# Phonak Field Study News.

進化した指向性機能が提供する 騒音下における広い範囲からの聞き取り改善

騒音環境下においてオーデオ ルミティとオーデオ マーベルを使用した場合の比較研究がフォナック オーディオロジー研究センター (PARC) で行われました。その結果、オーデオ ルミティを使用した場合のほうが側方や後方から話しかけられたときの主観的な聴取努力が軽減されることが示されました。

Adler, M. および Seitz-Paquette, K. / 2023 年 1 月

#### 重要なポイント

- オーデオ ルミティを使用した場合、騒がしい環境 で側方や後方から話しかけられたときの聴取努力 がオーデオ マーベルを使用した場合と比較して大 幅に軽減されたことが報告されました。
- 騒がしい環境における側方や後方からの会話について、オーデオマーベルよりもオーデオルミティを使用した場合の語音明瞭度が明らかに向上されたことが示されました。

# 考慮すべき事項

- ユーザーがオーデオ マーベルからの買い替えを検討している場合、オーデオ ルミティに搭載されているスピーチセンサーとステレオズーム 2.0 を含めたスマートスピーチ テクノロジーの利点をアピールすることを検討してください。
- 実生活でオーデオ ルミティを試聴することで、ユーザーは様々な指向性の利点をリアルタイムで体験することができます。
- マイフォナック アプリを使えばユーザーそれぞれの聞こえのニーズに合わせることができること、また前方の会話に集中するためにステレオズーム2.0の設定を調節できることを紹介してください。



### はじめに

補聴器を使用しても、騒がしい環境においてことばを理解することは難聴者にとって困難な場合があります。補聴器メーカーはこのような聞き取りにくい環境でのことばの理解を向上するために、指向性マイクロホンなど SN 比を改善する様々な方法を設けています。

フォナックでは、初期の指向性マイクロホンシステ ムの一つであるデュアルマイク指向性がプログラマ ブル耳かけ型補聴器のピコネット オーディオズーム に使用されました。これにより、実験室における測 定では無指向性マイクロホンに対して約8dBのSN 比改善を実現しました(Valente ら、1995 年)。 そ れ以降、フォナックは新しい指向性マイクロホンシ ステムを開発してきました。例えば、2005年にリア ルイヤーサウンド (RES) というマイクロホンモー ドを開発しました。これは耳介の形状と共鳴によっ て自然に得られる指向性を模倣したものです。2010 年に開発されたウルトラズーム(UZ)は、フォナッ ク スパイスシリーズ補聴器に搭載されている適応型 の片耳指向性です。2012年に開発されたステレオズ ーム (SZ) は鋭いビームを形成する固定型の両耳指 向性で、フォナック クエストシリーズの補聴器に初 めて搭載されました。 2014 年に発売されたフォナッ ク ベンチャーシリーズ補聴器には「非常に騒がしい 中でのことば」プログラムで機能する適応型の両耳 指向性、いわば進化したステレオズームが搭載され ました(Stewart ら、2019 年)。

Stewart らの文献研究(2019 年)によると、騒音下において正面から話しかけられた場合は片耳指向性のウルトラズームよりもステレオズームを使用したほうが 1~1.5dB の改善が示されました。ステレオズームは騒がしい環境において最も聞き取りたい話し声が前方にある場合に有効に働きます。ただし側方や後方から話しかけられた場合、ステレオズームのような前方への鋭いビームは最適ではない場合もあります。

多くの場合会話は前方から発せられます。しかし、Waldenら(2004年)の研究によると、会話の 20%は側方や後方など前方以外の方向から発せられたことが示されました。そして、以下の例のように聞き手が話し手の方向を向くことができない場合があります:

- ・ キッチンで料理を作りながら家族と会話する
- ・ パソコンで作業しながら同僚と会話する
- ・ スポーツ観戦をしながら友人と会話する このように会話の相手が側方や後方に存在する場合、指向性の角度が変化する自動オペレーティングシステムが役に立ちます。スピーチセンサーはメインとなる話し手が前後左右のどこにいるかを自動的に検知し、それに合わせて指向性マイクロホンのモードを切り替えます。これは、オーデオルミティに搭載されている新機能の一つです。

オーデオ ルミティに搭載されているもう一つの新機 能であるステレオズーム 2.0 は、従来のステレオズ ームから進化した点が3つあります。ステレオズー ム 2.0 によって「非常に騒がしい中でのことば」プ ログラムへの切り替えがよりスムーズになりまし た。これは、オートセンス OS 5.0 で「非常に騒がし い中でのことばしへ切り替わるための条件が変更さ れたためです。これまでの検出基準は両耳で且つ起 動レベルも周囲の騒音が 63 dB SPL でしたが、オー デオ ルミティでは左右いずれかの補聴器が 59 dB SPL の騒音を検出すると「非常に騒がしい中でのこ とば」へ切り替わるようになりました。つまり、従 来のステレオズームよりもステレオズーム 2.0 のほ うがより低い騒音レベルで作動することができるよ うになりました。研究によると、代表的な「騒音下 でのことば | の騒音レベルは約 68dB であると言わ れています。つまり、ステレオズーム 2.0 がより低 い騒音レベルで起動することは理にかなっていると 言えます (Smeds ら、2015年; Wu ら、2018 年)。ステレオズーム 2.0 は前方からの会話にさら に焦点を当てています。そしてマイフォナック アプ リを使ってユーザー自身がこの指向性モードを自分 の好みに合わせて調節することも可能になりまし

た。図1は、ウルトラズーム、ステレオズーム、ステレオズーム 2.0 それぞれのブーム範囲をまとめたものです。



図 1. ウルトラズーム、ステレオズーム、ステレオズーム 2.0 の指向性範囲のイメージ図

以下2つの研究によると、オーデオ パラダイスを使用すると主観的な聴取努力が軽減されたことが示されました:

- オーデオ マーベルに搭載されているアダプティブ フォナック デジタル(以下、APD)とオーデオ パラダイスに搭載されている APD 2.0 を比較した研究(Wright ら、2020年)
- オーデオ パラダイスに搭載されているオートセンス OS 4.0 (スピーチエンハンサーおよびダイナミックノイズキャンセル機能) に関する研究(Appleton ら、2020 年)

オーデオ ルミティにはパラダイス シリーズより進化 したオートセンス OS 5.0、スピーチセンサーとステレオズーム 2.0 が搭載されています。

このオーデオ ルミティには、オートセンス OS 3.0、ステレオズームと APD を搭載したオーデオ マーベルより、騒音下の聴取努力の更なる軽減が期待されますが、比較した研究データがまだありませんでした。表 1 は、オーデオ ルミティ、オーデオ パラダイス、オーデオ マーベルの主な機能を比較したものです。

プラットフォーム	主な機能		
	オートセンス OS	処方式	ステレオズーム
マーベル	3.0	APD	ステレオズーム
パラダイス	4.0	APD 2.0	ステレオズーム
ルミティ	5.0	APD 2.0	ステレオズーム 2.0

表 1. 3つの補聴器プラットフォームのまとめ

#### 評価方法

#### 参加者

この研究は、2022 年 8 月~10 月にイリノイ州オーロラにある PARC で行われました。図 2 で示しているように、補聴器の使用経験がある中度~重度の難聴者 14 名(うち男性 6 名、女性 8 名)がこの研究に参加しました。参加者の平均年齢は 75 歳でした。

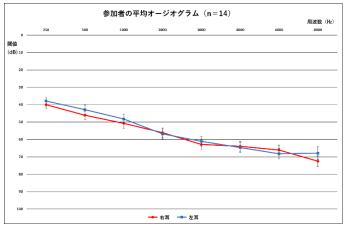


図 2. 参加者全員の平均オージオグラム。エラーバーは標準誤差を 示して いる。

#### 手順

この研究では、3回の面接および 2回の家庭内での試聴(1週間ずつ)が行われました。

#### 面接・第一回目

参加者のオージオグラムに沿って、RIC型補聴器のオーデオルミティ(オーデオL90-RT; 日本未導入)とオーデオマーベル(オーデオM90-R)の初期設定(ハウリングテストを含む)を実施しました。Mレシーバーおよびフィッティングソフト Target が推奨する耳せんを用いて補聴器フィッティングを行いました。5つのケースではオーデオマーベルのフィッティングにおいて右耳と左耳に異なる耳せんが推奨されたため、オーデオルミティで推奨された耳せんを使用しました。参加者14名のうち11名がパワー型耳せん、3名がベント付き耳せんを装着しました。実験室での検査では、補聴器の装用経験に基づき、13名の参加者が目標利得の100%、1名が80%にフィッティングされました。

騒がしい環境において会話音が側方や後方にある場合のオーデオ ルミティとオーデオ マーベルの動作が

異なるため、第一回目の面接の前に機能の実験検証を行いました。そうすることで、ルミティとマーベルのマイクロホンモードが自動的に起動することを確認できました。そして、実験室でのテストを行うときにプログラムやマイクロホンモードが変化しないことを確保するために追加プログラムを作成しました。オーデオルミティに搭載されているスピーチセンサーがどのように最も聞きたい話し声を検出し、そしてどのように指向性を適応させるかを模擬するため、研究員は独立した「騒音下でのことば」プログラムを2つ作成しました。一つは側方からの会話音のために固定指向性(Target 設定の12番)に設定、もう一つは後方からの会話音のためにリアルイヤーサウンド(Target 設定の4番)に設定しました。

また、多機能ボタンでボリュームを調節することができないように設定しました。マーベルを使用しているとき、ステレオズームにより自動的に「非常に騒がしい中でのことば」プログラムに切り替える場合があります。そのため、連動しない「非常に騒がしい中でのことば」追加プログラムを作成しました。それを初期プログラムに設定したため、多機能ボタンが無効になりました。

交差型デザインで、AZBio 文章(Spahr ら、2012 年)を用いて騒音下での語音明瞭度を測定しました。 11 個のスピーカーからは、67 dB(A)のマルチトーカーバブル音を発生させました(図 3 では「N」と表示)。検査用音源(図 3 では「S」と表示)について、後方からの場合は 180°、側方からの場合は 270°の方向から 72 dB(A)で発せられました。 参加者は円状に置かれたスピーカーの中心(スピーカとの距離が約 1.5 メートル)に座り、常に前(0°方向)を向くように指示されました。

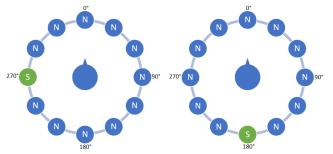


図 3. 騒音下での聞き取り検査の設定。左:検査音 (S) が側方から発せられる場合。右:検査音 (S) が後方から発せられる場合。

検査音が発せられる位置(側方や後方など)および 各検査条件に使用される補聴器の順序はランダム化 しました。また、検査用音源である8つのAZBio文 章リストもランダム化され、各条件で再検査法を用 いて検査を行いました。

検査音が側方から発せられた場合は以下の設定で比 較検査を行いました:

- ・ オーデオ ルミティ:固定型指向性
- ・ オーデオ マーベル:ステレオズーム

そして、検査音が側方から発せられた場合は設定で 比較検査を行いました:

- ・ オーデオ ルミティ:リアルイヤーサウンド
- ・ オーデオ マーベル:ステレオズーム

聴取努力の評価は SSQ(Speech, Spatial and Qualities of hearing Scale; Gatehouse ら、 2004年)の質問を含む 10 段階の主観的質問紙評価を使用して各検査の終了後に行いました。表 2 で示しているように計5つの質問項目があります。評価尺度に関しては、数値が小さければ小さいほど良好な結果を示しています。

質問項目	評価尺度(0~10)
音や話し声を聞くために非常に集中して聞	集中する必要がない/非常に
く必要がありますか?	集中しなければならない
話されている内容を理解するために努力す	努力する必要がない/非常に
る必要がありますか?	努力しなければならない
話を聞くときに周りがうるさくても気にな	気にしない/非常に気になる
らないですか?	
集中力と注意力をどの程度維持できます	維持しやすい/非常に維持し
か?	にくい
現時点で、精神的/身体的にどの程度疲れて	疲れていない/非常に疲れて
いるのでしょうか?	いる

表 2. 主観的聴取努力の評価質問紙。

参加者にそれぞれの条件においてどの補聴器を好むかを聞きました。また、AZBio文章を用いた語音明瞭度検査のスコアも記録しました。

その後、参加者がオーデオ L90-RT を家庭内で試聴するための準備を行いました。微調整が必要な場合はソフトウェア Target で最小限の調整を行いまし

た。利得の調整と耳閉塞感の緩和に関する微調整を 希望した参加者は4名で、うち3名は家庭での試聴 のために異なる耳せん(より小さい/より開放的なも の)を希望しました。この4名に対してハウリング テストを再度実施しましたが、それ以外の微調整は 行いませんでした。

参加者は、EMA(ecological momentary assessment)アプリを個人の Android 携帯または PARC から貸与された携帯にダウンロードして使用しました。 2 週間の家庭での試聴において、参加者は毎日の夕方(研究員と決めた時間)にアプリで振り返り調査を参加しました。 この調査への参加方法は、第一回目の面接のときに研究員から説明を行いました。

補聴器の日常的な使い方やお手入れ方法、そして充電器に関する説明も第一回目の面接のときに行いました。1週間の家庭での試聴用に充電器のチャージャーケース Combi もしくはチャージャー Ease をランダムに提供しました。1週間後に充電器を返却する際「充電器の使いやすさに関するアンケート」も回答するよう指示しました。

#### 面接・第二回目

参加者に来所してもらい、毎日に回答した振り返り 調査のデータを含む EMA アプリに記録された全ての データが問題なく保存されているかを確認しまし た。そして、「充電器の使いやすさに関するアンケ ート」と第一回目の面接に貸出した充電器を回収 し、最終回の家庭での試用にもう一つの充電器を提 供しました。

# 面接・第三回目

参加者に来所してもらい、振り返り調査を含む EMA アプリに記録された全てのデータが問題なく保存されているかを確認しました。「充電器の使いやすさに関するアンケート」、補聴器および充電器を回収しました。そして、チャージャーケース Combi とチャージャー Ease のどちらが好きかを参加者に聞いて、そのほか 2 週間の試聴期間中のフィードバックを収集しました。

## 結果

研究では、指向性範囲を自動的に調整することがで きるオーデオ ルミティを使用した場合、聴取努力が 大幅に軽減されたことが示されました。またオーデ オマーベルを使用した場合、固定型指向性よりも適 応型指向性のほうを好むというフィードバックが参 加者からありました。側方と後方の検査条件におけ る主観的聴取努力の評価質問紙の平均スコアが、オ ーデオ ルミティの場合は 5.82 で、オーデオ マーベ ルの場合は 6.82 で 14.7% の改善が示されました。 JASP ソフトウェアを用いて、繰り返し測定型二元配 置分散分析法(Two way repeated measures Analysis of Variance) で補聴器に対する評価を行い ました。聴取努力に対する補聴器の効果には有意差 がありました (F[1, 13] = 6.618; p = 0.023;  $\eta^2 p =$ 0.337)。 ことばの方向および交互作用項目には有意 差が見られませんでした。側方や後方から話しかけ られた場合、参加者の71%が、オーデオマーベルよ りもオーデオ ルミティを好みました。この「71%」 という割合は観察されたもので、ランダムな確率で 予想される割合(50%)より有意に高いことが二項 検定の結果から示されました(p=0.036)。

この研究では、騒音下で側方や後方から話しかけら れた場合のオーデオ マーベルとオーデオ ルミティの 比較を行いました。その結果、オーデオ ルミティを 使用した場合のほうが、ことばに対する理解が8% 向上されることが示されました(ルミティの平均値 は85%、マーベルは77%)。繰り返し測定型二元配 置分散分析法を用いて補聴器に対する評価を再度行 った結果、異なる補聴器プラットフォームによる語 音明瞭度の改善に有意な効果(F[1,13] =14.957, p=0.002,  $\eta^2 p=0.535$ ) と交互作用効果(F[1.13]=7.695, p=0.016,  $\eta^2$ p = 0.372) がありました。こと ばの発された方向に有意性が見当たりませんでし た。 ペアワイズの多重比較 t 検定を用いた事後検定 では、側方から話しかけられた場合、オーデオマー ベルよりもオーデオ ルミティを使用したほうがこと ばの理解が大幅に向上されたことが示されました(t= -4.724, p = <.001)。そのほかの比較では有意差が認められませんでした。

参加者の 71%が、チャージャーケース Combi よりも チャージャー Ease を好みました。二項検定を再度行った結果、観測された選好度とランダムな確率で予想される選好度には有意差が認められませんでした  $(p=0.18)^{-1}$ 。また、チャージャーケース Combi と比較すると、チャージャー Ease のほうがより魅力的で使いやすいと参加者から評価されました(図 4、5 を参照)。

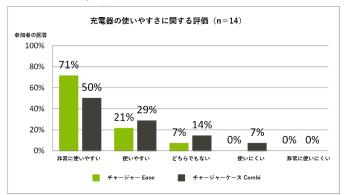


図 4.1 週間に家庭で試用したあと、各充電器の使いやすさに関する評価。

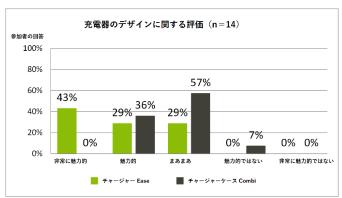


図 5.1 週間に家庭で試用したあと、各充電器のデザインに関する評価。

2週間の家庭内の試聴による振り返り調査の回答数は合計 163 件でした。この調査では、騒音下での聴取努力やオーデオルミティに対する参加者の満足度が評価されました。また、同じ調査に自由記述形式で参加者からのフィードバックを収集しました。毎日に回答した参加者の 31%が、オーデオルミティを装用すると一日中にまったく騒音に悩まされないと回答しました。それ以外の 64%が、騒がしい環境で話されていた内容を理解するのに聞くための労力がほ

とんどかからないと感じる(数値5未満)と回答しました(図6を参照)。

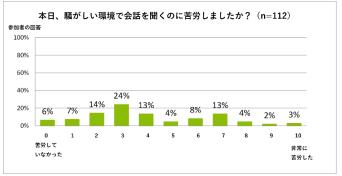


図 6. EMA アプリを介して毎日調査を実施した。騒がしい環境下の聴取努力に関する評価(「本日は騒がしい環境にいなかった」と回答した31% (n=51) は含まれていない)。

図7で示しているように、オーデオ ルミティに対する満足度が圧倒的に高いことが分かりました。参加者の90%が、毎日の調査で「満足」と回答しました。

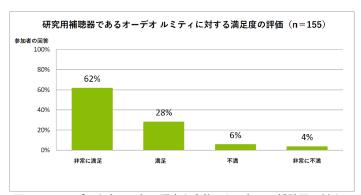


図7. EMA アプリを介して毎日調査を実施した。毎日の補聴器に対する満足度の評価。

#### 結論

結論として、騒音下において側方や後方から話しかけられた場合、参加者は固定型指向性よりも指向性範囲が自動的に変化する補聴器を使用したほうが、聴取努力が軽減されるように感じることが本研究の結果から示されました。

また、このような指向性機能は実験室環境においての聴取努力の軽減および語音明瞭度の向上につながっていることが分かりました。EMA アプリで収集したデータによると、このような指向性を搭載されている補聴器に高い満足度を示しています。 参加者が

日常生活で経験した主観的な聴取努力は様々でしたが、圧倒的多数の参加者が一日を通してまったく騒がしさ感じないと答えたことが報告されました。 そして、2週間にわたって毎日調査を行った結果からは、オーデオルミティに対する高い満足度が示されました。

参考文献

Appleton, J. (2020) AutoSense OS 4.0 — significantly less listening effort and preferred for speech intelligibility. Phonak Field Study News retrieved from <a href="https://www.phonak.com/en-us/professionals/guides/evidence-library">https://www.phonak.com/en-us/professionals/guides/evidence-library</a>, accessed December, 2022.

Gatehouse, S. & Noble, W. (2004). The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ). *International Journal of Audiology*, *43*, 85-99.

Smeds, K., Wolters, F., & Rung, M. (2015). Estimation of Signal-to-Noise Ratios in Realistic Sound Scenarios. *Journal of the American Academy of Audiology*, *26*(2), 183–196.

Spahr, A. J., Dorman, M. F., Litvak, L. M., Van Wie, S., Gifford, R. H., Loizou, P. C., Loiselle, L. M., Oakes, T., & Cook, S. (2012). Development and validation of the AzBio sentence lists. *Ear and hearing*, *33*(1), 112–117.

Stewart, E. et al. 2019. StereoZoom Part 1: The benefit of wirelessly connected narrow directionality in Phonak hearing aids for speech intelligibility. Phonak Compendium, retrieved from www.phonakpro.com/evidence accessed on May 13, 2022.

Valente M, Fabry D, Potts L. (1995) Recognition of speech in noise with hearing aids using dual microphones. *Journal of the American Academy of Audiology* 6:440–450.

Walden BE, Surr RK, Cord MT, Dyrlund O. Predicting hearing aid microphone preference in everyday listening. Journal of the American Academy of Audiology. 2004 May;15(5):365-96.

Wright, A. (2020). Adaptive Phonak Digital 2.0 – Next-level fitting formula with adaptive compression for reduced listening effort. Field Study News. Retrieved from

https://www.phonak.com/enus/professionals/guides/evidence-library, accessed December, 2022.

Wu, Y. H., Stangl, E., Chipara, O., Hasan, S. S., Welhaven, A., & Oleson, J. (2018). Characteristics of Real-World Signal to Noise Ratios and Speech Listening Situations of Older Adults with Mild to Moderate Hearing Loss. *Ear and hearing*, *39*(2), 293–304.

# 著者・研究者

社内研究者/著者 Megan Adler, Au.D.



Megan は 2008 年にソノヴァに入 社した研究オーディオロジストで す。それ以前はカスタマーサクセ スチームと 検証チーム (US) の 一員として技術サポートに携わっ

ていました。 耳鼻咽喉科で成人および小児のフィッティングや調剤を担当したこともあります。 Northern Illinois 大学でオーディオロジーの修士号、 Salus 大学で博士号を取得しました。

# 研究代表者/著者 Kevin Seitz-Paquette, AuD



Kevin は、イリノイ州オーロラに あるフォナックオーディオロジ ー研究センター(PARC)の所長 です。Northwestern 大学でオー ディオロジーの博士号、Indiana

大学で言語学の修士号を取得しました。 彼のチーム は製品開発パイプラインの様々な面で新製品がユーザーや聴覚専門家の本当の問題点を解決することを 確認し、エビデンスに基づく聴覚ケアプロバイダに データを提供してフォナックの製品を選択するとき に自信を持ってもらえるよう取り組んでいます。 フォナックへ入社する前は、補聴器業界で臨床研究および製品管理の職務に携わっていました。

