

White Paper : 最新指向性技術の補聴器 vs 健聴者のきこえ

Siemens binax を装着した難聴者の臨床試験。聴取困難な騒音環境下において両耳ビーム形成指向性技術と健聴者の聞こえとの比較検討

usa.siemens.com/hearing

SIEMENS

Thomas A Powers (博士)
Matthias Froehlich (博士)

概要:

40 年以上も前に考案されて以来、補聴器の指向性技術の進歩は続けられてきた。そうした中、最新技術として両耳のビーム形成処理技術が登場した。本稿では、Siemens による新たな両耳のビーム形成処理技術を考察し、この補聴器を用いた臨床試験の結果を示す。2 件の異なる独立した研究施設のデータによると、軽度～中等度の感音難聴者がこの技術を導入した補聴器を両耳に装着した場合、健聴者のグループよりも、騒音下での語音了解閾値が優れた結果になったと報告された。

過去数十年にわたって補聴器技術に多くの進歩がみられてきたが、騒音下での言葉の聞き取りを高めることが未だに補聴器ユーザーの高い要望になっている。その結果、これを解決させることが製造メーカーの最優先課題となっている。MarkeTrak VIII のデータより、補聴器装用者の騒音下での補聴器の聞き取りに関して、「非常に満足」または「満足」しているのは、わずか 37%に止まっていることが明らかになっている¹。さらに、「騒音下での聞き取りが不十分」であることが補聴器を持ちながら使用しない大きな理由ともなっている。

歴史的にみると、指向性技術は騒音の問題に対して最も成功した解決策の1つである。指向性マイク技術が補聴器に導入されて以降(1960年代後半にドイツで導入)、Siemens は常にこの研究開発の最前線に立っている。過去 15 年に渡り、ツイン(2本)マイク指向性システム²、トライ(3本)マイク指向性システム³、アダプティブ指向性マイク⁴、リバース型指向性アルゴリズム⁵、そして雑音抑制と指向性処理の統合(指向性エンハンスメント)⁶等々、補聴器ユーザーに効果をもたらしていることが臨床試験により明らかにされてきた。

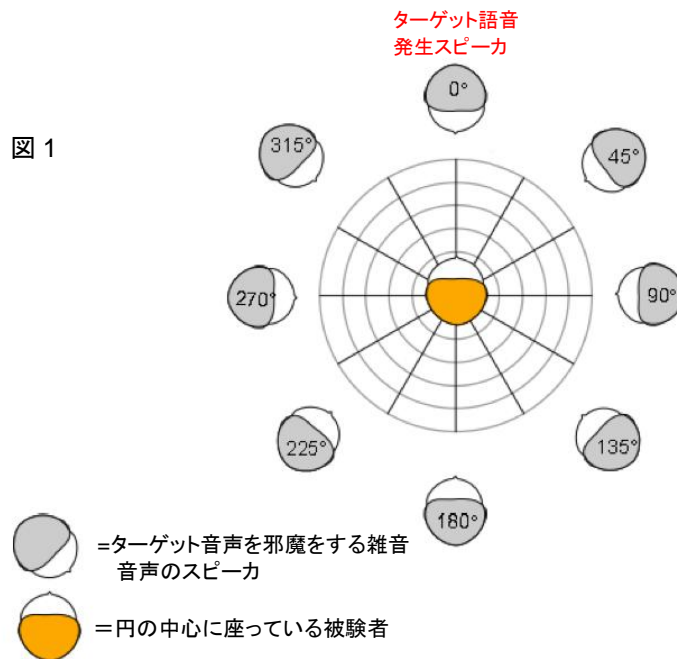
指向性技術を用いた最新の補聴器開発には、ワイヤレス通信が利用された。これは、左右双方の補聴器のマイクが受信する情報を反対側の補聴器へ相互に渡し、それによって、より狭い指向性ビーム形成を可能にしたものである。この新技術については、Kamkar-Parsi らが説明をしている(2014)⁷。概要を説明すると、ビーム形成アルゴリズムは、同側と反対側の補聴器の入力信号を両耳ワイヤレスリンクで受け渡す。左右の補聴器の一方の入力信号と反対側の入力信号を相互に補正処理して線形的に加えることで狭いビーム形成信号が生成される。Kamkar-Parsi らの報告(2014)⁷によると、この両耳処理技術は、ビーム形成が完全な適応型アダプティブ処理であること、両耳による騒音抑制という独自の信号処理技術であること、そして消費電流の上昇は最小限に抑えて動作可能にしているという点で、世の中に存在する他の指向性技術とは大きく異なっている。

これまでの指向性技術の研究では、一般に新たな指向性型補聴器と前の世代の無指向性型補聴器、または場合によっては競合メーカーの同種類の製品との性能比較をしてきた。このような評価の仕方では、確かに相対的な効果の比較にはなるが、患者にとって対象となる技術から得られる絶対的な効果と直接的なメリットを実感できにくいことがあげられる。患者にとっての本当に知りたい評価とは、補聴器装用者と正常な聴力を有する人とで聞き取りを比較することであろう。このアプローチは新しいものではなく、トライマイク指向性技術が導入された 10 年前の時点で用いられている(概説については、Bentler らを参照³)。したがって、この新たな Siemens binax 両耳ビーム形成技術を評価するために、正常な聴力を有する人とこの新たなビーム形成技術を装着した難聴者を被験者として、騒音下での言葉の聞き取りを評価する臨床試験が検討された。

臨床試験の方法

臨床試験は、お互い関係のない 2 カ所の研究施設(ドイツにある Hörzentrum Oldenburg (施設 1)およびコロラド州グリーリーにあるノーザン・コロラド大学(UNCO) (施設 2))で実施した。両施設にて、正常な聴力を有する健聴者(聴カレベル 25 dBHL 未満)とビーム形成技術の指向性補聴器を装着した軽度～中等度の難聴者の 2 つのグループで同じ試験を実施した。難聴者グループの被験者は、全員が左右ほぼ対称の高音漸傾型の聴力をもつ感音難聴である。平均聴カレベルは、低音域で 25～30 dB、3000～4000 Hz の帯域で 55～60 dB の聴力の範囲であった。施設 1 における健聴者のグループ(n=15)の平均年齢は 64.5 歳、聴覚障害をもつグループ(n=29)の平均年齢は 68.8 歳であった。一方、施設 2 における健聴者のグループ(n=14)の平均年齢は 58.1 歳、難聴者のグループ(n=14)の平均年齢は 65.8 歳であった。

両施設での試験は、一連の標準的な聴カ検査法をベースに実施された。聞き取りの目標となるターゲット音声信号は、正面(0°)方向から提示するように設定した。ターゲット音声信号の妨げとする雑音音声信号は、被験者の周囲 45°ずつ等間隔に配置した 7 つのスピーカから提示するように設定した。スタートは 45°方向から行った(図 1 を参照)。被験者は、全てのスピーカから 1 メートルの等距離となる中心に座らせた。



施設 1 では、ターゲット音声信号として、OLSA と呼ばれる Oldenburger Satztest⁸ 文章を使用した。聞き取りの邪魔をする雑音音声信号にも OLSA の文章を使用し、文章間の空白を削除して、聴取者の周囲の 7 つのスピーカから無相関に提示した。さらに、音声バブルノイズをそれに追加し、目標文章より -15 dB のレベルで提示した。UNCO では、ターゲット音声信号として Hearing in Noise Test (HINT)⁹ の文章を使用した。施設 1 の検査条件と同じく、雑音音声信号にも HINT 文章を使用し、文章間の空白を削除して、被験者の周囲 7 つのスピーカから無相関に提示した。施設 1 で使用したのと同じ音声バブルノイズをそれに追加し、目標文章より -15 dB で提示した。OLSA および HINT の双方とも、標準的な提示方法および評価法を用いた。バックグラウンドノイズのレベルは一定とし (72 dB SPL)、文章は適切な方法で提示された。雑音下での語音了解閾値を調べるため、標準的な評価法が採用された。

実験に先立ち、難聴者の被験者グループ全員に Siemens binax Pure 7bx を両耳にフィッティングした。この補聴器は、Siemens の独自のフィッティング・アルゴリズム (フィッティングソフトウェア Connexx の中では「binax fit」と呼ばれている) に従ってプログラムされた。ビーム形成アルゴリズムには Narrow Directionality (狭指向性) と呼ばれるアルゴリズムを選択した。他の信号処理機能も全て標準状態に設定された。補聴器の耳栓は、標準的な RIC 用ダブルドームチップを用いた。

臨床試験結果

臨床試験は、2つの異なる独立した施設で実施し、健聴者と、両耳ビーム形成アルゴリズムを用いた Siemens binax 補聴器を両耳に装着した難聴者とを比較した。両施設において、騒音下において語音の聞き取りの正解率が50%となるポイントを算出するテスト(SRT)を実施した。

施設1での結果の平均値を図2、施設2の結果の平均値を図3に示す。両施設の結果を考察すると、グループ間に大きな差が見られ、双方とも難聴者のグループは、健聴者のグループよりもテスト成績が良かった。語音了解閾値の相対的な優位性は、施設1では2.1 dB、施設2では2.7 dBであった。両施設とも統計学的に有意な差が見られた(施設1: $F_{1,44}=17.23$, $p<0.001$ 、施設2: $F_{1,28}=7.45$, $p<0.05$)。さらに分析を行ったところ、年齢、または双方の施設での難聴者グループの聴力障害の程度に関して有意な関連性がないことが明らかとなった($p>0.05$)。

検査結果の絶対値が施設2と比較して施設1では約3 dB 優れているという事実は重要ではなく、驚くべきものでもない。まず、これらは異なる言語での2つの異なるテストであり、困難さの点で等価なテストではない可能性があることに注意したい。OLSAの文章は予測可能な構造であり、おそらくHINTよりも検査語を予測しやすい。また、この2つのテストは、評価方法が異なっている。OLSAでは一文の各単語を評価するのに対し、HINTでは、回答文章が正確だと評価されるには、全てのキーワードが一致していなければならない。

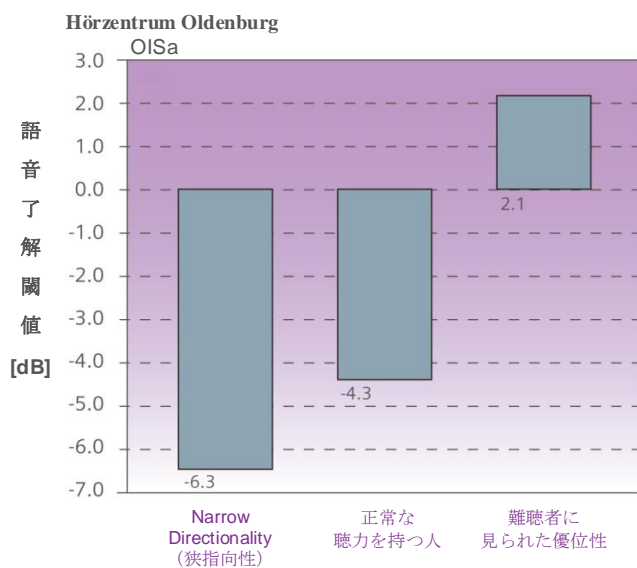


図 2

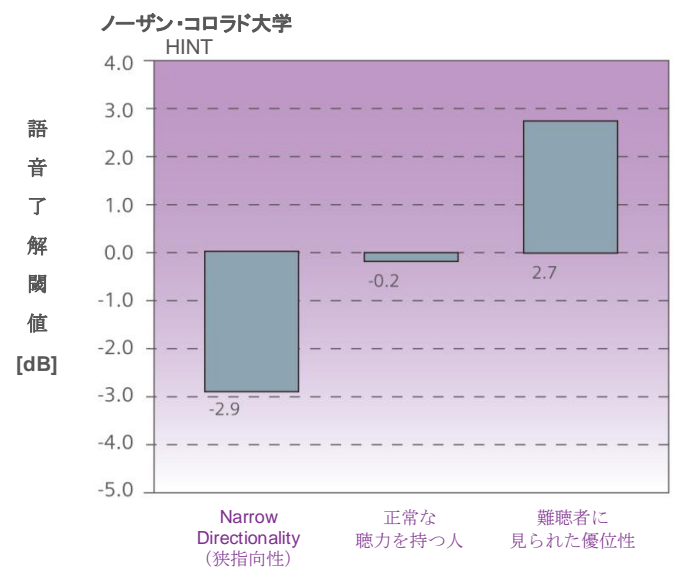


図 3

結果の考察

Siemens の新しい両耳ビーム形成技術の効果を検証するため、高いレベルで、すなわち健聴者と比較するために、同じ言葉の聞き取りテスト法を用いた臨床試験を構築した。その結果、図 2 および図 3 に示すように、binax の Narrow Directionality(狭指向性)機能による両耳ビーム形成装置を使用した難聴者は、健聴者と比較して、明らかに優れた聞き取りの結果となった。優位性は両施設とも 2 dB を超えており、これは実生活の多くの状況で音声の聞き取りに十分な効果をもたらすものと思われる。

カクテルパーティーのような状況を再現した聴取環境において、Narrow Directionality(狭指向性)機能を実行した状態で Siemens binax 技術を使用した軽度～中等度の難聴者は、同じ聴取環境にある健聴者と比較して、騒音下での語音了解閾値が平均して最大 2.7 dB 改善したと結論づけることができる。このことから、聴取状況によっては語音の認識に 25%以上の改善が見られる可能性がある。

Narrow Directionality(狭指向性)を実現した binax の両耳指向性技術は、聞きたい人の方向に焦点を絞ってマイクのビームを狭くすることにより、聞き取りを改善させる。実用的な効果として、聞き取りが困難な同じ条件下において、健聴者と比較しても語音の認識が大幅に改善する点、特に、雑音音声(音声バブルノイズなど)が聞きたい話者との会話の妨げになっている場合、などに特に有用である点が挙げられる。これは、レストラン、パーティー、混雑した集会など、補聴器装用者が経験する多くの日常生活の中で効果が発揮され、補聴器装用者の不満として最もよく取り上げられる 1 つである、人混みの中での聞き取りの問題を解決するものと期待される。

REFERENCES

1. Kochkin, S. MarkeTrak VIII: Customer satisfaction with hearing aids is slowly increasing. *The Hearing Journal*, 2010 63 (1),11-19.
2. Ricketts T, Dhar S. Comparison of performance across three directional hearing aids. *J Am Acad Audiol*. 1999 Apr;10(4):180-189.
3. Bentler RA, Palmer C, Dittberner AB. Hearing-in-Noise: comparison of listeners with normal and (aided) impaired hearing. *J Am Acad Audiol*. 2004 Mar;15(3):216-25.
4. Ricketts TA, Hornsby BW, Johnson EE. 2005. Adaptive directional benefit in the near field: Competing sound angle and level effects. *Seminars in Hearing*. 26(2), 56-69.
5. Mueller HG, Weber J, Bellanova M. 2011. Clinical evaluation of a new hearing aid anti-cardioid directivity pattern. *Int J Audiol*. 50(4):249-54.
6. Powers T, Beilin J. 2013. True Advances in Hearing Aid Technology: What Are They and Where's the Proof? *Hearing Review*, 20 (1):
7. Kamkar-Parsi H, Fischer, E, Aubreville, M. 2014. binax advanced binaural directivity. *Hearing Review*, 21 (10).
8. Kollmeier B, Wesselkamp M. Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. *J Acoust Soc Am*. 1997 Oct;102(4):2412-21.
9. Nilsson, M., Soli, S.D., & Sullivan, J.A. (1994). Development of the hearing in noise test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, 95(2), 1085-1099.