

Phonak Insight



オートセンス OS

あらゆる聞こえの環境における、これまでにないほど簡単で良好な聞こえ

はじめに

年月の経過と共に、補聴器の性能によって可能になる領域が劇的に広がってきていることに疑いの余地はありません。もはやチャンネルが1つしかないアナログ補聴器をドライバーで調整していた時代ではありません。電池の寿命は長く、補聴器のサイズは小さくなりました。さらに、補聴器のプログラムが高性能になったことで、いくつもの独特な聞こえの環境を特定し、反響などの微妙な差にも適応できるようになりました。その一方で、複雑さも同時に増え、補聴器装用者や補聴器専門家への負担を増やすことなく、この複雑さに対応する必要性が出てきました。

従来の補聴器には、無指向性マイクロホンを使用した「常時使用」プログラムと、指向性マイクロホンを使用した「騒音下」プログラムがあり、補聴器専門家は装用者の聞こえに合わせてこれらを調整が一般的でした。もちろん、日常生活のスピードを考えると、聞こえの環境を「どちらか一方」の状況に当てはめるということは非現実的です。日常の環境における聞こえの微妙な差というのは、単純に区別できることは殆どなく、当然、特定の環境下の音響も絶えず変化します。近年、補聴器のプログラムは、特定の聞こえの環境に合わせてカスタマイズできるようになっています。フォナックの場合、音響環境の変化に応じて利得や雑音抑制だけでなく、時定数や圧縮も同様に変化します。補聴器のプログラムの性能と正確性を改善させるためには自動化が必要です。特定

の環境用に設定したプログラム数が増えると、装用者にとってプログラムの切り替えがより困難になります。研究結果によると、従来の「騒音下」プログラムへの切り替えに対する適合性および一貫性において、経験豊かな補聴器装用者でさえ困難であるということが分かっています。装用者がどのプログラムにすべきか考えずに使用するためにも自動化は必要です。可聴性の回復を超え、健聴者と同様の聞こえの体験を提供できることは、聴覚をサポートする者の願いでもあります。この目標は、生活における補聴器の役割にまで及ぶものと言えます。健聴者が自身の聞こえの環境について考えることがないように、補聴器装用者も自身の補聴器について考えることがないようにすべきです

このように私たちは、補聴器が「決定」する聞こえの環境に頼りつつあります。そして、補聴器がこの決定を下すためには、非常に優れた「頭脳」が必要です。聞こえの環境を誤認識することで、標準的な聞こえにも満たされない結果になることがあります。現行の自動プログラムは、各製造メーカーによって環境内の音響特性を検出する能力が異なり、環境に適応させるために操作することが可能なパラメータの数も異なります。

どのようにしてオートマッチテクノロジーは進化してきたのでしょうか？

環境認識システムは、補聴器とは異なる分野で始まりました。最初は、口述の書き取りやセキュリティ用途、軍事用途に使われていました。人間の聴覚システムで行われる音響特徴の分析が実施された後に形成させる基礎的な処理認識を利用し、1990年代に初めて、環境認識は補聴器に取り入れられました。このシステムは、単純に環境から音響特性を引き出した後、予め定義付けしてある音響環境の枠にその特性を合致させるという方法でした。自動聴覚的認識システムを導入して以来、環境を識別するアルゴリズムはますます進化し続けており、環境ごとに適応させることが可能なパラメータの数も劇的に増えています。補聴器の自動環境認識システムの場合、環境に最適なパラメータを決定するにあたり、語音明瞭度を最適化することだけを優先にするのではなく、音響要素認識に快適性や音質を考慮する必要もあります。

この正確で素早く作動する自動環境認識システムの開発が直面する制約事項と課題は膨大です。補聴器に与えられた時間的制約と電力的制約の中で作動させるには多くの課題が存在します。さらに、誤認識によってアルゴリズムが誤作動を起こしてしまうと、言葉の理解や快適性に悪影響がおよぶ可能性があるため、環境を正しく認識することは欠くことのできない要素と言えます。また、音響環境が素早く極端に変化した場合、自動環境認識システムがそれを検出できるだけでなく、それに素早く応答し、人工的な聞こえをほとんど、あるいは全く発生させずに補聴器の設定が変更されなければなりません。フォナックの自動環境認識システムは、10年以上も前に導入して以来、より高性能で複雑になりました。

どのように自動環境認識システムは作動するのでしょうか？

まず初めに、音響要素認識システムは「トレーニング」プロセスを通して設計され、その中で異なる聞こえの環境(例：静かな環境)の代表として特徴付けられた膨大なデータの音場面が記録されます。幅広い音と特定の音響場面のサンプルを示すことは重要です。原型となるこれらの音場面から、場面のタイプに合致した音響特性だと定義付けられ、いくつかの具体的な音響特性を識別されます。例えば、複数の周波数帯にまたがって一時的に発生する同調性レベル、周波数帯間のレベル差、推定される

SN比、増幅や周波数スペクトルの情報など全てが、音響場面のタイプを定義する特徴として表されます。その後、補聴器がこれらと同じ特性を周囲の環境からリアルタイムに抽出すると、トレーニングプロセスで定義付けされた特性と比較します。オートセンス OS では、定義付けされた音響パラメータとの一致レベルを計算した上で、これが確率的に行われます。これにより、音響要素認識システムで合致部分がどれくらい検出されているかによって、複数のプログラムを組み合わせる可能性が生まれます。これらのシステムは堅牢でなくてはならず、その中で幅広い音と場面のタイプを定義付け済みの音響クラスに一般化できなければなりません。その上で、特定のタイプの環境に特化した音響的なニュアンスも十分に識別できるだけ詳細に認識できなければなりません。

オートセンス OS の特長と柔軟性

フォナックの初代自動環境認識システム「オートセレクト」では、環境に合わせて2つのプログラムが切り替わりました。1つは静かな環境用に無指向性マイクロホンを使用したプログラムで、もう一方は騒がしい環境用に指向性マイクロホンを使用したプログラムで、雑音抑制が搭載されていました。「オートパイロット」はオートセレクトを基に、いくつかの改良を加え構築されました。このシステムでは、異なる3つの音環境「静かな環境」「騒音下でのことば」「騒音下での快適性」が使用しました。その後、4つ目の音環境「音楽」が追加されました。オートパイロットはそれぞれの聞こえの環境に対し、環境を1つにしか割り当てられないことから、環境を移行する際に発生する音が聞こえてしまうこともありました。フォナックの2代目自動環境認識システム「サウンドフロー」では、より精密な環境認識システムと、スムーズな環境移行時を目的に設計されました。このシステムでは、独立した5つの音環境からの切り替えが可能になっただけでなく、複数の環境を組み合わせることも可能になりました。

オートセンス OS

フォナックの最新自動環境認識システム「オートセンス OS」は、補聴器装用者が補聴器のプログラムを操作することなく、聴覚システムを自動的に最大化し、最適な設定を選択します。自社製の高性能なチップにより、高速処理が可能になっただけでなく、メモリ容量も増え、消費電力を低減させました。オートセンス OS は最大で7つ

の独自環境プログラムから構成されます：「静かな環境」「騒音下でのことば」「非常に騒がしい中でのことば」「車の中でのことば」「騒音下での快適性」「反響する環境での快適性」「音楽」。「非常に騒がしい中でのことば」「音楽」「車の中でのことば」は「専用プログラム」で、これらの場面が検出されると、補聴器はその場面に特化して設計された専用プログラムにスムーズに移行します。その他 4 つの環境は、1 つの音響要素認識に定義付けられない、より複雑で現実的な場面が発生した場合、4 つのプログラムを自在に組み合わせて作動させることができます。例えば、環境内でどれくらい検出されるに合わせて、「反響する環境での快適性」と「静かな環境」をブレンドすることができます。オートセンス OS は、いくつかの異なる手法において、他の自動環境認識システムと一線を画した独自性を持ちます。まず最初に、オートセンス OS の基となるのは、最も複雑で、且つ聞き取りが困難な環境において、可能性と快適性を改善させるために有効なプログラムを配置させることでした。これらのプログラムは、幅広いさまざまな聞こえの環境を網羅し、反響する環境下のプログラムとパラメータ化も独自に取り入れています。オートセンス OS は、この環境的に最適化されたプログラムの組み合わせを膨大なパターンの中から選択し、リアルタイムに利用します。さらに、補聴器専門家は、特定の補聴器装用者のニーズに対して最適になるように、フィッティングソフトでオートセンス OS 自体の組み合わせの特性をカスタマイズすることも、各プログラムが持ついくつかのパラメータを制御することもできます。

素早く、精密なオートセンス OS の組み合わせ作用により、補聴器はあらゆる複雑な聞こえの環境に特化して適応することができます。この結果、手動でプログラムスイッチを操作してでは決して出来なかった膨大な反復と補聴器のプログラムを組み合わせることが可能になりました。プログラムがシームレスに移行するので、利得やパラメータが大きく異なるプログラム間でさえ、プログラム移行時に発生する音を聞かせることはありません。

さらに、オートセンス OS は、補聴器が快適性を阻害したり、言葉の理解に有害となる間違いを起こしたりしないよう、他の誤認識による間違いよりも特定の誤認識による間違いに対して、より大きな比重をかけ、誤認識を最小化するように設計されています。補聴器が一定時間、特定レベルで特定環境を検出しなければならぬ場合に、プログラムが継続的に変更されないように、完全に切り

替わる前に、統計的な法則の複雑な組み合わせがシステム全体をコントロールします。遅延によって装用者が会話を聞き逃してしまうかもしれないので、オートセンス OS は切り替えが遅くなり過ぎないようにバランスを上手に取ります。移行動作そのものは、補聴器の高性能システムと同等に重要なのです。

小児のためのオートマチックテクノロジー

小児用補聴器の装用者が追加プログラムを使用することは一般的ではありません(1)。多くの補聴器専門家は、小児の場合、「静かな環境」または「Roger / FM プログラム」をスタートアッププログラムに設定します。指向性マイクロホンを使用する場合、児童が適切でないプログラムを使用して音環境が悪化してしまうことや、不適切なタイミングで指向性マイクロホンを使用して学習機会を減らしてしまうことが危惧されます。環境によって指示があった場合にのみ、自動プログラムが指向性マイクロホンを使用できるようにすることで、この点を軽減します。

さらに、児童が遭遇する聞き取り環境は、成人が遭遇する環境とは大きく異なることも研究で分かっています。フォナックが実施した研究で、教室、小グループでの作業、他の子供たちの叫び声といった環境は、児童が過ごす日々の生活において、非常に特殊な音であることが分かりました(1)。成人用補聴器の装用者向けに設計された自動システムは、このような児童の音環境に適していません。

フォナック スカイ V に搭載された新しいオートマチックテクノロジー、オートセンス スカイ OS は、グループ作業や友達との会話の状況をより検出するよう特別設計されており、児童が周囲で叫んでいるような状況における快適性を改善します。オートセンス スカイ OS は、児童の聞こえに対するニーズを念頭に置いて設計された、初の児童のための自動環境認識システムです。

児童向けの自動環境認識システムで想定される効果は膨大です。このテクノロジーを使用することで、児童が過ごす日々の生活で遭遇すると思われる多くの状況を基に設計された聞こえのプログラムを児童に提供することができます。そして、児童に通常設定される単一の追加プログラムよりも、より良い言葉の理解と快適性を提供することができます。

Phonak Audiology Research Center (以下、PARC) で行った最近の研究は、追加プログラムに対し、オートセンス OS の精密さと、研究に参加した被験者の言葉の理解のパフォーマンス結果を評価する目的で設計されました。この研究では、日々の生活で遭遇する環境において、補聴器を装着する被験者のパフォーマンスを評価することを目的としました。聞き取りが困難とされる実世界の音環境を 3 つ定義し、その環境における複雑さ、困難さ、実生活に対する適応性を具体的な内容としました。被験者は、車内、喫茶店内、PARC 内の反響する室内で言葉の聞き取りテストを受け、客観的な評価をしました。結果、オートセンス OS が最終的に選択したプログラムと追加プログラムにおいて、言葉の理解のパフォーマンス結果と客観的な評価が同等であったことが、このテクノロジーの凄さを明確に示しています(2)。

重視された利点

実世界の聞こえの環境において、補聴器のパラメータを検出して操作するオートセンス OS の能力により、補聴器専門家は、補聴器装用者がプログラムを手動で切り替えなければならない場合には設定できなかつたようなプログラムの数を安心して提供することが可能です。また、オートセンス OS が妥協案ではないと分かっていることで、補聴器専門家は安心感を得られます。事実、補聴器専門家は、使用経験の豊富な補聴器装用者がプログラムスイッチを操作して得る聞こえよりも、はるかに一貫性があり、適切な聞こえを提供することができます(4)。

自動化は補聴器の使用において、大きく貢献する要素であるからこそ、フォナックはこの自動化に重きを置いているのです。「操作いらず」で聞こえを体験するということは、補聴器装用者がプログラムスイッチを押して聞こえを中断することなく、本当の意味であらゆる瞬間に参加することが可能になり、複雑さを含めて、全ての生活を楽しむことができるということなのです。

オートセンス OS は、フォナックが提供する最新の自動環境認識システムです。オートセンス OS は、処理が高速化しただけでなく、リアルタイムで素早く音響環境を検出する機能と、それに従いニュアンスに至るまで補聴器をシームレスに調整するアルゴリズムがより進歩しています。補聴器専門家に高性能で透過的、且つ柔軟なシステムを提供できるところがオートセンス OS 独自の特長です。この素晴らしいテクノロジーがフォナック スカイ V に組み込まれると、小児用補聴器の装用者が遭遇すると想定される、児童ならではの環境を認識するようにさらに特別設計されました。健聴者が自身の聞こえの環境について考えることがないように、補聴器装用者も自身の補聴器について考えることがないようにすべきなのです。

参考文献

1. Feilner, M. Jones, C. and Rich, S (2016 April) Automatic and directional for kids. *Phonak Insight*
2. Jones, C. and Feilner, M. (2013, November). Fitting and usage of hearing instruments in pediatrics.
3. Proceedings of a sound foundation through early amplification.
Retrieved from http://www.phonakpro.com/content/dam/phonak/gc_hq/b2b/en/events/2013/chicago/Fitting_and_usage_of_HIs_in_Peds_SF2013_Jones.pdf
4. Rakita, L and Jones, C. (December 2015) Performance and Preference of an Automatic Hearing Aid System in Real-World Listening Environments. AutoSense OS. *Hearing Review*.
5. Latzel M, Ubelacker E, Tchorz J (January 2015) 'Objective and Subjective Benefit of an Automatic Classification System' Poster at the AudiologyNow conference, San Antonio.
6. Uberlacker,E, Tchorz,J, Latzel.M, and Appleton,J, (January 2015) Benefit of the next generation of technology automation *Field Study*.

著者



Lori Rakita は、2014年7月以来、Phonak Audiology Research Center (PARC) で研究員を務める補聴器専門家です。補聴器と機能に対する技術的な測定から獲得した情報を用いて被験者へテストを実施し、プロトコル開発と機能評価を行っています。これまで、テレビの聞き取り、指向性マイクロホン、CROS 補聴器などを研究テーマに取り上げてきました。そして、それらをフォナックの異なるさまざまな社内会議において、さらには国内および国際学会において研究内容を発表してきました。Lori はセントルイスにあるウィスコンシン大学のマディソン校にて、心理学の学士号と、聴覚学の博士号を取得しました