

ホワイトペーパー

DECTからBluetoothへ： 企業向けワイヤレス オーディオの再考

今こそ、組織のためにロジクールZone Bluetooth
ヘッドセットに投資すべきとき



目次

エグゼクティブサマリー	2
背景	2
IT管理の価値：TCOとシンプルさ	3
企業向けのセキュリティ	4
BluetoothとDECTのテスト	5
テストおよび検証環境	5
「 極限ストレス 」テスト環境	6
結果と主なインサイト	9
実際の企業環境	10
結果と主なインサイト	11
ネイティブBluetoothスケーラビリティ分析	12
結果と主なインサイト	14
総合考察：企業環境におけるBluetoothオーディオの事例	16
Bluetoothヘッドセットの導入に関するベストプラクティス	17
将来の展望：将来を見据えた投資	18
付録	19
付録1：セキュリティの比較	19
付録2：音質のテスト方法	21
付録3：テスト環境の詳細	21
付録4：BluetoothとDECTのドロップアウト率と持続時間の比較	26

1980年代にDECTテクノロジーが開発されたとき、それは安全な接続、広範なワイヤレス動作範囲、要求の厳しいオフィス環境での信頼性の高いパフォーマンス、そして低遅延を実現する、ワイヤレス通信における重要な進歩を示すものとなりました。さらに10年後にBluetooth®が登場しましたが、その当時ワイヤストラフィックが多い企業環境には適さない制限がありました。

しかし、今やそのようなことはありません。Bluetoothオーディオテクノロジーが進化し続けるのに伴って、2020年代初頭までにDECTテクノロジーの利点はほぼ消失しました。このホワイトペーパーでは、高密度環境でロジクールZone Wireless 2 BluetoothヘッドセットとDECTヘッドセットを比較した厳格なテストの結果を示し、このテクノロジーの堅牢性を実証します。

その証拠は、Bluetoothテクノロジーの改善とロジクールZoneファミリーのワイヤレスヘッドセットの優れたデザインによって、これらが現代のオフィスやコンタクトセンターに最適なヘッドセットとなったことを示唆しています。ZoneファミリーのBluetoothヘッドセットは、DECTヘッドフォンと同等またはそれ以上のパフォーマンスを備えているうえ、他にもさまざまな設計上の特長を持ち、今日の働く人びとにとって非常に魅力的です。

しかし、ロジクールのBluetoothヘッドセットは、優れたパフォーマンス以上のものを提供します。また以下で述べるように、IT管理をさらに容易にしてコスト効果を高めることもできます。さらに、Bluetoothに詳しくれば導入が容易になり、サポートリクエストが減少する可能性があります。



背景

オフィスで働いたことがある人なら誰でも知っているように、現代の作業環境はワイヤレスデバイスであふれています。Wi-Fiネットワーク、個人用モバイルデバイス、そして増加し続けるIoT周辺機器は、複雑で混雑したワイヤレス環境の中でデジタル情報の絶え間ない流れを生み出します。このような環境では、明確で信頼性の高い音声通信が不可欠であり、ビジネスはそれに依存しています。

そのため、（現在は「Digital Enhanced Cordless Telecommunications」として知られている）DECTワイヤレステクノロジーが1980年代後半から1990年代初頭に初めて登場したとき、それによってヘッドセットとワイヤレス通信の新たな可能性の扉が開かれました。DECTが登場するまで、ほとんどのワイヤレスヘッドセットは混雑した900 MHz周波数に依存しており、医療機器などの他のデバイスと共有されていたため、干渉や信頼性の問題が発生していました。しかし、DECTは大きく進歩し、専用周波数で安全な接続を確立したり、ワイヤレスデバイスを幅広くカバーしたり、低遅延を実現したり、要求の厳しいオフィス環境やコールセンターで信頼性の高いパフォーマンスを提供したりしてきました。

そしてDECTが登場してから約10年後の1998年にBluetoothが導入されました。Bluetoothは、固定およびモバイルデバイス間の短距離でデータを交換するために使用される短距離ワイヤレステクノロジーの規格として作成されました。個人用ネットワーク向けに設計されたものであり、範囲の制限（クラス2デバイスの場合はずつか10メートル）、遅延、セキュリティの懸念、密集した環境でのパフォーマンスの低下があったことから、慌ただしいオフィスには適していませんでした。また、DECTのようにポータブル電話をアナログ電話ネットワークに接続するようには設計されていませんでした。

しかし、そのリリース以来、Bluetoothテクノロジーは大きく進化しました（このホワイトペーパーの発行時点で、BluetoothはCore 6.2をリリースしています）。最新のBluetoothは音声体験を向上させ、企業の要件を満たす速度、拡張範囲、低遅延、消費電力削減、音質向上、強力な暗号化を実現します。クラス1のBluetoothヘッドセットの動作範囲は100フィートを大きく上回っており、最新バージョンはワイヤレス密度でこれまでよりはるかに優れたパフォーマンスを発揮します。



IT管理の価値：TCOとシンプルさ

最新のBluetoothは、エンドユーザーパフォーマンスを超えてIT管理に魅力的な利点を提供し、総所有コスト（TCO）の削減と管理の簡素化に貢献します。

- **標準化と相互運用性：**Bluetoothは今日の普遍的な規格です。これにより、専用ハードウェアの必要がなくなり、企業が支給するノートパソコン、携帯電話、認定ヘッドセット間のシームレスな相互運用性が確保されてデバイスエコシステムが簡素化されます。
- **ハードウェアフットプリントの削減：**一般的に各ユーザー用の専用のベースステーションとUSBポートを必要とするDECTとは異なり、ネイティブBluetoothソリューションはPCやノートパソコンなどのBluetooth対応デバイスに直接接続するため、ベースステーションやUSBポートは必要ありません。このようなシンプルなセットアップは、デスクトップをすっきりとさせてハードウェアコストを減らし、資産管理を効率化します。
- **ユーザーの導入率の向上：**従業員はすでにスマートフォンやスピーカーなどの個人用デバイスからBluetoothに接続することに慣れていました。このような慣れは学習曲線を短縮して導入率を高め、最終的にはヘッドセットの操作に関連するITサポートチケットの量を減少させます。

企業向けのセキュリティ

大企業、特に金融サービスや政府機関などの特定のセクターの組織の場合、セキュリティは譲れない要素です。過去にはBluetoothのセキュリティが躊躇の理由でしたが、今Bluetoothテクノロジーを検討している組織にとってそれはもはや懸念事項ではありません。Bluetoothのセキュリティは大幅に強化されており、特にBluetooth 5.0（以降）では、強力な認証を可能にするECDHキー交換を含むLEセキュア接続が必須となりました。Bluetoothは現在、128ビットAES暗号化でデータの機密性を確保しており、干渉や傍受のリスクを減らすために周波数ホッピングを採用しています（DECTのセキュリティとBluetoothのセキュリティの比較については、「[付録1](#)」を参照してください）。

ロジクールZoneファミリーのBluetoothヘッドセットは、ネイティブBluetoothまたは専用USBレシーバーを介して接続するセキュリティを中核として設計されています。どちらもBluetooth 5.0以上をサポートし、接続はSecure Connectionsの適用によって保護されます。USBレシーバーは、事前にペアリング済みですぐに使用できる、保証された安全な接続を提供し、特に古いホストデバイスで役に立ちます。最新のコンピュータでは、ネイティブBluetoothがレシーバーなしで同等の安全な接続を可能にします。

BluetoothとDECTのテスト

組織によってはこれからもヘッドセットにDECTテクノロジーを選ぶことがあるかもしれませんが、DECTの利点がほぼ消失したことが明らかになりつつあります。Bluetoothの音声通信能力を評価するために、ロジクールZone Wireless 2ヘッドセットをテストデバイスとして使用して3つの独立した厳格なテストを実施し（「[付録3：テスト環境](#)」を参照）、他の有名なベンダーのDECTヘッドセットと比較しました。要求の厳しいオフィス環境でZoneヘッドセットはどのように機能するのでしょうか。また、テストの結果からどのようなことがわかったのでしょうか。

テストおよび検証環境

Zone Wireless 2のようなヘッドセットにおけるBluetoothテクノロジーの機能を確認するために、次のような3つの異なるシナリオでテストを行いました。

- **極限ストレステスト：**専用Wi-Fiの干渉が多い100 m²（10 m x 10 m）のスペースで50台のアクティブなヘッドセットが2.4 GHz帯を使用して同時に動作する、「最悪のシナリオ」を制御されたラボ環境で作成しました。これにより、大きなプレッシャーがかかる中でのデータに基づいたパフォーマンスのベースラインが示されました。
- **実際の企業環境での導入：**金融サービス業界のトラフィックが多い稼働中の企業オフィスにおいて、110人の従業員とともに丸1日のフィールドテストを実施しました。これにより、実際の使いやすさ、ユーザー満足度、一般的な就業日の予測不可能な変数でのパフォーマンスに関するインサイトが得られました。
- **ネイティブBluetoothスケーラビリティ分析：**最後に、Intelと連携して、密度が増加する中でのネイティブBluetoothオーディオのスケーラビリティに特化したパフォーマンスの制御テストを実施しました。ここでは、専用の音響分析機器を使用して、アクティブユーザー数が1から24に増えた場合のKPIを測定しました。テストは、干渉が増加する中でのパフォーマンスを評価するために5 GHz帯と2.4 GHz帯の両方で実施し、ネイティブBluetoothとドングルのパフォーマンスを比較しました。



「極限ストレス」テスト環境

このテストのために「最悪のシナリオ」に似た環境（下記参照）を構築しましたが、実際のところ、その密度は一般的なコンタクトセンターよりかなり高かったうえ、実際のオフィス環境をはるかに超えていた可能性があります。

ます。また、通常の使用事例より近い場所に3つの2.4 GHz Wi-Fiアクセスポイントを配置してさらに厳しい環境を構築することにより、攻撃的な干渉を生み出しました。



「極限ストレス」テスト環境の部屋の設定

50台のロジクールZone Wireless 2ヘッドセットを使用し、別の会社の同等のDECTヘッドセット50台でテストを繰り返しました。各テストで6台のユニットを選択し、そのパフォーマンスを測定しました。テストでは、通話モードのスピーカー出力から1KHzのサイン波と音声をスト

リーミングしました。次の表に、6台のユニットの測定値（ドロップアウト数、最長ドロップアウト（ミリ秒）、総ドロップアウト時間、低信号の割合）のデータを示します。

Wi-Fi環境	テストセット	DUTモデル名	注	システム #1 長距離	システム #21 中距離	システム #25 ヘッドセット (近接)	システム #36 中距離	システム #49 長距離	システム #50 ヘッドセット (移動中)
Iperfオン (CH1、CH6の3AP。CH11でトラフィックを送信、TCP+UDP)	50	DECT	ドロップアウト数	34	16	0	21	28	19
			最長ドロップアウト (ms)	1311.33	302.46	0	636.52	1586.23	1451.98
			総ドロップアウト時間	2.34	0.62	0	1.9	2.63	2.56
			低信号の割合 (%)	1.8	0.48	0	1.46	2.03	2.02
	50	Zone Wireless 2 (BTヘッドセット)	ドロップアウト数	1342	447	7	655	349	477
			最長ドロップアウト (ms)	39.52	35	3.94	63.33	18.38	21.21
			総ドロップアウト時間 (秒)	4.69	1.61	0.02	2.86	1.27	1.66
			低信号の割合 (%)	3.6	1.24	0.02	2.2	0.98	1.3
Iperfオフ (CH1、CH6の3AP。CH11はトラフィック送信なし)	50	DECT	ドロップアウト数	0	5	6	0	0	39
			最長ドロップアウト (ms)	0	1637.71	66.25	0	0	1232.98
			総ドロップアウト時間 (秒)	0	1.66	0.08	0	0	5.52
			低信号の割合 (%)	0	1.27	0.06	0	0	4.34
	50	Zone Wireless 2 (BTヘッドセット)	ドロップアウト数	533	301	5	192	137	202
			最長ドロップアウト (ms)	26.88	20	2.79	11.25	31.23	23.06
			総ドロップアウト時間 (秒)	1.77	1.07	0.01	0.69	0.51	0.77
			低信号の割合 (%)	1.36	0.82	0.01	0.53	0.39	0.61

ロジクールZone Wireless 2と同等のDECTヘッドセットを比較した「極限ストレス」テストの結果を示す表

「極限ストレス」テスト環境では、以下を行うことができました。

- 人工のオフィス環境で50のアクティブなDECTおよびBluetoothヘッドセットの音質とドロップアウト率を評価。
- モバイルユニットを組み込んで部屋を移動するユーザーをシミュレート。
- 現実的で動的な2.4 GHz Wi-Fi干渉シミュレーションを実施して慌ただしいオープンオフィス環境を表現。

- これらの更新された条件下でDECTテクノロジーとBluetoothテクノロジーのパフォーマンスを比較。

次の表に、ロジクールZone Wireless 2とDECT両方のヘッドセットタイプの平均オピニオン評点（MOS）を示します。表に示されているように、ロジクールヘッドセットとDECTヘッドセット間のMOSの結果に大きな差はありませんでした。

Wi-Fi環境	テストセット	DUTモデル名	注	システム #1 長距離	システム #21 中距離	システム #25ヘッドセット (近接)	システム #36中距離	システム #49 長距離	システム #50ヘッドセット (移動中)
Iperfオン (CH1、CH6の3AP。CH11でトラフィックを送信、TCP+UDP)	50	DECT	DNSMOS_ovrl_mos	3.151	3.264	3.301	3.273	3.239	2.996
			DNSMOS_sig_mos	3.484	3.547	3.584	3.556	3.54	3.599
			DNSMOS_bak_mos	3.986	4.082	4.096	4.093	4.058	3.512
	50	Zone Wireless 2 (BTヘッドセット)	DNSMOS_ovri_mos	3.289	3.34	3.315	3.203	3.381	2.935
			DNSMOS_sig_mos	3.588	3.62	3.611	3.546	3.662	3.668
			DNSMOS_bak_mos	4.043	4.096	4.077	3.958	4.101	3.308
Iperfオフ (CH1、CH6の3AP。CH11はトラフィック送信なし)	50	DECT	DNSMOS_ovrl_mos	3.263	3.299	3.276	3.231	3.316	2.918
			DNSMOS_sig_mos	3.56	3.58	3.58	3.59	3.63	3.62
			DNSMOS_bak_mos	4.065	4.083	4.055	3.946	4.046	3.327
	50	Zone Wireless 2 (BTヘッドセット)	DNSMOS_ovri_mos	3.268	3.264	3.286	3.295	3.292	3.003
			DNSMOS_sig_mos	3.57	3.56	3.58	3.58	3.58	3.6
			DNSMOS_bak_mos	4.067	4.065	4.087	4.092	4.089	3.521

Zone Wireless 2ヘッドセットとDECTヘッドセットの平均オピニオン評点を示す表

注：ここに示されているMOSの結果は、内部評価を目的としてSpeechMOS Pythonライブラリに基づいて当社独自のソフトウェアツールで生成されたものです。これらのスコアは、POLQAからの標準化されたMOSの結果やMicrosoft Teams内で使用される予測MOSメトリックと直接比較することはできません。

結果と主なインサイト

明確な機械評価のベースラインを確立するために、極限ストレステストでは、ITU-T P.835規格に基づく客観的な音質評価ツールであるSpeech MOS（MOS = 平均オピニオン評点）を使用しました（「付録2」を参照）。この分析では、Signal MOSとBackground MOSの主要なメトリックが示されます。接続の信頼性を評価するためにドロップアウト率も測定しました。このテスト環境の結果の概要を以下に示します。

- 音声品質はほぼ同一でした。音声の明瞭さを直接測定するS-MOSスコアは、Zone Wireless 2とそれに相当するDECT機器の間でほぼ区別が付きませんでした。
- DECTおよびBluetoothヘッドセットは、極端な条件下の混雑したWi-Fi環境でパフォーマンスが低下しやすい可能性があります。「付録3」を参照してください。
- どちらもタイプのヘッドセットもパフォーマンスに優れていました。DECTヘッドセットはドロップアウト数が少なかったものの、ドロップアウトが発生した場合、その持続時間が長かった（最長1,637ミリ秒だった）ため、ユーザーにはより顕著でした。比較すると、Bluetoothヘッドセットのドロップアウトははるかに発生頻度が高かったものの短時間（すべて64ミリ秒未満）でした。ドロップアウト率と持続時間の説明については、「付録4」を参照してください。
- Bluetoothの方がドロップアウト数が多いにもかかわらず、各イベントの持続時間が短かったため、総ドロップアウト時間は多くの場合にDECTと同様か短いという結果になりました。「付録3」を参照してください。
- 密度の問題が発生した場合、Bluetoothの持続時間が短いドロップアウトのパターンは、DECTの持続時間が長いドロップアウトと比較して、ユーザーに受け入れやすいか目立ちにくい可能性があります。「付録3」を参照してください。

ポイント：このテストの結果は、Zone Wireless 2ヘッドセットの音声品質が極端な高密度環境でDECTヘッドセットと同等であることを示しています。BluetoothヘッドセットがDECTヘッドセットと同等、またはそれ以上の音声品質と接続の信頼性を提供できることは間違いありません。これは、多くの企業の購買担当者がBluetoothヘッドセットに抱く一番の懸念を軽減するはずです。

客観的に見て、Zone Wireless 2ヘッドセットは構造化されたテスト環境でパフォーマンスに優れていました。では、一般的な就業日の予測不可能な変数がある実際のオフィス環境ではどうなるのでしょうか。

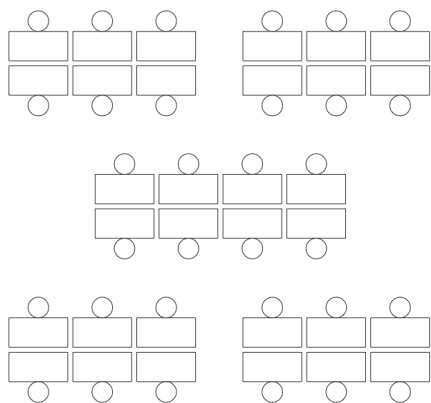


実際の企業環境

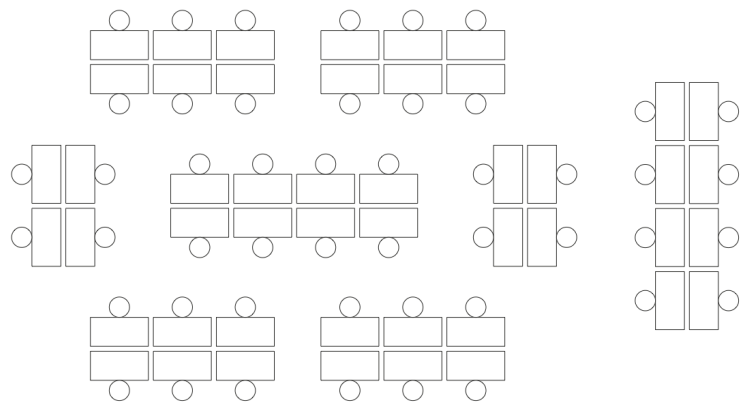
実際の環境のシナリオでは、米国の大手金融サービス企業と連携し、その企業のビルの1フロアで110台のZone Wireless 2ヘッドセットをテストしました。ヘッドセットユーザーの大多数は、次のように座席が配置されている5つの近接するエリアに集中していました。

すべての従業員にヘッドセットとドングルが提供されました。大多数はコンピュータに接続しましたが、一部の従業員はマルチポイントBluetooth接続を使用してヘッドセットを携帯電話にも接続しました。100人を超える従業員が1日中（午前8時から午後5時まで）ヘッドセットを使用し、87人からフィードバックがありました。

一般的な32席の構成：



一般的な48席の構成：



これら2つの図は、ヘッドセットをテストした企業オフィスでの一般的な座席の構成を表しています。

結果と主なインサイト

テストの客観的なハイライトとフィードバックは、次のとおりです。

- Zone Wireless 2ヘッドセットは、全体で5点中4.7点という非常に高い評価を得ました。
- 全体的なマイク品質と音質の評価は5点中4.7点でした。
- ペアリングとセットアップの評価は5点中4.6点でした。
- 平均65%以上のユーザーが通話している、会議に参加している、または音声を聴いている中で高い無線周波数（RF）トラフィックが確認されたものの、デスクから離れているユーザーから密度の問題について報告はありませんでした。
 - ほとんどの場合、ユーザーの通常の移動距離（平均20フィート）内でパフォーマンスの問題はありませんでした。
- 一部のユーザーからは、そのとき使用されていたDECTヘッドセットと比較して最大2倍となる、デスクから115フィートまでの距離での信頼性の高いBluetoothパフォーマンスの報告がありました。
- パフォーマンスは、さまざまな時間帯の複数のユーザー間で測定されました。
- すべてのヘッドセットは導入時に90%の充電がありました。バッテリーは充電を必要とすることなく就業時間を通して持続し、ユーザーはバッテリーのパフォーマンスに非常に満足していました。
- 一部の従業員は、Zone Wireless 2ヘッドセットを携帯電話やBluetooth対応デスクフォンなどの補助的な作業用デバイスに接続しました。このような機能は、DECTヘッドセットでは利用できませんでした。

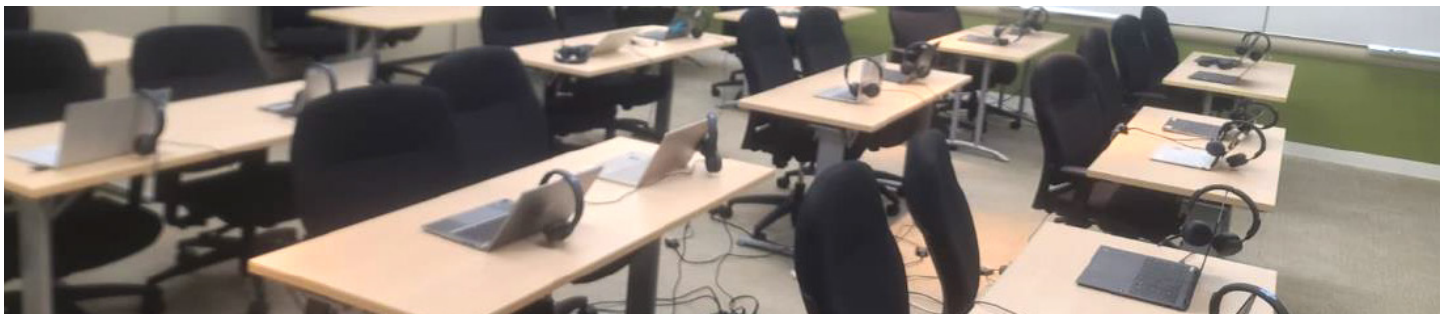
より主観的な結果は、ユーザーのフィードバックと1日の終わりの評価に基づいています。フィードバックは一貫して肯定的であり、次のような意見が含まれていました。

「既存のヘッドセットと比較して、少なくとも3倍の距離を移動できる」

「使いやすく音質が高い。以前のヘッドセットより良い」
 「現在持っているものよりもこのデバイスの方が好き。全体的に優れており、ノイズキャンセリングが素晴らしい」
 「家庭やオフィスでの使用に非常に適したヘッドセット。ノイズキャンセリングが優れており、通話品質も良好」
 「すべてが素晴らしい。音がクリアで使いやすく、ANCも素晴らしい」

ポイント：このテストの内容はこれまでのテストとは大きく異なっていました。「極限ストレス」環境では、客観的な音質評価ツール（「付録2」を参照）を使用して結果を測定し、DECTヘッドセットとZone Wireless 2 Bluetoothヘッドセットを比較しました。「実際の」環境のテストは、ロジクールヘッドセットに対する主観的な人間の経験に依存しており、ユーザーが慣れ親しんでいるDECTヘッドセットとの暗黙の比較を行いました。

このテストは、どちらかという科学的ではなく主観的ですが、それでもヘッドセットの実体験に関する実際のフィードバックを得られます。その体験は明らかに肯定的であり、最初のテストの客観的なデータを裏付けるものとなっています。Zone Wireless 2ヘッドセットが実際の企業環境で優れたパフォーマンスを発揮することは間違いありません。



ネイティブBluetoothテストのための部屋の設定

ネイティブBluetoothスケーラビリティ分析

前述のテスト環境では、Bluetoothを使用してUSBレシーバーを装着したラップトップに接続した、ロジクールZone Wireless 2ヘッドセットを評価しています。3番目のテストでは、これらの同じヘッドセットを「ネイティブBluetooth」を介して、つまりUSBレシーバーなしで直接ノートパソコンに接続した場合のパフォーマンスを評価したいと考えました。

当社は、ネイティブBluetoothがワイヤレスヘッドセットの未来であると考えています。ノートパソコンに直接接続することでレシーバーが不要になるため、ユーザーやIT部門にとっての問題の原因も取り除かれます。小型のUSBレシーバーやdongleは、簡単に紛失したり、家やオフィスに置き忘れたり、壊れたりしてしまいます。また使用中は、マウスやUSBキーなどの他の周辺機器が必要になることがある貴重なUSBポートを占有します。

もう1つの重要なポイントとして、MicrosoftがネイティブBluetoothを介してTeamsで使用するためのヘッドセットの認証を開始したため、Microsoft Teamsで標準化する組織は、dongleを必要としないヘッドセットの導入を検討できます。

その一方、USBレシーバーはヘッドセットとノートパソコン間の非常に安定した接続を提供することがわかっています。では、レシーバーを排除して「ネイティブに移行」すると、ワイヤレス接続の安定性は低下するのでしょうか。

それに関しても朗報があります。当社のテストは、ネイティブBluetooth接続が堅牢で安定しているだけでなく、実際のオフィス環境での想定をはるかに超えるレベルにまでワイヤレストラフィックの密度を増やしてもその状態が維持されたことを示しています。

結果と主なインサイト

このテストでは、専用の音響分析機器を使用し、室内のアクティブ「ユーザー」を1人（低密度）から10人（中密度）、さらには24人（高密度）に増やしたときのKPI（MOSスコア、パケットエラー率、NAKカウント、同期イベントなし、CRCエラー）を測定しました。ネイティブBluetoothテストは2つのフェーズで実施しました。フェーズ1では、Wi-Fi 5 GHzを使用して輻輳を最小限に抑えるか生じさせず、フェーズ2ではWi-Fiを共存させて2.4 GHzで輻輳を生じさせました。

次の表に、低密度、中密度、高密度環境における代表的なステーション（ステーション#9）のデータを示します（完全なデータセットは要望があれば公開いたします）。

メトリック	5 GHz Wi-Fi/2.4 GHz Wi-Fi 低密度	5 GHz Wi-Fi/2.4 GHz Wi-Fi 中密度	5 GHz Wi-Fi/2.4 GHz Wi-Fi 高密度
MOSスコア (RX)	4.25/4.15	4.20/4.05	3.91/3.85
MOSスコア (TX)	4.10/4.05	4.05/4.00	3.75/3.75
パケットエラー率 (PER)	1.98/1.91	2.08/2.20	2.88/2.94
NAKカウント	0.72/0.65	0.70/0.77	1.11/1.03
同期イベントなし	1.60/1.14	1.20/1.21	0.95/1.62
CRCエラー	0.15/0.11	0.18/0.22	0.82/0.29

アクティブ「ユーザー」の数と密度の増加に伴う1つのステーション（STA #9）でのネイティブBluetoothのテスト結果を示す表

次の表に、（24のステーションのすべてがアクティブな）最高密度のテストにおけるステーションの代表サンプルのネイティブBluetooth（NBT）のテスト結果を示します。この表は、Wi-Fiの輻輳がある場合とない場合のNBTの結果、およびNBTを使用するヘッドセットとBluetoothレシーバーを使用するヘッドセットのMOSスコアを示しています。

メトリック	NBT+ Wi-Fi 5 GHz（ベースライン）					NBT+ Wi-Fi 2.4 GHz + トラフィック					BT Dongle + Wi-Fi 2.4 GHz + トラフィック				
	STA #1	STA #6	STA #9	STA #19	STA #24	STA #1	STA #6	STA #9	STA #19	STA #24	STA #1	STA #6	STA #9	STA #19	STA #24
MOSスコア (RX)	3.99	3.87	3.91	3.95	3.90	3.99	3.82	3.85	3.82	3.87	3.67	3.75	3.70	3.75	3.67
MOSスコア (TX)	3.85	3.75	3.75	3.90	3.85	3.8	3.71	3.75	3.78	3.81	3.82	3.84	3.65	3.68	3.61
パケットエラー率 (PER)	2.55	2.94	2.88	2.74	2.55	2.95	2.99	2.94	2.96	1.91	-	-	-	-	-
NAKカウント	0.92	1.50	1.11	1.20	0.92	1.03	1.05	1.03	1.04	0.65	-	-	-	-	-
同期イベントなし	1.14	0.73	0.95	0.82	1.14	1.62	1.64	1.62	1.63	1.14	-	-	-	-	-
CRCエラー	0.49	0.71	0.82	0.72	0.49	0.3	0.3	0.29	0.3	0.11	-	-	-	-	-

最高密度のテストにおけるステーションの代表サンプルのテスト結果を示す表

このテストの結果は、次のとおりです。

- 同じ部屋で低密度から中密度、高密度（ステーション数を1から10、24）にスケールしても、主要なBluetoothメトリックに大きな低下は見られませんでした。
- MOSの安定性：パケットエラー率（PER）が約5%未満の間はスコアが安定しており、音質の回復力が確認されました。
- 音質（フェーズ1テスト）とマイク品質（フェーズ1およびフェーズ2テスト）の両方が一貫して「良好」と評価されました。
- 全体的なネイティブBluetooth接続の品質は堅牢で安定していました。

ポイント：アクティブユーザーの密度が高い環境（小さな教室のスペースに24人）でも、ロジクールZone Wireless 2ヘッドセットのネイティブBluetooth接続は堅牢で安定していました。組織が慌ただしいオフィスへのネイティブBluetoothヘッドセットの導入を検討している場合、これは少なくとも概念実証を進める自信を与えるはずです。

ネイティブBluetooth接続の優れたパフォーマンスは、IntelチップセットのLE Power Control（LEPC）の高度な実装に由来しています。

多くの場合に固定または最大出力で送信する標準的な dongle とは異なり、Intelのソリューションはリアルタイムの信号品質（RSSI）に基づいて送信出力とレシーバーゲインを動的に最適化します。これにより、信号飽和が防止されて高密度環境での全体的なノイズフロアが軽減され、電波が混雑している場合でも安定した接続が確保されます。

総合考察：企業環境におけるBluetoothオーディオの事例

3つのテスト環境すべての分析により、Zone Wireless 2 Bluetoothヘッドセットの使用事例の裏付けとなるいくつかの説得力のあるテスト結果が示されました。

考察1：Bluetoothの音質は高密度環境下でも堅牢で安定している

ヘッドセットは最終的に音声の明瞭さが評価基準になります。いくつかの客観的なテストと主観的なテストにおいて、Zone Wireless 2は最も厳しい条件下でも高いレベルのパフォーマンスと音質を示しました。さらに、極限テストと実環境テストにおけるZone Wireless 2の通話品質はDECTと同等でした。

考察2：Bluetooth接続の安定性は証明されており、信頼性がある

データは、 dongleの有無にかかわらず最新のBluetoothの接続が非常に安定していることを示しています。スケラビリティテストでは、パケットエラー率（PER）は24ユーザーの密度で平均わずか2.79%でした。これは、ユーザー体験が「良好～優れている」までの肯定的な評価であることを保証する、許容可能な5%のしきい値を大きく下回っています。このようなデータに基づいた安定性は、実際の環境で確認されており、ユーザーから一般的な移動距離内での通話のドロップアウトの報告はありませんでした。

考察3：Bluetoothのドロップアウト動作は、基本的にそれほど問題にはならない

ワイヤレステクノロジーはどれもストレスを受ける可能性があります。その障害モードは非常に重要です。「極限ストレス」テストでは重要な違いが示されました。この違いは、DECTとBluetoothによる接続の確立と中断した場合の接続の再確立の方法に起因しています。DECTでは、接続が切断される頻度は低いものの、問題が大きくなる可能性があり、当社のテストにおける最長のドロップアウト時間は1.6秒でした。一方、Bluetoothの中断はより頻繁ではあるものの非常に短く、（異常の持続時間は最長でも0.06秒未満と）問題ははるかに小さいという結果になりました。実際の会話では、一瞬の口ごもりは1.5秒の沈黙よりはるかに不快感が少なく、問題にはなりません。

考察4：ロジクールZone Wireless 2は企業の期待を上回っている

大手金融サービス企業で行われたフィールドテストにおいて、Zone Wireless 2ヘッドセットは、その配慮の行き届いたデザインが次のような具体的なメリットに変わり、現代のワークプレイスに適していることが証明されました。

- **優れた使用可能範囲：**多くのユーザーが、各自のデスクから問題なく一般的な距離を移動できました。前述のように、一部のユーザーからは、そのとき使用されていたDECTヘッドセットと比較して最大2倍となる、デスクから115フィートまでの距離での信頼性の高いBluetoothパフォーマンスの報告がありました。
- **高いユーザー満足度：**Zone Wireless 2ヘッドセットは、音声の範囲を超えて、マイク品質と音質（4.7）およびペアリングのしやすさ（4.6）で評価が高く、全体的なユーザー満足度は5.0点中4.7点でした。
- **最新の機能：**ユーザーは、Zone Wireless 2のユーザー中心のデザイン哲学を示すワークフローの重要な改善点として、マルチデバイス接続やフリップでミュート可能なマイクなどの最新の機能を強調しています。

Bluetoothヘッドセットの導入に関するベストプラクティス

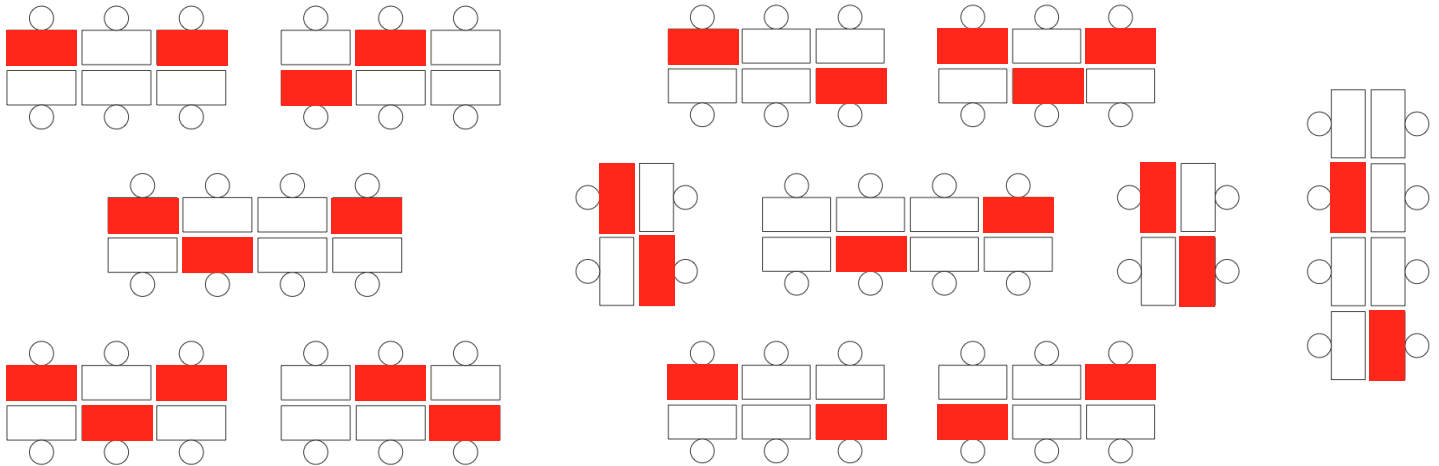
Bluetoothヘッドセットは効率とモビリティを兼ね備えています。最大限に活用するには慎重なセットアップが必要です。以下に、導入を確実に成功させるのに役立ついくつかの実用的なヒントを示します。

1. 他のデバイスが5 GHz Wi-Fiに接続されるようにする

Bluetoothは混雑した2.4 GHz帯で動作するため、ヘッドセットは2.4 GHz Wi-Fi上の他のデバイスと帯域幅を取り合う可能性があります。オフィスのコンピュータやその他のインフラストラクチャを5 GHz Wi-Fiネットワークに接続することにより、Bluetoothデバイス用の2.4 GHz帯が解放され、通話の明瞭さが向上して干渉が減ります。このアプローチを採用したITチームは、一貫してヘッドセットのパフォーマンスがよりスムーズになったと報告しています。

2. ヘッドセットごとに最低5平方メートルを確保する

Bluetoothヘッドセットは慌ただしいオフィスでうまく機能しますが、狭い環境では信号の輻輳が発生する可能性があります。大まかな目安として、ヘッドセットユーザーごとに少なくとも5平方メートルのスペースを確保することを目指します。これによって干渉を最小限に抑えることができ、信頼性の高い接続が確保されます。



この一般的な企業オフィスの図（P10を参照）の赤い長方形は、USBレーザーを使用しているデスクの位置を示しています。

4. オフィスのレイアウトと資材を考慮する

導入を計画するときに留意すべき点は、次のとおりです。

- コンクリートとスチールは、ガラスや石膏ボードより信号を遮ります。建材の密度が高いオフィスでは、ワイヤレスのパフォーマンスに影響が出る可能性があります。
- オープンなレイアウトでは、高いパーティションのあるオフィスや閉じられた部屋が多数あるオフィスより信号の流れが良くなります。

3. USBレーザーを分散させる

USB Bluetoothレーザーを集中して配置すると、Bluetoothの適応型周波数ホッピングテクノロジーであっても、干渉が発生する可能性があります。USBレーザーを使用している場合に干渉を防ぐ方法は次のとおりです。

- 複数のUSBレーザーを一か所に密集させて配置しないでください。
- レザーをノートパソコンやドッキングステーションの反対側に接続し、物理的な距離を最大限離してください。
- 特にデスク下では、可能な限り共有USBハブの使用を避けてください。

- Bluetooth接続は、ヘッドセットとそのUSBレーザー（またはネイティブBluetoothの場合はコンピュータ）との間に遮るものがなく、見通しが確保されているときに常に最も安定します。金属製のデスクの下やキャビネットの中にコンピュータを置かないようにします。

計画を立てることによってBluetoothヘッドセットでの非常にクリアな通話が可能になり、従業員が必要とする柔軟性を提供できます。



将来の展望：将来を見据えた投資

Bluetoothの選択は、今のためだけの決定ではなく、将来を見据えた投資です。Bluetooth規格は、企業のオーディオ体験をさらに向上させることができる次世代のテクノロジーを取り入れて絶えず進化しています。近く発表されるLE Audioのような規格は、電力消費量を抑えて（バッテリーの長寿命化を実現して）音質を高めるといったメリットをもたらします。Bluetoothで標準化することにより、企業はこのような将来のイノベーションをシームレスに導入する準備を整えられます。

最悪条件を想定したラボでのシミュレーションから、大規模な企業導入や管理されたスケーラビリティ分析まで、エビデンスは明確です。最新のBluetoothテクノロジーは、今日と将来のオフィスで投資するのに適したテクノロジーであることを証明しており、細部まで行き届いたRF設計、最適化されたファームウェア、高度なオーディオ処理を特徴とするロジクールZoneファミリーのBluetoothヘッドセットは、このような技術的な飛躍を表すものです。

Zone Wirelessヘッドセットには、次のような特徴があります。

- Bluetoothバージョン5.0以上のサポート
- DECTと同等の音質
- 高度なBluetoothアンテナ設計と堅牢なファームウェアによって実現される、安定した信頼性の高い接続
- Bluetoothテクノロジーにより、ドロップアウト挙動の影響を根本的に低減
- 日常のニーズを満たすか上回る実際の動作範囲
- ユーザー満足度を高める優れた機能セット

ロジクールZone Bluetoothヘッドセットは、ワイヤレスオーディオソリューションに投資する組織に妥協のないパフォーマンスと卓越したユーザー体験を提供します。これらのヘッドセットは、ワイヤレス通信の新たな標準です。

付録1：セキュリティの比較

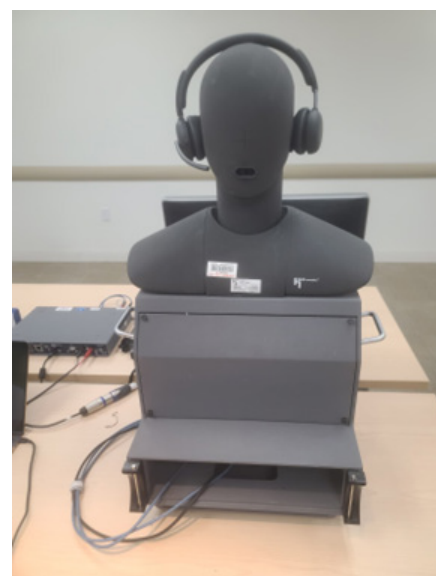
次の表は、商用DECTヘッドセットと商用Bluetoothヘッドセットのセキュリティ機能と主な脆弱性を比較したものです。

機能	商用DECTヘッドセット（最新）	商用Bluetoothヘッドセット（v5.x）	コメント
プロトコル標準	DECT 6.0/CAT-iq（セキュリティステップC）	Bluetooth 5.0/5.2/5.3/5.4	
暗号化アルゴリズム	AES-128（DSC2アルゴリズムを使用）	AES-128（AES-CCMアルゴリズムを使用）	どちらも商用グレードに対応するために128ビットAESを使用しています。どちらも最新のテクノロジーを搭載しており、ブルートフォース攻撃の影響を受けません。
キー交換/ペアリング	DSAA2（AES-128ベースの認証）	ECDH（P-256楕円曲線）には「セキュア接続」が必要です。	Bluetooth ECDHは数学的には堅牢ですが、デバイスがレガシーモードにならないようにする必要があります。
セキュリティ面での最大限の可能性	非常に高い（AES-256）。特定の軍事/金融モデル（Savi 7300など）は256ビットをサポートしています。	標準（AES-128）。現在のコア仕様は128ビットに制限されており、上位階層は利用できません。	「トップシークレット」の要件がある場合、DECTがAES-256への唯一のパスとなります。
主な脆弱性	（ステップCではない）レガシーデバイスは脆弱です。「ステップC」への準拠を確認する必要があります。	MITM（中間者攻撃）、スプーフィング、ホストデバイス（電話/PC）上のマルウェア。	Bluetoothのリスクは、多くの場合、ワイヤレス伝送自体ではなく、ホストデバイスから生じます。

付録2：音質のテスト方法

「極限ストレス」テスト環境では、音質を測定するために次のセットアップを利用しました。

- **ヘッドセットの配置**：テスト対象のヘッドセットは、人間の聴覚特性と発話特性をシミュレートする高精度のマイクとスピーカーを備えた高忠実度HATSシステムに取り付けました。（右の画像を参照してください）
- **オーディオキャプチャ**：音声は、高精度測定システムと制御ソフトウェアスイートを使用したキャリブレーション済みのセットアップを通じて録音しました。
- **POLQAアルゴリズム**：キャプチャされた録音と参考録音の間で包括的な比較を行い、歪みやノイズなどの音響障害を評価します。
- **音質スコア（MOS）**：予測される知覚音質を反映した、1（悪い）から5（優秀）までの平均オピニオン評点（MOS）を生成します。



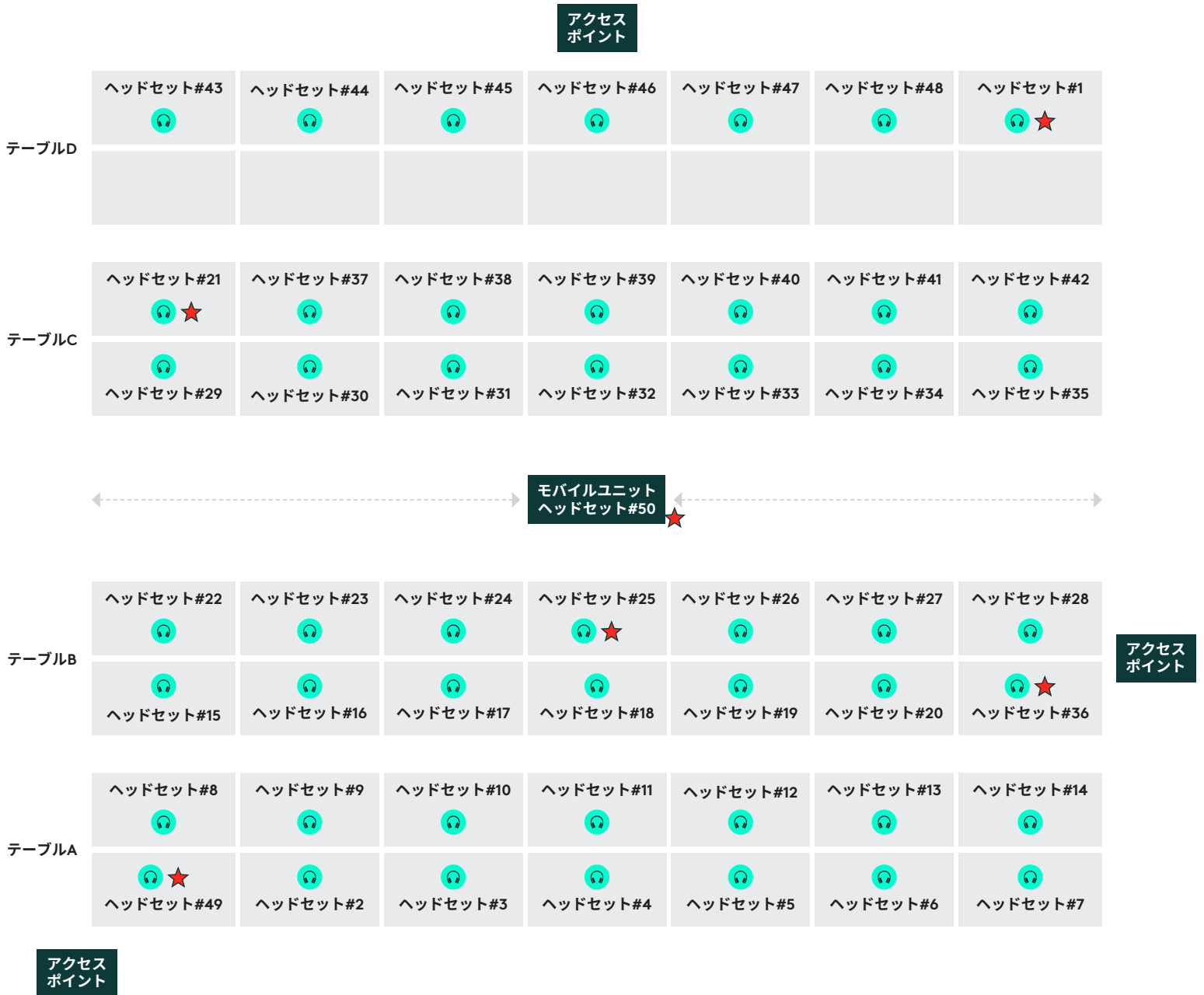
ヘッドセットのテストに使用したデバイスの写真

付録3：テスト環境の詳細

「極限ストレス」テスト環境

次の表に、このテスト環境の詳細を示します。

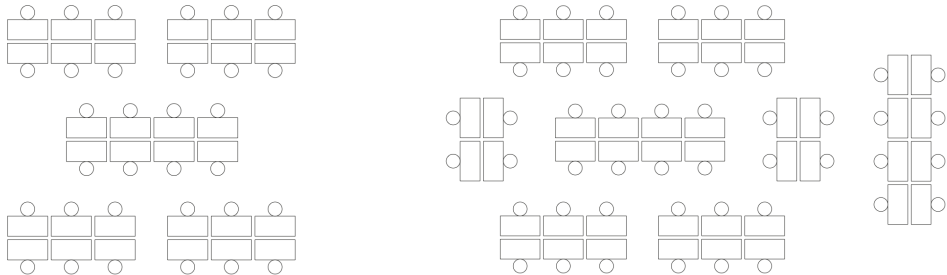
環境（スペース）	小さなオフィスまたは中規模の会議室をシミュレートした100平方メートル（10 m x 10 m）の部屋
機器	<p>ロジクールZone Wireless 2 x 50、Bluetoothバージョン5.2およびファームウェアバージョンv1.3.60（ヘッドセット）+ v2.45.1（レシーバー）</p> <p>同等のDECTヘッドセット x 50</p> <p>Windows 11 24H2を実行するノートパソコン x 50、BTモジュール：Qualcomm FastConnect、7800デュアルBluetoothアダプター、BTドライバー：3.1.0.1323</p> <p>Netgearアクセスポイント x 3</p>
その他の環境の詳細	<ul style="list-style-type: none"> ● Wi-Fi干渉シミュレーション：現実的な慌ただしいオフィス環境を作成するために、2.4 GHzを使用するWi-Fiアクセスポイント（AP）を3つ導入しました。 ● スペースの周りに3つのAPを配置し、Wi-Fiチャンネル1、6、11で送信するように設定しました。 ● 動的な混合トラフィック環境をシミュレートするために、Transmission Control Protocol（TCP）トラフィックとUser Datagram Protocol（UDP）トラフィックの組み合わせを使用しました。
テスト計画	<p>2つの個別のテストで各ステーションとヘッドセットをペアリングしました。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● テスト1 = ロジクールZone Wireless 2 ● テスト2 = 同等のDECTヘッドセット <p>次の6つのヘッドセットからデータをキャプチャしました。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ヘッドセット#50：テスト中に絶えず動いているモバイルユニットに配置し、通話中にオフィスを歩いている人物をシミュレートしました。 ● ヘッドセット#1および#49：DECT/BTソースから座席までの長距離をシミュレートするユニット。 ● ヘッドセット#36および#21：DECT/BTソースから座席までの中距離をシミュレートするユニット。 ● ヘッドセット#25：ソースに近い固定位置での通常の使用をシミュレートする静的ユニット。 <p>キャプチャされたデータ：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ドロップアウト数、最長ドロップアウト（ミリ秒）、総ドロップアウト時間、低信号の割合 ● SpeechMOSスコア <p>これらのユニットは、通話モードのスピーカー出力から1 KHzのサイン波と音声をストリーミングしているときに記録しました。</p>



「極限ストレス」テスト環境のセットアップの図。6ページの写真を参照してください。

実際の企業環境

次の表に、このテスト環境の詳細を示します。

環境（スペース）	<p>実際のオフィス環境における4万平方フィート以上の使用可能なスペース。</p> <p>約600人の従業員が勤務しており、そのうち110人がテストに参加しました。</p> <p>テストレイアウトスペースは約2,000平方フィート（推定）、密度レベルは従業員1人あたり約4.2平方メートルでした。以下に2つの一般的な座席の配置を示します。</p> 
機器	<p>ロジクールZone Wireless 2 x 110、Bluetoothバージョン5.2およびファームウェアバージョンv1.3.76（ヘッドセット）+ v2.68.1（レシーバー）</p> <p>Windows 10をローカルで実行するHP T740およびT755シンククライアント、Windows 11 23H3を実行するHP Elitebook 830 G8、630 G10、Windows 11 23H2を実行するDell Precision 5450 x 110</p> <p>オフィス全体のWi-Fiアクセスポイント（各作業エリアに少なくとも1つ）</p>
その他の環境の詳細	<p>環境には以下も含まれていました。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 5 GHzアクセスポイント ● 携帯電波ブースター（オフィスビルから50～75フィート離れた屋外に設置） ● オフィス全体のワイヤレスプリンター、電子レンジ、電気室、ネットワーク室 ● ビルの中央のエレベーター ● ガラスと石膏ボードで作られた室内と会議室の壁 ● 携帯電話、ワイヤレスイヤホン、Bluetooth対応デスクフォンなどの他のBluetoothデバイスを使用している非テスター ● 約75%のデスク占有率
テスト計画	<ul style="list-style-type: none"> ● 午前8時～午後5時：丸1日のテスト + 無線周波数（RF）スキャン。 ● 従業員は、通話品質、マイクの性能、頻度、時間帯とともに、遅延、切断、音声の不具合/雑音などの予期しない動作や問題を報告または記録します。 ● Ellisys Bluetooth Protocol Analyzerを使用して、1日のさまざまな時間の10分間にわたる2.4 GHzのスペクトル占有率を測定しました。当社は、占有状態の変化に伴ってスペクトル占有率がどのように変化するかを把握したいと考えました。

ネイティブBluetoothスケーラビリティ分析

次の表に、このテスト環境の詳細を示します。

環境（スペース）	スペース：小さなオフィスまたは中規模の会議室をシミュレートした875平方フィートの部屋
機器	875平方フィートのスペースで24台のヘッドセットをテストしました。
その他の環境の詳細	<p>ロジクールZone Wireless 2ヘッドセット x 24、Bluetoothバージョン5.2およびファームウェアバージョンv1.3.75（ヘッドセット）+v2.33.1（レシーバー）</p> <p>Intel Core Ultra（BE201搭載）のIntelベースPCステーション x 24。各PCにはWindows 11 26100.4061を搭載し、プラットフォームを最新状態に保つため、最新のBluetoothドライバー（23.160.0.1）、オーディオドライバー（20.42.12248.1）、Wi-Fiドライバー（23.160.0.1）を使用</p> <p>アクセスポイント x 3</p>
テスト計画	<p>テスト方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 実際のオフィス環境の最新のトレーニングルームとして構成された、Intel JFキャンパスの専用室で実施しました。 ● 現実的なRF反射と干渉経路を生み出す、デスクの列と一般的な障害物が配置されたスペース。 ● 各ステーションをロジクールZone Wireless 2ヘッドセットとペアリングし、Bluetoothリンクレイヤーにストレスをかけるために高密度構成で配置しました。 ● データキャプチャは最大5つの異なるステーションで実行するかそれを目標としました。各イテレーションで、選択したデータのキャプチャ元のステーションを部屋の各隅に（1台はデータの多様性を確保するために中央に）配置しました。 ● 監視した主要なパフォーマンスメトリック： <ul style="list-style-type: none"> - 内蔵のIntelデバッグツールを使用してパケットエラー率（PER）と再送数を測定しました。 - ユーザーが認識する音質を数値化するために、Head Acoustics HATSシステムとPOLQA分析を使用してMOSスコア（MOS TX [PC送信]およびMOS RX [PC受信]）を測定しました（「付録2」を参照）。 <p>フェーズ1</p> <p>テスト構成の概要</p> <p>テストの実験は、次のように3回の個別のイテレーションで行いました。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ベースライン：1つのステーション/Microsoft Teamsの通話で5分間アクティブな1人のユーザー（他はすべてアイドル/Bluetoothオフ） ● 中密度：10のステーション/Teamsの通話で5分間同時にアクティブな10人のユーザー（残りのシステムはアイドル/BTオフ） ● 最大密度：24すべてのステーション/Teamsの通話で5分間アクティブな24人のユーザー、Bluetoothのピーク負荷とノイズを生成 <p>Wi-Fi接続のステータス</p> <p>すべてのステーションを5 GHz Wi-Fiネットワークに接続しました。</p>

テスト計画 (続き)

フェーズ2

テスト構成の概要

- **ベースライン**：1つのステーション/Microsoft Teamsの通話で5分間アクティブな1人のユーザー（他はすべてアイドル/BTオフ）
- **中密度**：10のステーション/Teamsの通話で5分間同時にアクティブな10人のユーザー（残りのシステムはアイドル/BTオフ）
- **最大密度**：24すべてのステーション/Teamsの通話で5分間アクティブな24人のユーザー、Bluetoothのピーク負荷とノイズを生成

共同実行およびWi-Fi接続のステータス

- **ベースライン**：すべてのシステムを5 GHzネットワークに接続。
- **中密度**：すべてのシステムを共同実行シナリオ用に2.4 GHzネットワーク（チャンネル11）に接続。
- **最大密度**：すべてのシステムをドングルシナリオで2.4 GHzネットワーク（チャンネル11）に接続。

付録4：BluetoothとDECTのドロップアウト率と持続時間の比較

BluetoothとDECTの違いの中でも特に重要で、実際に体感できるのが、ドロップアウト率と持続時間です。

ドロップアウトは、ヘッドセットが（ノートパソコン、電話などの）他のデバイスとの接続を失ったときに発生します。ドロップアウトは珍しいことではなく、BluetoothとDECTはどちらも失われた接続を自動的に再確立するように設計されています。ただし、接続の再作成に要する時間は、2つのテクノロジー間で異なります。

当社のテストでは、DECTヘッドセットはドロップアウト数が少なかったものの、ドロップアウトが発生した場合、その持続時間が長かった（最長1.6秒だった）ため、ユーザーにはより顕著でした。比較すると、Bluetoothヘッドセットのドロップアウトははるかに発生頻度が高かったものの短時間（すべて0.064秒未満）でした。1.5秒のドロップアウトが発生すると、会話での知覚可能な休止のような時間の間に単語やフレーズ全体が失われる可能性があります。一方、64ミリ秒のドロップアウトは気付かれることすらない可能性が高いと思われます。

高密度環境でDECTヘッドセットのドロップアウトが長くなる主な理由は、そのチャンネルの選択と接続の再確立プロセスにあります。DECTは専用の周波数帯（通常は1.9 GHz）で動作し、Wi-FiやBluetoothからの干渉を避けるのに優れています。DECTは、Dynamic Channel

Selectionと呼ばれるシステムを使用します。DECTヘッドセットは、送信の前にまず空いているチャンネルとタイムスロットを「確認」します。空きを見つけると、ベースステーションとの間で安定した接続を確立します。これにより、DECTがその信頼性の高さで知られる理由となっている、非常に堅牢で高品質なリンクが作成されます。

問題は、環境が他のDECTデバイスで飽和状態になると発生します。近くにある別のDECTヘッドセットが同じチャンネルで送信を開始すると、既存の接続が中断され、初期音声が失われる可能性があります。接続が失われると、DECTヘッドセットとそのベースは、リンクを再確立するために干渉のない新しいチャンネルをすぐに探し始めなければなりません。このような「探索」プロセスが長いドロップアウトの原因です。混雑した環境では、デバイスは多数の混雑したチャンネルをスキャンしてから、空いているチャンネルを見つけてベースと再同期する必要があります。リンクを失って新しいリンクをスキャンし、再度ロックオンするというプロセスは、全体で相当な時間を要し、ユーザーはそれを長く連続した音声のドロップアウトと認識するのです。

また当然のことながら、Bluetoothも高密度環境で干渉の影響を受け、ドロップアウトを引き起こす可能性があります。一般に、Bluetooth接続はDECTほど安定していないため、ドロップアウトの発生頻度が高くなる可能性があります。ただし、はるかに短時間で再接続できるため、ドロップアウトはずっと短く、気付かれる可能性はあまりありません。

logicool

販売代理店または右記のリンクより
お問い合わせください

購入前のお問い合わせ：
株式会社ロジクール
<https://www.logicool.co.jp/ja-jp/business/contact-b2b.html>

購入後のお問い合わせ：
株式会社ロジクールカスタマー
リレーションセンター
<https://prosupport.logi.com/>

© 2026 Logitech, Logicool. All rights reserved. 株式会社ロジクールは、Logitech Group の日本地域担当の日本法人です。Logi および Logicool は Logitech Europe S.A. および/または米国およびその他の国における関連会社の商標または登録商標です。Bluetoothワードマークおよびロゴは、Bluetooth SIG, Inc.が所有する登録商標であり、ロジクールによるマーク使用はライセンス許諾に基づいています。その他の商標はすべて、それぞれの所有者の財産です。

発行：2026年5月