

リサウンド・エンツォ クアトロ™ は、 重・高度難聴者に音の強さと共に多くの メリットをもたらす

Jennifer Groth, MA

概要

高・重度難聴者にとっては、音の増幅度は何よりも大切であり、リサウンド・エンツォ クアトロ™ は、最も斬新で、様々な検証に基づいた解決策を提供するというリサウンドの信念を引き継いでいる。フィッティングの柔軟性、接続性を提供する各種オプション、自由なカスタマイズ、聴覚ケア専門家(HCP)による利便性の高いオンラインサービス、コクレア社の人工内耳システムとの互換性といった特長は、高・重度難聴者向けの補聴器としては類稀な存在である。

高・重度難聴者にとって、適切な音の増幅は日常生活で不可欠である。彼らが補聴器に求めるのは、優れた品質と信頼のおける性能である。しかし実情に反して、この難聴度のユーザー向けの補聴器のテクノロジーは、一貫してパワーの弱い製品ほど充実していない。そのことは、そのようなユーザーの求めるニーズを満たすことは非常に厳しいにせよ、補聴器の選択肢が一番少ないという事実表れていると言える。しかし、リサウンドがリサウンド・エンツォ シリーズを発売したことで状況は一変した。最先端のテクノロジーと外部機器との接続による斬新な解決策が、そのメリットを一番享受できる人の手に初めて届けられたのである。リサウンドは信頼性の高い補聴器の開発で高い評価を得ており、高・重度難聴者に対する約束をリサウンド・エンツォ クアトロ の投入で果たした。既存のリサウンド・エンツォ シリーズの製品をリサウンド・エンツォ クアトロ に買い換えると、高・重度難聴であっても、明瞭で心地良い高品質の音、最新の接続性、カスタマイズオプションが享受できるようになる。

リサウンド・エンツォ クアトロ は、リサウンドが導入した中で最も高度なプラットフォームを基盤として構築されているが、主要なポイントを正しく捉えることで真の成果を発揮する。難聴が高度から重度の補聴器装用者にとって、世の中のあらゆる音は補聴器を介して届き、補聴器が日常生活で正しく機能することが大前提である。リサウンド・エンツォ クアトロ を使用すると、周囲の音を捉え、騒音下でも会話を的確に捉え、快適なレベルに音を保ち、補聴器の聞こえ具合を簡単に管理できるようになる。さらに、今日の消費者向けテクノロジーに簡単に接続することも可能である。

可聴性

どんな補聴器であれ、補聴器で最も重要な機能は、ユーザーが聞こえるレベルに音を増幅することである。これは、人の聴覚感度の閾値よりレベルを高くする必要があることを意味する。しかし、どの程度まで高くすべきであろうか。難聴が高・重度の場合、増幅された音が大きすぎず耳障りにならない範囲は、一般的に極めて狭い。フィッティングの基本原理には、個々のオーディオグラムに対して、平均聴力、音の大きさ、ユーザーの好みに応じて、周波数と入力レベルに依存する利得が示されている。処方設定の多くは、初期フィッティングに適切だが、軽度から中等度の難聴では結果や好みは一定枠に収まるのに対し、高度から重度の難聴ではばらつきが大きい。そのため、リサウンド・エンツォ クアトロ のフィッティングではカスタマイズできる要素をこれまでになくレベルに広げ、各人のさまざまなニーズや好みにも対応できるようにした。他の補聴器と違い、聴覚専門家は、メーカーの推奨するフィッティング設定に束縛されることがない。フィッティングでさまざまな処方方式が選択可能になるだけでなく、よりリニア増幅に近い応答、低周波数帯域でのブースト、出力制限技術、アタック/リリースタイムに関連したオプションを用いて増幅を広くカスタマイズすることができる。そのため、聴覚専門家はさまざまな戦略に応じて補聴器をフィッティングすることが可能で、ユーザー各人が好む音を実現するツールを手に入れたことになる。サウンドシェーパー周波数圧縮機能も、高周波数での可聴性の向上に役立ち、音質の向上にも寄与すると思われる¹(会話の理解は損なわない²)。

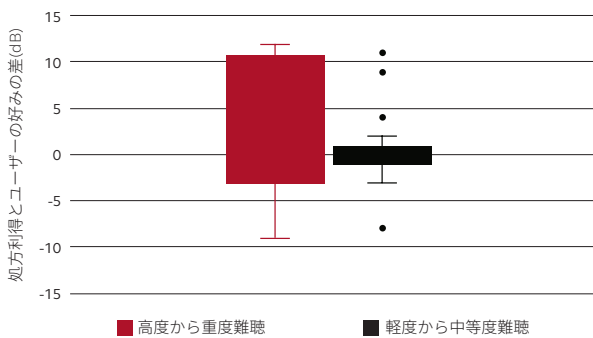


図1. ユーザーが好む利得の範囲は、難聴が高度から重度の場合、軽度から中等度の場合より広い(自社データ)。このことは、フィッティングの柔軟性が重要であることを意味する。一通りの方法でしかフィッティングを行えないと、ユーザーと同じ数だけ存在するさまざまなニーズや好みに対応できない。

高・重度難聴では、必要な利得は例外なく極めて高いため、ハウリングが発生するリスクも高くなる。利得の低いフィッティングでは、外耳道から漏れて補聴器のマイクに戻る増幅音がハウリングの要素になる。利得を高くフィッティングした場合でも音漏れは重要だが、オーダーメイドのイヤモールドであれば十分に制御されるため、使用可能な利得を制限する主な要素は、補聴器の内部伝達経路であると考えられる。

したがって、ハウリングの抑制はハードウェアの設計を十分に練ることから始まる。リサウンド・エンツォクアトロは、これまでのリサウンド・エンツォシリーズと同じ電気音響学的設計を採用し、業界を牽引する利得と出力を引き続き提供する。とりわけ目を引くのは、2つの補聴器で使用されるイヤフックである。イヤフックに作用する全パワーは、一般に、高出力の耳かけ型 (BTE) 補聴器にとって最も重要な周波数範囲での振動によるハウリングの最大部分を占める³。リサウンド・エンツォシリーズのハイパワーおよびスーパーパワーの BTE のイヤフックは、イヤフックとして標準的に使用されているプラスチック素材より振動を受けにくい材料で作られているという点で他と一線を画す。ハイパワー BTE は金属のイヤフックを採用し、スーパーパワー BTE のイヤフックは軟・硬プラスチックを混合して作られている。どちらの BTE でも、標準的なプラスチックのイヤフックより 5 dB 高い利得を達成した。

イヤモールドからベントをなくし技術の粋を集めて設計したとしても、ハウリングをさらに徹底して制御しない限り、使用可能な利得は、リサウンド・エンツォクアトロで達成可能な利得より良くして 20 dB 低い値に制限されるであろう。そのため、新しいチッププラットフォームに合わせウルトラDFS II を再設計し、最高のハウリング制御を実現した。ウルトラDFS II は2段階の抑制フィルターと利得補正アルゴリズムを組み合わせ、状況が変化しながらハウリングの発生を予測し、発生前に利得を望ましいレベルに戻す。ウルトラDFS II はフィッティングで設定された利得の処方設定を維持するだけでなく、日常生活でのさまざまな状況で、利得が処方設定を下回らないようハウリングも防止する。

図2に、リサウンド・エンツォクアトロのウルトラDFS II と、高・重度難聴向け他ブランドのプレミアムクラス BTE の比較を示す。ハードウェア設計の機械的安定性ではなく、ハウリング制御機能の効果を最も確実に分離す

るため、どちらの補聴器の挿入利得を 20 dB にプログラムし、オープンタイプのイヤチップを付けた状態で疑似耳に装着した。図2に、3通りの条件で測定した装着時の応答を示す。第一の条件として、ハウリング抑制機能をオフにした。この条件下では、ハウリングはどちらの補聴器にも発生しなかった。第二の条件として、ハウリング抑制機能をオンにした。この条件下では、他のブランドの補聴器の利得にわずかな低下が見られたが、リサウンド・エンツォクアトロは利得を維持した。最後の条件として、補聴器に手をかざした。他のブランドのプレミアムクラスの補聴器に、ハウリングが瞬間的に発生したことが音でわかった。リサウンド・エンツォクアトロにハウリングは発生せず、利得は測定中ずっと安定していた。

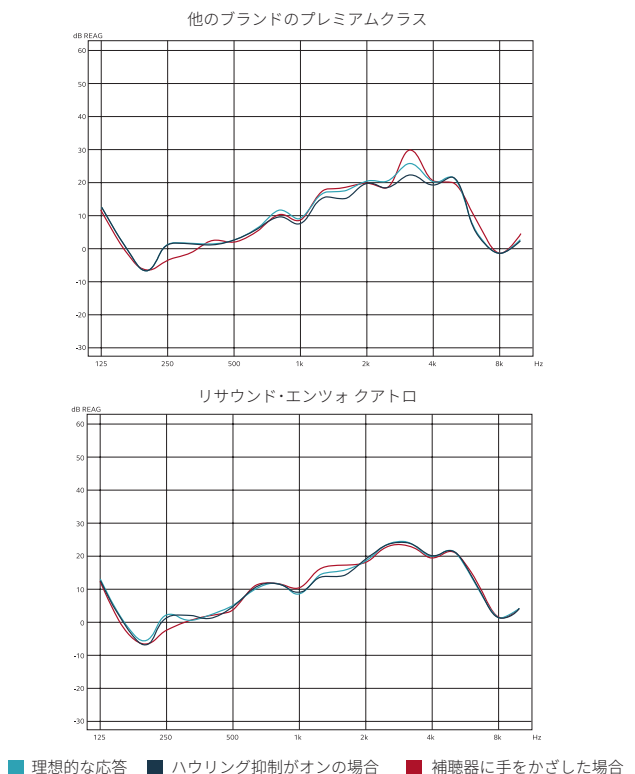


図2. リサウンド・エンツォクアトロと、高・重度難聴向け他ブランドのプレミアムクラス BTE でのハウリング抑制効果。水色の曲線が理想的な応答を、紺色の曲線が抑制をオンにした場合の応答を、赤い曲線が補聴器に手をかざした場合の応答を示す。リサウンド・エンツォクアトロは、どの場合でも理想的な応答を維持する。他ブランドのプレミアムクラスの補聴器のハウリング抑制機能をオンにすると利得がわずかに低下し、状況が変化するとハウリングの発生を抑制できない。

騒音下でのきこえの向上

難聴レベルが 45 dB HL を超えると、音が聞こえないという問題に加え、話し声とそれ以外の音の区別が困難になる⁴。そのため、補聴器ユーザーが訴える苦情で最も多いのは「騒音下で聞こえない」ことで、ほぼ全員から寄せられる。聴覚専門家と補聴器メーカーは、指向性マイクを使えば解決できると条件反射的に答えがちである。なぜなら、指向性マイクを使用することが、補聴器で、ことばの理解を騒音下で改善すると証明されている唯一の技術だからだ。しかし、ラボで指向性マイクの結果が良好だからといって、実生活にそのまま当てはまることはなく、すべての難聴レベルでの好みに応えることもできない。理由は次のとおりである。リスニング環境の音響特性、聞き手の意向と環境の相互作用、視覚や文脈上の手がかりといった聴覚以外の情報の有無といった要因は、実生活での状況がラボよりはるかに複雑になり、またそれはほんの一部でしかない。

リサウンドは、他のプレミアムクラスの補聴器と全く異なる指向性の解決策をとっている。S/N 比を技術的に改善することだけを目標とするのではなく、実生活のさまざまな状況で多様な方法で聞こえを支援するという方法を打ち立てた。実世界で置かれる環境のパターンは無限にあり、複雑で刻々と変化し、それと同じように人も頭を無意識に動かしたり、視線や位置、話し方や声のレベルを変えたりすることで、さまざまな環境に対応し、話の内容を聞き取りコミュニケーションの目的を達成する。一例として人の挙動に関する研究⁵に、参加者が聞こえにくい環境に置かれた場合、会話を捉えるためにどのように身を乗り出し、頭の向きを変えるかが示されている。短い文章で話し、話し手と聞き手の発話順序を変えることもある。会話に参加する人数もこのような挙動に影響し、参加者同士の親密度など、文化や状況に依存した要因もおそらく影響する。

両耳連動指向性IIIはそうした状況下で最高のパフォーマンスを実現し、音響環境、各人の聞きたい対象、他の固有の要因の3つを考慮したきこえの支援策を支える。補聴器で扱うことが出来る自動応答は音の状態しか扱えないので、両耳連動指向性IIIは、使用中のきこえのモードが未知の要因と干渉しないように働く。たとえば、少人数の家族が家で集う際、いくつもの会話が同時進行することがある。さらに、テレビでスポーツ中継が放映されていたり音楽が流れていることもある。補聴器は音声レベル、会話の方向、話し声以外の音しか識別できず、聞き手はどの会話に参加したいのか、他の会話も聞きたいのか、どちらかというテレビでスポーツを観たいのかを把握できない。きこえのモードを自動的に切り替えることが最も一般的な方法だが、この方法では、前面の音だけが最高の S/N 比(SNR)を達成し、他の方向の音は出来る限り抑制されてしまう。悪くすると、この方法では各人の聞きたい対象とは異なる音が増幅され、自動機能が一切作動しない場合よりも聞き取りが難しくなる可能性がある。この問題はいくつかの調査で裏付けられていて、会話の音源がユーザーの前方以外の場合、指向性幅が狭いほど、話者の位置を特定し会話を捉えるのが困難になる^{6,7}。

両耳連動指向性IIIは、どのような状況でも、脳がユーザーにとって最高の聞こえの状態になるように自然かつ無意識になるよう、両耳に適切な音を届ける。静かな場所や複雑ではない状況では競合する音がないことが一般的だが、最高品質の音を得るには聞き手は可聴性や聴覚的空間情報を必要とし、環境に適応する必要もある。環境が複雑になればなるほど競合する音や反響音も増えるので、聞き手は、もっとよく聞こえるような方針に切り替える。つまり、聞きたい対象をはっきり捉えられる側の耳に頼るようになる。この類のきこえの支援策を支えるため、両耳連動指向性IIIは、片方の補聴器には指向性処理を施し、もう片方の補聴器には補正済みの無指向性処理を施す。この処理の結果、頭影効果も相まって、両耳に届く音の情報に大きな対比が生じ空間認識能が向上する。聞き手は、重要な音を効率的に捉え、的を絞れるようになる。騒音が拡散する状況で聞き手の前方のみから話し声がする場合は、その音の SNR を最大にすることが好適なきこえの支援策である。この状況を支えるためには、両耳連動指向性IIIは両方の補聴器に指向性処理を施す。

上記の方法で両耳連動指向性IIIが指向性モードを適用することは、無指向性の場合に比べ聞こえの向上に奏功すると証明されている^{8,9,10}。さらにこの方式では、環境中の周辺音認識能が、他の指向性モードより良好に維持されると同時に騒音下のきこえも向上する^{11,12,13,14,15}。難聴が高度から重度の場合、指向性処理による前方の会話の認識能は、リサウンド・エンツォ シリーズや両耳連動指向性機能のバージョンに関係なく、自社データでは一貫して4dB 相当向上している(会話の認識能が無指向性より60%向上)。これは、強力な指向性アルゴリズムを備えた他のプレミアムクラスの補聴器でしか達成できない結果に匹敵する。しかも図3に示すように、両耳連動指向性IIIでは、前方以外の音も他の方式に比べ格段に向上している。この事実の重要性は、高・重度難聴の方が軽・中等度難聴よりさらに大きいかもしれない。Ricketts と Picou¹⁶ は、両耳連動指向性IIIの各種のきこえモードが想定する環境にラボ環境を似せ、性能と好感度を評価した。報告では、両耳連動指向性IIIの好感度は、状況および各人の特性(語音認識能や難聴の程度など)によりばらついた。難聴の程度が高いほど、きこえを強化する支援策のモードへの好感度が高く、この戦略では指向性モードは非対称に設定されている。この結果は、難聴の程度が高い人が、環境を確認して関心のある音の方向を簡単に特定し、前方の会話もよく認識できたことの現れである。

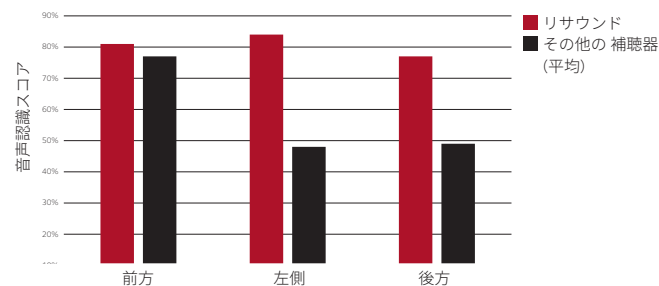


図3. 被験者が、3方向から同時に読み上げられる文の場所を特定して文を繰り返すという、困難な音声認識タスクの結果。話者が前方にいる状況で被験者が両耳連動指向性IIIを用いた場合、会話の場所の特定と理解の成績は、強力な指向性を備えた補聴器の装着時と同等に良好であった。話者が被験者の左側または後方にいる場合、両耳連動指向性IIIを用いた際の成績は、他の補聴器装着時をはるかに凌いだ¹⁵。

心地良い音

補聴器装着者も健聴者も、周囲から耳に入る、ある種の音には苛立ちを、大きな音には不快感を覚える。耳障りと感じる音は両者で一部一致するが、Keidser ら¹⁷は、補聴器の装着者は突発的な音を苦にするのに対し、健聴者は苦しめないと報告している。このような音には、ナイフやフォークのガチャガチャいう音、叩く音、落とした鍵が硬い表面にぶつかる音、紙がカサカサいう音などがある。日常生活で遭遇した不快音を補聴器の装着者に記録してもらったところ、1/3が突発的な性質の音だった¹⁸。高・重度難聴では、ダイナミック レンジが狭く補聴器の増幅レベルが高いことを考えると、衝撃音が特に耳障りと感じて驚くことではない。不快感を和らげ、どの種類の音でも快適なレベルに保つため、リサウンド・エンツォ クアトロ に衝撃音抑制機能が新たに加えられた。この独自のアルゴリズムは、環境や周波数成分、音のレベル、ユーザーの処方利得設定に基づき(詳細な内容は Sjolander ら¹⁹を参照)、利得を瞬間的に下げ、前述したよ

うな突発音を効果的に抑制する。目標は、自然で落ち着いた状態に音を維持しつつ、突発音に適用される利得のみを下げることである。

苛立ちを感じることなく今日のテクノロジーを使うこと

高度から重度の難聴を抱える人のほぼ半数は65歳未満である²⁰。若年層にはすでに普及しているが、補聴器ユーザーの中心層である年配者の間で、スマートフォンやタブレットなどのデバイス所持率は急上昇している。50歳未満の成人ではスマートフォンの所持率は90%を大きく超え、50～64歳ではほぼ3/4が所持している²¹。このグループの統計的属性や難聴の程度はさまざまなので、スマートフォンをはじめとするテクノロジーを使う能力をサポートすることが重要である。

リサウンド・エンツォ クアトロ は、接続性機能において最も完全なエコシステムを備えている。伝統的なテレコイルシステムや外部入力端子をはじめ、リサウンドの各種ワイヤレスアクセサリをリサウンド・エンツォ クアトロと組み合わせると、ほぼすべての音源に接続することができる。マルチマイク^{22,23}などのワイヤレスマイクロホン技術によってS/N比は大きく向上し安定した聴取を可能にしているが、携帯電話の使用についてサポートを受けられることは、日常生活で最もありがたい点のひとつかもしれない。

携帯電話の使用

Jespersen と Kirkwood は²⁴、高・重度難聴を抱える人にとって電話のストリーミングが非常に重要である理由を説明している。研究で(図4を参照)、補聴器のマイクに電話を当てて通話をした際の理解度は、被験者の平均で6%しかなかった。対照的に、両方の補聴器に音をストリーミングすると、平均で45%を上回る改善が見られた。この改善は、スマートフォンから直接ストリーミングした場合でも、携帯ユナイトIIを経由した場合でも同様に見られた。視覚の手がかりが加わると、さらに大きく改善した。聴力障害がどの程度であれ話し手が見えることは有益であるが、難聴が高度から重度の場合、メリットが最も大きい可能性がある。事実、難聴が非常に重度の場合、会話を理解するために音声情報と同じくらい視覚情報に依存している^{25,26}。ある実験において、補聴器の片方に受話器を当てて電話音声を聞いた場合に比べ、FaceTime を用いて試験中に話者の顔を見ることができた場合では、平均して70%を上回る改善が見られた。リサウンド・エンツォ クアトロでは、iPhone ユーザーだけがビデオチャットアプリの恩恵にあずかるのではなく、Android™ スマートフォンのユーザーも直接ストリーミングを利用することができるようになった。携帯ユナイト

IIを使用すると、Bluetoothが有効であればどのスマートフォンでもリサウンド・エンツォ クアトロ 補聴器に音声をストリーミングすることができる。

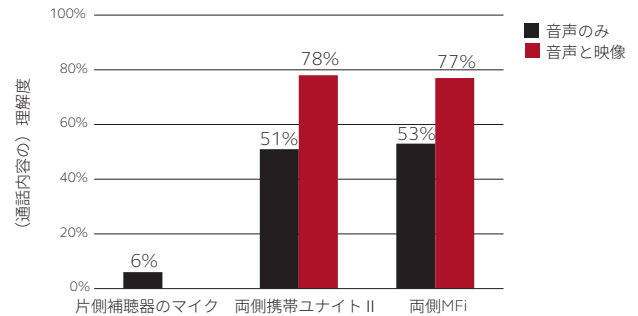


図4. 両耳ストリーミングのみによるメリットは、電話の聴覚のみとの使用と比べて45%以上も言葉の認識が高くなるという実験結果がある。ビデオチャットアプリによる視覚的手掛かりの追加により、70%を上回る認識を得る、より多くのメリットが得られる²⁴。

使用中のプログラムにストリーミング音が追加されるため、一言も聞き漏らさない

新しいチッププラットフォームの採用で実現した改良のひとつとして、特に高・重度難聴にメリットがあるのは、スマートフォンからストリーミングするにせよ、ワイヤレスアクセサリの携帯ユナイトIIでストリーミングするにせよ、きこえのプログラムをもはや変える必要がないということである。これまでは、ストリーミングに切り替えるようプログラムを変えるために、短い遅延が生じ最初の音声信号が補聴器に届かなかった可能性があった。そのため、通話の出だしやナビゲーションシステムの冒頭の指示が届かなかった可能性がある。信号の遅延は4秒にも及ぶ恐れがある。図5では、ナビシステムにおける進路変更ポイントで流れる誘導案内の指示を例として用い、このような遅延があると指示がどのくらい欠ける恐れがあるかを示す。

顧客サポートの新しい形

先行モデルと同様、リサウンド・エンツォ クアトロ はリサウンド・アシスト遠隔サポートを搭載しており、クリニックの外でもケアが可能で利便性が向上する。リサウンド・アシスト遠隔サポートは、補聴器を非同期に遠隔調整できるきわめて有効なツールで、対面で行う調整と同様の結果が得られることが確認されている^{27,28}。聴覚専門家と顧客がライブのビデオチャットで会話を交わし、オンラインで補聴器を調整できる同期オプション(リサウンド・アシスト遠隔サポート ライブ*)が加わる。この同期オプションは、補聴器の装着や操作に関する小さな問題を解決するのに特に役立つことが確認されており、

*2020年初夏ごろリリース予定

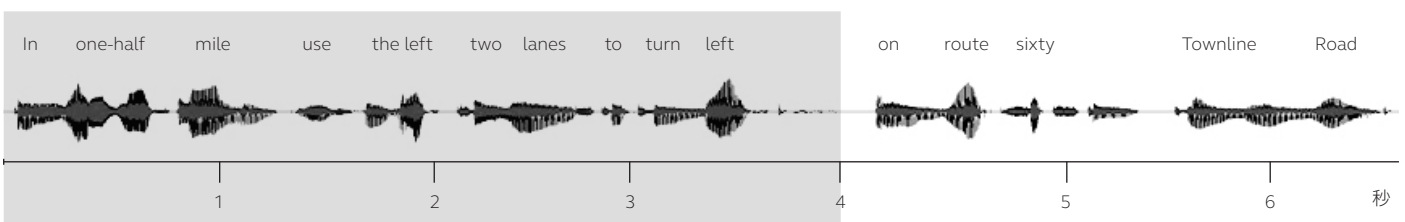


図5. ストリーミング専用のプログラムに切り替わる場合、ストリーミングに遅延が生じ重要な情報が届かない恐れがある。この例では、グレーで塗りつぶした区間で、進路変更ポイントごとに重要な指示が流れ、リサウンド・エンツォ クアトロにシームレスにストリーミングされるが、旧型のプラットフォームではストリーミング音声が届かないおそれがある。

顧客にとって、質問の答えを記入しメッセージを送るより、ライブ チャットでニーズを説明するほうが簡単かもしれない²⁹。

コクレア社の人工内耳に完全対応

片耳に人工内耳(CI)を埋め込んでいる場合、もう片方の耳に補聴器を装着するときこえの向上に大きく役立つ可能性がある。Smart Hearing Alliance によりコクレア社とリサウンドが独自の方式で連携し、バイモーダルソリューションが簡単に実現する。Smart Hearing Alliance の大きなメリットのひとつは、リサウンドと コクレア社の両方でワイヤレステクノロジーを共有できることで、バイモーダルソリューションを使用すれば、互換性のある iOS や Android デバイス、各種のワイヤレスアクセサリから、コクレア社の人工内耳と補聴器に同時に直接ストリーミングすることができる³⁰。

まとめ

難聴が高度から重度の場合、補聴器は生活で欠くことのできない一部で、その補聴器の開発に携わるのは誇らしいことである。リサウンド・エンツォ クアトロ は強力な性能を備えているだけでなく、予想を超えた利便性を提供する。リサウンド・エンツォ クアトロは、高・重度難聴向けのまた一步理想に近づけたプレミアムクラスの聴覚ソリューションを提供するものである。リサウンド・エンツォ クアトロ は、業界を牽引する利得と出力性能を達成するだけでなく、全方位の音を捉え、日常生活を最大限に謳歌する手助けをするというリサウンドのコミットメントでもある。日常生活のさまざまな環境で聞こえが向上し、ほぼ全ての音源にシームレスに接続し音を楽しむことができる。最後に、リサウンド・アシスト遠隔サポート ライブを搭載するリサウンド・スマート3Dアプリ™は、カスタマイズとケアの向上に有用で他に類を見ないツールである。

* 互換性およびデバイスの詳細については、cochlear.com/compatibility と resound.com/compatibility をご覧ください。

参考文献

1. Uys M, Pottas L, Dijk CV, Vinck B (2013) The Influence of Non-Linear Frequency Compression on the Perception of Timbre and Melody by Adults with a Moderate to Severe Hearing Loss. *Commun Disord Deaf Stud Hearing Aids* 1: 104. doi: 10.4172/jcdsha.1000104
2. McDermott, H., & Henshall, K. (2010). The use of frequency compression by cochlear implant recipients with postoperative acoustic hearing. *Journal of the American Academy of Audiology*, 21(6), 380-389.
3. Friis, L., Ohlrich, M., Jacobsen, F., Jensen, L. B., & Linkenkær, M. P. (2009). Investigation of internal feedback in hearing aids (Doctoral dissertation, Ph. D. thesis, Widex A/S Acoustic Technology, DTU Elektro, Tese (Doutorado), Technical University of Denmark, Kgs. Lyngby, Denmark).
4. Moore BC. Perceptual consequences of cochlear hearing loss and their implications for the design of hearing aids. *Ear and hearing*. 1996 Apr 1; 17(2):133-61.
5. Hadley LV, Brimijoin WO, Whitmer WM. speech, movement, and gaze behaviours during dyadic conversation in noise. *Scientific reports*. 2019 Jul 18;9(1):1-8.
6. Brimijoin WO, Whitmer WM, McShefferty D, Akeroyd MA. The effect of hearing aid microphone mode on performance in an auditory orienting task. *Ear & Hearing*. 2014; 35(5):e204-e212.
7. Best V, Mejia J, Freeston K, van Hoesel RJ, Dillon H. An evaluation of the performance of two binaural beamformers in complex and dynamic multitalker environments. *International Journal of Audiology*. 2015; 54(10): 727-735.
8. Cord MT, Walden BE, Surr RK, Dittberner AB. Field evaluation of an asymmetric directional microphone fitting. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2007 Mar 1;18(3):245-56.
9. Kim JS, Bryan MF. The effects of asymmetric directional microphone fittings on acceptance of background noise. *International Journal of Audiology*. 2011 May 1;50(5):290-6.
10. Picou EM, Ricketts TA. How directional microphones affect speech recognition, listening effort and localisation for listeners with moderate-to-severe hearing loss. *International journal of audiology*. 2017 Dec 2;56(12):909-18.
11. Bentler RA, Egge JL, Tubbs JL, Dittberner AB, Flamme GA. Quantification of directional benefit across different polar response patterns. *Journal of the American Academy of Audiology*. 2004 Oct 1;15(9):649-59.
12. Hornsby BW, Ricketts TA. Effects of noise source configuration on directional benefit using symmetric and asymmetric directional hearing aid fittings. *Ear and hearing*. 2007 Apr 1;28(2):177-86.
13. Picinali L, Prosser S, Mancuso A, Verellesi G. Speech intelligibility in virtual environments simulating an asymmetric directional microphone configuration. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2008 May;123(5):3305.
14. Cord MT, Surr RK, Walden BE, Dittberner AB. Ear asymmetries and asymmetric directional microphone hearing aid fittings. *American Journal of Audiology*. 2011.
15. Jespersen C, Kirkwood B, Groth J. Effect of directional strategy on audibility of sounds in the environment for varying hearing loss severity. *Canadian Audiologist*. 2017; 4(6). <http://canadianaudiologist.ca/issue/volume-4-issue-6-2017/directional-strategy-feature/>
16. Ricketts, T.A. & Picou, E.M. (In Preparation). Talker location interacts with directional benefit.
17. Keidser G, Convery E, Kiessling J, Bentler R. (2009). Is the hearing instrument to blame when things get really noisy. *Hearing Review*. 2009; 16:12.
18. Hernandez A, Chalupper J, Powers T. An assessment of everyday noises and their annoyance. *Hearing Review*. 2006;13-20.
19. Sjolander L, Quilter M, Groth J. Hearing aid users show preference for ReSound Impulse Noise Reduction. ReSound white paper. 2019.
20. Blanchfield, B. B., Feldman, J. J., Dunbar, J. L., & Gardner, E. N. (2001). The severely to profoundly hearing-impaired population in the United States: Prevalence estimates and demographics. *Journal of the American Academy of Audiology*, 12(4), 183-189.
21. Pew Research Center. Mobile Fact Sheet. June 12, 2019. Accessed September 1, 2019. <https://www.pewinternet.org/fact-sheet/mobile/>
22. Wolfe J, Morais Duke M, Schafer E, Jones C, Müller HE, John A, Hudson M. Evaluation of performance with an adaptive digital remote microphone system and a digital remote microphone audio-streaming accessory system. *American journal of audiology*. 2015 Sep;24(3):440-50.
23. Wolfe, J. (2018). Evaluation of modern remote microphone technologies. *AudiologyOnline*, Article 23681. Retrieved from <http://www.audiologyonline.com>.
24. Jespersen, CT, Kirkwood, B. Speech Intelligibility Benefits of FaceTime. *Hearing Review*. 2015;21(2):28.
25. Tilberg I, et al. Audio-visual Speechreading in a group of hearing aid users—The effect of onset age, handicap age, and degree of hearing loss. *Scand Audiol*. 1996;25:268-272.
26. Erber NP. Auditory-visual perception of speech. *J Speech Hear Disord*. 1975;40(4):481-492.
27. Groth J, Dyrland O, Wagener K, Meis M, Krueger M. Fine-tuning outcomes are similar via teleaudiology and face-to-face. *Canadian Audiologist*. 2019; 6(2). <https://www.canadianaudiologist.ca/issue/volume-6-issue-2-2019/gn-resound-industry-research-6-2-feature/>
28. Convery E, Keidser G, McLelland M, Groth J. A Smartphone App to Facilitate Remote Patient-Provider Communication in Hearing Health Care: Usability and Effect on Hearing Aid Outcomes. *Telemedicine and e-Health*. 2019 Aug 21.
29. Suzuki D, Shinden S. Case studies illustrate pros and cons of integrating telemedicine in hearing aid fitting and follow-up. Paper presented at EUHA 64th Congress; 2019; Nuremberg, Germany.
30. Schumacher J. Supporting the benefits of bimodal: ReSound ENZO Q and the Smart Hearing Alliance. 2019. ReSound white paper.

GNヒアリングジャパン株式会社

〒220-0012 神奈川県横浜市西区みなとみらい3-6-3 MMパークビル8F



0120-921-310 www.resoundpro.com

第二種医療機器製造販売業許可番号 14B2X00044

CVR no. 55082715

©2020 GNヒアリングジャパン（株）無断複写・転載禁止。リサウンドは、GN Hearing A/S の商標です。

Apple、Apple ロゴ、iPhone、iPad、iPod touch、FaceTime は、米国および他の国々で登録された Apple Inc.の商標です。

Android は Google LLC の商標です。Bluetooth およびBluetooth ロゴは、Bluetooth SIG、Inc. の登録商標です。

難聴の治療については、医師にご相談ください。難聴の状態に応じたアドバイスを受けることができます。弊社製品はすべて、医師からの指示がなければ使用できません。国によってはご利用になれない製品もあります。

コクレア、Hear now.And always、Nucleus、Kanso、Baha、楕円形のロゴ、® または ™ 記号の付いたマークは、

Cochlear Limited または Cochlear Bone Anchored Solutions AB の商標または登録商標です(別段の断り書きがない限り)。