

# Field Study News



## ステレオズーム

### 語音明瞭度と主観的効果の改善

固定型ビームフォーマーや片耳のビームフォーマーと比較すると、ステレオズームの新しい環境適応機能は語音明瞭度と主観的な評価のいずれにも素晴らしい効果をもたらします。この効果は主に左右に騒音があるような困難な聞こえの環境下において発揮します。

#### 目的

この研究では、固定型ビームフォーマーや片耳の環境適応型ビームフォーマー（ウルトラズーム）と比較し、新しい環境適応型の両耳ビームフォーマー（ステレオズーム）の効果を調査することを目的としています。

#### はじめに

指向性マイクロホンは背景に騒音が多く見られる困難な聞こえの環境において聞き取りを改善させます(Ricketts, 2006; Wouters ら, 1999; Chung, 2004; Hamacher ら, 2005)。一般的に、指向性マイクロホンは後方の騒音を抑制し、前方の声にフォーカスする機能です。

環境適応型ビームフォーマーのウルトラズームは背景に騒音がある環境下において言葉の聞き取りを改善してくれます(Wouters ら, 2002; Ricketts & Henry, 2002)。図 1 で示したような別の場所に 2 つの騒音がある環境下で（グレーのテーブルに座って話す 2 つのグループ）、補聴器ユーザー（図中心にある頭部）が緑色に選択したエリアにいる 3 人の声に耳を傾けるような状況がよくある環境例として挙げられます。ビームフォーマーは特定の 1 方向にだけ狭いビームを向けるのではなく、前方の利得は維持したまま、後方にある顕著な騒音に対して適応させながら抑制します。そのため、直接目の前から話しかけられていなくても、この前方スペース内にいる人の声を聞き取り、会話を楽しむことができます。

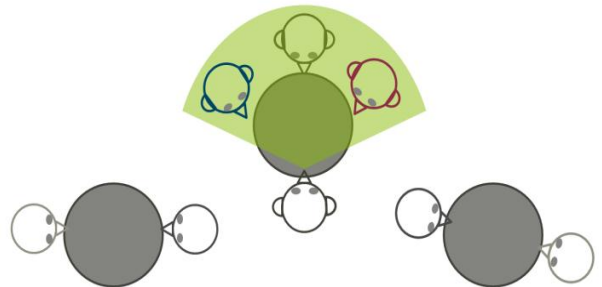


図 1：ウルトラズームの効果が発揮できる聞こえの環境例。補聴器ユーザー（図中心にある頭部）は緑色に選択されたエリアで相手の話を聞いています。別の場所に 2 つの騒音があります（グレーのテーブルに座って話す人々）。

一方で、両耳ビームフォーマーのステレオズームはより騒がしい環境下において指向性の効果を発揮します(Nyffeler, 2010; Stuermann, 2011; Picou ら, 2014; Latzel, 2013)。よくある環境例に、図 2 で示したような補聴器ユーザー（図中心にある頭部）が緑色に選択されたエリアにいる 3 人の声に耳を傾けるような状況が挙げられます。騒音が多方面にあるような拡散音場下です。

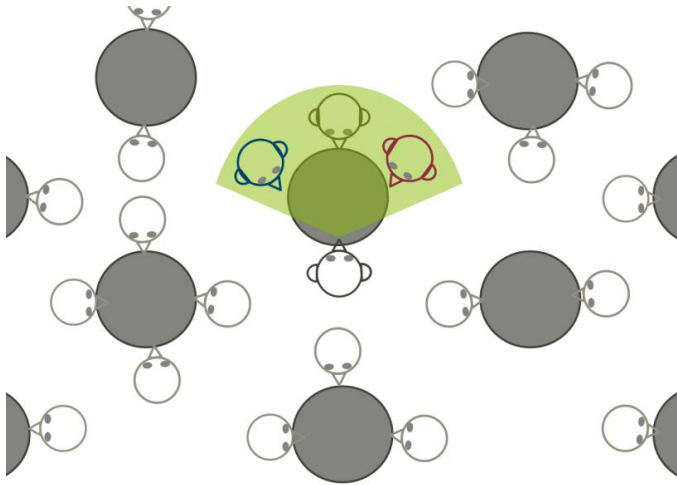


図 2：ステレオズームの効果が発揮できる聞こえの環境例。補聴器ユーザー（図中心にある頭部）は緑色に選択されたエリアで相手の話を聞いています。騒音が多方面にある拡散音場下の状態。

ステレオズームは左右の補聴器に内蔵された合計 4 つのマイクロホンがネットワークを構築し、より狭い指向性を作り出すことで、声を聞き取りやすくする機能です。

騒音を抑制して聞き取りを大幅に改善させるこの指向性機能には、±45 度と非常に狭い角度でフォーカスするという特徴を持っています。この角度が SN 比を大幅に改善させるのです。

新しい環境適応型ステレオズームは、両耳間システムと環境適応型システムの効果を合体させる目的で開発されました。この研究では、新しいステレオズームの環境適応機能の調査と、ウルトラズームおよび固定型ステレオズームとの比較を目的としています。

## 研究デザイン

軽度～中等度、中等度～高度の聴力低下を抱える計 20 名の被験者がこの研究に参加しました。彼らは聴力に合わせて調整されたフォナックの耳かけ型補聴器(BTE)、もしくは外耳道レシーバー型補聴器(RIC)を使用しました。オープンフィッティングを含む、推奨された音響パラメータに基づいてファーストフィットを行い、それぞれのプログラムには以下のマイクロホンモード（指向性）を設定しました。

- プログラム 1 無指向性マイクロホン
- プログラム 2 片耳環境適応型ビームフォーマー（ウルトラズーム）

- プログラム 3 両耳固定型ビームフォーマー（固定型ステレオズーム）
- プログラム 4 両耳環境適応型ビームフォーマー（環境適応型ステレオズーム）

様々なビームフォーマーによる語音明瞭度は Oldenburger Satztest (OLSA)で評価しました。テストでは、2 種類の異なる設定で実施されました。これらの設定は図 3 から確認できます。被検者はどちらの設定においても、円形に並んだ 12 個のスピーカーの真ん中に座り、0 度位置のスピーカーに顔を向けました。OLSA で使用したスピーチはこのスピーカーから提示しました。パターン 1 の設定では、カフェテリアのようなザワザワする拡散音場下で、0 度のスピーカーを除く残りのスピーカー 11 個から騒音が提示されました。パターン 2 の設定では、この騒音が 90 度と 270 度の位置（左右）からのみ提示しました。語音聴取閾値(SRT)では、被検者全員がパターン 1 とパターン 2 において上記 4 つのプログラムを使用しました。

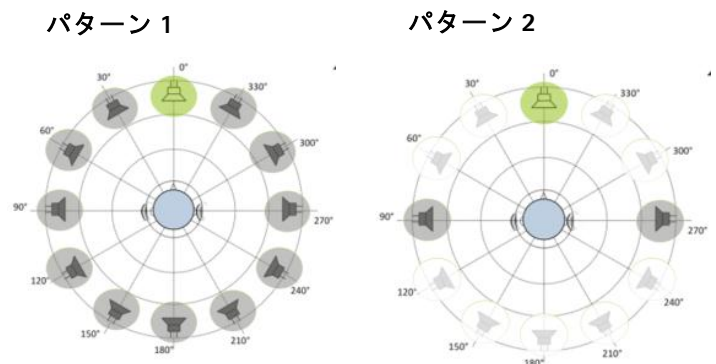


図 3：OLSA テストにおける設定パターン 1 では、カフェテリアのような拡散音場下で 0 度のスピーカーを除く残り 11 個のスピーカーから騒音を提示。パターン 2 では、90 度と 270 度の左右からのみパターン 1 で使用した騒音を提示。

図 3 の OLSA テストと同じ設定（拡散音場下と左右から）で主観的評価の測定を行いました。スピーチにはフォナック CD (iPFG の Sound CD2) にある男性の声を使用し、SN 比が悪い固定環境下を用意しました。被験者には、指向性マイクロホン技術による 3 つのプログラムを語音明瞭度、騒音抑制、全体の音質に対して評価をしてもらいました。評価は 0～100（0 はとても悪い、100 はとても良い）で採点しました。補聴器のプログラムを変更するソフトウェアに接続したタッチスクリーンを使って被験者自身でプログラムを切り替えることが出来たので、それぞれの場面でプログラムの比較と評価を同時に行うことが出来ました。

## 結果

異なるビームフォーマーによる指向性の効果は  $SRT_{\text{omni}} - SRT_{\text{BF}}$  という計算式を使って計算されました。つまり、プログラム 1 で得た SRT からプログラム 2、3、4 のそれぞれで得た SRT を引きます。この指向性の効果は、パターン 1（拡散音場下）は図 4 で、パターン 2（左右からのみの騒音）は図 5 で確認することが出来ます。

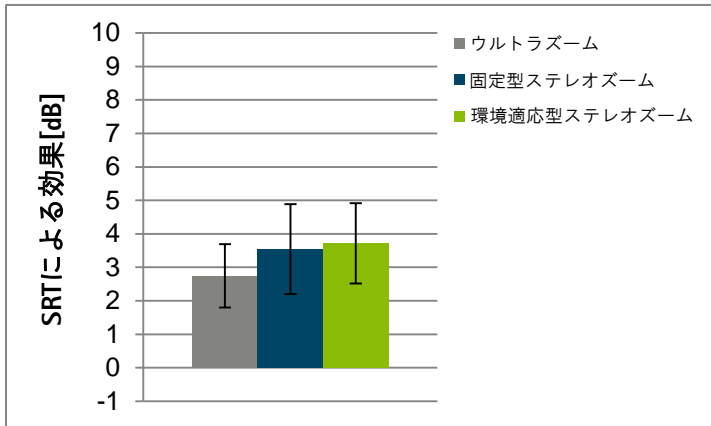


図 4：拡散音場（パターン 1）において、ウルトラズームを使ったビームフォーマー、固定型ステレオズームを使ったビームフォーマー、環境適応型ステレオズームを使ったビームフォーマーの語音聴取閾値 (SRT) の効果。

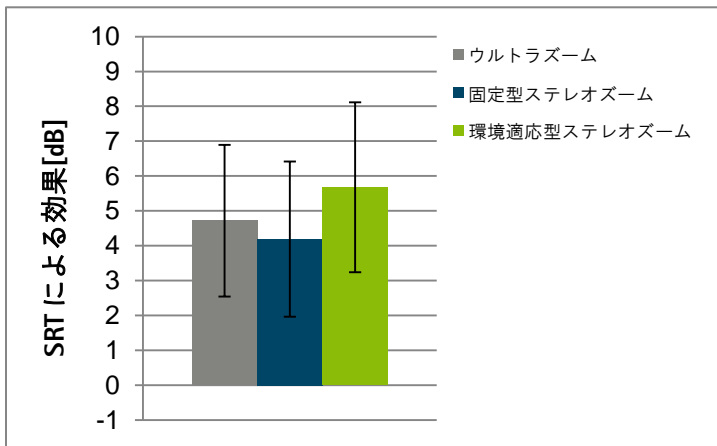


図 5：左右からのみ騒音を提示したとき（パターン 2）のウルトラズームを使ったビームフォーマー、固定型ステレオズームを使ったビームフォーマー、環境適応型ステレオズームを使ったビームフォーマーの語音聴取閾値 (SRT) の効果。

分散分析により、どちらのパターンにもビームフォーマーによる有意差が認められました ( $p < 0.01$ )。拡散音場のパターン 1 では、固定型ステレオズームと環境適応型ステレオズームのいずれもがウルトラズームよりも良い語音聴取閾値の結果となりました。左右からのみ騒音を提示するパターン 2 では、環境適応型ステレオズームが固

定型ステレオズームよりも良い語音聴取閾値の結果となりました。

主観的評価の結果は図 6 と図 7 で確認できます。主観的な結果と OLSA の客観的なテストの結果に一貫性が見られます。例えば、拡散音場のパターン 1 の場合、固定型ステレオズームと環境適応型ステレオズームがウルトラズームよりも語音明瞭度や雑音抑制に関して良い結果が見られます。また、OLSA の結果と一貫して、左右から騒音を提示するパターン 2 の場合、環境適応型ステレオズームが全 3 項目において、固定型ステレオズームよりも良いと評価されました。これらの結果も分散分析によって有意差が認められます ( $p < 0.01$ )。

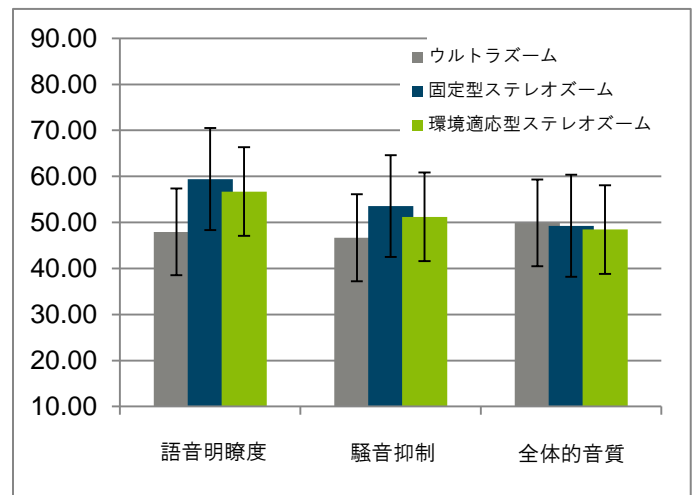


図 6：拡散音場下で 3 つのビームフォーマーを主観的に評価した結果。0~100 で評価（0 はとても悪い、100 はとても良い）。

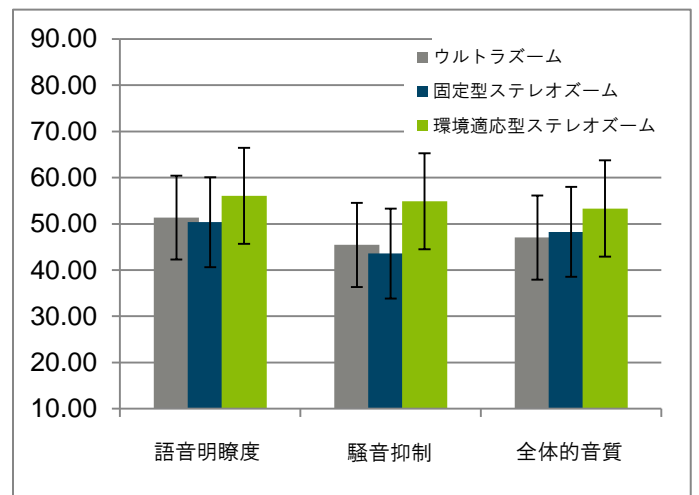


図 7：左右からのみ騒音を提示する環境下で 3 つのビームフォーマーを主観的に評価した結果。0~100 で評価（0 はとても悪い、100 はとても良い）。

---

## まとめ

語音明瞭度テストの結果と主観的評価の双方において、ステレオズームの新しい環境適応機能は、拡散音場下で、片耳のビームフォーマー（ウルトラズーム）よりも効果がありました。また、左右からのみ騒音を提示する環境下においても、固定型ステレオズームを超える効果が見られました。

主観的評価が様々な実環境で行われると、被検者は各環境設定ごとに受け取った印象を報告しました。結果、環境適応型ステレオズームは、ウルトラズームのような環境適応型ビームフォーマーと共に固定型ステレオズームの両耳ビームフォーマーの効果を統合させたものだと示されました。概して、環境適応型ステレオズームは、拡散音場下だけでなく、左右や後方に騒音が存在する騒音環境下においても、最高の聞こえのパフォーマンスを提供できるということが言えます。この優れたビームフォーマーは、特に左右に騒音がある困難な聞こえの環境下においてフォナック補聴器ユーザーの聞こえを助けます。

---

## 参考文献

Chung, K., 2004. Challenges and Recent Developments in Hearing Aids. Part I. Speech Understanding in noise, microphone technologies and noise reduction algorithms. *Trends in amplification*, 8(3), p. 83-124.

Hamacher, V., Eggers, J., Fischer, E., Kornagel, U., Puder, H., Rass, U., 2005. Signal Processing in High-End Hearing Aids: State of the Art, Challenges, and Future Trends EURASIP. *Journal of Applied Signal Processing*, 18 p. 2915-2929

Latzel, M., 2013. Concepts for Binaural Processing in Hearing Aids. *Hearing Review*, 20(4), p. 34

Nyffeler, M., 2010. StereoZoom - Improvements with directional microphones. Field Study News. Phonak AG: 2010

Picou, E. M., Aspell, E., Ricketts, T. A., 2014. Potential benefits and limitations of directional processing in hearing aids. *Ear and Hearing*, 35(3), p. 339-352

Ricketts, T. A., Henry, P., 2002. Evaluation of an adaptive, directional-microphone hearing aid. *International Journal of Audiology*, 41 p. 100-112

Ricketts, T. A., 2006. Directional hearing aid benefit in listeners with severe hearing loss. *International Journal of Audiology*, 45, p. 190-197

Stuermann, B., 2011. StereoZoom - Improved speech understanding even with open fittings. Field Study News. Phonak AG: 2011

Wouters, J., Litierère, L., van Wieringen, A., 1999. Speech intelligibility in noisy environments with one- and two-microphone hearing aids. *Audiology*, 38 p. 91-98

Wouters, J., Vanden Berghe, J., Maj, J.-B., 2002. Adaptive noise suppression for a dual-microphone hearing aid. *International Journal of Audiology*, 41 p. 401-407