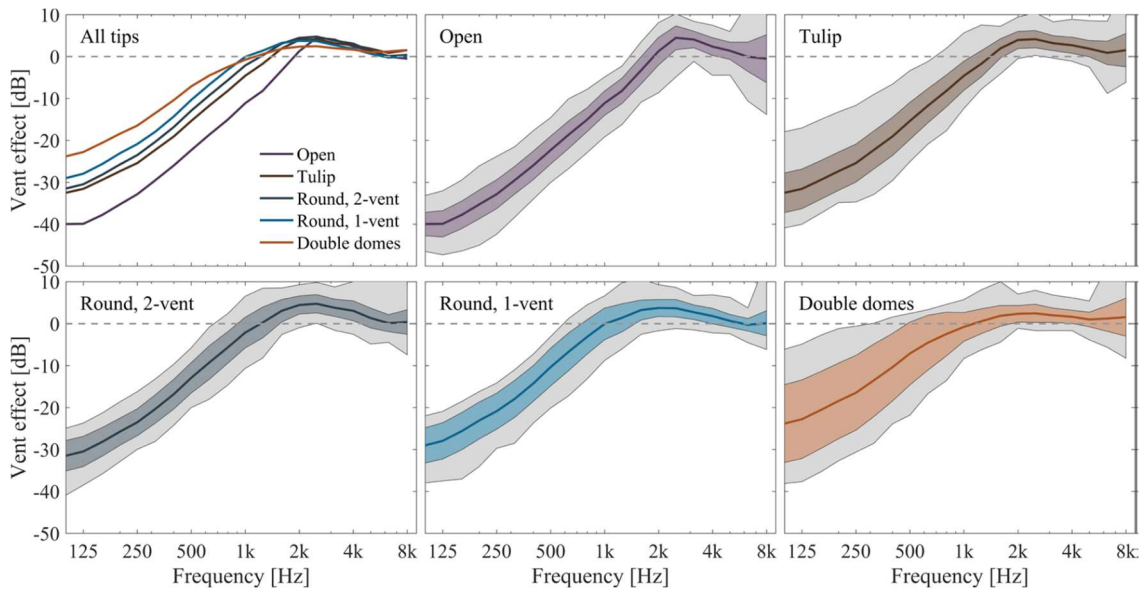


図1 挿入損失 (IL) の推定に使用される実際の耳の測定構成。参加者の前にあるスピーカーからピンクノイズが発生します。右の例に示すように、ILはREORとREURの差として計算されました。

図2 VE推定に使用される実耳測定構成。ブラウンノイズがHAにストリーミングされ、レシーバーを介して提示されます。VEは、右の例に示すように、「通常の」応答と「閉塞した」応答の差として計算されました。

図3 5つのイヤチップ（左上）の58耳にわたる1/3オクターブバンドの平均VE。他のパネルは、イヤチップあたりの平均VE



（太い色の線） ± 1 標準偏差（色付きの領域）を示しています。灰色の領域は、観察された個体の範囲を表します。

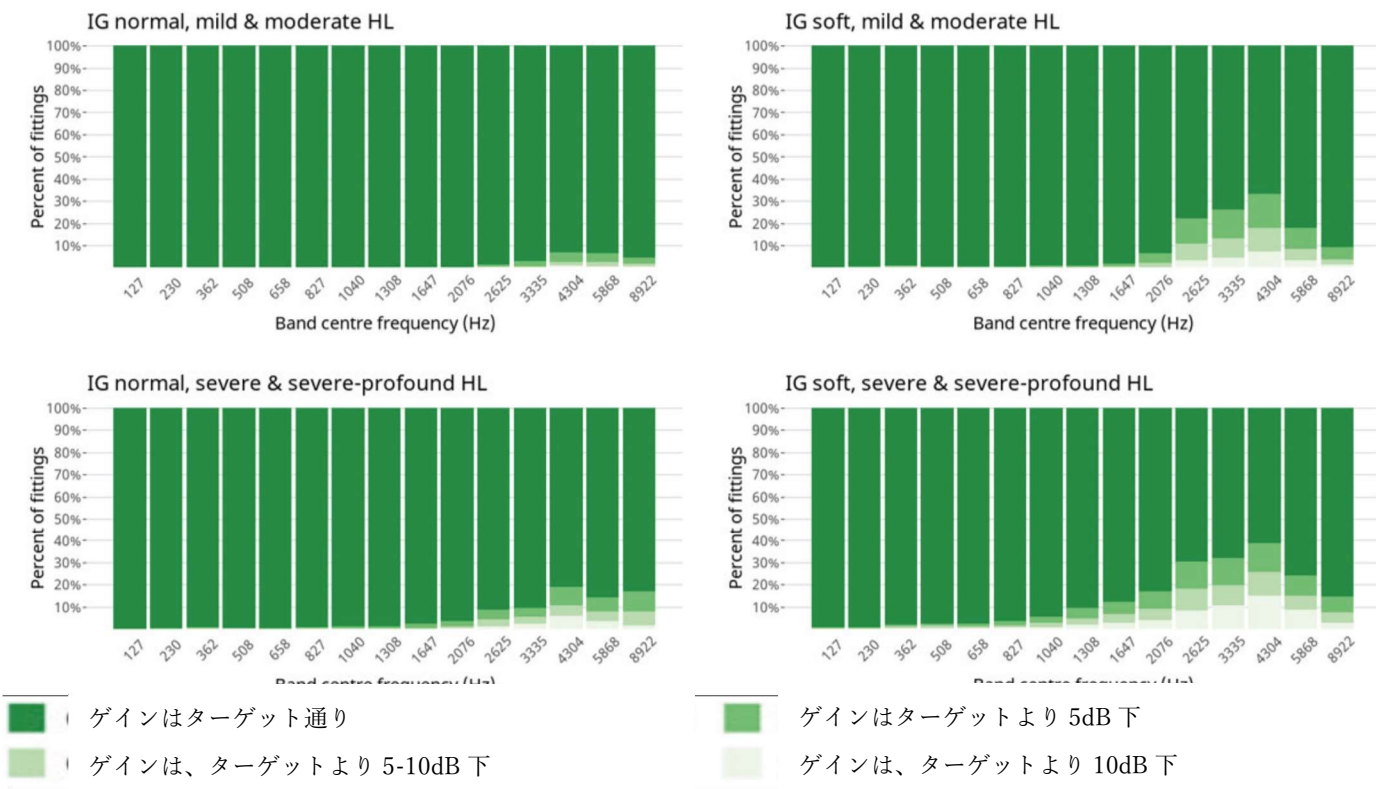
4. 何千ものフィッティングからの同意データの分析

TruAcoustics™とWIDEX MOMENT™の発売以来、補聴器販売担当者と世界中のエンドユーザーがフィッティングデータの共有に同意してくれたおかげで、安全なクラウドから実際のWIDEX MOMENT™フィッティングを多数分析し、価値を得ることができました。MOMENTの成功の重要な尺度は、COMPASS™GPS内の各フィッティングのターゲットへのフィット特性であり、同意されたデータに基づいて分析しました。15バンドのそれぞれで（COMPASS™GPSで）ターゲットへの適合度を調べて、8500を超える個別のWIDEX MOMENT™フィッティングのサンプルを分析しました。私たちのサンプルでは、7000をわずかに下回る軽度および中程度の聴力損失（25～60 dBHL）と1500を超える高度および重度の聴力損失（60～90 dBHL）でした。図4は、この分析の結果を示しています。上段は軽中度の聴力損失、下段は高重度の難聴で、左側がノーマルゲイン、右側がソフトゲインです。ソフトゲインとノーマルゲインの両方、および両タイプの難聴の場合ともに、バンドの大部分はターゲットを達成していました。ほとんどの場合、目標ゲインの5dB以内です。バンド全体でこれらの数値を要約すると、ノーマルゲインでは、バンドの98%以上がターゲットにあり、残りの1%が5dB以下であることがわかります。高重度の場合は95%および2.7%であり、軽中度の場合は99%以上、高重度の場合は97%以上がターゲットの5dB以内です。もちろん、この図はソフトゲインに対しては少しポジティブではないように見えますが、それでも軽中度のバンドの96%、高重度のバンドの92%がターゲットか若しくはその5dB以内にありま。TruAcoustics™の開発には小さな音の入力と高周波音のゲインを計算する方法に注意が向けられました。2020年後半のTruAcoustics™モデルでの作業により、幅広いフィッティングでワイデックスのサウンド特性のパフォーマンスが向上しました。基本的な変更は、TruAcoustics™がユーザーの残存聴力範囲でIGソフト、IGノーマル、およびIGクラウドに

対応するためにゲインを計算する方法に見られ、これらの古典的なワイドックスの特徴的なサウンドをさらに輝かせることができます。

図4 25～60 dB HLの聴力損失（上）および60～90 dB HLの聴力損失（下）の場合のノーマルゲイン（左）およびソフトゲイン（右）の帯域ごとのターゲット適合度

5. TRUACOUSTICS™の最適化-変更点のハイライト



TruAcoustics™の最適化による変更は、COMPASS GPSのグラフィカルな変更にも影響を与えます。

- 音響選択 -フィッティング範囲の表示が改善され、レシーバーのフィッティング範囲と、システム全体、補聴器、レシーバー/チューブ、イヤウェア、ベントの利用可能なフィッティング範囲の両方が表示されるようになりました。（図5）
- フィードバックテスト -ゲイン計算の変更は、測定された補聴器のヘッドルームに影響を与え、ゲインを解放します。GPS 4.2では、フィードバックテストが測定されたときに、ゲイン制限のリバランスが表示されるようになりました。（図6）
- ファイン チューニング・微調整 -WIDEX MOMENT™の発売時にGPSで行われた変更は、補聴器販売担当者の作業を楽にし、GPSを市場の他のフィッティングソフトウェアと整合させるように設計されました。「挿入ゲインと周波数」グラフは、競合他社に合わせた既定の表示形式になりました。グラフでは、ゲイン制限のリバランスが表示され、ヘッドルームを確認できます。（図7）

すべての視覚的な変更は、TruAcoustics™がゲインを計算する方法の最適化作業を表しており、最終的な音への影響は、ワイドックス補聴器で期待される特性の多く、たとえば小さな音がより聞こえるようになることです。いくつかのフィッティングでは、フィードバックテストが適用されるソフトゲインの量をわずかに制限する場合があります。これは、ワイドックスフィードバック管理が音質を最初に優先するという単純な事実によるものです。音声の理解を深めるために、通常の会話レベル入力の目標を確実に達成することを目指します。小さな音へのアクセスはワイドックスの哲学の重要な部分ですが、このゲインがフィードバックによって音質に影響を与える場合、システムは常に音質を最優先します。

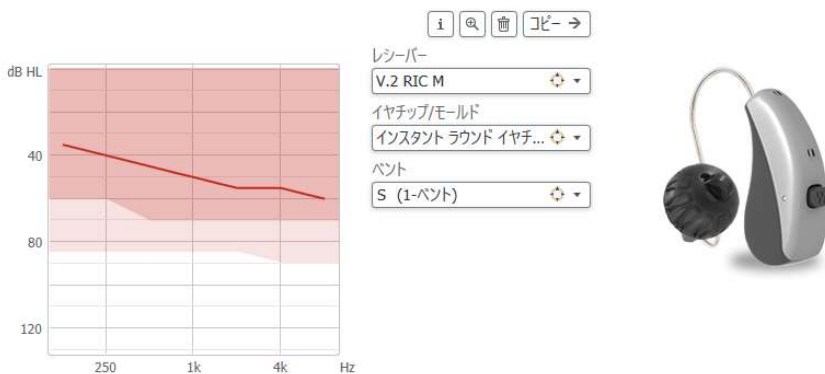


図5 薄い赤で表示されている音響選択は選択したレシーバー（またはBTEの場合はチューブ）が提供できる最大フィッティング範囲。データシートのフィッティング範囲と同じです。濃い赤で表示されている範囲は選択した音響構成（イヤチップ）で利用をお勧めするフィッティング範囲です。



図6 フィードバックテスト：GPS 4.2では、フィードバックテストを測定するとゲイン制限のリバランスが表示されます。

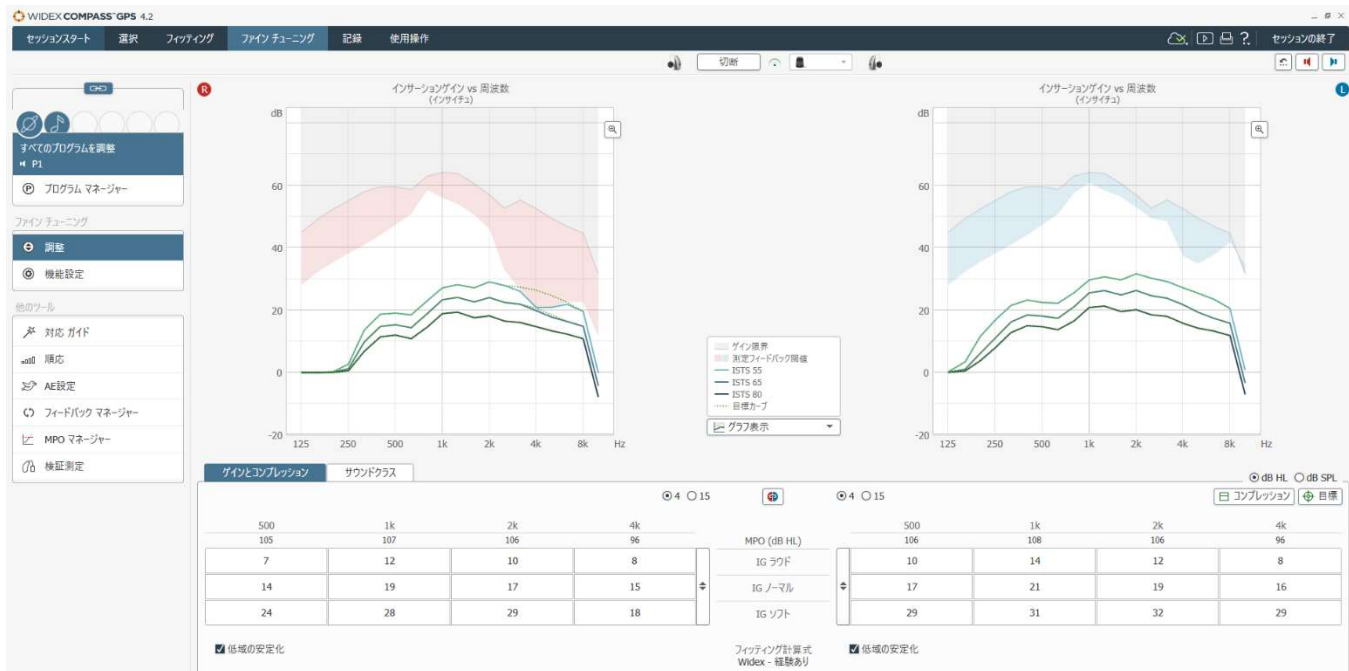


図7 微調整：GPS 4.2では、ゲイン制限のリバランスが見られ、ヘッドルームを確認できます。

6. TRUACOUSTICS™の概要

TruAcoustics™は当社の最高のワイドックスフィッティング補正式であり、すべてのワイドックスフィッティングで最も自然なサウンドを実現するためにさらに優れたものになりました。私たちの新しい統計モデルは、以前よりも正確に音を提供します。

TruAcoustics™は、ワイドックスサウンドのパーソナライズとカスタマイズに不可欠なステップであり、外耳道とイヤウェアの個々の音響特性に合わせて音を形成します。正確なフィッティング計算の基盤であるということは、PureSound™がTruAcoustics™によってさらに自然なサウンドに向けて飛躍できることを意味します。

私たちの伝統は、通常の入力レベルでのスピーチの可聴性を確保し、不快感を与えることなく大きな音を大きく聞こえるようにし、邪魔になることなく小さい音を可聴レベルに上げることです。これにより、ワイドックスは、サウンドへの献身を反映して、TruAcoustics™とWIDEX MOMENT™をさらに改善する新しい方法を見つけるための慎重な分析を通じて、クラウドデータを活用する方法を再びリードします。

REFERENCES

- 1 Kuk F, Nordahn M. Where an accurate fitting begins: Assessment of in-situ acoustics (AISA). Hearing Review. 2006;13(7):34-42.
- 2 Caporali S, Cubick J, Catic J, Damsgaard A, Schmidt E. The vent effect in instant ear tips and its impact on the fitting of modern hearing aids. Poster presented at: International Symposium on Auditory and Audiological Research (ISAAR), Nyborg, Denmark, August 2019.
- 3 Sullivan, R. F. (2018). "A Simple and Expedient Method to Facilitate Receiver-in-Canal (RIC) Non-custom Tip Insertion",Hear.Rev., 25(3), 12-13
- 4 Balling LW, Jensen NS, Caporali S, Cubick J, Switalski W. Challenges of instant-fit ear tips: What happens at the eardrum? Hearing Review. 2019;26(12)[Dec]:12-15.