

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）  
分担研究報告書

旅館業法及び興行場法の施設における感染防止対策等を含む衛生管理の推進のための研究  
ビジネスホテルとシネマコンプレックスの室内環境

研究分担者 柳 宇 工学院大学 建築学部 教授  
研究代表者 開原典子 国立保健医療科学院 生活研究研究部 上席主任研究官

研究要旨

本研究は、ホテル宿泊時の室内温湿度および二酸化炭素濃度（7都市27室：夏期24室、冬期3室）、夏期における7つのシネマコンプレックスの映画上映中のシアター内細菌と真菌の実態を調査した。得られた主な知見は次の通りである。ホテルの室内環境については、宿泊者在室時間帯を含めて測定を行い、建築物衛生法の基準値と比較した結果、温度の不適率は30%、相対湿度の不適率は74%、二酸化炭素濃度の不適率は30%であった。特に相対湿度については、夏期では70%を超える室が多く、冬期では測定を行った全室（3室）で40%を下回っていた。シネマコンプレックスの室内微生物については、冬期に比べて夏期の方が、浮遊・落下・付着のいずれの細菌・真菌濃度も高かった。また、粒径別浮遊粒子濃度は、2D映画館に関する先行研究と比較して高い傾向がみられた。さらに、映画上映中の浮遊細菌濃度の予測について、落下細菌数および粒径 $>5\mu\text{m}$ の浮遊粒子濃度を用いた予測手法を検討した結果、両指標から得られた予測値に有意な差はなく、ほぼ同等であった。

A. 研究目的

建築物衛生法では、ホテルを含む特定建築物を対象に、2か月以内ごとに1回、室内空気環境の6項目（浮遊粉じん濃度、一酸化炭素（CO）濃度、二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）濃度、温度、相対湿度、気流）を測定することが義務付けられている。これら6項目の環境管理基準値への適合状況については、毎年、統計局より全国データが公表されている。公表データによれば、温度、相対湿度、CO<sub>2</sub>濃度の不適率は、オフィスや学校に比べてホテルの方が顕著に低い。しかし、ホテルでは宿泊者が在室している時間帯での測定が困難と考えられるため、実際の在室時における室内環境の実態は把握されていない。

映画館に関する先行研究<sup>1)</sup>では、近年導入が進んでいる4D映画館における上映中の浮遊微粒子、浮遊細菌・真菌、および付着細菌・真菌の測定結果が報告されている。しかし、日本に多数存在するシネマコンプレックスにおける映画上映中

の室内環境に関する実態情報は依然として不足している。特に、映画館内の微生物汚染を管理するうえでは、本来、上映中に浮遊微生物を測定することが望ましいが、測定機器の動作音が観客の鑑賞に影響を与えるため、実施が困難である。そのため、室内の微生物実態把握には、従来から用いられている落下菌による評価が行われてきた。しかし、落下法は簡便である一方で、空調や換気による気流の影響を受けやすく、落下菌から浮遊菌の実態を正確に推定することは難しいとされている。

本研究の目的は、ホテル宿泊者が在室している状態における室内温度、相対湿度、CO<sub>2</sub>濃度の実態、ならびにシネマコンプレックスにおける映画上映中の室内浮遊微粒子、落下細菌・真菌、浮遊細菌の実態を解明することである。さらに、映画上映中の落下細菌数を用いた浮遊細菌濃度の予測手法についても検討を行った。

## B. 研究方法

### B1. ホテル宿泊時の室内環境

#### B1.1 測定対象と測定時の状況

2024年夏期(7~9月)と冬期(11~12月)に、国内のビジネスホテルにおいて測定を実施した。表1には、測定が行われたホテルの測定日および測定状況を地域別に示している。なお、表中のA1とA2、E1とE2、F1とF2は、それぞれ同一ホテル内の異なる客室を表している。

表1 空調方式と換気状況

ID	測定期間	宿泊人数	換気扇	空調方式
北海道地方				
A1, A2	2024年7月19日~20日	1	常時稼働	中央方式
A3	2024年7月19日~20日	1	常時稼働	中央方式
A4	2024年11月29日~12月2日	1	一定期間稼働	個別空調
A5	2024年11月29日~12月1日	1	常時稼働	中央方式
東北地方				
B1	2024年9月26日~27日	1	換気オフ	個別空調
B2	2024年9月27日~28日	1	換気オフ	個別空調
関東地方				
C1	2024年7月26日~27日	1	換気オフ	個別空調
C2	2024年8月28日~30日	1	換気オフ	個別空調
C3	2024年9月18日~19日	1	換気オフ	個別空調
中部地方				
D1	2024年7月28日~29日	1	常時稼働	個別空調
中国地方				
E1, E2	2024年9月18日~19日	1	常時稼働	中央方式
E3	2024年9月19日~20日	1	常時稼働	個別空調
E4	2024年9月19日~20日	1	常時稼働	個別空調
E5	2024年9月20日~21日	1	換気オフ	個別空調
E6	2024年9月20日~21日	1	換気オフ	個別空調
四国地方				
F1, F2	2024年8月23日~24日	1	常時稼働	個別空調
九州地方				
G1	2024年7月20日~21日	1	常時稼働	中央方式
G2	2024年9月6日~8日	1	常時稼働	中央方式
G3	2024年9月7日~8日	1	常時稼働	個別空調
G4	2024年9月10日~13日	1	不明	不明
G5	2024年9月10日~13日	2	常時稼働	個別空調
G6	2024年9月10日~11日	1	常時稼働	中央方式
G7	2024年9月12日~13日	1	換気オフ	個別空調
G8	2024年12月21日~22日	1	常時稼働	個別空調

#### B1.2 温湿度・CO<sub>2</sub>濃度

調査当日は、温湿度・二酸化炭素濃度計測器(TR-76Ui)を用いて、宿泊者の入室から退室までの間、5分間隔で連続測定を実施した。

#### B1.3 換気回数

換気回数はフィッティング法により、窓を閉めた状態での就寝時のCO<sub>2</sub>濃度の上昇値から算出した。フィッティング法は式(1)に示す通りである<sup>2)</sup>。

$$C = C' e^{-Nt} + (C_o + \frac{M}{NV})(1 - e^{-Nt}) \quad (1)$$

$C$ : CO<sub>2</sub>濃度 [ppm]

$C'$ : CO<sub>2</sub>初期濃度 [ppm]

$C_o$ : 外気 CO<sub>2</sub>濃度 [ppm]

$M$ : CO<sub>2</sub>発生量 [mL/人]

$N$ : 換気回数 [回/h]

$V$ : 容積 [m<sup>3</sup>]

$t$ : 経過時間 [h]

本研究では、CO<sub>2</sub>濃度( $C_o$ )を420 ppm、呼気によるCO<sub>2</sub>発生量( $M$ )を17,000 mL/(人・h)として計算を行った。

### B2. シネマコンプレックスにおける映画上映中の室内環境

2024年夏期(8月20日~9月30日)に、東京都の映画館F(5上映)、静岡県映画館G(3上映)、九州の映画館H(5上映)、岡山県の映画館I(2上映)、広島県の映画館J(2上映)、名古屋市の映画館K(1上映)、神奈川県映画館L(1上映)の計7館19上映において室内環境の測定を実施した。測定対象はいずれも2Dスクリーンであった。また、2024年の夏期に浮遊微生物濃度および落下・付着微生物量が特に高かったF、H、Jの3館については、2025年冬期(2月)にも同様の測定を行った。以下に、各測定項目の方法を示す。

#### B2.1 落下細菌・真菌の測定

落下細菌にはSCD培地、落下真菌にはDG18培地を使用した。測定位置はスクリーン前方の座席および後方座席横の床面とし、映画上映開始時から1時間ばく露を行った。培養条件は、SCD培地が32℃・2日間、DG18培地が25℃・5日間である。

#### B2.2 付着細菌・真菌の測定

人の歩行の影響を避けるため、各映画の上映終了後に、落下菌測定箇所周辺の座席下の床面から、デガダーム・トランスペアレント・ドレッシングテープ(面積:23 cm<sup>2</sup>)を用いて付着微生物を採取した。採取したテープは実験室に持ち帰り、

SCD および DG18 培地へ転写し、それぞれ上記と同条件で培養した。

### B2.3 浮遊細菌・真菌の測定

浮遊細菌および浮遊真菌は映画上映中に測定できなかったため、上映後にスクリーン前方および後方にて、バイオサンプラ (MBS-1000) を用いて 1 分間 (100 L) のエアサンプリングを実施した。使用培地および培養条件は落下・付着菌と同様である。

### B2.4 浮遊微粒子の測定

映画上映時間中、スクリーン前方および後方において、浮遊微粒子濃度を 1 分間隔で連続測定した。測定にはパーティクルカウンタ (P611) を用い、粒径区分は以下の 6 段階である: 0.3–0.5  $\mu\text{m}$ 、0.5–0.7  $\mu\text{m}$ 、0.7–1.0  $\mu\text{m}$ 、1.0–2.0  $\mu\text{m}$ 、2.0–5.0  $\mu\text{m}$ 、5.0  $\mu\text{m}$  以上。

### B2.5 落下細菌数と浮遊粒子濃度から浮遊細菌濃度の推定

近年、古くから知られるオメリヤンスキー方程式 (式 1) を用いて落下細菌数から浮遊細菌濃度を推定する結果が報告されている<sup>3)</sup>。この方程式は経験式であり、落下細菌測定法で得られたコロニー数から空気中の浮遊細菌濃度を推定するためのものである。

$$CFU / m^3 = \frac{5 \times n \times 10^4}{A \times t} \quad (1)$$

$n$ : 落下細菌数 (cfu)

$A$ : ペリ皿面積 ( $\text{cm}^2$ )

$t$ : 曝露時間 (min)

本研究では、映画上映中の浮遊細菌濃度を二つの方法で推定した。第一の方法は、式 (1) を用いて上映中の落下細菌数から浮遊細菌濃度を算出するものである。この推定値の妥当性を検証するため、以下に示す第二の方法による推定も行い、両方法から得られた結果を比較した。

筆者らの過去の実験において、リアルタイムバイオエアロゾルセンサー (BAS) による測定値  $X$  と、培養法による浮遊細菌濃度  $Y$  の間に以下の関係が確認されている<sup>4)</sup>。

$$Y = 0.0038X \quad (2)$$

また、一般環境における BAS の測定結果によれば、0.5  $\mu\text{m}$  超の総浮遊粒子濃度に占めるバイオエアロゾルの割合は約 90% であった<sup>5)</sup>。この知見および式 (2) を基に、映画上映中にパーティクルカウンタで測定された >5  $\mu\text{m}$  の浮遊粒子濃度から浮遊細菌濃度を推定した。

## C. 研究結果

### C.1 ホテル宿泊室内の環境

#### C.1.1 温湿度

図 1 に温度の四分位値 (最大値、第 3 四分位数 [75% タイル値]、中央値、第 1 四分位数 [25% タイル値]、最小値) を示す。箱ひげ図中の色分けは換気扇の作動状況を示しており、青は常時稼働、赤は停止、オレンジは一定時間稼働、白は不明を表す。中央方式空調の場合は、箱ひげの下ひげにアスタリスク (\*) を付した。さらに、建築物衛生法における室内温度の管理基準値である下限 18°C および上限 28°C を赤線で示している。

室温は、全体として基準範囲内に収まっている傾向が見られた。調査対象 27 客室のうち、実測時間帯を通じて常に基準範囲内で推移していたのは 19 室 (70%) であり、不適率は 30% であった。

空調方式別に見ると、中央方式の客室 (表 1) では、室温の変動が小さく、基準値内で安定して推移する傾向が確認された (一例として図 2 に G1 の室内温度経時変化を示す)。また、夏期・中間期・冬期のいずれにおいても、室温は設定温度付近を保っていた。一方、個別空調方式の客室では、空調設定や利用状況によりばらつきがあり、温度管理における一貫性に欠ける傾向が見られた (一例として図 3 に G3 の室内温度経時変化を示す)。

図 4 には相対湿度の四分位値を示す。前述した温度と同様に、箱ひげ図中の色分けは換気扇の作動状況と空調方式を示している。あわせて、建築物衛生法における湿度の管理基準である下限 40% (冬期) および上限 70% (夏期) を赤線で表示している。

実測時間帯内を通して相対湿度が常に基準範囲内であった客室は7室(26%)のみであり、不適率は74%に達した。これは、室内湿度の管理が温度に比べて難しいことを示唆している。

空調方式による違いについては、中央方式の客室では相対湿度が基準範囲内で推移する時間が比較的長く、個別空調方式の客室では湿度の変動が大きく、基準範囲を逸脱するケースが多かった。

### C.1.2 CO<sub>2</sub>濃度

図5にCO<sub>2</sub>濃度の四分位値を示す。前述の温湿度と同様に、図中の箱ひげの色分けは換気扇の作動状況を表しており、青が常時稼働、赤が停止、オレンジが一定時間稼働、白が不明を示す。さらに、建築物環境衛生管理基準における1000ppmの基準値を赤線で示した。

測定時間帯において濃度の中央値が基準値以下であったのは全体の19室(70%)であり、不適率は30%であった。なお、宿泊者がチェックインからチェックアウトまでの時間帯に常時室内に滞在しているわけではないことを考慮すると、実際の在室時間における不適率はさらに高い可能性が

あると推察される。

### C.1.3 換気回数

図6に、式(1)から算出した換気回数とCO<sub>2</sub>濃度の最大値との関係を示す。図中の赤丸は中央方式を示す。

換気回数が0.5回/h以上であった客室は全体の81%にあたる22室であり、そのうちE1、E6、F2、G4、G5、G8を除く16室では、CO<sub>2</sub>の最大濃度がいずれも基準値である1000ppmを下回った。

また、厚生労働省新型コロナウイルス感染症対策本部が「換気の悪い密閉空間」の改善策として推奨する換気回数(2回/h以上)<sup>6)</sup>を満たしたのは、A4、A5、B2、G3の4室であり、これらもすべてCO<sub>2</sub>の最大濃度が基準値以下であった。さらに、換気回数が推奨値に近いD1およびC3(いずれも1.95回/hであり、C3とD1の濃度はほぼ同じであるため、C3はD1に重ねてみえない。)においても、同様にCO<sub>2</sub>濃度の最大値は基準値を下回った。

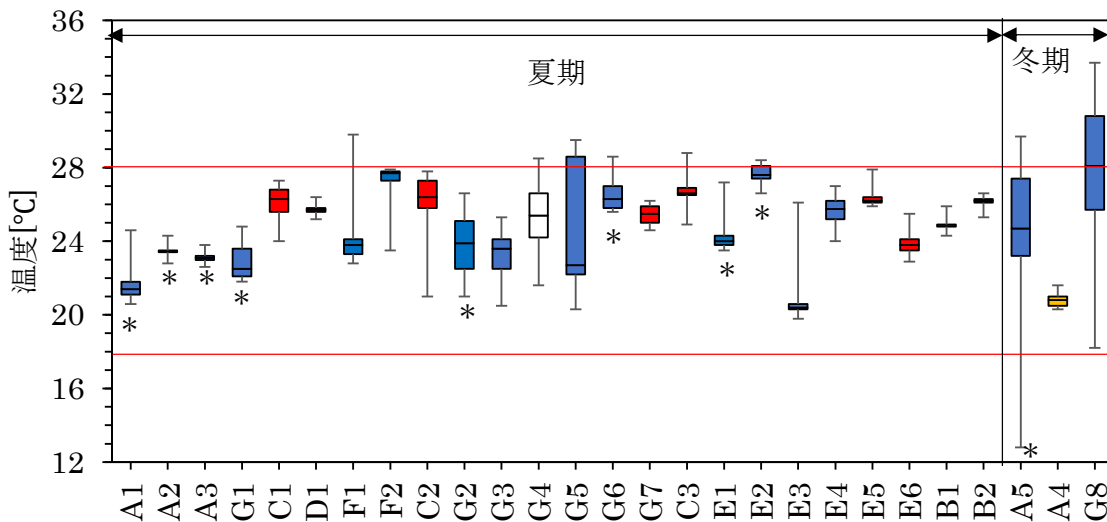


図1 各宿泊室内温度の四分位値

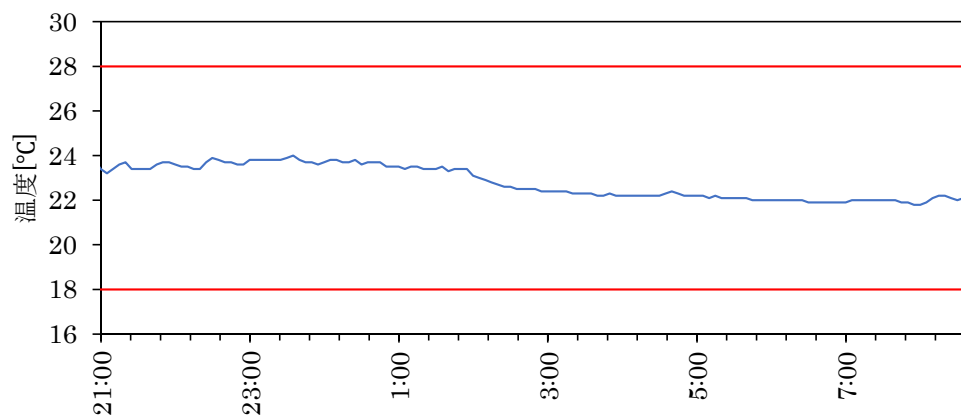


図 2 室内温度経時変化-中央方式 (G1)

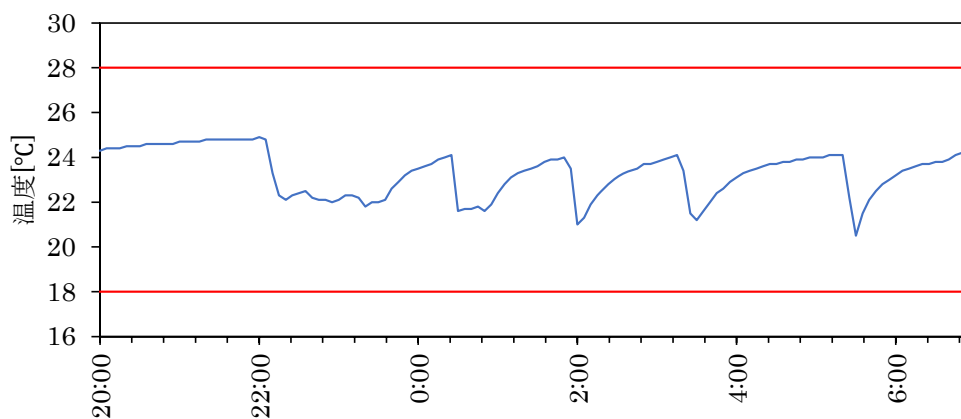


図 3 室内温度経時変化-個別方式 (G3)

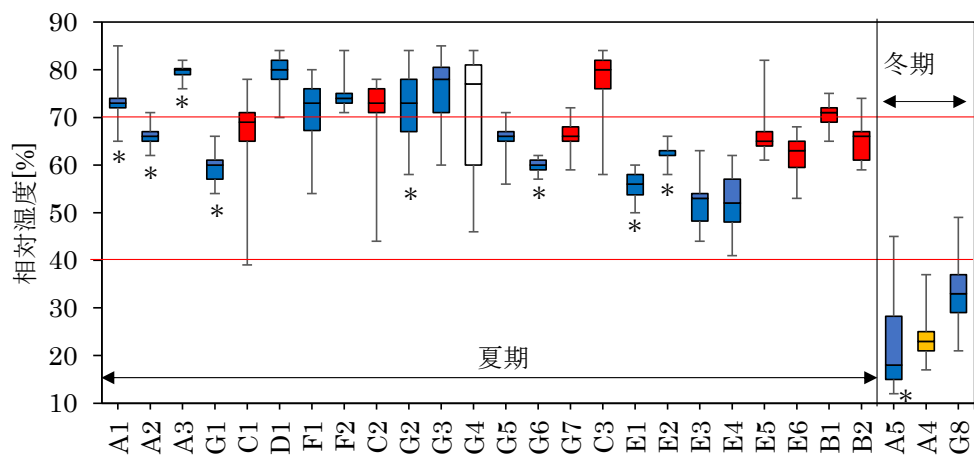


図 4 各宿泊室相対湿度の四等分値

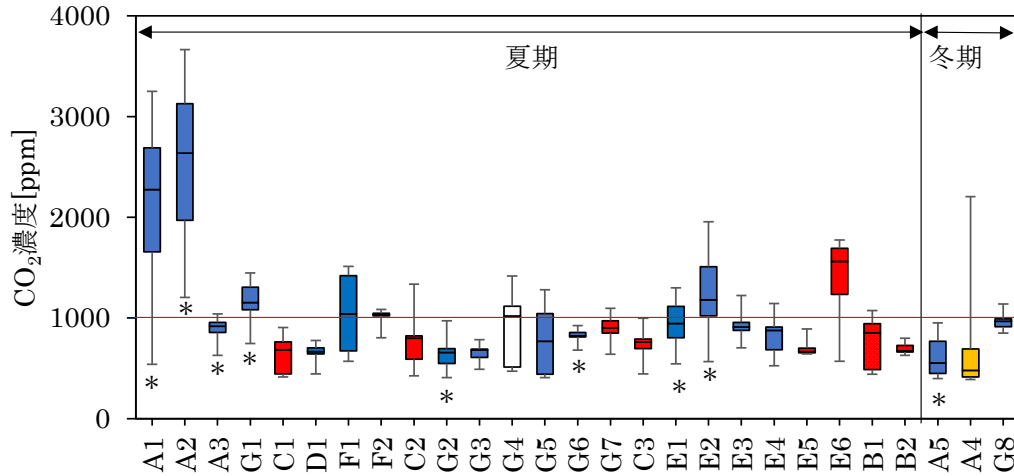


図 5 各宿泊室 CO<sub>2</sub> 濃度の四等分値

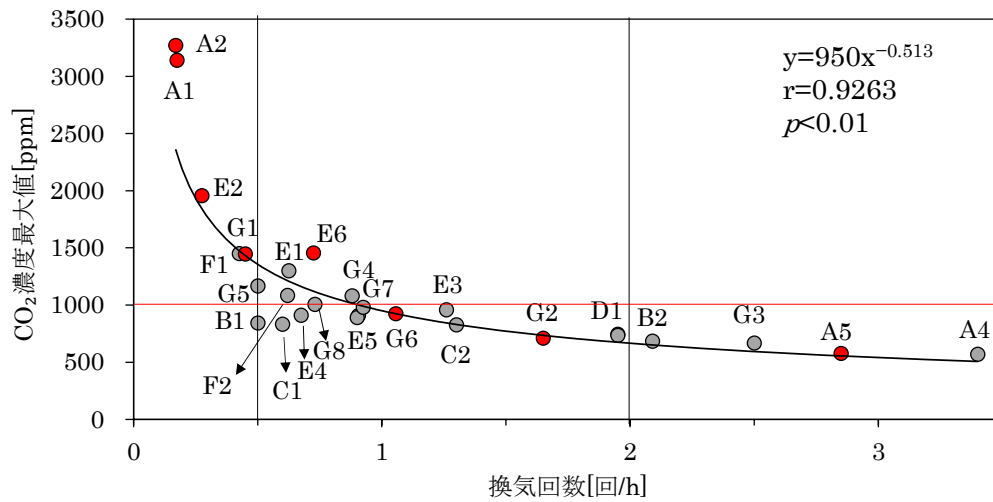


図 6 各宿泊室換気回数

## C.2 シネマコンプレックス上映時の室内環境

### C.2.1 落下細菌・落下真菌

図 7 に 2024 年夏期に各映画館で測定した落下細菌および落下真菌の結果を示す。

落下細菌に関しては、先行研究<sup>1)</sup>において、4D スクリーンに比べて 2D スクリーンの方が落下細菌数が有意に少なく、特に夏期では 15 cfu/(皿・h)以下の値が報告されている。本調査の結果では、映画館 G、I、J、K、L では同様に 20 cfu/(皿・h)以下であったが、映画館 F および H ではそれぞれ 111 cfu/(皿・h)、42 cfu/(皿・h)と高い値が検出された。

落下真菌に関しては、先行研究では 4D と 2D スクリーン間で有意差は認められなかったが、2D スクリーンでは 5 cfu/(皿・h)以下と低濃度であった。本調査では、映画館 F、H、I、L で 10 cfu/(皿・h)以上の値が観測された。なお、冬期に測定した 3 映画館のうち、映画館 H の上映 2 にける落下細菌を除き、落下細菌および落下真菌はほとんど検出されず、最大でも 2 cfu/(皿・h)であった (図 8)。

### C.2.2 付着細菌・付着真菌

図 9 に 2024 年夏期に測定した各映画館の付着細菌および付着真菌の結果を示す。付着細菌については、映画館 J を除き、先行研究の 2D スクリーンと同程度の  $100 \text{ cfu}/(23\text{cm}^2)$  以下であった。また、冬期に測定した 3 映画館においても、付着細菌は概ね  $100 \text{ cfu}/(23\text{cm}^2)$  以下であった (図 10)。

付着真菌については、先行研究では  $200 \text{ cfu}/(23\text{cm}^2)$  を超える測定値が散見されたが、本調査では映画館 J で  $200 \text{ cfu}/(23\text{cm}^2)$  が検出されたものの、全体的には  $50 \text{ cfu}/(23\text{cm}^2)$  以下の傾向がみられた。また、冬期に測定した 3 映画館においては、付着真菌数低く、最大でも約  $10\text{cfu}/(23\text{cm}^2)$  であった (図 10)。

### C.2.3 浮遊細菌・浮遊真菌

図 11 に 2024 年夏期に測定された各映画館の浮遊細菌濃度を示す。先行研究の 2D スクリーンと同様に、映画館 H の「上映 4 前方」では  $1000 \text{ cfu}/\text{m}^3$  を超える高濃度が検出されたが、その他の箇所はすべて  $1000 \text{ cfu}/\text{m}^3$  以下であった。一方、冬期に測定した 3 映画館の浮遊細菌濃度は  $500\text{cfu}/\text{m}^3$  以下であった (図 12)。

図 13 に示す浮遊真菌濃度では、先行研究で  $1000 \text{ cfu}/\text{m}^3$  以上が検出されたのは 1 か所のみであったのに対し、本調査では映画館 H で 7 箇所、映画館 J で 4 箇所が  $1000 \text{ cfu}/\text{m}^3$  を超えていた。冬期に測定した 3 映画館では、浮遊真菌の濃度は映画館 J の上映 2 は  $50\sim 200\text{cfu}/\text{m}^3$  であったが、他は  $50\text{cfu}/\text{m}^3$  以下であった。(図 14)。

### C.2.4 浮遊微粒子

図 15 に各映画館における粒径別浮遊粒子濃度の平均値および変動係数を示す。映画館間で  $<1 \mu\text{m}$  の粒子濃度は最大で約 30 倍、 $>1 \mu\text{m}$  では約 10 倍の差が認められた。変動係数にも顕著な差が見られた。

先行研究では、2D スクリーンでの  $<1 \mu\text{m}$  粒子濃度の平均値は約  $12,000 \text{ p}/\text{L}$  であったが、本研究では映画館 F および J を除き、いずれもそれを大きく上回った。 $>1 \mu\text{m}$  粒子濃度についても、先行研究の平均値が約  $250 \text{ p}/\text{L}$  であったの対

し、本研究ではそれ以上の濃度が多くの映画館で観測された。

### C.2.5 映画上映中のシアター内浮遊細菌濃度

本研究では、映画上映中に測定した落下細菌の結果に基づき式 (1) より推定した室内浮遊細菌濃度と、映画上映後に実測した室内浮遊細菌濃度を図 16 に示す。両者の間には有意な差 ( $p < 0.001$ ) が認められた。映画上映後には鑑賞者の退室および次回鑑賞者の入室があるため、人的アクティビティの影響により浮遊細菌濃度が上昇するものと考えられる。

図 17 に、式 (1) を用いた落下細菌数からの推定値と、式 (2) による  $>5 \mu\text{m}$  浮遊粒子濃度からの推定値を併せて示す。図 17 より、両者の間に有意差は認められず、ほぼ同等のレベルであることが確認された。

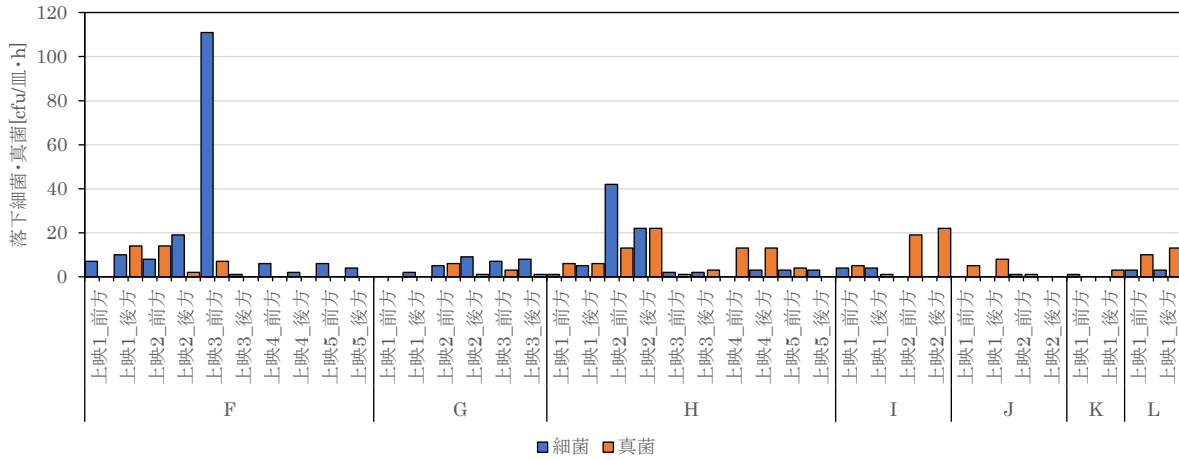


図7 各映画館の落下細菌・落下真菌量－夏期

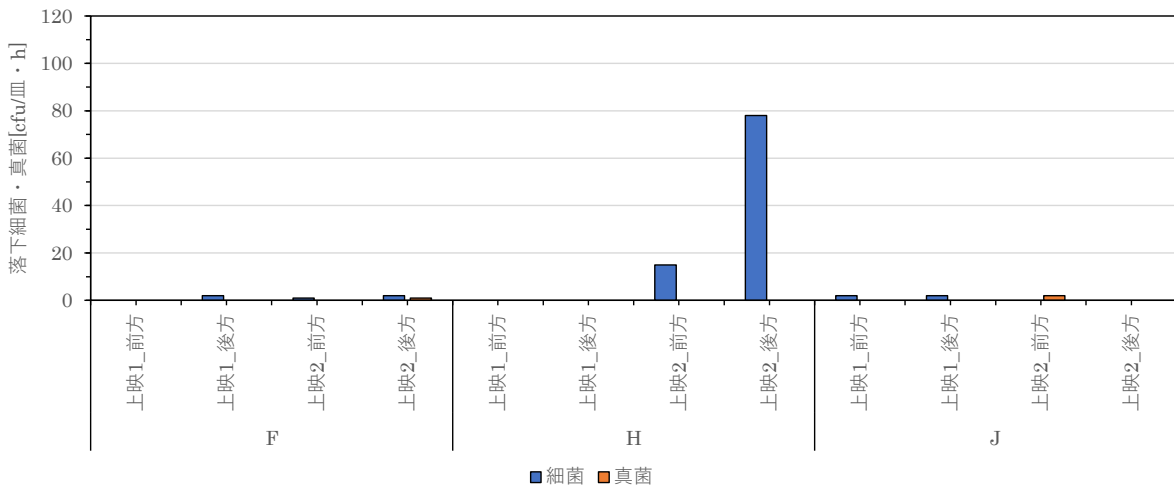


図8 各映画館の落下細菌・落下真菌量－冬期

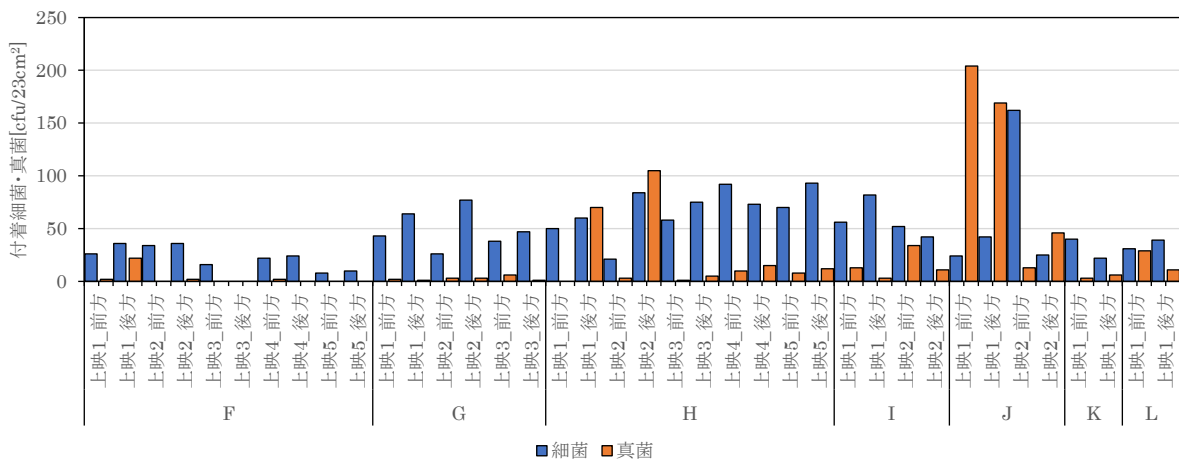


図9 各映画館の付着細菌・付着真菌量－夏期

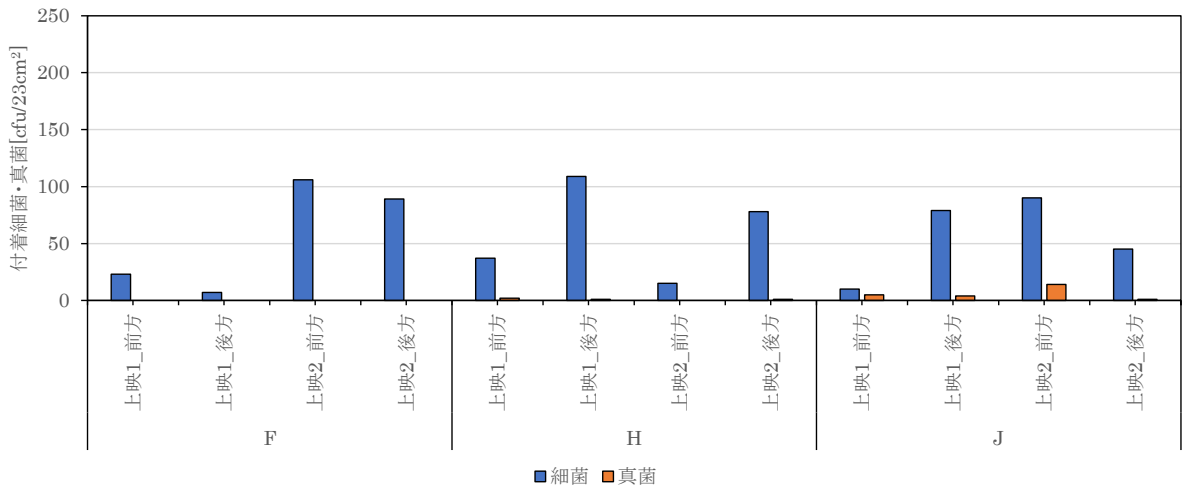


図 10 各映画館の付着細菌・付着真菌量－冬期

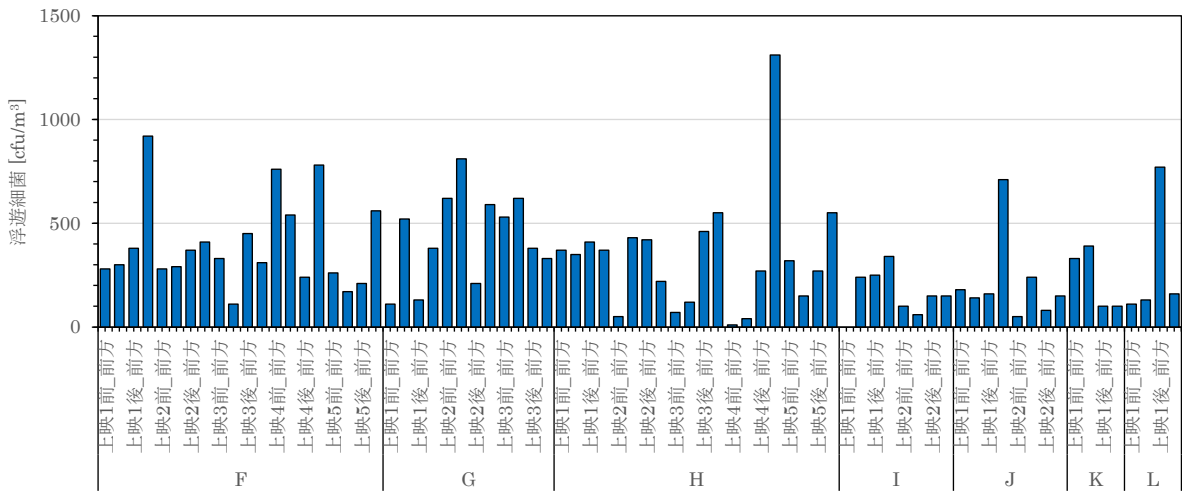


図 11 各映画館の浮遊細菌濃度－夏期

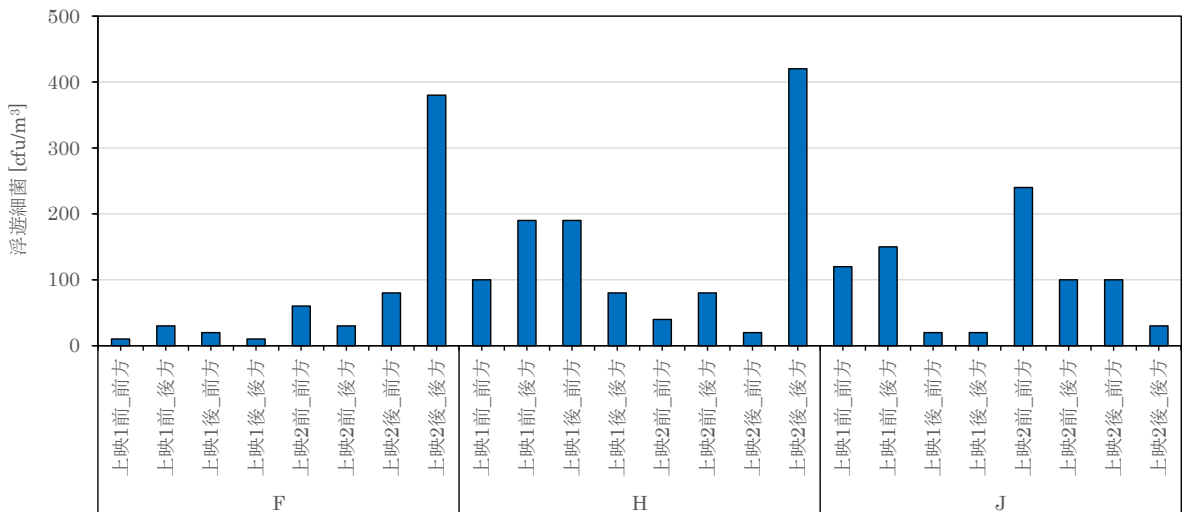


図 12 各映画館の浮遊細菌濃度－冬期

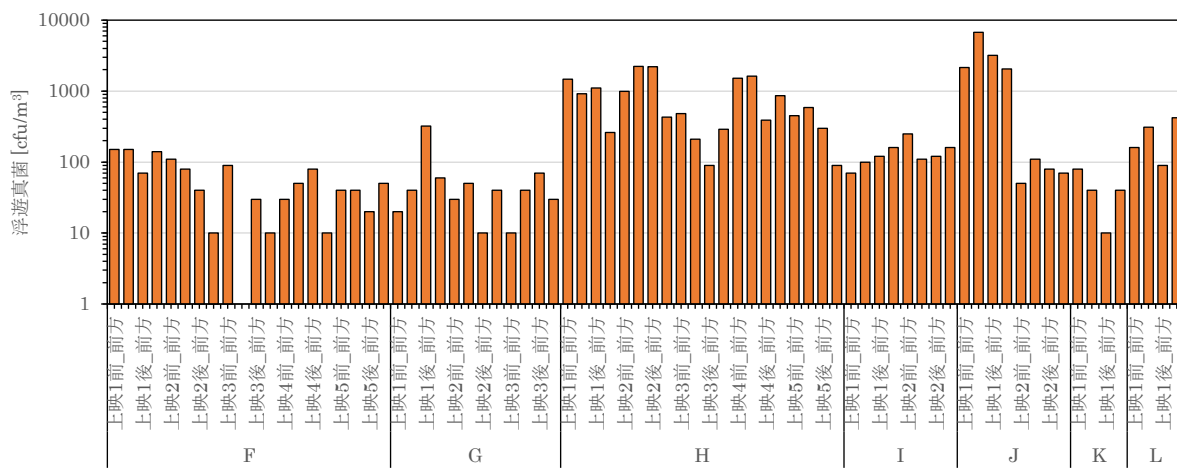


図 13 各映画館の浮遊真菌濃度－夏期

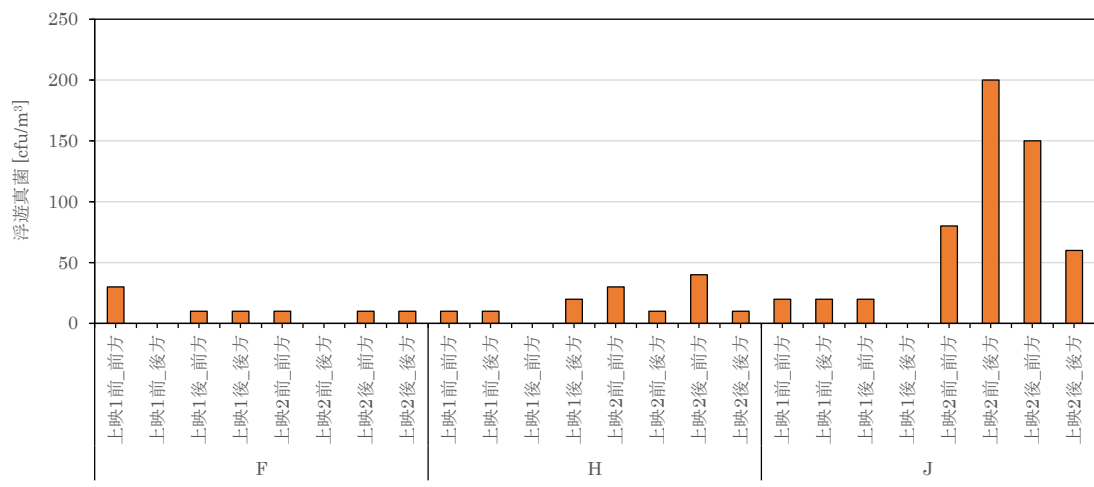


図 14 各映画館の浮遊真菌濃度－冬期

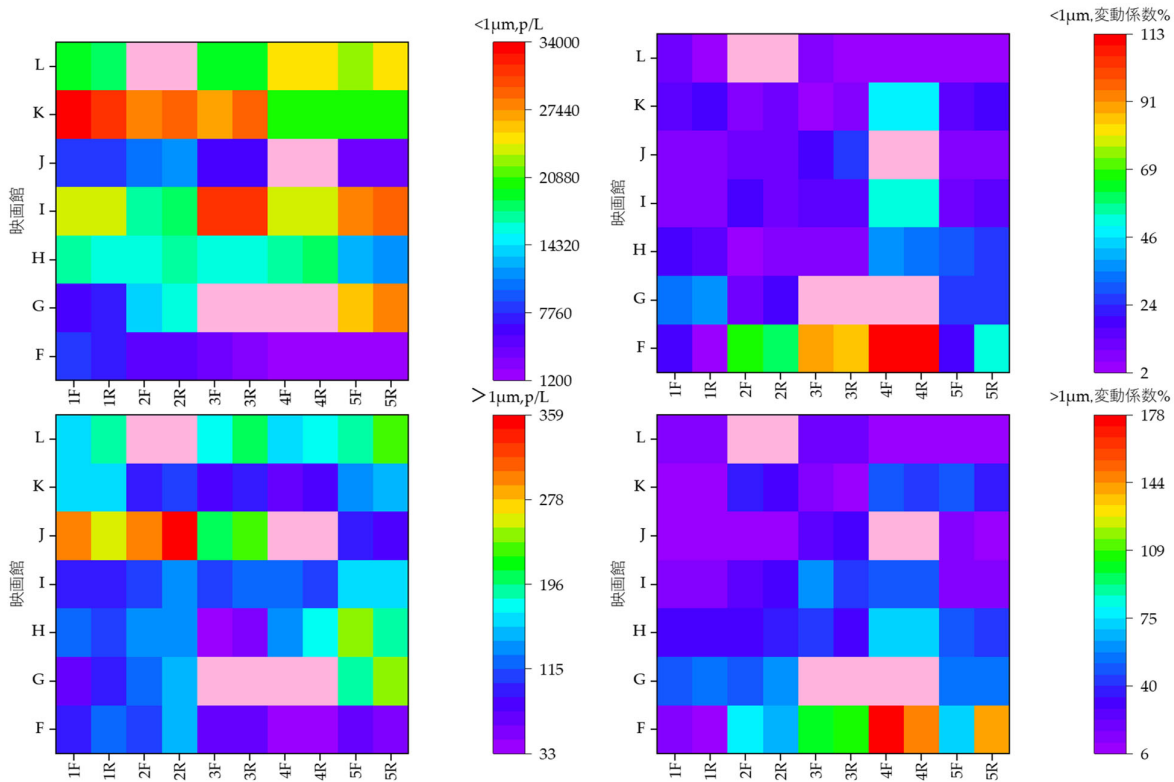


図 15 各映画館の粒径別浮遊粒子濃度平均値と変動係数  
 図中の横軸の凡例: 1F は1回目上映の前方、5R は5回目上映の後方

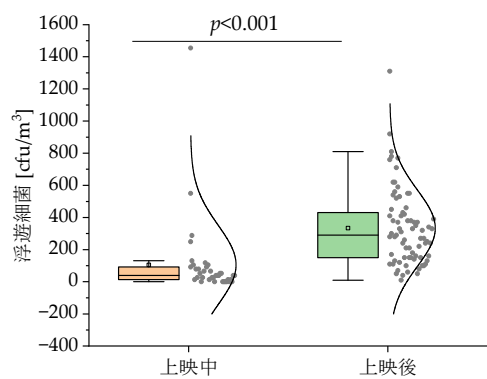


図 16 映画上映中室内浮遊細菌濃度推測値と映画上映後室内浮遊細菌濃度実測値の比較

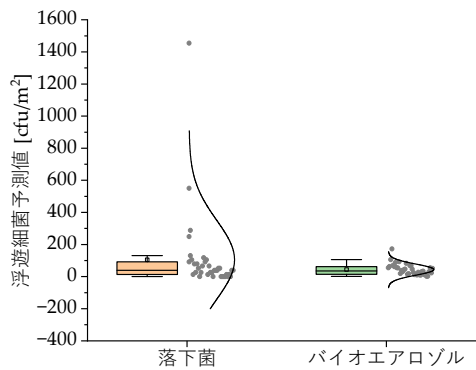


図 17 落下菌とバイオエアロゾルから浮遊細菌予測値の比較

## D. 考察

### D.1 ホテル

冒頭で述べた通り、公開されているホテルの室内温度・相対湿度・CO<sub>2</sub>濃度の不適率は、オフィスや学校と比較して低い傾向にある。しかし、これは宿泊者が在室していない時間帯の測定結果である可能性が高い。本研究では、宿泊者の在室時間帯を含めた測定を実施した結果、温度の不適率は30%、相対湿度の不適率は74%、CO<sub>2</sub>濃度の不適率は30%であった。特に相対湿度については、夏期・中間期において70%を超える対象室が多く、冬期ではすべての測定室(3室)が40%を下回っていた。

温湿度に関しては、不在時間帯も測定に含まれているため、在室時間帯に限定すれば不適率は上記よりも低下する可能性がある。一方、室内CO<sub>2</sub>は宿泊者が主な発生源であることから、在室時間帯に限定した場合は不適率が30%を上回る可能性がある。CO<sub>2</sub>濃度の上昇は換気不足に起因すると考えられる。

就寝時間帯におけるCO<sub>2</sub>の最大濃度が1000ppmを超えたのは全体の41%に相当する11室であった。特にAホテルのA1・A2室では、換気扇が稼働していたにもかかわらず、最大CO<sub>2</sub>濃度が3000ppmを超えていた。このレベルは窓を閉め切った寝室と同程度であり、このことから換気扇のフィルター詰まり等により十分な換気が行われていなかった可能性が推察される。適切な換気量を確保するためには、日常的な保守管理が極めて重要である。

厚生労働省新型コロナウイルス対策本部は、「換気の悪い密閉空間」の改善手法として、2回/h以上の換気回数を推奨している。本研究では、就寝時間帯のCO<sub>2</sub>濃度上昇を用いて換気回数を推定した結果、2回/h以上を満たしていたのは4室にとどまり、1.95回/hであった2室を含めても全体の22%に過ぎなかった。特に2名以上が同室する場合、同室者間での感染伝播に注意が必要である。たとえばG5室では、2名の宿泊者に対して換気回数が0.5回/hと低く、感染リスクの存在が示唆される。

### D.2 映画館

#### D.2.1 微生物

本研究では、シネマコンプレックスにおいて、冬期よりも夏期の方が浮遊・落下・付着のいずれの細菌・真菌濃度も高く、これは季節変動による影響と考えられる。また、先行研究である2D映画館と比較して、夏期におけるシネマコンプレックスの落下細菌・真菌数は多かった。一方、付着細菌は先行研究と同程度であったが、付着真菌は少なかった。これらの違いは、施設内の利用状況や空調・換気システムの差によると考えられる。

#### D.2.2 浮遊細菌濃度予測の可能性と限界

前述のとおり、映画上映中の測定では音の出る装置が使用できないため、従来より落下法が用いられてきた。しかし、落下法は落下中に空気の流れの影響を受けるため、落下細菌数から浮遊細菌濃度を正確に推定することは困難である。落下菌を用いた浮遊菌濃度の予測に関しては、古くから多数の実験的研究や理論的解析結果が報告されている<sup>7-8)</sup>。しかし、これらの実験や解析の多くは実環境に適合しない条件を前提としており、落下菌から浮遊菌濃度を高精度に予測することは依然として難しい。

本研究において、経験式のアメリヤンスキー方程式を用いた浮遊細菌濃度の推定値と浮遊粒子濃度から推定した浮遊細菌濃度が一致する傾向にあることは注目に値する。今後さらにデータを蓄積することで、 $>5\ \mu\text{m}$ の浮遊粒子濃度に基づく浮遊細菌濃度の推定精度の向上が期待される。

## E. 結論

本研究から、以下の知見が得られた。

ビジネスホテルの室内環境に関して、宿泊者の在室時間帯を含めて測定を行った結果、温度の不適率は30%、相対湿度の不適率は74%、CO<sub>2</sub>濃度の不適率は30%であった。特に相対湿度については、夏期において70%を超える対象室が多く、冬期では測定を行ったすべての室(3室)で40%を下回っていた。

シネマコンプレックスの室内微生物に関しては、冬期と比較して夏期の方が、浮遊・落下・付

着のいずれの細菌・真菌濃度も高かった。また、粒径別浮遊粒子濃度は、2D 映画館に関する先行研究と比較して高い傾向が見られた。

さらに、映画上映中の浮遊細菌濃度の予測に関して、落下細菌濃度および 5 $\mu\text{m}$  を超える浮遊粒子濃度を用いた予測手法を検討した結果、両指標から得られた予測値はほぼ同等であった。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

- 1) 柳 宇, 開原典子, 本間義規, 島崎大, 戸次加奈江, 伊庭千恵美, 浅井敦人, 林基哉: 映画館における室内空気質実態に関する調査研究 第4報 4D 映画館ミスト噴出口の付着細菌叢, 2024 年日本建築学会大会学術講演梗概集, 121-122. 2024.
- 2) 開原典子, 柳 宇, 本間義規, 島崎大, 伊庭千恵美, 戸次加奈江, 林基哉: 映画館における室内空気質実態に関する調査研究 第5報 観覧場内における 4D 上映中の温湿度及び二酸化炭素濃度の測定, 2024 年日本建築学会大会学術講演梗概集, 123-124. 2024.
- 3) 柳 宇, 開原典子, 本間義規, 島崎大, 戸次加奈江, 伊庭千恵美, 林基哉: 4D と 2D 映画館の付着真菌叢, 令和 6 年度空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 37-40. 2024.
- 4) 開原典子, 柳 宇, 島崎大, 戸次加奈江, 本間義規, 伊庭千恵美, 菊田弘輝, 林基哉: 建築物の空調換気設備と環境衛生の実態 その 7 映画館の上映中の室内空気質実態調査, 公衆衛生学会, 2024
- 5) 開原典子, 島崎大, 戸次加奈江, 伊庭千恵美, 本間義規, 柳 宇, 林基哉: シネマコンプレックスの大便器利用に関する実態調査, 2024 年室内環境学会学術大会講演要旨集, pp.351-352. 2024.

## G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定を含む)

### 1. 特許取得

なし

### 2. 実用新案登録

なし

### 3. その他

なし

#### <参考文献>

- 1) 柳 宇: 興行場における衛生的な環境確保のための研究、厚生労働科学研究費補助金 (健康安全・危機管理対策総合研究事業) 総合・分担研究報告書. 49-62, 2024
- 2) 柳 宇, 吉野博, ほか: 中国における居住環境と児童の健康障害との関連性に関する調査研究 第4報 室内 CO<sub>2</sub> 濃度の実態と CO<sub>2</sub> 濃度測定値を用いた換気量の算出, 日本建築学会大会学術講演会梗概集 (関東), 2015
- 3) Isabella Viani, et al. Passive air sampling: the use of the index of microbial air contamination. *Acta Biomed* 2020; Vol. 91, Supplement 3: 92-105.
- 4) Yanagi, U; Fukushima, N.; Nagai, H.; Ye, H.; Kano, M. Bioaerosol Sensor for In Situ Measurement: Real-Time Measurement of Bioaerosol Particles in a Real Environment and Demonstration of the Effectiveness of Air Purifiers to Reduce Bioaerosol Particle Concentrations at Hot Spots. *Atmosphere*. 2023. 14, 1656.
- 5) 柳 宇, 金 勲, 下ノ菌慧, 鍵直樹: オフィスビルにおける蛍光エアロゾル粒子のリアルタイム測定. 第42回空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会予稿集, 224-226, 2025
- 6) 厚生労働省: 商業施設等における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について、令和2年3月30日。

- 7) 佐守信男：グルタミン酸ソーダフィルタ法による環境的空氣の生菌密度についての研究（その2 氣流速度による落下量の影響）、日本衛生学雑誌 12（4）、279-282、1957
- 8) 吉澤 晋、菅原文子：建築空間における空中浮遊微生物粒子の評価方法に関する研究（第5報）-空中浮遊濃度と落下量の関係、日本建築学会計画系論文報告集、第 387 号、8～13、1988