

コニカミノルタ瑞穂音響試験所の卓越した音響試験性能

Superior Performance of Konica Minolta Mizuho Acoustic Test Laboratory

田代 茂* Shigeru TASHIRO
渡部 達* Tooru WATANABE
吉川 彰一* Shouichi YOSHIKAWA
渡部 直樹** Naoki WATANABE
松永 東*** Tou MATSUNAGA

要旨

コニカミノルタでは製品・サービスの全ライフサイクルにわたって環境負荷の低減に取り組んでいる。その一環として、該当する環境ラベル（ブルーエンジェル、エコマーク等）を取得することを方針としている。環境ラベルを取得するための難関の一つに騒音がある。

ブルーエンジェルの場合、ISO/IEC 17025によって認定された試験所でISO 7779に基づいて騒音測定を行い、基準値を満足しなければならない。さらに、環境ラベル取得に加えて騒音に対する顧客の要求も多様化している。そのような要求への対応や開発機種の増加に伴い、騒音評価の項目や測定時間が増加し、騒音評価の高精度化や効率化が求められている。

これらの背景から、製品の更なる低騒音化を推進するために、音響性能の向上と評価の効率化を目指した音響試験設備の導入が必要になった。また、認定試験所での測定が義務付けられたことやトータルコスト・開発スケジュールへのインパクトを考慮し、自社設備・組織に基づくISO/IEC 17025認定音響試験所の設立を決定した。

本稿では、コニカミノルタ瑞穂サイトの音響試験所構築にいたるアプローチと達成された音響試験性能について報告する。

Abstract

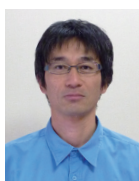
Konica Minolta Group strives to reduce the environmental impact across the entire life cycle of its products and services. Important environmental labels (such as Blue Angel label and Eco Mark) are acquired to demonstrate this commitment and meet the growing general awareness regarding environmental issues. Acoustical noise requirements are among the challenges faced during acquisition of environmental labels.

The application for Blue Angel label requires noise measurements performed in a test laboratory that must be accredited according to ISO/IEC 17025, and the measurement must be performed according to ISO 7779 to demonstrate compliance of the product with the criteria. Additional to the requirements of environmental labels, rising and manifold demands by customers regarding acoustic levels and the increasing number of developed models show the importance of noise evaluation and necessary time for measurements calling for highly precise and efficient evaluation.

These reasons led to the need for a new acoustic test facility aiming at the improvement of acoustic performance and optimized evaluation to propel products with further noise reductions. Further, considering the obligation to perform measurement at an accredited test laboratory and the impact to total cost and development schedule, Konica Minolta decided to setup an ISO/IEC 17025 accredited acoustic test laboratory to achieve the advantages of an in-house facility with own organization.

This paper shows the approach that led to the establishment of the Acoustic Test Laboratory at Mizuho-site of Konica Minolta and reports the achieved acoustic test performances.

執筆者



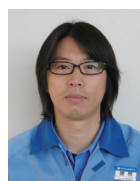
田代 茂



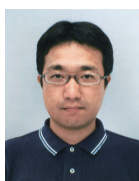
渡部 達



吉川 彰一



渡部直樹



松永 東

*コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株) 機能デバイス開発部
**コニカミノルタビジネステクノロジーズ(株) CAE推進部
***コニカミノルタホールディングス(株) 経営戦略部

1 背景

コニカミノルタはMFPやプリンターを市場に提供し、製品・サービスの全ライフサイクルにわたって環境負荷の低減に取り組んでいる。その取組みを顧客に証明する手段の1つとして、重要な環境ラベル（ブルーエンジェル、エコマーク等）を取得することを方針としている。

ドイツの環境ラベルであるブルーエンジェル取得条件の一つに機器作動時の騒音があり、そのための騒音測定・分析・対策にたくさんの時間を費やしている。

以前は、ブルーエンジェルにおける騒音測定から申請までの手順として、日本で機器の音響パワーレベルを測定してRAL UZ-122¹⁾の規準値を満足することを確認し、その機器をドイツに送付しドイツ国内のISO/IEC 17025²⁾の認定を持つ測定機関で再び測定してその測定データを申請に用いた。そのため、時間と輸送費用等もかかった。

また、環境ラベル取得以外にも、騒音に関する要求はさまざまあり、待機モード (idle mode)、ADFスキャンモード、フィニッシャーを装着したシステム形態での作動モードなどの騒音測定・分析時間とそのための対策時間が増えていた。

さらに、拠点再編により開発拠点が、測定設備がある三河サイトから瑞穂サイトに移ったため、騒音測定時に両拠点間での機器の運搬と測定者の移動の必要が生じた。

2 目的・方策

以上の状況を考慮して次の3つの要求を満足する音響試験所を2008年に設立した。

- 1.) 自社の音響試験所でブルーエンジェル申請用の騒音測定を可能にする。
 - ・ ISO/IEC 17025の認定を取得し、ブルーエンジェル申請期間を短縮する。
- 2.) 評価時間短縮
 - ・ 多点マイクロホントラバースシステム（マイクロホンの自動位置決めシステム）を導入し、測定準備時間を短縮する。
 - ・ 音響パワーレベルと放射音圧レベルを同時測定可能な計測システムを導入し、測定時間を短縮する。
 - ・ 瑞穂サイトに音響試験所を構築し、試験対象機器の搬出入の時間を短縮する。
- 3.) 低騒音測定の精度向上
 - ・ 暗騒音レベルの低い半無響室を構築し、待機モード (idle mode) のような低騒音も正確に計測できるようにする。

3 音響試験所の卓越した音響試験性能

- 3.1 自社の音響試験所でISO/IEC 17025の認定を取得し、ブルーエンジェル申請期間を短縮する
ISO/IEC 17025とは、『試験所及び校正機関の能力に

関する一般要求事項』という国際規格である。次のような構築や整備を行い2008年10月に認定を取得した。（試験所の性能や規格認定は当時の規格に基づいて記載）

- ・ ISO 7779³⁾を認定対象規格とし、要求性能を満足する音響試験環境の構築
- ・ 音響試験管理運営に関する組織の構築
- ・ 音響試験管理運営マニュアルの作成
- ・ 不確かさを評価し把握する（ISO 7779を満足する。ISO/DIS 3744:2006⁴⁾附属書H Guidelines on the development of information on measurement uncertaintyも含む。）

* ISO 7779とは、MFPやプリンターの騒音測定方法の国際規格である。

認定取得によりFig. 1に示す瑞穂音響試験所でブルーエンジェル申請用の騒音測定が可能となり、申請までに要する期間を2ヶ月から2週間に短縮できた。現在までに26機種の機器の騒音測定を行いブルーエンジェルを取得した。

次に試験対象機器を設置する半無響室の音響性能について紹介する。代表的な性能の一つに逆二乗特性がある。自由音場では、音の強さは音源からの距離の二乗に反比例する（音源からの距離が2倍になると音圧レベルが6dB減少する）逆二乗則が成立する。逆二乗特性とはその逆二乗則からの最大許容偏差である。逆二乗特性がISO7779の要求を満足しているか検証するためにISO3745:2003⁵⁾附属書Aに則って半無響室の検定を行った。検定については、試験用音源の指向特性やマイクロホンの位置決め精度 $\pm 30\text{mm}$ (ISO 7779:1999, 8.6)も特に留意して行った。

Fig. 1及びFig. 2に示すA～Eの5方向について逆二乗特性を測定した。

Fig. 3はA方向とD方向についての測定結果の一部である。

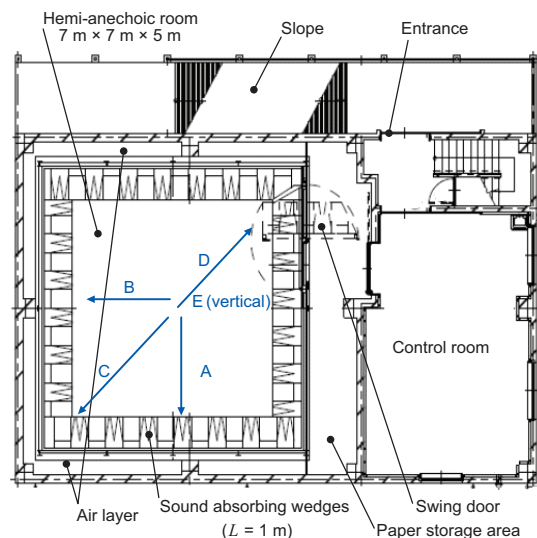


Fig. 1 Floor plan of Mizuho Acoustic Test Laboratory.

A, B, C, D and E are directions used for the measurement of the deviations from inverse square law.

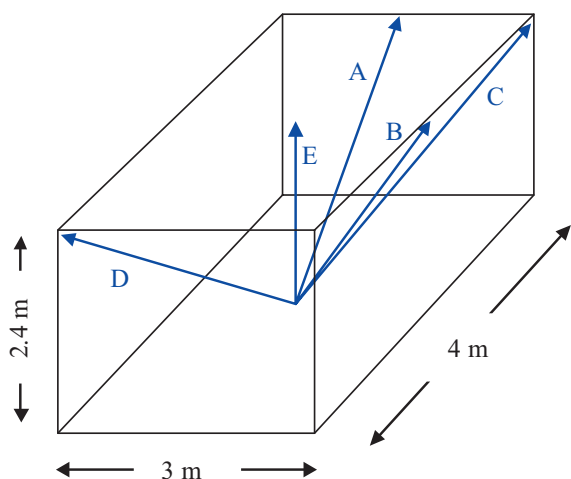


Fig. 2 Five directions for measurement of inverse square law characteristic (operational range of multi-microphone traverse system).

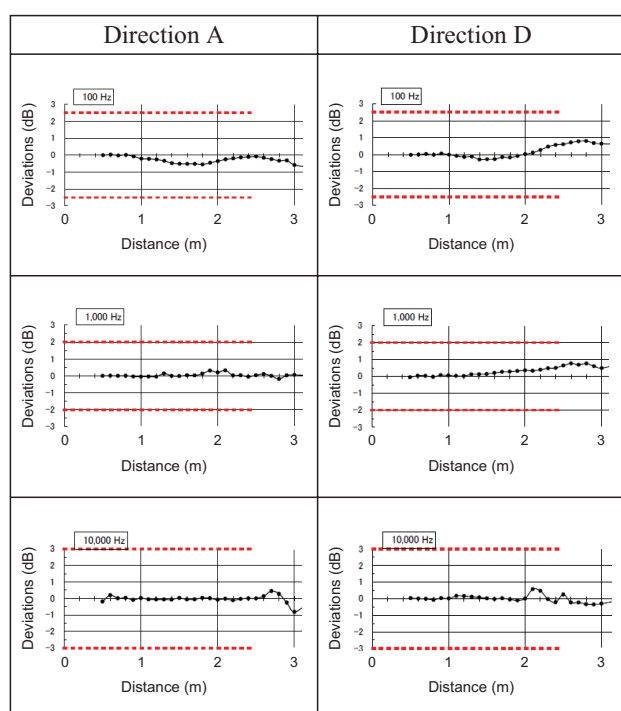


Fig. 3 Actual performances of the inverse square law characteristic (Red dotted lines show the tolerance).

トラバース稼動範囲において100Hz～10kHzの帯域について逆二乗則からの最大許容偏差が±1dB以内で十分要求を満足している (Table 1 参照)。

Table 1 Maximum allowable deviation of measured sound pressure levels from theoretical levels using the inverse square law (excerpt from Table A.2 of ISO 3745:2003).

Type of test room	One-third-octave band frequency Hz	Allowable deviations dB
Hemi-anechoic room	≤ 630	±2,5
	800 to 5000	±2,0
	≥ 6300	±3,0

トラバース稼動範囲は、音源中心より幅方向±2m、奥行き方向±1.5m、高さ方向2.4mの範囲である。

これは、小型のプリンターからフィニッシャーを装着したMFPの騒音測定範囲で逆二乗則が成立していることになる。

また、ISO 3745:2003の検定要件を満足する半無響室にしたことで、基準音源により設定する環境補正值K2を適用せずに音響パワーレベルの算出が可能となった。

3.2 評価時間短縮

3.2.1 多点マイクロホントラバースシステム

機械のサイズごとにマイクロホン位置は変わるが、この位置決めを自動化することでマイクロホンの設置時間を5分以内にした。以前は複数のマイクロホンをそれぞれ対応するマイクロホンスタンドに固定した上で所定の位置にこれらスタンドを設置し、その後にマイクロホン(スタンドの)高さを調節する手順であった。このような人手による手順の位置決めでは設置時間が45～60分以上かかっていたので、これを大幅に短縮できた。

このトラバースシステムは、具体的には次のような性能を持っている。

- (1) 音響パワーレベル測定用のマイクロホン位置は、試験対象機器の基準箱の大きさに応じて、平行六面体9点と14点の位置に対応している。
- (2) 放射音圧レベル測定用のマイクロホン位置は、バイスタング位置4点に対応している。
- (3) (1)と(2)を同時に位置決め可能なように19点マイクロホントラバースシステムを選定している。
- (4) マイクロホンの位置決め精度はISO 7779の要求している±30mmを保証し、実力は±15mm以下である。マイクロホンが試験対象機器の幾何中心を向くように角度の制御も行っている。

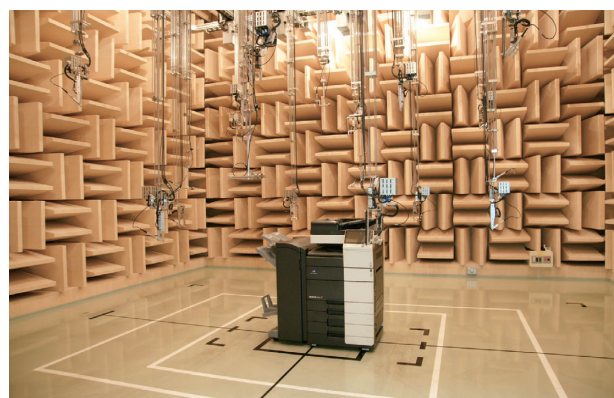


Fig. 4 Multi-microphone traverse system.

3.2.2 計測システム

- (1) 測定対象が床置き機器の場合、音響パワーレベル(平行六面体9点または平行六面体14点)と放射音圧レベル(バイスタング位置4点)を同時に測定できるようにした。これにより、測定時間が半減した。

音響パワーレベルは環境ラベル申請に必須であり、放射音圧レベルはプリンターのカタログ(製品仕様)に必須である。また、入札によく用いられる ECMA-370 2nd edition⁶⁾ のフォーマット (附属書 B) には音響パワーレベル (必須) と放射音圧レベル (任意) の記載項目があり、入札条件で両方の記載を求められることが多い。

- (2) スタートボタンをクリックするだけで測定結果データのファイルまで自動作成する様にした。また、ダイナミックレンジが160dBのものを採用することにより入力レンジ調節のための予備測定は不要となり、オーバーロードやアンダーレンジの無い測定を迅速かつ正確に実施できる。

測定専門の技術者でなくても容易に測定・分析できる操作性の良いシステムを構築した。

- (3) 時間データも測定と同時にデジタル録音できる。その時間データを用いて、後から音圧レベルのFFT分析や時間変動分析も可能である。

実際の製品に対するユーザーの評価(苦情)には、稼働状態の変化に基づく過渡的な音(衝撃音)に関するものも含まれるので、ISO 7779による測定以外の解析も必要である。この場合、他機種との比較・解析が必要となることが特に多いが、過去に録音したデジタルデータを活用することで、再測定の手間は省ける。実際、蓄積したデジタル録音データをMFP稼働音の音質評価指標の研究にも活用している。

3.2.3 機器搬出入の時間

瑞穂サイト内の開発棟の向かい側に音響試験所を構築したのでマシンの搬入時間は5分である。Fig. 1のように搬入経路は勾配1/30の緩やかなスロープを上がり、その後試験棟入口から半無響室まで段差がなく100kg以上もある試験対象機器を搬入しやすいことも特徴である。

上記3項目より騒音評価時間が60%以上低減でき、その分の時間を製品改善に向けた結果として、例えばカラー MFP bizhub C360の稼働時騒音は前任機より音響パワーレベルで3dB低減を達成した。さらには、bizhub C360の後継機である bizhub C364は自社研究による衝撃感の音質評価指標で前任機より改善している。

3.3 低騒音測定の精度向上

3.3.1 暗騒音(室内騒音)

ISO 7779の場合、温度の推奨範囲は15~30°C、ただし温度によって騒音放射が変化する機器の場合は23±2°Cである。湿度の推奨範囲は40~70%である。これに対応するため、温度:23±2°C、湿度:50±10% RHで常時空調制御している。

このため、吸音楔や防振のための浮き床構造に加え空調騒音対策も入れることで、空調ONの状態ですら暗騒音はA特性音圧レベルで5dB(仕様は8dB)を達成し、三河サ

イトの18.5dBから大きく性能が向上した。また、Fig. 5に示すようにISO 3744⁷⁾ (4.2.2) 暗騒音の絶対規準より10dB以上低い。

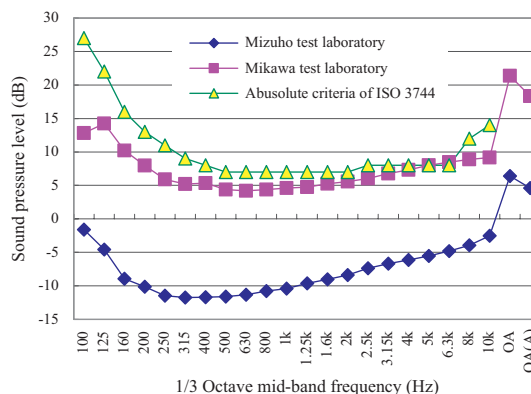


Fig. 5 Comparison of background noise levels.

The background noise at the Mizuho Acoustic Test Laboratory is at least 10 dB lower than the absolute criteria of 4.2.2 of ISO 3744.

3.3.2 遮音性能

JIS A 1417⁸⁾ (対応国際規格 ISO 140-4:1998⁹⁾)を用いて確認し、次の遮音性能を達成した。

屋外→半無響室空間 80dB以上
測定室→半無響室空間 65dB以上

3.3.3 1/2インチ・ローノイズ・マイクロホンの採用

仕様6.5dB (A特性音圧レベル)、トータルシステムノイズは実力値5dBを達成している。

上記3項目の音響性能により、待機モード(idle mode)の低騒音の測定精度が向上し、これまで困難であったファン単独作動時の騒音を評価できるようになった。結果としてbizhub C360の待機時騒音は前任機より音響パワーレベルで10dB以上の低減を達成した事を確認できた。

4 総括

瑞穂音響試験所においてISO/IEC 17025の認定を取得することで、ブルーエンジェル申請用の騒音測定が可能となり、申請までに要する期間を2ヶ月から2週間に短縮できた。

多点マイクロホン・トラバース導入によりマイクロホンの設置が5分で自動的に完了し、さらに音響パワーレベルと放射音圧レベルの同時測定ができることにより騒音評価時間が60%以上短縮できた。

新たな半無響室と1/2インチ・ローノイズ・マイクロホンの採用により温湿度制御の下で暗騒音がA特性音圧レベルで5dBとなる測定環境を構築し、低騒音の測定精度を向上することができた。

上記のような音響試験性能が向上した瑞穂音響試験所の構築により、騒音評価の効率及び精度が向上し、製品(MFP・プリンター)の低騒音化の推進に貢献できた。

●参照

- 1) RAL UZ-122, Basic criteria for award of the environmental label: office equipment with printing function (printers, copiers, multifunction devices), Blue Angel
- 2) ISO/IEC 17025:2005, General requirements for the competence of testing and calibration laboratories
- 3) ISO 7779:1999, Acoustics - Measurement of airborne noise emitted by information technology and telecommunications equipment
- 4) ISO/DIS 3744:2006, Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure -- Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane
- 5) ISO 3745:2003, Acoustics - Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure -- Precision methods for anechoic and hemi-anechoic rooms
- 6) ECMA-370 2nd edition, The Eco Declaration
- 7) ISO 3744:2010, Acoustics - Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure - Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane
- 8) JIS A 1417, 建築物の空気音遮断性能の測定方法
- 9) ISO 140-4:1998, Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms

●引用

本稿は、inter-noise2011で発表した論文『Superior performance of Konica Minolta Mizuho Acoustic Test Laboratory』から一部引用しています（著作者同じ）。