Phonak
Field Study News

騒音下でのことばの理解を改善 – 成人難聴者を想定した仮想のグループ環境におけるワイヤレスマイクロホンの効果

この研究は、成人の難聴者に対する騒音下での語音弁別能について潜在的な利点を評価することを目的としました。2つの異なるワイヤレスリモートマイクロホン（ロジャー セレクトとロジャー ペン）と、補聴器或いは人工内耳のみの使用について比較しました。適応型のワイヤレスマイクロホン技術を用いたロジャーの使用により、騒音下での語音弁別能が大幅に改善しました。また、補聴器或いは人工内耳のみを使用したグループと比較して、ロジャー セレクトの使用により最大61%、ロジャー ペンの使用により最大45%の改善が見られました。

Dr. Linda M. Thibodeau & Solange Anderson, MS /2019年8月

はじめに

難聴者から、目標利得通りにフィッティングされた補聴器或いは人工内耳を装用していることにもかかわらず、騒音下での聞き取りが非常に難しいという報告が見られます。音源定位と雑音抑制などについてはかなり改善されましたが、成人難聴者にとって共通の課題の一つとしては、騒がしいレストランにおけるグループ会話での聞き取りが挙げられます。

騒がしいレストランの環境において、複数の話し手の会話音、レストラン内で流れている音楽、ナイフ、フォークや食器の音の影響により、騒音レベルが75 dB A以上に上昇しやすくなります。 このようなSN比が低いもしくはマイナスになる騒音レベルでは、食事を楽しむこともままなりません。

先行研究によると、ワイヤレス補聴技術の適応によりSN比の改善は、これらの難しい聞き取り環境での会話理解に大きな影響を与える可能性があります。(Boothroyd, 2004, Hawkins, 1984, &Thibodeau, 2010, 2014)。

また、ワイヤレスマイクロホンには無指向性マイクロホンよりも指向性マイクロホンを搭載する方がより大きな効果が得られます。(Lewisら,2004)。
2人で食事している場合、話し相手が1つのマイクを装着すればSN比が大幅に改善できます。 ただし、複数の話し手からそれぞれバラバラに話しかけられる場合など、マイク１つのみで十分に補聴できないこともあります。
ワイヤレスマイクロホン ロジャーは、複数の話し手が装着しているそれぞれのマイクをMTN(マルチトーカーネットワーク)経由で接続できます。De Ceulaerら（2016）は、人工内耳装用者におけるMTNの有用性について評価しました。彼らは、異なるSN比の環境下で複数のワイヤレスマイクロホンを使用すると、マイクロホンを１台だけ使用するよりも聞き取り能力が大幅に向上したことを発見しました。

複数のマイクロホンに接続したネットワークは、騒音環境下でのグループ会話に恩恵を与えますが、このアプローチは良い事ばかりではありません。例えば、マイクロホンを多めに準備するためのコスト、話し手側がマイクロホンを身につけることを躊躇した場合の対応、聞き手側をマイクロホンを上手く扱えないなどの状況が生じた場合、人によっては不快感を与えるかもしれません。

こういった意見を払拭する簡単な解決方法を以下に述べます。マイクロホンをテーブルの中央に配置することにより複数の話し手の会話音をピックアップし、語音弁別を改善することができるます。グループ会話用に設計されたフォナックロジャー セレクト（Gigandet, Fulton, & Smith, 2018)を例として説明しますと、3つの無指向性マイクが三角形構成で本体に配置され、それにより適応型指向性マイクシステムを構築します。また、このマイクロホンはマルチビームテクノロジーを使用し、一番高いSN比の話し手の方向を常に監視しその方向へ自動的に指向性を向けます。更に、聞き手は１つ或いは複数の方向を手動で選択することにより自由にマルチビームマイクの動作をコントロールできます。それによって一対一でも或いは複数の話し手でも会話を楽しめます。
ロジャー セレクトは１台のマイクでありながらハーブルを囲む小さなグループでも使用できることから、現実的かつ低コストにMTNを実現できる可能性を持っています。

この研究の目的は、グループでの聞き取り環境において、ワイヤレスマイクを使用しない場合と、ロジャーペンまたはロジャー セレクトを1台のワイヤレスマイクロホンとして利用した場合に、予測される効果を比較することです。

検証方法

参加者

20歳から92歳までの両耳感音難聴者10名がこの研究に参加しました。そのうち8名は、両耳とも補聴器（HA）を装用しました。図1は、 補聴器を装用している状態で良聴耳に対して測定した純音を使ったオージオグラムです。残りの2名は人工内耳（CI）を装用し、そのうち1名は片耳装用、もう1名は両耳装用でした。全員2年以上の補聴経験があり、参加者の半数は5年以上のワイヤレスリモートマイクロホンの使用経験を持っていました。

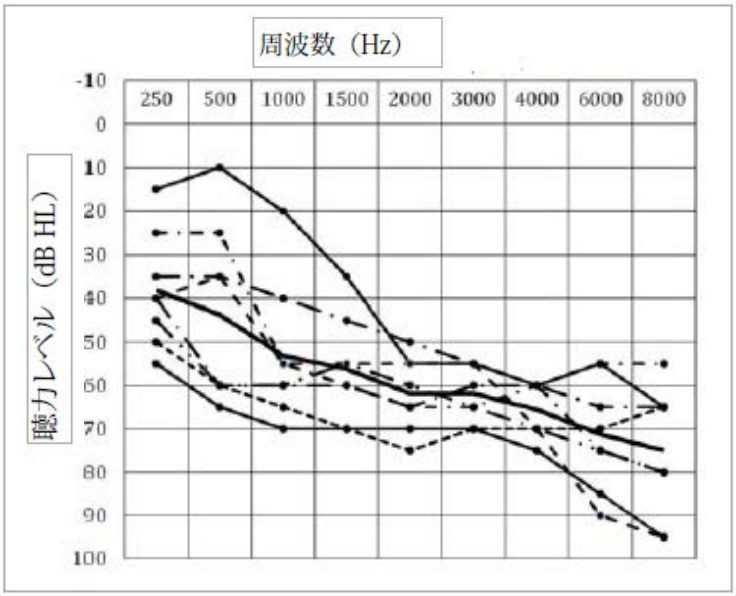

図1. 補聴器装用者の良聴耳に対して測定した純音を使ったオージオグラム

補聴技術

両耳補聴器装用者8名のうち6名は、フォナック ナイーダV SP又はUPで、一体型ロジャー受信機を使用しました。 残りの2名は自分が持っているフォナックの補聴器とロジャー受信機を使用しました。 全ての補聴器は、NAL-NL1を使って実耳測定し、プログラムの編集及び検証を行いました（Byrneら.2001）。人工内耳装用の2名は、ロジャー エックス受信機を使用しました。

ロジャー セレクトとロジャー ペンの2台のワイヤレスマイクロホンは、異なる騒音レベル下において使用され、語音弁別はグループ会話をシミュレーションした環境で測定されました。

検証手順

参加者は、HINTテストの検査文(Nilsson, Soli, & Sullivan, 1994）を騒音下で繰り返すように求められ、3つの異なる聞き取り条件で語音弁別の正答率を測定しました：

- 補聴器/人工内耳のみ
- 補聴器/人工内耳+ロジャー ペン
- 補聴器/人工内耳+ロジャー セレクト

これらの聞き取り条件において、話し手5名のうち1名が検査音としてランダムに提示されました（図2）。レストランにおけるグループの会話をシミュレーションするために被験者の位置でスピーチが65dB Aで固定するようレストランの騒音レベルをSN比+5、0、-5、-10 dBの4通りで設定しました。

ワイヤレスマイクロホンが使用された聞き取り状況において、ロジャー セレクト又はロジャー ペンをテーブルの中央に配置し、参加者はロジャー受信機を介して無線で聞き取ることができます。

騒音下において声を大きくしていくことに対する効果について評価するために、追加の語音弁別測定を実施しました。音声は70dB A、騒音は最高75dB Aとした3つの聞き取り条件下で再び語音弁別を測定しました。

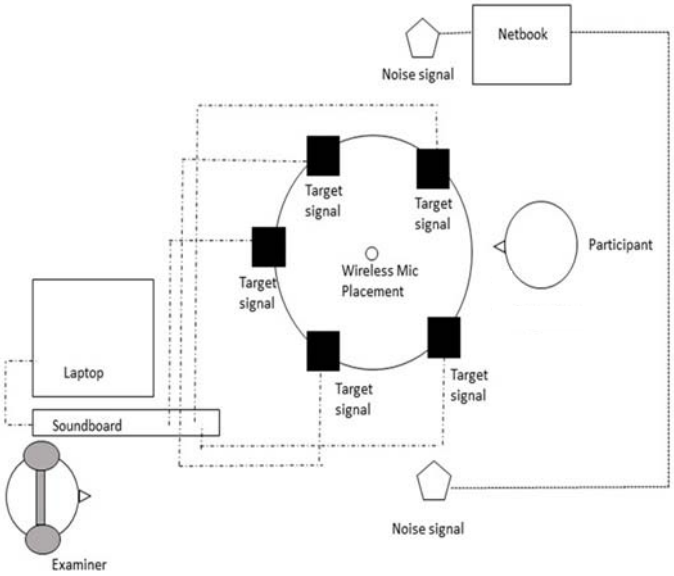

図2. テストのセットアップ - ターゲット信号（音声）は一定の65 dB Aレベルでランダムに表示され、レストランの騒音は90° と270° で表示しました。

結果

図3は、様々な聞き取り条件にごとの、語音弁別に与えたワイヤレスマイクロホンと騒音レベルの影響を示します。

逆正弦変換測定に続いて、ANOVA（双方向の往復測定）を行い、4つの騒音レベル及び3つの聞き取り条件についてのデータを分析しました。語音弁別の影響因子について、ワイヤレスマイクロホン技術（df = 2, p<.0001）、騒音レベル(df=3, p<.0001)及び相互作用（df=6, p<.05）などが重要な効果があり、騒音下の多様な聞き取り環境において語音弁別に対する影響を実証しました。

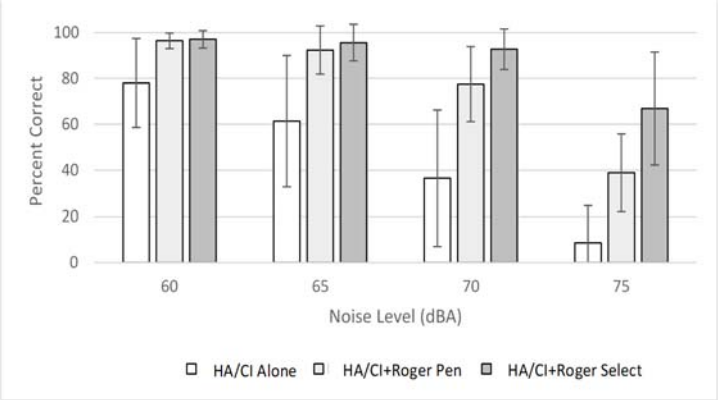

図3. HINT測定の平均スコア：騒音レベルと聴取条件

図4は、70dB A（SN比 -5 dB）の提示音と65 dB A（SN比 -10 dB）の提示音を75 dB Aの騒音下で提示した場合の聴取状況を比較し、2つのワイヤレスマイクロホンによる語音弁別の有用性を示しています。 SN比が-5dBの条件では、補聴器或いは人工内耳のみを使用している場合と比較すると、ロジャー セレクトと合わせて使用する場合は語音弁別が平均61%向上し、ロジャー ペンならば平均45%向上したことを示しました。

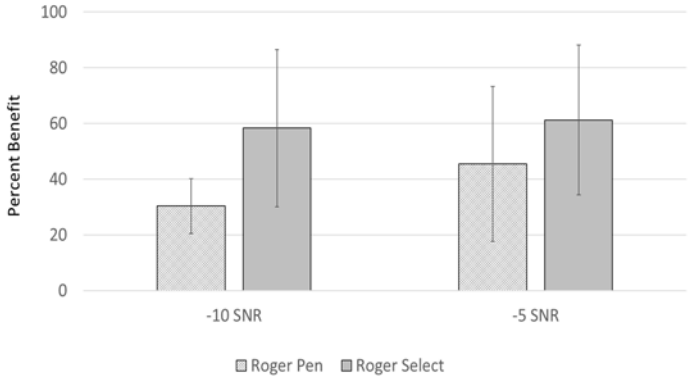

図4. 75 dB Aの騒音下においてSN比-5 dB及び-10 dBでワイヤレスマイクロホンを使用した場合のHINT測定の平均的な点数。効果を示した点数は、ワイヤレスリモートマイクロホンを使用した場合の点数から補聴器或いは人工内耳のみの点数を引いたもの。

結論

難聴者（成人）にとっては、補聴器の技術が大幅に進歩したにもかかわらず、騒音下でのコミュニケーション（特に複数の話し相手がいる場合）にはいまだに困難を伴います。この研究は、複数人の会話の環境下において補聴器或は人工内耳のみ使用している場合と2種類のワイヤレスリモートマイクロホン技術（ロジャー セレクトとロジャー ペン）を使用している場合と比較し、騒音下におけるロジャー製品の使用により語音弁別の改善に対する有用性を評価することを目的としました。
補聴器或いは人工内耳のみを使用した場合と、適応型のワイヤレスマイクロホン技術を用いたロジャーを使用した場合と比較した結果、語音弁別がロジャーセレクトの使用により最大61%、ロジャーペンの使用により最大45%が改善されたことが分かりました 。これらの結果から見ると、刻一刻と変化する聞き取り状況下における難聴者の課題をワイヤレスマイクロホン製品の導入により解決できます。これらのワイヤレスマイクロホンの使用により、複数の話し相手がいる騒音下での語音弁別能力を大幅に改善し、社会的障壁を最小限に抑えることができます。

References

Boothroyd, A. (2004). Hearing aid accessories for adults: The remote FM microphone. *Ear & Hearing, 25,* 22–33.

Byrne, D., Dillon, H., Ching, T., Katsch, R., and Keidser, G. (2001). NAL-NL1 procedure for fitting non-linear hearing aids: characteristics and comparisons with other procedures. *Journal of the American Academy of Audiology, 12(1),* 37—51.

De Ceulaer, G., Bestel, J., Mülder, H., Goldbeck, F., de Varebeke, S., and Govaerts, P. (2016). Speech understanding in noise with the Roger Pen, Naida CIQ70 processor, and integrated Roger 17 receiver in a multi-talker network. *Eur Arch Otorhinolaryngol, 273,* 1107-14.

Gigandet, X., Fulton, B., and Smith, C. (2018). Roger multibeam technology – enhancing the group listening experience. *Phonak Insight.*

Hawkins DB. (1984.) Comparisons of speech recognition in noise by mildly-to-moderately hearing-impaired children using hearing aids and FM systems. *J Speech Hear Disord, 49,* 409–418.

Lewis, M., Crandell, C., Valente, M., and Horn, J. (2004). Speech perception in noise: Directional microphones versus frequency modulation (FM) systems. *J Am Acad Audiol, 15,* 426—39.

Nilsson, M., Soli, S., and Sullivan, J. (1994). Development of the Hearing in Noise Test for the measurement of speech reception threshold in quiet and in noise. *Journal of the Acoustical Society of America, 95,* 1085-1099.

Thibodeau, L. (2010). Benefits of adaptive FM systems on speech recognition in noise for listeners who use hearing aids. *American Journal of Audiology, 19,* 1-10.

Thibodeau, L. (2014). Comparison of speech recognition with adaptive digital and FM remote microphone hearing assistance technology by listeners who use hearing aids. *American Journal of Audiology, 23,* 201-211.

Authors

Dr. Linda Thibodeau is a Professor at the University of Texas at Dallas in the Audiology Doctoral program. Her research involves evaluation of the speech perception of listeners with hearing loss and auditory processing problems as well as evaluation of amplification systems and hearing assistance technology to help those persons. In addition to serving as Co-PI on an NIH grant to develop open-source apps for speech enhancement on smartphones, she serves as audiology consultant to public schools and community art venues.

Solange Anderson is the Senior Project Manager for Advanced hearing loss at Advanced Bionics. She has been with Sonova since 2007 and worked in different areas ranging from audiology and training to platform development. She has a Masters in Audiology from Southern CT State University and worked in various clinical settings prior to working at Sonova.

V1.00/2019-08 © Sonova AG All rights reserved