

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

興行場における衛生的な環境確保のための研究
海外の規制と技術に関する文献調査

研究分担者	島崎 大	国立保健医療科学院 生活環境研究部	首席主任研究員
研究分担者	柳 宇	工学院大学 建築学部	教授
研究分担者	伊庭千恵美	京都大学 大学院工学研究科	准教授

研究要旨

国内外の文献調査に基づいて、欧米各国や国際機関等における興行場を対象とした衛生管理に関する既往の規制やガイドライン、ならびに、興行場に係る新型コロナウイルス感染症対策に関する各国の規制等を抽出し、明らかにすることを目的とした。

米国では、ASHRAE が室内空気質に関する基準値や詳細なガイドラインを示しており、興行場に関連した衛生管理や規制の情報は、空気質についてのみ確認できた。室内空気質に関する WHO ガイドラインおよびファクトシートは、映画館や展示場等の不特定多数が短時間滞在する施設を対象としていなかった。欧州規格ならびに ISO の建物内の空気質と換気に関わる規格では、使用者の占有率と建物由来の汚染物質排出量に応じた設計換気量の決定方法、室内空気質の測定・評価方法、および目標とする室内空気質を達成するための設計方法が詳細に記述されていた。韓国の室内空気質に関する法規制では、映画館や展示場等の不特定多数が使用する施設、電車等の公共交通機関、医療施設等が対象に含まれていた。中国・イギリスの建築物内給排水設備に関する規格、ならびに、中国・イギリス・ベルギーの換気に関する基準より、劇場やコンサートホール、講堂という用途の建物における 1 人あたり換気量の推奨値を確認した。国際室内環境質・気候学会が公開する室内環境質ガイドラインデータベースを参照し、各国の室内空気質および室内換気に関する法規制を検索、公共施設や興行場等における基準項目や基準値、適用される用途を確認した。本邦の各省庁では、COVID-19 流行期間中に多くのガイドラインが公表されていた。また、米国ニューヨーク州健康局による映画館を対象とした COVID-19 感染症に係る暫定ガイダンスでは営業再開に係る運営管理上の規範が示されており、いずれも感染症対策の視点から参考になると考えられた。

A. 研究目的

国内外の興行場においては、体感型・没入型を指向する新技術を導入した様々な施設が見受けられており、既往の法規では想定されていない、衛生管理上の新たな課題が生じると懸念される。

当研究課題では、海外の文献やデータベース等の調査に基づいて、①欧米各国や国際機関等における興行場を対象とした衛生管理に関する既往の

規制やガイドライン、ならびに、②興行場に係る新型コロナウイルス感染症対策に関する各国の規制等を抽出し、明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

B1. 欧州、日本、COVID-19 関連（柳）

国内で最大のデータベース J-Stage、海外で最大のデータベース Scopus を用いた（2021 年 12 月

5日現在)。また、国内における各省庁関連団体から公開された興行場に関する関連情報についても調査を行った。

B2. アメリカ、ISO、ヨーロッパ規格、COVID-19 関連 (伊庭)

アメリカに関しては衛生管理のガイドラインや環境保護の規制を調べるため、ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers; アメリカ暖房冷凍空調学会) および US EPA (United States Environmental Protection Agency; アメリカ合衆国環境保護庁) を対象とし、あわせて日本国内においてアメリカの規制について調査された文献を調べた。

ヨーロッパに関しては、ISO (International Organization for Standardization) およびドイツ規格協会 DIN が発行するドイツの国家規格 DIN EN、イギリス、ベルギーなどの国内規格を対象とし、さらに中国の文献も対象とした。

また、COVID-19 パンデミック後に海外の映画館が活動を再開するにあたり、海外で環境調査をした事例についても調べた。

B3. WHO、韓国、データベース検索、COVID-19 関連 (島崎)

WHO 本部および各地域事務局が発行する室内空気質に関連するガイドライン、ならびに、韓国における室内空気質に関する法規制を参照し、当研究が対象とする興行場に関する規制や推奨事項を探索した。国際室内環境質・気候学会 (the International Society of Indoor Air Quality and Climate: ISIAQ) が公開する、室内環境質ガイドラインデータベース (the Indoor Environmental Quality (IEQ) guidelines database

<https://www.ieqguidelines.org/>) を参照し、各国の興行場等を対象とした、①室内空気質、ならびに、②室内換気に関する法規制を検索した。新型コロナウイルス感染症対策に係る興行場に関するガイドライン等の所在について、検索を行った。

C. 調査結果

C1. 欧州、日本、COVID-19 関連

C1.1. J-Stage による調査結果

以下に検索キーワードとヒット数、内容概要を示す。

(1) ステップ 1

- ① 映画館 3,047 件
- ② 劇場 10,438 件

(2) ステップ 2 (絞り込み)

- ① 映画館 環境 1,618 件
- ② 劇場 環境 4,172 件
- ③ 映画館 空気環境 5 件

この 5 件は何れも映画館の内容ではなかった。

- ④ 劇場 空気環境 26 件

この 26 件のうち、関連する 2 件は以下の通りである。何れも 90 年代の研究であり、温熱環境や換気効率に関する検討結果の報告である。

- 1) 橋 太ら: 5,000 人収容多目的ホールの温熱・空気環境に関する模型実験(その 3): 音楽系イベント開催時における冷房時の温熱環境、三空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 1994。

https://doi.org/10.18948/shasetaikai.1994.3.0_1473

- 2) 孔鉄男ら: 床吹き出し空調方式の劇場での温熱空気環境に関する CFD 解析: その 2 上部階席の温熱環境・換気効率および全体空間での温度・湿度分布に関する検討 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 2000。

https://doi.org/10.18948/shasetaikai.2000.1.0_241

- ⑤ 映画館、環境管理 14 件

このうち下記の 2 件は関連する内容であった。

- 1) 渡辺弘ら: 映画館の空気性状、生活衛生 6・2、pp.62-68、1962
- 2) 門脇亜美ら: 超微細なパルス射出を用いた一呼吸中におけるにおいの時間特性の測定、におい・かおり環境学会誌, 第 42 巻, 第 1 号,

pp.51-58, 2011

上記渡辺らの報告は、温湿度、風速、塵埃数、落下細菌の実態調査結果に関する内容であった。門脇らの報告は、香料を最小化する射出タイミングを解明するために、実験協力者の一呼吸中において香料を提示した際の臭覚の時間特性を詳細に測定した結果に関する内容であった。

⑥ 劇場、環境管理 19件

⑦ 映画館、衛生管理 13件

⑧ 劇場、衛生管理 34件

上記の⑥~⑧において、関連性のあるのは何れも上記渡辺らの1件のみであった。

C1.2. Scopus による調査結果

以下に検索キーワードとヒット数、内容概要を示す。

① movie AND theatre 1,555件

② movie AND theatre AND air quality 142件

ここでは、上記の142件中に関連性のある論文と記事計3件について述べる。

1) Giuseppe Petrone, et al. A multi-physical simulation on the IAQ in a movie theatre equipped by different ventilating systems. BUILD SIMUL (2011) 4: 21-31.

<https://doi.org/10.1007/s12273-011-0027-6>

この論文は、温度分布、気流速度分布、CO₂濃度分布について検討を行った。空調・換気方式によってCO₂濃度の分布は異なることが報告されている。

2) ROGER CHANG. Historic Theaters and Their Impact on Air Conditioning Today. ASHRAE Journal, December, 2019. Pp.44-53, 2019.

この記事はASHRAE125周年の特別寄稿であり、映画館空調システムの変遷について述べている。

3) Chenjiyu Liang, et al. Is it Safe to Reopen Theaters During the COVID-19 Pandemic? Frontiers in Built Environment. Volume 7,

Article 637277.

<https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.637277>.
2021.

この論文では、Covid-19流行期間中に映画館内の感染リスクについて検討を行った。

感染確率について、次の結論が述べられている。全ての聴衆が75%の捕集率のマスクを着用すれば、感染確率を93.7%減らすことができる。最大感染確率と平均感染確率は、それぞれ0.20と0.03%を超えず、十分に安全であると見なされる。したがって、パンデミック期間中に観客は映画を見るときにマスクを着用する必要がある。

C1.3. 各省庁や団体から公開された興行場におけるCovid-19の対策

関連団体のホームページ上に表1に示すガイドラインが公表されている。ガイドライン中に詳細な対策方法が示されている。文部科学省、厚生労働省、経済産業省の関連団体から積極的に発信されている。

C1.4. その他

(1) 空気調和・衛生工学便覧(第14版)に示されている映画館の空調システムは、床吹出と壁吹出を併用する方式である。

(2) 日本の自治体を代表する東京都福祉衛生局ホームページでの検索を行った。キーワードとヒット数、内容概要は以下の通りである。

① 興行場 400件

② 興行場 劇場 0件

③ 興行場 映画館 0件

④ 劇場 0件

⑤ 映画館 232件

⑥ 映画館 53件

上記の何れも映画館や劇場の環境管理に関するものではなかったが、中では1件が空気検査に関する結果であった。東京都は、映画館、多目的ホール等の興行場について、夏期と冬期の年2回、場内の空気検査を実施している。

表 1 業種別ガイドライン

令和 3 年10月15日現在

1. 劇場、観覧場、映画館、演芸場		
担当省庁名	団体名	掲載ガイドライン
文部科学省	公益社団法人 全国公立文化施設協会	劇場、音楽堂等における新型コロナウイルス感染拡大予防ガイドライン
文部科学省	クラシック音楽公演運営推進協議会	クラシック音楽公演における新型コロナウイルス感染拡大予防ガイドライン
文部科学省	緊急事態舞台芸術ネットワーク	舞台芸術公演における新型コロナウイルス感染予防対策ガイドライン
文部科学省	一般社団法人全日本合唱連盟	合唱活動における新型コロナウイルス感染症拡大防止のガイドライン
厚生労働省	全国興行生活衛生同業組合連合会（映画館）	映画館における新型コロナウイルス感染拡大予防ガイドライン
厚生労働省	全国興行生活衛生同業組合連合会（演芸場）	演芸場における新型コロナウイルス感染拡大予防ガイドライン
経済産業省 文部科学省	一般社団法人コンサートプロモーターズ協会	音楽コンサートにおける新型コロナウイルス感染予防対策ガイドライン（無観客公演関係）
	一般社団法人日本音楽事業者協会	
	一般社団法人日本音楽制作者連盟	
経済産業省 文部科学省	一般社団法人コンサートプロモーターズ協会	音楽コンサートにおける新型コロナウイルス感染予防対策ガイドライン（有観客公演）
	一般社団法人日本音楽事業者協会	
	一般社団法人日本音楽制作者連盟	

C2. アメリカ、ISO、ヨーロッパ規格、COVID-19 関連

C2.1. ASHRAE の基準・ガイドライン

興行場の衛生管理に関連する内容が記載されている基準・ガイドラインを7つ挙げ、それぞれに関連する内容について簡単にまとめる。

1) Standard 62.1-2019, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality

- ・建物使用者の健康への悪影響を最小限に抑える室内空気質（IAQ）を提供することを目的とした最小の換気量およびその他の手段を指定することを目的としたもの。換気および空気洗浄システムの設計や運用、保守の要件を定義している。
- ・換気に加え、外気や建設プロセス、湿気、生物等の汚染物質および汚染源に関連する要件が含まれる。
- ・建物の用途でカテゴリー分けされ、建物占有者ごとの必要外気量、床面積あたりの必要外気量、空気質のクラスが示されている。

・「Music/theater/dance」という用途の建物では、使用者の活動は高く、非常に声を出していることに加えて、かなりの有酸素運動があるが、空間に関連する重大な汚染物質はないことから、1人あたりに必要な新鮮外気量は5 [L/s] で、クラス1（汚染物質濃度が低く、感覚刺激強度が低く、不快な臭いのない空気）とすることが示されている。ただし、施設使用者数により導入外気量を制御するデマンド制御換気（DCV）を採用することができるとも書かれている。

2) Guideline 29-2019 -- Guideline for the Risk Management of Public Health and Safety in Buildings

- ・新築および既存の建物における複数のリスクを軽減するための対策の評価、設計、および実装のためのガイダンス。
- ・このガイドラインの主な対象は空気、食物、水が含まれ、異常な（extraordinary）イベントには、火災、地震、化学的および生物学的物質の

放散、爆風、その他の異常な危険が含まれる。

- ・建物使用者の健康と安全に影響を与える建物の性能、つまり化学的、生物学的、および放射線学的 (CBR) 保護や防火、排煙、濾過、空気質、汚染物質の経路や建物外皮についても言及されている。

3) Standard 52.2-2017, Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size

- ・粒子サイズの関数として空気洗浄装置の性能を評価するための試験手順を示したもの。粒子サイズごとの除去効率を計算するために、空気洗浄装置の上流と下流で直径 0.30~10 μ m の浮遊粒子をカウントする方法も示されている。
- ・試験を実施するために必要な機器の性能・仕様および、試験データから得られた結果を計算する方法も示されている。

4) Standard 180-2018 -- Standard Practice for Inspection and Maintenance of Commercial Building HVAC Systems (ACCA Co-sponsored)

- ・商業ビルで許容可能な熱的快適性、エネルギー効率、および室内空気質を達成するシステムの能力を維持するための最小限の HVAC システムの検査および保守要件がまとめられている。
- ・この基準が作成された背景には、それまでは一貫性のない保守、慣行がなされてきたこと、システムに障害が発生した時のみ対処をしてきたこと、個別のコンポーネント (システムの要素) にのみ保守点検が適用されてきたことなどがあり、建物全体の HVAC システムとして、快適性とエネルギー効率を評価することが求められるようになったことがある。

5) Standard 188-2018, Legionellosis: Risk Management for Building Water Systems

- ・新築および既存の商業、機関、集合住宅、工業用の建物とそれに関連する (飲用および非飲用) 水システムおよび構成要素の設計、建設、運用、

保守管理のための最小限のレジオネラリスク管理要件を示している (一戸建て住宅は含まない)。

6) Guideline 12-2020 -- Managing the Risk of Legionellosis Associated with Building Water Systems

- ・5)の基準と同様に、ホテル、オフィスビル、病院、その他のヘルスケア施設を含む新築および既存の商業、機関、集合住宅、工業用の建物の給水システムにおける、レジオネラ菌の管理に関する情報をまとめている。
- ・温水プールやホットスパ、クーリングタワー、水噴霧冷却装置など具体的なシステムについて、レジオネラ菌のサンプリングや管理要件が述べられている。

7) Indoor Air Quality Guide: Best Practices for Design, Construction and Commissioning

- ・1)の Standard 62.1 で対象とする商業用、機関用建物における IAQ について、設計者や建設事業者だけではなく、所有者、コミッショニング事業者、建物評価機関、施設管理者等への情報をまとめたガイドブック。
- ・Objective として、IAQ を維持する管理・設計方法、湿度の制御、屋内外汚染物質の閾値、機械換気の制御、汚染物質の捕捉や空気浄化などが挙げられている。
- ・改修した Theater における空気質の悪化を改善する手法として、デマンド制御換気による CO₂ 濃度の変化についての事例が紹介されている。

C2.2. US EPA の規制

Toxic Substances Control Act (TSCA): Persistent, Bioaccumulative, and Toxic (PBT)

米国の環境保護庁 (EPA) は、2021 年 1 月 6 日付けの連邦官報で、有害物質規制法 (TSCA) の第 6 条の (h) 項に基づいて、以下に示す 5 種類の難分解性、生体蓄積性および毒性 (PBT) を有する化学物質 (PBT 物質)、当該物質を含有する製品 (product) および成形品 (article) の製造、加工

および商業的流通を禁止および制限する最終規則を公表した。

C2.3. 国内の文献

東 *1,2)はアメリカの基本戦略として、以下のよう

に述べた。「アメリカでは、ホルムアルデヒドやVOCsの指針値が策定されていない。住宅の管理責任は居住者にあることや、VOCsによる健康影響は、年間死亡者数が多い受動喫煙や一酸化炭素よりも小さいこと、業界団体からの環境基準作成の要求がなかったことなどが、その理由に挙げられている。1989年に連邦省庁間室内空気質委員会を発足して省庁間の連携を強化し、1)自ら実例を示して導く(Leading by example)、2)研究の実施、3)教育の提供、4)民間の責任の強化等による非規制戦略を実行してきた。

また、環境保護庁は、室内空気質に関連する多数のパンフレットを出版し、関係業界や居住者の自主的な取り組みを促している。」

*1)東賢一：諸外国の室内空気質規制に関する調査研究，日本建築学会環境系論文集，No.597，pp.89-96，2005

*2)東賢一：国内外における室内空気汚染の現状と対策，生活衛生，Vol.54，No.2

C2.4. ISO およびヨーロッパ規格

DIN EN 16798-1, 16798-3 および ISO 17772-1 は、「Set of EPB standards」と呼ばれる建物のエネルギー性能評価方法の国際調和を目的とした一連の規格の一部である。DIN EN 16798-1のScopeには、熱環境、室内空気質、照明および音響に関する室内環境パラメータの要件を規定し、建物システム設計およびエネルギー性能計算のためにこれらのパラメータを確立する方法を規定すると書かれている。本規格では、屋内環境品質を、建物使用者の期待度に対応した4つのレベルに分類しており、通常のレベルは「Medium」であるとしている。

室内空気質については、発生源の制御、換気、およびフィルタ/空気清浄という手段によって制御

されなければならないとし、設計換気量を求める方法について規定されている。例えば、健康に関して影響を与える物質の発生源が特定された場合、それらが健康閾値を下回るような換気量とすることや、室内で検知される個々の汚染物質を希釈するために必要な換気量の計算方法などが示されている。興行場のような非住宅建物については、人が利用しない時間帯にも、材料から放出される汚染物質濃度を制限するために、最低限必要な換気量や運転時間を決定することとされている。また、空気をフィルタまたは同様の装置に通すことで、屋外の空気取り入れ口からの浮遊汚染物質(花粉、カビ、粉塵など)の量を削減すること、室内空気中の汚染物質の量を減らすために、二次空気や還気をフィルタまたはその他の空気清浄装置に通過させることにも触れられている。ISO 17772-1にも同様に設計換気量を求める手順が示されており、付属書には、WHOによる、健康への影響を考慮した室内・外気の汚染物質の閾値の記載もある。

DIN EN 16798-1 付属書 B.3 には、室内空気質と換気量の基準が示されている。非住宅用途の建物については、使用者の占有率(Occupancy)と建物由来の汚染物質排出量により、換気量が計算できるとされている。予測される不満足者率で区分された建物の用途別の1人あたりの換気量、建物からの汚染物質排出量に応じた床面積あたりの換気量が示されている。

例えば、10m²のオフィスの場合、オフィスの占有率が0.1人/m²で、カテゴリーIIIでLow polluting buildingを選択すると、10m²×0.4 L/(s・m²)=4 L/sとなり、一方、10m²×0.1人/m²=1人に対してはカテゴリー3で4 L/s必要とされているので、その和として、8 L/sが設計換気量として求められる。映画館のように占有率の高い施設では、同じ面積でも使用人数が多くなるため、より多くの換気量が必要となることが推測される。

DIN EN 16798-3には、非住宅建物について、計算された設計換気量を達成するための換気・空

調システムの技術的要件と、省エネルギー性能を計算する方法が述べられている。空気浄化の方法として、空気清浄機については述べられていないが、フィルタによる外気の浄化については、屋外の粒子汚染レベルと必要な供給空気の質、特定の状況（稼働時間、粉塵負荷、特殊な局所汚染状況など）に応じて、様々なレベルでのろ過が必要であるとされている。

ISO 16000 シリーズでは、室内空気のサンプリング方法、様々な化学物質の分析方法等が示されている。例えば、ISO 16000-8 は、建物内の換気状態の指標として、局所的な空気の平均空気齢を決定するための単一トレーサーガスの使用について述べたものである。建物の換気要件が満たされているかどうか、室内空気質に問題がある建物の換気の適切性の推定、室内の汚染物質排出源の分布の評価に利用される。

ISO/TC 205 によって規格化された ISO 16814 は、建物および暖房、換気、空調システムの設計での使用を目的とした、許容可能な屋内環境（熱、音響、照明および室内空気質 IAQ）を実現するための新築・改修方法を規定する一連の国際規格の 1 つである。ISO 16814 は、IAQ を表現する方法と、優れた IAQ を達成するという目標を設計プロセスに組み込む方法を対象とする。この方法の目的は、室内空気汚染物質を、一般的な温熱環境下で汚染物質が有害な影響を及ぼさない濃度レベル以下に制御することである。選択した方法に応じて、設計者はさまざまなアプローチを適用して良好な IAQ を達成できる。

このように、欧州規格・ISO では、設計換気量の決定方法、室内空気質の測定・評価方法、および目標とする室内空気質を達成するための設計方法が詳細に記述されている。

C.2.5. 海外の映画館の空気質管理の動向

COVID-19 による行動の制限が緩和された後、ドイツの映画館では入場者に安全な環境を提供する取り組みが強化された。連邦政府文化メディア

委員会（BKM）の資金提供を受け、フラウンホーファー研究所が、「Covid-19 感染症パンデミック時の屋内空気衛生と映画館における空気浄化技術の使用に焦点を当てた」CineCov プロジェクトを実施することが、2021 年 12 月にプレスリリースされた。実際の映画館で、鑑賞者の体温による空気温度への影響を考慮するための温度制御されたダミー人形と、代替ウイルス粒子を用いて、既存の換気設備に加え、新規の空気浄化技術（活性酸素や UV-C を使用するもの）を使用した場合と使用しない場合の、粒子数の低減効果が比較された。MedKlinn による、フラウンホーファー研究所の報告書の抜粋によれば、既存の換気設備の希釈効果でも希釈効果はあり、実験ではウイルス粒子数や TVOC のレベルはドイツ連邦環境庁によって定められた閾値内となったものの、空気浄化技術と比較して効率が低いことが示された。映画館が満員になる前に換気が十分に作動していない場合や十分な新鮮な空気が導入されない場合は、空気浄化技術の追加を検討することが推奨されている。

2021 年 3 月のアメリカの空調に関する雑誌の記事によると、アメリカに本社を置く映画館運営会社が、各映画館の空調設備のフィルタを高性能なものに変更したことに加え、バイポーライオン空気浄化システムを設置するなど、空気質を維持するための投資がなされたことを紹介しており、従来よりも映画館での空気質に注目が集まっていることがうかがえる。

C2.6. 各国の換気・水質確保に関する基準の調査

給排水設備や水質に関する基準はイギリス (BS8580 : Water Quality. Risk assessments for Legionella control) と中国 (GB55020-2021 建筑给水排水与节水通用规范 General code for design of building water supply and drainage and water saving) のものが確認できた。BS8580 では、レジオネラ属菌のリスク評価、建物内の水設備でのレジオネラ属菌増殖に対する設計・管理上の配慮についての記述がある。特に、噴水やプ

ール、スプレー式加湿器において、微生物の増殖を防ぐため、システムは定期的な運転と洗浄のプロセスを組み込むことによって停滞を避けるための細心の注意を含め、加湿器に良質の水を供給することに重点を置くことが注意されている。

GB55020 では、一般規定として、給水管・貯水・加圧設備の汚染防止、排水設備から汚水や廃水を安全かつ確実に排出することについて様々な規定がある。特に、スイミングプール、娯楽・レジャー施設の給水システムについては、水質の定期・非定期検査項目とその閾値、衛生基準値が細かく規定されている。なお、人体に直接接触する噴水設備の水質は、現在の国家基準「飲料水の衛生基準」GB5749 の要件に準拠するとされており、例えば映画館での 4D 上映で水が噴霧される場合は、この基準が準用される可能性があると考えられる。

換気・空気質については、イギリス(BS5925: 1991 Code of practice for Ventilation principles and designing for natural ventilation)、中国(GB50736-2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范 Design Code for Heating Ventilation and Air Conditioning for Civil Buildings)、ベルギー(The NBN D50-001 1991 Standard and the Wallon Regulations on ventilation)、チェコ(No. 303/2022)、デンマーク(DS 447)、フィンランド(NBC-D2)の 6 か国の基準を参照したが、チェコ、デンマーク、フィンランドの基準からは興行場の換気に関連しそうな項目が読み取れなかった。

BS5925 の建物の用途別の換気量として、「Thertres」では、1 人あたり 8 [L/s]、最低でも 5 [L/s]の換気を行うことが推奨されている。8 [L/s]は、28.8 [m³/h]となるため、日本のオフィスの目安である 30 [m³/h]に近い。なお、喫煙者の多少によって、必要換気量が変わることも示されている。

GB50736 では、建物用途として「theater, concert hall, conference hall, multi-function

hall, meeting room」という用途が挙げられており、1m²あたりの人数を P として、 $P \leq 0.4$ の時、1 人あたりの換気量が 14 [m³/h]、 $0.4 < P \leq 1.0$ の時 12 [m³/h]、 $1.0 < P$ の時 11 [m³/h]、となっている。なお、一般のオフィスは日本と同じ 1 人あたり 30 [m³/h]である。

NBN D 50-0001 でも用途別に換気量が規定されており、映画館等に最も近い「Auditorium, conference room」において、床面積 1m²あたり 23 [m³/h]とされている。映画館では、施設管理部分を除いた客席部分での 1 席あたりの床面積は 0.5~0.7 [m²]であることが多く、1 人あたりにすると 11.5~16.1[m³/h]となり、中国の GB50736 と同程度であることがわかる。

C3. WHO、韓国、データベース検索、COVID-19 関連

C3.1. WHO

WHO 本部および WHO 欧州地域事務局により、室内空気質に関する以下のガイドラインが公開されていた。特定の公共施設や興行場等を対象としたガイドラインは見受けられなかった。

①WHO 本部: Guidelines for indoor air quality:

Household fuel combustion (2014)

<https://www.who.int/publications/i/item/9789241548885>

建築物内にて暖房や調理に使用される燃料の燃焼（不完全燃焼）により生じ、健康影響をきたす PM_{2.5} 濃度および一酸化炭素濃度を対象としていた。

②WHO 本部: Factsheet: Household air pollution and health (2022)

<https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/household-air-pollution-and-health>

世界の 24 億人が室内大気質汚染を生じる燃料（木炭、練炭等の固形燃料）を暖房や調理に使用しており、燃料の燃焼（不完全燃焼）により生じる

一酸化炭素や PM2.5 等の物質により生じる室内大気質汚染は 320 万人の死亡に寄与していること、そのうち 5 歳以下の死亡数は 23.7 万人に上ること、主な主な死因は脳卒中、虚血性心疾患、COPD、肺がん等であることが示された。

③WHO 欧州事務局: guidelines for indoor air quality: dampness and mould (2009)
<https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2009/damp-and-mould-health-risks,-prevention-and-remedial-actions2/who-guidelines-for-indoor-air-quality-dampness-and-mould>

室内の湿気と微生物（特に真菌類）の繁殖に関わる健康問題について、学術文献等を中心とした科学的証拠のレビューが行われており、換気等の湿度制御に関する手法や、健康影響に関する疫学調査事例が示されていた。

④WHO 欧州事務局: Guidelines for indoor air quality - selected pollutants (2010)
<https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/who-guidelines-for-indoor-air-quality-selected-pollutants>

室内空気質に係る化学物質を対象としたガイドラインであり、ベンゼン、一酸化炭素、ホルムアルデヒド、ナフタレン、二酸化窒素、多環芳香族炭化水素が対象であった。

C3.2. 韓国

環境省が所管する Indoor air quality control act が室内空気質に関する規制を定めており、適用対象は図書館、博物館、映画館、展示場等、不特定多数が使用する施設であった。また、電車等の公共交通機関も対象に含まれていた。

具体的な基準項目や適用の要件など詳細については同法の省令にて規定されていた。興行場等を含む施設を対象に、8 項目 (PM10, PM2.5, 二酸化炭素, ホルムアルデヒド, 一酸化炭素, 二酸化窒素, ラドン, 総 VOCs) が定められていた。なお、

本邦の特定建築物を対象とした、建築物環境衛生管理基準にて規定されている項目は、7 項目 (浮遊粉じん, 一酸化炭素, 二酸化炭素, 温度, 湿度, 気流, ホルムアルデヒド) である。規制対象が異なるため一概に比較はできないものの、韓国の基準項目は浮遊粉じんを PM₁₀, PM_{2.5} に分けて設定していること、二酸化窒素, ラドン, 総 VOCs が含まれること、一方で温湿度や気流は含まれないことが特色であった。なお、映画館等の興行施設のうち、「室内公演場・室内体育施設等」については別立てとなっており、PM₁₀ のみ基準値が設定されていた。また、「医療施設・高齢者療養施設等」についても同法の範疇に含まれており、多くは映画館等よりも厳しい基準値であるとともに、微生物に係る基準項目 (浮遊細菌, かび) も設定されており、健康上のリスクが高い患者への考慮がうかがえた。

C3.3. 室内環境質ガイドラインデータベースによる各国の基準の調査

当該の the Indoor Environmental Quality (IEQ) guidelines database では、室内空気質および室内換気に関し、36 国・1 地域の法令やガイドラインが収録されていた。

①室内空気質(Indoor Air Quality)

公共施設または商業施設を対象とした法令やガイドラインは 8 カ国・地域 (ブラジル、中国、香港、ナイジェリア、ノルウェー、ポルトガル、南アフリカ、タイ) において設定されていたものの、映画館などの興行場を対象とした法令等は見受けられなかった。

ブラジルは、Resolucao 09/2003 – ANVISA において 5 項目 (室温、相対湿度、CO₂、PM₁₀、空気由来真菌) を対象としていた。

中国は、China National Indoor Air Quality Standard (CNIAQS) において 2 項目 (ラドンおよび空気由来全菌数) を対象としていた。

香港は、IAQ objectives for offices and public places において 9 項目 (CO₂, CO, PM₁₀, NO₂, O₃, ホルムアルデヒド, TVOCs, ラドン, 空気由来全

菌数)、A guide on indoor air quality certification scheme for offices and public places において 2 項目(室温, 相対湿度)を対象としており、いずれも「優(excellent class)」および「良(good class)」の基準値が設けられていた。うち NO₂ とホルムアルデヒドは、8 時間平均値と 1 時間(NO₂) または 30 分(ホルムアルデヒド) 平均値が設けられていた。

ナイジェリアは、National Environmental (Air Quality Control) Regulations, 2021 において 11 項目を対象としており、その内訳は香港と大部分が共通していたものの、CO₂ が含まれず、風速が含まれていた(CO, PM₁₀, NO₂, O₃, ホルムアルデヒド, TVOCs, ラドン, 空気由来全菌数, 室温, 相対湿度, 風速)。

ノルウェーは、Indoor air quality および Thermal conditions に関する各ガイドラインにおいて、室温のみを対象としていた。

ポルトガルは、SAÚDE E AMBIENTE E AÇÃO CLIMÁTICA Portaria n.º 138-G/2021 において、9 項目(CO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5}, ホルムアルデヒド, TVOCs, ラドン, 空気由来全菌数, 空気由来真菌)を対象としていた。

韓国は、IAQ Management Act において、2 項目(PM₁₀,ホルムアルデヒド)を対象としているとされた。

タイは、Notification of indoor air quality for public buildings B.E 2565 (2022)において、12 項目(CO₂, CO, PM₁₀, PM_{2.5}, O₃, ホルムアルデヒド, TVOCs, 全菌数, 全真菌数, 室温, 相対湿度, 風速)を対象としていた。その内訳は香港やナイジェリアと大部分が共通していたものの、NO₂ とラドンは含まれず、PM_{2.5}が含まれていた。

各項目別に比較すると、CO₂ は 800~1250ppm、CO は 1.7~9ppm、ホルムアルデヒドは 30~100µg/cm³、NO₂ は<21~100µg/cm³、PM₁₀ は 20~200µg/cm³ と各国間で差が見られた。とりわけ、香港およびナイジェリアは厳しい基準値・ガイド

ライン値を採用していた。

②室内換気(Ventilation)

室内換気については、アジアの 3 カ国(中国、シンガポール、タイ)において、興行場等の施設に特化した法令が定められていた。

中国では、ボウリング場、博物館および展示ホール、映画館観客席を対象に、General code for heating, ventilation and air-conditioning of civil buildings において、人口密度(0.4 人/m² 以下・0.4-1.0 人/m²・1.0 人/m² 超)に応じた最小換気量が設定されており、各値はいずれも映画館(11-14m³/時間/人) <博物館(15-19m³/時間/人) <ボウリング場(23-30m³/時間/人)であり、利用者の運動量を反映していた。

シンガポールでは、SS 553: 2016 Code of practice for air-conditioning and mechanical ventilation in buildings において、ダンスホールおよび劇場・映画館観客席を対象に、最小換気量が設定されており、前者が 10.5L/秒/人(37.8 m³/時間/人)、後者が 3L/秒/人(10.8 m³/時間/人)であった。

タイでは、EIT 031010-60 Ventilation for acceptable indoor air quality standard by the Engineering Institute of Thailand (EIT) and Air Conditioning Engineering Association of Thailand (ACAT)において、博物館、カジノ・ゲームセンター、音楽室・映画館・ダンスルームを対象とした推奨換気量が定められており、博物館、カジノ・ゲームセンターは 3.8L/秒/人(13.7 m³/時間/人)、音楽室・映画館・ダンスルームが 5L/秒/人(18 m³/時間/人)であった。各国とも、用途に応じて同程度の換気量が設定されていることが示された。

C3.4. 新型コロナウイルス感染症対策関連

米国ニューヨーク州健康局: Interim guidance for movie theaters during the covid-19 public health emergency (2021.4.26 時点)

<https://www.governor.ny.gov/sites/default/files>

/atoms/files/Movie_Theater_Detailed_Guidelines.pdf

州内の映画館の経営者や管理者に対して、映画館の再開に際して従業員や観客に関する新型コロナウイルス感染症対策を示した暫定ガイドライン。以下の4項目に関する考え方や行動例が示されていた。

①PEOPLE

- ・物理的距離の確保
- ・「密」の回避
- ・運営に関わる従業員数等の制限
- ・人流の制御

②PLACES

- ・空調設備の要件と適切な運用 (MERV-13以上の設備を使用するなど)
- ・保護具 (マスク等) の着用
- ・手指衛生、清掃、消毒
- ・段階的な営業再開
- ・従業員等との意思疎通

③PROCESSES

- ・日常的な健康確認の実施と記録
- ・陽性者と疑わしき事例の健康部局への速やかな情報提供、ならびに、全濃厚接触者の追跡等に関する協力

④EMPLOYER PLANS

- ・事業者による COVID-19 安全計画立案の支援

D. 考察

D1. 欧州、日本、COVID-19 関連

国内では、映画館や劇場の室内空気環境に関する実態調査報告は半世紀前のものであった。現在の映画館や劇場の建築と空調・換気システムと異なるため、参考できるものは殆どなかった。

国内・海外では、近年の研究は主としてシミュレーションの手法を用いたものである。Covid-19 流行期間中に全ての聴衆が捕集率 75%のマスクを着用すれば、最大感染確率と平均感染確率は、それぞれ 0.20 と 0.03%を超えないとのシミュレ

ーションの結果が報告されている。

国内各省庁では、Covid-19 流行期間中に多くのガイドラインが公表されている。感染症対策の視点から参考できるものが多い。

建築物衛生法に関する空気環境とその維持管理に関しては、入手しうる資料は殆どなかった。従って、これから環境に関する実態調査や管理者に対する管理現状のヒヤリングは重要である。

D2. アメリカ、ISO、ヨーロッパ規格、COVID-19 関連

アメリカでは、国としての室内空気質の指針値や規制を見つけることはできなかったが、ASHRAE が基準値や詳細なガイドラインを示していた。特にガイドラインは、空気質だけではなく快適性や省エネ、レジオネラ菌対策、災害等のリスクについても対象としており、設備の構成要素単体ではなく、建物にインストールされた際のシステム全体としての設計と保守・点検、管理に関する具体的な手順が示されていることから、実務の上ではそれらが参照されていると考えられる。ただし、あくまでもガイドラインという位置づけであれば、遵守しないことによる罰則等はないと考えられるため、実際どのように使われているのかについて、今後確認をしていきたい。ヨーロッパや中国では、空気質や換気、水質管理に関する国際・国内基準があることがわかった。

興行場に関連した衛生管理や規制についての情報は空気質についてのみ確認できた。劇場等では観客の代謝量がそれほど大きくないと考えられるため、一般のオフィスと同程度かそれ以下の換気量が推奨されていた。

国内の映画館でも、観客の活動量は少ないものの密度が高く、オープンな飲食物を持ち込むことから、空気質の確保には清浄な空気の導入が必須であるが、常時満員となるわけではないため、省エネの面からは人数によって換気量を制御するDCV (デマンド制御換気) のような方法を導入することも検討の余地があるといえる。

D3. WHO、韓国、室内環境質ガイドラインデータベース、新型コロナウイルス感染症

WHO 本部ならびに欧州地域事務局が公開する各ガイドラインやファクトシートは、健康影響に関する科学的な根拠が明確であり、かつ、疾病負担 (Burden of diseases) が大きいと評価されている化学物質群 (PM_{2.5}、一酸化炭素、二酸化窒素、ベンゼン、ホルムアルデヒド、ナフタレン、多環芳香族炭化水素) や、微生物群ならびに環境因子 (真菌類、湿度等) が対象となっていた。これらは長時間の曝露が想定される居住空間が主な対象となっており、公共施設や興行場等、短時間において不特定多数の利用者が滞在する空間に関する記述は見受けられなかった。

一方、韓国の環境省が所管する Indoor air quality control act では、映画館や展示場等の不特定多数が使用する施設、電車等の公共交通機関、ならびに、医療施設等が対象に含まれていた。規制項目は 8 項目 (PM₁₀, PM_{2.5}, 二酸化炭素, ホルムアルデヒド, 一酸化炭素, 二酸化窒素, ラドン, 総 VOCs) であり、医療施設等に対しては厳しい基準値と微生物に係る基準項目 (浮遊細菌, かび) が設定されていた。

各国の室内空気質や換気量に関する規制データベースを参照すると、前者では映画館などの興行場を対象とした法令等は見受けられなかったものの、後者では興行場等を対象とした法令やガイドラインは 3 カ国に存在しており、いずれも、用途に応じて、各国とも同程度の最小換気量または推奨換気量が定められていた。

米国ニューヨーク州健康局が定める映画館を対象とした COVID-19 感染症に係る暫定ガイダンスは、映画館の所有者や運営会社等を対象に、COVID-19 感染症制御から推奨される最低限の項目について、①人々、②空間、③行動、④事業者計画の 4 項目に関する規範が示されており、既往の CDC による COVID-19 感染症に係る営業再開暫定ガイダンスや、ASHRAE による空調設備に関する

ガイドライン等に基づいていた。なお、通常の映写のみを行う映画館を対象としており、演劇や演奏等の実演を伴う興行場は当ガイダンスの対象外であった。

E. 結論

- 本邦の建築物衛生法に関する空気環境とその維持管理に関して、興行場について入手しうる資料は殆どなかった。従って、これから環境に関する実態調査や管理者に対する管理現状のヒヤリングは重要である。
- アメリカでは、ASHRAE が室内空気質に関する基準値や詳細なガイドラインを示していた。興行場に関連した衛生管理や規制についての情報は、空気質についてのみ確認できた。
- 欧州規格ならびに ISO の建物内の空気質と換気に関わる規格では、興行場に特化したものではないものの、使用者の占有率と建物由来の汚染物質排出量に応じた設計換気量の決定方法、室内空気質の測定・評価方法、および目標とする室内空気質を達成するための設計方法が詳細に記述されていた。
- 給排水設備や水質に関する基準としてイギリスと中国を、興行場等の換気・空気質について、イギリス、中国、ベルギーの 3 カ国の基準を参照し、後者では興行場の用途に応じて奨される換気量が異なること、イギリスの推奨換気量はオフィスと同程度であり、中国およびベルギーよりも多いことが分かった。
- WHO 本部ならびに欧州地域事務局が公開する室内空気質に関するガイドラインは、興行場等の短時間において不特定多数の利用者が滞在する施設を対象としていなかった。一方、韓国の Indoor air quality control act では映画館や展示場等の不特定多数が使用する施設、電車等の公共交通機関、ならびに、医療施設等が対象に含まれていた。
- The Indoor Environmental Quality (IEQ)

guidelines database により各国の法規制やガイドラインを参照したところ、公共施設または商業施設を対象とした室内空気質に関する法令やガイドラインは 8 カ国・地域に存在したものの、映画館などの興行場を対象とした法令等は見受けられなかった。一方、興行場等を対象とした室内換気に関する法令やガイドラインは 3 カ国に存在しており、用途に応じて、各国とも同程度の最小換気量または推奨換気量が定められていた。

- ・国内各省庁では、COVID-19 流行期間中に多くのガイドラインが公表されている。感染症対策の視点から参考となるものが多かった。
- ・米国ニューヨーク州健康局が定める映画館を対象とした COVID-19 感染症に係る暫定ガイダンスは、映画館の所有者や運営会社等を対象とした営業再開に係る運用上の規範が示されていた。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 伊庭千恵美, 島崎大, 柳宇, 開原典子, 戸次加奈江, 本間義規, 林基哉. 建築物の空調換気設備と環境衛生の実態 その 6 海外の規制等に関する文献調査. 第 81 回日本公衆衛生学会総会 ; 2022.10.7-9 ; 甲府. 同抄録集. P-21-11.

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

(このページは空白です)