



2022年9月26日

報道機関 各位

東北大学流体科学研究所

### 咳の流量 2 倍で約 100 倍の微小なエアロゾルが発生!? ～咳による体内のエアロゾル発生をコンピュータシミュレーションで再現～

#### 【発表のポイント】

- 計測が困難だった体内でのエアロゾル発生を、コンピュータシミュレーションで再現しました。
- これにより、咳によって発生するエアロゾルの個数やサイズを定量的に算出することが可能となりました。
- 咳の流量が 2 倍になると、約 100 倍の個数の微小なエアロゾルが発生する可能性が示唆されました。

#### 【概要】

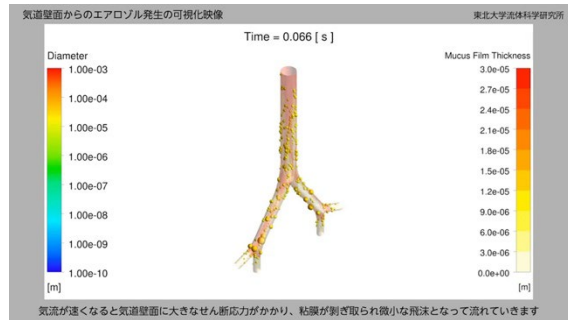
咳やくしゃみを含む呼吸活動によって、体内の粘膜からナノミリスケールにわたるエアロゾルが発生し、大気中に放出されます。しかしながら、この体内でのエアロゾル発生は計測することが困難で、これまでは口から放出された後のエアロゾルを計測するしかありませんでした。

この課題に対して、東北大学流体科学研究所の安西眸助教・高奈秀匡教授・太田信教授、医学系研究科の赤池孝章教授・松永哲郎助教の研究グループは、気道粘膜—エアロゾル—呼気の連成解析によるエアロゾル生成シミュレーション手法を構築しました。これにより、生体内で発生するエアロゾルの個数やサイズを定量的に算出することが可能となりました。さらに咳の流量を 2 倍にしてシミュレーションを行ったところ、約 100 倍の個数の微小なエアロゾルが発生する可能性が示唆されました。今後、患者個人個人の気道形状や、様々な呼吸条件を与えてシミュレーションを行い、エアロゾルの発生量・粒径分布を計算することで、より詳細な感染リスク評価の実現が期待されます。

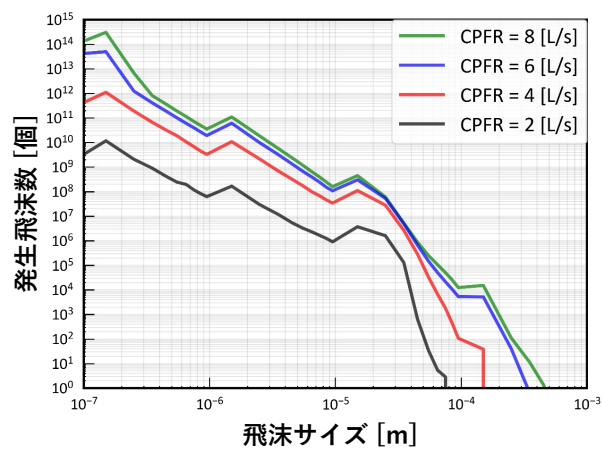
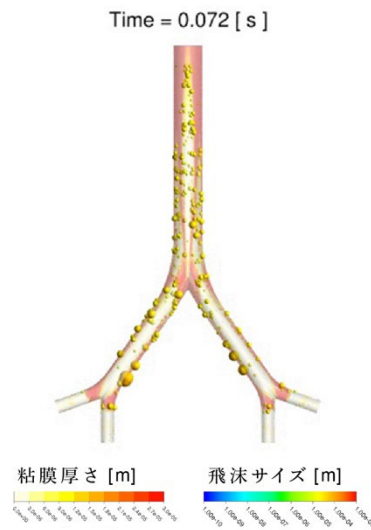
本研究成果は 2022 年 9 月 1 日付けでオンライン学術誌 **Scientific Reports** にて公開されました。

【咳をした際の下気道壁面からの飛沫発生】

<https://youtu.be/xjqdT28Cv1o>



【エアロゾル発生のシミュレーション画像】



### 【詳細な説明】

咳やくしゃみを含む我々生物の呼吸活動によって、体内の粘膜からナノメートルスケールにわたるエアロゾルが生成され、大気中に放出されます。大気中に放出された後のエアロゾルの挙動のコンピュータシミュレーションは、日常防疫の指針の一つとして（例えばソーシャルディスタンス等）用いられてきました。このエアロゾル拡散シミュレーションの妥当性を保証するためには、口から放出されているエアロゾルの粒径（サイズ）分布を「正しく」境界条件として与えることが非常に重要です。これまでは口から放出された後のエアロゾルを計測するしかありませんでした。しかしながら、計測の限界や大気の外乱等があるため、精度は必ずしも保証されていませんでした。そこで、体内で生まれたエアロゾルそのままの情報を知る必要があります。しかしながら、体内でのエアロゾル生成は計測することが困難でした。

本研究では気道粘膜—エアロゾル—呼気の連成解析によるエアロゾル生成シミュレーション手法を構築しました。呼気によるせん断応力によって体内の気道壁面を覆う粘膜（液膜）が剥ぎ取られ様々なサイズのエアロゾルが生成し、一部は気道に付着し、また一部はそのまま呼気によって運ばれて行きます。このシミュレーション手法を用いることで、計測の限界や大気の外乱等に左右されず、生体内で発生するエアロゾルの個数やサイズを定量的に算出することが出来るようになりました。

くしゃみを模した呼気をシミュレーションしたところ、 $0.1\mu\text{m}$ から数百 $\mu\text{m}$ まで、広い範囲にわたるサイズのエアロゾルが生成されていることが分かりました（図1、2）。さらに咳の流量を2倍にしてシミュレーションを行ったところ、約100倍の個数の微小なエアロゾルが発生する可能性が示唆されました。

本研究は東北大学医学系研究科の赤池孝章教授・松永哲郎助教および流体科学研究所の安西眸助教・高奈秀匡教授・太田信教授の共同研究の元、行われました。今後患者個人個人の気道形状や、様々な呼吸条件を与えてシミュレーションを行い、エアロゾルの発生量・粒径分布を計算することで、より詳細な感染リスク評価が可能となると考えられます。

### 【論文情報】

著者： Anzai, H., Shindo, Y., Kohata, Y., Hasegawa, M., Takana, H., Matsunaga, T., Akaike, T., Ohta, M.

題目： Coupled discrete phase model and Eulerian wall film model for numerical simulation of respiratory droplet generation during coughing.

掲載誌： Scientific Reports, 12, 14849 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18788-3>

出版日： 2022年9月1日

**【問い合わせ先】**

(研究に関すること)

東北大学流体科学研究所

生体流動ダイナミクス研究分野

助教 安西 眸(あんざい ひとみ)

電話 022-217-5224

E-mail hitomi.anzai.b5\*tohoku.ac.jp

(報道に関すること)

東北大学流体科学研究所

広報戦略室

電話 022-217-5873

E-mail ifs-koho\*tohoku.ac.jp

(\*を@に置き換えてください)