

プラネタリウムドームにおける換気状況について

豊増伸治（株式会社東海ムービー）



概要

プラネタリウム施設は、初等教育における利用をはじめ年間入場者数からも天文普及において重要な役割を果たしているといわれている。しかし、ドーム空間は典型的な三密（密閉・密集・密接）環境であり、感染症対策として換気が重要視される状況では運用上の困難を抱えている。委託運用中の館にて、臨時で導入した二酸化炭素モニターと排気ファン等によって、感染リスクを下げる取り組みを行って来たので状況を報告する。

1. 感染症対策として基準は示されている、が

幼児・児童が団体として訪れ、また休日には賑わう地方プラネタリウム。感染症対策が切実に必要な現場であるにもかかわらず、一定の基準は示されているものの、実際にどれくらいの対策が必要なのか？は曖昧で、科学的なフィードバックがなされていない状況が多いと思われる。直接感染を減らすためには消毒が重要であると言われているが、これは別のテーマとして、今回は感染に影響しているとされるエアロゾルの状況を把握し、換気の効果を数値化して運用している現場の取り組みを報告する。

2. 二酸化炭素をエアロゾルのプローブに

新型コロナウイルスを大量に含むとされる人由来の微小な飛沫（エアロゾル）を精度よく測定することは非常に難しいと考えられる。そこで、建築業界等で環境の基準として一般的に用いられる二酸化炭素計が高い時間分解能（最高 2 秒程度）と精度（±50ppm 以下程度）を持ち、入手しやすいことから、人が放出した二酸化炭素の濃度が同時に放出したエアロゾルの濃度に対応していると仮定することにより、二酸化炭素濃度の変化を換気の目安にすることとした。

- PerfectPrime CO2390 二酸化炭素メーター（ロガー）

<https://jp.perfectprime.com/products/co2390?variant=34211716104325>



3. 換気方法の拡充

委託運用中のプラネタリウムドームは、直径 15m のため、容積は約 1,000 立方 m である。ドーム外周の回廊へは 3 ヶ所の出入り口があるが、外部への出入り口は 1 ヶ所にまとめられており、屋上に上がる梯子への扉が 1 ヶ所、排煙口が 1 ヶ所しかない（防火用の強制ファンはあるが騒音が非常に大きく、平常時の使用は禁止されている）。通常の換気については内気の循環分が相当量あると思われるエアコンに任されている状況である。当初は、扉と排煙口を全開にし、扇風機とサーキュレーターで対応するよう市管理者側から指示されていたが、投影に伴う二酸化炭素濃度が元に戻るまでには 3 時間程度かかることが明らかになったため、1 日に複数回の投影を行うためには、もっと強力な強制換気が必要であることが分かった。そのデータを基に大型ファンの導入を依頼していたところ、大中 2 台の送風ファン

(大：348 立方 m/分、中：138 立方 m/分) を導入してもらうことができ、投影終了後 30 分～1 時間程度で二酸化炭素濃度を元に戻せることが確認できた。

- 株式会社ナカトミ 60cm ビッグファン BF-60J

<https://www.nakatomi-sangyo.com/fan/bf-60j.html>

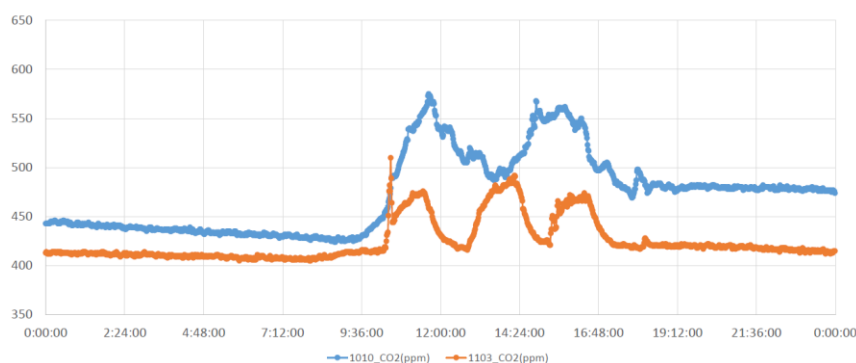


4. まとめと課題

換気状況を数値化することができ、闇雲に換気するのではなく、必要に応じて十分な換気を行うことができるようになった。地球大気中の二酸化炭素濃度の平均値が 400ppm 強であることを知れば、科学に詳しくない方でも、ドーム内の空気の状況が一目で分かる。時間の制約はあるものの、掃除（消毒）は二酸化炭素濃度が 450ppm 程度に下がるのを待って行うようにすることで、スタッフへの感染の危険性も抑えている。排煙口が開けられない雨の日については、今後の課題であり、換気以外の方法（電気集塵機による吸着等）が必要になると思われる。

「新しいワークスタイル」が提唱されているが、広範かつ高精度な天文学の知識や技術は生きる力そのものである。ツールが揃ってきた現代では個人ベースでの本質的な対応が可能となった（少しの基礎力さえあれば、二酸化炭素測定も 3 次元の流体計算もできる）。これは感染症のような複雑な社会問題に対しても応用可能であり、むしろ専門家ではない強みを活かして、半ば楽しみながら、リアルに実験し、その成果を日々の安全に活かすことができる。もちろん素人療法は危険なので、最大限科学的に謙虚に、十分注意して活用したい。

CO2濃度変化 ドーム内（中心南西部床高） 2020.10.10雨, 11.03晴
排気大型ファン導入前（2回投影21+11）と導入後（3回投影19+17+12）の比較



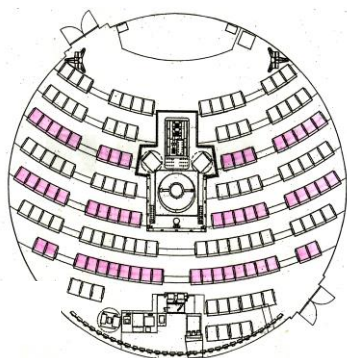
ドーム内二酸化炭素濃度の日変化

縦軸：CO2 濃度 (ppm)
横軸：時刻

青線：10月10日 大型ファン導入以前
2回投影、雨で換気も悪く、
CO2 濃度は下がり切っていない

橙線：11月3日 大型ファン導入後
3回投影、晴れていて換気良好、
CO2 濃度は1時間程で元に戻る

プラネタリウムドームは、遮光を優先しているため、窓や出入り口は少ない。また傾斜があったり、シートもリクライニングできたりするため、ソーシャルディスタンスのための座席配置は立体的に考える必要がある。



ドーム外周部：一方向にしか外部への窓が無い