

Phonak

Field Study News

オートセンスOS - 多様な聞き取り環境で語音明瞭度の向上と聴取努力の軽減を提供

オートセンスOSと二つの競合他社製品を比較した研究がドイツのオルデンブルク聴覚センターで行われました。その結果、主観的な語音明瞭度の向上と聴取努力の軽減において、オートセンスOSが他の製品よりも優位であるという結果が示されました。これは、聞き手が前方で話している人に注意を向けている場合（一般的な会話状況）と、周りの複数の会話に注意を向けている場合のいずれも同じ結論となりました。

Michael Schulte, Matthias Vormann, Jan Heeren, Matthias Latzel & Jennifer Appleton-Huber / 2019年6月

はじめに

適切にフィッティングされた補聴器を装着しているにもかかわらず、感音難聴者にとって最も難しいのは騒音下で会話を理解することです。多様な騒音環境において、補聴器装用者は健聴者と同レベルの聴覚パフォーマンスを達成するために、通常よりも高いSN比が必要となります(例：Killion, 1997)。更に、騒音下で会話を理解する能力は補聴器に対する満足度と相関性があると言われています。

MarkeTrakIXの調査によると、満足度が最も高い装用者たちからは、補聴器を利用することで環境騒音を最小限に抑えることができ、大きな声がある状況でも快適性が高く、音源定位の能力が向上したなどの感想が得られました(Abrams & Kihm, 2015)。

過去数十年間、各補聴器メーカーは先進的なノイズキャンセリング技術を次々と開発し、SN比を改善することにより語音明瞭度を向上させてきました。ビームフォーミング技術（所定の方に電波や音波の指向性を高める）は一般的に使用されているノイズキャンセル技術の一つとして知られています。縦に一列に並んだ2つのマイクを使用することで、指向的な音声信号を補聴器が生成します。これを「空間ノイズキャンセラー」機能と言います。聞きたい音声は前方に存在し、側面もしくは後方から来る騒音は不要であることが一般的なため、騒音下での会話の理解度を向上するためにこのようなマイクロホンの仕組みを用いています。認知心理学のモデル(Shinn-Cunningham (2008))と生態学的妥当性に関する研究(Paluchら(2017), Meisら(2018))によれば、一般的にグループ会話においては、聞き手は集中型注意と共有型注意を使い分けることができます。

会話が始まり次第、聞き手はグループ内の発表者に注意を向けながら、その中で最も聞きたい人もしくは参加したい会話をピックアップします。聞き手がどの会話に注意を向けるかを決めれば、一人の話し手に注意を向けながら他の会話や周りの騒音を遮断しようと考えられるでしょう。一方、別の人聞き手の注意を引きたい場合、健聴者なら他の方向から届いた音声もそのまま聞くことができるだろうと期待するでしょう。これは、グループ会話の中で聞き手が集中型注意と共有型注意を使い分けられることを示しています。

この研究の目的は二つあります。一つ目は、オートセンス OS機能を導入した補聴器と自動環境認識機能を搭載した2つの競合他社製品において多様な聞き取り環境下での音源定位能力、主観的な語音明瞭度及び聴取努力を比較することです。二つ目は、1人の話し手に注意を集中する場合と、複数の話し手の間で注意を共有する場合に効果に違いを調べることです。

検証方法

参加者

試験の参加者は、年齢44歳から86歳まで（平均年齢＝72.6歳）の補聴器装用経験がある中等度難聴者30名（図1）で構成されました。彼らは認知障害を持たず（「DemTect」テスト(Kalebら, 2004)による）、頭部運動能力も正常と報告されました。

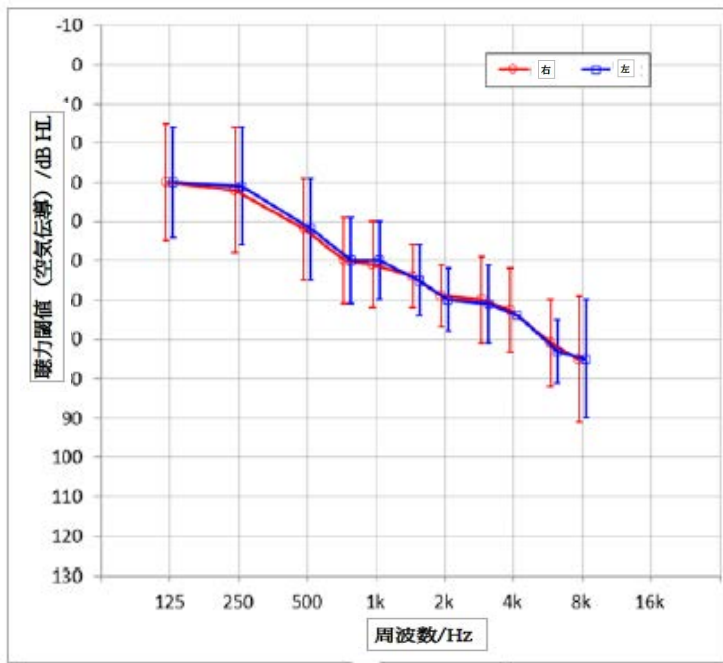


図1：30名参加者全員の平均聴力レベル（両耳）

補聴器

参加者はフォナック オーデオB90-312T（この研究で特定の事象についてはオーディオ マーベルと同等製品）装用と、2つの競合他社のプレミアムクラスの補聴器をしました。各補聴器はメーカーの初期設定を用いてフィッティングし、必要に応じて微調整を行いました。フォナック補聴器はオートセンスOSプログラムに設定し、2つの競合製品もオートマチックプログラムに設定しました。これらの全ての補聴器にはクローズ型耳栓を使用しました。

方法

日常環境における補聴器の音源定位機能を測定するために、動的音源定位テストを実施しました。ヘッドトラッカーを着用した参加者は、12個のスピーカーが円形に配置された自由音場の部屋の中央に座ります。このテスト場面では、街の中の騒音、校庭内の騒音（両方とも65 dB SPLで提示）、及びSN比5 dBで後ろからの会話が構成されました。対象（低周波数のディーゼルトラックと、高周波数に重点を置いたバイク）は、前半球を通過します（図2）。

ターゲットとなる騒音対象には、 -90° から -30° 、 30° から 90° とそれぞれの角度で移動し、最後に消えます（図2の色付き線を参照）。また、それら移動は両方向で発生し、その動きは常に前半球の 60° の方位角をカバーします。2つの対象の音の間に、ハンマー（74 dB SPL）と削岩機（71 dB SPL）の2つの静的な紛らわしい音が提示されました。音が鳴るの順序は、図2の下部に表示されています。

参加者には、光学式ヘッドトラッカーシステムが装着されており、移動している検査目標に向かって頭を正確に向けるよう指示されます。彼らは、テストの各条件下において、一回のテストにつき18の対象の提示を含む180秒のシーケンスを実行しました。データは、反応時間とターゲット角度からの偏差について分析されました。

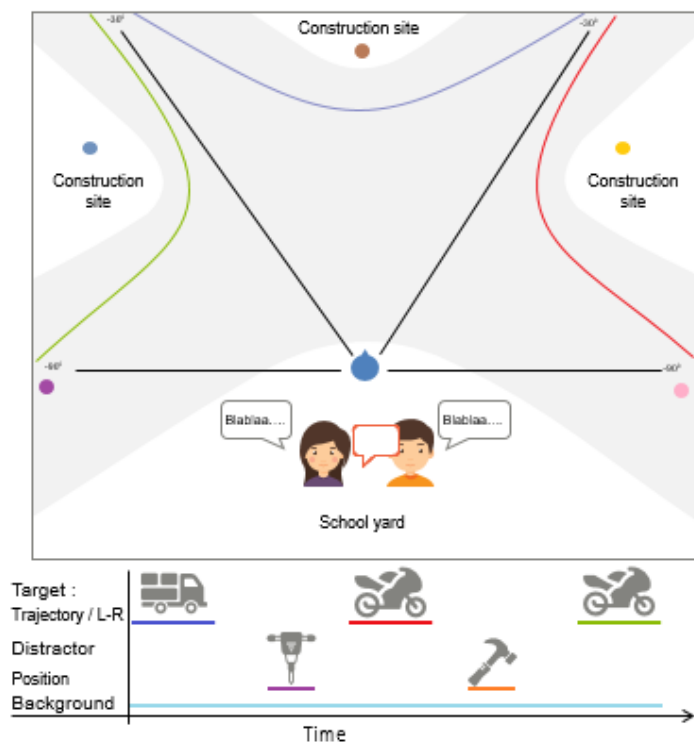


図2. 定位テストに使用される街の中の騒音シーンのテスト設定。赤、青と緑の線は、移動しているターゲットとなる騒音の経路を示す。ハンマーと削岩機による騒音は、「建設現場」マークで表し、校庭内の騒音及び後ろからの会話も表す。検査目標と邪魔になる騒音が現れた順番を時間の関数として見るすることができます。

それぞれの補聴器を使用した際の語音明瞭度及び補聴効果に関する強みと弱みを評価するために、続いて一対比較テストを実行しました。このテストでは仮想化補聴器の概念を使用しました (Helblingら, 2013)。仮想化補聴器のコンセプトは2つのステップで構成されています：

- (1) 調査対象となった3種類の補聴器を個々の参加者の耳に合わせて、その場で録音します。
- (2) これらの録音をインサートイヤホンを経由して参加者に聞かせます。

このタスクに使用されるシーンは、次のように生成されました。参加者は12台のスピーカーの中央に座り、スピーカーの向きを 0° と 300° (-60°) にします (それぞれ図3の左と右)。12台のスピーカーから拡散しやすいレストランの騒音を65dBの音量で提示すると同時に、オルデンブルク文章テスト (OLSA) の検査音をSN比0 dBで 0° 、 -60° 、 $+60^\circ$ の3つのスピーカーから再生します。

このシーンは、騒がしいレストランで3人と話している人を想定しています。 0° の方向にあるスピーカーはドイツ語を話している女性のOLSA音声ですが (Wagenerら, 2014)、残りの2名はドイツ語を話している男性音声です (Wagenerら, 1999 & Hochmuthら, 2015)。参加者はスピーカー 0° および -60° に向けながら、3種類の補聴器から出力した音に対して録音を行いました。参加者向けの課題は二つあります。一つ目は、補聴器の録音を直接比較し (対照比較)、語音明瞭度を評価します (「話し手である女性の声をより良く聞こえる補聴器はどれですか?」)。

二つ目は、補聴器の録音を直接比較し (対照比較)、聴取努力を評価します (「女性の話しを理解することが最も難しいと感じた補聴器はどれですか?」)。参加者から聞こえた女性の声について尋ねられた際、 0° の方向で録音したものは集中型注意を表し (左図3)、 -60° の方向で録音したものは共有型注意を表します (図3右)。

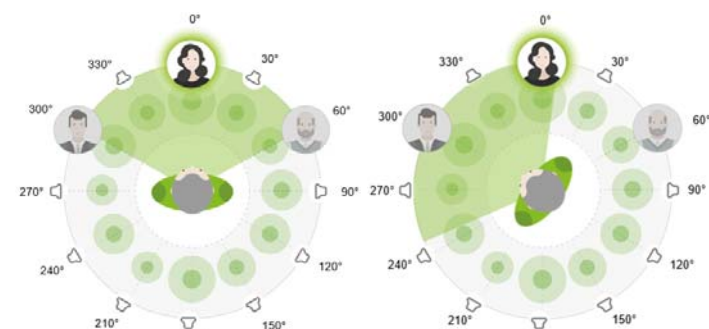


図3. 12台のスピーカーからレストラン騒音を同時に提示。また、この図で顔のマークが付いているスピーカーからOLSA検査音を提示。 0° 方向の女性スピーカーは目標として定義され、 60° および 300° (-60°)のスピーカーは邪魔になる騒音として定義される。参加者が 0° 方向の女性の話者に面している左側のシーンは、注意を集中していることを表す。参加者が -60° を向いているが、 0° で女性のスピーカーを聞くことに注意を払っている右側のシーンは、共有型注意を表す。

結果

動的音源定位テスト

図4では、ダイナミック定位テストで使用されたヘッドトラッカーの分析データを示しています。左のグラフは、参加者がテスト対象になる補聴器の必要な反応時間の中央値を示しています。右のグラフは、参加者が目標を追っていた際の偏差角 (追跡精度) を示しています。

グラフ2つを用意しました：

左側のグラフは移動が聴き手の正面で直接行われた場合 ($-30^\circ \sim 30^\circ$ 、またはその逆) の違いを示し、右側のグラフは移動が聴き手より横方向に行われた場合 ($-90^\circ \sim -30^\circ$)、または 90° から 30° 、またはその逆) を示しています。前方に移動する検査目標は、横方向に移動する検査目標より、明らかに追跡しやすいことが分かります。動的音源定位の課題の反応時間或いは方位角偏差に関して、全ての補聴器の間に大きな違いは見られませんでした。これらのことから、動的音源定位テストにおいて全ての補聴器はほぼ同じく良好に働いていることを示しています。

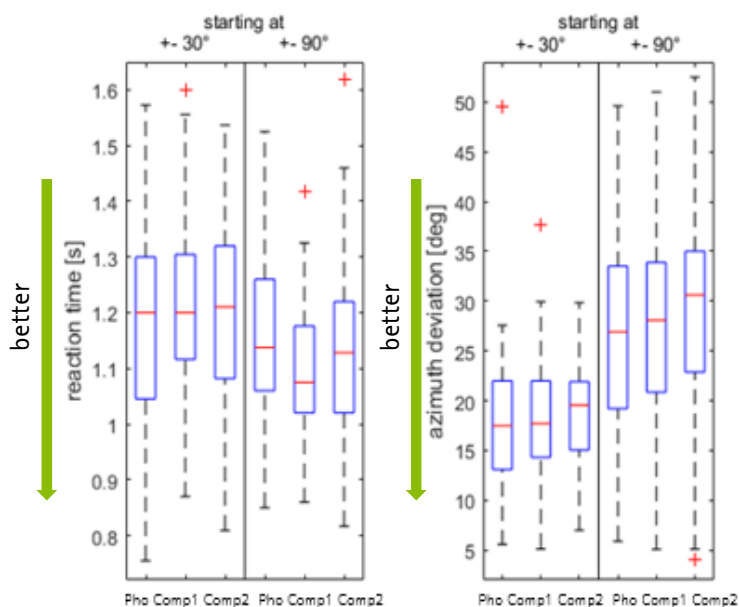


図4. 仮想路上環境での動的音源定位タスクの反応時間（左のサブプロット）及び方位角偏差（右のサブプロット）、開始角度 $\pm 30^\circ$ （サブプロットの左パネル）及び $\pm 90^\circ$ （右パネルのサブプロット）Pho=フォナック。Comp1=競合他社1。Comp2=競合他社2。

一対比較テスト

一対比較テストの結果は図5と図6で示しています。このテストにより、語音明瞭度及び聴取努力に関して、特定の補聴器が他の補聴器より好みと答えた参加者の人数を見ることができます。図5は、集中型注意と共有型注意条件の両方について、語音明瞭度の好みに関する一対比較テストの結果を示しています。フォナック補聴器は、二つの競合他社製品より主観的に高い語音明瞭度を提供できます。競合他社1では、正面からの会話（集中型注意）と 60° からの会話（共有型注意）は明らかに違いがありません。

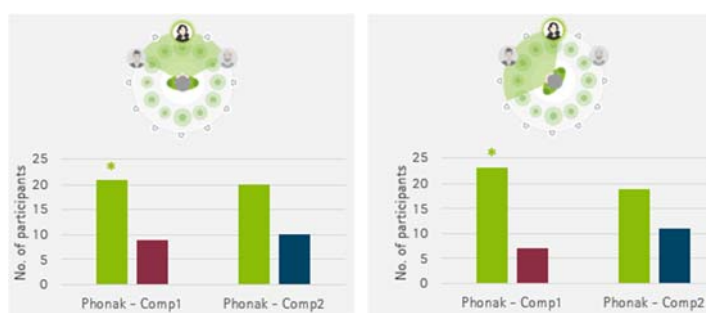


図5. 主観的な語音明瞭度の一対比較。語音明瞭度における特定の補聴器を好む参加者の人数を示す。左のグラフは、集中型注意状態（ 0° に面した頭部）を表し、右のグラフは、共有注意状態（ -60° に面した頭部）を表す。* =有意差あり（ $p < 0.05$ ）。

図6は、聴取努力に関する一対比較テストの結果を示しています。前方のスピーカーに注意力を集中している場合、フォナックの補聴器は競合他社の製品と比べると必要となる聴取努力は明らかに少ないことが分かります。

-60° （共有型注意）でスピーカーからの検査音を聞く場合、フォナックの補聴器は二つの競合他社製品より必要となる聴取努力が少なく、競合他社2と比較した場合において統計的に有意でした。

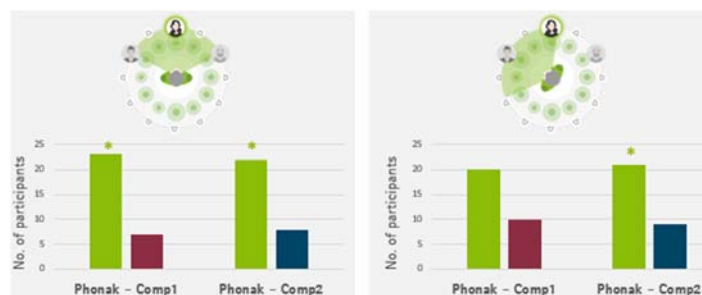


図6. 聴取努力（一対比較）。聴取努力が少ない面からの、特定の補聴器を好きな参加者人数を表す。左のグラフは集中型注意状態（頭を 0° に向ける）を表し、右のグラフは共有型注意状態（頭を -60° に向ける）を表す。* =有意差あり（ $p < 0.05$ ）

結論

騒音環境下で会話を聞くことは、未だに補聴器装用者にとって非常に難しい聞き取り環境の一つであると言われています。一般的なグループ会話では、一人の話し手に注意を集中させることと、複数の話し手の間で注意を向けることを常に切り替えています。フォナックの補聴器は正面からの音声に焦点を合わせて改善するアプローチを採用していますが、競合他社製品と比較しても音源定位機能による不利な点はないことが今回の研究で示されています。

オートセンスOS機能は、スピーカーが正面にいる場合（集中型注意）とスピーカーが横にいる場合（共有型注意）の両方において、競合他社製品より優れた語音明瞭度と聴取努力の減少に繋がることが一対比較テストから示されました。フォナックの補聴器を装着している方は、複数の話し手がいる多様な聞き取り環境において、最小限の聴取努力でより良い会話を楽しめることができます。

Abrams, H. B., & Kihm, J. (2015). An Introduction to MarkeTrak IX: A New Baseline for the Hearing Aid Market. *Hearing Review*, 22(6).

Helbling, T., Vormann, M., & Wagener, K. (2013). Speech priority noise reduction: A digital noise reduction preference study. *Hearing Review*, 10(11), 34–43.

Hochmuth, S., Jürgens, T., Brand, T., & Kollmeier, B. (2015). Talker- and language-specific effects on speech intelligibility in noise assessed with bilingual talkers: Which language is more robust against noise and reverberation? *International Journal of Audiology*, 54(2), 23–34.

Kalbe E1, Kessler J, Calabrese P, Smith R, Passmore AP, Brand M, Bullock R. (2004). DemTect: a new, sensitive cognitive screening test to support the diagnosis of mild cognitive impairment and early dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 19(2), 136–143.

Killion, M. C. (1997). The SIN report: Circuits haven't solved the hearing-in-noise problem. *Hearing Journal*, 50(10), 28–32.

Meis, M., Krueger, M., Gablenz, P. v., Holube, I., Gebhard, M., Latzel, M., & Paluch, R. (2018). Development and application of an annotation procedure to assess the impact of hearing aid amplification on interpersonal communication behavior. *Trends in Hearing*, 22, 1–17.

Paluch, R., Krüger, M., Hendrikse, M., Grimm, G., Hohmann, V., & Meis, M. (2017). Ethnographic research: The interrelation of spatial awareness, everyday life/laboratory environments and effects of hearing aids. *Proceedings of the International Symposium on Auditory and Audiological Research (Proc. ISAAR)*, Vol. 6: Adaptive Processes in Hearing, August 2017, Nyborg, Denmark. Edited by Santurette, S., Dau, T., Dalsgaard, J. C., Tranebjærg, L., Andersen, T., & Poulsen, T. The Danavox Jubilee Foundation, 2017. ©

Shinn-Cunningham, B. (2008). Objective-based auditory and visual attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(5), 182–186.

Wagener, K. C., Hochmuth, S., Ahrlich, M., Zokoll, M. A., & Kollmeier, B. (2014). Der weibliche Oldenburger Satztest 17th annual conference of the DGA Oldenburg, CD-Rom.

Wagener, K. C., Brand, T., & Kollmeier, B. (1999). Entwicklung und Evaluation eines Satztests in deutscher Sprache III:

Authors and investigators

External principle investigators



Since 2004, Michael Schulte has been with Hörzentrum Oldenburg GmbH, Germany, where he has been responsible for audiological studies in publicly funded projects as well as in cooperation with the industry. In 2002, he received his Ph.D. from the Biomagnetism

Centre at the Institute of Experimental Audiology, University of Münster, Germany. From 2002 to 2003, he worked as a postdoc at the F.C. Donders Centre for Cognitive Neuroimaging, Nijmegen, Netherlands. Michael Schulte's research interest is in the evaluation of hearing systems with a special focus on listening effort.



Dr. Matthias Vormann received his diploma in physics in 1995 and his Ph.D. in 2011 from University of Oldenburg. Since 2005 he has been with Hörzentrum Oldenburg GmbH, Germany, where he works mainly in industrial research projects for

hearing aid manufacturers. His interest is about new methods for measuring the subjective and objective benefit of hearing aids.



Jan Heeren studied Physics at the University of Oldenburg, Germany, and graduated in the Medical Physics group in 2014. From 2012, he worked on several projects in the field of hearing aid evaluation and virtual acoustics at the university and the Hörzentrum Oldenburg. In

2016, he started in the R&D department at HörTech GmbH, Oldenburg, working on hearing aid evaluation methods. Apart from his scientific activities, he has conducted more than 500 events as a free-lancing audio engineer since 2008.

Study coordinator



Matthias Latzel studied electrical engineering in Bochum and Vienna in 1995. After completing his Ph.D. in 2001, he carried out his Postdoc from 2002 to 2004 in the Department of Audiology at Giessen University. He was the head of the Audiology department at Phonak

Germany from 2011. Since 2012 he has been working as the Clinical Research Manager for Phonak AG, Switzerland

Author



Jennifer Appleton-Huber received her M.Sc. in Audiology from the University of Manchester in 2004. Until 2013, she worked as an Audiological Scientist mainly in the UK and Switzerland, where she worked with adults and pediatrics,

in the areas of hearing aids and cochlear implants. Her current role is Technical Editorial Manager at Phonak Headquarters.