

# Phonak Insight



## Roger (ロジャー)

### 次世代ワイヤレステクノロジーの標準規格

Roger は次世代ワイヤレステクノロジーの標準規格です。今後の新たなプラットフォームや製品は Roger がベースとなります。本資料では Roger の詳細や開発の背景について説明します。Roger テクノロジーにより、送受信機間での遅延が最小になりました。そして、近年の小型補聴器や人工内耳に取り付けてもサイズに大きな影響がない超小型受信機やサウンドフィールド・スピーカーに、信頼性の高い広帯域音声信号の送信が可能となりました。Roger の基本設計における、異なるレベルに適應する高性能なアルゴリズムにより、従来、物理的に不可能だと言われていた様々な機能が可能になりました。そして、その様な機能が自動化し、機器どうしを認識させるペアリング操作がより一層簡単になったことで、機器の管理や使用が従来よりも容易になりました。

### Roger 開発の背景

新しいワイヤレステクノロジーの標準規格を開発する上で、どのようなテクノロジーを採用するかがプラットフォームや製品に搭載される様々な機能にとっての大きな鍵となります。Phonak が新しいワイヤレステクノロジーを開発するにあたり、元々あるテクノロジーを流用するのではなく、全くの新しいテクノロジーに取り組むべく、以下の疑問や要望が挙がりました。

- ・ 反響下、距離、騒音下において、これまでのテクノロジーでのパフォーマンスレベルを超えることは可能か？
- ・ セットアップや操作が簡単にできるか？
- ・ 今までの FM も使用でき、且つ Roger へ切り替えることも可能か？
- ・ 他社メーカーの補聴器を使用している人、人工内耳を使用している人、健聴だが聞こえの問題を解決したい人、そしてサウンドフィールドシステムを使用したい人、全てに互換性がある標準規格を作ることは可能か？

- ・ 音声帯域を広げても、送信機から耳への音声遅延が今までと変わることはないか？
- ・ 暗騒音を抑制しながら音声のダイナミックレンジを広げることは可能か？
- ・ ワイヤレスマイクが受信機に届かないような大きい部屋でも電波を届けることは可能か？
- ・ 同系統のシステム、Wi-Fi(2.4GHz)、蛍光灯（低周波誘導干渉）、Bluetooth 機器(2.4GHz)、世代別の GSM ネットワーク(800~900MHz)などの機器、または太陽光（赤外線システム）による干渉を避けることは可能か？
- ・ 送受信できる標準規格を作ることは可能か？
- ・ 音声ストリーミングと並行してコントロールデータも一緒に送ることは可能か？
- ・ 全世界で共通のテクノロジーの標準規格を作り、世界中どこでも使用することは可能か？

今までのテクノロジーではこれら全てに応えることは出来ませんでした。しかし一方で、今までのテクノロジーがなければ、これら全てに応えていくことは出来ません。特にリストに挙げた最初の4つが顕著であります。「騒音下での言葉の聞き取りをさらに改善することは可能か？」という最も重要な要望に応えるため、新たな取り組みが必要となりました。Phonak はこれ

を考慮し、一切の妥協をせず新しい標準規格を作りました。オーディオロジストや超小型電子技術/ソフトウェア/音響学/無線周波数/プロトコル/メカニカルデザインの専門家を含む大きなグループを結成し、長い年月をかけ次世代の標準規格となる Roger を開発したのです。

## 2.4GHz デジタル・アダプティブ・ワイヤレス

Roger は 2.4GHz 帯で通信する適応型デジタル・ワイヤレスの送信テクノロジーです。音声信号をデジタル信号化し、短いデジタルコードにまとめ、それぞれを 2.4000~2.4835GHz の異なるチャンネルに乗せて複数回にわたって送信します。チャンネル間をホッピングする周波数が双方向に通信することで干渉問題を解決します。Roger は送信機から耳に届くまでの音声遅延が 25 ミリ秒と短く、また傍受も不可能です。Roger で使われる周波数ホッピング方式には適応性があります。Roger 受信機は (Wi-Fi など 2.4GHz で動く同システムによって) どのチャンネルが使われていて、どのチャンネルなら今使えるのか、送信機のワイヤレスマイクと情報をやりとりして、使われていないチャンネルのみ選択します。そして Roger のワイヤレスマイクは使われているチャンネルの周りを自動的にホッピングします。また Roger のワイヤレスマイクは Wi-Fi ネットワークの存在を感知し、この Wi-Fi システムを回避します。

タテ・ヨコ・高さがそれぞれ 8m・8m・2m の一般的な学校教室より少し小さめの空間を複数作り、Roger システムをそれぞれの空間で 1 組ずつ使うというシミュレーションをしたところ、Roger どうしが干渉を起こすことはないという結果が得られました。言い換えると、1 つの建物の中で使える Roger システムの数に限りはないということです。もし Roger の音声パケットが正しく受信されなくても、受信機に搭載された高性能なアルゴリズムが適切に補填し、素晴らしい音質と快適な聞こえを届けます。

Bluetooth は設定した受信機のみとパケット双方向通信を行うか、または双方向通信はせずに SCO プロトコルを使用して行うかの何れかです (初期のヘッドセットで用いられた手法)。パケット受信の確認信号が Bluetooth 送信機に届かなかった場合、このパケットはもう一度送信されます。それでも届かない場合、Bluetooth 送信機は半継続的に受信機に送り続けることを意味し、消費電力が大幅に増加します。Bluetooth を使った受信機の同時通信は最大 3 台までなので、両耳の補聴器に Bluetooth 受信機を装着したユーザーが 2 名いる場合、1 台の補聴器には音を届けることが出来ません。この場合、より大きなペアリンググループが必要です。Bluetooth を搭載した HSP<sup>1</sup> は音声帯域が通常 4kHz までで、音声遅延が 10~15 ミリ秒となっていますが、HFP<sup>2</sup> 1.6 ‘広帯域スピーチ’ を使えば音声帯域を 7kHz まで広げることが出来ます。Bluetooth の A2DP<sup>3</sup> は音声帯域が 20kHz までありますが、音声遅延が 100 ミリ秒以上となり、面と向かったリアルタイムでの会話が難しくなります。特別な Bluetooth チップを持った機器どうしであっても、この遅延を 40 ミリ秒までしか下げることが出来ません。加えて、A2DP Bluetooth プロトコルは受信機 1 つのみに対応し、受信機側の消費電力は HSP よりも高くなります。

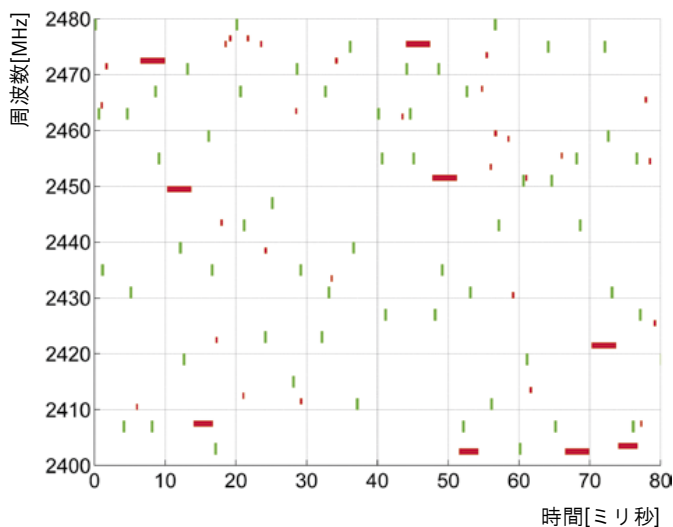


図 1  
周波数ホッピングと音声パケットによる双方向通信で相互干渉を最小限にすることが可能

<sup>1</sup>ヘッドセット・プロファイル  
<sup>2</sup>ハンズフリー・プロファイル  
<sup>3</sup>オーディオ・プロファイル

Roger システムは音声 packets を 2.4GHz 帯(2.4000~2.4835GHz)の異なるチャンネルで送信します。これは異なる搬送波波長を選択しているということです。受信機は送信機から直接 packets を受け取るだけでなく、壁や床、天井を經由して電波を受け取ることも可能です。波長の位相や強さにもよりますが、アンテナの位置における電磁波の強さはシグナルパスの長さによって、強くなったり弱くなったりします。干渉が起きるかどうかは波長次第ということです。音声 packets 送信時に異なるチャンネルをランダムに選ぶことで、(アンテナを1つ以上使うと起きる)マルチパスフェージングによって波長が相殺されるという可能性を減らします。言い換えると、アンテナの1つがマルチパスフェージングに妨害されても(相互干渉を受けている受信機)、他のアンテナが影響を受ける可能性は低いということです。

つまり、音声 packets は時間をずらして送信する「時間ダイバーシティ」、1つの packets が相殺されても、他が相殺されないよう異なる搬送波波長ごとに音声 packets を送信する「周波数ダイバーシティ」、空間に分散された2本の受信アンテナを使って受信する「空間ダイバーシティ」、これらにより干渉を軽減します(図2)。Roger は 200Hz から 7300Hz までの広帯域周波数に対応します。Roger の内部 SN 比はおおよそ 55dB です。通常、赤外線システムでは直線距離が必須になりますが、Roger では必要ありません。

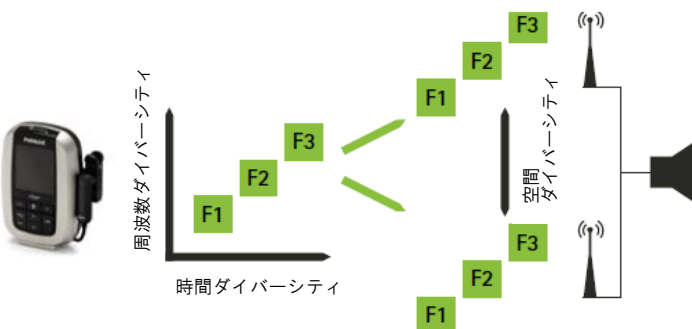


図2  
時間、周波数、空間ダイバーシティによる干渉の軽減

Roger は音声信号を送るだけでなく、マルチ・トーカー・ネットワーク(MTN)の設定や、その設定された状態を保持するために必要なコントロール・データを送信することも可能です。また、様々なネットワークを監視し続けます。2.4GHz の電波は約 12.5cm の波長ですが、これにより小さくて短いアンテナ内蔵の新しいワイヤレスマイクのデザインが可能になりました。電波が 800MHz の波長は 37.5cm、200MHz (北米で使

用している周波数帯)の波長は 1.5m で、これでは、とても大きなアンテナが必要になってしまいます。

## Roger チップ

今までのチップ(回路)では受信機のサイズをさらに小さくは出来なため、Phonak は新たに Roger チップ(図3)を開発しました。Roger チップは 6800 万のトランジスタが搭載されています(Pentium Pro Processor では 5500 万)。アナログとデジタルのデータブロックは極小となったチップ上のフラッシュメモリーデータブロック、EEPROM、ROM、RAM の隣に搭載されています。

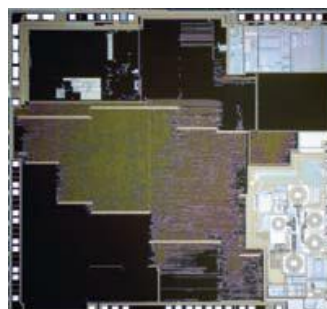


図3  
Roger のマイクロチップ

## 騒音下でのパフォーマンス

Roger のワイヤレスマイクは今までになく正確に、そして絶えず周囲の騒音レベルを感知します。これらの測定値が Roger 受信機の利得をコントロールします。広帯域の音声信号と並行して、Roger の使用環境に合わせて利得を調整するよう Roger 受信機にコントロールビット信号が送られるため、ダイナミック FM の時よりも適応範囲は広がります。この進化した機能により、特に 80dB(A)の大きい騒音レベル(騒音下)において言葉の聞き取りが改善されました(特に公共の場、仕事場など、日頃よくある騒音レベル)。臨床研究(Professor Linda Thibodeau, PhD and Dr. Jace Wolfe, PhD)に基づき、Phonak のフィールドスタディニュース「補聴器と Roger」を作成しました。図4では Dr. Thibodeau 氏の研究による発表を掲載しています。

## デュアル通信モード

Roger インスパイロとワイヤレス教育用マイク Roger ダイナミックは、FM 受信機には FM 電波を送信し、Roger 受信機や Roger ダイナミック・サウンドフィールドには Roger 電波を送信するといったように、FM 電波と Roger 電波を同時送信することが可能です。これにより、FM システムから Roger テクノロジーへの移行を滞ることなくスムーズに行うことが出来ます（インスパイロ・プレミアムであればファームウェアは 3.0 なので、Roger にアップグレードすることが可能です）。ファームウェアを 4.0 にアップグレードすれば、このデュアル送信モード機能を使ったワイヤレスマイクの使用が可能になります。

## 消費電力

Roger ワイヤレスマイク並びに Roger 受信機の消費電力は決して多くはありません。フル充電された Roger であれば、デュアル通信モードを使ったとしても7時間～8時間は使用可能です。これなら学校で過ごす間に使用出来なくなるといったことはまずありません。より小さくなった Roger 受信機は作動時に 3mA 程度の電流が流れますが、通常 3mA は補聴器の電池には影響がないとされています。

## いつでも自由に旅行を

2.4GHz が世界的に自由にアクセスできるバンド帯なので（産業、科学、医療では ISM バンドと呼ばれています）、特別なライセンスは不要となり、Roger のユーザーは世界中を自由に旅行して楽しむことができます。海外旅行で Roger が使えるということは、世界中のいたるところで全ての人が Roger を利用できるということなのです。

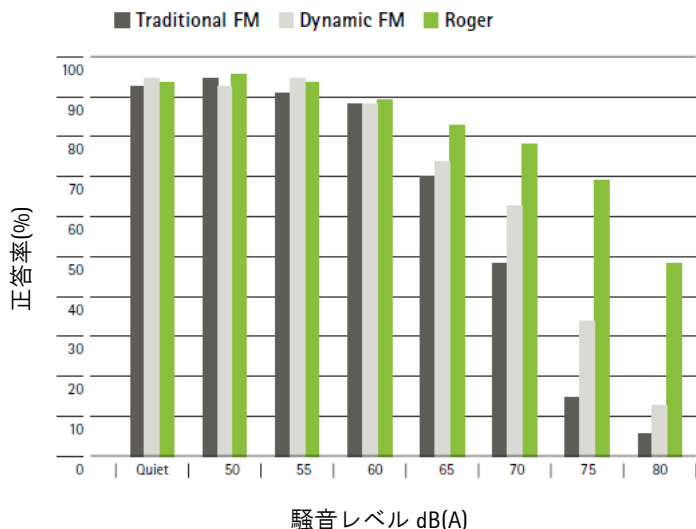


図 4

従来の FM、ダイナミック FM、Roger を使用した時の各騒音レベルにおける HINT の正答率。スピーカーと被検者との距離を 5.5m に設定し検証した結果、80 dB(A) の騒音レベルでスコアが 10%以下となったのは、従来の FM で 9 名、ダイナミック FM で 6 名、Roger では 1 名のみであった。

また、Roger はワイヤレスマイクの指向性においても新しく進化したアルゴリズムを使用しています。この新しいビームフォーマーのおかげで、全体の周波数レスポンスカーブを変化させ、音が歪むことなく、左右からの騒音を同時に抑えることが出来ます。騒音レベルが高い環境下でワイヤレスマイクを使うと、新しくなったビームフォーマーが聞こえの明瞭度を高め、聞きたい音の SN 比を改善してくれます。

## Roger の管理方法と使用方法

ワイヤステクノロジーを取り入れることで、テクノロジーそのものの複雑さや、人が感じる複雑さという問題が挙がりました。送信機と受信機のチャンネルを調整ソフトで管理する方法は決して簡単とは言えません。Roger は周波数を設定する必要がなく、ネットワークを簡単に早く組めるようになり、ユーザーにとって使いやすくなりました。Roger ダイナミック・サウンドフィールド・スピーカーと Roger インスパイロのペアリングもただ「ボタンを押すだけ」でとても簡単です。一度ペアリングすれば、ペアリングを外さない限り、その状態が保持されます。（電源をオフ後も）