

Field Study News



ロジャー ペン：オートマッチックモードとマニュアルモードの比較

ロジャー ペンは、補聴器または人工内耳ユーザーの騒音下や離れた場所からの聞き取りの改善を手助けしてくれるワイヤレスマイクロホンです。話し手と聞き手の異なる距離、様々な聞こえの環境下で使用することが可能です。ロジャーペンには、加速度センサーと音響の手がかりを基に使用環境を判断し、マイクロホンモードを自動的に切り替えるオートマッチックマイクロホンモード（以下、オートマッチックモード）と手動で切り替える3つの異なるマニュアルマイクロホンモード（以下、マニュアルモード）が搭載されています。今回の研究でオートマッチックモードと3つのマニュアルモードを比較した結果、オートマッチックモードとマニュアルモードでは語音聴取閾値(SRT)に大きな違いは見られず、オートマッチックモードがいかなる環境下でも非常に正確に働いていることが分かりました。

はじめに

ワイヤレスマイクロホンシステムは、長年に渡り、聞き取りが難しい環境下での聞こえや理解を改善させるために利用されてきました。しかし、ワイヤレスマイクロホンシステムを使用することは、成人にとって、デザインや取り扱いが難しいなどの理由から受け入れられにくい傾向にありました。それがロジャー ペンでは、目立たないデザインにすることで見た目の問題を、そしてオートマッチックモードを採用することで取り扱いの難しさの問題を解決しました。これまでも異なるマイクロホンモード（無指向性、指向性、高指向性）の選択が可能なFM ワイヤレスマイクロホン（ズーム・リンク・プラスやスマート・リンク・プラス）がありましたが、マイクロホンモードはユーザー自身による切り替えが必要であった為、上手く使いこなすためには、聴覚専門家によるユーザーへの指導が必要でした。これまでのFMの場合、最適なマイクロホンモードが適切に選択されていなければ、逆に聞き取りが難しくなってしまうリスクが常にあったのです。ロジャー ペンには、初期設定のオートマ

チックモードと3つの異なるマニュアルモードがあります。会話の有無、会話音声レベル、背景騒音レベル、ロジャー ペンの位置、これらの情報からオートマッチック時の利得、雑音抑制、指向性が決定されます。ロジャーペンは話し手が首から掛けて使用するだけでなく、聞き手自身がマイクロホンを手で持ち、話し手に向けて使用することも出来ます。また、テーブルなど水平の場所に置き、全方向の音声を拾うことも出来ます。拾った音声はワイヤレスで送信されてロジャー受信機に届きます。そして補聴器のマイクロホンが拾う音と混合され、処理や増幅というプロセスを経て、最終的に耳へと送られます。この環境適応型音声処理には、あらゆる音環境での聞き手、話し手、音源がどのような位置関係でも最適な言葉の認識を提供するねらいがあります。オートマッチックモードはどのマニュアルモードよりも良いパフォーマンスを提供してくれるはずです。メルボルン大学のオージオロジーと音声病理学学部によって、この仮説のテスト調査が実施されました。

研究方法

軽中等度～高重度の聴力低下を抱える 52 歳～89 歳までの合計 11 名（男性 8 名、女性 3 名）が研究に参加しました。被験者の 8 名は感音難聴を抱え、残り 3 名は混合性難聴が見られました。表 1 は被験者情報、図 1 は被験者の平均聴力です。

| 被験者 | 性別 | 年齢 | 聴力レベル | 聴力タイプ |
|-----|----|----|--------|-------|
| 1 | 女性 | 66 | 中等度～重度 | 混合性難聴 |
| 2 | 男性 | 89 | 中等度～重度 | 感音難聴 |
| 3 | 男性 | 73 | 高度～重度 | 混合性難聴 |
| 4 | 男性 | 70 | 高度～重度 | 感音難聴 |
| 5 | 男性 | 59 | 軽度～中等度 | 感音難聴 |
| 6 | 男性 | 54 | 中等度～高度 | 感音難聴 |
| 7 | 女性 | 64 | 中等度～高度 | 感音難聴 |
| 8 | 女性 | 65 | 中等度～高度 | 感音難聴 |
| 9 | 男性 | 77 | 中等度～重度 | 混合性難聴 |
| 10 | 男性 | 61 | 軽度～中等度 | 感音難聴 |
| 11 | 男性 | 52 | 高度～重度 | 感音難聴 |

表 1 被験者情報

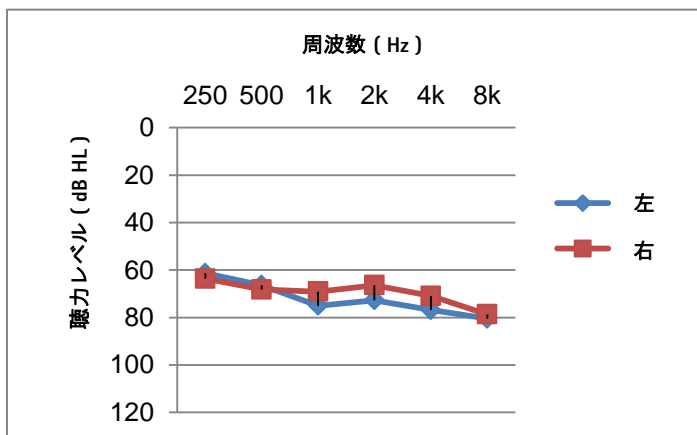


図 1 被験者 11 名の平均聴力

被験者は Roger 15（ナイーダ RIC 用一体型受信機）を取り付けたフォナック ナイーダ Q90-RIC または Roger 10（ナイーダ UP 用一体型受信機）を取り付けたフォナック ナイーダ Q90-UP を使用しました。いずれの補聴器もフィッティング処方 を NAL-NL1 で、インサーションゲイ

ンの目標利得に合わせました。全てのテスト環境において、ロジャー ペンをワイヤレスマイクロホンとして使用しました。臨床準備検査室で行った語音聴取閾値（50%正答率）の測定には、Bamford Kowal Bench（以下、BKB）と類似した文章が使用されました。これは BKB よりも文章リストが多いので同じ文章を 2 回提示する必要があります。文章リストはオーストラリア人女性によって読まれました。騒音は被験者の前方に扇形に並んだ 12 個のスピーカーから提示され、文章は 0 度位置から 65 dB SPL で提示しました（聞き手は目の前）。騒音にはオーストラリア人の男性女性を含めた 12 名の話者で作成したマルチトーカーノイズを使用しました。テスト中、スピーチレベルは固定、騒音レベルは調整可能にしました。鉛直、水平、手持ちとマイクロホンを適宜設置し、3 つのマイクロホンモードとオートマッチモードでロジャー ペンを測定しました。（図 2 は測定環境、表 2 は測定状態）



図 2 測定環境

被験者に合わせてマイクロホン位置やマイクロホンモードが適切に設置されました。各環境下で 16 個の文章のうち 2 つが使用され、状況に合わせて合計最大 32 個の文章が使用されました。十分な結果が得られた際はソフトウェアが自動的に測定を停止しました。

| 環境 | スピーチ (dB SPL) | 騒音 | ロジャー ペンの向き | ロジャー ペン マイクホンモード |
|----|---------------|-----|------------|------------------|
| 1 | 65 | 適応型 | 鉛直 | オートマチック |
| 2 | 65 | 適応型 | 鉛直 | インタビュー |
| 3 | 65 | 適応型 | 鉛直 | 卓上 |
| 4 | 65 | 適応型 | 鉛直 | 首かけ |
| 5 | 65 | 適応型 | 水平 | オートマチック |
| 6 | 65 | 適応型 | 水平 | インタビュー |
| 7 | 65 | 適応型 | 水平 | 卓上 |
| 8 | 65 | 適応型 | 水平 | 首かけ |
| 9 | 65 | 適応型 | 手持ち | オートマチック |
| 10 | 65 | 適応型 | 手持ち | インタビュー |
| 11 | 65 | 適応型 | 手持ち | 卓上 |
| 12 | 65 | 適応型 | 手持ち | 首かけ |

表 2 測定状態

結果

図 3 は各測定状態で 50%の正答率を得るのに必要な SN 比の平均値です。以下の 3 つの要因が語音聴取閾値に大きな影響を与えています。

- ロジャー ペンの位置
- マイクホンモード
- 被験者

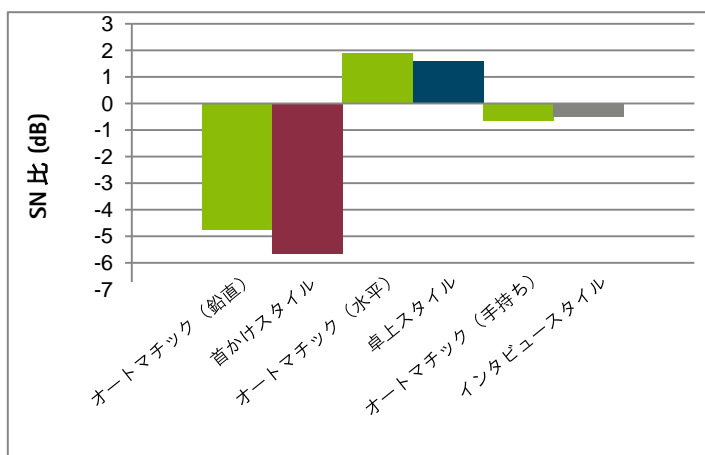


図 3 異なる位置と異なるマイクホンモードで BKB と類似した文章を使用して測定した 50%の正答率を得るのに必要な SN 比の平均値。N=11。一になるほど良い結果であることを示す。緑は全てオートマチックモード。

マイクロホンの持ち方によって (0 度) に設置したスピーカーから提示される音声の拾い方に大きく影響します。3 つのマイクロホンの向き (鉛直、水平、被験者による手持ち) で測定したマニュアルモードとオートマチックモードの一番良い結果を示した 3 組の t 検定¹結果によると、これらに大きな違いは見られませんでした。また、11 名の被験者のデータを使用した 2 組の t 検定によると、被験者と話し手の間の卓上にロジャー ペンを水平に置いた場合、オートマチックモードの状態と比べて、マニュアルモードで首かけスタイル (表 3) やインタビュースタイル (表 4) の状態にすると、結果が乏しくなることが分かりました。

組合せ t 検定と信頼区間 (CI)²: 水平でのオートマチックモードとマニュアルモードの首かけスタイル

| | 人数 | 平均値 | 標準偏差 | 標準誤差 |
|--------------|----|--------|-------|-------|
| オートマチック (水平) | 11 | 1.91 | 5.53 | 1.67 |
| 首かけスタイル (水平) | 11 | 5.15 | 5.47 | 1.65 |
| 誤差 | 11 | -3.243 | 1.521 | 0.459 |

表 3

平均誤差の 95%信頼区間: (-4.265, -2.221); t 検定の平均誤差=0 (vs ≠ 0): T 値 = -7.07 P 値 = 0.000。ロジャー ペンを卓上に水平に設置した際、オートマチックモードとマニュアルモードの首かけスタイルでは大きな誤差が見られた。語音聴取閾値をオートマチックモードで測定した結果、SN 比がより下がった。

組合せ t 検定と信頼区間 (CI): 水平でのオートマチックモードとマニュアルモードのインタビュースタイル

| | 人数 | 平均値 | 標準偏差 | 標準誤差 |
|-----------------|----|--------|-------|-------|
| オートマチック (水平) | 11 | 1.91 | 5.53 | 1.67 |
| インタビュースタイル (水平) | 11 | 8.23 | 5.72 | 1.73 |
| 誤差 | 11 | -6.315 | 3.071 | 0.926 |

表 4

平均誤差の 95%信頼区間: (-8.379, -4.252); t 検定の平均誤差= 0 (vs ≠ 0): T 値 = -6.82 P 値 = 0.000。ロジャー ペンを卓上に水平に設置した際、オートマチックモードとマニュアルモードのインタビュースタイルでは大きな誤差が見られた。語音聴取閾値をオートマチックモードで測定した結果、SN 比がより下がった。

¹ t 検定とは、帰無仮説が正しいと仮定した場合に、統計量が t 分布に従うことを利用する統計学的検定法の総称である。2 組の標本について平均に有意差があるかどうかの検定などに用いられる。

² 信頼区間 (CI: Confidence interval) とは、 θ を推定したい母数、 α を一定の確率 ($0 < \alpha < 1$) としたとき、 $\Pr \{t_1 \leq \theta \leq t_2\} = 1 - \alpha$ となるような二つの統計量 t_1, t_2 を求めることができるならば、 t_1 と t_2 が挟む区間を信頼区間と呼ぶ。

考察

一番良い結果が出たのは、音声を提示するスピーカーの近くに置いた鉛直位置（オートマチックモード時とマニュアルモードの首かけスタイル時）でした。オートマチックモードとマニュアルモードで得た一番良い結果に大きな差がないことから、オートマチックモードは最適な語音認識をするために正確に正しいマイクロホンモードを選択していると言えます。

オートマチックモードの良い点は、ユーザーが誤って状況に適さないマイクロホンモードに切り替えるのを防ぐことができる事です。これらの結果から、どのユーザーもロジャー ペンのオートマチックモードで最適なマイクロホンモードを選択できる事が分かりました。

参考文献

- M. Ross, FM Systems: A Little History and Some Personal Reflections. In: ACCESS, Pages 17-27, Phonak, 2003
- D. Fabry, H.E. Mülder, and E. Dijkstra, Acceptance of the wireless microphone as a hearing aid accessory for adults. The Hearing Journal, Vol. 60, No. 11, 2007.
- H.E. Mülder, Phonak Insight. Roger Pen – Bridging the understanding gap.

Author: Hans Mülder