

音楽を楽しむために

by Tom Scheller and Kelly Fitz

導入

スターキーヒアリングテクノロジーのシナジープラットフォームでは、難聴者がより音楽を楽しむよう設計されたさまざまな機能を採用しています。最も重要な機能は新しい音楽専用メモリーかもしれません。このメモリーは音楽を聴くために特別に設定されているもので、聴覚系の原理原則を原動力としながらプロの音楽家や指揮者からのアドバイスに基づいて細かく調整されています。

音楽へのモチベーション

「音楽は喜びを生み出す、この喜びなしに人間性は存在し得ない。 —孔子」

音楽は私たちの周りにあふれています。家の中、車の中、ビジネスの場、祈りの場、ショッピングモール、レストラン、スポーツイベント、庭でのパーティー、映画にもテレビにも音楽があります。私たちは音楽と共に祝い、リラックスします。多くの人が音楽で目覚め、音楽で眠りにつく人もおり、多くの異なった場面で意図的にあるいは偶然に音楽に触れます。私たちは、例えば BGM でよくあることですが、自分では気づかずとも音楽を難なく処理して知覚しています。

しかしながら難聴がある人にとっては音楽を聴いてももどかしく感じることもあり、現在の補聴器には音楽を聴くための補助機能はほ

とんどありません。補聴器は今まで音声の明瞭度を上げることを第一の目標として開発されており、この方面に関してはすばらしい研究がされてきています。音楽の強弱変化は、音声に比べて幅が広く変化がゆっくりしています。音声に比べ音楽ではスペクトル変化は広く、重要さが増すため、スペクトログラムにおける歪みの影響は音声より大きくなります。それに対して音声はほとんどの場合で単一音源です。結果として、音声部分を特定してその他の全てを抑制しようとするのが音声処理においてはよくあります。一方、音楽は本質的に多音源であり、雑音に埋もれているということはめったにありません。音楽が演奏される場所の周囲の状況は、反響も含め、音楽において肝心な要素です。これらの理由により、一般的に音楽を聴くときには信号のどの部分であっても抑制するのは適切でないということになります。

音楽信号は音声信号とは異なる音響的特徴、強弱変化、スペクトル特性を持つため、今日の補聴器における音声指向の信号処理では音楽を聴くのに悪い影響を与えかねません。つまり音楽を聴く場合、音声を聴く場合とは異なる目標と戦略が必要となり、これが難聴者に別の課題を突き付けます。補聴器の音声処理は音楽を聴く場合の目標や戦略と矛盾することが多く、補聴器装用者が次第に音楽を聴かなくなってしまうほどに音楽を劣化させます。

音楽が若い人々にとって社会的及び感情的に大変重要であることはよく知られています。しかし Cohen, Bailey, Nilsson (2002)の研究では、老年を迎えた人々も人生において音楽は重要である、あるいはとても重要である、と変わらずに考えていることが示されています。

音楽への愛は難聴であるからといって失われることはありませんが、音楽を楽しむための能力が良くない影響を受けてしまうことがあります。

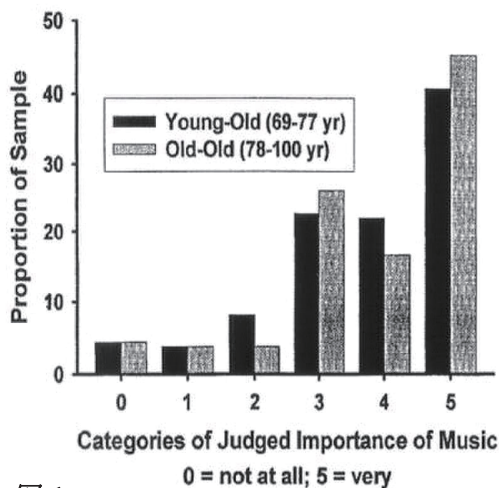


図 1

高齢となった人も変わらずに人生において音楽は重要、あるいはとても重要と考えている
横軸：音楽の重要度 0 まったく重要でない 5 とても重要
縦軸：回答の割合

Leek 達 (2008)が行った難聴者の調査において、回答者の約半数が少なくとも毎日音楽を聴いており、回答者のほぼ 30%が、難聴が音楽を楽しむことに影響を与えていると回答しました。音楽を聴く人からは、音楽がうるさすぎる、小さすぎる、またはメロディーを認識したり歌詞を理解したりするのが難しい、との回答がありました。Leek は補聴器装用者の 25-30%が音楽を聴くのに困難がある可能性があり、これらの問題を最小化するためにオーディオロジストの支援が別途必要であるかもしれないと述べています。

補聴器装用者は補聴器での音楽に満足していません。ネットをのぞいてみるだけでも、補聴器装用者が音楽について「弱々しくぼんやりしていて音が鈍く、薄っぺらく無機質で音の豊かさが無い」、「演奏している臨場感がまったく感じられない」と言っているのが見つけられます。「どうして補聴器を通すと音楽

がこんなにひどく聞こえるのか、安っぽいトランジスタラジオの音のようだ」というような不満もあります。また、オーディオロジスト自身も補聴器を音楽向けにフィッティングするための技術について満足しておらず、「私たちにできることといえば、マイクの上にセラハンテープを貼ることくらいしかない」とも言っています(大音量の音楽を聴く際のマイクの飽和を和らげるために以前より推奨されていた方法)。そしてようやく、音楽を聴く難聴者やオーディオロジストの役に立つ総合的な解決策が今回登場します。

音楽へのモチベーション

補聴器で実装されているほとんどの音楽メモリーは、これまでのスターキーの補聴器を含めて、通常の音声向けメモリーを修正する形で設定されています。これは、補聴器メーカーは音声向けのターゲットと信号処理に対し、ほんの少しの簡単な調整をするだけでよい、という便利な方法でした。しかし、なぜ音楽での動作が音声での動作を元にしたものでないといけなんでしょうか？音楽と音声は大きく異なった音響信号であり、目標とする「きこえ」というのは異なることが多いのです。音声においては、快適性を犠牲にせずに音声の明瞭度を最大化することが目標となります。音楽においては目標とは、音楽の楽しみを最大化することです。これら異なった目標がある訳ですから、音楽は独立して扱うのが最善のアプローチであるといえます。

スターキーの新しい音楽メモリーは、音楽のためにゼロから設計されました。これは主な3つの要素から成り立っています。

- ・音楽向けに特別に設計された新しいフィッティング原理
- ・このフィッティング原理の実現のために設計された新しいダイナミックレンジ圧縮
- ・音楽メモリーのフィッティングを補助するインスパイアでの新しい調整機能

新しいフィッティング原理

スターキーの新しいフィッティングフォーミュラはNAL-NL2 や DSL v5.0といった既存のフィッティングフォーミュラを修正したものではなく、音楽を聴いて楽しむためには何が重要か、ということのみをベースにしています。独自の調査により、これには2つの大きな要因が重要であることがわかりました。

音質を自然なものとしながら、一方で大音量の音楽を維持すること

このためには当然、高い入力レベルにおける平坦な挿入利得と線形非圧縮増幅が必要です。同時に、難聴を補う程度の利得が必要となります。ただこれだけだと、大きくボリューム調整が出来さえすれば良いようにも思えます。スターキーの研究チームは様々な程度の難聴者を対象に、閾値を越える音楽の音量の好みについて大規模な調査を行いました。この結果により、大音量の音楽でのターゲットの周波数成形を静かな音楽の場合とは異なるものとししました。

静かな音楽が聞き取れること

このためには利得の周波数応答を小さな入力向けに成形しなくてはなりません。典型的な難聴ではこのことは多くの場合、とても高い周波数域と低い周波数域を増幅して中間の周波数域の増幅は小さくするということになります。新しいフィッティングフォーミュラの開発には静かな音楽における様々な強度の重要度を算出する調査が必要となりました。このことと、強度の範囲全体での圧縮量を最小化するという目標とは、実験結果をもとにバランスをとりました。

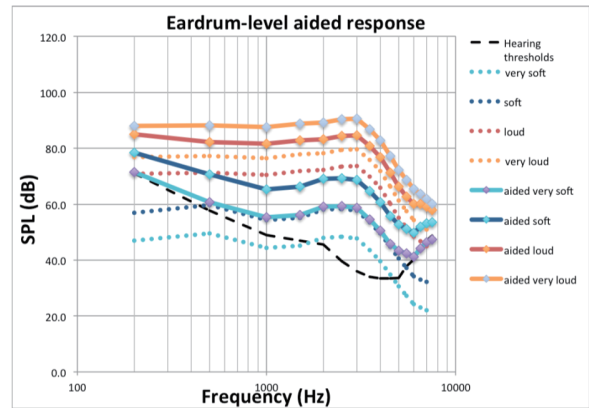


図 2

入力レベルごとの周波数応答特性。点線は裸耳への入力、実線は同じ入力での装用時鼓膜における応答、黒の破線は聴覚閾値の例を表す。

図 2 は、あるフィッティングでの効果の例を示しています。黒の破線は聴覚閾値を SPL で表しています。点線は音楽の入力レベル強度を表しています。実線は同じ入力レベルの増幅後を表しています。静かな音楽ではとても低い周波数域と高い周波数域を主に増幅することで、聞き取りやすくなっていることがわかります。反側に強くて大きな音楽では、最も大音量の音楽入力で比較的平坦な応答になっており、これは平坦な挿入利得であることを表します。これにより、線形(非圧縮)増幅と相まって音楽の高強度部分で自然な音質が得られます。

一つ確認しておく、結果として得られる利得特性は一部の周波数域でかなり圧縮されており、その他の部分では線形です。これは、難聴者が好む音楽フィッティングは線形(かそれに近いもの)でなければならないという、これまでの考え方とは一致しないのです。音楽専用メモリーの研究と開発全体を通して、私たち補聴器業界は音楽という点に関して難聴者のニーズをほとんど理解していなかったことがわかりました。私たちは「標準的手法」を額面通り受け入れる前に、それをちゃんと注意深く調査する必要があります。

新しい圧縮

新しい音楽フィッティング原理を実現するために、新しい圧縮アーキテクチャが開発されました。線形増幅の新しい領域(図3のセグメント3)を追加することで、このフィッティング原理に必要な高レベルの線形性を提供します。増幅器のダイナミック特性も大きく変更されました。これは次の2つの目標のためです

圧縮動作を音楽用により一貫性のあるものにする

音声向けのダイナミックレンジ圧縮はかなり洗練されてきており、不快な大音量を出さずに音声明瞭度を最大化しようとしています。ですが同時に、音の知覚全体に対してはほとんど注意が払われていません。先に述べたように音楽を聴く際の目標は音声の場合とかなり異なります。音楽の場合の目標とは、時間による利得変化を安定させ、知覚的に一貫性のある聞こえにすることで音楽の楽しみを最大化することです。

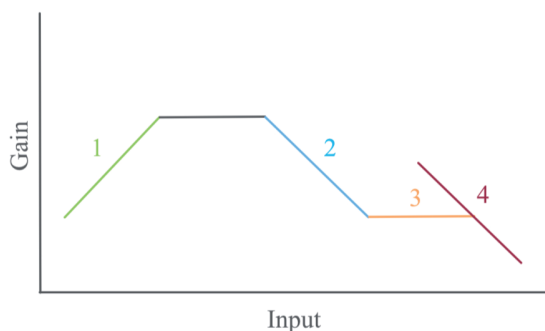


図3

音楽圧縮の入力/利得特性の概念図。セグメント1は低レベル雑音を最小化するための圧縮。セグメント2は静かな音楽での大きな利得と大音量の音楽での小さな利得の間の移行領域での圧縮。セグメント3は大音量の音楽での線形増幅。セグメント4は高強度での歪みを防ぐための出力圧縮制限。

ダイナミック増幅をできるだけ音楽と両立させる

音楽の時間による強弱変化(ダイナミクス)は音声の場合よりも大きくてゆっくりであることが分かっています。このため音声と比べ、人工的で不自然な増幅は目立つようになります。これらのことを念頭に、スターキーの音楽フィッ



ティング原理の強弱変化は、好ましい音質を提供しつつ音量が自然に聞こえるように設計されています。音楽の様式は莫大であるためにこれは難しくも挑戦しがいのある課題でしたが、様々な音楽ジャンルや様式に渡る強弱変化の特性解析を通じて最初にこれに取り組みました。この特性解析を元にして平均音楽スペクトルが開発され、これは音楽フィッティング原理の計算の基礎をなしています。さらにこの結果から代表音楽サンプルを設定し、音楽の好みの検証に用いています。音楽を高品質で再生するためには、音楽の入力が補聴器の最初の入り口で歪まないようにしなければなりません。このためシナジープラットフォームの補聴器では110dB SPLまで入力できるようになっています。

インスパイアの新しい調整機能

音楽専用メモリーの3番目の要素はインスパイアの調整機能です。音声向けと音楽向けのメモリーのフィッティングについて長年知られていることを比べるとわかりやすくなります。

さらにこれまで見てきたように、補聴器をいかに音楽向けに設定するかということに関していくつか誤解があります。私たちはこの危険を避ける必要があります。音楽を音声のように扱ってはいけません。音楽の音質向け補聴器を細かく調整する際、ソフトウェア設計の鍵となるのは、難聴者とのやりとりを補助することです。結局のところ、音楽の楽しみを最大化することが目標なのであれば第一の基準は難聴者の感覚ということになります。

	基礎となる知識	
	音声	音楽
入力スペクトル	はっきり確立したスペクトル特性	変化しやすく、人の好みによる
入力レベル	1mでの会話では一般的に65dBが好まれる	人の好みにより劇的に異なる
規範ターゲット	確立した規範ターゲット(処方式)	これまで規定されていない
適切な利得	規範ターゲットから算出される	不明。音声での方法を流用
出力測定	一般化された音声明瞭度と主観的音場測定	客観的な評価項目は規定されていない



图 4

インスパイアの音楽用のクイックフィット画面は音楽の音質に関するやりとりを補助するよう設計されており、調整者と難聴者との両方にわかりやすい調整機能を持っています。周波数は低音、中間、高音のグループごとに調整でき、周波数全域での音量調整もできます。

このやりとりを補助するため新しいグラフも設計されました。ベースラインあるいは「ゼロ」ラインは特定の難聴者の(フィッティングごとに異なる)音楽ターゲットを表します。デフォルトの音楽フィッティングから少しでも調整すると、ゼロのラインから離れた青い線で利得を大きくすれば正の値、小さくすれば負の値として表示されます。この設計の意図は知覚に関して直感的にデータを視覚化して提示することであり、それが音楽フィッティングの基準からのずれとなります。その人の音楽の好みに関係なくクラシック音楽だと難聴者の多くは評価がしやすいということが判明したため、インスパイアにサンプル音源を用意しました。

まとめ

スターキーの新しい音楽専用メモリーは、完全に新しい音楽向けフィッティングの発想から生まれました。ゼロから始めることにより、これまでの音楽向けフィッティングの方向性から脱却できました。新しい音楽向けフィッティング原理を、補完するための新しい圧縮、そして音楽フィッティング時のやりとりを助けるためにインスパイアの新しい調整機能を一体化させました。その結果、難聴者が音楽の楽しみを取り戻すためのパッケージが完成しました。

参照

- Leek, M. R., Molis, M. R., Kubli, L. R., & Tufts, J. B. (2008). Enjoyment of music by elderly hearing-impaired listeners. *J Am Acad Audiol*, 19:519-526.

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.starkeyjp.com>

WTPR0018-00JJ-JP
JPYWT-018

