



H-NOW

Hyperdense-Nanobubble Ozone Water

超高密度ナノバブル・オゾン水
による衛生管理ソリューション



株式会社 安斉管鉄 **MCS** 事業部

〒230-0071 神奈川県横浜市鶴見区駒岡 3-1-16
PHONE 045-580-1882 FAX 045-580-1884

2021/05/26
Ver.0.8



はじめに：

コロナ後の世界と公衆衛生管理

- 多くの専門家が、現在我々が直面しているCOVID-19のパンデミックの完全終息には2～3年かかると予測しています。
- たとえCOVID-19が終息しても、毎年29万～64万人もの人々がインフルエンザで亡くなっていることには変わりありません。(ロイター 2017.12)
- また、薬剤耐性菌(AMR)の問題も拡大しています。MRSA菌血症とフルオロキノロン耐性大腸菌血症で日本だけで年間約8,000名が死亡しているという推計が出されました。(Journal of Infection and Chemotherapy 2019.10)
- 家畜感染症も食料安全保障を揺るがしかねない大きな問題です。抗生物質の「最後の砦」といわれたコリスチンへの耐性菌が中国の豚で広範に見つかり、近年はベトナムのある集落で住民の殆どが感染している事がわかりました。(The Lancet 2016.02)
- コロナ後の世界では、より高度な公衆衛生管理とリスク管理はすべての業界・行政・組織において最も重要な義務/責任となるのは明らかであると考えられます。



安全な水とトイレを世界中に



エネルギーをみんなにそしてクリーンに



産業と技術革新の基盤を作ろう



住み続けられるまちづくりを



SDGsへの貢献：ISOの評価

- ISOは技術報告書（ISO/TR24217-2:2021）で、SDGsの上記4つの項目について、ナノバブルの清掃目的での利用においてが確かな効果が認められると公式に記しました。

超高密度ナノバブル技術の用途



ガスの選択で異なる「機能水」に

- 目的によって泡に封入する気体（ガス）を選ぶことで全く違う効果と用途を生み出すことができます。

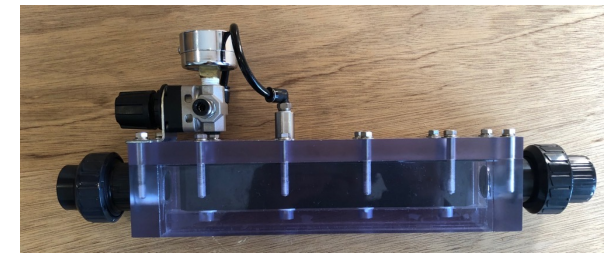


安齊管鉄の“超高密度ナノバブル・オゾン水精水機”

H-NOW (Hyperdense-Nanobubble Ozone Water)

- 安齊管鉄では、国際特許技術である「超高密度ナノバブル発生装置」を使った様々なソリューションを販売しています。
 - パテント・コード： JPA_2010167404
- この『超高密度ナノバブル・オゾン水精水機』は水と電気さえあれば他製品では不可能な強力な高濃度オゾン水を大量に造水することができます
- 高濃度オゾン水は次亜塩素酸水やアルコールなどよりも強い消毒殺菌効果があるうえ、健康への被害もありません。
- 煮沸しても死なない芽胞菌や薬剤耐性菌、ウイルスも不活性化できます。

内蔵の高密度ナノバブル発生機 20A/L



All-in-One: Hyperdense Ozone Nanobubble Dispenser

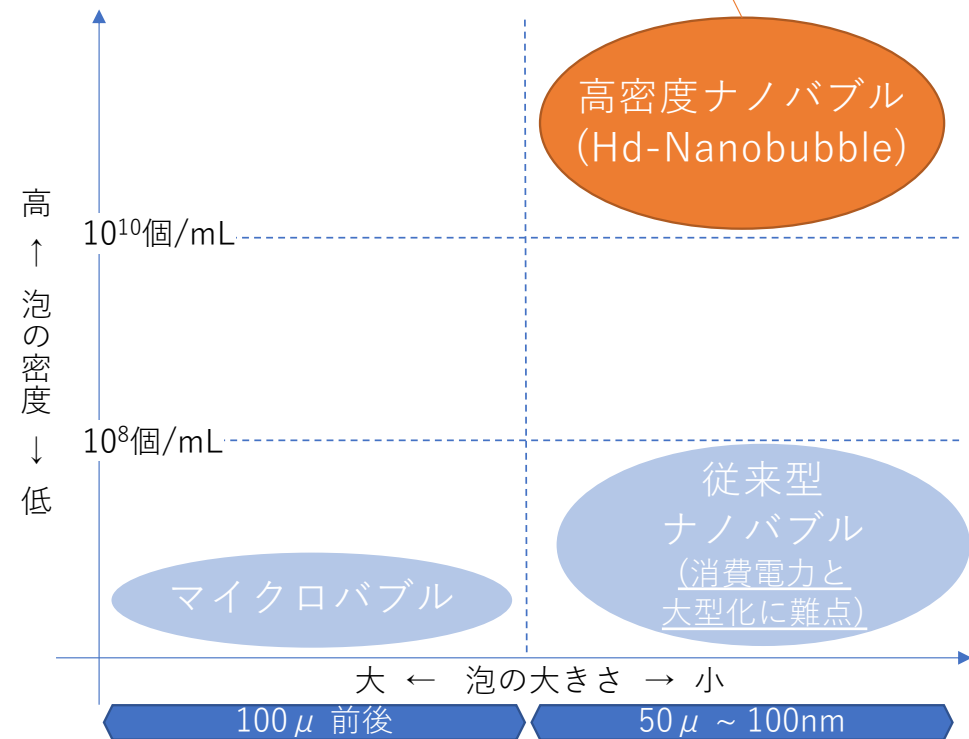
	従来型 オゾン水製水機		安齊管鉄の 超高密度ナノバブル・オゾン水
オゾン濃度	0.1~4ppm	⇒	10 ppm 以上 ⇒ 約2~100倍
オゾン発生量	0.05~0.2g/h	⇒	20g/h ⇒ 10~40倍
生成水量	500ml~15L/min	⇒	10~50L/min ⇒ 5~20倍
酸化還元電位	上限1000mV	⇒	1,100 mV 以上
オゾン寿命	120分で半分以下に減少	⇒	180分で減少は10%以下
ナノバブル	検出されず	⇒	100億/mL



“高密度ナノバブル”の定義

- 通常、自然界の最小の泡は100 μ m程度である。
- 泡は50 μ m以下になると表面張力が内側に働き自己圧縮してナノサイズになる。
- 従来型ナノバブル発生装置には膨大な消費電力と大型化出来ないという2つの欠点がある。
- また、泡の数（密度）も低く、最高でも 10^8 個/mlが限界
- 【定義】 ナノバブルの中でも特に 10^{10} (100億) 個/ml以上の密度のものを『**高密度ナノバブル**』 或いは「Hd-ナノバブル (Hyperdense-Nanobubble)」と呼んでいる。
- 現在、Hd-ナノバブルを吐出可能な装置を製造しているのは**世界で唯一**安齊管鉄だけであり、世界特許を取得している。
 - 泡の密度は**第三者機関(マルバーン本社@UK)**において確認済み。

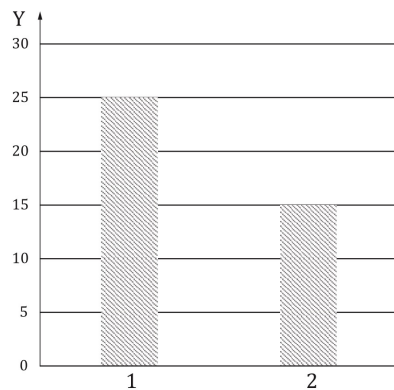
安齊管鉄では**極省電力**で稼働し、**大型化にも全く制約の無い**高密度ナノバブル発生装置を世界で唯一製造販売している。



ISOも認めたナノバブルの洗浄力

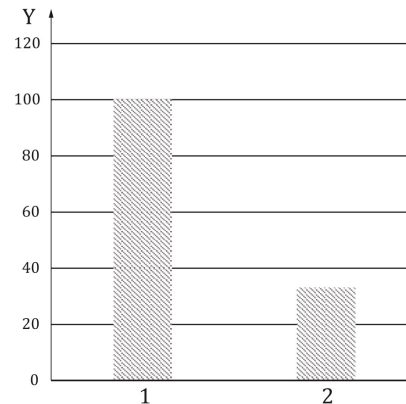


- 2021年4月、ISOが公式な技術報告書を発表しました。
 - 文書番号：ISO/TR24217-2:2021
- この文書はナノバブルのSDGsへの貢献可能性を「清掃」「水耕栽培」の2分野で科学的に検証評価したもので、今後も他分野へと拡大される模様です。
- 清掃時間を40%短縮、洗剤使用量を1/3に減量、消費水量を99%節水という効果が確認されています。



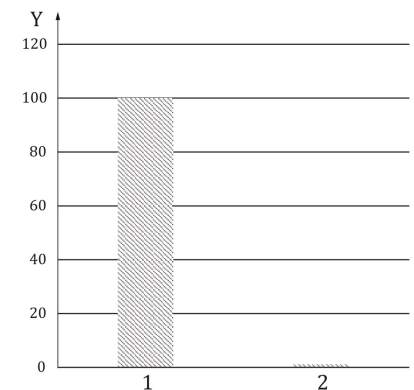
Key
Y cleaning time (min)
1 without fine bubble technology
2 with fine bubble technology

Figure C.4 — Example of data comparison for cleaning time



Key
Y detergent consumption (%)
1 without fine bubble technology
2 with fine bubble technology

Figure C.2 — Example of data comparison for detergent consumption



Key
Y water consumption (%)
1 without fine bubble technology
2 with fine bubble technology

Figure C.3 — Example of data comparison for water consumption

超高密度ナノバブル・オゾン水の利点

オゾン水の利点

- 残余物発生なし
- 強力な殺菌効果、高い酸化還元電位
- MRSAなど耐性菌への高い効果
- 水と電源だけで運転可能
- 菌はオゾン水に対して耐性を持ち得ない
- 様々な殺菌消毒剤への高い代替性
- 有機物に消費され酸素に還元され無害化

オゾン水の次亜塩水に対する利点

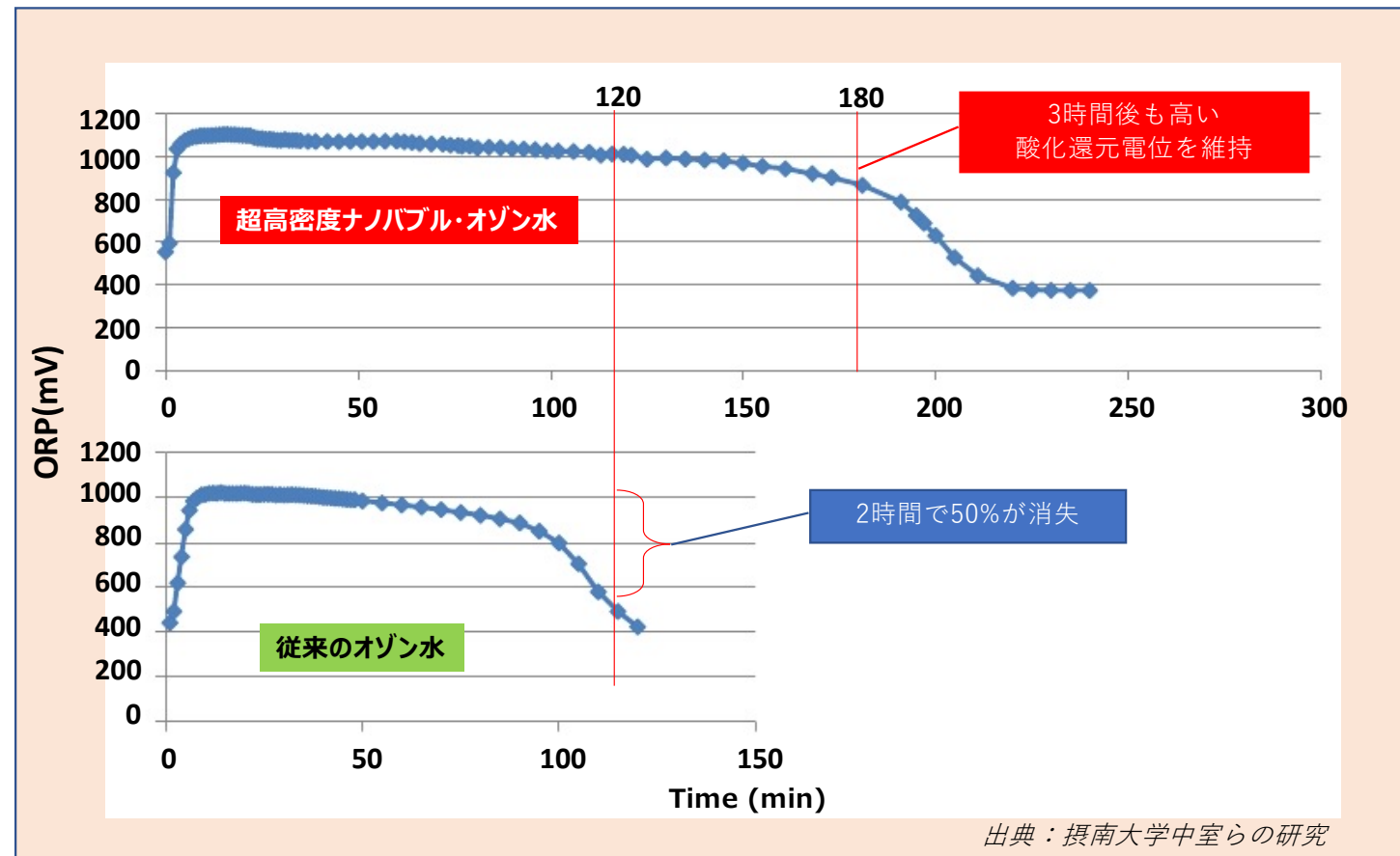
- 残留物発生なし
- アレルギー反応なし
- ナトリウムの供給、添加の必要なし
- より強殺菌能力（芽胞菌への効果）
- 薬剤耐性菌へのより強い効果
- 有害な物質を精製しにくい

安齊管鉄の超高密度ナノバブルオゾン水の利点

- オゾンの水中の長い滞留時間（溶存ではなく共存）
- 他社製品にない、高いオゾンレベル
- ミストの粒子より遥かに小さい泡のサイズ
- オゾンのロス（漏出）が極めて少ない

オゾンのオゾン水中での寿命と酸化還元電位

- 高密度ナノバブル・オゾン水はオゾンを非常に長い時間、水の中に留める効果がある
- 本来1000程度の酸化還元電位が1,100mVに上がるのはHOラジカルの発生によるものと考えられている
- 長時間オゾンを保つことで、様々な目的に利用することが可能となる



オゾン水のリスク

- オゾン水の毒性情報は、国際的な検索システムであるPubMedなどで検索してもほとんど認められない。入手可能な情報を以下にまとめる。

論文名	実験内容	実験結果
オゾン水の安全性評価に関する基礎研究. 日本医療・環境オゾン研究会会報、19(2)64-71 (2012).	オゾン水 (7mg/L) を使用してラットにおける急性経口毒性、OECD Guidelines for the Testing of Chemicals 404 (2002) に準拠したウサギにおける皮膚一次刺激性、ウサギにおける累積皮膚刺激性、Maximization法によるモルモットにおける皮膚感受性を検討した。さらにOECD Guidelines for the Testing of Chemicals 405 (2002) に準拠したウサギにおける眼刺激性試験を行った。	7 mg/L オゾン水は急性経口毒性、皮膚一次刺激性、累積皮膚刺激性、皮膚感受性および眼刺激性をいずれも有しないことが示された。
オゾン水の安全性評価に関する研究. 日本医療・環境オゾン研究会会報、14(1)3-8 (2007).	1.2 mg/L の低濃度オゾン水の安全性を評価する目的で、マウスを用いた反復経口投与毒性試験、ハムスターを用いた口腔粘膜刺激性試験および培養細胞を用いたコロニー形成阻害試験を行い、亜急性毒性、粘膜刺激性および細胞毒性について検討した。	7日間連続経口投与試験においては異常が認められていない。ハムスターを用いた口腔粘膜刺激性試験において、肉眼的所見は次亜塩素酸ナトリウム>水道水>オゾン水の順に刺激性が強いことを示した。しかし、病理学的所見は水道水と同様に異常がなく有意な差を認められていない。
オゾン水による急性、亜急性毒性実験. 静岡済生会正会病院医学雑誌、12(1)89-95 (1995).	不純物の含まれにくい電解方式によって生成した 4 mg/L あるいは 20 mg/L のオゾン水を用いて、急性、亜急性毒性実験を行った。ウサギを用いた急性毒性実験においては、20 mg/L オゾン水 1 mL を点眼、1 匹に 100 mL 経口投与、2 匹目に 20 mL を腹腔内投与、3 匹目は 3 mL を大腿筋肉内に注射を行ったが、肉眼的所見、組織学的所見いずれも変化が認められていない。亜急性毒性実験は、ウサギを 2 群にわけ、1 群(2 匹)は 4 mg/L オゾン水 1 mL を毎日 1 回点眼あるいは毎日 1 回腹腔内投与、いずれも 4 週間継続した。また 2 群(3 匹)も同様に 4 mg/L オゾン水 1 mL を毎日 1 回点眼あるいは毎日 1 回大腿筋肉に 2 mL 注射、いずれも 4 週間連続投与実験を行った。	これらのいずれのウサギも実験終了後、24 時間で屠殺、病理組織学的に角膜、心、肝、腎、脾、肺、大腿筋、胃について、いずれの群においても透過、走査型電子顕微鏡を用いた病理組織学的に検討した結果、変化は認められなかった。

殺菌/消毒剤との代替性

- 高密度ナノバブルオゾン水による薬剤との代替性を以下に整理している
- オートクレーブの代替性も検討されている

殺菌・消毒剤	注意点	手術野 (皮膚)	手術野 (粘膜)	腔・外陰部	口腔	口腔 (傷)	結膜囊	注射部位	カテーテル 部位	環境 ・器具
ポビドンヨード	部位によって濃度の調整が必要	○	○	○	○	○	X	○	○	X
クロルヘキシジン	ショック症状の可能性	X	X	X	X	X	○	X	X	X
過酸化水素	表皮に潰瘍化の可能性	X	X	X	○	○	X	X	X	X
塩化ベンザルコニウム	ウイルスへの効果は無し	X	○	○	○	X	X	X	X	X
アクリノール	副作用として壊疽、潰瘍	○	X	X	X	X	X	X	X	X
エタノール	アレルギー反応あり	○	X	X	X	X	X	○	○	○
第四級アンモニウム	劇薬 アレルギー反応あり	X	X	X	X	X	X	X	X	○
次亜塩素酸ナトリウム	創傷適用は未認可 溶血作用により、連用不可	X	X	X	X	X	X	X	X	○
高密度ナノバブルオゾン水		○	○	○	○	○	○	○	○	○

※出典：[健栄製薬HP](#)参照と臨床医、専門家へのヒアリングを合わせて作成

ウイルス/菌への消毒殺菌効果

- オゾン水の微生物に対する不活化効果は、次亜塩素酸に比べて強いことが分かる。
- 腸内細菌では20倍、ウイルスで5倍、芽胞菌で50倍、アメーバで10倍といずれもオゾン水の不活化効果が次亜塩素酸に比較して強い。

表4 オゾン水と塩素系消毒剤の不活化効果の比較

殺菌剤	99%不活性化の濃度時間積 (mg・min/L)			
	腸内細菌	ウイルス	芽胞菌	アメーバ
オゾン水	0.01	1	2	10
次亜塩素酸	0.2	5	100	100
次亜塩素酸イオン	20	>200	>10000	1000
モノクロラミン	50	1000	5000	200

出典：平田 強、第1回オゾンに関するセミナー資料.日本オゾン協会、p.89-99 (1991).

A型インフルエンザの不活性化

- A型インフルエンザウイルスに対しては初期濃度 0.35 mg/L オゾン水を 10 秒間曝露することによって、5 log₁₀(99.999%)まで不活化した。
- また、新型インフルエンザウイルスに対しては 0.76 mg/L オゾン水を 10 秒間曝露し、3 log₁₀ (99.9%)まで不活化した。
- このことから、新型インフルエンザウイルスの方が A 型インフルエンザウイルスよりオゾン水に対する抵抗性が強いことを示すが、これらの不活化に対しておおよそ **0.8 mg/L の低濃度オゾン水で十分有効**であることを示した。

表 10 A型インフルエンザウイルス (A type influenza virus) に対する不活化

	時間 (sec)	溶存オゾン濃度 (mg/L)	50%組織培養感染量 (TCID ₅₀ /mL)	不活化率 (%)
Run 1	0	0.9	2.00E+05	
	10	0.46	3.00E+01	99.9998
	30	0.4	3.00E+01	99.9998
	60	N.D	N.D	99.9999
Run 2	0	0.35	2.00E+05	
	10	0.1	1.00E+00	99.9995
	30	0.1	1.00E+00	99.9995
	60	0.1	1.00E+00	99.9995

出典 : J.G.Kim, A.E.Yousef, and S.Dave: Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: A review. J. Food Protection, 62, 1071 (1999).

グラム陽性菌のオゾン水による殺菌効果

- オゾン水による6種類のグラム陽性菌に対する不活化効果は、0.12~3.8 $\mu\text{g/mL}$ の濃度範囲で1~7 log₁₀CFU/mL レベルである

細菌	処理条件				Log10 CFUでの減少
	オゾン濃度 ($\mu\text{g/mL}$)	時間(min)	pH	温度($^{\circ}\text{C}$)	
<i>Bacillus megaterrium</i>	0.19	5		28	>2.0
<i>Bacillus cereus</i>	0.12	5		28	>2.0
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	0.3~3.8	0.5	5.9	25	1.3~7
<i>Listeria monocytogenes</i>	0.2~3.8	0.5	5.9	25	0.7~7
<i>Listeria monocytogenes</i>	0.1 ^a	10	7.2	25	60~70% ^b
<i>Mycobacterium fortuitum</i>	0.23~0.26	1.67	7	24	1
<i>Staphyrococcus aureus</i>	0.3~1.97	10			4~6
<i>Staphyrococcus aureus</i>		0.25	7	25	>2.0

^a リン酸緩衝液, ^b 損傷細胞の%

出典： M.A.Khadre, A.E.Yousef, and J.G.Kim: Microbiological aspects of ozone applications in food: A review. J. Food Science, 66,1242 (2001).

ノロウイルスの不活性化効果

- 右図はノロウイルスの代替として用いられるネコカリシウイルス(FCV:feline calicivirus)およびヒト糞便由来のノロウイルスに対する低濃度オゾン水による不活性化効果について示している。
- 水温 19° Cにおいて初期濃度 0.042~0.454 mg/L のオゾン水に曝露された FCV はオゾン濃度 0.133 mg/L 以上では曝露 30 秒以内に感染価が 99.9% 以上減少した。
- また、オゾン濃度 0.097 mg/L では 99.9%以上不活性化するのに必要な接触時間は 1.5 分であった。
- 水温8° C、初期濃度0.042~0.88 mg/L オゾン水を曝露した FCVは、オゾン濃度0.17 mg/L 以上で30秒以内に感染価が 99.9%以上減少した。

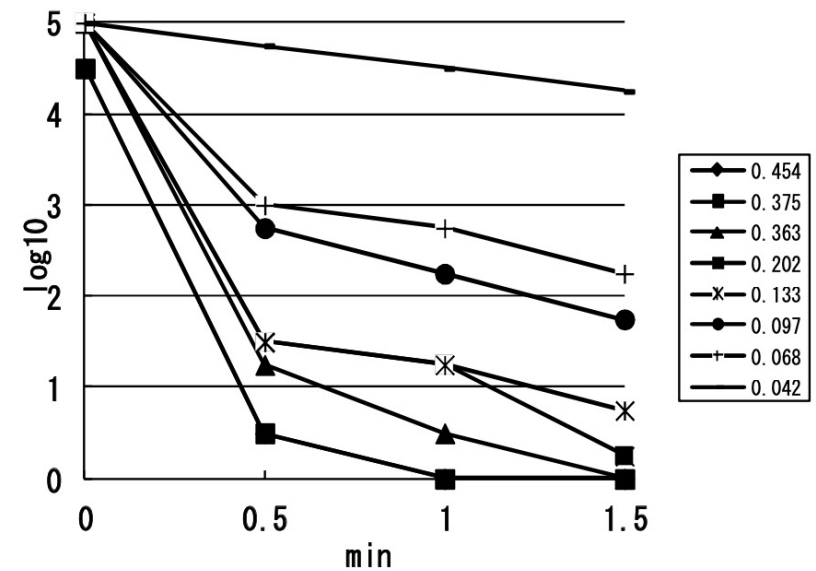


図18 オゾンによるFCV不活性化効果(19°C)

出典 : J.G.Kim, A.E.Yousef, and S.Dave: Application of ozone for enhancing the microbiological safety and quality of foods: A review. J. Food Protection,62,1071 (1999).

ロボット技術との組み合わせ運用

- 提携先であるマレーシアのHextar社提供のAI搭載ロボットとの連携運用により建物などを広範囲に除菌することが出来る
 - 1時間に1.5Lのオゾン水を噴霧しながら5～8時間連続運転が可能
 - ロボットの価格は200万円前後



想定
利用場所

病院、学校、介護施設、大型客船、展示会場、ホテル、公共施設、オフィスビル、工場、倉庫、ジム、その他



お問い合わせはお気軽に以下まで

mcs@anzaimcs.com
<http://www.anzaimcs.com/>