

# 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

# 路線バスにおけるリスク評価と対策について

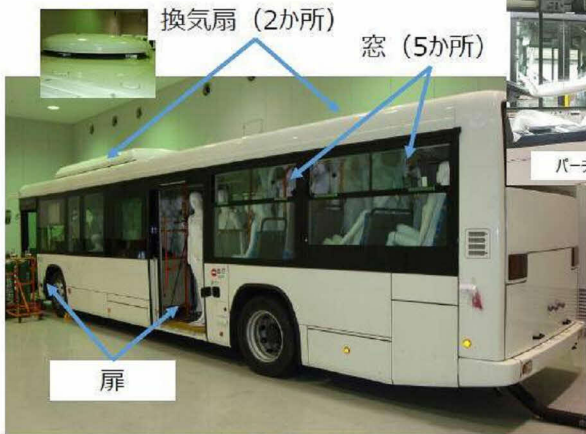
## 皆様に知って頂きたいこと

- 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？

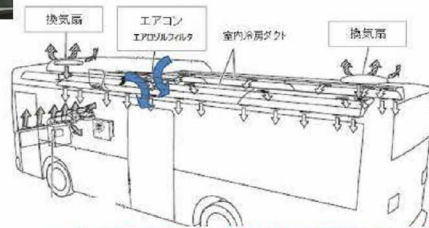
- 換気性能として、扉開け、窓開け、パーティション、エアロゾルフィルタによる対策の効果について調べる。
- 車速は市街地走行を想定して**停車**および**時速20キロ**、運転手を含めて**63人乗車（乗車80%）**を想定。
- エアコン設定は「**内気循環**」の設定のみ。
- 窓は、全窓開けを想定し**5cm**開けを実施。



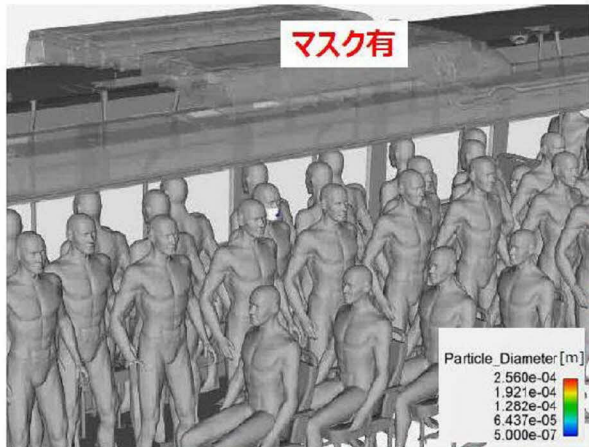
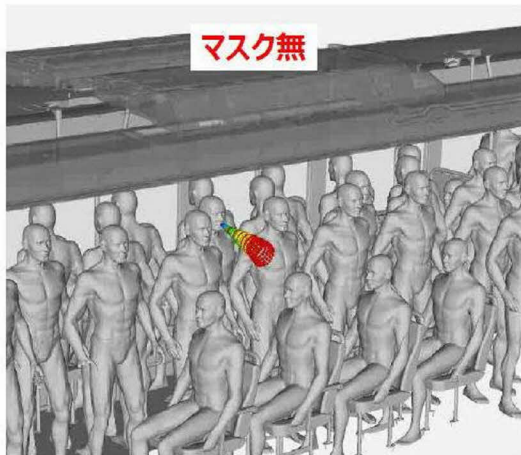
現行車は防塵フィルタが設定されている



0.3 $\mu$ m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



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

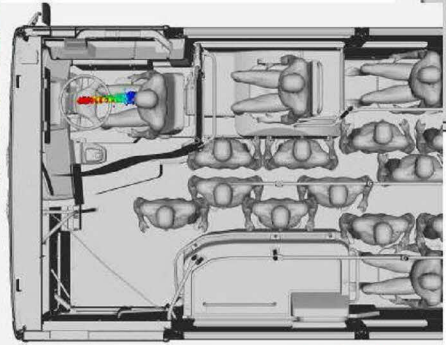
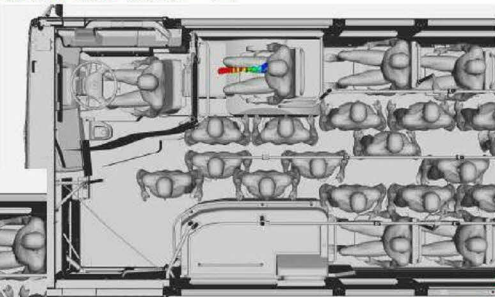
近距離に人が存在する空間では、飛沫の拡散防止にマスクが有効である。







乗客が咳をしたケース



Particle_Diameter [m]
2.560e-04
1.921e-04
1.282e-04
6.437e-05
5.000e-07

エアコンプロワ : ON  
換気扇 : 排気

運転者が咳をしたケース

提供 : いすゞ自動車(株) 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。



## バス停の停車を想定

走行：無

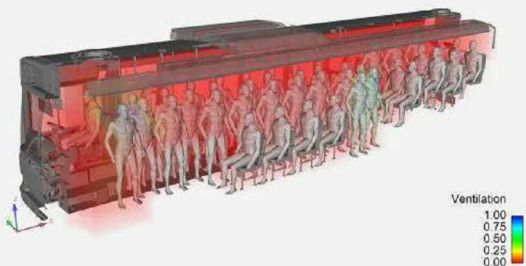
側窓：閉

乗降口(前,中)：開

エアコンブロー：ON

換気扇：排気

Time = 1.0



走行：20km/h

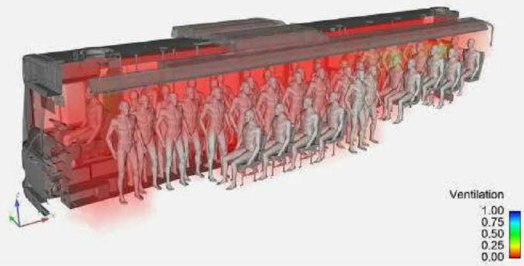
側窓：開50mm

乗降口(前,中)：閉

エアコンブロー：ON

換気扇：排気

Time = 1.0



提供：いすゞ自動車㈱ 協力：理研、産総研、ESPEC、KANOMAX、豊橋技術科大、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



走行：無

エアコンブロワ：ON

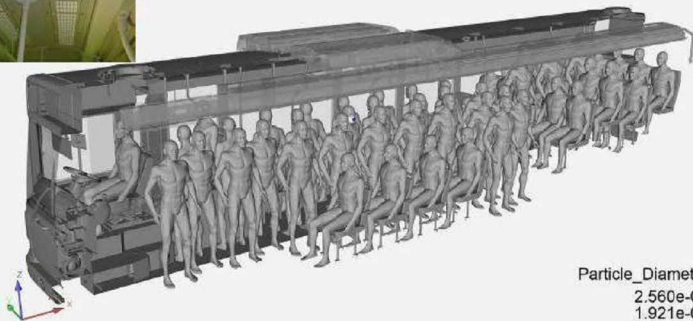
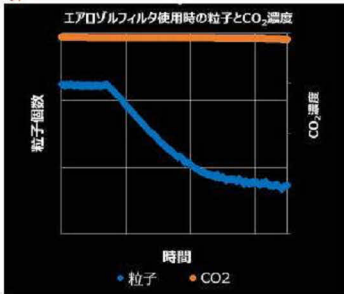
換気扇：排気

マスク：有

エアロゾルフィルタ：有

\*0.3 $\mu$ m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



Particle\_Diameter [m]

2.560e-04	Color scale bar (red to blue)
1.921e-04	
1.282e-04	
6.437e-05	
5.000e-07	

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

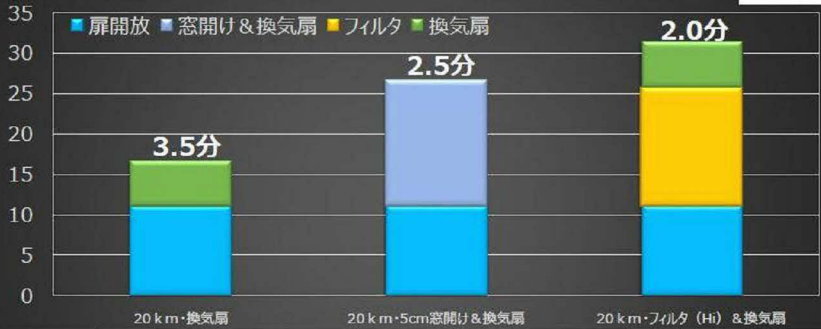
排出された飛沫核は、エアコンブロワの気流と共に上昇し、エアロゾルフィルタに捕獲される。飛沫核濃度は低減できるが、CO<sub>2</sub>は低減できないので、空気質維持に適度な換気は必要。



### 路線バス運行における換気回数

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  
 /C入庫の停車時間：60秒

換気回数 [回/時間]



	20 km・換気扇	20 km・5cm窓開け & 換気扇	20 km・フィルタ (Hi) & 換気扇
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**





# 路線バスにおけるリスク評価と対策について

## まとめ

- ① エアコンブローは、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、ブロー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10 $\mu$ m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（0.3 $\mu$ m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、0.3 $\mu$ m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<sup>3</sup>/h）で室内容積分の空気を取り込むことができる。