

ドライブアーキテクチャを搭載した スターキーSシリーズのご紹介

2006年にデスティニーシリーズ補聴器を発売以来、スターキーは技術革新を押し進める先駆者となりました。

その開発は途切れることなく、2007年には補聴器として前例のない統合実耳測定を搭載したフラグシップのデスティニー1600が発売されました。そして2008年には外耳道レシーバー(RIC)タイプのZONが発売され、デザインとテクノロジーで、5つの賞を受賞しました。これらの製品は、長年の科学的研究と証拠に基づく開発の集大成として、スターキーの大きな飛躍と何十万ものユーザーに満足をもたらしました。この成功にも関わらず、改善を続けるというスターキーの倫理に従って、技術者と科学者は補聴器とソフトウェアの機能向上を継続的に行っています。結果としてハイエンドの機能、性能、快適性、パーソナライズを標準搭載した新しい補聴器が誕生しました。

スターキーからSシリーズのご紹介

本論文では、Sシリーズで際立った特長をもつS. 11の機能の概要を述べます。具体的には、ピュアウェーブ フィードバック エリミネータによるフィードバックキャンセレーション、ライブREMとライブスピーチマッピングによるユーザーごとの検証、音響シーン アナライザーと呼ばれる快適性と明瞭度の新しいツールについて述べます。

フィードバック制御

ドライブアーキテクチャ(Sシリーズに搭載されている新しいデジタルプラットフォーム)は、臨床で期待されている効果的で信頼性のあるフィードバックキャンセラーを、再検討するスターキーの研究者たちに力を与えました。

ドライブアーキテクチャのマルチコア処理能力により、ピュアウェーブ フィードバック エリミネータ(Sシリーズの新しいフィードバックキャンセラー)は、複数のタスクを処理できるようになりました。信号識別とひずみや音質低下することなく、リアルタイムに近い速度で適応させる為に、サブバンドフィルターがそれぞれに適応します。

多くの補聴の専門家は従来の補聴器フィッティングにおいて、フィードバックの問題はアクティブ フィードバック インターセプト(以下、AFI)でほぼ解消したと見なしています。しかしオープンフィッティングの人気の高まると同時に、専門家は密閉型で起こるフィードバックとは異なるオープンカナルのフィードバックタイプについて、いち早く気付きました。

密閉型とオープンフィッティングでのフィードバックパスの音響特性には違いがあります。従来の密閉型フィッティングでは、フィードバックパスは一般的に限られており、結果的に狭帯域周波数で増幅されてフィードバックが起こります。限られた音響フィードバック特性では、

キャンセレーションは比較的容易に行うことができます。これに対して、オープンフィッティングのフィードバックパスの音響特性は、より複雑で本質的に制御と除去がより難しくなります。

オープンカナルのフィードバックの管理の難しさは、一部の主要補聴器メーカーが、オープンフィッティングの際に必要な利得を人工的に抑制してしまうという事実によって実証されます。おそらくフィードバックを避けるために、可聴性に必要な利得を妥協しなくてはならないのでしょう。すべてのユーザーに対して音声可聴性を確保するいかなるフィッティングの設定でも、効果的なフィードバックキャンセラーによって、安定利得を提供するという事がスターキーの開発哲学です。

AFI は過去 3 年間、フィードバックキャンセラーの分野をリードしてきました (Banerjee et al., 2006; Merks et al., 2006)。現在、AFI に変わりピュアウェーブ フィードバック エリミネータ (以下、PFE) が業界最高のフィードバックキャンセレーションとして、オープンカナルフィッティングにおいて、最大 25dB の余裕安定利得 (ASG) を提供します。

PFE を使用した機能の向上は、現在最も困難といわれている複雑なフィードバックが発生するオープンカナルフィッティングにおいて期待されています。PFE と AFI のシステムの違いを定量化するために、体系的比較を行った結果を図 1 に示します。この図は PFE と AFI のピークの余裕安定利得の差を、周波数ごとにプロットしたものを示しています。複雑なフィードバックにおいて、PFE は最大 15dB の改善した余裕安定利得を示しています。平均データは AFI よりも 20%機能が向上したことを示しています。これらの改善により、複雑な音の出現においても補聴器の音質の著しい向上が達成できました。

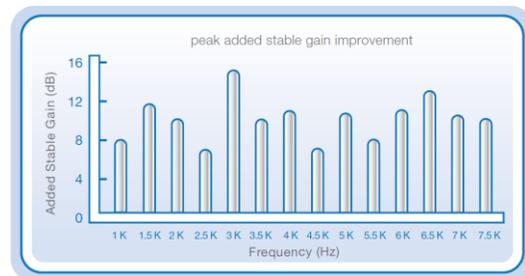


図 1. 改善した余裕安定利得 (オープンフィッティング)

S シリーズ RIC と競合製品のフィードバックキャンセラー機能を比較するために、最近発売された 4 つの RIC 補聴器を使用してテストを行ないました。10 人の被験者に、それぞれの補聴器をオープンカナル設定で装着してもらいました。イヤチップのデザインの違いによるこもり感のばらつきを無くすために、補聴器からの信号はイヤチップを付けられない状態で出力されました。

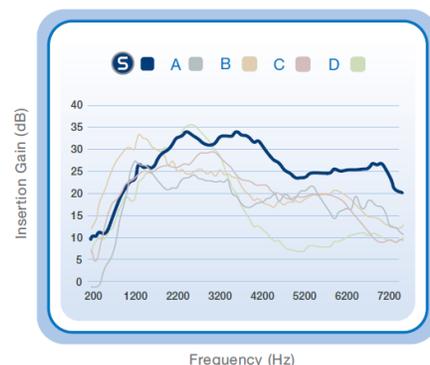


図 2. オープンフィッティングにおける最大の実耳挿入利得

最大安定利得 (MSG) (フィードバックが発生する直前の状態にプログラムされた補聴器の利得と定義) が比較されました。図 2 は、S シリーズと上位競合製品の RIC タイプの最大安定実耳挿入利得の結果を示しています。

S シリーズは最良の競合製品より平均余裕利得が 7dB、ピークでは 10dB、3k と 7k Hz では 17dB と明らかに上回っています。これらの測定により、S シリーズ RIC はクラス最高の最大安定利得である事が立証されました。

スターキーは、効果的なフィードバックキャンセレーションの研究と設計に誇りを持ってリードしてきました。そして、最新技術の成果と品質を基本性能に取り込みました。現在、PFEはSシリーズに搭載され、補聴の専門家は各ユーザーに、以前では決して得られなかった可聴性と快適性をさらに提供できるようになりました。

ライブREMを用いた正確なフィッティングの保証

プローブチューブマイクロホンを用いた音響検証は、プロフェッショナルな補聴器フィッティングをする上で不可欠なことでありますが、実耳測定は意外と活用されていません(Kirkwood, 2006; Strom, 2007)。専門家は実耳測定を常用できない阻害要因として時間的制約、器材のコストを挙げています。

SシリーズのライブREMは、ユーザーの実耳装用特性(REAR)を直接測定し、それらのデータをフィッティングの過程(図3)に使用します。スピーチノイズを用いて、補聴器に取り付けられたプローブチューブが外耳道内のSPLを測定します。そしてこの情報を基に、規定されたターゲットに正確に合わせるために、補聴器の利得を調整します。この全過程はインスパイア2009のベストフィット手順に統合され、数秒で測定とターゲットに一致させることができます。

この時点で測定されたSPLデータは補聴器に保存されます。後日、ユーザーが微調整に来たときでも、この情報により正確に較正されたSPLをソフト画面上に表示することが提供できます。

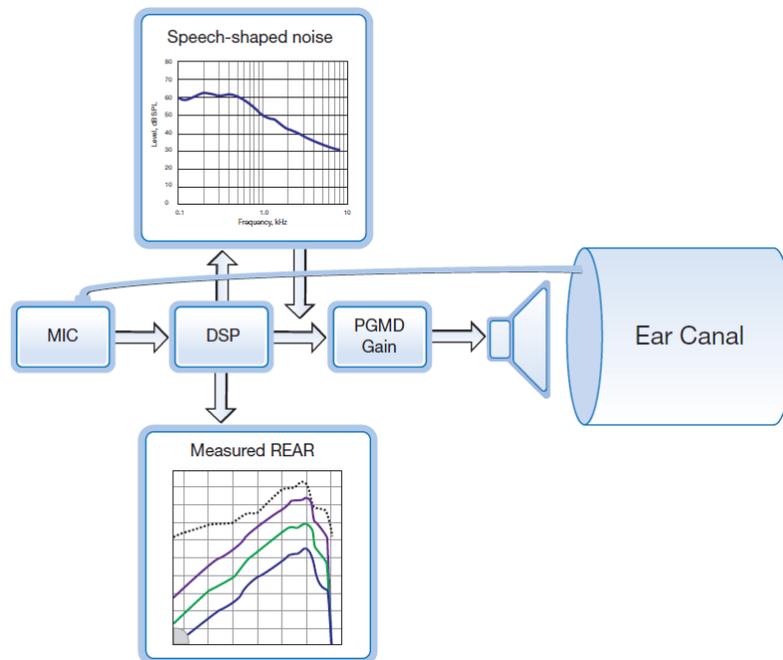


図3. ライブREMのデータ収集と分析

ライブREM測定手順の概要：

1. DSPは平均的な外耳道音響に基づいて、選択されたフィッティングルールで規定されたターゲットに合うように計算を行い、特性パラメーターを調整します。
2. DSPは電氣的なスピーチノイズを作ります。レシーバーに出力される前に、プログラムされたスピーチノイズの利得が適応されます。
3. プローブチューブを通して、補聴器のマイクロホンが外耳道での周波数ごとのSPLを測定し、その特性をDSPに送り返します。
4. DSPは、予測した特性と測定した特性の差を測定し、その量に従って補聴器パラメーターを調整します。外耳道での正確なSPLを反映し、ソフトウェア画面に表示します。
5. 測定されたSPLデータは補聴器とインスパイアにも記録され、その後の調整の正確さを保証します。

市場において、ライブREMの能力が搭載されている補聴器とソフトウェアパッケージは、Sシリーズ以外ありません。全てのユーザーとあらゆる聴力に応じた補聴器を、ユーザーごとにパーソナライズすることを保証します。

ライブスピーチマッピングを用いた検証とカウンセリング

スピーチマッピングは、多くの補聴の専門家にとって重要なものであり、検証とカウンセリングの両方のツールとして役に立っています(Cunningham et al, 2002; Moore, 2007)。スピーチを使用して、補聴器性能の検証とデモンストレーションをすることは、生活環境信号を反映した検証方法であるだけでなく、難聴の影響と補聴の効果を理解しようとするユーザーとその家族にとっても、大きな有効性があります。

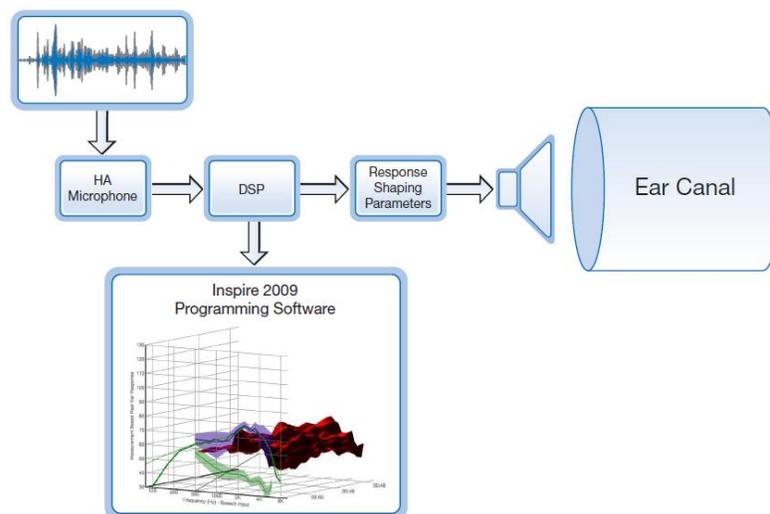


図4. 3Dスピーチマッピングのデータ収集と分析

スピーチマッピングの目的は、あらゆる音響入力に対して、ユーザーの外耳道における補聴器の出力を表示することです。Sシリーズのライブスピーチマッピングは、通常のプローブチュ

ープシステムを使うことなく、スピーチマッピングのメリットを提供します。

ライブスピーチマッピング動作を図4に示します。ライブまたは録音された音響信号は、補聴器のマイクに入ります。DSPはこの入力を受け取り、ユーザーの耳の中での補聴器の出力をソフトウェアの画面上に表示します。ライブREMシステムからのSPLデータも統合され、ユーザーごと、補聴器ごとに校正されたリアルタイム特性を表示します。

ライブスピーチマッピングは、補聴器の出力を2次元(2D)、あるいは3次元(3D)で表示します。ソフトウェアはどんな入力や音声でも記録や一時停止ができ、そして結果を印刷もしくはデータベースのユーザーファイルに保存することができます。

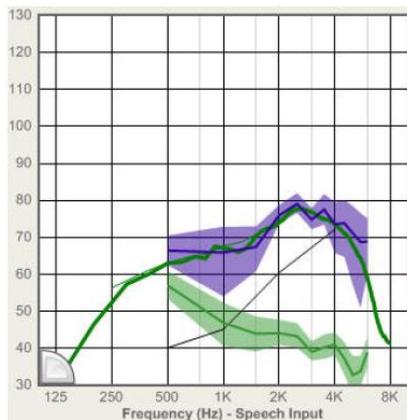


図5a. スピーチマッピング2D表示

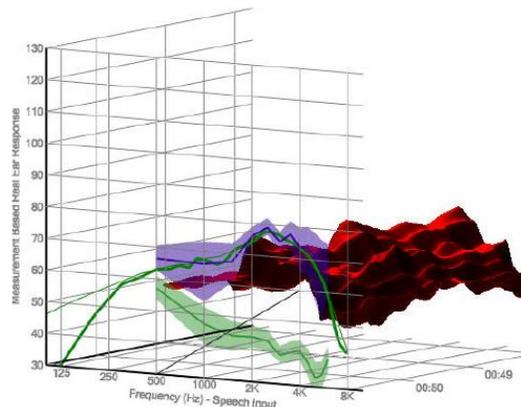


図5b. スピーチマッピング3D表示

2種類のライブスピーチマッピングの表示オプションを図5に示します。ともにライブスピーチを10秒間記録したSシリーズの特性を示しています。緑のカーブは、補聴器への入力音を示しており、紫のカーブは出力音を示しています。細い黒線は、ユーザーの聴力域値をdB SPLで示したものです。図5aの2次元グラフは、10秒間記録した平均出力を示しています。

図5bの3次元グラフに描かれた赤帯は、時間とともにスピーチが変化していることを示しています。これはスピーチ信号が複雑に変化していることを、ユーザーに示すことができます。補聴の専門家は、時間をさかのぼって補聴器の調整の変更による影響や、記録した特定の音響を調べることもできます。

図5を用いて、補聴器ユーザーにアピールすることやデモンストレーションすることができます。ユーザーに分かりやすく説明するには、配偶者の話し声を入力音として使います。配偶者の話し声を10秒間記録し、入力カーブ、出力カーブが聴力域値とどのような関係にあるかを見比べてみます。音声入力（緑の陰影カーブ）は、約1,500Hz以上で聴力域値よりも下にあることが分かります。一方、補聴器の出力（紫の陰影カーブ）は、広い周波数帯で聴力域値よりも上にあります。

実耳測定装置に頼ることなく、他の市販されている補聴器は、補聴器に統合されたスピーチマッピングを行うことはできません。

複雑な実社会での音響処理

補聴器装用者の最も大きな課題の一つに、実社会における多種多様な音響への適応があります。Sシリーズでは、音響シーンアナライザー（*）でこの難問に立ち向かいます。

*音響シーンアナライザー：4つの機能（オーディオスケープ、インビジョン指向性、オートマチック電話解決策、T2リモート）を含んでいるシステム。

騒音の管理と音声明瞭度を維持するためのこの新しいシステムは、複雑な分類と決定を行います。可能な限り多くの状況において、快適性と明瞭度のために、入力信号は6ミリ秒ごとに分析、識別、分類されます。音響シーンアナライザーはスムーズに切り替わり、最適なアルゴリズムを個々にあるいは同時に実施することができます。

快適性の維持：

近年デジタル補聴器は、かつてないほど改善したツールで、騒音管理と快適性の改善を提供してきました。Sシリーズでは、音響入力を意味あるカテゴリーに分類するために、オーディオスケープと呼ばれるアルゴリズムを使い、全ての状況に応じて快適性のための最適な処理を適応します。オーディオスケープによる適応機能は、いくつかの要因（全体の入力レベル、各チャンネルの入力レベル音圧、入力の統計的分類、特許取得の推定SN比アルゴリズム）に依存します。これらの決定基準とダイナミック調整に加えて、専門家はカテゴリーごとに調整レベル（最大5段階）を選択することができます。



図6. オーディオスケープの分類アイコン

快適性のパーソナライズ：

騒音レベルの許容の研究では、ユーザーごとに騒音の許容範囲が異なると示唆します (Nabelek et al., 2006)。ユーザーの好みに補聴器をパーソナライズするために、アダプティブアルゴリズムと連動した、SN比を設定する「快適性コントロール」を使用します。

騒音に対して非常に敏感な補聴器装用者は、騒音が比較的小さい時から抑制し始めるのを好むかもしれません。騒音が大きくても、あるいはSN比がより乏しくてもそれに耐えられる装用者は、騒音下であっても音声のために利得レベルを維持するのを好むかもしれません。快適性コントロールは、個々のニーズに適応します。

T2リモート：（リモートコントロール機能）

Sシリーズは身近なリモコンを提供します。世界中の大部分のプッシュホン電話と携帯電話の音は、キーごとに標準化された複合音を使用しています。スターキーの画期的なテクノロジー「T2リモート」は、プッシュトーン（音）を使った携帯電話やプッシュホン電話を、補聴器を調整するためのリモコンとして使用します。もはや手動調整や専用のリモコンに頼ることなく、ユーザーはすでに持ち歩いている携帯電話で補聴器を調整することができます。

まとめ

Sシリーズのマルチコア ドライブ アーキテクチャ プラットホームは、難聴者のニーズを満たし続ける補聴器を提供できる能力があります。

本論文はいくつかの重要な特長を記載しました。

- ピュアウェーブ フィードバック エリミネータは、優れた機能を持っています。前例のない安定利得を増加するだけでなく、人工音防止や利得を減少することなく、フィードバックパスの変化に素早く適応します。
- ライブREMは、補聴器に組み込まれた検証システムで、自動的に初期フィッティングするだけでなく、保存したデータを今後の調整に適応します。
- 音響シーン アナライザーは、ユーザーの要求である音声明瞭度と快適性を優先し、多種多様な音響状況を識別し、それに適応します。
- T2リモートは新しいリモコン機能です。携帯電話やプッシュホン電話を使って補聴器が調整できます。

Sシリーズとインスパイア-2009 は追加機能と利益を提供し、その最先端テクノロジーによって、専門家とユーザーは最高の経験をすることができます。さらに詳しい情報は www.starkeyevidence.com をご覧ください。

参照

- Banerjee, S., Recker, K., & Paumen, A. (2006). A tale of two feedback cancellers. *Hearing Review*, 13:7, 40-44.
- Cunningham, D. R., Lao-Davila, R. G., Eisenmenger, B. A., & Lazich, R. W. (2002). Study finds use of live speech mapping reduces follow-up visits and saves money. *The Hearing Journal*, 55(2), 43-46.
- Kirkwood D. (2006). Survey: Dispensers fitted more hearing aids in 2005 at higher prices. *The Hearing Journal*, 59(4), 48.
- Merks, I., Banerjee, S., & Trine, T. (2006). Assessing the effectiveness of feedback cancellers in hearing aids. *Hearing Review*, 13:4, 53-57.
- Moore, B. C. J. (2006). Speech mapping is a valuable tool for fitting and counseling patients. *The Hearing Journal*, 59:8, 26-30.
- Nabelek, A. K., Freyaldenhoven, M. C., Tampas, J. W., Burchfield, S. B., & Muenchen, R. A. (2006). Acceptable noise level as a predictor of hearing aid use. *Journal of the American Academy of Audiology*, 17, 626-639.
- Strom K. E. (2006). The HR 2006 dispenser survey. *Hearing Review*, 13(6), 34.

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

 : 0120-045-190

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

WTPR0006-00-JJ-JP JPYWT-006

