

オープンプランオフィスの室内音響特性に関する実測例と会話音に関する指摘の改善方法の検討

その2：異なるオフィス事例との比較による ISO 指標と空間特性の関係の検討

Measurement for acoustic characteristics of open plan offices and study of improvement method of the indication regarding the conversation sounds

Part2: Examination of the relationship between ISO index and spatial characteristics through comparison with different office cases

キーワード

オープンプランオフィス, 音声明瞭度指数, パーティション, 快適距離, ISO3382-3

平岡 千春*, 吉岡 清*

研究概要

オープンプランオフィスの室内音響に関して、前報¹⁾では ISO3382-3:2022 (以下、ISO と略記する) に基づく評価指標の実測例とこれを元にしたシミュレーション計算により、音声品質に関する指摘の改善方法を検討した。本報では、評価の異なる別のオフィスを対象として、前報と同様の測定とシミュレーション計算を行い、両空間の空間特性による差異と ISO 評価指標の関係について考察した。測定の結果、多くの指標で前報よりも高い評価が得られた。これは、吸音のみではなくパーティション等による遮蔽、散乱が影響していると考えられる。また、ISO 指標間の相関関係では、妨害距離 r_b は他と異なる傾向を示すことが分かった。これを制御することで全体的な ISO 指標の向上が可能であることが示唆された。

1 はじめに

前報¹⁾において、オープンプランオフィスの室内音響に関して、ISO3382-3:2022²⁾ (以下、ISO と略記する) に基づく評価指標の実測例と背景騒音を向上させた場合のシミュレーション計算により、音声品質に関して指摘されていた事項の改善方法を検討した。その結果、ISO 指標は吸音補強やサウンドマスキングによる効果を定量的に評価可能であることが示された。また、背景騒音の向上による効

果は確認されたが、全ての指標の改善には至らず、多角的な対策が必要であることが示唆された。

本報では、評価の異なる別のオフィス空間を対象として、同様の測定及びシミュレーション計算を行った。その結果を加え、両空間の空間特性による差異と ISO 評価指標の関係などについて考察した結果について報告する。

2 測定対象と測定概要

本報の測定対象としたオフィス (建物 B) の平面図と測定ゾーニングを図-1に示す。また、建物 A (前報), 建物 B のゾーン種別と建築的特徴を表-1にまとめる。

建物 B では、3つの測定ゾーンに対して、それぞれ測線

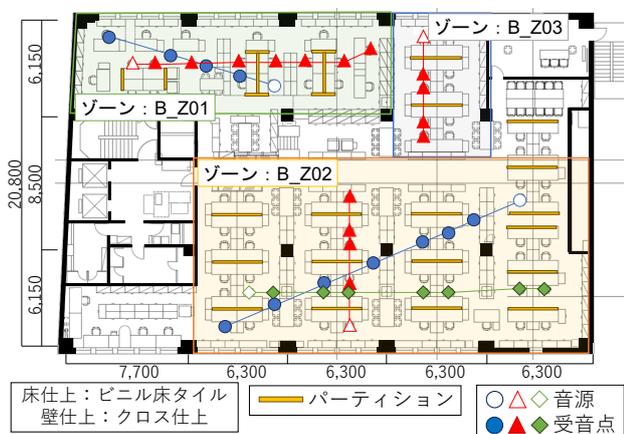


図-1 平面図と測定ゾーニング (建物 B)

表-1 建物 A, B の建築的特徴

建物種別	記号	面積 [m ²]	執務状況		空調方式	天井仕上げ
			座席形式	衝立類		
建物A (前報)	A_Z01~A_Z03	前報による	フリーアドレス	モニター	躯体輻射+床染み出し	躯体現し
	A_ZA			なし		吊下げ吸音体施工
	A_ZB1,A_ZB2			オープン型ブース		躯体現し
建物B	B_Z01	124.8	固定席	ローパーティション+脇机	天井カセット方式	クロス仕上
	B_Z02	262.1				一部岩綿吸音板
	B_Z03	48.2				岩綿吸音板

* 技術センター 建築研究部

表-2 測定で求めた ISO3382-3 における室内音響評価指標

指標	概要
r_D (妨害距離: distraction distance)	STIが0.5を下回る時の音源から測定点までの距離 (m)
r_C (快適距離: comfort distance)	A 特性音声レベル($L_{p,A,S}$)が45dBを下回る距離 (m)
$D_{2,s}$ (倍距離減衰量: spatial decay rate of speech)	音源受音点間の距離が倍になったときの $L_{p,A,S}$ の減衰量 (dB)
$L_{p,A,S,4m}$ (4m 音声レベル: speech level at 4m distance)	音源受音点間の距離が4mの時の $L_{p,A,S}$ の大きさ (dB)
$L_{p,A,B}$ (暗騒音レベル: background noise level)	各測定点の暗騒音レベル (dB)

を1~3本設定した。建物Bの測定ゾーンは、全て執務空間であり、建物Aの基本ゾーン(A_Z01~A_Z03)と同様の用途の空間である。

建物Bは、ローパーティションを用いた固定席を基本とした空間で、前報と比較してデスク上や脇机に書類が多く、在籍者密度が高い傾向が見られる。また、建物Aの空調方式は、躯体輻射方式と床染み出し方式を採用していることから、天井仕上げは一部ゾーン(A_ZA)を除いて躯体あらわしとしているが、建物Bの空調は一般的な天井カセット方式が採用されており、多くのゾーンで天井仕上げに岩綿吸音板が使用されている。建物Bでは、前報のような音声伝達品質に関する指摘は特にみられない。

測定により求めたISO指標を表-2に示す。ISO指標算出のための測定と、マスキングなどの効果を想定して背景騒音レベルを変更したシミュレーション計算は、前報と同様の手法によったので省略する。

3 測定結果と考察

3.1 測定対象空間の音響特性

建物A、Bの基本的な音響特性として、測定したインパルス応答から得られた残響時間Tの測定結果を図-2、それから求めた空間の平均吸音率 α を比較した結果を図-3に示す。残響時間は、建物ごとに層別される結果となっており、天井吸音を行っていない建物Aの基本ゾーン(A_Z01~A_Z03)は0.7~0.8秒(500Hz)と長めの残響時間となったが、建物Bのゾーンにおいては、0.3~0.4秒程度となった。建物Aの天井に吸音体を施工したゾーン(A_ZA)の残響時間は、両建物の中間の長さであるが、平均吸音率 α は、建物Bに属するような値となっている。

3.2 ISO指標と空間の差異の関係

ISO指標の測定結果及び背景騒音を付加した時のシミュレーション計算の結果について、建物A、Bで比較した結果を図-4に示す。

本報(建物B)における実測値では、パーティションの有無や吸音力の影響が直接表れると考えられる $D_{2,s}$ (倍距離減衰量)と、 $L_{p,A,S,4m}$ (4m音声レベル)がgoodの範疇に近づき、これと間接的に対応が予想される r_C (快適距離=音声レベルが45dBを下回る距離)も、goodに近づいてい

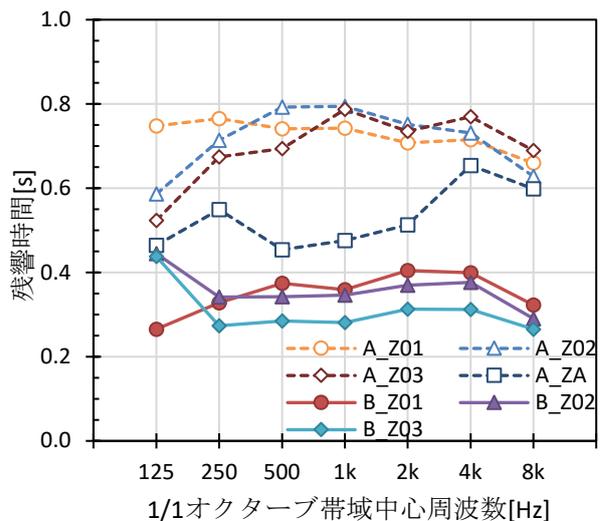


図-2 残響時間の比較 (建物 A, B)

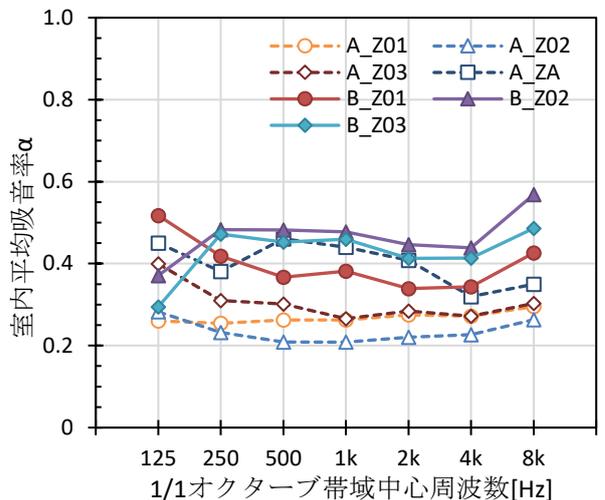


図-3 平均吸音率の比較 (建物 A, B)

る。 $L_{p,A,B}$ (暗騒音レベル)は、低レベル側のpoorの評価となったゾーンが多く、前報と類似した傾向が見られた。

背景騒音レベルをNC-35、NC-40とした場合のシミュレーション計算の結果より、 $L_{p,A,B}$ の評価が最も高い値となるのは背景騒音をNC-35とした場合である。この時、建物Bが建物Aを下回るのは r_D (妨害距離=STIが0.5を下回

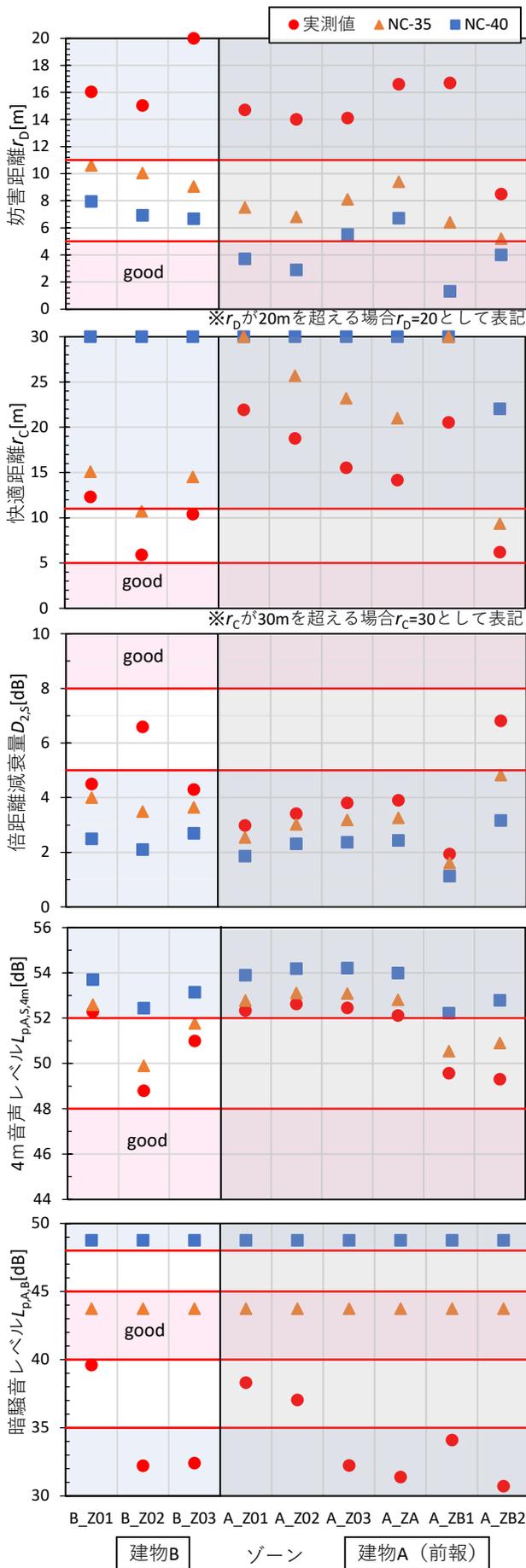


図-4 建物 A, B における ISO 評価指標の実測結果と背景騒音レベルを NC-35, NC-40 としたときの計算結果

表-3 ISO 指標間の相関 (実測値)

	r_D	r_C	$D_{2,S}$	$L_{p,A,S,4m}$	$L_{p,A,B}$
r_D	1				
r_C	-0.027	1			
$D_{2,S}$	-0.234	-0.937	1		
$L_{p,A,S,4m}$	0.082	0.560	-0.510	1	
$L_{p,A,B}$	-0.053	0.542	-0.432	0.535	1

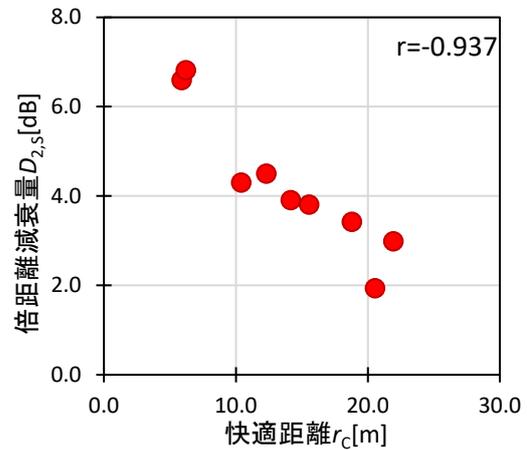


図-5 r_C と $D_{2,S}$ の相関関係 (実測値)

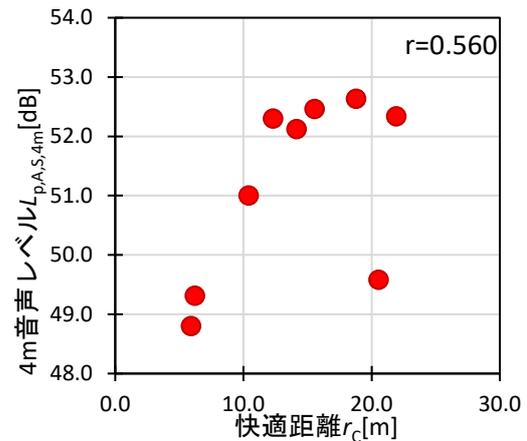


図-6 r_C と $L_{p,A,S,4m}$ の相関関係 (実測値)

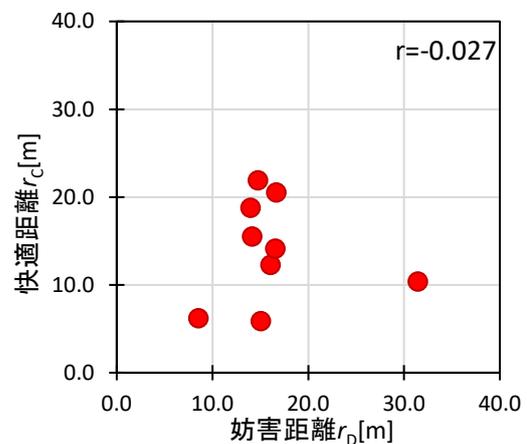


図-7 r_D と r_C の相関関係 (実測値)

る距離)のみであり、 r_c 、 $L_{p,A,S,4m}$ 、 $D_{2,S}$ は建物Bが良い評価となる。建物Bにおけるこれら3指標の改善傾向は、基本的に吸音効果とパーティションなどによる遮蔽、散乱などの効果が重畳してあらわれたものと考えられる。しかし、建物Bのこの特徴は、建物Aでは、吸音を補強したゾーン(A_ZA)より、ブースを設置したゾーン(A_ZB1, A_ZB2)の傾向と類似していることから、少なくとも吸音のみで実現できるものではないことを示唆している。

一方、 r_D では、前報と同様、本報の実測値でも低い評価となった。背景騒音レベルをNC-35、NC-40とするシミュレーション計算値によると、 r_D の改善効果が表れてくるが、 r_c 、 $L_{p,A,S,4m}$ 、 $D_{2,S}$ は改悪となることも、前報と同様である。 r_D を容易に向上できる背景騒音の改善のみでは、十分な品質の音声伝達空間を実現できないことを示している。

3.3 ISO 指標間の相関関係

表-3に各ISO評価指標間の相関係数 r を計算した結果をまとめた。相関図の一例として、 r_c と $D_{2,S}$ の関係を図-5、 r_c と $L_{p,A,S,4m}$ の関係を図-6、 r_D と r_c の関係を図-7に示す。ここでは、背景騒音レベルを実測値で求めた場合の指標値のみを用いている。

データ数として充分とは言えないが、 r_D のみ、他との相関が小さいことが明瞭である。このように見てくると、ISO指標は、 r_D のように他と傾向の異なる指標が盛り込まれることで、一面的な音環境評価に陥る危険性を排除していると捉えることもできる。 r_D は、STIを基本評価量とすることから、STIを制御できる様々なパラメータを調整することで、他の指標と異なった傾向を持たせることも(原理的に)可能であり、このような着眼点で音環境の高度化を目

指すことが有意義であると考えられる。

4 まとめ

本報告では、建築条件の異なる2つのオフィスを対象とした測定事例を通して、ISO評価指標と建築条件の関係について考察した。

ISO指標の実測値及び背景騒音をNC-35とした場合のシミュレーション計算値において、建物Bの r_c 、 $L_{p,A,S,4m}$ 、 $D_{2,S}$ は建物Aよりも高い評価となった。これらのISO指標の特徴は、建物Aの吸音処理を行ったゾーンよりも、ブースを含むゾーンに近いことから、吸音のみではなくパーティション等の遮蔽、散乱の効果が表れていると考えられる。

また、 r_D はどちらのオフィスにおいても低い評価となり、背景騒音レベルを向上させるシミュレーション計算により改善するが、他の指標は改悪となることから、背景騒音レベルの向上のみでは適切な音環境の実現は難しいことが示唆された。

さらに、ISO評価指標は、暗騒音レベルを直接規定する $L_{p,A,B}$ を除くと、 r_D 以外において、互いに相関関係がみられたが、 r_D は、他とは違う傾向を示すことが分かった。

ISO指標に基づく計画を実施することで、より良いオフィス空間の音環境の実現に活用できると考えられる。

参考文献

- 1) 平岡千春, 吉岡清: オープンプランオフィスの室内音響特性に関する実測例と会話音に関する指摘の改善方法の検討, 佐藤工業技報, No.48, pp.87-91, 2023
- 2) ISO3382-3:2022 Acoustics – Measurement of room acoustics parameters – Part3: Open plan offices