

水環境・給排水衛生設備におけるCOVID-19 対策と研究動向



公益社団法人
空気調和・衛生工学会
The Society of Heating, Air-Conditioning and
Sanitary Engineers of Japan [SHASE]

大塚雅之（空気調和・衛生工学会 会長／関東院大学 建築・環境学部教授）

講演目次

- 序章 なぜトイレ空間及び水回りの衛生性が重要か
- 第1章 大便器及びトイレブースでの課題と感染防止
- 第2章 手指洗いにおける課題と感染防止
- 第3章 小便器における課題と感染防止
- 第4章 排水通気設備の課題と感染防止
- 第5章 国内外の感染防止ガイドラインと総括

〈趣旨説明〉

新型コロナウイルス感染については、空気環境、それを調整する空調設備のあり方が議論されている。一方、不特定多数が使用する非住宅建物のトイレ空間は、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。

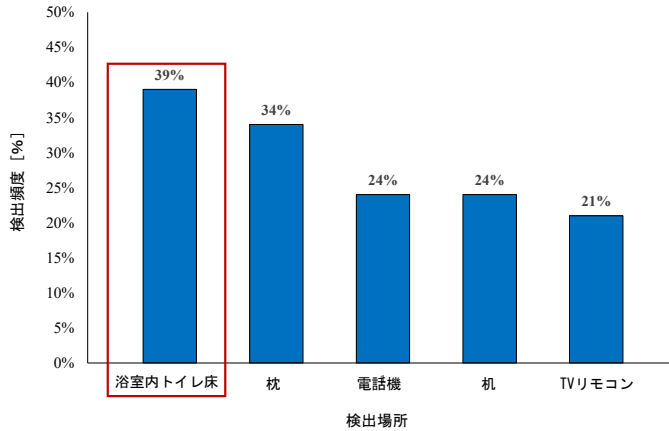
大便器及び小便器の飛沫の状況と抑制、洗面器等に設置する節水形水栓による手指洗いの除菌評価、海外における排水通気設備からの感染事故事例と留意点等、各国の研究動向及びガイドライン等を整理し、課題点と対策を考える。

－ 序章 －

なぜトイレ空間及び水回りの衛生性が重要か

(1) ダイヤモンドプリンセス号での浴室内トイレ床からのウイルス検出頻度

▶ 新型コロナウイルスについては、大型客船ダイヤモンドプリンセス号における国立感染症研究所報告で、船内検体採取、有症患者の部屋の部位における新型コロナウイルスのRNA検出頻度は、浴室内トイレ床13室(39%)、枕11室(34%)、電話機8室(24%)、机8室(24%)、TVリモコン7室(21%)などで水まわり空間での検出が多い¹⁾。



採取数：49部屋、490か所

◆患者が入っていた部屋数：33部屋 (有症状患者の部屋 19部屋、無症状患者の部屋 13部屋)

◆SARS-CoV-2 RNA検出部屋数：21部屋 (64%) (有症状患者の部屋 10部屋 (53%)、無症状患者の部屋 10部屋 (77%))

図 ダイヤモンドプリンセス号における検出頻度¹⁾

1) NIID国立感染症研究所 ダイヤモンドプリンセス号環境検査に関する報告(要旨) 掲載日2020年5月3日,を基に筆者が作成 (https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ka/corona-virus/2019-ncov/2484-idsc/9597-covid19-19.html) (最終閲覧日:2020/7/13)

(2) 香港の高層集合住宅アモイガーデンでの浴室・トイレ空間のSARSウイルス感染事故

▶ 2003年香港の高層集合住宅アモイガーデンでのSARSウイルス感染事故原因は、浴室内の破封したトラップ(乾燥によるトラップの蒸発・破封)を経由して排水管内から室内に侵入したウイルスを含むエアロゾル粒子が、換気扇などによりライトコートへ排出され、各階住戸へ拡散した²⁾。



図 アモイガーデンの外観と排水管(2008.大塚)

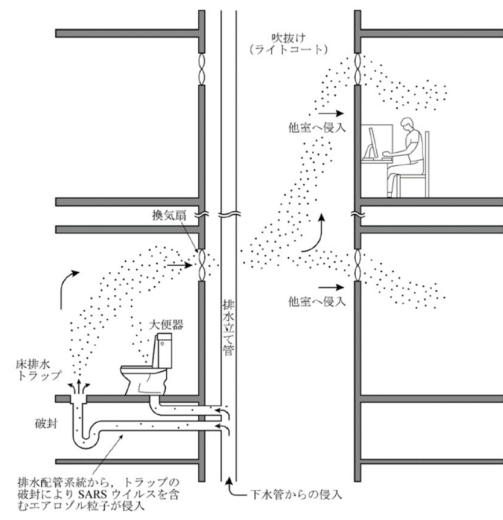


図 アモイガーデンにおける感染ルート³⁾

2) 柳宇：新たな健康阻害要因-生物汚染,健康医療科学, Vol. 63 No. 4 p. 342-349, 2014
3) 公益社団法人 空気調和・衛生工学会換気設備委員会：新型コロナウイルス感染対策としての空調設備を中心とした設備の運用について, 2020年4月8日 (http://www.shasej.org/recommendation/Operation_of_air-conditioning_equipment_and_other_facilities20200407.pdf)

(3) 最近の報道記事からの引用

1) 公衆トイレでの感染報告

Two of Beijing 's COVID-19 cases infected from a public toilet ⁴⁾
(北京のCOVID-19症例のうち2例が公衆トイレから感染した)

2) 和式トイレの様式化への推進

蓋のある洋式トイレ、和式より飛沫拡散防止に効果…コロナ対策にと学校や飲食店で設置進む⁵⁾

3) 洗面所での集団感染

【独自】大江戸線運転士の集団感染、「盲点」だった共用洗面所の蛇口⁶⁾

4) 非接触型水栓の導入への意識の高まり

自動水栓の導入希望74% 学校トイレ、自治体調査⁷⁾

5) 公共施設でのトイレ・手洗い

学校のみならず、公共施設全域（オフィス、工場、商業施設など）に感染症に配慮したトイレ・手洗いについて専門家と討論⁸⁾。

「研究誌特別号 パブリックトイレ「感染症対策ブック」発行⁸⁾

- 4) Source:Global Times Published: 2020/6/26 12:36:44
<https://www.globaltimes.cn/content/1192683.shtml> (最終閲覧日:2020年1月16日)
- 5) 読売新聞 オンライン: 蓋のある洋式トイレ、和式より飛沫拡散防止に効果…コロナ対策にと学校や飲食店で設置進む
<https://www.yomiuri.co.jp/national/20210105-0YT1T50191/> (最終閲覧日:2020年1月16日)
- 6) 読売新聞 オンライン: 【独自】大江戸線運転士の集団感染、「盲点」だった共用洗面所の蛇口
<https://www.yomiuri.co.jp/national/20210114-0YT1T50170/> (最終閲覧日:2020年1月16日)
- 7) 日本経済新聞: 自動水栓の導入希望74% 学校トイレ、自治体調査
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZ063223810Q0A830C2CR8000> (最終閲覧日:2020年1月16日)
- 8) 学校のトイレ協会: 学校のトイレ研究誌特別号「感染症ブック」, <https://school-toilet.jp/book/002.html> (最終閲覧日:2020年5月8日)

(4) 感染者の糞便にウイルスが存在

国内外の研究動向において、感染者の糞便サンプルからウイルスRNAの存在が確認、頻度は少ないが再生センターへの流入下水からの新型コロナウイルスの検出があった⁹⁾。

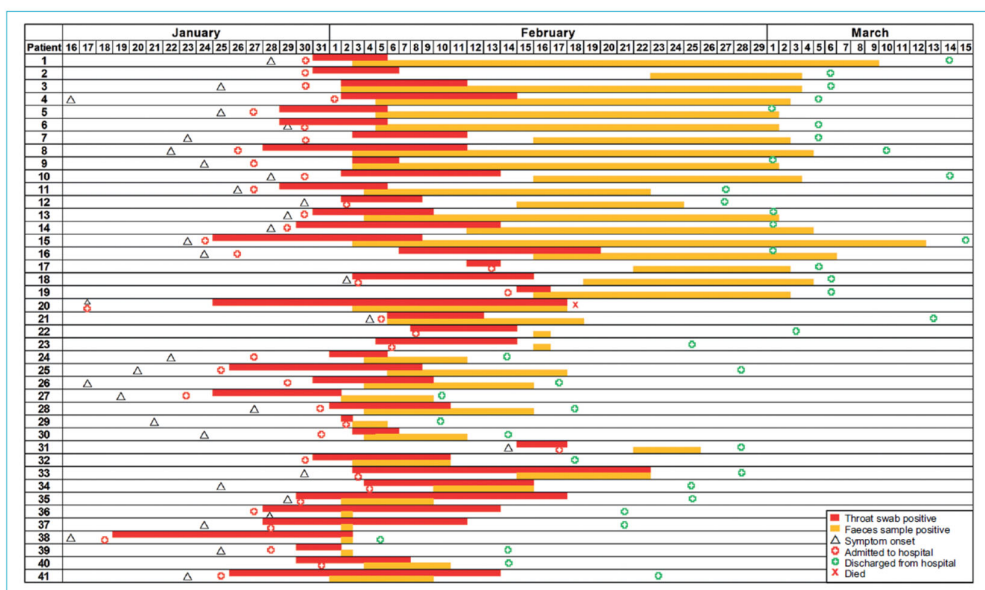


Figure: Timeline of results from throat swabs and faecal samples through the course of disease for 41 patients with SARS-CoV-2 RNA positive faecal samples, January to March, 2020

図 SARS-CoV-2 RNA陽性の糞便検体41人の患者の疾患経過を通じた喉と糞便サンプルの検出結果のタイムライン (2020年1月から3月)⁹⁾

9) Yongjian Wu, et al: Prolonged presence of SARS-CoV-2 viral RNA in faecal samples, The Lancet Gastroenterology & Hepatology Volume 5, Issue 5, May 2020, Pages 434-435

(5) 下水処理施設でのウイルス検出

- オーストラリアなどの報告ではSARS-CoV-2が終末処理の下水から検出されている¹⁰⁾。
- 横浜市の再生センターの流入下水に感染者ピーク時に下水から検出された¹¹⁾。
 ⇒下水道からの臭気・汚水の逆流に対し安全であるか。再生水をトイレ洗浄水に利用する場合、使用での安全は大丈夫か。
 下水道からの大便器排水系統のトラップを介しての侵入防止（トラップ封水強度）
 ⇒REHVA COVID-19 guidance documentに記載。
 ⇒わが国土木学会（上下水道における感染防止と衛生的安全確保, 下水疫学調査（モニタリング実施））

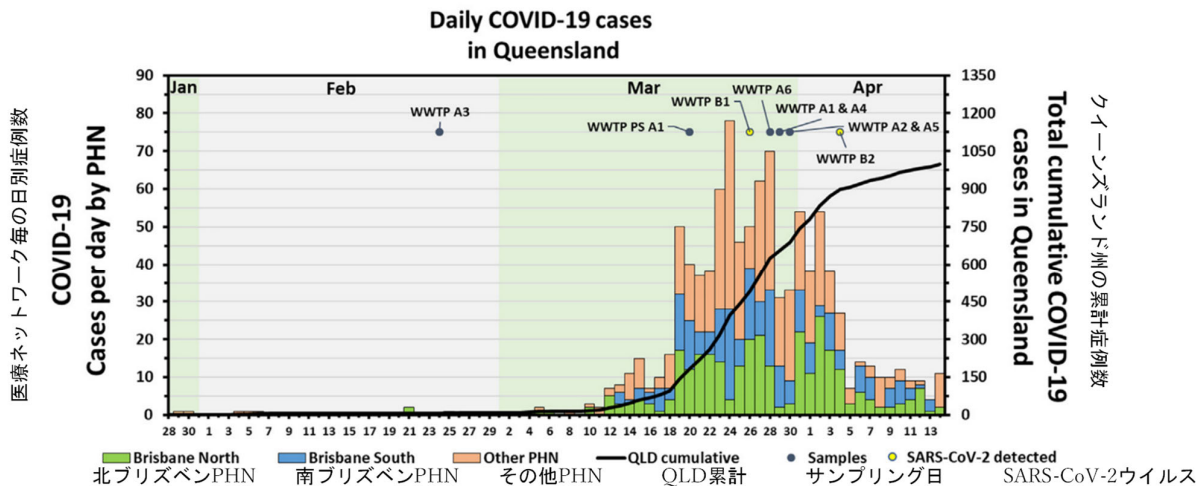


図 クイーンズランド州のCOVID-19日別症例数¹⁰⁾・場所 SARS-CoV-2ウイルス検出日・場所

10) First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia: A proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community. Sci Total Environ. 2020 Apr 18; 728: 138764. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.138764
 11) 国立感染症研究所 2020年7月1日 (https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ka/corona-virus/2019-ncov/2488-idsc/iasr-news/9714-485p02.html) (最終閲覧日:2020年7月13日)

(6) トイレ空間及び水回りの感染症への課題を総括すると

(1) 大便器（排便・排尿）

- 洗浄時飛まつ拡散（洗浄方式）
- 臭気・衛生性（和式・洋式）
- 長時間在室・気密化（休息空間化・占有時間長い）

(2) 洗面器（手指洗い・乾燥）

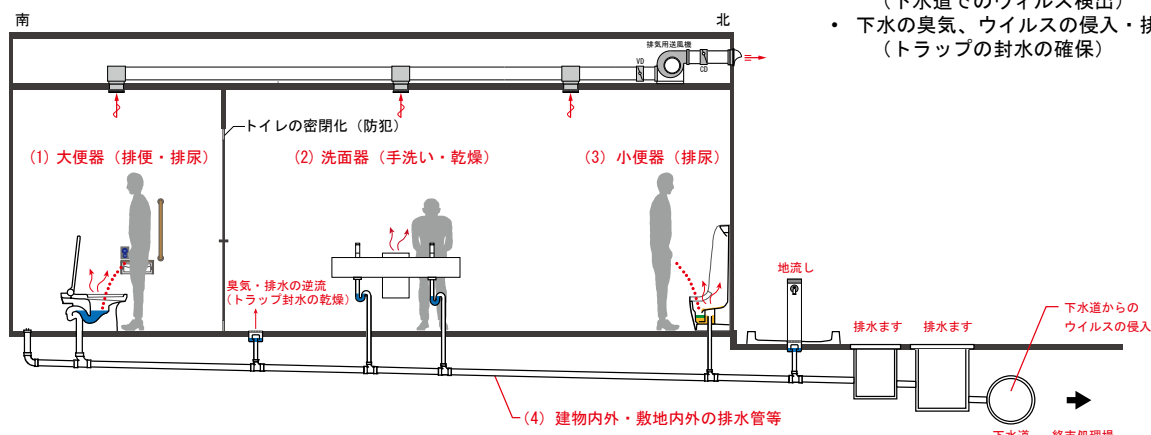
- 手洗い衛生性（洗浄時間、手洗い回数、 ミニмум水量）
- 水栓ハンドルの接触感染
- 乾燥時飛まつ（ハンドドライヤー内、衛生性）

(3) 小便器（排尿）

- 排尿の洗浄と衛生性（尿石付着と成長・逆流の影響）
- 乾燥面の増加（無水小便器・節水化）
- 排尿時の飛まつ拡散

(4) 建物内外・敷地内外の排水管等（清掃・メンテナンス）

- 清掃作業・メンテナンス作業者の健康安全確保（下水道でのウイルス検出）
- 下水の臭気、ウイルスの侵入・排水の逆流（トラップの封水の確保）



給排水衛生設備分野での感染症の要因 (大塚)

- 第1章 -

大便器及びトイレブースでの課題と感染防止

-第1章- 大便器及びトイレブースでの課題と感染防止

(1) 大便器及びブースでの感染リスク影響の推察

- 大便器の洗浄水量の節水化が進み、世界各国で4.8L-6.0L（JIS II形^注）が推奨されている。これに伴い、排水性能や搬送性能が低下することから、それらの性能を向上させた各種洗浄方式の開発が開発されている。

⇒過度な節水化は、衛生性の確保と共にウィルス対策に逆行していないか。
COVID-19の感染対策としても我が国の衛生理念を重視しつつ、簡単に洗浄水量を変更できる節水化が必要。
例えば、病院等医療施設では、洗浄水量は6.0L以下とせずに、衛生上も8.0L（JIS I形^注）程度は確保したい。

注) JISA5207-2019衛生器具-便器・洗面器類

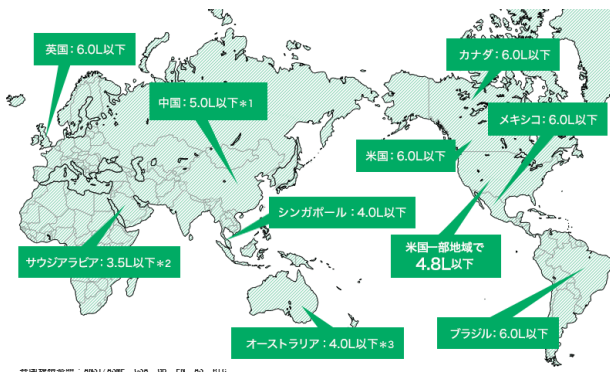


図 世界各国の洗浄水量規制¹⁾

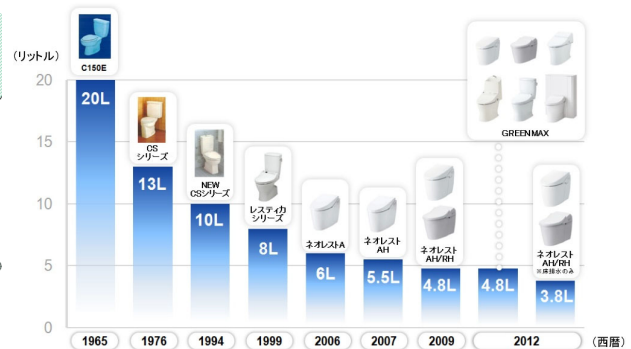


図 国内での洗浄水量の推移¹²⁾

12) TOTO株式会社 Home> 水と地球の、あしたのために。> 水まわりから環境を考える>q3 (<https://jp.toto.com/greenchallenge/value/q03.htm>) (最終閲覧日2020年7月16日)

13) TOTO株式会社 ニュースリリース 「節水便器」について (https://jp.toto.com/company/press/2016/09/15_002985.htm) (最終閲覧日2020年7月16日)

- 大便器溜水面の推移
大便器の節水化に伴い、搬送性能と排出性能の向上の工夫もあり、便鉢内の溜水面は小さくなってきている。
⇒臭気拡散防止、一般的な汚れの付着抑制などの観点から、大便器の基本となる衛生性が損なわれてないか。
- 洗浄方式の変化
洗浄方式の違いが臭気や飛沫拡散に大きな影響を及ぼす可能性がある。
ヨーロッパ等では「洗い落とし式」の普及から飛沫拡散が大きいことが懸念される。



洗浄水量：大

洗浄水量：中

洗浄水量：小

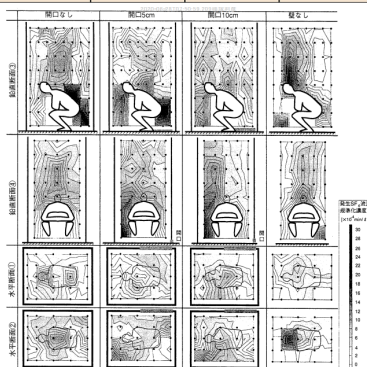
図 溜水面の推移¹⁴⁾

14) 大塚雅之, 他: 環境・設備から考える建築デザイン, pp. 99, 鹿島出版

- 便所ブース内での臭気拡散の実測 (山中教授論文)
- 田仲、山中ら^{15) 16) 17) 18)}の研究より、洋式便器に比べ、和式便器での汚臭拡散や飛沫拡散の可能性が大きいことも予想される。
鼻周辺汚染濃度は、洋式大便器より和式大便器の方が高い可能性がある。

鼻周辺の規準化濃度 (和式)

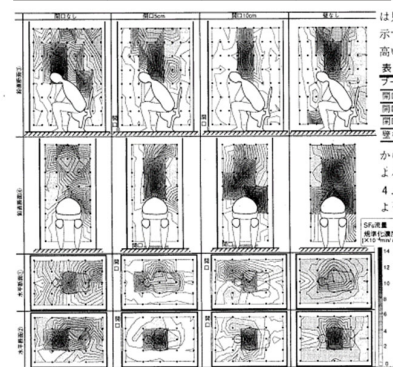
規準化濃度 [$\times 10^{-4}$ min/L]			
15.8	4.7	4.6	9.8
開口なし	開口5cm	開口10cm	壁なし



人体ブルーム及び臭気源物質の拡散性状濃度分布 (和式便器)¹⁵⁾

鼻周辺の規準化濃度 (洋式)

規準化濃度 [$\times 10^{-4}$ min/L]			
8.4	1.6	3.1	3.9
開口なし	開口5cm	開口10cm	壁なし



人体ブルーム及び臭気源物質の拡散性状濃度分布 (洋式便器)¹⁶⁾

- 田仲亮介, 山中俊夫, 他: 臭気源物質の拡散防止を目的とする便所の換気設計に関する研究 自然体流場での人体ブルーム及び臭気源物質の拡散性状 (和式便所の場合), 日本建築学会近畿支部研究報告集 第40号 環境系pp. 217-22 (2000. 6)
- 田仲亮介, 山中俊夫, 他: 臭気源物質の拡散防止を目的とする便所の換気設計に関する研究 (その2) 自然体流場での人体ブルーム及び臭気源物質の拡散性状 (様式便所の場合), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北) D-2 pp. 611-612 (2000. 09)
- 田仲亮介, 他: 臭気源物質の拡散防止を目的とする便所の換気設計に関する研究 自然体流場での人体ブルーム及び臭気源物質の拡散性状 (和式便所の場合), 日本建築学会近畿支部研究報告集 第40号 環境系pp. 217-22 (2000. 6)
- 田仲亮介, 他: 臭気源物質の拡散防止を目的とする便所の換気設計に関する研究 (その2) 自然体流場での人体ブルーム及び臭気源物質の拡散性状 (様式便所の場合), 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東北) D-2 pp. 611-612 (2000. 09)

➤ 学校トイレ改修時には、「和式から洋式化」への改修が衛生上も効果的であるとする。

表 公立小中学校施設のトイレの状況¹⁹⁾を基に作成

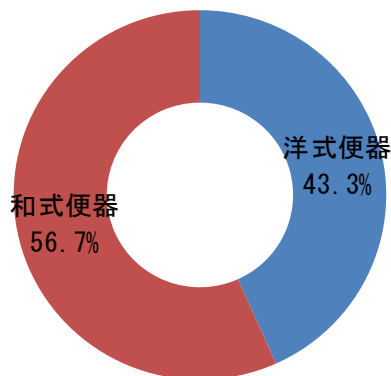
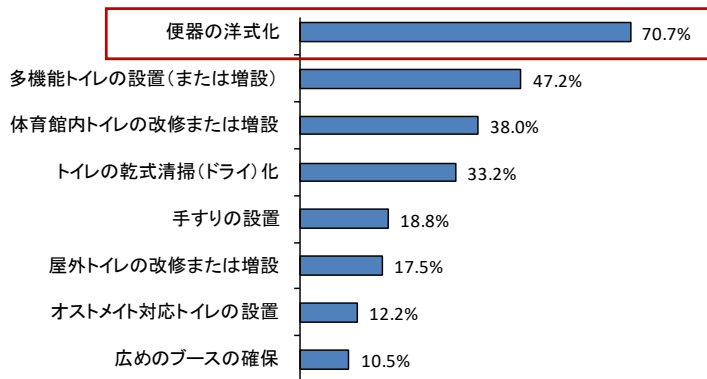


表 学校の既存トイレの改善で求められていること²⁰⁾を基に作成



19) 文部科学省：公立小中学校施設のトイレの状況調査の結果について、2016年11月10日
(http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/28/11/_icsFiles/afieldfile/2016/11/10/1379078_1_1.pdf)
20) 学校のトイレ研究会：学校のトイレ研究会研究誌20号/2017「学校トイレの挑戦 2017」, pp2-6,
(<https://www.school-toilet.jp/download/download.cgi?name=vol20.pdf>)

- 大便器ブースの占有時間の変化
調査結果から得られた器具平均占有時間 τ は、現行のSHASE-S 206に記載されている占有時間男子:300[s], 女子:90[s]と比較して男女共に長くなっていることが明らかとなった。
男子で約30%、女子で約38%において、過去の調査結果での器具平均占有時間 τ を超えていた。(全体比)²¹⁾
- トイレブースがくつろぎ空間(スマホ等)でもあり、在室時間が長い。
汚染空間への長期在室は感染リスクが大きいのではないか。

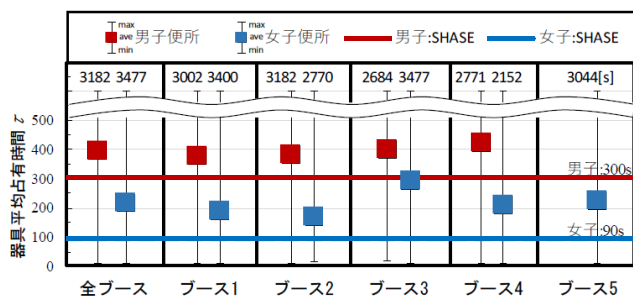


図 男女各ブースの τ とSHASE-S 206記載値との比較 (5つの大便器ブースで測定)²¹⁾

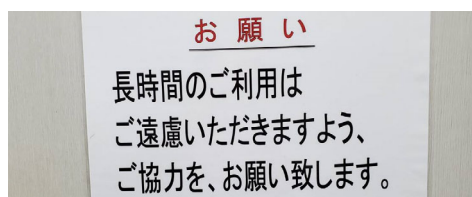


写真 トイレブースの長時間利用に対する注意喚起の張り紙

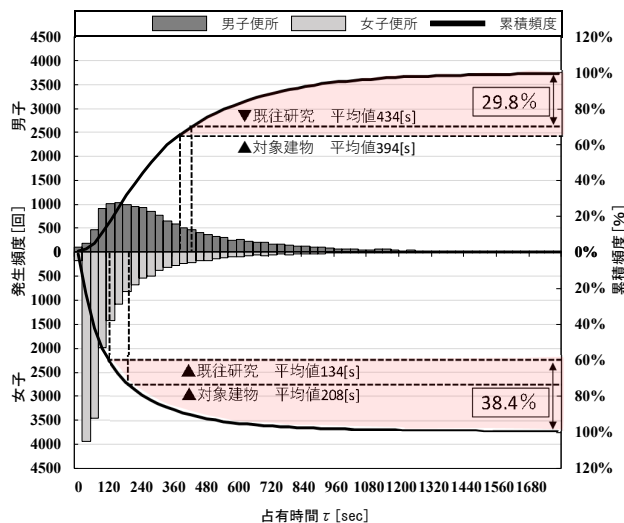


図 男女各ブースの器具占有時間 τ (全調査期間)²¹⁾

21) 佐藤賢悟, 大塚雅之, 他.: オフィスビルのトイレ利用実態の把握と排水負荷算定データの検討に関する研究, 空気調和衛生工学会大会(札幌) 学術講演論文集, p. 189-p. 192 (2019. 9)