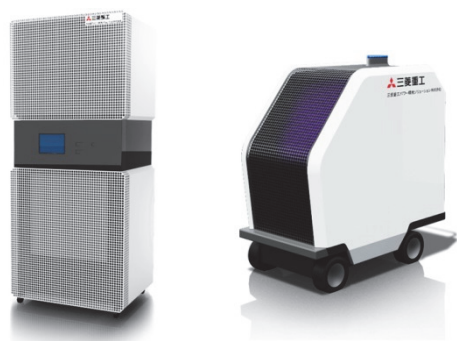


放電技術を適用した大規模空間向け空気浄化装置 オゾピュア 及び オゾンレイザー

Air Purification Systems for Large Scale Space Applied Electric Discharge Technology,
“Ozopure” and “Ozone Raiser”



三菱重工パワー環境ソリューション
株式会社
営業窓口：営業本部 第二部
☎(078)672-4119
<https://es.power.mhi.com>

近年、微小粒子状物質 (PM2.5) や黄砂・花粉等の大気汚染物質に加え、菌・ウイルスによる健康被害への対策として、それらの除去ニーズが高まっている。それに対し、三菱重工パワー環境ソリューション株式会社(以下、当社)は、発電設備の総合排煙処理システム(AQCS: Air Quality Control System)で培った電気集じん装置 (Electrostatic Precipitator, 以下、EP) の固有技術を応用して、大規模空間を効果的に浄化する2方式の空気浄化装置を開発・製品化した。いずれも、放電技術を利用して装置内で生成したオゾン(注1)によりウイルスの活動を抑制する効果が期待でき(2.3 項参照)、静電気力で微粒子を高効率で捕集する“オゾピュア”と、オゾン散布に特化した可搬型で必要な場所に移動可能な“オゾンレイザー”のラインアップから、用途に応じて選ぶことができる。本報では各製品の特長と、病院施設での運用事例について紹介する。

1. はじめに

近年高まる空気浄化へのニーズに対し、これまでは家庭用の空気清浄機が適用されることが多かったが、処理風量が少なく、大規模空間処理には適さないという問題があった。また、高性能の除じん機能を持つ HEPA フィルタや準 HEPA フィルタが適用されることもあるが、フィルタの通気抵抗が大きく、かつ、交換頻度が高いという問題がある。

上記問題に対応する有効な技術として、発電設備向け総合排煙処理システムで多くの適用実績のある EP で用いられている放電技術が挙げられる。EP は、フィルタに比べ通気抵抗が小さいため、大風量処理に適しており、かつ、微粒子の高効率集じんを長期的に安定して実現することが可能である。オゾピュアではこの EP と通気抵抗の小さい捕集用フィルタを組み合わせることで、捕集が困難とされている粒径 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ の微粒子を高効率で捕集することが可能である。また、EP の放電部で発生するオゾンにより、ウイルスの活動を抑制する効果が期待でき、併せて脱臭効果も得ることができる。

一方、オゾンレイザーでは、EP のコロナ放電に代わり沿面放電を採用することで、より効率的にオゾンを発生させることが可能である。

2. 空気浄化装置製品概要

各製品の仕様概要を、表1に示す。また以下に、各製品の特長を示す。

表1 各製品の仕様概要

製品名	オゾピュア		オゾンレイザー	
	標準型	エアハン型		
電源	100V		100V	200V
サイズ	幅 850mm 奥行 700mm 高さ 2000mm	新設または既設の空調設備(エアハンドリングユニット)に組み込み、個別での設計に対応。	幅 700mm 奥行 1350mm 高さ 1200mm	
オゾン生成量 (オゾン生成部消費電力当たり)	1.7g/h (8.5g/h/kW)		15g/h (40.5g/h/kW)	34g/h (42.5 g/h/kW)
風量	3000m ³ /h		3000m ³ /h	
消費電力(Total)	1100W		800W	1200W
処理空間(注)	~1800m ³		~12000m ³	
使用環境	有人/無人	有人	無人	
原料空気	周辺(室内)の空気			

注)・“処理空間(m³)”は、検証試験にて、それぞれ以下の能力を確認した空間の大きさの最大値を記載

オゾピュア : 微粒子大気塵(0.3~0.5 μ m)の捕集能力, およびオゾン散布能力

オゾンレイザー : オゾン散布能力

・“処理空間(m³)”とは、各製品が、同容積中に存在するウイルスに対する抑制効果を有することを意味するものではない。また、各製品が生成するオゾンによる新型コロナウイルスに対する抑制効果を実際の使用空間で実証した結果を表示するものではない。

2.1 オゾピュア

(1) 標準型

EP と捕集用フィルタの組み合わせにより、微粒子の捕集とオゾンの散布を両立した製品である(図1)。微小粒子状物質(PM2.5)や黄砂・花粉等の大気汚染物質に加え、ウイルスのような微粒子をEPで帯電し、静電気力により後段の捕集用フィルタで吸着する。

本製品の技術を使って、大気塵(0.3~0.5 μ m)の捕集性能をパーティクルカウンタの個数濃度測定結果から算出した結果、装置前後の捕集効率は95%以上であった。(ある所定空間における一定時間内の捕集性能を実計測したものではない。)

またEPで生成したオゾンにより、フィルタで捕集されたウイルスの活動を抑制することが期待される。

さらに、日中の営業時間など人が集まる時間は、オゾン分解フィルタを通してオゾンを経済的な濃度(作業環境基準である0.1ppm以下)まで低減した後、浄化空気を空間内へ供給し(図2(a))、夜間など人がいない時間は、EPで生成したオゾンを経済的な濃度でそのまま空間内へ散布することで、空間・床・壁などに存在するウイルスの活動を抑制することが期待できる(図2(b))。



図1 オゾピュア(標準型)

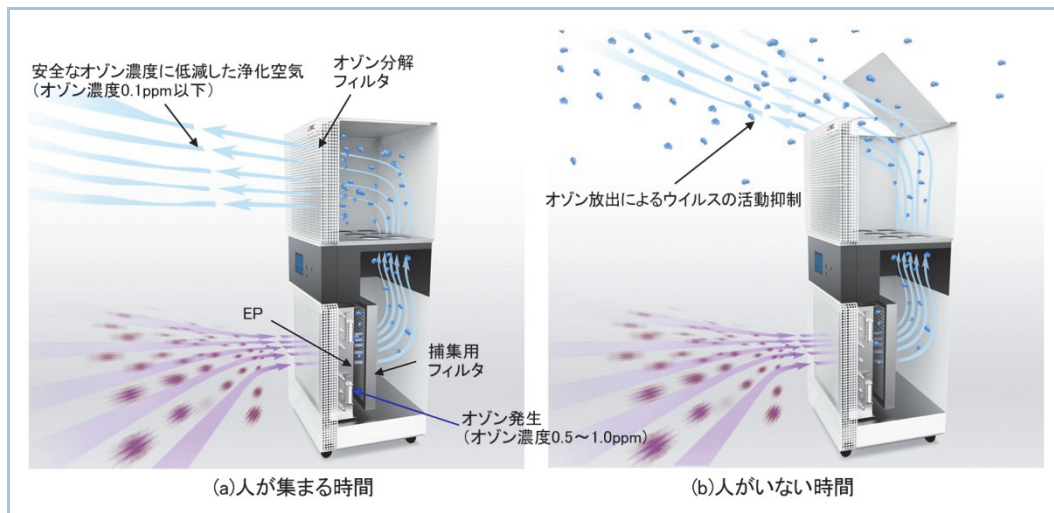


図2 オゾピュア(標準型)の運転形態

(2) エアハン型

新設又は既設の空調設備(エアハンドリングユニット)に微粒子捕集機能を付加した製品である(図3)。EP とオゾン分解フィルタを追加し、捕集用フィルタは弊社推奨品に交換することで、オゾピュアの標準型と同等の捕集効果を得ることができる。また、空調設備仕様に合わせて個別に設計が可能である。なお本製品は、有人空間のみの使用を想定としている。

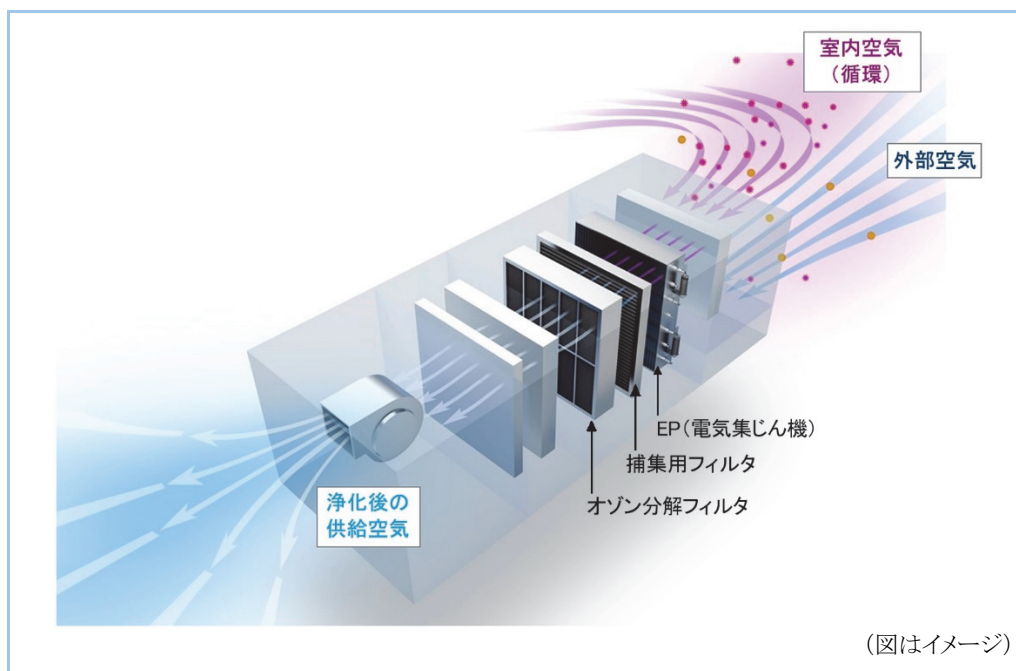


図3 オゾピュア(エアハン型)

2.2 オゾンレイザー

コロナ放電よりも効率的にオゾンを発生できる沿面放電を利用し、オゾン供給に特化している(図4)。微粒子捕集機能はないが、オゾピュアよりも多量のオゾンを生産する能力を有する。キャスターが付いているため手軽に移動が可能で、ドームやコンサートホール等、広い空間に均一にオゾンを散布・浄化する場合に適している。人がいない時間に必要な場所に置いて使用することを想定している。



図4 オゾンレイザー

2.3 オゾンによる付着ウイルスの活動抑制効果について

前述した各製品の技術を用いて発生させたオゾンを使用し、付着ウイルスの活動抑制効果を確認した結果を以下に示す。

(1) 試験機関: 公立大学法人 奈良県立医科大学

(2) 試験方法

新型コロナウイルス(SARS-CoV-2)を塗抹させたシャーレを静置し、製品(オゾピュア、及びオゾンレイザー)と同じ放電方式で生成したオゾンガスを所定の濃度で一定時間暴露させた。作用時間後にウイルスを回収し、ウイルス感染価(PFU/mL)をプラーク法にて算出した。

(3) 試験結果

各方式で生成したオゾンでウイルス感染価 1.10×10^5 (PFU/sample) の新型コロナウイルスに暴露させ、コントロール(自然減衰を含んだベース値)に対し以下の抑制効果(減少率)の結果を得た。

①オゾピュアのオゾン生成技術(コロナ放電方式)

a. オゾン濃度:0.21~0.23ppm, 温度:27.7~29.3°C, 湿度:51.9~53.3%RH における減少率:60分後:84.1%, 120分後:91.8%, 240分後:99.4%

②オゾンレイザーのオゾン生成技術(沿面放電方式)

a. オゾン濃度:0.21 ppm, 温度:29.3°C, 湿度:55.2%RH における減少率:240分後:97.4%

b. オゾン濃度:0.70~0.77 ppm, 温度:28.3~28.8°C, 湿度:55.9~58.9%RH における減少率:90分後:99.9%

(4) 特記事項

①本試験結果は、弊社の各製品が生成するオゾンについて、実際の使用空間で浮遊ウイルスに対する効果を実証した結果ではない。

②オゾンのウイルスに対する一定の抑制効果が報告されているが、これらはオゾンがウイルス感染症に対する予防効果を有することを意味したり、保証するものではない。

3. 各製品の病院施設での運用事例

各製品を病院施設の大規模空間で運用した事例について、概要を以下に紹介する。

3.1 運用場所

医療法人徳洲会 野崎徳洲会病院様(大阪府大東市)

3.2 オゾピュアの運用事例

(1) 設置空間:地域外来・検査センター1F(図5, 6)

(2) 運用結果

①微粒子大気塵捕集効果確認結果

以下、風量 $27\text{m}^3/\text{min}$ で運用した結果を示す。微粒子大気塵(粒径: $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$)捕集効果について、パーティクルカウンタの個数濃度計測結果から算出した結果を図7に示す。本結果では、約60分後に全計測点において捕集効率80~90%に達することを確認した。

②オゾン散布・分解効果確認結果

装置内蔵のオゾン濃度計を使用して空間内のオゾン濃度を一定値になるよう荷電制御させた結果、室内の各計測点におけるオゾン濃度を $0.2\sim 0.25\text{ppm}$ に維持できることを確認した。また、その後荷電を停止し、分解フィルタを使って室内のオゾン分解処理を行った結果、10分以内に安全な濃度(0.1ppm 以下)になることを確認した(図8)。

③自動運転モードによる長期運用結果

自動運転モードの機能を使用し、以下の3つのモードを日々タイマー設定により順番に作動させながら約3か月間の長期連続運用を実施した結果、問題なく安定的に使用できることを確認した。本試験中のオゾン濃度計測データ例を図9に示す。

a. 微粒子捕集モード[診療時間中(有人環境下)]

室内に浮遊するウイルスのような微粒子を高効率で捕集。装置内で発生したオゾンについては、分解フィルタで安全な濃度(作業環境基準である 0.1ppm 以下)まで低減後、浄化空気を室内へ供給。

b. オゾン供給モード[診療時間外(無人環境下)]

微粒子捕集を継続しつつ、装置内で発生した 0.5ppm 程度のオゾンは分解フィルタをバイパスさせて数時間そのまま室内へ散布し、所定のCT値(濃度×時間)達成で自動停止。

c. オゾン分解モード[診療時間外(無人環境下)]

ファンのみを再起動し、室内のオゾンを分解フィルタにより分解し、診療時間前に安全な濃度(0.08ppm 以下)まで低減。濃度低減完了で自動停止。

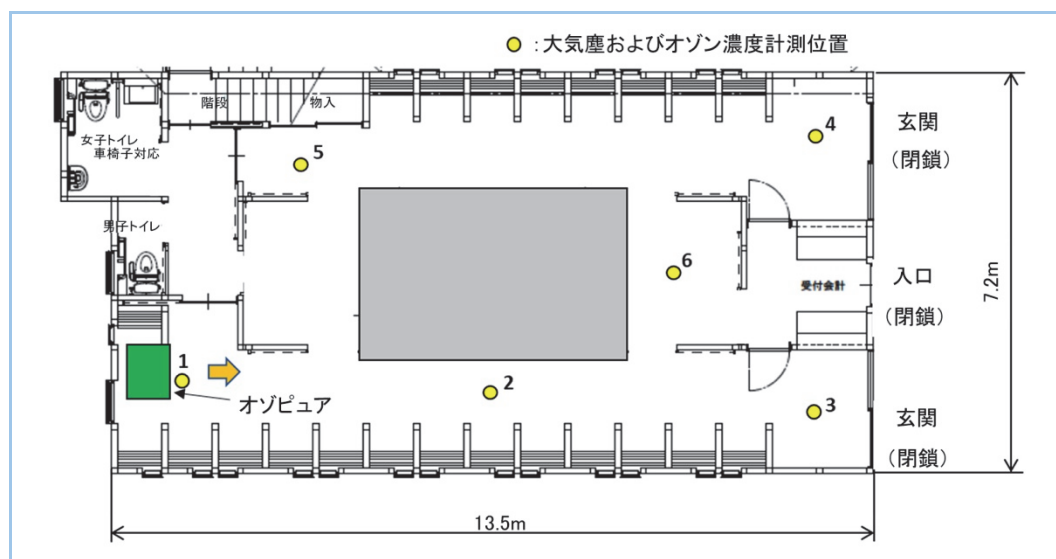


図5 地域外来・検査センター1F 平面図



図6 オゾピュア(標準型)の運用事例

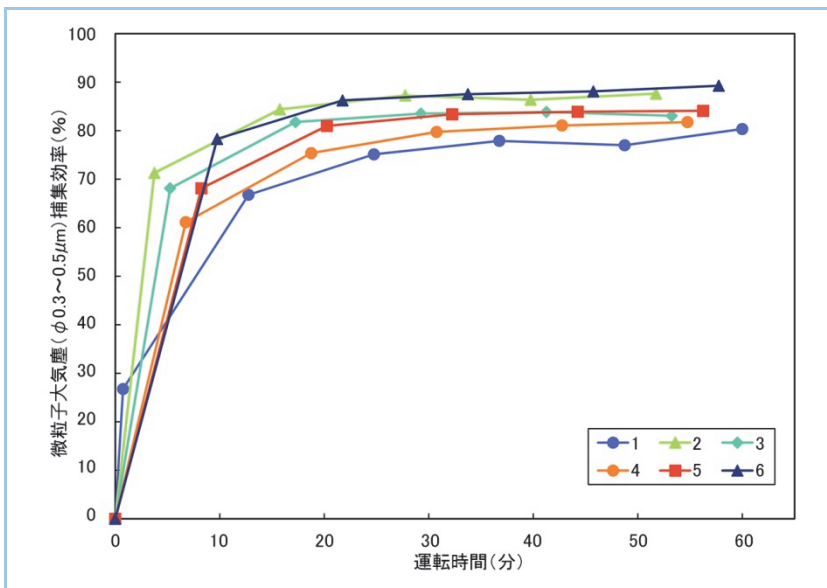


図7 微粒子大気塵(粒径:0.3~0.5 μm)捕集効果確認結果

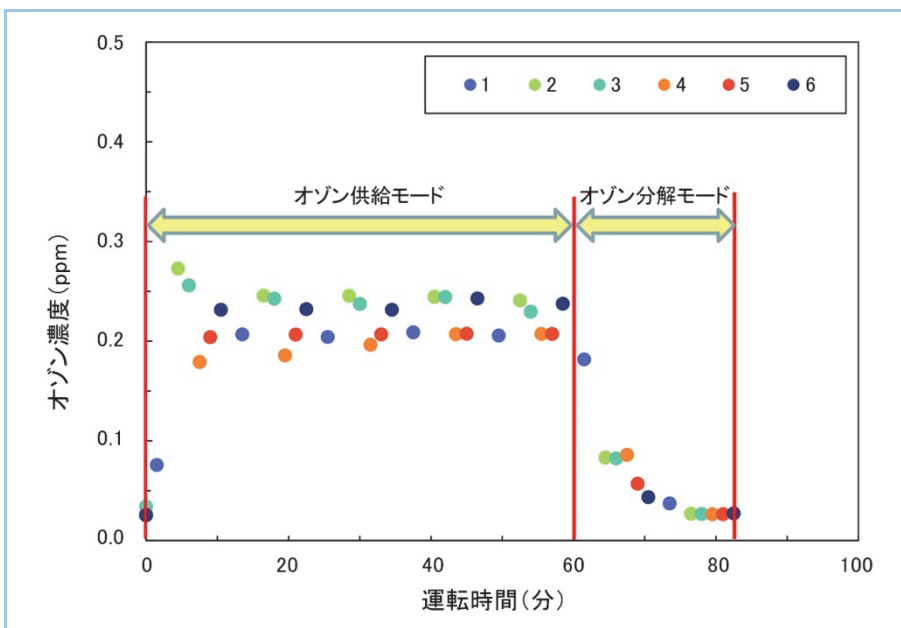


図8 オゾン散布・分解効果確認結果

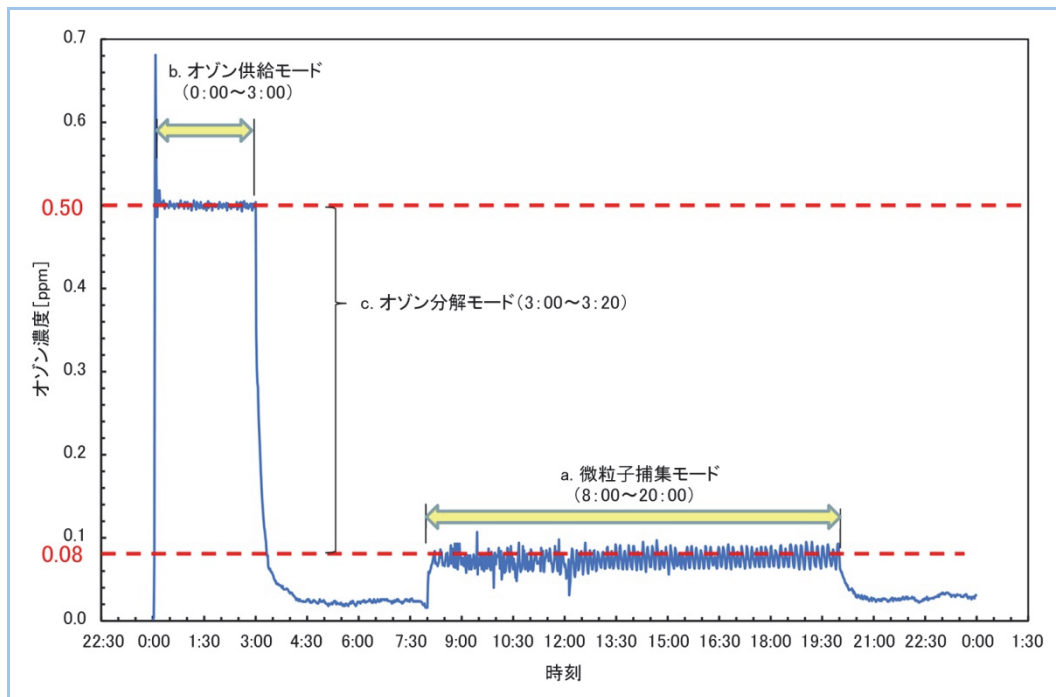


図9 オゾピュア自動運転モードのオゾン濃度計測データ例
(装置内蔵のオゾン濃度計指示値)

3.3 オゾンレイザーの運用事例

- (1) 設置空間:人工透析室[診療時間外(無人環境下)](図 10, 11)
- (2) 運用結果

以下に、風量 50m³/min で運用した結果を示す。装置内蔵のオゾン濃度計を使用して空間内のオゾン濃度を一定値になるよう荷電制御させた結果、約1時間後に室内の各計測点におけるオゾン濃度を0.37~0.5ppm に維持できることを確認した。また、その後荷電を停止し、窓を開放して換気した所、10分程度で安全な濃度(0.1ppm)付近まで低減することを確認した(図 12)。

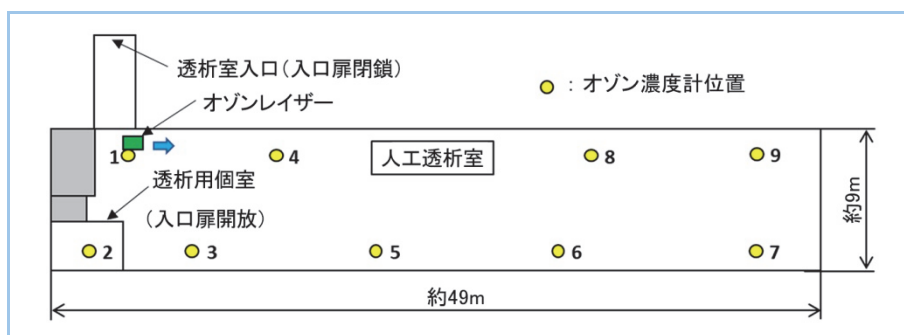


図 10 人工透析室平面図

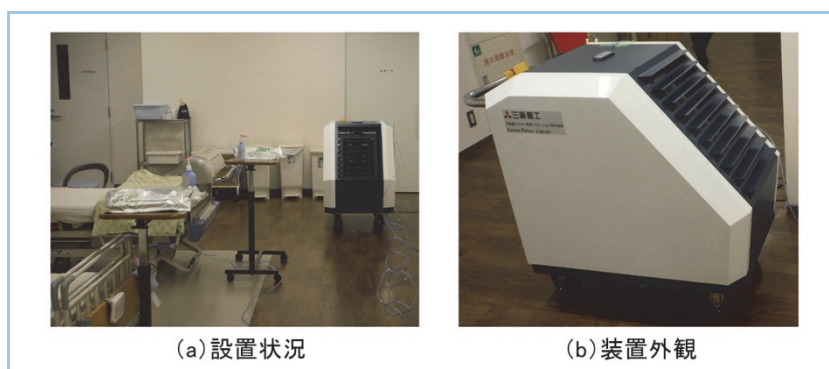


図 11 オゾンレイザーの運用事例

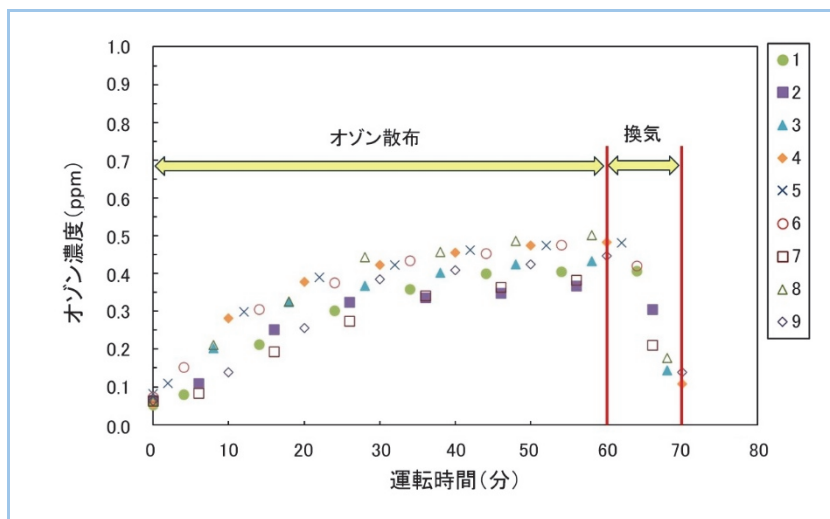


図 12 オゾン散布・換気効果確認結果

4. 今後の展開

近年高まる空気浄化へのニーズに対し当社の空気浄化装置は、大規模空間における高効率の微粒子捕集効果やオゾンによるウイルス活動の抑制効果が期待でき、対策の一助となる。今後も環境衛生に有益な空気浄化装置を提供することにより、安心して暮らせる社会の実現に貢献していきたい。

(注 1) オゾンの安全に対する注意事項と対応について

1. オゾンは濃度によっては人体に影響を及ぼすので、オゾンを発生させる本製品の取扱いには十分な注意が必要である。
2. 本製品にはオゾン濃度計を装備して対象空間のオゾン濃度を常時監視し、オゾン濃度が高くなると“オゾン濃度高”の警報発令とともにオゾンの供給を自動的に停止する機能を設けている。
3. 有人環境下で運転可能なオゾピュアは、分解フィルタを通して安全なオゾン濃度(作業環境基準である 0.1ppm 以下)まで低減した浄化空気を空間内へ供給するように制御する。
4. オゾン存在空間内での運転操作、運転監視を避けることができるよう、遠隔操作が可能である。