

補聴器フィッティングの改善: サウンドポイント紹介

J.Andrew Dundas, Ph.D.&Susie Valentine, Ph.D.

デジタル世代の補聴器フィッティング

従来、補聴器の音質の最適化は、ユーザーへの問診と補聴器調整のプロセスを通して行われていました。この方法は非常に効果的である反面効率が悪く、たまに主観的に満足できる設定になるまで何度も訪問を繰り返す必要がありました。時として、補聴器が最適な音質に達する前にユーザーが返品を選択します。

本書で取り上げるサウンドポイントは、新しいユーザー参加型のファインチューニングプロセスで、補聴器の音質調整をユーザー自身の手で委ねることで、これまでの調整プロセスを補完するものです。サウンドポイントは、補聴器の調整可能範囲をユーザーに直感的に示す手段を提供することで、従来の「問診と調整」手法に対する洗練された代替手段となります。タッチパッドやマウスの操作を通じた調整は、ユーザーの補聴器にスムーズかつシームレスに反映されます。これによりユーザーは、きこえの音響の複雑さを明瞭に説明する必要なしに、自分自身で主観的な好みの音質を探求することができます。

聴力データに基づく規定された手法では、ユーザーが好む設定とは大きく異なるゲインを処方してしまう可能性があります(Liejon et al., 1990)。これは従来のフィッティング手法が、大量のサンプルデータの平均化のプロセスから導かれた規範的なターゲットが起因し、アルゴリズムがユーザーごとに異なるラウドネスグロス、快レベル(MCL)、不快レベル(UCL)などを盛り込む事が出来ないのが事実とされます(Kiessling, 2001)。その一例として、2006年にKeidserとDillonは、個々のユーザーの快レベル(MCL)が、NAL-NL1フィッティングルールによって処方されたターゲットから、およそ18dBも外れていた事を発見しています。

一般的な医療に関する論文は、意思決定プロセスにおいて、患者自身が参加することで、その効果が改

善されると示唆しています。これはユーザー自身の個人的な好みを反映したカスタマイズされたフィッティングで補聴器フィッティングが成功する事を再認識させる、補聴器に関する論文と一致します(Dillon et al., 2006)。これらの発見は、適切な可聴スピーチ入力レベルが検証された後、満足できる音質に到達するために、補聴器のフィッティングをカスタマイズすることの潜在的な恩恵を確認します。すなわち、ユーザー個々の好みに基づいて音質を最適化するという事は、「補聴器で聴力損失をフィッティングする」事と、「補聴器で個々をフィッティングする」事の違いを示しています。

サウンドポイント—その起源

サウンドポイントは、米国スターキーラボラトリーズの研究者によって開発された、コンピュータによる信号処理ツールです。ユーザー自身が関与できる補聴器のファインチューニング手段であるサウンドポイントは、複雑な信号処理アルゴリズムを素早く簡単に調整するものとして開発され、最大64種のパラメータからほぼ無限大の組合せをリアルタイムで生み出し、最終的に補聴器をユーザーが最も好む設定になります。図1. は、ユーザーがiPadを活用してサウンドポイントを実施しているところです。

サウンドポイントによる調整は単なるゲイン調整の範疇を大きく超えているため、そのインターフェースも、単純なグラフィックイコライザー以上のものでなくてはなりません。このため開発の早い段階からスムーズかつ直感的な音質変更ができるよう、操作部分の配列を体系化することに力が注がれました。その結果、ユーザーがそのインターフェースを上手く使うためには、操作部分に2種類の主要な要素による知覚的一貫性が欠かせない、ということがほどなく明らかになりました。一番目は特定の方向への移動は、音質の特定部分への一貫した変更でなければならないこと。二番目は、小さな動きは補聴器の音に対して小さな変化が結果として生

じるべきと同時に、大きな動きは知覚的にも大きな変化が結果として生じるべきであるということでした。



図1. 補聴器ユーザー自身が、iPadによるリモート操作で補聴器を好みのきこえの設定になる様に微調整しています。

ユーザー自身がコントロール操作した結果、複数の調整は混ぜ合わされ補聴器に適用されます。インターフェースの最適な体系化により、ユーザーは試行を繰り返しても感覚的に同じような好みの調整値に近づいていくことができ、サウンドポイント環境内で望ましい音質に確実に到達できます。ユーザーは、この最適に体系化されたレイアウトを用いて到達した補聴器の設定を、ランダムに並べられたレイアウトや自然発生させたレイアウトに基づく設定よりも好むことが、比較検証によって明らかになりました。これら開発初期段階での操作部のレイアウト体系とユーザーが行う操作との相互関連性についての重要な実施データはもちろんのこと、ユーザー参加型のフィッティングツールという、サウンドポイントのコンセプトに対する確証をももたらしました。サウンドポイントの開発手順に関する詳細は、Valentine, Dunadas and Fitzの論文(近日発刊予定)をご参照下さい。

これらの研究の結果、非常に複雑なサウンドポイントと補聴器との関係が、シンプルでかつ非常に直感的になりました。ユーザーは画面上のポインタをマウスで操作して調整パラメータを変更します。画面上ポインタの位置と各種の調整パラメータ変更の関係は、リアルタイムに絶え間なく再計算され、スムーズな調合・推移の様々な音質の結果となります。ユーザーは、サウンドポイント環境を操作することで、ラウドネス、透明性、豊かさ、充足感、言葉の明瞭度の様なスムーズな音質の変化だけを感じとればよいのです。

サウンドポイントでの好みの音質解決策検証

サウンドポイントは、実験室と現場での試験評価の検証を行っています。これらの研究は、以下のようなデータを得られるように計画されました。1) 客観的な恩恵、2) 主観的な恩恵と音質、3) サウンドポイントシステムによる調整、従来の補聴器専門家による微調整、オーディオグラムに基づく規範的方法の間での好み。

サウンドポイントツール開発の前に、3つの重要なゴールが設定されました。第一に臨床的に受容できる可聴性が維持できる、これは第二のゴールのサウンドポイントフィッティング環境下で幅広い知覚の違いを提供する事を達成する間にも維持できる。第三のゴールは、システムが全てのユーザーに対し目的や過程が即座に分かり達成できる、直感的で満足度の高い体験を提供しなければならないというものでした。第一のゴールは、システムによる調整機能の範囲と種類を適切に設定することで達成できました。第二のゴールは、サウンドポイントシステムで最も重要なコンセプトのひとつでした。単純に補聴器のグラフィックイコライザーの動作をすればよいのではなく、システムは感覚的に連続したつながりとして可聴性の変化を表現することです。これは、ゲインと圧縮の異なった複数の組合せを通じて同じ感覚的な設定にたどりつくことから、感覚的に良く似た音質を生み出す設定はサウンドポイント上の互いに近い場所で見つかる一方、感覚的に大きく異なる設定はサウンドポイント上の位置も大きく離す必要があります。この性質は、理論的でわかりやすい方法で音質変更が行われる場合、直感的なユーザー体験を提供します。第三ゴールは、サウンドポイントシステムの注意深い設計、改良、臨床的な検証を通じて達成されました。

臨床における利用手順

サウンドポイントの操作は、4つのステップで構成されています。キャリブレーション、操作画面の初期化、操作説明、そして実際の探索操作です。これから各々のステップについて解説していきます。

1. キャリブレーション: インスパイア2011上の「サウンドポイント」アイコンをクリックすると、まずキャリブレーション画面が表示されます。ここでは、補聴器ユーザーとスピーカーの位置関係や、キャリブレーションの手順について説明があります。「再生」ボタンを押すと、キャリブレーション信号がステレオスピーカーの右側から再生されます。このキャリブレーション信号の音圧レベルは

ユーザーが装着している補聴器のマイクで測定されますので、キャリブレーション画面のレベルゲージを見ながらレベルが60dBA前後になるよう、レベルゲージの下にあるボリュームを調整します(図2.)。



図2.キャリブレーション画面

2. 操作画面の準備: サウンドポイントを初期化する画面が開き、15秒程度で必要な操作画面を計算します(図3.)。

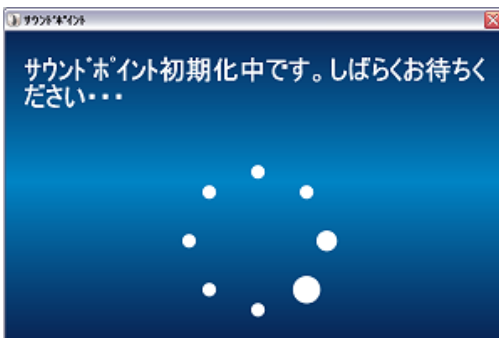


図3.操作画面の初期化中表示

3. 操作説明: 操作画面の準備が完了すると、操作方法を説明する画面が表示されます(図4.)。



図4.操作説明画面。a)画面上を自由に移動し、b)気に入った音質の箇所にピンを表示させ、c)複数のピンを比較し、d)一番良い場所を確定する、という手順が示されます。

4. 探索操作: 周囲の音、または内蔵された騒音下でのスピーチサンプル(Cox, Alexander & Gilmore, 1987)

を聞きながら、ユーザーはパソコンのマウスを動かすか、または無線LAN接続されたiPadを指でなぞって、サウンドポイントの画面上で好みの音を探します。ポインタの場所が動くのに合わせて、ユーザーはラウドネスや周波数特性、圧縮などの異なった音を聞くこととなります。ユーザーは画面上の任意の場所をクリック、またはタップすることで押しピン状のマークを残す事ができ、複数の気に入った音質を比較できます(図5.)。



図5.探索操作画面。気に入った音質の場所がピンで示されています。ピン同士を比較する際、選択中のピンには周囲に波紋状のアニメーションが表示されます。一番気に入った場所は星印で示されます。

一番良い音質だと感じる場所が決まったら、その押しピン状のマークをもう一度クリック(タップ)することで、押しピンが金色の星マークに変わります。この設定は即座に補聴器本体とインスパイアーOSに書き込まれます。サウンドポイントはインスパイアーOSでサポートされているあらゆるフィッティングルールで利用できるほか、既にユーザーの補聴器に書き込まれている調整をさらに微調整して理想の音質に近づける事も可能です。なおサウンドポイントは現在、スターキーのSシリーズiQ11でご利用いただけます。

サウンドポイントがもたらす効果は、時間の短縮とユーザーの満足度向上のみに留まりません。このシステムは補聴器の専門家にとって、ユーザーの好みを明らかにすることで、音質に対する漠然とした不満を検証する助けとなります。専門家は補聴器に施される変更をリアルタイムで確認し、ユーザーの好みを特定し、ユーザーが抱える問題を緩和することができます。

実験的な検証

29人の成人の難聴者が、総合的な臨床試験に参加しました。この試験結果の詳細はValentine, Dundas および Fitzによって発表されます(近日発刊予定)。参加者には、サウンドポイントによる調整を行った補聴器と、経験の豊かなオーディオロジストによる調整を行った補

聴器が用意されました。使用する補聴器がどちらになるかはランダムながらバランスが取れるように考慮され、それぞれのフィッティングで2週間の実地テストを行いました。それぞれのフィッティングの後、スピーチレベルの入力に対する可聴性を検証するためプローブマイクロホンによる測定を行い、プローブマイクロホンと聴力データを用いて語音明瞭度指数(SII; American National Standards Institute [ANSI], 1997)が計算しました。参加者には、それぞれの調整から得られたと感じる恩恵、満足度、フィッティング過程の確かさについて評価するために設計されたアンケートに答えてもらいました。この研究によって参加者の大多数が、音質や言葉の明瞭度の点でサウンドポイントによる調整を好むことが明らかになりました。参加者たちは、受容できる調整へ辿り着くのに、システムは簡単に使用でき、直感的で、有益だとレポートしています。また可聴データを考慮した場合、SII(語音明瞭度指数)から予測されるスピーチの理解度は、ふたつのフィッティングの方法によって顕著な差は生じないことが明らかになりました。この結果は、サウンドポイントが当初目指した、可聴性を維持しながらも広範囲な音質調整ができ、ユーザーにとって簡単で、かつ従来の手法によってなされた調整よりも好まれる、という3つのゴールを、全て達成したことを示唆しています。

サウンドポイントによって行われた実験的、及び臨床的な試験は、補聴器のフィッティングや微調整のためのシステムについて検証しました。これらの研究の結果はユーザー参加型の補聴器フィッティングの有益さを立証しました。これらの結果から、補聴器フィッティングに携わる専門家はサウンドポイントを導入することで、ユーザーに対し従来のフィッティング方法よりも多くの恩恵をもたらしたり、補聴器フィッティングへの満足度を高めたりすることが期待できます。

補聴器ユーザーが享受する恩恵と満足度の向上は、補聴器専門家にとって永年のチャレンジでした。数値で測定できる性能上のアドバンテージは、ユーザーが感じる恩恵は僅かな変化の結果となる事が多いでしょう。一方で、治療に関する決定に患者本人の関与を増やすことで、提供された治療への満足度向上につながる事が医学論文のなかで報告されてきました。サウンドポイントに関するあらゆる研究の主体は、これらのデータとも一致しています。サウンドポイントは、補聴器ユーザーと専門家との間に存在するギャップを埋める役割を担い、コミュニケーション

を円滑にし、フィッティング成果の向上をもたらす一助となるでしょう。

参照

American National Standards Institute. (1997). Methods for the calculation of the speech intelligibility index (ANSI S2.5-1997). New York: Author.

Cox, R.M, Alexander, G.C. (1987): Development of the connected speech test (CST). *Ear Hear.* 8(Supplement), 119S-126S.

Dillon, H., Zakis, J.A., McDermott, H., Keidser, G., Dreschler, W., & Convery, E. (2006). The trainable hearing aid: what will it do for clients and clinicians? *The Hearing Journal*, 59(4), 30-36.

Kiessling, J. (2001). Hearing aid fitting procedures – state-of-the-art and current issues. *Scandinavian Audiology*, 30(1), 57-59.

Liejon, A., Eriksson-Mangold, M., & Bech-Karlsen, A. (1984). Preferred hearing aid gain and bass-cut in relation to prescriptive fitting. *Scandinavian Audiology*, 13, 157-161.

Sherbecoe, R.L., Studebaker, G.A. (2002). Audibility-index functions for the connected speech test. *Ear Hear.* 23, 385-398.

Valentine, S., Dundas, D., and Fitz, K. (in press). SoundPoint: A patient centered fitting experience. *Hearing Review*.

スターキージャパン株式会社

〒224-0041 神奈川県横浜市都筑区仲町台5-2-20

TEL:045-942-7226

FAX:045-942-7158

<http://www.starkey-japan.co.jp>