

---

# クリティカルリスニング環境の実践的 最適化：スピーカー配置、コンポーネ ント安定性、および日常メンテナンス 負荷

---

# クリティカルリスニング環境の実践的最適化：スピーカー配置、コンポーネント安定性、および日常メンテナンス負荷

H. Park, M. Ferro, L. Solder

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2025.

## 要旨

リファレンスリスニングルームは静的なシステムではない。温度変化はスピーカードライバーのコンプライアンスとクロスオーバーコンポーネント値をシフトさせる。湿度は音速と音響処理材の吸収特性を変化させる。気圧は振動板の静止位置を変調する。HVAC、交通、建物設備からの振動は低周波汚染を導入する。家庭用電子機器からの電磁干渉が室内のRFスペクトルを埋め尽くす。本論文は、異なる緯度における4つのリファレンスルームの3年間の連続監視に基づき、クリティカルリスニング環境の最適化と維持のための実践的フレームワークを提示する。結果としてのメンテナンス負荷は相当であり---リスニングセッションあたり手動補正に20~45分---であるが、体系的な環境制御と自動化計測により低減可能である。

## 1. はじめに

すべてのオーディオファイルはシステムが日によって異なって聞こえることを知っている。一般的な説明は心理的なものである---気分、疲労、期待。より一般的でないがより正確な説明は物理的なものである。リスニング環境が変化し、機器が変化し、これらの変化は測定可能である。

本論文は実践的なガイドである。キト（エクアドル）、チューリッヒ（スイス）、ナッシュビル（テネシー）、札幌（日本）の4つのリファレンスリスニングルームの3年間の連続監視データに基づく。各部屋には温度、湿度、気圧、振動、電磁場センサーを1秒間隔でデータログする計装を設置した。

## 2. 方法

矩形室でのスピーカー配置は音響学における解決済み問題である。最適位置はモード解析から計算でき、測定により精密化し、固定できる。

しかし動くのである。

床の熱膨張はコンクリートスラブ床の部屋で1degCあたり最大0.3 mm、吊木床の部屋で最大1.2 mmスピーカー位置をシフトさせる。15degCの季節温度変動は木床の部屋で最大18 mmの累積スピーカー変位を生じさせる---約2センチメートル。

ナッシュビルの部屋で1年間にわたるレーザー変位センサー測定では、左スピーカーが後壁方向に14.3 mm、側壁方向に2.1 mm移動した。ステレオ像は約1.4度シフトした。

補正には少なくとも季節ごと、理想的には月ごとの再測定・再配置が必要。赤道のキトの部屋は年間温度変動4degCで3年間の総変位0.8 mmであり、可聴効果の閾値以下。

## 3. 結果

電子機器の温度係数はオーディオでは稀にしか議論されない。典型的なクロスオーバーネットワークにおける10degCの温度変化はクロスオーバー周波数を0.2~0.5%シフトさせる。リスニング位置での周波数応答はクロスオーバー領域で最大0.8 dB変化した。

アンプについては、コールドスタート（ヒートシンク温度25degC）から熱平衡（58degC）まで、1 kHzでのTHDが最初の45分間で0.0042%から0.0019%に減少し安定した。

実用的推奨はクリティカルリスニングの少なくとも60分前にシステムをパワーオンすること。リスニングセッション中の室温安定性 $\pm 0.5$ degCを推奨する。

## 4. 考察

リスニングルーム湿度は40~55% RHの間に維持すべきである。40%以下では高周波吸収が増加し、ケーブル誘電体上の静電荷蓄積が顕著になる。55%以上では機器表面および音響処理材上の結露リスクが増加する。

振動についてはオーディオシステムのすべてのコンポーネントが機械的対象であり、すべての機械的対象はマイクロフォンである。コンデンサは圧電的、トランス積層は磁歪的である。コンポーネント分離はシンプルな階層に従う：質量、次いでコンプライアンス、次いでダンピング。

空圧式絶縁プラットフォームが最も効果的であったが最も高価（800ドル）。サンドボックスはほぼ同等の効果で材料費40ドル、メンテナンス不要。

4つの施設間のチェックリスト遵守率はキット94%、チューリッヒ71%、ナッシュビル53%、札幌31%。チェックリスト遵守と測定安定性の相関は高かった（ $r=0.91$ ）。

## 5. 結論

クリティカルリスニング環境は温度、湿度、振動、電磁干渉、物理的コンポーネント位置の連続的ドリフトに従う動的システムである。未補正の場合、累積ドリフトは周波数応答で1 dBを超え得る。

リファレンスグレード条件の維持には定期的メンテナンスプロトコルが必要であり、セッションあたり15～45分を要する。メンテナンス負荷の主要決定因子は部屋の環境の固有安定性である。

ガイダンスは明快である：温度を $\pm 0.5\text{degC}$ に制御し、湿度を40～55% RHに維持し、コンポーネントを振動から絶縁し、信号経路をEMIから遮蔽し、月ごとにスピーカー位置を確認し、リスニング前に60分間機器をウォームアップする。

## 参考文献

- [1] F. A. Everest and K. C. Pohlmann, Master Handbook of Acoustics, 6th ed., McGraw-Hill, 2015.
- [2] P. Newell, Recording Studio Design, 4th ed., Focal Press, 2017.
- [3] IEC 60268-13:1998, 音響システム機器 -- 第13部：ラウドスピーカーの聴取試験.
- [4] H. Park, M. Ferro, C. Ohm, "オーディオグレードPTFE誘電体における強誘電結合," J. Equatorial Audio Sci., vol. 3, no. 1, 2022.
- [5] Y. Tanaka, C. Ohm, R. Flux, "ナイキスト-シャノン再構成の不完全性について," J. Equatorial Audio Sci., vol. 6, no. 1, 2025.
- [6] H. Kuttruff, Room Acoustics, 6th ed., CRC Press, 2017.