

ニュースリリース添付資料

1. モルトロンオゾン分子水技術についての解説 (P. 2~P. 4)
2. 研究の概要 (P. 5~P. 9)
3. 過去の研究・開発実績 (P. 10~P. 13)

1. モルトロンオゾン分子水技術についての解説

モルトロンオゾン分子水「新型コロナ感染拡大防止に一石を投ずる技術」
世界初：無害な広域除染・飛沫感染防除に対応可能な唯一の技術

実大空間実験でモルトロンオゾン分子水の空間殺菌性能と安全性を確認

認定 NPO 法人バイオメディカルサイエンス研究会は、NPO 法人 NBCR 対策推進機構の依頼により実験を行い、以下の結果を得ました。

- ヒトコロナウイルスを特殊オゾン水（モルトロンオゾン分子水※）により数秒間で無害化ができ、室内・広域の屋外の物体表面においてウイルスの不活化ができる（注1）。
- 実大空間実験により少量の霧（5 ミクロンの水粒）で、室内・空間に浮遊する乳酸菌の削減効果がある。殺菌係数（注2）によれば新型コロナウィルスの飛沫感染にも有効である可能性高い。同実験では、人体に危険とされる使用時の環境オゾンガス濃度が、安全性基準である 0.1ppm を越えることなく安全に制御できること確認。

（注1）ヒトコロナウイルスは、新型コロナウィルス（COVID-19）と RNA として 98%完全一致するコロナウイルスであり、この不活化を実証することで新型コロナウィルスへの効果を判断できると考えられます。

（注2）消毒薬の細菌に対する消毒作用をフェノール（石炭酸）を基準として比較した係数。本実験では乳酸菌の殺菌効果を把握することで新型コロナウィルスの不活化効果を算出できると考えられます。

新型コロナウィルスの感染拡大に対して、広域な市街地エリア等に存在するウイルスを不活化すること、また、ウイルスの伝搬がマイクロ飛沫感染等により発生することを考えると、空間に浮遊するウイルスを不活化する技術はクラスター等を抑制するために非常に重要であると考えます。

現時点で、WHO（世界保健機関）や厚生労働省、CDC（アメリカ疾病予防管理センター）は、次亜塩素酸や二酸化塩素等の消毒剤を人の存在する空間で噴霧することや燻蒸することを推奨していません。屋外であっても、物の表面の消毒方法としては不十分であり日常的な患者ケア区域における感染管理として推奨しないとも表明されています。

モルトロンオゾン分子水はコロナウイルスへの不活化効果が認められると共にオゾン水の特性から人体にも安全です。さらに、超微細噴霧器で連続噴霧しても有害とされる環境中のオゾンガス濃度が安全基準以下に維持できることも確認しました。

※難溶解性のオゾンは通常ミクロンオーダーの微細気泡で水中に溶存しますが、オゾン分子水ではオゾン分子のまま水中分散させることで濃度を安定化させることができました。

殺菌システムに求められる3つの要素

【安全性】

- ☑オゾン水は「薬剤」ではなく、これまでも水道水の浄化技術として使用され高い効果が認められてきました。
- ☑次亜塩素酸・二酸化塩素についてWHO・厚生労働省・CDCでは人のいる空間での噴霧や燻蒸を推奨していません。
- ☑オゾンガスは0.1ppm、1日8時間、週40時間程度の平均暴露濃度以下であればほぼ全ての労働者に健康上の悪影響がみられないとされています(日本産業衛生学会基準/提案年度1963年)。モルトロンオゾン分子水の実大空間実験により、この基準を超えずに使用できることが確認されました。

【安定性】

- ☑旧来、大気圧での濃度半減期が1分から数分とされてきた溶存オゾン濃度がモルトロンオゾン分子水では約1500倍程度安定化されており、高濃度で吸引すると人体に影響のあるとされるオゾンガスの脱気が極めて少なく安全に使用ができます。
- ☑通常のオゾン水では配管10~20mの短距離で濃度を維持することができませんでしたがモルトロンオゾン分子水では200mの配管内中を送水して85%以上の濃度を維持することができます。また超微細噴霧器(5ミクロンの水粒で噴霧)で噴霧しても、空間の除菌ができることが判りました。

【有効性】

- ☑通常のオゾン水は、ノズルによる微細噴霧をしても有効ではありません。オゾンガスが難溶解性であり100ミクロンより小さなサイズでは全てのオゾンはガスとして散逸してしまい、水中に維持しオゾン水として効果を発揮させることができませんでした。
モルトロンオゾン分子水は、通常のオゾン水に比べ溶解度が高いことで、高濃度のオゾンを持続したまま微細噴霧ができることで殺菌効果をあげることができます。
- ☑モルトロンオゾン分子水は、僅か1.5mlでヒトコロナウイルス約1億個を数秒で完全に不活化し、ゼロにできる実験結果を得ました。
- ☑実大空間実験では、乳酸菌(約100万個)を大幅に減少させることが確認されました。
25㎡の室内に対して、@1ml×60分(合計60ml)の少量噴霧で有効な効果が得られた結果です。
乳酸菌が殺菌できる効果は、殺菌係数では約2倍の効率でコロナウイルスを不活化できると類推できます。

効果をあげることができる技術特性

- ☑通常のオゾン水は1分から数分で溶存濃度は半減しましたが、モルトロンオゾン分子水は約1500倍安定させることができました。
- ☑通常のオゾン水は噴霧すると溶存濃度は常に0となり効果は期待できませんでしたが、モルトロンオゾン分子水では5ミクロンの超微細噴霧でも85%以上の濃度が維持でき、殺菌効果が得られました。

将来への展望

[実験結果：モルトロンオゾン分子水のコロナウイルス不活化効果について]

これまでは新型コロナウイルスに対応する消毒薬を、市街地で広域に散布するといった使用は実質的に不可能でした。モルトロンオゾン分子水は、水と空気と電気だけで大量生成が可能で、毎時数トン~数十トンの生成と散水も可能となります。感染の多発する人の多い地区/街中を夜間等に全体洗浄してウイルスを極度に減少させ、路上等から人が靴の裏等で家屋内などに伝搬させることも予防することが可能です(車両搭載型でのシャワー状水洗が考えられます)。

[実験結果：マイクロ飛沫感染の予防効果について]

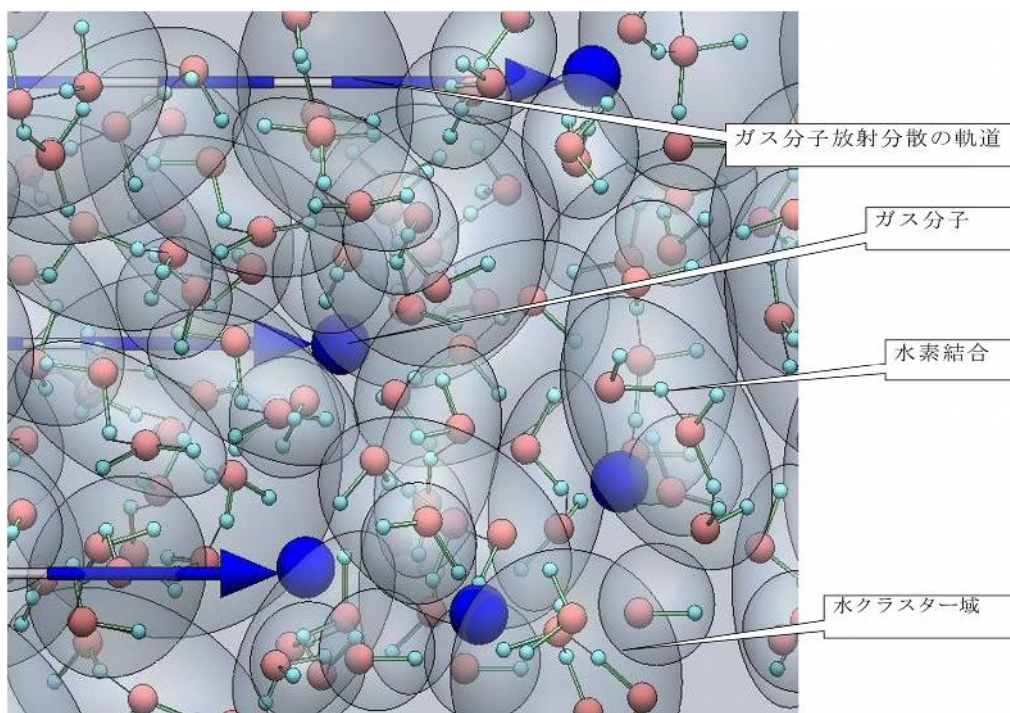
人の集まる全ての場所に細霧システム（オゾン分子水をドライミスト／対象物を濡らさない程度の微細な霧）で定期的な噴射を行い、マイクロ飛沫感染するウイルスを大幅に減少させることが可能です。

これは病院、介護施設或いはオリンピック会場等での使用が可能と考えます。

同様に、背負い式噴霧装置等で、クラスターの発生し得る施設内に噴霧するといった方法で、感染のリスクを大幅に減らすことができると考えられます。

図

[モルトロンオゾン分子水]



モルトロンオゾン分子水の構造（予想図）オゾンが気泡でなくオゾン分子のまま水中に超高密度に溶存している。

（参考）

警察庁科学警察研究所との共同研究で、モルトロンオゾン分子水により細菌やウイルスの中で最も殺菌・殺ウイルスが難しい炭疽菌芽胞（生物テロ兵器になりうる）を10秒以内で完全に滅菌できることが確認されています。

農林水産省の国費研究（農林水産高度化事業）では、高病原性鳥インフルエンザウイルスを瞬時に完全に不活化することを確認しています。

これらの結果から、細菌やウイルスの変異等があっても、変異にかかわらず瞬間での不活化が可能であると評価できます。

今後、世界で発生しうる様々なウイルスを防除する技術として実用されることが期待されます。

2. 研究の概要

新型コロナウイルスの世界的な感染拡大、また新型インフルエンザウイルスや温暖化による新たな病原体の発生と伝搬の脅威は人類の最重要の解決すべき問題です。新型コロナウイルスの例でも、飛沫またはマイクロ飛沫といった超微細なウイルスが室内外の空気中に浮遊しひとの呼吸で体内に取り込まれるとされています。CDC/疾病対策予防センターが新型コロナウイルスのパンデミック発生時に、中国武漢で実施した伝搬経路の調査では、コロナ患者を収容した病院で、床に付着したウイルスが、マスクや手袋の10~30倍であり、ヒトの移動により床から舞い上がったウイルスが人体に入り込む要因が大きいとされました(注⑤)。WHOおよび日本の厚生労働省は、ミストシャワーとしてヒトに、またヒト存在する空間(室内外を問わず)に、次亜塩素酸や二酸化塩素の水溶液を散布することは有害であり推奨できないと公表しました。ヒトからヒトに感染する空間で、浮遊するウイルスを減少させ、また床などウイルスに汚染された構造物を清浄化する消毒薬は無いとされ、感染拡大が進む中、飛沫感染を予防する安全化手段は講じられてきませんでした。

NBCR 対策推進機構と装置メーカーであるアースシンク55は、実績のあるオゾン分子水(警察庁科学警察研究所)で、テロに用いられる生物兵器である炭疽菌芽胞や化学兵器であるVXガス・マスタードガスを数秒という極めて短時間で無害化できるとの研究結果が出ています。実績のあるモルトロンオゾン分子水を微噴霧して空間の除染ができないか。またその際に、ヒトに有害とされるオゾンガスの発生が安全な範囲に維持できるかを検討し、バイオメディカルサイエンス研究会に依頼しヒトコロナウイルスの不活化効果の検証及び実大実験(工学院大学のご協力を得ました)を実施しました。

バイオメディカルサイエンス研究会実施実験

液状検体のヒトコロナウイルスに対する効果評価

目的: 2種類のヒトコロナウイルスに対する評価実験を行った(注①)。

材料

1 被験物質(サンプル):

液状検体 モルトロンオゾン水 30ppm 7ppm

2 使用ウイルス: Human Coronavirus 229E (ATCC VR-740)

使用細胞: MRC-5 Lang Fibroblast (ATCC 171)

試験方法

- ① 規定各マイクロチューブにモルトロンオゾン水300 μ lを注入した後、ヒトコロナウイルス液各100 μ lを垂らし、ヴォルテックスで5秒程度すばやく混合する。
- ② また上記マイクロチューブを手振りですばやく混合する。

オゾン水	反応時間	PCR band data
30ppm Vortex	10sec	ND
30ppm Vortex	10sec	ND
30ppm Vortex	10sec	ND
30ppm Vortex	10sec	ND
30ppm Vortex	10sec	ND

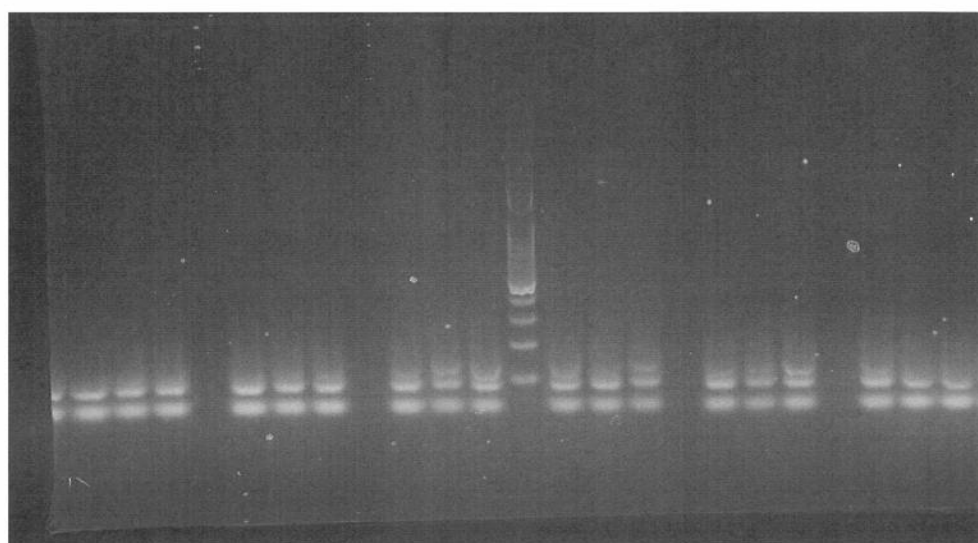
30ppm Vortex	10sec	ND
30ppm 手振り	10sec	ND
30ppm 手振り	10sec	ND
30ppm 手振り	10sec	ND
7ppm Vortex	10sec	ND
7ppm Vortex	10sec	ND
7ppm Vortex	10sec	ND
7ppm Vortex	10sec	ND
7ppm Vortex	10sec	ND
7ppm Vortex	10sec	ND
7ppm 手振り	10sec	ND
7ppm 手振り	10sec	ND
7ppm 手振り	10sec	ND

③ こ
こに、

RNA 抽出液 700 μ l を加え、抽出し、PCR で分析した。

成績：成績は下表のようであった。（別添 PCR 写真参照）

PCR 写真



30ppm Vortex 30ppm 手振り 7ppm Vortex 7ppm 手振り

考察：PCR のデータのとおり、30 ppm のモルトロンオゾン水は、ヒトコロナウイルスを 10 秒間で完全に不活化した。
7 ppm モルトロンオゾン水でも、10 秒間の反応で不活化した。

実大空間試験での殺菌効果評価

試験液 株式会社アースシンク 55 製 モルトロンオゾン分子水 30ppm
場所 工学院大学八王子キャンパス 11 号館 柳 宇教授研究室
装置 25m³バイオクリーンルーム 実大空間試験室 (注②)

使用菌 乳酸菌 (Lactobacillus plantarum AN3-2)

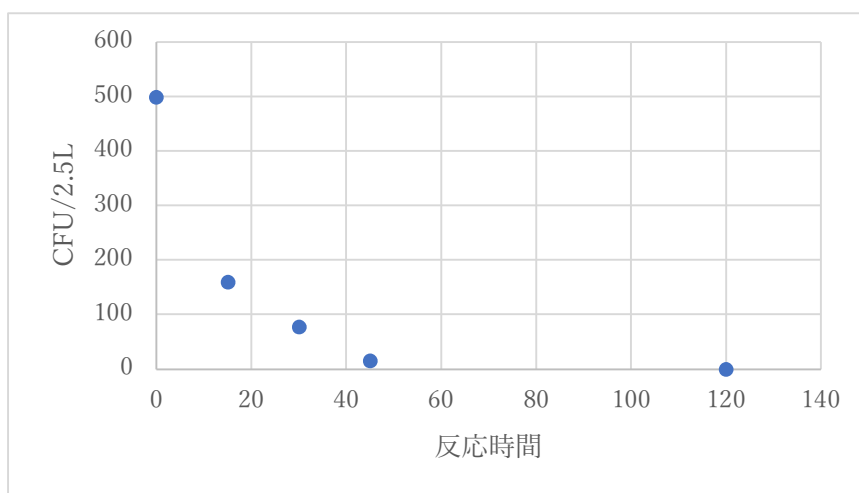
試験方法

- 1 37°C、24hrs 培養した乳酸菌液を 100 倍に希釈し、試験菌液とする。
- 2 実大空間試験室を水拭き後、試験機を設置し、HEPA フィルターを経た外気 を 30 分間置換する。その後、吸排気を止める。
- 3 試験菌液をハリオサイエンス社製ネブライザーで 10 μm 以下の粒径で実大空間試験室中に 10min で 10ml を噴霧する。(乳酸菌濃度は 10⁸cfu/ml であり、総量 10⁷cfu となる。)
- 4 初期濃度を、精密エアサンプラーで 5 分間 2,500ml サンプルリングし、エアポンプ手前のミリポアフィルターで菌体を採取後、GAM 寒天培地で培る。(乳酸菌濃度は実大空間中で、20,000cfu/m³ であり、2,500ml サンプルリングする。)
- 5 試験機をリモートで稼働し、15 分・30 分・45 分・120 分にそれぞれ 2,500ml サンプルリングし、培養し、コロニーカウントにより評価する。

試験結果

検体 No.	サンプリング位置	時間 (分)	菌数 (cfu)	減少率 (%)	室内環境気相オゾン濃度 (ppm)
1	上	0	500	0%	0.02
2	下	0	500	0%	0.02
3	上	15	163	67.4%	0.03
4	下	15	157	68.6%	0.04
5	上	30	82	83.6%	0.05
6	下	30	73	85.4%	0.05
7	上	45	18	96.4%	0.06
8	下	45	15	97.0%	0.06
9	上	120	0	100%	0.08
10	下	120	0	100%	0.08

実大空間実験室内の乳酸菌死滅データ



室内容量

25m³

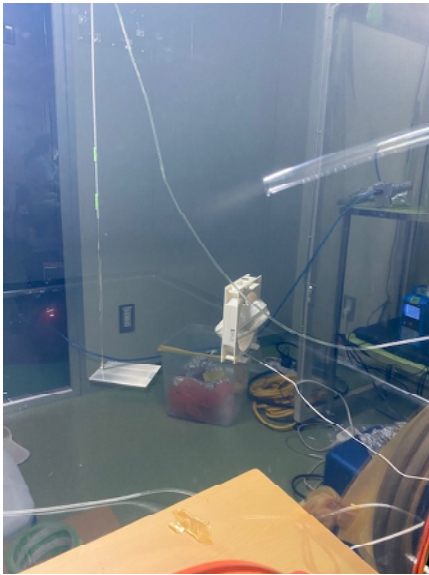
η 30min 84%
 予測値 30min 85%

☑オゾン水の除菌率は実測値と予測値が一致していることが分かった（注③）。

また紫外線による各種微生物の照射による殺菌係数・除去率（%）は次の通りである（注④）。

		殺菌係数	除去率
乳酸菌	（実測値）	0.0374	98%
大腸菌	（実測値）	0.0465	99%
インフルエンザウイルス	（実測値）	0.1047	99%
ヒトコロナウイル	（実測値）	0.1000	99%
新型コロナウイルス	（実測値）	0.1000	99%

（関連写真）



大実験設備およびオゾン分子水微噴霧



ネブライザー（10μm×1ml/分）



室内オゾンガス濃度計測器



モルトロンオゾン分子水生成装置

(注)

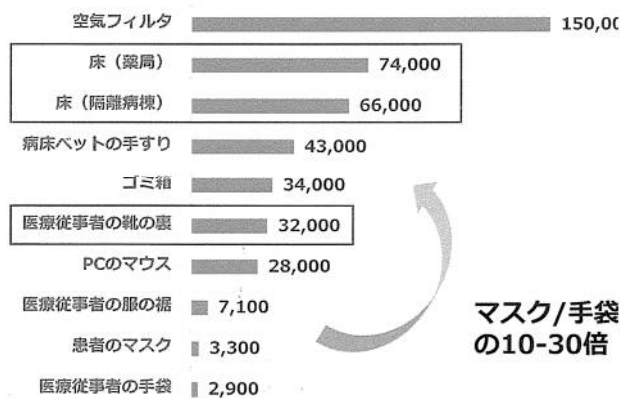
- ① ヒトコロナウイルスは、新型コロナウイルス（COVID-19）とRNAとして98%完全一致するコロナウイルスでありこの不活化を実証することで新型コロナウイルスへの効果を判断できると考えられます。
- ② 実大空間実験とは、実際に生活できる空間を完全な空調で制御管理し、本試験では乳酸菌の分散状態とオゾン分子水の分散状態を完全混合に維持できる実験室とし、空気中の殺菌反応とオゾンガス濃度を把握できる環境での実験です。
- ③ オゾンは水分子と同時に細菌・ウイルスと接触するとき、ガスと比較して顕著な酸化反応が起こるとされています。またオゾン分子水そのものはガスのように安全基準は無く薬剤のような残留性はありません。(有機物と接触した瞬間に酸素に戻ります)
- ④ 殺菌係数とは消毒薬の細菌に対する消毒作用をフェノール（石炭酸）を基準として比較した係数。本実験では乳酸菌の殺菌効果を把握することで新型コロナウイルスの不活化効果を算出できると考えられます。
- ⑤ 以下はCDCが中国武漢の患者受入れ病院で実施した調査結果です。

マスクや手袋の10~30倍の新型コロナウイルスが床に落下し、人が歩く等によって空中に浮遊し、呼吸により人体に入り込むとされています。

オゾン分子水で浮遊するウイルスを減少させること。またオゾン分子水が、重力で落下することで、床や室内の物品の表面のウイルスを死滅させて減少する効果が期待できます。

CDC（米国感染症予防センター）による
武漢のコロナ患者病院調査

PCR検査検体あたりコロナウイルス数



マスク/手袋
の10-30倍

ダクトの
HEPAフィルタに集積



出所) https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/26/7/20-0885_articl

本モルトロンオゾン分子水の開発を行った国費研究実績

- ☑農林水産省 農林水産技術高度化事業（家畜伝染病防除技術）
- ☑警察庁科学警察研究所 化学兵器、生物兵器の無害化共同研究（テロ対応技術）
- ☑内閣府／環境省 平成23年度除染技術実証試験事業（放射能除染）

3. 過去の研究開発実績 警察庁科学警察研究所による学会発表要旨

第19回 日本バイオセーフティ学会 総会・学術集会

- 教育講演1 「実験室バイオセーフティガイドライン 第2版について」
シンポジウム1 「2020年オリンピック・パラリンピックを前に考えるべき
輸入感染症対策」
ワークショップ1 「ポリオ根絶の最終段階戦略とその実施計画」
教育講演2 「最近気になる動物の感染症」
ワークショップ2 「日本と海外のBSL-4施設の最新事情」
シンポジウム2 「次世代のバイオセキュリティ」



開催日：2019年11月19日(火)～20日(水)
会場：戸山サンライズ・全国障害者総合福祉センター
(〒162-0052 東京都新宿区戸山1丁目22番1号)
<http://www.normanet.ne.jp/~ww100006/>
会長：棚林 清 (国立感染症研究所バイオセーフティ管理室)

日本バイオセーフティ学会
The Japanese Biological Safety Association



第19回日本バイオセーフティ学会総会・学術集会事務局
(日本バイオセーフティ学会事務局)
〒112-0002 東京都文京区小石川4-13-18
株式会社微生物科学機構内
TEL.03-6231-4030 FAX.03-6231-4035
E-mail:biseibutsu-com@umin.ac.jp
第19回総会・学術集会ホームページ
<http://www.microbiology.co.jp/jbsa/meeting/index.html>



題名 氏名 所属機関名	超微細高密度オゾン分子水による炭疽菌芽胞の迅速殺菌 ○藤浪 良仁 ¹ , 武藤 淳二 ¹ , 岸本 麻衣 ¹ , 中原 弘明 ¹ , 松村 栄治 ² 1 科警研, 2 アースシンク 5 5
[目的]	炭疽菌芽胞はバイオテロへの使用が最も危惧される細菌兵器であるとともに最も除染が困難な病原微生物でもある。その中で除染剤として注目したのが、近年開発されたアースシンク 5 5 が提供する超微細高密度オゾン分子水による殺菌である。よって本発表ではこのオゾン分子水の炭疽菌芽胞に対する殺菌効果を評価したので報告する。
[方法]	炭疽菌 <i>B. anthracis</i> Pasteur II (Tox+, Cap+) 株の精製芽胞液 (4 x 10 ⁸ CFU) にアースシンク 5 5 の提供するオゾン分子水を、オゾン濃度が終濃度 117、50、10 または 1 ppm となるように混合し (計 40 ml)、5、10、30 秒、1、3、5、10、30 分後に 0.1 ml を Nutrient Broth に移して反応を止め、37°C の好気条件で 10 日間培養して増殖の有無を確認した (n=4)。また 1、3、5、10、30 分後の各オゾン濃度の反応液を 1 μL ずつスライドグラス上に載せ位相差顕微鏡で検鏡した。
[結果]	本オゾン分子水は炭疽菌芽胞 1x10 ⁷ cfu/ml に対して、117ppm のオゾン濃度で 10 秒 (0.16 分) 以上の暴露条件 (CT value=19.5) で殺菌作用を示した。またオゾン濃度 50ppm では 1 分以上の条件 (CT value=50) を、10ppm では 5 分以上の条件 (CT value=50) で 1x10 ⁷ cfu/ml (6log 以上) の殺菌作用を示した。一方、1ppm では 30 分以内に殺菌効果は確認できなかった。
[考察]	また同時に位相差顕微鏡で観察したところ、炭疽菌芽胞が 117ppm のオゾン濃度で暴露された場合、培養による殺菌結果からは 10 秒で死滅していることが示されたにも拘らず、1 分後にダークニングが生じていないものも存在するので、ダークニング以前に死滅することが確認された。その後経時的にダークニングが進行するとともに、その形態が小さくなり、その形態は徐々に確認が困難になった。 このように高濃度オゾン分子水は炭疽菌芽胞に対して極めて短時間で国際的に一般的な基準である、無菌性保証水準 (Sterility Assurance Level, SAL) を 10 ⁶ 以下で達成することが可能であった。また微生物種中で最強の物理化学的耐性を有する芽胞で有効であったことから、ほぼすべての病原微生物種に対して炭疽菌芽胞以上に有効と思われる。オゾン殺菌は有効な滅菌効果は知られていたが、水への溶解度が低く高濃度を維持することが困難であった。しかし、本オゾン分子水は溶存オゾンを高濃度に長時間維持することが可能であるため、今後、炭疽菌芽胞をはじめ、様々な微生物種の除染に有効となるとと思われる。

炭疽菌芽胞のオゾン分子水による殺菌効果

オゾン濃度	試験管番号	暴露時間							
		5秒	10秒	30秒	1分	3分	5分	10分	30分
117 ppm	1	+	-	-	-	-	-	-	-
	2	+	-	-	-	-	-	-	-
	3	+	-	-	-	-	-	-	-
	4	+	-	-	-	-	-	-	-
50 ppm	1	+	+	+	-	-	-	-	-
	2	+	+	+	-	-	-	-	-
	3	+	+	-	-	-	-	-	-
	4	+	+	-	-	-	-	-	-
10 ppm	1	+	+	+	+	+	-	-	-
	2	+	+	+	+	+	-	-	-
	3	+	+	+	+	+	-	-	-
	4	+	+	+	+	+	-	-	-
1 ppm	1	+	+	+	+	+	+	+	+
	2	+	+	+	+	+	+	+	+
	3	+	+	+	+	+	+	+	+
	4	+	+	+	+	+	+	+	+

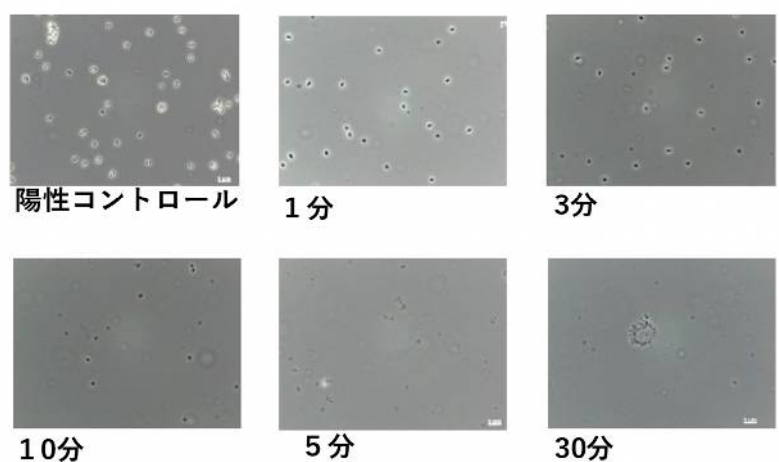
-: 増殖なし



+: 増殖あり



炭疽菌芽胞に対する117ppmオゾン分子水暴露時の経時的な位相差観察



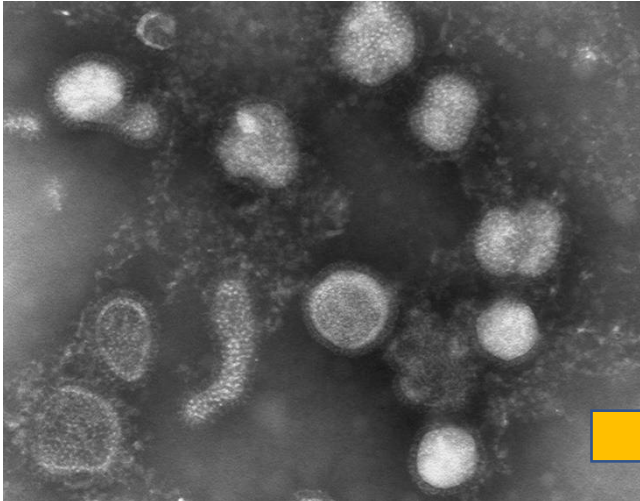
ダークニング以前に死滅することが確認された。また、経時的にダークニングが進行するとともに、その形態が小さくなり、その形態は徐々に確認が困難になった。

☑高病原性鳥インフルエンザウイルスの不活化評価結果

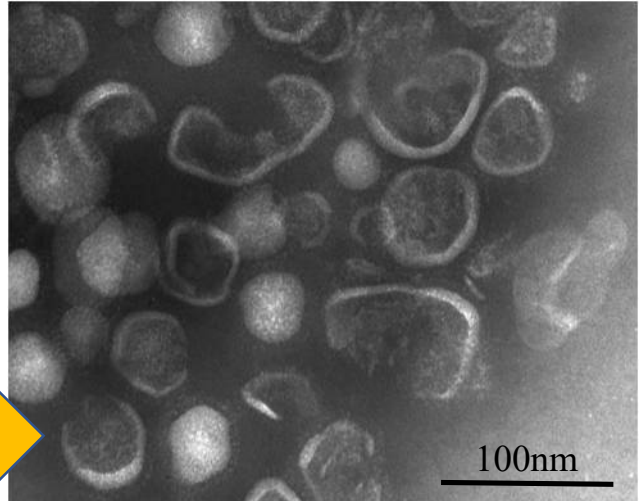
農林水産省の国費研究(農林水産高度化事業/2006年~2008年)で北海道大学人獣共通感染症センター(迫田義博教授)が実施した研究の写真です。(以下:顕微鏡写真 ※モルトロンオゾン分子水濃度 7ppm)

オゾン分子水と接触した瞬間に、高病原性鳥インフルエンザウイルスが完全に不活化したことが判ります。

蒸留水と反応させた高病原性鳥インフルエンザウイルス粒子



モルトロンオゾン水と反応させた高病原性鳥インフルエンザウイルス粒子 (1秒後)



100,000倍拡大像

高病原性鳥インフルエンザウイルスと牛血清 40% (想定される最大量の有機物として血液を添加) とモルトロンオゾン分子水を接触しました。

ヘマグルチニン・ノイラミニターゼ(写真左/ウイルス表面の伝搬接触部)がオゾン分子水接触後は無くなり、さらにコートタンパクを要かいして完全死滅させました。(写真右/オゾン分子水による不活化状態)

この不活化効果が、1秒以内に完了したことは、オゾンのはたらきによるものです。

(写真右/オゾン分子水による不活化状態/1秒以内に完全不活)

以上