

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

建築物環境衛生管理における空気調和設備等の適切な運用管理手法の研究
基準不適合率上昇に関する分析

研究代表者 林 基哉 北海道大学 大学院工学研究院 教授

研究要旨

COVID-19 パンデミックに際し、政府機関によって換気の必要性が啓発された。夏期の熱中症、冬期の寒さ対策を踏まえた換気対策を示すなど、WHO 等の国外の情報、国内のクラスター調査の知見を踏まえ、日本独自の対策が発信された。また、感染抑制に必要な換気量、空気の流れに関する定量的な知見が非常に少ないと共に、変異株の流行の影響に関する定量的な推定も困難である中、国立感染症研究所はエアロゾル感染に関する整理を行い、政府の新型コロナウイルス感染症対策分科会は、エアロゾル感染対策として、空気の流れを考慮した効率的な換気方法を示した。これらの対応は、今後の新興再興感染症への対策に影響し、パンデミック時の空調換気運転のあり方、建築設備の設計と維持管理に関する課題を提起した。しかし、COVID-19 のパンデミックに伴って、二酸化炭素濃度の不適率が急激に低下し、温度の不適率が上昇した。行政報告例の空気環境不適率は、COVID-19 パンデミックに伴って、推奨された換気対策による換気量の増加、行動制限に伴う在室者数の減少によって、室内二酸化炭素濃度が低下したと考えられる。また、同様の理由で温度の不適率が増加したと考えられる。

行政報告例の空気環境不適率は、相対湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適率は、2019 年まで、基本的な上昇傾向が継続している。2000 年以降、個別空調方式の比率が高まることで、相対湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適率上昇の要因になった可能性がある。個別空調方式では、室毎の制御が行われるために、建物全体の空気環境制御が十分に行われなため、室間差や時間変化が発生する可能性が高い。このために、定期的測定や立入検査において、基準を満たさない結果が増えると考えられる。このような機序によって、報告聴取の増加、省エネルギーの影響、外部環境の変化に加えて、個別空調の普及によって、温度、相対湿度、二酸化炭素濃度の不適率が上昇したと考えられる。

A. 研究目的

1960 年代の建築物の大型化や高層化に伴って、建築物の衛生環境の悪化に伴う健康影響が指摘された¹⁾。1970 年に「建築物における衛生環境の確保に関する法律（建築物衛生法）」が制定され、空調、給水等について建築物環境衛生管理基準が定められた²⁾。建築物衛生法では、興行所、百貨店、集会場、図書館、博物館、美術館、遊技場、店舗、事務所、学校、旅館の特定用途に使用される建築

物を「特定建築物」とし、自治体の立入検査等の監視指導対象としている。制定後の建築物の省エネルギー化、シックハウス問題等の建築物に係る状況の変化に対応するため、2002 年に政省令改正が行われ特定建築物の対象、空調・換気設備の対象、空気環境の管理項目の追加などの見直しが行われた²⁾。

自治体による立入検査等の結果は、行政報告例としてまとめられている。行政報告例における建

建築物環境衛生管理基準に対する不適率は、給水関係については低下又は安定しているのに対し、空気環境項目の温度、湿度、二酸化炭素濃度は1999年以降持続的に上昇している。給水関係に関する監視指導に比べ、空気環境に関する監視指導については十分な効果が得られていないことが指摘される。空気環境の維持は、シックビル症候群等の建築物に起因する健康影響を防除するための基本であるため、不適率上昇の原因を明らかにし、有効な改善策を示すことが求められている。

これまでに、東、池田らは、行政報告例を分析し、学校と事務所の不適率が高いことを示し、個別空調の普及、省エネルギー意識の高まり、学校における換気頻度の減少等を要因として挙げた³⁾。また、中川らは外気の二酸化炭素濃度上昇を東京都における不適率上昇の要因とした⁴⁾。また、立入検査に代わって、ビルメンテナンス業による法定検査データを利用する報告徴取が増加していることによって、不適率判断の状況が変化していることが指摘されている⁵⁾。

省エネルギー等の建築物を取巻く状況の変化の中、建築物の衛生環境を維持するには、建築設備技術、衛生管理、監視指導、制度など、総合的な検討が常に必要であるが、その基礎として行政報告例の特性を把握した上で不適率上昇の機序を明らかにすることが急務となっている。さらに、COVID-19 パンデミックによって、感染抑制のための換気対策などによる室内空気環境の変化が発生していると考えられている。

B. 研究方法

B1. COVID-19 パンデミックに伴う室内空気環境対策

COVID-19 パンデミックにともなう我国の室内環境対策に関する通知や知見を整理した。

B2. 行政報告例の空気環境不適率推移と関連要因

空気環境不適率の上昇要因を明らかにすることを目的に、2021年度までの行政報告例における不

適率の推移を整理し、不適率上昇の関連要因に関する考察を行った。

C. 研究結果

C1. 浮遊飛沫感染対策に関するエビデンス整理

2020年1月から、日本における新型コロナウイルス感染症(COVID-19)のクラスター感染が発生し始め、3年以上にわたって感染拡大の波が繰り返されている。感染拡大当初は、新型コロナウイルスの感染経路は、インフルエンザの場合と同様に、接触感染と飛沫感染であると想定し、*通常生活での感染リスクは高くない*としていた。しかし、*初期のクラスター感染の状況から浮遊する飛沫による感染の可能性を検討し、2020年3月には換気が悪い密閉空間をクラスター感染の要因として挙げ、換気の確保を求めた*^{6),7),8)}。上記の換気対策の基礎となった調査等について、以下に概要を示す。

C1.1. 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(2020年3月30日)⁶⁾

新型コロナウイルス感染症対策専門家会議の「新型コロナウイルス感染症対策の見解」(2020年3月9日及び3月19日公表)、集団感染が確認された場所で共通する3条件が示されている。

新型コロナウイルス厚生労働省対策本部では、この見解を踏まえ、リスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するため、多数の人が利用する商業施設等において推奨される換気方法をまとめた。

(ア) 機械換気については、建築物衛生法に基づく必要換気量(一人あたり毎時30m³)が確保できていることを確認すること。必要換気量が足りない場合は、一部屋あたりの在室人数を減らすことで、一人あたりの必要換気量を確保すること。

(イ) 窓開け換気については、換気回数を毎時2回以上(30分に一回以上、数分間程度、窓を全開する。)とすること。空気の流れを作るため、

複数の窓がある場合は二方向の壁の窓を開放すること。窓が一つしかない場合はドアを開けること。

C1.2. 厚生労働省新型コロナウイルス感染症対策アドバイザーボード（2020年7月30日）

新型コロナウイルス感染症は、「飛沫感染」及び「接触感染」が主たる感染経路と考えられてきたが、わが国においては、2月に基本方針を策定した頃から、いわゆる「3密」の条件における「飛沫感染」や「接触感染」では説明できない感染経路を指摘し、対策に取り組んできた。「3密」と「大声」に関連する感染経路として、最近になっていわゆる「マイクロ飛沫感染」が世界的にも重要と認識されている。様々な状況証拠から「3密」と「大声」の環境においては、「飛沫感染」や「接触感染」に加えて、「マイクロ飛沫感染」が起りやすいものと考えられている。一方で、屋外を歩いたり、感染対策がとられている店舗での買い物や食事、十分に換気された電車での通勤・通学で、「マイクロ飛沫感染」が起きる可能性は限定的と考えられる。

C1.3. 新型コロナウイルス感染症予防のための夏期における室内環境対策-建築衛生分野の研究者からの報告（2020年5月20日）¹⁰⁾

新型コロナウイルスに関連した最新のエビデンスの収集・整理に基づいて、夏期冷房時の換気対策についてまとめた。現時点でのエビデンスからは、換気量等の具体的な基準値を示すことが難しいため、状況に応じて推奨される空調・換気の対策を示している。今回の取りまとめ内容以外に留意すべきことも含めて、以下のような推奨と注意喚起が必要であると考えている。

【すべての室内空間について】

- i. 新型コロナウイルスの感染防止のためには、換気の確保が必要である。
- ii. 窓等の開放は換気に有効であり、より大きくより長く開放することが望まれる。
- iii. 夏期には、熱中症対策など健康維持のために冷房が必要である。（冬期には、ヒートショ

ック対策など健康維持のために暖房が必要である。）

- iv. 一般のエアコンでは換気が行えないため、機械換気及び窓等の開放が必要である。
- v. 窓等の開放時には、虫や鼠などの衛生動物に対する対策が必要である。

【空調・換気設備を有する場合】

- vi. 設備の維持点検によって、設計換気量が得られることを確認する。
- vii. 1人当たりの換気量を確保するために、在室人数を制御する。また、在室時間を短くする。
- viii. 空調・換気設備の調整による換気効果の向上、空気清浄器の利用、冬期の加湿器の利用などの対策については、建物用途、空調・換気設備、使用状況に応じた検討が必要である。

C1.4. 冬場における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について（2020年11月27日）

11)

厚生労働省新型コロナウイルス感染症対策推進本部では、外気温が低い環境下において、新型コロナウイルス感染症のリスク要因の一つである「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気と、室温の低下による健康影響の防止をどのように両立するかについて、推奨される方法をまとめた。

- ① 機械換気について、機械換気設備が設置された商業施設等は、機械換気設備等の外気取り入れ量等を調整することで、必要換気量（一人あたり毎時 30m³）を確保しつつ、居室の温度及び相対湿度を 18℃以上かつ 40%以上に維持する。機械換気設備が設置されていない商業施設等、または、機械換気設備等が設けられていても換気量が十分でない商業施設等は、暖房器具を使用しながら窓を開けて、居室の室温 18℃以上かつ相対湿度 40%以上を維持しつつ、適切に換気を行う必要がある。
- ② 窓開け換気について、居室の温度及び相対湿度を 18℃以上かつ 40%以上に維持できる範囲内で、暖房器具を使用しながら、一方向の窓を常

時開けて、連続的に換気を行うこと。また、加湿器を併用することも有効である。

- ③ 居室の温度及び相対湿度を 18℃以上かつ 40% 以上に維持しようとする、窓を十分に開けられない場合は、窓からの換気と併せて、可搬式の空気清浄機を併用することは換気不足を補うために有効であること。空気清浄機は、HEPA フィルタによるろ過式で、かつ、風量が 5m³/min 程度以上のものを使用すること。人の居場所から 10 m²程度の範囲内に空気清浄機を設置し、空気のおどみを発生させないように外気を取り入れる風向きと空気清浄機の風向きを一致させること。
- ④ 換気の確認については、換気が必要換気量を満たしているかを確認する方法として、室内の二酸化炭素濃度を測定し、その値が 1000ppm を超えないことを監視することも有効である。ただし、窓開け換気に加えて空気清浄機を併用する場合、二酸化炭素濃度測定は空気清浄機の効果を評価することができず、適切な評価方法とはならない。

C1.5. 新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) の感染経路について 国立感染症研究所(掲載日:2022年3月28日)¹²⁾

SARS-CoV-2 は、感染者の鼻や口から放出される感染性ウイルスを含む粒子に、感受性者が曝露されることで感染する。その経路は主に3つあり、①空中に浮遊するウイルスを含むエアロゾルを吸い込むこと(エアロゾル感染)、②ウイルスを含む飛沫が口、鼻、目などの露出した粘膜に付着すること(飛沫感染)、③ウイルスを含む飛沫を直接接触したか、ウイルスが付着したものの表面を触った手指で露出した粘膜を触ること(接触感染)、である^{7),8)}。また、感染者との距離が近いほど(概ね1-2メートル以内)感染する可能性が高く、距離が遠いほど(概ね1-2メートル以上)感染する可能性は低くなる^{8),9)}。特に換気が悪い環境や密集した室内では、感染者から放出された感染性ウイルス

を含む粒子が空中に漂う時間が長く、また距離も長くなる。こうした環境に感染者が一定時間滞在することで、感染者との距離が遠いにもかかわらず感染が発生した事例が国内外で報告されている¹³⁾⁻¹⁸⁾。

C1.6. 緊急提言(20220714)における換気対策¹⁹⁾

C1.6.1. 2つのエアロゾル感染への対策

これまでの換気対策では、換気によって空気中のエアロゾルを排出するために、換気量を確保することが求められたが、この提言では、以下に示すエアロゾル感染の特性を考慮して効率的な換気の実施を求めている。

感染者から放出されるウイルスを含むエアロゾルは、1μm以下の微小なものから100μmを超えるものまで含まれている。大きなエアロゾルは、重力によって落下するが、落下しないエアロゾルは空気中に浮遊する。空気中で水分が蒸発して秒単位の速さで縮小してより浮遊しやすくなる。エアロゾルは咳やくしゃみなどの放出速度が速い場合は前方に飛ぶが、小声での会話やマスク着用時など放出速度が低い場合は、室内気流に乗って運ばれる。特に気流が弱い室内では人体発熱による上昇気流に乗る。しかし、多くの場合は空調や換気等によって気流があるため、その気流に乗って移動する。

このため、感染者の風下では、小さい粒径ばかりではなく大きな粒径のエアロゾルも伝搬する。それに対して、距離が大きい場所では大きな粒径は落下し、小さなエアロゾルは拡散によって薄められる。しかし、換気が悪い場合には、拡散したエアロゾルが空間内で蓄積され、距離にかかわらずエアロゾル濃度が高くなる。このようなエアロゾルの挙動を考慮して、A 大きなエアロゾルが伝搬する風下での感染と B 換気の悪い空間でのエアロゾルの拡散充満による感染の双方に対処する必要がある。

C1.6.2. エアロゾル感染対策のための効果的な換気方法

エアロゾル感染対策のための効果的な換気方法として、上記の A の対策として空気の流れに配慮すること、上記の B の対策として換気量の確保が必要である。室内でエアロゾル発生が多いエリアから排気し、その反対側から外気を取り入れることで、風下での感染リスクを抑えると同時に、室内のエアロゾル濃度を効率的に抑制することが出来る。このような空気の流れを作るために、厨房換気扇や扇風機を用いて排気し、反対側の窓やドアを利用する。このような空気の流れが作れない場合には、空気清浄機でエアロゾルを捕集する必要がある。

従来指摘されている通り、夏期や冬期には外気の流入による室内環境の悪化に注意する必要がある。室内温湿度、CO₂ 濃度をモニターして、暖冷房、換気を調整することが必要である。

C1.6.3. 空気の流れを阻害しない飛沫防止対策

飛沫感染防止のために、特にマスクが使用できない場合には飛沫防止境界（パーティションやカーテン等）が必要である。しかし、高いパーティションや天井からのカーテンなどによって、空気の淀みが発生してエアロゾルの濃度が高くなる。空気の淀みが生じないように、パーティションの高さを低くし、空気の流れに沿う方向に設置する必要がある。

C1.6.4. 施設の特性に応じた留意点

高齢者施設、学校、保育所等の特性に応じた留意点の中で、高齢者施設については空気の流れに関する留意点が以下のように示された。

- ① 望ましい空気の流れは、“エアロゾルを発生させる人⇒ファン(サーキュレータ・扇風機)⇒排気口(換気扇(排気)・窓+ファン)”。ファンはエアロゾルを発生させる人の風下側に設置し、その間には立ち入らないこと。(介護の場合は、介護者(マスク着用)⇒被介護者⇒扇風機⇒排気口[排気扇や窓])

- ② マスクを着用していない有症状者に対し、食事、入浴、口腔介助のように飛沫が飛散する介護を行う場合、フェイスシールドとマスクの二重使用による飛沫対策を行うとともに、大量に発生するエアロゾルに対応できるよう、局所的な換気対策を実施。

- ③ 空気がスムーズに流れるように、ファンの強さや位置を調整。(空気が流れる方向を、スモークテスター、線香、ティッシュや糸などを利用して確認。)

- ④ 二酸化炭素濃度測定器を設置することにより、更衣室、脱衣所、職員休憩室の換気状況を常に確認するとともに、必要に応じて同時に利用する人数を制限。

C2. 行政報告例の空気環境不適率推移と関連要因

C2.1. 空気環境不適率の上昇要因に関する分析(20,21)

図 1 に、行政報告例における特定建築物の届出件数、調査数(報告徴取数と立入検査数の合計)の推移を示す。特定建築物数は、全国すべての自治体で増加している。一方、調査数には増加傾向が見られず、調査の頻度は低下している。

図 2 は、給水(注 1)と雑用水(注 2)の各項目の不適率の最大値、平均、最小値を示す。給水は、2002 年の省令改正後に上昇するが、その後低下した。雑用水は省令改正により規定され、その後低下した。また、「排水設備の清掃の実施」、「大清掃の実施」、「ねずみ等の防除の実施」の不適率は 5~14% の範囲でいずれも低下傾向を示した。これらの項目では不適率が安定又は低下している。

図 3 は、空気環境の不適率を示す。湿度、温度、二酸化炭素濃度は不適率が高く 1999 年度以降に継続的な上昇が見られる。また、温度は 2011 年度から 2014 年度に一時的な上昇が見られる。空気環境の不適率の上昇要因として、1999 年の省エネルギー法改正にともなう換気量、設定温湿度の調整、個別空調の普及、2011 年の東日本大震災後の節電に伴う設定温度の調整の影響の可能性が伺える。

特定建築物の空気環境不適率の上昇要因を明らかにするために、2017年までの行政報告例の不適率の実態把握、不適率上昇要因に関する統計解析、外気濃度上昇、省エネルギー等に伴う換気量減少の不適率への影響に関する分析が行われ、以下の結果を得ている。

特定建築物数が増加する中、給水関係に関する項目の不適率が比較的安定しているのに対して、空気環境の湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適率が1999年以降持続的に上昇している。また、立入検査に代わって法定検査を利用した報告徴取が増加している。

湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適率上昇の要因として、報告徴取数の増加が挙げられる。また、湿度、二酸化炭素濃度の不適率は、北の自治体ほど高い傾向がある。

特定建築物の外気二酸化炭素濃度の上昇によって室内濃度が上昇し、二酸化炭素濃度の不適率を高める可能性がある。

二酸化炭素の外気濃度、室内発生量、換気量の影響を受ける室内濃度の頻度分布は大阪府と東京都で類似し、東京都の内外二酸化炭素濃度差の頻度分布は、Weibull分布に近い。

内外濃度差分布を仮定すると、外気濃度、換気量、報告徴取率から不適率を算定する式が導かれる。

不適率算出式を用いて、行政報告例の不適率にフィッティングした結果、1998年度に対する2017年度の不適率上昇は、原因別に、報告徴取率増加が11.6%、換気量減少が7.2%、外気濃度上昇が3.1%となった。

2018年以降の不適率の推移には、以下のような変化が見られる。相対湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適率は、2019年まで、基本的な上昇傾向が継続している。しかし、COVID-19のパンデミックに伴って、二酸化炭素濃度の不適率が急激に低下し、温度の不適率が上昇した。COVID-19パンデミックに伴って、推奨された換気対策による換気

量の増加、行動制限に伴う在室者数の減少によって、室内二酸化炭素濃度が低下したと考えられる。また、同様の理由で温度の不適率が増加したと考えられる。

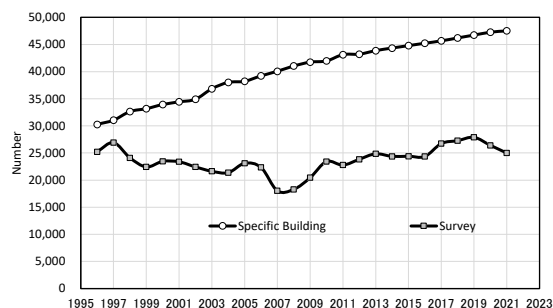


図1 特定建築物数と立入検査数の推移

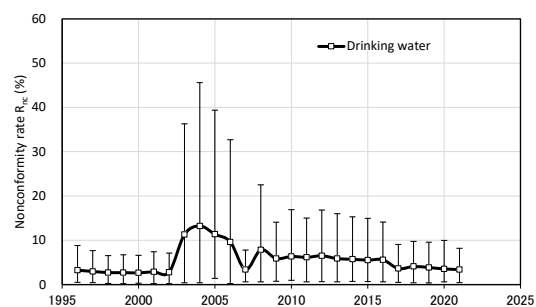


図2 給水に関する不適率の推移(全項目の最大値、平均値、最低値)

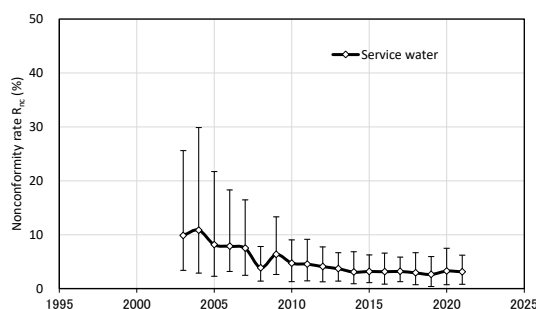


図3 雑用水に関する不適率の推移(全項目の最大値、平均値、最低値)

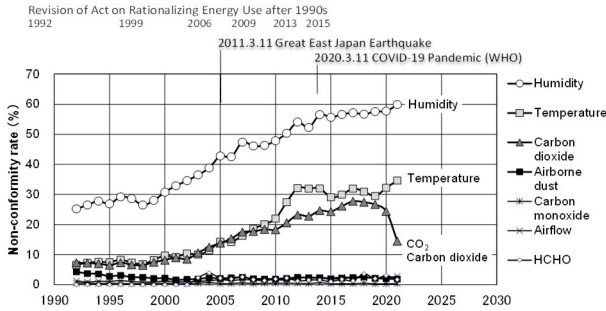


図4 空気環境に関する不適率の推移

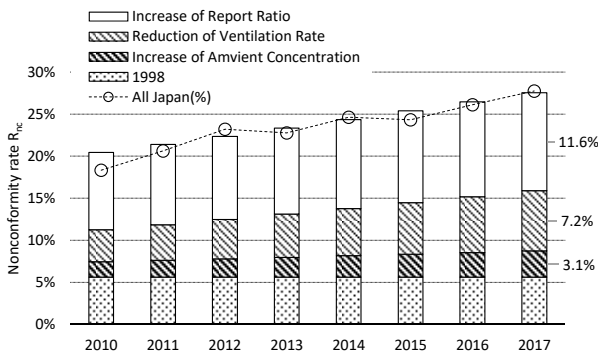


図5 二酸化炭素濃度不適率に関する分析結果

C2.2. 個別空調の普及と空気環境不適率上昇

1984~2018の竣工設備データベース「ELPAC」を用いた事務所建築の空調設備の動向分析によると、1984~1998年度に竣工した建築物は「中央管理方式」が導入されている割合が高いが、竣工年度が新しくなるにつれてその割合は減少していった。一方、「個別空調方式」「個別空調方式+中央管理方式」を導入している建築物の割合は、竣工年度が新しくなるにつれて増加している。また、個別空調方式を導入している建築物の多くが、事務所建築の特定建築物の要件である延床面積3,000m²を超過しており、竣工年度が新しくなるにつれ、より大きな延床面積の建築物でも「個別空調方式」が導入されるようになってきている。加湿方式については、すべての空調方式、竣工年度の建物においても「気化式」が大半を占めている。冬期の低湿度環境の要因となっている可能性が考えられる。外気供給方式については、「個別空調方式」で「粗塵のみ」、「中央管理方式」では「中性能（比

色法 50~80%)」、「個別空調方式+中央管理方式」では「粗塵のみ」の割合が高くなっている。

2000年以降、個別空調方式の比率が高まること、相対湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適率上昇の要因になった可能性がある。図5に示す二酸化炭素濃度の不適率の分析では、空調方式の変化に関する影響を想定していなかった。個別空調方式では、室毎の制御が行われるために、建物全体の空気環境制御が十分に行われないため、室間差や時間変化が発生する可能性が高い。このために、定期的測定や立入検査において、基準を満たさない結果が増えると考えられる。このような機序によって、報告聴取の増加、省エネルギーの影響、外部環境の変化に加えて、個別空調の普及によって、温度、相対湿度、二酸化炭素濃度の不適率が上昇したと考えられる。

D. 結論

D1. COVID-19 パンデミックに伴う室内空気環境対策

COVID-19 パンデミックに際し、政府機関によって換気の必要性が啓発された。夏期の熱中症、冬期の寒さ対策を踏まえた換気対策を示すなど、WHO等の国外の情報、国内のクラスター調査の知見を踏まえ、日本独自の対策が発信された。また、感染抑制に必要な換気量、空気の流れに関する定量的な知見が非常に少ないと共に、変異株の流行の影響に関する定量的な推定も困難である中、国立感染症研究所はエアロゾル感染に関する整理を行い、政府の新型コロナウイルス感染症対策分科会は、エアロゾル感染対策として、空気の流れを考慮した効率的な換気方法を示した。これらの対応は、今後の新興再興感染症への対策に影響し、パンデミック時の空調換気運転のあり方、建築設備の設計と維持管理に関する課題を提起した。

D2. 行政報告例の空気環境不適率推移と関連要因

2000年以降、個別空調方式の比率が高まること、相対湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適率上昇

の要因になった可能性がある。個別空調方式では、室毎の制御が行われるために、建物全体の空気環境制御が十分に行われないため、室間差や時間変化が発生する可能性が高い。このために、定期的測定や立入検査において、基準を満たさない結果が増えると考えられる。このような機序によって、報告聴取の増加、省エネルギーの影響、外部環境の変化に加えて、個別空調の普及が、温度、相対湿度、二酸化炭素濃度の不適率が上昇したと考えられる。

相対湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適率は、2019年まで、基本的な上昇傾向が継続している。しかし、COVID-19のパンデミックに伴って、二酸化炭素濃度の不適率が急激に低下し、温度の不適率が上昇した。COVID-19パンデミックに伴って、推奨された換気対策による換気量の増加、行動制限に伴う在室者数の減少によって、室内二酸化炭素濃度が低下したと考えられる。また、同様の理由で温度の不適率が増加したと考えられる。

<謝辞>

厚生労働省の新型コロナウイルス感染症対策本部、クラスター対策班、国立感染症研究所、国立保健医療科学院、北海道総合研究機構、自治体・保健所等の新型コロナウイルス感染症対策関係の皆様、日本建築学会、空気調和・衛生工学会、日本臨床環境医学会、建築環境・省エネルギー機構等の新型コロナウイルス感染症対策関係の委員会各位、建築環境衛生管理教育センター等からご助言ご協力をいただきましたことを記して、謝意を表す。

<注>

注 1 給水の管理に関する項目：遊離残留塩素の含有率の検査実施、遊離残留塩素の含有率、中央式給湯設備における給湯水の遊離残留塩素含有率の検査実施、中央式給湯設備における給湯水の遊離残留塩素の含有率、水質検査実施、水質基準、中央式給湯設備に

おける給湯水質検査実施、中央式給湯設備における給湯水質基準、貯水槽の清掃、貯湯槽の清掃

注 2 雑用水の管理に関する項目：遊離残留塩素の含有率の査実施、遊離残留塩素の含有率、雑用水の水槽点検、水質検査実施、pH値、臭気、外観、大腸菌群、濁度

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Motoya Hayashi, U Yanagi, Yoshinori Honma, Yoshihide Yamamoto, Masayuki Ogata, Koki Kikuta, Naoki Kagi, Shin-ichi Tanabe; Ventilation Methods against Indoor Aerosol Infection of COVID-19 in Japan ;Atmosphere 14(1) 150-150, 2023.01.10
- 2) 林基哉, 環境工学からの情報発信-予期せぬ事態に専門家がとるべきスタンスとは(<連載> コロナ備忘録), 日本建築学会建築雑誌, p36-39, 2023.01
- 3) 林基哉, 建築物環境衛生研究者からみた環境過敏症 建築物の換気不良と室内空気環境の実態, 室内環境 25, p33-40, 2022
- 4) 林基哉, 【特集】COVID-19を振り返る 日本政府による新型コロナウイルス感染症のエアロゾル感染対策, 空気清浄 60巻5号, 2023.01.31
- 5) 赤松大成, 森太郎, 林基哉, 羽山広文, 新型コロナウイルス感染症流行下の寒冷地の学校教室における室内環境と換気代替手法の評価, 日本建築学会環境系論文集 Vol.803 p43-49, 2023.01
- 6) 金勲, 阪東美智子, 小林健一, 下ノ 蘭慧, 鍵直樹, 柳宇, 菊田弘輝, 林基哉, 接待を伴う飲食店における室内環境と感染症対策(その1): 建築設備の概要及びコロナ禍における換気運用と

2. 学会発表

- 1) 川崎嵩,菊田弘輝,林基哉,阪東美智子,長谷川兼一,澤地孝男, 新型コロナウイルス感染下における居住リテラシーに関するWEB調査 その2 冬期の調査結果,日本建築学会学術講演梗概集,p901-902,2022.07
- 2) 尾方壮行,山本佳嗣,鍵直樹,林基哉,田辺新一, デスクパーティションが呼吸器エアロゾル粒子への曝露に与える影響,日本建築学会学術講演梗概集,p1331-1332,2022.07
- 3) 金勲,阪東美智子,小林健一,下ノ菌慧,鍵直樹,柳宇,菊田弘輝,林基哉, 接待を伴う飲食店における換気と室内環境 感染症対策に関する実態調査, 日本建築学会学術講演梗概集,p1355-1358,2022.07
- 4) 山本直輝,菊田弘輝,長谷川麻子,林基哉, 新型コロナウイルス感染症のクラスター感染が発生したコールセンターの空気環境, 日本建築学会学術講演梗概集,p1547-1548,2022.07
- 5) 赤松大成,森太郎,五宮光,林基哉,羽山広文, 換気方式の異なる室内空間における換気効率の比較, 日本建築学会学術講演梗概集,p2093-2094,2022.07

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) 古谷章介：ビル管理法(1971),pp.15-19,帝国地方行政学会
- 2) 厚生労働省“建築物における衛生的環境の確保に関する法律(昭和 45 年法律第 20 号)”，2015.3.20
- 3) 東賢一，池田耕一，大澤元毅，鍵直樹，柳宇，齊藤秀樹，鎌倉良太. 建築物における衛生環境とその維持管理の実態に関する調査解析. 空気調和・衛生工学会 論文集 37 巻 (2012) 179 号,pp.19-26
- 4) 中川晋也 他、特定建築物における二酸化炭素濃度不適率上昇の原因と対策、東京都健康安全研究センター研究年報 第 62 号,247-251,2011
- 5) 林基哉，開原典子. 建築物衛生管理の監視手法のあり方の提案. 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「建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究」，平成 28 年度報告書；pp.53-67, 2017
- 6) 厚生労働省：“商業施設の管理権限者へ向けて「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気の方法”，(2020.04.03)
- 7) 厚生労働省：“熱中症予防に留意した『換気の悪い密閉空間』を改善するための換気について”，(2020.06.17)
- 8) 厚生労働省：“冬場における『換気の悪い密閉空間』を改善するための換気の方法”(2020.11.27)
- 9) 厚生労働省：参考資料 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 (2020 年 3 月 30 日)
- 10) Hayashi M, et al. Measures against COVID-19 concerning Summer Indoor Environment in Japan, JAR vol.3 no.4 423-434,2020.10
- 11) 厚生労働省：参考資料 冬場における「換気の悪い密閉空間」を改善するための換気について (2020 年 11 月 27 日)
- 12) 国立感染症研究所：新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) の感染経路について (2022 年 3 月 28 日)
- 13) World Health Organization (WHO), “Coronavirus disease (COVID-19): How is it transmitted?” (2021); [who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted](https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19-how-is-it-transmitted).
- 14) S. Centers for Disease Control and Prevention (CDC), “Scientific brief: SARS-CoV-2 transmission” (2021); www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/science/science-briefs/sars-cov-2-transmission.html.
- 15) Jang S, et al. Cluster of Coronavirus Disease Associated with Fitness Dance Classes, South Korea. Emerg Infect Dis. Aug 2020;26(8):1917-20.
- 16) Cai J, et al. Indirect Virus Transmission in Cluster of COVID-19 Cases, Wenzhou, China, 2020. Emerg Infect Dis. 2020 Jun;26(6): 1343-5.
- 17) Katelaris AL, et al. Epidemiologic Evidence for Airborne Transmission of SARS-CoV-2 during Church Singing, Australia, 2020. Emerg Infect Dis. 2021 Jun;27(6):1677-80.
- 18) Toyokawa T, et al. Transmission of SARS-CoV-2 during a 2-h domestic flight to Okinawa, Japan, March 2020. Influenza Other Respir Viruses. 2021 Oct 3.
- 19) Motoya Hayashi, U Yanagi, Yoshinori Honma, Yoshihide Yamamoto, Masayuki Ogata, Koki Kikuta, Naoki Kagi, Shin-ichi Tanabe ; Ventilation Methods against Indoor

Aerosol Infection of COVID-19 in Japan;

Atmosphere 14(1) 150-150, 2023.01.10

- 20) 林基哉、金勲、開原典子、小林健一、鍵直樹、柳宇、東賢一、特定建築物における空気環境不適率に関する分析、日本建築学会環境系論文集 No.764 PP.1011-1018 (2019)
- 21) 林基哉、小林健一、金勲、開原典子、柳宇、鍵直樹、東賢一、長谷川兼一、中野淳太、李時桓. 事務所建築の室内空気環境管理に関する調査 その1~3 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 ; 2019.9.18-20 ; 札幌. pp.45-60.

