室内環境におけるウイルス飛沫感染の予測とその対策

課題責任者
理化学研究所／神戸大学　坪倉　誠

2021年3月4日記者勉強会動画資料 最終版

謝辞

本研究は以下の支援を受けて行っている．ここに謝意を表する．

- 「新型コロナウイルス対策を目的としたスーパーコンピュータ「富岳」の優先的な試行的利用について」（文部科学省/理研）
- 「新型コロナウイルス感染症対応HPCI臨時公募（課題番号hp200154）（東大Oakbridge-CX）」（HPCI）
- 「スマートライフ実現のためのAI等を活用したシミュレーション調査研究」（内閣官房）
- CREST「異分野融合による新型コロナウイルスをはじめとした感染症との共生に資する技術基盤の創成」プロジェクト「スパコンによる統合的飛沫感染リスク評価システムの開発と社会実装」（科学技術振興機構）
- バスの計算に際してはソフトウェアAnsys Fluentを活用した

おねがい

本資料に含まれる図やアニメーションは，研究の主旨に沿った報道であれば自由に用いて頂いてかまいません．ただし利用する際は，媒体名と企画内容について，予め**理研計算科学研究センター広報申請フォーム**にて申請願います．

https://krs2.riken.jp/m/fugaku-corona-dl

また，本研究に関する取材については，**理研計算科学研究センター広報**まで下記のフォームより連絡をお願いします．

https://krs2.riken.jp/m/media-form

同一テレビ局内の**別報道番組**での動画等の再利用については，新たに許可を得る必要はありません．用いた場合の**番組名と報道日時のみ，上記広報まで必ずご連絡下さい**

坪倉　誠　の所属表記は，下記の例のように理研と神戸大を併記するようお願いします。
（例）
- 理化学研究所計算科学研究センター　チームリーダー／神戸大学大学院システム情報学研究科　教授
- 理化学研究所チームリーダー／神戸大学教授
- 理研／神戸大

本日の発表内容

- マスクによる感染予防について
- ソーシャルディスタンス再考
- 路線バスにおける飛沫感染リスク評価と対策について
- 飲食店における飛沫感染リスク評価と対策について
- 救急車内における飛沫感染リスク評価と対策について

マスクによる感染予防について

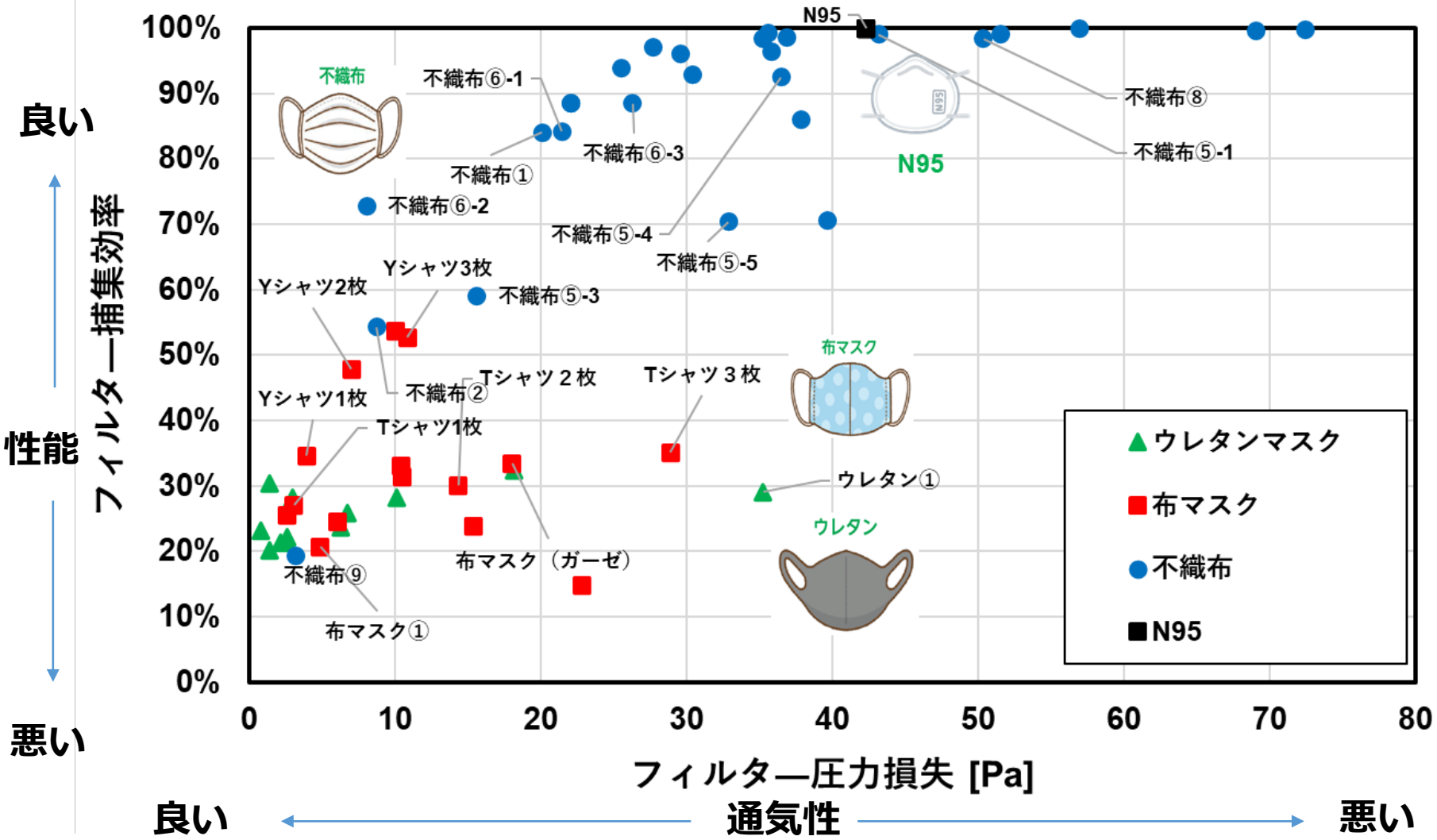
皆さんに知って頂きたいこと

- 感染予防に対しては，フィルタ素材の性能のみで議論するべきではなく，装着をした際の「漏れも含めた飛沫捕集効率」と，「息苦しさ」とのバランスで考えるべきです． フィルタ性能の高いマスク（不織布等）は，装着した際に隙間からの漏れが発生するので，装着した際の性能低下がより大きくなります．このような高性能マスクを装着する際は，顔との隙間をできるだけなくすことが大切です．
- マスクを二重にすることは，フィルタ性能の低い布素材のマスク同士や，不織布マスクをゆるゆるの状態でつけた上に布やウレタンマスクをつけた場合などでは，ある程度の性能向上は期待できますが，その効果は不織布一枚を正しく装着した場合と大きく変わりません．不織布マスクをつける場合は，一枚をできるだけ隙間なく装着することが大切です．また，不織布を二枚装着することは，空気抵抗の増加に伴い隙間からの漏れがより多くなってしまうので，あまり意味はありません．
- マスクの感染予防には限界があることを理解し，「手洗い・うがい」や室内の「換気」，人と人との距離や接近時間といった複合的な観点から，持続的な無理のない対策が必要です．（マスク性能のみを追求すると，N95等の医療マスクにいきついてしまいます）

マスクによる感染予防について

マスク素材のフィルター捕集効果と通気性能の関係：実験計測結果（豊橋技科大）

- 通気性とフィルター捕集効率（素材そのものの性能）の関係．（シミュレーションの計算条件として利用）
- 傾きが大きいほど，息苦しくなくて捕集性能が高い素材



マスクフィルターを円管に取り付け，フィルター上流と下流の粒子数をパーティクルカウンター（飛沫の数を計測する装置：粒子直径0.3μm～10μm ）を用いて計測する．
（面速度：3.8cm/s～3.8m/s)
フィルター内外の粒子数からフィルタ効率を求める．

同時にマスク前後の圧力損失も計測する．流量 3.8L/min～52.5L/min

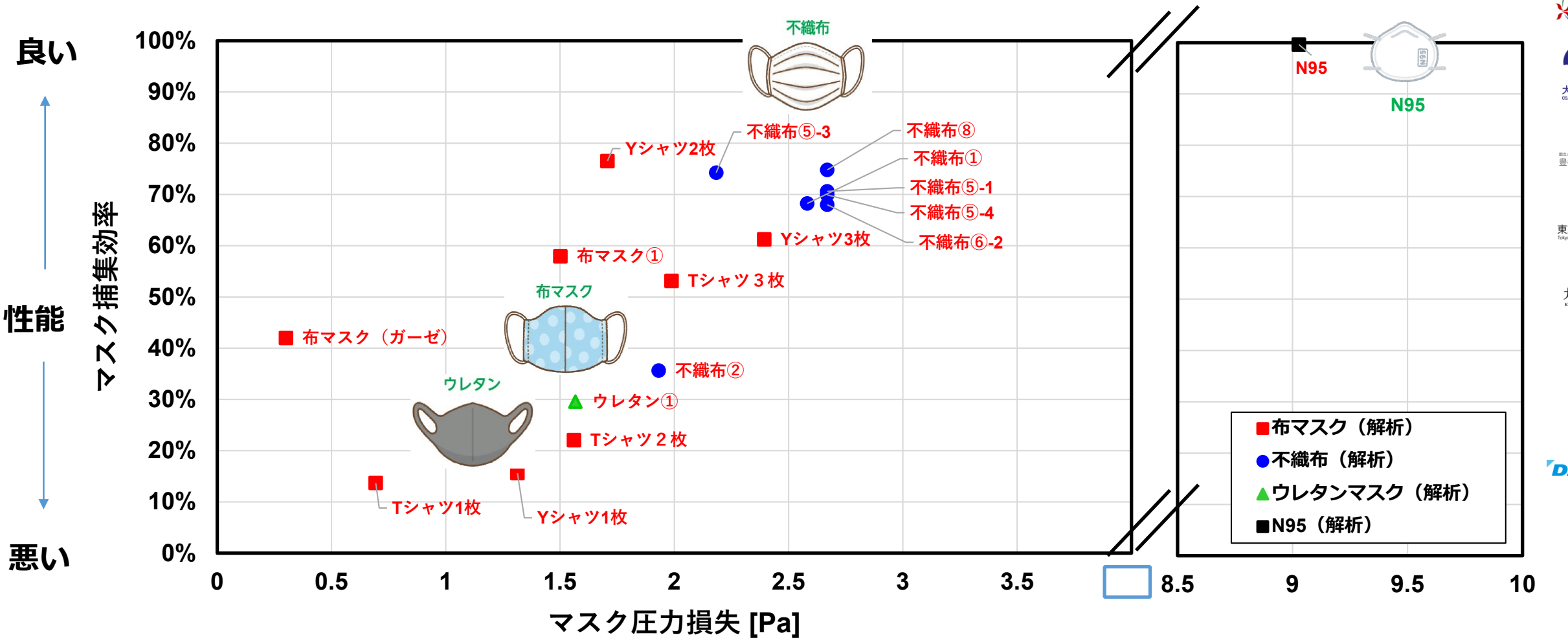
パーティクルカウンター
カノマックス　Model 3889

提供：豊橋技科大，協力：理研・神戸大・京工繊大・阪大・大王製紙

マスクによる感染予防について

マスク装着時の実効性能について

- マスク装着時の通気性能（実際にマスクを装着した際の性能）とマスク捕集性能（実際にマスクを装着した際の性能）の関係



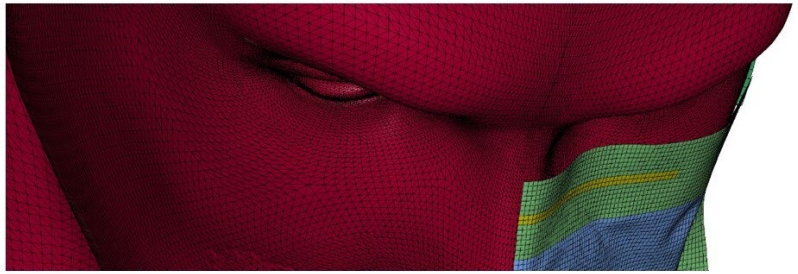
良い ← 通気性 → 悪い

提供：理研・豊橋技科大・神戸大，協力：京工繊大・阪大・大王製紙

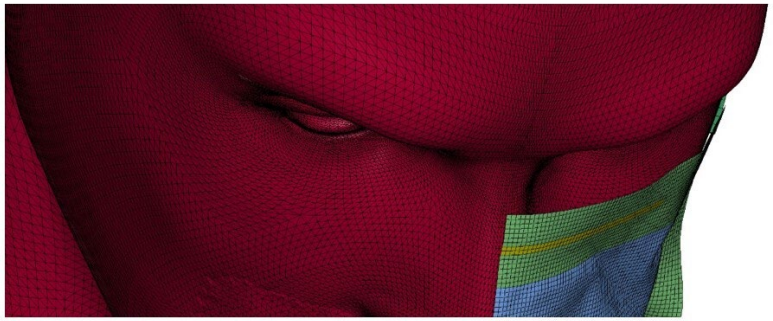
マスクによる感染予防について

不織布マスクの付け方による性能の違いについて

- 鼻の金具（ノーズフィッター）の効果

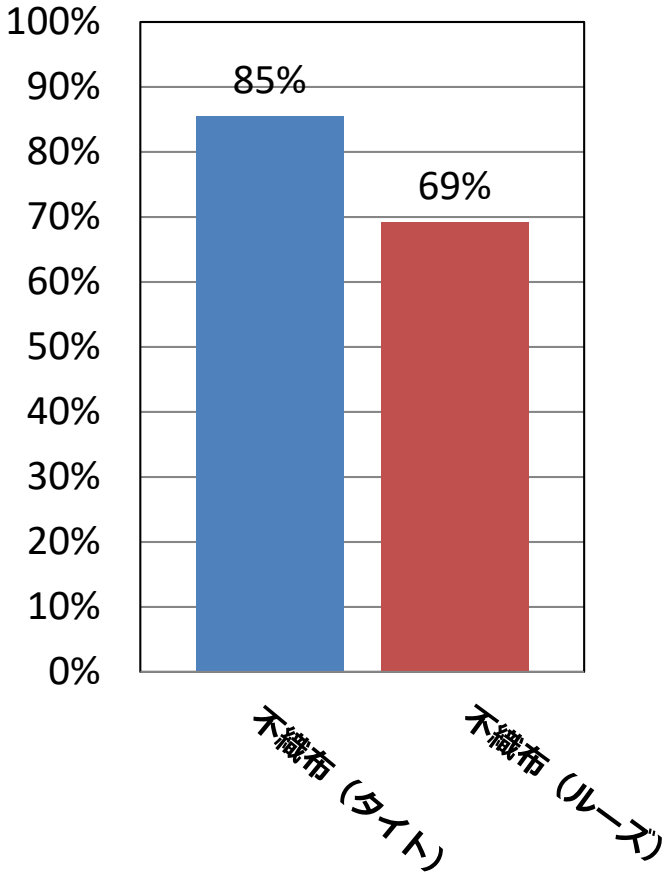


[タイトフィット]
金具を鼻の形状に沿って変形させて装着する．目元は概ねマスクと接触している．



[ルーズフィット]
金具を鼻に沿って折り曲げずにそのまま装着する．

飛沫の捕集効果



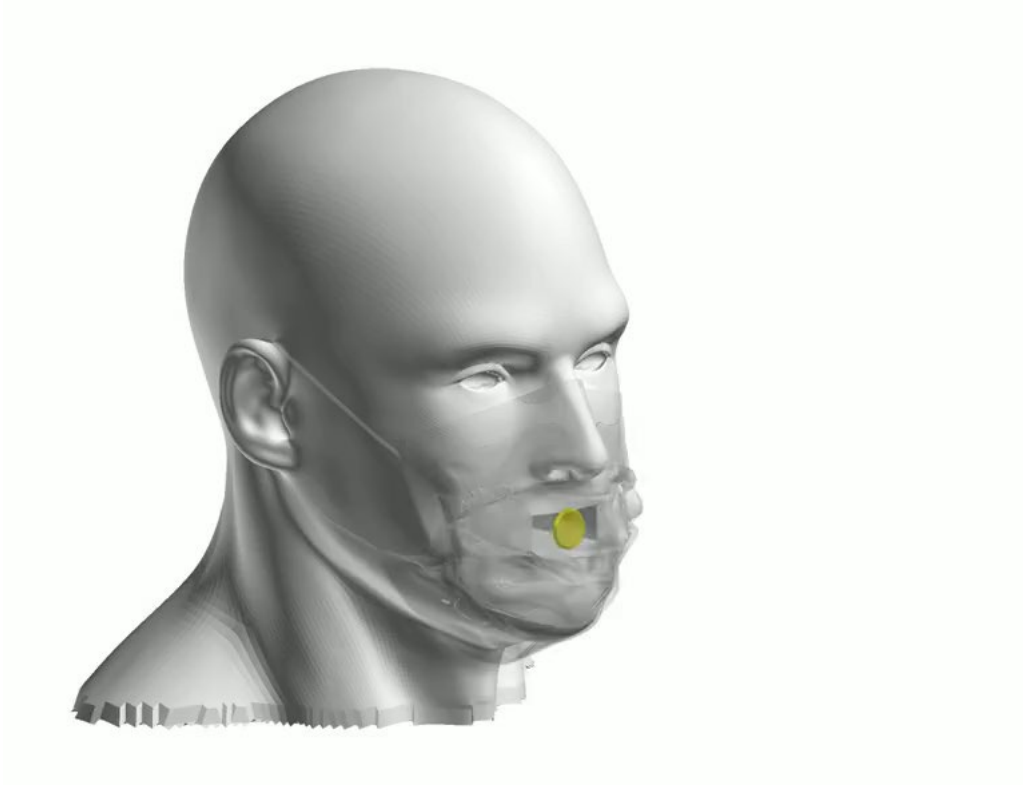
提供：理研・豊橋技科大・東工大，協力：京工繊大・阪大・大王製紙

マスクによる感染予防について

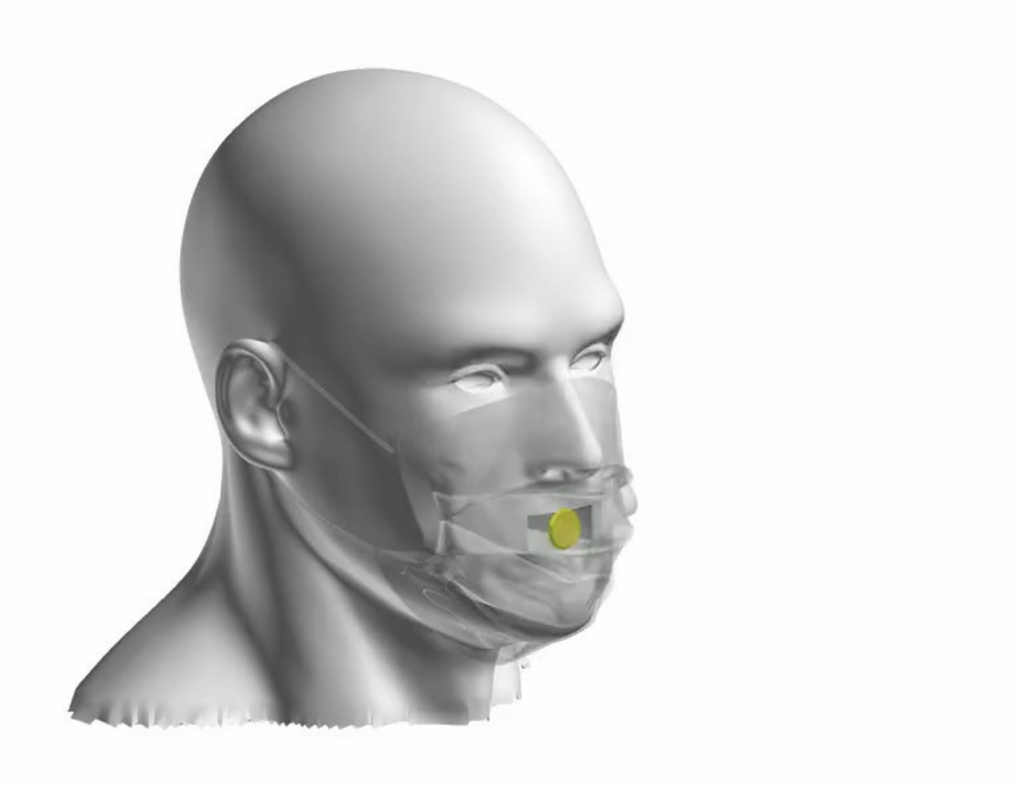
不織布マスクの付け方による性能の違いについて

- 赤：マスクで補足，青：マスクを透過，黄：隙間からのもれ

タイトフィット



ルーズフィット

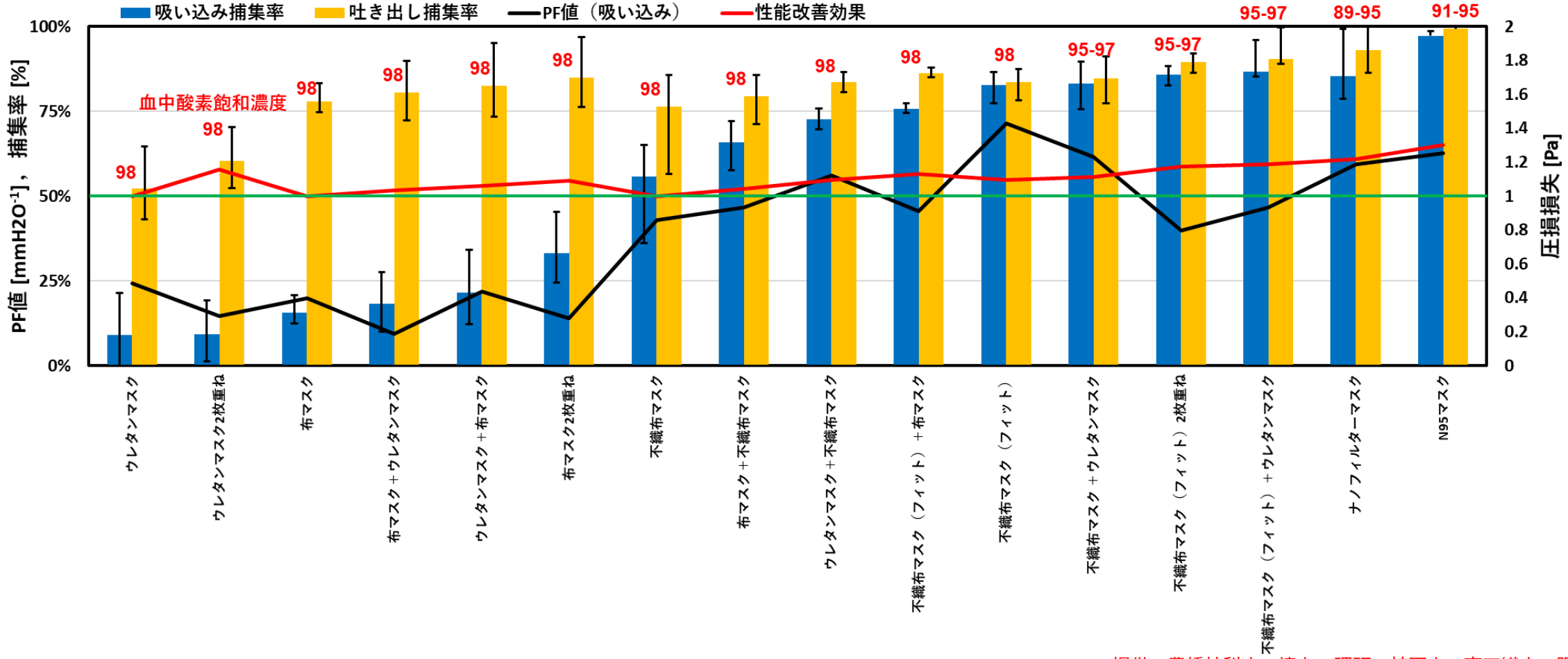


提供：理研・豊橋技科大・東工大，協力：京工繊大・阪大・大王製紙

マスクによる感染予防について

二重マスクの効果について：実験計測結果（豊橋技科大）

- 捕集率は顔装着時
- 二重にした場合の**改善効果（赤線）**は，捕集率の高い方のマスク１枚に対する比（１枚に対して二重にする意味）
- **PF値（黒線）**は，圧力損失に対する捕集率の割合（値が大きいほど性能が良い）（不織布フィットが最も良い）
- 数値は実験中の血中酸素飽和濃度（96%以上の値が望ましい）

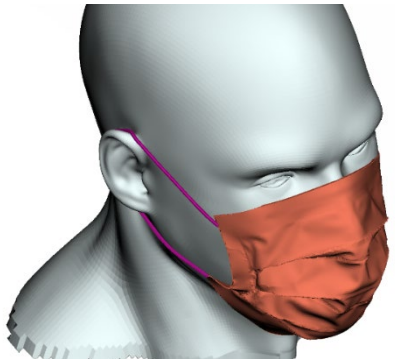


提供：豊橋技科大，協力：理研・神戸大・京工繊大・阪大・大王製紙

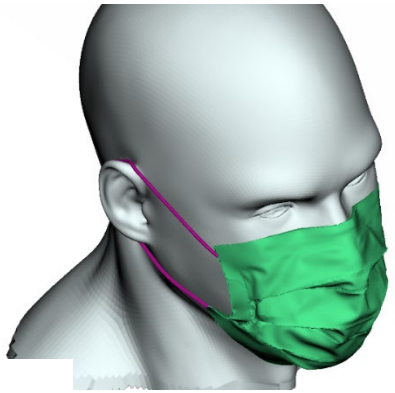
マスクによる感染予防について

二重マスクの効果について

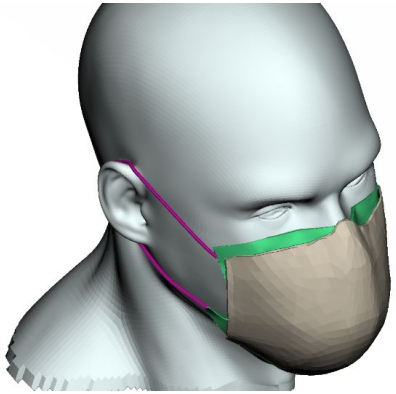
不織布1枚（ルーズフィット）



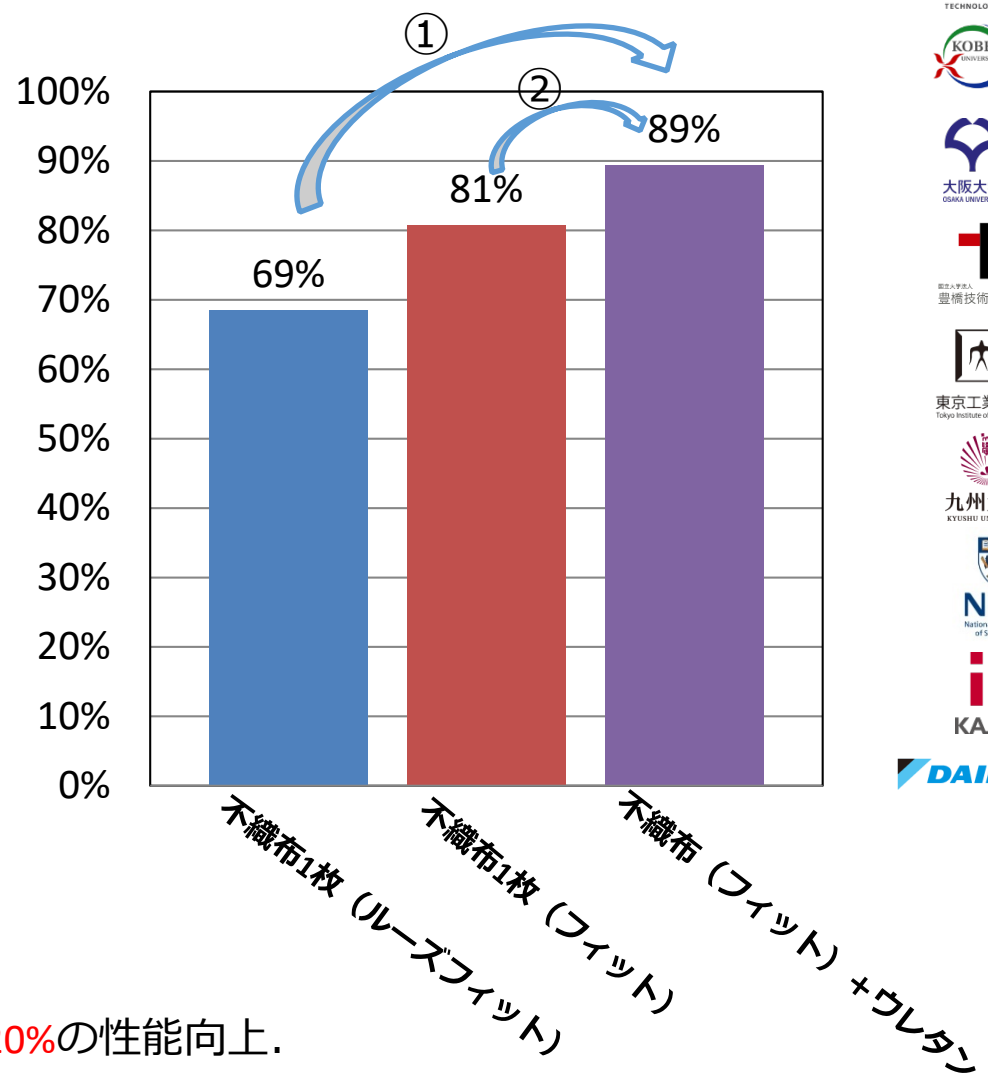
不織布1枚（フィット）



二重マスク
不織布（フィット）+ウレタン



飛沫の捕集効率



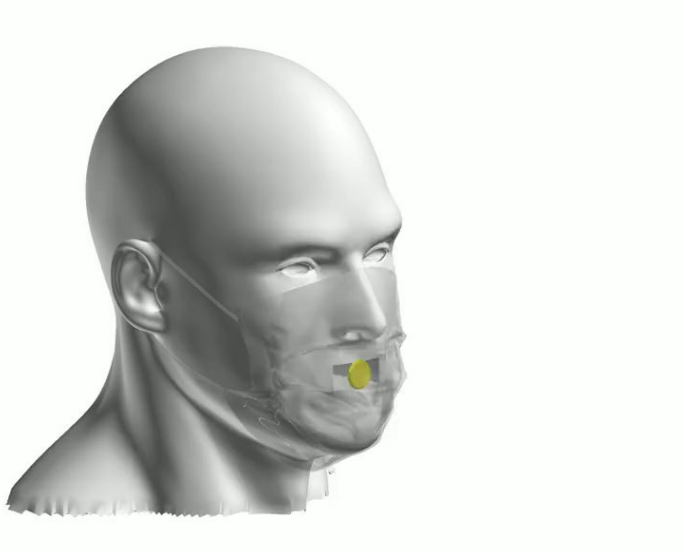
①ルーズフィットの状態から二重にして一枚目をフィットさせると考えると20%の性能向上.
②もともと一枚目をフィットさせていた状態と比較すると8%の性能向上
③ノーズフィッターをタイトフィットさた一枚と比較すると4%の性能向上（p8）

提供：理研・豊橋技科大・東工大，協力：京工繊大・阪大・大王製紙

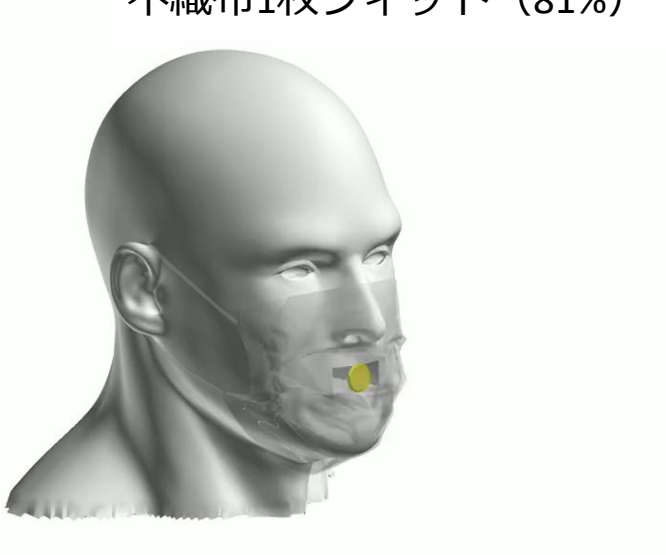
マスクによる感染予防について

二重マスクの効果について

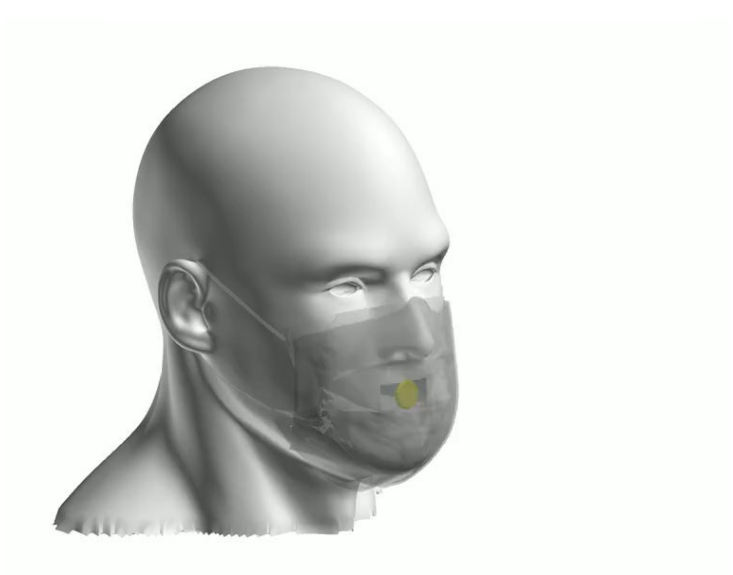
不織布1枚ルーズフィット（69%）



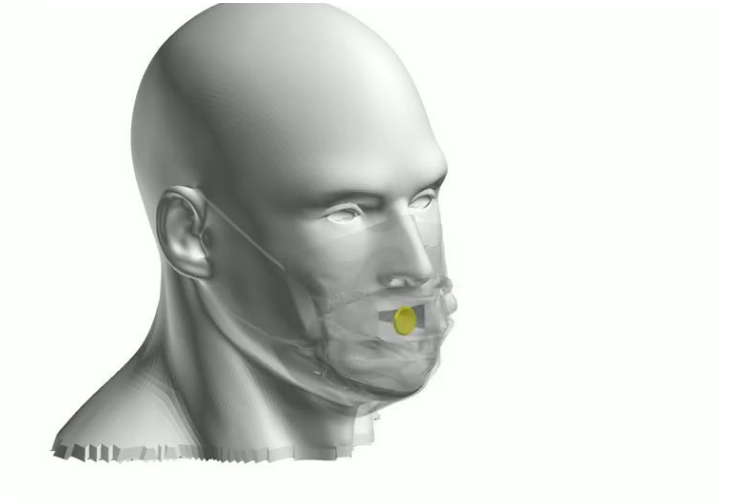
不織布1枚フィット（81%）



二重マスク（89%）
不織布（フィット）+ウレタン



不織布1枚タイトフィット（85%）



赤：マスクで補足
青：マスクを透過
黄：隙間からのもれ

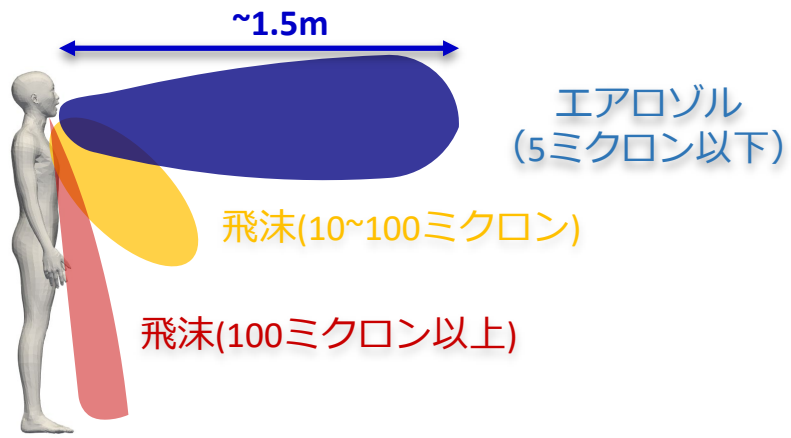
マスクを二重にしても性能が単純に足し算になるわけではない．フィルタ性能が向上する分，顔やマスク間の隙間からの漏れが発生する．結果的に性能の良いマスクを１枚，タイトに装着することとあまり性能は変わらない．

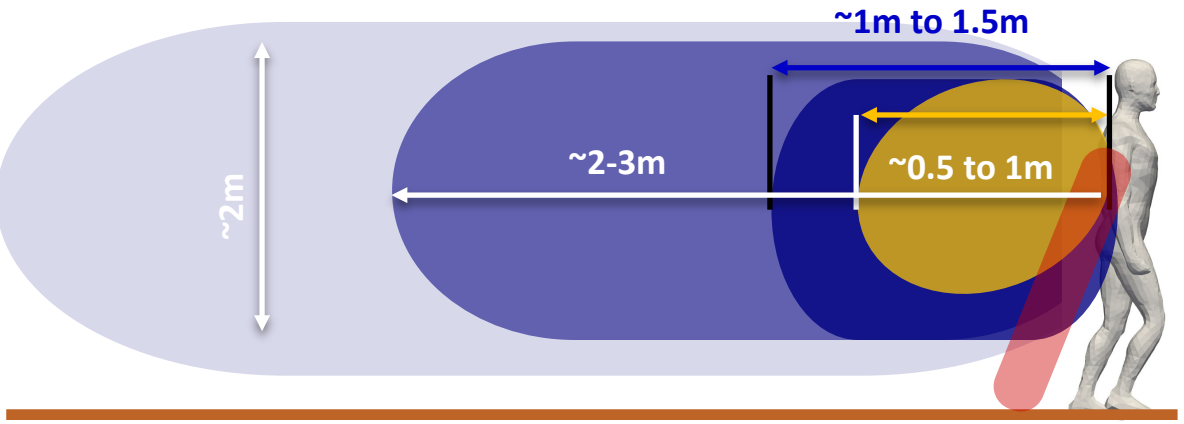
提供：理研・豊橋技科大・東工大，協力：京工繊大・阪大・大王製紙

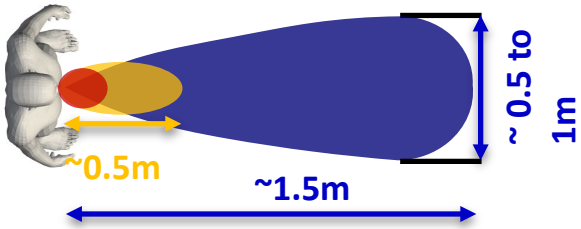
ソーシャルディスタンス再考

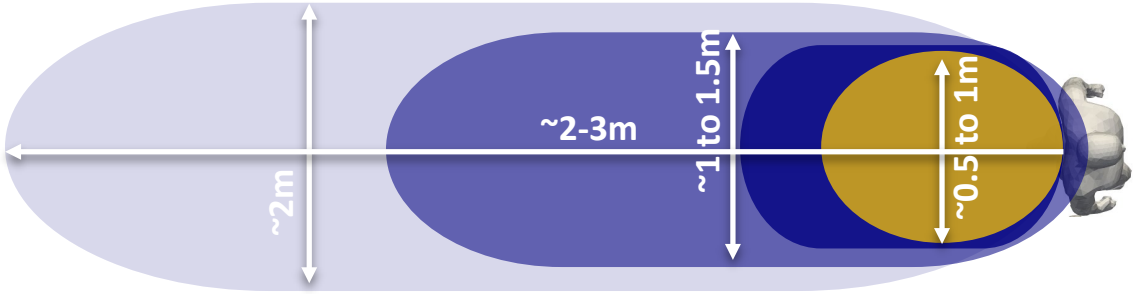
皆さんに知って頂きたいこと

- 通常の会話に対して，歩行時の会話や運動時は，飛沫・エアロゾルの飛散の様子が大きく異なります．**歩行時は，後方に飛沫が集中**する領域が発生し，その大きさは**通常の会話時に対して大きく**なります．また，そのサイズは歩行速度が速くなると大きくなります．









提供：理研・神戸大，協力：北翔大学・豊橋技科大・京工繊大・東工大・九大

ソーシャルディスタンス再考

静止時に対して歩行時の飛沫の飛び方はどのように変わるでしょうか？

- 時速4.6kmで歩行しながら会話した場合（下）の飛沫の飛び方を，静止時（上）と比較（色は飛沫の大きさ）

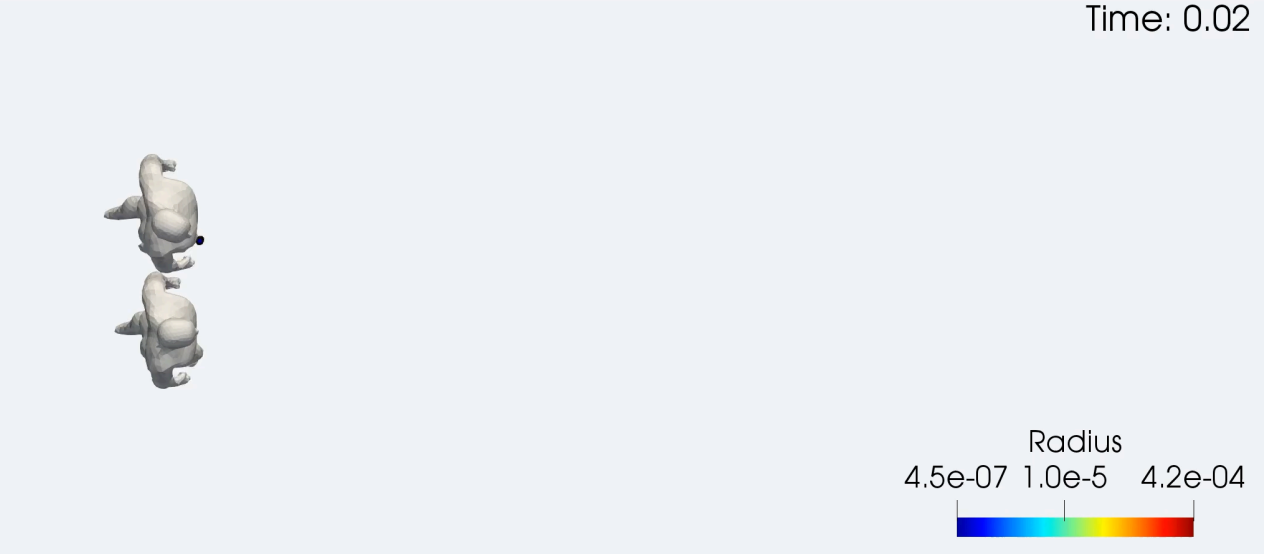
提供：理研・神戸大，協力：北翔大学・豊橋技科大・京工繊大・東工大・九大

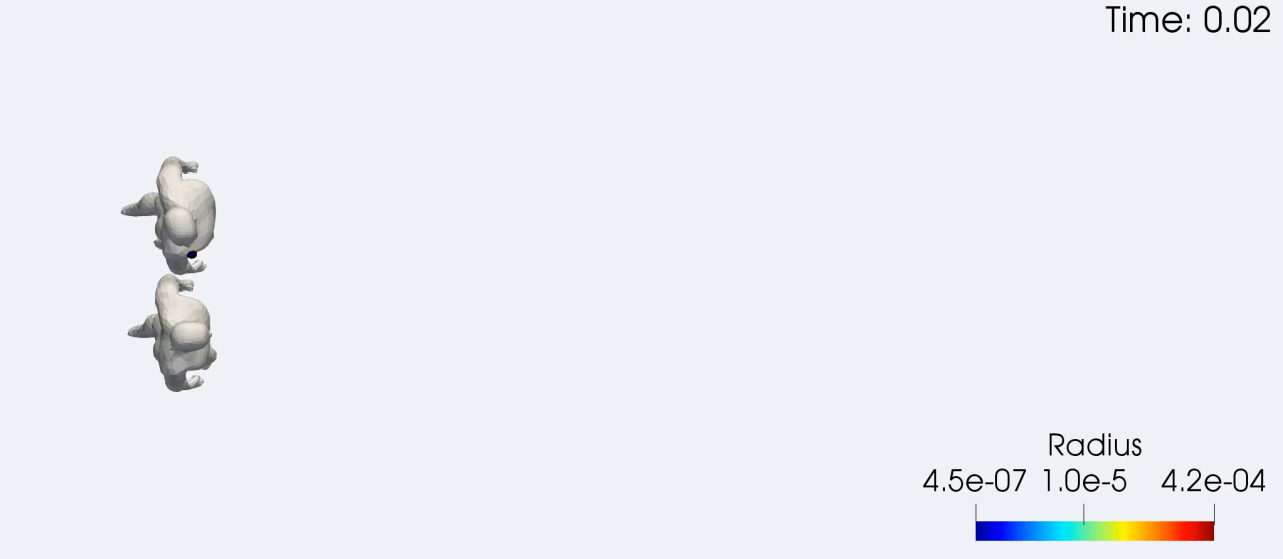
ソーシャルディスタンス再考

話す方向の違い

- 正面（上），40度（左下），80度（右下）

提供：理研・神戸大，協力：北翔大学・豊橋技科大・京工繊大・東工大・九大

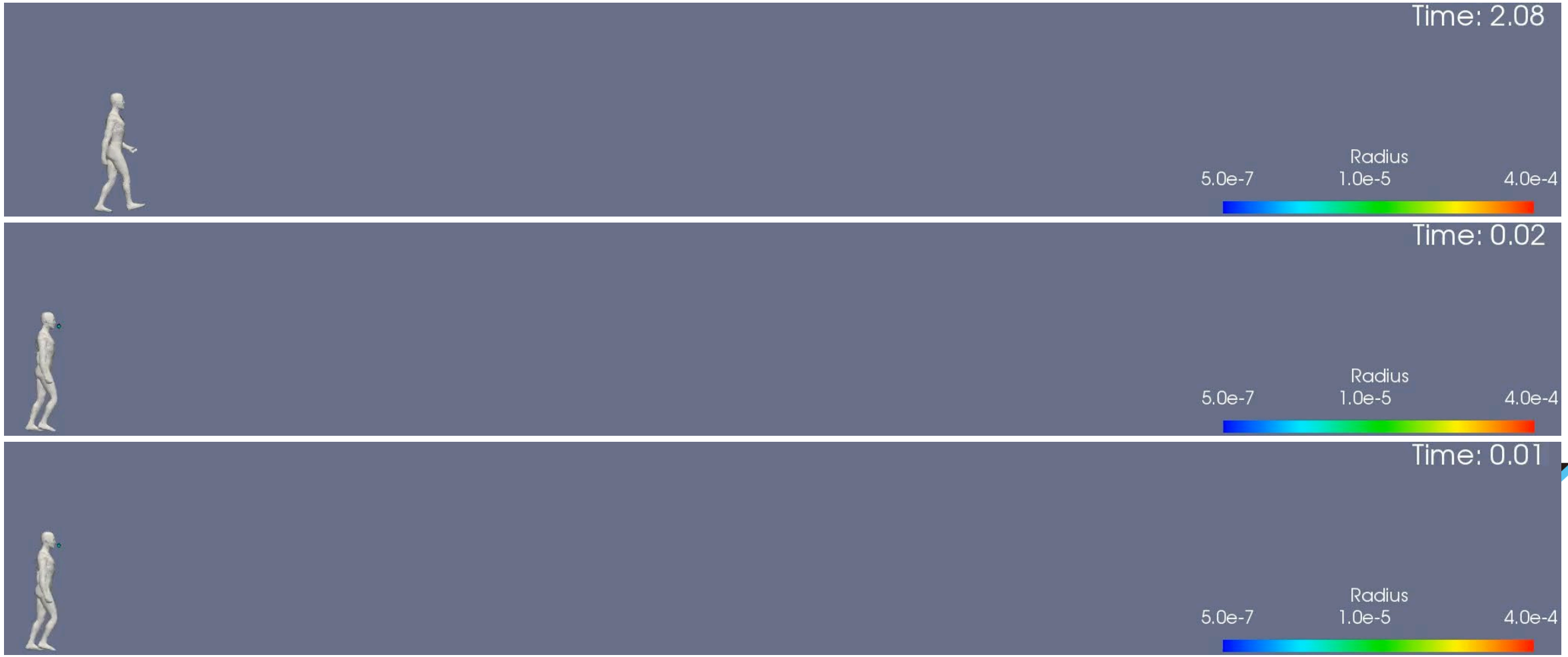




ソーシャルディスタンス再考

歩行速度による違い

- 時速2.3km, 4.6km, 9.2kmで歩行しながら会話した場合の飛沫の飛び方を比較



提供：理研・神戸大，協力：北翔大学・豊橋技科大・京工繊大・東工大・九大

ソーシャルディスタンス再考

歩行速度による違い

- 時速2.3km, 4.6km, 9.2kmで歩行しながら会話した場合の飛沫の飛び方を比較

提供：理研・神戸大，協力：北翔大学・豊橋技科大・京工繊大・東工大・九大

ソーシャルディスタンス再考

発話の様子による違い

- 通常会話時（上）と大声で会話時（下）の比較

提供：理研・神戸大，協力：北翔大学・豊橋技科大・京工繊大・東工大・九大

ソーシャルディスタンス再考

マスクの効果

- マスク無し（上）とマスク有り（下）の比較

提供：理研・神戸大，協力：北翔大学・豊橋技科大・京工繊大・東工大・九大

路線バスにおけるリスク評価と対策について

皆様に知って頂きたいこと

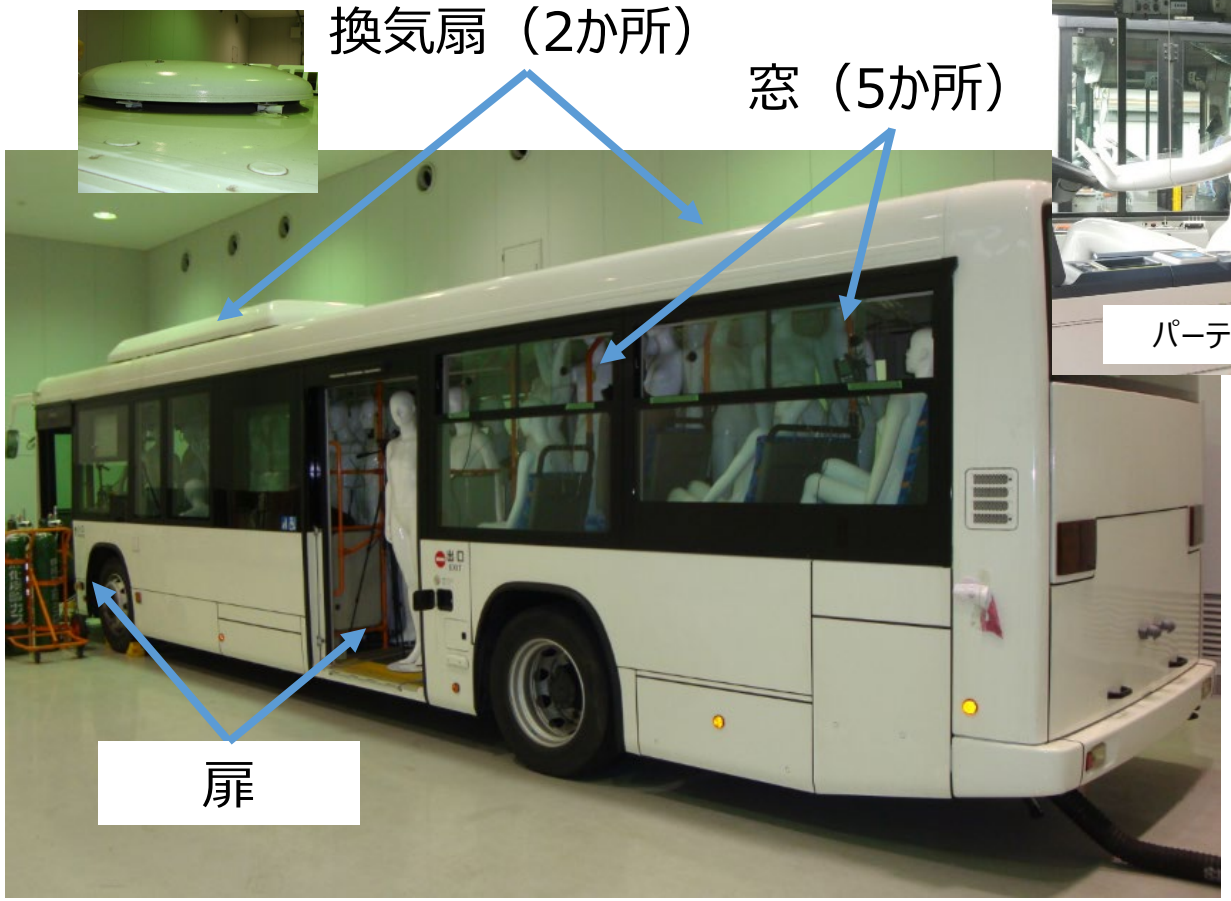
①発生する飛沫・飛沫核を減少（総飛沫数を7割程度減らせる）させるためにも、運転者・乗客ともにマスク着用することの感染リスク低減効果は大きい。

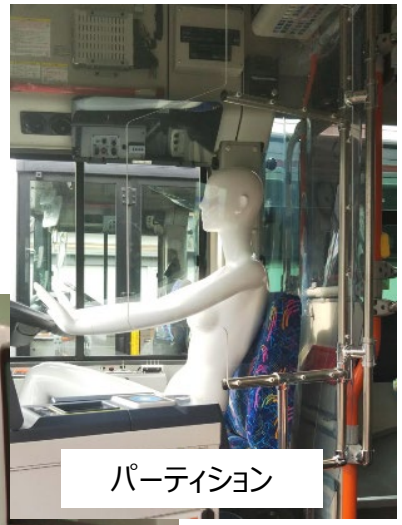
②路線バスは「換気扇を排気モード」にすることで、高い換気性能が発揮されている（窓を閉めていても３.5分で、さらに窓を5cm開けることで、2.5分で室内容積分の新鮮な空気を取り込むことができる。）また、エアロゾルフィルタは、窓
開け換気と同等の効果がある。

路線バスにおけるリスク評価と対策について

路線バス内における感染リスクとその対策は？

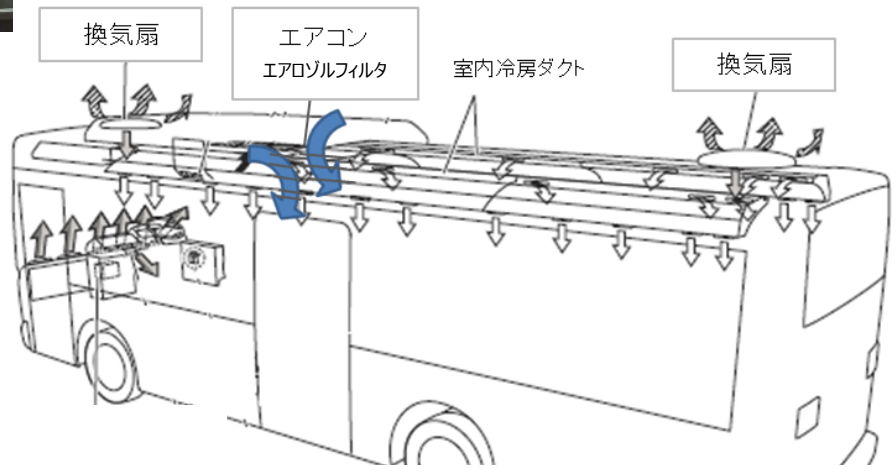
- 換気性能として，扉開け，窓開け，パーティション，エアロゾルフィルタによる対策の効果について調べる．
- 車速は市街地走行を想定して停車および時速20キロ，運転手を含めて63人乗車（乗車80%）を想定．
- エアコン設定は「内気循環」の設定のみ．
- 窓は，全窓開けを想定し5cm開けを実施．





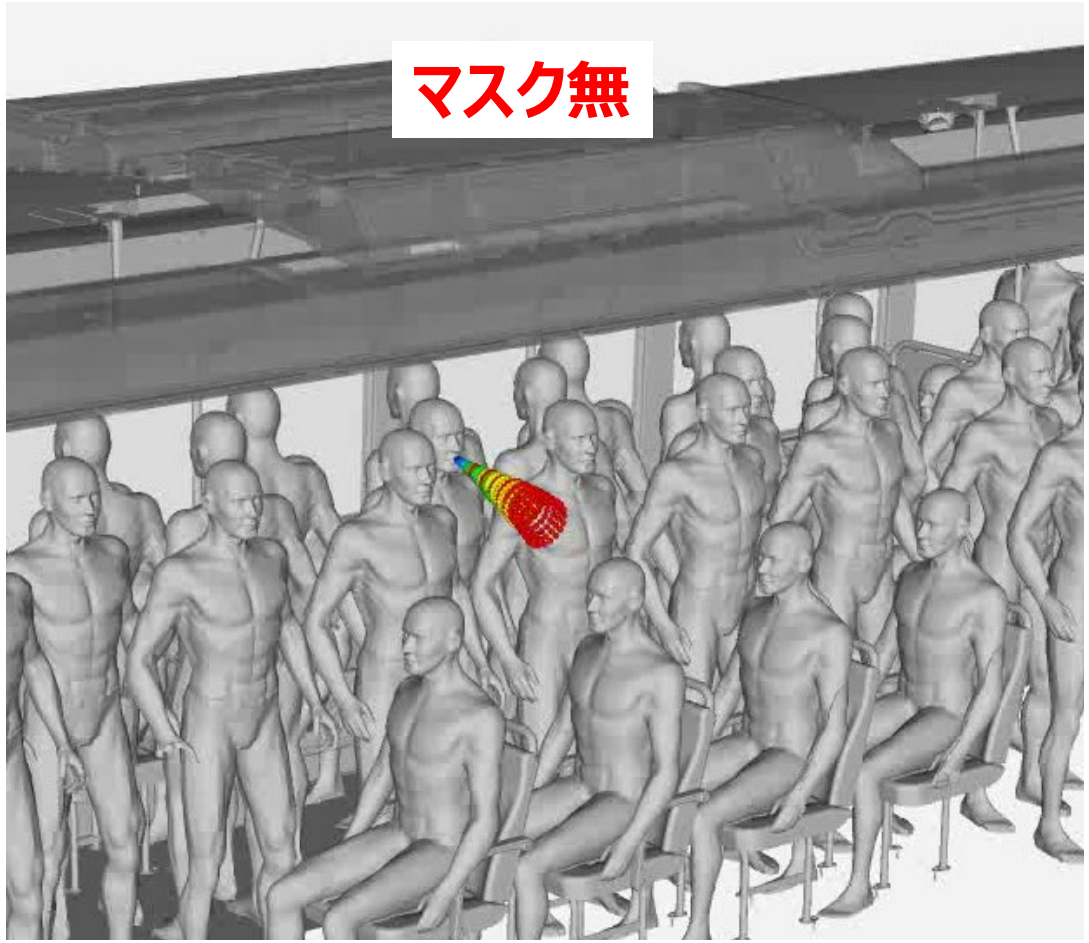
現行車は防塵フィルタが設定されている

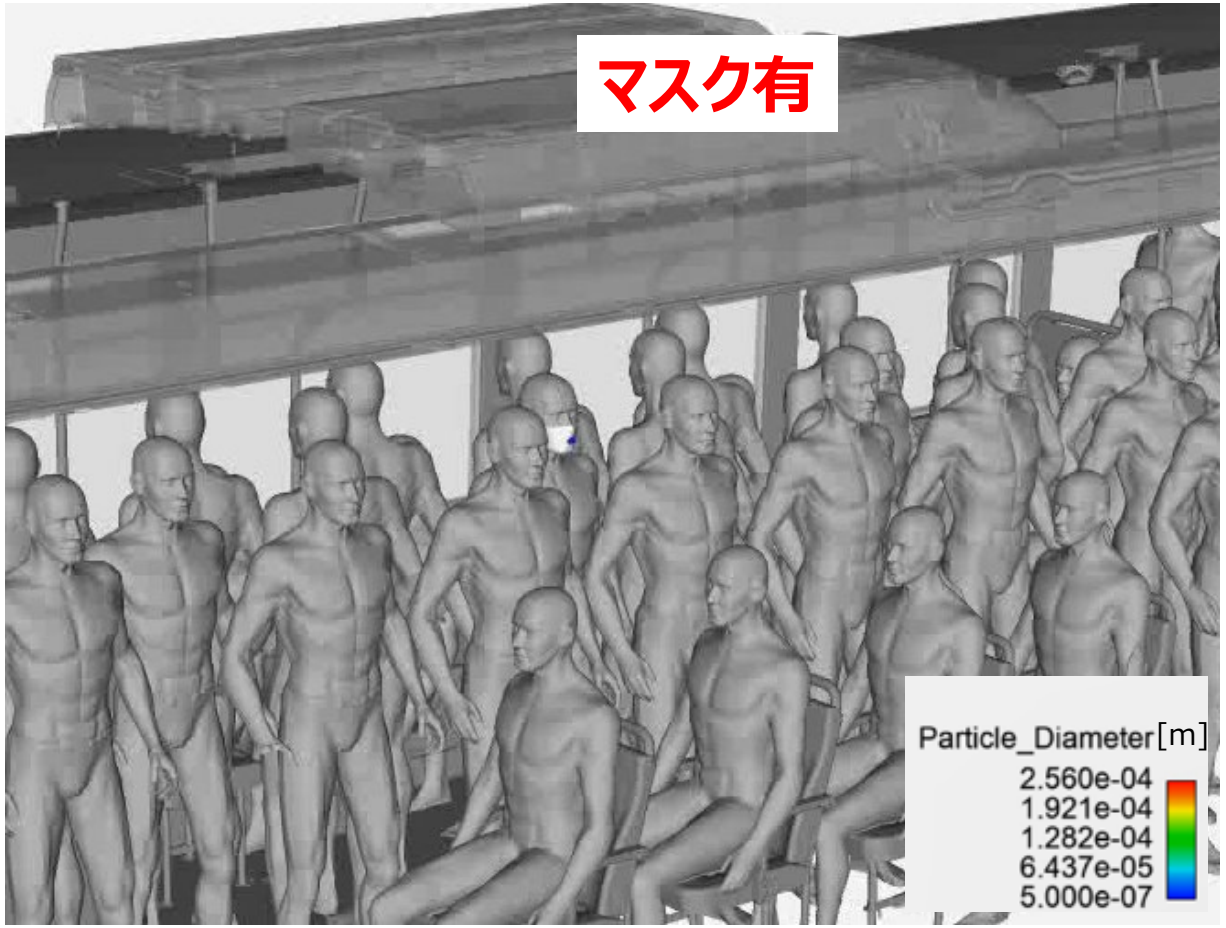
0.3μm粒子を15分で99.9%除去できるエアロゾルフィルタ(注)



(注)フィルタ単体性能としては１回のろ過で50%除去．路線バスのエアコンに設置することで上記性能を発揮

マスクの効果

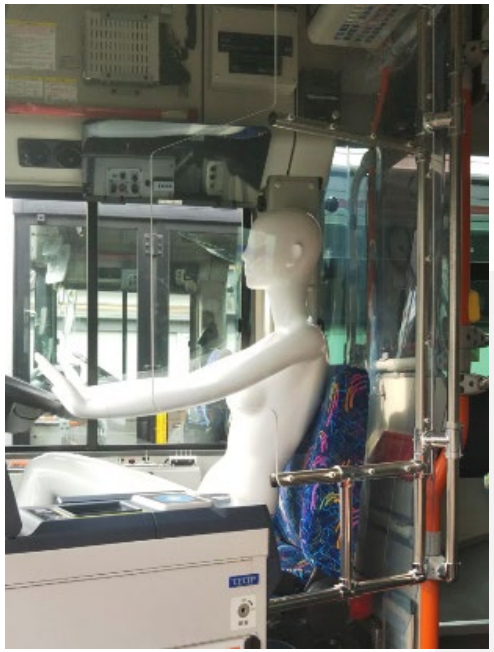




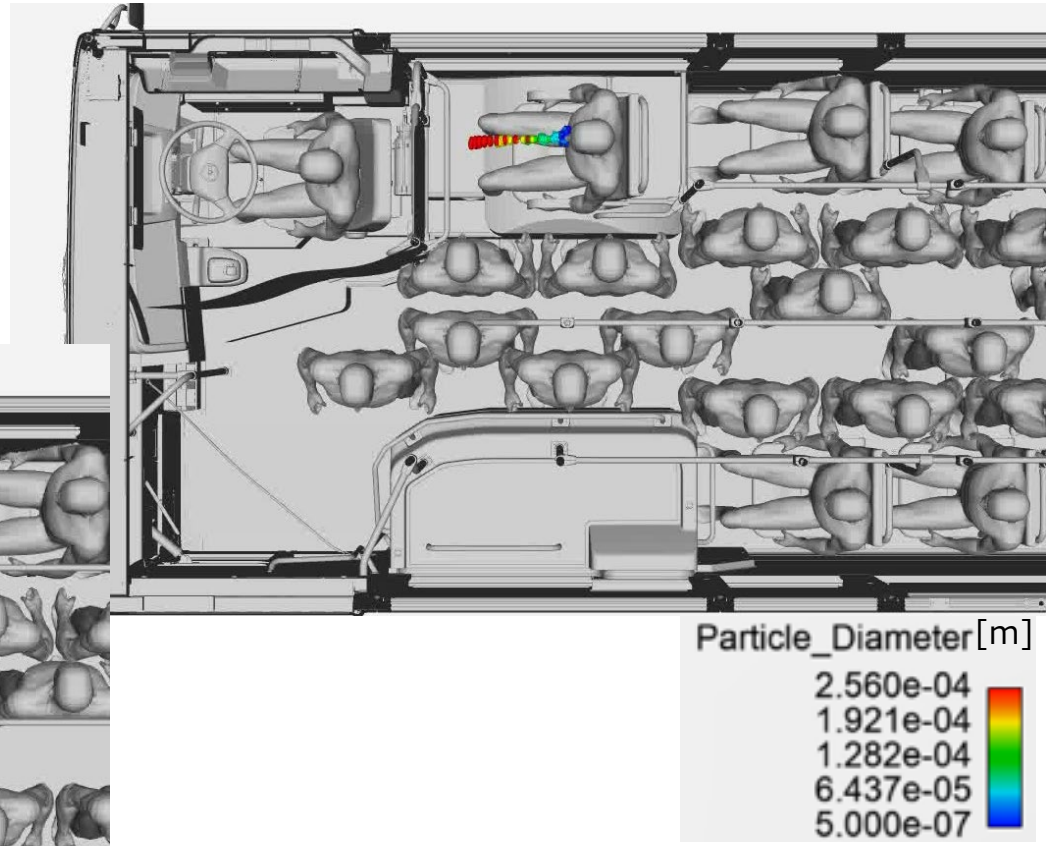
提供：いすゞ自動車㈱　協力：理研、産総研、ESPEC、KANOMAX、豊橋技科大、九大、国交省

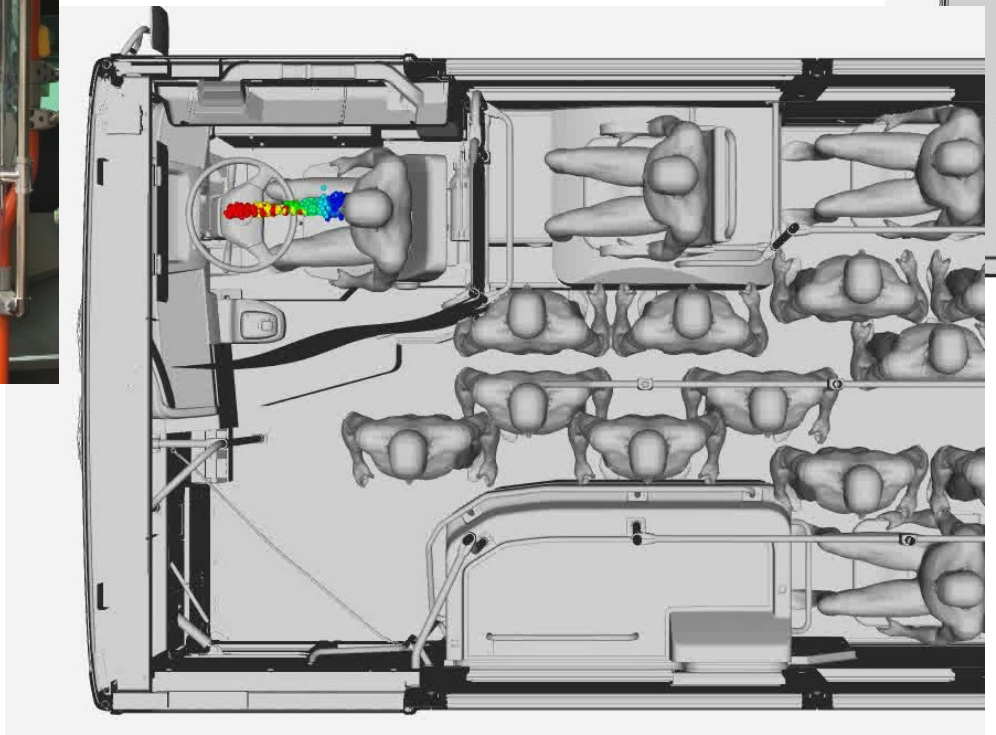
近距離に人が存在する空間では、飛沫の拡散防止にマスクが有効である.

パーティションの効果



乗客が咳をしたケース





運転者が咳をしたケース

エアコンブロワ：ON

換気扇：排気

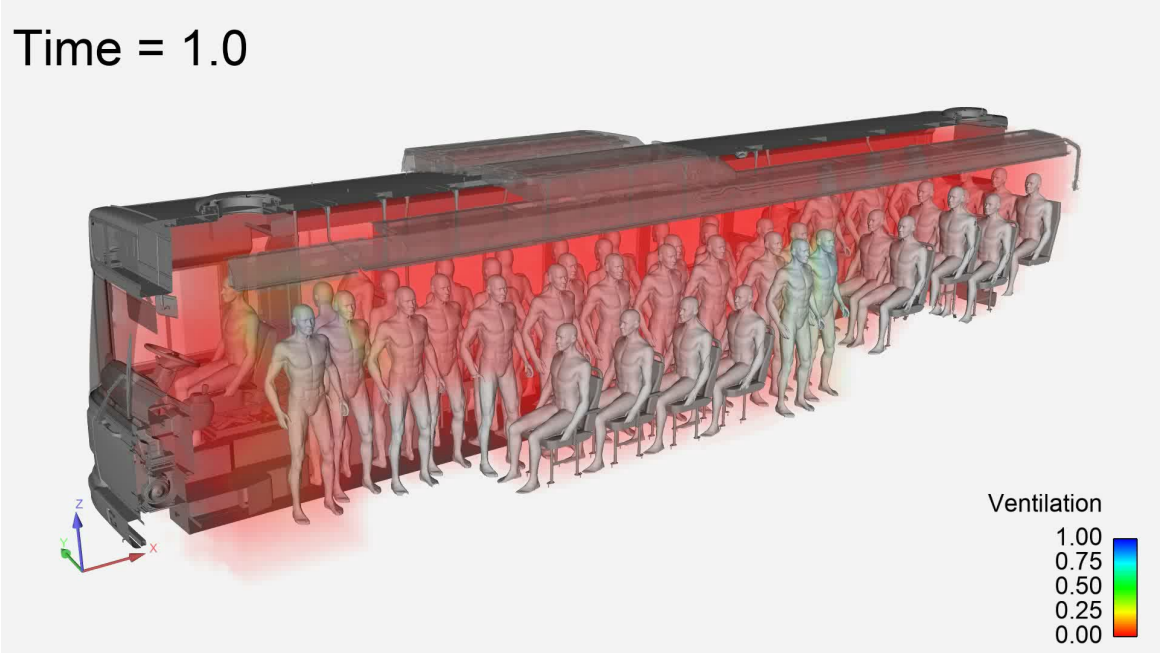
提供：いすゞ自動車㈱　協力：理研、産総研、ESPEC、KANOMAX、豊橋技科大、九大、国交省

パーティションは会話等で発生する飛沫、飛沫核の接触・拡散防止に効果がある。

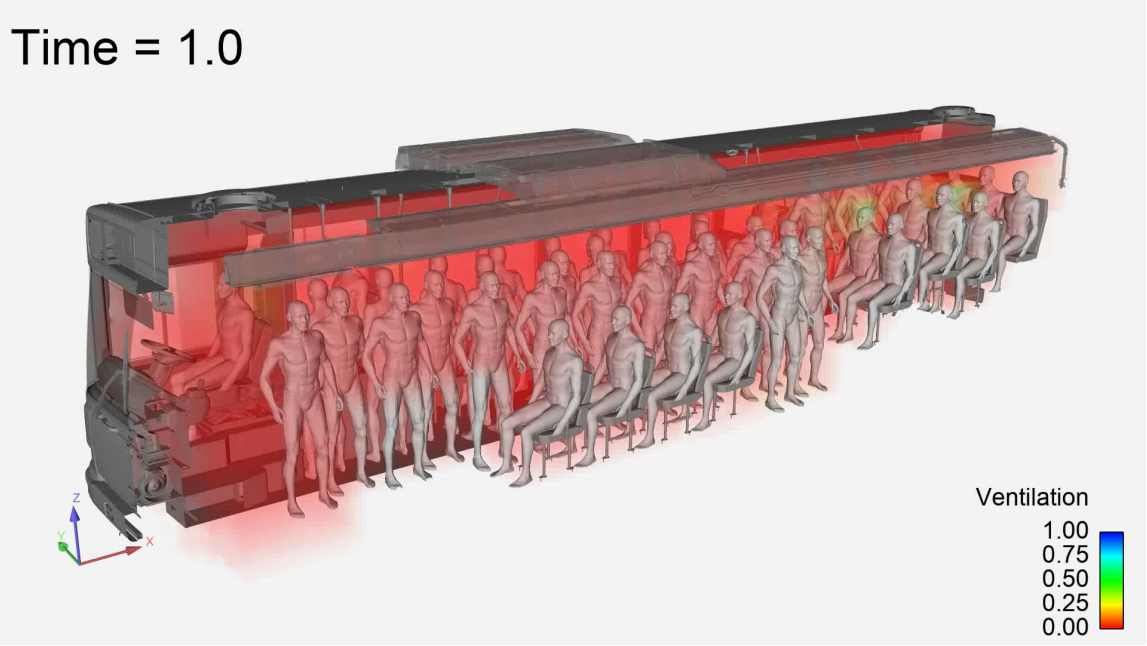
扉・窓開けの換気効果

バス停の停車を想定

走行：無
側窓：閉
乗降口(前,中)：開
エアコンブロワ：ON
換気扇：排気



走行：20km/h
側窓：開50mm
乗降口(前,中)：閉
エアコンブロワ：ON
換気扇：排気



提供：いすゞ自動車㈱　協力：理研、産総研、ESPEC、KANOMAX、豊橋技科大、九大、国交省

換気扇排気モードでかつ、扉開け、走行時の窓開けは、換気効果を高める

エアロゾルフィルタ効果

走行：無

エアコンブロワ：ON

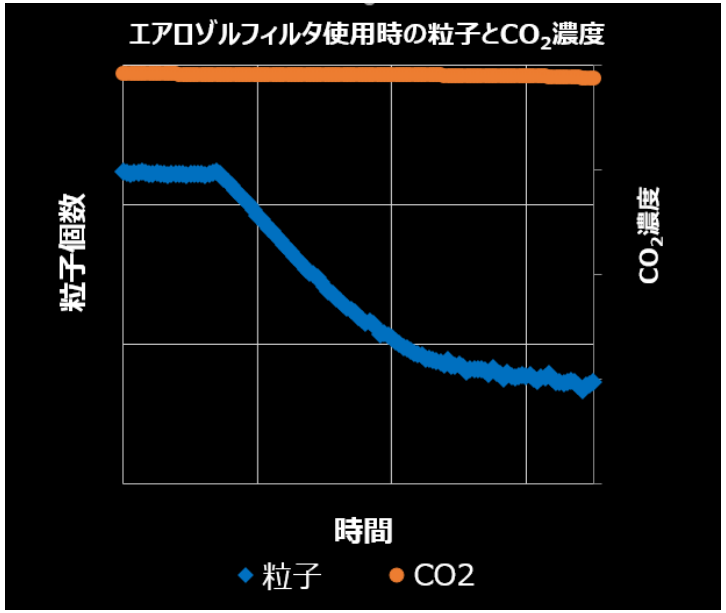
換気扇：排気

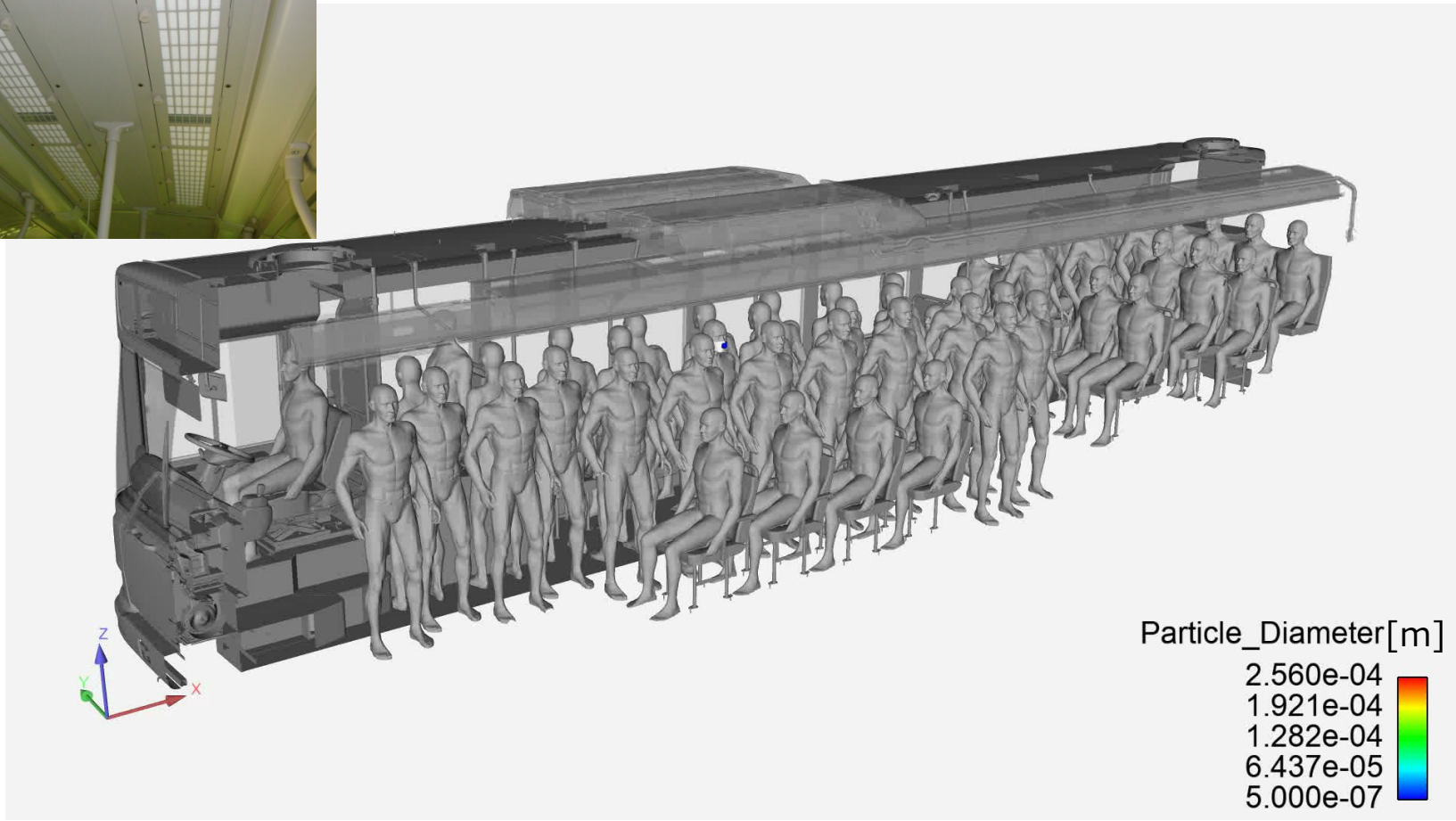
マスク：有

エアロゾルフィルタ：有

***0.3μm粒子を15分で99.9%除去できるフィルタ**

(注)フィルタ単体性能としては１回のろ過で50%除去．路線バスのエアコンに設置することで上記性能を発揮

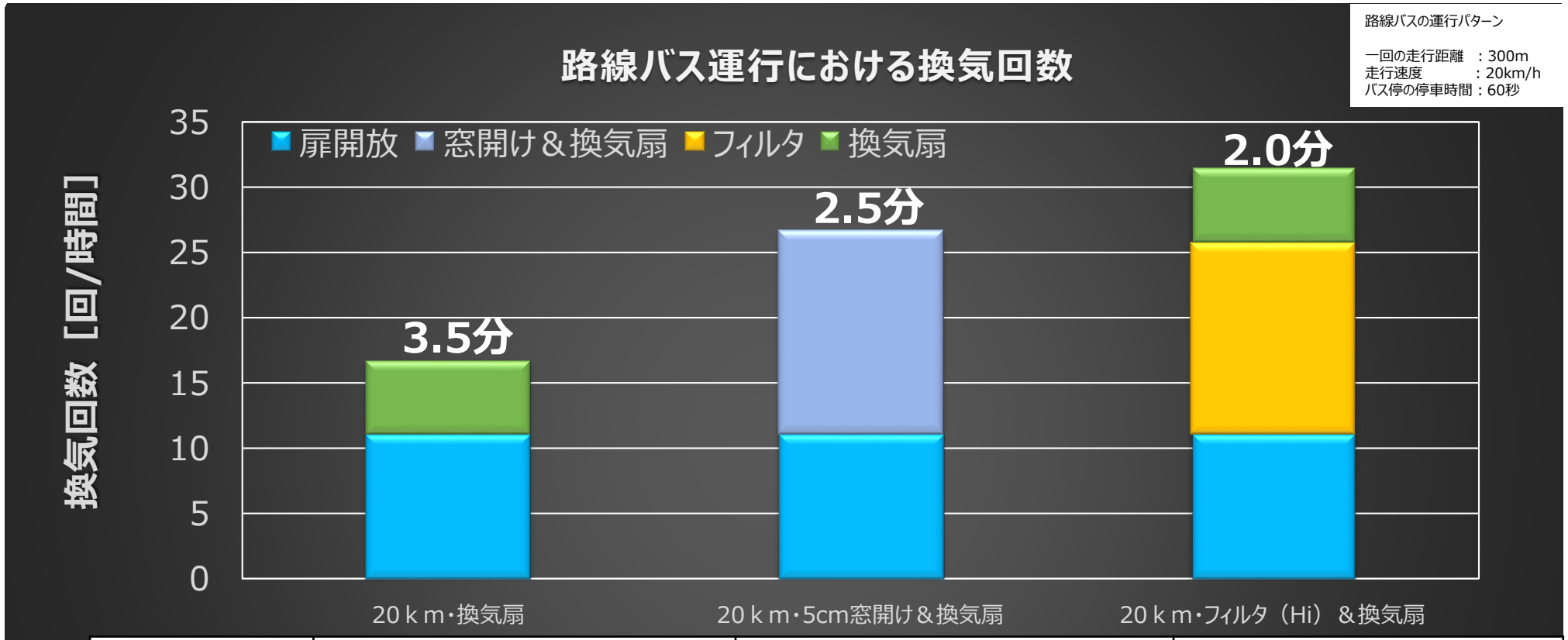




提供：いすゞ自動車㈱　協力：理研、産総研、ESPEC、KANOMAX、豊橋技科大、九大、国交省

排出された飛沫核は、エアコンブロワの気流と共に上昇し、エアロゾルフィルタに捕獲される．飛沫核濃度は低減できるが、CO_2は低減できないので、空気質維持に適度な換気は必要．

路線バスの換気効果



車速	20km/h	20km/h	20km/h
窓	閉	開（5cm）	閉
換気扇	あり（排気）	あり（排気）	あり（排気）
エアロゾルフィルタ	なし	なし	あり

60分の運行における換気回数は、約15～30回/時間
エアロゾルフィルタの使用は窓開け同等の効果

飲食店における飛沫感染リスク評価と対策について

皆さんに知って頂きたいこと

～利用者の皆さんへ～

- マスクを着けることが困難な飲食時に会話をすることは，飛沫感染リスクが高まります．発話時に簡易なマウスシールドを口に近づけるだけでもリスクを下げることができます．

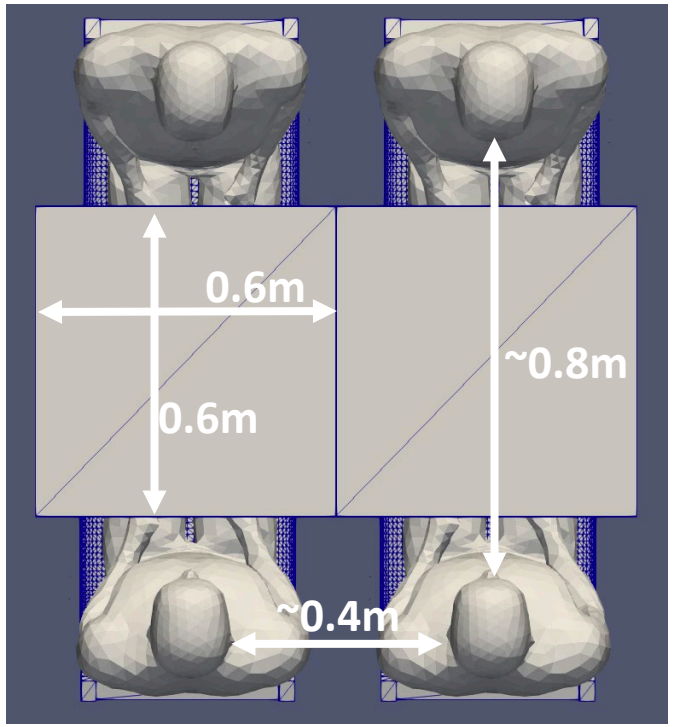
～経営者の皆さんへ～

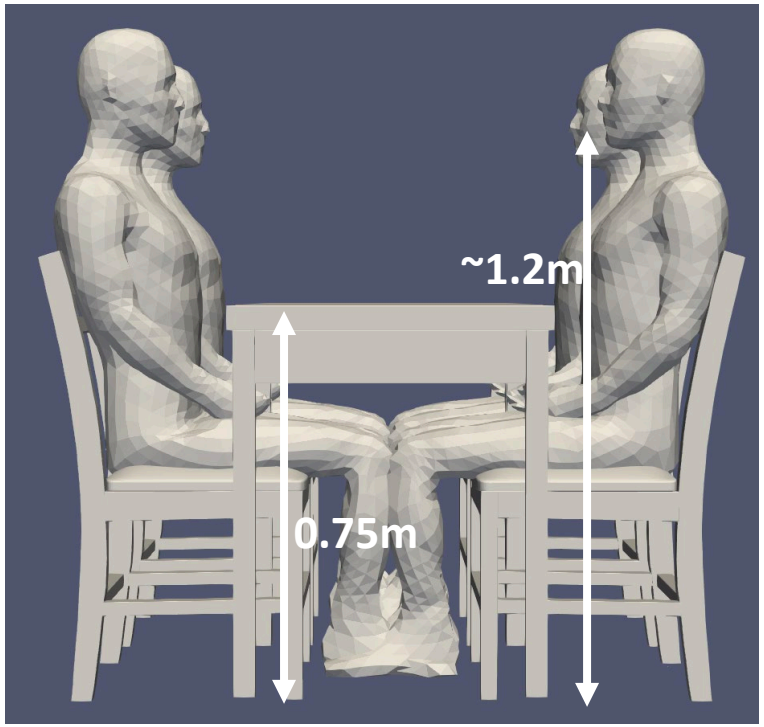
- 店舗内の換気システム（外気給気口と室内空気排気口の位置や風量），エアコンシステム（外気導入型か循環型か？）の確認を．給気口からの流れを妨げないようにしてください．
- 室内の空気のよどみは，場所による感染リスクのばらつきを生みます．空気循環型のエアコンであっても，エアコンを作動させることで空気がかきまぜられ，リスクの分散化につながります．（室内にリスクの高い場所を作らない）
- 厨房の排気ダクトによる換気効果は大きいです．

飲食店における飛沫感染リスク評価と対策について

飲食店における感染リスクと，有効な対策とは？（利用者ができること）

- 飲食店では人と人との距離が1m以下になるケースが多く，感染リスクが高まる.
- 飲食時にマスクを外さざるを得ない状況になる.



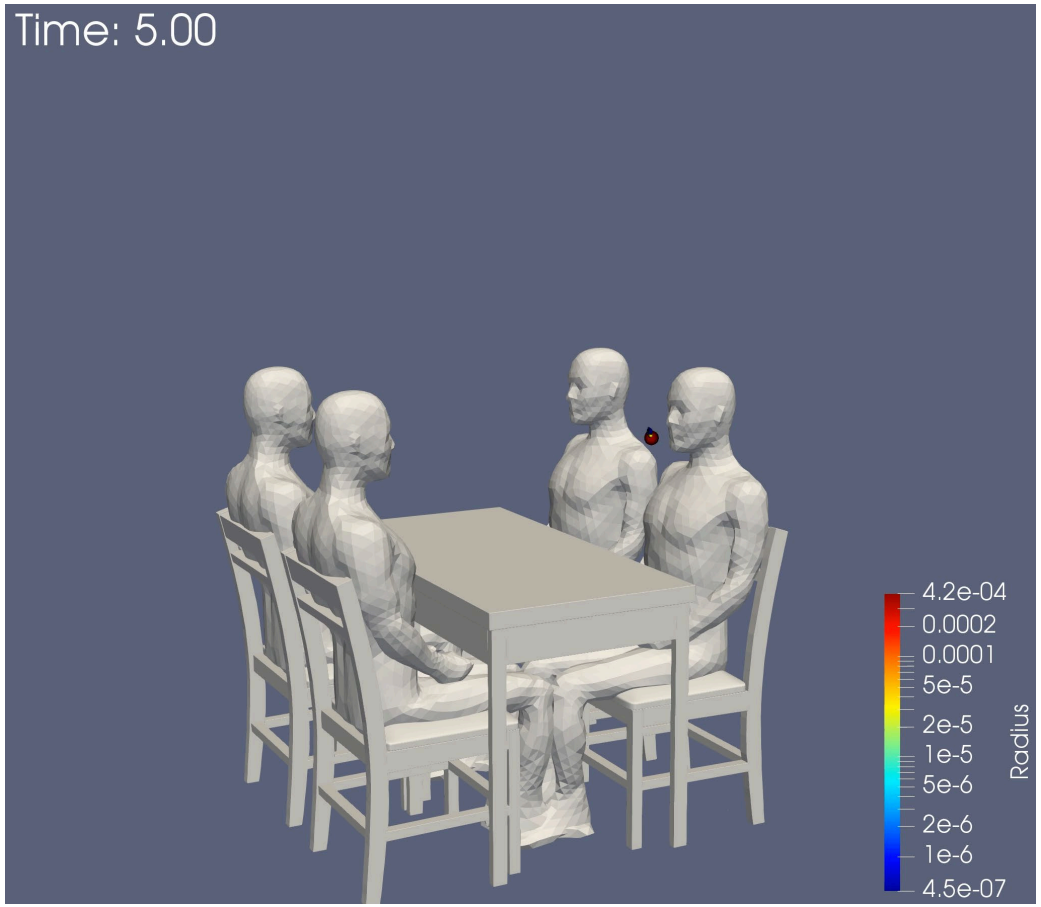


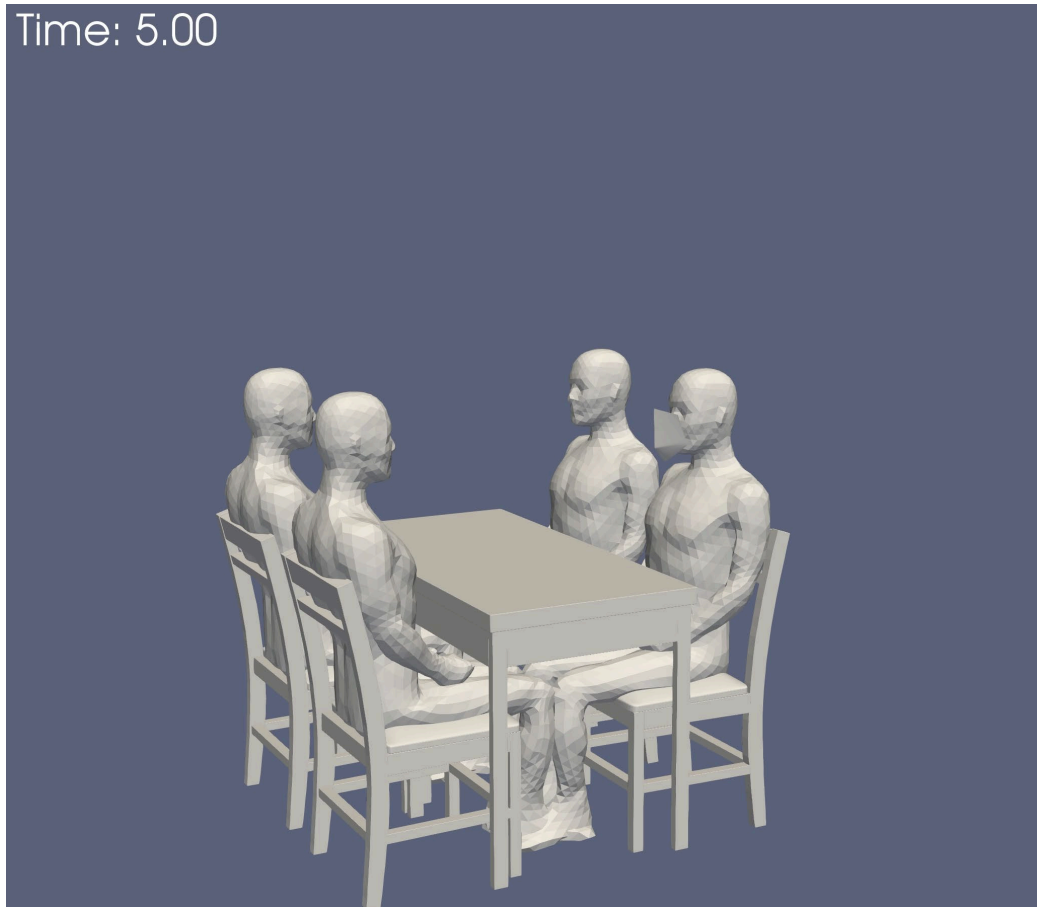
提供：理研・豊橋技科大・神戸大，協力：京工繊大・サントリー・凸版印刷

飲食店における飛沫感染リスク評価と対策について

飲食時の利用を想定した場合のマウスシールドの有効性について

- 飲食店を想定した四人掛けテーブルで，1分程度会話をした場合で検証
- 20%程度の飛沫はマウスシールドに付着，そのほかの飛沫・エアロゾルは隙間から漏れるが，前方への飛散はある程度抑えられる．



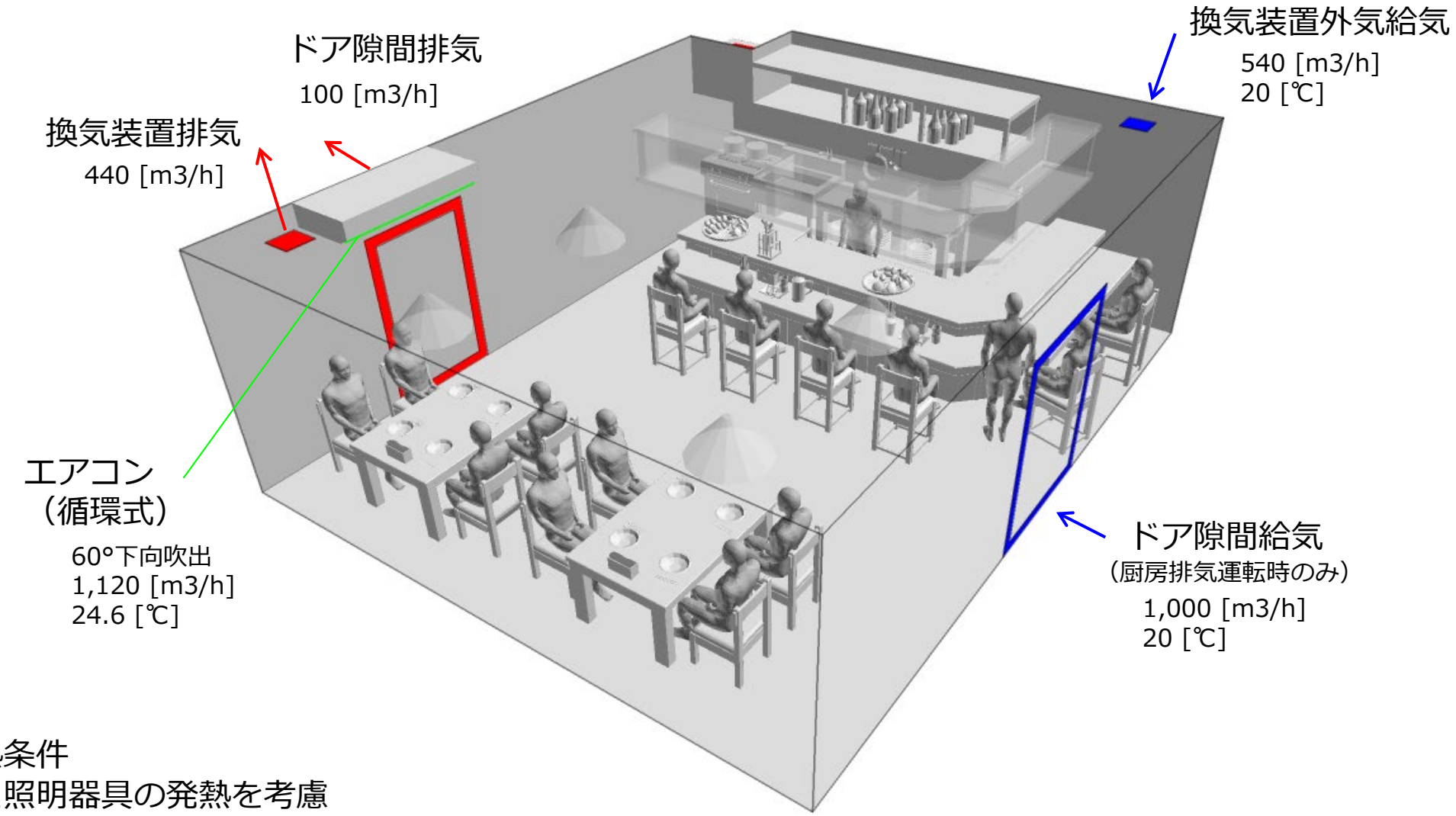


提供：理研・神戸大，協力：豊橋技科大・京工繊大・サントリー・凸版印刷

飲食店における飛沫感染リスク評価と対策について

飲食店における感染リスクと，有効な対策とは？（経営者ができること）

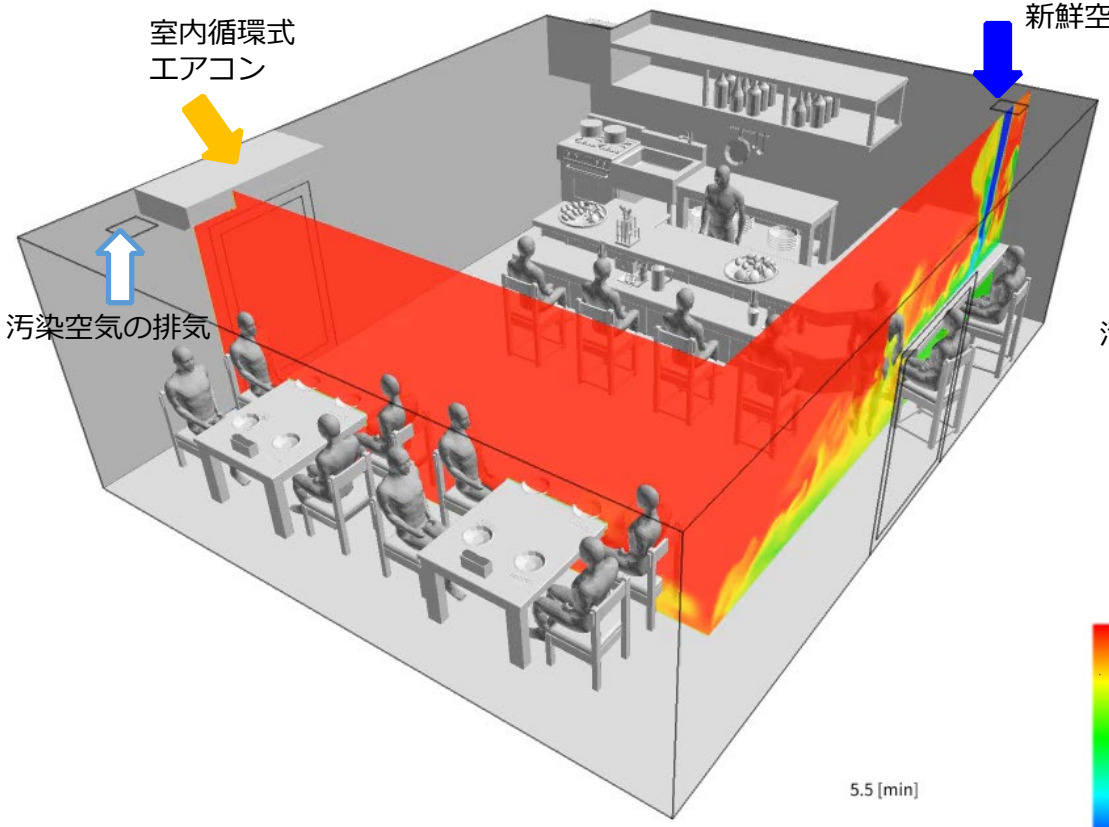
- 小型の飲食店を想定



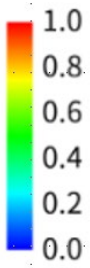
壁面は断熱条件
人体表面と照明器具の発熱を考慮

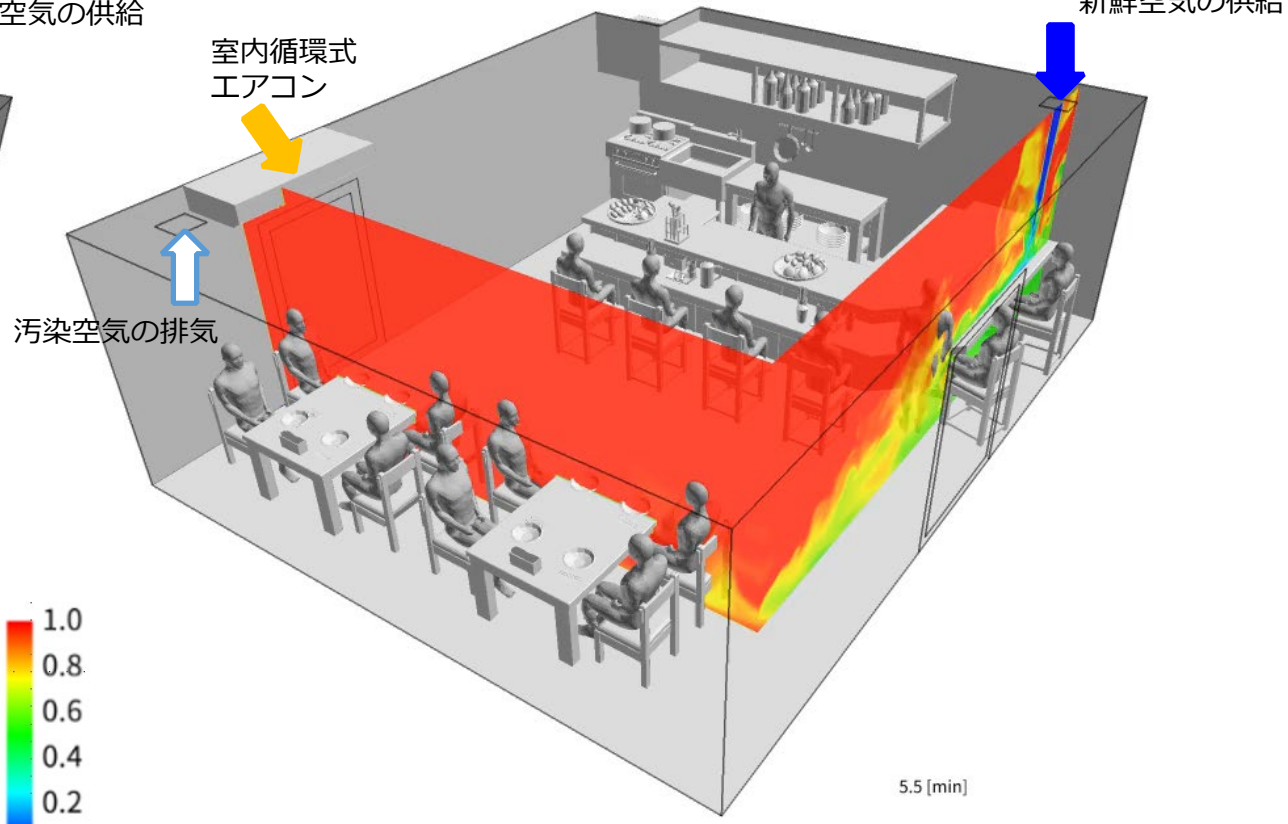
飲食店における飛沫感染リスク評価と対策について

室内循環エアコンの運転の有無による室内換気の効果（汚れた空気を赤，新鮮空気を青で可視化）



エアコンON





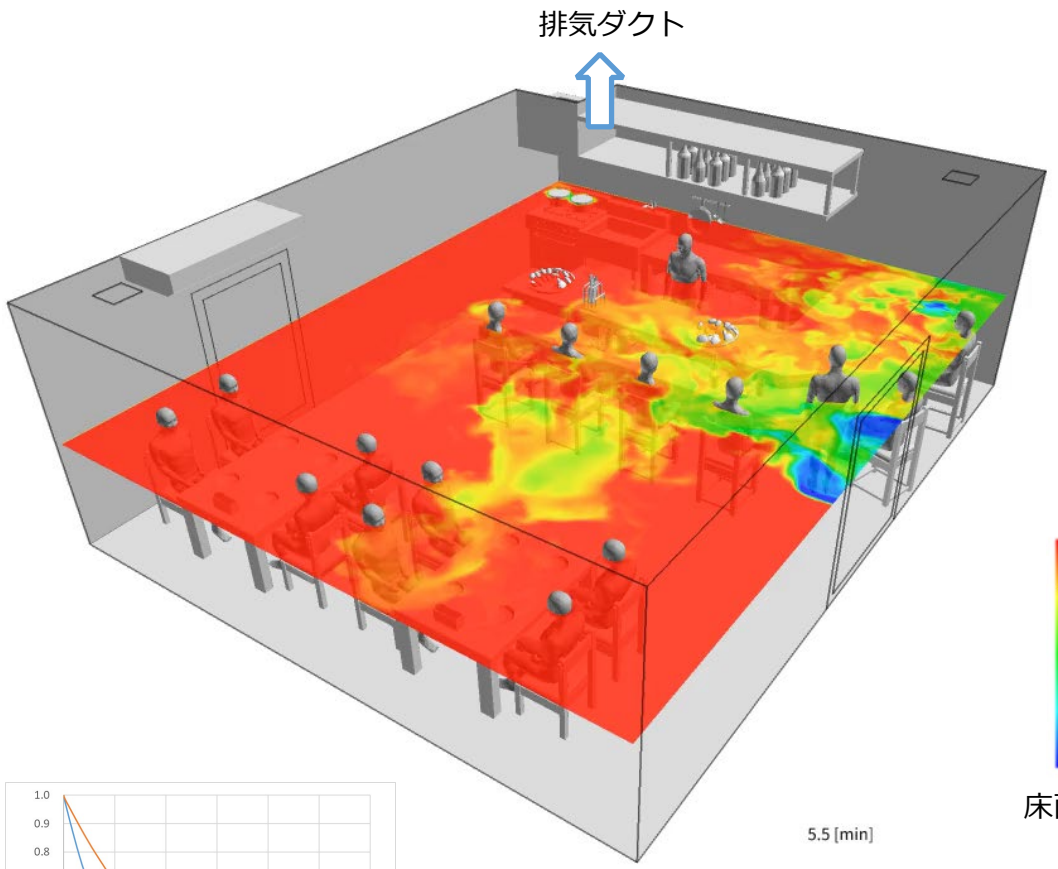
エアコンOFF

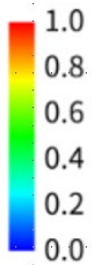
エアコンをOFFにした状態では，室内の空気の質にむらができる（空気のきれいな場所と汚れた場所がはっきりとわかれる）．
室内にちらばったエアロゾルに対するリスクを分散させるには，エアコンを積極的に活用して空気をかき混ぜることが大切．

提供：神戸大・理研，協力：数値フローデザイン・鹿島建設・ダイキン工業・九州大学・東工大

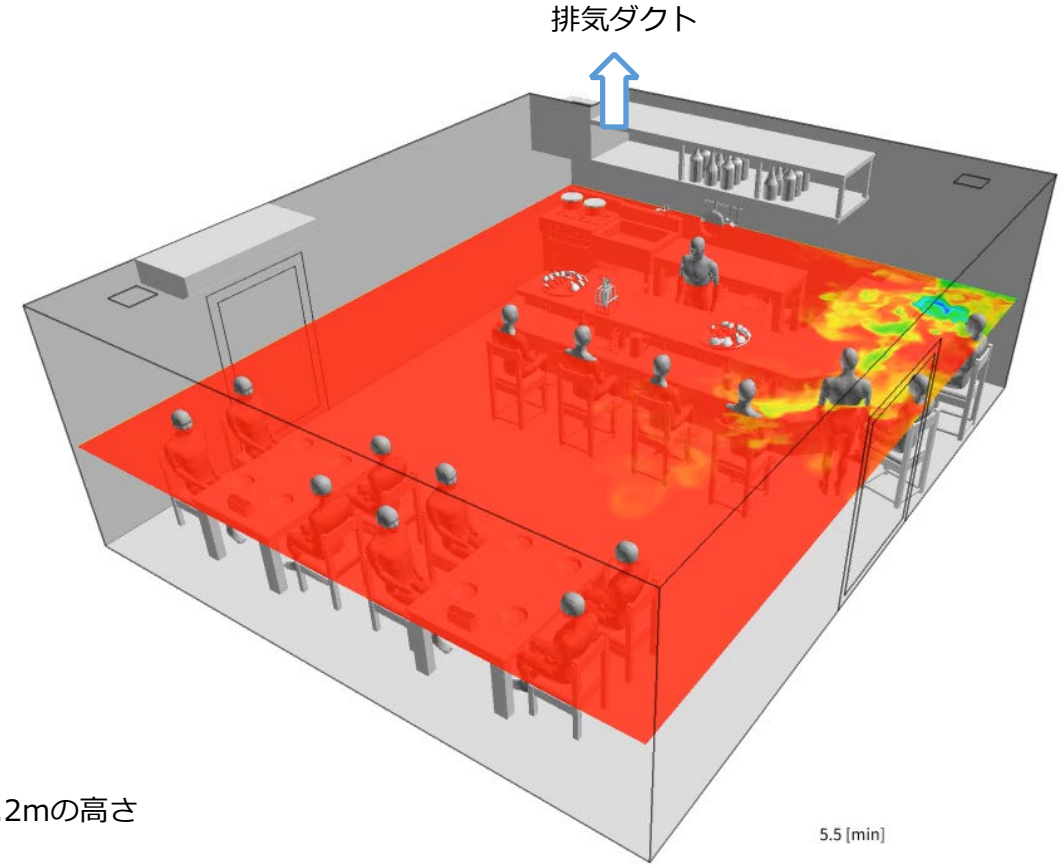
飲食店における飛沫感染リスク評価と対策について

厨房ダクト（換気扇）の効果（エアコンは動作）（汚れた空気を赤，新鮮空気を青で可視化）



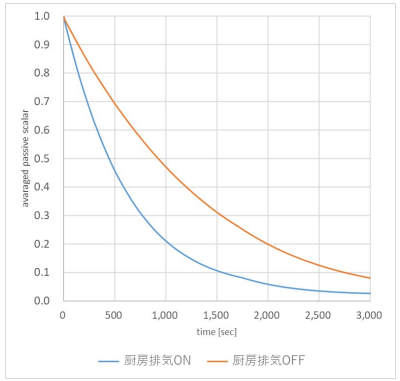


床面から1.2mの高さ



厨房排気ON

厨房排気OFF



厨房の排気ダクトは強力であり，１時間あたりの換気回数を4倍程度多くすることができる．
（厨房排気なし：2.6回/時，厨房排気あり：11回/時）

提供：神戸大・理研，協力：数値フローデザイン・鹿島建設・ダイキン工業・九州大学・東工大

救急車におけるリスク評価と対策について

皆さんに知って頂きたいこと

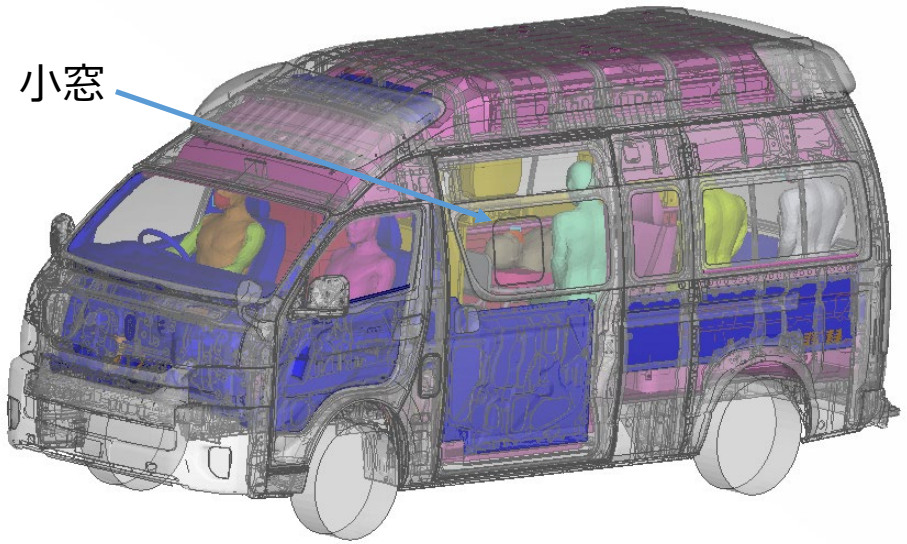
- 搬送者から発生した咳飛沫は，車内の空気の流れの様子に大きく左右されます．発生する飛沫の総数を減らすという観点からは，**マスクをすることは効果的**です．
- エアコンの空気は，発生したエアロゾルをより速く**薄める拡散効果**と，より速く車外に**排出する効果**があります．従って，冷暖房に関わらず**常に作動させておくことが望ましい**．また，可能なかぎり**外気導入モード**に設定することが望ましい．
- 搬送者が咳をした際の飛沫数は，１分後には，**換気扇のみでは1/3程度**，これに**フロントエアコン作動で1/5程度**，これに**さらにマスクをすることで1/15程度**まで減少します．
- 運転席と後部座席を仕切るカーテンは，運転席側が正圧となることで，後部座席からのエアロゾルの侵入を効果的に防止できます．
- 患者を覆うカーテンは，エアロゾルの車内拡散を防ぐのに効果的です．特にカーテン内に換気扇を入れるようにすると，陰圧効果によりエアロゾルはさらに効果的に排出されます．ただし，エアコンの風が入りにくくなるので，より長時間カーテン内にエアロゾルが滞留します．
- 救急車内は，エアコンと換気扇の併用で，高い換気性能が発揮されています（3分で車内容積と同程度の新鮮空気を取り込んでいる．6人乗車の場合，一人当たり一般オフィス並み）．さらに換気量を増やすためには，窓を開けることが有効です（**運転席・助手席を5cm，後部小窓を全開**にすれば時速40キロ走行で換気量は3倍まで増える）

提供：理研・東工大・神戸市消防局，協力：トヨタ自動車

救急車におけるリスク評価と対策について

救急搬送時における救急隊員の感染リスクを下げる方法を考える

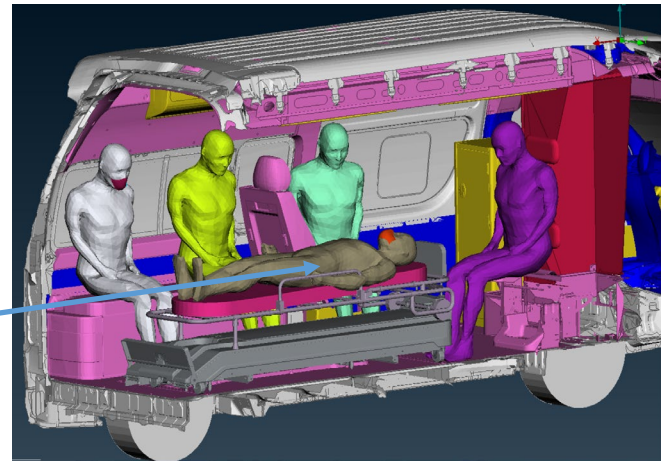
- 患者と付き添い者，救急隊員3名，運転席2名の計7名を想定.
- フロントエアコン設定は「外気導入，風量最大モード」を想定.
  リアエアコンは「内気循環」のみ.
- 窓開け効果は「全窓閉め」，「運転席・助手席5cmおよび小窓全開」で比較.
- 救急車は観察・処置や病院交渉のため停車していることがあるため, 停車時と走行時（時速40キロ）双方の換気能力について調べる.

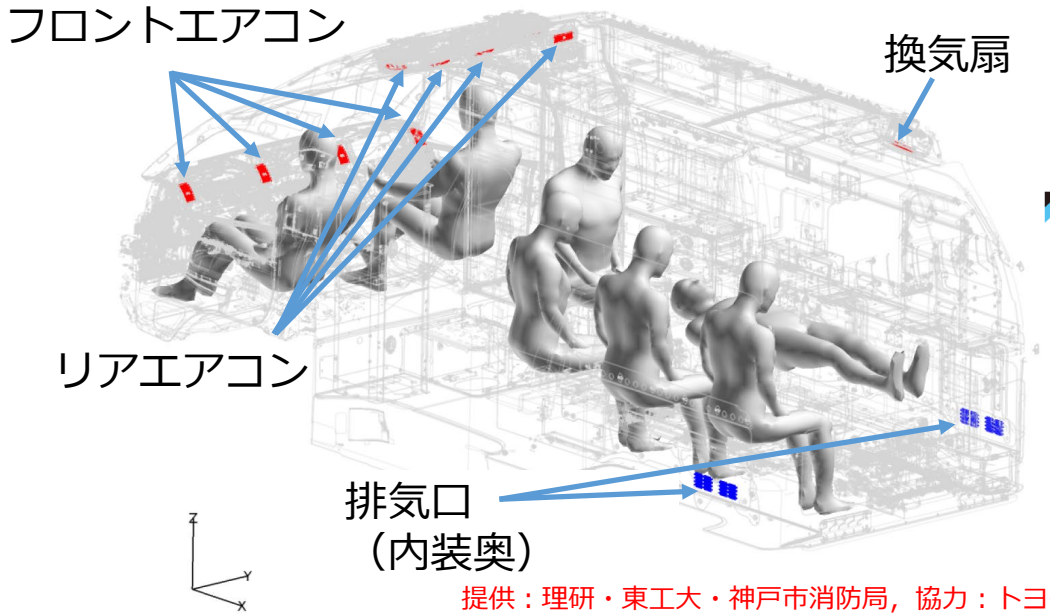


トヨタ・ハイエース型
高規格消防車（神戸市仕様）

空調の設定条件

		流量	総体積
フロントAC	外気	292m³/h	9.2m³
リア・クーラー	内気	314m³/h	
換気扇	-	129m³/h	





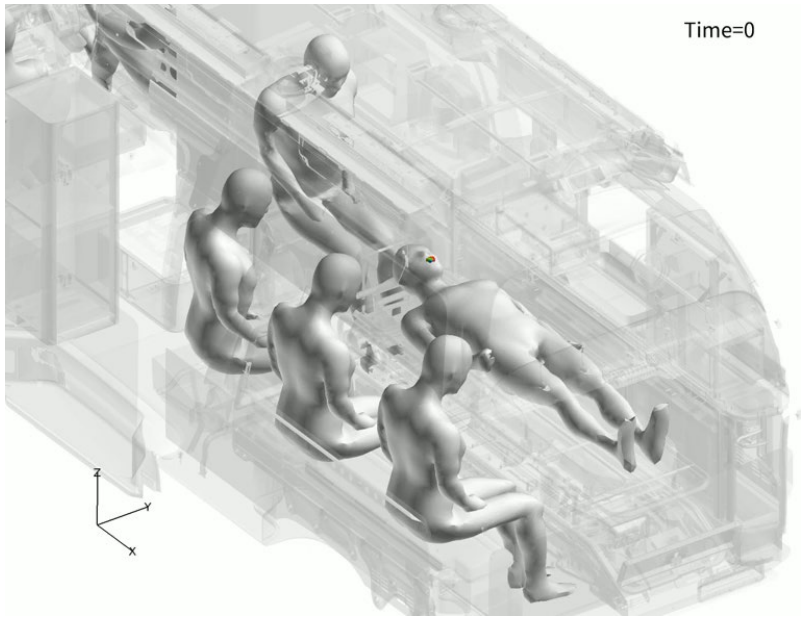
提供：理研・東工大・神戸市消防局，協力：トヨタ自動車

救急車におけるリスク評価と対策について

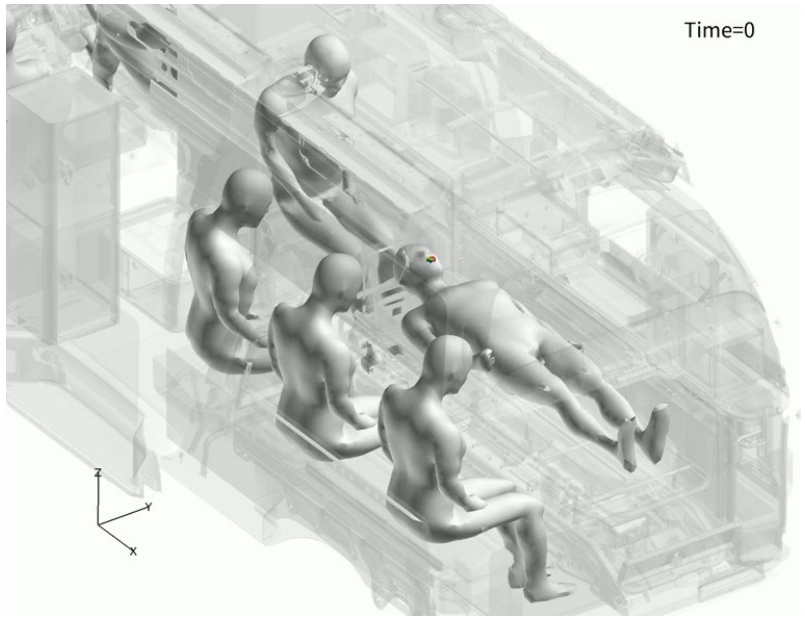
飛沫飛散の様子と対策

- 患者が咳をした際の飛沫飛散の様子

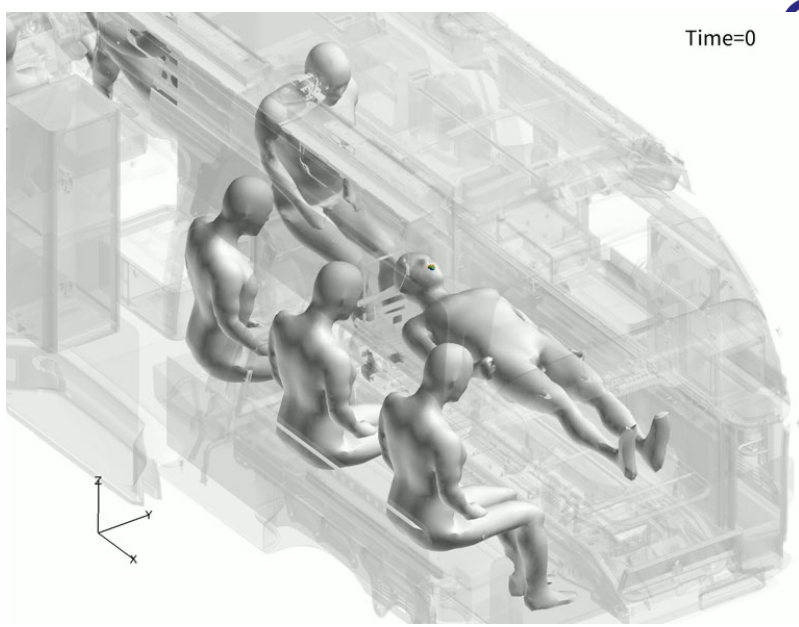
①換気扇のみ



②フロントエアコンと換気扇併用



③フロントエアコン，リアエアコン，換気扇すべて使用



いずれのケースも，大きな飛沫は患者の顔の周辺に落下．エアロゾルの挙動は大きく異なる．
①比較的ゆっくりと後部座席全体に拡散し，60秒後でも，1/3程度の飛沫が浮遊．
②フロントエアコンの流れにより，エアロゾルは後部から運転席に運ばれていく．フロントエアコンの換気により，60秒後には1/5程度になる．
③エアコンの強い気流により，最も早く車内全体に拡散するが，60秒後1/9程度にまで減らせる．

エアコン（外気導入）による換気は有効だが，室内に拡散してしまう飛沫を抑制する方法を考える必要がある．

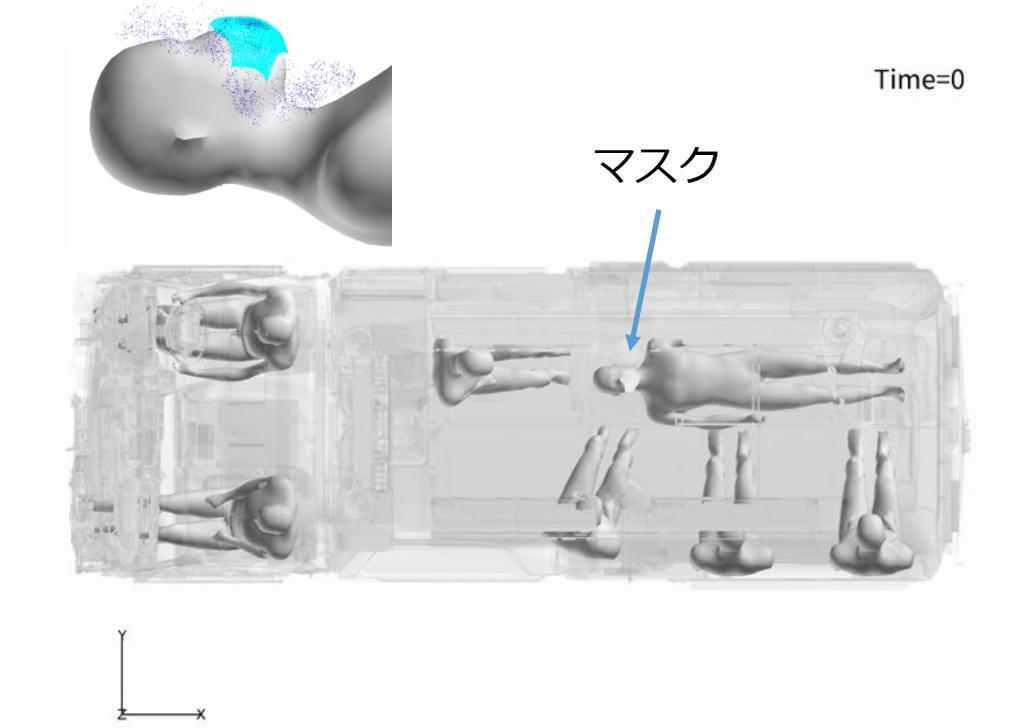
提供：理研・東工大・神戸市消防局，協力：トヨタ自動車

救急車におけるリスク評価と対策について

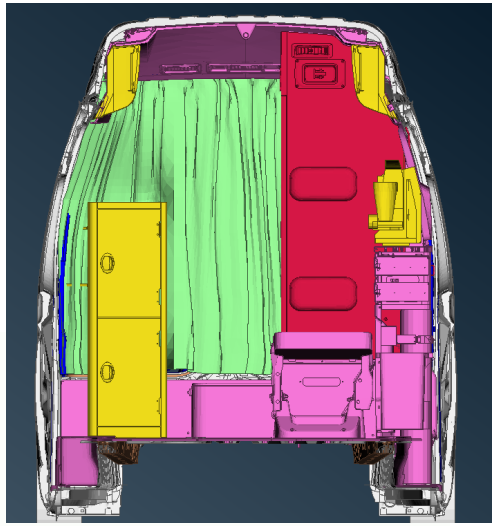
マスク着用と前後カーテンの効果

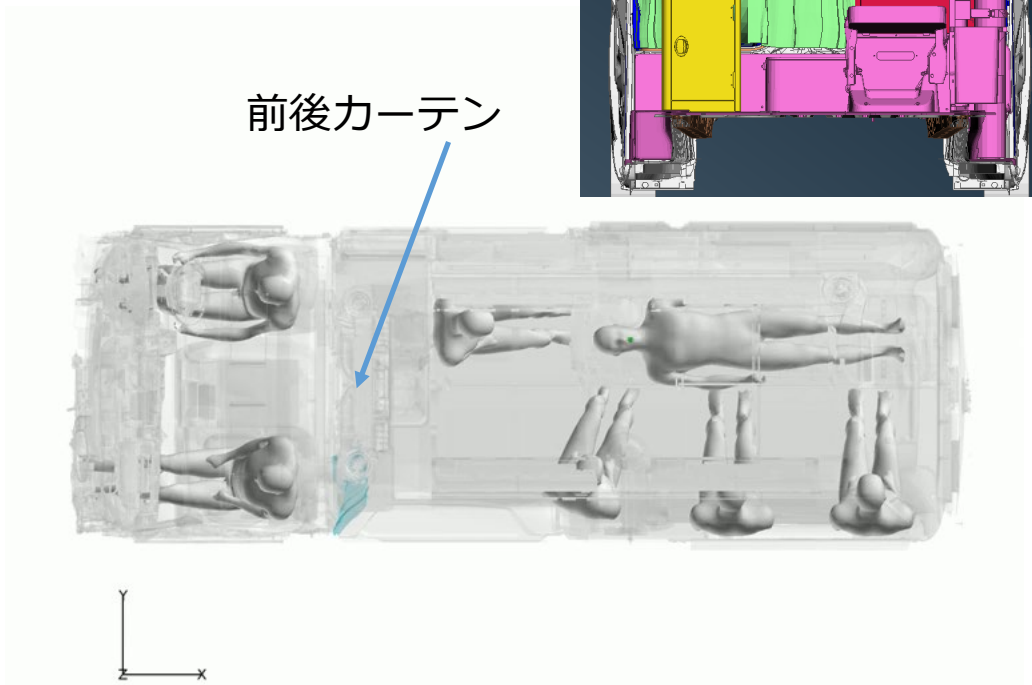
- フロントエアコンをオン（外気モード）
- 処置室と運転席を隔てる前後カーテンを設置した際の様子．
  前後カーテンはリアエアコン吸い込み口を運転席側に入れる．
- 赤：車内浮遊粒子、青：車外浮遊粒子、緑：壁近傍粒子

④患者がマスクを装着した場合



⑤前後室内を仕切るカーテン





④患者にマスクをしてもらうことで，発生する飛沫の総量を3割まで減らすことができる．この場合，60秒後浮遊するエアロゾルも1/15程度まで減らすことができる．

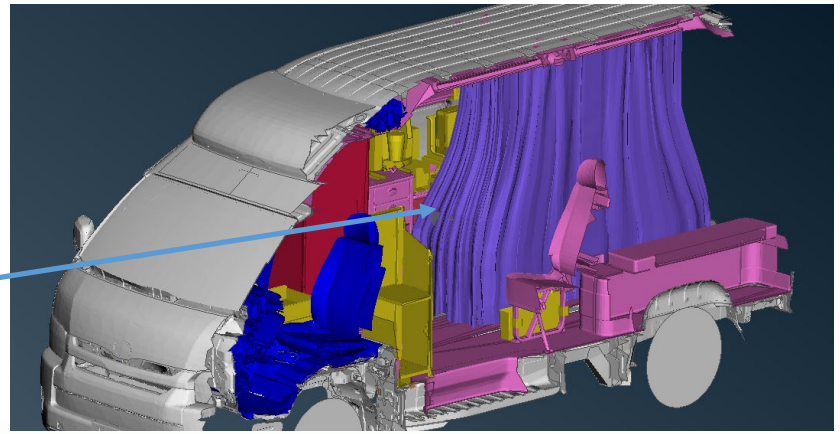
⑤ 前後カーテンにより（エアコン併用），運転席側へ到達する飛沫はほぼ完全に防げる．

提供：理研・東工大・神戸市消防局，協力：トヨタ自動車

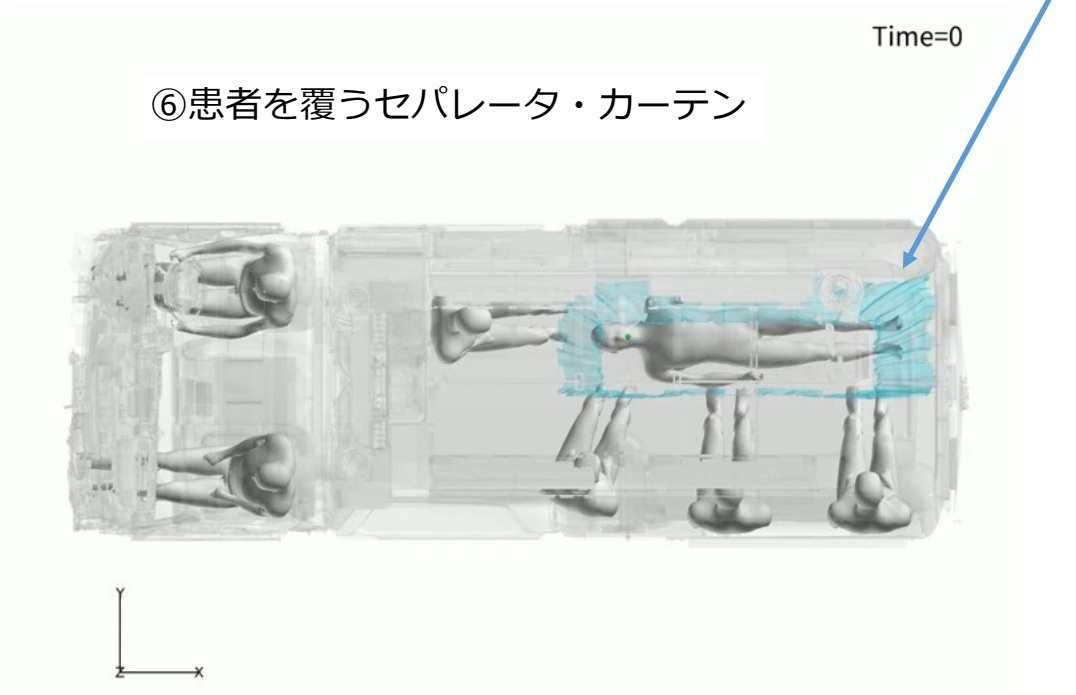
救急車におけるリスク評価と対策について

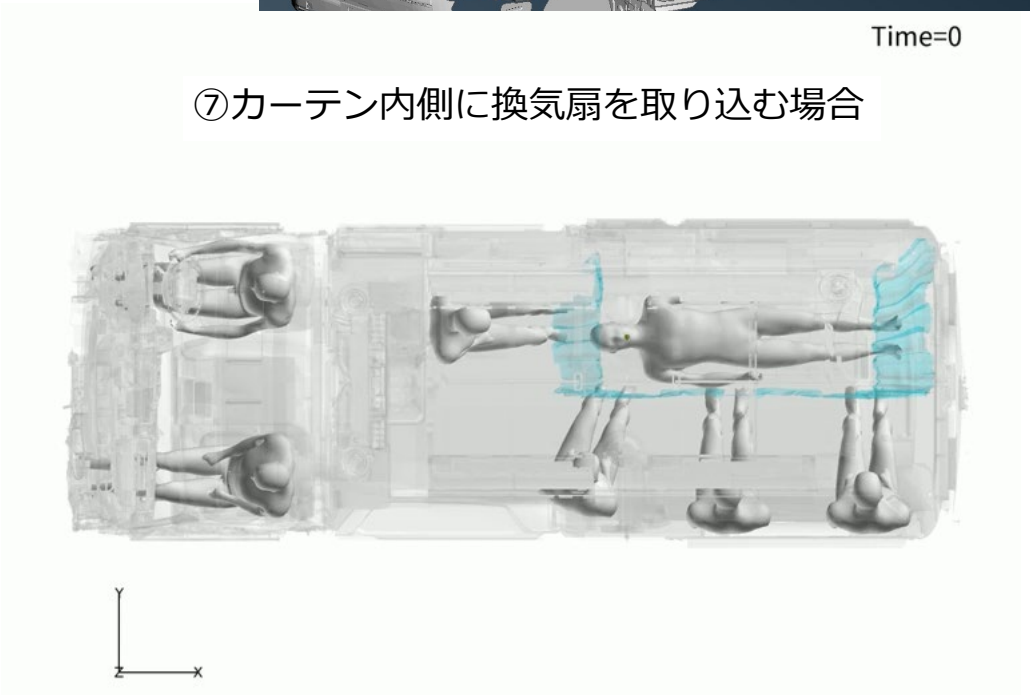
セパレータ・カーテンの効果

- 患者周りに手作りのビニールカーテンを設置した際の飛沫飛散の様子
- 赤：車内浮遊粒子、青：車外浮遊粒子、緑：壁近傍粒子



セパレータ・
カーテン





- **セパレータ・カーテンにより，患者からの直接の飛沫飛散は防御できるが，一部は室内へ漏れ出す．**
- **カーテン内に換気扇を取り込むようにすると，漏れ出す粒子は抑えられる．**

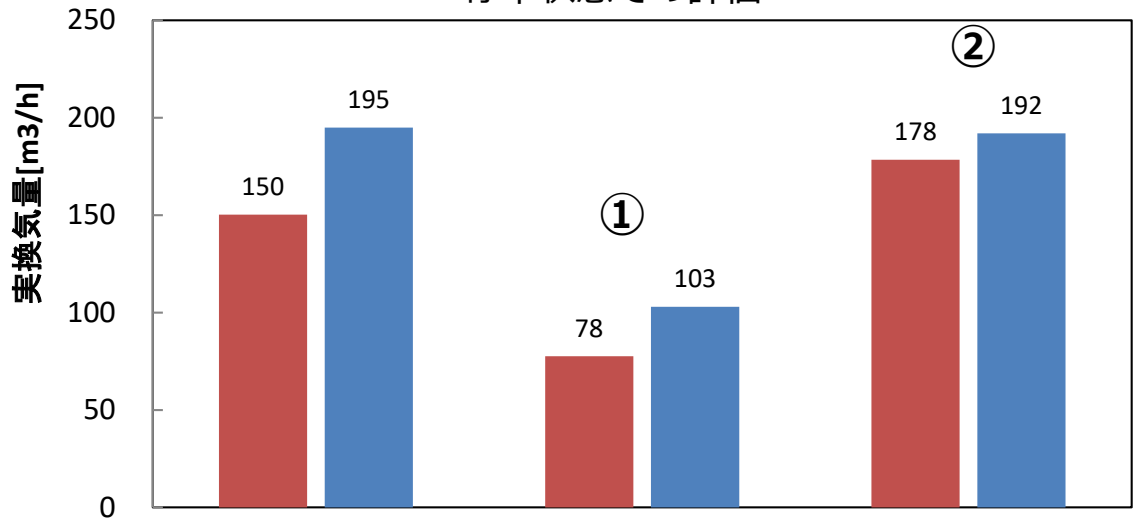
提供：理研・東工大・神戸市消防局，協力：トヨタ自動車

救急車におけるリスク評価と対策について

救急車内の換気性能の評価（エアロゾル感染リスクの評価）

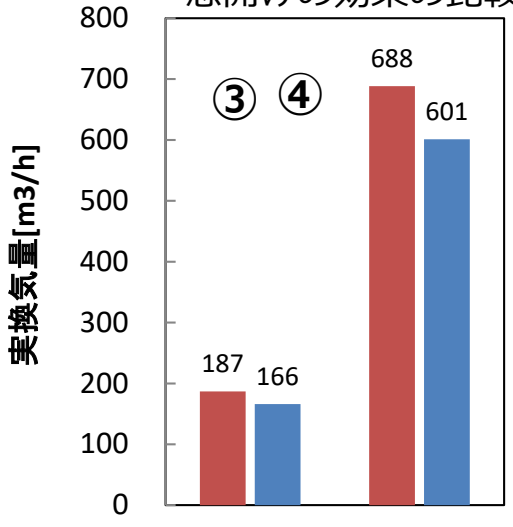
- 車内を汚染された空気で満たし，エアコン等でどの程度の速さで空気が入れ替わるかを計測する．
- 実験（青）とシミュレーション（赤）の両方を実施．

停車状態での評価

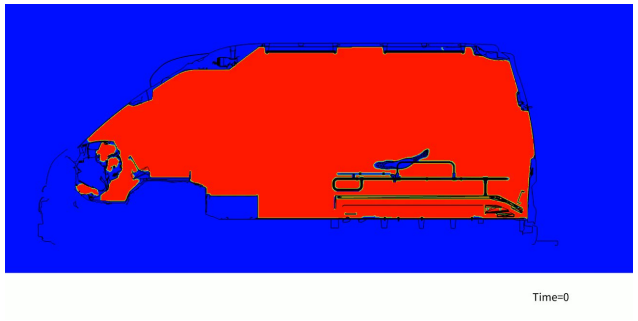


	①	②
前エアコン	最大	最大
後エアコン	最大	–
換気扇	最大	最大
窓開け	–	–
	–	–
	最大	最大
	–	–

停車時と走行時の
窓開けの効果の比較



	③	④
前エアコン	最大	最大
後エアコン	–	–
換気扇	最大	最大
窓開け	開	開
車速	0km/h	40km/h

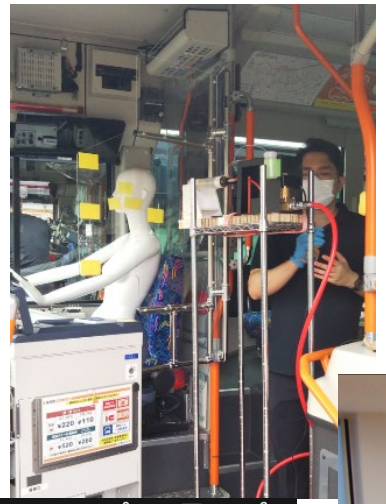


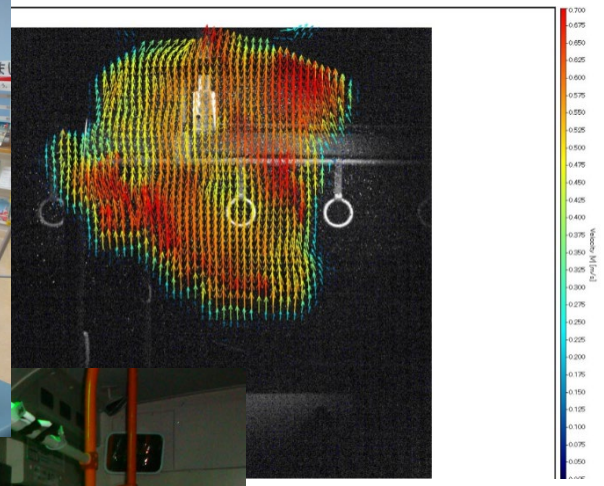
①換気扇のみだと5分半で1回程度の換気（7人乗車で一人当たり13m³/h）
②エアコンを作動させることで，3分に1回程度の換気（一人当たり26m³/h程度）
③停止状態では窓開けによる効果は認められない．
④40km/h走行時では，窓開けにより大幅な換気量の向上が見られる．

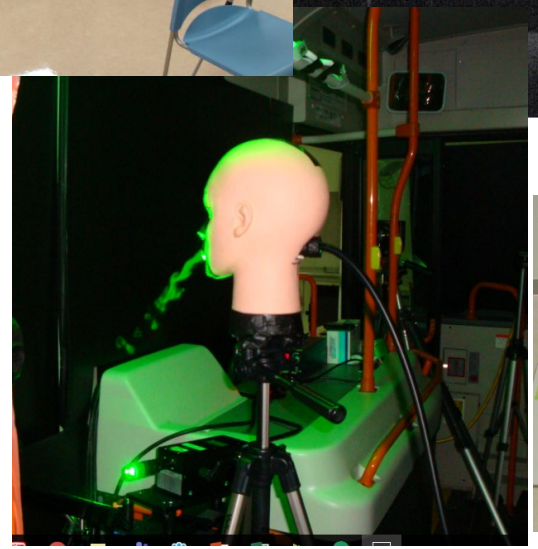
提供：理研・東工大・神戸市消防局，協力：トヨタ自動車

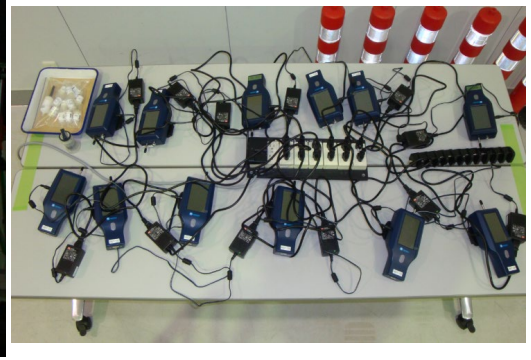
路線バスに関する補足資料

いすゞの取り組み紹介
安全な車両提供へのチャレンジ









KOBE UNIVERSITY

豊橋技術科学大学

東京工業大学 Tokyo Institute of Technology

九州大学 KYUSHU UNIVERSITY

国土交通省

産総研

espec

KANOMAX

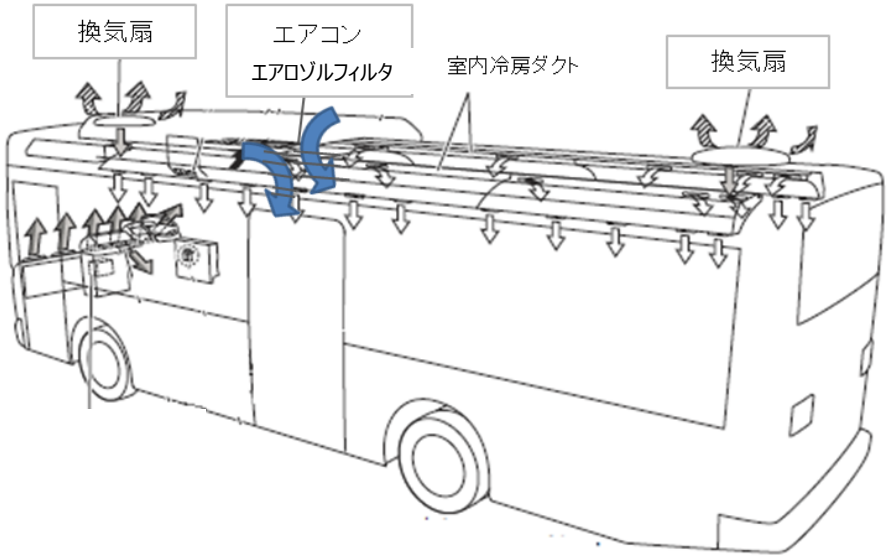
AsahiKASEI

ISUZU

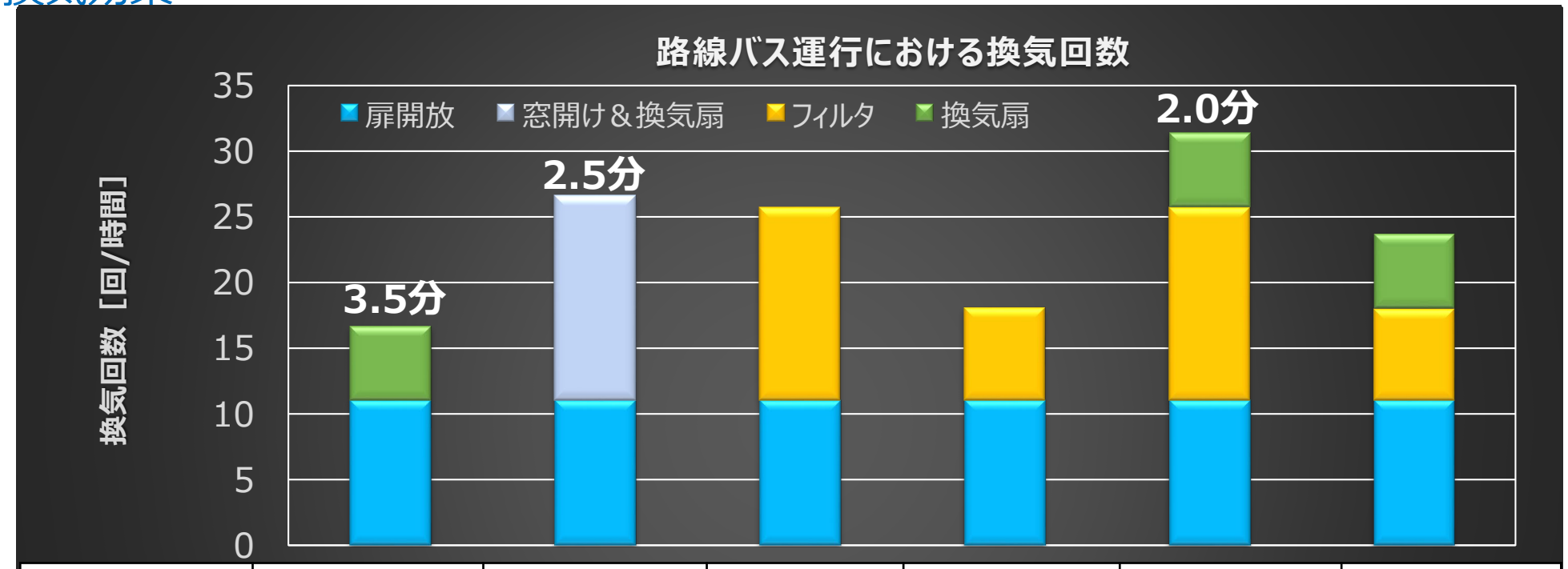
路線バスにおけるリスク評価と対策について

感染経路別アプローチ

感染経路	対策の方向	現行(すぐやる対応)	将来案(今後の方向性)
飛沫	飛散防止	パーティション/マスク	最適材料と形状
接触	除去/不活化	アルコール不活化	（紫外線）
	除去/不活化	清掃	（不活化材料）
	非接触	プリペイドカード	料金徴収のIC/Felica
空気	換気機器の利用	換気扇の運用法提示	換気効率を考慮した車体設計
	空気清浄	窓開け・フィルタ	空気質を考慮したシステム設計
	状況表示	取り組みの表示	センシング＆アクチュエーション



路線バスの換気効果



車速	20km/h	20km/h	20km/h	20km/h	20km/h	20km/h
窓	閉	開（5cm）	閉	閉	閉	閉
換気扇	あり（排気）	あり（排気）	なし	なし	あり（排気）	あり（排気）
エアロゾルフィルタ	なし	なし	あり（ブロワ強）	あり（ブロワ弱）	あり（ブロワ強）	あり（ブロワ弱）

60分の運行における換気回数は、約15～30回/時間
エアロゾルフィルタの使用は窓開け同等の効果

路線バスの運行パターン

一回の走行距離　：300m
走行速度　　：20km/h
バス停の停車時間：60秒

路線バスにおけるリスク評価と対策について

まとめ

① エアコンブロワは、窓開け換気において、新気を迅速に室内に拡散する能力がある。換気扇を用いた機械換気では、ブロワ使用による換気効率に向上は見られなかった。

② 換気扇は、そのファン特性（制圧特性：排気（66Pa）＞給気（17Pa））から排気モードの換気効率が良い。

③ 窓閉めにおける給気の場所は、前扉および中扉からが主要な経路となる。

④ マスクにより総飛沫数の7割が減少しているが、ウイルス濃度が高いと考えられる10μm以上の飛沫がカットされている（吐出粒子体積比率の99.5%）。従って、マスクはウイルス感染の低減に大きな効果があると考えられる。実機の評価においても同様の結果であった（0.3μm以上の総飛沫数の約7.5割）。

⑤ パーティションは、ウイルス濃度が高い飛沫の直接的な接触防止となるため、効果ある感染防御と考えられる。マスク着用およびパーティションが装備されていれば、運転席後部座席への乗車は可能と考える。

⑥ エアロゾルフィルタを用いることにより、粒子に対して、31回/時間の窓開け換気相当の換気回数（実機評価）となる。15分間の使用で、0.3μm以上の粒子を99.9%除去することが可能である。

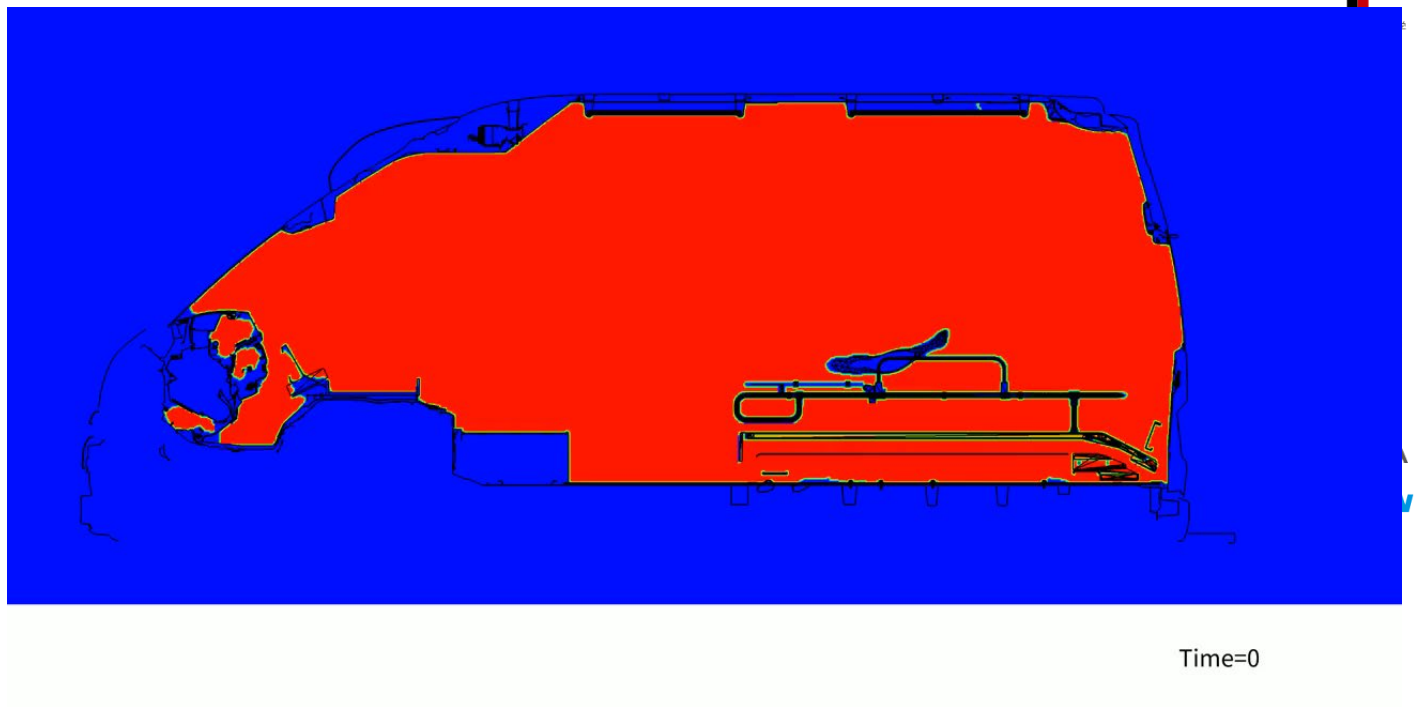
⑦ エアロゾルフィルタはガスの除去はできないため、最適な空気質保持には適度な換気が必要であるが、換気扇使用だけでも、60分の運行想定において、3.5分（836m^3/h）で室内容積分の空気を取り込むことができる。

救急車に関する補足資料

救急車におけるリスク評価と対策について

換気性能の評価（エアロゾル感染リスクの評価）

- 室内にどうしても拡散してしまう粒子を効果的に排気できる空調条件を考える.
- 実験と計算の両方とも実施. 実験ではCO_2ガスを充満させ減衰を評価, 計算では仮想汚染空気で車内を満たし（赤）, 換気により新鮮空気（青）に入れ替わる様子を可視化.



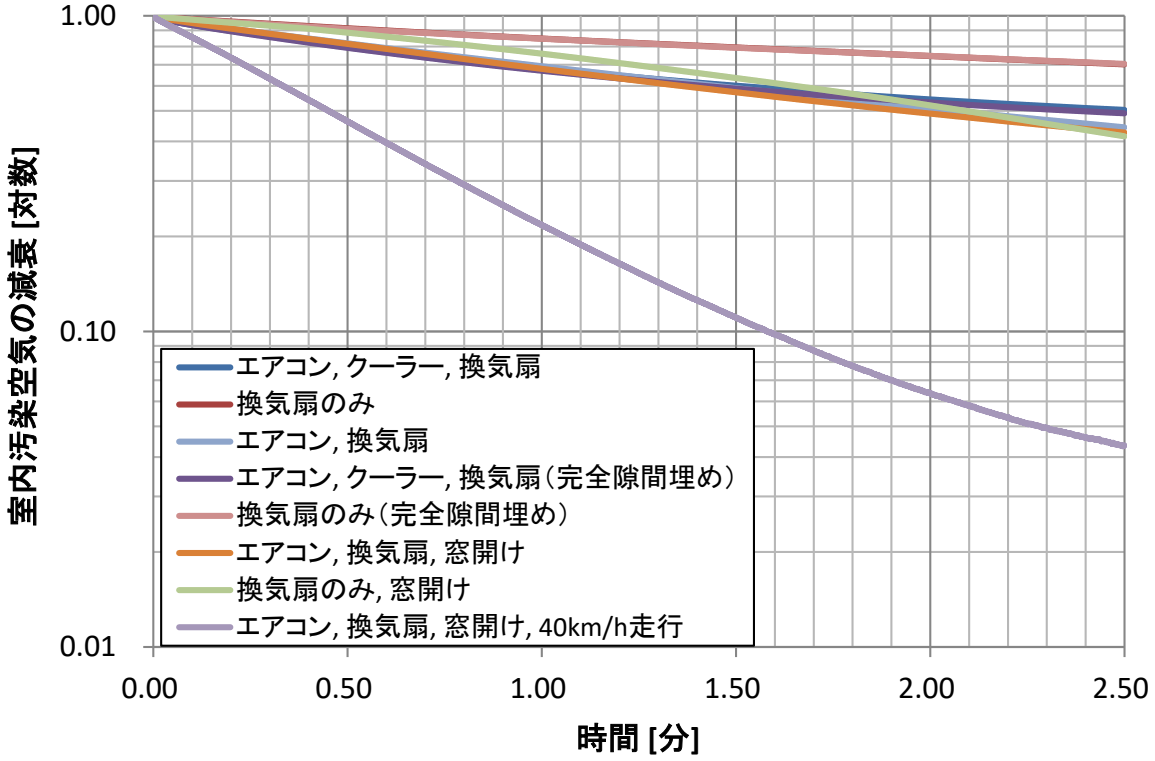
- **前席側から後席側向かって換気は進み，約3分程度で新鮮空気に入れ替わる.**
- **実験では,テールゲート上方（換気扇を通った空気が）, バンパ下（排気口）, スライドドアのノブなどから汚染空気が出ていく. 計算では隙間のある車体各所から漏れ出ていく.**

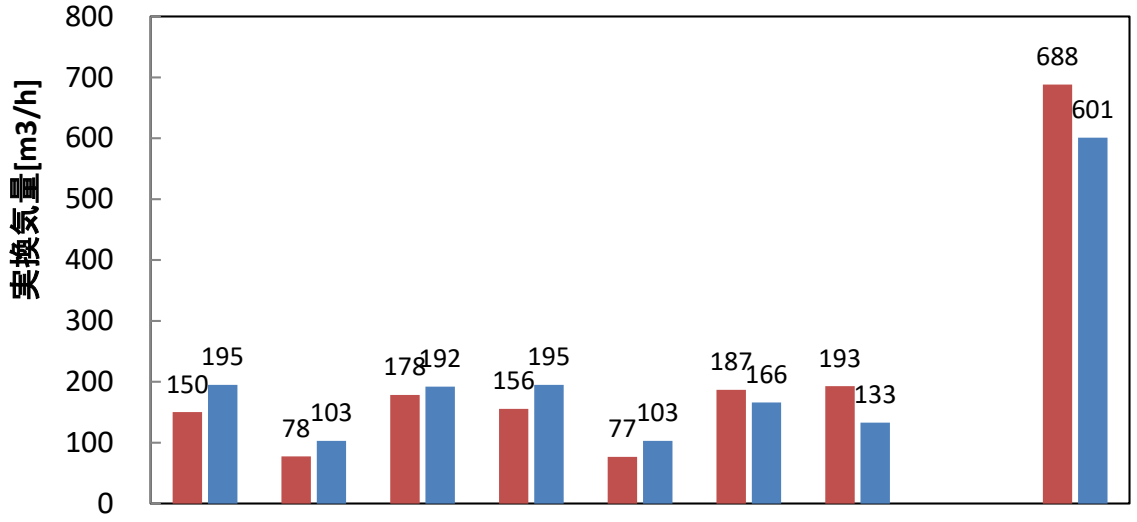
提供：理研・東工大・神戸市消防局，協力：トヨタ自動車

救急車におけるリスク評価と対策について

換気性能の評価（エアロゾル感染リスクの評価）

- 換気による汚染空気の減衰から実換気量を定量評価
- エアコン条件の他，隙間埋め（計算のみ），窓開け（運転席, スライドドア小窓），走行条件による違いを検討





エアコン	最大	–	最大	最大	–	最大	–	最大
クーラー	最大	–	–	最大	–	–	–	–
換気扇	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大	最大
隙間埋め	–	–	–	完全閉	完全閉	–	–	
窓開け	–	–	–	–	–	開	開	開
車速	0	0	0	0	0	0	0	40 km/h

①エアコンによる機械換気効果が支配的であり，車速0km/h停止状態で窓を閉めたままでも，最大モードで1時間に約20回（約3分に1回）新鮮空気が供給されている．換気扇だけだと約11回（約5分半に1回）
②完全隙間埋めでも, 総換気量に与える影響は少ない.
③停止状態では窓開けによる効果は認められない.
④40km/h走行時では，窓開けにより大幅な換気量の向上が見られる.

提供：理研・東工大・神戸市消防局，協力：トヨタ自動車

勉強会配布資料はここまで