

# Phonak Pediatric Focus 4.

## 小児補聴器における雑音抑制について エビデンスに基づくソリューション

本専門家合意文書では、小児補聴器フィッティングにおける雑音管理機能に関する基本原則と関連するエビデンスを概説しています。推奨事項には、現在の臨床実践のための具体的なステップと、今後の方向性が含まれています。

Scollie, S., Lewis, D., Nelson, J., DesGeorges, J., Bohnert, A., Porter, H., Bagatto, M., Easwar, V., Rich, S.  
2025年10月

子どもたちは日常生活において、騒音のある環境で生活し、学び、遊んでいます（Cooperら、2025年；Crukleyら、2011年；Glistaら、2021年）。本専門家合意文書では静かな環境と騒音環境の両方において最適な補聴器介入を提供するために有用な幅広い補聴技術、臨床プロトコル、および客観的測定指標について検討しています（Roush&Jones,n.d.；Scollieら、2020年）。また子ども中心かつ検証に基づく意思決定を支援する最新のエビデンスを概説します。本稿の目的は現時点で解明されている知見についてコンセンサスを提示し、今後に向けた推奨事項を示すことにあります。

### 子どもの聴取環境と雑音管理の根拠

複数の研究において、聴取環境、すなわち子どもが日常生活でどのような音環境にさらされているかが評価されてきました。これらの研究では、多様な方法を用いて、実生活における音環境の実態が検討されています（Gatehouseら、2003年）。Crukleyら（2011年）は、研究参加者の日誌と騒音曝露計測を用いて、4つの年齢群に属する子どもたちの保育施設および学校での1日を追跡し、連続した1日のデータを収集しました。すべての年齢群において、子どもたちは30分を超える時間にわたり、75dBAを超える音圧レベルに曝露されていました。これらの結果から、子どもたちにとって最も騒音レベルが高い時間帯は、屋内での活動的な遊びの時間であることが示されました。高い音圧レベルの主な発生源は、機械や車両の騒音ではなく、子どもたち自身によるものでした。さらに、子どもおよび養育者は、全体的な音の大きさ、騒がしさ、背景雑音の種類が異なる幅広い音環境を経験していると報告しています（Cooperら、2025年；Glistaら、2021年）。同様に、Easwarら（2016年）は、人工内耳を装用する子どもたちが、全体的な音の大きさが70dBAを超える環境に定期的にさらされていることを見出しました。これらの研究結果は、騒音環境が子どもの日常的な聴取環境の一部であることを示しています。

Glistaら（2021年）は、実環境におけるリアルタイム評価を用いて子どもの補聴器の好みを検証し、学齢期の子どもおよび青少年が、現在の聴取環境に基づいて補聴器プログラムを選択でき、実際に選択していることを明らかにしました。この結果は、子どもが聴取環境に基づいて補聴器プログラムを選択できることを示しており、過去の実環境研究（Scollieら、2010年）および実験室研究（Pittman & Hiipakka、2013年）と一致しています。雑音管理は、騒音下および補聴器使用時の聴取体験を改善することを目的として、単独または併用して使用される一連の関連技術を示す包括的な用語です。雑音管理技術は、大きく雑音を抑制する技術と、雑音管理の使用を促進する技術の2つに分類されます。本稿では、これら2つの技術について検討します。雑音管理の戦略には、自動プログラム切替を備えた複数のプログラム、静かな環境と騒音環境に応じた利得または出力レベルの処方、指向性マイクロホン、適応型雑音抑制、突発音抑制、および環境分類を伴うデータロギングが含まれる場合があります。さらに、保護者と子どもの協働要因やモニタリング実践も重要な要素です（Bagattoら、2023年）。これらの戦略および実践は、雑音管理機能を有さなかったアナログ補聴器から、特定の音響環境に応じて自動で作動するデジタル補聴器へと技術が進化する過程で発展してきました。その結果、専門資料（Audiology & Henry、2020年；McCreeryら、2010年）、体系的レビュー（Chong & Jenstad、2018年；McCreeryら、2012年）およびエビデンスに基づく実践ガイドライン（AAA、2013年）において、雑音管理の有効性に関するコンセンサスが形成されています。

雑音管理を提供する主な根拠には、騒音下において子どもの好みに整合したフィッティングを行うこと、快適性を向上させることならびに環境によって補聴機器を外したり、ミュートにしたりする必要を減らすことが含まれています。最終的な目標は、歪み、音源定位誤差、音への気づきの低下といった望ましくない影響を生じさせることなく、ことばの理解、快適性および聞き取りの容易さといったアウトカムを改善し、日常の装用時間を増加させることにあります。このような幅広い目的のもとで、補聴器の臨床的プログラミングでは、複数の信号処理機能の有効化および強度調整、ならびに環境に応じた自動または手動プログラム切替が含まれます。自動プログラムは小児用補聴器で一般的に使用されており（Bagattoら、2023年；Lundin、2024年）、騒音環境と非騒音環境で使用されるプログラム間の迅速かつ利便性の高い切替を可能にします。一方、手動切替は、ボタンやスイッチなど補聴器本体で操作する方法に加え、近年ではスマートデバイス上のアプリを介して操作することも可能であり、ユーザーによる操作性を高めています。本稿では、各信号処理に関する既存の原則およびエビデンスと整合させながら、信号処理機能の特異的観点から雑音管理を検討しています。現在の臨床プロトコルでは、小児オーディオロジストが関連エビデンスを理解し、補聴器の音響解析（検証）を適切に活用して各補聴器の効果を評価する役割が重視されています（AAA、2013年；Scollieら、2016年）。

## 雑音管理のための信号処理

補聴器の信号処理には、静かな環境および騒音環境におけることばの処理、雑音管理、音楽聴取、ならびにワイヤレス技術を介したきこえを支援するための技術が含まれます。一方で、本稿の範囲外となるトピックも存在します。これには、エクspansionによる低入力雑音抑制などの信号処理手法や、チャンネル毎の利得を用いた静かな環境における語音強調が含まれます。これらは、雑音管理の戦略の一部とは見なされないためです。また、補聴援助システムの使用は雑音管理において重要ですが、すでに別の文献でレビューされているため（AAA、2011年）、本稿ではこれ以上議論しません。

検討すべき重要な技術の一つに、補聴器の入力感度を特定の方向に集中させる複数マイクロホンの技術があります。これは一般に、指向性またはビームフォーミング技術と呼ばれます。ビームフォーミングには多くの形式が存在し、その配置、ビームの数、および適応方式が異なります。これらには、無指向性による音の集音、耳介特性を模倣した指向性、固定前方指向性、ならびに一つまたは複数方向からの話者音声を検出する適応型指向性を生成するなど、多様な設定があります。指向性に関する発達的な配慮および臨床的使用については、他の文献で詳細にレビューされています。アウトカムに関する研究（McCreeryら、2012年）および臨床プロトコル（AAA、2013年；Bagattoら、2023年）では、異なる年齢および能力に応じた指向性の適切な使用に関する指針が示されています。これらの報告では、耳かけ型（BTE）補聴器ユーザーにおいて耳介特性再現型指向性が音源定位を改善すること、また他の形式の指向性も、ターゲットとなる話者音声が補聴器によって形成される指向性ビーム内にある場合に、十分に確立された効果を示すことが明確に示されています。より幼い子どもや発達特性をもつ子どもの場合、ターゲット話者に注意を向けるために頭部を動かす能力や、そのような行動の選択が実行可能でない、あるいは発達段階に適さないことがあります。適応型指向性は、話者の位置が変動する状況においても、子どもに指向性の利点をも

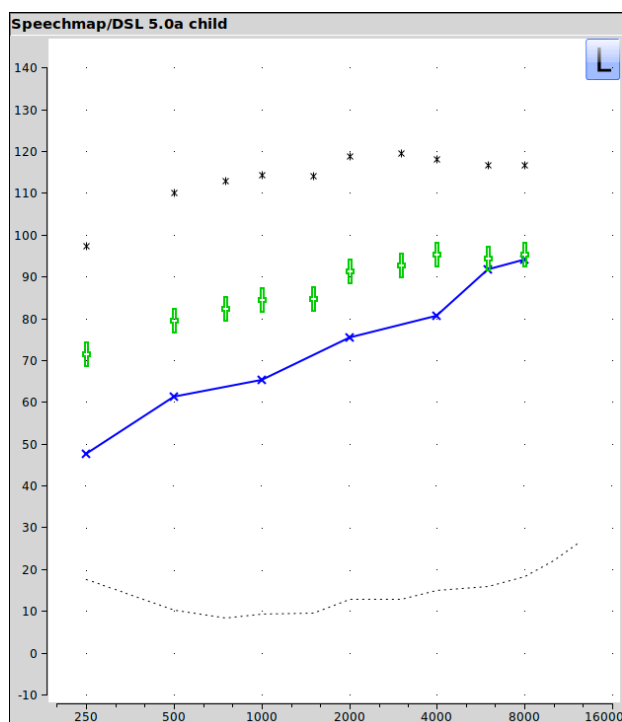
たらず可能性があり（Browningら、2019年；Wolfeら、2022年）、その効果は時間が経過しても安定していることが示されています（Pinklら、2021年）。これらの理由から発達段階に適した指向性の活用が推奨されています（Bagattoら、2023年）。その概要は関連するPediatric Focus 記事（Lewis & Bagatto、2017年）に要約されています。本稿では指向性信号処理について概説しますが、より詳細を求める読者のために、これらの関連資料も参照してください。

## 雑音を抑制する技術

### 処方

雑音抑制の信号処理には、さまざまな形式があります。入力レベルが上昇するにつれて補聴器の利得を自動的に抑制する基本的な利得制御は、自動音量調整として機能し、大きな音を抑制します（McCreeryら、2012年）。これは一般にワイドダイナミックレンジコンプレッションと呼ばれ、雑音下での使用に適した補聴器処方式と組み合わせることで、さらなる雑音管理が可能となります。例えば、DSL v5の雑音用処方式は、雑音プログラムで使用するために利得を低く設定することを目的として設計されています（Scollieら、2005年）。この雑音特化型処方式は、大きな音に対する不快感を低減します（Crukley & Scollie、2012年）。雑音プログラムの効果は、他の雑音管理技術と組み合わせた場合により大きくなり（Crukley & Scollie、2014年）、実生活における補聴器使用にも適用可能であることが示されています（Glistaら、2021年）。プログラム別に利得を抑制することは、雑音プログラムの基盤として雑音用処方式を用いるだけで実装できる、比較的単純な戦略です。このターゲット差の一例を図1に示しており、同一ケースにおけるDSL v5の静寂下および雑音下の目標値がSPLogram上に表示されています。雑音下では、低周波数および高周波数においてわずかな出力抑制が見られます。これらの差は、表2に数値として示されています。

DSL小児- 静寂下目標値



DSL小児- 雑音下目標値

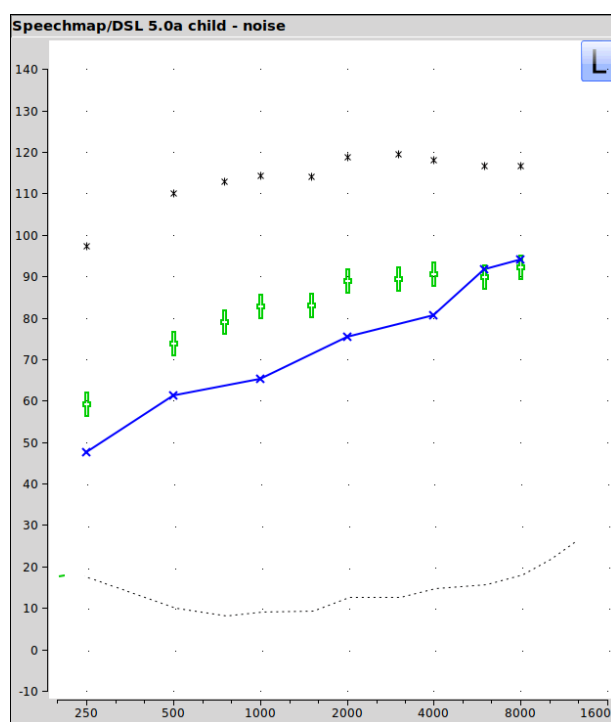


図1. DSLv5処方式に基づき、静寂下および雑音下で使用するための処方ターゲットを表示した、Audioscan Verifit2による補聴器検証画。

| 処方         | 250Hz | 500Hz | 1000Hz | 2000Hz | 4000Hz | 8000Hz |
|------------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|
| DSL 小児     | 72    | 80    | 84     | 91     | 96     | 96     |
| DSL 小児 雑音用 | 59    | 74    | 83     | 89     | 91     | 92     |

表2. 上記の図に示したDSLv5処方式に基づく、静寂下および雑音下で使用するための処方ターゲットの数値表示

## 適応型雑音抑制

より高度な雑音管理の信号処理には、雑音を速く、あるいはゆっくりと抑制する適応型の信号処理機能のさまざまな形式が含まれます。緩徐動作型の適応型雑音抑制は、フィルタリングおよびマルチチャンネル処理を用いて、雑音の多いチャンネルの利得を抑制します。これらの確立された一連の信号処理機能は、補聴器において長年使用されてきました。作動時間や雑音抑制の強さには違いがあります（Chong & Jenstad, 2018年；McCreeryら、2012年；Scollieら、2016年）。適応型雑音抑制は、作動時にことばの聞き取りをわずかに改善する可能性があります（Pittman & Hiipakka, 2013年）。しかし多くの研究では、ことばの聞き取りの改善は見られない、あるいは低下することが示されており（Crukley & Scollie, 2014年）、その代わりに、聴取のしやすさ、快適性、好み、音質の改善といった他の利点が報告されています（Chong & Jenstad, 2018年；Scollieら、2016年；Wolfeら、2017年）。適応型雑音抑制は多くの場合、指向性と併用して実装されるため、これらを組み合わせて検証した研究も複数あります。これらの研究結果では、目標話者が指向性ビーム内に位置する場合、指向性システムとして期待されるとおり、雑音下でのことばの聞き取りの改善が示されています（Crukley & Scollie, 2014年；Pittman & Hiipakka, 2013年；Wolfeら、2017年と2022年）。まとめると、適応型雑音抑制は一般的に利用可能で、緩徐動作型であり、主として雑音に対する受容性の改善に寄与することが示されています。

高速動作型の信号処理機能は、衝撃音（突発音）の抑制を実現し、さまざまな名称で広く利用されています。これらの信号処理機能は、ドアが勢よく閉まる音や物が落下する音など、急激で短時間の大きな音の発生を検出し、その衝撃音を迅速かつ一時的に抑制する高速抑制処理を適用します。これらの信号処理機能の目的は、衝撃音を素早く抑制させつつ、周囲の継続音を過度に抑制してしまわないよう、速やかに回復することにあります。複数メーカーの衝撃音抑制方式を評価した最近の研究では、ほとんどのメーカーにおいて、補聴下の語音信号を変化させることなく、衝撃音のピーク音圧レベルが有意に抑制されることが示されました（Husstedtら、2023年）。重要な点として、衝撃音抑制による抑制量は、出力制限、非衝撃音向け雑音抑制、あるいは振幅圧縮による低減よりも大きいことが示されています。これは、衝撃音の特性には専用の信号処理が必要であることを示唆しています。成人の補聴器装用者では、これらの信号処理機能を使用することで大きさに対する不快感が軽減され、聴取快適性の改善は衝撃音抑制の強さと相関していました。これらの信号処理機能は小児では十分に評価されていませんが、例えば物の落下音などの衝撃音を抑制する効果は、小児の音環境と一致しており、状況に応じた大きさの不快感を軽減することが期待されます。

## 臨床における雑音管理のアプローチ

聴覚環境に関する知見から、多くの小児は騒がしい環境で過ごしており、雑音管理の対象となり得ることが示されています。これは、補聴器で自動的に作動する雑音プログラムを標準設定として用いるという一般的な考え方と一致しています（Nelsonら、2024年；Wolfeら、2017年）。技術および臨床実践は時間の経過とともに進展しており、現在では雑音管理の導入は日常的なものと考えられています。一方で、効果的な雑音管理を実現するためには、十分な知識を有する専門家の関与と家族との効果的な連携、そして個々のニーズへの対応が重要です。そのため、雑音管理の設定や強度について検証を行い、個々の状況に応じて調整することが必要となる場合があります。小児およびその家族は、状況に応じた音の大きさに関する問題を訴えることがあり、その内容には大きな個人差が認められます。したがって、個々のニーズに合わせた設定調整は、雑音管理における重要な要素となります。次のセクションでは、臨床現場で活用できるいくつかの異なる戦略について紹介します。

データロギングは、補聴器または人工内耳（CI）を用いて、1日あたりの総装用時間を測定します（Easwarら、2016年；Walkerら、2013年）。小児を対象とした研究では、この機能によって得られた装用時間を、保護者や教師による報告と比較しており、子どもが装用時間を過大評価する可能性を示した研究もあれば（Flynnら、2022年）、良好な一致を示した研究もあります（Gustafsonら、2017年）。データロギングをさらに詳しく見ると、この機能を用いて、補聴器装用者がさまざまな音環境において、どのように、またいつデバイスを装用しているかを把握することも可能です。現在ではデータログが使用期間全体だけでなく、環境別にも表示されることが多いためです（Humesら、2018年）。小児向けプロトコルでは、環境別のデータログが、小児の実生活における補聴器使用状況を理解する上で有用な情報を提供する可能性があること示唆されています。また、雑音環境での補聴器使用が少ない場合には、より強化された雑音管理が必要となる可能性が示されています（Bagattoら、2023年；Scollieら、2016年）。

補聴器を使用する小児に対する雑音管理における検証（Verification）の役割は、主に2つの観点に基づいています。

(1) 雑音管理戦略が語音へのアクセスに悪影響を及ぼしていないことを確認すること、(2) 作動している信号処理機能の効果を専門家が把握できるようにすることです (AAA、2013年)。臨床で利用可能な補聴器特性装置と併用するための具体的な臨床プロトコルが開発されています (Scollieら、2016年)。前述のとおり、適応型雑音抑制や衝撃音抑制などの確立された信号処理機能は、語音に対する悪影響を回避できることが示されています。一方で、雑音抑制の強さは補聴器や設定によって大きく異なることも分かっています。適応型雑音抑制の定期的な検証は、多くの補聴器特性装置で実施可能であり、専門家が適切な雑音抑制強度を設定する助けとなります。高レベルのピンクノイズ試験信号を7~10dB低減する設定は、小児を対象とした研究で検証されており (Crukley & Scollie、2014年； Scollieら、2016年； Wolfeら、2017年)、その中には、適応型雑音抑制を中等度から強めの設定に調整したものも含まれています。

適応型雑音抑制の検査により、さまざまな補聴器や設定の違いを測定することができ、作動までに要する時間を確認することも可能です。適応型雑音抑制の作動時間には大きなばらつきがあるため、補聴器が完全に適応するまでに10秒を要するのか、あるいは40秒を要するのかを確認することは、情報提供を目的としたカウンセリングにおいて期待値を調整する上で有用となる場合があります。これを、静寂下における語音の可聴性の検証および指向性の評価と組み合わせることで、さまざまな音の種類に対する補聴器性能をより明確に把握することができます。雑音管理に関する信号処理強度の検証例を、以下の図に示します。適応型プログラム切替を備えたマルチプログラム補聴器のプログラム1およびプログラム2において、適応型雑音抑制および指向性の程度と種類がそれぞれ検証されています。プログラム1は静寂下での会話を想定しており、プログラム2は語音と雑音が混在する環境での使用を目的としています。図2では、ピンクノイズ試験信号の減衰について2つのプログラムを比較しています。両プログラムは雑音減衰の強さが異なっており、雑音プログラムでは7 dBの低減が確認されています。試験信号の種類が異なれば結果も変化しますが、これは補聴器の雑音抑制システムが作動していること、またその強さをエビデンスに基づく推奨値と比較できることを示しています。図3の検証結果から、補聴器はプログラム1では耳介特性再現型指向性を提供し、プログラム2では語音指向の適応型指向性を提供していることが分かります。このような戦略は学齢期の小児に推奨されることが多く、利便性の観点から自動的に作動します。雑音抑制と指向性の検証結果を総合すると、プログラム2は雑音環境での使用に特化した明確な信号処理を備えていることが分かります。このプログラムにおける雑音抑制は、小児の嗜好に応じて強弱を調整することが可能です。

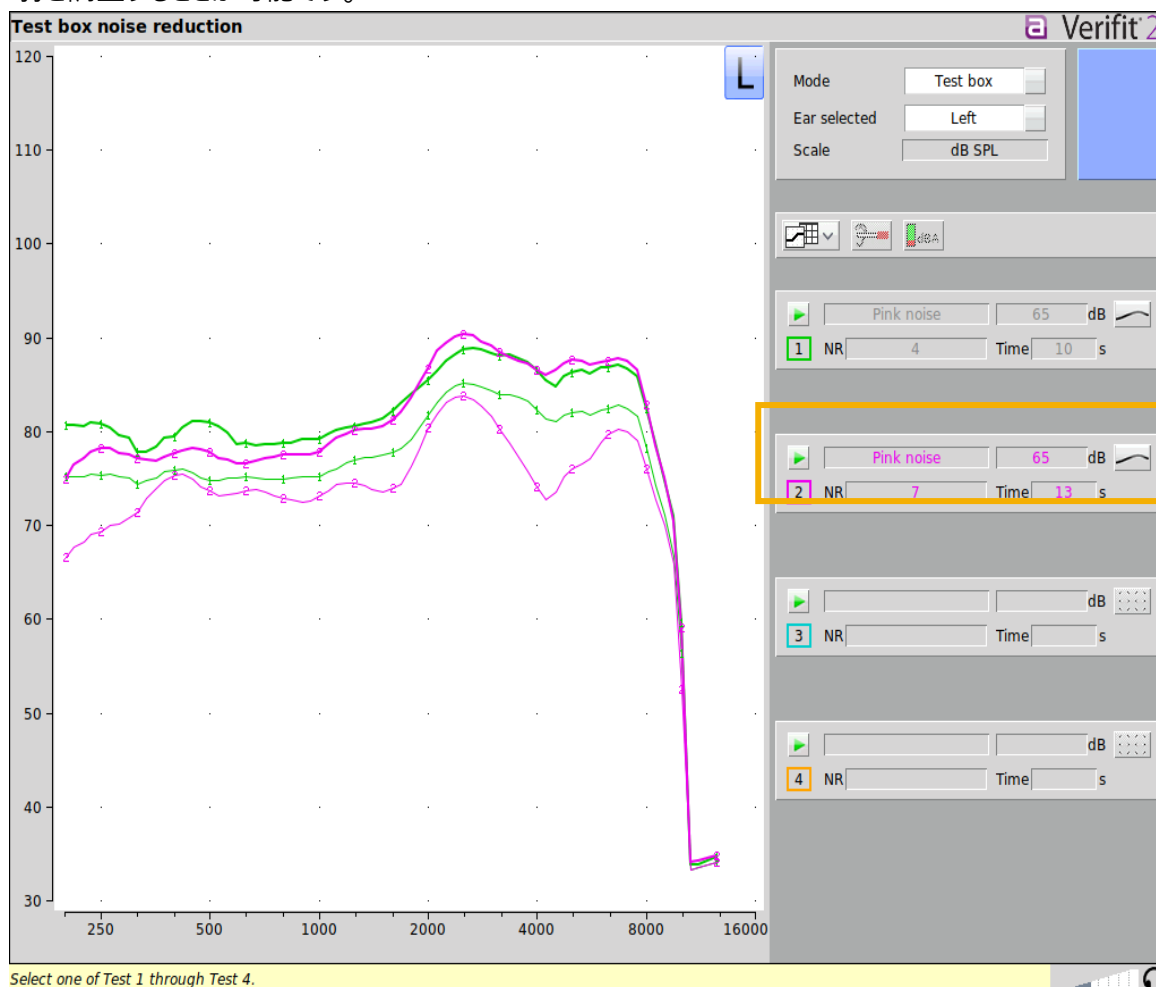


図2. 適応型雑音抑制におけるプログラム別信号処理の検証

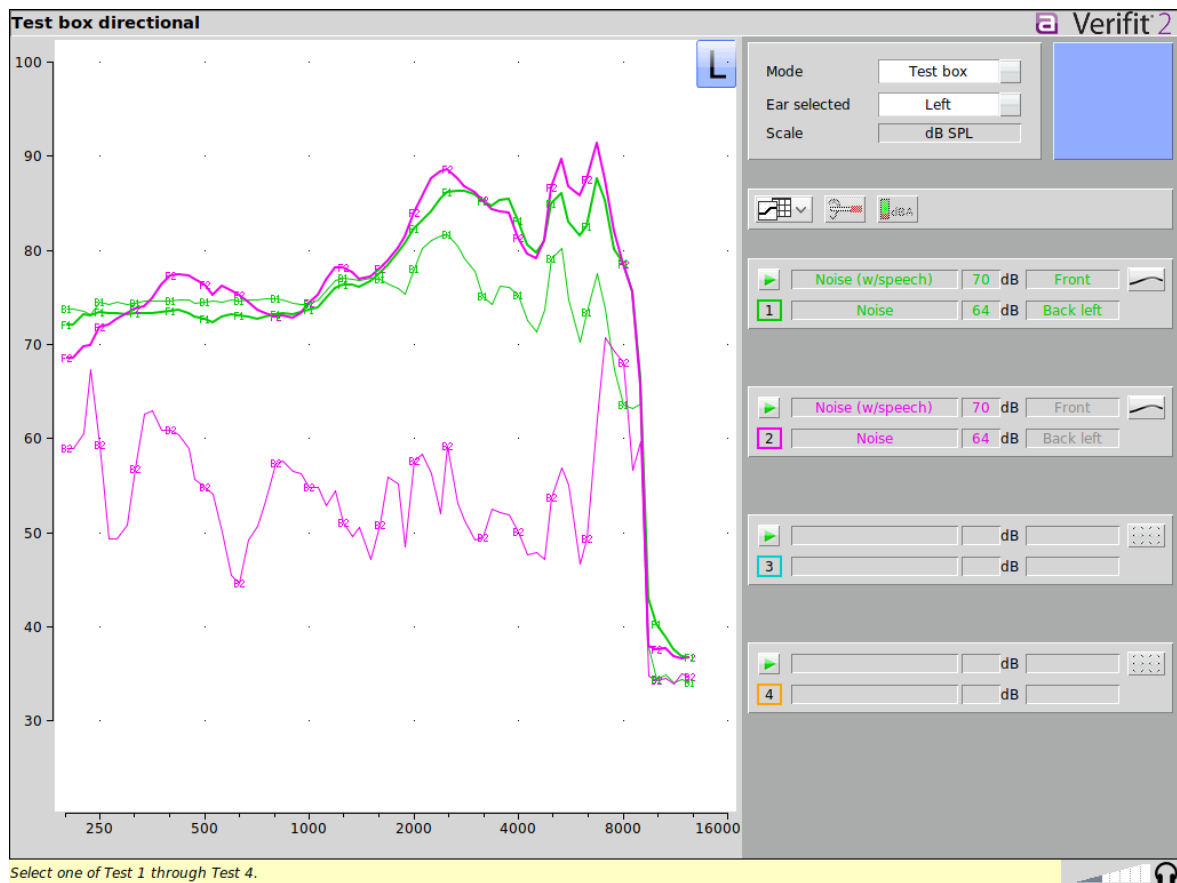


図3. 指向性に関するプログラム別信号処理の検証

## 検証の限界

現時点では、雑音管理のすべての側面について、補聴器特性装置で臨床的に利用可能な検査が用意されているわけではありません。検証における今後の検査技術の開発分野としては、風雑音、衝撃音ならびに雑音と混在した語音の可聴性に関する検査が挙げられます。

## 保護者・養育者との連携

実生活環境において小児の補聴器がどの程度うまく機能しているかを評価するには、小児の活動内容やアウトカムを考慮する必要があります。そのため小児本人および保護者・養育者との効果的な連携は、長期的な雑音管理において重要な要素となります。これは、複数の補聴器プログラムを自動的に作動させることで、雑音管理へのアクセスを容易にするといった形で実現される場合があります。また、技術オプション、現在の設定、考え得る代替案について保護者に情報提供を行うカウンセリングが含まれることもあります。データロギングは、音環境の種類と全体的な使用状況を結び付けることで、臨床と実生活での使用状況をつなぐ明確な橋渡しとなり、異なる雑音管理戦略が必要となる可能性のある状況について重要な議論を促す助けとなります。同様に、静寂下および雑音下における補聴器アウトカムを尋ねる質問票は、実生活での機能に関する洞察を与え、異なる設定が必要かどうかを判断する手がかりとなります (Ching & Hill, 2007年; Hornsbyら, 2022年)。

## 雑音管理を検討する上での保護者の役割

小児が難聴と診断され、補聴器による増幅を開始して以降、保護者は補聴器使用に伴う利点や課題についての理解を徐々に深めていきます。特に、幼少期に防音室内で補聴器フィッティングが行われる場合、雑音が子どもの生活に与える影響について、保護者が十分に理解していないことも少なくありません。子どもが成長し、実生活の環境へと活動の場が広がるにつれて、保護者は雑音下で子どもとコミュニケーションをとる経験を直接的に重ね、その影響を実感するようになります。雑音管理を検討する上での第一歩は、雑音環境における補聴器使用の意味や影響を、保護者自身が正しく理解することです。

ある保護者は次のように述べています。

「私の子どもは、静かな環境で、近くで1対1で話しているときは、まるで『健聴者と同じ』ように感じられます。正直に言うと、騒がしい環境でも同じように聞こえているのだと思っていました。しかし、時間が経つにつれて、私の子どもは、いつでも同じように聞こえているわけではないのだと気づきました。コミュニケーションへのアクセスは、その子が置かれている環境に大きく左右されるのです。雑音の影響について理解する手助けを最初にしてくれたのは、実は子どもの担当オーディオロジストでした。それは、私にとって人生を変える出来事でした。子どもが1日の中でさまざまな聴取環境を経験するようになるにつれて、私は、特に教育現場において、より強い支援者として働くようになりました。保護者として、子どもが実生活の中でどのように残存聴力を使っているのかを理解し、手の届くすべてのツールを活用して、子どもが自分の世界でコミュニケーションにアクセスできるようにする必要があります。』」

保護者の視点から見ると、効果的な雑音管理は単に補聴器の機能に依存するものではなく、専門家との連携が重要です。適応型雑音抑制機能が完全に調整されるまでにどのくらい時間がかかるのかといった点を含め、テクノロジーでできること・できないことを説明してくれる専門家の支援が求められます。雑音管理に関するテクノロジーや臨床実践が進化するにつれて、技術的側面を適切に管理することと、小児の日常の聴取環境における高度に個別化された状況や嗜好を反映した設定を行うこととの間には、明確な関連があることが分かってきています。保護者は、にぎやかな食堂で困難を感じていること、静かな教室でうまくいっていること、社会的な場面で圧倒されていることなど、子どもの実生活での経験について貴重なフィードバックを提供します。これらの洞察は、手動か自動か、子ども主導か保護者主導かを含め、設定をどのように調整すべきかという有意義な意思決定を導く助けとなります。

保護者が、効果的な雑音管理のために行われている内容を明確に理解している場合、日常生活における設定の使用においても子どもを支援することができます。子ども自身が1日の中で使用状況を管理し、何がうまくいって何がうまくいっていないかを専門家に報告できる場合もありますが、状況に応じた音の大きさや明瞭性の問題について子どもから話を聞くのは、多くの場合、保護者です。これらの観察は、小児のニーズにより適した調整へと専門家を導くうえで不可欠な情報となります。保護者・養育者と専門家との連携は、臨床での検証と日常生活での使用との間にあるギャップを埋める役割を果たし、小児がコミュニケーションへ最適にアクセスできるようにするための個別化された戦略を支援します。保護者がこのプロセスにおける能動的な貢献者として認識されることで、雑音管理は単なる技術的介入にとどまらず、小児主体の使用と補聴器性能を高めるための協働的な取り組みとなります。

## まとめと今後の方向性

### 私たちに今出来ることはなんでしょうか。

全体として、多くの小児にとって、適切な雑音管理を日常的に活用することが重要な検討事項であることは明らかです。例えば、雑音管理の強度を段階的に変化させる自動切替機能は、静かな環境での会話から騒音下での会話設定へと機能が移行する一連の自動補聴器プログラムとして実装することが可能です。静かな環境での会話プログラムでは、より多くの利得、少ない雑音抑制、弱い指向性を用いることができ、一方で騒音下での会話プログラムでは、より強い雑音管理が用いられます。このような戦略の一例は、オートセンス ジュニアモード内のいくつかのプログラムにおける具体的な設定として、表2に示されています。これらの戦略の多くはエビデンスに基づくものであり、音響および信号処理に関する知識に基づいて選択されています。例えば、騒音下でのことばプログラムは小児を対象に検証されており、効果が示された強さに設定することが可能です。一方で、車内などの他の環境については実験的エビデンスは限られているものの、騒音が多く、ドアの開閉時などに突発音が含まれることが予想されます。そのため、雑音抑制および衝撃音抑制を含む信号処理が推奨されます。これらはデフォルト設定であり、他の設定を調整することで、さらに個別化することが可能です。こうした調整は、検証、データロギング、アウトカム評価を用いて追加のニーズを判断することや、実生活での使用中に信号処理を制御できるスマートデバイス用アプリケーションの活用を通じて行うことができます。

## 将来に向けて、私たちは何が出来るでしょうか。

雑音管理の信号処理が進化し続ける中で、環境別の改善が期待されます。例えば、特定の雑音タイプや状況に対しては、専用の信号処理が必要となる場合があります。既存の例としては、風切り音に対する信号処理（Auら、2019年）や、車内での使用に向けて改良された信号処理（Moellerら、2009年）があり、これらは小児用補聴器におけるニーズとして特定されています（Phonak Pediatric Focus 4）。新たに登場している技術も考慮すべき重要な要素です。例えば、ブロードキャスト型Bluetoothを可能にする新しいワイヤレスシステムは、騒がしい場所における公共アナウンスへのアクセスを提供する可能性があります（Auracast | Bluetooth® Technology Website, n.d.）。ただし、低遅延システムとの併用については、慎重な検討が必要です（Bruceら、2025年）。また、AIベースの雑音除去が利用可能な補聴器も登場しており（Diehlら、2023年）、指向性、衝撃音抑制、適応型雑音抑制に加わる新たな雑音管理の信号処理オプションとなっています。これらの新興技術を小児に適用した研究は、現時点ではまだ十分に報告されていません。

小児の雑音管理においては、信号処理の革新に対する妥当性のある検証測定の継続的な開発が引き続き重要です。新しい信号処理機能が登場するにつれて、その機能を客観的に評価できる検査手段へのアクセスは、聴取体験について十分なフィードバックを提供できない乳幼児や年少児に対して、それらの技術を活用することを可能にします。発達に多様性のある小児を含む乳幼児および小児に対する補聴器信号処理の検証と検討には、雑音管理のプログラミングや使用がどのような場合に、どのように必要となるのかを明らかにするための、焦点を絞った研究が求められます。例えば、多様な能力を有する多くの小児は、定型発達の同年代児とともに通常の教育環境で学んでいます。発達に違いのある人では、雑音が語音知覚に及ぼす影響がより大きい可能性を示すエビデンスが出始めている一方で（Anshuら、2024年；Newmanら、2021年；Porterら、2014年；Ruiz Callejo & Boets, 2023年）、複雑な発達ニーズを有する小児に対して、補聴器フィッティングにおいてどのような特別な配慮が必要となるのかについての情報は、現時点では限られています。

小児用補聴器における推奨されるジュニアモードの雑音管理設定および実装例  
 フォナック オートセンス スカイ OS

| プログラム<br>オプション                   |             | エビデンスに基づいた推奨設定       |                                     |                       |   |
|----------------------------------|-------------|----------------------|-------------------------------------|-----------------------|---|
| 聴取環境                             |             | 信号処理に関する推奨設定         |                                     |                       | ジュニアモード推奨値  |
| 指向性                              |             | 適応型雑音抑制<br>(ノイズブロック) | 突発音抑制<br>(サウンドリラックス)                | 新しいデフォルト設定<br>(全年齢対象) | 従来のデフォルト設定  |
| 静かな環境<br>(ターゲット11.0)             | 静かな環境<br>向け | リアルイヤーサウンド           | 弱                                   | 有効                    | ノイズブロック：弱 -6<br>サウンドリラックス：弱 -7<br>0~3歳：<br>ノイズブロックオフ<br>その他の年齢：<br>ノイズブロック：弱 -7 |
| 騒音下でのことば<br>(ターゲット11.0)          | 騒音環境<br>向け  | 年齢に応じた設定<br>を推奨      | 中<br>(ピンクノイズに対して少<br>なくとも7~10dBの減衰) | 有効                    | ノイズブロック：中 -14<br>サウンドリラックス：弱 -7<br>ノイズブロック：弱 -7                                 |
| 非常に騒がしい中<br>でのことば<br>(ターゲット11.0) | 騒音環境<br>向け  | 年齢に応じた設定<br>を推奨      | 強<br>最新の技術を使用                       | 有効                    | ノイズブロック：中 -16<br>サウンドリラックス：弱 -7<br>ノイズブロック：弱 -7                                 |
| 車の中でのことば<br>(ターゲット11.2)          | 静かな環境<br>向け | 年齢に応じた設定<br>を推奨      |                                     | 有効                    | ノイズブロック：中 -14<br>サウンドリラックス：中 -14<br>ノイズブロック：弱 -8<br>サウンドリラックス：中 -8              |
| 騒音下での快適性<br>(ターゲット11.2)          | 騒音環境<br>向け  | 年齢に応じた設定<br>を推奨      |                                     | 有効                    | ノイズブロック：中 -16<br>サウンドリラックス：中 -14<br>ノイズブロック：弱 -8<br>サウンドリラックス：中 -12             |

表2. ノイズブロックおよびサウンドリラックスにおけるDSLジュニアモードのデフォルト設定の変更

## 參考資料

- AAA (2011). Clinical Practice Guidelines: Remote Microphone Hearing Assistance Technologies for Children and Youth from Birth to 21 years. (2011). [https://www.audiology.org/wp-content/uploads/2021/05/HAT\\_Guidelines\\_Supplement\\_A.pdf\\_53996ef7758497.54419000.pdf](https://www.audiology.org/wp-content/uploads/2021/05/HAT_Guidelines_Supplement_A.pdf_53996ef7758497.54419000.pdf)
- AAA. (2013). Clinical Practice Guidelines: Pediatric Amplification (pp. 1–60) [Clinical Practice Guidelines]. American Academy of Audiology. <https://www.audiology.org/sites/default/files/publications/PediatricAmplificationGuidelines.pdf>
- Anshu, K., Kristensen, K., Godar, S. P., Zhou, X., Hartley, S. L., & Litovsky, R. Y. (2024). Speech Recognition and Spatial Hearing in Young Adults With Down Syndrome: Relationships With Hearing Thresholds and Auditory Working Memory. *Ear & Hearing, 45*(6), 1568–1584. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001549>
- Au, A., Blakeley, J. M., Dowell, R. C., & Rance, G. (2019). Wireless binaural hearing aid technology for telephone use and listening in wind noise. *International Journal of Audiology, 58*(4), 193–199. <https://doi.org/10.1080/14992027.2018.1538573>
- Audiology, C. A. of, & Henry, E. (2020). Noise Management in Pediatric Hearing Aid Fitting. *Canadian Audiologist, 7*(3). <https://canadianaudiologist.ca/noise-management-pediatric-feature/>
- Auracast | Bluetooth® Technology Website. (n.d.). Retrieved August 29, 2025, from [https://www.bluetooth.com/auracast/?gad\\_source=1&gad\\_campaignid=19233058940&tgclid=Cj0KCQjwn8XFBhCxARIsAMyH8BvxlYkXO-GM2XmRAOC8FJinctuqRfySAAT0SbjGKGXrOFO\\_i17XboAaAv8ZEALw\\_wcB](https://www.bluetooth.com/auracast/?gad_source=1&gad_campaignid=19233058940&tgclid=Cj0KCQjwn8XFBhCxARIsAMyH8BvxlYkXO-GM2XmRAOC8FJinctuqRfySAAT0SbjGKGXrOFO_i17XboAaAv8ZEALw_wcB)
- Bagatto, M., Scollie, S., Moodie, S., Seewald, R., Hyde, M., El-Naji, R., Brown, C., Beh, K., Glista, D., Hawkins, M., Easwar, V., Tharpe, A. M., Crukley, J., Levy, C., Zimmo, S., Moodie, S., Richert, F., & Parsa, V. (2023). Protocol for the Provision of Amplification v 2023.01. National Centre for Audiology, 1–114.
- Browning, J. M., Buss, E., Flaherty, M., Vallier, T., & Leibold, L. J. (2019). Effects of Adaptive Hearing Aid Directionality and Noise Reduction on Masked Speech Recognition for Children Who Are Hard of Hearing. *American Journal of Audiology, 28*(1), 101–113. [https://doi.org/10.1044/2018\\_AJA-18-0045](https://doi.org/10.1044/2018_AJA-18-0045)
- Bruce, I. C., Armstrong, S., Bosnyak, D. J., & Tawfik, H. (2025). Opportunities and Challenges for Bluetooth LE Audio Assistive Listening Systems. ICASSP 2025 - 2025 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 1–5. <https://doi.org/10.1109/ICASSP49660.2025.10889430>
- Chong, F. Y., & Jenstad, L. M. (2018). A critical review of hearing-aid single-microphone noise-reduction studies in adults and children. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology, 13*(6), 600–608. <https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1392619>
- Cooper, H. E., Statham, C., Kean, M., Davis, A., & Carr, G. (2025). Understanding the sound environments of young children: Potential implications for radio aid use. *Deafness & Education International, 27*(1), 52–70. <https://doi.org/10.1080/14643154.2024.2413223>
- Cruckley, J., & Scollie, S. D. (2012). Children's Speech Recognition and Loudness Perception With the Desired Sensation Level v5 Quiet and Noise Prescriptions. *American Journal of Audiology, 21*(2), 149–162. [https://doi.org/10.1044/1059-0889\(2012\)12-0002](https://doi.org/10.1044/1059-0889(2012)12-0002)
- Cruckley, J., & Scollie, S. D. (2014). The Effects of Digital Signal Processing Features on Children's Speech Recognition and Loudness Perception. *American Journal of Audiology, 23*(1), 99–115. [https://doi.org/10.1044/1059-0889\(2013\)13-0024](https://doi.org/10.1044/1059-0889(2013)13-0024)
- Cruckley, J., Scollie, S., & Parsa, V. (2011). An Exploration of Non-Quiet Listening at School. 17, 13.
- Diehl, P. U., Singer, Y., Zilly, H., Schönfeld, U., Meyer-Rachner, P., Berry, M., Sprekeler, H., Sprengel, E., Pudszuhn, A., & Hofmann, V. M. (2023). Restoring speech intelligibility for hearing aid users with deep learning. *Scientific Reports, 13*(1), 2719. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29871-8>
- Easwar, V., Hou, S., & Zhang, V. W. (2024). Parent-Reported Ease of Listening in Preschool-Aged Children With Bilateral and Unilateral Hearing Loss. *Ear and Hearing, 45*(6), 1600–1612.
- Easwar, V., Sanfilippo, J., Papsin, B., & Gordon, K. (2016). Factors Affecting Daily Cochlear Implant Use in Children: Datalogging Evidence. *Journal of the American Academy of Audiology, 27*(10), 824–838. <https://doi.org/10.3766/jaaa.15138>
- Flynn, T., Uhlén, I., & Miniscalco, C. (2022). Hearing aid use in 11-year-old children with mild bilateral hearing loss: Associations between parent and child ratings and datalogging. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology, 156*, 111120. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2022.111120>
- Gatehouse, S., Naylor, G., & Elberling, C. (2003). Benefits from hearing aids in relation to the interaction between the user and the environment. *International Journal of Audiology, 42* Suppl 1, S77–85. <https://doi.org/10.3109/14992020309074627>
- Glista, D., O'Hagan, R., Van Eeckhoutte, M., Lai, Y., & Scollie, S. (2021). The use of ecological momentary assessment to evaluate real-world aided outcomes with children. *International Journal of Audiology, 60*(sup1), S68–S78. <https://doi.org/10.1080/14992027.2021.1881629>
- Gustafson, S. J., Ricketts, T. A., & Tharpe, A. M. (2017). Hearing Technology Use and Management in School-Age Children: Reports from Data Logs, Parents, and Teachers. *Journal of the American Academy of Audiology, 28*(10), 883–892. <https://doi.org/10.3766/jaaa.16042>
- Hornsby, B.W.Y., Camarata, S., Sun-Joo, C., Davis, H., McGarrigle, R., & Bess, F.H. (2022). Development and evaluation of pediatric versions of the Vanderbilt Fatigue Scale for Children with Hearing Loss. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 65*, 2343–2363.

- Humes, L. E., Rogers, S. E., Main, A. K., & Kinney, D. L. (2018). The Acoustic Environments in Which Older Adults Wear Their Hearing Aids: Insights From Datalogging Sound Environment Classification. *American Journal of Audiology*, 27(4), 594–603. [https://doi.org/10.1044/2018\\_AJA-18-0061](https://doi.org/10.1044/2018_AJA-18-0061)
- Husstedt, H., Hilgerdenaar, W., Frenz, M., Denk, F., & Tchorz, J. (2023). Evaluation of impulse noise reduction in hearing aids with technical measurements and ratings of discomfort. *Acta Acustica*, 7, 47. <https://doi.org/10.1051/aacus/2023042>
- Nelson, J., Pelosi, A., Bulut, K. & Jogoda, L. (2024). Using Large-Scale Data Analytics to Understand Pediatric Hearing Aid Prescription and Use. *The Hearing Review*, 31(10):16–19
- Newman, R. S., Kirby, L. A., Von Holzen, K., & Redcay, E. (2021). Read my lips! Perception of speech in noise by preschool children with autism and the impact of watching the speaker's face. *Journal of Neurodevelopmental Disorders*, 13(1), 4. <https://doi.org/10.1186/s11689-020-09348-9>
- McCreery, R. W., Gustafson, S., & Stelmachowicz, P. G. (2010). Should Digital Noise Reduction be Activated in Pediatric Hearing Aid Fittings? In R.C. Seewald & John M. Bamford (Eds.). *A Sound Foundation Through Early Amplification 2010: Proceedings of the Fifth International Conference*. (pp. 153–165). Stäfa, Switzerland: Phonak AG
- McCreery, R. W., Venediktov, R. A., Coleman, J. J., & Leech, H. M. (2012a). An Evidence-Based Systematic Review of Amplitude Compression in Hearing Aids for School-Age Children With Hearing Loss. *American Journal of Audiology*, 21(2), 269–294. [https://doi.org/10.1044/1059-0889\(2012/12-0013\)](https://doi.org/10.1044/1059-0889(2012/12-0013))
- McCreery, R. W., Venediktov, R. A., Coleman, J. J., & Leech, H. M. (2012b). An Evidence-Based Systematic Review of Directional Microphones and Digital Noise Reduction Hearing Aids in School-Age Children With Hearing Loss. *American Journal of Audiology*, 21(2), 295–312. [https://doi.org/10.1044/1059-0889\(2012/12-0014\)](https://doi.org/10.1044/1059-0889(2012/12-0014))
- Moeller, M. P., Hoover, B., Peterson, B., & Stelmachowicz, P. (2009). Consistency of Hearing Aid Use in Infants With Early-Identified Hearing Loss. *American Journal of Audiology*, 18(1), 14–23. [https://doi.org/10.1044/1059-0889\(2008/08-0010\)](https://doi.org/10.1044/1059-0889(2008/08-0010))
- Pinkl, J., Cash, E. K., Evans, T. C., Neijman, T., Hamilton, J. W., Ferguson, S. D., Martinez, J. L., Rumley, J., Hunter, L. L., Moore, D. R., & Stewart, H. J. (2021). Short-Term Pediatric Acclimatization to Adaptive Hearing Aid Technology. *American Journal of Audiology*, 30(1), 76–92. [https://doi.org/10.1044/2020\\_AJA-20-00073](https://doi.org/10.1044/2020_AJA-20-00073)
- Pittman, A. L., & Hiipakka, M. M. (2013). Hearing Impaired Children's Preference for, and Performance with, Four Combinations of Directional Microphone and Digital Noise Reduction Technology. *Journal of the American Academy of Audiology*, 24(9), 832–844. <https://doi.org/10.3766/jaaa.24.9.7>
- Porter, H. L., Grantham, D. W., Ashmead, D. H., & Tharpe, A. M. (2014). Binaural Masking Release in Children With Down Syndrome. *Ear & Hearing*, 35(4), e134–e142. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000000026>
- Roush, P., & Jones, C. (n.d.). Finding the right fit: Pediatric hearing aid coupling options for children. *Pediatric Focus 2*. <https://www.phonak.com/evidence>.
- Ruiz Callejo, D., & Boets, B. (2023). A systematic review on speech-in-noise perception in autism. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 154, 105406. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105406>
- Scollie, S., Ching, T. Y. C., Seewald, R., Dillon, H., Britton, L., Steinberg, J., & Corcoran, J. (2010). Evaluation of the NAL-NL1 and DSL v4.1 prescriptions for children: Preference in real world use. *International Journal of Audiology*, 49(sup1), S49–S63. <https://doi.org/10.3109/14992020903148038>
- Scollie, S., Levy, C., Pourmand, N., Abbasalipour, P., Bagatto, M., Richert, F., Moodie, S., Crukley, J., & Parsa, V. (2016). Fitting Noise Management Signal Processing Applying the American Academy of Audiology Pediatric Amplification Guideline: Verification Protocols. *Journal of the American Academy of Audiology*, 27(3), 237–251. <https://doi.org/10.3766/jaaa.15060>
- Scollie, S., Seewald, R., Cornelisse, L., Moodie, S., Bagatto, M., Lurnagaray, D., Beaulac, S., & Pumford, J. (2005). The Desired Sensation Level Multistage Input/Output Algorithm. *Trends in Amplification*, 9(4), 159–197. <https://doi.org/10.1177/108471380500900403>
- Scollie, S., Tharpe, A.M., Bagatto, M., Wolfe, J., Roush, P., Bohnert, A., & DesGeorges, J. (2020). Hearing aid prescription and fine-tuning: The basics of preferred practices. *Pediatric Focus 3*. <https://www.phonak.com/evidence>.
- Walker, E. A., Spratford, M., Moeller, M. P., Oleson, J., Ou, H., Roush, P., & Jacobs, S. (2013). Predictors of hearing aid use time in children with mild-severe hearing loss. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 44(1), 73–88. [https://doi.org/10.1044/0161-1461\(2012/12-0005\)](https://doi.org/10.1044/0161-1461(2012/12-0005))
- Wolfe, J., Duke, M., Miller, S., Schafer, E., Jones, C., Rakita, L., Dunn, A., Browning, S., & Neumann, S. (2022). Evaluation of Potential Benefits and Limitations of Noise-Management Technologies for Children with Hearing Aids. *Journal of the American Academy of Audiology*, 33(2), 66–74. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1735802>
- Wolfe, J., Duke, M., Schafer, E., Jones, C., & Rakita, L. (2017). Evaluation of Adaptive Noise Management Technologies for School-Age Children with Hearing Loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(5), 415–435. <https://doi.org/10.3766/jaaa.16015>

## 著者

Susan Scollie, Professor, Western University, London, ON, Canada



スーザンは、ライフスパン全体にわたる補聴器の信号処理および処方式に関する専門性を有する、オーディオロジスト兼研究者です。養成プログラムの教授として、補聴器の選定およびフィッティングに関する研究・教育に携わっています。

Lewis, Dawna, Research Scientist, Boys Town National Research Hospital



ドーナは、臨床・研究オーディオロジストおよび専任研究者としての豊富な経験を有しています。小児および成人の増幅やことばの理解に関する研究を行い、特に、複雑な環境における小児のコミュニケーション支援に注力しています。

Jodie Nelson, Senior Audiology Manager Pediatrics, Phonak J



ジョディは、小児および成人の両方を対象とした難聴管理において豊富な専門性を有する、経験豊かなシニア・オーディオロジストです。フォナックの小児担当者として多様な聴覚ニーズをもつ子どもたちに対して、最高品質の補聴ソリューションを提供することに尽力しています。

「すべての子どもが大切である」という信念のもと、豊富な臨床経験と臨床研究への積極的な参画を融合させながら、小児聴覚ケアの向上に取り組んでいます。

Janet DesGeorges, Executive Director, Hands & Voices.



ジャネットは、聴覚障害のある娘をもつ保護者であり、国際的な保護者支援団体「Hands & Voices」の共同創設者兼エグゼクティブ・ディレクターです。保護者と専門職の協働こそが、聴覚障害のある子どもたちがその可能性を最大限に発揮するための成功の鍵であるという信念のもと、活動を続けています。

Andrea Bohnert, University Medical School Mainz



アンドレアは小児聴覚分野の機能診断部門責任者を務めるとともに、同医学部および言語聴覚療法教育ユニットにおいて教育にも携わっています。30年以上の経験を有し、難聴および重複障害のある小児を専門としています。世界各地で講演活動を行うほか、新生児聴覚スクリーニング、補聴器の選定およびフィッティング、人工内耳などをテーマとした臨床研究を主導しています。

Heather Porter, Research Scientist II and Clinical Audiologist, Boys Town National Research Hospital, Omaha, NE



ヘザーは、複雑な医学的背景や多様な発達特性をもつ子どもたちと長年にわたり関わってきた豊富な経験を有しています。現在の臨床および研究活動を基盤として、ダウン症のある人々の生涯にわたる聴覚ケアとアウトカムの向上を目的とした橋渡し研究を推進しています。

Marlene Bagatto, Assistant Professor, Western University,



London, ON, Canada. マレーネは、世界各地における新生児・乳幼児聴覚スクリーニングおよび早期支援プログラムの構築に向けて、プログラム、方針、プロトコルの開発に携わってきた経験を有するオーディオロジストです。主な関心分野は、補聴器を使用する小児を対象としたスクリーニング、評価、介入、およびアウトカムのモニタリングに及びます。

Viji Easwar



ヴィジはオーディオロジストであり、聴覚科学の研究者です。現在は、オーストラリア・シドニーにあるNational Acoustic Laboratories (NAL) において、小児研究プログラムの責任者を務めています。

Rich, Stacey, Senior Manager Audiology Thought Leadership & Education



ステイシーは、過去17年間にわたり、小児分野に特に関心を持ちながら、オーディオロジーおよび教育・トレーニング分野におけるさまざまな職務に携わってきました。現在は、スイスにあるPhonak本社にて、オーディオロジ分野のソートリーダーシップおよび教育チームを率いており、米国ノースカロライナ州に在住しています。オーディオロジストになる以前は、アメリカ手話通訳者として勤務していました。