

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 25 日現在

機関番号：32704

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H01497

研究課題名(和文) 非住宅トイレ空間における水・空気の衛生環境改善と感染症等防止に関する研究

研究課題名(英文) A Study on Improvement of Water and Air Hygiene Conditions and Infection Prevention in Non-residential Toilet Spaces

研究代表者

大塚 雅之 (MASAYUKI, OTSUKA)

関東学院大学・建築・環境学部・教授

研究者番号：20288088

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、非住宅のトイレ空間において、水環境及び空気環境を衛生的かつ良好に保つための給排水衛生設備、換気・空調設備の計画・維持管理に関するガイドラインを提案することを目的とする。特に 大便器・小便器の飛沫等の抑制方法、洗面器等に設置する節水形水栓による手指洗い手法と除菌効果、節水形大便器の排水横管での汚物の円滑な搬送排除、温熱環境、省エネに配慮した熱環境計画、排水通気設備(排水トラップ)からの感染防止等について、水環境・空気・熱環境を考慮し総合的視点から検討し、前記の目的を達成するための知見を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究においては、新型コロナウイルス感染症の拡大に伴い、換気・空調分野はウイルス感染の要因と防止策が示された。しかし、衛生環境の悪いトイレ空間とそれに接続する給排水衛生設備については、洗浄時飛沫や汚染拡散の解明とその防止対策が不十分であった。本研究において、トイレ空間での感染症対策について、給排水分野、換気空調・温熱環境分野の成果を総合的に扱ったこと、日常の衛生管理はもちろん、災害時の避難所や高齢者施設での衛生性確保とウイルス感染対策上も有意義な知見を示したことは、社会的な意義は大きい。

研究成果の概要(英文)：The ultimate purpose of this study is to propose guidelines concerning the planning, maintenance and management of water supply, drainage and sanitation facilities and ventilation and air-conditioning facilities in order to ensure good hygienic water and air conditions in non-residential toilet spaces. In particular, the study discusses, from a comprehensive view point, in consideration of water, air and thermal conditions, 1.methods for suppressing aerosol droplets generated from a flushed toilet or urinal, 2.hand washing methods, using a water-saving tap installed to a washbasin or the like, and the disinfection effects thereof, 3. smooth transfer and discharge of sewage through a horizontal drainpipe of a water-saving toilet, 4.thermal environmental planning in consideration of thermal conditions and energy conservation, and 5.the prevention of infection from drainage ventilation devices (traps). The study also presents findings conducive to achieving the aforementioned purpose.

研究分野：建築設備・環境工学分野

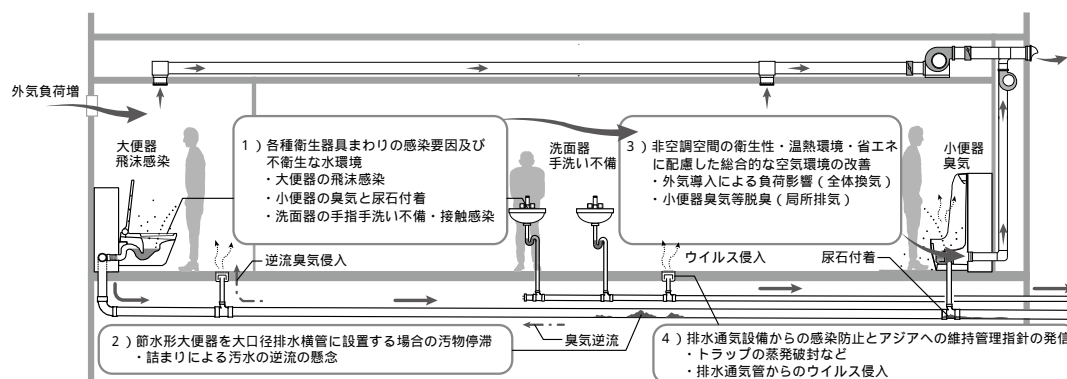
キーワード：トイレ空間 水・空の衛生環境 感染症 COVID-19 温熱環境・省エネルギー 汚染拡散 洗浄時飛沫 手指洗浄

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

常時、非常時に不特定多数が使用する非住宅建物(学校、病院、避難施設等)のトイレ空間は、感染症の感染源、感染経路となるリスクが高く、排泄物の衛生的排除や洗浄時飛沫の感染防止、手洗い不足による接触感染等の防止に注意し、衛生的な水環境を維持することが必要である。併せて、臭気や汚染物質を排除し、温熱環境・省エネにも配慮した空気環境を計画することが求められている。学術的な背景と課題点を示す。(図1)



(1) 各種衛生器具まわりの感染要因及び不衛生な水環境

大便器の排泄については、洗浄排水時に便鉢内から飛沫が拡散し、飛沫感染の要因の一つとなることが指摘されており、便器部位(蓋・便座など)及びその周辺の床・壁面への拡散状況の把握と抑制する洗浄方法が必要とされている。また、小便器の排尿については、一つは汚染物質のアモニア臭の除去で、節水化が進み、洗浄水が削減され、洗浄が不十分でその臭気の拡散、排尿中に含まれる尿が細菌により分解され管内に尿石が付着し増殖することにより管内が閉塞されたため、その清掃・除去を含む維持管理が課題である。洗面器等での手指の洗浄については、節水型水栓による洗浄水量と除菌効果について定量的なデータが示されていない。

(2) 節水形大便器使用による排水横管内の汚物停滞・詰まりの回避

非住宅となるオフィスビルや病院で節水形大便器が設置される排水横管には、大口径の排水横管が設置され、しかも配管長が住宅等に比べ長いこと、搬送性能の低下による汚物やトイレットペーパーの詰まりは、不衛生な状況を招き大きなトラブルに繋がる。

(3) 非空調空間の衛生性・温熱環境・省エネに配慮した総合的な空気環境の改善

トイレ空間は、一般に非空調とし汚染空気を排除する機会が多い。ウイルスや臭気の漏出を防ぐために常時換気とし、換気計画、床面積1m²に対し、時間当たり30m³程度の多量の空気を排気する。特に避難所のような独立した施設では、全体換気においてその分を給気するため外気負荷の影響を受けるので、高齢者等も使用する空間は適度な温熱環境の確保が課題となる。また、パッシブな手法で外気処理を行った新鮮空気を取り入れ、使用後に排気することは、汚染物質の排除率、温熱環境改善、加えて省エネ性の向上にも有効である。しかし、トイレ空間の衛生性、温熱環境、省エネを考えた全体換気とともに、衛生器具まわりの局所排気も含めた総合的な換気計画手法が体系化されていなかった。

(4) 排水通気設備からの感染防止と維持管理指針の発信

2003年に香港の高層集合住宅アモイガーデンで起きたSARSの感染事故等では、建物内のトイレ空間に接続する排水通気設備の床排水トラップの封水が破封(蒸発現象)し、下層からウイルスを含む飛沫が上昇気流によって浮遊し、室内に侵入後、他階へ拡散したことが要因とされている。2020年にも新型コロナウイルスが通気管を介して侵入した感染事故が発生している。排水通気系統が感染ルートとなった現象に対し、十分な実験的な検証と現象の解明が実施されていない。

2. 研究の目的

前記のトイレ空間における衛生環境上の課題を解決するため、以下の4つの視点から現状把握と対策について検討することを目的とする。(1)各種節水形器具まわりの感染防止策

(2)節水形大便器を大口径排水横管に設置する場合の設計支援ツール開発、(3)非空調空間での衛生性・温熱環境・省エネを考慮した新たな換気計画等、(4)排水通気設備からの感染防止対策と計画の各テーマについて、課題点を明らかにし、定量的な数値等を示し、対策としての知見等を整理する。

3. 研究の方法

(1) 各種節水形器具まわりの感染防止策

大便器洗浄時の飛沫・水滴及びエアロゾルの発生に関しては、一般実験室（12種）とクリーンルーム（2種）において測定を行い、飛沫・水滴の発生量・拡散高さや器具排水特性、洗浄面流速、吐水口数、溜水面深さ等の影響を明らかにする。エアロゾルについては呼吸域を含む垂直方向での個数濃度、便蓋開閉による飛散影響について検討する。（図2）

手指洗浄に関しては、手動水栓を用いた日常手洗いに関する被験者実験に加え、自動水栓を用い節水かつ衛生的な手指洗浄手法の検討を行い、建築設備的視点と公衆衛生的視点の双方から分析を行った。

ハンドドライヤーに関しては、一般実験室で3種の拡散する粒子の発生状況として粒子数の変動と総粒子数を捉える。大便器と同様にエアロゾル測定による拡散する粒子の個数濃度を測定する。その他、小便器の排水管径等での臭気測定や尿石付着の測定も実建物で行った。

実験	測定点A (便座前方)	測定点B (便座前方)	測定点C (便座前方)
1	便座面	便座面+200	GL+1500
2		便座面+400	
3		便座面+600	
4		便座面+800	

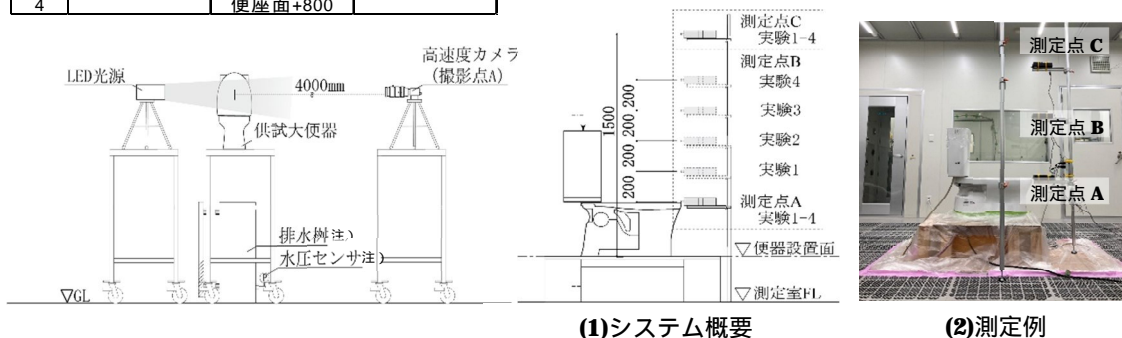


図2 大便器洗浄時の飛沫・エアロゾル測定システム

(2) 節水形大便器の排水横管における搬送性能設計支援ツールとトラブル回避

住宅用用途及びオフィス等の業務用途の排水横枝管における汚物搬送性能を求めるシミュレーションツールを提案し、その結果と実測結果を比較検討し、配管設計への有効性を検討した。

(3) 衛生性・温熱環境・省エネを考慮した新たな換気計画等

トイレ空間における空気環境については、実測結果を参考にトイレ空間のCFD解析モデルを構築し、個室ブース内空気の換気効率について、排気口位置の違いによる空気齢分布・空気余命分布・咳粒子の挙動・排泄に伴う臭気の排出色状、トイレ利用後にブースの扉を開放した際の空気漏出色状、ブース上部空間が連続する場合の排気口位置の違いによる換気効率、咳粒子と排泄に伴う臭気発生が個室内で生じた際の局所換気設備の設計法について検討した。

温熱環境に関する研究として、5か所のトイレ空間を対象に、その空間構成と年間の温熱環境を把握した。そのうち、クール・ヒートチューブを介した給気方式を採用するトイレ空間において、夏期、冬期に環境評価実験を実施し、一般的な第3種機械換気を採用するトイレ空間と比較した避難所を想定した学校施設建物内のトイレ空間の温熱環境を実測し、空間構成、築年数等が環境評価に与える影響を与える影響を検討した。また、仮設トイレの夏期、冬期温熱環境実測から温熱環境の現状を把握するとともに、シミュレーションによりトイレ空間内の温度を算出し、地域別の温度推移から温熱環境の改善策についても検討した。

感染リスクの高い高齢者を対象にトイレ空間での困りごとやコロナ禍での意識変化、使用方法についてアンケート調査を実施し、加齢によるトイレ使用回数増加と、コロナ禍での在宅率上昇にともなうトイレ洗浄水量増加率を把握した。

(4) 排水通気設備からの感染防止対策と計画

排水系統からの感染として、排水・通気管系統、排水トラップが感染ルートのポイントとなる。排水・通気管系統の実験では、高さ25mの実物大排水実験施設に排水立て管及び通気立て管を設置し、所定階に浴室換気扇を設置しその運転時に、ウイルスを想定とした微粒子が、拡散し用室内へ侵入するか否かを検証した。

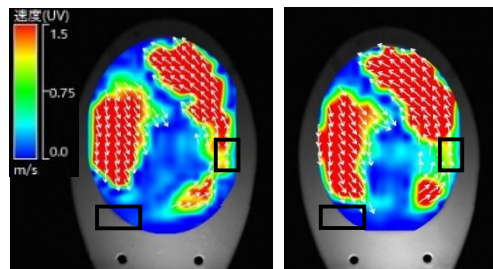
ウイルスの室内への侵入防止のためトラップの破封現象（蒸発現象等）の定量的な把握を目的に、非住宅のトイレで一般的に使用されるSトラップと床排水トラップ（わんトラップ）を対象に、外界条件変化に伴う蒸発量のシミュレーション手法を提案・検証した。加えて、自封式トラップと水封式トラップの組合せによる効果を評価すべく、排出性能についても評価した。

4. 研究成果

(1) 各種節水形器具まわりの感染防止策

大便器飛沫及びエアロゾルに関しては、洗浄面内への吐水口が3口からの分散吐水であること、留水面深さが大きいほど飛沫・水滴の飛散は少ないこと、洗浄面流速が影響すること等がわかった。また、便座面からの上方のエアロゾル発生個数濃度は、多いものでは呼吸域高さ(床面高さ1500mm)まで拡散することを確認できた。特にエアロゾル等の発生の著しいタイプで、便蓋を閉めて洗浄することで、エアロゾルの発生は開放時に比べ、60~95%に低減できるが、便蓋裏面へ水滴等の付着量が3回程度の連続洗浄で基準値を超えるため便蓋裏面の清掃・消毒の必要性を指摘した。(図3, 4)

手指洗浄については、厚生労働省が推奨する手洗い方法と手動水栓を用いた任意の手洗い実験を比較し、衛生性と節水化を考慮した手指洗浄手法の検討及び使用水栓の節水効果検証を行った。その結果、手動水栓を用いた被験者の任意手洗いでは、約1.25~2.5倍の洗浄流量で洗浄が行われていること、手洗い全体では約0.6~2.0Lの範囲で使用されていること、手動水栓は自動水栓に比べ平均すぎ時間が短いことが分かった。よって、手動水栓を用いて任意の洗浄流量・すぎ時間で手洗いを行うよりも、自動水栓を用いて厚生労働省が推奨する手洗い方法に準拠することで、節水化かつ衛生性を確保した手指洗浄が期待できると推察した。



(1)大便器 A (2)大便器 A'

図3 洗浄面流速分布の例

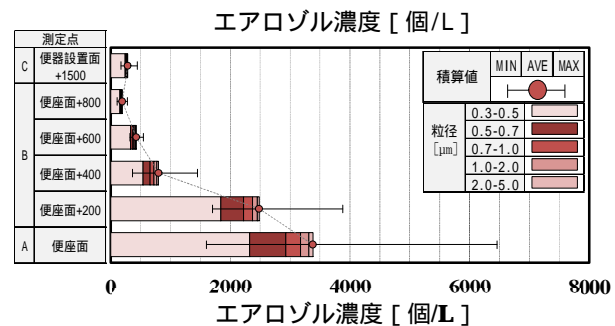


図4 洗浄時エアロゾル分散と個数濃度の例

(2) 節水形大便器の排水横管における搬送性能設計支援ツールの開発

住宅用の排水横管の検討では、様々な配管と供試汚物のパリエーションにおいて、総合的に誤差は10~20%程度におさまった。非住宅用配管もモデルについては、合流排水パターンでの計算を可能となり、搬送性能においても実用上は10~20%程度の誤差範囲で計算結果を得た。

(3) 非空調空間での衛生性・温熱環境・省エネを考慮した新たな換気計画等

トイレ空間の換気計画について、天井面4か所、座面後方壁面13か所に排気口を設置した場合の検討を実施したところ、咳粒子については高所に排気口が設置されるほど排出効率が高く、天井面の人体前方に設置する場合が最も効率の高い結果となった。臭気については便座付近に壁面排気口が近いほど効率が高く、天井面排気口のみでは排出効率が非常に小さく、臭気便座付近に滞留する結果となった。ブース内に排気口が設けられている場合、扉開放後のブース内の空気漏出の影響は小さいことがわかった。ブース上部が連続し、排気口1つを設けた場合は汚染物質発生個所と排気口の距離によっては汚染物質がブース内に長時間滞留する結果となった。また、同流量の場合は排気口をブース間の天井に2か所以上分散設置した方が高い排出効果を得られることがわかった。

口からの咳粒子と臀部付近からの臭気を同時に排出対象とした場合、天井面と後方壁面の両方に排気口を分散設置する方法が良い結果となった。臭気の方が排気口位置の影響を強く受けることから、排気流量比は壁面側を天井よりも1.6倍程度大きくした方が高い排出効果を得られることがわかった。(図5)

トイレ空間における省エネ・温熱環境評価に関しては、クール・ヒートチューブを介した換気方式を採用することで、予冷予熱の効果が得られるが、風を感じやすく、やや寒く感じるという結果が得られた。また、避難所の仮設トイレについては外部環境の影響を受け、特に夏期は温度が大幅に上昇する。シミュレーションを用いた地域別(札幌、東京、那覇)の改善策では、各地域、換気回数による効果は小さかったが、夏期は日射遮蔽によってトイレ内温度が最大2.8抑制された。冬期は、断熱材の導入により特に札幌では平均温度6.2となり、断熱材なしと比較して約8差となった。(図6)

高齢者は1日あたりの加齢以前のトイレに行く回数の平均:6.0回に対し、加齢後は7.9回となり、有意差がみられた(p<0.001)。加齢により平均約2回、トイレ回数が増加していることがわかった。年齢別では、どの年齢層でも加齢以前と加齢後ではトイレに行く回数は増加しており有意差がみられた(p<0.001)。よって、感染リスクは高まる可能性があり、ト

イレ空間の衛生管理は徹底する必要がある。(図7)



図5 天井排気口からの排出性状(左:咳粒子、右:汚物臭気)

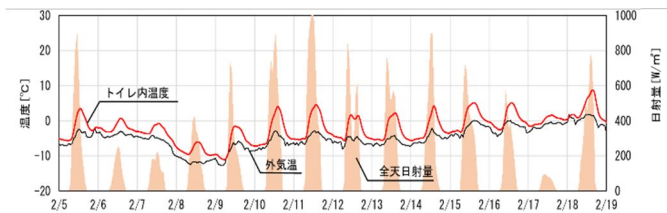


図6 仮設トイレ温熱環境

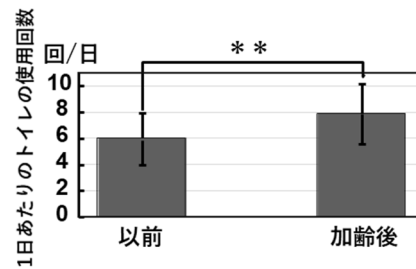


図7 高齢者トイレ回数

(4) 排水通気設備からの感染防止対策と計画

排水立て管システムにおいて、排水負荷を与えず浴室換気の場合、それに排水負荷を与えた場合での室内へのエアロゾルの侵入の有無を検討した。浴室換気の場合、伸頂通気方式及び結合通気方式の場合を比較すると、前者は後者に比べ通気管の抵抗が少ないため、検出されたエアロゾルの個数濃度は多かった。浴室換気と排水負荷を加えた状態では、排水立て管に負圧が発生し、特に浴室換気の運転点に近い負圧が発生する場合、浴室換気の排気口に設置されたシャッター開度が小さくなるとともに、換気量が減少し、エアロゾルが抑制される。しかし、浴室換気時に多量の排水負荷を加えた場合、下層階で大幅な圧力変動が生じ、エアロゾルが通気立て管を上昇することで、減少した浴室換気の通気流量でもエアロゾル数が増加する。(図8) 特に、浴室換気の24時間運転を推奨しているわが国では、破封しているトラップがある居室において、浴室換気による吸引や、排水負荷により、住戸内へエアロゾルが侵入する危険性もあり、トラップでのエアロゾル侵入の遮断は重要である。

蒸発速度算定式をSトラップ、わんトラップに適用させ、トラップの流入脚側と流出脚側のトラップ封水に接する気相条件をそれぞれ外気と排水管内の温湿度から推定する方法を提案した。また、屋外と屋内のトイレを想定し、日本の東京、福岡、札幌の気候の異なる3地域の外気条件とトイレ内温湿度条件を用いて、地域ごとの屋内外における蒸発速度を算定した。これより、一般的な、わんトラップはPトラップと比較して、最大で約9倍の蒸発速度が速いことが確認された。これはわんトラップの方が流入脚側の水面が広く、また水面と開放端の高さが低いことを要因と推察される。また流入脚側からの蒸発量が多いことも併せて確認された。(図9)

自封式トラップを用いた組合せトラップの排出性能については、二次側に自封トラップを設置すると排水不良が確認された。一方で一次側に自封トラップを設置する場合は、二次側に水封式もしくは自封式のトラップを直列設置した場合においては、排出性能への影響は確認されなかった。これより水封式トラップの自封式トラップとの組合せの際は、一次側に自封式トラップを設置することにより、流出脚側の蒸発抑制に寄与できる可能性が示唆された。

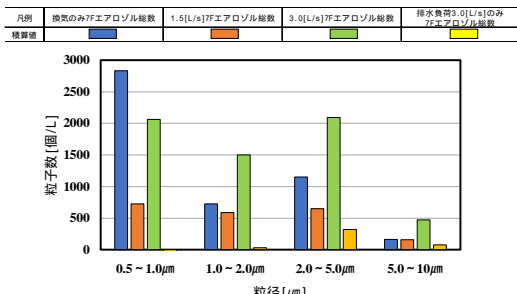


図8 排水負荷を与えた場合のエアロゾル数の積算値

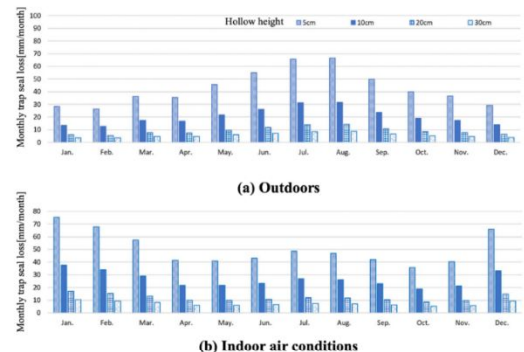


図9 室内外条件でのトラップ封水の蒸発変化

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 大塚雅之	4. 巻 155
2. 論文標題 トイレ空間を中心とした給排水衛生設備のウイルス感染リスク	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 建築設備 & 昇降機	6. 最初と最後の頁 4-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ayaka Kimura, Masayuki Otsuka	4. 巻 1
2. 論文標題 Measures for Preventing Droplets when Flushing Toilets and Reducing Virus Transmission Risks	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The 47th CIBW062 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings proceeding book	6. 最初と最後の頁 284 ~ 295
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Megumi Itabashi, Masayuki Otsuka	4. 巻 1
2. 論文標題 Proposal of infectious disease prevention in consideration of hygiene and water conservation by hand washing using automatic faucet	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The 47th CIBW062 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings proceeding book	6. 最初と最後の頁 296 ~ 309
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 龍谷慶太, 山口温	4. 巻 46
2. 論文標題 仮設トイレの温熱環境実態及びシミュレーションによる検討	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 建築設備工学研究所報	6. 最初と最後の頁 19 ~ 25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 H. YAMAGUCHI	4. 巻 1
2. 論文標題 Annual Thermal Environment Evaluation of Toilet Space in University Facility	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The 47th CIBW062 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings proceeding book	6. 最初と最後の頁 209 ~ 221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大塚雅之	4. 巻 95
2. 論文標題 トイレ空間におけるCOVID-19の感染リスクと防止に向けた研究動向と課題	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学	6. 最初と最後の頁 25 ~ 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大塚雅之	4. 巻 173
2. 論文標題 トイレ空間を中心とした給排水衛生設備での感染リスクと研究動向等	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ビルと環境	6. 最初と最後の頁 25 ~ 31
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takashi Kurabuchi, U. Yanagi, Masayuki Ogata, Masayuki Otsuka, Naoki Kagi, Yoshihide Yamamoto, Motoya Hayashi, Shinichi Tanabe	4. 巻 -
2. 論文標題 Operation of air-conditioning and sanitary equipment for SARS-CoV-2 infectious disease control	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Japan Architectural Review	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2475-8876.12238	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Masayuki Otsuka, Ayaka Kimura, Yusuke Kubota	4. 巻 -
2. 論文標題 Research trends and issues regarding Covid-19 infection risks in toilet spaces	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 46rd International Symposium of CIB W062 on Water Supply and Drainage for Buildings(On Line)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuya Akiyama, Masayuki Otsuka, Yusuke Kubota, Takumi Yamashiro, Hiroshi Shigefuji	4. 巻 -
2. 論文標題 Study on Experiments and Estimation Methods for Fixture Discharge Characteristics and Carrying Performance when Horizontal Drainage Pipe of Various Pipe Diameters are connected to Water-saving Toilets,	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 46rd International Symposium of CIB W062 on Water Supply and Drainage for Buildings(On Line)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Haru Yamaguchi	4. 巻 -
2. 論文標題 Consideration of the Thermal Environment in the Sanitary Space and the Elderly's Thermal Sensation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of the 46rd International Symposium of CIB W062 on Water Supply and Drainage for Buildings(On Line)	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大塚雅之	4. 巻 -
2. 論文標題 オフィスのトイレ空間における衛生的な水環境と感染防止の課題と対策	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 建築設備士	6. 最初と最後の頁 16~22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 大塚雅之	4. 巻 56
2. 論文標題 Withコロナに向けたトイレ空間の感染リスクと維持管理	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 設備と管理	6. 最初と最後の頁 32～45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 山野裕美, 遠藤智行	4. 巻 30
2. 論文標題 病院施設におけるATPふき取り検査 (A3法) による環境表面清浄度実態調査	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 臨床環境医学	6. 最初と最後の頁 17-23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kanako Toyosada, Chika Nakagawa, Takehiko Mitsunaga, and Hiroyuki Kose	4. 巻 -
2. 論文標題 Effect of the COVID-19 Pandemic on Residential Water Use Behavior in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Water	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/w13213129	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ayaka Kimura, Masayuki Otsuka	4. 巻 -
2. 論文標題 Trends in Studies, and Reviews Thereof, in Relation to Droplets on and around Toilets that Can Cause Infections	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The 48th CIBW062 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings proceeding book	6. 最初と最後の頁 454 468
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Megumi Itabashi, Masayuki Otsuka	4. 巻 -
2. 論文標題 Study on Hand Washing for Preventing COVID-19 in Various Countries, Regulatory Trends, and Issues	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The 48th CIBW062 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings proceeding book	6. 最初と最後の頁 243 260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 秋山和也, 大塚雅之, 久保田雄亮, 重藤博司	4. 巻 812
2. 論文標題 排水横管の管径変化に伴う節水形大便器の器具排水特性と搬送性能の実験的把握	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 環境系論文集	6. 最初と最後の頁 799 807
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 光永威彦, 竹内右京, 豊貞佳奈子, 小瀬博之	4. 巻 49-323
2. 論文標題 コロナ禍による住宅の水使用変化に関するアンケート調査 在宅勤務者に着目した分析	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会論文集	6. 最初と最後の頁 41-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 矢作貴太, 遠藤智行	4. 巻 47
2. 論文標題 トイレ空間の局所換気設備による効率的な換気手法とエアロゾルの換気性状	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 関東学院大学大沢記念建築設備工学研究所報	6. 最初と最後の頁 3-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Haru Yamaguchi	4. 巻
2. 論文標題 Improving the Environment of Toilet Spaces in Evacuation Centers - Organizing the Problem of Evacuation Toilets based on Previous Studies and the Thermal Environment of Temporary Toilets	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The 48th CIBW062 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings proceeding book	6. 最初と最後の頁 420-432
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takehiko Mitsunaga, Kyosuke Sakaue	4. 巻
2. 論文標題 Study on Evaporation Phenomenon of Trap Seal Water Part2 Indoor and outdoor evaporation rates by regions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The 48th CIBW062 International Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings proceeding book	6. 最初と最後の頁 409-419
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計29件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 板橋芽美, 大塚雅之
2. 発表標題 各種水栓による衛生性と節水化を考慮した手指洗浄評価手法の提案 その1. 自動水栓による効果の検討
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道・オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山城匠, 大塚雅之, 栗原隆, 富田賢吾, 長谷川嵩
2. 発表標題 業務用トイレ空間における小便器まわりの衛生性に関する調査 その2 アンケート調査に関する使用感の検討
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集 (北海道・オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木村彩芳,大塚雅之
2. 発表標題 トイレ空間における水の衛生環境改善と感染症防止に関する研究 その3 大便器排水時の飛沫に関する詳細検討
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道・オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金子昇太,大塚雅之,山城匠,重藤博司
2. 発表標題 節水形大便器の排水横管における搬送性能のシミュレーション手法に関する研究 曲がり配管モデルにおける基礎的検討
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道・オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 龍谷慶太、山口温
2. 発表標題 換気方式の異なるトイレ空間の温熱環境と環境改善 クール・ヒートチューブを介した冬期の余熱給気方式
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道・オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢作貴太、遠藤智行、波多腰貴雅
2. 発表標題 トイレ個室空間における換気効率に関する研究
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道・オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 板橋芽美, 大塚雅之
2. 発表標題 接触感染対策における各種水栓の衛生性と節水化を考慮した手指洗淨手法の提案 (その1) 自動水栓による効果の検討
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(神戸)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木村彩芳, 大塚雅之
2. 発表標題 トイレ空間における大便器の飛沫拡散とその評価に関する検討 (第2報) 各種大便器での詳細検討と感染対策の留意点
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(神戸)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山城匠, 大塚雅之, 栗原隆, 富田賢吾
2. 発表標題 業務用トイレ空間における小便器まわりの衛生性に関する調査 その1 設置初期における小便器の周辺環境の検討
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(神戸)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢作貴太, 遠藤智行, 波多腰貴雅
2. 発表標題 トイレ個室における排気口位置の違いによる空気環境の変化
3. 学会等名 空気調和・冷凍連合講演会講演論文集(東京・オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大塚雅之
2. 発表標題 特定建築物における給排水衛生設備管理
3. 学会等名 令和4年度東京都特別区第2ブロック建築物衛生管理講習会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大塚雅之
2. 発表標題 地球・都市環境と水環境・給排水衛生設備－水環境からCOVID-19対策を考える
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会(中部支部)（オンライン）（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大塚雅之
2. 発表標題 水環境・給排水衛生設備におけるCOVID-19対策と研究動向
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会(北海道支部)（オンライン）（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大塚雅之, 久保田雄亮, 木村彩芳
2. 発表標題 トイレ空間における水の衛生環境改善と感染防止に関する研究 その1 感染症対策の課題と国内外のガイドライン
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集（東海）（オンライン）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村彩芳, 大塚雅之, 久保田雄亮
2. 発表標題 トイレ空間における水の衛生環境改善と感染防止に関する研究 その2 大便器排水における飛沫の発生と抑制・防止策
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集(東海)(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹内右京, 光永威彦, 豊貞佳奈子, 小瀬博之
2. 発表標題 コロナ禍による住宅の水使用変化に関する調査(第1報) アンケート調査概要と洗面所・トイレでの水使用変化
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(福島)(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中川知華, 豊貞佳奈子, 光永威彦, 小瀬博之
2. 発表標題 コロナ禍による住宅の水使用変化に関する調査(第2報) 浴室・キッチン・洗濯・清掃に関する分析
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(福島)(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 木村彩芳, 大塚雅之, 久保田雄亮
2. 発表標題 トイレ空間における大便器の飛沫拡散とその評価に関する検討
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集(福島)(オンライン)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大塚雅之
2. 発表標題 With and After COVID-19時代の建築物衛生管理に必要な基礎知識「コロナウイルス感染症対策としての衛生設備運用の考え方」,
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会(九州支部)(オンライン)(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 龍谷慶太, 山口温
2. 発表標題 換気方式の異なるトイレ空間の温熱環境と環境改善 - クール・ヒートチューブを介した夏期の予冷給気方式 -
3. 学会等名 日本建築学会関東支部研究報告集 (オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 板橋芽美, 大塚雅之
2. 発表標題 自動水栓を用いた手指洗浄による衛生性と節水化を考慮した感染対策の提案
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集 第23号(オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 金子昇太, 大塚雅之, 山城匠, 重藤博司
2. 発表標題 異種管径の排水横管を用いた節水形大便器の器具排水特性と搬送性能のシミュレーション手法に関する研究
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集第23号(オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木村彩芳,大塚雅之
2. 発表標題 大便器洗淨時の飛沫拡散とその抑制策の検討
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会中部支部学術研究発表会論文集 第23号(オンライン)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 木村彩芳、大塚雅之
2. 発表標題 感染症防止に向けての各種大便器からの飛沫発生とその評価
3. 学会等名 第50回建築物環境衛生管理全国大会 建築物環境衛生管理技術研究会 抄録集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高山拓徳、山城匠、栗原隆、富田賢吾
2. 発表標題 業務用トイレ空間における無水小便器適用時の衛生性に関する調査
3. 学会等名 第50回建築物環境衛生管理全国大会 建築物環境衛生管理技術研究会 抄録集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 板橋芽美、大塚雅之
2. 発表標題 感染症対策のための各種水栓による手指衛生と節水効果の評価
3. 学会等名 第50回建築物環境衛生管理全国大会 建築物環境衛生管理技術研究会 抄録集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 板橋芽美、大塚雅之
2. 発表標題 各種水栓による衛生性と節水化を考慮した手指洗淨評価手法の提案 その2.手動水栓と自動水栓の各種効果の比較
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 木村彩芳、大塚雅之、本多花帆
2. 発表標題 トイレ空間における水の衛生環境改善と感染症防止に関する研究 その4 エアロゾル発生量と便蓋設置の効果
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集（近畿）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中健太、大塚雅之、板橋芽美
2. 発表標題 接触感染対策における各種水栓の衛生性と節水化を考慮した手指洗淨手法の提案（その2）手動水栓と自動水栓による効果の検討
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集（福井）
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 田中俊六, 宇田川光弘, 斎藤忠義, 大塚雅之, 秋元孝之, 田尻陸夫	4. 発行年 2022年
2. 出版社 (株)井上書院	5. 総ページ数 356
3. 書名 最新建築設備工学改訂2版	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	豊貞 佳奈子 (TOYOSADA KANAKO) (00567711)	福岡女子大学・国際文理学部・教授 (27103)	
研究分担者	光永 威彦 (MITSUNAGA TAKEHIKO) (20882822)	明治大学・理工学部・専任講師 (32682)	
研究分担者	山口 温 (YAMAGUCHI HARU) (40276621)	関東学院大学・建築・環境学部・准教授 (32704)	
研究分担者	遠藤 智行 (ENDO TOMOYUKI) (90385534)	関東学院大学・建築・環境学部・教授 (32704)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関