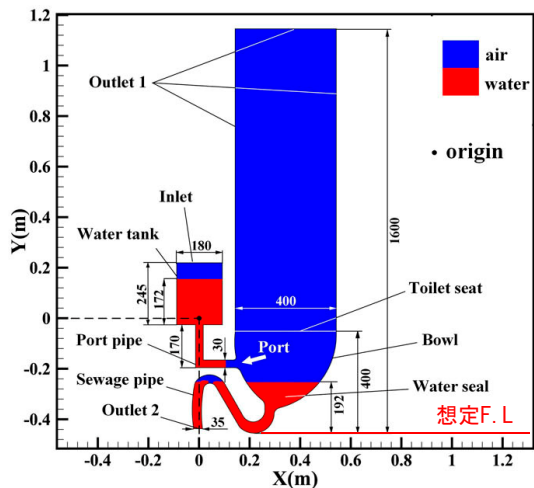
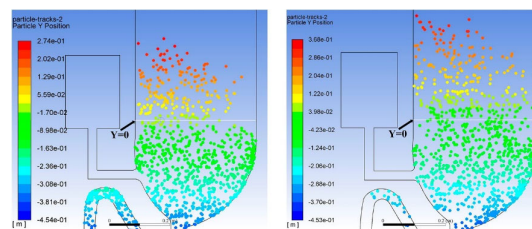


- 大便器の洗浄時の飛沫の拡散する高さ
英国の研究^{2 2)} では便座面から25cm、中国^{2 3)} でCFD解析を基に床面から106.5cmの高さになるとの報告もある。
- REHVA COVID-19 guidance documentなどにおいても、「排水時には便蓋を閉めて排水を行うこと」が推奨されている。

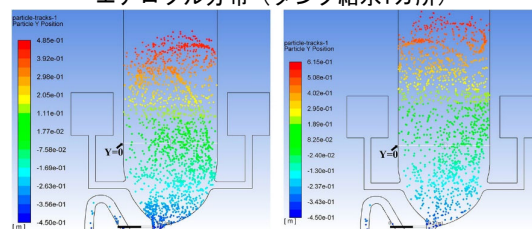


(a) タンク給水1カ所

図 シミュレーションモデルの一例



(a) 35秒後 (b) 70秒後
エアロゾル分布 (タンク給水1カ所)



(a) 35秒後 (b) 70秒後
エアロゾル分布 (タンク給水2カ所)

図 エアロゾルの追跡 (DPM結果)

- 2 2) E.L.Best, 他: Potential for aerosolization of Clostridium difficile after flushing toilets: the role of toilet lids in reducing environmental contamination risk. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195670111003392#!>) (最終閲覧日2020年7月16日)
- 2 3) Yun-yun Li (李云云) 他: Can a toilet promote virus transmission? From a fluid dynamics perspective, Phys. Fluids 32, 065107 (2020) (<https://aip.scitation.org/doi/10.1063/5.0013318>) (最終閲覧日2020年7月16日)

(2) 飛沫防止 (抑制) 用の大便器

- 生活行為への立位による排尿による尿の飛び散り防止^{2 5)}
- 今後の展望
飛沫の立ち上がり、飛散の少ない洗浄方法を有する節水形大便器の開発が必要。

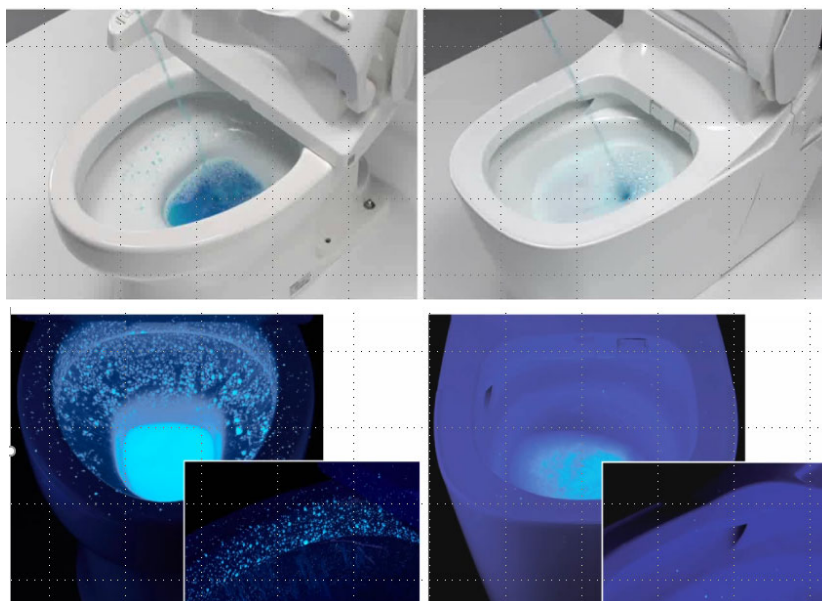
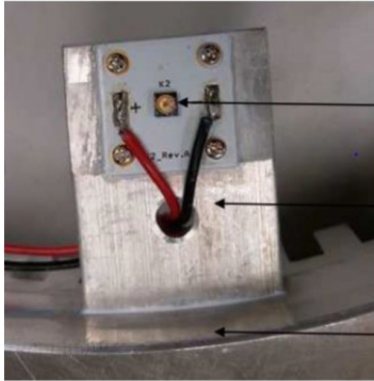


写真 飛沫抑制用の大便器

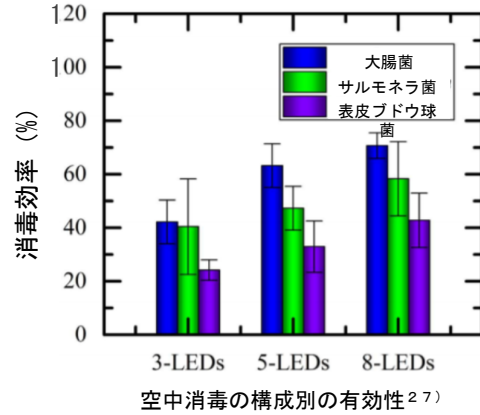
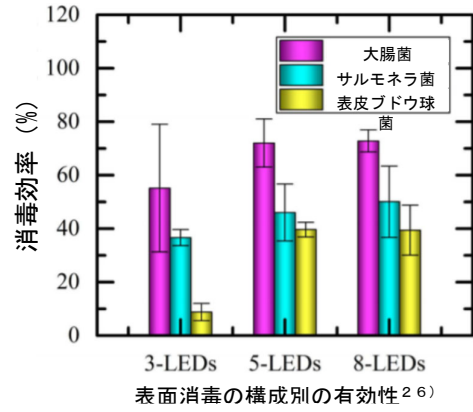
- UVC LEDによる殺菌装置の開発
- 「紫外線（A～C波）のなかでも特に「殺菌・滅菌」に効果が高いとされるC波（深紫外線/波長：200-280nm）を照射するLED²⁶⁾」：UVC LED
- 殺菌・滅菌効果を有するUVC LEDを大便器の便鉢に設置し、LEDの構成数と付着菌の消毒効率を表面と空中の2か所で求めた²⁷⁾。



消毒システムの構成部品²⁷⁾



5-LEDs リング状に均等に分配した構成²⁷⁾



26) 一般社団法人MBA推進協議会 HP UVC LEDの概要（「」内の文章を引用）
(https://mba-promo.com/uvc-led_overview/)（最終閲覧日:2020.10.12）

27) Alvin CK Lai, et al : A New UVC LED System for Disinfection of Pathogens Generated by Toilet Flushing, A New UVC LED System for Disinfection of Pathogens Generated by Toilet Flushing, Indoor Air, 2020 09 29

- 第2章 -

手指洗いにおける課題と感染防止

(1) 洗面器等での手指洗い

- 手指に付着したウイルス量は、15秒の流水による手洗いで1/100に、石鹸でもみ洗いし流水にとる手洗いで1/10,000に低減する²⁸⁾。
- 手指洗いがすぐにできない状況では、アルコール消毒液（濃度70～95%のエタノール）も有効である²⁸⁾。
⇒衛生確保のための必要水量・流量の算出と把握が必要（避難施設など）
⇒衛生設備分野でも細菌学的なアプローチが必要

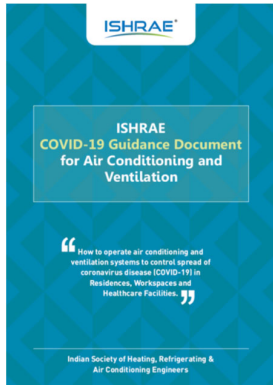


図 ISHARE COVID-19 ガイドラン

原文p.11)

Wash hands often for at least 20 seconds using soap. Always carry alcohol-based sanitizer and use whenever hand washing is not possible. ²⁹⁾

上記和訳)

石鹸を使用して、少なくとも20秒間は頻繁に手を洗ってください。常にアルコールベースの消毒剤を携帯し、手指洗いが不可能な場合はいつでも使用してください。 ²⁹⁾

28) 厚生労働省ホームページ：新型コロナウイルスに関するQ&A

(https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryuu/dengue_fever_qa_00001.html#Q2-6) (最終閲覧日2020年7月16日)

29) ISHRAE COVID-19 Guidance Document for Air Conditioning and Ventilation (https://ishrae.in/maile/ISHRAE_COVID-19_Guidelines.pdf)

(2) ノロウイルスの代替指標（ネコカリシウイルス）を用いた手指洗い方法による洗浄効果について

手洗い時間・回数による効果³⁰⁾

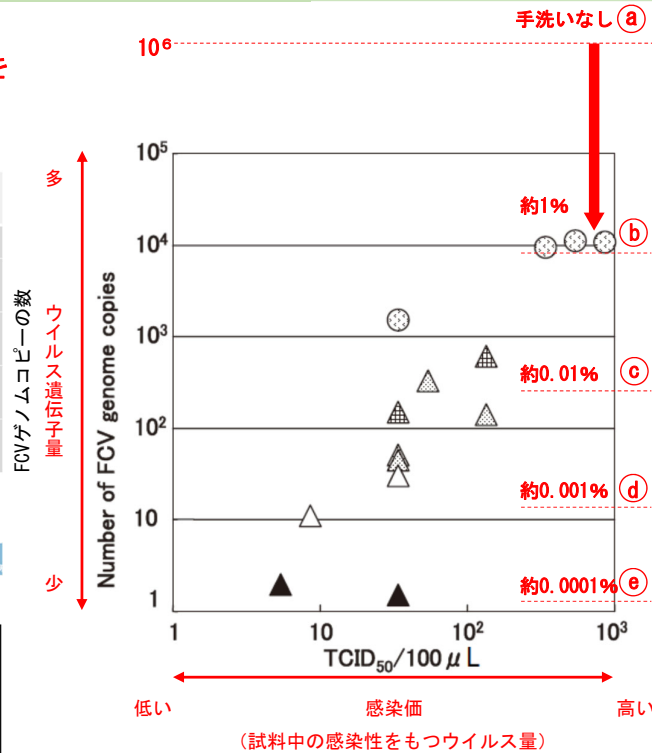
手洗いの方法	残存ウイルス数 (残存率)*
a) 手洗いなし	約1,000,000個
b) 流水で15秒手洗い	約10,000個 (約1%)
c) ハンドソープで10秒または30秒もみ洗い後、流水で15秒すぎ	数百個 (約0.01%)
d) ハンドソープで60秒もみ洗い後、流水で15秒すぎ	数十個 (約0.001%)
e) ハンドソープで10秒もみ洗い後、流水で15秒すぎを2回繰り返す	約数個 (約0.0001%)

*:手洗いなしと比較した場合

出典
森功次他:感染症学雑誌, 80:496-500,2006
<http://journal.kansensho.or.jp/Disp?pdf=0800050496.pdf>

National Institute of Health Sciences
国立医薬品食品衛生研究所

- : 流水すぎ
- ▲: 10秒のもみ洗い+15秒間の流水すぎ
- ▲: 30秒のもみ洗い+15秒間の流水すぎ
- ▲: 60秒のもみ洗い+15秒間の流水すぎ
- ▲: (10秒のもみ洗い+15秒間の流水すぎ) × 2



手洗い方法の比較（ハンドソープB）³¹⁾

30) 厚生労働省:手洗い時間・回数による効果

<https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11130500-Shokuhinzenbu/0000105095.pdf>

31) 森功次, 林志直, 野口よよい, 甲斐明美, 大江香子, 酒井沙知, 原元宣, 諸角聖:Norovirusの代替指標としてFeline Calicivirusを用いた手洗いによるウイルス除去効果の検討, 感染症誌80 : p. 496~500, (2006. 8) <http://journal.kansensho.or.jp/Disp?pdf=0800050496.pdf> (大塚加筆)

(3) 細菌を指標とした手指洗い方法による洗浄効果

➤ 手指洗いの衛生効果とミニマム水量の検討（紀谷文樹教授の論文）において、石けんありの手洗いで洗浄水量約4.5~5.0L/min、総水量約1.4~1.5L/回、約20秒で、92.1%~98.5%の除菌効果がある³²⁾。（ISHRAEの推奨値（20秒²⁹⁾）と範囲は一致）

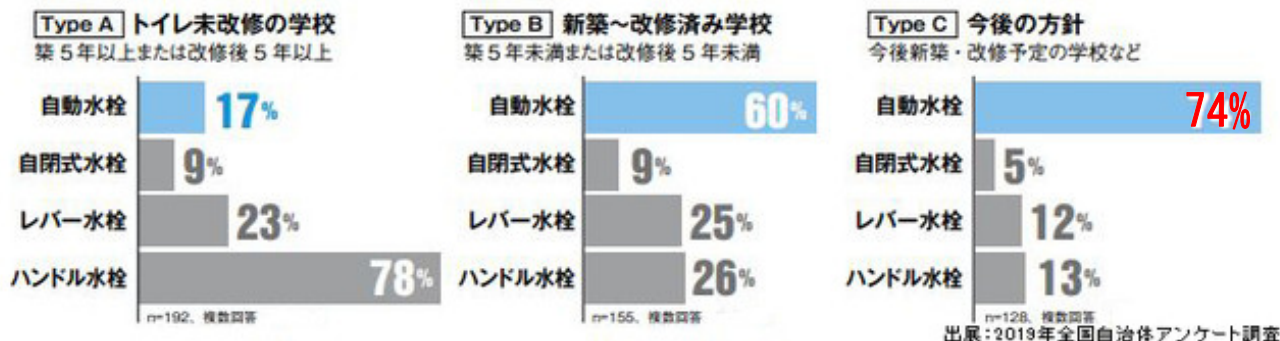
表 石けんありの手洗いにおける各実験パターンの平均³¹⁾

アイテム	回数	手洗い前の菌数 (before)	手洗い後の菌数 (after)	除菌率 [%]	すすぎ時間 [s]	水量 [ml]	流量 [l/min]
もみ洗い	5秒	14	36	2.5	93.1	12.2	939.9
	10秒	24	88	13.0	85.2	14.2	1088.6
	15秒	32	65.5	6.5	90.1	17.3	1331.2
	20秒	17	63	2.0	96.8	18.2	1385.6
	25秒	12	38	3.0	92.1	18.3	1449.4
	30秒	10	99.5	1.5	98.5	18.1	1486
普通水栓	52	77.3	5.7	92.6	16.5	1294.3	4.724
泡沫水栓	57	52.5	3.8	92.8	16.3	1265.9	4.663

32) 紀谷文樹, 他:手洗い効果の細菌学的検討, 空気調和・衛生工学会論文集, pp. 29~36 (1990.2)

➤ 学校のトイレ研究会³³⁾が2020年8月25日に公表した「2019年度全国自治体アンケート調査」の結果によれば、**トイレ未改修の学校における「自動水栓化」は全体の17%**（n=192, 複数回答）であり、一般的なハンドル水栓が78%と大部分を占めている。今後の方針として**新築・改築予定の学校に対して74%の自治体が非接触の自動水栓を導入したい**と回答している。

⇒接触感染リスク回避のため、公共施設、住宅でも「自動水栓化」を推奨する動き。
住宅では玄関口に水場を設置し、除菌した後に入室するための水まわりの計画も提案。



Q3: 学校トイレの手洗いには主にどの水栓（蛇口）がついていますか？
最も多い状況についてお答えください³²⁾。

33) 学校のトイレ研究会研究誌23号「学校トイレの挑戦! 2020」p. 17

- ハンドドライアの使用の可否の議論
- 国立感染症研究所新型コロナウイルス対策行動計画（案）³⁴⁾ によれば、感染症対策のため、**トイレでは手拭き用のペーパータオルを常備し「温風ジェット乾燥機は利用禁止」とある。**
- 厚生労働省³⁵⁾ では、「ハンドドライヤーは止め、共通のタオルは禁止する。」と明記。
- 諸外国の研究でも飛沫の多さは、**ジェットドライヤ>温風ドライヤ>ペーパータオル³⁶⁾**

表 各乾燥方法の空気中の飛まつ菌数 (cfu) (n = 10)³⁶⁾

Mean lactobacilli counts (cfu) in the air after 15 min sampling for each drying method (n=10)

Distance	Paper towels			Warm air dryer			Jet air dryer		
	LHS (n=10)	RHS (n=10)	Combined (n=20)	LHS (n=10)	RHS (n=10)	Combined (n=20)	LHS (n=10)	RHS (n=10)	Combined (n=20)
Close proximity	2.6(2.2)	2.6(2.7)	2.6(1.9)	14.9(14.5)	16.5(16)	15.7(14.9)	76.2(40)	65.2(37.5)	70.7(38.2)
1 m away	2.4(2.7)	2(2.1)	2.2(2.4)	18.2(4.7)	19.1(7.9)	18.6(6.4)	89.1(34.2)	89.9(37.6)	89.5(34.9)

LHS, left-hand side; RHS, right-hand side.

Values are mean(SD).



手乾燥後のトイレ洗面所の空気汚染³⁷⁾

- 34) 国立感染症研究所新型コロナウイルス対策行動計画（平成21年4月27日施行、平成25年9月10日 一部改正（最終））P. 18 (<https://www.niid.go.jp/niid/images/PDF/NIID-pandemicflu-BCP-20130910.pdf>)
- 35) 厚生労働省労働基準局長:職場における新型コロナウイルス感染症への感染予防、健康管理の強化について（2020年5月）別添4, P. 2 (<https://www.mhlw.go.jp/content/11302000/000630690.pdf>)（最終閲覧日2021年4月24日）
- 36) P. T. Kimmitt et al: Evaluation of the potential for virus dispersal during hand drying : a comparison of three methods , Journal of Applied Microbiology Volume 120 , Issue 2 , P. 478-486, 2015
- 37) EUROPEAN TISSUE SYMPOSIUM Kunstlaan 44 Avenue des Arts B-1040 Brussels Belgium (<https://europeantissue.com/hygiene/studies/potentialcontaminationenvironment2014/>)（最終閲覧日:2020年9月9日）

- 第3章 -

小便器における課題と感染防止

- 小便器の節水化が促進されている。洗浄水量は4L/回から1~2L/回へ削減。

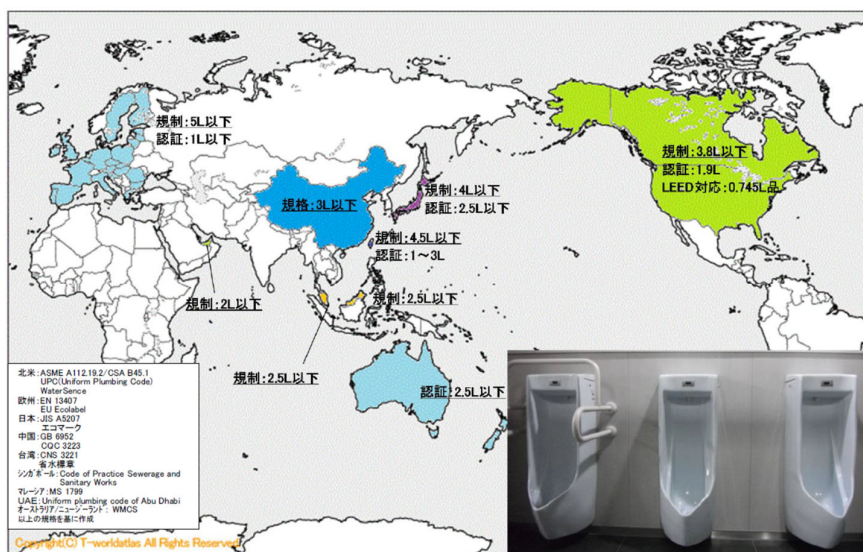


図 世界の小便器の洗浄水量^{3 8)}の規格を基に作成

- 3 9) 北米: ASME A112.19.2/CSA B45.1 UPC(Uniform Plumbing Code) WaterSense
 欧州: EN 13407 EU Ecolabel
 日本: JIS A5207 エコマーク
 中国: GB 6952 CQC 3223
 台湾: CNS 3221 省水標章
 シンガポール: Code of Practice Sewerage and Sanitary Works
 マレーシア: MS 1799
 U A E: Uniform plumbing code of Abu Dhabi
 オーストラリア/ニュージーランド: WMCSS

- 小便器における危険性として、中国での研究^{4 0) 4 1) 4 2)}によると、検出率は低い尿サンプルからの検出が確認されている。
 ⇒尿中でウイルスが生存している可能性がある。

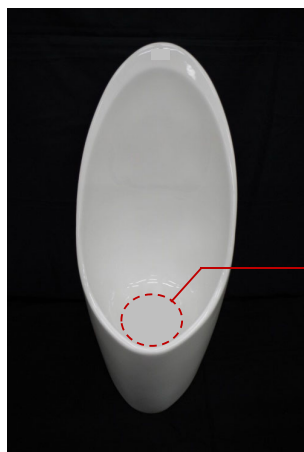
表 軽度または重度の疾患のある患者における重症急性呼吸器症候群コロナウイルス2のサンプル別検出
 検出数/サンプル数 (%) ^{4 1)}

Sample types	発症後 After admission	発症後の数週間 Weeks since onset of symptoms				P values
		1	2	3	4	
全ての患者						
Respiratory	96/96 (100)	42/44 (95)	74/90 (82)	64/89 (72)	31/57 (54)	<0.001
Stool	55/93 (59)	9/23 (39)	28/59 (47)	32/71 (45)	20/57 (35)	0.54
Serum	39/95 (41)	5/36 (14)	20/85 (23)	19/85 (22)	5/55 (9)	0.12
尿	1/67 (1)	0/15 (0)	1/53 (2)	0/21 (0)	0/19 (0)	NC
軽度の疾患						
Mild disease:						
Respiratory	22/22 (100)	11/12 (92)	15/21 (71)	9/19 (47)	4/9 (44)	0.04
Stool	13/22 (59)	2/7 (29)	8/16 (50)	10/17 (59)	5/9 (56)	0.62
Serum	6/22 (27)	0/9 (0)	3/19 (16)	2/17 (12)	0/8 (0)	0.67
尿	0/19 (0)	0/3 (0)	0/15 (0)	0/7 (0)	0/3 (0)	NC
重症疾患						
Severe disease:						
Respiratory	74/74 (100)	31/32 (97)	59/69 (86)	55/70 (79)	27/48 (56)	<0.001
Stool	42/71 (59)	7/16 (44)	20/43 (47)	22/54 (41)	15/48 (31)	0.49
Serum	33/73 (45)	5/27 (19)	17/66 (26)	17/68 (25)	5/47 (11)	0.20
尿	1/48 (2)	0/12 (0)	1/38 (3)	0/14 (0)	0/16 (0)	NC

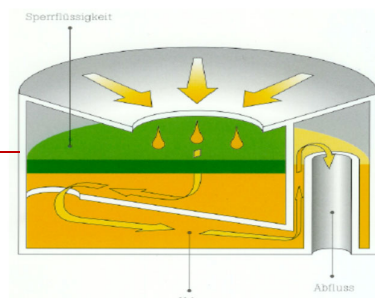
NC=not calculable.
 * () 内が検出数

- 4 0) Jing Sun, Airu Zhu, 他: Isolation of infectious SARS-CoV-2 from urine of a COVID-19 patient, Emerging Microbes & Infections, 2020, VOL. 9 (https://doi.org/10.1080/22221751.2020.1760144)
- 4 1) Xin-Wei Wang, Jin-Song Li, 他: Study on the resistance of severe acute respiratory syndrome-associated coronavirus Science Direct, Journal of Virological Methods 126 (2005) 171-177
- 4 2) Shufa Zheng, Jian Fan, 他: Viral load dynamics and disease severity in patients infected with SARS-CoV-2 in Zhejiang province, China, January-March 2020: retrospective cohort study, MJ2020:369:m1443, Accepted: 6 April 2020 (https://www.bmj.com/content/369/bmj.m1443) (最終閲覧日2020年7月20日)

- 小便器の排水管内に尿が沈着し、尿石が形成されることは事実である。
- 駅舎などで水洗浄を行わない無水小便器^{4 3)}が採用されているが、乾燥面が生じ、トラップ、排水管内の洗浄水量が不足すること。
⇒乾燥面が多いこと、尿石の付着とウイルスの停滞、臭気とともに、衛生上も悪影響はないか？
- 今後の展望
無水小便器の安全性の検討（乾燥面が多い）
小便器の衛生的な洗浄方法（ウイルスと尿石を併存させない）と制御方法の提案



無水小便器 外観



無水小便器のトラップ構造
シール液が浮遊しているトラップ^{4 2)}



尿石の付着状況（大塚研究室）

4 3) M. Demiriz: Life Time Tests of Dry Urinals, CIB W062 Symposium 2005

- シミュレーション結果から排尿時の飛沫の拡散は、垂直高さで床面から0.84m、また本文中に記載はないが結果の図より、水平距離で小便器背面（壁面）から約0.37mとなる。
⇒トイレブースでは、マスク着用の義務付けを言及している。

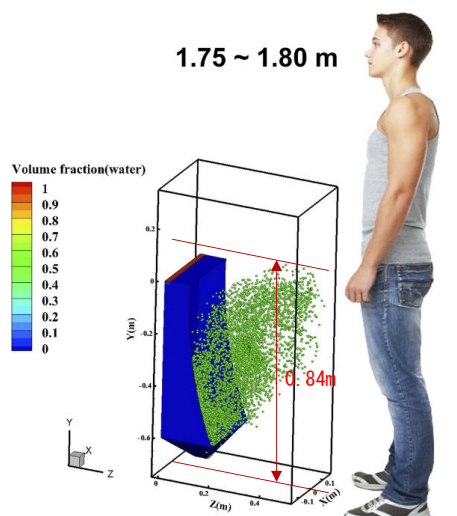


図 2.6秒での小便器の排尿の離散粒子分布^{4 3)}

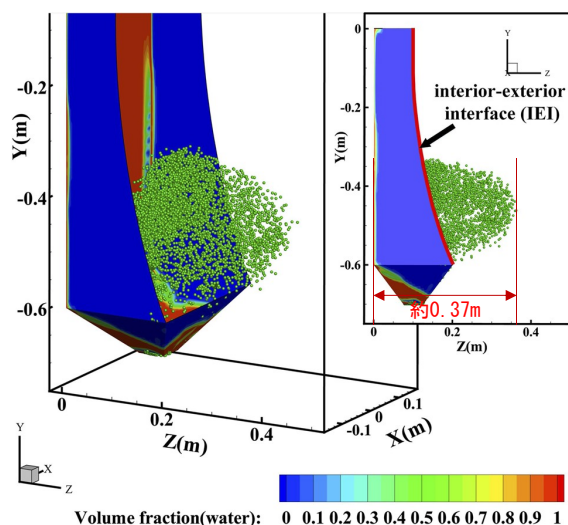


図 合計5.5秒の2.6秒の小便器洗浄中及び
その後の動的なウイルスの動き^{4 4)}
マルチメディアビュー : <https://doi.org/10.1063/5.0021450.1>

4 4) Ji-Xiang Wang, Yun-Yun Li, et al: Virus transmission from urinals, Cite as: Phys. Fluids 32, 081703 (2020); doi: 10.1063/5.0021450
Submitted: 10 July 2020 · Accepted: 15 July 2020 · Published Online: 18 August 2020