

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

建築物の室内環境における高頻度接触面に関する研究

研究分担者 尾方 壮行 東京都立大学都市環境学部建築学科助教

研究要旨

本研究は、建築物内の環境における汚染度調査を通じて、清掃効果と汚染状況に関する知識および高頻度接触面についての洞察を提供することを目的として行った。アデノシン三リン酸（ATP）測定法を活用して建築物内の環境表面の汚染度を評価し、清掃前後のATP測定値を比較することで、清掃の効果を検証した。調査結果から、共有スペース内の椅子の手摺、机、複合機の操作ボタン、階段の手すり、トイレの流水ボタン、冷蔵庫および電子レンジのハンドルなどが高頻度接触面として顕著に汚染される傾向が明らかになった。それに対して、廊下の手すり等は汚染度が低い傾向が観察され、接触頻度が低いと推測された。さらに、清掃によるATP測定値の低減効果は、表面の汚染の程度や表面の大きさおよび形状、近接する空間内の表面汚染度分布等に依存しており、清掃方法や手順の重要性が示唆された。これらの結果は、建築物の清掃計画や接触感染対策の策定において、有益な情報を提供する可能性がある。

A. 研究目的

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の世界的な流行を踏まえ、医療施設以外の不特定多数が利用する施設においても、日常清掃において接触感染リスクの低減を念頭においてどのような清掃が適切であるかについて知見が求められている。本研究では、アデノシン三リン酸（Adenosine triphosphate、以下ATP）を手指による汚染のマーカースとして、感染対策として清掃を行う場合に重要となる高頻度接触面に関する知見を得ることを目的として、ATP測定法による建築物の室内環境表面の汚染度調査を行った。

A.1 感染対策としての日常清掃の課題

接触感染対策としては、適切なタイミングで手指衛生を行うことが最も効果的であるが、環境表面を介した病原体の伝播を定期的な清掃

によって遮断することも重要である。感染対策として室内環境表面の清掃を行う場合には、リザーバーとなりうる人の手指が頻繁に接触する環境表面を重点的に清掃する必要がある。しかしながら、日常清掃を行う清掃作業者は塵埃のたまりやすい箇所を汚れていると認識し、重点的に清掃する一方で、接触感染対策上重要である人の手指が触れる表面については汚染されているかが目視で判別できないため、重点的に清掃すべきであると認識していない場合がある。このため、人の手指が頻繁に触れる環境表面を明らかにし、そのような箇所について重点的な清掃が望ましいことを周知することで日常清掃による接触感染対策効果を高めることができると考えられる。

A.2 高頻度接触面の定義

現在、医療施設における基本的な感染防止策

としては、手指衛生の励行や室内環境表面の清掃がなされている²⁾。CDC (Centers for Disease Control and Prevention) ガイドライン³⁾では、こまめな清掃と消毒を要する人の手指が頻繁に触れる高頻度接触面 (High-Touch Surfaces) が規定されているが、ベッドレール、ベッドサイドの机、室内用便器、ドアノブ、シンク、患者近傍の表面などと述べるに留まっており、十分なエビデンスがない。Huslageら⁴⁾は、病院における高頻度接触面を同定するためにICUおよび一般病棟において医療従事者と患者を観察し、その結果からベッド手摺、ベッド表面、サプライカート、オーバーベッドテーブル、輸液ポンプを高頻度接触面として分類した。しかしながら、医療施設以外の不特定多数が利用する施設において、どのような環境表面が高頻度接触面であるかについては調査研究が少なく、不明確である。

A.3 手指による汚染マーカーとしてのATP測定法の活用

基本的な感染防止策としての清掃に関する指針を再検討し、エビデンスに基づいた適切な清掃を行い、感染症を引き起こす病原体の伝播を防ぐためには、ある箇所が接触される頻度のみではなく清掃の有効性を評価する必要があり、実環境の汚染状況および清掃の効果に関する知見が求められる。現在医療福祉施設において環境の汚染度をモニタリングするためのガイドラインや標準的な手法はなく、微生物汚染の指針としては信頼性を欠くが、目視による判断が最も一般的である。信頼性のある汚染度の判定法としては、従来細菌培養検査が行われてきたが、判定に要する時間が長く迅速な判定が困難であり、また方法によっては検出が不可能な病原体があることが問題であった。この中で、近年ATPを指標として汚染度を評価するATP測

定法が活用されている。柴田ら⁵⁾は、ATP測定法により病院環境表面のモニタリングを行い、微生物が検出されるサンプルのATP測定値は微生物が検出されないサンプルよりも有意に高い範囲をとることを報告している。また、正田ら⁶⁾は、建物内の人が接触する可能性の高い部位について汚染度を測定し、人の手の接触が多いドアノブ、洗面蛇口では、利用人数の増加に伴い、ATP測定値と一般生菌数が増加することを報告している。また、手指の接触による表面の汚染度に関するシミュレーション実験を行い、ATP値と一般生菌数の増加パターンには違いがあり、ATP測定値は初回の接触で高値となり、その後緩やかな増加を示し、一般生菌数は接触回数が増すごとに菌数が増加すること、材質や形状により接触回数と汚染度の関係が異なることを報告している。

B. 研究方法

B.1 調査概要

2022年12月から2023年1月にかけて、神奈川県、群馬県、岩手県、福岡県の計9施設において、環境表面汚染度の実測調査を行った(表1)。建物用途の内訳は、オフィスビル7件、消防庁舎1件、地区センター1件であった。

表1 実測対象施設リスト

施設用途	所在地
消防庁舎	岩手県盛岡市
オフィスビル1	岩手県盛岡市
オフィスビル2	群馬県前橋市
オフィスビル3	群馬県前橋市
オフィスビル4	神奈川県逗子市
オフィスビル5	神奈川県逗子市
地区センター	神奈川県横浜市
オフィスビル6	神奈川県横浜市
オフィスビル7	福岡県福岡市

B.2 測定方法

ATP 測定法により清掃前後の環境表面の汚染度を測定した。なお、本研究では、手指による接触のマーカーとして ATP 測定値 (Relative Light Unit: RLU) を用いた。ATP 検査用ルミノメーターとして、Lumitester Smart (キッコーマンバイオケミファ株)、ATP 検査用試薬一体型スワブとして LuciPac A3 Surface (キッコーマンバイオケミファ株) を用いた。原則として、10 cm 角の対象面を縦・横方向に、1cm 幅ごとに 2 往復を目安として、指定のスワブでまんべんなく拭き取った。ドアノブ等の平らではない面については、人の手が触れる部分を拭き取り、測定対象面が 10 cm 角とは異なる場合には、対象面の寸法を記録し、拭き取り面積が標準値と異なる場合には、100 cm² 当たりの RLU に換算して分析した。一つの建物に対して、原則として 2 回 (2 日分の清掃前後) の調査を行った。

B.3 測定対象面

測定対象面として、エレベーターボタン (ホール側・EV 内側)、階段手すり、廊下手すり、受付・サービスカウンター表面、居室ドアノブ (廊下側・居室側)、照明スイッチ、空調操作パネル、コピー機ボタン、共有スペース等の机表面・椅子手すり、キッチンの机表面、電子レンジのハンドル、冷蔵庫のドアハンドル、トイレドアノブ (外側・内側)、トイレ個室ドア表面 (外側)、トイレ個室ドアノブ (内側)、トイレ流水レバーもしくはボタン、便座、トイレ洗面所蛇口、トイレ洗面所洗面台、等の一般に頻回に手指によって接触されると考えられる面、現場調査によって手指でよく触れられると思われる表面、不特定多数の人が触れる可能性のある表面を選定した。

(倫理面への配慮)

文献調査および環境表面の実測調査であり、該当しない。

C. 研究結果

清掃前の ATP 測定値

図 1 に清掃前の各表面における ATP 測定値を示す。ATP 測定値の中央値が高い順に並べている。ATP 測定値の中央値を測定箇所ごとに比較すると、共有スペース等の椅子手摺、共有スペース等の机、トイレ洗面所洗面台、コピー機ボタン、トイレ洗面所蛇口、階段手すり、冷蔵庫ハンドル、トイレ流水レバーボタン、電子レンジハンドル、居室ドアノブ (廊下側)、便座、受付・サービスカウンター表面、平滑な鉛直面 (ガラス等)、キッチンの机、空調操作パネル、トイレドアノブ (外側)、居室照明スイッチ、ドアノブ (居室側)、トイレ個室ドアノブ (内側)、トイレドアノブ (内側)、エレベーターボタン (EV 内側)、トイレ個室ドア表面 (外側)、廊下手すり、エレベーターボタン (ホール側) の順に高かった。中央値が 1000 RLU/100 cm² 以上となった箇所は、共有スペース等の椅子手摺、共有スペース等の机、トイレ洗面所洗面台、コピー機ボタン、トイレ洗面所蛇口、階段手すり、冷蔵庫ハンドル、トイレ流水レバーボタン、電子レンジハンドル、居室ドアノブ (廊下側) であり、他の面と比較して ATP 測定値が高かった。

清掃前後の ATP 測定値

図2に清掃前後の各表面におけるATP測定値を示す。全体的な傾向としては、清掃前のATP測定値と比較し、清掃後のATP測定値が低減している。特に、清掃前のATP測定値が中央値で1000 RLU/100 cm²以上と大きく、高濃度に汚染される面では、ATP測定値が低減している。一方で、清掃後にATP測定値の最大値が清掃前よりも大きくなるケースや、特に清掃前のATPの測定値が中央値で1000 RLU/100 cm²以下と比較的小さい箇所では、清掃前より

も清掃後のATP測定値中央値が大きくなるケースがみられた。

D. 考察

共有スペースの椅子手摺・机、コピー機ボタン、階段手摺、トイレ流水ボタン、冷蔵庫・電子レンジのハンドル等のATP測定値は比較的高く、測定結果からも人が多く利用し高頻度に接触する面であるといえる。手指と対象表面との接触面積が小さいエレベーターボタン等の表

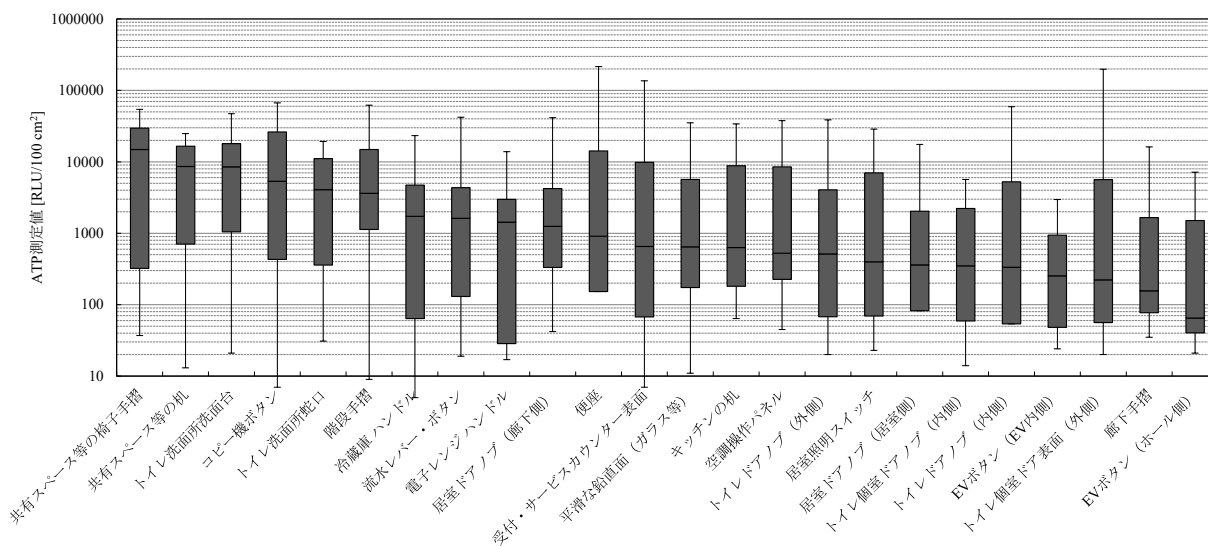


図1 清掃前の各表面におけるATP測定値

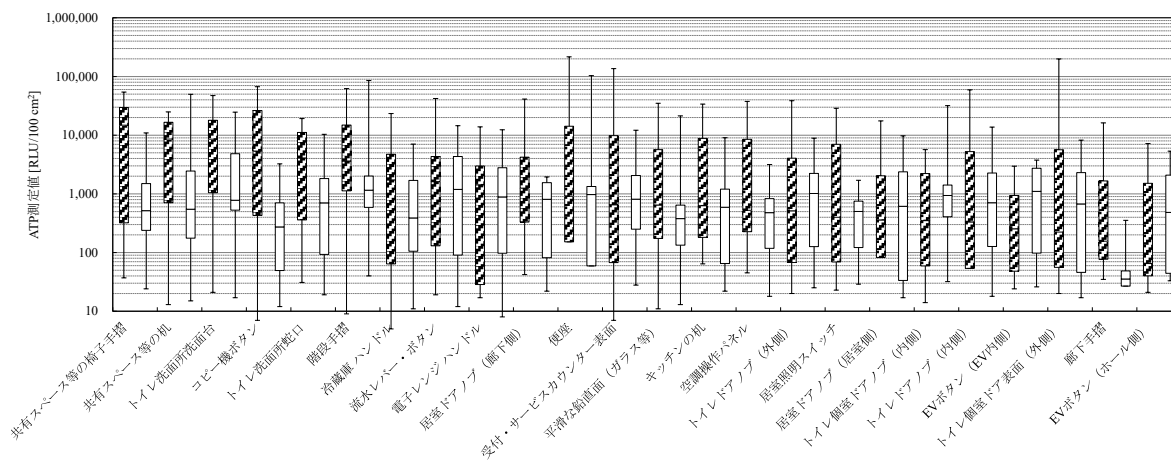


図2 清掃前後の各表面におけるATP測定値

面では、手指による汚染の程度が低く、ATP測定値が低くなる可能性が考えられる。廊下の手すり等のATP測定値が低かった表面は、日常的には利用されておらず、接触頻度が低いと考えられる。

表2に清掃前後のATP測定値を比較し、清掃によりATP測定値が上昇したケースの割合を示す。清掃前後のATP測定値を1セットとして、清掃後に清掃前よりもATP測定値が高くなったケース数を全ての数で除した割合を示している。特に割合の高い箇所としては、共有スペース等の机、受付・サービスカウンター表面、キッチンの机、照明スイッチ、EVボタン（EVボタン内側・ホール側）トイレ洗面所洗面台、トイレ洗面所蛇口、トイレ流水レバーもしくはボタン、トイレドアノブ（外側・内側）、トイレ個室ドアノブ（内側）、トイレ個室ドア表面、便座があり、それら表面の特徴として、机などの居住者に利用されることで高濃度に汚染されると考えられる大きな水平面であること、スイッチ等の小さく凹凸のある面であること、汚染の程度が大きく異なる面が同一の小空間内に存在することが挙げられる。大きい面で清掃によってATP測定値が十分に低減していない場合には、同一表面上の汚染を拭き広げている可能性がある。この場合には、（清掃方法の改善）。また、面が小さく、同一表面上で汚染の分布が少ない箇所で、清掃後にATP測定値が増加した箇所では、汚染度の高い表面から低い表面への清掃による転写があると考えられる。また、トイレでは小さな面が大きく、また汚染の程度が大きく異なる面が同一の小空間内に存在するために、清掃の順序が汚染度の低い箇所から高い箇所へと行われずに、汚染度の高い箇所を清拭して汚れた清掃用具で汚染度の低い面を清掃することで汚染度が高まる可能性が考えられる。

表2 清掃後に清掃前よりもATP測定値が上昇したケースの割合

	低減しない場合/全数 (清掃前<清掃後)	500RL以上増加/全数 (清掃前+500<清掃後)
共有スペース等の椅子手摺	21%	7%
共有スペース等の机	43%	36%
トイレ洗面所洗面台	31%	25%
コピー機ボタン	33%	8%
トイレ洗面所蛇口	38%	25%
階段手摺	25%	19%
冷蔵庫 ハンドル	33%	8%
トイレ流水レバーもしくはボタン	56%	22%
電子レンジ ハンドル	33%	8%
居室ドアノブ(廊下側)	38%	6%
便座	44%	22%
受付・サービスカウンター表面	33%	25%
平滑な鉛直面(ガラス等)	50%	28%
キッチンの机	44%	28%
空調操作パネル	31%	31%
トイレドアノブ(外側)	50%	44%
居室照明スイッチ	39%	22%
居室ドアノブ(居室側)	50%	19%
トイレ個室ドアノブ(内側)	61%	39%
トイレドアノブ(内側)	50%	28%
EVボタン(EV内側)	58%	42%
トイレ個室ドア表面(外側)	50%	28%
廊下手摺	17%	0%
EVボタン(ホール側)	58%	33%

以上で述べた本研究における結果及び考察は、ATP測定値に基づくものであり、その限界として、手指による接触以外のメカニズムで環境表面の汚染がある場合には、測定値の高低によって接触頻度の高低を判断することができないこと、また、物理的な除去効果のみを評価しており、薬剤による消毒等の効果は評価できていないことが挙げられる。

E. 結論

ATPを手指による汚染のマーカースとして、高頻度接触面および清掃の効果に関する知見を得ることを目的として、ATP測定法による建築物の室内環境表面の汚染度調査を行った。主な結果および考察を以下に述べる。

- ・ 共有スペースの椅子手摺・机、コピー機ボタン、階段手摺、トイレ流水ボタン、冷蔵庫・電子レンジのハンドル等の ATP 測定値は比較的高く、測定結果からも人が多く利用し高頻度に接触する面であるといえる。
- ・ 廊下の手すり等の ATP 測定値が低かった表面は、日常的には利用されておらず、接触頻度が低いと考えられる。
- ・ 手指と対象表面との接触面積が小さいエレベーターボタン等の表面では、手指による汚染の程度が低く、ATP 測定値が低くなる可能性が考えられる。
- ・ 机などの居住者に利用され高濃度に汚染されると考えられる大きな水平面、清掃のしにくいスイッチ等の凸凹のある小さな表面、環境内の汚染度に大きな分布のあるトイレの表面では、清掃による ATP 測定値の低減効果が低い。
- ・ 大きい面で清掃によって ATP 測定値が十分に低減していない場合には、同一表面上の汚染を拭き広げている可能性がある。
- ・ 面が小さく、同一表面上で汚染の分布が少ない箇所で、清掃後に ATP 測定値が増加した箇所では、汚染度の高い表面から低い表面への清掃による転写があると考えられる。汚染度の低い面から高い面へ清掃することが望ましい。

参考文献

1. 松村美保, 藤原舞, 尾方壮行, 堤仁美, 堀賢, 田辺新一, ATP 測定法による診察室の汚染実態および看護師と清掃者の意識調査, 日本建築学会環境系論文集, 2016, 81 巻, 728 号, p. 893-899, DOI: 10.3130/aije.81.893
2. Siegel JD, Rhinehart E, Jackson M, Chiarello L, and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee, 2007 Guideline for Isolation Precautions: Preventing Transmission of Infectious Agents in Healthcare Settings, pp.63-73
3. Sehulster LM, Chinn RYW, Arduino MJ, Carpenter J, Donlan R, Ashford D, Besser R, Fields B, McNeil MM, Whitney C, Wong S, Juranek D, Cleveland J. Guidelines for environmental infection control in health-care facilities. Recommendations from CDC and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Chicago IL; American Society for Healthcare Engineering/American Hospital Association, p.134, 2004.
4. Huslage K, Rutala WA, and Sickbert-Bennett E: A Quantitative Approach to Defining “High-Touch” Surfaces in Hospital, Infection Control and Hospital Epidemiology, 31, 8, pp.850-853, 2010
5. Shibata H., Kawazoe K., Shibata T., Fushitani S., Watanabe M., Takagai T., Nagao T., Azuma M. and Minakuchi K. : Investigation of Cleanliness of Hospital Environmental Surfaces by Adenosine Triphosphate Bioluminescence Assay, Japanese Journal of Infection Prevention and Control, Vol.29, no.6, pp.417-423, 2014
6. 正田浩三, 垣鏑直, 建物内の汚れ度と汚染度の関連性と汚染除去に関する研究,

日本建築学会環境系論文集, 2012, 77 卷,
677 号, p. 615-621, DOI:
10.3130/aije.77.615

G. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

(発表誌名巻号・頁・発行年等も記入)

該当なし

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む。)

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし