

2026 年 7 月 23 日



抗ウイルス表面の新たな設計原理を発見

～「表面ウイルス密度」がウイルス生存時間を決定、ウイルスは「広がる」と早く消える～

本研究成果のポイント

- ウイルス生存時間（感染性を失うまでの時間）を指標とする新しい抗ウイルス表面の性能評価法を構築しました。従来の ISO 試験法を補完し、より実環境に近い条件で抗ウイルス性能を客観的に評価可能となりました。
- 環境表面におけるウイルス生存を決定する新たな物理因子「表面ウイルス密度」を明らかにしました。表面上のウイルス密度が低いほど感染性ウイルスは短時間で消失することを世界で初めて実証しました。
- 親水性表面加工だけでもウイルス生存時間を 70～80%短縮できることを解明しました。抗ウイルス成分を用いなくても高い抗ウイルス性能が得られるため、安全性・耐久性に優れた抗ウイルス表面の実現が期待されます。
- 親水性表面設計と銅イオンなどの抗ウイルス成分の迅速な放出を組み合わせることで、ウイルス生存時間を最大 98%短縮することに成功しました。物理的制御と化学的制御を融合した新しい抗ウイルスコーティング設計原理を示しました。

京都府立医科大学大学院医学研究科 感染病態学 准教授 廣瀬亮平らの研究グループは、表面上のウイルス密度が低いほど感染性ウイルスは短時間で消失することを世界で初めて明らかにしました。つまり「ウイルスは広がると早く消える」という現象を明らかにしました。これを応用し、付着した液滴が自然に表面上へ広がるような親水性表面へ加工するだけでもウイルス生存時間を 70～80%短縮できることを実証し、抗ウイルス成分を使わない、安全性・耐久性に優れた抗ウイルス表面への応用が期待されます。さらに、親水性表面設計と抗ウイルス成分の迅速な放出を組み合わせることで相乗効果が得られ、ウイルス生存時間を最大 98%短縮できることを実証しました。

本研究成果は、接触感染リスクの低減につながる次世代抗ウイルス表面の開発や実用化を加速し、医療現場をはじめ、公共施設や交通機関など様々な環境における感染対策への応用が期待されます。

本件に関する論文が、国際学術誌『Materials Today Bio』に 2026 年 7 月 13 日付けで掲載されましたのでお知らせします。

【論文基礎情報】

掲載誌情報	雑誌名 Materials Today Bio
	発表媒体 ☒ オンライン速報版 ☐ ペーパー発行 ☐ その他
	雑誌の発行元国 英国
	オンライン閲覧 可
	(URL) https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590006426006940
	掲載日 2026 年 7 月 13 日（現地時間）

論文情報	論文タイトル（英・日） Synergistic Control of Viral Persistence via Wettability and Ion Release on Antiviral Coatings （日本語：抗ウイルス表面における濡れ性とイオン放出を介したウイルス生存の相乗的制御） 筆頭著者・責任著者 京都府立医科大学大学院医学研究科 感染病態学 廣瀬亮平 主な共同著者 ハドラスホールディングス株式会社 森田紗織 京都府立医科大学大学院医学研究科 感染病態学 中屋隆明
研究情報	研究課題名 新規抗病原体ガラスコーティング剤の開発研究 代表研究者 京都府立医科大学大学院医学研究科 感染病態学 廣瀬亮平 共同研究者 ハドラスホールディングス株式会社 研究開発部 森田紗織 資金的関与（獲得資金等） 高橋産業経済研究財団 研究助成 武田科学振興財団 医学研究継続助成 一般財団法人糧食研究会 一般公募研究 東洋水産財団 学術奨励金 一般財団法人化学及血清療法研究所 化血研若手研究奨励助成

【論文概要】

1 研究分野の背景や問題点

接触感染を防ぐため、ウイルスを速やかに不活化する抗ウイルスコーティング・抗ウイルス表面の開発が世界中で進められています。現在では、医療機関だけでなく、公共交通機関、学校、商業施設など様々な場所で抗ウイルス表面の利用が期待されています。一方で、抗ウイルス表面の性能評価には国際標準規格（ISO 21702）が広く用いられていますが、この試験法は一定時間後の抗ウイルス効果を評価することを目的としており、実際の環境で起こる液滴の乾燥過程やウイルスが感染性を失うまでの時間（ウイルス生存時間）を十分に評価することはできません（図1）。また、「どのような表面を設計すればウイルスが早く消失するのか」という設計指針についても、これまで十分には明らかになっていませんでした。

そこで本研究では、ウイルス生存時間を指標とする新しい抗ウイルス表面の評価法を構築するとともに、表面の性質がウイルスの残存性に与える影響を定量的に解析し、抗ウイルス表面を合理的に設計するための新しい設計原理を明らかにすることを目的としました。

図1： 現行の抗ウイルス表面の性能評価（ISO 21702）

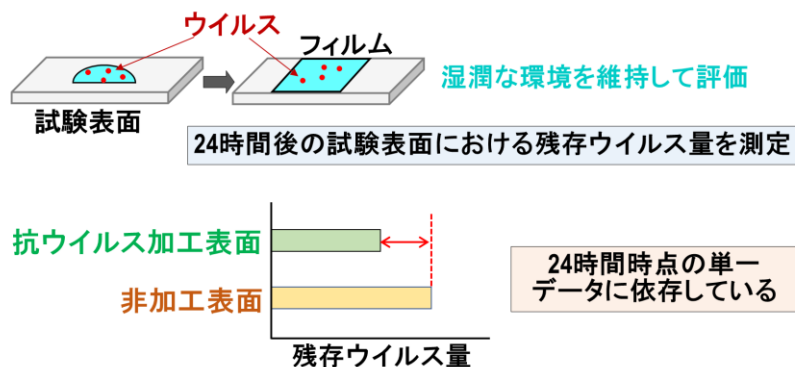
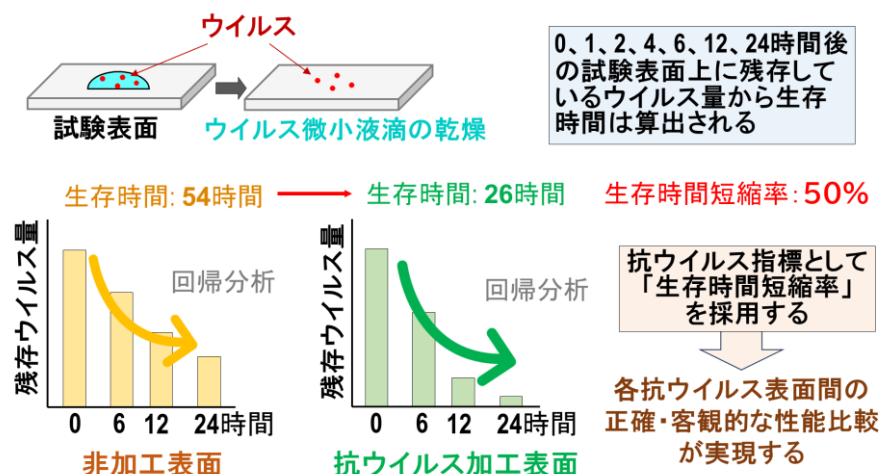


図2： 構築された新しい抗ウイルス表面の性能評価法



2 研究内容・成果の要点

(1) 研究の方法

本研究では、研究グループがこれまでに開発した「ウイルス生存時間評価モデル」を発展させ（文献1・2・3）、抗ウイルス表面の性能をより正確かつ客観的に評価できる新しい評価法を構築しました。従来の評価法では一定時間後の抗ウイルス効果を比較することが主流でしたが、本

研究では、表面に付着したウイルスを含む微小液滴が乾燥する過程を再現し、ウイルスが感染性を失うまでの時間（ウイルス生存時間）を指標として評価しました（図2）。この評価法を用いて、親水性表面上での液滴の広がり方や表面上のウイルス密度とウイルス生存時間との関係を解析するとともに、銅・銀イオンを放出する抗ウイルスコーティングについて、イオン放出速度と抗ウイルス性能との関係を体系的に検証しました。

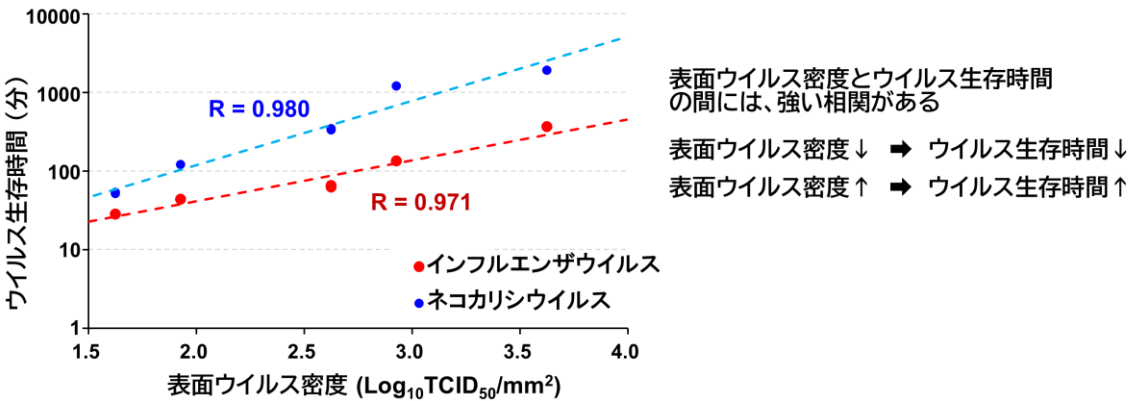
(2) 研究の主な結果と考察

本研究では、まず、表面上のウイルス密度が環境表面におけるウイルス生存時間を左右することを明らかにしました。ウイルス量が同じでも、表面上に広く分散してウイルス密度が低くなると感染性ウイルスは短時間で消失し、逆に狭い範囲に集中してウイルス密度が高くなると長時間残存することを確認しました（表1）。これまで経験的に知られていた「表面の性質によってウイルスの残り方が変わる」という現象を、「表面ウイルス密度」という新しい指標で定量的に説明できることを示しました。

表1: ウイルス量・分布面積の違いがウイルス生存時間に与える影響

ウイルス量 (Log ₁₀ TCID ₅₀)	塗布面積 (mm ²)	表面ウイルス密度 (Log ₁₀ TCID ₅₀ /mm ²)	インフルエンザ ウイルス生存時間	ネコカリシ ウイルス生存時間
4.5	7.5	3.62	370分	1900分
4.5	37.5	2.93	130分	1200分
4.5	75	2.62	66分	350分
3.5	7.5	2.62	63分	340分
3.5	37.5	1.93	44分	120分
3.5	75	1.62	28分	54分
2.5	7.5	1.62	28分	52分

エンベロープウイルスの代表としてインフルエンザウイルス、
ノンエンベロープウイルスの代表としてネコカリシウイルス、を本研究では使用した
TCID₅₀: 50%組織培養感染量(ウイルス量を表す単位)



次に、この知見を応用し、液滴が自然に広がる親水性表面を作製したところ、抗ウイルス成分を用いなくてもウイルス生存時間を約70～80%短縮できることが分かりました（表2）。これは、親水性表面によって液滴が広がり、表面上のウイルス密度が低下したことによる効果と考えられます。この方法は抗ウイルス成分を放出しないため、効果の長期持続や安全性の面でも優れた抗ウイルス表面設計法となることが期待されます。

表2： 親水性コーティングの有無によるウイルス生存時間の変化

	ウイルス生存時間		生存時間短縮率	
	インフルエンザウイルス	ネコカリシウイルス	インフルエンザウイルス	ネコカリシウイルス
コーティング無し表面	1100分	2700分	-	-
親水性コーティング表面	230分	820分	79.1 %	69.5 %

さらに、親水性表面設計と銅・銀イオンを放出する抗ウイルスコーティングを組み合わせたと
ころ、物理的作用と化学的作用が相乗的に働き、ウイルス生存時間を最大 98%短縮できました
(表3)。この結果から、本研究で提案した「物理的制御」と「化学的制御」を組み合わせる設
計原理が、高性能な抗ウイルスコーティングの開発に有効であることが示されました。

表3： 各種抗ウイルスコーティング表面におけるウイルス生存時間および生存時間短縮率

	ウイルス生存時間		生存時間短縮率	
	インフルエンザウイルス	ネコカリシウイルス	インフルエンザウイルス	ネコカリシウイルス
コーティング無し	1100分	2700分	-	-
親水性コーティングのみ (金属イオン放出無し)	230分	820分	79.1 %	69.5 %
親水性コーティング+ 銅イオン低放出タイプ	180分	470分	83.3 %	82.7 %
親水性コーティング+ 銅イオン高放出タイプ	26分	48分	97.6 %	98.2 %
親水性コーティング+ 銀イオン低放出タイプ	200分	710分	81.6 %	73.6 %
親水性コーティング+ 銀イオン高放出タイプ	77分	300分	92.9 %	89.0 %

ポイント： 親水性コーティングだけでも高い抗ウイルス効果を示し、さらに抗ウイルス成分(金属イオン)を
迅速に放出することで相乗的に性能が向上する

(3) 本研究のまとめ

本研究により、「ウイルスは広がると早く消える」という新しい現象を科学的に説明できるこ
とが分かりました。その鍵となるのが、本研究で新たに提唱した「表面ウイルス密度」という概
念です。表面上でウイルスが広く分散して密度が低くなるほど感染性ウイルスは短時間で消失し、
逆に狭い範囲へ集中して密度が高い状態では長時間残存することを明らかにしました。

例えば、感染性のある体液が表面上に薄く広がった場合には、ウイルス密度が低くなるため感
染性ウイルスは比較的短時間で消失します。一方で、くしゃみなどによる飛沫が一点に付着した
場合には、その部分が「ウイルスのホットスポット」となり、感染性ウイルスが長時間残存しや
すいことが示されました。

この発見は、抗ウイルス表面を経験や試行錯誤に頼って開発するのではなく、「表面ウイルス
密度」を制御するという新しい設計原理に基づいて合理的に設計できることを示したものです。
今後は、「どの材料を使うか」だけではなく、「ウイルスをどのように広げ、どのように制御する
か」という新しい視点から抗ウイルス表面を設計する時代になることが期待されます。

3 今後の展開と社会へのアピールポイント

本研究によって、抗ウイルス表面は「経験的に材料を探索する」時代から、「設計原理に基づいて合理的に設計する」時代へと発展することが期待されます。今回明らかとなった「表面ウイルス密度」という概念は、抗ウイルスコーティングだけでなく、医療機器、公共施設、交通機関、食品製造設備など、さまざまな環境表面の設計に応用できる可能性があります。

さらに、本研究で構築したウイルス生存時間に基づく評価法は、従来の国際標準試験を補完する新たな評価基盤として、次世代抗ウイルス材料や機能性表面の研究開発を加速させることが期待されます。

今後は、本研究成果を基盤として、より安全で高性能な抗ウイルスコーティングの社会実装を進めるとともに、「表面ウイルス密度」に基づく設計原理を活用した次世代機能性表面の開発へ発展することが期待されます。

【文献】

- 1.Hirose R, Ikegaya H, Naito Y, Watanabe N, Yoshida T, Bandou R, Daidoji T, Itoh Y, Nakaya T. Survival of SARS-CoV-2 and influenza virus on the human skin: Importance of hand hygiene in COVID-19. Clinical infectious diseases. 2021;73(11):e4329-e4335.
- 2.Hirose R, Itoh Y, Ikegaya H, Miyazaki H, Watanabe N, Yoshida T, Bandou R, Daidoji T, Nakaya T. Evaluation of the residual disinfection effects of commonly used skin disinfectants against viruses: An innovative contact transmission control method. Environmental Science & Technology. 2021;55(23):16044-16055.
- 3.Hirose R, Itoh Y, Ikegaya H, Miyazaki H, Watanabe N, Yoshida T, Bandou R, Daidoji T, Nakaya T. Differences in environmental stability among SARS-CoV-2 variants of concern: Both Omicron BA.1 and BA.2 have higher stability. Clinical microbiology and infection. 2022;28(11):1486-1491.

【研究資金・援助】

本研究は以下の研究助成を受けて実施されました。

- ・高橋産業経済研究財団 研究助成
- ・武田科学振興財団 医学研究継続助成
- ・一般財団法人糧食研究会 一般公募研究
- ・東洋水産財団 学術奨励金
- ・一般財団法人化学及血清療法研究所 化血研若手研究奨励助成

また、本研究で用いた抗ウイルスコーティングは、ハドラスホールディングス株式会社との共同研究により開発・製造されました。本研究は京都府立医科大学とハドラスホールディングス株式会社との共同研究の成果です。

HardLass

＜取材等に関すること＞

京都府立医科大学事務局 企画課企画広報係

電話：075-251-5804

E-mail：kouhou@koto.kpu-m.ac.jp