

合唱の飛沫はどこまで飛ぶか! 全日本合唱連盟の飛沫実証実験結果

長らく最終報告が待たれていた全日本合唱連盟と東京都合唱連盟が8月23日協同で実施した「合唱活動における飛沫実証実験」の報告書が12月8日公表されました。横浜市立大学附属病院感染制御部長・加藤英明氏が監修しています。

来る12月26日に行われるオンラインセミナー『全日本合唱連盟の「ガイドライン」が示す第3波における合唱活動』の前に要点を把握し、理解を深めるために以下のとおり原文に忠実に整理しました。

【実験参加者】

・都連加盟8団体、ジュニア・高校・大学・一般・シニアから年齢性別を網羅した方々

【使用設備・機器】

- ・クリーンルーム:新日本空調(株) 可視化専用実験室
- ・照明:微粒子可視化専用LED光源「パラレルアイD」
- ・カメラ:微粒子可視化専用高感度カメラ「アイスコープ」
- ・画像処理:基本画像処理パッケージソフトウェア
- ・粒子計数:ポータブル微粒子可視化システム「Type-S」
- ・その他:三脚などの撮影補助機材

【実験方法】

- ・日本語の歌唱:『大地讃頌』 pp から ff まで含む
- ・ドイツ語の歌唱:『第九』 練習番号M
- ・クリーンルームを1分運転後停止して測定/終始運転状態で測定
- ・統計解析:微粒子可視化システム「Type-D」
- ・飛距離:歌唱中で最も飛距離の長いもの
- ・飛沫量:歌唱中の累計値

【実験結果】

結果1:日本語歌唱での飛沫飛散距離(マスクなし)

(以下平均値で記載)

- ・**口元**:0.3 μ m以下(866個)、0.5 μ m以下(460個)の粒子が多かった/5 μ m以上(5.5個)は少なかった
- ・**正面1m先**:0.3 μ m以下(13.5個)、0.5 μ m以下(4個)/5 μ m以上(0個)は観測されなかった

結果2:日本語歌唱での口元の微細な粒子量(マスクなし)

- ・**口元の微細な粒子量**:女性は男性より0.5 μ m以下及び5 μ m以上の粒子が多かった/パートによる差は見られなかった

結果3:男女別、パート別の飛沫飛距離(画像化できるもの)(マスクなし)

- ・**粒子の飛距離**:容易に可視化できる粒子は5 μ m以上で放射線状に落下した

結果4:ドイツ語と日本語の違い(マスクなし)

- ・**歌唱・朗読・母音唱**:ドイツ語は日本語より有意に飛沫の飛距離が長かった/朗読と歌唱に差はなかった/母音唱は可視化できる粒子の飛散はなかった

結果5:マスクによる飛沫飛散距離の違い

マスク材質:不織布、布、ポリエステル、マウスシールド、下部開放の広いマスクの5種類

- ・いずれのマスクでも日本語・ドイツ語ともに前方への飛散は観測されなかった
- ・マウスシールドは直線的な動きの飛沫はほとんどなかったが、口周辺に微細な粒子が多く観測された
- ・下部開放の広いマスクは、マスク下方から飛沫が株へ飛散が観測された/ドイツ語歌唱時にマスク下方から**浮遊物***が気流とともに前方101cmまで拡散した(※他の飛沫と異なり「唾液から発生したエアロゾル」「服の埃」の可能性もある。マスクなしの時には検出されなかったため、下部開放の広いマスクの装着で発生した可能性がある)

結果6:横方向への飛沫飛散

- ・**口元横方向の飛沫**:『大地讃頌』の歌唱(4名)では横への飛散は観測されなかった
- ・**床上1mの水平的な広がり**:前方80cm、左右70cmまで微粒子が観測された

結果7:日本語50音の飛沫飛散

- ・か行、さ行、た行、は行、ら行、ば行、だ行、ぎゃ行、ぴゃ行で明確な飛沫の発生が見られた

【まとめと考察】

(1) 飛沫感染の対策

- ・日本語では男性が前方で平均46.5cm(最大61cm)、女性で26.5cm(最大57cm)まで飛んだ/前方1mでは観測されなかった。
- ・右斜め前方15°方向に70cm程度の距離まで観測された

- ・ドイツ語ではより遠方(最大111cm)まで観測された／子音によって差がでた

(2) エアロゾル感染の対策

〔エアロゾルとは、分野によって異なるが、日本エアロゾル学会の定義、「気体中に浮遊する微小な液体または固体の粒子と周囲の気体の混合体」を紹介しているが、とくにこの定義を採用するとは書かれていない〕

- ・「飛沫」より小さい(1 μ m程度より小さい)粒子は空中をある程度の時間浮遊すると考えられる
- ・エアロゾルは飛沫と比較すると、口元でも1000個以上観察された
- ・距離とともに漸減するが、前方1mでも数個～数十個観察された

(3) マスクを着用しての歌唱

- ・不織布・布・ポリエステルは、可視化される飛沫が顕著に減少した
- ・下部開放の広いマスクは、下方から飛沫が飛散するのが観察された
- ・マウスシールドは、飛沫飛散は岩礁するが、直接観察では微細な粒子が画面上で確認された

(4) 考察

- ・どの大きさの飛沫粒子が感染性を持つか、まだ明確ではないが、感染対策では**飛沫感染対策**が最も重要と考えられており、容易に可視化される5 μ m以上の飛沫の直接暴露は避けるべき
- ・日本語で1m、ドイツ語で1.5mの距離を発声方向に確保すべき
- ・練習中に左右を向くことや、舞台演出が入ることによる発声方向には注意を要する
- ・距離が取れないような練習では母音唱は選択肢である
- ・歌唱時同様、朗読時も距離を取るべきである
- ・エアロゾル感染対策では、距離を空けることよりも室内の換気が重要である
- ・窓の開閉、ドアの数、機械換気などの換気条件は練習場所、ホールごとに異なるので、少なくとも、密室、密閉と考えられる環境での練習はすべきでない



実験結果とガイドライン改訂のつながり

日本語とドイツ語で飛沫の飛散距離に違いがあることは直感的に理解していましたが、実際に測定するとドイツ語が約

1.5倍も飛ぶことがわかりました。

また、不織布、布、ポリエステル製のマスクは、いずれも飛沫の飛散は防げることが確認できました。一方、下部開放の広いマスクは、下方から飛沫が漏れることも確認されました。(明言は避けていますが、これは東混マスクを指していると思われます)

11月26日に改訂されたガイドラインはこれらの実験結果に基づいているわけなので、それぞれの対策の根拠がどこに由来しているかつながりがわかると理解しやすいし、間違いも生じにくいと思います。12月26日のオンラインセミナーでそのあたりを説明して頂けるものと思います。

用語の定義と使い方、解説文との整合性

「実験報告書」として全体を読んだときに、いくつか不明確な点があることを指摘しておきます。

- ・「飛沫」「粒子」「微細な粒子」「エアロゾル」がそれぞれ出てきますが、定義付けされていないので、漠とした印象が残ってしまいます。
- ・【使用設備】として5点上げられていますが、そこに記載されていない設備機器が他のところから出てきます。例えば、「クリーンルームの概要、機材配置と試験手順」で「パーティクルカウンター」「パラレルアイH」が出てきますが、これらは【使用設備】には書かれていません。
- ・データグラフとその解説が不一致で、読みにくい表現となっています。例えば、「結果(1)」でグラフでは「 $\geq 0.3\mu\text{m}$ 」となっているところを解説では「0.3 μm 以下」としており、主旨を察して読めば理解できますがやや混乱しやすいものです。同じことは随所に見られます。
- ・【まとめと考察】で、「右斜め前方15°方向に70cm程度の距離まで観測」とありますが、常識では理解できない状況です。この理由は考察されていません。
- ・クリーンルームに普段着のまま入室した点も理解しにくいです。通常ならば無塵衣(塵の発生しにくい材質で作られたもの)を着て不要な発塵を防止し、いわゆるノイズを減らすはずで、それが結果として、下部開放の広いマスクで正体不明の「浮遊物」が見られたことについて説明できないことにつながっているのではないのでしょうか。また、クリーンルームには目的に応じていろいろなグレードがありますが、できればどのクラスだったのか記載があると理解につながったと思います。

今回の実験は、全日本合唱連盟と東京都合唱連盟の協同作業ですので、合わせて都連の「**新型コロナウイルス感染症影響下での合唱練習再開ガイドライン**」(6月23日付)も見直し改訂されるものと思われます。

