

空間浄化へのファインバブルオゾン処理水の適用

横井 謙介*, 釜瀬 幸広*,¹

(2025年9月11日受付; 2025年11月13日受理)

Application of Fine Bubble Ozone Treated Water for Space Purification

Ryousuke YOKOI* and Yukihiro KAMASE*,¹

(Received September 11, 2025; Accepted November 13, 2025)

We have advanced the development of technology utilizing fine bubble technology to maintain the high bactericidal power of ozone for extended periods, making it possible to produce fine bubble ozone treated water that can sustain high bactericidal efficacy over a long duration. In this study, we investigated the effects of using FBO₃ treated water for space purification. We atomized FBO₃ treated water into the air and confirmed the relationship between the amount of atomized water dispersed and the bactericidal effect in various room volumes. Additionally, we examined the impact of atomization treatment on treated objects using a small test chamber.

1. はじめに

オゾンは、フランスニースで1905年净水処理用として使用されて以来、既に100年以上の歴史があり、世界中で活用されている。上空を見ると、地球表面の上部にオゾン層として存在し、宇宙からの有害な紫外線を抑制し、生物が住みやすい環境を創出する一助となっている。同時に、フッ素に次ぐ高い酸化力に起因する除菌効果を持っており、さらに分解して酸素に戻る環境に優しい側面を有するため、多くの場面で利用が拡大している^{1,2)}。

最近は話題にのぼることが少なくなってきたが、新型コロナウイルス感染症の感染拡大に伴い、救急現場ではオゾンによる除菌が普及した。オゾンは多くの利点がある一方で、イニシャルコストの高さ、製造場所で使用する必要があるなどの課題もある。近年、気泡径100 μm以下の微細気泡であるファインバブル^{3,4)}の持つ特異的な特徴に注目が集まり、利活用が急速に拡大している。これまでにない長期保存性、洗浄、殺菌、植物の成長促進などの効果により、医療、食品分野も含めた多岐にわたる多くの産業分野での応用の可能性が検討され、地域活性化の種としても多くの期待が寄せられている。同時に、国際標準化の観点からも経済産業省が日本初の革新的な技術として、トップスタンダード制度として、JIS化に先駆けて、ファイン

バブルに関する国際標準化活動を支援・推進している。

ここで、先ほど述べた如く、オゾンは不安定な物質で、使用場所で製造、処理を行う必要があるといった課題と共に、いくつかの材料に対しては材料への影響が懸念⁵⁾されている。医療の現場では、感染の防止対策として当然のこととして個人防護具（personal protect equipment: PPE）の着用が行われている。最近の感染症拡大への危機感から、消防庁の救急業務の現場でもPPEの着用が感染防止用資器材として強く推奨され^{5,6)}、さらに新型コロナウイルス感染症拡大に伴いPPE着用率は高くなっている。また、感染防止衣の汚染状況に関する救急活動時の実態調査が行われているが、不織布感染防止衣の交換は救急出動約2万件中約1,500回となっており、多くの場合は再利用されている現状である⁷⁾。この状況を鑑みると、当該感染防止衣等の再使用に際しては適切な除菌が必要となるが、塩素系除菌剤やオゾンガスによる除菌は繊維を劣化させることが報告されており、使用するうえで影響の有無などを確認するなど注意が必要であるため、繊維劣化を生じさせない除菌剤が求められている。

我々は、ファインバブル技術を活用して、オゾンの持つ高い殺菌力を長期間保持するための開発を進め、長期間、高い除菌力を持続できるファインバブルオゾン処理水（以下FBO₃処理水）の製造を可能とした⁸⁾。

本研究では、FBO₃処理水を空間浄化に活用した場合の効果について調査した。FBO₃処理水を処理対象空間に霧化させ拡散した霧化量に対するさまざまな室内容積での除菌効果を確認すると共に、既に実施済みの小型試験用チャンバーを用いた霧化処理による処理対象物への影響⁹⁾の結果を踏まえて、オゾンガスとの比較検討を行った。

キーワード：オゾン、ファインバブル、大腸菌、空間浄化、感染防止

* 株式会社IHI物流産業システム

(〒710-0804 岡山県倉敷市西阿知町新田24-1)

IHI Logistics & Machinery Corporation Co., Ltd, 24-1, Shinden, Nishiachi-cho, Kurashiki, Okayama 710-0804, Japan
kamase2275@ihi-g.com

DOI: <https://doi.org/10.34342/iesj.2026.50.1.2>

2. 実験方法

2.1 試験材料

FBO₃処理水としては、加圧溶解式によって製造したIHI社製のリクリアを使用した。製造した直後にFBO₃処理水をヨウ素滴定法によるKI値測定を行ったところ、17.4 mg/L、実際の試験実施日におけるKI値は、10.54 mg/Lであった。本論文における試験はサンプル生成してから180日経過した時点で実施した。この結果から、KI値は、約6カ月経過後にも約61%の値を保持していることがわかる。FBO₃処理水濃度は、KI滴定法により測定を行った。本化学分析は、オゾンとヨウ化物イオンとの反応によって生成するヨウ素の量を、チオ硫酸ナトリウム溶液を用いて滴定し、オゾン濃度を算出している。測定されたオゾン水濃度は、KI値として表記される。

対象室内に設置する処理対象菌は、専用担体に対象菌を付着させて調整する菌付着サンプルとして調整しており、担体としてセルロース系素材メンブレンフィルター（ポアサイズ：0.45 μm、直径47 mm：以下、メンブレンフィルター担体）を使用した。

試験片の表面に摂取した菌液に対する除菌剤の効果を調べる日本薬局方の硬質表面キャリアー法（や欧州のEN13697記載の方法）での試験対象菌種と活性の要求基準を表1に示した。FBO₃処理水の除菌効果を確認するための菌種としては、表1中の大腸菌（*Escherichia coli*；グラム陰性桿菌）を用いた。なお、メンブレンフィルターでの試験は再現性が高く、実際の対象物への付着も模擬できる試験方法であると考えている。

2.2 空間への拡散方法

除菌対象室へのFBO₃処理水の霧化は、超音波式及び加熱蒸発皿式の二種類が考えられるが、筆者らの報告¹⁰⁾において、加熱蒸発皿式の優位性が見出されている。この結果を基に、本研究では、加熱蒸発皿式を採用した霧化装置として、リクリア専用霧化式空間除菌装置（IR-10）を使用した。当該装置は、霧化能力500 mL/45 min、風量200 m³/hである。また、処理対象空間内を均一にするため対象室内霧囲気ガスの攪拌に用いたサーキュレータは、アイリ

スオーヤマ製サーチュレータアイ（PCF-SDC18T）適用床面積30畳用を使用した。チャンバー内部の加湿状況を計測するための計測器として環境温湿度計（エー・アンド・デイ製：AD-5686）と温度湿度データロガー（T&D製：TR-72nw）を用いた。表2に示す通り、空間除菌に用いた除菌対象室は、某文化交流センター内にある室内サイズや用途の異なる4つの部屋（練習室（音楽）、会議室）を使用した。部屋の室内容積は、各々73、80、83、180 m³である。それぞれの部屋の広さに応じて、霧化量、処理時間などを変化させ、室内における霧化量を調整した。

図1は、本試験の処理対象室例として、80 m³会議室に

表2 試験パラメータ一覧
Table 2 List of test parameters.

会議室 m ³	霧化量 g	処理時間 min	霧化量×時間 g/m ³ · min
73	167,250,316	20,30,39	12,20,35,37
	395,474,500	48,57	48,49,67,81,88
80	167,250,500	20,30,60	9,18,69
83	500	60	93,99
180	500,1000	60	63,72
	1500,2000		102,117

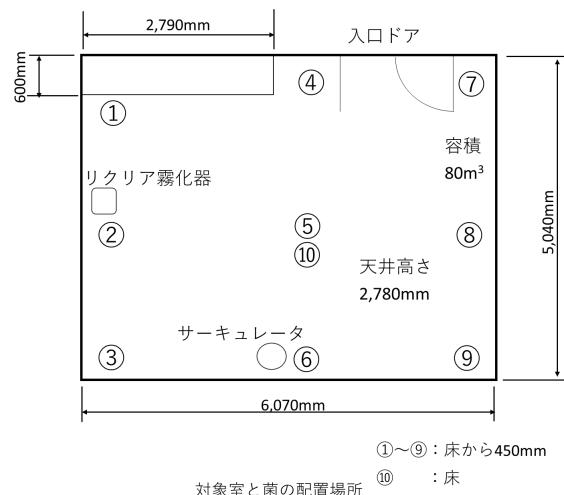


図1 処理対象室 (80 m³)

Fig.1 Processing target room.

表1 日本及び欧州における試験規格における評価対象
Table 1 Evaluation targets in test standards in Japan and Europe.

	日本薬局方	欧州
対象菌	硬質表面キャリアー法 <i>E. coli</i> (大腸菌) <i>P. aeruginosa</i> (緑膿菌) <i>S. aureus</i> (黄色ブドウ球菌)	EN13697:2015 <i>E. coli</i> (大腸菌) <i>P. aeruginosa</i> (緑膿菌) <i>S. aureus</i> (黄色ブドウ球菌) <i>E. hirae</i> (腸球菌)
真菌	<i>C. albicans</i> , <i>A. brasiliensis</i>	<i>C. albicans</i>
要求基準	細菌、真菌 : $3\log_{10}$ 以上	細菌 : $4\log_{10}$ 以上 真菌 : $3\log_{10}$ 以上

における処理対象室の概要、機器配置及び対象菌サンプルの配置イメージを示す。

2.3 空間除菌方法

評価用担体は、図2に示す通り、対象菌をメンブレンフィルターに付着させて製作した。なお、フィルター全体に万遍なく菌を付着させるため、 10^4 CFU/mL オーダーの試験菌液（生理食塩水に溶解）1.0 mL を担体全体に広がるようにしながら滴下している。また作成した評価用担体は、処理対象室内の各所における FBO_3 処理水の拡散状況を確認するため、処理対象室内の複数場所に設置した。 FBO_3 処理水の霧化処理を設定時間処理させた後、対象菌が付着している評価用担体を取り出した。回収したメンブレンフィルターを寒天培地に乗せ、インキュベーター内で所定時間培養を行い、培養後に菌の有無及びコロニー数をカウントすることにより除菌率を求めた。

3. 結果と考察

3.1 対象室内における FBO_3 処理水の霧化状況

複数の室内容積の部屋において、 FBO_3 処理水の霧化量を変化させた場合の室内環境の変化及び一般細菌に対する除菌効果を測定した。室内に霧化させた FBO_3 処理水の容量は 500 mL とし、処理時間は 60 min（霧化時間 45 min + 保持時間 15 min）とした。空気線図を用いて対象室内温湿度条件 20 °C/52% 及び容積から、室内を飽和させるまでの追加霧化量を計算すると 7 g/m³ となる。本計算値から、飽和霧化量以下となるように霧化させる FBO_3 処理水量を、6.3 g/m³ と設定した。表3は、室内容積 80 m³ の会議室内に、霧化装置を配置し、 FBO_3 処理水を霧化させた場合の経過時間における対象室内での室内霧囲気温度を始めとした室内環境の変化を示す。

本条件での絶対湿度上昇量は、2.3 g/m³ となり、単純な試算値に対して、37%が室内霧囲気への有効な増加量となった。残りの FBO_3 処理水は、室内換気による室外への放出、壁、床などへ付着しているものと考えられる。なお、今回使用した霧化装置は、加熱蒸発する方式を採用していることから、室温は 1 °C の上昇が見られた。 FBO_3 処理水を処理対象室内に霧化させた場合、設置場所により濃淡の発生する可能性があり、室内空気の循環用に用いられるサーメキュレータを設置して、室内霧囲気ガスの攪拌による効果の確認を行っているため室内における温湿度は、ほぼ均一となっていた。

表2の試験条件2（80 m³ 会議室）において、霧化量を変化させた場合の計測結果を表4に示す。

霧化量の増減に比例して、絶対湿度が変化することが確認された。霧化時間及び保持時間は、 FBO_3 処理水霧化量

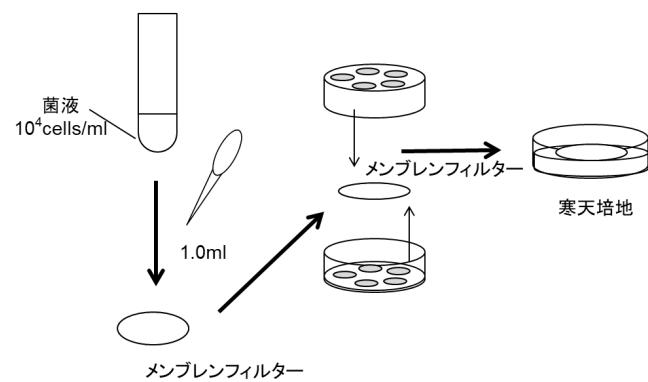


図2 メンブレンフィルター担体

Fig.2 membrane filter carrier.

表3 対象室の環境状況変化

Table 3 Changes in the environmental conditions of the target room.

時間 min	0	10	20	30	40	50	60
室内温度 °C	19.7	20.1	20.3	20.5	20.7	20.8	20.6
相対湿度 %	52	53	57	60	62	60	58
絶対湿度 g/m ³	8.9	9.3	10.0	10.7	11.2	10.8	10.4

初期値とピーク時の差：2.3 g/m³

表4 霧化量に対する絶対湿度の変化

Table 4 Absolute humidity change with atomization amount.

試験 条件	霧化 mL	霧化 min	保持 min	処理 min	絶対湿度 g/m ³ 計算値	絶対湿度 g/m ³ 実測値	比率
1	500	45	15	60	6.3	2.3	0.37
2	250	22.5	7.5	30	3.1	1.2	0.39
3	167	15	5	20	2.1	0.9	0.43

に合わせて、調整した。投入した FBO_3 処理水のうち約 40 %弱が室内の空間霧化量として霧囲気中に存在することも明確になった。

3.2 除菌効果について

表4の各試験条件において、室内容積 80 m³ の会議室内に、霧化装置を配置し、 FBO_3 処理水を霧化させた後、室内の各設置場所における対数減少値 (\log_{10}) の結果を表5に示す。霧化量が最も多い試験条件1（500 mL）では、対数減少値 (\log_{10}) は、配置場所①及び⑩において、各々 4.12, 3.69、他の場所では 4.59 となり、4 \log_{10} 程度の効果が確認された。対象空間に広がり存在する FBO_3 処理水の量は、実測した絶対湿度増加量 (g/m³) と処理時間 (min) との積分値（以下、△VHT 値）で概算している。絶対湿度は徐々に増加し最大値に達することから、三角形に近似していると考え上述の計算を行った。コントロールとして、精製水を用いて FBO_3 処理水と同様の霧化試験を実施、除

表5 霧化量による除菌効果への影響

Table 5 Effect of atomization amount on bactericidal efficacy.

試験 条件	対象室内の各フィルター担体設置場所での対数減少値 (\log_{10})										絶対湿度増加量 $\Delta VH\text{ g/m}^3$	ΔVHT 値 $\text{g/m}^3 \cdot \text{min}$
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩		
1	4.12	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	3.69	2.3	69.0
2	1.58	1.70	1.76	1.95	2.10	1.76	1.75	1.64	1.71	1.58	1.2	18.0
3	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.59	0.9	9.0

菌効果がないことを確認⁹⁾している。また、対象菌が付着したメンブレンフィルター担体を室内に、除菌試験と同一時間放置して、コロニー数の変化についても残コロニー数を計測、コロニー数の変化がないことを確認している。

なお、本試験結果より室内に配置した10か所において、コロニー数の減少が3.69~4.59 \log_{10} 程度であり、室内に設置したサーキュレータの効果も相まって、ほぼ均一な除菌効果が得られる事を示している。試験条件2(250 mL)では、1.58~2.1 \log_{10} 程度のコロニー数減少となっており、除菌効果が低下している。霧化処理条件3(霧化量167 mL)では、霧化量が少量のため、除菌効果が低く対数減少値0.59程度の結果となった。

本試験では、用途の異なる4種の会議室、室内での霧化量、処理時間などを変化させた条件での除菌効果を明らかにした。本結果により、さまざまな条件における霧化処理での除菌効果を推定できると考え、すべての結果を空間霧化量と処理時間との積分値(ΔVHT 値)に対する除菌効果として、図3にまとめた。処理対象室(床面材質など)、室内容積が異なる条件で実施しているが、 ΔVHT 値の増加に伴い、除菌効果が比例して向上していることがわかる。 FBO_3 処理水による室内霧化処理により、一般細菌に対して除菌効果2 \log_{10} を得るには、 ΔVHT 値18 $\text{g/m}^3 \cdot \text{min}$ 、4 \log_{10} には67 $\text{g/m}^3 \cdot \text{min}$ がそれぞれ必要と考えられる。

専用霧化器から霧化された FBO_3 処理水は、室内に拡散

されメンブレンフィルター上に塗布された対象菌に到達し、除菌有効成分が対象菌と反応、除菌効果を発揮する。 FBO_3 処理水は加熱蒸発式で室内に拡散しているため、原液である FBO_3 処理水に熱エネルギーが加えられているが、オゾンは高温になると短時間で分解される特性を持っている。このため、霧化処理後に対象菌に接触している時点では、オゾン等の有効成分がそのまま存在しているかは不明であり、今後、除菌効果の主要成分を明らかにしていく必要がある。

3.3 霧化処理による材料への影響

今回の試験検討により、 FBO_3 処理水による一般細菌に対する除菌効果を得るために必要な量が明らかとなった。筆者らは、 FBO_3 処理水を空間除菌に活用した場合の処理対象物への影響について検討⁹⁾しており、 FBO_3 処理水を空間に霧化させ、対象小型チャンバー室内が一般細菌に対して高い除菌効果を得られる環境であることを確認した後、当該処理環境下における処理対象物への影響を評価している。使用した評価材料は、松本らの報告¹¹⁾に挙げられているオゾンガスを用いた救急搬送車における除菌処理において影響が確認された複数サンプルから選択した。本研究結果より、実際の救急資機材に対する除菌処理(4 \log_{10} 程度)を得るために必要な FBO_3 処理水の必要量(霧化量と処理時間の積分値 ΔVHT)は、図3より推定した67 $\text{g/m}^3 \cdot \text{min}$ である。本結果と、筆者らが材料への影響評価⁹⁾を行った結果を基に、 FBO_3 処理水の霧化として表6にまとめた。実適用での使用回数として推定すると、オゾンガス処理が19回に相当し、材料には亀裂、変形、変色、べたつきの発生が確認されている。これに対して、 FBO_3 処理水の霧化処理は250回に相当するが、駆血帯(井ノ内氏)のみ変色が発生した以外には、その他材料には亀裂、変形、変色、べたつきの影響は確認されていない。

表6での除菌効果に記載されている対象菌が、オゾンガスでは黄色ブドウ球菌、 FBO_3 処理水の霧化では大腸菌と異なっている。筆者らは、 FBO_3 処理水をスプレー噴霧により除菌する試験を実施しており、黄色ブドウ球菌及び大腸菌に対してほぼ同一の除菌効果が得られることを確認¹²⁾している。このことから、本試験での FBO_3 処理水の霧化では、大腸菌を対象菌としているが、黄色ブドウ球菌でも

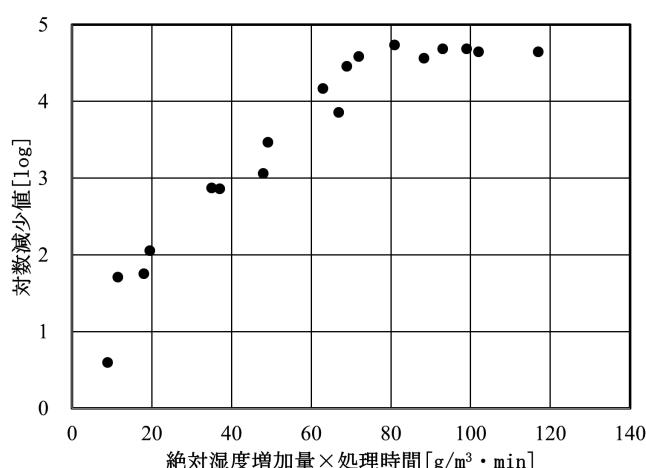


図3 空間霧化量と処理時間との積に対する除菌効果
Fig.3 Bactericidal effect against ΔVHT value.

表6 FBO_3 処理水による各種処理対象に対する影響
Table 6 Effects of FBO_3 -treated water on various treatment targets.

処理方法	オゾンガス	FBO_3 処理水の霧化
材料への処理	2.3 ppm にて 2週間 = 46,368 [ppm · min]	$7 \text{ g/m}^3 \times 40 \text{ 時間} = 16,800 [\text{g/m}^3 \cdot \text{min}]$
除菌効果	2,400 [ppm · min] 処理にて 黄色ブドウ球菌 $4 \log_{10}$	$\Delta VHT = 67 [\text{g/m}^3 \cdot \text{min}]$ 処理にて 大腸菌 $4 \log_{10}$
実適用での 使用回数の推定	文献結果から, 処理回数を推定 ≈ 19回	本試験結果と文献結果（材料評価）から, 処理回数を推定 ≈ 250回
影響確認結果	亀裂: 駆血帯, ディスポーザブル手袋 変形: 駆血帯 (井ノ内氏, エスマルヒ氏) 変色: 駆血帯 (井ノ内氏, エスマルヒ氏) べたつき: 天然ゴム, ニトリルゴム, 駆血帯 (井ノ内氏), 駆血帯 (エスマルヒ氏)	変色: 駆血帯 (井ノ内氏)

ほぼ同程度の除菌効果が得られると考え、同一条件として比較検討を行った。

この他、ラテックスゴム手袋にオゾンガスを曝露した試験では、装置運転開始から 20 min の処理（処理対象ケース内の最大到達オゾンガス濃度は約 39 ppm、相対湿度 60 %程度）で劣化が確認され、多数の裂け目が生じた。これに対して、 FBO_3 処理水による霧化処理では、45 min 分曝露において劣化は見られなかった¹³⁾。また、実際の救急車を用いた評価試験も実施しており、繰り返し 41 回の処理を行ったが、救急車両内部の壁、天井、装備されている機器類などについて色、触感、劣化などの変化の有無について外観での目視、触感などによりチェックを行い評価したが、変化は確認されなかった¹³⁾。

3.4 各種用途における除菌効果

先ほど述べた感染防止衣の汚染は、救急現場活動中において、患者と接触することが多いクリティカルゾーンの汚染が殆どとなっており¹⁴⁾、多量の血液付着などのような明らかな汚染が確認されない場合は、除菌剤を用いて使用後に上述のクリティカルゾーンに対して処理を行う必要がある。また、除菌剤別の感染防止衣の纖維劣化については、次亜塩素酸ナトリウムを使用した場合、感染防止衣のフィルム面に亀裂が見られ、次亜塩素酸ナトリウムや次亜塩素酸水では退色が認められており、塩素系の除菌剤は纖維劣化を生じるため感染防止衣の除菌剤としては適さないことが報告されている¹⁴⁾。以上のことから、現状の除菌剤を用

いて感染防止衣への適用は、感染防止衣纖維へダメージを与える可能性が考えらえる。

これに対して、 FBO_3 処理水は、高い除菌効果とともに、対象物の素材劣化などの影響が低いことを確認¹²⁾しており、感染防止衣を始めとした当該用途への除菌剤として有用であると考える。

除菌が要望されているいくつかの処理対象について、今回の試験結果及び材料評価結果をもとに検討、取りまとめた内容を表7に示す。病院内での患者が退院した後に使用したベッドマットなどを始めとした様々な物品を除菌する簡易テント、介護レンタルにおいて繰り返し使用する車いす等の福祉用具、要救助者を搬送する救急搬送車において、各々必要となる FBO_3 処理水量、処理時間などを検討した。専用霧化装置を用いて除菌する場合に必要とされる ΔVHT 値と材料評価結果から推定すると、100回超の使用においても、オゾン処理では亀裂、変形、変色などの影響が確認されていた対象物に対しても、影響が抑えられ、使用できることが想定される。

4. まとめ

FBO_3 処理水を用いて、空間浄化に対する効果について調査を行った結果、大腸菌に対して、最適な処理条件の下で、処理時間 30 min で $4 \log_{10}$ 以上の除菌効果が確認できた。今回の結果から、 FBO_3 処理水は高い除菌効果があり、かつ素材劣化などの影響が低いことから感染防止衣の除菌剤

表7 各用途における FBO_3 処理水による霧化処理

Table 7 Atomization treatment with FBO_3 -treated water for each application.

処理対象	容積 m^3	霧化量 mL	霧化量/容積 g/m^3	推定霧化量 g/m^3	処理時間 min	ΔVHT $\text{g/m}^3 \cdot \text{min}$
簡易テントを用いた ICU 等 ベッドマット	7	167	24	9.6	30 (霧化 15 + 保持 15)	144
介護レンタル機器サービス センターでの福祉用具	30	500	17	6.8	60 (霧化 45 + 保持 15)	408
救急車両 (高規格救急車)	10	167	17	6.8	20 (霧化 15 + 保持 5)	136

として適していると考えられた。

今後は、 FBO_3 処理水の高い除菌効果と対象物への影響の少なさという特徴を生かして、さまざまな用途への適用可能性を探っていく。

参考文献

- 1) 増子 敦：オゾンハンドブック [改訂第2版], p.14, 日本オゾン協会 (2022)
- 2) オゾンの発生及び利用に関する研究の最新動向：促進酸化処理の動向. 静電気学会誌, **46** (2022) 6
- 3) 環境調和とファインバブル技術：SDGs達成手段としてのファインバブル技術. 静電気学会誌, **48** (2024) 6
- 4) 化学工学会 ファインバブル学術連合：進化するファインバブル技術と応用展開, p.13, 化学工学会関東支部 (2022)
- 5) 総務省消防庁：救急業務実施基準 <https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/assets/261031-kyu186.pdf> https://www.fdma.go.jp/laws/tutatsu/assets/261031_kyu186.pdf (2024年5月24日)
- 6) 総務省消防庁：消防機関における新型インフルエンザ対策検討会報告書 (2009) [https://www.fdma.go.jp/singi_kento/items/influeza_houkoku.pdf](https://www.fdma.go.jp/singi_kento/kento/items/influeza_houkoku.pdf)
- 7) 佐々木広一, 山本弘二, 吉川孝次, 友安陽子, 坂口英児, 安田康晴：救急活動時の感染防止衣の汚染状況に関する実態調査と接触感染防止策の検討. 日臨救急会誌, **25** (2022) 644-650
- 8) 横井涼介, 釜瀬幸広：ファインバブル技術を用いた高濃度オゾンガス処理水による医療・介護分野における除菌効果について. p12, 日本防菌防黴学会 第50回年次大会 (2023)
- 9) 横井涼介, 釜瀬幸広：ファインバブルオゾン処理水による除菌方法の検討. p115, 第34回日本オゾン協会年次研究講演会 (2025)
- 10) 横井涼介, 釜瀬幸広：ファインバブルオゾン処理水による空間除菌. 静電気学会講演論文集 '23, p. 157, 静電気学会 (2023)
- 11) 松本 豊：救急搬送車におけるオゾンガス消毒装置. オゾンの利活用事例集, p.68, 日本医療・環境オゾン学会 (2018)
- 12) 横井涼介, 釜瀬幸広：ファインバブルオゾン処理水を用いた除菌処理. 日本機能水学会第23回学術大会講演要旨集, p27, (2025)
- 13) 「Re:Clear (リクリア)」の空間除菌における対象物への影響について https://iat.19.bcart.jp/uploads/pdfjs/web/202307_dai5dan_IR-10.pdf
- 14) 安田康晴, 佐々木広一：救急現場用感染防止衣の除菌・洗浄方法と交換時期についての検討. 日臨救急会誌, **26** (2023) 641