

Phonak Insight

自然界からインスピレーションを得た聞こえ：
アダプティブコンプレッションを備えた
フォナックの新しいフィッティング処方式 APD 2.0

Woodward, J., Jansen, S., & Kühnel, V. / 2020 年 8 月

キーポイント

- 新しい処方式であるアダプティブ・フォナック・デジタル 2.0（以下、APD 2.0）は、フォナックの次世代補聴器フォナック パラダイスを使用した際の可聴性、ラウドネス、音質、この3つのバランスを保つよう設計されています。
- APD 2.0 の大きな変更点として、（1）アダプティブに変化する圧縮の時定数（スピード）（2）高入力時利得のリニア化（3）軽度～中等度難聴向けの新しい初期計算の3つが含まれます。

聴覚専門家への利点

- APD 2.0 は、難聴を抱えるユーザーに可能な限り装用開始時の最高の聞こえと自然な受け入れを提供することを目的としています。
- APD 2.0 は、大きな入力音に対してアダプティブ・フォナック・デジタル（以下、APD）よりも小さい利得を適用するので、聴覚パフォーマンスを損なわないまま大きな音がより快適に聞こえます。
- 軽度～中等度難聴向けの新しい初期計算では、G65 とG80 の利得が改良され、以前よりもさらにNAL-NL2に近い目標利得になります。

ユーザーへの利点

- ドイツにある聴覚センターHörzentrum Oldenburg で行われた研究によると、APD より APD 2.0 を使用した軽度～高度難聴を抱えるユーザーの方が騒音環境での聴取努力が減少し、実環境での総合的な主観的評価が高いと報告されました（Wright, 2020）。
- 文献から期待できる APD 2.0 で得られる利点は以下の2点です：
 - (1)アダプティブに変化する圧縮の時定数（以下「アダプティブコンプレッション」）による反響音および背景雑音の減少と音質の向上（Hassager ら, 2017 年; Moore, 2016 年; Madsen ら, 2015年）
 - (2)リニア化された高入力時の利得による騒音下における自然な音質および語音明瞭度の向上（Lopez-Poveda ら, 2017 年）。

はじめに

最新の聞こえのソリューションであるフォナック オーデオ パラダイスを開発するにあたり、私たちはインスピレーションを得るために自然界に着目しました。聞こえは複雑なものであり、かつ私たちの社会とつながりを感じる感覚や健康で幸せな状態（ウェルビーイング）に欠かせないものです。自然界には、私たちをリラックスさせたり、快適さを与えたりする音が数多くあります。

フォナック独自のAPD 2.0フィッティング処方方式は、フォナックパラダイスを使用した際の可聴性、ラウドネス、音質、この3つのバランスを保つよう設計されています。

APD 2.0は、難聴を抱えるユーザーに装用開始時の最高の聞こえと自然な受け入れを提供するため、次の大きな3つの変更が加えられました：

- (1)アダプティブコンプレッション
- (2)高入力時利得のリア化
- (3)軽度～中等度難聴向けの新しい初期計算

蝸牛機能性障害の課題

難聴を抱えるユーザーは、聴力閾値の上昇とダイナミックレンジの狭さ（「聞こえる始めるポイント」から「うるさいと不快に感じるポイント」までの範囲）を経験します。外有毛細胞の損失または機能不全になった場合、蝸牛で行う小さな音の増幅効果は低下しますが、大きな音はそのまま増幅されます。その結果、小さな音が聞き取れない一方で、大きな音は健聴者と同じ音量で聞こえます。これがよく知られている補充現象（リクルートメント現象）です（e.g. Ruggero ら, 1996 年）。これはささやき声を含む、多くの重要な音の可聴性に影響し、聴取努力を必要とします。つまり、難聴者はことばを聞き取るだけでなく、会話についていくためにより多くの精神的エネルギーを使わなければならないということです。そのため、難聴を抱えることが毎日の生活で感じる疲労感の増加につながります（Holman ら, 2019 年）。さらに、難聴はことばの聞き取りに影響

するだけでなく、ウェルビーイングも低下させます（Vercammen ら, 2020 年）。

これらを踏まえて、補聴器のフィッティングを行う際は、狭くなったダイナミックレンジに入力信号が収まるようにしなければなりません。小さな音が聞こえるようになるための増幅は必要ですが、不快感を感じるほどの大音量が出力されないよう、大きな音を増幅し過ぎないようにしなくてはなりません（Heinz ら, 2005 年）。狭いダイナミックレンジと可聴性をバランス良く保つことは、聴覚専門家にとっての課題です。

ユーザーにとって最適なフィッティング

フィッティング処方方式はユーザーの聞こえを補正し、補聴器のフィッティングにおいて可能な限り装用開始時の最高の聞こえを提供することで、補聴器ユーザーが会話や周囲の音風景を楽しめるようにします。そして、個々に異なる必要な利得を提供し、優れた音質を維持しながら、会話の可聴性を高めるサポートをします。さらに、ユーザーの限られたダイナミックレンジ内で周波数ごとの目標利得を生成します。

補聴器のフィッティング処方方式は、可聴性、ラウドネス、音質、この3つのバランスを保たれなければなりません。そして、補聴器は個々のニーズに合わせて微調整されます。フィッティング終了後、ユーザーは補聴器の増幅量が快適だと感じ、補聴器を一日中装用することに對して前向きな気持ちを持って帰宅することが望ましいです。

汎用フィッティング方式

現在、補聴器に使用されている検証済みの主な2つの汎用フィッティング処方方式はNAL-NL2 (Keidser ら, 2011 年) と DSL v5 (成人) (Scollie ら, 2005 年) です。

これらの処方式には、ラウドネスの正規化とラウドネス等化の2つの原理が使用されています。ラウドネスの正規化は特定の周波数帯において、難聴者のラウドネス知覚を健聴者と同じ程度まで回復させることを目的としています。小さな音、普通の音、大きな音を適切に増幅し、難聴者にも健聴者と同様に「小さな音」「普通の音」「大きな音」と評価できるようにします。ラウドネス等化は、低い周波数によってラウドネスが支配されてしまわないように、一定範囲に渡る周波数のラウドネス知覚を健聴者と同等にします。一般的に、DSL v5 はラウドネスの正規化に基づき、NAL-NL2 はラウドネス等化に基づいています。NAL-NL2 と DSL v5 の類似点と相違点の概要については Johnson (2012) をご参照ください。

どのフィッティング処方式も、難聴レベルが高いほど周波数における増幅は大きくなり、高い音よりも低い音が増幅されます。そのため、補聴器はフィッティング処方式によって入力された大小幅広い音をより狭い範囲に圧縮して出力します (Lopez-Poveda ら, 2017 年)。汎用フィッティング処方式の利点は、難聴者の集団によって検証されているということです。ただし、汎用フィッティング処方式は検証やフィッティングソフトおよび実耳測定システムへの実装には時間がかかるため、定期的には更新されず、独自の信号処理が考慮されません。

フォナックは、補聴器に最適なフィッティングを提供するため、独自のフィッティング処方式である APD を開発しました。APD は、補聴器に入力される大小幅広い音をより狭い範囲に圧縮して出力します (高い音よりも低い音をより増幅する)。こうすることで、難聴レベルが異なっても、健聴者と同様のようにラウドネスの感覚をマッピングできるようになります (Latzel ら, 2013 年)。APD のようなフォナック独自のフィッティング処方式は、定期的に更新でき、フォナック補聴器の信号処理を考慮できるという利点があります。複数の拠点にいる何千人ものユーザーを対象に、フィッティングソフトウェア Phonak Target 使用時に加えられた変更

を分析したフィッティングデータの内部調査によると、成人 (16 歳以上) フィッティングの 93% が APD を使用し続け、残りの 5.4% が NAL に、1.6% が DSL に変更したことが判明しました (Senn, 2020 年)。

2005 年、APD はフォナック サヴィアアールで初めて導入されました。それ以降、Phonak Target のフィッティングデータ、聴覚専門家やユーザーからのフィードバックなど、社内外の研究データに基づき、絶えず APD の最適化を行ってきました。例えば、補聴器を初めて使用するユーザーに初回フィッティングで快適性を提供する一方、実環境では優れた聴覚パフォーマンスを実現するという 2018 年のマーベル補聴器でかかげた目標は新しい初期計算によって達成されました (Jansen ら, 2018 年)。APD を最初に導入してから 15 年が経過しましたが、APD 2.0 でも引き続き、一人ひとりに合った補聴器の最適化を行っていきます。

APD 2.0 :

最適化したフォナックのフィッティング

APD 2.0 には、3 つの大きな変更点があります :

- (1) アダプティブコンプレッション
- (2) 高入力時利得のリニア化
- (3) 軽度～中等度難聴向けの新しい初期計算

アダプティブコンプレッションスピード – インテリジェントコンプレッション

前述したとおり、多くの内耳性難聴者は補充現象とダイナミックレンジの狭さを経験します。これを補正するため、補聴器にコンプレッション (圧縮) が使用されます (Moore, 2008 年)。主観的な聞こえの快適性でスローコンプレッションが好まれるものの、検証結果から、語音明瞭度においてはファストコンプレッションの方が優れていることがわかりました (Gatehouse ら, 2006 年)。

現在、APD にはデュアルコンプレッション手法が用いられています。騒音下でのことば/非常に騒がしい中でのことば/音楽/ストリーミングプログラムには、スローコンプレッションとファストコンプレッションがミックスされ、上記以外のプログラムには、ファストコンプレッションが使用されま
す (Jansenら, 2019 年)。

フォナックは APD 2.0 でデュアルコンプレッションのファストパス (処理過程) にアダプティブコンプレッションを導入しました。これにより、ファストコンプレッションとスローコンプレッションで変化する利得で得られる利点をさらに強化できます。デュアルパスコンプレッションにより、すべてのプログラムにおいてアダプティブコンプレッションを利用することができます。

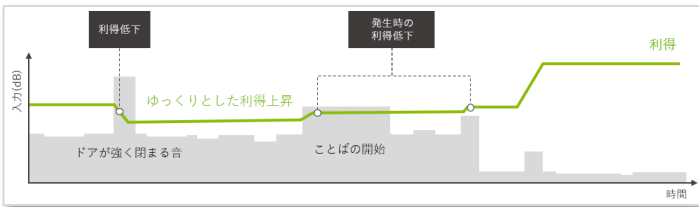


図 1: APD 2.0 のアダプティブコンプレッション: ドアが強く閉まる音には急速な利得減衰、ことばの開始 (入力) には急速な利得増加、これら
の間で低速でリニアに近い利得が増加。

図 1 は、ドアが強く閉まるような大きい背景雑音と、それに続くことばの (入力) に対して、アダプティブコンプレッションがどのように働くかを示しています。ドアが強く閉まるの音の例 (図 1) で分かるように、大きい入力があると利得は急速に減衰します。このような圧縮による利得の減衰は、ラウドネスの快適性を保つために常に高速で動作します。その後、反響音や静的な背景雑音がある中で利得はゆっくりとしか増加されないの
で、聞きたくない音の過剰な増幅を防ぐことができます。ところが信号が検出されると (例: ことばの開始など)、アダプティブコンプレッションによって利得は急速に増加します。ユーザーが小さな音などの情報を得るのに必要な音の始まりを捉えられるよう可聴性を補償するためにもファストコンプレッションによって利得は増加します。

ファストコンプレッションとスローコンプレッションの両方を使って利得を変化させるこの手法は、高い音質と聞こえの快適性を提供すると同時に、可聴性と自然なラウドネス知覚を取り戻すことを目指しています。

ファストコンプレッションは多くの利点がある一方で、時間的エンベロープの劣化とスペクトルコントラストの平滑化などの欠点もあります (Souza ら, 2015 年)。入力音が突然増加または減衰しない限り、利得はスローコンプレッションで主にリニアに保たれます。先行研究によると、よりリニアなシステム (より低い圧縮比) には以下の利点があります:

- (1) 振幅情報が維持されることで、時間的波形、語音明瞭度そして音質が維持される (Moore ら, 2016年; Madsen ら, 2015 年)
- (2) 室内における音の空間認知に関係する聴覚的な手がかりが歪む可能性があるファストコンプレッションと比べ反響音や背景雑音が少ない (Hassager ら, 2017 年)

APD 2.0 の新しいアダプティブコンプレッションは、すべてのプログラムにおいて、スローコンプレッションとファストコンプレッションの利点をダイナミックな方法で組み合わせます。

リニア化された高入力時の利得

大きな音は通常のラウドネスの増加を再現してリニア増幅する一方で、大きな入力音にさらにニーポイントを追加することで普通の入力音をより圧縮してフィッティングすることが可能になります。大きな音に対してリニア処理することに利点があることが研究で示されました (Lopez-Povedaら, 2017年)。68人の補聴器ユーザーあるいは候補者で実施したLopez-Povedaらの研究によると、低入力音の増幅を増やし、高入力音によりリニアな増幅を使用することで明瞭度が向上する傾向にあることがわかりました。入力が一定のラウドネスに達すると (高入力音ニーポイント以降)、利得はリニアになり通常のラウドネスの増加を再現します (図 2)。

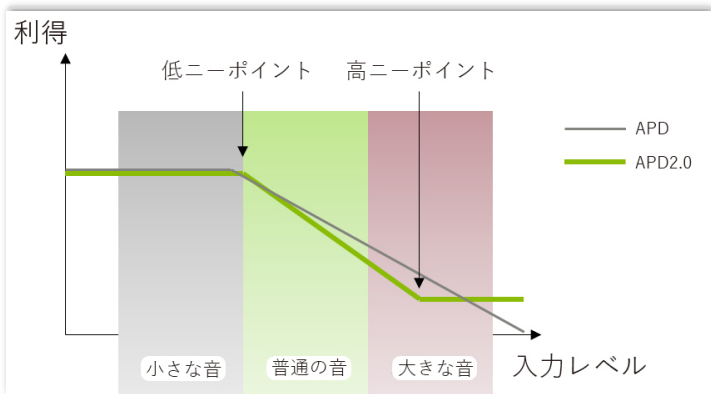


図 2: APD と比較した、APD 2.0 を使って新しくリニア化した高入力時の利得。APD 2.0 は、高入力音に新しいニーポイントが追加されたことで、利得がリニア化し、通常のラウドネスの増加を再現している。

軽度～中等度難聴向けの新しい初期計算

ユーザーが初めて音の増幅を体験する機会となる初回フィッティングは補聴器の使用において非常に重要です。初めての装用において、軽度～中等度の難聴を抱えるユーザーが大きな音に対して大きすぎると感じる事がよくあります。2020年3月にマーベル補聴器のフィッティングから得た Phonak Target フィッティングデータ（内部）の分析から、初回フィッティングに APD を使用した場合、小さい音や普通の音よりも、大きい音に対して利得をより減少させていることがわかりました（Senn, 2020 年）。

そこで、フォナックは APD 2.0 で軽度～中等度難聴向けの初期計算に使用する圧縮をより強めることにしました。G50 のスピーチ入力に対する目標利得は最適なことばの可聴性を保つために従来を維持し、G65 と G80 のスピーチ入力に対する目標利得についてはそれぞれ 2 dB、4 dB 減少させたことで大きな音がより改良されました。また、この新しい初期計算は NAL-NL2 を処方した際の目標利得により近づき、装用経験とは関係なく、軽度～中等度の難聴にのみ適用されます。

APD 2.0 導入を支えるエビデンス（根拠）

2019 年、5月～10月にドイツにある聴覚センター Hörzentrum Oldenburg で行われた研究（Wright, 2020 年）で、軽度～中等度および中等度～高度の難聴者（補聴器装用の未経験者および経験者含め）を対象に、マーベル補聴器を用いて APD 2.0 と APD による比較評価を行いました。この研究には 44 歳～83歳の成人 41 名（平均年齢 72 歳）が参加し、以下 2つのグループに分かれて検証を行いました：

- (1) 補聴器装用未経験または短期間の補聴器装用経験がある軽度～中等度の難聴者グループ
- (2) 長期間の補聴器装用経験がある中等度～高度の難聴者グループ

騒音下でのことばの聞き取り、さまざまな音環境を体験できるガイドツアー、そして自宅トライアルを含め、いくつかのテストを参加者に実施しました（OLSA, Wagener と Brand, 2005 年）。この研究から、全体として難聴および補聴器装用経験ともに両方のグループで APD よりも APD 2.0 の方がポジティブな効果が見られました。ネガティブな結果については観察されませんでした。

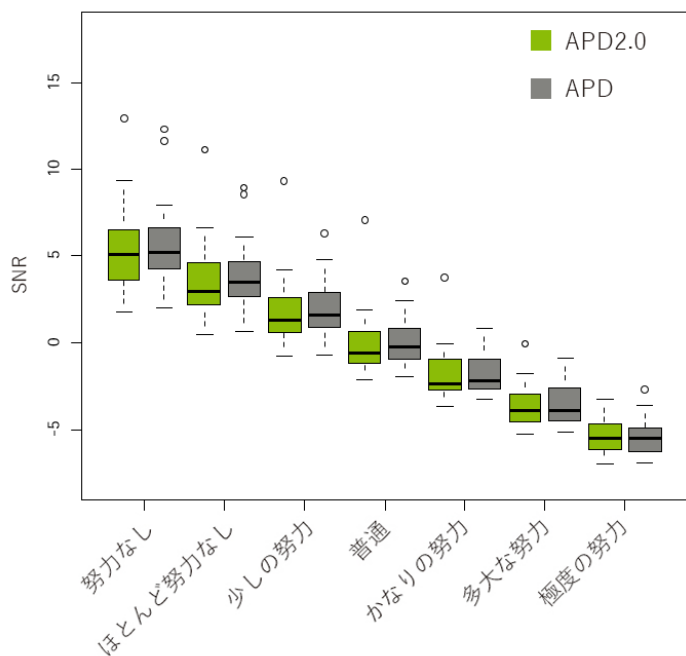
この研究において、以下の 3 点が判明しました：

- (1) 両方の難聴グループに対し、ACALES (Adaptive Categorical Listening Effort Scaling) で聴取努力を主観的評価した結果、騒音下における被検者の聴取努力が低減した（Krueger ら, 2017年）
- (2) ガイドツアー中における騒音下および反響音の中でのことばの主観的体験が改善した
- (3) 自宅トライアル終了時、実環境において総合的に好まれた

フォナック マーベルにおいては、APDよりもAPD 2.0を使用した方が軽度～高度の難聴グループに対して騒音下での聴取努力が低減しました ($p < 0.05$, 図3)。言い換えると、両方の難聴グループの参加者は同じ量の聴取努力を費やしたにもかかわらず、APD 2.0を使用した方がACALESテストにおいて低いSN比を示したということです。

また、軽度～中等度および中等度～高度の難聴グループに対して、それぞれ異なる特徴的な利点がありました。例えば、軽度～中等度の難聴グループでは、APDよりもAPD 2.0を使用した方がACALESとガイドツアーにおける騒音下と反響音がある中でのことばにおいて著しく良好な結果が見られました。中等度～高度の難聴グループでは、APDよりもAPD 2.0を使用した方がACALESで実施した同じ聴取努力の評価と、OLSAテストで実施した同じ明瞭度において著しく低いSN比を獲得したことが判明しました。また、彼らは自宅トライアル終了時において、APDよりもAPD 2.0の方が強く好ましいと評価しました。

軽中度の難聴



中等度～高度難聴

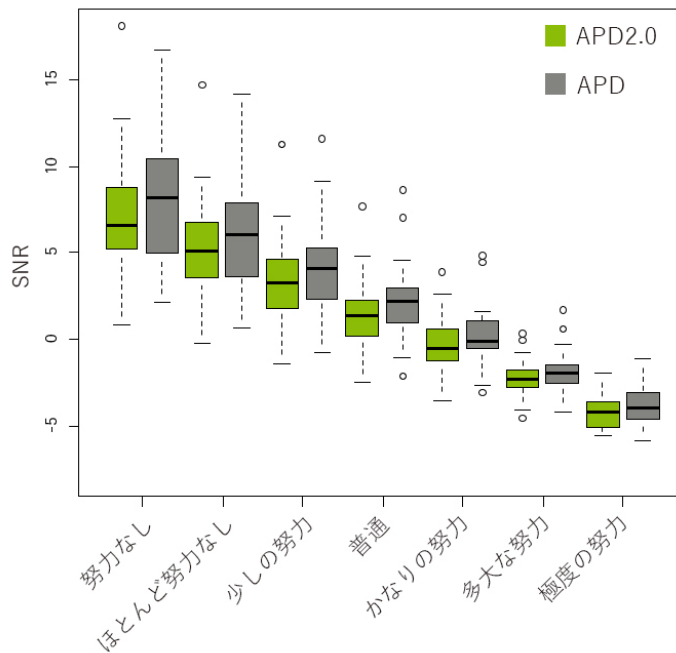


図3: 各グループでAPDとAPD 2.0を比較したACALES結果の箱ひげ図。聴取努力の各項目分類において、APDに対しAPD 2.0の方が明らかな利点が見られる ($p < 0.05$)。例えば、「ほとんど努力なし」においては、APDよりもAPD 2.0の方がより低いSN比を獲得している。

エビデンスに基づいたAPD 2.0の利点と入手可能な文献資料

フォナックは、難聴レベルや難聴タイプにかかわらず、すべてのフィッティングに対して可能な限り装用開始時の最高の聞こえと初回フィッティングの自然な受け入れを提供することを目指しています。Hörzentrum Oldenburgで行われた研究で、軽度～中等度および中等度～高度の難聴者（補聴器の装用未経験者と装用経験者を含む）において、以下の内容においてAPDよりもAPD 2.0の方が優れた性能を発揮することが実証されました：

- ACALES実施において、雑音下における聴取努力が低減
- ガイドツアー中の騒音下および反響音の中でのことばに対する主観的体験が改善
- 自宅トライアル終了時における全体的な好み

また、幅広い学術文献のレビューに基づき、ユーザーが以下の体験を得ることが期待されます：

- アダプティブコンプレッションによる、反響音と背景雑音の軽減および音質の改善 (Hassager ら, 2017 年; Moore, 2016 年; Madsen ら, 2015 年)
- 高入力時の利得のリニア化による騒音における自然な音質と語音明瞭度の向上 (Lopez-Poveda ら, 2017 年)
- 新しい初期計算による初回フィッティングの快適性。APD 2.0 は、軽度～中等度難聴に対する初期計算にさらなる圧縮を導入

さらなる二ポイントの追加により、聴覚専門家は小入力、中入力、大入力の音の微調整がより簡単に自由に行えるようになりました。

APD 2.0 の実用

アダプティブコンプレッションと高入力時利得のリニア化は NAL-NL2 と DSL v5 を含むすべてのフィッティング処方式で適用されますが、軽度～中等度難聴向けの新しい初期計算は APD 2.0 でしか利用できません。

騒音下でのことば/非常に騒がしい中でのことば/音楽/ストリーミングプログラムにおいて、スローコンプレッションとファストコンプレッションの比率が固定であった APD のデュアルコンプレッションと比較し、APD 2.0 はアダプティブコンプレッションとスローコンプレッションをミックスさせて働きます。静かな環境プログラムでは、ファストコンプレッションの利点を活用し、最大限に聴覚の手がかり（キュー）を提供するため、アダプティブコンプレッションは100%になります。音楽やストリーミングプログラムといったより騒がしい環境下では、雑音に対するスローコンプレッションの利点との最大限に時間的手がかりを提供するため、アダプティブコンプレッションは40%のみアクティブな状態（スローコンプレッションとミックス）になります。

軽度～中等度難聴向けの新しい初期計算および高入力時利得のリニア化はフィッティング処方式の一部ため、すべてのプログラムで利用できます。

APD 2.0は、フォナック パラダイスから使用可能になるため、旧プラットフォームの補聴器とは互換性はありません。

自然界からインスピレーションを得た聞こえ APD 2.0

フォナック独自の APD 2.0 は、次世代のフォナック補聴器であり、一段高いレベルに進んだフォナックパラダイスの“音質”の基盤となります。私たちは絶えずAPDを改良し、さらなる開発を模索し続けます。ドイツにある聴覚センターHörzentrum Oldenburgで行われた研究によると、軽度～高度の難聴者に対する騒音下での聴取努力を低減させたことで、自宅トライアルの終了時において、APDよりもAPD 2.0の方が実環境において総合的に好まれたことがわかりました。私たちは、APD 2.0で、難聴者ごとに異なる可能な限り装用開始時の最高の聞こえと自然な受け入れを提供することを目指します。

参考文献

- Gatehouse, S., Naylor, G., & Elberling, C. (2006). Linear and nonlinear hearing aid fittings – 1. Patterns of benefit. *International Journal of Audiology*, 45 (3), 130–152.
- Hassager, H. G., Wiinberg, A., & Dau, T. (2017). Effects of hearing-aid dynamic range compression on spatial perception in a reverberant environment. *Journal of the Acoustical Society of America*, 141, 2556–2568.
- Heinz, M. G., Issa, J. B., & Young, E. D. (2005). Auditory-nerve rate responses are inconsistent with common hypotheses for the neural correlates

- of loudness recruitment. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*, 6 (2), 91–105.
- Holman, J. A., Drummond, A., Hughes, S. E., Naylor, G. (2019). Hearing impairment and daily-life fatigue: a qualitative study. *International Journal of Audiology*, 58(7); 408–416.
- Jansen, S. & Wodward, J. (2018). Love at first sound: the new Phonak precalculation.
フォナック インサイト。以下のサイトより検索：
<https://www.phonakpro.com/evidence>, accessed 4 May 2020. Jansen,S.&Appleton-Huber,J.(2019). Adaptive compression results in less listening effort for those with moderate hearing loss. Phonak Field Study News. 以下のサイトより検索: www.phonakpro.com/evidence, accessed 4 May 2020.
- Johnson, E. (2012). 20Q: Same or Different – Comparing the Latest NAL and DSL Prescription Targets. 20Q with Gus Mueller. *Audiology Online*. 以下のサイトより検索：
<https://www.audiologyonline.com/articles/20q-same-or-different-comparing-769> , accessed 4 May 2020.
- Keidser, G., Dillon, H., Flax, M., Ching, T., & Brewer, S. (2011). The NAL-NL2 prescription procedure. Special issue on adult hearing care: new perspectives. *Audiology research*, 1(1).
- Krueger, M., Schulte, M., Brand, T., & Holube, I. (2017). Development of an adaptive scaling method for subjective listening effort. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 141(6), 4680-4693.
- Latzel, M., vonBuol, A., & Kuehnel, V. (2013). Adaptive Phonak Digital (APD): Audiological background. Insight. Phonak AG. 以下のサイトより検索：
www.phonakpro.com/evidence, accessed 4 May 2020.
- Lopez-Poveda, E. A., Johannesen, P. T., Perez-González, P., Blanco, J. L., Kalluri, S., & Edwards, B. (2017). Predictors of hearing-aid outcomes. *Trends in hearing*, 21, 1–28.
- Madsen, S. M., Stone, M. A., McKinney, M. F., Fitz, K., & Moore, B. C. (2015). Effects of wide dynamic-range compression on the perceived clarity of individual musical instruments. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(4), 1867-1876.
- Moore B. C. J. (2008). The choice of compression speed in hearing aids: Theoretical and practical considerations, and the role of individual differences. *Trends in Amplification*, 12, 103–112.
- Moore, B. C. J. (2016). Effects of sound-induced hearing loss and hearing aids on the perception of music. *Journal of the Audio Engineering Society*, 64(3), 112–123.
- Ruggero, M. A., Rich, N. C., & Recio, A. (1996). The effect of intense acoustic stimulation on basilar-membrane vibrations. *Auditory Neuroscience*, 2, 329–345.
- Scollie, S., Seewald, R., Cornelisse, L., Moodie, S., Bagatto, M., Larnagaray, D., Beaulac, S., & Pumford, J. (2005). The Desired Sensation Level Multistage Input/Output Algorithm. *Trends in Amplification*, 9(4), 159–197.
- Senn, M. (2020). An analysis of fine-tuning applied at first fit. Phonak Target Fitting Data. Unpublished data. さらに詳しい情報をお求めの方は、claims@phonak.com までご連絡ください。
- Souza, P. E., Arehart, K. H., Shen, J., Anderson, M., & Kates, J. M. (2015). Working memory and intelligibility of hearing-aid processed speech. *Frontiers in Psychology*, 6, 526.
- Vercammen, C., Ferguson, M., Kramer, S., Meis, M., Singh, G., Timmer, B., Gagné, J. P., Goy, H., Hickson, L., Holube, I., Launer, S., Lemke, U., Naylor, G., Picou, E., Scherpiet, S., Weinstein, B. & Pelosi, A. (2020). A Phonak position statement about why hearing healthcare is vital for healthy living. *The Hearing Review*. 以下のサイトより検索：
<https://www.hearingreview.com/hearing-loss/patient-care/counseling-education/well-hearing-is-well-being>, accessed 4 May 2020.
- Wagener, K. & Brand, T. (2005). Sentence intelligibility in noise for listeners with normal hearing and hearing impairment: Influence of measurement procedure and masking parameters. *International Journal of Audiology*, 44(3), 144–156.
- Wright, A. (2020). Adaptive Phonak Digital 2.0 – Next-level fitting formula with adaptive compression for reduced listening effort. Field Study News. 以下のサイトより検索：
www.phonakpro.com/evidence accessed 19 August 2020.

専門家

Volker Kühnel、聴覚パフォーマンスの主要専門家、 フォナック本社



Volker Kühnel は、1995 年に物理学の博士号を取得しました。1995 年~1997 年まで、ドイツの Oldenburg の医学物理学の教授 Dr. B. Kollmeier のグループで、博士後研究員として勤務しました。1998 年以降、フォナックおよびソノヴァで、補聴器のアルゴリズム

ム、フィッティングソフトウェア、音響デザインのインターフェースに関する製品開発に従事しています。ユーザーに最高の利益をもたらすように補聴器の音響品質に焦点を合わせています。

Sofie Jansen、聴覚パフォーマンスの専門家 – 難聴補正、ソノヴァ本社



Sofie Jansen 博士は、ソノヴァ研究開発部門の研究 オーディオロジストです。Leuven (Belgium) 大学で言語療法および聴覚学の理学修士号を取得し、2013 年には同大学の博士号を取得しました。

著者

Jane Woodward、聴覚学マネージャー、 フォナック本社



Jane は、エビデンスに基づいたインパクトのある製品、機能および訓練を提供するために、聴覚訓練を開発し、研究の采配をし、記事を執筆しています。Southampton 大学で修士号（聴覚学）および学士号（心理学）を取得しており、長年にわたる

補聴器とソフトウェア開発の経験があります。Jane は、NHS およびスイスのクリニックでの勤務において、小児と成人の幅広い臨床経験を積んできました。