



人工内耳と Roger

-騒音下での聴取能の大幅な改善-

オクラホマ州 Hearts for Hearing 財団に所属する Jace Wolfe 氏の最新の研究によると、人工内耳と Roger を使用することで特に 70 dB(A) から 80 dB(A) といった非常に騒がしい環境での言葉の聞き取りが、従来の FM やダイナミック FM よりも大幅に改善すると発表されています。

目的

この研究の目的は、新しい補聴援助システム Roger による聴取能の改善効果を、静寂時および異なるレベルの雑音負荷時の条件で、FM システムなし、ダイナミック FM システム、そして従来の FM システムと比較することです。

方法

教室と同様の環境で、3 つの世代のそれぞれの補聴援助システムを使用した場合と補聴援助システムを使用しない場合の合計 4 つの状況において、静寂時と雑音負荷時の 2 つの条件で語音聴取検査を行いました。負荷する雑音レベルおよび使用する補聴援助システムは無作為に選ばれ、被検者と検者には、どの補聴援助システムを使用するかは知らされずに行われました。

検査方法に関する詳細は図 1 をご覧ください。

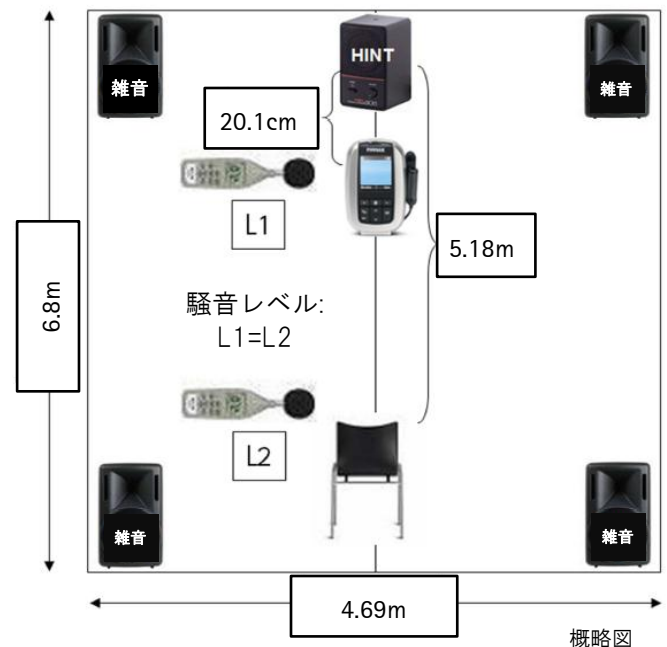


図 1
教室内の四隅に設置した 4 つのスピーカーからは雑音を流し、正面のスピーカーからは音声を提示しました。

対象

この研究では、8 歳~81 歳（平均年齢 46.4 歳）までの Advanced Bionics 社（以下、バイオニクス社）および Cochlear 社（以下、コクレア社）の人工内耳装用者 37 人が参加し、全員が少なくとも 3 か月の人工内耳装用歴を持ち、片耳装用、両耳装用の両者が含まれていました。片側に人工内耳を装用し、反対側に補聴器を装用している人には（補聴器による補聴効果が、今回の目的である人工内耳と組み合わせる補聴援助システムの違いによる補聴効果の差に影響が出ないように）補聴器の電源をオフにした状態で装用してもらいました。全ての被検者が、静寂時のオープンセットでの語音聴取検査の結果が、単音節で少なくとも 50% でした。バイオニクス社の装用者（N=16）はハーモニーサウンドプロセッサを装用、コクレア社の装用者（N=21）はニュークレアス 5（CP810）サウンドプロセッサを装用していました。バイオニクス社のプロセッサには i コネクトを、コクレア社のプロセッサにはユーロアクセサリ用アダプタを介してユニバーサルタイプの受信機を接続しました。プロセッサのミキシング比はバイオニクス社は 50:50、コクレア社は 1:1 に設定しました。過去に行われた調査結果より、ミキシング比は 50:50 もしくは 1:1 は適切ということが分かっています。

コクレア社のプロセッサは ASC¹と ADRO²を有効にしました。HiRes Fidelity 120 のコード化法を使用しているバイオニクス社プロセッサの装用者には、ClearVoice を使用しました。HiRes Fidelity 120 を使用していない装用者は ClearVoice 機能がない従来のコード化法を使用しました。

今回の測定で使用したフォナックの受信機 3 種類

- FM アドバンテージを +10 dB に調整したマルチ・チャンネル FM 受信機 MicroMLxS
- 周りの騒音レベルが 57 dB 以上になると自動的に FM 音量の比率を上げてくれるダイナミック FM 受信機 MLxi
- デジタル信号処理で音量を自動調整する Roger 受信機 Roger X

送信機はフォナックのダイナミック FM 送信機 inspiro と Roger 送信機 Roger inspiro を使用し、それぞれの受信機へ検査文の音を送信しました。

語音聴取検査では、無作為に選択された HINT（Hearing in Noise Test）のリストにある文章を座位の被検者の位置で 64 dB(A)になるよう提示しました。使

用する雑音は小学校の 1 年生から 4 年生までのそれぞれの日常的な教室の活動音を録音し、デジタル処理で音を重ねたものを使用しました (Schafer and thibodeau 2006)。この雑音は、被検者の頭の位置で 50,55,60,65,70,75,80dB(A)となるよう提示されました。マイクロホン(送信機)の位置で測定した 2 回目の騒音レベル測定でも 1 回目の騒音レベルと同じであることを確認しました。静寂時と 7 つの騒音レベルの雑音負荷時の条件で、補聴援助システムがない時と 3 つの補聴援助システムを使用した時の合計 32 の結果を得ました。

結果

語音聴取検査の平均スコアを図 2（バイオニクス社プロセッサ装用者）および図 3（コクレア社プロセッサ装用者）に示します。分散分析（ANOVA）の結果から、人工内耳メーカーの違いによる効果には有意差は認められませんでした。補聴援助システムの違い ($p<0.00000$)、負荷する雑音レベルの違い ($p<0.00000$) による効果の違いには有意差が認められました。一番良い結果が得られたのが Roger（Roger X）で、次いでダイナミック FM（MLxi）、従来の FM（MicroMLxS）の順でした。80dB(A)の騒音下では、従来の FM システムを使用した場合と補聴援助システムを使わない場合とでは、ほとんど差が無いという結果になりました。

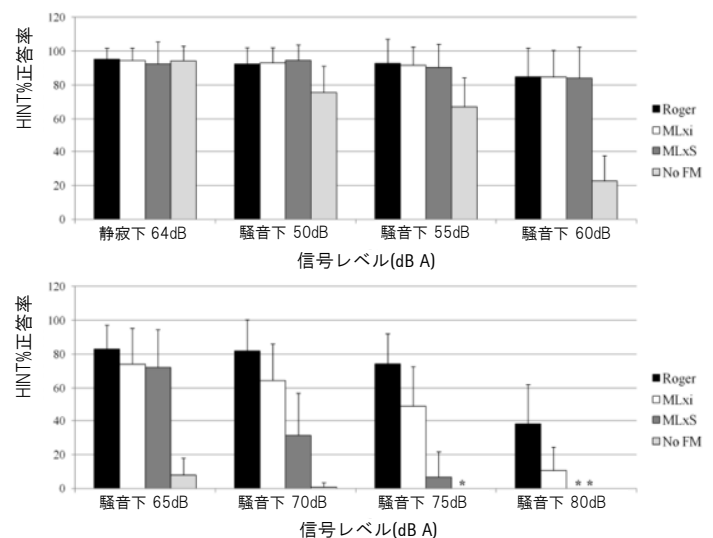


図 2

静寂時および小さい雑音負荷時 (a)、大きい雑音負荷時 (b) に測定したバイオニクス社のハーモニーサウンドプロセッサ装用者の語音聴取検査の結果。検査文は被験者の位置で 64 dB(A) となるよう提示。グラフの横軸が負荷した雑音の騒音レベルを示す。

MLxi はダイナミック FM、MLxS は従来の FM。（HINT=Hearing in Noise Test）

¹ 自動感度調整

² 環境の変化にあわせて、大きな音と小さな音のバランスを自動的に調節する機能

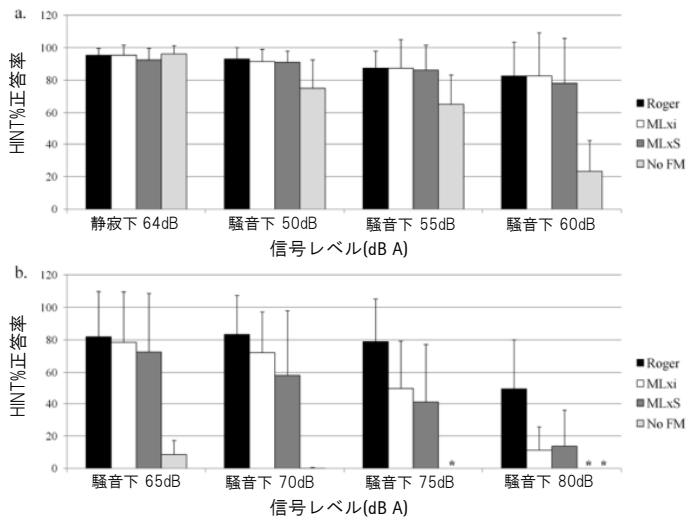


図 3
 静寂時、小さい雑音負荷時 (a)、大きい雑音負荷時 (b) で測定したコクレア社ニュークレアス 5 サウンドプロセッサ装用者の語音聴取検査の結果。言葉は被験者の位置で 64 dB(A) となるよう呈示。グラフの横軸が負荷した雑音騒音レベルを示す。MLxi はダイナミック FM、MLxS は従来の FM。(HINT=Hearing in Noise Test)

予想した通り、静寂時では補聴援助システムを使わない場合を含め、どの補聴援助システムを使っても語音聴取結果に差は見られませんでした。検査文の音圧は被験者の位置で 64 dB(A) であり、補聴援助システムなしの場合でも結果が同じレベルに近づいたと想定されます。

70, 75, 80 dB(A) といった大きい雑音を負荷した場合は、Roger は従来の FM と比較して大きな効果が得られました。また、70, 80 dB(A) の雑音負荷時にはダイナミック FM と比較しても大きな効果が得られました。

要約すると、雑音負荷時の言葉の聞き取りは、70 dB(A) から 80 dB(A) へと騒音レベルが上がるにつれて、Roger およびダイナミック FM の方が従来の FM よりもその効果の差が大きくなることが確認できました。

まとめ

Roger はダイナミック FM と比較しても、大きなレベルの騒音下での聴取能において大幅な改善が見込めます。ダイナミック FM や従来の FM のようなアナログの補聴援助システムと Roger のその効果の違いには、幾つかの要因があります。

一つ目は、デジタル処理はアナログ処理と比べて、聞こえを阻害する雑音をより細かく分析でき、受信機が必要とする利得をより正確に供給することができます。デジタル処理された正確な利得が騒音下でもより良い聞こえに繋がります。

二つ目は、Roger は音声信号の周波数帯域が広いことです。過去の研究からも明らかなように、騒音下では可聴域がより広い方が良い結果が得られると言われています。

最後に、Roger で使用されている周波数ホッピングは送信機からの送信信号と、人工内耳サウンドプロセッサのコイルとインプラントの受信コイル間の送信信号との間で起こる干渉を軽減すると言われています。人工内耳装用者の中には、FM を使用した時に起こる人工内耳との干渉ノイズを訴える方もいるようです。周波数ホッピングを使うデジタルワイヤレスシステムでは、このような干渉ノイズが殆ど無いことが分かっています。

参考文献

Erin Schafer, Linda Thibodeau. Speech recognition in noise in children with cochlear implants while listening in bilateral, bimodal, and FM-system arrangements. 2006. American Journal of Audiology, 15(2): 114-126.

Jace Wolfe, Mila Morais, Erin Schafer, Emily Mills, Hans E. Müller, Felix Goldbeck, Francois Marquis, Andrew John, Mary Hudson, B. Robert Peters. Evaluation of speech recognition of cochlear implant recipients using a personal digital adaptive radio frequency system. 2013. Journal of the American Academy of Audiology.

Jace Wolfe, Erin C. Schafer, Benjamin Heldner, Hans Müller, Emily Ward, Brandon Vincent. Evaluation of speech recognition in noise with cochlear implants and Dynamic FM. 2009. J Am Acad Audiol 20: 409-421.